

Proyecto de investigación - 2016

LA PRESA DE EL VADO Y EL CANAL DEL JARAMA



FUNDACIÓN CANAL
Canal de Isabel II



LA PRESA DE EL VADO Y EL CANAL DEL JARAMA

Francisco Fernández Izquierdo
Ángel Alloza Aparicio
Instituto de Historia. CSIC

Francisco Javier Moreno Díaz del Campo
Universidad de Castilla la Mancha

2016

Las afirmaciones recogidas en esta publicación reflejan la opinión de los autores y no necesariamente la de la Fundación Canal.

© De la edición, Fundación Canal. 2016
© De los textos, los autores
© De las fotografías, sus autores

Diseño y maquetación: Candara

ISBN: 978-84-945176-3-1



PRESENTACIÓN

Las grandes obras hidráulicas, que resultan imprescindibles para el sostenimiento de las sociedades modernas, han de analizarse y valorarse con perspectiva histórica tras su puesta en servicio, aunque ya durante sus fases de proyecto, ejecución y finalización se haya generado abundante documentación desde las administraciones públicas, empresas y particulares, proporcionando unos materiales que son sometidos habitualmente al escrutinio de los medios de información. La Fundación Canal de Isabel II puso en marcha hace tiempo una línea de investigaciones históricas sobre la gestión del ciclo del agua en Madrid -abastecimiento, distribución y saneamiento-, que se apoya en un sistema de infraestructuras cuyo origen es tan antiguo como la propia urbanización de la ciudad, y que desde la segunda mitad del siglo XX se ha extendido a una amplia red de poblaciones, hasta alcanzar a casi toda la actual Comunidad. El objetivo de atender una demanda creciente, como consecuencia del incremento demográfico de la capital española y su área de influencia, exigió poner en práctica planes de abastecimiento de agua proyectados desde mucho antes.

Con los antecedentes de algunos antiguos proyectos de canales derivados del río Jarama, que fueron elaborados durante el ilustrado siglo XVIII, en esta obra se estudia la captación de recursos hídricos para Madrid desde las cabeceras del citado río y del Sorbe para sumarlos a los procedentes del río Lozoya, para atender la creciente demanda de agua en la ciudad, prevista ya desde las décadas finales del siglo XIX. Una presa en el alto Jarama, El Vado, fue concebida en el plan Gasset de 1902 para regular los caudales en el tramo final de este río, en la vega irrigada por la Real Acequia, que se inicia en San Martín de la Vega y llega hasta Añover. En paralelo,

desde el Canal de Isabel II se estudiaba incrementar el abastecimiento madrileño enlazando la conducción a la capital que partía desde Torrelaguna mediante un nuevo canal hasta El Vado, en el Jarama, prolongándolo incluso con un trasvase hasta el cercano cauce del Sorbe. Las obras en la presa de El Vado se extendieron a lo largo de un dilatado periodo de tiempo, desde 1910 hasta su entrada en servicio en 1954, momento en que este embalse fue incorporado al sistema de abastecimiento del Canal de Isabel II y quedó descartado su inicial destino a la regulación de regadío. Para hacerlo posible fue necesario renovar el proyecto del canal del Jarama y construirlo, consiguiendo que desde 1960 las aguas de El Vado llegaran al depósito alto de Torrelaguna y de allí a las conexiones hacia los depósitos intermedios y la capital. El sistema se completó con un trasvase desde el azud del Pozo de los Ramos, en el río Sorbe, enlazado con el canal del Jarama desde 1975.

Desde los proyectos iniciales a los sucesivos reformados, cuyas obras fueron ejecutadas cuando el presupuesto estaba disponible, se fueron adoptando soluciones renovadas al hilo de las mejoras tecnológicas y las exigencias de las normativas de seguridad, con la incorporación de los sistemas de control y auscultación aplicados a las infraestructuras hidráulicas actuales. A lo largo de estas páginas se recoge la participación de muchos profesionales de la ingeniería civil, desde los primeros proyectos de la presa de El Vado, a cargo de Antonio Buitrago en el Ministerio de Fomento, y desde el Canal de Isabel II por Ramón de Aguinaga, para el canal del Jarama, hasta la intervención de Domingo Díaz Ambrona y Juan de Arespacochaga en la ejecución y puesta en servicio de El Vado, con apoyo de José Torán como contratista, y de Eduardo López-Berges en el diseño y ejecución definitivos del canal del Jarama. Estas tareas fueron continuadas por otros técnicos en las modificaciones y mejoras posteriores. La semblanza biográfica de todos ellos se ha podido documentar gracias al apoyo de Fernando Sáenz Ridruejo, que ha facilitado una información pacientemente recopilada para sus numerosas obras, por las cuales son hoy una referencia de autoridad en la historia de los ingenieros civiles españoles. Gracias a Fernando Sáenz, los contactos con otros ingenieros, del Comité Español de Grandes Presas (Spancold), presidido por José Polimón, y a la invitación para incorporarme al subcomité de información y educación para el público (CIPE) nos ha permitido ampliar consultas, resolver dudas y comprobar la generosidad de los profesionales en explicar detalles necesarios para entender muchas de las decisiones adoptadas finalmente en la construcción hidráulica.

El equipo de historiadores que ha elaborado la investigación está formado por el que suscribe, junto con Ángel Alloza Aparicio (Instituto de Historia, CSIC), Francisco Javier Moreno Díaz del

Campo (Universidad de Castilla-La Mancha -UCLM-), y ha contado con la colaboración del geógrafo Jesús Francisco Santos (UCLM) en la elaboración de la cartografía con ayuda de SIG. La obligada consulta de documentación no hubiera sido posible sin los profesionales que nos han atendido en los archivos y centros de documentación, partiendo del Archivo del Canal de Isabel II, con su directora Inmaculada Figueras, el Archivo General de la Administración en Alcalá de Henares, con la atención de Daniel Gozalbo y el Archivo del Ministerio de Fomento, con la ayuda de su directora Concepción Peinado. Se han consultado también los archivos de la Confederación Hidrográfica del Tajo, gracias a las facilidades de Manuel Gil García. Dependiente de esta Confederación, el ingeniero jefe de Guadalajara Enrique Moreno Calle posibilitó el acceso al archivo técnico de la presa de Alcorlo, donde se custodia documentación referente a El Vado. Por su parte, David Galán, del Área de Explotación de Presas y Pozos de Canal de Isabel II Gestión, nos ha facilitado tanto la visita a las instalaciones de El Vado y Pozo de los Ramos, a la cámara de descarga de arranque del canal del Jarama, como a la consulta y reproducción de la documentación conservada en el completo archivo de la oficina de El Vado, así como los informes técnicos más recientes. Las consultas se han completado en el Centro de Estudios Hidrográficos (CEDEX). Especialmente útiles han sido las reproducciones de documentos obtenidas en la Dirección General del Agua del Ministerio de Medio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, facilitadas por Juan Bautista Martín Morales, jefe de área de Seguridad de Infraestructuras y Explotación. De ese mismo ministerio depende el Fondo Documental del Monte, cuya consulta nos facilitó José Manuel Mangas Navas.

Se han consultado y reproducido publicaciones de interés en la Biblioteca Regional de Madrid y las bibliotecas de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, cuya directora, Concepción García Viñuela nos facilitó el acceso a las actas de los congresos del Comité Internacional de Grandes Presas y otras publicaciones, así como la de Ingenieros de Montes de la Universidad Politécnica de Madrid, completadas con la Biblioteca del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. También se han localizado informaciones en la biblioteca María Zambrano de la Universidad Complutense y, especialmente, en la Tomás Navarro Tomás, de nuestro propio Centro de Ciencias Humanas y Sociales del CSIC.

Sobre el propio terreno, en Guadalajara, se nos han abierto las puertas de los ayuntamientos para consultar sus archivos en Campillo de Ranas, Retiendas, Valdesotos, y especialmente en Tamajón, cuyo alcalde, Eugenio Esteban, tuvo además la gentileza de acompañarnos en julio de 2014 a visitar y fotografiar la cantera y trazado del ferrocarril empleado en la construcción de la presa de

El Vado. En Guadalajara, el Centro de Estudios de la Fotografía e Imagen Antigua de Guadalajara y la Biblioteca de la Diputación Provincial, bajo la dirección de Plácido Ballesteros, también nos abrieron la consulta de sus fondos, así como la Delegación de la Consejería de Agricultura y Medio Ambiente, respecto a la gestión forestal en el entorno de El Vado, con la amabilidad de Pedro Díaz. Finalmente, se consultó documentación en el Archivo Histórico Provincial, dirigido por Riásares Serrano.

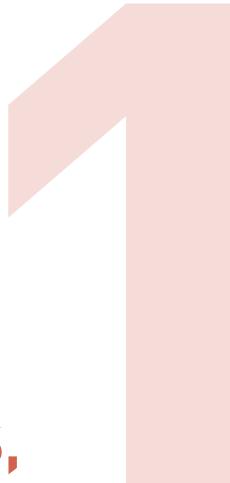
Pero sobre todo, debemos dejar constancia de nuestro agradecimiento a Gonzalo Marín, de la Fundación Canal, quien tras confiarnos esta investigación, ha revisado con la minuciosidad propia del ingeniero hidráulico todos los textos y materiales elaborados, para que las informaciones recogidas se ajustaran lo mejor posible a un contenido técnico complejo propio de la documentación de los proyectos, que requiere de las explicaciones adecuadas, en cuya elaboración hemos podido mejorar nuestro acercamiento a las prácticas del diseño y construcción de presas y canales. Partiendo de la descripción de obras que son conocidas, el objetivo que se pretende con este estudio es su presentación conjunta, siguiendo su larga secuencia cronológica en su propio entorno geográfico y social. El punto de vista del historiador ha de aproximarse al del ingeniero en este caso, y el lector juzgará si esto se ha conseguido.

Francisco Fernández Izquierdo

Instituto de Historia, CSIC.

PRESENTACIÓN	3		
CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES GEOGRÁFICOS, GEOLÓGICOS E HIDROLÓGICOS DE LAS CUENCAS ALTAS DE LOS RÍOS JARAMA Y SORBE	13		
1. UN MEDIO NATURAL DE SINGULARES CARACTERÍSTICAS	13		
2. EL MACIZO DE AYLLÓN. SÍNTESIS FÍSICA Y GEOLÓGICA	22		
3. LAS CUENCAS DE LOS RÍOS JARAMA Y SORBE	25		
3.1. Cuenca del Jarama	26		
3.2. Cuenca del Sorbe	32		
4. CLIMATOLOGÍA	33		
5. EDAFOLOGÍA, VEGETACIÓN Y FAUNA	38		
6. RECURSOS HÍDRICOS	41		
6.1. Río Jarama	41		
6.2. Río Sorbe	47		
6.3. La estrecha relación Jarama-Sorbe	51		
6.4. La planificación actual de los recursos hidráulicos	51		
CAPÍTULO 2. EL ALTO JARAMA Y LA SIERRA DE AYLLÓN DESDE EL SIGLO XVIII A LOS ALBORES DEL SIGLO XX. CONDICIONANTES GEOGRÁFICOS Y ANTECEDENTES HISTÓRICOS	59		
1. EL POBLAMIENTO Y LA ORGANIZACIÓN DEL ESPACIO	59		
2. ANTECEDENTES HISTÓRICOS	63		
2.1. Evolución demográfica: una caída inexorable y acentuada	63		
2.2. Estructura histórica de la propiedad y producción agraria	68		
2.3. La ganadería, caza y pesca	72		
2.4. La percepción del agua: abastecimiento y aprovechamientos molineros	76		
2.5. Otras actividades protoindustriales	80		
2.6. La estructura socio-profesional: un ejemplo de sociedad rural del Antiguo Régimen	82		
3. UN ESCENARIO POCO CAMBIANTE EN LOS ALBORES DEL SIGLO XX	86		
CAPÍTULO 3. LAS CANALIZACIONES DEL JARAMA DESDE EL SIGLO XVIII HASTA MEDIADOS DEL XX	89		
1. INTRODUCCIÓN	89		
2. LA NAVEGABILIDAD DEL TAJO, MANZANARES Y JARAMA	94		
3. PROPUESTAS DE LA PRIMERA MITAD DEL SIGLO XVIII	97		
4. PROYECTOS Y PRIMEROS INTENTOS DE CANALIZACIÓN	100		
4.1. Los proyectos del coronel de ingenieros Jorge de Sicre (1767-1770)	100		
4.2. Los proyectos de finales del siglo XVIII: Juan de Villanueva. El canal de Cabarrús	106		
5. PROYECTOS DE LA PRIMERA MITAD DEL SIGLO XIX	108		
6. EL JARAMA A FINALES DEL SIGLO XIX	110		
6.1. Canalizaciones y proyectos de trasvases. El Canal de Madrid de Peydró	110		
6.2. Los comentarios de Juan de Dios Blas y Martín y otras propuestas de canales	117		
7. LA REAL ACEQUIA DEL JARAMA	122		
8. LAS CANALIZACIONES Y USOS DEL AGUA EN EL JARAMA MEDIO	132		
9. APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS, USOS INDUSTRIALES Y OTROS	141		
10. CONCESIONES DE AGUA EN EL JARAMA MEDIO	146		
CAPÍTULO 4. LA PRESA DE EL VADO EN EL RÍO JARAMA (1902-1979)	153		
1. ANTECEDENTES. EL VADO ANTES DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA PRESA	153		
1.1. Los Riegos del Jarama	156		
1.2. El Pantano de El Vado: Proyecto de 1910	158		
1.3. Los primeros trabajos. El camino de servicio, la Casa-Administración y los sondeos geológicos (1914-1917)	182		
1.4. La galería exterior de la presa para el desvío del río. Primeras dificultades constructivas (1917-1919)	192		
2. REANUDACIÓN DE LAS OBRAS (1924-1931)	200		
2.1. Introducción	200		
2.2. La Junta de Obras del Pantano de El Vado (1929-1931)	202		
3. LA PRESA EN CONSTRUCCIÓN (1932-1936)	218		
3.1. Obras auxiliares	218		
3.2. Resumen de las actuaciones hasta 1934	247		
3.3. El Proyecto Reformado de la presa de El Vado de 1933 y la contrata de 1934	249		
3.4. Las primeras inyecciones en los cimientos	261		
3.5. Los desagües y tomas de agua. El aliviadero	263		
3.6. Efectos de las obras en la comarca	265		
4. REANUDACIÓN DE LAS OBRAS TRAS LA GUERRA CIVIL (1939-1946)	267		
4.1. El Plan de Obras Públicas de 1940	267		
4.2. Reanudación de los trabajos en El Vado. Reforma de precios. Compuertas de fondo y tomas de agua. Mantenimiento del camino de servicio	268		
4.3. La rescisión de la contrata en 1945	272		
4.4. El proyecto de terminación de las obras de 1946	280		
5. EL RECRECIMIENTO Y PROYECTOS DEFINITIVOS DE LA PRESA DE EL VADO Y SU ALIVIADERO (1946-1959)	281		
5.1. Antecedentes	281		
5.2. La propuesta de aprovechamiento provisional del embalse para riego en 1945	282		
5.3. El proyecto reformado del pantano de El Vado: elevación de la presa. 1946	285		
5.4. La central auxiliar de pie de presa para las obras (1947)	306		
5.5. Los proyectos reformados de la presa: Segundo reformado (1948)	306		
5.6. Medios auxiliares y técnicas constructivas. Accidentes de trabajo	316		
5.7. Tercer proyecto reformado: variante de la coronación (1949)	323		

5.8. El aliviadero recrecido	327		
5.9. Mantenimiento del camino de servicio (1950-1954)	348		
5.10. Finalización de las obras de la presa. El 4º proyecto reformado de El Vado (1953)	348		
5.11. La fallida central hidroeléctrica de El Vado (1953)	358		
5.12. La inauguración oficial de la presa de El Vado (28 de junio de 1954)	364		
5.13. El 5º proyecto reformado de El Vado (1957)	369		
5.14. Las compuertas y desagües de fondo. Modificaciones (1950-1959)	374		
5.15. Las revisiones de precios (1950-1959)	377		
5.16. Aproximación a los costes de construcción de la presa de El Vado	385		
6. EL APROVECHAMIENTO INTEGRAL DEL ALTO JARAMA (1950)	392		
7. LOS RIEGOS DEL JARAMA CON LA PRESA DE EL VADO EN FUNCIONAMIENTO	402		
8. LOS PRIMEROS AÑOS TRAS LA ENTRADA EN SERVICIO: PROBLEMAS EN LA PRESA Y EN EL ALIVIADERO (1959-1961)	415		
9. EL PROYECTO DE TERMINACIÓN DE LA PRESA DE EL VADO (1962)	419		
9.1. Introducción	419		
9.2. Pantalla de drenaje	422		
9.3. Pantalla de impermeabilización	425		
9.4. Caminos y accesos fáciles para la inspección	427		
9.5. Iluminación	429		
9.6. Válvulas de los desagües de fondo	429		
9.7. Obras accesorias y complementarias	430		
9.8. Auscultación	431		
9.9. El aliviadero: ensayos en modelo reducido	435		
9.10. La ejecución de las obras. La supervisión del Servicio de Vigilancia de Presas	439		
10. ESTADO DE LOS ÓRGANOS DE CONTROL DE LOS DESAGÜES PROFUNDOS Y DEL ALIVIADERO EN 1964	442		
11. EL NUEVO PROYECTO DEL ALIVIADERO FRONTAL EN EL VADO. EL PROYECTO DE OBRAS URGENTES Y SU REFORMADO (1965)	443		
11.1. Introducción	443		
11.2. El aliviadero frontal. Protección del pie de presa	450		
11.3. El collado convertido en aliviadero provisional	453		
11.4. La ejecución de las obras	455		
11.5. Reformas en el poblado de El Vado y caminos a Retiendas y Tamajón	459		
11.6. Instalación de una caseta de radio para vigilancia de avenidas por la Confederación Hidrográfica del Tajo (1966)	462		
12. LA TRANSFORMACIÓN EN PRESA VERTEDERO DE LA PRESA DE EL VADO (1969)	465		
13. LA EXPLOTACIÓN DE LA PRESA. EL PROBLEMA DE LAS FILTRACIONES Y LAS ÚLTIMAS REFORMAS	477		
13.1. Introducción	477		
13.2. La transferencia de El Vado al Canal de Isabel II (1976)	479		
		13.3. La presa de El Vado en 1979, según el documento XYZT	483
		13.4. Reconocimiento batimétrico (1979)	495
		13.5. Tratamientos para las filtraciones y explotación (1979-2015)495	
		14. CRONOLOGÍA (1902-1979)	510
		CAPÍTULO 5. EL CANAL DEL JARAMA. LA EJECUCIÓN DE UN PROYECTO CON LARGO RECORRIDO	521
		1. INTRODUCCIÓN	522
		2. PROYECTO PRIMITIVO, O ANTEPROYECTO DEL CANAL DEL JARAMA, 1914-1918	531
		3. LA CONDUCCIÓN DE LAS AGUAS DEL RÍO JARAMA PARA EL ABASTECIMIENTO DE MADRID	547
		4. EL CAMINO DE SERVICIO	561
		5. LAS OBRAS DE FÁBRICA, TORRE DE TOMA, CÁMARA DE ROTURA DE CARGA, TÚNELES, ACUEDUCTOS, SIFONES Y CONSTRUCCIONES AUXILIARES	573
		6. EL COSTE DEL CANAL DEL JARAMA	598
		7. LA INFLUENCIA DE LA CONSTRUCCIÓN DEL CANAL DEL JARAMA EN LOS PUEBLOS DE SU ENTORNO	606
		8. EL IMPACTO DE LA INCORPORACIÓN DEL JARAMA AL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE MADRID	609
		9. LA MODIFICACIÓN DEL CANAL EN EL TRAMO DE LA MADRILEÑA EN 1967-1971 E INTERVENCIONES POSTERIORES	612
		10. LAS INTERVENCIONES POSTERIORES DE MANTENIMIENTO Y LA CONEXIÓN DEL CANAL DEL JARAMA AL ATAZAR	614
		11. CRONOLOGÍA	618
		CAPÍTULO 6. EL AZUD DE POZO DE LOS RAMOS Y EL CANAL DEL SORBE	623
		1. ANTECEDENTES	623
		2. EL CAMINO DE ACCESO AL POZO DE LOS RAMOS	629
		3. EL ANTEPROYECTO Y ESTUDIO DE ALTERNATIVAS	631
		4. LA EJECUCIÓN DE LA OBRA, LOS PROBLEMAS GEOLÓGICOS Y LOS PROYECTOS REFORMADOS (1968-1976)	643
		5. EL COSTE DE CANAL DEL SORBE	676
		6. EXPLOTACIÓN DEL TRASVASE SORBE-JARAMA	684
		7. LA EJECUCIÓN DE LA FASE 2: REGULACIÓN DEL RÍO SORBE	688
		8. CRONOLOGÍA	694
		CAPÍTULO 7. BIBLIOGRAFÍA	697
		ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS	719

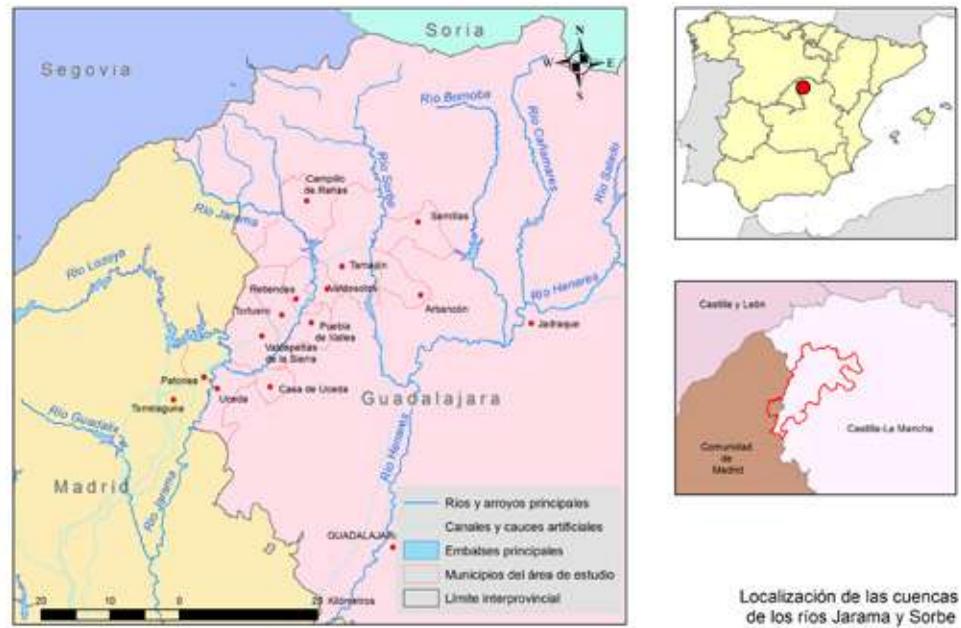


ANTECEDENTES GEOGRÁFICOS, GEOLÓGICOS E HIDROLÓGICOS DE LAS CUENCAS ALTAS DE LOS RÍOS JARAMA Y SORBE

1. UN MEDIO NATURAL DE SINGULARES CARACTERÍSTICAS

Localizada a mediodía de la Sierra de Ayllón y con los cauces del Jarama y del Sorbe como ejes articuladores, la zona de influencia de los canales que derivan aguas de ambos ríos para el abastecimiento de Madrid presenta unas peculiaridades paisajísticas y humanas que, en gran medida, explican la importancia histórica de la zona como área suministradora de recursos naturales a la ciudad de Madrid y su área de influencia. Se trata de una comarca que comprende principalmente localidades de la actual provincia de Guadalajara y, en menor medida, Madrid, donde se encuentran Patones, Torremocha del Jarama y Torrelaguna, por cuyos términos discurre el último tramo del canal del Jarama.

Figura 1.1. Mapa general de la zona de estudio



Fuente: Elaboración propia con ayuda de SIG.

Atendiendo al paisaje, la comarca presenta dos zonas bien diferenciadas, para cuya delimitación podría utilizarse el propio río Jarama a su paso por el término de la localidad de Valdepeñas de la Sierra, justo cuando su curso vira hacia el suroeste para adentrarse en tierras de la Comunidad de Madrid. De hecho, la línea trazada por el canal del Sorbe que une el azud del Pozo de los Ramos con el embalse de El Vado y su prolongación con el canal del Jarama marca la transición entre ambas zonas, con una progresiva disminución de la altitud y un paisaje cambiante, que evoluciona desde un medio abrupto plenamente serrano a un horizonte dominado por la vega, de “tierras abiertas”, que “acoge una vida más domesticada de la mano del hombre”¹.

¹ Sancho Comíns, J. y Reinoso Moreno, D. (dirs.): Atlas del turismo rural de la Sierra Norte de Guadalajara. Madrid: ADEL Sierra Norte de Guadalajara, 2007, p. 25. Este estudio constituye una de las aproximaciones geográficas más actualizadas a esta área territorial. Agradecemos a Eugenio Esteban, alcalde de Tamajón, las facilidades para su conocimiento y consulta.

Figura 1.2. Vista general de Tamajón



Figura 1.3. Vista general de Campillo de Ranas



Fotografías: F. Fernández Izquierdo 2014, 2015.

La zona que se sitúa al norte, con altitudes superiores a los 850 msnm, corresponde al paisaje de montaña propio de la vertiente meridional de la Sierra de Ayllón, donde radican poblaciones por encima de los 1.000 msnm, como Tamajón (1.026 msnm) o Campillo de Ranas (1.102 msnm). Allí el relieve que va ganando altura, llega a superar los 2.000 msnm, hasta el cordal más elevado, el que separa las provincias de Guadalajara y Segovia, con su techo en el pico del Lobo (2.272 msnm), en la divisoria de las cuencas del Tajo al sur y el Duero al norte. Centrado en esta zona norte del área de influencia de las presas y canales estudiados, descuella como cumbre más destacada respecto a su entorno y “auténtico referente de la Sierra Norte” el pico Ocejón (2.049 msnm)². Se podría continuar hacia el noreste, pues la cuenca receptora del río Sorbe es tributaria de los arroyos que le llegan desde el Alto del Rey, hasta la divisoria de aguas del río Bornova, afluente del Henares.

El límite más externo hacia el noroeste puede fijarse en el pico de la Peña Cebollera, Cebollera Vieja o pico las Tres Provincias (2.129 msnm), que sirve de límite a Madrid, Segovia y Guadalajara. A sus pies nace el río Jarama, la principal corriente fluvial originaria de la comunidad madrileña, que recorre en dirección al sureste los términos de Montejo de la Sierra y la Iruela (Madrid) para entrar en la provincia de Guadalajara por El Cardoso y El Bocigano, donde el río Barbellido, incorpora al Jarama las aportaciones recogidas desde el pico del Lobo. El Jarama toma entonces orientación sur, alcanzando los antiguos términos de Matallana y El Vado, actualmente integrados en el municipio de Campillo de Ranas, donde está el embalse de El Vado, que constituye uno de los puntos de arranque de las obras hidráulicas objeto del presente estudio. En sus proximidades, la sierra se levanta hacia el oeste hasta el cerro de las Torneras (1.865 msnm), desde donde se vierten las aguas que buscan su camino hacia las tierras bajas en dirección hacia el sur y el este, penetrando en quebradas y gargantas hasta el arroyo Vallosera, que acaba desembocando en la margen derecha del embalse de El Vado. En la orilla opuesta del río Jarama, aguas arriba del embalse, se encuentran los profundos valles que flanquean al Ocejón y que descienden hacia el sur. Destaca el hondo y tortuoso valle en “V” que encauza el río Jaramilla, tributario de un importante caudal al río Jarama desde la falda occidental del Ocejón. La vertiente oriental de esta montaña está flanqueada por otro estrecho valle, el del río Sorbe.

Una de las primeras, si no la más antigua representación cartográfica de esta comarca procede de un litigio entre Colmenar de la Sierra con el concejo de El Cardoso (Guadalajara) sobre propiedad y delimitación del término de Navaonda, donde el angosto y agreste cauce del Jarama, entre empinadas cuestas, actúa como sumidero natural³.

Figura 1.4. Delimitación del término de Navaonda (año 1782)



Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo de la Real Chancillería de Valladolid. Planos y Dibujos. Óleos, nº 69, de 1782.

Desde un punto de vista estructural esta es la comarca que pone en contacto los sistemas Central e Ibérico. En su zona más elevada y septentrional predominan pizarras y cuarcitas de origen paleozoico que tienden a desaparecer y a ser sustituidas por areniscas, margas y calizas secundarias a medida que se avanza hacia el sur, hasta descender a los 700-750 msnm⁴, siguiendo el cauce del Jarama. Este río penetra en esta última área a partir del término de Retiendas, y alcanza los terrenos plenamente terciarios en los términos municipales de Uceda, todavía en Castilla-La Mancha, y de las ya mencionadas localidades de Patones, Torremocha del Jarama y Torrelaguna, donde el canal del Jarama encuentra su final.

² Ibídem, p. 24

³ Archivo de la Real Chancillería de Valladolid. Planos y Dibujos. Óleos, nº 69, de 1782. Procede de Pleitos Civiles, Ceballos Escalera (F), caja 3390,1.

⁴ Pons Giner, B. (dir.): Atlas de los Paisajes de Castilla-La Mancha. Cuenca: Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha, 2011, p. 32. Pillet Capdepón, F. (coord.): Geografía de Castilla-La Mancha. Ciudad Real: Almad, Ediciones de Castilla-La Mancha, 2007. Una detallada descripción geológica de esta comarca se contiene en el Mapa Geológico Nacional de España. Escala 1:50.000 (MAGNA), hoja 459. Madrid: Instituto Geológico y Minero de España, 2005, realizada por Informes y Proyectos, S.A. (INYPESA), bajo la dirección de L.R. Rodríguez Fernández.

Figura 1.5. Valle del Jarama con Matallana al fondo



Figura 1.6. Vivienda tradicional de La Vereda



Fotografías: F. Fernández Izquierdo 2014, 2015.

Figura 1.7. Embalse de El Vado con el Ocejón al fondo



Fotografía: F. Fernández Izquierdo 2014, 2015.

Figura 1.8. Poste de senderos en Tamajón



Fotografía: F. Fernández Izquierdo 2014, 2015

Como se ha indicado anteriormente, la red hidrográfica viene definida por los ríos Jarama y Sorbe, que discurren en paralelo en dirección norte-sur en estos tramos superiores, que es donde se implantan las presas de El Vado y Pozo de los Ramos, origen de los canales estudiados. Así las cosas, la “unidad” de la comarca viene dada por el propio río Jarama, cuya divisoria de aguas con el Sorbe coincide en Tamajón con la zona de contacto entre los terrenos silurianos de pizarra y una mesa de calizas cretácicas sobre la que se sitúa el propio pueblo. Mientras, por su parte oriental, y como cierre del área considerada, están los términos ribereños del Sorbe, con los embalses de El Pozo de los Ramos y de Beleña como hitos destacados, que junto a la propia presa de El Vado constituyen no solo importantes recursos para el abastecimiento de la población urbana de Madrid, Guadalajara, Alcalá y otras poblaciones del corredor del Henares, sino también un estímulo para el desarrollo de actividades de recreo tales como los alojamientos rurales, la pesca regulada o el senderismo en el entorno próximo a las masas de agua de la zona⁵. La arquitectura tradicional de los pueblos negros, en los que la pizarra constituye el principal y cromático elemento constructivo, ha servido para dar personalidad y atractivo turístico en toda la zona desde las últimas décadas.

Desde el punto de vista climático, la comarca se asienta en el corazón de la península ibérica, debido a lo cual recoge “influencias atlánticas muy continentalizadas y recibe, del mismo modo, el soplo mediterráneo”⁶. Ambos influjos provocan la existencia de una “extrema variedad de topoclimas”, que se traduce en que se pueden observar diferencias locales entre las áreas norte y sur de la comarca. A pesar de que en la vertiente más septentrional de la sierra de Ayllón se alcanzan registros pluviométricos superiores a los 1.000 mm/año⁷, en la comarca de El Vado a Torrelaguna las precipitaciones se sitúan, con carácter general, entre los 700 y los 800 mm/año, con picos de lluvia en invierno y primavera, pero los veranos son secos, cuya aridez solo se interrumpe de manera puntual por las típicas tormentas estivales que se producen en las zonas de montaña. Por su parte, las temperaturas son suaves con extremos más cálidos en la parte norte. Quizás, y en ese sentido, el mejor ejemplo de las condiciones climáticas que están presentes en la comarca es la propia estación meteorológica de El Vado con registros medios anuales de 12,37° C de temperatura y 735 mm de precipitación.

Todo ello ha configurado un paisaje peculiar, determinado, tal y como se ha indicado anteriormente, por la presencia en la Sierra Norte, de un espacio que podría calificarse como “de transición”, en el que se pasa de un medio de montaña a otro más cálido y seco. Como no podía ser de otra forma, dicha transición tiene su reflejo e influjo en el campo de la biogeografía, modificada en este caso también (y de qué forma en esta comarca) por la acción del hombre mediante repoblaciones forestales. Como parte del ámbito mediterráneo iberoatlántico, en la comarca crece una combinación de matorral bajo, enebros, robledales y pinares, en su mayor parte de repoblación, combinados con pequeñas zonas de encinar e islas de “suelo desnudo” improductivo que suelen coincidir con las zonas más elevadas.

⁵ Sancho Comíns, J. y Reinoso Moreno, D. (dirs.): Atlas del turismo rural..., op. cit. 30-31. La navegación está expresamente prohibida por dedicarse estos embalses al abastecimiento de la población.

⁶ *Ibidem*, 27-32.

⁷ Fidalgo Hijano, C.: “Sierra de Ayllón”, en Guía de los espacios naturales de Castilla-La Mancha. Toledo: Servicio de Publicaciones de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, 1998 (4ª ed), p. 132; Sancho Comíns, J. y Reinoso Moreno, D. (dirs.): Atlas del turismo rural, op. cit., p. 29.

2. EL MACIZO DE AYLLÓN. SÍNTESIS FÍSICA Y GEOLÓGICA

La comarca objeto de estudio forma parte del macizo de Ayllón⁸, que se extiende por una zona fronteriza entre la provincia de Segovia, donde se sitúan las poblaciones de Riaza y Ayllón, la de Soria, hasta donde penetra el límite septentrional de estas montañas, mientras que su zona meridional ocupa todo el noroeste de la provincia de Guadalajara. Este paisaje agreste constituye un tramo en la zona oriental del Sistema Central, la principal cadena montañosa que recorre el centro de la península ibérica. Los ríos Jarama y el Sorbe nacen y recorren la vertiente orientada a mediodía, que es tributaria de la cuenca del Tajo, mientras que la ladera norte de dicha cordillera alimenta la cuenca del río Duero. Estos parajes abruptos también se denominan sierra del Ocejón o de Tamajón, por ser la localidad más importante en el entorno que circunda esa montaña, la más prominente en la falda sur del macizo de Ayllón. En su límite oriental se encuentra la sierra de Alto Rey o de Atienza, donde diversas alineaciones montañosas ponen en contacto el Sistema Central con el Sistema Ibérico, a través de las mesetas de Atienza, los altos de Barahona y la serranía de Molina⁹.

El cordal más elevado de la sierra de Ayllón, que constituye el límite septentrional de las cabeceras de los ríos Jarama y Sorbe, lo forman las cimas superiores en este tramo del Sistema Central, que alcanzan los 2.200 msnm (Pico del Lobo, Alto de las Mesas, Buitrera de los Lobos), junto a los que se conservan circos glaciares y antiguos depósitos morrénicos. Esta línea principal de la cordillera va disminuyendo de altura en su recorrido hacia el noreste, hasta alcanzar la sierra de Pela, cuyas cumbres superan los 1.500 msnm, sirve de límite entre las provincias de Guadalajara y Soria, y supone el contacto entre el Sistema Central y el Ibérico, pues ya pertenece a este último. Ambas sierras se confunden en una meseta de materiales cretácicos y liásicos, en la zona de Campisábalos y Somolinos, a 1.400 msnm. Desde su línea más alta, la cordillera se prolonga hacia el sur en tres ramales, que van descendiendo en altura conforme disminuye su latitud. Partiendo desde el oeste, la primera de estas estribaciones nace en Somosierra, en el límite con la Comunidad de Madrid, se prolonga hacia el sur por la Sierra de la Mujer Muerta o Sierra del Rincón, donde está el pico de la Tornera (1.866 msnm), junto a la villa madrileña de Puebla de la Sierra. Prosigue por el cordal o sierra Concha hacia la zona más meridional, donde las faldas montañosas se difuminan en el valle del río Jarama, con su límite occidental en el valle del Lozoya, tras su salida desde la presa de El Atazar. Este ramal montañoso es la divisoria de las cuencas de los ríos Lozoya y Jarama, al tiempo que sirve de límite entre las provincias de Madrid y Guadalajara.

Transcurridos unos 15 km desde Somosierra hacia el noreste, pasando por el puerto de La Quesera, que conduce a Riaza, y por la peña de la Silla (1.935 msnm), se alcanza el pico de la Buitrera (2.045 msnm) desde el que parte el segundo ramal, donde se sitúan los altos de la Tejera Negra. Desde allí, una estribación montañosa que supera los 2.000 m de altura parte hacia el sureste, y se prolonga hacia mediodía. Sobre ella se eleva el imponente pico del que toman el

8 Miguel López, Miguel Ángel: Guía del macizo de Ayllón. Madrid: Tierra de Fuego, 1982. Díaz Martínez, Miguel Ángel y López Ballesteros, José Alberto. La sierra de Ayllón. Madrid: Ediciones El Senderista. 2003. La cartografía de esta zona geográfica se encuentra en las hojas del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000, 432 (Riaza), 433 (Atienza), 459 (Tamajón), 460 (Hiendelencina) y 485 (Valdepeñas de la Sierra).

9 Alonso Fernández, Julián: Guadalajara. El territorio y los hombres. Serranía y parameras de Sigüenza y Molina. Madrid. Instituto de Geografía Aplicada, CSIC-Caja de Ahorros de Zaragoza, Aragón y Rioja, 1976, pp. 54-55.

nombre estas montañas, el Ocejón (2.049 msnm), que es un horst elevado sobre el anticlinal de Majaerayo¹⁰. Su cumbre dista 18 km en línea recta en dirección norte-sur desde el cordal principal de la cordillera, su posición destaca majestuosamente en la vertiente meridional sobre el perfil de la sierra, recortando el horizonte cuando se mira hacia el norte desde el valle del Henares o desde la Alcarria. El cordal montañoso del Ocejón establece la divisoria de aguas en las cabeceras de las cuencas de los ríos Jarama y Sorbe.

Continuando hacia el este por las cumbres más elevadas del Sistema Central, ya situados en la frontera entre las provincias de Guadalajara y Soria, se alcanzan los límites del territorio estudiado: el borde oriental lo fijan las sierras de Alto Rey, sobre la localidad de Bustares y, más al sur, la de la Bodera, junto al pueblo del que toma el nombre, con altitudes entre 1.800 y 1.200 msnm. Estas estribaciones montañosas también se disponen en dirección noroeste-sureste, y sirven de divisoria de las cuencas de los ríos Sorbe y Bornova, ambos afluentes del Henares. El límite sur de las cuencas del alto Jarama y del Sorbe queda marcado por los valles del Jarama medio y del Henares, depresiones que acogen todas las aguas drenadas desde estas sierras. Las cuencas de los ríos Jarama y Sorbe, afluentes a las presas de El Vado y Pozo de los Ramos, tienen altitudes por encima de los 900 msnm, con pendientes entre 15° y 35° en las zonas elevadas, que se suavizan hasta 2° a 5° en las laderas de las montañas.

Figura 1.9. Pico Ocejón, desde la carretera de Puebla de Valles a Valdesotos



Fotografía F. Fernández Izquierdo 2014, 2015.

10 Blázquez Díaz, Alicia: "Estudio geomorfológico del valle de Majaerayo (Sierra de Ayllón, Guadalajara)". Eria: Revista cuatrimestral de geografía, 1987, pp. 43-60.

En su composición geológica, la cordillera Central está formada por materiales paleozoicos, poco metamorfizados, procedentes del plegamiento Hercínico y elevados por las presiones de la orogénesis alpina, que los ha situado entre dos depresiones relativas ocupadas por las mesetas, compuestas de materiales más modernos, terciarios y cuaternarios, acumulados sobre el zócalo paleozoico que permanece en profundidad¹¹. Las rocas características en las zonas más elevadas son las paleozoicas, con gneis del Cámbrico más abundante en la parte occidental (en El Cardoso, El Bocigano), micacita hasta el puerto de La Quesera, donde entra en contacto con cuarcitas y pizarras del Ordovícico y una abundancia generalizada de pizarras del Siluriano fuertemente levantadas por los plegamientos, que forman abruptos paisajes, con buzamientos cercanos a la vertical. Las cuarcitas son las rocas que mejor han resistido la erosión, y están presentes en las cimas más altas, como el pico del Lobo y el Ocejón. Las fallas alpinas que fracturan la cordillera corren paralelas a las montañas, con orientación suroeste a noreste, pero las más importantes son hercinianas, y se presentan dispuestas del noroeste al sureste, perpendiculares a la línea que traza el Sistema Central, como la que forma el puerto de Somosierra, o la que aloja en su seno al río Jaramilla, hasta el puerto de La Quesera, mientras que otra falla corre paralela al cauce del río Sorbe.

Dispuestos en una orla que rodea las formaciones geológicas más antiguas, los materiales mesozoicos aparecen en bancos de conglomerados (Trías inferior), arcillas tableadas (Trías medio) y estratos de arcillas, yesos y arcillas yesíferas (Trías superior). También se observan depósitos cretácicos en el norte y sur del macizo, afectados por la erosión, que dejan algunas depresiones en las zonas de areniscas y mesas como la de Campisábalos. Las calizas terciarias se encuentran en Cantalojas, y en la zona sur, donde se asientan Almiruete y Tamajón, en cuyas proximidades la erosión cárstica ha ocasionado una “pequeña Ciudad Encantada”, próxima a la ermita de Los Enebrales. Los bordes llanos sobre los que se levanta el Sistema Central están formados por materiales terciarios, arenas, margas y arcillas, que enrasan con los páramos de la Alcarria. En la transición desde el pie de sierra hacia las depresiones en las que circulan los ríos Henares y Jarama se producen cárcavas y barrancos muy acusados, de intensa coloración rojiza, que se extienden por el oeste hasta Buitrago. Por el contrario, hacia el este, aparece en la rampa de erosión una raña formada en el Plioceno, compuesta de cantos de cuarcita poco rodados, y empastados en la arcilla rojiza. En la ladera oeste del Ocejón se extiende una zona de terreno cuaternario, que conlleva cambios en la vegetación asentada sobre él. En las cuencas fluviales se encuentran fondos de valle con escaso desarrollo, como en el río Sorbe, compuestos por cantos y gravas de cuarcita, con algunos aportes de cantos de calizas y dolomías, en las cercanías de Almiruete. También hay algunos depósitos de coluviones, pero de escasa potencia, en ocasiones formando canchales. Particularmente, en el valle del Jarama, en las proximidades del embalse de El Vado y en el entorno de Tamajón, existen sedimentos miocenos y pliocenos, procedentes de depósitos aluviales, formados por materiales transportados por la erosión desde las zonas más elevadas, compuestos por gravas cuarcíticas y lutitas, que contienen bloques, cantos y arenas. Conviene recordar que en el Terciario se produjo el basculamiento del zócalo hacia el oeste, lo que motiva que los ríos que nacen en el Sistema Central, mientras descienden desde las zonas

más altas hacia las depresiones, trazan un curso perpendicular a la cordillera, en dirección sur, pero al alcanzar el fondo de su cuenca, se desvían hacia el oeste, siguiendo la pendiente que acabará llevándolos hacia el Atlántico.

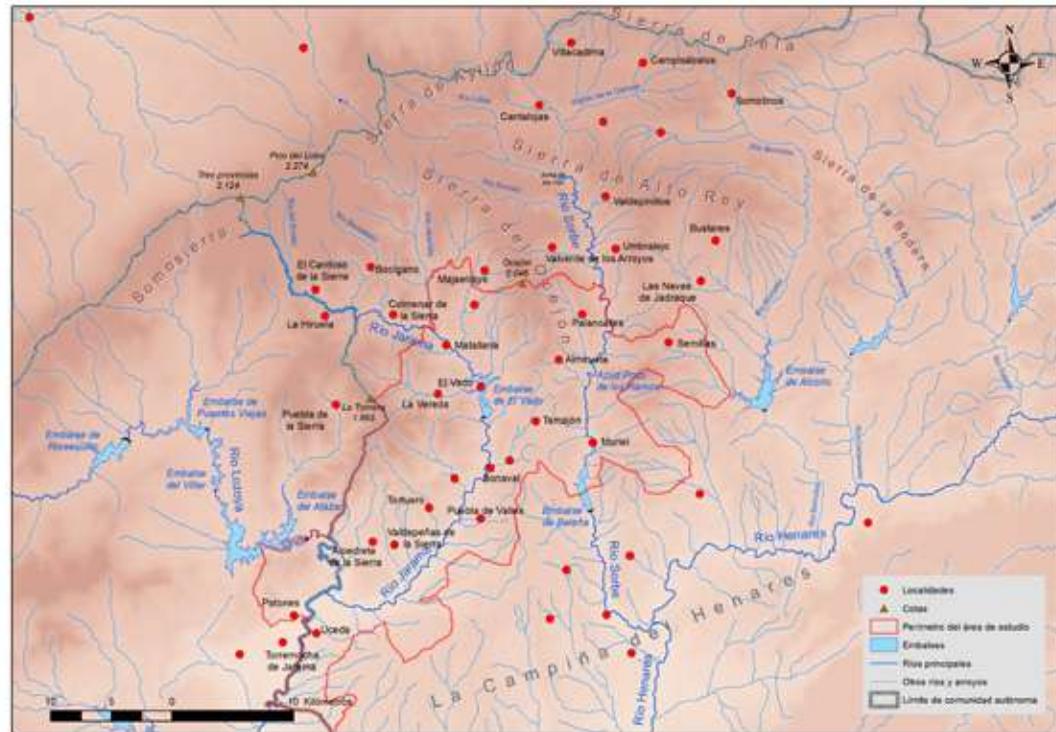
3. LAS CUENCAS DE LOS RÍOS JARAMA Y SORBE

Dependiendo de su situación en la ladera norte o en la sur, los ríos que nacen en el macizo de Ayllón presentan diferencias en sus perfiles longitudinales, como consecuencia de la altura entre las cumbres y las mesetas que las flanquean. Así, en la zona segoviana, con una altitud en la base de las montañas en torno a 900 m, las corrientes fluviales, como el Riaza o su afluente el Aguijejo, son más cortas y de menor caudal que las de la vertiente meridional, aunque excavan valles escarpados. En Guadalajara, los ríos son más largos, y han de descender hasta los 650 m donde se encuentra el nivel de base de la cuenca, aprovechando las fracturas, en las que abren valles encajados, pero de laderas no tan abruptas como en la vertiente norte de la cordillera. El desnivel que han de salvar las aguas entre el nacimiento y la cuenca sedimentaria, determina un mayor poder erosivo, como reflejan los cañones atravesados por los ríos Jarama y Sorbe.

La cuenca conjunta de los ríos Jarama y Sorbe, afluentes a las presas de El Vado y Pozo de los Ramos conforman un trapecio cuya base mayor, situada al norte, en la zona alta de la cordillera Central, tiene una longitud de unos 40 km de ancho, en cuyos vértices se sitúan los nacimientos de los dos ríos considerados, el Jarama desde el vértice occidental, y el Sorbe desde el oriental. Dejando entre ellos la sierra del Ocejón como divisoria de aguas, ambas corrientes fluviales se encaminan hacia el sur, en un recorrido que va acercando sus cauces en busca de la base menor del trapecio, cuyo centro se puede situar en el pueblo de Tamajón, que dista unos 30 km medidos en línea recta desde los altos de la sierra que forma la base mayor del trapecio. Ambos valles van aproximándose entre sí en su recorrido hacia el sur, hasta acercarse a una distancia menor de 10 km, justo en el punto donde se construyeron las dos presas objeto de estudio: El Vado, en el Jarama, y el Pozo de los Ramos, en el Sorbe. La cercanía entre los dos ríos en este punto determinó que los ingenieros concibieran la posibilidad de romper la divisoria entre ambas cuencas mediante un canal que atravesara el término de Tamajón. A partir de ese punto, los valles se alejan entre sí. El curso del Jarama traza un arco en dirección al oeste, flanqueando las estribaciones calizas de Tortuero, Valdepeñas de la Sierra y Patones, recibiendo al final de su giro las aguas de su afluente el río Lozoya, y prosigue hasta Torrelaguna, donde gira hacia el sur, y abre un ancho valle en su tramo medio a través de las tierras madrileñas. Por su parte, el curso del Sorbe mantiene un rumbo hacia el sur a la búsqueda del río Henares, del que es su principal afluente, en cuyo valle entra perpendicularmente a la altura de Humanes. El Henares sigue su curso de este a oeste, pasando junto a Guadalajara y Alcalá, hasta confluir con el Jarama entre Torrejón y San Fernando.

¹¹ Un detallado estudio geológico de este territorio puede consultarse en el Mapa Geológico de España (MAGNA). Instituto Geológico y Minero de España. Hojas 432 Riaza, 433 Atienza, 459 Tamajón, 485 Valdepeñas de la Sierra, 460 Hiendelaencina.

Figura 1.10. Red hidrográfica



Fuente: Elaboración propia con ayuda de SIG.

3.1. Cuenca del Jarama

El Jarama, que es el principal afluente del Tago por sus aportaciones en su cuenca española, es también el río más importante que nace en la Comunidad de Madrid. Salvo el tramo de cabecera que se interna en las sierras de la provincia de Guadalajara, el resto de su trazado estructura de norte a sur el paisaje madrileño. Tras haber incorporado por su margen derecha los ríos Lozoya y Guadalix, el Jarama serpentea por un valle amplio con marcadas terrazas, muy característico, que se abre hacia el sur desde el pie de la sierra, atravesando zonas de yesos, donde recibe las aguas del Henares, Manzanares y Tajuña, hasta unirse al río Tago en Aranjuez¹².

12 Arenillas Parra, Miguel; Sáenz Ridruejo, Clemente: Los ríos. Guía física de España. Madrid: Alianza Editorial, 1987, pp. 182-183.

El ingeniero de minas Casiano de Prado es autor de un recorrido descriptivo por el curso del río Jarama¹³. Con ligeros retoques, Rafael Sánchez Ferlosio abría con ese mismo texto su famosa novela, ganadora del premio Eugenio Nadal de 1955¹⁴.

“Describiré brevemente y por su orden estos ríos, empezando por Jarama: sus primeras fuentes se encuentran en el gneis de la vertiente Sur de Somosierra, entre el Cerro de la Cebollera y el de Excomuni3n. Corre tocando la Provincia de Madrid, por La Hiruela y por los molinos de Montejo de la Sierra y de Prádena del Rinc3n. Entra luego en Guadalajara, atravesando pizarras silurianas, hasta el Convento que fue de Bonaval. Penetra por grandes estrechuras en la faja caliza del cretáceo -prolongaci3n de la del Pont3n de la Oliva, que se dirige por Tamaj3n a Congostrina hacia Sigüenza. Se une al Lozoya un poco m3s abajo del Pont3n de la Oliva. Tuerce despu3s al Sur y hace la vega de Torrelaguna, dejando Uceda a la izquierda, ochenta metros m3s alta, donde hay un puente de madera. Desde su uni3n con el Lozoya sirve de l3mite a las dos provincias. Se interna en la de Madrid, pocos kil3metros arriba del Espartal, ya en la faja de arenas diluviales del tiempo cuaternario, y sus aguas divagan por un cauce indeciso, sin dejar provecho a la agricultura. En Talamanca, tan s3lo, se pudo hacer con ellas una acequia muy corta, para dar movimiento a un molino de dos piedras. Tiene un puente en el mismo Talamanca, hoy ya in3til, porque el r3o lo rehus3 hace largos a3os y se abri3 otro camino. De Talamanca a Paracuellos se pasa el r3o por diferentes barcas, hasta el Puente Viveros, por donde cruza la carretera de Arag3n-Catalu3a, en el kil3metro diecisi3s desde Madrid...”

Añadiendo algunos detalles a esa sint3tica y magistral descripci3n, el r3o Jarama comienza su curso en la vertiente suroriental de la pe3a Cebollera, o pico de las Tres Provincias, en la ladera oriental del Coto de Montejo, a unos 4 km al este de Somosierra y a una altitud de 2.045 m. Su nacimiento es un tanto impreciso, porque recoge numerosas fuentes y arroyos originados por las nieves acumuladas en las cumbres durante el invierno. En sus primeros 15 km el cauce del r3o sirve como l3mite provincial en los t3rminos de Montejo de la Sierra y la Hiruela, en Madrid, respecto a El Cardoso y Bocigano, en Guadalajara. El primer afluente por su izquierda es el arroyo del Horcajo, seguido del r3o del Ermito, que aporta las escorrent3as de la ladera oeste del Cerr3n (2.199 m), y confluye con el Jarama en las proximidades del hayedo de Montejo. Intern3ndose en Guadalajara, tras un primer trazado noroeste-sureste, el Jarama atraviesa el t3rmino de Colmenar de la Sierra, donde se une con su afluente el Berbellido, junto al puente de La Hiruela. El Berbellido nace junto al pico del Lobo y recorre unos 20 km, nutri3ndose con las escorrent3as que descienden desde el puerto del Cardoso y el cerro de la Buitrera, bordea el pueblo de Bocigano e incorpora la corriente del arroyo del Bustar. Un par de kil3metros m3s adelante, el Jarama entra plenamente en la provincia de Guadalajara atravesando el t3rmino de Campillo de Ranas, que ha incorporado los despoblados ribere3os de La Vereda y Matallana.

13 Prado, Casiano del: Descripci3n f3sica y geol3gica de la provincia de Madrid, Madrid: Imprenta Nacional, Junta General de Estadística, 1864, pp. 10-11. Hay reedici3n facs3mil. Instituto Tecnol3gico Geominero de Espa3a, Madrid, 1998.

14 Sanchez Ferlosio, Rafael: El Jarama. Barcelona, Destino, 6ª edici3n, 1982, p. 7.

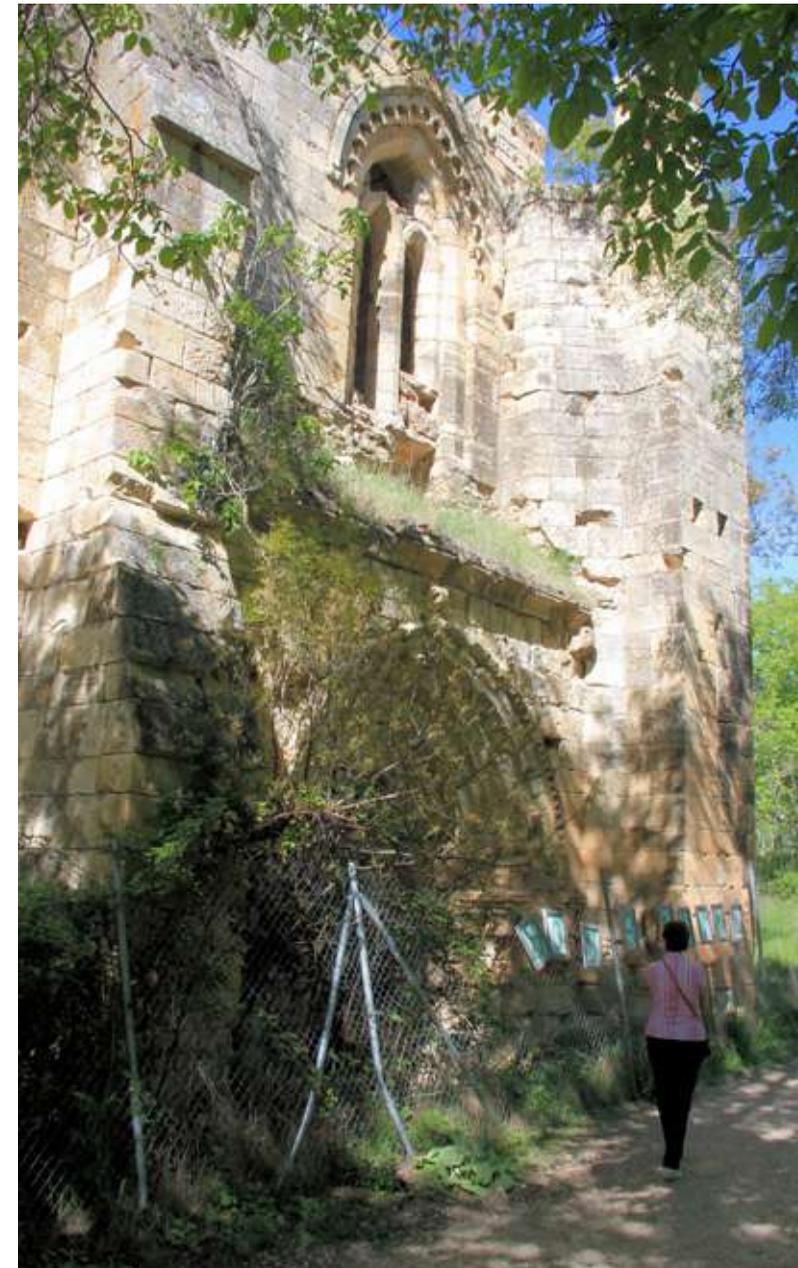
En este último término es donde el Jarama acoge a su afluente el Jaramilla, también por su margen izquierda, junto al cerro de San Cristóbal. El Jaramilla nace junto al puerto de Riaza o de La Quesera, en el manantial múltiple de los Hoyos Duros, en la ladera sur de la peña de La Tiñosa (1.969 m) y va alimentándose con las aguas de varios arroyos (Veguillas, Cañamar y Cebedillas por la derecha; la Matilla, por la izquierda), a lo largo de un estrecho y bello cañón en dirección norte-sur. Con los caudales aportados por el Jaramilla, tan abundantes que se pensó que sería más lógico haber denominado Jarama a ese río que se quedó en afluente, el Jarama prosigue su curso hasta entrar en el antiguo término de El Vado. Otros afluentes del Jarama con cierta entidad son el Horcajo, por la izquierda en su parte alta y el Vallosera, por la derecha, que desemboca próximo a El Vado. Precisamente en ese tramo se encuentra el embalse del mismo nombre, dispuesto en un eje norte-sur por el trazado del valle. La cola por la que afluye el Jarama al remanso de agua y casi toda la margen derecha pertenece al término de Campillo de Ranas, que absorbió también el de El Vado. En la margen izquierda, hacia el este, se extiende el término de Tamajón, y desde las proximidades de la presa hacia el sur, siguiendo el curso del Jarama, están los de Retiendas a la izquierda y Valdesotos a la derecha. Desde las cumbres hasta el embalse, los valles del Jarama y sus afluentes son muy profundos y quebrados, dominados por las pizarras y, justo en El Vado, entran en contacto con una banda de materiales calizos terciarios que se extiende desde Torrelaguna hasta Sigüenza, en los que continúa internándose el Jarama.

Figuras 1.11. Retiendas, desde el puente sobre el valle que llega hasta Bonaval y el Jarama



Fotografía: F. Fernández Izquierdo 2014.

Figura 1.12. Ruinas del monasterio cisterciense de Bonaval

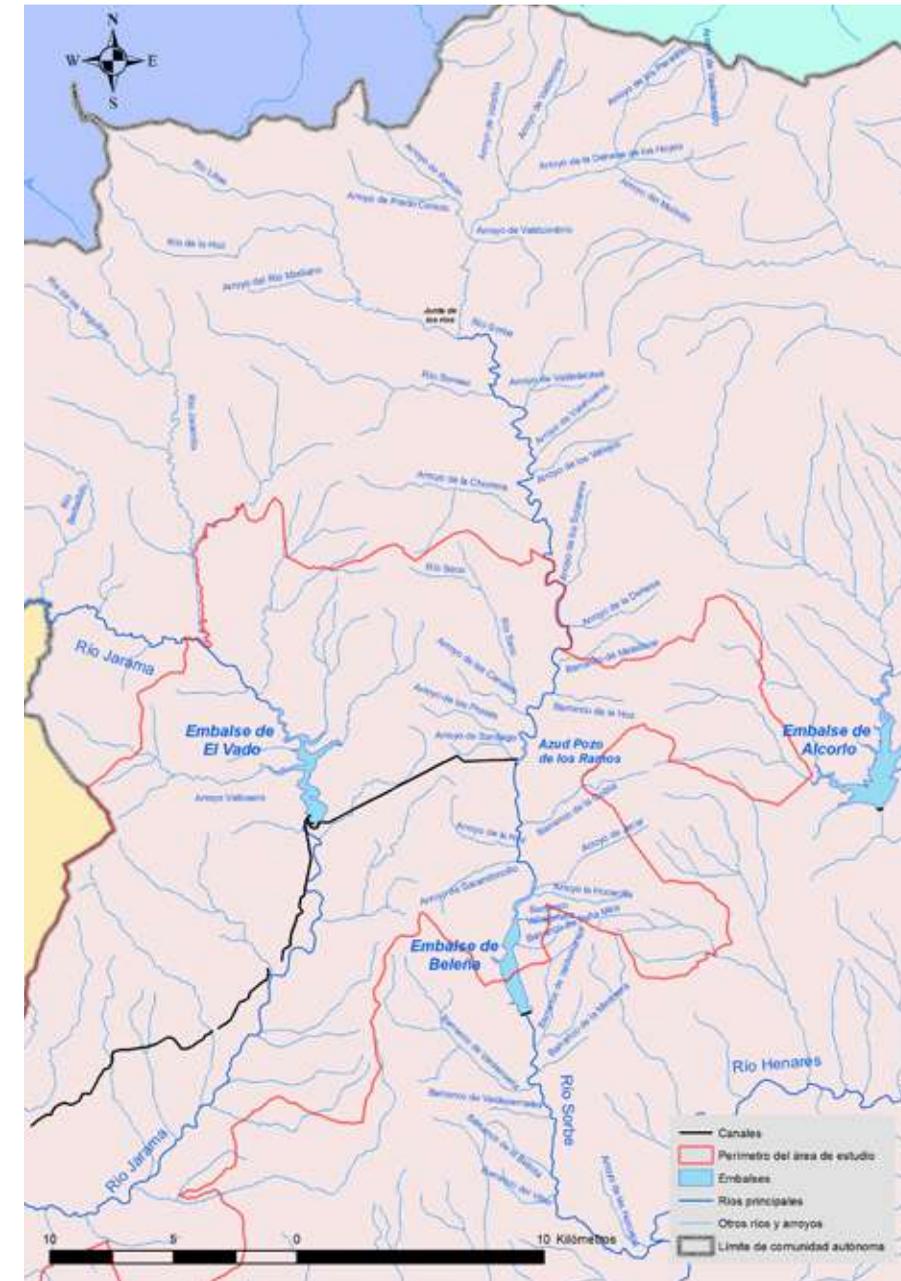


Fotografía: F. Fernández Izquierdo 2015.

Aguas abajo de la presa, el curso del río prosigue con el mismo rumbo norte-sur, aunque va serpenteando encajado en un angosto valle, que deja a su izquierda el pueblo de Retiendas con las ruinas del monasterio cisterciense de Bonaval, y a su derecha el municipio de Valdesotos. Al alcanzar la altura del término de Puebla de Valles, el curso del río traza un arco en dirección a poniente, rodeando las faldas de la sierra Concha, al tiempo que el valle va ganando anchura. Entra entonces en las tierras de Tortuero y Valdepeñas de la Sierra, a la derecha del río, mientras que Uceda queda a su izquierda, elevada sobre una terraza fluvial. El cauce continúa hasta llegar a Patones, donde afluye el río Lozoya por su margen derecha, en el punto donde se sitúa el azud de Valdentalés. A partir de este tramo, el río sirve de límite entre las provincias de Madrid, con Patones, Torremocha y Torrelaguna, a su derecha y al norte, mientras que Uceda, en Guadalajara, se sitúa a su izquierda, hacia el sur. Desde allí todo el recorrido del Jarama ya se hace por tierras interiores madrileñas, con orientación norte-sur, hasta alcanzar el Tajo. En su trazado, el río atraviesa o flanquea los términos municipales de El Vellón, Talamanca del Jarama, El Molar, Valdetorres de Jarama, Fuente el Saz, Algete, San Sebastián de los Reyes, Alcobendas, Paracuellos de Jarama, Barajas (hoy incorporado a la ciudad de Madrid), Coslada, San Fernando de Henares, Mejorada del Campo, Velilla de San Antonio, Rivas-Vaciamadrid, Arganda, San Martín de la Vega, Ciempozuelos, Chinchón, Titulcia y, finalmente, Aranjuez, hasta afluir al Tajo, donde el Jarama sirve también de límite con Seseña y con la provincia de Toledo, en la Comunidad de Castilla-La Mancha. El Jarama, con 188,55 km de recorrido en las provincias de Guadalajara y Madrid, desagua en el Tajo, en el paraje de La Flamenca, término de Aranjuez, a 400 m de altura¹⁵.

La cuenca total del Jarama ocupa una superficie de 11.957 km², de los que 2.598 km² corresponden a la zona de cabecera y curso medio hasta Algete. Hasta la presa de El Vado la cuenca receptora es de 378 km².

Figura 1.13. Cabecera de los ríos Jarama y Sorbe



¹⁵ Estadística de las obras públicas en España. Obras hidráulicas. Situación en 1º de enero de 1917. Madrid: Ministerio de Fomento, Dirección General de Obras Públicas, 1921.

Fuente: Elaboración propia con ayuda de SIG.

3.2. Cuenca del Sorbe

El río Sorbe es el principal afluente del Henares, alimentado por una cuenca vertiente de 546,4 km², situada a oriente y contigua a la del Jarama, con la sierra del Ocejón como divisoria entre ambas. El río Sorbe es el resultado de la confluencia en su curso alto de diversos riachuelos, de los cuales el situado más al norte nace en la sierra de Pela, en Villacadima, junto a las cumbres de la cordillera, recogiendo en su discurrir hacia el sur las aguas de varios arroyos, entre ellos el de la Virgen, que nace junto a Cantalojas y se incorpora por su derecha, o los de la Dehesa y Valdecimbrio, procedentes de Galve, por su izquierda. Sin embargo, el tributario más importante le llega por el oeste del río Lillas, que nace a unos 1.700 msnm al pie del pico de La Buitrera (2.046 msnm) y supera en breve espacio un acusado desnivel, hasta situarse a 1.400 m de altitud, donde se tranquiliza su corriente, recorre unos 10 km y vira hacia el sur durante otros 4 km. En este trazado, recibe las aguas de arroyos situados a su derecha, que circulan por estrechos valles en dirección noroeste hacia el sureste, entre ellos el de la Zarza y el del Hornillo, ambos procedentes del hayedo de Tejera Negra, como el propio Lillas. Todas estas corrientes alimentan la del Lillas que, en su último tramo vira hacia el este desde la orientación sur que había adoptado, y pasa a denominarse río de la Hoz, por circular encajonado en un sinuoso cañón. Finalmente, tras recorrer otros 4 km, confluye por la derecha con las aguas que vienen por el norte, desde Villacadima, Cantalojas y Galve, en un punto llamado Junta de los ríos a unos 1.200 m de altitud, próximo a Valdepinillos, cuando el nombre Sorbe es aceptado sin dudas para el resultado de la unión de todos ellos.

En su posterior camino hacia el sur, más adelante se incorpora al Sorbe por la derecha su principal afluente, el Sonsaz, nacido en la vertiente oriental de la sierra del Ocejón, al pie de la Atalaya (1.884 msnm), cuyo cordal sirve como divisoria con el Jaramilla, afluente del Jarama, situado al oeste. Al igual que el río de la Hoz, el Sonsaz fluye durante 15 km en dirección noroeste-sureste, hasta afluir por la derecha en el Sorbe, después de cruzar los términos de Cantalojas y Valverde de los Arroyos. Al sur de este pueblo, el Sorbe recibe por la derecha al arroyo de las Chorreras, famoso por las cascadas que le dan nombre, ubicadas en la ladera oriental del Ocejón. El río se orienta en dirección norte-sur en la mayor parte de su curso, aunque serpenteando al atravesar profundos cañones, en los términos de Umbralejos, Nava de Jadraque y Semillas, que quedan a la izquierda de su cauce, así como Palancares y Almiruete, a la derecha. Entre estas dos últimas localidades, el Sorbe recibe por su margen derecha al río Seco, otro afluente procedente de la sierra del Ocejón, así como al arroyo de las Presas o de Almiruete. Justo en este punto está situado el azud del Pozo de los Ramos, y de allí el río Sorbe pasa a Muriel, que junto al anterior son pedanías integradas actualmente en el municipio de Tamajón. Seguidamente, entra en Beleña, localidad que da nombre a un embalse de 53 hm³ de capacidad, destinado al abastecimiento de Guadalajara y del corredor del Henares. Tras pasar por Torrebeleña, Puebla de Beleña, Robledillo de Mohernando y Razbona, donde se ensancha el valle, el Sorbe busca aguas abajo al río Henares, en el que confluye perpendicularmente por su margen derecha, junto al pueblo de Humanes, tras haber girado ligeramente hacia el este, y siendo atravesado cerca de su desembocadura por sendos puentes utilizados para el servicio del ferrocarril Madrid-Zaragoza, y la carretera entre Humanes

y Cogolludo¹⁶. Desde la cota 1.310 msnm, a unos 150 m de la carretera de Villacadima a Galve, hasta la desembocadura en el Henares, a 700 m de altitud¹⁷, el río Sorbe recorre 79,5 km.

Respecto a la hidrogeología, en las zonas altas del Sorbe y el Jarama la permeabilidad de las rocas es muy baja, apenas para acuíferos aislados de nivel local, y solamente es relevante en los terrenos del Mesozoico, Terciario y Cuaternario, situados al suroeste, próximos al valle del Jarama, aunque su rendimiento es muy limitado, solo aprovechable para el abastecimiento local, cuando los recursos subterráneos son aptos para el consumo humano, porque los afloramientos no suelen superar 1 l/s, como los que se aprovechan en La Hiruela y Puebla de la Sierra, o en Tamajón y Valverde de los Arroyos. Esto significa que las aportaciones de las cuencas fluviales proceden en su práctica totalidad de la escorrentía superficial, derivada directamente de la lluvia, así como de la fusión de las nieves que se acumulan en las cumbres durante el invierno. El agua liberada corre hacia los valles más profundos, donde circulan el Jarama y el Sorbe, que la evacúan rápidamente hacia las zonas más bajas, de manera que el régimen de estos ríos está muy influido por la pluviosidad, con importantes oscilaciones en los aforos a lo largo del año.

4. CLIMATOLOGÍA

La estación meteorológica más antigua en esta zona es la de El Vado (980 msnm), instalada primero como estación de aforos en el Jarama en 1908, con motivo de la construcción de la presa, y completada con equipamiento para la medición de temperatura, pluviometría y restantes variables a partir de la década de 1940, durante las obras de finalización y puesta en servicio del embalse. Los estudios climatológicos consultados relativos a las cuencas afluentes a las presas de El Vado y Pozo de los Ramos¹⁸ indican que las precipitaciones en las cumbres del macizo de Ayllón superan los 1.000 mm anuales (en las estaciones de Valverde de los Arroyos y Cantalojas), llegando incluso a los 1.500 mm en las cimas. En una banda paralela a las cumbres

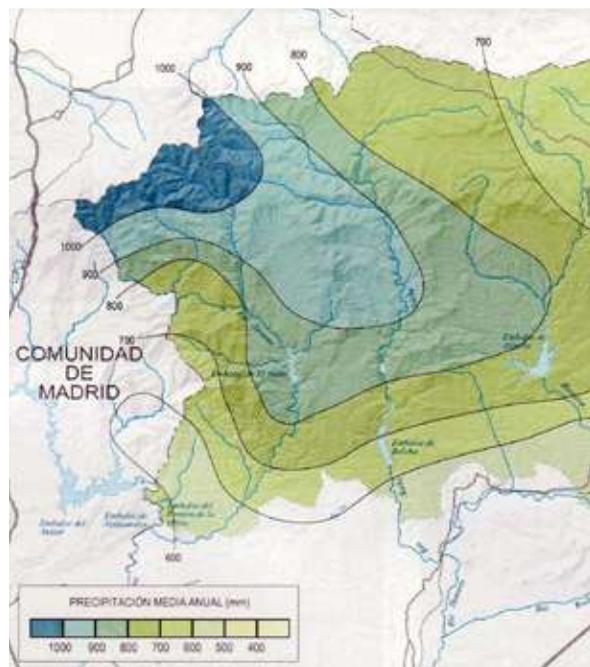
¹⁶ Una descripción de este río, en Castel, Carlos: Descripción física, geognóstica, agrícola y forestal de la provincia de Guadalajara, 1881, Madrid. Imprenta Manuel Tello. Existe acceso digital a esta edición en la Biblioteca Digital de Castilla-La Mancha <<http://bidicam.castillalamancha.es>> [consulta 10/12/2014], p. 20-21.

¹⁷ Itinerario del río Sorbe. Provincia de Guadalajara. Comisaría de Aguas del Tajo, 1965. A cargo del ingeniero Enrique Díaz-Rato Alonso. Biblioteca de Medio Ambiente, MAGRAMA, signatura ORM-239. Serrano Belinchón, José "Nuestros ríos: El Sorbe", sábado, 21 de agosto de 2010 en el blog Libros y otros escritos. "Los afluentes del Henares. El Sorbe", en la página personal de Carlos Canalda, Publicado el 21-9-1985, en el nº 966 de Puerta de Madrid Actualizado el 25-6-2007.

¹⁸ Entre los trabajos que se ocupan del clima en el macizo de Ayllón con cierto detalle se encuentran los de Alonso Fernández, Jesús: Guadalajara. El Territorio y los hombres... Muñoz Muñoz, Jesús; Archilla Aldeanueva, Rafael; Rey Aranaiz, José. El clima de la provincia de Guadalajara. Madrid: Instituto de Economía y Geografía Aplicadas, CSIC, 1986. Sancho Comíns, J. y Panadero Moya, M. (dirs.): Atlas de turismo rural de Castilla-La Mancha. Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia, Consejería de Educación y Ciencia de Castilla-La Mancha, Universidades de Alcalá y Castilla-La Mancha, 2004. Sancho Comíns, J. y Reinoso Moreno, D. (dirs.): Atlas del turismo rural..., op. cit. Mecha López, Pedro: Modelización territorial aplicada a la gestión forestal en la vertiente sur de La Sierra de Ayllón. Tesis doctoral dirigida por Ramón Elena Rosselló, Rafael Serrada Hierro. ETSI Montes, Universidad Politécnica de Madrid (2004). <<http://oa.upm.es/290/1/07200411.pdf>> [consulta 10/12/2014].

que se extiende desde Somosierra al Ocejón, y alcanza el término de Tamajón, las precipitaciones están en torno a los 900 mm anuales, descendiendo en latitud hasta los 700 mm al desplazarse hacia el este, lo que supone que los temporales más importantes se registran en las cabeceras de los ríos Jarama y Sorbe. Con una distribución irregular, con máximos en noviembre y mínimos en julio y agosto, en el Sistema Central y en las cuencas medias de los ríos Jarama y Henares, las precipitaciones más abundantes se producen en invierno, siendo el otoño la segunda estación más lluviosa. De los 100 días en los que se registran precipitaciones cada año, 20 son de nieve, aunque en el entorno de El Vado y la zona meridional del Sistema Central apenas se verifican entre 5 y 10 días con nevadas. Por otra parte, se produce una sequía estival, compensada en las zonas más elevadas con las tormentas de verano, liberando la humedad necesaria para el mantenimiento de hayedos, los más meridionales de la península. La favorable disposición a recoger las precipitaciones en la cordillera se relaciona directamente con el efecto de pantalla que ocasiona la altitud de estas montañas para aprovechar los vientos ábregos del suroeste, arrastrados por el paso sucesivo de las borrascas atlánticas, aunque hacia el este, en el límite de las cuencas consideradas, en la sierra de Pila, y hacia el sur, en el valle del Henares, la pluviosidad disminuye, incluso por debajo de 600 mm/año. Estos vientos son los que más frecuentemente se registran a lo largo del año, frente a otras zonas de páramos en la provincia de Guadalajara, donde las corrientes dominantes proceden del noroeste.

Figura 1.14. Precipitaciones en la sierra de Ayllón



Fuente: Atlas del Turismo Rural de la Sierra Norte de Guadalajara, 2007, p. 28, con referencia al Atlas de Turismo Rural de Castilla-La Mancha, p. 47.

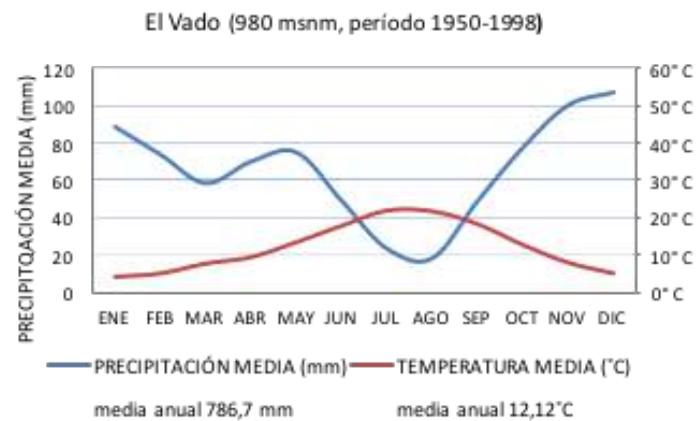
Aunque la provincia de Guadalajara se puede clasificar como de temperaturas frescas-frías, se registran notables variaciones entre las zonas más elevadas y el piedemonte en este territorio serrano. La media anual en las cabeceras del Jarama y Sorbe se sitúa en 7 °C, y se eleva hasta los 10 °C en las zonas más bajas de sus cauces, conforme disminuye la altura. El mes de enero, el más extremo del año, ofrece medias muy frías, inferiores a 2 °C en las cumbres, entre la Sierra de Pela y Somosierra, incluido el Ocejón. En estas zonas altas se observa la aparición temprana de las primeras heladas en torno al 10 de septiembre, que se demoran hasta finales del mes de octubre para alcanzar en todo el territorio provincial, aunque en los últimos años se han registrado temperaturas superiores, en el proceso del cambio climático¹⁹. La fecha de la última helada puede producirse aún en la primera decena de mayo, de forma que el período libre de heladas está en las zonas más frías entre 100-150 días, frente a los 175-200 de las más templadas en campiñas y valles. La altura favorece la acumulación de nieve en invierno, que se funde progresivamente hasta la llegada de la primavera. Como contraste, la temperatura media en verano, en las cumbres, se sitúa a unos 15 o 16 °C, que aumenta según se desciende hacia la zona de rañas del oeste, y el valle del Henares (22-23 °C). Durante el otoño las temperaturas se suavizan, acusando menos el enfriamiento que se produce hacia el este de la provincia de Guadalajara, donde se sitúan las parameras de clima más continental. En invierno, la temperatura media de las montañas desciende incluso a 0 °C, aumentando hasta 5 °C al disminuir la altura y la latitud. Curiosamente, en la base de la Cordillera Central se produce un fenómeno de inversión térmica que proporciona temperaturas relativamente elevadas en invierno. La línea de tales inversiones se sitúa entre los 800-1.000 m de altura, entre el embalse de El Vado y la estación meteorológica de Guadalajara, favorecida por los vientos cálidos del sur que penetran por el valle del Henares en dirección a las sierras. En primavera, las temperaturas medias se sitúan en torno a los 5 °C en el Sistema Central, y aumentan hasta los 12 °C en las campiñas del Henares, que bordean por el sur las cuencas de los ríos Jarama y Sorbe. La amplitud térmica diaria, consecuencia de un clima continental, oscila en esta zona montañosa entre 12-13 °C en media anual. Por otra parte, la insolación motiva temperaturas relativamente altas en zonas elevadas, especialmente por el efecto de los rayos solares sobre las rocas, sean pizarras o calizas, con importante amplitud térmica en los días más calurosos del verano. Las pendientes, la orientación, la altitud influyen junto a la vegetación en la aparición de microclimas a lo largo de este territorio.

Se puede definir el clima de la zona como mediterráneo de montaña, aunque en su seno presenta variaciones microclimáticas. Al respecto se distinguen dos referencias; primero en la estación de El Vado (Tamajón), de acuerdo a las clasificaciones de Köppen estaría entre el tipo mediterráneo *Csa* (templado con verano seco y caluroso) y *Csb* (templado con verano seco y templado). Comparando con otra posición elevada cercana a las cumbres, a partir de la estación de Condemios de Arriba, localidad próxima a Galve aunque situada en la cuenca del Bornova, el clima sería *Csb* (templado con verano seco y templado), cuyos inviernos se presentan

¹⁹ Así se confirma en el aumento general de las temperaturas en la submeseta meridional. Castro, M. de, Martín-Vide, M., y Alonso, S.: "El clima de España: pasado, presente y escenarios de clima para el siglo XXI", en Moreno Rodríguez, J.M. (coord.): Evaluación preliminar de los impactos en España del efecto del cambio climático. Proyecto ECCE – Informe Final. Ministerio de Medio Ambiente y Universidad de Castilla-La Mancha, 2005, p. 19. Disponible en <http://www.magrama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/evaluacion_preliminar_impactos_completo_2_tcm7-12439.pdf> [consulta 20-11-2014].

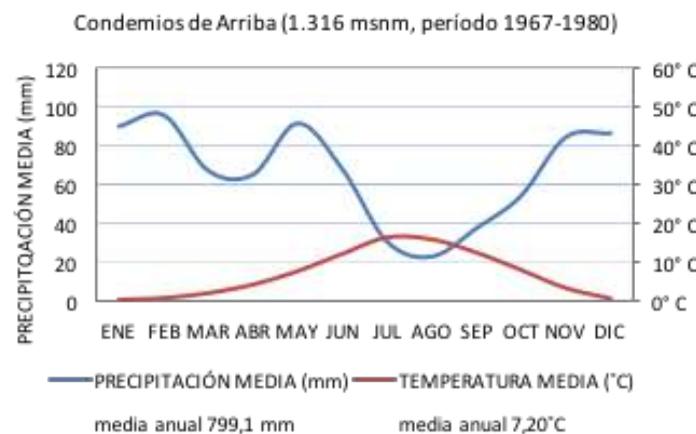
extremos con nevadas repetidas, acercándolo a un *Dsb* (frío con verano seco y templado), y por la escasa incidencia del período seco durante el verano, lo acercan a un clima atlántico *Cfb* (templado húmedo con verano cálido). Otra aproximación para clasificar el clima de este territorio, empleando índices bioclimáticos, como el ombrotérmico de Emberger, que tiene en cuenta la aridez, resultaría para El Vado un clima mediterráneo templado y a Condemios de Arriba mediterráneo húmedo. El empleo de diferentes indicadores que relacionan las lluvias, temperaturas y la evapotranspiración, confirman los efectos diferenciados de la altura y las precipitación más abundantes en las zonas elevadas del territorio.

Figura 1.15. Climograma de El Vado



Fuente: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, estación meteorológica 3103.

Figura 1.16. Climograma de Condemios de Arriba



Fuente: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente - estación meteorológica 3150.

El climograma propuesto por Gaussen y generalizado por Walter y Liehr, representa los valores de precipitación a una escala doble que la temperatura media para la misma distribución mensual, con lo que se puede definir como época de sequía la correspondiente al período en que la curva de temperatura supera en altura la de precipitaciones. De acuerdo con este criterio resulta que los meses de julio y agosto se corresponden con situaciones de sequía en las estaciones de El Vado (figura 1.15) y Condemios de Arriba (figura 1.16), si bien es menos relevante en esta última, sin duda por su mayor altitud.

Complementariamente, los parámetros ecológicos reflejados en la tabla 1.1 caracterizan adecuadamente la naturaleza climática de la zona.

Tabla 1.1. Parámetros ecológicos climáticos de la vertiente sur del macizo de Ayllón

PARÁMETRO	EL VADO	CONDEMIOS DE ARRIBA
Eficacia térmica del clima	698,4 mm	518,3 mm
Índice hídrico anual	30,3	72,1
Sequía fisiológica total	151,5 mm	65,7 mm
Evapotranspiración máxima posible anual	547,0 mm	453,6 mm
Drenaje calculado del suelo	239,3 mm	346,5 mm
Intervalo de sequía	2 meses	1,5 meses
Intensidad de la sequedad	0,03	0,01
Intervalo de helada segura	1 mes	6 meses
Intervalo de helada probable	7 meses	6 meses

Fuente: Mecha López, Pedro: Modelización territorial aplicada a la gestión forestal en la vertiente sur de La Sierra de Ayllón. Tesis Doctoral, ETS Montes, Universidad Politécnica de Madrid, 2004, pp. 45-46.

Por último, teniendo en cuenta el índice de Thornthwaite, en cuya determinación intervienen la humedad efectiva, aridez, humedad, eficacia térmica, y su concentración en verano, en El Vado el clima es del tipo *B1sB'1b'4* (húmedo, con falta de agua estival moderada, del tipo mesotérmico, con índice de eficacia térmica), mientras que en Condemios es *B2sC'2b'3* (húmedo, con mayor índice de humedad global que en Tamajón), con falta de agua estival moderada, del tipo microtérmico -más frío que en Tamajón-, y con menor concentración de humedad en verano que

en Tamajón). Ambos climas serían de tipo húmedo, conforme al índice hídrico anual²⁰, aunque puede observarse que el de Condemios duplica al de El Vado²¹.

5. EDAFOLOGÍA, VEGETACIÓN Y FAUNA

La edafología del territorio depende del sustrato de fondo, silíceo en las zonas de geología más antigua, y calizos, en las de origen cretácico o triásico, que son más profundos (suelos pardos calizos o rendzinas evolucionadas), y han sido empleados para pastoreo intensivo o roturados para cultivos, con preferencia al cereal. Muchos de ellos, abandonados, están hoy ocupados por el matorral. Mantienen la humedad en verano, con lo que son apreciados para pastos, frente a otras tierras próximas que se agostan. En las laderas calizas, la pendiente impide la formación de suelos profundos, con lo que su ocupación por pinares resulta la más idónea. El segundo tipo de suelos, desarrollado sobre pizarras o esquistos silíceos, eran tierras pardas mediterráneas, que estaban ocupados por rebollos, pero su desaparición por la acción humana supuso una grave degradación que provocó su erosión, con la pérdida de capacidad de retención del agua, lo que incapacita el cultivo de cereales. Se generaron entonces litosuelos y xeroránker, invadidos por los jarales en las altitudes más bajas, y por el brezo en las más elevadas. Algunas de estas zonas se han dedicado al pastoreo, tras quemar los jarales que ocupan el espacio dejado por el bosque, aumentando algo la materia orgánica, pero sin impedir su acidificación. Las zonas próximas a valles y cauces de arroyos cuentan con más profundidad, siendo idóneas para pastos, favorecidos por la inundación artificial a manos de los ganaderos. En zonas de pizarras y esquistos con buzamiento favorable, se han acumulado tierras pardas, ocupadas por el bosque, y cuando permiten una mayor retención de agua, han favorecido la extensión del hayedo. Finalmente, en las zonas más altas, sobre afloramientos y canchales de cuarcitas en las pizarras, se han formado suelos de tipo ranker con abundante materia orgánica, que son ocupados por el brezal sobre otras especies²². Con estas condiciones, la gestión forestal prima sobre los usos agrícolas, coexistiendo con una ganadería que ha de compatibilizarse con un medio natural delicado y limitado.

La vegetación del Macizo de Ayllón se caracteriza por la escasez de coníferas de montaña (pinos) entre los bosques caducifolios (roble rebollo), y los matorrales de montaña (jara, brezo), con grandes extensiones de jaras y melojo. Por otra parte, se han conservado importantes extensiones de hayas, que constituyen los bosques de esta especie más meridionales de la península ibérica.

20 Muñoz, Archilla, Rey: El clima de la provincia de Guadalajara... p. 25. Mecha López, Pedro: Modelización territorial aplicada a la gestión forestal en la vertiente sur de La Sierra de Ayllón... pp. 42-50. Ambos trabajos incluyen climogramas elaborados con los datos de las estaciones meteorológicas de Condemios de Arriba y de El Vado. Asimismo los incluye Alonso Fernández, J.: Guadalajara, Sierras, Páramos y Campiñas..., carpeta de Mapas, "Mapa de datos climáticos", y el Atlas del Turismo Rural de la Sierra Norte de Guadalajara, 2007, p. 28.

21 La definición y cálculo del índice hídrico anual de Thorntwaite puede consultarse en Font Tullot, I.: Climatología de España y Portugal, (nueva versión) Ediciones de la Universidad de Salamanca, 2007, 1ª reimpresión, pp. 154-155.

22 Mecha López, Pedro: Modelización territorial aplicada a la gestión forestal en la vertiente sur de La Sierra de Ayllón, 2004, p. 51 y ss.

En las zonas más bajas, afectadas por un mayor período de sequía estival, dominan las especies esclerófilas, que soportan bien las amplitudes térmicas, como es el caso de la encina (*Quercus ilex*). De forma excepcional, a más de 1.000 m de altitud y sobre suelos calizos, al norte de Tamajón las encinas se mezclan con sabinas albares (*Juniperus thurifera*) y enebros (*Juniperus communis*). La especie caducifolia más abundante es el roble, rebollo o melojo (*Quercus pyrenaica*), que soporta bien los inviernos, y fue muy castigada hasta el siglo XIX para la obtención de carbón. Actualmente con la retirada del pastoreo está recuperándose en extensiones de cierta entidad. También se encuentran abedules (*Betula celtibérica*) en las zonas más elevadas, cercanas a los hayedos. Se supone que la vegetación natural, antes de las alteraciones humanas, era de robledales de melojo, y en las zonas menos aptas, con suelos más pobres, mayor insolación, pendiente o rocas, estaba ocupada por encinas o sabina albar. Los suelos degradados por la pérdida del robledal, con aparición de jaras y repoblaciones con pinos constituyen la vegetación en el entorno del embalse de El Vado²³. En las zonas más frías y elevadas, de tipo taiga, los pinos dominan acompañados por abedules. De forma esporádica se encuentran especies como el tejo (*Taxus baccata*), el acebo (*Ilex aquifolium*), el álamo temblón (*Populus tremula*), el serbal de los cazadores (*Sorbus aucuparia*), el mostajo (*Sorbus aria*), o el avellano (*Corylus avellana*).

Los pinares naturales de pino albar o silvestre (*Pinus sylvestris*), se conservaban en las cercanías de Galve, en la sierra de Alto Rey, pero el Estado ha acometido intensas campañas de repoblación en las riberas del Jarama y del Sorbe, empleando pino rodeno (*Pinus pinaster*) y laricio (*Pinus nigra var. austriaca*). Los boques de hayas (*Fagus sylvatica*) se asientan en laderas umbrías, de suelos ricos entre 1.300 y 1.700 m, y los que se conservan son reductos muy meridionales que merecen una especial conservación. Se sitúan los más importantes en Montejo (Comunidad de Madrid), al oeste, junto al nacimiento del Jarama, y al norte del puerto de La Quesera, en Tejera Negra, en el nacimiento del Lillas, río tributario del Sorbe, y en Cantalojas, aunque hay manchones de hayas en diversas zonas favorables a su crecimiento²⁴. También resulta de singular valor la vegetación ripícola, que cubre las orillas de los ríos y arroyos, con abedulares, saucedas negras, cerezos, alisos, fresnedas, brezo, junto a los helechos, juncuales, cervunales o turberas en los nacientes de las corrientes fluviales, entre una gran variedad de especies vegetales. La flora del curso alto del Jarama se encuentra en un estado excelente, comparada con la de los cursos medio, y especialmente bajo de este río²⁵.

Entre los matorrales, la jara es el más abundante, y crece en suelos pobres, como los pizarrosos que dominan gran parte de este territorio, especialmente cuando se han degradado por roturaciones eliminando los melojos que habían prosperado en amplias zonas. La jara pringosa (*Cistus ladanifer*) ocupa las zonas más bajas, mientras que las más frías son preferidas por la

23 Botija Ibáñez, Luis; García Rodríguez, José Luis (dir.): Restauración hidrológico-forestal de la vertiente izquierda del embalse de El Vado (Guadalajara), Proyecto fin de carrera. E.T.S.I. Montes. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid. 1995, p. 34.

24 Hernández Bermejo, J. Esteba. y Sainz Ollero, Helios: Introducción a la ecología de los hayedos meridionales ibéricos: el macizo de Ayllón. Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 1984, 2ª ed.

25 Molina Holgado, Pedro: Análisis y comparación de la vegetación de las riberas de los ríos Ebro, Tajo y Jarama. Madrid: Ediciones de la Universidad Autónoma de Madrid, [2003].

jara esteparia (*Cistus laurifolius*). En estas zonas altas -a partir de 1.400 m de altura- comparte el espacio con el brezo (*Erica arborea* y *Erica australis*), favorecido por la elevada pluviometría. La gayuba (*Arctostaphylos uva-ursi*) se desarrolla incluso por encima de los 1.800 m de altura. Favorecidas por los pinares, no faltan especies de setas y hongos comestibles (níscalos, boleto comestible, amanita de vaina, champiñón) y venenosos (falsa oronja). También se encuentran con facilidad frutos silvestres (fresas, frambuesas, zarzamoras, arándanos, frutos rojos del serbal, bayas del mostajo. Otras plantas medicinales para infusiones (tomillo, romero, espliego), son comunes en las zonas de terrenos calizos.

Tanto la baja densidad de población, como las medidas protectoras de la fauna, convierten al macizo de Ayllón en el principal activo del Parque de la Sierra Norte de Guadalajara²⁶. Por Ley de 17 de marzo de 1973 se creó la reserva nacional de caza del Sonsaz, incluyendo los términos desde El Atazar hasta Galve, que establece una regulación de las especies cinegéticas, y la organización de caza controlada. Transferida su gestión a las comunidades autónomas de Madrid y Castilla-La Mancha, su objetivo de aumentar la población de corzos está sobradamente conseguido y existe presión por los propietarios de cotos privados para que desaparezca la reserva. Abundan los jabalíes y los zorros, habiéndose reintroducido los lobos en los últimos años, aunque están protegidos, pese a los daños que producen a los ganaderos. Se mantiene el gato montés, la garduña, la comadreja y el turón, que tienen a conejos y liebres como su principal alimento. Tejones, nutrias y el desmán de los Pirineos, se benefician de la pureza de las aguas de alta montaña en las cabeceras de los ríos. Los corzos, muy abundantes y los ciervos encuentran un hábitat muy favorable. Las grandes aves rapaces, como el buitre leonado y el águila real están presentes en este territorio, junto al águila perdicera (declarada en peligro de extinción en Castilla-La Mancha), el halcón ratonero, el gavilán, el azor, el milano real, el cernícalo común y el alcotán, además de las nocturnas, como el búho chico, la lechuza o el mochuelo. Se intentó incluso introducir el urogallo, aunque sin éxito. Topillos, ratones, ratas de agua y ardillas sirven de alimento a estas rapaces.

Una gran variedad de pájaros habita en estos bosques, algunas propias de alta montaña como el pechiazul o el acentor alpino, otras de escasa presencia en la región de Castilla-La Mancha, como el roquero rojo o el alcaudón dorsirrojo, junto a las más comunes: agateador, mirlo, zorzal, carbonero, herrerillo, petirrojo, pico picapinos y otros pájaros carpinteros y cuco. Hay abundancia de becada, perdiz y codorniz, palomas, tórtolas, abubillas, entre otras. No faltan los reptiles (lagarto verdinegro, en peligro de extinción, lagarto ocelado, lagartijas de diversos tipos, salamandra común, tritón jaspeado) y ofidios (culebra lisa europea, culebra de escalera, culebra viperina, víbora hocicuda) además de una plétora de insectos (ciervo volante, lepidópteros, coleópteros), con diversas protecciones, para evitar su extinción. Los anfibios están diversificados, como el sapo partero ibérico, sapillo moteado, rana común, rana de San Antonio, rana patilarga. En los ríos, entre las especies más apreciadas están la trucha común (cuya pureza genética es el motivo de la protección del río Pelagallinas), además de barbos, bogas y cachos, aunque no se libran de especies alóctonas, como la trucha arcoíris, el gobio, la perca americana, el pez gato o el percasol,

mientras que el cangrejo autóctono de pata blanca está prácticamente extinguido, frente a la presencia del cangrejo señal y el cangrejo rojo americano²⁷.

La Sierra de Ayllón dispone de especiales medidas de protección medioambiental. Antes de la constitución del Parque Natural de la Sierra Norte, se declararon espacios protegidos la Reserva Natural del Pico del Lobo-Cebollera, el Refugio de Pesca del río Pelagallinas y el Parque Natural del Hayedo de Tejera Negra que, con una extensión de 1.641 ha, procede del monte Tejera Negra y los Cuarteles, que eran propiedad del Ayuntamiento de Cantalojas. Tras su adquisición por el Estado, recibió protección desde 1974 como Sitio Natural de Interés Nacional, y se declaró Parque Natural el 10 de noviembre de 1978 (RD 3158/78), fue transferido a la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha en 1984, y ampliado en 1987 con 250 ha de hayedo situadas en el valle del Zarzas. En febrero de 1998 la sierra de Ayllón fue declarada Zona de Especial Protección de las Aves (ZEPA). A propuesta de la Junta de Castilla-La Mancha, un amplio espacio dentro de este territorio también fue confirmada en diciembre de 1997 por la Unión Europea como LIC (Lugar de interés comunitario), ocupando ambas 91.357 ha, centradas en los términos de Campillo de Ranas, El Cardoso de la Sierra, Majaelayo y Valverde de los Arroyos. Finalmente, la declaración del Parque Natural de la Sierra Norte de Guadalajara, en 2011, confirma el especial interés en la preservación de la biodiversidad en un entorno que ha permanecido poco antropizado de manera excepcional para su gestión presente y conservación futura.

6. RECURSOS HÍDRICOS

6.1. Río Jarama

La evaluación de las aportaciones del río Jarama en el sitio de la presa de El Vado ha variado sustancialmente a lo largo del tiempo, dependiendo, fundamentalmente, de los datos básicos disponibles -aforos y precipitaciones-, y de las metodologías utilizadas en su determinación.

Los primeros cálculos de las aportaciones del Jarama fueron, básicamente, cualitativos toda vez que los datos de que se disponía de la cuenca eran escasos; de hecho, los primeros aforos directos del río Jarama en el sitio de la presa de El Vado se realizaron con motivo de la preparación del proyecto del pantano de El Vado, redactado por Antonio Buitrago en 1909 y son los que se reflejan en la tabla 1.2.

²⁶ Reinoso Moreno, Daniel y Sancho Comíns, José: "El nuevo Parque Natural de la Sierra Norte de Guadalajara: un espacio turístico-recreativo con importantes valores patrimoniales". Cuadernos de Turismo, 27, 2011, pp. 811-822.

²⁷ Algunas de las especies mencionadas se explicitan en la exposición de motivos de la declaración del Parque Natural de la Sierra Norte de Guadalajara mediante la ley 5/2011, publicada en el DOCM de 10 de marzo, y BOE 104, de 2 de mayo de 2011.

Tabla 1.2. Primeros aforos del Jarama medidos en El Vado

FECHA	CAUDAL (m ³ /s)
20 de marzo de 1909	15,686
8 de mayo de 1909	4,965
7 de junio de 1909	10,708
25 de julio de 1909	0,826
20 de agosto de 1909	0,453
25 de noviembre de 1909	14,572
14 de mayo de 1910	3,566
22 de julio de 1910	1,080
23 de agosto de 1910	3,269

Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración, (4)26 24/15.835 77-1. Pantano de El Vado: Proyecto. Ingeniero D. Antonio Buitrago Martín de Vidales. Guadalajara 1910.

Precisamente en este proyecto Antonio Buitrago estimó que en El Vado se podría disponer de 51,84 hm³ anuales, valor que resultaba de suponer que era factible contar con 3 m³/s continuos durante 200 días al año; datos posteriores permitieron incrementar este valor hasta 67,64 hm³ utilizando como referencia la información pluviométrica que el Canal de Isabel II disponía para la cuenca del río Lozoya a partir de las observaciones realizadas en el embalse del Pontón de la Oliva.

En 1914 Ramón de Aguinaga elevó la estimación de la aportación media anual del Jarama en El Vado hasta los 110,38 hm³ cuando preparó un informe sobre las posibilidades de aprovechar los ríos Sorbe y Jarama para el abastecimiento de Madrid²⁸; prácticamente duplicaba las estimaciones de Antonio Buitrago, y este valor lo dedujo suponiendo un comportamiento hidrológico similar entre estas cuencas y la del Lozoya, de la que se disponía de información sistemática de caudales y precipitaciones desde el siglo XIX.

28 Aguinaga, Ramón de: "Informe al Consejo de administración del Canal sobre el uso de las cuencas de los ríos Jarama y Sorbe 1914", en Memoria sobre el estado de los diferentes servicios en 31 de octubre de 1914. Canal de Isabel II. Madrid: Canal de Isabel II, 1915.

Los primeros aforos continuos en la cuenca alta del río Jarama datan de la década de 1910-20 y proceden de una estación de aforos instalada aguas abajo de la presa de El Vado, en el término municipal de Retiendas con una cuenca afluente de 426 km²; esta estación está actualmente integrada con la referencia 3050 en la Red Oficial de Estaciones de Aforo (ROEA) del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente y estuvo activa entre 1912 a 1920 y entre 1941 a 1985, cuando fue anulada por estar claramente influida por la presencia del embalse de El Vado, emplazado aguas arriba, y, a partir de 1960, por la puesta en explotación del canal del Jarama. La información disponible en esta estación de aforos se refleja en la tabla 1.3.

Tabla 1.3. Información disponible en la estación de aforos de El Vado, TM Retiendas (3050)

VARIABLE	SERIE TEMPORAL
Nivel medio diario (m)	1911-12 a 1919-20 y 1942-43 a 1951-52
Caudal medio diario (m ³ /s)	1911-12 a 1919-20 y 1942-43 a 1951-52
Aportación mensual (hm ³)	1911-12 a 1919-20 y 1941-42 a 1985-86
Caudal medio mensual (m ³ /s)	1911-12 a 1919-20 y 1941-42 a 1985-86
Caudal máximo medio diario del mes (m ³ /s)	1911-12 a 1919-20 y 1941-42 a 1985-86
Caudal mínimo medio diario del mes (m ³ /s)	1911-12 a 1919-20 y 1941-42 a 1985-86
Aportación anual (hm ³)	1914-15 y 1941-42 a 1985-86
Caudal medio diario anual (m ³ /s)	1914-15 y 1941-42 a 1985-86
Caudal máximo medio diario del año (m ³ /s)	1912-13 a 1919-20 y 1941-42 a 1985-86

Fuente: Sistema de Información del Anuario de Aforos, accesible en <http://sig.magrama.es/aforos/visor.html>.

Cuando en 1946 Eduardo López Berges redactó el proyecto de recrecimiento de la presa de El Vado y el del canal del Jarama²⁹, incluyó en estos documentos las series de aportaciones medias mensuales en el sitio de la presa entre los años hidrológicos 1920-21 y 1929-30. Esta serie sirvió para determinar que la aportación media en el periodo era de 213 hm³ y que el año con mayor aportación fue 1929 (271,58 hm³) y 1921 el de menor (152,9 hm³); en la tabla 1.4 están los valores anuales medios de la serie en el Vado y las correspondientes al Lozoya en Puentes Viejas.

Tabla 1.4. Aportaciones anuales en El Vado y Puentes Viejas (hm³)

AÑO HIDROLÓGICO	EL VADO	PUENTES VIEJAS
1920-21	152,9	213
1921-22	202,99	301
1922-23	220,33	302
1923-24	225,95	435
1924-25	154,16	156
1925-26	227,84	285,68
1926-27	196,94	296,68
1927-28	223,79	450,56
1928-29	271,58	216,23
1929-30	254,36	403,34
Media	213,09	305,95

Fuente: Proyecto general de conducción de las aguas del río Jarama para el abastecimiento de Madrid Memoria. ACYII, 258.

Siendo consciente de que una serie de 10 años de longitud era poco representativa para deducir el valor de la aportación anual, López Berges aplicó al valor medio de la serie del periodo 1920-1930 un coeficiente corrector que obtuvo al relacionar la aportación específica de la cuenca afluyente a Puentes Viejas, en el río Lozoya, correspondiente a la serie de 44 años que entonces se

²⁹ Proyecto general de conducción de las aguas del río Jarama para el abastecimiento de Madrid Memoria, p. 12. ACYII, 258. Volúmenes totales mensuales durante los años 1921-1930 correspondientes al río Jarama en la estación de aforos de "El Vado". También en el Anexo 2 del Pantano de El Vado. Proyecto reformado (Elevación de la Presa). 1946. ACYII, caja 734.

disponía, con la de los 10 años que resultan de los valores de la tabla 1.4. Como resultado, obtuvo un valor de la aportación media anual de 216,98 hm³, ligeramente superior a la media de los diez años con datos en el Jarama.

Además de la estación de aforos 3050, actualmente se cuenta con información foronómica en el embalse de El Vado que, con una cuenca afluyente de 374 km² de superficie, está integrado con la referencia 3050, en la ROEA y dispone de la información que se indica en la tabla 1.5.

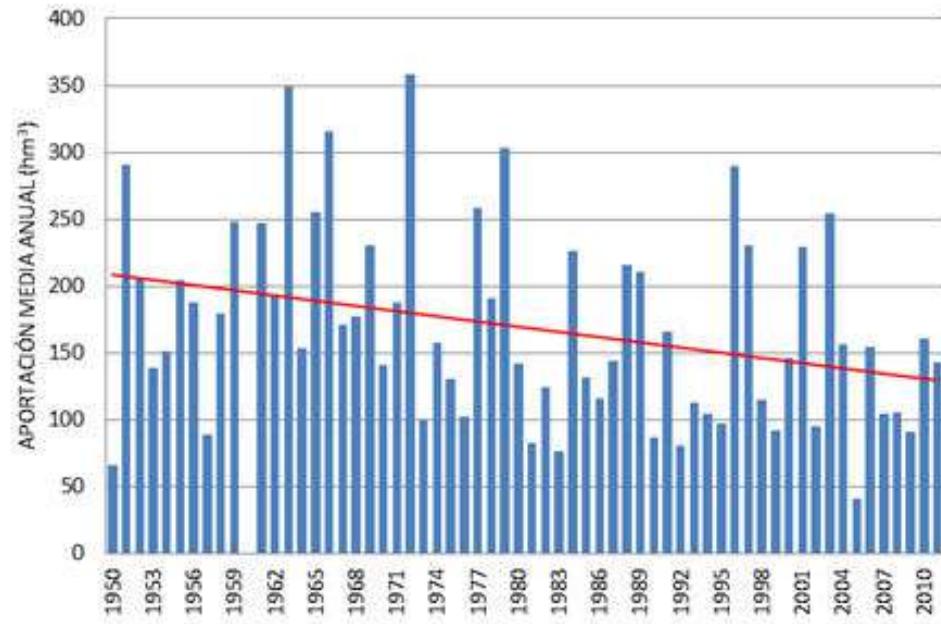
Tabla 1.5. Información disponible en el embalse de El Vado, TM Tamajón (3050)

VARIABLE	SERIE TEMPORAL
Caudal medio diario de salida (m ³ /s)	1958-59 a 2011-12
Reservas diarias (hm ³)	1958-59 a 2011-12
Reservas mensuales (hm ³)	1948-49 a 2011-12
Volumen de entrada mensual (hm ³)	1948-49 a 2011-12
Volumen de salida mensual (hm ³)	1948-49 a 2011-12
Volumen de entrada anual (hm ³)	1948-49 a 2011-12
Volumen de salida anual (hm ³)	1948-49 a 2011-12

Fuente: Sistema de Información del Anuario de Aforos, accesible en <http://sig.magrama.es/aforos/visor.html>.

A partir de la serie de entradas al embalse se comprueba que la aportación media presenta una variabilidad hiperanual bastante marcada, y ha experimentado un descenso relevante, especialmente en los últimos años; efectivamente, el valor medio de la aportación entre 1950 y 1980 es de 197,66 hm³, mientras que entre 1980 y 2011 desciende hasta los 141,54 hm³, nada menos que un 28% menor. La media de la aportación anual en el periodo total de la serie disponible en el embalse (1948-49 a 2011-2012) es de 169,14 hm³. La evolución de la aportación anual media del río Jarama en la presa de El Vado se representa en la figura 1.17, en la que está reflejada la línea de tendencia, claramente descendente. Por otra parte, en el documento XYZT de la presa de El Vado de 2013, a efectos de prevención de avenidas, la media anual de aportaciones se calculó en 185 hm³.

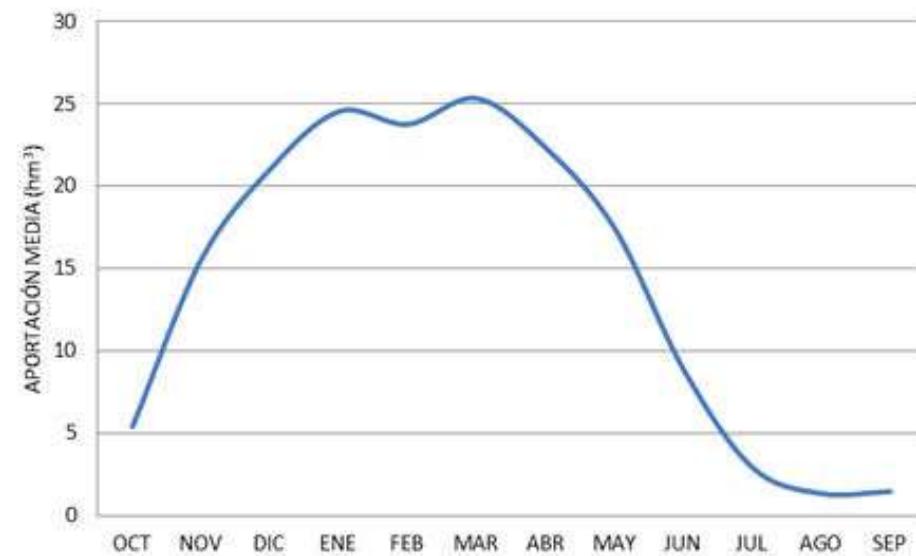
Figura 1.17. Evolución de la aportación media anual del río Jarama en El Vado



Fuente: Sistema de Información del Anuario de Aforos, accesible en <http://sig.magrama.es/aforos/visor.html>.

Por lo que se refiere a las aportaciones medias mensuales que se deducen de la serie y que se reflejan en la figura 1.18, se aprecia el claro comportamiento pluvionival de la cuenca afluente al embalse de El Vado, con un aumento de las aportaciones a partir de octubre hasta enero, cuando experimenta una meseta relativa hasta marzo de valores máximos –con aportaciones en torno a los 25 hm³–, a partir de la cual empieza un descenso continuado hasta los meses de julio, agosto y septiembre, en los que las aportaciones son las mínimas. Existe una acusada fase de sequía entre junio y octubre, lo que significa que los caudales aumentan en media cada año entre 10 y hasta 20 veces entre la aportación mínima y la máxima mensual. Este es uno de los argumentos que secularmente se han alegado para demostrar la necesidad de regular el régimen natural del río, máxime cuando los meses de riegos a los que se iban a dedicar preferentemente las aguas del Jarama en los proyectos del embalse de El Vado, coinciden con los de menores aportaciones naturales.

Figura 1.18. Aportaciones medias mensuales del río Jarama en El Vado



Fuente: Sistema de Información del Anuario de Aforos, accesible en <http://sig.magrama.es/aforos/visor.html>.

6.2. Río Sorbe

Las primeras mediciones de caudal en el río Sorbe registradas en el entorno del Pozo de los Ramos las efectuó el ingeniero Eduardo López-Berges en febrero y marzo de 1949 con motivo de la redacción del proyecto del trasvase Sorbe-Jarama³⁰, y por analogía con las cuencas del Lozoya y del Jarama, dedujo que en los 406 km² de cuenca del Sorbe, en ese punto podría estimarse un caudal medio superior a 4 m³/s, y una aportación anual de 136 hm³. Las mediciones sistemáticas de aforos en la cuenca se inician en 1958 en la estación situada en Beleña con la referencia 3057 de la ROEA, y abarca una cuenca vertiente de 519 km². Además, desde 1971 está activa la estación en Muriel, situada muy próxima al azud del Pozo de Los Ramos, con una cuenca de 430 km² de superficie, algo mayor que la del azud del Pozo de los Ramos, y su referencia en la ROEA es 3159. La información disponible en esta estación de aforos es la que figura en la tabla 1.6.

30 Proyecto general de conducción de las aguas del río Jarama para el abastecimiento de Madrid, desde el pantano de "El Vado", en el río Jarama, a enlazar en Torrelaguna con los canales actualmente en servicio. Ingeniero Eduardo López-Berges, 1949. (Aprobado por O.M. de 22 de julio de 1950). ACYII. 258. Memoria, p. 17-18. López-Berges de los Santos, Emilio: "El proyecto del Canal de conducción de las aguas del río Jarama para el abastecimiento de Madrid, I", Informes de la Construcción 21, mayo 1950, figura 8.

Tabla 1.6. Información disponible en la estación de aforos del río Sorbe en Muriel (3159)

VARIABLE	SERIE TEMPORAL
Nivel medio diario (m)	1971-72 a 2011-12
Caudal medio diario (m ³ /s)	1971-72 a 2011-12
Aportación mensual (hm ³)	1971-72 a 2011-12
Caudal medio mensual (m ³ /s)	1971-72 a 2011-12
Caudal máximo medio diario del mes (m ³ /s)	1971-72 a 2011-12
Caudal máximo instantáneo del mes	1971-72 a 2011-12
Caudal mínimo medio diario del mes (m ³ /s)	1971-72 a 2011-12
Aportación anual (hm ³)	1971-72 a 2011-12
Caudal medio anual (m ³ /s)	1971-72 a 2011-12
Caudal máximo instantáneo del año (m ³ /s)	1971-72 a 2011-12
Caudal máximo medio diario del año (m ³ /s)	1971-72 a 2011-12

Fuente: Sistema de Información del Anuario de Aforos, accesible en <http://sig.magrama.es/aforos/visor.html>.

Por último, también se dispone de información foronómica de la conducción Sorbe-Jarama que toma del azud del Pozo de los Ramos a través de la estación existente en el canal cuya referencia de la ROEA es 3425 y está en funcionamiento desde el año hidrológico 1988-89.

La aportación media del Sorbe en el Pozo de los Ramos fue calculada en los proyectos de la presa del Pozo de los Ramos que se redactaron en 1966, 1972 y 1993³¹; en el primero las aportaciones

31 Proyecto de la presa en Pozo de los Ramos. 1972 y Proyecto de Construcción: Regulación de caudales de la cuenca del Henares, Presa del Pozo de los Ramos (3/93), 1993.

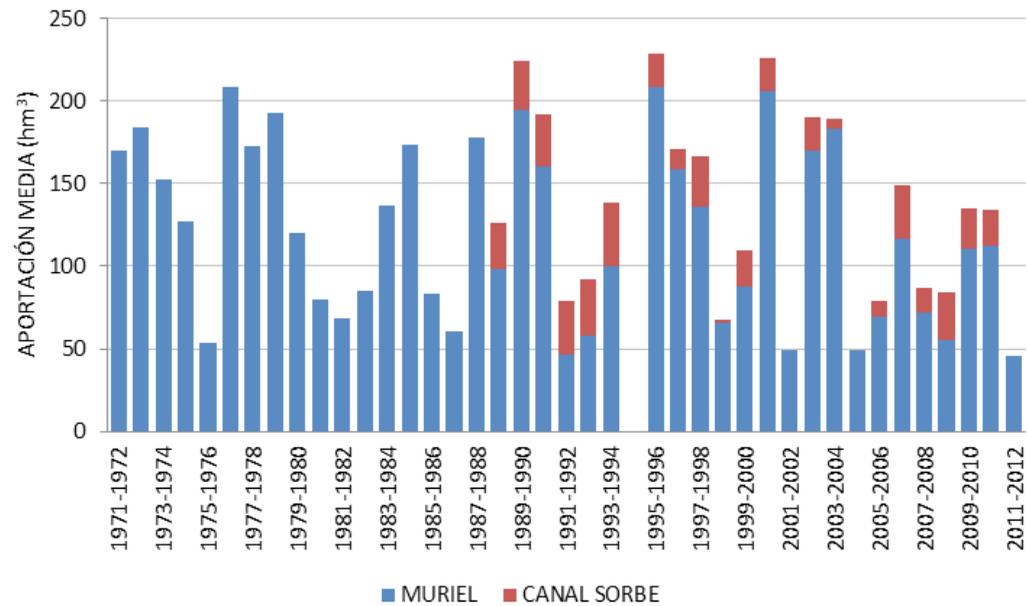
en el Pozo de los Ramos se determinaron a partir de las del Jarama en El Vado resultando un valor medio anual de 154,8 hm³. En 1972 la aportación media anual se dedujo a partir de una simple relación lineal entre las precipitaciones y aportaciones específicas medias a partir de los datos homólogos de las vecinas cuencas del Lozoya, Jarama y Bornova, en los embalses de Puentes Viejas, El Vado y Alcorlo, respectivamente, -así como en la propia del Sorbe en el embalse de Beleña-, para el período comprendido entre octubre de 1943 y septiembre de 1961. Como resultado se obtuvo la aportación específica en el Pozo de los Ramos, y por correlación con el Vado y Puentes Viejas, se dedujo que la aportación anual media al embalse del Pozo de los Ramos eran 170 hm³ en el período comprendido entre 1900 y 1970. En el caso del proyecto de 1993, las aportaciones medias se dedujeron a partir de la aplicación de un modelo precipitación escorrentía y se obtuvieron series mensuales entre 1940 y 1990; el valor medio anual del periodo en el Pozo de los Ramos que se calculó fue de 162,45 hm³.

Entre los años hidrológicos 1971-72 y 2011-12 la aportación anual media del Sorbe medida en la estación de Muriel fue en promedio de 120,01 hm³, con una tendencia a disminuir en los últimos años, tal como se puede apreciar en la figura 1.19; la media de los últimos 20 años ha disminuido casi un 10%, alcanzando los 108,14 hm³. No obstante, estos valores deben corregirse, aumentándoles el caudal derivado aguas arriba por el trasvase del Sorbe al Jarama, desde el azud del Pozo de los Ramos. Aunque entró en servicio en 1975, los datos foronómicos disponibles (1983-2011) indican un promedio anual de 19,04 hm³ trasvasados -aunque en 1994, 2001, 2004 y 2011 no se trasvasó agua-, que sumados a los aforos medidos en Muriel en los mismos años, alcanzan un promedio de 131,43 hm³, cifras muy próximas a las estimaciones realizadas en 1949 para el Sorbe antes de la construcción del azud, pero inferiores a las evaluadas en los proyectos de la presa del Pozo de los Ramos comentados. Sin estar recogidos en los datos de la serie, conviene indicar que entre 1975 y principios de los años 80, antes de la entrada en servicio del embalse de Beleña, proyectado en 1969 e inaugurado en 1982, se realizaron trasvases inversos con bombeos desde el Jarama al Sorbe, para paliar los efectos de la intensa sequía en el abastecimiento a Guadalajara y Alcalá de Henares³².

Las aportaciones presentan un doble régimen de estacionalidad: anual o estacional e hiperanual. En el régimen hiperanual puede señalarse la existencia de períodos abundantes, separados por ciclos de sequía de los que un año suele ser especialmente seco; no obstante, dentro de cada período abundante se detecta también una patente irregularidad, tal como se puede comprobar en la figura 1.19.

32 Según las Memorias del Canal de Isabel II de los años 1979-1981 el trasvase de agua del Jarama al Sorbe en 1979 fue de 3 hm³.

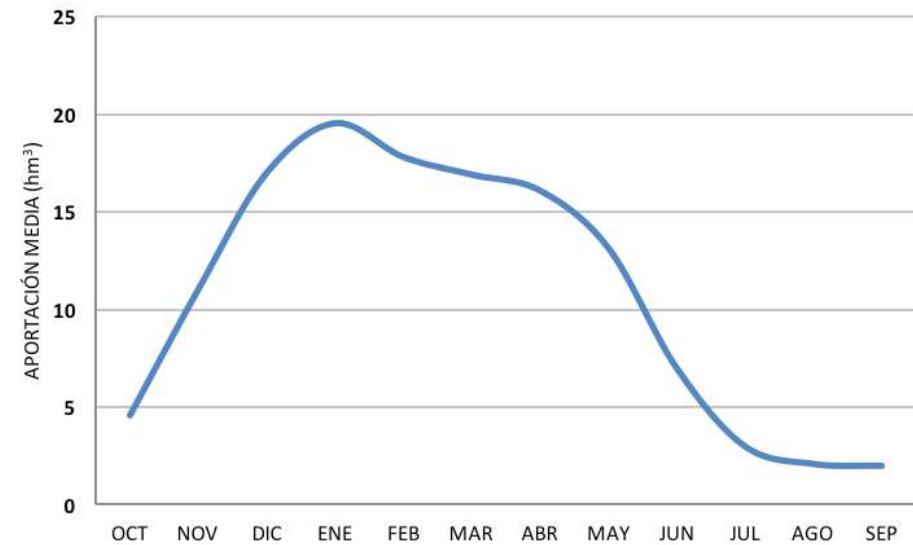
Figura 1.19. Evolución de la aportación media anual del río Sorbe en Muriel



Fuente: Sistema de Información del Anuario de Aforos, accesible en <http://sig.magrama.es/aforos/visor.html>.

Por lo que respecta al régimen estacional, se detecta un estiaje muy marcado que se inicia en los meses de junio o julio y termina en los de octubre o noviembre, cuando las aportaciones están por debajo de los 5 hm³; la irregularidad anual es tal que las aportaciones mínimas, normalmente durante septiembre, son una décima parte de las máximas, que tienen lugar en enero, circunstancia que queda patente en la figura 1.20.

Figura 1.20. Aportaciones medias mensuales del río Sorbe en Muriel (Incluidas las trasvasadas por el canal del Sorbe)



Fuente: Sistema de Información del Anuario de Aforos, accesible en <http://sig.magrama.es/aforos/visor.html>.

6.3. La estrecha relación Jarama-Sorbe

Con las cifras obtenidas a partir de los aforos, la serie entre 1988 y 2011 de aportaciones del río Jarama en El Vado, respecto a las del Sorbe, sumando las medidas de aforos en Muriel más los caudales derivados por el trasvase desde el Pozo de los Ramos, ofrece un coeficiente muy alto de correlación de 0,93. Este determinismo indica que al ser ambas cuencas colindantes y afectadas por la misma climatología, en años secos la falta de lluvias es común en los dos ríos, y lo mismo ocurre en los años de temporales con abundancia de precipitaciones. No hay complementariedad, salvo la falta de capacidad de los embalses situados en ambas cuencas, El Vado y Beleña respectivamente, para regular plenamente los caudales interanuales.

6.4. La planificación actual de los recursos hidráulicos

La información hidrológica de los recursos hídricos es fundamental para su gestión; es por eso que, al igual que en las restantes cuencas españolas, en la del Tajo su Confederación Hidrográfica lleva años desarrollando el Sistema Automático de Información Hidrológica (<http://saihtajo.chtajo.es>) cuyo objetivo es aportar información hidrológica e hidráulica a través de puntos de control distribuidos por toda la cuenca para permitir la gestión eficiente de los recursos,

especialmente en avenidas. En la subcuenca del Jarama, y concretamente en su cuenca alta, la red del SAIH integra dos puntos de control de aforos constituidos por la estación de aforos en Valdepeñas de la Sierra y el embalse de El Vado. Asimismo en el Sorbe las estaciones se sitúan en el Pozo de los Ramos y en Beleña. En esta cuenca del Sorbe y en su entorno, hay instalados también pluviómetros y pluviométricos en Condemios de Arriba, Campisábalos, Cantalojas y Umbralejo de la Huerce; por su parte, en la cuenca del alto Jarama se sitúan en Colmenar de la Sierra y Robregordo. Asimismo existe un punto de control en el trasvase Sorbe-Jarama. El Canal de Isabel II cuenta también con su sistema propio de control de aforos³³. De forma complementaria está disponible en Internet el Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables, elaborado desde el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente³⁴.

La gestión actual depende de los planes hidrológicos de las cuencas³⁵, dentro de desarrollo de las medidas de aplicación de la Directiva Marco del Agua, de la Unión Europea, que entró en vigor en diciembre de 2000, y que ha supuesto la elaboración, entre otros, del Plan Hidrológico de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Tajo (Ciclo de Planificación 2009-2015)³⁶. Previamente existían otras disposiciones complementarias a los planes hidrológicos, como el Plan especial de Actuación en Situaciones de Alerta y Eventual Sequía de la cuenca hidrográfica del Tajo (2007)³⁷. El Plan Hidrológico del Tajo 2009-2015 (PHT) ha sido sometido a evaluación ambiental, que fue convenientemente aprobada por el Secretario de Estado de Medio Ambiente. Con un dictamen favorable del Consejo Nacional del Agua, emitido en diciembre de 2013, se dieron los pasos finales para su aprobación. Este Plan Hidrológico, vigente en el momento de la redacción de este estudio, cuenta con una memoria acompañada de diez anejos, disposiciones normativas y un plan de medidas de obligatoria ejecución. Durante el año 2015 se ha puesto en marcha la elaboración del Plan Hidrológico para el ciclo 2016-2021³⁸.

En lo que se refiere a los ríos Jarama y Sorbe, el Plan Hidrológico 2009-2015 encuadra su explotación en el Sistema Integrado de la Cuenca Alta (SICA), en los subsistemas Jarama-Guadarrama y Henares (cap. 6, art 21). En el subsistema Jarama-Guadarrama, de los 985,50 hm³/año reservados, la mayor parte la tiene asignada el Canal de Isabel II, con 738,07 hm³/año, para el abastecimiento de la población en la Comunidad de Madrid. Del siguiente capítulo importante

33 Una síntesis del Centro Principal de Control, en Informe anual 2012. Canal de Isabel II Gestión: "3.3.3. Telecontrol y comunicaciones: clave de una gestión hidráulica moderna", p. 53-54. <<http://www.canalgestion.es/>> [consulta 29-12-2014].

34 <<http://www.magrama.gob.es/es/agua/temas/gestion-de-los-riesgos-de-inundacion/snczi/>> [consulta 10-12-2014].

35 Art. 40 del Texto refundido de la Ley de Aguas. R.D. Legislativo 1/2001, de 20 de julio, BOE, núm. 176, de 24 de julio de 2001.

36 Aprobado por R.D. 270/2014, de 11 de abril, BOE, 12 de abril de 2014, apenas año y medio antes del cierre de su vigencia. El retraso en la elaboración de este plan, así como los de otras cuencas españolas, que deberían haberse concluido en 2009, ha supuesto la imposición de multas millonarias al Gobierno por la Unión Europea.

37 Aprobado mediante la Orden MAM/698/2007, de 21 de marzo.

38 Sus documentos y tramitación pueden seguirse en el portal de Confederación Hidrográfica del Tajo, <http://www.chtajo.es/Informacion%20Ciudadano/PlanificacionHidrologica/Planif_2015-2021/Paginas/PropProyPlan_2015-2021.aspx> (consulta 10-12-2014).

en este subsistema, los 228,57 hm³/año reservados para atender demandas agrarias, se reservan para riego en el alto Jarama 15,72 hm³/año, 155,21 hm³/año en la Real Acequia del Jarama, más otros 18,47 hm³/año en otros regadíos de superficie del mismo río³⁹, 11,26 hm³/año en el río Manzanares 18,47 hm³/año, aparte de algunos más de menor demanda de agua en las cuencas del río Guadarrama y Manzanares. Las restantes reservas de este subsistema se dedican a demandas agrarias subterráneas y a usos industriales.

La red del Canal de Isabel II abastece prácticamente a la totalidad de las demandas urbanas del sistema de explotación Jarama-Guadarrama. Utiliza, además de los recursos propios de dicho sistema, aportaciones desde los sistemas de Cabecera (toma en el río Tajo), Henares (toma en el azud de Pozo de los Ramos), Tajuña (toma del sistema Almoquera-Mondéjar) y Alberche (tomadas en los embalses de San Juan, Picadas y La Aceña), aparte de recursos de aguas subterráneas. Incluida en las concesiones que posee en el sistema Jarama-Guadarrama para abastecimiento de la Comunidad de Madrid, el Canal de Isabel II podría disponer de una reserva de 60 hm³/año del río Tajo y de los excedentes que se produzcan en los caudales del Tajuña y del Sorbe (art. 23, 3ª). Entre las masas de agua subterránea identificadas, algunas se encuentran en el valle de Jarama, aunque fuera de la zona de cabecera. Respecto al segundo río de nuestro interés, el Sorbe, su Mancomunidad de Aguas posee una reserva de 61,32 hm³/año. Se prevé reajustar la asignación de recursos del Henares, y entre otras medidas, la posible conexión Sorbe-Bornova.

Uno de los objetivos de este Plan Hidrológico consiste en la preservación y recuperación del estado de los ríos. En sus cabeceras los ríos Jarama y Sorbe apenas han sido alterados salvo por la construcción de los embalses, y no padecen los deterioros sufridos en las proximidades de las zonas urbanas situadas al sur. Entre los objetivos de mejora de las masas de aguas superficiales marcadas en el PHT, el Jarama, que se encuentra en estado natural antes del embalse de El Vado, debe quedar en buen estado desde dicha presa hasta su confluencia con el río Guadalix, con plazo de ejecución en el año 2015, aplicándose medidas menos rigurosas o más dilatadas en el tiempo desde ese punto hasta la confluencia con el Tajo. Respecto al Sorbe, salvo el embalse de Beleña, que supone una importante alteración de su curso natural, los tramos del río desde el arroyo de la Dehesa hasta el Sorbe (23,3 km), y desde la propia cabecera del Sorbe hasta el embalse de Beleña (95 km), se consideran en estado natural, incluso el tramo bajo de este río, desde Beleña hasta el Henares (16,8 km) se califica en buen estado. Todos estos tramos del Sorbe y de su cabecera han de estar en buen estado en 2015, siguiendo la pauta de las cuencas altas del Tajo y de sus afluentes, que deben conservarse en el estado satisfactorio en que han llegado a nuestros días.

Además, para el control de la calidad del agua y de los caudales ecológicos, se planea instalar una estación de aforos aguas abajo del embalse de El Vado (en el punto E-13) y de Beleña (E-11) y se establecen los siguientes caudales ecológicos a partir de 2015.

39 El sistema de explotación Jarama-Guadarrama recibe caudales adicionales desde el sistema Tajo Izquierda para los regadíos de la Real Acequia del Jarama (SAT04R05), gracias a la toma en el Tajo del bombeo de Añover.

Tabla 1.7. Caudales ecológicos en el Plan Hidrológico del Tajo, 2009-2015

ESTACIÓN	OCTUBRE a DICIEMBRE	ENERO a MARZO	ABRIL a JUNIO	JULIO a SEPTIEMBRE
Jarama El Vado (m3/s)	0,4	0,52	0,57	0,32
Sorbe Beleña (m3/s)	0,53	0,68	0,41	0,41

Fuente: Plan Hidrológico del Tajo, 2009-2015, www.chtajo.es.

Los estudios recientes sobre los efectos de la regulación derivada de los embalses, en las diferencias respecto a los caudales naturales, han llevado a establecer estas medidas en todos los ríos donde se desea recuperar las especies piscícolas y la restante fauna fluvial, pues se han demostrado los efectos de tales alteraciones⁴⁰. Por ello, los propios responsables de la gestión de estos recursos están interesados en aplicar las mejores prácticas y asignar los recursos necesarios, como hace el propio Canal de Isabel II desde hace tiempo⁴¹.

En la línea conservacionista del medio natural, en el PHT se declaran Reservas Naturales Fluviales “los tramos de río o lagos de las zonas declaradas de protección de hábitat o especies en las que el mantenimiento o mejora del estado del agua constituya un factor importante de su protección, incluidos los Lugares de Importancia Comunitaria, Zonas de Especial Protección para las Aves y Zonas Especiales de Conservación integrados en la red Natura 2000, así como los humedales de importancia internacional del Convenio de Ramsar y las zonas húmedas incluidas en el Inventario Nacional de Zonas Húmedas”. En ellas se debe preservar el entorno y se evitará cualquier presión de actividades humanas que puedan afectar significativamente a las masas de

40 En particular, podemos mencionar trabajos que se han ocupado de ello en el Sorbe y el Jarama. Baeza Sanz, D.; Martínez-Capel, F.; García de Jalón Lastra, D.: “Variabilidad temporal de caudales: aplicación a la gestión de ríos regulados”. Ingeniería del Agua, 10/4, diciembre 2003, pp. 469-478. Martínez Santa-María, C. y Fernández Yuste, J. A.: “El régimen natural de caudales: una diversidad imprescindible, una diversidad predecible”. Invest Agrar: Sist Recur For, 2006, Fuera de serie, pp. 153-165. Este último trabajo se centra en la gestión del embalse de El Vado, y los efectos sobre la vida en el río aguas abajo de la presa, derivados de las alteraciones en los caudales habituales, en las avenidas y en las sequías, aunque se manifiesta positivo el efecto del embalse en la laminación de crecidas. Véase también Martínez Santa-María, Carolina y Fernández Yuste, José Anastasio: “Régimen de caudales: definición del estatus hidrológico y valoración de la alteración.”, III Congreso de Ingeniería Civil, Territorio y Medio Ambiente. “Agua, Biodiversidad e Ingeniería”, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos - Asociación de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Zaragoza, 2006. <www.ciccp.es/biblio_digital/licitema_III/congreso/pdf/010409.pdf> [consulta 10/12/2014]-

41 Cubillo González, Francisco y López-Camacho y Camacho, Bernardo: “Los caudales ambientales: compatibilidad con los abastecimientos, garantías y costes. Caso de la Comunidad de Madrid”. I Congreso de Ingeniería Civil, Territorio y Medio Ambiente (ICITEMA), Madrid, 2002, pp. 325-347.

agua. Algunos tramos de los ríos Sorbe y Jarama se hallan especialmente bien conservados entre ellos estos tres:

- Río Sorbe en su cabecera, hasta el embalse de Beleña, de 55,13 km.
- Río Jaramilla y Jarama, hasta el embalse de El Vado, de 17,53 km.
- Río Jarama, desde su nacimiento hasta el embalse de El Vado, de 24,54 km.

Se debe garantizar la protección de las cuencas de los embalses estudiados de El Vado y azud del Pozo de los Ramos, con la legislación actual, lo que impediría la ejecución de los diversos embalses proyectados a lo largo del tiempo en estos tramos altos de los ríos Jarama y Sorbe para aumentar su capacidad de regulación. Las únicas obras que están incluidas en el PHT de 2014 en el entorno de estos ríos tienen que ver con las mejoras en el abastecimiento desde el Sorbe⁴².

42 Ampliando la ETAP del Sorbe, dentro del Plan Hidrológico Nacional antes de 2011, por 25,5 millones de euros, con la calificación de actuación de interés general. Acuaespaña, Sociedad Estatal Aguas de las Cuencas de España, dependiente del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, con especialización en la gestión de fondos europeos en infraestructuras hidráulicas, en su web <http://www.acuaes.com> anunciaba en estudio la Infraestructuras de interconexión y aprovechamiento conjunto de los ríos Sorbe y Bornova para abastecimiento a poblaciones de Guadalajara: “Conexión de las Cuencas del Sorbe y Bornova”, para asegurará el suministro de agua potable a los municipios servidos por la Mancomunidad de Aguas del Sorbe, que alcanzará en 2015 una población cercana a los 540.000 habitantes. Para ello, se pretende conseguir la explotación conjunta de los embalses de Beleña, en el río Sorbe, y de Alcorlo, en el río Bornova. La conexión Alcorlo-Mohernando, fue dotada con inversiones de 25,265 millones de euros antes de 2011 y 6,313 entre 2012 y 2015, consiguiéndose que en 2014 se encontrase ya en fase pruebas. Una tercera conducción para la Mancomunidad de Aguas del Sorbe se realizará después de 2016 por 61 M€. Por otra parte un intento de trasvase entre ambos ríos desde el Pozo de los Ramos se desechó en 2011 por su impacto ambiental.

Figura 1.21. Aguas limpias del Jarama en Bonaval



Fotografía: F. Fernández Izquierdo, 2014.

Figura 1.22. Vista desde el puente de la carretera CM-123



Fotografía: F. Fernández Izquierdo, 2014.

Finalmente, en relación con los ríos Sorbe y Jarama, en el anejo 9 del PHT se marcan los umbrales de funcionamiento en situaciones de alerta y eventual sequía en la cuenca del Tajo. Entre ellos⁴³, se especifica el volumen de agua que ha de estar almacenado en Beleña por debajo del cual se activan los niveles de prealerta, alerta y emergencia, este último cuando la reserva baja de 7 hm³ respecto a su capacidad de 53 hm³. En las tablas 5-7 del PHT, se marcan los umbrales de la red de embalses de abastecimiento a Madrid, de las cuencas del Jarama, Guadarrama y Alberche, entre los 946 hm³ de capacidad de los gestionados por el Canal de Isabel II, uno de ellos El Vado. En cualquier caso, el celo con el que se evitan los vertidos en esta presa y en la de Beleña, que no tienen capacidad para regular el caudal que les aportan el Jarama y el Sorbe, motiva que cuando se libera agua por las compuertas o desagües de fondo en estos embalses tras un período de sequía, sea noticia de interés en la prensa provincial de Guadalajara.

⁴³ Tabla 4 del Plan Hidrológico del Tajo, 2009-2015.



2

EL ALTO JARAMA Y LA SIERRA DE AYLLÓN DESDE EL SIGLO XVIII A LOS ALBORES DEL SIGLO XX. CONDICIONANTES GEOGRÁFICOS Y ANTECEDENTES HISTÓRICOS

1. EL POBLAMIENTO Y LA ORGANIZACIÓN DEL ESPACIO

Como ámbito de referencia se han considerado los municipios en donde se sitúan la presa de El Vado, el azud del Pozo de los Ramos, así como a lo largo del trazado de canal del Jarama, hasta Torrelaguna. La población que habita en el entorno de los embalse presenta unas densidades tremendamente bajas que siempre se sitúan por debajo de las medias establecidas para los ámbitos comarcales en que se ubica la zona objeto de estudio. Sirvan a este respecto dos simples datos, ambos procedentes de los años finales del siglo XX: los 3,03 hab/km² de densidad media que figura en los estudios realizados por la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha para el conjunto de la Sierra de Ayllón⁴⁴ o los 4,67 hab/km² que se obtienen si el conjunto de villas estudiado se extiende al total de la comarca administrativa de Cogolludo⁴⁵, donde, en gran medida, se encuentra la zona analizada. En todo caso, ambos datos son notablemente inferiores

44 Consejería de Agricultura y Medio Ambiente, Guadalajara (CAMAGu). Solís Camba, A.; Cabrera Bonet, M.; Manrique Simón, V.: Plan de intervenciones silvícolas en las repoblaciones de la unidad natural "Sierra de Ayllón". Guadalajara. Guadalajara: Delegación Provincial de Agricultura y Medio Ambiente (JCCM)-TRAGSA/TRAGSATEC, 1997, p. 98.

45 Camacho Cabello, J.: La población de Castilla-La Mancha (siglos XIX y XX). Toledo: Servicio de Publicaciones de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, 1999, p. 141.

a la media provincial, situada entre los 12 y los 13 hab/km² según los autores consultados⁴⁶, aunque ésta última es una cifra matizable, que puede inducir al error debido al alza artificial que supone la toma en consideración de la capital provincial y de los grandes núcleos situados en el corredor del Henares.

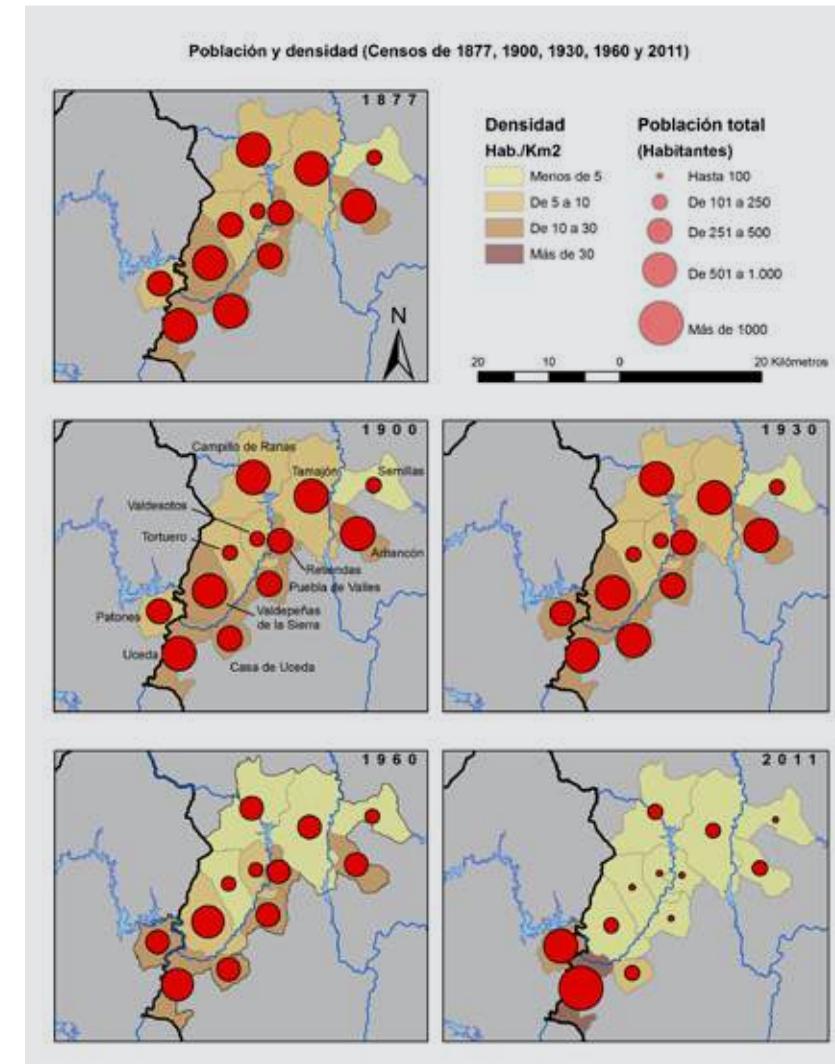
Tabla 2.1. Evolución de la densidad de población en la comarca del Alto Jarama (El Vado a Torrelaguna). 1842-2011

LOCALIDAD	EXTENSIÓN (km ²)	POBLACIÓN				DENSIDAD			
		1930	1960	1991	2011	1930	1960	1991	2011
Campillo de Ranas	91,69	577	445	120	189	6,29	4,85	1,31	2,06
Casa de Uceda	21,38	562	388	126	126	26,29	18,15	5,89	5,89
Patones	34,47	380	365	338	518	11,02	10,59	9,81	15,03
Puebla de Valles	27,46	352	296	80	81	12,82	10,78	2,91	2,95
Retiendas	20,99	335	395	45	55	15,96	18,82	2,14	2,62
Semillas	49,91	211	152	31	39	4,23	3,05	0,62	0,78
Tamajón	116,28	642	456	187	180	5,52	3,92	1,61	1,55
Torrelaguna	43,4	2509	2572	2553	4774	57,81	59,26	58,82	110
Torremocha del Jarama	18,49	220	214	237	847	11,9	11,57	12,82	45,81
Tortuero	46,86	243	211	38	18	5,19	4,5	0,81	0,38
Uceda	47,25	727	653	490	2601	15,39	13,82	10,37	55,05
Valdepeñas de la Sierra	70,05	789	556	258	192	11,26	7,94	3,68	2,74
Valdesotos	27,3	179	187	43	25	6,56	6,85	1,58	0,92

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (<http://www.ine.es>).

46 Solís Camba, A.; Cabrera Bonet, M.; Manrique Simón, V.: Plan de intervenciones..., op. cit., 1997, p. 87; Camacho Cabello, J.: op. cit, 1999, p. 134.

Figura 2.1. Evolución demográfica del alto Jarama-Sorbe (ss. XIX-XXI)



Fuente: Elaboración propia con datos del Instituto Nacional de Estadística (<http://www.ine.es>).

Estos índices de densidad demográfica tan bajos están motivados por las condiciones naturales que ofrece un territorio montañoso, con escasas tierras de cultivo en angostos valles y situadas en altitudes que limitan los aprovechamientos a las actividades extensivas, pecuarias y forestales. Además, por su propia evolución histórica, el poblamiento derivó desde la propia Edad Moderna en la presencia de pequeños núcleos, relativamente cercanos unos de otros pero muy aislados

de los polos económicos de referencia, que han sufrido mucho los efectos de la emigración hasta el punto de contar con una población muy envejecida⁴⁷ y que, hasta hace relativamente poco, basaban su economía, poco industrializada⁴⁸, en las actividades tradicionales de ganadería y explotación agroforestal. En este sentido, el papel del Estado, con las repoblaciones realizadas desde mediados del siglo XX, ha sido al mismo tiempo un factor de conservación y de expulsión, pues se expropiaron amplios montes y hasta términos enteros, favoreciendo con el pago de las indemnizaciones el éxodo a las ciudades, al tiempo que se ofrecían jornales a quienes permanecían en el terreno, en las labores forestales de roza, plantío y conservación silvícola. No fue menor la incidencia de las obras públicas hidráulicas, pues el embalse de El Vado, iniciado en la segunda década del siglo XX y finalizado en la de los 50, fue seguido sin apenas interrupción por la construcción del canal del Jarama, también denominado del Alto Jarama. En los años 60 se construyeron el azud del Pozo de los Ramos y el trasvase entre el Sorbe y el Jarama y, finalmente, el embalse de Beleña (1982). Estas obras se tradujeron en puestos de trabajo durante su ejecución y posteriormente para el mantenimiento de estas infraestructuras. Esta realidad, no obstante, se está viendo modificada en los últimos decenios debido al progresivo avance del sector terciario, fruto del asentamiento de profesionales liberales que escogen la zona por su relativa cercanía a Madrid, así como por el reciente uso recreativo que se está dando en el territorio y la actividad cinegética como actividades, al parecer, con cierta proyección⁴⁹.

Como se ha indicado, la zona ha padecido un intenso proceso de despoblación que tuvo su origen en el siglo XIX, se acentuó de manera bastante acusada a partir de mediados del XX y que solo pudo ralentizarse discretamente desde la década de 1970, cuando la crisis económica y la escasez de potenciales emigrantes frenaron un proceso que, en apenas dos décadas, había reducido aproximadamente a la mitad la población del conjunto de la Sierra Norte⁵⁰.

Esa despoblación es, por otra parte, perfectamente visible en la propia imagen que ofrecen los cascos urbanos de las localidades de la zona. De hecho, los diferentes callejeros se han visto bastante afectados por el proceso antes descrito y ello ha derivado en la paulatina degradación de algunos de ellos, aunque con muchísima menor incidencia que en la madrileña sierra de Guadarrama, bastante más próxima y mejor comunicada con la capital. La declaración del Parque Natural de la Sierra Norte de Guadalajara (Ley 5/2011 de 10 de marzo, de la Comunidad de Castilla-La Mancha), que recoge diversas protecciones parciales iniciadas con el del hayedo de la Tejera Negra en 1978, ha venido también a salvaguardar este espacio natural de actividades que puedan alterar el estado en que llegó la comarca a fines del siglo XX. La dedicación de este territorio al abastecimiento hidráulico también es un factor que obliga a su conservación natural sin las alteraciones a las que se han visto sometidas otras áreas periurbanas en las que han proliferado la segunda residencia como un factor de desarrollo rural, pero también de alteración del medio físico.

47 Sancho Comíns, J. y Panadero Moya, M. (dirs.): Atlas de turismo rural de Castilla-La Mancha. Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia, Consejería de Educación y Ciencia de Castilla-La Mancha, Universidades de Alcalá y Castilla-La Mancha, 2004, p. 67.

48 *Ibidem*, p. 42.

49 Fidalgo Hijano, C.: "Sierra de Ayllón", *op.cit.*, p. 127.

50 Sancho Comíns, J. y Reinoso Moreno, D. (dirs.): Atlas del turismo rural..., *op. cit.*, p. 36 y 38.



Vista de Almiruete, en la vertiente sudoriental del Ocejón, desde el camino de acceso al azud del Pozo de los Ramos.

Fotografía: F. Fernández Izquierdo. 2014.

2. ANTECEDENTES HISTÓRICOS

2.1. Evolución demográfica: una caída inexorable y acentuada

Para entender la situación en que se encuentra esta comarca en los primeros años del siglo XXI, hay que remontarse a la época preindustrial, cuando la situación era muy diferente de la actual. Analizar los antecedentes históricos de tipo socioeconómico de la zona resulta harto complicado debido a varios factores, de entre los cuales caben señalar principalmente dos: la variabilidad jurisdiccional, motivada en gran parte por la despoblación, y los continuos cambios y reestructuraciones a que han sido sometidos los distintos términos municipales. Junto a ello, en segundo lugar, debido a la dispersión (cuando no ausencia) de fuentes documentales municipales que permitan llevar a cabo estudios de tipo local con los que completar la, hasta ahora, escasa bibliografía que existe para conocer la particular historia de la comarca.

Desde mediados del siglo XVIII hasta la actualidad, la zona considerada ha contado con un potencial demográfico de escasa entidad y, salvo los casos puntuales que se reseñan posteriormente, su demografía apenas ha crecido en relación a los años finales del Antiguo Régimen.

A mediados del siglo ilustrado, la comarca contaba con menos de un millar de vecinos fiscales (aproximadamente 850 según los datos que proceden de las Respuestas Generales del Catastro de Ensenada, año 1752), algo que dejaría la población total en unas cifras que podrían oscilar entre 2.500 (coeficiente 3) y 3.400 (coeficiente 4) habitantes, en el mejor de los casos. (tabla 2.2).

Tabla 2.2. Datos de población del Alto Jarama (El Vado a Torrelaguna) según el Catastro de Ensenada (s. XVIII) y el Diccionario de Pascual Madoz (s. XIX)

LOCALIDAD	SIGLO XVIII		SIGLO XIX		
	CASAS	VECINOS	CASAS	VECINOS	ALMAS
Almiruete	80	72	62	42	195
Arbancón	128	113	170 ⁽¹⁾	176	512
Campillo de Ranas	226	148	165 ⁽²⁾	147 ⁽³⁾	515 ⁽³⁾
Puebla de Valles	60	60	80	77	269
Retiendas ⁽⁴⁾			65	51	212
Semillas	27	22	34	22	76
Tamajón	158	141	145	139	486
Tortuero	40	30	50	44	156
Uceda	173	206	160	155	401
Vado, El	83	58	85	48 ⁽⁵⁾	215
TOTAL	975	850	1.016	901	3.037

(1) Habitadas 134.

(2) Incluye las de las aldeas de Campillejo (15), El Espinar (20); Robrelacasa (40) y Robreluengo (40).

(3) Incluye aldeas de Campillejo, El Espinar, Robrelacasa y Robreluengo.

(4) En el siglo XVIII incluido en Tamajón.

(5) Incluye las aldeas de La Vereda y Matallana.

Fuente: Catastro de Ensenada y Diccionario de P. Madoz, 1845-1850.

La población se mantenía estable, ocupando de manera continuada los edificios censados, de los que apenas había casas deshabitadas (tabla 3). Un siglo después, los datos que ofreció Pascual Madoz informan tanto del número de casas como de vecinos, lo que permite comparar con los de mediados del siglo XVIII y comprobar que las 3.037 almas en que el *Diccionario* cifraba la población de la comarca entre 1847 y 1850 se correspondían prácticamente con las ofrecidas un siglo antes por los redactores del Catastro de Ensenada y de paso confirmaban lo que ya se intuía por entonces e iba a ser la tónica demográfica de la zona: su tendencia al estancamiento a finales del Antiguo Régimen y al descenso generalizado tras la entrada de la época contemporánea (tabla 2.3).

Tabla 2.3. Estado y habitabilidad de las casas y construcciones de las localidades de la comarca del Alto Jarama (El Vado a Torrelaguna). Siglo XVIII

LOCALIDAD	CASAS				OTROS
	TOTALES	HABITADAS	INHABITADAS	RUINOSAS	
Tamajón con Retiendas	158	156	2		25
Almiruete	80	80			
Semillas	27	23		4	
Arbancón	128	122	3	3	
El Vado	83	78		5	
Campillo de Ranas	226			11	
Valdesotos	36				
Tortuero	40	30	10		
Valdepeñas de la Sierra	120	110	6	4	
Torrelaguna	400	380		20	
Puebla de Valles	60				
Uceda	173	170		3	
Torremocha	34				
Patones	50				11
Galapaguillos					
Casas de Uceda	134				

Fuente: Catastro de Ensenada, 1752.

Tal extremo se confirma de manera paulatina pero inexorable a partir del mismo siglo XIX. Por fortuna, la llegada del régimen liberal repercute, a efectos puramente estadísticos, en una sustancial mejora de la información disponible cuyo análisis es suficientemente ilustrativo de la evolución demográfica (tabla 2.4).

Tabla 2.4. Evolución demográfica de la comarca del Alto Jarama (El Vado a Torrelaguna). 1842-2011*

POBLACIÓN	POBLACIÓN DE DERECHO							ÍNDICE						
	1842	1877	1900	1930	1960	1991	2011	1842	1877	1900	1930	1960	1991	2011
Almiruete ⁽¹⁾	195	334	259	177	156	-	-	100	171,3	132,8	90,77	80	-	-
Alpedrete de la Sierra ⁽²⁾	122	315	358	489	359	-	-	100	258,2	293,4	400,8	294,3	-	-
Campillo de Ranas ⁽³⁾	515	827	742	577	445	120	189	100	160,6	144,1	112	86,41	23,3	36,7
Casa de Uceda ⁽⁴⁾	542	543	495	562	388	126	126	100	100,2	91,33	103,7	71,59	23,25	23,25
Patones	191	284	292	380	365	338	518	100	148,7	152,9	199	191,1	177	271,2
Puebla de Valles	269	325	299	352	296	80	81	100	120,8	111,2	130,9	110	29,74	30,11
Retiendas	212	371	424	335	395	45	55	100	175	200	158	186,3	21,23	25,94
Semillas ⁽⁵⁾	76	218	125	211	152	31	39	100	286,8	164,5	277,6	200	40,79	51,32
Tamajón ⁽⁶⁾	486	612	633	642	456	187	180	100	125,9	130,3	132,1	93,83	38,48	37,04
Torrelaguna	3.029	2.252	2.328	2.509	2.572	2.553	4.774	100	74,35	76,86	82,83	84,91	84,29	157,6
Torremocha del Jarama	268	157	164	220	214	237	847	100	58,58	61,19	82,09	79,85	88,43	316
Tortuero	156	279	246	243	211	38	18	100	178,9	157,7	155,8	135,3	24,36	11,54
Uceda	401	689	733	727	653	490	2.601	100	171,8	182,8	181,3	162,8	122,2	648,6
Vado, El ⁽⁷⁾	215	327	333	269	216	-	-	100	152,1	154,9	125,1	100,5	-	-
Valdepeñas de la Sierra ⁽⁸⁾	284	774	752	789	556	258	192	100	272,5	264,8	277,8	195,8	90,85	67,61
Valdesotos	128	175	144	179	187	43	25	100	136,7	112,5	139,8	146,1	33,59	19,53
TOTAL	7.089	8.822	8.671	8.920	7.901	4.546	9.645	100	124,5	122,3	125,8	111,5	64,13	136,1

Notas

- (1) Entre el censo de 1970 y el anterior, este municipio desaparece porque se integra en Tamajón.
- (2) Entre el censo de 1981 y el anterior, este municipio desaparece porque se integra en Valdepeñas de la Sierra.
- (3) Entre el censo de 1981 y el anterior, crece el término del municipio porque incorpora a La Vereda.
- (4) Entre el censo de 1940 y el anterior, crece el término del municipio porque incorpora a Júcar.
- (5) Entre el censo de 1970 y el anterior, este municipio desaparece. A partir de 1981 es de nuevo Semillas.
- (6) Entre el censo de 1970 y el anterior, crece el término del municipio porque incorpora a Almiruete y Palancares.
- (7) En el censo de 1970 figura "sin habitantes". A partir de 1981 el municipio desaparece y se integra en La Vereda.
- (8) Entre el censo de 1981 y el anterior, crece el término del municipio porque incorpora a Alpedrete de la Sierra.

Fuente: Instituto Nacional de Estadística.

En el conjunto de la etapa considerada, la despoblación fue la tónica dominante, pues la mayor parte de las localidades de la zona experimentaron este proceso. En prácticamente todas ellas los descensos más acusados se dieron a partir de mediados del siglo XX, adelantándose la comarca "en unos diez años al proceso general migratorio, que desde 1960 afecta a buena parte de la España rural" y que, en este caso concreto, parece alcanzar sus niveles máximos en los años

70⁵¹. Especial incidencia tuvo ese fenómeno en localidades como Tortuero, Valdesotos, Casas de Uceda, Retuertas y Tamajón, donde la población censada en 2011 es, en todos los casos, inferior al 50% de la que tenían a mediados del siglo XIX.

Solo destacan sobre el conjunto, y superan el índice 100 aunque con niveles muy dispares, las localidades situadas al sur de la comarca, alejadas del área montañosa donde se encuentran las presas, como Torremocha del Jarama, Torrelaguna, Patones y Uceda, que, a pesar de presentar un elevado índice demográfico comparadas con el resto, en 2011 no consiguieron librarse de la losa de la despoblación, al menos hasta finales del siglo XX. Estas localidades, no obstante, se incluyen en el conjunto descrito por situarse en el tramo final del trazado del canal del Jarama, pero a todas luces están emplazadas en otro contexto socioeconómico respecto a los pueblos serranos de las cuencas del Jarama y Sorbe, y se presentan como contrapunto en una evolución diferenciada.

La complicada situación que ha vivido la comarca desde el punto de vista demográfico a lo largo del último siglo queda patente al comparar los municipios estudiados con los del conjunto provincial, de Guadalajara capital y de Madrid (tabla 2.5); se aprecia el enorme desfase existente entre la evolución experimentada, por una parte, en el área de estudio y en la provincia de Guadalajara y, por otro, en las ciudades de Madrid y Guadalajara que, con los espectaculares crecimientos que tuvieron lugar sobre todo a partir de mediados del siglo XX, representan el contrapunto más claro a la situación que se observa en las localidades del entorno de la presa de El Vado (figura 2.2).

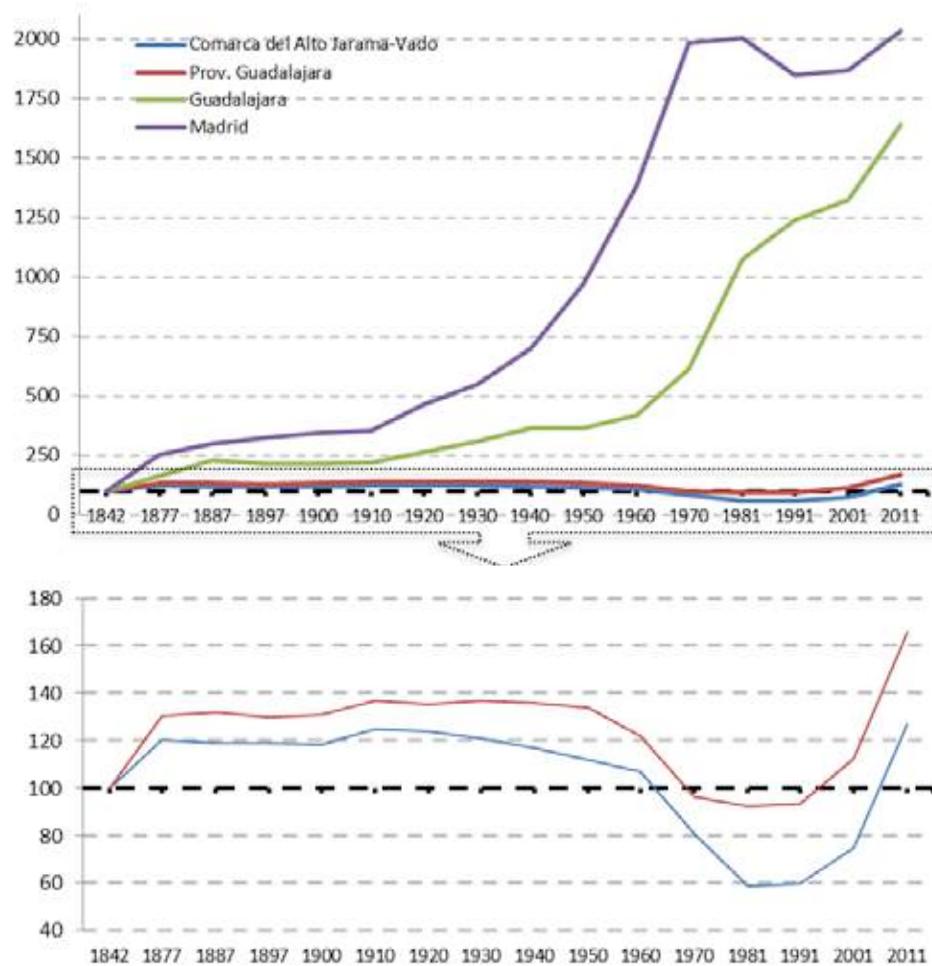
Tabla 2.5. Evolución demográfica de la comarca del Alto Jarama (El Vado a Torrelaguna). 1842-2011

ÁMBITO GEOGRÁFICO	1842	1877	1900	1930	1960	1991	2011
POBLACIÓN DE DERECHO							
Comarca del Alto Jarama-Vado	7.089	9.149	9.004	9.189	8.117	4.546	9.645
Provincia de Guadalajara	155.660	203.017	203.655	213.284	189.585	145.593	257.442
Guadalajara	5.147	8.371	10.944	15.919	21.434	63.649	84.404
Madrid	157.397	400.917	540.109	863.958	2.177.123	2.909.792	3.198.645
ÍNDICE							
Comarca del Alto Jarama-Vado	100	129,06	127,01	129,62	114,50	64,13	136,06
Provincia de Guadalajara	100	130,42	130,83	137,02	121,79	93,53	165,39
Guadalajara	100	162,64	212,63	309,29	416,44	1.236,62	1.639,87
Madrid	100	254,72	343,15	548,90	1.383,20	1.848,70	2.032,21

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (<http://www.ine.es>).

51 Solís Camba, A.; Cabrera Bonet, M.; Manrique Simón, V.: Plan de intervenciones..., op. cit., p. 84.

Figura 2.2. Evolución demográfica de la comarca del Alto Jarama-Sorbe y de la provincia de Guadalajara 1842-2011*. Índice 100 = población en 1842



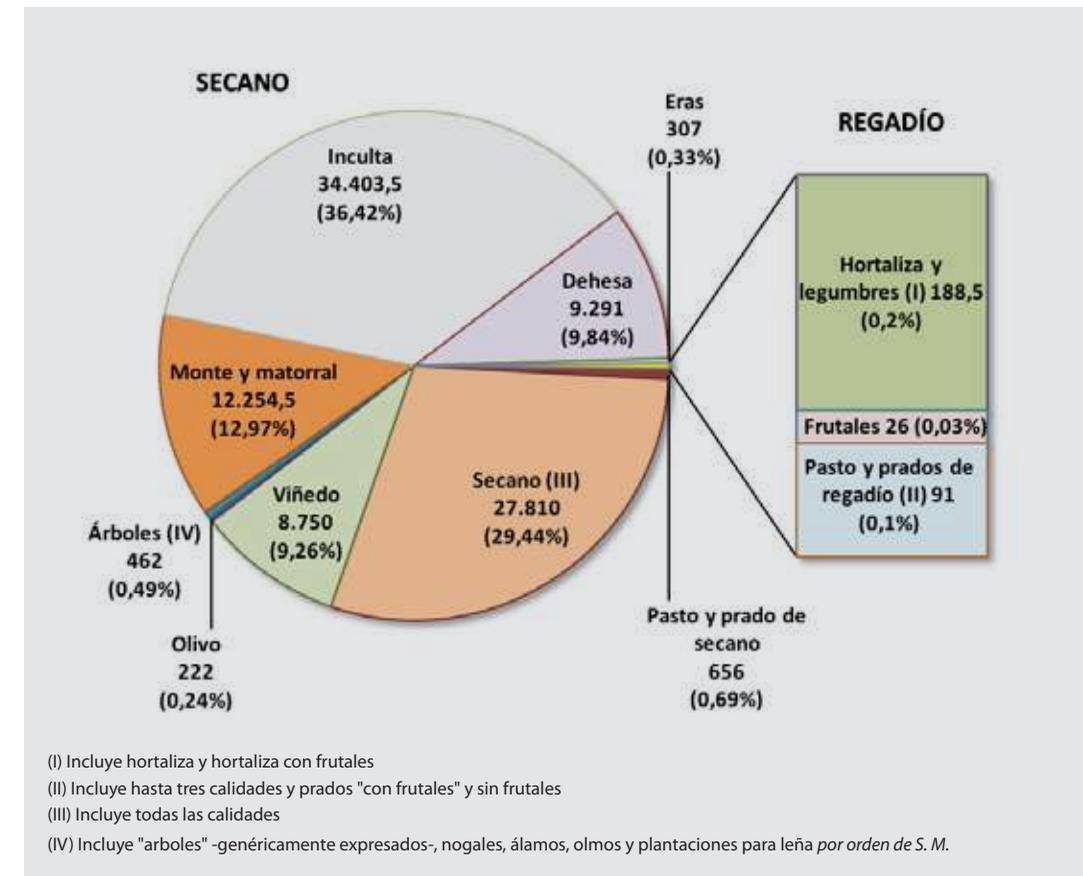
Fuente: Instituto Nacional de Estadística (<http://www.ine.es>).

2.2. Estructura histórica de la propiedad y producción agraria

A pesar de la abundancia de pluviosidad en la Sierra de Ayllón y aparte de los rigores climáticos invernales, la escasa tierra cultivable disponible sobre las formaciones rocosas que predominan en la zona, con laderas que tienen pendientes acusadas y con las principales corrientes de agua

encajadas en el fondo de profundos valles, motivó que la distribución de los usos del suelo en la zona mostraran un panorama apenas beneficiado por el aprovechamiento del agua. La situación imperante a mediados de la centuria ilustrada no puede ser más clarificadora al respecto: apenas un 1% del total de la tierra (poco más de 300 fanegas) estaba dedicada al regadío, gran parte del cual era practicado de manera intensiva en las huertas y parcelas próximas a los propios cascos urbanos, que se servían de los arroyos y regatos, con la excepción de las vegas en el propio Jarama, en El Vado, Bonaval o en Retiendas, aunque de escasa extensión, comparadas con la amplitud de los valles que se van abriendo a partir de Puebla de Valles y especialmente desde Uceda y Torrelaguna. El Sorbe, profundamente encajonado en su tramo alto apenas da oportunidades al regadío.

Figura 2.3. Comarca del Alto Jarama-Sorbe. Distribución de usos del suelo en fanegas a mediados del siglo XVIII



Fuente: Catastro de Ensenada, 1752.

Dejando de lado el propio secano y las tierras de dehesa, la mitad del espacio se repartía entre el monte y matorral, y las tierras incultas (figura 2.3). Un buen ejemplo de ello es el caso de Tamajón, donde, según Aurelio García López, las tierras destinadas a “prados, olmedas, montes, barrancos, dehesas, tierras incultas por naturaleza y peñascales” suponían más de un 92% de la superficie total del término municipal, quedando un exiguo 11,59% para las tierras cultivables, de las cuales apenas cinco fanegas (0,05% del total) se dedicaban al cultivo de regadío⁵².

El escenario no parece haber cambiado mucho unas décadas después, cuando Pascual Madoz describió la comarca. Sin embargo, el autor del *Diccionario* sí que proporcionó toda una serie de datos que, una vez analizados, permiten matizar, siquiera brevemente, la situación de la zona en el sentido de que se trata de una comarca rica en agua pero, en su inmensa mayoría, pobre en tierras aptas para el cultivo y en infraestructuras que permitieran dar un correcto uso agrícola al líquido elemento. Esos recursos vinieron dados por la presencia del propio Jarama y de los arroyos que surcaban los términos de las distintas localidades. Así ocurría, entre otros, en Campillo de Ranas (Madoz, 1845-1850: 260), en Semillas, donde “de los diferentes manantiales que brotan en el término se forman varios arroyos que sirven para fertilizarle en parte [al término]” (Madoz, 1845-1850: 282), o en Puebla de Valles donde su vega, también regada por el Jarama, era calificada de “feraz” aunque “de mediana calidad”.

Durante el siglo XVIII, las localidades situadas en la margen derecha del Lozoya y del propio Jarama fueron protagonistas de los primeros intentos por conseguir recursos hidráulicos permanentes con el objetivo de aplicarlos a la explotación agrícola. En ese sentido, parece que las localidades más beneficiadas fueron Torrelaguna y Patones, donde, desde 1775, Pedro Echaur dio inicio a una novedosa conducción de aguas primero denominada “canal de Uceda” que acabaría tomando el nombre de “canal de Cabarrús”, la primera explotación de alcance en el río Lozoya y precedente de las posteriores derivaciones de agua de su cauce, si bien es cierto que fue abandonado al instalarse a mediados del XIX el primitivo Canal de Isabel II, pues entraba en conflicto con el anterior. Al redactarse el *Diccionario* de Madoz, los efectos de este canal en la agricultura de la zona no parecen haber dejado una huella notable en su economía ya que a finales del siglo, la superficie irrigada con sus aguas apenas si alcanzaba las 50 ha, a pesar de que existían informes que aseguraban que, con un caudal adecuado, esa extensión podía llegar hasta las 850 ha. Precisamente por ello, la importancia del canal de Cabarrús también radica en el hecho de que representa “un precedente original de la disyuntiva entre usos opuestos de un río, agrarios y urbanos, hoy tan viva y entonces ya resuelta a favor de la ciudad frente a un regadío muy pequeño”⁵³.

Lamentablemente, no se cuenta con información que permita comparar y extraer conclusiones definitivas acerca de la extensión del regadío y de los usos intensivos del agua toda vez que el propio *Diccionario* de Madoz (tabla 2.6) solo ofrece datos relativos a las villas de Alpedrete de la Sierra (hoy parte del término de Valdepeñas de la Sierra) y Arbancón, donde la topografía

52 García López, A.: Tamajón en la Edad Moderna. Guadalajara: Diputación Provincial de Guadalajara, 2014, pp. 54-55.

53 López Gómez, A.: “Un canal madrileño caso olvidado: el de Cabarrús en el río Lozoya”. Boletín de la Real Academia de la Historia, 1996, III, pp. 393-442, especialmente pp. 394 y 409.

permite riegos de cierto alcance. Al margen de constatar las diferencias más que significativas en relación a la extensión total de los términos municipales que se ofrecieron un siglo antes, también puede observarse la importancia del secano y, nuevamente, en el caso concreto de Alpedrete, la entidad que adquiere la superficie no cultivada toda vez que de las diez mil aranzadas que se asignan a su término, siete mil trescientas eran ocupadas por el monte.

Tabla 2. 6. Cultivos y recursos vegetales presentes en cada término a mediados del siglo XIX

LOCALIDAD	CEREALES				OTROS CULTIVOS						OTROS RECURSOS			
	Trigo	Centeno	Cebada	Avena	Patatas	Aceite	Viñedo	Legumbres	Frutas	Hortalizas	Leña	Pasto	Bellota	Nueces
Almiruete	*	*						*						
Alpedrete de la Sierra	*	*	*			*								
Arbancón	*	*	*	*		*	*	*	*					
Campillo de Ranas	*	*			*		*			*				
Puebla de Valles	*	*	*			*	*	*				*		*
Retiendas	*	*		*	*		*			*	*			
Semillas		*			*		*	*		*				
Tamajón	*	*	*		*		*			*		*		
Tortuero	*	*	*	*			*				*			
Uceda	*	*	*	*		*	*	*		*	*	*		
Vado, El	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*		

Fuente: Diccionario de Madoz, 1845-1850.

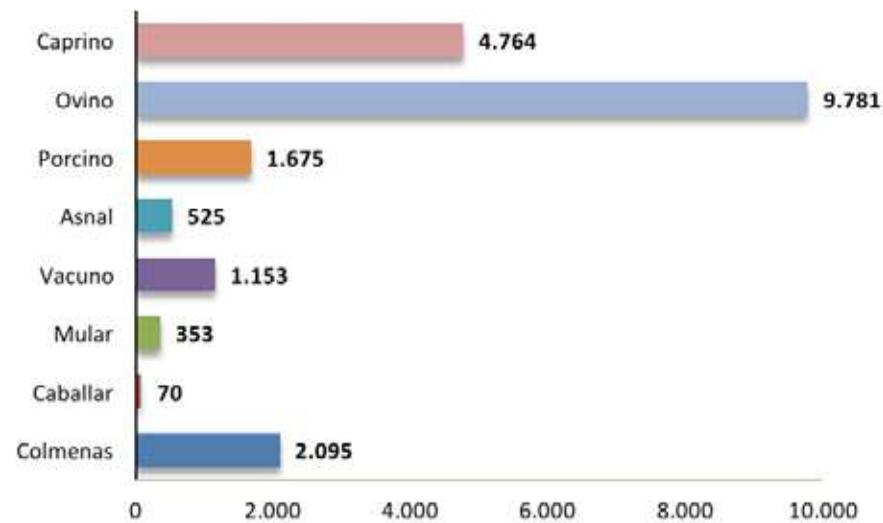
De hecho, todo parece indicar que ésta es una de las constantes que va a caracterizar a la comarca desde el punto de vista del paisaje y de los aprovechamientos y usos del suelo: cereales y hortofrutícolas están siempre presentes como cultivos de referencia que son explotados en las parcelas más cercanas a cada localidad mientras que el bosque (suministrador de madera para la fabricación de utensilios, pero especialmente para carbón) y los pastos ocupan los márgenes de cada término municipal y son más importantes en las localidades de sierra que en las de vega.

2.3. La ganadería, caza y pesca

Esta última cuestión introduce de lleno la problemática de los aprovechamientos ganaderos, en los que nuevamente existen dos situaciones marcadamente paralelas entre los siglos XVIII y XIX. Ovino y caprino son, en ambas centurias, las cabañas con mayor presencia y desarrollo, situación, por otra parte, lógica, en una comarca en la que, tal y como se ha observado antes, el monte y los pastos ofrecían un campo muy abonado para el desarrollo de la actividad ganadera de tipo extensivo (figura 2.4 y tabla 2.7).

Por lo demás, el resto de especies ganaderas que se documentan pueden ser englobadas en dos categorías diferentes: en primer lugar aquella en la que el aprovechamiento es puramente doméstico y se orienta a proporcionar un más que probable complemento alimenticio a la economía familiar (caso del porcino) y, junto a ella, las especies (asnal, vacuno, mular y caballar en menor grado) cuyo uso se destinaba al trabajo agrícola.

Figura 2.4. Distribución del ganado en el siglo XVIII (cabezas / colmenas en unidades)



Fuente: Catastro de Ensenada, 1752.

Aunque habría que estudiar con más profundidad el impacto de la trashumancia en esta comarca serrana, las cifras de ganado parecen referirse a la cabaña estante. A efecto de comparación, en la misma época, y también con datos del Catastro de Ensenada, se han estudiado algunas otras zonas, como la tierra de Zorita, al sur de la provincia de Guadalajara, un conjunto de una veintena de poblaciones ribereñas de los ríos Tajo y Tajuña, que supondría el doble de pueblos



respecto al grupo analizado en el Alto Jarama y Sorbe⁵⁴. Mientras que la proporción de ovejas respecto a cabras es similar en ambas zonas (dos ovejas por cada cabra), y el número medio de animales por localidad también se equipara en las comarcas serrana y ribereña, sin embargo se verifica que existe una proporción más abultada de vacuno y porcino en el alto Jarama y Sorbe, favorecida por la existencia de una mayor extensión de bosques y pastos, respecto a las tierras cultivables. Por el contrario, la cabaña de mulas y asnos es mucho menor en las zonas de montaña, pues su uso como animal de tiro en la labranza no tenía tanta demanda por ser menor la extensión de cultivos. La economía basada en el aprovechamiento racional del bosque parecía predominar respecto a la agricultura, incluidos determinados productos como la lana, cueros, quesos, embutidos y otros derivados de la ganadería, aunque con niveles de producción muy bajos, en una economía de subsistencia. La apicultura añadía productos comercializables, miel y cera, procedentes de un considerable número de colmenas, que superaban los dos millares, una cantidad casi equivalente a las existentes en el doble de pueblos de la comarca del sur de la Alcarria con la que comparamos estas tierras serranas. El recuerdo de las antiguas colmenas que aprovechaban troncos huecos es visible hoy en día en Valdesotos, donde adornan una zona ajardinada en el centro del pueblo (figura 2.5).

54 Fernández Izquierdo, F.: "La ganadería en el territorio alcarreño de la Orden de Calatrava", en López-Salazar Pérez y Porfirio Sanz Camañes (coords.): Mesta y mundo pecuario en la Península Ibérica durante los tiempos modernos. Cuenca, Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha, 2011, pp. 315-368, especialmente, p. 362-364.

Figura 2.5. Colmena tradicional en Valdesotos



Fotografía:
F. Fernández Izquierdo,
julio de 2014.

A todo ello, y como una manifestación más –es cierto que marginal– de los aprovechamientos animales, también habría que añadir las actividades cinegética y pesquera, presentes desde siempre en la comarca y que, a pesar de constituir una muy pequeña proporción del total, siempre constituyeron un complemento a la economía familiar de muchos hogares de la zona⁵⁵.

Tabla 2.7. Recursos animales: ganadería, caza y pesca. Mediados del siglo XIX

LOCALIDAD	OVINO	CAPRINO	VACUNO	PORCINO	ASNAL	MULAR	BUEYES DE LABOR	PESCA	CAZA
Almiruete	*	*	*			*			
Alpedrete de la Sierra	*	*	*	*	*		*		
Arbancón	*	*		*					*
Campillo de Ranas	*	*						*	*
Puebla de Valles	*	*	*	*				*	*
Retiendas	*	*	*		*				*
Semillas	*	*			*	*		*	*
Tamajón	*	*	*	*					*
Tortuero	*		*					*	*
Uceda	*	*	*					*	*
Vado, El	*	*	*					*	*

Fuente: Diccionario de Madoz, 1845-1850.

⁵⁵ Al contrario de lo que suele ser habitual, el Catastro es menos explícito en esta ocasión que el Diccionario de Madoz y solo indica la presencia de 5 pescadores en la localidad de Uceda.

2.4. La percepción del agua: abastecimiento y aprovechamientos molineros

Si bien es cierto que en la zona la importancia de los cultivos de regadío es ínfima, no lo es menos que el agua debe entenderse como elemento clave y fundamental a la hora de comprender la propia presencia humana en la comarca, siempre condicionada a un correcto abastecimiento de agua potable, como en todo asentamiento humano.

En ese sentido, todos los comentarios y descripciones del *Diccionario* de Madoz relativos al “estado y calidad de las aguas”, coinciden en resaltar la existencia de un medio rico en manantiales, la consiguiente abundancia de agua e, incluso, la posibilidad de que el aprovechamiento de tales fuentes hicieran compatibles el abastecimiento humano y las demandas derivadas de la agricultura.

Esa situación era perfectamente visible en el caso de la localidad de Arbancón, en cuyo término “brotan en diferentes sitios 11 fuentes todas de aguas potables, aunque algunas gruesas, que no solamente surten al vecindario para usos domésticos, sino que sirven también –ya se ha visto– para el regadío, cruzando los valles en una multitud de acequias en distintas direcciones” (Madoz, 1845-1850: 192).

Así pues, no faltaba el agua y parece que era suficiente para satisfacer las necesidades de la población presente en la comarca. Distinta cuestión es analizar cómo se percibía su mayor o menor abundancia y en ese sentido puede decirse que también hubo un sentir general encaminado a aceptar que los recursos drenados de la sierra de Ayllón aportaban a los pueblos situados en sus laderas agua suficiente y de una calidad más que aceptable.

Por supuesto que hubo excepciones en la calidad, especialmente en la destinada al abastecimiento de la población, motivadas fundamentalmente por la incorporación de sales cálcicas a los acuíferos debido a la disolución de la roca caliza. En Tamajón, por ejemplo, las aguas procedentes de cinco fuentes “perennes” eran calificadas de “gruesas” (Madoz, 1845-1850: 316) lo cual no evitó que su mantenimiento fuera desde siempre una preocupación del concejo⁵⁶. La situación no era especialmente mejor en Puebla de Valles, donde había “tres fuentes de regulares aguas” y otra más “de buen agua” (Madoz, 1845-1850: 239). Sin embargo, y en términos generales, puede afirmarse que la mayor parte de las localidades contaban con aguas cuya calidad, en lo relativo al abastecimiento humano, estaba sobradamente demostrada. Unos cuantos ejemplos pueden servir para corroborar lo dicho: en Campillo de Ranas “se encuentran varias fuentes de buenas aguas, entre ellas hay una que brota en el cerro de Ocejón” (Madoz, 1845-1850: 260); en Semillas se aseguraba que la fuente que surtía al pueblo era de “esquisitas aguas” (Madoz, 1845-1850: 282); algo parecido ocurría en El Vado, donde había “una fuente de abundantes y finas aguas” (Madoz, 1845-1850: 427) o en Almiruete donde el terreno “áspero, montuoso y de sierra” era apto para que surgieran “manantiales de aguas esquisitas” (Madoz, 1845-1850: 171).

En última instancia, ello es lo que motivó que prácticamente todas las localidades de la comarca pudieran contar con un abastecimiento más que adecuado y que, como muestra de ello, dispusieran de fuentes y manantiales tanto en sus calles como en parajes más o menos cercanos

⁵⁶ García López, A.: Tamajón en la Edad Moderna... op. cit., p. 44.

a cada localidad, de forma que el abastecimiento a todo el vecindario estaba asegurado. Tamajón, por ejemplo, tenía cinco fuentes, todas ellas “perennes” (Madoz, 1845-1850: 316). En otras localidades, la información es algo menos precisa, como en Tortuero, donde se contaba con “varios manantiales” (Madoz, 1845-1850: 407); en Retiendas, donde había varias fuentes (Madoz, 1845-1850: 258); Uceda tenía “muchas fuentes de aguas potables” (Madoz, 1845-1850: 421) y en El Vado, aparte de la localizada en el casco urbano, había “infinidad” a lo largo de su término (Madoz, 1845-1850: 427).

Dejando aparte el propio abastecimiento humano y los usos agrícolas y ganaderos, el agua también fue elemento indispensable en la comarca como fuerza motriz de molinos de agua necesarios para transformar los cereales en harinas.

Ya se ha visto que, como comarca de tipo montañoso, la zona de influencia de los canales del Sorbe y del Jarama se encuentra jalonada de multitud de pequeños arroyos y cursos de agua afluentes a los cauces principales y cuyo caudal fue aprovechado de manera recurrente. De hecho, todo parece indicar que, prácticamente en todas las localidades, la actividad molturadora de grano fue la más importante de las industrias que tuvieron su desarrollo en la comarca de El Vado durante la época preindustrial, y aún después, toda vez que gran parte de estos molinos funcionaron hasta bien entrado el siglo XX. Como elemento museístico se ha restaurado recientemente el entorno del molino de La Vereda, en el arroyo Vallosera, dotándolo de información y una zona recreativa con mobiliario rústico para acoger la estancia de los visitantes (figura 2.6)⁵⁷.

Figura 2.6. Molino de La Vereda



Fotografías: F. Fernández Izquierdo, julio de 2014.

⁵⁷ “Restauran la zona ‘El Molino de la Vereda’ en Guadalajara” Noticia del 13/7/2014. <<http://www.europapress.es/castilla-lamancha/noticia-agricultura-fundacion-caixa-restauran-zona-molino-vereda-parque-sierra-norte-guadalajara-20140713140452.html> [Consulta 2-11-2014]. Este molino tiene data de los años 40 del siglo XX, pese a su aspecto antiguo.

Estos molinos eran, en la mayoría de los casos, pequeños complejos de molienda compuestos por una sola piedra, que proporcionaban una renta no muy alta y frecuentemente eran de propiedad pública, municipal más concretamente.

De la tónica general solo parecen separarse aquellos radicados en Torrelaguna, en Valdepeñas de la Sierra y en Uceda, donde los propietarios y usuarios de los ingenios situados en sus términos gozaron de mayores oportunidades a la hora de obtener una mayor rentabilidad. En parte se debía a la situación de dichas localidades con respecto a las principales vías de comunicación pero también, y sobre todo, a la ubicación de los propios molinos en las riberas del Lozoya y del Jarama, cursos mucho más importantes y caudalosos que los pequeños e irregulares arroyos en que se situaban el resto de artefactos, cuyo funcionamiento –tal y como está reflejado en la tabla 2.8– se veía limitada a unos pocos meses al año. Pese a todo, eran suficientes para atender la demanda de cada localidad, siendo en algunos casos los molinos de propiedad comunal, en la línea de otros aprovechamientos compartidos en estas localidades serranas.

Por lo demás, las aguas del río Lillos sirvieron para hacer funcionar un pequeño batán situado en la localidad de Campillo de Ranas, que era de propiedad privada y, aunque rentaba 1.110 reales anuales, su producción no tuvo que ser ni excesiva, ni de amplio radio geográfico, ni generar muchos beneficios, dado que la mitad de esa renta anual se debía al arrendamiento del propio artefacto. El propio batán estuvo relacionado con las actividades de tipo manufacturero, circunstancia que es explicable en una comarca en la que no faltaron ni materia prima que transformar ni recursos con los que transformarla y en una localidad, la de Campillo de Ranas, en la que muy posiblemente debido a la propia presencia del batán, se localizaron hasta tres maestros tejedores de paños.

Tabla 2.8. Molinos harineros en la comarca del alto Jarama-Vado a mediados del siglo XVIII

LOCALIDAD	MOLINOS	PIEDRAS	RENDIMIENTO	TIEMPO DE MOLIENDA	TIPO DE PROPIEDAD	CURSO DE AGUA
Tamajón	1	1	40 fanegas (560 reales)	6 meses/año	Municipal	Arroyo del Cubo, valle de Retiendas
Almiruete	2	1	742 reales		Municipal	
		1			Particular	
Semillas	1	1		3 meses/año	Particular	Arroyo de San Tirso
Campillo de Ranas	5	1	1.110 reales (500 para el molinero)		Municipal	
		1	600 reales (330 para el molinero)			
		1	550 reales (275 para el molinero)		Particular	
		1			Comunal (Común de Majaerayo)	
		1	1.500 reales (720 para el molinero)		Municipal (villa de El Vado)	
Tortuero	1	1		3 meses/año	Particular	Arroyo Conchuela
Valdepeñas de la Sierra	2		160 fanegas (ganancia del arrendador: 1200 reales)		Municipal	Río Jarama
			130 fanegas (ganancia del arrendador: 700 reales)			
Torrelaguna	2	2	800 reales	5 meses/año	Particular	Arroyo de la Malacuera
			100 reales			
Puebla de Valles	1	-	Inútil		Religiosa	
Uceda	2	2	10.410 reales		Religiosa	Ríos Jarama y Lozoya
		2	Inútil			Río Jarama

Fuente: Catastro de Ensenada, 1752.

2.5. Otras actividades protoindustriales

Finalmente, otra actividad industrial que se desarrolló en la zona fue la relacionada con molinos de aceite, presentes por doble partida en Valdepeñas de la Sierra, Torrelaguna y Puebla de Valles, en cuyos términos la altitud permite plantar olivares, a los que cabría añadir varios molinos de zumaque radicados en Uceda y una pequeña (y poco rentable –apenas dieciséis reales anuales–) tejera de propiedad municipal en Casas de Uceda.

Todo parece indicar que en el siglo XVIII la situación en este campo fue similar a la predominante durante el XIX y que las diferencias (siempre por defecto en esta centuria) son solo achacables a la calidad de las fuentes de información disponibles.

En todo caso, las diferencias fueron escasas ya que molinos de harina, industria de la madera y carboneo (con destino final en Madrid y Alcalá de Henares)⁵⁸ y alguna que otra manufactura menor copaban la práctica totalidad de las actividades de un sector secundario a todas luces raquíptico, orientado casi en su totalidad al autoabastecimiento, ocupando a una mínima parte de la población activa, incluso en los núcleos de mayor tamaño, donde *a priori* podría presuponerse la existencia de una actividad económica de mayor alcance.

Merece recordarse una iniciativa más voluntarista que exitosa desde Arbancón, donde en 1784 se puso en marcha el establecimiento de una Sociedad Económica de Amigos del País, por iniciativa de su alcalde Joseph Hidalgo Gutiérrez. Este ilustrado buscaba mejorar la vida de sus convecinos con el fomento de la educación, las hilaturas y los cultivos arbóreos, aunque sus efectos apenas perduraron⁵⁹. En ese sentido, una de las localidades que se mostró más dinámicas fue Tamajón, donde, en 1827, Carlos Cadot, empresario procedente de Francia, instaló una fábrica de cristal que, poco después, pasó a ser controlada por los Garreta, familia de industriales españoles que, entre otras mercancías, decidieron producir vidrio blanco⁶⁰ (Madoz, 1845-1850: 317). Experiencia ilusionante pero fallida –pues acabó cerrando en torno a 1860–, la factoría de los Garreta representó durante algún tiempo un tímido espejismo que contribuyó a aumentar y diversificar el sector manufacturero, que, hasta ese momento, se había mantenido muy ligado a la madera, a la fabricación de carruajes y a la elaboración de carbón. Actividad ésta última que, ya desde el siglo XVIII, parece que reportó ciertos beneficios a particulares y al concejo y que, incluso, atrajo al pueblo a una pequeña colonia de individuos procedentes de Galicia que se dedicaban a dichos trabajos⁶¹.

Por su parte, Almiruete poseía un molino harinero y el resto de sus actividades industriales se dedicaban a carboneras, corte y conducción de maderas, “de las que construyen algunas piezas para coches y carros” (Madoz, 1845-1850: 171). Similar situación se daba en la hoy desaparecida

58 García López, A.: Tamajón en la Edad Moderna..., op. cit., p. 56.

59 Ballester Jadraque, M.: Arbancón y su legado. Guadalajara: Diputación de Guadalajara, 2010, pp. 184-213.

60 García López, A.: Tamajón en la Edad Moderna... op. cit., pp. 71-78.

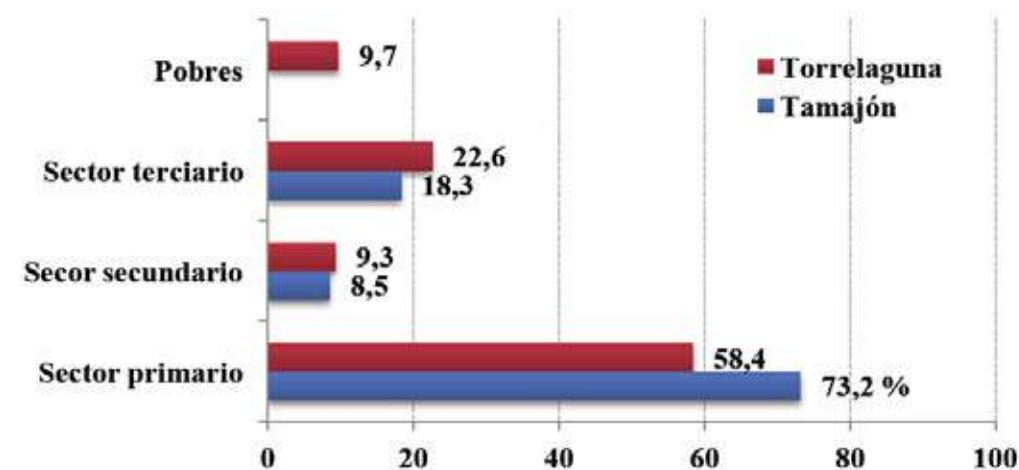
61 *Ibidem*, pp. 56-57.

villa de El Vado, donde a la “industria agrícola” y al trabajo del molino harinero se unía “el carboneo y el corte y preparado de madera de encina y roble para pinas y demás útiles de carros” (Madoz, 1845-1850: 428) o en Uceda, donde el mismo carboneo solo se llevaba a cabo “cuando lo permiten las cortas” (Madoz, 1845-1850: 421). A ellos, finalmente, cabría añadir la presencia de varios telares (de lienzo y paño) en Campillos de Ranas y poco más (Madoz, 1845-1850: 260).

2.6. La estructura socio-profesional: un ejemplo de sociedad rural del Antiguo Régimen

En las fuentes documentales disponibles se evidencia la señalada importancia que tuvo el sector primario y el escaso desarrollo del resto de actividades, que podrían calificarse como marginales y con un marcado sentido auto abastecedor. Esta circunstancia se confirma analizando la información disponible relativa a dos localidades representativas de la zona, como son Torrelaguna y Tamajón, que, por ser los pueblos más grandes de la zona, eran núcleos comarcales de comercio y servicios, lo que facilitaba la existencia de una mayor variedad de oficios y profesiones que en las poblaciones menores, mucho más dependientes de las actividades primarias. Los datos de Torrelaguna y Tamajón, agrupados por sectores productivos (figura 2.7).

Figura 2.7. Distribución socio-profesional por sectores económicos. Torrelaguna y Tamajón



Fuente: Catastro de Ensenada, 1752.



Es clara la existencia en Tamajón de un sector primario más desarrollado que en Torrelaguna, aunque es probable que las diferencias pudieran ser menores ya que resulta posible que el grupo de “pobres”, diferenciado en el caso de Torrelaguna, esté en Tamajón difuminado en el resto de sectores productivos y casi con toda probabilidad de manera mayoritaria en el primario, porque muchos de ellos solían asociarse en algunas localidades al grupo de jornaleros agrícolas. Aparte de ello, los datos confirman que ambas localidades presentaron una economía muy similar, al menos desde el punto de vista estructural.

Los matices –que los hay– vienen solo dados por la distribución de profesiones en cada uno de los dos núcleos. En ese sentido solo cabe añadir que Torrelaguna presentaba un entramado de profesiones mucho más diversificado y que esta mayor variedad era especialmente visible en el caso del sector secundario ya que frente a las cinco profesiones documentadas en Tamajón (herrero, herrador, cantero, albañil y sastre), la localidad madrileña presenta un grupo de dedicaciones mucho más amplio (que incluye también, y entre otros, a confiteros, cordeleros, y carpinteros) a la vez que un mayor número de individuos asociados a cada una de ellas, pues en algunas se documenta no solo la presencia de maestros artesanos sino también de oficiales y aprendices.

Algo parecido ocurre en el caso del sector terciario, donde a los profesionales liberales y gentes de iglesia (los trabajos más habituales y presentes en casi todas las localidades) se añaden, en el caso de Torrelaguna, dedicaciones relacionadas con la actividad comercial tales como tenderos (de mercería y de lienzo) y arrieros, con el mundo de la enseñanza (preceptor de gramática y maestro de primeras letras) y con la gestión de impuestos o de productos distribuidos en régimen de monopolio como el tabaco.

También hubo diferencias en el sector primario aunque en este caso, y dada la significación del sector, interesa remarcar las similitudes al tiempo que se amplía la perspectiva para tener en cuenta el conjunto de la comarca. Si no se considera la insignificante proporción que representa la pesca (solo presente en la villa de Uceda), el primer dato que hay que destacar al respecto es el enorme peso de la agricultura, subsector que aglutinó a más del 93% del total de trabajadores que cabría asociar al primario, mientras que la ganadería (no presente en todas las localidades) apenas alcanzó el 6%.

A su vez, en el ámbito de la actividad agrícola es importante destacar el mayor número de labradores frente a jornaleros que se da, en términos generales, en el conjunto de la comarca (en proporción que casi llega a la de 3 a 2), cifras que siguen siendo superiores, incluso si a los jornaleros se le añaden los mozos y criados, circunstancia que en todo caso, según la tabla 9, puede ser matizable en tanto que hay villas que se ajustan al modelo general (Almiruete, Arbancón o Uceda, entre otras), en otras es a la inversa (Tamajón, Valdepeñas de la Sierra,...) y en otras ni tan siquiera se dispone de datos al respecto.

La tabla 2.9 confirma, al menos en parte, la estructura económica de la zona, con una notable preponderancia de la actividad agropecuaria y forestal frente al resto de sectores productivos, y dentro de ella, el cultivo del secano. También se detecta la existencia de un entramado socio profesional cuya función es la de suministrar lo básico a la población de la comarca y en la que solo

parecen despuntar algunas actividades (como la corta de leña para el carboneo) cuyo producto final estaba destinado a zonas más pobladas entre las que, por supuesto, se encontraba Madrid. Hay que tener en cuenta que las comunicaciones fueron muy precarias hasta el siglo XX, tanto entre estos pueblos (lo que acentuó la sensación de aislamiento a pesar de la relativa cercanía entre ellas), como con los núcleos principales que servían de mercado para las producciones de esta comarca.

Tabla 2.9. El sector agrícola en la comarca del Alto Jarama-Sorbe. Siglo XVIII, vecinos ocupados.

LOCALIDAD	AGRICULTURA				GANADERÍA Y PESCA			
	Labrador	Jornalero	Mozos de campo	Criados de labor	Pastor	Mayoral de pastor	Zagal	Pescador
Tamajón, incluido Retiendas	5	14	26		7			
Almiruete	57	4			3			
Semillas	21		5					
Arbancón	80	6						
El Vado	57		13		3			
Campillo de Ranas	152				23			
Valdesotos		6		2				
Tortuero		15						
Valdepeñas de la Sierra	2	20						
Torrelaguna		200		40				
Puebla de Valles		8						
Uceda	95	44			6			5
Torremonca								
Patones								
Casas de Uceda	29	17				7	7	
TOTAL	498	334	44	42	42	7	7	5

Fuente: Catastro de Ensenada.

3. UN ESCENARIO POCO CAMBIANTE EN LOS ALBORES DEL SIGLO XX

La fotografía fija que representan los datos ofrecidos por el Catastro de Ensenada apenas si había cambiado un siglo después. Incluso si se tiene en cuenta que las informaciones disponibles para la comarca son mucho menos precisas para el siglo XIX, puede afirmarse que la comarca entró en el siglo XX y se enfrentó a los importantes cambios que iba a suponer la construcción de la presa de El Vado (con la desaparición del pueblo incluida) y del canal del Jarama, en una situación que poco había cambiado desde el propio siglo XVIII, al menos desde el punto de vista de los aprovechamientos de los recursos autóctonos, de la actividad económica y de la estructura socio profesional. No obstante, ello no evita que dadas las características de su emplazamiento, el medio en que se inserta y los recursos que poseía (y posee aún hoy) la comarca fuera considerada como un hito de especial relevancia por todos aquellos que perseguían asegurar el suministro de recursos naturales (en el Antiguo Régimen fue la leña y el carbón; en el siglo XX lo sería el agua) para la capital madrileña y su área de influencia. He ahí una de las cuestiones que conviene retener como paso previo a lo que pueda decirse en relación a las presas y canales que se estudian a continuación.

De las informaciones del Catastro de Ensenada correspondientes al siglo XVIII y de las de Madoz un siglo más tarde, se constata que la gestión forestal y ganadera se sostenía con prácticas reguladas para no esquilmar los bosques, muchos de los cuales eran bienes comunales. Aún está pendiente precisar los efectos negativos locales de las desamortizaciones en el siglo XIX⁶² y la evolución posterior de las masas forestales afectadas, en particular en Tamajón, donde se vendieron de bienes de propios y comunales 6.077 fanegas (1.886 ha) incluyendo los montes Abajo y Monteibáñez (1.189 fanegas), además de una importante superficie de baldíos⁶³, aunque puede constatarse que se libraron de las ventas bastantes bosques que afortunadamente permanecieron como bienes comunales de los pueblos. No obstante, la cubierta arbórea era insuficiente, pues hubo de ser corregida a lo largo del siglo XX, en particular, al destinarse el agua del Jarama y Sorbe al abastecimiento urbano de Madrid, Guadalajara y de otras poblaciones del corredor del Henares, con la necesidad de preservar las riberas de los embalses ante los efectos nocivos de los arrastres erosivos en terrenos desprovistos de suficiente vegetación.

En relación a la despoblación más reciente del territorio, en algunos pueblos, como Campillo de Ranas, sus habitantes percibieron una enorme disminución de la cabaña ganadera, que aún se mantenía en niveles aceptables hasta mediados del siglo XX y era uno de los principales medios de vida. A partir de la década de 1950 se aceleró la emigración, coincidiendo con un decaimiento previo de la ganadería, cuyos pastos entraban en conflicto con los planes de repoblación forestal mediante consorcio o expropiación de fincas a los vecinos o a los ayuntamientos, cuando eran

62 López Puerta, L.: La desamortización de Mendizábal en la provincia de Guadalajara. Guadalajara: Diputación Provincial, 1989. Caballero García, A.: Archivos y Desamortización. El Patrimonio documental de Guadalajara en el siglo XIX. Guadalajara: Ediciones Bornova, 2008.

63 González Marzo, F.: La desamortización de Madoz en la provincia de Guadalajara (1855-1896): algunas claves para el conocimiento de la sociedad provincial contemporánea. Guadalajara: Gráficas Minaya, 2008, p. 54 y apéndices. El volumen total de las ventas en la desamortización de Madoz en los pueblos ribereños del Jarama y Sorbe en la provincia de Guadalajara superó las 18.000 fanegas, por un valor de 3.361.657 reales.

bienes comunales, llegando incluso a la compra de términos enteros por el Estado y al abandono de algunos pueblos, que pasó también como resultado de la construcción de la presa de El Vado, aunque en este caso se puede hablar de una extinción plena, pues la estrecha vega junto al río Jarama donde se situaban las mejores tierras agrícolas fue anegada por las aguas del embalse, al igual que las casas del pueblo⁶⁴. A cambio del terreno expropiado se entregaba un pequeño capital a los habitantes que aún quedaban en los pueblos entre 1950 y 1970, que muchos invirtieron en instalarse en zonas urbanas⁶⁵, que estaban en plena expansión tras la industrialización de las décadas posteriores a la Guerra Civil española. Por otro lado, al disminuir la presión demográfica, que nunca había podido ser intensiva en estas sierras como en otras zonas más favorables a la ocupación humana, el beneficiario ha sido el entorno natural, que se ha preservado en un grado merecedor de todas las sucesivas medidas protectoras y que perviven en la actualidad, articulando los intereses del conjunto de la sociedad con la defensa de un patrimonio natural bien conservado.

64 En el archivo técnico de la presa de El Vado se conservan los expedientes de expropiaciones para la presa y pantano, que se llevaron a cabo en dos fases, una primera con el nivel máximo del embalse a la cota 915, lo que anegaba la vega, aunque no las casas del pueblo de El Vado, pero afectaba a fincas ribereñas del Jarama en los términos de Campillo de Ranas, Tamajón, Retiendas y Valdesotos.. En el proyecto del pantano de El Vado de 1910, más de 8 m por debajo de la altura definitiva de la presa, solo se presupuestaba la expropiación de 1,24 ha de regadío, 15,39 ha de secano, 114,72 de monte bajo, 80,164 ha de erial, dos molinos y algunas casas, por importe de 106.645,64 pesetas. Sin embargo, el proyecto de recrecimiento hasta la cota 925, tras la guerra civil, inundaría toda la población excepto la iglesia, situada sobre una loma, y el Estado procedió a la expropiación del término municipal por completo. La documentación municipal de El Vado hubo de pasar a su pedanía de La Vereda, hasta la expropiación por ICONA de este término, y su integración en el municipio de Campillo de Ranas, a cuyo ayuntamiento fueron a parar los documentos de La Vereda. De El Vado solo se conserva el Registro Civil.

65 Véase el caso de Matallana, con las consecuencias trágicas que relata Monje Ciruelo, L.: "Matallana: Éxodo mortal", en Memorias de un niño de la Guerra. Y otros relatos alcarreños. Hechos, sucesos y acontecimientos singulares. Guadalajara: Fundación Rayet, 2005, pp. 61-66.



3

LAS CANALIZACIONES DEL JARAMA DESDE EL SIGLO XVIII HASTA MEDIADOS DEL XX

1. INTRODUCCIÓN

Desde que el rey Felipe II decidiera asentar una corte estable en Madrid en 1561, los ríos de su entorno fueron objeto de numerosas y variadas descripciones, tanto artísticas y literarias como científicas y técnicas. Entre estas últimas se pueden incluir los diversos proyectos de aprovechamiento de agua destinados a satisfacer todo tipo de necesidades, bien fueran para regadíos, pastos, abastecimiento, fuerza o transporte. No dejaron de practicarse los usos tradicionales para obtención de alimento, tanto en la pesca, como en la caza, favorecida por los bosques de los sotos y humedales y riberas, que convirtieron a los frescos parajes del río Jarama en un destino atractivo para alejarse de los calores del verano madrileño, como complemento a los Reales Sitios de Aranjuez y El Pardo.

De todos los ríos que corren próximos a Madrid, el principal es el Jarama, al que afluye el Manzanares tras circundar el casco histórico de la ciudad, un *aprendiz de río*, como se le ha denominado por su escaso caudal, respecto a la importancia política y al tamaño de la población que iba creciendo en sus riberas, comparándolo con las amplias y majestuosas corrientes fluviales que ornamentan otras capitales de naciones europeas con parecida o incluso menor enjundia histórica. El Jarama, aunque está influido por un idéntico clima y nace en la misma cordillera que los ríos Guadarrama o Manzanares, los aventaja a ambos por contar con una mayor cuenca que incluye, además de este último, a las del Lozoya, Guadalix, Henares y Tajuña, como sus principales tributarios, lo que le convierte en el afluente más caudaloso del alto Tajo.

El Jarama, en sus tramos medio y bajo, desde Torrelaguna hasta la desembocadura en el Tajo junto a Aranjuez, discurre por un valle relativamente ancho y con reducida pendiente, lo que le lleva a manifestarse como un río vivo, que abre y abandona tortuosos meandros que dejan islas entre ellos, derrubia las márgenes, presentando un aspecto cambiante que no escapa a la vista de los habitantes de sus riberas. Junto a Talamanca del Jarama el famoso puente de origen romano ha quedado como un barco varado, mientras la caprichosa corriente desplazaba el cauce hacia un lateral de la vega. Por esa misma agresividad de sus aguas, el Jarama ha llegado a capturar al río Manzanares como resultado de las glaciaciones, la erosión remontante y los fenómenos cársticos. El río que flanquea la capital fue primero un afluente directo del Tajo, con el que confluía en las proximidades de Borox, hasta que los meandros del Jarama rompieron la divisoria de aguas y desviaron al Manzanares hacia el este en el entorno de Villaverde, introduciéndose en los llanos que surca el arroyo Butarque⁶⁶. Estos fenómenos erosivos son paulatinos la mayor parte del tiempo, pero se convierten en catastróficos durante las frecuentes avenidas que ha sufrido el Jarama, documentadas en numerosos registros históricos y con los recientes estudios geológicos y paisajísticos⁶⁷. De hecho, en los últimos siglos, las tierras más cercanas a la desembocadura del Jarama en el Tajo estuvieron dedicadas a sotos y espacios cinegéticos en lugar de a cultivos, debido a la frecuencia y gravedad de las inundaciones en las zonas más próximas al cauce, además de la profundidad relativa con la que el agua discurre respecto a sus inmediatas riberas. Sin embargo, desde mediados del siglo XX la agricultura se ha expandido hacia zonas donde antes había humedales y bosques de ribera, que se han visto reducidos al regularse el río en su cabecera, a partir de la puesta en servicio de las presas en el Jarama y en sus afluentes, en particular el Lozoya, el Guadalix y los que vierten en el Henares⁶⁸.

La idea del Jarama como una corriente caudalosa, de la que se podría obtener agua suficiente para irrigar su amplio valle con cierta facilidad aplicando los medios oportunos, e incluso trasvasarla hacia Madrid, estaba en la mente de quienes dirigían sus miradas a este río con criterios de utilitarismo, espoleados por las carencias del Manzanares, aunque siempre con las limitaciones tecnológicas y económicas de cada época. Desde el siglo XVI se cuenta con testimonios de los efectos de las crecidas⁶⁹, con tales magnitudes en algunas ocasiones, que los pontones para

66 Riba, O.: Terraces du Manzanares et du Jarama aux environs du Madrid. Libro-Guía Excursión C-2, V Congreso Internacional de INQUA, Madrid-Barcelona, 1957. Silva, P. G.: "El Cuaternario del valle inferior del Manzanares (Cuenca de Madrid, España). Estudios Geológicos, 59, 2003, pp. 107-131. El cauce fósil del Manzanares ha quedado al descubierto con las obras de la autopista R-4, según comentó el ingeniero y geólogo, profesor de la Universidad Politécnica de Madrid Ignacio Menéndez Pidal en una excursión al sur de Madrid de la Fundación Ingeniería y Sociedad en octubre de 2014.

67 La bibliografía sobre el río Jarama es amplia, aunque se puede remitir a Uribe Larrea del Val, David: Dinámica y evolución de las llanuras aluviales de los ríos Manzanares, Jarama y Tajo, entre las ciudades de Madrid y Toledo. Tesis doctoral. Madrid: Universidad Complutense, 2008. Molina Holgado, Pedro: "El paisaje natural en la confluencia de los ríos Jarama y Manzanares (Madrid)", *Éria: Revista cuatrimestral de geografía*, 28, 1992, pp. 105-124.

68 Molina Holgado, Pedro y Berrocal Menárguez, Ana Belén: "Dinámica fluvial, propiedad de la tierra y conservación del paisaje de ribera en el entorno de Aranjuez (Madrid, Toledo)", *Estudios geográficos*. 74, N° 275, 2013, pp. 495-522.

69 Bullón Mata, Teresa: "Avenidas fluviales y precipitaciones en las cuencas de los ríos Jarama-Tajo al final del siglo XVI", *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 60, 2012, págs. 77-90. Id.; "La relación de las avenidas y sequías con las avenidas fluviales en los agrobiosistemas del Conjunto Jarama-Tajo al final del siglo XVI", en Galán Gallego, Encarnación; Cañada Torrecilla, Rosa; Fernández García, Felipe (coords.): *Clima, ciudad y ecosistemas: ponencias y conferencias invitadas al VII Coloquio de la Asociación Española de Climatología*, 2010, pp. 337-347.

cruzar el río eran arrastrados, los pequeños puentes instalados sobre el estrecho cauce habitual quedaban anegados o destruidos, y solo era posible atravesar el Jarama con barcas⁷⁰. Así lo manifestaban en Velilla de San Antonio, zona proclive a las inundaciones del Jarama, en cuyas inmediaciones se reciben además las aguas recogidas por el Henares en su extensa cuenca. El contraste a las inundaciones en tiempos lluviosos y de deshielo lo marcaba el estiaje, aunque el Jarama era un río de los que no se secaban en verano, pese a padecer una gran disminución de sus caudales⁷¹. Siguiendo las *Relaciones Topográficas* ordenadas por Felipe II en los años 70 del siglo XVI, se describe cómo el Jarama tomaba cuerpo a partir de la confluencia del Lozoya con el arroyo de Matarrubia, ceñía a Torrelaguna y regaba sus huertas, aún no era caudaloso en Valdetorres, pero sí se le consideraba como tal en Pesadilla⁷² y Fuentefresno, donde había agua todo el año. Sin embargo, desde Fresno del Torote hasta Paracuellos el caudal era escaso en verano y otoño, cuando dejaban de funcionar los molinos instalados en sus riberas, al igual que los del Henares, por lo que habían de trasladarse las moliendas al Tajuña, un río más pequeño pero abastecido regularmente durante todo el año. De las impresiones que se recogieron en las *Relaciones*, el Jarama era el río más caudaloso de todos los que corrían en el ámbito madrileño, fruto de las nieves de su cabecera, pero menguaba en el estío, de agosto a mediados de otoño; el Henares presentaba un estiaje más moderado; el Tajuña, pese a tener el menor caudal de todos, mantenía un flujo más regular durante todo el año.

Como ya se ha apuntado, en los tramos medio y bajo, el río Jarama era atravesado por barcas, y si se construían algunos puentes, de perdurabilidad incierta, no faltaban controversias por el cobro de pontajes⁷³, o por la instalación de defensas frente a las crecidas⁷⁴. El puente principal más antiguo en su tramo medio parece haber sido el de Viveros, en el camino que comunicaba Madrid con Alcalá y Aragón, documentado ya en la época de los Reyes Católicos, pero destruido por diversas crecidas, lo que exigió su reconstrucción en 1543 y posteriormente, hasta recibir la reforma de 1775 que le dotó del aspecto que ha tenido hasta su ensanche para el tráfico de

70 El paso del Jarama con barcas se practicaba en Viveros -cuando se arruinaba el puente-, Rivas, La Mejorada o Arrebatacardos, Soto del Negralejo, San Martín de la Vega, Arganda, Alcobendas y en el Tajo en Aranjuez y Aceca. Corella Suárez, Pilar: "Barcas de río en la geografía madrileña de los siglos XVI a XIX, *Anales del Instituto de Estudios Madrileños*, XXXVIII, 1998, pp. 221-260.

71 El esquema de la opinión de los vecinos ribereños sobre el caudal del Jarama en sus distintos tramos está representado gráficamente por Arroyo Ylera, Fernando: *Agua, paisaje u sociedad en el siglo XVI*, según las *Relaciones Topográficas* de Felipe II. Madrid: Ediciones del Umbral, 1998, p. 32.

72 El Coto Pesadilla es un paraje que prolonga el Soto de Viñuelas hasta la margen derecha del Jarama, en el actual término de San Sebastián de los Reyes. Sobre un altozano, se asentó una aldea desaparecida en la Edad Moderna, que en 1575 aún respondió las *Relaciones topográficas* ordenadas por Felipe II. Martínez Peñarroya, José: "El despoblado de Pesadilla. Arqueología medieval y moderna en el valle del río Jarama". *Anales del Instituto de Estudios Madrileños*, XLVII, 2007, 617-650.

73 Pleito entre el Concejo de Valdemoro y el de San Martín de la Vega, sobre el paso por el río Jarama, que antes se realizaba de forma gratuita a través de barcas, y ahora San Martín de la Vega pretendía cobrar por haber construido un puente (1581, 1591). Archivo de la Real Chancillería de Valladolid, Pleitos civiles, Fernando Alonso (F), leg.179.

74 Ejecutoria del pleito litigado por el Concejo de Madrid, con el Concejo de Arganda del Rey (Madrid), sobre la pertenencia a la villa de Madrid del término llamado de la Matilla, situado junto al río Jarama, y el derribo de la estacada, que los vecinos de Arganda tienen construida en el dicho río, hecha con maderas y piedras, para que no entrase el agua con las crecidas. 1593/04/10. Archivo de la Real Chancillería de Valladolid, Registro de ejecutorias, caja 1736,33.

automóviles a mediados del siglo XX, más la suma de otros puentes adicionales⁷⁵, aparte de estar flanqueado desde el siglo XIX por los destinados al ferrocarril. Más al sur, el camino real hacia Valencia, que atravesaba el cauce del Jarama en Arganda, contaba con barcas cuya explotación económica se repartían los municipios de Madrid y Arganda. Fueron sustituidas desde el siglo XIX por un puente, primero con estructura de madera, luego colgante, cuyas bases de apoyo se vieron afectadas reiteradamente por el movimiento de los meandros⁷⁶, hasta la construcción del puente metálico que entró en servicio en 1910, famoso por su posición estratégica en la guerra civil. Otro puente notable y de gran longitud por la anchura del valle que atraviesa, en una zona donde el cauce del Jarama se había bifurcado en dos ramales paralelos cuando se diseñó la obra, es el Puente Largo o Puente Real (Marcos de Vierna, 1765-1771), entre Seseña y Aranjuez, con fuertes machones y tajamares resistentes a las avenidas. Fue ideado en el marco del *Proyecto Económico* de Bernardo Ward, como parte del desarrollo de una red viaria radial, en este caso en los accesos de Madrid hacia Aranjuez y Andalucía⁷⁷. Por lo dicho, no es casual que las poblaciones ribereñas del Jarama se hayan situado en altozanos, alejadas relativamente del cauce, ante la reiterada virulencia de las crecidas, y que solamente en el siglo XX se hayan permitido asentar en las márgenes próximas al Jarama instalaciones impensables antes de la regulación de sus caudales, entre ellas el aeropuerto de Barajas, en cuya ampliación se ha llegado incluso a desviar el cauce natural del río.

La consideración del Jarama como una corriente fluvial aprovechable es el punto de partida de Amparo Pérez Boldó al investigar los proyectos de canalización al este de Madrid en el siglo XVIII⁷⁸, siguiendo la estela de los geógrafos que han sido sus maestros y que son los principales

75 Se conserva plano de su reforma en 1543. Madrid, Archivo de la Villa, planos, 1-188-63. Acceso en <www.memoriademadrid.es/busador.php?accion=VerFicha&id=26597> [consulta realizada el 10-12-2014]. Pescador del Hoyo, M.C. "El Puente de Viveros (accesos a Madrid en el siglo XVIII)". Anuario del Instituto de Estudios Madrileños, I, 1966, 253-261. Sobre sus reformas en el siglo XX, Sierra, Luis: "Estática, estética y economía", ROP, 94, (julio de 1946), nº 2.775, pp. 309-319. Véase también "El puente de Viveros en San Fernando de Henares", post en el blog Memoria de Madrid, Ayuntamiento de Madrid, publicado el 17 de marzo de 2014. Accesible en <www.memoriademadrid.es> [consulta 10-12-2014].

76 Por ejemplo la que describe en 1868 en relación al puente colgado de Arganda, situado en la carretera de primer orden de Madrid a Castellón. La corriente se iba dirigiendo hacia la izquierda, hasta el punto que cortó la carretera y fue necesario reforzar el terraplén. Como consecuencia de aquellas medidas, el río había variado su corriente, inclinándola hacia la derecha, formando una curva muy pronunciada en las proximidades del estribo derecho, amenazando atacar los cimientos de dicho puente. Se proponía instalar un espigón, incluyendo planos de los niveles de las crecidas del río. Proyecto de encauzamiento del río Jarama en la proximidad del puente colgado. Ingeniero D. Rafael Monares, 1868. AGA. 25/15006.

77 Álvarez de Quindos y Baena Juan Antonio: Descripción histórica del Real Bosque y Casa de Aranjuez. Madrid, 1804. Reed. Ayuntamiento de Aranjuez, 1982. Doce Calles, Madrid, 1993. Capítulo XIV "Puentes y barcas de paso por los ríos Tajo y Xarama". También en Madrid (Comunidad Autónoma), Dirección General de Arquitectura y Vivienda; Fundación Caja de Madrid; Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid: Arquitectura y Desarrollo Urbano. Vol. IX, Aranjuez. "Obras Públicas. Puente Largo sobre el río Jarama. Antiguo Puente Real de Jarama", pp. 656-659.

78 Pérez Boldó, Amparo: Canales y acequias al este de Madrid. Proyectos y realizaciones del siglo XVI al XVIII. Tesis doctoral dirigida por la Dra. Concepción Camarero Bullón. Año 2001. También Pérez Boldó, Amparo y Arroyo Ilera, Fernando: "Madrid: agua, corte y capital en los siglos XVI al XVIII", Boletín de la Real Sociedad Geográfica, 139-140, 2003-2004, pp. 175-210. López Gómez, Antonio: "Proyectos de traída de aguas a Madrid en el siglo XVIII y primera mitad del XIX", Estudios Geográficos, 63, No 248-249, 2002, pp. 385-408. López Camacho y Camacho, Bernardo; Bacones Alvira, María y Bustamente Gutiérrez, Irene de: "Introducción", en Antecedentes del Canal de Isabel II: Viajes de agua y proyectos de canales. Madrid: Canal de Isabel II, 1986.

estudiosos de los desarrollos hidráulicos históricos en el entorno de Madrid: Antonio López Gómez, Fernando Arroyo Ilera y Concepción Camarero Bullón. Estos antecedentes del Canal de Isabel II también fueron sintetizados por Rosario Martínez Vázquez de Parga⁷⁹. Las huertas que aseguraban la provisión de alimentos a la corte se centraron primero en Aranjuez, para luego desarrollarse en el Jarama, entre Rivas y las proximidades de Toledo, y en el Henares, entre Humanes y más allá de Alcalá. El precario abastecimiento de agua a Madrid, junto a un Manzanares de escaso caudal para la creciente población impulsada por la corte de los Austrias, había sido una de las justificaciones del traslado de la capitalidad a Valladolid en 1601 con Felipe III. Tras el regreso definitivo de la corte a Madrid, se intentó resolver la penuria hídrica con los viajes del Alto y Bajo Abroñigal, ejecutados entre 1614 y 1617, coetáneos del viaje de la Castellana (1614-1621), que junto a las norias que elevaban el agua del Manzanares y los numerosos pozos que abastecían la ciudad, padecían notables dificultades⁸⁰, a las que se intentaría dar soluciones eficaces a partir del siglo XVIII.

Pérez Boldó⁸¹ presenta en una secuencia razonada los proyectos más notables que se llevaron a cabo en la centuria ilustrada, y que recorre en su investigación:

- a) La Real Acequia del Jarama, proyectada en el siglo XVI, iniciada en el XVII, construida en el XVIII, mejorada en el XIX y acabada en el XX. Supone la ejecución directa de las obras por la corona, el intento de superar las dificultades técnicas de una obra de ingeniería hidráulica escasamente experimentada, y la aplicación de reglas jurídicas para la práctica del riego en un ámbito campesino poco avezado en el cambio del seco al regadío.
- b) La acequia del Henares, proyectada en el siglo XVIII, pero ejecutada en el XIX. Partía de un proyecto inicial de 1770, impulsado por el conde de Aranda, en una programación general del regadío y planificación del territorio.
- c) Otros proyectos en el Jarama medio para riego o para conducción de aguas al norte de Madrid, que fueron interesantes iniciativas del siglo XVIII, aunque nunca fueron puestos en práctica, son los antecedentes de las obras promovidas por Bravo Murillo. Los objetivos de estos proyectos del siglo ilustrado buscaban la captación de agua en el valle alto del Jarama y en sus afluentes más próximos, Lozoya y Guadalix. En una primera fase aparecieron los proyectos de Martí (1737), Torralva (1738) y Casses (1738), todos con graves limitaciones pues carecían de nivelaciones. En la segunda mitad del siglo XVIII se elaboraron los de Sicre

79 Martínez Vázquez de Parga, Rosario. Historia del Canal de Isabel II. Madrid: Fundación Canal de Isabel II, 2001, pp. 25-32.

80 Solesio, María Teresa: Antiguos viajes de agua de Madrid. Madrid: Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, 1975. Id. "Los Viajes del Agua", en Canal de Isabel II. Ciclo de conferencia sobre el abastecimiento de Agua a Madrid, 1979. Madrid: Ministerio de Obras Públicas, Canal de Isabel II, D.L. 1981, pp. 31-60. Pinto Crespo, Virgilio (dir.): Los viajes de agua de Madrid durante el Antiguo Régimen. Madrid: Fundación Canal, 2010. Guerra Chavarino, Emilio: Los viajes de agua y las fuentes de Madrid: los "viages"-qanat. Madrid: La Librería. 2011.

81 Pérez Boldó, A.: Canales y acequias al este de Madrid..., pp. 489-512. En su estudio, la autora parte de la documentación de la Secretaría de Guerra (Archivo General de Simancas, Guerra Moderna, leg. 3519), más detallada que la manejada en la bibliografía previa, que se basaba en la del Archivo de la Villa de Madrid, Colección de Memorias y apuntes sobre conducciones de agua de los ríos Jarama y Guadalix a Madrid, desde el reinado de D. Juan 2º (1454) al de D. Carlos I (1700). T. 77, Archivo de Villa (Madrid) legajo 3-395-4. 188 fols.

(1768) y Villanueva (1786), de mejor factura, pero sin pasar del estudio a la ejecución, siendo continuados por otros proyectos en el siglo XIX hasta el definitivo de Rafo y Rivera con el Canal de Isabel II.

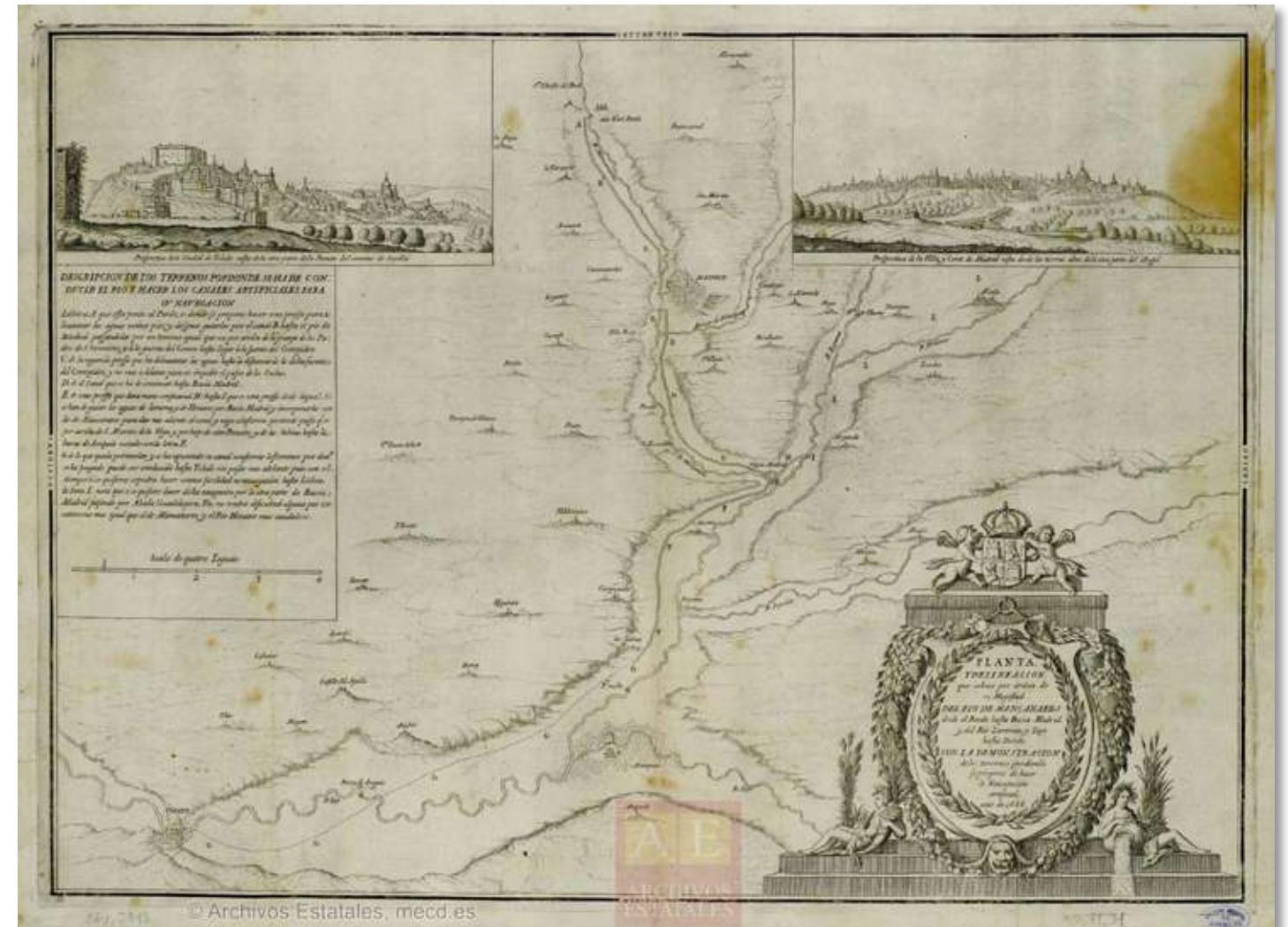
d) Por último, aunque fueron los más antiguos en su concepción, estaban los proyectos para hacer navegable el Tajo enlazado desde Madrid a través del Manzanares y del Jarama. Son básicamente las propuestas de Antonelli en el siglo XVI⁸², Carduchi en el XVII⁸³ y Simón Portero en el XVIII, esta última como proyecto paradigmático de la política hidráulica de la Ilustración, imbuida por la navegación interior, un sueño irrealizable por los escasos caudales y la orografía peninsular⁸⁴.

2. LA NAVEGABILIDAD DEL TAJO, MANZANARES Y JARAMA

Los ilustrados mostraron interés en intentar canalizar el tramo medio y alto del Jarama, desde su confluencia con el Lozoya hasta la del Guadalix, e incluso más al sur. El objetivo no era solo el riego, sino la navegación y el trasvase de agua desde la cuenca del citado río y de sus afluentes en el curso alto, hacia la cuenca del Manzanares, derivando caudales para suplementar los recursos de este último, una necesidad agobiante por el déficit estructural de agua que existía en la capital. La idea del trasvase procedía de principios del siglo XV, circuló en el reinado de Juan II⁸⁵, estuvo presente en los planes de Antonelli⁸⁶ y posteriormente en el de los hermanos Grunenbergh⁸⁷, (figura 3.1) que lo rechazaron por considerarlo extremadamente difícil y centraron el desvío de

agua desde el Jarama al Manzanares cerca de la confluencia entre ambas corrientes fluviales, en las proximidades de Arganda.

Figura 3.1. Carlos y Fernando Grunenbergh: Planta y delineación que se hizo por orden de su Magestad del Rio de Mançanares desde el Pardo hasta Bacia Madrid, y del Rio Xarama y Tajo hasta Toledo. Con la demostración de los terrenos por donde se propone de hacer la Navegación artificial. Año de 1668



82 López Gómez, Antonio; Arrollo Ilera, Fernando; Camarero Bullón, Concepción: "Felipe II y el Tajo", en Martínez Millán, José (dir.): Felipe II (1527-1598): Europa y la monarquía católica: Congreso Internacional "Felipe II (1598-1998), Europa dividida, la monarquía católica de Felipe II", (Universidad Autónoma de Madrid, 20-23 abril 1998), 1998, vol 2, pp. 501-526.

83 López Gómez, Antonio: La navegación por el Tajo: el reconocimiento de Carduchi en 1641 y otros proyectos Madrid: Real Academia de la Historia, 1998.

84 El sueño de la navegación es el subtítulo de la exposición Obras hidráulicas de la Ilustración. [Madrid, Sala los Arcos de Nuevos Ministerios, julio-octubre de 2014]. Comisarios Federico Estrada Lorenzo y Dolores Romero Muñoz. Madrid: CEHOPU, Ministerio de Fomento, 2014. Publicado catálogo con el mismo título, con varios estudios.

85 Se pretendía elevar agua del Jarama desde el puente de Viveros junto a San Fernando de Henares, hasta el pie de la torre de San Pedro el Real, en la calle de Segovia. López Gómez, Antonio: "Proyectos de traída de aguas a Madrid...", p. 386.

86 Mena, José María de: "El gran sueño de Felipe II: Tajo, Jarama y Manzanares, navegables hasta Madrid", Ilustración de Madrid: revista trimestral de la cultura matritense. Madrid: M. Abella y Asociados, 3, n.10 (Invierno 2008-2009), pp. 57-62. Este artículo revisa los proyectos de navegabilidad del Manzanares hasta su conexión con el río Tajo, acceso a Toledo y de allí a Lisboa. En pp. 58-59 reproduce el plano de los coroneles Grunenbergh.

87 Ideas expuestas en el Memorial que los coroneles, Don Carlos, y Don Fernando de Grunenbergh han dado à su Magestad, tocante à la proposicion que tenian hecha, derendir [sic] nauegable à Mançanares desde la otra parte del Pardo hasta Toledo: en que se manifiestan los motiuos ... los fundamentos y razones ... las utilidades ... las condiciones ... y la demonstracion que en virtud del decreto de su Magestad han hecho de los corrientes de dicho río y del de Xarama, [S.l. : s.n., s.a.] 12 h. ; Fol. (30 cm) ca. 1668. Biblioteca Real Academia de la Historia, 9/3658, reproducido en su Biblioteca Digital en <bibliotecadigital.rah.es/dgbrah/118n/consulta/registro.cmd?id=6156 >. Hay también copia digital en la Biblioteca Regional de Madrid, signatura A-Caj.148/3. Romero, Dolores: "La navegación del Manzanares. El proyecto de los coroneles Grunenbergh". Conferencia en Agua, Río y Ciudad. Curso de verano. Madrid, Fundación Juanelo Turriano, 2013.

Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de Simancas, MPD, 71, 031.

Sin embargo, el trasvase desde el Jarama no fue descartado del todo, porque la compañía de Simón Pontero en el contrato con la corona de 1756 para hacer navegable el Tajo⁸⁸, incluía esta concesión en la cláusula quincuagésima primera:

“Que si la compañía pareciese conveniente traer el río Jarama, de manera que le dé entrada en Manzanares, sea por encima del Real Sitio de El Pardo o por los altos de Fuencarral o otras partes, sangrándole para regadíos y otros ingenios, ha de poder hacerlo y tener la misma propiedad, dominio y jurisdicción en este río y sus aguas y aprovechamientos capituladas para los demás ríos”.

La alternativa del trasvase del Jarama también se contemplaba como posibilidad en el proyecto del canal del Manzanares, que acometió Pedro Martiniego en 1770⁸⁹. Las propuestas de trasvase marcaban varios sitios de llegada del canal a la ciudad, considerando primero que, cuanto más elevado, más alto habría de ser el punto de partida, con las dificultades de la nivelación y trazado de las conducciones. En segundo lugar, en función del momento de cada proyecto y de cuál sería el destino del agua, se justificaba el posible trasvase como respuesta a tres objetivos distintos, que podrían complementarse entre sí:

- a) Aumento del caudal del Manzanares para su navegabilidad (propuesta de la época de Juan II, Antonelli, Simón Pontero).
- b) Abastecimiento de agua potable a la ciudad, sustituyendo los *viajes*, un objetivo primordial en los proyectos de la primera mitad del siglo XIX.
- c) Riego de las huertas y jardines próximas a la capital, menos explícito, pero incluido en algunos proyectos (Sicre, Villanueva 1786).

88 Simon Pontero, Carlos de: Papel instructivo, que escribe Don Carlos de Simon Pontero ... para que los que quieran interessarse en la Compañía de la Navegacion de los Rios Tajo, Guadiela, Manzanares, y Xarama ... se enteren de la importancia, y utilidad pública de esta obra ... En Madrid: En la Oficina de Antonio Pérez de Soto, Calle de la Abada, 1756. Id.: Noticia que con permiso de S.M. dà al publico Don Carlos de Simon Pontero... de las obligaciones que ha contraido en su contrata la Compañía de la Navegacion de Tajo y de los privilegios con que S.M. la fomenta, para que los que interessen sus acciones se informen con perfecto conocimiento de las utilidades que promete esta Obra... En Madrid: en la Oficina de Antonio Perez de Soto, Calle de la Abada, 1757. Id.: Colección de los memoriales, planes, y otros papeles que se dieron para reducir navegables los rios Tajo, Guadiela, Jarama, del Consejo de S.M. y alcalde honorario de su Casa y Corte Madrid, 1759. Manuscrito accesible en la Biblioteca Digital de la Comunidad de Madrid, procedente de la Fundación Lázaro Galdiano. Larruga, E.: Memorias... Tomo VI, 1789, pp. 52-126. Este proyecto ha sido estudiado por Arroyo Ilera, Fernando y Camarero Bullón, Concepción: “La Compañía de Navegación del Tajo en el siglo XVIII y el proyecto de Carlos de Simón Pontero”, en Historia, clima y paisaje: estudios geográficos en memoria del profesor Antonio López Gómez. Valencia: Universidad de Valencia, 2004, pp. 75-98. Sobre la navegación en el Tajo, véase también Giménez López, Enrique: “Almadías en el Ebro y en el Consejo de Castilla. El proyecto de navegabilidad de Mateo Jaime (1776-1790)”, en Álvarez, María José Pérez; Rubio Pérez, Laureano M.; Martín García, Alfredo (eds.); Fernández Izquierdo, Francisco (col.): Campo y campesinos en la España Moderna. Culturas políticas en el mundo hispano, Actas de la XII Reunión Científica de la Fundación Española de Historia Moderna, celebrada en la Universidad de León en 19-21 de junio de 2012. León: Fundación Española de Historia Moderna, 2013, pp. 901-909.

89 El proyecto se menciona y se copia el Real Privilegio de 15 de mayo de 1770 en Larruga, Eugenio: Memorias políticas y económicas sobre los frutos comercio, fábricas y minas de España.... Tomo VI, que trata de los ríos, canales, monedas, pesos, ferias, mercados y contribuciones de la provincia de Toledo. Madrid: por D. Antonio de Espinosa, 1789, “Memoria XXXI”, pp. 127-153. También lo hace Cabanes, Francisco Xavier de: Guía General de Correos, Portas y Caminos del Reino de España. Con un mapa itinerario de la Península, por el brigadier de Infantería de los Reales Ejércitos, Madrid: Imprenta de D. Miguel de Burgos, 1830, p. 122.

3. PROPUESTAS DE LA PRIMERA MITAD DEL SIGLO XVIII

Madrid había pasado de 20.000 habitantes al establecerse la corte en 1561, a 90.000 a fines de siglo, 150.000 en 1630, llegó a 175.000 a mediados de siglo, aunque disminuyó hasta 100.000 o 110.000 en 1700. Con el viaje de la Alcubilla disponible a mediados del siglo XVI, que aportaba unos 80 m³/día, se conseguían 3 litros por habitante, claramente insuficiente, aunque fueran completados por otros viajes menores y por pozos. Con las nuevas galerías de los viajes de Alto y Bajo Abroñigal y la Castellana, construidas entre 1614 y 1621, se aumentó el caudal diario a 800 m³, que a mediados del siglo XVIII para los 150.000 habitantes que entonces residían en Madrid, suponía una media diaria de 5,3 litros por persona. A finales del siglo XVIII la población alcanzó los 200.000 habitantes, y diversas obras en los viajes consiguieron aumentar la disponibilidad diaria de agua hasta los 1.392 m³, aunque las oscilaciones entre años secos y húmedos eran notables. Teodoro Ardemans, arquitecto mayor y *Veedor de las conducciones de las aguas* en la corte madrileña también exponía el problema de las minas destinadas a la captación de agua, que horadaban el suelo de Madrid, para su crecimiento urbano, pues se contaminaban por los pozos negros y sus filtraciones⁹⁰. La conocida suciedad de las calles madrileñas desde el siglo XVI solo tendría solución con una mayor dotación hídrica, en la línea de las ideas sobre higiene de la Ilustración. El proyecto de alcantarillado de Madrid de José Alonso de Arce (1735) contaba en su diseño con depósitos de agua que se soltaría para arrastrar las inmundicias vertidas en las conducciones. Poco tiempo antes de la apertura de las obras de la Real Acequia del Jarama, en 1738, hizo público su proyecto Vicente Alonso Torralva, vinculando la traída de agua con la limpieza urbana, proyecto al que se sumaría otro firmado por Joaquín Casses el mismo año. Todos estos autores insistían en la necesidad de importar agua del Jarama para la higiene de Madrid, aunque sus planteamientos fueran arbitristas e insuficientes, como queda patente al analizar sus detalles⁹¹.

En 1737, Andrés Martí, capitán de galeota, en 41 páginas y un mapa⁹² (figura 3.2), proponía construir un canal de trasvase al Manzanares de unos 22 km de longitud, con la toma aguas arriba de Pesadilla, y un coste de 200.000 pesos, aunque no incluyó justificación alguna de esta cifra. Pretendía el riego de 80.000 fanegas en los terrenos atravesados por la acequia, entre el Puente Verde y el Soto de Luzón, en el intermedio desde Madrid a Vallecas. También preveía construir cinco paseos con arboledas, instalar molinos y batanes, al tiempo que se mejoraría la limpieza

90 Ardemans, Teodoro: Fluencias de la tierra y curso subterráneo de las aguas... Madrid: por Francisco del Hierro, 1724.

91 Estos proyectos están incluidos en la Colección de propuestas históricas de traída de aguas a Madrid, conservada en el Archivo de la Villa, y algunas copias en diversas bibliotecas. Pérez Boldó, A.: Canales y acequias al este de Madrid..., pp. 494-498. López Gómez, Antonio: “Proyectos de traída de aguas a Madrid...”, p. 387. Arroyo Ilera, Fernando: “Arbitrismo, población e higiene en el abastecimiento hídrico de Madrid en el siglo XVIII”, Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles, 37, 2004, pp. 257-278, especialmente, p. 262-264. Ya se dio cuenta de estos proyectos de Martí y Torralva en la obra de Larruga, Eugenio: Memorias políticas y económicas sobre los frutos comercio, fábricas y minas de España.... Tomo VI, que trata de los ríos, canales, monedas, pesos, ferias, mercados y contribuciones de la provincia de Toledo. Madrid: por D. Antonio de Espinosa, 1789, pp. 47-51.

92 Licencia de impresión de la obra "Empeño y desempeño... en la conducción del río Jarama a las cercanías de esta Corte" solicitada por su autor, Andrés Martí, capitán de galeota. Archivo Histórico nacional, Consejos, 50633, exps. 2, 53 y 112. Tasación en exp. 76 y 126.



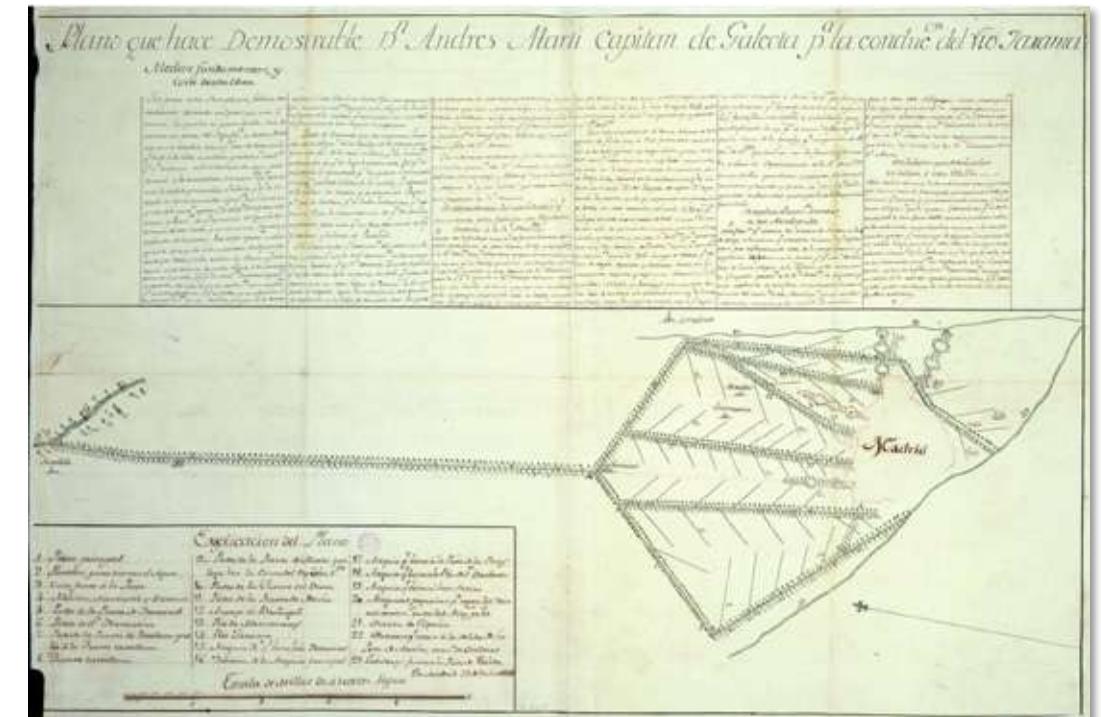
Bosque de galería en la ribera del río Jarama, aguas arriba del puente de Arganda.
F. Fernández Izquierdo 2016.

e higiene de la capital. A cambio de la idea, el propio Martí se proponía como director general de la obra. Se opusieron a la propuesta el arquitecto José Alonso de Arce (que había sido autor de un proyecto de alcantarillado y limpieza de Madrid en 1735⁹³) y Alonso Torralva, autor de otro de los proyectos aludidos. Ambos fueron contestados por Arce en un opúsculo publicado en Madrid en 1738⁹⁴. Las principales críticas a este proyecto radicaban en la nula justificación de su presupuesto, los errores en la nivelación, pues el punto de toma estaba más bajo que el pretendido destino, y se proponía atravesar la divisoria entre el Jarama y el Manzanares en Fuencarral, en cotas excesivamente elevadas. Este inconveniente técnico, se reprodujo en muchos proyectos de la época, que resultaron inviables.

93 Arce, Joseph Alonso de: *Dificultades vencidas y curso natural en que se dan reglas especulativas y prácticas para la limpieza de las calles de esta Corte, por cuyo medio se obvie que en el ambiente se introduzca lo impuro [...]* Propónese varias dificultades con un discurso sobre el gobierno entre Madrid y los dueños de las casas en la práctica de la limpieza. En Madrid, F. Martínez Abad, 1735. Macías, José María, y Segura, Cristina (coords.). *Historia del abastecimiento y de los usos del agua en la villa de Madrid*. Madrid: Confederación Hidrográfica del Tajo-Canal de Isabel II, Madrid 2000, p. 108 y esquemas gráficos reproducidos en p. 104 y 107. "Véase el reciente estudio de Pinto Crespo, Virgilio (dir.): *Historia del saneamiento de Madrid*. Madrid: Fundación Canal, 2015."

94 Arce, Joseph Alonso de: *Discurso gallego, y defensorio a favor de su proyecto intitulado, Dificultades vencidas, sobre la unica y total limpieza de Madrid; su autor don Joseph de Arce...* En Madrid: en la oficina de Diego Miguel de Peralta, 1738.

Figura 3.2. Canal del Jarama. Plano que hace demostrable don Andrés Martí, capitán de galeota, para la conducción del Rio Jarama. [hasta Madrid]. En Madrid 23 de Julio de 1738



Fuente: Biblioteca Nacional, Cartografía MR/43/022. Disponible en la Biblioteca Digital Hispánica, PID bdh0000037211, <bibliotecadigitalhispanica.bne.es/webclient/DeliveryManager?pid=102567&custom_att_2=simple_viewer>.

Por su parte, Vicente Alonso Torralva⁹⁵, arquitecto de origen toledano y profesor de matemáticas, dio a la luz un proyecto fechado en 1738⁹⁶, en el que situaba la presa de derivación en el río Jarama en un punto suficientemente elevado para que el agua pudiese llegar a los altos de Madrid, pero sin definir el lugar de toma. Tampoco resuelve el problema del paso del canal por zonas de tierras movedizas, muestra imprecisiones en el trazado de las zanjas, lo que levantó las críticas

95 Pérez Boldó, A.: *Canales y acequias al este de Madrid...*, pp. 499-503. Arroyo Ilera, Fernando: "Arbitrismo, población e higiene...", pp. 264-266.

96 Alonso Torralva, Vicente: *Empeño español que hace patente el modo de limpiar las calles de Madrid con modo no practicado en España. Propone algunos reparos acerca de la limpieza a el proyecto de D. Andrés Martí y hace patente el modo práctico de la conducción del río Xarama*. En Madrid: por Antonio Sanz, se hallará en su casa..., 1738, en 48 páginas y 59 apartados. Disponible en la Biblioteca Virtual del Patrimonio Bibliográfico <<http://bvpb.mcu.es/es/consulta/registro.cmd?id=397528>>.

posteriores. Proponía un depósito en Fuencarral, que distribuiría el agua en tres porciones, una hacia las tierras próximas al Puente Verde y el Manzanares; otra a oriente, cuyo sobrante volvería al Manzanares por el Soto de Luzón; y la tercera, central, se encauzaría por dos o más viajes, para distribuir el agua en fuentes y estanques. Los caminos, puentes o alamedas previstos, también se mencionan con la misma imprecisión.

El proyecto de Joaquín Casses, abogado de los Reales Consejos y conocedor de las prácticas de riego en la huerta valenciana, se titulaba *Tridente Scéptico de España* (1738)⁹⁷, que según la posterior opinión del ingeniero militar Sicre, “lo ameniza con el enveleso de la fábula” y lo considera fruto de un sueño. Parangonando la obra al coloso de Rodas, la muralla china o las antiguas ciudades de Nínive y Babilonia, y con el estímulo de la productividad del regadío respecto al secano, trabando un discurso abigarrado repleto de citas eruditas, Casses proponía establecer un azud por encima de Pesadilla, y canalizar el agua hasta el Manzanares, allí desde el puente Verde hasta el Soto Luzón, en el interior de Vallecas, más otra conducción hasta Fuencarral, todas ellas provistas de su red de acequias y partidores. Aunque se detiene un poco en la descripción de la presa y el *ladrón* que derivaría el agua del río hacia el canal, junto a aspectos como dedicar a los presos y esclavos de Castilla a la excavación de la zanja, no se planteaba un estudio de la nivelación, fundamental para las conducciones de agua. Este proyecto, junto a los dos anteriores, fue también criticado por José Cadalso, que recogió las opiniones de Sicre al final de una de sus *Cartas Marruecas*, la XXXIV, denominada “Proyectistas”. Aunque el riego parecía dominar los objetivos, el abastecimiento de la ciudad estaba en el fondo de estas propuestas, en particular con la sugerencia del depósito en Fuencarral apuntado por Torralva.

4. PROYECTOS Y PRIMEROS INTENTOS DE CANALIZACIÓN

4.1. Los proyectos del coronel de ingenieros Jorge de Sicre (1767-1770)

Aunque no hubo continuidad en los proyectos de la primera mitad del siglo, durante el reinado de Fernando VI, varios informes se ocuparon de la limpieza y abastecimiento de aguas a Madrid, como los de Antonio de Ulloa en 1750, o Pedro Bort⁹⁸, antes del proyecto urbano integral de Madrid encargado por Carlos III a Sabatini, y concretado en la *Instrucción* de 1761⁹⁹. Un año antes,

97 Casses Xaló Granel de Ribas Altas, Joaquín: *Tridente sceptico en España; physica natural, agricultura no cultivada y magica espermental para acrecentar las cosechas ...*; su autor el Lic. D. Joachin Casses Xalò Granel de Ribas Altas... Madrid: en las Gradas de San Phelipe en el puesto de Pedro Rodríguezse hallará en la librería de Joseph de Cuenas, en la Plazuela de los Herradores, 1738. Licencia de impresión en Archivo Histórico Nacional, Consejos, 50.633, exp. 164. Disponible en la biblioteca Digital de Madrid, <http://bibliotecavirtualmadrid.org/bvmadrid_publicacion/i18n/consulta/registro.cmd?id=74>. Véase Arroyo Ilera, Fernando: “Arbitrismo, población e higiene...”, pp. 266-267.

98 Pérez Boldó, A.: *Canales y acequias al este de Madrid...*, p. 514 y ss. Proyectos de la segunda mitad del siglo XVIII. Se apoya en los diversos trabajos del profesor Antonio López Gómez sobre las obras hidráulicas en este periodo.

99 Macías, J. M^a, y Segura, C. (coords.): *Historia del abastecimiento y de los usos del agua en la villa de Madrid...*, pp. 108-112.

en 1760, el alcalde de Viñuelas sugirió hacer una presa en el Jarama a la altura de Galápagos y derivar el agua hacia la ciudad, pero tampoco aportaba la necesaria nivelación ni los datos técnicos de su viabilidad. Se proponía un canal hasta Hortaleza, y de allí una bifurcación hacia Fuencarral, de donde partían tres ramales hacia el resto de la ciudad, según el plano que se acompañaba.

La llegada del conde de Aranda a la presidencia del Consejo de Castilla impulsó los estudios de canalización del río Henares, así como la traída de agua del Jarama a Madrid. Para analizar la viabilidad de estos últimos, encargó al coronel Jorge de Sicre y Béjar que considerase la alternativa de abastecer a la capital con aguas del Jarama.

JOSÉ DE SICRE

El ingeniero Jorge de Sicre nació en Barcelona, en 1731.

Hijo del también ingeniero militar Jaime de Sicre, ingresó en el cuerpo de ingenieros militares en 1752, tuvo destinos en El Pardo, en la construcción del Canal de Castilla, en Aranjuez, en el Canal Imperial, y en la campaña de Portugal, a las órdenes del conde de Aranda.

Ascendido a teniente coronel en 1763 y destinado a Cataluña, en 1766 se trasladó a la brigada de Ingenieros de Madrid, donde fue comisionado por el conde de Aranda para diseñar un proyecto de trasvase de aguas del Jarama a Madrid a poco de llegar a la Presidencia del Consejo de Castilla. Una vez elaborado el primer proyecto sobre el Jarama, en 1769 Sicre recibió un segundo encargo de proyectar el regadío entre Pesadilla y San Fernando. Posteriormente, en 1771, alcanzaba la jefatura de la brigada de Ingenieros de Madrid, de donde pasó a ingeniero jefe en Gerona en 1781.

Participó en el sitio de Gibraltar y en la expedición a Argel, elaborando varios planos, entre ellos los de las islas Chafarinas.

Murió en Madrid en la segunda mitad de la década de 1780.

Jorge de Sicre trabajó en dos proyectos distintos en el Jarama entre 1767 y 1770. El primero estudió la traída de las aguas del Jarama desde la confluencia con el Lozoya hasta los altos de Santa Bárbara, y el segundo se ocupaba del posible regadío de la ribera derecha del Jarama, desde la confluencia con el Guadalix hasta la del Manzanares, en relación con el proyecto que elaboraba Manuel de Navacerrada en el valle del Henares, pues ambos fueron recogidos en una disertación del conde de Aranda en 1771. El proyecto para el trasvase de agua a Madrid¹⁰⁰ se le encargó a Sicre en 1766, concentrándose su realización entre el 20 de abril y el 22 de

100 Pérez Boldó, A. *Canales y acequias al este de Madrid...*, p. 522 y ss. López Gómez, Antonio: “Proyectos de traída de aguas a Madrid...”, pp. 388-391. Arroyo Ilera, Fernando: “Arbitrismo, población e higiene...”, p. 270 y ss.

Figura 3.3. Mapa de los terrenos desde el confluente o junta de los ríos Lozoya y Jarama, en el término de la villa de Uzeda, hasta Madrid, para la demarcación de un proyecto con que conducir las aguas de este río, por una azequia de regadío que beneficié las tierras de las cercanías de esta Corte. Formado en consecuencia de orden del Excmo. Sr. Conde de Aranda. Madrid, a 18 de enero de 1769. D. Jorge de Sicre y Bejar [rubricado].



Fuente Archivo General del Ministerio de Fomento OH-45.

octubre de 1768 cuando fue concluido. En la memoria¹⁰¹ recoge la tradición de los proyectos realizados desde el de la época de Juan II hasta los de Martí, Torralva y Casses, los Grunenbergs y otros de menor entidad. Proponía la toma del canal en la confluencia del Lozoya con el Jarama, que estaba a 115 pies más alto que la puerta de Santa Bárbara (en la actual glorieta de Alonso Martínez), destino del trasvase. Para comprobar la disponibilidad de agua, realizó sendos aforos el 27 de junio¹⁰², cuando midió un caudal de 23.359 pies cúbicos por minuto (8,43 m³/s), y el 26 de agosto, con el resultado de 5.163 pies cúbicos por minuto (1,86 m³/s) constatándose que aguas arriba no se disponía de caudal suficiente, y más abajo se perdería cota con demasiada rapidez. El punto elegido para la presa fue a la salida del estrecho de las Tablas de Guesa, localizado a media legua al noroeste de Uceda y a 9 leguas de Madrid; se trata de un estrecho casi recto de

una longitud de 2.000 varas¹⁰³ (1.672 m), ceñido en su parte norte por una sierra de peña alta y muy escarpada, mientras que en el mediodía había terreno peñascoso, bien cultivado y superior a las aguas en 35 pies (9,75 m). Con la presa emplazada a la salida del estrecho “estrivándola en las peñas que llaman del Roncadero” se conseguiría una pendiente de un pie de *declinio* por cada mil varas (0,003%), de las 120.000 varas que resultaban de la longitud aproximada del canal. Posteriormente, identificó otra cerrada en el río Lozoya con mayor capacidad, justamente en el Pontón de la Oliva, el mismo lugar que eligieron Rafo y Ribera como origen del canal de Isabel II. En plena redacción del proyecto, y mientras se realizaba la nivelación, descubrió que en el Guadalix se podía conseguir un depósito e iniciar una conducción hacia Madrid sin el gasto de hacerlo desde el Jarama, cumpliendo los objetivos previstos.

101 Copia en el Archivo de Villa, Leg. 4-5-4, de 1844. Citada Ibid.

102 No se precisa si del año 1768 o 1769.

Figura 3.4. Mapa de la Vega del río Jarama, “Mapa original de plancheta de la Vega del río Xarama comprendida entre el confluente del río Guadalix y Vacia Madrid, hecho de orden del Excmo. Sr. Conde de Aranda con el proyecto de una azequia de regadio desde Pesadilla a San Fernando”



Fuente: Jorge Sicre y Béjar. Barajas, 14 de junio de 1770. España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de Simancas, MPD, 22, 49.

Teniendo en cuenta el encargo recibido, Sicre planteó el canal en dos tramos que podían ejecutarse independientemente; el primero, que se desarrollaba entre las Tablas de Guesa y el río Guadalix, tenía una longitud total de 41.000 varas (34.272 m), con 40 pies de *declinio* y un presupuesto de 9.546.695 reales de vellón. Determinó que con el primer tramo se podrían regar 10.625 obradas¹⁰⁴ (4.250 ha).

El segundo tramo tenía su origen en el río Guadalix y finalizaba en Madrid; el cruce del canal con el Guadalix se resolvía bien con un acueducto, bien ejecutando un embalse en ese río, desde el que se conduciría el agua hasta la villa y corte. Tenía una longitud de 85.000 varas (71.052 m), con 64 pies de caída (17,8 m), y un presupuesto de 24.685.019 reales, con el que se conseguiría regar 59.534 obradas de terreno (23.813,6 ha). El beneficio de la inversión, considerando el regadío, resultaba mucho mayor en el segundo sector, por lo que a juicio de Sicre debería dedicarse a fines agrícolas y puso escaso énfasis en el beneficio del abastecimiento a los vecinos de Madrid¹⁰⁵. El proyecto está acompañado de un excelente mapa¹⁰⁶, cuyo trazado guarda bastante similitud con el del posterior Canal de Isabel II, y fue informado por el coronel Manuel de Navacerrada,

responsable de los trabajos de canalización del Henares. El dictamen del proyecto de Sicre fue positivo, aunque se lo consideró demasiado costoso. El conde de Aranda, a la vista del resultado, decidió suspender su ejecución por la escasa rentabilidad económica del proyecto respecto a la inversión exigida.

Aunque no fuera con fines de abastecimiento, merece una mención el reconocimiento de la ribera entre el Guadalix y el Manzanares que Sicre hizo en 1769 para estudiar la viabilidad de mejorar el riego del valle medio del Jarama¹⁰⁷. Proponía una presa de 14 pies de altura, entre Pesadilla y el soto de Argete, para derivar un canal de 4 pies de profundidad, dejando suficiente desahogo a las avenidas y encuentro de los dos ríos. La acequia, dividida en cinco sectores, tendría 24.000 varas (20.062 m), desaguando en el arroyo de la Fontanería, junto a San Fernando de Henares. El coste estimado era de 1.894.422 reales de vellón en una previsión inicial, pero en junio de 1770 la elevaba a 2.046.880 reales, para regar 110.366 fanegas, y con previsión para molinos, batanes y otros artificios. El informe va acompañado por un mapa firmado en 1770, con el canal desde Pesadilla a San Fernando [figura 3.4], y ha sido publicado por Concepción Camarero¹⁰⁸.

104 La obrada es una medida de superficie tradicional Castellana equivalente a 4.000 m².

105 Arroyo Ilera, Fernando: "Arbitrismo, población e higiene...", p. 276.

106 Conservado en el CEHOPU, signatura OH nº 45, fechado y firmado por Jorge de Sicre y Béjar el 18 de enero de 1765. Reproducido por Pérez Boldó, y también publicado por Arroyo Ilera, Fernando: "Arbitrismo, población e higiene...", pp. 273-275. Asimismo lo reproduce, a menor escala, Martínez Vázquez de Parga, Rosario. Historia del Canal de Isabel II. Madrid: Fundación Canal de Isabel II, 2001, pp. 26-27.

107 Pérez Boldó, A.: Canales y acequias al este de Madrid..., pp. 529-531.

108 Camarero Bullón, Concepción: "La planimetría general de Madrid en el contexto de las políticas de conocimiento del espacio y reforma fiscal", en Camarero Bullón, Concepción (dir.): Planimetría general de Madrid. Madrid: Tabacalera 1988, vol. I, pp. 41-80.

4.2. Los proyectos de finales del siglo XVIII: Juan de Villanueva. El canal de Cabarrús¹⁰⁹

El 8 de febrero de 1786 el arquitecto real Juan de Villanueva firmó un proyecto para llevar agua a Madrid apoyado en el de Sicre, que ha sido estudiado por Antonio López Gómez¹¹⁰ (figura 3.5). Su objeto era conducir el agua hasta el estanque del Retiro, ya que por entonces existían serias dificultades de abastecerlo desde Chamartín. A tal efecto, proyectó una gran presa en el río Guadalix, en el “salto del Hervidero”, con 20 varas de altura y una capacidad de 4.387.600 varas cúbicas (2.562.000 m³), una obra de capacidad semejante a la del célebre pantano de Alicante, en el Reino de Valencia: la presa de Tibi, citada en la memoria, como paradigma de muchos proyectos de embalses en el siglo ilustrado, y cuyo perfil convexo hacia aguas arriba es el modelo para la planta de la presa en el Guadalix, según aparece en uno de los planos conservados¹¹¹. Como el volumen de agua que se preveía almacenar era muy importante, se consideró que una parte podría destinarse al riego. La conducción tenía una sección cuadrada de 2 varas (1,67 m) de lado y su trazado era similar al del posterior Canal de Isabel II: San Agustín, San Sebastián de Los Reyes, Alcobendas, hasta Fuencarral. Luego giraba hacia el este por un trazado próximo al de Sicre: Hortaleza, Canillas, Canillejas, cruzando el Abroñigal, y desde allí a Chamartín y al Retiro. Para un trazado de 76.046 varas (63.566 m), el presupuesto se estimó en 8 o 9 millones de reales de vellón, y su plazo de realización en 5 o 6 años, pero no llegaría a ejecutarse. La concepción y traza de este canal eran plausibles, a juicio de los ingenieros Rafo y Ribera, que examinaron la propuesta de Villanueva, aunque consideraban que adolecía de exactitud en su nivelación.

Otra obra hidráulica digna de mención es el canal de Uceda, posteriormente denominado de Cabarrús, que con antecedentes desde el siglo XVII, pudo acometerse finalmente¹¹² por Pedro de Echaz o Echaur hacia 1775 para regar la llamada vega Grande de Uceda, en los términos de Torrelaguna y Torremocha. El punto de toma del canal estaba en un azud en el río Lozoya, y se prolongaba más allá de su confluencia con el Jarama. En 1790 se redactaron unas minuciosas ordenanzas de uso, revisadas posteriormente en 1814, que asignaban al promotor un canon de dos reales por aranzada¹¹³ de tierra y el diezmo de las cosechas¹¹⁴. En 1796 la heredera Antolina

109 López Gómez, Antonio: “Un canal madrileño caso olvidado: el de Cabarrús en el río Lozoya”. Boletín de la Real Academia de la Historia, 1996 III. pp. 393-442. Pérez Boldó, A.: Canales y acequias al este de Madrid..., pp. 531-534.

110 López Gómez, Antonio: “Las obras hidráulicas de Juan de Villanueva (1739-1811) y su adecuación geográfica”, en Historia, clima y paisaje: estudios geográficos en memoria del profesor Antonio López Gómez Valencia: Universidad de Valencia, 2004, pp. 429-448.

111 Plano nº 462 del Archivo General del Palacio Real.

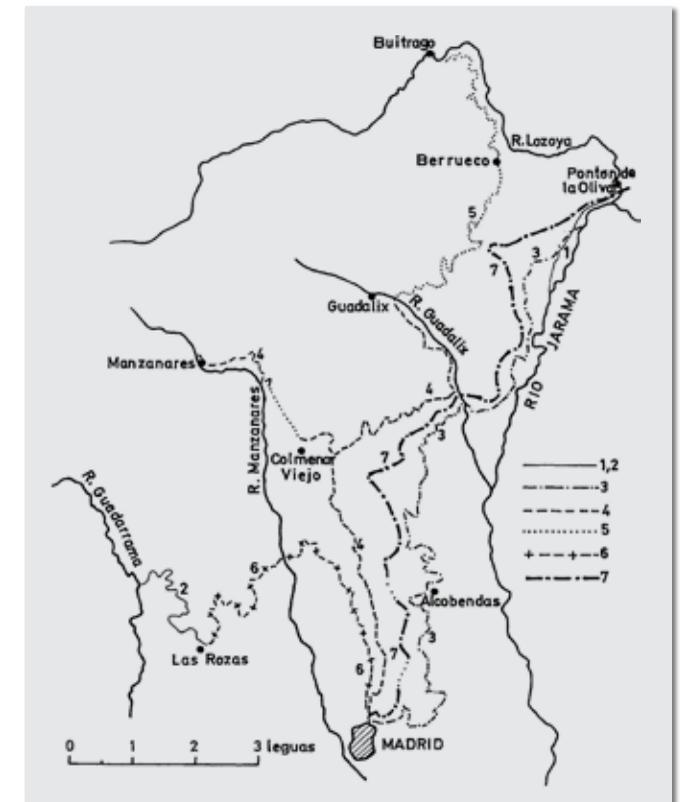
112 López Gómez, Antonio: “El Canal de Cabarrús en el río Lozoya y los decretos de 1824 y 1829 sobre conducción de aguas a Madrid. Las diversas propuestas”. Estudios Geográficos, 221, 1995, pp. 695-710. Id.: “Un canal madrileño caso olvidado: el de Cabarrús en el río Lozoya”. Boletín de la Real Academia de la Historia, 1996, III, pp. 393-442. En Patones de Arriba se mantenía en 2014 un panel explicativo del canal de Cabarrús como en la exposición permanente en el Centro de iniciativas turísticas sobre la historia de este singular pueblo.

113 La aranzada era una medida de superficie que en Castilla equivalía a 4.472 metros cuadrados.

114 Reglamento ú Ordenanzas que deben observar los vecinos, y hacendados de las Villas De Uceda, y Torrelaguna; y Lugares de Torremocha y Patones, y demás que comprenda el regadío de los ríos Jarama, y Lozoya, unidos, ó separados, en la parte que deben usar del riego, en los parages que al presente se riegan, y se regaren en lo sucesivo: su conservación, dirección y gobierno; establecidas por S.M. á consulta de los Señores del Real y Supremo Consejo de Castilla. Año 1790,

Echaz vendió los derechos del agua y el sistema de canalización a Francisco Cabarrús, financiero y político, primer conde de ese título, muy relacionado con los hermanos Carlos y Manuel Lemaur, todos vinculados a la iniciativa del canal del Guadarrama¹¹⁵. Con ellos se continuó la construcción del canal, y acabaron pleiteando. Aunque llegó a alcanzar un trazado de 12 km, apenas pudo regar unas 50 ha en el tramo inicial de forma permanente, casi nada en el resto, a pesar de lo cual contaba con un plan ilustrado de colonización, porque Cabarrús compró también tierras, donde edificó casas para colonos procedentes de Valencia y Vizcaya, construyó almacenes, abrió caminos, pero los resultados no fueron los esperados. Este canal y sus beneficiarios fueron perjudicados por la construcción del Canal de Isabel II¹¹⁶.

Figura 3.5. Proyectos de canalización de agua hacia Madrid, s. XVIII – primera mitad s. XIX



Fuente: López Gómez, Antonio, 2002.

en Madrid, en la Oficina de la Viuda de Marín. 57 p., revisadas en 1814. Archivo del Ministerio de Fomento, inventario nº 4063, leg. 107. Se conserva una copia en relativamente buen estado, en el Archivo Municipal de Tamajón, signatura 1.1.

115 López Gómez, Antonio: “La presa y el Canal del Guadarrama al Guadalquivir y al Océano. Una utopía fallida del siglo XVIII”, Boletín de la Real Academia de la Historia, CLXXXVI/II, 1989, pp. 221-261. Sánchez Lázaro, Teresa: Carlos Lemaur y el canal de Guadarrama. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 1995. Álvarez Martínez, Alfonso; Marín Barragán, Emilio; Mediero Orduña, Luis: “Reforma de la presa de El Gasco”, Revista de Obras Públicas, 2005, 152, (3455), pp. 31-36.

116 Expedientes relativos a los afectados e indemnizaciones en el canal de Cabarrús y los regadíos en Lozoya y Jarama, entre 1859 y 1891, en Archivo Ministerio de Fomento, inventario nº 4063, leg. 107.

5. PROYECTOS DE LA PRIMERA MITAD DEL SIGLO XIX

A principios del reinado de Fernando VII tras su azarosa subida al trono, en 1808 daba unas instrucciones para que se estudiaran tanto los proyectos de conducción de agua a Madrid, como los de navegación por el canal del Manzanares¹¹⁷. Sobre esta base, en 1818, una vez acabada la guerra contra los franceses, José Mariano Vallejo revisó todos los proyectos anteriores (Sicre, Villanueva, Cabarrús), examinó los ríos Guadalix y Lozoya, realizó nivelaciones y propuso un trazado alternativo para un canal destinado al abastecimiento, riego y navegación, pero padecía graves errores de nivelación¹¹⁸.

En 1824, Domingo Cabarrús, heredero y propietario del canal de su familia, obtuvo el apoyo de Fernando VII para construir, en régimen mercantil y con el apoyo del Banco de San Carlos, una presa en Uceda y un canal hasta Madrid, prolongando el que ya existía para riego. En 1829 otro decreto exponía el escaso éxito de la medida anterior, a pesar de que entre ambas fechas Domingo Cabarrús había presentado memorias y proyectos más o menos detallados sobre sus planes, valorando las obras entre 24 y 30 millones de reales, que no pasaron de meras propuestas.

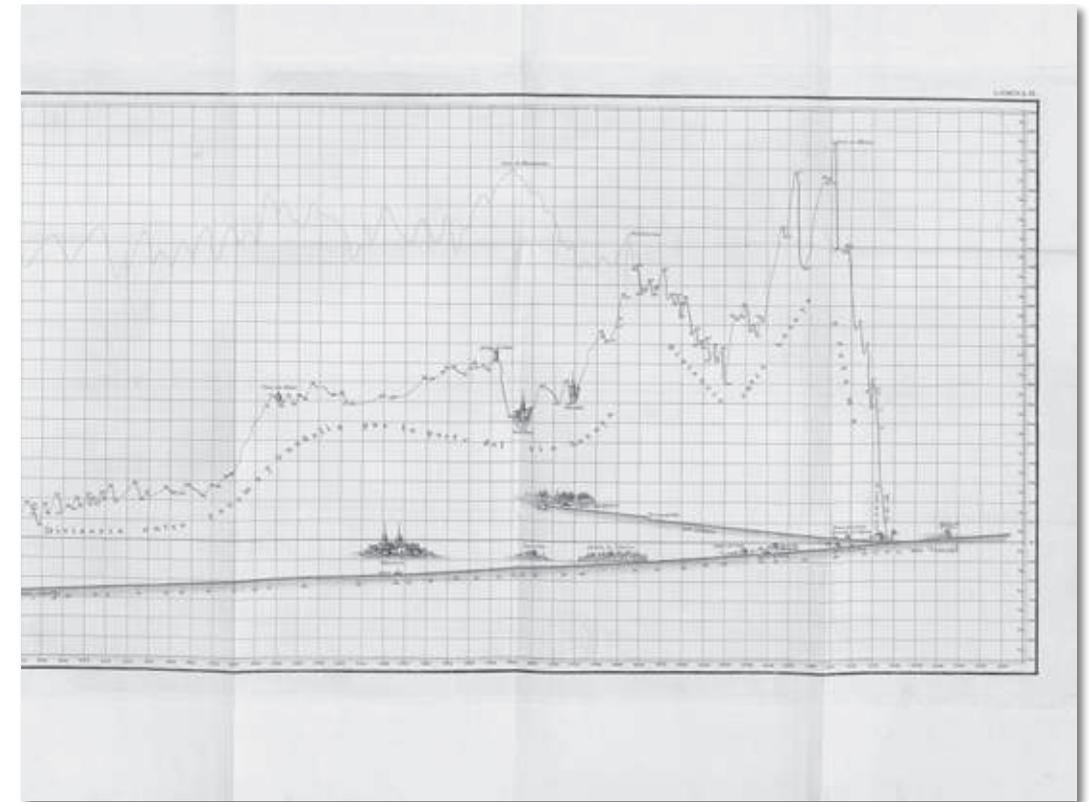
Francisco Javier Barra, comisario de Caminos, publicó en 1828 un método para el trazado de canales, que consistía en identificar las líneas divisorias de aguas entre las cuencas, para buscar los puntos idóneos donde poder cruzarlas, con referencia expresa a la canalización del río Jarama. En 1832 Barra dio a la imprenta un proyecto, promovido desde el consistorio madrileño¹¹⁹, en el que tras examinar las cuencas y ríos al norte de Madrid, se decantaba por tomar el agua desde el Guadalix y el Manzanares, descartando el Jarama por su escaso caudal en verano (figura 3.6). El canal tendría tres ramas, que se reunirían pasado el pueblo de Pedrezuela, con un coste de 37,4 millones de reales, y una capacidad de 1.600 reales fontaneros (aproximadamente 1,50 m³/s), de los que con solo 600 se conseguiría duplicar la dotación para abastecimiento que aportaban los viajes en Madrid hasta aquel momento, y reservar los restantes para riego, además de instalar varios saltos para mover máquinas. Estas ideas fueron cuestionadas por varios informes, que consideraban excesiva la inversión, cuando con menor coste se podría incluso bombear el agua desde emplazamientos más próximos a Madrid, con máquinas de vapor. Pese a las contestaciones del propio Barra, sus ideas no pasaron de proyectos a la realidad.

117 Fernández Talaya, M^a Teresa: "El canal del Manzanares. Un canal de navegación en el Madrid de Carlos III". Anales del Instituto de Estudios Madrileños, XLVI, 2006, pp. 521-546.

118 Martínez Vázquez de Parga, Rosario: Historia del Canal de Isabel II. Madrid: Fundación Canal de Isabel II, 2001, p. 29.

119 Barra, Francisco Javier: Proyecto y memoria sobre la conducción de aguas a Madrid, mandado imprimir con aprobación de S.M. por el Excelentísimo Ayuntamiento de esta M.I. Villa. Madrid, Imp. Real, 108 pp. 2 planos desplegados. Disponible en la Biblioteca Digital Hispánica. Comentario del mismo en Solesio, María Teresa: Antiguos viajes de agua de Madrid..., p. 47 y fig. 18 en p. 62, con el trazado de la propuesta de Barra, y la que finalmente se acometió por Rafo y Ribera.

Figura 3.6. Nivelación de los ríos Lozoya y Jarama, en el "Plano vertical correspondiente al proyecto de conducción de aguas á Madrid", por Barra, Francisco Xavier: Proyecto y memoria de don Francisco Xavier Barra, Comisario de Caminos y Canales ... sobre la conducción de aguas á Madrid ... Madrid: Imprenta Real, 1832



Fuente: Biblioteca Digital de la Comunidad de Madrid. BDCM2009000734 <www.bibliotecavirtualmadrid.org/>. Zona derecha del mapa.

Por su parte, el Jarama no estaba presente en el proyecto de Bonaplata, ceñido al abastecimiento a Madrid desde el Manzanares (1835), que contemplaba trasvasar recursos desde el Guadarrama y embalsarlos en una presa aguas arriba del puente de San Fernando, para posteriormente elevarlos hasta la parte alta de la población mediante una noria junto al puente de Segovia, apoyada con una bomba hidráulica de vapor. Le seguirá el proyecto de Cortijo (1839), similar al de Bonaplata y centrado en el Manzanares, reforzado con trasvases desde el Guadarrama y del Lozoya, con origen en Puentes Viejas. Por otro lado, Miranda aprovechaba el canal del Guadarrama, después de concluida la fallida presa de El Gasco, y continuar por Las Rozas, cruzando el Manzanares por encima de El Pardo, prosiguiendo por la divisoria con el Jarama y dirigiéndose a Madrid por Fuencarral.

Una comisión examinó en 1844 todos estos estudios, considerando especialmente los proyectos de Sicre, Villanueva y Barra, pero ante la disparidad de sus datos, decidieron que se realizaran nuevas nivelaciones y estimaciones de los caudales disponibles. En 1846 se concedió licencia a la compañía La Aurora para suministrar 10.000 reales fontaneros de agua a Madrid, pero fracasó en sus intentos, y se le rescindió el contrato. Estos conocidos precedentes fueron los que vinieron a madurar en la Real Orden de 10 de marzo de 1848 que encargó la realización de un proyecto a los ingenieros Juan Rafo y Juan de Ribera, que finalmente optaron por establecer una presa en el Pontón de la Oliva, en el río Lozoya conectada mediante un canal hasta Madrid.

Rafo y Ribera estudiaron todos los ríos en el entorno madrileño, incluido el Jarama, pero este solamente parecía contar con caudal suficiente junto al puente de Viveros, de donde habría que elevar el agua hacia Madrid con ayuda de un bombeo, lo mismo que si se optase por el Manzanares. Concluida la memoria en diciembre de 1848, su publicación fue aprobada por Real Orden del 6 de febrero de 1849, y finalmente el propio proyecto el 6 de marzo del mismo año, iniciándose las obras de inmediato¹²⁰. La solución elegida estableció la captación desde el Lozoya, con un canal que permitía la llegada del agua rodada a Madrid sin necesidad de impulsión alguna. Por el momento el río Jarama quedaba fuera de los planes del nuevo sistema de abastecimiento que iba a suponer el Canal de Isabel II. El agua del Lozoya llegó a Madrid el 24 de junio de 1858, con la famosa inauguración de una fuente en lo que hoy es la glorieta de San Bernardo.

6. EL JARAMA A FINALES DEL SIGLO XIX

6.1. Canalizaciones y proyectos de trasvases. El Canal de Madrid de Peydró

Con el abastecimiento a la capital garantizado por el nuevo canal desde el Lozoya, en la cabecera del Jarama no faltaron las iniciativas de aprovechamientos, como, por ejemplo, la autorización concedida en 1858 a José Pinilla, vecino de Madrid, para estudiar otro canal de riego partiendo de Puebla de Beleña hasta llegar a Torrelaguna¹²¹.

Gracias a la previsión de Rafo y Rivera en el caudal derivado por el canal de Isabel II, se consiguió atender la demanda de agua de Madrid sin que fuera necesario acometer grandes obras a lo largo de cuatro décadas. Sin embargo, el crecimiento de la ciudad iba poniendo a prueba la capacidad de la conducción. Junto a esta necesidad, en el contexto del regeneracionismo de la España de la Restauración, Salvador Peydró, amparado en la Ley de auxilios a canales y pantanos de riego de 27 de julio de 1883, promovió la redacción del proyecto del *Canal de Madrid*, destinado a aumentar la disponibilidad de agua tanto para el abastecimiento de la población como para usos industriales y agrarios, cuya redacción parece que se concluyó a finales del año 1885. Peydró

intentó también la concesión de canales en Barcelona¹²², Ulldecona¹²³ y en el río Arlanza¹²⁴, aparte de conseguir algunas de ferrocarriles¹²⁵. En el caso de haberse ejecutado el proyecto, es previsible que se hubiera creado una situación conflictiva al entrar en competencia directa con el Canal de Isabel II, que entonces ya contaba con una posición cada vez más consolidada en el abastecimiento de agua a Madrid. La concepción general de esta novedosa propuesta se adelantó en casi dos décadas a los planes que asumiría el propio Canal de Isabel II en los primeros años del siglo XX. El autor del proyecto presentado por Peydró fue el ingeniero Hermenegildo Gorriá Royán¹²⁶, que fue el proyectista de la presa de Escuriza (1879)¹²⁷, del pantano de Híjar (1880)¹²⁸ y del Ferrocarril Económico de Cortes a Borja (1885)¹²⁹, entre otras obras relevantes en Navarra y Cataluña.

122 Archivo del Ministerio de Fomento, 21, nº 23: Embalse en el río Llobregat. Expediente incoado por Salvador Peydró sobre construcción de un pantano en el río Llobregat y construcción de un canal que denomina de Barcelona para riegos, usos industriales y abastecimientos de poblaciones, 1892.

123 Archivo del Ministerio de Fomento, 142, nº 11. Expediente promovido por D. Salvador Peidró y Ramón Adell, solicitando autorización para construir un pantano en Ulldecona. Informe del Ingeniero Jefe. 1888-1890.

124 Archivo del Ministerio de Fomento, 334, nº 4: Ministerio de Fomento. D. G. de Obras Públicas. Negociado de Aguas. Expediente de aprovechamiento de aguas del río Arlanza para el riego en su margen derecha de parte de los términos de Peral y Palenzuela, solicitado por D. Salvador Peydro y D. Alfredo Brea. Burgos, 21 de septiembre de 1909.

125 Archivo del Ministerio de Fomento (documentos actualmente en el Archivo General de la Administración), leg. 12193, proyecto de Ferrocarril de Madrid a Soria, autor D. Salvador Peydró, núm. 1.032, año 1887. Leg. 15470, Concesión para construir el ferrocarril de Alcover a Valls, sin subvención del Estado. D. Salvador Peidró y Pérez. Tarragona. 1877 y Gaceta de Madrid núm. 359, de 24/12/1876, página 751. Junto a otros socios, también gestionó concesiones en Madrid, Guadalajara y la Mancha. Cobos Arteaga, Francisco de los: "Aventureros ferroviarios. Notas sobre la financiación de la red secundaria de los ferrocarriles españoles: El caso de Richard Preece Williams", Cuadernos de Estudios Empresariales, 14, 2004, 9-26, especialmente, p. 12.

126 La identificación del autor técnico de la propuesta se ha conocido gracias al artículo de Rodríguez, J. "El Jarama", La Correspondencia de España, 2 de febrero de 1891. Hermenegildo Gorriá Royán (Huesca, 1843 - Barcelona, 1920), tras formarse en las Universidades de Valencia y Madrid, se graduó como farmacéutico, doctor en Ciencias Exactas y Físico-Químicas, ingeniero industrial y agrónomo. Fue profesor universitario, director de empresas industriales y agrarias, publicó numerosos artículos sobre agricultura e hidrología. Realizó los proyectos de los pantanos de Sagunto, Villanueva y Geltrú e Híjar, y estudios sobre el abastecimiento de agua a la ciudad de Barcelona, a partir de los ríos Cardoner, Ripoll y Cardas. Fue autor de múltiples trabajos de agronomía, hidrología, meteorología y topografía. Reseñas biográficas en Barciela López, Carlos: "Gorriá y Royán, Hermenegildo", en Diccionario Biográfico de los Españoles, Madrid: Real Academia de la Historia, 2009, Tomo XXIV, pp. 451-452, y Gran Enciclopedia Aragonesa, edición 2000. También una nota biográfica por Jaime Lorén, José María de: "Noticias de tres importantes graduados oscenses en la Universidad de Valencia", Argensola, 108, 1994, 249-254.

127 Díez-Cascón Sagrado, Joaquín y Bueno Hernández, Francisco: Ingeniería de presas. Presas de fábrica. Santander: Universidad de Cantabria, 2001, p. 253.

128 Gorriá y Royán, Hermenegildo: "Proyectos de los pantanos de Híjar", Anales de Obras Públicas, VIII, 1880.

129 Museo del Ferrocarril. Signatura AHF-MFM (Archivo Histórico Ferroviario. Museo del Ferrocarril de Madrid). Signatura W-0144-0 01). Noticia que se puede consultar en <www.museodelferrocarril.org/comunicacion/pdf/Proyecto%20del%20Ferrocarril%20de%20Cortes%20a%20Borja.pdf>.

120 López Gómez, Antonio: "Proyectos de traída de aguas a Madrid...", pp. 397-405.

121 Gaceta de Madrid, 232, de 20/08/1858, p. 1.

El 23 de enero de 1886, Peydró se dirigió al Ministerio de Fomento¹³⁰ quejándose de que el Reglamento de la citada Ley de auxilios, publicado el de 9 de abril de 1885, para iniciar el trámite de la concesión de una ayuda a los promotores de canales y presas, les obligaba a consignar el 5 por ciento del presupuesto de la obra. Si no existía una comunidad de regantes, era necesaria la concurrencia de los propietarios de los terrenos afectados a fin obtener la calificación obligada de utilidad pública, para conseguir la subvención del Estado. Tales exigencias, a juicio de Peydró, resultaban muy dañinas a quien estuviera intentando presentar proyectos de canales y pantanos para aumentar la riqueza del país. Tras el esfuerzo de la redacción de los proyectos, el promotor solía quedar sin recursos para el depósito, ni medios para obtenerlos si el proyecto aún no estuviera aprobado. Entendiendo que con su propuesta se pondrían en riego 16.000 ha y se aumentaría el abastecimiento de la capital, solicitaba Peydró la calificación de utilidad pública sin la concurrencia de los propietarios, y que se le liberase del depósito para tramitar su petición. El tiempo transcurría sin una resolución ministerial, lo que movió a que Peydró plantease su proyecto al Ayuntamiento de Madrid, cuyo alcalde lo remitió al Ministerio de Fomento el 30 de julio de 1886, junto a varias actuaciones incoadas para obtener la aprobación del auxilio del Estado. El proyecto que se depositó en el Ayuntamiento constaba de tres tomos de memoria, 137 planos, un tomo de condiciones facultativas, y otros seis de cubicaciones, cuadros de precios, presupuestos parciales y presupuesto general, que quedaron a examen de la Comisión de Obras y de los ingenieros municipales. El promotor estaba dispuesto incluso a ceder la presumible concesión y el proyecto a la Corporación, a cambio de que se le abonase lo que le había costado y se preservaran sus derechos de autor. El 27 de noviembre Salvador Peydró exponía al alcalde que su canal generaría 6.000 litros de agua por segundo, para abastecimiento de la población, regadío, y aprovechamiento de 5.000 CV de fuerza para establecer industrias, y por ello rogaba agilizar la aprobación. Tras un nuevo examen por el Ayuntamiento de Madrid en diciembre de 1886, pasó a estudio de la Comisión de Obras¹³¹, decidiéndose el 7 de diciembre enviarlo a la Diputación Provincial, para que se propusiera lo más conveniente para los intereses de la provincia. Unos meses más tarde, en abril de 1887, la respuesta fue que ni el erario municipal madrileño ni el provincial eran capaces de acometer una inversión de 37.500.000 pesetas y cuya viabilidad solo sería posible concurriendo el máximo auxilio del Estado señalado en la Ley, que para los ayuntamientos era del 50%. No cejaba el promotor en su defensa, pues el 7 de enero de 1888, la comisión informaba que como la petición era de un éxito muy dudoso y aun cuando se concediese por el Gobierno la subvención de la mitad del presupuesto, el Ayuntamiento y la Diputación habrían de acometer grandes desembolsos, inviábiles por el estado financiero de ambas instituciones. El alcalde lo corroboró declarando el día 12 de aquel mes, que sin la aprobación del Ministerio de Fomento no se comprometería a nada.

130 Archivo del Ministerio de Fomento, leg. 703, 20. Expediente fechado iniciado el 23 de enero de 1886 y conclusión en 1895.

131 Pérez, Nicolás: "París, Madrid y Londres", La Correspondencia de España, 30 de diciembre de 1897. Comentaba que desde 1893 se encontraba en el Ayuntamiento el proyecto, incluso con dictámenes favorables, pero no se le había dado respuesta.

El Canal de Madrid, aunque tuvo cierto eco en la prensa de la época, tanto madrileña como de provincias¹³², seguía sin aprobación, por lo que Peydró se decidió a publicar en 1893 un opúsculo con el resumen de su propuesta y un interesante plano¹³³, buscando suscitar mayor interés por esta iniciativa, pero omitiendo curiosamente al ingeniero redactor del proyecto. Se quejaba Peydró de la lentitud e ineficacia administrativa de la Ley y Reglamento para la construcción de embalses, y del tratamiento dado a las construcciones hidráulicas respecto a las subvenciones del Estado que habían recibido los ferrocarriles, como bien conocía.

En todo caso, el Ayuntamiento mantuvo su interés en el proyecto del Canal de Madrid ya que tras un informe positivo del ingeniero director de las Vías Públicas municipales, en la primavera de 1895 el proyecto fue examinado de nuevo por la Comisión 4ª (Obras), que estimó que el coste de 25.000.000 pesetas podría asumirse con la venta de 26.500 reales fontaneros de agua potable, y que cada año los derechos por canon de fuerza motriz y riego, deducidos costes, generarían al Ayuntamiento hasta 2.750.000 pesetas, lo que permitiría acometer iniciativas de industria, agricultura y recreo necesarias en la ciudad. Sobre esa base, la Comisión recomendaba aceptar el ofrecimiento de Peydró de pagarle los gastos del proyecto y asumirlo el propio Ayuntamiento. Con el dictamen favorable, el Consistorio aceptó el acuerdo el 9 de junio, subrogándose en los derechos del promotor. Sería el contratista, una vez aprobada y licitada la obra, quien abonaría los gastos a Peydró, que también aceptó esa condición el 12 de julio. El Ayuntamiento, mediante un escrito dirigido al Ministro de Fomento por el propio alcalde, conde de Peñalver, el 30 de julio retomó la solicitud de subvención. Muy poco tardó en esta ocasión la Dirección General de Obras Públicas en dar respuesta al expediente, pues el 2 de septiembre de aquel año de 1895 se preparó una Real Orden dirigida al alcalde presidente del Ayuntamiento de Madrid, desestimando la pretensión de ayuda, porque el Ayuntamiento ni era una comunidad de regantes, ni de propietarios, según calificaba la Ley a los promotores susceptibles de auxilios, ni se había constituido una asociación de tales propietarios, además de que faltaba una tasación de las obras, en caso de que se interrumpiesen y hubiera de proseguirlas el Estado¹³⁴. La propuesta del *Canal de Madrid* quedó de esta manera definitivamente cancelada¹³⁵.

Conforme al proyecto, la toma del Canal de Madrid se realizaba en una presa establecida en *BuenaVal*, o *BonaVal*, en el río Jarama, situada entre Valdepeñas de la Sierra y Tortuero; el trazado

132 Gracias a las hemerotecas digitales, es posible conocer que se daba noticia sobre la presentación del proyecto al alcalde de Madrid, José Abascal y a varios concejales en "Proyecto del Canal de Madrid", El Liberal (Madrid), del 7 de diciembre de 1886, También se hizo eco La Época (Madrid) el 8 de diciembre y la noticia fue recogida en El Guadalete, periódico político y literario, de Jerez de la Frontera, del 9 de diciembre. Otra noticia positiva sobre el proyecto, ante su olvido, la daba Blas, Juan de Dios: "Canales y pantanos, III", El Avisador Numantino, de Soria, de 31 de mayo de 1900.

133 Peydró, Salvador: Canal de Madrid: proyecto de conducción de seis mil litros de agua por segundo para usos domésticos, riego é industrias con destino a Madrid y pueblos inmediatos. Madrid: Imprenta de Enrique F. de Rojas, 1893, 31 p., 1 h. pleg. de mapa. Biblioteca Regional de Madrid, A-C.45/9. Disponible en Internet en Biblioteca Digital de la Comunidad de Madrid. La memoria está firmada el 1 de julio de 1893.

134 Archivo del Ministerio de Fomento, leg. 703, 20. Este expediente, entre otros documentos originales, contiene la primera solicitud de Peydró al Ministerio de Fomento, con su firma, fechada en 23 de enero de 1886, y la carta del conde de Peñalver al ministro de Fomento el 30 de julio de 1895.

135 Aunque se ha intentado localizar este proyecto en el Archivo de la Villa de Madrid, no ha sido posible encontrarlo aún.

de la conducción discurriría sensiblemente paralelo al del Canal de Isabel II, a mayor cota, siendo posible tomar agua del río Guadalix y del arroyo Sacedón. La capacidad del canal se estimó en 6 m³/s, de los que 1 m³/s se reservaría para abastecer a la parte alta de Madrid que estaba por encima de la cota 670 y que no estaba cubierta por el Canal de Isabel II. Los 5 m³/s restantes se destinarían al riego de 16.000 hectáreas, al tiempo que también se aprovecharían en varios saltos de agua capaces de generar 5.000 CV. Aparte de la riqueza creada por los regadíos y la energía hidráulica, con más agua se mejoraría la salubridad y el embellecimiento de Madrid y los inmuebles de la ciudad se revalorizarían, según Peydró daba cuenta en sus cálculos.

El proyecto de Peydró y Gorriá consistía en un canal principal de 90 km de longitud, dos acequias de alimentación de 17 km, un canal de riego de otros 20 km y 60 km de arterias principales, con siete sifones y 16 acueductos. Desde el término de Valdepeñas de la Sierra, su trazado recorrería los términos de Alpedrete, Casar de Uceda, Uceda, Torremocha, Torrelaguna, El Vellón, El Molar, San Agustín, Colmenar Viejo, Fuencarral y Chamartín de la Rosa. En su llegada a Madrid por Fuencarral, se dividiría en una primera acequia en dirección hacia Hortaleza, mientras que el canal principal desembocaría en un depósito partidario situado en Tetuán, a la cota 711,5, donde se dividiría, a su vez, en tres ramales. El occidental buscaría un salto hacia el Manzanares, a la altura de la Casa de Campo. El central se internaría en el casco urbano de Madrid para abastecer los barrios altos (el agua llegaría a 33 m por encima de la del Lozoya), concluyendo la red en el cruce de las vías del ferrocarril a su paso sobre el arroyo Abroñigal. El tercer ramal, el oriental, cruzaría sobre dicho arroyo a la altura de Chamartín, y se prolongaría por varios ramales: uno hacia Canillas, a la Alameda de Osuna y a Barajas; otro situado a medio camino entre Canillejas y Vicálvaro; ambos ramales concluirían en la cuenca del Jarama. Otros dos se situarían entre Madrid y Vallecas, e incluso más allá de esa población, orientando sus extremos hacia el valle del Manzanares. Aparte de los pueblos mencionados, también se beneficiarían Canillejas, Coslada, San Fernando e incluso Villaverde y Carabanchel, en la ribera opuesta del Manzanares por la que llegaría el canal (figura 3.7).

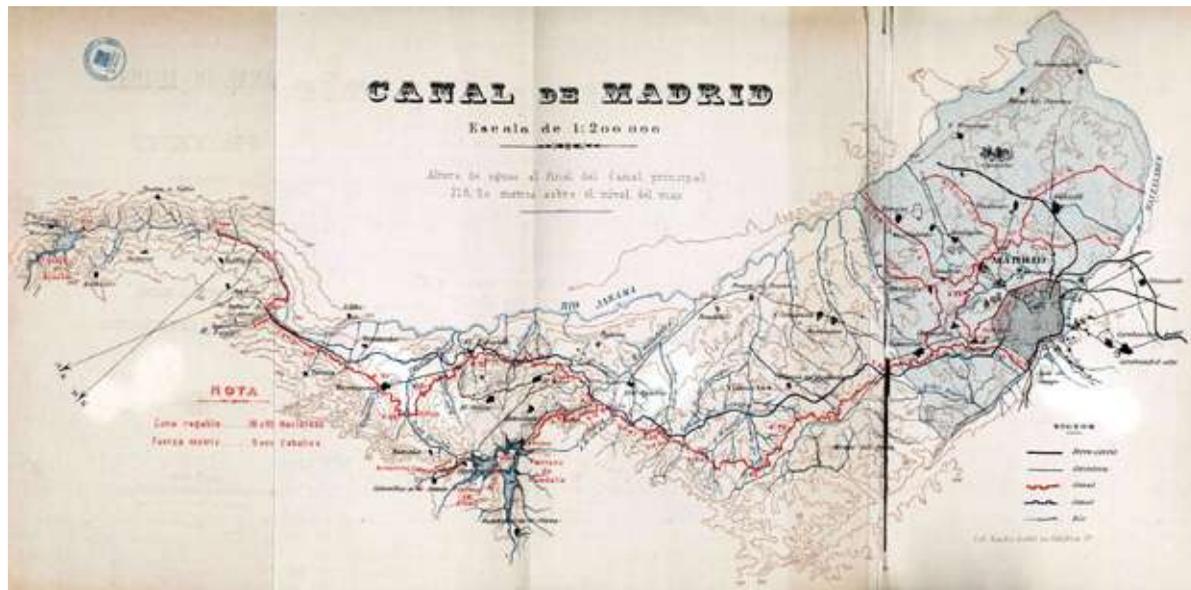
Estimaba Peydró que el coste de inversión necesaria para construir el *Canal de Madrid*, incluidas las presas, la conducción principal y las acequias, era de 37.500.000 pesetas. Si hubiera que construir las presas y canales en el término de Guadalix, descartadas por el momento, subiría otros 8,7 millones de pesetas, aunque en otra parte del texto esa cifra ascendía a 13,9 millones de pesetas, con lo que la obra completa superaría los 50 millones de pesetas, inversión estimada en conjunto para este proyecto.

Tabla 3.1. Cálculos económicos del Canal de Madrid, de Salvador Peydró

PRESUPUESTO (Pesetas)		
Coste de construcción del <i>Canal de Madrid</i> (a)	37.500.000	
RENDIMIENTO	INGRESOS (Pesetas)	
Riego	1.634.700	
Usos industriales	1.730.570	
Abastecimiento	3.975.000	
Total de ingresos	7.340.270	
GASTOS DE EXPLOTACIÓN Y GESTIÓN	EMPRESARIAL (Pesetas)	MUNICIPAL (Pesetas)
Gastos generales de administración	100.000	
Personal administrativo	62.400	
Material, quebranto de moneda y demás gastos de cobro	30.000	
Personal facultativo	69.400	30.000
Alquiler de oficinas, etc.	25.000	
Conservación	267.600	250.000
Reparaciones extraordinarias	239.278	220.000
Amortización de obras de todas clases	300.000	300.000
Total de gastos de explotación	1.093.678	800.000
Diferencia ingresos – gastos (b)	6.246.592	6.540.270
Rendimiento (b) respecto a coste de construcción (a)	0,1666	0,1744
SUBVENCIONES A LA INVERSIÓN		
Ley de auxilios	0,3	0,5
Reducción sobre 37,5 millones de pesetas	11.250.000	18.750.000
5.000 litros/segundo a 250 pesetas cada uno	2.250.000	
Total auxilios	12.500.000	
Desembolso aplicadas subvenciones (c)	25.000.000	18.750.000
Rendimiento (b) respecto a coste de construcción subvencionado (c) amortización e intereses	0,2499	0,3488

Los rendimientos estimados pintaban muy suculentos¹³⁶, pero mucho más si el Ayuntamiento de Madrid vendiese los reales fontaneros de abastecimiento y los caballos de fuerza producidos, en lugar de administrarlos, cuyo producto, estimado por Peydró, sería de 17,5 millones de pesetas, con lo que la inversión final quedaría en poco más de 1,3 millones de pesetas, aunque no parecía prudente enajenar tales recursos. El cálculo del precio de coste de la traída de aguas a Madrid también parecía ser mucho más barato que en otras ciudades europeas y españolas.

Figura 3.7. Peydró, Salvador: Canal de Madrid, 1893



Fuente: Biblioteca Regional de la Comunidad de Madrid A-C.45/9.

Pese a no haber pasado del papel a la realidad, resulta especialmente innovadora en el proyecto de Peydró la función y localización de un embalse en el Guadalix, prácticamente en la misma ubicación que actualmente tiene el de Pedrezuela, así como la propuesta del pantano en Bonaval, que se manejó hasta mediado el siglo XX, si bien la elección definitiva de una presa en el Jarama se situaría finalmente en El Vado. Aunque el trazado del *Canal de Madrid*, era distinto en la cabecera del que diseñó Ramón de Aguinaga para el canal del Jarama, en su tramo medio guarda

136 Desde luego, el beneficio del 25% parecía fabuloso, como juzga Rueda Laffont, José Carlos: Madrid, 1900. Proyectos de reforma y debate sobre la ciudad, 1898-1914. Tesis doctoral. Madrid: Universidad Complutense, Facultad de Geografía e Historia, 1993, p. 269 Id.: El agua en Madrid. Datos para la historia del Canal de Isabel II 1851-1930. Fundación Empresa Pública, programa de Historia Económica. Documento de trabajo 9405. Madrid, julio de 1994, p. 60, nota 71.

una gran similitud con el del canal paralelo o canal alto, construido al oeste del canal primitivo, que se inició en 1925 y entró en servicio después de la guerra civil, con idéntica concepción de llevar el agua hasta la ciudad a una altura superior a la del primer canal. Asimismo, el caudal previsto por Gorriá era de 6 m³/s, idéntica capacidad que se asignó al canal alto, al que se le podría inyectar agua procedente del Jarama, desde el depósito superior de Torrelaguna, cuando la conexión con el Jarama estuviera en servicio. La propuesta de Gorriá tenía fundamentos muy razonables, pues tanto su trazado como su capacidad coinciden con proyectos aprobados en la década de 1910, y ejecutados en la siguiente, en el caso del canal alto, mientras que el canal del Jarama lo sería cuatro décadas más tarde. Ramón de Aguinaga, el ingeniero director del Canal de Isabel II que propuso la conexión con el Jarama, contó quizá con la posible inspiración que pudo ejercer en él el proyecto de Gorriá y Peydró, pero si acaso lo conocía, no aparece citado en sus escritos y memorias.

6.2. Los comentarios de Juan de Dios Blas y Martín y otras propuestas de canales

Un año después de la publicación del librito relativo al proyecto de Peydró, y mientras aún se discutía en el Ayuntamiento, Juan de Dios Blas y Martín envió a la imprenta en 1894 otro opúsculo denominado *El Canal del Jarama y la Exposición Universal*¹³⁷. Este autor había publicado diversas obras sobre economía, literatura y pensamiento social¹³⁸, de corte regeneracionista y arbitrista a un mismo tiempo, dentro de su posición como católico. Retomaba las ideas de Peydró, para adornarlas con una propuesta aún más ambiciosa: la celebración de una exposición universal en la capital de España, en la línea de las que se habían prodigado en las principales ciudades del mundo durante la segunda mitad del siglo XIX.

Los argumentos eran fundamentalmente sociales, al haberse duplicado la población de Madrid desde 1855, con el consiguiente aumento del comercio, de la recaudación de impuestos y del valor de los edificios en la ciudad. Sin embargo, se notaba cierto decaimiento desde 1887. Madrid, siendo la capital del reino desde hacía más de tres siglos, solamente comenzó a crecer de forma notable tras 1846, con la doble llegada a Madrid del ferrocarril, seguida del

137 Dios Blas, Juan de: El Canal del Jarama y la Exposición Universal, o sea, el medio de aumentar población de Madrid, sus recursos, comercio y edificios, por... Madrid: Tipografía de los Sucesores de Cuesta, 1894, 53 p. + 11 hoj. +2 pp. Hay ejemplares en la Real Biblioteca y en la Biblioteca Tomás Navarro Tomás, del Centro de Ciencias Humanas y Sociales del CSIC. Entre sus obras de preocupación socioeconómica se encuentran El debe y haber de la nación: comprende la exportación real de productos que hacemos al extranjero,... Madrid: Tip. de los Sucesores de Cuesta, 1892, 159 p. y Pensamientos sociales (en verso). Madrid: Imp. Ibérica, 1911.

138 Se mencionan a continuación algunas de sus obras (disponibles casi todas en la Biblioteca Digital Hispánica). Blas y Martín, Juan de Dios: Las conferencias de Arnaldo y Veremundo, y relación de monumentos y establecimientos más notables de Madrid y su antigüedad, Madrid 1892: Tipografía de los Sucesores de Cuesta). 40 pp. Id. Los cuentos del viejo Madrid, Imp. de Diego Pacheco Latorre, 1887 - 270 p. Id. El debe y haber de la nación: comprende la exportación real de productos que hacemos al extranjero,... Madrid: Tip. de los Sucesores de Cuesta, 1892, 159 p. Id.: Mil pensamientos o Máximas morales, sociales, religiosas, económicas, astronómicas y filosóficas, tratando de la mayoría de las acciones humanas y de los fenómenos que se observan en la naturaleza de los seres creados. Madrid: Imp. Moderna, 1902, 227 págs. Id.: Máximas morales, sociales, religiosas, económicas, astronómicas y filosóficas, tratando de la mayoría de las acciones humanas y de los fenómenos que se observan en la naturaleza de los seres creados. Id.: Pensamientos sociales (en verso). Madrid: Imp. Ibérica, 1911.

agua del Canal de Isabel II, siendo el aumento demográfico también una consecuencia directa del presupuesto del Estado, del que se gastaba un 30 % en la capital. Sin embargo, el límite de abastecimiento de agua impedía el asentamiento de más vecinos, pero también habría que proporcionarles un medio de vida, pues la facilidad disfrutada en Madrid de encontrar trabajo o abrir negocios unos años antes de que escribiera su propuesta De Blas, ya no resultaba posible. El medio para relanzar la economía sería un canal que trajera el agua del Jarama hasta el alto de la Moncloa, y desde allí distribuirla para mover fábricas escalonadas de derecha a izquierda, hasta alcanzar el Manzanares, transformando a Madrid en una ciudad industrial equiparable a las más pujantes urbes europeas y americanas gracias a revolución industrial en el siglo XIX. Se preguntaba Blas si una ciudad donde se pagaba de contribución de inmuebles más de 11 millones de pesetas anuales y de subsidio industrial otros 11,6 millones, no se entendía que no pudiera abordar el proyecto de Peydró, que costaba 50 millones, menos los 15 de la subvención del Estado, con la que aún contaba, pues quedaban en solo 35 millones de pesetas. Esa cifra podría pagarse a razón de 7 millones anuales, y en cinco años tener la ciudad lista para celebrar una exposición universal. Habría que evitar la perniciosa entrada de capitales extranjeros que invertían en ferrocarriles y obras públicas españolas. Por eso, los 50 millones podrían dividirse en acciones a 500 pesetas cada una, y repartirse entre las instituciones que aportaran los subsidios, añadir financiación con sorteos de lotería, aparte de otras subvenciones del Ayuntamiento y de la Diputación Provincial de Madrid, e incrementar durante cinco años en un 10% la contribución urbana e industrial, entregando acciones a los contribuyentes a cambio de los pagos suplementarios. El nuevo canal favorecería que los inmuebles recuperasen su valor, que también había disminuido como consecuencia de los ensanches de la ciudad, que aumentaron la oferta de edificios en tiempos de caída de la demanda. El canal también alimentaría la fuerza de 400 fábricas, con 80 millones de pesetas de producción anual, y un movimiento económico de más de 600 millones, por transacciones y ventas. La exposición universal, durante dos o tres meses estimularía enormemente el comercio de Madrid. Dicha exposición debería ser financiada por el Estado, que tendría en las 30.000 acciones obtenidas por financiar el canal, un patrimonio que vender una vez que la conducción entrara en servicio. Además, el aumento de población y actividad redundaría en el incremento de la recaudación de impuestos. El Ayuntamiento y la Diputación Provincial de Madrid obtendrían las acciones proporcionales a sus aportaciones. Las restantes cifras manejadas, de mejoras en la oferta laboral para los obreros, o la construcción y los alquileres, como consecuencia del mejor abastecimiento de agua en Madrid abundaban en la rentabilidad de la propuesta.

Juan de Dios de Blas entraba seguidamente en el coste del canal, considerando que hacer la presa de Bonaval se llevaría la mitad de los 50 millones de pesetas del presupuesto general, y habría que esperar a un aumento de la demanda, una vez puesta en servicio la conducción. No obstante, informaba que había dos opciones para este pantano en el Jarama, una en el estrecho de las Palomeras, por debajo de Retiendas, que supondría tener que indemnizarles por quedar el pueblo y su vega inundados. Otra cerrada estaba en el Tajadero, más arriba de la población citada, con el inconveniente de que la piedra habría que transportarla dos cuartos de legua, pero sin requerir apenas indemnizaciones.

De Blas era partidario de que toda el agua del nuevo canal llegara íntegra a Madrid, sin repartirse previamente en algunos riegos, como proponía Peydró, quedando reservada a la industria. Las

16.000 ha previstas por Peydró en los pueblos al norte y este de Madrid, podrían ser las mismas, una vez empleada la fuerza del agua y devuelta al río Manzanares, donde llegaría a Carabanchel, Villaverde, Getafe y a los restantes pueblos vecinos del sur madrileño. Criticaba especialmente el cálculo exagerado de los rendimientos agrícolas atribuidos al regadío por Peydró, y ponía como ejemplo lo ocurrido en el canal del Henares, mucho más caro que lo previsto, con una extensión de hectáreas de riego ridícula respecto a la considerada en el proyecto, y sin los aprovechamientos de saltos de agua esperados, con lo que habría que reducir el rendimiento agrícola del agua trasvasada desde el Jarama. Por ello, el beneficio global esperado del 17% anual sobre el capital empleado no era realista, cuando las principales sociedades de minas, gas, electricidad, etc. generaban rendimiento entre nada y 4, 6 u 8 por ciento, apenas una sociedad había logrado el 16%. Por lo dicho, todo el caudal debería destinarse a fuerza (estimada en hasta 10 o 12.000 CV), aplicando saltos de agua escalonados, cuyos vertidos finales serían los únicos aprovechables para riego, lo que entre ambas utilidades podrían producir unos 3 millones de pesetas, algo menos que el cálculo de Peydró.

El último apartado de esta propuesta se ocupa del coste de las exposiciones universales celebradas desde 1851 en Londres, París, Viena o Filadelfia, que supusieron entre 7 y 55 millones de pesetas, acabando todas con déficits de varios millones, excepto la primera de Londres. Realizando la de Madrid "con orden y economía", bastarían 20 millones de pesetas, y el déficit también podría cubrirse con venta de acciones del canal. El Banco de España podría ayudar poniendo en circulación 27 millones de pesetas, 7 para recoger monedas físicas de metales preciosos como depósito, de las que había carencia en el Banco, y los otros 20 para los gastos de la exposición, a cuya terminación se devolverían. Respecto al éxito de las exposiciones se había podido comprobar ya en la de Barcelona, que produjo riqueza por dar a conocer la ciudad como núcleo industrial y manufacturero, más que en las propias cuentas de organización.

El consejo de administración de la sociedad que acometiera y pusiera en servicio el canal debería estar formado por representantes de las instituciones y de los contribuyentes que hubieran aportado el capital. Los consejeros servirían sin remuneración y deberían ser elegidos entre los accionistas. Entre ellos deberían estar representados los dueños de casas de Madrid –que aportaban financiación con el suplemento a sus contribuciones–, representantes del comercio e industria, del Ayuntamiento, de la Diputación Provincial y del Gobierno.

Para concluir su propuesta, De Blas introducía un borrador de proyecto de ley con la autorización del canal, resumiendo las ideas expuestas, que sería presentado por él mismo y por el diputado provincial Belmás en 1896¹³⁹. En síntesis, se puede considerar esta propuesta como un complemento que incidía en los costes económicos, con un análisis un poco más extenso que el de Peydró, aunque aquellos argumentos tampoco fueron considerados con entidad suficiente en el momento en que se propusieron.

139 La noticia aparece recogida en el Diario Oficial de Avisos de Madrid, 193, de 11 de julio de 1896, p. 3.

En los años finales del siglo XIX aún se concebía con cierta esperanza la posibilidad de hacer navegable el Tajo¹⁴⁰, y su conexión con Madrid pasaba indefectiblemente por el aprovechamiento del río Jarama. Un epígono de las canalizaciones que buscaban la navegación interior está en la reiteración de proyectos procedentes de siglos atrás, que no lograron realizarse. Luis de Llano y Pedro Ferrer solicitaron autorización para verificar la navegabilidad entre Lisboa y Madrid en 1881¹⁴¹. Por su parte, Felipe Mora, retomando el fallido canal del Guadarrama, defendió una propuesta que él mismo expuso desde 1892 en el Círculo de la Unión Mercantil e Industrial¹⁴², presentándola asimismo en el Ministerio de Fomento¹⁴³. En enero de 1897 publicó en *La Villa y Corte* un fantástico artículo titulado “Madrid puerto de mar”, para probar las posibilidades prácticas y económicas, que él mismo se había tomado en serio, al haberse abierto un concurso de proyectos para la canalización del Manzanares y saneamiento de la ciudad¹⁴⁴. En 1909 planteó el desarrollo final de sus ideas, a modo de anteproyecto, publicando *Navegación entre Madrid y el mar. Canalización del Manzanares, el Jarama y el Tajo hasta Lisboa*¹⁴⁵. Partiendo de su experiencia y contribución a la regulación del Manzanares llevada a cabo por el marqués de Santillana, añadiendo que también había colaborado en la solución del problema de las turbias en el Canal del Lozoya, Mora no solo pensaba en las canalizaciones, sino que proponía el establecimiento de un barrio en la zona norte de la ciudad, tan extenso como la superficie que ocupaba Madrid entonces, cuyo abastecimiento quedaría completado con el agua del Manzanares que estaba conduciendo el marqués de Santillana. Mora continuaba la tradicional sugerencia de construir canales navegables, para cuyo funcionamiento habría que derivar primero hasta Madrid dieciséis ríos, nada menos, sumando 20 m³/s, que permitirían la flotación de barcos de hasta 300 Tm

140 López Gómez, Antonio: La navegación por el Tajo: el reconocimiento de Carduchi en 1641 y otros proyectos..., pp. 181-184. No descuida este notable geógrafo que incluso en el siglo XX también se ha concebido que con las grandes presas construidas, que salvan los desniveles naturales, algunas voces han especulado de nuevo sobre este sueño quimérico.

141 AMF, Inventario 4063, 76, 36. Solicitan Luis de Llano y D. Pedro Ferrer autorización para verificar los estudios de un canal de Lisboa a Madrid para la navegación del Tajo, año 1881.

142 Mora, Felipe: Canal de Guadarrama. Dase cuenta de la sesión celebrada en el Círculo de la Unión Mercantil e Industrial... proyecto del Auxiliar Facultativo de Minas Felipe Mora, miembro del Congreso Internacional de Electricistas. Con la opinión de los Srs. Marqués de Cubas, Echegaray, Belmás, Rojas, Becerro Bengoa, Botella y de alguna parte de la prensa técnica y política. Dase cuenta de la sesión celebrada en el Círculo de la Unión Mercantil e Industrial, antes esta Sociedad, la de Propietarios de Madrid y cámara de Comercio y termina con importantes declaraciones públicas de los Rs. Rodríguez, Álvarez, Linares, Rivas y Belmás. Madrid: R. Velasco, 1892, 86 pp. 1 h. de mapa e 1:50.000. Id.: Importancia general de la hidrología en España y estudio concreto del Canal de Guadarrama: conferencia dada el día 26 de noviembre de 1896. Madrid: R. Velasco, 1896. 24 pp., 2 h. de mapas.

143 AMF, Inventario 4073, 76, 38. Negociado de Aguas. Varios. 1892. Expediente por D. Felipe de Mora para aprovechar los restos del titulado Canal de Gasco derivado del río Guadarrama en el término de Torrelodones y las Rozas. Id, Inventario 4063, 275,4. Canal del Guadarrama, proyecto de D. Felipe de Mora. Madrid, 1892.

144 Por Ley de 13 de agosto de 1908, publicada en la Gaceta, el 14 de septiembre, se ordenaba al Gobierno la canalización del Manzanares, y el saneamiento del subsuelo de la ciudad de Madrid, con el 50% de auxilio del Estado. Una R.O. de la Dirección General de Obras Hidráulicas 8 de septiembre establecía la apertura del concurso en un plazo de seis meses.

145 Mora, Felipe: Canalización del Manzanares, Jarama y Tajo para la navegación entre Madrid y Lisboa saneamiento de Madrid y ensanche Norte. Madrid: R. Velasco, 1909. 54 pp.; 29 cm + 3 planos en 1 h. Id.: Canalización del Manzanares y su navegación a enlazar con el Jarama y el Tajo hasta Lisboa: sesión del día 1º de abril de 1910. Conferencia dada por Felipe Mora. Madrid: Centro de Hijos de Madrid, 1910, 16 pp. Biblioteca Nacional, SG.FOLL/1177.

(el equivalente a un tren de mercancías de 30 vagones), y además con esos caudales podrían regarse hasta 8.000 ha a partir de las aguas fecales del saneamiento de Madrid. El canal daría pie a la creación de fábricas, abaratar el transporte de mercancías, construir esclusas, muelles de carga –similares a los del Sena en París, que el autor había visto muy bien reproducidos en el escenario de una zarzuela representada en Madrid en aquellos años-. Incluso habría playas para permitir el baño simultáneo de 2.000 o 3.000 personas, una dotación propia para el ocio de una población de un millón de habitantes, una propuesta que se adelantaba a la *Playa de Madrid*, abierta en 1932 y reconstruida tras la guerra civil. Mora presentaba en un plano la distribución del canal a su paso por la ciudad, con el perfil de los muelles, flanqueados por paseos adornados de árboles y farolas, con calzadas preparadas para tranvías y carruajes, aceras para los peatones, con acceso a manzanas edificadas de almacenes y viviendas¹⁴⁶. Habría que rehabilitar primero los 21 km abandonados desde 1857 del canal del Manzanares, y hacer lo propio con la Real Acequia del Jarama, que tenía solo en uso 21 km, y los restantes 51 sin servicio. En Madrid, se construiría un canal desde el puente de los Franceses al arroyo Abroñigal, de 7,5 km, dividido en 5 tramos de 1,5 km con sus respectivas presas y esclusas. La profundidad del canal habría de ser de 2 m, para gabarras de 300 Tm de 38 m de largo, 5,20 m de ancho y calado de 1,80 m, como los empleados en Francia. También se aprovecharía el canal de El Gasco, construido en el reinado de Carlos III. Sin tener en cuenta nivelaciones, caudales, ni coste, desde Soria se conectaría el Duero al Guadarrama regulado, añadiendo además de otros, los ríos Salado, Henares, Bornova, Sorbe, Jarama y Guadalix. Por la derecha, el Alberche, Aulencia y otros de la cuenca del Guadarrama. Según pedía el concurso municipal, también se ocupaba del alcantarillado que habría que preparar en Madrid, cuya suma alcanzaba 3.392 l/s de aguas fecales, que podrían emplearse en el riego de huertas, y producir energía en su tránsito, aplicando el caudal cuando no se regase, para producir hasta 2.000 CV, con un salto de 60 m cercano a la vía de Arganda. Tras aprovechar la reutilización del canal del Manzanares, para dotar de suficiente calado a la Real Acequia, habría que construir una nueva presa, para dejar 2 metros de altura de agua, además de las esclusas correspondientes. En la Acequia del Jarama solamente habría que normalizar la caja, y disponer dos o más esclusas. Calculaba después que hasta Lisboa habría que hacer 130 presas, a unos 4 m de alto cada una, con las esclusas y motores, costarían 1.300.000 pesetas, más el tendido de fuerza, la expropiación de unos 21 molinos existentes, en total 200 millones de pesetas. El autor dejaba en su propio domicilio, calle Silva 44, la exposición de los planos, del saneamiento y el diseño del nuevo barrio, para quien deseara examinar el proyecto. En una conferencia impartida por Felipe Mora el 1 de abril de 1910 en el Centro de Hijos de Madrid, daba cuenta de la rehabilitación del canal del Manzanares, el ensanche norte de la ciudad, a imitación del acometido en Barcelona, con manzanas de 100 por 200 m entre ejes de calles, resultando de 70 metros de ancho por 170 de longitud, fondo de las casas de 35 m, 20 edificables y 15 de jardín. Otro de los proyectos de Mora se dirigía también al aprovechamiento de las lagunas de Ruidera, en Ciudad Real¹⁴⁷.

146 El plano está reproducido en la Biblioteca Digital de la Comunidad de Madrid.

147 Mora, Felipe: Anteproyecto de un plan general de aprovechamiento de las lagunas de Ruidera y del río Guadiana en los términos de El Tomelloso y Argamasilla de Alba (Provincia de Ciudad Real). Madrid: R. Velasco, 1902, 23 pp. Biblioteca Nacional, VC/17/24.

Las fantasías de Mora no estaban solas, pues se seguía pensando en el transporte por canales: entre 1900 y 1901, Juan Bautista Díaz Pérez-Bajo presentó a las autoridades ministeriales su petición de la concesión del Canal Ibérico de Navegación, siguiendo la vía conocida desde Madrid por el Manzanares, Jarama y Tajo, hasta comunicar con Lisboa¹⁴⁸. No acaba aquí esta tradición, pues sorprende que incluso tras la guerra civil, se siguiera pensando en canales navegables con condiciones naturales de caudales y desniveles tan desfavorables como los del centro peninsular.

7. LA REAL ACEQUIA DEL JARAMA

Mucho más realista que los proyectos anteriores, pero no por ello menos azaroso y dilatado en su realización, con origen en el reinado de Felipe II, fue el proyecto de poner en servicio una acequia a lo largo del valle del Jarama para abastecer de productos hortícolas la corte establecida en Madrid. Hubo que esperar hasta 1680 para las primeras obras¹⁴⁹ y hasta el reinado de Felipe V para convertirse en una realidad¹⁵⁰. El objetivo inicial era poner en regadío el tramo bajo del Jarama, desde la desembocadura con el Manzanares entre Vaciamadrid y San Martín de la Vega, hasta su confluencia con el Tajo en Aranjuez, y se concibió como uno de los primeros exponentes de la política hidráulica de la Ilustración. Si bien se consideró un éxito por los políticos e ingenieros que la pusieron en marcha, muy pronto se pusieron en evidencia las deficiencias técnicas que hicieron fracasar en gran medida los objetivos propuestos.

Con los precedentes de intervenciones muy limitadas en los siglos XVI y XVII, a principios del siglo XVIII el padre Bartolomé Alcázar y el ingeniero Boreli realizaron una descripción y valoración de las obras, que servirían para retomar las definitivas en 1738, tras interrumpirse en 1715, con un pequeño tramo ya construido. La financiación de la Acequia sería asumida por los labradores que

148 AMF, inventario 4063, 75, 9. Ministerio de Agricultura, Industria, Comercio y Obras Públicas. D. G. de Obras Públicas. Negociado de Aguas. Asuntos generales. Expediente sobre concesión provisional del Canal Ibérico de Navegación solicitado por D. Juan Bautista Díaz. Madrid, 23 de julio de 1900-1901. Canal Ibérico de Navegación Fluvial de Madrid a Lisboa (Manzanares, Jarama y Tajo). Memoria descriptiva provisional. 1 plano en papel vegetal: Canal Ibérico, Croquis de su trazado general. Firma, Juan Bautista Díaz, Madrid, junio de 1900. Citado también por López Gómez, Antonio: La navegación por el Tajo: el reconocimiento de Carduchi en 1641 y otros proyectos Madrid: Real Academia de la Historia, 1998.

149 Larruga, E.: "Memorias...". Tomo 6, p. 32-46, da cuenta de las propuestas de Miguel Osorio al rey Carlos II en 1677 para abrir este canal y que se intentaron poner en marcha en los años siguientes, sin éxito.

150 Pérez Boldó, A.: Canales y acequias al este de Madrid... Primera parte: Orígenes y antecedentes de la Real Acequia del Jarama, pp. 87-311. Arroyo Ilera, Fernando: "Orígenes y antecedentes de la Real Acequia del Jarama", Estudios Geográficos, 248-249, 2002, pp. 409-442. Id. "Ilustración y riegos: Real Acequia del Jarama en el Siglo XVIII". Estudios geográficos, 66, 258, 2005, pp. 5-41. Delgado, Pedro: La Real Acequia del Jarama. Edición facsímil del manuscrito de 1816. Textos: Álvaro de la Piñera y Rivas; transcripción del Reglamento y Ordenanzas Carlos Domínguez Agulleiro.[Madrid]: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos - Patrimonio Nacional - CEDEX, Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente - Doce Calles, D.L. 1995. 2 vols., uno de texto y otro con 32 planos reproducidos. Véase también la presentación de Sánchez Ruano, Francisco Javier: Real Acequia del Jarama: historia y repercusiones en Añover de Tajo. 18 de octubre de 2013. Accesible en <anoverdetajo.es/wp-content/uploads/downloads/2014/04/Real-Acequia-del-Jarama.pdf> [consulta 20-12-2014].

pusieran en regadío las tierras que hasta entonces eran de secano, cuyos rendimientos producirían suficientes beneficios tanto para los cultivadores como para la corona, promotora de las obras, además de paliar con ello la escasez de productos agrícolas en años secos, como parece que fue la tónica en la década de 1730, cuando se impulsaron nuevamente los trabajos suspendidos quince años antes. Coincidió con el mandato como Secretario de Estado y de Negocios Extranjeros de Sebastián de la Cuadra, que sería nombrado marqués de Villarías, impulsor de reformas en el entorno de la corte, incluida esta Real Acequia del Jarama. Junto a él colaboraron Casimiro Ustáriz, como Secretario de Guerra, a cuyas órdenes trabajaron los ingenieros militares teniente coronel Pedro Superviela y el capitán Sebastián de Feringán, redactores del proyecto, en lugar de hacerlo los funcionarios procedentes de la Junta de Obras y Bosques, que hasta entonces se habían ocupado de este tipo de tareas en los dominios reales. Les apoyaba Tomás de Goyeneche, que fue tesorero de la obra, al tiempo que lo era de la construcción del Palacio Real de Madrid, de la que detrajo obreros para poner en marcha este canal. La construcción quedó articulada por un *Reglamento* promulgado en 1738, que tenía al frente a Superviela como ingeniero jefe, más próximo al poder y en puestos de gabinete, mientras que Feringán, ingeniero *en segundo* como sustituto del anterior, se encontraba a pie de obra, asistidos por el ayudante capitán Tomás de Lana, *ingeniero ordinario*, además de varios cargos civiles, como el administrador y encargado de la hacienda Francisco de la Quintana, el contador Josef Abaría y el citado tesorero Tomás de Goyeneche. Los primeros fueron ascendidos a coronel y teniente coronel respectivamente durante los trabajos de la Real Acequia, y conviene no soslayar el papel del primero, que la historiografía posterior ha minusvalorado respecto al protagonismo de Feringán que fue el responsable directo de las obras.

Las tareas se iniciaron el 9 de junio de 1738 con una brigada de 150 obreros excavando el canal, hasta el arroyo de Matalobos, en el límite del término de San Martín de la Vega, entrando ya en el de Ciempozuelos. La parte construida en el siglo XVII incluía el azud de derivación, cuya toma se situaba en la ribera derecha del Jarama, justo aguas abajo de la desembocadura del Manzanares, y donde se hizo una nueva presa en esta etapa, la presa del Rey. El primer tramo de la expansión partía desde el arroyo de Matalobos, superaba la confluencia del Jarama con el Tajo y, por la margen de este río principal, alcanzaba la peña de Acirate, en el término de Borox (Toledo). Por la falta de espacio en la ribera para el paso del canal, este crestón hubo de ser perforado mediante un túnel donde en junio de 1739 se produjeron víctimas al quedar inundado, como consecuencia de unas lluvias persistentes, sin que los obreros que estaban dentro tuvieran tiempo de ponerse a salvo. Una vez completada en octubre la excavación de 470 varas (393 m), es probable que en enero de 1740 el canal estuviera construido en gran parte, porque se promulgó el *Reglamento y Ordenanzas*, aunque se prolongaran los trabajos hasta la primavera del año siguiente, no sin los sobresaltos de derrumbes y sumideros. En abril de 1741 el agua recorría toda la extensión de la Acequia, hasta verter en el Tajo en el término de Mocejón.

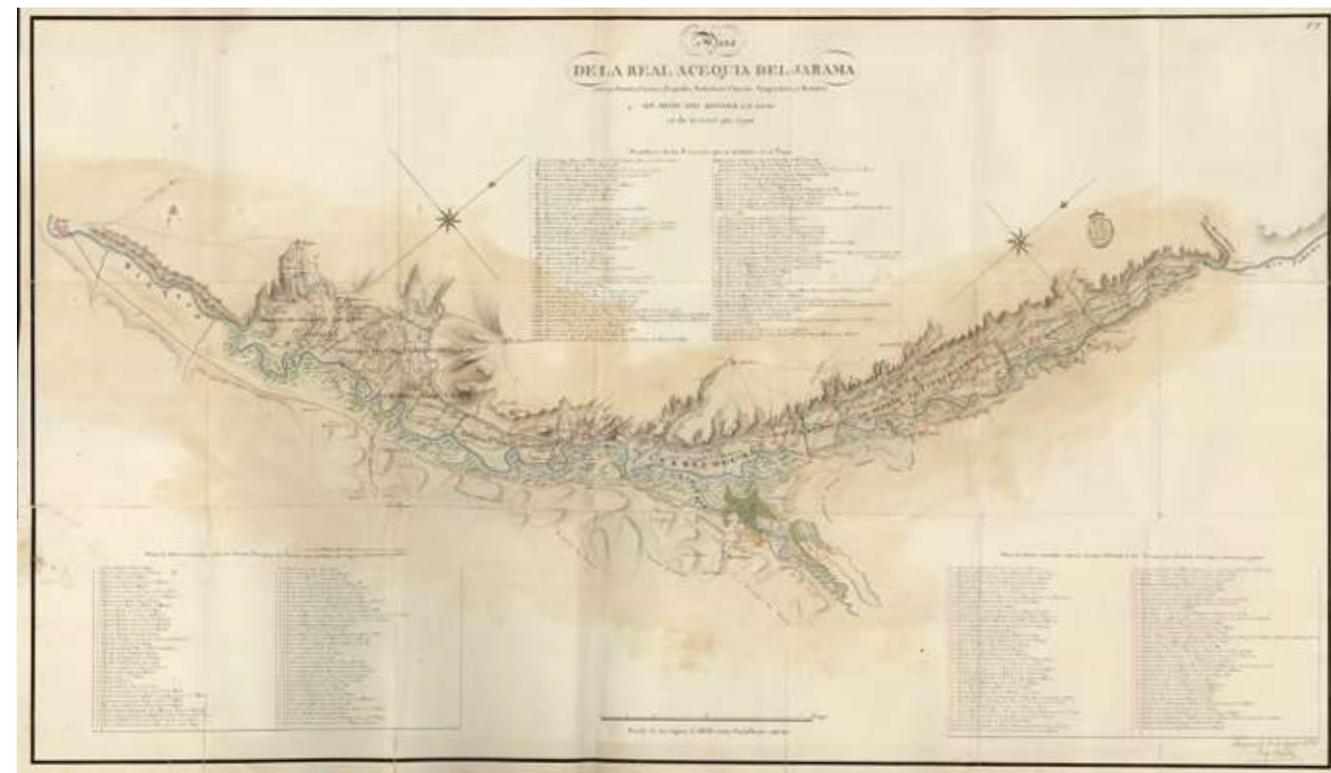
Con una sección de 21 pies de ancho y 8 pies y 3 pulgadas de altura (5,85 x 2,30 m), el total del recorrido eran 86.662 varas (72,416 km), con 19 boquillas de entrada a sus respectivas caceras, otras 12 para desagües, que añadían 281.613 varas de conducciones (235,428 km), completadas con múltiples obras auxiliares, entre ellas 6 acueductos y 26 puentes sobre el canal. En la construcción se emplearon, en algunos momentos, hasta 2.500 personas, incluyendo los militares, obreros y trabajadores de diversas contratas, con apoyo de carros, animales de carga y herramientas, habiendo de apoyarse en los pueblos próximos para dotarles de alojamiento y manutención. Respecto a la realización técnica, partiendo de los planos y descripciones de

principio de siglo, se diseñaba el trazado conforme avanzaban las obras, de una forma expeditiva, sin tiempo para estudiar con calma las decisiones y alternativas, aunque los detalles de salarios, forma de construcción, revestimientos, remates, etc, se hubieran detallado en el *Reglamento* de 1738, que fue similar a unos pliegos facultativos generales, pero que no sustituían al necesario proyecto específico de esta obra. La primitiva presa de Pajares, considerada válida a principios del siglo XVIII, hubo de rehacerse, aguas arriba, porque hacia 1738 estaba colmatada y no servía para derivar el agua hacia la Real Acequia. La nueva presa no estuvo exenta de dificultades debido a los destrozos de parte de sus estructuras durante unas crecidas que tuvieron lugar en junio de 1739. Desde 1740 se padecieron los mismos problemas que tenía el tramo construido a principios de siglo: filtraciones, derrubios y sumideros, estos últimos fueron cegados de forma provisional con arena, piedras y hasta maderas, para evitar las críticas de los labradores y vecinos, que veían escaparse el agua e inundarse las cuevas de sus casas, como ocurrió en San Martín de la Vega. Pese a los esfuerzos, no se logró sellar los sumideros, con lo que gran parte de la acequia quedó pronto inservible. A partir de 1742 los ingenieros destinados a la puesta en servicio de la Real Acequia fueron enviados a otras misiones. Para evitar terrenos supuestamente desfavorables entre las salinas de Espartinas y la dehesa del Rey, el ingeniero Carlos de Witte, que había sido nombrado responsable de la Real Acequia, trazó en 1749 el nuevo caz de la Media Luna, cuya pendiente permitió instalar un molino, aunque todo quedaría abandonado unos años más tarde. También acometió el revestimiento de sillería en el túnel de la peña de Acirate. Los esfuerzos posteriores a fines del siglo XVIII y principios del XIX realizados por los ingenieros Minali y Delgado no resolvieron el problema de las roturas y fugas de agua. No era el resultado de deficiencias en los materiales empleados en la conducción, sino de procesos de erosión subálvea, con corrimientos y socavones, derivados de que el trazado del canal discurría por una zona de composición yesífera, fácilmente soluble por las filtraciones, y por terrenos de contacto de los materiales terciarios con los cuaternarios formados por aluviones fluviales, lo que provocaba presiones laterales en la acequia, y socavamientos en sus cimientos, problemas que no se resolvían reforzando el revestimiento, como habían aplicado Superviela y Feringán, sin conseguir con ello una solución perdurable. Carlos de Witte, cuando estuvo al frente de la Acequia, proyectó incluso utilizarla para navegación, sin contar con que sus dimensiones no eran las adecuadas.

Hacia 1755, en el reconocimiento del Tajo y Jarama que realizaron los ingenieros Briz y Simó para Simón Pontero, constataron que la presa de derivación necesitaba reparaciones y que gran parte de la Real Acequia se había estrechado o se encontraba en ruinas. En 1775, el ingeniero italiano Domingo Leoni, que ampliaba el caz de Colmenar, en la vega del Tajo situada aguas arriba de Aranjuez, propuso dar solución al problema de la Real Acequia del Jarama aislándola del terreno mediante una base abovedada y rellena de tierra, cuya prueba demostró su eficacia, pero su coste la convertía en inviable. El ingeniero Minali fue destinado a la Real Acequia en 1790, y aplicó reparaciones al revestimiento, que no evitaron los problemas de los sumideros.

Una vez nombrado comisionado para dirigir la Real Acequia desde 1815, el brigadier ingeniero de Marina Pedro Delgado llevó a cabo trabajos de limpieza y rehabilitación, al tiempo que elaboró una detallada descripción y planimetría de la acequia fechada el 30 de noviembre de 1816, encontrándose en aquellos momentos que las aguas no pasaban del término de Ciempozuelos (figura 3.8). Hasta que no se introdujeron los revestimientos de los cajeros con hormigón de cemento, en lugar de hacerlo con cal, e incorporar acueductos, no se pudieron resolver los problemas de las filtraciones y socavamientos en el terreno yesífero.

Figura 3.8. Canal del Jarama. Pedro Delgado, 1816



Fuente: Archivo del Palacio Real, Madrid, plano 4125.
© Patrimonio Nacional.

Respecto al aprovechamiento para regar 25.442 fanegas previstas en la medición de 1741, de las que unas 8.000 eran propias de la corona en calidad de baldíos, en 1816, según explicaba Pedro Delgado en su informe¹⁵¹, estimaba que el agua podía llegar a regar hasta 21.927 fanegas de manera regular (13.410 ha), pero los riegos esporádicos podrían alcanzar otras 8.000 fanegas más, con un total afectado de 30.000 fanegas irrigadas, a partir de un caudal de entrada de 9 m³/s. La regulación original de la Real Acequia, que se estableció en el *Reglamento* del 7 de enero

151 Delgado, Pedro: La Real Acequia del Jarama. Edición facsímil del manuscrito de 1816. Textos: Álvaro de la Piñera y Rivas; transcripción del Reglamento y Ordenanzas Carlos Domínguez Agulleiro. [Madrid]: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos - Patrimonio Nacional - CEDEX, Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente - Doce Calles, D.L. 1995. 2 vols., uno de texto y otro con 32 planos reproducidos. La extensión regable en vol. 1, p. 51, con fanegas de 400 estadales, a razón de una fanega equivalente a 0,447 ha. La cifra es similar a 12.500 ha que estimó Fernández Ordóñez, José Antonio et al.: Catálogo de treinta canales españoles anteriores a 1900. Madrid: CEHOPU, 1986, p. 127.

de 1740¹⁵², sería reformada por otras *Ordenanzas* de Carlos III en 1771, conjuntas para este canal y para el caz de Colmenar, en el río Tajo¹⁵³. La propiedad de todas las canalizaciones era de la corona, pues las había acometido a su costa en su totalidad, dejando los cultivos a los propietarios, que deberían aprovechar el agua aprendiendo de otros labradores experimentados, como los de Valencia, y fomentar también la plantación de árboles e incluso el establecimiento de nuevas poblaciones en las zonas irrigadas. Las autoridades y la contaduría de la Real Acequia residirían en Ciempozuelos. No obstante, con las deficiencias acaecidas, los resultados estaban lejos de los objetivos propuestos. Tras el relevo de Delgado, a lo largo del siglo XIX la Real Acequia no pasaba de Seseña, con un desarrollo de 35 km, y un caudal de 1,627 m³/s, regando algo más de 2.066 ha¹⁵⁴.

Con la pretensión de estudiar la construcción de otros nuevos canales¹⁵⁵, y de gestionar la Real Acequia del Jarama por particulares¹⁵⁶, a partir de 1897 desde la División de Trabajos Hidráulicos del Tajo se pusieron en marcha algunas intervenciones de rehabilitación¹⁵⁷, que se impulsaron en 1908, cuando entró en servicio el embalse de Manzanares, que propiciaría la regulación en la cabecera de este río, afluente del Jarama, para disponer de agua durante el verano. El Plan de Obras Hidráulicas de 1902 (conocido como Plan Gasset) también preveía la construcción de un embalse de regulación en la cabecera del Jarama, en El Vado, para lo que se iniciaron las prospecciones geológicas y la redacción del proyecto en 1910. En el Plan de Obras Hidráulicas

152 Reglamento y ordenanzas que deben observar los vecinos estantes, y habitantes en las Villas de San Martín de la Vega, Ciempozuelos, Seseña, Añover, Villaseca, Magán, Mocejón, Velilla y demás que en sus Términos, y en todos los que corre la Real Acequia de Xarama, tienen tierras, y possessions que se pueden beneficiar con el riego, para que este sea en utilidad del Común, y de los Intressados a quienes comprehenda, y le ayan de tener de la referida Real Acequia. En Madrid, en la imprenta de Antonio Marín, 1740. Transcrito en Delgado, Pedro: *La Real Acequia del Jarama...*, pp. 181-229.

153 Reglamento, y ordenanza de la Real Acequia de Jarama, que deben servir tambien para la de Colmenar, vnidas ambas baxo vn gobierno. En Madrid: en la Imprenta Real de la Gazeta, 1771. <bibliotecavirtualmadrid.org/bvmadrid_publicacion/i18n/consulta/registro.cmd?id=3953>.

154 Según Llauradó, Andrés: *Tratado de aguas y riegos. Hidrología agrícola de España*, 2ª ed, Madrid: Imprenta de Moreno y Rojas, 1884, tomo II, p. 58.

155 R.O. autorizando a D. Celestino Mas y Abad y D. Carlos Mata Busquets y compañía, para que puedan ejecutar dentro del plazo de seis meses los estudios de un canal de riego entre las provincias de Madrid y Toledo, tomando las aguas necesarias de los ríos Jarama y Tajo. *Gaceta de Madrid*, 1073, de 12/12/1855, p. 1.

R.O. autorizando al Intendente general de la Real Casa y Patrimonio para practicar los estudios de un canal de riego derivado de los ríos Tajo y Jarama que fertilice los terrenos comprendidos en las Reales posesiones de Aranjuez. *Gaceta de Madrid*, 54, de 23/02/1860, p. 1.

R.O. de 20 de noviembre de 1860 autorizando a D. Manuel Miguel y Medina para practicar los estudios de un canal de riego derivado del río Jarama, para fertilizar los términos de San Martín de la Vega, Ciempozuelos, Seseña, Borox y Añover de Tajo. *Gaceta de Madrid*, 329, de 24/11/1860, p.1; prórroga de la autorización por dos años en *Gaceta de Madrid*, 280, de 06/12/1861, de 11/10/1861, p. 1.

156 AMF, Inventario 4063, 76, 42. Negociado de Aguas. Riegos. 1.887. Expediente promovido por D. Evaristo García Reina que pide se le conceda en arrendamiento la acequia del Jarama. *Ibidem*, 51. 1.886. Expediente promovido por D. Eduardo Malvar que pretende se le dé en arrendamiento la Acequia del Jarama.

157 Firmaron diversos proyectos los ingenieros Vicente Machimbarena, Eugenio Suárez y Juan Cervantes, incluida una nueva presa. Archivo del Ministerio de Fomento. Inventario. Fondos actualmente en el AGA, en Alcalá de Henares.

publicado en 1909¹⁵⁸ se calculaba la extensión del regadío que propiciaría el nuevo embalse en 7.000 ha cuando entrara en servicio. Además, la construcción inmediata de una nueva toma en la Real Acequia del Jarama permitiría regar 3.000 ha con 375.000 pesetas de inversión, de las que se habían gastado 25.000 en 1908. Para rehabilitar la parte abandonada en las provincias de Madrid y Toledo, con lo que se conseguiría alcanzar las citadas 7.000 ha, la inversión prevista se cifró en 141.000 pesetas. Ambas actuaciones, la nueva toma y la rehabilitación, habrían de estar concluidas en 1912, una previsión excesivamente optimista. En consecuencia, se retomaba la prolongación de la Real Acequia del Jarama a partir de la cacería de la Media Luna, interviniendo el ingeniero Luis Justo, que firmó diversos proyectos entre 1908 y 1912, entre ellos el inicio de la reconstrucción de la parte abandonada de la acequia¹⁵⁹. Entre 1913 y hasta 1931, el ingeniero José Salmerón pasó a hacerse cargo de las obras, incluyendo la reparación de la presa del Rey, así como la de la residencia para el personal facultativo, se modificaron cacerías, caminos y se acometió el segundo trozo de la rehabilitación¹⁶⁰. Salmerón firmó proyectos de la Real Acequia hasta 1937, entre los que se encontraban frecuentes defensas para protección contra las crecidas del Jarama y el constante revestimiento del canal. Entre 1931 y 1933 también firmó proyectos el ingeniero Antonio Pizarro Seco, quien concluiría el segundo tramo de la rehabilitación, planteándose los trozos siguientes en 1936, antes de la guerra [Tabla 3.2]¹⁶¹. Ambos ingenieros, Salmerón y Pizarro, también participaron entre 1931 y 1934 en los trabajos de diseño y construcción del pantano de El Vado, que regularía la Real Acequia, promovidos desde la misma División Hidráulica del Tajo, de la que dependían ambas obras.

158 Ministerio de Fomento, Dirección General de Obras Públicas. Plan de Obras Hidráulicas realizable en un plazo de ocho años. Madrid: Imprenta de Ricardo Rojas, 1909.

159 AGA. Inventario de documentación recibida del Ministerio de Fomento, [11173] 6-65.- Real Acequia del Jarama. Proyecto de rehabilitación de la parte abandonada trozo 1º. Ing. D. Luis Justo. 157.094,76 ptas. Madrid. 1.910. Otros proyectos incluían defensas de la toma, reparación de la presa, instalación de teléfonos, casillas para guardas, suministro de materiales para las obras macizado de huecos, extensión de riegos en el término de San Martín de la Vega, etc.

160 AGA. Inventario de documentación recibida del Ministerio de Fomento, [11175] 27-65.- Real Acequia del Jarama. Proyecto de rehabilitación de la parte abandonada -Trozo II-. Ing. D. José Salmerón. 284.312,56 ptas. Madrid. 1.913.

161 Jarama (Cuenca). Obras hidráulicas. 1938. Croquis general de la Acequia del Jarama [Material cartográfico] (1938) [S.l. : s.n.], 1938. 1 mapa: ms., col. ; 21 x 144 cm. Biblioteca Regional de Madrid -- -- Caj.243/3.

Tabla 3.2. Acequia del Jarama. Estado en 1938

TRAMO	LONGITUD (km)	CAUDAL (m ³ /s)	SUPERFICIE REGADA (ha)	TÉRMINO MUNICIPAL
EN SERVICIO				
Canal principal Longitudes por tramos				
Hasta la compuerta de El Barco	18,31	9		
Hasta el origen de la rehabilitación	0,603	6		
Trozos 1º, 2º y 3º rehabilitación	15,25	6		
Trozo 4º rehabilitación	1,904	5,8		
Canales secundarios longitud individual				
Canal de la Media Luna	13,22		924	San Martín de la Vega
Cacera de Serranos	7,794			
Desagrador General	1,585		1.649	Ciempozuelos
Desagrador Gózquez	1,752			
Desagrador Matalobos	3,325		854	Seseña
Desagrador San Antón	2,608			
Desagrador Bayona	3,145		179	Borox
Desagrador Fuente Híjar	0,435			
Desagrador Las Salinillas	0,777			
Desagrador Tembleque	1,258			
Total en servicio	36,07	35,89	3.606	
EN REHABILITACIÓN				
Trozo 4º (en construcción)	4,466	5,8	100	
Desagrador Las Barcas	0,219		20	Borox
Trozo 5º (replanteo aprobado)	6,367	5,5	1.220	
Desagrador de Barciles	1,578		227	Añoover de Tajo
Trozo 5º bis (replanteo aprobado)	7,271	4,5		
Desagrador de Guatén	0,082		504	
Trozo 6º (proyecto aprobado)	6,444	3,5	1.470	Alameda de la Sagra
Desagrador de Villaseca	3,014		330	Villaseca de la Sagra
Trozo 7º (proyecto aprobado)	10,75	2	24	Magán
			1.645	Mocejón
Total en rehabilitación	35,29	4,893	5.540	

Fuente: Obras hidráulicas. 1938. Croquis general de la Acequia del Jarama. Biblioteca Regional de Madrid Caj.243/3.

Figura 3.9. Croquis general de la acequia del Jarama. 23 de mayo de 1938



Fuente: Biblioteca Regional de la Comunidad de Madrid, C-243-3.

En 1940, tras la contienda civil, se retomaron los trabajos por los ingenieros César Blanco de Córdoba, y especialmente Juan Bonilla Domínguez, que se encargó entre 1940 y 1943 de reparar los desperfectos en la presa y canal central, en desagüadores y revestimientos, junto a la extensión de las acequias derivadas principales. El ingeniero Luis Felipe Franco le sucedería al frente de la Real Acequia en 1944¹⁶². Se empleó en las obras a presos políticos, cumpliendo condenas derivadas de la guerra civil, organizados en *destacamentos penitenciarios*¹⁶³ y en *colonias*

162 Se publicó, al menos, este proyecto, entre los diversos que realizó: Franco Alonso, Luis Felipe: Real Acequia del Jarama: trozo 4 de rehabilitación de la parte abandonada: parte de la obra que afecta a la carretera de la Cuesta de la Reina a Toledo. Madrid: Obras públicas, Servicios Hidráulicos del Tajo, 1948.

163 Acosta Bono, Gonzalo; Gutiérrez Molina, José Luis, Martínez Macías, Lola; Río Sánchez: El Canal de los Presos (1940-1962) trabajos forzados: de la represión política a la explotación económica. Barcelona: Crítica, 2004.

En el cuadro del inventario de destacamentos penales y actuaciones realizadas (1936-1962), pp. 65-75, con destino a obras hidráulicas, se incluye la construcción del canal del Jarama. Además, se anota la participación de los presos, entre muchas otras obras y actuaciones, en las siguientes: Saltos del Nansa (1949-1950); Embalse de Entrepeñas (1942-1946); embalse de Pálmaces de Jadraque (1942-1946); Barasona (Huesca 1946-1949), embalse y central eléctrica; Guara (Huesca 1962) embalse de riego del Alto Aragón; Madiano (Huesca), embalse en el río Cinca; Barrios de Luna (León, 1952-1955), casa de máquinas y túnel para el embalse y central eléctrica; Buitrago de Lozoya (Madrid) construcción del embalse de Riosequillo (1946-1951); El Cenajo (Murcia, 1952-1957) pantano sobre el río Segura; San Esteban del Sil (Orense, 1952-1953) pantano y salto de agua de San Esteban del Sil; Anguiano (La Rioja, 1944) embalse y salto de la Retorna; Mansilla (La Rioja, 1949-1958) pantano de Mansilla; Ortigosa de Cameros (La Rioja, 1953-1954), pantano González Lacasa y canales de alimentación; Arroyo (Santander, 1943-1949) pantano del Ebro; Revenga (Segovia, 1947-1950) embalse para el abastecimiento de Segovia y otros pantanos y canales de riego; Puerto del Rey (Toledo, 1944) obras de canales; Talavera de la Reina (1942) presa del Alberche; Chelva (Valencia, 1941) construcción de la presa del Generalísimo; Valladolid, (sin fecha) pantano y canales de Rianza; Rentería (Vizcaya, 1942), obras de canales; Fresno de la Ribera (Zamora, 1945-1946) canal de riegos de Toro; Tauste (Zaragoza) transformación en regadío y red de acequias del canal de las Bardenas.

*penitenciarias militarizadas*¹⁶⁴, donde se redimían las penas por trabajo, que actuaron durante más de veinte años para los Ministerios de Obras Públicas y Agricultura. De las 8 agrupaciones en que se dividió la gestión de tales colonias, la 4ª tuvo sedes en Añover de Tajo (Toledo), en Navalморal de la Mata y en Villanueva de la Vera (Cáceres) con destino a la finalización de la Acequia del Jarama, por una parte, y del pantano y canal de Rosarito, en el río Tiétar, por la otra. La 4ª Agrupación actuó entre 1940 y 1959, con un presupuesto de construcción de 87.022.352,17 pesetas, casi el 17% de los 514,6 millones del total dedicado a las obras realizadas por el conjunto de las agrupaciones. Otras se emplearon en construir el canal del Bajo Guadalquivir, el de Montijo o el del Bajo Alberche¹⁶⁵.

Hacia 1945 se habían acometido obras en los dos tramos de la Acequia del Jarama, el primero, desde la presa del Rey hasta el km 18,913, denominado "canal antiguo", y desde allí hasta el final, en el km 71,363, en la "Rehabilitación de la parte abandonada". Este segundo supuso tener que reconstruir el canal, pues había tramos donde había desaparecido completamente. En 1934 se habían completado tres de los siete trozos en que se dividió su construcción, alcanzándose el riego de 3.430 ha con una longitud de 36,420 km. Los tramos 4º y 5º se abordaron tras la guerra civil, llegándose al km 54 en el año 1957, con 7.500 ha puestas en riego. En 1968 se concluyeron los tramos 6º y 7º, para regar 12.500 ha con una longitud de canal de 72 km.

Para reforzar el caudal aguas abajo del túnel de Acirate, se optó por bombear agua desde el Tajo, e incluso se plantearon redes de canales a más altura, para regar la vega de los pueblos de La Sagra, bombeándola a su vez desde la Acequia del Jarama, aparte de impulsar más agua desde el Tajo a la altura de Añover, lo que se mantiene en la actualidad. El azud de derivación fue sustituido por uno nuevo en 1971, la nueva presa del Rey¹⁶⁶. En 2014 la Real Acequia del Jarama se dividió en tres tramos, con capacidades de 16, 8 y 6 m³/s, que pueden regar hasta 10.349 ha, una extensión inferior que la que estimaba de forma tan optimista Pedro Delgado en 1816. No obstante, supone la mayor demanda de agua para riego en el sistema de explotación de la cabecera del Tajo (sistema Jarama-Guadarrama), con 155,24 hm³ de asignación anual en el *Plan Hidrológico de la Cuenca del Tajo, 2009-2015*, solamente era superada por la del abastecimiento de

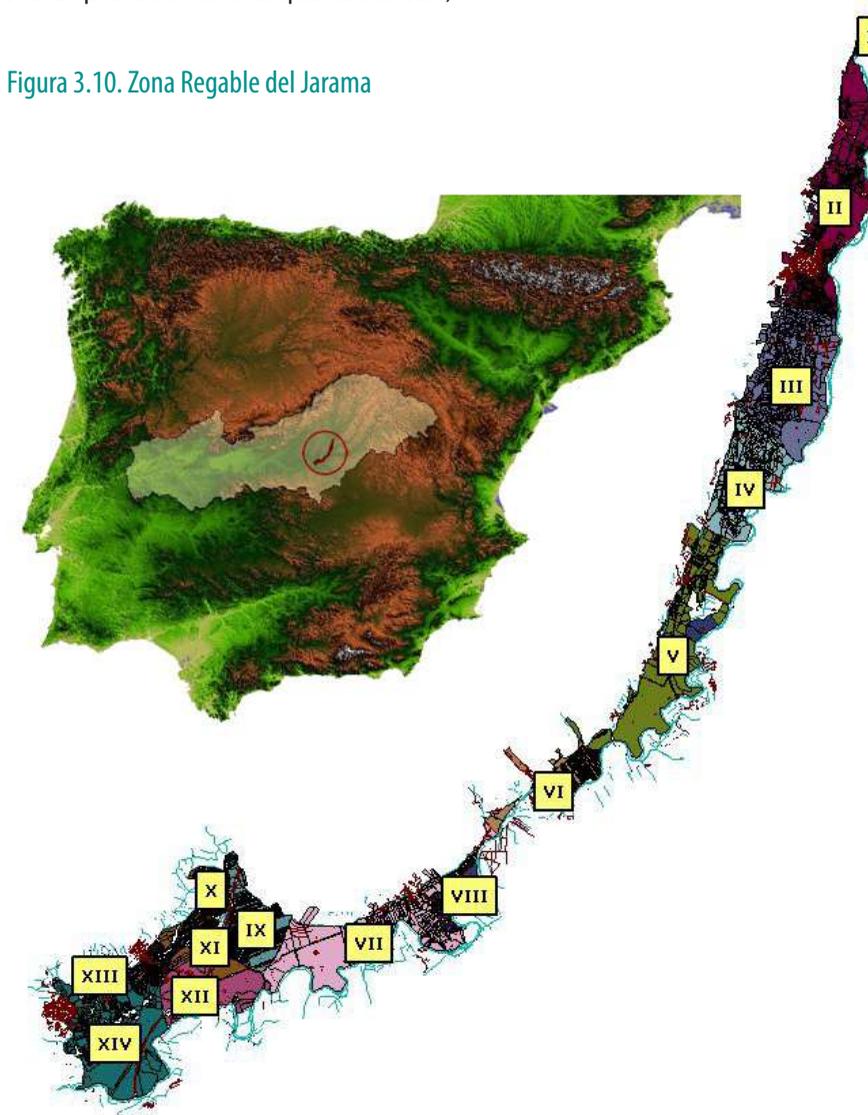
164 Se estableció el Servicio de Colonias Penitenciarias Militarizadas por ley de 8 de septiembre de 1939 para que los reclusos actuaran como mano de obra al servicio de entidades que habían contratado trabajos con el Estado. Rodrigo, Javier: *Hasta la raíz. Violencia durante la Guerra Civil y la dictadura franquista*. Madrid: Alianza Editorial, 2008, pp. 138-147. También se empleó a condenados en los Destacamentos Penales del Ministerio de Justicia para la reconstrucción de ciudades y pueblos por la Junta de Regiones Devastadas, en la construcción de carreteras y en empresas como "La Maquinista y Fundiciones Ebro", la excavación del canal de Zuera, el canal de las Bardenas, o las minas de Teruel. *Ibidem*, pp. 168-173.

165 Hacia 1958 funcionaban todavía cinco agrupaciones, pero no se empleaba ya a penados en las obras, sino que eran antiguos presos o libertos, y el Servicio de Colonias Penitenciarias Militarizadas actuaba como una gran constructora, contratando a sus trabajadores en obras públicas que el Estado no sacaba al mercado. Funcionó hasta el 19 de octubre de 1960, cuando dicho servicio fue suprimido. Acosta Bono, G. et alii: *El Canal de los Presos...*, p. 81-101. Véase también Gutiérrez Casalá, José Luis: *Colonias penitenciarias militarizadas de Montijo. Represión franquista en la comarca de Mérida*. Editora Regional de Extremadura, 2003.

166 Equipo de investigación CEHOPU, en "La Real Acequia del Jarama", en Pedro: *La Real Acequia del Jarama...*, pp. 57-59.

la ciudad de Madrid suministrada por el Canal de Isabel II (de un total de 738,07 hm³ para toda la red de poblaciones a las que da servicio)¹⁶⁷.

Figura 3.10. Zona Regable del Jarama



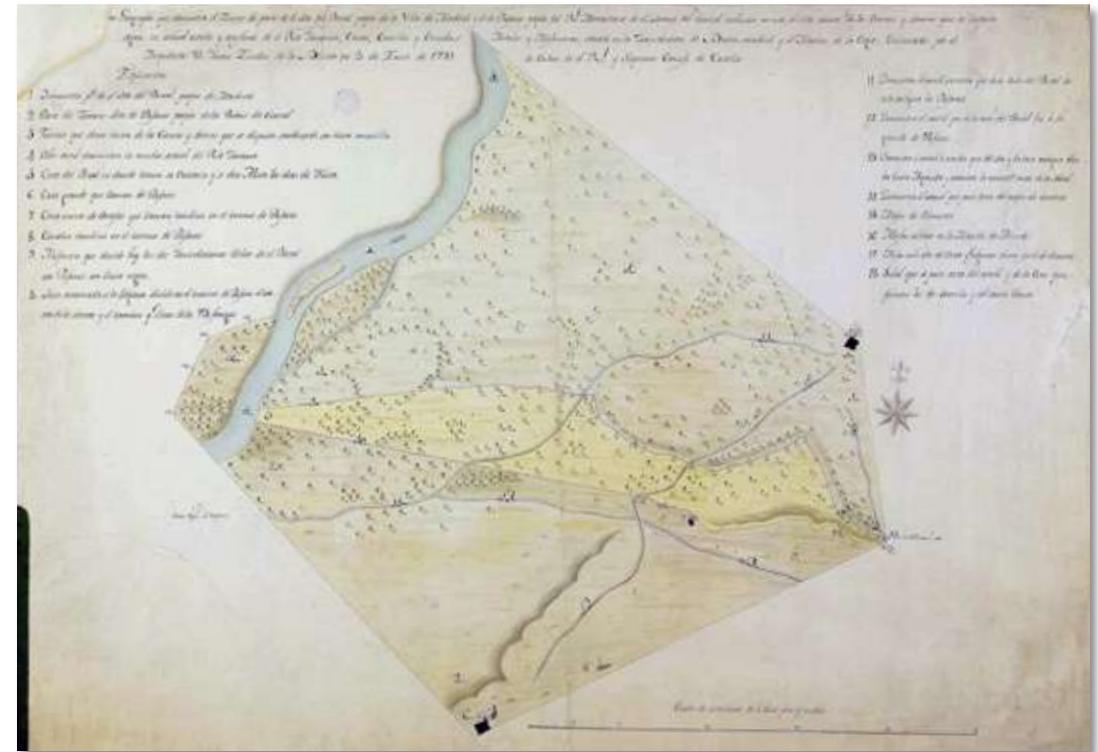
Fuente: Confederación Hidrográfica del Tajo <http://www.chtajo.es/Confederacion/Infraestructuras/PublishingImages/zona_regable_jarama%20copy.jpg> [consulta 20/12/2014].

167 Plan Hidrológico del Tajo, 2009-2014, BOE 12 de abril de 2014, Para la Real Acequia del Jarama se prevén las mismas asignaciones en el borrador de la Propuesta de Proyecto de Plan Hidrológico de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Tajo 2015-2021. Confederación Hidrográfica del Tajo. Accesible en <www.chtajo.es/Informacion%20Ciudadano/PlanificacionHidrologica/Planif_2015-2021/Paginas/PropProyPlan_2015-2021.aspx> [Consulta 20-12-2014].

8. LAS CANALIZACIONES Y USOS DEL AGUA EN EL JARAMA MEDIO

El regadío se puso en práctica en toda la longitud del Jarama desde su cabecera, cuando el valle es suficientemente ancho y cuenta con depósitos aluviales, como ocurría en la corta vega junto a El Vado, y especialmente en sus tramos medio y bajo del río. Desde los tiempos más remotos, con los propietarios y señores feudales a la cabeza, es indudable el interés de los pueblos ribereños en sacar el mayor beneficio a las aguas de los fértiles valles surcados por los ríos nacidos en la sierra¹⁶⁸, dando lugar a un paisaje dominado por los regadíos mayores de las vegas del Jarama, Henares, Tajuña y Tajo, que fueron favorecidos por las intervenciones de la monarquía al haber asentado en algunas de ellas varios Reales Sitios¹⁶⁹. Las *Relaciones Topográficas* ordenadas por Felipe II ya daban cuenta de la existencia de sotos y alamedas, junto a amplias zonas de huertas en el valle del Jarama medio, desde Uceda, Villanueva, Fuente el Fresno, Paracuellos y Rivas, alternando el regadío con pastizales y bosques de ribera, donde abundaban los fresnos, tarayales, álamos, espinos. Era un ambiente propicio para la caza de conejos, los pastos de verano para los rebaños, e incluso en dehesas como las de Arganda se criaban los bravos *toros jarameños*, glosados por Cervantes en *El Quijote*¹⁷⁰, una ganadería estimulada por el gusto a celebrar corridas en la corte madrileña¹⁷¹. La demanda capitalina también estimuló en estos términos el cultivo de vides, en particular en el siglo XVII como se ha documentado en Velilla¹⁷². En la ribera del Jarama, la villa de Madrid era propietaria de los sotos del Porcal (figura 3.11) y del Negrалеjo, de las Cuevas y de la Rinconada, de la Vega del Retamar. Todas estas fincas se explotaban mediante arriendos: de sus pastos, de la recogida de leñas o la pesca, al tiempo que servían de solaz y excursiones cinegéticas para los privilegiados a quienes autorizaba su disfrute el corregidor madrileño.

Figura 3.11. Plan Geographo que demuestra el Terreno de parte de el Soto del Porcal propio de la Villa de Madrid y el de Pajares propio del RI. Monasterio de S. Lorenzo del Escorial inclusive en este, el sitio rincón de los ciervos y demás que se disputa según su actual estado y confines de el Rio Jarama, Casas, Carriles y Veredas. Arboles y Mojoneras, situado en la jurisdicción de Bacia-Madrid y S. Martin de la Vega. Delineado por el Arquitecto D. Juan Eusebio de la Biesca en 20 de Enero de 1781 de orden de el RI. y Supremo Consejo de Castilla. Escala [ca. 1:500]. 50 estadales de á diez pies y medio [= 29,8 cm]



Fuente: Biblioteca Nacional de España, MR/43/012. Publicado en la Biblioteca Digital Hispánica, accesible en <bibliotecadigitalhispanica.bne.es/webclient/DeliveryManager?pid=89509&custom_att_2=simple_viewer>.

168 Morín de Pablos, Jorge; López López, Germán; López Recio, Mario; Escolà Martínez, Marta y Barroso Cabrera, Rafael: "La Ocupación y Explotación del Medio. Desde la Prehistoria a la Edad Moderna", en Rodríguez Rodríguez, Valentín; coord.: El patrimonio arqueológico y paleontológico en las obras de ampliación del Metro de Madrid, 2003-2007. La Real fábrica de paños de San Fernando de Henares.. Madrid: MINTRA, Comunidad de Madrid. Publicaciones. 2008, pp. 167-204.

169 "Los ríos" en Gómez Mendoza, Josefina; Mata Olmo, Rafael (coords.): Los paisajes de Madrid: naturaleza y medio rural. Madrid: Fundación Caja Madrid-Alianza Editorial, 1999, pp. 76-82.

170 *Ibidem*, p. 83. Cervantes, Miguel de: *El Quijote*, Segunda parte. Edición del Instituto Cervantes, dirigida por Francisco Rico. Barcelona: Editorial Crítica, 1998, capítulo 58: "¡Ea, canalla –respondió don Quijote–, para mí no hay toros que valgan, aunque sean de los más bravos que cría Jarama en sus riberas!".

171 Arroyo Ilera, Fernando: *Agua, paisaje y sociedad en el siglo XVI, según las Relaciones Topográficas de Felipe II*. Madrid: Ediciones del Umbral, 1998, p. 123.

172 Mayoral Moraga, Miguel (coord.): *Historia de Velilla de San Antonio*: S.I.: Bornova, 2002, pp. 113, 144. Accesible en <www.ayto-velilla.es/Pagina.asp?ccClave=42> [20-12-2014].

La villa de Arganda era dueña del soto de la Isla, y San Martín de la Vega poseía el de Tamariz. El conjunto de fincas ribereñas más destacable era el Real Bosque de Aranjuez, centrado inicialmente en la confluencia de los ríos Jarama y Tajo, que fue disfrutado ya por los Reyes Católicos. Se incorporó a la corona por Carlos V de sus anteriores propietarios, las órdenes militares de Santiago y Calatrava. En la segunda mitad del siglo XVI Felipe II añadió al Real Bosque numerosos sotos, islas y tierras ribereñas del Jarama, como parte de su territorio de caza y descanso, regulando su vigilancia con ordenanzas ejecutadas por la guardería real: el Soto de Piul, Palomarejo, Gózquez, Santisteban, Aldehuela, Burueño, Vaciamadrid (donde se construyó una casa ajardinada para las

excursiones regias en la ribera del Manzanares¹⁷³), Pajares y las islas del Jarama. No obstante el monarca cedió Piul, Pajares y las cuatro islas al monasterio de San Lorenzo de El Escorial, que sirvieron como dehesas de invernadero para sus rebaños y en cuyo poder estuvieron hasta la desamortización del siglo XIX¹⁷⁴.

Aunque se conoce la existencia de huertas y regadíos en el Jarama medio, apenas tenían importancia por las condiciones desfavorables de la vega¹⁷⁵ donde no se acometieron obras de envergadura para ampliar la irrigación hasta el siglo XVIII, en parte como complemento al establecimiento de la Real Fábrica de Paños de San Fernando. La población llamada Torrejón de Jarama se incorporó a la corona para establecer un Real Sitio en 1746, el que actualmente asienta la población de San Fernando de Henares. Con destino al servicio de la fábrica, se inició aquel mismo año la construcción de una presa y batanes para los tejidos. En la vega próxima, desde el establecimiento del Real Sitio, se organizaron plantíos de árboles (álamos, chopos, frutales en el regadío, viñas y olivos en seco), aparte de otros cultivos para buscar el autoabastecimiento y las materias primas para la industria, como el lino y la gualda o las moreras para alimentar gusanos de seda.

Se conserva un mapa, fechado entre 1804 y 1818, que recoge la organización agraria y el arranque de un canal de riego que continuaba por la margen derecha del Jarama¹⁷⁶. De acuerdo con la contabilidad del Real Sitio, el caz se comenzó a excavar en 1751¹⁷⁷, como complemento agrícola a la manufactura. La conducción partía de una presa de regulación¹⁷⁸, conectada a una red de acequias, caces, estanques y norias, que irrigaban la Huerta Grande o de la Vega, de 175 ha inicialmente y ampliada hasta más de 200, rodeada de paseos, con una plaza central y diversos puentes. Hacia 1754 se habían plantado hasta doce mil árboles frutales de todo tipo, mil moreras, cuarenta mil vides, y quince mil pies de olivo, además de facilitar el cultivo de todo tipo de hortalizas y verduras, completadas con sotos y alamedas en la ribera del río¹⁷⁹. El régimen propio del Jarama, con frecuentes crecidas en invierno al recoger las aguas del Lozoya, Guadalix

173 Tejero Villarreal, Beatriz: "La Casa Real de Vaciamadrid", en Añón, Carmen y Sancho, José Luis: Jardín y naturaleza en el reinado de Felipe II. Madrid: Sociedad Estatal para la Conmemoración de los Centenarios de Felipe II y Carlos V - Ediciones Doce Calles, 1998, p. 513.

174 Cervantes, Pedro, y otros: Recopilación de las reales ordenanzas y cédulas de los bosques reales del Pardo, Aranjuez, Escorial, Balsain, y otros: glossas, y comentarios a ellas... En Madrid: en la Oficina de Melchor Álvarez. Año de 1687.

175 Incluso a la altura de 1857, en una descripción de la superficie agrícola de Velilla de San Antonio, apenas se anotaban fincas de regadío. Mayoral Moraga, Miguel (coord.): Historia de Velilla de San Antonio, p. 224.

176 Rabanal Yul, Aurora: El Real Sitio de San Fernando: historia, arquitectura y urbanismo. San Fernando de Henares, Ayuntamiento, 1997, pp. 54-56. El mapa procede de Archivo General de Palacio, Registros, 697. "Plan geométrico del Real Sitio de San Fernando, y su jurisdicción, formado por el Capitán d. José de Ibarra y el Teniente D. José de Larramendi, Ingenieros Cosmógrafos, Dibujado por D. Carlos Vargas Machuca, Cadete Supernumerario de dicho Cuerpo".

177 *Ibidem*, p. 149.

178 *Ibidem*, pp. 216-218, había una presa principal y otras menores, formando varios estanques, y con las presas y con los caces que derivaban el agua, además de las huertas, se abastecían un molino de papel, una casa batán junto al Negralejo, y un matadero.

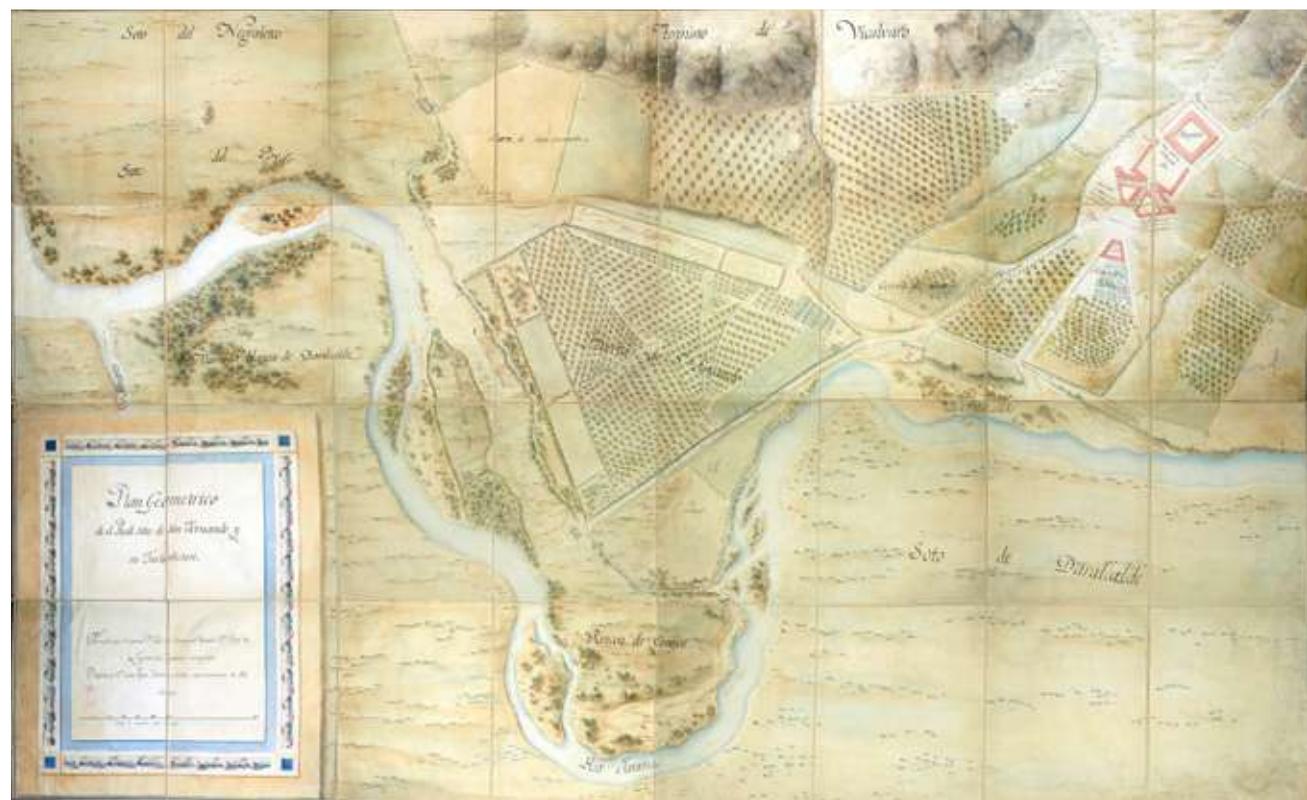
179 Domínguez, Santamaría Ana Ros: "De Torrejoncillo a San Fernando de Henares. Pasando por Real Sitio de San Fernando", en El patrimonio arqueológico..., pp. 207-235, especialmente pp. 228-229. Rabanal Yus, p. 291.

y Viñuelas, provocaba desbordamientos con la necesidad de constantes obras de reparación y contención. En verano, al descender los caudales, en las vaguadas que quedaban como lagunas estancas prosperaban los insectos transmisores de enfermedades, aparte de las consecuencias derivadas de emplear las charcas para pudrir cáñamo, lino y otros usos industriales que contaminaban el agua¹⁸⁰. En 1814, tras la guerra de la Independencia, ante la escasez de caudal unida al deterioro de las instalaciones derivado de las avenidas del Jarama, se inició la apertura de un nuevo caz, siendo su responsable Juan Francisco Rodrigo, arquitecto encargado de las obras hidráulicas y civiles del Real Sitio (figura 3.12). En 1815 ya circulaba el agua por la nueva conducción, y también se trabajaba en la otra margen, en el soto de Aldovea, con estacadas para conducir el agua que llegaba al Jarama desde el Henares. No obstante, la naturaleza irregular y extrema del río dejó su huella en riadas como la de la primavera de 1831, que además de inundar y destrozar las huertas, dañó seriamente el puente de Viveros, se llevó el de Arganda y las barcas de Alcobendas, Paracuellos y Mejorada. En 1842 también se documentan nuevos trabajos en espigones, diques y estacadas. Hasta 1860 parece haber resistido las riadas la presa situada aguas arriba del puente de Viveros, que alimentaba la principal acequia, pero las avenidas de 1865 descarnaron la madera que la cubría, llevándose las piedras de los cajones en su estructura, lo mismo que algunos espigones y estacadas¹⁸¹.

180 Rabanal Yus, A.: El Real Sitio de San Fernando..., pp. 56, 70, 80 (sobre reparaciones en la presa), 302.

181 *Ibidem*, p. 91-92, 101. Domínguez, Santamaría Ana Ros: "Entorno y vida cotidiana en el Real Sitio de San Fernando", en Jornadas sobre el Real Sitio de San Fernando y la Industria en el siglo XVIII, San Fernando de Henares: Ayuntamiento, 1997, pp. 104-110. Algunas de estas crecidas no se encuentran en las fichas del Catálogo Nacional de Inundaciones Históricas, 2. Cuencas del Tajo y Júcar, Dirección General de Protección Civil y Emergencias, Ministerio del Interior, 2007 (DVD). En el catálogo hay referencias a otros años, luego la virulencia de las inundaciones del Jarama realmente se situaba por encima de lo que se estima, y se ha paliado desde mediados del siglo XX gracias a la regulación con los embalses de cabecera.

Figura 3.12. “Plan geométrico del Real Sitio de San Fernando, y su jurisdicción, formado por el Capitán D. José de Ibarra y el Teniente D. José de Larramendi, Ingenieros Cosmógrafos, Dibujado por D. Carlos Vargas Machuca, Cadete Supernumerario de dicho Cuerpo”. Hacia 1810



Fuente: Archivo General de Palacio, Madrid, plano 3218.
© Patrimonio Nacional.

A mediados del siglo XIX, con la desamortización se produjo la venta de este patrimonio de titularidad regia, pasando a manos privadas, básicamente integrantes de la nobleza madrileña, grandes fincas que han permanecido en manos de familias adineradas o sociedades controladas por ellas, hasta la actualidad¹⁸².

182 Martínez Garrido, Emilia, y Mata Olmo, Rafael: “Estructuras y estrategias del regadío metropolitano de Madrid”, Agricultura y Sociedad, 42, 1987, pp 181-202. El proceso de evolución de la propiedad en estas zonas regables ha sido estudiado para el valle del Henares por Gómez Mendoza, Josefina: Agricultura y expansión urbana. Madrid: Alianza Universidad, 1977.

En los archivos se conservan algunas iniciativas de ampliar el regadío en el Jarama y abundantes noticias de concesiones, litigios y actuaciones diversas. En 1862 Guillermo Partington¹⁸³ y Jorge Higgin proyectaron una derivación de agua en la margen derecha del río para irrigar los campos de Alcobendas y Barajas, al tiempo que para generar fuerza motriz, mediante un canal de 9 km de longitud con origen a 2 km más arriba de la linde entre los términos de Alcobendas y Barajas, con desagüe en la acequia del molino de la Muñoz, cuyo presupuesto se estimaba en 1.027.019 reales de vellón¹⁸⁴. Pese a la oposición fallida de Antonio Collantes y Bustamante, y de la duquesa de Castro Enríquez¹⁸⁵, el canal fue autorizado en 1865¹⁸⁶, con una concesión de 4 m³/s, de ellos 21.000 m³ diarios para regar 510 ha y el resto para fuerza motriz, aunque durante el estiaje solo podrían aprovechar para riego el exceso de caudal sobre 0,259 m³/s; esta concesión se declaró caducada en 1868¹⁸⁷.

La Ley de aguas de 1879, promulgada en pleno período de la Restauración de Alfonso XII, mantenía que las concesiones de caudales para riegos o aprovechamientos industriales habían de ser otorgadas por la Administración (Capítulo XI De los aprovechamientos especiales de las aguas públicas). Informaba Llaurodó¹⁸⁸ que cerca del Real Sitio de San Fernando, en las proximidades del puente de Viveros, una acequia de unos 4 o 5 km regaba 8.106 ha, con 1,5 m³/s. Situada en la margen derecha del Jarama, se organizaba en un sindicato de regantes, y había tenido su origen en el siglo XVIII¹⁸⁹.

Luis Page, director y administrador de la sociedad Page, Jordá y Compañía, propietaria de la fábrica de hilados de San Fernando, adquirió 300 fanegas de regadío. En 1872 solicitaba ayuda al Estado para la rehabilitación de la presa que regaba su finca Sotillos de Entrehuertas, en la margen

183 El británico Guillermo Partington fue uno de los fundadores de la Empresa Peninsular de Alumbrado por Gas, en 1846, que intervino en la instalación de fábricas de gas en Sevilla y en Málaga, Propuso un proyecto de colonización en Andalucía, en 1853, la concesión de un canal del riego en el río Esla en Zamora, o la desecación de la laguna de Gallocanta, en 1869. Se le concedió la instalación de un ferrocarril de Madrid a Badajoz en 1845, que caducó. También había promovido en 1868 un expediente para colonización en la isla de Mindanao, en Filipinas. Archivo Histórico Nacional, ULTRAMAR, 611, Exp. 3, y 476, Exp.3 <pares.mcu.es>. Participó en empresas mineras y en banca.

184 AGA 25/25313, 65. Contiene 11 planos. El primero, uno general a e 1:10.000, en el que aparece el trazado en casi 9 km por la margen derecha del Jarama, partiendo de una presa que se perfila en otro plano, atraviesa el camino ancho de Paracuellos, se ajusta a unas laderas ya cercano al cauce, para concluir con dos saltos de agua en el molino de la Muñoz. Se incluyen planos a e 1:100 con las secciones de puentes, acueductos, tajeas. El perfil del canal en terraplén sería en forma de artesa, con 1,25 m de profundidad, cajero ataluzado, con 6,50 m de ancho en superficie, y un fondo de 3,50 m de ancho. Circularía por los términos de Alcobendas y Barajas. No hay documentación ni informes en este legajo del AGA, aparte de los propios planos. Referencia en AMF, inventario 4063, 73, 36, años 1862-1871.

185 Gaceta de Madrid, 350, de 16/12/1865, p. 1.

186 La autorización era por un periodo de 99 años. Gaceta de Madrid, 280, de 06/10/1864, p. 1.

187 Gaceta de Madrid, 332, de 27/11/1868, p. 6.

188 Llaurodó, Andrés: Tratado de aguas y riegos. Hidrología agrícola de España..., tomo II, p. 59.

189 AMF, inventario 4063, 75, 9. Ministerio de Fomento. Obras Públicas. Negociado de aguas. Ordenanzas de Riego. Expediente promovido por la Marquesa de Villamediana y D. Manuel Girona solicitando que el dueño de la finca titulada el Negralejo forme parte del Sindicato de riegos de la acequia de San Fernando del Jarama. Madrid, 1877-1886. Aparecen documentos del año 1739.

derecha del Jarama, en el término de San Fernando, como la habían recibido otros regantes¹⁹⁰. Entre 1878 y 1879 se tramitó su petición para construir defensas, con diseño del ingeniero Juan Gallego¹⁹¹, y se le instó a la destrucción de una estaca construida sin autorización en el margen del río. Con ello se iniciaron diversos litigios¹⁹², incluso Page pretendió segregarse del sindicato de regantes del Jarama en 1880¹⁹³.

María Hernández Espinosa solicitó en 1871 una concesión de aguas del Jarama para su finca El Parral, en Ciempozuelos¹⁹⁴, consiguiendo en 1872, 300 l/s para regar otras tantas hectáreas.

En 1865 se proyectó un canal para riego en la finca El Porcal, en el término de Arganda, a cargo del ingeniero G. Martín Sánchez. Con ello, en 1867 se concedieron a su propietario Miguel Roselló y Cervera, vecino de Madrid, 1.000 l/s de agua para regar 1.000 ha, completándose el proyecto en 1874 con una presa estudiada por el ingeniero Fabriciano López Rodríguez, cuya construcción estaría a cargo de Galo de Benito y López¹⁹⁵. En 1870, Francisco Javier Albert, vecino de Madrid y dueño del Soto de la Poveda, en Arganda, había solicitado la concesión de 100 l/s de agua del Jarama para el riego de su finca, empleando el canal que debía construir en ese punto Miguel Roselló¹⁹⁶. Pero en agosto de 1873 le fue revocada la concesión a Miguel Roselló, tras haber solicitado y obtenido tres prórrogas sucesivas para realizar el canal, que no había concluido, y haber subrogado sus derechos a favor de Sebastián Moro¹⁹⁷. El principal motivo era, no obstante, que había vendido la finca a unos nuevos propietarios, los menores Juan Beronda y Beronda y Jorge Beronda y Peláez, y por ello los 1.000 l/s se concedieron en diciembre de 1873 a su tutor José Beronda y Espina¹⁹⁸, aunque se opuso a la concesión Sebastián Moro y García, que

190 AMF, inventario 4063, 75, 4.

191 AMF, inventario 4063, 75, 4. Negociado de Aguas. Obras en los ríos. Expediente promovido por D. Luis Page en solicitud de autorización para construir obras de defensa en la finca de su propiedad titulada Sotillos de Entrehuertas situada, en la margen derecha del río Jarama, término de San Fernando. El mismo interesado apela de una providencia del Gobernador. 1.878-79. 1 plano en papel vegetal: Plano del río Jarama y perfiles transversales. Firma: El Ingeniero Juan Gallego. Madrid, 31 de octubre de 1878.

192 AMF, inventario 4063, 75, 10. Luis Page, junto con otros socios Paje, Jordá y Compañía, había establecido la fábrica de hilados en el antiguo Hospicio de San Fernando,, lo que motivó diversos pleitos con el administrador del Real Sitio. Gaceta de Madrid, 17, de 17 de enero de 1878, p. 139.

193 AMF, inventario 4063, 76, 2, 20, 32, 43.

194 AMF, Inventario 4063, 177, 2. 2.- Expediente instruido a instancia de D^a María Hernández Espinosa sobre aprovechamiento de aguas del río Jarama. Madrid 1871. Contiene "Proyecto de una canal de riego derivado del Jarama en la posesión del Parral, término de Ciempozuelos de la propiedad de D^a María Hernandez". Memoria y planos. Contiene 2 planos en papel vegetal.

195 AMF, inventario 4063, 73, 20.

196 Diario Oficial de Avisos de Madrid, 12 de julio de 1870, p. 1.

197 Gaceta de Madrid 228 de 16 de agosto de 1873, p. 1.389. Orden declarando caducada la concesión de 1.000 l/s de agua del Jarama a D. Miguel Roselló y Cervera para regar su finca El Porcal.

198 Gaceta de Madrid 358 de 24 de diciembre de 1873. Orden declarando caducada la concesión otorgada a D. Miguel Roselló de 1.000 litros de agua por segundo del Jarama para regar la finca El Porcal, y autorizando a D. José Beronda, su actual propietario, a usar la misma cantidad de agua.

interpuso una demanda contenciosa en 1874¹⁹⁹. En 1875 José Beronda denunció una estacada de construcción que habían llevado a cabo Nemesio Longué, Domingo Morón y Antonio Quesada en el río Jarama²⁰⁰. En 1900 se tramitó la subrogación de la concesión de 1.000 l/s para esta finca a unos nuevos propietarios²⁰¹.

En 4 de junio de 1871 Vicenta Beronda recibió una concesión de 40 l/s para regar su finca El Piul, en el término de Vaciamadrid, Ayuntamiento de Rivas de Jarama, y solicitó posteriormente aumentarla en 60 l/s más durante el estiaje y en 100 l/s en aguas altas del Jarama, sirviéndose de un pozo con una bomba que le permitiría llevar el riego a la parte alta de la finca. Esto motivó un pleito en el que los regantes de la Real Acequia del Jarama se oponían a la extracción, con sentencia dictada el 17 de abril de 1902 a favor de Beronda, desestimando la orden de cegar el pozo del que se sacaba el agua, pues la concesión era firme²⁰².

En 1876 el marqués de Valmediano presentó un proyecto del ingeniero Carlos Campuzano²⁰³ para extraer agua del Jarama mediante una presa y canal en Cobeña, con destino a su finca de Belvís, en Paracuellos, y logró en 1877 la concesión de 238 l/s²⁰⁴. El director de la fábrica de hilados de San Fernando, Luis Page se opuso a ello, reclamando en los tribunales al Estado por concederla, sin conseguirlo²⁰⁵. En la sentencia se indicaba que en los aforos del Jarama se habían medido en los estiajes, en años de sequía, 4.365 l/s, y los aprovechamientos que se habían otorgado antes que este sumaban 4.127 l/s, quedando un sobrante de 238 l/s, cantidad casi equivalente a los 250 l/s que había solicitado el marqués. Estas cifras son muy ilustrativas de la presión que recibía el Jarama y de la intensidad de las concesiones otorgadas, que estaban al límite de la disponibilidad de agua en el río.

En 1878 León González, dueño del caserío de Silillos, en Valdetorres de Jarama, apelaba de una providencia contra él del gobernador, por construcciones en el río Jarama, verificándose los aforos por el ingeniero Juan Gallego por encima de la presa de Silillos²⁰⁶.

199 Sebastián Moro presentó una denuncia de obras que podían desviar el curso del Jarama en 1887. AMF, Inventario 4063, 75, 54.

200 AMF, Inventario 4063, 75, 8.

201 AMF, Inventario 4063, 73, 8. Aguas terrestres. Transferencias. Riego. Expediente incoado por D. Enrique Martínez Tablado y D. Manuel Suadiaz Valdés en petición de que les considere como subrogados en los derechos que tenía D. Jorge Beronda de la concesión de mil litros de agua por segundo para la finca El Porcal. 18-07-1900. Peticionario D. Manuel Suadiaz Valdés. D. Manuel Suadiaz Valdes en su nombre y en el de sus hijas Maria, María Cristina y Ana Maria Suadiaz Martínez.

202 Publicada en el Diario Oficial de Avisos de Madrid, 221, de 10 de agosto de 1902, p. 2 y 11 de agosto, pp. 1-2.

203 AMF, Inventario 4063, 75, 19.

204 AMF, Inventario 4063, 75, 17. Años 1877-81. Riegos. Expediente promovido por D. Andres Avelino de Arteaga Marques de Valdemediano solicitando autorización para aprovechar aguas del río Jarama en el riego de la posesión de su propiedad titulada Belvis de Jarama en término de Paracuellos.

205 La sentencia se publicó en la Gaceta de Madrid, 183, de 2 de julio de 1881, pp. 15-16,

206 AMF, Inventario 4063, 75, 18.

Otro proyecto, el del canal de Ardoz, con agua derivada del Jarama, se documenta en 1884²⁰⁷, cuya autorización había sido otorgada a Santiago de Mesa Ramos, en nombre de los regantes de la zona, y se declaró caducada en 1886, al no haberse iniciado las obras por efecto de las malas cosechas y del cólera²⁰⁸.

En 1885 la Dirección General de Obras Públicas llevaba a *La Gaceta* la solicitud de Pedro Fernández del Rincón, para construir un canal derivado de los ríos Tajo y Jarama en las inmediaciones de Aranjuez, para regar la vega de La Sagra en la provincia de Toledo.²⁰⁹

Jorge Beronda tramitó entre 1900 y 1902 la concesión de 220 l/s del Jarama para regar un lote denominado La Gitana en su finca El Gózquez, en el término de San Martín de la Vega, con proyecto de Guillermo Quintanilla²¹⁰.

Todas estas concesiones eran conocidas por la Administración, y fueron aumentadas de manera considerable, pues el Plan de Obras Hidráulicas de 1902 incluía el riego de 7.000 ha en la cobertura de la Real Acequia del Jarama, pero también pretendía los riegos en el Jarama medio: un canal por la margen derecha para regar hasta 5.000 ha en los términos de Fuente del Fresno, San Sebastián de los Reyes, Alcobendas y Barajas. Otro canal construido en la margen izquierda, suministraría agua a 12.000 ha, en los pueblos de Talamanca, Valdetorres, Fuente el Saz, Algete, Torrejón y Alcalá de Henares.

Incluso en Madrid, para el riego de fincas en el barrio de la Ciudad Lineal, el promotor y urbanista Arturo Soria obtuvo 200 l/s de aguas subálveas del Jarama en 1912, tomadas en el término de Barajas, por encima del puente de Viveros, en la carretera de Madrid a Francia por la Junquera. Esta concesión resultó muy controvertida ya que tuvo la oposición frontal de los regantes del canal de San Fernando que, sin embargo, no fructificó al no tener inscritos sus derechos sobre los caudales que aprovechaban. El propio Arturo Soria se encargó de defender sus intereses en su revista *La Ciudad Lineal*²¹¹.

207 AMF, Inventario 4063, 76, 50.

208 Real Orden, Gaceta de Madrid, 169, de 18/06/1886, pp. 802-803, la caducidad conllevaba la pérdida del depósito del 1% de presupuesto, que el concesionario había depositado incluso fuera de plazo.

209 Gaceta de Madrid, 217, de 05/08/1885, p. 371.

210 AMF, Inventario 4063, 202, 5.

211 En *La Ciudad Lineal*, de 20 de agosto de 1912, pp. 296-298, se transcribía la concesión a D. Arturo Soria y Mata, como Director de la Compañía Madrileña de Urbanización, del alumbramiento de 200 litros por segundo de aguas subálveas del río Jarama, según se publicaba en la Gaceta del 13 de agosto anterior. Se habían opuesto la comunidad de regantes de San Fernando de Jarama, el Patronato Real para la trata de Blancas y D. Gonzalo Figueroa y Torres.

9. APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS, USOS INDUSTRIALES Y OTROS

Desde la década final del siglo XIX y los primeros años del XX, la corriente alterna vendría a posibilitar el transporte de la electricidad a largas distancias, desde los saltos de agua a las ciudades donde crecía la demanda de los consumidores, atendidos hasta entonces con pequeñas centrales de carbón radicadas en medio de los barrios y con corriente continua. Los ríos próximos a Madrid parecían propicios para establecer centrales generadoras de energía, así aparece en el primer proyecto del metro de Madrid, presentado en abril de 1892 por el ingeniero Pedro García Faria, para instalar un ferrocarril subterráneo con máquinas eléctricas, alimentadas desde saltos de agua en el Jarama y en el Tajo, mediante corriente que llegaría hasta la ciudad a 10.000 V de tensión. A pesar de que se le otorgó la concesión en septiembre de 1892, caducó a los 25 años sin haberse iniciado obra alguna²¹². Algo parecido ocurrió con José Batllé y Hernández, que había puesto en marcha en 1895 la Sociedad de Electricidad de Chamberí, en 1900 la Central Eléctrica del Mediodía, otra fábrica en Claudio Coello, así como la Sociedad General de Tracción Eléctrica y Automóviles²¹³. En 1901 Batllé promovió el proyecto de la Central Eléctrica de la Castellana y Canal del Jarama, que se recogió en un pequeño libro de 10 páginas²¹⁴. Allí se justificaba la idoneidad de implantar una central de producción termoeléctrica en la Castellana a partir de aparatos generadores de gas, un gasómetro de almacenamiento, tuberías, motores a gas, etc. para producir hasta 500 kWh de potencia, instalaciones que se complementarían con un salto de agua en el Jarama de 3.000 CV de potencia. En la central de la Castellana se dispondría de un transformador para reducir la corriente alterna que llegaría desde el salto del Jarama en alta tensión, más una batería de acumuladores y un cuadro de distribución.

El salto de agua del Jarama se proyectaba en el término municipal de Paracuellos, mediante una presa de 1,80 m de altura sobre la línea de agua y un canal de conducción de 0,000156 m de pendiente por metro lineal, hasta alcanzar la colina donde se asentaba el pueblo, situado al borde de un talud de 21 m de caída, que para un caudal de agua de 10 m³/s darían una potencia dinámica del salto de 3.000 CV durante nueve meses al año, y 1.100 CV durante los meses de estiaje. Se describen los elementos necesarios: presa de embalse, casa de compuertas a la entrada del canal, canal de conducción con sus obras para el paso de arroyos y caminos, depósito de toma y entrada de agua en los conductos forzados, que llegarían hasta la casa de motores de Paracuellos, donde habría grupos de turbinas y alternadores, con un canal de desagüe de retorno al río, más una subestación transformadora en Madrid. La instalación comprendía tres grupos

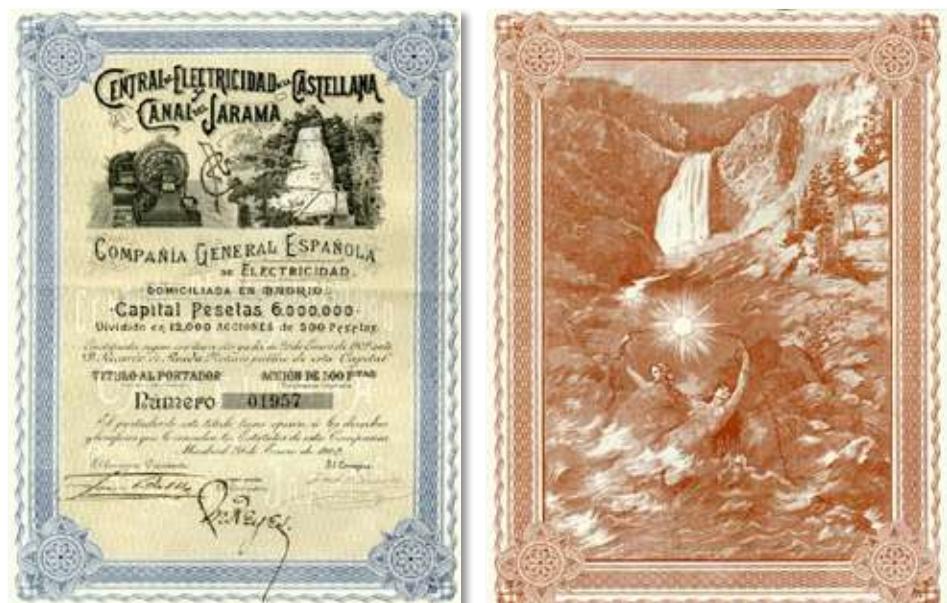
212 Mohedas García, César, y otros: 90 años de metro en Madrid. Madrid: Ediciones La Librería, 2010, p. 7. Sáenz Ridruejo, Fernando: Los Ingenieros de Caminos. Madrid: Editado por el Colegio de Caminos, Canales y Puertos de Madrid, 2012, 2ª ed., p. 147. Almodóvar, Miguel Ángel: Yantares de cuando la electricidad acabó con las mulas. Madrid: Nowtilus-Red Eléctrica Española, 2009, pp. 238-239. La noticia llegó a publicarse en Francia por Tainturier, C.: "Les chemins de fer électriques", *Le génie civil*, Paris, t. 23, n, 18, 1893/09/02, p. 295.

213 Simó Ruescas, J.: "La Cooperativa Electra Madrid y los inicios del monopolio compartido en la industria eléctrica madrileña (1905-1912)." en: Bahamonde Magro, A. y Otero Carvajal, L. E. (eds.): *La sociedad madrileña durante la restauración. 1876-1931*, Vol. 1. Madrid: Comunidad de Madrid, 1989. p. 409-428.

214 Central de electricidad de la Castellana y Canal del Jarama: memoria descriptiva del proyecto. Madrid: Imprenta de José S. Quesada, 1901. Ejemplar en la Biblioteca Regional de Madrid Joaquín Leguina C.517/11. Menciona este proyecto Rueda Laffont: Madrid, 1900..., p. 331 y ss.

generadores de corriente trifásica a 10.000 V y un cuarto grupo de reserva. Cada grupo sería de 750 CV de eje horizontal y un alternador trifásico de 500 kW. El presupuesto para la central era de 2.000.000 de pesetas, y para el establecimiento y construcción del canal del Jarama alcanzaba 2.498.800 pesetas. La sociedad se constituyó ante notario el 21 de enero de 1902, con 6 millones de pesetas de capital (figura 3.13), pero no llegó a realizar el salto, aunque sí una central situada en un inmueble de la calle Abascal 26 y Zurbano 53. Las turbulencias en el negocio eléctrico en aquellos años llevaron a que el 22 de febrero de 1906 se publicara la subasta judicial de un solar de la compañía, que había sido embargado por impago²¹⁵. La sociedad fue adquirida por el marqués de Santillana el 17 de junio de 1906, en pleno proceso de liquidación²¹⁶.

Figura 3.13. Acción de la Central de Electricidad de la Castellana y Canal del Jarama, 1902. Anverso y reverso



Fuente: www.todocoleccion.net.

215 Diario Oficial de Avisos de Madrid, 46, de 22 de febrero de 1906, p. 2. Otra sentencia contra la misma Compañía en el de 24 de mayo de 1906.

216 Anuncios de liquidación de la sociedad Castellana de Electricidad en la Gaceta de Madrid, 65, de 06/03/1906, pp. 908-909; 109, de 19/04/1906, p. 263; 132, de 12/05/1906, p. 587; 237, de 25/08/1906, p. 811; 131, de 11/05/1907, pp. 576-577. Ayuntamiento de Madrid: Concesiones para la instalación de cables eléctricos aéreos y subterráneos y tendidos de tuberías de agua. Madrid: Imprenta Municipal, 1915, pp. 61-65.

En marzo de 1902 se publicaba otro proyecto similar, promovido también por Batllé²¹⁷. Tras reiterar la alabanza a la eficacia de los saltos de agua para la producción de energía eléctrica, se proponía crear uno en el Jarama, entre los ríos próximos a la ciudad de Madrid, sugiriéndolo en el término de Fuente del Fresno, con un canal que iniciaría su trazado en término de Valdetorres, a partir de una presa en el paraje de Silillos, donde ya existía un azud para riego. Siguiendo por la margen izquierda del río, enlazaría con un depósito de toma para las turbinas, en la parte alta de las laderas del regado del Burrillo, tras recorrer 12 km. Con ello se alcanzaba un desnivel de 24,45 m. Los aforos practicados aseguraban que el caudal superaba 10.000 l/s desde el primero de noviembre hasta el primero de julio. Por ello se contaría con un caudal medio de 5.000 l/s, con una potencia obtenible de 3.000 CV desde el primero de noviembre al primero de julio, y de 1.500 CV del primero de julio al 31 de octubre. Mediante una línea de 19 km de corriente alterna en alta tensión, se comunicaría con las afueras de Madrid, para enlazar con un transformador que distribuiría la energía en continua y baja tensión. El presupuesto del canal y presa se estimaba en 1.685.670 pesetas y la parte hidráulica, mecánica y eléctrica en 1.561.306,25, siendo el presupuesto total de 3.246.976,25 pesetas.

Los gastos anuales se estimaban en 385.820 pesetas y los ingresos en 797.830 pts., lo que supondría un rendimiento al capital del 24,57 %, que aún sería mayor si la explotase conjuntamente una central de vapor de las que ya estaban establecidas en Madrid, pues ya tendría instalados los cables hasta los clientes consumidores. En este caso, con unos gastos anuales de 365.820 pesetas, se obtendría un beneficio de 1.409.655 pesetas anuales. Aún sería mayor si se constituía una sociedad para administrar el canal, transporte de energía, central y red de cables de distribución. Firmaban el proyecto el concesionario José Batllé y el ingeniero Francisco Domenchina. Pero quedó solo en proyecto, pues Batllé solicitó en 1904 retirar el depósito establecido para la concesión²¹⁸, y sus sociedades acabarían aliándose con la compañía Madrileña de Electricidad en 1907, sin aprovechar una sola gota de agua del Jarama.

En ese mismo año, el comisario regio en el Canal de Isabel II Joaquín Sánchez de Toca planteó crear un salto en las conducciones del Lozoya que abastecían a Madrid, y vender no solo agua, sino también electricidad con la futura central de Torrelaguna, que entraría en servicio en 1912. Volviendo a 1907, nació la compañía Hidroeléctrica Española, *Hidrola*, que desde 1908 trabajó en llevar electricidad desde el *Salto del Molinar* en el Júcar hacia Madrid y Levante. Mientras que la primera energía hidroeléctrica distribuida en la capital la instaló el marqués de Santillana en 1902, procedente del salto del Navallar, en el río Manzanares, Madrid hubo de esperar a 1910 para ver la llegada intensiva de electricidad de generación hidráulica, combinando la producción de las compañías *Salto de Bolarque*, que la obtenía en el Tajo, y su distribución con la *Sociedad de Gasificación Industrial*, ambas controladas por los banqueros Urquijo, que se aliaron posteriormente con la *Sociedad Madrileña de Electricidad* en 1912 para crear la *Unión Eléctrica*

217 Batllé, José y Domenchina, Francisco: Aprovechamiento industrial de las aguas del Río Jarama en el término de Fuente el Fresno. Memoria descriptiva del proyecto. Madrid: imprenta de Antonio Marzo, 1902. Biblioteca Regional de Madrid Joaquín Leguina, caj. 517,10.

218 AMF, Inventario 4063, 205, 39. D. José Batlle solicita devolución de carta de pago del depósito que constituyó para responder a su concesión del río Jarama y propuesta de retirada del depósito provisional. Madrid 1904.

*Madriña*²¹⁹. Por su parte, *Hidrola* se había vinculado a la *Sociedad Cooperativa Electra Madrid*, expandiendo su distribución en la ciudad.

Pese a esta efervescencia del negocio eléctrico madrileño, los planes de explotación de saltos en el río Jarama quedaban suspendidos, especialmente por la falta de regulación de sus caudales con grandes oscilaciones entre las aguas altas y el estiaje, sin que pueda olvidarse la atención debida a las concesiones a los regantes. Entre tales iniciativas fallidas²²⁰, se documenta en 1901 la del marqués de Santillana, que llevaba tiempo recabando concesiones de aprovechamientos hidráulicos o adquiriéndolas, cuando solicitó disponer de la totalidad del caudal del río en un salto hidráulico en Paracuellos, al haberse hecho con la concesión de 238 l/s otorgada en 1877, destinada inicialmente para riego, pero la idea no prosperó. Otra concesión se otorgó en 1903 al ingeniero Antonio Molina y Galindo, para un salto de 39,33 m que afectaría a los términos de Patones, Uceda, Torremocha y Torrelaguna, que tampoco llegó a realizarse²²¹.

Por otra parte, entre los aprovechamientos molineros y de alcance mucho menor que los saltos hidroeléctricos, se reconoció a José Felipe Martínez Ruiz por prescripción el empleo de 2.352 l/s en el molino de Torremocha de Uceda para fuerza motriz en 1914²²². La compañía Agrícola Industrial del Jarama también inscribió en 1926 un salto de 10,88 m, subdividido en dos saltos útiles, uno de 2,90 m y otro de 2,15 m, para uso industrial, y un caudal de 2.217 l/s. En 1944 se autorizó un salto de agua de 4,14 m a M^a Paz García de la Lama Álvarez, con un caudal de 1.000/s, de la concesión previa para riego en la finca La Muñoza, en Barajas²²³.

Aparte de los aprovechamientos para energía, se sirvieron del Jarama otros usos industriales de los que destaca la fábrica de azúcar de La Poveda en 1901²²⁴, nacida para suplir con producción nacional el que se había dejado de recibir de Cuba tras su pérdida en 1898, que incluso instaló un ferrocarril cuya construcción se autorizó en 1908 para transportar hasta la fábrica las remolachas

219 Fernández Izquierdo, Francisco: 100 años de historia, El Salto de Bolarque. Gas Natural-Fenosa, 2010, pp. 17-19.

220 Esta información procede de la relación de concesiones en el Jarama conservada en la CHT, Oficina Técnica de la presa de Alcorlo, que se detalla en la tabla 3.7 de este capítulo.

221 Antonio Molina Galindo, ingeniero que había trabajado en Cuba y Puerto Rico, obtuvo una concesión de aprovechamiento hidroeléctrico en el Tambre en 15-10-1907, posteriormente incorporada a la Sociedad General Gallega de Electricidad. BOE 59, de 7/06/1948, p. 2368.

222 CHT, Oficina Técnica de la presa de Alcorlo, carpeta marrón "Jarama Medio, riegos.". Relación de concesiones. Véase también Molina Sánchez, Javier y Vela Cossío, Fernando: "De molinos harineros a fábricas de luz: arquitectura e ingeniería hidráulica en el norte de Madrid", 8º Congreso Internacional de Molinología, Innovación y ciencia en el patrimonio etnográfico, 28, 29 y 30 de abril de 2012 Tui (Pontevedra), 11 p. Accesible en <pdf.depontevedra.es/ga/148/pbRfBQrTQL.pdf> [consulta 10-12-2014].

223 CHT, Oficina Técnica de la presa de Alcorlo, carpeta marrón "Jarama Medio, riegos.". Relación de concesiones.

224 AMF, inventario 4063, 205, 14. Expediente a instancia de D. Miguel Díaz Álvarez, Director de la Sociedad Anónima Azucarera de Madrid solicitando autorización provisional para ejecutar las obras de una toma de agua que tiene pedida para derivar aguas del río Jarama. Madrid 1901. *Ibidem*, 515, 10.- Expediente del negociado de aguas incoado por Don Francisco Serrato, Depositario Administrador de la Azucarera de Madrid, sobre toma de 60 litros de agua del río Jarama para fábrica de remolacha en la "Poveda" y conducción por el Canal de Santa Ana. Contiene plano general. Madrid 1915.

plantadas en los regadíos de la vega que empleaban como materia prima²²⁵. Hay que sumar a esta otras concesiones industriales²²⁶, entre ellas la otorgada a la Constructora Cantabria, de 200 l/s en 1912, aún vigente en los años 50 del siglo XX²²⁷. Con posterioridad a la guerra civil, se autorizaron tomas de agua a Materiales y Tubos Bonna, S.A.²²⁸ para la fabricación de hormigones (0,5 l/s), a Francisco Blanes Pascual (40 l/s) y a la Empresa Nacional de Autocamiones (122 l/s). También se dieron licencias de extracción de agua con los aprovechamientos derivados de "sobrantes" del pantano de El Vado, tras su entrada en servicio, como la concesión de la empresa Cartonajes del Jarama, de Coslada, en 1962, que pagaba 667,30 pesetas anuales²²⁹.

En el Archivo del Ministerio de Fomento se conservan peticiones de aprovechamientos para extracción de áridos²³⁰, o defensas ante las crecidas²³¹ y también se habilitaron tomas para abastecimiento en el Jarama, destinados a Torrejón de Ardoz, y particularmente a la base aérea, mediante el denominado azud de los Berrocales, que ha sido eliminado hace pocos años tras

225 Tostón Menéndez, Felipe y López Ciudad, Jesús Fernando: "El tren de la Azucarera Ciempozuelos-La Poveda. Un caso de arqueología industrial", en Matilla Quiza, María Jesús; Polo Muriel, Francisco; Benegas Capote, Manuel (coords.): *Ferrocarril y Madrid: historia de un progreso. II Congreso de Historia Ferroviaria*, Aranjuez, 2001. Madrid, 2002, pp. 129-148. Accesible en <archivo.ayto-arganda.es/archivo/biblio/PDF/04209001.pdf> [consulta 10-12-2014].

226 Gaceta de Madrid, 106 de 16 de abril de 1903, pp. 199-200. Concesión de aprovechamiento promovido por D. Tomás López García para una fábrica en Rivas, de 2 m³/s en verano y 10 en invierno, con una presa de toma de 2 m sobre el lecho del río, con proyecto del ingeniero D. José M. Rodríguez.

227 Concesión 05/8/1912. CHT, Oficina técnica de la presa de Alcorlo, relación de concesionarios de aguas del Jarama.

228 Esta empresa fue una de las adjudicatarias de la construcción del canal del Jarama.

229 En 20/11/1964 Enrique Alcázar Martínez solicitó la transferencia de la concesión que tenía Albina Moreno Pellicer por la Comisaría de Aguas del Tajo en 1962, y que se inscribiera a nombre de Cartonajes del Jarama, ENROERPE, S.A., que se la había adquirido a la primera concesionaria. CHT, OT, presa de Alcorlo.

230 AMF, inventario 4063, 444, 10. Expediente del negociado de aguas relativo a autorización solicitada por Don José López de Coca, para extraer almendrilla del río Jarama, en la inmediaciones del puente de San Fernando. Madrid 1914. Id. 13.- Petición de remisión al negociado de aguas del expediente promovido por la Sociedad Fomento en Obras y Construcciones, sobre extracción de arenas y gravas en el río Jarama, en el puente de Arganda (Madrid), enviado al Archivo General en 1915. Madrid 1922. AMF, inventario 4063, 275, 8. Expediente relativo a la autorización para extraer arenas y gravas arrastradas por el río Jarama y depositadas al lado de una finca de D. Pedro Pascual Expósito en Coslada. Madrid 1903. *Ibidem*, 5153, 2. Expediente del negociado de aguas sobre instancia de don José López Coca como contratista de las obras de encauzamiento y saneamiento del río Manzanares solicitando autorización para extraer piedra almendrilla del río Jarama. Madrid 1915. - 3. Expediente del negociado de aguas incoado por don José Díaz Gómez solicitando autorización para extraer piedra del cauce del río Jarama en "La Caldera", término de San Fernando (Madrid). Madrid 1915.

231 AMF, inventario 4063, 444, 12, y 205, 12. Expediente relativo a las obras de defensa del río Jarama, en la finca denominada en el Río Jarama para resguardo de la finca Piul, Palomarejo y Torrebermeja. Madrid 1899. Id., 444, 11.- Expediente del negociado de aguas incoado por Don Sebastián Moro Martínez solicitando autorización para poner una estacada como obra de defensa en la margen del río Jarama en una finca de su propiedad denominada Pajares, término de San Martín de la Vega (Madrid). Madrid 1914. *Ibidem*, 560, 1. Expediente de Luis Felipe Lomba que solicita autorización para fijar espigones para la defensa de su finca Soto del Hinojar contra las avenidas del río Jarama en Aranjuez. Proyecto que incluye los siguientes planos: plano general y plano de detalle. Madrid 1919-1920.

dejar de cumplir su función, en un plan de restauración del Jarama iniciado en 2008, coincidente con las obras de expansión del aeropuerto de Barajas²³².

10. CONCESIONES DE AGUA EN EL JARAMA MEDIO

A continuación se incluye la relación de concesionarios de agua en el río Jarama, de acuerdo a la documentación conservada por la Confederación Hidrográfica del Tajo en El Vado, actualmente en la presa de Alcorlo (tabla 3.3). Esta información se recopiló con motivo de la puesta en servicio del embalse de El Vado, y su aprovechamiento para regadío, mientras no concluyeran las obras del canal del Jarama, que conduciría el agua hacia Madrid. La gestión durante la década de 1950 y primeros años 60 se detalla en los epígrafes 4.7 y 4.8 del capítulo siguiente, dedicado a la presa de El Vado.



Regadío en el valle del Jarama, La Poveda (Arganda).
F. Fernández Izquierdo. 2016.

232 En particular para Torrejón de Ardoz, entre 1942 y 1957. AGA, IDD 49, Inventario de Obras Públicas 3460, 3535. Otros pueblos ribereños se abastecían con manantiales. Sobre la eliminación del azud de los Berrocales, Arenillas Girola, Lidia: Entre ríos anda el juego. 25 de julio de 2012. Accesible en <www.magrama.gob.es/es/agua/temas/delimitacion-y-restauracion-del-dominio-publico-hidraulico/1_la_ch_tajo_y_la_restauracion%C3%B3n_fluvial_tcm7-213955.pdf> [consulta 20-2-2014]

Tabla 3.3. Jarama medio. Concesiones de agua para aprovechamientos agrícolas hasta 1960

NÚMERO DE INSCRIPCIÓN	CONCESIONARIO Y USO	TOMA TÉRMINO MUNICIPAL	CAUDAL (l/s)	OTROS DATOS	VIGENTE EN 1950
3	Real Acequia del Jarama; riegos un molino y fábrica de energía	Rivas del Jarama	Media de 4.500 hasta 9.000	Riego de 3.000 ha en los términos de San Martín de la Vega, Ciempozuelos y Seseña	Sí
18	Federico Díaz-Valles, en nombre de Vicenta Peláez Beronda. Riego	Rivas de Jarama, finca "El Piul"	100 en aguas bajas; 140 en aguas altas	Concesión 4/06/1871 y 27/03/1900. Primero se concedieron 40 l/s y luego 60 l/s en aguas bajas y 100 en altas.	Sí
23	Joaquín Arteaga y Echagüe. Riego y fuerza	Paracuellos	238 y el resto del río	Concesión de 19/04/1877. Anulada por la inscripción 652.	No
32	Enrique González Amezua. Riego 15 ha	Arganda, Soto de la Poveda	100	Concesión 02/06/1871.	Sí
215	Cia. Madrileña de Urbanización. Riegos	Barajas	200	R.O. 8/08/1912. En aguas subálveas, pendiente de recurso.	Sí
11	La Agrícola Industrial del Jarama. Julia Quiñón Maldonado, Carlos Ferrer y Callejas, Ignacio y Doroteo Vázquez Fernández. Riego	San Martín de la Vega	23	Ordenada la inscripción de este aprovechamiento por RO comunicada de 6/11/1926, la misma que la nº 10 (tabla de concesiones para usos industriales).	¿?
12	Pedro y Carlos Candas Carvajal, riego	San Martín de la Vega, finca Soto Pajares	108 de octubre a mayo ambos inclusive	Transferencia aprobada por RO de 16/09/1924. Corresponde a las 3/5 partes de Concepción, Tomás y Carmen Moro, del aprovechamiento nº 238, otorgado mancomunadamente a ellos y a sus hermanos Sebastián y Cristina Moro, ordenándose la inscripción el 21/03/1927.	¿?

NÚMERO DE INSCRIPCIÓN	CONCESIONARIO Y USO	TOMA TÉRMINO MUNICIPAL	CAUDAL (l/s)	OTROS DATOS	VIGENTE EN 1950
13	Sebastián Moro Martínez	San Martín de la Vega, finca Soto Pajares	72 de octubre a mayo ambos inclusive	Comprende las 2/5 que correspondían a Sebastián y Cristina Moro, en el nº 238 del registro primitivo, junto con sus hermanos, ordenándose la inscripción el 21/03/1927.	¿?
15	Luis Estaban Fernández del Pozo	Aranjuez, finca Soto de las Cuevas	120	Ordenada la inscripción el 21/03/1927, definitiva 25/11/1933, por prescripción.	¿?
	Riego 2 parcelas, 119,7 ha				
203	Juan Calvo López. Riegos	San Martín de la Vega	84	Transferencia concedida por OM de 11/01/1943. Anulado por el asiento 542.	No
261	Manuel Rodríguez Diéguez. Riego	San Sebastián de los Reyes	7	Prescripción y orden de inscripción el 7/07/1944	Sí
263	Dolores Marquina Guío, sin especificar uso	Velilla de San Antonio	352	Transferida de Carlos Corsini Senespleda por OM de 19/07/1944 quien tenía la concesión, para mover una toma del Henares al Jarama.	Sí
266	Manuel y María Cristina Suardíaz Martínez. Riego	Vaciamadrid, finca El Porcal	1000	Transferencia aprobada en 11/09/1944.	Sí
268	Mª Paz García de la Lama Álvarez. Riego 165 ha	Barajas, finca La Muñoza	141	Transferencia aprobada el 8/09/1944.	Sí
344	Andrés y Luciano Rojo Sacristán. Riego de 12,6 ha	San Sebastián de los Reyes	12	Los interesados quedan obligados a construir un módulo,	Sí
	Riego de 12 ha.	Prado de Santo Domingo	12	16480	Sí

NÚMERO DE INSCRIPCIÓN	CONCESIONARIO Y USO	TOMA TÉRMINO MUNICIPAL	CAUDAL (l/s)	OTROS DATOS	VIGENTE EN 1950
	Riego de 12 ha.	Prado de Santo Domingo	12	16480	Sí
347	Comunidad de regantes de San Fernando de Jarama, riego de 336 ha	San Fernando de Jarama	296	Prescripción según OM de 17/02/1945, obligado a construir un módulo,	Sí
404	Miguel Cuesta Baltasar, para regar 30 ha	San Martín de la Vega	35,3	Prescripción por OM del 17/04/1946, obligado a construir un módulo	Sí
497	Herederos del Duque de Tovar, riego 68 ha	San Fernando de Henares, finca El Gorrión	40	Concesión de la DGOH de fecha 15 de julio de 1947, obligado a construir un módulo,	Sí
542	Rita de Zúñiga y Garcio-Izquierdo	San Martín de la Vega	84	Transferencia concedida por OM de 3/02/1948. Este asiento anula el nº 203,	Sí
652	Mª del Pilar Fernández Rodríguez, riego 207 ha	Paracuellos del Jarama	238	Concesión 1º9/04/1877, transferida por OM de 7 de junio de 1949.	Sí
656	Ayuntamiento de Algete, riego 62 ha	Algete. Finca Soto Heredad de la Torre	50 para riego entre primero de octubre y de julio	Concesión por OM de 5 de julio de 1949.	Sí
676	Instituto Nacional de Colonización, riego de 239 ha	Parcuellos del Jarama, finca Belvís de Jarama,	230	Transferencia por OM de 11/19/1949. Anula la concesión 652	Sí

Fuente: CHT, Oficina técnica de la presa de Alcorlo, Carpeta marrón "Jarama Medio, riegos".

Gracias a una relación de las concesiones de agua para fuerza motriz en el Jarama aguas arriba de Vaciamadrid elaborada en torno a 1960, es posible añadir a las descritas para usos agrícolas, otras concesiones más para usos industriales (tabla 3.4). De ellas, las de caudal más voluminoso no tenían vigencia real, aunque parece que no estaban revocadas, pues aún se anotaron en la relación²³³.

233 Relación de las concesiones para aprovechamientos de fuerza motriz, con aguas derivadas del río Jarama, aguas arriba de Vaciamadrid. Mecanografiado. CHT, Oficina técnica de la presa de Alcorlo. Se describen las inscripciones de concesión de agua, procedentes del Registro General de Aprovechamientos Hidráulicos, del Registro General de la Jefatura de la Provincia y de la División Hidráulica, algunos redundantes. Anotaciones a lápiz indicativas de la vigencia o no de su aprovechamiento.

Tabla 3.4. Jarama medio. Concesiones de agua para usos industriales, hasta 1960

NÚMERO DE INSCRIPCIÓN	CONCESIONARIO Y USO	TOMA TÉRMINO MUNICIPAL	CAUDAL (l/s)	OTROS DATOS	VIGENTE EN 1950
4	Don Nathan Süss, director Compañía Ferrocarriles M.Z.A.	Aranjuez	2	19/06/1901. Abastecimiento FFCC estación de Aranjuez. Concesión de 09/05/1858, sin oposición	¿?
	Estación de Aranjuez, abastecimiento del ferrocarril				
43	D. José Batllé y Hernández, salto de 20,76 m	Fuente el Fresno	10.000	Concedida 09/02/1902. Transferida a la Central de Electricidad de la Castellana y Canal del Jarama, 07/11/1903	No
65	Central de Electricidad de la Castellana y Canal del Jarama, salto de 20,76 m	Fuente El Fresno	10.000	Concedida 9/02/1902 y transferida por D. José Batllé en 7/11/1903.	No
68	D. Antonio Molina y Galindo, salto de 39,33 m. Fuerza motriz	Patones, Uceda, Torremocha y Torrelaguna	Todo	Concedida 19/05/1903	No
200	Empresa Constructora Cantabria, S.A.		200	Concesión 05/8/1912.	Sí
202	D. José Felipe Martínez Ruiz, fuerza motriz	Torremocha de Uceda	2.351	Prescripción reconocida por R.O. 10/02/1914.	Sí
228	D. Miguel Díaz Álvarez (Azucarera de Madrid). Fuerza motriz	Arganda	60	Concesión 16/02/1902, era el nº 44, pero se anuló por R.O. de 7/10/1915, que autoriza también el cambio de la toma, y trasladarlo a la presa de D. Manuel Suardíaz, concedida en 15/12/1873.	No

NÚMERO DE INSCRIPCIÓN	CONCESIONARIO Y USO	TOMA TÉRMINO MUNICIPAL	CAUDAL (l/s)	OTROS DATOS	VIGENTE EN 1950
10	La Agrícola Industrial del Jarama. Un salto de 10,88 subdividido en dos saltos útiles, uno de 2,90 m y otro de 2,15 m, para uso industrial	Talamanca	2.217	Ordenada la inscripción de este aprovechamiento por RO comunicada de 6/11/1926. Comprobada en sentencia del Tribunal Contencioso Administrativo de 29/02/1965.	Sí
253	Materiales y Tubos Bonn, S.A. Fabricación de Materiales hormigonados.	San Fernando de Henares	0,5	Concesión otorgada por la Jefatura de Aguas de la Delegación de los Servicios Hidráulicos del Tajo en 26/2/1944.	Sí
267	Dª Mª Paz García de la Lama Álvarez. Salto de 4.14 m, para usos industriales	Barajas	1.000	Transferencia aprobada el 8/09/1944, anula el asiento 229 del registro primitivo.	Sí
523	D. Francisco Blanes Pascual. Usos industriales	Coslada	40	Concesión del Ministro de OP 25/11/1947	Sí
	Empresa Nacional de Autocamiones	Coslada	122	Concesiones 21/08/1950 y 07/09/1953	Sí

Fuente: CHT, Oficina técnica de la presa de Alcorlo, Carpeta marrón "Jarama Medio, riegos".



LA PRESA DE EL VADO EN EL RÍO JARAMA (1902-1979)



1. ANTECEDENTES. EL VADO ANTES DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA PRESA

El pueblo de El Vado se situaba junto al río Jarama, asentado en un ensanchamiento de su angosto y sinuoso recorrido por la vertiente meridional de la sierra de Ayllón. Una corta vega en terreno llano, junto al puente que cruzaba el vado que daba nombre a esta pequeña población, incluía las mejores tierras de un término en su mayor parte fragoso, propio para el bosque de robles melojos y matorrales de jara, tan solo adecuado para el pasto del ganado, cabras y ovejas especialmente, que eran, junto a la leña para carboneo, el principal sustento de los vecinos. Un puñado de casas se habían arracimado en las faldas de una pequeña loma, donde se edificó la iglesia parroquial de El Vado, dedicada a Nuestra Señora de la Blanca, construida con bloques de caliza de Tamajón y pizarra del lugar. El edificio dominaba el caserío con su espadaña asomada como un balcón sobre el valle. Sus ruinas aún destacan muy cerca de las aguas del embalse que heredó el nombre de la población desaparecida. Aparte de los verdes del bosque, tornados en una sinfonía cromática de marrones y ocre en otoño, a poniente, el color del terreno estaba dominado por el gris matizado y brillante de las pizarras esquistas, dispuestas en atormentados crestones que ascienden desde el cauce del río, por la ladera de la sierra, hasta el pico de la Tornera. En contraste, al otro lado del Jarama, hacia Tamajón, prevalecen los tonos rojizos y amarillos de las rocas calizas y tierras arcillosas abiertas a levante, que junto a los depósitos fluviales del valle, permitían los cultivos adaptados al frío clima de esta zona, elevada por encima de los 900 m. Aguas arriba, un poco antes de llegar a la confluencia del Jaramilla y el Jarama, la aldea de Matallana miraba al río desde un altozano en su margen derecha. Esta población también fue abandonada en los años 60 del siglo XX, unas décadas más tarde que El Vado, de cuyo municipio dependía. El mismo camino siguió La Vereda, situada hacia poniente sobre una planicie elevada entre las dos poblaciones citadas, cuyas casas centenarias se fabricaron con las oscuras lajas de

pizarra características de la arquitectura negra, el signo de identidad de toda esta comarca. Si El Vado fue expropiado por el Estado para construir el embalse, La Vereda y Matallana lo fueron para repoblar de pinos sus términos, pasando todos ellos a depender de Campillo de Ranas.

Figura 4.1. Vista de El Vado. Década de 1930.



Fuente: Fondo Fotográfico Tomás Camarillo, nº 624. Centro de la Fotografía y la Imagen Histórica de Guadalajara. Diputación Provincial.

La aldea de El Vado surgió de la repoblación de estas tierras serranas tras su incorporación al reino de Castilla, que en esta vertiente sur del Sistema Central se repartieron las villas segovianas de Ayllón y Sepúlveda. Precisamente el Vado, junto con Corralejo, Colmenar de la Sierra, Matallana, la Vihuela y la Vereda, constituían la extensión más al sureste de la Tierra de Sepúlveda, cuyo fuero, otorgado por Alfonso VI en 1076, más su ampliación en el fuero extenso del siglo XIII, rigieron su alfoz durante la Edad Media²³⁴. Doña Juana Manuel, mujer del rey Enrique II de Castilla, donó el Vado, Colmenar, el Bocígano y el Cardoso a su mayordomo Pedro González de Mendoza, quien estableció un mayorazgo en 1379 para su primogénito, Diego Hurtado de Mendoza, primer duque del Infantado, mayorazgo que comprendía estos pueblos, el Real de Manzanares y tierras de Sepúlveda²³⁵. Posteriormente permaneció en manos de una rama de los Mendoza,

234 Martínez Díez, Gonzalo: Las Comunidades de Villa y Tierra de la Extremadura Castellana. Madrid: Editora Nacional, 1983, p. 325 y ss., mapa en p. 327-329. Sáez Sánchez, Carlos: "Toponimia de la Comunidad de Villa y Tierra de Sepúlveda (1454-1504)". En la España Medieval, III Estudios en memoria del Profesor D. Salvador de Moxó, II, Madrid: Universidad Complutense, 1982, p. 547.

235 Archivo Histórico Nacional, sección Nobleza, Osuna, CP.219, D. 6. "Acta notarial de la absolución realizada por el arzobispo de Toledo, Juan [Martínez de Contreras], de la promesa de enajenación de parte del mayorazgo realizado por Íñigo López de Mendoza, señor de la Vega, [futuro I marqués de Santillana], a favor de Aldonza [de Mendoza], duquesa de

en el marquesado de Montes Claros, hasta el siglo XIX²³⁶. Se pensaba que este lugar acogió la ermita de Santa María de El Vado²³⁷, mencionada por Juan Ruiz, arcipreste de Hita en su *Libro de buen amor*, pero estudios recientes remiten su localización a otro vado, en el río Manzanares, entre Manzanares el Real y Colmenar Viejo²³⁸. Lo más importante de aquel paso en el Jarama era facilitar la comunicación de los ganados estantes y trashumantes que acudían a los pastos serranos cruzando las cañadas y veredas mesteñas, a las que hace referencia el topónimo La Vereda²³⁹. Aparte de los libros parroquiales y de la ermita de Nuestra Señora de las Angustias, hoy en el Archivo Histórico Provincial de Guadalajara, apenas se conserva documentación de El Vado²⁴⁰, quedan algunas referencias sobre cuestiones agrarias en los archivos generales, en el de la Real Chancillería de Valladolid²⁴¹, o en el Archivo Histórico Nacional²⁴². A mediados del siglo XIX, con dos centenares escasos de personas viviendo en los tres núcleos que componían el municipio de El Vado, que tenía como pedanías a Matallana y La Vereda, se puede afirmar que la economía local permitía subsistir a los habitantes con los recursos naturales disponibles, la ganadería, la madera para carbón y una escasa agricultura, sin demasiadas alegrías y no pocos problemas²⁴³.

Arjona, su tía, el cual recibió de su padre Diego Hurtado de Mendoza, [X señor de Mendoza]." 1453-06-09 Toledo.

236 Herrera Casado, Antonio. "El Vado", en Crónica y guía de la Provincia de Guadalajara, Guadalajara: Diputación Provincial. 1983. Pp. 426-427.

237 Aun consta así en una placa conmemorativa de la inauguración del embalse, en la que, es de suponer, tuvo influencia el interés literario y cultural del ingeniero José Torán, que actuó como contratista en la terminación de la segunda etapa y puesta en servicio del pantano de El Vado.

238 Calleja Guijarro, Tomás: "Las dos rutas segovianas del Libro de buen amor", en Morros, Bienvenido y Toro, Francisco: Juan Ruiz, Arcipreste de Hita, y el "Libro de buen amor". I Congreso Internacional, Alcalá la Real del 9 al 11 de mayo de 2002, Alcalá la Real: Ayuntamiento Alcalá la Real, Centro para la Edición de los Clásicos Españoles, 2004, pp. 320-321.

239 Ranz Yubero, José Antonio y López de los Mozos, José Ramón: "Estudio de la toponimia menor de Matallana, El Vado y La Vereda", Wad-al-Hayara, 28, 2001, pp. 191-210.

240 En julio de 2014 visitamos el Ayuntamiento de Campillo de Ranas, que ha absorbido los términos municipales de La Vereda, El Vado y Matallana, entre otros. En Campillo se conserva un armario con documentación de La Vereda, desde fines del siglo XIX hasta 1970, cuando era ya un municipio independiente, pues el primero de marzo de ese año, su corporación decidió incorporarse a Campillo de Ranas. Del juzgado de El Vado se conservan los registros de nacimientos y defunciones, pero no se han podido localizar otros documentos del archivo municipal de El Vado tras abandonarse el pueblo.

241 Archivo de la Real Chancillería de Valladolid. Pleito entre el concejo de Colmenar de la Sierra y de El Vado sobre deslinde de términos. 1566. Pl. Civiles, Zaradona y Balboa, olv. Caja 699.5 y 1151,6.

242 A.H.N., CONSEJOS, 28430, Exp.15. Año 1679. La villa de Vado con las villas de Tortuero y Valdesotos, y consortes sobre comunidad de pastos. Palencia y Guadalajara.

243 En el Boletín Oficial de la Provincia de Guadalajara de los años 1907-1910 se publicaron varias sentencias en las que se denunciaron a vecinos de El Vado por daños producidos por sus cabras en otros términos próximos. En el BOPG 131 de 01/11/1911, pp. 4-6 se anunciaba una subasta de fincas de más de una veintena de vecinos de El Vado, ordenada el 28 de octubre de 1911 por el juez de Cogolludo, por responsabilidades derivadas de la denuncia contra ellos por hurto de leñas en la finca Montesclaros, propiedad de los herederos del ducado de Híjar. Por el número de afectados es de suponer que la mayor parte de los vecinos de El Vado resultó denunciada.

Figura 4.2. Ruinas de la iglesia parroquial de El Vado, vista desde el camino de acceso a La Vereda



Fotografía F. Fernández Izquierdo, 2014.

1.1. Los Riegos del Jarama

La España de la Restauración vendría a traer para este pueblo ribereño del Jarama un destino muy diferente al que había mantenido desde su creación en la época medieval. Una vez superados los recelos hacia las grandes presas en España, como consecuencia de los fracasos en los años previos a la Guerra de la Independencia (El Gasco, rotura 1799; Puentes, rotura 1802, Valdeinferno, atarquinado 1802), y aunque algunas de las que se construyeron a mediados del siglo XIX no estuvieron carentes de problemas (embalse del Níjar o de Isabel II en Almería, 1850; Pontón de la Oliva, 1857), la tecnología demostró sus éxitos con realizaciones apoyadas en los avances de los conocimientos adquiridos tanto en hidrología, como en lo que se refiere a materiales y procesos constructivos. Algunos logros modélicos (El Villar 1873, Puentes III 1884), movieron a los Gobiernos de la Restauración a plantear una política hidráulica que atendiera las necesidades de abastecimiento y regadío en un país como España, cuya climatología es poco proclive a facilitar los usos del agua si no se acometen importantes infraestructuras de regulación.

En el marco de la Ley de aguas de 13 de junio de 1879, el *Avance de un Plan General de Pantanos y Canales de Riego* de 1899, inspirado por el ingeniero Saturnino Bellido, que fue presentado

al ministro de Fomento marqués de Pidal, establecía una política hidráulica a nivel nacional en España mediante una inversión pública en agricultura. Para su implantación se elaboró el *Plan General de Canales de Riego y Pantanos* de 1902 o Plan Gasset²⁴⁴. La iniciativa es conocida por el nombre del entonces ministro de Obras Públicas Rafael Gasset (abril-octubre de 1900), que como director de *El Imparcial* había defendido un plan de regadíos para desarrollar la riqueza en España tras la crisis de 1898, y por ello fue llamado al cargo por Francisco Silvela para integrar su Gobierno. Dicho plan fue elaborado por las siete divisiones de Trabajos Hidráulicos, y contenía más de 300 memorias supervisadas por el inspector general de Aguas, el ingeniero Antonio Arévalo. A pesar de que tras unos meses Gasset fue sustituido por Sánchez Toca al frente del ministerio, un cargo que ocuparía posteriormente varias veces más, la propuesta siguió adelante y se aprobó el 25 de abril de 1902, siendo ministro José Canalejas²⁴⁵. El plan integraba el estudio detallado de numerosas cerradas factibles para implantar presas, y se configuró como un instrumento de planificación de los recursos públicos para regular los ríos españoles, siguiendo la línea del regeneracionismo apoyado en el desarrollo de los regadíos, defendido por Joaquín Costa y otros muchos en aquellos años.

Entre las 205 obras de pantanos y canales contenidas en el Plan Gasset, en el número 61 se especificaban los *Riegos del Jarama*, que pretendían la reparación de la Real Acequia del Jarama, construida en el siglo XVIII, pero que cuyo estado era muy precario en los años finales del siglo XIX. La propuesta de las obras necesarias se redactó en estos términos:

Acequia Real del Jarama (rehabilitación). Canales de la derecha y de la izquierda del Jarama y pantanos de El Vado, de Manzanares el Real, del Boalo y de Colmenar Viejo. Con la rehabilitación de la acequia se regarán 7.000 hectáreas en términos de Ciempozuelos, Seseña, Borox, Añover, Villaseca de la Sagra y Mocejón, de las provincias de Toledo y Madrid; con el canal de la derecha 5.000 hectáreas en términos de Fuente del Fresno, San Sebastián de los Reyes, Alcobendas y Barajas, de la provincia de Madrid, y con el de la izquierda se regarán 12.000 hectáreas en términos de Talamanca, Valdetorres, Fuente el Saz, Algete, Torrejón y Alcalá de Henares, de las provincias de Madrid y Guadalajara.

El canal de la derecha se deriva a siete kilómetros agua arriba de la desembocadura del Guadalix, y el de la izquierda cerca del desagüe del Lozoya; estando situados los pantanos: el de El Vado, sobre el río Jarama, a cuatro kilómetros agua abajo del pueblo de su nombre; el segundo sobre el río Manzanares, un poco agua arriba del pueblo de igual nombre, en la hoya de Casiruelas; el tercero, sobre el arroyo San Buriel, a dos kilómetros agua arriba de su desembocadura en el Manzanares; y el último, en la confluencia de este río con el arroyo Chozas.

244 R.D. 25 de abril de 1902, Gaceta, 117, 27 de abril de 1902.

245 Sáenz Ridruejo, Fernando: Los ingenieros de caminos. Madrid: Colegio de ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 2010, 2ª ed., pp. 170-171. Gil Olcina, Antonio: "Perduración de los planes hidráulicos en España", en Moral Ituarte, Leandro del y Arrojo Agudo, Pedro (eds.): Congreso Ibérico sobre Gestión y Planificación de Aguas (3. 2002. Sevilla), 2003, pp. 29-62.

Asimismo, con el nº 60 se mencionaban las obras de terminación del canal del Henares, para regar 11.500 ha, construyendo un embalse en el río Bornova (Alcorlo) y otros dos en el Sorbe (Beleña y Muriel), ideas que no se harían realidad hasta los años 80 del siglo XX²⁴⁶.

Respecto a los embalses para regar el Jarama medio y bajo, previstos en el Plan Gasset, las propuestas en el río Manzanares quedarían relegadas a los aprovechamientos hidroeléctricos y de abastecimiento. Joaquín de Arteaga y Echagüe Silva Méndez de Vigo, marqués de Santillana y XVII duque del Infantado, adquirió en julio de 1898 una concesión a Manuel del Río para generar energía eléctrica en un salto de agua en el Manzanares localizado en la Garra, en el término municipal de Colmenar Viejo. Con esta concesión se pudo construir una presa con central hidroeléctrica, la de Navallar, que entró en servicio en 1902, desde donde se generó la primera energía eléctrica de origen hidráulico recibida en Madrid. Para su gestión se estableció la Sociedad Hidráulica Santillana, que hasta su absorción por el Canal de Isabel II, atendía parcialmente el suministro de agua a los madrileños, pues con una concesión de 3 m³/s del Manzanares, se construyó la presa del Santillana desde donde tomaba un canal que entró en servicio en 1912 para el abastecimiento de agua a los barrios altos de la ciudad²⁴⁷.

1.2. El Pantano de El Vado: Proyecto de 1910

Una vez incluida la propuesta de El Vado en el Plan Gasset, en el Plan de Obras Hidráulicas de 1909²⁴⁸, y en el contexto de los riegos del Jarama, se dotó a esta obra de una asignación presupuestaria de 4.800.000 pesetas distribuida en anualidades entre 1910 y 1916. El pantano de El Vado era la segunda actuación más cuantiosa entre las programadas por la División del Tajo²⁴⁹, entre los más de 123,6 millones de pesetas de inversión previstos en el apartado de presas y canales entre 1909 y 1916, y 1,3 millones en el de defensas y encauzamientos.

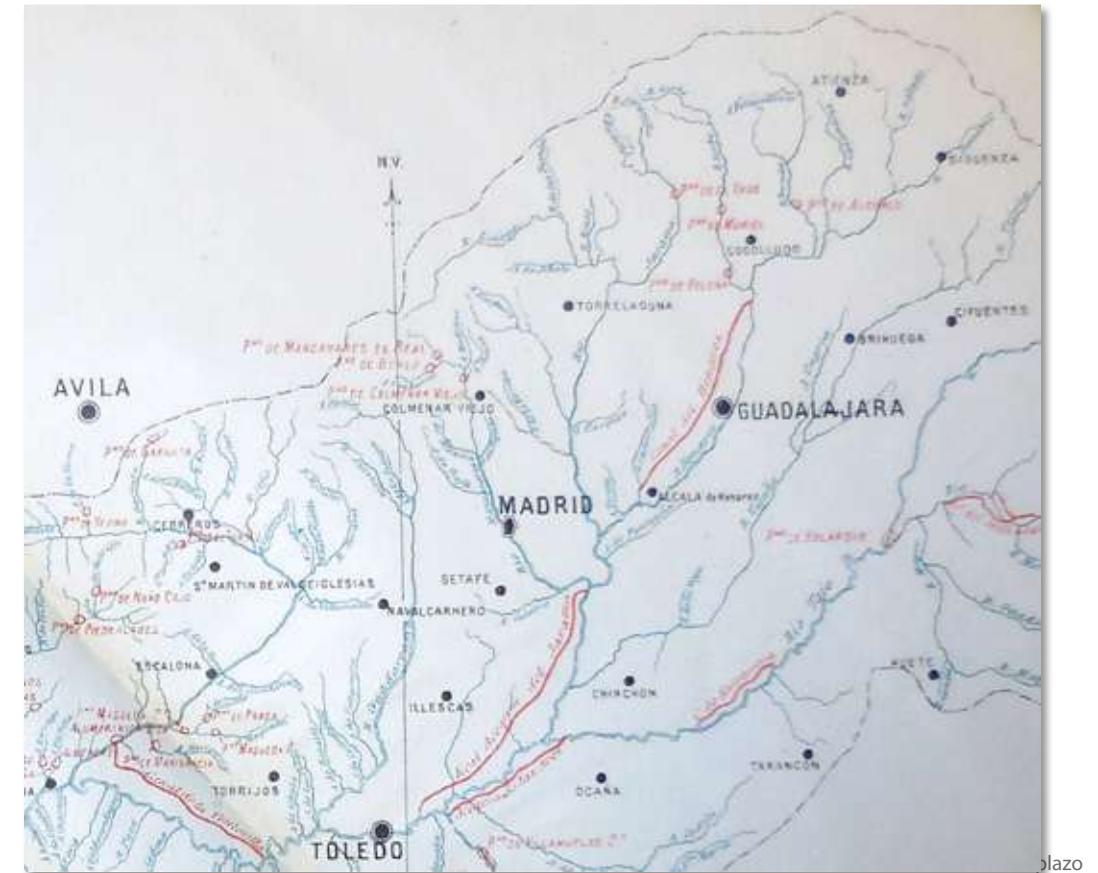
246 Se hizo eco de estas propuestas el Boletín Oficial de la Provincia de Guadalajara, 53, de 02/05/1902, p. 3, incluyendo, además de los riegos en el Jarama y Henares, los del Tajo, desde Estremera a Talavera de la Reina.

247 Rueda Laffont, José Carlos: El agua en Madrid. Datos para la historia del Canal de Isabel II. 1851-1930. Madrid: Fundación Empresa Pública. Documento de trabajo 9405, julio 1994, pp. 58-68, y bibliografía citada. Villanueva Larraya, Gregoria: Hidráulica Santillana. Cien años de historia. Madrid, 1995.

248 Ministerio de Fomento. Dirección General de Obras Hidráulicas: Plan de Obras Hidráulicas realizable en un plazo de ocho años. Madrid, Imprenta de Ricardo Rojas, 1909. Previamente se había incluido en el plan de estudios de 1908 el de El Vado, con los de Portiña y Barrago, en la División del Tajo, por R.O. de 12/06/1908. Gaceta de Madrid, 165, 13/06/1908, p. 1236.

249 El pantano del Portillo de Priego, en el río Escabas y canal de la Ventosilla en el Alberche, no pasaron de proyectos. También había una previsión de 8 millones de pesetas para el encauzamiento del río Manzanares, fuera de la División del Tajo. Respecto al Jarama, se preveía una nueva toma en la Real Acequia del Jarama y la rehabilitación la parte abandonada en las provincias de Madrid y Toledo. Ambas actuaciones habrían de estar concluidas en 1912.

Figura 4.3. Sector oriental de la cuenca del Tajo



de ocho años. Madrid, Imprenta de Ricardo Rojas, 1909.

Con la dotación presupuestaria prevista, el ingeniero Antonio Buitrago Martín de Vidales, de la División Hidráulica del Tajo, redactó un proyecto de la presa de El Vado, que firmó en Madrid, el 22 de junio de 1910, con 17 anejos y 15 planos²⁵⁰. El presupuesto de ejecución por administración ascendía a 7.171.426,94 pesetas, y a 7.987.655,48 pesetas su ejecución por contrata.

250 Pantano de El Vado: Proyecto. Ingeniero D. Antonio Buitrago Martín de Vidales. Pto. 7.987.155,45 ptas. Guadalajara 1910. AGA (4)26, 24/15.835.

Figura 4.4. Portada. Pantano de El Vado: Proyecto. Ingeniero D. Antonio Buitrago Martín de Vidales. Guadalajara 1910.



Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración (4)26, 24/15.835.

Según la memoria del proyecto, la Jefatura de la División Hidráulica del Tajo había encargado al ingeniero Enrique Morales el estudio del pantano de El Vado en septiembre de 1908, prescindiendo de la parte de aforos y sondeos, con el objetivo de conseguir la mayor capacidad de embalse, sin que, por el momento, se especificasen sus usos asociados, ya que entonces se estaba estudiando la rehabilitación de la Real Acequia del Jarama, y tras ello cabía la posibilidad de atender el riego de otras zonas. Enrique Morales, cuando se incorporó a la División del Tajo el 18 de septiembre de 1908, inició los trabajos de campo²⁵¹, pero al poco fue trasladado, sucediéndole en el estudio Antonio Buitrago, con un presupuesto adicional de gastos aprobado por R.O. de 8 de junio de 1909.

251 El 26 de septiembre de 1908, el gobernador civil de Guadalajara ordenó publicar en el Boletín Oficial de la Provincia de Guadalajara, nº 117, de 28/09/1908, una circular en la que anunciaba la llegada de la comisión compuesta por el ingeniero Enrique Morales, su ayudante Raimundo Balsa y sobrestante Emilio Isa, para realizar los trabajos de estudio del pantano de El Vado, declarado de utilidad pública por estar incluido en el plan de obras hidráulicas del Estado. Tanto los alcaldes, como la Guardia Civil debían prestarles el apoyo que requiriesen, en particular en cuestiones relativas a la expropiación forzosa, de acuerdo a la Ley de 10 de enero de 1879.

ANTONIO BUITRAGO MARTÍN DE VIDALES

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Promoción 1900.

Nació el 13 de diciembre de 1873. En diciembre 1900 fue nombrado aspirante y destinado a Lugo. Entre 1904 y 1906 fue ingeniero 2º supernumerario, en 1907 estuvo adscrito a la División del Guadalquivir y a partir de 1909 hasta 1920 en la División del Tajo, donde estuvo 13 años encargado de la red de aforos

Nombrado jefe de la sección de Caminos, por el ministro Lucia en 1935, jefe de la sección de Caminos en 1936, el 22 de julio de 1938 fue ascendido a consejero por el Gobierno republicano (Decreto firmado en Barcelona, *Gaceta* del 28). En 1940 estuvo incorporado a la Dirección de Carreteras. En 1943 figuraba como Inspector en activo y en 1947 como Inspector jubilado.

Autor, entre otros, de los siguientes proyectos (Archivo Mº Fomento):

- Pantano de El Tiemblo, 1909.
- Pantano de El Vado, 1910, 1915, 1918, 1924, 1927.
- Encauzamiento del arroyo del Pozuelo en Canillejas, 1911.
- Proyecto de derivación de aguas del río Bornova, Guadalajara, 1909-1910.

Aprovechamiento de agua para riego y usos industriales en los ríos Cofio, Beceas, Sotillo y Gaznata en varios términos municipales. Madrid, 1913.

De acuerdo con la memoria del proyecto, el objetivo de la presa era regular el caudal tan variable del río Jarama, para almacenar agua en los meses de invierno y poder atender durante el estiaje las necesidades de riego en la zona que finalmente se eligiera, después de considerar las diversas opciones de canales que entonces se barajaban, además de la Real Acequia del Jarama. Para el cálculo de las aportaciones se indicaba que la cuenca del Jarama, incluido su afluente el Jaramilla, tenía una superficie de 38.215 ha, íntegramente en la provincia de Guadalajara²⁵² (figura 4.5).

252 *Ibidem*, memoria, p. 3.

Figura 4.5. Anejo 1. Plano de la cuenca [del Jarama]. E. 1:10.000. Proyecto del Pantano de El Vado. Ingeniero D. Antonio Buitrago Martín de Vidales. Guadalajara, 1910



Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración, (4)26 24/15.835 77-1.

Se caracterizaba la composición geológica de la cuenca como de formación silúrica, "con pizarras oscuras, tabulares y escasos filones de cuarcita, siempre de poca potencia". En el emplazamiento de la presa y gran parte del vaso y la cuenca se resaltaba que afloraban pizarras a la vista, salvo las que habían sido cubiertas por depósitos diluviales de poco espesor, de tierras y cantos rodados, en particular en la ladera izquierda, en un paraje denominado la Loma Rubia. Las pizarras aparecían de nuevo en la vertiente oriental de dicha loma, en el arroyo de la Virgen y en los barrancos afluentes, hasta llegar a la caliza del cretáceo en las inmediaciones de Tamajón. El entorno de estos ríos estaba bastante deforestado, por la sobreexplotación de los bosques, y apenas existían cultivos. Se comenzó a realizar aforos a partir de mayo de 1909, y con las aportaciones de las montañas en la parte superior de la cuenca y de lo que se conocía del cercano río Lozoya, se concluyó que con 3 m³/s en 200 días al año, cuando no se efectuaran riegos, se podría contar con un volumen total de 51,8 hm³ anuales, regulando las aportaciones naturales del río mediante el embalse previsto de 35 hm³ de capacidad.

Respecto a la situación de la cerrada, en el proyecto se concretaba que:

"El emplazamiento de la presa de embalse es el indicado en los planos, o sea en el cauce del río Jarama, ochenta metros aguas abajo de la confluencia del arroyo del Robledillo, que permite aprovechar el estrechamiento que presenta el río en ese punto, teniendo excelente apoyo la presa, en ambas laderas, como puede verse en la fotografía del anejo 17, y además se aprovecha para embalse con la mayor altura de agua posible, por su proximidad, el gran ensanchamiento denominado Hoya de la Tajada²⁵³".

Figura 4.6. Fotografía del emplazamiento, vista tomada desde aguas arriba. Pantano de El Vado: Proyecto. 1910. Anejo 17



Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración (4)26, 24/15.835.

En la margen izquierda de la cerrada se alza un cerro de pizarra denominado cabezo de la Viña, que es rodeado en su falda suroccidental por el Jarama, una vez que ha superado el estrecho. En el proyecto, la posición y altura de la presa se hacía con referencia a un collado situado en la margen izquierda, a levante e inmediato al cabezo de la Viña, que serviría para alojar el aliviadero de superficie. La cota de dicho collado era la 914 m, y el fondo del cauce del río estaba a 862 m, de forma que, situando la coronación de la presa a la cota 915 m, se alcanzaría una altura del muro de 55 m, suponiendo un espesor de cimientos de 2 m.

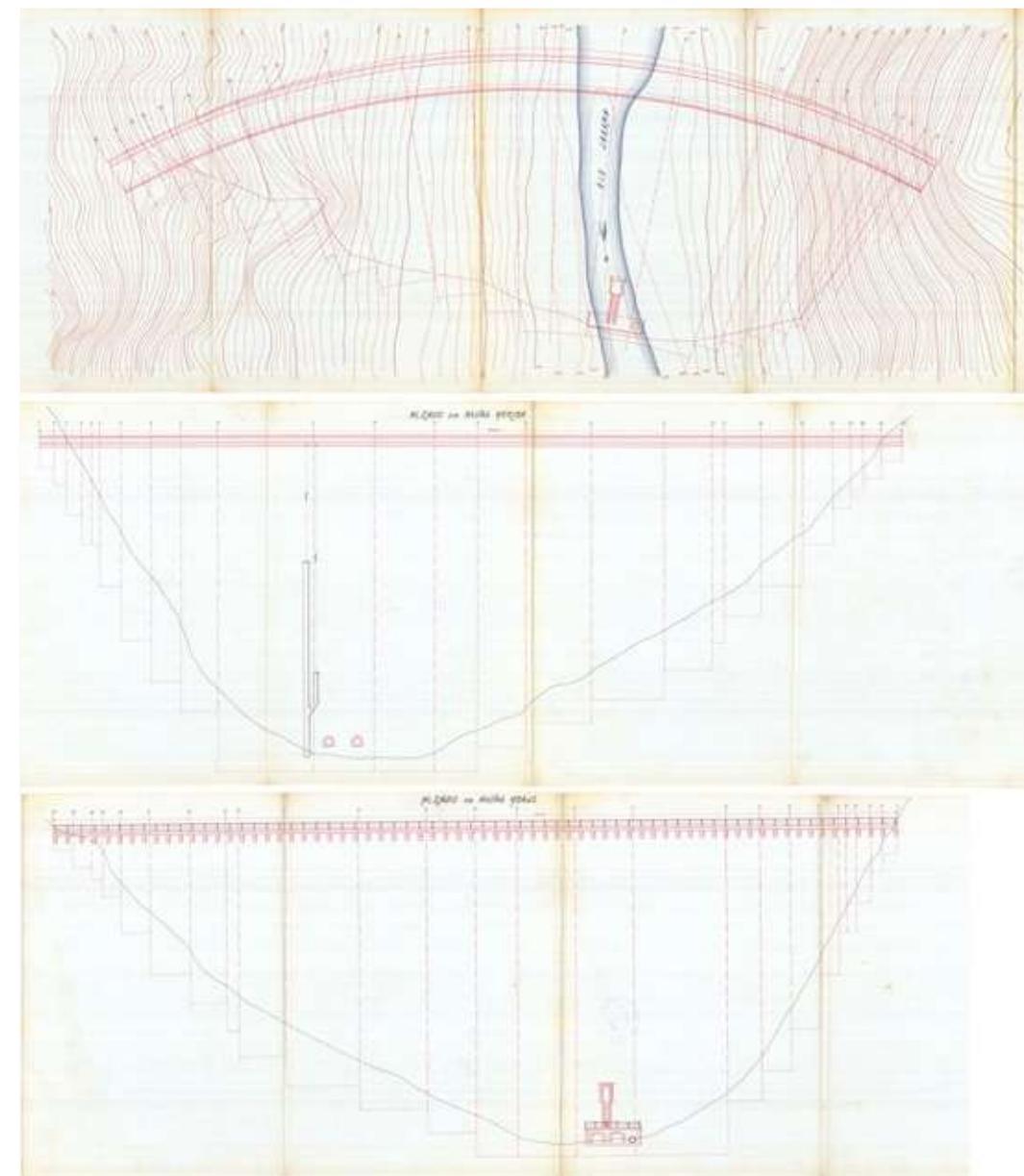
253 *Ibidem*, Memoria, p. 6 Capítulo III.

Esta disposición requeriría la construcción de una segunda presa en el collado, cuya posición tendida obligaba a levantar un muro de longitud relevante. En el caso de que hubiera que elevar la altura de la obra del collado o de la presa principal, aumentarían considerablemente los volúmenes de obra. Este incremento de altura conllevaría una mayor capacidad del embalse, pero también el de los acarrees diluviales en las estribaciones de la mencionada Loma Rubia, situada al oriente, por encima de la Hoya de la Tajada; además, al elevar el nivel del agua significativamente se facilitarían las filtraciones en esa parte, debido al buzamiento de las pizarras sobre las que descansaban los acarrees.²⁵⁴

El reconocimiento geológico realizado, aún sin calicatas y meramente superficial, permitió estimar que el vaso del embalse era impermeable, y que la cimentación de la presa se podría realizar a poca profundidad, apoyándola en la roca sana y compacta del fondo del cauce y de las laderas. No obstante, antes de iniciar las obras se concluía que deberían efectuarse sondeos para el análisis detallado del terreno.

La presa principal, de gravedad, se proyectó con planta en arco circular convexo hacia aguas arriba, de 140 m de radio, perfil triangular, con el paramento de aguas arriba prácticamente vertical, con una ligera inclinación de 0,026, y el de aguas abajo con un talud de 0,63, y un ancho de coronación de 4,80 m. La longitud de la presa en la coronación era de 143 m, correspondientes al desarrollo en planta del paramento de aguas arriba. Se previó que las zanjas de cimentación se ejecutaran escalonadas en ambos sentidos, para que la tendencia al deslizamiento fuera nula, aunque no se podía precisar su profundidad hasta que se hicieran las calicatas, lo que motivó una imprecisión en el cálculo del volumen de la presa.

Figura 4.7. Planos, hojas 3 y 4, planta y alzado aguas arriba y abajo. Pantano de El Vado: Proyecto. 1910

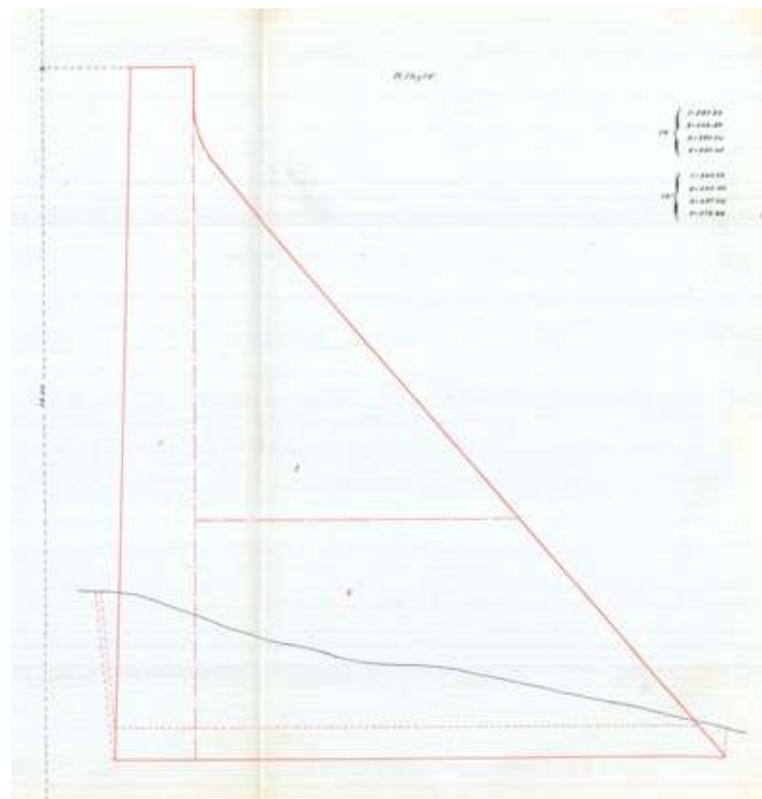


Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración (4)26, 24/15.835.

254 No se conserva el plano general del embalse en el proyecto de 1910, aunque hay muchos otros posteriores. En AGA (4)26, 24/15.835 hay una nota indicando "esta hoja se la lleva el Sr. Granados el día 16-1-1958".



Figura 4.8. Planos, hoja 4, detalle. Perfil en la zona central de la presa. Pantano de El Vado: Proyecto. 1910



Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración (4)26, 24/15.835.

El embalse proyectado ocupaba el ensanchamiento inmediato aguas arriba de la cerrada, denominado Hoya de la Tajada, anegando parte del camino entre los pueblos de El Vado y Retiendas, que bordeaba el Jarama por su margen izquierda, y un acceso a sustituir por la carretera de servicio que se construiría para las obras. Se inundarían también gran parte de los arroyos Vallosera y del Abad, afluentes principales del Jarama, y dos molinos, al tiempo que se verían afectadas las primeras casas del pueblo de El Vado, en concreto las situadas por debajo de la cota 915. Los caminos que desaparecerían bajo las aguas del embalse apenas eran sendas, pero en el presupuesto del proyecto se tuvo en cuenta su sustitución²⁵⁵.

255 El camino de El Vado a Retiendas, y hasta la provincia de Madrid, pasando por Valdesotos, Tortuero, Valdepeñas de la Sierra y Alpedrete se calificó como camino vecinal, entre varios términos municipales, y lo mismo el camino de El Vado a Tamajón. Boletín Oficial de la Provincia de Guadalajara (BOPG), 138, 16/11/1910, p. 4.

Figura 4.9. Planos, anejo 18, plano del pueblo de El Vado. Pantano de El Vado: Proyecto. 1910



Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración (4)26, 24/15.835.

El cuerpo de presa se proyectó con mampostería elaborada con piedra y mortero de cemento. Como cota de coronación de la presa se adoptó la 915, mientras que para el umbral del vertedero fue la 913,50 m, con una altura de lámina vertiente máxima de 1,50 m²⁵⁶, por lo que no se previó resguardo alguno frente a la avenida de proyecto. Con estos datos, con el nivel del embalse a la cota del umbral del vertedero, su superficie alcanzaba los 2.007.900 m², y su volumen los 34.761.967 m³; el volumen embalsado con el nivel a la cota de coronación se estimó en 37.692.792 m³.

El aliviadero de superficie se ubicó en el collado inmediato al Cabezo de la Viña, mediante un muro vertedero, siguiendo la curva de nivel de la ladera, representada en la hoja 6 del plano general (Figura 4.10). Sobre este muro pasaría el camino de servicio. Al no existir datos sobre máximas avenidas, se calculó este muro vertedero, el canal de desagüe y la obra de fábrica siguiendo la fórmula de Bellet, para obtener un presupuesto aproximado, que habría de justificarse en detalle posteriormente. La conexión entre el aliviadero y el canal se haría justo en el muro de cierre del collado, que estaría atravesado por un vano de 12 m de ancho en su parte inferior, como base de un cajero de 4,50 m de altura vertical, más otros 3 m hasta la clave del arco que cubriría el vano, formando un puente de 26 m de largo (figura 4.11). En la memoria no se indicaba el caudal máximo de desagüe del aliviadero.

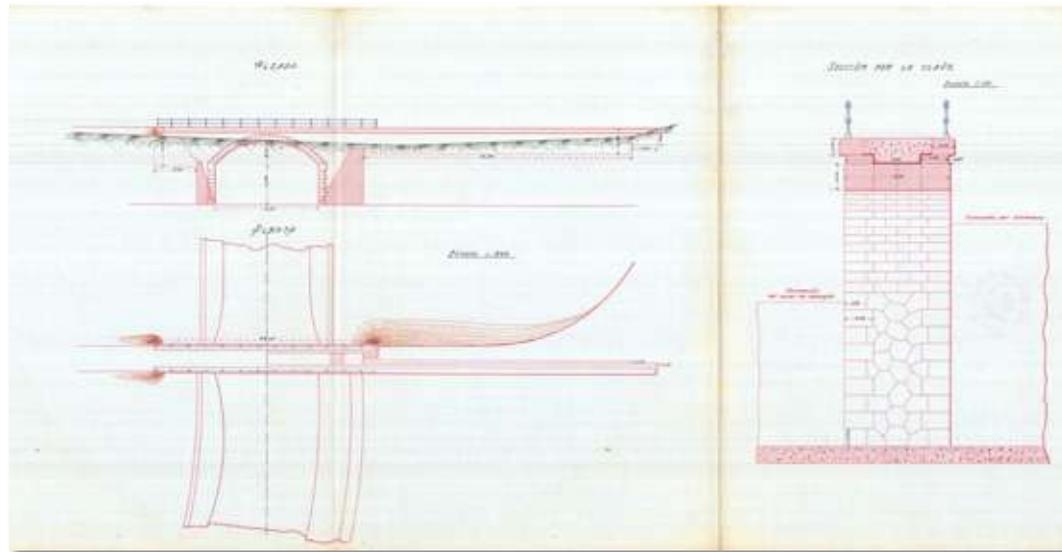
256 *Ibidem*, Memoria, p. 11. En el anexo 4 se incluye la cubicación del embalse, y en el 5 el volumen de agua evaporada siguiendo la fórmula de Elzeario Boix.

Figura 4.10. Plano, hoja 7. Disposición general del aliviadero de superficie y canal de desagüe. Pantano de El Vado: Proyecto. 1910



Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración (4)26, 24/15.835.

Figura 4.11. Plano, hoja 9. Puente para el camino de servicio sobre el aliviadero de superficie y canal de desagüe. Pantano de El Vado: Proyecto. 1910



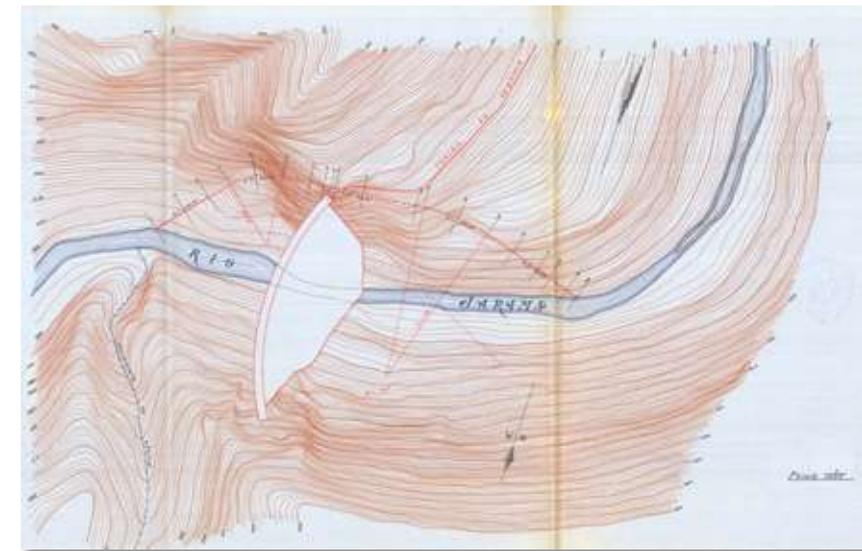
Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración (4)26, 24/15.835.

El desvío del río durante la construcción se proyectó mediante una galería que discurriría por la margen izquierda, y se pensó mantenerla como apoyo a los desagües de la presa:

“La galería exterior a la presa está destinada a permitir la desviación del río durante la ejecución de las obras, y después ha de estar constantemente cerrada mientras el embalse retenga agua para los riegos, quedando solamente abierta en el período de limpieas. No es necesario, por tanto, proyectar cierre especial para esta galería, habiéndose adoptado el empleado en el pantano de Santa María de Belsué, que reúne las condiciones de impermeabilidad necesarias, puesto que constituye una verdadera ataguía, con dos series de viguetas horizontales de madera, sostenida cada serie por otras vigas verticales, rellenando con arcilla apisonada el espacio de dos metros, que queda entre las dos series de viguetas, pudiéndose apreciar el detalle de lo referente a la galería exterior en las hojas nº 10 y 11 de los planos²⁵⁷.”

Esta galería, de más de 260 m de longitud total, flanquearía la presa por su izquierda, con ambos extremos en forma de canal abierto, con una base plana de 2 m de ancho y las paredes ataluzadas en forma de artesa. Ambos extremos quedarían conectados mediante un túnel excavado en la roca de 199,79 m de longitud, con un cajero de paredes verticales en ángulo recto a la base, de 2 m de ancho, y otros 2 m de altura total, cerrando su parte superior por un arco de 1 m de radio. La capacidad de desagüe de la galería de desvío se estimó en 13,466 m³/s.

Figura 4.12. Plano hoja 10. Galería de desvío. E 1:1.000. Pantano de El Vado: Proyecto. 1910



Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración (4)26, 24/15.835.

257 *Ibidem*, memoria, p. 14.

Los desagües de fondo tenían su embocadura en el paramento de aguas arriba de la presa con su piso a 4,25 m de la cimentación y con una separación de 4,75 m entre ejes; su sección era cuadrada abovedada de 2,40 m de ancho, que se reducía, en una longitud de 2,40 m, a una de 1,10 m, adecuada para instalar las compuertas de cierre. Aguas abajo de la compuerta se proyectó una galería de 41,51 m de longitud, con una sección de arco rebajado de 1,65 m de ancho, 1,76 m de altura y con hastiales de 1,56 m; por esta conducción el agua circularía en lámina libre hasta su final cuando desaguaría directamente al río, debajo de la plataforma de acceso a las cámaras de los desagües de fondo, siendo la distancia entre ejes de ambos desagües de 3,20 m.

El acceso a las cámaras de los desagües de fondo se realizaba a través de una galería abovedada de 1 m de ancho y 2,30 m de altura y una longitud de 34,78 m que se iniciaba en una plataforma adosada al paramento de aguas abajo y terminaba en un fondo de saco; a partir de esta galería partían otras gemelas que accedían a las respectivas cámaras de los desagües de fondo, que tenían unas dimensiones de 2,56 m de largo en el sentido del agua, 1,80 m de ancho y 2 m de alto. Para garantizar la aireación del conjunto hidráulico, encima de cada cámara se dispuso sendos huecos de sección rectangular abovedada que tenían 0,80 m de base, 5,34 m de altura y una profundidad de 1,60 m, que comunicaban directamente con la galería de acceso desde el paramento de aguas abajo.

Se calcularon las capacidades de cada uno de los desagües de fondo que variaban entre los 3,547 m³/s antes de entrar en carga hasta los 32,120 m³/s con el embalse lleno. La pendiente de las galerías era de 0,057, lo que produciría una velocidad del agua de 12,47 m/s para el caudal máximo²⁵⁸.

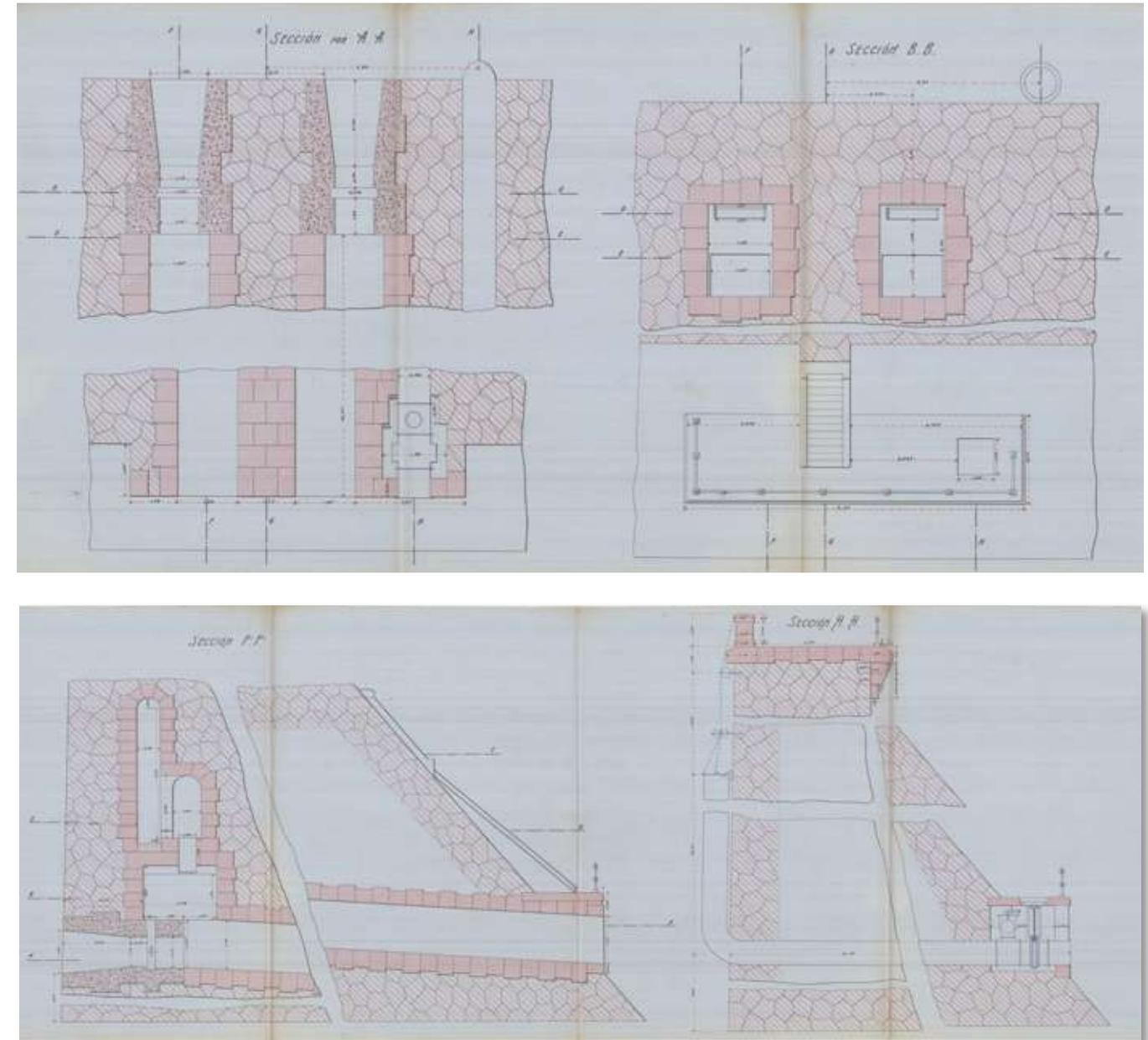
Para la toma de agua²⁵⁹ se dispuso una única tubería metálica vertical de 0,90 m de diámetro, provista de dos tomas a 20 y 38,5 m desde coronación, adosada al paramento de aguas arriba de la presa en una longitud de 52,34 m, cuando se acodaba para penetrar en el cuerpo de la presa y, después de 45,38 m, desaguar directamente al cauce. La conducción estaba controlada por una válvula emplazada en una pequeña cámara situada en el paramento de aguas abajo, debajo de la plataforma de acceso a los desagües de fondo²⁶⁰.

258 *Ibidem*. Anexo 7.

259 *Ibidem*, memoria, p. 18.

260 *Ibidem*. Planos, hoja, nº 5.

Figura 4.13. Plano hoja 5. Detalles de la presa (selección). Planta y perfiles de la cámara de maniobras de los desagües de fondo. E 1:50. Pantano de El Vado: Proyecto. 1910.



Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración (4)26, 24/15.835.

Tabla 4.1. Caudal de desagüe de las tomas de agua, embalse de El Vado²⁶¹

SITUACIÓN DE LA TOMA	SECCIÓN DEL TUBO DE 0,90 m DIÁMETRO (m ²)	CARGA O ALTURA (m)	VELOCIDAD (m/s)	CAUDAL (m ³ /s)
Toma de agua superior	0,6362	20	19,81	12,603
	0,6362	18,5	19,05	12,12
Toma de agua inferior	0,6362	38,5	27,48	17,483
	0,6362	37	26,94	17,139
	0,6362	18,5	19,05	12,12

Los 11,65 m restantes de agua hasta la cota de 49,15 m por debajo de la coronación se evacuarían por los desagües de fondo.

Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración (4)26, 24/15.835.

Para determinar la capacidad de las tomas de agua era preciso conocer las necesidades de los aprovechamientos existentes y los que hubieran de establecerse en virtud de la construcción de la presa.

“A falta de estos datos esenciales, se ha tenido en cuenta que como el volumen que se puede tener embalsado es de 34.761.967 metros cúbicos, que corresponde a un gasto continuo de 2,682 litros por segundo durante 150 días, y el río continúa aportando su caudal en esa temporada, deben las tomas estar en condiciones de poder suministrar ambos caudales, quedando margen suficiente, como se ve en los datos del anejo número 8, para atender a todas las variaciones de caudal de la corriente y distribución de riegos durante el día, con arreglo al nivel del embalse y disponiendo de la toma superior o inferior.”²⁶².

La coronación tenía un ancho de 4,80 m entre paramentos, y con las impostas se alcanzaba un ancho total de 5,40, de forma que, descontando los salientes y pretilos, el ancho útil era de 4,25 m²⁶³.

261 *Ibidem*. Anejo nº 8.

262 *Ibidem*, memoria, p. 18.

263 *Ibidem*, memoria, p. 19.

Tabla 4.2. Embalse de El Vado, proyecto 1910

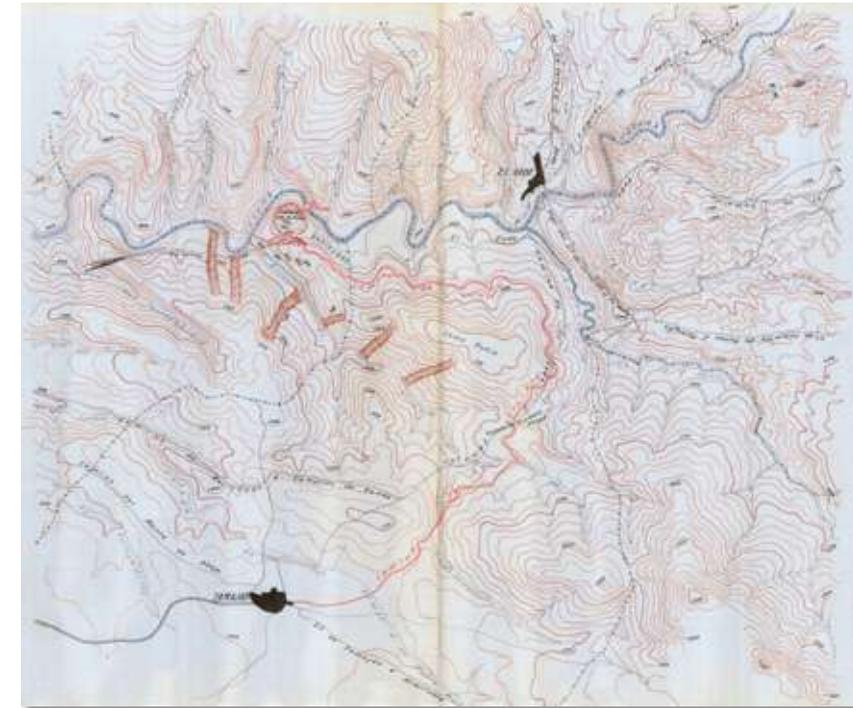
Proyectista	Antonio Buitrago Martín de Vidales
Río en el que se encuentra la presa	Jarama
Municipio	Valdesotos (Guadalajara)
Cuenca hidrográfica	Tajo
Usuarios	Regadíos del Jarama
Superficie de la cuenca hidrográfica (km ²)	382,15
Superficie del embalse a NMN (m ²)	2007900
Capacidad a NMN (hm ³)	37,69
Cota del NMN (m)	915
Tipo de presa	Gravedad de planta curva
Cota coronación (m)	915
Altura desde cimientos (m)	55
Longitud de coronación (m)	143
Cota cimentación (m)	860
Cota del cauce en la presa (m)	862
Volumen del cuerpo presa (x 1000 m ³)	128,696
Volumen de obra del aliviadero y galería exterior (Miles m ³)	7,921
Aliviadero	1 (Collado, presa independiente)
Tipo	Lámina libre
Capacidad (m ³ /s)	575
Número total de desagües en la presa	2 fondo + 1 toma
Capacidad (m ³ /s)	67,91

Fuente: Pantano de El Vado: Proyecto. 1910. AGA (4)26, 24/15.835.

Respecto a las obras accesorias, en el presupuesto se contempló una partida para viviendas del personal encargado de la explotación del pantano, que incluía un almacén de materiales y herramientas a utilizar durante la construcción, así como una carpintería y una fragua, aunque en el proyecto no se incluyeron planos de esos edificios.

El camino de servicio entre las obras y Tamajón se proyectó con detalle, pues resultaba imprescindible para la construcción de la presa. El acceso proyectado partía de la carretera de tercer orden que iba desde Tamajón a la estación de Humanes, en la línea de ferrocarril de Madrid a Zaragoza. El más acusado de los accidentes que había de superar el camino en su trazado, era su cruce con el arroyo de la Virgen. Era obligado salvarlo lejos de su confluencia con el río Jarama, para evitar un barranco cada vez más profundo en el que se interna ese arroyo, lo que obligaba a dar un rodeo, que casi triplicaba la distancia en línea recta entre Tamajón y la cerrada en el río Jarama, en dirección este-oeste. El nuevo enlace aprovechaba en su inicio 1.800 m del camino existente que conducía a la ermita de la Virgen de los Enebrales, situada al norte de Tamajón, desde donde continuaría su trazado girando primero a poniente, por la ladera izquierda del arroyo de la Virgen hasta cruzarlo, para seguir por la ladera derecha con rumbo sur, salvar los barrancos de los afluentes de dicho arroyo, de los que el más importante era el de las Minas, hasta llegar al collado de la Piedra Blanca, contornear las estribaciones de la Loma Rubia y, por la ladera izquierda del arroyo del Abad y del río Jarama, llegar al collado donde se había proyectado el aliviadero de superficie y el canal de desagüe. El camino continuaba por la falda del Cabezo de la Viña, hasta terminar en la coronación de la presa. De los 3 m de ancho de la sección transversal del camino, de acuerdo a la normativa entonces vigente, 2,40 m eran de firme, con apartaderos dispuestos de forma que habían de divisarse entre dos contiguos. La longitud total alcanzaba 12.562,61 m, con una pendiente máxima de 0,07, y un radio mínimo en las curvas de 15 m, ciñéndose el trazado lo más posible al terreno. Los caminos existentes apenas eran sendas, y pese a que se pudiese inundar parte del camino a Retiendas desde el Vado, que discurría por la margen izquierda del Jarama, más o menos en paralelo respecto al camino de servicio proyectado, se previó su sustitución por otro alternativo por la margen derecha del río, siguiendo la curva de nivel del embalse, hasta cruzarlo por la coronación de la presa, facilitando la comunicación entre Tamajón y Retiendas, ya que el puente sobre el Jarama en el camino hacia ambos pueblos desde el Vado, iba a quedar sumergido bajo las aguas del embalse.

Figura 4.14. Camino de Servicio. E 1:25.000. Pantano de El Vado: Proyecto. 1910



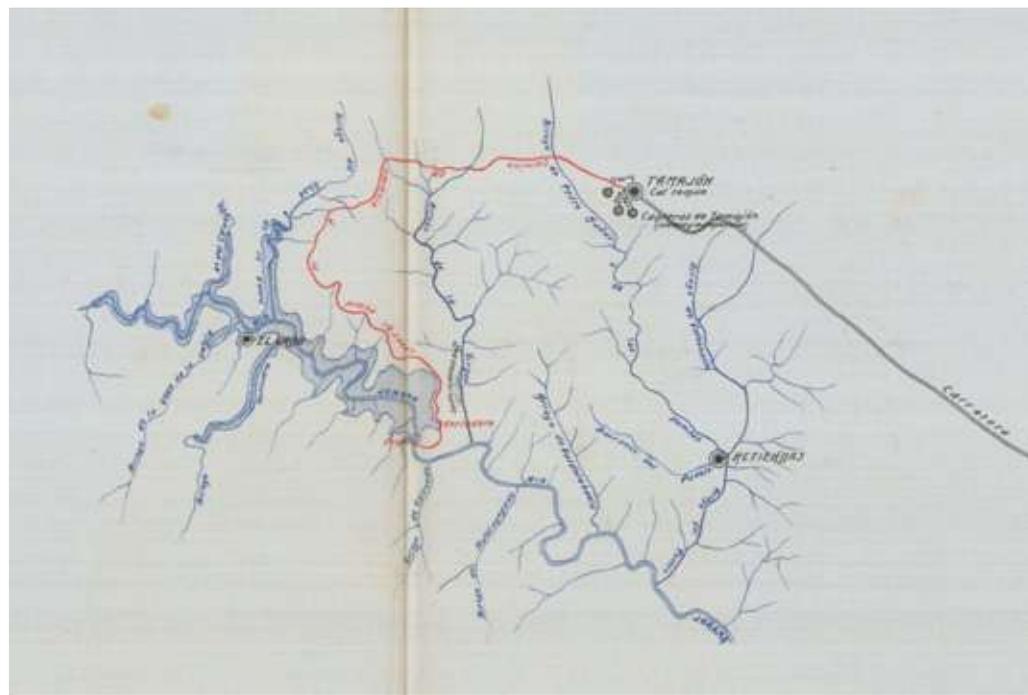
Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración (4)26, 24/15.835.

En el proyecto también se valoraron sendas estaciones de aforo aguas arriba de la cola del embalse, y aguas abajo de la presa, pues las existentes iban a quedar inundadas. Igualmente se previó una escala de altura para conocer en todo momento el volumen de agua retenida, pluviómetros y demás aparatos de observación meteorológica, para hacer posible la caracterización hidrológica de la cuenca y el régimen fluvial, que eran los que fijarían las condiciones de la explotación. Asimismo se contempló una línea telefónica para comunicarse con la estación de Humanes, destinada a facilitar el seguimiento de las obras y la posterior explotación del embalse.

Respecto a los materiales de construcción, y específicamente a las cales, cementos y arenas, en la zona no se producían materiales hidráulicos para morteros ni fábricas, por lo que en el proyecto se proponía emplear cemento Portland en los morteros²⁶⁴. La arena del Jarama no era válida, por tener una composición pizarrosa, ni tampoco la de las inmediaciones de Tamajón, por la distancia del transporte, que encarecería su precio. Por ello se sugería emplear una trituradora para los cantos silíceos que existían en el arroyo de la Virgen a poca distancia de su confluencia con el río Jarama, cuya agua tenía la calidad adecuada para preparar los morteros (figura 4.15).

264 *Ibidem*, pp. 23-25.

Figura 4.15. Croquis de las canteras. Anejo nº 16. Pantano de El Vado: Proyecto. 1910



Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración (4)26, 24/15.835.

Cuando comenzó realmente la construcción de la presa, en 1929, se recordaban las recomendaciones del ingeniero Buitrago sobre qué zonas eran las más idóneas para acopio de áridos:

“En la parte baja del arroyo de la Virgen y en algunos barrancos aguas abajo del emplazamiento de la presa y siempre en la margen izquierda del Jarama existen grandes desprendimientos de la capa diluvial que forman en las partes bajas importantes conos de deyección muy abundantes en canto rodado; de estos depósitos se ha de extraer la piedra necesaria para la fabricación de arenas y gravas en la proporción que se desee. En las proximidades del pueblo de Tamajón las calizas quedan al descubierto formando bancos importantes de fácil explotación, cuya circunstancia se aprovecha para extraer de ellos los sillares de paramentos y los bloques que han de formar el hormigón ciclópeo de la presa.²⁶⁵”

265 Pantano de El Vado. Estado de situación de las obras al disolverse la Junta Administrativa creada por R.O. de 6-5-1929. Ing. Director de las obras D. César Blanco de Córdova. 1931. AGA, (4)26, 24/15.838 (16-77). pp. 2-3.

Se prescribían tres tipos de morteros para diferentes zonas de la presa.

- 500 kg de cemento por m³ de arena, para el paramento de aguas arriba en toda la altura de la presa, con un espesor de 4,80 m, que era el de la coronación. También en las fábricas de las galerías de desagüe, cámaras de compuertas, en la unión entre el terreno y fábricas y relleno de grietas.
- 250 kg de cemento Portland por m³ de arena, para la parte inferior de la presa, hasta la altura de 36 m por debajo de la coronación, es decir, 4,75 m sobre los huecos más elevados.
- 200 kg de cemento y 100 kg de cal, por m³ de arena, para los 36 m superiores de la presa, a excepción de los 4,80 m contados a partir del paramento de aguas arriba.

La zona de apoyo en los cimientos se proyectó de mampostería ordinaria, con distintas clases de mortero, “obteniéndose de este modo un monolito perfectamente apoyado en los cimientos y empotrado en la ladera”. La presa se zonificó de acuerdo con el tipo de mampostería a usar; en el tramo en presión de los desagües de fondo se emplearía hormigón hidráulico, dosificado conforme al mortero del primer tipo. En las galerías, cámaras, coronación, etc., se emplearía sillería, siguiendo la práctica de la época, en la que aún se remataban con piedra obras mayoritariamente ejecutadas con mortero de cemento. Los paramentos de aguas arriba y aguas abajo serían de mampostería careada, rejuntándose cuidadosamente, sobre todo el de aguas arriba, aunque tanto estos, como las partes proyectadas en sillería, serían sustituidas finalmente por hormigón. La ejecución de la obra habría de hacerse en seco, desviando primeramente el río Jarama mediante una ataguía, cuya construcción se incluía en el presupuesto, y conducir el caudal por la galería exterior a la presa de embalse. También se contemplaron pabellones de alojamiento para los operarios, pues ninguna población estaba próxima. Finalmente, el presupuesto se calculó teniendo en cuenta los jornales de la zona y el obligado transporte de los materiales hasta la zona de trabajo (tabla 4.3).

El plazo de ejecución de las obras se fijó en seis años, para lo que se tuvo en cuenta que sería necesario interrumpirlas tres meses en invierno debido a las heladas. Finalmente, como no se disponía de información suficiente sobre aforos y sobre las demandas de agua durante el año, los criterios que se propusieron para la explotación consistieron, sumariamente, en llenar el embalse durante los primeros meses de año, y suministrar de forma regular agua durante la temporada de riegos. Una vez concluida, se procedería a las limpiezas.

Tabla 4.3. Presupuesto del pantano de El Vado 1910

CONCEPTO	IMPORTE (Pesetas)
EJECUCIÓN MATERIAL	
Presa	5.954.912,01
Aliviadero de superficie y canal de desagüe	540.434,58
Camino de servicio (12.562,61 Km, En 740 Tramos)	196.012,36
Obras accesorias	47.180,00
Medios auxiliares	35.000,00
Conservación y acopios	19.520,00
Total Ejecución Material	6.793.058,95
EJECUCIÓN POR ADMINISTRACIÓN	
Ejecución material	6.793.058,95
Imprevistos (2%)	135.861,18
Accidentes de trabajo (2%)	135.861,18
Expropiaciones y agotamientos	106.645,64
Total Ejecución por Administración	7.171.426,94
EJECUCIÓN POR CONTRATA	
Ejecución material	6.793.058,95
Imprevistos (2%)	135.861,18
Dirección y administración de la obra (5 %)	339.652,95
Beneficio industrial (9 %)	611.375,30
Expropiaciones y agotamientos	106.645,64
1% Anticipo expropiaciones y agotamientos	1.061,46
Total Ejecución por Contrata	7.987.655,48

Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración (4)26, 24/15.835 77-1.

Concluido el proyecto en junio de 1910, pasó a examen del ingeniero jefe, Luis Juste, que centró su informe en los puntos siguientes:

1) Volumen del embalse. Para verificar si las aportaciones del Jarama serían suficientes para llenarlo, Juste aprobó los cálculos de las precipitaciones y superficie de la cuenca, que resultaban claramente favorables al concluir que se dispondría de más del doble de lo necesario, una estimación confirmada con los aforos realizados entre 1909 y 1910.

2) Desvío del río y desagües de fondo. En el proyecto, la galería exterior se utilizaba como desvío del río durante la construcción que, al final, se cerraría con una ataguía fija. Luis Juste propuso que se pudiera controlar esta galería mediante una compuerta de regulación, lo que supondría un incremento presupuestario pero una clara mejora para la gestión del embalse. Además, atendiendo a que la capacidad de desagüe del desvío era de 13,466 m³/s, llegó a proponer incluso que se eliminasen los desagües de fondo, evitando así los problemas de las diferentes estructuras y galerías que habría que integrar en el cuerpo de presa, "aumentándose así la uniformidad de sus fábricas y su resistencia".

3) Toma de agua. La solución del proyecto, aunque económica, exigía, según Luis Juste, un mantenimiento difícil de realizar. Un tubo vertical de más de 30 m, que se acodaba en ángulo recto y atravesaba otros 40 m horizontales en el interior de la presa, con 0,90 m de diámetro resultaba muy difícil para visitar y extraer los materiales que pudieran obstruirlo. Se sugería ejecutar una galería para acceder a dicho tubo en el interior, darle mayor pendiente, y preparar un registro en el ángulo que permitiera acceder a la limpieza de las partes vertical y horizontal, aunque ello supusiera un incremento presupuestario. Las galerías para los desagües de fondo parecían bien diseñadas, aunque habría que revisar su operatividad para el mantenimiento, y cabría suprimirlas si la galería exterior fuera suficiente.

4) Cuerpo de presa. Se proponía sustituir toda la sillería recta y aplantillada por hormigón, con lo que se abaratarían los costes. También se sugería sustituir el pretil de mampostería por otro de hormigón armado de 0,60 m de espesor, que dejaría mayor espacio para el servicio, sin alterar el fin previsto de evitar que las aguas saltaran a la coronación por los golpes de viento. Se deberían confirmar además las cualidades del terreno, pues habría que cerciorarse, mediante los sondeos que fueran necesarios, de la profundidad a la que se encontraba la roca en el fondo del cauce.

5) Aliviadero de superficie. Se llamaba la atención sobre la necesidad de comprobar la estabilidad del terreno en el que se apoyaba el muro sobre el que pasaría el camino de servicio, y donde estaba el vertedero. El terreno de asiento de este muro, y el del cauce habría de estudiarse para estimar si era necesario revestirlo, así como el asiento de los extremos del muro.

6) Camino de servicio. Planteaba la reducción del número de apartaderos en los tramos que solamente servirían para la presa, limitándose a los cruces más convenientes, previéndose que circularían preferentemente camiones automóviles. En los tramos con uso más generalizado y no exclusivamente dedicado a la obra, se proponía ensanchar el camino hasta 6 m para permitir el cruce de vehículos evitando retrasos en la administración de la obra.

7) Proyectos especiales. Se propuso que se redactaran proyectos específicos relativos a las compuertas y mecanismos de los desagües de fondo y de la toma de agua. También para la casa de administración y demás edificaciones (almacenes, carpintería, fragua y habitaciones para obreros), así como para la línea telefónica desde Humanes a la casa de administración.

En las consideraciones de detalle, respecto a la memoria, planos y presupuesto, Luis Juste los consideró minuciosos, suficientes y válidos. No obstante, incorporaba algunas modificaciones importantes en el pliego de condiciones facultativas, que debían realizarse. En la ejecución de la obra se comenta que en otras obras del Estado para riegos, se tenía en consideración a los destinatarios de las mismas, pero en este caso no tenía sentido esta práctica, pues el destino del agua era la Real Acequia del Jarama, propia del Estado, y los canales en la izquierda y derecha del Jarama que aún no habían sido proyectados. En todo caso, habría que tener en cuenta que si en su momento se transfería la propiedad tanto de la Real Acequia como de la propia presa de El Vado, habría de recuperarse el 50% de las inversiones. Mientras tanto, el agua habría de cobrarse a los regantes mediante los correspondientes cánones.

Teniendo en cuenta las modificaciones indicadas, el ingeniero jefe informaba positivamente el proyecto de construcción del pantano de El Vado el 22 de septiembre de 1910, aunque no sería aprobado hasta el 19 de mayo de 1915, con un presupuesto de 7.064.781,29 pesetas.

1.3. Los primeros trabajos. El camino de servicio, la Casa-Administración y los sondeos geológicos (1914-1917)

1.3.1. El camino de servicio, ramales auxiliares y transportes

Aunque se había previsto invertir parte del presupuesto para el embalse de El Vado desde 1911, hubo que esperar hasta 1914 para ver la obra en marcha. El proyectista Antonio Buitrago había recomendado dividirla en dos sistemas de ejecución:

“Por la naturaleza de la obra que requiere una construcción esmerada y el empleo de morteros debidamente dosificados, debe construirse la presa de embalse por administración. El camino de servicio que ya no se encuentra en esas condiciones, debe construirse por contrata.”²⁶⁶

Sin embargo, se decidió iniciar el camino de servicio ejecutándolo por administración²⁶⁷, al tiempo que en septiembre de 1914 se abrió información pública en los municipios de Valdesotos

266 *Ibidem*, memoria, p. 27.

267 RD Ministerio de Fomento para realizar por el sistema de administración las obras del camino de servicio del pantano de El Vado. Gaceta de Madrid 233, 21/08/1914, p. 444.

y Retiendas, en cuyos términos se implantarían la presa y el aliviadero²⁶⁸. En el propio pueblo de El Vado sus vecinos habían iniciado las reclamaciones contra la construcción del embalse, pues temían que el pueblo desapareciera, pero la División Hidráulica del Tajo se opuso, por ser la obra de gran importancia y también porque los propietarios se verían beneficiados con indemnizaciones²⁶⁹. El Ayuntamiento de Tamajón, afectado por la construcción del camino de servicio del pantano de El Vado, el 3 de octubre de 1915 acordó manifestar al Distrito Forestal de Guadalajara que lo único que se podría reclamar por dicho camino sería una indemnización por la ocupación de terreno en el monte que formaba parte de los bienes propios municipales²⁷⁰.

El 12 de diciembre de 1915 se aprobó el proyecto reformado del camino de servicio a El Vado con un presupuesto de ejecución por administración de 298.764,40 pesetas y una longitud de 12.496,33 m, de los que a principios de 1917 ya se habían ejecutado 11.861,51 m. No obstante, durante la obra y en el tramo final de 650 m, en el acceso al cabezo de la Viña, junto a la casa-administración, en un terreno peligrosamente escarpado, con pizarras muy fragmentadas, se incorporaron modificaciones, añadiendo muros de contención y una escalera de acceso a la citada casa, así como guardarruedas y postes kilométricos que no figuraban en el proyecto aprobado. El presupuesto de ejecución por administración de este tramo se valoró en 22.246,56 pesetas. La propuesta fue aprobada por el ingeniero jefe Enrique Bartrina el 16 de enero de 1917, con lo que se acumulaba un presupuesto para el camino de 321.010,96 pesetas²⁷¹.

Con la experiencia de haber construido el camino de acceso casi completo, la casa-administración y una parte del abastecimiento de agua para esta y para el servicio de las obras a lo largo del año 1917, los medios disponibles para poner los materiales en la obra se demostraron insuficientes. Se solicitaron todos los carros ordinarios que se pudieron encontrar en la comarca, pagándose bien a jornal o bien a tonelada transportada, cuyo coste resultaba bastante elevado. Los trabajos ejecutados hasta entonces no habían exigido medios especiales de transporte, pero las obras que habrían de emprenderse a continuación requerían de un estudio pormenorizado, por el enorme volumen de materiales que habría que trasladar y los plazos disponibles para hacerlo. La presa no se iba a construir inmediatamente, pero varias obras auxiliares resultaban imprescindibles, como almacenes, talleres o viviendas, que ya reclamaban por sí medios de transporte más eficaces y rápidos que los carros disponibles hasta el momento. Los materiales procedían de la estación de ferrocarril de Humanes (cemento, maquinaria, herramientas), de las canteras de Tamajón (piedra para sillería y mampostería), y del cauce del arroyo de la Virgen (la piedra necesaria para

268 Ministerio de Fomento. Dirección General de Obras Públicas. Servicio Central Hidráulico. Anuncio de apertura de información pública sobre el proyecto del pantano de El Vado, en los términos municipales de Valdesotos y Retiendas, provincia de Guadalajara. Gaceta de Madrid 241, 29/08/1914, p. 528. BOPG 107, 04/09/1914, p. 3. Se indicaba que el presupuesto por administración de la obra ascendía a 7.170.926,92 pts.

269 Breve noticia en *El Liberal Arriacense*, I, 44, 08/12/1914.

270 Archivo municipal de Tamajón. 4.3. Libro de actas de sesiones, pp. 101-102, sesión 1915/10/03.

271 División Hidráulica del Tajo, Pantano de El Vado Camino de servicio (presupuesto adicional). 1917. Ingeniero D. Alfonso Alonso. memoria firmada el 11 de enero de 1917. AGA (4)26 24/15836 (4-77). La suma de los presupuestos del reformado y sus modificaciones $298.764,40 + 22.246,56 = 321.010,96$ pesetas. Sin embargo, al hacer memoria en 1931 de las inversiones realizadas en El Vado, se anotó como presupuesto del camino la cifra de 322.810,96 pesetas, esto es, 1.800 pesetas más que la calculada sumando ambos. Proyectos.

hormigones y arenas). Se estimaba que desde Humanes, comunicado con Tamajón mediante una carretera de tercer orden (actual CM-1004), que en aquella época finalizaba en este pueblo, habría que llevar hasta la presa 14.140 toneladas de cemento y 860 toneladas de materiales diversos. Desde las canteras de Tamajón tendrían que moverse 300.000 toneladas de piedras según las cubicaciones del proyecto. Para la distancia entre las canteras y la presa, unos 12 km, se requerirían 93 carros para ejecutar la obra en nueve años, solo para el transporte de Tamajón a la obra, sin contar el de Humanes a Tamajón, donde harían falta otros 16 carros, con un coste de 2.335.200 pesetas, lo que supondría un porcentaje muy elevado en relación al presupuesto total de las obras, y ello sin contar con el tiempo de la carga y descarga.

Empleando camiones, se calculó que el transporte costaría 2.033.550 pesetas, más otras 223.550 pesetas de carga y descarga, con ahorro de unas 350.000 pesetas, y además podrían moverse bloques de mayor peso, de hasta 1.500 kilos. El número de automóviles necesarios se estimó en 11, aunque inicialmente se proponía adquirir solo dos camiones, para experimentar y comprobar que los datos calculados eran correctos, considerando además la dificultad de obtener estos vehículos en unas circunstancias históricas complejas, que tenían lugar nada menos que en plena Guerra Mundial. El 2 de enero de 1918, el ingeniero jefe Enrique Bartrina emitió en Madrid un informe sobre los medios de transporte, aprobando la incorporación de dos camiones, bien de gasolina o a vapor, según se indicaría en el pliego de condiciones del concurso para su adquisición²⁷². Sin embargo, la Dirección General de Obras Públicas no dio autorización de compra hasta 1922 y no se realizaría hasta que las obras fueran emprendidas de manera definitiva pero finalmente solo se adquirió uno²⁷³.

Los habitantes de los pueblos de la zona, especialmente los de Tamajón, eran conscientes de la oportunidad derivada de esta obra para mejorar sus comunicaciones y, en particular, del camino de servicio a la presa. Siendo alcalde de Tamajón Félix Gamo del Olmo, el 27 de mayo de 1916 se acordó el pago de 30 pesetas de indemnización a Atanasio Gamo del Olmo y a Eugenio Sanz Gamo del coste de su viaje a Madrid, como comisarios, junto con otros de los pueblos limítrofes, para defender la prolongación de una de las carreteras desde la capital al Casar de Talamanca que, pasando por Humanes, pudiera enlazar con la de Humanes a Tamajón, y la prolongación del camino de servicio del pantano de El Vado hasta el pueblo de Campillo de Ranas²⁷⁴. Esta última carretera, desde el camino a El Vado hasta Campillo y Majaerayo, de 13.132,24 m, aunque fue proyectada en 1930 sin demasiado detalle, sería acometida finalmente por la Diputación Provincial de Guadalajara y se acabó de construir por destajos en 1950²⁷⁵.

272 División Hidráulica del Tajo, Pantano de El Vado. Propuesta de servicio de transportes para las obras de dicho pantano. Ingeniero Alfonso Alonso, firmado el 31 de diciembre de 1917. AGA (4)26 24/15836 (3-77).

273 Esto se explica en el Proyecto de Edificio, Garaje-Talleres-Viviendas, 1931. AGA (4)26, 24/15.838 (14-77).

274 Archivo municipal de Tamajón. 4.3. Libro de actas de sesiones p. 148 1916/05/27.

275 Tras ser revisada esta carretera en un proyecto reformado del ingeniero Luis Sierra Piquera el 5 de septiembre 1942, se adjudicaron las obras a Dimas Martínez en octubre de dicho año y, teniendo en cuenta la elevación del embalse de El Vado en 10 m en su último diseño, hubo que cambiar el trazado durante su ejecución. Diputación Provincial de Guadalajara. Vías y obras. Caminos vecinales. Concursos y contratos de destajo. 1959. Archivo Histórico Provincial de Guadalajara, legajo D-541.

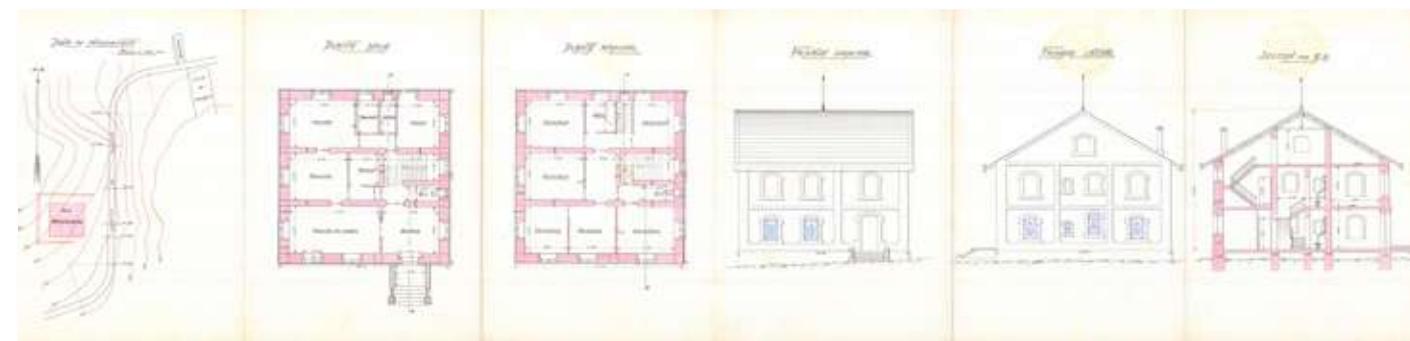
El 30 de diciembre de 1918 se añadió un nuevo proyecto para facilitar el acceso a la galería de desvío del río Jarama²⁷⁶. Comprendía un camino ordinario de 646 m de longitud y 2,60 m de anchura con firme de 0,15 m de espesor, y otro para acceder al vertedero de las pizarras de la excavación, de 266 m y 0,60 de ancho, hasta más allá de la boca de salida del túnel.

El 18 de enero de 1919 se aprobó un proyecto complementario de asiento y colocación de vías para las vagonetas de obras, en parte traídas del pantano de Riudecañas y el resto compradas en Tamajón, más 100 m de cable de arrastre procedente de la presa del Rey, con presupuesto de ejecución material de 6.574,32 pesetas, y por administración de 6.771,55 pesetas.

1.3.2. La casa-administración

La casa-administración contó con un proyecto original presentado en noviembre de 1915, y aprobado el 14 de diciembre con numerosas prescripciones que lo mejoraban, dotado de un presupuesto de 24.506,24 pesetas, mobiliario incluido. Se ordenó ejecutarlo autorizando gastos hasta 25.000 pesetas, pero requirió de un proyecto reformado cuyo presupuesto ascendió a 66.530,10 pesetas. Al parecer, el aumento estuvo motivado, sobre todo, por el incremento de los precios y no por las modificaciones introducidas. El ingeniero jefe Bartrina aprobó el proyecto reformado el 2 de agosto 1916²⁷⁷.

Figura 4.16. Casa Administración (detalle). E 1:100. Proyecto reformado de la Casa-administración para el pantano de "El Vado". Ingeniero D. Antonio Buitrago, firmado el 2 de agosto de 1916



Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración (4)26, 24/15.836 5-77.

276 División Hidráulica del Tajo, Pantano de El Vado. Proyecto de rampa y vía de enlace del camino de servicio con el emplazamiento de la presa. Ingeniero Alfonso Alonso. 30 de diciembre de 1918. AGA (4)26 24/15837 (10-77).

277 Proyecto reformado de la Casa-administración para el pantano de "El Vado". Ingeniero D. Antonio Buitrago, firmado el 2 de agosto de 1916. AGA (4)26 24/15836 (5-77) División Hidráulica del Tajo, Pantano de El Vado.

Al año siguiente, el ingeniero Alfonso Alonso, sucesor de Buitrago al frente de las obras de El Vado, redactó un proyecto para abastecer de agua a la casa-administración, viviendas y servicios del pantano, firmado el 21 de mayo de 1917. Inicialmente solo habitaban en el poblado 10 o 12 personas, con lo que el agua se subía a lomo de caballerías desde el Jarama. Pero con el creciente número de trabajadores que se iban a instalar próximamente, se estimó inconveniente mantener esa práctica por razones de higiene, ya que las aguas del río no reunían las condiciones adecuadas en todas las épocas del año. Existían varias fuentes y manantiales en el camino de servicio donde se podía captar el agua, la mejor de las cuales era la llamada Canalejas, que no se agotaba en verano y podía producir hasta dos litros por segundo. Se estimaba que el poblado llegaría a reunir a unos 200 habitantes con una dotación a cada uno de 50 litros al día. En el proyecto se presentaban dos opciones, tubería de acero cubierta con asfalto, o de hormigón construida en la misma zanja, con presupuestos de 24.796,43 pesetas para la primera opción, y 16.070,21 pesetas para la segunda, que resultó ser la elegida en el informe del ingeniero jefe Enrique Bartrina el 30 de mayo de 1917, aprobándose el proyecto el 17 de noviembre de 1917²⁷⁸.

ALFONSO ALONSO ALONSO

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Promoción 1898.

Entre 1902 y 1906 fue ingeniero 2º supernumerario. Entre 1910 y 1911 estuvo adscrito como ingeniero 2º en el puerto de Cartagena. Entre 1911 y 1915 perteneció a la División del Tajo y durante cinco años fue el encargado de la red foronómica de la Confederación Hidrográfica del Tajo.

Intervino en los proyectos de abastecimiento de agua a Valverde del Fresno (Cáceres) en 1917, y en el de El Vado, concretamente en el de la galería adicional del desvío del río y en los caminos de servicio, entre 1916 y 1918.

El ingeniero Alfonso Alonso hubo de replantear el proyecto anterior el 2 de marzo de 1918 con dos alternativas. Se diseñaba un pequeño tanque en vez de un depósito (ahorrando 4.705,47 pesetas), si bien la tubería empleada en la solución B, que resultaba más cara (3.766,59 pesetas más), fue la opción elegida. Finalmente, el presupuesto del abastecimiento a la casa-administración se incrementó hasta 19.949,80 pesetas. El ingeniero jefe Alfonso Bartrina emitió su informe positivo el 18 de marzo de 1918, y el proyecto fue aprobado el 2 de julio siguiente²⁷⁹.

278 Proyecto de abastecimiento de agua para la casa-administración, viviendas y servicios del pantano de El Vado, 1917. Ingeniero D. Alfonso Alonso. AGA (4)26 24/15836 (5-77).

279 Abastecimiento de aguas. Replanteo. Ingeniero Alfonso Alonso el 2 de marzo de 1918. AGA (4)26 24/15836 (5-77) División Hidráulica del Tajo, Pantano de El Vado.

1.3.3 Los sondeos

El Servicio Central Hidráulico del Ministerio de Fomento ordenó realizar los sondeos para reconocer el subsuelo del terreno donde se levantaría la presa, encomendándolos al ingeniero Gumersindo Gutiérrez Gándara²⁸⁰. Como resultado de la exploración del cauce del Jarama en la zona, que se desarrolló en diciembre de 1916 y entre enero y abril de 1917, eligió el emplazamiento mejor para la presa por sus condiciones topográficas, el aspecto de la roca, rechazando otros seis puntos señalados para su posible ubicación. Aguas arriba había otra posibilidad en el lugar llamado "Era del manzano", que aventajaba a los descartados, pero también debía desecharse por la menor capacidad del vaso para alturas de presa admisibles. El embalse se asentaría sobre una formación silúrica, a excepción de la Loma Rubia, que pertenecía a una formación diluvial, de terreno arcilloso con abundantes cantos rodados de sílice, concluyéndose que no existían indicios de que el vaso careciera de la debida impermeabilidad. Asimismo Gutiérrez Gándara opinaba que se debía rechazar categóricamente la construcción de la presa en el estrecho de Bonaval, 10 km aguas abajo del lugar elegido en El Vado, pues las condiciones para implantar una presa de gran altura no eran aceptables, por ser parecidas a las del emplazamiento de la conocida presa del Pontón de la Oliva sobre el río Lozoya. Se trataba de una garganta de bastante longitud con márgenes muy altas y escarpadas, abierta en calizas cretáceas muy cavernosas. Por lo tanto, aunque el buzamiento hacia agua arriba de los estratos era favorable, y aun cuando la cubicación de este vaso era mucho mayor que la del elegido para iguales alturas de presa, debería desecharse.

"Respecto a cuál es la mejor solución entre las siete señaladas no es posible de momento decirlo por carecer de datos bastantes para ello. Sin embargo, se hará un análisis de todos ellos y se indicará cuales parecen reunir mejores condiciones juzgando por las indicaciones de los sondeos y demás exploraciones hechas. El emitir una opinión categórica sobre extremo tan importante solo podrá hacerse una vez terminados los pozos y galerías de que más adelante se hablará."

El objeto de los sondeos, pozos y galerías era determinar, en primer lugar, la resistencia e impermeabilidad del terreno en el emplazamiento de la presa; el perfil trasversal, siquiera aproximado, sobre el apoyar los cimientos, ya que solo conociendo este perfil se podía formar una idea de la cubicación de aquella; y, por último, las condiciones de impermeabilidad del vaso.

280 Informe acerca de los sondeos practicados en el emplazamiento de la presa del pantano de El Vado. Año 1917. Ingeniero Gumersindo Gutiérrez Gándara. AGA (4)26 24/15836 (6-77) División Hidráulica del Tajo, Pantano de El Vado. También en el anejo 4: Sondeos y estudios geológicos del Proyecto reformado de pantano de El Vado. Elevación de la presa, 1946. ACYII, 734.



GUMERSINDO GUTIÉRREZ GÁNDARA

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Promoción 1897.

Nació en Buelna, Oviedo, el 23 de noviembre de 1872 y murió en Madrid el 2 de abril de 1956.

En 1905 estuvo adscrito a Obras Públicas de Cuenca y entre 1907 y 1920 en el Negociado Central de Trabajos Hidráulicos de la Dirección de Obras Públicas. Hacia 1910 hizo un reconocimiento geológico del proyecto del pantano del Chorro, con el ingeniero de Minas Pedro Palacios.

En marzo de 1936 fue nombrado jefe de la Jefatura de Sondeos; en 1938 fue ascendido a consejero por el gobierno republicano (Decreto firmado en Barcelona, *Gaceta* del 28). Jubilado en 1942 como presidente de sección del Consejo de Obras Públicas, su puesto fue cubierto por Horacio Azqueta (Decreto 5.2.43).

Algunos de los proyectos en que intervino fueron (Archivo Mº Fomento):

- Vega de Dalías (Almería) Proyecto de mejora de riegos, 1903.
- Sondeos del pantano del Corcovado. Murcia, 1909.
- Sondeos del pantano de Carmona. Barcelona, 1909.
- Sondeos en el emplazamiento de la presa de El Vado. 1917.
- Ríos Guadalest y Algar. Canal del Algar, 1914.
- Presa de Aguilar de Campoo, estudio geológico 1929.

El aspecto del río Jarama en el entorno de El Vado inducía a suponer que el cauce se había formado por erosión, por lo que no se estimó previsible la existencia de fallas que dificultasen o imposibilitasen la cimentación de la presa. Las características de la roca que afloraba en las laderas, descubierta o cubierta con una ligera capa de derrubios, requería de la realización de sondeos. Se determinaron diez emplazamientos en la cerrada donde había que sondear. En general, tras perforar una capa de acarreo entre 0,50 y 2,75 m, se accedía a la pizarra que constituye el núcleo del terreno. Entre 5 y 12,3 m, dependiendo de las zonas, la pizarra resultaba ser poco consistente, pero a mayor profundidad sus condiciones parecían ser suficientemente estables (se profundizó entre 22 y 47 m).

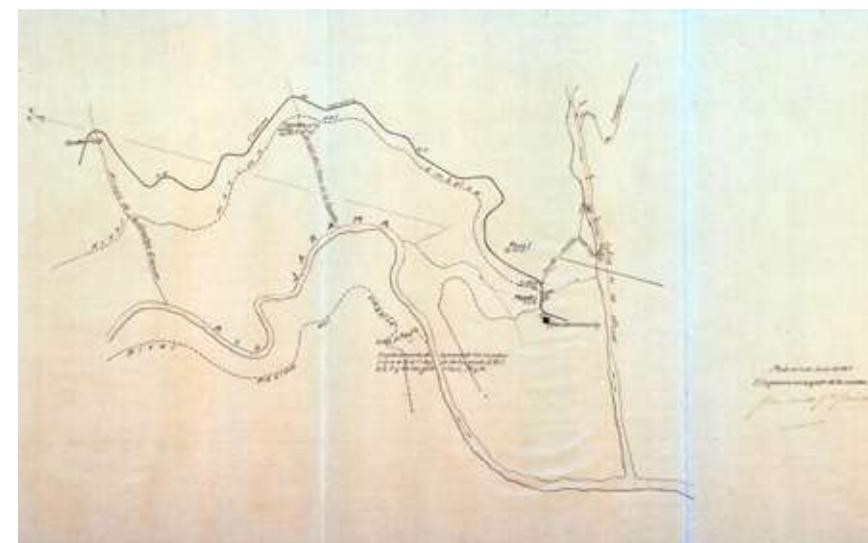
Se había considerado necesario hacer al menos seis pozos, pero ninguno de ellos estaba terminado cuando el jefe del Servicio Central Hidráulico ordenó al ingeniero Gutiérrez Gándara regresar a Madrid con el material obtenido en los sondeos, a sabiendas que sería necesario continuar este trabajo posteriormente. De las galerías previstas, solo se había concluido una, la denominada "L", y otras estaban apenas comenzadas. No obstante, podían ya obtenerse algunas conclusiones generales.

Se constató que las pizarras estaban fuertemente levantadas, buzando hacia aguas arriba, es decir, en sentido favorable a la impermeabilidad del embalse, aunque esta circunstancia dificultaba la verticalidad de los sondeos y, por tanto, su interpretación geológica. Al parecer, con los datos disponibles parecía que las pizarras solo estaban influidas por los agentes exteriores en la superficie, mientras que en profundidad eran bastante impermeables. Pero nada se podía asegurar con rotundidad hasta que no se terminasen los sondeos, pozos y galerías.

La División Hidráulica del Tajo eligió finalmente una cerrada que tenía algunas incertidumbres, especialmente las posibles filtraciones a través del saliente que forman las pizarras en la margen izquierda y en el que se apoya aquella; y eventuales corrimiento en dicho saliente.

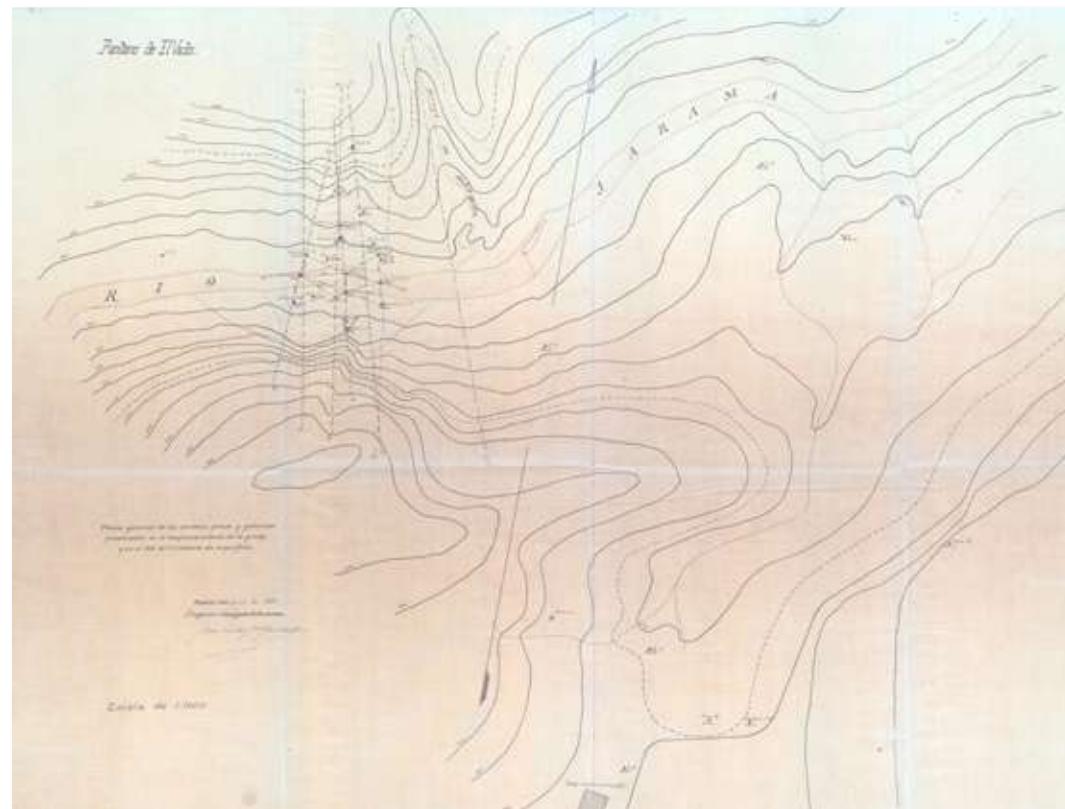
Comparando las seis soluciones analizadas para el emplazamiento de la presa, el perfil identificado como Q-R resultó ser el idóneo (Figura 4.17.1), al tener la cerrada de menores dimensiones, a falta de estudiar con detalle el terreno. Si la presa no superase los 40 m de altura, este punto sería el mejor, pero para alturas superiores no era posible asegurar nada definitivo. Las conclusiones derivadas de la información disponible se concretaron en que el vaso era prácticamente impermeable; la presa debía ser de fábrica y su cimentación sería relativamente fácil, con excavaciones de poca importancia en la ladera derecha, aunque de mucha mayor profundidad en la izquierda. El aliviadero de superficie sería muy costoso, ante las características aluviales de su emplazamiento. Gutiérrez Gándara firmó su informe en Madrid 11 de junio de 1917.

Figura 4.17. Pantano de "El Vado". Croquis general del emplazamiento de los sondeos. Ingeniero Gumersindo Gutiérrez Gándara. Madrid, 11 de junio de 1917.



Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración (4)26, 24/15.836 6-77

Figura 4.17.1. Plano general de los sondeos, pozos y galerías practicados en el emplazamiento de las presa y en el aliviadero de superficie. Marcado el emplazamiento recomendado. Pantano de "El Vado". Ingeniero Gumersindo Gutiérrez Gándara, firmado el 11 de junio de 1917. Recomendaba para la presa el perfil Q-R marcado en rojo



Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración (4)26, 24/15.836 6-77.

1.4. La galería exterior de la presa para el desvío del río. Primeras dificultades constructivas (1917-1919)

Una vez realizados los sondeos, el ingeniero encargado, Alfonso Alonso, preparó un informe el 30 de junio de 1917 sobre la galería exterior, imprescindible para desviar las aguas del Jarama durante las obras. Debería ser capaz de evacuar el caudal del río durante la temporada de trabajo, desde marzo a noviembre. En los últimos seis años el caudal de la mayor avenida ordinaria en esa época había sido de 31 m³/s, de forma que se decidió incrementar la capacidad de desagüe del desvío con respecto a lo previsto en el proyecto de Buitrago hasta los 37,29 m³/s, para lo cual la sección de la galería tenía 3 m de ancho en la base y 3 m de altura, con la parte superior abovedada.

El trazado de la galería se concretaba en dos alineaciones rectas enlazadas por sendas curvas, ajustándose a la posición de los sondeos y a la ubicación de la presa. La longitud total de la galería alcanzaba 186,30 m, de los que habría que perforar 142,30 m, más 44 m a cielo abierto. No se preveían revestimientos en el túnel, mientras funcionara como galería de desviación, y posteriormente se estudiaría disponer de esta protección, cuando se hubiera proyectado el desagüe de fondo. La cota de entrada a la galería desde el cauce era la 862,35, mientras que la de salida era la 861,40. Con un plazo de seis meses para realizar la obra, el presupuesto de ejecución por administración se calculó en 37.129,47 pesetas.

En su informe de 7 de julio de 1917, el ingeniero jefe Enrique Bartrina indicaba que la galería solo era una parte del desvío del río y que no se había contemplado la ataguía. Consideraba que la sección transversal de la galería podía desaguar las avenidas registradas en la temporada de construcción, y aunque no se contemplaba la posibilidad de mayores caudales del Jarama, específicamente en época de deshielo cuando no se trabajaba en las obras, la capacidad proyectada resultaba admisible. Sin embargo, planteaba dudas respecto al hecho de no haber previsto revestimiento en el túnel, aunque lo consideró admisible, por el momento. Detectó omisiones en el refinado de la galería, necesario para reducir la rugosidad y facilitar la circulación del agua, frente a las irregularidades causadas por los explosivos, picos y barras en el desmante y la perforación, además de una partida para andamiajes. Por ello sugería incrementar el presupuesto en 1.873,79 pesetas hasta un total de 39.003,29 pesetas. Este proyecto quedó aprobado por R.O. de 20 de septiembre de 1917²⁸¹, aunque limitando la ejecución solo a una parte del túnel²⁸², hasta que no se hubiera decidido el emplazamiento definitivo de la presa.

No obstante, en diciembre de aquel año²⁸³, cuando se iniciaban las obras, se autorizó la ejecución completa del túnel, además de ampliar su longitud entre 50 y 60 m aguas arriba. Al mismo tiempo, se determinó perforar una galería transversal para facilitar otros puntos de ataque. Estos cambios habrían de recogerse en un proyecto reformado, a redactar por el ingeniero encargado de la obra. Atendiendo las indicaciones, el ingeniero Alfonso Alonso abrió más la curva interior del túnel, lo que aumentaba su trazado total de 55,25 m, a 57,31 m, mientras que disminuía la zanja a cielo abierto en 2,06 m. La galería transversal o de ataque medía 40,50 m hasta llegar a la principal, siendo 13 m a cielo abierto y el resto en túnel, con una sección de 1,80 m de ancho por 2 m de altura, para permitir el cruce de dos operarios con una carretilla.-

Por otra parte, al excavar el túnel se constató que al poco tiempo las pizarras se deterioraban, para evitarlo habría que revestir el tramo en contacto con el exterior, tanto en los muros de estribo como en la solera. Ya se habían tenido que entibar los primeros 5 m, pues si las pizarras al perforarse aparecían duras, al día siguiente o a los dos días de entrar en contacto con la atmósfera, se debilitaban y se desprendían fácilmente, aunque no en grandes masas a la vez. Este problema desaparecía a partir de los 20 m de perforación, por lo que no se consideró necesario el revestimiento a partir de este punto. Para las bóvedas se sugería emplear fábrica de sillarejo con mortero. En la boca de entrada se previeron dos muros en ala para sostenimiento de las tierras y

281 Pantano de El Vado: Galería exterior a la presa. Proyecto inicial. Firma el ingeniero Alfonso Alonso, encargado de las obras. 30 de junio de 1917. AGA (4)26, 24/15.835 2-77.

282 Solo hasta el perfil 11 marcado en el plano.

283 R.O. de 13 de diciembre de 1917. AGA (4)26, 24/15.835 2-77.

evitar que los desprendimientos obstruyeran la entrada. En la boca de aguas abajo se proyectó un pequeño muro de frente.

Como las modificaciones anteriores alteraban sensiblemente el presupuesto, Alfonso Alonso lo revisó en el proyecto reformado, firmado en enero de 1918²⁸⁴, con los mismos precios unitarios del proyecto aprobado, excepto el del cemento, que había experimentado un incremento significativo al pasar de 110 a 195 pesetas por tonelada, puesto a pie de obra.

En su informe del 31 de enero de 1918, el ingeniero jefe Enrique Bartrina concretaba una serie de consideraciones para el reformado; en primer lugar que el revestimiento del túnel era imprescindible, pues si en seco las pizarras se deterioraban, en contacto con el agua la exfoliación y deterioro sería aún más intensa. Esta decisión suponía un incremento del presupuesto del proyecto de 38.482,96 pesetas, de las cuales 13.076,42 pesetas correspondían al aumento de la longitud del túnel, 2.642,49 pesetas a la galería de ataque y 22.764,05 pesetas al revestimiento y bocas.

Como quiera que el revestimiento era la partida más cara, el ingeniero jefe sugirió sustituir la bóveda de sillarejo (84,97 pesetas/m³) por hormigón hidráulico (57,41 pesetas/m³), aunque hubiera que incluir el coste de las cimbras. También señaló que el espesor del revestimiento podía disminuirse a 0,30 m en muros y bóveda, evitando también su excavación, con un ahorro de 283 pesetas/m lineal. De todas formas, el revestimiento debía aplicarse en todo el túnel, según se excavara, sin esperar a los desprendimientos, mucho más costosos de tratar si ocurrieran. También debería sustituirse la sillería en las obras de las bocas por hormigón hidráulico.

El presupuesto reformado ascendía a 76.766,92 pesetas por administración, con un incremento con respecto al proyecto previo del 106,75%, donde el 53,14% correspondía al revestimiento. Este primer proyecto reformado quedó aprobado conforme a su redacción original por R.O. de 21 de febrero de 1918, para que continuaran las obras, pero habría de redactarse un segundo reformado que recogiese las recomendaciones del ingeniero jefe²⁸⁵.

Siguiendo las directrices recibidas, modificando el revestimiento y revisando los precios, el ingeniero encargado de la obra Alfonso Alonso redactó el 2 de agosto de 1918 el 2º proyecto reformado de la galería exterior a la presa del pantano de El Vado. Consecuentemente, en este segundo reformado se modificó el trazado de la galería, se dispuso revestimiento en toda la longitud del túnel, con espesores de 0,30 m en roca sana, y de 0,50 donde se viera más descompuesta al perforarla. También se sustituyó la fábrica de sillarejo de las bóvedas por hormigón, así como las bocas de aguas arriba y aguas abajo, excepto en dos zonas, donde se emplearía mampostería ordinaria hidráulica y bóveda de fábrica de ladrillo, porque los desprendimientos exigían una entibación muy robusta. En el trasdós de la bóveda y muros se preveía introducir rellenos donde fuera necesario para evitar derrumbes en el futuro. Para salvar los derrumbes de la ladera, la galería se internaba antes en la roca, alargando en 5,66 m su trazado, cuya longitud total quedó en 247,45 m.

284 1er Proyecto reformado de la galería exterior de la presa de El Vado, suscrito por el ingeniero encargado de la obra, Alfonso Alonso, 25 de enero de 1918. Ibidem.

285 Ibidem.

En el cálculo de precios se incluyó la extracción de arena procedente de la cantera de Tamajón, próxima a la ermita de la Virgen de los Enebrales, la más próxima que ofrecía suficiente calidad, porque la del arroyo de la Virgen, que se había contemplado en el anterior proyecto, no reunía condiciones. Aparte, habría que dotarse de medios para triturar el canto rodado para convertirlo en arena. Para transportar los materiales con carros hasta la entrada del túnel fue necesario habilitar un camino provisional desde el camino de servicio hasta la boca, lo que repercutió en un incremento del precio del cemento puesto a pie de obra, al contrario que los costes de transportar la piedra, que se mantenían respecto a los de proyectos anteriores (tabla 4.4).

Tabla 4.4. Galería exterior de El Vado. Primero y segundo proyectos reformados, 1918. Precios unitarios aplicados (pesetas)

UNIDAD DE OBRA	PRIMER PROYECTO REFORMADO	SEGUNDO PROYECTO REFORMADO
Tm de cemento Portland a pie de obra	195	196
m ³ arena a pie de obra		14,49
m ³ mortero a 350 kg cemento Portland · tm arena	79,78	89,12
m ³ de relleno en túnel		5
m ³ hormigón hidráulico, a 350 kg cemento Portland · tm arena	57,41	
m ³ mampostería ordinaria hidráulica a 350 kg cemento · tm arena	57,9	62,07
m ³ mampostería careada hidráulica a 350 kg cemento · tm arena	61,84	63,66
m ³ hormigón hidráulico, en solera a 350 kg cemento		55,14
m ³ hormigón hidráulico, en estribos y muros a 350 kg cemento		57,21
m ³ hormigón hidráulico, en bóveda a 350 kg cemento		67,4
m ³ ladrillo en bóveda		69,12
m ³ sillería recta con mortero a 350 kg cemento · tm arena	82,11	
m ³ sillarejo en bóvedas con mortero a 350 kg cemento · tm arena	84,97	
m ³ sillería aplantillada con mortero a 350 kg cemento · tm arena	94,51	

Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración (4)26, 24/15.835 2-77.

El presupuesto de ejecución por administración del segundo proyecto reformado ascendió a 155.991,23 pesetas, con un incremento de 84.652 pesetas respecto al anterior.

El ingeniero jefe Enrique Bartrina, en su informe firmado el 5 de agosto de 1918, aprobaba la valoración de precios y el sobrecoste indicado, incluso añadía 2.575 pesetas para los rellenos tras los revestimientos que no habían sido considerados en 128 m de longitud que se llevaba abierto del túnel. El segundo proyecto reformado quedó aprobado por R.O. el 11 de septiembre de 1918²⁸⁶.

Finalmente fue preciso redactar un tercer proyecto reformado, que también firmó Alfonso Alonso el 26 de mayo de 1919, a causa de la importante desviación del volumen de excavación con respecto a lo estimado en el segundo reformado, tanto en las excavaciones a cielo abierto, como en las trincheras de entrada y salida de la galería de desvío, lo que agotó el presupuesto y la obra se suspendió, cuando se había perforado la galería completamente. Se había dispuesto el revestimiento en estribos y bóvedas en una tercera parte de su longitud (82 m desde la boca de salida), pero estaba pendiente acometer el *stross*²⁸⁷ en la mitad, y construir la parte de revestimiento restante (113 m) más otros 10 m prolongados a cielo abierto, para protección contra derrubios, además de la solera en toda su longitud y las boquillas de entrada y salida. En agosto de 1919 se había terminado la galería de ataque, con las mismas condiciones de pizarra que en los primeros 100 m de la galería exterior. Los numerosos *lisos* (sic) de la pizarra en diversas direcciones habían obligado a excavar un mayor volumen del previsto para conseguir la necesaria estabilidad. Con esta información de la obra, y la experiencia, se aportaban los nuevos datos, añadiendo que en los precios no había variaciones que incorporar.

286 2º Proyecto reformado de la galería exterior de la presa de El Vado, suscrito por el ingeniero encargado de la obra, Alfonso Alonso, el 2 de agosto de 1918. AGA (4)26, 24/15.835 (2-77).

287 En el método belga de excavación de túneles se procedía a excavar primero una galería de ataque, centrada en la clave de la bóveda, desde la que se extendía la perforación a los laterales. Finalmente, se retiraban los materiales hasta rebajar el túnel al suelo previsto, mediante destroza (*stross*). Sobre los métodos de construcción de túneles en la época, puede consultarse Maristany y Gibert, Eduardo: El túnel de Argentera. Tratado de construcción de túneles. Barcelona: Henrich, 1891-1892, 6 v., 1.600 p.

Tabla 4.5. Cubicaciones de la galería de desvío de la presa de El Vado. 1919

OBRA	MEDICIÓN (m³)
Explanación a cielo abierto	
Galería principal	4.625,20
Galería de ataque	275,28
Excavación en túnel	
Galería principal	205,27
Galería de ataque	106,66
Bocas e interior de los túneles	
Excavación a cielo abierto	25,08
Desmote en túnel	3.598,62
Relleno	1.726,44
Hormigón hidráulico en estribos y muros	289,74
Hormigón hidráulico en solera	287,39
Hormigón hidráulico en bóveda	390,95
Mampostería ordinaria hidráulica	84,06
Fábrica de ladrillo	154,11

Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración (4)26, 24/15.835 2-77.

El presupuesto de ejecución por administración (con el 3% reglamentario) del tercer proyecto reformado ascendió a 253.075,14 pesetas, lo que suponía un incremento de 97.083,21 pesetas con respecto al segundo reformado (tabla 4.6).

El ingeniero jefe, en el informe del 17 de junio de 1919 manifestó su total conformidad con la información del encargado de la obra, en particular porque en una de las entradas que atravesaba una escombrera natural, hubo que retirar una gran cantidad de material inestable. El 12 de agosto de 1919 se firmó la R.O. aprobando este último proyecto reformado de la galería exterior reanudándose inmediatamente los trabajos.

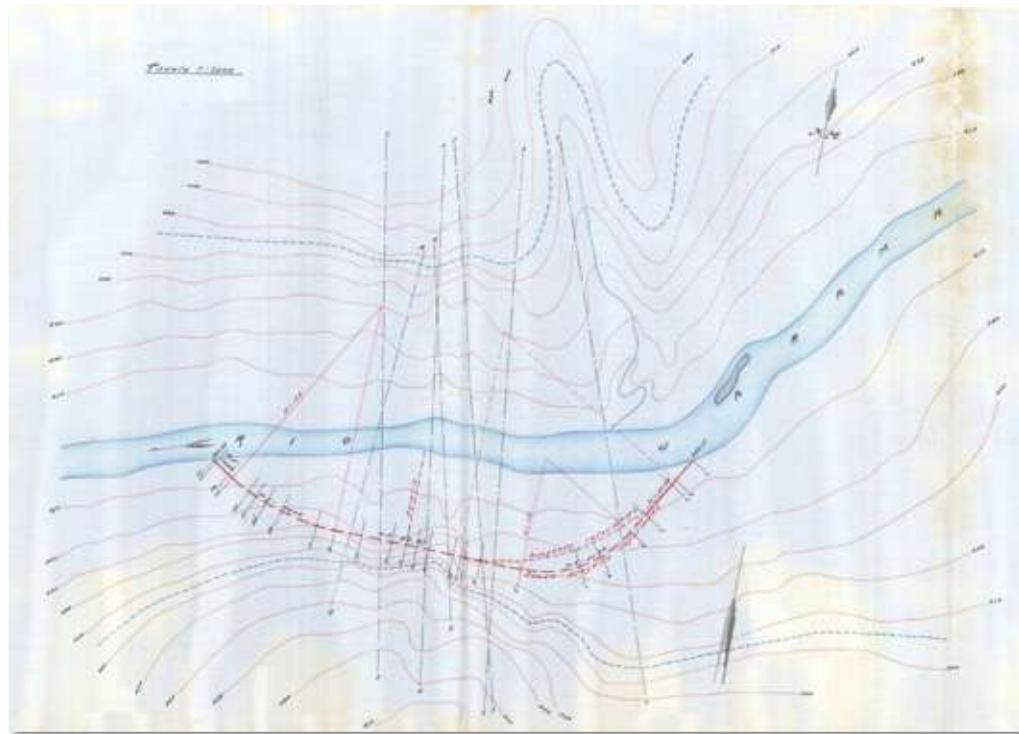
Tabla 4.6. Galería exterior de la presa de El Vado. Resumen de los proyectos, 1917-1919

PROYECTO	TÚNEL PRINCIPAL + GALERÍA AUXILIAR (m)	CIELO ABIERTO. PRINCIPAL + GALERÍA AUXILIAR (m)	TOTAL GALERÍA (m)	TOTAL EJECUCIÓN POR ADMINISTRACIÓN (Pesetas)
Primitivo 06/1917	142,3	44	186,3	39.003,29
1º reformado 12/1917	199,61 + 27	41,94 + 13	241,55	71.339,23
2º reformado 08/1918	205,37 + 27	42,08 + 13	247,45	155.991,93
3º reformado 05/1919	205,37 + 27	42,08 + 13	247,45	253.075,14

Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración (4)26, 24/15.835 2-77.

Del resumen de los proyectos de la galería se destaca que las dimensiones del proyecto original habían sido realmente muy imprecisas, pues hubo que aumentar en un tercio la longitud inicialmente prevista, más una galería auxiliar. Pero lo más costoso fue el revestimiento de toda la conducción, obligado por la naturaleza quebradiza de las pizarras, lo que supuso que el presupuesto inicial se multiplicara por 6,5 veces. Las dudas sobre los costes reales de su construcción y la necesidad de ampliar el estudio geológico determinaron que, aunque se hubiera previsto una dotación presupuestaria, el proyecto de El Vado no se encontrara entre las actuaciones prioritarias propuestas para el plan extraordinario de Obras Públicas de 1916²⁸⁸.

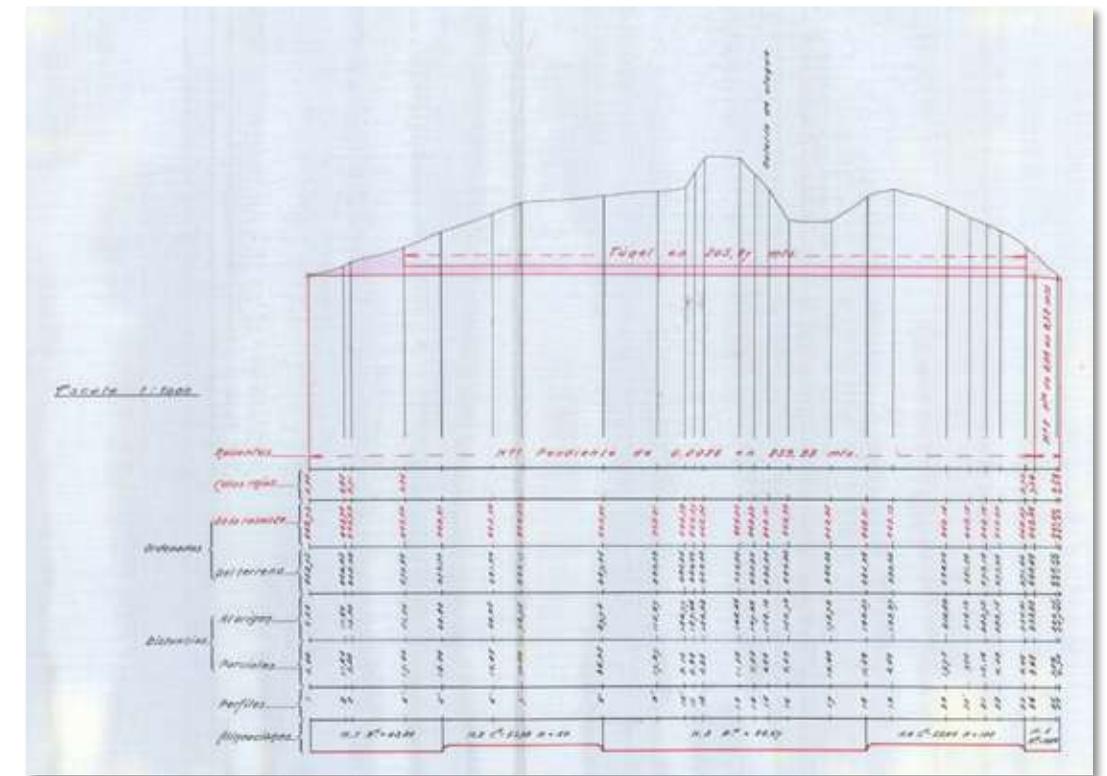
Figura 4.18. Plano general. Galería exterior a la presa. Hoja 1. Nuevo proyecto reformado. Ingeniero Alfonso Alonso, firmado el 2 de agosto de 1918



Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración (4)26, 24/15.836 6-77.

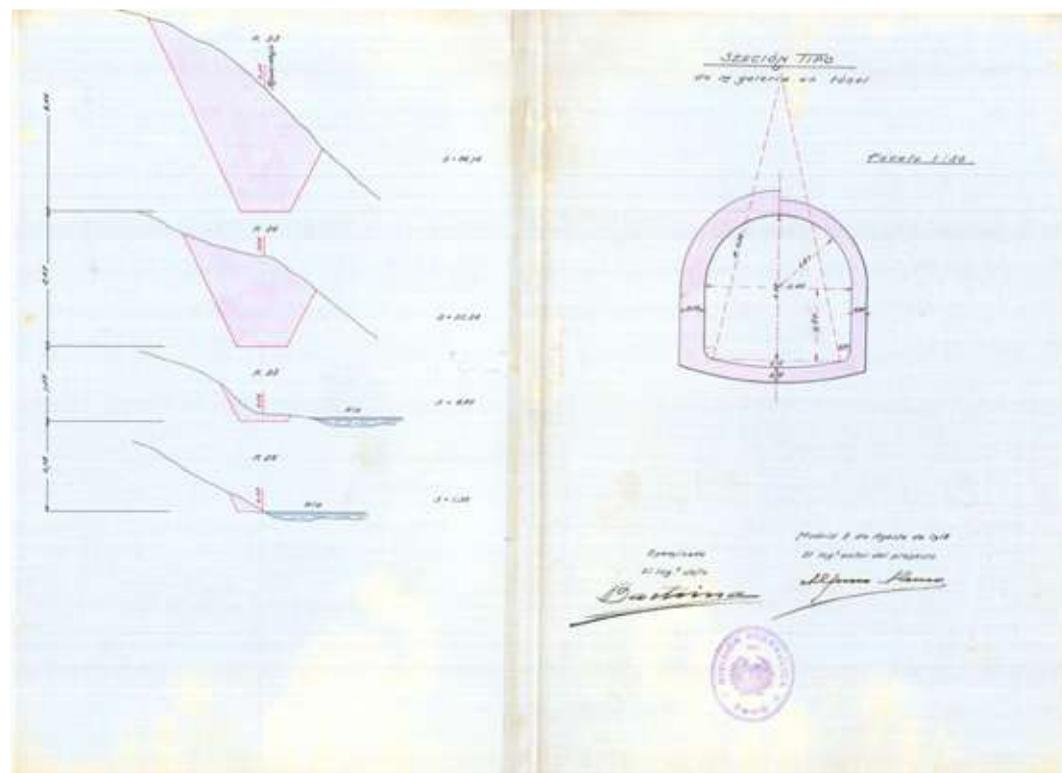
288 Gasset, Rafael, ministro de Fomento: Reforma de los Presupuestos. El plan extraordinario de Obras Públicas. Madrid: Vicente Rico, 1916. Folleto consultado en la Biblioteca del Ministerio de Fomento. No se encuentra El Vado entre los prioritarios de esta propuesta que defendió Gasset sin éxito, aunque sí se incluía el canal de Arganda, en el río Jarama. Sobre ese plan, Sánchez Illán, Rafael: "Rafael Gasset y la política hidráulica de la Restauración", Revista de Historia Económica, XV/2, 1999, pp. 319-362.

Figura 4.19. Galería Exterior Perfil longitudinal 1919. Hoja 2. Nuevo proyecto reformado. Ingeniero Alfonso Alonso, firmado el 2 de agosto de 1918



Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración (4)26, 24/15.836 6-77.

Figura 4.20. Galería exterior perfiles transversales 1919. Hoja 3. Nuevo proyecto reformado. Ingeniero Alfonso Alonso, firmado el 2 de agosto de 1918



Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración (4)26, 24/15.836 6-77.

2. REANUDACIÓN DE LAS OBRAS (1924-1931)

2.1. Introducción

La experiencia adquirida durante la construcción de la galería resultó muy ilustrativa de las dificultades que habrían de superarse en la ejecución de la presa, que era el principal objetivo. En el contexto del apoyo a las obras públicas desde la dictadura de Primo de Rivera (iniciada con el golpe de Estado del 13 de septiembre de 1923) y a la política hidráulica en particular gracias a la gestión del ministro Rafael Benjumea, El Vado recibiría un importante impulso. Aunque en la documentación de los proyectos no se mencionaba otro destino que los riegos de la Acequia del Jarama, el Canal de Isabel II tenía especial interés en esta presa para ampliar su disponibilidad de recursos para el abastecimiento de Madrid, que ya quedó patente en el primer proyecto del

canal del Jarama (Ramón de Aguinaga, 1918). El cambio político supuso una coyuntura favorable para este propósito, que se concretó en la creación de una comisión formada en octubre de 1923 por el Canal de Isabel II y la División Hidráulica del Tajo para coordinar los aprovechamientos de las cuencas de los ríos Sorbe, Jarama y Tajo²⁸⁹, para la que fueron nombrados los ingenieros Eugenio Díaz del Castillo, por parte del Canal de Isabel II, y Antonio Buitrago, autor del proyecto del pantano de El Vado, por la de la División del Tajo²⁹⁰.

Tras una interrupción de más de cinco años, y tras haberse iniciado los expedientes de expropiación de terrenos afectados por el embalse, el 14 de mayo de 1924 se autorizó que el ingeniero Antonio Buitrago redactara un proyecto para abrir una zanja de reconocimiento en las laderas donde estaba previsto que se implantara la presa²⁹¹. En la memoria, firmada el 3 de diciembre de 1924, Buitrago confirmaba que el vaso ofrecía suficientes garantías de impermeabilidad y resistencia, a partir de la cerrada escogida, que era la más apropiada. Asumiendo el criterio de considerar la presa de mayor altura compatible con la cerrada, se tendría en cuenta que el pie de la presa no debería, en ningún caso, afectar a la zona de margas y pizarras descubiertas aguas abajo durante la excavación de la galería de desviación, que fue realizada como trabajo previo de la obra²⁹². Se excavarían las laderas aguas arriba para ver su composición y si no se presentasen circunstancias que aconsejaran desechar el emplazamiento elegido, se lo consideraría como el definitivo y se emprendería la ejecución de las obras. En caso contrario, se buscaría un mejor emplazamiento para la presa.

El ingeniero jefe de la División Hidráulica del Tajo, Enrique Bartrina, en su informe suscrito en Madrid el 17 de diciembre de 1924, explicaba los objetivos del reconocimiento, cuyo perfil longitudinal era una curva en las laderas del estrechamiento del río previsto para situar la presa, limitaba la ladera desde la cota 865 a la que se halla el punto más alto del cauce, hasta la 915 que era la de coronación en el proyecto, resultando una longitud de 54,8 m en la izquierda y de 86 m en la derecha (cauce excluido). La anchura propuesta para la excavación era de cuatro metros, con un volumen total resultante de 5.091,145 m³, en terreno de roca dura la mayor parte (3.900 m³), roca floja y de tránsito. El presupuesto de ejecución material del reconocimiento del terreno propuesto ascendía a 50.809,63 pesetas, y a 52.842,01 pesetas el de ejecución por administración, sistema por el que se había dispuesto realizar esta actividad. El ingeniero jefe recomendó

289 Creada por R.O. de 29 de octubre de 1923.

290 Nombramiento por R.O. de 8 de mayo de 1924. De esta comisión se indican algunas actuaciones en el capítulo dedicado al canal del Jarama, aunque no se han localizado sus actas. La información más próxima se conserva en el Expediente del Plan de conjunto de los aprovechamientos de los ríos Manzanares, Jarama, Sorbe y de los caudales sobrantes de Lozoya y Guadalix. Años 1933-1941. Archivo del Ministerio de Fomento, leg. 2558.

291 Proyecto de apertura de zanja de reconocimiento de las laderas en el emplazamiento en la presa del pantano de El Vado. Ingeniero Antonio Buitrago, 1924. AGA (4)26, 24/15.837 (9-77)

292 *Ibidem*. Se incluía en el proyecto un plano general, que era el mismo que el del proyecto de 1910, pero al que se había añadido con tinta carmín el perfil alfa-beta, que era el elegido, comprendido entre los perfiles 2-2 y 3-3. La recta alfa-beta se consideraba la cuerda del arco del círculo correspondiente a la coronación de la presa (paramento de aguas arriba) y determinados en el terreno los dos puntos de esa cuerda, con la cota 915, se había trazado la curva circular de 140 metros de radio.

la aprobación del proyecto por el importe indicado, por lo que recibió las correspondientes autorizaciones el 2 de febrero y el 18 de agosto de 1925²⁹³.

El reconocimiento de las laderas resultó satisfactorio, aunque el inicio de la ejecución de las obras hubo que esperar nuevamente, hasta el 17 de febrero de 1927, cuando Antonio Buitrago redactó un nuevo proyecto de reconocimiento del cauce del río, pues consideró necesario confirmar la idoneidad del emplazamiento elegido en toda su extensión. En este caso, serían precisas ataguías para desviar el agua hacia la galería construida. Las ataguías serían de hormigón hidráulico, situadas a 48 m agua arriba del emplazamiento, y la de agua abajo a 30 m. El cauce sería excavado en una longitud de 50 m en el sentido de la corriente a partir de la línea de la presa. El presupuesto de ejecución por administración de esta actividad se estimó en 98.801,60 pesetas, de las que las ataguías representaban el 45%, la zanja de reconocimiento en el cauce el 29% y los agotamientos para la construcción de las ataguías el 25%. El proyecto fue suscrito por los ingenieros Buitrago y Bartrina el 17 de febrero de 1927 y aprobado el 13 de mayo siguiente²⁹⁴.

Mientras se efectuaban estos trabajos, entre 1926 y 1927 se procedió a las expropiaciones necesarias para poder acometer las obras de la presa, que afectaban a los términos municipales de Valdesotos y Retiendas²⁹⁵. Se contaba con un presupuesto de 34.379,85 pesetas, de las que se pagaron 9.475,75 pesetas²⁹⁶.

2.2. La Junta de Obras del Pantano de El Vado (1929-1931)

Por R.D. 775 de 8 de marzo de 1929²⁹⁷ se autorizó al ministro de Fomento a construir la presa de El Vado por el sistema de administración con sujeción al proyecto aprobado el 19 de mayo de 1915, con un presupuesto de 7.064.781,29 pesetas. Para llevar a cabo los trabajos, por R.O. de 6 de mayo de 1929, se dispuso que la organización técnico-administrativa de las obras fuera análoga y regida conforme al reglamento de las Juntas de Obras de Canales y Pantanos, siendo el jefe de la División Hidráulica del Tajo el presidente de dicha Junta. La Junta se hizo cargo de las obras el 20 de mayo de 1929 y funcionó casi dos años y siete meses hasta que, por Orden de la Dirección General de Obras Públicas, de 8 de diciembre de 1931, ya en plena Segunda República,

293 Resumen de las obras realizadas en El Vado hasta 1931. AGA, (4)26, 24/15.838 (16-77).

294 Proyecto de Apertura de zanja de reconocimiento del cauce en el emplazamiento de la presa del pantano de El Vado. Ingeniero: Antonio Buitrago y Martín de Vidales. Año 1927. AGA (4)26, 24/15.837 (8-77).

295 Anuncio de convocatoria en la Casa Consistorial de Valdesotos para el día 11/05/1926 a las 10 h. para el pago de indemnizaciones por las fincas ocupadas en Valdesotos con motivo del embalse de El Vado. Guadalajara, 22 de abril de 1926 BOPG. 50, de 26/04/1926, página 4. Idéntico anuncio, en la Casa Consistorial de Retiendas para el día 22/04/1927 a las 10 h. para el pago de indemnizaciones por las fincas ocupadas en Valdesotos con motivo del embalse de El Vado. Guadalajara, 9 de abril de 1927. BOPG. 44, de 13/04/1927, página 4.

296 Resumen de las obras realizadas en El Vado hasta 1931. AGA, (4)26, 24/15.838 (16-77).

297 Gaceta de Madrid, 68, de 09/03/1929, pp. 1.813-4. En una nota sobre el Consejo de Ministros, publicada en El Sol el 6 de marzo, el ministro conde de Guadalhorce explicaba que el objetivo de la presa era la rehabilitación de la acequia del Jarama, que pasaría de regar 3.000 a 10.000 ha en el plazo, a todas luces optimista, de tres años.

se dispuso su disolución, recuperando desde entonces la División Hidráulica del Tajo la dirección y administración de las obras, en vinculación con la acequia del Jarama²⁹⁸.

Como apoyo a la liquidación de la citada Junta, César Blanco de Córdoba, a la sazón ingeniero director de las obras, elaboró un informe el 31 de diciembre de 1931 en el que se detalla el estado de los trabajos²⁹⁹. En primer lugar, recordaba que el proyecto de la presa suscrito por el ingeniero Antonio Buitrago había sido aprobado el 19 de mayo de 1915, y que en 1924 se dio luz verde al emplazamiento definitivo de la presa. Se confirmaban las posibilidades de la cuenca del Jarama para llenar el embalse, cuya capacidad se calculó en 34.761.967 m³, pues con la estación de aforo instalada en El Vado, desde 1920 las mediciones habían oscilado entre 272 hm³ en 1929, y 153 hm³ en 1921, lo que validaba las estimaciones del proyecto cuando se redactó casi veinte años antes.

CÉSAR BLANCO DE CÓRDOVA

Ingeniero de Caminos, Canales y puertos. Promoción 1917.

Nació en Aranda del Duero el 3 de septiembre de 1894 y murió en Madrid el 29 de enero de 1959.

En 1936 era subalterno en el Negociado de Trabajos Hidráulicos de la Sección de Aguas y Obras Hidráulicas del Ministerio de Obras Públicas. Fue cesado por el Gobierno republicano (*Gaceta* 4.2.37).

Después de la guerra, en 1940 era jefe en la Delegación de Servicios Hidráulicos del Tajo y, posteriormente, hasta 1953 jefe de sección en la Confederación Hidrográfica del Tajo.

Intervino en numerosos proyectos en la cuenca del Tajo, entre los que cabe citar el de la presa de El Vado en 1930-1931 y 1940, los canales de Aranjuez, concretamente en el Canal de las Aves y la acequia del Tajo, en 1939, y la acequia del Jarama, entre 1939 y 40. También intervino en el pantano del Pálmaces hacia 1950.

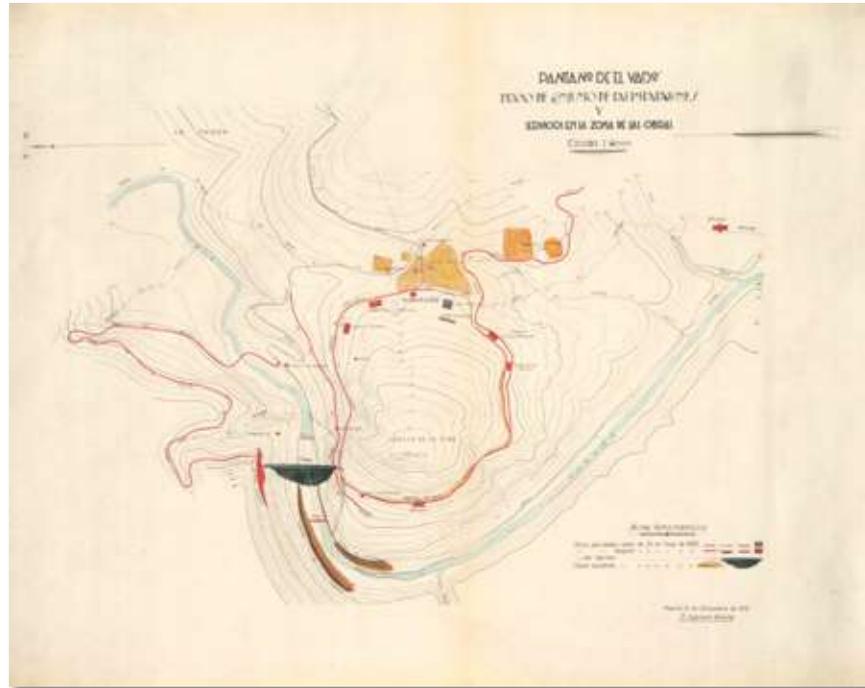
298 Dirección General de Obras Públicas. Sección de Aguas. Trabajos hidráulicos. OM disolviendo la Junta de Obras del pantano de El Vado, y disponiendo que de la dirección y administración de las obras de dicho pantano se encargaría la División Hidráulica del Tajo. Suscribe José Salmerón, como director general. Gaceta de Madrid núm. 349, de 15/12/1931, página 1728.

299 Pantano de El Vado. Estado de situación de las obras al disolverse la Junta Administrativa creada por R.O. de 6-5-1929. Ing. Director de las obra D. César Blanco de Córdoba. 1931. AGA, (4)26, 24/15.838 (16-77). La elaboración de dicho informe era obligada en la OM de disolución de la Junta.

Había un fuerte estrechamiento debido a un crestón situado en la ladera izquierda, pero no se podía aprovechar para asentar el estribo de la presa, por estar formado por pizarras casi verticales, recorridas por grietas visibles de algunos milímetros que acabarían provocando desprendimientos. Según se indica en este informe, hubo que desmontar este crestón –aunque no se precisó en qué momento–, y se replanteó el perfil transversal sobre el cauce, disponiéndolo casi en la normal, en el tercio central de la cerrada.

En el informe se incluye un plano general de las obras con la situación de la presa, las ataguías, la galería exterior de desvío, el camino de servicio, las edificaciones y los depósitos de materiales, con indicación de su período de construcción.

Figura 4.21. Pantano de El Vado. Plano de conjunto de las instalaciones y servicios en la zona de las obras. E 1:4.000. 31 de diciembre de 1931



Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración 23-15.838 16-77.

De acuerdo con el informe, el total invertido hasta el 20 de mayo de 1929, cuando se constituyó la Junta de Obras, era de 907.746,55 pesetas, según se refleja en la tabla 4.7, aunque no se recogen todos los conceptos. Todos los proyectos de la tabla 4.7 se ejecutaron por administración.

Tabla 4.7. Resumen de inversiones en el desarrollo de las obras de El Vado hasta 1929

AÑOS	OBJETO	PROYECTO	APROBADO Y AUTORIZACIÓN	INVERSIÓN (Pesetas)
1909-1910	Estudios para la redacción del proyecto	Proyecto primitivo	19/05/1915	9.681,00
Anterior a 1917	Camino de servicio	Proyecto reformado	12/12/1915	322.810,96
Anterior a 1917	Casa Administración	Proyecto reformado	14/12/1915 y 16/01/1917	66.530,10
1917	Conservación camino de servicio	Con cargo a presupuesto de imprevistos de la obra por 135.861,18 pts.		26.202,47
1917-1919	Galería exterior de la presa	3 ^{er} proyecto reformado	12/08/1919	253.075,14
1917-1919	Abastecimiento de agua	Proyecto de replanteo	18/03/1918	19.949,80
Posterior a 1921	Expropiaciones	Respecto a 34.379,85 pesetas presupuestadas		9.475,75
1925	Reconocimiento cauce y laderas	Proyecto	02/02/1925 y 18/08/1925	52.842,01
1925-1929	Reconocimiento cauce laderas y obra ataguía aguas arriba	Proyecto	13/05/1927	98.801,60
Suma de inversiones				859.368,83
Total anotado en el informe hasta el 20 de mayo de 1919 *				907.746,55

* La diferencia entre ambas cifras, 48.337,72 pesetas, puede ser debida a que en la relación no se incluye la ampliación del camino de acceso a la galería exterior a la presa (1919), por 6.771,55 pesetas, y el coste de los pozos y sondeos.

Durante el periodo de la Junta de Obras se realizaron las actuaciones que se describen en los apartados siguientes.

2.2.1. Central termo-eléctrica³⁰⁰

En 1921 se consideró la necesidad de disponer de electricidad en las obras, por lo que el 30 de diciembre de ese año se planteó un proyecto de aprovechamiento hidroeléctrico en el río Jarama para conseguir 112,92 HP, con un presupuesto de ejecución material de 865.887,76 pesetas. Finalmente se desechó porque las condiciones hidrológicas del río no garantizaban la producción requerida. Consecuentemente, la Dirección General de Obras Públicas autorizó el estudio de una central térmica, dejando a la División Hidráulica la elección de la clase de motores y combustibles. La solución elegida se presupuestó, incluida la puesta en marcha y el mantenimiento durante cinco años, por 592.983,36 pesetas, pero el 26 de septiembre de 1922 fue rechazada por el elevado coste de la gasolina. Como alternativa se decidió adquirir un motor diésel, de aceite pesado. En el concurso que se convocó, se eligió finalmente uno de la marca Linke-Hofmann de 300 HP nominales y 270 HP efectivos.

La maquinaria que se estimó necesaria para ejecutar las obras de la presa de reflejan en la tabla 4.8, en la que se indica, también, la potencia exigida en cada una.

Tabla 4.8. Cálculo de potencia de la maquinaria eléctrica necesaria en El Vado

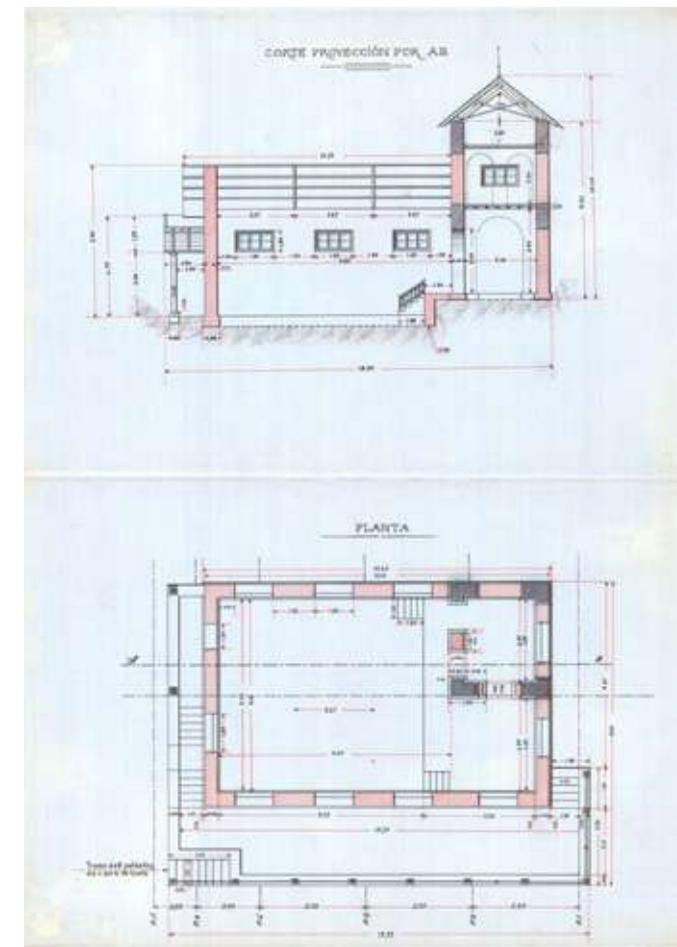
MAQUINARIA	POTENCIA (HP)
Trituración y hormigonado	
2 machacadoras	48
2 tromel clasificadores	14
1 machacadora y 1 molino para arenas	39
4 elevadoras	24
2 transportadores	5
4 alimentadores	4
1 hormigonera	40
Parcial	174
Auxiliar	
1 Blondín para 2,5 toneladas para la colocación de bloques y demás materiales en obra	85
1 grúa de seis toneladas para la carga de bloques en la cantera	20
Alumbrado, bombas para elevación de agua, etc.	40
Parcial	145
Total potencia necesaria	319

Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración, (4)26, 24/15.837 (12-77).

300 Proyecto de Edificio: Central termo-eléctrica. Ingeniero director: D. César Blanco de Córdoba. Junta de Obras del Pantano de El Vado (Año 1931). AGA, (4)26, 24/15.837 (12-77).

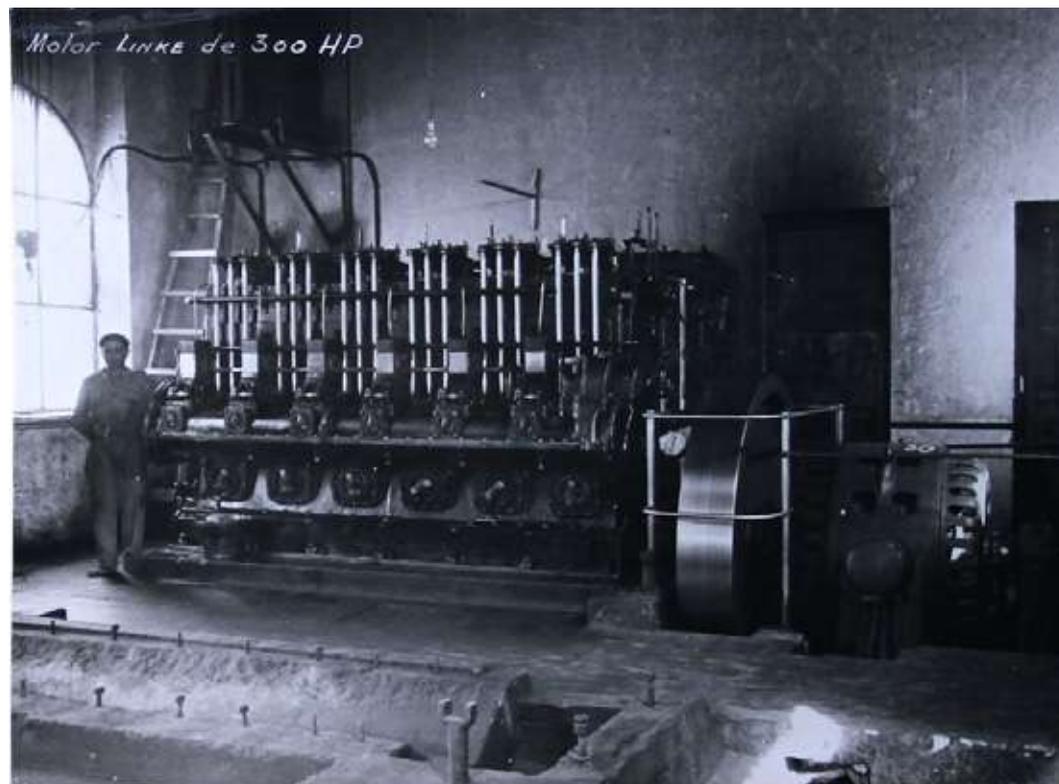
Eran en total 319 HP útiles en los puntos de consumo; suponiendo un 70% para rendimiento de los motores y de la línea de distribución, sería necesario producir 456 HP en las barras de la central, o sea 540 HP en los alternadores, suponiéndoles un rendimiento del 85% para estos. La central se había previsto y proyectado para instalar dentro de ella los motores, alternadores y accesorios necesarios para producir 540 HP en el eje de los alternadores. El coste total de la instalación se valoró en 144.607,96 pesetas, de las que 111.789,42 correspondían al generador y 6.267 a la línea de distribución de la energía.

Figura 4.22. Obras del Pantano de El Vado. Proyecto de edificios. Central termo-eléctrica. 10 de mayo de 1931. César Blanco de Córdoba



Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración 23-15.838 16-77.

Figura 4.23. Motor Linke-Hofmann de 200 hp adquirido para la central termo-eléctrica de El Vado (ca. 1932). Fotografía fechada en 1948



Fuente: CHT, Archivo técnico de la presa de Alcorlo, Álbum nº 1 de las obras del Pantano de El Vado. pág. 37, imagen 78.

2.2.2. Viviendas, albergues, talleres y otros edificios auxiliares

“La zona en la cual está enclavada la obra pertenece a una región de muy escasos caminos, pobre y despoblada; acuden en demanda de trabajo obreros y campesinos de los pueblos de Tamajón, el Vado, Retiendas, Campillo de Ranas, Campillejo, Valdesotos, etc, distantes una y dos leguas, los cuales tienen que hacer su recorrido por senderos de sierra casi intransitables en el invierno. Estas gentes salen de sus casas hacia la obra con la idea de ganar un jornal, pero ocurre con frecuencia, en las épocas de lluvia, que no pueden lograrlo por ser imposible que las brigadas trabajen cuando el temporal es fuerte o pertinaz; esto es causa de que el obrero que en algunas ocasiones ha acudido inútilmente al trabajo, deje de hacerlo en días dudosos, en los cuales su presencia sería necesaria, causándose con esta irregularidad muchos trastornos en la marcha normal y ordenada del trabajo que se traducen en aumento del coste de la obra; este perjuicio se

agrava por el hecho de que la utilización del esfuerzo del obrero es menor cuando tiene que soportar estas largas caminatas sin la compensación que le proporciona un lugar de refugio donde pueda descansar y reponerse.”³⁰¹

Para resolver esta situación, se edificó, como prueba piloto, un albergue de 17 x 4 m, cercano al lugar de las obras en el que se invirtieron 5.516,20 pesetas con cargo a la partida de obras accesorias del proyecto aprobado. Este primer *refugio para obreros* (véase en el plano de la figura 4.25), debió construirse a finales de 1927 o principios de 1928, porque el 7 de octubre de 1927, en la reunión del Ayuntamiento de Retiendas se expuso una solicitud presentada por el ingeniero director de las obras del pantano de El Vado, pidiendo autorización para construir albergues y viviendas de obreros en terrenos del municipio, y para extraer piedras y cantos. El ayuntamiento acordó por unanimidad no admitir la solicitud hasta tanto no se dieran las condiciones oportunas. El alcalde debía ponerse de acuerdo con el ingeniero para reunirse y acordar entre ambas partes lo que procediese en justicia, y se debería poner en conocimiento de la Jefatura de Montes de Guadalajara porque los terrenos afectaban a zonas forestales³⁰².

Finalmente, se proyectaron nuevos edificios para garaje, viviendas, talleres, laboratorio de materiales y servicio sanitario³⁰³, otro albergue para obreros³⁰⁴ y dos casillas en el km 12 del camino de servicio, para peones encargados de la conservación³⁰⁵. A fines de 1931 todas estas edificaciones estaban construidas por completo, excepto el alojamiento de los obreros, aunque podía ser utilizado porque estaban cubiertos y terminados su cuerpo central y derecho, quedando pendiente el izquierdo. Por otra parte, también se habían gastado 4.016,74 pesetas en obras accesorias para la Casa Administración.

301 *Ibidem*, p. 7.

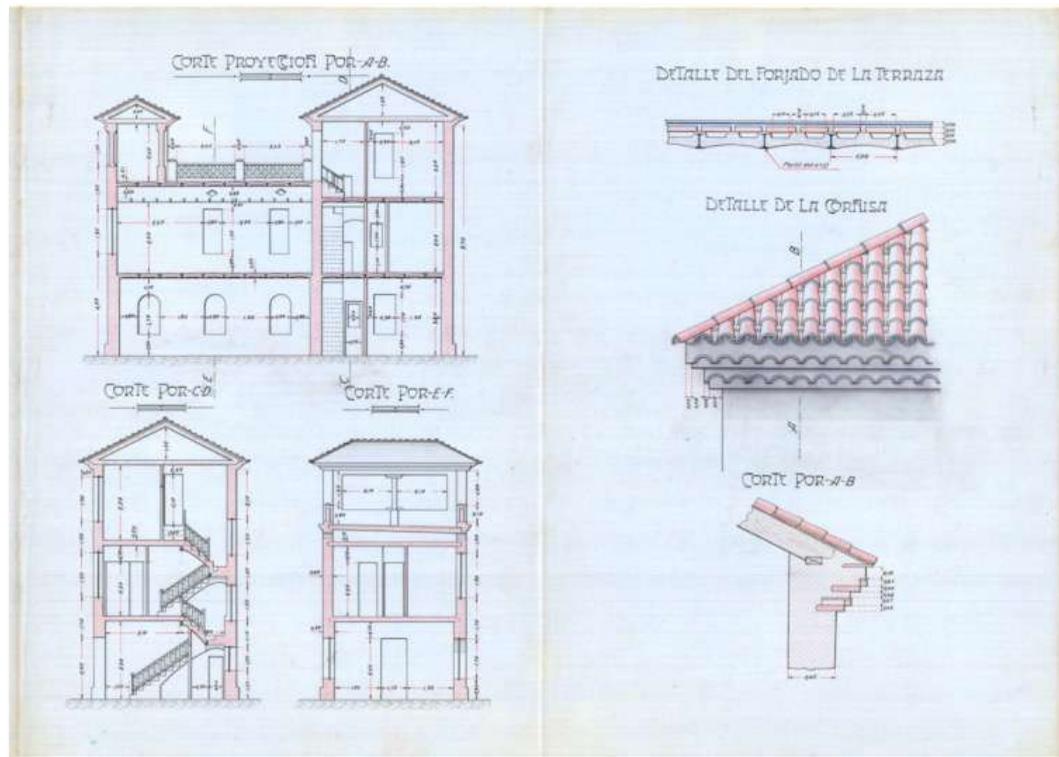
302 Archivo municipal de Retiendas (AMRetiendas), acta de la sesión municipal de 7 de octubre d 1927.

303 Obras del pantano de El Vado. Proyecto de elaboración de edificio: Laboratorio y Servicios Sanitarios. 15 julio 1931. Ingeniero César Blanco de Córdoba. 29.800,81 pts. AGA, (4)26, 24/15.837 (13-77). Aprobado en 11 de noviembre de 1931.

304 Obras del pantano de El Vado. Proyecto de edificio albergue para obreros. Ingeniero director César Blanco de Córdoba. 25 de julio de 1931. 22.845 pts. AGA, (4)26, 24/15.840 (29-77).

305 Obras del pantano de El Vado. Proyecto de casillas en los Kilómetros 6 y 12 del camino de servicio Ingeniero director César Blanco de Córdoba. 15 octubre 1931. 23.797,52 pts. AGA, (4)26, 24/15.840 (28-77). Presupuesto ejecución material: 9.932,33 pesetas para la casilla del km. 6 y 12.949,91 para la del km, 12, concluida a finales de 1931. La casilla del km 6 estaba detenida en diciembre de 1931 por proyectarse en un solar privado, pese a contar con la conformidad del Ayuntamiento de Tamajón. AM Tamajón, libros de actas, 5.3, o. 40, sesión de 12-12-1931.

Figura 4.24. Obras del Pantano de El Vado. Proyecto de edificios. Servicios-sanitarios y laboratorio (detalle). 15 de julio de 1931. César Blanco de Córdoba



Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración 23-15.837 (12-77).

“Es un caso muy frecuente que, ni siquiera para los oficios más corrientes, de carpintería, herrería, albañilería, etc., se pueda disponer de obreros de la localidad; por consiguiente el problema de la vivienda es interesante y de resolución urgente”.

Con un presupuesto de 49.957,72 pesetas, se proyectó un edificio de dos plantas, cada una de 170,5 m², para garajes y talleres. La planta alta alojaría tres viviendas, para otras tantas familias, al borde del camino que contornea el cerro de La Viña, donde su cimentación fuera menos costosa. La planta baja se dividiría entre garaje, carpintería y taller³⁰⁶.

306 Junta de Obras del Pantano de El Vado. Proyecto de Edificio, Garaje-Talleres-Viviendas. Ing. César Blanco. 49.957,72 pts. 5 de mayo de 1931. AGA (4)26, 24/15.838 (14-77).

Durante el año 1929, sin requerir proyectos específicos (véase tabla 4.9), también se preparó un refugio para obreros (5.516,20 pesetas), se amplió la Casa-administración para oficinas y vivienda del ingeniero (4.016,74 pesetas), y se compró un local para almacenes cerca de Humanes (10.544,15 pesetas).

2.2.3. Sustitución de la tubería de agua de abastecimiento

La conducción de gres ejecutada en septiembre de 1918 para abastecer de agua a la casa de la administración presentaba, más de una década después, una situación muy deficiente, con roturas que ocasionaban pérdidas y fugas de agua, de forma que el caudal que aportaba era insuficiente para los nuevos edificios situados junto a las obras y el suministro de refrigerante a la central termoeléctrica. Mientras que las obras de toma y fábrica estaban en buen estado, se consideró necesario sustituir la tubería de gres por otra de hierro fundido, e incorporar un depósito regulador, pues el caudal que aportaba el manantial de 1,6 l/s, no bastaba para atender la demanda de la central en las horas punta de su funcionamiento. Se aprobó la sustitución por R.O. de 25 de enero de 1929, con un presupuesto de 47.478,97 pesetas³⁰⁷.

2.2.4. Ensanche y reparación del camino de servicio

Cuando la División Hidráulica del Tajo construyó el camino de servicio entre los años 1914 y 1917, se aplicó un criterio de estricta economía -con trazado sensiblemente horizontal, curvas de 15 m de radio, y ancho de 4,5 m para las explanaciones-, porque la construcción del pantano no estaba definitivamente aceptada como posible y necesaria, aparte de que la ubicación de la presa era un tema discutido, por lo que no parecía razonable invertir en un camino de servicio de calidad sin tener claro todavía el emplazamiento definitivo.

Como quiera que entre 1928 y 1930 se produjo un aumento notable del tráfico de camiones de gran tonelaje destinados a la construcción de la presa, se consideró la oportunidad de modificar algunas curvas del camino de acceso, establecer peraltes donde fueran necesarios, aumentar la explanación y las obras de fábrica afectadas, mejorar la visibilidad en ciertos tramos y reponer el firme aumentando su espesor. Se redactaron sendos proyectos, el 10 de junio³⁰⁸ y el 20 de julio de 1931³⁰⁹, que fueron aprobados, con un presupuesto de ejecución por administración de 98.889,58 pesetas. Hasta finales de 1931 el gasto había sido de 125.092,05 pesetas, superando lo previsto inicialmente en 26.202,47 pesetas. Finalmente, aparte de los importes mencionados, durante los años 1929 a 1931 se dedicaron 18.651,47 pesetas a la conservación del camino de servicio, con cargo al presupuesto general de las obras.

307 Sustitución de tuberías en el abastecimiento de agua destinado a las obras y servicios del pantano de El Vado. Ingeniero Antonio Buitrago. Año 1928. AGA, (4)26, 24/15.837 (7-77).

308 Junta de Obras del Pantano de El Vado. Proyecto de Ensanche y reparación del camino de servicio. Trozo primero, km 1-5. Madrid, 10 de junio de 1931. Ing. César Blanco de Córdoba. 49.363,02 pts. AGA, (4)26, 24/15.837 (11-77).

309 Junta de Obras del Pantano de El Vado. Proyecto de ensanche y reparación del camino de Servicio. Trozo 2º, km 6-12. Madrid, 20 de julio 1931. Ing. César Blanco. 49.526,56 pts. 1931 AGA (4)26, 24/15.838 (17-77).

2.2.5. Ferrocarril de servicio a las canteras y depósitos de grava

El 9 de junio de 1930 se aprobó el presupuesto para redactar un proyecto de ferrocarril de servicio entre las canteras y la presa; consecuentemente, el ingeniero César Blanco proyectó un ferrocarril para transportar la piedra de los depósitos aluviales del barranco de la Virgen, y de las canteras de Tamajón, hasta el emplazamiento de las obras, ya que sin esos materiales no se podría construir la presa³¹⁰. Las arenas más aprovechables distaban 15 km, y habían de lavarse previamente por su alto contenido en arcillas. Por ello se consideró viable someter a machaqueo cantos rodados silíceos y calizas, en la proporción adecuada del mortero que hubiera de mezclarse con cemento para la fabricación de hormigón. La abundancia de estos materiales era grande en el barranco de la Virgen, donde estaban ya lavados de la arcilla, a una distancia de tan solo 1,5 km de las obras.

El proyecto se elaboró dividiendo en dos tramos la única vía, que tendría 600 mm de ancho, destinada a comunicar con la obra todas las canteras existentes. El primer tramo conectaba la zona de las obras con los depósitos de grava del arroyo de la Virgen, por la margen derecha, pues por la izquierda resultaba inviable. El segundo tramo comunicaba la cantera "El Parral", junto a Tamajón, con el primer tramo. Con ello se facilitarían el transporte de 115.000 m³ de canto rodado que eran necesarios, de los que 100.000 m³ serían para elementos gruesos y medianos, y el resto para arenas. El presupuesto de ejecución por administración del primer tramo ascendió a 112.995,42 pesetas; de ellas, 48.000 pesetas eran para obras de fábrica y material fijo, y el resto para móvil, incluyendo dos tractores de 22 HP de 5.300 kg de peso adherente, capaces de arrastrar 16 Tm en ocho vagonetas de 1 m³ de capacidad. El ingeniero jefe, en su informe sobre el proyecto del 6 de agosto de 1931, recomendó invertir solo 50.093,63 pesetas para la ejecución de las obras de fábrica y el material fijo, pues estimaba que no era necesario adquirir, al menos por el momento, el material móvil. Finalmente el 21 de octubre de 1931 se aprobó un presupuesto de 49.611,96 pesetas correspondientes al tramo entre la zona de obras y los depósitos de cantos junto al arroyo de la Virgen. Desde entonces hasta el fin de aquel año se invirtieron 24.534,52 pesetas.

2.2.6. Almacén de materiales

El proyecto del pantano de El Vado de Antonio Buitrago contemplaba un almacén de materiales entre las obras accesorias. Como no existía, así se justificaba construirlo en 1931:

"El pantano de El Vado, enclavado en una zona eminentemente pobre y lejos de todo centro de vida, de producción y de trabajo, tiene que valerse por sí solo, creando lo que es indispensable para el desarrollo de la actividad necesaria en una obra de esta naturaleza... La estación de Humanes, correspondiente a la línea de Madrid a Zaragoza y Alicante, dista de las obras unos 40 kilómetros sin unir directamente más pueblo que el de Tamajón, situado a 12 kilómetros del pantano. El comercio de Tamajón es escaso y atiende de una manera intrínseca a las más apremiantes necesidades de su pequeño núcleo de población; el comercio relacionado con la industria de construcción no existe; primeras materias para esta industria

310 Junta de Obras del Pantano de El Vado. Proyecto de ferrocarril de servicio a los depósitos de grava del Barranco de la Virgen. Ing. César Blanco. 121.995,41 pts. 31 mayo 1931. AGA (4)26, 24/15.838 (18-77).

tampoco se encuentran a muchos kilómetros de distancia, ni siquiera maderas, ladrillos y cales; los únicos materiales cuyo transporte se puede hacer con más ventaja son el cemento y el yeso; el primero, procedente de la fábrica que en Matillas pertenece a la Compañía de Cemento Portland "El León", tiene su transporte correo por ferro-carril y 40 kilómetros por carretera; el segundo, procedente de una fábrica instalada en Torrebeña, tiene un transporte por carretera de 35 kilómetros. Las herramientas, materiales de construcción de todas clases, piezas de recambio para la maquinaria e instalaciones auxiliares, combustible, etc., es preciso que se encuentren almacenadas en una cantidad proporcional al gasto medio y al tiempo necesario para hacer su pedido y conseguir su suministro."³¹¹

Consecuentemente se proyectó un almacén de 220 m², con un presupuesto de ejecución por administración de 21.753,27 pesetas, que fue informado favorablemente el 30 de mayo de 1931, y se autorizó el inicio de las obras el 21 de junio siguiente. El 31 de diciembre de 1931, cuando se hizo entrega de las obras a la División Hidráulica del Tajo, ya estaba en pleno uso y se inventarió su contenido en 44.257,65 pesetas, distribuido en materiales, herramientas y piezas de recambio. Asimismo se inventarió la maquinaria, especialmente compresores y utillaje para desmonte, el ferrocarril con su máquina, vagonetas, vías, y un automóvil, valorándose todo ello en 98.110 pesetas.

2.2.7. Presa, desmonte de la ladera, ataguía de aguas abajo y desescombro del cauce

Con cargo al presupuesto general de la presa, se comenzó la excavación para los cimientos en el perfil elegido desde la parte alta de las laderas, en un ancho de 4 m en sentido descendente. En la cota 890 de la ladera izquierda, a unos 25 m por debajo de la coronación, se vio la necesidad de desplazar el estribo izquierdo unos 10 m hacia aguas arriba para poder cortar en buenas condiciones los estratos que afloraban en la parte del paramento de aguas abajo. A finales de diciembre de 1931 la zanja en la ladera derecha estaba concluida hasta unos 40 m por debajo de la coronación, y en la izquierda estaba pendiente definir, entre las mismas cotas, la situación exacta del estribo. El cauce del río estaba totalmente desescombrado y limpio y se calculaba que se habían desmontado 32.711,280 m³.

El desmonte se realizó con dinamita, a brazo y con martillos de aire comprimido. Los compresores de aire no se adquirieron desde el primer momento, de forma que 13.500 m³ se excavaron a brazo y los 19.211,28 m³ restantes utilizando martillos de aire comprimido. En excavación con explosivos se utilizaron barrenos cortos para no disgregar el terreno que había que desmontar. Con motivo de estos trabajos fue necesario construir un polvorín y diversas casetas para herramientas y resguardos para los compresores que a finales de 1931 se consideraban ya amortizados.

Como obra previa al vaciado del cauce en la zona de cimentación de la presa, se había construido la ataguía incluida en el proyecto de zanja de reconocimiento en 1927; respecto a la ataguía de aguas abajo, se ejecutó una obra de hormigón de 12,86 m de altura y 133 m³ de volumen³¹².

311 Junta de Obras del Pantano de El Vado. Proyecto de edificio. Almacén de Materiales. Ing. César Blanco. 21.753,27 pts. 1 de mayo de 1931. AGA, (4)26, 24/15.838 (15-77).

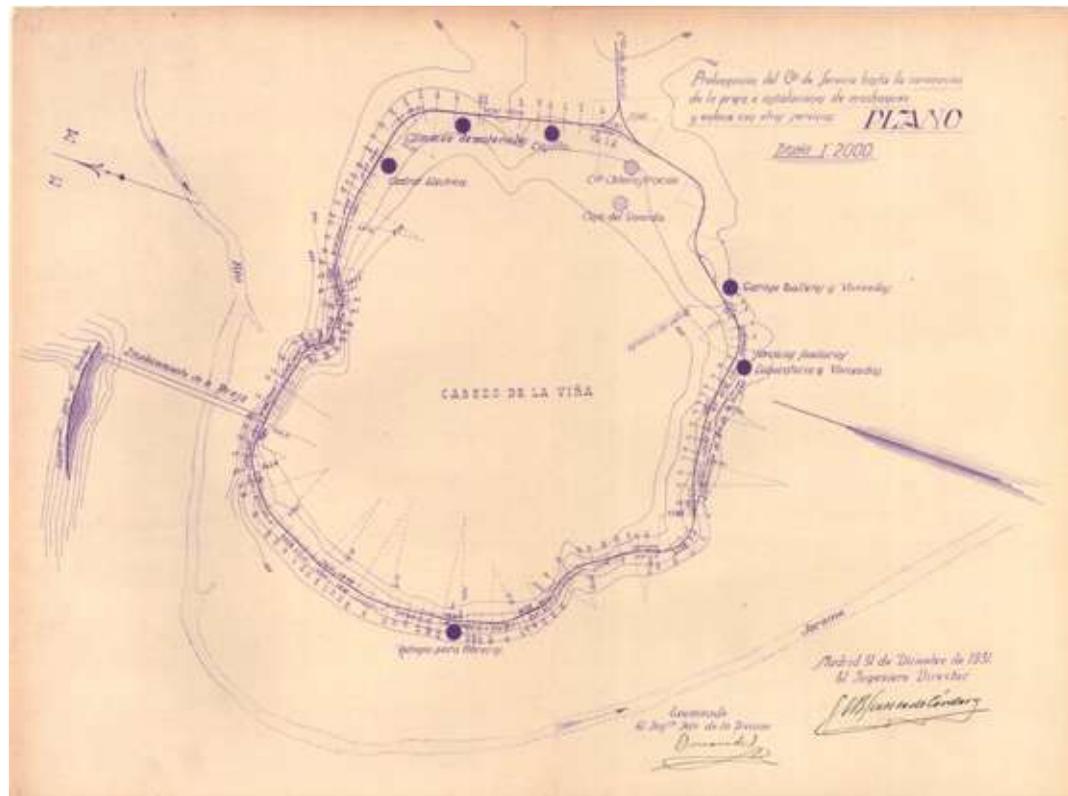
312 Pantano de El Vado. Estado de situación de las obras al disolverse la Junta Administrativa (...). 1931. Anejo nº 7, Ataguía de aguas abajo en el lugar de emplazamiento de la presa, liquidación. AGA, (4)26, 24/15.838 (16-77).

2.2.8. Caminos y explanaciones para los servicios directos de la presa

Se realizaron tres actuaciones destinadas a reducir el coste del transporte de los materiales a la zona de obras, cuyo importe conjunto ascendió a 213.933,94 pesetas. En concreto, las obras en cuestión fueron:

a) Prolongación del camino principal de acceso para unir los distintos servicios de las obras con el cuerpo de la presa, un camino de cintura alrededor del cerro de la Viña, uniendo el camino de servicio con el ferrocarril a los depósitos del barranco de la Virgen y ambos con la central, almacén, talleres, casa administración, y las tolvas de entrada de materiales para su machaqueo y fabricación de arenas.

Figura 4.25. Pantano de El Vado. Anejo 3, Plano 2 Prolongación del camino de servicio hasta la coronación de la presa e instalaciones de machaqueo y enlace con otros servicios. E 1:2.000. César Blanco de Córdoba. 31 de diciembre de 1931

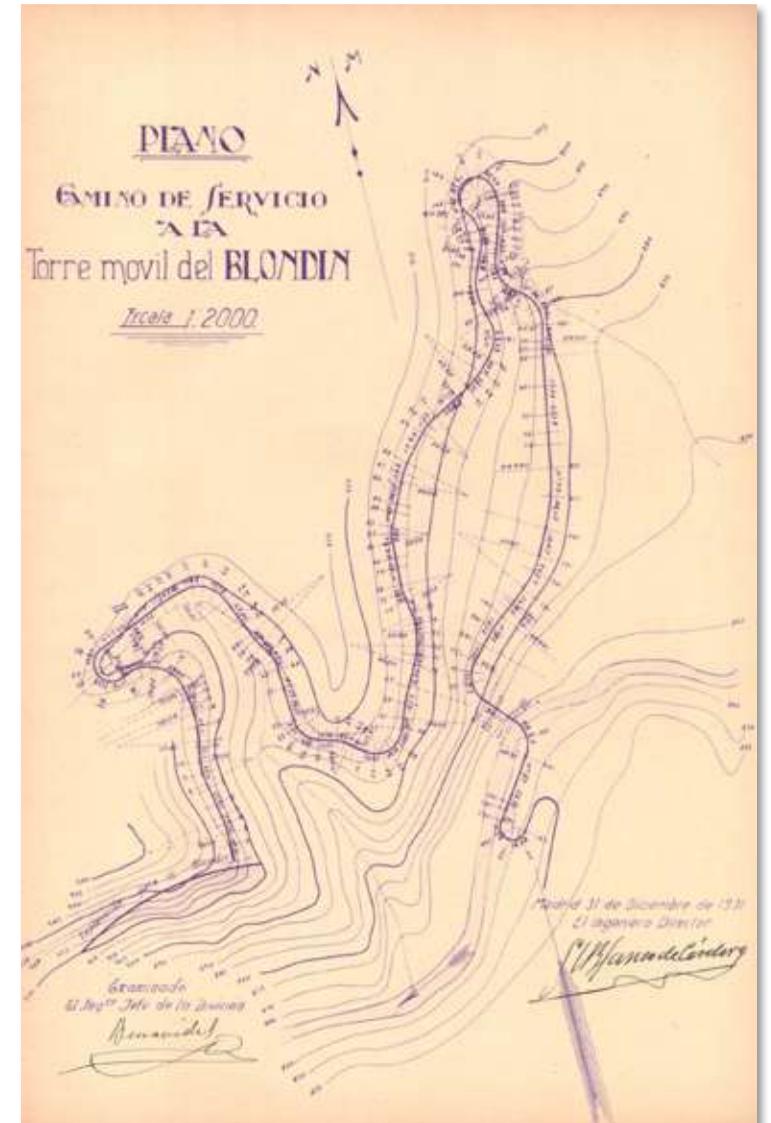


Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración 23-15.838 16-77.

b) Explanación de servicio en la cota 985,20 m, por debajo de la coronación de la presa, para trasladar al pie del apoyo fijo del blondín que se preveía instalar, los bloques de caliza de las canteras y el hormigón que se recogiera a la salida de la hormigonera, desde donde llegaría por gravedad, y desde allí con todas las obras situadas en la ladera izquierda.

c) Una rampa de enlace de los servicios de la ladera derecha con los generales de las obras, que las enlazaba con la torre móvil del blondín, para mover desde allí los materiales a su punto de uso.

Figura 4.26. Pantano de El Vado. Anejo 3, Plano 2 Plano 8 Camino de servicio a la torre móvil del blondín, E 1:2.000. Ing. César Blanco de Córdoba. 31 de diciembre de 1931



Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración 23-15.838 16-77.

2.2.9. Resumen de las actuaciones de la Junta de Obras del Pantano de El Vado

En la tabla 4.9 se indican las actuaciones emprendidas por la Junta de Obras, que pueden considerarse como el verdadero inicio en la construcción de la presa del pantano de El Vado, pues en solo tres años (1929-31) se invirtieron 1.252.047,25 pesetas, frente a las 907.746,55 pesetas de los veinte años previos (1909-1929).

Tabla 4.9. Actuaciones de la Junta de Obras del Pantano de El Vado, 1929-1931. Presupuestos por administración

AÑO	ACTUACIÓN	FIRMA PROYECTO	APROBACIÓN PROYECTO	IMPORTE (Pesetas)
1929	Sustitución tubería abastecimiento agua	14/12/1928	25/01/1929	47.426,24
1929	Ataguía aguas abajo	13/05/1927	16/02/1929	21.052,59
1931	Ensanche y reparación del camino de servicio	10/6-20/7/31	9 y 18/10/1931	125.092,05
1931	Edificio almacén de materiales	01/05/1931	21/06/1931	21.753,27
1931	Edificio garaje y viviendas	05/05/1931	22/09/1931	49.957,72
1931	Edificio central termo-eléctrica	10/05/1931	29/09/1931	18.987,73
1931	Edificio laboratorio y servicios sanitarios	11/11/1931	11/11/1931	29.800,81
1931	Edificio albergue para obreros	25/07/1931	10/11/1931	22.845,00
1931	Edificios casillas en km 6 y 12	15/10/1931	19/11/1931	12.351,56
1931	Ferrocarril a los depósitos grava Bco. de la Virgen	31/10/1931	21/10/1931	24.534,52
1929-1930	Prolongación camino para unir los servicios presa	19/05/1915	R.D. 8/3/1929	147.746,89
1929-1930	Explanación del servicio en cota 895	19/05/1915	R.D. 8/3/1929	11.987,50
1929-1930	Rampa de enlace para los servicios ladera derecha	19/05/1915	R.D. 8/3/1929	54.199,55
1929-1931	Desmonte en ambas laderas para estribación de la presa, limpieza cauce y transporte a vertedero	19/05/1915	R.D. 8/3/1929	273.899,29
1929	Refugio para obreros	19/05/1915	R.D. 8/3/1929	5.516,20
1929	Ampliación y mejora Casa Administración	19/05/1915	R.D. 8/3/1929	4.016,74
1929-1931	Conservación camino de servicio	19/05/1915	R.D. 8/3/1929	18.651,47
1929	Compra local para almacenes cerca de Humanes		R.O. 10/10/1929	10.544,15
1929	18.539,378 m ³ para hormigones	19/05/1915	R.D. 8/3/1929	69.652,57
1931	931,166 m ³ desmonte, a terraplén	19/05/1915	R.D. 8/3/1929	3.738,43

AÑO	ACTUACIÓN	FIRMA PROYECTO	APROBACIÓN PROYECTO	IMPORTE (Pesetas)
1929	Motor diésel 300 HP, con alternador 400 v 50 Hz			111.789,42
1929	Cimentación del grupo anterior, con todo el equipamiento			8.563,81
1929	Red eléctrica de la central a instalaciones			5.267,00
1929-1930	Moto compresor eléctrico M.S. 46 40 HP			10.583,00
1929-1930	Moto compresor eléctrico L.E. 29 30 HP			10.583,00
1929-1930	Moto compresor portátil gasolina Flittman 30 HP			12.500,00
1929-1930	Locomotora diésel Ruhrthal 14/16 HP vía 600 mm			16.375,00
1929-1930	1.282 m lineales vía montada carril 10 kg/m lineal			17.691,60
1929-1930	825 m lineales vía montada carril 7 kg/m lineal			6.105,00
1929-1930	2 cambios de vía para carril 10 kg/m lineal			660,00
1929-1930	1 cambio de vía para carril 7 kg/m lineal			170,00
1929-1930	4 placas giratorias para carril 10 kg/m lineal			740,00
1929-1930	18 vagonetas basculantes metálicas para vía 600 mm ¾ m3 cabida			5.990,00
1929-1930	15 vagonetas id, para 1 m3 cabida			9.573,50
1929-1930	1 automóvil marca Citroën tipo comercial			7.140,00
		Total inversiones		1.197.485,61
		Accidentes de trabajo		7.062,19
		Retiro obrero		3.241,80
		Materiales en el almacén		44.257,65
		Total		1.252.047,25

El total invertido por administración en las obras de El Vado entre 1929 y 1931 tuvo una distribución anual bastante desigual, como se refleja a continuación:

Año 1929	392.911,84 pesetas
Año 1930	597.980,33 pesetas
Año 1931	261.155,08 pesetas

3. LA PRESA EN CONSTRUCCIÓN (1932-1936)

Una vez disuelta la Junta de Obras, la División Hidráulica del Tajo nombró director de los trabajos en El Vado al ingeniero Antonio Pizarro Seco en diciembre de 1931. Una de las decisiones que se tomó entonces fue sustituir el sistema de ejecución por administración por el de contrata, toda vez que se estimó que las obras de la presa habían avanzado poco, limitándose a excavar los cimientos. Así lo vino a estipular el proyecto reformado del pantano de El Vado, aprobado el 8 de febrero de 1933, que prescribía, además, la redacción de proyectos para obras accesorias previas al servicio de la principal aún pendientes y necesarias, que, en este caso, se ejecutarían por administración. Desde 1934 se ocupó de estas tareas el ingeniero José Salmerón, que pasó a ejercer la dirección de las Obras de regulación y aprovechamiento del río Jarama y sus afluentes, por parte de la Delegación de los Servicios Hidráulicos del Tajo.

A continuación se detallan las actuaciones finalizadas o iniciadas con anterioridad a la redacción del proyecto reformado de 1933, que, fundamentalmente, se refieren a las obras auxiliares.

3.1. Obras auxiliares

3.1.1. Caminos de acceso

Las primeras actuaciones en esta etapa se orientaron a concluir las obras auxiliares que se habían emprendido hasta entonces, comenzando por el camino de servicio. El 15 de marzo de 1932 Pizarro firmó un proyecto de presupuesto adicional para concluir el firme de la primera parte del camino, que suponía un importe de 5.988,53 pesetas sobre el proyecto anterior, elevando su cuantía hasta 55.351,55 pesetas³¹³. El mismo día suscribía otro proyecto reformado del segundo trozo del camino, por un presupuesto de 97.884,18 pesetas, que duplicaba el anterior, y estaba motivado por la dureza del terreno, el aumento del movimiento de tierras (que pasaba de 15.124,63 m³ a 16.787,43 m³) y el acopio de piedra para la construcción de peraltes³¹⁴. Para su ejecución se solicitó a los ayuntamientos de Retiendas³¹⁵ y Tamajón diversas licencias para la extracción de materiales en sus respectivos términos municipales³¹⁶.

313 División Hidráulica del Tajo. Pantano de El Vado. Proyecto Reformado del ensanche y reparación del camino de servicio. Trozo 1º. Ing. Antonio Pizarro. 15 de marzo d 1932. AGA, (4)26, 24/15.840 (26-77).

314 División Hidráulica del Tajo. Proyecto reformado del ensanche y reparación del camino de servicio de la Presa del Pantano de El Vado. Trozo 2º. 15 de marzo de 1932. Ing. D. Antonio Pizarro Seco. 97.884,18 pts. AGA (4)46, 44/19.330 (16-77). Informe favorable del ingeniero jefe Francisco Benavides 14 de septiembre 1932.

315 AM Retiendas, libro de actas, f.34 r, sesión de 24-02-1030. El alcalde expone una solicitud presentada por Tomás Cofrade y compañeros para extraer 2.970 m³ de piedra del monte La Tajada y Huelga. Se aprueba la solicitud de explotación en el paraje La Huelga y Moral, previo pago de 445,50 pts.

316 AM Tamajón, libro de actas 5.3, p.- 20-21, sesión de 31-05-1930. Autorización a Manuel Aguado y Agudo, residente en Tamajón, para extraer 1.650 m³ de piedra y preparar un carril de 200 m por 2 de ancho para ello en el monte de propios "Barranco de la Jara", en el paraje "Las canteras", pagando 45 pts. al Ayuntamiento de Tamajón, a 30 cts./m³, con aprobación del Distrito Forestal del Estado, al ser un monte de utilidad pública. Id, libro 5.4, p. 22, sesión de 10-12-1932, de Manuel Segurado López solicitando permiso para extraer 103 m³ de piedra silíceo del mismo monte, para grava de la carretera de servicio a El Vado, en la que trabajaba como capataz del destajista Fernando Morales. Id., p. 30, sesión

Un año más tarde, en agosto de 1933, Antonio Pizarro redactó el proyecto para el camino de acceso a la coronación de la presa, cuyo trazado discurría por el cabezo de la Viña, sobre cuyas laderas se asentaba el estribo izquierdo³¹⁷. Se dividió en dos tramos de 81,80 y 113,20 m de longitud, que tenían que ser atacados de frente, avanzando en un solo sentido, debido a los grandes escarpes de la ladera, hasta alcanzar el emplazamiento de la presa. Los muros de contención eran obligados en la mayor parte del trazado y estaban previstos de mampostería ordinaria recibida con mortero de cemento. El presupuesto de ejecución por administración de este proyecto se estimó en 49.199,64 pesetas para el primer trozo, y 48.880,26 pesetas para el segundo; su construcción se consideró de urgencia ya que estos caminos eran imprescindibles para la ejecución de las obras, tal como recomendó en sus informes favorables el ingeniero jefe.

ANTONIO PIZARRO SECO

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Promoción 1911.

Nació el 7 de mayo de 1887 y murió el 7 de junio de 1941.

En 1914 se encuentra destinado en Obras Públicas, en Palencia, donde permanece al menos hasta 1916. En 1920 se encuentra adscrito a la Jefatura de Obras Públicas de Ciudad Real y en octubre de 1923 fue trasladado a la División Hidráulica del Duero, primero, y posteriormente al Consejo de Obras Públicas. Con anterioridad a 1929 estuvo destacado en Las Palmas, y ese año se trasladó a Cáceres. Estuvo en las provincias extremeñas y en la Diputación de Ciudad Real, llegando a ser el director de las obras del embalse del Cijara cuando estalló la guerra civil. El Gobierno republicano lo trasladó a la Confederación del Ebro. En junio de 1939 fue readmitido en el Cuerpo de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, pasando a ocupar la Jefatura de Obras Públicas de Cáceres. En 1940 fue designado jefe de División de Obras y Servicios del Cijara, cargo que ostentó hasta su muerte.

En la cuenca del Tajo, intervino en los proyectos de la Real Acequia del Jarama (1931-1932) y en la presa de El Vado (1932-1933).

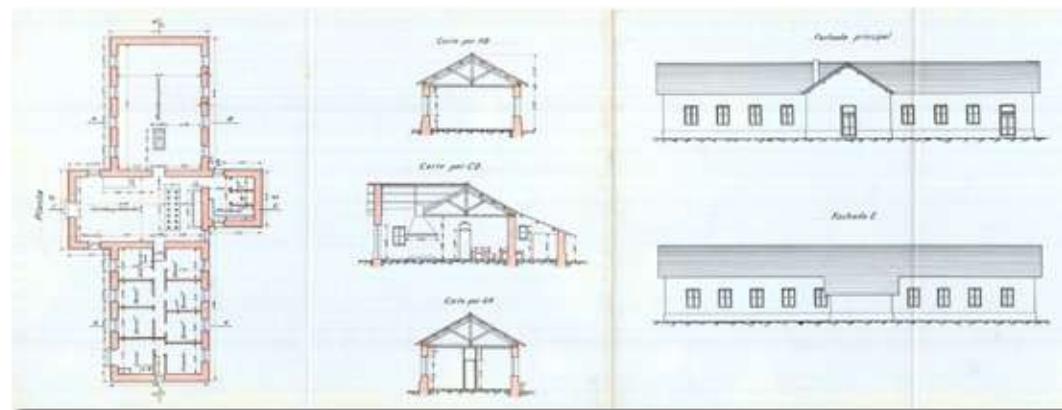
11-02-1933, lo mismo para 180 m³. Id., libro 5.5, f. 12 r-v, sesión de 10-02-1934, instancia de Ángel Sanz de la Orden, encargado de obras del pantano de El Vado para extraer 20 m³ de tierras flojas del referido monte "Barranco de la Jara", para plantación de árboles en la carretera de servicio a las obras. Se concede licencia, comunicada al ingeniero jefe del Distrito Forestal de Guadalajara, que debería tasar el coste, antes de su extracción. Id., libro 5.6, f. 1v sesión de 15-06-1935. El contratista solicita la extracción de 150 m³ de grava silíceo en el monte citado, en el paraje "Hoyada del Concejo". Con el informe favorable de la comisión de Fomento, se aprueba proponer la petición al ingeniero jefe de la provincia, previo pago del material, según tasación que realice el Distrito Forestal.

317 División Hidráulica del Tajo. Proyecto de terminación del camino de coronación de la presa. Trozo 1º. Ing. Antonio Pizarro Seco. Madrid, 7 agosto 1933. AGA, (4)26, 24/15.839 (23-77). Id, trozo 2º, Ing. Antonio Pizarro Seco. Madrid, 16 agosto 1933. AGA, (4)26, 24/15.839 (22-77).

3.1.2. Edificaciones

La construcción del albergue para obreros se autorizó en noviembre de 1931 con un presupuesto de 22.845 pesetas, que se demostró totalmente insuficiente, ya que este edificio se proyectó para tan solo 30 personas, apenas una décima parte de los obreros necesarios. A pesar de que se agotó el presupuesto sin que se terminaran las obras, el ingeniero César Blanco optó por no ampliarlo hasta tanto no pudiera evaluar la receptividad por parte de los trabajadores y el beneficio que representaría para la marcha de las obras. El 27 de abril de 1932 se propuso un proyecto adicional que incluía un nuevo edificio con un presupuesto que ascendía a 33.504,13 pesetas, es decir, un incremento del 46,7 % con respecto del anterior³¹⁸. Informado positivamente este proyecto en septiembre de dicho año, las obras empezaron inmediatamente. Antonio Pizarro, en otro proyecto firmado el 28 de noviembre, reprodujo el diseño de Blanco en otro edificio gemelo del primero, pues se consideraba estratégico proporcionar alojamiento en las proximidades de las obras al máximo número posible de operarios. Apenas había una ligera diferencia en el presupuesto por la cimentación, que daba un total de 35.136,60 pesetas de ejecución por administración. Estos edificios constaban de una sola planta, formada por un cuerpo central y dos laterales. En el central se situaba el comedor, las hornillas para preparación de los ranchos, fregaderos, urinarios y servicios sanitarios. En el ala izquierda un dormitorio comunitario de 24 camas y dos lavabos, a la derecha dormitorios independientes, con una pequeña vivienda para el alberguero y su familia. En el ala derecha se organizaban cinco dormitorios, sala de lectura, comedor, cocina y servicios sanitarios, con entrada independiente y con acceso al comedor general³¹⁹. Ambos edificios quedaron concluidos en junio de 1933, en una pequeña explanada de la vertiente opuesta a las obras, junto al barranco de la Virgen.

Figura 4.27. Pantano de El Vado. Segundo edificio de albergue para obreros. 28 de noviembre 1932. Antonio Pizarro



Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración 24-15.839 25-77.

318 División Hidráulica del Tajo. Pantano de El Vado. Proyecto reformado del edificio albergue para obreros. Ing. Antonio Pizarro. 27 de abril de 1932. AGA, (4)26, 24/15.840 (27-77).

319 División Hidráulica del Tajo. Pantano de El Vado. Proyecto de un segundo edificio albergue para obreros. Ing. Antonio Pizarro Seco. 28 de noviembre de 1932. AGA, (4)26, 24/15.839 (25-77).

Un año más tarde, el 15 de junio de 1934, el ingeniero José Salmerón firmó un proyecto de un nuevo grupo de viviendas para obreros³²⁰. El impulso dado a las obras de excavación para la presa, con la consiguiente necesidad de mano de obra, había hecho que los operarios especializados en diferentes oficios tuvieran que alojarse en las cercanías de la obra, distantes unos 12 km del pueblo más cercano. Los primeros albergues que se construyeron estuvieron destinados al hospedaje durante la semana de los operarios que acudían de los pueblos vecinos. Pero tales edificios resultaban inadecuados para los obreros especialistas que tenían que pasar largas temporadas a pie de obra y que habían traído consigo a sus familias. Además, la capacidad disponible era solo de 80 camas, la mayor parte en pabellones donde la vida se hacía en común. La importancia de la obra y la cantidad de operarios que en aquellos momentos se empleaban, junto a los que habrían de necesitarse en lo sucesivo, hacía imprescindible ampliar el número de edificios destinados al alojamiento de personal.

Los albergues construidos hasta el momento, sin luz ni agua, no podían aceptarse como modelo para los nuevos edificios, de forma que en el nuevo proyecto se incorporaron 10 viviendas destinadas a trabajadores con sus familias; se ubicaron en la explanada en el camino de contorno al cabezo de la Viña, cerca de la casa de administración (figura 4.28), con luz y agua corriente, aprovechando los materiales de la zona, la pizarra, el hormigón elaborado allí mismo, ladrillo, madera, etc. El presupuesto de ejecución por administración de las viviendas ascendió de 52.139,85 pesetas. En diciembre de 1934 el ingeniero jefe de las obras del pantano de El Vado solicitó verbalmente autorización al Ayuntamiento de Retiendas para disponer una tubería de suministro de agua al barrio obrero en el sitio denominado barranco de la Huelga, donde se habían construido los albergues. Fue concedida previo ingreso de 125 pesetas en las arcas municipales³²¹. Poco a poco, se estaba formando un poblado en las cercanías de las obras, un ejemplo más de lo que había ocurrido en otras presas alejadas de las pueblos existentes, como era el caso del Salto de Bolarque, primer embalse construido desde 1907 en la provincia de Guadalajara, en cuyo entorno, y especialmente durante las décadas de 1920 y 1930, se fueron incorporando numerosas construcciones hasta formar un importante poblado³²². En el inventario de lo que recibió el contratista Rufino Basáñez, adjudicatario de las obras de la presa, al hacerse cargo en diciembre de 1934, se detalla el mobiliario y las edificaciones que la Administración puso a su disposición (tabla 4.10).

320 División Hidráulica del Tajo. Pantano de El Vado. Proyecto de grupo de viviendas para obreros. 15 de junio de 1934. Ing. José Salmerón García. AGA, (4)26, 24/15.839 (19-77).

321 Archivo municipal de Retiendas, libro de actas municipales, sesión del 14 de diciembre de 1934.

322 Fernández Izquierdo, Francisco: 100 años de historia. El Salto de Bolarque. Madrid: Gas Natural Fenosa, 2010. Sin embargo, en El Vado, el diseño funcional de los edificios a cargo de los ingenieros no incorporó innovaciones arquitectónicas, que así se consideran en algunos casos, como los poblados de los Saltos del Duero, o la presa de Alcántara. Véase Teixidó, María Jesús: "El poblado del embalse de Alcántara: Un ejemplo de urbanismo en el período de la Autarquía", en Lozano Bartolozzi, M.M.; Méndez Hernán, Vicente; Asenjo Rubio, Eduardo (coords.): Paisajes modelados por el agua: entre el arte y la ingeniería. Cáceres: Editora Regional de Extremadura, 2012, pp. 235-245. (Actas del seminario celebrado del 17 al 20 de octubre en la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad de Extremadura, campus de Cáceres). Encinas Hernández, Javier: "Duero Nórdico: la actitud nórdica en la arquitectura de los Poblados Hidroeléctricos del Douro Internacional (1954-1965)". Rita: Revista Indexada de Textos Académicos, 1, 2014, pp. 76-81.

Tabla 4.10. Inventario de edificios y material entregados al contratista de El Vado en 1934

Refugio para obreros, con 6 camas sin ropa y 14 banquetas.
Edificio del Laboratorio, (3 plantas), con 4 camas con ropa, otra vieja y mobiliario auxiliar
Edificio garaje y viviendas – botiquín: 4 camas con ropa y la dotación del botiquín.
Escuela, con “10 mesas bipersonales de pino”, entre su mobiliario, con dotación de material escolar (24 juegos), más una cama y una estufa en su planta principal (primer piso).
Almacén con mobiliario de oficina y dos armarios.
Oficina del personal
Almacén
Taller de Fontanería
Edificio de la central eléctrica
Edificio de talleres
Taller de carpintería
2 compresores eléctricos
Caseta de bombas
Caseta y torre del cabrestante
Las vías del ferrocarril en la obra, 1.021,93 m de vía, más 13 cambios y 6 placas giratorias
Del ferrocarril a las canteras, en sus dos tramos, alto y bajo, total 5.637 m, más 3 cambios de vía, una placa giratoria y un gato para carriles.
21 vagonetas de 1 m ³ , 11 de 0,750 m ³ y 3 de 0,5 m ³ , más varias de báscula, un vagón tanque para 1.000 litros de capacidad y una locomotora Ruhrtal, nº 974 de 14-16 HP, con sus herramientas.
Una camioneta Chevrolet “6”, modelo 157 T.P. de 21 ¼ HP, matrícula M-46.620, con herramientas y repuestos.
Un coche Citroën C4 de 10 HP, matrícula M-33.752, con sus herramientas.
Un moto-compresor portátil de dos martillos marca “Flotman”.

Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración (4) 46, 44/19.329 77A.

No se entregaron al contratista otras instalaciones que aparecen en los planos que reflejaban la situación de las obras, como, por ejemplo, la casa-administración, las casas del guarda y del peón encargado del camino de servicio y los albergues para obreros junto al barranco de la Virgen. Llama la atención el contenido de la escuela para los hijos de los trabajadores que habitaban en la obra, que se encontraba en un edificio independiente, cuya aula en la planta baja estaba dotada de una mesa del profesor y encerado, con 10 pupitres para dos niños cada uno y material para 24 alumnos (pizarras, tinteros, plumas, reglas, cuadernos, mapas, libros de lectura, un reloj, entre otros). En la planta principal estaba la vivienda del maestro³²³. También parece que se instaló en El Vado una biblioteca para los obreros³²⁴.

Figura 4.28. Pantano de El Vado. Situación de grupo de viviendas para obreros. 15 de junio 1934. José Salmerón

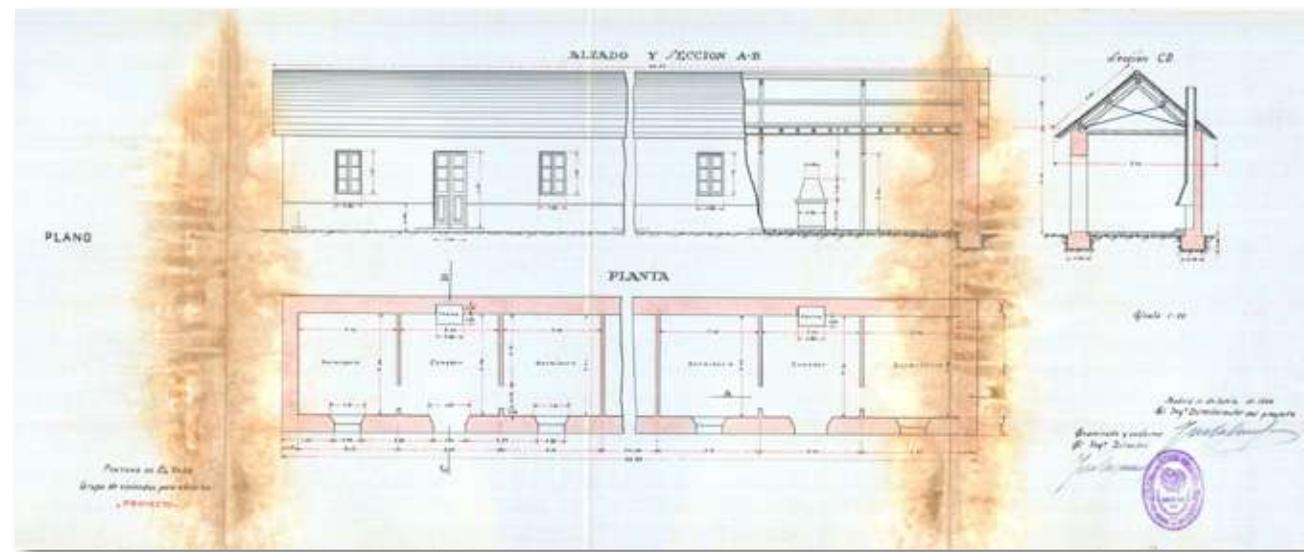


Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración 24-15.839 25-77.

323 Copia del inventario fechado el 9 diciembre de 1934, en el Proyecto de terminación de la Presa del Pantano de El Vado. 1946. AGA (4) 46, 44/19.329.

324 Ficha de recomendado de Francisco Barnés Salinas: Pantano de El Vado (Guadalajara) 13-6-1936.: Centro Documental de la Memoria Histórica (Salamanca) PS-MADRID, 635, 6, 74.<consulta en pares.mcu.es>[10-12-2014].

Figura 4.29. Pantano de El Vado. Viviendas para obreros, alzado y sección. 15 de junio 1934. José Salmerón



Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración 24-15.839 25-77.

3.1.3. Ferrocarril a Tamajón y las canteras

Para hacer frente a las importantes desviaciones que tuvieron lugar durante la ejecución del primer tramo del proyecto del ferrocarril aprobado en octubre de 1931, que conectaba la zona de obras con la cantera en el barranco de la Virgen, Antonio Pizarro redactó un proyecto reformado el 7 de septiembre de 1932 por un importe de 60.069,76 pesetas, que suponía un incremento del 21,1% con respecto al proyecto inicial. El proyecto reformado se justificaba por los incrementos debidos a la naturaleza de los desmontes, refinos en taludes y cunetas, nuevos precios unitarios, rectificación de algunos errores en el primer presupuesto, la necesidad de afrontar un gasto extra en el transporte y asiento de la vía y la de introducir la partida reglamentaria del 3% de dirección e inspección³²⁵. En el inventario elaborado a finales de 1931 ya figuraba una locomotora diésel Ruhrthal de 14/16 hp para vía de 600 mm de ancho, 2.027 m de vía instalada con carril de 10 kg/m, cambios de agujas y 4 plataformas para giro, además de 18 vagonetas basculantes de $\frac{3}{4}$ de m³ para el ancho de vía indicado y otras 15 de 1 m³. La locomotora Ruhrthal, con número de serie 974, fue fabricada por la firma del mismo nombre en Mulheim (Alemania), que estaba

³²⁵ División Hidráulica del Tajo. Proyecto Reformado. Ferrocarril de servicio a los depósitos de grava del Barranco de la Virgen. 7 de septiembre de 1932. Ing. Antonio Pizarro y Seco. AGA, (4)26, 24/15.839 (24-77).

representada en España por Ferrovías y Siderurgia, S.A., empresa de material ferroviario suministradora a compañías mineras y eléctricas, como Hidroeléctrica Española o Saltos del Duero, entre otros muchos clientes³²⁶.

Figura 4.30. Restos de las vías de ferrocarril de El Vado, en el arroyo de la Virgen

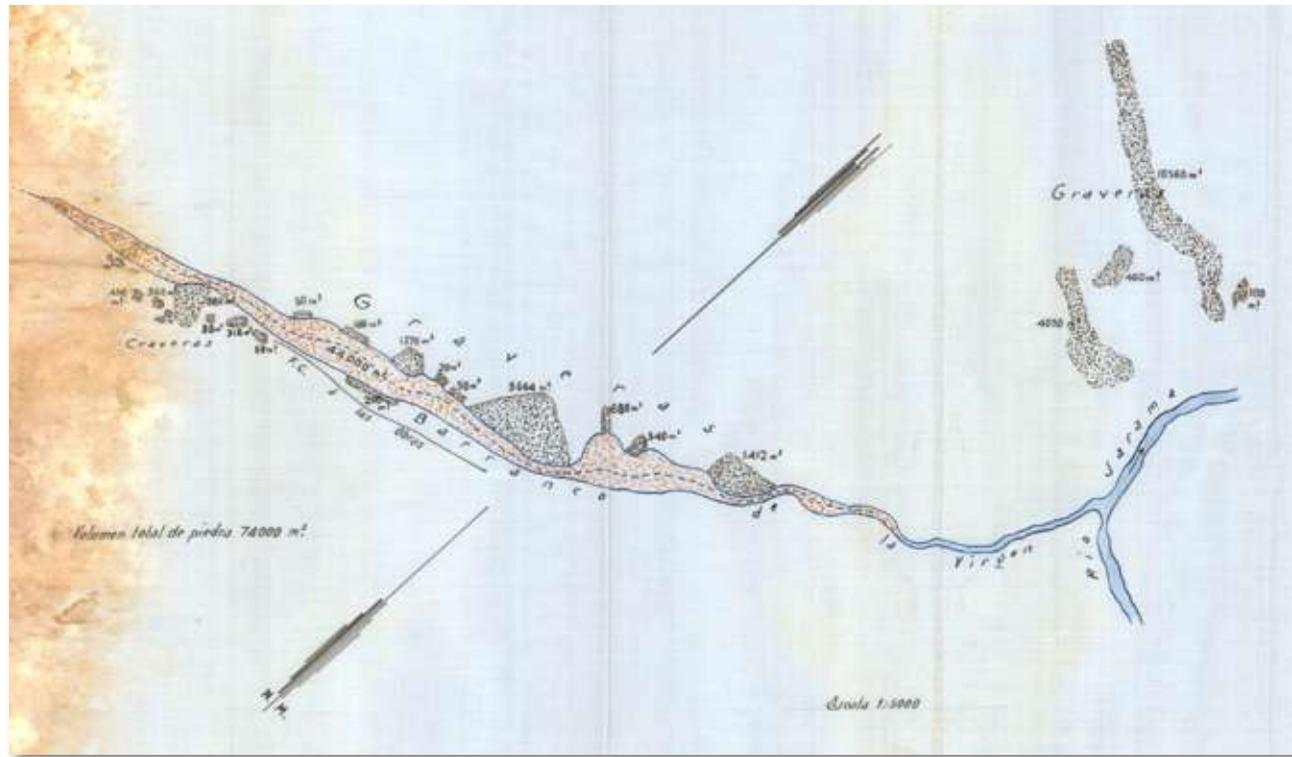


Fotografía: F. Fernández Izquierdo, 2015.

³²⁶ Así se recoge en el documento de oferta de venta de material ferroviario por Ferrovías y Siderurgia, S.A., en 1935 a la empresa Pámanes, S.A. de Santander, que explotaba una mina. Este documento fue vendido en Todocolección en 2010 <http://www.todocoleccion.net/catalogo-presupuesto-ofreciendo-locomotoras-ruhrthal-mina-pamanes-santander-1935-fotos~x15805714#otros_lotes> [consulta 10/12/2014]. Ruhrthal sigue existiendo en 2015 como empresa fabricante de trenes y material para minería, integrada en el Bräutigam Group.

Teniendo en cuenta que las necesidades de grava para el hormigón de la presa y el aliviadero se habían estimado en 285.200 m³, y como quiera que la capacidad de la cantera del arroyo de la Virgen estaba en torno a 74.000 m³, a la que se podrían añadir cerca de 17.000 m³ de cantos rodados procedentes de las proximidades de las obras que se habían acopiado entre 1930 y 1931, resulta que había un déficit de cerca de 194.000 m³ que tenían que proceder de las canteras de Tamajón.

Figura 4.31. Pantano de El Vado. Plano de las graveras del barranco de la Virgen E. 1:1.000. Ingeniero José Salmerón. 11 de julio de 1934



Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración, (4)26, 24/15.841 (33-77).

Consecuentemente, entre los meses de marzo y julio de 1934, el ingeniero José Salmerón, partiendo del proyecto del "Ferrocarril de servicio a los depósitos de grava del Barranco de la Virgen", cuya longitud era de 1.498,44 m, procedió a proyectar su prolongación denominándolo "Ferrocarril a las canteras de caliza de Tamajón"³²⁷. El trazado de este nuevo tramo de 4.240 m, que arrancaba desde el PK 1,234 de la vía existente, se dividió en seis trozos, de los que se redactaron cinco proyectos ferroviarios, puesto que uno, el segundo, se concretó en un plano inclinado.

Tabla 4.11. Ferrocarriles de la presa de El Vado. 1934

FECHA PROYECTO	TRAMO	PK DE INICIO	LONGITUD (m)				PRESUPUESTO POR ADMINISTRACIÓN (Pesetas)	INVENTARIO VÍAS 1934** (m)
			TOTAL	RECTA	CURVA	TÚNEL		
07/09/1932	Bajo*	Presa	1.498,44				60.069,76	1.482
12/03/1934	1	0,00*	872,00	669,38	202,62		43.862,96	840
			872,00	449,22				2.222 (Tramo bajo)
09/06/1934	3	1.321,22	781,78	503,00	278,78		38.180,16	
06/07/1934	4	2.103,00	459,00	431,00	38,00	182,00	46.947,47	
11/07/1934	5	2.562,00	580,00	523,00	57,00	160,00	41.677,52	
01/07/1934	6	3.142,00	1.098,00	622,00	476,00		48.813,56	
			4.240,00	4.240,00			219.481,67	3.315 (Tramo alto)

* El primer ferrocarril comunicaba las obras con el barranco de la Virgen. El que tenía como destino las canteras de caliza de Tamajón partía del punto kilométrico 1,234 del trazado del primero.

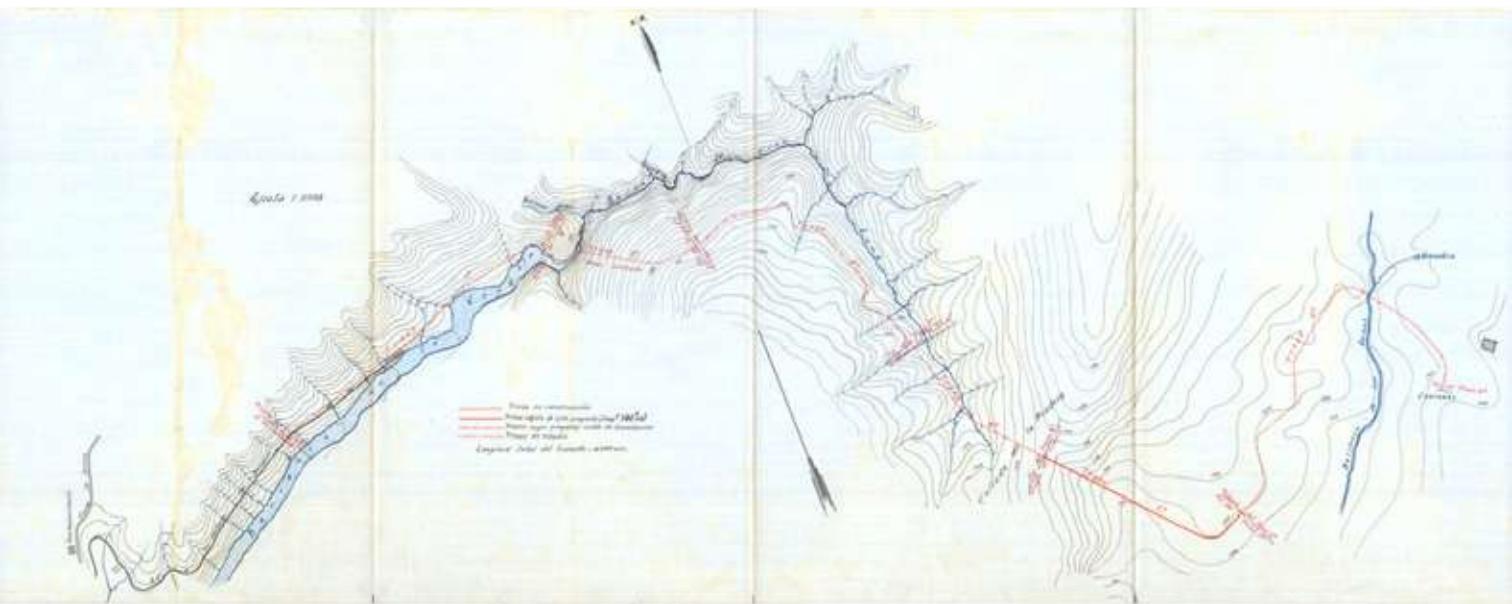
** En el inventario de vías las mediciones en el tramo alto aparecen más cortas que en el proyecto.

Fuente: Elaboración propia a partir de los proyectos, en AGA, citados en nota 327.

327 Pantano de El Vado. Proyecto: Ferrocarril a las canteras de caliza. 1934. Trozo 1º. 12 marzo. Ing. D. José Salmerón. AGA, (4)26, 24/15.841 (33-77). Trozo 3º, 9 de junio, Id. (34-77). Trozo 4º, Id. (32-77). Trozo 6º, 1 de julio, Id. (35-77). Trozo 5º, 11 de julio, AGA, (4)26, 24/15.840 (31-77).

El trazado del ferrocarril desde las obras hasta las canteras de Tamajón, situadas al suroeste del pueblo, tenía que superar 135 metros de desnivel entre el punto en el que conectaba con el ferrocarril que unía la zona de obras con la cantera del barranco de la Virgen (cota 838), y el emplazamiento de las canteras (cota 1.030). El primer trozo, con una longitud de 872 m, unía la vía existente con la otra margen del arroyo de la Virgen; a continuación se contaba con un plano inclinado en el que en menos de 300 m de avance se debían ascender más de 100 m, desde el nivel del barranco hasta la cota 1.000. Desde allí, bordeando las laderas, con tramos rectos y curvas para ceñirse al terreno, sin exceder del 3% de pendiente, se alcanzaba el collado de la Pradera a la cota 1.030 (tramos 3º y 4º). En este punto se proyectó un túnel recto de 342 m entre los tramos 4º y 5º para atravesar desde el oeste el Lomo, el cordal más alto en las proximidades de Tamajón (entre 1.050-1.060 m de altitud). La salida del túnel por la boca oriental tenía las canteras a unos centenares de metros, y el almacén en el pueblo a poco más de un kilómetro (tramos 5º y 6º de la vía). El presupuesto de ejecución por administración de los cinco tramos proyectados ascendió a 219.481,67 pesetas.

Figura 4.32. Pantano de El Vado. Ferrocarril a la cantera de Tamajón. Plano general incluido en el proyecto del trozo 5º. E. 1:5.000. Ingeniero José Salmerón. 11 de julio de 1934



Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración, (4)26, 24/15.841 (31-77).

El trazado del nuevo ferrocarril discurría por los términos municipales de Retiendas y Tamajón, por lo que la ocupación temporal de terrenos debió resolverse con estos ayuntamientos; así, en el caso del primer tramo junto al arroyo de la Virgen, en agosto de 1934 el ingeniero jefe de la obra solicitó autorización para disponer de parte del monte al pueblo de Retiendas, cuyo ayuntamiento lo concedió, previo pago de 500 pesetas³²⁸. El resto del trazado atravesaba el término municipal de Tamajón, y se había comenzado su ejecución en julio con la ocupación de fincas particulares de diez propietarios, por un periodo de cinco años, en el espacio que necesitaba el ferrocarril³²⁹. Por lo que se refiere al último tramo, se decidió prolongarlo hasta el pueblo de Tamajón, donde se habilitó un almacén de 30 x 14 m de planta y tejado de uralita, para los materiales que llegaban por la carretera desde la estación de Humanes, particularmente el cemento. Estaba situado en el extremo norte del pueblo, próximo a la iglesia parroquial, y por sus puertas podrían acceder tanto los camiones como el ferrocarril hacia las obras³³⁰. El 20 de octubre de 1934 en el pleno del Ayuntamiento de Tamajón se consideró la petición de ocupar terrenos municipales presentada por José Salmerón, ingeniero jefe del pantano de El Vado:

“...por unanimidad acordaron conceder al Sr. Ingeniero solicitante el permiso que interesa en su citado escrito para ocupar hasta la terminación del pantano los terrenos que de la pertenencia de este municipio sean necesarios para el emplazamiento del susodicho ferrocarril, previa indemnización al mismo de trescientas pesetas por los daños y perjuicios que puedan ocasionarse con motivo de su construcción, entendiéndose que no tendrán derecho al disfrute de ninguna clase de aprovechamiento en los terrenos municipales las aludidas obras del Pantano, cuya administración viene obligada a dejar libres las servidumbres que sean precisas para el paso de ganados por el ferrocarril”³³¹.

328 AM Retiendas, Libro de Actas de sesiones, sesión 17-08-1934, f. 39 r-v. Previamente, desde dicho ayuntamiento, en su sesión de 27-07-1934, f. 4v-5r, habían requerido al ingeniero director de la obra por haber ocupado parte del monte “La Tajada y Huelga” para hacer un camino sin tener derecho a ello. Para comparación de la cantidad solicitada por esta ocupación, en 1935 el presupuesto del Ayuntamiento de Retiendas fue de 10.146,26 pts. (sesión 26-10-1934, f. 42r-43r).

329 AM Tamajón, expropiaciones, 1.3. Tamajón, 28-07-1934. Acta de ocupación de las fincas, Tamajón, suscrita por Antonio Yzaguirre Ríos, ayudante de Obras Públicas, en nombre del ingeniero director de las obras del pantano de El Vado, y los propietarios afectados: Gregorio Gamo García, Miguel Zurita García, Rafael Moreno Bris, Domingo Moreno González, Tibucio González Muñoz, Antonino Verges del Olmo; Francisco Arroyo Carnicero, Ricardo Alguacil Arroyo, Victoriano Santamaría Sanz, Juan Recuero Valdovinos. No se indican las superficies ni cantidades de valoración por propietario. Se valoró la superficie ocupada a razón de 30, 20 o 10 céntimos/m², en función de la calidad respectiva de las tierras, 1ª, 2ª o 3ª

330 Inventario del material y maquinaria propiedad de la Administración de los trabajos de contrata del pantano de El Vado, 1 agosto 1939. CYII Archivo técnico de la presa de El Vado, C-2-19.

331 AM Tamajón, libro de actas, 5.5, f. 30 r-v sesión de 20-10-1934.

JOSÉ SALMERÓN

Ingeniero De Caminos, Canales y Puertos. Promoción 1906.

Nació en Madrid el 28 de agosto de 1876 y murió el 1 de agosto de 1938.

Entre 1906 y 1920 estuvo destinado en la División Hidráulica del Tajo. Diputado radical socialista por Badajoz y Director General de Obras Públicas en 1931 y, en 1932, de Montes, Pesca y Caza, hasta 1933, cuando pasó a ser Director de los Servicios Hidráulicos del Tajo). En 1936 fue el director de las obras de regulación y aprovechamiento del río Jarama. Subsecretario de Agricultura con el Frente Popular.

Algunos de los proyectos en los que participó (Archivo del Mº de Fomento:

- Proyecto de defensa de Talavera de la Reina, 1910.
- Real Acequia del Jarama, 1912-1937, 1943.
- Defensa de la margen izquierda del Tajo entre Villaseca y Algodor, 1917.
- Defensa de las márgenes en el río Jarama, 1922, 1924, 1928, 1930.
- Proyecto de encauzamiento del río Jarama entre los tramos 155 y 156, 1924.
- Canales de Aranjuez. Canal de las Aves (1934-1936), Acequia del Tajo (1936, 1937) y Canal de la Cola alta (1936, 1942).
- Cacara del Jardín del Príncipe, 1935.
- Caz de la Azuda, 1937.
- Abastecimiento de agua a Cenicientos, Toledo 1929.
- El Vado, 1934-1935.

Las obras del ferrocarril también requirieron de la intervención del Ayuntamiento de Tamajón en enero de 1935 cuando Mauricio Llodio y Amárica, como representante y socio del contratista de la presa de El Vado, solicitó permiso al consistorio para las construcciones necesarias en la explotación de las canteras situadas al norte y oeste de la población, edificaciones que pasarían a manos del ayuntamiento una vez acabada la obra y retirada la maquinaria³³². Analizada la petición por la comisión municipal de Fomento, otorgaron su voto favorable por unanimidad, al ser un uso temporal por la duración de las obras y no una enajenación. El 4 de mayo de 1935 el Ayuntamiento de Tamajón firmó un convenio específico con el contratista, en el que le permitía extraer cuanta piedra hiciera falta de las canteras municipales, la ocupación de terrenos con los escombros y el uso de los caminos y servidumbres necesarios para la buena marcha del trabajo³³³.

332 AM Tamajón, libro de actas, 5.5, f.39v-40r, sesión de 26-01-1935. El contratista de las obras era Rufino Basáñez y Libano, vecino de Bilbao.

333 AM Tamajón, libro de actas, 5.5, f. 30 r-v sesión de 20-10-1934. El convenio se copió también en su liquidación, libro de actas, 6.5, f. 17v – 19 v, 25-11-1956.

Esta decisión municipal desató malestar en parte del pueblo que, encabezado por Domingo Moreno Gonzalo, presentó el 16 de marzo una instancia en el ayuntamiento, junto con otros 80 vecinos para que se anulase la concesión de la explotación de piedra al contratista de las obras del Pantano de El Vado. El motivo era que algunos se veían perjudicados en sus intereses, y otros “vejados por no ser admitidos al trabajo por el contratista y tener ocupados un grupo numeroso de forasteros”³³⁴. La corporación rechazó la petición de los vecinos, aludiendo que el acuerdo de concesión se había aprobado en la sesión del 2 de febrero de 1934, y que beneficiaba al municipio, mediante el ingreso de 18.750 pesetas³³⁵, más todos los edificios que quedarían a favor del ayuntamiento, lo que representaba otra suma de 15.000 pesetas³³⁶. La reclamación no se había presentado en el plazo estipulado, y quedaba desestimada, lo que se notificó a los interesados, que no quedaron satisfechos, pues presentaron una denuncia en el Gobierno Civil de Guadalajara contra las obras auxiliares del pantano de El Vado. Al recibirla, la corporación respondió de esta forma:

“Dada lectura de dicha comunicación fecha once del actual, y copia de la precitada denuncia, quedaron enterados los señores concejales, viendo con disgusto los hechos denunciados, que estos son faltos de razón a todas luces por no perjudicar en absoluto dichas obras a intereses públicos ni privados, más bien al contrario, se favorece al municipio, dadas las ventajas que reporta con los inmuebles construidos por el citado contratista por quedar a favor del patrimonio municipal una vez ultimadas las referidas obras. Como dicha denuncia tiende solamente a hacer obstrucción a las obras, sin duda por fines puramente particulares de los reclamantes, por unanimidad de la corporación, se acordó visitar al Excmo. Sr. Gobernador Civil todos los miembros de la corporación y secretario, al objeto de informarle con toda exactitud a dicha Superior Autoridad, sin perjuicio de que lo haga por escrito la Alcaldía Presidencia, cuya visita ha de tener lugar el miércoles próximo día diecisiete, satisfaciendo los gastos de locomoción y demás con cargo al capítulo 2º, artículo 1º del vigente presupuesto de gastos.”³³⁷

Pese a las protestas, el convenio siguió vigente, aunque quedó paralizada su ejecución por la Guerra Civil. Pero este incidente no fue el único relativo al ferrocarril. En diciembre de 1935 el contratista solicitó al ayuntamiento licencia para levantar nuevos edificios, a lo que se respondió dándole largas³³⁸. En junio de 1936 los vecinos Vicente Gamo Esteban y Esteban Moreno Verges se quejaron ante el Ayuntamiento de Tamajón que los tubos de paso de aguas bajo las vías

334 AM Tamajón, expropiaciones, 1.3. Tamajón, 16-03-1935.

335 A efectos comparativos, el presupuesto del Ayuntamiento en el año 1935 de Tamajón fue de 15.563,87 pesetas.; el de 1936, 16.134,22 pesetas. AM Tamajón, libro de actas, 5.5, f.35 v- 36 r, y libro 5.6, f. 14 r.

336 AM Tamajón, libro de actas, 6.5, f. 46r-v, 13-04-1935.

337 AM Tamajón, libro de actas, 5.5, f. 47r, 15-04-1935. La visita al gobernador civil se verificó, pues se pagaron los gastos de 172,30 pts. a los ediles asistentes, íbidem, f. 48v, 27-04-1935.

338 AM Tamajón, libro de actas, 5.6 f. 17 v-18 r, 14-12-1935, se respondió diciendo que se trataría en la siguiente reunión municipal, pero no se hizo en la de 21-12-1935.

estaban obstruidos y el contratista estaba obligado a mantenerlos limpios o sustituirlos por otros mejores, según el convenio³³⁹.

Cuando en diciembre de 1934 se entregaron las instalaciones al contratista de las obras, se comprobó que las dimensiones de las vías instaladas, con carriles de 10 kg/m de peso, presentaban algunas diferencias respecto a las longitudes del proyecto, y que, además de la locomotora con sus herramientas y el material fijo y móvil inventariado, se había adquirido un vagón tanque para 1.000 litros de capacidad³⁴⁰. El contratista incorporó otras tres locomotoras Ruhrthal, una de dos cilindros y 22 HP, y otras dos de 14 HP, además de 116 vagonetas de $\frac{3}{4}$ y 1 m³, 8 cajas de vagones de repuesto, 4 tolvas para hormigón de $\frac{3}{4}$ de m³ para vía de 600 mm, y 44 mesillas para transporte de cemento, que se añadían a las 4 que eran propiedad de la Administración. Entre el material ferroviario se mencionaba la camioneta Chevrolet modelo 157 TP, de 21 $\frac{1}{4}$ HP, adaptada a las vías que fue requisada durante la Guerra y estaba desaparecida en 1939³⁴¹. En 1936 el trazado de la vía alcanzaba unos 5 km (7.230 m, divididos entre los dos carriles de la vía, eran propiedad de los Servicios Hidráulicos del Tajo, y 2.637 m habían sido instalados por el contratista)³⁴². En 1946, cuando se redactó el proyecto de finalización y recrecimiento de la presa, apenas se mencionan 1.300 m en el recorrido del ferrocarril, desde las canteras hasta la machacadora situada en el arranque del tranvía o trasbordador aéreo, que llevaba los áridos hasta los silos de la planta de hormigón, junto a la obra³⁴³. El tramo primero o bajo, junto al cauce del arroyo de la Virgen ya no funcionaba, al parecer por haberse agotado las canteras. El ferrocarril estuvo en servicio hasta que finalizaron las obras de la presa, cuando fue desmontado. Algunos restos de vías permanecen en el barranco de la Virgen (figura 4.30), aunque estos últimos pueden proceder de la construcción del trasvase Sorbe Jarama en la década de 1960. En la actualidad son visibles los taludes y sus alcantarillas a lo largo del trazado en las cercanías de Tamajón, así como alguno de los edificios auxiliares, que aún se conservan (figuras 4.33 y 4.34). El almacén lo utiliza actualmente el ayuntamiento para reciclaje de residuos.

339 AM Tamajón, libro de actas, 5.6, f. 37r-v, 27-06-1936.

340 Copia del inventario 9-12-1934. AGA (4) 46, 44/19.329. Véase la tabla 4.10.

341 Inventario del material y maquinaria propiedad de la Administración de los trabajos de contrata del pantano de El Vado, 1 agosto 1939. CYII Archivo técnico de la presa de El Vado, C-2-19. De todo este material ferroviario apenas se perdieron por requisas durante la guerra 21 vagones, pues quedaban 118 disponibles.

342 Ibídem. Durante la guerra se requisaron 1.883 m de vía, de los que se recuperaron solo 300 m.

343 Proyecto reformado de El Vado. Elevación de la presa. 1946. Anejo 9, justificación de precios, transporte de áridos. ACYII, 734.

Figura 4.33. Talud del ferrocarril de Tamajón a la cantera en las inmediaciones del pueblo, señalado por la mano de Eugenio Esteban, alcalde de Tamajón



Fotografía F. Fernández Izquierdo, julio 2014.

Figura 4.34. Almacén de obras en Tamajón, restaurado por su ayuntamiento



Fotografía F. Fernández Izquierdo, julio 2014.

Figura 4.35. Cantera de caliza de Tamajón, en el camino de Retiendas, explotada para la presa de El Vado



Fotografía F. Fernández Izquierdo, julio 2014.

La cantera del Carrascal se situaba a unos cientos de metros y a una cota más baja que la línea de ferrocarril. En sus proximidades se instaló una fragua, en un edificio con planta de 20 x 8 m. A fin de facilitar el traslado de piedra desde los tajos de extracción hasta un área de carga que se preparó en las proximidades del túnel, se tendió una vía de 160 m, para dar servicio a vagonetas de $\frac{3}{4}$ de m³, de las que tiraba un cabrestante accionado por un torno con motor de 20 HP³⁴⁴. Aún se conservan los apoyos de hormigón de aquella instalación. Junto a ella se levantó otro edificio para taller, fragua y oficinas, con planta de 20 x 10 m, una casilla para un guarda, en el lado del túnel más próximo al río y un polvorín con capacidad de 10.000 kg de explosivos, más una caseta separada para los detonadores. El túnel del ferrocarril, revestido de ladrillo, se mantiene en buen estado y una vez acabada la obra, ha sido utilizado por los ganaderos de la zona para atravesar el Lomo, pues junto a su boca occidental existe un manantial que fue habilitado como abrevadero. Actualmente el túnel está clausurado para favorecer la nidificación de los murciélagos de especies protegidas, que anidan en su interior (figuras 4.36, 4.37 y 4.38).

344 Proyecto reformado de El Vado. Elevación de la presa. 1946. Anejo 9, justificación de precios, transporte de áridos. ACYII, 734. En el inventario de 1939 se menciona un cabrestante dotado de un motor eléctrico de 35 HP para dar servicio al plano de "Fuente Santa", propiedad del contratista y valorado en 25.000 pts. CYII Archivo técnico de la presa de El Vado, C-2-19.

Figuras 4.36. Cantera de Tamajón. Asientos de la maquinaria en la zona de carga del ferrocarril



Fotografía: F. Fernández Izquierdo, julio 2014.

Figuras 4.37. y 4.38. Trincheras de acceso e interior del túnel del ferrocarril a la presa de El Vado



Fotografías: F. Fernández Izquierdo, julio 2014.

3.1.4. Teleférico o tranvía aéreo a la presa

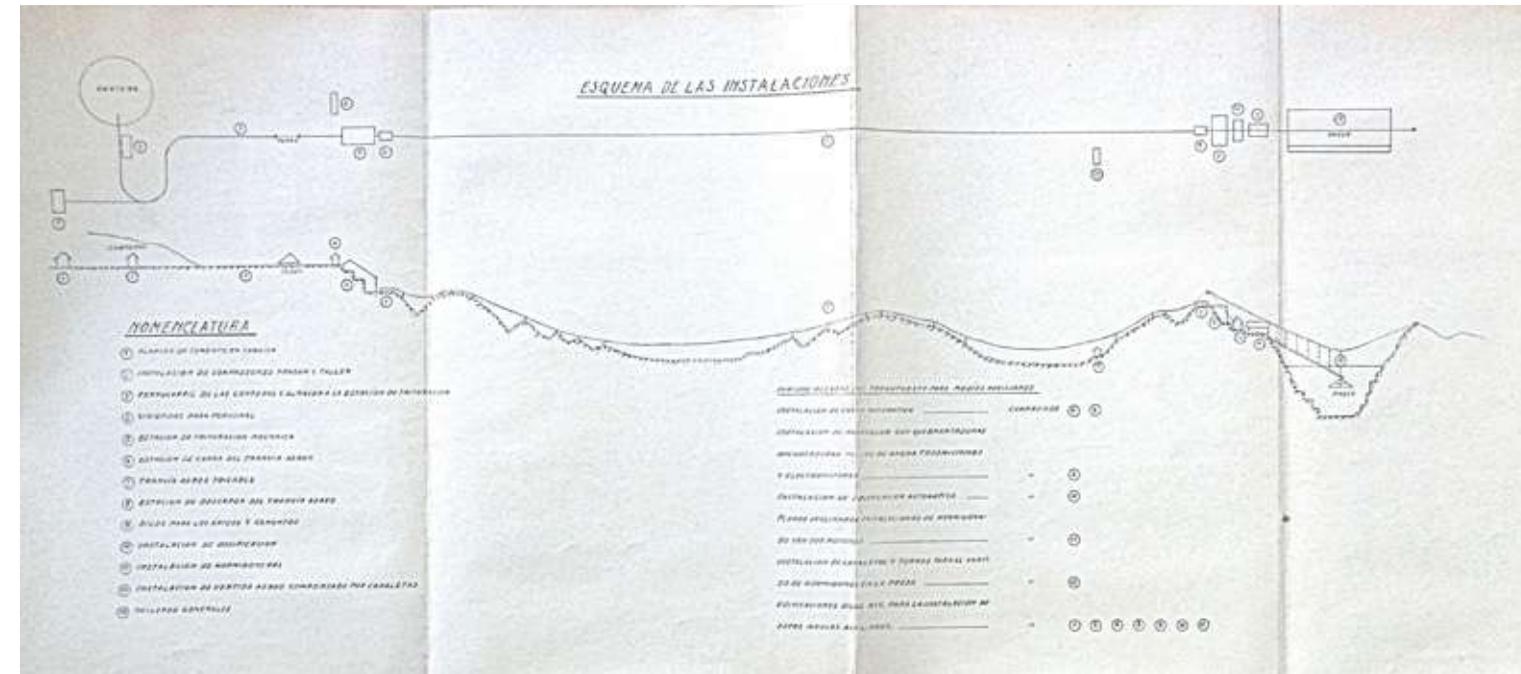
El plano inclinado entre el tramo alto y bajo del ferrocarril³⁴⁵ entrañaba riesgos relevantes, especialmente al transportar material desde las canteras hacia la presa. En 1918 ya se había pensado en un medio aéreo para superar ese acusado desnivel, pero no fue hasta la primavera de 1935, cuando el contratista decidió instalar un teleférico³⁴⁶, cuya torre inicial se preveía implantar justo en lo alto del borde de la empinada cuesta, sobre el barranco del arroyo de la Virgen, al principio del tramo 3º del ferrocarril a las canteras. Este emplazamiento, en el que se instaló también una planta trituradora para preparar los áridos antes de transportarlos, estaba

345 En el inventario de medios auxiliares de 1939 se menciona el cabrestante que daba servicio, con un tambor de doble arrollamiento, automotor por gravedad, montado sobre pies derechos, con freno, valorado en 5.000 pesetas y propiedad del contratista. Archivo técnico de la presa de El Vado, C-2-19.

346 El esquema de los medios auxiliares se contiene en ACYII, Archivo Técnico de la presa de El Vado, E-2-15.

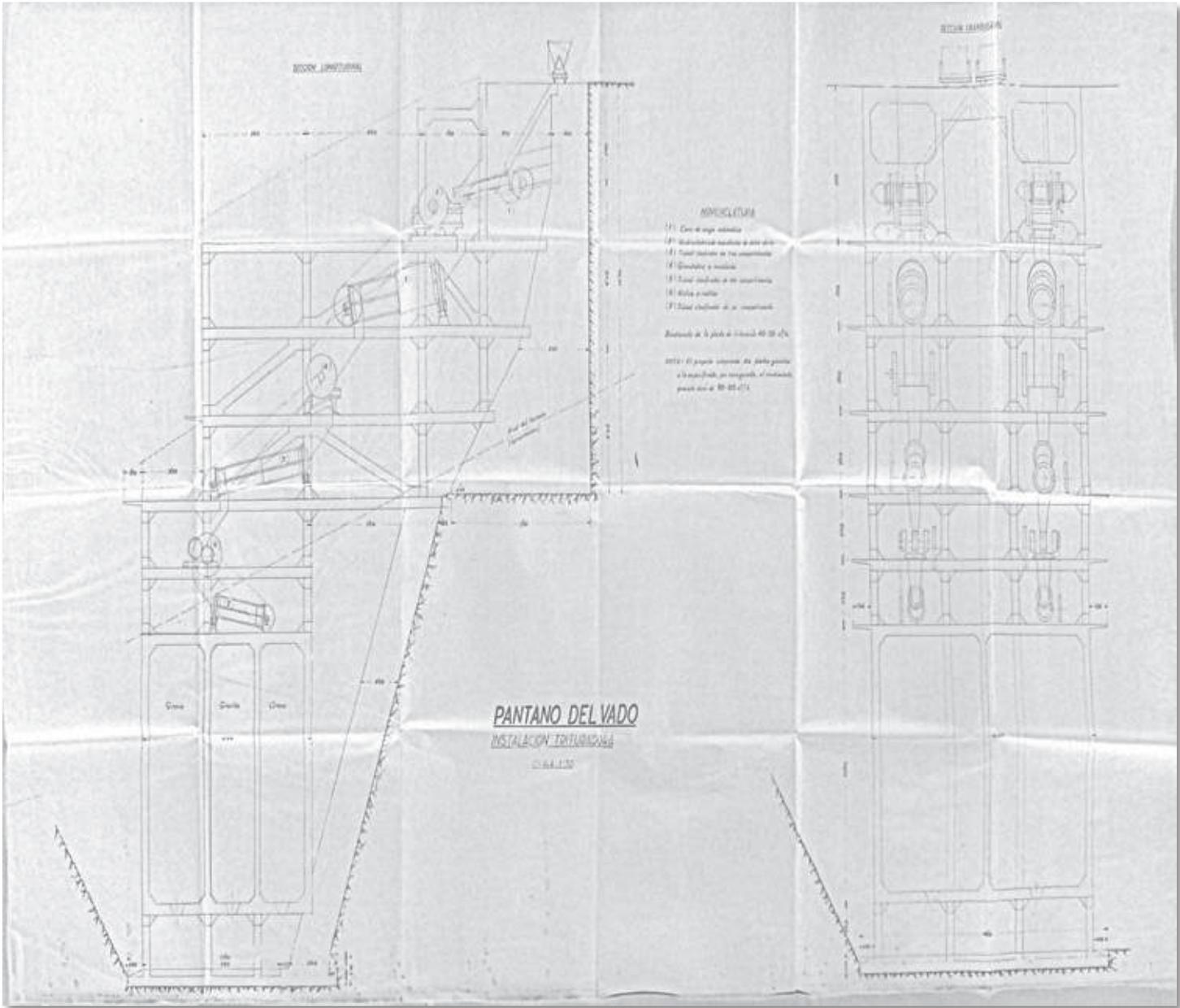
situado en el borde del término municipal de Tamajón (figura 4.40). Desde allí discurrirían los cables, en dirección al Jarama y pasando por el término de Retiendas, con una longitud que superaba los 2 km hasta el extremo final, sobre el cabezo de la Viña, justo al lado de las obras en el río. De esta forma, combinando ferrocarril y teleférico, se podrían transportar los áridos y el cemento a la planta de hormigón situada sobre la presa. Junto al terminal de carga del teleférico se construyeron tres viviendas para los obreros que atendían las instalaciones (figura 4.39).

Figura 4.39. Medios auxiliares en la presa de El Vado. Esquema de las instalaciones. Ca. 1935



Fuente: ACYII, Archivo Técnico de la presa de El Vado, E-2-15.

Figura 4.40. Medios auxiliares en la presa de El Vado. Instalación trituradora. Ca. 1935



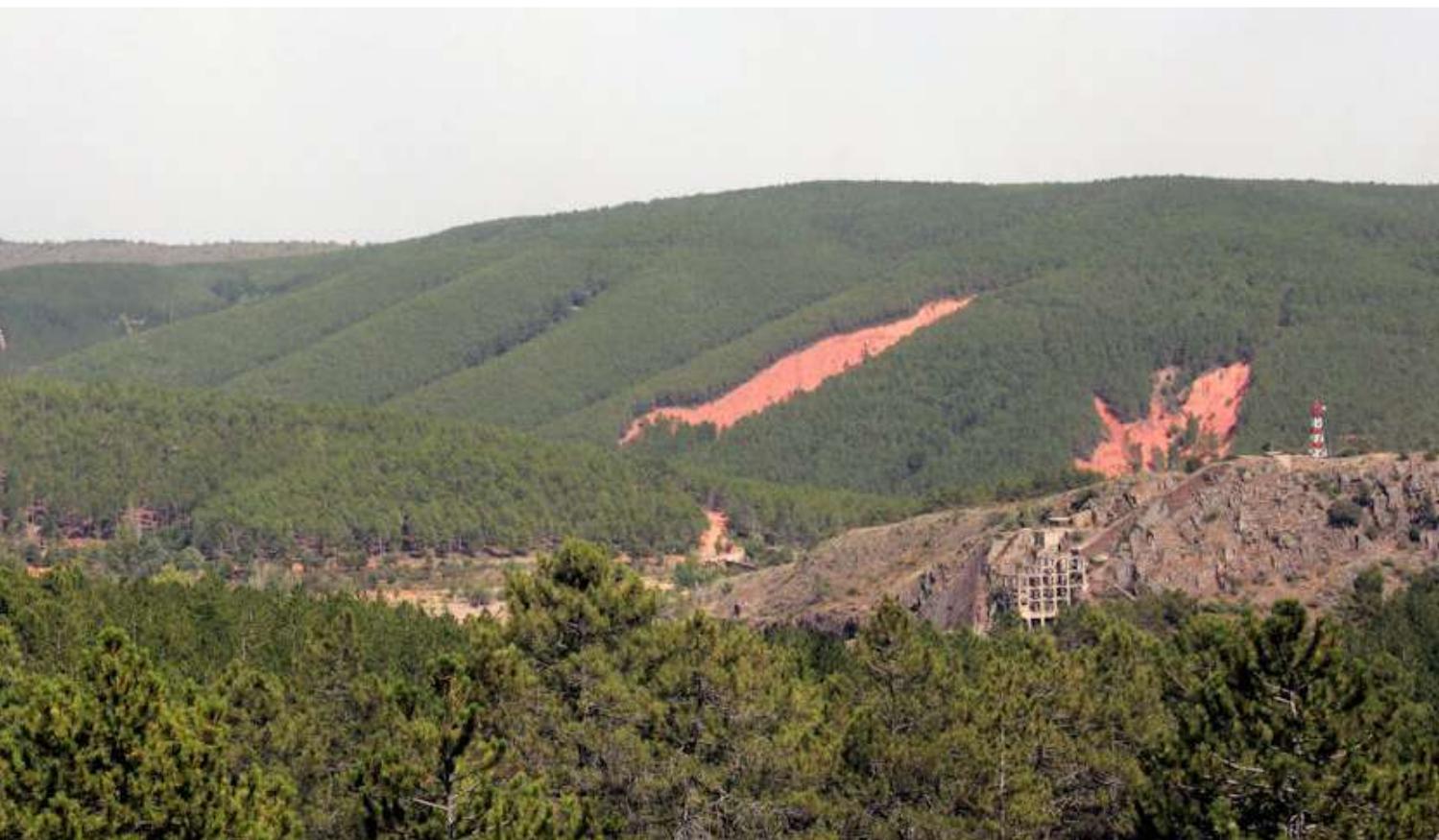
Fuente: ACYII, Archivo Técnico de la presa de El Vado, E-2-15.

Figuras 4.41. Terminal del teleférico en término de Tamajón



Fotografías: F. Fernández Izquierdo, julio 2014.

Figura 4.42. Vista general con la posición de los dos terminales, desde la derecha del embalse de El Vado



Fotografía: F. Fernández Izquierdo, julio 2014. La estructura más visible a la derecha sobre el cabezo de la Viña corresponde a los silos de áridos y planta de hormigonado sobre la presa. La plataforma del terminal se sitúa por encima de dicha estructura, justo donde llega la línea marcada para indicar el trazado del tendido.

El 26 de abril de 1935 se consideró en el Ayuntamiento de Retiendas una petición de Mauricio de Llodio y América, apoderado del contratista de las obras del pantano de El Vado, solicitando permiso para instalar una línea de postes para un *tranvía aéreo*, autorización que le fue concedida mientras durasen las obras, y se extinguiría a su finalización. El contratista no impediría el paso de ganado al monte para acceder a los pastos. Los postes y la línea para el tranvía aéreo a las canteras en Tamajón habían de ser retirados por el contratista a la finalización de las obras. De no hacerlo, el ayuntamiento adquiriría todo el beneficio de la instalación, con facultad para retirarla o hacer de ella lo que considerase oportuno. Se fijó un canon de 1.500 pesetas que el contratista habría de

abonar al Ayuntamiento de Retiendas por la cantidad por la concesión³⁴⁷. El 31 de mayo de 1935, se leyó en la sesión del pleno de dicho ayuntamiento un escrito del ingeniero jefe del Distrito Forestal de Guadalajara, solicitando informe al Ayuntamiento de Retiendas sobre la petición del contratista para ocupar temporalmente, mediante la colocación de postes para el tranvía aéreo, el monte Vallencina y Robledo, propio del citado ayuntamiento y nº 100 de Catálogo de Montes de Utilidad Pública, que es contiguo al antes citado de Tajada y Huelga. El ayuntamiento respondió que, dado el carácter nacional de las obras en construcción denominadas el pantano de “El Vado”, procedía conceder la autorización. Aunque el contratista afirmaba que cada caballete ocuparía 16 m² de terreno, sin embargo, la ocupación se haría extensiva a todo el terreno afectado por la línea en gran anchura, por los obreros al servicio de la misma, caballerías, caminos, etc., que causarían grandes desperfectos en el monte, no solo durante el tiempo de las obras, sino de manera indefinida, quedando improductivo para el aprovechamiento de pastos en la parte afectada por la ocupación, además de que sería objeto de grandes excavaciones. Por ello, el Ayuntamiento de Retiendas acordó exigir una indemnización al contratista por importe de 800 pesetas para concederle la autorización solicitada³⁴⁸. Unos meses más tarde, en octubre, se dio lectura a un escrito del ingeniero jefe del Distrito Forestal de Guadalajara, de 26 de septiembre de 1935, con la resolución sobre la petición de ocupación temporal del monte “Vallencina y Robledo” por el contratista de las obras del pantano de El Vado, para instalar un transbordador aéreo, en la que se fijaba una indemnización de 168 pesetas que habría de ingresar en las arcas del municipio³⁴⁹.

347 Desde las obras al término de Tamajón “... al sitio donde se hallan las canteras de donde se suministrará el hormigonado o piedra para la construcción de la presa de las obras referidas; así como para ocupar trescientos metros cuadrados de terreno en el sitio llamado “Cabezo de la Viña” para hacer el descargue del hormigonado, más 200 metros cuadrados contiguos al almacén de materiales existente en dichas obras, que precisa para ampliar el referido almacén, todo ello comprendido dentro del área de terreno que comprende el monte de libre disposición de este municipio denominado “La Tajada y Huelga”. AM Retiendas, Libro de Actas de sesiones, sesión 26 abril 1935, f. 4r-5r.

348 Ibídem, sesión de 31 de mayo de 1935, f. 8r-9r.

349 Ibídem, sesión 4 octubre 1935 f. 16v-17r.

Figuras 4.43. y 4.44. Teleférico (tranvía aéreo) de la presa de El Vado, junio de 1948 y febrero de 1949



Fuente: CHT, Archivo técnico de la presa de Alcorlo, Álbum nº 1 de las obras del Pantano de El Vado.

Conforme al inventario de 1939, el *tranvía* aéreo, suministrado por la empresa alemana J. Pohlig AG, era propiedad del contratista y tanto en este documento como en el proyecto reformado de la presa de 1946 se valoró en 475.000 pesetas³⁵⁰, sin verse afectado por el expolio que otros medios auxiliares sufrieron durante la guerra. Movido por un motor eléctrico Siemens de 25 HP, contaba en la estación de carga y descarga dotada de los dispositivos adecuados, incluyendo apartadores para maniobras. Con 40 baldes *muy* fuertes de 630 l cada uno, alcanzaba un rendimiento horario de 90 toneladas. Mediante una línea sustentada por 15 caballetes de madera de distintas alturas y otros dos metálicos de 27 m, conectaba el final de la vía férrea desde Tamajón a las canteras (1.000 msnm) con la plataforma sobre la presa, en el cabezo de la Viña (938 msnm), recorriendo 2.100 m en línea recta³⁵¹ y salvando un desnivel de más de 100 m sobre el fondo del barranco de la Virgen, así como el collado donde se habría de emplazar el aliviadero del embalse. Cuando se decidió recrecer la altura de la presa en 1946, las vías del ferrocarril que atravesaban el collado hasta alcanzar el cabezo de la Viña quedarían en zona inundable, por lo que el transporte aéreo resultó una elección acertada. En las fotografías disponibles de los años 40 del siglo pasado puede apreciarse el trazado, torres de apoyo, cables, vagonetas de transporte y terminales de esta instalación (figuras 4.43 y 4.44). Actualmente se conservan algunas estructuras de hormigón que acogieron los terminales, donde se asentaba la maquinaria que sustentaba y ejercía tracción sobre los cables, la triturada de áridos, y la carga y descarga de las vagonetas (figuras 4.41 y 4.42).

3.1.5. Línea telefónica

La zona del noroeste de la provincia de Guadalajara, donde se encuentra la presa de El Vado, no contó con comunicaciones telefónicas durante la primera etapa de ejecución de las obras; esta carencia se puso reiteradamente en evidencia, especialmente a partir de 1927, cuando era frecuente que la prensa de la provincia denunciara la inexistencia de telégrafo, sugiriéndose a Tamajón como punto central para instalarlo³⁵². En junio de 1932 el Ayuntamiento de Tamajón acordó apoyar el establecimiento de una estación telefónica en el pueblo, con una inversión de hasta 1.000 pesetas³⁵³, y se retomó el asunto en febrero de 1933, en una reunión en el Ayuntamiento de Humanes, convocada por su alcalde, con asistencia de concejales de Tamajón y del ingeniero director de las obras de El Vado. Como resultado, Tamajón llegó a ofrecer a la Compañía Telefónica Nacional una casa adecuada para la estación de comunicaciones, aparte de costear los postes y tendido dentro de su término municipal, en una distancia de 4 km³⁵⁴. En

350 Inventario del material y maquinaria propiedad de la Administración de los trabajos de contrata del pantano de El Vado, 1 agosto 1939. CYII Archivo técnico de la presa de El Vado, C-2-19. El emplazamiento de la torre del teleférico o "cabrestante", aparece en el cabezo de la Viña en los planos generales de la presa, posteriores a la Guerra Civil, como el de 1945, que se reproduce en la Figura 4.52.

351 El cable tractor, de 20 mm de diámetro, medía 4.250 m, y 2.100 m los de sustentación de los baldes, uno de 38 mm de diámetro para los baldes cargados, y otro de 28 para los vacíos.

352 Flores y Abejas. 09-01-1927, p. 4. En 1920 ya se había concedido autorización al alcalde de Tamajón para emplear 1.500 pts. concedidas por la Diputación Provincial para instalar un teléfono para comunicar con la capital, pero el presupuesto resultaba irrisorio. AM Tamajón, libros de actas 5.1, p. 11-12, sesión de 08-05-1920.

353 AM Tamajón, libros de actas 5.4, p. 6-7, sesión de 18-06-1932 y p. 12 y ss, sesiones de 20 y 27-08-1932.

354 AM Tamajón, libros de actas 5.4, p. 30, sesión de 12/02/1933. En la siguiente reunión, 18-02-1935 se abonó a los dos concejales desplazados a Humanes una indemnización por gastos de viaje de 20 pts.

noviembre de 1934 seguía tratándose del asunto de la estación telegráfica en Tamajón³⁵⁵, sin que se hubieran experimentado avances en cuanto a la disponibilidad de una línea telefónica.

La comunicación desde las obras de El Vado con las oficinas de la administración en Madrid y Guadalajara necesitaba el apoyo de una línea telefónica, que, por otra parte, ya había sido presupuestada en el proyecto de Buitrago de 1910. Pero la redacción de este proyecto hubo de esperar hasta el 30 de enero de 1934, cuando el ingeniero Longinos Luengo Herrero firmó, entre los complementarios al proyecto reformado de la presa de El Vado, uno específico relativo a la línea telefónica. La línea conectaba la casa administración situada en la zona de las obras de la presa con un almacén de materiales que se disponía en las inmediaciones de la estación de ferrocarril de Humanes, en la línea Madrid-Zaragoza. Su trazado seguía el camino de servicio del pantano hasta Tamajón, y desde este pueblo, por la carretera que le une a Guadalajara hasta llegar al pueblo de Humanes, desde donde continuaba por el camino vecinal que lo conectaba con la estación de ferrocarril. Hubiera podido disminuirse su longitud con un trazado más directo, pero con la solución adoptada se limitaban las afecciones a los predios durante las obras y se favorecía sustancialmente la vigilancia y mantenimiento de la línea durante su explotación, al discurrir junto a caminos existentes. La longitud total de la línea proyectada fue de 35,78 km, con doble hilo de cobre electrolítico de 2 mm, sustentado en 730 postes de madera de pino de 8 m, uno cada 50 m. La instalación de la línea se completaba con la de dos estaciones magnéticas simples establecidas en su cabecera y final, para la trasmisión de órdenes y servicio. El presupuesto de ejecución por administración que se estimó fue de 47.546,26 pesetas³⁵⁶. El tendido telefónico se reformó posteriormente en 1949³⁵⁷. Cuando entró en servicio, mientras no llegó una propia a Tamajón, aunque la hubo de forma provisional durante la Guerra Civil, esta línea se aprovechaba para las comunicaciones telefónicas, para lo cual se enviaban notas de aviso mediante mensajeros desde el pueblo a la casa-administración, para transmitir o recibir desde allí por teléfono tanto informaciones oficiales como personales³⁵⁸. Por otra parte, la contrata de El Vado instaló una centralita de 20 teléfonos, que comunicaba la oficina con la estación trituradora, las dependencias de la presa, y el taller, con 2.050 m de hilo, que fue incautada por el Ejército republicano durante la guerra³⁵⁹.

355 AM Tamajón, libros de actas 5.5, f. 33 r, sesión de 17-11-1934. Se leyó una carta del diputado a Cortes por la provincia D. José Arizcun, y otra del ministro de Comunicaciones en la que ofrecían cooperación para la creación en la villa de una estación municipal telegráfica, que los concejales asistentes a la reunión decidieron agradecer con una carta y que así constase en acta, además de que se decidió estudiar detenidamente el asunto. Id. libro de actas 5.7, f. 6r, sesión de 09-01-1937. Se notifica la noticia extraoficial del proyecto de un servicio telefónico entre Cogolludo y Tamajón, que aún no existía, acordándose destinar fondos municipales en apoyo a su instalación.

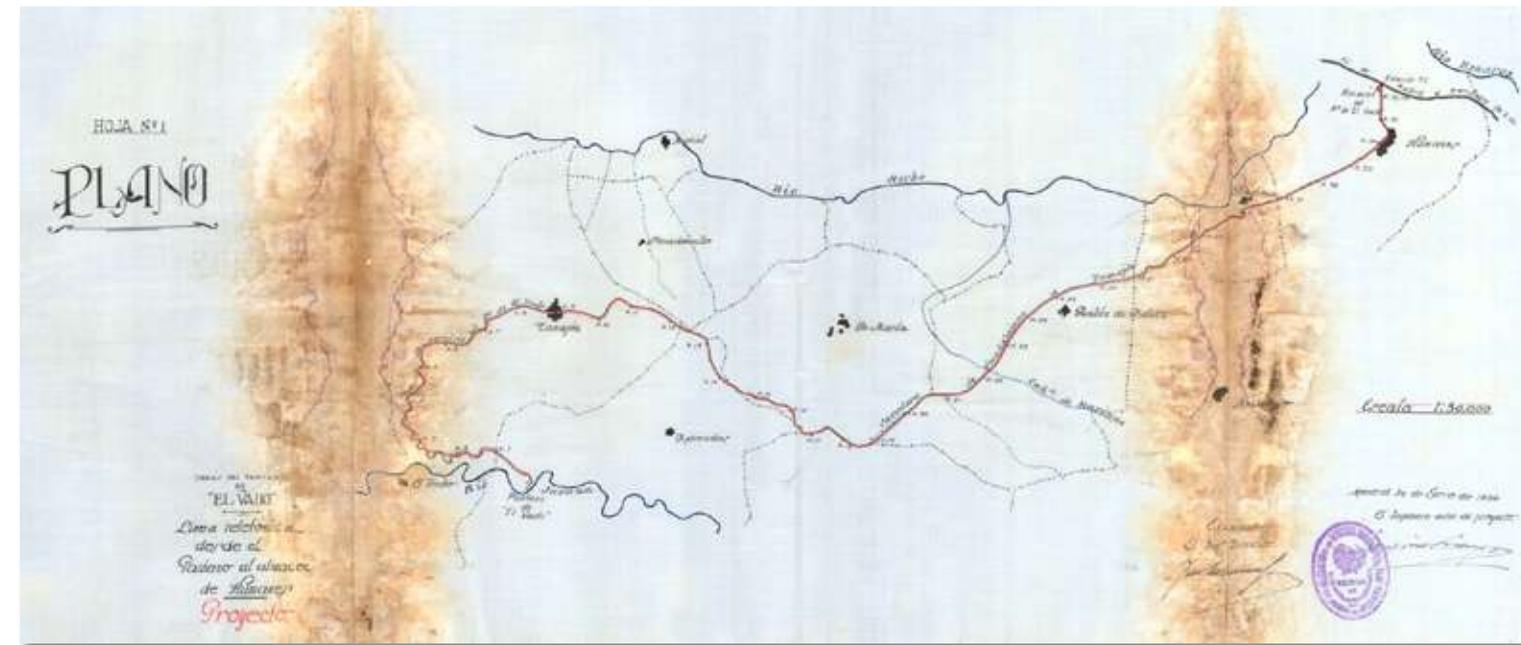
356 Delegación de Servicios Hidráulicos del Tajo. Obras de regulación y aprovechamiento del río Jarama y sus afluentes. Proyecto de Línea telefónica desde el pantano al almacén de Humanes. 30 de enero de 1934. Ing. Longinos Luengo Herrero. AGA, (4)26, 24/15.840 (30-77).

357 Proyectos de instalación telefónica en El Vado, a cargo de Juan de Arespacochaga 194 y reformado, 1949. CYII, Archivo técnico de la presa de El Vado, C-2-32 y C-2-13.

358 Información facilitada por el alcalde de Tamajón, Eugenio Esteban.

359 CYII Archivo técnico de la presa de El Vado, C-2-19.

Figura 4.45. Pantano de El Vado. Línea telefónica desde el pantano al almacén de Humanes. E. 1:50.000. Ingeniero Longinos Luengo. 30 de enero de 1934.



Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración, (4)26, 24/15.840 (30-77).

LONGINOS LUENGO HERRERO

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Promoción 1921-22.

Nació en Juarros de Riomoros, Segovia, el 2 de julio de 1895.

En 1927 es destacado como ingeniero en la División Hidráulica del Duero, donde permanece hasta 1932, cuando se le nombra ingeniero subalterno de la del Tajo. En 1936 en la Delegación de Servicios Hidráulicos del Tajo, retorna a Valladolid en 1940 y finalmente, a partir de 1947 regresa a los Servicios Hidráulicos del Tajo, posteriormente integrándose en la Confederación Hidrográfica, de la que llegó a ser su Comisario de Aguas en 1965. Al jubilarse, entró como asesor en Consulpresa.

Proyectos en los que intervino (Archivo Mº Fomento):

Encauzamiento del arroyo Retordillo (Palencia), 1928.

Conducción de agua para abastecimiento de Pardilla, Burgos (1928, 1930); Montemayor de Pililla, Valladolid (1928); Osorno, Palencia (1929); Canalejos de Peñafiel (1930); Tudela de Duero (1929-1931); Torresandino, Burgos (1932).

Defensa de El Barco de Ávila (1930) Y canalización del río Arlanzón, Burgos (1930-1932) y del río Esgueva, Valladolid (1931-1932).

Proyecto de línea telefónica en El Vado (1934).

Reparación de desperfectos por crecidas en el Manzanares en diciembre de 1935 y enero y febrero de 1936. Madrid 1936. Presa de alzas móviles para el encauzamiento del río Manzanares, 1939, 1940, 1941, 1944, 1947, 1951. Proyecto de canalización del Manzanares, 1942.

Reparación e impermeabilización de la presa de El Romeral (1945, 1946, 1949, 1950, 1951).

Abastecimiento a pueblos de las cuencas del Jarama y Guadarrama, entre 1944 y 1959.

Intervenciones en el Alberche, embalses de San Juan y Picadas, 1952-1960.

Reparación del Canal del Henares, 1963.

3.1.6. Ataguía

La ataguía de aguas arriba había sido construida entre 1927 y 1928, cuando se preparó la zanja de reconocimiento. Su coronación estaba enrasada con el intradós de la bóveda de la galería de desvío perforada en la margen izquierda del Jarama, que era capaz de evacuar hasta 37,287 m³/s. En el invierno de 1932-33 las fuertes avenidas superaron ese límite, inundando las excavaciones, al saltar el agua por encima de la coronación de la ataguía. Para evitarlo, el ingeniero Luengo decidió recrecerla en 1,5 m. El proyecto fue firmado por Antonio Pizarro el 29 de julio de 1933, con un presupuesto de ejecución por administración por 47.380,03 pesetas, y fue informado favorablemente el 13 de agosto siguiente, para su ejecución inmediata. En el transcurso de las obras se superaron dificultades para llegar a terreno de roca impermeable. En la ataguía, una vez recrecida, hubo que subsanar filtraciones en las juntas de contracción, mediante una pantalla de arcilla apisonada, adosada al paramento de aguas arriba y reforzada en coronación, con un enlosado de mampostería hidráulica cubriendo la capa de arcilla, como protección ante una avenida que llegase superar la altura de la ataguía³⁶⁰.

3.2. Resumen de las actuaciones hasta 1934

Desde sus inicios hasta 1934 la construcción de El Vado se llevó a cabo mediante el sistema de administración, bajo la responsabilidad de los sucesivos ingenieros directores de las obras, que se habían ocupado fundamentalmente de trabajos previos, antes de acometer la construcción de la presa propiamente dicha. En la tabla 4.12 se refleja el importe de los proyectos ejecutados por la División Hidráulica del Tajo entre 1932 y 1934.

360 División Hidráulica del Tajo. Pantano de El Vado. Proyecto de reparación de la ataguía de aguas arriba de la presa. 29 julio 1933. Ing. Antonio Pizarro y Seco. AGA, (4)26, 24/15.839 (21-77).

Tabla 4.12. Pantano de El Vado Resumen de los proyectos ejecutados por administración (1932-1934)

AÑO	CONCEPTO	IMPORTE (Pesetas)
1932	Camino de servicio, trozo 1º, adicional	5.988,53
1932	Ensanche y reparación camino de servicio, trozo 2º, adicional	48.357,62
1932	Proyecto reformado del edificio albergue para obreros, adicional	10.659,13
1932	Segundo edificio albergue para obreros.	35.136,60
1932	Reformado. Ferrocarril de servicio a los depósitos de grava del barranco de la Virgen	10.457,80
1933	Terminación camino de coronación de la presa trozo 1º	49.199,64
1933	Terminación camino de coronación de la presa trozo 2º	48.880,26
1933	Recrecimiento ataguía aguas arriba	47.380,03
1934	Teléfono al almacén de Humanes	47.546,26
1934	Grupo de viviendas para obreros.	52.139,85
1934	Ferrocarril a la cantera de Tamajón trozo 1	43.862,96
1934	Ferrocarril a la cantera de Tamajón trozo 3	38.180,16
1934	Ferrocarril a la cantera de Tamajón trozo 4	46.947,47
1934	Ferrocarril a la cantera de Tamajón trozo 5	41.677,52
1934	Ferrocarril a la cantera de Tamajón trozo 6	48.813,56
Total invertido		575.227,39

Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración (4)26, 24/15.838 77-16. Pantano de El Vado. Estado de situación de las obras al disolverse la Junta Administrativa, creada por R.O. de 6-5-1929. Ing. Director de las obra D. César Blanco de Córdoba. 1931.

Al comparar el presupuesto previsto inicialmente en 1910 con las inversiones que se realizaron durante la ejecución de los trabajos (tabla 4.13), se constata un panorama de sobrecostes importantes, derivados de la imprecisión inicial, fundamentalmente la relacionada con las obras accesorias y los medios auxiliares, que multiplicaron por más de diez veces sus presupuestos originales. La discontinuidad en los trabajos supuso también un factor relevante de encarecimiento.

Tabla 4.13. Pantano de El Vado. Evolución de la inversión hasta 1933

CONCEPTO	PROYECTO 1910 (Pesetas)	INVERSIÓN HASTA 1933 (Pesetas)	INVERTIDO RESPECTO A PRESUPUESTADO (%)
Proyecto, elaboración y redacción		9.681,00	
Presa	5.954.912,01	646.003,49	10,85
Aliviadero de superficie y canal de desagüe	540.434,58		0,00
Camino de servicio	196.012,36	760.427,51	387,95
Obras accesorias	47.180,00	591.056,09	1.252,77
Medios auxiliares	35.000,00	541.450,70	1.547,00
Conservación y acopios	19.520,00	118.244,94	605,76
Presupuesto Proyecto 1910	6.793.058,95		
2% imprevistos +2% accidentes	271722,36	10.303,99*	
Total ejecución administración	7064781,31	2658179,99	37,64
Expropiaciones y agotamientos	106645,64	9.475,75**	
Inversiones en conceptos no identificados		48.377,72***	
Total	7.171.426,94	2.735.021,19	38,14
* Importe derivado solo en el tiempo de la Junta de Administración de las obras de El Vado (1929-31). En el resto de proyectos se han sumado las cifras de ejecución por administración, que ya incluyen estos suplementos.			
** La documentación de expropiaciones en estos primeros años se conserva en la propia presa de El Vado y se gestionó de forma independiente al resto de las inversiones.			
*** La inversión total hasta 20 de mayo de 1929, se calculó en 907.746,55 pesetas. Procede de AGA (4)26, 24/15.838 77-16. Pantano de El Vado. Estado de situación de las obras al disolverse la Junta Administrativa, creada por R.O. de 6-5-1929. Ing. Director de las obra D. César Blanco de Córdoba. 1931. Sin embargo, los proyectos que se han podido identificar hasta ese momento suman 859.368,83 pesetas, con 48.377,72 pesetas de diferencia hasta alcanzar la primera cifra, que queda incorporada en la tabla.			

Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración (4)26, 24/15.835 77-1 y resumen de presupuestos de diversos proyectos, elaboración propia.

3.3. El Proyecto Reformado de la presa de El Vado de 1933 y la contrata de 1934

Con el camino de servicio, las obras auxiliares, los medios de construcción y transporte preparados, la galería de desvío del río y las ataguías finalizadas, estando excavada la zanja para cimientos en su mayor parte, se tomó la determinación de acometer el cuerpo de la presa

mediante el procedimiento de ejecución por contrata. Para ello, el 8 de febrero de 1933 se aprobó técnicamente un proyecto reformado del pantano de El Vado, preparado por el ingeniero Antonio Pizarro³⁶¹, y a lo largo de ese año se solicitaron soluciones y presupuestos para los elementos móviles de desagüe, tomas y aliviadero³⁶². No obstante, para finalizar algunas tareas pendientes, el 14 de diciembre se ordenaba ejecutar por administración la continuación de las excavaciones para la cimentación de la presa, que en abril de 1934 marchaban a buen ritmo, lo que permitía suponer que estarían terminadas antes de acabar el año. El proyecto reformado establecía que la presa era una de las obras a ejecutarse por subasta, y por ello José Salmerón, por entonces ingeniero director, se encargó de preparar la documentación del concurso³⁶³. El reformado también prescribía la elaboración del proyecto para un nuevo aliviadero de superficie, que estaba terminándose de redactar, así como los de las obras que se estimara oportuno sacar a concurso, entre ellas los desagües de fondo y la toma. Los proyectos de tales elementos no eran urgentes, por lo que habrían de segregarse del principal, para no interferir en la marcha de las obras. Por este motivo, en el concurso de construcción de la presa solo se contemplaron las obras que la afectaban, y como para ello eran precisos medios auxiliares, se incorporaron las partidas alzadas incluidas en el presupuesto del proyecto original (tabla 4.14). El 3 de agosto de 1934 se publicaba en la *Gaceta* la autorización del Consejo de Ministros para contratar mediante subasta la presa de El Vado³⁶⁴, el mismo día que se licitaban otras obras hidráulicas, entre ellas la presa de Pálmaces también en Guadalajara, para regular el canal del Henares.

El presupuesto de ejecución material del proyecto ascendió a 11.077.743,80, el de ejecución por administración fue de 12.296.295,80 pesetas y, por último, el de contrata de 13.182.515,12 pesetas (tabla 4.14). La subasta fue adjudicada el 6 de noviembre de 1934 al contratista Rufino de Basáñez y Líbano, vecino de Bilbao, asociado con Mauricio Llodio, que intervenía en su nombre, por 9.550.323,50 pesetas, lo que representaba una baja del 27,553%³⁶⁵. Si se considera el presupuesto del proyecto de 1910, solo en el capítulo de presa, valorado entonces en 5,955 millones de pesetas resulta que se había incrementado el presupuesto en más de un 60%³⁶⁶. En cualquier caso, la presa se ajustaba mejor a las previsiones económicas iniciales que el resto de partidas del presupuesto primitivo, aunque estas cifras no serían definitivas por la larga duración y diversas circunstancias sobrevenidas durante la construcción de este embalse.

361 Proyecto reformado presa El Vado, 1932. Ingeniero Antonio Pizarro Seco. CYII, archivo técnico presa de El Vado, B-2-13 / S/N; E-3-18.

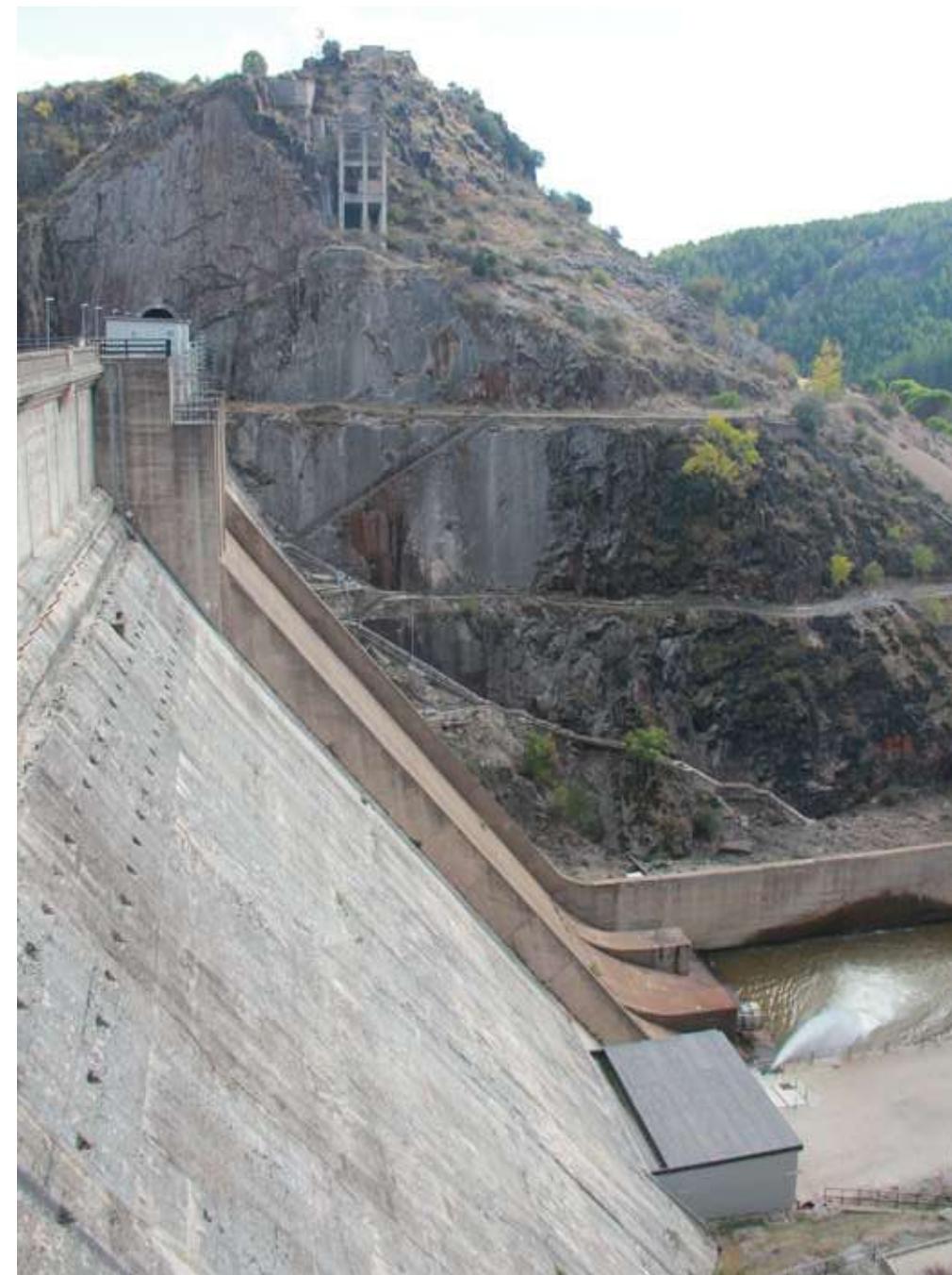
362 Estudio de alzas automáticas para el aliviadero de superficie. Presa de El Vado. CYII, archivo técnico presa de El Vado, 1933. Maquinista y Fundiciones del Ebro. A-3-13 / A-1. Plano de instalación de las tomas de agua para riegos, 1933. F. Gimeno Galindo, *Ibidem*, A-3-14/ P-5. Plano instalación compuertas desagüe fondo. F. Gimeno Galindo, *Ibidem*, A-3-15/ P-4.

363 División Hidráulica del Tajo. Pantano de El Vado. Documentos necesarios para la subasta de la construcción de la presa. 24 de abril de 1934. Ing. director José Salmerón García. AGA, (4)26, 24/15.839 (20-77). Fue aprobado el 26 de julio de 1934.

364 Decreto autorizando al Ministro de Obras para contratar, mediante subasta, las obras de la presa del pantano de El Vado (Guadalajara). *Gaceta de Madrid*, 215, de 03/08/1934, página 1.197.

365 Publicada la adjudicación en la *Gaceta* el 9 de noviembre de 1934 La referencia a fechas e importe de la adjudicación en Servicios Hidráulicos del Tajo. Presa del pantano de El Vado. Liquidación de la obra ejecutada por contrata. Año 1947. AGA (4) 46, 44/19.329 77A. También en Plan General de Obras Públicas, Vol II Obras Hidráulicas, p. 134.

366 Este incremento se ha calculado comparando lo invertido en administración más el precio de licitación, que supondrían en total 10,130 millones de pesetas, respecto a valoración del artículo de la presa en el proyecto de 1910, que sería 6,193 millones de pesetas.



Vista de la presa de El Vado desde el estribo derecho: Al fondo los restos de la planta de hormigonado. F. Fernández Izquierdo, 2015

Tabla 4.14. El Vado. Documentos necesarios para la subasta de la construcción de la presa.
Presupuesto general 1934

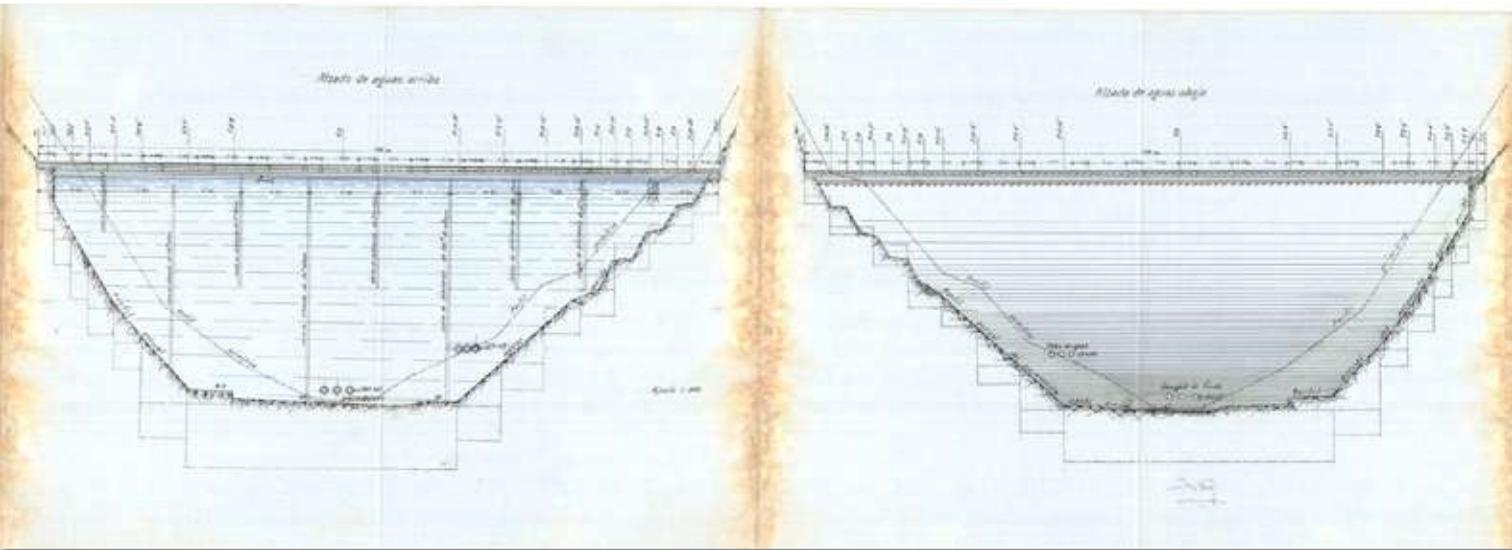
1. PRESUPUESTOS	
CONCEPTO	IMPORTE (Pesetas)
EJECUCIÓN MATERIAL	
Artículo 1º - Presa	
Cuerpo de la obra	
Coronación	45.095,66
Pretil	17.160,73
Juntas de dilatación	73.383,16
Total Presa	10.327.743,80
Artículo 2º - Medios Auxiliares	
Instalación de carga automática	15.000,00
Instalaciones de machaqueo, con quebrantadoras, machacadoras, molino de arena, transmisiones y electromotores	225.000,00
Instalación de dosificación automática	60.000,00
Planos inclinados e instalaciones de hormigonado con sus motores	50.000,00
Instalación de canaletas y torres para el vertido de hormigones en la presa	300.000,00
Edificaciones, silos, etc, para la instalación de estos medios auxiliares	100.000,00
Total Medios auxiliares	750.000,00
Total ejecución material	11.077.743,80
EJECUCIÓN POR ADMINISTRACIÓN	
Ejecución material	11.077.743,80
Imprevistos 2%	221.554,88
Accidentes del trabajo 2%	221.554,88
Retiro y seguro obrero 7%	775.442,06
Total ejecución por administración	12.296.295,62

1. PRESUPUESTOS		
CONCEPTO	IMPORTE (Pesetas)	
EJECUCIÓN POR CONTRATA		
Ejecución material	11.077.743,80	
Imprevistos 2%	221.554,88	
Dirección y administración 5%	553.887,19	
Beneficio industrial 9%	996.996,94	
Inspección y vigilancia 3%	332.332,31	
Total ejecución por contrata	13.182.515,12	
2. PRECIOS UNITARIOS Y MEDICIONES		
UNIDAD DE OBRA	MEDICIÓN	PRECIO UNITARIO
Limpieza de roca para asiento de cimientos (m ²)	12.764,58	2,00
Enlucido de cemento 500 kg /m ³ para asiento de cimientos (m ²)	12.764,58	2,57
Cimientos, hormigón de 250 kg/m ³ (m ³)	53.827,20	62,85
Pantalla aguas arriba, hormigón 300 kg/m ³ (m ³)	18.903,53	69,11
Cuerpo de la presa, hormigón 180 kg/m ³ (m ³)	102.973,25	54,09
Por metro cúbico fabricado con la piedra acopiada		40,09
Coronación, sillería aplantillada, con mortero 350 kg (m ³)	279,51	161,34
Pilastras, sillería aplantillada (m ³)	6,34	
Pilastras, sillería recta, mortero 350 kg/m ³ (m ³)	8,80	130,24
Pretil, sillería aplantillada (m ³)	57,32	
Pretil, hormigón 180 kg/m ³ (m ³)	106,20	
Enlucido con pintura Inertol (m ²)	6.227,30	4,50
Arcilla en juntas de dilatación (m ³)	233,60	9,46
Revestimiento de cartón embreado juntas (m ²)	710,00	2,00
Hierro en armaduras (kg)	6.443,59	1,35
Hormigón para armar a 350 kg/m ³ (m ³)	146,00	98,76
Enlucido con pintura Inertol en juntas de dilatación (m ²)	10.363,42	

Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración 4(26) 24/15.839 (20)

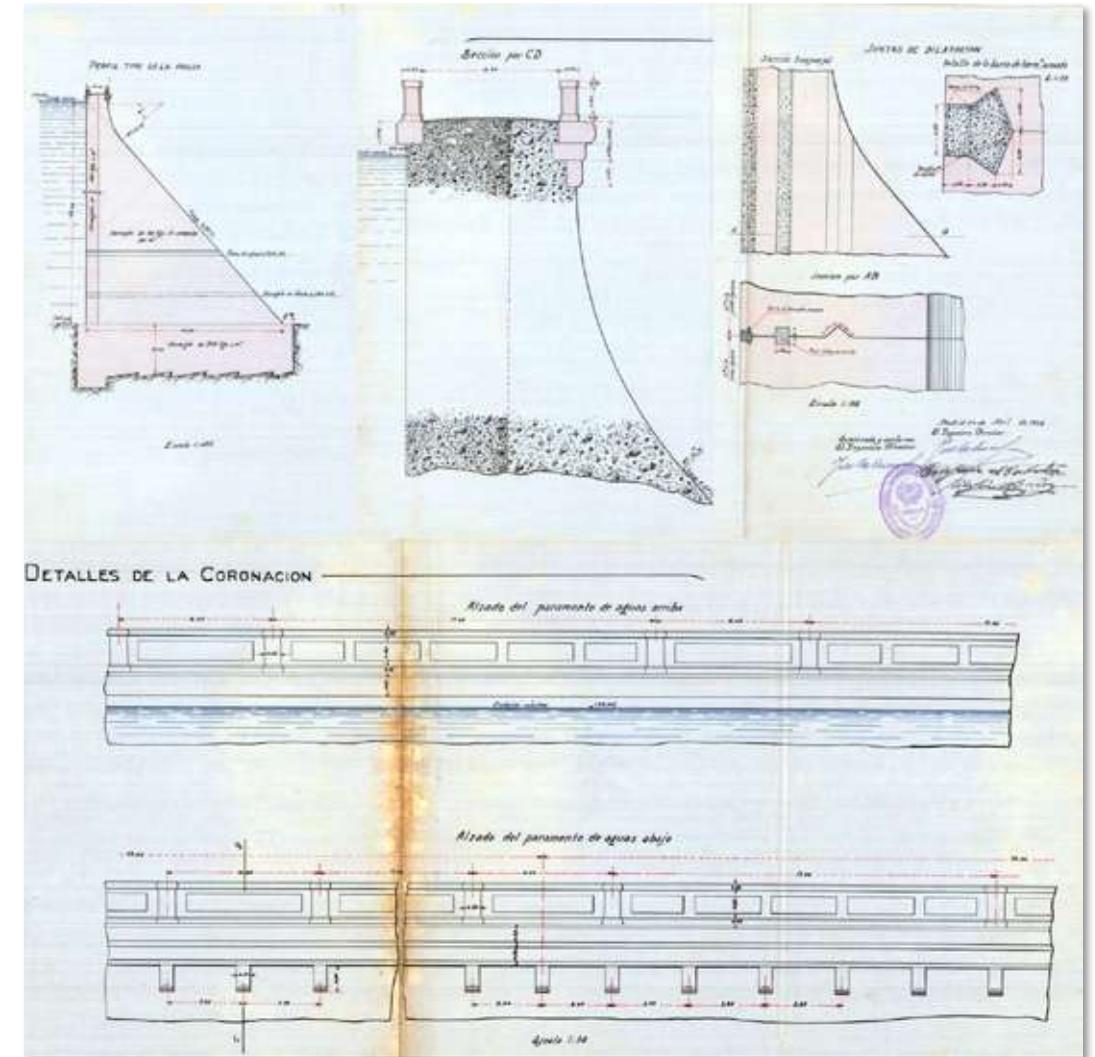
En la memoria del proyecto se indicaba que la obra de la presa se debía licitar lo antes posible, pues era conveniente que inmediatamente después de finalizar las excavaciones, se debería comenzar a cimentar (salvo si llegara el invierno), para asegurar los riegos que con la rehabilitación de la Acequia del Jarama, en construcción, habían de beneficiar la zona que abarcaba ese canal. Cabe señalar que en el proyecto se incorporaron notables modificaciones respecto al diseño primitivo: la presa tendría una planta recta, en lugar de curva, con el paramento de aguas arriba totalmente vertical y el de aguas abajo con una inclinación de 0.8771 y 5 m de ancho en la coronación. Con una altura sobre el cauce (cota 862) de 54 m, su longitud de coronación pasaba de 143 a 158 m; su nivel máximo de embalse se situaba en la cota 915 m. También se señalaban diferentes tipos de hormigón en los cimientos (200 kg/m^3), paramento de aguas arriba en una franja de 3 m de ancho (300 kg/m^3) y cuerpo de presa (180 kg/m^3), con juntas de dilatación entre los bloques de hormigón en que se dividiría la presa, con pozos rellenos de arcilla apisonada como elemento de estanquidad entre las juntas (figuras 4.46 y 4.47).

Figura 4.46. Pantano de El Vado Alzados aguas arriba y abajo de la presa. E. 1:400. Ingeniero José Salmerón. 24 de abril de 1934



Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración, (4)26, 24/15.839 (20-77).

Figura 4.47. Pantano de El Vado. Perfil y detalles de la presa (selección). Varias escalas. Ingeniero José Salmerón. 24 de abril de 1934



Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración, (4)26, 24/15.839 (20-77).

Tabla 4.15. Pliego de Condiciones Facultativas incluido en la subasta de la construcción de la presa. 1934

PLIEGO DE CONDICIONES FACULTATIVAS, QUE ADEMÁS DE LAS GENERALES APROBADAS POR REAL DECRETO DE 13 DE MARZO DE 1903 HAN DE REGIR EN LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS DE LA PRESA DEL PANTANO DE EL VADO

CAPÍTULO I. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

- 1.- Objeto de este pliego, obras de limpieza de roca para asiento del hormigón, cimentación, cuerpo y coronación de esta y medios auxiliares.
- 2.- Presa situada en el río Jarama, km 31 de su itinerario y a 80 m aguas abajo de la confluencia con el arroyo Robledillo. Las cotas de los planos se refieren a nivel medio del mar de Alicante.
- 3.- Sección presa de forma triangular, con paramento de aguas arriba vertical, y aguas abajo con tangente en relación con la vertical de 0,8771. Aunque la Administración se reserva la facultad de modificar dicho talud sin que el contratista pueda reclamar por disminución de obra. Con coronación según detallan los planos, de 5 m, la presa en planta es de forma rectilínea, con 158 m de longitud y 4 m de ancho entre pretilas y servirá de comunicación entre ambos lados del río. Coronación a cota de 916 m de altura máxima a partir del enrase de 54 m (a 862 m de cota).
- 4.- Materiales: hormigones de distintas dosificaciones: en los cimientos, de 250 kg / m³ de cemento Portland, en la pantalla del paramento aguas arriba 300 kg /m³, en el resto de la obra 180 kg /m³.

CAPÍTULO II. CONDICIONES A QUE DEBEN SATISFACER MATERIALES Y MANO DE OBRA

- 5.- La piedra para sillaría se extraerá de las canteras "El Parral", cerca de Tamajón, con la debida dureza, compacidad y resistencia. Las dimensiones de los sillares corresponderán a lo que indican los planos.
- 6.- El agua para la fabricación de los morteros y hormigones será clara y desprovista de materias terrosas e insalobre, al menos de igual calidad que la del Jarama.
- 7.- La arena para hormigones y morteros procederá de los cantos rodados de las inmediaciones de la presa, previa trituración, o de la cantera de El Parral, exentas de materias extrañas, del menor tamaño posible para que produzca el menor número de huecos.

8.- Los áridos para el hormigón procederán de la trituración del canto rodado silíceo existente en la zona o de la cantera de Tamajón. Tamaño: 10 cm. Gradación de tamaño para la formación de los hormigones para obtener la máxima densidad, como en la arena, de acuerdo a un cuadro de especificaciones técnicas incluido. Densidad: 2,382 m³. Para el hormigón armado las dimensiones máximas del árido serán de 3 cm.

9.- El cemento Portland procederá de fábricas especializadas, debidamente envasado y acreditando su procedencia y reciente fabricación mediante facturas y certificados de fábrica. Deberá cumplir el pliego de condiciones generales para los cementos Portland artificiales en los Servicios de Obras Públicas (R.O. 25/2/1930) y modificaciones de (O.M. 30/1/1934)

10.- La superficie de hierro será perfectamente lisa y sana, sin defectos ni grietas. En los ensayos los hierros deberán sufrir una carga de rotura por tracción de 30 kg/mm² sin experimentar deformación permanente, con un alargamiento mínimo sin romperse del 8%. El hierro será dúctil y maleable.

11.- Los materiales no especificados en los artículos antecedentes reunirán las condiciones de calidad necesarias para la buena resistencia y buen aspecto en la obra y las que puedan exigirse en los elementos de una construcción esmerada.

12.- Podrán desecharse los materiales que no reúnan las condiciones exigidas.

13.- La administración tomará muestras y hará los ensayos correspondientes en su laboratorio de las obras o en el de la Escuela de Caminos. Ensayos semanales de duración de fraguado del cemento, finura del molido, estabilidad del volumen y relación cemento/agua. También se comprobarán las dimensiones de los productos de quebrantación y trituración, así como de los aglomerantes y áridos a su entrada en las hormigoneras. Con estos productos se fabricarán en el laboratorio tubos de 40 cm de arista, que se romperán para comprobar si hay que variar las proporciones de estos áridos, así como la dosificación de los hormigones caso de que no lleguen a la resistencia prevista. Lo mismo se hará con los morteros.

CAPÍTULO III. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

14.- El ingeniero director hará sobre el terreno el replanteo general de las obras y de sus partes, marcando el emplazamiento de la presa. Reconocerá las zanjas de cimentación, sin cuya autorización no se rellenarán. De estos replanteos y reconocimientos se extenderán actas firmadas por el ingeniero director y el contratista, donde constarán todas las circunstancias. Serán de cuenta del contratista todos los gastos, tanto de jornales como de materiales, que se originen como resultados de estos replanteos.

15.- Las zanjas de cimentación se limpiarán cuidadosamente (de fangos, gravas, bloques, restos de desmonte) que se verificará con agua a presión y escobas metálicas u otros medios convenientes. Las fisuras o cavidades serán reconocidas a fondo, con sondeos, se limpiarán y se rellenarán con inyecciones de cemento a presión determinada por el ingeniero, de hasta 7 kg/cm². Una vez limpias las zanjas y tapadas las fisuras, se extenderá en la base del cimientado una capa de mortero de cemento de 500 kg/m³ de arena, con un espesor mínimo de 1 cm y una extensión tal que pueda quedar cubierto por el hormigón en un plazo de dos horas.

16.- Los sillares se presentarán sobre la hilada y si el asiento no es perfecto, se labrarán debidamente hasta que lo sea. Después se mojará el sillar y el lecho sobre el que descansa, y se asentará sobre una capa muy fina de mortero hidráulico muy fluido para que rellene los pequeños huecos al presentar definitivamente el sillar, que se hará de una vez y por igual para no alterar la uniformidad del espesor de la capa de mortero, golpeándose después con pisonos o mazos de madera hasta conseguir que la junta quede reducida a la dimensión que tenía antes de verter el mortero, que en ningún caso excederá de 4 mm. Colocados los sillares se rellenarán del todo con mortero para conseguir un contacto perfecto en las juntas. Se prescribe el empleo de calos, cuñas, tacos para lograr el asiento aparente e imperfecto.

17.- El mortero para sillería, natural y de mampostería, se compondrá de 350 kg de cemento Portland por m³ de arena. El de los retundidos y rejuntados tendrá 500. Podrá fabricarse a brazo o con amasadora. Si se hace a mano se mezclará el cemento y la arena en seco, antes de verter el agua. La cantidad de agua variará dependiendo de las condiciones del tiempo y del destino. Todo mortero será empleado antes del comienzo de su fraguado. No se admiten morteros rebatidos.

18.- Los hormigos a emplear han de corresponder a uno de los tipos siguientes: 1) de 180 kg de cemento por m³ de arena para el cuerpo de la presa; de 250 hasta el enrase de los cimientados, de 300 la pantalla del paramento de aguas arriba; de 350 para armar y para las juntas de contracción. Las dosificaciones de estos tipos se harán de forma que la composición de los áridos obtenidos de la trituración de la piedra, den como mínimo hormigones que en el laboratorio produzcan una densidad mínima de dos enteros y 38 centésimas, y que la resistencia a la compresión a los 84 días sea superior a 140 kg/cm² para el hormigón más pobre, el de 180. A esta composición granulométrica se le añadirá luego el cemento correspondiente según el tipo de hormigón de que se trate. La cantidad de agua será como máximo del 85 por ciento del peso del cemento. El hormigón de 350 se compondrá solamente de gravilla y arena (tamaño de gravilla 3 cm, y composición granulométrica: gravilla 0,900 m³, arena 0,450 m³). Caso de utilizarse hormigón ciclópeo se empleará solo en el macizo de la presa, pero los bloques de este hormigón no serán del 15% del volumen del macizo.

19.- El hormigón se producirá por medios mecánicos. Con silos de gravas entre 40 y 100 mm, gravillas entre 5 y 40 mm y arena entre 0 y 5. El hormigón vertido en la presa solo necesitará extendido por medio de rastrillas. El macizo de la presa se

ha dividido en rebanadas de 15,80 m, longitud correspondiente a la situación de las juntas de contracción, pudiéndose ejecutar independientemente cada uno de estos bloques. Para ello se disponen moldes de madera o hierro. La altura máxima de los encofrados será de dos metros, éstos se construirán sobre la fábrica ejecutada habiendo transcurrido un mínimo de 8 días de su ejecución. Sobre cada rebanada se extiende también mortero (500 kg/m³) en un plazo de dos horas antes máximo.

20.- Desde la superficie de cimientados hasta el enrase, cota 862, se empleará hormigón de 250. A partir de esta cota se empleará el de 180 para todo el macizo de la presa, excepto en una pantalla del paramento aguas arriba, donde se usará de 300.

21.- Terminado el paramento de aguas arriba se procederá a extender un enlucido Inertol en toda la superficie, procurando extender la pintura uniformemente y penetrando los poros.

22.- Las superficies de las juntas de contracción también se pintan. Para las filtraciones de estas juntas se construirán unos pozos de forma y dimensiones que se detallan en los planos y en el paramento de aguas arriba se colocará un prisma de hormigón armado. Entre las caras de este prisma y las correspondientes al macizo de la presa se colocará una junta o cartón embreado para evitar las filtraciones. Asimismo se rellenarán los pozos destinados, cuando se haya supuesto ha finalizado la contracción de la presa, de arcilla apisonada que garantice la absoluta impermeabilidad de la junta. Esto último se hará al final del invierno, cuando la presa habrá realizado su contracción máxima.

23.- Los días de helada no se trabajará en fábrica alguna que emplee mortero. Si se prevén heladas nocturnas, las fábricas se abrigarán cuidadosamente con esteras u otros medios. Se destruirá toda fábrica cuyo mortero se compruebe que se haya helado antes de haber fraguado.

CAPÍTULO IV. MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS

24.- Se entiende por m³ de cualquier clase de fábrica, el m³ de obra ejecutada y completamente terminada con arreglo a las condiciones.

25.- Las partidas alzadas que figuran en el presupuesto para medios auxiliares, se refieren a las que aún no estén adquiridas por la Administración, debiendo abonar al contratista solamente el 60% del valor que se les asigne en este proyecto.

26.- La Administración, a propuesta del ingeniero director, podrá disminuir el talud de aguas abajo de la presa, sin que el contratista pueda reclamar por disminución de obra.

CAPÍTULO V. DISPOSICIONES GENERALES

27.- Dos meses después de la terminación de cada una de las partes de la presa, deberá estar hecha la cubicación y valoración. La liquidación general de la contrata deberá quedar forzosamente terminada en el periodo de seis meses a contar de la recepción provisional.

28.- El plazo para ejecución de las obras será de cuatro años.

29.- El tiempo de garantía será de un año.

30.- El contratista será responsable como patrono del cumplimiento de todas las disposiciones vigentes sobre retiro obrero, contrata de trabajo, jornal legal y accidentes de trabajo.

Artículo adicional. Al subastarse las obras el contratista se hará cargo de las existencias de almacén mediante acta, valorándolas a precio de costo.

Artículo adicional 2. Entre los medios auxiliares que se entregarán al contratista figura el ferrocarril a las canteras de caliza de Tamajón que será construido en dos tramos, el bajo hasta el Cabezo Morlán, y el alto hasta la cantera, con una diferencia de cota de 100 m.

Madrid 24 de abril de 1934. Firmas: El Ingeniero director (José Salmerón).
El Contratista (Rufino Basáñez).

Fuente. Pantano de El Vado. Documentos necesarios para la subasta.... 1934. Documento 3, Pliego de condiciones facultativas. AGA, (4)26, 24/15.839 (20-77)

Una vez adjudicada la construcción de la presa en noviembre, el contratista desarrolló su cometido desde el 8 de diciembre de 1934, primero en la parte que afectaba a la preparación e instalación de los medios auxiliares. La primera certificación de la obra se hizo en noviembre de 1935 y la última, en junio de 1936, justo antes de estallar la Guerra Civil, en total por un importe de 1.032.141,68 pesetas, lo que indica que la marcha de las obras no se ajustaba al ritmo de ejecución marcado en cuatro años, aunque la contienda armada las interrumpiría hasta 1939.

3.4. Las primeras inyecciones en los cimientos

En cierta medida, no pudieron iniciarse los trabajos en la presa propiamente dicha porque en la etapa previa al concurso, cuando la Administración había procedido a la excavación de los cimientos, resultó que la ladera derecha presentaba una formación de terreno muy favorable para el empotramiento de la presa, mientras que en la ladera izquierda, en el cabezo de la Viña, la estratificación de planos de crucero en las pizarras, con sección casi vertical y una superficie prácticamente plana, no era la adecuada para el empotramiento. Entonces se profundizó hasta intentar llegar a una roca no afectada por la rotura de la estratificación, alcanzándose una zona en la que la inclinación era mucho menor, del orden de 58°, que evitaría el riesgo de deslizamiento. Se profundizó aún más, pero al mantener la roca la misma disposición, se estimó que el resto de la formación continuaría con esta configuración, sin que fuera necesario aumentar el volumen de excavación para dar mayor estabilidad a la presa. De hecho, en la orden de aprobación del proyecto reformado se señaló que

“tanto la estabilidad como la impermeabilidad del emplazamiento de la presa están suficientemente aseguradas. Únicamente existe algún peligro de deslizamiento de las pizarras a lo largo de los planos de crucero en el estribo izquierdo, sin más inconveniente que la necesidad de profundizar algo más en la ladera y corregir, si ha lugar, el terreno con inyecciones de cemento”.

En consecuencia, el ingeniero director de la obra estimó que los cimientos debían inyectarse, y lo propuso el 25 de julio de 1935 a la Dirección General de Obras Hidráulicas, que le respondió el 31 de julio reclamándole el pliego de condiciones facultativas y otros documentos del presupuesto, para sacar la obra a concurso. El ingeniero director de la obra difería de este planteamiento ya que estimaba que debía ejecutarse por administración, y así lo hizo saber en un informe del 24 de septiembre, al que respondió la Dirección General el 2 de octubre reafirmando en la alternativa del concurso, optándose solo por la administración si quedase desierto³⁶⁷.

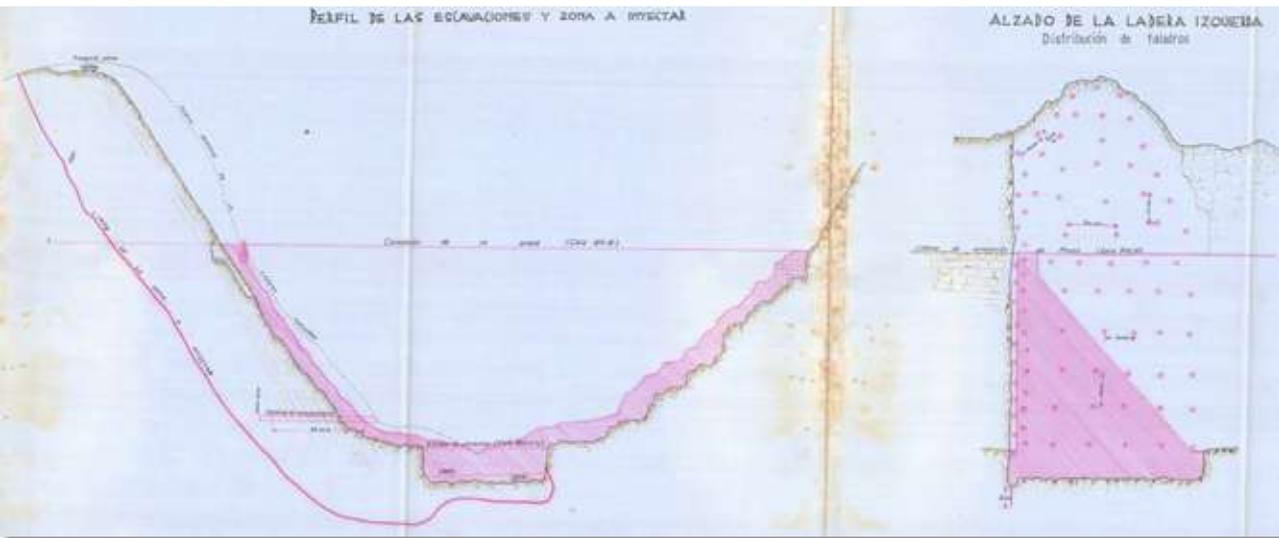
Se pretendía consolidar e impermeabilizar la estribación de la presa en los bancos paralelos a la ladera de la margen izquierda, pues el agua que se filtraría por las diaclasas podría reblandecer la arcilla que rellenaba las fisuras, y entrañar riesgo de deslizamiento. Además, las heladas también podían provocar roturas y dislocaciones al solidificarse el agua que rellenase las diaclasas, con el consiguiente peligro de provocar desprendimientos en masa. En la parte exterior solo podría entrar el agua de la lluvia, pero en la sumergida, la presión podría provocar filtraciones importantes. Por ello se imponía una labor de consolidación eficaz del terreno en la ladera izquierda antes de estribar en ella la presa. En la cimentación, aunque la excavación ofrecía suficiente garantía, como los planos de crucero se prolongaban hasta una profundidad desconocida, en el proyecto se sugería impermeabilizar el contacto del hormigón de los cimientos con el terreno, y formar

³⁶⁷ Delegación de los Servicios Hidráulicos del Tajo. Obras de regulación y aprovechamiento del río Jarama y sus afluentes. Pantano de El Vado. Proyecto de consolidación e impermeabilización del terreno mediante inyecciones de cemento en la cimentación de la presa. 1935. Ing. José Salmerón García. AGA (4)26, 24/15.842 (77-37) y (4)26, 24/15249, (3-77A). CYII, Archivo técnico de la presa de El Vado, B-2-18.

una cortina de pequeña profundidad, a modo de rastrillo, para evitar las filtraciones por debajo del macizo de la presa y la consiguiente subpresión.

El procedimiento adoptado fue el de las inyecciones de cemento, hasta rellenar las diaclasas de un modo todo lo perfecto que fuera posible, y hacer lo mismo en todo el largo de la cimentación del paramento de aguas arriba, para formar una pantalla de poca profundidad. En un área de forma rectangular, se propuso efectuar las inyecciones mediante taladros a 45°, para atravesar de manera eficaz los dos sistemas de diaclasas, con ángulos diferentes, y con una profundidad de 40 m para llegar al terreno considerado sano. En el borde contiguo al paramento de aguas arriba, se preveía efectuar una doble fila de taladros, a 5 m entre ellos, y a 5 m una fila de la otra. En los bordes del *liso* cercano a la coronación, la distancia entre las dos filas sería de 5 m, pero entre taladros de 10 m. (figura 4.48). Los taladros habrían de realizarse conforme avanzaban las obras, y se fijaban 3 años para su ejecución, con término previsto en diciembre de 1938. Aunque se sugería que fueran efectuados por la Administración y por la Jefatura de Sondeos, finalmente se sacaron a concurso, con un presupuesto de 324.648,26 pesetas, sin el cemento, y de 401.264,54 pesetas, incluyendo el coste de 613 Tm del cemento.

Figura 4.48. Pantano de El Vado. Consolidación e impermeabilización del terreno mediante inyecciones de cemento en la cimentación de la presa. E. 1:500. Ingeniero José Salmerón. 29 de noviembre 1935



Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración (4) 26, 24/15249, (3-77A).

3.5. Los desagües y tomas de agua. El aliviadero

La Dirección General de Obras Hidráulicas, al aprobar el proyecto reformado del Pantano de El Vado, el 8 de febrero de 1933, señalaba que habían de redactarse los documentos para el concurso de suministro de los desagües y las tomas de agua. Así se hizo el 3 de mayo de 1934 y, tras su examen por el Consejo de Obras Públicas, se incluyeron una serie de observaciones, que hizo suyas la Dirección General de Obras Hidráulicas el 22 de octubre siguiente, cuando fueron devueltos, para modificar sus condiciones técnicas, y ser recogidas en la documentación del concurso del 4 de marzo de 1935³⁶⁸. En la toma de agua para riego se había pedido aumentar su diámetro y el espesor del tubo (mínimo 9 mm), colocar válvulas de compuerta y no de mariposa, más una rejilla elevable desde la coronación de la presa, y suprimir un codo a la salida del tubo, que haría posible desaguar un caudal mínimo de 10 m³/s. En los desagües de fondo se propuso que las válvulas fueran deslizantes, y no de mariposa ni aguja, siendo una de seguridad y otra de regulación, dejando a los concursantes la posibilidad de ofertar soluciones alternativas³⁶⁹. El presupuesto de licitación se fijó en 750.000 pesetas, aunque posteriormente fue rectificado a 725.000 pesetas. La Dirección General de Obras Hidráulicas y Puertos anunció el concurso a principios de julio de 1936, modificó los plazos de presentación de proyectos hasta el día 31 siguiente, con resolución el 8 de agosto³⁷⁰, pero finalmente se suspendió el concurso *sine die*, por el estallido de la Guerra Civil³⁷¹.

Respecto al aliviadero, que se habría de situar en el collado existente entre el cabezo de la Viña y el arroyo de la Virgen, en la margen izquierda, el proyecto reformado de la presa de El Vado de 8 de febrero de 1933 prescribía hacer un estudio comparativo entre la solución de labio fijo y otra controlada por compuertas, pues esta última permitiría aumentar en 3 hm³ la capacidad del embalse, “una cantidad de agua que debía defenderse a todo trance” en beneficio de los riegos en época de estiaje. Se adoptó para el cálculo del aliviadero un caudal máximo de 600 m³/s.

En el proyecto de Antonio Buitrago, aprobado en 1915, se había optado por la solución de aliviadero lateral de labio fijo de 170 m de largo que desaguaba directamente al terreno natural, con una longitud de 724,43 m, hasta verter en el río Jarama, aguas abajo de la presa. La ubicación del aliviadero era en la práctica la única posible, situándolo en un collado natural formado entre el cerro de la Viña y las laderas de la margen izquierda del río, que llegan hasta la cota 915 m, establecida para el máximo nivel del embalse. Como caudal de diseño del aliviadero se había adoptado 575 m³/s, que se correspondía con el máximo previsible de las avenidas extraordinarias del río Jarama. Dado que el umbral del vertedero estaba a la cota 913,5, resulta que con la solución

368 Pantano de El Vado. Concurso: Proyectos, suministros y montajes, desagüe de fondo y tomas agua. Ing. César Blanco de Córdova. 1935. AGA (4)26, 24/15.842 (77-41).

369 En el pliego de condiciones facultativas cabía destacar la naturaleza y calidad de los materiales que se exigían para las compuertas, válvulas, tuberías, boquillas, etc. con aceros forjados, bronce de fundición, composición y forjado especial, acero tallado a máquina, etc. que proporcionan índices de altísima resistencia y, desde luego, sujetos a pruebas y ensayos. También se describían los cuidados que habrían de observarse en la pintura y montaje, así como el orden de ejecución.

370 Gaceta de Madrid, 192, de 10/07/1936, página 336.

371 Gaceta de Madrid, 213, de 31/07/1936, página 936.

de labio fijo se desaprovechaba el volumen de embalse entre la cota 913,5 y la 915, circunstancia que se puso de manifiesto en el proyecto del aliviadero:

“pero desde el punto de vista de los fines a que se destina el pantano, que es el de los riegos de la acequia del Jarama, se pierde totalmente aquel volumen que pudiera almacenarse, ya que de hecho, tiene capacidad el embalse para contenerlo”.

Por lo que se refiere a los materiales de construcción se propuso utilizar el hormigón en vez de los materiales de fábrica elegidos en el proyecto primitivo³⁷².

El 7 de mayo de 1934 el ingeniero director remitió para su aprobación la solución de aliviadero con compuertas, y las bases del concurso para su suministro³⁷³. El 29 de octubre siguiente, la Dirección General de Obras Hidráulicas aceptó la propuesta, pero la modificó dejando a los concursantes la elección del sistema de compuertas que considerasen más conveniente siempre que se garantizase una capacidad de evacuación de 600 m³/s. En las bases se adoptó una solución de aliviadero controlado de dos vanos de 15 m de largo, con su umbral a la cota 910,20 de forma que, como el máximo nivel del embalse estaba a la cota 915, se preveían dos compuertas, una para cada vano, de 15 m de largo y 4,80 m de alto. Se recomendaron las del tipo Stoney, accionadas mecánicamente, como las que se habían puesto en el Alberche, pero con un dispositivo que las abriera automáticamente en caso de riadas. El emplazamiento del aliviadero coincidía con el propuesto en el proyecto primitivo en el que se dispondrían las compuertas sobre un dique por cuya coronación discurriría el camino de servicio, y en la última parte tendría un puente de hormigón armado. Se estimaba que el canal de desagüe no necesitaba estar revestido, pues se limitaría a encauzar los vertidos hacia la vaguada natural formada desde el collado hasta el río Jarama. A la salida del aliviadero se disponía un cuenco amortiguador, y desde allí, tras un corto tramo de canal, el agua correría libremente por la vaguada, consiguiéndose con ello economía en la obra. El presupuesto de ejecución material del aliviadero se estimó en 787.011,07 pesetas, y el de contrata, excluyendo las compuertas y aparatos de maniobra, en 414.132,84 pesetas (tabla 4.29)³⁷⁴.

Esta propuesta de concurso no llegó a publicarse debido el levantamiento militar del 18 de julio de 1936. Las obras quedaron interrumpidas, en particular porque los altos de Somosierra constituyeron uno de los frentes activos entre los contendientes, y la zona de El Vado fue evacuada. Mauricio Llodio, por parte de la contrata, protegió con sus medios y con eficacia la maquinaria de la obra mientras estuvo paralizada.

372 El presupuesto de esta solución, con las modificaciones introducidas, se elevaba a 855.009,93 pesetas de ejecución por contrata. Pantano de El Vado. Proyecto de aliviadero de superficie. Solución aprobada por la D.G. de Obras Hidráulicas y documentos necesarios para Concurso de Proyectos, suministro y montaje de las compuertas. Ing. José Salmerón. 1 de marzo de 1935. AGA (4)26, 24/15.842 (77-40).

373 *Ibidem*.

374 El desglose de este presupuesto de 1934 se incluye junto al reformado de 1946, a efectos comparativos en la tabla 4.29.

3.6. Efectos de las obras en la comarca

No cabe duda de que la ejecución de las obras de la presa de El Vado produjo un impacto notable sobre los vecinos de los pueblos del entorno, pues en sus fases más intensas requirieron de la participación de cientos de obreros. Entre los escasos documentos conservados al respecto, en Tamajón, el 14 de marzo de 1930, Miguel Zurita de Julián (hijo), Clodoaldo de las Heras, Hilario Alonso, Francisco Moreno, Manuel Ronquillo y Manuel Ramos, firmaban una instancia dirigida al gobernador civil de Guadalajara, comunicando la convocatoria de una reunión el día 16 siguiente, en el antiguo casino de la Unión, para

“constituir una Sociedad de la que puedan formar parte todos los individuos que ejercen los oficios de albañiles, peones de mano, barreneros y demás oficios aquí no expuestos y tengan relación con las obras del Pantano de El Vado, y cuyos fines sean luchar por el mejoramiento moral y material de los mismos, haciendo uso de los derechos les concedan las leyes y la Constitución del Estado...”

Remitida la instancia al alcalde de Tamajón desde el gobierno Civil, para que acordara lo que estimara conveniente, no se han localizado más testimonios documentales para conocer el desenlace de aquella iniciativa³⁷⁵.

El ambiente en Tamajón se había alterado en aquellos años, con concentraciones obreras propiciadas por la necesidad de mano de obra para la presa³⁷⁶. Los salarios ganados por los trabajadores empleados en las obras favorecieron las economías de muchas familias, y la actividad comercial, aparte de las concesiones otorgadas por los ayuntamientos al ceder terreno y la explotación de canteras locales a cambio de un canon. Pero aún el nivel de vida era muy precario. Resulta paradójico, partiendo de la situación previa en esta comarca escasa de recursos y población, que con una gran obra hidráulica iniciada en sus términos, en aquellos años tanto Tamajón como Retiendas padecieran dificultades en su propio abastecimiento de agua³⁷⁷.

La demanda de atención sanitaria también aumentó, como se comprueba en el pueblo de Retiendas, a cuyo término municipal pertenecía la zona de obras en la margen izquierda del Jarama. Allí se recibió una comunicación de la Inspección Provincial de Sanidad de Guadalajara

375 Expediente instruido por el alcalde como delegado gubernativo sobre la constitución de una sociedad de albañiles, peones y otros trabajadores de la obra del pantano de El Vado. AM Tamajón, 125.11-

376 En Abril, portavoz de las izquierdas, semanario publicado en Guadalajara, número de 10 de agosto de 1935, se daba cuenta de un mitin en Tamajón de Izquierda Republicana a cargo de José Serrano Batanero, el domingo previo, considerando los posibles votantes que reclutarían entre los obreros que se concentraban con motivo de las obras en El Vado.

377 AM Tamajón, libro de actas, 5.3, p. 33 10-10-1931. Se acordó por unanimidad requerir al ingeniero de la Diputación para realizar sondeos de captación de agua para abastecimiento del vecindario. AM Retiendas, libro de actas de sesiones, 28r-29v. 2-12-1921 f. Reunión extraordinaria para traer agua potable al pueblo, cuyos manantiales estaban a un km de distancia, y la que había próxima no tenía condiciones suficientes. Al carecer de fondos para las obras, proponen vender los montes incluidos en los bienes municipales para obtenerlos. Más adelante se recibirá una negativa de la Administración para llevar adelante esta proposición.

fecha en 11 de junio de 1935, solicitando justificación para que residiera en la localidad un médico titular e inspector municipal de sanidad. Por unanimidad, la corporación respondió que a 31 de diciembre de 1930 vivían en la villa 356 habitantes, por lo cual tenían derecho a que un médico residiera allí, puesto que le pagarían su salario en función de los habitantes. Añadían que al realizarse en el término de Retiendas las obras del pantano de El Vado, que durarían no pocos años, “diariamente hay obreros lesionados a los cuales tendrá que prestar sus servicios el Sr. Médico que nombre, cosa que le será sumamente imposible si se fijara para su residencia el pueblo de La Mierla”.³⁷⁸

En enero de 1936 el Ayuntamiento de Retiendas estaba preocupado por la suspensión de las obras en El Vado, sin que se pueda concretar si era debido a la obligada pausa invernal para obviar los efectos de las heladas en el fraguado del hormigón, o por una detención imprevista del trabajo³⁷⁹. Para paliar el paro obrero que se había ocasionado en el pueblo, “toda vez que es deber ineludible de la Corporación velar por el bienestar de sus administrados y evitar que el hambre invada los hogares de vecinos humildes”, se proponía ofrecer jornales construyendo un camino vecinal desde la carretera de Guadalajara a Tamajón, hasta Retiendas. Con una longitud de 3 km y escaso coste, que reportaría grandes ventajas a los intereses generales del término agrícola, pecuario y forestal, siendo esto último lo más relevante por estar deficientemente explotado, por la carencia de comunicación. Se acordó solicitar a la Diputación Provincial la construcción de un camino desde el punto kilométrico 43 de la carretera de Guadalajara a Tamajón, que desembocara en el centro del pueblo, comprometiéndose el ayuntamiento a aportar el 10% de su importe, además de ceder los terrenos necesarios. El alcalde, Francisco Robledillo, acompañado del concejal Mariano Gamo Gamo y del secretario Claudio Castaño Rello, acudieron a Guadalajara a exponer la petición. Esta noticia tiene una doble lectura, pues manifiesta el efecto económico que estaba generando la presa, al tiempo que ilustra la precariedad en las comunicaciones y otros servicios básicos de los que carecían casi todos de los pueblos de la zona³⁸⁰, que vendrían a mejorarse con una nueva carretera desde Retiendas a la presa de El Vado, cuando se retomasen los trabajos tras la guerra, ya en la década de 1940.

378 En La Mierla vivían entonces 206 vecinos. AM Retiendas, libro de actas, sesión de 14-06-1935, f. 9v-10r.

379 AM Retiendas, libro de actas, sesión de 27-01-1936, f. 27v-28r. En la sesión de 31-01-1936, f. 29r, se acordó indemnizar con 150 pts. a los integrantes de la comisión que viajó a Guadalajara a solicitar el nuevo camino en la Diputación Provincial.

380 En Retiendas, en 1936 no había llegado aún la luz eléctrica, que se instalaría en 1950, mientras en Tamajón contaban con este servicio al menos desde 1920.

4. REANUDACIÓN DE LAS OBRAS TRAS LA GUERRA CIVIL (1939-1946)

4.1. El Plan de Obras Públicas de 1940

La Guerra Civil había dejado un país devastado, aislado y en un contexto internacional que requería aplicar todos los esfuerzos en los recursos propios, en régimen de autarquía, siendo las inversiones públicas un medio de dinamización, que en el caso de las obras hidráulicas intentaba continuar la tradición de los planes de 1902, 1916 y el de Lorenzo Pardo de 1933³⁸¹. En el *Plan General de Obras Públicas de 1940*, que tenía como objetivo primordial el aumento de la superficie de regadío, se hacía inventario de las obras urgentes, tanto las que ya estaban iniciadas y en vías de ejecución, como los nuevos proyectos. En la cuenca del Tajo por aquellas fechas había solamente dos embalses en construcción para riegos, El Vado y Pálmaces, aunque apenas pasaban de los cien metros y se consideraban pequeños por no superar los 40 hm³, pero debían finalizarse, junto a sus regadíos asociados: la rehabilitación de la Acequia del Jarama y del canal del Henares³⁸². Para El Vado se presupuestaban 9,55 millones de pesetas (cantidad que coincidía con el importe de adjudicación de las obras en 1934), más otros 4,5 millones para la Real Acequia del Jarama a invertir en cuatro años, y otros 3 millones en redes de acequias y desagües en cinco años, hasta conseguir alcanzar 6.000 ha irrigadas. No obstante, entre las principales inversiones del plan para la cuenca del Tajo sobresalían los grandes embalses que se proyectaron y construyeron en los años siguientes (Entrepeñas, Buendía, Gabriel y Galán, Rosarito, Borbollón), asignándoles 169 millones de pesetas. Por otra parte, y aunque no estuvieran recogidos aún en este plan, los estudios de regulación de la cuenca alta del Jarama habían llevado a la conclusión de que era necesario aumentar el volumen de embalse, por lo que se estaba pensando cada vez más seriamente en una nueva presa en el estrecho de Bonaval, cuya cola llegaría hasta el pie de la presa de El Vado, por lo que ya se hablaba de esa posibilidad durante la finalización de las obras.

Otra consideración de primer orden en este plan se dirigía a la reforestación de las cuencas hidrográficas, en evitación de inundaciones y de la colmatación por sedimentos de los embalses que se estaban construyendo en aquellos momentos o en el futuro, analizándose uno por uno todos los pantanos incluidos en el plan de 1940. Respecto a la cabecera del Jarama se estimaba que todos los afluentes en su curso alto eran torrenciales, por encima de El Vado y hasta su confluencia con el Lozoya, causantes de las mismas turbias rojas que padecía este último río. El terreno siluriano dominante en la cuenca alta del Jarama, en su día poblado de rebollo (*Quercus tozza*) pero sustituido por matorral y monte bajo, era inhábil para el cultivo e incapaz de una regeneración natural, por ello se recomendaba su repoblación artificial, para desarrollar una gran

381 Las propuestas del Plan de 1933 fueron contestadas desde la Delegación de los Servicios Hidráulicos del Tajo. Informe sobre el Plan Nacional de Obras Hidráulicas. 1934. Ejemplar mecanografiado y firmado por el ingeniero jefe de la Delegación, Francisco Benavides. 27 p. más planos (Biblioteca del Ministerio de Fomento, G-811. Incluye referencias a la construcción de El Vado, destinado a regular regadíos.

382 España. Comité Directivo de Obras Públicas. Plan General de Obras Públicas, (sl.: Madrid: s.n.] 1940. 4 vols. Vol II Obras Hidráulicas, pp. 20-22 y 133-135, y resumen en 511.

masa forestal unida a los bosques de la vecina cuenca del Lozoya, añadiéndoles en la del Jarama una superficie superior a las 10.000 ha³⁸³, de las 35.000 ha previstas en la repoblación de toda la cuenca del Tajo.

4.2. Reanudación de los trabajos en El Vado. Reforma de precios. Compuertas de fondo y tomas de agua. Mantenimiento del camino de servicio

Con los problemas de suministro de cemento y otros materiales que se vivían en la posguerra, se reanudaron los trabajos en 1939³⁸⁴, con algunas dificultades para el contratista³⁸⁵. En el inventario de las instalaciones y medios auxiliares, tanto maquinaria como materiales, efectuado en 1 de agosto de 1939, las existencias en 1936, valoradas en 3.761.307,35 pesetas (de ellas 3.241.163,10 pesetas propias de la contrata y el resto de la Administración), habían disminuido en 506.917,15 pesetas por daños ocasionados o por requisas del *Ejército rojo*³⁸⁶. En octubre de 1940, para corregir la inflación, se preparó un proyecto reformado de precios, aumentando el 13% del presupuesto (Decreto de 26 de octubre de 1939), a la obra que quedaba pendiente. En el Vado, de acuerdo a las certificaciones, en julio de 1936 faltaba aún por ejecutar obra valorada en 11.802.728,20 pesetas, lo que generaba un adicional de 1.534.354,67 pesetas. Se añadió una nueva subida, del 17,5% (Decreto de 30 de julio de 1940) a la cifra resultante de haber incrementado la subida previa. En este caso, a 30 julio de 1940, aún estaba en curso en El Vado obra valorada en 11.502.432,62 pesetas, que suponía un incremento de 2.274.606,05 pesetas. En conjunto, ambas revisiones

383 *Ibidem*, p. 140. En el caso de la cabecera del río Cañamares, donde se sitúa el embalse de Pálmaces, se calculaban 5.000 ha de repoblación. Las restantes plantaciones de arbolado previstas en la cuenca del Tajo se dirigían a proteger los embalses que aún estaban en proyecto.

384 El 20 de mayo de 1939 la Junta de Recuperación reintegró, como material requisado por el Ejército rojo, la línea telefónica instalada durante la guerra entre El Vado y Tamajón por el Regimiento de Caballería en 1939 con material requisado por transmisiones del IV Cuerpo de la 12ª División. Suscribió el documento Mauricio Llodio, en nombre de la contrata de El Vado de Rufino de Basáñez. AM Tamajón, 1.1.4. En julio de 1939 se presentó al Ayuntamiento de Tamajón un escrito del apoderado de la contrata de El Vado, que se devuelven por no ir debidamente reintegrado, sin indicación del asunto. *Ibidem*, libro de actas 5.7, f. 30 r, sesión de 17-07-1939

385 AM Tamajón, libro de actas 5.7, 47 r, sesión de 09-09-1940 El alcalde explicaba que se había requerido a Mauricio de Llodio, apoderado de Rufino Basáñez el pago de 4.500 pts. por el aprovechamiento de la piedra de las canteras del ayuntamiento, de acuerdo con el contrato. La corporación acordó por unanimidad reclamar al contratista la cantidad de 9.000 pts. que tenía pendientes de abono, según las condiciones del contrato, promoviendo un acto de conciliación previo a un juicio declarativo, y se nombró al gestor Emilio Romanillos Esteban para que actuase como síndico en nombre del ayuntamiento. En f. 50 v, sesión de 25-11-1940, el alcalde explicaba que el día 20 se había fijado el acto de conciliación con Rufino de Basáñez, y antes de esa fecha se presentó Mauricio de Llodio y Amárica, que entregó en las arcas municipales la cantidad de 4.500 pts., la mitad de lo que estaba pendiente, quedando el resto para el año de 1941. Así se consignó en el capítulo 4º "Derechos y tasas del presupuesto de 1941" (aprobado en libro de actas 6.1, f. 1 r, 2-12-1941).

386 Inventario mecanografiado en 45 pliegos, CYII, Archivo técnico de la presa de El Vado, C-2-19. Entre las pérdidas del contratista, que incluían maquinaria transportable y suministros, se encontraban un coche Graham Paige de 20 HP y siete asientos, y otro Ford Turing de lujo, de 8 cilindros, valorados en conjunto en 25.000 pts., que fueron incautados. Se afirmaba que los republicanos quemaron más de 60 m³ de madera de pino en vigas y tablones de las obras y del almacén de Tamajón, por importe de 12.000 pesetas. Entre julio y agosto de 1936 se retiraron de la obra casi 58 Tm de dinamita, 14.643 detonadores y 4.135 m de mecha, valorados en 16.905,30 pesetas. También se menciona un incendio sufrido por la central eléctrica en noviembre de 1936, su desmontaje en octubre de 1938 por la Subsecretaría de Defensa Nacional del Ejército de la República, junto otros elementos eléctricos y su recuperación tras finalizar la guerra.

significaban un adicional de 3.808.960,62 pesetas, pero aplicando la baja del 27,553 % con la que el contratista había ganado el concurso, le supondrían 2.759.477,70 pesetas³⁸⁷.

Desde el Ministerio de Obras Públicas se retomaron en 1940 los concursos interrumpidos en 1936, tanto el relativo a la impermeabilización del terreno de los cimientos³⁸⁸, como el de los desagües de fondo y tomas de agua³⁸⁹; con respecto a este último se incluía:

- a. Desagües de fondo, emplazados en la cota 865,50 y controlados, cada uno, por dos compuertas deslizantes de 0,80 x 1,50 m, maniobrables con 50 m de carga máxima, con sus mecanismos y accesorios delante de la presa o en el cuerpo de ella. Alojadas en dos galerías en el cuerpo de la presa, lo más cerca posible del paramento de aguas arriba, o delante de la presa si el concursante lo estimase oportuno.
- b. Toma de agua para riego, situada en la cota 875,50, con sus tubos y válvulas de cierre maniobrables con 40 m de carga máxima, más los mecanismos y accesorios necesarios como by-pass, tubos de aireación, puente grúa y rejillas anteriores al paramento mojado, elevables desde la coronación de la presa. Formada por uno o más tubos de chapa de palastro de 9 mm de espesor mínimo, soldada eléctricamente, que se embeberán en la masa de la presa. El diámetro de los tubos, que podrían ser varios, deberá permitir un caudal de al menos 10 m³/s. El cierre de los tubos, situados en la parte de aguas abajo, con dos válvulas de cierre, una de seguridad, con los mecanismos oportunos, pero que deberían poder ser accionados a brazo por un solo hombre.
- c. Compuerta ataguía con los elementos y accesorios necesarios para poderla llevar de un punto a otro de la coronación de la presa, suspenderla y aplicarla a cualquiera de los tubos o galerías de los desagües. Con una sola compuerta ataguía se debería cerrar indistintamente cada tubería de un modo perfecto.

El ingeniero César Blanco informó de las ofertas presentadas al concurso por Boetticher y Navarro, Maquinista y Fundiciones del Ebro, y Talleres E. Grasset, que ofrecían todas ellas una solución similar, con dos juegos de dobles compuertas³⁹⁰. Se descartaba entonces la construcción de una torre, para desagües y toma, separada del cuerpo de la presa, por su coste y las pocas ventajas que ofrecería. Para las ataguías se sugería colocar dos compuertas en serie en el interior de la presa, una

387 Presupuesto reformado formulado para dar cumplimiento a los Decretos de 26 de octubre de 1939 y 30 de julio de 1940. Presupuesto 3.808.960,72 pts. Ing. César Blanco. 28 de octubre 1940. AGA (4)26, 24/15.842 (77-38). Con la firma del ingeniero director de las obras, D. César Blanco y examinado por el ingeniero jefe de la División Hidráulica del Tajo, Benavides. Aprobado en 26 de noviembre de 1940. Adicional resultante, 3.808.960,72 pts.

388 Ministerio de Obras Públicas. Decreto de 07/06/1940 por el que se autoriza la ejecución, mediante concurso, del proyecto de impermeabilización del terreno de cimientos de la presa del pantano de "El Vado" (Guadalajara). BOE 181, de 29/06/1940, pp. 4451-4452. Presupuesto de 324.648,26 pts.

389 Ministerio de Obras Públicas. Decreto de 27/09/1940 por el que se autoriza la celebración del concurso de proyectos, suministro y montaje de los desagües de fondo y tomas de agua del Pantano de "El Vado" (Guadalajara). BOE 279, de 05/10/1940, p. 6910.

390 Informe sobre las proposiciones presentadas en el concurso de proyectos, suministro y montaje de los desagües de fondo, tomas de agua y mecanismos de maniobra del pantano de El Vado. Ing. César Blanco. 1941 AGA (4)26, 24/15.842 77-39.

en cada tubo, cerca del paramento de aguas arriba. Esto permitiría que en caso de averías, tanto las compuertas como los mecanismos de maniobra fueran intercambiables. Los desagües deberían tener revestimiento metálico para evitar el deterioro por cavitaciones observado en otros embalses. Siguiendo las recomendaciones del Bureau of Reclamation de los Estados Unidos, y de experiencias en otras presas españolas, para estas compuertas se recomendaba emplear semi-acero que podría soportar cargas de hasta 42 m de agua, para cubrir un vano de 0,80 x 1,50 m.

César Blanco proponía elevar 1,40 m la cota proyectada del desagüe de fondo, desde 865,50 hasta 866,90, para tener un mayor margen para los sedimentos, y también para que la cola del embalse proyectado de Bonaval no inundase la cámara de mecanismos. Prefería el sistema de accionamiento mediante cric de aceite en lugar del de husillo roscado y mecanismo de engranaje, porque el primero, al estar bañado en aceite, no tenía desgaste, aunque había experiencias en pantanos españoles de sendos mecanismos, con resultados positivos en ambos casos. Blanco sugirió elegir cualquiera de las dos formas de cric que ofrecían Boetticher y Navarro o Maquinista y Fundiciones del Ebro, desestimando la propuesta de Grasset. El concurso fue adjudicado a S.A. Maquinista y Fundiciones del Ebro³⁹¹, atendiendo a la recomendación técnica del informe emitido por Blanco, de acuerdo con el presupuesto de la tabla 4.16.

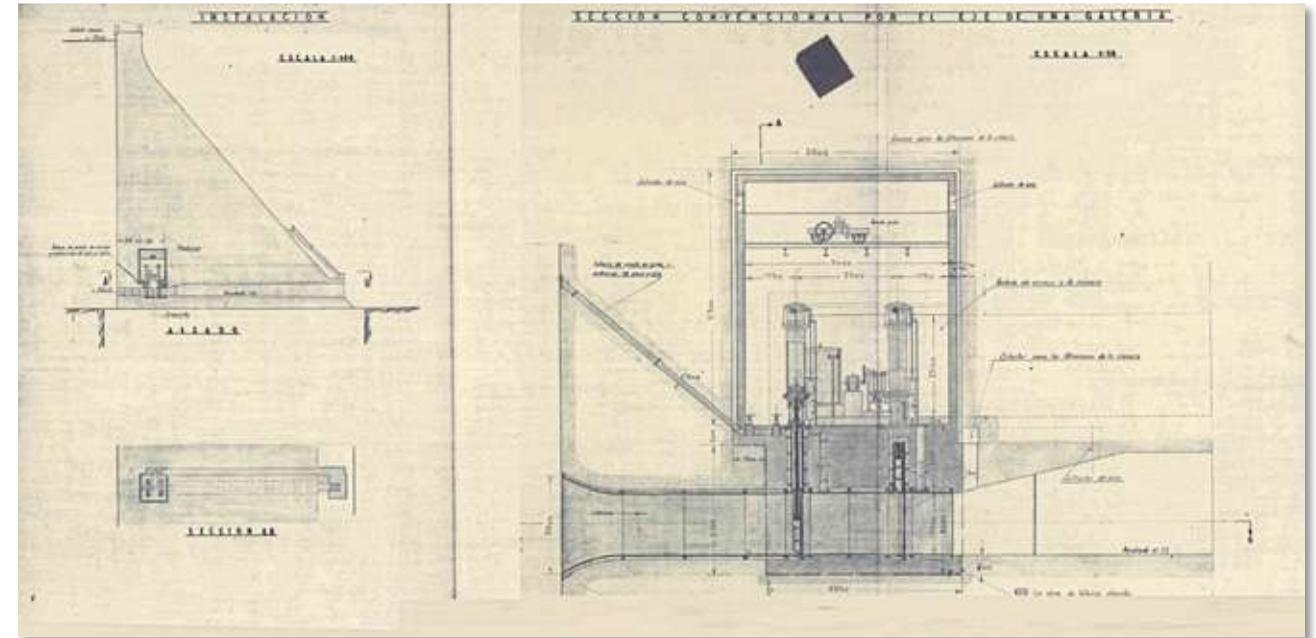
Tabla 4.16. Concurso de compuertas y toma. Presa de El Vado 1941

CONCEPTO	IMPORTE (Pesetas)
4 compuertas accionadas por cric de aceite	240.371,84
Instalación completa de las mismas	49.205,00
Tuberías auxiliares, bypass y aducción de aire	8.960,00
Puente grúa en la cámara de mecanismos	13.785,00
Instalación eléctrica	4.667,50
Parcial	316.989,34
17.295 kg en revestimientos metálicos para las galerías de desagüe	109.951,32
Presupuesto ejecución material	426.940,66
16% sobre el Presupuesto de ejecución material	68.310,51
Presupuesto total de la contrata	495.251,17

Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración (4)26, 24/15.842 77-39.

391 Resolución de la Dirección General de Obras Hidráulicas, adjudicando definitivamente a la S. A. Maquinista y Fundiciones del Ebro, el concurso de suministro y montaje de los desagües de fondos, con sus mecanismos y accesorios, para el pantano de "El Vado" (Guadalajara), por 495.251,16 pts. BOE, 267, de 24/09/1941, p. 7391.

Figura 4.49. El Vado Conjunto de instalación de compuertas accionadas por cric de aceite y tuberías auxiliares. Maquinista y Fundiciones del Ebro, Zaragoza, noviembre 1940



Fuente: MAGRAMA, Dirección General del Agua. Área de Infraestructuras y Explotación 00002348031900320104006.

Como consecuencia de la vuelta al trabajo, el camino de servicio a la presa requería reparaciones, debido al tráfico que iba a soportar. Por ello, el ingeniero Domingo Díaz-Ambrona, que acababa de ser nombrado encargado de las obras, elaboró en 1942 un proyecto para reparar el firme, paseos, cunetas y plantar hasta 1.400 árboles³⁹², seguido en 1944 por otro de explanación, afirmado y riego de alquitrán³⁹³.

392 Proyecto de reparación del camino de servicio del pantano de El Vado. Ing. Domingo Díaz-Ambrona Madrid, 10 de diciembre de 1942, 50.630,72 pts. en administración y por contrata 57.470,23 pts. AGA (4)26, 24/15.841 (77-36).

393 Delegación de los Servicios Hidráulicos del Tajo. Jefatura de obras. Proyecto de reparación, de explanación y firme y riego superficial de alquitrán en caliente, de los km 1 a 5 y del 11 a 12 del camino de servicio del pantano de El Vado. Ing. D. Domingo Díaz Ambrona. Año 1944. 153.387,69 pts. por administración. AGA (4)26, 24/15.849 (77-1). Hay copia en CHT, archivo técnico de la presa de Alcorlo. En este archivo se conserva otro proyecto equivalente al anterior, firmado por Díaz Ambrona en 1945, para reparación de los km 6-11 del citado camino, con presupuesto de 174.143,00 pts. de ejecución material y 198.281,95 en administración. Lleva anotado en rojo en la cubierta "no enviado", y no hay copia en el AGA. El motivo de la suspensión era la modificación necesaria del trazado en esa parte, debido al recrecimiento de la presa de El Vado.

DOMINGO DÍAZ-AMBRONA MORENO

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Promoción 1926-27.

Nació en Cheles, Badajoz, el 10 de febrero de 1905 y murió en Madrid el 9 de septiembre de 1992.

En 1936 estuvo integrado en la Delegación de Servicios Hidráulicos del Tajo y a partir de 1940 en la DH del Tajo. A partir de 1967 estuvo destacado en la Confederación Hidrográfica del Guadiana, de la que llegó a ser su director en 1970. En 1974 se integró en el Consejo de Obras Públicas, del que fue su presidente entre 1973 y 1975.

Licenciado en Derecho. Presidió el Comité Español de Riegos y Drenajes y fue miembro del Comité español de Grandes Presas desde 1956.

Algunos de los proyectos en los que intervino (Archivo del Mº de Fomento):

- Presa de derivación del Valdeobispo. Cáceres, 1967.
- Inspección y vigilancia del pantano de Entrepeñas en 1956. Ciudad Real, 1956.
- Pantano de Entrepeñas, 1947-1959.
- Desagües de Gabriel y Galán, 1955.

Pantano de Bonaval 1947, con Juan de Arespachaga y Felipe.

4.3. La rescisión de la contrata en 1945

Siendo Juan de Arespachaga ingeniero jefe, la construcción seguía avanzando de manera regular, hasta que por instancia de 20 de marzo de 1944 el contratista pidió transferir el contrato a la empresa Estudios y Ejecución de Obras S.L., lo que le fue concedido por la Administración. En esta operación jugó un papel protagonista el insigne ingeniero José Torán, a la sazón director gerente de Estudios y Ejecución de Obras S.L. El Vado fue uno de sus primeros trabajos en la construcción de presas, una especialidad en la que llegaría a ser una autoridad mundial. En la biografía de Torán que redactó Ángel del Campo, explica que el traspaso de la contrata en El Vado se debía a contactos de Mauricio Llodio con los fundadores de Estudios y Ejecución de Obras S.L. en 1942, Augusto Krahe y Ángel Balbás, a quienes había solicitado ayuda ante los problemas económicos que estaba padeciendo la construcción de El Vado. Krahe y Balbás eran directivos de la Sociedad Madrileña de Tranvías, con la que había colaborado José Torán en sus primeros trabajos como ingeniero, y cuando se informó de las dificultades que se padecían en El Vado, se ofreció a buscar una solución económica. Tras estudiar las mediciones de la obra ejecutada y compararlas con las cubicaciones del proyecto, observó que, erróneamente, se estaban calculando los construidos como si lo fueran del proyecto inicial de la presa, que era de planta curva, cuando la construcción se estaba haciendo en planta recta, lo que generaba

una diferencia del 20%. Con ello, se justificó la rescisión del contrato, sin que se produjera la pérdida de la fianza. Además, la obra continuaba por administración, concediéndose destajos sucesivos en adjudicación directa, que recaían en la misma empresa Estudios y Ejecución de Obras, S.L. Posteriormente, en septiembre de 1946, Torán promovió la fundación de la sociedad Construcciones Civiles, S.A. (que asumiría en 1947 la abreviatura COVILES), a cuyo accionariado, además de varios socios capitalistas entre hombres de negocios, como el marqués de Amurrio, se sumaron Krahe y Llodio, aportando la maquinaria que Estudios y Ejecución de Obras tenía en el pantano de El Vado y la experiencia de Llodio en la organización y montaje de medios auxiliares³⁹⁴.

JOSÉ TORÁN PELÁEZ

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Promoción 1943.

Nació en Teruel el 10 de septiembre de 1916 y murió en Madrid el 15 de diciembre de 1981.

Recién licenciado trabajó en la empresa ferroviaria Sociedad Madrileña de Tranvías, planificando el trayecto a la Ciudad Universitaria desde Moncloa. En 1944 fue nombrado gerente de la empresa "Estudios y Ejecución de Obras", involucrándose en las obras de la presa de El Vado, que sería su primer contacto con las presas, a las que dedicaría gran parte de sus esfuerzos profesionales como constructor y consultor.

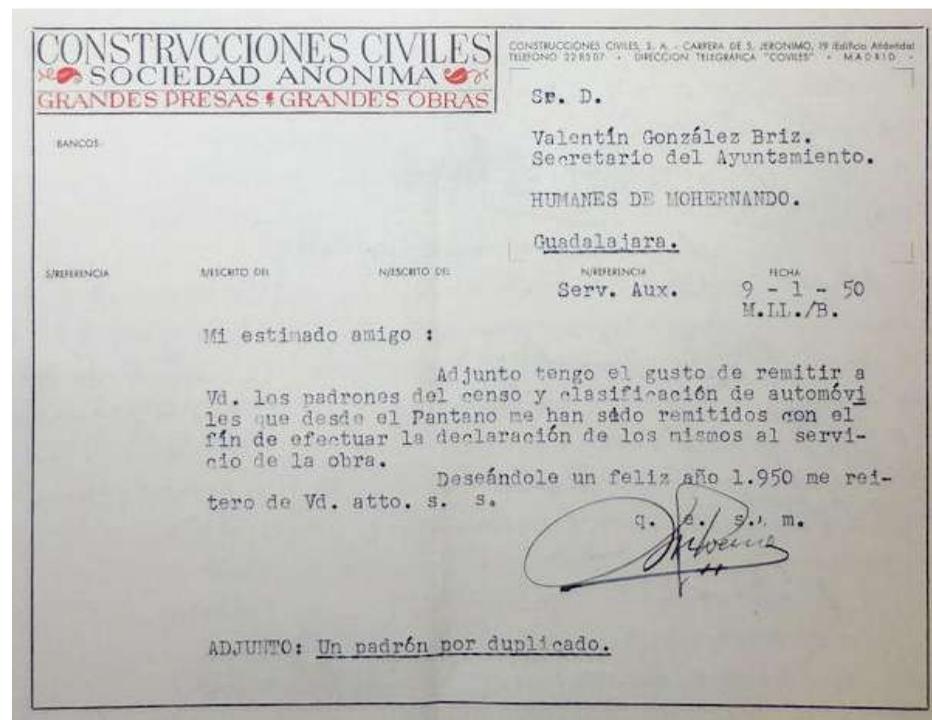
En 1946 creó su primera empresa, Construcciones Civiles S.A (COVILES), desde la que acometió importantes proyectos como fueron la terminación de la presa de El Vado, las presas y túnel del Zadorra, y las presas de Guadalén, Cenajo, El Zújar, Torre del Águila, Salto del Molino, el Collado, Guadalmena y Camarillas, entre otras obras hidráulicas.

Después de los acuerdos de España con Estados Unidos, Torán creó una sociedad mixta con la empresa americana, Corvetta, con la que construyó una gran parte de la base de Rota siendo una de sus primeras experiencias con clientes internacionales.

Fue pionero en España en la "ingeniería de consulta", cuando en 1960 fundó la sociedad "Torán y Cía. Ingeniería y Fomento" trabajando en proyectos de infraestructuras hidráulicas en España y el extranjero; especial mención cabe hacer de su intervención en Irak, donde acudió en 1965 para proyectar sistemas de riego con aguas derivadas del Éufrates. Su obra más emblemática de esta época fue la presa de Razzaza. Toda esta dedicación a las presas tuvo su colofón a nivel internacional en 1970 cuando en Montreal fue nombrado presidente del Comité Internacional de Grandes Presas.

394 Campo y Francés, Ángel del: José Torán. Un ingeniero insólito. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid, 1992, p. 99 y ss.

Figura 4.50. Carta de Construcciones Civiles, S.A. (COVILES). 7-1-1950



Fuente: Archivo Municipal de Retiendas.

La continuidad de las obras en El Vado puso en relación a Torán con Juan de Arespacochaga, surgiendo a partir de entonces una perdurable amistad entre ambos, como así lo recordaba este último:

“... el destino nos reunió en una empresa común que fue la de terminar la Presa del Pantano de El Vado. Él como Ingeniero de la contrata y yo como Ingeniero de la Administración, pasamos juntos más de una noche triste de la que no se libraron nunca ni los viejos guerreros ni los constructores de presas. Allí conocí la dimensión humana de Torán, en la angustia y el peligro de la crecida, que, saltando por encima de la ataguía pone en peligro el muro que se hormigona, la central de pie de obra y las instalaciones auxiliares de la construcción...”³⁹⁵

395 *Ibidem*, p. 113, citando el Aula libre, acto celebrado en el Colegio de Ingenieros de Caminos de Madrid el 30 de junio de 1982, celebrada en memoria de José Torán, en la que participó, entre otros, Juan de Arespacochaga. También incluidas en el libro citado en la nota siguiente.

El propio Juan de Arespacochaga, en su autobiografía, también da cuenta del periodo vivido como director de la construcción de El Vado, apoyado por los ayudantes de Obras Públicas Felipe Morcillo y Manuel Soprani³⁹⁶. Dedicó comentarios afectuosos a quienes fueron sus jefes en la División Hidráulica del Tajo, entre ellos César Blanco de Córdova, que incluso llegó a ser su casero³⁹⁷. Recordaba la solemne inauguración de la presa un día de mediados de junio de 1954, con asistencia del general Franco, el ministro de Obras Públicas, el arzobispo de Toledo y otras autoridades. En la presentación defendió ante Franco sus ideas keynesianas de que la inversión pública es el motor de la prosperidad general, siendo las obras hidráulicas una de sus expresiones³⁹⁸. Arespacochaga vivió durante 12 años en El Vado, con varios de sus hijos naciendo y criándose en el poblado de la presa, de la que guardaban todos en su familia recuerdos entrañables.

JUAN DE ARESPACOHAGA Y FELIPE

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Promoción 1945

Nació en Madrid el 27 de enero de 1920 y murió el 1 de octubre de 1999.

Entre 1947 y 1953 estuvo integrado en el Servicio Hidráulico del Tajo donde dirigió las obras de la presa de El Vado. En 1958 era jefe del gabinete de Estudios Hidráulicos del Ministerio de Obras Públicas y en 1960 se integró la Secretaría General Técnica. Entre 1970 y 1975 fue presidente de la Asociación Española de la Carretera y miembro de la Academia de Doctores.

Entre 1970 y 1975 estuvo en el Consejo de Obras Públicas. Economista, director general de Promoción del Turismo, alcalde de Madrid y senador.

Procurador en Cortes, entre 1971 y 1976, y senador por designación real. Alcalde de Madrid de 1976 a 1978. Senador entre 1983 y 1986. Proyectos en que intervino (Archivo del Mº de Fomento):

- Pantano de Matallana, 1950, anteproyecto.
- Pantano de Bonaval, 1953.

Zona regable del pantano de Bonaval, Jarama Medio, 1954.

396 Arespacochaga, Juan de: *Cartas a unos capitanes*. Madrid: Incipit, 1994, pp. 97-109.

397 *Ibid.*, p. 106.

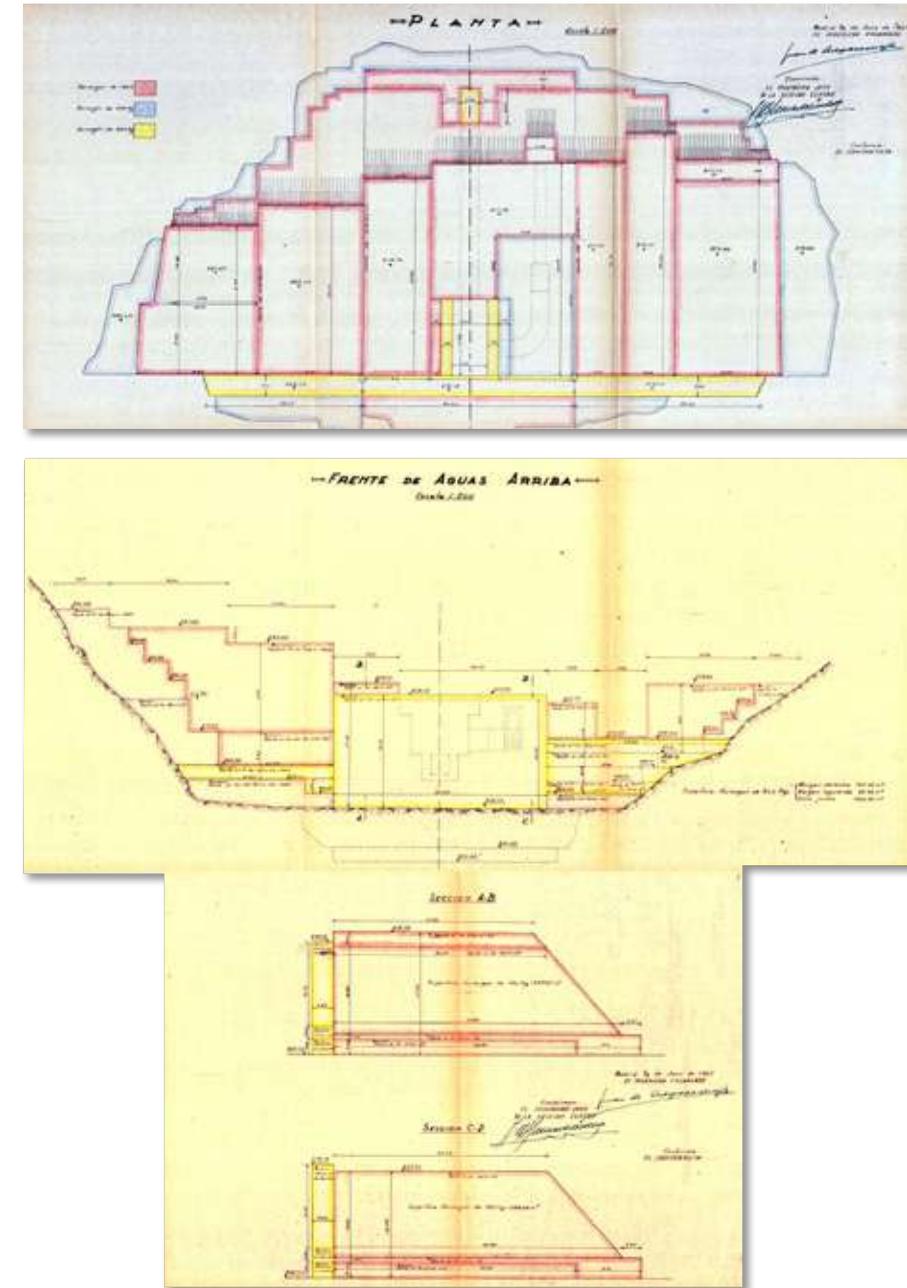
398 El dictador envió a Arespacochaga un retrato dedicado en agradecimiento a su labor en El Vado, que el ingeniero tenía en gran estima.

La liquidación de la contrata, solicitada por Estudios y Ejecución de Obras, S.L., resulta ilustrativa de la construcción en aquellos años³⁹⁹. Según se relata en el documento de liquidación, elaborado por Arespacochaga en 1947, al surgir el *glorioso Movimiento Nacional* se interrumpió el trabajo por estar emplazada en *zona roja*, habiendo desaparecido durante el periodo de la guerra gran parte de las instalaciones y elementos de trabajo, útiles, herramientas y materiales, tanto de la contrata como de la Administración, indispensables para la ejecución de las obras. Teniendo esto en cuenta, el contratista solicitó una prórroga, en instancia de 15 de julio de 1939, por un periodo de cuatro años y un mes. Fue concedida el 29 de agosto de ese mismo año, para que la obra estuviera terminada el 9 de diciembre de 1942. El 28 de noviembre de 1942 la contrata pidió otra prórroga argumentando la escasez de cemento y de energía eléctrica, que le fue autorizada nuevamente, por tres años, hasta el 9 de diciembre de 1945, pero exigiéndose al contratista la construcción de un tercio cada año de la obra que restaba por hacer. Se concedió la prórroga sin penalización, dadas las circunstancias que concurrían. El 4 de julio de 1941 la contrata había solicitado la devolución de la parte de la fianza o fianza complementaria correspondiente a la baja de la subasta, lo que se le concedió por tener ejecutado entonces el 25 por ciento de la obra.

Sin llegar a cumplirse el año desde la cesión de la contrata a Estudios y Ejecución de Obras S.L. en 1944, esta empresa solicitó la rescisión del contrato el 15 de marzo de 1945. Una vez comprobado que la reducción en el coste de ejecución material de la obra, deducido del presupuesto general que sirvió de base al contrato, era del 24,71 %, es decir, superior en un 4,71% al límite que marcaba el artículo 52 del Pliego de Condiciones Generales para la Contratación de Obras Públicas de 13 de marzo de 1903, se canceló el vínculo contractual sin pérdida de fianza, el 22 de mayo de 1945.

Para calcular la liquidación se aplicaron tres valoraciones; primero la correspondiente a los precios del proyecto aprobado, hasta junio de 1936; después la de los que se basaban en los decretos de 1939-40, hasta 31 de julio de 1940, con un 13% de aumento, y desde entonces conforme al Decreto de 17 de mayo de 1940, con otro incremento del 17%. En una primera valoración con los precios iniciales, sin las revisiones, el importe líquido de la obra ejecutada ascendía a 4.149.874,64 pesetas, frente a las certificaciones expedidas por el contratista, que sumaban a 4.244.014,53 pesetas, lo que hubiera supuesto un saldo en su contra de 94.139,89 pts. Sin embargo, aplicando las revisiones, el valor de lo ejecutado ascendía a 4.813.580,19 (tabla 4.17). Los materiales y la maquinaria de la Administración y del contratista sufrieron pérdidas durante la guerra, pero el contratista había logrado recuperar casi todo lo que había desaparecido. El ingeniero encargado de las obras, tras valorar el material entregado al contratista y los medios auxiliares que este devolvía, aprobó la liquidación íntegra de 4.970.375,44 pesetas, con un saldo a favor del contratista de 18.015,58 pesetas (tabla 4.18). El 8 de junio de 1947 el contratista devolvía a la Administración lo entregado, en cuyo inventario se repiten los edificios, pero no aparecen ni los automóviles, la locomotora (aunque sí los chasis de las vagonetas), apenas se detalla la central eléctrica y cierta maquinaria en los talleres, dos electro-compresores, y la dotación de la escuela, similar a la recibida.

Figura 4.51. El Vado. Liquidación. Planta y alzados de la obra ejecutada. 29 de junio de 1947. E. 1:200. Ing. Juan de Arespacochaga



399 Servicios Hidráulicos del Tajo. Presa del pantano de El Vado. Liquidación de la obra ejecutada por contrata. Ing. Juan de Arespacochaga y Felipe. Año 1947. AGA (4) 46, 44/19.329 77A-1.

Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración (4) 46, 44/19.329 77A-1.

Tabla 4.17. Medición de las unidades de obra ejecutadas en El Vado por el contratista. Valoración con precios revisados

UNIDAD DE OBRA	1-10-1935 a 31/07/1936	1-04-1940 a 31/07/1940	1-08-1940 a 30/04/1942	1-05-1942 a 31/01/1945	TOTAL
m ² limpieza de roca	4.792,93	565,66	852,14	1.233,84	7.444,57
m ² enlucido de cemento	4.792,93	565,66	852,14	1.233,84	7.444,57
m ³ hormigón de 180 kg	2.067,00	2.799,62	15.233,29	14.750,29	34.850,20
m ³ hormigón de 250 kg	14.294,89	1.252,10	3.808,99	3.455,23	22.811,21
m ³ hormigón de 300 kg		180,00	1.982,46	1.241,33	3.403,79
m ² pintura Inertol		180,20	730,96	743,84	1.655,00
m ³ hormigón para armar			4,00	4,30	8,30
kg acero en armaduras			171,72	168,09	339,81
m ³ arcilla apisonada			6,40	6,45	12,85
Obra ejecutada (pesetas)	1.032.141,68	277.936,71	1.604.410,80	1.899.091,00	4.813.580,19
Obra certificada (pesetas)					4.244.014,53

Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración (4) 46, 44/19.329 77A-1.

Tabla 4.18. Resumen de presupuestos y liquidación de la contrata 1935-1945

OBRA	PRESUPUESTO (Pesetas)	BAJA (Pesetas)	CANTIDAD LÍQUIDA (Pesetas)
Proyectada	20.739.643,12	5.714.414,60	15.025.228,52
Ejecutada	5.914.746,77	1.629.696,11	4.285.050,66
PROYECTO			
CONCEPTO			IMPORTE (Pesetas)
Presa			10.327.743,80
Medios auxiliares			750.000,00
Total ejecución material			11.077.743,80
19 % ejecución por contrata			2.104.771,32
Total ejecución por contrata			13.182.515,12
Adicional noviembre 1940			3.808.960,72
Total			16.991.475,84
Adicional noviembre 1944			3.748.167,28
Presupuesto reformado			20.739.643,12
RESUMEN DE LA LIQUIDACIÓN			
CONCEPTO			IMPORTE (Pesetas)
Art. 1º Presa, valoración obras			4.813.580,19
Art. 2º Medios auxiliares, valoración			156.795,25
Total obra ejecutada material			4.970.375,44
Aumento 19 % de contrata			944.371,33
Importe obra ejecutada por contrata			5.914.746,77
Baja de subasta del 0,275531004			1.629.696,12
Importe líquido obra ejecutada			4.285.050,66
Abonado al contratista en certificaciones			4.244.014,53
Saldo a favor del contratista			41.036,13
A deducir existencias en el almacén (1934)			23.020,55
Saldo líquido a favor de la contrata			18.015,58

Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración (4) 46, 44/19.329 77A-1.

En la documentación se incluye el acta de recepción de las obras ejecutadas, firmada en Madrid el 13 de julio de 1945, entre Domingo Díaz-Ambrona Moreno, ingeniero encargado de las obras, y José Torán Peláez, ingeniero y director gerente de Estudios y Ejecución de Obras, S.L., con el visto bueno del ingeniero jefe José Calvín. Se midieron los bloques construidos y se cubicaron, con un plano de acompañamiento. Si la cota máxima de la presa se proyectó en la 915 m, sobre una altura del cauce de 862 más 2 m adicionales de cimientos, el bloque más elevado alcanzaba la cota 887,80 m en el estribo izquierdo, mientras que en la zona central ninguno superaba la cota 880 (figura 4.51), apenas un tercio de la altura proyectada.

4.4. El proyecto de terminación de las obras de 1946

Como resultado de la rescisión del contrato, el 31 de mayo de 1946 se redactó un proyecto de terminación⁴⁰⁰, cuyo objetivo era actualizar los precios de los materiales, aplicar la nueva normativa sobre dosificación del hormigón que había entrado en vigor, pasando de 180 kg/m³ a 200 kg/m³ en el cuerpo de la presa, así como del aumento de las cargas sociales de los trabajadores⁴⁰¹, además de determinar el volumen de obra aún pendiente de ejecutar, con objeto de poder planificar su realización mediante destajos, que se habían puesto en marcha inmediatamente después de rescindir la contrata para no detener los trabajos, pero que requerían una actualización de precios.

La suma de lo ejecutado y lo que se incluía en este proyecto para el cuerpo de presa suponían 89.969,431 m³ de hormigón de 180 kg/m³, frente a los 102.973,246 m³ del proyecto primitivo. En el caso del hormigón de 250 kg/m³ la suma de lo ejecutado y lo que se consignaba en este proyecto era de 27.827,200 m³. Para el hormigón de 300 kg/m³ la reducción era más pequeña ya que lo ejecutado y lo proyectado sumaban 18.518,549 m³, poco menos de lo proyectado anteriormente (18.903,529 m³). En los precios se analizaban y descomponían todos los elementos, con las hipótesis de rendimientos, jornales y precios. Los tres precios esenciales, correspondientes a los hormigones de 200, 250 y 300 k/m³, se calcularon respectivamente en: 161,62, 178,60 y 195,73 pts/m³ y suponían unos aumentos respectivos de 29,313%, 29,42% y 29,62% sobre los aplicados en destajos adjudicados.

El presupuesto de ejecución material se calculó en 12.565.817,75 pesetas, y por administración en 12.817.134,10 pesetas. Lo que restaba por ejecutar en el momento de la rescisión de la contrata estaba presupuestado en 14.881.539,48 pesetas.

En sus informes, el ingeniero jefe de la Sección, César Blanco de Córdoba, y el director de la División Hidráulica del Tajo, José Calvín, explicaban que al redactarse el proyecto se habían adjudicado ya cinco destajos por un importe de 250.000 pesetas cada uno, y con las instalaciones disponibles en la obra para la fabricación de hormigón, podía estimarse que por trimestre se alcanzarían 2 millones de pesetas, con lo que habría que asegurar créditos de 6 millones para 1946 y 6.817.134,10 pesetas para 1947, considerando que la obra merecía ser calificada de urgencia y asignársele los cupos de cemento correspondientes.

400 Servicios Hidráulicos del Tajo, Jefatura de Obras. Proyecto de terminación de las obras del pantano de El Vado. Ing. Domingo Díaz-Ambrona. 1946. AGA (4) 46, 44/19.329 77A-2.

401 Los precios, salarios y cargas sociales aplicados son los mismos que se recogen en el Proyecto de elevación de la presa, del mismo año 1946. Se incluyen en la tabla 4.22, en el artículo adicional de las condiciones facultativas.

Esta nueva valoración apenas sirvió como baremo para el cálculo de los costes actualizados que habrían de aplicarse en un nuevo diseño para el embalse de El Vado, y de su aliviadero del dique del Collado, pues las cifras previstas serían alteradas al considerarse en aquellos mismos momentos otras dimensiones superiores para la presa, en cuyo proyecto estaba trabajando el propio Domingo Díaz-Ambrona.

5. EL RECRECIMIENTO Y PROYECTOS DEFINITIVOS DE LA PRESA DE EL VADO Y SU ALIVIADERO (1946-1959)

5.1. Antecedentes

Si Domingo Díaz-Ambrona había suscrito el proyecto de terminación de las obras de El Vado el 31 de mayo de 1946, menos de una semana después, el 6 de junio, estampaba su firma en el que entonces se consideró como definitivo, dejando aparte reformas posteriores: *Pantano de El Vado. Proyecto reformado (Elevación de la Presa)*⁴⁰². En la memoria de este proyecto, Díaz-Ambrona justifica técnicamente el aumento del embalse desde los 37,5 hm³ inicialmente previstos, hasta 57,32 hm³. Existían una serie de circunstancias que impulsaban a incrementar la capacidad de El Vado; en primer lugar, el interés del Canal de Isabel II por este embalse como reserva adicional de abastecimiento, fácilmente conectable a los canales que estaban funcionando desde la cuenca del Lozoya, partiendo de la propuesta del ingeniero Ramón de Aguinaga de 1914, y que había sido articulada en un anteproyecto en 1918. Por otra parte, desde 1923 existía una comisión con representantes del Canal de Isabel II y de la División Hidráulica del Tajo respecto a los aprovechamientos del Sorbe, Jarama y Tajo, que había llevado a cabo diversos estudios en la cuenca alta del Jarama en la década de 1930. Como tercer factor cabe mencionar el de la climatología, que suele ser un elemento de impulso para la política del agua en España. Las graves sequías padecidas en los años hidrológicos 1942-43 y 1944-45, activaron la iniciativa desde los responsables del abastecimiento a la ciudad de Madrid tendente a conseguir los recursos del río Jarama en El Vado lo antes posible. Para ello, el Canal de Isabel II llevaría a cabo tres actuaciones sucesivas: la inclusión en el plan de inversiones del Canal de 1948-56 de un enlace desde la cuenca del Jarama para incorporar agua desde allí a la red que llegaba a la capital procedente de la cuenca del Lozoya, seguida de una posterior conexión al río Sorbe; la elaboración del proyecto del canal del Jarama en 1948 a cargo del ingeniero Eduardo López-Berges; con la obra de dicho canal iniciada, la obtención del Decreto de 10/07/1954 que reserva la cuenca del Jarama hasta el Vado y 100 hm³ del Sorbe para el abastecimiento de Madrid.

Aunque las referidas acciones del Canal de Isabel II son posteriores a este recrecimiento del embalse de El Vado, la sequía de 1945 había influido en la misma dirección de intentar conseguir incluso durante las obras la mayor cantidad posible de reservas hídricas. Tras un otoño extremadamente seco en 1944, el 31 de enero de 1945 Domingo Díaz-Ambrona propuso cerrar provisionalmente el embalse para aprovechar la capacidad de lo ya construido y emplear el agua en los riegos necesarios durante la época de estiaje.

402 Obras Hidráulicas, Delegación de los Servicios Hidráulicos del Tajo, Jefatura de Obras. Pantano de El Vado. Proyecto reformado (Elevación de la Presa). Ingeniero D. Domingo Díaz-Ambrona Moreno. 1946. ACYII, 734.

5.2. La propuesta de aprovechamiento provisional del embalse para riego en 1945

Díaz-Ambrona, con la colaboración de Felipe Morcillo Paredes, propuso cerrar el embalse en la cota 885 durante el verano de 1945, si las obras avanzaban al ritmo observado en los meses previos de octubre y noviembre de 1944, para almacenar hasta 3.995.000 m³ y aprovecharlos durante el estiaje estival en los riegos del Jarama⁴⁰³. Si la contrata no alcanzaba la cota indicada, con lo ya ejecutado, al menos ya se podía embalsar a la cota 877,50 m hasta 2.100.000 m³.

Para lograr el objetivo previsto había que cerrar el túnel de desvío, el hueco para los desagües de fondo y el que se había dejado para desaguar avenidas extraordinarias en el bloque donde estaba previsto alojar los tubos de toma. En este punto se instalaría ahora una válvula compuerta de 60 cm (Figura 4.49). Los cierres a ejecutar en el túnel de desvío y en el desagüe de fondo serían provisionales de forma que pudieran demolerse fácilmente, y en el caso del hueco de las tomas, el cierre se conseguiría mediante una pequeña estructura en arco, que quedaría embebida en la masa de la presa, en caso de que no se llegara a tiempo de colocar los tubos de palastro de la toma. Antes de ejecutar estas obras de fábrica se cerrarían mediante tabloneros para contener el agua, mientras se construyeran los cierres.

En la justificación de la obra se indica que un volumen almacenado de 3.995.000 m³ sería suficiente para regar 1.997,5 ha en un mes o 665 ha en el periodo estival, con lo que se aseguraría la cosecha de forrajeras, legumbres, productos hortícolas y frutales, que se podía estimar en varios millones de pesetas, tal como quedó reflejado en la memoria del proyecto.

“Otra consideración indirecta es: Prescindiendo de todas las consideraciones de carácter social, sin tener en cuenta el enorme interés que supone, sobre todo en estos momentos, incrementar la producción, proporcionando trabajo y alimento a millares de españoles, fijando solamente la atención en el beneficio, como si el Estado fuera tan solo una empresa capitalista. El aumento de valor de una tierra al pasar de seco a regadío, en la zona baja del Jarama, puede estimarse en 20.000 pesetas por hectárea. Desde luego, no será inferior a 15.000 pesetas. A 8.000 m³ por hectárea al año, el embalse puede servir la transformación de 500 hectáreas. El aumento de valor es del orden de 10.000.000 de pesetas. Solo el aumento de renta correspondiente a un año podría cifrarse en 500.000 pesetas, muy superior al coste de las obras previstas. Otra ventaja, y muy grande, sería la de ir desarrollando progresivamente los regadíos hasta que pudieran utilizar la totalidad del embalse.

En suma, creemos basta esta ligerísima indicación para dar clara idea de la enorme conveniencia económica e incluso de prestigio que supone embalsar el año 1945.”

Las obras tendrían una parte permanente, y otra que habría que demoler tras la temporada de riegos, habiéndose de ejecutar antes del primero de mayo de 1945. La ejecución material

403 Proyecto de colocación de tuberías de toma y obras complementarias para el aprovechamiento provisional del embalse del pantano de El Vado. Ing. Domingo Díaz Ambrona. 31 de enero de 1945. Visado por el ingeniero jefe de la Sección Oeste, César Blanco de Córdoba y el ingeniero director Jose Calvin. AGA (4) 46, 44/19.330. Intervino en la redacción el ayudante D. Felipe Morcillo Paredes. Reproducimos el plano general, que permite ver la evolución de la obra en ese momento (figura 4.52). Hay otros planos de la colocación de la válvula de toma, con la bóveda de anillos tras ella cerrando el muro de la presa, y de los cierres de los desagües de fondo.

del proyecto se calculaba en 134.241,61 pesetas, con un valor residual al final de la campaña de riegos de 34.346,01 pesetas. Si se instalaban los tubos de las tomas, el presupuesto sería de 342.728,14 pesetas y el residual de 242.728,14 pesetas.

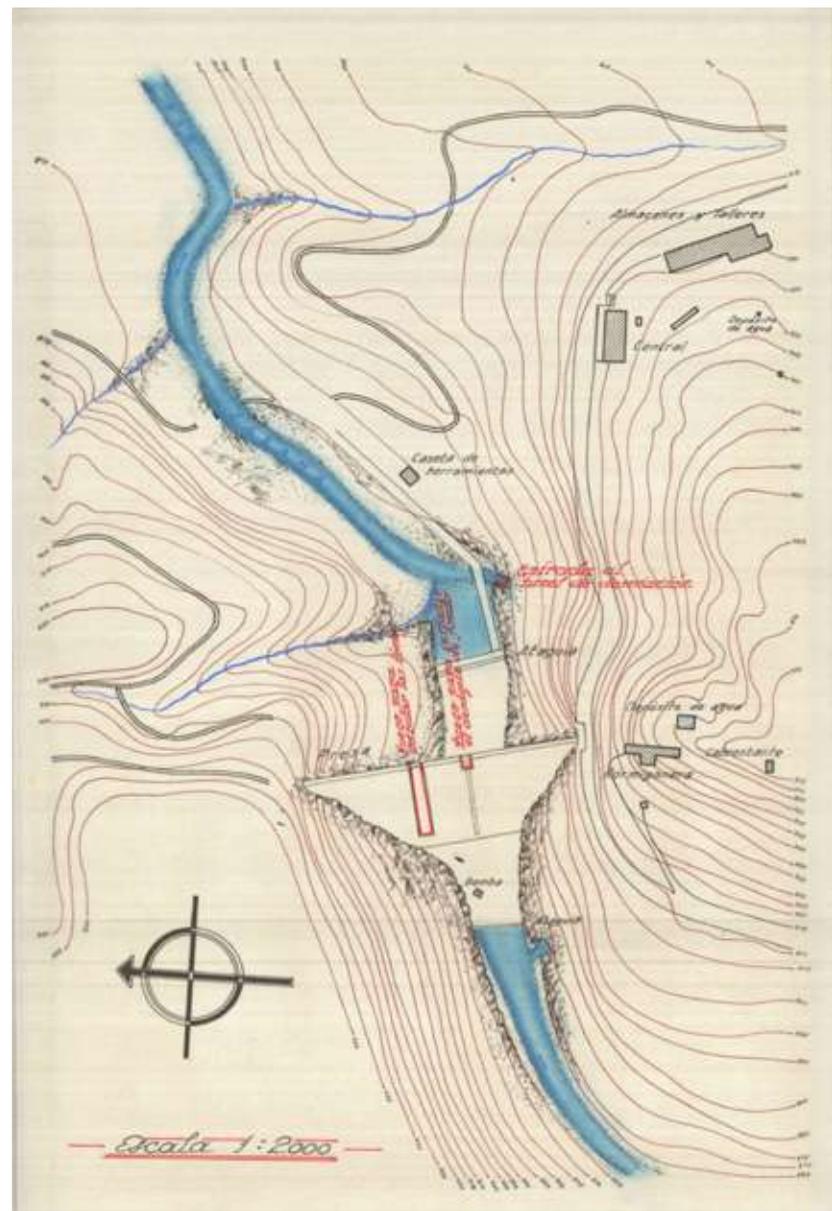
En su informe del 10 de febrero de 1945, José Calvin explicaba que desde la Jefatura de Obras de los Servicios Hidráulicos del Tajo se había presentado el 12 de diciembre de 1944 un plan de intensificación de algunas obras de presas en curso de ejecución, para ponerlas en explotación incluso antes de que se terminaran, entre las que se incluía la de El Vado, para reforzar los riegos de la Acequia del Jarama en su *zona de rehabilitación*. Se informaba que ya se había adquirido la compuerta provisional para su instalación y que se podrían embalsar hasta 4 hm³. Se solicitaba a la Dirección General de Obras Hidráulicas que se aprobara incluso la colocación de las tuberías de toma y si no, al menos, se podía aprobar la obra civil por un importe de 143.570,75 pesetas.

El ingeniero jefe de Sección, César Blanco de Córdoba, explicaba en otro informe del mismo día 10 de febrero que la zona de riego asociada a la Real Acequia del Jarama, comprendía 3.983 ha que podían abastecerse sin la regulación del río, aunque con serias limitaciones durante el estiaje, y especialmente en épocas de sequía. Comoquiera que se preveía ampliar la zona regable en otras 1.490 ha correspondientes a los trozos 4º y 5º de la Real Acequia, se ponía de manifiesto la urgencia de disponer del embalse de El Vado para garantizar los nuevos regadíos⁴⁰⁴. El proyecto presentado para aprovechar parcialmente el citado embalse para los riegos de 1945 parecía factible, si se mantenía el ritmo de las obras, para llegar a la cota 885 y alcanzar una capacidad de casi 4 hm³. El problema más serio que se planteaba era el de las tuberías propuestas para las tomas, difíciles de conseguir en las circunstancias de aquellos momentos, que habrían de construirse con palastro de 9 mm y un diámetro de 1,50 m. Si se pudiera disponer de estas tuberías, se podrían colocar y hormigonar. También podrían instalarse las compuertas de los desagües de fondo, que habían sido adjudicadas a Maquinista y Fundiciones del Ebro el 15 de septiembre de 1941, pero que no estaban colocadas. En caso contrario se instalarían los cierres provisionales en dichos desagües.

Las tuberías de toma se valoraron en 208.486,53 pesetas, pero no se tenía la seguridad de conseguirlas. En cualquier caso, en el proyecto se recomendaba aprobar el presupuesto de las obras ejecutadas por administración. Se desconoce si este proyecto de uso provisional de embalse llegó a ejecutarse en su totalidad, pues se afirma que las tomas de agua ya habían sido instaladas cuando se redactó el proyecto de recrecimiento y finalización de la obra, en junio de 1946. En cualquier caso, la información aportada muestra el estado de las obras en enero de 1945, y abunda en las argumentaciones de la utilidad de la presa.

404 Se pretendía transformar en regadío 848 ha en el término de San Martín de la Vega, 1.814 en Ciempozuelos, 1.032 en Seseña y 289 en Borox. Con la construcción de trozo 5º de la rehabilitación, cuya obra había sido recibida provisionalmente con acta de recepción aprobada el 26 de junio de 1944, se pondrían en riego 1.220 ha en el término de Añoover de Tajo, en una zona de mucho más valor agrícola que las anteriores. El trozo 5º habría de enlazar con el final del canal entonces en servicio por la obras del trozo 4º, autorizadas en 20 de diciembre de 1944, por importe de 2.628.494,53 pesetas, y que tenían menos importancia por afectar solamente a 270 ha, 250 ha en el término de Borox y 20 en el de Añoover de Tajo. Sumadas al trozo 5º se alcanzarían 1.490 ha de nuevo regadío. Con el agua disponible en el río Jarama, sin un embalse regulador, solo se podía atender a las 3.983 ha regadas hasta entonces y escasamente en años con fuerte estiaje, con lo que era necesario el funcionamiento lo antes posible del embalse de El Vado.

Figura 4.52. El Vado. Plano general. Proyecto de obras complementarias para el aprovechamiento provisional del embalse del Pantano de El Vado en el verano de 1945.E. 1:2.000. Ing. Domingo Díaz-Ambrona. 31 de enero de 1945



Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración (4) 46, 44/19.330.

5.3. El proyecto reformado del pantano de El Vado: elevación de la presa. 1946

El proyecto reformado fue suscrito por Domingo Díaz-Ambrona el 6 de junio de 1946, con el objetivo de aumentar la capacidad de embalse de la presa a fin de mejorar la garantía de los riegos de la Real Acequia del Jarama y, además, para poder hacer frente a las propuestas de nuevos regadíos en el Jarama medio, finalidad original del embalse⁴⁰⁵. Constituye el documento más completo realizado hasta el momento, y con él se atribuye a Díaz-Ambrona la autoría de la presa de El Vado como proyectista. Fue aprobado el 11 de julio de 1947.

En la memoria, se explica que hasta entonces el nivel máximo de embalse se había fijado en la cota 915, que coincidía con la altura máxima del collado que enlaza la margen izquierda del Jarama con el cerro de la Viña, ya que cualquier altura superior de la presa obligaría a realizar una obra de cierre en esta depresión del terreno. Sin embargo Díaz-Ambrona defendía la conveniencia de incrementar la capacidad de embalse ya que la que se había proyectado hasta ese momento, de 37,5 hm³ de capacidad, solo representaba una pequeña fracción del "aprovechamiento racional del río", y que el cierre complementario era un emplazamiento adecuado para un aliviadero, "para lo que tiene en realidad una situación espléndida".

Respecto al volumen calculado de presa, para 53 m de altura sería de 135.977 m³, con una capacidad de embalse de 37,5 hm³; y si se subía a 61,45 m de altura, con 172.620 m³ de obra, el embalse aumentaría a 57,32 hm³. En la mayor altura prevista se conseguiría un aumento de 19,82 hm³, casi un 50 % de incremento en la capacidad de embalse, con solamente 8,45 m de recrecimiento, sobre los 53 m de altura inicial.

Pese a esta ventaja teórica se planteó elevar el máximo nivel del agua embalsada solamente hasta la cota 923,45 m, Díaz-Ambrona lo justificaba por los motivos siguientes:

- a. Para que la presa sea perfectamente monolítica, aprovechamos la cimentación construida para apoyarnos en la zarpa anterior a la pantalla que se construyó antes de la guerra.
- b. Limitamos el talud a 0,78 y no nos decidimos a reducirlo más, aunque bien pudiera hacerse por creer que de esto modo interpretamos mejor el criterio sanamente conservador de la Superioridad. Claro es que conviene hacer constar aquí que si se redujera la subpresión admitida en el paramento de aguas arriba a 0,50 de la carga de agua, en vez de a 0,75 que proponemos, el talud podía ser reducido a 0,7255 y el embalse será de 66,79 x 106 m³.

Se aportaba un gráfico con los coeficientes de subpresión en función de la altura, y la argumentación de que se podría alcanzar hasta una capacidad de 85,49 hm³ sin que disminuyera

405 Obras Hidráulicas, Delegación de los Servicios Hidráulicos del Tajo, Jefatura de Obras. Pantano de El Vado. Proyecto reformado (Elevación de la Presa). Ingeniero Domingo Díaz-Ambrona Moreno. 1946. ACYII, 734. Firmaba el proyecto Domingo Díaz-Ambrona el 6 de junio de 1946, con el visado del ingeniero jefe de la Sección Centro, de la Delegación de los Servicios Hidráulicos del Tajo, César Blanco de Córdoba, y examinado por el ingeniero director, José Calvín, para quienes esta presa era una instalación bien conocida. Las firmas son originales en todos los componentes del proyecto, tanto textos como planos.

el margen de seguridad, pero se prefería no aventurarse, como indicaba Calvin Davis⁴⁰⁶, para no abordar medidas fuera de las experimentadas.

El procedimiento elegido para el recrecimiento era el de adosar una pantalla de 3 m de ancho, de hormigón con una densidad de 300 kg/m³ que cubriera desde cimientos hasta la nueva coronación, y pintada con imprimación asfáltica *Inertol*, para favorecer su impermeabilización. En el paramento de aguas abajo, en lugar de proseguir con el talud original de 0,8771, se aplicaría un talud más esbelto, de 0,78, a partir de la cota 878, con lo que el nivel máximo de embalse pasaría de 915 m en el proyecto inicial, a 923,45.

Para verificar la calidad de lo construido se habían tomado muestras del hormigón, que fueron analizadas en el propio laboratorio de El Vado, y arrojaban una densidad media de 2,399 en los hormigones predominantes de 180 kg de cemento de dosificación. También se habían hecho ensayos de roturas en probetas cúbicas de 30 cm de arista, tomadas del hormigón en obra mientras se vertía. La carga de rotura había sido de 32,5 kg/cm², en una probeta a los 28 días de su obtención, y que además tenía grandes huecos junto a las paredes del molde, con lo que la resistencia sería aún mayor en un hormigón más compacto. En el punto más elevado, la presa no alcanzaría ni la mitad de este valor excepcional, confirmándose la seguridad elástica de la presa, como era habitual en las presas de gravedad. Había datos de los materiales con los que se fabricaba el hormigón, obteniéndose algunas resistencias excepcionales, de hasta 592 kg/cm², empleando una dosificación de 200 kg de cemento por m³. El resultado final era que “las densidades son magníficas y las resistencias buenas. Los áridos son muy buenos y la curva granulométrica con la que se opera muy adecuada, y el cemento es de calidad suficiente”⁴⁰⁷. Las muestras se obtuvieron de la presa mediante testigos cilíndricos, y las roturas provocadas mediante flexión y compresión axial habían arrojado resultados muy satisfactorios, para garantizar el equilibrio estático y el elástico.

Los aforos del río Jarama, medidos en la estación de El Vado desde 1921, aunque con la interrupción de la Guerra Civil, ofrecían unos volúmenes medios anuales de 251 hm³ en la década de 1920, y de 111 hm³ entre los años 1942-45, dos de ellos excepcionalmente secos. En cualquier caso, un embalse como el proyectado en El Vado, incluso recrecido a 57,3 hm³, resultaría insuficiente para regular el caudal del río, motivo por el que se preveía un embalse inmediatamente aguas abajo, en el estrecho de Bonaval, de 59 hm³ e incluso alguna presa más, por encima de El Vado, la proyectada en Matallana⁴⁰⁸.

Respecto al cálculo de la presa, el perfil elegido respondía a las ideas vigentes en la materia, sobradamente probadas y repetidas, y para lo que se haría una interpolación entre perfiles casi idénticos, recordemos que el recrecimiento no llegaba a 9 m. Para justificar el diseño, Díaz-Ambrona se remitía a bibliografía de referencia, partiendo del clásico de las presas españolas en aquel

406 Autor de un reputado manual de hidráulica, de reciente aparición cuando se redactaba este proyecto. Davis, Calvin Victor: Handbook of applied hydraulics. New York and London, McGraw-Hill Book Company Inc, 1942. Hay traducción Española en Tratado de hidráulica aplicada, Barcelona: Labor, 1956.

407 Proyecto reformado de El Vado (Elevación de la Presa), 1946. ACYII, 734. Memoria, pp. 7-8.

408 Se han comentado con más detalle en la introducción los aforos del Jarama, por lo que remitimos al allí al lector para mayor información, así como al apartado dedicado a la regulación del Jarama.

momento, la última edición de Gómez Navarro⁴⁰⁹, que de 308 casos de presas destruidas, apenas un 6% se debía a errores del proyecto (17 casos). Comentaba que no parecía necesario examinar las memorias de Sazilly, Mery o Delocre, ni las ideas desarrolladas por Boix en la presa de El Villar, que estaban muy de acuerdo con las normas en vigor “las modernas normas prusianas”⁴¹⁰. Más semejante a la propuesta para El Vado era la presa de Guadalcaçín⁴¹¹, de Pedro González Quijano, con un perfil mucho más atrevido, aunque más robusto. En la presa La Peña, correspondiente a las ideas de González Quijano, el perfil resultaba mucho más esbelto, pues para una altura de 57 m⁴¹², la anchura de base era de 33,95 m, mientras que en El Vado era de 46,50 m. Si se siguieran las hipótesis de Guillemain, los perfiles de la presa de El Vado serían mucho más estilizados que los que se proponían. Se rechazaba un paramento convexo de aguas abajo, empleado en las presas de La Peña y en Boulder, pues solo parecía útil con alturas superiores a los 100 m, para ahorro de hormigón. Las ideas de Vogt, que había demostrado experimentalmente el rechazo del paramento de aguas abajo convexo, y sustituirlo por lo contrario, parecían también extremistas. Los perfiles triangulares empleados en España en los últimos años habían resuelto el problema perfectamente, para presas rectas, y con densidades altas de hormigón. No había inconveniente en mantener el paramento de aguas arriba vertical, conforme al proyecto primitivo. Para ese perfil, el talud mínimo sería, de acuerdo con Kelen⁴¹³ el deducido de la ecuación

$$1-\gamma\beta^2 = 0 \text{ o sea, } \beta = 0,653$$

Respecto a las subpresiones se podían considerar casi reducidas a cero. “la hipótesis de subpresión nula en el talud aguas abajo de la presa y reducida a un 75% de la carga de agua en el de aguas arriba es extraordinariamente pesimista, como lo es el talud de 78% elegido”. Sin embargo, no parecía prudente rebajar el talud, sino dejarlo en un valor medio, similar al empleado en otras presas construidas en España. Además, aunque se intentara reducir el talud, se dependía de colocar el paramento de aguas arriba sobre la zarpa ya construida, y las exigencias del perfil.

Díaz-Ambrona incluye en la memoria una relación de 167 presas construidas en todo el mundo, incluida España, iniciada con la presa Hoover en el río Colorado, con 180 m de altura y 89 de talud. Se resume indicando que respecto El Vado había 53 presas con talud mayor y 58 con talud inferior. Con las condiciones de densidad del hormigón, y las geológicas favorables, sumadas a las inyecciones que se habían efectuado para evitar las subpresiones, el diseño era plenamente seguro.

409 Gómez Navarro, José Luis: Saltos de agua y presas de embalse, Madrid: Revista de Obras Públicas, 1932. 2ª ed., corregida y aumentada, Tipografía artística, 1944-1945. 3ª, 1958. La primera edición, accesible en <http://issuu.com/juanloturriano/docs/presas_de_embalse_parte1>.

410 Sobre la aplicación práctica de las diversas teorías sobre la estabilidad de las presas en esta época, véase Casas Gómez, Antonio de las: “El pantano del Chorro. Forma de cálculo y procesos constructivos en presas”. Huerta, S. (ed.): Actas del Cuarto Congreso Nacional de Historia de la Construcción, Cádiz, 27-29 enero 2005. Madrid: I. Juan de Herrera, Sociedad Española de Historia de la Construcción, Arquitectos de Cádiz, COAAT Cádiz, 2005, pp. 241-248.

411 Próxima a Jerez de la Frontera, construida por González Quijano en 1909, de 29 m de altura y 76,5 hm³. González Quijano, Pedro M. “Pantano de Guadalcaçín”, ROP, 57, I, (1737), pp. 6-9 y (1738), pp. 17-21

412 Comparación de perfiles entre la presa de Guadalcaçín y la de La Peña, en González Quijano, Pedro M.: “El perfil de las presas de embalse”, ROP, 61, I, 1913 (1970), pp. 313-317.

413 Nicholaus. Kelen: Gewichts-Staumauern und massive Wehre. Berlin: Julius Springer Verlag, 1933, p. 26.

El 16 de octubre de 1943 desde la Dirección General de Obras Hidráulicas se ordenó compensar el ratio de cemento en el hormigón instalado, para que pasara de 180 kg/m³ a 200 kg/m³, mediante taladros con inyecciones, supervisados por la Jefatura de Sondeos, para asegurar tanto el cuerpo de la obra como su unión con el terreno y las juntas intermedias. Con ello, se aseguraba la estabilidad del talud original de la presa primitiva (0,8771), e incluso podría desarrollarse otro más agudo, admitiéndose que la subpresión en el paramento de aguas arriba sería del 0,25 de la total, e incluso menor, y se conseguía tanto reducción de pérdida de agua como seguridad en la construcción. Las inyecciones permitirían disminuir el talud de 0,877 a 0,659 para una presa de 64 m de altura, con una reducción del volumen del 33% respecto al diseño primitivo y un ahorro estimado de 55.000 m³ de hormigón, valorado en 9 millones de pesetas. Sin embargo, para alcanzar una mayor estabilidad, se había dejado un margen entre la subpresión nula y la de 0,75 en el paramento de aguas arriba. Podría ser admisible incluso un talud de 0,6523, para la densidad de 2,350, apoyado en la base construida de 35,433 m (añadidos los 3 m de nueva pantalla), con lo que se podría llegar a una presa de 64 m de altura, alcanzando la cota de 932,45, y embalsar 20 hm³ más, aunque con ello no se conseguiría regular el río, como se había expuesto, pero era preferible no subir más, para mantener la estabilidad.

Las inyecciones con lechada de cemento, que se habían efectuado para mejorar el hormigón de 180 kg/m³ que estaba próximo a la pantalla de impermeabilidad, habían probado su eficacia poniendo en carga la presa hasta una altura de 25 m, y merecía la pena dedicarle atención a esta medida para seguridad y buen aprovechamiento.

Al elevar la presa se mantenían las mismas juntas de dilatación diseñadas en el proyecto de 1933, concediéndose la máxima atención al pozo de arcilla, por la inalterabilidad del material empleado, y por la fuerza expansiva del entumecimiento en contacto con el agua. La alta calidad de la arcilla que habría de emplearse, con un alto contenido en coloides, requería un aumento del presupuesto para adquirirla, aunque en el conjunto de la obra sería un coste insignificante. Las barras de impermeabilidad serían las mismas que en el proyecto primitivo, cuyo diseño se consideraba acertado. Las juntas se pintarían con *Inertol*, cuyo comportamiento frente a los cambios de temperatura en la parte construida había sido satisfactorio. Se descartaba cubrir las juntas con chapas metálicas onduladas de cobre, plomo o palastro recubierto, como se había aplicado en otras presas, para no encarecer el presupuesto, además de que en la parte construida no las había, y por ello se renuncia a ponerlas en el recrecimiento.

Los desagües de fondo estaban aún en construcción conforme al proyecto primitivo, habiéndose adjudicado a la empresa Maquinista y Fundiciones Ebro. Habría que considerar que al aumentarse la pantalla en 3 m, sería conveniente incorporar un abocinamiento recubierto con revestimiento metálico en esa zona. Las tomas de agua estaban constituidas por tres tubos de 1,50 m de diámetro, que ya estaban colocados (figura 4.53), y quizá habría que dotarles de algunos complementos para enlazarlas con el salto de pie de presa, esto es, una central hidroeléctrica para servicio de la obra, aunque solamente entraría en servicio con un nivel mínimo de agua embalsada.

Figura 4.53. Vista fronto-lateral de la presa El Vado, ca primavera 1946



Fuente: Magrama DGA, 00002348031900320105007. Se observan los tubos de las tomas a medio colocar, sobre los bloques de hormigón en crecimiento, con agua ya embalsada.

Una novedad, impuesta por el avance en la tecnología constructiva de las presas, era la incorporación de galerías de drenaje. Aunque se hicieran las inyecciones, habría que dotar a la presa de galerías para recoger y canalizar las filtraciones, al objeto de reducir la subpresión, y evitar “el feo aspecto que ofrece el paramento de aguas abajo en las presas en las que basta la existencia de una ligerísima filtración para producir eflorescencias”⁴¹⁴. Díaz-Ambroja estimaba que los tubos de drenaje no reducían las filtraciones, ni quizá tampoco la subpresión salvo en cierta proporción, complicando además su uso, pues llaman al agua y pueden provocar aumento de filtraciones, contrariando el proceso de colmatación, manteniendo indefinidamente las pérdidas. La solución propuesta era mixta, primero las inyecciones que colocaban las partículas de cemento allí donde hacía falta, y con la canalización de las filtraciones se podría observar su cuantía al tiempo que se evitarían sus efectos en el paramento de aguas abajo. En lugar de aplicar drenajes de pequeño diámetro, solamente se incorporarían unas galerías visitables para canalizar las filtraciones. Este sistema se había aplicado en El Burguillo, consiguiéndose reducir progresivamente las filtraciones, hasta casi eliminarlas, lo que hubiera resultado imposible con pequeños drenajes.

414 Justamente en El Vado, evitar ese problema no se consiguió, debido al recrecimiento y a las filtraciones por los contactos entre los hormigones construidos en épocas diferentes.

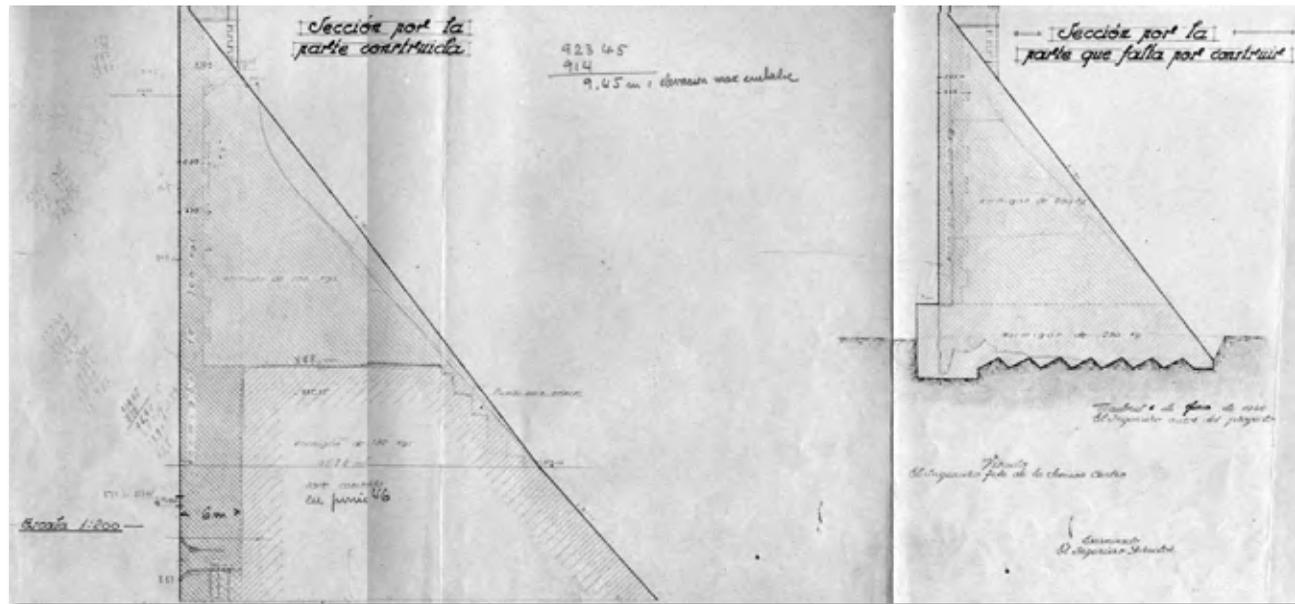
Otra de las novedades que incorporaba el proyectista, aún no suficientemente desarrollada respecto a los posteriores sistemas de auscultación, era la recomendación de observar cuidadosamente el comportamiento de la presa durante su construcción para obtener los datos más seguros. En la parte construida no había galerías, pero ya se habían observado filtraciones en la cámara de maniobra de los desagües de fondo, especialmente cuando la presa había alcanzado una carga de 23 m, probándose la eficacia de las inyecciones.

Como se ha comentado, en el proyecto aprobado se incorporaría una pantalla de impermeabilidad de hormigón rico de 300 kg/m³, complementada con pintura de *inertol* en el paramento de aguas arriba. Las inyecciones aplicadas en los cimientos de la presa a través de la pantalla demostraban que era casi impermeable. Se había probado en ensayos de laboratorio que con la dosificación elegida para el hormigón se conseguía impermeabilidad con presiones de hasta 20 atmósferas. También, en las pruebas en carga de la presa, las filtraciones habían sido mínimas, pese a que la pantalla aún no estaba finalizada. La elección de una pantalla de cierto espesor (3 m) parecía la solución idónea, y aún se estaría a tiempo de aplicarle gunita antes de pintarla. El ajuste solidario de la pantalla con la obra construida se garantizaría practicando un dentado, con resaltos de 30 cm cada 1,50 m. Los precios aplicados serían los mismos que en el proyecto de terminación aprobado.

La elevación de la presa produciría una modificación profunda en el aliviadero de superficie, que debería estar acompañado de un cierre complementario mediante un dique, puesto que la altura superaría la cota del embalse por encima del collado donde se ubicaba. Por ello se presentaría en el proyecto una parte relativa al aliviadero, que ocasionó el mayor incremento en el presupuesto de la modificación. No obstante, el ingeniero proyectista Díaz-Ambrona estimaba que el coste de construcción de la presa en la parte recrecida por metro cúbico conseguido de embalse, sería al menos dos veces más barato que lo que se había invertido hasta la primitiva cota de coronación, porque la cantidad de agua almacenada, justamente en la coronación es donde mayor rendimiento consigue al relacionar metros de altura de presa y volumen embalsado, debido a que la lámina de agua se extiende en mayor medida cuanto mayor es la elevación de la presa.

El presupuesto total calculado era de 21.576.162,58 pesetas para la ejecución material, y de 22.007.658,83 pesetas, realizado por administración. Como el presupuesto de terminación de obras era de 12.817.134,10 pesetas resultaba un incremento de 9.190.551,73 pesetas. De esta cifra, 6.531.967,40 pesetas correspondían al nuevo aliviadero en el dique del Collado (véase tabla 4.29). También se consideraban, en el presupuesto para conocimiento de la administración, las afecciones y expropiaciones derivadas de la inundación de una mayor extensión como consecuencia del recrecimiento, y los gastos de elaboración del proyecto (tabla 4.19).

Figura 4.54. Perfil tipo. Proyecto reformado, recrecimiento de la presa. E. 1:200. Ing. Domingo Díaz-Ambrona. 6 de junio de 1946



Fuente: MAGRAMA DGA 00002348031900320304014 y ACYII, 734..

Tabla 4.19. Comparación de presupuestos de ejecución material de los proyectos reformados de El Vado, 1946

OBRA	IMPORTE DE LA OBRA (Pesetas)	
	CORONACIÓN DE LA PRESA COTA 915	RECRECIDO DE LA PRESA COTA 923,45
EXCAVACIONES		
Según presupuesto parcial		168.071,75
PRESA		
Cuerpo de la obra	12.245.472,66	18.575.613,36
Coronación	150.766,07	486.255,92
Pretilos	55.021,85	
Juntas de dilatación	114.557,17	184.609,19
IMPERMEABILIZACIÓN		
Soldadura del hormigón de la nueva pantalla con el cimientó, la de este con la roca en todo el lecho del río y la de los estribos con la ladera, además de las inyecciones en la margen izquierda para completar el saneamiento y consolidación, comenzado con las inyecciones llevadas a cabo hasta ese momento		1.752.825,43
ARTÍCULO 4º (Proyecto elevación) OBRAS COMPLEMENTARIAS		
Obras de cierre del túnel de desviación, terminación de la de los desagües de fondo y las tomas de agua*		408.786,93
Total	12.565.817,75	21.576.162,58
EJECUCIÓN POR ADMINISTRACIÓN	12.817.134,10	22.007.685,83
Incremento por recrecido		9.190.551,73
PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN (Anejo 11 de la memoria del proyecto de elevación)		
CONCEPTO	IMPORTE (Pesetas)	
70 Ha de terreno de secano a 2.000 pts/ha	140.000,00	
3 % afección	4.200,00	
Presupuesto de ejecución por administración	22.007.686,83	
0,5 por mil de 20.000.000,00 pts para remuneración del personal facultativo por el estudio del proyecto según Decreto de 9 de marzo de 1940	10.000,00	
Gastos de dietas y locomoción	30.000,00	
PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN	22.191.885,83	

Fuente: ACYII 734 y AGA (4) 46, 44/19329, (77A2). * Detalle de este artículo en tabla 4.24.

Junto al proyecto se acompañan dos informes mecanografiados, de cuyo contenido merece la pena resaltar algunos aspectos que no se comentan en la memoria. En el de César Blanco de Córdoba⁴¹⁵, ingeniero jefe de la Sección Centro de los Servicios Hidráulicos del Tajo, recordaba que el pantano de El Vado tenía como objeto regular los caudales del río Jarama, con el fin de garantizar los riegos de la Real Acequia del Jarama, cuya rehabilitación y con los canales derivados de ella, pondría en riego una zona de 10.000 ha. El caudal necesario para el riego se estimaba en 9 m³/s, de los cuales 4 vendrían por las aguas sucias del Manzanares, y los 5 restantes habrían de ser regulados por el embalse de El Vado. Confirmaba el buen emplazamiento para la presa y el embalse en pizarras silúricas, cuyos planos de rotura podrían subsanarse mediante inyecciones.

En el año 1934 se creó una Dirección de Obras para estudiar una regulación lo más completa posible del río Jarama y de su afluente el Sorbe, mediante embalses. Como resultado, se vio la conveniencia de construir el pantano de Bonaval en el Jarama, en la desembocadura del arroyo Retiendas, en el llamado estrecho de Bonaval, una formación geológica de margas y calizas. También se desechó un pantano aguas abajo del citado, con el nombre de Valdesotos, por estar en término de este municipio, porque las rocas que forman el cauce son calizas cavernosas de la calidad del embalse del Pontón de la Oliva, y no se podría formar un embalse impermeable aunque se resolviera la cimentación y estribaciones de la presa.

“No se han agotado las posibilidades de obtener nuevos embalses, tanto en el río Jarama como en el Sorbe su afluente, pues aunque la parte baja de este río discurre también entre calizas cavernarias, en la parte alta de su curso, más arriba de la cota 950, se encuentran rocas de calidad más sana que permitirían, seguramente, el emplazamiento de alguna presa y embalse de cierta categoría, con la posibilidad también de un trasvase al Jarama.”

Una vez resuelta la regulación de la cabecera del Tajo con Entrepeñas y Buendía, el río Alberche con la presa del Burguillo, ya construida, más la de San Juan como proyecto estudiado, quedaría solamente el río Jarama. Su cuenca era de 9.100 km², y era necesario resolver los problemas de riego en la cuenca media de este río, con una superficie de 25.000 ha y aprovechar los sobrantes de estos riegos y los de la Acequia del Jarama en la gran zona llamada del Canal de la Ventosilla (próxima a Talavera), capaz de absorber todos los caudales regulados que puedan conseguirse aguas arriba de su presa de derivación. El aumento de la altura en el Vado debería acometerse, ya que la obra de la presa estaba muy adelantada en su construcción, estimándose que podría concluirse el trabajo en un par de campañas intensas, en el verano de 1948.

Las aportaciones anuales del río Jarama a la altura de El Vado superaban como cifra media 150 millones de m³, y si el embalse inicialmente diseñado tenía una capacidad de 37,5 hm³, el aumento a 57,4 hm³ gracias al recrecimiento resultaría conveniente para regular otros embalses proyectados aguas abajo, como el de Bonaval, cuya cola llegaría hasta el pie de presa de El Vado, e incluso otro posible embalse situado aguas abajo de la confluencia del Lozoya en el Jarama.

415 Fechado el 23 de septiembre de 1946.

Parecía suficiente el cambio del talud del paramento de aguas abajo de 0,8771, pasando a uno de 0,78 a partir de la cota 878, con lo que la coronación pasaría de 916 m en el proyecto inicial, a 921,50, suficiente para una presa de gravedad, sin alterar su resistencia mecánica.

“El cálculo mecánico de la presa se hace con todo detalle en el anejo número 7 de la Memoria, en el cual se calcula la estabilidad al vuelco, la estabilidad al deslizamiento, el de esfuerzo cortante, se comprueba la ausencia de tensiones aguas arriba y el valor de Creager para evitar rotura por tensión con planos verticales en el paramento de aguas abajo; las cargas máximas a embalse lleno son de 16,92 kg por cm² en el paramento de aguas abajo y a embalse vacío de 15,04 en el paramento de aguas arriba.”

Era acertada la inclusión de galerías de drenaje, y la aplicación de inyecciones para sellar las diaclasas y anular la subpresión, así como el resto de las propuestas expresadas en el proyecto.

Por su parte, el ingeniero director José Calvín⁴¹⁶ insistía en que la finalidad del embalse de El Vado era la regulación integral de los caudales aportados por el Jarama, no solo para garantizar el riego en la zona alta regable de dicho río y la acequia de su nombre, sino también como caudales que se sumarían al Canal de la Ventosilla, en una zona regable de 160.000 ha, con agua del Tajo, regulada por los futuros embalses de Entrepeñas, Buendía y Beteta. Con ello se indicaba que todas las obras de regulación de la cabecera del Jarama tendrían importancia en los planes de riego en la cuenca del Tajo.

El estudio del ingeniero Díaz-Ambrona, considerando las características geológicas del terreno, la impermeabilidad y subpresión, el cálculo de la densidad de hormigones, la reducción del talud de aguas abajo, y el cálculo de la presa conforme al procedimiento de Pigeaud, conferirían perfectas condiciones de estabilidad a la presa. El recrecimiento del muro conforme al proyecto primitivo resultaba adecuado y el nuevo perfil propuesto “trabaja y resiste en las debidas condiciones”. Las obras seguían en curso intensivo de ejecución, por administración mediante destajos, y por ello era preciso que se aprobara con urgencia el nuevo proyecto, para evitar paralizar el trabajo, pues había dotación de cemento suficiente para poner en ella de 3 a 4.000 m³ mensuales. El ingeniero director José Calvín solicitaba que se aprobase el proyecto, con ejecución mediante administración, y 9.190.551,73 pesetas de incremento en el presupuesto respecto al inicialmente aprobado de finalización de obras.

Junto a la memoria de del proyecto se incluyen anexos (tabla 4.20), planos (tabla 4.21), pliego de condiciones facultativas (tabla 4.22) y presupuesto (incluido en tabla 4.18), del que se reproducen las cubicaciones y el cuadro de precios (tabla 4.23).

416 Fechado el 18 de noviembre de 1946.

Tabla 4.20. Anejos de la memoria del proyecto reformado de El Vado, 1946

Anexo 1. Croquis de la cuenca. E 1:25.000.

Anexo 2. Plano de la zona regable. E 1:100.000. Recoge el trazado de los canales desde la presa del Rey, en el Jarama, el canal de la Media Luna, en la ribera izquierda, cacera de Serranos y canal del Jarama en la ribera derecha, siguiendo ambos, siguiendo ambos desde el término de Arganda al de Borox, en la provincia de Toledo.

Anexo 3. Aforos. Incluye las curvas de precipitaciones y caudales cronológicos y acumulados. Años 1942-1945 inclusive.

Anexo 4. Sondeos y estudios geológicos. Informe emitido por el ingeniero don Antonio Buitrago, encargado de las obras del pantano “El Vado” el 24 de agosto de 1920.

Anexo 5. Cubicación del embalse.

Anexo 6. Cálculo del agua evaporada.

Anexo 7. Cálculo de la presa.

Anexo 8. Densidades obtenidas en la obra y en laboratorio en la fabricación de hormigones.

Anexo 9. Justificación de precios.

Anexo 10. Características del proyecto.

Anexo 11. Presupuesto para conocimiento de la Administración.

Fuente: ACYII 734

Tabla 4.21. Planos del proyecto reformado de El Vado, 1946

1. Plano general del proyecto E 1:5000.

2. Plano de las instalaciones y servicios en la zona de obras. E 1:2000. Se incluye una casa de administración y economato, situados junto al dique del Collado, y otros edificios entre este dique la presa.

3. Planta de la presa. E 1:200. 6 de junio de 1946. Incluye mediciones de los bloques que se iban elaborando, entre las distintas juntas de dilatación.

Tabla 4.22. Pliego de condiciones facultativas del proyecto reformado de El Vado, 1946

4. Perfil tipo. E 1:200. Sección por la parte construida, y por la que faltaba por construir.
5. Alzados de la presa e 1:400. Se observa el cierre del paramento de aguas abajo con arcos para soportar la calzada formada con ménsulas sobre la coronación, una barandilla soportada por pilastras más anchas en las posiciones de las juntas, así como son más anchos los pilares de asiento de los arcos sobre el talud del paramento. Tanto las embocaduras de los arcos como los remates de los pilares que los soportan sobre el paramento están rematados en sillería. En el paramento de aguas arriba se destacan las embocaduras de los desagües de medio fondo y de fondo.
6. Secciones transversales de la presa. E 1:200. Se destacan los perfiles de la diferente densidad del hormigón empleado en la construcción inicial y en el recrecimiento que se proponía, que oscilan entre 200, 250 y 300 kg/m³.
7. Detalles de la presa. E 1:400 Incluye las galerías horizontales de visita en la obra recrecida. Tendrían un ancho de 1 m y una altura de 2 m, con techo en bóveda de cañón, y con el suelo en pendiente de 0,01, más una cuneta lateral de 20 cm de ancho y de alto, para la recogida de las filtraciones. Dos de las galerías estarían situadas una sobre la otra, distantes 6 m del paramento de aguas arriba, estarían separadas entre sí 15 m en vertical, entre el suelo de la superior y el techo de la inferior. Ambas estarían comunicadas por un total de 8 pozos verticales situados a 14 m de distancia entre sí. Una tercera galería, en el mismo nivel que la inferior, sería paralela a ella, recorriendo el perímetro de la presa, a una distancia de 16,50 m hacia el paramento de aguas abajo. También se incluyen el plano de la disposición de las juntas y barras de estabilidad, a escalas 1:400 y 1:50. Son un total de 10 juntas, separadas entre sí 30 m. En el paramento de aguas arriba estarían dotadas de una barra de hormigón armado de perfil prismático heptagonal, inscrito en 1,0 x 0,70 m, y con un frente hacia el paramento de aguas arriba de 0,6 m. A mitad de la junta, un pozo de arcilla de sección cuadrangular de 1,00 x 0,80 m, garantizaría la estanqueidad para el resto. Seguidamente la junta de dilatación, dispuesta perpendicularmente a ambos paramentos de la presa, tendría un ziz-zag de 45°.
8. Coronación, a escalas 1:400; 1:100 y 1:50 Muestra los detalles del andén sobre la presa, con las barandillas apoyadas en pilastras cúbicas, y otras más anchas sobre las juntas. Los arcos que sustentaban el andén, de 4 m. de luz, serían de medio punto, con radio algo mayor en el exterior, y estarían apoyados sobre pilastras verticales, con la cara vista de sillería, asentadas en el paramento de aguas abajo, con 0,5 m de ancho en las ordinarias, y 1,00 m en las correspondientes a las juntas.

Impermeabilizaciones. Se dispone la colocación de taladros de diversas longitudes (3, 5, 12, 15 m) desde la fábrica de la presa hacia la roca de asiento en los estribos, así como en la propia fábrica de la presa, en este caso, dispuestos de forma regular en el núcleo de la misma, y también en dos filas paralelas a la pantalla que se colocaría sobre el paramento de aguas arriba. Se ofrecen plantas a distintas cotas con la indicación de la posición de los taladros.

CAPÍTULO I. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

1. El pliego contiene todas las obras relativas a la construcción de la presa
2. Situación de la presa: en el río Jarama, km 30 de su itinerario, a 80 m aguas abajo de su confluencia con el arroyo del Robledillo. Las cotas de los planos se refieren al nivel medio del mar en Alicante
3. Forma y dimensión de la presa: con la misma forma rectilínea de la parte ya construida, perfil triangular, con talud de 0,78 por encima de la cota 878, y de 0,8771 por debajo, se coronará mediante un tablero y arcos conforme a los planos. La coronación será de 178,20 m en la cota 924,45, y un paso en coronación de 5,00 m entre pretilas, para facilitar la comunicación entre ambos márgenes. La altura de la coronación será de 62,45 m desde el enrase entre cimientos, situado en el punto más profundo del cauce, en la cota 862.
4. Materiales que compondrán la presa. Cimientos hasta su enrase, hormigón de 250 kg/m³ de cemento Portland. La pantalla del paramento aguas arriba tendrá 3 m de espesor, con hormigón de 300 kg/m³. En el resto de la presa, se empleará hormigón de 200 kg/m³.

CAPÍTULO II. CONDICIONES QUE DEBERÁN SATISFACER LOS MATERIALES Y SU MANO DE OBRA

5. Sillería. Se extraerá de las canteras de "El Parral" en Tamajón y no tendrá ningún defecto que perjudique su aspecto o resistencia. Se detallan condiciones de dimensiones y labra de la piedra.
6. El agua empleada para fabricar morteros y hormigones será clara y limpia, al menos como la del Jarama próxima a las obras.
7. Arenas, se fabricarán de los cantos rodados próximos a las inmediaciones de la presa, o triturando caliza procedente de "El Parral", sin materiales extraños y con menos de 2% de materiales terrosos, que si se superan, habrán de lavarse. Se graduará el tamaño para producir el menor número de huecos, con un máximo de 12 mm.
8. Áridos para hormigón, obtenidos triturando el canto rodado silíceo existente en la zona de las obras, o caliza de las canteras de Tamajón. Máximo tamaño 10 mm. Se incluye tabla de gradación de tamaños para obtener la máxima densidad, establecida en 2,382 m³. Para el hormigón armado, el tamaño mayor será de 3 cm.
9. Cemento Portland, obtenido de fábricas dedicadas exclusivamente a su obtención, transportado en envases cerrados con acreditación de procedencia y reciente fabricación, mediante facturas y certificados del fabricante. Deberán cumplir la R.O

de 25 de febrero de 1930 para recepción de cementos portland artificiales por los Servicios de Obras Públicas.

10. Hierros. Su superficie será lisa y sana, sin grietas ni defectos que perjudiquen su resistencia, con estructura fibrosa y homogénea. En ensayos, la carga de ruptura por tracción será de 30 kg/mm², y un alargamiento mínimo del 8 %. El hierro será dúctil y maleable, sin que se agriete al doblarlo en frío.
11. Otros materiales tendrán la calidad necesaria y buena resistencia y aspecto para su colocación en una construcción esmerada.
12. Caso de que los materiales no sean de recibo, el ingeniero encargado los devolverá al contratista.
13. Ensayos de aglomerantes y mezclas para la presa de embalse. Los realizará la Administración en el laboratorio instalado en la presa y en el de la Escuela de Caminos si fuera necesario. Se harán ensayos semanales de la duración del fraguado, finura de molido, estabilidad del volumen, relación cemento/agua. Se verificarán semanalmente las dimensiones de los productos de quebrantación y trituración en las graveras. Se tomarán muestras en las hormigoneras para hacer cubos de 30 cm de arista, o de otras dimensiones, que se romperán en el laboratorio. Se tomarán también muestras de los morteros. Se harán cuatro probetas de cada muestreo y se promediará el resultado obtenido. Se harán semanalmente probetas que se romperán a los 28 días, otras trimestralmente para romper a los 84 días, 6 meses y al año. También se separarán de la masa del hormigón bloques de piedra para someterlos a prueba de resistencia que garantice la calidad de la construcción. El contratista colocará en el laboratorio todas las muestras para los ensayos.

CAPÍTULO III. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

14. Replanteos. El ingeniero encargado hará el replanteo general de las obras sobre el terreno. Tanto las zanjas de cimentación como el macizo de la presa serán reconocidas por el ingeniero antes de comenzar el relleno o recrecimiento. Se levantarán actas del replanteo y de los reconocimientos por el ingeniero encargado y el contratista, y los gastos de estos trabajos los asumirá el contratista.
15. Cimientos. Las zanjas para cimientos se limpiarán cuidadosamente de fango, grava, bloques y cualquier resto del desmonte, empleando chorros de agua, escobas metálicas o el medio más oportuno. Las fisuras y cavidades se examinarán, sondearán si es preciso y se les someterá a inyecciones de cemento a presión de hasta 7 kg/cm². Una vez limpios y picados los cimientos se extenderá una capa de mortero de 500 kg/m³ de cemento, espesor mínimo de 1 cm, y que pueda ser cubierto por el hormigón en el plazo de 2 horas. Los agotamientos si los hubiere serían por cuenta de la Administración.

16. Fábricas / sillerías. Se ajustarán perfectamente los sillares en las hiladas donde hayan de colocarse, labrando las caras para su asiento perfecto, mojándolos y colocando una capa de mortero hidráulico bastante fluido para que rellene los pequeños huecos que existieran. Una vez presentado y colocado el sillar, se le ajustará golpeando con mazos o pisones para que la junta se reduzca a la dimensión que tenían antes de verter el mortero, y en ningún caso superior a 4 mm. El contacto perfecto de las juntas se conseguiría rellenando todo como mortero por medio de las fajas. Se prohíben los calzos, cuñas o tacos para conseguir un asiento aparente o imperfecto.

17. Mortero. Para sillería se empleará mortero de 350 kg de cemento Portland por m³ de arena. En retundidos y juntados de toda clase de obras se aplicará a 500 kg de cemento. La mezcla se hará manualmente o con amasadora. Las mezclas a brazo se harán primero en seco perfectamente antes de verterles el agua, para conseguir una pasta uniforme. El contratista seguirá las instrucciones de los agentes facultativos que inspeccionen la obra, respecto al estado del tiempo y la consistencia adecuada el destino final de la pasta. El mortero se aplicará antes de que comience su fraguado y no se admitirá mortero rebatido.

18. Hormigones/dosificación. Se especifican cuatro tipos de hormigón:

- a. 200 kg/m³ de cemento para el cuerpo de la presa.
- b. 250 kg/m³ de cemento hasta el enrase de los cimientos.
- c. 300 kg/m³ de cemento para el paramento de aguas arriba.
- d. 350 kg/m³ de cemento para armar y para las juntas de contracción.

Su composición tendrá en todo caso una densidad mínima de 2,38, y la resistencia a la compresión a los 84 días sea superior a 140 kg/cm² para el hormigón más pobre, el de 200 kg/m³. La composición granulométrica en áridos será la misma para las cuatro clases de hormigón. El agua que se añadirá será como máximo el 85% del peso del cemento, para que los hormigones fluyan su distribución mediante canaletas. La composición granulométrica se ajustará a la tabla del artículo 8º. El hormigón de 350 kg/m³ se compondrá solo de gravilla (0,900 m³), con tamaño máximo de 3 cm, y de arena (0,450 m³). Para fabricar los hormigones de la presa se emplearán medios mecánicos que produzcan siempre los tipos de hormigón deseados.

Una vez machacada la piedra, su producto se clasificará, en función de su tamaño, en tres silos, uno para grava (40-100 mm), otro para gravilla (5-40 mm) y otro para arenas (0-5 mm). Se ajustarán las cantidades adecuadas de áridos en cada caso a la composición del hormigón, añadiéndoles el cemento con su peso adecuado y el agua prevista.

El batido en la hormigonera durará el tiempo necesario para que la mezcla sea homogénea y desde ella se verterá automáticamente hacia las canaletas o transportadores que la depositarán sobre la obra, donde el hormigón solamente precisará de su extendido mediante rastrillas.

19. En la ejecución del macizo de la presa se habían dividido quince bloques entre las juntas de contracción, pudiéndose ir ejecutando cada bloque independientemente. Para ello se colocarían moldes de madera o hierro en los paramentos y en las juntas de contracción, que no se deformen por el peso del hormigón, para conseguir una superficie plana sin resaltes ni rugosidades. Los encofrados serían de una altura máxima de 2 m, y se habrían de unir en sentido vertical uniformemente conforme se eleve la fábrica. Habrían de dejarse al menos 8 días para continuar una fábrica después de haber sido ejecutada.

En la cimentación se extendería primero sobre la superficie una capa de mortero de cemento 500 kg/m³ de arena, en un plazo de 2 horas, extendiéndose seguidamente el hormigón sobre aquella parte. Si el ingeniero jefe estimara que hubiera de hormigonarse una parte de manera constante e una sola operación, un retraso de 15 minutos en su realización provocaría que la obra no fuera de recibo.

20. Partes de la presa en la que han de emplearse los distintos tipos de hormigón. Desde el enrase de cimientos a la cota 862, hormigón de 250 kg/m³. A partir de esta cota, 250 kg/m³ para el macizo de la presa, excepto el paramento situado aguas arriba, en el que se empleará de 300 kg/m³, en su espesor de 3 m.

21. Enlucidos. Se aplicará un enlucido con Inertol en toda la superficie del paramento de aguas arriba, extendiendo la pintura de manera uniforme para que no queden poros sin cubrir.

22. Las juntas de contracción se ejecutarán conforme a los planos y se pintarán también con Inertol una vez que se retiren los moldes de su fabricación. Para las filtraciones en estas juntas se construirán unos pozos con la forma y dimensiones señaladas en los planos. En el paramento de aguas arriba se colocarán unas prismas de hormigón armado, y entre ellas y el macizo de la presa se pondrá una junta o cartón embreado para evitar las filtraciones. Cuando se haya supuesto que ha concluido la contracción de la presa, se rellenarán los pozos con arcilla seleccionada y apisonada que garantice la perfecta impermeabilidad de las juntas. El relleno de los pozos se hará al final del invierno, cuando la presa haya alcanzado su contracción máxima.

23. Prohibición de los trabajos en tiempo de heladas. Los trabajos con mortero de cualquier clase se prohibirán en tiempo de heladas, y si estas se prevén durante la noche, las fábricas se cubrirán con esteras u otros medios indicados por el ingeniero encargado. Si se comprueba que el mortero se ha helado antes de fraguar, la fábrica habrá de ser demolida.

CAPÍTULO IV. MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS.

24. Definición del metro cúbico de obras de fábrica. Se entenderá el metro cúbico de cualquier clase de fábrica, una vez terminada, de acuerdo a sus condiciones. Se le aplicarán los precios de cuadro correspondiente del presupuesto, cualquiera que sea la procedencia de los materiales.

25. Partidas que figuran con cantidad alzada en el presupuesto. Las partidas alzadas que figuran en el presupuesto se abonarán mediante aplicación a las cantidades de obra ejecutadas los precios unitarios del proyecto. La Administración deberá entregar al contratista, previo inventario y valoración, los medios auxiliares e instalaciones ya ejecutadas de las obras (caminos, rampas, compresores, almacenes, talleres, viviendas para obreros y empleados, etc.) sin que por esta entrega perciba cantidad alguna, debiendo el contratista a la terminación de estos trabajos, devolver nuevamente todos estos medios auxiliares adquiridos y construidos por la Administración en perfecto estado de funcionamiento.

26. La Administración, a propuesta del ingeniero encargado de las obras, podrá disminuir el talud de aguas abajo de la presa, sin que el contratista pueda entablar reclamación por disminución de obra.

CAPÍTULO V. DISPOSICIONES GENERALES

27. Plazo para hacer la cubicación y valoración de las obras. La liquidación general de la obra contratada deberá quedar terminada en el plazo de 6 meses desde la recepción provisional, de acuerdo a la circular de la Dirección General de Obras Públicas de 9 de junio de 1900, y el pliego de condiciones general vigente.

28. Plazo y orden de ejecución de los trabajos. El contratista se ajustará al plazo de ejecución, bajo las prescripciones del ingeniero director. Se dividirá en años, de acuerdo al artículo 55 del pliego de condiciones generales, cuyo cumplimiento por el contratista habrá de ser verificado en dichos años, así como en el plazo general, pudiéndose rescindir el contrato si no se hubieran construido las obras correspondientes, y con las consecuencias del artículo 55 del pliego de condiciones generales. Si el contratista no pudiera iniciar las obras por causas ajenas a su voluntad, podría solicitar una prórroga en la ejecución, u optar por realizar las obras correspondientes a otro año.

29. Plazo de garantía. Será de un año, con todos los gastos que fueran necesarios a cargo del contratista, conforme a los artículos 62 y 63 del pliego de condiciones generales.

30. Accidentes del trabajo y protección a la industria nacional. El contratista habrá de cumplir todas las obligaciones de contratación de trabajadores (retiro obrero, contrata de trabajo, jornal legal y accidentes de trabajo), habiéndose de someter a las instrucciones del ingeniero encargado, para garantizar la buena marcha y seguridad de la obra, sin que ello le exima de responsabilidades. También habrá de cumplir las disposiciones dictadas o que se dicten sobre protección a la industria nacional.

Artículo adicional

OFICIO	Clasificación				Importe (Pesetas)		
	G.	SG.	Clase	Nº	Tipo de jornal	Cargas sociales (65,85%)	Jornal Diario
Encargado (Encargado O)	4º	A	1ª	I	21	13,72	34,72
Capataz (Capataz)	4º	A	1ª	I	17	11,11	28,11
Oficinista (Aux. Admvo. O)	3º	C	1ª	II	16	10,46	26,46
Albañil, mampostero o cantero (Oficial 1ª)	3º	C	1ª	II	14	9,15	23,15
Peón especialista	4º	A	2ª	V	10,5	6,86	17,36
Carpintero (Oficial 1ª)	4º	A	2ª	II	14	9,15	23,15
Herrero (Oficial 1ª)	4º	A	2ª	II	14	9,15	23,15
Pintor (Oficial 1ª)	4º	A	2ª	II	14	9,15	23,15
Chófer o fogonero (contraestrella)	4º	B	1ª	II	19	12,42	31,42
Barreneros o entibadores	4º	A	2ª	I	17	11,11	28,11
Mecánico	4º	B	1	II	19	12,42	31,42
Ayudante mecánico (Of. 1ª)	4º	B	2ª	II	14	9,15	23,15
Peón suelto	4º	A	3ª	I	9,5	6,21	15,71
Pinche	4º	A	3ª	II	8,5	5,55	14,05
Sondista					35	22,87	57,87
Ayudante de sondista					25	16,34	41,34
Guarda	5º		2ª	I	12	7,84	19,84
Vigilante	5º		2ª	I	10	6,53	16,53
Carro de 2 caballerías (1)					60		
Volquete de 1/3 m³ (1)					45		
Caballería					18		
Gravámenes que aumentan el coste del trabajo⁴¹⁷							
Concepto						%	
Subsidio familiar						5	
Subsidio de vejez						3	
Accidentes del trabajo, incluso seguro obligatorio						8	
Cuota sindical						1,5	
Seguro de enfermedad						2,5	
Gratificaciones						9,85	
Plus de cargas familiares						10	
Plus de carestía de la vida						20	
Montepío						6	
Total						65,85	

Relación de precios de los materiales	
Precios en origen	Coste (pesetas)
Cemento	183,00 /Tm
Madera	750,00 / m3
Acero	2,17 / kg
Precios a pie de obra	
Cemento (por Tm)	
Adquisición	183
Impuesto de Usos y Consumos	9,15
Envases de papel (Orden 26-5-44)	48
Transporte F.C.	13,61
Transporte. en camión	80
Cargas, descargas y almacenamiento	9,15
Pérdidas	13,72
Total	356,63
Madera (por m3)	
Adquisición	750
Transporte en camión	45,2
Carga, descarga y tiempo perdido	9,67
Varios: 7%	60,58
Total	865,45
Acero (por kg)	
Adquisición	2,17
Transporte Bilbao-Humanes	0,15
Id. mecánico Humanes a pie de obra	0,25
Carga, descarga y tiempo perdido	0,1
Varios	0,5
Total	3,17

Fuente: ACYII 734.

417 Ordenada por la Dirección General de Obras Hidráulicas el 22 de diciembre de 1944. Además había que aplicar un factor de rendimiento de los trabajadores, que se calculaba sobre 266,25 días de trabajo, respecto a 365 del año, lo que suponía un factor de 0,730.

Tabla 4.23. Cubicaciones y cuadro de precios del proyecto reformado de El Vado, 1946

Tratamiento de la ladera. Cubicaciones	
Limpieza de roca	Medición (m ²)
Ladera izquierda, planta	603,29
Ladera izquierda, laterales	873,18
Ladera derecha, planta	1.062,82
Ladera derecha, laterales	978,65
Total	3.517,94
Enlucido con hormigón de 500 kg	3.517,94
Cubicación de la presa	
Unidad de Obra	Medición
m ³ Excavación para hormigón de 200 kg.	8.177,78
m ³ Hormigón de 200 kg	73.004,32
m ³ Hormigón de 250 kg	8.129,81
m ³ Hormigón de 350 kg	27.061,26
m ³ Picado de la obra construida para enlace de fábricas	361,10
m ³ Hormigón de 300 kg para armar juntas de dilatación	248,83
kg Redondos de acero para armar las juntas de dilatación	10.030,88
m ² Revestimiento de cartón embreado	1.021,82
m ³ Relleno de arcilla apisonada	337,80
m ³ Impermeabilizante para juntas de dilatación	5.568,59
m ³ Impermeabilizante para paramento de aguas arriba	7.053,00
m ³ Pozo de cierre del túnel, excavación	314,00
m ³ Cierre del túnel de desviación del río	401,70
m ³ Coronación de la presa, hormigón de 200 kg en alzados	1.256,03
m ³ Coronación de la presa, hormigón de 300 kg para armar	333,23
m ³ Coronación de la presa, mampostería concertada	64,52
m ³ Coronación de la presa, sillería recta	161,60
m ³ Coronación de la presa, sillería aplantillada en la embocadura de los arcos	74,18
kg Coronación de la presa, acero de armaduras ménsulas	2.033,48
m Coronación de la presa, barandilla de hierro forjado	356,40

Unidad de Obra	Precio Unitario
m ³ excavación en roca para emplazamiento y cimientos	17,22
m ³ excavación en pozo hasta 25 m para cerrar túnel desviación	82,37
m ² limpieza roca de cimientos para asiento del hormigón	5,14
Tm cemento a pie de obra	356,63
m ³ mortero de cemento 350 kg	174,64
m ³ mortero de cemento 500 kg	228,17
m ³ fabricación mecánica y empleo hormigón 200 kg incluido cemento	161,62
m ³ fabricación mecánica y empleo hormigón 250 kg incluido. cemento	178,60
m ³ fabricación mecánica y empleo hormigón 300 kg incluido cemento	195,73
m ³ fabricación mecánica y empleo hormigón 350 kg incluido cemento	253,54
m ³ fabricación mecánica y empleo hormigón moldeado 250 kg incluido cemento	194,93
m ² enlucido con mortero 500 kg Portland	7,93
m ³ mampostería ordinaria con mortero 350 kg	147,87
m ³ mampostería concertada con mortero 350 kg	173,14
m ³ sillería recta con mortero 350 kg	400,20
m ³ sillería aplantillada con mortero 350 kg	539,40
m ² pintura al Innertol de 3 manos	10,01
kg acero dulce puesto en obra	4,80
m ² cartón embreado	4,16
m ³ arcilla apisonada para relleno de los pozos en juntas de dilatación	39,61
m lineal de taladro para inyección de cemento	240,14
m ³ picado de fábrica para enlace del recrecimiento	25,39
m ³ escollera, colocada	12,00
m lineal de barandilla de tubo de 0,05 m de Ø de hierro forjado	87,53

Fuente: ACYII 734.

5.4. La central auxiliar de pie de presa para las obras (1947)

Según el informe sobre el aliviadero reformado, fechado el 7 de diciembre de 1946, se indicaba que ya estaban instalados los desagües de fondo, y que se había montado una central a pie de presa para abastecer de energía a todas las instalaciones, puesto que se estaba hormigonando a 15 m por encima de las tomas de agua⁴¹⁸. Sin embargo, en abril de 1947, José Torán, director gerente de Estudios y Ejecución de Obras S.L., la empresa concesionaria de los destajos⁴¹⁹, solicitó autorización para construir una central hidroeléctrica al pie de la presa, embridando la turbina en uno de los tubos de toma ya instalados en el cuerpo de la misma. Examinando el proyecto de central que se proponía, el director opinaba en su informe que, si bien se contaba con cemento suficiente y con los medios auxiliares necesarios para acabar la obra, existía un déficit de energía disponible, porque todas las máquinas motrices de los elementos de la instalación eran eléctricas y se disponía únicamente de una central térmica equipada con un motor de 300 CV, marca Linke-Hofmann, montada por la Administración y entregada al destajista. La empresa pedía además un 50% del coste de las máquinas a instalar y un 100% del importe de la instalación y obras de fábrica. En total solicitaba 555.674,54 pesetas.

El ingeniero manifestó en su informe que era indispensable el montaje de la central, porque se deseaba acabar la obra cuanto antes, aunque no existía obligación por parte de la Administración de indemnizar al destajista en modo alguno, según los contratos. Aun así, el ingeniero director estimaba la posibilidad de que la Administración ayudase económicamente al destajista en su propuesta por importe de 186.032 pesetas, que correspondía al valor de las obras de fábrica y excavaciones para la instalación y al 4,19% del precio de la maquinaria, quedando las obras de fábrica en propiedad exclusiva de la Administración.

5.5. Los proyectos reformados de la presa: Segundo reformado (1948)

Con el proyecto de elevación aprobado, y una vez retomadas las obras a cuyo frente se había situado el ingeniero Juan de Arespacochaga, se padecieron los efectos de varias crecidas que afectaron de manera importante a la marcha del trabajo. En febrero de 1947⁴²⁰ se registró una importante avenida, que se canalizó en la zona rebajada que se había dejado como aliviadero provisional hacia el centro-izquierda de la presa, entre los bloques de hormigón que iban elevándose en altura. Precisamente por la ubicación de dicho vertedero, la fuerza del agua produjo importantes desprendimientos en la ladera izquierda (figuras 4.55 y 4.56). En marzo se registró otra importante riada, que se estimó alcanzaría los 300 m³/s, y que además de agravar el socavamiento de la ladera izquierda, ocasionó importantes daños en la ladera derecha, afectando

418 Proyecto Reformado del aliviadero de El Vado, 1946. AGA. (4)26, 44/19.330.

419 Estudios y Ejecución de obras S.L. Proyecto de central auxiliar de pie de presa para la construcción de las obras del pantano de El Vado. Ingeniero Mario Romero Torrent. Año 1947. AGA (4) 46, 44/19.329 (77A 3).

420 No existen cifras de aforos del Jarama en El Vado entre octubre de 1946 y septiembre de 1947, para poder cuantificar el volumen de estas riadas que comentamos, y que corresponden con las conocidas graves crecidas, tanto en el Jarama como en el Tajo (la inundación anegó incluso la estación ferroviaria en la ciudad de Toledo). La siguiente estación disponible en estas fechas en el Jarama era la de Algete (Anuario de aforos, CEDEX), donde en febrero de 1947 se registró un caudal medio diario de 73,03 m³/s (compárese con 0,547 m³/s en el mes de enero de ese año), con un máximo caudal diario el día 24 de 165,23 m³/s. En marzo del mismo año se registró un caudal medio mensual de 49,56 m³/s y el máximo diario del mes, el día 5, con 195 m³/s.

a la central hidroeléctrica instalada en ese lateral, a pie de presa, cuyo edificio quedó destruido, dejando la turbina y alternador a la intemperie (figura 4.57)⁴²¹. Entre el 26 y el 29 de enero de 1948 se produjo también un importante temporal, con el consiguiente aumento de caudales del río Jarama en El Vado. El propio Juan de Arespacochaga comenta en su autobiografía que la corriente del Jarama abrió una gran oquedad en la ladera aguas abajo del estribo izquierdo de la presa, incidiendo en la misma zona castigada el invierno anterior⁴²².

Figura 4.55. Pantano de El Vado, riada de febrero de 1947. Vertido por el aliviadero provisional



Fuente: CHT Archivo técnico de la presa de Alcorlo. Album nº 1 de las obras de El Vado. Pág.1, imagen 2

421 Se reconstruyó posteriormente con una nueva estructura de hormigón armado que resistiera situaciones parecidas.

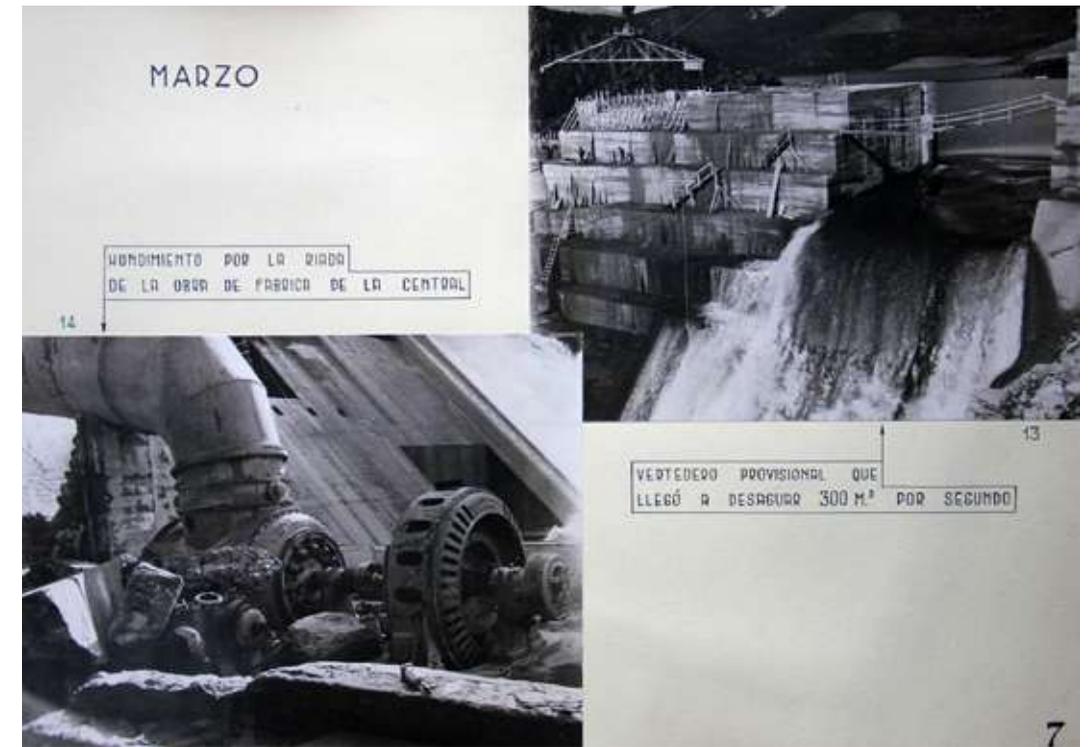
422 Arespacochaga, Juan de: Cartas a unos capitanes..., p. 101.

Figura 4.56. Crecida de marzo de 1947, vertiendo en la ladera izquierda



Fuente: CHT Archivo técnico de la presa de Alcorlo, Álbum nº 1 de las obras de El Vado. Pág. 3, imagen 6.

Figura 4.57. Pantano de El Vado, riada de marzo de 1947. Vertido por el aliviadero provisional y la central hidroeléctrica de pie de presa al descubierto al arruinarse el edificio de cobertura



Fuente: CHT Archivo técnico de la presa de Alcorlo, Álbum nº 1 de las obras de El Vado. pág. 7, imágenes 13 y 14.

Por todo ello, Arespacochaga consideró necesario introducir modificaciones que se recogieron en el 2º proyecto reformado, firmado el 31 de marzo de 1948⁴²³. No se alteraban en este reformado los tres primeros artículos del presupuesto (excavaciones, obras de fábrica e impermeabilizaciones), pero sí se modificaba el artículo 4º, obras complementarias, que ascendía a 408.786,93 pesetas (Tablas 4.19 y 4.24), e incluía el cerramiento del túnel de derivación, la ampliación y terminación de los desagües de fondo y tomas de agua, y la protección de los mismos. Sin modificación de tales conceptos, se añadían

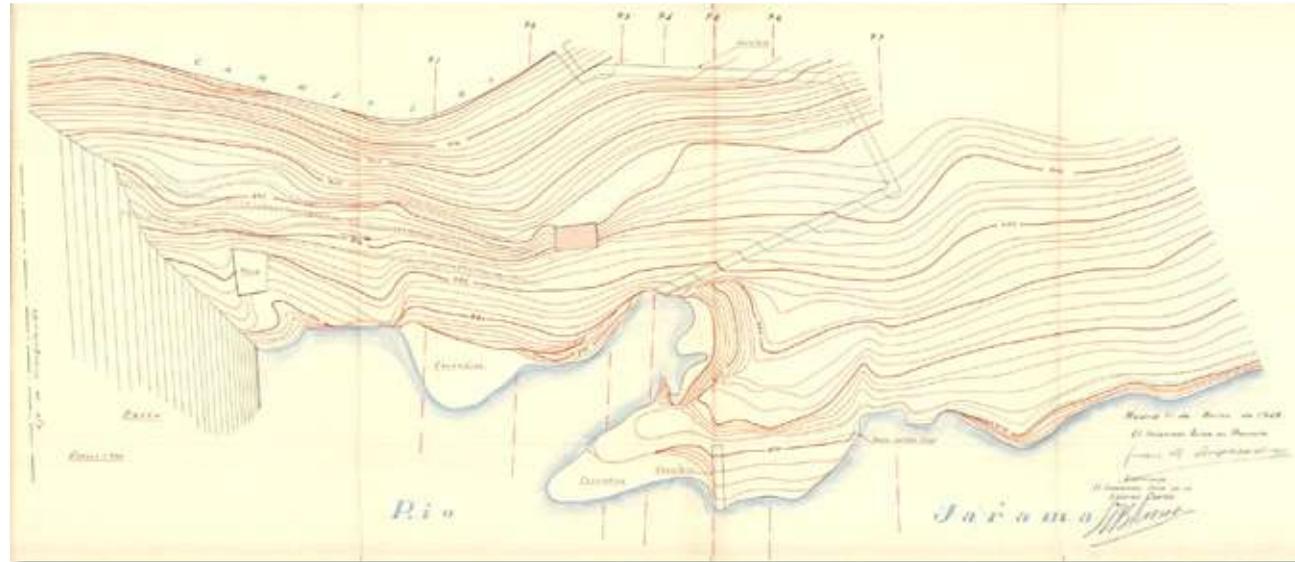
“el saneamiento de las laderas en los alrededores de la presa, la limpieza del cauce aguas abajo de aquella y la ejecución de las cimentaciones de la pantalla de aguas arriba, para lo cual es preciso realizar el ataguado de la zona correspondiente.”

423 Proyecto reformado (2º) del pantano de El Vado. Ingeniero Juan de Arespacochaga y Felipe. 31 de marzo de 1948, AGA. (4) 46, 44/19.331 77 A. Aprobado por O.M. de 5 de junio de 1948.

Se justificaba en que en la cerrada donde se había situado la presa se encuentra una falla erosionada (veta de pizarra más blanda y descompuesta) que cruza el cauce con un ángulo aproximado de 30°, y aparece en la ladera derecha aguas arriba de la obra, y por la izquierda, aguas abajo. Buza con una inclinación de 60° con la vertical, y está formada por pizarras más o menos descompuestas, arcilla y vetas de cuarzo, con cierta cantidad de óxidos ferrosos, productos de la descomposición.

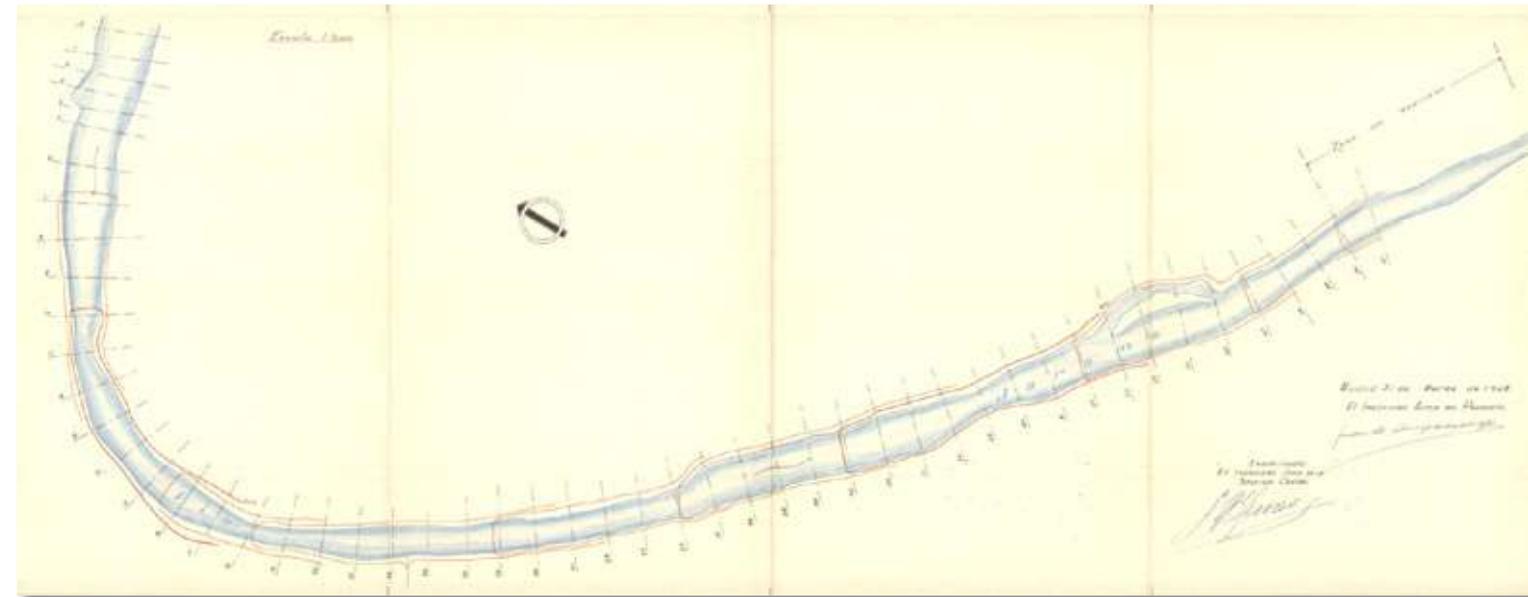
En la ladera derecha y en la parte de la falla en contacto con la obra no había riesgo, pues la cimentación se saneó y reforzó, pero en la parte izquierda era preciso ejecutar una limpieza y refuerzo. Esta parte ya sufrió ciertos deslizamientos, y en ella estaba excavado el túnel de derivación, que llevaba más de veinte años en funcionamiento y requería de un macizado completo en toda su extensión, tanto por la existencia del túnel, como por la erosión producida por su funcionamiento. Era preciso rellenar la parte de intersección de la falla con el túnel, pues las filtraciones habían dejado limpia esa zona, y rellenarla con hormigón en masa, al tiempo que se macizaba el túnel. Además, había que rellenar la ladera en la zona del vertido provisional que funcionó en la presa, además de dragar el resto del cauce aguas abajo, hasta una longitud de 972 m, para dejarlo en el nivel de su cota primitiva (figuras 4.58 y 4.59). Esto permitiría dejar el salto de agua de la presa en su altura prevista, así como verificar el estado de las obras de saneamiento, en una zona que en aquel momento se encontraba inundada, y que al vaciarse permitiría llevar a cabo inyecciones con eficacia.

Figura 4.58. Margen izquierdo del río Jarama aguas abajo de la presa. 2º Proyecto reformado del pantano de El Vado. Ing. Juan de Arespacochaga. 31 de marzo de 1948



Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración (4) 46, 44/19.331 77 A.

Figura 4.59. Planta del cauce del río Jarama aguas abajo de la presa. 2º Proyecto reformado del pantano de El Vado. Ing. Juan de Arespacochaga. 31 de marzo de 1948.



Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración (4) 46, 44/19.331 77 A.

Por otra parte, en la pantalla que se había proyectado aguas arriba para el recrecimiento de la presa, había que verificar su cimentación y hormigonado en las debidas condiciones de garantía.

En concreto, el detalle de las obras contempladas en el proyecto se reseña a continuación:

1.- Macizado con hormigón de 200 kg de cemento de la totalidad del túnel de desviación. Sin desmontar su revestimiento en su totalidad, solamente cada 5 m se demolería en una extensión de 1 m, para llegar con una brida de hormigón a la roca firme. También se limpiaría la falla, rellenándola con hormigón de 200 kg y se desmontaría la parte de la ladera que por la erosión había quedado en condiciones de poca estabilidad.

2.- Se efectuaría una excavación en el cauce aguas abajo de la presa, hasta llegar a la rasante del cauce natural del río, mediante un diseño de parábola de 2º grado, con estos tramos:

- 24 m con pendiente de 0,007764
- 70 m con pendiente de 0,007564
- 160 m con pendiente de 0,007364
- 280 m con pendiente de 0,007164
- 410 m con pendiente de 0,006964, tramo final de empalme con el cauce.

El objetivo era alcanzar una velocidad del agua de 1 m/s, máxima en evitación de nuevos arrastres. Para ello se proponían dos alternativas:

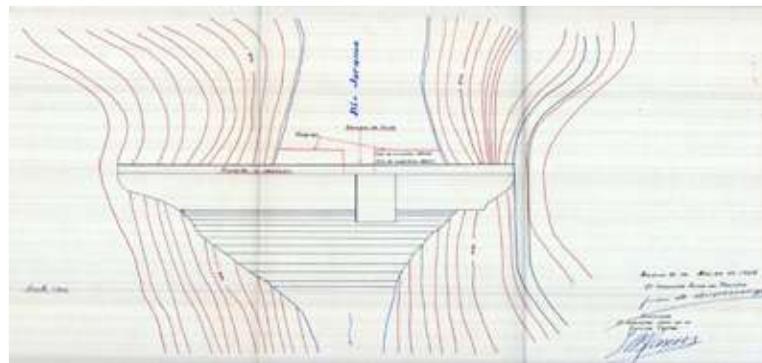
- a) Canal con una anchura de 6 m de solera y taludes a 45°, capaz de desaguar 7 m³/s, con una profundidad admitida de 1 m de lámina.
- b) Canal con una solera de 2 m de ancho, con igual inclinación de taludes y capacidad de desagüe de 2 m³/s.

La primera alternativa era más cara, pero devolvía el agua a su estado primitivo y restablecía la aspiración de las turbinas de la central de pie de presa al caudal regulado por el río, solución interesante a largo plazo. La segunda opción sería excavar un canal en el cauce, lo suficiente para mantener el nivel en los períodos de estiaje, y permitir los trabajos de consolidación de la ladera.

Por otra parte, al no estar aún en funcionamiento el aliviadero del collado del cerro de la Viña, se preveían acarrees y arrastres que harían inoperante la solución definitiva, con lo que se sugería aplicar solo un dragado restringido del río, lo suficiente para consolidar la ladera y cerrar el túnel de desviación, dejando la excavación definitiva para más adelante. En caso de crecidas, que habían llegado a 300 m³/s, abriendo las compuertas de fondo del embalse se lograría un caudal de 32 m³/s, lo que desbordaría el canal en cualquier caso de forma excepcional, lo que no justificaba un mayor dragado.

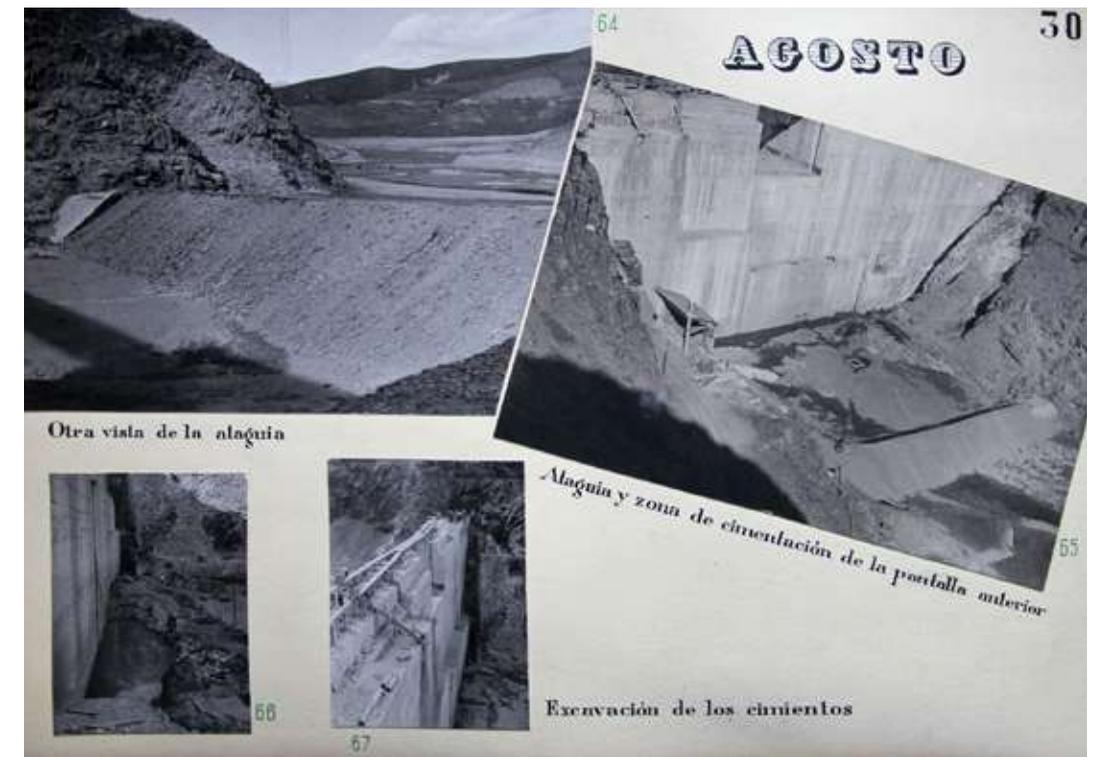
3.- Respecto a la cimentación de la pantalla aguas arriba de la presa, se presupuestaba ahora la colocación de una ataguía de tierra recrecida con tablestacas, para la extracción de fangos y limpieza del rastrillo donde se colocaría la pantalla de asiento (figuras 4.60 y 4.61). En el proyecto de recrecimiento se cimentaría la nueva pantalla de 3 m de ancho y hormigón de 300 kg de cemento, sobre el rastrillo anterior existente en la presa, con una cota de solera de 862 m, con condiciones suficientes para servir de cimentación. Había que extraer el fango acumulado, que alcanzaba la cota 866,50 m. Se ejecutaría una doble ataguía para encauzar el agua del río por las compuertas, y dejar en seco la cimentación de la pantalla. En el presupuesto, además de las obras previstas, se dejaba una partida alzada para agotamientos, ante cualquier eventualidad que se produjese durante la ejecución. Se añadía además la necesidad de contar con mayor energía que la disponible, para lo que se preveía la adquisición de un motor de gas pobre de 100 HP de potencia, para el hormigonado, inyecciones y el resto de las obras, cuyo ritmo había de mantenerse sin comprometer el suministro de la única central eléctrica disponible.

Figura 4.60. Planta general de la presa y zona de cimentaciones. 2º Proyecto reformado del pantano de El Vado. Ing. Juan de Arespochaga. 31 de marzo de 1948



Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración (4) 46, 44/19.331 77 A

Figura 4.61. Pantano de El Vado, ataguía para cimentación de la pantalla de impermeabilización del paramento de aguas arriba. Agosto de 1948



Fuente: CHT, Archivo técnico de la presa de Alcorlo. Álbum nº 1 de las obras de El Vado. Pág. 30, imágenes 64-67.

Los precios se mantenían respecto a los indicados en el proyecto reformado, en el cálculo de las dos soluciones propuestas para su elección (tabla 4.24).

El informe del ingeniero jefe de la Sección, César Blanco de Córdoba, firmado el 14 de abril de 1948, confirmaba la existencia de los dos sistemas de diaclasas, uno con planos sensiblemente paralelos al eje del río en la cerrada de la presa, con una inclinación de 45° y otros normales a este. La roca compacta y sana en la margen derecha, se presentaba disgregada y meteorizada en la izquierda, lo que obligó a fuertes desmontes para llegar a la roca sana en la que apoyar el estribo de la presa. También se reconoció una veta de pizarra blanda y descompuesta que cruzaba el río de derecha a izquierda con una inclinación de 30° con el eje del cauce y una inclinación (o buzamiento) de 60° respecto de la vertical, con un espesor pequeño en la margen derecha, que no producía preocupación, pero aparecía con caracteres más acusados en la margen izquierda, a unos 50 m del paramento de aguas abajo de la presa, a la altura de las aguas ordinarias.

El hueco en el cuerpo de presa que se había dejado provisionalmente para evacuar las avenidas extraordinarias, durante el invierno de 1946 y 1947 había lanzado justamente el agua hacia la ladera izquierda, llevándose los detritus y derrubios, así como las pizarras descompuestas que ocultaban este punto débil, lavando la veta hasta una profundidad de 10 m. El examen realizado en dicha ladera izquierda, al perforarla con el túnel de desvío del río, había permitido comprobar que la roca estaba sana, salvo en la salida de la boca justo donde cortaba con esta veta de pizarra descompuesta, que alcanzaba allí hasta 1 m de espesor. El efecto del funcionamiento del túnel durante 20 años, más las avenidas mencionadas había provocado la rotura del túnel. La consolidación de la ladera se había realizado previamente mediante inyecciones, el defecto donde se produjo la rotura era conocido, y ahora era preciso rellenar la grieta para evitar preocupaciones en el futuro.

En el proyecto de recrecimiento de la presa se había señalado la construcción de una pantalla de 3 m, que habría de ser ejecutada durante el estiaje, sin cerrar aún el túnel de desvío para evacuar las aportaciones del río y trabajar con tranquilidad en el cauce seco cimentando dicha pantalla. Las aportaciones del río habían acumulado una capa de sedimento de más de 4 m de espesor junto a la presa-ataguía de aguas arriba, mientras que aguas abajo, la salida del túnel de desviación se encontraba por debajo del cauce actual, y se anegaba con la mínima aportación de agua.

El presupuesto estaba bien formado, pero convenía aprovechar materiales disponibles, se pedirían las tablestacas de los Servicios Hidráulicos del Tajo, que se recuperarían posteriormente. Se recomendaba elegir la solución más costosa para la canalización del cauce aguas abajo de la presa, así como cerrar el túnel por completo (con importe de 408.000 pesetas), y no solo el taponamiento sugerido inicialmente de 40 m. de longitud, incluyendo el relleno de la grieta aparecida (56.000 pesetas). También se recomendaba aprobar el aumento de una partidaalzada para agotamientos y las fuentes de energía instaladas. La propuesta debía ser realizada por la Administración, por la naturaleza tan especial de los trabajos. Se proponía, en consecuencia, aprobar un presupuesto de 24.323.401,83 pesetas (solución A), un 10,52% de incremento sobre el presupuesto autorizado previamente en el proyecto reformado de 1946.

Conviene señalar que a partir de este 2º proyecto reformado del pantano de El Vado, la parte del presupuesto correspondiente al aliviadero no se actualizó (en el proyecto reformado de 1946 era de 6.531.967,40 pesetas incluidas en el cuerpo de la obra, del artículo 1º, Presa), pero sí se iría modificando en los proyectos correspondientes de dicho aliviadero, que se analizan de forma específica posteriormente.

Tabla 4.24. 2º Proyecto reformado del pantano de El Vado, 1948

CONCEPTO	EJECUCIÓN MATERIAL (Pesetas)	POR ADMINISTRACIÓN (Pesetas)
Importe total del proyecto reformado de 1946	21.576.162,58	22.007.685,83
Propuestas del 2º proyecto reformado		
Precio resultante con la solución A (elegida)	23.846.742,38	24.323.401,83
Adicional sobre proyecto reformado de 1946		2.315.716,00
Precio resultante con la solución B	22.984.055,82	23.443.736,94
Adicional sobre proyecto reformado de 1946		1.436.051,11
PRESUPUESTO PARCIAL PROPUESTO Y RECOMENDADO POR EL INGENIERO JEFE (SOLUCIÓN A)		
MEDICIÓN	PRECIO UNITARIO	IMPORTE (Pesetas)
Artículo 4º obras complementarias (en proyecto previo)		
314 m ³ de excavación de pozo para cierre del túnel de desviación	82,37	25.864,18
401,70 m ³ de fabricación y empleo de hormigón a 200 kg en cierre del túnel de desviación	161,62	64.922,75
Terminación de obras de desagüe y colocación de las compuertas		50.000,00
Terminación del abocinamiento y cierres de las tomas de agua,		250.000,00
1.500,00 m ³ de escollera colocada en la protección de la salida de los desagües de fondo y tomas	12,00	18.000,00
Total		408.786,93
Conceptos añadidos en el 2º proyecto reformado		
146,68 m ³ demolición de fábricas	42,03	6.164,96
2.308,690 m ³ hormigón de 200 kg en túnel	177,11	408.892,09
381,425 m ³ hormigón de 200 kg a cielo abierto	147,21	56.149,57
2.074,989 m ³ desmonte	26,74	55.485,21
35.642,030 m ³ de dragado	36,31	1.294.162,11
414 m ³ de ataguía de tierra	12,63	5.228,82
855 m ³ de extracción de fangos	2,78	2.736,90*
69 m lineales de ejecución de tablestaca	85,51	5.900,19
69 m lineales de recuperación de tablestaca	8,55	589,95
Partida alzada para agotamientos		55.000,00
Adquisición de motor de gas pobre para producción de energía		380.000,00
Total		2.679.096,73
Adicional del 2º reformado (1948) sobre el reformado (1946)		2.315.716,00
*Debería ser 2.376,90, pero mantenemos la cifra para atenernos al presupuesto total aprobado.		

Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración (4) 46, 44/19.331 77 A. Ingeniero Juan de Arespacochaga y Felipe.

Una vez aprobado este segundo reformado en junio de 1948, a finales de octubre, después del cierre definitivo de la galería de desviación y tras construirse una nueva ataguía y haberse incorporado inyecciones en la ladera, realizadas por Manuel Lorenzo Blanc, hijo de Manuel Lorenzo Pardo, según relata Arespacochaga, se cerraron las compuertas de fondo, la presa se llenaba mientras crecía a buen ritmo su muro, estando ya próximo a iniciarse el aliviadero⁴²⁴.

5.6. Medios auxiliares y técnicas constructivas. Accidentes de trabajo

En 1948 se elaboró un nuevo proyecto de instalación telefónica⁴²⁵, y su reformado al año siguiente⁴²⁶. Respecto a las técnicas constructivas aplicadas, además de lo indicado en los pliegos de condiciones e inventarios, se dispone de esquemas y fotografías del desarrollo de las obras. Desde la cantera se extraían unas 180 vagonetas diarias por el plano inclinado hasta el ferrocarril (figura 4.62) que transportaba la piedra a la estación de machaqueo situada sobre el barranco de la Virgen. Instalada en una estructura vertical de tres plantas construida en hormigón armado, su capacidad era de 300 m³ diarios, con dos grupos gemelos de machacadora y tromel clasificador, más cuatro silos de 200 m³ (que fueron ampliados respecto a los 3 silos de 160 m³ que había en 1939) y cinco tolvas para cargar los baldes del teleférico. Los grupos de trituración estaban dispuestos, uno sobre otro, comunicados mediante cintas transportadoras en planos inclinados. El ferrocarril accedía mediante un viaducto de madera a la parte superior del edificio, para depositar la piedra, que saldría reducida en la planta baja con el diámetro requerido, mediante un doble proceso de trituración y cribado. Allí, una vez machacados los áridos, se cargaban automáticamente desde los silos en los vagones del teleférico o tranvía aéreo hasta la central de hormigonado, en la ladera del cabezo de la Viña, sobre el estribo izquierdo de la presa. Empleando el mismo sistema, se trasladaba el cemento, que llegaba también por el ferrocarril desde el almacén situado en el pueblo de Tamajón, a donde se había llevado previamente con camiones desde la estación de Humanes. El tranvía aéreo recorría una distancia de 2,3 km entre el terminal sobre el barranco de la Virgen hasta la central de hormigonado, con una capacidad diaria de transporte de 260 m³ (figura 4.63). En la central se dosificaban y mezclaban los ingredientes del mortero, incorporándoles el agua bombeada desde el cauce del río. El vertido del hormigón se realizaba mediante vagonetas cuyas vías se montaban sobre los planos de coronación provisional, según crecía la presa, o con ayuda de un sistema de cable-grúa, apoyado en una torre vertical de 70 m de altura, sujeta con vientos cerca de la central de hormigonado, que sustentaba una red de cables tendidos hasta la orilla opuesta del cauce, para desplazar canaletas móviles y trompas a cualquier punto de la obra (figuras 4.63-4.67 y esquema en 4.39). Para tareas de perforación la Administración había adquirido tres compresores antes de la guerra, a los que la contrata añadió otros cinco más, dotando de una

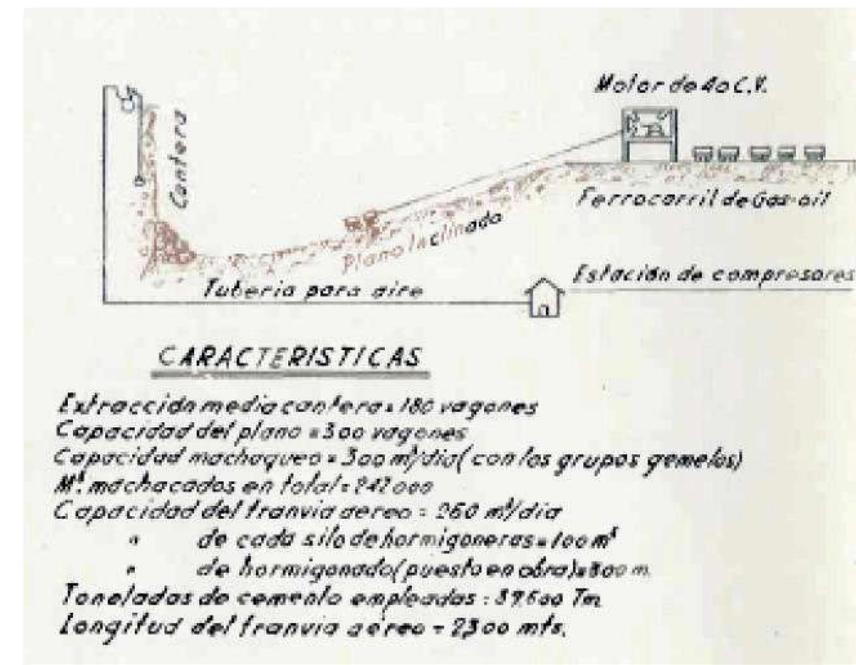
424 Arespacochaga, Juan de: Cartas a unos capitanes..., p. 101. No obstante lo indicado en las memorias, en las fotografías de la construcción no se observa un llenado hasta mayo de 1949, cuando la nueva pantalla en el paramento de aguas arriba hubiera alcanzado una altura suficiente. Álbum de las obras de El Vado. pág. 43, imágenes 88-91, fechadas en mayo de 1949. CHT, Archivo técnico de la presa de Alcorlo.

425 Proyecto de Instalación telefónica, pantano de El Vado, Juan de Arespacochaga y Felipe. 1948. CYII Archivo técnico de la presa de El Vado, B-2-5/V-5; C-2-32/27.

426 Proyecto reformado de la línea telefónica para el Pantano de El Vado, Juan de Arespacochaga y Felipe. 1949. CYII Archivo técnico de la presa de El Vado. C-2-13/31.

instalación complementaria de depósitos de aire y refrigeración para los compresores fijos. Tanto el sistema de transporte, fabricación de hormigón y vertido, pueden considerarse técnicamente avanzados para el momento⁴²⁷, buscando el máximo rendimiento, que en el caso de El Vado podría superar los 200 m³ diarios de hormigón. Los sistemas de fabricación masiva de hormigón se habían puesto en práctica en la construcción de grandes presas en Estados Unidos durante las décadas de 1930 y 1940, aunque se desconoce la incorporación en El Vado de innovaciones tales como los sistemas de refrigeración del mortero, como se aplicaban ya en algunas plantas americanas⁴²⁸. El vibrado del hormigón no parece haberse introducido antes de 1950, cuando se construía el aliviadero conforme a los proyectos reformados. El volumen final que recibió la presa fue de 170.849 m³ de hormigón, que requirió la trituración de 242.000 m³ de áridos, más 89.600 Tm de cemento⁴²⁹.

Figura 4.62. Pantano de El Vado, Esquema de la cantera, 1954



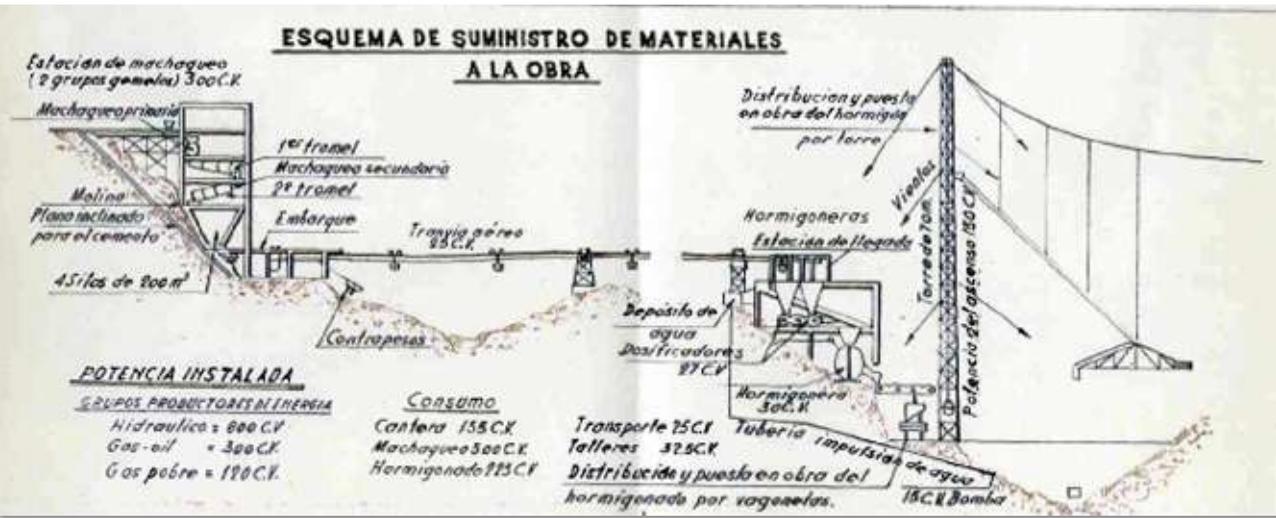
Fuente: MAGRAMA DGA 000023480319003201010202003.

427 Parece que en El Vado se emplearon medios más avanzados que en la coetánea y próxima presa de Pálmaces. Chaves Ferrero, Estanislao: "El pantano de Pálmaces. Algunos datos y referencias", ROP, 1951, 99, tomo I (2834) págs. 281-287.

428 Díaz-Cascón Sagrado, Joaquín y Bueno Hernández, Francisco: Ingeniería de presas. Presas de fábrica, Santander: Universidad de Cantabria, 2001, pp. 165-167.

429 MAGRAMA, DGA 000023480319003201010202003.

Figura 4.63 Pantano de El Vado, Esquema de suministro de materiales a la obra, 1954



Fuente: MAGRAMA DGA 000023480319003201010202003.

Figuras 4.64 y 4.65. Pantano de El Vado, vertido de hormigón mediante canaletas móviles. Marzo y abril de 1947



Fuente: CHT, Archivo técnico de la presa de Alcorlo, Álbum nº 1 de las obras de El Vado, págs. 2 y 9, imágenes 5 y 18.

Figuras 4.66. Pantano de El Vado, vertido de hormigón mediante vagonetas. Septiembre 1948



Fuente: CHT, Archivo técnico de la presa de Alcorlo, Álbum nº 1 de las obras de El Vado, pág. 32, imagen 72.

Figura 4.67. Operación de elevación de puente metálico sobre el aliviadero provisional, febrero 1950



Fuente: CHT, Archivo técnico de la presa de Alcorlo, Álbum nº 1 de las obras de El Vado, pág. 50, imagen102.

No se dispone de cifras detalladas del número de trabajadores que estuvieron ocupados en El Vado, pero en los momentos más intensos alcanzaban varios centenares. Estaban repartidos entre los empleados por las contratas y los dependientes de la Administración, a través de los Servicios Hidráulicos del Tajo, y posteriormente la Confederación Hidrográfica. En algunas fases se trajeron reclusos y penados, como nos ha comunicado Eugenio Esteban, actual alcalde de Tamajón, que recuerda la visita al pueblo los domingos de cordadas de presos custodiadas por la Guardia Civil, que acudían a las tabernas para disfrutar de una leve distracción en su aislamiento junto a las obras. La incidencia de los accidentes de trabajo en la construcción de presas era relativamente alta en la época, especialmente cuando los obreros procedían del campo y habían de formarse como peones directamente en el tajo. Debido a la obligación de notificar la siniestralidad laboral,

en el Ayuntamiento de Tamajón se ha conservado una carpeta con los partes de accidentes ocurridos entre 1940 y 1941⁴³⁰, comunicados por la contrata de Rufino Basáñez, que puede ofrecer una imagen de las zonas más peligrosas en la construcción de la presa, y lógicamente las que acumulasen un mayor número de trabajadores⁴³¹ (tabla 4.25).

Tabla 4.25. Accidentes laborales reportados en las obras de El Vado (1940-1941)

ZONA DE TRABAJO	PARTES
Almacén de cemento en Tamajón	1
Cantera fragua	5
Canteras	63
Estación carga tranvía aéreo	1
Explanación vagoneta	2
plano inclinado	1
Sin especificar	25
Taller de Trituración	5

Fuente: AM Tamajón, 41.46. Accidentes trabajo, El Vado.

La mayor parte de los accidentes eran leves, debidos especialmente a golpes y contusiones, con unos días de baja hasta la recuperación del trabajador, y solo en algunos casos se calificaban con pronóstico reservado. En la documentación conservada, que corresponde a 14 meses, tan solo se registraron dos accidentes graves. El 18 de junio de 1940, a las 14 h., Miguel Arroyo Esteban, casado, de 49 años y vecino de Tamajón, sufrió heridas múltiples con intenso traumatismo abdominal y hemorragia intensa, como consecuencia del desprendimiento de un bloque de piedra caído desde una altura de 5 a 6 m mientras trabajaba en la cantera. El pronóstico se calificó como desesperado, pues se anota que falleció a las 15:30 de la tarde. En marzo de 1941 Felipe

430 AM Tamajón, 41.46. Accidentes trabajo El Vado.

431 Sin disponer del total de trabajadores, esta documentación ofrece una visión muy parcial pues solo incluye los empleados por la contrata, no los de la Administración. No hemos encontrado documentación similar en el archivo municipal de Retiendas, municipio en el que radicaban realmente todas las obras de la presa. Por los números de registro de los partes, podemos hacernos una idea de la siniestralidad, pues en 1940 se alcanzó la cifra de 67 accidentes, mientras que en 1941 llega hasta 47, aunque los últimos partes conservados están fechados en julio.

Robledillo Robledillo, soltero, de 49 años, sufrió un traumatismo en el ojo izquierdo al saltarle un trozo de una piedra que partía. El contratista Basáñez tenía asegurados a los trabajadores por la mutua de seguros Hermes.

5.7. Tercer proyecto reformado: variante de la coronación (1949)

Con las últimas fábricas la presa de El Vado había alcanzado la cota 912, cuando quedaban pendientes de construir los últimos 13 metros que coronan la obra, excepto un bloque dejado entre juntas en el centro, que sirviera como aliviadero en caso de crecida, para que no se inundara el pueblo de El Vado, cuyo expediente de expropiación estaba aún pendiente de abono. Juan de Arespacochaga observó dos problemas que requerían solución. Desde la Dirección General de Obras Hidráulicas se le pidió en septiembre de 1949 que se presentasen valoradas la solución de coronación del proyecto reformado de 1946, y otra nueva, estudiada por el ingeniero en este nuevo reformado⁴³². En el proyecto previo, la coronación se había diseñado con el volteo de arcos sobre el paramento posterior de la presa, que se mantenía oblicuo hasta desaparecer prácticamente en su unión con el paramento vertical de aguas arriba. Arespacochaga observaba dos problemas, el primero técnico. Se necesitaba dotar de un monolitismo al conjunto, porque al recrecer la fábrica se había adosado una pantalla anterior al paramento de aguas arriba, de la que no se tenía completa certeza de su enjarje con el resto de la obra, y especialmente en la cabeza, porque al desaparecer el esfuerzo tangencial de la zona de la junta, era precisa la existencia de un sólido continuo para absorber dicho esfuerzo tangencial. Para ello se proponía crear un bloque macizo sobre la coronación, que hiciera desaparecer el plano de junta, y que encepára por su cabeza las distintas fábricas. Con esta solución se resolvía también el segundo problema, de orden práctico, porque los medios auxiliares para la construcción estaban montados para una coronación maciza de hormigón, mientras que dichos medios no serían útiles en el caso de la ejecución prevista, a base de forjados armados en el andén de la coronación, la colocación de los arcos mediante la labra de dovelas, sillarejos e impostillas, para cuya ejecución se requeriría de personal especializado que no estaba disponible en la obra, además de que se retrasaría la finalización. El estilo de remate con una sucesión de arcos sustentando la coronación respondía a criterios más propios del siglo XIX o principios del XX –el proyecto original de El Vado data de 1910–, que recogen presas como El Villar o la del Conde Guadalhorce (1914-1921)⁴³³. El remate en hormigón macizo ofrecería un conjunto bello, al tiempo que resistente. El resto del proyecto no sufría variación.

En la nueva propuesta, la coronación sería exclusivamente de hormigón en masa, dosificado a 250 kg/m³, prolongando el cuerpo de la presa, ejecutada con absoluto monolitismo, sin otras juntas que las de dilatación, normales a los paramentos. Se mantendría la calzada superior con un ancho de 4,95 m, entre dos paramentos verticales, produciéndose la intersección entre el plano

432 Obras Públicas. Servicios Hidráulicos del Tajo. Sección Este. Proyecto reformado (3º) del pantano de El Vado (Variante de la Coronación). 31 de octubre de 1949. Ingeniero D. Juan de Arespacochaga y Felipe. AGA (4) 46, 44/19.331 77 A. Aprobado el 26 de enero de 1950.

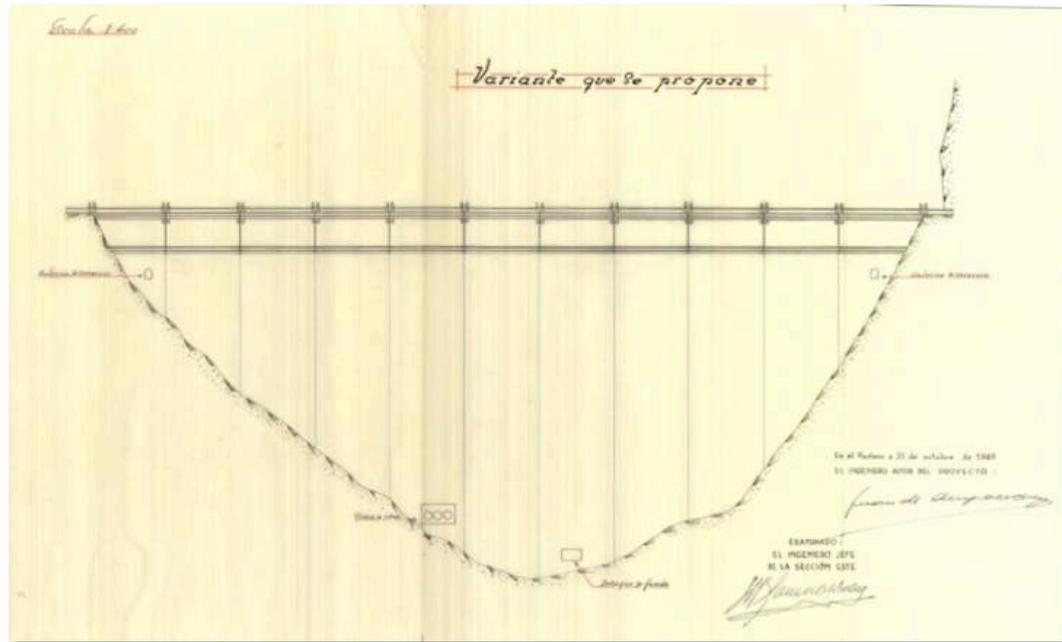
433 Saldaña Arce, Diego: Presas de mampostería en España. Tesis doctoral, Universidad de Cantabria, Santander, 2011, p. 7.1352 y 7.1425.

vertical y el oblicuo de aguas abajo en la cota 916,55. La ejecución de esta solución, realizada en numerosas obras similares, supondría un refuerzo sobre el estado de las tensiones del resto de la presa, además de cierto ahorro respecto al presupuesto de lo anteriormente aprobado.

Respecto a la estética, de líneas sobrias, se incorporaría una imposta en sillería que correría a lo largo de la intersección entre los paramentos vertical y oblicuo de aguas abajo, que evitaría las imperfecciones del cambio de talud en los encofrados, y rompería la monotonía del paramento, a manera de friso corrido, que iría rematado por una nueva imposta en su parte superior, diseñada de acuerdo al molde clásico para estas cornisas, tanto en su forma como en sus dimensiones. La barandilla de la calzada, en origen proyectada en tubo (figura 4.68),

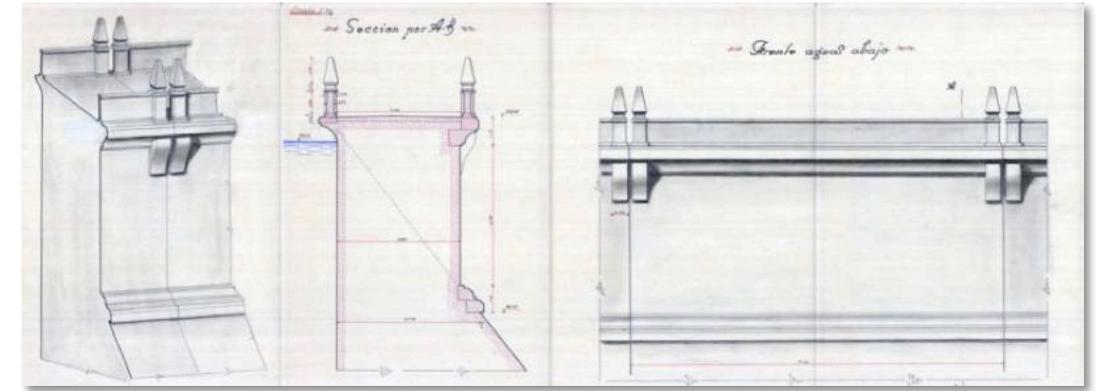
“se sustituye por paneles de hormigón dotados de albardilla labrada, que juegan mejor con el tono general del remate y que se cortan en las juntas por unos basamentos dotados de cimera prismática que, montados sobre ménsulas labradas, señalan las juntas de trabajo de la presa y alegran al propio tiempo las líneas generales de la coronación, para la que se logra una belleza, a nuestro juicio muy superior, a la que presentaría con la solución que desechamos”.

Figura 4.68. Alzado aguas abajo. 3er Proyecto reformado del pantano de El Vado. E. 1:400. Ing. Juan de Arespacochaga. 30 de octubre de 1949



Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración (4) 46, 44/19.331 77 A.

Figura 4.69. Coronación: sección, perfil y frente aguas abajo. 3er Proyecto reformado del pantano de El Vado. Ing. Juan de Arespacochaga. 30 de octubre de 1949



Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración (4) 46, 44/19.331 77 A.

Los cálculos de costes se hicieron manteniendo los cuadros de precios vigentes. Se sugería además que, aunque era una obra diferente (según el proyecto reformado aprobado por O.M. de 24 de enero de 1948, pero que no había comenzado), el remate de la coronación del aliviadero se realizara siguiendo el mismo criterio, repitiendo idéntico motivo al proyectado para la presa. El presupuesto suponía un ahorro de 31.724,47 pts., pasando el total de 24.323.401,83 a 24.291.677,36 pts.

En su informe, el ingeniero jefe César Blanco de Córdoba explicaba que con el recrecimiento se había colocado una pantalla anterior al paramento de aguas arriba de 3 m de espesor, que no habría de formar un cuerpo unido con el resto de la presa, y cuya junta con él tenía importancia relativa en las zonas intermedias, pero sí importaba en la cabecera de la obra (tabla 4.26).

Tabla 4.26. Estado tensional de la presa de El Vado, influencia en la coronación

TENSIONES (kg/cm ²)	PROYECTO REFORMADO 1946 RECRECIMIENTO DE LA PRESA		3er PROYECTO REFORMADO 1947 VARIANTE DE LA CORONACIÓN	
	EMBALSE VACÍO	EMBALSE LLENO	EMBALSE VACÍO	EMBALSE LLENO
Paramento anterior	6,4	15,04	6,79	15,43
Paramento posterior	16,92	0	16,74	-0,18

Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración (4) 46, 44/19.331 77 A.

En el estudio de este proyecto se había calculado que las tensiones a embalse vacío eran de 6,79 kg/cm² para el paramento de aguas arriba y de 16,74 kg/cm² para el de aguas abajo,

“cuya tensión pequeñísima desaparece con solo una altura de agua en el embalse de 1,50 m que en todo momento existe, puesto que los umbrales de las compuertas de los desagües de fondo están situados 4.80 m sobre la cota de cimientos”.

Respecto a la sustitución del forjado y arcos para la coronación, cambiándolos por hormigón se evitaría tener que emplear hierro en las armaduras, cumpliendo con la recomendación de prescindir en lo posible de ese metal en las construcciones, debido a su carestía. La estética de la nueva propuesta agradaba al ingeniero jefe y destacaba además el ahorro respecto a la inicialmente prevista. Recomendaba también que se estudiara modificar la coronación del aliviadero aplicando los criterios de este proyecto. Finalmente, recomendaba la aprobación de la propuesta.

Tabla 4.27. Comparación de presupuestos de El Vado. Proyectos 1948 y 1949

CONCEPTO	EJECUCIÓN MATERIAL (Pesetas)	
	2º REFORMADO	3er REFORMADO VARIANTE DE LA CORONACIÓN
ARTÍCULO 1º EXCAVACIONES	168.071,75	168.071,75
ARTÍCULO 2º PRESA		
Cuerpo de la obra	18.575.613,36	18.774.881,07
Coronación	486.255,92	255.885,79
Juntas de dilatación	184.609,19	184.609,19
Total Presa	19.246.478,47	19.215.376,05
ARTÍCULO 3º IMPERMEABILIZACIÓN	1.752.825,43	1.752.825,43
ARTÍCULO 4º OBRAS COMPLEMENTARIAS	2.679.096,73	2.679.096,73
EJECUCIÓN MATERIAL	23.846.742,38	23.815.369,96
EJECUCIÓN POR ADMINISTRACIÓN	24.323.401,82	24.291.677,35
Reducción 3º reformado (1949) sobre el 2º reformado (1948)		-31.724,47

Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración (4) 46, 44/19.331 (77ª).

5.8. El aliviadero recrecido

5.8.1. El aliviadero del Collado

El recrecido de la presa de El Vado conllevaba una actuación pareja en el aliviadero lateral, que desaguaba en el barranco del arroyo de la Virgen y que, a su vez, desemboca en el Jarama, aguas abajo del pie de presa. Domingo Díaz-Ambrona incorporó en el proyecto cambios derivados de los avances en ingeniería que se habían experimentado durante los años transcurridos desde que se proyectó la presa⁴³⁴, tendentes a incrementar su seguridad en avenidas; básicamente se referían a los siguientes:

- Determinación del caudal de desagüe del aliviadero
- Definición hidráulica detallada del vertedero, tanto en lo relativo a su perfil transversal y dimensiones de sus vanos, como de las pilas de separación, que adquirirían un perfil hidrodinámico consecuente con el estado del arte de esos momentos
- Longitud mucho mayor del canal de descarga, para impedir socavaciones que desestabilizaran el propio aliviadero.
- El diseño del vertedero era totalmente recto, en lugar del acodado para el eje de las compuertas del proyecto aprobado (véase su plano en la figura 4.7).
- Se optaba por un canal de descarga con anchura constante, suprimiendo el fuerte estrechamiento del proyecto previo.

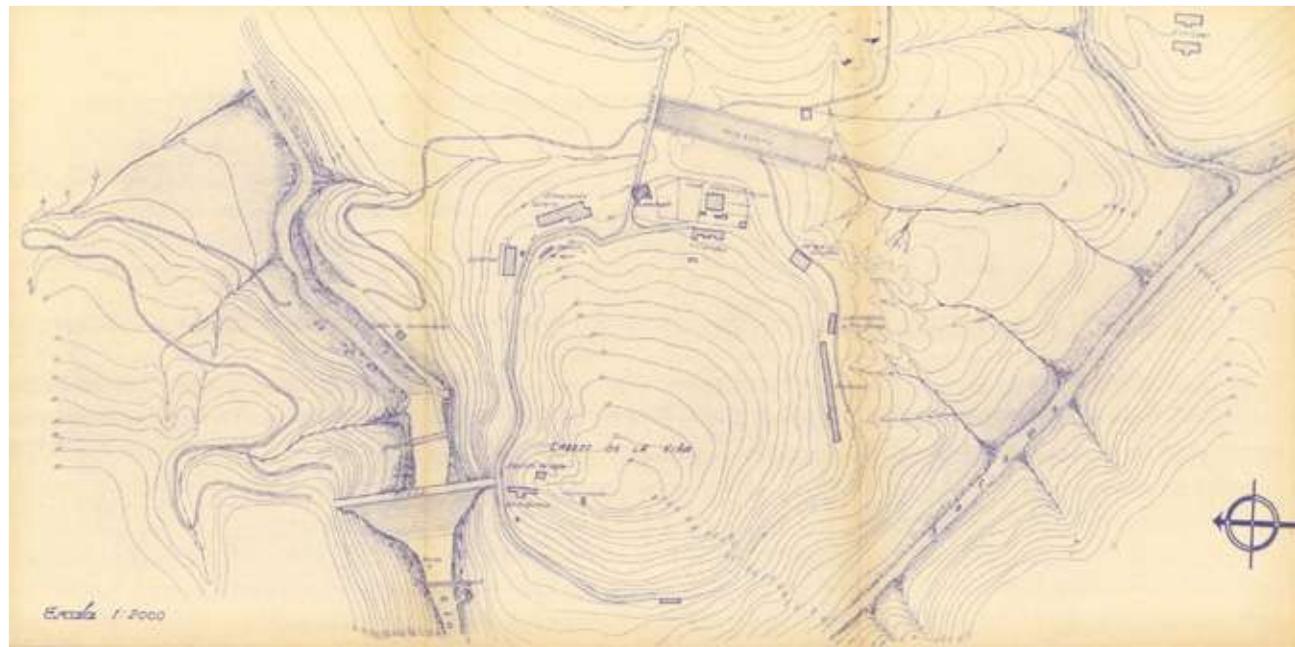
Lo anterior se justificaba, según Díaz-Ambrona, porque una parte importante de los fracasos de presas en el mundo se debían a las deficiencias en la definición de los aliviaderos, tanto en lo referente a la avenida de proyecto como, consecuentemente, en lo que respecta a su capacidad de desagüe y dimensiones, tal como era previsible, al menos parcialmente, en el diseño en el proyecto aprobado previamente. Si bien el canal de descarga se proyectaba sobre un fondo sólido de pizarras, donde se asentarían las compuertas, con una seguridad relativa respecto a la propia conservación del canal y, aunque ahora se ampliaba la capacidad del aliviadero, Díaz-Ambrona planteaba en el proyecto que,

“no tiene el Ingeniero que suscribe la misma seguridad de que las previstas [dimensiones] en este proyecto sean completamente suficientes, pues la observación frecuente, larga y detallada de los efectos del agua corriente en la zona, le llevan al convencimiento de que no ya en el paso de las riadas importantes, sino el sencillo verter de las aguas medias por el aliviadero ha de ocasionar profundos cambios en el barranco del desagüe, que incluso podrán poner en peligro algunas edificaciones anejas a la obra.”

434 Delegación de los Servicios Hidráulicos del Tajo. Jefatura de Obras. Proyecto reformado de aliviadero del pantano de El Vado. Ing. Jefe D. Domingo Díaz-Ambrona Moreno, año 1946. Memoria suscrita el 9 de junio de 1946. AGA (4)46, 44/19.330 77.

Esta observación se debía a que el trazado del canal se dispuso a media ladera del cabezo de la Viña, justo unos metros más abajo de varias casas del poblado. En su extremo final se podrían prever socavamientos en el terreno que afectarían a la propia estructura y al edificio del laboratorio, junto al margen del barranco en la zona de vertido, aunque a largo plazo podría evitarse con actuaciones preventivas (figura 4.70). Sin embargo, como el sobrecoste que supondría una seguridad excesiva, resultaba menor que dejar perder los edificios indicados, y realizar las reparaciones que fueran menester, se decidió, manteniendo “un justo medio entre la insuficiencia y la prodigalidad”, un nuevo trazado del canal que se desplazaba hacia el fondo de la vaguada que comunica el collado con el barranco de la Virgen.

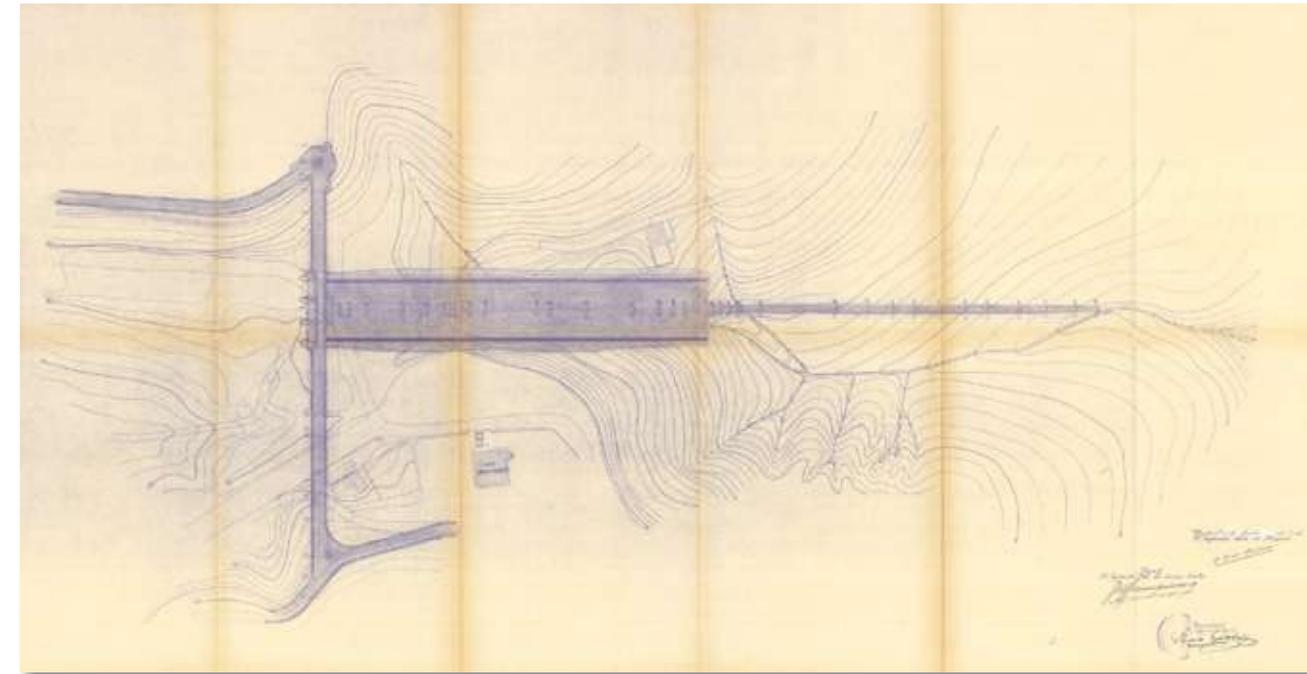
Figura 4.70. Plano de conjunto. Proyecto reformado de aliviadero del pantano de El Vado. 10 de junio de 1946. E. 1:2.000. Ing. Domingo Díaz-Ambrona Moreno, año 1946



Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración (4)46, 44/19.330 77.

En este punto, la experiencia posterior una vez que la presa entró en servicio, demostraría que los motivos económicos de no adoptar una solución mejor de partida, obligarían a modificar primero el diseño y, posteriormente, a descartar el uso de este aliviadero. No obstante, conviene conocer las características del proyecto, sus reformas y ejecución, pues se redactó y corrigió con los mejores conocimientos teóricos y prácticos que estaban disponibles en aquellos momentos.

Figura 4.71. Plano del aliviadero. Proyecto reformado de aliviadero del pantano de El Vado. 10 de junio de 1946. Ing. Domingo Díaz-Ambrona Moreno, año 1946



Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración (4)46, 44/19.330 77.

El primer paso era calcular la seguridad de la presa y del aliviadero. La presa no parecía peligrar salvo por unas condiciones en las que el vertedero resultara enormemente insuficiente, y pese a no existir aguas abajo ningún gran grupo urbano que pudiera verse afectado, habría que estudiar el problema con seriedad. El proyectista se remitía a Creager⁴³⁵, que calculaba la probabilidad de rotura en presas sin afectación de poblaciones con posibles pérdidas de vidas humanas en 50 años, pero habría de calcularse sobre 1.000 o incluso 10.000 años, si el riesgo pudiera entrañar la inundación de zonas pobladas.

En la determinación del caudal de diseño del aliviadero no se aprovecharon los datos de caudales máximos entonces disponibles en la estación de aforos de El Vado ya que resultaban poco fiables y cubrían tan solo tres años antes; de hecho, los valores de caudales máximos disponibles se obtuvieron a partir de una medida de nivel correspondiente a 2,97 m que se determinó entre el 13 al 16 de marzo de 1912, pero no se tenía la seguridad de que este valor fuera, efectivamente,

435 Creager, William Pitcher; Justin, Joel De Witt: Hydroelectric Handbook J. Wiley & Sons, inc., 1927.

el máximo ya que el seguimiento de la avenida no había sido continuo en la estación de aforos, que, por otra parte, era de difícil acceso. En todo caso, con el nivel de 2,97 m se calculó un caudal de 180 m³/s. Entre 1921 y 1930 el resumen mensual que se incluye en el proyecto reformado del pantano, se consideraba como máximo caudal del período el de 89,30 m³/s, y se obtuvo por interpolación lineal de la altura obtenida en la escala el 24 de marzo de 1924.

Sin duda, la carencia de datos de caudales máximos en la cuenca obligó a que en los proyectos anteriores del aliviadero, su caudal de diseño se determinara mediante la aplicación de fórmulas empíricas. Así, en el proyecto de Antonio Buitrago el caudal del aliviadero se calculó siguiendo la fórmula de Levy Salvador, obteniéndose un valor de 575 m³/s; por su parte, en el proyecto de aliviadero de José Salmerón, se utilizaron las fórmulas de la primera edición de Gómez Navarro, y concretamente la de Fuller, con la que se obtuvo un valor de 400 m³/s para un periodo de retorno de 100 años, y de 700 m³/s para un período de 1.000 años. Con este último caudal, considerando que se pudieran utilizar en caso necesario los desagües de fondo y las tomas, se determinó finalmente el caudal máximo del vertedero en 600 m³/s. En el marco de este proyecto se estudiaron diversos tramos del río aguas abajo de El Vado en los que la capacidad máxima no era superior a 535 m³/s.

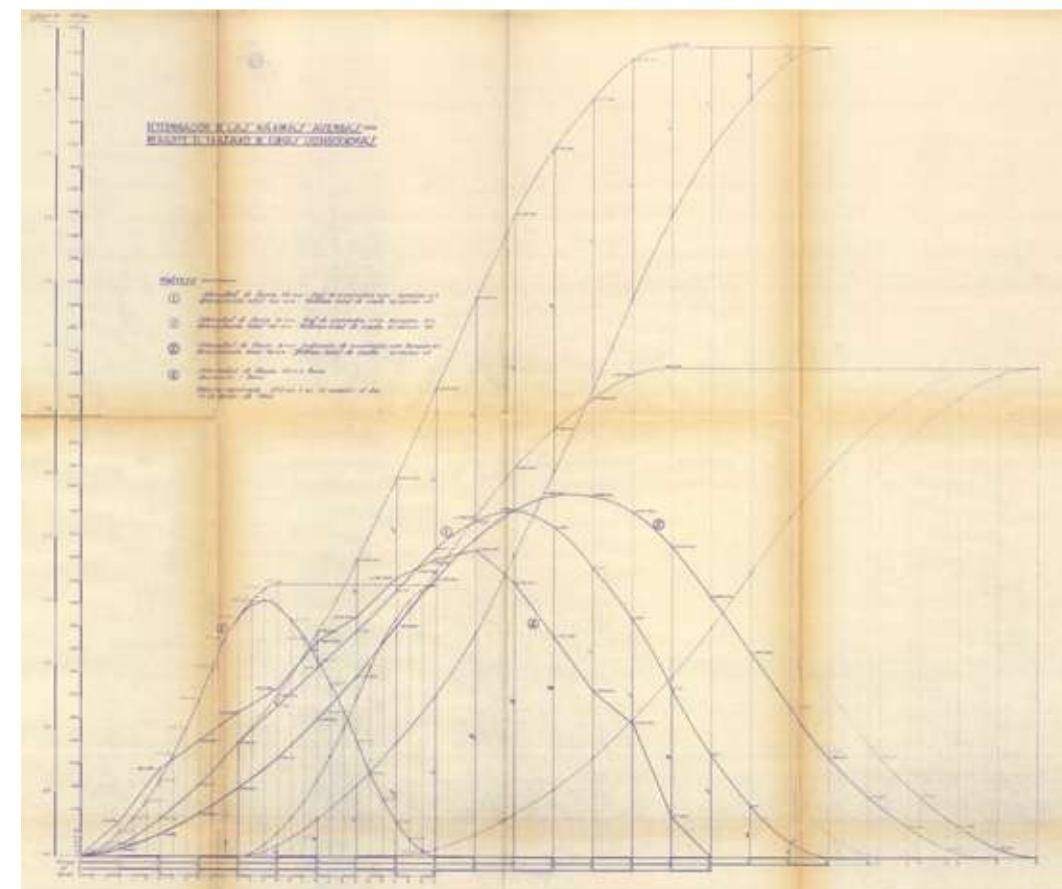
Díaz-Ambrona, atendiendo a las limitaciones de información foronómica, tras calcular las fórmulas manejadas en la época⁴³⁶, utilizó el método racional aplicando las curvas *isorreocronas* (sic en el proyecto en vez de isócronas), para distintas hipótesis, de la cuales la más desfavorable resultó ser la de intensidad de la lluvia de 18 mm, con un coeficiente de escorrentía de 0,558, y una duración de 8 horas. Con esta hipótesis la precipitación total sería de 144 mm, con un volumen total de riada de 30.729.600 m³. De acuerdo con el informe sobre el proyecto del jefe de la Sección Centro, César Blanco,

“Teniendo en cuenta el efecto regulador del embalse, aplicando el método de Kozöny para la determinación de los caudales desagüados y la fórmula de Fawer para el cálculo del vertedero, el proyectista obtiene para la cuenca aportadora de 382 km² y el volumen de riada de 30.729.600 m³, un desagüe máximo de 610 m³ por segundo y una duración de la avenida de 14 horas con 50 minutos”.

En consecuencia, se proyectó un aliviadero con tres compuertas tipo Stoney, cerrando vanos de 8 x 5,75 m, con una capacidad máxima de desagüe de 621,470 m³/s.

436 Se consideran en la memoria del proyecto un total de 26 fórmulas, de las que 22 se incluyen en Gómez Navarro, José Luis: Regulación de ríos, Madrid, 1941. Representaba cada valor obtenido gráficamente en una estrella de brazos desiguales, cada uno a escala con la cifra calculada en la respectiva fórmula.

Figura 4.72. Determinación de las máximas avenidas mediante el trazado de curvas isorreócronas. Proyecto reformado de aliviadero del pantano de El Vado. 10 de junio de 1946. Ing. Domingo Díaz-Ambrona Moreno, año 1946



Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración (4)46, 44/19.330 77.

Las dos pilas que servían para delimitar los tres vanos del aliviadero y alojar a las compuertas tenían un perfil hidrodinámico del tipo Joukowski de 15 m de longitud en el sentido de la corriente y 2.20 m de anchura. El canal de descarga era de sección trapezoidal de 26 m de anchura en solera y 28 en la superficie, con 3 m de altura y una longitud total de 171,81 m, terminando en un canal sin revestir de 2 m de anchura en solera y taludes de 1/3, con un desarrollo de 180,54 m hasta llegar al río Jarama. Se prolongaba directamente desde el aliviadero, apoyando su solera en un lecho de roca floja, que aparecía bajo la capa vegetal en la vaguada aprovechada para el desagüe.

La ubicación del vertedero en el collado junto al cabezo de la Viña, definida en este proyecto reformado, coincidía con la propuesta original de Antonio Buitrago, que también se mantenía en el proyecto de 1934 (figura 4.10). Sin embargo, en aquel proyecto la orientación del eje del aliviadero seguía el camino de servicio, con el inconveniente de imponer al caudal desaguado una fuerte curva, que quedó suprimida en este proyecto reformado. Se calculó el canal con una pendiente de 0,05578, con una cimentación sólida y resistente, para descargar el máximo caudal en régimen tranquilo. Aunque el agua alcanzara la máxima velocidad de 20 m/s, no se preveía que el canal se deteriorara, pues el proyectista lo había observado en el funcionamiento del vertedero del Burguillo en el Alberche. En este aliviadero de El Vado el caudal máximo alcanzaría los 16,1 m/s. Para rebajar la energía cinética del agua, también se suprime el colchón de agua bajo las compuertas del aliviadero, que se consideraba incluso perjudicial. No se adopta la opción final del canal en salto de esquí, un diseño que tendría el objetivo de alejar el agua de la obra, sino que se mantiene la rasante, para que la propia agua actuara, evitando tener que ejecutar costosas excavaciones a continuación del final del aliviadero. El canal se cimentaría sobre la roca y con un robusto rastrillo doble, para resistir las socavaciones de los primeros años, sin que fuera necesaria más que una conservación normal, como se había llevado a cabo en el Burguillo. No se ejecutarían excavaciones en el fondo de la vaguada a la que se conducía el vertido, sino que se depositarían sobre el cruce curvo los productos de la excavación, abriendo un pequeño emisario recto, que finalmente adoptaría la forma que el agua fuera moldeando. No se preveían riesgos especiales en caso de avenidas, pues no había nada de valor en el cauce del barranco hasta su confluencia con el Jarama, ante un vertido excepcional que pudiera modificar el cauce, por el choque y la velocidad del agua en las pizarras.

A la vista de la memoria, el ingeniero jefe de Sección sugería reducir la longitud del canal, para economizar, y colocar en su parte central un colchón de agua, donde la pendiente observaba un quiebro de 0,1354 a 0,062036, y concluir allí el canal, en espera de conocer los efectos producidos por el desagüe en avenidas y los de la erosión del terreno.

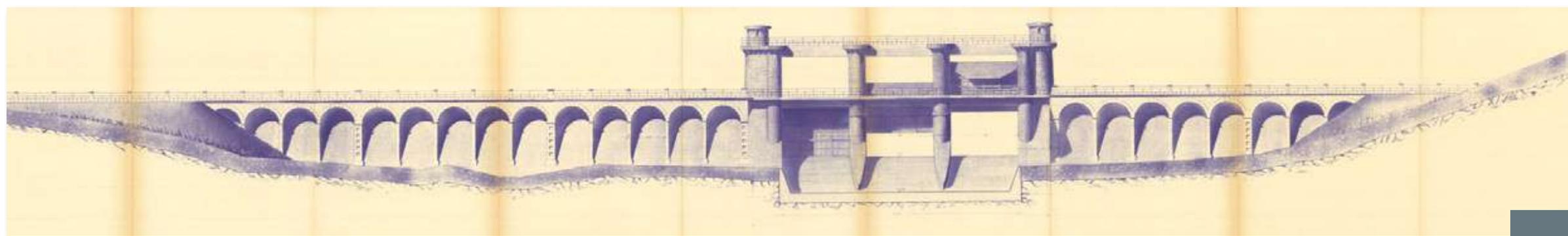
La presa de cierre complementario tenía 204,84 m de longitud, pero de escasa altura, con una obra de poco volumen. El talud proyectado era de 0,78, que estaba muy lejos del límite comprobado para la seguridad en este tipo de presas. Las compuertas no se habían estudiado aún en detalle, y habrían de ser objeto de un concurso oficial, ajustándolo a los plazos de ejecución de la obra de fábrica.

Tabla 4.28. Aliviadero del collado. Características del proyecto de 1946

Situación del aliviadero en el collado inmediato al Cabezo de la Viña, término municipal de Retiendas, en Guadalajara.
Cuenca receptora: 382 km ² .
Cota de umbral del vertedero: 917,90 m.
Obra de fábrica: 28,80 m de presa perfil Creager y dos estribos de perfil Präsil de 3,50 m. Dos pilas aerodinámicas perfil tipo Joukowski de 15,00 m de longitud en el sentido de la corriente y 2.20 m. de anchura. Presa del cierre complementario, de perfil triangular Pigeaud de 174 m de longitud total.
Compuertas: 3, tipo Stoney, cerrando vanos de 8,00 x 5,75 m.
Canal de descarga: De planta recta y sección trapezoidal revestida de 26,00 m de anchura en solera, 28,00 en la superficie y 3,00 m de altura en una longitud de 171,81 m, terminando en un emisario de 2,00 m de anchura en solera y taludes de 1/3 a lo largo de 180,54 m.
Capacidad máxima: 621,470 m ³ /s.

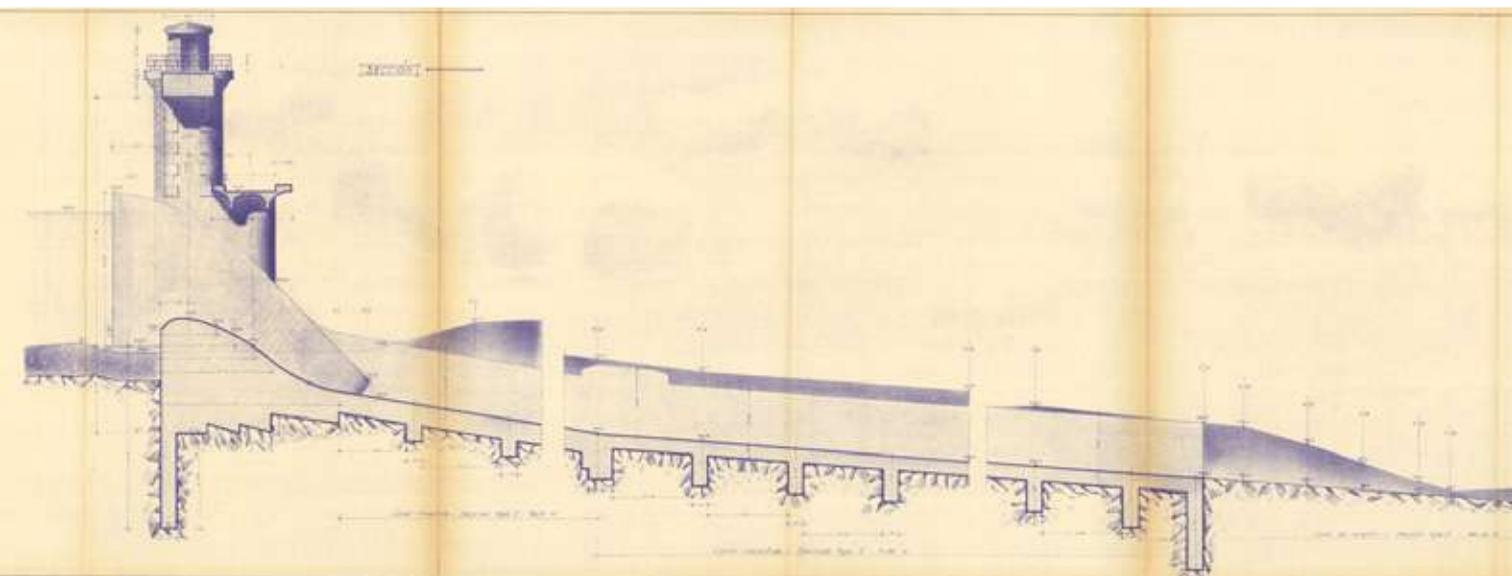
Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración (4)46, 44/19.330 77. Proyecto reformado de aliviadero del pantano de El Vado. 1946. Anexo 7 de la memoria.

Figura 4.73. Aliviadero alzado aguas abajo. Proyecto reformado de aliviadero del pantano de El Vado. 10 de junio de 1946. Ing. Domingo Díaz-Ambrona Moreno, año 1946



Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración (4)46, 44/19.330 77.

Figura 4.74. Aliviadero Perfil. Proyecto reformado de aliviadero del pantano de El Vado. 10 de junio de 1946. Ing. Domingo Díaz-Ambrona Moreno, año 1946



Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración (4)46, 44/19.330 77.

El camino de servicio tenía que ser modificado sustancialmente, al quedar los últimos dos kilómetros sumergidos, y había que reconstruirlo a la cota conveniente, cruzando el dique del collado. El paso sobre el aliviadero se había estudiado con cuidado, sobre tres tramos rectos de hormigón armado de los modelos oficiales, pues la luz de los vanos no aconsejaba otra cosa. Pero en esta presa complementaria se podrían emplear pontones de medio punto, con los espesores de los modelos oficiales, permitiendo una gran economía y sin exigir el gasto de acero, cumpliendo las disposiciones oficiales respecto a la materia. También habría que tener en cuenta, una vez superado el aliviadero, el enlace entre el camino de servicio y los edificios auxiliares construidos en la ladera del Cabezo de la Viña.

El plazo de ejecución, iniciando la obra en ambos extremos al mismo tiempo, podría ser de un año, aunque si hubiera que interrumpir el hormigonado por un invierno duro, podría alargarse con un suplemento de tres meses. La ejecución podría hacerse por contrata, pero atendiendo a la urgencia de estas obras, se sugería aplicar destajos mediante concursos, además de que supondría una baja inicial del 14% sobre el presupuesto de contrata "para un aumento de garantía que la experiencia nos enseña que se hace nulo con facilidad e incluso puede convertirse en una molesta carga para la Administración."

Al ritmo de crecimiento de la presa, cuya coronación se alcanzaría en diciembre de 1948, era conveniente tener concluidas las obras de excavación y fábrica del aliviadero en ese plazo. El presupuesto de ejecución material calculado fue de 6.959.671,08 pesetas, que incrementado en un 2 % por imprevistos daba un total de ejecución por administración de 7.098.864,50 pesetas. Excluidas las compuertas, la ejecución por contrata sería de 6.531.967,40, con un coste adicional sobre el presupuesto de 1934 de 6.117.834,56 pesetas. El aumento suponía un 1.477 % (sobre el calculado en 1934, que era de 414.132,84 pesetas), pues el efecto del recremento del embalse había obligado a pasar de un simple canal de alivio, a tener que construir un extenso dique, prolongar y revestir la canalización del vertedero, modificando además el camino de servicio en un largo tramo. Las compuertas, por concurso, con un aumento del 16 % se calculaban en 1.570.251,05 pts. (tabla 4.29).

Tabla 4.29. Aliviadero (dique) del collado. Comparación de presupuestos 1934 y 1946

PROYECTO 1934		PROYECTO 1946	
CONCEPTO	IMPORTE (Pesetas)	CONCEPTO	IMPORTE (Pesetas)
1.- Explanación	121.221,56	1.- Obras de tierra	621.400,13
2.- Canal salida de las compuertas	44.860,54	2.- Obras de fábrica	3.998.318,25
3.- Emplazamiento compuertas y paso camino servicio	190.928,97	3.- Compuertas y aparatos de maniobra	1.353.664,70
4.- Compuertas y aparatos de maniobra	430.000,00	4.- Obras accesorias	986.288,00
		5.- Conservación	25.000,00
Total ejecución material	787.011,07	Total, 1 a 4	6.959.671,08
Ejecución por Administración		Ejecución por Administración	
2% accidentes de trabajo	15.740,22	2% imprevistos	139.193,42
2% imprevistos	15.740,22	Total ejecución por administración	7.098.864,50
7% Retiro y seguro obrero	55.090,77	Presupuesto aprobado en 1935	873.582,29
Total ejecución por administración	873.582,29	Incremento del proyecto reformado	6.225.282,21

PROYECTO 1934		PROYECTO 1946	
CONCEPTO	IMPORTE (Pesetas)	CONCEPTO	IMPORTE (Pesetas)
Ejecución por contrata		Ejecución por contrata	
Artículos 1 a 3 (sin compuertas)	357.011,07	Artículos 1, 2, 4 y 5 ...	5.631.006,38
2% imprevistos	7.140,22	2% imprevistos	112.620,13
5% dirección y administración	17.850,55	5% dirección y administración	281.550,32
9% beneficio industrial	32.131,00	9% beneficio industrial	506.790,57
Total ejecución por contrata	414.132,84	Total ejecución por contrata	6.531.967,40
		Diferencia presupuestos 1946 y 1934	6.117.834,56
		Compuertas	
		Presupuesto de ejecución	1.353.664,70
		16% Suministro por concurso	216.586,35
		Total ...	1.570.251,05
Presupuesto para conocimiento de la Administración (Incluye expropiaciones)			
		15 ha de terreno de secano, a 2.000 pts./ha	30.000,00
		1,00 ha de regadío, a 20.000 pts./ha	20.000,00
		3% de afección	1.500,00
		Presupuesto de ejecución por contrata	6.117.834,57
		Compuertas por concurso	1.570.251,05
		1 por 1.000 de 5.000.000 pesetas remuneración personal facultativo para el estudio del proyecto, según Decreto 8 marzo 1940	5.000,00
		Gastos de dietas y locomoción	7.500,00
		Presupuesto para conocimiento de la Administración	7.752.085,62

Fuente Proyecto aprobado 28 oct. 1934. (4)26, 24/15.842 7-40. Proyecto Reformado 1946. AGA. (4)26, 44/19.330.

5.8.2. Segundo proyecto reformado del dique del Collado (1950)

El proyecto reformado de aliviadero fue aprobado técnicamente por O.M. de 24 de enero de 1948, autorizando la construcción por administración de la parte correspondiente a las obras de tierra y hormigonado del cierre complementario y de la variante del camino de servicio afectado por el recrecimiento del embalse, aparte de la redacción del reformado correspondiente a la compuerta metálica. No obstante, el ingeniero encargado de las obras, Juan de Arespacochaga hubo de redactar en noviembre de 1950 un segundo proyecto reformado del aliviadero⁴³⁷ en el que se recogían las obras de tierra y cierre complementario, en ejecución tras haber sido adjudicadas por destajos en 20 de octubre de 1949. Comprendían las del camino de servicio, las compuertas metálicas, cuyo concurso había sido resuelto, y lo que quedaba aún por adjudicar y ejecutar, que eran el vertedero, las pilas, el puente sobre el vertedero, el puente de maniobras, los accesos y el hormigonado de la parte superior del canal de descarga.

En el diseño se mantenía el perfil Creager y el remate lateral del vertedero se conseguía por dos perfiles de gravedad tipo Präsil. El hormigonado del canal de descarga se sometería a un proceso de vibrado (figura 4.77). Al haberse reformado la coronación de la presa principal, se haría lo propio con el aliviadero, para que mantuvieran una misma estética. Se abandonó el sistema de sucesión de bovedillas para realizar una coronación maciza con idénticos motivos ornamentales de impostas, friso, pretil, pilastras, ménsulas y remates aplicados en la presa, sustituyendo en lo posible la sillería por hormigón, aunque para el dique del vertedero, que era más pequeño, se proyectó una junta cada 10 m (figuras 4.75, 4.76). También se incluyó un pequeño obelisco en la rotonda de acceso, para proporcionar una entrada agradable y cuidada al conjunto de las construcciones de la presa (12.182 pesetas) (figura 4.77). Asimismo, se dispusieron dos esculturas de animales fantásticos tumbados sobre los partidores-cajeros de vertido al canal desde el aliviadero. Presentan sus cabezas de inspiración asiática, una de aspecto felino y otra canina con puntiagudas orejas, y están apoyadas sobre sus patas delanteras, sobre el extremo del partidor, mirando hacia aguas abajo. Sus cuerpos alargados, con la espalda acorazada y vértebras dentadas, finalizan a la altura de las pilastras sobre la coronación, que se sustentan, a modo de ménsula, con una aleta de cola en abanico flanqueada por dos patas de lagarto. Con las bocas abiertas y sus lenguas fuera, no tanto para amenazar al espectador, sino como alegoría del vertido de agua por el aliviadero, estos animales suponen un remedo de las esculturas de inspiración marina con las que se ornamentaban las fuentes en el Renacimiento y el Barroco, un toque de estilo exótico que se permite la presa de El Vado, que no aparece documentado en los proyectos (figuras 4.81 y 4.82). Por su diseño, cabe atribuirlo al gusto del contratista José Torán, amante del arte y la literatura, promotor de celebraciones espectaculares y teatrales en la inauguración de la presa del Cenajo, en Murcia.

El sistema aprobado para el mecanismo de las compuertas hacía necesario en el puente superior un espacio bastante más grande que el previsto en principio. Se combinan ahora las casetas en un único corredor cubierto, ofreciendo la ventaja de una sola nave para toda la maniobra, y

437 Ministerio de Obras Públicas, Servicios Hidráulicos del Tajo. Segundo proyecto Reformado de Aliviadero del Pantano de El Vado. Ing. Juan de Arespacochaga. 30 de noviembre de 1950. AGA (4) 46 44/19.334 (77 B).

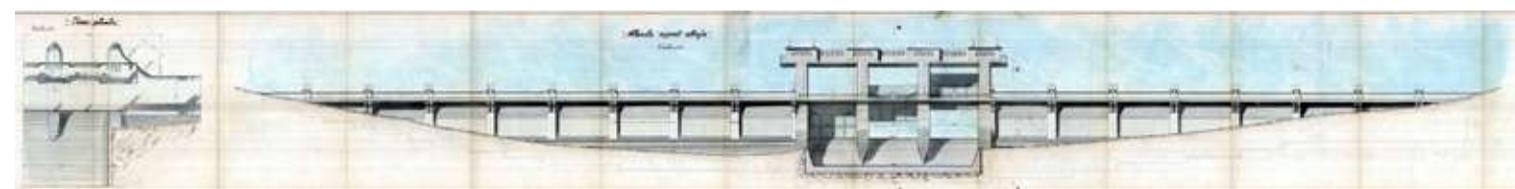
aprovechar así para otros usos los espacios no utilizados por los motores. En el anterior proyecto no se había pensado en modificar la conducción de agua al poblado de la presa, que hubiera quedado sumergida al llenarse el embalse, con graves riesgos, que se evitaban trasladándola al dique, lo mismo que las conducciones eléctricas. Se incluía también un modelo reducido para experimentar el comportamiento del aliviadero en su parte final de descarga (según O.M. de 24 de enero de 1948), con una alberca de 120 m³, construidos en la margen izquierda, cerca del propio canal (figura 4.79). Se autorizó la continuidad de lo que estaba pendiente de hacer el 12 de febrero de 1951, con un plazo de tres meses de ejecución, para poder explotar el embalse durante el estiaje. El adicional ascendía a 608.533,97 pesetas, apenas 8,57% respecto al proyecto que se modificaba con este 2º reformado del aliviadero (tabla 4.30), que se aprobó el 14 mayo 1951.

Tabla 4.30. Aliviadero del collado. Proyecto reformado 1946 y 2º reformado 1950

CONCEPTO	PRESUPUESTO (Pesetas)	
	REFORMADO 1946	2º REFORMADO 1950
1.- Obras de tierra	621.400,13	2.828.000,53
2.- Obras de fábrica	3.998.318,25	3.207.881,73
3.- Compuertas y aparatos de maniobra	1.353.664,70	1.401.730,80
4.- Obras accesorias	986.288,00	118.659,95
5.- Conservación	25.000,00	
Total, 1 a 4	6.959.671,08	7.556.273,01
2% imprevistos	139.193,42	151.125,46
Total ejecución por administración	7.098.864,50	7.707.398,47
Importe adicional		608.533,97

Fuente: Proyecto reformado del aliviadero, 1946. AGA. (4)26, 44/19.330. 2º Proyecto reformado del aliviadero 1950. AGA (4)26, 44/19.334.

Figura 4.75. Vertedero. Semi-planta y alzado aguas abajo. 2º Proyecto reformado de aliviadero del pantano de El Vado. Ing. Juan de Arespachoga. 30 de noviembre de 1950



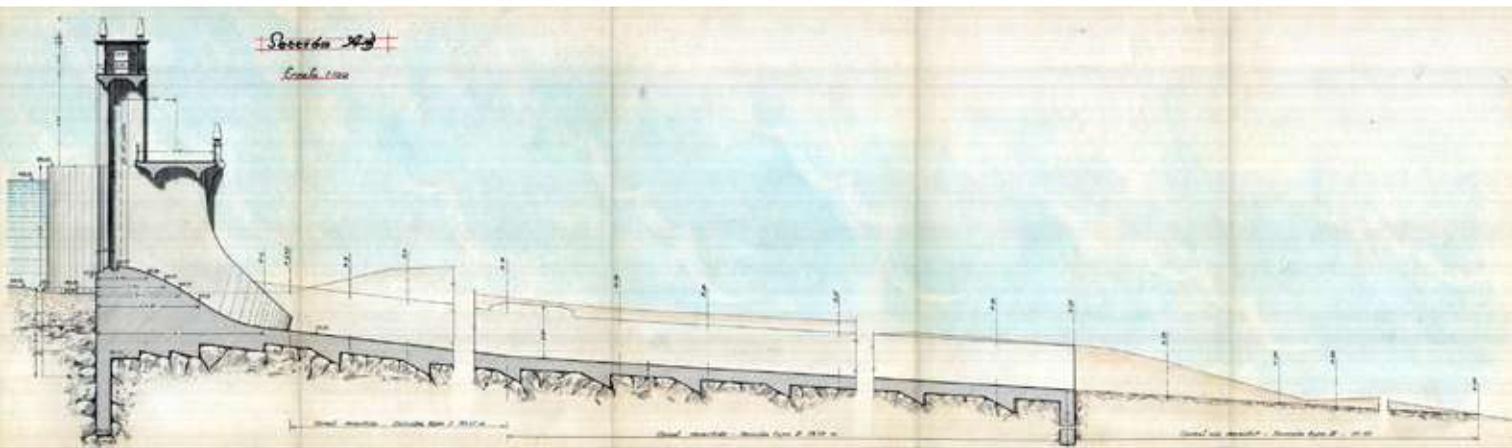
Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración (4)46, 44/19.330 77.

Figura 4.76. Aliviadero del Collado, pantano de El Vado, en construcción. Primavera de 1952



Fuente: MAGRAMA, Dirección General del Agua 000023480319003201050074.

Figura 4.77. Vertedero, sección del dique y canal. 2º Proyecto reformado de aliviadero del pantano de El Vado
Ing. Juan de Arespacochaga. 30 de noviembre de 1950



Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración (4)46, 44/19.330 77.

Figuras 4.78. Dique del Collado. Obelisco en la rotonda de acceso (1951)



Fotografía: F. Fernández Izquierdo, abril 2014.

Figura 4.79. Alberca para alimentar un modelo a escala del aliviadero (1951)



Fotografía: F. Fernández Izquierdo, abril 2014.

Figura 4.80. El Vado. Aliviadero del dique del Collado, vertedero con compuertas, desde aguas abajo



Fotografía:
F. Fernández
Izquierdo,
abril 2014.

Figuras 4.81 y 4.82. El Vado. Aliviadero del dique del Collado. Detalles de las esculturas de animales fantásticos sobre los partidores



Fotografía: F. Fernández Izquierdo, abril 2014.

Para concluir el aliviadero, el 6 de noviembre de 1951 se ordenó reunir todos los proyectos que se ejecutaban en uno solo⁴³⁸, cuyo presupuesto ascendía a 2.561.078,34 pesetas en la parte pendiente aún de realizar, pero que solamente suponía un incremento de 290.886 pesetas respecto al segundo proyecto reformado, más 2.510,86 pesetas por la redacción del proyecto y 6.000 pesetas asociadas a los gastos de locomoción y dietas a justificar. Este presupuesto era el consignado en el Decreto de declaración de urgencia para finalización de las obras en julio de 1953, autorizando la ejecución de la obra por administración directa mediante destajos, en lugar de concursos⁴³⁹. No sería el último incremento en el presupuesto, pues el 15 de abril de 1955, a petición del adjudicatario "Construcciones Civiles S.A.", al variar la distancia del transporte, solicitó una revisión de precios. La obra había sido adjudicada a dicha empresa el 22 de octubre de 1953 y se firmó el contrato el 18 de noviembre, con un plazo de ejecución que concluía el 18 de febrero de 1954. Los precios del cemento eran los mismos que los del proyecto reformado del aliviadero, calculados respecto a suministro desde la fábrica de Matillas en ferrocarril (37 km). La Delegación del Gobierno en la industria del cemento designó como fábrica suministradora por 900 toneladas a cementos Asland de Moncada (Barcelona), distante 619 km en ferrocarril hasta Humanes, por lo que se revisaron los precios mediante un acta de precios contradictorios, de lo que resultó un adicional sobre el presupuesto vigente de 164.429,10 pesetas⁴⁴⁰, aprobado el 12 de diciembre de 1955. Lo que habría de pagarse al citado contratista era la suma del proyecto de finalización y el adicional, en total 2.725.507,44 pesetas, que fue la cantidad liquidada. Las obras fueron ejecutadas dentro del plazo concedido al que se añadieron tres meses de prórroga y se recibieron única y definitivamente el 4 de marzo de 1955, con aprobación del acta en 11 de julio siguiente⁴⁴¹.

Han de considerarse, además otras dos revisiones de precios motivadas por las obras de excavación; una aprobada en 13 de julio de 1951, y otra nueva propuesta en 31 de octubre de 1953, sobre toda la obra destajada desde diciembre de 1950 a mayo de 1953, cuando las empresas adjudicatarias de los destajos fueron, sucesivamente, Construcciones Civiles, S.A. y Cándido López Gordo (López y Pascual, S.R.C.). Sobre 2.170.940,50 pesetas, que era lo abonado por destajos conforme al presupuesto, la suma de ambas revisiones, representó un adicional de 884.225 pts.

438 Proyecto de terminación del aliviadero del pantano de El Vado. Ing. Juan de Arespacochaga y Felipe 1952. AGA (4) 46 44/19.334. Se aprobó por O.M. el 25/10/1952.

439 Decreto de 22 de julio de 1953 por el que se declaran de urgencia las Obras de "Terminación del aliviadero del pantano de El Vado". BOE 228, de 16/08/1953, p. 4.961. El destajo consiste en la división por tramos de un concurso de obras públicas, que de esta manera se ejecutan por administración directa de un contratista, bajo la dirección de un técnico de la Administración, en lugar de hacerlo una subasta o concurso conjunto, que conlleva muchas más garantías para el Estado. Carbonero Gallardo, José Miguel: La adjudicación de los contratos administrativos: origen, evolución y sistema actual. Tesis doctoral, Universidad de Granada, 2010. p. 146-147. <<http://digibug.ugr.es/bitstream/10481/4867/1/18654538.pdf>> [consulta 10/12/2014].

440 Presupuesto del proyecto de terminación del aliviadero del pantano de El Vado. Con el adicional resultante de la aplicación de los precios contradictorios autorizados por Orden Ministerial de 2 de agosto de 1954. Ing. Juan de Arespacochaga 1955. AGA (4) 46, 44/19.334.

441 Liquidación de las obras de terminación del aliviadero del pantano de El Vado, 1959. Ing.: José Luis López Larrañeta. Año 1959. AGA (4) 46 44/19.334.

Figura 4.83. Aliviadero del Collado, pantano de El Vado, terminado. Junio de 1954



Fuente: CHT Archivo técnico de la presa de Alcorlo. Álbum nº 1 de las obras de El Vado.

5.8.3. Las compuertas del aliviadero

El "Concurso de proyectos, suministros y montaje de las compuertas metálicas y aparatos de maniobra del aliviadero del pantano de El Vado (Guadalajara)", de acuerdo al nuevo diseño de elevación de la presa, fue autorizado por Decreto de 3 de diciembre de 1948⁴⁴² y publicado por la Dirección General de Obras Hidráulicas el día 14 siguiente⁴⁴³, por un presupuesto de 1.570.251,05 pesetas. Con la concurrencia a la subasta⁴⁴⁴ de Domingo de la Prida, Fundición, cerrajería, maquinaria (Sevilla); Maquinista y Fundiciones del Ebro, S.A. (Zaragoza), y Boetticher y Navarro, finalmente el concurso se adjudicó a esta última firma el 11 de marzo de 1950, por 1.401.730,80

442 BOE 346, de 11/12/1948, pp. 5544-5545.

443 BOE 349, de 14/12/1948, p. 5.600.

444 AGA (4) 46 44/19.334, (77M).

pesetas de presupuesto por administración, y de 1.570.251,05 pesetas por contrata⁴⁴⁵. Las actuaciones contratadas se iniciaron el 14 de mayo de 1950, con un plazo de dos años, y no fue necesario conceder prórroga alguna. No obstante, en marzo de 1952, la empresa solicitó una revisión de precios, por un importe de 427.587,48 pesetas, aplicando las tablas oficiales de precios entre agosto de 1950 y agosto de 1951⁴⁴⁶. El importe total pagado al contratista fue de 1.829.318,28 pesetas, recibándose la obra provisionalmente el 17 de marzo de 1956⁴⁴⁷, con la asistencia por parte de la Administración de Ramón M^a Serret y Mirete, inspector regional de 11^a Demarcación; Juan Antonio Aguilar y Marina, ingeniero director de la Confederación Hidrográfica del Tajo; Rafael Enríquez Ramírez de Cárdenas, ingeniero jefe de Obras Públicas de Guadalajara, en representación de la Intervención General de Hacienda Pública; Juan de Arespachoga y Felipe, ingeniero encargado de las obras; y en representación de "Boetticher y Navarro, S.A.", adjudicatario del concurso, Manuel Cámara Muñoz. La recepción definitiva tuvo lugar el 27 de octubre de 1958⁴⁴⁸ a la que asistieron por la Administración Ramón M^a Serret y Mirete, inspector regional de 11^a Demarcación; Benito Jiménez Aparicio, ingeniero director de la Confederación Hidrográfica del Tajo; Longinos Luengo Herrero, ingeniero jefe de la Sección Centro-Este de dicha Confederación; José Luis López Larrañeta, ingeniero encargado de las obras del pantano de El Vado; Luis Carretero García, ayudante de Obras Públicas, afecto al dicho servicio; no hubo representación de la Intervención General de Hacienda Pública, por haberlo hecho en la recepción provisional; Fernando Gutiérrez Marín, en representación de "Boetticher y Navarro, S.A.", adjudicatario del concurso. Durante la recepción definitiva, tras reconocer la instalación, se procedió a efectuar una prueba de funcionamiento de las compuertas, lastradas con un peso igual al calculado como esfuerzo originado por los rozamientos de los mecanismos de rodadura y de los dispositivos de impermeabilización, con resultado satisfactorio. El informe de liquidación se firmó el 20 de julio de 1959.

Una vez puesto en servicio el embalse, en marzo de 1955 se consideró conveniente centralizar los mandos de los mecanismos de las compuertas del aliviadero, cuyo manejo se realizaba desde el corredor situado sobre ellas⁴⁴⁹. El mando a distancia de las compuertas de fondo de la presa se había instalado en una caseta cercana al aliviadero y parecía conveniente disponer de un sistema similar de control para el vertedero, mediante interruptores bipolares para el mando de maniobra, y trifásicos de línea para accionar a distancia los motores de cada una de las tres compuertas, cuyos movimientos se registrarían en la cámara de mandos mediante unos indicadores movidos por impulsos. Se presupuestaba también un pupitre general, para unificar en un solo cuadro todos los mandos existentes, los de las líneas de alimentación y transformación, la iluminación del poblado y el mando de las compuertas de fondo y del aliviadero (figura 4.84). El presupuesto

445 BOE 76 de 17/03/1950, p. 1.136.

446 Propuesta de revisión de precios de las compuertas del aliviadero de El Vado a Boetticher y Navarro, S.A. 3 de marzo de 1952. AGA (4) 46 44/19.335, (77-M). Aprobada por Consejo de Ministros de 31 de octubre de 1952.

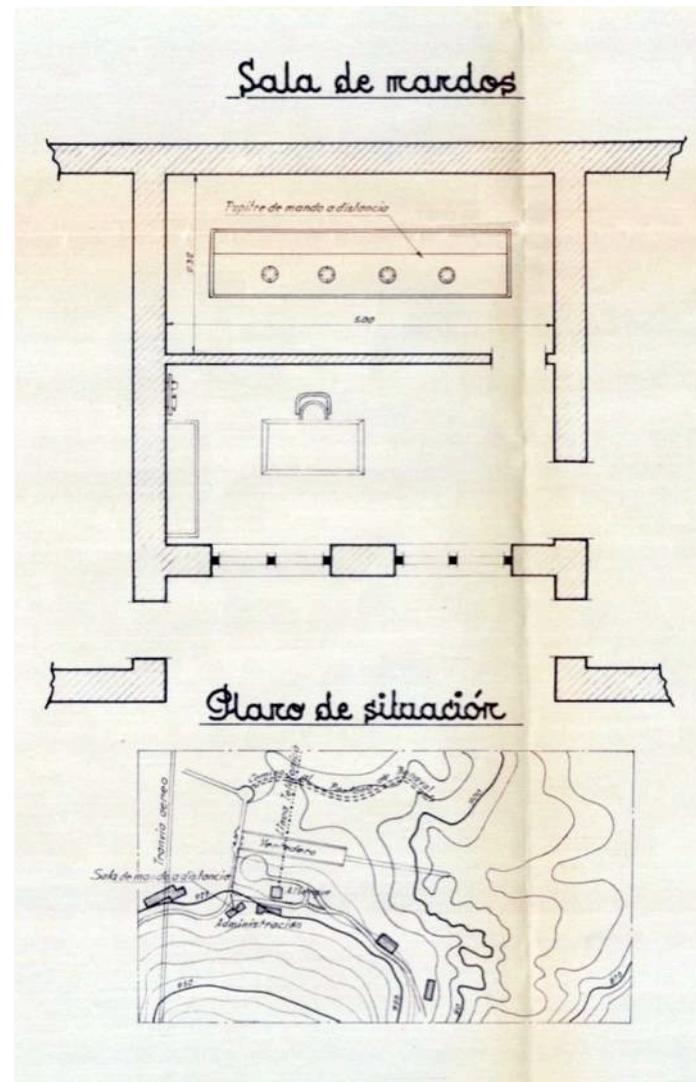
447 Liquidación de las obras de suministro y montaje de las compuertas del aliviadero de la Presa del Pantano de El Vado. 1959. AGA (4) 46 44/19.335.

448 Ibidem.

449 Presupuesto de mando a distancia de las compuertas del aliviadero de la Presa del Pantano de El Vado. 18 de marzo de 1955. Ingeniero D. Juan de Arespachoga y Felipe. AGA (4) 46 44/19.335.

era de 196.768,20 pesetas por administración y 229.575,60 pesetas por contrata. Se aconsejaba la ejecución por contratación directa, por lo moderado del importe, y la especialización de los trabajos. El 27 de abril de 1955, el ingeniero jefe de Sección, César Blanco de Córdoba, aprobó el presupuesto y sugería su adjudicación directa a la empresa constructora de las compuertas, Boetticher y Navarro, S.A.

Figura 4.84. Caseta para el mando a distancia de las compuertas del aliviadero, presa del Pantano de El Vado. 18 de marzo de 1955. Ingeniero D. Juan de Arespachoga y Felipe



Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración (4) 46 44/19.335.

5.8.4. Recapitulación de costes de realización del aliviadero y dique del Collado

La combinación en la gestión constructiva mediante destajos y concursos, los sucesivos reformados y las revisiones de precios, circunstancias comunes en el embalse estudiado, generan dificultades a hora de evaluar los costes previstos y los reales. En particular, la documentación conservada corresponde a liquidaciones de proyectos individuales o bloques de destajos, cuando se realizaban mediante administración y adjudicaciones directas, pero no está disponible una síntesis global, en la que se haya calculado integrando los costes extraídos de la documentación consultada (tabla 4.31). Al respecto, cabe considerar que, aparte de los costes indirectos por externalidades y contratas, existían otros gastos derivados de la asunción directa por parte de la Administración, como los sueldos de su personal o del mantenimiento de instalaciones que no eran cedidas a los contratistas, cuya cuantía se desconoce⁴⁵⁰. En lo que sí está documentado, el presupuesto del proyecto reformado del aliviadero para la presa recrecida, elaborado en 1946, que ascendía en ejecución por administración a 7.098.864,50 pesetas, una vez cerradas todas la liquidaciones en 1959, con posteriores reformados y modificaciones de precios, se transformó en una inversión de 9.719.253,24 pesetas, con un incremento de 36,36 % respecto a la primera cifra calculada.

Tabla 4.31. Resumen de costes aliviadero del Collado

CONCEPTOS EN EL PRESUPUESTO DEL PROYECTO REFORMADO 1950	IMPORTE (Pesetas)
1. Obras de tierra	2.828.000,53
Adicional 1ª revisión 1951	566.255,96
Adicional 2ª revisión 1953	317.969,04
2. Obras de fábrica	3.207.881,73
Adicional terminación aliviadero	290.886,00
Dietas y locomoción	8.510,86
Revisión transporte cemento	164.429,10
3. Compuertas y aparatos de maniobra	1.401.730,80
Revisión de precios	427.587,48
Centralización de compuertas	196.768,20
4. Obras accesorias	118.659,95
Total	9.528.679,65
2% de 7.556.273,01 (arts. 1, 2 y 4 del 2º proyecto reformado, sin las compuertas)	151.125,46
Total ejecución por administración	9.679.805,11
Incremento respecto al proyecto reformado de 1946 (7.098.864,50 pesetas, presupuesto de ejecución por administración)	2.580.940,61

Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración (4)46, 44/19.330 77.

450 Aunque en el archivo técnico de la presa de El Vado se conservan varios legajos de la administración entre 1943 y 1954, no se ha localizado una síntesis de todo el período, con lo que nos remitimos a las liquidaciones de los proyectos, como documentación de referencia.

5.9. Mantenimiento del camino de servicio (1950-1954)

La carretera de servicio de Tamajón a El Vado, que ya fue reparada a principio de los años 40, tras una década de obras en la presa había sufrido mucho desgaste. Un primer proyecto planteado por Arespacochaga en 1950, se concretó en 1952 con un presupuesto de ejecución por contrata de 583.289,86 pesetas⁴⁵¹, que fue adjudicado el 26 de marzo de 1952 a Ginés Navarro e Hijos, Construcciones, S.A., por destajos de 50.000 pesetas y se recibieron las obras en febrero de 1953. No obstante, una vez terminada la presa de El Vado, ante la previsión de su inauguración en el verano de 1954, se redactó un nuevo proyecto, pues esa carretera también era necesaria para acceder a las obras del canal del Jarama, cuyo propio camino de servicio ya estaba acabado, y el Canal de Isabel II preparaba los concursos para construir esa nueva conducción destinada a su red. Además, se habían iniciado en aquel entorno los trabajos en el pantano de Bonaval y el anteproyecto del pantano de Matallana, incrementando el tránsito de los caminos, lo que justificaba este proyecto, consistente en aplicar un kg de betún y 10 litros de gravilla por m² de firme. El presupuesto de ejecución material ascendía a 470.533,71 pesetas y de 535.756,21 pesetas en administración, con un plazo de ejecución de dos meses⁴⁵².

5.10. Finalización de las obras de la presa. El 4º proyecto reformado de El Vado (1953)

Los trabajos avanzaban con rapidez y regularidad. En diciembre de 1949 se había alcanzado la cota de contacto entre la parte en talud del paramento de aguas abajo, y la vertical que se situaría en la coronación de la presa, a falta de cerrar el bloque que actuaba como vertedero provisional, hasta que se instalara el aliviadero en el collado junto al cabezo de la Viña, pues su construcción no comenzaría hasta 1950.

451 Obras Públicas. Servicios Hidráulicos del Tajo. Proyecto de riego asfáltico del camino de servicio del Pantano de El Vado. Ing. Juan de Arespacochaga y Felipe. Año 1950. Los datos son los mismos que en un proyecto previo, de 1950 (con presupuesto 703.430,20 pesetas en ejecución y 800.935 en administración), modificados a lápiz. Tachada fecha de firma y superpuesta a lápiz 26 de marzo de 1952. Presupuesto en ejecución material 507.207,57 y por contrata en 583.289,86. CHT, Archivo técnico de la presa de Alcorlo.

452 Obras públicas. Confederación Hidrográfica del Tajo. Proyecto de riego asfáltico del camino de servicio del Pantano de El Vado. Ingeniero Juan de Arespacochaga y Felipe. Firmado el 26 de mayo de 1954.

Figura 4.85. Pantano de El Vado, apertura de compuertas de fondo y vertido por el aliviadero provisional en diciembre de 1949



Fuente: CHT Archivo técnico de la presa de Alcorlo. Álbum nº 1 de las obras de El Vado pág. 48, imagen 100.

El cierre de la escotadura en la presa que actuaba como aliviadero provisional y el hormigonado de la coronación se desarrollaron durante el invierno y la primavera de 1950, de forma que en agosto se había alcanzado la cota de coronación de la presa, quedando solamente los remates de pretilos, ménsulas e impostas, y la limpieza de los paramentos. También se perforó un túnel a través del cabezo de la Viña para acceder a la coronación, pues los caminos empleados durante las obras, quedarían anegados por el nivel del embalse⁴⁵³. En diciembre se trabajaba en el abocinamiento de los desagües de fondo, afectados por el recrecimiento de la presa en ambos paramentos.

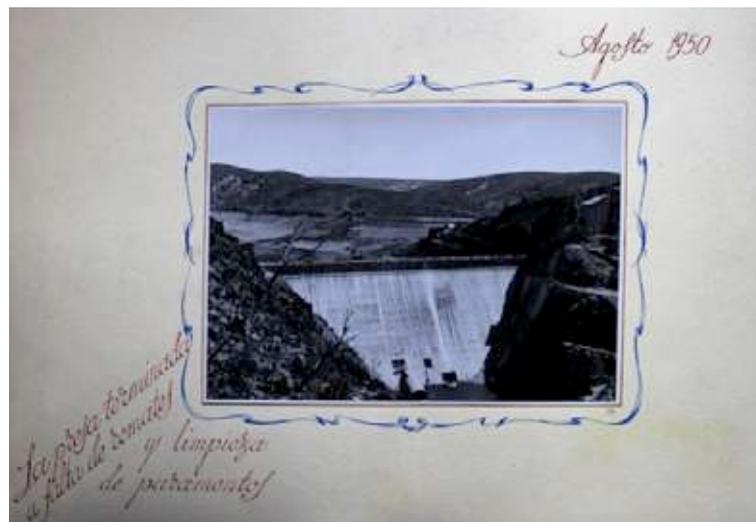
453 Variante del camino de servicio y túnel. 1950. CYII, Archivo técnico de la presa de El Vado, B-3-33/21. El camino original de acceso a la coronación, que precisó de costosas excavaciones y refuerzos en una ladera casi vertical, queda al descubierto cuando baja el nivel del embalse.

Figura 4.86. Pantano de El Vado, perforación del túnel de acceso



Fuente: CHT Archivo técnico de la presa de Alcorlo. Álbum nº 1 de las obras de El Vado, pág. 57, imágenes 113-114.

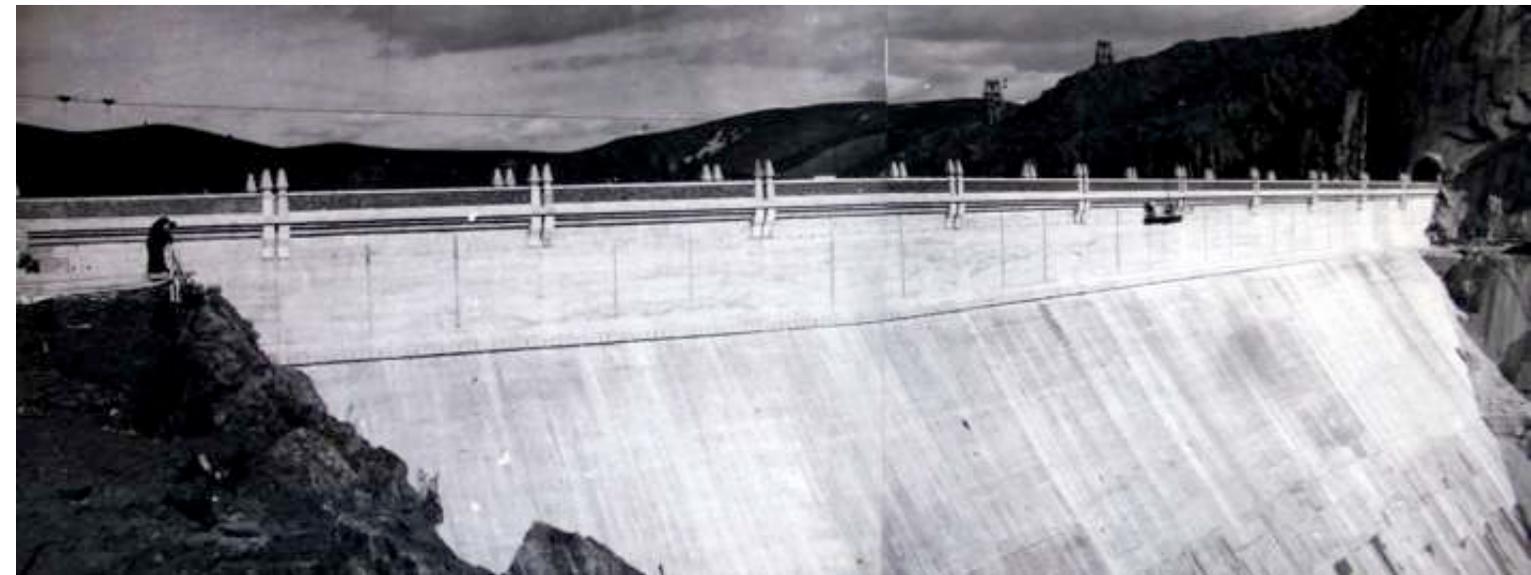
Figura 4.87. Pantano de El Vado, la presa terminada, a falta de remates en la coronación. Agosto 1950



Fuente: CHT Archivo técnico de la presa de Alcorlo. Álbum nº 1 de las obras de El Vado, pág. 58, imagen 115.

Durante el primer semestre de 1951 se finalizaba la coronación, colocando bordillos, albardillas, pretilos, aceras, calzada y las pilastras en los bordes de las juntas de dilatación, rematadas con pequeños obeliscos. La presa principal estaba terminada en agosto de 1951, se realizaron las pruebas de carga parciales, y se detectaron filtraciones. En diciembre se concluyó un nuevo edificio de oficinas. En febrero de 1952 se ornamentó el paramento de aguas abajo con los escudos del Estado⁴⁵⁴, la Confederación del Tajo y el Ayuntamiento de Madrid, puesto que ya se conocía que el destino del agua de El Vado sería para abastecer a la capital de España. La intensidad en el trabajo se centraba en el dique del collado con el aliviadero.

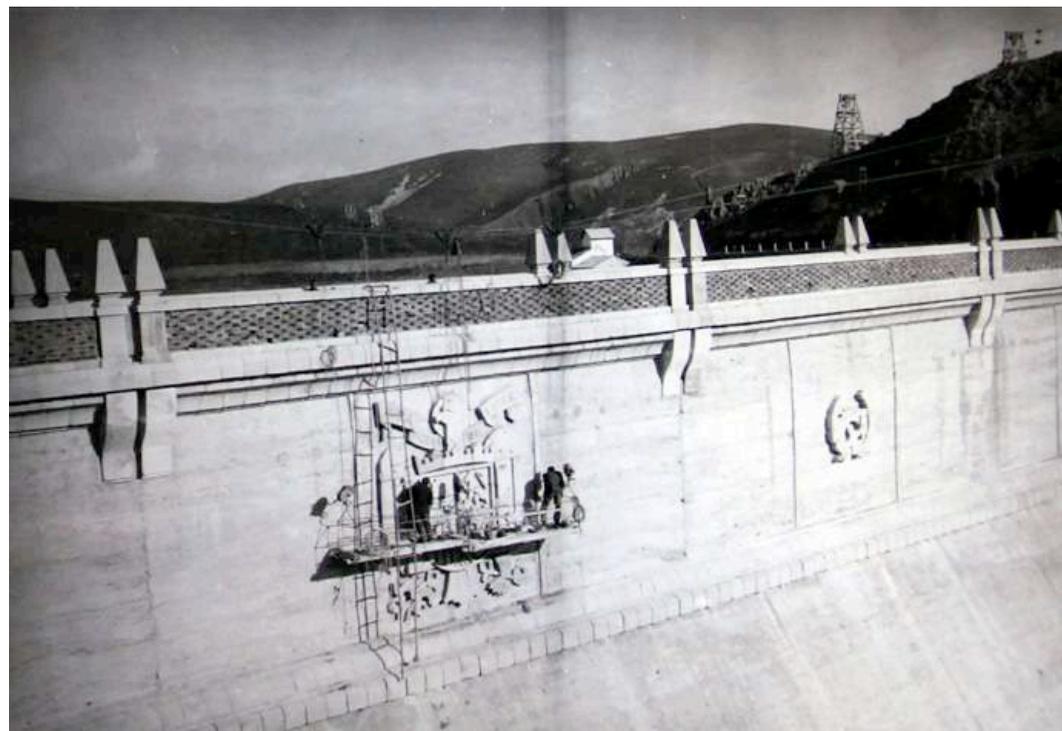
Figura 4.88. Pantano de El Vado, panorámica frontolateral de la coronación, desde la ladera derecha. Agosto 1951



Fuente: CHT Archivo técnico de la presa de Alcorlo. Álbum nº 1 de las obras de El Vado, pág. 66, imagen 130.

454 Presupuesto de ejecución y colocación de cinco escudos ornamentales en la presa del pantano de El Vado. Juan de Arespachaga y Felipe, 1951. CYII, archivo técnico de El Vado, B-3-13. Dichos escudos han sido retirados en aplicación de la Ley 52/2007, de 26 de diciembre, de Memoria Histórica.

Figura 4.89. Pantano de El Vado, colocación de escudos en el paramento de aguas abajo. Febrero 1952



Fuente: CHT Archivo técnico de la presa de Alcorlo. Álbum de las obras de El Vado. pág.70, imagen 136.

Mientras se finalizaban las obras, Juan de Arespachaga planteó nuevas modificaciones sobre el proyecto vigente, que se concretaron en el 4º proyecto reformado, firmado el 30 de noviembre de 1953⁴⁵⁵. Su objetivo era triple: primero, refundir en uno solo los presupuestos parciales previos, pues se habían ejecutado las obras mediante administración destajada; segundo, reforzar mediante inyecciones los problemas de filtraciones que aparecían en la presa; y tercero, ampliar la comunicación al embalse mediante un nuevo acceso desde el pueblo de Retiendas, situado en la margen izquierda del Jarama, aguas abajo de El Vado.

Según explicaba Arespachaga, el 4º proyecto reformado de El Vado adecuaba las unidades previstas con las realizadas, resultando un ahorro importante de 3.962.803,80 pesetas que, como

455 Proyecto reformado (4º) del pantano de El Vado. 1953. Ingeniero Juan de Arespachaga y Felipe. AGA (4) 46, 44/19.332 77 A. Aprobado el 21 de mayo de 1954. El documento 2 del 4º proyecto reformado incluye los planos de planta, alzado, perfiles y sección tipo de la coronación y juntas de la presa, que son los mismos que en el 3º reformado. CHT, Archivo técnico de la presa de Alcorlo.

se verá, fue contrarrestado por las revisiones de precios, pese a incluir obras nuevas como era el camino de Retiendas a El Vado, resultando en conjunto un incremento respecto al anterior proyecto de 1.757.532,41 peseta, de forma que el presupuesto de ejecución por administración ascendió a 26.049.209,77 pesetas (tabla 4.32).⁴⁵⁶ La ejecución se recomendaba mediante adjudicación directa, encargándose la impermeabilización a una empresa especializada. El plazo de ejecución estimado fue de 8 meses desde la fecha de adjudicación. Puesto que el proyecto se planteó en noviembre de 1953, si se habilitaran créditos, podría iniciarse en invierno con las obras de tierra, dejando el verano para la terminación. Pero la dilación burocrática produjo que el proyecto fuera aprobado el 21 de mayo de 1954 y las obras se adjudicaron por concurso el 9 de noviembre de 1955, tras la inauguración oficial, que tuvo lugar en junio de 1954.

Tabla 4.32. Presupuesto del 4º proyecto reformado de El Vado. 1953

CONCEPTO	IMPORTE (Pesetas)
Artículo 1º Excavaciones	163.557,26
Artículo 2º Obras de fábrica	16.306.991,81
Artículo 3º Impermeabilización	1.453.872,94
Artículo 4º Obras complementarias	1.928.144,15
Artículo 5º Camino de servicio a Retiendas	5.685.874,79
Total ejecución material	25.538.440,95
Imprevistos (2 %)	510.768,82
Total ejecución por Administración	26.049.209,77
Presupuesto 3º proyecto reformado	24.291.677,36
Adicional resultante	1.757.532,41

Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración (4) 46, 44/19.332 77 A.

456 Mediante contrata, el presupuesto pasaría a ser de 27.106.774,45 pts. El presupuesto para conocimiento de la administración ascendería a 26.049.209,77 ejecutado por administración, y 27.116.774,45 por contrata. En ambos casos se añadían 10.000 pts. para remunerar al personal facultativo por el estudio del proyecto, y por los gastos para visitar las obras.

En el tercer artículo de este 4º proyecto reformado de El Vado, se mantenía una importante cantidad para inyecciones destinadas a impermeabilización, de las que se había gastado solo una parte, por la intervención de la Jefatura de Sondeos, y en palabras del propio Arespacochaga se explicaban las técnicas constructivas aplicadas hasta el momento, cuyos resultados no habían sido plenamente satisfactorios, por lo que habría que subsanar sus deficiencias:

“La construcción de la presa de El Vado ofrece, sin duda, determinadas imperfecciones imputables bien a la antigüedad de los primeros trabajos, bien al hecho de haber sufrido la presa un recrecimiento sobre la altura prevista en el primer momento, de acuerdo con la cual se ejecutaron las obras hasta 1947.

Al primer aspecto hay que achacar la falta de vibración del hormigón colocado en la misma y al uso para su puesta en obra del procedimiento de vertido continuo mediante canaletas. Aunque este anticuado procedimiento fue sustituidos en el año 1948 por el vertido discontinuo mediante vagonetas, puede decirse que aproximadamente el 60% de la altura total de la presa se ha realizado mediante el primer sistema, que produce el conocido y pernicioso proceso de una disgregación por gravedad y por rozamiento del árido empleado que hace que hoy se halle proscrito este sistema de puesta en obra.

Como resultado de ambos defectos no se ha logrado una impermeabilidad absoluta en toda la masa de la obra, no obstante la estudiada dosificación de los componentes del hormigón, que se hizo desde el primer momento y de los constantes y satisfactorios ensayos sobre probetas, diariamente efectuados en el laboratorio de obras desde el comienzo de las mismas.

Con todo, las filtraciones existentes no tendrían importancia si existiera una galería de drenaje en la parte de cimientos y zona inferior de la presa, que es usual realizar modernamente, pero de la cual carece esta presa imposibilitando del drenaje y recogida de filtraciones cerca del paramento de aguas arriba para la necesaria anulación del efecto de subpresión en la masa y la evitación de resudaciones aguas abajo. No creemos que las filtraciones aparecidas sean superiores a las usuales en presas análogas realizadas en la época de esta, pero la inexistencia de galería de drenaje, las dota de cierta peligrosidad que solo puede intentarse evitar mediante el perfeccionamiento de la impermeabilidad del paramento de aguas arriba por la ejecución de un sistema de drenes realizados por taladro, partiendo de la cámara de compuertas y en la zona próxima a dicho paramento anterior.

Junto a estos defectos del proyecto primitivo, existen los inherentes de siempre al proceso de recrecimiento de toda presa. El sistema aprobado en 11 de julio de 1947 para esta, fue la ejecución de una pantalla anterior de tres metros de espesor y al propio tiempo el ligero cambio del talud de aguas abajo.

Para la ejecución del nuevo talud se dejaron a partir del año 1946 unos escalones de enjarje en el paramento de aguas abajo que se rellenaron luego al ser aprobado en 5 de junio de 1948 el proyecto que preveía el nuevo talud enajarrado mediante los citados

escalones. Para la ejecución de la pantalla no había otra solución que la proyectada y aprobada de adosar la nueva fábrica de hormigón sobre el cuerpo de la presa parcialmente realizado anteriormente.

No obstante la ejecución más esmerada del hormigón posterior y del tratamiento de la antigua superficialmente, cualquier nueva fábrica ofrece de forma inevitable una precaria unión con la construida anteriormente. El hecho, forzoso, se debe en primer lugar a que, por bien que se prepare para su unión una fábrica de hormigón antigua, no puede obtenerse nunca con la nueva masa el sólido continuo que produce el fraguado simultáneo y, en segundo lugar, cuando se trata como en nuestro caso, de grandes masas, la diferencia de asientos elásticos entre la primera masa (que los ha realizado ya) y la segunda (que los realiza posteriormente) motiva por fuerza una solución de continuidad en las mismas, cuando un estado de tensiones anormal y difícilmente previsible.

Esta circunstancia ha producido en la presa de El Vado dos planos de juntas excepcionales y nocivos, uno, de menor importancia funcional pero molesto en lo que se refiere a la evitación de filtraciones, como es el formado por el sistema de planos de escalonamiento de aguas abajo, que si bien en lo que se refiere al comportamiento elástico de la presa ofrece como hemos dicho una importancia secundaria, presenta la dificultad de drenar las pequeñas filtraciones hasta su parte más inferior, punto en el que aparecen por el paramento sin posibilidad de conocer con exactitud su procedencia, lo que obliga a un programa de inyecciones amplio en esta zona.

La otra junta se produce, siempre de acuerdo con los proyectos aprobados, entre la pantalla anterior y el paramento antiguo y aunque para evitarla al máximo se realizó (en la parte que lo permitió) conjuntamente con la pantalla primitiva de impermeabilización y mediante un robusto dentado de enjarje, todo tal y como se preveía en el proyecto, es lo cierto que caben serias dudas de que la unión de las fábricas no ofrezca discontinuidades parciales a lo largo de un plano vertical muy cerca del paramento anterior, es decir, precisamente en la zona más peligrosa, por ser la de mayores esfuerzos cortantes, aunque localizado en la parte inferior de la obra.

Cuando la Superioridad aprobó este sistema de recrecido, hubo de tener naturalmente en cuenta este plano anormal de la estructura y aunque el Ingeniero que suscribe a la vista de las comprobaciones realizadas (que acusan naturalmente el peor estado tensional en la zona de coronación realizada en una sola pieza) no considera como gravemente peligroso el proceso seguido, reconoce absolutamente necesario continuar las inyecciones para intentar lograr el mayor monolitismo posible, pero como será difícil conocer el grado del logrado, evitar rotundamente, mediante la impermeabilización de aguas arriba y la red de drenaje, la existencia de presión de agua en ningún punto de este plano.⁴⁵⁷

457 Proyecto reformado (4º) del pantano de El Vado. 1953. Ingeniero Juan de Arespacochaga y Felipe. Memoria.

Con lo dicho, Arespacochaga recomendaba mantener el proceso de impermeabilización, con estas acciones:

- a. Tratamiento mediante gunitado en toda la superficie del paramento de aguas arriba.
- b. Sistema radial de pequeños taladros que converjan en la cámara de maniobras para formar una red de drenaje.
- c. Tratamiento mediante inyecciones, pero en menor cantidad que la inicialmente prevista.

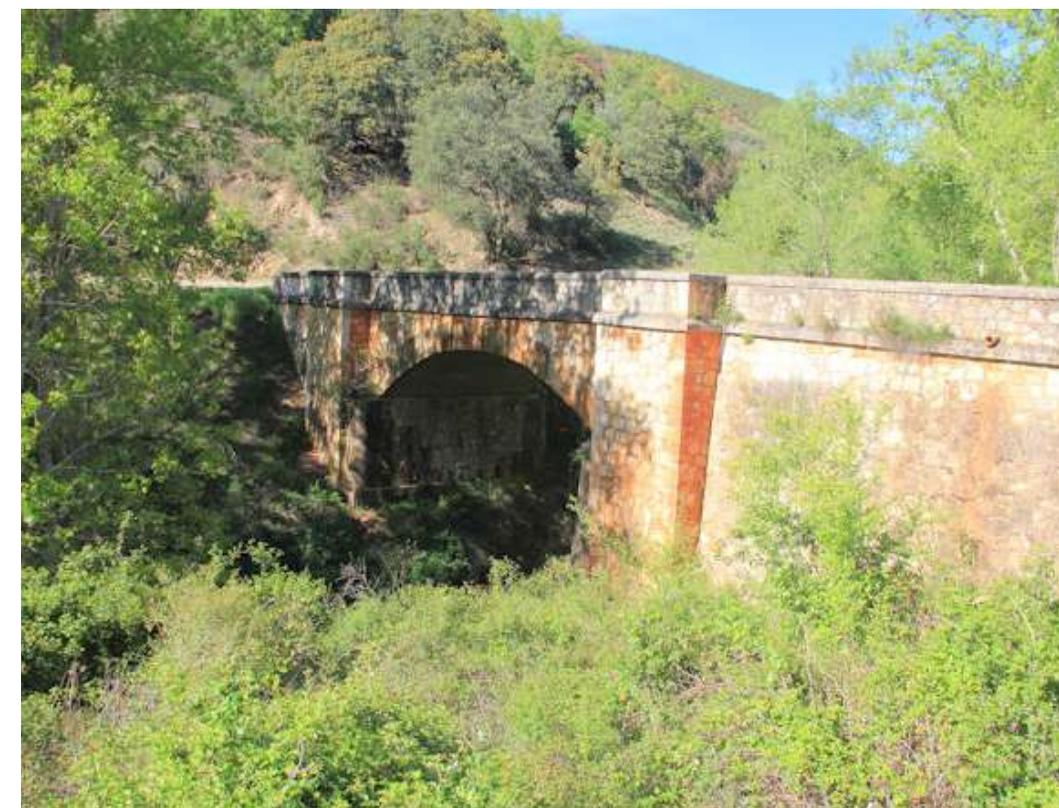
El 25 de junio de 1953 se había ordenado desde la Dirección General de Obras Hidráulicas que el proyecto del camino de servicio del proyectado pantano de Bonaval, redactado por el ingeniero Domingo Díaz-Ambrona el 20 de diciembre de 1949, se integrara en este 4º proyecto reformado de El Vado, independientemente de las posibles obras en Bonaval. El motivo era que desde la carretera a Humanes y Guadalajara, accediendo a El Vado desde Retiendas, se ahorraban unos 7 km respecto al camino desde Tamajón a la presa (41 % de su longitud), lo que redundaría en ahorro en la explotación. No se había efectuado antes por no haber carretera hasta Retiendas, sino un camino vecinal, cuando se proyectó la vía de servicio de Tamajón a El Vado. Esta nueva carretera uniría El Vado con Retiendas, y se prolongaría un poco más hasta el emplazamiento de la futura presa de Bonaval. Arespacochaga, autor de este proyecto reformado, consideraba válidos el trazado y las cubricaciones del proyecto del camino de servicio a Bonaval, firmado por Díaz-Ambrona, y solamente se limitó a actualizar los precios y los medios auxiliares y materiales. Habían intervenido en la redacción, tomando los datos de campo en 1941, César Blanco de Córdova, ingeniero director de las Obras de Regulación y aprovechamiento del río Jarama y sus afluentes, y el ingeniero de obras públicas Hipólito López Medina, que realizó el trazado y muchos de los trabajos de gabinete. Posteriormente se modificó el proyecto, con intervención de los ayudantes Felipe Morillo Paredes y Oswaldo García Hernán, y especialmente del taquimetrista Mariano Ferrer⁴⁵⁸.

En su ejecución, primero habría que habilitar 1 km de camino vecinal entre la carretera de Tamajón a Guadalajara y el pueblo de Retiendas, pero por ser de poca importancia no se incluía en el proyecto. Cabe recordar que en enero de 1936 ya había intentado el Ayuntamiento de Retiendas obtener ayuda de la Diputación Provincial de Guadalajara para mejorar el camino vecinal que comunicaba las casas del pueblo con la referida carretera a la capital, sin haberlo conseguido. El trazado seguiría la ladera por la margen izquierda del Jarama, cruzando dos vaguadas principales, la del arroyo de la Virgen, casi en su origen, y la del arroyo de Retiendas, cerca ya del emplazamiento previsto para la presa de Bonaval. Desde el arroyo de la Virgen se ascendería en medio km, hasta la cota 870, pero en lugar de bordear el futuro embalse de Bonaval, se ascendería nuevamente hasta la cota 932, evitando dar rodeos y cruzar escarpadas laderas, y se descendería ladeando el arroyo de Retiendas, a unos 10 m sobre la cota prevista para el embalse. Desde Retiendas se prolongaría por la margen izquierda del Jarama unos 1.500 m para dar acceso a las edificaciones auxiliares de la futura presa.

⁴⁵⁸ El documento, que es copia, se firma el 20 de diciembre de 1949 por el ingeniero autor del proyecto Díaz-Ambrona, con el visto bueno del ingeniero jefe de la Sección, César Blanco de Córdova. En este 4º proyecto reformado de El Vado aparece una hoja indicando que los planos del camino de servicio se habían retirado por necesidades del servicio de El Vado.

El trazado de la carretera se proyectó con curvas de radio amplio, que solo en algunas ocasiones eran inferiores a 40 m, cuando lo exigía el terreno, para conseguir velocidades mínimas de 35 km/h, e incluso una media de hasta 50 km/h. El total de tramos rectos era 5.338,50 m y de curvas 4.606,01 m los curvos, con una longitud total de 9.944,51 m. El ancho de la carretera adoptado, fue de 5,00 m de calzada y 0,50 m de arcenes, firme de 25 cm de macadán en una sola capa y con riego asfáltico, con cuneta de perfil trapecial de 0,80 y 0,40 m de bases, y 0,40 m de altura. Aparte de numerosos muros, un caño, 28 tajeas y 10 alcantarillas, eran precisos dos puentes, uno sobre el arroyo de la Virgen, con arco rebajado de 12 m de luz a 1,50 m sobre el cauce, y otro sobre el de Retiendas, con la misma luz y 4,10 m sobre el cauce. El presupuesto final del camino por administración ascendía a 5.685.874,79 pesetas, con plazo de ejecución de dos años, pero si fuera urgente, se podría reducir a uno.

Figura 4.90. Carretera Retiendas-El Vado. Puente en el arroyo Retiendas. 4º proyecto reformado de El Vado, 1953



Fotografía: F. Fernández Izquierdo, abril 2014.

5.11. La fallida central hidroeléctrica de El Vado (1953)

Desde el diseño inicial, se preveía dotar de una central hidroeléctrica permanente que aprovechara el desnivel del agua en El Vado, más allá del grupo de una turbina y alternador incorporados durante las obras, aprovechando una de las tomas colocadas en la presa. Juan de Arespachaga redactó un proyecto con ese objetivo⁴⁵⁹, en cuya memoria, firmada el 18 de julio de 1953, informaba que el 28 de noviembre de 1951 se había ordenado al Servicio proyectar una central eléctrica de pie de presa para el pantano de El Vado, si bien la decisión de este aprovechamiento era anterior. El 7 de febrero de 1947 el ingeniero jefe de las obras, el propio Arespachaga, ya había firmado un pliego de condiciones para la concesión de ese aprovechamiento, pero recibió orden de rehacer el estudio hidroeléctrico, conforme a una Orden Circular de 31 de julio de 1947.

El Servicio contestó el 31 de agosto de 1950 que no estaba decidida la previsión de una central hidroeléctrica, por estar pendiente de resolución el aprovechamiento hidráulico del pantano. El 23 de septiembre siguiente, la Superioridad participó al Servicio que se hallaba pendiente de estudio el aprovechamiento de la cabecera del Jarama, con lo que se suspendía cualquier estudio relativo a este proyecto hidroeléctrico. De la misma forma, el 25 de octubre de 1949 el Servicio remitió los documentos para el concurso de Proyectos de Construcción y Montaje de las tomas de Agua del Pantano, y el 31 de octubre del año siguiente le fueron devueltos por no proceder su tramitación, “hasta que no se defina el aprovechamiento que ha de darse al embalse de dicho pantano”. Tras estas actuaciones, la Orden de 28 de noviembre de 1951 decía:

“La central se estudiará para desaguar, ya sea al río directamente, ya sea al partidior de donde arranque el canal que construirá en su día el Canal de Isabel II. Los Servicios Hidráulicos del Tajo se pondrán de acuerdo con el Canal de Isabel II en relación con el punto en donde deberá desaguar la central.”

El 4 de febrero de 1952 fue aprobado el presupuesto de gastos para la realización del proyecto, y se comenzaron seguidamente los trabajos, de forma que el 9 de junio del mismo año se enviaron por el Servicio los datos y planos provisionales para que el Canal de Isabel II emitiera un informe en relación con los datos de la conducción. El 15 de diciembre contestó el Canal de Isabel II con los siguientes puntos, haciendo referencia al canal del Jarama:

“1º.- Que el origen del Canal, tal como figura en el proyecto general de conducción de las aguas del río Jarama para el abastecimiento de Madrid, aprobado por OO.MM. de 22 de julio de 1950 y 13 de enero de 1951, se halla situado en la cota 888,93 m, por delante de la presa de El Vado, en su margen derecha. Que la cámara de rotura de carga en la que realmente empieza el funcionamiento del canal de agua rodada, tiene su solera en la cota 888,90 m con 2,90 m de altura de lámina de agua y su situación aguas abajo de la presa citada, se fija en el plano adjunto en escala 1:2.000.”

459 Proyecto de central de pie de presa del Pantano de El Vado. 1953. Ingeniero Juan de Arespachaga y Felipe. AGA (4) 46 44/19.336.

“2º.- Que cualquier aprovechamiento hidroeléctrico al pie de la presa, en el Vado, que se proyecte con salida de agua de las turbinas por debajo de la cota 893, implicará una pérdida de salto útil en todos los casos en que las aguas hayan de conducirse por el proyectado Canal para el abastecimiento de Madrid.”

“3º.- Que no es conveniente hacer tomas profundas para un abastecimiento, porque son estas aguas profundas las que persisten turbias durante más tiempo.”

“4º.- Que ha de resultar prácticamente difícil hacer un pronóstico acertado del régimen de funcionamiento de una central de pie de presa que ha de depender de la explotación conjugada de dos o tres cuencas de ríos con embalses múltiples y en íntima relación no solo con las disponibilidades de agua en cada uno de ellos, sino con sus condiciones de suministro para el abastecimiento de agua potable a Madrid.”

El ingeniero Arespachaga, autor de este proyecto, también había redactado un anteproyecto del Pantano de Matallana, estudiando la regulación simultánea junto con el El Vado y el futuro embalse de Bonaval, cuyo proyecto se estaba tramitando ya en el Ministerio.

Para la explotación hidroeléctrica habrían de tenerse en cuenta los caudales que se vertieran desde Matallana a El Vado; el salto de agua que desde El Vado fuera destinado a Madrid; el agua que desde El Vado se vertiera en Bonaval; el salto del agua que desde Bonaval fueran destinados a la “Huerta de Madrid”. Este proyecto solo se ocuparía de los caudales de El Vado, con dos cotas de desagüe, la de 891,80 m, de lámina libre del canal de conducción a Madrid, y la de 869,00 m; la cota máxima de aguas arriba era de 923,45 m.

Un criterio coordinador habría presidido los trabajos en la Confederación Hidrográfica del Tajo para la explotación racional de la cuenca alta del río, en el *Avance de Estudio de Explotación del Alto Jarama para el suministro de Agua a Madrid*, que formaba parte del informe de la Comisión Ministerial formada en 1951 para sentar las bases del aprovechamiento general del Jarama Alto. También se expresaba en la justificación del anteproyecto del embalse de Matallana.

La información sobre la explotación general del río Jarama y su regulación, estimaba que la central proyectada tenía unas probabilidades del 97% de contar con 3,400 m³/s. Su destino sería más bien comarcal, puesto que las necesidades de caudales en el canal del Jarama y los regadíos del Jarama medio habrían de marcar los usos del agua. El coeficiente de irregularidad podría estimarse en 3,00 para el diario, y 0,50 para el estacional, con un máximo de 3,5 y con una caudal instantáneo máximo de 11,900 m³/s. Con un salto de 54,45 m, la potencia debería ser de 7.150 CV brutos, con que un rendimiento de 0,90, se podría pensar en 6.500 CV instalados.

Había dos posibilidades de explotación; una con un salto hasta la cota del Canal de Isabel II, con 22,80 m de contrapresión y otra hasta el nivel del cauce del Jarama, situado en la cola del previsto embalse de Bonaval. El ingeniero proyectista calculó, a partir de los datos de aforos disponibles desde 1921 (que se incluían en el propio proyecto), que se podría mantener un nivel fijo en El Vado, donde en el 88,54 % de los meses se mantenía completamente lleno el embalse, y en el 92,97 % el nivel superaba el 90% de la cota, coeficientes “inmejorables para una explotación

hidroeléctrica". Las máximas disponibilidades variaban de 11,27 MW/h con vertido al cauce, o 6,3 MW/h, vertiendo a la toma del canal del Jarama. Eran las medias anuales y corresponderían a 2.500 h. de utilización. Las cifras eran medias que podía oscilar, y se contaba con que el mínimo solamente se alcanzaría con la regulación para el abastecimiento a Madrid, previsto en los próximos 40 años, teniendo en cuenta que la aplicación del Jarama solamente se pensaba para cubrir las necesidades que no estuvieran atendiendo con el caudal del Lozoya.

La central proyectada se situaría a 40 m del paramento anterior de la presa, y a 25 m de la central auxiliar que estaba ya instalada y funcionando, que sería muy útil para la construcción de la central definitiva. Debido a los dos usos del agua, abastecimiento y riego, la salida de la central sería doble, hacia el canal del Jarama, o al cauce natural. Por ello se proyectaban tres grupos generadores de 2.200 CV cada uno, en lugar de los dos que sería usual con este salto y caudal, para derivar el agua posteriormente con mayor eficacia al sistema de desagüe. Estarían dotados con tres turbinas Francis de espiral vertical, con dos velocidades de acuerdo con la altura del salto, en acoplamiento directo con los generadores y disponiendo en ellos una conmutación de polos que variando las conexiones de los mismos mantuviera la frecuencia con el cambio de velocidad, hasta un límite mínimo de caudal de 3,5 m³/s. Tres tubos alimentarían respectivamente a cada turbina, con válvulas de mariposa instaladas en la caseta de maniobra, para su explotación, y otra válvula de seguridad y prevención de averías aguas arriba, tras las rejillas junto a la coronación.

La cámara de distribución de los desagües tendría una válvula de mariposa de 2,5 m de diámetro, maniobrada desde una galería superior a ellas, e inferior al piso de la sala de los alternadores. La tensión que se generaría era de 6.000 V, la misma con la que trabajaba la central auxiliar existente, lo que permitiría emplear las líneas ya instaladas en la explotación del pantano. La transformación posterior habría de situarse aguas abajo de la central, en la margen derecha del río, y la elevación de tensión habría de ajustarse a las características de las líneas de transporte.

Las tomas de agua se producirían a distintas alturas, mediante una estructura semicilíndrica adosada al paramento anterior de la presa, en las cotas 908,25; 893,25 y 878,25, que corresponderían respectivamente a los niveles calculados en 32 años, de probabilidades del 93,47%, 4,96% y 1,57%.

Considerando el nivel de la solera del Canal del Jarama, y la lámina de agua sobre ella, las turbinas se habían calculado para trabajar con la contrapresión que ello supondrían. La explotación de la central con desagüe en dicho canal sería minoritaria durante muchos años (los que se preveía de aumento progresivo en la derivación de agua hacia Madrid), y existían ejemplos de centrales que trabajaban con contrapresión, como la del embalse de Bort les Orgues, en el Dordogne inferior, muy similar a este proyecto.

El Canal de Isabel II recomendaba evitar tomas profundas, y para ello el ingeniero proyectista preveía una semitorre de toma adosada al paramento anterior de la presa. Esta solución le parecía mucho más económica y sencilla de construir que una torre exenta proyectada por el Canal de Isabel II para las tomas, que exigiría superar dificultades como la excavación de la ladera, ya que existían en la presa unas tomas proyectadas y bien ejecutadas, que se acondicionaban en este proyecto. La explotación del embalse tampoco debería ocasionar entorpecimiento en

un óptimo aprovechamiento eléctrico. El punto de arranque del Canal del Jarama se alejaba en planta unos 65 m del desagüe de la central, con lo que se podrían acometer los desagües en el cuenco de rotura de carga mediante una tubería cuyo entronque debería proyectarse por el Canal de Isabel II.

La previsión de producción en los diez primeros años de la central proyectada se calculaba vertiendo el agua en el cauce del Jarama, pues antes no podrían entrar en funcionamiento la conducción hacia Madrid, y el sistema proyectado de doble embalse. La producción media estimada sería de 11,27 MWh anuales y posteriormente iría disminuyendo hasta llegar a 6,24 MWh anuales, en que se estabilizaría como media mínima. Con esas cifras, en 50 años la producción media anual podría estimarse en 10,00 MWh, lo que tomando como cifra de interés del dinero el 5%, la amortización del equipo se conseguiría en 90 años, con un coste capital en la producción de 8 céntimos kWh, lo que resulta económico para ejecutar la central. También se podría conceder la explotación a terceros, con los convenientes cánones o reserva de la producción.

Las obras de fábrica se especificaban con detalle en el proyecto, y los mecanismos y la parte eléctrica se deberían sacar a concurso con las características proyectadas. En la ejecución se deberían montar primer dos grupos, y posteriormente el restante, junto a la cámara de desagüe con sus mecanismos. El tercer grupo no se debería montar hasta que el embalse de Matallana estuviera en condiciones de regular los caudales del Jarama. Para el primer periodo se fijaban 18 meses de ejecución de la obra. El segundo de un año, y el tercero de seis meses, cuyo inicio se debería ajustar al momento indicado. El presupuesto era de 16.307.639,68 pesetas por administración y 18.545.943,16 pesetas por contrata.

El informe del ingeniero jefe, César Blanco de Córdova, del 21 de enero de 1954, hace referencia al proyecto de suministro de los desagües de fondo, tomas de agua y mecanismos de maniobra de las compuertas, en 1941, en el que el director general de Obras Hidráulicas había considerado conveniente que las tomas de agua estuvieran preparadas para ser tuberías de carga de un salto de pie de presa. Por ello, se proponían dos tomas en la cota 875,70 m, para tuberías de carga de 150 cm de diámetro, para acoplar a turbinas de 2.450 Hp de tipo Kaplan, que eran las adecuadas al aprovechamiento. Al haberse recreado la presa, y haber aumentado el volumen de embalse hasta 56 hm³, se instalaron tres tuberías en lugar de las dos planeadas en origen, para una previsión de 67.350 CV instalados. Para el aprovechamiento hidroeléctrico habría que tener en cuenta el proyectado sistema de regulación Matallana – El Vado – Bonaval.

La Dirección General de Obras Hidráulicas, en su Orden de noviembre de 1951 disponía que la central de pie de presa debería poder desaguar alternativamente al río o al canal que iba a construir el Canal de Isabel II, marcado por la cota 888,90 para la solera de la cámara de rotura de carga, con una lámina de 2,90 m, y que las tomas no se realizasen en aguas profundas, por la persistencia de su turbidez.

El Vado contaría con dos cotas de desagüe, la de 891,80 m, de lámina libre del canal de conducción a Madrid, y la de 869,00 m, que sería la del vertido al cauce, en el nivel máximo que tendría el embalse de Bonaval. Por eso, la central tendría dos alturas de salto desde la cota máxima de El

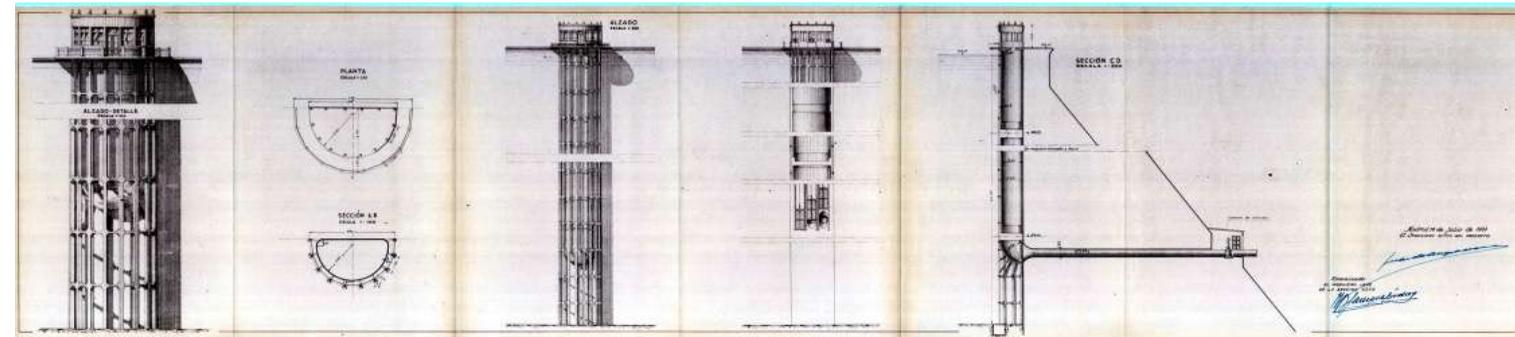
Vado, 923,45 m: uno de 31,65 m, por entrar en juego la contrapresión del canal del Jarama de 22,80 m; y un segundo de 54,45 m, en el vertido al cauce del Jarama, con el embalse de Bonaval lleno, aunque si no lo estuviera podría aumentarse hasta 57 m, considerando una aspiración en la turbina de 2,50 m.

Los datos de producción estimada de energía se reproducen tal cual se exponen en la memoria, y con un caudal continuo de 3,4 m³/s, suponiendo 2.500 h al año para funcionamiento de la central a plena carga (8.760 h al año) resulta una concentración de 3,5 del caudal, esto es, 11,9 m³/s, que precisaría una potencia instalada de 7.150 CV para el salto máximo de 54,45 m, y que se dividiría en tres grupos de 2.200 CV cada uno, que funcionarían a 500 y a 375 rpm, en función de la altura del agua.

Como el Canal de Isabel II tenía interés en tomas de agua altas, las proyectadas a distintas alturas, en las cotas 908,25, 893,25 y 878,25 m, la media de 893,25 estaba suficientemente alejada del fondo para no arrastrar turbideces. La explotación hidroeléctrica, que el Canal de Isabel II hacía depender del funcionamiento de otras presas en cuencas diferentes, era en este caso la mejor solución para el Jarama, y análoga a la que se propuso en 1941. Además, este aprovechamiento se vincularía al río Sorbe, del que había un anteproyecto de regulación y sus posibles aportaciones a la cuenca del Jarama se producirían justamente en el embalse de El Vado, lo que era prueba de la Confederación Hidrográfica del Tago se preocupaba de obtener las mejores condiciones de explotación tanto del embalse de El Vado como de la derivación del canal en aguas altas.

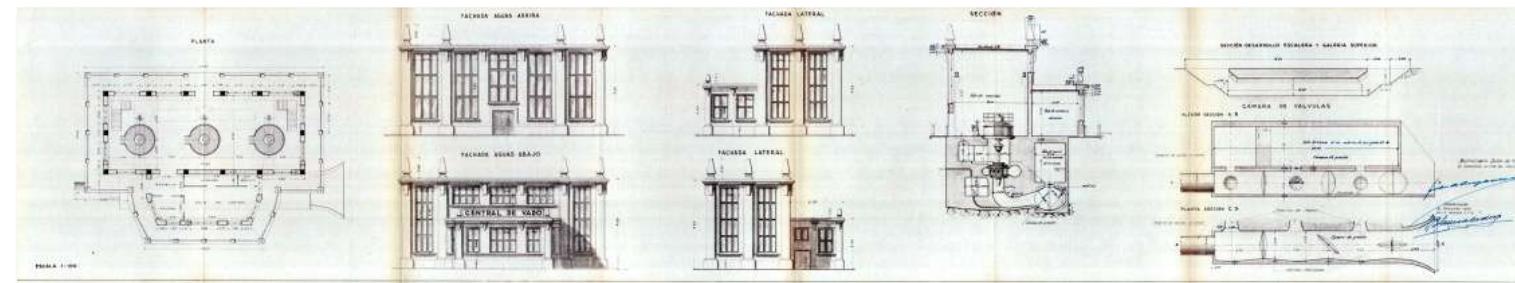
Respecto a las turbinas, de tipo Francis según la propuesta del proyectista que no justificaba esa opción, podrían quizá sustituirse por Kaplan, que funcionaban mejor en contrapresión. El ingeniero jefe dio su aprobación al proyecto de Arespacochaga, pero ordenaba al Servicio que se redactara un proyecto de replanteo previo de "Edificio-central eléctrica, torre de toma y obras accesorias para la central de pie de presa del Pantano de El Vado", desglosado de este proyecto, y definiendo la estructura propuesta, con las observaciones que hubieran de hacer desde el Canal de Isabel II. Finalmente, ante la dedicación preferente de El Vado al abastecimiento de Madrid, se descartó instalar una central con rendimiento escaso, que pudiera derivar el preciado líquido a su curso natural, con un rendimiento económico de un valor mucho menor que situado en los grifos de los consumidores.

Figura 4.91. Torre de toma de la central hidroeléctrica de El Vado. E 1:100, 1:200. 28 de julio de 1953. Ingeniero Juan de Arespacochaga y Felipe



Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración (4) 46 44/19.336.

Figura 4.92. Planta, alzados, perfil y desagüe de la central hidroeléctrica de El Vado. E 1:100. 28 de julio de 1953. Ingeniero Juan de Arespacochaga y Felipe



Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración (4) 46 44/19.336.

5.12. La inauguración oficial de la presa de El Vado (28 de junio de 1954)

En 6 de junio de 1954, el ministro de Obras Públicas, Fernando Suárez de Tangil, conde de Vallellano, visitó la presa de El Vado, preparando la inminente inauguración oficial por el general Franco un par de semanas después. Le acompañaron, entre otros, el ingeniero director de las obras, Juan de Arespacochaga.

Figura 4.93 y Figura 4.94. Pantano de El Vado. Visita del ministro de Obras Públicas, conde de Vallellano, el 6 de junio de 1954



Fuente: CHT Archivo técnico de la presa de Alcorlo. Álbum nº 1 de las obras de El Vado, pág.79, imagen 156 y 157.

Llegó, finalmente, el día de la inauguración oficial, el 28 de junio de 1954⁴⁶⁰. El general Franco, acompañado por el ministro de Obras Públicas, el ministro del Ejército, general Muñoz Grandes, el arzobispo de Toledo, Enrique Pla Deniel, el director general de Obras Hidráulicas, Francisco García de Sola, el director de la Confederación Hidrográfica del Tajo, Sr. Serret, el delegado del Gobierno en el Canal de Isabel II, Sr. González Agustina, y otras autoridades civiles y militares de Guadalajara, Madrid y Toledo, iniciaron la jornada inaugurando la Estación de Clasificación y Depuración de aguas del Sorbe a tres kilómetros de Humanes, que abastecería fundamentalmente a Alcalá de Henares, cuyo alcalde también estaba presente. Desde allí, la comitiva, que era recibida con banderas y arcos florales por los vecinos de la comarca, en un acto típico de la propaganda del régimen, se trasladó hasta el pantano de El Vado, pasando por el pueblo de Tamajón y accediendo por el camino de servicio de la presa.

Franco fue recibido por el ingeniero director Juan de Arespacochaga, que le explicó y acompañó en la visita a las instalaciones, de lo que da cuenta en su autobiografía⁴⁶¹. Franco impuso la medalla

⁴⁶⁰ Crónica de la jornada del 28 de junio de 1954 en ABC, 29 de junio de 1954, pp. 23-25. La Vanguardia, mismo día, p. 3.

⁴⁶¹ Arespacochaga, Juan de: Cartas a unos capitanes, pp. 106-108. Erróneamente, indica Arespacochaga que inauguró El Vado el entonces obispo de Madrid, Eljo y Garay. Campo y Francés, Ángel del: José Torán..., fotografía reproducida entre pp. 114 y 115, de Franco junto a Arespacochaga, en el monolito con un obelisco situado junto a la presa, descubriendo la placa conmemorativa de la inauguración, hoy desaparecida. Este monolito es gemelo del situado a la entrada, junto al aliviadero, que aún conserva la placa de homenaje al arcipreste de Hita, pues se identificaba el Vado que menciona en su Libro de buen amor, como El Vado en el Jarama.

del trabajo al obrero jubilado Gabriel Campos Guijarro, de Campillo de Ranas, que desde 1914 había estado empleado como auxiliar técnico en El Vado, en la administración de la Confederación Hidrográfica del Tago (figura 4.96). Al otro lado del canal del aliviadero se reunieron vecinos de los pueblos y regantes del Jarama con pancartas, que solicitaban la construcción del embalse de Bonaval (figura 4.97). Tras recibir explicaciones durante una hora en la casa-administración, la comitiva de autoridades se trasladó a Pálmaces de Jadraque para inaugurar su embalse en el río Cañamares, bendecido por el obispo de Sigüenza. Franco recibió explicaciones del ingeniero César Blanco de Córdoba sobre la regulación de las aguas en estiaje destinadas al canal del Henares y su vega, además de solucionar el abastecimiento del propio pueblo de Pálmaces. Tras el almuerzo, regresaron hacia Madrid deteniéndose primero en Meco, en la finca El Encín, del Instituto Nacional de Investigaciones Agronómicas, que sería beneficiaria de las aguas reguladas por este último embalse, donde esperaba el ministro de Agricultura, Rafael Cavestany. La noticia fue recogida al día siguiente en la prensa nacional y provincial⁴⁶².

Figura 4-95. Pantano de El Vado. Inauguración por el general Franco, jefe del Estado, el 28 de junio de 1954



Fuente: CHT Archivo técnico de la presa de Alcorlo. Álbum nº 1 de las obras de El Vado, pág.80, imagen 159.

462 Por ejemplo en el Diario de Zamora, tomándola de la Agencia Cifra.

Figura 4.96. Pantano de El Vado. 28 de junio de 1954. El obrero D. Gabriel Campos Guijarro recibe la medalla del mérito al trabajo.



Figura 4.97. Los regantes del Jarama solicitan la construcción del Pantano de Bonaval.



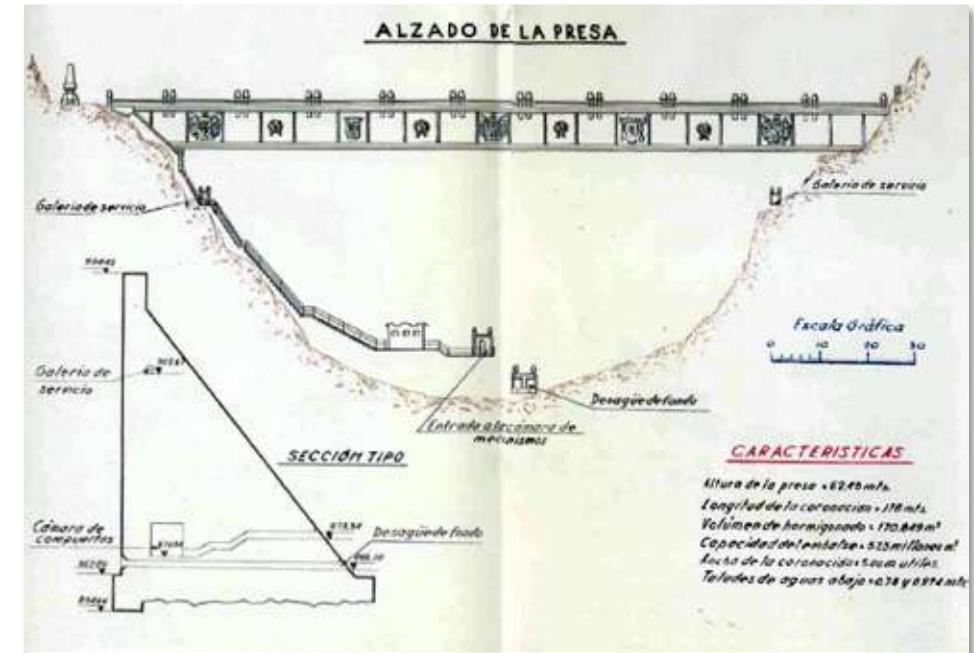
Fuente: CHT Archivo técnico de la presa de Alcorlo. Álbum nº 1 de las obras de El Vado, pág. 81, imagen 161 y 162.

Figura 4.98. Monolito conmemorativo de la inauguración de la presa de El Vado, 1954



Fotografía: F. Fernández Izquierdo, abril 2014.

Figura 4.99. Alzado y perfil de la presa de El Vado, 1954



Fuente: MAGRAMA DGA 000023480319003201010202003.

5.13. El 5º proyecto reformado de El Vado (1957)

Las obras del 4º proyecto reformado estaban en ejecución cuando se redactó el 5º proyecto, en cuya redacción colaboró el ayudante del servicio Luis Carretero García, junto al ingeniero director de El Vado, Juan de Arespachoga y Felipe⁴⁶³. Solamente contemplaba dos actuaciones. Primero, se incorporaba una intervención en los pozos de arcilla de la presa de El Vado, perfeccionando su estanqueidad mediante una protección de plástico impermeabilizante, cuyo uso era corriente en este tipo de dispositivos, para impedir la entrada de agua por la junta de la presa en su unión con el pozo, y para evitar variaciones del grado de humedad de la arcilla. Al carecer entonces de una galería en sus dos tercios inferiores, así como de cualquier clase de drenaje, la presa de El Vado preocupaba por sus resudaciones húmedas en el paramento posterior, pensándose que este acondicionamiento de la junta de dilatación sería eficaz para mitigarlas.

463 Ministerio de Obras Públicas. Confederación Hidrográfica del Tajo. Proyecto reformado (5º) de la Presa del pantano de El Vado. 1957. Ingeniero Juan de Arespachoga y Felipe. Camino de enlace Vado-Bonaval. Memoria redactada el 31 de enero de 1957. Proyecto aprobado por O.M. el 15 de junio de 1957. AGA (4)46 44/19.333 77-A. También en ACYII Archivo técnico de la presa de El Vado, D-3-12.

En segundo lugar, al ejecutar el camino Vado-Bonaval se convino en la necesidad de reformar su diseño, con diversas actuaciones, tales como aprovechar la presa forestal del arroyo de la Virgen para el paso del camino por dicho arroyo; aumentar el número de pilas y tramos en el paso del arroyo de Valdelabadía; retocar el trazado en rasante y planta para ahorrar el volumen de muros y elevar el camino sobre la cota del embalse; construir dos casillas de peones camineros para vivienda de los encargados de su conservación; y, por último, el riego asfáltico al camino.

En el primer cambio se sustituía el puente previsto sobre el arroyo de la Virgen, de 12 m de luz, por un paso sobre el dique forestal de 10 m de altura y 46 m de longitud que cerraba dicho arroyo y que no existía cuando se redactó el proyecto⁴⁶⁴. Se colocarían cinco apoyos con una separación de 4,81 m, sobre los que se tenderían losas armadas de 6 m de ancho por 0,30 m de canto, con superficie de rodadura a la cota 876, lo que permitiría al dique un aliviadero útil de 24,05 m de longitud por 1,50 m de carga sobre el labio. Se consultó con la IV División Hidrológico-Forestal del Estado, que dio su consentimiento el 20 de septiembre de 1956, habiéndose de mantener la forma y dimensiones del dique, y tanto su conservación como la reparación de los eventuales daños que pudiera sufrir por el tránsito de vehículos o por las avenidas, habrían de ser asumidas por la Confederación Hidrográfica del Tajo, bajo la supervisión de la jefatura de la IV División Hidrológico-Forestal. Esta modificación recortaba el trazado del camino en 150 m, y lo acercaba a las primeras casas del poblado obrero de El Vado, al tiempo que lo desplazaba de una zona de umbría y del paso por terrenos de desprendimientos. Con ello se lograba además reducir en casi medio millón de pesetas el presupuesto anterior.

Figura 4.100. Carretera Retiendas-El Vado. Puente en el arroyo de la Virgen, sobre un dique forestal. 5º proyecto reformado de El Vado, 1957.



Fotografía:
F. Fernández Izquierdo,
julio 2014.

464 Anteproyecto de paso del arroyo de la Virgen sobre la presa del Patrimonio Forestal. 1956. Ingeniero Juan de Arespacochaga y Felipe. CYII Archivo técnico de la presa de El Vado, B-3-19.

Figura 4.101. Detalle de las pilas sobre el dique



Fotografía: F. Fernández Izquierdo, julio 2014.

Por otra parte, en el paso del arroyo de Valdelabadía, al ejecutar la cimentación en uno de sus estribos, la inconsistencia del terreno hacía conveniente aumentar la longitud del puente hasta 24,44 m, respecto a los 18,63 previstos, por lo que hubo que añadir un nuevo vano hasta alcanzar los cuatro definitivos, sin pérdida estética ni variación estructural. Las modificaciones consideradas suponían un incremento de 90.000 pesetas.

Figura 4.102. Carretera Retiendas-El Vado. Puente en el arroyo de Valdelabadía. 5º proyecto reformado de El Vado, 1957.



Fotografía, F. Fernández Izquierdo, julio 2014.

Las modificaciones del trazado pretendían disminuir el número y el volumen de muros, evitar un gran cono de deyección en el barranco del arroyo de Valdelabadía, y elevar la cota respecto al nivel futuro del embalse de Bonaval. Todo ello reducía el presupuesto de construcción de muros en 900.000 pesetas, aunque se aumentaba el de excavaciones en 700.000 pesetas. La longitud del camino, de 10.170,18 m, hacía conveniente la construcción de una casilla en el km 4 y otra en el 8,60, esta última junto a las casas del emplazamiento del futuro embalse de Bonaval. Desde ésta se atenderían los trabajos iniciales de construcción de dicho embalse, iniciados con una línea de transporte eléctrico y otra telefónica (según proyecto redactado el 27 de octubre de 1956 y enviado para su aprobación⁴⁶⁵). Ambas casillas importarían 100.000 pesetas. Finalmente, el riego asfáltico del camino se haría en 5,00 m de ancho, a razón de 2 kg de betún y 2 kg de *cut-back* con 15 kg de gravilla por m² de firme.

465 Proyecto de línea de enlace eléctrica y telefónica entre los pantanos de El Vado y Bonaval. Juan de Arespacochaga y Felipe. 1956. ACYII Archivo técnico de la presa de El Vado, B-3-17/V-16.

Los precios que se aplicaron en el nuevo proyecto reformado fueron los del anterior, sobre los que el destajista había efectuado bajas que generaban ahorros. Solamente se añadieron precios nuevos para las casillas, el riego asfáltico y el revestimiento de los pozos. Además se incorporaba el precio del hierro para armar en las obras de fábrica del camino, que por omisión no se había incluido en el 4º proyecto reformado.

Finalmente, respecto al 4º proyecto reformado, el 5º suponía un incremento de 2.566.829,62 pesetas en ejecución por administración, es decir, un aumento del 9,8 %. Aunque se habían incluido también los precios de ejecución por contrata, todas las obras realizadas hasta el momento se habían hecho por administración. Las nuevas actuaciones (casillas, riego asfáltico e impermeabilización) ascendían a 1.915.000 pesetas, y el ingeniero proyectista sugería que deberían hacerse también por destajos (tabla 4.33).

Tabla 4.33. 5º proyecto reformado de El Vado 1957

CONCEPTO	PRESUPUESTO (Pesetas)	
	REFORMADO 5º 1957	REFORMADO 4º 1953
Artículo 1º Excavaciones	163.557,26	163.557,26
Artículo 2º Obras de fábrica	16.306.991,81	16.306.991,81
669 m ² plástico en pozos, a 123 pts/m ²	82.311,60	
Total obras de fábrica	16.389.303,41	
Artículo 3º Impermeabilización e inyecciones	1.453.872,94	1.453.872,94
Artículo 4º Obras complementarias	1.928.144,15	1.928.144,15
Artículo 5º Camino de servicio Retiendas*	8.120.062,82	5.685.874,79
Total ejecución material	28.054.940,58	25.538.440,95
Imprevistos 2 %	561.098,81	510.768,82
Total ejecución por Administración	28.616.039,39	26.049.209,77
Adicional resultante	2.566.829,62	

*En el presupuesto también se ofrecía una opción de realización por contrata. En este caso, a los precios de los artículos 1 a 5 se añade un 6º artículo de conservación de 50.000 pesetas.

Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración (4)46 44/19.333 77-A.

Respecto al camino Retiendas-El Vado, se conserva documentación en la oficina técnica de la presa de Alcorlo⁴⁶⁶, así como en el Ayuntamiento de Retiendas⁴⁶⁷, que confirman su ejecución por destajos.

5.14. Las compuertas y desagües de fondo. Modificaciones (1950-1959)

El 15 de febrero de 1950 Juan de Arespachoga firmó un nuevo proyecto sobre las compuertas del desagüe de fondo, que habían sido adjudicadas en 1941 a Sociedad Maquinista y Fundiciones del Ebro S.A. Se necesitaba que el pantano estuviera en servicio para la próxima temporada de riegos “sin que se repitan los problemas y peligros del embalse que se efectuó el año pasado por razones de pertinaz sequía y cuya repetición se ha de prever para el próximo verano”⁴⁶⁸.

La modificación del proyecto consistía, en primer lugar, en el acondicionamiento de la cámara de mecanismos para evitar totalmente las humedades en el recinto. Para ello se proyectaba una ataguía anterior a las compuertas de los desagües, ajustable a los mismos para hacer posible su revisión, conservación y reparación, en su caso. Dicha ataguía resultaba indispensable para terminar el montaje de los abocinamientos en los desagües de fondo, conectándolos a través de la pantalla de 3 m adosada al paramento de aguas arriba, que no pudieron instalarse en el estiaje por el embalse anticipado que se hizo en el pantano de El Vado, para hacer frente a posibles demandas del abastecimiento de Madrid. La ataguía había de ser fácilmente desmontable a efectos de almacenamiento. Adosada al paramento de la presa, se preveía que garantizase la impermeabilidad mediante unos durmientes y jambas de madera montados sobre el marco laminado que formaba su estructura. Con ello y dado el diámetro de la tubería (0,65 m) el agua no alcanzaría una altura superior a 8 m sobre el eje de desagües.

En segundo lugar, se contemplaba instalar un mando a distancia accionado desde la Casa Administración para centralizar la maniobra hidráulica del pantano, conjuntamente con las de los mecanismos de accionamiento de las compuertas del aliviadero de superficie.

466 Subcarpetas Expropiaciones General El Vado, sello archivo I-O. Años 1958, 1966-67 Expropiaciones para la construcción del acceso a El Vado desde Retiendas. Ing. Saenz de Oiza. También sobre Matallana, Buendía, y el Ebro. Desordenado. CHT Archivo técnico de la presa de Alcorlo.

467 AMRetiendas. Correspondencia. 5 de junio de 1953. El ingeniero director de la CHT solicita al alcalde de Retiendas la exposición pública de anuncio para la devolución de la fianza al destajista de las obras de acondicionamiento de acceso al pantano de El Vado, D. Luis Santabárbara. 8 de junio de 1953. Id., para la devolución a “Ginés Navarro e Hijos, Construcciones, S.A.” de la fianza como contratista del riego asfáltico del camino de servicio al pantano de El Vado.

23 de enero de 1954. El ingeniero director de la CHT envía al alcalde de Retiendas el anuncio de devolución de fianza al destajista D. Luis Santabárbara Baeza, en la obra de los accesos a la presa del pantano de El Vado, para su publicación y, una vez transcurrido el plazo de exposición, envió de certificación a la CHT indicando si se hubieran presentado o no reclamaciones. 1 de mayo de 1954. El ingeniero director de la Confederación Hidrográfica del Tajo envía al alcalde de Retiendas anuncio, para su exposición pública, de la devolución de la fianza constituida por D^a Teresa Villegas, destajista del tramo nº 19 de la variante del camino de servicio al pantano de El Vado. Debería devolverse a la CHT una vez transcurrido el plazo de exposición, con las reclamaciones que se hubieran presentado.

468 Proyecto reformado de las compuertas de fondo para el pantano de El Vado. Ingeniero: Juan Arespachoga y Felipe. 15 de febrero de 1950. AGA (4)46 44-19.335 77-M. Incluye presupuestos y cuadros de justificaciones de precios en materiales y salarios

Este proyecto habría de aprobarse inmediatamente, para que pudiera estar listo en junio, con un presupuesto de ejecución por administración de 434.253,87 pesetas, que sumadas al precio adjudicado de las compuertas (495.251,16 pesetas) resultaba un total de 929.505,03 pesetas. El proyecto fue aprobado el 28 de abril de 1950 y se ejecutó por administración y por destajos. Aparte de las modificaciones indicadas, tras haber concluido el montaje de las compuertas en 30 de diciembre de 1950, la empresa adjudicataria (Maquinista y Fundiciones del Ebro S.A.) solicitó una revisión de precios. En 1952 se recalcularon los precios de adjudicación de las compuertas en 1941, resultado un adicional de contrata de 446.725,30 pesetas.⁴⁶⁹ Cuando se procedió a la liquidación definitiva con el contratista en 1959, se calcularon los costes generales de la obra, aunque las cuentas no se cerraron hasta 1961, por discrepancias entre la obra certificada y las liquidaciones parciales⁴⁷⁰. En conjunto, el sobrecoste de las compuertas supuso un 177,89 % respecto al presupuesto de adjudicación del concurso en 1941.

Tabla 4.34. Proyecto reformado de las compuertas de fondo de El Vado (1950) y liquidación (1959-61)

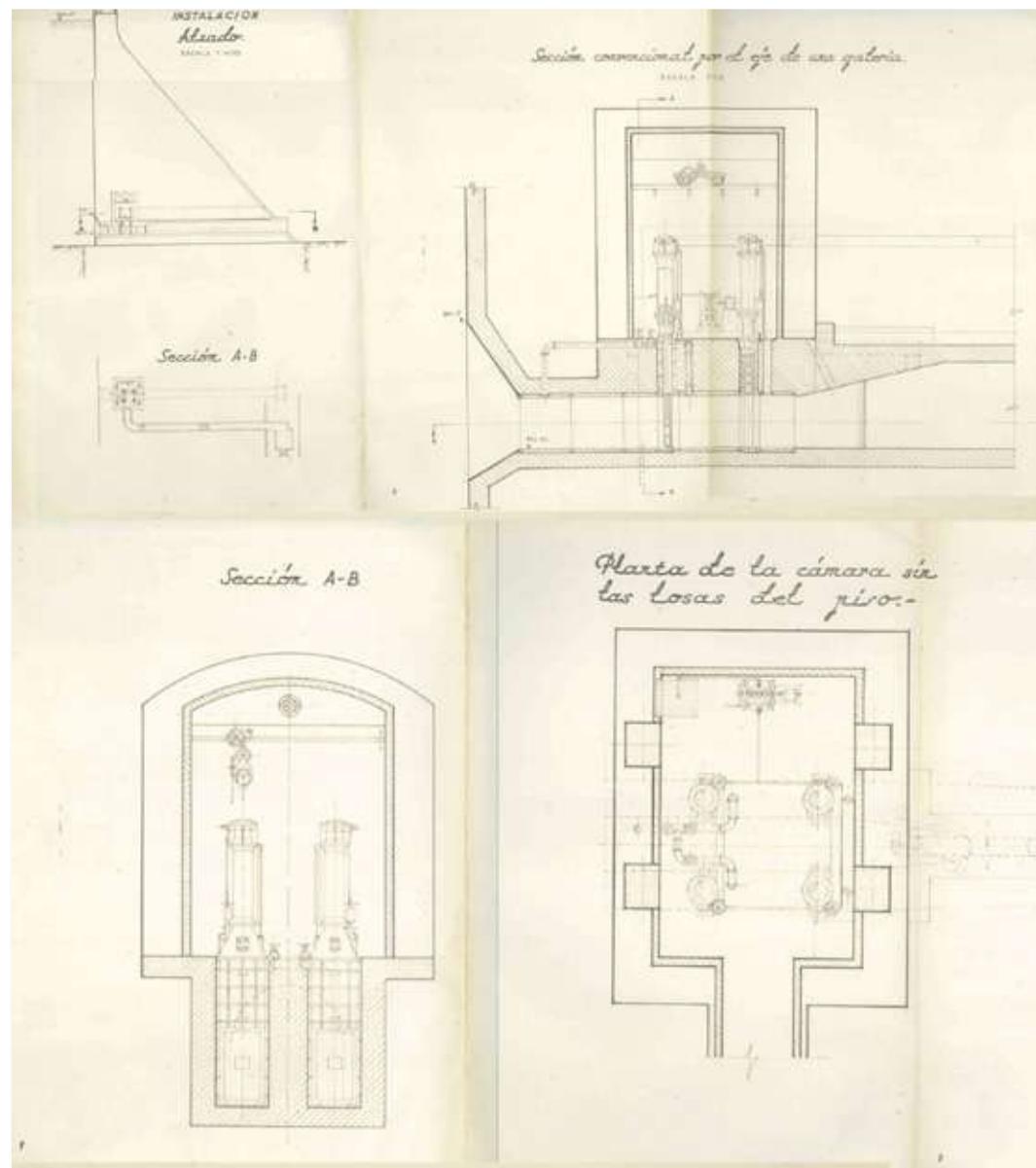
CONCEPTO	IMPORTE (Pesetas)
Adquisición y montaje de la compuerta-ataguía	165.565,65
Acondicionamiento de la cámara de mecanismos	69.173,44
Electrificación y mando a distancia	191.000,00
Ejecución material	425.739,09
Ejecución por administración (+ 2% imprevistos)	434.253,87
Liquidación 1959-1961	
Contrato de compuertas en 1941 (véase tabla 4.16)	495.251,16
Revisión de precios de la contrata en 1952, adicional	446.725,30
Presupuesto total	1.376.230,33

Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración (4)46 44/19.336 77-M.

469 Revisión de precios de las compuertas de fondo de la presa del pantano de El Vado. Año 1952. Ingeniero: Juan de Arespachoga. AGA (4)46 44-19.335 77-M. Adjudicatario: Maquinista y Fundiciones del Ebro, S.A. Aprobada en 5 de junio de 1953.

470 Liquidación de las obras del Proyecto de suministro y montaje de las compuertas de los desagües de fondo de la Presa del Pantano de El Vado. 30 de abril de 1959. Ing. Luis López Larrañeta. Conformidad de la Sección de Contabilidad de la Dirección General de Obras Hidráulicas el 30 de octubre de 1961. AGA (4)46 44/19.336 77-M.

Figura 4.103. Conjunto de instalación de la presa de El Vado. Conjunto de la instalación de compuertas accionadas por cric de aceite y tuberías auxiliares. Liquidación de las obras del desagüe de fondo. 30/04/1958



Fuente: MAGRAMA – DGA - Planos. 00002348031900320104004.

5.15. Las revisiones de precios (1950-1959)

Mientras se ejecutaban las obras por administración, la empresa destajista, Proyectos y Ejecución de Obras, S.L., a cuyo frente se encontraba el ingeniero José Torán, al tiempo que desarrollaba sus tareas constructivas, puso en marcha una vigilancia económica continua para contrarrestar los efectos de la inflación y las dificultades en el suministro de materiales padecidas en aquellos tiempos de posguerra, presionando a la Administración para modificar las tablas de precios con las que se calculaban entonces todos los presupuestos. Siguiendo al biógrafo de Torán, Ángel del Campo, la colaboración de la consultoría PRECISA a las órdenes de Luis Bittini, y la perseverancia de Torán, tanto en reclamaciones administrativas como en demandas que llegaron hasta el Tribunal Supremo, fueron determinantes para que el Ministerio de Obras Públicas pusiera en marcha de forma generalizada los procedimientos de revisiones de precios en las contrataciones⁴⁷¹.

Las revisiones se comenzaron a aplicar a partir del tercer proyecto reformado de la presa de El Vado, que modificaba la coronación. Tras aprobarse la 1ª propuesta de revisión de precios el 23 de diciembre de 1949, Proyectos y Ejecución de Obras, S.L., solicitó el 30 de junio de 1951 una nueva revisión, acogiéndose a la norma III de la Orden de 27 de agosto de 1945. La respuesta de la Administración se planteó el 1 de marzo de 1952, en una propuesta de incremento de precios elaborada por el ingeniero director de la obra, Juan de Arespachoga y Felipe, con el visto bueno del jefe de la Sección, Juan Blanco de Córdova, en su informe de 14 de mayo de 1952 y aprobada finalmente el 23 de octubre. En las dos revisiones incorporadas hasta ese momento, que afectaban a trabajos efectuados entre 1946 y 1951, se producían 8,8 millones de pesetas de costes adicionales⁴⁷², superando los 32 millones de presupuesto en la obra civil, con un 33 % de aumento respecto al 3er proyecto reformado. No obstante, en los sucesivos proyectos reformados que se redactarían en los años siguientes, se manejaban los precios originales junto a las modificaciones introducidas en las obras, pero no los precios revisados. Para evitar la confusión que se puede derivar de los proyectos, al final de este apartado se incorpora un resumen de todas las actuaciones en El Vado junto a las revisiones de precios, que a continuación se comentan de forma cronológica.

La 3ª revisión de precios, que fue planteada en julio de 1954⁴⁷³, recogía la sentencia del Tribunal Supremo de 21 de marzo de 1953, como consecuencia de un recurso contencioso-administrativo interpuesto por Estudios y Ejecución de Obras, S.A., empresa constructora en El Vado, contra la Resolución del Ministerio de Obras Públicas sobre revisión de precios en la concesión. Además, se tenían en cuenta las instrucciones de la Dirección General de Obras Hidráulicas al devolver la propuesta de revisión de precios, enviada el 16 de diciembre de 1954. El proyecto vigente

471 Campo Francés, Ángel del: José Torán..., p. 114-115. Sobre el sistema de cálculo de precios en la época, véase Canals Álvarez, Salvador. "Comentarios sobre nuestro sistema de contratación de obras públicas", ROP 90, 1942, tomo I (2728), pp. 403-408.

472 Revisión de precios de las obras de la Presa del Pantano de El Vado. 1952. Ingeniero D. Juan de Arespachoga y Felipe. AGA (4)46 44/19.335 77-S. Se calculó un incremento de 6.115.522,42 pts., aunque quedaría reducido posteriormente en la revisión 4ª a 6.039.115,95 pesetas. Junto con la primera revisión, que ascendía a 2.773.281,53 pesetas, el importe conjunto era de 8.812.397,48 pesetas.

473 Revisión de precios (3ª) de las obras de la presa del pantano de El Vado. 1954. AGA, (4)46 44/19.331. Con informe del ingeniero director César Blanco de Córdova, firmado el 18 de julio de 1955.

de la presa era aún el 4º, aprobado en 21 de mayo ese año, que había sido redactado por Juan de Arespachaga y Felipe, por un importe total de 26.059.209,77 pesetas⁴⁷⁴. En los artículos 1º, 2º y 3º se habían realizado obras mediante destajos por un importe de ejecución material de 17.924.422,01 pesetas (tabla 4.35), sometidas ahora a revisión, que habían sido adjudicadas a Estudios y Ejecución de Obras, S.A. Entre la segunda revisión de precios, aprobada el 24 de octubre de 1952, y esta tercera modificación de 1954, se habían incrementado los costes de la mano de obra, explosivos, aceros, cementos, carburantes, cubiertas, transporte por ferrocarril y particularmente la energía eléctrica, como se detallaba en la propuesta. La sentencia del Tribunal Supremo de 21 de enero de 1953 sobre la revisión de precios de los medios auxiliares se había de aplicar en su totalidad, y no solo en un tercio, según la jurisprudencia tradicional de interpretación de la Ley de 17 de julio de 1945⁴⁷⁵. Finalmente, se calculaban los costes respecto a los precios aprobados en 24 de noviembre de 1954. De acuerdo a la Ley de 17 de julio de 1945 de revisión de precios, y Orden de 3 de octubre de 1945⁴⁷⁶, el contratista se comprometía a finalizar la obra para acogerse al beneficio de dicha normativa.

Tabla 4.35. 3ª revisión de precios 1954, sobre el 4º proyecto reformado de El Vado (1953). Adjudicado a “Estudios y Ejecución de obras, S.A.”

OBRAS POR DESTAJOS	IMPORTE (Pesetas)
Artículo 1º Excavaciones	163.557,26
Artículo 2º Obras de fábrica	16.306.991,81
Artículo 3º Impermeabilización	1.453.872,94
Total(a)	17.924.422,01
Revisión de precios	
Obra ejecutada antes de la revisión	1.406.051,14
Obra ejecutada durante la revisión (julio 1946-dic, 1954)	16.348.788,23
Obra pendiente a 1/01/1955	60.905,08
Total(b)	17.815.744,45
Diferencia entre (a) y (b)	108.677,56
Esta diferencia se debe a un error aritmético de 10 pesetas, y al incremento en los costes del cemento o en hormigones	

474 En esa cifra se añaden 10.000 pesetas de dirección facultativa y visita a las obras, respecto al presupuesto de administración que se recoge en la tabla 4.32.

475 Publicada en el BOE, 200, de 19/07/1945, pp. 433-435.

476 Publicada en el BOE, 285, de 12/10/1945, pp. 2.261- 2.268.

OBRAS POR DESTAJOS	IMPORTE (Pesetas)
Propuesta de modificación de precios*	
Bonificación general al origen en la propuesta 3ª de modificación de precios	3.722.416,52
Cantidades abonadas a cuenta a la empresa	7.021.262,65
Diferencia entre las valoraciones de la obra pendiente a 01/01/1955	124.423,60
Total adicional por revisión precios (ejecución material)	10.868.102,77
2% de imprevistos	217.362,06
Total	11.085.464,83
Deducción de los adicionales de revisión de precios de 1949 y 1953	8.812.397,48
Presupuesto adicional (correspondiente a la 3ª revisión de precios)	2.273.067,35
Síntesis (Elaboración propia)	
Cantidad global que integra las tres revisiones de precios	11.085.464,83
Presupuesto adjudicado al contratista	17.924.422,01
Porcentaje de incremento precios sobre 4º proyecto reformado de El Vado	59,94%
* No están incluidas obras auxiliares, ni compuertas, ni el camino a Retiendas, con sus respectivas revisiones.	

Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración, (4)46 44/19.331.

Las cuentas de revisiones de precios, que siempre resultan abstrusas, en esta que nos ocupa derivó en un incremento que superaba los 11 millones de pesetas, casi el 60 % adicional respecto al presupuesto de los proyectos reformados 4º y 5º de la presa de El Vado (Tablas 4.32 y 4.33). En las tablas de precios que se reproducen parcialmente, en diversos elementos constructivos puede observarse la gran diferencia entre los importes considerados en la primera adjudicación de destajos, respecto a los calculados en 1954 (tabla 4.36).

Tabla 4.36. Principales costes de elaboración de hormigón y otras operaciones, en pesetas (Comparación entre el 4º proyecto y el cuadro de revisión de precios de 1954)

OPERACIÓN / MATERIALES	IMPORTE (Pesetas)	
	ADJUDICACIÓN (28-nov-1945)	REVISIÓN DE DICIEMBRE 1954
Limpieza de roca de cimientos para asiento de hormigón, por m ²	4,16	10,64
m ³ de excavación en roca para cimientos	17,22	44,12
m ³ de excavación en pozo en túnel de desviación	82,37	
Picado de obra construida para enlace de fábricas	25,39	64,83
m lineal de taladro	240,14	612,69
m ³ de transporte de productos de excavación a vertedero situado mínimo a 200 m	3,96	
Transporte mecánico, aplicar coeficiente multiplicador		1,3436
Tm de cemento Portland artificial a pie de obra	356,63	682,7
m ³ de piedra para hormigones		53,72
Áridos y agua* para formar hormigón en masa a 300 kg, por m ³	44,61	79,31
Áridos y agua* para formar hormigón en masa a 250 kg, por m ³	45,24	80,39
Áridos y agua* para formar hormigón en masa a 200 kg, por m ³	46,31	82,25
Hormigón de 200 kg con cemento Matillas	124,98	315,24
Hormigón de 200 kg con cemento Morata	132,49	343,2

OPERACIÓN / MATERIALES	IMPORTE (Pesetas)	
	ADJUDICACIÓN (28-nov-1945)	REVISIÓN DE DICIEMBRE 1954
Hormigón de 200 kg con cemento Miraflores	145,25	378,94
Hormigón de 200 kg con cemento Sansón de Cornellá	153,4	420,06
Hormigón de 250 kg con cemento Matillas	138	347,8
Hormigón de 250 kg con cemento Morata	147,39	382,59
Hormigón de 250 kg con cemento Miraflores	163,32	427,15
Hormigón de 250 kg con cemento Sansón	173,52	478,19
Hormigón de 300 kg con cemento Matillas	151	380,26
Hormigón de 300 kg con cemento Morata	162,26	421,92
Hormigón de 300 kg con cemento Miraflores	181	474,29
Hormigón de 300 kg con cemento Sansón	193,63	536,41
Hormigón de 350 kg con cemento Matillas	205,42	511,85
Tm de cemento para inyecciones		895
Sillería recta, con mortero de 350 kg de cemento Portland (Matillas), por m ³	270,9	690,74
Sillería aplantillada con mortero de 350 kg de cemento Portland (Matillas), por m ³	335,59	856,06
Enlucido con mortero de 500 kg de cemento Portland (Matillas), por m ² (5,35 pts. en el cuadro de precios contratados en 28 nov. 1945)	7,93	13,54
Pintura al Inertol, con tres manos, por m ²	9,36	22,21
Enlucido de gunita impermeabilizante, por m ²		119,34
Acero dulce adquirido en Bilbao, puesto en obra, por kg	2,81	9,05
Cartón embreado, por m ²	4,16	9,16
Arcilla apisonada para relleno de pozos en las junta de construcción, m ³	19,68	44,12
* En el precio revisado no incluye el coste del agua.		

Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración, (4)46 44/19.331.

Las reclamaciones del contratista no se limitaron a esta revisión, pues ganó otra sentencia en el Tribunal Supremo el 13 de febrero de 1953, en virtud de la cual se había de computar la primitiva liquidación en su artículo 2º, que había sido calculado con un coeficiente de 0,347545 aplicado al valor de los medios auxiliares. En el fallo de esta nueva sentencia el coeficiente de habría de ser elevado hasta el valor de 1, con el que hubo que calcular una nueva liquidación de todas las obras realizadas hasta septiembre de 1954. Si en la primera liquidación el incremento de precio para los medios auxiliares estimados en 450.000 pesetas (equivalentes al 60% del valor de 750.000 pesetas en las que se calcularon de forma alzada), se había valorado en 156.395,25 pesetas (véase tabla 4.18, resumen de la liquidación), en este nuevo cálculo pasaban a valer 450.000 pesetas. El importe total de la contrata había sido de 6.263.660,43 pesetas, correspondiente a un líquido de 4.537.827,78 pesetas, del que deducida la primera liquidación aprobada por importe de 4.285.050,66 pesetas, le correspondían al contratista 252.777,12 pesetas (tabla 4.37).

Tabla 4.37. Valoración general en 27/09/1954 de la obra ejecutada en El Vado (1935-1945)

CONCEPTO	IMPORTE (Pesetas)
Artículo 1º, Presa	
1º octubre 1935 a 31 de julio de 1936	1.032.141,68
1º abril 1940 a 31 de julio de 1940	277.936,71
1º agosto 1940 a 30 abril 1942	1.604.410,80
1º mayo 1942 a 31 de enero de 1945	1.899.091,00
Total artículo 1º	4.813.580,19
Artículo 2º, Medios auxiliares	
Medios auxiliares, 0,60 x 750.000	450.000,00
Total obra ejecutada	5.263.580,19
Aumento 19 % de contrata	1.000.080,24
Total	6.263.660,43
Baja de subasta de 0,275531004	-1.725.832,65
Total obra ejecutada	4.537.827,78
A deducir de la liquidación anterior	4.285.050,66
Diferencia a favor del contratista	252.777,12

Fuente: Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración, (4)46 44/19.333 77A.

La cuarta y última revisión de precios se planteó en 1959, tomando como referencia el 5º proyecto reformado de la presa de El Vado⁴⁷⁷. Se incluían ahora, además de los precios ya revisados, índices para el betún asfáltico y la energía eléctrica, además de la sentencia del Tribunal Supremo de valoración de los medios auxiliares. Tras los cálculos oportunos, el resultado era de 429.865,82 pesetas a favor de Estudios y Ejecución de Obras, S.L. (tabla 4.38). Sin embargo, el ingeniero jefe proponía en su informe, firmado el 6 de mayo de 1959, aprobar un adicional resultante de 435.789,05 pesetas. Entre el 10 de diciembre de 1945 y el 15 de noviembre de 1958, la empresa había realizado 60 destajos, valorados en conjunto en 28.750.000 pesetas, y cada uno de ellos en cantidades redondeadas de 250.000 o 500.000 pesetas.

Sin embargo, no habían acabado las reclamaciones de los contratistas por causa de la inflación, pues en 25 de marzo de 1957 el destajista de las obras del camino de enlace Vado-Bonaval, que era la constructora COTOS, S.A. (Constructora de Obras y Pavimentos, S.A.), representada por Jaime Rosselló Bibiloni, solicitó otra revisión de precios. El ingeniero encargado de la obra, Luis López Larrañeta, que había sucedido a Arespacochaga, firmó la memoria el 20 de abril de 1959, y se aprobó definitivamente en 1961⁴⁷⁸.

477 Revisión de precios (4ª) de las obras de la presa del pantano de El Vado. Memoria firmada el 25 de marzo de 1959. Ingeniero Luis López Larrañeta. Ingeniero jefe de Sección Domingo Díaz-Ambrona y Moreno. Destajista peticionario: Estudios y Ejecución de Obras, S.L. (4)46 44/19.333. También se conserva una Liquidación de obras en el Vado por "Estudios y Ejecución de Obras, S.L.", 1958. CHT Archivo técnico de la presa de Alcorlo.

478 Propuesta de modificación de precios de camino de enlace El Vado Bonaval. Pantano de El Vado. 1959. Ingeniero D. Luis López Larrañeta. AGA, (4) 46 44/19.337. La propuesta de revisión de precios había sido informada positivamente por la sección de Asuntos Generales del Consejo de Obras públicas, trámite contenido en la norma 8ª de la O.M. de 12 de febrero de 1957. El 20/05/1959 el ingeniero director proponía a la Dirección General la aprobación de la revisión de precios. El 9/03/1960 se devolvió la propuesta a la Confederación de Hidrográfica del Tajo, que la reexpidió el 30/06/1961, recomendando su aprobación.

Tabla 4.38. Propuesta de modificación de precios de camino de enlace El Vado - Bonaval. Pantano de El Vado. 1959. Ingeniero Luis López Larrañeta

CONCEPTO	IMPORTE (Pesetas)		
	5º PROYECTO REFORMADO	4º PROYECTO REFORMADO	
Artículo 5º, camino El Vado-Bonaval. Ejecución material	8.120.062,82	5.685.874,79	
Ejecución por administración	8.282.464,07	5.799.592,29	
Contratista COTOS, S.A. Baja 5,94%	7.790.485,70		
Valoración destajos 1 a 19, hasta 1-nov-1956 (precios del 4º y 5º reformados)	4.896.121,36		
1º junio 1956 a 31 mayo 1957	No certificado		
PRECIOS REVISADOS (Pesetas)			
RELACIÓN VALORADA DE LA OBRA EJECUTADA	OBRA EJECUTADA DESTAJOS 20 A 28	OBRA PENDIENTE	ADICIONAL
Precios revisados	2.928.056,46		
Precios en proyecto	2.146.070,59	2.928.056,46	
Bonificaciones junio 1957-enero 1958	781.985,87	181.616,93	963.602,80
Imprevistos (2%)	15.639,72	3.632,34	19.272,06
Íntegro	797.625,59	185.249,27	982.874,86
Baja del 5,94%	-47.378,96	-11.003,81	-58.382,77
Bonificación general aplicada.	750.246,63	174.245,46	924.492,09
Modificación del presupuesto			
Precio de adjudicación por subasta	7.790.485,70		
Importe presupuesto adicional	924.492,09	-0,12	
Importe total con modificación	8.714.977,79		
Diferencia con el 5º proyecto reformado, incluidas bajas de adjudicación de los destajos	432.513,72		

Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración, (4) 46 44/19.337.

LUIS LÓPEZ LARRAÑETA

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos Promoción 1926-27

Nació en Bilbao el 19 de agosto de 1902 y murió en 1976.

Estuvo adscrito a la Confederación Sindical Hidrográfica del Ebro, llegando a trabajar en los territorios del golfo de Guinea y en la 1ª jefatura de Estudio y Construcción de ferrocarriles. En 1934 fue designado ingeniero 3º en la Jefatura de Obras Públicas de Huesca, y posteriormente se traslada a la de Baleares. En marzo de 1936 estaba integrado en la Delegación de Servicio Hidráulicos del Sur de España, siendo, en 1937, el encargado de la defensa del aeródromo de Málaga. Fue separado del escalafón por el gobierno de Franco el 30 de abril de 1937.

Trabajó en Dragados hasta que, tras su reingreso en el Estado en 1953, pasó por las Confederaciones Hidrográficas del Guadalquivir (1953), Tajo (1960) y la Guadiana (1963), en la cual en 1970 llegó a la jefatura de las secciones Centro y de Expropiaciones.

Algunos de los proyectos en los que intervino fueron:

- Acequia Real de la Alhambra, defensa de monumentos ante las avenidas del río Darro, 1955, 1956.
- Pantano de Matallana, 1959.
- Aguas residuales de la ciudad de Granada, acequia gorda del Genil, 1954.
- Regadíos Huétor-Tájar y Villanueva de Messía, 1954.
- Defensa del túnel nº 1 contra las socavaciones del río Genil, Rodadero, 1955.

5.16. Aproximación a los costes de construcción de la presa de El Vado

Cuando en los Servicios Hidráulicos del Tajo se redactaba el informe sobre el aprovechamiento integral del alto Jarama, a la altura de 1950 se estimaba que se habían invertido 37 millones de pesetas en la construcción de la presa de El Vado. No obstante, el cálculo global de lo invertido resulta complicado, pues si en algunos capítulos de los presupuestos se dispone de liquidaciones, en otros solamente se cuenta con los presupuestos de ejecución por administración, que en adjudicación por destajos, o en ejecución directa podrían variar respecto a las cifras previstas. Con la información disponible se ha preparado un cuadro resumen para sintetizar los costes conocidos, derivados de las ejecuciones directas o contratadas (tabla 4.39).

Tabla 4.39. Resumen de proyectos y revisiones de precios El Vado, 1935-1961

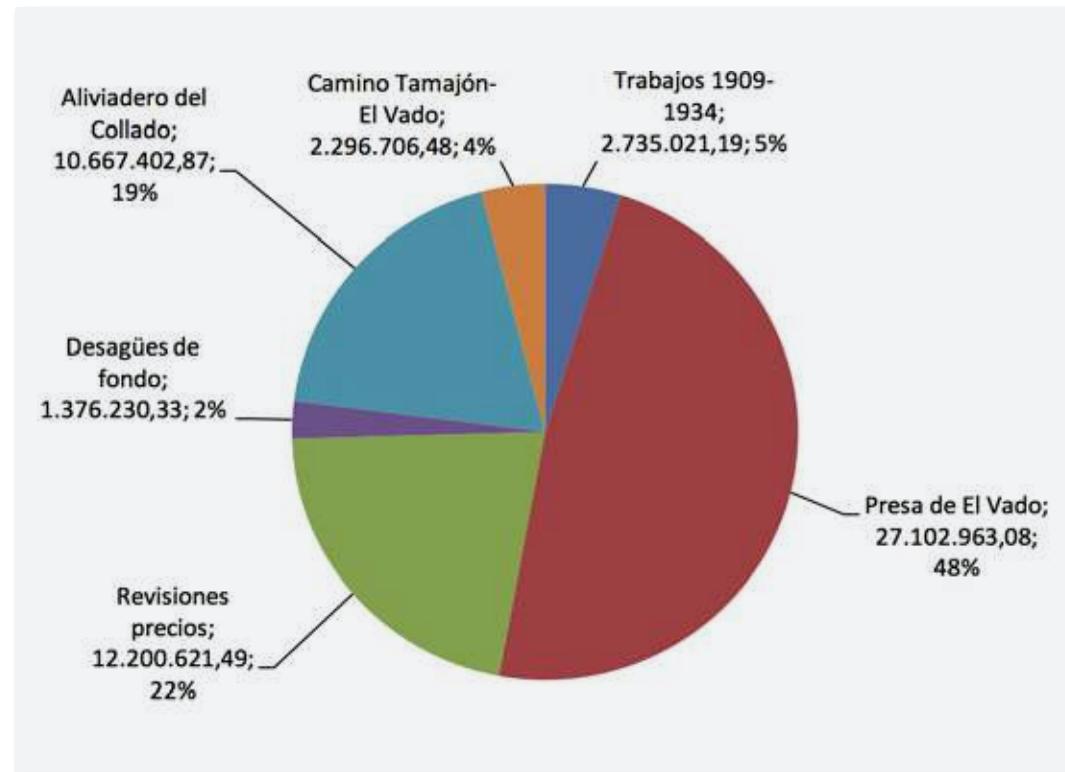
CONCEPTO	PERIODO DE EJECUCIÓN O FECHA DE APROBACIÓN	PRESUPUESTO (Pesetas)	ADICIONAL O AHORRO RESPECTO AL PREVIO (Pesetas)
1. TRABAJOS PREVIOS A LA GUERRA CIVIL			
División Hidráulica del Tajo	1909-1929	907.746,55	
Junta de obras	1929-1931	1.252.047,25	
División Hidráulica del Tajo	1932-1934	575.227,39	
Total inversiones		2.735.021,19	
2. PROYECTOS DE LA PRESA DE EL VADO			
Liquidación contrata 1935-1945	1947	4.262.030,11	
Colocación de tuberías de toma y obras complementarias	1945	342.728,14	
Proyecto primitivo de terminación de la presa	02-jul-46	12.817.134,10	
1º reformado, recrecido de la presa	11-jul-47	22.007.685,83	3.072.717,17
2º reformado	05-jun-48	24.323.401,83	2.315.716,00
3º reformado	26-ene-50	24.291.677,35	-31.724,47
4º reformado	21-may-54	26.049.209,77	1.757.532,41
5º reformado	15-jun-57	28.616.039,39	2.566.829,62
Total de adicionales/ahorro		9.681.070,73	9.681.070,73
Total obras en presa **		27.102.963,08	
<p>*La diferencia entre el proyecto de terminación de 1946 y el reformado de 1947 es de 9.190.551,73 pesetas. De ellas, corresponden al aliviadero 6.117.834,56 pesetas, que contaba con sus propios proyectos y presupuestos, por lo que esa cifra se detrae del adicional respecto al proyecto previo, aunque permanecía en los presupuestos oficiales de la presa de El Vado.</p> <p>** Solo se suman cifras en negrita. El proyecto de impermeabilización mediante inyecciones de 1935, que fue publicado en el BOE el 29/07/1940 con un presupuesto de ejecución por contrata de 401.264,54 pesetas, incluido cemento, se ha supuesto que se incluía en el de terminación de la presa de 1946.</p>			
3. REVISIONES DE PRECIOS PRESA DE EL VADO			
Revisión precios de la contrata 1935-1945 en medios auxiliares	1954	252.777,12	
1ª revisión de precios	18256	2.773.281,53	
2ª revisión de precios	23-oct-52	6.039.115,95	
3ª revisión de precios	26-abr-56	2.273.067,35	
4ª revisión de precios	Propuesta de 1959	429.865,82	
Revisión de precios del camino Vado-Bonaval	1961	432.513,72	
Total revisiones de precios		12.200.621,49	

CONCEPTO	PERIODO DE EJECUCIÓN O FECHA DE APROBACIÓN	PRESUPUESTO (Pesetas)	ADICIONAL O AHORRO RESPECTO AL PREVIO (Pesetas)
4. DESAGÜES DE FONDO			
Adjudicación de las compuertas de los desagües de fondo	1941	495.251,16	
Reformado de las compuertas de fondo	1950	434.253,87	
Revisión de precios de las compuertas de fondo	1952	446.725,30	
Total desagües de fondo		1.376.230,33	
5. ALIVIADERO DE EL VADO DIQUE DEL COLLADO			
Proyecto reformado de aliviadero	1946	6.531.967,40	6.117.834,56*
Resolución concurso de las compuerta del aliviadero, a Boetticher y Navarro, S.A.	1950	1.401.730,80	
Revisión de precios de las compuertas del aliviadero	1952	427.587,48	
2º proyecto reformado del aliviadero	1950	7.707.398,47	1.175.431,07*
Adicional en el proyecto de finalización del aliviadero	1952	290.886,00	
Revisión de precios de la excavación aliviadero	1953	884.225,00	
Diets y locomoción, finalización aliviadero	1952	8.510,66	
Mando a distancia compuertas aliviadero	1955	196.768,20	
Revisión precio finalización del aliviadero por transporte cemento	1955	164.429,10	
Total aliviadero		10.667.402,87	
<p>* Estas cantidades se le asignan al total de costes del aliviadero, pues son los incrementos sobre el respectivo presupuesto anterior. El importe de los proyectos reformados es un acumulativo, y emplearlo en la suma supondría duplicidades.</p>			
6. CAMINO DE SERVICIO EL VADO-TAMAJÓN			
Reparación del camino de servicio	1942	50.630,72	
Reparación del camino de servicio km 1-5	1944	153.387,69	
Proyecto de variación del camino de servicio a la presa	1950	973.642,00	
Proyecto de riego asfáltico del camino de servicio	1952	583.289,86	
Proyecto de riego asfáltico del camino de servicio del Pantano de El Vado	1954	535.756,21	
Total camino		2.296.706,48	
TOTAL GENERAL, 1-6		56.378.945,44	

Fuente: Elaboración propia a partir de los proyectos consultados.

En la distribución porcentual de las inversiones (figura 4.104) destaca el peso de la presa, con el 48% del total, más un 21% de revisiones de precios de dichos proyectos de la presa, que sumado a las revisiones que también hubieron de aplicarse en otros capítulos, estarían cerca de una cuarta parte de sobrecostos derivados de la inflación. El recrecimiento también vino a incrementar el coste del aliviadero, de hecho era construir una segunda presa, que se llevaría casi una quinta parte del total invertido. El efecto de la inflación en los trabajos desarrollados tras la Guerra Civil, que fueron los que se vieron sometidos a revisiones de precios, puede observarse gráficamente (figura 4.105), al calcular los presupuestos respecto a pesetas constantes con base 100 = 1940 (tabla 4.40).

Figura 4.104. Distribución porcentual de las inversiones en la presa de El Vado, 1909-1961



Fuente: Elaboración propia a partir de los proyectos consultados.

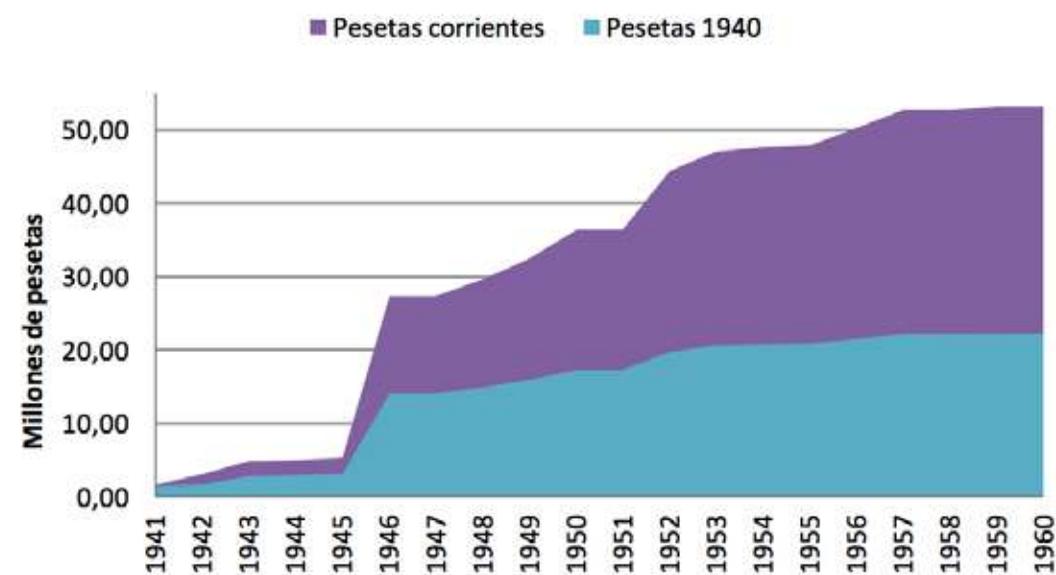
Tabla 4.40. Resumen de proyectos y revisiones de precios El Vado 1940-1961

AÑO	PESETAS CORRIENTES	PESETAS DE 1940	PESETAS CORRIENTES ACUMULADAS	PESETAS 1940 ACUMULADAS	ÍNDICE IPC (1940 = 1,00)
1940*	1.155.063,70	1.155.063,70	1.155.063,70	1.155.063,70	1,00
1941	495.251,16	381.291,98	1.650.314,86	1.536.355,68	0,77
1942	1.465.200,02	36.442,65	3.115.514,87	1.572.798,33	0,72
1943	1.692.397,12	1.224.580,03	4.807.911,99	2.797.378,36	0,72
1944	153.387,69	106.527,54	4.961.299,68	2.903.905,90	0,69
1945	342.728,14	222.080,85	5.304.027,82	3.125.986,75	0,65
1946	22.007.685,83	10.869.500,77	27.311.713,65	13.995.487,52	0,49
1947			27.311.713,65	13.995.487,52	0,42
1948	2.315.716,00	910.330,05	29.627.429,65	14.314.157,26	0,39
1949	2.741.557,06	1.022.626,06	32.368.986,71	15.336.783,32	0,37
1950	3.985.057,74	1.340.654,47	36.354.044,45	16.677.437,78	0,34
1951		0,00	36.354.044,45	16.677.437,78	0,31
1952	8.048.892,37	2.524.141,72	44.402.936,82	19.201.579,51	0,31
1953	2.641.757,41	815.526,91	47.044.694,23	20.017.106,42	0,31
1954	535.756,21	163.407,48	47.580.450,44	20.180.513,90	0,31
1955	361.197,30	105.919,47	47.941.647,74	20.286.433,37	0,29
1956	2.273.067,35	629.443,04	50.214.715,09	20.915.876,42	0,28
1957	2.566.829,62	642.519,58	52.781.544,71	21.558.395,99	0,25
1958		0,00	52.781.544,71	21.558.395,99	0,22
1959	435.789,05	88.315,00	53.211.410,53	21.646.710,99	0,21
1960		0,00	53.211.410,53	21.646.710,99	0,20
1961	432.513,72	86.357,20	53.643.924,25	21.733.068,19	0,20
Total	53.649.847,48	22.324.728,51			

* Se han atribuido al año 1940 las cantidades de obra certificadas a la contrata desde el inicio de obras en 1935 hasta ese año. Véanse las tablas 4.17 y 4.18 de liquidación de la contrata, en 1945.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 4.105. Inversiones acumuladas en la presa de El Vado, 1941-1961



Fuente: Elaboración propia a partir de los proyectos consultados.

No obstante las cifras indicadas, cuando se calculó el canon que habría que aplicar a los regantes que se beneficiaban del agua regulada por El Vado, se consideraba que el conjunto de obras del embalse ascendía a 150 millones de pesetas⁴⁷⁹. El ingeniero que realizó tal estimación, José Luis López Larrañeta, incluyó un resumen de inversiones en El Vado que aumenta la inversión a más de 61,7 millones de pesetas, más otros 2,6 en ejecución, cuyos sumandos agrupan gastos que no se han localizado entre la larga serie de proyectos analizados en este estudio, lo que muestra la complejidad de esta larga e intrincada obra (tabla 4.41).

479 Estudios de la tarifa del canon de regulación para regadíos con aguas reguladas en el río Jarama por el pantano de El Vado, entre dicho pantano y la confluencia del río Manzanares (Jarama Medio). Ingeniero Don José Luis López Larrañeta. Año 1960. CHT, Archivo técnico de la presa de Alcorlo. Carpeta Azul Riegos.

Tabla 4.41. Valoración de inversiones en El Vado. 1960. Ingeniero José Luis López Larrañeta

ACTUACIÓN	IMPORTE (Pesetas)		
	CONSTRUIDAS	EN CONSTRUCCIÓN	EN PROYECTO
Camino de servicio (1914-1955)	2.651.365,50		
Obras accesorias, Casa Administración, ferrocarril, albergue, etc.	3.108.885,73		
Obras de la presa por administración, y liquidación de las de contrata (1949-1956)	5.123.834,70		
Obras de la presa por destajos. Comprenden 5 reformados y 3 revisiones (1946-1959)	38.175.376,59	1.526.127,63	
4ª revisión de precios de la presa y 1ª del camino de enlace	435.789,05	971.358,74	
Presa de cierre complementario (1948-1953)	7.218.517,12		
Perfil Creager del aliviadero, perfil Prásil, pilas hidrodinámicas, acondicionamiento del corredor de maniobras y compuertas (1951-1955)	3.654.541,16		
Compuertas de fondo de la presa y mandos a distancia (1945-1956)	1.362.320,27		
Conexiones de líneas de alimentación y alumbrado, y mando a distancia		36.686,34	
Reparaciones urgentes de la cámara de maniobras de las compuertas de fondo de la presa		45.073,80	
Instalación eléctrica en baja		49.976,43	
Reparaciones urgentes en el camino de servicio			800.000,00
Impermeabilización de la pantalla de la presa			700.000,00
Obras complementarias de desagüe e impermeabilización del aliviadero			1.500.000,00
Total El Vado	61.730.630,12	2.629.222,94	3.000.000,00

Fuente: Regulación de las cabeceras de los ríos Jarama y Sorbe y riegos del pantano de Bonaval (Jarama Medio). Plan de inversiones. Ingeniero D. José Luis López Larrañeta. Año 1960. CHT, Archivo técnico de la presa de Alcorlo. Valoración firmada el 25 de septiembre de 1959.

El balance que puede hacerse de este largo período, entre 1909, cuando se iniciaron los primeros trabajos geológicos, y el cierre con revisiones de precios de las últimas actuaciones en 1961, es el resultado de los diferentes ritmos de la Administración en la toma de decisiones, así como en la asignación presupuestaria. Ciertamente, los impulsos a estas obras que se extendieron en casi medio siglo, procedían directamente de las decisiones del Ministerio de Obras Públicas, ejecutadas en función de la política hidráulica, que dio lugar a los períodos más activos entre 1929-1934 y 1945-1954, coincidentes con etapas propicias a la construcción de presas en todo el país. El paso del tiempo fue un factor de sobrecostes, por la inflación y por los deterioros de los períodos de inactividad, pero las reformas fueron fundamentales para introducir mejoras sobre los diseños iniciales, además del recrecimiento, que incrementó en un 50% la capacidad inicialmente prevista para esta presa. Una vez inaugurada, el Canal de Isabel II aceleró desde 1955 su empeño en la construcción del canal del Jarama, tras haber obtenido el Decreto de 1954 que reservaba dicho río para abastecer a la capital de España. Ya solo quedaba explotar y observar el comportamiento de la presa, que presentaría algunas patologías derivadas de su dilatada construcción, a las que se darían las soluciones oportunas.

6. EL APROVECHAMIENTO INTEGRAL DEL ALTO JARAMA (1950)

El embalse de El Vado se había diseñado inicialmente para garantizar la demanda de agua de la Real Acequia del Jarama, pero, como ya se ha puesto de manifiesto, hacia 1950, con el Canal de Isabel II interviniendo activamente para incorporar las aguas en la cabecera de dicho río a su red de distribución, se reconsideraron todos los planes previos. El ingeniero Arespacochaga en su autobiografía se atribuye un papel activo en la asignación de El Vado al sistema de abastecimiento de Madrid, y comenta la posibilidad que tuvo de haberse incorporado profesionalmente al Canal de Isabel II. Antes de dejar la Confederación Hidrográfica del Tajo en 1957, Arespacochaga elaboró un estudio de la "Regulación integral del río Jarama" en el que incluía el anteproyecto de un embalse en Matallana y el proyecto de otro en Bonaval, para regar unas 2.000 ha que denominó la "Huerta de Madrid", situadas en los términos entre San Fernando y Barajas hasta Aranjuez⁴⁸⁰.

Una síntesis del estudio de Arespacochaga la publicó en 1950 el Ministerio de Obras Públicas con el título *El aprovechamiento integral del alto Jarama* (Madrid, noviembre de 1950, figura 4.106)⁴⁸¹. Con la presa de El Vado terminada en julio de 1950, a falta de completar el aliviadero, resultaba un buen momento para explicar a la sociedad estas inversiones públicas. Dos eran los objetivos

480 Arespacochaga, J.: Cartas a unos capitanes..., p. 109.

481 Aprovechamiento integral del alto Jarama. [publicado por] Ministerio de Obras Públicas. Dirección General de Obras Hidráulicas. Madrid: Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Obras Hidráulicas, [1950?]. 10 h., 1 map. pleg.; 24 cm. Se conserva una copia en la Biblioteca Tomás Navarro Tomás, del Centro de Ciencias Humanas y Sociales del CSIC, signatura M-CCHS FOL/82480. Sus líneas básicas fueron recogidas en la prensa de la época y en algunas publicaciones especializadas, como la de Puig, Ignacio: Aprovechamientos de los ríos Henares y Jarama. [Barcelona?]: [s.n.], [195?], Barcelona: Gráficas Templarios. Tirada a parte de la Revista Ibérica nos. 379 y 380 (2ª época), 21 p.

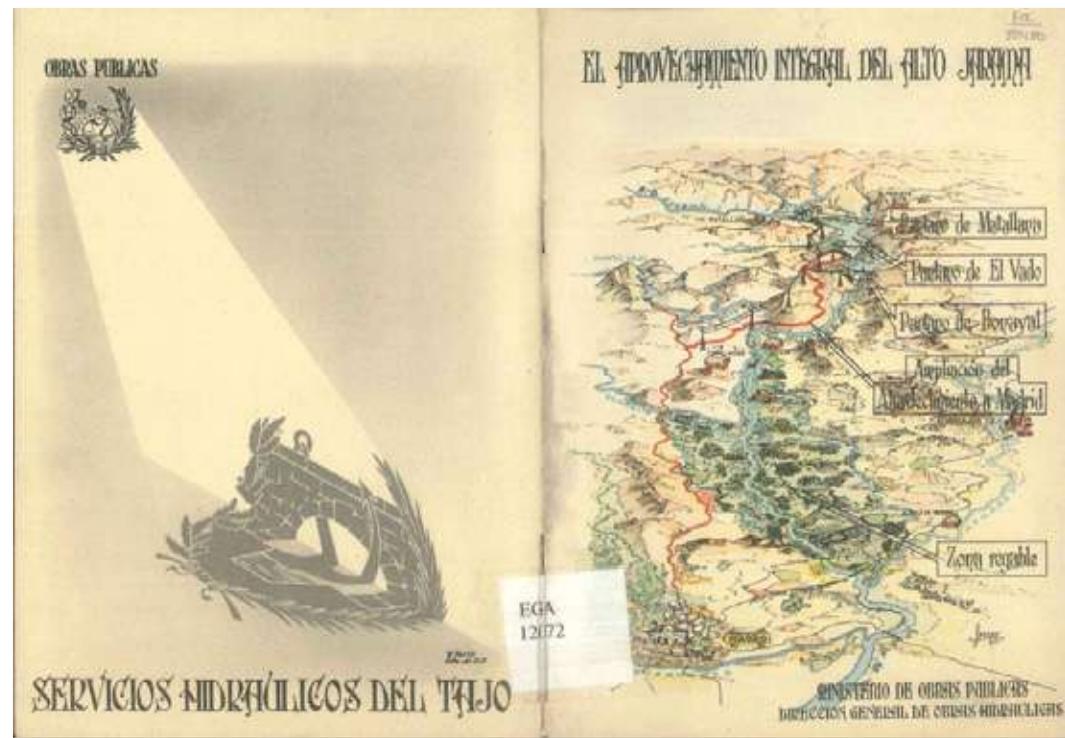
de la regulación del Jarama: el abastecimiento y el riego, que quedaban simbolizados en una ingenua composición alegórica (figura 4.107). Para ello habría que disponer de una sucesión de embalses para regular su cuenca alta, comenzando por el de Matallana, de 77 m de altura y capacidad de 50 hm³, El Vado con 53 hm³, ya construido, y el proyectado en Bonaval, de 67,40 m de altura para 58,5 hm³ de capacidad (figuras 4.108 y 4.109). Ante el crecimiento demográfico de la ciudad de Madrid, el aumento de la demanda de agua podría ser cubierta en parte con recursos del Jarama y del Sorbe, cuyas propiedades físicas y organolépticas eran idóneas para su mezcla con las aguas del Lozoya, y derivarlas conjuntamente a través de la red de conducciones del Canal de Isabel II, conectándolos previamente con El Vado a través del canal del Jarama, de 8 m³/s de capacidad, y un cálculo de transporte medio de 2,5 m³/s. El Jarama quedaría regulado con dicho embalse hasta un 58,7 % de su aportación y se garantizaría el suministro de 216.000 m³ diarios (78,8 hm³ anuales), estimándose que se podría atender la demanda madrileña hasta 1964. Además, el embalse de Matallana, inmediatamente aguas arriba de El Vado, estaría complementado con canales de *bypass*, como los diseñados entre Puentes Viejas y El Villar, para aislar las turbias, y garantizar que el agua incorporada al canal del Jarama estuviera siempre en condiciones de calidad óptimas.

En la Real Acequia del Jarama, cuya zona regable alcanzaba 9.500 ha, se atendía solo a 3.734 ha, y con la regulación se esperaba ampliar el suministro de agua a otras 2.315 ha, gracias a un caudal de 2,5 m³/s, aprovechando también las aportaciones recibidas desde la ciudad de Madrid, convenientemente depuradas. No obstante, no resultaría suficiente aún para cubrir toda la extensión regable solo con el Jarama, y quizá el agua derivada del Sorbe podría ayudar en su momento. Al objetivo agrícola de la Real Acequia del Jarama se añadía ahora uno nuevo: los regadíos del Jarama medio, en la denominada "Huerta de Madrid", entre la desembocadura del Lozoya en el Jarama, y la del Henares en el mismo río, en los términos municipales de Talamanca, El Molar, San Agustín, Valdetorres, Alcobendas, Fuente el Saz, Algete, Barajas, Paracuellos, San Fernando y Torrejón, con 22.000 ha aptas para el regadío. Por su extensión absorbería por completo los caudales de la cuenca alta del río, algo imposible sin dejar de atender las necesidades de abastecimiento y regadíos bajos, con lo que solamente se preveía suministrar agua a unas 9.000 ha en la parte más fértil y con tradición de riego en el valle del Jarama. Para ello se preveía la construcción de dos canales de 78 km de longitud en ambas márgenes del río (figura 4.110).

El plazo de ejecución del plan estaba ya iniciado en 1950 con la terminación del embalse de El Vado, para atender el abastecimiento de Madrid, y el riego en el valle del Jarama próximo a Aranjuez. Entre 1951 y 1956 se preveía construir el embalse de Matallana y los canales de cintura. Los caudales que no pudieran regularse quedarían para el riego de la zona media del Jarama. Entre 1957 y 1961 se construiría el embalse de Bonaval, con lo que se podría completar el regadío de 9.000 ha en la "Huerta de Madrid", quedando el Jarama plenamente regulado. Se completaba el aprovechamiento con la producción hidroeléctrica en las presas, 17 MWh -8 MWh en Matallana, 3 en El Vado y 6 en Bonaval-. El presupuesto ya invertido era de 37 millones de pesetas en la construcción de El Vado, a los que se sumarían 40 en Matallana, 53 en Bonaval, 25 en la esterilización de El Vado y finalmente 78 en los canales de la "Huerta de Madrid", lo que hacía un total de 233 millones de pesetas. A los 37 millones de pesetas invertidos en la primera etapa seguirían 64 en la segunda (1951-1956) y 131 en la tercera (1957-1961). Para justificar las inversiones, se sumaría el valor del agua, a razón de 0,10 pesetas el m³, supondrían 7,5 millones

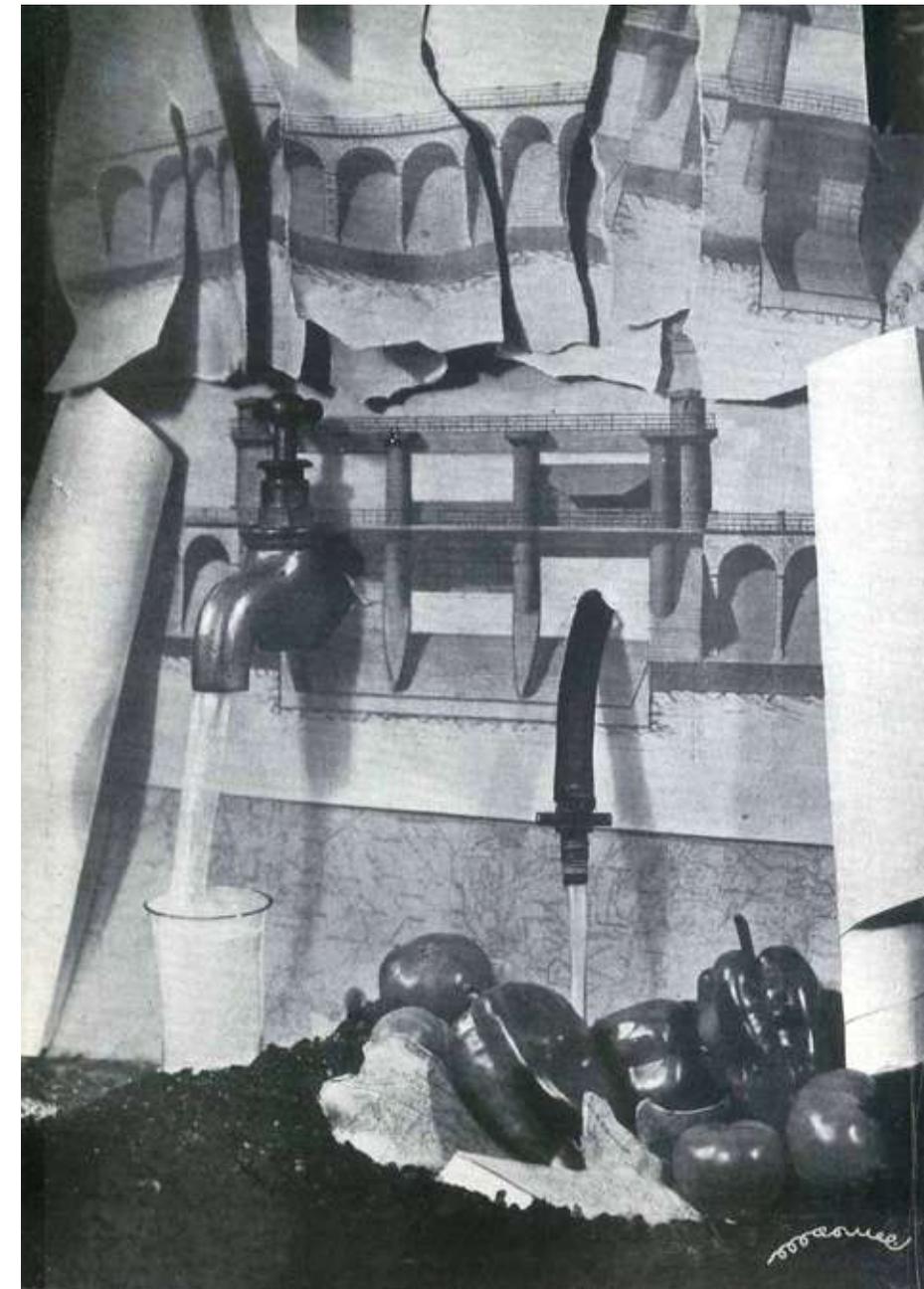
de pesetas de ingresos anuales, y los 17 MWh anuales de electricidad otros 3 millones de pesetas. Estos ingresos conjuntos podrían ser equivalentes a la renta producida por un capital de 210 millones de pesetas. Respecto a los cultivos, se calculaba regar hasta 11.315 ha, cuya plusvalía se incrementaba en 30.000 pesetas por hectárea al pasar de seco a regadío, en conjunto una revalorización de 340 millones de pesetas. Los 550 millones de pesetas supondrían un coeficiente de 2,36 en la revalorización de las inversiones. A ello habría que añadir el canon que se cobraría por el uso del agua, los impuestos indirectos por electricidad, contribución territorial y otros conceptos, que supondría un aumento de los ingresos estatales anualmente de 32,9 millones de pesetas, lo que supondría la amortización en diez años de las inversiones previstas.

Figura 4.106. El aprovechamiento integral del alto Jarama, 1950. Cubierta



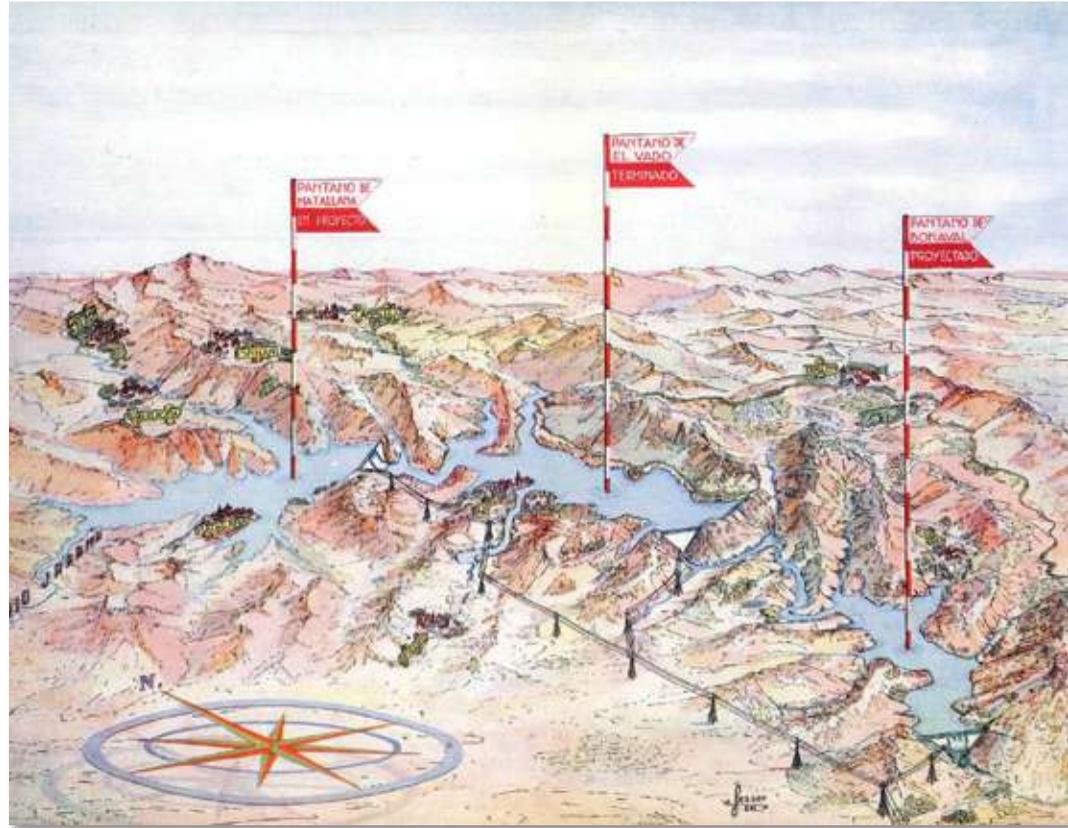
Fuente: Biblioteca Tomás Navarro Tomás, CCHS, CSIC, M-CCHS FOL/82480.

Figura 4.107. Fotografía alegórica del reparto del agua entre abastecimiento y riego



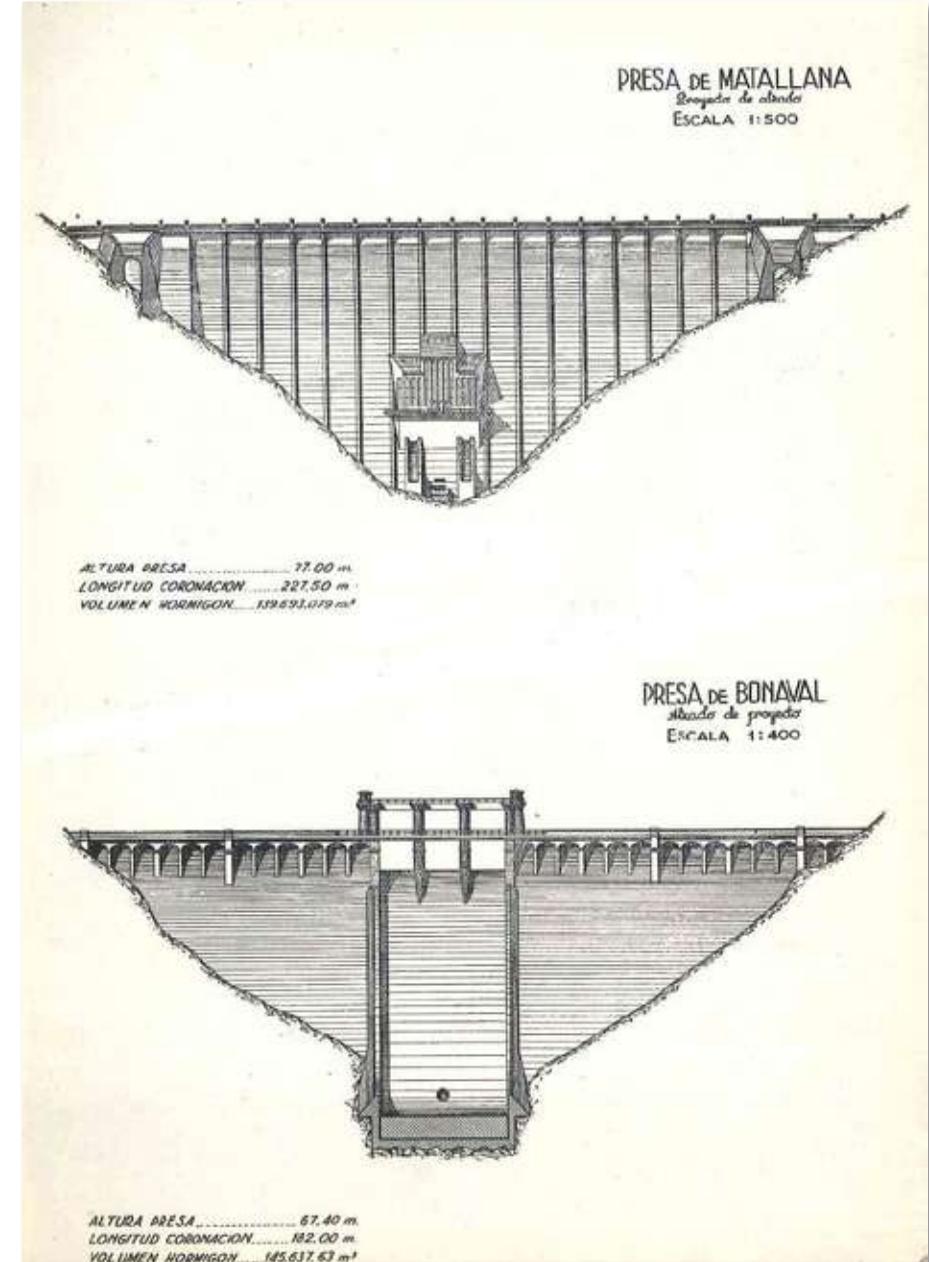
Fuente: El aprovechamiento integral del alto Jarama, 1950. BTNT, CCHS, CSIC, M-CCHS FOL/82480.

Figura 4.108. Sucesión en el Jarama de los embalses de Matallana, El Vado y Bonaval



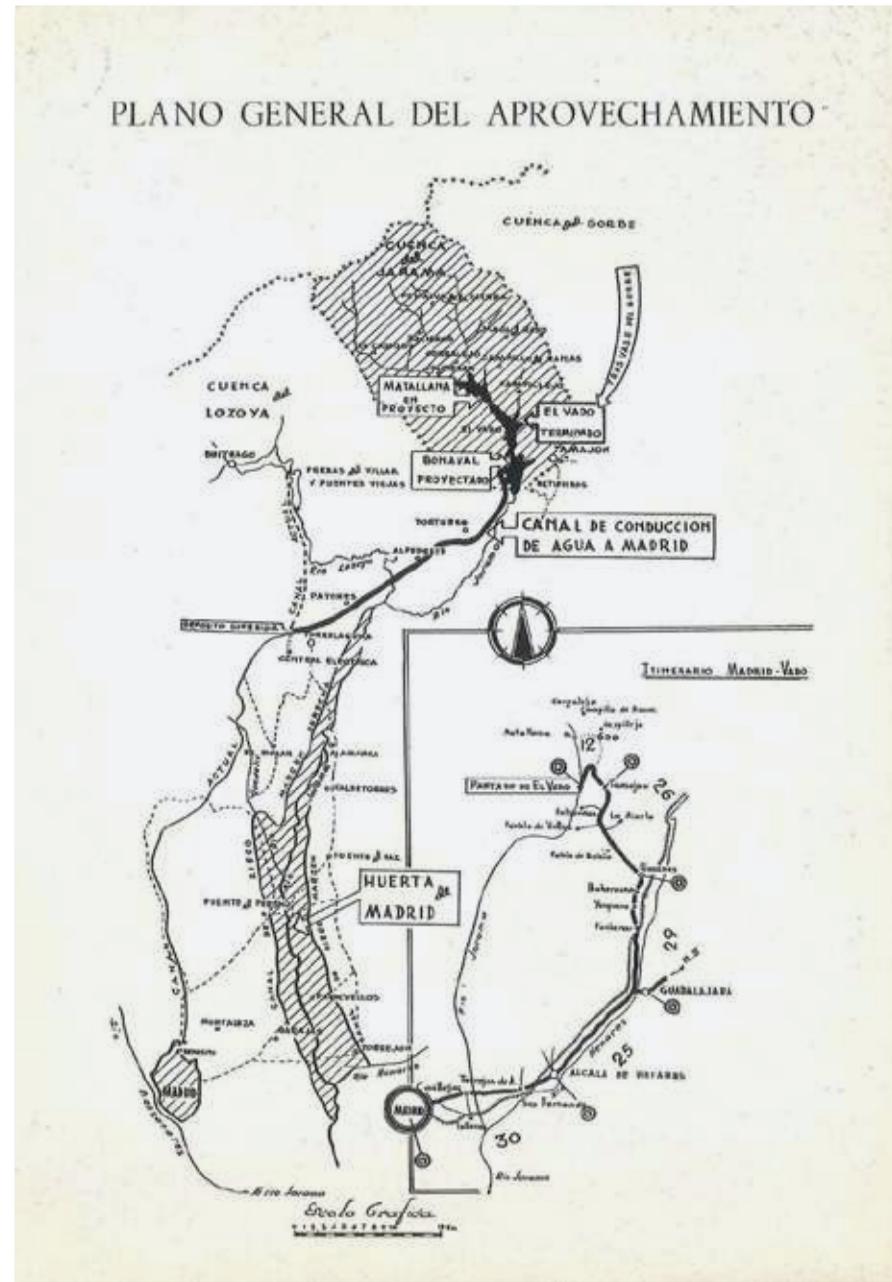
Fuente: El aprovechamiento integral del alto Jarama, 1950. BTNT, CCHS, CSIC, M-CCHS FOL/82480.

Figura 4.109. Alzados aguas abajo de las presas proyectadas en Matallana y Bonaval



Fuente: El aprovechamiento integral del alto Jarama, 1950. BTNT, CCHS, CSIC, M-CCHS FOL/82480.

Figura 4.110. Plan general del aprovechamiento, alto y medio Jarama



Fuente: El aprovechamiento integral del alto Jarama, 1950. BTNT, CCHS, CSIC, M-CCHS FOL/82480.

Este era el plan que se manejaba en aquellos años, y que estaba vigente cuando se inauguró la presa de El Vado en junio de 1954, pues se reproducía en una carpetilla de síntesis preparada para el director general de Obras Hidráulicas, Francisco García de Sola⁴⁸² (figura 4.111). Pero la aportación del Jarama asignada al riego en aquel plan integral quedaría relegada por el Decreto de 10 de agosto de 1954, que reservaba la cabecera del río para abastecimiento a Madrid, la regulación de su cuenca alta hasta El Vado, y 100 hm³ del Sorbe también en su cuenca alta, que serían administrados por el Canal de Isabel II, con absoluta preferencia sobre otros usos.

El pantano de Bonaval contaba con un proyecto elaborado en 1947 por Díaz-Ambrona⁴⁸³, puesto al día por Arespacochaga en 1952⁴⁸⁴, y modificado por López-Larrañeta en 1961⁴⁸⁵. Respecto a la zona regable del Jarama Medio se pusieron en marcha trabajos de triangulación entre 1953⁴⁸⁶ y 1959⁴⁸⁷, declarados de urgencia sus trabajos en 1956⁴⁸⁸, varios anteproyectos entre los años 1961 y 1963⁴⁸⁹ y un informe específico en 1964⁴⁹⁰.

482 El Vado en plan integral del Jarama, 1954. MAGRAMA DGA 000023480319003201010202003. También véase artículo "Los tres pantanos del alto Jarama aportarán a la capital 165 millones de metros cúbicos de agua", en ABC de 21 de marzo de 1956.

483 Proyecto de Pantano de Bonaval. Ingeniero Domingo Díaz-Ambrona Moreno. Año 1947. Archivo técnico de la presa de Alcorlo.

484 Proyecto de Pantano de Bonaval. Ingeniero Domingo Díaz-Ambrona Moreno, puesto al día por Juan de Arespacochaga. Año 1952. Archivo de la Confederación Hidrográfica del Tajo, Madrid.

485 Proyecto modificado del Pantano de Bonaval. Ingeniero José Luis López Larrañeta, 1961. Archivo técnico de la presa de Alcorlo. Signatura a lápiz V'-9. Otra copia con signatura V23.

486 Presupuesto de gastos para el levantamiento topográfico de la zona regable del Pantano de Bonaval. Ingeniero Juan de Arespacochaga y Felipe. 1953. Archivo técnico de la presa de Alcorlo. Anteproyecto de la zona regable del Pantano de Bonaval (Jarama Medio) Año 1954. Archivo de la Confederación Hidrográfica del Tajo, Madrid.

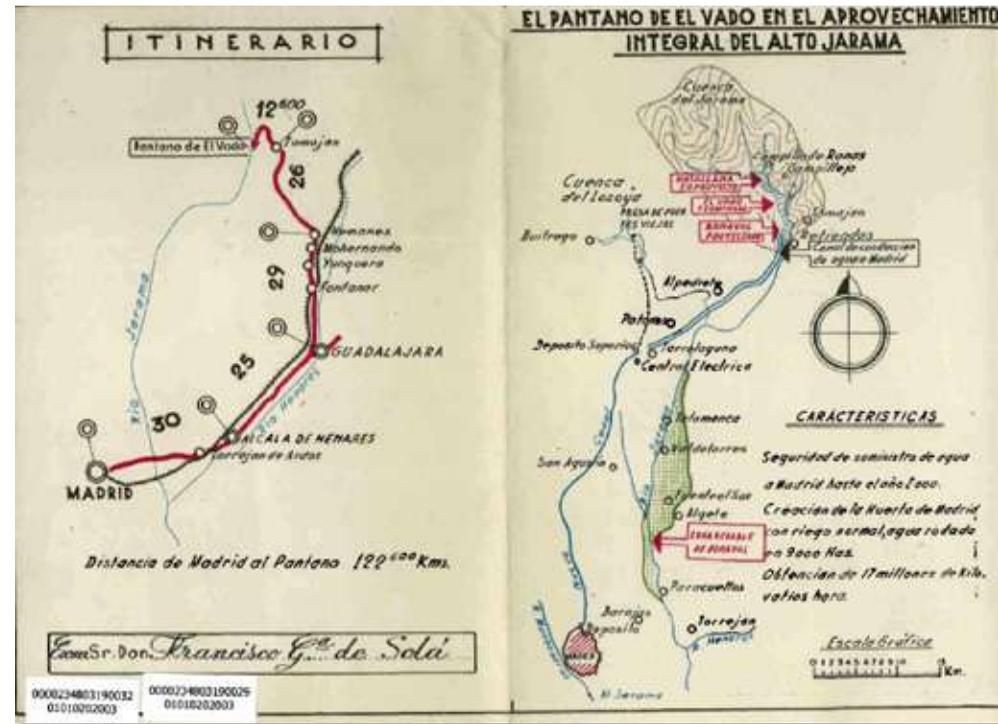
487 Presupuesto de triangulación nivelación y referencias sobre el terreno de la zona de conducción desde Pozo de los Ramos al canal del Jarama. 1967. AGA 6378-I.

488 Nota del Consejo de Ministros, ABC, 15 de diciembre de 1956, p. 38.

489 Anteproyecto modificado de la zona regable del Pantano de Bonaval (Jarama Medio). Ingeniero Luis Ponte Manera. Año 1961. Archivo de la Confederación Hidrográfica del Tajo, Madrid. Copia en CHT Archivo técnico de la presa de Alcorlo. Sign. V-24. 3 copias. Presupuesto material por administración 131.202.525,81; de ejecución material por contrata, 152.600.929,94 pts. 2º Anteproyecto modificado de la zona regable del Pantano de Bonaval. Ingeniero Luis Ponte Manera 1963. Archivo de la Confederación Hidrográfica del Tajo, Madrid. Copia en CHT Archivo técnico de la presa de Alcorlo. (2 copias). Carpeta azul. Con rótulo en cubierta "2º Anteproyecto zona regable Bonaval 1963 (Ejemplar nº 5) Topografía. 2º. Trabajos llevados a cabo por el Instituto Geográfico y Catastral, contenidos en un sobre en tamaño folio, con varios informes: Triangulación, operador D. Alfonso Alonso, zona II, 1957; Cuadernos de triangulación del pantano de Bonaval y presa del Tejar, en el Jarama Medio (términos Algete y FuentelSaz), 1957, zona III, por D. José María Raposo; Trabajos de triangulación y cuadernos de la zona I, también efectuados por D. José María Raposo, ingeniero geógrafo; Planos y croquis de la triangulación a e 1:25.000, con algunos de los anejos del proyecto, en copia mecanografiada.

490 Regulación integral de la cuenca del río Jarama. Ingeniero Joaquín Gavala Ruiz. Año 1964. Carpeta tamaño folio de cartón verde, con memoria, gráficos y planos. CHT Archivo técnico de la presa de Alcorlo.

Figura 4.111. El Vado en el aprovechamiento integral del alto Jarama, 1954



Fuente: MAGRAMA DGA AGRAMA DGA 000023480319003201010202003.

La construcción de Matallana se retrasó primero hasta el periodo entre 1951 y 1956⁴⁹¹, y el de Bonaval a 1957-1961, pero se modificaron los planes, pasando Bonaval a 1955-1959 y Matallana a 1958-1962⁴⁹². En 1959, en una valoración conjunta de lo invertido en El Vado, tanto realizado como en ejecución (64.359.853,06 pesetas), más los proyectos de los embalses de Bonaval y Matallana, con la puesta en regadío del Jarama medio, y las presas a construir en el Sorbe de Muriel, Beleña y Pozo de los Ramos, ofrecía una cifra que alcanzaría los 1.038 millones de pesetas⁴⁹³. Sin embargo,

491 Monje Ciruelo, Luis: "El embalse de Matallana hubiera evitado la turbiedad actual del agua que bebe Madrid". ABC, 18 de enero de 1963.

492 Monje Ciruelo, Luis: "Situación de los proyecto de aprovechamiento del Jarama y el Sorbe para el abastecimiento de agua a Madrid", ABC, 16 de enero de 1965. Id.: "El embalse de Matallana, en la cabecera del Jarama, prestará un gran servicio a Madrid", ABC, 3 de diciembre de 1974.

493 Regulación de las cabeceras de los ríos Jarama y Sorbe y riegos del pantano de Bonaval (Jarama Medio). Plan de inversiones. Ingeniero D. José Luis López Larrañeta. Año 1960. CHT Archivo técnico de la presa de Alcorlo. Valoración firmada el 25 de septiembre de 1959.

la ejecución del embalse de Bonaval quedó suspendida por las dificultades causadas por la naturaleza cárstica del terreno en las obras emprendidas al iniciar su construcción. El proyecto de la presa de Matallana, a cargo del ingeniero José Luis López Larrañeta, se aprobó el 11 de agosto de 1961, aunque sin definición aún sobre el tipo de presa a construir. Se preparó otro proyecto en 1963 para el desvío del Jarama, firmado por Luis Ponte Manera, aunque solamente se concluyeron algunos estudios previos y los caminos de acceso para esta presa entre 1963 y 1968⁴⁹⁴, sin pasar a mayores. Un nuevo estudio de regulación de la cuenca del Jarama se elaboró en 1964, ante las crecidas sobrevenidas en noviembre de 1961, diciembre de 1963, y febrero y marzo de 1964, con serias inundaciones y daños en el cauce bajo del Jarama, que podrían evitarse con una mayor regulación de su cuenca alta⁴⁹⁵.

En 1972 el Consejo Económico Social Sindical del Alto Jarama-Henares-Tajuña recogía en su pleno la decisión de abandonar los planes de regadío en el Jarama medio, ante las necesidades de abastecimiento a Madrid, y solo se consideraban aumentos de zonas regables en los entornos del Tajuña y canal del Henares⁴⁹⁶. Resulta curioso observar que en la primera edición de la provincia de Guadalajara del *Mapa Oficial de España E 1:200.000 Conjuntos Provinciales*, publicada por el Instituto Geográfico y Catastral en 1974, aparecían localizados los embalses de Matallana y Pozo de los Barros (sic, por Pozo de los Ramos) con sus respectivas zonas inundadas, aunque no pasaron de proyectos. Precisamente para incrementar volumen de agua disponible para el abastecimiento a la capital, en 1974 ya se manejaba la idea de otro embalse más abajo de Bonaval, el denominado Jarama medio, de 280 hm³, en las proximidades del km 9,500 de la carretera del Pontón de la Oliva a Tortuero, dotado de un canal de 16 m³/s en dirección a la red del Canal de Isabel II, a la que llegaría el agua por bombeo. Se reforzaría la capacidad con otro embalse de 38 hm³ en el río Sorbe, en el Pozo de los Ramos, completando la regulación de este río con el embalse de Beleña, cuya construcción estaba en marcha desde 1971⁴⁹⁷. Aunque se volvieron a manejar estas posibilidades en las décadas de 1980 y 1990⁴⁹⁸, incluso con estudios para reforestar la cuenca del río Jarama⁴⁹⁹, no se han ejecutado hasta la fecha. Los referidos proyectos de presas en el tramo alto del río siguen detenidos, no obstante, tanto Bonaval como

494 Presupuesto gastos de reconocimiento geológicos y geofísicos necesarios para la redacción del nuevo proyecto del embalse de Matallana. 1963-1968. Proyecto de obras de desviación del río Jarama. Embalse de Matallana. 1963. Archivo del Ministerio de Fomento, inventario 3560, párrafo 6º [30776 BIS]. Hay una copia en el Archivo de la Confederación Hidrográfica del Tago.

495 Regulación integral de la cuenca del río Jarama. Ingeniero Joaquín Gavala Ruiz. Año 1964. Carpeta tamaño folio de cartón verde, con memoria, gráficos y planos. CHT Archivo técnico de la presa de Alcorlo.

496 Organización Sindical. Delegación Provincial de Madrid: Consejo Económico Social Sindical del alto Jarama Henares-Tajuña: primer pleno. Madrid: Delegación Provincial, 1972, pp. 81-85.

497 Propuesta de aprovechamiento integral de los ríos Sorbe, Jarama y Lozoya hasta la confluencia de estos dos últimos. Octubre de 1974. Centro de Estudios Hidrográficos, CEDEX. Copia en el Archivo del Canal de Isabel II, en el Centro de Estudios Hidrográficos y en el Archivo del Ministerio de Fomento.

498 En Flores y abejas, del 13 de mayo de 1981 se comentaba la escasa repercusión positiva que traería para la población de Guadalajara la construcción del embalse del Jarama medio.

499 García Rodríguez, J.L., Robredo Sánchez, J.C.: "Metodología para la aplicación S.I.G. a la ordenación agrohidrológica de la cuenca del río Jarama", II Congreso Forestal Español. Pamplona del 23 al 27 de junio de 1997. <<http://secforestales.org/publicaciones/index.php/congresos/article/view/4092/4021>> [consulta 10-12-2014].

Matallana (este último en alguno de los proyectos se le dimensionó con una capacidad de más de 147 hm³), siguen en estudio en diversas opciones⁵⁰⁰, al haber quedado descartado el embalse en Matallana por razones medioambientales. En 2005 los presidentes autonómicos respectivos de Castilla-La Mancha y Madrid, José María Barreda y Esperanza Aguirre, negociaron sin llegar a un acuerdo sobre el recrecimiento de El Vado hasta una capacidad de 180 hm³, una alternativa con mucho menor impacto ecológico que construir nuevas presas⁵⁰¹. En esta misma línea se había expresado la propuesta de los ingenieros Álvarez, Cabrera y Flores, no tanto para regadíos, sino para garantizar el abastecimiento de las ciudades y la restitución de caudales ecológicos⁵⁰², o el denominado embalse de Campillo de Ranas⁵⁰³, aunque las protecciones medioambientales y la reutilización del agua ya disponible en la Comunidad de Madrid mantienen en suspenso tales proyectos.

7. LOS RIEGOS DEL JARAMA CON LA PRESA DE EL VADO EN FUNCIONAMIENTO

La reserva de los caudales de El Vado para el abastecimiento de Madrid a partir de 1954, iba a relegar el destino con el que se diseñó la presa: el riego en el valle medio del Jarama y en la Real Acequia. No obstante, aún se esperaba que para garantizar estos usos se construyera en algún momento el embalse de Bonaval, destinado a regular el volumen “sobrante” no utilizado para el abastecimiento. Mientras tanto, los responsables de la gestión del Tajo, primero los Servicios Hidráulicos y posteriormente la Confederación Hidrográfica del Tajo⁵⁰⁴, debían asegurar que los riegos no quedaran descuidados, para lo cual deberían coordinarse el ingeniero responsable de El Vado y Jarama Medio (tramo del río comprendido entre la desembocadura del Lozoya y la del Manzanares) y con el responsable de la Real Acequia del Jarama, para atender las necesidades conjuntas, aparte de vigilar toda la vega afectada por el agua del embalse.

Con las obras de la presa de El Vado muy avanzadas, en mayo de 1952 los concesionarios de agua en el tramo del Jarama Medio, con apoyo de los alcaldes ribereños, dirigieron un escrito al ministro de Obras Públicas, manifestando su temor de que la reserva de la cuenca alta del Jarama para abastecimiento de Madrid llegara a dejar sin agua a los regantes, pues el Canal de

500 Así se confirma en la Ley 21/1971, de 19 de junio, sobre el aprovechamiento conjunto Tajo-Segura, y en diversos proyectos posteriores. Sobre relanzar la presa de Matallana, así como otra en el Sorbe, se informaba en El Decano de Guadalajara, el 19 de septiembre de 1990, 5 de agosto de 1992, 17 de junio de 1992, 26 de octubre de 1993.

501 La entrevista se comenta en El Decano de Guadalajara, en 18 de octubre y 4 de noviembre de 2005.

502 Álvarez Martínez, Alfonso; Cabrera Cabrera, Miguel y Flores Montoya, Francisco: “Aumento de la capacidad de embalse de los ríos Jarama y Sorbe para garantizar el abastecimiento de agua a Madrid y Guadalajara y mejorar el estado ecológico.”, ROP, 3.415, noviembre 2001, pp. 45-53.

503 Objeto incluso de un proyecto de fin de carrera: Castro Canabal, Pablo: Presa de Campillo de las Ranas. Proyecto de fin de carrera. ETSICCP, UPM, 2012 < <http://oa.upm.es/15426/> > [consulta 10-12-2014].

504 Desde primero de abril de 1953, los Servicios Hidráulicos del Tajo se organizaron como Confederación Hidrográfica del Tajo, según Decreto de 2002/1953 (BOE 63, de 4/03/1953).

Isabel II, estaba preparando entonces la construcción del canal del Jarama, para derivar las aguas de El Vado hacia una demanda social más acuciante: atender las necesidades de la población madrileña.

De hecho, los regantes argüían que en los estiajes de 1951 y 1952 la presa de El Vado había retenido toda el agua, causando la ruina de las cosechas en una extensión de 2.500 ha, y se presumía que, con el embalse reservado al abastecimiento, se detraería el recurso necesario para una amplia extensión regable de inmejorables condiciones, tanto por sus tierras como por su situación, con grave perjuicio económico y social, no solo para los propietarios de las fincas, sino para todos los habitantes del entorno. Solicitaban que se hiciera un estudio de la riqueza de la zona amenazada, para “compaginar sanamente los intereses en juego con la ejecución de obras ya estudiadas por la Dirección General de Obras Hidráulicas”. Suscribían el documento Ángel Suardiá, presidente de la Cámara Agrícola de Madrid, y propietario de fincas en el Jarama, Antonio Satrústegui, presidente de la Comunidad de Regantes, y el propietario Manuel Rodríguez Acosta⁵⁰⁵. El 17 de mayo de 1952 el ingeniero encargado de El Vado, Juan de Arespachoga, confirmaba que los firmantes poseían concesiones para extraer en conjunto hasta 2,5 m³/s de agua⁵⁰⁶, y que durante el estiaje apenas llegaba a discurrir un metro cúbico por segundo por el cauce del río, e incluso en los años previos había quedado seco, con grandes perjuicios. Arespachoga admitía que, hasta tanto no se dispusiera de la presa de Bonaval, podrían atenderse las demandas de los regantes, aunque las obras en la presa de El Vado no estuvieran aún concluidas, especialmente las del aliviadero del collado. Se limitaría el suministro de agua a los meses de junio a octubre, confrontando previamente las extensiones regables en las fincas de los peticionarios, mediante inspecciones de los ingenieros del Servicio, y sin que esto creara ningún tipo de precedente para los años sucesivos. Además habría de calcularse un canon por hectárea regada, para amortizar la parte correspondiente a la obra del embalse cuyas aguas se distribuirían en la operación. Arespachoga recibió a finales de mayo la orden de presupuestar la confrontación de superficies regables en las fincas.

En el verano de 1952 quince regantes solicitaron disponer de agua de El Vado durante el estiaje, comprometiéndose a pagar el canon que se estableciera. La petición fue atendida, aunque no se les exigió contraprestación dineraria en dicha campaña. Cuando se iniciaba la siguiente de 1953, los regantes volvieron a plantear la necesidad de regar en verano, sumándose a los peticionarios del año previo alguno más y ello motivó un nuevo informe de Juan de Arespachoga, fechado el 25 de abril, dirigido a la Confederación Hidrográfica del Tajo. Se explicaba la naturaleza especial de la zona comprendida entre la confluencia del Lozoya con el Jarama y la desembocadura del Manzanares. Gracias a las mejoras en el abastecimiento de Madrid, la llegada de agua incrementaba cada día más los caudales del Jarama en su tramo bajo, del que se beneficiaba la Real Acequia. El tramo medio del río requería un tratamiento singular, especialmente cuando por el momento el

505 Oficio del ingeniero jefe de Sección al ingeniero encargado de El Vado, de 13-05-1952, pidiéndole que informara sobre el escrito de los concesionarios, cuya copia se adjunta mecanografiada, sin fecha. Conservado en la CHT Archivo técnico de la presa de Alcorlo. Los siguientes documentos citados se conservan en el mismo lugar.

506 En una nota manuscrita anexa al informe de Arespachoga se anotaban las concesiones del tramo, cuyos números eran los 18, 23 (aparece tachada), 32, 215, 261, 263, 266, 268, 344, 347, 497 y 692, con un total de concesiones de 2.516 l/s, para una superficie teórica de riego, conforme a las concesiones, de 1.889 ha.

embalse de El Vado no tenía ningún otro uso práctico. En consonancia, los regantes podrían ser atendidos, pero habría que cobrarles un canon, no el total de lo aplicable a nuevos regadíos, sino proporcional al agua consumida, teniendo en cuenta las concesiones previas y dejando claro que lo que recibieran era provisional, ante el destino final del agua para el abastecimiento de la ciudad de Madrid. Arespacochaga estimó que se les podría cobrar 125 pesetas por hectárea regada en concepto de “mejora de dotación”, de pago voluntario por quienes fueran a hacer uso del agua nuevamente disponible gracias a la regulación de El Vado. También insistía el ingeniero en la aprobación del proyecto del embalse de Bonaval, cuya construcción podría acelerarse con los ingresos obtenidos del regadío y cuya puesta en servicio permitiría alcanzar 9.000 ha con regularidad, y no las 1.100 ha que en el momento se atendían de forma precaria. Sin embargo, el Ministerio emitió una resolución el 19 de junio de 1953 en la que fijaba el canon en 325 pesetas por hectárea y año puestas en regadío con el agua de El Vado. El 17 de julio Arespacochaga firmó un proyecto de dotación para riego donde se precisaban las cantidades de agua, las fincas destinatarias y el canon en cada caso, aplicado solo a las aportaciones que se recibiesen del agua regulada en El Vado, descontando la procedente de las concesiones en el régimen natural del Jarama (tabla 4.42)⁵⁰⁷.

La Administración había de respetar primero las concesiones de agua otorgadas y vigentes, en principio gratuitas, con preferencia a otros regantes que se incorporasen a las peticiones del agua nuevamente disponible. Para los concesionarios, el incremento que supusiera el agua regulada sobre la que llevaba el río en su régimen natural, devengaría el abono de un canon, al objeto de reintegrar el 50% del valor de las obras efectuadas para la regulación de caudales, consistentes principalmente en la construcción de la presa de El Vado. A efecto del cálculo se cifró la inversión en 150 millones de pesetas del momento y, de acuerdo a la Ley de 7 de julio de 1911, de grandes regadíos⁵⁰⁸, los regantes habrían de asumir la mitad de este coste con un 1,5% de interés anual, repartiéndose la amortización de capital e intereses en un plazo de 25 años. Para ello habría que distribuir 3.619.758,75 pesetas entre las 15.000 ha que se regaban, incluyendo la Real Acequia del Jarama y el Jarama medio, lo que resultaba en un canon por hectárea de 241,31 pesetas⁵⁰⁹. Sobre ello habría que sumar los gastos de guardería fluvial para inspección y vigilancia, los de conservación y los de administración, lo que elevaba la cifra hasta un total de 325 pesetas/ha y año, que fue la tarifa establecida por la Dirección General de Obras Hidráulicas el 8 de julio de 1953, junto a una autorización de desembalse de agua desde El Vado. Esta cifra base del canon se mantuvo sensiblemente constante los años sucesivos, con ligeros incrementos por los gastos adicionales mencionados, incluyendo además un 4% de “tasa por explotación de obras y servicios”. Con todo se alcanzaría un importe de 338 pesetas/ha y año en 1960, o 346,51 pesetas/ha y año en 1964. Los regantes también habrían de abonar una pequeña factura del replanteo,

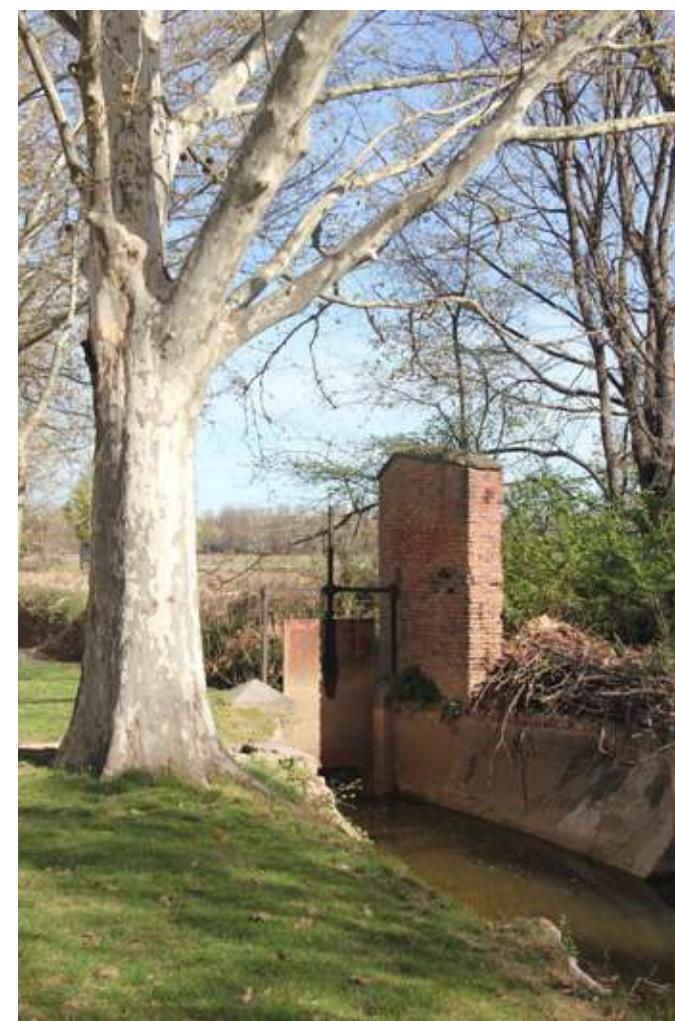
507 Fijación de dotaciones de riegos en el Jarama medio con aguas reguladas procedentes del pantano de El Vado. Juan de Arespacochaga y Felipe, 1953. CYII, Archivo técnico de la presa de El Vado, E-4-5.

508 Comentada por Gómez Ayau, Emilio: “El papel del Estado en las grandes obras de transformación agraria”, Revista de Estudios Agrosociales, 4, 1953, pp. 37-67.

509 Ingeniero López Larrañeta, Luis: Estudio de la tarifa del canon de regulación para regadíos con aguas reguladas en el río Jarama por el pantano de El Vado, entre dicho pantano y la confluencia del río Manzanares (Jarama Medio). Año 1960. Copia mecanografiada. CHT Archivo técnico de la presa de Alcorlo, capeta de cartón azul titulada “Jarama Medio, riegos.”

consistente en el examen de las fincas, sus sistemas de suministro y la extensión de cultivo regado, que llevaban a cabo los ingenieros de la Confederación. Aunque el canal del Jarama entró en servicio a partir de 1960, se dejaba fuera de la aplicación de cánones al Canal de Isabel II, pues se suponía que el caudal extraído al Jarama en El Vado se reponía al Manzanares a través los desagües de la ciudad. De acuerdo a un anteproyecto que se aprobó para esta zona regable del Jarama en 25 de enero de 1956, cada hectárea regada habría de disponer de 6.250 m³ anuales de agua, distribuida en los meses de julio, agosto y septiembre. Por otra parte, los usos industriales del agua se valoraban a razón de 0,10 pesetas /m³.

Figura 4.112. Acequia junto al paseo de los Chopos, San Fernando de Henares



Fotografía:
F. Fernández Izquierdo, 2015.

En el verano de 1953 se distribuyó agua a las fincas La Poveda, El Porcal, El Piul, La Velilla, La Muñoza, la Comunidad de Regantes de San Fernando⁵¹⁰, El Gorrión y el Soto Heredad de la Torre, todas ellas con concesiones autorizadas de agua del Jarama. Se aplicó el regadío a 1.907 ha, un poco menos que las 1.942 ha del reparto teórico efectuado en el estudio previo. También se suministró agua al Instituto Nacional de Colonización, para otras 239 ha en la finca Belvís. El 15 de diciembre de 1953, tras un año especialmente seco, se hacía balance de la campaña de riego. Aunque cuatro de los nueve regantes pagaron sin problema 126.226,75 pesetas por su agua, en 9 de noviembre los cinco restantes presentaron una instancia excusándose de abonar íntegro el canon que les correspondía, una cifra conjunta de 169.658,12 pesetas. La Administración denegó la pretensión, pues el ingeniero Arespacochaga calculó unas ganancias en las fincas regadas que permitían sobradamente asumir la tasa, pues algunos habían pagado puntual y voluntariamente por el agua recibida. En enero de 1954 los contestatarios debían aún 66.328,93 pesetas, una deuda que sería confirmada el 4 de marzo con la resolución negativa a su instancia de exención o rebaja del canon, pasando a ser ejecutiva por la recaudación de Hacienda. Además, ante la siguiente campaña, solicitaron de nuevo servirse del agua de El Vado durante el estiaje, aunque no se les incluyó en la relación de peticionarios (tabla 4.42).

Tabla 4.42. Extensión solicitada por fincas concesionarias de agua en el Jarama Medio (1953-1954)

CONCESIONES DE REGADÍO			SUPERFICIE TOTAL (ha)	SUPERFICIE REGADA (ha)		REGADÍO (ha)		CANON (Pesetas)	
FINCA	PROPIETARIO	CAUDAL (l/s)		1953	1954	APORTACIÓN NATURAL	AGUA REGULADA	1953	1954
La Poveda	González de Amezúa	100	61,50	15	40	21,00	19,00	2.315,62	6.175,00
El Porcal	Ángel Suardiáiz Valdés	1000	440,00	410	*			63.293,75	
El Piul	Rodríguez-Acosta	240	500,00	400	*			61.750,00	
La Velilla	Herederos de C.Corsini	352	446,00	200	*			30.875,00	
La Muñoza	García de La Lama	141	350,00	165	80	42,00	38,00	21.675,25	12.350,00
Comunidad de Regantes de San Fernando		296	683,50	336	280	147,00	133,00	11.375,00	43.225,00
El Gorrión	Cristina de Figueroa	40	222,00	68	60	31,50	28,50	10.497,50	9.262,50
Soto Heredad de la Torre	Ayuntamiento Algete	50	100,00	74	40	21,00	19,00	11.423,75	6.175,00
Belvís	Instituto Nacional de Colonización	238	239,00	239	140	73,50	66,00	36.894,00	21.612,50
Prado Santo Domingo		12	12,00	0	12	6,30	5,70		1.852,50
Totales		2.469	3.054,00	1.097	652	309,70		284.509,87	100.652,50

Fuente: CHT, Archivo técnico de la presa de Alcorlo, Carpeta azul "Jarama Medio, riegos."

510 Esta Comunidad, cuya superficie y necesidades se analizaron de forma específica, fue autorizada a regar 304,5 ha, con un caudal máximo de 296 l/s y un canon a razón de 125 pts./ha, resultando 38.062,50 pesetas, por Resolución de la DGOH de 19 de junio de 1953.

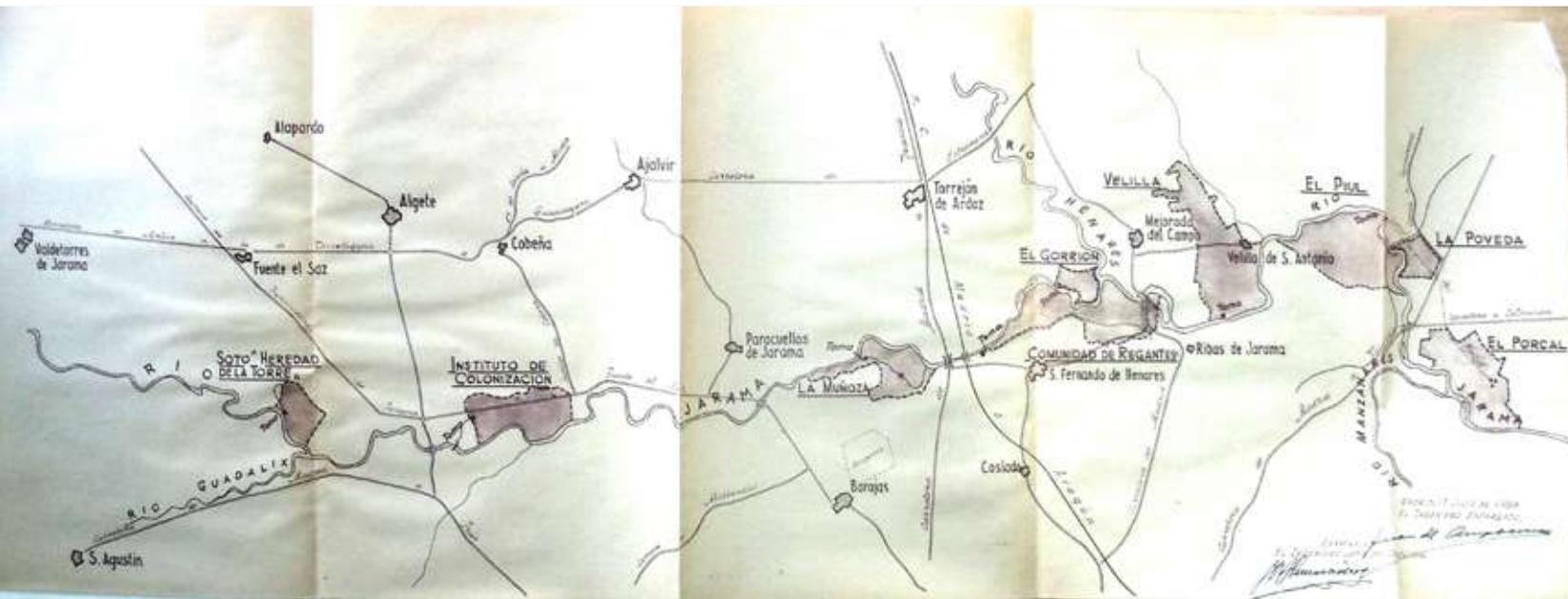
Tabla 4.43. Concesiones industriales de agua en el Jarama Medio (1953-1954)

CONCESIONES INDUSTRIALES	CONCESIÓN		SOLICITADO (m ³)	DISPONIBLE (m ³)	SOMETIDO A CANON (m ³)	CANON 1954* (Pesetas)
	FECHA	CAUDAL (l/s)				
Constructora Cantabria	05/08/1912	200	8.000	4.200	3.800	380
Empresa Nacional de Autocamiones, S.A.	21/8/1950 y 7/2/1953	122	122 l/s	18.900	17.100	1.710

* Aplicando un canon de 0,10 pts/m³

Fuente: CHT, Archivo técnico de la presa de Alcorlo, Carpeta azul "Jarama Medio, riegos."

Figura 4.113. Delimitación de zonas regables en el Jarama medio con aguas reguladas procedentes del pantano de El Vado. Plano General. Juan de Arespachoga y Felipe, 1953



Fuente: CYII, Archivo técnico de la presa de El Vado, E-4-5.

Al redactar el informe para establecer el canon de riego en el Jarama medio, se describieron los cultivos en la zona regable de Velilla de San Antonio-Rivas de Jarama (1.942 ha), sobre la base de las cosechas producidas en los años 1953 y 1954, cuando predominaban los cereales de otoño (36,1%), seguidos de la alfalfa (16,4%), la remolacha azucarera (10,1%), el maíz (6,6%) y la patata (6,5%). La campaña de riego de 1954 se cerró con 19 regantes atendidos y un canon cobrado de más de doscientas cincuenta mil pesetas. Los concesionarios solicitaron regar como máximo 1.150 ha, cuyo canon se ajustó ligeramente por debajo de lo indicado en la tabla 4.42, hasta un total de 168.099,01 pesetas frente a los no concesionarios, cuyas necesidades alcanzaban a una superficie máxima de 481 ha, calculadas al canon de 325 pts/ha, importaba 156.325 pesetas de ingresos. Además de los regantes se habían sumado cinco concesionarios de usos industriales, a los que se les comunicó que tendrían el mismo trato en el canon, si querían hacer uso del agua en los meses de verano. Eran la Fábrica de Tubos Stac; Industria Río del Caucho, Canteras del Jarama, Azucarera La Poveda, Empresa Constructora Cantabria S.A. y la Empresa Nacional de Autocamiones, S.A.(tabla 4.43).

Para evitar las reticencias planteadas por algunos de los concesionarios ante la puesta en servicio de la presa de El Vado, Juan de Arespachoga como responsable de la Administración en los riegos del Jarama, elaboró en 1955 un procedimiento de reparto del canon a cada usuario regante considerando tres factores: primero que dispusiera o no de una concesión de agua previa a la regulación, cuyo disfrute era gratuito, pero solo de las aguas que estadísticamente de forma natural discurrieran por el río antes de la entrada en servicio de la presa. Para ello se elaboraron las medias de caudales aforados en El Vado durante 25 años en los meses de julio, agosto y septiembre, desde 1931 a 1955⁵¹¹. En segundo lugar, con dichos caudales se calcularon las hectáreas que podrían regarse y las que se solicitaba regar gracias a las aportaciones del embalse, también especificadas por meses, y calculando en cada mes el coeficiente de regulación. En tercer lugar, se establecieron dos tipos de relación con los regantes, a los que se les aplicaba el coeficiente de regulación, según fueran o no concesionarios de agua del Jarama (tabla 4.44), y sus respectivas demandas de riego en cada mes, pues podrían variar el número de hectáreas irrigadas entre un mes y otro⁵¹².

511 No se dispone de aforos de la década de 1930 y de 1940 no están completos, luego es de suponer que Arespachoga hiciera inferencias a partir de datos medidos en cuencas próximas.

512 Riegos del Jarama Medio. Cálculo del canon de riegos para cada usuario en la temporada en 1955. ingeniero Don Juan de Arespachoga y Felipe. Madrid, 10 de noviembre de 1955. CHT Archivo técnico de la presa de Alcorlo.



Tabla 4.44. Distribución del canon de riego del Jarama a concesionarios, 1955

CONCEPTO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	TOTAL
Aforo mensual medio (1931-1955), m ³	2.232.647,00	1.455.188,00	1.985.269,00	
ha solicitadas por concesionarios (S)	1.150,52	1.139,80	885,92	
ha regadas con aportación del río	717,80	467,85	638,27	
ha regadas con aguas reguladas (R)	432,72	671,95	247,65	
Coefficiente de regulación R/S (CR)	0,38	0,59	0,28	
Canon por ha, regulada y mes en pesetas (C)	105,00	165,00	55,00	325,00
Canon mensual en pesetas (R) x (C)	45.436,08	110.872,38	13.620,85	169.929,31
Pago por ha solicitada y mes (CR) x (C)	39,49	97,27	15,37	152,13

Fuente: CHT Archivo técnico de la presa de Alcorlo, Carpeta azul "Jarama Medio, riegos."

Los años siguientes fueron incorporándose otros solicitantes a los concesionarios registrados, mientras algunos regantes tanto de la Real Acequia del Jarama como de otras zonas en el Tajo felicitaban a la Confederación por la disponibilidad de mayores caudales en la temporada de estío. La demanda de agua disponible aumentaba año a año, y en 1959 se habían registrado 53 concesionarios diferentes, pero se observó la existencia real de 82 usuarios, desglosando algunas de las concesiones de diversos beneficiarios a los que se les facturaría individualmente (tabla 4.45). Desde Patones hasta Arganda se habían contabilizado además 91 tomas de agua en el río, en ambas márgenes, lo que suponía la existencia de explotaciones ilegales que habrían de ser clausuradas o regularizadas.

Tabla 4.45. Tasas ingresadas por riego. Jarama Medio, 1952-1959⁵¹³

CAMPAÑA	REGANTES/ USUARIOS	CANON DE RIEGO	CONFRONTACIÓN	MOROSOS	MOROSIDAD (Pesetas)	LIQUIDACIÓN CANON + CONFRONTACIÓN	SUPERFICIE (ha)
1952	15	0,00					
1953	9	225.817,15		No hay			2.146,00
1954	19	250.739,38		No hay			2.181,00
1955	40	337.156,81	27.999,00	2,00	2.491,94		1.631,00
1956	43	344.862,89	34.412,23	2,00	3.519,90	304.241,65	1.061,12
1957	44	348.821,75	28.967,00	5,00	31.992,34	344.862,89	1.073,30
1958	45	314.290,00	30.015,43	4,00	11.862,50		967,05
1959	82	583.967,45	7.055,56	10,00	93.226,25	345.918,64	1.372,97

Fuente: CHT, Archivo técnico de la presa de Alcorlo, Carpeta azul "Jarama Medio, riegos."

La Administración constató el estímulo al regadío que había supuesto la regulación de El Vado, al tiempo que reforzaba la vigilancia y recaudación de los usuarios de las aguas del Jarama. Para recaudar lo que debían los morosos de los años 1955 a 1958, se envió la información a la Delegación de Hacienda, y sucesivamente en los años siguientes⁵¹⁴. Como cabría suponer, entre los regantes y la Confederación del Tajo surgieron diversas tensiones. En 1959, los propietarios de la "Explotación Agrícola San Antonio", "Finca El Piul" y "Finca el Porcal", las más grandes del tramo medio, pidieron revisar su liquidación por haber sido un año muy lluvioso y por ello no habían efectuado tantos riegos como en un año ordinario, estimando que habría de reducirse

513 Los datos proceden de liquidaciones de cada año, pero la contabilidad resulta confusa, porque no se confrontan los obligados con los pagos efectivos. La documentación consultada es fragmentaria y solo cubre los años indicados, y no de manera completa. CHT Archivo técnico de la presa de Alcorlo.

514 Comunicación del ingeniero director de los riegos del Jarama Medio, 12 de septiembre de 1958. CHT Archivo técnico de la presa de Alcorlo.

el canon⁵¹⁵. En noviembre de 1964 los propietarios de la sociedad Martínez Ruiz Hermanos SL, concesionarios de una dotación para generar energía con el agua del Jarama en Torremocha, destinada a la molienda de harina y de piensos, además de producir alumbrado eléctrico, se quejaron al presidente de la Confederación Hidrográfica del Tajo de la extracción de agua del Jarama con bombas por el Canal de Isabel II, en el paraje del Roncadero (en los denominados pozos Ranney), impidiendo que se repusiera el nivel de la presa alimentadora de los generadores de esta pequeña explotación, ocasionándole que apenas pudiera trabajar unas horas al día, con perjuicio en la producción de harinas y en el suministro eléctrico a sus clientes. Sus propietarios entendían que durante la sequía estival el caudal del Jarama fuera escaso, pero no a mediados de noviembre⁵¹⁶. El 29 de febrero de 1965 el Tribunal Económico-Administrativo Provincial de Madrid⁵¹⁷ desestimaba la impugnación a pagar el canon de riego, que había planteado la Comunidad de Regantes de Talamanca de Jarama, que estaba sirviéndose de la concesión otorgada en 1926 a la Sociedad Agrícola Industrial, pretendiendo que no tenía que pagar tasas por el uso del agua regulada en El Vado, al contar con una presa de derivación y canales propios. También se produjeron nuevas concesiones, pues se pedían informes en 1965 sobre la solicitud de doña Inés Díez de Rivera y Figueroa, duquesa viuda de Alburquerque, de una dotación de 108 l/s de agua del Jarama para el riego de 104 ha en su finca Soto de Mozananque, situada en Algete⁵¹⁸. En 1966, el Instituto Nacional de Colonización solicitaba ampliar su concesión en 20 l/s para las fincas que gestionaba en término de Paracuellos.

También se puede comprobar la gran concentración de las fincas de regadío en el Jarama medio, pues las 8 más grandes agrupaban por sí solas la mitad de la extensión regada en todo este tramo del valle (tabla 4.46).

515 Comunicación del ingeniero director de los riegos del Jarama Medio, 2 de abril de 1960, CHT Archivo técnico de la presa de Alcorlo.

516 Instancia fecha el 17 de noviembre de 1964, al presidente de la Confederación Hidrográfica del Tajo. CHT Archivo técnico de la presa de Alcorlo.

517 Sentencia en copia en la CHT Archivo técnico de la presa de Alcorlo.

518 Copia de la instancia fechada em 1/03/1965. CHT Archivo técnico de la presa de Alcorlo.

Tabla 4.46. Distribución de la propiedad en la zona regable del Jarama medio, año 1962

TAMAÑO DE LAS FINCAS	NÚMERO	SUPERFICIE (ha)
Más de 100 h	4	698,88
Entre 50 y 100 h	4	297,00
Entre 20 y 50 ha	15	447,90
Entre 10 y 20 ha	4	76,50
Menores de 10 ha	34	96,67
Total	63	1.616,94

Fuente: CHT, Archivo técnico de la presa de Alcorlo, Carpeta roja "Jarama Medio, riegos."

En 1963 se calculaba que la zona regable del Jarama medio ya alcanzaba las 2.360 ha, que en los regadíos explotados por particulares, tanto los inscritos y como los que no estaban legitimados, necesitarían un caudal de 1.888 l/s, que al año suponía 18.884.000 m³. Se anotaba también la existencia de canales *mayores* en el Jarama con capacidad superior a 100 l/s, de los que había solo tres en este tramo: el del Instituto Español de Colonización, en San Sebastián de los Reyes, con 238 l/s; el de la Comunidad de Regantes de San Fernando, con 296 l/s en San Fernando de Henares; el de D. Gerardo y D. Ángel Fergueroso Suardíaz, con 1.000 l/s en Vaciamadrid.

Con estas informaciones se comprueba que pese a la reserva de la cabecera del Jarama para abastecimiento, se intentaban conjugar los intereses agrícolas que en origen habían impulsado la construcción del embalse de El Vado.

8. LOS PRIMEROS AÑOS TRAS LA ENTRADA EN SERVICIO: PROBLEMAS EN LA PRESA Y EN EL ALIVIADERO (1959-1961)

En un informe sobre la presa de El Vado de mayo de 1960⁵¹⁹, José Luis López Larrañeta, a la sazón ingeniero encargado, señalaba que el estado de conservación de las estructuras era aceptable, si bien se habían detectado filtraciones en la galería de visita e inspección construida en la cota 902, a 42 m sobre los cimientos, así como en la cámara de maniobras de los desagües de fondo, en la cota 870, en la galería de acceso, e incluso en el paramento de aguas abajo; ponía de manifiesto, no obstante, que las filtraciones no eran de entidad y resultaban admisibles, presentando su caudal una clara correlación con el nivel del embalse. Por otra parte, no se habían detectado filtraciones al pie de la presa ni en las laderas de aguas abajo, por lo que su seguridad estructural estaba garantizada. Sin embargo, el ingeniero encargado señalaba que la inexistencia de un sistema de auscultación y drenaje era una carencia que debía ser resuelta, ya que su implantación se estaba generalizando en aquellos momentos en el campo de las presas.

Por lo que se refiere al dique de Collado, López Larrañeta también hacía alusión a la existencia de filtraciones en la estructura de cierre, pero que, por su escaso caudal aforado –8 l/s–, no comprometían en absoluto su seguridad, aunque consideraba la conveniencia de realizar inyecciones en la fábrica para corregirlas. Por el contrario, para garantizar la seguridad en el aliviadero sí habría que resolver la incertidumbre en el funcionamiento de su canal de desagüe. Precisamente el caudal desaguado por el aliviadero fue uno de los condicionantes que se tuvieron en cuenta cuando se establecieron los resguardos del embalse⁵²⁰.

Una vez terminada la presa y con el canal del Jarama a punto de entrar en funcionamiento desde 1960, el embalse de El Vado, cuya capacidad alcanzaba 43,6 hm³ a la cota 917,70, correspondiente al umbral del vertedero, debía satisfacer, por una parte, el abastecimiento de la ciudad de Madrid por el Canal de Isabel II, al menos con 25 hm³ como mínimo, y por otra, las de los regantes del Jarama, con otros 18 hm³. Consecuentemente, no era necesario aumentar el volumen embalsado cerrando las compuertas del aliviadero, pues las demandas comprometidas estaban garantizadas, ni tampoco era conveniente almacenar más agua, sino reservar espacio para acoger la del deshielo durante la primavera. La incertidumbre que representaba el funcionamiento del canal de descarga del aliviadero desaconsejaba que el caudal desaguado superara 60 m³/s, cantidad que se alcanzaría con el embalse lleno en la cota 919. Cuando las aportaciones entrantes excedieran al caudal desembalsado, el nivel del agua podría elevarse hasta la cota 920 o incluso superarla por poco tiempo. El 22 de noviembre de 1959⁵²¹ se había llegado a embalsar hasta la cota 922,55, desaguando por la compuerta central 10 m³/s con una apertura de compuerta de

519 Informe del ingeniero encargado de El Vado, José Luis López Larrañeta al ingeniero jefe de la Sección Este de la Confederación Hidrográfica del Tajo, Madrid, 27/05/1960. MAGRAMA, DGA, 23480319003202010403035.

520 Informe del ingeniero López Larrañeta al ingeniero jefe de la Sección Este de la CHT, fechado en Madrid, 27/04/1960. MAGRAMA, DGA, 23480319003202010403036.

521 Proyecto de obras complementarias del aliviadero del Pantano de El Vado. 31 de octubre de 1960. Confederación Hidrográfica del Tajo. Véase también el Informe del ingeniero López Larrañeta al ingeniero jefe de la Sección Este de la CHT, fechado en Madrid, 27/04/1960. MAGRAMA, DGA, 23480319003202010403036

25 cm. Esto significaba que el embalse se había probado plenamente, casi a su límite, y que los niveles de explotación eran muy estrictos si se querían garantizar las demandas en condiciones de seguridad de la presa.

Pero los problemas más acuciantes, y que sin duda requerían de una solución inmediata, se localizaron en el aliviadero. Hasta noviembre de 1959 el aliviadero del Collado no se había utilizado. Sin embargo, durante el invierno de 1959 y la primavera de 1960 se produjeron importantes temporales en la cuenca alta del Jarama que, además de ocasionar daños de cierta entidad en los taludes y obras de fábrica de los caminos de acceso al embalse, cifrados en 650.000 pesetas, más otros desperfectos menores en los tejados de las casas del poblado de El Vado, afortunadamente no llegaron a afectar a los elementos estructurales de la presa y del dique del Collado. Sin embargo, pusieron de manifiesto algunas deficiencias que no habían sido resueltas en el diseño del aliviadero, que se hicieron evidentes cuando se utilizó por primera vez para desaguar un amplio rango de caudales de cierta entidad. Mientras que el tramo del canal de descarga con estructura de hormigón no había sufrido daños, su tramo final, que estaba conformado por una sección sin revestir sobre el terreno natural y desaguaba directamente en el Jarama, se vio sometido a una intensa erosión. Aunque no resultaron afectados los edificios del poblado que se situaban justo en la ladera, sobre la margen derecha del aliviadero, en cambio la margen izquierda resultó seriamente erosionada; además, inmediatamente aguas abajo del rastrillo de cimentación de la losa del tramo de fábrica, se había formado un gran socavón de unos diez metros de profundidad, y su erosión remontante podría llegar a amenazar al propio canal de descarga.

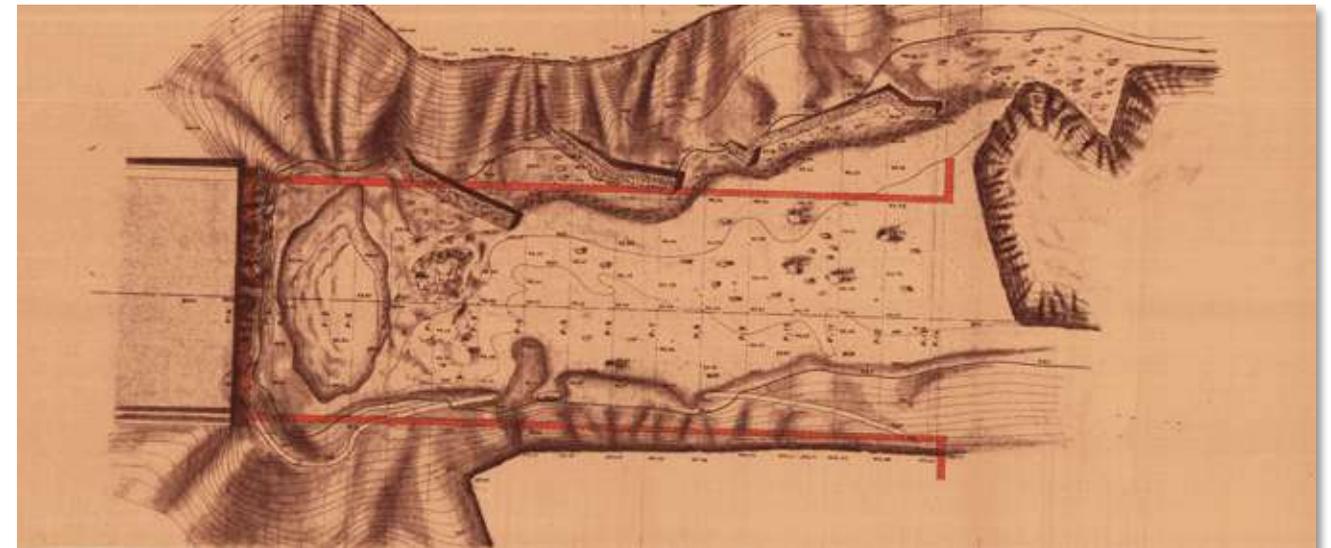
López Larrañeta, inició la redacción de un proyecto para corregir el funcionamiento del canal de descarga de forma que se pudiera desaguar el caudal de diseño de 600 m³/s en las debidas condiciones de seguridad. Se planteó tres objetivos: primero, proteger la ladera izquierda de naturaleza arcillosa, situada inmediatamente al lado de la zona de vertido del canal de descarga, que había resultado seriamente erosionada en su base por los desagües del aliviadero (se calculaba que habían llegado a evacuarse hasta 290 millones de m³ durante aquel invierno y primavera, esto es, unas seis veces la capacidad del embalse). El desmoronamiento de la ladera izquierda amenazaba con cortar la carretera de El Vado a Retiendas, además de afectar a unos edificios que había construido la Cuarta División Hidrológico-Forestal para albergue de los empleados que trabajaban en las repoblaciones de aquellos montes. En segundo lugar, buscaba proteger al canal de la erosión remontante del socavón y, por último, mediante un trampolín de lanzamiento al final del canal de descarga, alejar el impacto del agua con el terreno. López Larrañeta, proponía continuar la parte revestida del canal de descarga existente, una vez superado el salto de 10 m de altura ocasionado por el socavón. Se prolongaría el encauzamiento de fábrica en 80 m, con la misma alineación que el tramo inicial, hasta un trampolín de lanzamiento, para alejar los efectos erosivos del pie del canal, con cuyo vertido además se pretendía que el agua fuera excavando el terreno, compuesto principalmente por pizarras muy degradadas, y con ello abrir y nivelar el canal natural que concluía en el cauce del Jarama. El nuevo tramo encauzado se dividía en dos; el primero, iniciado desde donde impactaba el agua después del salto de 10 m, tenía 35 m de longitud, con unos muros cajeros de hormigón verticales de 2,75 m de altura coronados con sendos bateaguas de 1,15 m y una losa de medio metro de espesor, y estaba seguido por el segundo, de 37 m de largo encauzado con muros verticales de 3,50 m y una losa de hormigón

de 40 cm de espesor; este tramo se prolongaba 7 m más para conformar el trampolín. López Larrañeta recomendó realizar ensayos en modelo reducido para aquilatar las dimensiones de la solución propuesta⁵²².

El presupuesto de ejecución material ascendía a 1.527.742,26 pesetas, el de administración a 1.548.097,11 pesetas, y el de contrata a 1.772.181,02 pesetas. Aunque el coste del proyecto era similar al que suponía establecer un nuevo vertedero sobre la presa principal, se optaba por modificar el existente, recomendándose su terminación en tres meses, a cargo directamente de la Administración, por la urgencia de garantizar lo antes posible la seguridad de las instalaciones.

Pero esta reforma del aliviadero no llegaría a ponerse en práctica, ante la elaboración a lo largo de 1961 de una nueva propuesta de mayor envergadura y presupuesto, cuyo objetivo era no solo corregir las consecuencias de la puesta en servicio del aliviadero, sino abordar de manera definitiva las patologías y limitaciones detectadas tanto en la presa como en el propio aliviadero.

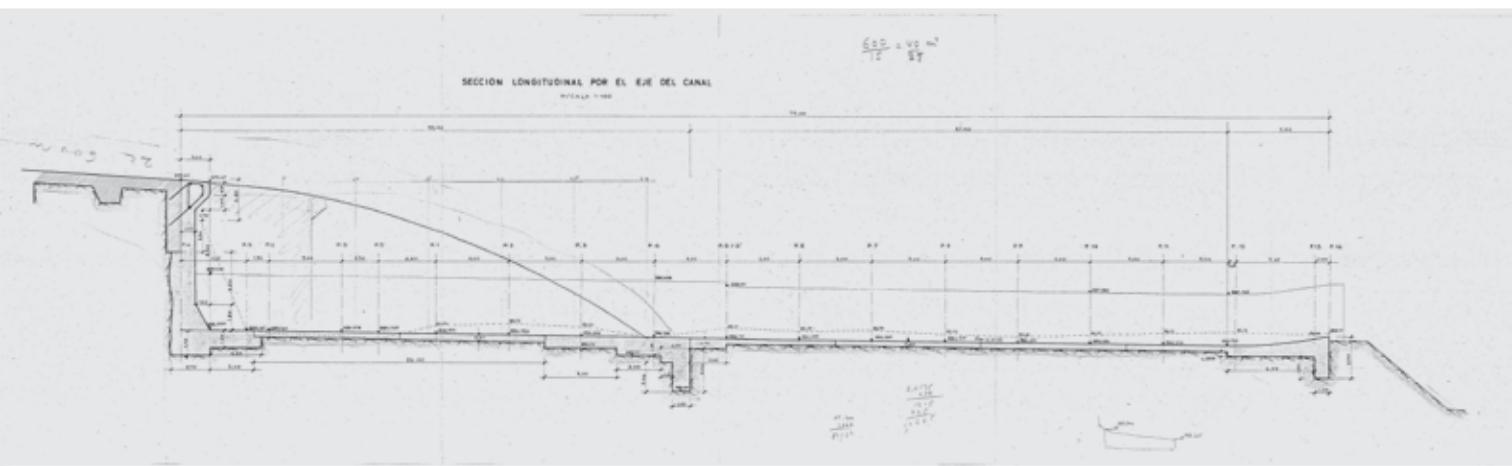
Figura 4.114. Proyecto de obras complementarias del aliviadero del Pantano de El Vado. 1960. Ingeniero Luis López Larrañeta. Hoja 1. Situación actual del terreno y emplazamiento de la obra, E. 1:200



Fuente: Centro de Estudios Hidrográficos, CEDEX.

522 *Ibidem*. Memoria. Considerando el nivel de vertido máximo en 600 m³/s y el desnivel de 26 m, con el agua habiendo alcanzado una velocidad de 20 m/s, la parábola de tiro desde el canal construido al suplemento que se proyectaba, llegaría a una distancia de unos 35 m desde el nuevo voladizo del canal de alivio.

Figura 4.115. Proyecto de obras complementarias del aliviadero del Pantano de El Vado. 1960. Ingeniero Luis López Larrañeta. Hoja 3. Perfil longitudinal E. 1:100



Fuente: Centro de Estudios Hidrográficos, CEDEX..

Estas circunstancias coincidían en el tiempo con la puesta en marcha en 1959 del Servicio de Vigilancia de Presas y de la Comisión de Normas para Grandes Presas, como consecuencia de la rotura de la presa de Vega de Tera que arrasó el pueblo de Ribadelago, en Zamora, llevándose la vida y haciendas de muchos de sus habitantes⁵²³ y que tuvieron una concreción fundamental en 1962 con la aprobación de la Instrucción para proyecto, construcción y explotación de grandes presas⁵²⁴ que sustituyó a la entonces vigente Instrucción para el proyecto de pantanos de 1903. En la Instrucción de 1962 se establecía que las presas en explotación debían adoptar los dispositivos de control y vigilancia descritos en su artículo 23; consecuentemente, el Servicio de Vigilancia de Presas impulsó, incluso antes de la aprobación de la Instrucción, la implantación generalizada de sistemas de auscultación, la incorporación de drenes para liberar subpresiones y obtener medidas exactas de las filtraciones, aplicando inyecciones como medio para corregirlas. La auscultación había comenzado a generalizarse en las grandes presas construidas en la década de 1940 en Estados Unidos, y los equipos de vigilancia (extensómetros, termómetros, acelerómetros, piezómetros, péndulos, etc.) serían integrados desde el diseño mismo en las nuevas presas, al tiempo que se procedía

523 Díaz-Cascón Sagrado, Joaquín y Bueno Hernández, Francisco: Ingeniería de presas. Presas de fábrica, Santander: Universidad de Cantabria, 2001, pp. 677-679.

524 Orden de 21 de agosto de 1962 del Ministerio de Obras Públicas. BOE número 218 del 11 de septiembre de 1962.

a adaptar las ya construidas para incorporarlas. En el período en que se redactaba este proyecto, se asistía en las presas españolas a los inicios de la instrumentación sistemática, que se generalizaría a partir de mediados de los años 60⁵²⁵, siendo este proyecto de El Vado el primero en la historia de este embalse que contiene la implantación de medios para la verificación del comportamiento de sus estructuras. Entre las medidas aplicadas se incluyó la perforación de galerías y pozos para inspección y alojamiento de instrumentos, que no existían previamente, así como una red de drenaje que permitiera identificar las zonas específicas donde se producían las subpresiones. Las inspecciones realizadas en El Vado, con especial atención a resolver sus patologías, han dejado una documentación especialmente ilustrativa de unas actuaciones que buscaban la máxima eficacia y seguridad en el mantenimiento y explotación de la presa. El Servicio de Vigilancia de Presas, y sus responsables, los ingenieros José Luis Fernández Casado y Guillermo Gómez Laá, estuvieron al corriente de los problemas en El Vado, y prestaron notable atención a resolver las cuestiones técnicas de la forma más eficiente, como así se expresaba en un informe de 9 de octubre de 1961⁵²⁶.

9. EL PROYECTO DE TERMINACIÓN DE LA PRESA DE EL VADO (1962)

9.1. Introducción

Cuando el ingeniero Luis Ponte Manera sucedió a López Larrañeta como responsable de El Vado, se planteó dar solución a todos los problemas observados, redactando dos proyectos, uno de terminación de la presa principal, y otro de obras complementarias en el aliviadero. En enero de 1962 firmaba el Proyecto de terminación de la presa de El Vado, que además de los trámites habituales fue sometido a examen por la Comisión de Grandes Presas⁵²⁷. En la memoria del proyecto se menciona que había participado eficazmente en su redacción el ayudante de Obras Públicas Juan del Río Munguira, “conocedor de lo más recóndito de la obra a pesar de las complicadas vicisitudes que ha sufrido desde su iniciación, orientado y enseñado por el anterior Ingeniero encargado, hoy Ingeniero Jefe, D. José Luis López Larrañeta”.

525 *Ibidem*, p. 355 y especial mención a el Vado en p. 358.

526 MAGRAMA, DGA, 23480319003202010403034.

527 Ministerio de Obras Públicas, Confederación Hidrográfica del Tajo. AGA (4) 60 46/4708 77A. Proyecto de terminación de la presa de El Vado, Ingeniero: Luis Ponte Manera, 20 de enero de 1962. Aprobado en 5 de mayo de 1962. Oficio de la Inspección General, 13ª Demarcación, de la Dirección General de Obras Hidráulicas, indicando que el ingeniero jefe de la Confederación Hidrográfica del Tajo remitía a la Inspección el proyecto el 8/03/1962. La Inspección no tiene nada que añadir, tan solo señalar la conveniencia de que se sometiera el proyecto a la Comisión de Grandes Presas. 8/03/62. Copia de planos en MAGRAMA; DGA, 00002348031900320104012 y 00002348031900320104007.

LUIS PONTE MANERA

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Promoción 1936-39. (Terminaron los estudios en julio de 1936, pero debido a la guerra civil no se les dio el título hasta 1939).

Luis Ponte Manera, *Marqués de Bóveda de Limia*, nació en Madrid el 6 de diciembre de 1913 y murió en la misma ciudad el 18 de agosto de 1997.

Durante la guerra civil luchó en el denominado bando nacional y alcanzó el grado de teniente llegando a conseguir distinciones como la Medalla de la Campaña, la Cruz Roja del Mérito Militar y la Cruz de Guerra.

En 1940 era supernumerario sin destino conocido. En 1947 se integró en Renfe y en 1953 en la Confederación Hidrográfica del Tajo. En 1960 se trasladó a la Confederación Hidrográfica del Guadiana donde intervino en el pantano de Orellana y en el viaducto de Entrepeñas. En 1963 era supernumerario en el Ayuntamiento de Mahón, en Menorca. En 1966 publicó *Mecánica de la equitación* (editorial Hispano-Europea) En 1970 se integró en la 2ª jefatura de Construcción de Ferrocarriles. En 1984 figura como Inspector general en el Ministerio de Transportes.

Algunos de los proyectos en los que intervino se citan a continuación (Archivo del Ministerio de Fomento):

- Abastecimiento de agua la ciudad de Mahón, 1951
- Riegos de las Vegas altas del Guadiana, 1953
- Abastecimiento de agua a Orellana la Vieja, 1956
- Saneamiento de Orellana la Vieja, 1960
- Canal de Orellana, 1956, 1958, 1960, 1961
- Viaducto de Cogolludo sobre el Pantano de Orellana, 1959
- Camino servicio embalse del Pozo de los Ramos, 1962
- Terminación de la presa de El Vado, 1962.
- Desvíos de carreteras por el embalse de Entrepeñas y Buendía, 1949-1953

Los trabajos preparatorios de este proyecto habían comenzado casi dos años antes, pues el 23 de marzo de 1960 el director general de Obras Hidráulicas instó al ingeniero encargado de El Vado la redacción de una memoria que incluyera los siguientes apartados:

- 1º Diseño de las galerías de inspección con sus elementos, disposición y dimensiones.
- 2º Relación minuciosa de los posibles drenes o conductos inutilizados, sus causas y cómo repararlos.
- 3º Posibilidad de extender el sistema de drenaje y seguridad a la cimentación y laderas.
- 4º Providencias que se toman para el aforo de las filtraciones en los drenajes, conductos y galerías, intentando justificar sus causas.

El mismo día se añadía otra orden de la Dirección General de Obras Hidráulicas para que se realizaran aforos regularmente en las filtraciones, que quedaran debidamente registrados y que las galerías de visita estuvieran limpias e iluminadas “dotándolas de puertas que impidan el acceso a los desocupados”. Una nueva orden añadía que, sistemáticamente, tras la campaña de verano, se deberían ensayar los mecanismos de los aliviaderos y de los desagües de fondo.

El día 30 de marzo se indicaba que los proyectos redactados debían tener en cuenta las normas remitidas a la Confederación Hidrográfica del Tajo por la Comisaría Central de Aguas –antecedentes directos de la Instrucción de 1962–, y habría que consultar con la Sección 3ª (Vigilancia de Presas) de la Comisaría Central de Aguas, repitiéndose el oficio el 22 de abril siguiente, para las presas en construcción. Un documento titulado *Normas transitorias sobre Vigilancia de Presas*, editado por la Comisaría General de Aguas, se recibió en El Vado, como suplemento al recibido en diciembre de 1960. Se anotaban algunos de sus artículos, como el conocimiento de la obra debía ser perfecto, para evitar elevación en sus costes; debería haber una guardería eficiente; mantener los caminos y accesos fáciles a los puntos vitales de la presa, con iluminación y comunicación en todo momento; llevar al día los libros de control; proyectar una extensa malla de galerías y conductos en la presa y terreno; realizar estudios topográficos para observar deformaciones en la presa y terreno, estableciendo péndulos medidores inmediatos de deformaciones, así como extensómetros, termómetros y elongómetros; cuidar de la operatividad de multiplicidad de dispositivos de desagüe; doble sistema de cierre; disponer de desagüe o tapón de gran capacidad; limpieza e iluminación de galerías durante la construcción; limpieza de escombros en los alrededores de la presa; accesos practicables a todos los puntos, debidamente iluminados, e iluminación de paramentos; casa de guardas, teléfono y otros medios de comunicación si fueran posibles; instalar montacargas para facilitar la vigilancia; registrar todas las mediciones y circunstancias en el diario técnico de la presa; aforar las filtraciones; tomar medidas de subpresión; acometer las inyecciones aconsejables; registrar las medidas de temperatura del agua en superficie; establecimiento de una estación meteorológica; redacción de un boletín trimestral de información; habilitar una galería de fondo extendida perimetralmente. Como era de prever, muchas de estas recomendaciones se recogieron en la Instrucción de 1962.

El 28 de mayo de 1960 el director general de Obras Hidráulicas insistía en que era obligado instalar ascensores en las presas en proyecto o en construcción de más de 40 m de altura. El 22 de agosto se ordenaba dotar a las presas de una pantalla de drenaje y vigilancia, cuyos conductos penetrasen en la roca de los cimientos, de acuerdo a las Normas de la Comisaría Central de Aguas. Durante la construcción se revisarían los conductos, drenajes y pozos, haciendo pruebas de permeabilidad, cuyas observaciones se anotarían en un libro diario. Antes de firmar la recepción definitiva de la obra se haría un minucioso examen de los dispositivos mencionados para comprobar su funcionamiento correcto. El 21 de diciembre de 1960 se ordenaba que compuertas y aliviaderos se pudieran alimentar por dos fuentes de energía independientes, además de manualmente.

En la memoria del proyecto de terminación se comentan las vicisitudes de la construcción y recrecimiento de la presa de El Vado apuntando que ya en la memoria del 4º proyecto reformado del 30 de noviembre de 1953, al realizar las obras del recrecimiento se proponía un tratamiento adecuado de impermeabilización y un pequeño sistema de drenaje hacia la cámara de maniobra de los desagües de fondo. Tales medidas no habían impedido que se observasen filtraciones al entrar en servicio la presa, que fueron convenientemente aforadas y registradas⁵²⁸:

“Inaugurado el embalse en 1954, ha venido funcionando bajo minuciosas observaciones y se ha llegado a establecer, durante algunos momentos, un nivel solo noventa centímetros por debajo del máximo teórico. La observación de filtraciones en la galería única, situada a 39 m de altura sobre el río, es decir, solo 21,85 m bajo el nivel de máximo embalse, ha preocupado a los Ingenieros de la Confederación que las han tenido bajo su inspección, y a los de la moderna Comisión de Vigilancia de Presas. Asimismo las filtraciones que se acusan por el paramento posterior y que dejan huella aun cuando el embalse ha bajado. Y también las observadas en el collado del aliviadero, por el terreno e incluso en la vertiente sur de su ladera izquierda aparecidas en un talud del camino de Bonaval. Estas, sin embargo, son influidas también por las absorciones pluviales en el macizo montañoso que no tiene que ver con el embalse.”

Fueron los antecedentes anteriores los que indujeron a la Dirección General a encargar al Servicio la redacción del proyecto de terminación de la presa, junto a otro relativo al nuevo aliviadero, que estaba pendiente de la conclusión de ensayos en modelo reducido, proponiendo las obras relacionadas a continuación, para adaptar El Vado a las nuevas directrices, cuya relevancia merece una descripción detallada.

9.2. Pantalla de drenaje

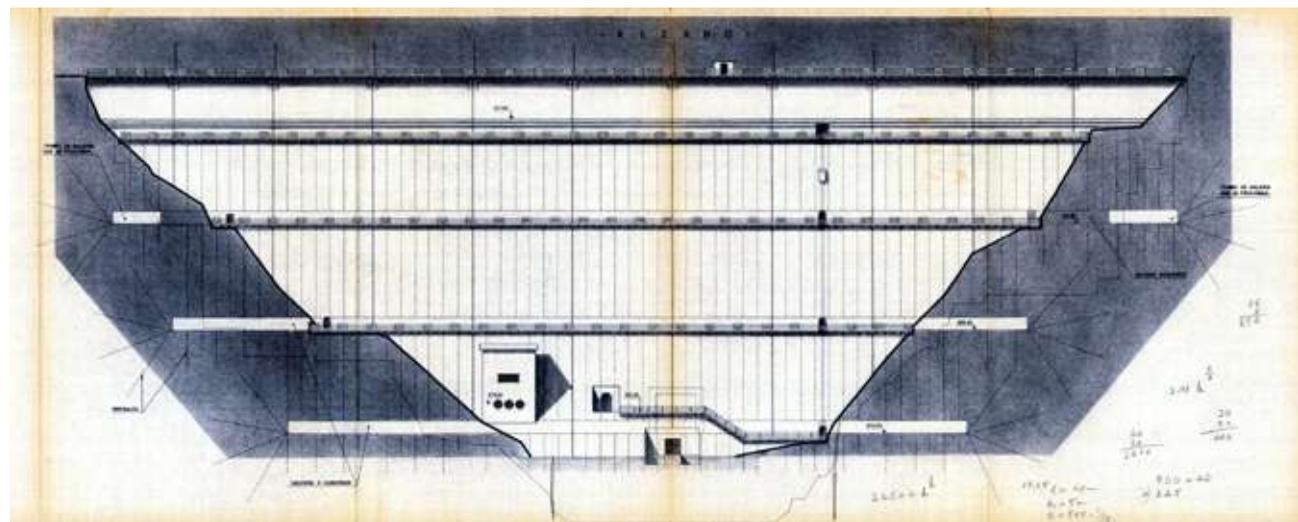
Se proponía abrir dos nuevas galerías en el cuerpo de presa que se prolongaban hasta internarse en la roca natural, y que complementaban a la existente; estaban conectadas entre sí por una red de taladros que serviría para inyectar y drenar posteriormente. Es importante destacar que en el proyecto de 1946 redactado por Domingo Díaz-Ambroña, quien en 1962 era jefe de la Sección Este de la Confederación Hidrográfica del Tajo, se habían proyectado unas galerías de drenaje

para recoger y canalizar las filtraciones, pero los contratistas solamente habían ejecutado una, y a nivel muy alto, poco eficaz para esta función. La galería de acceso a la cámara de maniobra de los desagües se empleaba para recoger filtraciones, pero su influencia apenas afectaba a una zona muy acotada de la presa. Para corregir esa situación se proponía, pues, perforar dos galerías que complementarían a la existente, situada a la cota 901,65. El nivel máximo de embalse había sido fijado en la cota 923,45 y la coronación de la presa en la 924,45, con el umbral del vertedero a la 917,70. El terreno en el cauce natural estaba a la cota 862 y la cámara de los desagües de fondo a la 870. Las galerías se proyectaban a las cotas 885,82 y 870,00, perpendiculares al eje principal de la presa, a una distancia de 7,5 m del paramento de aguas arriba. Estas nuevas galerías podrían haberse acercado más al paramento mojado, para estrechar la zona de posibles filtraciones, pero a la distancia elegida quedarían en el plano vertical de drenaje respecto a la galería existente, además de que en la base de los cimientos, 7,5 m suponían muy poco respecto a los 49,50 m de anchura de la presa a efectos de disminuir las subpresiones. Su comunicación con el exterior se abriría en el paramento de aguas abajo mediante galerías transversales. Todas ellas deberían realizarse barrenando, y no con explosivos que pudieran afectar negativamente al cuerpo de presa, por su proximidad a la pantalla. El hormigón del macizo de la presa, realizado con árido calizo, no era demasiado consistente, y se contaba con la experiencia de haber abierto una galería similar en la presa de Estremera en el río Tajo, que permitió conocer que el coste sería elevado, pero no prohibitivo.

La malla de drenaje (*pantalla de seguridad y vigilancia* según la denominación de las normas existentes), se completaría con una tupida fila de taladros verticales de 7 cm de diámetro, enlazando las galerías entre sí, y penetrando en los cimientos y en las laderas. Además habría que dejar otros inclinados en abanico hacia las laderas, ejecutados desde los extremos de las galerías o desde su interior, en puntos aún no determinados en el proyecto, pero que se marcarían por el ingeniero encargado de la obra o por asesores de la Administración, fuera para inspección o para impermeabilización con inyecciones (figuras 4.117 y 4.118). Los taladros se perforarían con sonda, desde un pasillo que habría que habilitar en un plano vertical, en el exterior, sobre el talud de la presa en su parte alta. La perfecta alineación de la sonda conseguiría que los taladros acometieran en el techo de la galería superior, por la clave, y sucesivamente en las otras dos. Si no fuera posible perforar los taladros desde el exterior, de arriba hacia abajo, se realizarían desde el interior de las galerías, de abajo hacia arriba, al objeto de que las filtraciones desaguaran hacia el exterior. Los taladros estarían separados 2 m entre sí y 2,5 m de las juntas de construcción existentes cada 15 m. El orden de ejecución se decidiría durante las obras, y se comenzaría probando a realizarlos cada 4 m, intercalando posteriormente los intermedios. Se abrirían además dos pozos visitables con una sección de 1,20 x 1,20 m para inspección directa complementaria y alojamiento de dos péndulos indicadores de desplazamientos micrométricos.

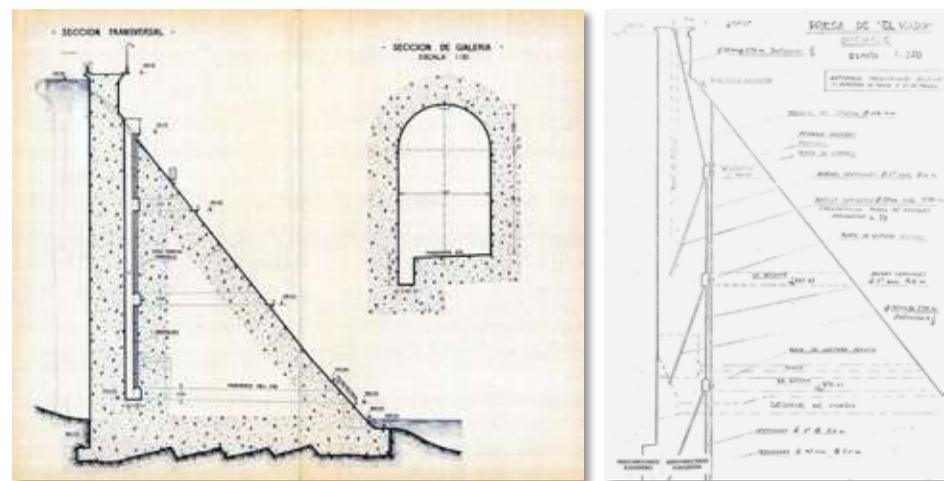
528 *Ibidem*, memoria, pp. 7-8.

Figura 4.116. Proyecto de terminación de la presa de El Vado, 1962. Hoja 2 Pantalla de impermeabilización y drenaje. Alzado de las galerías. E. 1:250



Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración (4) 60 46/4708 77A.

Figura 4.117 y Figura 4.118. Proyecto de terminación de la presa de El Vado, 1962. Hoja 2 Pantalla de impermeabilización y drenaje. Perfil de las galerías y los pozos. Varias escalas



Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración (4) 60 46/4708 77A. MAGRAMA, DGA, 000023480319003201010205001.

9.3. Pantalla de impermeabilización⁵²⁹

El propio proyecto citaba al ingeniero José Luis Fernández Casado, director del Servicio de Vigilancia de Presas, que en su estudio sobre *Conductos, sondeos e inyecciones en terrenos y presas*, concretaba al tratar sobre la impermeabilidad de las presas:

“De existir permeabilidad en alguna zona de la fábrica, la corrección resulta prácticamente inmediata si se han dejado conductos ordenados lógicamente. La operación de inyectar no ofrece dificultad si no hay que hacer perforaciones o si se ha dispuesto en la presa la manera de poder hacerlas fácilmente”.

En la memoria del proyecto se justificaba el objetivo de la red de taladros que habría que perforar⁵³⁰:

“La observación de la permeabilidad es automática a embalse lleno. Un conducto que da agua acusa una zona de permeabilidad comprendida en el rectángulo limitado por dos galerías (la superior e inferior al conducto) y por dos conductos (los inmediatos al de la fuga). Inyectando por el conducto que acusa la permeabilidad, la corrección es inmediata.

Como ya hemos visto, la misión del conducto no se limita a ser el vehículo de la inyección, sino que permanecerá como elemento de auscultación de posibles filtraciones y de las variantes del nivel freático, esto especialmente en el terreno. Y, desde luego, estará en condiciones para volver a inyectar cuantas veces se crea necesario.

Como la inyección debe efectuarse conservando constantemente el taladro limpio, se exigirá una circulación forzada en su interior, introduciendo la lechada hasta el fondo mediante una tubería o manguera, retornando hacia arriba por las paredes del conducto. Se regulará convenientemente la presión disponiendo sencillo artilugio en la boca del taladro (véase Boletín nº 2 de la Jefatura de Sondeos).

Se empezará por inyectar lechada densa, aumentando la fluidez en los casos en que no admita aquella el cuerpo de presa o el terreno. En cuanto a la dosis de cemento “a priori” no se puede limitar, en absoluto, dados los resultados obtenidos hasta el momento. Para formular el presupuesto hemos hecho la hipótesis de inyectar 100 kg de cemento por metro de taladro (que si se extiende horizontalmente a 4 m supone enriquecer el hormigón en 25 kg por m³) más 1 Tm por metro de fondo en el terreno siguiendo la sección transversal de la cerrada Un margen de 500 Tm se empleará en la búsqueda local de bolsas, en el hormigón, donde se acusen corrientes de agua.

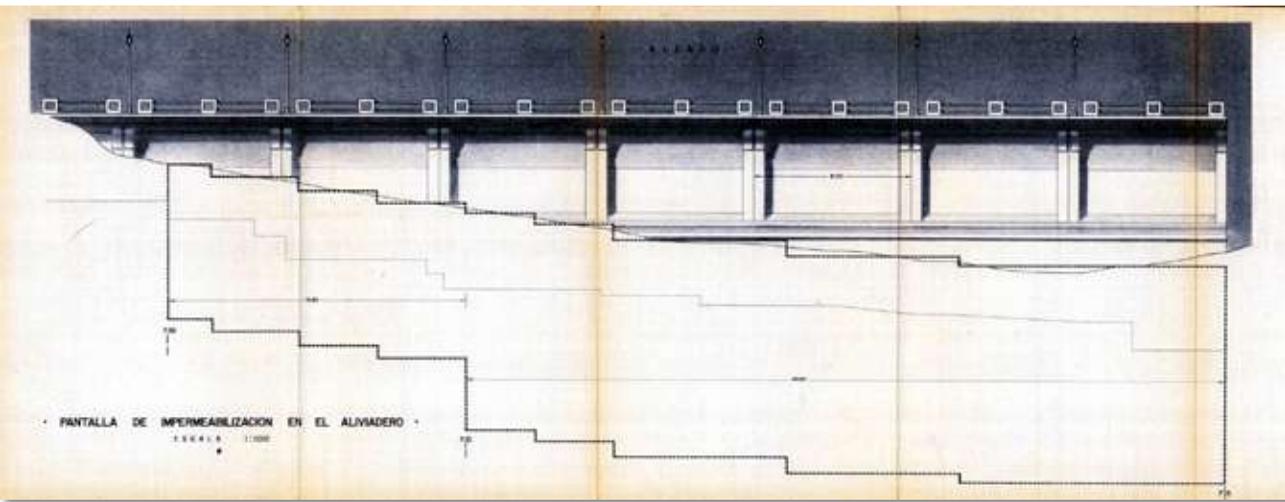
529 *Ibidem*, p. 12.

530 *Ibidem*, pp. 13-14.

Pero, naturalmente, solo se abonará el cemento realmente empleado en la operación, con arreglo a los precios del cuadro nº1 y a la descomposición de los mismos que se hace en el cuadro nº 2."

Un factor que agravaba la disgregación del hormigón procedía del agua sulfurosa producida por la disolución de cristales de pirita en las pizarras de la cerrada⁵³¹. Por otra parte, en la presa del collado las filtraciones del estribo, a la derecha del vertedero, acusaban que su cimentación no había llegado a terreno impermeable. Por ello se proyectaba una pantalla de cimientos por delante de los existentes, con espesores de 2 m de hormigón vibrado y aireado-plastificado hasta la arcilla o la pizarra que se esperaba encontrar a los 14 m como máximo. Se ayudaría a la impermeabilización con inyecciones de cemento en el hormigón antiguo y en el terreno. Respecto a esta solución, ante las dificultades de excavar una zanja de 14 m de profundidad y 2 de anchura, si no pudiera bajarse el nivel del embalse, el ingeniero jefe apuntaba la opción de un tablestacado metálico, encepado en su parte superior por una pantalla de hormigón con la profundidad que fuera realizable, o ejecutar una pantalla con inyecciones de cemento o arcilla.

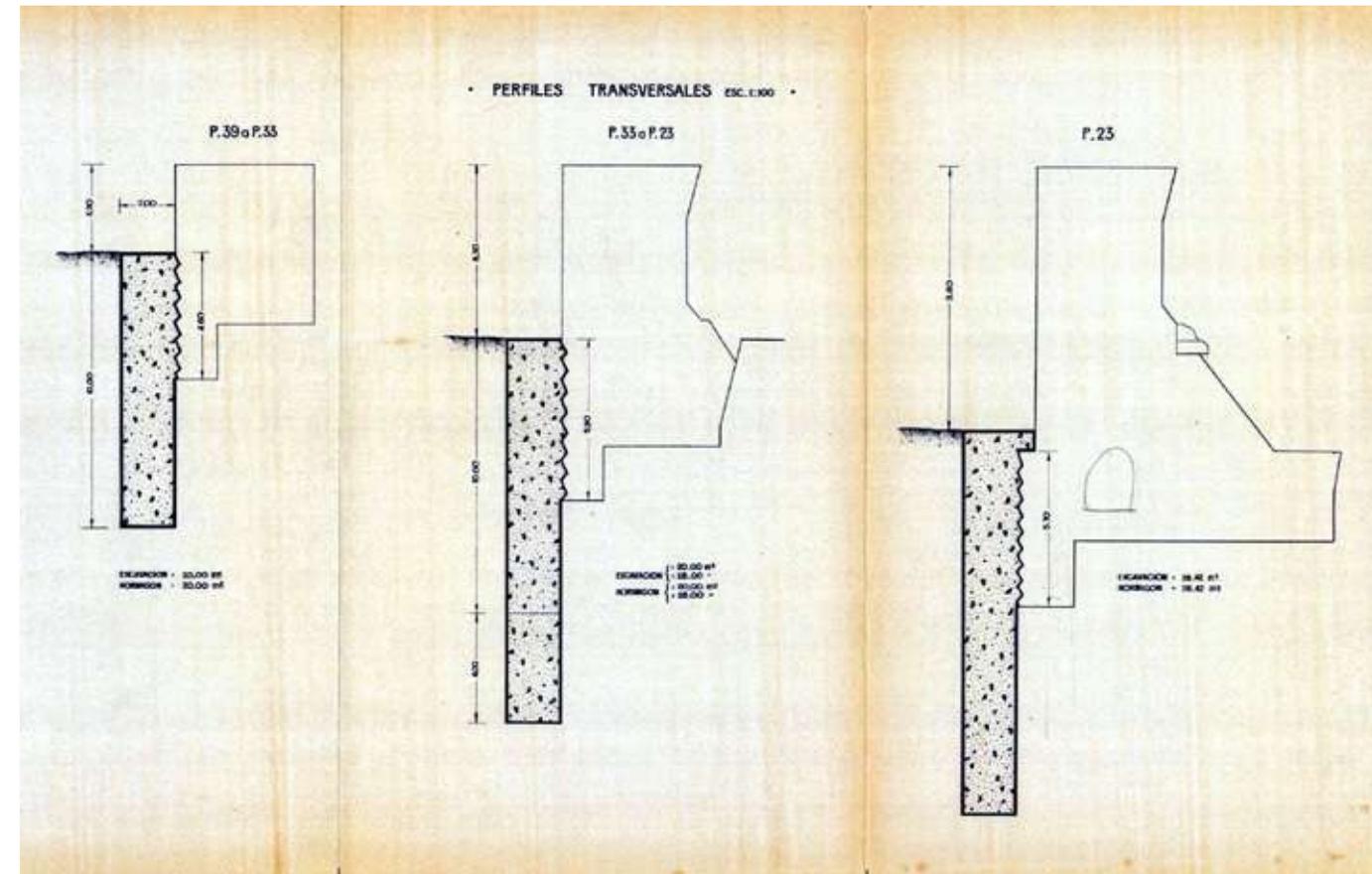
Figura 4.119. Proyecto de terminación de la presa de El Vado, 1962. Hoja 2 Pantalla de impermeabilización y drenaje. Pantalla del aliviadero, alzado. E. 1: 100



Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración (4) 60 46/4708 77A.

531 Canal de Isabel II Gestión. Documento XYZT de la presa y el embalse de El Vado. Diciembre 2012, Memoria, pág. 38. Agradecemos a David Galán, ingeniero responsable de operación de presas del Canal de Isabel II Gestión, la consulta de este informe.

Figura 4.120. Proyecto de terminación de la presa de El Vado, 1962. Hoja 2. Pantalla de impermeabilización y drenaje. Pantalla del aliviadero, perfiles transversales. E. 1: 100



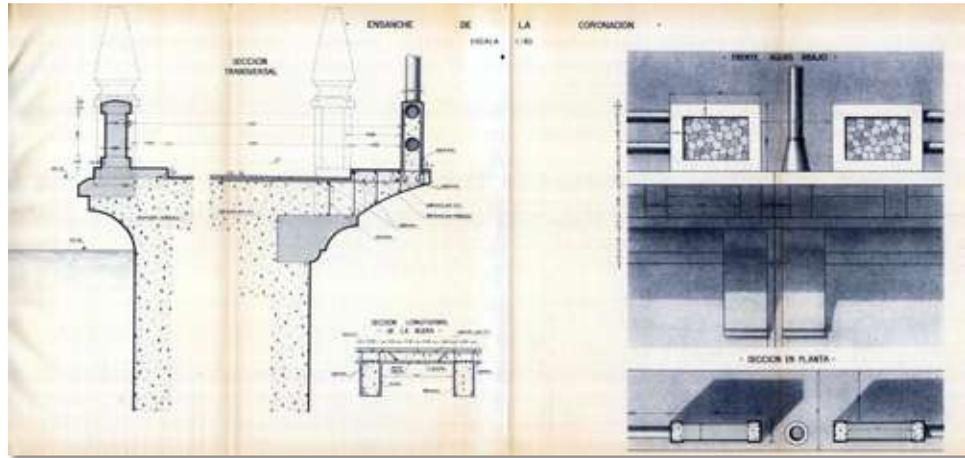
Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración (4) 60 46/4708 77A.

9.4. Caminos y accesos fáciles para la inspección

Se pretendía acondicionar el camino de servicio desde Tamajón (12 km), y ensanchar el de la coronación de la presa, que solo tenía 5 m libres entre pretilas y carecía de aceras, aumentándolo a 6,20 m. En el escarpe del paramento de aguas abajo se proponían tres pasillos volados horizontales a la altura de cada una de las galerías de inspección y uno superior, a la altura final del escarpe, para establecer los equipos de perforación de los conductos y de inyección de cemento. Se completarían con escaleras de bajada al pie de la presa y con un montacargas desde el pasillo inferior al superior, rodando sobre el plano inclinado del escarpe. No obstante, al sacar

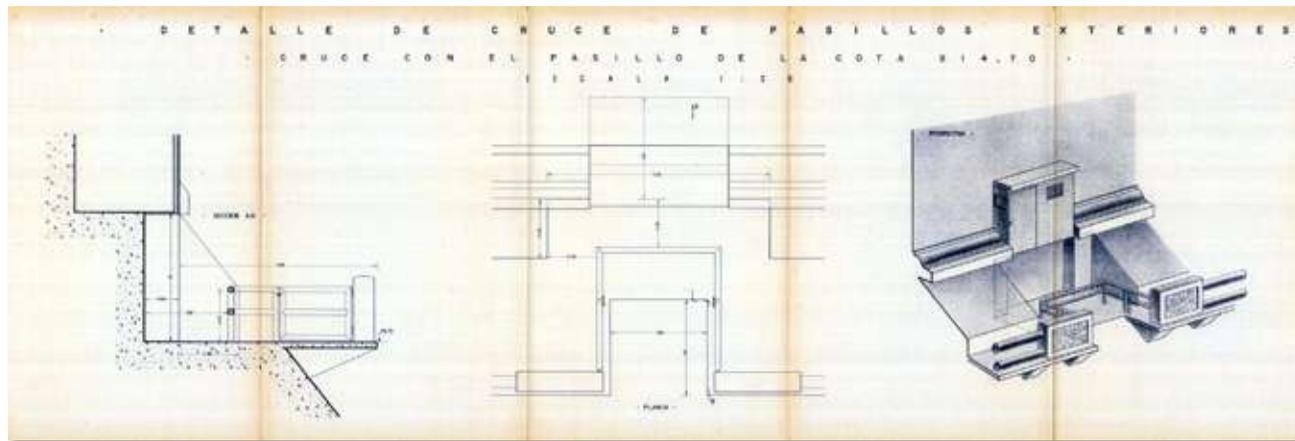
a concurso la obra, se admitiría una posible excavación para el hueco del ascensor en la presa, sin que se comprometiese su estabilidad, o las soluciones que propusieran los concursantes, de acuerdo a las características indicadas en el pliego de condiciones.

Figura 4.121. Proyecto de terminación de la presa de El Vado, 1962. Detalles del ensanche de la coronación E. 1:20



Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración (4) 60 46/4708 77A.

Figura 4.122. Proyecto de terminación de la presa de El Vado, 1962. Detalles de las galerías exteriores. E. 1:20



Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración (4) 60 46/4708 77A.

Los caminos se completarían con los de llegada a 8 estaciones de observación de los paramentos, dos a cada lado de cada una de las presas, para tomar medidas geodésicas, con iluminación. El camino desde Tamajón se bachearía y mejoraría su firme, además de realizar defensas en los taludes donde se producían desprendimientos, incluyendo muros de contención con gaviones y plantación de árboles e incluso la sujeción de las lajas de pizarra mediante tochos o barras de hierro de 1,5 m hincadas a presión y con una tuerca en el exterior para incorporar una pletina para ampliar el apoyo de la tuerca.

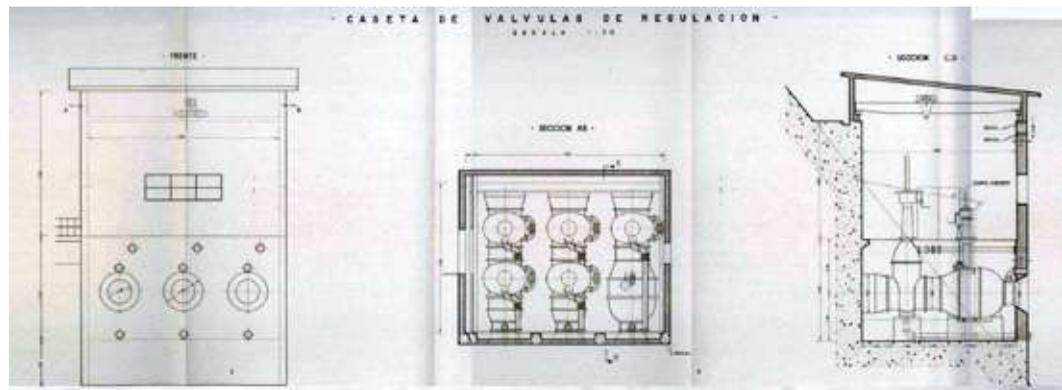
9.5. Iluminación

Se consideraba iluminar los 730 m desde el camino de acceso a Tamajón, pasando por el aliviadero del collado, y la presa principal, hasta su salida. Se podría aprovechar la conducción subterránea existente para el alumbrado que se estableció al acabar la obra. "Hoy no queda ninguna lámpara de las que estaban alojadas en huecos del pretil, al alcance de la mano de quien pasaba", además de que solo iluminaban la calzada. Se sustituirían por farolas altas con proyectores orientables que pudieran dirigirse hacia los paramentos anterior y posterior, y 63 puntos de luz, con lámparas protegidas en ojos de buey, para iluminar los 473 m de galerías, y conectadas mediante sistemas anti-humedad. Se proponían focos de diferentes potencias, de 25, 40 y 30 lux.

9.6. Válvulas de los desagües de fondo

Los desagües de fondo, de sección 1 x 1,50 m, funcionaban perfectamente, con una capacidad, a embalse lleno, de 59,808 m³/s, pero su cierre con válvulas de compuerta no era adecuado para aperturas parciales si existía mucha carga de agua. Las tres tomas para riego estaban inutilizadas, y se proponía reducir el diámetro de los tubos de 1,50 m a 1,20 m mediante carretes troncocónicos soldados al final. El sistema de control hidráulico de los desagües sería de cierre doble, como se había propuesto desde la superioridad, con una válvula compuerta primero, y después una válvula equilibrada de aguja del tipo Larner-Johnson u otra equivalente que se propusiera en el concurso. La presión máxima a la que tendrían que trabajar, con el embalse lleno, entre la cota de la toma 923,45 y la 875, sería de 48,45 m, más la debida al golpe de ariete, con lo que se estimaba un carga de 72 m. El cálculo previsto de desagüe de una sola tubería era de 28 m³/s a embalse lleno. Abiertas las tres, más los dos desagües de fondo, se podría evacuar 144 m³/s, y bajar el nivel del embalse a la mitad de su altura (26,72 m) en 100 h, sin contar con las compuertas del aliviadero. Este cálculo suponía 45 hm³ desaguados a una media de 125 m³/s. Estas tuberías también se conectarían a la cámara desde la que partía el canal del Jarama, para complementar las instaladas por el Canal de Isabel II en la torre de toma que había construido para alimentarlo.

Figura 4.123. Proyecto de terminación de la presa de El Vado, 1962. Hoja 4. Casetas de Elevación y Válvulas. E. 1:50



Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración (4) 60 46/4708 77ª, MAGRAMA, DGA, 00002348031900320105002.

9.7. Obras accesorias y complementarias

Era necesaria una sala de control en el edificio de la Casa-Administración, donde gestionar y operar el telemando de las nuevas compuertas, enlazar el telelimnógrafo registrador, cuyo flotador se dispondría en el centro de la presa, protegido por un tubo vertical de 40 cm de diámetro, en la parte más profunda. La empresa "Investigaciones de la Construcción, S.A." realizó un modelo con transmisión electrónica a varios km de distancia, por valor de 65.500 pesetas.

Como las normas de vigilancia de presas y la propia Instrucción exigían disponer de fuentes alternativas de energía, se proponía adquirir un grupo electrógeno transportable por un vehículo tipo Jeep al puente del aliviadero y a los estribos de la presa, para engancharlo al equipo de mando de los motores de las compuertas del aliviadero, de los desagües de fondo o de las tomas. Su potencia debía ser de 8 CV para un solo motor de compuerta, y 30 kVa para iluminación si fuera necesaria.

Se instalaría en la coronación una toma para elevar agua, de forma que pudiera emplearse para uso del poblado, obras de limpieza o pruebas de conductos, con una red de tuberías de fibrocemento. El aumento del ancho de calzada en la coronación exigiría un voladizo que dejaría la calzada en 5 m y las aceras tendrían 50 cm la de aguas arriba y 75 cm la de aguas abajo, elevadas en 10 cm. Habría que rematar el conjunto con una barandilla con tubos entre malecones, que facilitase la inspección, y se interrumpiría para alojar las farolas.

Parecía conveniente picar el paramento posterior de la presa igualando el aspecto de su superficie, que estaba cubierto por enlucidos deteriorados y desiguales, ensuciados por los chorros de las filtraciones. Se le aplicaría un enlucido de pintura de cemento para poder homogeneizar el tono

de todo el paramento seco, y observar la presencia y localización de las filtraciones, y poderles aplicar el remedio oportuno.

Se procedería a la limpieza de escombros acumulados durante la construcción y a pie de embalse, para observar el comportamiento elástico y la estanqueidad de la presa. También se demolerían las casetas auxiliares de obra abandonadas durante la construcción, al borde del embalse, y la de pie de presa que sirvió para desagüe y el aprovechamiento hidroeléctrico que se sirvió de uno de los tubos de toma. Como era de hormigón, perturbaría la salida de los tres desagües. No se tocaría la estructura de hormigón armado en la ladera izquierda que sirvió para las instalaciones de hormigonado, que no estorbaba la vigilancia y sería costoso hacer desaparecer.

9.8. Auscultación

Para la vigilancia, de acuerdo con los artículos 23 de la Instrucción y 12 de las normas, se establecían puntos de mira en estaciones taquimétricas preparadas con solera de hormigón y bases giratorias para el tipo de aparato T-3, hasta un total de 30 puntos, repartidos por las laderas y en los bloques de la presa, distribuidos especialmente a la vista de las filtraciones y demás contingencias que se observasen. En el interior de la presa se instalarían tres péndulos de precisión para observar los movimientos elementales de giro vertical en el cuerpo de la presa, suspendidos en la galería superior y alcanzando la plomada la galería inferior, donde se harían las mediciones, mediante tornillo micrométrico con avisador luminoso, en dos posiciones ortogonales. Dos de los péndulos se situarían en los pozos de inspección y drenaje proyectados en los bloques 4º y 7º. El tercer péndulo estaría colocado en uno de los bloques centrales que se taladraría para los conductos de drenaje, pero ampliando su diámetro si fuera necesario.

"Con estos péndulos se podrá medir cualquier desplazamiento de un punto de la coronación de la presa, referido a la base con sensibilidad de 0,1 mm y pudiendo llegar a ± 4 cm, sin mover el recipiente de aceite amortiguador de oscilaciones de la plomada y, a ± 10 cm desplazando este sencillamente.

Los extensómetros de junta son unos aparatos de accionamiento mecánico, dispuestos para instalar transversalmente a las juntas de hormigonado en el paramento de aguas abajo o en galerías con sus puntas de apoyo ancladas a cada uno de los lados de dicha junta.

La distancia entre puntas será de 50 cm y el sistema de lectura permitirá apreciar 0,01 mm con una amplitud de ± 5 mm.

Los teletermómetros y teleextensómetros, están basados en el principio de cuerda vibrante, haciéndose su lectura por un batimiento de frecuencias en pantalla de rayos catódicos mediante un aparato (telemicrodeformómetro) común a todos ellos.

El teletermómetro permite medir las temperaturas internas del macizo de hormigón en un campo de 85°C, con apreciación de 1°C.

El teleextensómetro permite medir cambios de longitud del $\Delta l / l = 1 \times 10^{-5}$, con un campo de $\Delta l / l = 10^{-4}$ y suponiendo conocido el módulo elástico, deducir las tensiones internas del macizo.

Los teleextensómetros conviene colocarlos en grupos de once, más uno aislado de posibles tensiones, como control, convenientemente orientados para poder deducir en cada punto el elipsoide de tensiones.

Tanto unos como otros son de forma cilíndrica, con longitud en los termómetros de 45 cm, y diámetro de 4.5 cm y en los extensómetros, de 32 cm de longitud y 4 cm de diámetro, estando dispuestos para ser enterrados en la masa de hormigón de la presa, unidos mediante un cable dipolar con un terminal situado en el paramento de agua abajo.

Las lecturas pueden efectuarse conectando a estos terminales el telemicrodefómetro, trasladándole cada vez a uno de los puntos (hay que contar en cada punto con acceso adecuado y acometida eléctrica), o bien lo que es mucho mejor, unir cada uno de estos cables que llegan al paramento de la presa, mediante una prolongación, con un punto situado en el lugar más conveniente, que es la cámara de fondo, en la que se reunirán todos los finales de cable de los testigos y en la que se puede instalar cómodamente el telemicrodefómetro, para desde allí, sin más que un tablero de conexiones, a modo de una centralita de teléfonos, hacer la lectura de cada uno de los extensómetros o termómetros enterrados en la presa.

Hay que tener en cuenta que los tramos de cable enterrados en la presa deben quedar protegidos por tubo de acero o de cemento, para evitar roturas.⁵³²

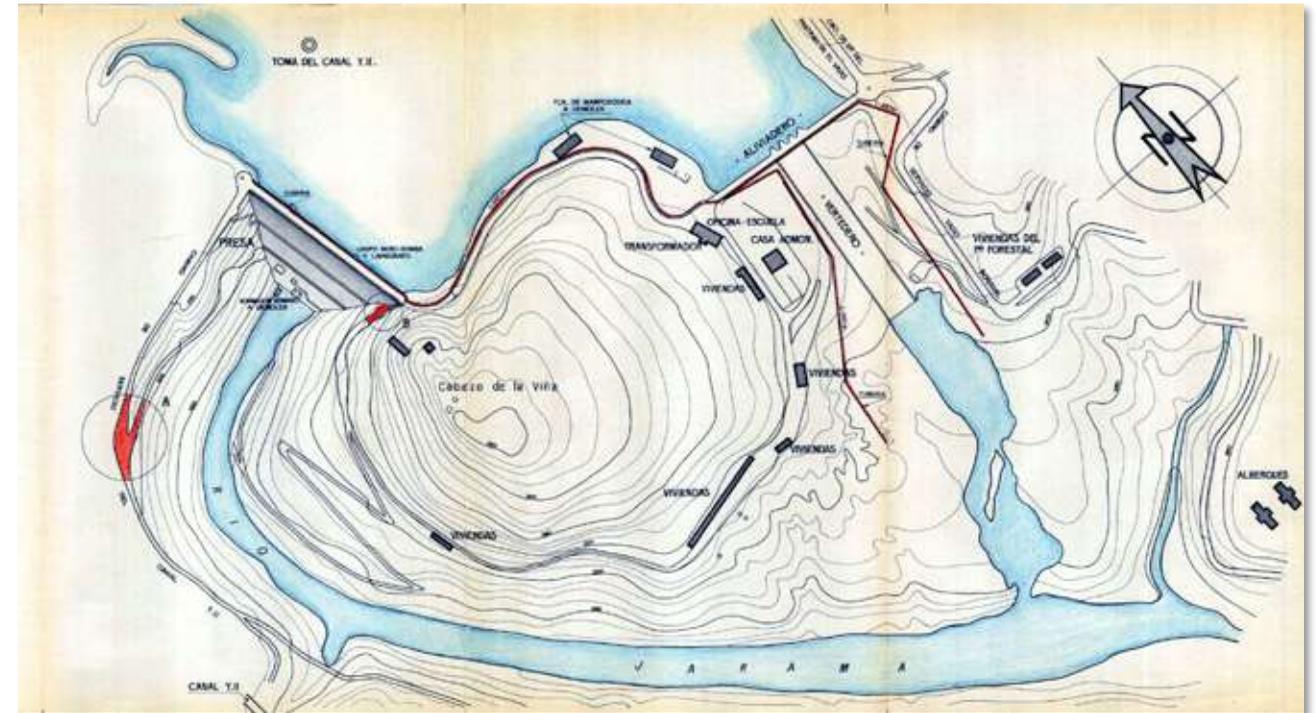
El suministro no solo conllevaba el coste material de los equipos, sino el estudio correspondiente para

“la adecuada colocación técnica según un estudio a propósito, la verificación de los mismos y las primeras mediciones. Así como la periódica comprobación durante el periodo de garantía y el entrenamiento en su utilización por el personal de la Administración”.

Al final de cada una de las canalizaciones y recogidas de agua de las cunetas, los aforos se recogerían en depósitos tarados de 100 litros de capacidad, entrada de agua por el borde superior, mediante tubo o manga flexible, y salida en el fondo, a través de un desagüe con llave. Con ello el personal de servicio podría medir con un cronómetro los caudales de filtración en diferentes partes de la presa.

532 Ibidem, pp. 23-25.

Figura 4.124. Proyecto de terminación de la presa de El Vado, 1962. Planta general. E. 1:2.000



Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración (4) 60 46/4708 77A.

Cabe destacar que en su informe sobre el proyecto, el ingeniero jefe Domingo Díaz-Ambrona señalaba que este proyecto era fruto de las opiniones de muchos ingenieros. El Vado se prestaba a ser una especie de centro de experimentación con prácticas extensibles al resto de España. Entre las principales obras propuestas se encontraba la pantalla de seguridad y las instalaciones de vigilancia. Especialmente sería la pantalla de drenaje, aplicando el método de Fernández Casado,

“...que aquí pudiera tener una aplicación plena sirviendo El Vado como escuela en la que pudieran ensayarse las variaciones de detalle que se considere conveniente observar, ya que puede contarse con la muy afortunada circunstancia de la colaboración de su autor”.

Aparte de confirmar la idoneidad de todos los artículos propuestos en el presupuesto, Díaz-Ambrona ponderaba positivamente que la estética también se cuidaba en el proyecto, demoliendo parte de la coronación y cambiando el aspecto de la presa. Las galerías exteriores que se proyectaban cruzando a nivel horizontal el paramento de aguas abajo, siendo plataformas para la observación y acceso, resultarían muy útiles. Ya las había propuesto el propio Díaz-Ambrona

cuando era ingeniero encargado de la obra en el proyecto reformado de 1946, pero en el interior de la presa. Sugería dar diferente importancia a la coronación que a estas galerías, a efectos del aspecto visual, poniendo como ejemplo acertado el pretil de la coronación de la presa de Shasta. “Consiste en una casi media caña de aluminio que en su interior aloja los tubos de iluminación que sirven tanto para la calzada como para el paramento de la presa”, siendo mejor solución que las farolas proyectadas. También se proponía aplicar una especie de pintura de cemento, muy delgada y de ningún modo impermeable, para uniformar todo el paramento de aguas abajo, que además serviría para detectar cualquier filtración o irregularidad, procediendo primero a picar a fondo la costra existente.

En este proyecto se estudiaban con minuciosidad todos los problemas, pero habría de estar atento a todos los altos organismos inspectores de la Dirección General de Obras Hidráulicas, que habían intervenido en la redacción con órdenes y opiniones. No obstante, habría de ser aprobado con el presupuesto calculado por su autor.

Para un presupuesto de ejecución por administración que superaba los 16,5 millones de pesetas (tabla 4.47), el plazo de ejecución se preveía en 18 meses, pero las inyecciones y las correcciones necesarias requerían un llenado del embalse, en un semestre más, con lo cual se preveía concluir las obras en dos años.

Tabla 4.47. Proyecto de terminación de la presa de El Vado, 1962. Presupuesto general

CONCEPTO	IMPORTE (Pesetas)
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	
Artº 1. Pantalla de seguridad e instalaciones de vigilancia	
Ejecución de la pantalla de impermeabilización.	5.361.282,50
Mejora de accesos	1.313.735,55
Dispositivos y aparatos der auscultación	673.601,50
Total pantalla	7.348.619,78
Artº 2. Acondicionamiento de caminos y accesos, incluyendo acceso a 8 estaciones de vigilancia de paramentos	3.318.327,16
Artº 3. Iluminación	623.127,80
Artº 4. Instalaciones mecánicas, de ellos, 3.545.640,81 pesetas corresponden a los dispositivos de cierre de las tomas de agua para riegos	4.295.468,31
Artº 5. Abastecimiento de agua y otras cosas necesarias	654.276,98
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR ADMINISTRACIÓN	
Total ejecución material (Arts. 1 a 6)	16.239.820,03
2% imprevistos	324.796,40
Total ejecución por administración	16.564.616,43
Artº 6. Conservación obras, verificación aparatos de medida, comprobación e instrucción del personal durante el plazo de garantía	450.000,00
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA	
Total ejecución material (Arts. 1 a 6)	16.689.820,03
2% imprevistos	333.796,40
Dirección y administración 2%	834.491,00
Beneficio industrial 9 %	1.502.083,80
Total ejecución por contrata	19.360.191,23

Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración (4) 60 46/4708 77A.

9.9. El aliviadero: ensayos en modelo reducido

Respecto al aliviadero, en el proyecto se proponía una solución más ambiciosa, y con mayor seguridad que la que se había definido en el “Proyecto de obras complementarias del aliviadero del Pantano de El Vado”, redactado el 31 de octubre de 1960 y que se ha comentado.

En el laboratorio de hidráulica del Centro de Estudios Hidrográficos, se estudió en modelo reducido el aliviadero primitivo y la ampliación proyectada, así como la zona de terreno erosionada, comprobándose que el alcance de la lámina libre, que se iniciaba en el final del primitivo aliviadero, coincidía sensiblemente con la calculada en el proyecto⁵³³. En el ensayo se comprobó que en la ladera izquierda la carretera y el edificio en riesgo quedaban fuera de peligro con la solución propuesta, pero no se podrían prever los efectos de grandes avenidas en la zona que no quedaba protegida. Por ello, se recomendaba prolongar el vertedero hasta el río, terminándolo en un trampolín, la zona atacada adoptaba la forma de una hoya que llega a alcanzar el perfil de equilibrio, dentro del cual se anulaba por turbulencia la energía del caudal vertiente.

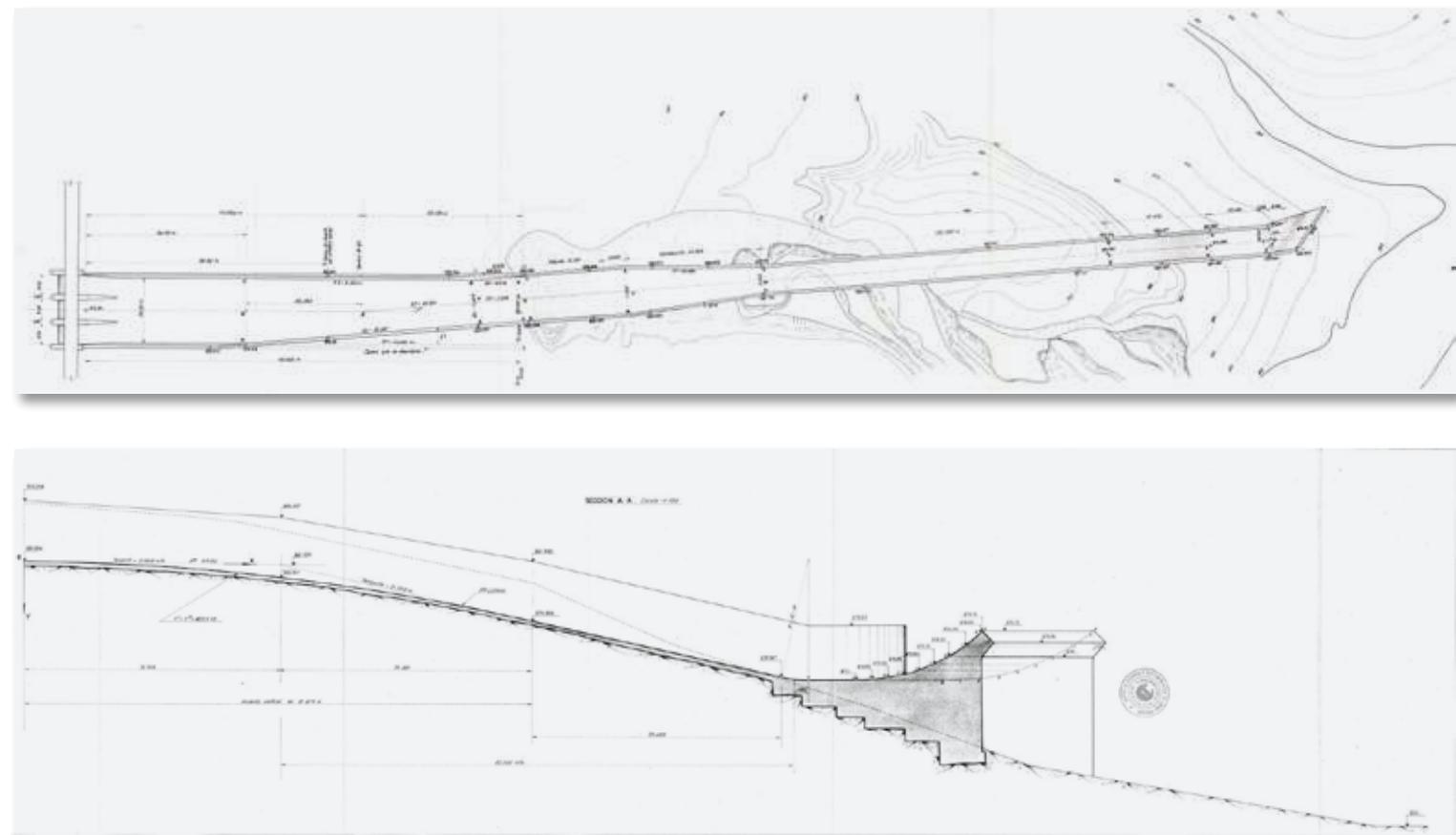
La reforma que se proponía, había de adoptar estas condiciones:

- a. Una buena zona de lanzamiento
- b. Un suficiente alejamiento de la zona dañada por la erosión actual
- c. Un trazado relativamente económico
- d. Un número mínimo de cambios de alineación
- e. Un máximo aprovechamiento de las obras del aliviadero existente

Se hizo un estudio teórico y se llevó a cabo en un modelo reducido, comprobado satisfactoriamente. La condición de alejamiento de la erosión potencial se lograba tomando como punto de partida la confluencia entre el río Jarama y el arroyo que desemboca en su margen izquierda, uniéndolos entre sí mediante un eje que satisfacía las condiciones b, c y d, formando un ángulo de 5° con el del aliviadero existente. Además, la condición e se obtenía reduciendo el ancho para evitar la aparición de ondas estacionarias debidas a los cambios de alineación de los cajeros.

En el diseño del nuevo aliviadero, se pasaba de un canal de 26 m de ancho, primero a otro de 17,802, aplicando un giro de 5°, y posteriormente se volvía a reducir hasta 10 m de ancho, en una longitud de 53,548 m, mediante cajeros convergentes de planta recta y simétricos respecto al eje del vertedero, formando un ángulo de 4° 10' con él. El tramo final del canal mantenía un ancho de 10 m y una longitud de 138,502 m, con un calado entre 4 y 5 m. Finalmente, el canal empalmaba con el trampolín, en la cota 881,814, donde la solera pasaba de ser plana para formar primero una pendiente mayor hasta enlazar con un tramo plano en la cota 872, previo a la elevación del agua en el trampolín, cuyo borde se situaba en la cota 876,150, para obtener un alcance de 60 m con un ángulo de tiro de 39°. Los resultados de los ensayos admitían la evacuación de una avenida de hasta 600 m³/s, considerada en todos los diseños previos. (figuras 4.125 y 4.129).

Figuras 4.125 y 4.126. Resultados de los ensayos en modelos reducidos del aliviadero del pantano de El Vado. Anejo nº 5 al proyecto de obras complementarias al aliviadero del embalse de "EL VADO". Año 1962. Planta y sección en el trampolín, E: 1:100



Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración (4) 60 46/4711 .77-B-1.

533 AGA (4) 60 46/4711 77-B-1 Resultados de los ensayos en modelos reducidos del aliviadero del pantano de El Vado. Anejo nº 5 al proyecto de obras complementarias al aliviadero del embalse de El Vado. Año 1962. La memoria está firmada en febrero de 1962. Se menciona este ensayo en Prado Pérez del Río, Julio, y Arques Soler, Francisco: Centro de estudios hidrográficos del CEDEX: la casa del agua: 40 años a orillas del manzanares. [Madrid]: Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas, 2008, p. 240.

Figuras 4.127 a 4.129. Resultados de los ensayos en modelos reducidos del aliviadero del pantano de El Vado. Anejo nº 5 al proyecto de obras complementarias al aliviadero del embalse de "EL VADO". Año 1962. Fotografías de los ensayos



Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración (4) 60 46/4711 .77-B-1.

El 5 de mayo de 1962 fue aprobado el proyecto de terminación de El Vado con un presupuesto de ejecución por contrata de 19.360.191,23 pesetas. El ingeniero Luis Ponte también elaboró un proyecto de obras complementarias del aliviadero, recogiendo las recomendaciones de los ensayos en modelo reducido, con un presupuesto de ejecución por contrata de 9.007.636,50

pesetas, que se aprobó el 19 del mismo mes y año⁵³⁴. En 9 de noviembre de 1962 se autorizaba la agrupación de ambos proyectos, que se denominaría "Terminación de El Vado y nuevo aliviadero" (28.367.827,73 pesetas de presupuesto de ejecución por contrata), autorizándose por el Decreto 2976/1962 la realización por concierto directo⁵³⁵, y adjudicándose el conjunto el 10 de diciembre a la empresa GOYSA S.A. por 28.344.990 pesetas. Se firmaba contrato el 1 febrero de 1963, con 22 meses de plazo de ejecución, ampliados posteriormente a 24 y distribuyendo el gasto a razón de 5 millones en 1962, 11 en 1963 y el resto en 1964. No obstante, el 20 de diciembre de 1963 se aprobó un expediente de compensación de precios por su presupuesto total de 31.771.967,06 pesetas (adicional de 3.404.139,33 pesetas sobre el presupuesto inicial).

Aparte de la obra, serían necesarias expropiaciones en el término de Retiendas, que supondrían un total de 60.750,00 pesetas⁵³⁶.

9.10. La ejecución de las obras. La supervisión del Servicio de Vigilancia de Presas

El Servicio de Vigilancia de Presas inspeccionó las obras en El Vado el 5 de julio de 1963⁵³⁷. Se estaban excavando las galerías en la presa, observándose importantes filtraciones, especialmente en la galería superior, situada a la cota 902, con el embalse lleno hasta la cota 915, así como también en las otras dos galerías inferiores que se estaban perforando, lo que verificaba la "perfecta comunicación del agua en el cuerpo de la presa", y aunque no se aforaban, iban a más las filtraciones, manifestando el deficiente estado del hormigón del cuerpo original de la presa: con "coqueras como puños, sacos de yute y hormigón que se desmorona con toda facilidad". Para corregir esta problemática, habría que prestar una especial atención a las inyecciones que estaban previstas. El 12 de julio se realizó otra visita⁵³⁸, en la que se ponía el énfasis en ampliar el alcance y el presupuesto de las perforaciones para inyecciones y drenajes, realizadas mediante el sistema de doble circulación y taladro limpio, tanto para reforzar la unión con el macizo de la presa de las pantallas adosadas al paramento de aguas arriba, como la de la presa con el terreno, en particular en el estribo izquierdo. El Servicio de Vigilancia de Presas, ante los riesgos derivados de la subpresión, hubo de estudiar la modificación del sistema de galerías de inspección y de los taludes de drenaje; se apreció asimismo que la cantidad de cemento prevista para las inyecciones era insuficiente. El estado de la presa, junto a la imposibilidad de vaciar el embalse y prescindir del agua que almacenaba, motivó la decisión de que el Servicio Geológico de Obras Públicas realizase directamente los sondeos e inyecciones necesarias. Los desagües de las tomas para riego, situados a la derecha de la presa, habrían de resguardarse con un muro para no erosionar la ladera donde se asentaba el estribo, y dotarlas de un codo para que vertieran al centro del

534 AGA (4) 60 46/4710 77-B-1 Proyecto de obras complementarias del aliviadero del embalse de El Vado. Ingeniero Luis Ponte Manera. 9.007.636,50 pts. Año 1962.

535 Publicado en el BOE 282, de 24 de noviembre de 1962, p. 16680, siendo ministro de Obras Públicas Jorge Vigón.

536 AGA (4) 60 46/4715.

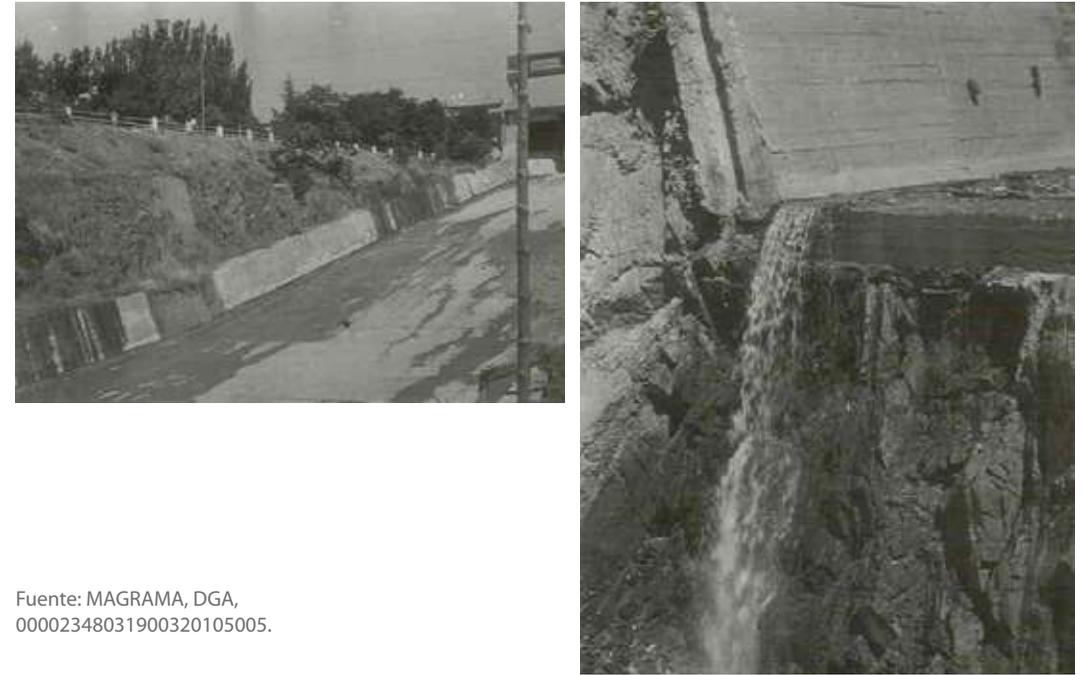
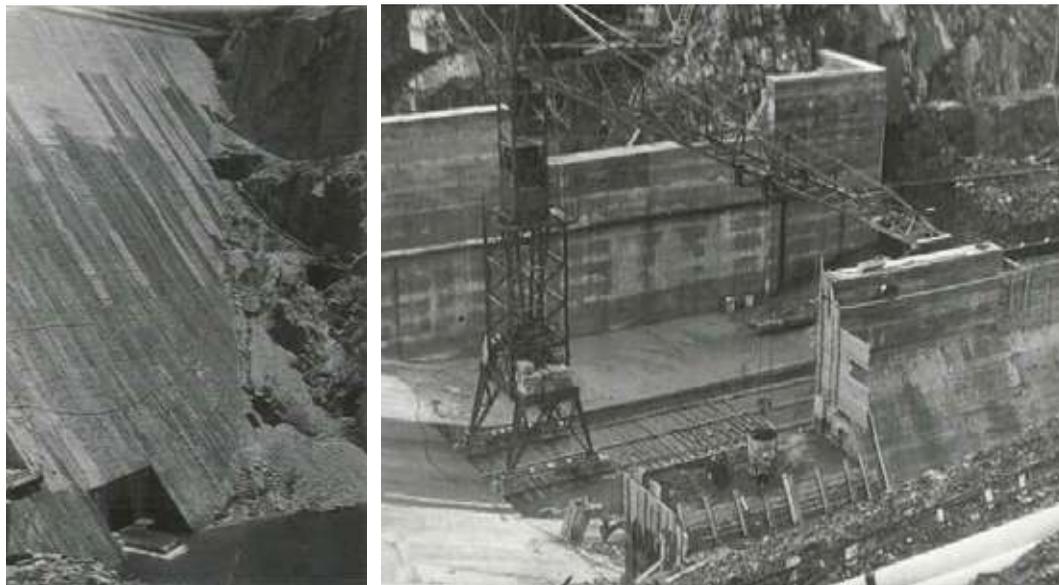
537 MAGRAMA, DGA, 000023480319003202010403033.

538 MAGRAMA, DGA, 000023480319003203010303002. Realizaron la visita los ingenieros José Núñez, Fernando Reig y Rafael Nieto, el encargado de la inspección era Domingo Díaz Ambrona y el director de la obra Fernando Sáenz de Oiza.

cauce. También se debían suprimir las pasarelas exteriores en el paramento de aguas abajo, y habilitar uno de los pozos previstos para incorporar un ascensor interno en lugar del externo que se había planeado instalar.

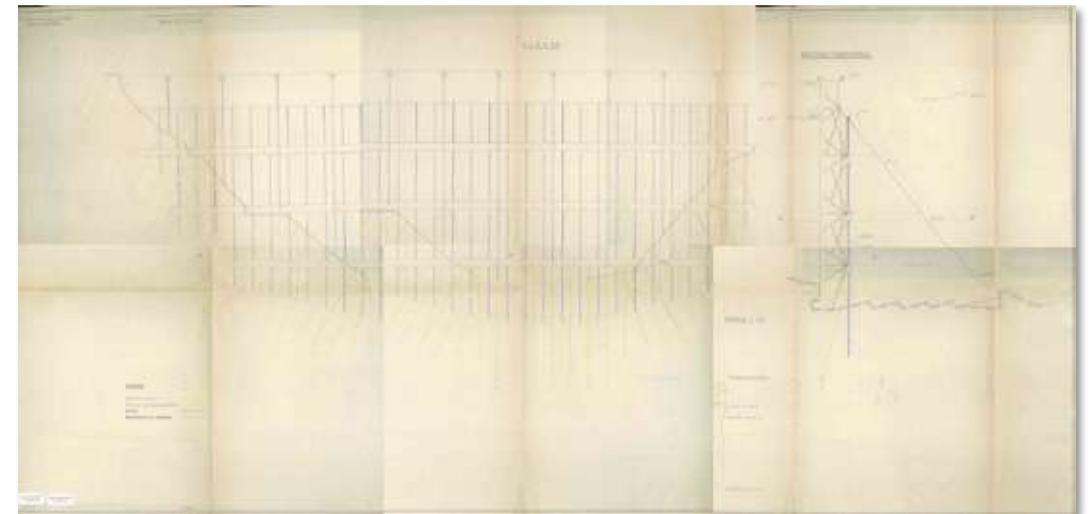
Respecto al dique del collado, que también tenía filtraciones relevantes, especialmente en el tramo derecho, tanto por el contacto con el terreno como por la propia obra, se sugería sustituir la pantalla de 2 m de ancho y una profundidad entre 10 y 14 m prevista en el proyecto en el paramento de aguas arriba, por un plan de inyecciones similar al de la presa principal, que se ejecutarían desde coronación, ante la imposibilidad de disminuir el nivel del agua embalsada. Se recomendaba también, con el fin de cortar o atenuar las filtraciones por el muro de cierre, disponer una pantalla delantera ejecutada desde coronación, así como otra horizontal realizada desde el contacto agua arriba y que encontrara los taladros de la anterior (sistema aplicado en la presa de Playa de Moncabril por la empresa Rodio). La primera pantalla debería prolongarse por la ladera izquierda, pues se observaban filtraciones en la fuente del camino Vado-Bonaval. También había que ejecutar nuevas labores en el canal del aliviadero por los efectos de la erosión ocasionada por los vertidos. Hacía falta, finalmente, estudiar la solución definitiva del aliviadero, con ensayos en modelo reducido incluidos.

Figuras 4.130 a 4.133. El Vado. Fotografías de las inspecciones del Servicio de Vigilancia de Presas. Junio-septiembre de 1962. 4.130, paramento de aguas abajo, con accesos a galerías. Obsérvese el afloramiento de agua por toda la superficie. 4.131, trabajos en el pie de presa, para el cajero del nuevo vertedero frontal. 4.132 y 4.133, filtraciones en el canal del aliviadero del Collado y su vertido en el extremo del canal, con el terreno natural desaparecido por la erosión de las evacuaciones



Fuente: MAGRAMA, DGA, 00002348031900320105005.

Figura 4.134. Alzado y perfil de la presa de El Vado, con el bulonado de las pantallas de refuerzo y drenes para impermeabilización. Cimentaciones Especiales, S.A. Presa de El Vado. 16/10/1963



Fuente: MAGRAMA, DGA, 000023480319003201010205013.

En resumen, se llegó a la conclusión de que era necesario redactar un nuevo proyecto reformado que recogiera estas modificaciones, aunque continuaran las obras que no fueran incompatibles con los cambios. Además, en la ejecución de los trabajos que estaban en marcha se habían detectado deficiencias tanto en la calidad y tipología de los materiales, las dosificaciones de los hormigones, como en las soluciones inadecuadas que se habían adoptado ante diversos problemas que habían de corregirse. Por todo ello, tras haber considerado la Administración la necesidad de introducir sustanciales modificaciones, las obras quedaron paralizadas durante más de un año y se tenía previsto que continuasen así un año más. La obra ejecutada hasta entonces se valoró en 9.243.969,62 pesetas. El contratista solicitó la rescisión sin pérdida de fianza, lo que fue admitido. Se procedió a la recepción de las obras el 13 de octubre de 1966, que fue aprobada en 24 de noviembre por la Dirección General de Obras Públicas⁵³⁹. La valoración de ejecución material ascendía 8.421.390,81 pesetas, más una bonificación total por compensación de precios por 1.010.566,90 pesetas, suponía un monto total de liquidación de 9.431.957,71 pesetas.

10. ESTADO DE LOS ÓRGANOS DE CONTROL DE LOS DESAGÜES PROFUNDOS Y DEL ALIVIADERO EN 1964

El 1 de agosto de 1964 el Servicio de Vigilancia de Presas emitió un informe sobre *los elementos metálicos de cierre de los desagües profundos y del aliviadero de superficie de la presa de El Vado* en el que se caracterizan tanto los propios equipos como su estado de funcionamiento. Los niveles característicos del embalse eran: cota de coronación, la 924,5; el máximo nivel de embalse la 923,5 y el umbral del vertedero la 917,7.

Por lo que se refiere al aliviadero, constaba de tres vanos de 8 m de luz cerrados por sendas compuertas de tablero vertical de 5,75 m de altura con carretones de rodillo Stoney; estas compuertas se mantenían constantemente abiertas por criterios de explotación del embalse, aunque su funcionamiento, se aseguraba, era correcto. Los mecanismos de elevación estaban situados encima de las pilas y dentro de las casetas que cubría toda la paralela de servicios; la suspensión se realizaba mediante cadenas Galle y el accionamiento con motor eléctrico o manualmente. Las compuertas podían accionarse a distancia desde la casa de la administración, aunque el informe pone de manifiesto que no funcionaban correctamente, cuestión que debía ser subsanada.

Los desagües de fondo toman del paramento de aguas arriba de la presa a la cota 866,50; parten de un abocinamiento inicial dos conductos forrados de chapa metálica de forma rectangular de 0,8 m de luz y 1,5 de altura que a los 6 m, aproximadamente, están controlados por un sistema de doble válvula compuerta en cada uno, continuando hacia aguas abajo en un único

539 AGA (4) 60 46/4709 77 A1 Liquidación de las obras de terminación de la presa de El Vado y Nuevo aliviadero. Contratista GOYSA S.A. Ingeniero encargado: Fernando Sáenz de Oiza. Año 1966. Se elaboró el informe sobre la liquidación en noviembre de 1966 y se elevó a la Sección Este en 23 de diciembre del mismo. El ingeniero jefe de la Sección Este suscribía su informe en Madrid 7 de enero de 1967.

conducto cuadrado de 2,5 m de lado, en el que se reúnen los dos anteriores después de un tramo de adaptación, a partir del cual no cuenta con protección metálica. La cámara de mecanismos estaba situada a unos 6 m del paramento de aguas abajo y se accedía mediante una galería desde el exterior, en la margen derecha; había instalados mecanismos de accionamiento como crick de aceite, depósitos auxiliares y un único grupo motobomba para la presión de aceite de las cuatro compuertas, por lo que solo se podía mover una sola compuerta a la vez.

Se detectó una deficiente aireación, que era suministrada por dos tubos de 20 cm de diámetro situados directamente desde el suelo de la cámara hasta la parte posterior de las compuertas de aguas abajo, sin ninguna válvula o ventosa. La sección de la galería común de desagüe de aguas abajo también fue objeto de atención y preocupación, toda vez que se detectaron erosiones provocadas por la cavitación, depresiones y golpes de ariete que se producían aguas abajo de las compuertas. Por último, en el informe se llama la atención de la inexistencia de un dispositivo de disipación de energía a la salida de los desagües de fondo, circunstancia que había ocasionado importantes erosiones en las pizarras del cauce poniendo en peligro los bloques centrales de la presa.

La toma de agua estaba en la cota 877 y la conformaban tres tubos empotrados en la presa de 1,50 m de diámetro; dos de los tubos estaban obturados por sendos escudos en el paramento de aguas arriba y el tercero estaba cerrado por una válvula, de accionamiento manual, de menor diámetro en el paramento de aguas abajo. En el momento de redactar el informe, se estaba a la espera de instalar unas válvulas compuerta de 1,20 m de diámetro a la salida de los conductos.

Por último, en el informe se alude a la torre de toma de agua para el abastecimiento de Madrid que el Canal de Isabel II tenía implantada en la margen derecha del embalse, a la que se accedía mediante una pasarela.

11. EL NUEVO PROYECTO DEL ALIVIADERO FRONTAL EN EL VADO. EL PROYECTO DE OBRAS URGENTES Y SU REFORMADO (1965)

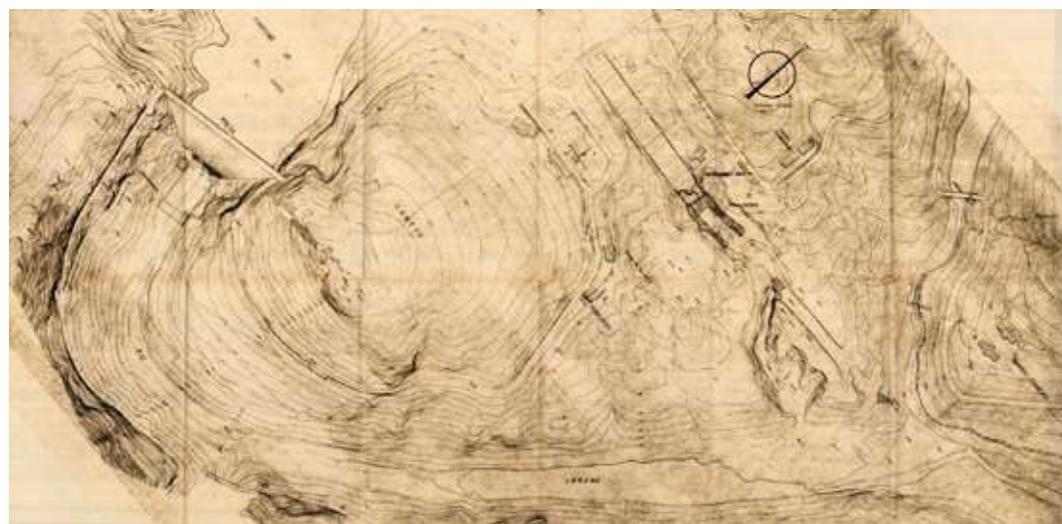
11.1. Introducción

El ingeniero Fernando Sáenz de Oiza, que se había hecho cargo de las obras de El Vado, consideró un cambio sustancial en su diseño y desarrollo. La Dirección General de Obras Hidráulicas dictó una orden fechada el 27 de febrero de 1965 que daba origen a este nuevo proyecto. En el anexo 4º de la memoria de un nuevo proyecto fechado el 30 de abril de 1965 se expresaban los antecedentes relativos a la construcción y destino del embalse de El Vado⁵⁴⁰. Sáenz de Oiza se hacía eco de los

540 AGA (4) 60 46/4708 77 A1. Ministerio de Obras Públicas. Confederación Hidrográfica del Tajo. Proyecto de nuevo aliviadero de la presa de El Vado –obras urgentes. Ingeniero: Fernando Sáenz de Oiza, 30 de abril de 1965. Informes favorables, fechados en Madrid el 17 y el 25 de mayo de 1965.

defectos que entonces presentaba la presa referentes a la cimentación, filtraciones, carencia de drenajes e inadecuada situación del aliviadero y se concretan disposiciones para su corrección. Por lo que se refiere al aliviadero, tras considerar diversas soluciones, llegaba a la conclusión de que la más adecuada desde el punto de vista técnico y del máximo aprovechamiento del embalse, era anular el aliviadero emplazado en el collado lateral y transformar la presa principal en presa vertedero, recreciendo en 6 m tanto esta como la del collado. El nuevo aliviadero se situaría sobre la presa principal, y sería de labio fijo, sin compuertas, a la cota de máximo embalse que ya existía, 923,45, para no perder capacidad.

Figura 4.135. Proyecto de nuevo aliviadero de la presa de El Vado –obras urgentes. Ingeniero: Fernando Sáenz de Oiza. 30 de abril de 1965. Hoja 1. Plano general



Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración (4) 60 46/4708 77 A1.

Para ello, en la orden de la Dirección General de Obras Hidráulicas, se estipulaba:

1. Ordenar al Servicio Geológico de Obras Públicas la redacción del “proyecto de consolidación e impermeabilización con inyecciones de redes de drenaje de las presas principal y secundaria del embalse de El Vado”.
2. Ordenar a la Confederación Hidrográfica del Tajo el estudio y redacción de un “proyecto de recrecimiento en 6 metros de las presas principal y secundaria, con nuevo aliviadero sobre la primera. Desglosando los siguientes grupos de obras: Cuenco amortiguador y vertedero provisional sobre la presa, recrecimiento sobre la presa de cierre del collado lateral, recrecimiento de la presa principal, acondicionamiento de los desagües de fondo y tomas de agua, acondicionamiento provisional del vertedero existente”.

3. Ordenar al Canal de Isabel II la redacción de un “proyecto de recrecimiento de su toma en el embalse de El Vado en 6 metros de altura”.

Para cumplimiento de lo anterior, desde la Dirección de la Confederación Hidrográfica del Tajo, y ante la conveniencia de ejecutar rápidamente las obras, se ordenó el 6 de abril de 1965 a la jefatura de la Sección Este, la redacción de un proyecto que comprendiera el cuenco amortiguador del nuevo aliviadero, utilizable para la futura solución definitiva y el acondicionamiento provisional del vertedero del collado. Con esta obra se conseguiría el recalce del pie de la presa, erosionado como consecuencia del funcionamiento de los desagües de fondo, y disponer de un aliviadero provisional que pudiera funcionar en condiciones de seguridad suficiente para la evacuación de las avenidas posibles hasta la construcción de la solución definitiva.

Como indicaba el ingeniero redactor del proyecto, la posibilidad de llenar totalmente el embalse no dependía exclusivamente de la ejecución de las obras proyectadas, sino que también estaría supeditada a la ejecución de la consolidación e inyección de la presa, el establecimiento de la red de drenaje y de todos aquellos trabajos encomendados al Servicio Geológico de Obras Públicas. Se añadía que el embalse desde el Decreto de 1954, estaba dedicado al abastecimiento de Madrid, lo que se verificó al entrar en servicio el canal del Jarama en 1960, y de forma complementaria también atendía a los riegos en el valle del Jarama, ambas funciones resultaban de primera importancia como para no descuidar la atención de El Vado.

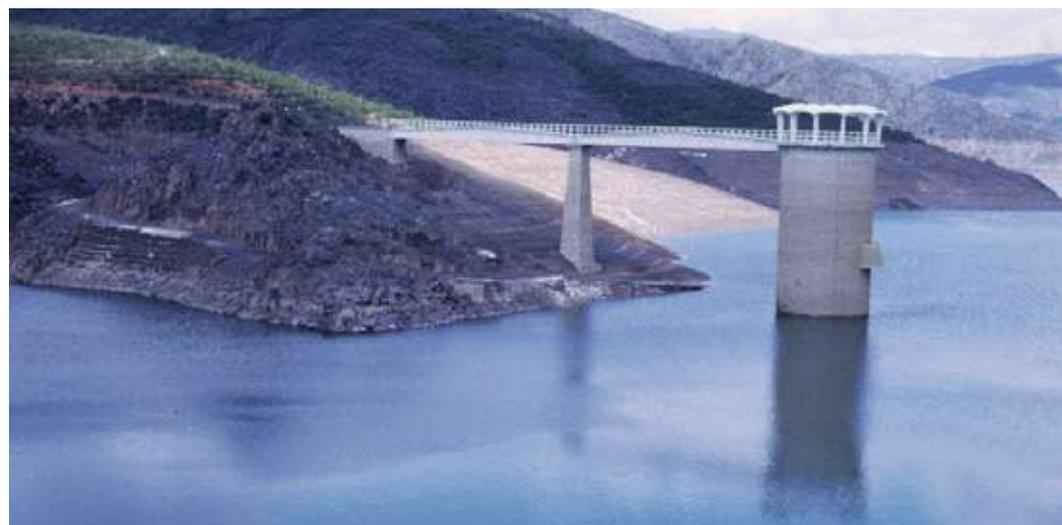
En el preámbulo de la orden de la Dirección General de Obras Hidráulicas se consideraba la posibilidad del vertido de 900 m³/s por el aliviadero definitivo que habría de disponerse con una altura de lámina de 5,60 m, por lo que se fijaba en 6 m el necesario recrecimiento de las dos presas. El aliviadero del collado tenía una capacidad de 600 m³/s, que se volvería a calcular, teniendo en cuenta el efecto laminador del embalse. Los resultados fueron los siguientes: la avenida máxima se preveía con una punta de 900 m³/s, un volumen total de 39,5 hm³, y un máximo caudal medio en 24 horas de 440 m³/s. Del estudio de laminación de la riada, por efecto del embalse, resultaba un caudal máximo de vertido de 615 m³/s. A partir de esta capacidad de evacuación, se había previsto que la longitud del aliviadero fuera de 32 m, la máxima posible sin hacer excavaciones excesivas o peligrosas en la ladera de la margen izquierda, donde se habían detectado problemas de inestabilidad de esa zona de asiento de la presa, y que había sido afectada por los vertidos que sufrió mientras no se había alcanzado la coronación. El nuevo aliviadero no debería afectar a las tres tuberías que atravesaban el cuerpo de la presa a la cota 875,5 m, inicialmente previstas para tomas de agua de riego. Estos tubos metálicos, empotrados en la obra, tenían un diámetro de 1,50 m, y se encontraban cerrados aguas arriba mediante bridas ciegas, habiéndose instalado válvulas compuertas en uno de ellos, que se utilizaba provisionalmente como toma suplementaria del Canal de Isabel II para apurar más la capacidad de embalse, y estaba pendiente de finalizar la instalación de válvulas en los dos restantes, previéndose en un tubo el establecimiento de una válvula equilibrada (figura 4.136). En este contexto, conviene tener en cuenta que el Canal de Isabel II había construido la torre de toma en la margen derecha, con compuertas a diferentes alturas, desde las que el agua pasa a dos tuberías dotadas de compuerta y válvula compensada y luego a un aforador y al canal de conducción del Jarama, hacia Torrelaguna, como se detalla en el capítulo 5, dedicado al canal del Jarama.

Figura 4.136. Conexión de los tubos de desagües intermedio de El Vado con el canal del Jarama. Diapositiva sin fecha, hacia 1971-72



Fuente: MAGRAMA DGA, 00002348031900320406001.

Figura 4.137. Torre de toma del canal del Jarama en El Vado. Diapositiva sin fecha, hacia 1971-72

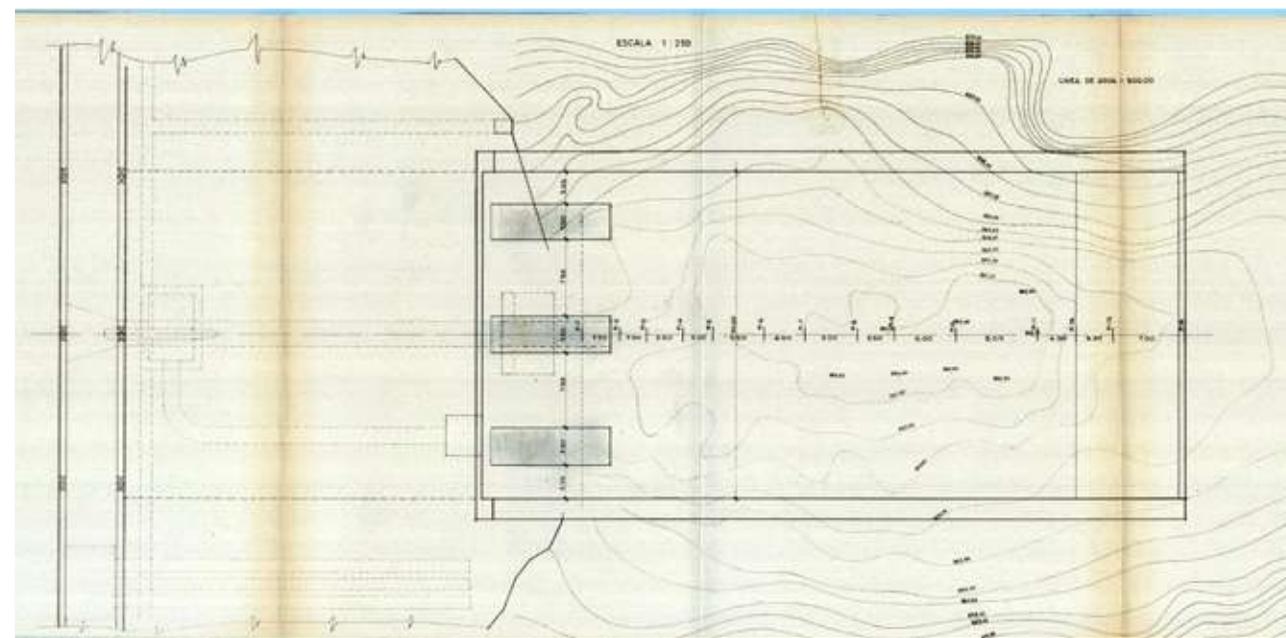


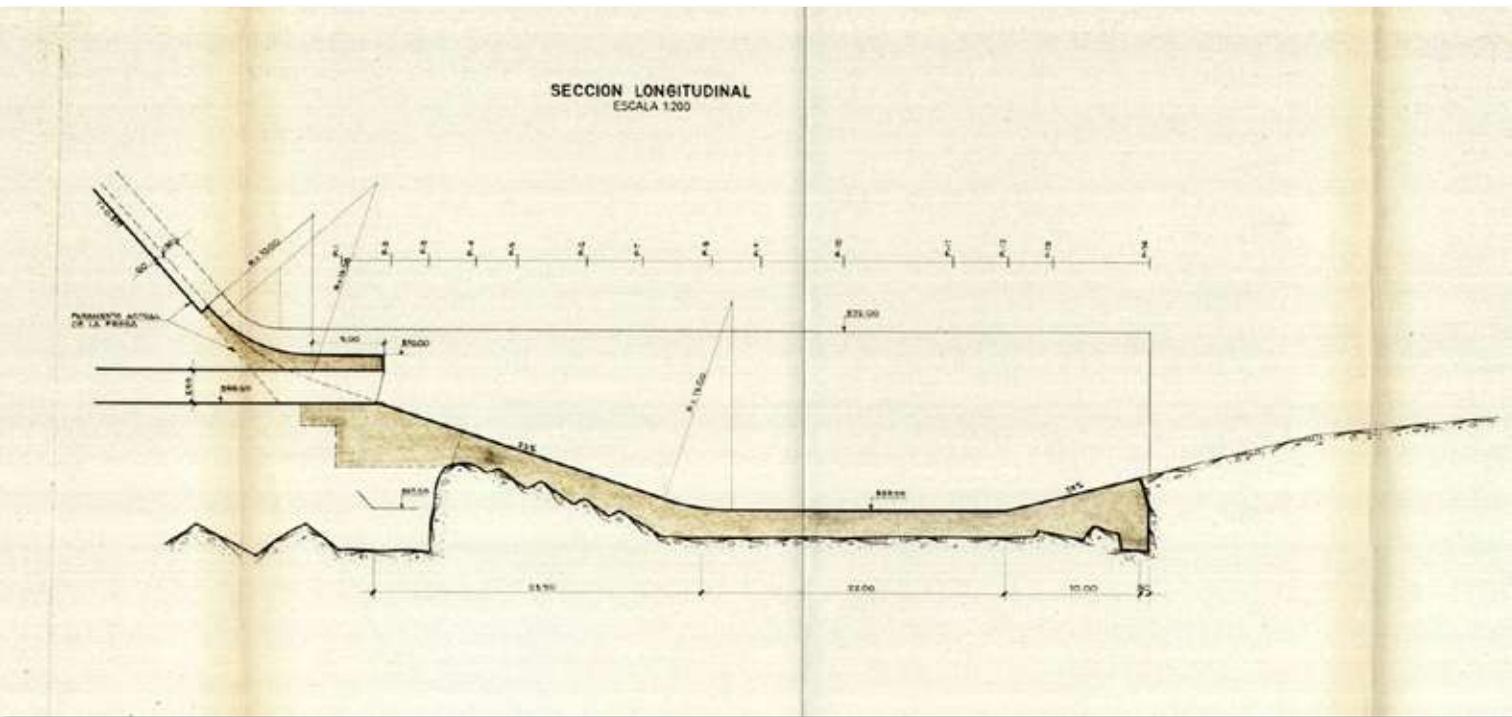
Fuente: MAGRAMA DGA, 00002348031900320406001.

Con los 30 m a que quedaba reducida la longitud libre total del aliviadero, una vez construidos los apoyos de los tramos de coronación, podría desaguar el caudal máximo de $600 \text{ m}^3/\text{s}$, con 5 m de altura de lámina, con lo que se dispondría de un resguardo de 1 m, en los 6 m de recrecimiento previstos, lo que permitiría el desagüe, en caso necesario, de una punta de avenida mucho mayor, del orden de $800 \text{ m}^3/\text{s}$.

El cuenco amortiguador sería de la misma anchura total del aliviadero, es decir de 32 m. Para conseguir la profundidad necesaria para el resalto hidráulico se había optado por rebajar el cuenco en vez de construir una presa secundaria que anegaría los conductos de los desagües de fondo en los casos de grandes avenidas. Sobre estos conductos se previeron resaltos o trampolines para su protección, a la vez que acortaban la longitud total del resalto y por tanto de la zona a proteger. El dispositivo adoptado para el cuenco se había dimensionado de acuerdo con el laboratorio hidráulico del Centro de Estudios Hidrográficos (Figuras 4.138 y 4.139).

Figuras 4.138 y 4.139 Proyecto de nuevo aliviadero de la presa de El Vado –obras urgentes. Ingeniero: Fernando Sáenz de Oiza. 30 de abril de 1965. Hoja 2 Protección de pie de presa. Plano (E. 1:250) y alzado (E. 1:200)



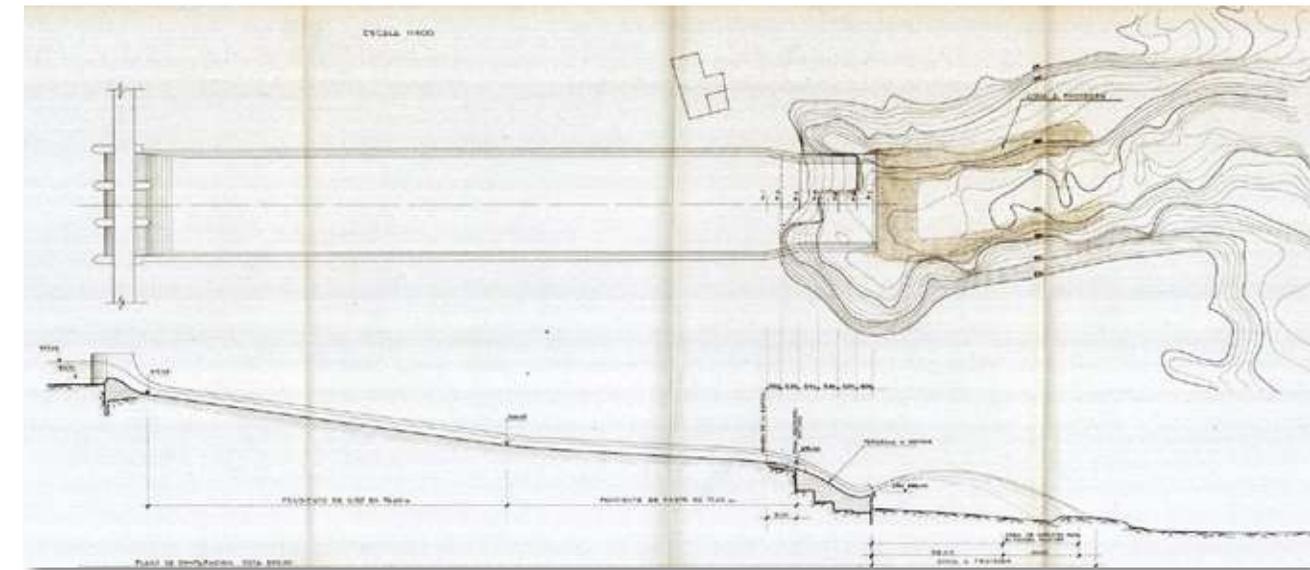


Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración (4) 60 46/4708 77 A1.

Entre los meses finales de 1964 y julio de 1965 se continuaron también los ensayos del aliviadero del collado en el laboratorio de hidráulica del Centro de Estudios Hidrográficos. Al haber cambiado la topografía del cauce como consecuencia de los vertidos, la solución propuesta en 1962 resultaba inviable por ser muy costosa. Se modificó, adaptando las pilas en el arranque del canal para ajustar las ondas en un nuevo trazado, desviándolo un poco y cambiando la rasante de la rápida para adaptarse mejor al terreno, pero manteniendo la longitud propuesta⁵⁴¹. Sin embargo, esta idea se abandonaría, pues se consideró que para un acondicionamiento provisional la solución más conveniente sería la construcción de un cuenco mediante un azud bien cimentado al final del tramo revestido del canal existente, que terminara en un trampolín para lanzar el caudal vertiente a un punto suficientemente alejado de su pie, sin acometer la prolongación estudiada en los ensayos (figura 4.140).

541 Centro de Estudios Hidrográficos, CEDEX, IDD 285. Informe sobre los ensayos en modelo reducido del aliviadero lateral de la presa de El Vado, diciembre 1964 / julio 1965. Proyecto/ 1-2A-2-6 /. Mencionado en Prado Pérez del Río, J. y Arques Soler, F.: Centro de estudios hidrográficos del CEDEX..., 2008, p. 240.

Figura 4.140. Proyecto de nuevo aliviadero de la presa de El Vado –obras urgentes. Ingeniero: Fernando Sáenz de Oiza. 30 de abril de 1965. Hoja4 Acondicionamiento provisional del Aliviadero, Planta y sección longitudinal. E. 1:100. Plano y alzado



Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración (4) 60 46/4708 77 A1.

El presupuesto de ejecución material de esta solución se calculó en 22.376.040,28 pesetas, y por contrata en 25.956.206,72 pesetas. Dado el carácter especial de la obra y su urgencia, habría de contratarse por el sistema del concierto directo con un plazo de ejecución de ocho meses.

En 15 de junio de 1965 se aprobó el proyecto del nuevo aliviadero, que había sido redactado en 30 de abril y en agosto se autorizó la ejecución de las obras por el sistema de concierto directo, con ocho meses de plazo de ejecución, adjudicándose en 20 de octubre de 1965 a la compañía de FF.CC. de Medina del Campo a Zamora y de Orense a Vigo (MZOV) por su proposición de 25.904.294,30 pesetas⁵⁴².

La División de Vigilancia de Presas seguía con detalle y verdadero interés la marcha de estas obras. Como consecuencia del informe emitido por aquella el 22 de enero de 1966, la Dirección General de Obras Hidráulicas determinó que se adoptase la solución recomendada por el laboratorio de hidráulica del Centro de Estudios Hidrográficos.

542 AGA (4) 60 46/4709 77A-1. Ministerio de Obras Públicas, Confederación Hidrográfica del Tajo, Riegos del Jarama, Provincia de Guadalajara. Proyecto reformado del nuevo aliviadero de la presa de El Vado –obras urgentes. 30 de junio de 1966. Ingeniero Fernando Sáenz de Oiza.

Pero las circunstancias cambiaron de forma notable como consecuencia de la visita de la División de Vigilancia de Presas el 10 de marzo de 1966 y de las diversas reuniones que tuvieron lugar posteriormente para tratar el tema. Se redactó, por parte de esa División, una nota informativa en la que se explicaban las vicisitudes ocurridas y se dieron directrices de detalle sobre la solución a adoptar en un nuevo proyecto reformado.

Tanto el proyecto primitivo como el reformado comprendían dos obras bien diferenciadas: la protección de pie de presa principal y el aliviadero provisional.

11.2. El aliviadero frontal. Protección del pie de presa

En el proyecto reformado, el ancho del cuenco se mantenía en 32 m, y la sección longitudinal del mismo no sufrió modificación alguna. Este cuenco estaba dimensionado y se había comprobado su funcionamiento para la solución inicial prevista, es decir, que la presa sería recrecida 6 m, con un aliviadero de labio fijo con un perfil tipo Bradley, sin compuertas, siendo la cota del máximo embalse normal la 923,45 m.

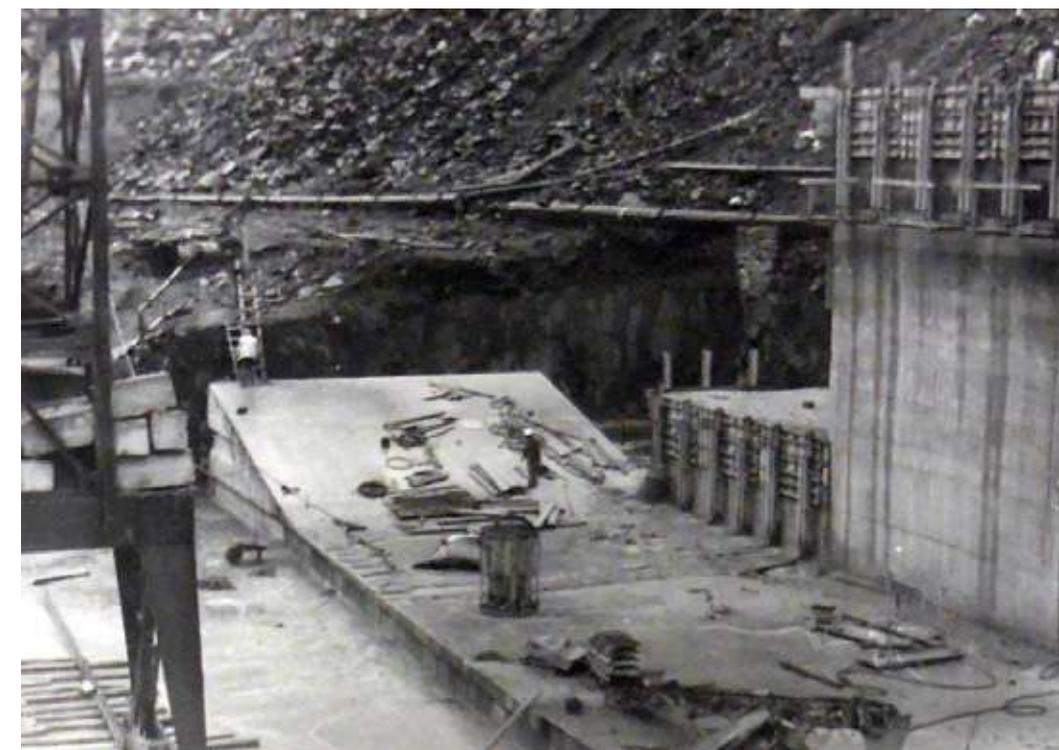
Posteriormente, y a petición de la Superioridad, se había ensayado la solución de presa recrecida con aliviadero dotado de compuertas y, al igual que en el caso del aliviadero de labio fijo, con un caudal de diseño de 600 m³/s, por lo que se consideró que dimensionar el cuenco para un caudal de 900 m³/s carecía de sentido por lo caro que resultaba, sin ofrecer a la par beneficio alguno.

El régimen de explotación previsto establecía que las compuertas se mantuvieran levantadas y se funcionara como un aliviadero de labio fijo durante todo el periodo de avenidas; únicamente al principio del estiaje y cuando ya no fueran de temer grandes avenidas, se podrían bajar las compuertas para poder aprovechar el aumento de embalse producido por el recrecimiento.

En todo caso, se introdujeron dos modificaciones en el cuenco, y que lo encarecía; a saber: altura y tipo de muros cajeros. La cota de coronación de los cajeros estaba en el primitivo proyecto en la 872 m, mientras que en el reformado se fijó en la 874. La segunda modificación se refiere al tipo de muros cajeros; estaban proyectados sin aletas, pero el laboratorio de hidráulica recomendó abandonar esa solución porque podía producir remolinos y dar lugar a erosiones importantes en las laderas. El reformado proponía unas aletas normales en los cajeros que se empotraban en la roca de las laderas. Además, se dotó al conjunto de un sistema completo de drenajes para evitar los efectos de la subpresión bajo la solera y las presiones excesivas del agua en el trasdós de los muros.

El cuenco funcionaría de momento solo para amortiguar la energía de los desagües de fondo. Para el buen funcionamiento durante este periodo transitorio, y por razones estéticas, se proyectaban unas obras que se demolerían posteriormente (Figura 4.141).

Figura 4.141. Obras en el cuenco amortiguador situado al pie de la presa de El Vado, mirando desde la margen izquierda a la derecha, hacia agua abajo. Obsérvese la rampa para el lanzamiento del agua hacia la continuidad del cauce. 15/10/1966

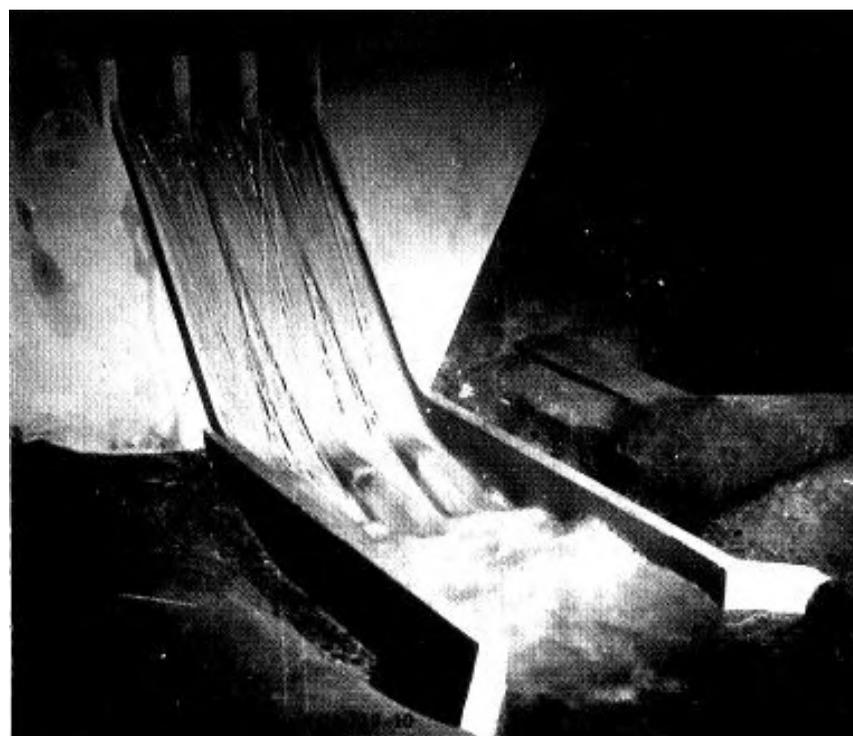
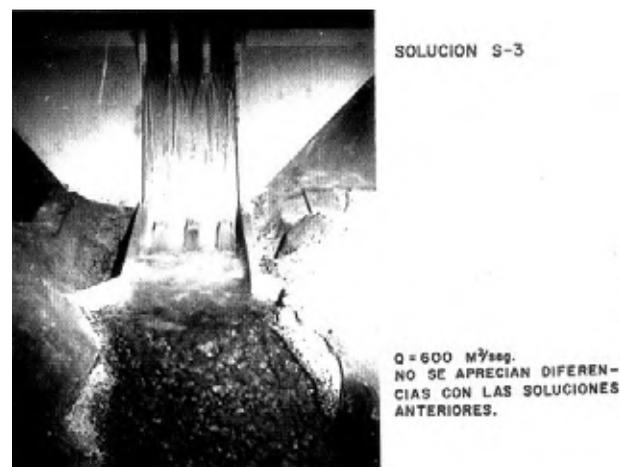


uente: AMF leg. 33.901, 03.118-108-2201, año 1966.

En marzo de 1967 el laboratorio de hidráulica del Centro de Estudios Hidrográficos emitió un informe sobre los resultados del ensayo en modelo reducido del nuevo aliviadero, recomendando una solución⁵⁴³ en la que los vertidos importantes quedaban amortiguados mediante un resalto, producido en el cuenco cuya solera estaba dotada de tres dientes en el centro de los vanos, de 3,50 m de anchura, en la cota 870. Se probaron vertidos con las compuertas abiertas por completo o individualmente (hipótesis de fallos en su apertura), y los resultados fueron satisfactorios, aunque se recomendó profundizar el colchón a la salida del cuenco, para mejorar la disipación de energía (figuras 4.142 y 4.143).

543 Centro de Estudios Hidrográficos, CEDEX, Ministerio de Fomento. Proyecto de obras complementarias del aliviadero de El Vado, 1967. IDD 179. La solución recomendada era la "S3". Se menciona este informe en Prado Pérez del Río, J. y Arques Soler, F.: Centro de estudios hidrográficos del CEDEX..., 2008, p. 242.

Figuras 4.142 y 4.143. Proyecto de obras complementarias del aliviadero de El Vado. IDD 179. Informe Aliviadero El Vado -IDD 179- 1967. Fotografías de la solución S-3 para el aliviadero, con prueba a 600 m³/s



Fuente: Centro de Estudios Hidrográficos, CEDEX, Ministerio de Fomento.

11.3. El collado convertido en aliviadero provisional

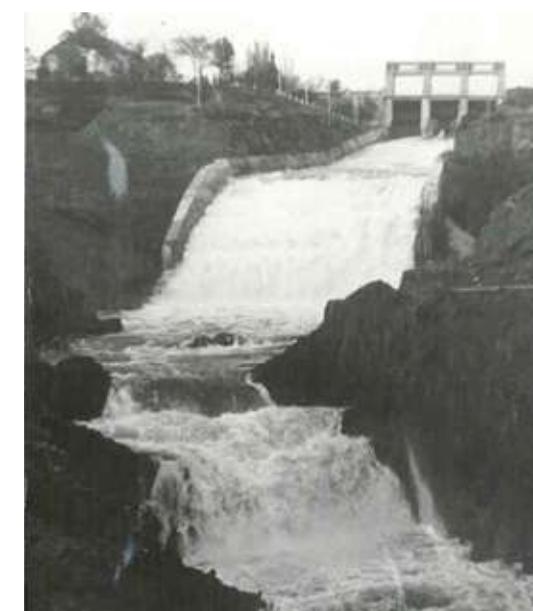
Las crecientes necesidades de abastecimiento de agua a Madrid habían convertido a El Vado en una pieza clave, por lo que no se podría prescindir de su aportación hasta que estuviera terminado y lleno el embalse de El Atazar. El recrecimiento de la presa del El Vado y su transformación en presa vertedero, sin vaciar el embalse, habría de demorarse al menos cinco o seis años, tiempo durante el cual debía de funcionar el aliviadero del collado, por lo que era necesario acometer su acondicionamiento provisional.

La solución elegida se basaba en producir el resalto hidráulico a la caída de la parábola del final del canal de descarga revestido. Este resalto se lograría rebajando la solera del colchón a costa de aumentar el volumen de la excavación, y a base de elevar el calado de aguas abajo.

El último año hidrológico había sido muy abundante, por lo que entre noviembre de 1965 y abril de 1966 se desaguó por el aliviadero un total de 239,4 hm³, siendo relevantes los desagües de enero y febrero de 1966, cuando superaron los 60 hm³.

Como consecuencia de estos vertidos, se produjeron erosiones importantes, especialmente en la zona donde iba a ir situada la presa de cierre del barranco [figuras 4.144 y 4.145]. La solución que se proyectó de prolongar el canal aumentaría extraordinariamente el coste sin lograr una protección eficaz, por el fuerte desnivel entre el final de la trinchera y el río. Por eso ahora los ingenieros se decidían por descartar esta solución y, en su lugar, proponían escalonar el vertido, que era más económico, situando aguas abajo del canal existente dos pequeños azudes sucesivos que producirían un régimen de flujo con menores velocidades (Figuras 4.146-4.147).

Figura 4.144. Aliviadero lateral de El Vado, evacuando agua, septiembre de 1966



Fuente. MAGRAMA, DGA,
00002348031900320105014.

Figura 4.145. El aliviadero lateral en junio de 1969. Perspectiva desde el extremo del canal, con el colchón amortiguador y la erosión producida en ambas márgenes por los vertidos



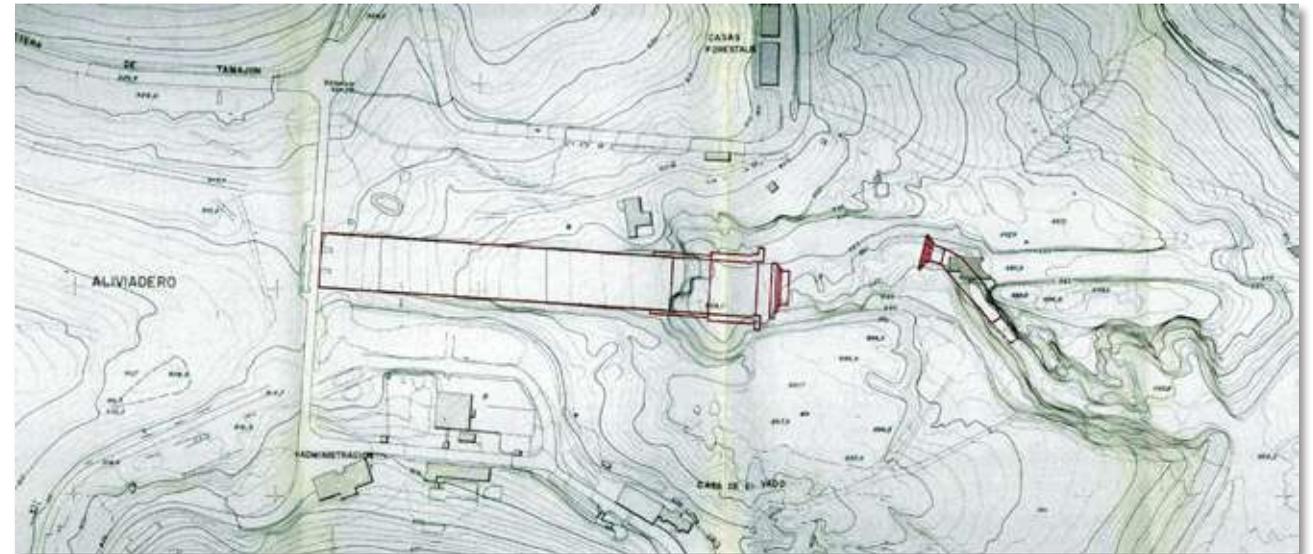
Fuente: MAGRAMA, DGA, 0002348031900320105013.

Figura 4.146. Barranco agua abajo del aliviadero del Collado, con el terreno marcado con jalones para situar el segundo azud de retención de los vertidos. 15/10/1966



Fuente: AMF leg. 33.901, 03.118-108-2201, año 1966.

Figura 4.147. Aliviadero lateral de El Vado, propuesta de 1967



Fuente: MAGRAMA, DGA, 000023480319003201010205010.

Nuevamente se prepararon modelos reducidos para estudiar las actuaciones más idóneas para dotar al aliviadero lateral de la máxima seguridad, pero limitando el gasto en la mayor medida posible. Se probó el lanzamiento al final del canal mediante un trampolín, pero aunque el impacto del agua se alejaba hasta unos 60 m, la erosión no se evitaba. También se probó colocando tetrápodos para evitar la erosión, pero apenas protegían 7 m aguas abajo del trampolín. La continuidad rectilínea de la corriente aguas abajo se garantizaba mediante la elevación de los muros hasta la cota 888 y ensanchando en 7 m el canal de salida, desplazando 7 m el cajero izquierdo

11.4. La ejecución de las obras

El Servicio de Vigilancia de Presas seguía con atención la evolución de las obras, como consta en los numerosos informes de sus visitas. En el informe del 20 de octubre de 1966⁵⁴⁴, se explicaban y confirmaban los motivos de la redacción del proyecto reformado sobre el nuevo aliviadero y el acondicionamiento provisional del existente, en particular, tras la evacuación de los importantes volúmenes desaguados por el aliviadero del collado. Aprobaba y justificaba las reformas del proyecto, acompañándolas de fotos de la visita efectuada el día 15 de octubre.

544 AMF, leg. 33.901, 03.118-108-2201 Nuevo aliviadero El Vado 1966.

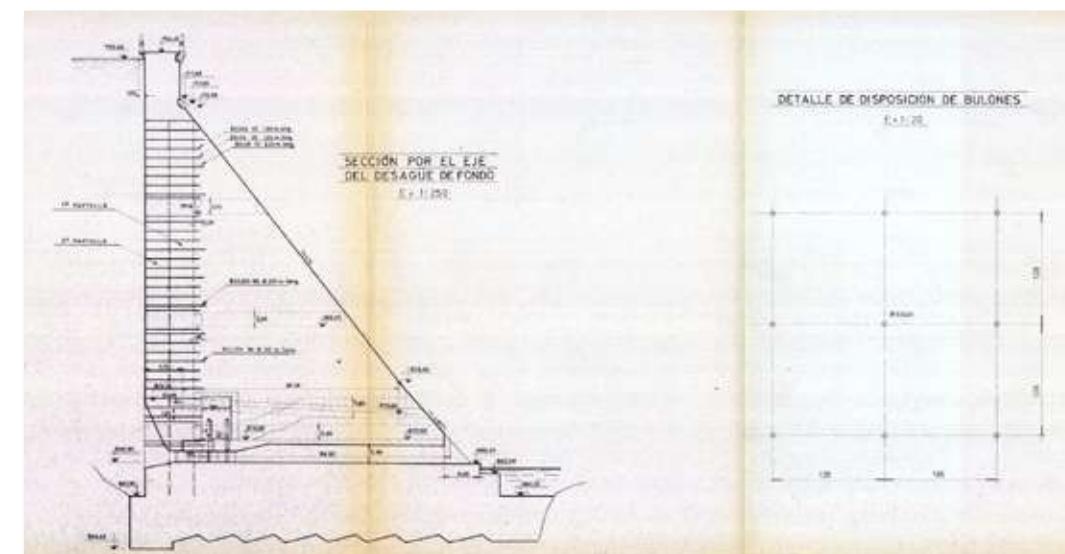
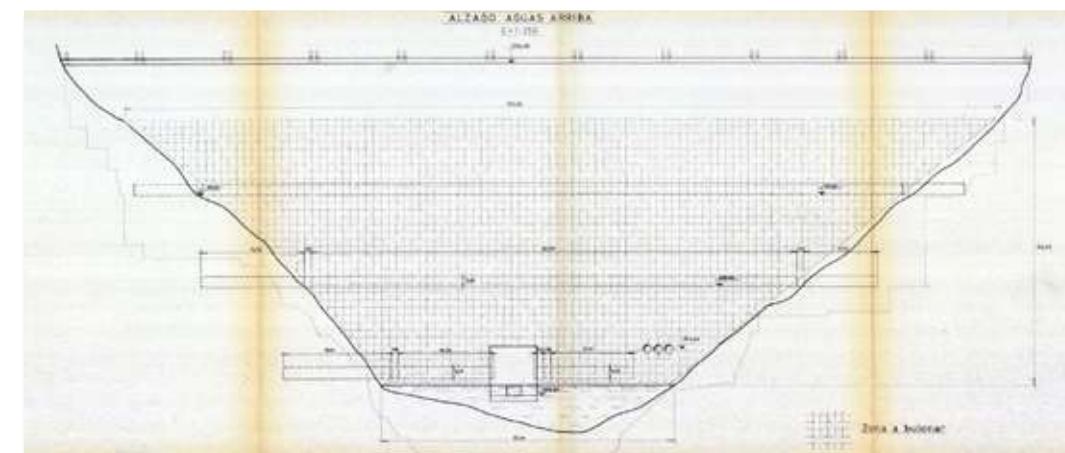
El nuevo presupuesto de contrata ascendía 40.731.591,83 pesetas. Comparándolo con el anterior se produce un adicional de 14.775.385,11 pesetas (52%). El plazo de ejecución se prolongaba hasta el 31 de diciembre de 1967, aunque fueron recibidas finalmente el 11 de junio de 1968. En la liquidación⁵⁴⁵, la valoración general asciende a 38.650.666,55 pesetas, contra un presupuesto (líquido vigente) de 40.650.128,64 pesetas, lo que representaba una economía de 1.999.462,09 pesetas⁵⁴⁶.

Entre la obra proyectada y la obra ejecutada había diferencias notables. Dentro del artículo 1º, protección del pie de presa, lo ejecutado coincidía con lo proyectado. En el artículo 2º, “acondicionamiento provisional del aliviadero”, había diferencias por reducción del volumen de excavación en la apertura del cauce debido a la erosión. Como se produjeron muchos daños en los hormigones, hubo que repararlos. Del hormigón ciclópeo previsto para relleno de la parte erosionada, no se había ejecutado nada. El volumen de gavión metálico era bastante inferior al proyectado.

En agosto de 1967 el ingeniero encargado de las obras informaba a la Dirección General de Obras Hidráulicas de la necesidad de redactar un segundo reformado, y el 8 de abril de 1968 se resolvió declarar por finalizadas las obras del nuevo aliviadero, ordenar a la Confederación Hidrográfica del Tajo practicar la liquidación de dichas obras, y finalmente ordenar la redacción de un proyecto de concurso de proyectos y ejecución de las obras de “Transformación en presa vertedero de la actual del embalse de El Vado”.

De forma simultánea a lo que se acaba de relatar, entre los problemas que habría que resolver para mejorar la estanqueidad de la presa se pensó en un tratamiento que mejorase el enjarje entre las distintas fábricas de hormigón, en cuyas juntas o zona de contacto, parecían favorecerse las filtraciones. El 27 de febrero de 1965 se encargó al Servicio Geológico de Obras Públicas la redacción de un proyecto de “Consolidación e impermeabilización con inyecciones y redes de drenaje de las presas principal y secundaria del embalse de El Vado”. El Servicio de Vigilancia de Presas determinó que el tratamiento elegido sería mediante bulonado entre las dos pantallas existentes en el paramento de aguas arriba de la presa, con un espesor de 6 m. Este procedimiento, que se había experimentado con éxito en el canal del Atazar, se aplicaría perforando taladros para alojar bulones de longitud variable entre 7,5 y 8,5 m. En consecuencia, el 16 de octubre de 1965 la Dirección General de Obras Hidráulicas ordenó a la Confederación Hidrográfica del Tajo realizar el proyecto de bulonado de las dos pantallas adosadas al paramento de aguas arriba de El Vado, procediendo a redactarlo el ingeniero Sáenz de Oiza⁵⁴⁷ (figuras 4.148 y 4.149).

Figuras 4.148 y 4.149. Proyecto de bulonado de las dos pantallas existentes junto al paramento de aguas arriba de la presa de El Vado con el cuerpo principal de esta obra. Hoja única, Alzado aguas arriba, sección y detalle. E. 1:250. Octubre 1965. Ingeniero Fernando Sáenz de Oiza



545 AGA (4) 60 46/4710 77-A-1. Liquidación de las obras de nuevo aliviadero de la presa de El Vado - Obras urgentes-. TT/MM. de Tamajón, Retiendas y Valdesotos (Guadalajara). Ingeniero Fernando Sáenz Oiza. Año 1968.

546 Restando a la valoración general de las obras la suma de las certificaciones expedidas, resultaba un saldo a favor del contratista de 547,63 pesetas.

547 MAGRAMA, DGA, 000023480319003202020001008.

Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración (4) 60 46/4712.

El presupuesto de ejecución por contrata de este proyecto ascendió a 9.421.308,30 pesetas y fue adjudicado el 28 de agosto de 1966 a la compañía MZOV, por un importe de 9.302.599,81 pesetas, debiendo finalizar las obras el 31 de julio de 1969⁵⁴⁸. Se comenzaron los trabajos de forma regular, pero, por sendas órdenes de la Dirección General de Obras Hidráulicas del 8 de abril y del 13 de mayo de 1968, se dispuso suspender de forma definitiva las obras y resolver el contrato, porque en la zona inferior de la presa, se había detectado una subida del nivel del agua en el otoño de 1966. Tras reconocerse la obra ejecutada, que no presentaba defectos en su realización, se valoró en 4.075.335 pesetas, quedando un saldo contra el Estado de 257.631 pesetas, liquidadas en 17 de mayo de 1970.

Mientras tanto, el Servicio Geológico de Obras Públicas estaba realizando las perforaciones para inyecciones y drenes en la presa principal de El Vado, como se comenta en la visita del Servicio de Vigilancia de Presas del 15 de julio de 1965; esta actividad exigió la implantación de un sistema de andamios colocados en el talud de aguas abajo, para instalar las perforadoras verticales (figuras 4.150-4.152). Al frente de esta operación se encontraba el ingeniero Lorenzo Blanc, que ya había trabajado en inyecciones en la presa en etapas anteriores. Esta tarea podría realizarse en mes y medio, contando con más trabajadores, pues tenía solamente cuatro especialistas trabajando con él, y uno había fallecido en un accidente por una descarga eléctrica hacía un mes.

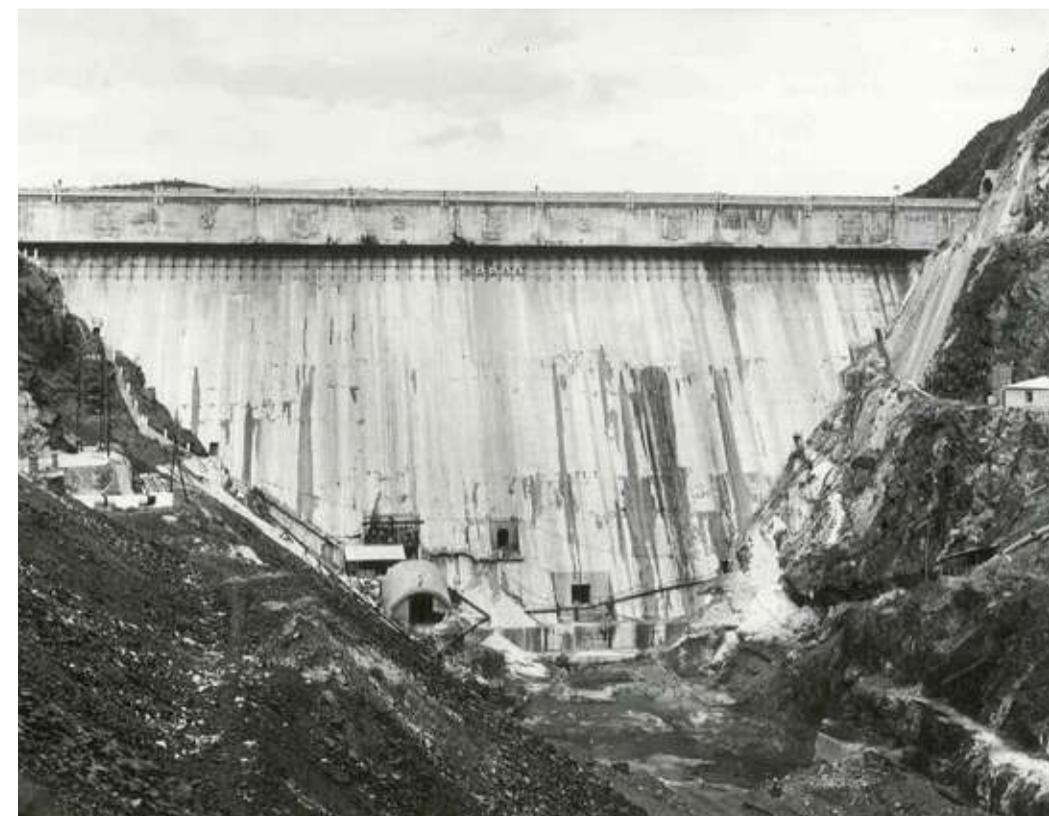
Figuras 4.150 y 4.151. Perforación de drenes en El Vado, empleando un andamio sobre el paramento de aguas abajo, cerca de la coronación. Junio 1965 y sin fecha, 1965



Fuente: MAGRAMA DGA 00002348031900320105008 y 196500002348031900320105001.

548 AGA 4(60) 46/4712 77-D. Proyecto de bulonado de las dos pantallas existentes junto al parámetro de aguas arriba de la presa de El Vado con el cuerpo principal de esta obra. Ingeniero: Fernando Sáenz de Oiza 16/10/1965. Aprobado el 26/10/65. La adjudicación en BOE 216, de 9 de septiembre de 1966, p. 11.645.

Figura 4.152. Vista frontal de El Vado, Obsérvese el andamio sobre el paramento de aguas abajo, cerca de la coronación, para perforación de drenes. Septiembre 1965



Fuente: MAGRAMA DGA 00002348031900320105008.

11.5. Reformas en el poblado de El Vado y caminos a Retiendas y Tamajón

De forma complementaria también se construiría un tramo de camino de servicio El Vado-Bonava⁵⁴⁹, de 544,72 m para enlazar mejor con la carretera a Guadalajara, y se acometerían obras de mejora en el trazado de dicho camino, a lo largo de 7 km, cuyo importe por contrata ascendía a 8.761.468,97 pesetas, y sería adjudicado en 1966 a Jesús Vereda Librero, por 6.650.000

549 AGA 4(60) 46/4712 77C-1. Proyecto de camino de acceso a la presa de El Vado por Retiendas. Ingeniero: Sáenz de Oiza. Año 1965.

pesetas⁵⁵⁰. Previamente se habían iniciado expedientes de expropiación en el monte Vallencina y Robledo, tanto al Patrimonio Forestal del Estado⁵⁵¹, como a vecinos de Retiendas⁵⁵². También se reparó el camino a El Vado desde Tamajón, cuyo concurso fue ganado por Antonio Rubio por 2.673.392,88 pesetas, respecto al presupuesto por contrata, calculado en 3.150.728,20 pesetas⁵⁵³.

Asimismo, en mayo de 1967 viendo que se prolongaban las obras, se determinó acondicionar el poblado de El Vado, que requería reformas en edificios que en algún caso tenían más de medio siglo de ocupación⁵⁵⁴ y el conjunto del poblado se encontraba deteriorado. Había que demoler los edificios que se abandonaban y reformar los que pudieran aprovecharse. Entre ellos, eran reformables la casa albergue y la casa de tres plantas y descartables el grupo de tres viviendas y los barracones. Resulta ilustrativo para conocer la población de El Vado, que la plantilla de la Confederación Hidrográfica del Tajo, destinada a la conservación y explotación del embalse y de los caminos de servicio, la componían ocho familias con residencia en el poblado. En aquellos momentos vivían tres de ellas en el grupo de tres viviendas a demoler, dos en la casa-albergue y una en la casa de tres plantas. En el futuro vivirían cinco familias entre la casa de tres plantas y la casa-albergue, una vez reformadas, y tres en las nuevas viviendas a construir en esta primera fase (figura 4.153). Las tres nuevas viviendas estarían situadas a continuación del poblado actual para economizar gastos de servicios comunes, alumbrado, saneamiento, abastecimiento de agua, en una ladera con amplia visibilidad sobre el valle y con orientación sur. El presupuesto de ejecución material se cifró en 1.289.510,19 pesetas, y el de ejecución por contrata en 1.495.831,79 pesetas.

Pocos años más tarde, en 1970, también se procedió a renovar la captación de agua que abastecía al poblado de El Vado, desde el monte Barranco de la Jara, donde se situaba el manantial⁵⁵⁵. La construcción de este abastecimiento databa de 1918 mediante atadores de barro. En 1929 se sustituyó la tubería por otra de hierro, y tras 40 años de uso estaba en muy mal estado, con numerosas pérdidas, por lo que se colocaría una de fibrocemento.

Figura 4.153. Acondicionamiento del poblado de El Vado. 1ª fase. Construcción de tres viviendas. E. 1:3500 y 1:100. 1967. Ingeniero Fernando Sáenz de Oiza



550 BOE 82 de 6 de abril de 1966, p. 4.112.

551 CHT OT presa de Alcorlo. Escritos de 24 y 28 de septiembre de 1964. El ingeniero jefe del Servicio de Expropiaciones de la Dirección General de Obras Hidráulicas, comunica al ingeniero representante de la Administración en el Embalse de El Vado, la necesidad de expropiación de una faja de terreno de 30 m de anchura, 15 m a cada lado del eje del camino de servicio de El Vado a la presa de Bonaval, con motivo de las obras de construcción de aliviadero de la presa de El Vado. La expropiación afectaba a los montes "Bienes Comunales" y "Vallencina y Robledo" (nº 100 del CUP de Guadalajara), del Ayuntamiento de Retiendas. Se pedía enviar un plano de la zona afectada para proceder a la redacción de las hojas de aprecio del terreno objeto de expropiación. No hay más información sobre extensión de la zona afectada.

552 BOE 59, de 10 de marzo de 1967, pp. 3347-3348. A.M. Retiendas, correspondencia. 09/11/1963 Trámites en el expediente de expropiación nº 238. El Vado. Solicitud de la entrega de 105 notificaciones del ingeniero jefe del Servicio de Expropiaciones de la CHT, que fueron enviadas al alcalde de Retiendas el 9/11/1963, para su entrega a los afectados por las expropiaciones necesarias por las obras del camino El Vado-Bonaval, tramo I, y se devuelvan los acuses de recibo a la CHT. En otro escrito se envía el acuerdo de 6/11/1963 para su exposición pública durante 15 días. La relación de los propietarios afectados se publicó en Nueva Alcarria y el BOE y BOP, los días 15, 22 y 27 de junio de 1963, y en el tablón de edictos del Ayuntamiento de Retiendas. El Ayuntamiento era propietario de la finca nº 1 de la relación, que era colindante con otra de 1,79 ha que estaba entre las afectadas por la expropiación para las obras del nuevo aliviadero de la presa de El Vado, sobre las que se había iniciado información pública. Por ello, se modifica el expediente indicando que se expropiaría al Ayuntamiento un total de 5,5541 ha.

553 BOE nº 249 de 18 de octubre de 1966, p. 249.

554 AGA 4(60) 46/4712 77-P. Proyecto de acondicionamiento del poblado de El Vado. 1ª fase: construcción de tres viviendas (en término municipal de Retiendas). Ingeniero: Fernando Sáenz de Oiza. Año 1967.

Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración (4) 60 46/4712 77-P.

Un año más tarde, en 1968, se liquidó la instalación eléctrica en baja tensión en el embalse, cuyo presupuesto fue elaborado en 1956 y adjudicado en 1959, aunque por reducciones varias, quedó en 45.197,50 pesetas⁵⁵⁶.

555 Consejería de Agricultura y Medio Ambiente, Guadalajara. Elenco 3019. Monte Barranco de la Jara. Ayuntamiento de Tamajón. Escrito 9/05/1970 del Ingeniero Jefe de la Sección Este de la Confederación Hidrográfica del Tajo de la Dirección General de Obras Hidráulicas al Ingeniero Jefe del Servicio Hidrológico Forestal de Guadalajara, del Patrimonio Forestal del Estado. Se solicitaba autorización para renovar la conducción de agua potable a la Casa Administración y Poblado de El Vado, que habría de hacerse en el monte "Barranco de la Jara", GU-3.019. Se autoriza 18/05/1970, pasando un cargo por daños que se produjeran en la repoblación, y manteniendo el caudal acostumbrado en la toma de 1 l/s de la que disfrutaba el vivero forestal de El Vado.

556 AGA (4) 60 46/4707 77 Tomo 7º. Ministerio de Obras Públicas, Confederación hidrográfica del Tajo. Liquidación de instalación eléctrica en baja del pantano de El Vado. Contratista: Joaquín Solís Peñalosa. Ingeniero: Fernando Sáenz de Oiza. Año: 1968. Presupuesto y adjudicación por 49.976,43 pesetas, pero se ahorran 4.779,93 pesetas en la ejecución.

11.6. Instalación de una caseta de radio para vigilancia de avenidas por la Confederación Hidrográfica del Tajo (1966)

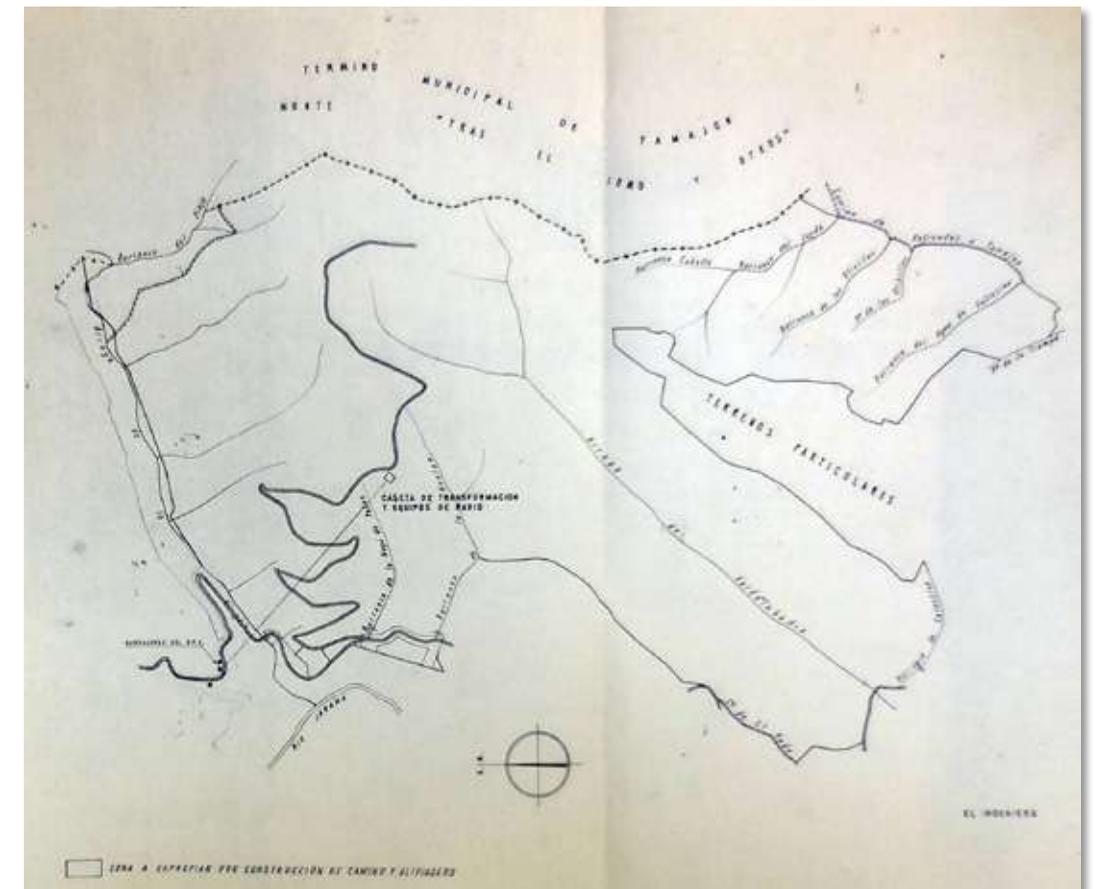
Desde la Confederación Hidrográfica del Tajo se acometieron los primeros sistemas de control remoto mediante emisoras de radio para la gestión de sus presas. El objetivo era primordial era poder gestionar las avenidas, y contar con una comunicación rápida con las oficinas centrales sobre incidencias en las construcción de presas y explotación de las mismas, control en la distribución del agua, etc. En mayo de 1966 se iniciaron los trámites para instalar en El Vado una estación de radio, en el monte Vallencina-Robledo, en el término municipal de Retiendas, gestionado por la División Hidrológico-Forestal del Estado⁵⁵⁷. Se realizaron los correspondientes expedientes de expropiación para su implantación y para la línea eléctrica necesaria en su funcionamiento, ocupándose en octubre del año mencionado la extensión necesaria para el solar de la caseta y el corredor para el tendido eléctrico⁵⁵⁸. En marzo de 1968 se notificaba el desprendimiento de parte del cable de la línea de la emisora que había instalado la Confederación Hidrográfica del Tajo⁵⁵⁹. La caseta aún se conserva en 2014.

557 Consejería de Agricultura y Medio Ambiente, Guadalajara. Elenco GU-3034 Vallencina y Robledo, de Retiendas. Nº 100 de catálogo de Utilidad Pública, propiedad del Ayuntamiento de Retiendas (Guadalajara). El 3 de mayo de 1966 la CHT solicitó autorización al Patrimonio Forestal del Estado para instalar una estación de radio con una antena de 15 m y una línea eléctrica, habiéndose de expropiar un corredor de 660 m por 7 m de ancho, y 320 m² para la caseta. El concurso de proyecto de esta instalación fue aprobado el 29 de mayo de 1964 por la Dirección General de Obras Hidráulicas. En 30 de abril de 1968, el Servicio Hidrológico Forestal de Madrid autorizaba la expropiación del terreno correspondiente.

558 AM Retiendas. Correspondencia. 13 de mayo de 1966. Gamaliel Martínez, ingeniero jefe del Servicio de Aplicaciones Industriales de la Confederación Hidrográfica del Tajo solicita al Ayuntamiento de Retiendas instalar una línea de alta tensión y una caseta para estación de radio en el monte Vallencina y Robledo, para una estación de radiotelefonía en una red destinada a la prevención de avenidas. Se adjunta plano. El 24 de mayo de 1966 el alcalde de Retiendas respondía a la CHT indicando que se debía solicitarse autorización al Patrimonio Forestal del Estado por los daños al arbolado, e iniciarse un expediente de expropiación. En 22 de octubre de 1966 el ingeniero jefe del Servicio de Aplicaciones Industriales CHT recordaba la solicitud ya cursada el 13 de mayo anterior, para lo que ya contaban con la autorización verbal de la 1ª División Hidrológico-Forestal, y pedían ahora la del alcalde, a la espera del trámite de expropiación. El 27 de octubre el ingeniero jefe del Servicio de Expropiaciones de la CHT comunicaba al alcalde de Retiendas el inicio de la expropiación de 3.260 m², y le solicitaba autorización para las obras. El 29 de octubre escribía el alcalde al ingeniero jefe de la 1ª División Hidrológico-Forestal y al Servicio de Expropiaciones de la CHT, para tuvieran al corriente al Ayuntamiento de Retiendas de la tramitación del expediente de expropiación, puesto que el monte era de propiedad municipal. En otro escrito, en borrador, el alcalde Gregorio Gamo, autorizaba la ocupación del monte para la línea eléctrica y las obra, mientras se tramitaba la expropiación.

559 Consejería de Agricultura y Medio Ambiente, Guadalajara. Elenco GU-3034 Vallencina y Robledo, de Retiendas.

Figura 4.154. Plano de la zona a expropiar para la construcción de camino y aliviadero, con la situación de la caseta de radio de la Confederación Hidrográfica del Tajo. E. 1: 10.000. año 1966



Fuente: JCCM. Consejería de Agricultura y Medio Ambiente, Guadalajara. Elenco GU-3034, Vallencina y Robledo, de Retiendas. Nº 100 de catálogo de Utilidad Pública, propiedad del Ayuntamiento de Retiendas (Guadalajara).

Figura 4.155. Caseta de radio de la Confederación Hidrográfica del Tajo en El Vado, con el tendido eléctrico de suministro a la derecha



Fotografía:
F. Fernández Izquierdo,
julio 2014.

12. LA TRANSFORMACIÓN EN PRESA VERTEDERO DE LA PRESA DE EL VADO (1969)

Los problemas que presentaba la presa y especialmente el aliviadero del collado motivaron la orden de la Dirección General de Obras Hidráulicas del 27 de febrero de 1965 de recrecer la presa 6 m y convertirla en presa vertedero, abandonando el aliviadero del collado. Este recrecimiento se ordenó realizarlo ensanchando la presa hacia aguas arriba (para evitar las filtraciones a través del hormigón, que se producían en aquellos momentos), lo que obligaba a vaciar el embalse durante la ejecución de las obras. Pero el abastecimiento de agua a Madrid no podía prescindir de los recursos del Jarama, al menos hasta que se dispusiera del embalse de El Atazar, por lo que no era posible recrecer la presa de El Vado. De las obras en ejecución, la parte relativa al cuenco para el vertedero frontal de la presa principal, ya estaba concluida. Sin embargo, el acondicionamiento del aliviadero lateral presentaba muchas dificultades por la erosión ocasionada por los vertidos.

A partir de los cambios introducidos en la modificación del aliviadero, la Administración sacó a concurso la redacción del propio proyecto y ejecución de las obras que se habían suspendido, esperando que las empresas concursantes aportaran soluciones novedosas a las que habían diseñado los ingenieros del Ministerio de Obras Públicas y de la Confederación Hidrográfica del Tajo. Las bases de este concurso fueron redactadas por el ingeniero responsable de El Vado, Fernando Sáenz de Oiza⁵⁶⁰ y aprobadas por la Dirección General de Obras Hidráulicas el 31 de octubre de 1968. Así, el objeto del proyecto base era facilitar la información necesaria para la contratación mediante concurso del estudio, proyecto y ejecución de las obras.

La solución para el vertedero que se incluía en el proyecto base era la estudiada en el laboratorio de hidráulica del Centro de Estudios Hidrográficos (figuras 4.142 y 4.143), en la que el vertedero llevaría compuertas (O.M. de 8/4/1968) y el conjunto de obras habrían de proyectarse con carácter definitivo para no reducir la capacidad del embalse. El carácter definitivo de las compuertas se justifica por las dificultades del pretendido recrecimiento, así como por la poca utilidad que tendría cuando se contara con la presa de El Atazar y el canal de trasvase del Jarama al Riato, que llevaría a este último embalse los caudales que no se pudieran almacenar en El Vado⁵⁶¹. Se incluían otras obras para facilitar el desarrollo de todo el recrecimiento, como el acondicionamiento de los desagües intermedios.

Durante las obras de construcción del vertedero quedaría interceptado el paso sobre la coronación, lo que no resultaba admisible. Por ello se incluyeron los caminos de acceso a las galerías de visita de la presa y a los desagües de fondo e intermedios, que se utilizarían durante las obras para restablecer la comunicación entre ambas márgenes. El carácter definitivo de las obras aconsejaba la inclusión del acondicionamiento de la presa en la parte no vertiente del paramento de aguas abajo, para que no hubiera contrastes absurdos con la zona destinada al aliviadero.

560 AGA (4) 60 46/4715. Proyecto base para el concurso de proyecto y ejecución de las obras de transformación en presa vertedero de la actual del embalse de El Vado. Ingeniero: Fernando Sáenz de Oiza. Año 1968.

561 Este enlace no se realizó, pues el canal del Jarama se puede conectar al canal de El Atazar, tras la confluencia de ambas arterias en el tramo entre El Pontón de la Oliva y Torrelaguna.

Se incluyó asimismo la edificación de tres viviendas para mejorar las condiciones de vida del personal, más tarde se construirían y reformarían otras. También estaba previsto erigir una capilla y extender la red de abastecimiento de agua a las edificaciones. El presupuesto fue elaborado por Sáenz de Oiza, de manera alzada, llegando a 47,25 millones de pesetas (tabla 4.48).

Tabla 4.48. Proyecto base para el concurso de proyecto y ejecución de las obras de transformación en presa vertedero de la actual del embalse de El Vado. 1968

CONCEPTO	IMPORTE (Pesetas)
Demolición parcial de la presa y construcción del vertedero, pilas y paso sobre coronación	17.500.000
Suministro y montaje de las compuertas del vertedero	4.000.000
Acondicionamiento de los desagües intermedios	3.500.000
Caminos de acceso a las galerías de visita de la presa y a los desagües de fondo e intermedio	2.500.000
Acondicionamiento de la presa en la parte no vertiente	4.000.000
Construcción de tres viviendas y una capilla	1.800.000
Abastecimiento de aguas y saneamiento del poblado	2.400.000
Riego asfáltico del camino de acceso al El Vado por Retiendas	1.800.000
Total ejecución material	37.500.000
20 % + 6 % de gastos generales y beneficio industrial	9.750.000
Total ejecución por contrata	47.250.000

Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración (4) 60 46/4715.

El concurso fue convocado el 31 de octubre de 1968 y el plazo de admisión de ofertas se fijó hasta el 19 de febrero de 1969, presentándose tres empresas: Fomento de Obras y Construcciones, MZOV y Agromán.⁵⁶² La adjudicación provisional del concurso se realizó el 30 de agosto de 1969 a la empresa Agromán⁵⁶³ que sería la encargada de redactar el proyecto de construcción de las obras bajo la dirección de Fernando Sáenz de Oiza, y de preparar un Plan de Obras ajustado a las Bases del concurso⁵⁶⁴. No obstante, en los informes de los ingenieros de la Administración respecto a este concurso, ninguna de las empresas había ofrecido soluciones especialmente plausibles⁵⁶⁵, con lo que la ejecución final alteró en parte las propuestas de la empresa adjudicataria. Finalmente, el proyecto de construcción se fechó en mayo de 1970. Toda la documentación de esta obra se reunió en la *documentación del contratista*, donde se detallan las partes que componen el proyecto⁵⁶⁶.

El periodo previsto para la ejecución de las obras se extendía entre el 1 de septiembre de 1970 al 31 de marzo de 1972, aunque finalmente se realizaron 17 certificaciones de obra entre agosto de 1971 y el 31 de diciembre de 1972, una revisión de precios en abril de 1973 y las dos certificaciones finales en mayo de 1974, entregándose la obra a finales de ese año.

562 AGA (4) 60 46/4715 y 4716. Aparte de la empresa ganadora se presentaron la empresa MZOV, que había trabajado también en El Vado y fue adjudicataria del canal del Jarama (54.405.422,00 pesetas de ejecución por contrata), y también presentó una oferta Fomento de Obras y Construcciones con dos soluciones alternativas (de 38,658 y de 31,754 millones de pesetas, también por contrata, aunque la cifra está enmendada en la oferta, y se apuntaban más de 33 millones de pesetas).

563 AGA (4) 60 46/4715. Concurso de proyecto y ejecución de las obras de transformación en presa vertedero de la actual del embalse de El Vado (Guadalajara). Referencias Técnicas. Agromán, S.A., Empresa Constructora. 1969. Este documento, junto a los de otros legajos, constituyen la documentación presentada por la empresa. Se conserva portada del sobre conteniendo la licitación, con fecha 18 de febrero de 1969, firmaba en representación de la empresa Francisco Segovia y Burillo.

564 AGA (4) 60 46/4715 77-P-O Proyecto de transformación en presa vertedero del actual embalse de El Vado. Plan de obras. – Agromán, S.A. Año 1969.

565 MAGRAMA DGA, 000023480319003202010403016. Informe sobre el "Concurso de proyectos y ejecución de las obras de transformación en presa-vertedero de la actual del embalse de El Vado", suscrito por el jefe de sección José Luis López Larrañeta, 10 de julio de 1969.

566 Se conserva una copia del proyecto en la Confederación Hidrográfica del Tajo, signatura 03.118.04. Se ha consultado la conservada en AGA (4) 60 46/4717, 4718 y 4719. Contiene: 77-PO Transformación en presa vertedero de la actual del embalse de El Vado. Proyecto de construcción -TT/MM Valdesotos y Retiendas (Guadalajara)-. Ingeniero, Fernando Sáenz Oiza. 47.112.333 pesetas. Año 1969. Documentación del contratista, Agromán, Empresa Constructora, S.A. En las cajas se incluye una fotocopia del cajón-cubierta original que contenía todos los documentos del proyecto, indicando a Fernando Sáenz de Oiza como ingeniero director. Encuadernados en archivadores de hojas intercambiables, en tela marrón y estampación de rótulos con tinta negra, y la signatura 03.118-104. 46/4717. Contiene: Documento nº 4, Presupuesto. Documento nº 2, Planos, Tomo I. 46/4718. Contiene: Documento nº 2, Planos, Tomo II. 46/4719. Contiene: Documento nº 1, Memoria. Documento nº 3, Pliego de condiciones.

LUIS YGES GÓMEZ

Ingeniero de Caminos Canales y Puertos. Promoción 1964

Nació en Madrid el 10 de septiembre de 1932 y murió en Majadahonda el 18 de mayo de 1998.

Al terminar la carrera entró en la sección de auscultación de Consulpresa, empresa proyectista de la presa de El Atazar. Tras pasar por otra oficina de proyectos, entró en la Confederación Hidrográfica del Tajo, con la que estuvo a pie de obra en la construcción de la presa de El Atazar.

Cuando finalizaron las obras de El Atazar, pasó a integrarse en el Canal de Isabel II.

Intervino directamente en los proyectos redactados en la presa de El Vado entre 1974 y 1977.

También participó en los proyectos de la presa de la Tajera (1975), Pozo de los Ramos (1977 y 1979) y en la elevación de San Lorenzo de El Escorial desde la Jarosa (1975).

En la liquidación del proyecto, realizada por el ingeniero que pasó a ocupar la jefatura de El Vado, Luis Yges Gómez, se comentan las vicisitudes de su desarrollo⁵⁶⁷. Mientras que al adjudicarse el concurso Fernando Sáenz de Oiza introdujo algunas modificaciones que redujeron el presupuesto a 40.051.632 pesetas, hubo que añadir el coste del puente-acueducto sobre el Jarama, para el paso del trasvase del Sorbe, por importe de 7.060.701 pesetas, con lo que el coste final ascendía a 47.112.333 pesetas, en cualquier caso, inferior al precio base del concurso. Se autorizó el gasto para las anualidades de 1971 y 1972, repartiendo 23,112 y 24 millones de pesetas respectivamente. La adjudicación definitiva se firmó el 14 de mayo de 1971, con 12 meses para ejecutar las obras. Al iniciarse los trabajos, el 16 de julio de 1971, se comprobó el mal estado del camino de Retiendas a El Vado, que consumiría mayor volumen de macadán que el previsto, así como que las válvulas y mecanismos de los desagües intermedios emplearía más trabajos que los calculados, pero como ambas circunstancias no aumentarían el presupuesto en más de un 10 %, se recogerían en la liquidación sin necesidad de aplicar nuevos precios. Tampoco podría acometerse la demolición de parte de la coronación por encontrarse muy lleno el embalse, con lo que se iniciarían otros trabajos hasta que el nivel del agua hubiera bajado. Por este motivo se amplió el plazo de entrega de las obras al 13 de enero de 1973. Durante el desarrollo de los trabajos se aplicó un primer presupuesto adicional por revisión de precios, por importe de 7.220.750 pesetas.

567 AGA sign. (4) 60 46/5825. Liquidación provisional de las de "Transformación en presa de vertedero de la del Embalse de "El Vado" y complementario al de transformación en presa vertedero de la del Embalse de El Vado. Término municipal de Valdesotos y Retiendas (Guadalajara). Luis Yges Gómez. Contratista "Agroman". 1974. Hay copia en CHT, 03.118.104. La liquidación definitiva en AGA (4) 60 46/5825 y 46/5826, 03-118-104/2442, ingeniero Luis Yges Gómez, abril 1977.

Figura 4.156. El Vado, vista del canal de encauzamiento del desagüe del aliviadero frontal, desde el estribo izquierdo de la presa, a la altura de la coronación. En la parte inferior derecha de la imagen, los desagües intermedios vertiendo agua. En el centro de la imagen, el puente-acueducto para el trasvase del Sorbe, en construcción. Ca. 1972



Fuente: MAGRAMA, DGA 00002348031900320406001.

Figura 4.157. El Vado, desagües intermedios. Acumulación de lodos descubierta al abrirlos para para sustitución de válvulas. Ca. 1971-72



Fuente: MAGRAMA, DGA 00002348031900320406001.

Figura 4.158. El Vado, Desagües intermedios. Sustitución de válvulas. Ca. 1971-72



FUENTE MAGRAMA, DGA 00002348031900320406001.

Además, se modificó el procedimiento de demolición de la coronación que, en lugar de hacerlo con martillos neumático, se ejecutó con precorte mediante voladuras con cargas explosivas limitadas (Figuras 4.159 a 4.162), cuya preparación retrasaba el ritmo de los trabajos. La delicada ejecución de esta labor, cuando ya había entrado en servicio el embalse de El Atazar y estaba casi lleno, no afectaba al abastecimiento de Madrid, por lo que no convenía forzar el ritmo de las obras y no habría penalización por retrasarlas respecto al plazo del contrato.

Figuras 4.159. El Vado, cortes para apertura del vano en el aliviadero frontal. Ca. 1972



Fuente: MAGRAMA, DGA 00002348031900320406001.

Figuras 4.160 a 4.162. El Vado, aliviadero frontal voladura para apertura del vano. Ca. 1972



Fuente: MAGRAMA, DGA 00002348031900320406001.

Se añadieron algunas modificaciones con respecto al proyecto de construcción aprobado. Primero, se aumentaba en 6 m más la longitud de los conductos blindados de los tres desagües intermedios, y el relleno del gran hueco existente que debilitaba la presa y era causa de filtraciones, al tiempo que se rellenaría con resina epoxi la unión entre el nuevo hormigón con la fábrica antigua. También habría que acondicionar una nueva embocadura para los desagües intermedios, excavando y retirando los escombros que los obturaban, colocar un muro de contención de la ladera, y una rejilla de protección de las válvulas. Se prolongarían los muros de contención del encauzamiento al final del cuenco, hasta las pilas centrales del puente acueducto. También se sanearía y prepararía mediante picado el hormigón viejo donde se revestiría el vertedero, y se inyectarían y perforarían los taladros de anclaje de los cables pretensados, al objeto de fijar sobre el paramento de la presa los nuevos cajeros para encauzar los vertidos. El importe de tales modificaciones elevaría el presupuesto adjudicado en un 18%, encargándose de su ejecución el contratista, sin necesidad de nuevos concursos, al amparo del artículo 153 de Reglamento de Contratación del Estado, como adjudicatario de la obra.

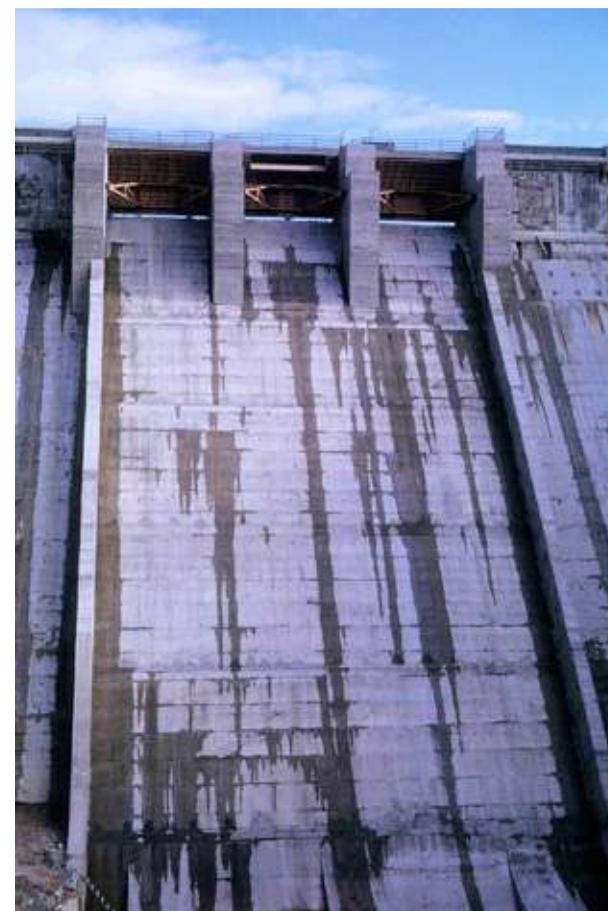
Figuras 4.163. El Vado, pretensado en el anclaje los cajeros del aliviadero frontal. Ca. 1972



Fuente: MAGRAMA, DGA 00002348031900320406001.

El 6 de marzo de 1973 se aprobó un nuevo presupuesto adicional, el segundo, por revisión de precios, con un importe de 944.234 pesetas. El presupuesto de las obras complementarias, con el proyecto redactado por el ingeniero Sáenz de Oiza, también se autorizó, el 14 de mayo de 1973, por un importe de 9.348.085 pesetas, y se adjudicó por OM de 22 de marzo de 1974 a Agromán, con 10 meses de plazo de ejecución. La recepción de las obras complementarias se verificó el 12 de noviembre de 1974 y las principales el 20 de diciembre de ese año⁵⁶⁸.

Figura 4.164. El Vado, aliviadero frontal con sus tres compuertas, una vez construido. Ca. 1974



Fuente:
MAGRAMA, DGA 00002348031900320406001.

568 A los actos de recepción de ambas obras asistieron por parte, de la Administración, Luis Felipe Franco Alfonso, comisario jefe de Aguas de la Cuenca del Tajo, Guillermo Carrillo Vargas, ingeniero director de la CHT, Fernando Sáenz de Oiza, ingeniero jefe del Departamento de Infraestructura Hidráulica y Regadíos; Luis Yges Gómez, ingeniero jefe de la 2ª Sección de Infraestructura Hidráulica y Regadío, y director de las obras, y por parte de la empresa Agromán Fernando Ledesma Corcuera.

En la tabla 4.49 se reflejan los importes de las obras que figuran en los proyectos aprobados y en el de liquidación.

Tabla 4.49. Liquidación (resumen) de la Transformación en presa de vertedero de la del Embalse de “El Vado” y complementario. 1974

CONCEPTO	IMPORTE (Pesetas)		INCREMENTO (%)
	PROYECTO	LIQUIDACIÓN	
Proyecto de demolición parcial de la presa y construcción de vertedero, pilas y paso sobre coronación	16.006.026	16.875.092	5,43
Suministro y montaje de las compuertas verticales	4.083.200	4.083.200	0,00
Acondicionamiento de los desagües intermedios	3.874.852	4.384.996	13,17
Caminos de acceso a galerías de visita de la presa y desagües de fondo e intermedios	1.965.500	2.298.344	16,93
Anejo, puente definitivo con acueducto incorporado	5.603.731	7.394.176	31,95
Acondicionamiento de la presa en la parte no vertiente	1.045.693	316.686	-69,72
Construcción de tres viviendas y una capilla	1.135.309	1.141.398	0,54
Abastecimiento de agua y saneamiento del poblado	1.043.346	1.116.493	7,01
Riego asfáltico del camino de acceso por Retiendas	2.633.084	3.493.504	32,68
Total ejecución material	37.390.741	41.103.889	9,93
20 % gastos generales, fiscales, administración empresa	7.478.148	8.220.778	9,93
6 % beneficio industrial del contratista	2.243.444	2.466.233	9,93
Total de la obra principal. Ejecución por contrata	47.112.333	51.790.900	9,93
Obras complementarias. Ejecución material	7.419.115	7.419.115	0,00
20 % gastos generales, fiscales, administración empresa	1.483.823	1.483.823	0,00
6 % beneficio industrial del contratista	445.147	445.147	0,00
Total obras complementarias. Ejecución por contrata	9.348.085	9.348.085	0,00
Total obras principal y complementarias. Ejecución por contrata	56.460.418	61.138.985	8,29

Teniendo en cuenta que el importe de la revisión de precios de todas las obras ascendió a 15.073.221 pesetas, y que las certificaciones emitidas supusieron 64.614.329 pesetas, resulta que el saldo contra la Administración en la liquidación fue de 11.597.877 pesetas. En resumen, de los 47.250.000 pesetas (1968) del presupuesto base de esta reforma se había pasado en la liquidación a un coste de ejecución de 76.212.206 pesetas (1974).

13. LA EXPLOTACIÓN DE LA PRESA. EL PROBLEMA DE LAS FILTRACIONES Y LAS ÚLTIMAS REFORMAS

13.1. Introducción

Desde su inauguración, entre 1954 y 1962 estuvo en servicio, incluso en ocasiones cerca de su nivel máximo de llenado, aunque despertaba desconfianza. Entre 1962 y 1967 se coordinaron con armonía la Confederación Hidrográfica del Tajo y el Servicio de Vigilancia de Presas, en reconocimientos y enmiendas, que fructificaron en los proyectos de reformas, algunas ya realizadas y otras en marcha. Desde 1967 a 1969 mientras se transformaba a presa-vertedero, se observaron especialmente los aforos de filtraciones, que no se habían corregido y cuyo caudal guardaba una relación directa con el nivel del embalse, mientras que testigos que se habían colocado en las galerías, en las juntas entre bloques contiguos, para comprobar posibles movimientos, no presentaban variaciones⁵⁶⁹. Mientras se realizaba el nuevo vertedero, en mayo de 1969, se realizaron varias visitas del Servicio de Vigilancia de Presas a El Vado, culminadas con una el día 11 de junio⁵⁷⁰. En esta visita se hacía memoria de la historia de la presa, analizando los períodos de su explotación. Conociéndose la larga y compleja historia, aunque se habían aplicado los tratamientos de inyecciones y perforación de drenes formada por un sistema de taladros de 2" a 5 m de distancia, excepto en la galería inferior a la roca, que estaban separados 2,5 m, los problemas de filtraciones no se habían conseguido solucionar, y el agua aparecía en las galerías e incluso afloraba por el paramento de aguas abajo. Por ello, Vigilancia de Presas recomendaba estudiar nuevas campañas de drenes e inyecciones⁵⁷¹, al tiempo que habría que analizar el efecto de un agua agresiva como la del Jarama, en la disolución de los hormigones empleados en la fabricación de la estructura. Habría que dedicar una atención especial a los

569 MAGRAMA, SVP, 000023480319003202010403017, Informe de 11 de junio de 1969, suscrito por Rafael Nieto Cufí.

570 Con asistencia de los ingenieros Guillermo Carrillo, Fernando Sáenz de Oiza, Juan del Río Munguira, por la CHT. Pablo Sahún, José Barrero y José Luis Fernández Casado, del Servicio Geológico de O.P. Rafael Nieto Cufí y Primitivo Bravo, del SVP. MAGRAMA, SVP, 000023480319003202010403017, Informe de 11 de junio de 1969, suscrito por Rafael Nieto Cufí.

571 MAGRAMA, DGA, 000023480319003203030004002. Varios informes de julio de 1969, recomendando aparte del seguimiento de la estructura con instrumentos de auscultación, una campaña de drenaje, especialmente con taladros inclinados desde las galerías hacia la confusa sucesión de pantallas, como red secundaria de drenes, más una tercera en abanico hacia agua abajo desde las galerías, aparte de la limpieza de los existentes. Se incluyen sus correspondientes planos. Los drenes deberían acabar en un tubo metálico recibido 70 cm en el hormigón, con su correspondiente tapa a la que se pudiera aplicar un manómetro.

sistemas de auscultación, instalando dos péndulos invertidos y equipos de colimación, llevando un control gráfico de todos los elementos de medida, tomando nota con las fechas de las mediciones que se realizaran, de las temperaturas, de los niveles del agua embalsada y de los aforos en las filtraciones, que durante las obras estuvieron descuidados⁵⁷². Las inyecciones se efectuaron principalmente en 1970, al comprobarse que las pantallas superpuestas en el paramento de aguas arriba no formaban un cuerpo monolítico en la presa⁵⁷³. En octubre de ese año una nueva visita daba cuenta de las mejoras derivadas de las inyecciones, del entubado de los drenes para mejor la medición, así como de la señalización y alumbrado en las galerías, aunque aún estaban sin instalar los péndulos⁵⁷⁴.

En 1972 se llegó a la decisión de acondicionar los desagües de fondo, teniendo en cuenta el estado del arte en la materia, que se había sintetizado en los Congresos Internacionales de Grandes Presas más recientes (Estambul 1967 y Montreal, 1970). Era también un buen momento para abordar la impermeabilización del paramento de aguas arriba de la presa, mediante resina epoxi, aprovechando la circunstancia de que se había vaciado el embalse⁵⁷⁵. Ambas actuaciones alcanzaban un coste estimado de 23,5 millones de pesetas.

El proyecto, firmado en diciembre de 1972⁵⁷⁶, contemplaba la sustitución total del desagüe de fondo de la presa primitiva, cuya tubería y válvulas originales se hallaban en condiciones deficientes. Además, la conducción había sufrido una perforación accidental, que se reparó, mientras se estaban taladrando los conductos para drenes y bulones. El proyecto fue informado positivamente el 23 de mayo de 1973 desde el Servicio de Vigilancia de Presas⁵⁷⁷. Los dos viejos conductos, cerrados por una válvula compuerta, de 0,5 x 1,50 m, se sustituían por una válvula deslizante de 1,25 x 1,50 m alojada en la cámara existente, más un segundo cierre agua abajo, con una válvula Howell-Bunger⁵⁷⁸ de 1,5 m de diámetro. Sumando los tres conductos inicialmente previstos para una central de pie de presa, que se podrían emplear como desagües, había mejorado sensiblemente la capacidad de vaciado en El Vado.

Respecto a la impermeabilización del paramento de agua arriba, la propuesta consistía en aplicar varias capas de un producto que, por reacción química, se convirtiera en una parte integrante de la propia presa. Asimismo se tratarían las juntas mediante rozas verticales de 20 cm de ancho

572 MAGRAMA, DGA, 000023480319003202020002012. Nota de 12/06/1969, sobre visitas realizadas por el Servicio de Vigilancia de Presas a El Vado en mayo de ese año.

573 MAGRAMA, DGA, 000023480319003202010403012, Nora informativa de VP sobre las visitas a la presa el 20 y 23 de febrero de 1970.

574 MAGRAMA, DGA, 000023480319003202010403009. Visita del VP a El Vado el 28/10/1970.

575 MAGRAMA, DGA, 000023480319003202010403007. Minuta del ingeniero Rafael Nieto Cufí, del SVP de 5/10/1972.

576 AGA (4) 60 46/5835, 03.11-166/2111. Proyecto de acondicionamiento del desagüe de fondo de la presa de El Vado e impermeabilización del paramento. Términos municipales de Retiendas y Valdesotos. Ingeniero Fernando Sáenz de Oiza. 1972.

577 MAGRAMA, DGA 000023480319003202020002004. y 000023480319003202010403006.

578 Las válvulas Howell-Bunger, de chorro hueco cónico se suelen situar en los desagües de fondo de las presas para disipar la energía de la presión aireando el flujo de agua, y no deteriorar el cauce ni las riberas.

y la colocación de un perfil de neopreno. Los presupuestos de ejecución material serían de 12.293.662 pesetas el acondicionamiento del desagüe, y 7.375.291 pesetas la impermeabilización del paramento. El conjunto, por contrata ascendería a 24.971.881 pesetas, con un plazo de cuatro meses.

13.2. La transferencia de El Vado al Canal de Isabel II (1976)

Una vez liquidadas las obras de transformación de El Vado en presa-vertedero, su explotación correspondía a la Confederación Hidrográfica del Tajo, aunque el Canal de Isabel II, como principal usuario del embalse, manifestaba continuamente al Ministerio de Obras Públicas su intención de gestionar completo el sistema del alto Jarama y Sorbe en su totalidad, y no solo el canal del Jarama, que había sido construido directamente por el Canal. Las instalaciones en la cabecera del Jarama y del Sorbe estaban ya integradas en los sistemas de información y control establecidos por el Canal de Isabel II desde las captaciones de agua hasta su distribución, siendo el Pozo de los Ramos el punto más distante de Madrid, a 120 km⁵⁷⁹. Con efecto de primeros de enero de 1977, por una Orden del Ministerio de Obras Públicas de 6 de noviembre de 1976, se transfirió la gestión de El Vado y del trasvase Sorbe-Jarama, incluido el azud del Pozo de los Ramos, al Canal de Isabel II, con los dos empleados que atendían el mantenimiento, que pasaban de la Confederación al Canal⁵⁸⁰.

En febrero de 1977 el Canal de Isabel II preparó un informe de la situación de El Vado, con motivo de haberle sido entregada por la Confederación Hidrográfica del Tajo, a efectos de su explotación⁵⁸¹. Se detallan de forma diferenciada la presa, las instalaciones auxiliares y el camino de servicio, poniendo el acento en el mal estado de conservación de algunos elementos, que deberían ser reparados con urgencia, cuando no sustituidos definitivamente. En el antiguo aliviadero, se detectó un mantenimiento defectuoso, que se concretaba en la falta de engrase y limpieza de las tres compuertas, de las que la central estaba bloqueada (requería una bomba manual para su puesta en servicio), mientras que en los mecanismos de las otras dos habría que sustituir el aceite hidráulico y limpiar sus depósitos, revisar los circuitos y poner en servicio los mecanismos inoperantes. En los desagües intermedios de la presa se observaban fugas, el material estaba oxidado y necesitaba desmontaje, limpieza, rectificación y pintura, para evitar pérdidas. También

579 Ministerio de Obras Públicas. Canal de Isabel II. Memoria 1976, Madrid [Madrid, 1978], pp. 37-39. En el esquema de los puntos de información se situaban uno en El Vado, y otro en el arroyo de la Virgen, en el trasvase Sorbe-Jarama.

580 CHT, Delegación de Guadalajara, copia del Acta de entrega provisional por la Confederación Hidrográfica del Tajo al Canal de Isabel II de las instalaciones del embalse de El Vado, suscrita en la presa de El Vado el 13 de diciembre de 1976 por José Ramón Fernández Bugallal, delegado del Gobierno en el Canal de Isabel II; Jesús Suevos Fernández, delegado del Gobierno en la Confederación Hidrográfica del Tajo; Rodolfo Urbistondo Echeverría, ingeniero director del Canal de Isabel II y Guillermo Carrillo Vargas, ingeniero director de la Confederación Hidrográfica del Tajo. ACYII, caja 919, nº 7. Documento XYZT Presa de El Vado. 1979. Revisado en 1991. Con las instalaciones también pasaban a depender del Canal de Isabel II los empleados Francisco Gamo Gil, oficial de 2ª y Ceferino Lázaro Gamo, peón.

581 MAGRAMA, DGA, 000023480319003202010403005, informe del ingeniero director adjunto del Canal de Isabel II al ingeniero director de dicho Canal, copia sin firmas, en 8 hojas de 28 de febrero de 1977.

habría que considerar la sustitución de la válvula de regulación Larner Johnson, en el tubo central, que, a juicio del autor del informe, su comportamiento siempre había sido deficiente; se denotaba falta de aducción de aire en todas las válvulas de los desagües intermedios. Tanto en el aliviadero como en los desagües intermedios habría que renovar las instalaciones eléctricas, que eran inexistentes. Respecto al desagüe de fondo, el último conjunto instalado en la presa, compuesto por una compuerta tipo Bureau y una válvula Howell Bunger, requería una revisión del grupo de accionamiento de la compuerta, de las válvulas de *by-pass* y aducción de aire y del circuito de la válvula principal.

Para resolver los problemas detectados en los órganos de desagüe de la presa, se concretaron una serie de actuaciones cuyo importe supondría 650.000 pesetas, y se dio la orden de acometerlas inmediatamente por parte de la 9ª División del Canal de Isabel II. Asimismo, se necesitaba una acometida provisional de energía para suministrar agua de El Vado a la Mancomunidad del Sorbe, mediante bombeo a través del túnel del trasvase del Sorbe al Jarama, ante la sequía que se padecía en Guadalajara y en el corredor del Henares, mientras no estuviera construida la presa de Beleña. Pero a las labores de urgencia, habrían de seguir otras, de sustitución de los circuitos hidráulicos, de los grupos por otros más modernos, renovar la instalación eléctrica, y la válvula de desagüe, operaciones que, en conjunto, costarían unos 5 millones de pesetas.

Respecto a la presa, habría que proceder a la limpieza de drenes, y recabar la documentación de las campañas de inyecciones, llevadas a cabo por el Servicio Geológico de Obras Públicas, y por empresas, para estimar su continuación en el futuro. Por otra parte, los elementos de auscultación habían de verificarse, y especialmente tomar las medidas que ofrecían, cuya lectura se había abandonado, así como tampoco se registraba la cantidad de agua recogida por los drenes. Las galerías de la presa, su acceso, iluminación, puertas de cierre, no estaban en las mejores condiciones. De hecho, se manifestaba que no se disponía de una instalación eléctrica adecuada para iluminación, ni acometidas de fuerza para el funcionamiento de los desagües intermedios y de fondo, o las compuertas de superficie. Había un proyecto para ello, elaborado en la Confederación Hidrográfica del Tajo, pero no ejecutado, y se preveía una doble alimentación de energía eléctrica, añadiendo al suministro del propio Canal de Isabel II desde Torrelaguna, una acometida de Hidroeléctrica Española desde Tamajón. Por otra parte, el equipo de servicio de El Vado requería 14 personas, y otras tantas viviendas, pero solo había 12, de las que solo tres estaban en condiciones, y el resto necesitaba un arreglo total incluida la sustitución de las cubiertas de madera, que presentaban un deficiente estado. Otras dos viviendas que faltaban podrían obtenerse de la instalación de la contrata Agromán o construyéndolas de nuevo. Había que renovar el abastecimiento de agua, y también la casa residencia y las oficinas. Todas estas reformas alcanzarían un coste que no bajaría de los 10 millones de pesetas. Finalmente, el camino de servicio del canal del Jarama no estaba mal, aunque era necesario retirar algunos desprendimientos ocasionados por las lluvias, el de Tamajón a El Vado estaba muy bacheado, y el de acceso al Sorbe requería reparación del firme.

El 11 de marzo, en la visita conjunta, representaba al Canal de Isabel II su propio director Rodolfo Urbistondo, acompañado de Juan Antonio Viguera, subdirector, el jefe de sección (encargado) Benito Díaz y el ingeniero técnico (encargado) Jaime Hernández; y por Vigilancia de Presas el jefe de sección Rafael Nieto Cufí⁵⁸². Haciendo memoria de “las técnicas anticuadas, materiales

como cemento y hierro con restricciones, maquinaria deficiente”, calificaban a la presa como una especie de “collage”, que requería una atención especial de su servicio y explotación. Confirmaron la degradación de las instalaciones entre 1966 y 1970, estimando que la pureza del agua había sido un factor importante en ello. Era imprescindible acometer un plan de información que no se había realizado en la etapa anterior, midiendo las filtraciones, cuantificadas por laderas y galerías, con gráficos, subpresiones, revisión de las posibles grietas, control de erosión en la fábrica, de los medidores de juntas y colimación. Ante el aumento de las filtraciones desde los últimos tratamientos, con afloramientos y humedades, recomendaban reducir el máximo embalse en 3 m, mantener los desagües y sus mecanismos en perfecto uso, así como habilitar un sistema de aviso a los pueblos aguas abajo, si no lo hubiera. Habrían de prepararse los trabajos del infome XYZT y un acondicionamiento preliminar y urgente.

Según la documentación disponible de una nueva visita de Vigilancia de Presas efectuada un año más tarde, el 23 de mayo de 1978⁵⁸³, que se focalizaba en los sistemas de auscultación y control, se comprobó que los drenes evacuaban 15 l/s, y del hormigón afloraban otros 5 l/s más un volumen poco apreciable por el terreno. Se percibía una percolación, lenta, en la presa, similar a la de la antigua presa de Santillana, por la composición del agua. Mientras que el desagüe de fondo funcionaba perfectamente, los intermedios aún tenían problemas, recomendándose su reparación. Convenía reacondicionar la pantalla drenante, con más taladros hacia aguas arriba, pasando de los existentes cada 5 m a otros cada 2,5 m, y por ello se recomendaba que el Canal de Isabel II estableciera un servicio de sondas, para revisar los drenes y abrir otros si fuera necesario. Complementariamente habría que mejorar el sistema de mediciones de aforos en las filtraciones, pasar a gráficos las medidas y compararlas con la altura del embalse, la temperatura y las lluvias, siguiendo el ejemplo de la presa de Pinilla. También habría que aplicar medidores de juntas en la galería superior e inferior, midiendo las variaciones quincenal o mensualmente, para pasarlas a gráficos. También había que reacondicionar los dos péndulos, y tomar medidas quincenales, complementando estas medidas con las topográficas mediante colimación, pero con periodos de tiempo más largos. Un reconocimiento visual de la presa y su entorno debería apreciar las novedades (surgencias, cambios bruscos en los drenes, fisuras, etc.). Viendo la permeabilidad del hormigón, debería pensarse en un tratamiento de *piel*, mediante inyecciones, revestimiento, pintura, del que el Canal contaba con experiencias. También habría que observar el canal de descarga del antiguo aliviadero, viendo sus filtraciones en los drenes y juntas, para adoptar medidas correctoras si conviniesen. Finalmente, la actualización del Libro de Presa habría de recoger los planos básicos y los resultados de los controles históricos, para proseguir las labores de control.

De forma prescriptiva, se ordenaba al ingeniero encargado de El Vado que redactase con la mayor urgencia posible el Documento T.X.Y.Z.⁵⁸⁴ para su discusión con el Servicio de Vigilancia de Presas. En consecuencia, la 4ª División del Canal quedó encargada de redactar dicho documento, así como el

acompaña de dos planos sintéticos del perfil con las galerías y drenes, y otro con el desagüe de fondo y cuenco del aliviadero. Incluye también ficha de embalse, donde se recoge su construcción en la que intervinieron J. Arespacochaga, M.G. Montesinos, Luis Ponte y Fernando Sáenz Oiza, y como consultores José Luis Fernández Casado, Manuel Lorenzo Blanc, Fernando Sáenz Oiza y Luciano Manuel de Miguel.

583 MAGRAMA, DGA, 000023480319003202010403003. Nota informativa de la visita realizada el 23 de mayo de 1978. Asistieron por el Canal Juan Antonio Viguera, Benito Díaz, Jaime Hernández y José Luis Moya. Por el Servicio de Vigilancia de Presas, Rafael Nieto Cufí.

584 Posteriormente sería cambiada la denominación de estos documentos a XYZT.

582 MAGRAMA, DGA, 0000234803190032020002003 y -04, con minuta e informes fechados el 28 de marzo. Se

cumplimiento de las restantes actuaciones derivadas de la inspección⁵⁸⁵, que se concretaron en un proyecto, redactado por el ingeniero José Torija Alonso en octubre de 1979⁵⁸⁶. Las operaciones más inmediatas e inaplazables eran la limpieza y desatasco de drenes y desagües, más la implantación de dispositivos de aforo de filtraciones, análogos que los que existían en las presas de Pinilla y El Vellón.

Las obras consistirían en:

- Limpieza y reconstrucción de soleras en las galerías.
- Limpieza y formación de cunetas en las galerías.
- Rasanteado de cunetas.
- Construcción de arquetas de aforo en cada desagüe de cuneta.
- Canalización y saneamiento de los desagües, en sus tramos superficiales.
- Construcción y acondicionamiento de escaleras, previa demolición de los tramos antiguos inadecuados.
- Colocación de barandillas de seguridad en las escaleras, pasarelas y meseatas.
- Construcción de muretes para sujeción de tierras y protección de tuberías.
- Puertas practicables en cada boca de galería.
- Sendas de acceso a las escaleras.
- Pasarelas entre escaleras y bocas de las galerías.

El presupuesto de ejecución por contrata de evaluó en 8.384.981 pesetas. El programa de trabajo estimaba en tres meses la realización.

En julio de este mismo año, el Canal de Isabel II, en su plan de 1979, acometió la reparación de la carretera de Retiendas a El Vado, mediante un riego asfáltico en toda su superficie, a lo largo de 7.200 m de longitud y 5 de anchura, reparando las mordeduras y baches en su superficie, retirando además los desprendimientos y desbrozando las cunetas y arcenes, por un presupuesto de 4.327.725 pesetas por contrata, a ejecutar en tres meses⁵⁸⁷. Con el mismo plazo, el camino de Tamajón a El Vado, de 11.600 m con 4,5 de ancho, recibiría un tratamiento equivalente por importe de 4.991.934 pesetas por contrata⁵⁸⁸.

585 MAGRAMA, DGA, 000023480319003202020001006. Escrito de 5 de julio de 1978 del director del Canal de Isabel II Rodolfo Urbistondo, al Subdirector General del Explotación del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.

586 ACYII. 1921-6. Acondicionamiento de galerías, accesos y obras varias en la presa de El Vado. Ingeniero José Torija Alonso. En el plano 2.5 "Detalles: arqueta aforo y barandilla", se diseñan las arquetas, de planta rectangular, con una división lateral para la salida del agua aforada mediante una llave de corte, y con una solera en pendiente del 1%. La cubeta de la arqueta es de planta cuadrada, de 1 m de lado en el depósito y 0,50 de altura, construida en ladrillo con enfoscado de cemento. Las barandillas habrían de construirse con tubo de acero de perfiles de 65x30, 40x40 y 40x20.

587 ACYII 1922-2. Desbroce y reparación del camino desde Retiendas a la presa de El Vado. Julio 1979. Ingeniero Benito Díaz y Díaz de la Cebosa, jefe del Departamento de Instalaciones Exteriores del Canal de Isabel II.

588 ACYII 576-5. Desbroce y reparación del camino desde Tamajón a la presa de El Vado. Julio 1979. Ingeniero Benito Díaz y Díaz de la Cebosa.

13.3. La presa de El Vado en 1979, según el documento XYZT

Desde la División de Vigilancia de Presas se puso en marcha en 1969 la "Operación 20-50", para adecuar las obras que se fueran realizando en un conjunto de presas ya definido. Pero conociendo que se habrían de incorporar modificaciones, se elaboró el "Documento XY de la Presa", consistente en un compendio manejable de las informaciones y planos que además registrarán las variaciones que pudieran introducirse, de manera que el personal encargado pudiera servirse de él para anotar las incidencias acaecidas. Debería cumplir las siguientes condiciones: manejabilidad, claridad, efectividad, poder rectificar, ordenación, perennidad y conclusión. Debería ser el documento guía para el control y vigilancia de la presa⁵⁸⁹ y constituye una síntesis técnica e histórica de todas las presas en las que se ha realizado, que ha de ser puesta al día en sucesivas actualizaciones. De su contenido se anotarán las características fundamentales y algunos aspectos que no han sido tratados a lo largo del complejo recorrido histórico de estas instalaciones hidráulicas. El XYZT de El Vado se verificó en 1991 y 2003, con revisiones de seguridad en 2006 y 2012.

Figura 4.165. Embalse de El Vado ca 1974



Fuente: MAGRAMA, DGA 00002348031900320406001.

589 MAGRAMA, DGA, 000023480319003203030004002. DGOH, Presa El Vado. Adecuación de Presas. Plan de Trabajo, 1969. La definición del Documento XY de la Presa, fechada en 2 de julio de 1969.

Tabla 4.50. Características del embalse de El Vado

Localización 41° 00' 12,45" latitud Norte 03° 18' 3,19" longitud Oeste, términos municipales de Tamajón, Retiendas y Valdesotos, en el partido judicial de Cogolludo, provincia de Guadalajara.		
Construido por la Confederación Hidrográfica del Tajo y transferido al Canal de Isabel II desde 1/12/1976		
Cota de nivel de avenida de proyecto (N.A.P.)	923,45	msnm
Cota de nivel de avenida extrema (N.A.E.)	924,45	msnm
Cota mínima de explotación	866,8	msnm
Cota de nivel máximo normal (N.M.N.)	920,64	msnm
Capacidad total	55,658	hm ³
Volumen de embalse (N.M.N.)	48,68	hm ³
Superficie de embalse (N.M.N.)	238	ha
Longitud del río embalsado (MEN)	9,2	km
Longitud de costa (MEN)	31,85	km
Superficie de la cuenca	382	km ²
Precipitación anual media (aprox.)	800	mm
Aportación anual media	185	hm ³
Caudal punta avenida proyecto (N.A.P.)	641,25	m ³ /s
Caudal punta avenida extrema (N.A.E.)	866,8	m ³ /s
Caudal punta avenida registrada, marzo 1972	144,59	m ³ /s
Altitud máxima en la cuenca- Pico del Lobo	2262	msnm

Figura 4.166. Escalas con las cotas de Máximo Nivel de Embalse, -923,45- en el aliviadero del Collado



Fotografía: F. Fernández Izquierdo, 2014.

Figura 4.167. El Vado. Vista de la cerrada desde el camino de servicio a Tamajón

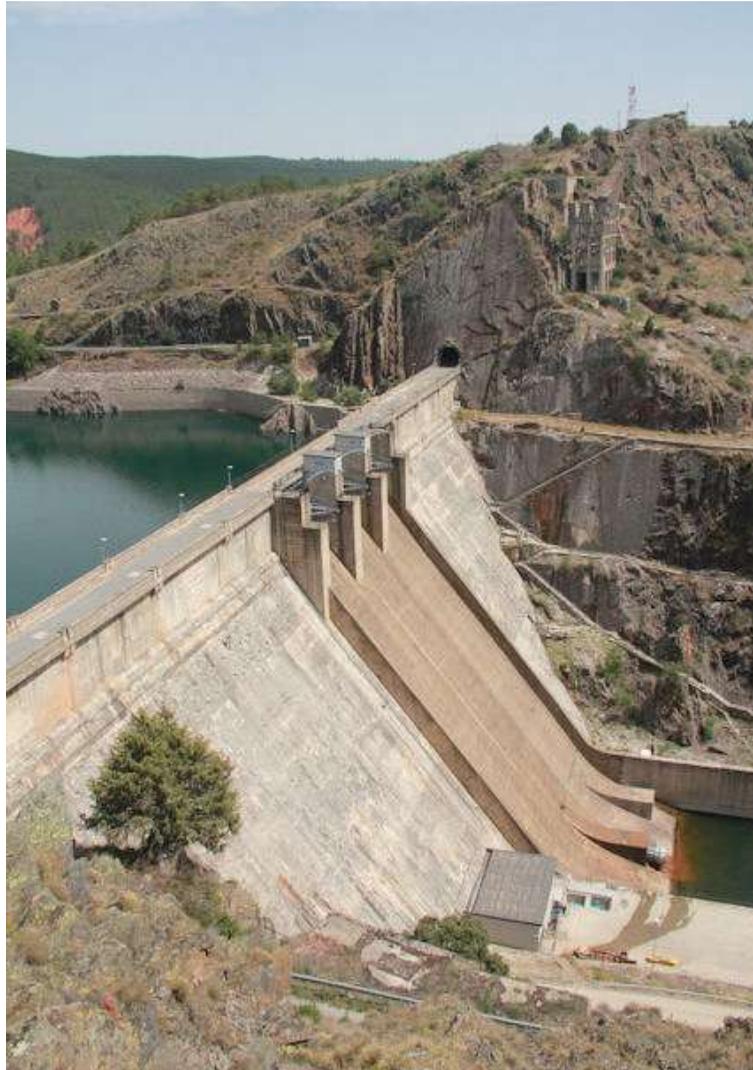


Fotografía: F. Fernández Izquierdo, 2014.

Características de la presa

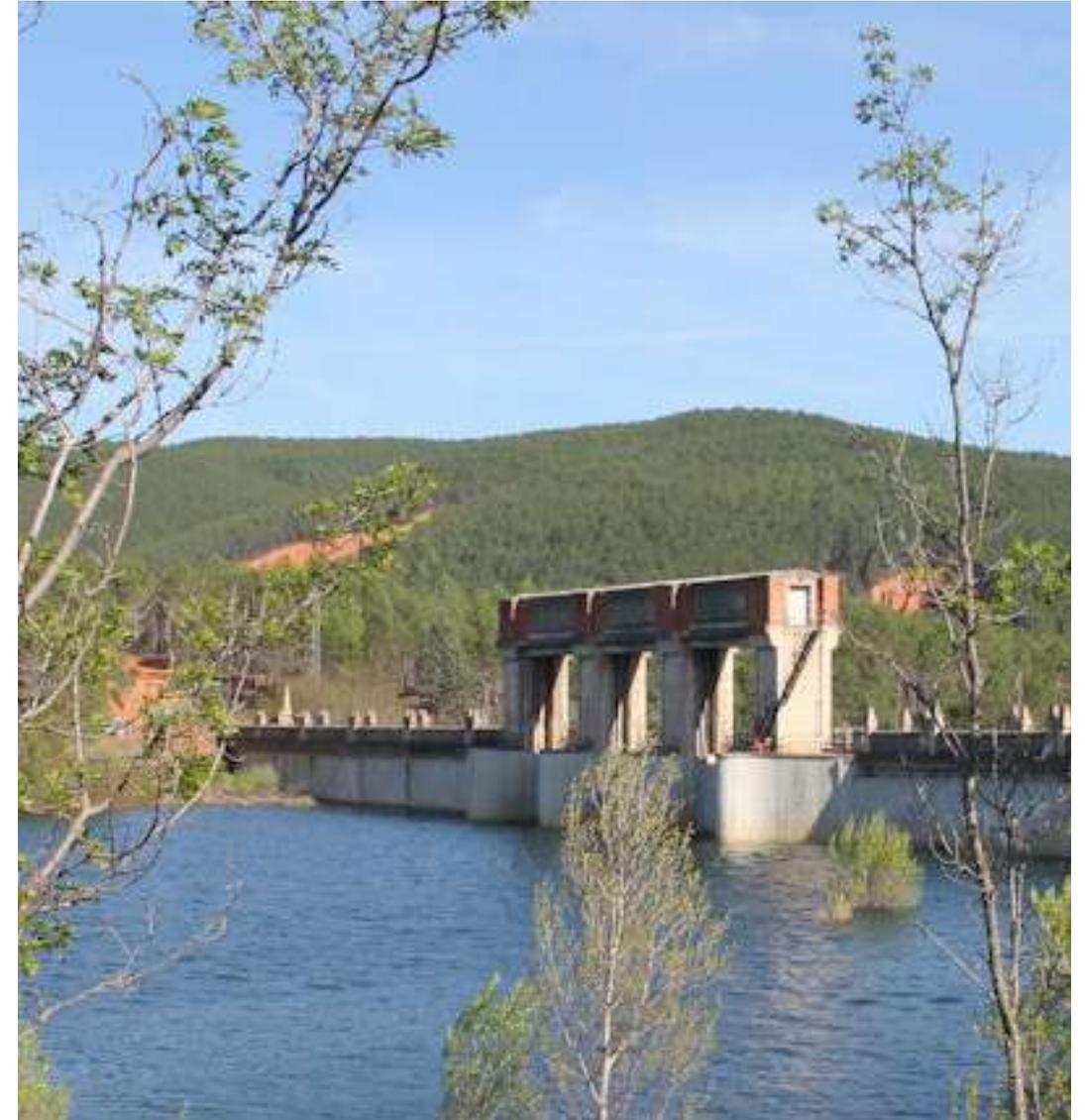
La estructura es una presa gravedad, con planta recta y aliviadero sobre ella. Existe otro aliviadero en una vaguada lateral en la ladera izquierda.

Figura 4.168. El Vado. Panorámica desde la margen derecha del Jarama



Fotografía: F. Fernández Izquierdo, 2014.

Figura 4.169. El Vado. Aliviadero del Collado



Fotografía: F. Fernández Izquierdo, 2014.

El cuerpo de la presa está dividido en bloques de 15 m. Las técnicas antiguas y las interrupciones y modificaciones de las obras han dado lugar a numerosas juntas de construcción, mal selladas, según planos horizontales y verticales.

Tabla 4.51. Principales características de la presa de El Vado

Tipo	Gravedad
Longitud de coronación	164,80 m
Anchura de coronación	5 m + aceras = 6,50 m
Cota de coronación	924,59 msnm
Cota de cimientos	856,76 msnm
Cota del cauce	862,00 msnm
Altura sobre cimientos	67,83 m
Altura sobre cauce	62,59 m
Talud agua arriba	Vertical
Talud agua abajo	0,8771 entre cauce y 878,00 msnm
	0,780 entre 878 y 916 msnm
Volumen de hormigón	170.000 m ³

La presa dispone de una galería de 1,20 x 2,00 m longitudinal y paralela al paramento de agua arriba, a la cota 902, y con salidas al exterior. Después de construida la parte inferior de la presa se excavaron otras galerías a las cotas 886 y 867 paralelas a la anterior, y con salidas al exterior por el paramento de aguas abajo. Todos sus extremos llegan hasta la roca. Hay otra galería del trampolín bajo los dientes deflectores del aliviadero.

La pantalla de drenaje, perforada desde las galerías, está formada por tres tipos de taladros.

- Taladros verticales entre galerías o entre la galería superior y la coronación (taladros A).
- Taladros inclinados hacia aguas arriba desde las galerías de drenaje (taladros B).
- Taladros para drenar el contacto hormigón-roca y de drenaje del cemento (taladros C)

La impermeabilidad de las juntas entre bloques estaba asegurada mediante un tapajuntas pentagonal. Posteriormente se dispusieron unos pocillos (80 cm) en los metros superiores y se

rellenaron de arcilla. También posteriormente se trataron las juntas en el paramento de aguas arriba con epoxi elástico y banda autoadhesiva de aluminio.

Aliviaderos

El aliviadero sobre la presa consta de tres vanos de 9 m cerrados por compuertas Taintor de 5.30 m de altura y accionadas por servomotores de aceite a alta presión. La compuerta central va equipada con una clapeta de 0,80 m de altura por 6 m de ancha. La disipación de energía se confía a un cuenco con tres dientes, ensayado en modelo reducido, en el Centro de Estudios Hidrográficos.

Figura 4.170. El Vado. Detalle de una compuerta Taintor en la presa principal



Fotografía: F. Fernández Izquierdo, 2014.

Figura 4.171. El Vado. Vertido por el vano izquierdo del aliviadero. En el diente central del cuenco, la salida del desagüe de fondo. En el cajero derecho del encauzamiento, las tres salidas de los correspondientes desagües intermedios



Fotografía: F. Fernández Izquierdo, 2014.

Existe un aliviadero, hoy día en desuso, en un collado en la ladera izquierda a unos 400 m de la presa principal. El vertido por este aliviadero ha dado lugar a importantes erosiones en el cauce del barranco, agua abajo del canal revestido.

Figura 4.172. Aliviadero lateral. Efectos erosivos de los vertidos al final del canal revestido. Ca 1974



Fuente: MAGRAMA, DGA 00002348031900320406001.

Figura 4.173. Aliviadero lateral vertiendo agua, con las erosiones ocasionadas. Al fondo, los albergues para obreros que construyeron la presa de El Vado. Ca 1974



Fuente: MAGRAMA, DGA 00002348031900320406001.

Tabla 4.52. Presa de El Vado. Aliviadero sobre la presa

Vanos	3 de 9,00 m
Pilas	4 de 2,50 m
Tipo de compuertas	Taintor
Dimensiones de compuertas	9 x 5,30 m
Cota del umbral	918,60 msnm
Caudal de desagüe con MEN	600 m ³ /s
Suministrador de compuertas	Boetticher y Navarro
Dimensiones de la clapeta central	6 x 0,80 m
Accionamiento	Hidráulico

Tabla 4.53. Presa de El Vado. Aliviadero en collado lateral

Tipo de la obra de cierre	Presa de gravedad, planta recta
Anchura de coronación	5,00 m
Longitud de coronación	193 m
Cota de coronación	924,57 msnm
Cota de cauce	916,05 msnm
Cota de cimientos	911,50 msnm
Altura sobre cimientos	13,07 m
Altura sobre el cauce	8,52 m
Talud agua arriba	Vertical
Talud agua abajo	0,79
Volumen de hormigón	20.440 m ³
Vanos del aliviadero	3 de 8,00 m
Pilas	4 de 2,00 m
Tipo de compuertas	Vagón / Stoney
Dimensiones de compuertas	7,85 x 6,25 m
Cota del umbral	917,63 msnm
Caudal desaguado en MEN	600 m ³ /s
Suministrador de compuertas	Boetticher y Navarro
Accionamiento	Cadena Gaulle

Desagües profundos

Dispone de un desagüe de fondo y un grupo de tres (3) desagües intermedios.

El desagüe de fondo (situado en el mismo lugar que los dos conductos antiguos) está formado por un conducto de 1,50 x 1,25 m con blindaje metálico hasta la compuerta de seguridad, y por un conducto circular de 1.50 m de diámetro entre esta compuerta y la válvula de regulación.

Hay una cámara en el interior de la presa donde se sitúa la compuerta de seguridad, con acceso por una galería que comunica con la cámara de los desagües intermedios.

Tabla 4.54. Presa de El Vado. Desagüe de fondo

Número de conductos	1
Sección primer tramo	1.500 x 1.250 mm
Diámetro segundo tramo	15.00 mm
Planta	Recta
Cota del eje en la embocadura	865,55 msnm
Cota del eje en la desembocadura	867,55 msnm
Aducción de aire	Por ventosa
By-pass	Sí
Ataguado	No
Capacidad total de desagüe	40,16 m ³ /s
Cierre agua arriba	Válvula compuerta deslizante de 1,25 m de ancho por 1,50 m de alto. Mando hidráulico.
Cierre agua abajo	Válvula Howell-Bunger de 1,50 m Ø con concentrador. Mando hidráulico
Suministrador	Boetticher y Navarro, S.A.

Los desagües intermedios están formados por tres conductos paralelos, de 1,50 m de diámetro, que atraviesan la fábrica de la presa. En las proximidades del paramento de agua abajo cada conducto lleva una válvula compuerta de 1,20 m de diámetro. En dos de los tres conductos, inmediatamente a continuación, lleva otra segunda válvula compuerta gemela. El tercer conducto lleva una válvula Larner Johnson⁵⁹⁰ de 900 mm de diámetro.

590 Son válvulas anulares o de aguja (Larner Johnson), que toman el nombre del fabricante norteamericano que las construyó a principios del siglo XX.

Tabla 4.55. Presa de El Vado. Desagües intermedios

Número de conductos	3
Sección primer tramo	Ø 1500 mm
Sección segundo tramo	Ø 1200 mm
Planta	Recta hasta salida cámara de válvulas
Cota del eje en la embocadura	874,94 msnm
Cota del eje en la desembocadura	871,66 msnm
Aducción de aire	Por ventosa

Auscultación

Respecto a la auscultación de la presa, en 1977 se construyeron unas arquetas para la medición de caudales totales de filtración por zonas de galerías. Con la ayuda de caudalímetros aplicados a los sumideros de los drenes, se registraban medidas diarias de los totalizadores, en cada una de las tres galerías, en ambos extremos. También se medían los drenes que pudieran aforarse individualmente. Asimismo se registran diariamente, la temperatura, pluviometría, y, cada dos horas, los niveles del embalse. En los primeros meses de 1979 se instalaron dos péndulos invertidos desde la cota 903 para abajo. Los péndulos eran revisados un par de veces por semana, midiendo las deformaciones en cada una de las galerías, y registrándolas en un gráfico. De manera trimestral y anual, en las oficinas se preparaban gráficos que relacionaban

- Nivel de embalse <-> Caudales totalizados de drenes
- Nivel de embalse <-> Deformación longitudinal de péndulos

Comportamiento de la presa

La situación que presentaba el XYTZ de 1979⁵⁹¹ corresponde al segundo semestre de 1977, relacionando el nivel del embalse, temperatura máxima, mínima, lluvia en mm/día y en paralelo, con los caudales totales de los drenes, separando en izquierda y derecha, en la galería 3ª alta (gráfico 3.1), en la galería 2ª media (gráfico 3.2), en la galería 1ª baja (gráfico 3.3).

Los caudales de filtración eran de unos 300 litros/minuto en cada uno de totalizadores de drenes de la parte izquierda y derecha (gráficos 3.3 a 3.9), con el embalse lleno (922 m, a primeros de julio de 1977), y valores próximos a 0 con el embalse en la cota 905 (a primeros de diciembre de 1977).

591 Se reproduce idéntico en el Documento XYTZ de 1991, incluidos los gráficos.

En 1978, con el nivel de embalse entre 917,5 y 920 m las filtraciones oscilaban entre algo menos de 200 l/m (izquierda) – y 300 l/m (derecha), las más altas en febrero, reduciéndose a 0 al llegarse al nivel de 898. En 1979 vuelven a ascender hasta 200 y 280 l/m cuando el embalse vuelve a llenarse hasta la cota 920 (desde mediados de enero) y solamente reducen su caudal al hacerlo el embalse desde la cota 917, reduciéndose a casi cero al llegar a la cota 900.

En 1977, en la galería 2, la intermedia, se midieron casi 700 l/m (izquierda) y 450 l/m (derecha) con el embalse lleno (922 m), que se reducían a menos de 100 l/m con el embalse en la cota 905. En 1978, con niveles del embalse entre 917 y 920, llegan a alcanzarse entre 400-450 l/m cada uno en ambos lados, aunque a partir de marzo se reducen a 200-250, que van decreciendo hasta alcanzar menos de 50 l/m con el embalse en su nivel más bajo, en torno a 895 m. En 1978 de menos de 100 l/m cada uno con el embalse lleno en torno a 902, pasan a unos 150 – 250 l/m con la cota en 920, comenzando a reducirse hasta 100-150 l/m cuando el nivel baja de 917.

En la galería 3ª, la baja, solo había medidas de diciembre. Entre 80-100 l/m en ambas galerías a principios de diciembre, que aumentan hasta 250 y 350 l/m con el embalse lleno a la cota 917,5. En 1978, con el embalse entre 917-920, el caudal de los drenes oscilaba entre 250 y 350 l/m cada uno hasta marzo, cuando caían por debajo de 50 l/m y se situaban próximas a cero, manteniéndose el nivel del embalse en 920, y sin reducciones pese a que siguiera bajando o subiendo el nivel. En 1978 se mantenían los mismos caudales bajos, próximos a 0 especialmente en la parte izquierda, con independencia de los niveles de llenado del vaso.

Los gráficos para el cálculo de las deformaciones de los péndulos (3.12 a 3.17) mostraban oscilaciones entre +2 y -2 mm, siendo el más variable el de la galería 3 (baja). El péndulo izquierdo oscila bastante menos, apenas alcanza 0,5 mm, pero el de la galería baja presenta algunas oscilaciones que superan 1 mm. Todas son propias de las variaciones térmicas anuales.

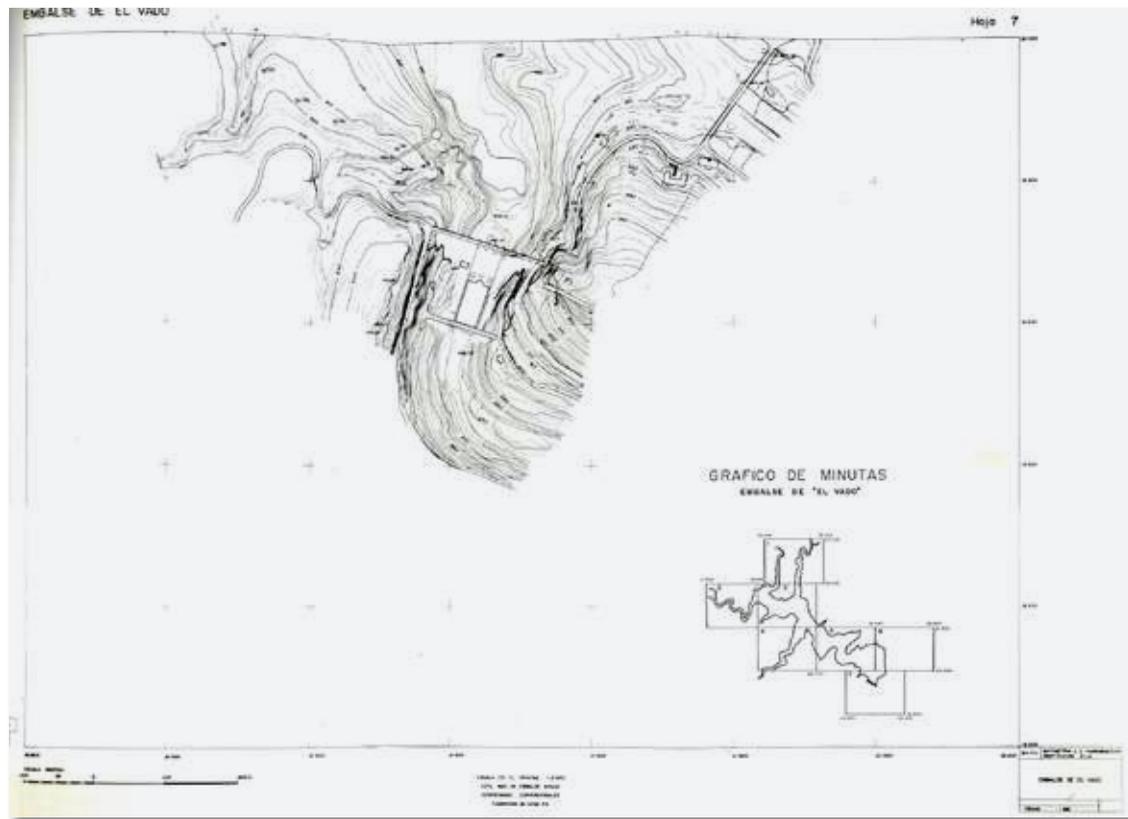
13.4. Reconocimiento batimétrico (1979)

En 1979 se llevó a cabo el primer estudio de sedimentación en el vaso del embalse⁵⁹². Entre otras muchas presas en la de cabecera de los ríos, El Vado se encuentra afectada por los procesos erosivos que determinan la vida útil de cualquier embalse. Se pretendía tomar datos para extrapolarlos a otras cuencas, y también compararlos con embalses de escasa erosión. El cálculo de sedimentos se realizaba tras mediciones de profundidades, que permitirían relacionar la altura del agua con los depósitos de limos acumulados, además de cubicar el embalse en aquellos momentos, respecto a su capacidad inicial. Desde 1976 también se llevaba a cabo un muestreo y análisis sedimentológico de cada embalse.

592 Centro de Estudios Hidrográficos, CEDEX, 2-1A-1-5 / IDD 30. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo. Dirección General de Obras Hidráulicas. Centro de Estudios Hidrográficos, CEDEX. Sedimentación. Reconocimiento batimétrico del embalse de El Vado. Diciembre de 1979. Mencionado en Prado Pérez del Río, J. y Arques Soler, F.: Centro de estudios hidrográficos del CEDEX..., 2008, p. 249.

El Vado, con una superficie de embalse de 254 ha, tenía inicialmente una capacidad de 57 hm³, mientras que el resultado del estudio concluía que el vaso había pasado a tener 56,321 hm³, en otras palabras, que los sedimentos acumulados solamente eran de 0,679 hm³ (0,048 %), que a razón de 25 años de servicio supone una media anual de 0,027 hm³. Considerando una cuenca de 426 km³, anualmente, cada km² produce 63,76 m³, que a razón de 1,125 Tm/m³, serían 71,7 Tm/km² año. A este ritmo, el embalse necesitaría 2.099 años para colmatarse, excluyendo aportaciones extraordinarias como fruto de riadas catastróficas. Aparte de la dureza del terreno natural, en particular en los materiales primarios que recorren el Jarama y sus afluentes, las repoblaciones forestales iniciadas en la década de 1950 consiguieron detener la erosión más próxima en las laderas del cuenco del embalse.

Figura 4.174. Batimetría de embalse de El Vado, e. 1:2000. Hoja 7, en la zona de la presa. Se inserta el esquema de hojas. Diciembre 1979



Fuente: Centro de Estudios Hidrográficos, CEDEX, 2-1A-1-5 / IDD 30.

13.5. Tratamientos para las filtraciones y explotación (1979-2015)

Durante los años 1977-79 se intensificó de forma especial el seguimiento de la auscultación sistemática en El Vado, y sus datos ofrecen un resultado de estabilidad, a pesar de que la permeabilidad de la presa en sus zonas más elevadas estaba directamente relacionada con el nivel del embalse, como resultado de la superposición de hormigones de diferentes épocas sin que se lograra conseguir un conjunto compacto, aun cuando las diferentes masas estructurales del cuerpo de presa hubieran sido cosidas mediante bulones. Los resultados permitían identificar las zonas con patologías, en las que se podría intervenir gracias a la información derivada de los sistemas de observación.

En septiembre de 1979, aprovechando que el nivel del embalse estaba bajo, se desarrolló un estudio sobre el estado de las filtraciones en la presa dirigido por Luis Yges Gómez, que había pasado a ocupar el cargo de jefe de la División de Presas y Canales en el Canal de Isabel II, y que había tenido que enfrentarse al serio problema de la fisuración en la presa de El Atazar que se produjo en febrero de 1978, resuelto con éxito⁵⁹³. En El Vado, se pretendía paliar las filtraciones, pues en el informe se analiza el estado de la situación y se propone resolverlo mediante un tratamiento para impermeabilizar el paramento de la presa en contacto con el agua⁵⁹⁴. Observó, en primer lugar, que los aforos de los drenajes presentaban medidas muy inferiores en la galería baja respecto a las superiores, por lo que se procedió a limpiar los drenes para evitar el aumento de las subpresiones. Para comprobar la calidad y composición del hormigón a lo largo de la presa, se practicaron tres sondeos desde coronación, con un diámetro de 145 mm y una profundidad de 60 m. Las muestras fueron sometidas a análisis y ensayos (resistencia, permeabilidad, estado de degradación, composición química, durabilidad, densidad aparente). El hormigón extraído presentaba mucha lechada de cemento, como resultado de las inyecciones recibidas, en las que habían aplicado hasta 300 kg de cemento por m³. Para detectar subpresiones en la cimentación se pondrían en servicio diversos piezómetros, y se reinstalarían los péndulos, cuyos hilos tropezaban con los pozos, ocasionando lecturas erróneas. Se encargó a las empresas Medytza y Matteini unas planchetas tipo de asiento para probarlas, y elegir la que mejor resultado diera.

Respecto a las filtraciones, en el informe se detalla su origen. A través del paramento penetraba el agua por porosidad, fisuración y por las juntas de hormigonado entre los bloques. Las juntas de dilatación tampoco eran estancas, por su ejecución deficiente o por deterioro. Finalmente, habría que añadir como origen de las filtraciones las juntas verticales del recrecimiento, los anclajes en el hormigonado del cosido aplicado a dicho recrecimiento y las paredes de los pozos de arcilla. Intentando solucionar las filtraciones, se habían aplicado, sin éxito, enlucidos de mortero rico

593 Urbistondo Echeverría, Rodolfo; Yges Gómez, Luis: "Presa de El Atazar. Tratamiento de fisuras del paramento de aguas arriba", ROP, 1982, 129, (3202), pp. 257-268, en el monográfico dedicado al XIV Congreso Internacional de Grandes Presas, Río de Janeiro, 1982. De los mismos autores, "Presa de El Atazar, tratamiento de fisuras del paramento de aguas arriba", ROP, 1985, 132, (3236), pp. 341-350, en el monográfico dedicado al XV Congreso Internacional de Grandes Presas, Lausana 1985.

594 MAGRAMA, DGA, 000023480319003203010403037. Canal de Isabel II. 2ª División de Canales y Presas, Construcción. Informe sobre tratamiento del paramento aguas arriba realizado en la presa de El Vado. Ingeniero autor del proyecto Luis Yges Gómez, enero de 1980.

en cemento y tratamientos superficiales con pinturas especiales, que presentaban fisuras por la excesiva rigidez o por falta de continuidad. En cuanto a las inyecciones, la penetrabilidad del producto aplicado no había resultado eficiente.

Luis Yges tomó entonces la referencia de otras presas que habían recibido tratamientos para resolver problemas similares⁵⁹⁵, así como la intervención en el pozo del ascensor y las galerías en la roca de El Atazar. Se sugería recubrir el paramento de El Vado con una membrana de resina de poliuretano que fuera impermeable, adherente, continua, electrolástica y reparable. Para su aplicación habría que acondicionar previamente la superficie mediante chorro de arena, liberándolo de suciedades orgánicas y de las lechadas poco resistentes que se le habían aplicado en reparaciones anteriores. Con ello se dejaría al descubierto la red capilar. La continuidad de la imprimación se lograría eliminando las coqueas y oquedades con un producto afín a la membrana, y abujardando las protuberancias salientes o aristas vivas. El producto aplicado debería absorber los movimientos del paramento por choque térmico, y admitir reparaciones en cualquier vicio oculto o causado por alguna acción exterior. Se encargó a la empresa Ingeniería y Realizaciones Técnicas, S.A. (IRETSA)⁵⁹⁶, la investigación del paramento de aguas arriba de la presa. Los trabajos se iniciaron el 10 de septiembre de 1979, colocando andamios colgantes desde la coronación del embalse, sujetos mediante anclajes. Diez días más tarde, el 20 de septiembre, se había inspeccionado una longitud de 25 m hasta llegar al nivel del agua, encontrándose el paramento cubierto de depósitos arcillosos, por lo que se procedió a su limpieza con chorro de arena.

Figuras. 4.175 y 4.176. Trabajos de experimentación en el paramento de aguas arriba de El Vado. 1979. Zona de análisis del paramento y tratamiento aplicados



Fuente. MAGRAMA DGA 000023480319003203010403037.

595 Las presas europeas de Monceaux de la Virole, Guerledan, Merce, La Girotte, Inga –en Zaire- y Meguelou, con referencias a las experiencias en presas de EDF, y a rapports presentados en el 12 Congreso Internacionales de Grandes Presas, México 1976 y 13, Nueva Delhi 1978, además de un informe en una carta a Yges del ingeniero M.J. Combelles, incluido todo ello en el informe,

596 Esta empresa había realizado también la impermeabilización del pozo en El Atazar entre 1973 y 1977, bajo la dirección del propio Yges.

Se descubrió que los tratamientos aplicados en 1966 y 1972 no se habían unido perfectamente con el macizo de la presa, con lo que se pensó que estas zonas habrían de sanearse previamente, para evitar la fácil penetración del agua en estos recrecimientos huecos del paramento. Tras levantarlos, se empleó el chorro de arena para abrir la red capilar del soporte, y se aplicó sobre él con rodillo una imprimación de dos componentes de resina de poliuretano, con 5% de diluyente, para su penetración en el hormigón, como anclaje de la película de revestimiento que quedaría en la superficie. Como estas películas no permiten espesores gruesos, se preparó previamente el relleno de coqueas, fisuras y ángulos vivos con masilla de resina de poliuretano, aplicada con espátula, para conseguir una perfecta adherencia con la imprimación, que alcanzaba 1 mm de espesor.

Figura 4.177. Trabajos de experimentación en el paramento de aguas arriba de El Vado. 1979. Zona de análisis del paramento y tratamiento aplicado



Fuente: MAGRAMA DGA 000023480319003203010403037.

Respecto a las juntas de dilatación, se observó que estaban deteriorados los perfiles de neopreno recibidos con mortero epoxi en los vértices del pentágono que coincide con el paramento de aguas arriba, se ordenó demoler este pentágono de hormigón, observando que sus paramentos estaban separados del macizo de la presa por una pintura de tipo bituminoso. La junta fue levantada y saneada la zona de asiento, abriendo una roza de 2 a 4 cm de ancha, por 4-5 cm de profundidad, chorreada de arena. Se rellenaron las coqueras con masilla de resina de poliuretano y se colocó una junta elástica mediante imprimación de resina de poliuretano, rellenando dicha junta perfectamente perfilada mediante polisulfuro de naturaleza elástica (Thyokol). Se sospechaba también que los pozos de arcilla podían estar cementados, a causa de las inyecciones, y se observó que los tapajuntas estaban deshechos, con lo que se consideró la oportunidad de sustituir el contenido de dichos pozos.

Desde el Canal de Isabel II se envió el informe en abril 1980 al Servicio de Vigilancia de Presas, donde se consideró positiva la solución propuesta para El Vado a partir del ensayo comentado, que habría que aplicar por etapas por reajuste, garantía y economía, una experiencia que podría ser muy útil en otras presas con patologías similares⁵⁹⁷. De hecho, en 1981 se contrataron trabajos de impermeabilización del paramento en todo el ancho de la presa, entre la coronación a la cota 924,95 y la 909,62, habiéndose solicitado una ampliación hasta la cota 901,61, extendida a diversas zonas, con el descubrimiento de diversas calidades en el hormigón⁵⁹⁸. Luis Yges indicaba en un informe que, gracias a la primera etapa de trabajo, el caudal de las filtraciones recogidas en la galería superior entre el 20 de marzo y el 30 de junio de 1982 había pasado de 2,4 l/m a 1,6 l/m⁵⁹⁹. Si se continuara el tratamiento de impermeabilización del paramento hasta la cota de solera de la galería, estaba convencido de que las filtraciones desaparecerían en su totalidad. El efecto de las filtraciones provocaba el lavado del hormigón, que podría llegar hasta 1,8 T/m³, como se había observado en los ensayos del Laboratorio Central, lo que resultaba “peligrosísimo”. Por ello, habría que ampliar la impermeabilización hasta la cota 901,61, con un incremento de coste de 17.000.000 pesetas, a los precios de la propuesta de 1981. Estos tratamientos vinieron

597 MAGRAMA, DGA, 000023480319003202020002001 y 000023480319003202010403002. Notas de 3 de octubre de 1980 acerca del informe sobre tratamiento del paramento de agua arriba.

598 ACYII 820186. Inspección de los trabajos en julio de 1982. Ingeniero Luis Yges. Se había observado que al sanear una zona del paramento de la margen izquierda presentaba un hormigón de características diferentes a las del resto de la presa, cuyo árido se desprendía fácilmente, el conglomerante tenía aspecto terroso, y además el árido era muy blando. Este hormigón se extendía en una franja de 3 m de ancho, en la parte superior del paramento desde la ladera izquierda, hasta la embocadura del aliviadero. Una línea de separación era visible en la cota 921,45, que marcaba incluso diferencias entre el resto de la presa, con encofrado de tablas, y la zona deficiente, con encofrado continuo.

599 Estos mismos datos se confirman en MAGRAMA DGA, 000023480319003201010404001. Nota manuscrita de Luis Yges, del Canal de Isabel II, a Rafael Nieto Cufí, de Vigilancia de Presas, sin fecha, posterior a junio de 1982. Le comenta que inicialmente se producían filtraciones de 5 l/m en cada una de las tres galerías y en cada margen, siendo la alta la que más daba. Cuando la galería alta de la presa de El Vado estaba sin tratar, en marzo de 1982, con el nivel de embalse a 913 m, en la margen derecha la filtración era de 2,1 l/m. En junio, una vez tratado el paramento desde la cota 909,62, había bajado a 1,6 l/m con el mismo nivel de embalse. Se iba a ampliar el tratamiento hasta la cota 901,61, esperando con ello dejar seca esta galería. Se representa gráficamente el resultado comentado en el gráfico 000023480319003201010405001, Aforos presa de El Vado, y evacuación en las 3 galerías interiores. Enero a junio de 1982.

a mejorar el problema, pero no a resolverlo, siendo necesarias nuevas campañas en 1990, 1995 y 2001, empleando diversos materiales en función de las zonas a tratar (poliuretano de dos componentes, resina epoxy, poliuretano rígido, masilla elástica), y vigilando la acción de las temperaturas, los rayos ultravioletas y otros factores ambientales, que consiguieron reducir las filtraciones en una medida considerable⁶⁰⁰.

Figura 4.178. Trabajos de experimentación en el paramento de aguas arriba de El Vado. 1979. Tratamiento en las juntas



Fuente: MAGRAMA DGA 000023480319003203010403037.

600 García Pérez, Juan Alberto (Jefe del Departamento de Explotación de Captaciones del CYII), y Gaitán Santos, Vicente (Jefe de División del Departamento de Explotación de Captaciones del Canal de Isabel II): "Waterproofing works carried out on the 'El Vado' Dam. Systems, performance and experience gained". Twenty-first International Congress on Large Dams [Recurso electrónico (CD-ROM)]: 16-20 June 2003, Montreal, Canada: transactions / International Commission on Large Dams = Vingt et unième Congrès International des Grands Barrages: comptes rendus / Commission Internationale des Grands Barrages. Paris : ICOLD-CIGB, 2005, cd-rom, Q 82, rapport 65. En el mismo congreso, García Pérez, Juan Antonio: "Staunching works carried out on the 'el Vado' dam. Systems, performance and experience gained", Q 82, rapport 25.

El Canal de Isabel II realizaba mediciones constantes de los aforos de filtraciones⁶⁰¹ y junto con el resto de las variables objeto de auscultación en la década de 1990 se comenzó la elaboración de informes semestrales⁶⁰², con las cifras obtenidas representadas en sus correspondientes gráficos: niveles de embalse, temperaturas, pluviometría, los aforos totales recogidos en los drenes de la presa y su distribución por galerías y drenes. Asimismo, en los péndulos sus movimientos radiales, y las medidas de presión en diversos piezómetros, lecturas de extensómetros, movimientos de las juntas. En 1978-1979 se habían aforado hasta unos 600 l/m en total, cuando el embalse estaba en sus niveles más altos, las filtraciones descendían considerablemente, hasta casi desaparecer, cuando bajaba de la cota 905. En septiembre de 1990, tras un aumento que alcanzó medidas máximas de 4.400 l/m, se procedió a una reparación, que devolvía los niveles máximos a 793 l/m (Figura 4.179). El resto de variables obtenidas se mantenía entonces en niveles normales, observándose en las bases superiores de los dos péndulos desplazamientos hacia aguas abajo cuando la carga hidráulica era máxima (hasta 2,5 mm). Los controles topográficos externos también se aplicaban de forma sistemática por el Canal de Isabel II en todas sus presas⁶⁰³.

Figura 4.179 Aforos totales de galerías y drenes de la presa de El Vado, primer semestre de 1991



Fuente. Confederación Hidrográfica del Tajo, archivo central.

601 MAGRAMA, DGA, 000023480319003201010405002, Aforos presa de El Vado, y evacuación en las 3 galerías interiores. 1980-1981. Gráficos.

602 Se han podido consultar los correspondientes a los años 1991-1993 en el archivo de la Confederación Hidrográfica del Tajo, elaborados entonces con los medios informáticos de la época.

603 ACYII, 838, 839 y 841-c. Informe de control topográfico en las presas del Canal de Isabel II (Atazar, Villar, Riosequillo, La Pinilla, Puentes Viejas, Valmayor, La Jarosa, Navacerrada, Navalmedio, El Vado, Pedrezuela, Santillana). 1992-1995.

En los años sucesivos, además del mantenimiento regular han sido necesarias obras de mayor calado precisas para el servicio adecuado del embalse⁶⁰⁴, así como para las vías de acceso⁶⁰⁵ y la torre de toma⁶⁰⁶.

La clasificación de la presa de El Vado y la del Collado está considerada como de categoría A en función de su riesgo potencial. Consecuentemente, una vez redactado el Plan de emergencia, fue aprobado en septiembre de 2005 y a partir de entonces empezó su implantación⁶⁰⁷.

La auscultación de la presa se realiza de manera permanente, tanto de forma manual como automática, empleando así en la presa principal como en el dique del Collado los sistemas idóneos para controlar el comportamiento de la estructura y las filtraciones (nivel del embalse, estación meteorológica con termómetro y pluviómetro, aforadores zonales y exteriores, drenes (165), piezómetros hidráulicos (14), extensómetros de varilla (19) en galerías y coronación, bases de comparador para observar movimientos en el interior de las galerías, péndulos inversos (2), bases de nivelación y de colimación en el exterior, y termorresistencias para medir la temperatura del hormigón)⁶⁰⁸. Las mediciones obtenidas confirman la eficacia de la aplicación de las sucesivas medidas para corregir sus patologías. Con todo ello, se garantiza el funcionamiento de la presa de El Vado que, con el trasvase Sorbe-Jarama y el canal del Jarama, son piezas de primer orden en el suministro de agua a la Comunidad de Madrid, con una aportación hídrica mantenida superior al 20 % del total, entre 1985 y 2006, frente al peso creciente de la cuenca del Guadarrama respecto a la del Lozoya en los últimos años.⁶⁰⁹

604 ACYII, 4.810-10. Ampliación y reforma de la instalación del alumbrado en la presa de El Vado, 1990. 75987-7 y -11, Regeneración de drenajes, 1995 y 1996. 7589-14. Impermeabilización del muro del collado, 1996. 7597-10, Sustitución de válvula de seguridad en los desagües intermedios, 1998. Anuncio de la Resolución del Canal de Isabel II relativa al contrato por Procedimiento Abierto, para instalación de piezómetros en la presa de El Vado. BOE, 26 de noviembre de 2008, pp. 13973-13974.

605 ACYII, 393-6. Acondicionamiento del camino de servicio del cruce de la ermita de Los Enebrales a la presa de El Vado, 1982. 432-3. Idem, desde Retiendas a El Vado, 1983. 7589-9. Reparación del camino de servicio de Tamajón al cruce del camino a Majaelayo, 1996. Este tipo de obras tienen su reflejo en los municipios del entorno de El Vado. En 2008 el Canal de Isabel II solicitó licencia de obras, con exención del impuesto sobre construcciones, para reparar el camino de servicio entre Retiendas y la presa de El Vado, y los caminos interiores de servicio (66.836,9 euros), incluyendo una mejora de la seguridad vial, instalando una barrera (22.086,40 euros). A.M. Retiendas. Escritos de 17/01 y 23/07/2008.

606 En el boletín Oficial de la Comunidad de Madrid, entre 2010 y 2013 se han publicado diversos concursos de obras y suministros para la cámara de rotura, válvula de regulación, conducciones, plataformas y equipos electromecánicos de la torre de toma en El Vado.

607 Francisco Díaz, Juan Pablo de: "Planes de Emergencia de Presas. Implantación". II Jornadas de implantación de planes de emergencia de presas, 2007.

608 Documento XYZT de la presa y embalse de El Vado. Canal de Isabel II Gestión. Diciembre 2012. Anexo 1, ficha técnica, tablas 10 y 13.

609 Fernández García, Felipe; Millán López, Alfredo; Galán Gallego, Encarna; Cañada Torrecilla, Rosa: "Situación actual y proyecciones futuras de las disponibilidades hídricas de la Comunidad de Madrid", en Martín Lou, M^a Asunción y Arroyo Ilera, Fernando: Agua y territorio. La cooperación hídrica en España. Madrid: Real Sociedad Geográfica, 2011, pp. 77-100, especialmente p. 94.

Figura 4.180 Galería intermedia de la presa de El Vado



Fotografía: F. Fernández Izquierdo, junio 2015.

Figura 4.181 Conducciones de drenes en la galería intermedia de la presa de El Vado



Fotografía:
F. Fernández Izquierdo,
junio 2015.

Figura 4.182. Pozo de uno de los péndulos de la presa de El Vado



Fotografía:
F. Fernández Izquierdo,
junio 2015.

Figura 4.183. Medidores de movimientos en una de las juntas entre bloques



Fotografía: F. Fernández Izquierdo, junio 2015.

Figura 4.184. Caudalímetro del conjunto de filtraciones en la parte derecha de la presa de El Vado



Fotografía: F. Fernández Izquierdo, junio 2015.

Figura 4.185. Interior de la cámara de maniobra del desagüe de fondo, presa de El Vado



Fotografía:
F. Fernández Izquierdo,
junio 2015.

Figura 4.186. Control centralizado de piezómetros, presa de El Vado



Fotografía: F. Fernández Izquierdo, junio 2015.

Finalmente, en este recorrido histórico de las infraestructuras hidráulicas, hay que señalar la aplicación de la Ley 48/2002 del Catastro Inmobiliario, desde su entrada en vigor en 2006, define los Bienes Inmuebles de Características Especiales (BICES), entre los que se incluye la superficie ocupada por las presas y embalses. Esta consideración, que elevó sustancialmente la valoración de cara al pago del impuesto, proporciona a los ayuntamientos en cuyos términos se sitúa el de El Vado (Tamajón, Retiendas, Valdesotos y Campillo de Ranas), unos ingresos sustanciosos en sus presupuestos, que en el caso de Tamajón también se incrementan gracias a los embalses del Pozo de los Ramos y de Beleña, en el río Sorbe. La actividad de derivación de agua también es objeto de un gravamen municipal que beneficia al Ayuntamiento de Tamajón, abonado por Canal de Isabel II Gestión.

Tabla 4.56. Resumen económico de las inversiones en El Vado, 1960-1979

AÑO	PROYECTO	ADMINISTRACIÓN (PESETAS)	CONTRATA (PESETAS)	ADJUDICACIÓN (PESETAS)
1960	Obras complementarias en el aliviadero	1.548.097,11	1.772.181,02	
1962	Proyecto de terminación de la presa de El Vado	16.564.616,43	19.360.191,23	
1962	Obras complementarias en el aliviadero		9.007.636,50	
1967	Liquidación obra parcial de El Vado	9.431.957,71		
1965	Proyecto de nuevo aliviadero de la presa de El Vado	22.376.040,28	25.956.206,72	22.376.040,28
1965	Camino de acceso a El Vado por Retiendas		8.761.468,97	6.650.000
1965	Proyecto de bulonado de las dos pantallas	8.284.253,85	9.421.308,30	8.121.817,50
1965-6	Camino de acceso a El Vado por Tamajón		3.150.728,20	2.673.392,88
1965	Proyecto reformado nuevo aliviadero de El Vado, obras urgentes		40.731.591,83	
1967	Proyecto construcción tres viviendas			
1968	Liquidación proyecto reformado nuevo aliviadero de El Vado	1.289.510,19	1.495.831,79	
1968	Liquidación del bulonado de las pantallas	4.075.335		
1969	Transformación de El Vado en presa vertedero		47.112.333,00	
1972	Acondicionamiento del desagüe de fondo e impermeabilización del paramento		24.971.881,00	
1979	Acondicionamiento de galerías, accesos y obras varias		8.348.981,00	6.654.746,49
1979	Reparación de la carretera de Retiendas a El Vado		4.327.725,00	
1979	Reparación de la carretera de Tamajón a El Vado		4.991.934,00	

14. CRONOLOGÍA (1902-1979)

FECHA	FUENTE	ACONTECIMIENTO
25/04/1902	Gaceta	R.O. Plan General de Canales de Riego y Pantanos incluye el pantano de El Vado entre los riegos del Jarama.
12/06/1908	Gaceta	R.O. Presupuesto de estudio del pantano de El Vado.
18/09/1908	AGA (4)26, 24/15.835	Inicia el proyecto el ingeniero Enrique Morales.
08/06/1909	AGA (4)26, 24/15.835	R.O. incremento de presupuesto y encargo del proyecto al ingeniero Antonio Buitrago.
22/06/1910	AGA (4)26, 24/15.835	Firma del proyecto del pantano de El Vado por Antonio Buitrago.
22/09/1910	AGA (4)26, 24/15.835	Informe positivo del ingeniero jefe Luis Juste sobre el proyecto de El Vado.
11/08/1914	AGA (4)26, 24/15.838 16-77	R.O. aprobando el proyecto del pantano de El Vado a efectos de información pública.
19/05/1915	AGA (4)26, 24/15.838 16-77	Aprobación del proyecto del pantano de El Vado. Ingeniero Antonio Buitrago, presupuesto. 7.064.781,29 pts.
12/12/1915	AGA (4)26 24/15.836	Aprobación del proyecto reformado del camino de servicio a El Vado, 298.764,40 pts. con una longitud de 12.496,33 m.
14/12/1915	AGA (4)26 24/15.836	Aprobación del proyecto de casa-administración por 24.506,24 pts.
02/08/1916	AGA (4)26 24/15.836	Aprobación del proyecto reformado de casa-administración, por 66.530,10 pts. Ingeniero Antonio Buitrago.
16/01/1917	AGA (4)26 24/15.836	Aprobación del proyecto reformado de camino de Servicio a El Vado, diferencial de 22.246,56 pts. Ingeniero Alfonso Alonso.
17/11/1917	AGA (4)26 24/15.836	Aprobación del proyecto de abastecimiento de agua a la casa-administración. Ingeniero Alfonso Alonso, 16.070,21 pts.
20/09/1917	AGA (4)26 24/15.835	R.O. aprobación del proyecto de galería exterior de El Vado. Ingeniero Alfonso Alonso, 39.003,29 pts.
13/12/1917	AGA (4)26 24/15.835	R.O. para realizar proyecto de ampliación del túnel de la galería mediante 50 o 60 m aguas arribas y una galería transversal.

FECHA	FUENTE	ACONTECIMIENTO
02/01/1918	AGA (4)26 24/15.836	Aprobación del servicio de transportes para las obras del pantano de El Vado. Ingeniero Alfonso Alonso, adquisición de dos camiones.
21/02/1918	AGA (4)26 24/15.835	R.O. aprobación proyecto reformado de la galería exterior de El Vado. Ingeniero Alfonso Alonso, 71.339,23pts.
02/07/1918	AGA (4)26 24/15.836	Aprobación del replanteo de abastecimiento de agua a la casa-administración. Ingeniero Alfonso Alonso, incremento hasta 19.949,80 pts.
11/09/1918	AGA (4)26 24/15.835	R.O. aprobación 2º proyecto reformado de la galería exterior de El Vado. Ingeniero Alfonso Alonso, 87.227 pts.
18/01/1919	AGA (4)26 24/15.835	Aprobación del camino de acceso a la galería de desvío del río Jarama. Ingeniero Alfonso Alonso, presupuesto en administración 6.771,55 pts.
12/08/1919	AGA (4)26 24/15.835	R.O. autorización 3º proyecto reformado de la galería exterior del El Vado. Ingeniero Alfonso Alonso. 253.075,14 pts.
14/05/1924	AGA (4)26 24/15.838	R.O. de emplazamiento definitivo de la presa de El Vado por los informes emitidos y las conclusiones del Consejo de Obras Públicas.
17/12/1924	AGA (4)26 24/15.837	Informe del ingeniero jefe sobre el Proyecto de apertura de zanja de reconocimiento de las laderas en el emplazamiento en la presa del pantano de El Vado. Ingeniero Antonio Buitrago, 1924. 52.842,01 pts.
13/05/1927	AGA (4)26 24/15.837	Aprobación Proyecto de Apertura de zanja de reconocimiento del cauce en el emplazamiento de la presa del pantano de El Vado. Ingeniero: Antonio Buitrago y Martín de Vidales. 98.801,60 pts.
08/03/1929	AGA (4)26 24/15.838	R.D. 775 de 8 de marzo de 1929 se autorizó al ministro de Fomento a construir esta obra por el sistema de administración.
05/05/1929	AGA (4)26 24/15.838	R.O. creación Junta Administrativa de Obras de El Vado. Ing. Director de las obra D. César Blanco de Córdoba.
25/01/1929	AGA (4)26 24/15.838	R.O. aprobación proyecto Sustitución tubería abastecimiento agua. Ingeniero Antonio Buitrago, 47.478,97 pts.
16/02/1929	AGA (4)26 24/15.838	Ataguía aguas abajo.

FECHA	FUENTE	ACONTECIMIENTO
9 y 18/10/1931	AGA (4)26 24/15.838	Aprobación Ensanche y reparación del camino de servicio. Ingeniero César Blanco de Córdova. 49.363,02 pts.
21/06/1931	AGA (4)26 24/15.838	Edificio almacén de materiales. Ing. César Blanco. 21.753,27 pts.
22/09/1931	AGA (4)26 24/15.838	Edificio garaje y viviendas. Ing. César Blanco. 49.957,72 pts.
29/09/1931	AGA (4)26 24/15.838	Edificio central termo-eléctrica. Ing. César Blanco de Córdova. 10 de mayo de 1931. 18.987,73 pts.
11/11/1931	AGA (4)26 24/15.838	Edificio laboratorio y servicios sanitarios. Ingeniero César Blanco de Córdova. 29.800,81 pts. Gastado 22.845,00 pts.
10/11/1931	AGA (4)26 24/15.838	Edificio albergue para obreros. Ingeniero César Blanco de Córdova. 22.845 pts.
19/11/1931	AGA (4)26 24/15.838	Edificios casillas en km 6 y 12. Ing. D. César Blanco. 23.797,52 pts. pero hasta 31/12/1931 solo gastadas 12.351,56 pts.
21/10/1931	AGA (4)26 24/15.838	Ferrocarril a los depósitos grava Bco. de la Virgen. Ing. César Blanco. 121.995,41 pts., se aprueban 49.611,96 pts. pero hasta 31/12/1931 solo invertidas 24.534,52 pts.
aut. R.D. 8/3/1929	AGA (4)26 24/15.838	Prolongación camino para unir los servicios de la presa.
aut. R.D. 8/3/1929	AGA (4)26 24/15.838	Explanación del servicio en cota 895.
aut. R.D. 8/3/1929	AGA (4)26 24/15.838	Rampa de enlace para los servicios ladera derecha.
aut. R.D. 8/3/1929	AGA (4)26 24/15.838	Desmonte en ambas laderas para estribación de la presa, limpieza cauce y transporte a vertedero.
aut. R.D. 8/3/1929	AGA (4)26 24/15.838	Refugio para obreros.
25/01/1929	AGA (4)26 24/15.838	Sustitución tubería abastecimiento agua.
16/02/1929	AGA (4)26 24/15.838	Ataguía aguas abajo.
aut. R.D. 8/3/1929	AGA (4)26 24/15.838	Ampliación y mejora Casa Administración.
aut. R.D. 8/3/1929	AGA (4)26 24/15.838	Conservación camino de servicio.
aut. R.O. 10/10/1929	AGA (4)26 24/15.838	Compra local para almacenes cerca de Humanes.

FECHA	FUENTE	ACONTECIMIENTO
aut. R.D. 8/3/1929	AGA (4)26 24/15.838	18.539,378 m3 para hormigones.
aut. R.D. 8/3/1929	AGA (4)26 24/15.838	931,166 m3 desmonte, a terraplén.
08/12/1931	AGA (4)26 24/15.838	O.P. disolución de la Junta Administrativa de Obras de El Vado.
08/02/1933	AGA (4)26, 24/15.839 (20-77)	Aprobación técnica de proyecto reformado de construcción de la presa de El Vado.
15/03/1932	AGA (4)26, 24/15.840 (26-77)	Proyecto Reformado del ensanche y reparación del camino de servicio. Trozo 1°. Ing. Antonio Pizarro. Adicional 5.988,53 pts.
20/10/1932	AGA (4)46, 44/19.330 (24-77)	Proyecto Reformado. Ferrocarril de servicio a los depósitos de grava del Barranco de la Virgen. Ing. Antonio Pizarro. Adicional 10.457,80 pts.
14/09/1932	AGA (4)46, 44/19.330 (16-77)	Informe favorable del ing. director del Proyecto reformado del ensanche y reparación del camino de servicio de la Presa del Pantano de El Vado. Trozo 2°. Ing. D. Antonio Pizarro Seco. 1932. 97.884,18 pts.
22/09/1932	AGA, (4)26, 24/15.840 (27-77)	Proyecto reformado del edificio albergue para obreros. Ing. Antonio Pizarro. Adicional al presupuesto de 10/11/1931 de 10.659,13 pts.
19/12/1932	AGA 24/15.839 (25-77)	Proyecto de un segundo edificio albergue para obreros. Ing. Antonio Pizarro Seco. 32.685,23 pts.
07/08/1933	AGA, (4)26, 24/15.839 (23-77)	Proyecto de terminación del camino de coronación de la presa. Trozo 1°. Ing. Antonio Pizarro Seco. 49.199,64 pts.
16/08/1933	AGA, 24/15.839 (22-77)	Proyecto de terminación del camino de coronación de la presa. Trozo 2°. Ing. Antonio Pizarro Seco. 48.880,26 pts.
13/08/1933	AGA, (4)26, 24/15.839 (21-77)	Proyecto de reparación de la ataguía de aguas arriba de la presa. Ing. Antonio Pizarro y Seco. 47.380,03 pts.
30/01/1934	AGA, (4)26, 24/15.839 (19-77)	Proyecto de Línea telefónica desde el pantano al almacén de Humanes. Ing. Longinos Luengo Herrero. 47.546,26 pts.
15/06/1934	AGA, (4)26, 24/15.840 (30-77)	Proyecto de grupo de viviendas para obreros. Ing. José Salmerón García. 52.139,85 pts.
12/03/1934	AGA, (4)26, 24/15.841 (33-77)	Ferrocarril a la cantera de Tamajón trozo 1. Ing. José Salmerón. 43.862,96 pts.

FECHA	FUENTE	ACONTECIMIENTO
09/06/1934	AGA, (4)26, 24/15.841 (34-77)	Ferrocarril a la cantera de Tamajón trozo 3. Ing. José Salmerón 38.180,16 pts.
06/07/1934	AGA, (4)26, 24/15.841 (32-77)	Ferrocarril a la cantera de Tamajón trozo 4. Ing. José Salmerón 46.947,47 pts.
01/07/1934	AGA, (4)26, 24/15.841 (35-77)	Ferrocarril a la cantera de Tamajón trozo 6. Ing. José Salmerón 48.813,56 pts.
11/07/1934	AGA, (4)26, 24/15 840 (31-77)	Ferrocarril a la cantera de Tamajón trozo 5. Ing. José Salmerón 41.677,52 pts.
26/07/1934	AGA, (4)26, 24/15.839 (20-77)	Aprobación Documentos necesarios para la subasta de la construcción de la presa. 24 de abril de 1934. Ing. José Salmerón. 13.182.515,12 pts.(contrata).
06/11/1934	AGA (4) 46, 44/19.329 77A	Adjudicación de la contrata de construcción de la presa de El Vado a Rufino de Basáñez y Libano en 9.550.323,50 pts.
29/11/1935	AGA, (4)26, 24/15.842 (37-77)	Consolidación e impermeabilización del terreno mediante inyecciones de cemento en la cimentación de la presa. E. 1:500. Ingeniero José Salmerón. 29 de noviembre 1935.
01/03/1935	AGA, (4)26, 24/15.249 (2-77) AGA (4)26, 24/15.842 (77-40)	Proyecto de aliviadero de superficie. Solución aprobada por la D.G. de Obras Hidráulicas y documentos necesarios para Concurso de Proyectos, suministro y montaje de las compuertas. Ing. José Salmerón. 29 de octubre siguiente aprobada por la DGOH.
04/03/1935	AGA, (4)26, 24/15.249 (2-77) AGA (4)26, 24/15.842 (77-41)	Concurso: proyectos, suministros y montajes, desagüe de fondo y tomas agua. Ing. César de Córdova. 725.000 pts. (enmendado respecto a 750.000). Publicación /07/1936, suspensión 31/07/1936.
29/06/1940	BOE	Decreto de concurso, del proyecto de impermeabilización del terreno de cimientos de la presa del pantano de "El Vado" (Guadalajara). Presupuesto de 324.648,26 pts.
05/10/1940	BOE	Decreto de concurso de proyectos, suministro y montaje de los desagües de fondo y tomas de agua. Presupuesto 750.000 pts.
26/11/1940	AGA (4)26, 24/15.842 (77-38)	Presupuesto reformado formulado para dar cumplimiento a los Decretos de 26 de octubre de 1939 y 30 de julio de 1940. Ing. César Blanco. 3.808.960,72 pts.

FECHA	FUENTE	ACONTECIMIENTO
24/09/1941	BOE	Resolución de la Dirección General de Obras Hidráulicas, adjudicando definitivamente a la S. A. Maquinista y Fundiciones del Ebro, el concurso de suministro y montaje de los desagües de fondo, con sus mecanismos y accesorios, 495.251,16 pts.
10/12/1942	AGA (4)26, 24/15.841 (77-36)	Proyecto de reparación del camino de servicio del pantano de El Vado. Ingeniero encargado Don Domingo Díaz-Ambrona; en administración: 50.630,72; por contrata: 57.470,23 pts.
1944	AGA (4)26, 24/15.849 (77-1)	Reparación, explanación y firme, y riego superficial de alquitrán en caliente, de los km 1 a 5 y del 11 a 12 del camino de servicio del pantano de El Vado. Ing. D. Domingo Díaz Ambrona. Año 1944. 153.387,69 pts.
31/01/1945	AGA (4) 46, 44/19.330	Proyecto de colocación de tuberías de toma y obras complementarias para el aprovechamiento provisional del embalse del pantano de El Vado. . Ing. jefe Domingo Díaz Ambrona. 342.728,14 pts.
22/05/1945	AGA (4) 46, 44/19.329 77A-1	Rescisión de la contrata de la presa de El Vado con Estudios y Ejecución de Obras, S.A.
28/11/1945	AGA (4)46 44/19.331	Adjudicación de destajos en la presa de El Vado a Estudios y Ejecución de Obras, S.A.
31/05/1946	AGA (4) 46, 44/19.329 77A-2	Proyecto de terminación de las obras del pantano de El Vado. Ing. Domingo Díaz-Ambrona. 12.817.134,10 pts.
06/06/1946	1946. ACYII, 734	Proyecto reformado (Elevación de la Presa). Ing. D. Domingo Díaz-Ambrona Moreno. 22.007.685,83 Pts.
19/06/1946	AGA (4)46, 44/19.330 77	Proyecto reformado de aliviadero del pantano de El Vado. Ing. Jefe D. Domingo Díaz-Ambrona Moreno, año 1946. 7.098.864,50 Pts.. Aprobado por O.M. de 24 de enero de 1948.
18/04/1947	AGA (4)46, 44/19.329 77A 3	Proyecto de central auxiliar de pie de presa para la construcción de las obras del pantano de El Vado. Estudios y Ejecución de obras S.L. 555.674,54 pesetas. Propuesta de conceder 186.032 pesetas.
31/03/1948	AGA. (4) 46, 44/19.331 77 A	Proyecto reformado (2º) del pantano de El Vado. Ingeniero Juan de Arespacochaga y Felipe. 31 de marzo de 1948. 24.323.401,83 pts. Aprobado por O.M. de 5 de junio de 1948.

FECHA	FUENTE	ACONTECIMIENTO
31/10/1949	AGA (4) 46, 44/19.331 (77A)	Proyecto reformado (3º) del pantano de El Vado (Variante de la Coronación). 1949. Ing. Juan de Arespacochaga y Felipe. 24.291.677,35 pts (-31.724,47 pts). Aprobado 26/01/1950.
15/02/1950	AGA (4)46 44-19.335 77-M	Proyecto reformado de las compuertas de fondo para el pantano de El Vado. Ingeniero: Juan Arespacochaga y Felipe. Adicional sobre la contrata de compuertas de 434.253,87 pts. (929.505,03 pts. total compuertas). Aprobado 28 de abril de 1950.
11/03/1950	AGA (4)46, 44/19.334 77B	Resolución concurso de las compuertas del aliviadero, a Boetticher y Navarro, S.A., 1.401.730,80 pts.
13/05/1950	AGA (4)46, 44/19.334 77B	Proyecto de variación del camino de servicio a la presa, 973.642 pts.
30/11/1950	AGA (4)46, 44/19.334 77B	2º Proyecto reformado del aliviadero. Ing. Juan de Arespacochaga. 7.707.398,47 pts. (aumento 608.533,97 pts. respecto al reformado).
03/03/1952	AGA (4) 46 44/19.335, (77-M)	Propuesta de revisión de precios de las compuertas del aliviadero de El Vado a Boetticher y Navarro, S.A. Ing. Juan de Arespacochaga. 427.587,48 pts.
26/03/1952	CHT Alcorlo	Proyecto de riego asfáltico del camino de servicio del Pantano de El Vado. Ing. Juan de Arespacochaga y Felipe. 583.289,86 pesetas.
15/06/1952	AGA (4)46 44-19.335 77-M	Revisión de precios de las compuertas de fondo de la presa del pantano de El Vado. Ingeniero: Juan de Arespacochaga. Adicional de 385.108,02 (en contrata 446.725,30 pts.). Aprobada 5 de junio de 1953.
21/03/1953		Sentencia del Tribunal Supremo a favor de la empresa adjudicataria de las obras, Estudios y Ejecución de Obras, S.A., dirigida por el ingeniero de caminos José Torán Peláez, contra la Resolución del Ministerio de Obras Públicas sobre revisión de precios de estas misma obras.
18/07/1953	AGA (4) 46 44/19.336	Proyecto de central de pie de presa del Pantano de El Vado. Ingeniero Juan de Arespacochaga y Felipe. 18.563.827,10 pts.
30/11/1953	AGA (4) 46, 44/19.332 77 A	Proyecto reformado (4º) del pantano de El Vado. 1953. Ingeniero Juan de Arespacochaga y Felipe. 26.049.209,77 pts. Aprobado el 21 de mayo de 1954.
26/05/1954	CHT OT Alcorlo	Proyecto de riego asfáltico del camino de servicio del Pantano de El Vado. Ingeniero Juan de Arespacochaga y Felipe. 535.756,21 pts.

FECHA	FUENTE	ACONTECIMIENTO
28/06/1954		Inauguración de las obras por Francisco Franco, jefe del Estado.
18/03/1955	AGA (4) 46 44/19.335	Presupuesto de mando a distancia de las compuertas del aliviadero de la Presa del Pantano de El Vado. Ing. D. Juan de Arespacochaga y Felipe 196.768,20 pts.
17/03/1956	AGA (4) 46 44/19.335	Recepción provisional de las compuertas del aliviadero. Definitiva en 27/10/1958.
31/01/1957	AGA (4)46 44/19.333 77-A	Proyecto reformado (5º) de la Presa del pantano de El Vado. Ingeniero Juan de Arespacochaga y Felipe. Camino de enlace Vado-Bonaval. aprobado por O.M. el 15 de junio de 1957.
20/04/1959	AGA (4) 46 44/19.337	Modificación de precios de camino de enlace El Vado Bonaval. Pantano de El Vado. Ingeniero Luis López Larrañeta.
30/10/1961	AGA (4) 46 44/19.336 77-M	Liquidación de las obras del Proyecto de suministro y montaje de las compuertas de los desagües de fondo de la Presa del Pantano de El Vado. Ingeniero D. Luis López Larrañeta (fecha final, iniciado en 1959). Total liquidado, 1.376.230,33 pts.
31/10/1960	CEH, CEDEX	Proyecto de obras complementarias aliviadero El Vado. Ingeniero José Luis López Larrañeta. Presupuesto administración. 1.548.097,11 pts.
20/01/1962	AGA (4) 60 46/4708 77A	Proyecto de terminación de la presa de El Vado. Ing. Luis Ponte Manera. Presupuesto administración 16.564.616,43 pts. Aprobado 5/05/1962.
1962	AGA (4) 60 46/4710 77-B-1	Proyecto de obras complementarias del aliviadero del embalse de El Vado. Con ensayo en modelo reducido. Ingeniero Luis Ponte Manera. 9.007.636,50 pts. Aprobado 19/05/1962.
09/11/1962	AGA (4) 60 46/4710 77-B-1	Agrupación de los proyectos de terminación de la presa y complementario del aliviadero, por importe de 28.367.827.63. pts. Ingeniero Luis Ponte Manera.
10/12/1962	AGA (4) 60 46/4708 77 A1	Adjudicación conjunta de la terminación de la obra a GOYSA, S.A. en 28.344.990 pesetas.
10/09/1963	AGA (4)60 46/4709 77-A-1	Rescisión del contrato con Goysa, S.A. y liquidación de las obras de terminación de El Vado y nuevo aliviadero, ing. Fernando Saenz de Oiza, 9.431.957,71 pesetas, incluidas bonificaciones.
27/02/1965	AGA (4) 60 46/4709 77A-1	OM de la DGOH para la redacción de un nuevo proyecto para el aliviadero de la presa de El Vado.

FECHA	FUENTE	ACONTECIMIENTO
16/10/1965	AGA 4(60) 46/4712 77-D	Bulonado entre las pantallas existentes en El Vado. Ingeniero: Fernando Sáenz de Oiza. 9.421.308,30 pts. por contrata. Aprobado el 26/10/65.
20/10/1965	AGA (4) 60 46/4709 77A-1	Proyecto reformado del nuevo aliviadero de la presa de El Vado –obras urgentes. 30 de junio de 1966. Ingeniero Fernando Sáenz de Oiza. Adjudicación a MZOV por su proposición de 25.904.294,30 pesetas (estaba presupuestado en 25.956.206,72 pts).
20/08/1966	AGA 4(60) 46/4712 77-D	Adjudicación a MZOV de los trabajos de bulonado entre las pantallas existentes en El Vado. 9.302.599,81 pts.
04/04/1968	AGA 4(60) 46/4712 77-D	Orden de paralización de las obras de bulonado en la presa de El Vado.
08/04/1968	AGA (4) 60 46/4715	Orden de paralización de las obras urgentes del nuevo aliviadero de El Vado.
ago-68	AGA (4) 60 46/4715	Proyecto base para el concurso de proyecto y ejecución de las obras de transformación en presa vertedero de la actual del embalse de El Vado. Ingeniero: Fernando Sáenz de Oiza. Presupuesto 47.250.000 pts.
30/08/1969	AGA (4) 60 46/4717, 4718 y 4719	Adjudicación provisional del proyecto Transformación en presa vertedero de la actual del embalse de El Vado. Proyecto de construcción. Ingeniero D. Fernando Sáenz Oiza. 47.112.333 pesetas. Documentación del contratista adjudicatario, Agromán, Empresa Constructora, S.A.
14/05/1971	AGA (4) 60 46/5825	Adjudicación definitiva del proyecto anterior, a Agromán, Empresa Constructora, S.A., por importe de 47.112.333 pesetas.
dic-72	AGA (4) 60 46/5835	Proyecto de acondicionamiento del desagüe de fondo de la presa de El Vado e impermeabilización del paramento. Término municipal Retienda y Valdesotos. Fernando Saenz Oiza. 24.971.881 pts por contrata.
06/03/1973	AGA (4) 60 46/5825	Revisión de precios (2ª) en la transformación de El Vado en presa vertedero. 944.234 pts.
14/05/1973	AGA (4) 60 46/5825	Obras complementarias, ingeniero Fernando Sáenz de Oiza, presupuesto 9.348.085 pts. Adjudicado por OM 22 de marzo de 1974 a Agromán.
10/12/1974 4,	AGA (4) 60 46/5825	Recepción de obra de la transformación en presa vertedero de El Vado.

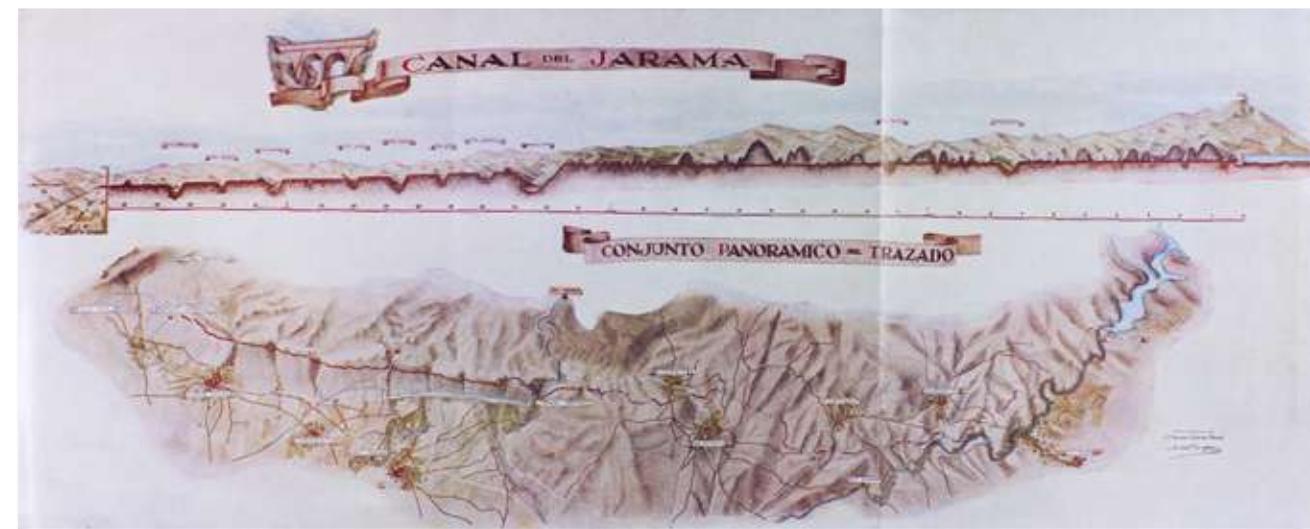
FECHA	FUENTE	ACONTECIMIENTO
dic-74	AGA (4) 60 46/5825	Liquidación de las obras de Transformación en presa vertedero de la actual del embalse de El Vado, importe 76.212.206 pts.
01/12/1976	ACYII, 919, nº 7	Transferencia de la gestión de El Vado de la Confederación Hidrográfica del Tajo al Canal de Isabel II, con efecto de 01/01/1977.
jul-79	ACYII, 1922-2	Desbroce y reparación del camino desde Retiendas a la presa de El Vado. Julio 1979. Ingeniero Benito Díaz y Díaz de la Cebosa. 4.327.725 pesetas por contrata.
jul-79	ACYII, 1921-6	Desbroce y reparación del camino desde Tamajón a la presa de El Vado. Julio 1979. Ingeniero Benito Díaz y Díaz de la Cebosa. 4.991.934 por contrata.
oct-79	ACYII, 1921-6	Acondicionamiento de galerías, accesos y obras varias en la presa de El Vado. Ingeniero José Torija Alonso. Presupuesto de 8.384.981 pts. por contrata.



5

EL CANAL DEL JARAMA. LA EJECUCIÓN DE UN PROYECTO CON LARGO RECORRIDO

Figura 5.1. Canal del Jarama, conjunto panorámico del trazado. Ingeniero Emilio López-Berges



Fuente: Memorias del Canal de Isabel II, 1946-1950⁶¹⁰.

610 Ministerio de Obras Públicas. Los primeros cien años del Canal de Isabel II. Madrid, 1954, p. 366, fig. 1

1. INTRODUCCIÓN

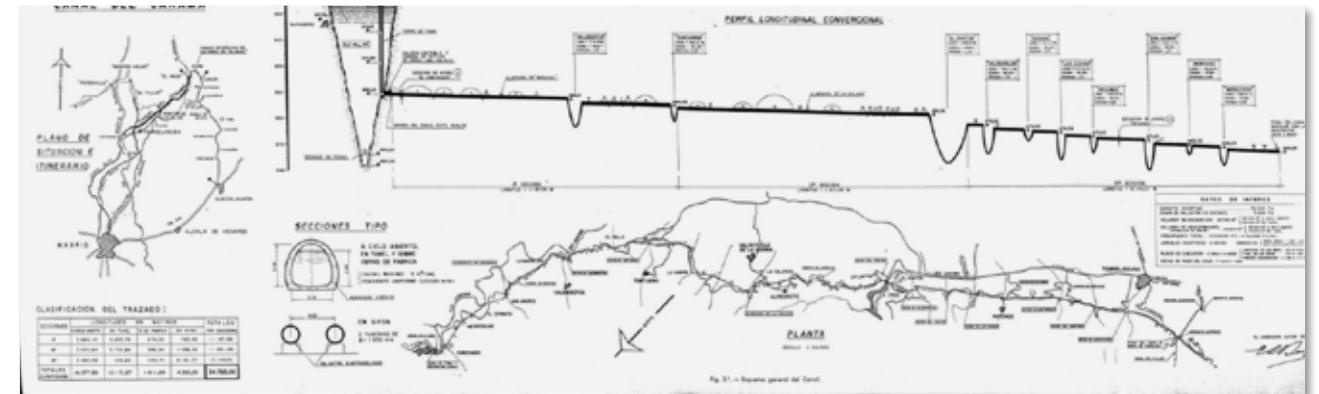
El primero de marzo de 1960 se convirtió en realidad que el agua de la cabecera del Jarama fluyera por las tuberías madrileñas abastecidas por el Canal de Isabel II, junto a la del Lozoya que lo venía haciendo en solitario desde un siglo atrás. Era un acontecimiento feliz para los vecinos y, especialmente, para todos aquellos que se habían empeñado en traer el precioso líquido de aquel río hasta una capital que ya entonces se encontraba habitada por cerca de dos millones y medio de personas. Ese día se dieron por concluidas, y por satisfactorias, las diversas pruebas llevadas a cabo por los ingenieros en el canal del Jarama. Los resultados fueron muy positivos, como se pudo comprobar, aunque para comenzar a consumir aquellas finas aguas en la capital aún habría que esperar algo más de dos meses, ya que había que limpiar e higienizar debidamente el conducto, cuyas pinturas, hormigones y soldaduras requerían secarse y fraguar debidamente, de modo que los caudales procedentes del alto Jarama se incorporaron para el consumo madrileño, en el depósito superior de Torrelaguna, integrado en el denominado nudo de Calerizas, a partir del día 7 de mayo de 1960. Para esa fecha la obra había concluido, aunque todavía quedasen detalles que se irían rematando en el transcurso del siguiente año. La inauguración oficial se celebró en Torrelaguna el 28 de junio de 1960, con asistencia del entonces ministro de Obras Públicas, Juan Vigón, del delegado del Gobierno en el Canal de Isabel II, López Quesada, el director del Canal, Álvaro Bielza, y el director y proyectista de la obra, ingeniero Emilio López-Berges, aparte de otras representaciones ministeriales, municipales y de la Diputación Provincial de Madrid⁶¹¹.

Atrás quedaban unos 70 km de pistas necesarias para el servicio de 34,768 km de conducción construidos (16,377 km de canal a cielo abierto, 12,115 en 34 túneles, 1,911 sobre 37 acueductos y 4,363 en 10 sifones), 587.000 m³ excavados (399.134 m³ a cielo abierto y el resto en túnel), las obras de toma en El Vado y de conexión del canal al depósito superior de Torrelaguna, dos almenaras, dos estaciones de aforo, diez casillas de vigilancia, quince locales de alojamiento para obreros, una línea eléctrica y otra telefónica. Aunque se iniciaron con el camino de servicio un par de años antes, el comienzo de los trabajos principales tuvo lugar el 25 de marzo de 1956. Fueron acometidos en cuatro años y tres meses de obras, con 2.280.000 jornales invertidos para remunerar el trabajo de una media diaria de 1.480 obreros dispuestos en los distintos tajos, cifra que en fechas de máxima aceleración de las obras se duplicó. El canal del Jarama requirió, además, 162.000 m³ de hormigón empleado en el revestimiento, 76.500 toneladas de cemento, 3.400 toneladas de chapa de palastro, una inversión en torno a 570 millones de pesetas según su responsable, el ingeniero Emilio López-Berges, resultando un coste de unos 17 millones por km de canal.⁶¹²

611 "Aumenta en dos metros cúbicos por segundo el abastecimiento de agua. El ministro de Obras Públicas inauguró ayer el paso por el canal del Jarama", ABC, 29/06/1960, págs. 39-40.

612 Estos datos provienen la documentación del 5º y último Proyecto Reformado del Canal del Jarama 1960, Archivo del Canal de Isabel II (ACYII) caja 12 (1) y su liquidación en 1967, caja 769, a cargo del ingeniero Emilio López-Berges, así como de su artículo "El Canal Alto del Jarama para el abastecimiento de Madrid", Revista de Obras Públicas, Año CXII, número (2.986) 1964 pp. 69-85. Asimismo un avance de las dimensiones de la obra se publicó por M.P.B.: "Con el Canal del Jarama dispondrá Madrid de una dotación de agua capaz para una ciudad de tres millones de habitantes" ABC, 20/03/1960. Las cifras globales presentan algunas variaciones entre las fuentes, pero coinciden en lo sustancial, aunque el coste final de esta infraestructura, de acuerdo a la Memoria 1951-1969, del Canal de Isabel II, ascendió a 595.508.970,67 pesetas. También hay un resumen de las características del proyecto del canal del Jarama en Muñoz Muñoz, Jesús. El abastecimiento de aguas a Madrid. Estudio geográfico. Tesis doctoral 161/83 defendida en la Universidad Complutense de Madrid, edición facsímil, Editorial de la Universidad complutense, 1983, pp. 450-460.

Figura 5.2. Canal del Jarama Plano de situación e itinerario, Emilio López-Berges



Fuente: Revista de Obras Públicas, 2.896, 1964, encarte en p. 72.

La idea de trasvasar agua de los ríos Sorbe y Jarama hasta Madrid había sido concebida mucho tiempo atrás, mas solo comenzó a cobrar fuerza a partir del Nuevo Plan Extraordinario del Canal de Isabel II, aprobado por el Ministerio de Obras Públicas el 7 de noviembre de 1947, que contemplaba la construcción del embalse de Riosequillo sobre el río Lozoya, la toma de agua de los ríos Jarama y Sorbe, y la mejora de la red de distribución en Madrid, donde había zonas con una presión insuficiente. Estas obras habían sido consideradas años antes, pero la Guerra Civil y la posguerra las habían aplazado. Ahora, sin embargo, se contaba con presupuesto para acometerlas, aunque se hubiera de incrementar en diez céntimos el precio del m³ de agua pagada por los consumidores para poder sufragarlas. El Canal de Isabel II aprobó un presupuesto de 302 millones de pesetas para el periodo 1948-1956 y otro previsto de 235 para los siguientes seis años. En el primero, se consignaban 62 millones para el canal del Jarama, y 58 en la siguiente etapa, reservándose además otros 15,3 para la conexión de aquel con el río Sorbe. En esta ocasión ya no habría más demoras. El plan llevaba consigo la autorización para efectuar deslindes de terrenos, realizar estudios y replanteos, inspeccionar obras e instalaciones y adquirir los terrenos necesarios para las construcciones, accesos y servicios. El Consejo de Administración del Canal procedió a emitir obligaciones por un importe de 463 millones de pesetas en las condiciones que el Gobierno determinase. Finalmente se obtuvo el anhelado Decreto de 10 de agosto de 1954 que finalmente reservaba el Jarama para abastecimiento a Madrid, la regulación de su cuenca alta hasta El Vado, y 100 hm³ del Sorbe también en su cuenca alta, hasta el Pozo de los Ramos. Desde la previsora propuesta de Ramón de Aguinaga, ingeniero director del Canal de Isabel II en

1914, habían pasado cuatro décadas y se incorporaban a las aguas madrileñas las de Somosierra y la vertiente sur de la Sierra de Ayllón⁶¹³.

Antes de iniciarse las obras, se produjo una reacción contra los planes del Canal, y no era la primera, desde la compañía privada Hidráulica Santillana, que abastecía a la zona norte de Madrid, pues veía peligrar su negocio con la llegada del agua del Jarama, precisamente a una presión suficiente para competir con la que abastecía dicha compañía desde su embalse en el río Manzanares. Por ello interpuso un recurso contencioso-administrativo contra el Decreto de 10 de agosto de 1954, que se falló a favor de la Administración General del Estado⁶¹⁴, despejando de obstáculos la viabilidad de la captación de aguas del Jarama y Sorbe hacia Madrid.

La construcción del canal del Jarama no estuvo exenta de complicaciones, entre las cuales las de mayor consideración se registraron en la excavación de túneles que atravesaban zonas de pizarras silurianas, que como media exigieron 5,5 kg de dinamita por m³ de roca. Los desprendimientos eran frecuentes, cuyo volumen superó incluso al extraído en la excavación de los túneles 7, 8, 16 y 17⁶¹⁵. El agua y la arcilla entremezcladas con las capas de pizarra resultaron especialmente peligrosas. El túnel número 4, por ejemplo, de 770 metros de longitud, fue particularmente difícil de excavar y, a pesar de haber hecho la entibación los mejores especialistas, registró un desprendimiento con gravísimas consecuencias para la vida de algunos trabajadores: se vino abajo una bolsada de agua alojada en el trasdós de la bóveda y la hundió, sepultando a toda la cuadrilla que trabajaba allí en ese preciso momento, con dos fallecimientos. El tributo que había que pagar en la excavación de túneles no es ajeno a la experiencia de los ingenieros civiles⁶¹⁶, y era muy alto hasta la introducción de las modernas tuneladoras. A pesar de que en el transcurso de las obras se adoptaron las precauciones debidas, no se pudo, sin embargo, evitar que ocurrieran algunos accidentes mortales más, causados sobre todo por desprendimientos, aunque también hubo algunos casos de imprudencias, como electrocuciones, atropellos con vagonetas o caídas. Una placa colocada en la galería de acceso a la cámara de rotura de carga, en la cabecera del canal del Jarama, perpetúa los nombres de aquellos obreros que perdieron la vida en la construcción de esta infraestructura⁶¹⁷.

613 Ministerio de Obras Públicas. Los primeros cien años del Canal de Isabel II. Madrid, 1954. Memorias de Canal, años 1946-50.

614 Martínez Vázquez de Parga, Rosario: Historia del Canal de Isabel II. Madrid: Fundación Canal de Isabel II, 2001, pp. 275-276.

615 En el túnel nº 7, aunque solo se excavaron 1.753 m³, el hundimiento de la boca de salida requirió retirar 2.152 m³ y rellenar con piedra seca 1.665 m³. En el túnel nº 16, con 9.062 m³ de excavación, el desprendimiento de la chimenea obligó a extraer 10.335 m³. Por idéntico motivo, en el túnel nº 17, respecto a 1.049 m³ excavados, hubo que quitar 1.054 m³ por el desmoronamiento de la chimenea. 5º Proyecto reformado del Canal del Jarama, 1967-1971, ACYII caja 769. Mediciones del canal y túneles.

616 Así lo menciona Benet, Juan: "Contratación de túneles", en Prosas Civiles. Madrid: Dirección General de Obras Hidráulicas del Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente, 1994. Originalmente El panorama actual en las relaciones contractuales la construcción de túneles en España y su posible desarrollo futuro. Comunicación del Simposio Nacional sobre Túneles. Madrid, diciembre de 1974. Véase también Romana Ruiz, Manuel: "Tasas de mortalidad por accidentes de trabajo en la construcción de túneles", Revista de Obras Públicas 149 (3423), 2002, pp. 7-16.

617 López-Berges dejó constancia de estas trágicas circunstancias en su artículo citado "El Canal del alto Jarama...", p. 80. De los accidentes en esta obra se hizo eco el periodista y corresponsal de ABC en Guadalajara, Monje Ciruelo,



Figura 5.3. Placa en recuerdo de los trabajadores fallecidos en la construcción del canal del Jarama.

Fotografía: F. Fernández Izquierdo, 2015.

Otro de los retos que hubo que afrontar durante la construcción del canal fue el de reunir los 3.000 obreros que se precisaban en el momento de mayor intensidad de las obras. Se recurrió desde luego a aquellos que vivían en los pueblos por donde pasaría la futura conducción de agua, que acudían a los tajos por sus propios medios, sumándose asimismo otros obreros de las

Luis: Memorias de un niño de la Guerra. Guadalajara: Aache, 2005, en el capítulo "Sangre por agua en el Jarama". Este autor rememora su propia obra en el artículo "En el Pozo de los Ramos", Nueva Alcarria, 16/03/2014, domingo. El 23 de diciembre de 1957 se produjo una gran conmoción, al fallecer tres técnicos extremeños, un aparejador, un capataz y un perforista, en las curvas próximas a Razbona, en la carretera de Tamajón a Humanes, tras caer su vehículo a un profundo barranco. En los quince meses anteriores se habían producido otras cinco víctimas. Rufino de Miguel López, de 41 años, casado y residente en Torrebeñena, murió aplastado por una vagoneta a finales de 1957. En enero de 1958, Celedonio Gamero Moreno, de 31 años, casado y vecino de Moratilla de Henares, falleció en el acto al caerle una pesada lastra de pizarra, en el interior de un túnel, que no afectó a otros compañeros que trabajan con él. Más grave fue el accidente que se produjo en el término de Tortuero, a 40 m de la boca del túnel nº 11. Cuatro obreros, dos de la provincia de Madrid, solteros, y dos de la de Córdoba, casados, iban a aplicar hormigón a la caja vertical del canal, en el talud rocoso excavado en la pizarra, cuando se desprendió un trozo de roca de más de 10 m de largo, a una altura de unos cinco metros desde el suelo, y solo pudo salvarse Jacinto Priego Aceituno, de 45 años, casado, que señaló el lugar donde estaban sepultados sus compañeros, dos solteros, Benjamín Pérez Bernal, de 24 años y de Villavieja de Lozoya; Francisco García Hernanz, de 26, de Torrelaguna, y Francisco Aceituno Moreno, de 40 años y padre de tres hijos, de Doña Mencía (Córdoba), del mismo pueblo y primo del que se salvó. A finales de marzo de 1959, durante el refuerzo de una entibación mediante unas vigas, se produjo un desprendimiento en un túnel que mató al capataz Vicente Juana Ubero y al jefe de grupo, Miguel Santiago Román, mientras que Felipe Mayoral, originario del pueblo de El Vado, resultó ileso y el capataz Mateo Pérez, que resultó herido, fueron rescatados por los equipos que acudieron en su ayuda.

poblaciones cercanas, en un radio de 60 km, a los que se trasladaba a los distintos emplazamientos en camiones, y finalmente hubo que emplear numerosos trabajadores procedentes de regiones lejanas a la zona, prácticamente de toda España, los cuales vivían a pie de obra, en 15 albergues que hubo que habilitar para darles cobijo. De manera similar a lo ocurrido en algunas obras públicas de la época, también fueron empleados algunos presos proporcionados por los Destacamentos Penales. Entre 1957 y 1961, la Constructora A.M.S.A. dispuso, al menos, de 62 reclusos en 1958 y 94 en 1961⁶¹⁸.

La obtención de maquinaria en la cantidad necesaria también supuso alguna dificultad, teniendo en cuenta el elevado número de túneles y la sección de los mismos. El ingeniero que estuvo al cargo de los distintos proyectos señaló en un artículo sobre el desarrollo de las obras publicado con posterioridad a su inauguración, que hubo que resolver algunos trabajos *al modo faraónico*, al no contarse nunca con más de cinco o seis grandes máquinas de movimiento de tierras. Por el contrario, cada uno de los 70 tajos en los que simultáneamente se ejecutaba la obra contó al menos con un compresor y sus correspondientes martillos perforadores y picadores, así como con una pala cargadora neumática. El suministro de cemento también ofreció serias dificultades en distintas épocas, obligando a recurrir a fábricas muy alejadas de la zona, lo que a la postre encarecía su precio.

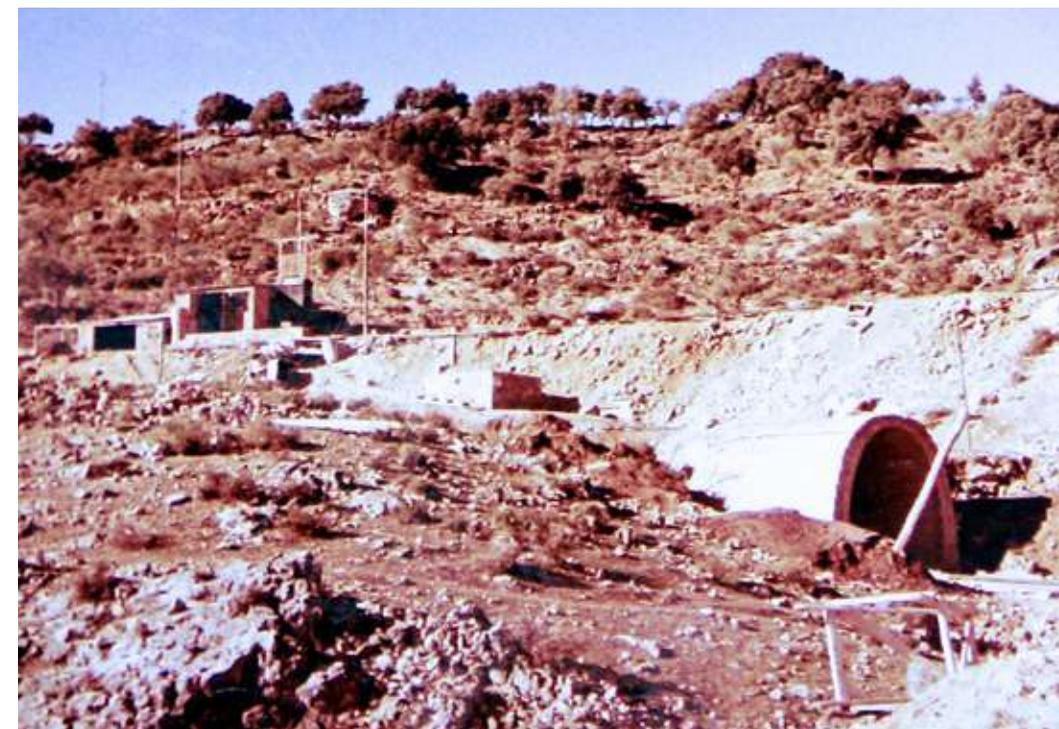
Figura 5.4. Hormigonado de los cimientos de la torre de toma



Fuente: ACYII-644-2 Canal del Jarama, 3º Reformado, 1959 Anejo. 6.

⁶¹⁸ Acosta Bono, Gonzalo; Gutiérrez Molina, José Luis, Martínez Macías, Lola; Río Sánchez: El Canal de los Presos (1940-1962) trabajos forzados: de la represión política a la explotación económica. Barcelona: Crítica, 2004, p. 71.

Figura 5.5. Boca de entrada al túnel nº 9



Fuente: ACYII-644-2 Canal del Jarama, 3º Reformado, 1959 Anejo 6.

A pesar de todos los accidentes imponderables y obstáculos sobrevenidos a que hubo de hacerse frente, el canal se concluyó con éxito. Con su entrada en servicio, se solucionaría la insuficiencia de agua para garantizar el suministro a cerca de dos millones y medio de personas, especialmente en verano, un importante problema que padecía la capital. Una necesidad de agua que se haría más acuciante a medida que transcurría el tiempo, hasta obligar a una solución de emergencia. De hecho, la obra comenzó en de marzo de 1956, pero dos años después se apreció con toda claridad la necesidad, ya urgente, de acelerarla y culminarla cuanto antes, porque la sucesión de una serie de sequías y la insuficiencia de los embalses existentes en el río Lozoya apremiaban su finalización. Por si fuera poco, los problemas registrados a última hora pusieron en jaque a la dirección de la obra y al propio Canal de Isabel II. Se decidió entonces finalizar la ejecución para el primero de septiembre de 1959 pero, a pesar de los cálculos que hicieron las empresas adjudicatarias, no se consiguió debido a los obstáculos que fueron apareciendo en la perforación de algunos túneles, lastrando el avance de las excavaciones y su posterior revestimiento de hormigón. A esas dificultades hubo que sumar el abandono de muchos trabajadores eventuales que, llegada la época de las faenas agrícolas, las prefirieron por estar mejor remuneradas, dejando



labores donde no podían ser reemplazados por obreros de las diminutas poblaciones locales, al discurrir el canal por una de las zonas serranas más pobres e inhóspitas de la confluencia entre las provincias de Guadalajara y Madrid. Por último, a los anteriores contratamientos se unieron otros accidentes imponderables, como la riada debida a una extraordinaria tormenta desatada en agosto de 1959, que derribó un puente muy necesario para acceder a las obras, seguida de continuos temporales de lluvia y nieve en el otoño de aquel mismo año, con grave deterioro en los caminos de servicio, más la destrucción prácticamente de la mitad del tendido eléctrico. Pese a todos los inconvenientes, el objetivo de pasar agua de la presa de El Vado a Madrid se pospuso tan solo por seis meses, hasta el primero de marzo de 1960.

Aquel verano de 1960 la ciudad de Madrid se vio, pues, beneficiada con cincuenta millones de metros cúbicos de agua procedentes del Jarama. Un agua cristalina y con unas condiciones químicas y bacteriológicas que -al decir de los analistas- superaban a las del Lozoya, consideradas hasta ese momento como el *desiderátum* de las aguas potables. Esa nueva aportación hídrica logró evitar la imposición de severas restricciones en la capital, ya que la capacidad del canal del Villar hubiera resultado claramente insuficiente para transportar los 700.000 m³ diarios que consumió la gran urbe aquel mismo verano. Los ingenieros y promotores del proyecto, particularmente Emilio López-Berges, Antonio Renedo y sus ayudantes, orgullosos de su trabajo, calificaron como extraordinario el desarrollo de las obras, dado el ritmo vertiginoso de su construcción, las cuales -por añadidura- se habían llevado a cabo sin menoscabo de su calidad. Sin entrar en consideraciones de si se trató de una obra ejemplar ejecutada extraordinariamente bien, pues la satisfacción de llevar hasta el final un proyecto de estas características estaba más que justificada, máxime por su finalidad tan relevante para el bien común, el trabajo previo de concebir la idea, proyectarla sobre el papel y materializarla hasta el final, componen un todo difícil de desgajar que hay que estudiar desde sus orígenes y contemplarlo con perspectiva temporal para valorar los beneficios y resultados del canal del Jarama como una obra hidráulica de relevancia superior en el sistema de abastecimiento al área metropolitana de Madrid en una etapa de fuerte crecimiento. Dejando a un lado las valoraciones subjetivas de los propios autores, hay que añadir las de los profesionales de la ingeniería civil, que consideraron en su tiempo al canal del Jarama una construcción moderna y modélica: los perfiles, características y algunas de las partes del canal del Jarama se estudiaban como referencia sobre abastecimientos de agua en la formación de los ingenieros de caminos, entre otras realizaciones ejemplares ejecutadas en el Canal de Isabel II⁶¹⁹.

619 Paz Maroto, José y Paz Casañé, José María. Abastecimientos de agua. Tomo I, Madrid: ETS Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 1962. En la fig. IX-3, se cita al Canal de Isabel II, como ejemplo de un sistema de conducción, del que se reproduce un mapa a pequeña escala. También se cita y reproduce en la figura IX-4, p. 496 un plano del canal del Jarama, y sus características: capaz para 9 m³/s y pendiente uniforme de 0.00025, con perfil longitudinal de 34,478 km, con gran número y longitud de los sifones, (4,485 km), muchos túneles (12,65 km) y acueductos (2,05 km). Se reproducen el perfil y esquema del canal del Jarama en p. 498, indicando que su autor fue el ingeniero López-Berges. Paz Maroto había estado al cargo de los Servicios de Saneamiento del Ayuntamiento de Madrid y participó en la construcción de las redes de abastecimiento de la ciudad.

2. PROYECTO PRIMITIVO, O ANTEPROYECTO DEL CANAL DEL JARAMA, 1914-1918

El *Proyecto general de conducción de las aguas del río Jarama para el abastecimiento de Madrid, desde el pantano de "El Vado" hasta enlazar en Torrelaguna con los canales actualmente en servicio* que ya operaban en la zona, fue elaborado por el ingeniero Emilio López-Berges sobre la base de dos proyectos anteriores, y firmado por el mismo el 31 de mayo de 1949⁶²⁰. El primero de esos proyectos previos había terminado de redactarse en octubre de 1918 por Ramón de Aguinaga Arrechea, entonces ingeniero director del Canal de Isabel II⁶²¹. El Canal había reorganizado su gestión como resultado de la Ley de 8 de febrero de 1907, que le permitía destinar el producto de la explotación al mantenimiento, ejecución de nuevas obras, y obtener empréstitos para su financiación⁶²². Sobre estos cimientos, Aguinaga fue el impulsor del Plan de Obras de 1907, que incluía el canal transversal desde la presa de El Villar, la central hidroeléctrica de Torrelaguna y un depósito elevado en Madrid, para llegar a las zonas altas de la ciudad, que tras entrar en servicio en 1912 propició un incremento del consumo hídrico por los vecinos de la capital. En este contexto, en la Memoria del Canal de Isabel II de 1910, Aguinaga mostraba su preocupación ante el aumento de la demanda de agua, la eficaz previsión de Rafo y Rivera en las generosas dimensiones de la conducción desde el Lozoya a Madrid, y el obligado estudio de todas las cuencas circundantes a la capital, como futuras fuentes de suministro: además de la del río Lozoya, las del Guadalix, Manzanares, Guadarrama y Jarama⁶²³.

620 ACYII, caja 258.

621 Ramón de Aguinaga Arrechea fue nombrado ingeniero director del Canal de Isabel II el 24 de julio de 1907. Sobre sus actuaciones al frente del mismo, véase Martínez Vázquez de Parga, Rosario. Historia del Canal de Isabel II, ..., pp. 202-213. Ramón de Aguinaga inició su actividad como ingeniero en los ferrocarriles en 1878, en Burgos y no se desvincularía de este sector en el resto de su vida profesional. Cobos Arteaga, Francisco de los: "Aventureros ferroviarios. Notas sobre la financiación de la red secundaria de los ferrocarriles españoles: El caso de Richard Preece Williams". Cuadernos de Estudios Empresariales, 14 (2004), p. 19 nota 57. Aguinaga contaba con experiencia en proyectos de aprovechamientos hidroeléctricos en la regata Endara, en Irún 1892-1900. Archivo del Ministerio de Fomento, inventario 4063.

622 Canal de Isabel II: Memorias-informes y documentos relativos a la gestión de la Comisaría Regia y Consejo de Administración en el año de 1907. Madrid: Imprenta Municipal, 1908.

623 Canal de Isabel II: Memoria sobre el estado de los diferentes servicios en 31 de octubre de 1910. Ingeniero-director D. Ramón de Aguinaga. Madrid: Imprenta Alemana, 1910, pp. 7-8. Aguinaga se remite a la Ley de Aguas de 13 de junio de 1879, que en su artículo 164 indicaba que "únicamente cuando el caudal normal de aguas que disfruta una población no llegase a 50 litros al día por habitante, de ellos 20 potables, podrán concedérsele de la destinada a otros aprovechamientos, y previa la correspondiente indemnización, la cantidad que faltara para completar aquella dotación". En la época de construcción del Canal de Isabel II, 28 años antes de la Ley, incluso se estimaba una necesidad de agua menor. "El aumento constante de las necesidades públicas y privadas, consecuencia natural del rapidísimo desarrollo de la civilización moderna, las exigencias progresivas y perentorias de la higiene, el mayor refinamiento de las costumbres, han engendrado la necesidad ineludible de dotar de abundantísimo caudal de aguas a las poblaciones, de tal suerte, que el límite señalado por el citado artículo de la Ley de aguas se halla hoy en completo desacuerdo con las exigencias actuales." El artículo 185 del Estatuto Municipal de 1924 fijaría la dotación en 200 litros diarios por habitante para las ciudades y 150 para las poblaciones rurales. Las medidas de higiene y los aparatos sanitarios hicieron aumentar el consumo notablemente a lo largo del siglo. Véase Matés Barco, Juan Manuel: La conquista del agua. Jaén: Universidad de Jaén, 1999. p. 368. En Madrid, en 1936 el consumo por habitante y día superaba los 260 litros (Ibidem, p.376).

RAMÓN DE AGUINAGA

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Promoción 1877.

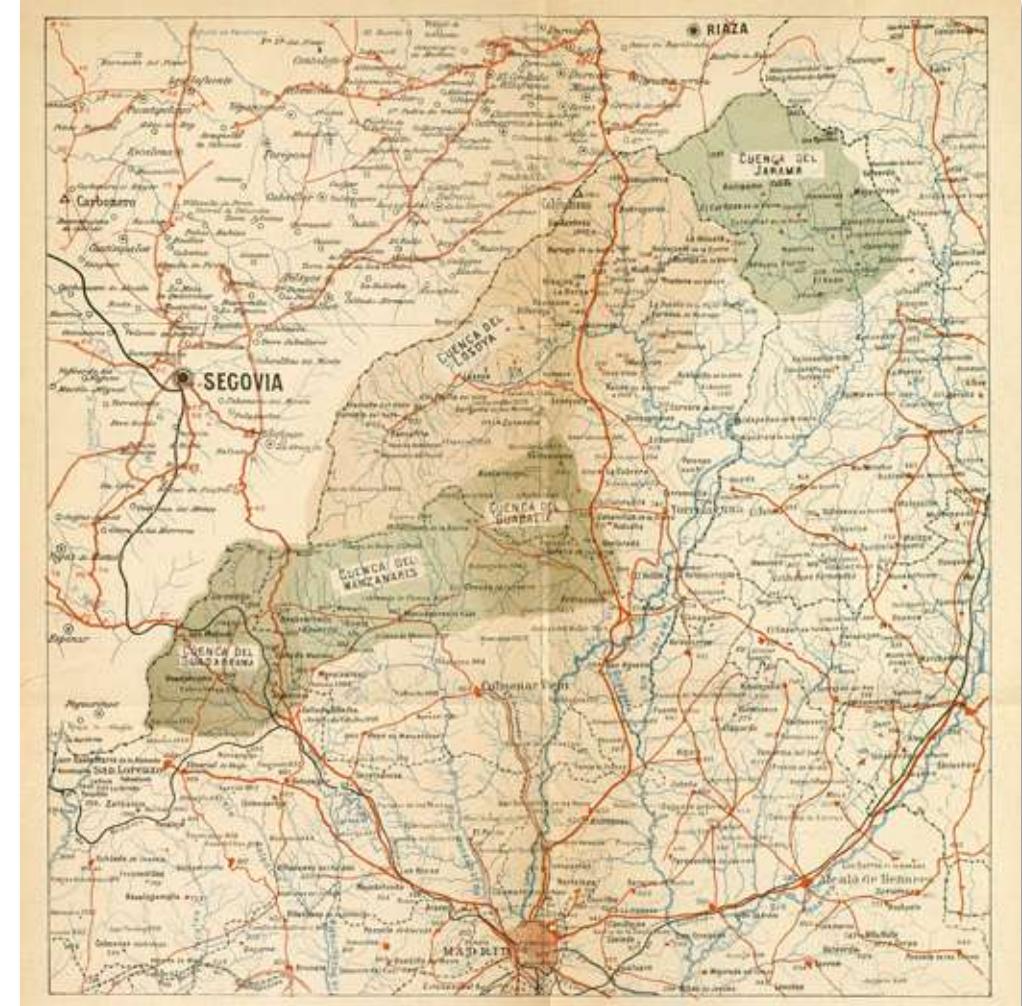
Nació en Lesaca, Navarra, el 4 de febrero de 1852 y falleció en Madrid, en 1933.

En enero de 1878 estaba pendiente de destino y el 15 de marzo se anuncia su puesto en Lérida, pero no debió llegar a tomar posesión, ya que poco después se le notificó su traslado a Burgos. Al menos entre 1882 y 1893 ocupó la jefatura de Obras Públicas de Burgos y entre 1894 y 1897 aparece como ingeniero 1º en la División de Ferrocarriles del Norte. En 1897 obtuvo la concesión por tres años de 200 l/s en el arroyo Endara (Navarra) para producción de energía eléctrica. Se le concedió una medalla de plata en la Exposición Internacional de Higiene y Demografía de Madrid.

Entre 1899 y 1905 trabajó en la 3ª y 1ª División de Ferrocarriles (Madrid). En el 17 de diciembre de 1902 fue nombrado secretario de sección en el Consejo de Obras Públicas. Desde enero de 1909 pasó al Canal de Isabel II como jefe de 1ª, supernumerario. Desde noviembre de 1913, inspector y director del Canal de Isabel II. En 1918, fue confirmado en el empleo de presidente de sección del Consejo de Obras Públicas. Se jubiló el 5 de febrero de 1919.

Durante su estancia en el Canal de Isabel II se proyectó y construyó la Central Eléctrica de Torrelaguna, se terminó el canal Transversal y la central elevadora, y se redactó el proyecto "Aprovechamiento de los ríos Jarama y Sorbe para el abastecimiento de Madrid", adelantándose 40 años a las necesidades (Memoria 1950, 34). Redactó las Memorias del Canal de 31 de agosto de 1908 y las de 1910, hasta 1918 y el informe "Turbias del Lozoya".

Figura 5.6. Cuencas fluviales al norte de Madrid en el Mapa del Canal de Isabel II



Fuente: Canal de Isabel II. Memoria 1910.

Con los datos disponibles, se pensaba que al haberse duplicado el consumo hídrico en los últimos veinte años, en los quince siguientes la capacidad del río Lozoya se vería superada. En 1913 se analizaron con detalle las posibilidades de su cuenca, las medidas necesarias para preservar la calidad de sus aguas y el consumo creciente de Madrid, donde ya se distribuían 60 hm³ al año⁶²⁴.

624 Canal de Isabel II: Memoria sobre el estado de los diferentes servicios en 31 de octubre de 1913. Ingeniero-director D. Ramón de Aguinaga. Madrid: Imprenta Alemana, 1913.

Por ello, en 1914, Ramón de Aguinaga, tras estimar que la demanda madrileña superaría esa cifra en breve⁶²⁵, insistió en la necesidad de concluir el Plan de 1907, del que quedaba pendiente una inversión de más de 17 millones de pesetas, e incorporarle nuevos objetivos, entre ellos agilizar la construcción de la nueva presa de Puentes Viejas, que ampliaría el volumen de embalse en el río Lozoya, los canales para preservar de contaminación El Villar, concluir el tercer depósito y la red de distribución en Madrid, aunque la ejecución de estas obras se vería dificultada por la crisis económica coincidente con la I Guerra Mundial. La previsión se ampliaba con un nuevo proyecto: aprovechar los ríos Jarama y Sorbe para el abastecimiento de Madrid, como explicaba Aguinaga en un informe elevado al Consejo de Administración del Canal de Isabel II en 1914⁶²⁶.

El objetivo de escribir esa temprana propuesta se debía a una simple y explícita estrategia: hacerse con la concesión del aprovechamiento de esas cuencas, preparando un anteproyecto que justificase la solicitud de concesión de acuerdo con la entonces vigente Ley de aguas de 13 de junio de 1879. Por tanto, la reserva de caudales tan alejados constituía un objetivo estratégico de los responsables del suministro a Madrid aunque, como ya se ha señalado anteriormente, la idea de aprovechar estos ríos para abastecer la capital de España partía de antecedentes previos⁶²⁷. La diferencia existente con respecto al pasado es que a las alturas de la segunda década del siglo XX el Canal acumulaba ya una larga experiencia en el sector, su capacidad financiera y técnica eran suficientes para diseñar y plasmar sobre el papel la idea y ejecutarla. No en vano, el ingeniero director del Canal Ramón de Aguinaga había cumplido en 1914 los principales objetivos del Plan de 1907: la terminación del canal transversal (1911), que con 24 km enlazaba el embalse de El Villar, en el río Lozoya, con el depósito superior del salto de Torrelaguna, su central eléctrica (1913), y asimismo el depósito elevado y la central elevadora en Madrid (1912). Esta situación parecía la adecuada para proponer en firme un estudio de viabilidad en la conexión de aquellas cuencas orientales con la conducción a Madrid desde el Lozoya.

El Canal llevaba años estudiando discretamente la alternativa del Jarama, ya que había una opinión muy generalizada de que la capital estaba suficientemente abastecida y que más que pensar en aumentar el caudal y en aprovechar saltos de agua, se debía insistir en ampliar los servicios de distribución. Apuntaba el informe *desde que reconocimos por primera vez el río Jarama, nos admiramos de sus excelentes condiciones para surtir de aguas potables a una población*⁶²⁸. La extensión superficial de la cuenca del Jarama se calculaba en 38.126 ha y la del Sorbe en 40.621 ha. La del Lozoya era de 73.309 ha, es decir, que la cuenca de cada uno de estos dos ríos era algo mayor que la mitad de la del Lozoya que abastecía a Madrid, del que se obtenían como media

625 En la Memoria del Canal de 1914 se calculó que el consumo medio diario de agua en verano era de 198.000 m³ x 365 días = 72 hm³ al año. Aunque en invierno fuera menor, en cualquier caso se superarían 60 hm³ anuales.

626 Canal de Isabel II. Memoria sobre el estado de los diferentes servicios en 31 de octubre de 1914. Ingeniero director D. Ramón de Aguinaga. Madrid: 1915. Incluye el "Informe al Consejo de administración del Canal sobre el uso de las cuencas de los ríos Jarama y Sorbe 1914". El contenido de dicho informe también se publicó en Aguinaga, Ramón de: "Canal de Isabel II" Revista de Obras Públicas 63, tomo I (2072) y (2074), 1915, pp. 287-292 311-316 especialmente 291-292 y 311-313. Véase También Martínez Vázquez de Parga, Rosario. Historia del Canal de Isabel II..., p. 212-213.

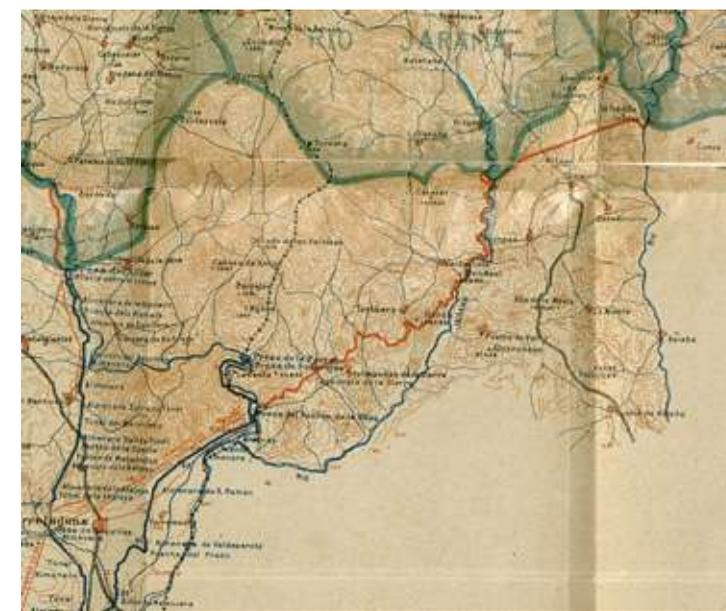
627 En particular, del Canal de Madrid, propuesto por Salvador Peydró al Ayuntamiento madrileño, que no pasó de proyecto, y aunque se asemeja en gran medida a la propuesta de Aguinaga, no es aludido en ella.

628 Véase su referencia en la nota siguiente.

hasta 6.000 l/s. Careciéndose de cifras reales de aforos, pero con lo que se conocía del río Lozoya, regularizando el curso de los otros dos ríos, podría estimarse que cada uno de ellos suministraría un caudal permanente de 3.500 l/s o sea un total de 7.000 l/s.

Entrando en más detalles, se comparaban dos cerradas en el valle del Jarama para el posible emplazamiento de una presa, y se descartó un punto localizado aguas abajo de las ruinas del monasterio de Bonaval, por ser terreno cretácico de calizas cavernosas, similares a las del Pontón de la Oliva que tantos problemas dieron, prefiriéndose otra cerrada, a unos siete km aguas arriba del anterior emplazamiento. Sus laderas estaban compuestas por pizarras silurianas, idóneas para asentar una presa, que con 55 m de alto embalsaría hasta 40 hm³. Complementariamente, en la cuenca colindante del río Sorbe se descubrió un estrechamiento análogo propicio para almacenar otros 40 hm³. Con esta justificación, en la *Memoria* del Canal de 1914 se adjuntaba un plano general de las instalaciones, en el que se proyectaba un enlace desde el río Jarama, que llegaría al arranque del canal primitivo del Canal de Isabel II en el Pontón de la Oliva. Partiría desde el término de El Vado, donde el Ministerio de Obras Públicas, a través de la División Hidráulica del Tajo, había iniciado ya los primeros trabajos de una presa de regulación, con destino a los riegos de la vega baja del Jarama hasta su confluencia con el Tajo, al sur de Madrid. El futuro canal del Jarama se prolongaría hacia el este, hasta otra toma situada en el punto denominado Pozo de los Ramos, en la cuenca del Sorbe, que incorporaría agua de este río.

Figura 5.7. Detalle de la conducción desde el Sorbe y el Jarama hasta el Pontón de la Oliva, en el Lozoya. Incluido en la Memoria... del Canal de Isabel II, 1914, Madrid, 1915



Fuente: Canal de Isabel II. Plano general que comprende las Cuencas del río Lozoya que abastece a Madrid y de los ríos Jarama y Sorbe que pueden abastecerle. Presas, Embalses, toma de aguas, Canales de conducción Depósitos, Acequias de riego, Arterias de distribución, etc. y Aprovechamientos de Energía Hidroeléctrica. Madrid: Lit. Sobrino y Sucesor de Méndez, 1915.

Uno de los requisitos previos a cualquier proyecto de captación de aguas para abastecimiento es comprobar si son aptas para el consumo humano. Así, ya en aquellas tempranas fechas se procedió a realizar los análisis químicos y bacteriológicos en el Laboratorio Municipal de Madrid, que era el centro habitual al que se remitía el Canal de Isabel II. Fueron efectuados por el doctor Juan Manuel Remis, profesor de la Sección de Bacteriología, suscritos por el doctor César Chicote, jefe del Laboratorio, y su resultado fue incluido en la *Memoria* de 1914⁶²⁹. Se detectó la existencia de *Lactis aerogenes* (Escherich)⁶³⁰, en las aguas del río Jarama, cuyo cultivo inoculado a cobayas produjo su muerte a las 24 horas, mientras que las inoculaciones que se efectuaron a otros animales de la misma especie con las muestras tomadas del río Sorbe apenas los alteraron. Al parecer, la contaminación se producía porque las aguas del Jarama no se estaban tratando para su consumo por la población, pero no porque fueran inhábiles para ello, se corregirían mediante la depuración natural en un embalse o aplicándoles cloración. Sin embargo, la composición química de ambas las consideraba excelentes *aguas delgadas*, las del Jarama aún menos mineralizadas que la del río Lozoya, y un poco más las del Sorbe respecto a este segundo río. En cualquier caso, con un tratamiento específico podrían mezclarse las aguas de las dos cuencas con las del Lozoya sin que variasen sensiblemente las buenas condiciones de las que ya se bebían en Madrid, lo que convertía las del Jarama y Sorbe en idóneas para el consumo humano, incluso menos expuestas a la contaminación de lo que estaban las del Lozoya⁶³¹, pese a la existencia en el Jarama de ese bacilo de origen fecal humano o del ganado, y algo de amoníaco en el Sorbe. Resulta evidente que entonces no se tuvieron en cuenta otros factores de contaminación, como el poso de arcilla coloidal rojiza no sedimentable con que se enturbiarían las aguas de El Vado en épocas de lluvia debido la naturaleza arcillosa de algunas laderas de dicho embalse. Pero, a fin de cuentas, hasta que la Organización Mundial de la Salud a fines de los años 1960 y comienzos de los 70 no estableció los límites, normas y parámetros de control para tratamiento de las aguas, las características que definían la calidad de las mismas se referían fundamentalmente a sus condiciones físicas y organolépticas, en particular a su composición química y bacteriológica obtenida en estos análisis preliminares⁶³².

629 Canal de Isabel II: Memoria... 1914..., apéndice en p. 72-76. Curiosamente, se obvió la circunstancia de la contaminación bacteriana de la muestra tomada en el río Jarama, que sin embargo sí se recoge en el documento del proyecto del canal del Jarama fechado en 1918 que se analizará a continuación.

630 Esta bacteria es conocida hoy como *Enterobacter aerogenes*. Berg, Gerald (Editor): *Indicators of Viruses in Water and Food*, Ann Arbor Science, 1978, p. 100.

631 Los problemas de turbias ocasionadas por la escorrentía en las riberas, y los vertidos de las poblaciones situadas en la cuenca alta del Lozoya preocupaban a los responsables del Canal. Ramón de Aguinaga mejoró el saneamiento del pueblo de Buitrago para aislar su alcantarillado y solicitó repoblaciones forestales en la cuenca, además de promover obras de aislamiento del embalse del Villar. Martínez Vázquez de Parga, Rosario: *Historia del Canal de Isabel II...*p. 216-219.

632 Román y Sánchez de la Nieta, José: "La calidad del agua de Madrid" en *Canal de Isabel II: Ciclo de conferencias sobre el abastecimiento de agua a Madrid*. 1979, Madrid: Ministerio de Obras Públicas, 1981, p. 23-24.

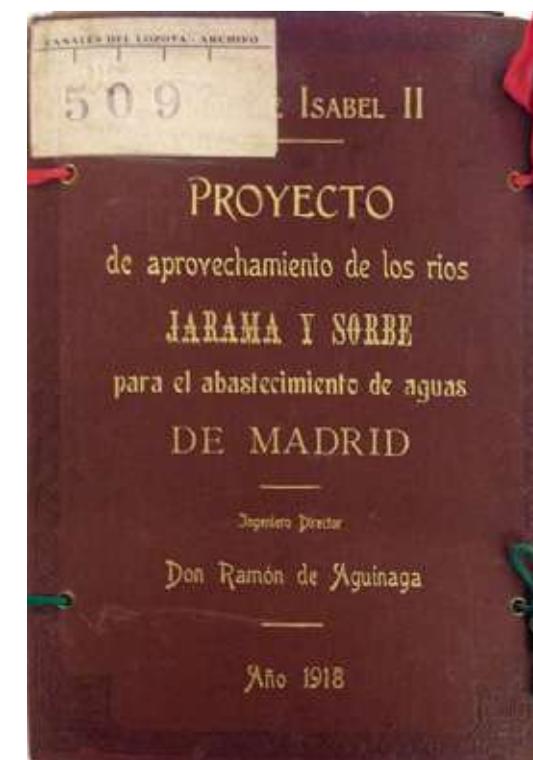
Un total estimado de 20 millones de pesetas costaría el aprovechamiento del Jarama y Sorbe: los canales -17 millones de pesetas-, más una central hidroeléctrica y la línea de transporte hasta un nuevo salto junto al Pontón de la Oliva -3 millones-. Concluía Aguinaga justificando la ampliación:

"Ni Roma, ni Washington, que son las capitales del globo mejor dotadas de agua potable, podrían equipararse con nuestra capital desde este punto de vista, ni por la clase de aguas, que resultarían indudablemente inmejorables, ni por la exuberancia del abastecimiento, ni, por último, por la posibilidad de desdoblarse aislando una cuenca hidrográfica de la otra y acordando, si se nos permite esta expresión, cualquier invasión de gérmenes patógenos que pudieran presentarse en cualquiera de las cuencas".

Las consideraciones adelantadas se precisaron en 1918 con el *Proyecto de Aprovechamiento de los ríos Jarama y Sorbe para el abastecimiento de aguas de Madrid*⁶³³, cuya memoria se iniciaba con una referencia al informe de 1914.

Figura 5.8. Proyecto de Aprovechamiento de los ríos Jarama y Sorbe para el abastecimiento de aguas de Madrid

Fuente: ACYII, caja 707-1.



633 ACYII, caja 707-1. La memoria de este proyecto fue suscrita el 13 de octubre de 1918 por el ingeniero director del Canal de Isabel II, Ramón de Aguinaga. También en la Memoria del Canal de Isabel II de 1918, p. 30, se insistió en la conveniencia de incorporar los caudales del Jarama y del Sorbe.

Una vez comprobada la calidad del agua, había que situar y diseñar las presas que servirían para regular el recurso hídrico y los canales que lo conducirían a Madrid. La toma más alejada partía de una presa de 55 m de altura en el río Sorbe, en el punto llamado el Pozo de los Ramos, capaz de embalsar 40 hm³ de agua, que se encauzaría a través de un canal de 10.097,56 m de longitud, de ellos 6,868 en largo túnel recto más otro de 46 m, y con capacidad de 4.000 l/s, hasta el lugar donde se había proyectado la presa de El Vado en el Jarama. La cota de arranque de la rasante del canal del Sorbe, situada a 15 m sobre el cauce del río, se iniciaba a 895 msnm, con una pendiente de 0,0005 y enlazaría en la cota 889,95 msnm con el inicio canal del Jarama, tras llegar a la margen derecha de dicho río atravesando por la coronación de la presa de El Vado. Desde allí, mediante otro canal de 28.105,87 m, partiendo de la cota 879, llegaría el agua rodada hasta la cuenca del río Lozoya. Primero alcanzaría un punto situado aguas arriba del Pontón de la Oliva en la cota 870, a 141,73 m por encima del nivel del canal antiguo que tomaba las aguas del río Lozoya en aquella presa. Se pensó en la posibilidad de instalar un salto hidroeléctrico de 10.500 hp de potencia cuyo desagüe quedaría convenientemente conectado por un tramo de 1.582,35 m hasta el arranque del canal antiguo, que conduciría las aguas hasta la Aldehuela, punto de conexión con el canal transversal hacia Madrid.

Según este proyecto primitivo, la presa del Pozo de los Ramos se efectuaría siguiendo el modelo empleado en la de Puentes Viejas, en el río Lozoya, especialmente por lo que se refería a los perfiles y materiales a emplear: tipo arco-gravedad, convexo aguas arriba y con ligeras pendientes en ambos paramentos (0,025 aguas arriba y 0,844 aguas abajo), elaborada con hormigón en masa con piedras gruesas intercaladas, también denominado hormigón ciclópeo, que estaba dando buen resultado y que permitiría aprovechar los materiales recogidos en la localidad, excepto el cemento, que habría que suministrarlo desde sus fábricas. Un diseño similar tenía la proyectada en El Vado, aunque ambas presas apenas estaban esbozadas en sus líneas generales (figura 5.9). Por lo que respecta al canal que uniría el Pozo de los Ramos con El Vado, se construiría siguiendo el modelo del canal transversal, con los cajeros en ángulos algo abiertos a modo de artesa sobre una solera plana, y cubierta su parte superior con bóveda de cañón, de perfil circular (figura 5.10). El largo túnel se excavaría por las dos bocas simultáneamente, sirviéndose de un moderno sistema de aire comprimido, presupuestado por la firma suiza Brown Boweri, cuya maquinaria precisaba la energía eléctrica que podría obtenerse en el salto de Torrelaguna. Como referencia, se había planteado un túnel similar en el abastecimiento de agua a la ciudad californiana de Los Ángeles, con una longitud incluso mayor, de 9.404 m, que se logró completar satisfactoriamente. Con la misma maquinaria se perforarían los restantes túneles del canal del Jarama. Un presupuesto aproximado, aunque aventurado para los datos con que se contaba en el momento de redactarlo, fijaba el coste de 45 km de tendido eléctrico en 90.000 pesetas, los aparatos de perforación en 200.000, los elementos para el transporte en 250.000, la ventilación en 600.000 y la excavación en 1.667.934 pesetas, con una media de 570,73 por metro lineal de túnel.

Tabla 5.1. Presupuesto de excavación del túnel principal de conexión entre el Sorbe y el Jarama. Ramón de Aguinaga 1918

CONCEPTO	IMPORTE (Pesetas)
Línea eléctrica	90.000
Aparatos para la perforación	200.000
Elementos para el transporte	250.000
Ventilación	600.000
Excavación	1.667.934
Revestimientos	755.480
Total	3.563.404
Incremento de 10% para financiación inicial	3.919.773

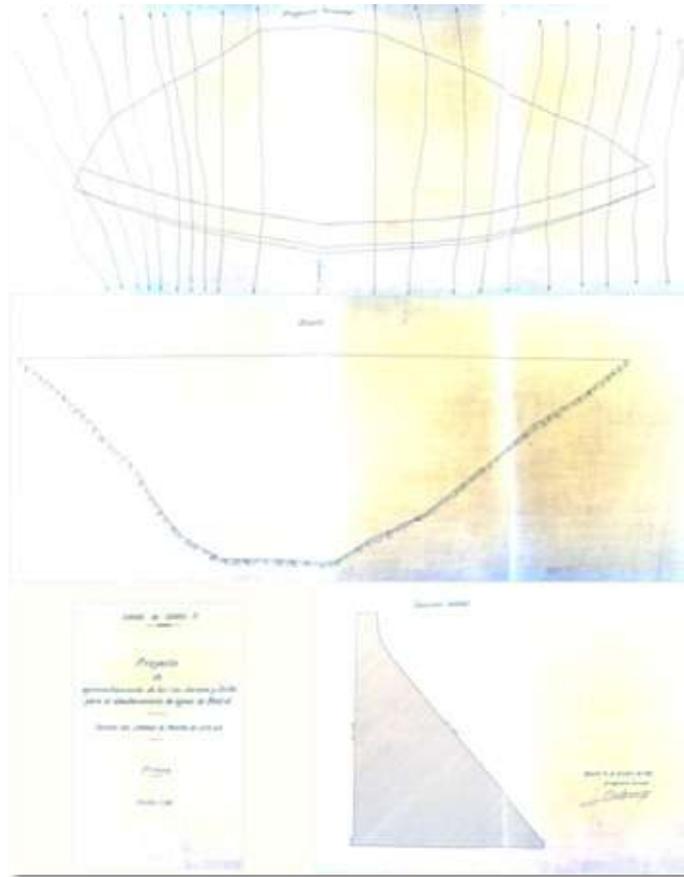
Fuente: Proyecto de aprovechamiento de los ríos Jarama y Sorbe... R. Aguinaga. 1918. ACYII, Caja 707(1).

El canal del Jarama, que era la pieza principal de conducción, de 28.205,67 m de longitud y con 8.000 l/s de capacidad, fue proyectado para conectar el embalse de El Vado con el Pontón de la Oliva sumando las aguas del Sorbe a las del Jarama. Partiría de la cota 879 m sobre el nivel del mar, serpenteando a media ladera en su primer tramo por el margen derecho del río y se alejaba de él en las cercanías de Valdesotos, en dirección al último tramo del Lozoya (Figura 5.11). Con una pendiente media de 0,0005, al final de su trazado habría descendido casi 10 m respecto al inicio. Debido a su gran longitud, se dividió en cuatro secciones, en las que se proyectaron los badenes, alcantarillas, almenaras (figura 5.12), ventiladores, registros y pontones necesarios para sortear los desniveles del relieve, a lo que habría que sumar 5,5 km en 21 túneles y un sifón de 457 m en las proximidades de Valdesotos. En él, el caudal se dividiría en dos tubos como los empleados en el canal del Lozoya, fabricados con palastro de 1,40 m de diámetro interior y cuyo uso podría ser independiente. El canal desembocaba en un depósito de 7.300 m³, similar al de la central de Torrelaguna, del que partirían dos tubos de 310 m de longitud que conectarían con la casa de máquinas de una central hidroeléctrica próxima al Pontón de la Oliva, con un salto de 141,73 m y dos grupos de 5.250 hp cada uno, generadores de corriente a 5.000 V, que sería elevada a 45.000 V para conectar con la central de Torrelaguna, sumarse a producida en ella, y conducirla finalmente a Madrid.

El presupuesto de ejecución material de la obra entera ascendía casi a 20,5 millones de pesetas, aplicando precios idénticos a los utilizados en los proyectos de las presas del Villar y Puentes Viejas. El proyecto de Aguinaga incluía, como era preceptivo, un pliego de condiciones facultativas muy detallado, así como los planos necesarios, desde el general del embalse del Pozo de los Ramos

a escala 1:5.000, a los perfiles longitudinales y horizontales de las presas en el Sorbe y el Jarama –aunque muy esquemáticos⁶³⁴–, el perfil longitudinal del trasvase, las diferentes secciones del mismo, las almenaras, sifones, revestimientos, aprovechamientos hidráulicos, y así hasta un total de 40 planos distintos. Por el contrario carecía de estudios geológicos detallados y de sondeos, guiándose más por la topografía de superficie que por las dificultades reales de la perforación de las zonas en túnel, que merecerían mucha más atención en el proyecto de 1949.

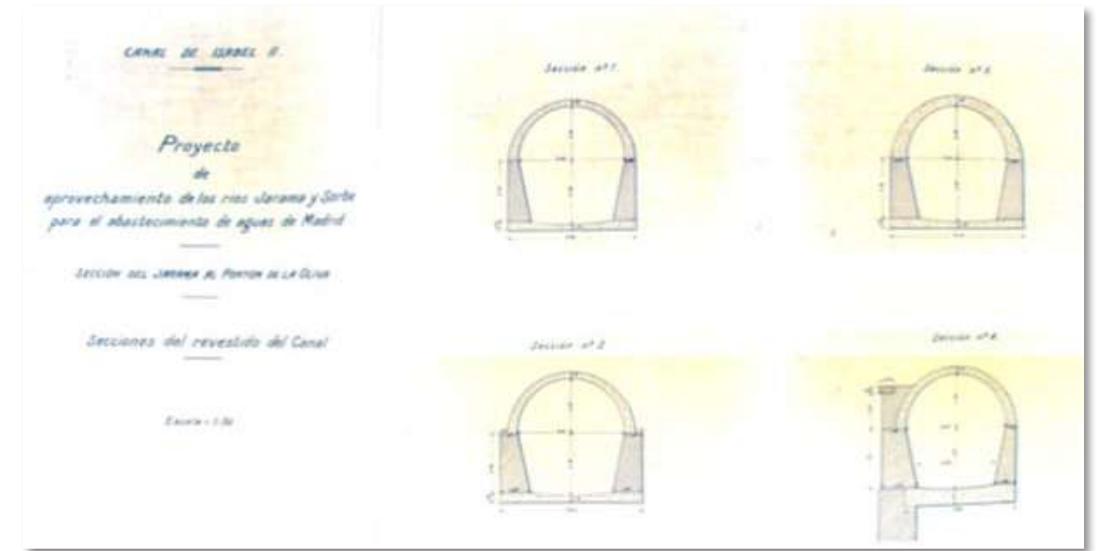
Figura 5.9. Presa en el Jarama, proyección, alzado y perfil



Fuente: Proyecto de aprovechamiento de los ríos Jarama y Sorbe... R. Aguinaga. 1918. ACYII, caja 707-1.

634 El embalse de El Vado se incluye en el plano nº11.- Sección del Jarama al Pontón de la Oliva. Plano general del embalse de El Vado en el Jarama, e 1:5.000. Presenta la planta de arco gravedad del proyecto de Antonio Buitrago, con aliviadero por el collado junto al Cabezo de la Viña. Se incluye toda la zona de embalse, marcándose en planta, sin mucha definición, el pueblo de El Vado, e incluso aguas arriba la colocación de otra presa ¿Matallana?.

Figura 5.10. Sección de revestido del canal



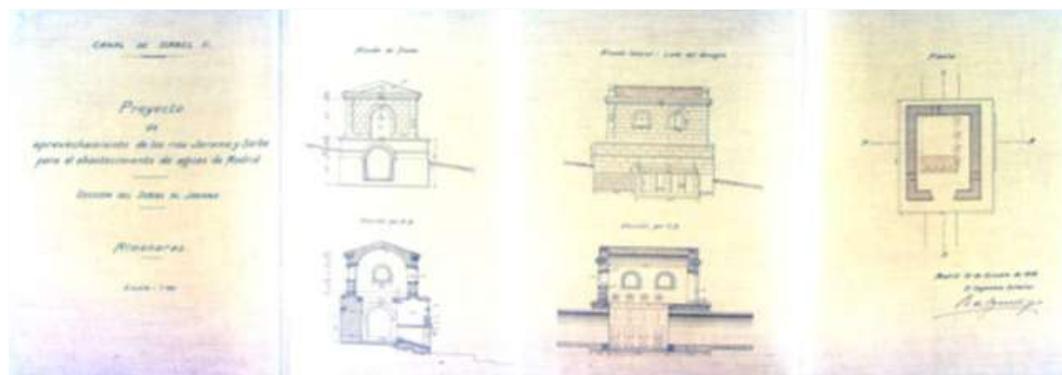
Fuente: Proyecto de aprovechamiento de los ríos Jarama y Sorbe... R. Aguinaga. 1918. ACYII, caja 707-1.

Figura 5.11. Canal del Jarama al Pontón de la Oliva, trozo 1, tramo inicial desde la presa de El Vado



Fuente: Proyecto de aprovechamiento de los ríos Jarama y Sorbe... R. Aguinaga. 1918. ACYII, caja 707-1.

Figura 5.12. Almenara



Fuente: Proyecto de aprovechamiento de los ríos Jarama y Sorbe... R. Aguinaga. 1918. ACYII, caja 707-1.

Tabla 5.2. Presupuesto de regulación y aprovechamiento de los ríos Sorbe y Jarama, R. Aguinaga, 1918

OBRA	LONGITUD (m)		PRESUPUESTO (Pesetas)
	CANAL	TÚNEL	
Presa del río Sorbe			2.406.776,69
Trozo único, sección del Sorbe al Jarama	10.097,56 m	6.914,00 m	4.346.509,66
Obras Sorbe			6.753.286,35
Presa en el río Jarama			4.152.732,92
Sección del Jarama al Pontón de la Oliva, trozo 1º	7.732,90 m	164 m	1.629.284,11
Sección del Jarama al Pontón de la Oliva, trozo 2º	6.708,07 m	1.348 m	2.049.858,91
Sección del Jarama al Pontón de la Oliva, trozo 3º	6.992,73 m	2.462 m	2.083.073,87
Sección del Jarama al Pontón de la Oliva, trozo 4º	6.671,97 m	1.508 m	3.808.960,68
Longitud total	28.105,67 m		
Obras Jarama			13.723.910,49
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL			20.477.196,84
Imprevistos 1 %			204.771,97
Accidentes de trabajo 2 %			409.543,94
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR ADMINISTRACIÓN			21.091.512,75
Expropiaciones			300.000,00
PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN			21.391.512,75

Fuente: Proyecto de aprovechamiento de los ríos Jarama y Sorbe... R. Aguinaga. 1918. ACYII, 707(1).

En suma, aunque se trabajó con esmero en el trazado y nivelaciones, este proyecto primitivo o anteproyecto sirvió solamente como una buena base en la que apoyarse para redactar otro definitivo con mayor precisión y detalle, que permitiera su ejecución de forma inmediata. Aguinaga concluyó en 1919 su gestión al frente del Canal de Isabel II sin conseguir el aprovechamiento de los ríos Jarama y Sorbe, a pesar de que técnicamente el proyecto primitivo parecía viable y entraba dentro de lo posible en aquellos años. Se apoyaba en buenos ejemplos, muy cercanos geográficamente, en los que inspirarse, como las presas y canales que estaba construyendo el propio Canal de Isabel II, de los que se reprodujeron diseños probados en las secciones, y elementos de obras de fábrica, en particular las almenaras, sifones e incluso la central hidroeléctrica de Torrelaguna. Sin embargo, existía otro ámbito de actuación distinto del meramente técnico que exigía no menos atención si se pretendía sacar adelante lo proyectado por el ingeniero Aguinaga⁶³⁵.

Este terreno era el político, un espacio que habría que trabajar con decisión y de forma detallada el trasvase del agua de esas cuencas lejanas hasta la capital. En efecto, al mismo tiempo que el Canal de Isabel II pretendía conducir agua de los ríos Sorbe y Jarama hasta Madrid, la División Hidráulica del Tajo acometía la regulación del río Jarama a la altura de El Vado, cuya presa estaba incluida en el plan de obras hidráulicas de 1902 y estaba proyectada desde 1910, con trabajos iniciados. Su objetivo, como se ha visto en los capítulos precedentes del presente estudio, era la irrigación regular de las riberas del Jarama medio y bajo, entre Vaciamadrid y Toledo, en una productiva vega surcada desde mediados del siglo XVIII por la Real Acequia del Jarama, que arrancaba en la presa del Rey, junto a la desembocadura del río Manzanares en el Jarama. No resultaba casual, pues, que en el expediente que analizaba el proyecto del *Aprovechamiento de los ríos Jarama y Sorbe*, el 30 de noviembre de 1920 el ingeniero jefe de la División Hidráulica del Tajo expusiera reparos a los planes del Canal de Isabel II de derivar recursos que en principio estaban destinados a las huertas de las riberas del Jarama. Una las objeciones planteadas consistía en que el pantano proyectado en El Vado era capaz de regular hasta 9.000 l/s, mientras que el canal proyectado no conseguiría conducir a Madrid más de 4.000 l/s, pues esa era la capacidad del canal antiguo, cuyos cajeros habrían de recrecerse para admitir los caudales conjuntos del Jarama y Sorbe.

Por ello, no ha de causar sorpresa que un año más tarde, por R.O. de 15 de septiembre de 1921, el proyecto de trasvase a Madrid desde los citados ríos fuese devuelto al Canal de Isabel II. Sin embargo, gracias a su presentación, se había motivado un informe emitido por la División Hidráulica del Tajo y un dictamen del Consejo de Obras Públicas proponiendo que en lo sucesivo no se tratara ningún expediente de aprovechamiento del Sorbe, Jarama y Tajo, desde el Jarama a la frontera, sin audición previa del Canal de Isabel II. De ahí precisamente surgió la Orden de la Dirección General de Obras Hidráulicas de 29 de octubre de 1923 designando una comisión formada por ingenieros representantes del Canal de Isabel II y de la División Hidráulica del Tajo

635 Tanto las características del proyecto de Aguinaga, como las vicisitudes posteriores hasta la ejecución del canal del Jarama se presentan en la introducción de la memoria del Proyecto general de conducción de las aguas del río Jarama para el abastecimiento de Madrid, desde el pantano de "El Vado", en el río Jarama, a enlazar en Torrelaguna con los canales actualmente en servicio. Dicha memoria está suscrita por el ingeniero Emilio López-Berges y de los Santos, el 31 de mayo de 1949. ACYII, 258

para coordinar los aprovechamientos de dichas cuencas.⁶³⁶ Mediante otra Orden de 22 de enero de 1924 fueron designados representantes en dicha comisión Antonio Buitrago por la División Hidráulica del Tajo, y Eugenio Díaz del Castillo en representación del Canal de Isabel II. El ingeniero Antonio Buitrago había proyectado el pantano de El Vado en 1910, intervino en los primeros años de su dilatada construcción, y aún en aquellas fechas asistía a las obras.

En 1924, mientras se percibía que el sistema de suministro de agua había sido superado por las necesidades de los madrileños, el Canal consiguió la dedicación en exclusiva de la cuenca del Guadalix para abastecimiento⁶³⁷, al tiempo que en 1925 se iniciaban las obras del canal paralelo, luego denominado canal alto. Tras la puesta en servicio de esta nueva conducción, el aumento de reserva hídrica que suponía el nuevo embalse de Puentes Viejas, junto con los depósitos y mejora de las redes de distribución en Madrid, situaron la oferta de agua por encima de la demanda. Durante algunos años no habría urgencia en la incorporación de nuevos recursos desde las cuencas al este del Lozoya. En esta situación, un Real Decreto de 8 de marzo de 1926 autorizó al Ministerio de Obras Públicas a construir por administración el pantano de El Vado, que se reservaba para riegos del Jarama, especialmente para la acequia del mismo nombre. Intentando conjugar los intereses de riego y abastecimiento, la comisión conjunta de la División Hidráulica del Tajo y del Canal de Isabel II emitió un informe el 20 de marzo siguiente sobre el destino futuro del agua del Jarama que, con la aprobación de las direcciones de ambas partes, se remitió al Ministerio el primero de julio de 1926, sin haber recibido respuesta aún, cuando se publicó la *Memoria* del Canal en 1927⁶³⁸. Por el momento, el Ministerio hacía prevalecer sus objetivos respecto a los del Canal.

Tras la llegada de la II República, mediante una Orden de 18 de junio de 1932, la Dirección General de Obras Hidráulicas encomendó a la División Hidráulica del Tajo el reconocimiento de la cuenca del Jarama y el estudio de su regulación y aprovechamiento en la mejora de riegos existentes y nuevos canales o acequias en el entorno de Torrelaguna. Las aguas del río Jarama estaban, pues, en disputa, como se observa, antes incluso de poder disponer de ellas de forma regular, pues la presa de El Vado se encontraba aún en construcción en aquellos momentos. El Consejo de Administración de Canales del Lozoya, nombre que adoptó el hasta entonces denominado Canal de Isabel II, insistió el 14 de septiembre de dicho año en su empeño de reclamar la cuenca del alto Jarama para el abastecimiento de Madrid. De este modo, y tras un trabajo que se intuye silencioso pero eficaz, consiguió del Ministerio de Fomento una Orden de 25 de agosto de 1933, en la que el proyecto de la presa de El Vado habría de someterse a examen en el Canal, que informaría sobre *las prescripciones convenientes para el caso en que las aguas que regularice hayan de destinarse al abastecimiento de Madrid*. En un segundo punto, la citada O.M. también prescribía una nueva comisión formada por el Ingeniero Director de las obras de regulación del Jarama y el Ingeniero Director de Canales del Lozoya, al objeto de proponer un plan global de los

636 Hemos intentado localizar documentación directa de dicha comisión, pero sus actas o informes no han sido encontrados, aunque sí referencias indirectas.

637 Por R.O. de 8 de mayo de 1924.

638 Canal de Isabel II. Memoria sobre el estado de los diferentes servicios en 31 de diciembre de 1926, por el ingeniero-director D. Severino Bello. Madrid: Talleres Voluntad, 1927, p. 33.

aprovechamientos de los ríos Jarama, Sorbe y Manzanares, así como de los caudales sobrantes no aprovechables de los ríos Lozoya y Guadalix, dando preferencia al abastecimiento de Madrid y pueblos limítrofes.

Figura 5.13. Cubierta del expediente del Plan de aprovechamiento de los ríos Manzanares, Jarama y Sorbe, y de los sobrantes de Lozoya y Guadalix. 1933-1941



Fuente: Archivo del Ministerio de Fomento, legajo 2558.

La primera actuación conjunta de dicha comisión se plasmó el año de 1935 en busca de una mayor capacidad de almacenamiento y regulación en el Jarama proponiendo reconocimientos y sondeos encaminados a establecer el emplazamiento de una presa de 96 hm³ aguas abajo de El Vado, en la cerrada denominada "Valdesotos". Los ingenieros de la comisión habían recorrido el río Jarama, donde localizaron una cerrada de 100 m de ancho en el término de Valdesotos, aguas abajo de la confluencia con el arroyo del mismo nombre, con una cota de 788 m, esto es, 65 m más bajo que el arranque de cimientos de la presa de El Vado, y con una capacidad de embalse de 96 hm³ para una altura de presa de 62 m. Los terrenos eran similares a los de El Vado. Se inundarían parte de los términos municipales de Valdesotos, Puebla de Valles y Retiendas, afectando a la parte baja del pueblo de Valdesotos, unas 80 ha de la vega de Bonaval, y el pequeño molino de ese nombre, siendo el resto terrenos de acantilados y monte bajo, de muy poco valor. El acceso era fácil, excepto un camino de unos 5 km de longitud. Con este embalse de Valdesotos más El Vado, se alcanzaría una capacidad de 134 millones de m³, que se podrían derivar a los canales del Lozoya, y el resto para riegos de las vegas del Jarama. Sin despreciar otras soluciones, los autores de la propuesta sugirieron realizar sondeos de reconocimiento, y aprobar un presupuesto de redacción de un proyecto⁶³⁹. Su estudio y proyecto correría a cargo de los Servicios Hidráulicos

639 Propuesta fechada en 28 de febrero de 1935. ACYII, caja 258, p. 7. Archivo del Ministerio de Fomento, leg. 2558. Expediente del Plan de conjunto de los aprovechamientos de los ríos Manzanares, Jarama, Sorbe y de los caudales sobrantes de Lozoya y Guadalix Año 1933, agosto. Contiene solamente extractos de las diligencias y anotaciones, pero no los planos o memorias de las actuaciones realizadas, que no se han localizado.

del Tajo⁶⁴⁰, pero finalmente sería desechada por la preferencia de otro emplazamiento más arriba, junto a las ruinas del monasterio cisterciense de Bonaval, intentando repensar el rechazo que ya había expuesto Aguinaga. El ingeniero jefe de sondeos en un informe emitido el 15 de noviembre de 1935, sobre un embalse en Valdesotos, proponía descartar ese lugar, y solicitaba presupuesto para ejecutar sondeos en el estrecho de Bonaval, del mismo río. El emplazamiento en Valdesotos era inadecuado,

“por existir calizas cavernosas con lechos de estratificación y sistemas de diaclasas tan acusados que se considera imposible soldarlas por medio de inyecciones o procedimientos análogos, porque la pantalla que hubiera de constituirse para cortar las filtraciones empotrándola en las calizas margosas, tendría tales dimensiones que la hacen prácticamente inadmisibles; por estas razones no se han llevado a cabo los sondeos.”

A 3,5 km aguas arriba había otra cerrada para implantar una presa que con una altura que enrase con el cimio del pantano de El Vado, tendría entre 50-55 hm³ de capacidad, unos 40 hm³ menos que la prevista en Valdesotos. En este nuevo emplazamiento el terreno parecía satisfactorio, formado por estratos sensiblemente horizontales de calizas margosas, margas y alguno de areniscas en alternancia, que en conjunto podría ser impermeable. Además, teniendo en cuenta la resistencia e impermeabilidad del terreno, cabían otras tres soluciones entre el estrecho de Valdesotos y la confluencia del Jarama con el Lozoya, sin otra diferencia que el coste, dificultades de expropiación y cantidad de agua embalsada. Los puntos sugeridos eran, primero, el “Molino de la Capitana”, en el término de Puebla de Vallés; otro, agua abajo del arroyo de las Eras; y el tercero, 500 m agua arriba del arroyo de Santa Lucía, en el término de Valdepeñas. Con ello, si no resultase positivo el estudio sobre la situación de una presa en Bonaval, tras analizar los sondeos⁶⁴¹, la Dirección de las Obras de Regulación del Jarama debería considerar alguna de las opciones ente Valdesotos y la confluencia con el Lozoya. La irrupción de la Guerra Civil dilató hasta 1940 la continuidad de los estudios y

640 AMF, leg. 2558. El 20 de febrero de 1935 los ingenieros que integraban la comisión, directores de Canales del Lozoya y de la Regulación del Jarama, remitían el plano e informe pedido. El Negociado de Estudios de la Dirección General de Obras Públicas los examinó, el 13 de agosto de 1935, y ordenó a la Jefatura de Sondeos la realización de sondeos para emplazar un embalse en Valdesotos, de acuerdo con la propuesta. En la Memoria de Canales del Lozoya en 1933, 1934, 1935 y 1936, firmada por el ingeniero director Eduardo Fungairiño y Fernández Campa, Madrid, 1937, p. 105 se informaba sucintamente de estas actuaciones conjuntas en el Jarama.

641 AMF, leg. 2558. Se proponía la aprobación de un presupuesto de 25.750 pesetas, para 357 m lineales de sondeos, a 71,33 pts./m lineal de sondeo, de las que corresponderían 19.510 pesetas para jornales, y 7.140 para materiales. Se harían dos sondeos, uno en cada ladera, a la altura prevista de la coronación de la presa (40,00 m) que bajen por debajo del fondo rocoso del valle, hasta el tramo impermeable de areniscas, inferior al de calizas y margas. Otros dos en cada ladera, a mitad de la altura, con una profundidad de 50 m, y tres en el cauce, en el perfil transversal de 25 m lineales, y otros dos, uno aguas arriba y otro aguas abajo, de 25 m lineales, para determinar el perfil de cimentación. El jefe del Negociado de Estudios recomendó positivamente la propuesta el 6 de diciembre de 1935, aprobándose el gasto, tras el visto bueno de la Intervención Delegada, el 24 de diciembre de 1935. El 16 de junio de 1936 se daba cuenta de este informe sobre Valdesotos al delegado del Tajo.

sondeos, así como los relativos a la presa de El Vado⁶⁴², que en la propuesta de Bonaval llegaron incluso a convertirse en la redacción de un proyecto e inicio de las obras de acceso, pero la presa no se construyó.

3. LA CONDUCCIÓN DE LAS AGUAS DEL RÍO JARAMA PARA EL ABASTECIMIENTO DE MADRID

Concluida la contienda civil, se retomaron las obras interrumpidas en el Canal de Isabel II. En 1941 entró en servicio el nuevo canal alto del Lozoya, de 6 m³/s de capacidad, desde el depósito superior de la central de Torrelaguna, en dirección al 4º depósito y el 2º elevado en Chamartín, destinados al abastecimiento de los barrios altos de Madrid, de incipiente expansión, fundamentalmente Chamartín, Fuencarral, Hortaleza, Canillas, Canillejas, Vicálvaro, Vallecas, Villaverde, Getafe y Carabanchel. Parecía idóneo entonces que la llegada de las aguas conjuntas del Jarama y Sorbe enlazase con el nacimiento de dicho canal alto, en lugar de perder altura en el Pontón de la Oliva y aprovechar el canal antiguo, como había propuesto Aguinaga. En los años inmediatos de posguerra se revisó aquel proyecto para el canal del Jarama, descartándose el salto en el Pontón de la Oliva y la reutilización del primer tramo del canal antiguo aunque se reformase. Más allá de su insuficiente capacidad para recoger las aportaciones previstas desde el Jarama y el Sorbe, presentaba graves riesgos por su trazado en terreno inestable, particularmente los yesos entre el Pontón de la Oliva y el sifón de Malacuera, o el peligroso túnel del Berrueco en el canal transversal.

Sobre esta base, durante el triste año de 1945, en el que la escasez de lluvias obligó a imponer restricciones de agua en Madrid, se retomaron todas las ideas y estudios de aprovechamiento en las cuencas al oriente del Lozoya. Álvaro Bielza Laguna, entonces ingeniero jefe de Embalses, presentó a la Dirección del Canal un interesante trabajo denominado *Propuesta para el estudio de un proyecto de canal de trasvase del agua del Pantano de El Vado, al Nuevo Canal del Lozoya*⁶⁴³. Esta consulta se enmarcaba en el Plan de ampliación del abastecimiento de agua a Madrid, de 1929, cuyas obras se habían dilatado en su ejecución debido a la sucesión de guerras en Europa desde

642 AMF, leg. 2558. Se anotan en el expediente las últimas actuaciones. 6 de diciembre de 1939 “Año de la Victoria”. El inspector regional de la 11ª Demarcación remite un presupuesto de gastos de estudio del proyecto del pantano de Bonaval, en el río Jarama, y de los anteproyectos de las soluciones posibles en el mismo río, entre el estrecho de Valdesotos y su confluencia con el Lozoya, y comunica su aprobación. 21 de octubre de 1940. El inspector regional de la 11ª Demarcación remite, aprobado, presupuesto reformado de gastos de estudio y redacción del proyecto e Pantano de Bonaval en el río Jarama y de los anteproyectos de las soluciones posibles en el mismo río entre el estrecho de Valdesotos y su confluencia con el Lozoya, por importe de 24.747,00 pesetas. 30 de noviembre de 1941. El jefe de Sondeos remite nómina de las remuneraciones por los sondeos efectuados para el pantano de Bonaval.

643 Propuesta de 20 de enero de 1945. ACYII, caja 258, Memoria, p. 7. Resumida en la Memoria del Canal de Isabel II, 1946-1950, p. 352-353. Véase también García Augustín, José: “El Canal de Isabel II” Revista de Obras Públicas 93, tomo I (2757), 1945, pp. 14-26. Tras recorrer la historia del Canal de Isabel II desde su creación, y describir las últimas obras realizadas en las instalaciones, necesarias para atender el crecimiento demográfico de la expansión de Madrid, se menciona la propuesta de ampliar la captación en los ríos Jarama y Sorbe.

1936. Una vez superadas las contiendas, la demanda madrileña requería caudales mayores que los disponibles en el Lozoya, lo que exigía poner la vista en otros ríos como el Jarama, especialmente en épocas de sequía. A esto se sumaba la Ley de Bases para la ordenación urbana de Madrid y sus alrededores, dictada para encauzar con garantías un plan total de urbanización de la capital de España y su zona de influencia⁶⁴⁴, que por parte del Canal habría de complementarse con una programación de inversiones para dar servicio a la creciente población⁶⁴⁵. En la propuesta de Bielza se requería que la cota de toma del proyectado canal del Jarama se elevase, obligando con ello también a recrecer el diseño de la presa de El Vado de un nivel de máximo embalse original a 915 msnm y elevarlo hasta la cota 925, consiguiendo una capacidad de 67 hm³, de los que 52 situados por encima de la cota 900 podrían derivarse hacia Torrelaguna. También se estaba considerando construir otro embalse aguas arriba de El Vado, para evitar los problemas de las turbias, repitiendo el esquema de El Villar y Puentes Viejas⁶⁴⁶. Este nuevo diseño para el canal del Jarama, que finalizaba en el Pontón de la Oliva según el proyecto de Aguinaga, prolongaría ahora su alcance hasta el depósito superior de Torrelaguna⁶⁴⁷. Allí podrían encauzarse, en momentos de abundancia, entre 8 y 10 m³/s del Lozoya, y otros 8 m³/s del Jarama y Sorbe, de los que 6 podían derivarse hacia el nuevo canal alto, y los 10 restantes aprovecharlos para generar energía en la central hidroeléctrica y, desde su desagüe en el depósito inferior, canalizar 4 por el canal antiguo hacia Madrid, y los 6 restantes reintegrarlos al Jarama. Para obtener un mejor rendimiento de estos nuevos recursos, también habría que renovar la anticuada maquinaria de la central.

No cabe duda que el diseño de Bielza era técnicamente más completo que el presentado en 1918 por Aguinaga, tanto en mediciones como en la definición de los canales. Agobiados por la sequía, los responsables del Canal aprobaron la propuesta de Bielza y se mandó iniciar la toma de datos en trabajos de campo ya en el verano de 1946, aún sin tener garantizada la concesión del agua que fluía por las cuencas de los ríos Sorbe y Jarama. Pero como se ha podido comprobar a lo largo de los párrafos anteriores, el Canal no decaía en su empeño y el 25 de noviembre de dicho año fue presentado un avance de presupuesto para los canales de ambos ríos, estimándose para el del Sorbe un coste de 14.737.297,55 pesetas y para el del Jarama de 116.920.240,44 pesetas. La particularidad de estos proyectos es que sus firmantes, López-Berges y Renedo Fornos, fueron a la postre los promotores e ingenieros que llevarían a cabo años más tarde la ejecución y culminación de estas obras, que se incluyeron en el Plan de obras e instalaciones de 1947 del Canal de Isabel II, que fue aprobado por el Consejo de Administración el 27 y 29 de septiembre

644 También conocida como la Ley del Gran Madrid. BOE 26 noviembre 1944.

645 Casas Torres, José Manuel: "El Canal de Isabel II y el desarrollo de Madrid" en Canal de Isabel II: Ciclo de conferencias sobre el abastecimiento de agua a Madrid. 1979, Madrid: Ministerio de Obras Públicas, 1981, pp. 61-83, especialmente, p. 74-75.

646 Aguinaga, Ramón de: "Las turbias del Lozoya" Revista de Obras Públicas 64, tomo I (2132) y (2133), 1916, pp. 385-389 y 397-399. Gutiérrez Andrés, Juan; López-Camacho y Camacho, Bernardo: "Un problema ambiental en el abastecimiento histórico de Madrid: Las aguas turbias del Lozoya (1858-1925)", Revista de Obras Públicas 151 (3447), 2004, pp. 39-52.

647 Ministerio de Obras Públicas, Canal de Isabel II: Memoria, años 1939-45. Madrid, 1947. Ingeniero director D. Pedro Matos Massieu: "Aprovechamiento del Jarama y del Sorbe", pp. 107-109.

de 1947 y por Decreto de 7 de noviembre de 1947⁶⁴⁸. En los informes preparatorios de dicho Plan al Consejo de Administración del Canal, se preveía que Madrid alcanzase un millón y medio de habitantes en 1950, lo que, con una dotación hídrica de 265 litros diarios por habitante, suponía que las necesidades de agua ascendían a 150 hm³ anuales, poniendo al límite la capacidad de la cuenca del Lozoya y de sus embalses. Para 1960 la previsión era de 1.990.000 habitantes, que con una dotación de 300 litros diarios por habitante, supondrían al año 217,905 hm³. En cinco años secos acaecidos entre 1935 y 1945, el Lozoya no había alcanzado un caudal anual de 200 hm³: la única solución era aumentar el suministro desde el Jarama y el Sorbe⁶⁴⁹.

Tabla 5.3. Conexión al Jarama y Sorbe en el Plan de obras e instalaciones de 1947 del Canal de Isabel II, cifras en pesetas

INFRAESTRUCTURA	1948-1956	1957-1962
Canal del Jarama	60.000.000,00	57.000.000,00
Camino de servicio y línea telefónica	1.000.000,00	896.000,00
Línea de transporte eléctrico	480.000,00	
Casillas para guardas	660.000,00	220.000,00
Total Canal del Jarama	62.140.000,00	58.016.000,00
Canal del Sorbe		14.740.000,00
Caminos de servicio y línea telefónica		474.000,00
Casillas para guardas		220.000,00
Total Canal del Sorbe		15.434.000,00

Fuente: Proyecto general de conducción de las aguas del río Jarama.... Memoria, p. 12. ACYII, 258. Memoria del Canal de Isabel II, 1946-1950, p. 393-437. En la Memoria no se contempla el millón de pesetas dedicado al camino de servicio y línea telefónica entre 1948-1956, siendo el total de 61.140.000 pesetas.

648 Memoria del Canal de Isabel II, 1946-1950, p.393-437. El Plan de obras de 1947 respondía a la petición que había hecho el Ministerio de Obras Públicas al Canal de Isabel II para garantizar el abastecimiento de agua a Madrid en los veinticinco años siguientes, según constaba en una Orden de 19/09/1946.

649 Memoria del Canal de Isabel II, 1946-1950, p. 351.

El presupuesto aproximado de 120 millones de pesetas reflejado en la tabla 5.3, aprobado a comienzos de 1948, representó tan solo el punto de partida de la financiación del canal del Jarama, tal como los proyectos técnicos anteriores reflejaban las ideas generales sobre las que más tarde se concretarían las obras proyectadas, porque –en términos presupuestarios– dicha cifra nada tuvo que ver con la que al final costó la obra, que resultó muy superior, como resultado del retraso en la ejecución, las dificultades encontradas, más el efecto de la inflación. La realidad, sin embargo, fue que en aquellos momentos iniciales del año 1948, el ingeniero jefe del Canal encargó a Emilio López-Berges la redacción del *Proyecto General de conducción de las aguas del río Jarama para el abastecimiento de Madrid*, siguiendo muy estrechamente las indicaciones del ingeniero Bielza, teniendo en cuenta que por aquellas fechas los planos taquimétricos por donde discurriría el trazado del canal del Jarama ya casi estaban perfilados.

EMILIO LÓPEZ-BERGES Y DE LOS SANTOS

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Promoción 1930.

Nació en Madrid el 17 de junio de 1905 y murió en esta ciudad el 9 de agosto de 1991. En marzo de 1936 ya estaba en los Canales del Lozoya que, después de la Guerra Civil, recobró su nombre original de Canal de Isabel II. Toda su vida profesional estuvo ligada al Canal llegando a ser, en 1970, subdirector del esta empresa y jefe de la 2ª sección, “Grandes Conducciones”,

Trabajos profesionales destacados: canal del Alto Jarama; canal del Atazar (secciones 1ª, 2ª y Unión Goloso-Plaza de Castilla); canal del Vellón; proyecto de utilización e incorporación de aguas subálveas en la confluencia de los ríos Lozoya y Jarama; galerías de las arterias del Norte, Rondas, Aragón, galería de unión entre depósitos, y los proyectos correspondientes al nuevo Plan del “2º, 3º y 4º grupos de obras de la Unión del 4º Depósito con los existentes”; variantes del canal Antiguo, en la zona de yesos de Malacuera; instalación de la segunda tubería del sifón de San Vicente, en el Nuevo canal.

Fue comandante del Cuerpo de Armamento y Construcción. Autor de diversos artículos en revistas especializadas.

Emilio López-Berges contaba con experiencia en la instalación de las nuevas arterias de conexión de los depósitos en la red urbana y en el sifón de San Vicente en el canal alto, y por ello se confió en su pericia para el canal del Jarama y posteriormente en los de El Atazar y El Vellón⁶⁵⁰. La grave

650 El propio autor detalló estas intervenciones en López-Berges de los Santos, Emilio: “Las nuevas arterias del Canal de Isabel II”, Revista de Obras Públicas 92, tomo I (2754), 1944, pp. 526-537. Id.: “Arteria de unión del cuarto depósito (Chamartín) con los segundo y tercero. Edificio-oficinas, García Morato, que forma parte de las instalaciones del Canal de Isabel II”, Revista de Obras Públicas 100, tomo I (2851), I (2852), 1952, pp. 459-468, 534-538.

sequía que se sufría en 1945 desde el otoño anterior, y que se repetiría en 1949⁶⁵¹, espoleaba la necesidad de acometer la ejecución del canal y también, de paso, terminar la presa de El Vado⁶⁵². Los ingenieros Aguinaga y Bielza habían visto muy clara la necesidad de abastecer Madrid con aguas provenientes de las cuencas de los ríos Sorbe y Jarama, porque las del Lozoya no solo no eran suficientes, especialmente en años secos, sino que además, si se tenía en cuenta el aumento de la población proyectado para la capital, “el problema era de cuencas y no de embalses”, recogían algunos escritos del Delegado del Gobierno tras ser informado por el ingeniero Bielza, que a la sazón era jefe de Embalses y sabía muy bien de lo que hablaba. Las circunstancias no podían ser más propicias para iniciar la construcción, aunque si bien es cierto que este nuevo proyecto general fue firmado por el ingeniero López-Berges el 31 de mayo de 1949 (figura 5.14), no lo es menos que hasta marzo de 1956 no comenzaron realmente las obras del canal del Jarama⁶⁵³.

Figura 5.14. Ministerio de Obras Públicas. Canal de Isabel II. Proyecto general del canal de conducción de las aguas del río Jarama para el abastecimiento de Madrid, desde el pantano de “El Vado” en el río Jarama a enlazar en Torrelaguna con los canales actualmente en servicio. Ingeniero Emilio López-Berges y de los Santos



Fuente: ACYII, 258.

651 Durante el año hidrológico de 1º de octubre de 1948 a 30 de septiembre de 1949, en el Lozoya se recogieron entre 55 y 65 hm³, una cifra menor que la capacidad de los embalses existentes entonces de El Villar y Puentes Viejas, e insuficiente para atender el consumo de Madrid. Ante años como ese hacer más embalses en el Lozoya no resolvería del problema, sino que habría que aportar agua de otras cuencas.

652 Viguera González, Rafael: “Abastecimiento de agua a Madrid”, Revista de Obras Públicas 140, (3326), 1993, pp. 63-74. Entre 1940 y 1965 el crecimiento de Madrid puso al límite la capacidad de suministro del Canal de Isabel II, que para atenderlo forzó una carrera hacia nuevas captaciones y redes de distribución.

653 ACYII, caja 258. O.M. 22-7-1950. El nuevo proyecto para el canal del Jarama se describe también con detalle, tanto en texto como en planos, en la trilogía de artículos que publicó. López-Berges de los Santos, Emilio: “El proyecto del Canal de conducción de las aguas del río Jarama para el abastecimiento de Madrid, I”, Informes de la Construcción 21, mayo 1950, 10 p.; II, 22, junio-julio 1950, 6 p.; III, 24, octubre 1950, 38 p. Asimismo se recogió en la Memoria del Canal de Isabel II, 1946-1950, en el “Informe del Consejo de Administración del Canal a la Dirección General de Obras Hidráulicas”, pp. 349-375, reproduciendo los mismos planos que en Informes de la Construcción.

Los cálculos más precisos de López-Berges en el proyecto del canal del Jarama lo decían todo: la capacidad de los embalses de El Villar y Puentes Viejas, suponiéndolos completamente llenos, era de 74 hm³, a la que cabía agregar otros 49 hm³ del embalse de Riosequillo, una vez estuviera terminado. Estos 123 hm³, junto a las aportaciones del río Lozoya desde primero de julio a fin de noviembre, habrían de atender un consumo de casi medio hm³ diario (exactamente 0,4 hm³), es decir, unos 60 hm³ durante 163 días, por lo que si no llovía en octubre, las restricciones de agua serían obligadas. Resulta que, con el embalse de Riosequillo, que no entraría en servicio hasta 1958, y si no aumentaba la población de Madrid, el volumen de agua almacenada sería suficiente hasta el mes de mayo del año siguiente. Sin embargo, si la población crecía de acuerdo con lo previsto, la necesidad de agua también aumentaría de forma paralela. No quedaba otra posibilidad que incorporar las cuencas altas del Jarama y Sorbe.

Tabla 5.4. Previsión en 1946 de aumento de la población de Madrid y consumo de agua

CONCEPTO	1946	1950	1960
Población	1.191.000	1.500.000	1.990.000
Consumo de agua (m ³ /día)	400.000	532.000	668.000
Dotación (litros/habitante y día)	336	355	336
Consumo anual (hm ³)	146	194	244

Fuente: Proyecto general de conducción de las aguas del río Jarama.... Memoria, ACYII, 258 y elaboración propia.

Tabla 5.5. Comparación de los proyectos del canal del Jarama

AUTOR	AÑO	LONGITUD TOTAL (m)	TÚNEL m (nº)	CAPACIDAD (m ³ /s)	COTA (msnm)		PENDIENTE	IMPORTE (Millones pesetas)
					ORIGEN	FINAL		
Aguinaga	1918	28.105	5.518 (21)	8	879,00	870,00	0,00050	9.571
Bielza	1944			8	898,00	866,50	0,00050	
López-Berges	1949	34.768	12.115 (34)	8	888,87	866,85	0,00025	120.156

Fuente: Elaboración propia a partir de los proyectos.

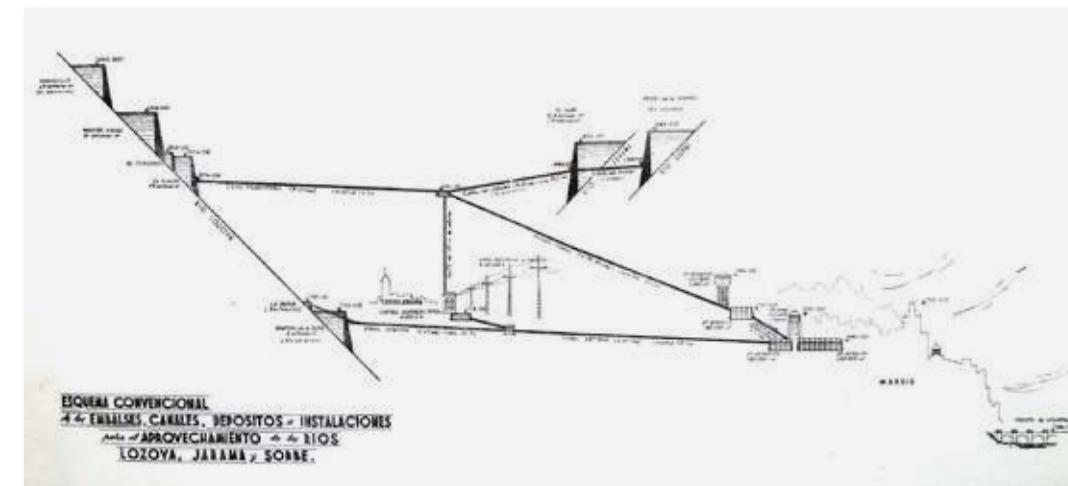
Una vez redactado el proyecto por López-Berges, tras ser informado favorablemente por la dirección facultativa, fue presentado al Consejo de Administración del Canal, que felicitó expresamente a su autor y al equipo que participó en su redacción. El propio López-Berges reconoció la valía e importancia de sus colaboradores, algunos de ellos de manera especialmente destacada: la toma de datos de campo se realizó en pleno estío de 1946, con temperaturas de hasta 50 grados y diferencias en el día de cerca de 40 grados, colaborando con el autor del proyecto, *con gran espíritu y competencia*, el ingeniero de Caminos Antonio Renedo Fornos, los ayudantes de Obras Públicas Amadeo Meliá Concepción, José Torija Alonso y José Jimeno de la Peña; los auxiliares técnicos Rafael Montero Maroto, Marcelino Blanco Maestre y Ángel Rodríguez González. En la nivelación de la traza intervinieron los ayudantes de Obras Públicas Ramón Urquidi Arrillaga y Joaquín Sastrón Díaz. En los trabajos de gabinete intervino el mencionado ayudante de obras públicas José Torija Alonso *quien con una actividad incansable y espíritu de iniciativa y organización, unido a su gran competencia, ha permitido al Ingeniero que firma este Proyecto terminarlo incluso antes del plazo previsto. También colaboró y asesoró con la competencia y conocimiento de las cuestiones del Canal a que nos tiene acostumbrados, el Ayudante de O.P. D. Amadeo Meliá Concepción.* Entre el personal auxiliar destacó el auxiliar técnico Rafael Montero Maroto *que se viene distinguiendo en cuantos trabajos se le encomiendan*, y personal de las 2ª y 6ª Secciones para trabajos de mecanografía, aparte de otros, todos del Canal de Isabel II⁶⁵⁴. Se descartó la propuesta de Aguinaga de una nueva central hidroeléctrica, y se apostó por prolongar el canal del Jarama hasta el depósito superior y el canal alto, evitando los costosos gastos que supondría tener que reparar y ampliar el primitivo canal desde el Pontón de la Oliva, al tiempo que el agua rodada conservaría una altura suficiente para abastecer los barrios altos de Madrid.

654 Memoria del Canal de Isabel II, 1946-1950, p. 357.. ACYII 258, memoria, p. 72.

Tras esta felicitación, el Consejo de Administración del Canal acordó solicitar al Ministerio de Obras Públicas la aprobación del proyecto para su información pública, redactar un proyecto de los caminos de servicio, que se incluían como anteproyecto en el proyecto general, así como replantear las tres secciones en que se había dividido el trazado. Finalmente, también acordó instar a los Servicios Hidráulicos del Tajo a concluir la presa de El Vado lo antes posible, y entregarla al Canal de Isabel II, con todos sus servicios y dependencias, sin esperar siquiera a la liquidación de la obra. Mientras tanto, se intentaría que el Canal de Isabel II fuera el encargado de la explotación y regulación de las aguas del río Jarama embalsadas en El Vado, aprovechando 51 hm³ de su capacidad para abastecimiento, y dejando el resto para riego⁶⁵⁵. En una visita que hizo el 28 de octubre de 1951 el ministro de Obras Públicas, conde de Vallellano, a las instalaciones del Canal de Isabel II desde la presa de Riosequillo hasta las instalaciones de depuración en Redueñas, se puso el énfasis en la importancia de incorporar las aguas del Jarama y Sorbe al abastecimiento de Madrid, cuya población alcanzaría tres millones de habitantes⁶⁵⁶.

La necesidad de ampliar las cuencas de captación era uno de los objetivos prioritarios para los responsables del Canal, como así se explicitó al público en el ciclo de conferencias celebradas en febrero y marzo de 1956 en el Círculo de la Unión Mercantil e Industrial de Madrid, patrocinadas por el conde Vallellano, ministro de Obras Públicas⁶⁵⁷. En la conferencia pronunciada por el propio ministro, estimaba que la capacidad prevista de 149 hm³ en los futuros embalses de las cuencas del Jarama y Sorbe, sumados a los ya en servicio y proyectados en el Lozoya, alcanzarían un volumen de reservas de agua para Madrid de 340 hm³, más otros 325 hm³, si se construyese la futura presa de regulación plurianual en El Atazar⁶⁵⁸. También se hizo eco Ignacio Puig en varios artículos de la revista *Ibérica*⁶⁵⁹. Pero no solo habría que considerar el volumen total de almacenamiento, sino los consumos en épocas de escasa pluviosidad, además de las malas experiencias de los años de sequía que requirieron la aplicación de restricciones en el abastecimiento de agua.

Figura 5.15. Esquema convencional de los embalses, canales, depósitos e instalaciones para el aprovechamiento de los ríos Lozoya, Jarama y Sorbe



Fuente: López-Berges de los Santos, Emilio: "El proyecto del Canal de conducción de las aguas del río Jarama para el abastecimiento de Madrid, I", Informes de la Construcción 21, mayo 1950. Un esquema similar se incluye en la Memoria del Canal de Isabel II, 1946-1950, encarte entre p. 94 y 96, que reproduce Martínez Vázquez de Parga, R.: Historia del Canal de Isabel II, p. 274, con el título Abastecimiento de aguas a Madrid. Esquema general.

655 Memoria del Canal de Isabel II, 1946-1950, p. 365. Martínez Vázquez de Parga, R.: Historia del Canal de Isabel II, p. 273-275.

656 Hoja del Lunes, 29 de octubre de 1951.

657 Ministerio de Obras Públicas. Canal de Isabel II: El problema del agua en Madrid. Ciclo de conferencias celebradas en el Círculo de la Unión Mercantil e Industrial los días 22, 25 y 29 de febrero y 6 de marzo de 1956. S.l., s.d., 74 p. En la primera conferencia Ángel Molinuevo Fernández presidente del Círculo de la Unión Mercantil e Industrial y consejero del Canal de Isabel II: "Consideraciones generales sobre el problema del agua en Madrid", a cargo de proponía como soluciones un hiperembalse en El Atazar, y la incorporación de los ríos Jarama y Sorbe en sus cuencas altas (p. 13) José García Augustín, ingeniero encargado de los Servicios de Distribución del Canal, en "El Canal de Isabel II y el Gran Madrid", pp. 16-18, mencionaba el trasvase desde El Vado, con 51.000.000 m³ de capacidad, complementados con el doble en el futuro embalse Matallana. El Jarama quedaría conectado con Torrelaguna por un canal de 8 m³/s, prolongado hacia 1980 con un enlace de 4 m³/s hasta el Sorbe, para trasvasar desde uno o varios embalses capaces de almacenar hasta 161.000.000 m³.

658 *Ibidem*, pp. 67-68. Las cifras indicada por Vallellano se pueden considerar un tanto generosas.

659 Se hicieron ediciones autónomas de los artículos dedicados al Canal de Isabel II, que cumplía entonces su primer centenario, en los números 382, 383, 384 y 385. Especialmente relacionado con el canal del Jarama era Puig, Ignacio: "Aprovechamientos de los ríos Henares y Jarama", Barcelona: Gráficas Templarios, [195?], tirada aparte de la revista *Ibérica*, 16 p.

Se preveía revestir en toda su longitud la sección del canal con hormigón de 250 kg de cemento, y enlucido interior a base de mortero de 500 kg de cemento y 15 mm de espesor, aunque esto último no se aplicó en la obra. El espesor del revestimiento se había calculado en función de la naturaleza del terreno atravesado por el canal (rocas calizas, pizarras, tránsito, etc.), suponiendo un empuje medio de 6 m de tierra con densidad de 1.800 kg/m³ sobre el trasdós de la bóveda.

La pendiente del canal del Jarama se fijó en 0,00025 m por metro lineal, una inclinación que era la mitad del canal transversal, excepto en el paso por los sifones que atravesaban valles y barrancos. Se calculó que el canal podía llegar a transportar hasta un caudal máximo de 9,416 m³/s, para 2,90 m de altura, y velocidad máxima de 1,208 m/s, a 2,50 m, aplicando la fórmula de Bazin y coeficiente de 0,10. Este resultado suponía que el interior del canal estaría enlucido, lo que finalmente no se aplicó y se dejó en contacto con el agua el mismo hormigón vibrado del revestimiento, de mayor rugosidad. Cuando entró en servicio esta conducción, se realizaron aforos directos en el canal durante los años 1961-1963 que verificaron un caudal máximo de 8 m³/s, coincidente con el régimen de explotación previsto, pues introduciendo más agua se vertía por los aliviaderos de las almenaras⁶⁶¹. El diseño del perfil demostró ser una buena elección, pues con un volumen de excavación parecido por metro lineal y circulando un caudal análogo, se conseguía situar el punto de arranque 9 m por debajo del estudio del ingeniero Bielza, (cota 898 frente a la 888,932 que se proyectaba). Con ello, la altura de agua disponible en el embalse de El Vado alcanzaba 34,50 m, y un volumen de 51.300.000 m³ para regular el caudal derivado por el trasvase hacia Madrid. Aunque la construcción del embalse de El Vado se trata de forma específica en otro capítulo, conviene recordar que al retomarse las obras tras la Guerra Civil, en 1946 se reformó su proyecto, recreciendo la presa de 53 m a 61,45 m, con lo que su capacidad pasaría de 37,5 hm³, hasta 57,32 hm³, pero sin alcanzar ese volumen, porque se limitó el nivel máximo de embalse en la cota 923,45 m.

La cota de inicio del canal quedó establecida en la 889,23⁶⁶², hasta terminar en la cota 866,85. A lo largo de su trazado se atravesarían nada menos que 34 túneles, dos de ellos de más de un kilómetro de recorrido, contando al propio tiempo con numerosas obras de fábrica, entre las que cabe incluir 37 acueductos soportados por arcos de directriz circular, 10 caños, 7 tajeas, 32 badenes, 2 almenaras para desaguar el canal y dejar tramos vacíos a fin de reparar averías en caso de necesidad –las cámaras de los diez sifones podrían también emplearse para el mismo fin–, 2 estaciones de aforo y numerosos registros de acceso para inspección y entrada de materiales.

El canal iniciaba su recorrido por la margen derecha del río Jarama, atravesando los términos de Valdesotos, Valdepeñas de la Sierra y Alpedrete de la Sierra, en la provincia de Guadalajara, cruzaba el río Lozoya por el Pontón de la Oliva mediante un sifón y, ya en la provincia de Madrid, discurría por los términos de Patones y Torrelaguna hasta las inmediaciones del depósito superior del salto de la central eléctrica del Canal en esta última localidad. El canal se dividió en tres tramos y se estudiaron los trazados propuestos previamente, encontrándose alternativas más favorables, por ser más cortas o fáciles de abordar, como queda reflejado en la tabla 5.6.

661 López-Berges, E.: "El canal del alto Jarama...", ROP, pp. 83-84.

662 Esta es la cota final establecida en la solera de arranque del canal del Jarama, respecto a la de 888,93 del proyecto de 1949.

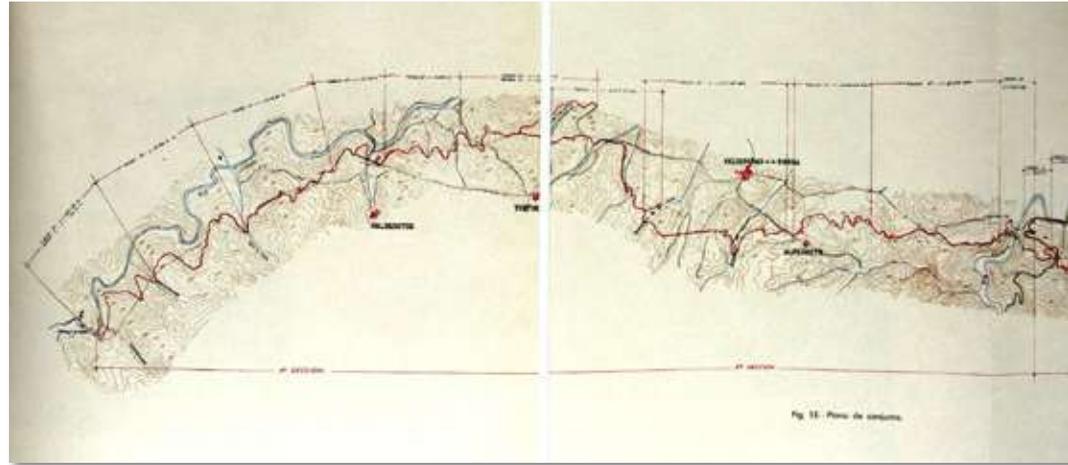
Tabla 5.6. Canal del Jarama. Síntesis de trazados. Longitudes de los tramos en metros.

TRAMO	CANAL	TÚNEL	SIFÓN	TOTAL
Tramo 1º elegido	3.127,44	1.832,67	822,50	5.782,61
1º alternativo	3.560,00	2.050,00	550,00	6.360,00
Tramo 2º elegido	5.482,11	3,243,00		8.725,11
2º alternativo	5.427,41	252,50	947,25	6.737,16
Tramo 3º elegido	6.495,00	204,14	1.310,50	8.010,01
3º alternativo	8.845,00	3.185,00	740,00	13.400,00

Fuente: ACYII, Caja 258, Proyecto 1949, Memoria, p. 22

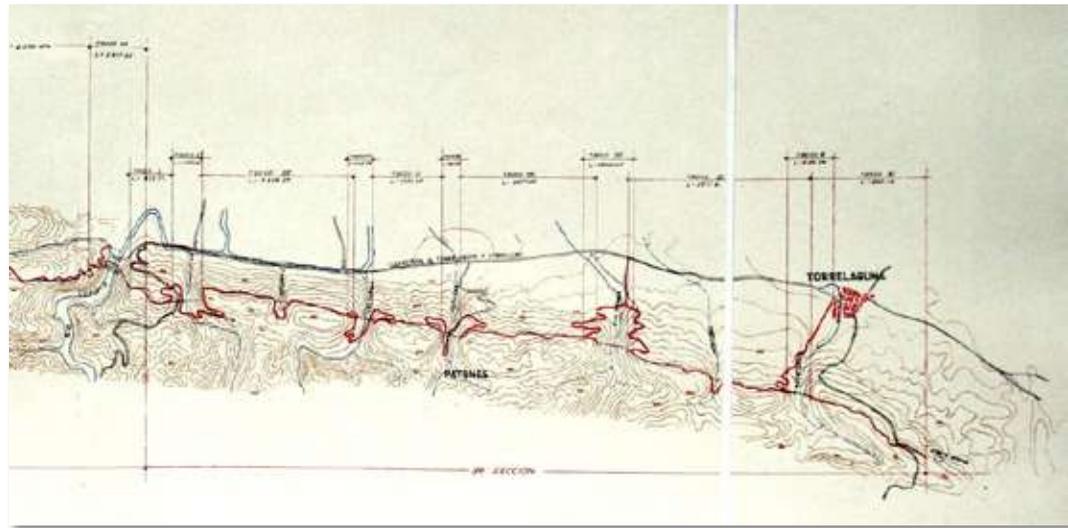
El primer tramo tenía una longitud de 5.782 m, discurriendo, como se ha indicado, en paralelo al río Jarama, sobre un terreno de roca caliza y pizarra, alejado lo suficiente de los pueblos de Tortuero y Valdesotos. El segundo tramo del canal atravesaba el término de Valdepeñas de la Sierra, pero lo más distante posible de la población y de una eventual contaminación. Este tramo requería, según los planos, 2 km de túnel, si bien dicha excavación evitaría los tres sifones que indicaba el proyecto primitivo. El tercer tramo recorría 8 km en lugar de los 13,5 km que sugería el primer proyecto, discurriendo por laderas uniformes de terreno calizo y evitando atravesar deleznales pizarras. Ahora bien, la variación con respecto al trazado original exigía la construcción de cinco sifones.

Figura 5.18. Canal del Jarama Tramos 1º y 2º



Fuente: López-Berges de los Santos, Emilio: "El proyecto del Canal de conducción de las aguas del río Jarama para el abastecimiento de Madrid, III", Informes de la Construcción 24, octubre 1950. Memoria del Canal de Isabel II, 1946-1950, encarte entre págs. 310 y 311.

Figura 5.19. Canal del Jarama Tramo 3º



Fuente: López-Berges de los Santos, Emilio: "El proyecto del Canal de conducción de las aguas del río Jarama para el abastecimiento de Madrid, III", Informes de la Construcción 24, octubre 1950. Memoria del Canal de Isabel II, 1946-1950, encarte entre págs. 310 y 311.

4. EL CAMINO DE SERVICIO

Para construir el canal resultaba imprescindible como paso previo abrir un camino de servicio por donde transportar los materiales y la maquinaria, del mismo modo que se necesitaba tender una línea eléctrica y otra telefónica. Más tarde se construirían otros elementos no menos importantes, como las casas para los guardas del canal, la "casa administración", un almacén, un garaje, taller y otras edificaciones como albergues para los obreros y viviendas para el personal cualificado. Así pues, la ejecución de las obras del canal del Jarama no se inició con la de la propia conducción, sino con estas otras obras auxiliares que resultaban imprescindibles para poder llevar a cabo los movimientos de tierra y las construcciones. Sin ellas no era posible avanzar ni un solo metro de canal. Por razones operativas, el camino de servicio, de 55 km de longitud, se dividió en tres secciones: la primera de ellas (16,4 km) tenía origen en el mismo pantano de El Vado y final en la cámara de entrada del sifón de Tortuero; desde este último punto hasta la salida del sifón del Pontón de la Oliva discurría la segunda sección (17,9 km) y la tercera iba desde El Pontón hasta el depósito superior en Torrelaguna (23,3 km). Cada una de las secciones fue proyectada por un ingeniero de la plantilla del Canal de Isabel II⁶⁶³.

Figura 5.20. Planta general del trazado del canal del Jarama, con indicación de los caminos de servicio y principales obras



Fuente: Memoria del Canal de Isabel II, 1961-1969. Madrid, 1972. Anexo 2.1.

663 Proyecto general del Canal de conducción de las aguas del río Jarama para el abastecimiento de Madrid. Camino de Servicio. 1ª sección, ACYII, 647. 2ª sección, 648. 3ª sección, caja 649. Años 1949-1950.

El camino se iniciaba a media ladera por la margen izquierda del Jarama, cruzándole 100 m aguas abajo de la presa de El Vado, cuya construcción en aquellos momentos se encontraba muy avanzada merced a la eficacia de los Servicios Hidráulicos del Tajo. El resto del trazado seguía por la margen derecha del río, próximo a la línea del futuro canal y atravesando mediante obras de fábrica los barrancos del Corcovado, Matayeguas, San Andrés y Valdesotos, hasta la cámara de entrada del sifón de Tortuero. Se proyectaron asimismo dos ramales del camino en esta primera sección, uno que enlazaba con la obra de toma de agua del Canal, y el otro, en el perfil transversal 996, con el km 2,9 del camino local del puente de Valdepeñas a Tortuero. Siempre se procuró que el trazado del camino discurreniera por encima del canal, para facilitar las descargas de material y la logística general, lo que se consiguió casi enteramente, salvo algunos tramos en los que lo impidió un terreno tan montañoso y abrupto como era el de aquellos parajes.

Tabla 5.7. Canal del Jarama. Camino de servicio. Características y obras de fábrica. Proyecto de 1949

TROZO	LONGITUD (m)	OBRAS DE FÁBRICA
Sección 1ª desde el pantano de El Vado, en el río Jarama, hasta el Arroyo de Tortuero		
Trozo 1	3.017,75	Pontones de 4 m en Barranco de Matayeguas y arroyo del mismo nombre
Trozo 2	2.796,16	Pontón de 8 m al paso del arroyo de San Andrés
Trozo 3	2.876,94	Dos arcos de 4 m de luz para salvar el barranco de Colmenillas
Trozo 4	2.439,14	Dos arcos de 4 m de luz para salvar el arroyo de Valdesotos
Trozo 5	2.609,73	Algunos caños
Trozo 6	2.680,22	Algunos caños y muros
Sección 2ª Desde las cámaras de salida de los sifones de Tortuero hasta el Pontón de la Oliva		
Trozo 1	4.057,00	
Trozo 2	4.257,97	
Trozo 3	3.224,42	
Trozo 4	4.056,72	
Trozo 5	2.317,00	

TROZO	LONGITUD (m)	OBRAS DE FÁBRICA
Sección 3ª Desde el Pontón de la Oliva hasta el depósito superior del aprovechamiento hidroeléctrico de Torrelaguna		
Trozo 1	925,77	
Trozo 2	1.828,64	
Trozo 3	2.689,27	Salva el barranco del Hocino con un pontón de 4 m de luz
Trozo 4	2.143,89	Cruza el barranco de las Cuevas con un grupo de dos pontones de 4 m de luz
Trozo 5	1.054,58	
Trozo 6	1.855,18	
Trozo 7	2.027,90	
Trozo 8	3.900,40	En la cámara de salida del sifón de San Román cruza el arroyo con un grupo de dos pontones de 4 m de luz
Trozo 9	2.871,51	Cruza el barranco del Mortero con un caño de 1 m de diámetro
Trozo 10	2.138,29	
Trozo 11	1.853,46	

Fuente: ACYII, 647, 648 y 649.

Figura 5.21. Puente sobre el arroyo de Tortuero



Fuente Memoria del Canal de Isabel II, 1946-1950, p.311.

Figuras 5.22. Puente y acueducto sobre el barranco del Corcovado durante su construcción



Fuente: Canal del Jarama, 3º Reformado, 1959 Anejo. 6 ACYII-644-2.

Figura 5.23. Vista del puente sobre el barranco del Corcovado desde el acceso a la estación de aforos, oculto por la vegetación



Fotografía: F. Fernández Izquierdo. Julio 2014.

El camino se diseñó con una anchura de 4 m (3 m de calzada y 0,5 m de arcén a cada lado), con apartaderos para el cruce de camiones ampliados hasta 5 y 6 m. Se procuró que las curvas fuesen lo más abiertas posible, con radios mínimos de 20 m, del mismo modo que se evitó que las pendientes y rampas no sobrepasasen del 10 % en ningún caso. Finalmente, para evitar la construcción de muros y ahorrar recursos, el camino se ciñó al máximo al terreno, lo que produjo que la mayor parte de su trazado fuese en curva, de tal forma que en la primera sección del camino, por ejemplo, solo existían tres rectas superiores a 100 m; en la segunda sección, se contaban 230 curvas a lo largo de sus 18 km de longitud con radios de poco más de 10 m, y las dos rectas de mayor longitud tienen 464 y 352 m, respectivamente. La tercera sección presentaba características similares a las anteriores, con trazado por encima del canal, aunque algunas pocas curvas eran de radios inferiores a 20 m, empleándose también pontones dobles o sencillos de 4 m de luz en las vaguadas⁶⁶⁴.

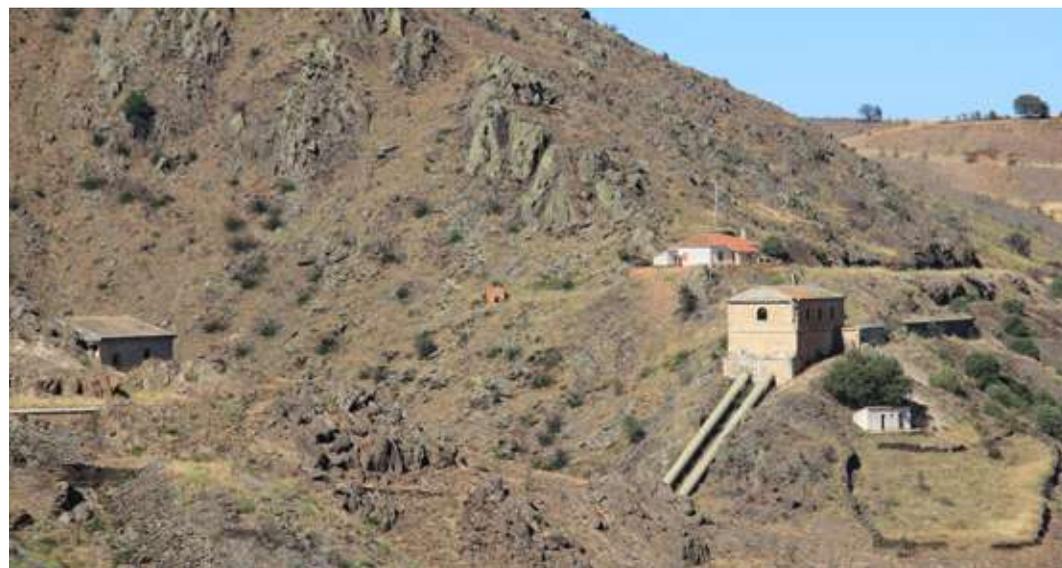
Figuras 5.24. Camino de servicio del canal del Jarama. Inicio del camino con la estación de aforo del Corcovado.



Fotografía: F. Fernández Izquierdo. Julio 2014

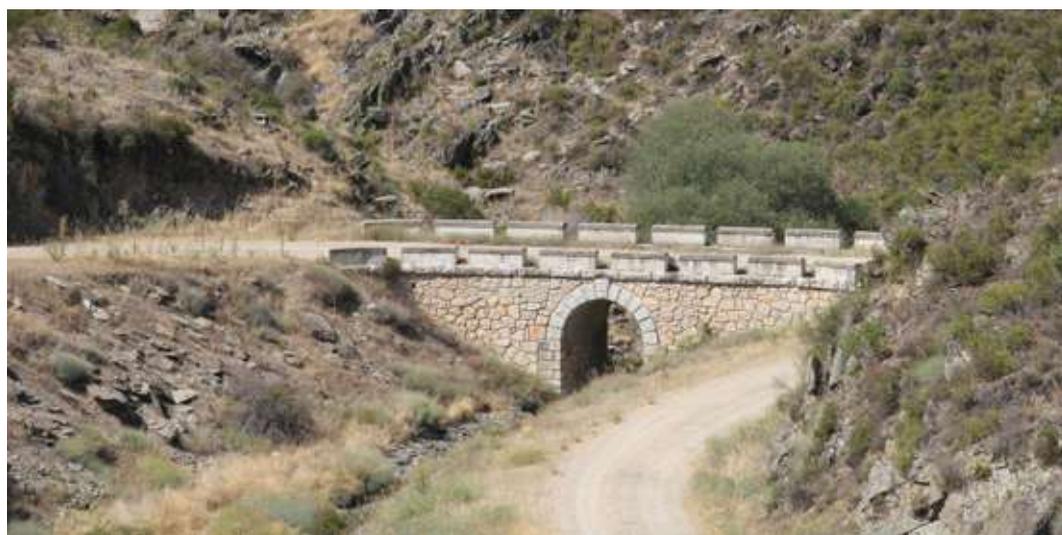
664 ACYII, 648 y 649.

Figura 5.25. Sifón de Tortuero, con el ramal de acceso y el camino de servicio del canal del Jarama



Fotografía: F. Fernández Izquierdo. Julio 2014.

Figura 5.26. Puente en las cercanías de la almenara de Colmenillas



Fotografía: F. Fernández Izquierdo. Agosto 2014.

Figura 5.27. Acceso desde la carretera a Tortuero



Fotografía: F. Fernández Izquierdo. Agosto 2014.

Los presupuestos primitivos de las tres secciones se aprobaron por O.M. de 25 de agosto de 1950 y su reformado de precios el 15 de noviembre de dicho año, por 34.691.668,53 pesetas en ejecución por administración. Se autorizaba al Canal de Isabel II a sacar a concurso parte de dichos caminos, fraccionados en ocho destajos prorrogables de 500.000 pesetas, ejecutándose cada trozo con independencia de los demás por el mencionado sistema de administración. En enero de 1951 se adjudicaron los primeros destajos a la Compañía de los Ferrocarriles de Medina del Campo a Zamora y de Orense a Vigo (M.Z.O.V.), adjudicataria de nuevos encargos en 1952. Las obras se realizaron satisfactoriamente y se recibieron el 8 de octubre de 1953⁶⁶⁵.

665 ACYII, 645-1, Canal del Jarama 2º Proyecto reformado de precios. Canal a cielo abierto, túneles y obras de fábrica. Propuesta de precios contradictorios, secciones 1ª, 2ª y 3ª. Se concursaron tres agrupaciones, correspondientes a la 1ª sección, dos a la 2ª y tres a la 3ª, adjudicándose la totalidad de ellas a la Compañía de los Ferrocarriles de Medina del Campo a Zamora y de Orense a Vigo, por acuerdo del Consejo de Administración del Canal de 31 de enero de 1951. Posteriormente, el 25 de enero de 1952, se ampliaron las obras con el trozo 4º de la 3ª sección, teniendo en cuenta el Decreto-Ley del 17 de julio de 1951, adjudicándose a la misma compañía. El importe total del presupuesto de ejecución de todos los destajos mencionados ascendía a la cantidad de 21.559.834,75 pesetas. Posteriormente se sacó a concurso el resto de los tramos del camino de servicio, hasta un total de 13.131.833,77 pesetas, que completaban el presupuesto total de 34.691.668,53 pesetas.

Tabla 5.8. Camino de servicio del canal del Jarama Presupuesto original (1949) y reformado

PRESUPUESTO	REDACCIÓN CYII	O.M. APROBACIÓN	EJECUCIÓN MATERIAL	EJECUCIÓN POR ADMON	EJECUCIÓN POR CONTRATA	LONGITUD TOTAL (m)
Sección 1ª Proyecto primitivo	30/10/1949	25/08/1950	9.535.143,97	9.725.846,84	11.060.767,01	16.419,95
Sección 1ª Proyecto revisión de precios	31/10/1949	16/12/1950	11.638.714,10	11.871.488,39	13.500.908,34	
Incremento			2.103.570,13	2.145.641,55	2.440.141,33	
Sección 2ª Proyecto primitivo	10/12/1949	15/09/1950	7.533.268,11	7.683.933,47	8.738.591,00	17.913,62
Sección 2ª Proyecto revisión de precios		16/11/1950	8.158.890,51	8.322.068,32	9.464.312,99	
Incremento			625.622,40	638.134,85	725.721,99	
Sección 3ª Proyecto primitivo	31/12/1949	23/10/1950	11.619.070,94	11.851.452,36	13.478.122,30	23.343,49
Sección 3ª Proyecto revisión de precios		16/11/1950	13.093.987,40	13.355.867,15	15.189.025,37	
Incremento			1.474.916,46	1.504.414,79	1.710.903,07	
Total proyectos revisados					38.154.246,70	57.677,06

Fuente: ACYII 647, 648 y 649. Memoria del Canal de Isabel II 1946-1950.

El ritmo creciente de las obras del canal del Jarama, y su explotación cuando se terminaran, exigía aumentar la red de vías de servicio, que en su primera etapa se limitaban a llegar a las bocas de los túneles y a las entradas y salidas de los sifones, para colocar en ellas la maquinaria y acopiar materiales. En el tercer proyecto reformado (1959) se incluyó una segunda fase, que incorporaba nuevos ramales y pistas que habían sido abiertos durante el desarrollo de la obra, con casi 19 km (18.931,68 m) de longitud y un importe de 14.822.000,95 pesetas. Se recomendaba que los trabajos de ampliación de los caminos los acometiera la misma empresa adjudicataria, para que pudiera emplear los mismos materiales, personal, maquinaria, etc. Se proponían 8 nuevos tramos, para evitar un total de 179 km de rodeos en los accesos a los múltiples tajos simultáneos en los que se ejecutaban las obras a lo largo del canal del Jarama⁶⁶⁶.

666 ACYII, 645-1. Se incluye una tabla describiendo cada uno de los trozos de la ampliación, la justificación de su trazado para evitar rodeos, su longitud y coste.

Cuando en 1967 se procedió a la medición para la liquidación general, se detallaron estas ampliaciones, que finalmente añadieron más de 25 km sobre la previsión inicial, con un considerable movimiento de tierras y obras de fábrica, entre ellas tres puentes de 8, 4 y 3 m, un pontón de 4 m, cinco alcantarillas entre 2 y 3 m de luz, 89 caños, de ellos 27 con pozo, y 9 muros.

Tabla 5.9. Tramos adicionales en el camino de servicio del canal del Jarama. Medición en 1967

UNIDADES DE OBRA	1ª SECCIÓN	2ª SECCIÓN	3ª SECCIÓN	TOTAL
Número de tramos adicionales	8	18	4	30
Longitud (m)	7.931,35	9.153,83	8.653,49	25.738,67
Desmote (m ³)	84.065,81	50.710,52	21.443,55	156.219,88
Terraplén (m ³)	13.753,90	23.297,78	18.281,18	55.332,85
Excavación en emplazamiento y cimientos (m ³)	2.786,19	2.259,03	1.942,30	6.987,52
Hormigón [de 150 kg] en cimientos (m ³)	1.372,37	1.042,21	1.243,03	3.657,61
Hormigón [de 250 kg] en alzados (m ³)	708,62	372,10	2.342,79	3.423,50
Hormigón [de 300 kg] en bóvedas (m ³)	473,37	412,58	370,30	1.256,25
Mampostería en seco (m ³)	191,11	5,88	24,87	221,85
Mampostería concertada (m ³)	817,58	204,25	375,67	1.397,51
Sillería aplantillada (m ³)	132,42	57,14	147,21	336,77
Sillería recta (m ³)		6,08	2,64	8,72
Encachado de piedra (m ³)		20,30		20,30
Afirmado (m ²)	56.157,17	58.215,60	58.810,83	173.183,60
Refino (m ²)	18.719,39	19.433,84	20.363,05	58.516,28

NOTA. Los tramos añadidos en cada sección eran los siguientes:

Sección 1ª: Camino Corcovado-Espanto; camino Barracón-El Polvorín; camino El Valle-Valhondo; variante del camino de Valdesotos; ramal de acceso a torre de toma; ramal de acceso a obra de toma; ramal de acceso a estación de aforos de El Corcovado; ramal de acceso a almacén de Bonaval.

Sección 2ª: La Huerta-Empalme; camino sobre el túnel nº 18; acceso al túnel nº 19; La Lastra-El Pontón; variante de la carretera de Valdepeñas a Alpedrete; ramal de acceso a la almenara de La Solana; ramal acueducto de El Pobo III; ramal de acceso al túnel nº 23, salida; camino de acceso al túnel nº 24, salida; ramal de acceso al túnel nº 26, entrada; ramal de acceso al túnel nº 27, entrada y salida; camino de enlace del túnel nº 27, salidas; ramales de acceso al túnel nº 29, entrada y salida; acueducto a Canto Botao; accesos al túnel nº 30, entrada y salida; protección de camino en paso de cauce.

Sección 3ª: Sifón de Valdetales; Sifón de San Román; ramal en la carretera de Cogolludo a Torrelaguna; ramal de enlace.

Fuente: ACYII, 769. Liquidación 5º Proyecto reformado 1967. Caminos de acceso (resumen).

A lo largo del camino se instaló una línea de transporte de energía eléctrica que según el proyecto de 1949 conduciría 20.000 voltios, pero que cuando la Compañía M.Z.O.V., adjudicataria de diversos trozos del camino de servicio del canal del Jarama, se hizo con el concurso y levantó provisionalmente la línea en 1951, se ajustó a una tensión de 45.000 voltios, gracias a la facilidad de dedicar los mismos transformadores que alimentaban la línea de transporte del Canal desde la central de Torrelaguna a Madrid. Aunque se emplearon en ella buenos materiales, como apoyos de madera, aisladores y cable Aldrey de 11 mm de diámetro, el paso del tiempo y la ausencia total de vigilancia y mantenimiento, debido a la paralización temporal de las obras, produjo un deterioro progresivo de la línea, por lo que en 1955, tanto en postes como en aisladores, fue necesaria una reparación a fondo, acometida además por la Administración para poder iniciar las obras del canal del Jarama, una vez concluido el camino de servicio⁶⁶⁷. En la reforma se introdujeron apoyos metálicos en vez de postes de madera en los vanos de hasta 400 m de luz que salvaban barrancos y grandes desniveles, y con castilletes metálicos en sustitución de los antiguos postes de madera en los vanos de 200 m (figura 5.28). En el resto se continuó utilizando madera. Los presupuestos por administración fueron, de la 1ª sección 408.419,01 pesetas y 347.290,62 pesetas el de la 2ª.



Figura 5.28. Castilletes metálicos y poste de madera en la línea de alta tensión

Fuente: ACYII, 644-2 Canal del Jarama, 3º Reformado, 1959. Anejo.

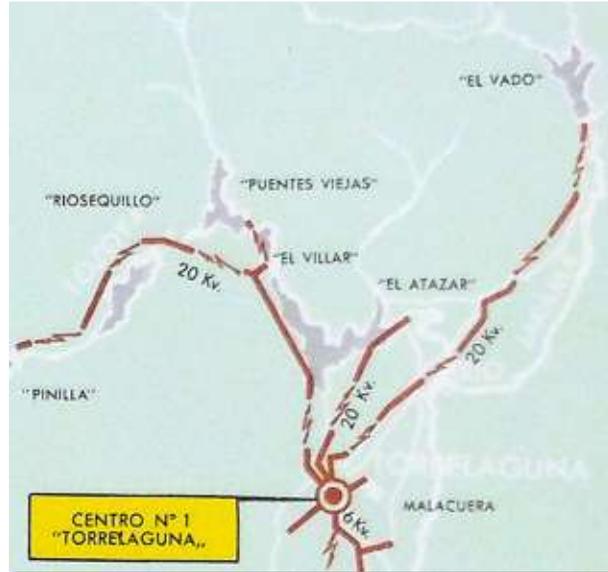
667 ACYII, 640-2. Presupuesto para acondicionamiento y mejora de la línea de alta tensión del Canal de Jarama, 1955. 1ª sección; 640-3. 2ª sección; 649. 3ª Sección. Firmados por los ingenieros López-Berges y Renedo Fornos.

Figura 5.29. Anclaje de hormigón para poste de madera, en el antiguo tendido de alta tensión y Figura 5.30. Soporte metálico de la línea actual.



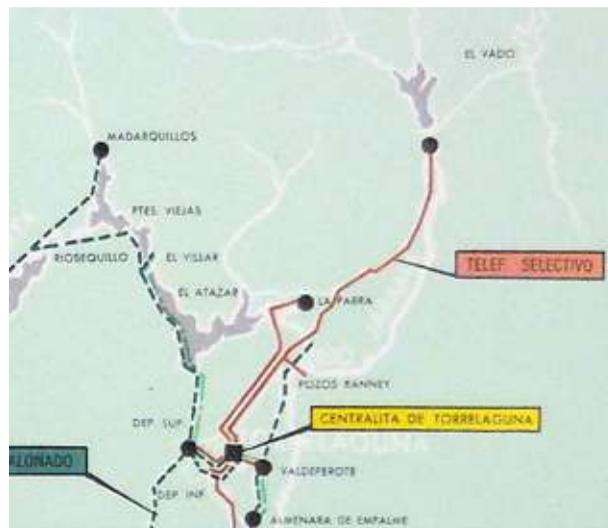
Fotografías: F. Fernández Izquierdo. Julio 2014.

Figuras 5.31. Esquema del tendido de alta tensión desde Torrelaguna



Fuente: Memoria del Canal de Isabel II, 1961-1969. Madrid, 1972, p. 270.

Figura 5.32. Línea telefónica Torrelaguna-El Vado.



Fuente: Memoria del Canal de Isabel II, 1961-1969. Madrid, 1972, p. 271.

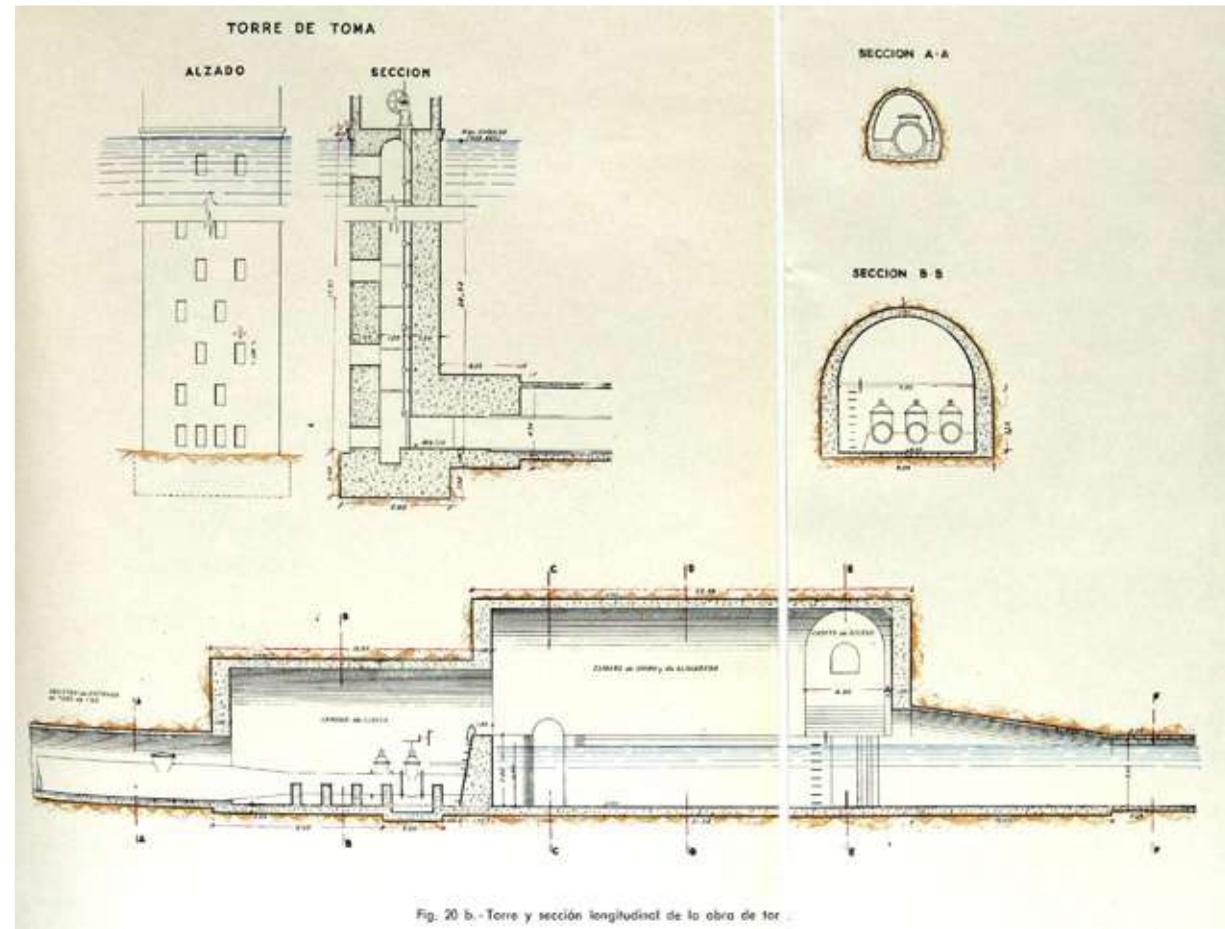
Con estas infraestructuras auxiliares en funcionamiento y con la presa de El Vado ya terminada, se dio comienzo a la construcción de las obras del canal, comenzando por la de la torre de toma.

5. LAS OBRAS DE FÁBRICA, TORRE DE TOMA, CÁMARA DE ROTURA DE CARGA, TÚNELES, ACUEDUCTOS, SIFONES Y CONSTRUCCIONES AUXILIARES

El canal del Jarama se proyectó independientemente del diseño de la presa de El Vado, obviando elementos existentes, como sus tomas de agua en el cuerpo de presa. Se diseñó para ese fin una torre de toma exenta, que emergería del máximo nivel de agua embalsada, con tres tomas a diversas alturas, conectadas por tubería a una cámara de rotura de carga excavada en la roca, de la que partiría el canal, capaz de conducir los caudales conjuntos de Jarama y Sorbe⁶⁶⁸. En el proyecto original el caudal máximo desaguado por la toma en El Vado era de 4 m³/s, y otro tanto procedería del trasvase del Sorbe. Sin embargo, tenía poco sentido estrangular en su origen la entrada en el canal del Jarama a la mitad de su pleno aforo mientras que la conexión con el Sorbe no estuviera finalizada. Por ello, fue modificada la captación en el Jarama para duplicarla hasta 8 m³/s, alcanzando con ello la máxima capacidad del canal que conduce el agua hasta Torrelaguna. De hecho, en las primeras campañas de servicio (1961-63) se demostró el beneficio de esta ampliación al derivar agua solo desde El Vado, aprovechando plenamente las posibilidades del canal del Jarama.

668 ACYII, 734. Proyecto reformado de pantano de El vado. Elevación de la presa. Ingeniero D. Domingo Díaz-Ambrona Moreno. 1946. En este proyecto el recrecimiento de la presa se justificaba exclusivamente para obtener un mayor volumen de regulación destinado a riego, pero las mismas cifras coincidían con los requisitos del proyecto del canal del Jarama. Los ingenieros y responsables de la División Hidráulica del Tajo, ejecutora de las obras en El Vado, y los del Canal de Isabel II, pese a la aparente falta de coordinación al redactar sus respectivos proyectos, pues apenas se mencionan mutuamente en la documentación, conocían perfectamente sus actuaciones. Aunque estaba lejos de su terminación, la presa de El Vado ya contaba con tres tubos verticales de toma de 1,50 m de diámetro, adheridos al paramento de aguas arriba que bajaban hasta la cota 875 y se introducían en el interior del macizo con objeto de alimentar una central hidroeléctrica, que llegó a montarse para dar energía a las obras.

Figura 5.33 Canal del Jarama Torre de toma y cámara de rotura de carga, diseño inicial



Fuente: López-Berges de los Santos, E.: "El proyecto del Canal ..., III", *Informes de la Construcción* 24, octubre 1950. *Canal de Isabel II, Memoria 1946-1950*, plano tras p. 346.

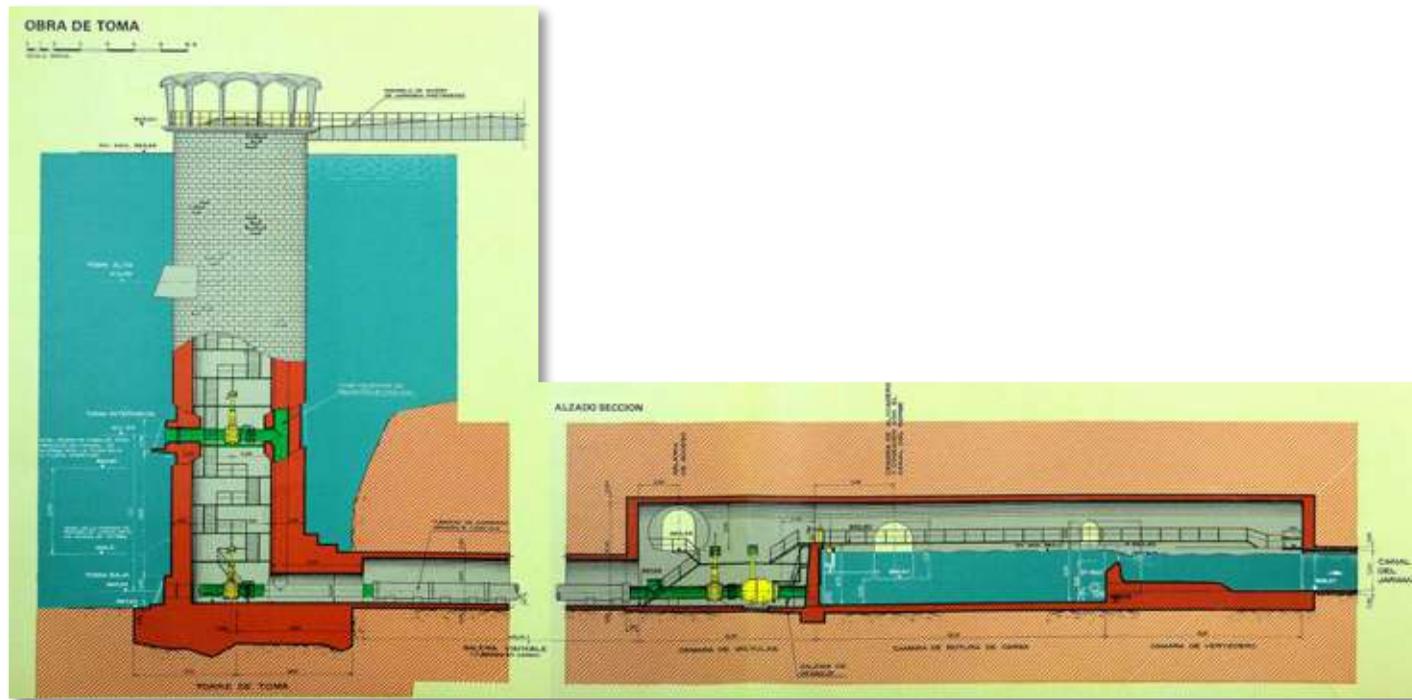
La torre de toma, de planta circular, se eleva 34,22 m, diferencia desde la cota de máximo embalse, situada a 923,45 m de altitud sobre el nivel del mar, hasta el eje de las tuberías de la toma inferior, en la cota 889,23, con una salvaguarda de un metro adicional para evitar que la fluctuación del agua alcanzase su cornisa. Se remató con una bóveda zunchada de hormigón translúcido, de 6 m de diámetro, cubierta con una sombrilla de ladrillos de rasilla y contrafuertes de hormigón armado. Una pasarela de hormigón pretensado tipo "Barredo" realizada con 4 vigas de 30 m de luz, enlaza la coronación de la torre con la ladera de la margen derecha del Jarama, como puede

apreciarse en las fotografías adjuntas (figura 5.40)⁶⁶⁹. Los muros de la torre se construyeron a base de ladrillos de hormigón en masa vibrado, con una pared adosada en la fachada también de hormigón y aditivo impermeabilizante, más revestimiento de ladrillo cerámico. Proyectada con planta circular, la torre se organiza en un círculo excéntrico interior respecto al exterior, de 1 m de espesor junto a las tomas, que se incrementa hasta 2 m en la pared posterior, donde se embobieron dos colectores verticales paralelos de bajada, de 1 m de diámetro, que se prolongan con diámetro más reducido hasta la coronación de la torre para lograr el efecto de chimenea de equilibrio. Las tres tomas gemelas en las cotas 913,45, 901,34 y 889,23 m, están conectadas a su respectivo colector vertical, a través de un tramo horizontal dotado de su correspondiente válvula, cuya maniobra se facilita mediante tres plataformas, una por toma, accesibles por una escalera metálica interior. En la base de la torre, ambos colectores, están enlazados a sendas tuberías de tipo "Bonna" de 1 m de diámetro interior, alojadas en una galería visitable revestida de hormigón en masa, de 4,50 m de anchura, 3,40 de altura y 238 m de longitud, que desemboca en la caverna de válvulas y cámara de rotura de carga. La conexión final de los colectores con la cámara, se realiza mediante tubo electrosoldado del mismo diámetro que las tuberías (1 m)⁶⁷⁰, regulándose el paso del agua en cada tubo mediante una válvula compuerta, una junta flexible y una válvula de aguja. La rotura de carga se consigue en un cuenco de 22 m de largo, 7 de ancho y 4,10 de altura, fabricado en hormigón, que está conectado en su otro extremo al canal del Jarama, en cuyo interior se introduce el agua desde esta cámara, cuando alcanza el nivel de vertido de un rebosadero (figura 5.37). Está dotada además de un aliviadero comunicado con el exterior a través de una galería, seguida de un vertedero que devolvería el rebosamiento al cauce del Jarama. El total de válvulas es de 6 en las tomas, más otras 4 junto a la cámara de rotura, que pueden operarse de forma conjunta o independiente. En esa misma cámara se situaba, según lo proyectado, el enlace con el canal procedente del río Sorbe, que habría de llegar en su momento mediante un sifón, y que también serviría de aliviadero en caso necesario. El diseño de esta torre de toma incorporaba una galería de acceso para comunicar con una central hidroeléctrica que se preveía implantar para aprovechar el desnivel de 24 m existente entre la cota de máximo embalse y la solera del canal. La eficacia del diseño en el conjunto se ha probado sobradamente en medio siglo de servicio, verificándose entre 2010 y 2013 las últimas operaciones de reforma y conservación en las válvulas, conducciones y equipos de operación, para mantener en perfecto uso las instalaciones (figuras 5.41 a 5.45). En los tubos principales de aducción, junto a la cámara de descarga, se han derivado dos conducciones menores. En la de la izquierda se envía agua al cauce del río Jarama, aguas debajo de la presa, para mantener el caudal ecológico. En la de la izquierda una tubería recorre la plataforma sobre la cámara de descarga, y se introduce en el canal del Jarama, sirviendo de *bypass* para mantener un caudal mínimo en la conducción, cuando el nivel del embalse no permite el envío de grandes cantidades de agua. Con ello se logra abastecer a las poblaciones que han conectado sus redes a lo largo del recorrido del canal hasta Torrelaguna.

669 En el reportaje Monje Ciruelo, Luis: "Una torre con altura de doce pisos toma en el pantano de El Vado el agua para Madrid", *ABC*, 05/07/1960, p. 19. Incluye fotografías de su construcción, apreciándose el aspecto exterior de la toma más baja, con sus dos colectores.

670 En el diseño primitivo (figura 5.33), el único tubo desde la torre se dividía en tres, antes de entrar en la cámara de rotura de carga, con sus respectivas válvulas. También se modificó el diseño de la caverna, pues la galería de acceso se trasladó desde el final de la cámara de descarga hasta la cabecera, junto a la entradas de los dos tubos y sus válvulas.

Figura 5.34 Torre de toma del canal del Jarama.
Plano definitivo del perfil, galería visitable con las tuberías y cámara de rotura de carga



Fuente: Memoria del Canal de Isabel II, 1961-1969. Madrid, 1972, pag. 86 y Anexo 2.1 y ACYII 2-1, 5º Reformado, 1960.

Figura 5.35 Fotografías del interior:
válvula de una de las tomas, en la torre



Figura 5.37 Cámara de rotura de carga

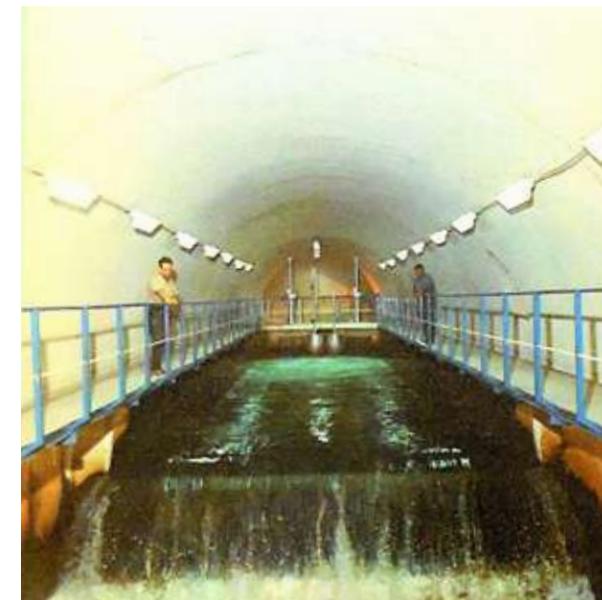
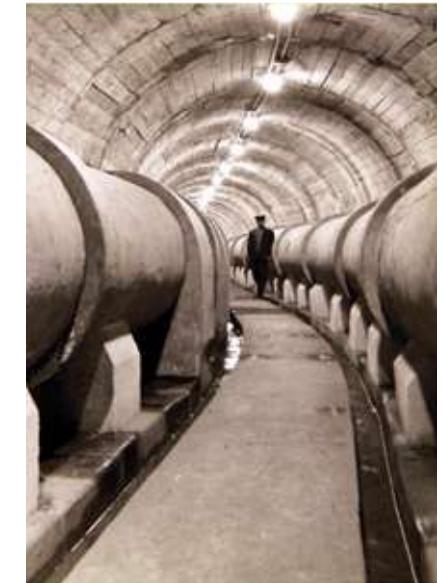


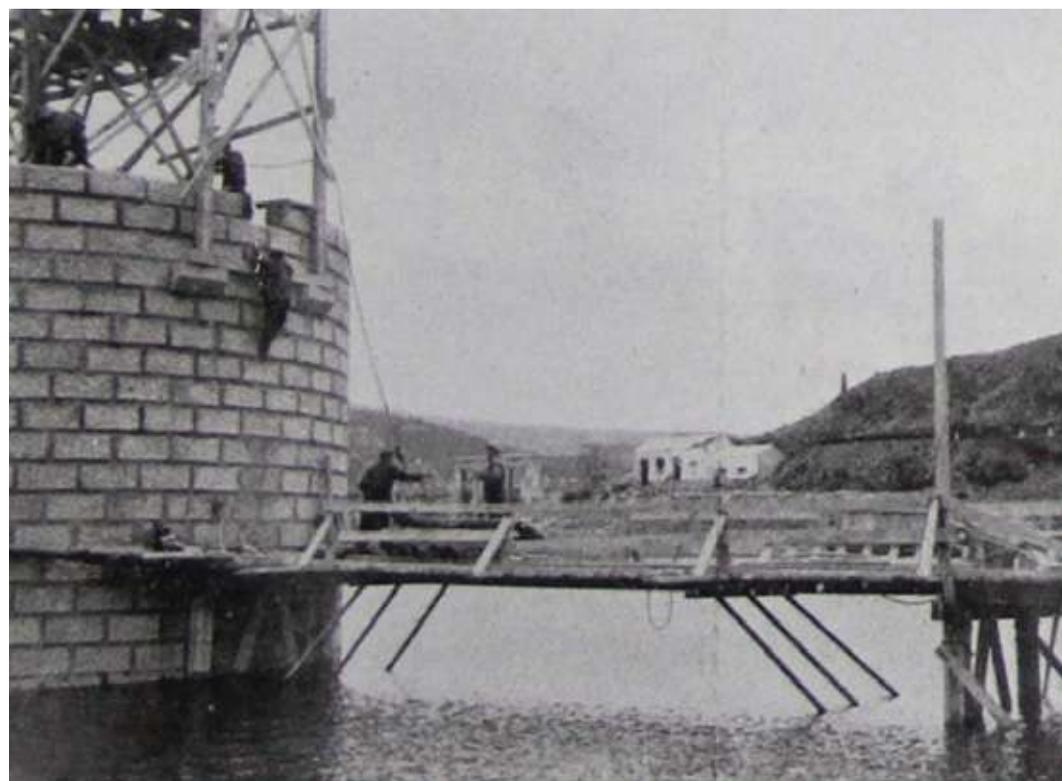
Figura 5.36 Galería con las
tuberías de captación



Fuente: Memoria del Canal de Isabel II, 1961-1969. Madrid, 1972, pag. 86 y Anexo 2.1 y ACYII 2-1, 5º Reformado, 1960.

La construcción de la torre de toma resultó complicada, pero se ejecutó con diligencia en solo cinco meses, tras concluir el proyecto de detalle en noviembre de 1959. Una vez asentados los cimientos previo vaciado del embalse de El Vado, e iniciada la excavación de la galería y cámara de descarga, la construcción iba ganando altura progresivamente, empleando tres turnos de obreros, día y noche. No interesaba desembalsar, y el agua iba subiendo apenas por debajo del nivel de la obra, para atender a los regantes de la Real Acequia del Jarama. Al mismo tiempo, iban excavándose, no sin dificultades, las quebradizas pizarras para alojar la caverna para el complejo de válvulas y la cámara de enlace con el canal y la galería visitable, que junto con los cimientos de la torre supusieron 17.000 m³ de perforación, y 7.000 m³ de cemento en inyecciones. En las últimas etapas de la obra hubo que tender una pasarela provisional e incluso balsas movidas por cabrestantes para acceder a la torre desde la orilla. Se coronó la construcción en abril de 1960 y finalmente se instaló la pasarela definitiva de hormigón pretensado, lanzando unas cimbras para las vigas con las ayuda de grúas.

Figura 5.38. Torre de toma del canal del Jarama, remate de la coronación



Fuente: López-Berges de los Santos, E.: "El canal del alto Jarama...", p. 76, fig. 9.

Figura 5.39. Colocación de cimbra para pasarela



Fuente: López-Berges de los Santos, E.: "El canal del alto Jarama...", p. 75, fig. 7.

Figuras 5.40. Exterior de la torre de toma con su pasarela



Fotografías: F. Fernández Izquierdo. Julio 2014.

Figura 5.41. Interior en la base de la torre, con el arranque de la escalera de acceso a las tomas, y pila para recoger muestras de agua



Figura 5.43. Acceso a la plataforma sobre las válvulas y cámara de rotura de carga



Figura 5.44. Agua entrando en el canal del Jarama desde la cámara de rotura de carga



Figura 5.42. Galería interior



Fotografías: F. Fernández Izquierdo, 2015.

Figura 5.45. Panel de control y monitorización del sistema de maniobra



Fotografía: F. Fernández Izquierdo, 2015.

Según el diseño adoptado por López-Berges, era necesario excavar 34 túneles para evitar rodeos innecesarios y soslayar zonas de terreno en malas condiciones, siendo el más largo el comprendido entre los barrancos de “La Vera” y el del “Hocino”, en el término de Valdepeñas, de 1.580 m de longitud en el proyecto de 1949, aunque se dividió y logró reducir a 1.481 m. Los túneles se acometerían por sus dos bocas, empleando energía eléctrica transportada desde la central de Torrelaguna mediante la línea de alta tensión disponible a lo largo del trazado. En los tramos en túnel del canal del Jarama se aplicaron dos métodos constructivos al uso entonces⁶⁷¹. Primero, en trazados superficiales inferiores a 20 m bajo la superficie se optó por los falsos túneles -el denominado *cut and cover*-, abriendo una trinchera de sección piramidal a cielo abierto mediante voladuras, ampliándola hasta el ancho del revestimiento y rellenándola posteriormente una vez completado el acueducto hasta restituir la superficie del terreno. En caso necesario, por la naturaleza geológica o por la situación en pendiente, se realizaban pantallas y obras de contención, indicadas en el proyecto. Con profundidades superiores, el método de perforación subterránea, o en mina, fue el adoptado, empleando explosivos y martillos neumáticos, con las entibaciones necesarias para sostener el terreno al avanzar la excavación hasta completar el hormigonado del canal. En cada zona de tajo se colocaba un transformador eléctrico conectado a la línea general de abastecimiento, y conexiones telefónicas. Los principios del Nuevo Método Austríaco de Túneles, se observan en el proyecto, mediante la división de la obra en anillos, aplicándoles revestimiento de hormigón conforme avanzaban las excavaciones. El material extraído se cargaba en vagonetas mediante palas neumáticas y en el exterior

⁶⁷¹ López Jimeno, Carlos (dir.): Manual de obras subterráneas. Madrid: Entorno Gráfico, S.L., 1997, p. 82-99.

se depositaba en vertederos cercanos a las bocas de los túneles. Cuando el sostenimiento lo requería, se incorporaban rellenos entre la roca y el revestimiento exterior del canal, así como las inyecciones precisas en zonas de fallas y diaclasas para consolidar el asiento del acueducto con el terreno atravesado. En esta tarea se tenía especial cuidado en el acabado del revestimiento interior para la buena circulación del agua, la impermeabilización respecto al exterior, así como la dotación de drenes y registros para acceder al interior del canal para operaciones de mantenimiento e inspección. En los túneles más largos de 300 m fue preciso instalar ventilación mediante tuberías de extracción del aire para hacer posible su labor a los operarios. Sin embargo, la premura exigida finamente a las obras, con muchos tajos trabajando al mismo tiempo, y las limitaciones tecnológicas de la construcción de túneles en aquellos momentos, no lograron evitar algunos desprendimientos de gran magnitud, así como accidentes, con víctimas, propios de este tipo de trabajos, que se han comentado anteriormente. En el transcurso de los trabajos hubo algunos replanteos en los túneles, la supresión de los nº 14, 15 y 21, y la división en dos del más largo, cambios que se recogieron el tercer proyecto reformado⁶⁷².

Figura 5.46 Canal del Jarama, excavación a cielo abierto en el Espanto



Fuente: ACYII, 12.1. Canal del Jarama, 5º Reformado, 1960 Anejo 6.

⁶⁷² Se detallan más adelante, en el apartado en el que se analizan los presupuestos y el coste del canal del Jarama.

Figura 5.47. Entibaciones en la perforación de un túnel en zona de fuerte empuje



Fuente: ACYII, 12-1 Canal del Jarama, 5º Reformado, 1960 Anejo 6.

El trazado a cielo abierto del canal del Jarama resultó también muy costoso, particularmente por la dureza y fuerte pendiente del terreno, que impedía el uso de máquinas excavadoras, habiéndose de recurrir a los explosivos, a razón de 1,5 kg/m³ de dinamita y la extracción con vagonetas sobre raíles, ya que se usaba el método Decauville. El revestimiento del acueducto se realizó con hormigón vibrado, sirviéndose de hormigoneras y canaletas en los tramos exteriores, realizando primero las cerchas que serían de encofrado en la bóveda y cajeros, y posteriormente se realizaba la solera, mediante unos orificios que se dejaban en la bóveda cada 50 m para introducir por ellos el hormigón. En el interior de los túneles, se llevaba el hormigón en vagonetas y se aplicaba a mano en los encofrados, igualmente sometido a vibración, en el mismo orden, primero bóveda y cajeros, luego la solera por tramos de 20 a 50 m.

Figuras 5.48. Tramo del canal del Jarama entre Valdesotos y Tortuero y Figura 5.49. Almenara de Bonaval



Fotografías: F. Fernández Izquierdo, 2014.

El canal se diseñó cubierto en todos los tramos en que discurriese a cielo abierto, para proteger en cualquier circunstancia su interior de las aguas de escorrentía, los desprendimientos naturales u otros agentes que pudieran afectar a la calidad del agua. Las formas, materiales y dimensiones de las edificaciones auxiliares se detallaban en el proyecto pertinente, con una clara inspiración en los diseños clásicos de las primeras conducciones del Canal de Isabel II: formas sólidas, edificios con tejados a dos aguas, con mampostería de piedra en las caras vistas, sillería en ángulos y dovelas, aunque el núcleo de todas las fábricas fuera de hormigón, con suficiente resistencia para el trabajo que había de soportar. Los acueductos se inspiraron el diseño del de La Sima, en el canal antiguo. Con el paso del tiempo, el mimetismo de las conducciones con su entorno se ha conseguido satisfactoriamente en algunos tramos agrestes, donde el acueducto queda oculto por la vegetación y el roquedo, mientras que en otros con fábricas muy visibles, el empleo de piedra natural y formas clásicas favorece su integración en el paisaje⁶⁷³.

673 Sotelo Navalpotro José A. y Sotelo Pérez, María: "Canales, sifones y almenaras. El impacto ambiental de las infraestructuras del Canal de Isabel II (Madrid)", Investigaciones Geográficas, nº 59, enero-junio de 2013, pp. 95 - 117. Sotelo Pérez, María: "Territorio y medio ambiente en la comunidad de Madrid. Las infraestructuras históricas, nuevos paisajes culturales del agua", M+A. Revista Electrónica de Medio Ambiente, 14, nº 1, 2013, pp. 87-115, <http://dx.doi.org/10.5209/rev_MARE.2013.v14.n1.42227> [Consulta 20-09-2014].

Figura 5.50 Badén en el recorrido del canal a media ladera junto al sifón de Tortuero



Figura 5.51. Registro junto a la almenara de salida de Tortuero



Figura 5.52. Almenara de Colmenillas, y detrás su casilla de vigilancia



Fotografías: F. Fernández Izquierdo, 2014.

Figura 5.53. Acueducto de Peña Conejo



Fuente: ACYII-12-1 Canal del Jarama, 5º Reformado, 1960 Anejo 6.

Figura 5.54. Acueducto El Partenón. Acuarela de Paula Gómez Vela



Fuente: Iglesias, Helena y Blanco, Manuel (eds.): El viaje del agua. Madrid. Canal de Isabel II, 1995.

Los sifones constituyeron una de las partes esenciales del conjunto de la obra, a la par que el canal a cielo abierto y los túneles. El proyecto primitivo contemplaba la construcción de 10 sifones, imprescindibles para salvar los desniveles que la orografía imponía a la traza del canal. En un principio se pensó en fabricarlos de hormigón armado, centrifugado y vibrado, con una camisa intermedia de virolas de palastro elecrosoldadas. Su coste se calculó en 76 millones de pesetas. La elección de este material se debía a la escasez de acero que se padecía en aquellos momentos, aunque bien es cierto que la chapa de palastro ya se estaba empleando con éxito en los sifones de la Mancomunidad de los Canales del Taibilla o en la Sociedad General de Aguas de Barcelona y otras instalaciones en el extranjero. Era evidente la experiencia de López-Berges en tuberías forzadas y en las conexiones entre los depósitos en Madrid. Según el proyecto, cada sifón contaría con dos tubos de 1,5 m de diámetro y 4 m³/s de capacidad, para permitir su operación conjunta o alternativa, garantizando el servicio al 50% durante las tareas de mantenimiento o en averías.

Figuras 5.55. Canal del Jarama Cámaras de entrada y salida de los sifones

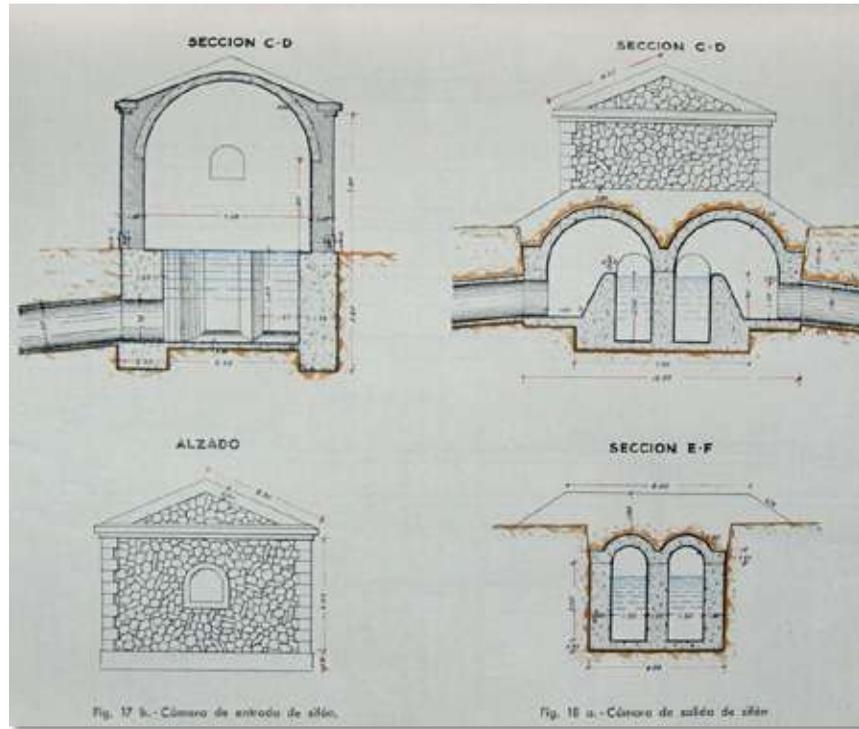
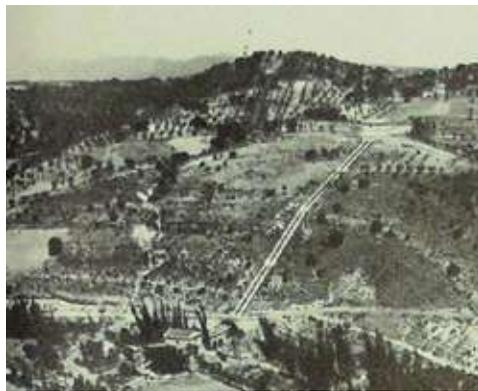
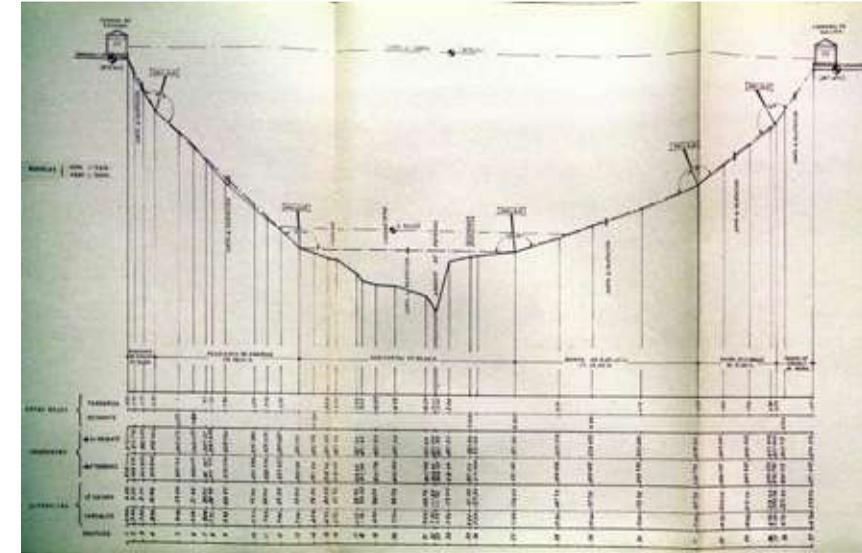


Figura 5.56. Panorámica del Sifón de Valdesotos. Fuente: López-Berges de los Santos, Emilio: "El proyecto del Canal de conducción... III"



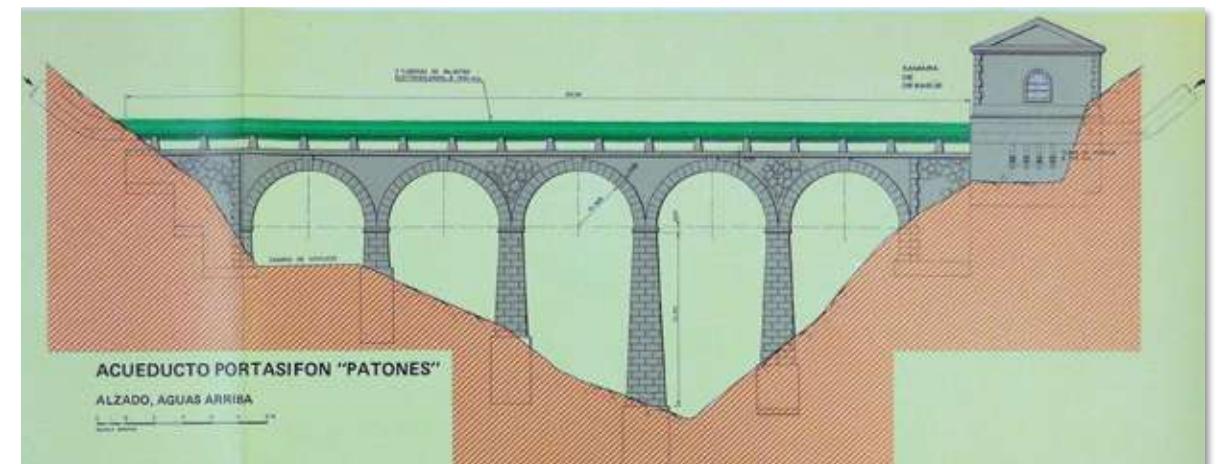
Fuente: Informes de la Construcción 24, octubre 1950. Memoria del Canal de Isabel II, 1961-1969. Madrid, 1972, p. 87.

Figuras 5.57. Perfil de sifón de Patones



Fuente: Canal del Jarama, Proyecto reformado de los sifones, solución con tubería electrosoldada, 1955. ACYII, 670-2. Memoria del Canal de Isabel II, 1961-1969. Madrid, 1972, anejo 2.1.

Figura 5.58. Acueducto portasisfón de Patones



Fuente: Canal del Jarama, Proyecto reformado de los sifones, solución con tubería electrosoldada, 1955. ACYII, 670-2. Memoria del Canal de Isabel II, 1961-1969. Madrid, 1972, anejo 2.1.

Sin embargo, ante los problemas que había en las juntas de las tuberías de hormigón, el 8 de enero de 1955 se encargó al ingeniero López-Berges un proyecto de sifones con tubos metálicos de chapa de palastro electrosoldada, de diferentes espesores, de 6 a 14 mm, dependiendo de las cargas a que estaban sometidas en función de la presión del agua (entre 3 y 14 kg/cm²). Era una solución más acorde a las circunstancias del momento, una vez superada la penuria de suministros siderúrgicos, al tiempo que el cambio de material facilitaría la fluidez del agua, por el mejor coeficiente de rugosidad del acero. Los tubos se apoyarían en dados de hormigón en masa. De todos los sifones, sin duda el que mayor consideración requirió fue el del Pontón de la Oliva, porque tenía una longitud de 1,5 km y 146 m de carga. Por añadidura, había de atravesar el río Lozoya nada menos que por el interior del muro de la presa primitiva, cuya coronación se desmontaría, en lugar de servirse de nuevas obras de fábrica, como los demás sifones.

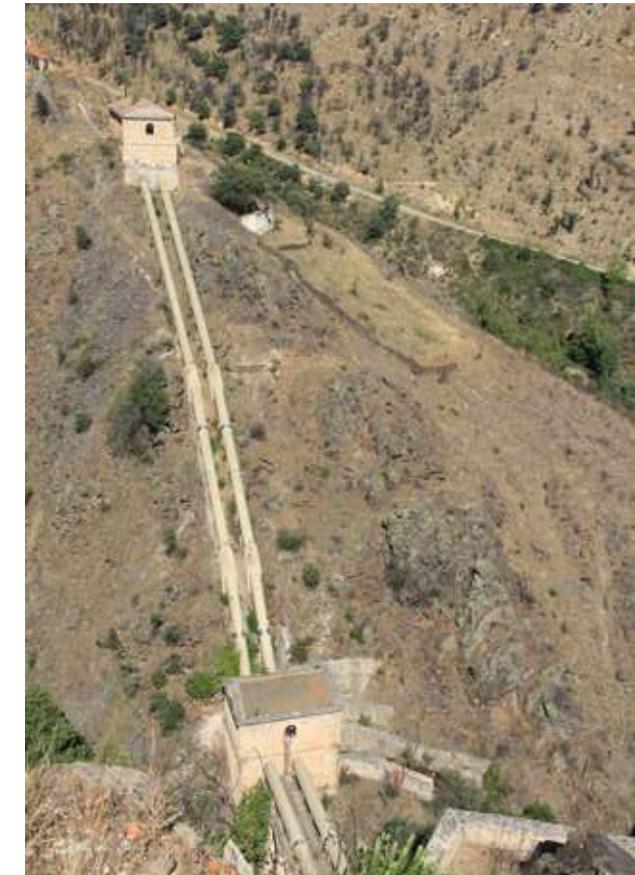
Tabla 5.10. Sifones del canal del Jarama

SIFONES	LONGITUD (m)	CARGA MÁXIMA DE AGUA (m)
Valdesotos	606,00	85,15
Tortuero	216,00	52,45
Pontón de la Oliva	1.511,00	146,07
Valdentaes	464,50	89,90
Hocino	158,00	29,53
Las Cuevas	335,50	87,07
Patones	239,50	55,61
San Román	440,50	104,16
Mortero	137,00	27,30
Matachivos	376,50	58,37

Fuente Canal del Jarama, Proyecto reformado de los sifones, solución con tubería electrosoldada, 1955. ACYII, 670-2.

Los tubos irían provistos de sus correspondientes válvulas, ventosas, registros de entrada y juntas de dilatación, pero además había que construir para cada uno de los sifones una cámara de entrada y otra de salida, que podían sustituir a las clásicas almenaras al incorporar sus correspondientes desagües. Además los sifones se dotaron de cámaras de desagüe de fondo en su nivel más bajo, próximo al cauce de los valles que atraviesan, siendo necesario a veces su refuerzo mediante badenes o acueductos⁶⁷⁴, sin olvidar otras obras de fábrica para proteger las conducciones al cruzar por encima o debajo de caminos y carreteras. La cuestión era desde luego complicada: había que sustentar las tuberías, determinar sus pérdidas de carga, calcular el grosor de las mismas partiendo de un límite de rotura en 4.000 kg/cm², y montar todo aquello, que no resultaba fácil⁶⁷⁵.

Figura 5.59. Sifón de Tortuero

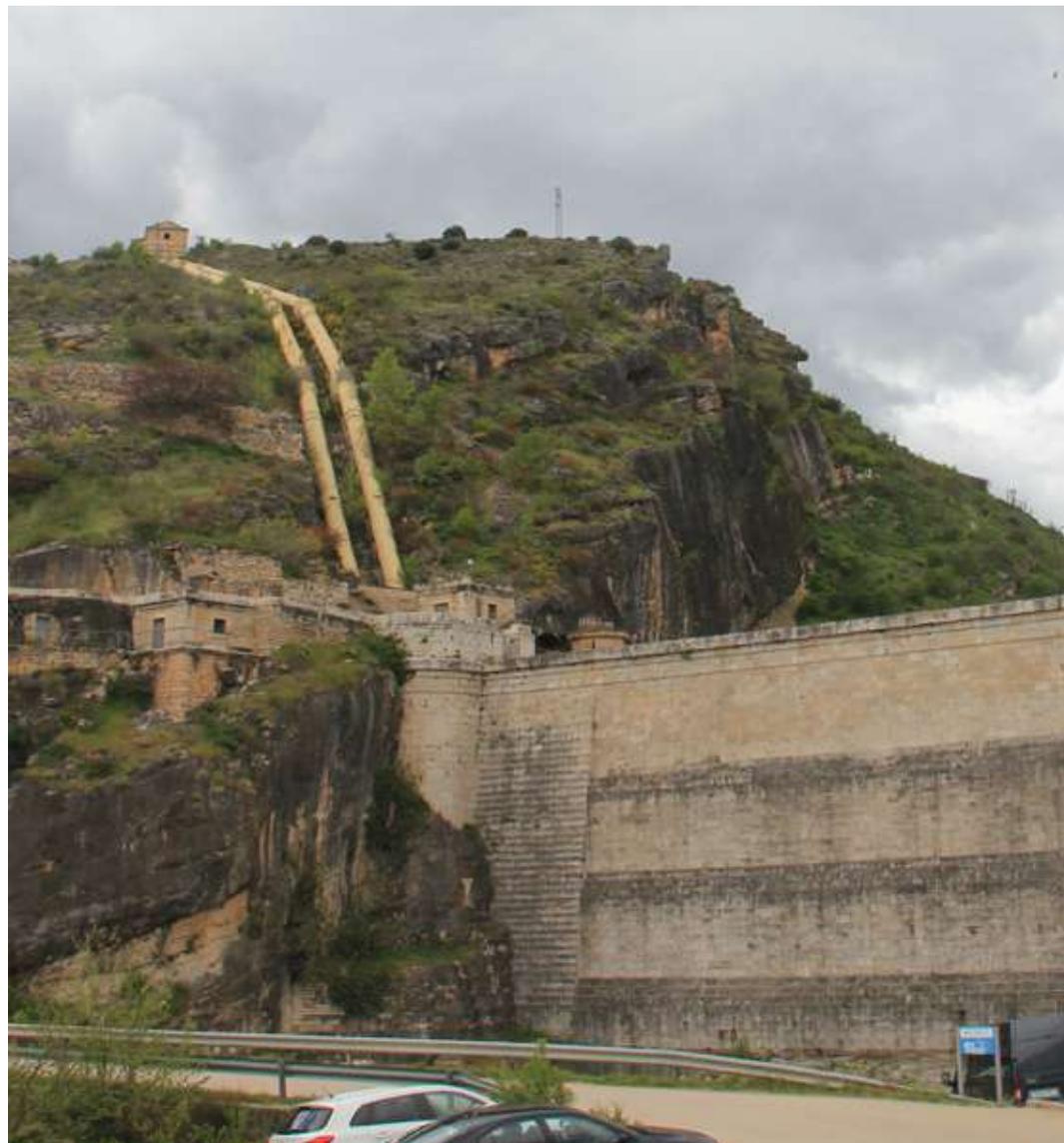


Fotografía: F. Fernández Izquierdo, 2013-2014.

674 Paz Maroto, José y Paz Casañé, José María. Abastecimientos de agua, En p. 602 se reproduce una imagen del sifón de Patones, en el canal del Jarama, sobre un acueducto.

675 Proyecto general del canal de conducción de las aguas del río Jarama para el abastecimiento de Madrid. Sifones. Solución con tubería metálica electrosoldada. 1955. ACYII, 670-2.

Figura 5.60. Presa del Pontón de la Oliva y tubos del sifón del canal del Jarama (salida)



Fotografía: F. Fernández Izquierdo. 2014.

Figura 5.61. Sifón de Patones, sobre acueducto, cámara de desagüe y almenara de conexión con el canal



Fotografía: F. Fernández Izquierdo. 2014.

Mientras que en 1955 el primer proyecto de sifones con tubos de acero fue presupuestado en algo más de 74 millones de pesetas, más económico que los 76 millones de la alternativa con tubos de hormigón, el retraso en el desarrollo de las obras y los aumentos de precios llevaron a que el concurso fuera adjudicado el 12 de noviembre de 1957 a Entrecanales y Távora S.A., y Materiales y Tubos Bonna S.A., al alza del 40,25% sobre el precio tipo⁶⁷⁶, por importe de 104.344.862,47 pesetas, firmándose el contrato el 24 de febrero de 1958 para realizar la obra en 25 meses. Pero al detectarse errores en el presupuesto aprobado, por la rapidez con que se había redactado, el 6 de diciembre de 1958 se elaboró un primer proyecto reformado, que fue aprobado por O.M. de 14 de abril de 1959, en el que ya se contemplaba un importe de 93.262.439,17 pesetas de contrata, y 130.796.495,19 pesetas aplicando el coeficiente de la adjudicación del concurso. Pero no acababa aquí el encarecimiento, porque interesaba acelerar las obras del canal en su conjunto para el abastecimiento de Madrid, y tenerlas terminadas para mayo de 1960. Para ello se había firmado el 10 de enero de 1959 un acuerdo de precios contradictorios por reducción del plazo de ejecución, que obligaba a redactar un segundo proyecto reformado de precios para los sifones, que fue firmado el 31 de agosto de 1959, por el ingeniero Antonio Renedo Fornos.

En este segundo reformado se valoraba la obra en 174.870.683,24 pesetas, primando el 38% de la obra que quedaba por ejecutar aún en el primero de enero de 1959⁶⁷⁷. Aparte de un importe de 43.078.119 pesetas calculado al alza en el acta de precios contradictorios, aparecía una novedad imprevista: un puente sobre el arroyo de Patones. Los trozos 7º y 8º del camino de servicio de la 3ª sección del canal del Jarama enlazaban mediante una carretera de la Diputación Provincial de Madrid que unía el pueblo de Patones y la carretera de Torrelaguna a Cogolludo, una vía imprescindible para acceder a los trozos 3º a 8º del canal del Jarama, entre Valdentaes y San Román. En dicho tramo había un pontón, que las tormentas de verano habían dañado, y la del 6 de agosto de 1959 acabó de destruirlo. Al conocer la noticia, el delegado del Gobierno en el Canal de Isabel II lo había comunicado a la Diputación y al Gobierno Militar de Madrid, para una rápida reconstrucción, sin obtener respuesta. Ante la detención de la obra se recomendó que los contratistas de los sifones ejecutaran la reconstrucción, con un puente de un arco de 8 m de luz similar a los acueductos del Canal, resolviéndose posteriormente con la Diputación el coste de la obra, que importó en su adjudicación 996.069,02 pesetas⁶⁷⁸.

Finalmente, la inflación obligó a redactar un tercer proyecto reformado de precios de sifones que supuso un presupuesto de adjudicación de 209.699.288,26 pesetas, importe que finalmente se aplicó.⁶⁷⁹ Con fecha de 25 de octubre de 1962 se suscribió el acta de recepción definitiva, de la que el Canal informó favorablemente, para realizar la liquidación al contratista. No se introdujeron modificaciones respecto a los proyectos previos, salvo el embellecimiento y consolidación de la presa del Pontón de la Oliva, donde hubo que aumentar el volumen de sillería que se refleja en

676 En concreto, 40,245629806 %.

677 ACYII, caja 671,6. Proyecto general... Sifones. Segundo proyecto reformado. Solución con tubería metálica electrosoldada. 1959.

678 ACYII, caja 671,6.

679 Aprobado por O.M. 07/03/1961, después incluso de haber acabado las obras y estar en servicio el canal del Jarama. ACYII, caja 846. Canal del Jarama. Liquidación de los Sifones, 1965.

el tercer proyecto reformado, pues el estado de aquella venerable construcción así lo requería, ya que iba a ser atravesada por la conducción del sifón, lo que supuso un incremento final de otros 6,3 millones de pesetas, hasta un total de 215.917.474,67 pesetas. El 24 de julio de 1965 el director del Canal suscribió el visto bueno para la liquidación de la obra⁶⁸⁰.

Tabla 5. 11. Sifones. Presupuestos en el 3er proyecto reformado y en la obra ejecutada en 1960

SIFÓN	TERCER REFORMADO (Pesetas)	OBRA EJECUTADA (Pesetas)
Sifón de Valdesotos	15.495.366,23	15.102.412,82
Sifón de Tortuero	9.221.440,55	9.484.196,31
Sifón del Pontón de la Oliva	32.545.708,63	38.419.856,52
Sifón de Valdentaes	11.916.681,13	11.859.561,59
Sifón del Hocino	5.973.540,02	5.780.301,54
Sifón de las Cuevas	10.313.527,61	10.418.973,88
Sifón de Patones	9.921.081,33	9.756.384,89
Sifón de San Román	12.932.219,75	11.980.125,20
Sifón del Mortero	6.340.328,17	6.844.694,47
Sifón de Matachivos	11.299.052,99	9.801.262,31
Alza transporte de cemento	2.940.077,93	2.940.077,93
Repuesto de materiales		333.403,30
Presupuesto de ejecución material	128.899.024,34	132.721.250,76
Imprevistos (2 %)	2.577.980,49	2.654.425,02
Dirección y administración (5%)	6.444.951,22	6.636.062,54
Beneficio industrial (9 %)	11.600.912,19	11.944.912,57
Presupuesto de ejecución por contrata	149.522.868,23	153.956.650,88
Alza de 40,24562981%	60.176.420,03	61.960.823,78
Total de adjudicación	209.699.288,27	215.917.474,67

Fuente: Canal del Jarama. Liquidación de los sifones, 1965. ACYII, caja 846.

680 Con 26 certificaciones ya abonadas previamente, en la liquidación de quedaba aún un saldo a favor del contratista de 7.789.980,20 pesetas.

6. EL COSTE DEL CANAL DEL JARAMA

Antes de poner en marcha toda la maquinaria y comenzar a ejecutar el proyecto a fines de 1949 y comienzos de 1950, el presupuesto de ejecución material se elevaba a 165 millones de pesetas y 192 millones el de contrata⁶⁸¹, una cifra que en principio no resultaba excesiva debido a que el plan extraordinario del Canal de Isabel II para aquellos años consignaba una partida de 120 millones para la ejecución del canal del Jarama, de acuerdo con el presupuesto que se había redactado tres años antes, en 1946, pero que obviamente se había quedado desfasado debido al incremento de los precios de los materiales, el transporte de los mismos y los salarios. Por otra parte, la amortización de esta inversión se estimaba que podría recuperarse en un plazo breve, entre 10 y 15 años, facturando 100.000 m³ de agua diarios a 0,50 pesetas el m³. El presupuesto incluía los intereses que representaba el capital empleado, pero no contaba con el aumento de producción de energía eléctrica de nueva generación, si se aprovecharan los caudales incorporados que llegarían a la central de Torrelaguna. Además, habría que añadir el coste de la conducción de las aguas del río Sorbe a El Vado, que una vez logrado podría generar unos ingresos medios estimados de 30 millones de pesetas anuales.

En noviembre de 1960, justo el año de conclusión de las obras, López-Berges firmó el quinto proyecto reformado de precios del canal del Jarama, con un presupuesto de ejecución por contrata de 354 millones de pesetas, lo que multiplicaba por dos la cifra estimada en 1949. A su vez, este presupuesto de 1960 era 74 millones más caro que el que había firmado tan solo un año antes, en septiembre de 1959 (cuarto proyecto reformado) y mucho más elevado que los reformados de precios anteriores (segundo y tercero). Todo ello sin olvidar que los caminos de servicio se habían realizado previamente a la conducción de agua en sí misma, y que todos los proyectos reformados de las obras del canal del Jarama dejaban aparte la instalación de los sifones, que se contrataron de forma independiente. Poner orden en la disparidad que se produjo en torno a los presupuestos del canal del Jarama en los diez años transcurridos entre la firma del proyecto que finalmente se iba a ejecutar y la conclusión de las obras, con el añadido de otros siete años más para la liquidación del último reformado, ayuda a comprender la complejidad de la operación en su conjunto, así como en su desarrollo y ejecución. En efecto, el proyecto primitivo se aprobó el 22 de julio de 1950, pero había sido redactado el 31 de mayo de 1949. En el periodo de poco más de un año que media entre estas dos fechas, los precios de los jornales, materiales y transportes se habían incrementado ostensiblemente, lo que llevó a la necesidad de replantear el presupuesto por entero, aunque en esta ocasión se haría por secciones. El incremento de la tercera sección, por poner un ejemplo, fue del 16 por ciento.

Una vez construido el camino de servicio entre 1951 y 1953 por la Compañía de los Ferrocarriles de Medina del Campo a Zamora y de Orense a Vigo (M.Z.O.V.)⁶⁸², el 10 de enero de 1956 se adjudicaron por fin las obras del canal a cielo abierto, túneles y obras de fábrica del canal del

681 ACYII, 258.

682 El famoso ingeniero y escritor Juan Benet indica que en marzo de 1956 ingresó en MZOV, incorporada después a CYT, que por aquellas fechas iniciaba obras en el canal del Jarama y en el Bierzo, siendo él destinado a esta comarca, a la construcción de la presa de Porma, rebautizada después como la presa Juan Benet. Benet, Juan: *Prosas civiles...*, p. 33.

Jarama a M.Z.O.V. y a Construcciones A.M.S.A., solidaria y mancomunadamente, que habían ofertado una baja del 20 % sobre el precio de licitación del primer proyecto reformado⁶⁸³. Como no era suficiente, se les aplicó en origen un nuevo proyecto reformado de precios, aprobado por O.M. de 10 de marzo de 1956. Los contratistas iniciaron los trabajos el día 24 de marzo siguiente, con un plazo de 33 meses, por lo que la obra debería estar acabada el 24 de diciembre de 1958⁶⁸⁴. Ahora bien, el 8 de marzo de 1957⁶⁸⁵, es decir, un año después de hacerse con la adjudicación de las obras, estas compañías presentaron una propuesta de modificación al alza de los precios que habían suscrito en el momento de hacerse con la concesión, pese a tener concedido el incremento del 2º proyecto reformado. El 20 de marzo siguiente se redactó una propuesta de seis precios contradictorios, dos por cada sección, para los revestimientos del canal a cielo abierto y canal en túnel⁶⁸⁶.

La justificación que ofrecieron en aquel momento para incrementar los precios ayuda a comprender algunos de los aspectos de las obras que comportaron mayores dificultades y complejidades, como por ejemplo el relativo a la entibación de los túneles, cuyo coste aumentó al tener que excavarlos sobre pizarras, lo que obligaba a abandonar parte de la madera con objeto de asegurar a los trabajadores. También resultaba imprescindible la ventilación en las excavaciones más profundas y sustituir los drenajes inicialmente proyectados a lo largo del canal por una tubería de mortero, de 20 mm de diámetro interior. Entre otras necesidades e innovaciones, se incorporó el recubrimiento con piedra en seco de los huecos existentes en el trasdós del revestimiento de los túneles, el saneamiento y relleno de las juntas de construcción, no previsto inicialmente, así como ampliar la red de caminos de acceso en todas las secciones, como ya se ha detallado. En el cuadro siguiente (tabla 5.12) se especifican por secciones los presupuestos del canal a cielo abierto, túneles y obras de fábrica correspondientes al segundo proyecto reformado de precios, aprobado en 29 julio 1954 y a los del tercer proyecto reformado, que se aprobó el día 26 mayo 1959⁶⁸⁷. De uno a otro el incremento suponía 70,2 millones de pesetas, un 60 por ciento en términos relativos.

683 En concreto, el coeficiente era de 0,7999911653 sobre el precio tipo del concurso.

684 ACYII, 645-1. Canal del Jarama. 2º Proyecto reformado de precios. Canal a cielo abierto, túneles y obras de fábrica. Propuesta de precios contradictorios, secciones 1ª, 2ª y 3ª. Año 1959, con referencias a 1957. También en ACYII 258, Proyecto primitivo del canal del Jarama, en la carpeta denominada "Propuesta de modificación de precios."

685 Se amparaban en lo dispuesto en el Decreto-Ley de 18 de enero de 1957 del Ministerio de Obras Públicas de 12 de febrero de ese año, sobre revisión de precios. Por parte de los contratistas actuaba como representante Pablo García Arenal Rubio en estas negociaciones, siendo el ingeniero director del Canal de Isabel II en marzo de 1957 Álvaro Bielza Laguna.

686 En consecuencia, se procedió a calcular los efectos de la inflación, en particular la mano de obra, que aumentaba en un 17 y un 21% algunos precios (en particular los de la excavación del canal en túnel y a cielo abierto), así como el cemento, que había aumentado en 28,037% en todos los precios en que se empleaba dicho material. La mano de obra más el hormigón representaban el 75% del valor en las unidades de obra cuyos precios habrían de revisarse. Con ello, se introdujeron incrementos en la obra ejecutadas hasta 31 de diciembre de 1956, cuya valoración ascendía a 10.081.209,03 pesetas, aplicándose también a la obra pendiente desde 1 de enero de 1957.

687 ACYII, caja 644-2. Canal del Jarama. 3º Proyecto reformado. Canal a cielo abierto, túneles y obras de fábrica. 1959.

Tabla 5.12 Valoración de las obras de fábrica, canal a cielo abierto y en túnel, según los proyectos reformados 2º (1956) y 3º (1959) –excluidos sifones y primera etapa de caminos de acceso

OBRA	IMPORTE (Pesetas)	
	SEGUNDO PROYECTO REFORMADO (1956)	TERCER PROYECTO REFORMADO (1959)
1ª sección	43.405.904,96	79.060.356,05
2ª sección	39.140.357,07	55.047.885,71
3ª sección	29.272.860,75	33.090.695,87
Caminos de acceso		14.822.000,95
Total ejecución material	111.819.122,78	182.020.938,58
Ejecución por contrata (16%)	129.709.944,16	211.144.288,75

Fuente: Canal del Jarama. 3er proyecto reformado de precios, ACYII, caja 645-1.

Si las dificultades encontradas en la perforación de los túneles, al margen de otros aspectos, habían motivado el incremento de precios y revelado la necesidad de realizar un nuevo presupuesto, muy poco tiempo después surgieron otras cuestiones que harían subir los costes aún más, sin siquiera estar aprobados los que se habían propuesto en fechas inmediatamente anteriores. El paso del proyecto primitivo al tercer proyecto reformado, se basó, entre otros motivos, en la conveniencia de ampliar la capacidad de la torre de toma, que pasaba de 4 m³/s a 8 m³/s, lo que implicaba, al propio tiempo, la necesidad de sustituir las compuertas de las almenaras, que pasarían de un metro de luz y tres de altura a un metro y medio de luz con la misma altura; a su vez, dichas compuertas se sustituirían por otras que incorporaban el sistema denominado Thomas, que se habían experimentado con éxito en el canal bajo, al ser de rápida maniobra y cierre hermético. Por otra parte, este tercer reformado incluía también otra serie de innovaciones respecto a los anteriores proyectos, como la obra de enlace con los canales alto y bajo, que no se incluía en el proyecto original, modificaciones en los caminos de acceso y otras variaciones introducidas en el propio canal, como la eliminación del quiebro que formaban los túneles 4 y 5 en el barranco de Robledillo, para ser sustituidos por un túnel en recta de 773 metros y otro, señalado con el número 5, de 158 metros, que cruzaba el arroyo de San Andrés mediante un

arco de cuatro metros de luz. A su vez, el túnel número 19, que era el más largo, se dividía en dos, al tiempo que se suprimían los túneles 14, 15 y 21, los dos primeros debido a la reubicación del sifón de Tortuero y el último por transformarse en trinchera. La traza, finalmente, también se modificó en este tercer reformado, ciñéndola más al terreno, lo que dio origen a un aumento de excavación de 90.169 m³ en canal a cielo abierto y de 3.353 m³ en túnel, con el coste adicional correspondiente.

Los revestimientos también experimentaron un notable incremento debido a las zonas de pizarra quebrada por las que atravesaba el canal (19.964 m³ en canal a cielo abierto y 8.957 m³ en túnel). Por el contrario, las obras de fábrica se adaptaron a lo previsto, al resultar análogas a las del proyecto primitivo, si bien se vio la necesidad de aumentar las cimentaciones de muchas de ellas y de algunos muros de contención. Por último, el ritmo creciente de avance de las obras del canal del Jarama exigió aumentar la red de caminos de servicio, que en su primera etapa se limitaban a llegar a las bocas de los túneles y a las entradas y salidas de los sifones, para colocar en ellas la maquinaria y acopiar materiales. El tercer proyecto reformado de precios incluía una segunda inversión en los caminos cercana a 15 millones de pesetas. Pero el aumento mayor fue un sobrecoste estimado en 16,7 millones debido al alza de precio en el cemento, cuyo transporte se había encarecido sobremanera por la escasez de oferta en la zona centro peninsular. Casi todos los precios subieron, pero en particular el del cemento Portland, puesto a pie de obra, que pasó de 704,52 pesetas por tonelada en 1954, hasta 804,14 (3ª sección) y 848,74 (1ª y 2ª sección), en 1959.

Emilio López-Berges suscribió un cuarto proyecto reformado de precios el 5 de agosto de 1959, en el que se incrementaba en más de 46 millones de pesetas el presupuesto del proyecto anterior, alcanzando los 241 millones de ejecución material, y 280.127.867,43 pesetas por contrata para el canal a cielo abierto, túneles y obras de fábrica (los sifones no se incluían pero supondrían otros 43 millones adicionales)⁶⁸⁸. Al margen del encarecimiento del cemento, lo que realmente justificó la redacción del nuevo reformado de precios fue la necesidad de adelantar ocho meses la ejecución de las obras, para solventar los problemas de abastecimiento de agua que sufría Madrid en aquella coyuntura. Tanto es así que ya en el tercer reformado de precios que se aprobó en la primavera de 1959, es decir, unos meses antes que este cuarto proyecto, se establecía en el apartado noveno de la memoria, que se estudiaría una nueva modificación de precios en orden a disminuir el plazo de ejecución de las obras. El monto adicional que se presupuestó en este último reformado, podía muy bien ser asumido por el Canal de Isabel II gracias al superávit que había logrado en sus cuentas del año 1958, que ascendía nada menos que a 77,5 millones de pesetas, así como al aumento de ingresos que se esperaba registrar durante 1959. Con esos importes se podría incluso destinar otras partidas para adelantar la ejecución de los sifones. En síntesis, el aumento del presupuesto en 89 millones de pesetas respecto al tercer reformado de precios para adelantar la ejecución final de las obras, y que estuvieran terminadas el primero de septiembre de 1959, era viable, y se aprobó tal cual aparecía en la primera redacción.

688 ACYII. 640-1. Canal del Jarama. 4º Proyecto reformado por reducción del plazo de ejecución de las obras. Canal a cielo abierto, túneles y obras de fábrica 1959.

Se trataba de tener agua disponible en Madrid en septiembre por si los embalses del Lozoya careciesen de los recursos suficientes para cubrir la demanda. Para ello había que reducir a toda costa el plazo de ejecución en ocho meses, que según el tercer reformado expiraba el primero de mayo de 1960. A pesar de los intentos por acortar las obras, y del esfuerzo desplegado por las empresas contratistas tanto en los sifones como en el canal, no se logró el objetivo planteado debido a las dificultades sobrevenidas en la perforación de algunos túneles y en el transporte de los materiales, a la escasez de obreros y, en menor medida, a las limitaciones que había en el suministro de cemento. Sin embargo, el hecho de no lograr el adelanto en la finalización de las obras no tuvo repercusiones para el abastecimiento de Madrid, ya que el otoño de 1959 fue especialmente lluvioso, lo que hizo posible que los embalses del Lozoya se llenaran, aunque, por contra, se dificultó el remate final del canal del Jarama.

El quinto (y último) reformado de precios, que elevaba el presupuesto final a 354 millones de pesetas, 74 millones por encima del anterior, fue aprobado el 20 noviembre de 1960, unos meses después de que el agua del Jarama hubiera llegado a Madrid. Las causas del aumento de los presupuestos fueron, en esta ocasión, múltiples, de acuerdo con el ingeniero López-Berges, que explicó algo más pormenorizadamente su origen. En la sección primera del canal el incremento presupuestario era el mayor, pues ascendió a 30 millones de pesetas debido, fundamentalmente, a que las actividades tenían que realizarse en el escarpado terreno por donde discurre el canal, constituido por pizarras silurianas, malas desde todos los puntos de vista, lo que dificultaba sobremanera no ya la ejecución de las obras sino el transitar por las laderas de aquellos montes para colocar los portamiras, a pesar –apuntaba López-Berges– de que se trataba de *gente del país avezada en andar con sus cabras por aquellos andurriales*. Tanto era así que en algunas laderas hubo que colocar las estaciones taquimétricas en la ladera opuesta del río, porque en la propia del trazado no era posible estacionar el taquímetro con su observador de un modo relativamente cómodo para operar desde él. Si esto resultaba difícil, más lo era la preparación y organización de las propias obras.

En este sentido, de los 30 millones de incremento presupuestario registrado, cerca de cuatro correspondían a obras de tierra y al revestimiento del canal a cielo abierto. De dicha cantidad, la mayor parte procedía del mayor volumen de hormigón utilizado, derivado del aumento de espesor en los cajeros del canal, en las trincheras abiertas trabajosamente en las pizarras, casi siempre descompuestas, a través de las empinadas laderas. Otros 14 millones de aumento se registraron en las obras de los túneles y de ellos se disparó la partida destinada a excavación con ventilación, con cinco millones, debido a un error de cubicación en el último proyecto reformado, pues hubo que aumentar casi 10 veces el volumen, provocando que se duplicara casi el presupuesto global respecto al tercer reformado. Otro millón y trescientas mil pesetas aumentaron los conceptos de extracción de desprendimientos, que no se habían incluido en el cuarto reformado, a lo que cabía sumar los drenajes de los túneles. Más de cuatro millones del aumento lo demandaba el hormigón extra destinado al revestimiento, como consecuencia del mayor volumen de perforación. Una parte de los revestimientos se rellenaron con piedra en seco, valorada en 2,8 millones de pesetas. Cerca de un millón de pesetas de aumento era el coste de las inyecciones, si bien esta partida resultaba siempre muy aleatoria y solo se podía medir por el número de sacos de cemento intervenidos por la administración para estas operaciones. Las obras de fábrica de esta primera sección necesitaron otros 10 millones de pesetas, de los cuales

cuatro y medio correspondieron a pasos de cauce distribuidos en cimientos. La obra de toma demandó un aumento de otros cuatro millones, destinados principalmente a la excavación de la “galería visitable”, así como a cámaras, rellenos en los desprendimientos con piedra en seco, y hormigón, fundamentalmente.

Por lo que respecta a la segunda sección, el aumento fue de 18 millones y medio de pesetas, originados en el canal a cielo abierto, en los túneles y en los errores que procedían del tercer y cuarto proyecto reformado. Ha de observarse aquí el incremento de la excavación en roca en detrimento de la excavación en túnel, ya que varios tramos inicialmente en túnel pasaron a ser ejecutados a cielo abierto. En la tercera sección el aumento fue el menor, de ocho millones, pero también se apuntaba un gasto extra reseñable en la obra de empalme con el canal del Villar. Era este un dispositivo necesario para poder pasar las aguas del Jarama bien al depósito superior, a donde iban a parar las aguas del Lozoya por el citado canal del Villar, o bien al canal alto en su origen, pasando por debajo de aquel, permitiendo de este modo hacer combinaciones de unas y otras aguas, Jarama y Lozoya, para su conducción por el canal alto o por el bajo, o por ambos a la vez según las necesidades del abastecimiento y las condiciones del agua en uno u otro río.

El sobreprecio del cemento fue originado, como se señaló anteriormente, por el alza del coste de su transporte, porque en el proyecto original de adjudicación se suponía que este material se compraría en las cementeras de Valderribas, Morata, El León y fábricas más cercanas a las obras situadas en Vicálvaro, Morata o, Matillas, todas ellas sobre la línea de ferrocarril de Madrid a Zaragoza, pero la aceleración introducida en la obra desde fines de 1958 y las dificultades que hubo de vencer la Delegación del Gobierno en la industria del cemento para atender a las necesidades más apremiantes, obligaron a recurrir también a fábricas alejadas de la región para suplir las deficiencias de abastecimiento de las 76.486 toneladas procedentes de las cementeras antes citadas y de otras situadas en Navarra (El Cangrejo en Olazaguita) y Valencia (Raff en Buñol) a las que se asignaron respectivamente cupos de 6.880 y 11.460 toneladas.

López-Berges intentó resumir en un cuadro la evolución de incremento de costes, aplicando revisiones de precios, o por aumentos necesarios en las obras finalmente ejecutadas, incluyendo el coeficiente de adjudicación de las obras, así como bonificaciones que reducían las cifras finales, lo que convirtió en verdaderamente compleja la liquidación final del canal del Jarama, circunstancia habitual en este tipo de obras. La inversión necesaria estimada para las obras de fábrica y túneles superaba finalmente los 340 millones de pesetas, a lo que habría que añadir el coste inicial del camino de servicio, 38 millones, la reparación del tendido eléctrico, 1 millón más, y los sifones, por los que se pagaron 216 millones, que contaron con proyectos y adjudicaciones independientes.

Tabla 5.13 Canal del Jarama. Canal a cielo abierto, túneles y obras de fábrica.

CUADRO RESUMEN DE LOS PROYECTOS APROBADOS QUE SE TRAMITAN Y PROBABLE TRAMITACIÓN												
PROYECTO	FECHA APROBACIÓN	PRESUPUESTO (Pesetas)		PRESUPUESTO ADICIONAL (Pesetas)		AUMENTO RESPECTO A PROYECTO (%)		MODIFICACIÓN PRECIOS (Adjudicación/ % respecto al origen) (2)	RESUMEN DE PRESUPUESTOS DE ADJUDICACIÓN (Pesetas)		INCREMENTO DE CADA REFORMADO (%)	
		CONTRATA	ADJUDICACIÓN (1)	CONTRATA	ADJUDICACIÓN (1)	Anterior	Primitivo		PARCIALES	AL ORIGEN	ANTERIOR	PRIMITIVO
Primitivo (2º reformado)	29/07/1959	129.710.182,44	103.767.000,00						103.767.000,00			
Modificado del 2º reformado	17/04/1959							23.670.460,51 22,81 %	23.670.460,51	127.437.460,51	22,81	22,81
3º reformado (3)	27/06/1959	233.988.848,98	187.189.011,90	104.278.666,54	83.422.011,90	80,39	80,39		83.422.011,90	210.859.472,41	65,46	103,2
4º reformado	19/09/1959	280.127.867,43	224.099.819,14	46.139.018,45	36.910.807,24	19,72	115,96		36.910.807,24	247.770.279,65	17,5	138,77
Modificado del 3º y 4º reformado	En tramitación							28.667.742,36 23,82 %	28.667.742,36	276.438.022,01	11,57	166,4
5º reformado	En tramitación	354.076.723,42	283.258.164,45	73.948.855,99	59.158.345,31	26,4	172,97		50.789.240,41	327.227.262,42	18,37	215,35
Modificación 5º reformado	A redactar 13/10/1961	345.551.343,54	276.438.021,98	35.835.073,70	50.789.240,41 (5)	22,66	164,9	13.606.419,00 23% (6)	13.606.419,00	340.833.681,42	4,16	228,46
SUMA				224.366.540,98	171.122.059,55							

(1) Coeficiente de adjudicación: 0,7999911653.

(2) No hay presupuesto de contrata, solo de adjudicación en los modificados del 2º, 3º y 4º reformados.

(3) En este 3º reformado se incluyen partes importantes de obra no proyectadas en el primitivo: obra de enlace, tramo final del canal, caminos de la 2ª etapa, nueva obra de toma, etc.

(4) Por nuevos precios contradictorios para activar la terminación de la obra.

(5) Líquido final, a percibir realmente por los adjudicatarios, previa deducción de sanciones (anejo 9 del proyecto).

(6) Cantidades aproximadas.

En cursiva y negrita figura la Revisión de precios del 5º reformado. Muy complejo porque se aplicaron bonificaciones. ACYII, caja 12 (2).

Fuente: ACYII, caja 12.

En 1967 se procedió finalmente a realizar, en el contexto del 5º Proyecto reformado, los planos y mediciones definitivas de todas las excavaciones, construcciones y caminos, excluidos los sifones, que se contrataron de manera independiente, como ya se ha explicado⁶⁸⁹. En este proyecto se contabilizó un total de 11,98 km de túneles, para los que fue necesario excavar 204.738 m³ y disponer de un revestimiento de hormigón de 39.908 m³. Por lo que se refiere al canal a cielo abierto, hubo que realizar un movimiento de tierras notable: 399.135 m³ de desmonte y 231.846 m³ de terraplén; en el trazado a cielo abierto se dispusieron 89.761 m³ de revestimiento de hormigón. Además, en todo el trazado se contabilizaron 103 obras de drenaje y sendas estaciones de aforo en El Corcovado y en Patones.

689 Canal del Alto Jarama, 5º Proyecto reformado: canal a cielo abierto, túneles y obras de fábrica. 1967. ACYII, caja 769.

En la *Memoria* del Canal de 1951-1969, la cantidad destinada en su conjunto al canal del Jarama ascendió finalmente a 595.508.970.67 pesetas. La urgencia en su ejecución, las dificultades técnicas y la inflación motivaron el incremento de los costes. Aunque habían pasado más de diez años desde la aprobación del proyecto de 1949, frente a la aparente dilación de los años inmediatamente posteriores, se aplicaron las oportunas modificaciones necesarias sobre las propuestas iniciales, que redundaron a la postre en mejoras de diseño y en patente perdurabilidad de los resultados, pues el canal del Jarama está en servicio de manera continua y eficaz desde su inauguración. Esta obra puede considerarse como la primera actuación de una etapa de intensa actividad en el Canal de Isabel II para dar solución a la demanda de agua derivada del acelerado aumento demográfico de Madrid, circunstancia en la que el Jarama vino a aportar gentilmente sus caudales. Pero no conviene olvidar el contexto, en el que esta obra notable quedaría injustamente empujada ante la magnitud de las que le siguieron, a las que el

canal del Jarama aportó buenas dosis de experiencia para los técnicos del Canal de Isabel II, cuyos equipos estuvieron encabezados en este caso por Emilio López-Berges que fue al mismo tiempo proyectista y director de las obras.

Entre 1951 y 1969, el canal del Jarama se integró en el denominado Sistema Norte de las grandes conducciones del Canal de Isabel II, con inversiones totales de 2.428 millones de pesetas entre 1951 y 1965 y de 2.049 millones entre 1966 y 1969. Resulta ilustrativo comparar estos casi 600 millones que había costado el canal del Jarama, con la siguiente y más importante conducción que se acometería, el canal de El Atazar, previsto para el hiperembalse del mismo nombre, que vendría a suponer la principal reserva de agua para Madrid, y la regulación plena del alto Lozoya. Dicho canal de El Atazar, previsto para 16 m³/s, capacidad doble que el del Jarama, requirió una inversión de 1.590 millones de pesetas en su 2ª sección (1962-66), más otros 818 millones en su 1ª (1966-1970), sin contar con alguna obra complementaria.

7. LA INFLUENCIA DE LA CONSTRUCCIÓN DEL CANAL DEL JARAMA EN LOS PUEBLOS DE SU ENTORNO

La documentación que se conserva en los pueblos afectados por la construcción del canal de Jarama es muy escasa, comparada con la disponible de la propia obra, a tenor de la que existe en los archivos municipales de Retiendas y Valdesotos⁶⁹⁰. No obstante, se puede asegurar que las obras sí que tuvieron un impacto positivo toda vez que absorbieron mano de obra local llegando a contratar establemente a personal durante la fase del mantenimiento del canal tras su puesta en servicio. Se construyeron carreteras inexistentes y se ayudó en algunos servicios, aunque, por lo que se ha podido comprobar, paradójicamente el abastecimiento de agua a las poblaciones quedaba aún fuera de lo que podía hacer el Canal de Isabel II, aunque posteriormente todos los municipios que atraviesa el canal del Jarama sí se han conectado a su red, aunque sea para completar otras captaciones locales. A continuación se concretan algunos hechos fragmentarios, pero ilustrativos.

Mientras se ejecutaban las obras del canal del Jarama, en Valdesotos el suministro de agua y electricidad a la población, entre otros servicios, requería del apoyo económico de los planes

690 Siendo localidades con muy escasa población, no han tenido la fortuna de otros pueblos de Guadalajara beneficiados por las campañas de organización de archivos municipales, acometidas por la Diputación Provincial, y posteriormente con ayuda de la Junta de Castilla-La Mancha, al contrario que Tamajón, cuyo archivo sí está organizado desde hace muchos años, y su inventario puede consultarse en la Biblioteca de Investigadores de la Provincia de Guadalajara, de la Diputación Provincial. Esto significa que, salvo las actas municipales, en las localidades citadas es preciso realizar indagaciones en legajos de documentación simplemente acumulada, con éxito incierto. Hemos de agradecer a las autoridades locales y secretarios que nos han facilitado el acceso a sus archivos.

provinciales de cooperación de la Diputación Provincial de Guadalajara en 1956 y 1958⁶⁹¹, según se comentaba en las reuniones de su ayuntamiento. En 1965⁶⁹² se liquidó finalmente la obra de la fuente pública. En las mismas fechas, Valdesotos tardó más en tener agua corriente que el Canal de Isabel II en conseguir que la del Jarama llegara a Madrid. Y en 1966 Valdesotos pidió ayuda de nuevo a la Diputación para realizar una carretera de acceso a la población, de 1.200 m, incluido un puente sobre el arroyo, para que pudieran entrar vehículos, lo que indica que desde el camino de servicio del canal del Jarama, situado justo a la distancia indicada, aún llegaba al pueblo un humilde camino de caballería⁶⁹³.

En las expropiaciones afectadas por el canal del Jarama y su camino de servicio el ingeniero director del Canal declaró en 1963 la necesidad de ocupación de fincas en Valdesotos, a la que su ayuntamiento informó que no se había presentado oposición alguna por parte de los propietarios, pese a que la obra había concluido dos años antes, y la ocupación efectiva se hubiera producido previamente al iniciarse las obras⁶⁹⁴. En Valdepeñas de la Sierra el ingeniero director del Canal dictó una resolución el 28 de septiembre de 1961 para la ocupación de las fincas afectada por la obra y sus caminos, que no había recibido alegaciones en su exposición pública previa⁶⁹⁵.

Siguiendo en Valdesotos, el 6 de noviembre de 1966 su corporación municipal acordó reducir en el inventario de bienes municipales de la parte expropiada de las fincas comunales por el Canal de Isabel II con motivo de las obras y camino de servicio del canal del Jarama⁶⁹⁶. Se indicaba en el acuerdo que los terrenos no tenían utilidad alguna, y se habían valorado muy por encima de su estimación, pues por su mala calidad estaban exentos de contribuciones. Se añadía, además, la gratitud del pueblo de Valdesotos a la Dirección del Canal de Isabel II por haber facilitado la llegada de la luz eléctrica al pueblo, así como el único acceso al mismo por el camino de servicio del canal del Jarama, aparte de otras mejoras que no se detallan en el acta. Curiosamente, este

691 Archivo municipal de Valdesotos. Actas municipales, libro de 29 de agosto de 1952 a 9 de agosto de 1959, f. 56 v. Acta del 12 de agosto de 1956. f. 83v-84r. Acta de la sesión de extraordinaria de 15 de agosto de 1958. En este último caso se menciona la recepción de una subvención de 10.000 pesetas. Sobre el importe total de la obra de acometida de agua desde el manantial municipal, que importaba 41.970 pesetas. Además, tanto para esta obra como para otras, el ayuntamiento acordó la colaboración de los vecinos mediante prestaciones personales en los trabajos, como abrir zanjas para las tuberías.

692 AM Valdesotos. Actas municipales, 1965-1967, f. 32 r-v. Acta de 5 de diciembre de 1965. , por importe de 58.299 pesetas , con dos ayudas de la Diputación Provincial de 10.000 pesetas (Plan 57-58) y 25.000 pesetas (Plan 59-60), siendo el resto en prestación personal de los vecinos de una parte, valorados en 18.189 pesetas, y otra en jornales abonados, por importe de 5.110 pesetas. Se acordó pedir una nueva subvención a la Diputación Provincial por 4.638 pesetas.

693 AM Valdesotos. Actas municipales, 1965-1967, f. 42v-43r. Acta de 4 de septiembre de 1966. No contaban con presupuesto, pero podían ofrecer prestaciones personales de los vecinos

694 B.O.E. 9/01/1963.

695 B.O.E. 14/10/1961.

696 AM Valdesotos. Actas municipales, 1965-1967, f. 46r-v. Acta de 21 de octubre de 1966. Afectaba a cinco fincas; parcela 6 del polígono 3 (nº 8 de inventario municipal); parcela 40 del polígono 4 (nº 10 del inventario); parcela 737 del polígono 7 (nº 31 del inventario); parcela 525 del polígono 10 (nº 50 del inventario). En 2012, con motivo de la institución de la empresa Canal Gestión, el Canal de Isabel II ha comunicado a Valdesotos el cambio de titularidad a nombre de dicha empresa de los terrenos ocupados por el canal del Jarama y su camino de servicio, según nos ha informado el secretario municipal.

agradecimiento no se había incluido en el acuerdo en que se daba testimonio de la inauguración del servicio de electricidad al pueblo, en 21 de abril de 1959⁶⁹⁷. No conviene olvidar que el canal atravesaba montes que fueron objeto de repoblaciones, como las 10,97 ha expropiadas para el camino y canal, que quedaron enclavadas en la finca que fue ocupada por el Estado en 1965, “Vertientes del Arroyo de Matalayegua, Matallanilla, Las Aceruelas, Barranco del Robledillo y otros”, también en el término de Valdesotos⁶⁹⁸.

Por su parte, en Retiendas, pueblo afectado previamente por la construcción del pantano de El Vado, la parte de su término municipal situada en la ribera derecha de Jarama también se vio afectada por la construcción del canal. M.Z.O.V., la empresa contratista, fue requerida en mayo de 1957 para abstenerse de sacar piedra de “La Marisanza”, una finca propia del municipio, sin llegar antes a un acuerdo con el ayuntamiento⁶⁹⁹. Posteriormente, en la sesión del 10 de agosto de 1959 se trató por la corporación municipal de Retiendas que Emilio Cuevas Yagüe, jefe de obra de M.Z.O.V. en las obras del canal del Jarama, solicitaba autorización para extraer grava de las *cancharreras* o canchales del monte “El Robledo”, en el paraje de “La Botijosa”, en este caso en la ribera izquierda del río, a lo que accedieron los ediles⁷⁰⁰. El 22 de septiembre Cuevas Yagüe reiteró la petición, respondiéndole el alcalde que habría que contar con el Patrimonio Forestal del Estado, que gestionaba el monte afectado, para obtener la autorización⁷⁰¹. El 26 de noviembre desde la 4ª División Hidrológico-Forestal se concedió finalmente permiso para extraer 1.000 m³ de grava rodada, con destino exclusivo a la obra del canal del Jarama, fijándose el precio de la misma a 1,24 pts/m³⁷⁰².

Puede afirmarse que en la época de la construcción del canal del Jarama el régimen autoritario gobernante apenas dejaba capacidad de actuación a estas pequeñas comunidades, ante las directrices del Estado, a través del Ministerio de Obras Públicas, y las empresas que podían ofrecer ocupaciones a los habitantes de la zona, que por su configuración natural era de recursos económicamente muy limitados. Las obras propiciaron una oferta de trabajo que no pudo ser atendida solo por las poblaciones locales que, sin duda, se beneficiaron intensamente durante el desarrollo de las construcciones con salarios altos y oportunidades de formación. La incorporación de los trabajadores más eficaces y hábiles a la plantilla de las empresas les garantizaba su empleo en otras obras en el futuro. Precisamente fueron estas obras hidráulicas las que vinieron a mejorar las comunicaciones, los servicios de electricidad y otros como el teléfono, antes de que llegaran a estas zonas aisladas y de montaña, con la cadencia de la planificación estatal o provincial.

697 AM Valdesotos, Actas municipales, 1952-1959, f. 96 r. Acta de 10 de mayo de 1959. No se conserva el siguiente libro de acuerdos municipales, ente 1959 y 1965, que pudiera contener información sobre el canal del Jarama.

698 Consejería de Agricultura y Medio Ambiente de Guadalajara (CAMAGu), elenco GU-1015.

699 Archivo Municipal de Retiendas, Actas municipales, libro de 16 de diciembre de 1951 a 31 de enero de 1963. f. 46v-47r. Acta de la sesión del 12 de mayo de 1957, en la que también se acordaba realizar una visita en Guadalajara al gobernador civil, para exponerle el problema.

700 AM Valdesotos, Actas municipales, 1951-62, f. 70v. Acta de la sesión del 10 de agosto de 1959.

701 AM Valdesotos, correspondencia recibida y emitida, en un legajo sin signature.

702 CAMAGu, Elenco GU-3034, monte Vallencina y Robledo, de Retiendas, actualmente nº 100 de Catálogo de Utilidad Pública. En 7/12/1959 la IV División Hidrográfico Forestal concedió autorización para extraer 1.000 m³ de grava en los canchales de “El Robledo”, sin que pueda precisarse si es la misma autorización, u otra nueva de la misma cantidad que la concedida en noviembre.

8. EL IMPACTO DE LA INCORPORACIÓN DEL JARAMA AL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE MADRID

Cuando en 1960 el agua del Jarama comenzó a fluir por la red de conducciones del Canal de Isabel II, a los 185 hm³ provenientes del Lozoya en ese año, se le sumaron 37,69 hm³, que supondrían el 17,66 % de la suma conjunta de las aportaciones de ambos ríos. En 1961, entre el 12 de abril y 30 de septiembre, 61,56 hm³ llegaron a Madrid procedentes del Jarama, el 55% del agua suministrada por el Canal de Isabel II⁷⁰³. Podría considerarse que el objetivo de aumentar la capacidad de suministro se había conseguido en la medida proyectada. En los años sucesivos las aportaciones del Jarama alcanzaron incluso cifras superiores, con un máximo porcentual en 1963, con 110,69 hm³, que supusieron el 41,80 % del agua transportada a Madrid por el Canal de Isabel II. El aumento de la capacidad de almacenamiento al incorporar el embalse de El Vado, se completaría con nuevas presas en el Lozoya (Pinilla) y en el Guadalix (El Vellón). Sin embargo, pese a la incorporación del Jarama, aún no se llegó a resolver la demanda entre 1964 y 1965, cuando se impusieron restricciones derivadas de una intensa sequía, unida a la insuficiente capacidad de los canales bajo y alto o nuevo, que sumaban 8,5 m³/s, cuando la demanda requería 10 m³/s. Para resolver este problema se diseñó el canal del Atazar, de 16 m³/s de capacidad, reducidos en 2 m³/s para incorporar una estación de tratamiento de agua, cuya segunda sección desde El Goloso, entró en funcionamiento en 1965. La primera sección, desde el embalse de El Atazar a Torrelaguna estaba previsto terminarla en 1970.

Volviendo al canal del Jarama, aparte de diversas intervenciones de mantenimiento, en 1967 se detectaron problemas de estabilidad en uno de sus tramos, denominado La Madrileña, que requirieron un tratamiento de urgencia para sanear el terreno superficialmente, un arreglo que se consideraba provisional. La solución definitiva consistiría en un túnel de desvío, con un nuevo trazado en la zona conflictiva, cuya ejecución obligó a interrumpir el servicio, aunque solo lo imprescindible.

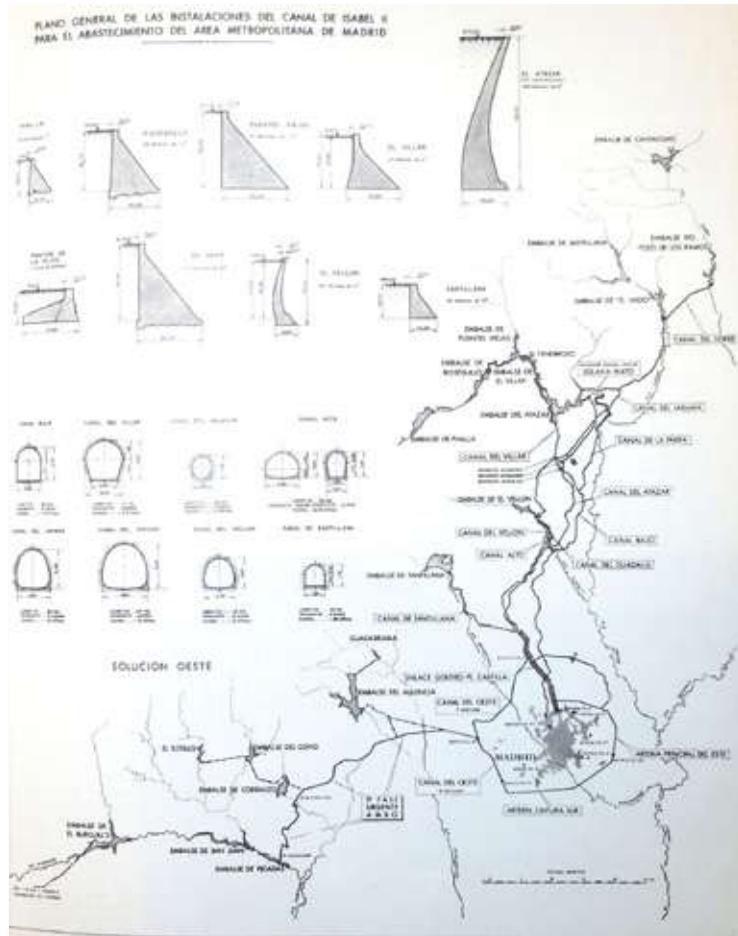
En estos años de mediados de la década de 1960 se incorporaron a la red del Canal de Isabel II otros caudales, cada vez más necesarios para atender el consumo madrileño. Según recoge la propia *Memoria* de 1951-69, además del Jarama y su canal, se comenzó a tomar agua del Guadalix –desde la presa de El Vellón–, del Manzanares –tras adquirir la compañía Hidráulica Santillana en 1965–, y finalmente de los ríos del oeste, Alberche y Guadarrama, reservados para el abastecimiento de Madrid por el Decreto de 23 de septiembre de 1965⁷⁰⁴. Esto supuso que la capacidad del Canal de Isabel II, que apenas superaba en los mejores años los 200 hm³ de suministro anual solo con el Lozoya, tras entrar en servicio el canal del Jarama llegó hasta los 293 hm³ en 1964, a los que se sumaron desde el Manzanares entre 50 y 90 hm³/año a partir de 1965, más otros 13 a 22 hm³/año del Guadalix desde 1967, y a partir de 1968 otros 43-53 hm³/año desde el Alberche. En 1966, en los denominados Pozos Ranney, se puso en servicio una nueva toma junto a la confluencia del Lozoya y el Jarama, desde la que se bombeaba el agua hasta el canal de La Parra, con una producción entre 6 y 8 hm³/año. El resultado final fue que en 1969 se

703 López-Berges de los Santos, E.; “El canal del alto Jarama...”, p. 83-84.

704 “El suministro de agua a Madrid. Inauguración de las primeras instalaciones del proyecto de ampliación”, Boletín del Ministerio de Obras Públicas, 97115 (julio 1967), pp.26-33.

consiguieron derivar hacia Madrid más de 402 hm³, lo que duplicaba el agua enviada a la ciudad en solo una década. Se preveía un aumento de la demanda que se atendería con el trasvase del Sorbe hasta 1980, llegando con ello a un límite para cuya ampliación se pensó en traer agua desde cuencas tan lejanas como el alto Tajo o la sierra de Gredos, previsiones desmesuradas que no se han convertido en realidad⁷⁰⁵.

Figura 5.62. Esquema de las instalaciones del Canal de Isabel II en 1967



Fuente: Boletín del Ministerio de Obras Públicas, 97, 115 (julio 1967), p. 27. También reproducido por García Agustín, José: "Abastecimiento de agua al área metropolitana de Madrid", Revista de Obras Públicas, 119, tomo I (3081), 1972, pp. 3-12.

705 Martínez Vázquez de Parga, Rosario: Historia del Canal de Isabel II..., 276-277, y Memoria del Canal de Isabel II, 1946-1950.

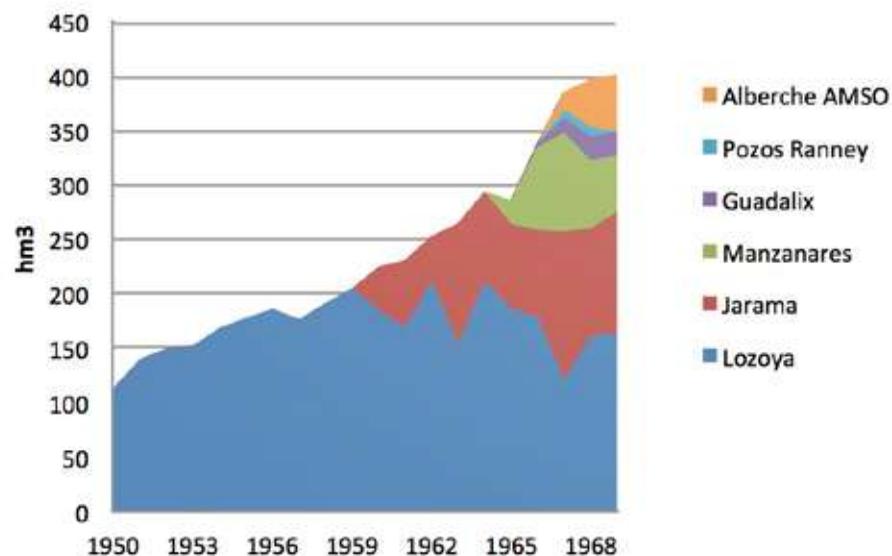
La principal medida que garantizaría el suministro, en un panorama de crecimiento demográfico intenso en la capital española, sería el hiperembalse de El Atazar, con una capacidad de 425,3 hm³, iniciado a mediados de la década de 1960 y concluido en 1972, junto a la interconexión y aumento de capacidad de las conducciones. El canal del Jarama comenzó a derivar agua desde esta cuenca oriental, a la que se preveía incorporar la del río Sorbe a finales de la década de 1960. Resulta significativo que las aportaciones del Jarama en 1967 a la red del Canal de Isabel II, con 136,96 hm³ llegaron a superar incluso a las del Lozoya, que alcanzaron en ese año 121,45 hm³.

Tabla 5.14. Aportaciones de abastecimiento a Madrid, según ríos de origen (m³)

AÑO	LOZOYA	JARAMA	MANZANARES	GUADALIX	POZOS RANNEY	ALBERCHE	TOTAL
1950	113.541.000						113.541.000
1951	139.734.445						139.734.445
1952	149.096.716			604.800			149.701.516
1953	152.178.230						152.178.230
1954	168.421.000						168.421.000
1955	177.625.380						177.625.380
1956	185.915.000						185.915.000
1957	176.342.280						176.342.280
1958	191.316.350						191.316.350
1959	204.932.200						204.932.200
1960	185.057.000	39.698.000					224.755.000
1961	169.522.000	61.538.000					231.060.000
1962	211.805.000	41.269.000					253.074.000
1963	154.124.000	110.690.000					264.814.000
1964	211.203.200	82.708.000					293.911.200
1965	186.357.630	77.767.200	21.916.100				286.040.930
1966	178.701.980	79.690.600	76.571.780	3.212.760	293.760		338.470.880
1967	121.452.157	135.964.800	90.792.700	13.367.850	7.148.473	17.270.720	385.996.700
1968	160.364.915	99.661.051	62.636.300	22.248.870	8.661.049	43.952.480	397.524.665
1969	163.801.452	111.400.290	51.621.330	21.986.600		53.449.407	402.259.079
TOTAL	3.401.491.935	840.386.941	303.538.210	61.420.880	16.103.282	114.672.607	4.737.613.855

Fuente: Memoria del Canal de Isabel II, 1961-1969.

Figura 5.63. Aportaciones para abastecimiento de Madrid, 1951-1969



Fuente: Elaboración propia a partir de la Memoria del Canal de Isabel II, 1961-1969.

9. LA MODIFICACIÓN DEL CANAL EN EL TRAMO DE LA MADRILEÑA EN 1967-1971 E INTERVENCIONES POSTERIORES

Una vez puesto en servicio el canal del Jarama, y después de haber resuelto rápidamente algunas averías, se observaron grietas de cierta importancia en los hastiales y la solera del acueducto en el tramo denominado "La Madrileña", en el término de Valdesotos, en el punto kilométrico 6,3 del canal, lo que obligó incluso a cortar el suministro de agua. Se trata de una zona en curva, con fuerte pendiente, donde las arcillas empujaban con esfuerzos irregulares y desiguales, provocando desplazamientos relativos de la sección del canal. El 22 de abril de 1967 López-Berges firmó un proyecto de reparación urgente, a ejecutar en 20 días, para subsanar los desperfectos ocasionados en la fábrica del canal, independientemente de que habría que buscar una solución definitiva⁷⁰⁶. La zona afectada tenía 54 m de longitud, en los que había que rellenar la excavación previa mediante bataches o muros pantalla hasta 2,5 m de profundidad con hormigón de 250 kg vibrado, añadir un muro de mampostería de 1,70 m de altura, y reparar el interior del canal picándolo y saneándolo, antes de colocar un mallazo clavado a la fábrica antigua, zunchado en hélice continua con varilla de 6 mm cosida al mallazo, y enlucido de mortero de 500 kg sobre

706 ACYII, 44-3. Proyecto de reparación del canal del Jarama, tramo "La Madrileña", 1967. Aprobado por el ingeniero director del Canal de Isabel II el 28 de abril de 1967.

dos manos de polytasa para garantizar las uniones de las fábricas. El presupuesto de ejecución material se calculó en 1.132.195,40 pesetas, el de contrata en 1.312.164,65, y se autorizó a realizarlo por adjudicación directa. De forma paralela, también se intervino en la consolidación de la ladera⁷⁰⁷.

La solución definitiva a este problema vino mediante una variante del canal del Jarama, excavando un nuevo túnel y aplicando un entibado especial para superar la zona afectada. Una vez aprobado el proyecto el 30 de octubre de 1970, con un presupuesto de ejecución por contrata de 14.706.695 pesetas, se adjudicó el 15 de diciembre a la empresa Construcciones A.M.S.A., que había sido ya contratista en la construcción del canal del Jarama, por 9.059.324 pesetas⁷⁰⁸. Una vez iniciadas las obras, el 16 de marzo de 1971, el contratista pidió ampliar el plazo de ejecución por climatología adversa entre abril y junio de ese año, que le fue concedida, hasta el 3 de diciembre de 1972. Además, la escasa cohesión del terreno, con margas arenosas y agua embolsada, provocó el hundimiento de una chimenea y 9 m de túnel, lo que llevó a la necesidad de reforzar la entibación con cerchas metálicas y vigas, habiéndose de redactar un nuevo proyecto. Este proyecto reformado, aprobado el 25 de octubre de 1971, tenía un presupuesto de ejecución por contrata de 16.113.019,00 pesetas, que con la baja que había hecho el contratista en la subasta, del 38,40%, suponía un resultante adicional de 866.296,00 pesetas, equivalente al 9,56 % de la cifra de adjudicación.

El nuevo trazado se iniciaba más adelante de la almenara de Bonaval y concluía antes de llegar al sifón de Valdesotos, cerca de esta localidad. Sustituía un tramo sinuoso, que recorría la ladera junto al río Jarama, al lado del camino de servicio. La intervención proyectada, que afectó a 600,484 m, incluía un nuevo túnel excavado, de 375 m en cuyo trazado atravesaba primero una zona de areniscas, seguida por otra de margas con vetas calizas, y recorría una zona bastante fracturada poco antes de salir al exterior y enlazar con la obra antigua. Los perfiles tipo del acueducto eran los mismos que en el diseño original, y se incluían en la obra los enlaces con los tramos sin modificación.

De acuerdo a la liquidación de la obra⁷⁰⁹, el contratista presentó seis certificaciones entre junio de 1971 y mayo de 1972, con una inversión final de 10.761.564,96 pesetas, que suponía un incremento del 17,15% con respecto del importe adjudicado. El movimiento de tierras de la obra ejecutada resultó ser relevante ya que se desmontaron casi 2.300 m³, terraplenaron otros tantos y la excavación alcanzó los 7.000 m³.

La geología adversa del tramo atravesado por el nuevo túnel, que pasaría a incrementar hasta 35 el número de los perforados para el canal del Jarama, requirió una intervención de inyecciones de consolidación en 1977⁷¹⁰.

707 ACYII, 40,4. Proyecto de consolidación, drenaje y normalización de la ladera de La Madrileña en el Canal del Jarama (Km. 6,3), 1967.

708 ACYII, 210-3. Proyecto reformado de variante del canal del Jarama, tramo "La Madrileña", km. 6,1. 1971.

709 ACYII, 210-1. Liquidación del proyecto reformado de variante del canal del Jarama en el tramo de La Madrileña, 1973.

710 ACYII, 44-3. Proyecto de inyecciones de cemento en el túnel de La Madrileña (1977).

10. LAS INTERVENCIONES POSTERIORES DE MANTENIMIENTO Y LA CONEXIÓN DEL CANAL DEL JARAMA AL ATAZAR

El canal del Jarama, como todas las infraestructuras hidráulicas, requería de una vigilancia y mantenimiento constante, en particular por el efecto del agua en sus estructuras y en la maquinaria de operación, para lo que se renovaron las casillas de vigilancia, invirtiéndose 4.343.000 pesetas, cuyo concurso se publicó el 23 de noviembre de 1960 y recibíéndose provisionalmente en plazo la obra del adjudicatario, la conocida firma M.Z.O.V., el 25 de octubre de 1962⁷¹¹. Se construyeron un total de 10, en El Vado, Bonaval, Valdesotos, Tortuero, La Solana, Alpedrete, La Lastra, Las Cuevas, El Mortero y Enlace. La actual telemetría en la gestión las ha convertido en innecesarias, y están abandonadas, a excepción de la de Valdesotos, alquilada a un particular.

Figura 5.64. Casilla de vigilancia del canal del Jarama en Tortuero



Fotografía: F. Fernández Izquierdo, 2014.

711ACYII, 542-6. Liquidación de las obras comprendidas en el proyecto general del canal de conducción de las aguas del río Jarama para abastecimiento de Madrid. Casillas de vigilancia.

En la década de 1970 se llevaron a cabo varias operaciones de envergadura, que requirieron la redacción de proyectos⁷¹². La conducción en su conjunto fue objeto de una rehabilitación en 1974⁷¹³, y en los años posteriores de varias intervenciones en el interior del acueducto⁷¹⁴, en las laderas⁷¹⁵, en los enlaces⁷¹⁶, en los sifones⁷¹⁷ y en los caminos de servicio⁷¹⁸, así como operaciones de limpieza y verificación de fisuras en el Plan de Mantenimiento de las Grandes Aducciones, puesto en marcha por el Canal de Isabel II en 2000⁷¹⁹. Más recientemente se ha dotado a todo el recorrido del canal de cableado para su telemando y telecontrol, así como elementos de seguridad, entre ellos sirenas de emergencia en las almenaras para el aviso de eventuales desagües del canal.

Conviene destacar uno proyecto en particular, la conexión entre el canal del Jarama y el Lozoya en el embalse de El Atazar, en el denominado enlace La Solana-Riato, que hubo de contar con su correspondiente camino de servicio⁷²⁰. El objetivo de este ramal serviría para introducir en el

712 Agradecemos a D^a Inmaculada Figueras, directora del Archivo del Canal de Isabel II, y a los técnicos a sus órdenes, la indicación de estas signaturas y las restantes consultadas, así como la ayuda en el acceso a la documentación. Asimismo, existen más intervenciones que no detallamos, las más recientes pueden documentarse en el propio archivo técnico de la presa de El Vado, cuyo inventario ha sido proporcionado por David Galán, de la División de Seguridad de Presas del Canal de Isabel II.

713 ACYII, 194. Proyecto de habilitación y reforma del canal del alto Jarama (1974).

714 ACYII, 958-2. Proyecto de impermeabilización interior del Canal del Jarama en el p. k. 32,6 (1976). 2701-6. Proyecto de tratamiento interior del Canal del Jarama en la zona del acueducto del Partenón (1976).

715 ACYII, 286-15. Proyecto de consolidación de ladera en la zona de Bonaval. Canal del alto Jarama. Km. 3,9 al km. 4,3 (1978). 353-3. Liquidación provisional (1989).

716 ACYII, 137. Proyecto de desagüe de almenara de enlace en el final del Canal del Jarama (1970). 157 Liquidación definitiva (1973). 958-1. Proyecto de reparación de la superficie interior del Canal del Jarama en la almenara de enlace (1976).

717 ACYII, 2701-3. Proyecto de tratamiento de impermeabilización de las cámaras del sifón del Hocino, Canal del Jarama (1976).

2701-5. Proyecto de reparación e impermeabilizaciones interiores en las almenaras del sifón de Patones. Canal del Jarama (1976).

292-1. Proyecto de tratamiento interior anticorrosivo de los sifones de Valdesotos, Tortuero, Valdentales y el Hocino, del Canal del Jarama. Rama derecha (1978).

291-9. Proyecto de colocación de entradas de hombre en los sifones del Canal del Jarama. Rama derecha (1978). 291-10. Liquidación (1980).

292-2. Proyecto de reparación interior del sifón de El Pontón del Canal del Jarama. Rama derecha (1978). 292-3. Liquidación (1980).

292-4. Proyecto de desoxidado y pintura interior de los sifones de Las Cuevas, Patones, San Román, El Mortero y Matachivos del Canal del Jarama. Rama derecha (1978). 292-5. Liquidación (1980).

718 ACYII, 152. Proyecto de habilitación y mejora del camino de servicio del Canal del Jarama. 1^a sección (1972). 198. Liquidación provisional (1974).

479-6. Proyecto de restablecimiento del camino de servicio del Canal del Jarama, afectado por corrimiento del p. k. 10,700 (1977).

719 Estarás, Iván: "El Canal de Isabel II reformará siete grandes aducciones de agua en la región", ABC, 30/09/2000, p. 15. Entre los canales incluidos se encontraban el del Jarama y el trasvase desde el Sorbe.

720 ACYII, 705-1. Proyecto de unión del Canal del Jarama con el embalse de El Atazar. La Solana - Riato. Camino de servicio. (1969).

hiperembalse los caudales del Jarama y especialmente los del río Sorbe, pues el trasvase entre este río y el Jarama, podría derivar hasta 100 hm³ anuales de agua, un volumen imposible de almacenar en el embalse de El Vado, ya que no se había construido en el Sorbe la gran presa prevista en el Pozo de los Ramos⁷²¹, sino tan solo un azud de derivación, que sigue siendo el que permanece en 2014⁷²². No obstante, el canal del Jarama puede conectarse con el canal del Atazar, pues corren en paralelo desde las proximidades del Pontón de la Oliva. Con ello, la interconexión de los caudales en la zona este del Sistema Norte del Canal de Isabel II quedaba perfectamente articulada.

Figura 5.65. Casilla de vigilancia del Canal del Jarama en Bonaval

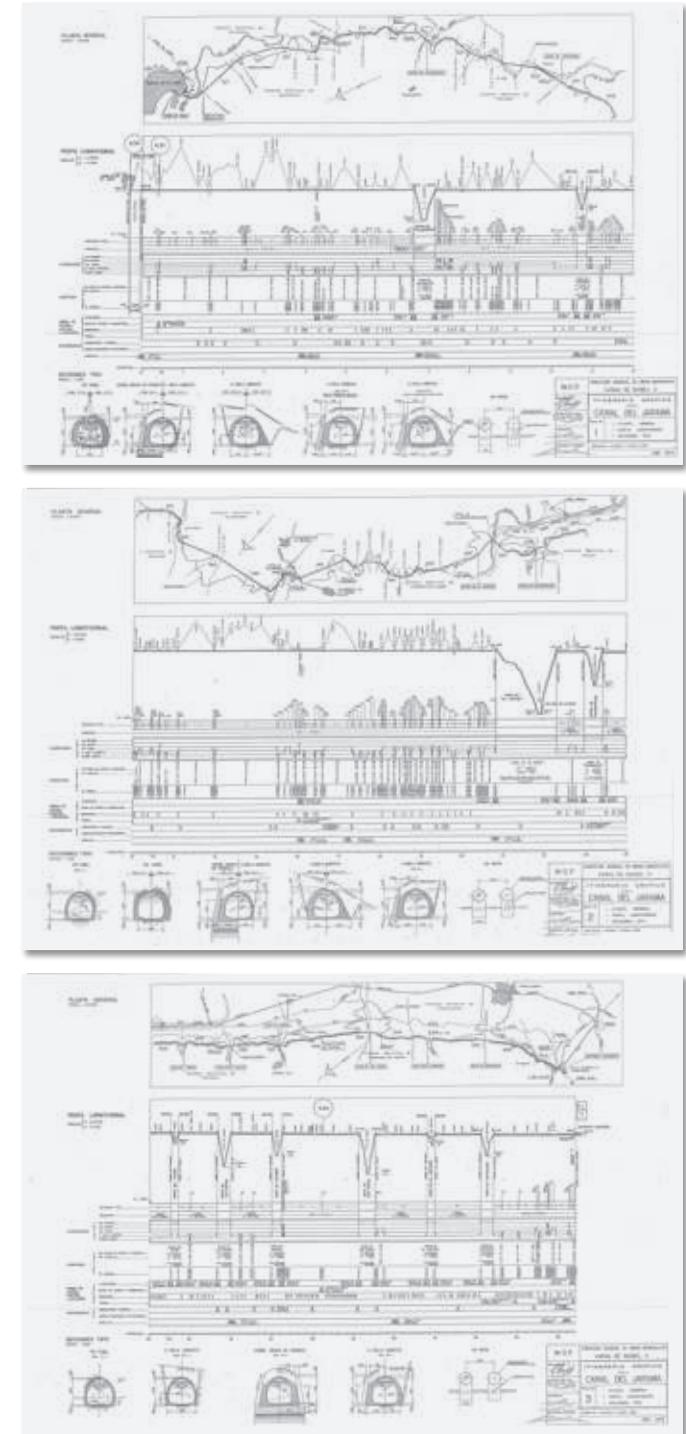


Fotografía: F. Fernández Izquierdo, 2014.

721 La previsión de la gran presa en el Sobre la recogía, entre otras publicaciones de la época, el director del Canal en una conferencia publicada. García Agustín, José: "El embalse de Pinilla en el río Lozoya con destino al abastecimiento de agua a Madrid", Revista de Obras Públicas, 115, tomo I (3024), 1967, pp. 295-310. Esquema encartado entre p. 296 y 297.

722 Durante la construcción de El Atazar, en una visita del ministro de Obras Públicas Federico Silva Muñoz a las obras el 24 de marzo de 1970, la prensa se hizo eco de los planes de conexión del enlace Solana Riato. ABC, 25/05/1970, p. 43.

Figura 5.66. Hojas I-II-III. Trazado y perfil del Canal del Jarama. 1973



Fuente: CYII, Itinerario gráfico del Canal de Isabel II.

11. CRONOLOGÍA

FECHA	FUENTE	HITO
1848	Memoria del Canal de Isabel II	Rafo y Ribera consideran la posibilidad de trasvasar agua a Madrid desde el Jarama y Sorbe.
1885-1893	Archivo del Ministerio de Fomento, 703,20, y Canal de Madrid: proyecto... 1893.	Salvador Peydró, con proyecto de Hermenegildo Gorría Royán promueve, sin éxito, el proyecto del Canal de Madrid, para trasvasar agua desde el Jarama a los barrios altos de la ciudad.
1910-1914	Memorias del Canal de Isabel II	Ramón de Aguinaga propone la conexión del Jarama y Sorbe al Canal de Isabel II. Análisis de potabilidad de las aguas de ambos ríos.
13/10/1918	ACYII 707-1	Ramón de Aguinaga redacta el Proyecto de Aprovechamiento de los ríos Jarama y Sorbe para el abastecimiento de aguas de Madrid, conectando El Vado al Pontón de la Oliva.
25/08/1933	O.M., A.M. Fomento, 2.558	Comisión sobre El Vado y el aprovechamiento del Jarama y Sorbe, Manzanares, Lozoya y Guadalix, entre el director de las obras de regulación del Jarama y el director de Canales del Lozoya.
20/01/1945	ACYII 258, y Memoria del Canal de Isabel II, 1946-1950	Álvaro Bielza, ingeniero jefe de Embalses del Canal de Isabel II propone la conexión entre el Jarama y Torrelaguna.
07/11/1947	Decreto	Inclusión de presupuesto de conexión del Jarama y Sorbe a la red del Canal de Isabel II, en el Plan de obras e instalaciones de 1947, con 116,0 millones de pesetas para el canal del Jarama, y 15,4 para el trasvase del Sorbe.
31/05/1949	ACYII 258	Emilio López-Berges y de los Santos redacta el Proyecto General de conducción de las aguas del río Jarama para el abastecimiento de Madrid, con presupuesto de 192 millones de pesetas por contrata.
30/10/1949	ACYII 647	Redacción proyecto 1ª sección: Camino de servicio.
22/07/1950	ACYII 258 y 645-1	O.M. aprobación del Proyecto general del canal del Jarama, incluyendo el trasvase desde el Sorbe.
25/08/1950	ACYII 647, 648 y 649	O.M. aprobación del Proyecto general del Canal de conducción de las aguas del río Jarama para el abastecimiento de Madrid. Camino de servicio, dividido en tres secciones.
30/09/1950	ACYII 643	Proyecto de replanteo y reformado de precios, 3ª Sección
15/11/1950	ACYII 645-1	O.M. aprobación del Canal del Jarama 1º Proyecto reformado de precios. Canal a cielo abierto, túneles y obras de fábrica.

FECHA	FUENTE	HITO
15/11/1950	ACYII 645-1	O.M. aprobación del Canal del Jarama 1º Proyecto reformado de precios. Camino de servicio, secciones 1ª, 2ª y 3ª
13/01/1951	ACYII 645-1	Adjudicación a MZOV de tres agrupaciones en el camino de servicio, por destajos.
15/06/1951	BOE 23/06/1951	Decreto declarando de urgencia las obras del canal del Jarama.
03/07/1951	ACYII 670-2	Aprobación proyecto reformado de precios canal a cielo abierto y en túnel.
25/01/1952	ACYII 670-2	Adjudicación a MZOV de un nuevo destajo en el camino de servicio.
08/10/1953	670-2	Resolución definitiva del concurso de las obras del camino de servicio
1953		Conclusión de las obras del camino de servicio del canal del Jarama, aunque se ampliaría posteriormente.
10/08/1954	BOE	O.M. de reserva de la cabecera del Jarama hasta El Vado y 100 hm3 del río Sorbe para el abastecimiento de Madrid, a través del Canal de Isabel II.
23/11/1954	ACYII 670-2	Publicación del concurso del Canal del Jarama: canal a cielo abierto, túneles y obras de fábrica
1955	ACYII 640-2, 640-3, 649	Presupuesto para acondicionamiento y mejora de la línea de alta tensión del Canal de Jarama, 1955. 1ª, 2ª y 3ª Sección. Firmados por los ingenieros López-Berges y Renedo Fornos.
Febrero 1955	ACYII 670-2	Proyecto general del canal de conducción de las aguas del río Jarama para el abastecimiento de Madrid. Sifones. Solución con tubería metálica electrosoldada.
01/09/1955	ACYII 846	O.M. Aprobación del proyecto de sifones con tubería electrosoldada.
10/01/1956	ACYII 645-1	Adjudicación de las obras del canal a cielo abierto, túneles y obras de fábrica del canal del Jarama a M.Z.O.V. y a Construcciones A.M.S.A., con rebaja del 20% sobre el precio tipo.
10/03/1956	ACYII 645-1	O.M. aprobación del 2º Proyecto reformado de precios del canal del Jarama. Canal a cielo abierto, túneles y obras de fábrica. Propuesta de precios contradictorios, secciones 1ª, 2ª y 3ª. Presupuesto por contrata 129.709.944,16 pesetas.
24/03/1956	ACYII 645-1	Inicio obras canal a cielo abierto, con plazo de ejecución de 33 meses, respecto al 2º reformado de precios.

FECHA	FUENTE	HITO
08/03/1957	ACYII 645-1	Los contratistas del canal del Jarama presentan una propuesta de modificación al alza de los precios, que dará lugar al 2º Proyecto reformado de precios, aprobado el 26/05/1959.
01/07/1957	ACYII 846	Concurso para ejecución de la obra de los sifones con tubería metálica electrosoldada.
12/11/1957	ACYII 846	Adjudicación de los sifones del canal del Jarama a Entrecanales y Távora S.A., y Materiales y Tubos Bonna S.A., por 104.344.862,47 pesetas.
14/04/1959	ACYII 671,6	O.M. aprobación del 1º Proyecto reformado de los sifones del canal del Jarama, con adjudicación por 130.796.495,19 pesetas.
15/04/1959	ACYII 645-1	Redacción 2º proyecto reformado de precios, propuesta de precios contradictorios. Canal a cielo abierto, túneles y obras de fábrica.
27/04/1959	ACYII 644-2	Redacción 3º proyecto reformado. Canal a cielo abierto, túneles y obras de fábrica.
26/05/1959	ACYII 645-1	O.M. Aprobación 2º proyecto reformado de precios, propuesta de precios contradictorios. Canal a cielo abierto, túneles y obras de fábrica, con presupuesto de ejecución por contrata de 211.144.288,75 pesetas.
27/06/1959	ACYII 640-1	O.M. Aprobación 3º proyecto reformado. Canal a cielo abierto, túneles y obras de fábrica.
14/07/1959	ACYII 640-1	Propuestas de precios contradictorios suscrita con las empresas adjudicatarias.
05/08/1959	ACYII 640-1	Canal del Jarama. Redacción del 4º Proyecto reformado por reducción del plazo de ejecución de las obras. Canal a cielo abierto, túneles y obras de fábrica, con presupuesto de ejecución por contrata de 280.127.867,43 pesetas.
31/08/1959	ACYII 671,6	2º Proyecto reformado, con acuerdo de precios contradictorios para adelantar la ejecución de los sifones, por 174.870.683,24 pesetas.
19/09/1959	ACYII 12-1	O.M. Aprobación 4º Proyecto reformado de precios del canal del Jarama, canal a cielo abierto, túneles y obras de fábrica, con presupuesto de ejecución por contrata de 280 millones de pesetas.
06/10/1959	ACYII 846	O.M. Aprobación 2º proyecto reformado de los sifones.
05/08/1960	ACYII 846	Acta de precios contradictorios de los sifones.
20/11/1960	ACYII 12-1	Redacción del 5º proyecto reformado de precios del canal del Jarama, con presupuesto de ejecución por contrata de 354 millones de pesetas.

FECHA	FUENTE	HITO
23/12/1960	ACYII 12-1	O.M. Aprobación 5º proyecto reformado canal a cielo abierto, túneles y obras de fábrica.
03/07/1961	ACYII 671,6, 846	O.M. de aprobación del 3º proyecto reformado de los sifones del canal del Jarama, con presupuesto de adjudicación de obra ejecutada por 209.699.288,26 pesetas.
25/10/1962	ACYII 846	Recepción de la obra de los sifones del canal del Jarama. La liquidación en 1965 ascendió a 215.917.474,67 pesetas.
1967	ACYII 769	Canal del Alto Jarama, 5º Proyecto reformado: canal a cielo abierto, túneles y obras de fábrica. Liquidación.
22/04/1967	ACYII 44-3	Proyecto de reparación urgente del canal del Jarama, tramo "La Madrileña". Aprobado el 28/04/1967.
1967	ACYII 40-4	Proyecto de consolidación, drenaje y normalización de la ladera de La Madrileña en el Canal del Jarama (Km. 6,3).
30/10/1970	ACYII 40-4	Aprobación del proyecto de variante del canal del Jarama en el tramo de La Madrileña.
15/12/1970	ACYII 40-4	Adjudicación obra en La Madrileña a Construcciones A.M.S.A.
25/10/1971	ACYII 210-3	Proyecto reformado de variante del canal del Jarama, tramo "La Madrileña", km 6,1.
26/05/1973	ACYII 210-1	Liquidación del proyecto reformado de variante del canal del Jarama en el tramo de la Madrileña.



EL AZUD DE POZO DE LOS RAMOS Y EL CANAL DEL SORBE



1. ANTECEDENTES

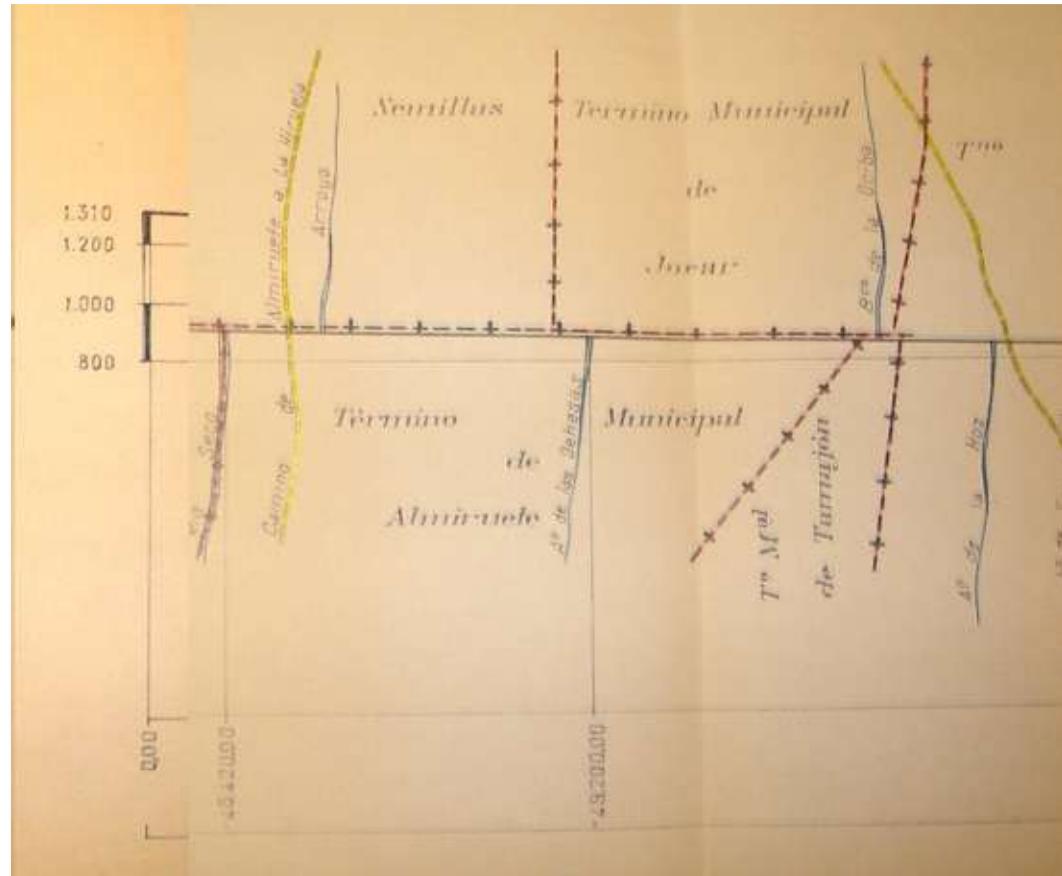
Una vez construida la presa de El Vado y tras haber quedado asignada al abastecimiento de Madrid con la puesta en servicio del canal del Jarama, a principios de la década de 1960, aún quedaba pendiente la etapa final en el plan ideado desde el Canal de Isabel II para captar caudales desde las cuencas al oriente del río Lozoya: la conexión entre los ríos Sorbe y Jarama. La demanda creciente de agua en la capital exigía ponerse manos a la obra cuanto antes, pues las sequías registradas en aquellos años finales de los 60 y de comienzos de los años 70 del siglo pasado amenazaban con imponer restricciones al abastecimiento de la capital. La historia del azud de Pozo de los Ramos y el trasvase Sorbe-Jarama es tan compleja como el resto de las construcciones que se examinan en la presente investigación, a pesar de que en esta ocasión el tiempo transcurrido desde que se proyectaron las obras hasta su realización no fue muy dilatado, al contrario de lo ocurrido con el embalse de El Vado.

En el río Sorbe, entre las sierras de Ayllón y del Alto del Rey, en el lugar conocido como Pozo de los Ramos, se instaló un azud de escasa capacidad de retención, que fue inaugurado en 1972, hasta tanto se pusiera en servicio el gran embalse proyectado en aquel mismo emplazamiento. Su objetivo consistía en embalsar un volumen de agua suficiente que pudiera derivarse al embalse de El Vado, en el río Jarama, mediante un canal en túnel que a la postre sería denominado con el nombre de canal del Sorbe o trasvase Sorbe-Jarama⁷²³.

⁷²³ Ministerio de Obras Públicas, Canal de Isabel II, Memoria del quinquenio 1970-1974, p. 31. MOPU, Dirección General de Obras Hidráulicas, Confederación Hidrográfica del Tajo, Documento XYZT del azud Pozo de los Ramos, julio 1987, elaborado por Protoin, S.A.

La elección del Pozo de los Ramos como emplazamiento del azud, y a la postre del proyecto de una gran presa, se debió a que en aquella angostura del río Sorbe, en concreto, desde la confluencia del arroyo de la Hoz, en la margen izquierda del río, hasta la salida del barranco de Ocibia, asimismo en la margen izquierda, existía una zona encajada susceptible de albergar una presa en alguna de las once cerradas identificadas, con una capacidad de embalse entre 60 y 200 hm³.

Figura 6.1. Zona de localización del Pozo de los Ramos, 1965



Fuente: Comisaría de Aguas del Tajo, Itinerario del río Sorbe, 1965. Biblioteca de Medio Ambiente, MAGRAMA.

Aunque a mediados del siglo XIX Juan Rafo y Juan de Ribera, ya consideraron la posibilidad de tomar agua desde el río Jarama en las proximidades de Uceda⁷²⁴, y desde principios del siglo XX se disponía de las planimetrías de las cuencas del Henares y sus afluentes para la construcción de embalses⁷²⁵, la regulación del río Sorbe no parece haberse considerado en serio por los ingenieros civiles hasta la década de 1960⁷²⁶. El ingeniero de montes Carlos Castel (1845-1903)⁷²⁷, que ejerció durante cuatro años en el Distrito Forestal de Guadalajara (desde 1872 hasta 1875), autor de la primera descripción moderna de la geografía de dicha provincia, se ocupa de la red fluvial, y del río Sorbe, entre los principales, de cuya posible regulación apuntaba:

“Escasas, por no decir nulas, son las aplicaciones que reciben las aguas del río Sorbe, hasta llegar al pueblo de Muriel; y no muy importantes son tampoco las que como riego presta a los terrenos en la última parte de su curso. El destino de este río parece como señalado para la construcción de inmensos depósitos, que reuniendo y conservando las aguas durante los meses de primavera, alimenten la dotación del Henares durante la época del verano”⁷²⁸.

En la mente de Castel estaba la construcción de embalses no solo en el Sorbe, sino también en el río Bornova, afluente, como el anterior, del río Henares, para alimentar el canal de riego del Henares, una predicción que en el siglo XX consiguió hacerse realidad⁷²⁹. Sin embargo, derivar

724 Rafo, Juan: Memoria sobre la conducción de aguas a Madrid, formada en cumplimiento de la Real orden de 10 de marzo de 1848, con arreglo a las instrucciones dadas por la dirección general de Obras públicas. Madrid, Imprenta de La Publicidad, a cargo de M. Rivadeneyra, 1848. Edición facsímil, Madrid: Canal de Isabel II, [2008], pp. 8, 50.

725 El 16 de mayo de 1903 el ingeniero jefe de la División de Trabajos Hidráulicos del Tajo, José Villanueva, solicitó al director general de Obras Hidráulicas la información que tuviera el Instituto Geográfico y Catastral sobre la planimetría de las cuencas de los ríos Bornova, Sorbe y Henares, para la redacción de los proyectos de los embalses de Alcorlo, Muriel y Beleña, y terminación de las obras del Canal del Henares. En una nota se indica que el director general del IGC respondía afirmativamente, ofreciendo la información solicitada). AMF, leg. 4.063. Sin embargo, en la Estadística de las obras públicas en España. Obras hidráulicas. Situación en 1º de enero de 1917. Madrid: Ministerio de Fomento, Dirección General de Obras Públicas, 1921, que contiene información correspondiente a los años 1909 a 1916, el río Sorbe aún no está mencionado, al contrario que el Jarama o el Henares.

726 En 1965 la Comisaría de Aguas del Tajo elaboró el Itinerario del río Sorbe, a cargo del ingeniero Enrique Díaz-Rato Alonso, consistente en un perfil longitudinal, a escala horizontal 1:50.000 y vertical 1:20.000, de los 79,5 km de todo su recorrido, en el que están reflejadas las distancias entre puntos de interés, tales como la incorporación de afluentes, barrancos, presas y molinos, situación de las poblaciones, límites de términos municipales y puentes en las vías de comunicación. También incluye un inventario en planta a escala 1:10.000 de los principales aprovechamientos del río. Biblioteca de Medio Ambiente, MAGRAMA, orm-239. Este tipo de informes ya habían sido elaborados en los ríos Jarama, Manzanares y Tajo al menos desde 1910, aunque en zonas de sus respectivos cursos medios y bajos, para la ordenación de concesiones y policía de aguas. Hay copias mecanografiadas disponibles en la Biblioteca de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Madrid y en la Biblioteca Tomás Navarro Tomás, del Centro de Ciencias Humanas y Sociales, del CSIC, en Madrid.

727 Una biografía y las publicaciones de este ingeniero en Morcillo San Juan, Antonio: “Carlos Castel: ingeniero y político decimonónico”, Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales, 8, sept. 1999, pp. 11-17.

728 Castel, Carlos: Descripción física, geognóstica, agrícola y forestal de la provincia de Guadalajara, 1881, Madrid. Imprenta Manuel Tello. Existe acceso digital a esta edición en la Biblioteca Digital de Castilla-La Mancha <<http://bidicam.castillalamancha.es>>.

729 Ibid., p. 238. En el río Sorbe se ha construido el embalse de Beleña, mientras que en el río Bornova el de Alcorlo.

para el abastecimiento de Madrid caudales del Sorbe fue una idea que expuso por vez primera Ramón de Aguinaga en 1914, en el proyecto de conexión del Jarama desde el pantano de El Vado, entonces en construcción, hasta el Pontón de la Oliva, donde se situaba el arranque del primitivo Canal de Isabel II. Prolongar la conducción desde El Vado hasta el río Sorbe parecía una obra viable: la proximidad entre el origen y el destino, así como la idoneidad de los niveles en los respectivos cauces, eran motivos de peso para acometer la unión del Jarama con el Sorbe, pues al estar más elevado este último río, el agua fluiría rodada a través de la conexión sin necesidad de bombeos. La calidad de las aguas del Sorbe también era adecuada para el abastecimiento, por ser equiparable a las del Lozoya y Jarama, como demostraron los análisis que se realizaron al efecto. No obstante, el principal obstáculo radicaba en la orografía, pues sería preciso excavar un túnel que atravesara la divisoria natural de ambas cuencas en el subsuelo del término municipal de Tamajón⁷³⁰. De acuerdo con ello, Aguinaga proyectó en 1918 una presa de regulación de 55 m de altura en el río Sorbe, para un embalse de 40 hm³, conectada con El Vado mediante un canal de 10.097,56 m de longitud, de los que 6.914 m discurrían en túnel.

Figura 6.2. Plano del trazado del trasvase Sorbe-Jarama en el proyecto de Aguinaga, 1918. E 1:2500
Detalles del inicio y final del canal



Fuente: Proyecto de aprovechamiento de los ríos Jarama y Sorbe para el abastecimiento de aguas de Madrid. ACYII, 701-1.

730 Proyecto de Aprovechamiento de los ríos Jarama y Sobre para el abastecimiento de aguas de Madrid, 1918. ACYII, caja 707-1.

Acorde con las ideas de Aguinaga⁷³¹, Eduardo López-Berges, en el proyecto del canal del Jarama de 1949, también mantuvo esta conexión entre ambos ríos, aunque su ejecución se relegó hasta que se hubiera concluido el canal del Jarama entre El Vado y Torrelaguna. El Canal de Isabel II esgrimió este proyecto de López-Berges como catalizador del Decreto del Ministerio de Obras Públicas, de 10 de agosto de 1954, citado en capítulos precedentes, que además de reservar para el abastecimiento de Madrid el caudal del río Jarama en El Vado, destinaba al mismo objetivo hasta 100 hm³ del Sorbe. López-Berges sugería la construcción de otra presa aguas arriba de la prevista inicialmente en el Pozo de los Ramos, para retención de sedimentos y laminación de avenidas, lo mismo que se había pensado en el Jarama con el proyecto de una presa aguas arriba de El Vado, en Matallana, a imitación del esquema Puentes Viejas-El Villar, en el río Lozoya. En el proyecto, el Canal del Sorbe tenía una longitud aproximada de 10 km, con una pendiente uniforme de 0,00025. Considerando su llegada a El Vado a la cota 890, debería salir del Pozo de los Ramos a la cota 892,50. Una presa de 55 m de altura, sobre la cota 880 m del lecho del río en el Pozo de los Ramos, permitiría 42,5 m útiles para la regulación del canal y quedarían sin utilizar 12,5 m de diferencia entre 892,50 m y el nivel del cauce. Por las condiciones de la cerrada se estimó que se podrían conseguir por lo menos 60 o 70 m de altura si se estimara necesario⁷³².

Una cuestión fundamental del proyecto fue su justificación hidrológica, que López-Berges realizó inicialmente de una manera muy elemental, apoyándose tan solo en tres aforos realizados en el río Sorbe en las inmediaciones de la cerrada del Pozo de los Ramos, que fue la elegida para implantar la presa. Se realizaron tres aforos en distintos puntos mediante un molinete hidráulico tipo "Ott", los días 4 y 18 de febrero y 2 de marzo de 1949. La primera medición se tomó a 250 m aguas arriba del puente de Muriel, en las inmediaciones de dicho pueblo al final del tramo construido de la carretera de Tamajón a Muriel; la segunda, a unos 300 m aguas arriba del arroyo de las Presas o de Almiruete, en las cercanías de este pueblo y, finalmente, la tercera a unos 300 m aguas arriba del mismo arroyo. Otros dos aforos se realizaron a 500 y 400 m aguas abajo y aguas arriba, respectivamente, de la cerrada del Pozo de los Ramos⁷³³. Como no se disponía de datos previos, salvo estos aforos puntuales, se tomaron como referencia las series conocidas en las cuencas aledañas del Jarama y del Lozoya. Teniendo en cuenta la superficie de las cuencas de Lozoya, Jarama, dotadas de estaciones de aforos, y la del Sorbe, se obtuvieron los resultados en los respectivos ríos durante las mismas fechas que figuran en la tabla 6.1.

731 Entre la propuesta de Aguinaga (1918) y la de López-Berges (1949), estuvo vigente desde 1933 un Plan de conjunto de los aprovechamientos de los ríos Manzanares, Jarama, Sorbe y de los caudales sobrantes de Lozoya y Guadalix, aunque en la escasa documentación conservada no hay menciones a actuaciones en el río Sorbe. AMF, leg. 2558.

732 Memoria, p. 17-18 del Proyecto general de conducción de las aguas del río Jarama para el abastecimiento de Madrid, desde el pantano de "El Vado", en el río Jarama, a enlazar en Torrelaguna con los canales actualmente en servicio. (1949). ACYII. 258. Aprobado por O.M. de 22 de julio de 1950. Se incluyen fotografías del cauce y de la cerrada del Pozo de los Ramos.

733 Se localizaron los puntos de aforo en las hojas 485 y 459 del MTN e 1:50.000. López-Berges elaboró unas gráficas a partir de las mediciones, una de las cuales fue publicada en López-Berges de los Santos, Emilio: "El proyecto del Canal de conducción de las aguas del río Jarama para el abastecimiento de Madrid, I", Informes de la Construcción 21, mayo 1950, figura 8. En todo caso, los datos de aforos en el río Sorbe parecían insuficientes porque se refieren exclusivamente a un día, el 4 de febrero de 1949.

Tabla 6.1. Aforos en febrero y marzo de 1949 (m³/s)

AFORO	SORBE EN POZO DE LOS RAMOS	JARAMA EN EL VADO	LOZOYA EN PUENTES VIEJAS
CUENCA VERTIENTE (km ²)	406	387	680
4 de febrero	0,985	0,735	1,496
18 de febrero	1,496	1,500	1,937
2 de marzo	0,840	1,150	1,134

Con estas cifras, el caudal medio anual del Sorbe se estimó en torno a 4 m³/s, equivalentes a una aportación anual de 136,144 hm³, una cifra obtenida más por inferencia que por la escasa muestra de aforos disponibles, aunque

“en ellos puede apreciarse que no difieren sensiblemente los del primero y segundo ríos, como debía ser, ya que las cuencas son casi idénticas en extensión -406 km² el Sorbe y 387 km² el Jarama- y asimismo son parecidas las condiciones climatológicas y topográficas de ambas”.

Como contraste, en la estación de El Vado en el río Jarama se venían realizando aforos sistemáticos y en la década desde 1921 hasta 1930, se calculó un caudal medio anual de 6,768 m³/s, aunque entre 1942 y 1945 había caído a 4,179 m³/s, al sucederse varios años secos⁷³⁴. En cualquier caso, esta aproximación habría de ser objeto de revisión en estudios posteriores.

El plan de captación de agua desde las cuencas del Jarama y Sorbe había de continuar su desarrollo, pues el Canal de Isabel II, al celebrar su centenario en 1958, expresaba en sus planes de inmediata ejecución esta conexión para garantizar el crecimiento de la ciudad de Madrid y su área metropolitana, pues con los recursos de los ríos Lozoya y Jarama solo podría atenderse el crecimiento demográfico hasta 1970, mientras que contando con los caudales del Sorbe, lo podría hacer hasta 1980⁷³⁵.

734 Proyecto general de conducción de las aguas del río Jarama... 1949, Anejo 2, Estudio del régimen hidráulico de la cuenca del Río Jarama y aforos del Río Sorbe. Las cifras del río Jarama también se encuentran en el Proyecto reformado de pantano de El Vado. Elevación de la presa, 1946, Anejo nº 3, Aforos. ACYII, 734.

735 Estas previsiones se expresaban en el artículo de Corbalán, Pablo: “El Canal de Isabel II cumple sus cien primeros años”. Blanco y Negro. 28/07/1958, p. 58.

2. EL CAMINO DE ACCESO AL POZO DE LOS RAMOS

Una vez terminada la ejecución del canal del Jarama, era el momento de considerar la construcción del trasvase del Sorbe. Para ello, como paso imprescindible, en febrero de 1962 se redactó un proyecto de camino de acceso a este paraje tan abrupto que es la cerrada del Pozo de los Ramos⁷³⁶. Conviene destacar el interés para esta comarca generado por la carretera que se construyó con motivo del embalse, partiendo desde Tamajón hasta las inmediaciones de Almiruete y de allí al Pozo de los Ramos. De la misma forma que la carretera desde Tamajón al pantano de El Vado sirvió para mejorar las comunicaciones hacia el noreste, en dirección a Campillo de Ranas, la del Pozo de los Ramos fue también la primera carretera moderna en aquel entorno que vino a sustituir caminos de caballería. Aparte de ofrecer un enlace con el cercano pueblo de Almiruete, el trazado de esta nueva carretera se continuó hacia el norte en dirección a Valverde de los Arroyos, facilitando las comunicaciones en una comarca montañosa escasamente dotada de vías de comunicación⁷³⁷. El camino de acceso a la cerrada partía de Tamajón, atravesando la calle principal, en lugar de la propuesta inicial de construir una variante que rodease la población, para evitar las molestias del paso de camiones de las obras, que se desestimó, porque hubiera supuesto casi 1.600 m más de longitud. Otra variación introducida ahorra 2.300 m en el itinerario entre la cantera de caliza, situada junto a la ermita de los Enebrales, y las obras en el río Sorbe. El trazado principal se estimó en 6.579,43 m y, a 870 m del final se abría un ramal de una longitud de 673,35 m, para acceder al poblado de administración del embalse. Allí se instalaría una casilla de peón caminero, que serviría de refugio al personal técnico hasta tanto no estuviera listo el poblado. El ancho de la carretera se estableció en 6 m, con una calzada de 5 m y 0,50 m para cada arcén. Las cunetas se proyectaron en sección triangular de 1,20 m de ancho por 0,40 m de altura, para economizar en la conservación y facilitar la circulación cuando llegaran las nevadas. Se adoptó como radio mínimo de la carretera los 75 m, aunque en algunas curvas fue necesario utilizar radios menores, de 40 o 35 m, especialmente en las abruptas inmediaciones de la presa. Igualmente, las pendientes adoptadas fueron reducidas en las zonas favorables, pero llegaron hasta alcanzar 6,57 % en algunos tramos. Se preveía mover 47.275 m³ de desmontes y terraplenes. Los últimos 2 km suponían, además, grandes volúmenes de excavación para encajar el camino en las escarpadas laderas. El trazado se desarrolla entre altitudes de 1.067 y 985 metros sobre el nivel del mar, atravesando zonas de tierra franca, terreno de tránsito, roca floja y dura, formada por calizas y pizarras silurianas. Respecto a obras de fábrica, que suponían el 22% del presupuesto, se incluyeron 22 caños de 0,80 m, 5 tajeas de 1 m de luz, 1 alcantarilla de 3 m, un pontón de 6 m y 2 grupos de 3 losas de hormigón armado de 5 m de luz.

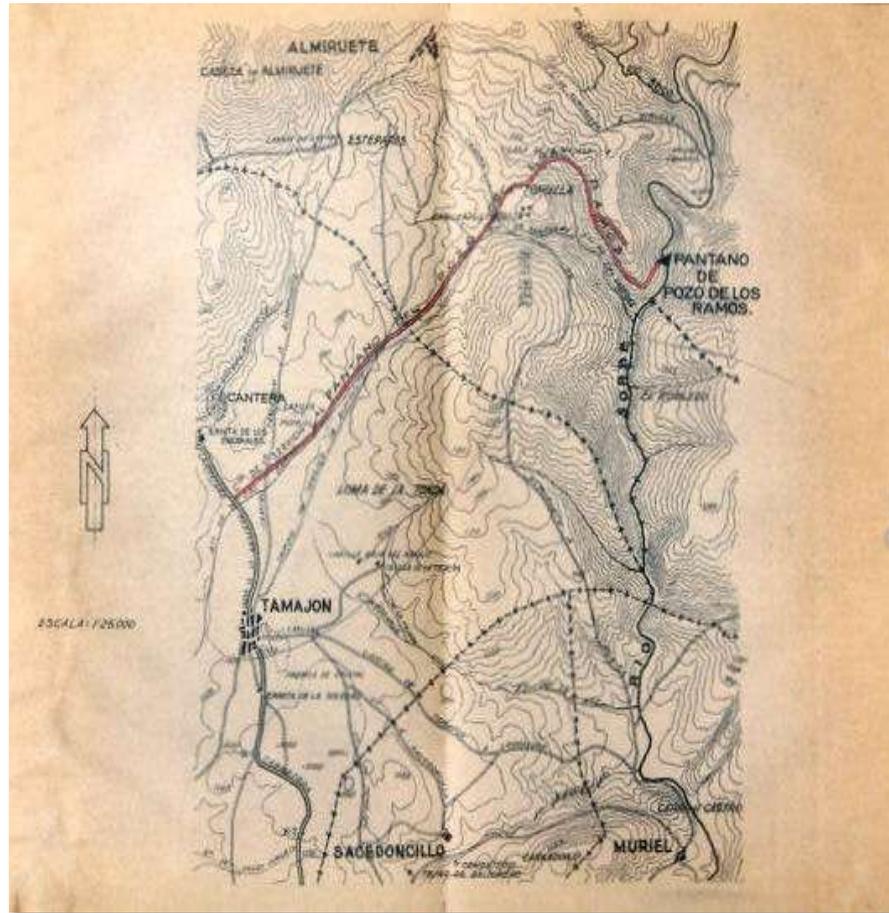
736 Proyecto de camino de servicio para el embalse de Pozo de los Ramos. Ingeniero D. Luis Ponte Manera. Madrid, 14 de febrero de 1962. AMF 33614- 6378-C. Otra copia, en Archivo CHT en su sede central en Madrid y en la oficina técnica de la presa de Alcorlo. Este proyecto suponía una profunda modificación, casi un proyecto nuevo, respecto a otro previo firmado por el ingeniero José López Larrañeta el 14 de julio de 1961, que devolvió la Dirección General de Obras Hidráulicas para ser redactado de nuevo, con varias prescripciones que fueron atendidas.

737 El actual alcalde de Tamajón, Eugenio Esteban, que nos atendió amablemente en julio de 2014, mientras se consultaba el archivo municipal, comentó que él personalmente estuvo contratado en la construcción de esta carretera, y en su prolongación hacia Valverde de los Arroyos, recordando que la obra proporcionó muchos jornales a vecinos de la comarca, además del beneficio posterior de facilitarles las comunicaciones.

En conjunto, el presupuesto de ejecución por contrata se estimó en 10.357.221,38 pesetas, a un coste de 1.428.034,68 pts/km, y el plazo de realización se calculó en 18 meses.

No obstante, a la altura de enero de 1965, apenas se podía acceder al Pozo de los Ramos con vehículos todoterreno, para los trabajos de sondeos que se efectuaban en aquellos momentos⁷³⁸.

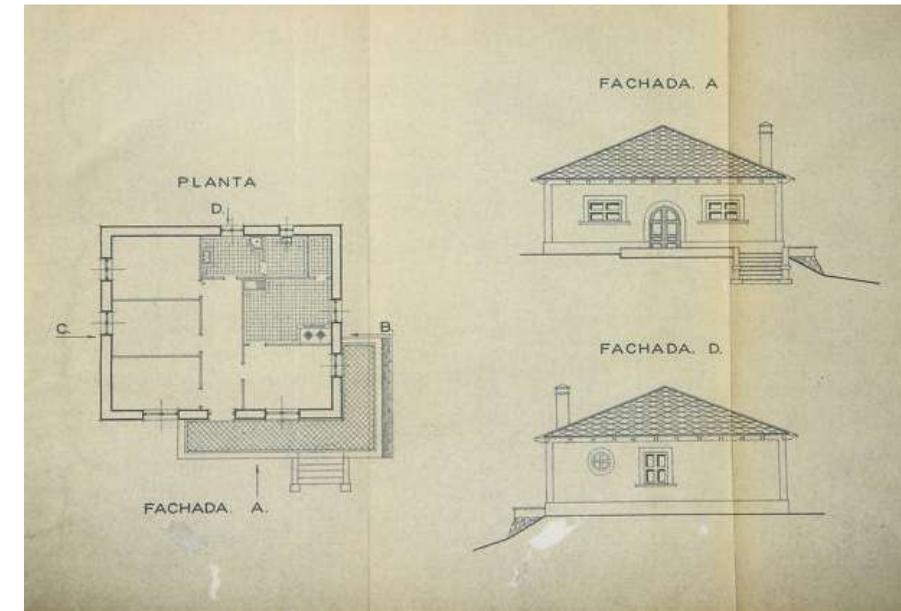
Figura 6.3. Croquis del camino y situación de las canteras. Proyecto de camino de servicio para el embalse de Pozo de los Ramos. Ingeniero D. Luis Ponte Manera. Madrid, 14 de febrero de 1962



Fuente: Archivo de la Confederación Hidrográfica del Tajo.

738 Monje Ciruelo, Luis (corresponsal en Guadalajara): "Situación de los proyectos de aprovechamiento del Jarama y del Sorbe para el abastecimiento de agua a Madrid", ABC, 16 de enero de 1965.

Figura 6.4. Casilla del peón caminero. Proyecto de camino de servicio para el embalse de Pozo de los Ramos. Ingeniero D. Luis Ponte Manera. Madrid, 14 de febrero de 1962



Fuente: Archivo de la Confederación Hidrográfica del Tajo.

3. EL ANTEPROYECTO Y ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

Casi simultáneamente a los trabajos de ejecución del camino de acceso, se desarrollaron los reconocimientos geológicos y levantamientos topográficos, previos a la redacción del proyecto de la presa⁷³⁹, sobre la base de diferentes estudios⁷⁴⁰. Con las informaciones obtenidas, en abril de

739 Reconocimientos geológicos y geofísicos necesarios para la redacción del proyecto del embalse del Pozo de los Ramos y de la conducción hasta el canal del Jarama (1961-1968). Trabajos de levantamiento topográfico necesarios para la redacción del proyecto de embalse del Pozo de los Ramos y de la conducción hasta el canal del Jarama (1964-1967). Presupuesto de gastos para la redacción del proyecto de embalse del Pozo de los Ramos y de la conducción hasta el canal del Jarama. (1963-1968). AMF, 30787 bis. Presupuesto de gastos de estudio por medio de rozas de la cerrada del Pozo de los Ramos en el río Sorbe. (1964). AMF, 37251 - SG-6378-1.

740 La referencia a todos estos estudios se incluye en la memoria del proyecto de la gran presa en el Pozo de los Ramos, que no ha sido construida. Ministerio de Obras Públicas y Transportes. Secretaría de Estado para la Política del Agua y el Medio Ambiente. Dirección General de Obras Hidráulicas. Confederación Hidrográfica del Tajo. Proyecto de Construcción: Regulación de caudales de la cuenca del Henares, Presa del Pozo de los Ramos (3/93), año 1993. Tomo I: Memoria y anexos. Synconsult, S.L. Autor: Salvador Madrigal Sánchez. Archivo de la Confederación Hidrográfica del Tajo. Hay copia en el Archivo del Canal de Isabel II, caja 5022.

1962, el ingeniero Luis Ponte Manera redactó el *Anteproyecto de embalses de regulación en el río Sorbe*, que estudiaba la posibilidad de regular los 100 hm³ anuales reservados al abastecimiento de Madrid mediante una presa de 102 m de altura, para un embalse de 99,7 hm³ de capacidad. Sin embargo, entre 1964 y 1966 fueron necesarios nuevos estudios que concluirían en el *Proyecto del embalse del Pozo de los Ramos y de la conducción hasta el canal del Jarama*. A continuación se describen sucintamente.

En julio de 1964, ante las dudas sobre las aportaciones en el Sorbe, la elección entre diversas cerradas, y varias opciones para la conexión con el Jarama, se contrató un estudio de alternativas con el ingeniero Manuel Castillo Rubio⁷⁴¹, con el apoyo de la oficina técnica Heredia y Moreno S.A., para que redactara un nuevo proyecto de embalse, incluyendo la conducción de agua desde el Pozo de los Ramos hasta El Vado, que no estaba contemplada en el anteproyecto. En principio, se partía de la base de que debido a las especiales condiciones del azud del Pozo de los Ramos, la Administración había decidido que la acometida de dicho trasvase se realizara directamente al canal del Jarama, en vez de verter al embalse de El Vado. Por otro lado, los estudios de Heredia y Moreno se ajustaban a los criterios generales señalados por la Administración, y en concreto a dos de inexcusable cumplimiento, que eran la máxima economía de implantación y mantenimiento del canal, en primer lugar, y el mínimo plazo de ejecución, en segundo⁷⁴².

En consecuencia, los estudios consideraron dos fases; la primera destinada a proyectar el *trasvase Sorbe-Jarama*, mediante un azud en el río Sorbe, que derivaría sus aguas sin regulación alguna hacia el embalse de El Vado, a través de una conducción, y de allí a Madrid por medio del canal del Jarama⁷⁴³. La segunda fase, estaba destinada a conseguir la *regulación del Sorbe*, mediante una gran presa de gravedad, de 100 m de altura y planta en arco⁷⁴⁴. Esta alternativa fue revisada en 1972 para otro emplazamiento, más abajo que el inicialmente previsto, por la empresa consultora

741 Inicialmente fue contratado con la empresa Constructora Iberoamericana, S.A. en julio de 1964, pero fue cedido en octubre a quienes lo realizaron, según se indica en el Documento XYZT del azud Pozo de los Ramos..., 1987, apartado "Antecedentes".

742 CHT, OT presa de Alcorlo. Canal de trasvase del río Sorbe al Jarama, Memoria descriptiva. Madrid, diciembre 1964, Heredia y Moreno S.A. Ingenieros consultores.

743 Se detallan estas partes conservadas en el Archivo del Ministerio de Fomento, del Proyecto del embalse del "Pozo de los Ramos" y de la conducción hasta el canal del Jarama, 1ª fase Presa Pozo de los Ramos. Heredia y Moreno, S.A., Madrid, 1966. Doc. nº 1: Memoria. Anejos: 1. Hidrología; 2. Cálculos hidráulicos; 3. Geología; 4. Cálculos mecánicos. Doc. nº 3: Pliego de condiciones. Documento Nº 4: mediciones y presupuesto. Anejo 6: Justificación de precios. AMF 33612 - 6378-A. Existe una copia en el Centro de Estudios Hidrográficos (CEDEX). IDD 3045, con referencia a Confederación Hidrográfica del Tajo, Proyecto 4-4C-4-2.

744 En el Archivo del Ministerio de Fomento se conserva la documentación del Proyecto del Embalse de "Pozo de los Ramos" y de la conducción hasta el Canal del Jarama. 2ª fase Presa Pozo de los Ramos. Heredia y Moreno, S.A., Madrid, 1966. Doc. nº 1: Memoria. Planta general de Obras. anejo 4: Cálculos mecánicos Anejo 6. Plan de Obra y justificación de precios. AMF 33614 - 6378-B. Existe una copia en CHT OT presa de Alcorlo. Asimismo, se conservan oficios y correspondencia de estos trabajos.

Torán y Cía, S.L. Ingenieros⁷⁴⁵, que propuso una solución de presa de escollera, al tiempo que se aportaron los estudios técnicos fundamentales para un gran embalse. Como no llegó tampoco a ponerse en práctica esta solución, sería nuevamente retomada con otro nuevo proyecto en 1993, cuya ejecución tampoco consiguió aprobarse, y se mantiene en suspenso hasta la actualidad.

En diciembre de 1964, la consultora Heredia y Moreno S.A. acabó de redactar el estudio de alternativas de la traza del canal⁷⁴⁶, prosiguiéndose en los dos años siguientes los trabajos topográficos, geológicos y geotécnicos necesarios para la redacción del proyecto propiamente dicho, que fue, como se verá posteriormente, concluido en 1966⁷⁴⁷. El azud de derivación se dispondría para la inmediata entrada en servicio de la conducción del Sorbe al Jarama, y serviría también como ataguía para la posterior construcción de la gran presa.

Esto supondría que los niveles de captación obtenidos en el azud se elevarían posteriormente, al hacerlo la altura del agua en el futuro embalse. Por otra parte, se estimaron nuevamente las aportaciones en el Sorbe, porque ya se contaba con aforos diarios del año 1961-62, tomados en el Pozo de los Ramos, y aguas abajo, en Beleña, que se interpolaron con los aforos conocidos del Jarama en El Vado. Interesaba conocer la distribución diaria de caudales, para derivarlos a partir de dos umbrales, de 8 y 4 m³/s, puesto que se sugería en alguna de las soluciones elevar el agua mediante cuatro bombas, que entrarían en funcionamiento individual o conjunto dependiendo del caudal disponible en el Sorbe. Esta operación supondría un gasto energético que se compensaría elevando el agua entre 100 y 160 m hasta un depósito de acumulación, desde el que se alimentaría una central hidroeléctrica aprovechando la caída hacia el Jarama.

Las soluciones propuestas por Heredia y Moreno fueron tres (Ver la Tabla 6.2)⁷⁴⁸. En la primera, que definieron como solución clásica, se realizaba la toma de agua a la cota 900 a partir de un azud de 35 m de altura sobre el nivel del cauce (875), azud que se construiría 500 m más abajo de la confluencia del arroyo de las Presas con el río Sorbe. La conducción requería excavar un túnel de 6.400 m de longitud cuya sección tipo era idéntica a la del canal del Jarama, con una superficie

745 También denominado La presa en Pozo de los Ramos. Anteproyecto elaborado por Torán y Cía, Madrid, 1972. MAGRAMA, DGA, en tres volúmenes y planos, firmas digitales 000017810319001302010101001, -2, -3 y 00001781031900130104001.

746 Comparación de soluciones de la conducción hasta el Canal del Jarama y justificación de la solución elegida. Heredia y Moreno, S.A. Ingenieros Consultores, Madrid. Diciembre 1964. CHT CHT OT presa de Alcorlo.

747 En noviembre de 1966 Heredia y Moreno, S.A. recibía el depósito de 5.000 pesetas, efectuado el 9 de abril de 1965, que se les había solicitado en la Dirección General de Montes, Caza y Pesca Fluvial, 4ª División Hidrográfico Forestal, como fianza ante posibles daños al efectuar ensayos geoeléctricos en las repoblaciones de El Vado, en las márgenes del arroyo de la Virgen y zonas próximas. El objetivo era realizar trabajos topográficos para el Canal de Trasvase del Sorbe al Jarama, que habían solicitado el 8/4/1965 para realizar sondeos y el 4/9/1965 para trabajos topográficos. CAMAGu, Elenco GU-3029. Monte "Bienes Comunales", del Ayuntamiento de Retiendas (Guadalajara), Correspondencia.

748 Comparación de soluciones de la conducción hasta el Canal del Jarama y justificación de la solución elegida. Heredia y Moreno, S.A. Ingenieros Consultores, Madrid. Diciembre de 1964. CHT. OT presa de Alcorlo.



útil de 6,64 m² y una pendiente de 0,0005. El caudal máximo teórico calculado era de 8,32 m³/s, y el agua entraría en el canal gracias al nivel alcanzado en el azud, sin bombeos, en lámina libre. Una vez superado el túnel, el canal seguía su trazado a cielo abierto con la misma pendiente y sección trapecial en una longitud de 1.950 m, e iba cubierto con una losa plana de hormigón armado, cuya sección total era de 4,32 m². El cruce con el Jarama se realizaba mediante un sifón de 400 m de longitud de cuerda, para una presión máxima de 4 kg/cm² y una longitud total de 415 m. A este sifón le seguía un tramo en canal a cielo abierto de 650 m de longitud y de iguales características que el anterior, que confluía con el canal del Jarama a la cota 888,88.

La longitud total del trazado en esta primera solución era de 9.310 m. Su dificultad principal residía en la perforación del túnel, de 6,4 km de longitud, cuyas dos terceras partes transcurrían por terrenos silúricos, de excavación complicada. No obstante, se había previsto abrir un pozo de 132 m de profundidad ubicado a 3.450 m de la embocadura del túnel para facilitar la acometida en dos frentes más en los trabajos de perforación. El plazo de ejecución en esta solución se estimaba en 47 meses, y su presupuesto ascendía a 136.483.140 pesetas, al que había que añadir el del azud de toma, que se estimó en 36.943.000 pesetas, resultando un total de 173.426.140 pesetas.

La segunda solución se basaba en un sistema de bombeo de agua en el que tanto la toma en el Sorbe como la desembocadura final en el canal del Jarama se realizaban en los mismos emplazamientos que en la solución anterior. La diferencia más importante estribaba en que en esta alternativa se disponía una estación de bombeo en el azud de derivación compuesta por un grupo de cuatro bombas de 120.000 l/m de capacidad, accionadas por motores eléctricos trifásicos de 3.500 HP de potencia cada uno, y una altura manométrica de 100 m, aproximadamente. La toma se realizaba a la cota 900 y se elevaba a la 1.000, hasta un depósito regulador de aproximadamente 5.000 m³ de capacidad total, del cual partiría un canal de 500 m de longitud. Este canal se comunicaba con otro de 1.200 m en túnel, que afloraba al terreno y volvía a acometer de nuevo en túnel una longitud de 850 m, siguiendo a continuación un canal a cielo abierto de 1.430 m. Seguía un tramo en túnel, que resultaba el de mayor longitud, al tener 2.620 m de largo, permitiendo hacia la mitad, disponer de un pozo de 40 m de profundidad. Por último existían dos tramos más en canal abierto de 1.300 y de 250 m respectivamente, y dos túneles de 550 y 500 m, seguidos uno del otro.

En esta solución, como en la tercera, la energía consumida podría ser restituida parcialmente mediante la instalación de una central hidroeléctrica que aprovechara el desnivel de 100 m existente entre la cota de toma y la del depósito elevado. La longitud del trazado en esta solución era de 10.925 m, que aunque era 1.625 m más larga que la anterior, tenía a su favor una menor obra de túnel y un trazado que permitía distribuir la ejecución en cinco túneles relativamente

cortos⁷⁴⁹. Los dos primeros tramos del canal, en la margen derecha del Sorbe, transcurrían por terreno silúrico. El túnel de 2,5 km presentaba los mismos problemas geológicos que el de la primera solución, aunque algo disminuidos por el hecho de que la cota de túnel en esta ocasión estaba próxima a 1.000 m, si bien el último tramo suponía una verdadera incógnita debido al hecho de que los informes de los geólogos apuntaban a la aparición de formaciones de rañas inestables. El presupuesto de ejecución de esta segunda solución era de 136.704.260 pesetas, comprendiendo en esta cifra la instalación de una central hidroeléctrica, la estación de bombeo y la línea y centros de transformación necesarios.

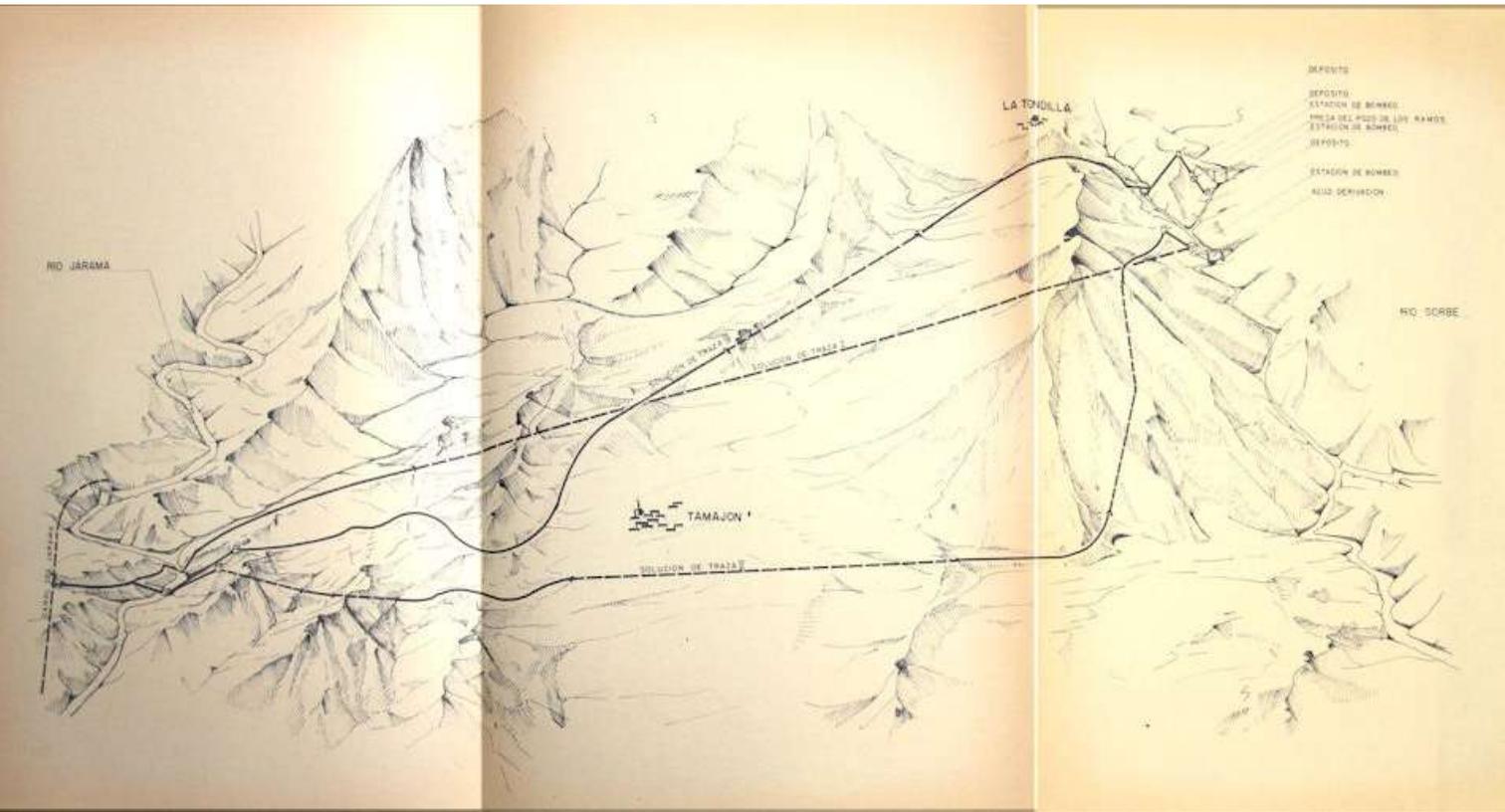
La tercera solución era en realidad una variante de las dos anteriores, aunque con mayores similitudes con la segunda ya que también incluía una estación de bombeo. El informe geológico de esta solución parecía más favorable que el de las dos anteriores, mientras que el trazado del túnel podía realizarse dentro de ciertos límites para que se desarrollase en el silúrico o en el cretáceo indistintamente.

Esta última solución contemplaba dos etapas: una provisional, en la cual se tomaban los caudales de agua directamente del río, y otra definitiva, en la cual la toma se realizaba en el cuenco de la presa del Pozo de los Ramos una vez estuviera construida. En la etapa provisional se establecía un grupo de elevación primario compuesto por cuatro bombas para un caudal de 60.000 l/m cada una, que elevarían el agua desde la cota 880 en el río, a la de 960, en la cual se podía disponer un depósito regulador de 2.000 m³ de capacidad, aproximadamente, o bien establecer la conexión directamente a un bombeo secundario compuesto por otras cuatro bombas de análogas características a las del bombeo primario que elevarían el agua desde la cota 960 a la de 1.040, vertiéndola posteriormente en un depósito de acumulación de 5.000 m³ directamente conectado con la conducción.

En la fase definitiva, una vez construida la presa de Pozo de los Ramos, la toma se realizaría directamente en la cota 960, desplazando la instalación del bombeo primario a su ubicación definitiva, constituida por un grupo de ocho bombas accionadas por motores trifásicos a 380 V y con una potencia de 1.250 HP cada uno. Esta instalación de bombeo sería alimentada por una línea eléctrica que transportase la energía producida por el salto creado al final de la conducción, que con arreglo a los cálculos que se habían realizado para ello, suministrarían la fuerza necesaria para el accionamiento del grupo de bombas sin necesidad de suministro de energía eléctrica complementaria. Los autores del informe se decantaban por esta solución, por ser la de menor plazo de ejecución (31 meses), y al ser menor el volumen de excavación, disminuiría el riesgo de imprevistos y el presupuesto era el menor. Además, en la fase definitiva, con la gran presa construida, contaría con sus necesidades energéticas cubiertas.

749 El más largo de ellos, de 2.620 m, se acometería mediante la apertura de un pozo de 40 m.

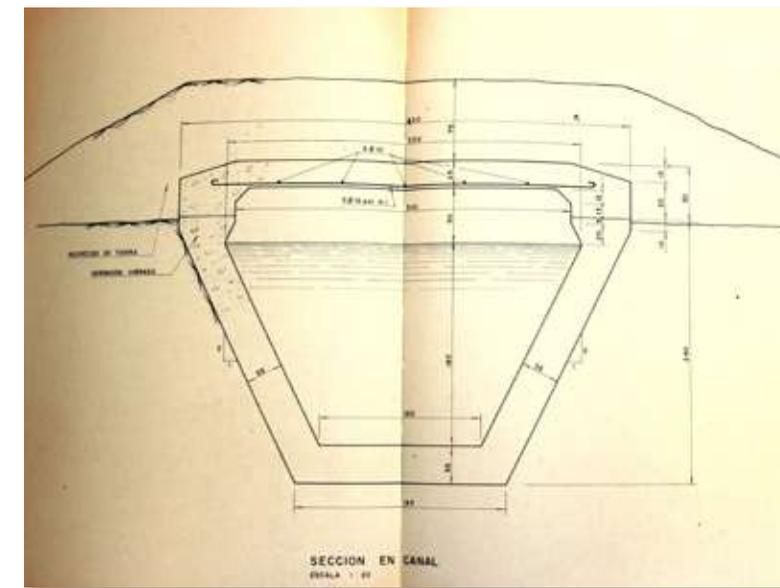
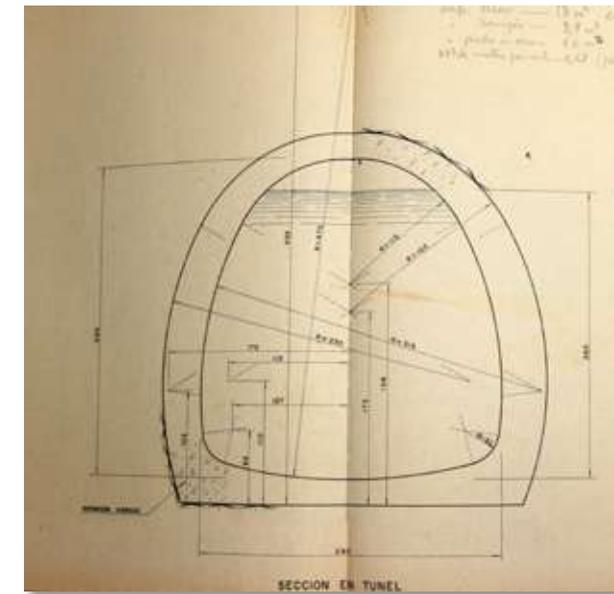
Figura 6. 5. Conjunto panorámico. Hoja nº 11 del Canal de trasvase del Sorbe al Jarama. Heredia y Moreno, S.A. Ingenieros Consultores, Madrid. Diciembre de 1964



Fuente: CHT, Archivo de la oficina técnica de la presa de Alcorlo.

En las tres soluciones, las secciones tipo del canal estaban dimensionadas para un caudal de 8 m³/s, correspondiente al máximo que la Administración había decidido derivar del río Sorbe, hasta 100 hm³ al año. La sección de canal en túnel se planteó de forma ovoidea, con 40 cm de espesor medio con recubrimiento semejante al empleado con éxito en el canal del Jarama, y permitía un caudal máximo teórico, como ya se ha indicado, de 8,32 m³/s, a una velocidad de 1,3 m/s. La sección de canal a cielo abierto era trapezoidal con muros y solera de hormigón de 35 cm de espesor, que se preveía con encofrado metálico interior a fin de reducir el coeficiente de rugosidad. Este canal se cerraba con una placa armada recubierta luego con un espesor mínimo de 75 cm de tierra.

Figura 6.6. Secciones en túnel y en canal. Hojas nº 5 y 6 del Canal de trasvase del Sorbe al Jarama. Heredia y Moreno, S.A. Ingenieros Consultores, Madrid. Diciembre de 1964



Fuente: CHT, Archivo de la oficina técnica de la presa de Alcorlo.

Tabla 6.2. Comparación de soluciones para el trasvase Sorbe-Jarama. Heredia y Moreno, S.A. Ingenieros Consultores, 1964

SOLUCIÓN	EXCAVACIÓN DEL CANAL		LONGITUD TOTAL (m)	TERRENO Y DIFICULTADES DE EJECUCIÓN	PLAZO DE EJECUCIÓN (MESES)	COSTE m ³ DE AGUA EN LA ACOMETIDA DEL JARAMA / COSTE TOTAL (PESETAS)
	EN TÚNEL (m)	A CIELO ABIERTO (m)				
I Toma a cota 900, azud 500 m aguas abajo Arroyo de las Presas	6.400 sección 6,64 m ² pendiente 0,0005 caudal máximo 8,32 m ³ /s	2.510	9.310	Silúrico en la mayor parte del trazado en túnel	47	0,1476 pts/m ³ 173.426.140 (azud de toma incluido, 36.943.000)
II Azud con bombeo, toma a cota 900	5.720	1.955	10.925	Silúrico y cretácico al 50% de trazado en túnel	29	0,33 pts/m ³ 173.647.260 (azud de toma incluido, 36.943.000)
III Presa con estación de bombeo	1.550	7.075	10.840	Cretácico en túnel y rañas en el canal	31	Fase provisional 0,506 pts/m ³ Fase definitiva 0,221 pts/m ³ 123.409.520

Fuente: CHT, Archivo de la oficina técnica de la presa de Alcorlo.

El azud propiamente dicho se proyectó de planta recta y perfil aligerado, y disponía de dos aliviaderos de 12 x 12 m con una capacidad de evacuación de 800 m³/s, regulados con sus respectivas compuertas de sector tipo Taintor accionadas por servomotores. El nivel máximo de embalse se elevaba a la cota 909, y el mínimo descendía a la de 905. En el estribo derecho se dispuso de un desarenador con compuertas tipo vagón de 5 x 5 m defendidas por una ataguía de dimensiones análogas. El desarenador iba equipado con un cuenco de protección, al desfondar la embocadura del canal de trasvase. La toma tenía su solera a cota 900 e iba equipada de una rejilla desde la cota 910, mientras la entrada del agua se regulaba mediante una compuerta de sector accionada por servomotor.

En resumen, dos de las soluciones del estudio de Heredia y Moreno para el proyecto de trasvase Sorbe-Jarama contemplaban la construcción de un azud con la altura suficiente como para regular unos cuantos hectómetros cúbicos, mientras que la tercera optaba por tomar el agua por medios mecánicos y dirigirla luego al canal.

Un nuevo estudio hidrológico elaborado en marzo de 1965, analizó con más atención los datos de pluviometría de la cuenca entre los años hidrológicos de 1943-44 y 1962-63, y se calcularon y graficaron las isoyetas medias anuales. Se comprobó que había una buena correlación entre las aportaciones anuales del Lozoya en Puentes Viejas, y del Jarama en El Vado, así como entre estas últimas y las del Sorbe en Hermanas (toma del abastecimiento de Alcalá de Henares), con lo que parecía adecuado inferir los recursos disponibles en el Sorbe a partir de los datos de aforo en El Vado. Se calcularon los caudales punta en avenidas para períodos de retorno entre 2 (143 m³/s) y 1.000 años (520 m³/s), partiendo de los datos conocidos de avenidas y de caudales medios diarios medidos en el Jarama. Finalmente, se dedujo que multiplicando por un coeficiente de proporcionalidad de 0,89 las aportaciones mensuales que se habían medido en el río Jarama, se podrían deducir las del Sorbe, y con las cifras obtenidas con aforos conocidos del Jarama, se estimó que la aportación anual media del Sorbe en la cerrada del Pozo de los Ramos, era de 154,8 hm³. Esta cifra, superior a la estimada por López-Berges, inducía a pensar que incluso se podía aumentar la derivación hacia Madrid por encima de los 100 hm³.

En la concepción definitiva, así como en la vigilancia de la ejecución posterior del trasvase del Sorbe al Jarama (fase 1) y de la regulación de este último río (fase 2), intervendría por parte de la Confederación Hidrográfica del Tajo el ingeniero Fernando Sáenz Oiza, con la colaboración del Manuel Castillo Rubio y la oficina técnica Heredia y Moreno. Fruto de esta colaboración, en 1966 se redactó el primer proyecto del azud del Pozo de los Ramos y del trasvase Sorbe-Jarama⁷⁵⁰.

750 AMF, 6378-A y -B. Proyecto de Embalse de Pozo de los Ramos y de la conducción hasta el canal del Jarama – 1ª Fase – Trasvase Sorbe-Jarama (03.118.114), más su Complementario (03.118.178). 1966. Se sintetiza su contenido en AGA, (4) 46/5829, Liquidación provisional de las obras del Embalse de Pozo de los Ramos y de la conducción hasta el Canal del Jarama. 1ª Fase Trasvase sobre Jarama y de su complementario. Memoria. 1975.

FERNANDO SÁENZ DE OIZA

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Promoción 1947.

Nació el 8 de junio de 1920 y murió en Madrid el 3 de febrero de 2006.

Estuvo destacado en los Servicios Hidráulicos del Sur de España donde intervino en los proyectos de encauzamiento de la Rambla en Villanueva de Motril, en Granada (1949), en los abastecimientos de agua a Cozviñar (1948), Albuñuelas (1949), Vélez de Benaudalla (1951), Cala del Moral (1954), Torre de Benagalbón (1955 y 1957) y Málaga (1954 y 1957), y en el saneamiento de Fuengirola (1953). También participó en el proyecto de protección contra las avenidas del río Verde de Almuñécar de 1950.

Participó en las obras del Pantano en el río Guadarranque, en el Plan de aprovechamiento hidráulico de los ríos Guadarranque, Hozgarganta y Guadiaro, y en la administración del regadío de Lorca (1967).

A partir de 1960 se integró en la Confederación Hidrográfica del Tajo participando en numerosos proyectos como los de la Presa de Valdeobispo, en Cáceres (entre 1960 y 1962), la transformación en presa vertedero de El Vado (1965, 1967, 1968), la presa del Pozo de los Ramos y la conducción hasta el Canal del Jarama (1969, 1972, 1973). Fue ingeniero encargado, por parte de la Confederación Hidrográfica del Tajo, de la presa de El Atazar durante su construcción, siendo Benito Díaz el responsable por parte del Canal de Isabel II. En 1984 fue jefe del Departamento de Infraestructura Hidráulica y Regadíos de la Confederación Hidrográfica del Tajo.

En este proyecto se recogían las conclusiones de los trabajos previos, y las tres opciones consideradas hasta entonces para el trasvase, que fueron revisadas, así como el trazado del túnel desde el Pozo de los Ramos hacia El Vado, que se había unificado en su mayor parte, salvo las variantes respectivas en el enlace de una de las soluciones que se proponían. En la opción ahora denominada “solución A” se proyectaba un azud de 18 m de altura, que podría utilizarse como ataguía para la construcción de la presa principal, enlazado mediante una conducción de 8 m³/s de capacidad, que arrancaba desde la toma mediante un túnel de 612 m para alcanzar el punto en donde el trazado hacia El Vado era el mismo que para las otras opciones, con un presupuesto de 525.080.861 pesetas. La “solución B” incluía un azud de 23 m de altura, la misma capacidad de conducción, y un túnel de 122 m hasta el punto común, con un presupuesto de 491.468.842 pesetas. Esta fue considerada la mejor alternativa, pero tenía el problema de que podía interferir en la futura construcción de la presa principal, pues una de sus posibles ubicaciones quedaba aguas arriba del azud, que podría estorbar la construcción con su remanso, aunque esto no ocurriría en otro emplazamiento posible para la presa, más abajo del azud. En tercer lugar, la

“solución C”, que mantenía el bombeo del agua, pero para derivar solamente 2 m³/s, se valoraba en 479.572.757 pesetas. La Dirección General de Obras Hidráulicas, aprobó técnicamente el proyecto el 27 de septiembre de 1966⁷⁵¹, iniciándose su información pública, y por O.M. de 21 de febrero de 1967 se aprobó definitivamente la denominada “solución B”. Consistía en la construcción de un azud ubicado inmediatamente aguas abajo de la confluencia del arroyo de las Presas con el río Sorbe, de forma que el remanso de agua alcanzase la boca de entrada al túnel de conducción, situada en la margen derecha del mencionado arroyo. En principio, esta solución parecía la más acertada, al permitir iniciar las obras del canal y acelerar la conducción mientras se acababan los estudios necesarios para el proyecto de la gran presa de regulación.

Para el azud de toma se realizó un anteproyecto que se adaptaba a las soluciones primera y segunda. El emplazamiento del mismo quedaría situado 500 metros aguas abajo de la desembocadura del arroyo de las Presas. La cerrada presentaba buenas condiciones para la ubicación del azud y las pizarras de sus laderas podían servir como estribos para la presa una vez saneadas las zonas descompuestas. Aun así resultaban necesarios reconocimientos más detallados del terreno para determinar la impermeabilidad del vaso, ya que en este tipo de terrenos podían producirse fugas de consideración que diesen al traste con la operación entera.

4. LA EJECUCIÓN DE LA OBRA, LOS PROBLEMAS GEOLÓGICOS Y LOS PROYECTOS REFORMADOS (1968-1976)

El 30 de septiembre de 1968 la empresa Agromán ganó en concurso-subasta las obras de este proyecto, por un importe de 236 millones de pesetas, ofreciendo una considerable baja, pues en el proyecto aprobado en febrero de 1967, el conjunto de las obras se había valorado en 491,47 millones de pesetas. Lo primero que hizo Agromán fue prever las contingencias que previsiblemente podían plantearse en la excavación de los túneles. Sus análisis darían cuenta de las verdaderas dificultades del terreno por el que se pretendía excavar el canal. De acuerdo con los mismos, el túnel principal estaba situado en una zona de estructura geológica muy complicada, como ya se resaltaba en el estudio geológico del proyecto original, pero muy especialmente en la depresión mesozoica situada en los alrededores de Tamajón, cuyo cruce con el túnel era inevitable. Pero no solo los terrenos mesozoicos presentaban dificultades; los tramos inicial y final del túnel principal eran de pizarras paleozoicas que se presentaban intensamente plegadas, formando estructuras isoclinales ligeramente orientadas en dirección Norte-Sur, afectadas por una serie de roturas y fallas, y una intensa red de diaclasas. Por último, el tramo de galería situado junto al arroyo de la Virgen y la boca de entrada del túnel menor (túnel número 2) atravesaban terrenos detríticos terciarios, rañas, formaciones arenosas arcillosas con cantos y bolos en proporción muy variable, con zonas de poca consistencia. Las perspectivas eran bastante preocupantes.

⁷⁵¹ La Dirección General de Obras Hidráulicas aprobó al mismo tiempo un Plan de vigilancia de las obras por importe de 4.917.754 pesetas.

El estudio geológico del proyecto primitivo ya destacaba las posibles dificultades que se presentarían al atravesar los terrenos mesozoicos, en los cuales habría que disponer de instalaciones suficientes para evacuar, en caso de emergencia, caudales de hasta 500 y 1.000 l/s. Pero ese estudio se había realizado con muy pocos medios, ya que solo se basaba en tres sondeos y en una serie de medidas geofísicas, así como en prospecciones eléctricas. Por estas razones, con objeto de reducir las dificultades que se adelantaban en el proyecto primitivo, Agromán se decantaba por un trazado no rectilíneo para el túnel principal, disponiendo un quiebro para superar con normalidad los tramos eventualmente más peligrosos.

Es por ello que los ingenieros de esta empresa planteaban reiteradamente el hecho de que durante la ejecución de las obras habían tenido muy en cuenta toda la información geológica disponible, adoptando en cada caso las soluciones más convenientes. Como resultado de la revisión que Agromán llevó a cabo en su segundo reformado, planteó que si bien el esquema geológico supuesto en el proyecto original era aceptable en líneas generales, existía una serie de puntos dudosos cuya repercusión en las obras podría ser muy considerable. En particular, se desconocía todo lo relativo a la permeabilidad o el grado de fisuración de las calizas y margas mesozoicas, así como los acuíferos existentes que, dada la cota del túnel, podrían originar cargas de agua superiores al centenar de metros, ya que las calizas superficiales eran permeables y estaban carstificadas, por lo que existían vías fáciles para la penetración del agua. También se ignoraba el comportamiento de las fallas en profundidad (a la cota del túnel) y si las pizarras próximas estaban milonitizadas, lo que crearía un paso favorable para el agua. Por último, el problema de impermeabilización y consolidación de las arenas arcósicas se presentaba difícil, pues habría que recurrir a inyecciones químicas a base de gel de sílice muy diluido con reactivo mineral, lo que aumentaría los costes de materiales y ejecución. Se imponía por tanto realizar una serie de estudios y reconocimientos geológicos complementarios⁷⁵².

En abril de 1970 se encargó al Servicio Geológico de Obras Públicas un informe que reuniese toda la documentación existente hasta el momento con objeto de concretar los trabajos de reconocimiento complementarios que se necesitaban. Este informe, encargado al ingeniero Ángel García Yagüe, fue emitido en junio de 1970, y en sus inequívocas conclusiones recogía que el tramo mesozoico presentaba dificultades y que no se conocía el terreno suficientemente bien como para preverlas en su importancia y situación. Los sondeos eléctricos efectuados (hasta los 100 metros) no podían extrapolarse a la geología de la cota del túnel, que en gran parte de su trazado se situaba a 150-180 m de profundidad desde la superficie. Por otra parte, de las calizas turonenses carstificadas cabía esperar en ellas filtraciones importantes de agua; por si fuera poco, en las margas y calizas cenomanenses podría entrar agua pero sin gran importancia en cuanto a su cantidad. Se apuntaba como probable que una modificación que llevase la traza más al sur podría atravesar terrenos algo más favorables, pero en todo caso no existían elementos suficientemente seguros como para aceptar como óptimo el trazado inicial previsto.

752 La problemática de estas composiciones geológicas se estudia en la tesis doctoral de Ménenez-Pidal de Navascués, Ignacio: Interacción de las arenas en Facies Utrillas en las obras de ingeniería civil. Revisión documental y caracterización geológica-geotécnica, Madrid; Universidad Politécnica de Madrid, ETSICCP, 2006, pp. 28-30. Accesible en http://oa.upm.es/519/1/IGNACIO_MENENDEZ_PIDAL_DE_NAVASCUES.pdf [consulta 10/12/2014]. Agradecemos a su autor la lectura de la síntesis de su texto, al que nos remitimos en este apartado.

Se realizó un vuelo especial para obtener fotogramas a escala 1:5.000 para el estudio de la geología superficial de la zona. Asimismo se efectuaron diversos sondeos, tanto en el trazado primitivo como en el nuevo, en profundidades de hasta 20 metros mayores que la cota del túnel y que luego serían registrados geofísicamente (con rayos Gamma). Finalmente se efectuaron prospecciones eléctrico-resistivas a profundidades mayores que las del túnel. Con todos los datos provenientes de estas investigaciones se obtuvo un plano geológico bastante completo a la cota del túnel.

En vista del informe elaborado por el Servicio Geológico de Obras Públicas en diciembre de 1970 y de todas las demás investigaciones, se llegó a la conclusión de que convenía modificar el trazado del túnel principal desviándolo hacia el sur, al efecto de mantener el máximo de su traza en pizarras silíceas y un mínimo en el Albense-Trias, evitando en lo posible atravesar terrenos del Senonense-Turonense, rañas del Plioceno y zonas con fallas⁷⁵³, para lo cual se pidió la preceptiva autorización para redactar el proyecto reformado, con un cambio de trazado pero también con algunas variaciones previstas en diversas unidades de obra (mayor protección metálica para evitar desprendimientos, necesidad de profundizar más de lo proyectado en la cimentación del azud en el río Sorbe, etc.), probándose con ello el beneficio derivado de la minuciosidad de los estudios geológicos⁷⁵⁴, lo que en este caso vendría a ocasionar un presupuesto adicional no superior, se estimaba, a un 8 por ciento. Fue así como el 2 junio 1971 se acordó autorizar la redacción del segundo proyecto reformado.

Desde la fecha de redacción del proyecto primitivo en junio de 1966 habían cambiado sustancialmente las circunstancias del abastecimiento de agua a Madrid, lo que tenía serias repercusiones en este segundo proyecto reformado. La entrada en servicio del embalse de El Atazar había resuelto el problema urgente que existía, por lo que a partir de ese momento no había razón alguna para forzar el ritmo de las obras del trasvase Sorbe-Jarama a costa de reducir su seguridad o de aumentar innecesariamente su coste.

753 Ibidem, p. 29, En diciembre de 1970 se elaboró un nuevo informe a partir de una campaña de reconocimiento geológico que incluyó 22 sondeos mecánicos, 3 perfiles sísmicos y 117 sondeos eléctricos resistivos interpretados cualitativamente.

754 Ibidem, p. 54. Menéndez-Pidal estima que el trasvase Sorbe-Jarama supuso una confirmación de ampliar las limitadas prospecciones geológicas de muchas obras, influyendo en este caso en las coetáneas que se llevaban a cabo en el túnel del Talave, en el trasvase Tajo-Segura.

Figura 6.7. Agromán. Esquema general del trasvase Sorbe-Jarama. 1973



Fuente: ACYII.

El estudio del nuevo emplazamiento del embalse del Pozo de los Ramos y del posible gran embalse del Jarama (Casa de Uceda), próximo a la confluencia con el río Lozoya, afectaba también a este segundo reformado. Todo se ralentizó, incluida la reubicación del azud en Pozo de los Ramos. El régimen de funcionamiento del trasvase Sorbe-Jarama también sería distinto a partir de entonces. Inicialmente solo se preveía el trasvase desde el río Sorbe hasta el canal del Jarama, pero a partir de este momento la mayor parte de los caudales se trasvasarían directamente al río Jarama para ser regulados en el proyectado embalse de Casa de Uceda a través de una nueva obra de vertido al arroyo de la Virgen, situado en la salida del túnel del trasvase desde el Sorbe.

Por último, la transformación en vertedero de la presa de El Vado, que concluyó en abril de 1968, obligaba a sustituir el sifón previsto en el proyecto primitivo del trasvase Sorbe-Jarama e incluir un acueducto para el cruce del río Jarama, aguas abajo del pie de presa. Todo había cambiado. Había pues que reconfigurar y materializar el nuevo proyecto respecto al original. Concretándose en:

1.- Un azud de derivación en el río Sorbe para lograr el remanso necesario para que las aguas entrasen por gravedad en la conducción.

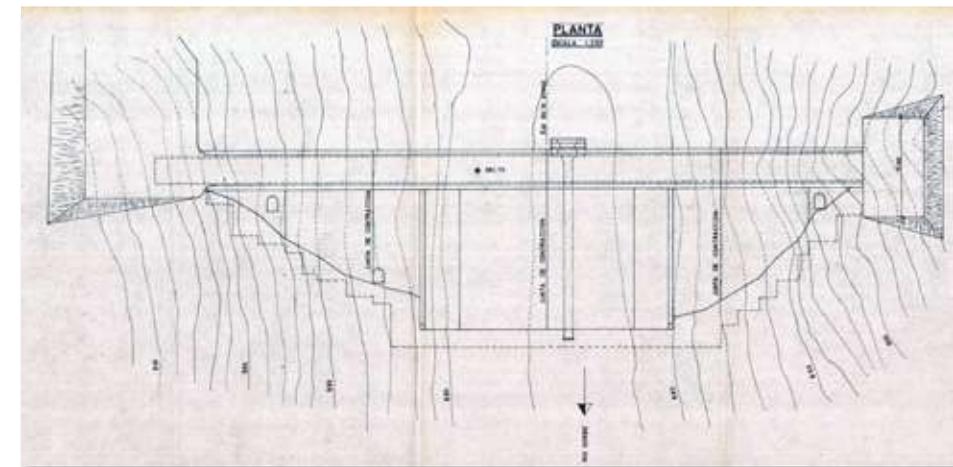
2.- Una conducción, en lámina libre, de 9.114 metros de longitud, con pendiente uniforme del 0,0005 y una capacidad de 8 m³/s. La sección tipo sería igual que la del canal del Jarama, ovoidea con la solera ligeramente cóncava. Con una sección libre de 6,7 m², anchura máxima de 2,80 m y altura de 2,90 m, idéntica para todo el trazado, que constaba de tres tramos: el primero era el túnel principal de 7.205 m de longitud y sin posibilidad práctica de bocas intermedias, cuya traza no era rectilínea; seguía un tramo en galería, falso túnel o túnel artificial, junto al arroyo de la Virgen, de 952 m de longitud; y el último tramo consistía en un túnel más corto, de 957 m, que atravesaba el cerro del Cabezo de la Viña, junto a la presa de El Vado, y cuya traza presentaba una curva amplia para enlazar con el acueducto-viaducto que atravesaba el río Jarama a 30 m de altura sobre su cauce. Este acueducto, de 130 m de longitud, ya estaba construido por estar incluido en la obra de transformación de El Vado en presa de vertedero.

3.- Los caminos de acceso a las bocas del túnel principal y al azud del río Sorbe.

4.- El tramo final de enlace con el Canal del Jarama, la obra de vertido al arroyo de la Virgen, y otras pequeñas obras de mejora de la explotación.

Por lo que respecta al azud en el río Sorbe⁷⁵⁵, definitivamente sería de labio fijo, como en el proyecto primitivo, conservándose las cotas de la cresta a 898 m y la del vertido del perfil triangular teórico a 901 m. Se mantenía también la disposición recta de su planta.

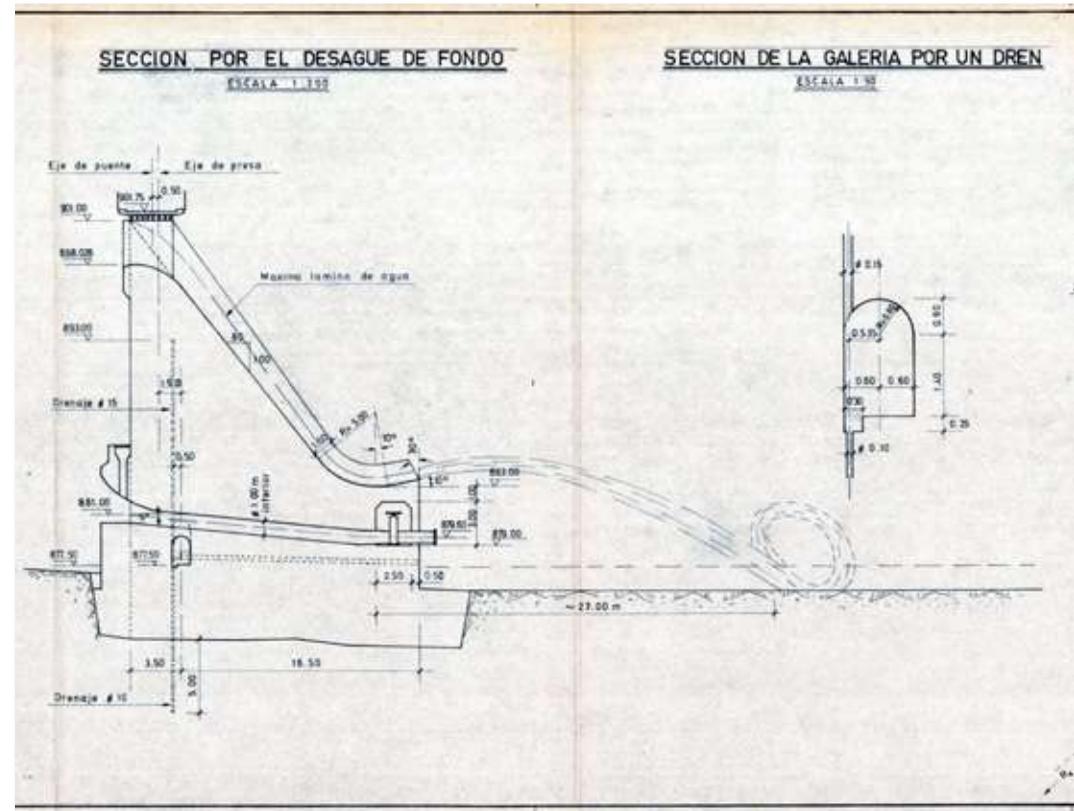
Figura 6.8. Planta general del azud Pozo de los Ramos. Segundo proyecto reformado. 1972



Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración 46/5028.

755 La descripción incorpora datos del segundo proyecto reformado (1972) y del Documento XYZT del azud Pozo de los Ramos.

Figura 6.9. Perfil del azud Pozo de los Ramos. Segundo proyecto reformado. 1972



Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración 46/5028.

En relación con el emplazamiento concreto del azud, hubo también que solventar algunas dificultades. Inicialmente, la gran presa se había proyectado en una cerrada situada 500 metros aguas arriba de la confluencia del arroyo de las Presas, pero la cimentación en ese lugar presentaba dificultades, por lo que se estudió la posibilidad de levantar el muro un kilómetro y medio más abajo del emplazamiento prefijado, sobre un terreno uniforme, compuesto por pizarras silúricas que comenzaban en el arroyo de las Presas y conservaban las mismas características morfológicas en ambos sitios. Finalmente, una vez elegido el lugar de emplazamiento (latitud $41^{\circ} 01' 30'' N$ y longitud $0^{\circ} 29' 15'' E$) ya solo era cuestión de construir el azud, cuya comunicación desde Guadalajara habría de efectuarse por la carretera a la localidad de Tamajón, y de ahí por el camino de servicio de la presa de El Vado hasta la ermita de los Enebrales, donde derivaba el camino de acceso construido *ad hoc* para facilitar las obras en el Pozo de los Ramos.

Figuras 6.10 y 6.11. Trazado de la excavación de cimientos en el azud del Pozo de los Ramos e inicio de los trabajos de roza sobre la roca de pizarra. Ca. 1967



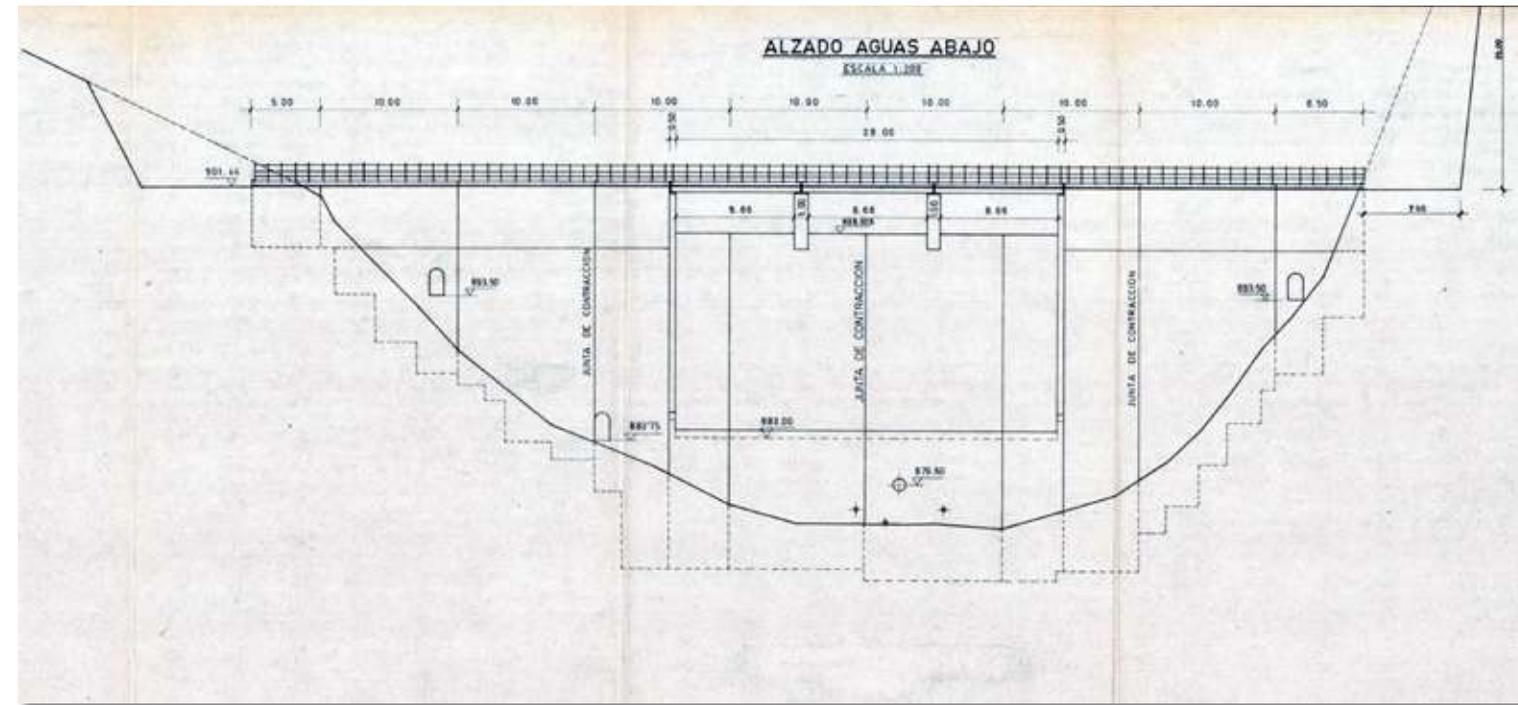
Fuente: MAGRAMA, DGA 00001780031900230206001.

En una cerrada de pizarras silurianas, se proyectó y construyó un azud-vertedero de planta recta de 82 m de longitud, tipo gravedad, de hormigón, con aliviadero central y desagüe de fondo. El perfil elegido era triangular, con paramento vertical aguas arriba y, en el de aguas abajo, vertical desde la coronación en la cota 901 hasta la cota 897,25, y de ahí en talud de 0,80 hasta los cimientos (en el proyecto anterior eran 0,05 y 0,75 respectivamente), buscando una mejor adaptación al comportamiento hidráulico de la presa con trampolín de lanzamiento. La altura sobre cimientos era de 28,50 m, y sobre el cauce de 23,75 m. La altura máxima de la presa alcanzaría 3 m más de lo previsto inicialmente, debido al estado de la roca sobre la que se asentaba. Las obras de la cimentación fueron supervisadas por el Servicio de Vigilancia de Presas. El volumen total de las excavaciones se calculó en 7.900 m³, mientras que el de los hormigones alcanzaría los 18.100 m³. Ambos suponían aumentos mayores del 40 % sobre los calculados inicialmente.

Como se preveía que el azud habría de ser utilizado durante un largo periodo de tiempo, hasta que se levantara la gran presa, se estimó conveniente dotarle de un paso sobre su coronación y un desagüe de fondo, ninguno de los cuales estaba previsto en el proyecto inicial. A la cota 901,75, se diseñó una pasarela sobre la coronación de vía única (de 3,5 m de calzada y dos aceras de 0,5 m, con barandillas en sus bordes), mientras el cruce sobre el vertedero se dispuso con dos pilas intermedias de 1 m de espesor, resultando tres vanos libres de 8,66 m.

El aliviadero del azud construido consiste en tres vanos de 8,66 m de luz separados por dos pilas de 1 m de ancho. El vertedero tiene un perfil formado por arcos circulares acordados sucesivamente, con el umbral en la cota 898,03 y el perfil triangular teórico de vertido a 901 m. Al final del escarpe, flanqueado por dos cajeros verticales de altura decreciente desde la coronación hasta la base, donde alcanzan 1,5 m, el vertedero se conecta con un trampolín de perfil circular de 9,50 m de radio, cuyo extremo forma un ángulo de 10° en contrapendiente con la horizontal. El labio final se sitúa en la cota 883,4, rematándose el conjunto mediante un paramento vertical hasta el cauce, cuya altura máxima llega a alcanzar los 7,40 m.

Figura 6.12. Alzado aguas abajo del azud Pozo de los Ramos. Segundo proyecto reformado. 1972



Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración 46/5028.

Una compuerta tipo vagón, accionada desde la pasarela sobre la coronación, está situada en el vano izquierdo, de 4 m de luz y 5 m de altura, corta el vertedero en su plano horizontal a la cota 893,20, quedando la cota superior de la compuerta en posición de cierre a la cota 898,20, ligeramente más alta que el umbral de vertido a 898,03. A la izquierda del vano de la compuerta hay otro de 3,66 m de luz, pero está cerrado por una ataguía de fábrica, en bóveda, susceptible de rotura en caso de una avenida, para ampliar la capacidad de evacuación. La compuerta permanece abierta de manera habitual. La longitud total del vertedero alcanza los 28 m, y su capacidad inicial de vertido se calculó en 290 m³/s, correspondiente a la avenida de 50 años. Considerando una lámina máxima de 3 m, la capacidad de vertido aumenta a 460 m³/s, y si la ataguía se libera, alcanzaría 650 m³/s, caudal de la avenida de 500 años de periodo de retorno.

El desagüe de fondo consiste en una tubería de chapa soldada de 20 mm de espesor, 20 m de longitud y 1 m de diámetro interior, con cotas de origen a 881 y salida a 879, respectivamente. Fue provisto de una embocadura, una válvula compuerta alojada en una galería bajo el trampolín, y otra válvula Howell-Bunger a la salida. Con el agua al nivel del vertedero, su capacidad alcanza los 9 m³/s.

Figura 6.13. Pozo de los Ramos Vista fronto-lateral. Ca 1973

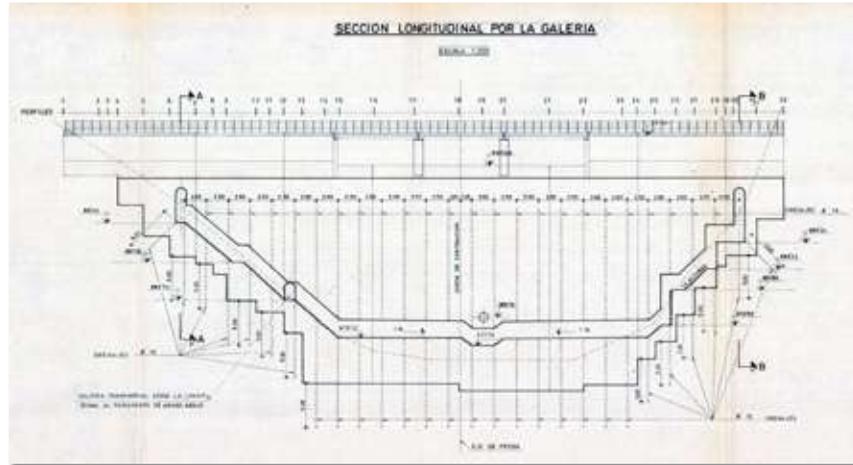


Fuente: MAGRAMA, DGA 00001780031900230206001.

El azud cuenta con una galería longitudinal de 62,5 m, 1,2 m de ancho y 2 m de altura, con accesos por el estribo derecho a las cotas 893,5 y 882,75 m y por el izquierdo solo a la cota 882,75 m.

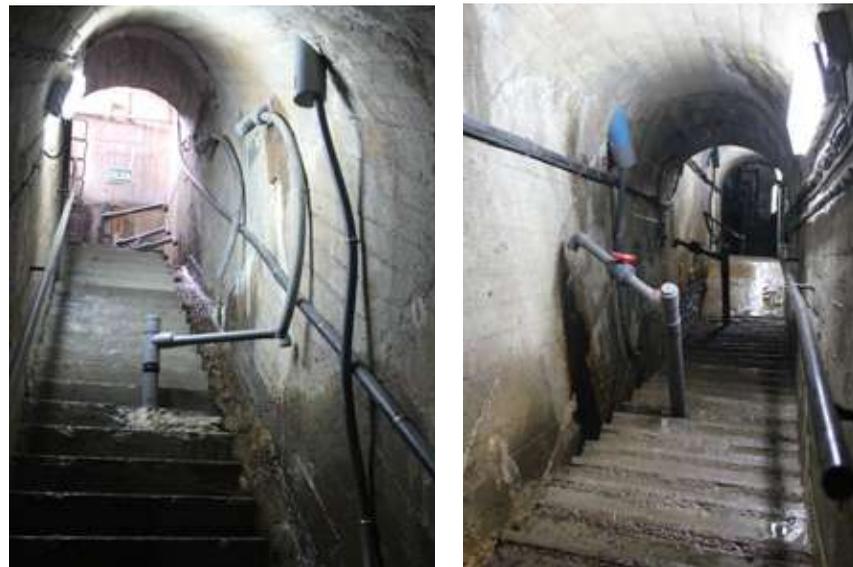
Se ha dispuesto una pantalla longitudinal de drenes a 3 m del paramento de aguas arriba, consistentes en conductos verticales de 15 cm de diámetro, separados entre sí 2,5 m, estando su extremo inferior en la bóveda de la galería, junto a la pared situada aguas arriba, y prolongación bajo el canalillo de la bóveda, hasta una profundidad de 5 m en la roca de cimentación. El agua de las filtraciones se canaliza hacia un desagüe exterior situado bajo el trampolín.

Figura 6.14. Sección longitudinal por la galería del azud del Pozo de los Ramos. Segundo proyecto reformado, 1972



Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración 46/5028.

Figuras 6.15 y 6.16 Interior de la galería perimetral de la presa del Pozo de Los Ramos, donde se observan los drenes



Fotografías: F. Fernández Izquierdo, 2015

Tabla 6.3. Azud de derivación en el río Sorbe, Pozo de los Ramos. Características principales

Localización latitud 41° 01' 30" N y longitud 0° 29' 15" E. Términos municipales de Tamajón, Arbancón y Semillas (Guadalajara).	
Tipo	Presa-vertedero de labio fijo, de gravedad y planta recta
Superficie cuenca hidrográfica	409 km ²
Aportación media anual	170 hm ³
Cota del cauce en la presa	877,00 msnm
Cota del MNE	898,03 msnm
Altura máxima	28,50 m
Altura sobre cimientos	29,25 m
Longitud de coronación	82 m
Volumen de hormigón	18.000 m ³
Capacidad máxima	1,12 hm ³
Capacidad útil	0,3 hm ³
Superficie del embalse	14 ha
Caudal de avenida de proyecto	650 m ³ /s
Capacidad del aliviadero	650 m ³ /s
Capacidad del único desagüe	5,060 m ³ /s

Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración 46/5028 y ficha de embalse del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables <<http://sig.magrama.es/snczi>. Consulta el 15/4/2013.

El volumen del embalse alcanzado finalmente fue de 1,123 hm³ a la cota 898,03 (umbral del vertedero), siendo su capacidad útil de 0,3 hm³, que es coherente con el objetivo de un azud destinado al desvío de agua fluente, sin capacidad de regulación.

Con todo, por el desagüe de fondo se mantiene el vertido constante de 300 litros por segundo para el sostenimiento del caudal ecológico del río Sorbe.

Figura 6.17. Panorámica frontal desde el estribo derecho del azud del Pozo de los Ramos, con el desagüe de fondo abierto



Fotografía: F. Fernández Izquierdo, 2015.

La conducción Sorbe-Jarama también iba a experimentar cambios de importancia en este segundo reformado. En el túnel principal se modificó la situación de la boca número dos (boca Oeste) debido a que la proyectada anteriormente ofrecía dificultades de ejecución. El túnel presentaba a 150 metros de esta boca una curva, mientras que el cruce bajo el arroyo (a 80 metros de la boca) se hacía en un punto con poco recubrimiento de terreno, por lo que podría crear dificultades de filtraciones importantes, de modo que la boca se trasladó hacia el oeste, hasta la vaguada siguiente, suprimiéndose dicha curva. Además, era necesario construir un tramo de galería para ganar desnivel al arroyo y poder evacuar por gravedad las filtraciones del túnel.

No obstante, la principal modificación del trazado tuvo lugar en el tramo mesozoico. Con el nuevo trazado se acortaba en 40 metros la longitud total del túnel principal, de los 7.245 m que tenía el primitivo a los 7.205 m del reformado. Otro cambio de relevancia fue que en el primitivo se preveían tres espesores del revestimiento del túnel -0,40, 0,50 y 0,75 metros-, mientras que ahora

se incluía un cuarto de 0,60 metros. En el tramo de galería junto al arroyo de la Virgen se rectificó ligeramente el trazado gracias a las buenas condiciones de estabilidad del terreno. Quedaba ahora con siete tramos curvos en lugar de los 13 previstos en el proyecto primitivo. Su longitud total se redujo a 952 metros, 18 menos que en el anterior trazado. El túnel final conservaba el trazado primitivo, pero la longitud del tramo de rañas resultó mayor que lo inicialmente previsto, lo que exigía entibaciones especiales. Tras iniciarse la conducción junto al río Sorbe en la cota 895,78, la cota de llegada a la cámara de arranque del canal del Jarama quedó establecida en 889,90. Resulta sorprendente la agudeza del ingeniero Ramón de Aguinaga, que en 1918 había ideado este trasvase, y tras diversos anteproyectos y proyectos, en el definitivo (2º reformado), tanto las cotas de inicio y final, como la pendiente, se ajustaban a las mediciones de aquel ilustre y visionario director del Canal de Isabel II.

Tabla 6.4. Comparación de los proyectos del Canal del Sorbe (incluyendo el coste en proyecto del azud del Pozo de los Ramos)

AUTOR	AÑO	PRESA ALTURA (m)	CAPACIDAD EMBALSE (hm ³)	LONGITUD CONDUCCIÓN (m)	TÚNEL (m) (tramos)	CAPACIDAD DEL CANAL (m ³ /s)	COTA ORIGEN (msnm)	COTA FINAL (msnm)	PENDIENTE	PRESUPUESTO EN PROYECTO (Millones de pesetas)*
Aguinaga	1918	55	40	10.097	6.914 (2)	4	895	889,95	0,0005	6.753
López-Berges	1949	55	40	10.000		8	892,50	890	0,00025	15.434
Heredia y Moreno (I)	1964	34	-	9.310	6.400 (1)	8	900	888,88	0,0005	173.426
Heredia y Moreno (II)	1964	34	-	10.925	5.720 (5)	8	900/ 1.000	888,88	0,0005	173.647
Heredia y Moreno (III)	1964	115	-	10.840	7.075 (3)	8	880/ 1.040	888,88	0,0005	123.409
Sáenz Oiza(B)	1969	26	1	9.172	8.212 (2)	8	895,78	889,90	0,0005	491.469
Sáenz Oiza(2º reformado + incremento)	1972-1975	29	1,1	9.114	8.162 (2)	8	895,78	889,90	0,0005	589.314
Yges (obras complementarias)	1973	29	1,1	9.114	8.162 (2)	8	895,78	889,90	0,0005	+ 97.573

* Precios de ejecución por contrata, en el proyecto, para mantener coherencia en la comparación evolutiva. En las liquidaciones con el contratista se modificaron por los coeficientes de adjudicación y de revisión de precios. Los presupuestos se refieren a pesetas corrientes en cada momento.

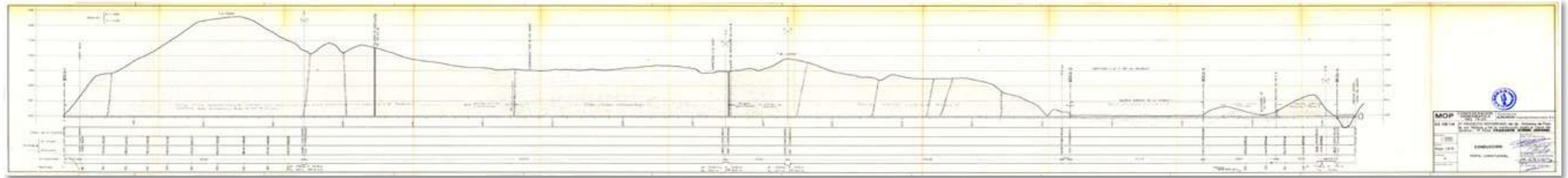
Fuente: elaboración propia a base de los proyectos.

Figura 6.18. Trasvase Sorbe-Jarama. Segundo proyecto reformado. Planta general. 1972



Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración 46/1827.

Figura 6.19. Trasvase Sorbe-Jarama. Segundo proyecto reformado. Conducción. Perfil longitudinal. 1972



Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración 46/1827.

Para la excavación de los túneles en tan complejo terreno de pizarras y arcillas, se hizo necesario el uso de un jumbo de dos brazos de aire comprimido para perforar los barrenos. La carga y retirada de escombros se efectuó con un tren búnker B2-35 de 35 m³, mientras que para el suministro de aire comprimido se dispuso de tres instalaciones fijas, con un total de 23 compresores y 1.880 CV de potencia. La excavación se efectuó asimismo por medio de 20 martillos Pantera de perforación con agua y dos locomotoras eléctricas de 70 CV, así como con la ayuda de diez locomotoras diésel de entre 40 y 90 CV.

Pero los cálculos de este segundo reformado pronto se verían modificados. La realidad cambiaba a cada paso. En este sentido, la ejecución de los túneles registró múltiples incidencias que merecen ser mencionadas, pues dan cuenta de la complejidad de las obras desarrolladas en un terreno tan quebradizo y accidentado. En efecto, la ejecución de un túnel siempre es una obra delicada y llena de imponderables, y por muy avanzados que sean los estudios previos de los terrenos a atravesar, hasta que no se procede a su perforación, no se conoce su verdadera naturaleza y estado. Por eso debe irse perfilando día a día con las características reales del terreno.

Figura 6.20. Trasvase Sorbe-Jarama. Medios auxiliares. Agromán. 1973



Fuente: ACYII.

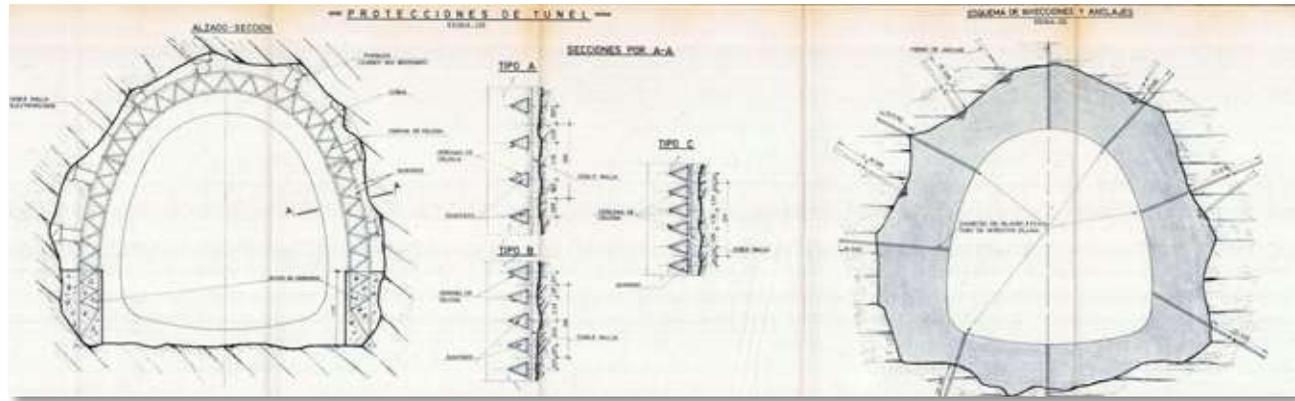
Figura 6.21. Pozo de los Ramos. Trasvase Sorbe-Jarama. Boca nº 1, entrada al túnel principal



Fuente: MAGRAMA
 00001780031900230206001-3.

En el frente de avance de la boca uno del túnel principal, que arrancaba junto al río Sorbe, aparecieron zonas de pizarras muy descompuestas, coincidiendo con las fracturas más importantes y las zonas más descomprimidas próximas a la boca, en las que era mayor el caudal de las filtraciones. Se resolvió con preanillos de hormigón, bulonado y entibaciones con cerchas metálicas, mallazo y gunitado con adición de productos acelerantes del fraguado.

Figura 6.22. Trasvase Sorbe-Jarama. Protecciones de túnel, inyecciones y anclajes. 1972



Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración 46-5828.

Las filtraciones, debido a la pendiente del túnel, tendieron a concentrarse en el frente de avance, exigiendo las correspondientes instalaciones de agotamiento. Las dimensiones interiores del túnel impidieron simultanear el avance y el hormigonado. Antes de acercarse a la zona más peligrosa, que coincidía con el cruce de la rama oriental de arcosas, se consideró necesario proceder al revestimiento de hormigón, lo cual aumentó la seguridad en los trabajos y redujo el caudal de las filtraciones, aunque retrasó el avance de las obras y provocó un encarecimiento para la contrata, al tener que desmontar, para hormigonar, y volver a instalar, todas las conducciones (ventilación, aire comprimido, tuberías de agotamiento y línea de energía eléctrica).

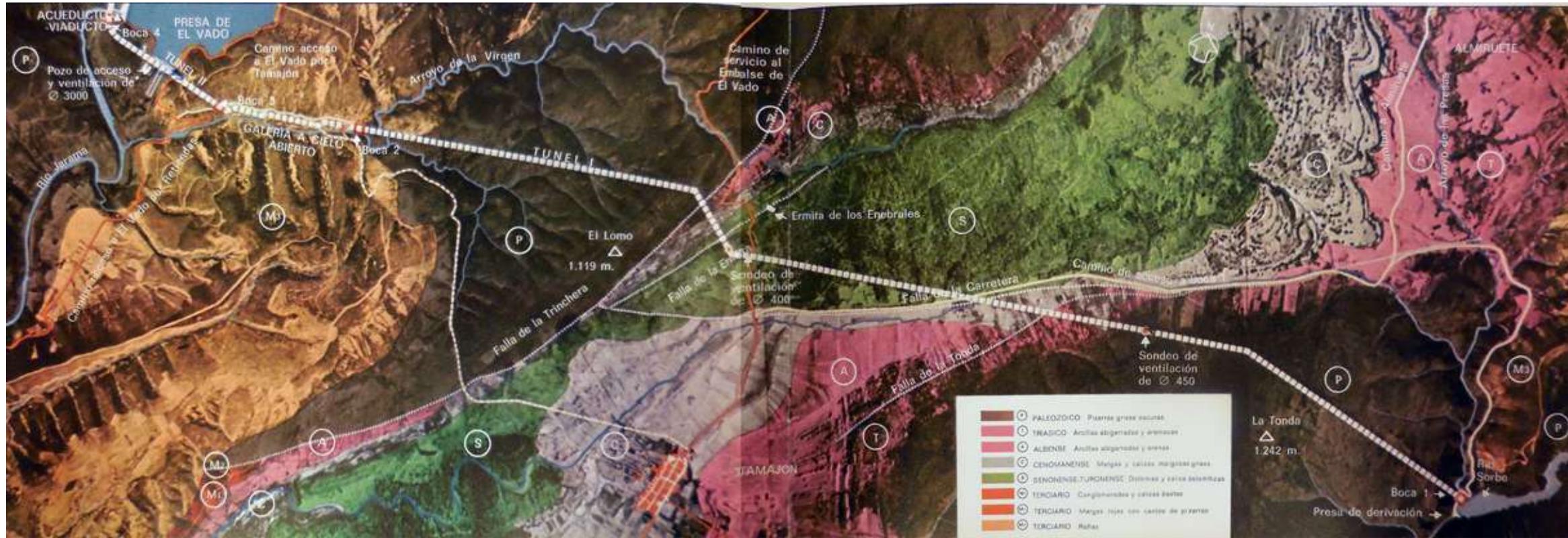
En la boca dos (boca oeste del túnel principal, junto al arroyo de la Virgen) se encontraron dificultades para el emboquillado, a pesar de los precortes en las laderas para su preparación; se resolvieron a base de realizar, encima de la clave del túnel, una caja para poder hormigonar una viga armada que se apoyaba en los hastiales de la ladera y servía para proteger la boquilla y evitar los desprendimientos. En el tramo de pizarras las dificultades fueron análogas, aunque de menor importancia que las presentadas en la boca uno. El cruce de la falla próxima a la ermita de los Enebrales, que se pasó perpendicularmente debido a la nueva situación del quiebro, se hizo sin dificultades, mientras el tramo de arcosas dio menos complicaciones de las esperadas. Los

Figura 6.23. Trasvase Sorbe-Jarama. Interior del túnel, con las conducciones y vías necesarias para la perforación. Agromán 1973



Fuente: ACYII.

Figura 6.24. Planta general y geología superficial trasvase Sorbe-Jarama. Agromán. 1973



Fuente: ACYII

mayores problemas se presentaron en la solera, pues se reblandecía por la presencia del agua y dificultaba la colocación de la vía, que se hundía, a pesar de la construcción de una presolera de hormigón, debido al peso de la maquinaria empleada en la perforación, especialmente la de la locomotora del tren bunker. En el tramo de margas hubo que ensayar diversos tipos de cuele (voladuras) hasta lograr un avance satisfactorio en la perforación.

En la boca tres, la entrada al túnel secundario desde la ladera del barranco de la Virgen en dirección al Jarama, los trabajos de excavación fueron lentos y difíciles debido a la zona de rañas que había que atravesar, con aportaciones de agua procedentes de filtraciones desde el embalse de El Vado. Este problema fue objeto de consulta a diversos especialistas, tanto de la contrata como del Servicio Geológico de Obras Públicas. Los desprendimientos, principalmente en la zona más vulnerable, eran constantes, como también lo eran las filtraciones, incluso en las épocas en las que el embalse estaba más bajo. Se intentó reducir las filtraciones, al menos en la zona

clave, por medio de unos taladros de mayor profundidad en el frente, en la zona de hastiales, pero resultaron infructuosos. La naturaleza del terreno no admitía las inyecciones de cemento y los productos químicos, de dudosa eficacia, resultaban excesivamente costosos. Se resolvió entonces por medio de avances muy cortos, de medio metro, y colocando inmediatamente después de la retirada de escombros, una cercha de celosía, tipo ceno, que sujetaba una doble malla de 5 centímetros de luz que impedía la caída del terreno. El conjunto se gunitaba, con adición de acelerante de fraguado, con dos capas de 5 centímetros de espesor para darle consistencia. Igualmente se gunitaba la zona clave del frente. Con este procedimiento se logró la perforación del túnel en los 150 metros de rañas que hubo que atravesar.

En la boca cuatro, abierta en el cerro de la Viña frente a la cámara de descarga del canal del Jarama, al otro lado del río, el emboquillado se hizo de forma análoga al de la boca dos. A 420 metros de la entrada, se atravesó una falla donde la pizarra estaba completamente triturada y

milonitizada, lo que produjo una importante chimenea con aparición de filtraciones a fines de enero de 1970. La mayor gravedad estribaba en la proximidad del embalse de El Vado, pues la traza del túnel pasaba a unos 20 metros del aliviadero lateral, por lo que existía el temor de un aumento de las filtraciones que pudiese originar un sifonamiento del embalse a través del túnel. De esta incidencia se dio cuenta inmediata al Servicio de Vigilancia de Presas, que realizó una serie de visitas de inspección⁷⁵⁶ y ordenó la ejecución de un tapón de cierre del túnel en la zona anterior a la falla. Después, desde la superficie, pues el recubrimiento del terreno era de unos 30 metros solamente, se hicieron unos sondeos para reconocer la importancia de la chimenea (unos 15 metros de altura) y la situación exacta de la falla. Una vez delimitada esta y la chimenea producida, se procedió a su relleno con mortero de cemento y a su consolidación final con inyecciones de cemento. Para mayor seguridad, y aprovechando la facilidad de acceso y el pequeño recubrimiento del terreno, se decidió la iniciación de un pozo de 3 metros de diámetro libre, previsto para su utilización subsiguiente durante la explotación de las obras, ya que proporcionaba un camino fácil para la introducción de maquinaria o materiales en el caso de necesitarse alguna reparación; al mismo tiempo garantizaba una ventilación natural que favorecía las visitas al interior. A principios de marzo de 1970⁷⁵⁷, una vez consolidado el terreno, se demolió el tapón y se reanudó sin complicaciones el avance del túnel.

Figura 6.25. Canal del Sorbe, hundimiento en 1970



Fuente: MAGRAMA, DGA, 000023480319003202010403014.

756 MAGRAMA, DGA 000023480319003202010403014 y 15, 000023480319003202020002010. Escritos y acta de la reunión celebrada el 2 de febrero de 1970 por el Servicio de Vigilancia de Presas, el ingeniero encargado de las obras por la Administración y la empresa Agromán para determinar las actuaciones en el túnel del trasvase.

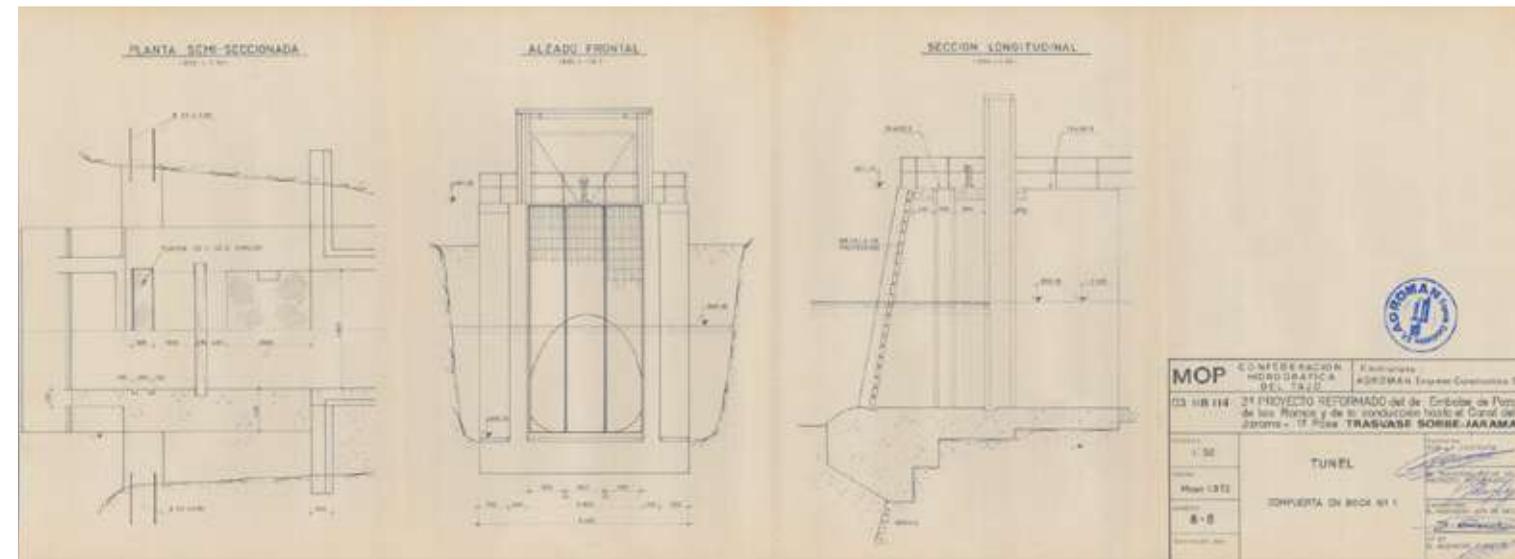
757 MAGRAMA, DGA, 000023480319003202020002009. Nota de 6 de marzo de 1970.

Tabla 6.5. Características principales del Trasvase Sorbe-Jarama

CARACTERÍSTICA	MAGNITUD
Cota de la solera en el origen	895,78 m
Longitud total	9,24 km
Túnel I	7,20 km
Galería (a cielo abierto)	0,95 km
Túnel II	0,96 km
Acueducto-viaducto	0,13 km
Pendiente	0,0005
Sección libre	6,69 m ²
Volumen de excavación túnel	100.000 m ³
Volumen de hormigón en revestimiento de túnel	60.000 m ³

Fuente: elaboración propia a partir de los proyectos.

Figura 6.26. Trasvase Sorbe-Jarama. Segundo proyecto reformado. Compuerta de acceso al túnel nº 1. 1972



Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración 46/1827.

Figura 6.27. Entrada al túnel del trasvase Sorbe-Jarama, con compuerta y rejilla



Fotografía:
F. Fernández Izquierdo, 2105.

La necesidad de disponer de una almenara intermedia, situada en el extremo del túnel principal con desagüe al arroyo de la Virgen, así como las particularidades del último tramo de enlace con el canal del Jarama, obligaron a buscar soluciones idóneas. Previsiblemente, el régimen de explotación supuesto para el trasvase Sorbe-Jarama, una vez que en el Pozo de los Ramos estuviera construida la gran presa de regulación, iba a exigir que una gran parte de los caudales se vertiesen al río Jarama para ser regulados en un futuro embalse junto a Casa de Uceda, mientras que otra parte se derivaría por el Canal del Jarama para ser incorporada al abastecimiento de Madrid. No se disponía de espacio suficiente en el arranque del canal del Jarama para construir un partididor, ni para aforar los caudales derivados por dicho canal, ni los vertidos al río. Por otra parte, en caso de una eventual avería en el canal del Jarama o en el tramo de la nueva conducción comprendido entre la galería del arroyo de la Virgen y el final, obligaría a dejar fuera de servicio todo el conducto.

La solución a esta problemática fue dotar a la almenara de compuertas capaces de regular en cada momento los caudales a derivar. Aguas abajo de la compuerta situada en la conducción principal se tenía previsto construir una estación de aforos que permitiera conocer el caudal incorporado al canal del Jarama, mientras que aguas abajo de la compuerta que regulaba el desagüe hacia el arroyo de la Virgen, se establecería un vertedero de aforo, aprovechando que había desnivel suficiente, para medir los caudales conducidos.

Aguas arriba de ambas compuertas se establecería un aliviadero para evitar la puesta en carga de la conducción, el cual estaría formado por una batería de cinco sifones-aliviadero, con sección de

garganta rectangular y una capacidad total de $8 \text{ m}^3/\text{s}$, que era la prevista para la conducción de trasvase. Los caudales vertidos por los sifones se incorporarían a una cámara de tranquilización situada aguas arriba del vertedero de aforo, desde donde se evacuarían al arroyo por la misma canalización general del vertido. Este canal se proyectó de hormigón armado con sección rectangular y dimensiones interiores de $3 \times 1,7$ metros, capaz de evacuar $8 \text{ m}^3/\text{s}$ con una lámina de agua de 1,50 metros. El vertido desaguaría finalmente en una obra de enlace o incorporación al arroyo que reduce la velocidad de llegada y lo protege contra las erosiones en el cauce. Aprovechando este emplazamiento se instalaría posteriormente una toma para abastecimiento complementario a Tamajón.

Figura 6.28. Almenara del trasvase Sorbe-Jarama junto al arroyo de la Virgen, con vertedero de aforos



Fotografía: F. Fernández Izquierdo, 2015.

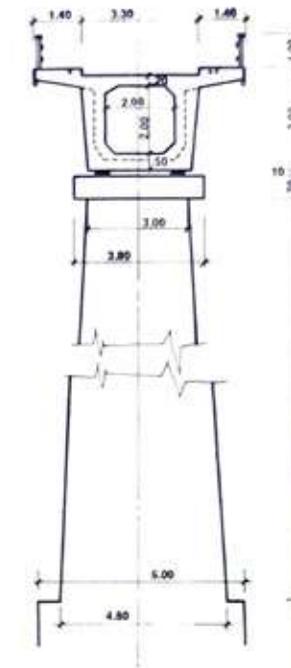
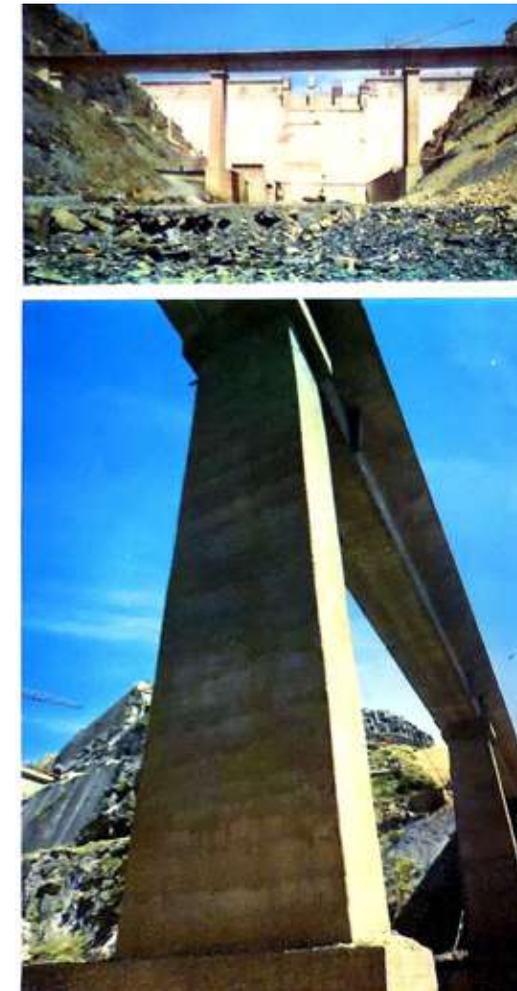
Figura 6.29.
Toma de abastecimiento
de Tamajón desde el trasvase
del Sorbe, junto al canal
de la almenara



Fotografía:
F. Fernández Izquierdo, 2015.

Para el enlace final con el canal del Jarama, había que atravesar primero el valle donde discurre este río. Aunque se había pensado en un sifón o en asentar la conducción desde el Sorbe sobre la coronación de la presa de El Vado, la solución elegida consistió en un acueducto-viaducto con tres tramos de 32 metros de luz libre el central y 29 metros los laterales, apoyado sobre pilares de más de 30 metros de altura, suficientes como para salvar el paso del río Jarama y enlazar con el canal. Con ello se evitarían riesgos, dejando luz suficiente para una hipotética avenida del Jarama, pues el acueducto se sitúa aguas abajo de la presa de El Vado, que había sido convertida poco tiempo antes en presa vertedero, al descartarse el situado en El Collado por los problemas que aparecieron en su funcionamiento.

Figura 6.30. Trasvase Sorbe-Jarama. Acueducto-viaducto sobre el Jarama. Agromán, 1973



ACUEDUCTO-VIADUCTO

Estructura isostática de hormigón pretensado, con tres tramos de 32 m. de luz libre el central y 29 m. los laterales, sobre pilas de más de 30 m. de altura.
Salva el paso del río Jarama y enlaza con el canal del mismo nombre, actualmente en explotación.

Fuente: ACYII.

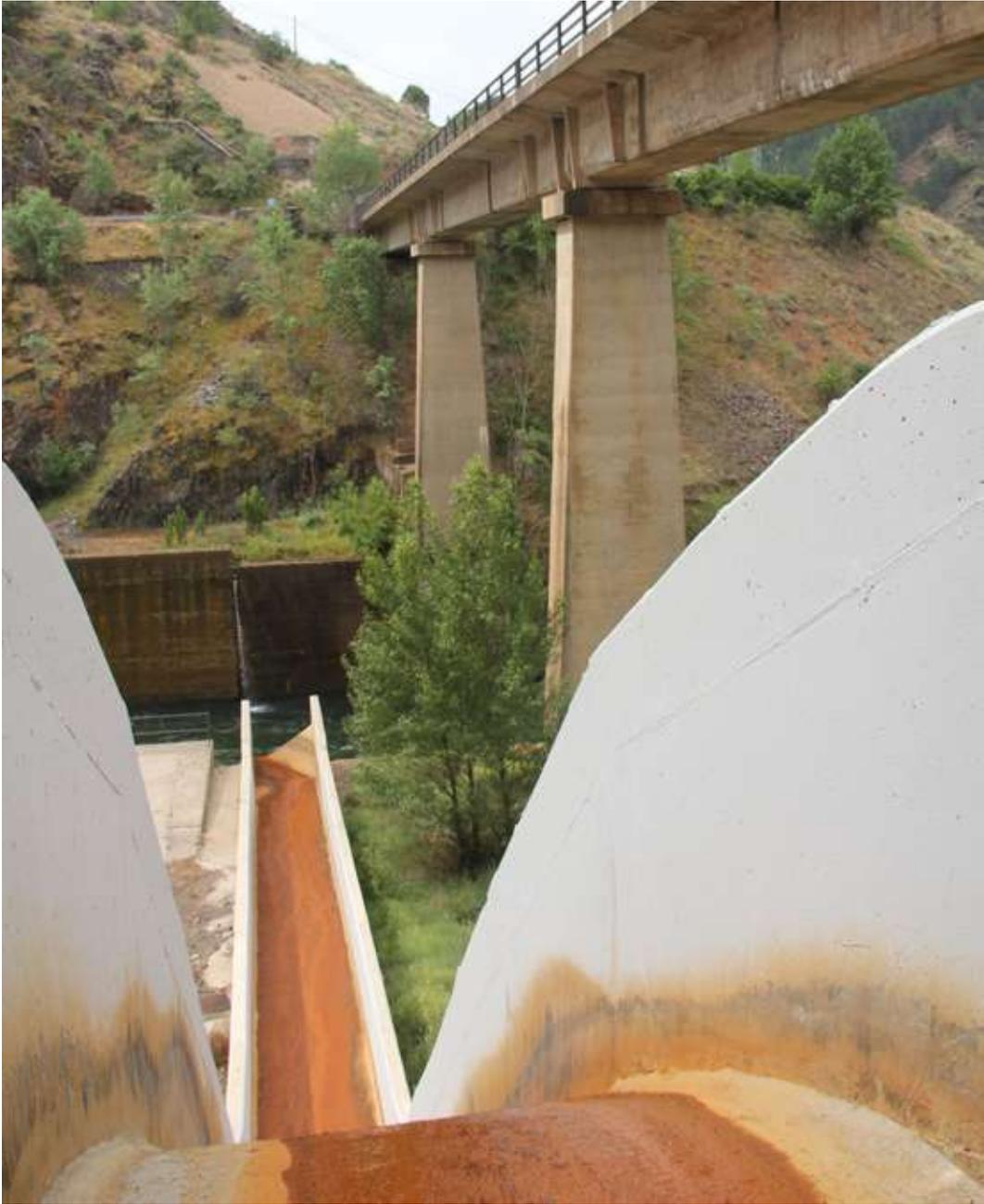
La obra de enlace con el Canal del Jarama partía del final del puente-acueducto, ya construido, y terminaba entroncando en las instalaciones existentes del Canal del Jarama, que tendrían que demolerse parcialmente para encajar adecuadamente la transición o acuerdo hidráulico entre la sección del acueducto y la cámara, prevista en su día por el Canal de Isabel II para la conducción del Sorbe. Se mantenía toda la obra principal existente ya que las demoliciones solo afectaban a la salida provisional al exterior que tenía que ampliarse.

Figura 6.31. Acueducto-viaducto sobre el Jarama, con el vertedero de alivio junto al estribo derecho



Fotografía: F. Fernández Izquierdo, 2015.

Figura 6.32. Vertedero de alivio, desde su salida al exterior



Fotografía: F. Fernández Izquierdo, 2015.

Figura 6.33. Rebosadero del canal del Sorbe



Fotografía: F. Fernández Izquierdo, 2015.

Respecto a las obras auxiliares, el camino de acceso a la toma y coronación del azud se desarrollaba por una zona muy accidentada y exigía una obra importante para el cruce del arroyo de las Presas, a pesar de ser un ramal de vida limitada, pues resultaría inundado cuando se construyera la presa. En los accesos a los túneles, el camino hacia la boca uno coincidía prácticamente con lo proyectado en el primer reformado, aunque con pequeñas modificaciones. El de la boca dos se mejoró bastante, ampliando la sección transversal hasta los seis metros, además de quedar con únicamente seis curvas y encareciéndose tan solo en un siete por ciento. Por añadidura, este ramal podía utilizarse para conseguir un acceso directo desde Tamajón al embalse de El Vado si llegaba a construirse el tramo desde dicho pueblo hasta la boca dos, que resultaba muy interesante para la explotación, aunque por su dificultad y coste no llegó a realizarse⁷⁵⁸.

Estas actuaciones del proyecto reformado fueron seguidas por obras complementarias para el refuerzo metálico de una zona del túnel, cuyo proyecto se elaboró en 1974 por un nuevo director de las obras por parte de la Administración, el ingeniero Luis Yges Gómez, que sustituyó en ese puesto a Fernando Sáenz Oiza, ascendido a jefe del Departamento de Infraestructura Hidráulica y Regadíos de la Confederación Hidrográfica del Tajo. Yges se encargaría de realizar la recepción y liquidación provisional de las obras en 1974, y la definitiva en 1977.

En 1976 se consideró oportuno consolidar el túnel principal, por lo que se elaboraron dos proyectos, para desarrollar desde la boca uno, junto al azud del Pozo de los Ramos, y desde la dos, en el Arroyo de la Virgen. Ambos proyectos fueron redactados por Luis Yges, con importes

758 Se elaboró un proyecto en este sentido, que no llegaría a ejecutarse. Proyecto de camino de acceso de Tamajón a boca nº 2 del túnel Sorbe-Jarama. Emilio López-Berges y de los Santos, 1973. Archivo de la oficina técnica de la presa de El Vado, D-4-1.

respectivos de ejecución por contrata de 5.455.647 pesetas, el primero⁷⁵⁹, y de 5.446.673 pesetas, el segundo⁷⁶⁰. Ambos proyectos fueron adjudicados a la empresa Agromán el 30 de septiembre de 1976 por 4.979.219 y 4.968.739 pesetas, respectivamente⁷⁶¹. El objetivo de estos proyectos era aplicar una lechada e inyecciones de cemento y arena; en el primer caso a razón de 0,080 toneladas por metro lineal de túnel, para su consolidación y cosido con la roca de la montaña que atraviesa, pero realmente se emplearon 0,092 toneladas por metro, lo que incrementó el presupuesto hasta 5.456.745 pesetas. En el segundo proyecto el aumento pasó de 0,110 a 0,124 toneladas por metro lineal de túnel, incrementándose su presupuesto hasta 5.447.769 pesetas. La obra fue recibida provisionalmente el 1 de marzo de 1977. No obstante, aunque se efectuaron pruebas, el canal no parece haber entrado en servicio antes de 1979, año en el que se registran en la Memoria del Canal de Isabel II las primeras aportaciones desde el río Sorbe.

Algunos otros problemas sobrevenidos, no en los túneles, sino en el propio azud, son dignos de mencionar, porque ocasionaron dificultades que hubieron de ser solventadas sobre la marcha y cuyas soluciones se antojaron difíciles. Uno de ellos lo planteó la turbiedad del agua que entraba en el canal cuando llovía moderadamente.

En efecto, comoquiera que la boca del canal se situó en la misma margen, aunque un poco más abajo, en la que afluye el arroyo de las Presas o Almiruete, cuando este aporta un caudal abundante, sus aguas se cargan de arcilla y adquieren una alta turbiedad, en contraste con las aguas cristalinas del Sorbe, que se tiñen justo antes de derivarse por el trasvase, obligando a desaguar el contenido del canal mediante la almenara que vierte al arroyo de la Virgen⁷⁶². También se detectaron otros problemas de menor entidad, como las filtraciones observadas en el paramento de aguas abajo del azud, algunas de ellas muy por debajo del nivel del agua, aparte de algunas en la galería perimetral⁷⁶³, donde en aquellos momentos no había alumbrado, y también se realizaron trabajos en el desagüe de fondo⁷⁶⁴. En 1977 siguieron nuevas intervenciones para poner a punto el azud del Pozo de los Ramos⁷⁶⁵.

759 Liquidación provisional del Proyecto de consolidación de la zona inmediata a la boca nº 1 del túnel del trasvase Sorbe-Jarama, por el ingeniero Luis Yges Gómez. 03/1977. Presupuesto de ejecución por contrata de 4.979.219 pesetas. ACHT.

760 Liquidación provisional del Proyecto de consolidación de la zona inmediata a la boca nº 2 del túnel del trasvase Sorbe-Jarama, por el ingeniero Luis Yges Gómez. 03/1977. Presupuesto de ejecución por contrata de 5.446.673 pesetas. ACHT.

761 Ambos proyectos fueron ganados en concurso el 30 de septiembre por la empresa Agromán, con un coeficiente de adjudicación de 0,99979, lo que suponía apenas una rebaja de 1.000 pts. en cada uno.

762 Este problema continúa, y las últimas actuaciones para su solución han tenido lugar en el verano de 2014.

763 Proyecto de las obras precisas en el aliviadero del azud para la explotación del trasvase Sorbe-Jarama. Archivo técnico de la presa de El Vado, D-4-5, 1976. Otras filtraciones, observadas especialmente junto al estribo derecho de la presa, serían resueltas mediante inyecciones que redujeron sustancialmente el problema, según nos explicó el actual responsable de explotación David Galán.

764 Obras precisas en el desagüe de fondo del azud en el río Sorbe, 1976. Archivo de la oficina técnica de la presa de El Vado, D-4-9.

765 El ingeniero Benito Díaz de la Cebosa firmó varios proyectos, conservados en el Archivo de la oficina técnica de la presa de El Vado: Elementos metálicos para el aliviadero de la presa del Sorbe. D-4-15. Obra civil pala instalación del desagüe de fondo de la presa del Sorbe. D-4-16. Válvula Howell-Bunger para el desagüe de fondo de la presa del Sorbe. D-4-17.

5. EL COSTE DE CANAL DEL SORBE

De acuerdo con la liquidación definitiva de la construcción del azud en Pozo de los Ramos y la conducción hasta el canal del Jarama, firmada en septiembre de 1977, el presupuesto de ejecución por contrata había ascendido a 736.424.055 pesetas, al que habría que aplicar primero el coeficiente de baja de la subasta, de 0,480193005, que reducía el precio líquido de adjudicación a 353.625.680 pesetas. Posteriormente se aplicaba una bonificación por revisión parcial de precios que supuso 112.038.341, con un saldo final de 465.664.021 pesetas⁷⁶⁶. Conviene revisar cómo se llegó a estas cantidades.

El 30 de septiembre de 1968 la Dirección General de Obras Hidráulicas adjudicó el concurso de las obras a la empresa Agromán por la cantidad de 235.999.900 pesetas, algo menos de la mitad del presupuesto de contrata del proyecto redactado por los ingenieros de la Administración⁷⁶⁷, que ascendía a 491.468.842 pesetas. De acuerdo con el concurso, iniciando las obras desde primero de octubre de 1968, el plazo de ejecución terminaría el 31 de diciembre de 1970. De entrada, en noviembre de 1968, Agromán ya solicitó un replanteo del trazado del camino de acceso a la boca uno del túnel, sin alteración del presupuesto. Este cambio, que acortaba la distancia entre Tamajón y el Pozo de los Ramos, aunque requirió construir un ramal hasta Almiruete, se concretó en un primer proyecto reformado, limitado a recoger las modificaciones del camino, que fue aceptado el 17 de abril de 1969 por la Dirección General de Obras Hidráulicas, con O.M. de aprobación oficial el 21 de julio siguiente.

El plazo de ejecución era de dos años y tres meses, con finalización a fin de año de 1970, sin modificación respecto al proyecto primitivo, pero al no encontrarse aún disponibles los terrenos necesarios, el 6 de noviembre de 1969 se concedió una prórroga de seis meses en tareas que la empresa trasladó al primer semestre de 1971. Posteriormente, las dificultades en la perforación del túnel largo motivaron que el 19 de noviembre de 1970 se aprobara un retraso por otro medio año, hasta el 31 de diciembre de 1971, con la anuencia del Servicio Geológico del Ministerio de Obras Públicas, puesto que los obstáculos acaecidos en la geología del túnel exigían estudios de más amplitud y detalle que los previstos, indicándose en las autorizaciones que la sintonía era plena entre el contratista y la Administración.

El 2 de junio de 1971 se autorizó la redacción de un segundo proyecto reformado que recogía cambios en cubriciones motivadas por la modificación en la traza del túnel debido a la precariedad de los terrenos por donde transcurría, así como por la necesidad de profundizar más la cimentación del azud. Simultáneamente la empresa Agromán aprovechó para solicitar una nueva ampliación del plazo de ejecución por un año más, hasta 31 de diciembre de 1972, lo que le fue concedido el 22 de septiembre de 1971. El *Segundo proyecto reformado del embalse de Pozo*

⁷⁶⁶ Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Obras Hidráulicas, Confederación Hidrográfica del Tajo. Embalse del Pozo de los Ramos y de la conducción hasta el canal del Jarama -1ª fase- trasvase Sorbe-Jarama y su complementario. Liquidación definitiva, septiembre 1977. Presupuesto adicional: 1.704.919 pesetas. Presupuesto total: 969.652.136 pesetas. Autor: Luis Yges Gómez. AGA 46/5832.

⁷⁶⁷ Con un coeficiente de 0,480193005.

de los Ramos y conducción hasta el Canal del Jarama, sería autorizado por la Dirección General de Obras Hidráulicas el 11 de octubre de 1972⁷⁶⁸. El presupuesto de ejecución por contrata ascendía a 574.837.050 pesetas, que aplicando el coeficiente de adjudicación en la subasta, suponían para el contratista 276.032.730 pesetas, con un adicional líquido a su favor de 40.032.830 pesetas, lo que significaba un 16,69 % respecto al presupuesto original. Al mismo tiempo se ampliaba otra vez más el plazo de ejecución de las obras hasta el 30 de junio de 1973⁷⁶⁹. Pero las dificultades en las características geológicas del trazado del túnel motivaron una nueva solicitud de prórroga por un año adicional, cursada el 8 de mayo de 1973, y que fue atendida por el Ministerio, dilatando en un año más la finalización, hasta 30 de junio de 1974. No sería la última, pues el 11 de junio de dicho mes se pidió una nueva ampliación hasta el 30 de noviembre del mismo año, en las obras principales. Antes de llegar esa última fecha, el 18 de noviembre de 1974, se solicitó una ampliación del segundo proyecto reformado, debido a los continuos desprendimientos en un gran tramo del túnel, que no eran previsible, y que suponía un incremento de costes de ejecución por contrata de 14.476.800 pesetas, que quedaron en 6.951.658 pesetas para el contratista, una vez aplicado el coeficiente de adjudicación, lo que sumado a lo que ya suponía el segundo reformado, lo elevaba hasta el 19,91 % de incremento respecto al presupuesto del proyecto primitivo.

Por otra parte, en junio de 1973 la Dirección General de Obras Hidráulicas autorizó la redacción de un proyecto de obras complementarias relativo al refuerzo metálico del túnel, por un presupuesto de ejecución por contrata de 97.573.277 pesetas que también fue adjudicado a Agromán por 46.854.005 pesetas aplicando el mismo coeficiente de la obra principal, junto con una nueva prórroga de 10 meses a partir del replanteo, que tuvo lugar el 29 de abril de 1974. Finalmente, el 28 de enero de 1975 fueron recibidas las obras principales y complementarias provisionalmente⁷⁷⁰. En la liquidación provisional (28/09/1975)⁷⁷¹, se observaban los incrementos entre los precios del proyecto y la liquidación, en particular respecto al segundo proyecto reformado, pues el de las obras complementarias de 1973 no sufrió modificaciones al liquidar su presupuesto (Tabla 6.6).

⁷⁶⁸ Ministerio de Obras Públicas, Confederación Hidrográfica del Tajo. Segundo proyecto reformado del Embalse del Pozo de los Ramos y de la conducción hasta el canal del Jarama, 1ª Fase. Trasvase Sorbe-Jarama. Mayo de 1972. AGA 46/5827 y 5828; Archivo de la oficina técnica de El Vado, D-4-10. El precio tipo en la subasta era 491.468.842 pesetas el de adjudicación en la subasta de 235.999.900 pesetas con un coeficiente de adjudicación del 0,480193005. La escritura se firmó el 15 de noviembre de 1968.

⁷⁶⁹ Durante el desarrollo de los trabajos, el Ministerio de Obras Públicas y Agromán publicaron un folleto con fotografías y planos en color del desarrollo de la obra, algunos de ellos incluidos en el presente trabajo. Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Obras Hidráulicas, Confederación Hidrográfica del Tajo. Trasvase Sorbe-Jarama. Madrid: Studio 96,S.A., D.L. 1973, 14 p. Ejemplar consultado en el Archivo del Canal de Isabel II.

⁷⁷⁰ El acta de recepción provisional, firmada en el lugar de las propias obras, fue suscrita por Luis Felipe Franco Alfonso, comisario jefe de las Aguas de la cuenca del Tajo; Fernando Sáenz Oiza, ingeniero jefe del Departamento de Infraestructura Hidráulica y Regadíos; Luis Yges Gómez, ingeniero director de las obras y jefe de la sección 2ª del mismo Departamento de Infraestructura Hidráulica y Regadíos; y Fernando Ledesma Corcuera, en nombre y representación de Agromán, Empresa Constructora, S.A., como concesionaria. AGA, 46/5829.

⁷⁷¹ Liquidación provisional de las obras de "Embalse de Pozo de los Ramos y de la conducción hasta el canal del Jarama. 1ª Fase Trasvase Sorbe-Jarama" y de su "Complementario". AGA, 46/5829.

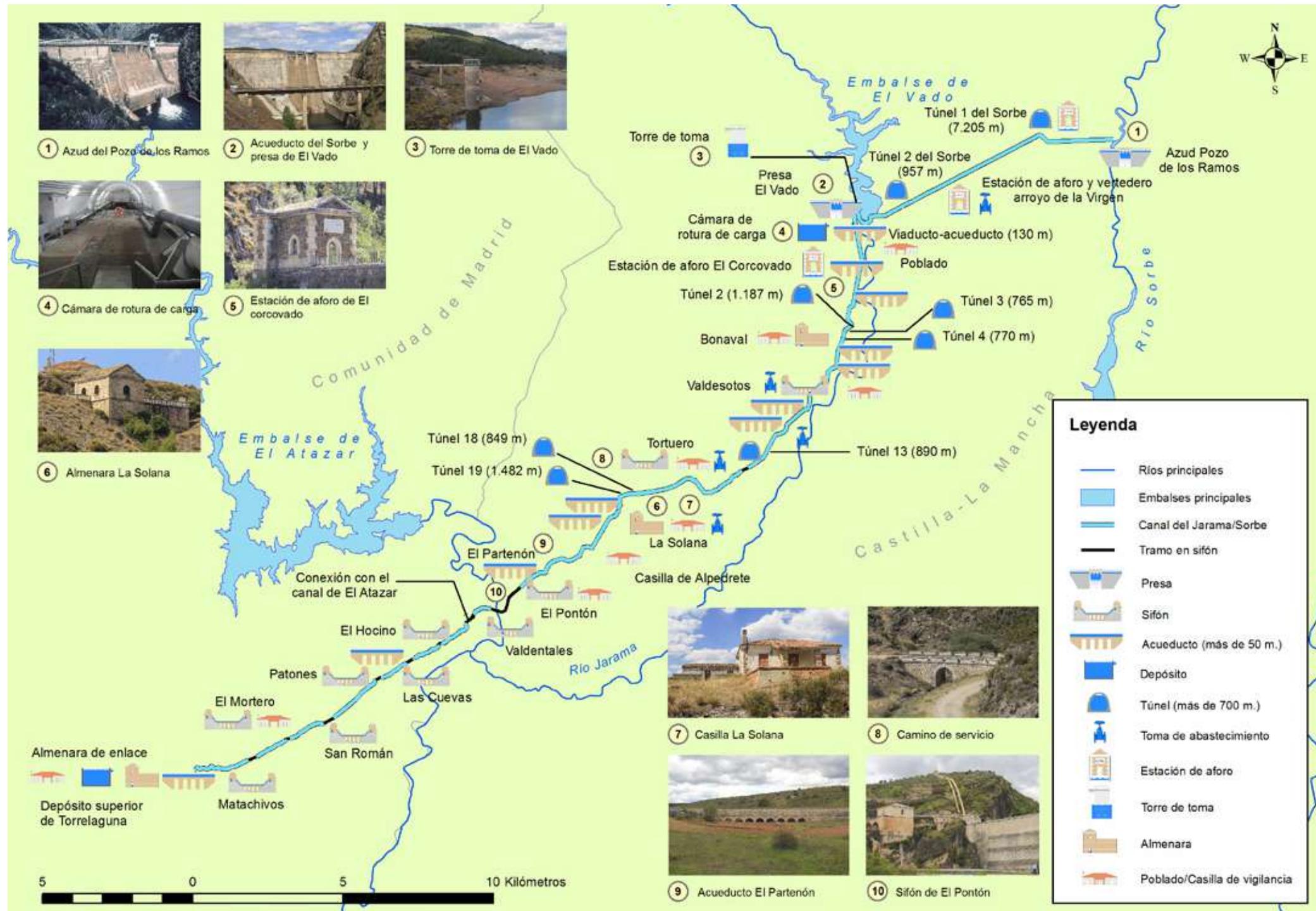


Figura 6.34. Trazado de los canales del Sorbe y del Jarama.

Fuente: Elaboración propia con SIG

Tabla 6.6. Azud del Pozo de los Ramos y trasvase Sorbe-Jarama. Liquidación provisional, 1975. Precios en pesetas de ejecución material

2º PROYECTO REFORMADO	PRESUPUESTO EN PROYECTO	APLICADO EN LIQUIDACIÓN	INCREMENTO	EJECUCIÓN MATERIAL
Túnel, presupuesto inicial	402.563.595			
Túnel, presupuesto adicional	12.480.000			
Túnel	415.043.595	456.857.182	41.813.587	456.857.182
Galería arroyo de la Virgen	15.922.670	15.922.670		15.922.670
Unión con el canal del Jarama	3.625.644	3.625.644		
Vertido al arroyo de la Virgen	9.333.173	8.309.085	-1.024.088	
Estación de aforos	290.000	0	-290.000	
Pórtico y escalera bajada túnel	459.800	45.482	-414.318	
Obras mejora de la explotación	13.708.617	11.980.211	-1.728.406	11.980.211
Camino de acceso a boca nº 1	27.460.797	28.873.451	1.412.654	
Camino de acceso a boca nº 2	2.256.773	2.577.677	320.904	
Camino de acceso a obra toma y azud	3.220.475	3.334.655	114.180	
Caminos	32.938.045	34.785.783	1.847.738	34.785.783
Obras complementarias azud y toma	29.916.254	30.687.583	771.329	30.687.583
Total ejecución material	507.529.181	550.233.429	42.724.248	550.233.429

Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración, 46/5829.

Sin embargo, aún no se habían cerrado las obras, pues 6 de octubre de 1975 se autorizó un nuevo gasto de ejecución para modificar algunas cuestiones en el azud y conducción (modificación nº 3⁷⁷²), y se amplió el plazo de entrega hasta 31 de octubre de 1975. El 18 de noviembre de 1976 se firmaron las actas de recepción definitiva de las obras principales y las complementarias⁷⁷³. Desde octubre de 1968 a noviembre de 1976 habían pasado más de ocho años, multiplicando por tres veces y media el plazo de dos años y tres meses previsto en la adjudicación de la obra.

En la liquidación definitiva (1977), el descuento derivado del coeficiente de adjudicación en el concurso, que se aplicaba sobre todos los presupuestos de licitación, fue contrarrestado por otro coeficiente de incremento por revisión de precios, aplicando el Decreto-Ley 2/64 de 4 de febrero, con un coste final de la obra de 465.664.021 pts., que duplicaba los 236 millones de la adjudicación en 1967 (Tabla 6.7), sin contar con los 10,9 millones invertidos en 1976 en la consolidación del túnel⁷⁷⁴, seguidos de otros en años posteriores⁷⁷⁵.

772 En el documento de liquidación definitiva no se detalla en qué consistió tal modificación, aunque no alteró el presupuesto entre la provisional y la definitiva.

773 El acta fue firmada también a pie de obra, asistiendo algunos que estuvieron en la recepción provisional, como Franco Alfonso, Ledesma Corcuera, Yges, y se incorporaron a la firma Manuel Caballer Durá, interventor territorial de la Delegación de Hacienda de Guadalajara, y José Luis Montalvo de Ángel, ingeniero jefe provincial de Carreteras de Guadalajara, en representación de la Intervención General de la Administración del Estado. CHT, 03.118.114, liquidación definitiva del Pozo de los Ramos-trasvase Sorbe-Jarama, 1977.

774 Tratamiento interior en el canal del trasvase Sorbe-Jarama. ACYII 468-10.

775 Línea de transporte de energía eléctrica y teletransmisión de datos para el trasvase Sorbe-Jarama, 1977. ACYII, 437-4. Centros de maniobra y seccionamiento para doble acometida a la presa de El Vado y suministro de energía eléctrica el trasvase Sorbe-Jarama. ACYII 455-1.

Tabla 6.7. Azud del Pozo de los Ramos y trasvase Sorbe-Jarama. Liquidación definitiva (1977)

OBRA	PRESUPUESTO (Pesetas)
Segundo Proyecto reformado	
Túnel	456.857.182
Galería arroyo de la Virgen	15.922.670
Obras de mejora de la explotación	11.980.211
Caminos	34.785.783
Obras complementarias	30.687.583
Total ejecución material	550.233.429
Impuestos 2%	11.004.669
Dirección y administración 5%	27.511.671
Beneficio industrial 9%	49.521.009
Total ejecución por contrata	638.850.778
Proyecto de obras complementarias	
Excavación y hormigonado de presolera	9.446.710
Refuerzo metálico del túnel con cerchas de sección I-120	40.868.100
Hormigonado de hastiales	7.351.435
Blindaje de chapa de 3 mm	22.201.725
Taladros para inyecciones	414.277
Cemento inyectado en forma de lechada o mortero	1.874.418
Arena inyectada, en forma de mortero	1.958.229
Total de ejecución material	84.114.894
Impuestos 2%	1.682.298
Dirección y administración 5%	4.205.745
Beneficio industrial 9%	7.570.340
Total ejecución por contrata	97.573.277
Suma de ambos proyectos	736.424.055
Baja de la subasta 0,480193005	-382.798.375
Precio líquido de adjudicación	353.625.680
Revisión de precios en ambas obras	112.038.341
Total líquido valoración	465.664.021
Certificaciones expedidas	464.801.483
Saldo contra el Estado a favor del contratista	862.538

Fuente: España. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Archivo General de la Administración sign. 46/5832 y CHT 03.118.114,1977.

A este presupuesto habría que añadir el de las expropiaciones. De acuerdo con los expedientes de expropiación que obran en el archivo del Ministerio de Fomento y en algunas informaciones provenientes de los archivos municipales de Tamajón y Retiendas, en febrero de 1969 se levantaron actas de ocupación de terrenos sin que hubiera oposición por parte de los propietarios. Antes al contrario, algunos de ellos solicitaron la ocupación total de sus fincas, para conseguir un poco más de dinero por terrenos de escasa o nula rentabilidad, lo que motivó un nuevo estudio por parte del perito de la Administración. El importe que en aquel momento se tenía presupuestado cubría los depósitos previos y la ampliación solicitada por los propietarios⁷⁷⁶. Para hacer frente al justiprecio de las fincas a expropiar afectadas por el embalse del Pozo de los Ramos, se libraron 608.004 pesetas a la Confederación Hidrográfica del Tajo⁷⁷⁷. Al Ayuntamiento de Tamajón se le adelantaron libramientos a justificar por valor de 162.900 pesetas, indicando que las fincas afectadas eran 84. El importe total se había elevado a 185.410 pesetas, pero había que reducir 22.510 pesetas de los depósitos previos de dichas fincas registrados en la Caja General de Depósitos, porque los propietarios no renunciaron a la constitución de tales depósitos. En este municipio el justiprecio se alcanzó con todos los afectados menos con uno, cuyas siete fincas se desglosaron del expediente⁷⁷⁸. Además, no se pagó a los herederos de un vecino ya fallecido por no aportar documentación suficiente que acreditase el derecho a la percepción de la cantidad que les correspondía por sus fincas número 17, 28 y 63 respectivamente. El importe de la cantidad no satisfecha ascendía a 166.585 pesetas. La extensión de las expropiaciones junto al monte "Almiruete-Palancares" fue de 29,3540 ha, que fueron ocupadas por el Ministerio de Obras Públicas para las obras del embalse del Pozo de los Ramos⁷⁷⁹.

En el término municipal de Secarro (Semillas) se repartieron 35.420 pesetas por 11,10 ha⁷⁸⁰, en el de Almiruete 412.340 pesetas, las cuales cubrían las expropiaciones de 209 fincas, sin duda el término más afectado por las expropiaciones, para beneficio de sus titulares, que no registraron reclamación alguna. En pocos casos los propietarios no aparecieron. En el término municipal de Arbancón el montante fue de 50.680 pesetas. Aquí la expropiación afectaba a una sola finca y el precio fue el fijado por el perito de la Administración.⁷⁸¹ Por lo que respecta a Retiendas, el pago del justiprecio de las fincas afectadas se hizo a un único propietario, que era el ayuntamiento

776 AMF, leg. 33.902.

777 AMF, leg. 33.901.03.118-106/3101 Expediente Justiprecio finca afectada de las obras del embalse de Pozo de los Ramos y de la conducción hasta el canal del Jarama, 1ª fase, en el T.M. Retiendas. 1971.

778 AMF, leg. 33.901. En el término municipal de Tamajón (Almiruete), el expediente de expropiación 70/7, fechado en abril de 1973, que fijaba un importe de 1.930 pesetas, correspondía a las fincas número 18, 152, 174 y 203 respectivamente, las cuales estaban desglosadas del expediente general. Expediente 70/7.

779 MAGRAMA, FDM, Elenco GU-1037 caja 967. Monte Almiruete-Palancares, pero la cifra no afecta a la superficie del monte, sino a sus inmediateces.

780 CAMAGuExpediente de expropiación en término de Secarro (Semillas) de 10,12 ha por la Confederación Hidrográfica del Tajo con motivo de las obras del embalse "Pozo de los Ramos". Año 1972. Valoradas en 30.360 pts, aunque el Ayuntamiento de Secarro (Semillas) reclamaba 35.420 pts., que es lo finalmente se paga en 31 de mayo de 1972.

781 Ibid. expedientes 71/7, 70/7, 71/6.

en consorcio con Patrimonio Forestal del Estado⁷⁸², en una extensión de 11,63 ha del monte denominado “Comunales” de Retiendas, en las inmediaciones del embalse de El Vado⁷⁸³.

6. EXPLOTACIÓN DEL TRASVASE SORBE-JARAMA

Una vez finalizadas las obras del trasvase Sorbe-Jarama y la presa del Pozo de los Ramos, su explotación pasó a ser responsabilidad del Canal de Isabel II, integrándolas en el sistema de El Vado. Desde 1976⁷⁸⁴ sería integrada en el dispositivo de telecontrol del Canal de Isabel II, el cual permite disponer en el Centro Principal de Control (CPC) radicado en Majadahonda de información al instante de los valores que definen el estado del sistema en su conjunto. No obstante lo cual, la obra es visitada diariamente por un guarda que elabora información puntual sobre las posiciones de compuertas y válvulas, las cuales se accionan por medios eléctricos y de forma manual.

Ante la pertinaz sequía de finales de los años 70⁷⁸⁵ y comienzos de los 80 del siglo pasado, se tomó la decisión de que justo antes de que finalizasen las obras del embalse de Beleña, el canal del Sorbe, antes de entrar en servicio de manera efectiva, pudiera ser utilizado en sentido inverso, mediante unas tuberías y un sistema de bombeo, con objeto de llevar agua desde el embalse de El Vado hasta el río Sorbe para satisfacer la demanda de los usuarios de la Mancomunidad de Aguas del Sorbe⁷⁸⁶. Las obras urgentes se licitaron en mayo de 1975 por un importe de 100 millones de pesetas para conseguir un bombeo de 600 l/s⁷⁸⁷, aunque los gastos de bombeo suponían una carga económica para la citada Mancomunidad respecto al Canal de Isabel II, por lo que tuvo que intervenir el Ministerio de Obras Públicas para mediar entre las partes⁷⁸⁸. Cuando se inauguró el embalse de Beleña, las tuberías del canal fueron desmontadas.

782 Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Obras Hidráulicas, Confederación Hidrográfica del Tajo. Expediente 68/18. Ref. en Ayuntamiento de Retiendas, 18 noviembre 1971.

783 Consejería de Agricultura y Medio Ambiente, Guadalajara. Expediente del monte GU-3029, integrado desde 2014 en el GU-100, dato de 1970.

784 Ministerio de Obras Públicas. Canal de Isabel II. Memoria 1976. Madrid, 1977, p. 39. Aparece en el esquema una estación de toma de datos en El Vado y otra complementaria en arroyo de la Virgen, en el trasvase Sorbe-Jarama.

785 Esta medida de trasvase del Sorbe hacia el Jarama se apuntaba ya en marzo de 1974. “Cortes totales de agua en Guadalajara”, ABC, 2 de octubre de 1974, p. 48, y, con restricciones de agua en la ciudad de Guadalajara en octubre de ese año. Monje Ciruelo, Luis: “La terminación de la presa de Beleña fundamental para el abastecimiento de agua a Guadalajara”, ABC, 8 de octubre de 1975, p. 27.

786 Así consta en las Memorias del Canal de Isabel II el trasvase de agua del Jarama al Sorbe en los años 1979-1981. En 1979 se trasvasaron 3 hm³.

787 Monje Ciruelo, Luis: “Trasvase de aguas desde el Jarama al Sorbe, para abastecimiento de la capital”, ABC, 17 de mayo de 1975, p. 56. “Guadalajara sin restricciones gracias al bombeo de agua desde el Jarama al Sorbe”, ABC, 4 de octubre de 1975, p. 29.

788 La deuda contraída por la Mancomunidad de Aguas del Sorbe con el Canal de Isabel II por los bombeos en 1976 y 1978 superaban los 30 millones de pesetas. “Guadalajara. La sequía puede dejar sin agua a 200.000 personas”, ABC, 24 de agosto de 1979, p. 5. Monje Ciruelo, Luis: “Guadalajara y Alcalá ya tienen agua”, ABC, 25 de agosto de 1979, p. 8.

Los datos foronómicos del trasvase desde el Sorbe hacia el Jarama, entre 1988 y 2014 (tabla 6.8)⁷⁸⁹, ofrecen una media de 14,8 hm³, aunque su distribución es muy irregular, pues en algunos años hidrológicos (1994-95, 2001-02 y 2004-05, ni en el año natural de 2012⁷⁹⁰), no se trasvasó agua⁷⁹¹. Muy lejos, desde luego, de las previsiones iniciales de esta infraestructura, apoyadas en la concesión de 100 hm³ anuales, que lo más próximo que se acercaron a esa cifra fueron los 38,7 hm³ trasvasados en el año hidrológico de 1993-94 (42,360 hm³ en el año natural de 1994). Los datos de aforos de los años 2001-02 a 2010-11, ofrecen una media de 15,4 hm³. Recuérdese, en cualquier caso, que la demanda de agua desde el inmediato embalse de Beleña, aguas abajo del Pozo de los Ramos, restringe también los trasvases hacia el Jarama.

El hecho de que los recursos del río Sorbe se destinen al abastecimiento de la Mancomunidad del Aguas del Sorbe (380.000 usuarios de 39 municipios situados aguas abajo, en el corredor del Henares, con Alcalá de Henares y Guadalajara a la cabeza por su número de habitantes), limita la capacidad de derivación de caudales hacia Madrid. En el *Plan especial de sequía de la cuenca hidrográfica del Tajo* (2007), en lo relativo al sistema del río Sorbe, para salvaguardar los recursos en el embalse de Beleña ante una previsión de sequía, se dispuso que solamente podría interconectarse con el Jarama cuando los volúmenes almacenados en Beleña superasen un umbral calculado por la denominada curva de reservas DIHMA, que se obtiene mediante los datos históricos de que garanticen una reserva del 95% y un período de anticipación de dos años. Las cantidades trasvasables por el Canal de Isabel II han de ser autorizadas por la Confederación Hidrográfica del Tajo, en todo caso, y sus volúmenes son los reflejados en los aforos anteriormente indicados (tabla 6.8)⁷⁹², así como en el seguimiento permanente a través del sistema SAIH de la Confederación Hidrográfica del Tajo⁷⁹³.

Recientemente, el Ayuntamiento de Tamajón y el Canal de Isabel II formalizaron un convenio para derivar agua para abastecimiento al municipio en momentos de necesidad. Aunque cuenta con diversas fuentes de suministro que suelen ser suficientes para atender al vecindario, durante el verano, con el aumento de población vacacional, se producen incrementos en la demanda que no pueden ser cubiertos con los recursos ordinarios, particularmente en años secos. La toma de agua se sitúa en la almenara a la salida del túnel, junto al arroyo de la Virgen (figura 6.29). El agua se eleva por bombeo salvando un desnivel que supera los 200 m. La tubería se sirve en parte del trazado del antiguo ferrocarril de obra que se instaló para desplazar piedra de la cantera de Tamajón a la presa de El Vado, durante su construcción. La conducción continúa hasta un depósito situado en el Lomo al suroeste de Tamajón, a suficiente altura como para atender el suministro a los vecinos.

789 Las cifras de caudales derivados del Sorbe proporcionadas por el Canal de Isabel II y el Anuario de Aforos entre 1989 y 1992 presentan discrepancias, quizá debidas a vertidos intermedios por la almenara del arroyo de la Virgen.

790 Cifras disponibles solo del CYII, pero no publicadas en el Anuario de Aforos cuando se redactó el presente trabajo.

791 Fuente, CEDEX Anuario de Aforos. <<http://hercules.cedex.es/anuarioaforos/fichas/TAJO/Canales/3425.pdf>>

792 Ministerio de Medio Ambiente, 2007, MAGRAMA, <<http://www.chtajo.es/DemarcaTajo/SequiasyAvenidas/Documents/Memoria.pdf>> [Consulta 10/12/2014].

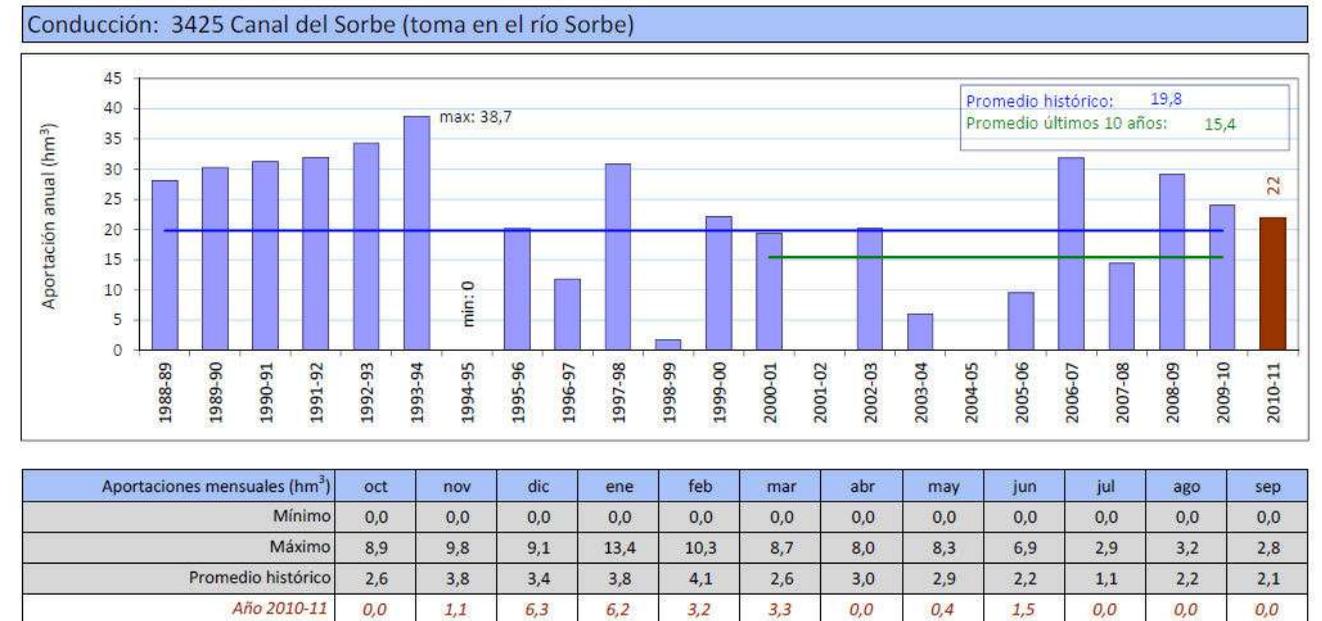
793 <<http://saihtajo.chtajo.es/index.php?url=/tr/mapas/ambito:AC/mapa:H5>> [Consulta 10/12/2014].

Tabla 6.8. Volúmenes trasvasados (años naturales) por el canal del Sorbe (hm³)

AÑO	FUENTE CYII	ANUARIO DE AFOROS	AÑO	FUENTE CYII	ANUARIO DE AFOROS
1988	13,953	28,993	2002	6,029	6,029
1989	9,417	30,713	2003	18,495	18,242
1990	0,673	30,898	2004	1,934	1,928
1991	20,243	38,315	2005	0	0
1992	16,997	42,405	2006	23,262	22,897
1993	42,36	16,654	2007	18,632	18,439
1994	11,855	3,167	2008	20,614	20,224
1995	3,165	16,914	2009	23,053	23,315
1996	16,915	16,999	2010	31,649	31,388
1997	16,992	25,593	2011	14,744	14,612
1998	26,037	2,701	2012	0	0
1999	3,087	27,2	2013	11,284	
2000	27,071	13,29	2014	8,114	
2001	13,292	28,993	Media	14,81 (1988-2014)	19,605 (1989-2011)

Fuente: CYII y Anuario de aforos, conducción 3425. CEDEX. Ministerio de Fomento.

Figura 6.35. Aforos del canal del Sorbe (Trasvase Sorbe-Jarama), años hidrológicos 1988-89 a 2010-11



Fuente: Anuario de aforos, conducción 3425. CEDEX. Ministerio de Fomento.

Pese a estas lógicas limitaciones, aunque comparativamente con los previsto y con otras disponibles, la captación de agua del Sorbe es importante para el Canal de Isabel II, que ha seguido manteniendo estas instalaciones en perfecto estado de uso, con los trabajos necesarios⁷⁹⁴, e incluso en 2014 se anunciaron obras para evitar la incorporación de arcillas en la toma desde el arroyo de Almiruete o de las Presas, que producen turbias con los aportes pluviales, y que produjeron problemas en el pasado, lo que se pretende solventar mediante la prolongación de la toma del túnel del trasvase junto al azud del Pozo de los Ramos, incorporando una viga cajón de hormigón postesado, fabricado *in situ*, y colocado en su lugar mediante grúas.⁷⁹⁵

7. LA EJECUCIÓN DE LA FASE 2: REGULACIÓN DEL RÍO SORBE

Una vez puesto en marcha el trasvase Sorbe-Jarama, la segunda fase correspondiente a la ejecución de una gran presa en el Pozo de los Ramos destinada a regular el río Sorbe quedaba en cuestión debido a diversas circunstancias. En primer lugar, porque se preveía construir la presa de Beleña, con una capacidad de 53 hm³, proyectada en 1969 y que entró en servicio en 1982, para la regulación de dicho río y el abastecimiento a la Mancomunidad de Aguas del Sorbe. La idea del gran embalse en la cabecera del Sorbe para trasvasar recursos a Madrid no contó con el apoyo de las autoridades de Guadalajara⁷⁹⁶. Con el Estado autonómico en marcha, la cuenca del Sorbe quedó integrada en la Comunidad de Castilla-La Mancha, lo que configuró un escenario de conflictos potenciales con su vecina Comunidad de Madrid, hacia donde se dirigían los objetivos de la presa y del trasvase, como bien conocerían los responsables del Canal de Isabel II⁷⁹⁷, independientemente de la gestión común que realiza la Confederación Hidrográfica del Tajo. Ante los problemas de falta de volumen en El Vado para servir de depósito de los caudales del Sorbe –aunque posteriormente sería factible conectar el canal del Jarama con el hiperembalse de El Atazar para solventar la capacidad de El Vado–, en la misma época en que se desarrollaban las obras del trasvase Sorbe-Jarama, desde el Canal de Isabel II se pensó en construir otro embalse, denominado Jarama Medio, en las inmediaciones de Uceda (provincia de Guadalajara), en el valle de dicho río antes de su confluencia con el Lozoya, para lo que incluso se llevaron a cabo expropiaciones⁷⁹⁸, aunque la problemática cárstica del terreno, además de la oposición política,

794 Entre ellos, se han licitado recientemente “Contrato de obras para proyecto de reparación interior del túnel Canal Sorbe, punto kilométrico 4,525 al 5,020” (Convocatoria publicada el 18 abril 2007); Contrato de obras para proyecto de reparación interior del túnel Canal Sorbe, punto kilométrico 1,225 al 1,725.(convocatoria 23 julio 2013).

795 Resolución de 30 de diciembre de 2013, de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente, sobre la evaluación de impacto ambiental del proyecto Actuaciones de mejora en la obra de toma del canal del Sorbe en el embalse del Pozo de los Ramos, término municipal de Tamajón (Guadalajara). BOE 21, de 24 de enero de 2014, pp. 4500 a 4508. No obstante, en octubre de 2015 aún no se habían acometido.

796 “Más agua potable para Madrid”. ABC, 3 de agosto de 1968, p. 50.

797 Pozo, Ángeles del: “Hace falta agua de Guadalajara para Madrid, dice el Canal de Isabel II. Esto provocará problemas jurídicos”, reconoció Agapito Ramos”. ABC, 19 de abril de 1991, p. 38.

798 Ministerio de Obras Públicas y Transporte, Canal de Isabel II. Memoria del quinquenio 1970-1974. Madrid: Aro Artes Gráficas, 1978, p. 226 y cuadro p. 227. Se indica que se llevaron a cabo entre los expedientes de expropiación dos en la

dejó sin efecto este proyecto en la década de 1980⁷⁹⁹. No obstante, en 1992, ante la coyuntura de una prolongada sequía que entonces tuvo lugar, al no haberse construido nuevas presas desde 1974 en la red del Canal de Isabel II, y habiéndose alcanzado la demanda de agua prevista sin recursos adicionales, se retomó de nuevo la idea de una gran presa en El Pozo de Los Ramos⁸⁰⁰. El anteproyecto de 1972, que fuera elaborado por Torán y Cía, fue realmente el documento clave, según los redactores finales de esta nueva propuesta, ya que además de ser excelente desde el punto de vista técnico, resumía todos los estudios anteriores, a pesar de que las innovaciones tecnológicas y los nuevos condicionamientos hidrológicos e hidráulicos, así como los resultados de investigaciones más detalladas que se fueron desarrollando con el tiempo, lo habían dejado obsoleto en varios aspectos y en algunas de sus conclusiones principales.

Hasta el momento actual, el azud de Pozo de los Ramos no se ha transformado en un embalse de dimensiones importantes debido a varios factores, entre los que cabe destacar la construcción aguas abajo del río Sorbe de la presa de Beleña y, sobre todo, la del Atazar, en el río Lozoya, que resolvía para muchos años el problema de abastecimiento de agua a Madrid. Por estas razones el azud quedó tan solo para derivar las aguas fluyentes por el canal del Sorbe-Jarama no utilizadas en los aprovechamientos existentes río abajo. Además, con la construcción de la presa de Beleña se dio prioridad a llenado de esta, no permitiéndose introducir agua en el trasvase hasta que la presa estuviese llena.

La elección de Pozo de los Ramos como lugar idóneo donde mantener la cabecera del trasvase Sorbe-Jarama, no estaba exenta de serios problemas desde el punto de vista geológico, aunque fueron resolubles técnicamente. Sin embargo, a finales del siglo XX, habría de tener en cuenta otros condicionantes, como el impacto ambiental que dichas construcciones causarían con toda probabilidad en los ecosistemas afectados, en especial en el área circundante y en el propio río, donde reside una variada fauna, con especies de gran valor como la nutria y el desmán de los Pirineos. El río Sorbe, además, está poblado por trucha común, boga, bermejuela, barbo, colmenilla, gobio y calandino, si bien aunque todas estas especies se verían afectadas necesariamente por la pérdida de su hábitat y probablemente por su migración hacia aguas arriba, se pensó que la buena calidad del agua ayudaría con toda probabilidad a que todas ellas lograsen mantenerse a salvo⁸⁰¹.

provincia de Guadalajara, para las prospecciones del Jarama Medio. El secretario del Ayuntamiento de Valdesotos, que lo es de Humanes, nos confirmó esta información.

799 Sobre las opiniones negativas respecto a este proyecto del Jarama Medio, véase el artículo “El embalse “Jarama Medio” sólo reportaría a Guadalajara unos puestos de trabajo durante su construcción”, Flores y abejas, 13 de mayo de 1981, p. 5. “Madrid quiere seguir expropiando nuestros ríos”, Flores y Abejas, 20 de septiembre de 1989, artículo en primera páginas y continuación en p. 16.

800 Igualmente que se retomaba la idea de construir una presa prevista aguas arriba de El Vado, en Matallana, desde los años 50. Pozo, Ángeles del: “Dos presas y captaciones subterráneas para Madrid” ABC, 11 de junio de 1992, p. 73.

801 Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Dirección General de Obras Hidráulicas, Confederación Hidrográfica del Tajo. Proyecto de Construcción: Regulación de caudales de la cuenca del Henares, Presa del Pozo de los Ramos (3/93) Tomo I: Memoria y anexo. Autor: Salvador Madrigal Sánchez. Copias en ACHT y ACYII.

Desde el punto de vista socioeconómico, el espacio forestal -de muy baja densidad- no se estimó que fuese a sufrir un impacto negativo, antes al contrario, como iba a ocurrir asimismo en los emplazamientos vecinos a la presa de El Vado, serían con el tiempo objeto de grandes repoblaciones forestales. Por lo demás, las presas proyectadas en la zona, en particular la de Pozo de los Ramos, no inundaban población alguna, mientras que los beneficios esperables, como la mejora de los accesos a la zona donde se enclavarían las obras, resultarían evidentes a muy corto plazo. A ello habría que añadir la retribución a los vecinos cuyas fincas serían expropiadas para poder efectuar las obras, de quienes se podía presumir una repercusión positiva, como la que ya había beneficiado moderadamente a los propietarios de los terrenos que fueron afectados en las obras previas dos décadas atrás.

En 1996 Antonio Beteta, entonces presidente del Canal de Isabel II, insistía ante el Ministerio de Medio Ambiente para que se diera vía libre a la construcción del embalse⁸⁰², que podría quedar incluido en el Plan Hidrológico Nacional, en elaboración en aquellos momentos. Pero estando aún pendiente la resolución ministerial, en 1997 se proponía incluso construirlo directamente desde la Comunidad de Madrid⁸⁰³, lo que provocó la contestación de los políticos de Guadalajara⁸⁰⁴. En 2001 la respuesta al impacto medioambiental llevó a desestimar la construcción del embalse, de lo que se jactaba el Consejero de Obras Públicas de Castilla-La Mancha, Alejandro Gil⁸⁰⁵. Estos factores positivos y negativos, particularmente el impacto sobre la naturaleza en un ambiente social cada vez más sensibilizado, junto a la transferencia de competencias a las comunidades autónomas y la situación del punto de toma en Castilla-La Mancha, mientras que el destino se encuentra en la Comunidad de Madrid, llevaron finalmente a detener este proyecto por el momento, como otras presas proyectadas en este mismo entorno geográfico⁸⁰⁶.

Por ese motivo, la gestión racional del agua, su depuración, el reciclaje y la interconexión entre los diversos recursos que administra el Canal de Isabel II (cuencas del Alberche, Lozoya, Manzanares y Jarama-Sorbe), la inserción de los acuíferos subterráneos en el sistema desde la década de 1990⁸⁰⁷, constituyen factores de consideración en estos proyectos de nuevas presas, que han de ser estudiados con detenimiento para superar estrictos controles ambientales, entre las muchas opciones disponibles para ajustar el crecimiento del suministro a la red de núcleos urbanos

802 Pozo, Ángeles del: "Beteta pide hablara con Isabel Tocino para discutir el futuro del Pozo de los Ramos", ABC, 14 de octubre de 1996, p. 55.

803 Semprún, J.L. "La Comunidad, dispuesta a construir por su cuenta la presa del Pozo de los Ramos", ABC, 26 de julio de 1997, p. 49.

804 "El Canal nos quiere provocar", declararon los concejales del PSOE y de IU en el Ayuntamiento de Guadalajara. ABC. 17 de agosto de 1997, p. 52.

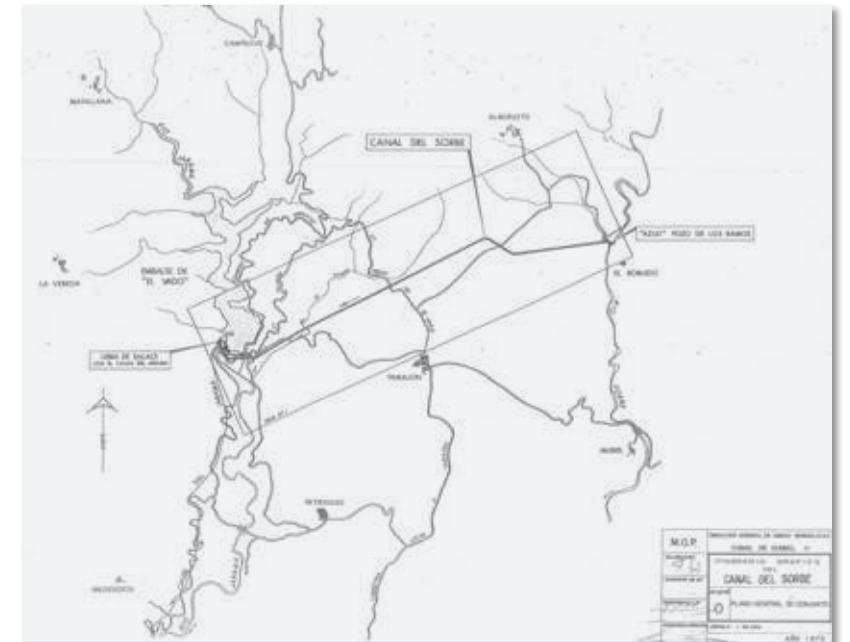
805 "Bono e Ibarra prevén 400.000 millones en inversiones". ABC 1 de febrero de 2001, p. 18.

806 "Asociaciones ecologistas alertan de la intención de construir una presa en el Sorbe". Nueva Alcarria Miércoles, 27 Noviembre 2013. <<http://www.nuevaalcarria.com/jprovincia/general/149328-asociaciones-ecologistas-alertan-de-la-intencion-de-construir-una-presa-en-el-sorbe.html>> [Consulta 28/10/2014].

807 Llamas Madurga, Manuel Ramón: "Nuevos y viejos paradigmas en la política del agua: aplicación a la Comunidad Autónoma de Madrid", en Villarroya, Fermín y Llamas, Ramón (eds.): Madrid del Agua. Problemas hídricos. Madrid, 2010, pp. 15-37.

atendidos desde esta empresa, que cuenta con una dilatada y probada experiencia eficaz en la gestión hidráulica, ajustándose a los Planes de la Confederación Hidrográfica del Tajo. Proyectos destinados al aumento de la regulación de caudales en el Jarama y en el Sorbe, tanto mediante el recrecimiento de la presa de El Vado en 30 m hasta que su capacidad de embalse alcance 100 hm³, como la derivación de aguas del Sorbe hacia el embalse de Alcorlo⁸⁰⁸, al no ser viable la construcción del gran embalse en el Pozo de Los Ramos, son propuestas estudiadas y desechadas por el momento, ante otras soluciones como las tomas de agua del Henares mediante bombes o la conexión del embalse de Alcorlo con la ETAP de Mohernando para aumentar la disponibilidad de recursos de la Mancomunidad de Aguas del Sorbe⁸⁰⁹. Los recursos subterráneos, de los que el Canal de Isabel II tenía concesiones de hasta 72 hm³/año en 2006, añadidos a las aguas superficiales, cubren las demandas por el momento, en particular tras los años de crisis y el descenso de población inmigrante, pero habría que incrementar el volumen de abastecimiento si se anima el ciclo económico y se vuelve a políticas de urbanización expansiva⁸¹⁰.

Figura 6.36.
Canal del Sorbe
hoja 0
Plano general. 1973



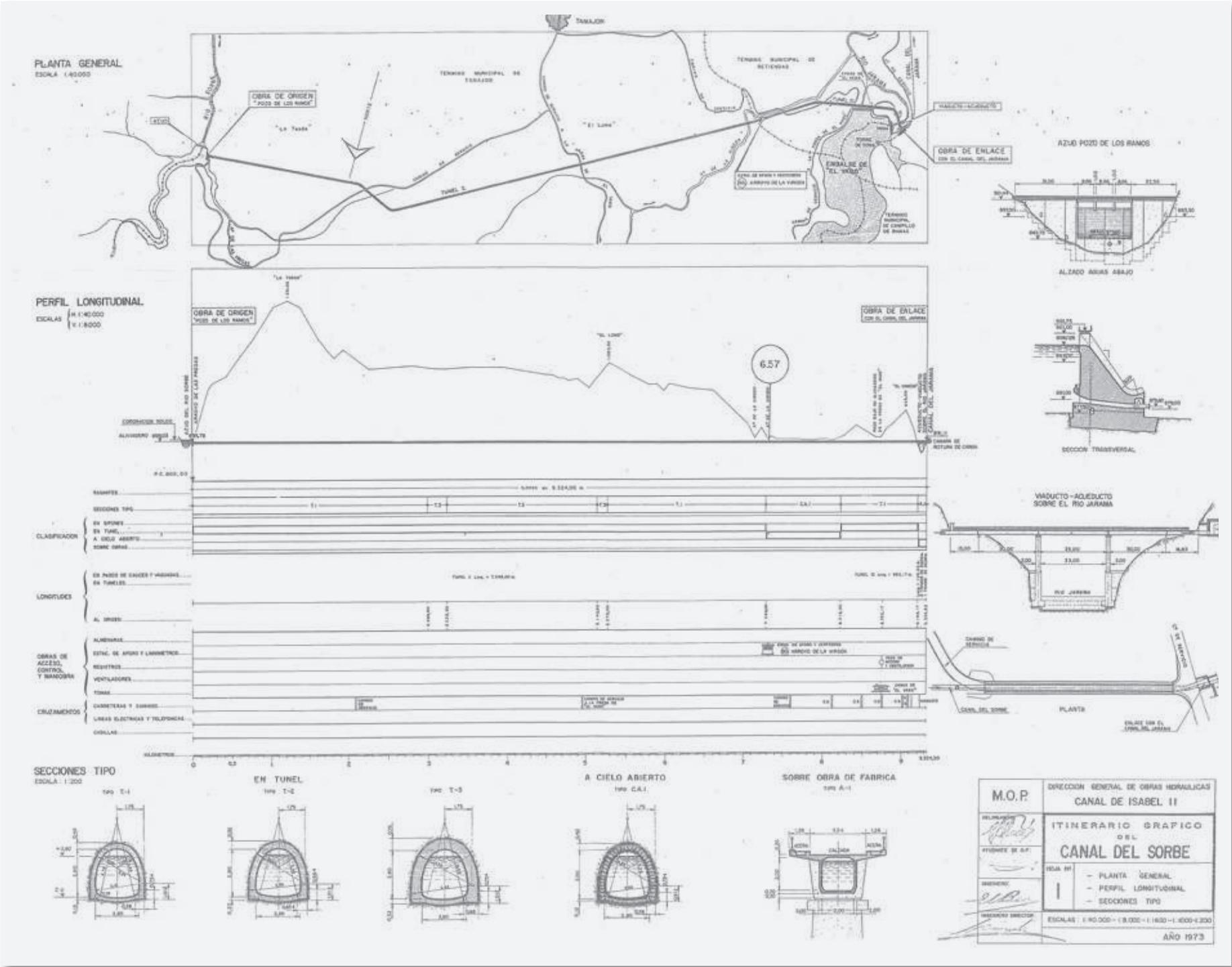
Fuente: CYII,
Itinerario gráfico del
Canal de Isabel II.

808 Resolución de 8 de febrero de 2011, de la Secretaría de Estado de Cambio Climático, por la que se formula declaración de impacto ambiental del proyecto Conexión entre las cuencas de los ríos Sorbe y Bornova, Guadalajara. BOE, 47, de 24 de febrero de 2011, pp. 22.464 a 22.484.

809 Obras para conexión de las cuencas de los ríos Sorbe y Bornova (Guadalajara) y su estudio de impacto ambiental (anuncio publicado en BOE de 10 de noviembre de 2007 y en el Boletín Oficial de la Provincia de Guadalajara, 12 de noviembre de 2007).

810 Liébana del Pozo, Gabino: El abastecimiento de agua a Madrid. En Villarroya, F. y Llamas, R. (eds.): Madrid del Agua. Problemas hídricos, pp. 52-58.

Figura 6.37. Canal del Sorbe, hoja I 1973



Fuente: CYII, Itinerario gráfico del Canal de Isabel II.

8. CRONOLOGÍA

FECHA	FUENTE	HITO
1848	Memoria del Canal de Isabel II	Rafo y Ribera consideran la posibilidad de trasvasar agua a Madrid desde el Jarama y Sorbe.
1881		El ingeniero de Montes Carlos Castel considera idónea la disposición del Sorbe para construcción de embalses.
1918	ACYII 707-1	Ramón de Aguinaga propone la conexión del Jarama y Sorbe mediante un canal de El Vado al Pontón de la Oliva.
22/07/1950	ACYII 258	O.M. Aprobación de proyecto general del canal del Jarama, incluyendo el trasvase desde el Sorbe.
10/08/1954	BOE	O.M. reserva de 100 hm ³ del río Sorbe para el abastecimiento de Madrid, a través del Canal de Isabel II.
1962	AM Fomento 33614- 6378-C	Pozo de los Ramos. Proyectos de camino de acceso.
1961-1968	AM Fomento 30787 bis.	Pozo de los Ramos, reconocimientos geológicos y levantamientos topográficos.
1962		Anteproyecto de embalses de regulación en el río Sorbe, de Luis Ponte Manera
1964	AM Fomento 37251 - SG- 6378-1	Presupuesto de gastos de estudio por medio de rozas de la cerrada del Pozo de los Ramos en el río Sorbe.
1964-1966	AM Fomento 33612 - 6378-A y AGA, (4) 46/5829	Estudio de alternativas Proyecto del embalse del Pozo de los Ramos y de la conducción hasta el canal del Jarama. Manuel Castillo Rubio y Heredia y Moreno, Ingenieros Consultores y Fernando Sáenz Oiza por la CHT. Aprobado técnicamente el 27/09/1966. Presupuesto 491.468.842 pts. y otro de vigilancia de obras por 4.917.754 pts.
21/02/1967	AM Fomento 33612- 6378-A	O.M. Aprobación Proyecto del embalse del Pozo de los Ramos y de la conducción hasta el Canal del Jarama 1ª fase trasvase sobre Jarama, solución B, por precio de licitación por contrata de 491.468.842 pts.
30/09/1968	AGA 46/5827	O.M. Adjudicación a Agroman, S.A. en concurso subasta por 235.999.900 pts., que representa un coeficiente de adjudicación de 0,480193005.
15/10/1968		Firma del contrato de la obra.
21/01/1969		Replanteo del camino de acceso a la boca del túnel nº 1.

FECHA	FUENTE	HITO
21/07/1969		O.M. Aprobación Proyecto Reformado del Embalse de Pozo de Los Ramos y de la conducción hasta el canal del Jarama – Primera fase – Solución B (Guadalajara), suscrito por el ingeniero Fernando Sáenz Oiza, por el mismo precio de contrata adjudicación del primer proyecto.
11/10/1972		O.M. aprobación del Segundo proyecto reformado del embalse de Pozo de los Ramos y conducción hasta el Canal del Jarama. Ingeniero Fernando Sáenz Oiza, contratista Agroman, S.A. Por 574.837.050 pts. presupuesto, y líquido al contratista de 276.032.730 pts.
15/07/1973		Concedida prórroga de finalización al 30/06/1974.
30/10/1973		Aprobación del Proyecto de obras complementarias, suscrito por el ingeniero Luis Yges Gómez con presupuesto de ejecución por contrata de 97.573.277 pts.
22/03/1974		Adjudicación de las obras complementarias a AGROMAN, S.A., con coeficiente de 0,480193005, líquido 46.854.005 pts.
17/04/1974		Firma del contrato de las obras complementarias. Plazo de finalización 28 de febrero de 1975.
28/01/1975		Recepción provisional de las obras del proyecto y las obras complementarias. Puesta en servicio del canal del Sorbe.
20/02/1975		Aprobación del Proyecto de consolidación de la zona inmediata a la boca nº 1 del túnel del trasvase Sorbe-Jarama, el ingeniero Luis Yges Gómez. Presupuesto por contrata 4.970.219 pts.
20/02/1975		Aprobación del Proyecto de consolidación de la zona inmediata a la boca nº 2 del túnel del trasvase Sorbe-Jarama, el ingeniero Luis Yges Gómez. Presupuesto por contrata 4.968.739 pts.
30/09/1976		Adjudicación de los dos proyectos anteriores a AGROMAN, con coeficiente de adjudicación de 0,99979.
18/11/1976		Recepción definitiva de las obras del trasvase Sorbe-Jarama y sus complementarias.
01/03/1977		Recepción provisional de las obras de consolidación en los túneles.
1975, 1976, 1978		Bombes desde el Jarama hasta el Sorbe por el trasvase, para paliar la sequía en Guadajara y el corredor del Henares.
1979	Memoria del Canal de Isabel II	Registro de trasvases sistemáticos del Sorbe al Jarama



BIBLIOGRAFÍA

“A finales de este año la presa de El Atazar comenzará a recibir las aguas del Lozoya”, ABC, 25/03/1970, p. 43.

Acosta Bono, Gonzalo; Gutiérrez Molina, José Luis, Martínez Macías, Lola; Río Sánchez: El Canal de los Presos (1940-1962) trabajos forzados: de la represión política a la explotación económica, Barcelona: Crítica, 2004.

Aguinaga, Ramón de: “Canal de Isabel II”, Revista de Obras Públicas, 63, tomo I (2072) y (2074), 1915, pp. 287-292 y 311-316.

—: “Informe al Consejo de administración del Canal sobre el uso de las cuencas de los ríos Jarama y Sorbe 1914”, Memoria sobre el estado de los diferentes servicios en 31 de octubre de 1914. Madrid: Madrid: Canal de Isabel II, 1915, pp. 212-213.

—: “Las turbias del Lozoya”, Revista de Obras Públicas, 64, tomo I (2132) y (2133), 1916, pp. 385-389 y 397-399.

Almodóvar, Miguel Ángel: Yantares de cuando la electricidad acabó con las mulas. Madrid: Nowtilus-Red Eléctrica Española, 2009, pp. 238-239.

Alonso Fernández, Julián: Guadalajara. El territorio y los hombres. Serranía y parameras de Sigüenza y Molina, Madrid, Instituto de Geografía Aplicada, CSIC-Caja de Ahorros de Zaragoza, Aragón y Rioja, 1976.

Alonso Torralva, Vicente: Empeño español que hace patente el modo de limpiar las calles de Madrid con modo no practicado en España. Propone algunos reparos acerca de la limpieza a el proyecto de D. Andrés Martí y hace patente el modo práctico de la conducción del río Xarama, En Madrid: por Antonio Sanz, se hallará en su casa... 1738. <<http://bvpb.mcu.es/es/consulta/registro.cmd?id=397528>>.

Álvarez de Quindos y Baena, Juan Antonio: "Capítulo XIV Puentes y barcas de paso por los ríos Tajo y Xarama", Descripción histórica del Real Bosque y Casa de Aranjuez. Madrid, 1804.

Álvarez Martínez, Alfonso; Cabrera Cabrera, Miguel; Flores Montoya, Francisco: "Aumento de la capacidad de embalse de los ríos Jarama y Sorbe para garantizar el abastecimiento de agua a Madrid y Guadalajara y mejorar el estado ecológico", Revista de Obras Públicas, (3.415), 2001, noviembre, pp. 45-53.

Álvarez Martínez, Alfonso; Marín Barragán, Emilio; Mediero Orduña, Luis: "Reforma de la presa de El Gasco", Revista de Obras Públicas, 152 (3455), 2005, pp. 31-36.

Arce, Joseph Alonso de: Dificultades vencidas y curso natural en que se dan reglas especulativas y prácticas para la limpieza de las calles de esta Corte, por cuyo medio se obvие que en el ambiente se introduzca lo impuro [...] Propónese varias dificultades con un discurso sobre e, En Madrid, F. Martínez Abad, 1735.

—: Discurso gallego, y defensorio a favor de su proyecto intitulado, Dificultades vencidas, sobre la unica y total limpieza de Madrid; su autor don Joseph de Arze, En Madrid: en la oficina de Diego Miguel de Peralta, 1738.

Ardemans, Teodoro: Fluencias de la tierra y curso subterráneo de las aguas... Madrid: por Francisco del Hierro, 1724.

Arenillas Parra, Miguel; Sáenz Ridruejo, Clemente: Los ríos. Guía física de España, Madrid: Alianza Editorial, 1987.

Arespacochaga, Juan de: Cartas a unos capitanes. Madrid: Incipit, 1994, pp. 97-109.

Arroyo Ilera, Fernando: Agua, paisaje y sociedad en el siglo XVI, según las Relaciones Topográficas de Felipe II, Madrid: Ediciones del Umbral, 1998.

—: "Arbitrismo, población e higiene en el abastecimiento hídrico de Madrid en el siglo XVIII", Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles, 37, 2004, pp. 257-278.

—: "Ilustración y riegos: Real Acequia del Jarama en el Siglo XVIII", Estudios geográficos, 66, 258, 2005, pp. 5-41.

—: "Orígenes y antecedentes de la Real Acequia del Jarama", Estudios Geográficos, 248-249, 2002, pp. 409-442.

Arroyo Ilera, Fernando; Camarero Bullón, Concepción: "La Compañía de Navegación del Tajo en el siglo XVIII y el proyecto de Carlos de Simón Pontero", Historia, clima y paisaje: estudios geográficos en memoria del profesor Antonio López GómezValencia: Universidad de Valencia, 2004, pp. 75-98.

"Asociaciones ecologistas alertan de la intención de construir una presa en el Sorbe", Nueva Alcarria, 2013, noviembre 27.

"Aumenta en dos metros cúbicos por segundo el abastecimiento de agua. El ministro de Obras Públicas inauguró ayer el paso por el canal del Jarama", ABC, 1960, junio 20, pp. 39-40.

Ayuntamiento de Madrid: Concesiones para la instalación de cables eléctricos aéreos y subterráneos y tendidos de tuberías de agua. Madrid: Imprenta Municipal, 1915.

Baeza Sanz, D.; Martínez-Capel, F.; García de Jalón Lastra, D.: "Variabilidad temporal de caudales: aplicación a la gestión de ríos regulados", Ingeniería del Agua, 10/4, diciembre, 2003, pp. 469-478.

Ballestero Jadraque, M.: Arbancón y su legado, Guadalajara: Diputación de Guadalajara, 2010.

Barciela López, Carlos: "Gorría y Royán, Hermenegildo", Gran Enciclopedia Aragonesa, 2000.

—: "Gorría y Royán, Hermenegildo", Diccionario Biográfico de los Españoles, Tomo XXIV, Madrid: Real Academia de la Historia, 2009, pp. 451-452.

Barra, Francisco Javier: Proyecto y memoria sobre la conducción de aguas a Madrid, mandado imprimir con aprobación de S.M. por el Excelentísimo Ayuntamiento de esta M.I. Villa. Madrid, Imp. Real, 1832, 108 p., 2 planos desplegables.

Batlle, José y Domenchina, Francisco: Aprovechamiento industrial de las aguas del Río Jarama en el término de Fuente el Fresno. Memoria descriptiva del proyecto, Madrid: imprenta de Antonio Marzo, 1902.

Benet, Juan: "Contratación de túneles", Prosas CivilesMadrid: Dirección General de Obras Hidráulicas del Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente, 1994. Publicado originalmente como "El panorama actual en las relaciones contractuales la construcción de túneles en España y su posible desarrollo futuro", Comunicación al ISimposio Nacional sobre Túneles. Madrid, diciembre de 1974.

Berg, Gerald (Editor): Indicators of Viruses in Water and Food, Ann Arbor Science, 1978.

Blas y Martín, Juan de Dios: "Canales y pantanos, III", El Avisador NumantinoSoria, 1900, mayo 31.

—: El debe y haber de la nación: comprende la exportación real de productos que hacemos al extranjero, Madrid: Tip. de los Sucesores de Cuesta, 1892.

—: Las conferencias de Arnaldo y Veremundo, y relación de monumentos y establecimientos más notables de Madrid y su antigüedad.Madrid: Tipografía de los Sucesores de Cuesta, 1892.

—: Los cuentos del viejo. Madrid, Imp. De Diego Pacheco Latorre, 1887.

—: Mil pensamientos o Máximas morales, sociales, religiosas, económicas, astronómicas y

filosóficas, tratando de la mayoría de las acciones humanas y de los fenómenos que se observan en la naturaleza de los seres creado. Madrid: Imp. Moderna, 1902.

Blázquez Díaz, Alicia: "Estudio geomorfológico del valle de Majaelayo (Sierra de Ayllón, Guadalajara)", *Ería: Revista cuatrimestral de geografía*, 1987, pp. 43-60.

"Bono e Ibarra prevén 400.000 millones en inversiones", *ABC*, 2001, febrero 1, p. 18.

Botija Ibáñez, Luis; García Rodríguez, José Luis (dir.): Restauración hidrológico-forestal de la vertiente izquierda del embalse de El Vado (Guadalajara), Proyecto fin de carrera. E.T.S.I. Montes. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, 1995.

Bullón Mata, Teresa: "Avenidas fluviales y precipitaciones en las cuencas de los ríos Jarama-Tajo al final del siglo XVI", *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 60, 2012, pp. 77-90.

—: La relación de las avenidas y sequías con las avenidas fluviales en los agrobiosistemas del Conjunto Jarama-Tajo al final del siglo XVI, en Galán Gallego, Encarnación; Cañada Torrecilla, Rosa; Fernández García, Felipe (coords.): *Clima, ciudad y ecosistemas: ponencias y conferencias invitadas al VII Coloquio de la Asociación Española de Climatología*, 2010, pp. 337-347.

Caballero García, A.: Archivos y Desamortización. El Patrimonio documental de Guadalajara en el siglo XIX, Guadalajara: Ediciones Bornova, 2008.

Cabanes, Francisco Xavier de: *Guía General de Correos, Portas y Caminos del Reino de España. Con un mapa itinerario de la Península, por el brigadier de Infantería de los Reales Ejércitos*, Madrid: Imprenta de D. Miguel de Burgos, 1830.

Calleja Guijarro, Tomás: "Las dos rutas segovianas del Libro de buen amor", en Morros, Bienvenido; Toro, Francisco: *Juan Ruiz, Arcipreste de Hita, y el "Libro de buen amor"*. I Congreso Internacional, 9, Alcalá la Real del al 11 de mayo de 2002.

Camacho Cabello, J.: *La población de Castilla-La Mancha (siglos XIX y XX)*, Servicio, Toledo: Publicaciones de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, 1999.

Camarero Bullón, Concepción: "La planimetría general de Madrid en el contexto de las políticas de conocimiento del espacio y reforma fiscal", en Camarero Bullón, Concepción (dir.): *Planimetría general de Madrid*, vol. I, Madrid: Tabacalera, 1988, pp. 41-80.

Campo y Francés, Ángel del: José Torán. Un ingeniero insólito. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid, 1992, pp. 99 y ss., 114-115.

Canal de Isabel II: El problema del agua en Madrid. Ciclo de conferencias celebradas en en el Círculo de la Unión Mercantil e Industrial los días 22. 25 y 29 de febrero y 6 de marzo de 1956. Madrid, 1956.

—: *Memorias-informes y documentos relativos a la gestión de la Comisaría Regia y Consejo de Administración en el año de 1907*. Madrid: Imprenta Municipal, 1908.

—: *Memoria sobre el estado de los diferentes servicios en 31 de octubre de 1910*, Ingeniero-director D. Ramón de Aguinaga. Madrid: Imprenta Alemana, 1910.

—: *Memoria sobre el estado de los diferentes servicios en 31 de octubre de 1913*, Ingeniero-director D. Ramón de Aguinaga. Madrid: Imprenta Alemana, 1913.

—: *Memoria sobre el estado de los diferentes servicios en 31 de octubre de 1914*, Ingeniero-director D. Ramón de Aguinaga. Madrid: 1915.

—: *Memoria sobre el estado de los diferentes servicios en 31 de diciembre de 1926*, por el ingeniero-director D. Severino Bello. Madrid: Talleres Voluntad, 1927.

—: *Memoria de Canales del Lozoya en 1933, 1934, 1935 y 1936*, firmada por el ingeniero director Eduardo Fungairiño y Fernández Campa. Madrid, 1937.

—: *Memoria, años 1939-45*. Ingeniero director D. Pedro Matos Massieu, Madrid, 1947.

—: *Ministerio de Obras Públicas: Los primeros cien años del Canal de Isabel II*. Madrid, 1954. [Contiene en páginas 1-76 una historia del Canal de Isabel II. Resto del volumen, con nueva paginación, hasta p. 437, memoria de los años 1946-1950, siendo el ingeniero director D. Roberto González de Agustina e Iribarren.]

—: *Memoria 1951-1969, Canal de Isabel II*. Madrid: Canal de Isabel II, 1971.

—: *Ministerio de Obras Públicas y Transporte, Canal de Isabel II: Memoria del quinquenio 1970-1974*. Madrid: Aro Artes Gráficas, 1978.

—: *Ministerio de Obras Públicas. Canal de Isabel II: Memoria 1976*. Madrid, 1977.

Canalda, Carlos: "Los afluentes del Henares. El Sorbe", en la página personal de Carlos Canalda, Publicado el 21-9-1985, en el nº 966 de *Puerta de Madrid* Actualizado el 25-6-2007. <http://www.jccanalda.es/jccanalda_doc/jccanalda_alcala/artic-alcala/artic-rios/sorbe.htm> [consulta 10-12-2024].

Canals Álvarez, Salvador: "Comentarios sobre nuestro sistema de contratación de obras públicas", *Revista de Obras Públicas*, 90, tomo I (2728), 1942, pp. 403-408.

Carbonero Gallardo, José Miguel: *La adjudicación de los contratos administrativos: origen, evolución y sistema actual*, Tesis doctoral, Universidad de Granada, 2010. <<http://digibug.ugr.es/bitstream/10481/4867/1/18654538.pdf>> [consulta 10/12/2014].

Casas Gómez, Antonio de las: "El pantano del Chorro. Forma de cálculo y procesos constructivos en presas", en Huerta, S. (ed.): *Actas del Cuarto Congreso Nacional de Historia de la Construcción*,

Cádiz, 27-29 enero 2005 Madrid: I. Juan de Herrera, Sociedad Española de Historia de la Construcción, Arquitectos de Cádiz, COAAT Cádiz, 2005, pp. 241-248.

Casas Torres, José Manuel: "El Canal de Isabel II y el desarrollo de Madrid", en Canal de Isabel II: Ciclo de conferencias sobre el abastecimiento de agua a Madrid, 1979. Madrid: Ministerio de Obras Públicas, 1981, 61-83.

Casses Xaló Granel de Ribas Altas, Joaquín: Tridente sceptico en España; physica natural, agricultura no cultivada y magica experimental para acrecentar las cosechas ...; su autor el Lic. D. Joachin Casses Xalò Granel de Ribas Altas... Madrid: en las Gradass de San Phelipe en el puesto de Pedro Rodríguezse hallará en la librería de Joseph de Cueñas, en la Plazuela de los Herradores, 1738. <http://bibliotecavirtualmadrid.org/bvmadrid_publicacion/i18n/consulta/registro.cmd?id=74>.

Castel, Carlos: Descripción física, geognóstica, agrícola y forestal de la provincia de Guadalajara, 1881, Madrid. Imprenta Manuel Tello. <<http://bidicam.castillalamancha.es>>.

Castro Canabal, Pablo: Presa de Campillo de las Ranas, Proyecto de fin de carrera. ETSICCP, UPM, 2012. <<http://oa.upm.es/15426/>> [consulta 10-12-2014].

Catálogo Nacional de Inundaciones Históricas, 2. Cuencas del Tajo y Júcar. Dirección General de Protección y Emergencias, Ministerio del Interior, 2007, DVD.

CEDEX: Anuario de Aforos. <<http://hercules.cedex.es/anuarioaforos/>>

Central de electricidad de la Castellana y Canal del Jarama: memoria descriptiva del proyecto. Madrid: Imprenta de José S. Quesada, 1901.

Cervantes, Miguel de: El Quijote, Segunda parte, Edición del Instituto Cervantes, dirigida por Francisco Rico. Barcelona: Editorial Crítica, 1998, capítulo 58.

Cervantes, Pedro, y otros: Recopilacion de las reales ordenanzas y cédulas de los bosques reales del Pardo, Aranjuez, Escorial, Balsain, y otros: glossas, y comentarios a ellas... En Madrid: en la Oficina de Melchor Álvarez. Año de 1687.

Chaves Ferrero, Estanislao: "El pantano de Palmaces. Algunos datos y referencias", REvistaq de Obras Públicas, 99 tomo I (2834), 1951, pp. 281-287.

Cobos Arteaga, Francisco de los: "Aventureros ferroviarios. Notas sobre la financiación de la red secundaria de los ferrocarriles españoles: El caso Richard Preece Williams", Cuadernos de Estudios Empresariales, 14, 2004, 9-26.

Consejería de Agricultura; Medio Ambiente, Guadalajara (CAMAGu), Solís Camba, A.; Cabrera Bonet, M.; Manrique Simón, V.: Plan de intervenciones silvícolas en las repoblaciones de la unidad natural "Sierra de Ayllón". Guadalajara: Delegación Provincial de Agricultura y Medio Ambiente.

Corbalán, Pablo: "El Canal de Isabel II cumple sus cien primeros años", Blanco y Negro, 1958, julio 28, p. 58.

Corella Suárez, Pilar: "Barcas de río en la geografía madrileña de los siglos XVI a XIX", Anales del Instituto de Estudios Madrileños, XXXVIII, 1998, pp. 221-260.

"Cortes totales de agua en Guadalajara", ABC, 1974, octubre 2, p. 48.

Creager, William Pitcher; Justin, Joel De Witt: Hidroelectric Handbook, J. Wiley & Sons, inc., 1927.

Cubillo González, Francisco; López-Camacho; Camacho, Bernardo: "Los caudales ambientales: compatibilidad con los abastecimientos, garantías y costes. Caso de la Comunidad de Madrid", I Congreso de Ingeniería Civil, Territorio y Medio Ambiente (ICITEMA) Madrid, 2002, pp. 325-347.

Davis, Calvin Victor: Handbook of applied hydraulics, New York and London, McGraw-Hill Book Company, Inc., 1942.

Delegación Provincial de Madrid: Consejo Económico Social Sindical del alto Jarama Henares-Tajuña: primer pleno. Madrid: Delegación Provincial, 1972, pp. 81-85.

Delgado, Pedro: La Real Acequia del Jarama. Edición facsímil del manuscrito de 1816. Textos: Álvaro de la Piñera y Rivas; transcripción del Reglamento y Ordenanzas Carlos Domínguez Agulleiro. [Madrid]: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos - Patrimonio Nacional - CEDEX, Ministerio de, 1991, 2 vols., uno de texto y otro con 32 planos.

Díaz Martínez, Miguel Ángel y López Ballesteros, José Alberto: La sierra de Ayllón, Madrid: Ediciones El Senderista, 2003.

Díaz-Cascón Sagrado, Joaquín; Bueno Hernández, Francisco: Ingeniería de presas. Presas de fábrica, Santander: Universidad de Cantabria, 2001.

Dios Blas, Juan de: El Canal del Jarama y la Exposición Universal, o sea, el medio de aumentar población de Madrid, sus recursos, comercio y edificios, por... Madrid: Tipografía de los Sucesores de Cuesta, 1894, 53 p. + 11 hoj. +2 pp.

—: El debe y haber de la nación: comprende la exportación real de productos que hacemos al extranjero, Madrid: Tip. De los Sucesores de Cuesta, 1892, 159 p.

—: Pensamientos sociales, Madrid: Imp. Ibérica, 1911.

Dirección General de Obras Hidráulicas: Plan de Obras Hidráulicas realizable en un plazo de ocho años, Madrid, Imprenta de Ricardo Rojas, 1909.

División del Departamento de Explotación de Captaciones del Canal de Isabel II: "Waterproofing works carried out on the 'El Vado' Dam. Systems, performance and experience gained". Twenty-first International Congress on Large Dams [Recurso electrónico (CD-ROM)]: 16-20 June 2003,

Montreal, Canada: transactions / International Commission on Large Dams = Vingt et unième Congrès International des Grands Barrages: comptes rendus / CommisParis : ICOLD-CIGB, 2005.

Domínguez, Santamaría Ana Ros: "De Torrejoncillo a San Fernando de Henares. Pasando por Real Sitio de San Fernando", en Morín de Pablos, Jorge; López López, Germán; López Recio, Mario; Escolà Martínez, Marta; Barroso Cabrera, Rafael: El patrimonio arqueológico..., pp. 207-235.

Domínguez, Santamaría Ana Ros: "Entorno y vida cotidiana en el Real Sitio de San Fernando", Jornadas sobre el Real Sitio de San Fernando y la Industria en el siglo XVIII. San Fernando de Henares: Ayuntamiento, 1997, pp. 104-110.

"'El Canal nos quiere provocar', declararon los concejales del PSOE y de IU en el Ayuntamiento de Guadalajara", ABC, 1997, agosto 17, p. 52.

"El Caudillo inauguró la estación depuradora de aguas de Alcalá de Henares y los pantanos de El Vado y de Palmaces", Imperio, Diario de Zamora, 1954, junio 29.

"El Caudillo inauguró ayer los pantanos de El Vado y Palmaces", La Vanguardia, 1954, junio 29, p. 3.

"El embalse "Jarama Medio" sólo reportaría a Guadalajara unos puestos de trabajo durante su construcción", Flores y Abejas, 1981, mayo 13, p. 5.

"El ministro de Obras Públicas visita los embalses del Lozoya", Hoja del Lunes, 1951, octubre 29, p. 1.

"El puente de Viveros en San Fernando de Henares", Memoria de Madrid (blog), Ayuntamiento de Madrid, 2014, marzo 17. <www.memoriademadrid.es> [consulta 10-12-2014].

"El suministro de agua a Madrid. Inauguración de las primeras instalaciones del proyecto de ampliación", Boletín del Ministerio de Obras Públicas, 97115 (julio 1967), pp.26-33.

"El Vado", El Liberal Arriacense, I, 44, 1914, agosto, 12, en noticias de la provincia.

En: La Ciudad Lineal, de 20 de agosto de, 1912, pp. 296-298.

Encinas Hernández, Javier: "Duero Nórdico: la actitud Nórdica en la arquitectura de los Poblados Hidroeléctricos del Douro Internacional (1954-1965)", Rita: Revista Indexada de Textos Académicos, 1, 2014, pp. 76-81.

España. Comité Directivo de Obras Públicas.: Plan General de Obras Públicas. Vol II Obras Hidráulicas, [sl.: Madrid: s.n.], 1940.

Estadística de las obras públicas en España. Obras hidráulicas. Situación en 1º de enero de 1917. Madrid: Ministerio de Fomento, Dirección General de Obras Públicas, 1921.

Estrada Lorenzo, Federico; Romero Muñoz, Dolores (comisarios): Obras hidráulicas de la Ilustración. El sueño de la navegación [Catálogo de la Exposición], Madrid, CEHOPU, Sala los Arcos de Nuevos Ministerios, julio-octubre de 2014.

Martínez Peñarroya, José: "El despoblado de Pesadilla. Arqueología medieval y moderna en el valle del río Jarama", Anales del Instituto de Estudios Madrileños, XLVII, 2007, pp. 617-650.

Fernández García, Felipe; Millán López, Alfredo; Galán Gallego, Encarna; Cañada Torrecilla, Rosa: "Situación actual y proyecciones futuras de las disponibilidades hídricas de la Comunidad de Madrid", en Martín Lou, Mª Asunción; Arroyo Ilera, Fernando: Agua y territorio. La cooperación hídrica en España Madrid: Real Sociedad Geográfica, 2011, pp. 77-100.

Fernández Izquierdo, F.: "La ganadería en el territorio alcarreño de la Orden de Calatrava", en López-Salazar Pérez; Sanz Camañes, Porfirio (coords.): Mesta y mundo pecuario en la Península Ibérica durante los tiempos modernos Cuenca, Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha, 2011, pp. 315-368.

—: 100 años de historia. El Salto de Bolarque, [Barcelona]: Gas Natural Fenosa, 2010.

Fernández Ordóñez, José Antonio y otros: Catálogo de treinta canales españoles anteriores a 1900, Madrid: CEHOPU, 1986.

Fernández Talaya, Mª Teresa: "El canal del Manzanares. Un canal de navegación en el Madrid de Carlos III", Anales del Instituto de Estudios Madrileños, XLVI, 2006, pp. 521-546.

Fidalgo Hijano, C.: "Sierra de Ayllón", Guía de los espacios naturales de Castilla-La Mancha, Servicio, Toledo: Publicaciones de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, (4ª ed), 1998.

Font Tullot, I.: Climatología de España y Portugal, (nueva versión) Ediciones de la Universidad de Salamanca, 2007, 1ª reimpresión.

Franco Alonso, Luis Felipe: Real Acequia del Jarama: trozo 4 de rehabilitación de la parte abandonada: parte de la obra que afecta a la carretera de la Cuesta de la Reina a Toledo, Madrid: Obras públicas, Servicios Hidráulicos del Tajo, 1948.

Galán Gallego, Encarnación; Cañada Torrecilla, Rosa; Fernández García, Felipe (coords.): Clima, ciudad y ecosistemas: ponencias y conferencias invitadas al VII Coloquio de la Asociación Española de Climatología, 2010, pp. 337-347.

García Agustín, José: "El Canal de Isabel II y el Gran Madrid", El problema del agua en Madrid. Ciclo de conferencias celebradas en el Círculo de la Unión Mercantil e Industrial los días 22. 25 y 29 de febrero y 6 de marzo de 1956.

García López, Aurelio: Tamajón en la Edad Moderna, Guadalajara: Diputación Provincial de Guadalajara, 2014.

García Rodríguez, J.L., Robredo Sánchez, J.C.: "Metodología para la aplicación S.I.G. a la ordenación agrohidrológica de la cuenca del río Jarama", II Congreso Forestal Español Pamplona, 23 al 27 de junio de 1997. <<http://secforestales.org/publicaciones/index.php/congresos/article/view/4092/4021>> [consulta 10-12-2014].

Gasset, Rafael, ministro de Fomento: Reforma de los Presupuestos. El plan extraordinario de Obras Públicas, Madrid: Vicente Rico, 1916.

Gil Olcina, Antonio: "Perduración de los planes hidráulicos en España", en Moral Ituarte, Leandro del; Arrojo Agudo, Pedro (eds.): Congreso Ibérico sobre Gestión y Planificación de Aguas.

Giménez López, Enrique: "Almadías en el Ebro y en el Consejo de Castilla. El proyecto de navegabilidad de Mateo Jaime (1776-1790)", en Pérez; Álvarez, María José Rubio Pérez, Laureano M.; Martín García, Alfredo (eds.); Fernández Izquierdo, Francisco (col.): Campo y campesinos en la España Moderna. Culturas políticas en el mundo hispano, XII, Actas de la Reunión Científica de la Fundación Española de Historia Moderna, celebrada en la Universidad de León en 19-21 de junio de 2012.

Girola, Lidia: Entre ríos anda el juego, 25 de julio de, 2012.

Gómez Ayau, Emilio: "El papel del Estado en las grandes obras de transformación agraria", Revista de Estudios Agrosociales, 4, 1953, pp. 37-67.

Gómez Mendoza, Josefina: Agricultura y expansión urbana. Madrid: Alianza Universidad, 1977.

Gómez Navarro, José Luis: Regulación de ríos, Madrid, 1941.

—: Saltos de agua y presas de embalse, Madrid: Revista de Obras Públicas. 2ª ed., corregida y aumentada, Tipografía artística, 1944-1945. 3ª, 1958, 1932. La primera edición, accesible en <http://issuu.com/juaneloturriano/docs/presas_de_embalse_parte1>.

González Marzo, F.: La desamortización de Madoz en la provincia de Guadalajara (1855-1896): algunas claves para el conocimiento de la sociedad provincial contemporánea, Guadalajara: Gráficas Minaya, 2008.

González Quijano, Pedro M.: "El perfil de las presas de embalse", Revista de Obras Públicas, 61, I 1913, 1970, pp. 313-317.

—: "Pantano de Guadalcaçín", Revista de Obras Públicas, 57, I, 1906, (1737-1738), pp. 6-9 y 17-21.

Gorría y Royán, Hermenegildo: "Proyectos de los pantanos de Híjar", Anales de Obras Públicas, VIII, 1880.

Grunenbergh, Carlos y Fernando de: Memorial que los coroneles, Don Carlos, y Don Fernando de Grunenbergh han dado à su Magestad, tocante à la proposicion que tenian hecha, derendir [sic] nauegable à Mançanares desde la otra parte del Pardo hasta Toledo: en que se manifiestan los motiuos... los fundamentos y razones... las vtilidades... las condiciones... y la demonstracion que en virtud del decreto de su Magestad han hecho de los corrientes de dicho rio y del de Xarama, [S.l. : s.n., s.a.] 12 h. + 1 h. mapa; ca. 1668. Biblioteca Real Academia de la Historia, 9/3658, reproducido en su Biblioteca Digital en <bibliotecadigital.rah.es/dgbrah/i18n/consulta/registro>.

cmd?id=6156 >. Hay también copia digital en la Biblioteca Regional de Madrid, signatura A-Caj. 148/3.

Guerra Chavarino, Emilio: Los viajes de agua y las fuentes de Madrid: los "viages"-qanat, Madrid: La Librería, 2011.

Gutiérrez Andrés, Juan; López-Camacho; Camacho, Bernardo: "Un problema ambiental en el abastecimiento histórico de Madrid: Las aguas turbias del Lozoya (1858-1925)", Revista de Obras Públicas, 151, (3447), 2004, pp. 39-52.

Gutiérrez Casalá, José Luis: Colonias penitenciarias militarizadas de Montijo. Represión franquista en la comarca de Mérida. Editora Regional de Extremadura, 2003.

Hernández Bermejo, J. Esteba. y Sainz Ollero, Helios: Introducción a la ecología de los hayedos meridionales ibéricos: el macizo de Ayllón. Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 1984, 2ª ed.

Herrera Casado, Antonio: "El Vado", Crónica y guía de la Provincia de Guadalajara. Guadalajara: Diputación Provincial, 1983.

"Horcas y trillos en huelga", Abril, portavoz de las izquierdas, 1935, agosto 10, p. 4.

"Informe del Consejo de Administración del Canal a la Dirección General de Obras Hidráulicas", Memoria del Canal de Isabel II, 1946-1950, pp. 349-375.

Instituto Geológico y Minero de España. Mapa Geológico de España (MAGNA). Hojas 432 Riaza, 433 Atienza, 459 Tamajón, 485 Valdepeñas de la Sierra, 460 Hiendelaencina.

Itinerario del río Sorbe. Provincia de Guadalajara, Comisaría de Aguas del Tajo, 1965.

Jaime Lorén, José María de: "Noticias de tres importantes graduados oscenses en la Universidad de Valencia", Argensola, 108, 1994, pp. 249-254.

Jarama (Cuenca). Obras hidráulicas. 1938. Croquis general de la Acequia del Jarama, sl., sn. mapa, col. 21 x 144 cm., 1938.

Kelen: Gewichts-Staumauern und massive Wehre. Berlin: Julius Springer Verlag, 1933.

Larruga, Eugenio: Memorias políticas y económicas sobre los frutos comercio, fábricas y minas de España.... Tomo VI, que trata de los ríos, canales, monedas, pesos, ferias, mercados y contribuciones de la provincia de Toledo. Madrid: por D. Antonio de Espinosa, 1789.

Latorre, Fernando: "El Jefe del Estado inauguró ayer los pantanos de El Vado y Pálmaces. También fue inaugurada una estación depuradora de aguas en Alcalá de Henares", ABC, 1954, junio 29, pp. 23-25.

Liébana del Pozo, Gabino: "El abastecimiento de agua a Madrid", en Villarroya, F.; Llamas, R. (eds.): Madrid del Agua. Problemas hídricos. Madrid, 2010, pp. 52-58.

Llamas Madurga, Manuel Ramón: "Nuevos y viejos paradigmas en la política del agua: aplicación a la Comunidad Autónoma de Madrid", en Villarroya, Fermín; Llamas, Ramón (eds.): Madrid del Agua. Problemas hídricos. Madrid, 2010, pp. 15-37.

Llauradó, Andrés: Tratado de aguas y riegos. Hidrología agrícola de España. Madrid: Imprenta de Moreno y Rojas, 1884, 2ª ed.

López Camacho; Camacho, Bernardo; Bacones Alvira, María; Bustamente Gutiérrez, Irene de: "Introducción", Antecedentes del Canal de Isabel II: Viajes de agua y proyectos de canales, II, Madrid: Canal de Isabel, 1986.

López Gómez, Antonio: "El Canal de Cabarrús en el río Lozoya y los decretos de 1824 y 1829 sobre conducción de aguas a Madrid. Las diversas propuestas", Estudios Geográficos, 221, 1995, pp. 695-710.

—: La navegación por el Tajo: el reconocimiento de Carduchi en 1641 y otros proyectos, Madrid: Real Academia de la Historia, 1998.

—: "La presa y el Canal del Guadarrama al Guadalquivir y al Océano. Una utopía fallida del siglo XVIII", Boletín de la Real Academia de la Historia, CLXXXVI/II, Boletín de la Real Academia de la Historia, 1989, pp. 221-261.

—: "Las obras hidráulicas de Juan de Villanueva (1739-1811) y su adecuación geográfica", Historia, clima y paisaje: estudios geográficos en memoria del profesor Antonio López Gómez Valencia: Universidad de Valencia, 2004, pp. 429-448.

—: "Proyectos de traída de aguas a Madrid en el siglo XVIII y primera mitad del XIX", Estudios Geográficos, 63, No 248-249, 2002, pp. 385-408.

—: "Un canal madrileño caso olvidado: el de Cabarrús en el río Lozoya", Boletín de la Real Academia de la Historia, III, 1996, pp. 393-442.

López Gómez, Antonio; Arrollo Ilera, Fernando; Camarero Bullón, Concepción: "Felipe II y el Tajo", en Martínez Millán, José (dir.): Felipe II (1527-1598): Europa y la monarquía católica: Congreso Internacional "Felipe II (1598-1998), Europa dividida, la monarquía católica de Felipe II".

López Jimeno, Carlos (dir.): Manual de obras subterráneas. Madrid: Entorno Gráfico, S.L., 1997, 82-99.

López Puerta, L.: La desamortización de Mendizábal en la provincia de Guadalajara, Guadalajara: Diputación Provincial, 1989.

López-Berges de los Santos, Emilio: "Arteria de unión del cuarto depósito (Chamartín) con los segundo y tercero. Edificio-oficinas, García Morato, que forma parte de las instalaciones del Canal de Isabel II", Revista de Obras Públicas, 100 tomo I (2851-2852), 1952, pp. 459-468, 534-538.

López-Berges de los Santos, Emilio: "El proyecto del Canal de conducción de las aguas del río Jarama para el abastecimiento de Madrid", Informes de la Construcción, 21, mayo 1950, 10 p.; II, 22, junio-julio 1950, 6 p.; III, 24, octubre 1950, 38 p., 1950.

—: "Las nuevas arterias del Canal de Isabel II", Revista de Obras Públicas, 92 tomo I (2754), 1944, 526-537.

—: "El Canal Alto del Jarama para el abastecimiento de Madrid", Revista de Obras Públicas, CXII (2986), 1964, pp. 69-85.

"Los ríos", en Gómez Mendoza, Josefina; Mata Olmo, Rafael (coords.): Los paisajes de Madrid: naturaleza y medio rural. Madrid: Fundación Caja Madrid-Alianza Editorial, 1999, pp. 76-82.

"Los tres pantanos del alto Jarama aportarán a la capital 165 millones de metros cúbicos de agua", ABC, 1956, marzo 21, p.39.

M.P.B.: "Con el Canal del Jarama dispondrá Madrid de una dotación de agua capaz para una ciudad de tres millones de habitantes", ABC, 1960 marzo 20.

Macías, José María; Segura, Cristina (coords.): Historia del abastecimiento y de los usos del agua en la villa de Madrid, II. Madrid: Confederación Hidrográfica del Tajo-Canal de Isabel Madrid, 2000.

Madoz, Pascual: Diccionario geográfico-estadístico-histórico de España y sus posesiones de ultramar. Madrid: [s.n.], 1845-1850 (Est. Literario-Tipográfico de P. Madoz y L. Sagasti).

"Madrid quiere seguir expoliando nuestros ríos", Flores y Abejas, 1989, septiembre 20, portada y p. 16.

Maristany y Gibert, Eduardo: El túnel de Argentera. Tratado de construcción de túneles. Barcelona: Henrich, 1891-1892, 6 v.

Martí, Andrés: Empeño y desempeño Español, ilustre defensorio que hace a su proyecto Don Andres Marti ... en que con razones divinas y humanas satisface las endeble objeciones que contra él hacen D. Joseph Arze y D. Vicente Alonso Torralva ... En Madrid, en la Imprenta de Manuel de Moya, 1738.

Martínez Díez, Gonzalo: Las Comunidades de Villa y Tierra de la Extremadura Castellana. Madrid: Editora Nacional, 1983.

Martínez Garrido, Emilia; Mata Olmo, Rafael: "Estructuras y estrategias del regadío metropolitano de Madrid", Agricultura y Sociedad, 42, 1987, pp. 181-202.

Martínez Santa-María, C.; Fernández Yuste, J. A.: "El régimen natural de caudales: una diversidad impredecible, una diversidad predecible", Invest Agrar: Sist Recur For -Fuera de serie, 2006, pp. 153-165.

Martínez Santa-María, Carolina; Fernández Yuste, José Anastasio: "Régimen de caudales: definición del estatus hidrológico y valoración de la alteración", III Congreso de Ingeniería Civil, Territorio y Medio Ambiente. "Agua, Biodiversidad e Ingeniería. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos - Asociación de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Zaragoza, 2006, pp. 325-347. <www.ciccp.es/biblio_digital/licitema_III/congreso/pdf/010409.pdf> [consulta 10/12/2014].

Martínez Vázquez de Parga, Rosario: Historia del Canal de Isabel II, II, Madrid: Fundación Canal de Isabel, 2001.

Matés Barco, Juan Manuel: La conquista del agua, Jaén: Universidad de Jaén, 1999.

Mayoral Moraga, Miguel (coord.): Historia de Velilla de San Antonio, S.I.: Bornova, 2002.

Mecha López, Pedro: Modelización territorial aplicada a la gestión forestal en la vertiente sur de La Sierra de Ayllón, 2004.

Mecha López, Pedro: Modelización territorial aplicada a la gestión forestal en la vertiente sur de La Sierra de Ayllón, Serrada, Tesis doctoral dirigida por Ramón Elena Rosselló, Rafael ETSI Montes, Universidad Politécnica de Madrid, 2004.

Mena, José María de: "El gran sueño de Felipe II: Tajo, Jarama y Manzanares, navegables hasta Madrid", Ilustración de Madrid: revista trimestral de la cultura matritense. Madrid: M. Abella y Asociados, nº 3, 10, (Invierno 2008-2009), pp. 57-62.

Ménenez-Pidal de Navascués, Ignacio: Interacción de las arenas en Facies Utrillas en las obras de ingeniería civil. Revisión documental y caracterización geológica-geotécnica, Madrid; Tesis doctoral defendida en Universidad Politécnica de Madrid, ETSICCP, 2006. <http://oa.upm.es/519/1/IGNACIO_MENENEZ_PIDAL_DE_NAVASCUES.pdf>[consulta 10/12/2014].

Miguel López, Miguel Ángel: Guía del macizo de Ayllón, Madrid: Tierra de Fuego, 1982.

Ministerio de Fomento, Dirección General de Obras Públicas: Plan de Obras Hidráulicas realizable en un plazo de ocho años, Madrid: Imprenta de Ricardo Rojas, 1909.

[Ministerio de Obras Públicas. Dirección General de Obras Hidráulicas]: Aprovechamiento integral del alto Jarama. Madrid: Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Obras Hidráulicas, [1950?], 10 h., 1 map. pleg.; 24 cm.

Mohedas García, César y otros: 90 años de metro en Madrid, Madrid: Ediciones La Librería, 2010.

Molina Holgado, Pedro: Análisis y comparación de la vegetación de las riberas de los ríos Ebro, Tajo y Jarama, Madrid: Ediciones de la Universidad Autónoma de Madrid, 2003.

—: "El paisaje natural en la confluencia de los ríos Jarama y Manzanares (Madrid)", Ería: Revista cuatrimestral de geografía, 28, 1992, pp. 105-124.

Molina Holgado, Pedro; Berrocal Menárguez, Ana Belén: "Dinámica fluvial, propiedad de la tierra y conservación del paisaje de ribera en el entorno de Aranjuez (Madrid, Toledo)", Estudios geográficos, 74, 275, 2013, pp. 495-522.

Molina Sánchez, Javier; Vela Cossío, Fernando: "De molinos harineros a fábricas de luz: arquitectura e ingeniería hidráulica en el norte de Madrid", 8º Congreso Internacional de Molinología, Innovación y ciencia en el patrimonio etnográfico, 28, 29 y 30 de abril de 2012 Tui (Pontevedra), 2012, 11. <pdf.deponvedra.es/ga/148/pbRfBQrTQL.pdf> [consulta 10-12-2014].

Molinonuevo Fernández, Ángel: "Consideraciones generales sobre el problema del agua en Madrid", El problema del agua en Madrid. Ciclo de conferencias celebradas en el Círculo de la Unión Mercantil e Industrial los días 22. 25 y 29 de febrero y 6 de marzo de 1956.

Monje Ciruelo, Luis: "El embalse de Matallana hubiera evitado la turbiedad actual del agua que bebe Madrid", ABC, 1963, enero 18.

—: "El embalse de Matallana, en la cabecera del Jarama, prestará un gran servicio a Madrid", ABC, 1974, diciembre 3.

—: "Guadalajara sin restricciones gracias al bombeo de agua desde el Jarama al Sorbe", ABC, 1975, octubre 4, p. 29.

—: "Guadalajara y Alcalá ya tienen agua", ABC, 1979, agosto 25, p. 8.

—: "Guadalajara. La sequía puede dejar sin agua a 200.000 personas", ABC, 1979, agosto 24, p. 5.

—: "La terminación de la presa de Beleña fundamental para el abastecimiento de agua a Guadalajara", ABC, 1975, octubre 8, p. 27.

—: "Más agua potable para Madrid", ABC, 1968, agosto 3, p. 50.

—: "Matallana: Éxodo mortal" y "Sangre por agua en el Jarama", en Memorias de un niño de la Guerra y otros relatos alcarreños. Hechos, sucesos y acontecimientos singulares. Guadalajara: Fundación Rayet, Ediciones AAche, 2005, pp. 61-66.

—: "Situación de los proyecto de aprovechamiento del Jarama y el Sorbe para el abastecimiento de agua a Madrid", ABC, 1965, enero 16.

—: "Trasvase de aguas desde el Jarama al Sorbe, para abastecimiento de la capital", ABC, 1975, mayo 17, p. 56.

—: "Una torre con altura de doce pisos toma en el pantano de El Vado el agua para Madrid", ABC, 1960, julio 7, p. 19.

Mora, Felipe: Anteproyecto de un plan general de aprovechamiento de las lagunas de Ruidera y del río Guadiana en los términos de El Tomelloso y Argamasilla de Alba (Provincia de Ciudad Real). Madrid: R. Velasco, 1902, p. 23.

—: Canal de Guadarrama. Dase cuenta de la sesión celebrada en el Círculo de la Unión Mercantil e Industrial... proyecto del Auxiliar Facultativo de Minas Felipe Mora, miembro del Congreso Internacional de Electricistas. Con la opinión de los Srs. Marqués de, Madrid: R. Velasco, 1892, 86 pp. 1 h. de mapa e 1: 50.000.

—: Canalización del Manzanares y su navegación a enlazar con el Jarama y el Tajo hasta Lisboa, Madrid: Centro de Hijos de Madrid, conferencia dada en la sesión del día 1º de abril de 1909, 1910.

—: Canalización del Manzanares, Jarama y Tajo para la navegación entre Madrid y Lisboa saneamiento de Madrid y ensanche Norte, Madrid: R. Velasco, 1909, 54 pp.; 29 cm + 3 planos en 1 h.

—: Importancia general de la hidrología en España y estudio concreto del Canal de Guadarrama: conferencia dada el día 26 de noviembre de 1896. Madrid: R. Velasco, 1896. 24 pp., 2 h. de mapas.

Morcillo San Juan, Antonio: "Carlos Castel: ingeniero y político decimonónico", Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales 8, 1999, septiembre, pp. 11-17.

Moreno Rodríguez, J.M. (coord.): Evaluación preliminar de los impactos en España del efecto del cambio climático, Proyecto ECCE – Informe Final. Ministerio de Medio Ambiente y Universidad de Castilla-La Mancha, 2005 <http://www.magrama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/evaluacion_preliminar_impactos_completo_2_tcm7-12439.pdf> [consulta 20-11-2014].

Morín de Pablos, Jorge; López López, Germán; López Recio, Mario; Escolà Martínez, Marta; Barroso Cabrera, Rafael: "La Ocupación y Explotación del Medio. Desde la Prehistoria a la Edad Moderna", en Morín de Pablos, Jorge; López López, Germán; López Recio, Mario; Escolà Martínez, Marta; Barroso Cabrera, Rafael: El patrimonio arqueológico y paleontológico en las obras de ampliación del Metro de Madrid, 2003-2007. La Real fábrica de paños de San Fernando de Henares Madrid: MINTRA, Comunidad de Madrid. Publicaciones, 2008, pp. 167-204.

Muñoz Muñoz, Jesús: El abastecimiento de aguas a Madrid. Estudio geográfico. Tesis doctoral 161/83 defendida en la Universidad Complutense de Madrid, edición facsímil, Editorial de la Universidad complutense, 1983, pp. 450-460.

Muñoz Muñoz, Jesús; Archilla Aldeanueva, Rafael; Rey Aranaiz, José: El clima de la provincia de Guadalajara, Madrid: Instituto de Economía y Geografía Aplicadas, CSIC, 1986.

"Nota del Consejo de Ministros", ABC, 1956, diciembre 15, p. 38.

[Noticias sobre el proyecto de presa en Matallana], El Decano de Guadalajara 1990, septiembre 19; 1992 junio 17 y agosto 5; 1993, octubre 26.

"Obras Públicas. Puente Largo sobre el río Jarama. Antiguo Puente Real de Jarama Puentes y barcas de paso por los ríos Tajo y Xarama", en Madrid (Comunidad Autónoma), Dirección General de Arquitectura y Vivienda; Fundación Caja de Madrid; Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid: Arquitectura y Desarrollo Urbano, Vol. IX, Capítulo XIV: Aranjuez, pp. 656-659.

Paz Maroto, José y Paz Casañé, José María: Abastecimientos de agua, Tomo I, Madrid: ETS Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 1962.

Pérez Boldó, Amparo: Canales y acequias al este de Madrid. Proyectos y realizaciones del siglo XVI al XVIII. Tesis doctoral dirigida por la Dra. Concepción Camarero Bullón, Madrid: Universidad Autónoma de Madrid, 2001.

Pérez Boldó, Amparo; Arroyo Ilera, Fernando: "Madrid: agua, corte y capital en los siglos XVI al XVIII", Boletín de la Real Sociedad Geográfica, 139-140, 2003-2004, pp. 175-210.

Pérez, Nicolás: "París, Madrid y Londres", La Correspondencia de España, 1897, diciembre 30.

Pescador del Hoyo, M.C.: "El Puente de Viveros (accesos a Madrid en el siglo XVIII)", Anuario del Instituto de Estudios Madrileños, I, 1966, pp. 253-261.

Peydró, Salvador: Canal de Madrid: proyecto de conducción de seis mil litros de agua por segundo para usos domésticos, riego e industrias con destino a Madrid y pueblos inmediatos, Madrid: Imprenta de Enrique F. de Rojas, 1893, 31 p. 2 h.

Pillet Capdepón, F. (coord.): Geografía de Castilla-La Mancha, Ciudad Real: Almad, Ediciones de Castilla-La Mancha, 2007.

Pinto Crespo, Virgilio (dir.): Los viajes de agua de Madrid durante el Antiguo Régimen, Madrid: Fundación Canal, 2010.

—: Historia del saneamiento de Madrid. Madrid: Fundación Canal, 2015.

Pons Giner, B. (dir.): Atlas de los Paisajes de Castilla-La Mancha, Cuenca: Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha, 2011.

Pozo, Ángeles del: "Beteta pide hablar con Isabel Tocino para discutir el futuro del Pozo de los Ramos", ABC, 1996, octubre 14, p. 55.

—: "Dos presas y captaciones subterráneas para Madrid", ABC, 1992, junio 11, p. 73.

—: "Hace falta agua de Guadalajara para Madrid, dice el Canal de Isabel II. Esto provocará problemas jurídicos", reconoció Agapito Ramos", ABC, 19, de abril de, 1991, p. 38.

Prado Pérez del Río, Julio, y Arques Soler, Francisco: Centro de estudios hidrográficos del CEDEX: la casa del agua: 40 años a orillas del Manzanares. [Madrid]: Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas, 2008.

Prado, Casiano del: Descripción física y geológica de la provincia de Madrid, Madrid: Imprenta Nacional, Junta General de Estadística, 1864.

"Proyecto del Canal de Madrid", El Guadalete, periódico político y literario de Jerez de la Frontera, 1886, diciembre 9, p. 1.

"Proyecto del Canal de Madrid", El Liberal, 1886, diciembre 7, p. 3.

Puig, Ignacio: Aprovechamientos de los ríos Henares y Jarama, [Barcelona?]: [s.n.], [195?], 21 p.

—: Aprovechamientos de los ríos Henares y Jarama, Barcelona: Gráficas Templarios, Tirada aparte de la Revista Ibérica, 195?, 16 p.

Rabanal Yul, Aurora: El Real Sitio de San Fernando: historia, arquitectura y urbanismo. San Fernando de Henares, Ayuntamiento, 1997.

Rafo, Juan: Memoria sobre la conducción de aguas a Madrid, formada en cumplimiento de la Real orden de 10 de marzo de 1848, con arreglo á las instrucciones dadas por la dirección general de Obras públicas, Madrid, Imprenta de La Publicidad, a cargo de M. Rivadeneyra, 1848. Facsímil, Madrid: Canal de Isabel II, 2008.

Ranz Yubero, José Antonio; López de los Mozos, José Ramón: "Estudio de la toponimia menor de Matallana, El Vado y La Vereda", Wad-al-Hayara, 28, 2001, pp. 191-210.

Reglamento ú Ordenanzas que deben observar los vecinos, y hacendados de las Villas De Uceda, y Torrelaguna; y Lugares de Torremocha y Patones, y demás que comprenda el regadío de los ríos Jarama, y Lozoya, unidos, ó separados, en la parte que deben usar del riego, en los parages que al presente se riegan, y se regaren en lo sucesivo: su conservación, dirección y gobierno; establecidas por S.M. á consulta de los Señores del Real y Supremo Consejo de Castilla, en Madrid, en la Oficina de la Viuda de Marín, 1790, 57 p.

Reglamento y ordenanzas que deben observar los vecinos estantes, y habitantes en las Villas de San Martín de la Vega, Ciempozuelos, Seseña, Añover, Villaseca, Magán, Mocejón, Velilla y demás que en sus Términos, y en todos los que corre la Real Acequia d, En Madrid, en la imprenta de Antonio Marín, 1740.

Reglamento, y ordenanza de la Real Acequia de Jarama, que deben servir tambien para la de Colmenar, vnidas ambas baxo vn gobierno, En Madrid: en la Imprenta Real de la Gazeta, 1771. <bibliotecavirtualmadrid.org/bvmadrid_publicacion/i18n/consulta/registro.cmd?id=3953>.

Reinos Moreno, Daniel; Sancho Comíns, José: "El nuevo Parque Natural de la Sierra Norte de Guadalajara: un espacio turístico-recreativo con importantes valores patrimoniales", Cuadernos de Turismo, 27, 2011, pp. 811-822.

Riba, O.: Terrases du Manzanares et du Jarama aux environs du Madrid. Libro-Guía Excursión C-2, V Congreso Internacional de INQUA, Madrid-Barcelona, 1957.

Ridruejo, Fernando: Los ingenieros de caminos. Madrid: Colegio de ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 2ª ed., 2010.

Rodríguez, J.: "El Jarama", La Correspondencia de España, 2, de febrero de, 1891.

Rodrigo, Javier: Hasta la raíz. Violencia durante la Guerra Civil y la dictadura franquista, Madrid: Alianza Editorial, 2008.

Román y Sánchez de la Nieta, José: "La calidad del agua de Madrid", en Canal de Isabel II: Ciclo de conferencias sobre el abastecimiento de agua a Madrid. 1979. Madrid: Ministerio de Obras Públicas, 1981.

Romana Ruiz, Manuel: "Tasas de mortalidad por accidentes de trabajo en la construcción de túneles", Revista de Obras Públicas, 149, (3423), 2002, pp. 7-16.

Romero, Dolores: "La navegación del Manzanares. El proyecto de los coroneles Grunenbergh", conferencia en Agua, Río y Ciudad. Curso de verano. Madrid, Fundación Juanelo Turriano, 2013.

Rueda Laffont, José Carlos: El agua en Madrid. Datos para la historia del Canal de Isabel II 1851-1930. Madrid: Fundación Empresa Pública, programa de Historia Económica. Documento de trabajo 9405. 1994, julio.

—: Madrid, 1900. Proyectos de reforma y debate sobre la ciudad, 1898-1914. Tesis doctoral. Madrid: Universidad Complutense, Facultad de Geografía e Historia, 1993, 269; 331 y ss.

Sáenz Ridruejo, Fernando: Los Ingenieros de Caminos. Madrid: Colegio de Caminos, Canales y Puertos de Madrid, 2ª ed., 2012.

Sáez Sánchez, Carlos: "Toponimia de la Comunidad de Villa y Tierra de Sepúlveda (1454-1504)", En la España Medieval, III, Estudios en memoria del Profesor D. Salvador de Moxó, II, Madrid: Universidad Complutense, 1982.

Saldaña Arce, Diego: Presas de mampostería en España, Tesis doctoral, Universidad de Cantabria, Santander, 2011.

Sanchez Ferlosio, Rafael: El Jarama, Barcelona, Destino, 6ª edición, 1982.

Sánchez Illán, Rafael: "Rafael Gasset y la política hidráulica de la Restauración", Revista de Historia Económica, XV/2, 1999, pp. 319-362.

Sánchez Lázaro, Teresa: Carlos Lemaury y el canal de Guadarrama, Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 1995.

Sánchez Ruano, Francisco Javier: Real Acequia del Jarama: historia y repercusiones en Añover de Tajo. 18 de octubre de 2013. <anoverdetajo.es/wp-content/uploads/downloads/2014/04/Real-Acequia-del-Jarama.pdf> [consulta 20-12-2014].

Sancho Comíns, J.; Panadero Moya, M. (dirs.): Atlas de turismo rural de Castilla-La Mancha, Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia, Consejería de Educación y Ciencia de Castilla-La Mancha, Universidades de Alcalá y Castilla-La Mancha, 2004.

Sancho Comíns, J.; Reinoso Moreno, D. (dirs.): Atlas del turismo rural de la Sierra Norte de Guadalajara, Madrid: ADEL Sierra Norte de Guadalajara, 2007.

Semprún, J.L.: "La Comunidad, dispuesta a construir por su cuenta la presa del Pozo de los Ramos", ABC, 1997, julio 26, p. 49.

Serrano Belinchón, José: "Nuestros ríos: El Sorbe", sábado, 21 de agosto de 2010 en el blog Libros y otros escritos. <<http://jserranobelinchon.blogspot.com.es/2010/08/nuestros-rios-el-sorbe.html>> [consulta 10-12-2014].

Sierra, Luis: "Estática, estética y economía", Revista de Obras Públicas 94, 1946, (2775), pp. 309-319.

Silva, P. G.: "El Cuaternario del valle inferior del Manzanares (Cuenca de Madrid, España)", Estudios Geológicos, 59, 2003, pp. 107-131.

Simó Ruescas, J.: "La Cooperativa Electra Madrid y los inicios del monopolio compartido en la industria eléctrica madrileña (1905-1912)", en Bahamonde Magro, A.; Otero Carvajal, L. E. (eds.): La sociedad madrileña durante la restauración. 1876-1931, Vol. 1. Madrid: Comunidad de Madrid, 1989.

Simon Pontero, Carlos de: Colección de los memoriales, planes, y otros papeles que se dieron para reducir navegables los ríos Tajo, Guadiela, Jarama, del Consejo de S.M. y alcalde honorario de su Casa y Corte Madrid, 1759.

—: Noticia que con permiso de S.M. da al público Don Carlos de Simon Pontero... de las obligaciones que ha contraído en su contrata la Compañía de la Navegación de Tajo y de los privilegios con que S.M. la fomenta, para que los que interesen sus acciones, En Madrid: en la Oficina de Antonio Pérez de Soto, Calle de la Abada, 1757.

—: Papel instructivo, que escribe Don Carlos de Simon Pontero ... para que los que quieran interessarse en la Compañía de la Navegación de los Ríos Tajo, Guadiela, Manzanares, y Xarama ... se enteren de la importancia, y utilidad pública de esta obra..., En Madrid: En la Oficina de Antonio Pérez de Soto, Calle de la Abada, 1756.

Solesio, María Teresa: Antiguos viajes de agua de Madrid. Madrid: Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, 1975.

—: "Los Viajes del Agua", Canal de Isabel II. Ciclo de conferencia sobre el abastecimiento de Agua a Madrid, 1979, II, Madrid: Ministerio de Obras Públicas, Canal de Isabel I, 1981, pp. 31-60.

Solís Camba, A.; Cabrera Bonet, M.; Manrique Simón, V.: Plan de intervenciones silvícolas en las repoblaciones de la unidad natural "Sierra de Ayllón". Guadalajara. Guadalajara: Delegación Provincial de Agricultura y Medio Ambiente (JCCM)-TRAGSA/TRAGSATEC, 1997.

Sotelo Navalpotro José A.; Sotelo Pérez, María: "Canales, sifones y almenaras. El impacto ambiental de las infraestructuras del Canal de Isabel II (Madrid)", Investigaciones Geográficas, nº 59, 2013, enero-junio, pp. 95-117.

Sotelo Pérez, María: "Territorio y medio ambiente en la comunidad de Madrid. Las infraestructuras históricas, nuevos paisajes culturales del agua", M+A. Revista Electrónica de Medio Ambiente, 14 nº , 1, 2013, pp. 87-115. <http://dx.doi.org/10.5209/rev_MARE.2013.v14.n1.42227> [Consulta 20-09-2014].

Tainturier, C.: "Les chemins de fer électriques", Le génie civil, t. 23, n, 18, Paris, 1893, septiembre 2, p. 295.

Teixidó, María Jesús: "El poblado del embalse de Alcántara: Un ejemplo de urbanismo en el período de la Autarquía", en Lozano Bartolozzi, M.M.; Méndez Hernán, Vicente; Asenjo Rubio, Eduardo (coords.): Paisajes modelados por el agua: entre el arte y la ingeniería Cáceres: Editora Regional de Extremadura, 2012, pp. 235-245.

Tejero Villarreal, Beatriz: "La Casa Real de Vaciamadrid", en Añón, Carmen; Sancho, José Luis: Jardín y naturaleza en el reinado de Felipe II, II, Madrid: Sociedad Estatal para la Conmemoración de los Centenarios de Felipe y Carlos V - Ediciones Doce Calles, 1998.

Tostón Menéndez, Felipe; López Ciudad, Jesús Fernando: "El tren de la Azucarera Ciempozuelos-La Poveda. Un caso de arqueología industrial", en Tostón Menéndez, Felipe; López Ciudad, Jesús Fernando: Ferrocarril y Madrid: historia de un progreso, II, Congreso de Historia Ferroviaria, Aranjuez, 2001.

Urbistondo Echeverría, Rodolfo; Yges Gómez, Luis: "Presa de El Atazar. Tratamiento de fisuras del paramento de aguas arriba", Revista de Obras Públicas, 129 (3202), 1982, pp. 257-268.

Uribelarrea del Val, David: Dinámica y evolución de las llanuras aluviales de los ríos Manzanares, Jarama y Tajo, entre las ciudades de Madrid y Toledo, Tesis doctoral. Madrid: Universidad Complutense, 2008.

Vidal Pardal, Manuel: "Revestimiento de túnel para canal en terrenos de yesos", Revista de Obras Públicas, 92 tomo I (2752), 1944, pp. 422-424.

Vigueras González, Rafael: "Abastecimiento de agua a Madrid", Revista de Obras Públicas, 140, (3326), 1993, pp. 63-74.

Villanueva Larraya, Gregoria: Hidráulica Santillana. Cien años de historia, Madrid, 1995.

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

FIGURAS

1.1. Mapa general de la zona de estudio	14
1.2. Vista general de Tamajón	15
1.3. Vista general de Campillo de Ranas	15
1.4. Delimitación del término de Navaonda (año 1782)	15
1.5. Valle del Jarama con Matallana al fondo	18
1.6. Vivienda tradicional de La Vereda	18
1.7. Embalse de El Vado con el Ocejón al fondo	19
1.8. Poste de senderos en Tamajón	20
1.9. Pico Ocejón, desde la carretera de Puebla de Valles a Valdesotos	23
1.10. Red hidrográfica	26
1.11. Retiendas, desde el puente sobre el valle que llega hasta Bonaval y el Jarama	28
1.12. Ruinas del monasterio cisterciense de Bonaval	29
1.13. Cabecera de los ríos Jarama y Sorbe	31
1.14. Precipitaciones en la sierra de Ayllón	34
1.15. Climograma de El Vado	36
1.16. Climograma de Condemios de Arriba	36
1.17. Evolución de la aportación media anual del río Jarama en El Vado	46
1.18. Aportaciones medias mensuales del río Jarama en El Vado	47
1.19. Evolución de la aportación media anual del río Sorbe en Muriel	50
1.20. Aportaciones medias mensuales del río Sorbe en Muriel (Incluidas las trasvasadas por el canal del Sorbe)	51
1.21. Aguas limpias del Jarama en Bonaval	56
1.22. Vista desde el puente de la carretera CM-123	57
2.1. Evolución demográfica del alto Jarama-Sorbe (ss. XIX-XXI)	61
2.2. Evolución demográfica de la comarca del Alto Jarama-Sorbe y de la provincia de Guadalajara 1842-2011	68

2.3. Comarca del Alto Jarama-Sorbe. Distribución de usos del suelo en fanegas a mediados del siglo XVIII	69	4.3. Sector oriental de la cuenca del Tajo	159
2.4. Distribución del ganado en el siglo XVIII (cabezas / colmenas en unidades)	72	4.4. Portada. Pantano del Vado: Proyecto. Ingeniero D. Antonio Buitrago Martín de Vidales. Guadalajara 1910	160
2.5. Colmena tradicional en Valdesotos	74	4.5. Anejo 1. Plano de la cuenca del Jarama]. E. 1:10.000. Fuente: Pantano del Vado: Proyecto. Ingeniero D. Anejo 1. Antonio Buitrago Martín de Vidales. Guadalajara, 1910	162
2.6. Molino de La Vereda	77	4.6. Fotografía del emplazamiento, vista tomada desde aguas arriba. Pantano del Vado: Proyecto. 1910. Anejo 17	164
2.7. Distribución socio-profesional por sectores económicos. Torrelaguna y Tamajón	81	4.7. Planos, hojas 3 y 4, planta y alzado aguas arriba y abajo. Pantano del Vado: Proyecto. 1910	165
3.1. Carlos y Fernando Grunenber; Planta y delineación que se hizo por orden de su Magestad del Rio de Mançanares desde el Pardo hasta Bacia Madrid, y del Rio Xarama y Tajo hasta Toledo. Con la demostración de los terrenos por donde se propone de hacer la Navegación artificial. Año de 1668	95	4.8. Planos, hoja 4, detalle. Perfil en la zona central de la presa. Pantano del Vado: Proyecto. 1910	168
3.2. Canal del Jarama. Plano que hace demostrable don Andrés Marti, capitán de galeota, para la conducción del Rio Jarama. [hasta Madrid]. En Madrid 23 de Julio de 1738	99	4.9. Planos, anejo 18, plano del pueblo de El Vado. Pantano del Vado: Proyecto. 1910	170
3.3. Mapa de los terrenos desde el confluente o junta de los ríos Lozoya y Jarama, en el término de la villa de Uzeda, hasta Madrid, para la demarcación de un proyecto con que conducir las aguas de este río, por una acequia de regadío que beneficie las tierras de las cercanías de esta Corte. Formado en consecuencia de orden del Excmo. Sr. Conde de Aranda. Madrid, a 18 de enero de 1769. D. Jorge de Sicre y Bejar [rubricado]	102	4.10. Plano, hoja 7. Disposición general del aliviadero de superficie y canal de desagüe. Pantano del Vado: Proyecto. 1910	170
3.4. Mapa de la Vega del río Jarama, "Mapa original de plancheta de la Vega del río Xarama comprendida entre el confluente del río Guadalix y Vacía Madrid, hecho de orden del Excmo. Sr. Conde de Aranda con el proyecto de una acequia de regadio desde Pesadilla a San Fernando"	104	4.11. Plano, hoja 9. Puente para el camino de servicio sobre el aliviadero de superficie y canal de desagüe. Pantano del Vado: Proyecto. 1910	170
3.5. Proyectos de canalización de agua hacia Madrid, s. XVIII – primera mitad s. XIX	105	4.12. Plano hoja 10. Galería de desvío. E 1:1.000. Pantano del Vado: Proyecto. 1910	171
3.6. Nivelación de los ríos Lozoya y Jarama, en el "Plano vertical correspondiente al proyecto de conducción de aguas á Madrid", por Barra, Francisco Xavier: Proyecto y memoria de don Francisco Xavier Barra, Comisario de Caminos y Canales ... sobre la conducción de aguas á Madrid... (fragmento) Madrid: Imprenta Real, 1832	109	4.13. Plano hoja 5. Detalles de la presa (selección). Planta y perfiles de la cámara de maniobras de los desagües de fondo. E 1:50. Pantano del Vado: Proyecto. 1910	173
3.7. Peydró, Salvador: Canal de Madrid, 1893	116	4.14. Camino de Servicio. E 1:25.000. Pantano del Vado: Proyecto. 1910	177
3.8. Canal del Jarama. Pedro Delgado, 1816	125	4.15. Croquis de las canteras. Anejo nº 16. Pantano del Vado: Proyecto. 1910	178
3.9. Croquis general de la acequia del Jarama. 23 de mayo de 1938	129	4.16. Casa Administración (detalle). E 1:100. Proyecto reformado de la Casa-administración para el pantano de "El Vado". Ingeniero D. Antonio Buitrago	185
3.10. Zona Regable del Jarama	131	4.17. Pantano de "El Vado". Croquis general del emplazamiento de los sondeos. Ingeniero Gumersindo Gutiérrez Gándara. Madrid, 11 de junio de 1917	191
3.11. Plan Geographo que demuestra el Terreno de parte de el Soto del Porcal propio de la Villa de Madrid y el de Pajares propio del RI. Monasterio de S. Lorenzo del Escorial inclusive en este, el sitio rincon de los ciervos y demás que se disputa según su actual estado y confines de el Rio Jarama, Casas, Carriles y Veredas. Arboles y Mojonerias, situado en la jurisdicción de Bacia-Madrid y S. Martin de la Vega	133	4.17.1. Plano general de los sondeos, pozos y galerías practicados en el emplazamiento de las presa y en el aliviadero de superficie. Marcado el emplazamiento recomendado. Ingeniero Gumersindo Gutiérrez Gándara, firmado el 11 de junio de 1917	192
3.12. Plan geométrico del Real Sitio de San Fernando, y su jurisdicción, formado por el Capitán D. José de Ibarra y el Teniente D. José de Larramendi, Ingenieros Cosmógrafos, Dibujado por D. Carlos Vargas Machuca, Cadete Supernumerario de dicho Cuerpo. Hacia 1810	136	4.18. Plano general. Galería exterior a la presa. Hoja 1. Nuevo proyecto reformado. Ingeniero Alfonso Alonso, firmado el 2 de agosto de 1918	198
3.13. Acción de la Central de Electricidad de la Castellana y Canal del Jarama, 1902. Anverso y reverso	142	4.19. Galería Exterior Perfil longitudinal 1919. Hoja 2. Nuevo proyecto reformado. Ingeniero Alfonso Alonso, firmado el 2 de agosto de 1918	199
4.1. Vista de El Vado. Década de 1930. Tomás Camarillo, 624	154	4.20. Galería exterior perfiles transversales 1919. Hoja 3. Nuevo proyecto reformado. Ingeniero Alfonso Alonso, firmado el 2 de agosto de 1918	200
4.2. Ruinas de la iglesia parroquial de El Vado, vista desde el camino de acceso a La Vereda	156	4.21. Pantano de El Vado. Plano de conjunto de las instalaciones y servicios en la zona de las obras. E 1:4.000. 31 de diciembre de 1931	204
		4.22. Obras del Pantano de El Vado. Proyecto de edificios. Central termo-eléctrica. 10 de mayo de 1931. César Blanco de Córdoba	207
		4.23. Motor Linke-Hofmann de 200 hp adquirido para la central termo-eléctrica de El Vado (ca. 1932). Fotografía fechada en 1948	208
		4.24. Obras del Pantano de El Vado. Proyecto de edificios. Servicios-sanitarios y laboratorio (detalle). 15 de julio de 1931. César Blanco de Córdoba	210

4.25. Pantano de El Vado. Anejo 3, Plano 2 Prolongación del camino de servicio hasta la coronación de la presa e instalaciones de machaqueo y enlace con otros servicios. E 1:2.000. César Blanco de Córdova. 31 de diciembre de 1931	214	4.51. El Vado. Liquidación. Planta y alzados de la obra ejecutada. 29 de junio de 1947. E. 1:200. Ing. Juan de Arespacochaga	277
4.26. Pantano de El Vado. Anejo 3, Plano 2 Plano 8 Camino de servicio a la torre móvil del blondín, E 1:2.000. Ing. César Blanco de Córdova. 31 de diciembre de 1931	215	4.52. El Vado. Plano general. Proyecto de obras complementarias para el aprovechamiento provisional del embalse del Pantano de El Vado en el verano de 1945.E. 1:2.000. Ing. Domingo Díaz-Ambrona. 31 de enero de 1945	284
4.27. Pantano de El Vado. Segundo edificio de albergue para obreros. 28 de noviembre 1932. Antonio Pizarro	220	4.53. Vista fronto-lateral de la presa El Vado, ca. primavera 1946	289
4.28. Pantano de El Vado. Situación de grupo de viviendas para obreros. 15 de junio 1934. José Salmerón	223	4.54. Perfil tipo. Proyecto reformado, recrecimiento de la presa. E. 1:200. Ing. Domingo Díaz-Ambrona. 6 de junio de 1946	290
4.29. Pantano de El Vado. Viviendas para obreros, alzado y sección. 15 de junio 1934. José Salmerón	224	4.55. Pantano de El Vado, riada de febrero de 1947. Vertido por el aliviadero provisional	307
4.30. Restos de las vías de ferrocarril de El Vado, en el arroyo de la Virgen	225	4.56. Crecida de marzo de 1947, vertiendo en la ladera izquierda	308
4.31. Pantano de El Vado. Plano de las graveras del barranco de la Virgen E. 1:1.000. Ingeniero José Salmerón. 11 de julio de 1934	226	4.57. Pantano de El Vado, riada de marzo de 1947. Vertido por el aliviadero provisional y la central hidroeléctrica de pie de presa al descubierto al arruinarse el edificio de cobertura	309
4.32. Figura 4.32. Pantano de El Vado. Ferrocarril a la cantera de Tamajón. Plano general incluido en el proyecto del trozo 5°. E. 1:5.000. Ingeniero José Salmerón. 11 de julio de 1934	227	4.58. Margen izquierda del río Jarama aguas abajo de la presa. 2º Proyecto reformado del pantano de El Vado. Ing. Juan de Arespacochaga. 31 de marzo de 1948	310
4.33. Talud del ferrocarril de Tamajón a la cantera en las inmediaciones del pueblo, señalado por la mano de Eugenio Esteban, alcalde de Tamajón	233	4.59. Planta del cauce del río Jarama aguas abajo de la presa. 2º Proyecto reformado del pantano de El Vado. Ing. Juan de Arespacochaga. 31 de marzo de 1948	311
4.34. Almacén de obras en Tamajón, restaurado por su ayuntamiento	233	4.60. Planta general de la presa y zona de cimentaciones. 2º Proyecto reformado del pantano de El Vado. Ing. Juan de Arespacochaga. 31 de marzo de 1948	312
4.35. Cantera de caliza de Tamajón, en el camino de Retiendas, explotada para la presa de El Vado	234	4.61. Pantano de El Vado, ataguía para cimentación de la pantalla de impermeabilización del paramento de aguas arriba. Agosto de 1948	313
4.36. Cantera de Tamajón. Asientos de la maquinaria en la zona de carga del ferrocarril	235	4.62. Pantano de El Vado, Esquema de la cantera, 1954	317
4.37 y 4.38 Trinchera de acceso e interior del túnel del ferrocarril a la presa de El Vado	236	4.63 Pantano de El Vado, Esquema de suministro de materiales a la obra, 1954	318
4.39 Medios auxiliares de construcción en la presa de El Vado. Esquema de las instalaciones. Ca. 1935	237	4.64 y 4.65. Pantano de El Vado, vertido de hormigón mediante canaletas móviles. Marzo y abril de 1947	318
4.40 Medios auxiliares en la presa de El Vado. Instalación trituradora. Ca. 1935	238	4.66. Pantano de El Vado, vertido de hormigón mediante vagonetas. Septiembre 1948	320
4.41. Terminal del teleférico en término de Tamajón	239	4.67. Operación de elevación de puente metálico sobre el aliviadero provisional, febrero 1950	321
4.42. Vista general con la posición de los dos terminales, desde la derecha del embalse de El Vado	240	4.68. Alzado aguas abajo. 3er Proyecto reformado del pantano de El Vado. E. 1:400. Ing. Juan de Arespacochaga. 30 de octubre de 1949	324
4.43 y 4.44. Teleférico (tranvía aéreo) de la presa de El Vado, junio de 1948 y febrero de 1949	242	4.69. Coronación: sección, perfil y frente aguas abajo. 3er Proyecto reformado del pantano de El Vado. Ing. Juan de Arespacochaga. 30 de octubre de 1949	325
4.45. Pantano de El Vado. Línea telefónica desde el pantano al almacén de Humanes. E. 1:50.000. Ingeniero Longinos Luengo. 30 de enero de 1934	245	4.70. Plano de conjunto. Proyecto reformado de aliviadero del pantano de El Vado. 10 de junio de 1946. E. 1:2.000. Ing. Domingo Díaz-Ambrona Moreno, año 1946	328
4.46. Pantano de El Vado Alzados aguas arriba y abajo de la presa. E. 1:400. Ingeniero José Salmerón. 24 de abril de 1934	254	4.71. Plano del aliviadero. Proyecto reformado de aliviadero del pantano de El Vado. 10 de junio de 1946. Ing. Domingo Díaz-Ambrona Moreno, año 1946	330
4.47. Pantano de El Vado. Perfil y detalles de la presa (selección). Varias escalas. Ingeniero José Salmerón. 24 de abril de 1934	255	4.72. Determinación de las máximas avenidas mediante el trazado de curvas isorreócronas. Proyecto reformado de aliviadero del pantano de El Vado. 10 de junio de 1946. Ing. Domingo Díaz-Ambrona Moreno, año 1946	331
4.48. Pantano de El Vado. Consolidación e impermeabilización del terreno mediante inyecciones de cemento en la cimentación de la presa. E. 1:500. Ingeniero José Salmerón. 29 de noviembre 1935	262	4.73. Aliviadero alzado aguas abajo. Proyecto reformado de aliviadero del pantano de El Vado. 10 de junio de 1946. Ing. Domingo Díaz-Ambrona Moreno, año 1946	332
4.49. El Vado Conjunto de instalación de compuertas accionadas por cric de aceite y tuberías auxiliares. Maquinista y Fundiciones del Ebro, Zaragoza, noviembre 1940	271	4.74. Aliviadero Perfil. Proyecto reformado de aliviadero del pantano de El Vado. 10 de junio de 1946. Ing. Domingo Díaz-Ambrona Moreno, año 1946	334
4.50. Carta de Construcciones Civiles, S.A. (COVILES).7-1-1950	272	4.75. Vertedero. Semi-planta y alzado aguas abajo. 2º Proyecto reformado de aliviadero del pantano de El Vado. Ing. Juan de Arespacochaga. 30 de noviembre de 1950	339

4.76. Aliviadero del Collado, pantano de El Vado, en construcción. Primavera de 1952	339	4.105. Inversiones acumuladas en la presa de El Vado, 1941-1961	390
4.77. Vertedero, sección del dique y canal. 2º Proyecto reformado de aliviadero del pantano de El Vado Ing. Juan de Arespacochaga. 30 de noviembre de 1950	340	4.106. El aprovechamiento integral del alto Jarama, 1950. Cubierta	394
4.78. Dique del Collado. Obelisco en la rotonda de acceso (1951)	340	4.107. Fotografía alegórica del reparto del agua entre abastecimiento y riego	395
4.79. Alberca para alimentar un modelo a escala del aliviadero (1951)	341	4.108. Sucesión en el Jarama de los embalses de Matallana, El Vado y Bonaval	396
4.80. El Vado. Aliviadero del dique del Collado, Vertedero con compuertas, desde aguas abajo	341	4.109. Alzados aguas abajo de las presas proyectadas en Matallana y Bonaval	397
4.81 y 4.82 El Vado. Aliviadero del dique del Collado. Detalles de las esculturas de animales fantásticos	342	4.110. Plan general del aprovechamiento, alto y medio Jarama	398
4.83. Aliviadero del Collado, pantano de El Vado, terminado. Junio de 1954	344	4.111. El Vado en el aprovechamiento integral del alto Jarama, 1954	400
4.84. Caseta para el mando a distancia de las compuertas del aliviadero, presa del Pantano de El Vado. 18 de marzo de 1955. Ingeniero D. Juan de Arespacochaga y Felipe	346	4.112. Acequia junto al paseo de los Chopos, San Fernando de Henares	405
4.85. Pantano de El Vado, Apertura de compuertas de fondo y vertido por el aliviadero provisional en diciembre de 1949	348	4.113. Delimitación de zonas regables en el Jarama medio con aguas reguladas procedentes del pantano del Vado. Plano General. Juan de Arespacochaga y Felipe, 1953	408
4.86. Pantano de El Vado, Perforación del túnel de acceso	350	4.114. Proyecto de obras complementarias del aliviadero del Pantano de El Vado. 1960. Ingeniero Luis López Larrañeta. Hoja 1. Situación actual del terreno y emplazamiento de la obra, e. 1:200	417
4.87. Pantano de El Vado, la presa terminada, a falta de remates en la coronación. Agosto 1950	350	4.115. Proyecto de obras complementarias del aliviadero del Pantano de El Vado. 1960. Ingeniero Luis López Larrañeta. Hoja 3. Perfil longitudinal E. 1:100	418
4.88. Pantano de El Vado, Panorámica frontolateral de la coronación, desde la ladera derecha. Agosto 1951	351	4.116. Proyecto de terminación de la presa de El Vado, 1962. Hoja 2 Pantalla de impermeabilización y drenaje. Alzado de las galerías. E. 1:250	424
4.89. Pantano de El Vado, Colocación de escudos en el paramento de aguas abajo. Febrero 1952	352	4.117 y 4.118 Proyecto de terminación de la presa de El Vado, 1962. Hoja 2 Pantalla de impermeabilización y drenaje. Perfil de las galerías y los pozos. Varias escalas	424
4.90. Carretera Retiendas-El Vado. Puente en el arroyo Retiendas. 4º proyecto reformado de El Vado, 1953	357	4.119. Proyecto de terminación de la presa de El Vado, 1962. Hoja 2 Pantalla de impermeabilización y drenaje. Pantalla del aliviadero, alzado. E. 1: 100	426
4.91. Torre de toma de la central hidroeléctrica de El Vado. E 1:100, 1:200. 28 de julio de 1953. Ingeniero Juan de Arespacochaga y Felipe	363	4.120. Proyecto de terminación de la presa de El Vado, 1962. Hoja 2. Pantalla de impermeabilización y drenaje. Pantalla del aliviadero, perfiles transversales. E. 1: 100	427
4.92. Planta, alzados, perfil y desagüe de la central hidroeléctrica de El Vado. E 1:100. 28 de julio de 1953. Ingeniero Juan de Arespacochaga y Felipe	363	4.121. Proyecto de terminación de la presa de El Vado, 1962. Detalles del ensanche de la coronación E. 1:20	428
4.93 y 4.94. Pantano de El Vado. Visita del ministro de Obras Públicas, conde de Vallellano, el 6 de junio de 1954	364	4.122. Proyecto de terminación de la presa de El Vado, 1962. Detalles de las galerías exteriores. E. 1:20.	428
4-95. Pantano de El Vado. Inauguración por el general Franco, jefe del Estado, el 28 de junio de 1954	366	4.123. Proyecto de terminación de la presa de El Vado, 1962. Hoja 4. Casetas de Elevación y Válvulas. E. 1:50	430
4.96. Pantano de El Vado. 28 de junio de 1954. El obrero D. Gabriel Campos Guijarro recibe la medalla del mérito al trabajo	367	4.124. Proyecto de terminación de la presa de El Vado, 1962. Planta general. E. 1:2.000	433
4.97. Los regantes del Jarama solicitan la construcción del Pantano de Bonaval	367	4.125 y 4.126. Resultados de los ensayos en modelos reducidos del aliviadero del pantano de El Vado. Anejo nº 5 al proyecto de obras complementarias al aliviadero del embalse de "EL VADO". Año 1962. Planta y sección en el trampolín, E: 1:100	437
4.98. Monolito conmemorativo de la inauguración de la presa de El Vado, 1954	368	4.127 a 4.129. Resultados de los ensayos en modelos reducidos del aliviadero del pantano de El Vado. Anejo nº 5 al proyecto de obras complementarias al aliviadero del embalse de "EL VADO". Año 1962. Fotografías de los ensayos	439
4.99. Alzado y perfil de la presa de El Vado, 1954	369	4.130 a 4.133. El Vado. Fotografías de las inspecciones del Servicio de Vigilancia de Presas. Junio-septiembre de 1962. 4.130, paramento de aguas abajo, con accesos a galerías. Obsérvese el afloramiento de agua por toda la superficie. 4.131, trabajos en el pie de presa, para el cajero del nuevo vertedero frontal. 4.132-4.133, filtraciones en el canal del aliviadero del Collado y su vertido en el extremo del canal, con el terreno natural desaparecido por la erosión de las evacuaciones	440
4.100. Carretera Retiendas-El Vado. Puente en el arroyo de la Virgen, sobre un dique forestal. 5º proyecto reformado de El Vado, 1957	370	4.134. Alzado y perfil de la presa de El Vado, con el bulonado de las pantallas de refuerzo y drenes para impermeabilización. Cimentaciones Especiales, S.A. Presa	
4.101. Detalle de las pilas sobre el dique	371		
4.102. Carretera Retiendas-El Vado. Puente en el arroyo de Valdelabadía. 5º proyecto reformado de El Vado, 1957	372		
4.103. Conjunto de instalación de la presa de El Vado. Conjunto de la instalación de compuertas accionadas por cric de aceite y tuberías auxiliares. Liquidación de las obras del desagüe de fondo. 30/04/1958	376		
4.104. Distribución porcentual de las inversiones en la presa de El Vado, 1909-1961	388		

de El Vado. 16/10/1963	441	4.157. El Vado, Desagües intermedios. Acumulación de lodos descubierta al abrirlos para para sustitución de válvulas. Ca. 1971-72	469
4.135. Proyecto de nuevo aliviadero de la presa de El Vado –obras urgentes. Ingeniero: Fernando Sáenz de Oiza. 30 de abril de 1965. Hoja 1.Plano general	444	4.158. El Vado, Desagües intermedios. Sustitución de válvulas. Ca. 1971-72	470
4.136. Conexión de los tubos de desagües intermedio de El Vado con el canal del Jarama. Diapositiva sin fecha, hacia 1971-72	446	4.159. El Vado, cortes para apertura del vano en el aliviadero frontal. Ca. 1972	471
4.137. Torre de toma del canal del Jarama en El Vado. Diapositiva sin fecha, hacia 1971-72	446	4.160 a 4.162. El Vado, aliviadero frontal voladura para apertura del vano. Ca. 1972	472
4.138 y 4.139 Proyecto de nuevo aliviadero de la presa de El Vado –obras urgentes. Ingeniero: Fernando Sáenz de Oiza.	447	4.163. El Vado, pretensado en el anclaje los cajeros del aliviadero frontal. Ca. 1972	474
30 de abril de 1965. Hoja 2 Protección de pie de presa. Plano (E. 1:250) y alzado (E. 1:200)	447	4.164. El Vado, aliviadero frontal con sus tres compuertas, una vez construido. Ca. 1974	475
4.140. Proyecto de nuevo aliviadero de la presa de El Vado –obras urgentes. Ingeniero: Fernando Sáenz de Oiza. 30 de abril de 1965.	449	4.165. Embalse de El Vado, ca. 1974	483
Hoja4 Acondicionamiento provisional del Aliviadero, Planta y sección longitudinal. E. 1:100. Plano y alzado	449	4.166. Escalas con las cotas de Máximo Nivel de Embalse, -924,45-en el aliviadero del Collado	485
4.141. Obras en el cuenco amortiguador situado al pie de la presa de El Vado, mirando desde la margen izquierda a la derecha, hacia agua abajo.	451	4.167. El Vado. Vista de la cerrada desde el camino de servicio a Tamajón	485
Obsérvese la rampa para el lanzamiento del agua hacia la continuidad del cauce. 15/10/1966	451	4.168. El Vado. Panorámica desde la margen derecha del Jarama	486
4.142 y 4.143. Proyecto de obras complementarias del aliviadero de El Vado. IDD 179. Informe Aliviadero El Vado -IDD 179- 1967.	452	4.169. El Vado. Aliviadero del Collado	487
Fotografías de la solución S-3 para el aliviadero, con prueba a 600 m3/s	452	4.170. El Vado. Detalle de una compuerta Taintor en la presa principal	489
4.144. Aliviadero lateral de El Vado, evacuando agua, septiembre de 1966	453	4.171. El Vado. Vertido por el vano izquierdo del aliviadero. En el diente central del cuenco, la salida del desagüe de fondo.	490
4.145. El mismo en junio de 1969. Perspectiva desde el extremo del canal, con el colchón amortiguador y la erosión producida en ambas márgenes por los vertidos	454	En el cajero derecho del encauzamiento, las tres toberas de los correspondientes desagües intermedios	490
4.146. Barranco agua abajo del aliviadero del Collado, con el terreno marcado con jalones para situar el segundo azud de retención de los vertidos. 15/10/1966	454	4.172. Aliviadero lateral. Efectos erosivos de los vertidos al final del canal revestido. Ca 1974	491
4.147. Aliviadero lateral de El Vado, propuesta de 1967	455	4.173. Aliviadero lateral vertiendo agua, con las erosiones ocasionadas. Al fondo, los albergues para obreros que construyeron la presa de El Vado. Ca 1974	491
4.148 y 4.149. Proyecto de bulonado de las dos pantallas existentes junto al paramento de aguas arriba de la presa de El Vado con el cuerpo principal de esta obra. Hoja única, Alzado aguas arriba, sección y detalle. E. 1:250. Octubre 1965. Ingeniero Fernando Sáenz de Oiza	457	4.174. Batimetría de embalse de El Vado, e. 1:2000. Hoja 7, en la zona de la presa. Se inserta el esquema de hojas. Diciembre 1979	496
4.150 y 4.151. Perforación de drenes en El Vado, empleando un andamio sobre el paramento de aguas abajo, cerca de la coronación. Junio 1965 y sin fecha, 1965.	458	4.175 y 4.176. Trabajos de experimentación en el paramento de aguas arriba de El Vado. 1979. Zona de análisis del paramento y tratamiento aplicado.	498
4.152. Vista frontal de El Vado, Obsérvese el andamio sobre el paramento de aguas abajo, cerca de la coronación, para perforación de drenes. Septiembre 1965	459	4.177. Trabajos de experimentación en el paramento de aguas arriba de El Vado. 1979. Zona de análisis del paramento y tratamiento aplicado	499
4.153. Acondicionamiento del poblado de El Vado. 1ª fase. Construcción de tres viviendas. E. 1:3500 y 1:100. 1967. Ingeniero Fernando Sáenz de Oiza	461	4.178 Trabajos de experimentación en el paramento de aguas arriba de El Vado. 1979. Tratamiento en las juntas	501
4.154. Plano de la zona a expropiar para la construcción de camino y aliviadero, con la situación de la caseta de radio de la Confederación Hidrográfica del Tajo. E. 1: 10.000. año 1966	463	4.179 Aforos totales de galerías y drenes de la presa de El Vado, primer semestre de 1991	502
4.155. Caseta de radio de la Confederación Hidrográfica del Tajo en El Vado, con el tendido eléctrico de suministro a la derecha	464	4.180 Galería intermedia de la presa de El Vado	504
4.156. El Vado, vista del canal de encauzamiento del desagüe del aliviadero frontal, desde el estribo izquierdo, a la altura de la coronación. En la parte inferior derecha de la imagen, los desagües intermedios vertiendo agua. En el centro de la imagen, el puente-acueducto para el trasvase del Sorbe, en construcción. Ca. 1972.	469	4.181 Conducciones de drenes en la galería intermedia de la presa de El Vado	505
		4.182. Pozo de uno de los péndulos de la presa de El Vado	505
		4.183. Medidores de movimientos en una de las juntas entre bloques	506
		4.184. Caudalímetro del conjunto de filtraciones en la parte derecha de la presa de El Vado	506
		4.185. Interior de la cámara de maniobra del desagüe de fondo, presa de El Vado	507
		4.186. Control centralizado de piezómetros, presa de El Vado	508
		5.1. Canal del Jarama, conjunto panorámico del trazado. Ingeniero Emilio López-Berges	521
		5.2. Canal del Jarama. Plano de situación e itinerario, Emilio López-Berges	523
		5.3. Placa en recuerdo de los trabajadores fallecidos en la construcción del canal del Jarama	525
		5.4. Canal del Jarama. Hormigonado de los cimientos de la torre de toma	526
		5.5. Canal del Jarama. Boca entrada al túnel nº 9	527

5.6. Cuencas fluviales al norte de Madrid en el Mapa del Canal de Isabel II	533	5.37. Cámara de rotura de carga	577
5.7. Detalle de la conducción desde el Sorbe y el Jarama hasta el Pontón de la Oliva, en el Lozoya. Incluido en la Memoria... del Canal de Isabel II, 1914, Madrid, 1915	535	5.38. Torre de toma del canal del Jarama, remate de la coronación	578
5.8. Proyecto de Aprovechamiento de los ríos Jarama y Sobre para el abastecimiento de aguas de Madrid	537	5.39. Colocación de cimbra para pasarela	579
5.9. Presa en el Jarama, proyección, alzado y perfil.	540	5.40. Exterior de la torre de toma con su pasarela	579
5.10. Sección de revestido del canal	541	5.41. Interior en la base de la torre, con el arranque de la escalera de acceso a las tomas, y pila para recoger muestras de agua	580
5.11. Canal del Jarama al Pontón de la Oliva, trozo 1, tramo inicial desde la presa de El Vado	541	5.42. Galería interior	580
5.12. Almenara	542	5.43. Acceso a la plataforma sobre las válvulas y cámara de rotura de carga	581
5.13. Cubierta del expediente del Plan de aprovechamiento de los ríos Manzanares, Jarama y Sorbe, y de los sobrantes de Lozoya y Guadalix. 1933-1941	543	5.44. Agua penetrando en el canal del Jarama desde la cámara	581
5.14. Ministerio de Obras Públicas. Canal de Isabel II. Proyecto general del canal de conducción de las aguas del río Jarama para el abastecimiento de Madrid, desde el pantano de "El Vado" en el río Jarama a enlazar en Torrelaguna con los canales actualmente en servicio. Ingeniero Emilio López-Berges y de los Santos	551	5.45. Panel de control y monitorización del sistema de maniobra	582
5.15. Esquema convencional de los embalses, canales, depósitos e instalaciones para el aprovechamiento de los ríos Lozoya, Jarama y Sorbe	555	5.46. Canal del Jarama, excavación a cielo abierto en el Espanto	583
5.16. Esquema de conjunto de las instalaciones para el aprovechamiento de los ríos Lozoya, Jarama y Sorbe	556	5.47. Entibaciones en la perforación de un túnel en zona de fuerte empuje	584
5.17. Sección interior del canal del Jarama	557	5.48. Tramo del canal del Jarama entre Valdesotos y Tortuero	585
5.18. Canal del Jarama Tramos 1º y 2º	560	5.49. Almenara de Bonaval	585
5.19. Canal del Jarama Tramo 3º	560	5.50. Badén en el recorrido del canal a media ladera junto al sifón de Tortuero	586
5.20. Planta general del trazado del canal del Jarama, con indicación de los caminos de servicio y principales obras	561	5.51. Registro junto a la almenara de salida de Tortuero	586
5.21. Puente sobre el arroyo de Tortuero	563	5.52. Almenara de Colmenillas, y detrás su casilla de vigilancia	587
5.22. Puente y acueducto sobre el barranco del Corcovado durante su construcción	564	5.53. Acueducto de Peña Conejo	587
5.23. Vista del puente desde el acceso a la estación de aforos, en julio de 2014, oculto por la vegetación	564	5.54. Acueducto El Partenón. Acuarela de Paula Gómez Vela	588
5.24. Camino de servicio del canal del Jarama. Inicio del camino con la estación de aforo del Corcovado	565	5.55. Canal del Jarama Cámaras de entrada y salida de los sifones	590
5.25. Sifón de Tortuero, con el ramal de acceso y el camino de servicio del canal del Jarama	566	5.56. Panorámica del Sifón de Valdesotos	590
5.26. Puente en las cercanías de la almenara de Colmenillas	566	5.57. Perfil de sifón de Patones	591
5.27. Acceso desde la carretera a Tortuero	566	5.58. Acueducto portasifón de Patones	591
5.28. Castilletes metálicos y poste de madera en la línea de alta tensión	570	5.59. Sifón de Tortuero	592
5.29. Anclaje de hormigón del antiguo tendido para poste de madera	571	5.60. Presa del Pontón de la Oliva y tubos del sifón del canal del Jarama (salida)	594
5.30. Soporte metálico de la línea actual	571	5.61. Sifón de Patones, sobre acueducto, cámara de desagüe y almenara de conexión con el canal	595
5.31. Esquema del tendido de alta tensión desde Torrelaguna	572	5.62. Esquema de las instalaciones del Canal de Isabel II en 1967	610
5.32. Línea telefónica Torrelaguna-El Vado	572	5.63. Aportaciones para abastecimiento de Madrid, 1951-1969	612
5.33. Canal del Jarama Torre de toma y cámara de rotura de carga, diseño inicial	574	5.64. Casillas de vigilancia del canal del Jarama en Tortuero	614
5.34. Torre de toma del canal del Jarama. Plano definitivo del perfil, galería visitable con las tuberías y cámara de rotura de carga	576	5.65. Casillas de vigilancia del canal del Jarama en Bonaval	616
5.35. Fotografías del interior: válvula de una de las tomas, en la torre	577	5.65 a 5.67 Hojas I-II-III. Trazado y perfil del Canal del Jarama. 1973	617
5.36. Galería con las tuberías de captación	577	6.1. Zona de localización del Pozo de los Ramos, 1965	624
		6.2. Plano del trazado del trasvase Sorbe-Jarama en el proyecto de Aguinaga, 1918. E 1:2500 Detalles del inicio y final del canal	626
		6.3. Croquis del camino y situación de las canteras. Proyecto de camino de servicio para el embalse de Pozo de los Ramos. Ingeniero D. Luis Ponte Manera. Madrid, 14 de febrero de 1962	630
		6.4. Casilla del peón caminero. Proyecto de camino de servicio para el embalse de Pozo de los Ramos. Ingeniero D. Luis Ponte Manera. Madrid, 14 de febrero de 1962	631
		6.5. Conjunto panorámico. Hoja nº 11 del Canal de trasvase del Sorbe al Jarama. Heredia y Moreno, S.A. Ingenieros Consultores, Madrid. Diciembre de 1964	638
		6.6. Secciones en túnel y en canal. Hojas nº 5 y 6 del Canal de trasvase del Sorbe al Jarama. Heredia y Moreno, S.A. Ingenieros Consultores, Madrid. Diciembre de 1964	639

6.7. Agromán. Esquema general del trasvase Sorbe-Jarama. 1973	646
6.8. Planta general del azud Pozo de los Ramos. Segundo proyecto reformado. 1972	647
6.9. Perfil del azud Pozo de los Ramos. Segundo proyecto reformado. 1972	648
6.10 y 6.11. Trazado de la excavación de cimientos en el azud del Pozo de los Ramos e inicio de los trabajos de roza sobre la roca de pizarra. Ca. 1967	649
6.12. Alzado aguas abajo del azud Pozo de los Ramos. Segundo proyecto reformado. 1972	651
6.13. Pozo de los Ramos Vista fronto-lateral. Ca 1973	652
6.14. Sección longitudinal por la galería del azud del Pozo de los Ramos. Segundo proyecto reformado, 1972	654
6.15 y 6.16 Interior de la galería perimetral de la presa del Pozo de Los Ramos, donde se observan los drenes	654
6.17. Panorámica frontal desde el estribo derecho del azud del Pozo de los Ramos, con el desagüe de fondo abierto	656
6.18. Trasvase Sorbe-Jarama. Segundo proyecto reformado. Planta general. 1972	658
6.19. Trasvase Sorbe-Jarama. Segundo proyecto reformado. Conducción. Perfil longitudinal. 1972	660
6.20. Trasvase Sorbe-Jarama. Medios auxiliares. Agromán. 1973	660
6.21. Pozo de los Ramos. Trasvase Sorbe-Jarama. Boca nº 1, entrada al túnel principal	661
6.22. Trasvase Sorbe-Jarama. Protecciones de túnel, inyecciones y anclajes. 1972	662
6.23. Trasvase Sorbe-Jarama. Interior del túnel, con las conducciones y vías necesarias para la perforación. Agromán 1973	663
6.24. Planta general y geología superficial trasvase Sorbe-Jarama. Agromán. 1973	664
6.25. Canal del Sorbe, hundimiento en 1970	666
6.26. Trasvase Sorbe-Jarama. Segundo proyecto reformado. Compuerta de acceso al túnel nº 1. 1972	665
6.27. Entrada al túnel del trasvase Sorbe-Jarama, con compuerta y rejilla	666
6.28. Almenara del trasvase Sorbe-Jarama junto al arroyo de la Virgen, con vertedero de aforos	669
6.29. Toma de abastecimiento de Tamajón desde el trasvase del Sorbe, junto al canal de la almenara	670
6.30. Trasvase Sorbe-Jarama. Acueducto-viaducto sobre el Jarama. Agromán. 1973	671
6.31. Acueducto-viaducto sobre el Jarama, con el vertedero de alivio junto al estribo derecho	672
6.32. Vertedero de alivio, desde su salida al exterior	673
6.33. Rebosadero del canal del Sorbe	674
6.34. Trazado de los canales del Sorbe y del Jarama	678
6.35. Aforos del canal del Sorbe (Trasvase Sorbe-Jarama), años hidrológicos 1988-89 a 2010-11	687
6.36. Canal del Sorbe hoja 0 Plano general. 1973	691
6.37. Canal del Sorbe, hoja I 1973	692

TABLAS

1.1. Parámetros ecológicos climáticos de la vertiente sur del macizo de Ayllón	37
1.2. Primeros aforos del Jarama medidos en El Vado	42
1.3. Información disponible en la estación de aforos de El Vado, TM Retiendas (3050).	43
1.4. Aportaciones anuales en El Vado y Puentes Viejas (hm3)	44
1.5. Información disponible en el embalse de El Vado, TM Tamajón (3050)	45
1.6. Información disponible en la estación de aforos del río Sorbe en Muriel (3159)	48
1.7. Caudales ecológicos en el Plan Hidrológico del Tajo, 2009-2015	54
2.1. Evolución de la densidad de población en la comarca del Alto Jarama (El Vado a Torrelaguna). 1842-2011	60
2.2. Datos de población del Alto Jarama (El Vado a Torrelaguna) según el Catastro de Ensenada (s. XVIII) y el Diccionario de Pascual Madoz (s. XIX)	64
2.3. Estado y habitabilidad de las casas y construcciones de las localidades de la comarca del Alto Jarama (El Vado a Torrelaguna). Siglo XVIII	65
2.4. Evolución demográfica de la comarca del Alto Jarama (El Vado a Torrelaguna). 1842-2011	66
2.5. Evolución demográfica agrupada de la comarca del Alto Jarama (El Vado a Torrelaguna). 1842-2011	67
2.6. Cultivos y recursos vegetales presentes en cada término a mediados del siglo XIX	71
2.7. Recursos animales: ganadería, caza y pesca. Medios del siglo XIX	75
2.8. Molinos harineros en la comarca del alto Jarama-Vado a mediados del siglo XVIII	79
2.9. El sector agrícola en la comarca del Alto Jarama-Sorbe. Siglo XVIII	85
3.1. Cálculos económicos del Canal de Madrid, de Salvador Peydró	115
3.2. Acequia del Jarama. Estado en 1938	128
3.3. Jarama medio. Concesiones de agua para aprovechamientos agrícolas hasta 1960	147
3.4. Jarama medio. Concesiones de agua para usos industriales, hasta 1960	150
4.1. Caudal de desagüe de las tomas de agua, embalse de El Vado	174
4.2. Embalse de El Vado, proyecto 1910	175
4.3. Presupuesto del pantano de El Vado 1910	180
4.4. Galería exterior de El Vado. Primero y segundo proyectos reformados, 1918, Precios unitarios aplicados (pesetas)	195
4.5. Cubicaciones de la galería de desvío de la presa de El Vado. 1919	197
4.6. Galería exterior de la presa de El Vado. Resumen de los proyectos, 1917-1919	197
4.7. Resumen de inversiones en el desarrollo de las obras de El Vado hasta 1929	205
4.8. Cálculo de potencia de la maquinaria eléctrica necesaria en El Vado	206
4.9. Actuaciones de la Junta de Obras del Pantano de El Vado, 1929-1931. Presupuestos por administración	216
4.10. Inventario de edificios y material entregados al contratista de El Vado en 1934	222
4.11. Ferrocarriles de la presa de El Vado. 1934	226
4.12. Pantano de El Vado Resumen de los proyectos ejecutados por administración (1932-1934)	248
4.13. Pantano de El Vado. Evolución de la inversión hasta 1933	249
4.14. El Vado. Documentos necesarios para la subasta de la construcción de la presa. Presupuesto general 1934	252

4.15. Pliego de Condiciones Facultativas incluido en la subasta de la construcción de la presa. 1934	256	4.49. Liquidación (resumen) de la Transformación en presa de vertedero de la del Embalse de "El Vado" y complementario. 1974	476
4.16. Concurso de compuertas y toma. Presa de El Vado 1941	270	4.50. Características del embalse de El Vado	484
4.17. Medición de las unidades de obra ejecutadas en El Vado por el contratista. Valoración con precios revisados	278	4.51. Principales características de la presa de El Vado	488
4.18. Resumen de presupuestos y liquidación de la contrata 1935-1945.	279	4.52. Presa de El Vado. Aliviadero sobre la presa	492
4.19. Comparación de presupuestos de ejecución material de los proyectos reformados de El Vado, 1946	279	4.53. Presa de El Vado. Aliviadero en collado lateral	492
4.19. Comparación de presupuestos de ejecución material de los proyectos reformados de El Vado, 1946	292	4.54. Presa de El Vado. Desagüe de fondo	493
4.20. Anejos de la memoria del proyecto reformado de El Vado, 1946	295	4.55. Presa de El Vado. Desagües intermedios	494
4.21. Planos del proyecto reformado de El Vado, 1946	295	4.56. Resumen económico de las inversiones en El Vado, 1960-1979	509
4.22. Pliego de condiciones facultativas del proyecto reformado de El Vado, 1946	297	5.1. Presupuesto de excavación del túnel principal de conexión entre el Sorbe y el Jarama. Ramón de Aguinaga 1918	539
4.23. Cubicaciones y cuadro de precios del proyecto reformado de El Vado, 1946	304	5.2. Presupuesto de regulación y aprovechamiento de los ríos Sobre y Jarama, R. Aguinaga, 1918	542
4.24. 2º Proyecto reformado del pantano de El Vado, 1948	315	5.3. Conexión al Jarama y Sorbe en el Plan de obras e instalaciones de 1947 del Canal de Isabel II	549
4.25. Accidentes laborales reportados en las obras de El Vado (1940-1941)	322	5.4. Previsión en 1946 de aumento de la población de Madrid y consumo de agua	552
4.26. Estado tensional de la presa de El Vado, influencia en la coronación	325	5.5. Comparación de los proyectos del canal del Jarama	553
4.27. Comparación de presupuestos de El Vado proyectos 1948 y 1949	326	5.6. Canal del Jarama. Síntesis de trazados. Longitudes de los tramos en metros	559
4.28. Aliviadero del collado. Características del proyecto 1946	333	5.7. Canal del Jarama. Camino de servicio. Características y obras de fábrica. Proyecto de 1949	562
4.29. Aliviadero (dique) del collado. Comparación de presupuestos 1934 y 1946	335	5.8. Camino de servicio del canal del Jarama Presupuesto original (1949) y reformado	568
4.30. Aliviadero del collado. Proyecto reformado 1946 y 2º reformado 1950	338	5.9. Tramos adicionales en el camino de servicio del canal del Jarama. Medición en 1967	569
4.31. Resumen de costes aliviadero del Collado	347	5.10. Sifones del canal del Jarama	592
4.32. Presupuesto del 4º proyecto reformado de El Vado. 1953	353	5.11. Sifones. Presupuestos en el 3er proyecto reformado y en la obra ejecutada en 1960	597
4.33. 5º proyecto reformado de El Vado 1957	373	5.12. Valoración de las obras de fábrica, canal a cielo abierto y en túnel, según los proyectos reformados 2º (1956) y 3º (1959) –excluidos sifones y primera etapa de caminos de acceso-	600
4.34. Proyecto reformado de las compuertas de fondo de El Vado (1950) y liquidación (1959-61)	375	5.13. Canal del Jarama. Canal a cielo abierto, túneles y obras de fábrica. Cuadro resumen de los proyectos aprobados que se tramitan y probable tramitación	604
4.35. 3ª revisión de precios 1954, sobre el 4º proyecto reformado de El Vado (1953). Adjudicado a "Estudios y Ejecución de obras, S.A."	378	5.14. Aportaciones de abastecimiento a Madrid, según ríos de origen (m3)	611
4.36. Principales costes de elaboración de hormigón y otras operaciones, en pesetas (Comparación entre el 4º proyecto y el cuadro de revisión de precios de 1954)	380	6.1. Aforos en febrero y marzo de 1949 (m3/s)	628
4.37. Valoración general en 27/09/1954 de la obra ejecutada en El Vado (1935-1945)	382	6.2. Comparación de soluciones para el trasvase Sorbe-Jarama. Heredia y Moreno, S.A. Ingenieros Consultores, 1964	640
4.38. Propuesta de modificación de precios de camino de enlace El Vado - Bonaval. Pantano de El Vado. 1959. Ingeniero Luis López Larrañeta	384	6.3. Azud de derivación en el río Sorbe, Pozo de los Ramos. Características principales	655
4.39. Resumen de proyectos y revisiones de precios El Vado, 1935-1961	386	6.4. Comparación de los proyectos del Canal del Sorbe (incluyendo el coste en proyecto del azud del Pozo de los Ramos)	658
4.40. Resumen de proyectos y revisiones de precios El Vado, 1940-1961	389	6.5. Características principales del Trasvase Sorbe-Jarama	667
4.41. Valoración de inversiones en El Vado. 1960. Ingeniero José Luis López Larrañeta	391	6.6. Azud del Pozo de los Ramos y trasvase Sorbe-Jarama. Liquidación provisional, 1975. Precios en pesetas de ejecución material	680
4.42. Extensión solicitada por fincas concesionarias de agua en el Jarama Medio (1953-1954)	407	6.7. Azud del Pozo de los Ramos y trasvase Sorbe-Jarama. Liquidación definitiva (1977)	682
4.43. Concesiones industriales de agua en el Jarama Medio (1953-1954)	408	6.8. Volúmenes trasvasados (años naturales) por el canal del Sorbe (hm3)	686
4.44. Distribución del canon de riego del Jarama a concesionarios, 1955	411		
4.45. Tasas ingresadas por riego. Jarama Medio, 1952-1959	412		
4.46. Distribución de la propiedad en la zona regable del Jarama medio, año 1962	414		
4.47. Proyecto de terminación de la presa de El Vado, 1962. Presupuesto general	435		
4.48. Proyecto base para el concurso de proyecto y ejecución de las obras de transformación en presa vertedero de la actual del embalse de El Vado. 1968	466		



FUNDACIÓN CANAL

Mateo Inurria, 2. 28036 Madrid



www.fundacioncanal.com



CANAL DE MADRID

Capital de 11200000

Superficie de aguas del Canal del Isabel (proyecto)
113,75 metros sobre el nivel del mar.

