Mantenimiento de

INSTALACIONES ACUÁTICAS

La Suma de Todos

Consejería de Deportes
Comunidad de Madrid
www.madrid.org

PLAN DE FORMACIÓN
CONSEJERÍA DE DEPORTES

Mantenimiento de

INSTALACIONES ACUÁTICAS

Mantenimiento de

INSTALACIONES ACUÁTICAS

PLAN DE FORMACIÓN
CONSEJERÍA DE DEPORTES

Plan de Formación
Consejería de Deportes

Mantenimiento de Instalaciones Acuáticas, 2008
2ª edición, revisada y ampliada

© *Dirección General de Promoción Deportiva.*
Consejería de Deportes. Comunidad de Madrid.
Plan de Formación. www.enformate.org
Plaza de la Independencia,6. 6ª planta
28001 Madrid

Coordinador de la Publicación: Roberto Borda de la Parra
(Coordinador del Curso de Mantenimiento
de Instalaciones Acuáticas del Plan de Formación
de la Consejería de Deportes de la Comunidad de Madrid)

Autores:
Mercedes Butler Sierra, Sandra Gómez de Gregorio
Óscar González Murillo, José Javier Lázaro Prieto,
Mª Dolores Pérez Martín, Emiliano Rojas Gil y
Marisol Sanchidrián Sánchez
(Profesores del Curso de Mantenimiento de Instalaciones
Acuáticas del Plan de Formación de la Consejería de
Deportes de la Comunidad de Madrid)

Dirección de la Colección: José Ramón Lete Lasa,
Director general de Promoción Deportiva.

Dirección de la Publicación: Carmen Atero Carrasco
Revisión de Estilo: Luis Mateo Luna Pereira

Diseño y Maquetación: Cyan, S.A.

ISBN: 978-84-451-3165-7
Depósito Legal: M-33.286-2008
Imprime: BOCM

Esta publicación puede ser reproducida siempre que
se haga constar el autor y la fuente.

Biblioteca virtual
CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN, JUVENTUD Y DEPORTE
Comunidad de Madrid

Esta versión digital forma parte de la Biblioteca Virtual de la Consejería de Educación, Juventud y Deporte de la Comunidad de Madrid y las condiciones de su distribución y difusión se encuentran amparadas por el marco legal de la misma

www.madrid.org/edupubli
edupubli@madrid.org

Presentación

En la Consejería de Deportes de la Comunidad de Madrid tenemos muy presente la importancia de la salud en el deporte. Por ello, dentro de la mejora constante de la infraestructura deportiva de nuestra región, trabajamos con especial atención para ofrecer a los madrileños unas instalaciones donde desarrollar una práctica deportiva segura y de calidad.

Por tanto, es una gran satisfacción para mí presentar este *Manual de Mantenimiento de Instalaciones Acuáticas*, que versa sobre las medidas adecuadas para garantizar la calidad sanitaria y química del agua en las piscinas de los centros deportivos. De ese modo, estamos ganando en prevención y también en conocimiento e información sobre las materias que tienen que ver con la seguridad en el ámbito deportivo.

Conscientes de la necesidad de profesionalización del sector, y como respuesta a la creciente demanda de formación en el área de la prevención, desde la Consejería de Deportes hemos promovido el "Curso de Mantenimiento de Instalaciones Acuáticas", como parte del Plan de Formación Continua "Enfórmate", diseñado por la Dirección General de Promoción Deportiva. Mediante esta iniciativa se optimiza la cualificación del personal de las instalaciones acuáticas al respecto de los conocimientos que requiere el mantenimiento integral de estos centros deportivos, lo cual irá en beneficio de los usuarios y del servicio a los mismos.

Las páginas de este manual recogen los contenidos aportados en el curso. En su elaboración han colaborado profesores y diferente personal técnico de las temáticas involucradas. A todos ellos aprovecho para agradecerles muy sinceramente el interés mostrado y la extraordinaria labor realizada.

Estoy convencido de que los responsables de instalaciones acuáticas, así como los técnicos deportivos y los operarios de mantenimiento, verán en el presente manual un elemento de apoyo fundamental que no sólo facilitará su trabajo sino que también contribuirá a que los madrileños practiquen deporte de una forma saludable y segura.

Alberto López Viejo
Consejero de Deportes
de la Comunidad de Madrid

Índice

CAPÍTULO 1: INSTALACIONES ACUÁTICAS **15**
1. Introducción 17
    1.1. Zona de baño 23
    1.2. Zona de playa 27
    1.3. Sala de máquinas 28
2. Mantenimiento de instalaciones 29

CAPÍTULO 2: MANTENIMIENTO FÍSICO I: PISCINAS AL AIRE LIBRE **37**

Zona de baño **39**
1. El vaso de la piscina 41
    1.1. Elementos de salida y entrada de agua del vaso 44
    1.2. Canalización de la salida de agua 53
    1.3. Iluminación subacuática 59
    1.4. Accesorios y útiles del vaso 62
    1.5. Escaleras 66
2. El andén perimetral 67
    2.1. Paseo perimetral 67
    2.2. Pediluvios. Platos de ducha 68
    2.3. Duchas 69

Zona de playa **73**
1. Zonas con pavimento 75
2. Zonas con césped 76
3. Elementos urbanos 77
3.1. Vallas perimetrales 77
3.2. Alumbrado 78
3.3. Papeleras y ceniceros 79
3.4. Árboles 79

Sala de máquinas **81**
1. Moto-bomba 85
2. Prefiltros 91
3. Válvulas y llaves 93
4. Filtro y elemento filtrante 95
5. Instalación de control y análisis químico 107
6. Dosificadores, bombas dosificadoras. Electrolisis salina 109
7. Red de tuberías 115
8. Almacén de productos químicos 115
9. Cuadro eléctrico e instalación eléctrica interior 119

Fichas de trabajo **127**
Conceptos básicos de electricidad 127
Fichas de trabajo 135
Ficha general de mantenimiento de la instalación 153

CAPÍTULO 3: MANTENIMIENTO FÍSICO II: PISCINAS CLIMATIZADAS **161**
1. Conceptos básicos 164
1.1. Calor 164
1.2. Temperatura 169

1.3. Aire 172
1.4. Humedad 174
1.5. Ventilación 175
2. El vaso 179
3. La sala de máquinas 180
4. La sala térmica 181
4.1. Intercambiadores de calor 182
4.2. Generadores de calor 185
4.3. Bombas aceleradoras 195
4.4. Vaso de expansión 196
4.5. Producción de agua caliente 197
4.6. Tuberías 200
5. Climatización y ventilación 201
5.1. Climatización 201
5.2. La distribución de aire 203
5.3. Aclaraciones sobre la ventilación 204

CAPÍTULO 4: MANTENIMIENTO FÍSICO III: PISCINAS CON INSTALACIONES DE ENERGÍA SOLAR 205

1. Conceptos básicos 207
1.1. Principios de la radiación solar 207
1.2. Constante solar 208
1.3. Posición de la Tierra con respecto al Sol 208
1.4. Radiación directa, difusa y albedo 210
1.5. Energía incidente y energía aprovechable 211
1.6. Formas de aprovechamiento de la energía solar 211
1.7. Clasificación de los sistemas de energía solar térmica 213

2. Energía solar térmica de baja temperatura 214
2.1. Partes principales de los sistemas de energía solar térmica de baja temperatura 215
Subsistema de captación 216
Subconjunto de termotransferencia 219
Intercambiador 220
Subsistema de almacenamiento 221
Subsistema de distribución y consumo 223
3. Acondicionamiento de piscinas 229
3.1. El calentamiento del agua en las piscinas al aire libre 231
4. Mantenimiento de las instalaciones de energía solar 234
4.1. Protocolo de mantenimiento 234
4.2. Localización y reparación de averías 236

CAPÍTULO 5: MANTENIMIENTO QUÍMICO 239
1. Introducción 241
2. Aspectos químicos 243
2.1. Características físicas del agua 247
2.2. Características químicas del agua 248
3. Calidad del agua de una piscina 254
3.1. Equilibrio del agua: Índice de Saturación de Langelier 255
3.2. Parámetros analíticos del agua de una piscina: criterios legales 259
4. Tratamiento químico del agua de una piscina 260
4.1. Etapas del tratamiento 262
4.2. Tratamiento automático en piscinas 269
5. Análisis del agua 271
5.1. Análisis químico colorimétrico y fotométrico 271
5.2. Determinación de la conductividad eléctrica 278

5.3. Neutralización 279
5.4. Determinación de la alcalinidad por volumetría 280
5.5. Determinación de calcio 282
5.6 Determinación de cloro libre y combinado 284
5.7. Determinación de índice de cloro o demanda de cloro en aguas y punto de ruptura 286
5.8. Determinación del ph por potenciometría 290
5.9. Equilibrio de un agua 293
5.10. Medida del amoniaco por test (colorimétrico) 294
5.11. Determinación de la oxidabilidad al permanganato 295
5.12. Determinación de agua oxigenada por colorimetría 297
6. Hibernación 298
6.1. Determinación de tensioactivos 299
7. Compuestos que se pueden utilizar para el tratamiento del agua de las piscinas 301
8. Nuevas técnicas de desinfección de agua 302
8.1. Tratamiento de ozonización del agua 303
8.2. Tecnología ultravioleta 307
8.3. Cloración salina mediante electrólisis 310

Fichas de trabajo **315**
Problemas más conocidos: valoración y solución 315
Reglas para el buen funcionamiento de la piscina 318
Métodos analíticos: reactivos y metodología analítica utilizada 320

CAPÍTULO 6: MANTENIMIENTO SANITARIO I: PISCINAS AL AIRE LIBRE **321**
1. Introducción 323
2. Riesgos por contaminación del agua 324
2.1. Contaminantes del agua 324

2.2. Origen de la contaminación 330
2.3. Formas de entrada de los contaminantes 331
2.4. Factores que contribuyen a la contaminación 332
2.5. Trastornos asociados al baño 332
3. Riesgos por accidentes 333
4. Medidas preventivas para evitar los riesgos asociados a las instalaciones acuáticas 334
5. Uso y almacén de productos químicos 337
6. Normativa sanitaria 344
7. Sistema de autocontrol en instalaciones de aguas recreativas 347
7.1. Prerrequisitos del sistema de autocontrol 352
8. Plan de desinsectación y desratización de las instalaciones 354
9. Interpretación de resultados analíticos 355

Fichas de trabajo 358
Ficha de registro de tareas realizadas 358
Ficha de autocontrol de la calidad del agua 359
Libro de registro de piscinas 360

CAPÍTULO 7: MANTENIMIENTO SANITARIO I: PISCINAS CUBIERTAS 361
1. Introducción 363
2. Origen de la contaminación 365
3. Riesgos sanitarios asociados a piscinas cubiertas 365
3.1. Contaminantes de origen biológico 366
3.2. Contaminantes de origen químico 368
4. Factores que contribuyen a la contaminación 368
5. Normativa sanitaria 371

6. Prevención y control de la contaminación 375
7. Autocontrol en piscinas climatizadas 376

CAPÍTULO 8: PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES 379

1. Marco normativo 382
2. Conceptos básicos sobre seguridad y salud en el trabajo 386
3. Obligaciones del empresario 391
   3.1. Evaluación de riesgos 391
   3.2. Planificación de la actividad preventiva 393
   3.3. Coordinación de actividades empresariales 394
   3.4. Vigilancia de la salud 394
   3.5. Información y formación de los trabajadores 398
4. Derechos y obligaciones de los trabajadores 400
   4.1. Derechos 400
   4.2. Obligaciones 404
5. Evaluación de riesgos 405
6. Planificación de la actividad preventiva 410
   6.1. Riesgos identificados en el puesto de mantenimiento de piscinas 411

NORMATIVA Y BIBLIOGRAFÍA 447

1

Instalaciones

ACUÁTICAS

1. INTRODUCCIÓN

Todas las instalaciones acuáticas están reguladas por leyes específicas; las piscinas de la Comunidad de Madrid se rigen por el Decreto 80/1998, de 14 de mayo, de la Consejería de Sanidad y Servicios Sociales de la Comunidad de Madrid *por el que se regulan las Condiciones Higiénico-Sanitarias de las piscinas de uso colectivo* (BOCM. 27 mayo 1998, núm. 124).

Las piscinas ubicadas en el municipio de Madrid también deben cumplir la Ordenanza del Ayuntamiento de Madrid *Reguladora de las Condiciones Higiénico Sanitarias, Técnicas y de Seguridad de las Piscinas,* de 28 de enero de 1999.

El objetivo del presente capítulo es que el lector conozca e identifique cada uno de los elementos del complejo de instalaciones que, según el Artículo 2 del Decreto 80/1998, se define específicamente como piscina, e indica que es "el conjunto de construcciones e instalaciones que comportan la existencia de uno o

varios vasos, destinados al baño colectivo, natación o prácticas deportivas incluidos en el recinto del establecimiento".

Aunque cada piscina según su importancia dispondrá de más o menos dependencias, en la figura que exponemos a continuación aparecen representados todos los elementos que componen el complejo.

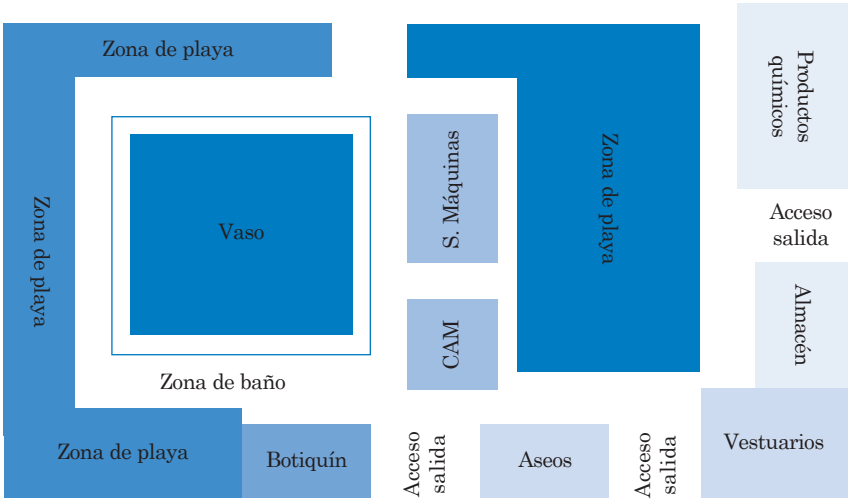


Figura 1

Comenzaremos con un recorrido por cada una de las partes que componen la instalación. Las primeras dependencias que identificamos en el esquema expuesto son los aseos, los vestuarios y el botiquín.

Las piscinas deben disponer de *aseos y vestuarios* diferentes para cada sexo. Estos contarán con dos accesos, uno para personas vestidas y otro, denominado de pies descalzos; que conduzca al recinto de baño, ambos accesos constituyen un circuito obligado de paso.

La dotación mínima de servicios higiénicos en piscinas vendrá determinada por la siguiente relación, que se distribuirá proporcionalmente entre hombres y mujeres:

Lámina de agua (en m²)	vestuarios (en m²)	Guardarropa (en m²)	Duchas (nº)	Retretes (nº)	Lavabos (nº)
Hasta 100		15	2	2	2
De 101 a 250	30	15	2	4	2
De 251 a 500	60	15	6	6	2
De 501 a 1.000	120	30	10	10	4
De 1.001 a 2.000	230	54	16	16	8
De 2.001 a 4.000	600	85	20	20	12
Más de 4.000	700	95	30	30	16

En el caso de los aseos destinados a varones, el 60% de los retretes podrá sustituirse por mingitorios.

Se debe tener en cuenta lo dispuesto en el Decreto 13/2007, de 15 de marzo, del Consejo de Gobierno de la Comunidad de Madrid, por el que se aprueba el Reglamento Técnico de Desarrollo en materia de promoción de la accesibilidad y supresión de barreras arquitectónicas, respecto a la dotación de Aseos según especifica en el articulo 12, y en la Norma 6 y 10 de dicho Reglamento.

Los aseos deben tener agua corriente potable y estarán dotados de dosificador de jabón, toallas mono uso o secador de manos y papel higiénico.

Según la normativa vigente, los vestuarios y aseos deben cumplir los siguientes requisitos:

- Se instalarán en locales cubiertos y suficientemente ventilados al exterior.
- Todas sus dependencias se recubrirán en su totalidad de material vitrificado o similar, de fácil limpieza y desinfección.
- La altura libre de vestuarios y aseos nunca será inferior a los 2,80 metros, mientras que los elementos delimitadores de las cabinas, duchas e inodoros tendrán una altura máxima de 2,10 metros, salvo que estos compartimentos se doten de ventilación forzada, en cuyo caso el cerramiento podrá llegar hasta el techo.
- La limpieza y desinfección de las superficies se realizará como mínimo una vez al día y se realizará tambien cada vez que las condiciones higiénicas lo requieran.

Para las piscinas que se encuentren en el ámbito territorial de Madrid municipio, la Ordenanza del Ayuntamiento de Madrid Reguladora de las Condiciones Higiénico Sanitarias, Técnicas y de Seguridad de las piscinas de 28 de enero de 1999 especifica, con respecto a las cabinas cerradas en los vestuarios, que su dotación tanto de hombres como de mujeres será, como mínimo, la siguiente:

- Hasta 250 m^2 de lámina de agua: 1 cabina.
- Hasta 1.000 m^2 de lámina de agua: 2 cabinas.
- Hasta 2.000 m^2 de lámina de agua: 3 cabinas.
- Por cada 1.000 m^2 adicionales o fracción, se incrementará en 1 el número de cabinas.

La siguiente instalación que encontramos al lado de los servicios es el *botiquín*. En el capítulo VI del Decreto 80/1998, de 14 de

mayo se regula el servicio de asistencia sanitaria, y se especifica que todas las piscinas deben disponer de un botiquín ubicado en lugar visible y señalizado.

En aquellas instalaciones en las que sea obligatoria la presencia de personal sanitario existirá una enfermería ubicada en lugar bien visible y señalizado, de fácil acceso por el interior del recinto y que permita a su vez una rápida e inmediata evacuación por el exterior.

Asimismo, todas las instalaciones deben contar con teléfono y tener expuesto en lugar visible información actualizada sobre los servicios de urgencia, destacando las direcciones y teléfonos de los centros de salud y asistencia hospitalaria más cercanos, así como del servicio de ambulancia.

El personal sanitario debe estar permanentemente en la instalación, desde el momento de apertura al público hasta el cierre de las mismas. Según la normativa, la dotación y composición del equipo sanitario será la siguiente:

- Piscinas que en su conjunto sumen hasta 500 m^2 de lámina de agua: dispondrán de material de primeros auxilios y pequeño material de curas.
- Piscinas que en su conjunto sumen entre 500 y 1.000 m^2 de lámina de agua: deben disponer de un auxiliar técnico sanitario (ATS), de un diplomado universitario en Enfermería (DUE) o de un médico en servicio permanente.
- Piscinas que en su conjunto sumen más de 1.000 m^2 de lámina de agua: deberán contar con un ATS/DUE y un médico, ambos en servicio permanente.

En las instalaciones que tengan más de 500 m^2 de lámina de agua, se dispondrá de material necesario para prestar la debida asistencia sanitaria, tal como se recoge en el Artículo 19 del Decreto 80/1998.

Asimismo, en todas las instalaciones, se debe disponer de los elementos de apoyo de rescate en número suficiente y fácilmente accesibles, tal como se especifica en el Artículo 21 de la misma normativa. Artículo 21. Medios materiales. Las piscinas deberán tener elementos de apoyo de rescate en número suficiente, situados en lugares visibles y fácilmente accesibles. Los elementos más usuales y que deberán tener al menos son:

a) Perchas de material liviano, rígido y resistente a la corrosión, con un dispositivo de asimiento en su extremo.
b) Salvavidas, en número no inferior al de escaleras y mínimo de dos, ubicados en lugares visibles y de fácil acceso, a la máxima altura de 2 metros. Dichos salvavidas serán de polietileno, diámetro no inferior a 30 centímetros y cordón de longitud no inferior a la mitad del mayor ancho de la piscina más 3 metros, con resistencia a rotura superior a 550 kilogramos.

Las de *superficies de tránsito* exentas de construcciones y de vegetación deben estar construidas con pavimento antideslizante y de fácil limpieza, atendiendo a lo dispuesto en la normativa de eliminación de barreras arquitectónicas.

Avanzando en el recorrido se encuentra el sector dedicado a *almacenes*, todos ellos estarán emplazados de tal manera que sean inaccesibles para los usuarios de la instalación.

En la normativa se hace referencia específica a ellos, deduciéndose la obligatoriedad de independizar el almacén de productos químicos de otros almacenes y del cuarto de depuración.

Llegamos ahora a las zonas que más nos interesan dentro de la instalación; éstas son:

- Zona de baño.
- Zona de playa.
- Sala de máquinas.

1.1. Zona de baño

Esta zona es la constituida por el vaso y su andén. Aunque encontramos otros elementos en la zona, el vaso es el elemento fundamental.

El vaso

Es, como su propio nombre indica, la estructura o recipiente que contiene el agua. La normativa vigente especifica que el vaso estará construido de forma tal que se asegure la estabilidad, resistencia y estanqueidad, no tendrá ángulos ni recodos u obstáculos que dificulten la circulación y renovación del agua. Además, el fondo y las paredes estarán revestidos de materiales lisos, antideslizantes, impermeables y resistentes a los agentes químicos, también deben ser de color claro y de fácil limpieza y desinfección.

Los cambios de pendiente serán suaves y deben estar señalizados a los lados del vaso.

Hay dos conceptos importantes relacionados con el vaso que debemos conocer:

➜ ***Lámina de agua del vaso.*** Es la superficie que ocupa, el área de la figura geométrica que conforma el vaso de la piscina.

Se mide en metros cuadrados (m^2).

Ejemplo:

Una piscina rectangular de 50 m x 25 m tendrá:

Lámina de agua = 50 m x 25 m = 1.250 m^2

Una piscina redonda de 8 m de diámetro tendrá:

Lámina de agua = $\prod$ x (R)2 = 3,1416 x (4m)2 = 49,83 m^2

Siendo R el radio (diámetro dividido entre dos)

➜ ***Aforo.*** Indicado por el Art. 36 del Decreto 80/1998, "El aforo del vaso vendrá determinado por su superficie, de tal manera que en los momentos de máxima concurrencia de bañistas se disponga, al menos, de dos metros cuadrados de lámina de agua por cada uno".

Como se muestra en la tabla adjunta, existen distintos tipos de vasos según la función para la que fueron construidos.

Vasos de chapoteo o infantiles	• Se destinan a usuarios menores de seis años. • Su emplazamiento será independiente y aislado de la zona de adultos. • La profundidad mínima no excederá de los 0,30 metros y la máxima de los 0,60 metros. • El suelo no ofrecerá pendientes superiores al 6%.

Vasos de recreo o polivalentes	• Deben tener una profundidad mínima adecuada al uso al que se destinan, de acuerdo con las normas técnicas de construcción, que podrá ir aumentando progresivamente con pendiente máxima del 6%, hasta llegar a 1,40 metros, debiendo quedar señalizada esta profundidad en el suelo y las paredes interiores del vaso, en su exterior y en el andén. • A partir de esta medida, la profundidad podrá aumentar progresivamente hasta un máximo de 3 metros.
Vasos deportivos	• Tendrán las características determinadas por las normas de los organismos correspondientes o, en su caso, por las normas internacionales para la práctica de cada deporte.
Vasos de saltos	• Deben tener la profundidad adecuada en relación con la altura de las palancas y trampolines. Se encontrará a más de 5 metros de distancia de cualquier otro vaso.

Desagües

Según el Artículo 9 de la normativa vigente en la Comunidad de Madrid, tiene que existir un sistema de desagüe, que, siempre que sea posible, deberá ser por gravedad, permitiendo la eliminación rápida del agua y los sedimentos.

- ➜ El vaciado se hará a la red de alcantarillado.
- ➜ El desagüe del fondo del vaso se realizará a través de una salida adecuadamente protegida mediante dispositivos de seguridad para prevenir accidentes.
- ➜ No existirán obstrucciones que puedan retener al usuario debajo del agua.

Escaleras

En las proximidades de los ángulos del vaso, y en la zona de cambio de pendiente de fondo, se deben instalar escaleras, aunque

existan otros posibles accesos para los bañistas, como escalinatas o rampas.

- Las escaleras se deben instalar en los laterales del vaso de manera tal que de una a otra no haya nunca una distancia superior a 15 metros.
- Deben estar empotradas, los peldaños serán antideslizantes y carecerán de aristas vivas.
- Bajo el agua alcanzarán la profundidad suficiente como para salir con comodidad del vaso lleno.

Andén

Se considera andén o paseo a la zona que rodea el vaso en su totalidad con una anchura mínima de 1 metro. Por este perímetro los bañistas circularán descalzos, por lo que deberá estar libre de obstáculos e impedimentos.

- Para la construcción del andén se utilizarán pavimentos higiénicos y antideslizantes.
- Sus características evitarán que se produzcan encharcamientos y vertidos de aguas, tanto al vaso como al circuito de depuración.
- Debe disponer de tomas de agua para facilitar las labores de limpieza y desinfección.

Duchas

Las piscinas al aire libre deben tener instaladas duchas de agua potable en sus andenes. Según la normativa vigente como mínimo se instalarán dos duchas y una más por cada 20 metros de perímetro de vaso, distribuidas uniformemente alrededor del andén.

- El desagüe de las duchas irá directo a la red de alcantarillado.
- El plato de las duchas, o pavimento destinado a tal fin, estará perfectamente limpio y se construirá con materiales antideslizantes.

Pediluvios

Son piletas de paso obligado para acceder al vaso y están dotadas con duchas para impedir que el bañista se introduzca en el vaso con suciedad que pueda traer en los pies desde la zona de playa. Son obligatorios para todas aquellas instalaciones en las que existan áreas con césped, tierra o arena.

- Los pediluvios están instalados en la zona de baño y deben tener una profundidad no inferior a 0,10 m, una longitud igual o superior a 2 m y la anchura suficiente como para no ser evitados por los bañistas.
- El agua de los pediluvios será clara y bacteriológicamente depurada, en circulación continua, no pudiendo mezclarse en ningún caso con el agua de los circuitos de depuración del agua del vaso.

1.2. Zona de playa

Es la zona contigua a la zona de baño, destinada a la estancia y esparcimiento de los usuarios de la instalación. Está compuesta por dos zonas diferenciadas:

Zonas de pavimento	• Son los espacios por donde se desplazan los bañistas libremente. Hay que poner especial cuidado en su mantenimiento, ya que normalmente es una zona de pies descalzos, con todos los riesgos de accidente que esto conlleva. • Es importante controlar que no haya ninguna elevación que pueda provocar caídas o accidentes de los bañistas. • Si existiera alguna anomalía y la reparación no se pudiera hacer en el momento, se deberá vallar la zona para evitar accidentes.
Zonas de césped	• Son las zonas de recreo y esparcimiento de los bañistas. • Hay que tener especial cuidado cuando se riega el césped, ya que el agua sobrante del riego no debe llegar al andén en ningún caso, pues favorecería la proliferación de zonas de infección por estancamiento del agua.

1.3. Sala de máquinas

Es el punto central de la instalación, ya que en ella se encuentran emplazados los equipos necesarios para el tratamiento físico del agua y los medios adecuados para el tratamiento químico.

La sala de máquinas es el lugar más complejo y al que debe prestar mayor atención el personal de mantenimiento, por lo que en el próximo capítulo nos dedicaremos a su estudio de la forma más detallada posible, tanto en la descripción de los elementos como en las operaciones y la frecuencia con que deben hacerse, así como en el cumplimiento de la reglamentación vigente.

En el cuadro adjunto exponemos brevemente los elementos que se encuentran en la sala de máquinas y que forman parte del circuito de tratamiento de agua.

Prefiltros	Son dispositivos de retención de materias gruesas. Están situados antes de la motobomba con el objetivo de realizar un primer filtrado del agua que llega desde el vaso en su proceso de depuración.
Válvulas	También llamadas llaves de corte, son los elementos que permiten controlar y aislar los circuitos, así como realizar las operaciones precisas de mantenimiento de la calidad del agua del vaso.
Dosificador de floculante	Está compuesto por un depósito y una bomba inyectora. El cometido de esta bomba es introducir en la tubería un floculante para la mejora del filtrado, a una distancia de 4 metros antes de los filtros.
Motobomba	Está compuesta por dos elementos: el motor de propulsión y la bomba, que hacen posible la circulación del agua.
Elementos de control	Son los que permiten el buen funcionamiento del proceso de recirculación del agua. • Manómetros: permiten conocer la presión y deben colocarse en el mayor número de puntos estratégicos para comprobar el correcto funcionamiento. • Contadores de agua: sirven para conocer el volumen de agua renovada y depurada de cada vaso. Tambien sirven para comprobar la velocidad de filtración de nuestra instalación.
Filtros	Es el depósito donde se introduce el elemento filtrante y sirve para eliminar las impurezas del agua. Aunque hay diversos tipos de filtro, el de uso más frecuente es el de arena de sílice.

2. MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES

El concepto mantenimiento de una instalación hace referencia a la conservación en buen estado de funcionamiento de todos los elementos que la componen.

También tiene en cuenta la prevención de riesgos, tanto para los usuarios de la instalación y el personal que trabaja en la misma,

como para la maquinaria y los elementos instalados en el recinto. Hay que distinguir entre mantenimiento y reparación. Teóricamente si existe un buen mantenimiento no se necesita realizar reparaciones salvo casos extremos, ya que los elementos, antes de que se rompan, ya habrán sido sustituidos.

Desde un punto de vista funcional, la premisa básica de un proyecto de instalación es:

> Dejar la instalación preparada para que el fallo de una parte de la misma, no afecte al resto.

Actualmente hay dos normas UNE referidas al mantenimiento:

- Norma Experimental UNE-ENV 13269 "Guía para la preparación de contratos de mantenimiento".
- Norma UNE-EN 13306. "Terminología del mantenimiento".

Con carácter general, los trabajos que se deben realizar en el mantenimiento de cualquier instalación acuática son los siguientes:

- Trabajos de electricidad.
- Trabajos de albañilería.
- Trabajos de fontanería.
- Trabajos de pintura.
- Trabajos de limpieza.
- Trabajos de jardinería.
- Trabajos de mantenimiento físico-químico.

Para realizar todos estos trabajos, las empresas tienden a dar un servicio completo y ofrecen un mantenimiento integral de las instalaciones, ya sea contratando personal propio o subcontratando a profesionales de cada sector, por lo que en este manual nos centraremos exclusivamente en aquellos aspectos relacionados en el mantenimiento físico-químico de las instalaciones acuáticas.

En el Artículo 3 del Decreto 80/1998, se especifica que el responsable de la instalación es:

> La persona o personas, tanto físicas como jurídicas, o comunidades, tengan o no personalidad jurídica, que ostenten la titularidad en propiedad o en cualquier relación jurídica que pueda comportar la tenencia o explotación de la piscina; que habrá de responder del cumplimiento del Decreto y demás normativa sanitaria aplicable.

En el Artículo 24 se menciona que la persona técnicamente capacitada, responsable del correcto funcionamiento de las instalaciones, realizará los controles y comprobaciones necesarias. Por tanto, la persona responsable controla y comprueba el mantenimiento de las instalaciones y no tiene por qué realizar una instalación o reparación pero sí debe estar capacitada para indicar lo que se tiene que realizar, y controlar y comprobar el trabajo ejecutado.

Debido a la gran cantidad de normas existentes, lo más sencillo es que la empresa instaladora o el instalador autorizado especifique en su informe que la instalación, reparación o modificación realizada cumple con la normativa vigente, ya que ellos deben cumplir la normativa que afecta a su trabajo.

Todas las tareas de mantenimiento que se realizan se deben registrar de forma que se pueda tener un control permanente del estado de las instalaciones. Para ello se utilizan dos tipos de fichas de seguimiento del mantenimiento de la piscina:

a) Ficha técnica de una instalación

En esta ficha se detallan minuciosamente todos los elementos de la instalación con sus características, referencias y proveedores de material.

Se divide en cinco secciones:

- Ficha del vaso, zona de playa, zona de baño (características del vaso, escaleras, duchas...).
- Ficha general de la sala de máquinas (filtros, bombas, tuberías, llaves, cámara de compensación...).
- Ficha general de la instalación eléctrica.
- Ficha del almacén de productos químicos.
- Ficha de otros accesorios.

b) Ficha de mantenimiento de una instalación

Se compone a su vez de cuatro fichas:

- Ficha de mantenimiento diario: lo que se realiza en el día (por ejemplo, el relleno de la piscina, análisis, etc.).
- Ficha de mantenimiento a corto plazo: lo que se tiene que realizar en un plazo breve (el lavado de arenas, el análisis bacteriológico, etc.).
- Ficha de mantenimiento a medio plazo: lo que puede esperar hasta el final de la temporada (por ejemplo, sustituir una válvula que gotea, la revisión de la instalación eléctrica, etc.).

- Ficha de mantenimiento a largo plazo: trabajos que se tienen que realizar cada cierto número de años (es el caso del cambio de arenas del filtro, la sustitución de contactores del cuadro eléctrico, etc.).

Otros aspectos que hay que tener en cuenta

Además de la normativa específica sobre condiciones higiénico-sanitarias, las instalaciones acuáticas deben cumplir la normativa vigente en materia de instalaciones técnicas.

En el Art. 17, se especifica lo siguiente:

"Las instalaciones eléctricas cumplirán el vigente Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, y las prescripciones especiales establecidas en las Instrucciones Técnicas Complementarias que regulan las instalaciones eléctricas para piscinas."

"Las instalaciones de calefacción, climatización y de agua caliente sanitaria, tendrán que cumplir el vigente Reglamento y sus correspondientes Instrucciones Técnicas Complementarias que regulan los niveles de calidad, seguridad y defensa del medio ambiente en sus instalaciones."

"El resto de instalaciones anexas como maquinaria, aparatos para desinfección y depuración de agua, almacén de material y productos químicos, cloro, gas, etcétera, cumplirán su correspondiente Reglamentación."

Y en el Art. 18, se hace referencia a las instalaciones accesorias dentro del recinto acuático:

"Cuando existen restaurantes, bares, cafeterías, pista de baile, quioscos, etcétera, precisarán para su funcionamiento de la tramitación del expediente de apertura que fija la Reglamentación vigente, con independencia del de la piscina."

La administración intenta controlar el cumplimiento de la normativa a través de inspecciones que certifican la seguridad del recinto.

Las inspecciones que podemos tener en una piscina son:

Inspección de sanidad	Normalmente se centran en: · Controles analíticos. · Titulaciones del personal. · Altas en la seguridad social. · Aspectos sanitarios generales. · Recirculación del agua. También pueden pedir otras especificaciones, como son: · Líneas equipotenciales. · Cuadro eléctrico. · Ventilación del almacén de productos químicos. · Ventilación y alumbrado de la sala de máquinas. · Estado del gresite. · Señalización de techo bajo en el acceso a la sala de máquinas, etc. Debido a que los inspectores de sanidad no tienen por qué conocer toda la normativa vigente, deberían pedir con carácter anual un certificado, dictamen o peritaje de que la instalación cumple la reglamentación correspondiente.

Inspección de industria	De pueden producir por diferentes causas: · Inspección rutinaria. · Inspección debido a una denuncia realizada por un instalador. · Inspección para la concesión de la licencia de actividad en una nueva instalación o Inspección de un organismo autónomo de control para la instalación eléctrica.

Inspección de la compañia eléctrica	Puede ser una inspección rutinaria o una inspección debida a una denuncia realizada por un trabajador.

Inspección de trabajo y seguridad social	En este caso también puede ser una inspección rutinaria o una inspección debida a una denuncia realizada por un trabajador.

2

Mantenimiento físico I:

PISCINAS AL AIRE LIBRE

Zona de baño

1. EL VASO DE LA PISCINA

En el capítulo anterior hemos visto los distintos tipos de vasos según su funcionalidad: de chapoteo o infantiles, recreativos o polivalentes, deportivos y de saltos. A continuación vamos a hacer una diferenciación de los distintos tipos de vaso atendiendo a criterios de construcción:

- Vasos con acabado en material vítreo.
- Vasos con impermeabilización en lámina flexible de PVC o materiales plásticos.
- Vasos con impermeabilización en poliéster + fibra de vidrio.
- Vasos pintados al cloro caucho.

Protocolo de mantenimiento

Para llevar un adecuado sistema de mantenimiento del vaso, es necesario realizar los pasos que aparecen en el cuadro adjunto.

A diario	· Paso de cepillo-limpia fondos. · Comprobación de aparición de algas. · Comprobación de pérdidas de agua. · Comprobación visual de falta de material vítreo cerámico (riesgo de accidentes).
Una vez por semana	· Cepillado del cajeado de escaleras y zonas proclives a desarrollo de algas. · En piscinas con skimmers, cepillado de la línea del nivel del agua.
Una vez cada dos semanas	· Cepillado de paredes y suelo.
Una vez al año	· Vaciado y limpieza (dependerá mucho de la analítica del agua según la normativa). · Revisión / inspección del material vítreo cerámico. · Comprobación de la lámina flexible de PVC. · Comprobación del poliéster (comprobación de astillas).
Cada cuatro años	· Lechada en piscinas con material vítreo-cerámico. · Lijado y doble mano de pintura (piscinas pintadas). · Comprobar jjlp-osc.

Además de cumplir con este protocolo es importante tener almacenados los repuestos necesarios ante posibles imprevistos:

➜ Material vítreo cerámico para reposición y materiales de fijación.
➜ Lámina flexible de PVC y materiales para su fijación.
➜ Masilla de poliéster + fibra de vidrio.
➜ Pintura al cloro caucho.

Las pérdidas de agua están ocasionadas por la evaporación. En este caso lo normal es perder entre 2 y 5 centímetros semanales.

También puede haber pérdidas por grietas o roturas en el vaso, grietas o roturas en la canaleta, roturas de tuberías o roturas de accesorios. Además es importante tener en cuenta que:

- ➜ A más movimiento o agitación del agua (chapoteo de bañistas), más pérdidas.
- ➜ A más viento, más pérdidas.
- ➜ A más porosidad en el cemento de paredes, suelo o paseo perimetral, más pérdidas.
- ➜ A más diferencia de temperatura entre el agua y el ambiente, más pérdidas.

OTRAS CUESTIONES QUE SE DEBEN TENER EN CUENTA

- Conviene, una vez instalado el vaso de la piscina, anotar referencia del material con que esté fabricado, así como de la pintura si la tuviera, por si fuera necesario para posteriores reparaciones.
- En invierno se debe rebajar el nivel del agua 0,5 metros de la profundidad total (dependiendo de la profundidad mínima de la piscina). En zonas con riesgo de heladas se deben utilizar flotadores para evitar roturas en el vaso (no introducir tableros, bidones, etc.).
- Las lanzas a presión pueden desprender el material vítreo cerámico y la pintura, además de quemar las láminas flexibles de PVC y deteriorar el poliéster. Para que esto no suceda, se deben utilizar boquillas difusoras en abanico.
- Utilizar productos que hay en el mercado para reducir las pérdidas ocasionadas por micro grietas, porosidades y pequeñas fugas en tuberías.
- Para cada tipo de piscina hay un producto químico y accesorios especiales de limpieza.
- La mayoría de los productos químicos de limpieza son muy tóxicos. Se tienen que utilizar los equipos de protección individual (EPI). Como mínimo gafas, guantes, mascarilla con filtro y botas.
- En piscinas con muchos residuos orgánicos, es aconsejable el uso de bombas sumergibles para el vaciado, ya que las bombas de las piscinas están diseñadas para aguas limpias con un paso máximo de diámetro de residuos.
- En las piscinas que están pintadas, las de lámina flexible de PVC y las piscinas de poliéster, no se pueden introducir directamente en el vaso productos químicos de disolución lenta.

1.1. Elementos de salida y entrada de agua del vaso

Es muy importante conocer los elementos que forman parte del circuito de entrada y salida del agua de la piscina, ya que de su control y mantenimiento depende en gran parte el buen estado del agua y, por tanto, la salud del usuario.

Éstos son:

➜ **Sumideros de fondo / Aspiración por fondo**

Accesorios instalados en el circuito de aspiración para usar en la depuración o vaciado de la piscina (figura 1). Son fabricados con diferentes diámetros. Sus características son:

- Velocidad de paso en m/s.
- Caudal máximo en m^3/hora.
- Velocidad máxima de aspiración por tubería en $m^3/(h \times m^2)$.

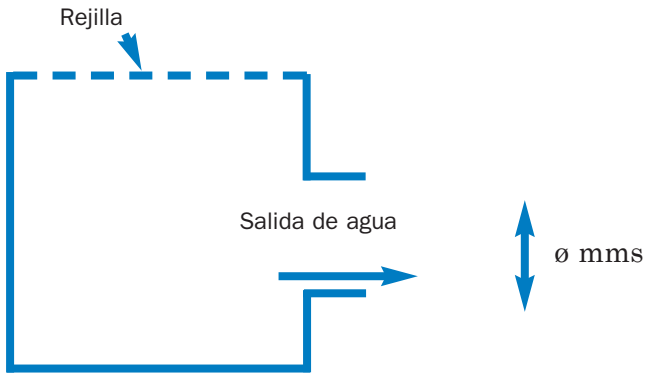


Figura 1

Su número, como mínimo 2 incluso en piscinas de chapoteo, viene determinado por normativa (Art. 22.4). La distancia mínima entre sumideros es de 2 metros según la norma UNE 13451-1.

El agua que es aspirada en un determinado tiempo, se mide en m^3/hora. La velocidad con que debe salir por la tubería no debe ser superior a 1,5 m/s. Como antes de salir por la tubería, debe traspasar una rejilla, la velocidad de paso debe ser muy lenta, aproximadamente 0,5 m/sg. Por ello, cada fabricante debe indicar qué caudal es el aconsejable para cada tipo de rejilla.

A continuación exponemos un cuadro orientativo de los caudales en m^3/hora para diferentes diámetros de salida de sumideros con velocidad 1,5 m/segundo, y de los caudales máximos recomendados por una de las marcas del mercado.

Cada línea de fabricación tendrá sus características técnicas.

ø mm del sumidero	m^3/hora, para velocidad de 1.5m/sg	m^3/hora máximo recomendado por un fabricante
63	13	13
75	18	18
90	27	27
110	33	33
125	45	45
140	66	66
160	95	95
200	103	103

Protocolo de mantenimiento

Al inicio de la temporada	· Desmontar la rejilla, limpiar el sumidero y rejilla. · Comprobar la tornillería. · Comprobar las obstrucciones en la tubería.
Una vez por semana	· Cepillar el sumidero.

Además de cumplir con este protocolo es importante tener almacenados los repuestos necesarios ante posibles imprevistos:

- Rejillas.
- Tornillería.

OTRAS CUESTIONES QUE SE DEBEN TENER EN CUENTA

- Anotar referencia y modelo del sumidero, rejilla y tornillería, por si fuera necesario para posteriores reparaciones.
- Siempre que una rejilla se encuentre deteriorada o rota, la piscina deberá permanecer cerrada hasta que se repare el desperfecto.
- Se debe trabajar con un 25% de aspiración por sumidero y 75% de aspiración por skimmers / vaso de compensación.
- Las rejillas anti-vortex, son especiales para evitar la toma de aire por torbellino en los vaciados.
- Las piscinas que se construyen en terrenos que tienen un alto nivel freático de aguas suelen llevar instaladas en el interior del sumidero unas válvulas hidrostáticas con tubo de drenaje, por lo que se debe comprobar su funcionamiento al inicio de la temporada.

En el caso de piscinas de nueva creación, según el Art. 22 del Decreto 80/1998 de 14 de mayo, se especifica que, en los vasos mayores de 200 m^2 de lámina de agua, el sistema de paso del agua del vaso de la piscina a la depuradora se hará mediante rebosadero perimetral continuo. Para superficies menores o iguales a 200 m^2, se podrán utilizar skimmers, de los que luego hablaremos, en número no inferior a uno por cada 25 m^2 de lámina de agua, distribuidos adecuadamente en función del diseño del vaso. En el caso de que los circuitos de circulación incorporen un sistema de aspiración por fondo, ésta se realizará al menos a través de dos puntos (siempre distanciados 2 metros como mínimo).

➜ Rebosadero continuo o canaleta de desborde

Elemento situado en el andén perimetral, que forma parte del circuito de aspiración superficial de la piscina, se compone de canaleta y rejilla. La representación puede verse en la figura 2.

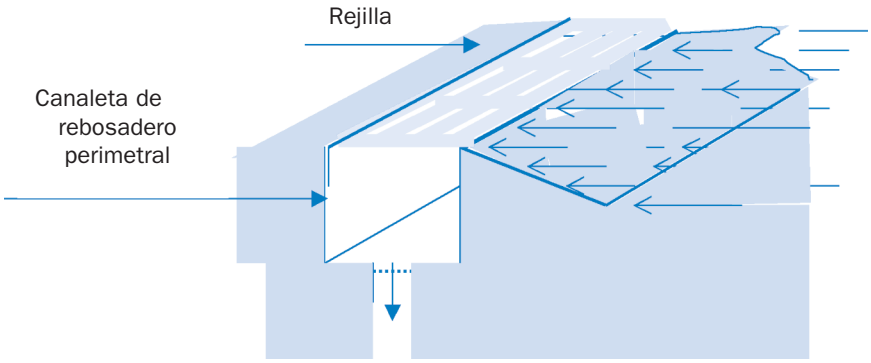


Figura 2

Como puede observarse, el agua del vaso desborda hacia la canaleta según indican las flechas, y por gravedad se dirige al vaso de compensación. En algunas piscinas el agua de la canaleta va directamente a la bomba.

Normalmente se suelen instalar dos modelos de rejillas, longitudinales y transversales. En los colectores se colocan cestillos para evitar que los residuos lleguen al vaso de compensación.

Protocolo de mantenimiento

Al inicio de la temporada	· Montar la rejilla, limpiar el canal, limpiar la rejilla, colocar cestillos y comprobar el estado general de la rejilla.
A diario	· Quitar los cestillos y limpiarlos. · Limpiar la rejilla a presión desde el exterior. · Comprobar pérdidas de agua. · Comprobación del estado de la rejilla y accesorios (riesgo de accidentes).
Una vez cada dos semanas	· Quitar y limpiar la rejilla. · En piscinas con skimmers, cepillado de la línea del nivel del agua.
Al terminar la temporada	· Numerar, limpiar y quitar la rejilla y cestillos.

Además de cumplir con este protocolo es importante tener almacenados los repuestos necesarios ante posibles imprevistos:

➜ Rejillas y accesorios.
➜ Cestillos.

OTRAS CUESTIONES QUE SE DEBEN TENER EN CUENTA

- Anotar referencia y modelo de rejilla, accesorios y cestillos, por si fuera necesario para posteriores reparaciones o reposiciones.
- En la mayoría de las piscinas, se pierde mucha agua por la canaleta de desborde. Para un funcionamiento óptimo, la piscina tiene que estar perfectamente nivelada.
- Normalmente, si es posible, se debe trabajar a un 75% de aspiración por canaleta-vaso de compensación y 25% por fondo.
- En el caso de las piscinas del municipio de Madrid, la longitud de la canaleta viene determinada por normativa (Art. 11 de la Ordenanza del Ayuntamiento de Madrid), como mínimo 2/3 de la longitud del perímetro del vaso y aconsejable en todo el perímetro.
- Se debe instalar una llave en la entrada de la tubería de la canaleta al vaso de compensación para la comprobación de perdidas por canaleta.

➜ Skimmers

Es otro de los sistemas de recogida de agua cuando ésta sale del vaso. Se trata de un elemento de aspiración (depuración) superficial del agua. La figura 3 muestra el principio del funcionamiento de un skimmer.

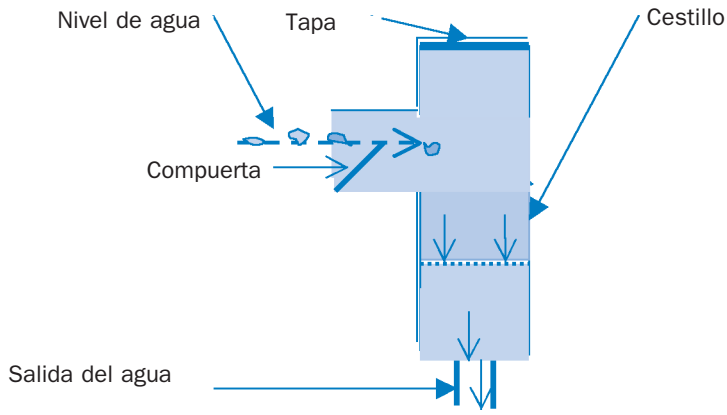


Figura 3

La parte más importante del skimmer es la compuerta, que bascula por su base inclinándose hacia dentro empujada por el agua, de forma que solamente pueda pasar una fina lámina que adquiere gran velocidad arrastrando hacia el interior las partículas y demás materiales que flotan y que, de esta manera, son barridos antes de que se sumerjan. En el interior del skimmer hay un cestillo extraíble por la tapa superior, que retiene gran parte del material barrido, y que puede ser limpiado con facilidad. El agua sigue su camino por la salida inferior hasta la bomba de la depuradora.

En el Art. 22 del Decreto 80/1998 se indica que el número de skimmers no será inferior a uno cada 25 m^2 de lámina de agua, distribuidos adecuadamente. El caudal máximo recomendable por skimmer oscila entre 5 y 8 m^3/h.

El skimmer debe estar fabricado en materiales no oxidables, y no deben introducirse productos químicos agresivos en su interior, como por ejemplo el cloro en pastillas, por el rápido deterioro que ocasiona.

Protocolo de mantenimiento

Al inicio de la temporada	· Limpiar el skimmer (interior y exterior) antes de colocar la compuerta y el cestillo. · Comprobar el deterioro de la tapa debido al sol. · Comprobar el deterioro del cestillo debido a los productos químicos.
A diario	· Limpiar el cestillo. · Comprobar el estado general del cestillo. · Comprobar el funcionamiento de la compuerta. · Comprobar la tapa superior del skimmer, para prevenir riesgos de accidentes.
Una vez por semana	· Limpiar y cepillar el interior y exterior del skimmer.
Al terminar la temporada	· Quitar cestillos y compuertas, comprobar su estado, limpiar y guardar.

Además de cumplir con este protocolo, es importante tener almacenados los repuestos necesarios ante posibles imprevistos:

- ➜ Compuerta.
- ➜ Cestillo y asa.
- ➜ Tapa del skimmer.

OTRAS CUESTIONES QUE SE DEBEN TENER EN CUENTA

- Anotar referencia y modelo de skimmer, cestillos, compuerta y tapa, por si fuera necesario para posteriores reparaciones o reposiciones.
- No se pueden introducir productos químicos de disolución lenta en el cestillo del skimmer.
- El nivel de agua de la piscina tiene que estar situado aproximadamente en la zona intermedia del skimmer.
- Normalmente, si es posible, se debe trabajar a un 75% de aspiración por skimmer y 25% de aspiración por fondo.
- Controlar el desarrollo de algas en el interior del skimmer y alrededor del marco exterior.
- Existen en el mercado masillas de sellado ABS para roturas de skimmer.
- Al terminar la temporada, para proteger de heladas, vaciar el circuito, taponar con botellas de protección.
- Cada dos años, sustituir cestillo, tapa y compuerta.

➜ Boquillas

Son elementos situados en los muros laterales o en el fondo del vaso, por donde retorna el agua y desinfectante impulsada por la bomba, o en los que se coloca la manguera del limpiafondos.

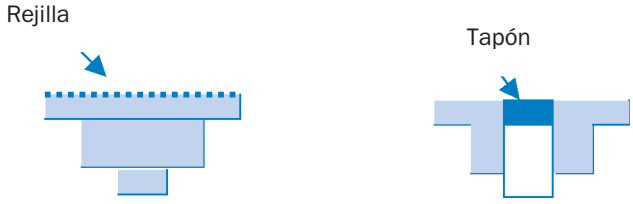


Figura 4

En la figura 4 se han representado dos tipos de boquillas:

- Boquilla de impulsión o de retorno: lleva una rejilla difusora o una bola hueca y sirve para el retorno del agua una vez tratada por los filtros.

- Boquilla de aspiración: se usa normalmente para conectar el limpiafondos al circuito de aspiración; cuando no se utiliza lleva un tapón. La orientación y el numero de boquillas son muy importantes a la hora de la circulación del agua (agua y desinfectante), los chorros de agua tienen que estar dirigidos de tal manera que barran todo el vaso de la piscina, sobre todo en esquinas, cajeados de escaleras e intersecciones de suelo y muros laterales. En caso contrario estas zonas serán propensas a la aparición de algas.

Protocolo de mantenimiento

Al inicio de la temporada	· Limpieza de posibles obstrucciones. · En las boquillas de fondo, comprobar la tornillería.
Una vez por semana	· Cepillar la parte exterior. Comprobar orientaciones de boquillas.
Al terminar la temporada	· Para proteger de heladas, vaciar el circuito y taponar. · Desmontar y guardar la parte exterior desmontable.

Además de cumplir con este protocolo, es importante tener almacenados los repuestos necesarios ante posibles imprevistos:

- ➜ Bolas.
- ➜ Tuercas y contratuercas.
- ➜ Tornillería.
- ➜ Terminal de entrada de manguera a boquilla.

OTRAS CUESTIONES QUE SE DEBEN TENER EN CUENTA

- Anotar referencias de boquillas, bolas y tuercas.
- Controlar que la relación caudal-velocidad, se ajuste a norma UNE 13451-1.
- Vigilar alrededor de la boquilla ya que suelen aparecer algas.

- La mayoría de los circuitos de limpia fondos, están mal diseñados debido a la pérdida de carga de la tubería instalada y de la propia manguera. Cuando una vez conectada la manguera del limpiafondos, la bomba parece que coge aire y no se ceba, ello es debido a la propia instalación.
- En las piscinas construidas con lámina flexible de PVC, nunca se desmontará por completo la boquilla.
- Hay que prestar atención a la orientación de las boquillas.

1.2. Canalización de la salida del agua

Las conducciones del agua del vaso camino de la depuradora y procedente de la depuradora, van enterradas a distintos niveles, siendo la más profunda la del sumidero y, por encima de éste, las de rebosadero perimetral, skimmers o boquillas de aspiración e impulsión (aunque las boquillas de impulsión también pueden ir situadas en el fondo).

El conjunto de estas tuberías forma el circuito de circulación del agua. Existen tres tipos de circuitos:

➜ Circulación clásica

Cuando nos encontramos con un vaso que no tiene rebosadero perimetral y está diseñado con skimmers, sumidero y toma de limpia fondos, tenemos un circuito conocido como circulación clásica, mediante el cual las tuberías de aspiración llegan hasta la bomba, y las de impulsión desde la bomba vuelven a través del filtro a la parte alta del vaso.

La bomba es el elemento que mueve el agua y tiene dos puntos muy diferenciados:

- La parte de succión denominada aspiración.
- La parte de expulsión denominada impulsión.

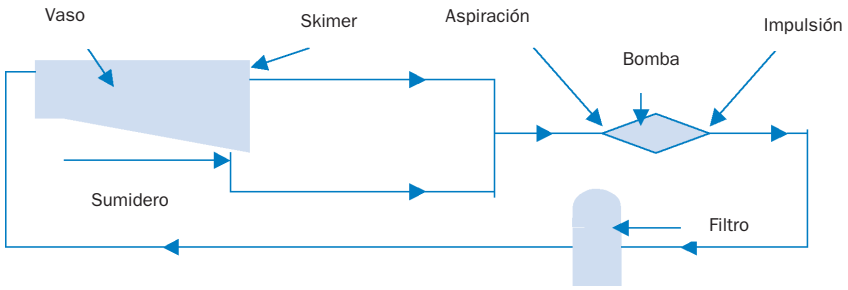


Figura 5

En la figura anterior no está representada la tubería de la toma de limpia fondos, que saldría de la superficie como la del skimmer, llegando como tercera tubería hasta la aspiración de la bomba.

Circulación inversa

En este caso toda el agua desborda por el rebosadero perimetral y va a un depósito intermedio denominado cámara de compensación. Cuando el agua está en esta cámara, la bomba la aspira y a través de un filtro devuelve el agua al vaso por la parte inferior del mismo, tal como se muestra en la figura 6. Es el mejor sistema de depuración, ya que la circulación del agua es homogénea en todo el vaso.

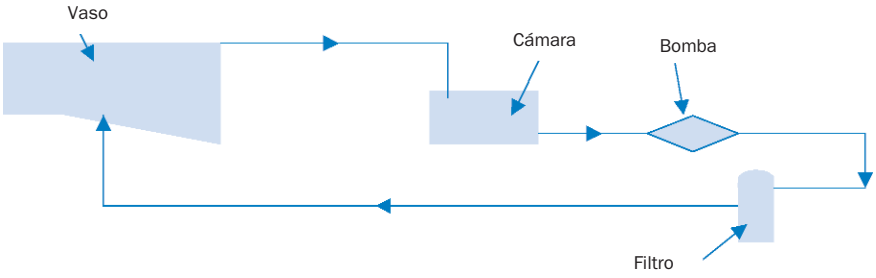


Figura 6

➜ Circulación mixta

Es una mezcla de la circulación clásica y de la inversa. La depuración superficial se realiza por la parte superior (de canaleta a vaso de compensación a bomba), la depuración de fondo por los sumideros, pero el retorno al vaso se realiza por las paredes laterales del vaso, en lugar de hacerlo por el suelo del vaso.

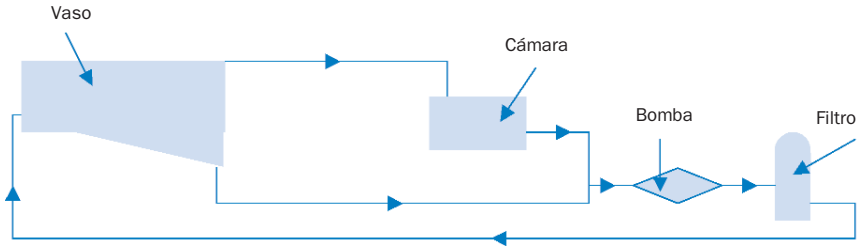


Figura 7

➜ Cámara de compensación o vaso compensación

Si el circuito de canalización de agua del vaso es de circulación inversa o mixta, el siguiente elemento con el que nos vamos a encontrar en este recorrido explicativo es la cámara de compensación, de la que ya hemos hablado y que ahora explicaremos con todo detalle. Ver figura 8.

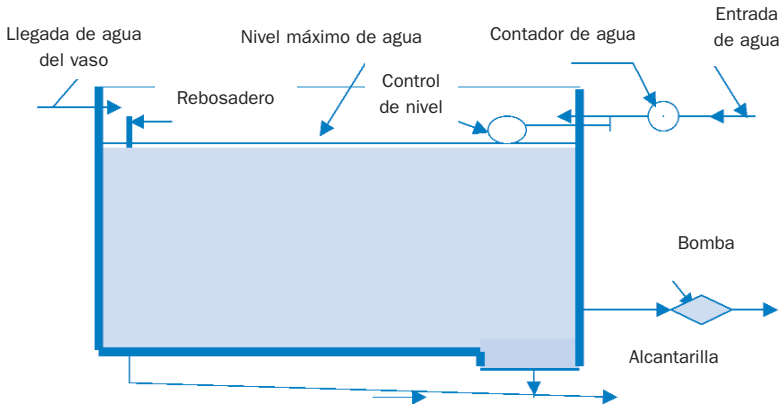


Figura 8

Cuando el agua rebosa del vaso y es recogida en la canaleta perimetral, su circulación es natural, es decir, circula por su propio peso y, como no puede estar sometida a la succión directa de la bomba, antes de suministrar el agua a la depuradora va a un depósito auxiliar que denominamos cámara o vaso de compensación, y la bomba aspira de ese depósito. En la tubería de aspiración de la bomba se instala una válvula antirretorno o de pie, que evita el retorno del agua de la piscina a motor parado (llenado del vaso de compensación y vaciado por tubería de seguridad). Se debe colocar un cestillo a la entrada de la tubería de aspiración por la canaleta de desborde. Normalmente el llenado de la piscina se realiza por la cámara de compensación, que según la normativa dispondrá de un contador y de una válvula antirretorno.

El nombre de cámara de compensación se le da por las siguientes razones:

- Hay momentos en los que el volumen de agua que es desplazada por los bañistas es muy elevado, y mientras éstos permanezcan dentro del vaso, el agua desplazada tiene que ser almacenada en la cámara de compensación.
- Si se produce oleaje también habrá un desplazamiento suplementario de agua, que se almacenará en la cámara de compensación hasta que cese el oleaje.
- La parte inferior de la cámara es un volumen muerto que hay que considerar, pues las bombas aspiran desde un punto más alto, que asegure que el agua está exenta de fangos.
- En la parte superior también hay que prever un volumen muerto, pues hay que situar la alimentación de agua de la red con su contador, control de nivel, rebosadero y llegada del agua de la canaleta.

Como se observa en la figura 8, en la parte inferior hay que prever una comunicación con el alcantarillado para limpieza de la cámara y evacuación del agua, en caso de que ésta sobrepasara el rebosadero. Como datos a tener en cuenta, hay que decir que el volumen que debe tener una cámara de compensación es aproximadamente del 10% de la capacidad del vaso, y que el desplazamiento de agua que ocasiona un bañista gira en torno al 0,075 m^2 (una piscina de 50 x 25 puede llegar a albergar 625 personas, con un desplazamiento mínimo de 47 metros cúbicos).

El volumen completo de un vaso, es la suma del volumen del propio vaso y la de su cámara de compensación.

El volumen de un vaso es la suma de la capacidad de uso de un vaso de una piscina y de su cámara de compensación y se mide en metros cúbicos (m^3).

La profundidad media aproximada de un vaso de una piscina (salvo excepciones) es la mitad de la suma de la profundidad máxima y de la profundidad mínima y se mide en metros. H = (H1 + H2) /2.

Volumen de un vaso de piscina = (Superficie laminar del vaso x Profundidad media del vaso) + (Volumen de la cámara de compensación), en m^3.

Ejemplo:

Volumen de un vaso de una piscina que tiene una superficie laminar de 1.250 m^2 con profundidad media de 1,5 m y un vaso de compensación de 100 m^3.

$$V = (1.250\ m^2 \times 1,5\ m) + 100\ m^3 = 1.975\ m^3$$

Volumen de un vaso de una piscina que tiene una superficie laminar de 49,83 m^2 con profundidad media de 0,35 m y sin vaso de compensación.

$$V = (49{,}83\ m^2 \times 0{,}35\ m) = 17{,}44\ m^3$$

En el caso de que en el recinto de la cámara de compensación hubiera instalaciones eléctricas, deberán cumplir las condiciones del Reglamento de Baja Tensión relativas a Locales Mojados. (Instrucción ITC BT-030, punto 2.)

Protocolo de mantenimiento

Al inicio de la temporada	· Vaciar y limpiar la cámara. · Comprobar la válvula antirretorno de aspiración. · Desmontar y limpiar el sumidero de vaciado. · Comprobar pérdidas de agua. · Si se dispone de sondas de seguridad asociadas a la bomba, comprobar su funcionamiento.
A diario	· Limpiar cestillo de la tubería de aspiración por la canaleta. · Limpiar residuos orgánicos de la cámara de compensación. · Comprobación de estanqueidad, sondas, lectura del contador.
Una vez por semana	· Comprobación general.
Al terminar la temporada	· Proceder a su vaciado.

Además de cumplir con este protocolo es importante tener almacenados los repuestos necesarios ante posibles imprevistos:

➜ Bloque interior de la válvula de pie o antirretorno.

OTRAS CUESTIONES QUE SE DEBEN TENER EN CUENTA

- Es muy común que la cámara de compensación esté mal dimensionada con relación al volumen del vaso de la piscina.
- La tubería de vaciado de seguridad también suele estar mal dimensionada.
- En muchas instalaciones no existe válvula antirretorno, por lo que la piscina podría perder agua al parar las bombas o provocar una inundación en la sala de máquinas.
- Muchas cámaras de compensación son inaccesibles para su limpieza.

1.3. Iluminación subacuática

Otros elementos que van empotrados en las paredes interiores del vaso son los proyectores para la iluminación subacuática (focos), aunque su uso es más frecuente en piscinas privadas que en piscinas públicas.

Se sitúan en las paredes del vaso a una profundidad que oscila entre los 40 y los 70 cm.

Están formados por un nicho empotrado y un nicho extraíble, donde se coloca la lámpara, que puede ser de los siguientes tipos:

- ➜ Iluminación por leds.
- ➜ Iluminación por lámpara 300w 12 v.
- ➜ Iluminación por lámpara 100w 12 v. Halógena.
- ➜ Iluminación por lámpara 50w 12 v. Halógena dicroica.

La potencia eléctrica más habitual de una lámpara de iluminación subacuática es de 300 vatios. Para evitar riesgos ante un posible contacto eléctrico, la tensión de alimentación de las lámparas es de 12 voltios, ya que en el caso de que se produjera una descarga accidental, el cuerpo humano puede soportar una

tensión de hasta 50 voltios. De esta forma se asegura un margen de posible peligro.

Como la tensión es normalmente de 220 voltios, para obtener los 12 voltios arriba indicados, es necesaria la utilización de un transformador.

Transformador de tensión: elemento eléctrico capaz de transformar la corriente. Se seleccionan según tres características: corriente de llegada, corriente de salida y potencia que soportan.

Por tanto para una sola lámpara de 300 vatios, el transformador debe ser de 220 voltios de entrada, 12 voltios de salida y un mínimo de 300 vatios de potencia.

Como los conductores eléctricos tienen una "pérdida" de tensión debido a la longitud, el conductor que alimenta la lámpara deberá tener mayor sección cuanto más distancia haya entre el transformador y la lámpara.

Otra condición importante del conductor eléctrico es que debe ser bipolar en una sola manguera, ya que, como se aprecia en la figura 9, hay dos puntos delicados por los que la manguera pasa a través de prensaestopas, que sólo serán efectivos produciendo verdadera estanqueidad si la presión es uniforme, lo que nunca podría conseguirse con dos conductores independientes.

La conexión del conductor a la lámpara debe hacerse en un espacio seco sin agua. Esta estanqueidad se consigue mediante una junta tórica que aprieta a la propia lámpara. Como ya hemos dicho, todo el conjunto se aloja en un nicho empotrado con tapa desmontable para extraer el conjunto de lámpara y espacio estanco, que

permanece siempre bañado en agua, requisito fundamental para refrigerar la lámpara, ya que sin él la lámpara se fundiría.

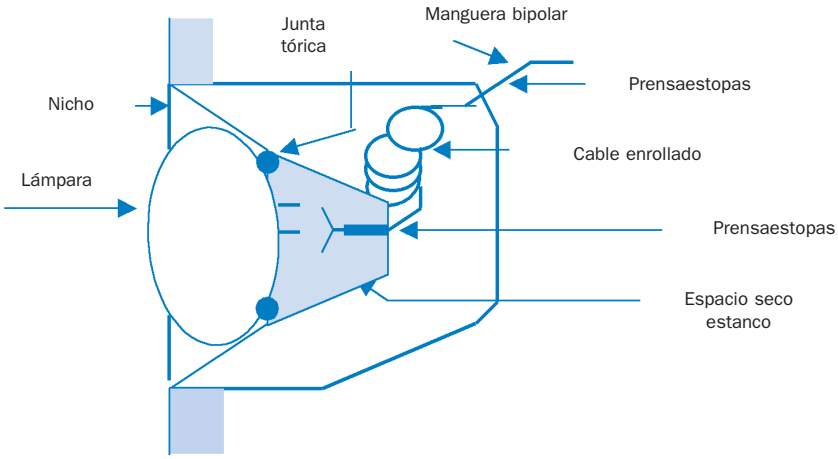


Figura 9

Protocolo de mantenimiento

Al inicio de la temporada	· Comprobar funcionamiento, cableado y conexiones. · Sacar y limpiar el nicho interior. · Limpiar el nicho empotrado.
Una vez por semana	· Cepillar el foco y alrededores, para evitar la formación de algas.
Al terminar la temporada	· Comprobación de la tensión a la entrada de la lámpara, con el foco encendido máximo unos segundos sin agua. · Comprobar visualmente el estado de aislamiento de los conductores, a la salida del transformador y a la entrada de la lámpara. · Comprobar que se puede sacar el nicho interior hasta el andén, dejando como mínimo 0,5 metros de cable en el paseo perimetral.

Además de cumplir con este protocolo es importante tener almacenados los repuestos necesarios ante posibles imprevistos:

➜ Lámparas.
➜ Tornillería de fijación de la lámpara al nicho interior.

OTRAS CUESTIONES QUE SE DEBEN TENER EN CUENTA

- Anotar la referencia y modelo del foco y de la lámpara.
- Por normativa ITC-BT-31 2.2.3. UNE-EN 60.598-2-18 las luminarias sólo podrán ser desmontadas con un útil o herramienta, por lo que todos los focos que puedan sacarse manualmente tienen que ser sustituidos (riesgo de accidentes).
- Salvo una comprobación rápida, los focos sólo pueden funcionar si están sumergidos, en caso contrario se podrían quemar.
- La mayoría de los focos subacuáticos están mal instalados por varias razones:
- Según normativa, su manguera de conexión debe ser sustituible.
- No se suele tener en cuenta la caída de tensión debido a la distancia y consumo, por lo que los aislamientos se deterioran.
- Se debe tener cuidado al colocar las prensas que aprietan la manguera, ya que suelen estar mal instaladas.
- El cableado que se utiliza en los focos debe ser manguera con aislamiento 0,6/1 Kv; no se puede instalar cable normal con silicona.
- En focos subacuáticos de más de 3 años, es preferible sustituir todo el nicho interior.
- Para extraer el conjunto y proceder a cualquier reparación, en el fondo del nicho debe haber suficiente cable enrollado para poder sacarlo fuera del vaso.

1.4. Accesorios y útiles del vaso

➜ Varillas telescópicas

Se utilizan con cepillos limpiafondos, cepillos de pared y recoge hojas.

Normalmente el mango telescópico está reforzado y tiene una medida que va de los 5 a los 15 metros.

Protocolo de mantenimiento

A diario	• Comprobar la excéntrica y la tornillería.

➜ Limpiafondos

Son accesorios que se utilizan para limpiar el fondo. Los encontramos de varios tipos:

- LIMPIAFONDOS. Accesorio que aspira o impulsa el agua, dirigiendo ésta y la materia en ella depositada hacia un filtro o al desagüe.
- CEPILLOS LIMPIAFONDOS. Limpiafondos con un juego de cerdas, que además de aspirar o impulsar, cepillan el fondo. Las cerdas de los limpiafondos tienen que ser lo más suaves y flexible posibles. Cada mes se debe comprobar el estado de las cerdas del cepillo.
- LIMPIAFONDOS AUTOMÁTICOS, FUNCIONAMIENTO CON BOMBA. Trabajan acoplados al circuito de aspiración o impulsión de una bomba, por lo que dependen de la instalación de depuración.
  A veces se comete un error sustituyendo la bomba instalada por otra de mayor potencia, con lo que se disminuye la calidad de filtración del sistema.
- LIMPIAFONDOS AUTOMÁTICOS AUTÓNOMOS. Funcionan a 24 voltios con un ciclo mínimo de trabajo entre 6 y 12 horas. Disponen en su interior de una malla filtrante que ayuda a filtrar el agua del vaso.
  Se recomienda que una vez terminado su ciclo de trabajo se saque del agua.

- MANGUERAS AUTOFLOTANTES. Actualmente existen dos tipos dependiendo de su diámetro interior: de 38 mm o de 50 mm.
  Debido a su longitud, diámetro interior y rugosidad, tienen excesiva pérdida de carga.
  Fuera del agua, deben mantenerse a la sombra y hay que comprobar semanalmente posibles roturas.

➜ Bolsas recoge hojas

Es un soporte con una malla en poliéster que se utiliza para recoger las hojas que caen a la piscina.

Protocolo de mantenimiento

Después de su uso	· Comprobar el estado de la malla.

➜ Cepillos para paredes

Los hay de varios tipos: rectos, curvos y de mano.

➜ Material de salvamento

Según la normativa, todas las instalaciones deben disponer de percha salvavidas y de salvavidas. La percha salvavidas va asociada a un mango telescopio y el salvavidas a un cordón de salvamento, cuya longitud mínima depende del ancho de la piscina.

Protocolo de mantenimiento

Al inicio de la temporada	· Limpieza y comprobación del estado general, incluyendo el cordón de salvamento.
Una vez por semana	· Limpieza y comprobación del estado general.
Al terminar la temporada	· Limpieza y comprobación del estado general, incluyendo el cordón de salvamento. · Guardar en local seco.

➜ Material didáctico de enseñanza

Suele deteriorarse muy a menudo.

Protocolo de mantenimiento

A diario	· Limpiar y secar.
Una vez por semana	· Comprobar su estado general y eliminar el material que esté en mal estado para que los trozos no se queden en el interior del vaso.

➜ Corcheras y agarraderas

Protocolo de mantenimiento

Una vez por semana	· Comprobación general y comprobación de anclajes.
Una vez cada quince días	· Quitar las corcheras limpiarlas y desinfectarlas.

1.5. Escaleras

Normalmente son de acero inoxidable, con peldaños de acero inoxidable y embellecedores de plástico. Tienen que estar empotradas para evitar accidentes y desmontables para que puedan limpiarse.

Según normativa, los peldaños deberán ser antideslizantes y carecerán de aristas vivas.

Protocolo de mantenimiento

Al inicio de la temporada	· Limpiar el interior del anclaje.
A diario	· Comprobar los embellecedores o tapetas de plástico (riesgo de accidentes).
Una vez por semana	· Comprobar la estabilidad de la escalera en la sujeción del anclaje (riesgo de accidentes). · Cepillar peldaños y tubo.
Una vez cada dos semanas	· Desmontar la escalera y limpiar la parte interior de los peldaños.
Una vez al año	· Comprobar el tornillo y el taco de fijación del interior del anclaje. · Comprobar el estado de la conexión a la línea equipotencial.
Cada cuatro años	· Desmontar, limpiar y guardar en local seco. · Quitar el tornillo y el taco de fijación del interior del anclaje y taponar el anclaje. · Comprobar las oxidaciones.

Además de cumplir con este protocolo es importante tener almacenados los repuestos necesarios ante posibles imprevistos:

- ➜ Tapetas y/o embellecedores.
- ➜ Anclajes completos.
- ➜ Tornillos y taco de fijación del interior del anclaje.

OTRAS CUESTIONES QUE SE DEBEN TENER EN CUENTA

- Anotar la referencia de las escaleras, peldaños, embellecedores, anclajes, tornillos, etc.
- Las escaleras hidráulicas para minusválidos necesitan una presión mínima para que funcionen.
- Se deben sustituir los peldaños de plástico por los peldaños de acero inoxidable.
- Cuidar la parte oculta del peldaño y la parte baja del hueco de la escalera, ya que es un foco de aparición de bacterias y algas.
- Es obligatoria la conexión de escaleras a la línea equipotencial. ITC-BT-31 2.2.
- En las piscinas de lámina flexible, poliéster y pintadas hay accesorios (topes de goma) para el tubo de la escalera que presiona en la pared.

2. EL ANDÉN PERIMETRAL

Ya hemos visto que el andén es la zona de paso obligatoria, que divide la zona de playa y el vaso de la piscina. Según normativa, tiene que estar construido con materiales antideslizantes y de fácil limpieza, y su medida ha de ser como mínimo de un metro. (Dependerá de la normativa a aplicar 1,00 a 1,20 metros.)

A continuación haremos un repaso a las necesidades de mantenimiento de los elementos del andén perimetral.

2.1. Paseo perimetral

Es la zona del andén que limita directamente con el vaso.

Protocolo de mantenimiento

Al inicio de la temporada	• Comprobación de roturas y/o grietas. • Limpieza y cepillado. • Colocación de carteles.

A diario	· Limpieza y cepillado. · Comprobación de posibles roturas y/o grietas (riesgo de accidentes).
Al terminar la temporada	· Comprobación de nivelación, roturas, grietas. · Quitar carteles.

Además de cumplir con este protocolo es importante tener almacenados los repuestos necesarios ante posibles imprevistos:

➜ Materiales de construcción.
➜ Masillas.

OTRAS CUESTIONES QUE SE DEBEN TENER EN CUENTA

- Debe disponer de tomas de agua para realizar la limpieza y desinfección periódica.
- Se recomienda colocar carteles de advertencia. Prohibido correr, etc.
- Al ser una zona de pies descalzos existe riesgo de cortes, caídas o golpes.
- Para su desinfección, nunca se utilizará cloro, sino productos adecuados al tipo de superficie como algicidas, bactericidas o fungicidas.

2.2. Pediluvios. Platos de ducha

Son piletas de paso obligado para acceder al vaso, si la zona de playa es de césped, arena o tierra. Según hemos visto su número también está sujeto a normativa, profundidad mínima de 10 centímetros, longitud mínima de 2 metros y anchura suficiente para no ser evitados.

Protocolo de mantenimiento

Al inicio de la temporada	· Comprobación del estado de la construcción. · Desmontaje y limpieza de desagües. Comprobación de posibles obstrucciones.
A diario	· Cepillado, limpieza y desinfección.
Una vez por semana	· Desmontaje y limpieza de rejillas. · Comprobación del estado de la construcción (riesgo de accidentes).
Al terminar la temporada	· Comprobación del estado de la construcción, nivelación, grietas, roturas.

Además de cumplir con este protocolo es importante tener almacenados los repuestos necesarios ante posibles imprevistos:

- ➜ Materiales de construcción.
- ➜ Rejillas y tornillería.
- ➜ Masillas.

OTRAS CUESTIONES QUE SE DEBEN TENER EN CUENTA

- Se recomienda colocar carteles de advertencia: Prohibido correr, etc.
- Al ser una zona de pies descalzos el riesgo de cortes y golpes aumenta.

2.3. Duchas

Protocolo de mantenimiento

Al inicio de la temporada	· Montar rociador, pomo y eje. · Comprobar el estado de la conexión equipotencial.

A diario	· Comprobación de cierres y goteos.
Una vez cada dos semanas	· Desmontaje y limpieza del rociador.
Al terminar la temporada	· Desmontar y guardar rociador, eje y pomo. Tapar entradas. · Cerrar llave individual de corte y purgar circuito. · En duchas solares, vaciar el depósito

Además de cumplir con este protocolo es importante tener almacenados los repuestos necesarios ante posibles imprevistos:

- ➜ Rociador.
- ➜ Conjunto de eje.
- ➜ Pomos.

OTRAS CUESTIONES QUE SE DEBEN TENER EN CUENTA

- Sustituir todos los años el eje.
- Es conveniente que antes del invierno se vacíen los depósitos de las duchas solares, ya que suelen reventar con las heladas.
- Colocar cartel de advertencia de uso obligatorio.

Además de estas recomendaciones, también se deben cumplir las condiciones establecidas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, Instrucción ITC BT 031, para el caso de piscinas, según el cual:

- ➜ Todos los conductores metálicos, tuberías, armaduras de las estructuras, escaleras, duchas, etc., estarán unidos mediante una conexión equipotencial y a su vez unidos a una misma toma de tierra.

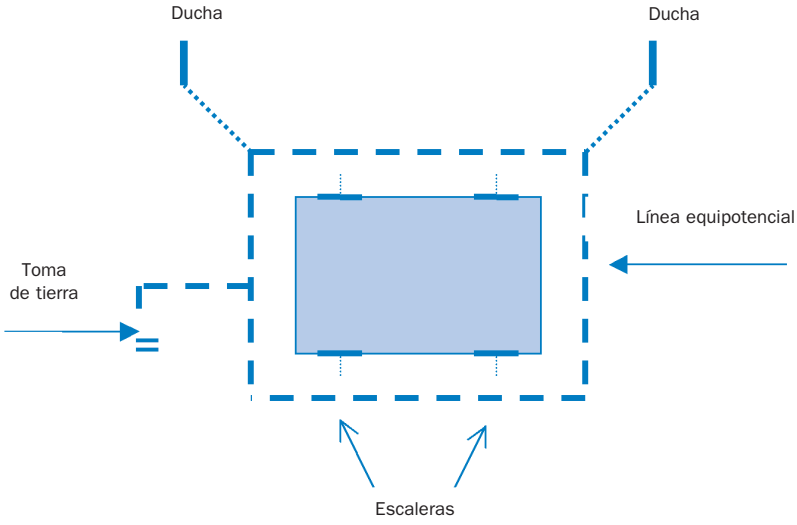


Figura 10

En la figura 10, se ha presentado un vaso rodeado de una línea equipotencial, que puede denominarse conductor principal de la línea. A este conductor principal se le conectan todas las partes metálicas de la zona, como escaleras, duchas, etc., utilizando un procedimiento de soldadura o piezas de amarre mecánico.

A su vez, toda la línea equipotencial va unida a la toma de tierra.

Zona de playa

Ya hemos visto que la zona de playa es la zona que se destina a la estancia y esparcimiento de los bañistas.

Está compuesta por los siguientes elementos:

1. ZONAS CON PAVIMENTO

Protocolo de mantenimiento

A diario	· Comprobar el control de plaguicidas. · Limpiar, cepillar, comprobar grietas, roturas y niveles. · Quitar rejillas de desagües, limpiar y comprobar obstrucciones.
Una vez cada dos semanas	· Limpiar. · Comprobar zonas de acumulación de agua y vaciar.
Al terminar la temporada	· Comprobar desagües. · Comprobar grietas, roturas, etc.

Además de cumplir con este protocolo es importante tener almacenados los repuestos necesarios ante posibles imprevistos:

- ➜ Material de construcción.
- ➜ Masillas.
- ➜ Cinta de "Prohibido el paso".
- ➜ Vallas de "Prohibido el paso".

OTRAS CUESTIONES QUE SE DEBEN TENER EN CUENTA

- Al ser zona de pies descalzos es necesario que existan carteles de advertencia: "Prohibido correr", etc. (riesgo de accidentes).
- Si no se puede reparar una determinada zona en el momento, hay que vallarla y colocar una cinta de "Prohibido el paso".
- En muchas piscinas existen arquetas elevadas respecto al nivel del suelo (riesgo de accidentes).

2. ZONAS CON CÉSPED

Protocolo de mantenimiento

Al inicio de la temporada	• Comprobar el control de plaguicidas.
A diario	• Comprobar zonas de acumulación de agua en andén y zona de playa y proceder a su drenaje. • Comprobación visual de posibles obstáculos: piedras, etc., ya que es zona de pies descalzos.

Además de cumplir con este protocolo es importante tener almacenados los repuestos necesarios ante posibles imprevistos:

- ➜ Cinta de "Prohibido el paso".
- ➜ Vallas de "Prohibido el paso".

OTRAS CUESTIONES QUE SE DEBEN TENER EN CUENTA

- El agua de riego del césped no puede entrar dentro del andén.
- En muchas instalaciones existen zonas de acumulación de agua por mal drenaje que se convierten en zonas de infección y de proliferación de mosquitos, además del riesgo potencial de accidentes que traen consigo.
- Al ser zona de pies descalzos es necesario que existan carteles de advertencia: "Prohibido correr", etc (riesgo de accidentes).
- En muchas piscinas existen arquetas elevadas respecto al nivel del suelo (riesgo de accidentes).

3. ELEMENTOS URBANOS

3.1. Vallas perimetrales

Pueden existir vallas que delimiten zona de playa y zona de baño, así como delimitaciones de entrada al recinto; todas ellas conectadas a la red equipotencial.

Protocolo de mantenimiento

A diario	· Comprobación de las vallas y zonas de acceso, pintura y oxidaciones. · Colocación de carteles de advertencia en puertas y accesos.
Una vez cada dos semanas	· Comprobación de las vallas y zonas de acceso.
Al terminar la temporada	· Comprobación de la línea equipotencial. · Quitar carteles de advertencia.

Además de cumplir con este protocolo es importante tener almacenados los repuestos necesarios ante posibles imprevistos:

➜ Pintura.
➜ Alambre.

OTRAS CUESTIONES QUE SE DEBEN TENER EN CUENTA

- Se deben indicar por medio de carteles de advertencia las normas de uso de la instalación, el horario de apertura, prohibiciones dentro del recinto, etc.

3.2. Alumbrado

Protocolo de mantenimiento

Al inicio de la temporada	• Comprobación de conexiones, cableado y cajas de derivación. • Comprobación de arquetas de tierra. • Comprobación de línea equipotencial. • Comprobación de fijaciones, oxidaciones y funcionamiento de las bombillas.

Además de cumplir con este protocolo es importante tener almacenados los repuestos necesarios ante posibles imprevistos:

➜ Bombillas.
➜ Pintura.

OTRAS CUESTIONES QUE SE DEBEN TENER EN CUENTA

- Anotar la referencia de las bombillas.
- En muchas piscinas existen arquetas elevadas respecto al nivel del suelo (riesgo de accidentes).

3.3. Papeleras y ceniceros

Protocolo de mantenimiento

Al inicio de la temporada	· Comprobación de oxidaciones y roturas. · Limpieza de los elementos. · Colocar una papelera y cenicero cada 50 m^2.
A diario	· Limpieza y sustitución de bolsas de basura en papeleras.

Además de cumplir con este protocolo es importante tener almacenados los repuestos necesarios ante posibles imprevistos:

➜ Bolsas de basura para las papeleras

OTRAS CUESTIONES QUE SE DEBEN TENER EN CUENTA

· La normativa no indica el número mínimo de elementos que se deben colocar, únicamente indica que se coloquen en número suficiente (debería normalizarse con un mínimo por metro cuadrado).

3.4. Árboles

Protocolo de mantenimiento

Cuando se estime conveniente	· Se deben podar las ramas de los árboles que den al recinto, para evitar que las hojas caigan al vaso. · Se deben cortar las raíces que se dirijan al vaso, hacia las tuberías, platos de ducha y pediluvios.

Además de cumplir con este protocolo es importante tener almacenados los repuestos necesarios ante posibles imprevistos:

➜ Utensilios para poda.

OTRAS CUESTIONES QUE SE DEBEN TENER EN CUENTA

- Las agujas de pino pasan directamente al circuito de circulación del agua a través de los cestillos, pudiendo llegar a obstruir las turbinas de las bombas e incluso pueden producir obstrucciones en las boquillas de impulsión.

Sala de máquinas

Es el punto central de la instalación, el lugar donde se encuentran los equipos necesarios para el correcto tratamiento del agua y, por tanto, el lugar más complejo y de mayor atención para el personal de mantenimiento.

Protocolo de mantenimiento

A diario	• Comprobación del orden y limpieza del local. • Comprobación de carteles de advertencia de prohibida la entrada a personal no autorizado. • Comprobación de señalizaciones, ubicación y funcionamiento de salidas de emergencia. • Comprobación del funcionamiento del alumbrado de emergencia. • Comprobación del funcionamiento del alumbrado general. • Comprobación de la ubicación y funcionamiento de las medidas anti-incendio. • Comprobación de la ubicación y funcionamiento de las medidas de protección (lava-ojos, equipos EPI). • Comprobación de la señalización de peligros existentes (techos bajos, electricidad, corrosión, indeterminado). • Comprobación de funcionamiento de desagües.

A diario	· Comprobación de funcionamiento de la instalación de ventilación. · Comprobación del funcionamiento de la toma de agua corriente. · Comprobación del acceso a la sala de máquinas y peligros existentes en dicho acceso (escaleras, etc.). · Comprobación de fugas en tuberías.

OTRAS CUESTIONES QUE SE DEBEN TENER EN CUENTA

- Los filtros deben estar situados de forma que sea fácil acceder a todos sus puntos de inspección desde el exterior, para poder llevar a cabo un buen mantenimiento de los mismos.
- Prever el acceso a la sala de máquinas desde el exterior, para posibilitar una futura sustitución de maquinaria debido al volumen que ocupa y a su dificultad de manejo.
- Los cambios de arena originan un trasiego de materiales hacia el exterior y desde el exterior hacia la sala de máquinas, con lo que se precisa amplitud y facilidad de acceso. Se recomiendan filtros con bocas de acceso en los laterales y en la parte superior.
- El tendido de tuberías debe ser ordenado y con la debida previsión para facilitar las posibles inspecciones y sustituciones.
- En cuanto a la ventilación, hay que tener en cuenta que los motores en funcionamiento generan calor y que el ambiente puede tener una concentración inevitable de productos químicos, con lo que se deberá conseguir una ventilación correspondiente a seis renovaciones de la sala por hora.
- Los motores eléctricos, los cuadros de mando eléctricos y las canalizaciones para fuerza y alumbrado, pueden originar incendios, con lo que habrá de disponer de elementos de extinción de incendios estratégicamente ubicados para posibles situaciones conflictivas (tiene que haber un mínimo de dos extintores).
- Colocar en un lugar visible las medidas reglamentarias de evacuación.

Dentro de la sala de máquinas partiremos siempre de la motobomba, de lo que hay antes y después de ésta.

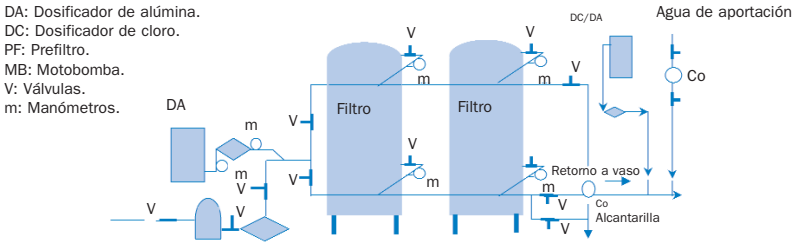


Figura 11

Tomando como referencia la figura 11, a continuación estudiaremos con detalle todos los elementos que integran la sala de máquinas.

1. MOTO-BOMBA

Es la máquina que hace posible la circulación del agua (señalada en la figura 11 como MB). La característica principal es su curva de rendimiento, relación caudal (medido en m^3/hora o litros/minuto) y presión o altura manométrica (medida en metros de columna de agua (mca.).

¿Cómo sabemos el caudal de filtración en nuestra instalación?

Con el sistema funcionando normalmente en FILTRACION y las arenas de filtro limpias, tomaremos nota de lo que mide el contador y la hora. Volveremos a tomar nota al cabo de un tiempo y con una sencilla regla de tres, calcularemos el caudal de filtración.

Tabla de conversión de caudales, donde m (multiplicar) y d (dividir)

DE \ A	m^3 /hora	m^3 /minuto	litros /minuto	litros /segundo
m^3/hora	-	d (60)	d (0,06)	d (3,6)
m^3/minuto	m (60)	-	m (1.000)	d (0,06)
litros/minuto	m (0,06)	d (1.000)	-	d (60)
litros/segundo	m (3,6)	m (0,06)	m (60)	-

Ejemplo:

¿Cuántos litros/minuto son 20 m^3/hora?

Hay que pasar m^3/hora a litros minuto, es decir, hay que dividir entre 0,06.

20/0,06 = 333,3 litros/minuto.

Tabla de conversión de unidades de velocidad, donde m (multiplicar) y d (dividir)

DE \ A	metros /hora	metros /minuto	metros /segundo
metros/hora	-	d (60)	d (3.600)
metros/minuto	m (60)	-	d (60)
metros/segundo	m (3.600)	m (60)	-

Ejemplo:

¿Cuántos metros/segundo son 4.320 metros/hora?

Hay que pasar metros/hora a metros/segundo, es decir, hay que dividir entre 3.600.

4.320/3.600= 1,2 metros/segundo

Tabla de conversión de unidades de sección, donde m (multiplicar) y d (dividir)

DE \ A	m^2	dm^2	cm^2
m^2	-	m (100)	m (10.000)
dm^2	d (100)	-	m (100)
cm^2	d (10.000)	d (100)	-

Ejemplo:

¿Cuántos m^2 son 20 cm^2?

Hay que pasar m^2 a cm^2, es decir, hay que dividir entre 10.000.

$20/10.000= 0{,}002\ m^2$

El caudal de filtración de una piscina viene impuesto por normativa, el Decreto 80/1998 de la Comunidad de Madrid, en su Artículo 22 especifica que:

"El tiempo de recirculación de toda la masa de agua no deberá exceder los siguientes periodos de tiempo:

a) Vasos infantiles o de chapoteo: una hora.
b) Vasos de profundidad media igual o inferior a 1,5 m: dos horas.
c) Vasos con profundidad media superior a 1,5 m: cuatro horas
d) Vasos de saltos: ocho horas."

Ejemplo:

Si un vaso tiene una capacidad supuesta de 400 m^3, y la profundidad media es superior a 1,5 m, la Normativa indica un tiempo de recirculación de 4 horas, lo que significa que la bomba ha de mover 400 m^3 en 4 horas (100 m^3/hora). Este es el caudal (Q) de la instalación que siempre se expresa por hora y que se comprueba en el contador.

Cada bomba tiene una curva característica, que permite conocer una de las dos magnitudes, Q (caudal) o HM (altura manométrica), conociendo la otra. Además permite comprobar el comportamiento cuando varía una de las dos magnitudes.

La bomba tiene un campo de utilización óptimo entre dos puntos que el fabricante da a conocer.

La presión de la bomba también puede ser medida en kg/cm^2, cuya correspondencia con mca. (metros de columna de agua) es muy sencilla:

$$10 \text{ mca} = 1 \text{ kg/ cm}^2$$

Las pérdidas de carga en el circuito hacen que aumente la presión de la bomba, por lo que el caudal disminuye y en consecuencia baja su rendimiento. Esas pérdidas pueden ser debidas a rozamiento en tuberías, cambios de dirección, longitudes excesivas de tubería, secciones insuficientes de tubería, accesorios excesivos (llaves, válvulas, etc.), elemento filtrante del filtro, etc.

Ejemplo: Bomba 5,5 CV 230/400 v

- 6 mca _____ fuera de funcionamiento.
- 8 mca _____ 65 m^3/h
- 10 mca _____ 60 m^3/h.....punto de cálculo máximo.
- 12 mca _____ 55 m^3/h.....punto óptimo.
- 14 mca _____ 48 m^3/h.....punto óptimo.
- 16 mca _____ 41 m^3/h.....punto de cálculo mínimo.
- 18 mca _____ 28 m^3/h
- 20 mca _____ fuera de funcionamiento.

Las bombas deben llevar una placa de características técnicas, en la que el fabricante especifique como mínimo los valores siguientes:

- Modelo.
- Potencia en HP o Kw. 1 HP = 0,736 Kw.
- Tensión de funcionamiento en Voltios e intensidades de consumo en Amperios para cada tensión.
- Índice de protección de la envolvente. Grado IP (mínimo IP x 4).
- Caudal y altura manométrica, punto óptimo. En motores monofásicos, capacidad del condensador en microfaradios y tensión de aislamiento.
  Numero de revoluciones por minuto. En r.p.m.
  Grado de aislamiento, clase térmica.

Protocolo de mantenimiento

Al inicio de la temporada	• Comprobar funcionamiento sin conectar a tubería, agarrotamientos del motor. • Comprobar índice de protección, IP, en caja de conexiones y prensas. • Comprobación de oxidaciones en tornillería, palomillas de cierre, conexiones eléctricas. • Montaje y comprobación de características eléctricas. • Comprobar con llaves anterior y posterior de la bomba cerrada, el desbordamiento de agua, (comprobación de cierre de llaves) a motor parado.
A diario	• Comprobación de perdidas por orificios de salida de seguridad (fallo de retenes). • Limpieza de cestillos y comprobación del estado general del cestillo. • Comprobación de ruidos anormales en funcionamiento. (fallo de rodamientos). • Comprobación de fugas en la tapa del prefiltro.

Una cada dos semanas	· Comprobación de obstrucciones en turbina.
Al terminar la temporada	· Comprobación de oxidaciones en tornillería, palomillas de cierre, conexiones eléctricas, cestillos metálicos y prefiltro metálico. · Desmontaje, limpiar, engrasar, secar y guardar en zona seca.

Además de cumplir con este protocolo es importante tener almacenados los repuestos necesarios ante posibles imprevistos:

- ➜ Cestillo del prefiltro.
- ➜ Tapa del prefiltro.
- ➜ Junta de la tapa del prefiltro.
- ➜ Juego de palomillas de cierre.
- ➜ Tapa, junta, tornillos y prensa de la caja de conexiones.

OTRAS CUESTIONES QUE SE DEBEN TENER EN CUENTA

- Anotar modelo y características de la bomba. Comprobación de la placa de características.
- Las bombas de las piscinas están diseñadas para funcionamiento con aguas limpias.
- El manejo de válvulas y otros, se realiza a motor parado.
- Se tiene que disponer de una moto-bomba de repuesto en la instalación. (Servicio permanente)
- Al conectar al circuito eléctrico, comprobar el giro del motor. Normalmente en el sentido de las agujas del reloj mirando el motor desde la parte trasera.
- Se tiene que disponer de la curva de rendimiento de la bomba.
- En bombas de pequeña potencia monofásicas, comprobar el funcionamiento del térmico interior.
- El cierre de la tapa del prefiltro, acople tapa a junta, se realiza a mano. Si se observan pérdidas, entonces se utiliza una llave.
- En los cestillos del prefiltro, no se introducen productos químicos.
- Existen multitud de bombas, capaces de dar el mismo caudal con distintas presiones.
- Las bombas trifásicas suelen dar más caudal a la misma presión.

2. PREFILTROS

El agua, en su recorrido desde que abandona el vaso, arrastra materias de distintos tamaños que deben ser separadas para que a los filtros llegue solamente el agua con las impurezas que deben ser retenidas en la operación principal de filtrado.

Esta primera operación de filtrado la realizan una serie de dispositivos de retención de materias gruesas denominados prefiltros (señalados en la figura 11 como PF).

Si el sistema de circulación tiene skimmers, encontramos en el interior de estos, como se indicó en la figura 3, un cestillo que realiza la primera operación de retención y cuya vigilancia y limpieza es una de las principales misiones de mantenimiento.

Si el agua rebosa perimetralmente y es conducida por la canaleta de desborde hasta la cámara de compensación, la rejilla continua que cubre la canaleta (figura 2) constituye un primer sistema de retención (prefiltro), que hay que mantener vigilado y limpio.

Por otra parte, la canaleta se comunica por medio de boquillas con rejilla (figura 4) con la red de tuberías que transporta el agua. Dichas rejillas son también elementos que retienen posibles materias gruesas, que, como en los demás casos, interrumpen la circulación del agua y que hay que limpiar.

Una vez que el agua llega a la sala de máquinas, siempre se coloca un prefiltro con sistema de retención de gruesos, antes de

que el agua sea succionada por la bomba en el circuito de aspiración, tal como se muestra en la siguiente figura.

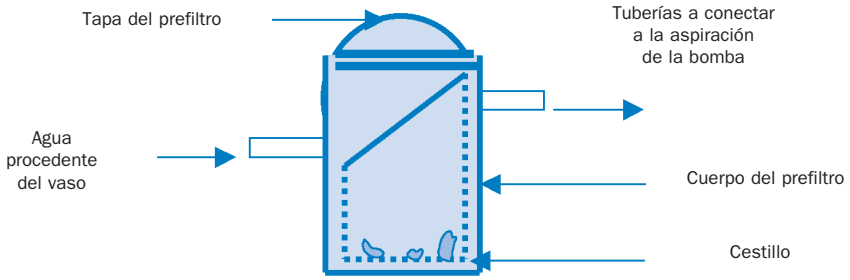


Figura 12

Las partes más importantes del prefiltro son:

- El cuerpo del prefiltro:

Que tiene los orificios de llegada y salida de agua, y una tapa para acceder al interior. Hay que tener en cuenta que, cuando la tapa está colocada, el conjunto debe ser estanco, ya que al formar parte de la aspiración debe cerrar herméticamente, pues un mal cierre del prefiltro provocaría inundaciones y entrada de aire.

- Cestillo interior:

Es el elemento que retiene los gruesos. Hay que vigilarlo con frecuencia para que permanezca limpio.

La operación de vigilancia y limpieza debe ir siempre precedida del cierre de las válvulas que aíslan el prefiltro, para que no pueda llegar agua ni de la aspiración, ni de la impulsión. Cuando tenemos bombas de aspiración/impulsión con potencias no muy altas, los fabricantes suelen incluir los prefiltros en el cuerpo de la bomba formando un solo conjunto.

3. VÁLVULAS Y LLAVES

Continuando con el estudio de los diversos componentes, según la figura 11, se observa la existencia en toda la instalación de válvulas o llaves de corte, señaladas con la letra V, que permiten controlar y dirigir el agua, aislar los circuitos, etc.

En toda instalación acuática tenemos varios tipos de válvulas.

➜ **Válvula de compuerta recta**

Aunque rara vez se colocan ya en instalaciones modernas, pueden ser encontradas en instalaciones antiguas. Su principal inconveniente es el cierre defectuoso debido a partículas que arrastra el agua, y que se depositan en el asiento de cierre, por lo que el vástago no puede asentar perfectamente.
Las averías más frecuentes son a causa del funcionamiento defectuoso del vástago, con la dificultad que supone la reparación de éste.

➜ **Válvula de compuerta rotativa o válvula de bola**

Son de cierre mucho más rápido que las anteriores y con menos inconvenientes por depósito de partículas.
La maneta que abre o cierra la válvula queda en posición que indica el paso abierto o cerrado, pudiendo suceder que si el eje que mueve la bola se rompe o se suelta del sistema de arrastre, quien maneje la válvula puede creer que la ha movido a la posición requerida sin ser cierto.

Sus características técnicas son las siguientes:

- Diámetros hasta 125 mm.
- Presiones normales PN10 y PN16.
- Juntas del eje en EPDM (caucho etileno-propileno-dieno) o Viton (caucho fluorado).
- Junta de asiento de la bola en HDPE (polietileno de alta densidad) o Teflón (politetrafluoroetileno).
- Hipoclorito sódico solución al 10%, temperatura 20ºC, recomendado PVC-U, HDPE, VITON. No recomendado polipropileno, caucho nitrilo.
- Ácido clorhídrico solución al 30%, temperatura 20ºC, recomendado PVC-U, polipropileno, HDPE, EPDM. No recomendado ABS.

➜ Válvula antirretorno

Es la válvula que solo permite el paso en un sentido; la dirección del fluido viene señalizada. Es obligatoria en el circuito de llenado, aconsejado en la cámara de compensación para evitar el retorno del agua. Se suele instalar también en el circuito de impulsión para evitar golpes de ariete. Se instala en la tubería. Puede ser de bola o de asiento.

➜ Válvula de pie

Es una válvula antirretorno con una rejilla en el extremo que se instala al principio de la tubería.

➜ Válvulas de varias vías

Es una válvula que dependiendo de la posición de la maneta, realiza una función determinada. Existen válvulas de tres, cuatro, cinco y hasta seis vías. Se utilizan en filtros de hasta 0,9 metros de diámetro. En las de seis vías las funciones son:

- Filtración.
- Enjuague.
- Lavado.
- Recirculación.
- Vaciado.
- Cerrado.
- Posición de invierno.

Debido al manejo, suelen fallar al cabo de cuatro años, por lo que tienen que estar instaladas junto a válvulas de bola.
Se recomienda cada cuatro años desmontar el cuerpo central, cambiar la junta de brazos, las juntas tóricas y el muelle.

➜ Válvula de mariposa

Son el modelo de válvula más usual para filtros de más de 1 metro de diámetro. Un eje metálico (normalmente de acero zincado o acero inoxidable) hace girar de 0 a 90 grados una compuerta. Debido al uso suele fallar la maneta y la junta interior.

4. FILTRO Y ELEMENTO FILTRANTE

La motobomba impulsa el agua a los filtros que son los depósitos donde se introduce el elemento filtrante.

Sus características técnicas son:

- Elemento filtrante.
- Superficie de filtración.
- Altura del lecho filtrante, que dependerá del modelo y de las características de cada filtro.
- Velocidad de filtración.
- Tipo de crepinas (brazos colectores, placa de crepinas).
- Caudal.

Algunos ejemplos de filtros que podemos encontrar en el mercado son:

Filtro xxxx1 d2000	• Velocidad: 20 $m^3/h/m^2$ • Caudal: 62 m^3/h • Altura del lecho filtrante: 1 m • Superficie de filtración: 3,14 m^2 • Arena de sílex: 0,4 – 0,8 mm 3.800 kg • Grava de sílex: 1 – 2 mm 1.150 kg • Brazos colectores de crepinas con ranuras de 0,3 mm
Filtro xxxx2 d2000	• Velocidad: 30 $m^3/h/m^2$ • Caudal: 94 m^3/h • Altura del lecho filtrante: 1,2 m • Superficie de filtración: 3,14 m^2 • Arena de sílex: 0,4 – 0,8 mm 1.700 kg 40 cm • Grava de sílex: 1 – 2 mm 500 kg 10 cm 3 – 5 mm 500 kg 10 cm • Hidroantracita: 0,8 – 1,6 mm 1.575 kg 60 cm • Placa de crepinas con ranuras de 0,5 mm
Filtro xxxx3 d2000	• Velocidad: 30 $m^3/h/m^2$ • Caudal: 94 m^3/h • Altura del lecho filtrante: 1,2 m • Superficie de filtración: 3,14 m^2 • Arena de sílex: 0,4 – 0,8 mm 1.700 kg 40 cm • Grava de sílex: 1 – 2 mm 500 kg 10 cm 3 – 5 mm 1.150 kg 10 cm • Hidroantracita: 0,8 – 1,6 mm 1.575 kg 60 cm • Brazos colectores con ranuras de 0,3 mm

Filtro xxxx4 d2000	• Velocidad: 30 $m^3/h/m^2$ • Caudal: 94 m^3/h • Altura del lecho filtrante: 1,2 m • Superficie de filtración: 3,14 m^2 • Arena de sílex: 0,4 – 0,8 mm 4.650 kg 1,1 m • Grava de sílex: 1 – 2 mm 1.150 kg 10 cm • Brazos colectores con ranuras de 0,3 mm

Dependiendo del elemento filtrante encontraremos los siguientes tipos de filtros:

➜ Filtros cuyo elemento filtrante son las diatomeas. (Filtros de mallas, filtros de velas, filtros de discos.)

El elemento filtrante está formado por un producto conocido como diatomeas, que son restos fosilizados de plantas marinas con un gran poder de retención.

Tienen la ventaja de conseguir una excelente filtración, ya que su velocidad de filtración es muy baja. Además favorecen la reducción de las dimensiones de las salas de máquinas. Este sistema permite tener una gran calidad de filtración.

Es aconsejable en vasos cubiertos o en vasos descubiertos que no tengan mucho aporte de materia orgánica, o como mejora de la filtración de arena (instalación tras los filtros de arena).

➜ Filtros cuyo elemento filtrante son cartuchos. (Normalmente de poliéster.)

Utilizados principalmente en piscinas pequeñas y en spas, tienen como elemento filtrante un cartucho de papel filtrante, poliéster o fibra, a través del cual pasa el agua quedando retenidas las partículas que se desea eliminar.

La velocidad de filtración también es muy baja, consiguiéndose una buena filtración, y como los cartuchos están plegados, también se consiguen grandes superficies en poco

volumen. Es aconsejable en vasos interiores de reducido tamaño.

➜ Filtros cuyo elemento filtrante es una mezcla de arenas y/o zeolitas. (Filtros monocapa.)
Son filtros que permiten tener una gran calidad de filtración debido a sus dos características principales (tamiz molecular e intercambio iónico). Tienen que funcionar a velocidades de 20 m3/ (h m2). El grano de zeolita es menos denso que el de arena. El principal inconveniente es que no hay filtros de zeolitas, en su lugar se sustituye la arena de un filtro convencional por zeolitas, y ya hemos dicho que tienen que funcionar a velocidades bajas.

➜ Filtros cuyo elemento filtrante es la arena de sílice, de una o varias granulometrías.
Ya que son los más frecuentes en las instalaciones de depuración de agua en las piscinas, vamos a detenernos en ellos para explicar el proceso de filtrado.

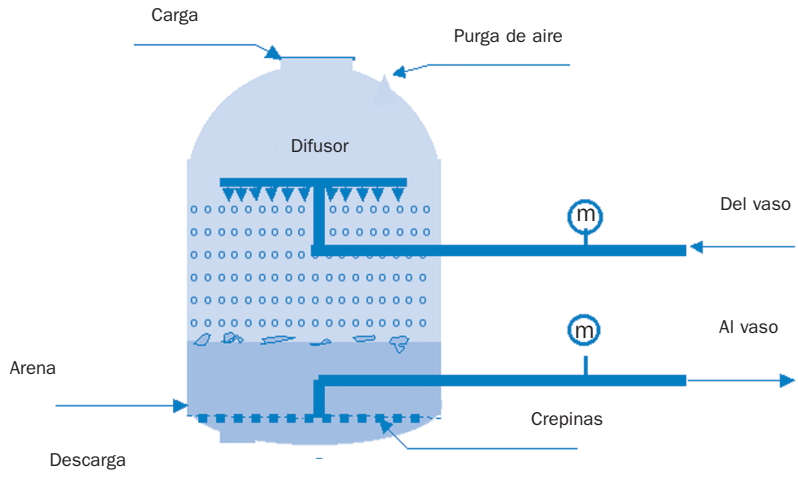


Figura 13

En la figura 13 se representa una vista interior de un filtro de arena de sílice, a través del cual será muy fácil de comprender el proceso de filtración.

El agua llega del vaso a la bomba y ésta impulsa el agua a los filtros que en la parte superior tienen un sistema de distribución denominado difusor, el difusor expulsa el agua como si fuera una ducha, subdividiendo el chorro único en muchos chorros, evitando de esta forma remover la arena, ya que esto impediría realizar adecuadamente la operación de filtrado.

En la parte inferior del depósito que constituye el cuerpo del filtro van situados una serie de tubos con ranuras, perfectamente calibradas para permitir pasar el agua pero no la arena. Estos tubos ranurados se conocen con el nombre de brazos colectores o crepinas.

Todas las crepinas se comunican con un tubo colector que devuelve el agua al vaso. El agua que se encuentra dentro de las crepinas ya es agua limpia que ha pasado a través de las arenas y de las ranuras.

Como se puede apreciar en el dibujo, la arena ocupa la parte inferior del depósito, el agua en su camino de retorno al vaso, sólo podría pasar por las arenas en caso de avería: rotura de crepinas, tuberías, etc.

El agua cae desde el difusor y debido a la presión que le proporciona la bomba pasa a través de las arenas, dejando en el lecho de filtración todas las partículas y materias que constituyen la suciedad del agua. Aquellas partículas cuyo tamaño sea inferior a los huecos que dejan los granos de arena no serán retenidas, por lo que a veces se necesita otro tratamiento denominado floculación.

La calidad de filtración es totalmente aceptable con los filtros normales, influyendo mucho en dicha calidad la velocidad de filtración, ya que como consecuencia del deterioro de las arenas se produce un apelmazamiento de las mismas, desde la parte exterior de la superficie hacia la interior, reduciéndose así la superficie de filtración y, como consecuencia de ello, aumentando la velocidad de filtración.

En la parte superior del filtro va situada una boca de carga por donde se puede vigilar el interior y proceder a las inspecciones necesarias y a la operación de cambio de arenas.

En la parte inferior, muchos filtros llevan otra boca para descargar las arenas, independientemente de una toma de vaciado de agua y una purga de aire superior.

Como es normal, al pasar el tiempo, cada vez se depositan más partículas retenidas por la arena, y se llega a una situación de obstrucción en la que ya no pasa el caudal de agua que debe pasar, debiendo procederse al lavado del filtro.

Tanto en la entrada de agua al filtro como en la salida debe haber manómetros para comprobar la presión. Éstos nos indicarán cuándo hay que proceder a lavar el filtro, ya que a medida que se depositan más partículas en el lecho de arena, aumenta la dificultad de paso y, por tanto, la presión.

El lavado del filtro consiste en invertir el paso del agua, de forma que entre por debajo y salga por el difusor, con lo que se arrastra el material retenido hacia la alcantarilla.

Con las arenas cambiadas o perfectamente limpias, se toma nota de la diferencia de presiones entre entrada y salida. Cuando

esta diferencia exceda en 0,3 a 0,5 kg/cm^2, es cuando se tienen que realizar el lavado y enjuague de las arenas.

En el proceso de filtración se deben realizar diversas operaciones que se detallan a continuación.

Cuando se trata de vasos pequeños, los filtros llevan acoplados una válvula selectora que permite, mediante el cambio de posición de una maneta, dirigir el agua por conductos y sentidos diferentes, consiguiendo así completar todas las maniobras del proceso de filtrado.

En el caso de los vasos de gran tamaño las maniobras se realizan abriendo o cerrando llaves o válvulas de paso. Siempre que se realice alguna maniobra de este tipo hay que prestar mucha atención, parando la bomba antes de manipular las válvulas.

Las maniobras a realizar en el proceso de filtración son:

➜ Filtración

Lo primero que hay que hacer para comenzar con el proceso de filtrado es parar la bomba y luego posicionar las válvulas, tal como se indica en el siguiente esquema.

Operación de filtrado

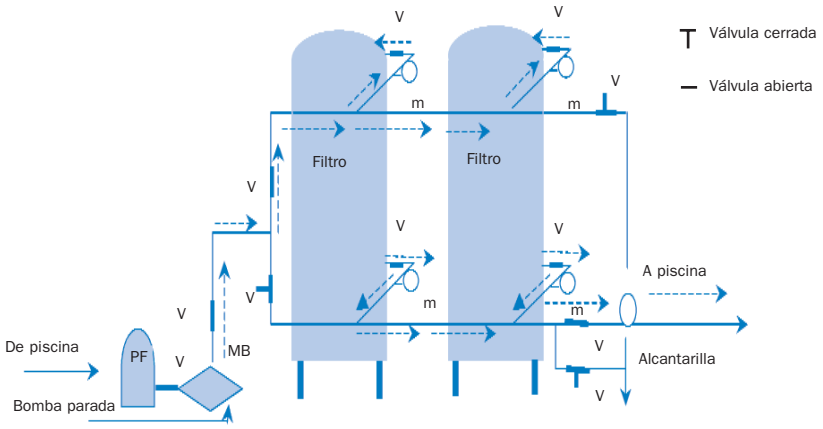


Figura 14

Una vez que las válvulas estén colocadas en la posición correcta se pone en marcha la bomba. El agua circula por la tubería que tiene paso libre y entra en los filtros por la parte superior, descendiendo a través de las arenas, saliendo por la parte inferior y siguiendo el único camino posible hacia el vaso de la piscina.

En esta operación influye mucho la velocidad de filtración, ya que cuanto más lento es el paso del agua a través de la arena, mejor serán retenidas las impurezas del agua.

➜ Lavado de arenas

En el siguiente esquema podemos comprobar la posición que deben tener las válvulas para realizar la maniobra de lavado de arenas.

Operación de lavado de arenas

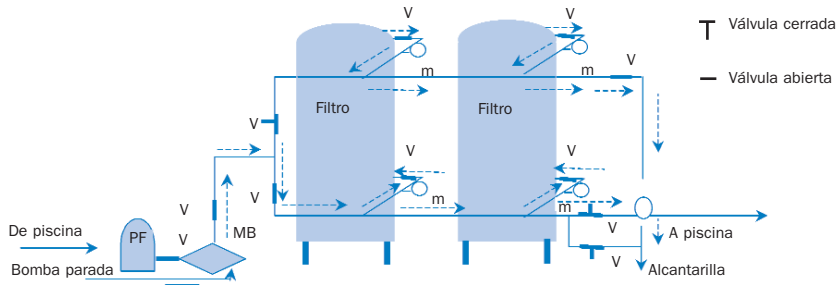


Figura 15

Una vez colocadas las válvulas se vuelve a poner en marcha la bomba. El agua entra en los filtros por la parte inferior atravesando la arena a contra corriente, arrastrando las impurezas que están concentradas principalmente en la superficie hacia la alcantarilla.
El tiempo que debe durar esta operación es de 6 a 8 minutos.

➜ Enjuague

Durante el proceso lavado de arenas se produce un movimiento de las mismas, hecho que ocasiona que permanezcan impurezas que no han sido expulsadas en el lavado y que se han mezclado con las arenas, con lo que volverían a ser enviadas al vaso si se pasara directamente a la operación de filtrado. También se realiza esta operación para asentar el lecho filtrante después de un lavado.
Para la operación de enjuague, debemos posicionar las válvulas tal como se muestra en la figura 16.

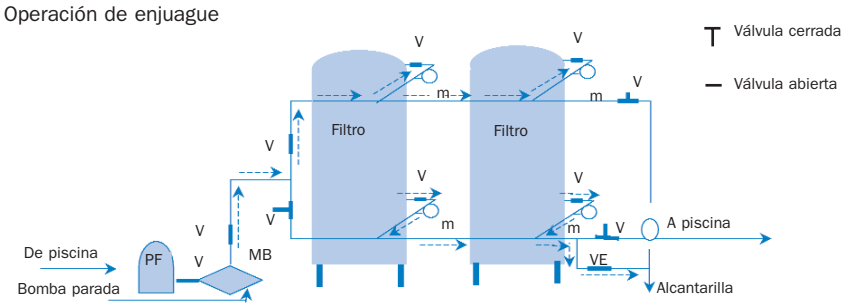


Figura 16

Como se puede observar, el agua entra en los filtros por la parte superior, atraviesa el lecho filtrante arrastrando las partículas que han quedado después del proceso de lavado de arenas, sale por la parte inferior, y como la válvula de paso hacia la piscina está cerrada, el único camino posible es ir a la alcantarilla a través de la válvula VE que está abierta.

Como en las demás operaciones hay que parar la bomba antes de proceder a manipular las válvulas.

No siempre es posible la operación de enjuague, ya que en muchas instalaciones no se coloca la válvula VE, también conocida como quinta válvula, y por tanto no se puede dirigir el primer agua después del lavado hacia la alcantarilla.

➜ Recirculación

La figura 17 muestra las posiciones de las válvulas para que el agua, como siempre, impulsada por la bomba que hemos parado mientras se preparaba la operación, recorra solamente las tuberías que constituyen el circuito de aspiración e impulsión de nuestra instalación. Al evitar los filtros, tenemos

más caudal del normal, por lo que nos puede servir para quitar obstrucciones o repartir más rápidamente un producto químico dentro del vaso (Desinfección de choque, floculación de choque, etc.).

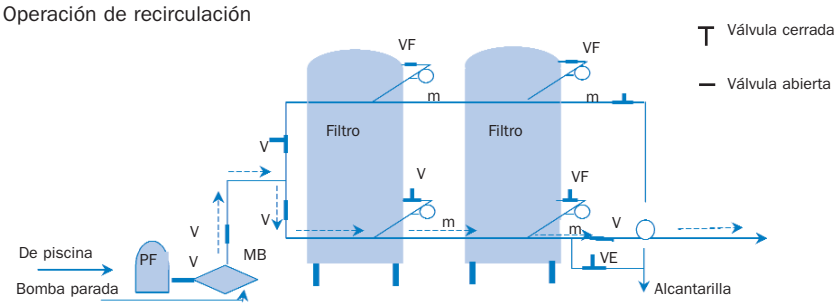


Figura 17

➜ Vaciado

Es la maniobra que permite vaciar el vaso de la piscina y la cámara de compensación utilizando la bomba.
Para proceder a esta maniobra debemos colocar las válvulas, con la bomba parada, tal como se especifica en la figura 18.

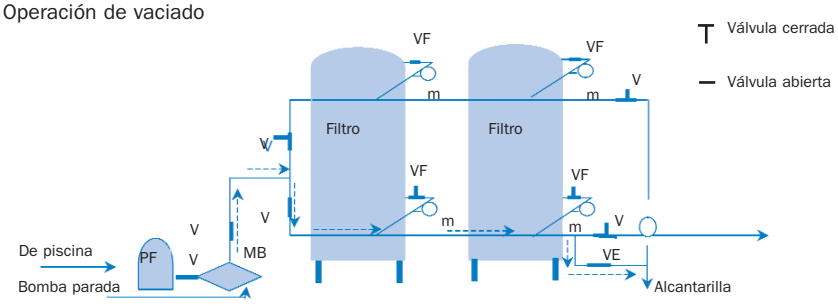


Figura 18

Todos los esquemas que hemos utilizado para la sala de máquinas y para las operaciones a realizar con los filtros, disponen de todas las válvulas y elementos necesarios para un correcto control del proceso de circulación de agua por los filtros, lo que no suele ser habitual en muchas instalaciones, ya que se escatiman al máximo los elementos que se han de instalar. Por ello en muchas instalaciones falta la quinta válvula (VE), lo que impide la operación de enjuague. También suelen faltar las válvulas (VF) que permiten independizar los filtros para que, en caso de avería, se pueda proceder a su reparación sin que dejen de funcionar los demás filtros.

Protocolo de mantenimiento de los filtros

Al inicio de la temporada	· Comprobar la velocidad de filtración y el jjlp-osc.
A diario	· Comprobar la presión de entrada y de salida. · Purgar el aire.
Una vez por semana	· En filtros de arena: lavado semanal con un mínimo de 6 minutos y enjuague de 2 minutos.
Al terminar la temporada	· Después de un lavado y enjuague, abrir la tapa superior del filtro y comprobar estado de la capa superior del elemento filtrante.
Cada cuatro años	· En filtros de arena: sustitución del elemento filtrante. (Antes de realizar el cambio, debemos saber si tiene distintas granulometrías o elementos filtrantes).

Además de cumplir con este protocolo es importante tener almacenados los repuestos necesarios ante posibles imprevistos:

➜ Brazos, colectores de crepinas y crepinas.
➜ Tapa, juntas y tortillería.

OTRAS CUESTIONES QUE SE DEBEN TENER EN CUENTA

- Anotar características y modelo del filtro.
- Los filtros deben disponer de entrada lateral, para poder realizar la sustitución del elemento filtrante y deben tener facilidad de acceso por la parte superior.
- Las conexiones de los manómetros, se deben realizar en collarines o accesorios de PVC especiales. No se deben perforar tuberías ni accesorios de PVC.
- En los filtros de arena con dosificador de floculante, la inyección de floculante se tiene que realizar entre la salida de la bomba y la entrada del filtro, aproximadamente a unos dos metros de la entrada del filtro. Éstos son los tiempos y distancias necesarios para que se forme el coágulo.
- El deterioro de la arena (apelmazamiento) se produce desde la parte exterior de la superficie hacia la interior, reduciéndose la superficie de filtración y, en consecuencia, aumentando la velocidad de filtración.
- Se puede producir contaminación (desarrollo de algas, decoloración de la arena debido a óxidos, incrustaciones de cal) en el interior de un filtro.

5. INSTALACIÓN DE CONTROL Y ANÁLISIS QUÍMICO

La captación de agua para el análisis, se realiza entre la salida de la bomba y la inyección del floculante.

Los analizadores fijos más usuales son:

- Analizador de cloro célula amperimétrica.
- Analizador de potencial Redox.
- Analizador de pH.
- Analizador de conductividad.

Su funcionamiento es muy sencillo. Tras realizar el análisis del agua se envía una señal eléctrica a la bomba dosificadora para que introduzca el producto químico.

Célula amperimétrica para medición de cloro libre en continuo.

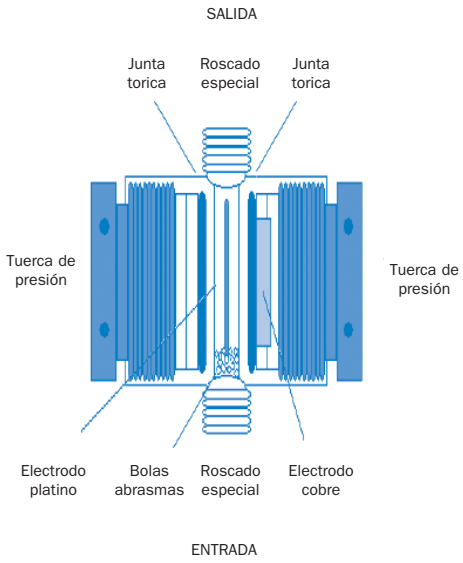


Figura 19

Protocolo de mantenimiento

Al inicio de la temporada	· Calibración de electrodos.
A diario	· Limpieza de filtro de mallas del analizador. · Comprobación de medición de electrodos (aprovechando la medición del cloro total y combinado).
Mensualmente	· Calibración de electrodos. · Limpieza de electrodos de Ph y/o redox.
Al terminar la temporada	· Desconectar el equipo. · Desmontar y limpiar sondas de aspiración y de nivel. · Cubrir con vaselina tornillos y piezas metálicas. · Desmontar electrodos Redox y pH e introducirlos en soluciones de limpieza. · Vaciar el agua de la célula amperimétrica y dejar secar los electrodos de cobre y plata. (Consultar con el fabricante.)

Sustitución de electrodos

- Electrodo de Ph y/o Potencial redox: Cada 365 días de uso.
- Electrodo de cobre de la célula amperimetrica: Cada 730 días de uso.
- Electrodo de platino de la célula amperimetrica: Cada 1460 días de uso.

Además de cumplir con este protocolo, es importante tener almacenados los repuestos necesarios ante posibles imprevistos:

- Electrodos.
- Muestras para calibración.
- Juego de juntas.

OTRAS CUESTIONES QUE SE DEBEN TENER EN CUENTA

- Además de los analizadores fijos, se debe disponer de un analizador móvil.
- Además del análisis de cloro libre, pH y conductividad, se tiene que medir el cloro total, la dureza, la alcalinidad, el ácido isocianúrico y la temperatura.
- Hoy en día la medida por redox esta en desuso, siendo la de célula amperimetrica la mas eficaz para medidas en continuo.

6. DOSIFICADORES, BOMBAS DOSIFICADORAS. ELECTROLISIS SALINA

Dosificador de floculante

En la figura 11 aparece marcado como DA.
Consta de un depósito dónde se introduce el floculante y de una bomba dosificadora que lo inyecta a alta presión. Su instalación siempre es necesaria para solventar problemas de filtración, en cambio solo se utiliza cuando tengamos el problema. Las más efectivas son las de dosificación en continuo, libres de impulsos.

Protocolo de mantenimiento de las bombas de floculación.

- ➜ Al inicio de temporada:
  - Comprobar diafragmas y rodillos.
  - Comprobar válvula antiretorno y válvula de seguridad.
- ➜ Al terminar la temporada:
  - Limpiar conductos.

Además de cumplir con este protocolo es importante tener almacenados los repuestos necesarios antes posibles imprevistos:

- ➜ Diafragma de repuesto.
- ➜ Conjunto de rodillos de repuesto.

Cada 365 días de uso, sustituir diafragma.

➜ Dosificador de tabletas de desinfectante

En la figura 11 aparece marcado como DC.
En él se introducen las tabletas de desinfectante, normalmente compactos de cloro o tabletas de bromo (no se pueden introducir productos de disolución rápida, ni compactos multifunción). La instalación se realiza en línea o en by-pass.

Protocolo de mantenimiento de los dosificadores de tabletas

Al inicio de la temporada	• Comprobar estanqueidad de juntas. • Comprobar circulación del agua. • Comprobar válvula antirretorno y válvula de seguridad.
Al terminar la temporada	• Quitar las tabletas sobrantes. • Enjuagar el interior y limpiar. • Comprobar obstrucciones. • Comprobar juntas de estanqueidad. • Desmontar y guardar.

Además de cumplir con este protocolo es importante tener almacenados los repuestos necesarios ante posibles imprevistos:

- Juntas de repuesto.
- Válvula dosificadora.

OTRAS CUESTIONES QUE SE DEBEN TENER EN CUENTA

- Anotar características del equipo.
- Cuando la instalación está parada, la parte superior del dosificador está llena de gas por lo que hay que tener mucho cuidado al quitar la tapa. Por este motivo, antes de destapar se recomienda tener el sistema en funcionamiento como mínimo cinco minutos.
- Las juntas de estanqueidad son especiales, capaces de soportar agentes agresivos (cloro, bromo, etc.). La graduación depende de su propio mando de graduación y del caudal suministrado por la bomba.

Electrolisis salina

En la actualidad, es teóricamente uno de los mejores sistemas de desinfección, el problema de estos equipos es que suelen estar mal dimensionados, y que su mantenimiento no se realiza de forma correcta, por lo que la producción de cloro es escasa y muy lenta.

El sistema dispone de tres electrodos; con dos de ellos se realiza la electrolisis y el otro actúa como sensor de falta de circulación, que detecta bolsas de gas en la superficie.

Su rendimiento óptimo se produce cuando hay una concentración de sal en el agua de 5 a 6 kg/m^3 y un nivel de ácido isocianúrico de 15 a 35 ppm.

El cálculo de la producción de cloro del equipo va a depender de los m^3 de agua de la piscina, del máximo aforo diario y de otros posibles contaminantes, como hojas, etc. A este cálculo se le añade

entre un 15% y un 30% más de posible producción. El potenciómetro gradúa el voltaje existente entre los dos electrodos: a más potencial más producción (teórica) de cloro.

Ejemplos:

1. Una piscina de 25 x 12 x 1,5 con una máxima afluencia diaria de 400 personas (en el peor día), con nivel de contaminación medio y con el sistema funcionando las 24 horas del día: tendrá una producción entre 200 y 300 g/hora.
2. Una piscina de 25 x 12 x 1,5 con una máxima afluencia diaria de 1.000 personas (en el peor día), con nivel de contaminación medio y con el sistema funcionando las 24 horas del día: tendrá una producción entre 500 y 600 g/hora.

Ejemplo:

Una piscina de 25 x 12 x 1,5, que funciona con hipoclorito sódico y que va a ser sustituido por electrolisis salina, con los siguientes datos de años anteriores: Consumo máximo en el peor día de 50 litros de hipoclorito sódico al 15%, con una concentración mínima de cloro libre de 0,6 ppm las 24 horas del día.

Kilos de cloro consumidos: (50 x 15/100 = 7.5 kg/día = 312,5 g/hora).

Con estos datos, cuando esté en funcionamiento el sistema de electrolisis salina, debería tener una producción mínima entre 360 g/hora y 406 g/hora.

Protocolo de mantenimiento del equipo de electrolisis salina

A diario	· Mantener la concentración de sal entre 5 y 6 kg/m^3.
Una vez cada dos semanas	· Limpieza del electrodo sensor.
Mensualmente	· Limpieza de electrodos.
Cada dos años	· Sustitución de electrodos.
Cada tres años	· Comprobación en fábrica del potenciómetro.

Además de cumplir con este protocolo es importante tener almacenados los repuestos necesarios ante posibles imprevistos:

- ➜ Tapa de la célula.
- ➜ Junta tórica de la tapa.
- ➜ Repuesto de la célula.
- ➜ Fusibles de rearme.

OTRAS CUESTIONES QUE SE DEBEN TENER EN CUENTA

- · Anotar características del equipo.
- · Realizar las mediciones de sal con un medidor digital.
- · Al estar instalado en la sala de máquinas, tiene que tener un grado de protección IPx4 como mínimo.
- · Para comprobar el funcionamiento del potenciómetro necesitamos saber la curva de graduación-voltaje.
- · Para comprobar el funcionamiento necesitamos saber el caudal aconsejado o máximo, y la curva de graduación-producción-nivel de sal.
- · Los electrodos se deterioran más rápidamente si no se tiene la concentración de sal adecuada, también si el caudal es escaso.
- · El rendimiento del equipo baja cuando el caudal está fuera de la curva de funcionamiento.
- · La sal añadida tiene que estar completamente disuelta en el agua (de dos a seis horas de funcionamiento sin pasar por el equipo de electrolisis).
- · A más temperatura del agua (20ºC) se necesita más producción de cloro.
- · Algunos equipos no pueden funcionar a menos de 15° C.

➜ Bombas dosificadoras

Las podemos encontrar de dos tipos:

- BOMBAS PERISTÁLTICAS: son bombas que utilizan la presión de un rodillo sobre una tubería flexible, dosifican a una cadencia constante y sin retroceso, admiten sólidos en suspensión.
- BOMBAS DE MEMBRANA POR IMPULSOS: una membrana con accionamiento electromagnético, contrae y dilata, aspirando e impulsando el líquido.

Protocolo de mantenimiento de las bombas

A diario	• Comprobar las obstrucciones en los inyectores y conexiones a tuberías. • Comprobar fugas en la tubería flexible. • Comprobar si la graduación corresponde al caudal que tiene que inyectar.

Además de cumplir con este protocolo es importante tener almacenados los repuestos necesarios ante posibles imprevistos:

➜ Conjunto de tubos y piezas de conexión o conjunto de membrana interior.

OTRAS CUESTIONES QUE SE DEBEN TENER EN CUENTA

- Anotar características del equipo.
- Si el hipoclorito sódico trae mucho residuo, la bomba suele obstruirse con mucha facilidad. Todos los días de debe colocar la sonda de aspiración y el tubo de inyección en un cubo de agua y dejarlo funcionando 15 ó 20 minutos.

En general con respecto a estos equipos es importante tener en cuenta que las bombas dosificadoras y los dosificadores, no deben estar ligados al funcionamiento de la bomba, sino a la existencia

de caudal en la tubería de impulsión. Para ello existen unos interruptores de caudal que abren o cierran los circuitos (entre ellos el del dosificador y el de la bomba dosificadora) y no, como es costumbre, ligar dicho funcionamiento a la conexión eléctrica de la motobomba.

7. RED DE TUBERÍAS

Son los sistemas por dónde se canaliza el agua u otros elementos (desinfectante, etc.). Normalmente son de pvc con presiones nominales de 10 ó 16 atmósferas (PN 1.0, PN 1.6).

Sus características vienen impresas en la propia tubería (diámetro exterior, presión nominal, material y año de fabricación).

Las tuberías de pvc y polietileno no necesitan protección anticorrosión.

La tubería de hierro en la sala de máquinas y almacén de productos químicos sí las necesitan.

Las tuberías de pvc exteriores necesitan protección debido a los rayos solares.

8. ALMACÉN DE PRODUCTOS QUÍMICOS

Es el lugar de la instalación que se destina a guardar los productos, sustancias y/o preparados que son necesarios para un correcto mantenimiento de la piscina.

Se hace referencia a este almacén en el Artículo 17 del decreto 80/1998 del Decreto de la Consejería de Sanidad y Servicios Sociales, y más concretamente en el Artículo 20 de la Ordenanza reguladora del Ayuntamiento de Madrid, de fecha 28 de enero de 1999, en el que se especifica que "el almacén de productos químicos estará en una zona independiente dentro de la instalación, de uso exclusivo y fácil acceso para el personal de mantenimiento, e inaccesible a los usuarios de las piscinas".

Normalmente en el almacén tendremos productos y elementos tales como:

➜ **Depósitos y / o bidones de hipoclorito sódico:**
Es una solución acuosa con 13-15% de cloro activo. Sus efectos tóxicos están ligados a las propiedades corrosivas; es corrosivo para mucosas, ojos y piel.
Es una sustancia incombustible, pero favorece la combustión de otras sustancias. Incompatible con siliconas.

- Posibles riesgos:
  Produce irritación intensa de nariz y garganta, tos intermitente y respiración difícil lo que supone riesgo de bronconeumonía, edema pulmonar y bronquitis crónica. En contacto con la piel produce irritaciones dolorosas y quemaduras.
  C: Corrosivo.
  R31: En contacto con ácidos libera gases tóxicos.
  R34: Provoca quemaduras.
- Consejos de prudencia:
  S28.5 En caso de contacto con la piel, lavase inmediatamente y con abundante agua.

S45 En caso de accidente o malestar acúdase inmediatamente al médico.
S50.1 No mezclar con ácidos.

- Equipo de protección individual EPI necesario:
  Máscara, cartucho tipo B, guantes de protección, gafas químicas estancas, monos de pvc, botas de pvc, duchas y fuentes oculares.
- Condiciones de almacenamiento:
  Los depósitos se deben colocar en el interior de cubetas de retención. Deben estar situados lejos de sustancias combustibles, recipientes provistos de válvula, o respiradero de seguridad. Los locales dónde se almacenen deben estar muy ventilados, frescos, y situados al resguardo de los rayos solares y de la luz. La temperatura de almacenamiento debe ser inferior a 30º C. Las tuberías que salgan de los depósitos tienen que hacerlo por la parte superior del bidón.
  Se deben evitar bidones con tapones en la parte inferior.

➜ **Depósitos y/o bidones de ácido clorhídrico y/o ácido sulfúrico:**

El ácido clorhídrico, una solución acuosa con una riqueza del 35-40%, es toxico por inhalación y muy corrosivo para los ojos, la piel y el sistema respiratorio.
No es una sustancia inflamable pero la exposición al fuego puede causar la rotura o explosión de los recipientes.

- Posibles riesgos:
  Puede causar graves quemaduras químicas en la piel y en la córnea.
  La inhalación de los gases puede producir edema pulmonar con desenlace mortal, grave corrosión de la piel, ojos y tracto respiratorio.

T: Tóxico.

C: Muy corrosivo.

R23: Tóxico por inhalación.

R35: Provoca quemaduras graves.

- Consejos de prudencia:

  S9: Conservar el recipiente en lugar muy ventilado.

  S: 26 En contacto con los ojos, lavarlos inmediatamente y con abundante agua.

  S36/37/39 Usar indumentaria, guantes y protección para ojos y cara.

- Condiciones de almacenamiento:

  El local tiene que disponer de una buena ventilación.

  El depósito tiene que tener una temperatura de almacenamiento por debajo de los 50º C, ya que el vapor es más pesado que el aire.

  Se debe prevenir la filtración de agua al interior del depósito, ya que reacciona con muchos metales en presencia de humedad, liberando hidrógeno (gas muy inflamable).

Protocolo de mantenimiento

A diario	• Comprobar el orden y la limpieza del local. • Comprobar la distancia mínima entre los productos. • Comprobar carteles de advertencia de prohibida la entrada a personal no autorizado. • Comprobación de las señalizaciones, ubicación y funcionamiento de las salidas de emergencia. • Comprobación del funcionamiento del alumbrado de emergencia. • Comprobación del funcionamiento del alumbrado general. • Comprobación de la ubicación y funcionamiento de las medidas anti-incendio. • Comprobación de la ubicación y funcionamiento de las medidas de protección (lava-ojos, equipos EPI…). • Comprobación del funcionamiento de los desagües. • Comprobación del funcionamiento de la instalación de ventilación.

A diario	· Comprobación de la limpieza de rejillas. · Comprobación del funcionamiento de la toma de agua corriente. · Comprobación de fugas en tuberías.
Una vez al mes	· Comprobar carteles de información sobre los productos, instrucciones de manejo, teléfonos de interés y primeros auxilios. · Comprobar la disponibilidad de fichas de seguridad de los productos químicos utilizados. · Comprobación de la señalización de peligros existentes (techos bajos, electricidad, corrosión…).
Al terminar la temporada	· Comprobar que se dejan vacíos y limpios los depósitos de almacenaje, eliminando los residuos de la forma adecuada.

9. CUADRO ELÉCTRICO E INSTALACIÓN ELÉCTRICA INTERIOR

En el Reglamento de Baja Tensión (Artículo 19) se especifica lo siguiente: "El instalador entregará al titular de la instalación, unas instrucciones para el correcto uso y mantenimiento de la instalación eléctrica. Como mínimo un esquema unificar, características técnicas de los equipos y materiales, y un croquis de su trazado". También el Reglamento de Baja Tensión hace referencia a que en todas las instalaciones se realizará como mínimo una memoria técnica de diseño, incluyendo los siguientes conceptos:

- ➜ Datos del propietario.
- ➜ Identificación del instalador.
- ➜ Emplazamiento de la instalación.
- ➜ Uso al que se destina la instalación.
- ➜ Relación nominal de los receptores que se prevea instalar y su potencia.

- Cálculos justificativos de las líneas, derivaciones, elementos de protección y puntos de utilización.
- Pequeña memoria descriptiva.
- Esquema unificar de la instalación, características de los dispositivos de corte y protección adoptados, puntos de utilización y secciones de los conductores.
- Croquis de su trazado.

En todas las instalaciones tiene que haber un ejemplar de esta memoria técnica de diseño.

- **Inspecciones obligatorias**

  Según el reglamento de baja tensión es obligatoria una inspección de la instalación eléctrica de una piscina cada cinco años, siempre que la potencia nominal instalada sea superior a 10 kilovatios. (Hay que tener en cuenta que una piscina comunitaria, suele tener una potencia instalada aproximada de 15 kilovatios.)
  La inspección la realiza un organismo de control.

- **Instalaciones, reparaciones, ampliaciones y mantenimiento**

  Por ley, es obligatorio que todas las operaciones las realice un instalador autorizado, o una empresa que disponga de un instalador autorizado.
  Inicialmente la instalación eléctrica de una piscina suele estar bien hecha, ya que debido a la peligrosidad de unir electricidad, agua y ambientes corrosivos, suele ser dirigida por un ingeniero e inspeccionada por un organismo de control.

A partir del visto bueno inicial es cuando surgen los problemas, ya que muchas veces, personal no cualificado realiza las reparaciones, sustituye elementos de protección, deja abierta las cajas de derivación, instala cableado no permitido, manipula el cuadro eléctrico para instalar nuevos elementos, como bombas dosificadoras o analizadores automáticos, etc.

➜ Datos importantes

Envolvente: es lo que asegura la protección de los materiales y conexiones eléctricas contra las influencias externas y ante contactos. Es decir, una envolvente es el cuadro eléctrico, las cajas de derivación, la caja de conexiones de la motobomba, las luminarias en cuyo interior están los fluorescentes, la toma de corriente, los interruptores de alumbrado, etc.
En las piscinas, salas de máquinas y almacén de productos químicos la envolvente tiene que tener un grado de protección IPx4 como mínimo. El grado de protección viene descrito normalmente en las envolventes.

Grado de protección IPx4: protege de las proyecciones de agua.
El grado de protección se tiene que mantener en toda la instalación. Si a un cuadro eléctrico con protección IPx4 lo dejamos con la puerta abierta, la protección deja de ser efectiva.

➜ Cajas de conexión y derivación

Son envolventes que protegen las conexiones iniciales, finales o las derivaciones. Tienen que mantener su grado de protección IP por lo que se comprobarán las salidas y entradas de los tubos, las prensas, las juntas y el cierre de la tapas.

Protocolo de mantenimiento

Una vez al año	• Desmontar la tapa. • Comprobación del estado de las conexiones. • Comprobación del estado del cableado. • Comprobación de la oxidación.

➜ Alumbrado

Para realizar cualquier trabajo, se necesita un nivel de alumbrado que viene determinado por normativa. Aunque las instalaciones cumplen la normativa mínima en cuanto a niveles de luz, a veces éstos son insuficientes cuando hay que realizar determinados trabajos.

Se deben instalar circuitos de iluminación con apagado parcial de luminarias, de esta manera utilizaremos parte de las luminarias en trabajos que no requieran mucha luz, pero podremos conectar todas en trabajos especiales.

- Pasillos: Iluminancia óptima. (Valores aproximados 150 lux.)
- Escaleras: Iluminancia óptima. (Valores aproximados 200 lux.)
- Trabajos con requerimientos visuales limitados: iluminancia óptima. (Valores aproximados 500 lux.)
- Trabajos con requerimientos visuales normales: iluminancia óptima. (Valores aproximados 1.000 lux.)
- Trabajos con requerimientos visuales especiales: iluminancia óptima. (Valores aproximados 2.000 lux.)

Protocolo de mantenimiento

A diario	· Comprobar niveles de alumbrado (comprobación visual de bombillas y fluorescentes fundidos). · Comprobación del grado de protección IP de las luminarias.
Cada dos meses	· Limpiar las pantallas (Luminarias).

OTRAS CUESTIONES QUE SE DEBEN TENER EN CUENTA

· Se aconseja instalar luminarias con dos fluorescentes, para disponer de luz en caso de que se funda uno de ellos.

➜ Alumbrado de emergencia y señalización

Es un alumbrado que se pone en funcionamiento cuando hay un corte de luz. Hay que comprobar que funcione y que esté bien diseñado, para ello se realiza un corte de luz y se comprueba la señalización hacia la salida. Su mantenimiento viene normalizado; cada cierto tiempo hay que desconectar circuitos, esperar a que se gaste la batería interna, y volver a cargar.

Protocolo de mantenimiento

A diario	· Comprobación visual de las luminarias de emergencia. · Comprobación del grado de protección IP de las luminarias.

OTRAS CUESTIONES QUE SE DEBEN TENER EN CUENTA

· Se recomienda colocar una luz de emergencia encima del cuadro eléctrico, para poder desconectar la instalación.

Protocolo de mantenimiento eléctrico general para personal no cualificado

A diario	· Exigir el carnet de instalador al personal que vaya a realizar cualquier tipo de reparación, instalación, mantenimiento o ampliación de la instalación eléctrica. · Comprobación de la iluminación, sustitución de fluorescentes, bombillas, etc. · Comprobación de puertas cerradas en cuadros eléctricos, tapas de cajas de derivación, grado IP de las envolventes. · Comprobación de señalización de advertencia de peligros eléctricos. · Comprobación del funcionamiento del alumbrado de emergencia. Debe haber visualización óptima hacia las salidas. · Comprobación de la ubicación de los interruptores de corte general en los cuadros. · Comprobación de las medidas contra incendios para fuegos eléctricos.
Mensualmente	· Comprobar el funcionamiento de diferenciales, provocando el disparo con el botón de test.

Protocolo de mantenimiento eléctrico general para instaladores electricistas

Una vez al año	· Comprobación de líneas equipotenciales y conexiones, variaciones de la resistencia de tierra y resistencia de tierra específica. Presencia de tensión de fase en terminales de protección. · Comprobación de grados de protección de envolventes y conexiones. · Comprobación de conexiones en mecanismos de protección, relés, contactores, relojes del cuadro, en las cajas de derivación y en el motor. · Comprobación de manipulaciones realizadas por otros gremios. · Comprobación del disparo de diferenciales, tiempo de disparo, corriente de disparo, tensión de contacto. · Comprobación de etiquetado en cuadros, visualización correcta de las características de los mecanismos de protección y elementos auxiliares. · Comprobación de corrientes de fuga y corrientes de pico máxima.

OTRAS CUESTIONES QUE SE DEBEN TENER EN CUENTA

- Es obligatoria la existencia de letreros que identifiquen la función de cada mecanismo.
- Si la puerta del cuadro permanece abierta, no se mantiene el grado de IP y es necesario que lo mantenga.
- Es obligatorio que se puedan leer las características técnicas de cada mecanismo interior.
- El cuadro tiene que estar bien ventilado, en caso contrario puede que se disparen los interruptores sin motivo aparente (reducción del 20% de las características de disparo).
- Un local de depuración es un local mojado y con ambiente corrosivo.
- Las conexiones de duchas y escaleras a la red equipotencial se deterioran con mucha rapidez debido a los productos químicos que lleva el agua.
- Los accesorios de fijación, abrazaderas, tortillería, etc., que se utilizan en la sala de máquinas se deterioran con mucha rapidez debido al ambiente corrosivo. Se tienen que utilizar accesorios de acero inoxidable y elementos de fijación de plástico.
- En piscinas con potencia nominal superior a 10 kilovatios, es obligatorio una inspección cada 5 años.

OTRAS CUESTIONES QUE SE DEBEN TENER EN CUENTA

- Las canalizaciones (los tubos) serán estancos, utilizándose para terminales, empalmes y conexiones, sistemas con un grado de protección correspondiente a “proyección de agua” (IP54). (Ver anexo de electricidad al final de este capítulo).
- Los tubos para alojamiento de los conductores serán estancos y estarán protegidos contra la corrosión.
- Los aparatos de mando y tomas de corriente deben colocarse fuera del almacén de productos químicos, y si no es posible, la envolvente de los mecanismos será de tipo estanco, y con grado de protección correspondiente a “proyección de agua” (IP54).
- Los receptores de alumbrado deberán estar protegidos contra la corrosión, con grado equivalente a estancos y también estarán protegidos contra “proyección de agua” (IP54).

ANEXO

CONCEPTOS BÁSICOS DE ELECTRICIDAD

En este anexo se van a especificar sólo aquellos conceptos precisos para la observación de las condiciones que deben reunir las instalaciones acuáticas cumpliendo el Reglamento de Baja Tensión vigente.

Magnitudes eléctricas

	Unidades	Representación	Equivalencias
Intensidad	Amperio	A	1A = 1000 mA
	Miliamperio	mA	
Tensión	Voltio	V	
Potencia eléctrica	Vatio	W	
	Kilovatio	Kw	1 kw = 1000 W
			1 CV = 0,736 Kw
	Caballo de Vapor	CV	1 CV = 736 W
Capacidad	Faradio	f	
	Microfaradio	μf	Millonésima parte de Faradio

Capacidad, es la propiedad que tienen los condensadores de almacenar energía para devolverla cuando sea necesaria. Se cita esta magnitud porque en los motores monofásicos para el arranque, normalmente es necesario la ayuda de un condensador.

Clases normales de tensiones en nuestras instalaciones

- Corriente alterna monofásica: 230 V.
- Corriente alterna trifásica: a 230 V y tensión a 400 V.
- Corriente trifásica a 400 V con neutro: entre fase y neutro hay 230 V.

Cables

Es el conjunto formado por uno o varios conductores aislados. Cada instalación o parte de una instalación puede llevar distintos tipos de cables, por lo que no se puede instalar el primero que tengamos a mano.

Calentamiento de conductores

Los conductores eléctricos se calientan por el paso de la corriente; para evitarlo, la sección del conductor debe ser la adecuada. Es un defecto muy común no prever la sección necesaria, ya sea por no hacer los cálculos necesarios, por no saber hacerlos, o porque se realizan ampliaciones en la instalación.

Al producirse el calentamiento excesivo, el aislamiento se deteriora y se produce la avería. Normalmente para evitar esta situación se colocan dispositivos de protección en el cuadro eléctrico, por lo que no se puede cambiar un dispositivo de protección instalado por otro, ya que anularíamos la protección del conductor.

Si en el mantenimiento se detecta una anormalidad general o localizada de exceso de temperatura en los conductores, debemos llamar a un electricista autorizado para que haga la comprobación pertinente.

Código de colores

- El color azul claro está asignado al neutro (si no hay neutro nunca se utilizará el color azul claro para otro fin).
- Los colores verde o amarillo están asignados a conductores de protección o tierra.
- Las fases podrán ser de color marrón, o si hay más de una fase, negro, y/o gris.

Instalar mal los conductores neutro y de protección, puede llegar a ser el motivo de cierre de una instalación.

Nivel de protección de una envolvente (Grado de Protección IP e IK)

Una envolvente eléctrica es un concepto que define a los elementos que encierran en su interior conexiones eléctricas o material eléctrico a proteger. Algunos ejemplos de envolventes son las cajas de derivación, las carcasas y cajas de conexiones de los motores, los tubos para canalizaciones, los interruptores y las tomas de corriente (enchufes).

El grado de protección, se indica con las siglas IP, y significa qué tipo de medidas han de tomarse en la fabricación para que la envolvente proteja a la parte eléctrica interior del acceso de materiales sólidos (como partículas), del agua o los choques. Las letras IP van seguidas siempre de varias cifras, cada una de las cuales, de acuerdo con el código que se indica a continuación, da a conocer el grado de protección con el que se ha fabricado, respecto al posible acceso de materiales sólidos y de agua.

1ª Cifra	Significado	2ª Cifra	Significado
0	No protegido	0	No protegido
1	Partículas iguales o mayores de 50 mm. ϕ	1	Caída vertical del agua
2	Partículas iguales o mayores de 12,5 mm. ϕ	2	Caída inclinación 15º
3	Partículas iguales o mayores de 2,5 mm. ϕ	3	Agua en forma de lluvia
4	Partículas iguales o mayores de 1 mm. ϕ	4	Proyección de agua
5	Contra polvo	5	Chorros de agua
6	Totalmente contra polvo	6	Chorros fuertes de agua
		7	Inmersión temporal
		8	Inmersión permanente

Ejemplo:
- Una carcasa estanca IP 55, protege contra polvo y contra chorro de agua.
- Una bomba sumergible IP 68, protege totalmente contra polvo e inmersión permanente.
- Una toma de corriente IP 66, protege totalmente contra polvo y contra chorros fuertes de agua.

En piscinas, salas de máquinas y almacén de productos químicos, el grado de protección mínimo es el IPx4 (no se ha tenido en cuenta la primera cifra).

El grado de protección viene marcado en las envolventes.

Interruptor de corte omnipolar

Recordemos que las tensiones con las que vamos a trabajar en piscinas son tres:

➜ 400 voltios trifásico.

- 400 voltios trifásico con neutro, con 230 voltios entre fase y neutro.
- 230 voltios monofásico entre fase y neutro.

Por lo tanto la alimentación eléctrica puede tener 2, 3 ó 4 conductores (cables), según llegue fase y neutro, tres fases o tres fases con neutro. (Sin incluir el conductor de protección).

Omnipolar: Corte de todos los polos, incluido el neutro, si lo tiene.

Línea o conexión equipotencial (ITC BT 031)

Sistema de protección que consiste en unir entre sí, todas las masas que se deban proteger en una instalación, a los elementos conductores simultáneamente accesibles, para evitar que puedan aparecer en un momento dado diferencias de potencial peligrosas. Esta medida puede comprender también la unión de las conexiones equipotenciales a tierra.

Las escaleras metálicas, las duchas, farolas y el armazón metálico de la piscina, tienen que tener sus líneas equipotenciales.

Reglamentación eléctrica de locales húmedos, mojados y con riesgo de corrosión (ITC BT - 31 ITC BT - 30)

Dadas las características de los locales donde se ubican la Sala de Máquinas, canalizaciones de agua, productos químicos y electricidad, hay que conocer la reglamentación eléctrica correspondiente a instalaciones para piscinas, locales húmedos y locales mojados.

➜ Locales mojados

Se consideran locales o emplazamientos mojados, aquellos cuyos suelos, techos y paredes pueden estar impregnados de humedad y donde se vea aparecer, aunque sea temporalmente, lodo o gotas de agua producidas por la condensación, o cubiertas de vaho durante largos periodos.
En estos locales, además de cumplirse lo estipulado en el Reglamento de Baja Tensión, Instrucción BT 030 punto 1 para locales húmedos, se cumplirán también las condiciones siguientes:

- Las canalizaciones serán estancas, utilizándose para terminales, empalmes y conexiones, sistemas con grado de protección para situaciones de "proyección de agua".
- Los tubos para alojamiento de los conductores serán estancos, preferentemente aislantes y si son metálicos, protegidos contra corrosión.
- Los aparatos de mando, protección y las tomas de corriente, siempre que sea posible, deben colocarse fuera de estos locales.
- Si lo anterior no es posible, los aparatos tendrán protección contra "proyección de agua", o se instalarán en cajas que les proporcionen una protección equivalente.
- Siempre se deberá instalar un dispositivo de protección en el origen de cada circuito que se derive de otro que penetró en el local mojado.

➜ Luminarias sumergidas para piscinas

Las condiciones adecuadas se contemplan en el Reglamento de Baja Tensión, Instrucción BT 031 y establecen:

- Las luminarias estarán especialmente concebidas para su colocación en huecos practicados en los muros de la piscina y estarán provistas de manguitos o dispositivos equivalentes que hagan estancas las entradas a las mismas, de los tubos que contengan los conductores de alimentación.
- Tendrán un sistema de bloqueo que impida sacar nada de su interior sin el empleo de un útil especial.

➜ Locales con riesgo de corrosión

Los locales con riesgo de corrosión son aquellos en los que existen gases o vapores, que pueden atacar a los materiales eléctricos.

En estos locales se cumplirán las prescripciones señaladas para las instalaciones de Locales Mojados, debiendo protegerse además, la parte exterior de los aparatos y canalizaciones con un revestimiento inalterable de la acción de dichos gases y vapores.

➜ Instalaciones eléctricas en piscinas

- **Instrucción BT-04 Punto 3:** Todas las piscinas con potencia superior a 5 kilovatios necesitan proyecto.
- **Instrucción BT-05 punto 2-3-4:** Todas las piscinas con potencia superior a 10 kilovatios necesitan verificación previa a la puesta en servicio, por organismo de control e inspección inicial.
- **Instrucción BT-05 punto 4.2:** Todas las piscinas con potencia superior a 10 kilovatios necesitan una inspección cada cinco años.

Nota: Una piscina de 25 x 12 x 1,51 m suele tener una potencia instalada de 15 kilovatios.

- **RTB Artículo 18 punto 2:** Las instalaciones eléctricas serán realizadas únicamente por instaladores autorizados.
- **RBT Artículo 20:** El mantenimiento de las instalaciones eléctricas se realizará por instaladores autorizados.
- **BOCM 27/05/1998 Nº 124 Decreto 80/1998 Artículo 17:** Las instalaciones técnicas de las piscinas, eléctricas, calefacción, climatización y agua caliente sanitaria cumplirán los reglamentos vigentes.
- **BOCM 25/05/1998 Nº 124 Decreto 80/1998 Artículo 3:** Los titulares de la propiedad responderán del cumplimiento de este decreto y demás normativa sanitaria vigente.

FICHAS DE TRABAJO

FICHA TÉCNICA VASO (EJEMPLO)

Vaso	· Uso colectivo · Normativa Comunidad de Madrid · De recreo
Dimensiones	25 x 12 x 1,51
Superficie laminar	25 x 12 = 300 m^2
Volumen	Incluido vaso de compensación: 475 m^3
Máximo aforo	150 personas
Revestimiento	· Vítreo mosaicos de 25 x 25. · Blanco 21291 · Azul celeste 21292 · Azul celeste claro 21293
Señalización de profundidad	H. 1,40 m en interior y exterior del vaso y andén.
Andén	Anchura 2 metros
Rebosadero perimetral	· Longitud 50 metros · Rejilla longitudinal placa 245 x 24 ref. (xxxxx) · Rejilla longitudinal curva placa 245 x 24 radios exterior 2 m ref. (xxxxx) · Rejilla longitudinal terminal 245 x 24 ref. (xxxxx) · Perfil soporte de rejilla ref. (xxxxx) · Colectores interiores: Tubería D110 · Cestillos colectores ref. (xxxxx)
Escaleras	· 2 escaleras A/I modelo estándar de 3 peldaños ref. (xxxxx) · 2 escaleras A/I modelo estándar de 4 peldaños ref. (xxxxx) · 2 escaleras A/I modelo estándar de 5 peldaños ref. (xxxxx) · Peldaños modelo (xxxxx) ref. (xxxxx) · Anclaje con toma de tierra ref. (xxxxx) · Tapeta anclaje ref. (xxxxx) · Tapeta peldaño: ref. (xxxxx) ref. (xxxxx) ref. (xxxxx)

Boquillas de impulsión	20 boquillas de fondo oscilantes ref. (xxxxx). Caudal 14 m^3/h
Sumideros	· 2 cuadrado poliéster + FV 512 x 512 D160 Caudal 95 m^3/h, ref. (xxxxx) · Rejilla acero inoxidable ref. (xxxxx) · Tornillos ref. (xxxxx) · Válvula hidrostática RM $1^1/_2$" ref. (xxxxx)
Duchas	· 4 duchas con 1 rociador + 1 válvula ref. (xxxxx) · 2 duchas solares 2 válvulas ref. (xxxxx) · Válvula ducha normal completa ref. (xxxxx) · Válvula ducha solar completa ref. (xxxxx)
Pediluvios y platos ducha	· 4 platos de ducha 1 m x 1 m · 2 pediluvios 2 x 2 x 0,2 m
Papeleras y ceniceros	· 30 papeleras · 30 ceniceros
Carteles de señalización	· 1 en entrada piscina según normas generales · 1 en aseos hombres según normas generales · 1 en aseos mujeres según normas generales · 1 en entrada zona de playa según normas generales · 6 en duchas según normas generales · 6 en zona de playa según normas particulares · 1 en acceso sala de maquinas
Salvavidas	6 modelo (xxxxx) con cordón de 9,5 metros
Perchas salvavidas	· 1 percha ref. (xxxxx) · Mango telescópico: 1 ref. (xxxxx)
Recogehojas	· 1 varilla telescópica reforzada a palomillas L = 13 metros ref. (xxxxx) · 1 bolsa modelo fondo a palomillas ref. (xxxxx)
Cepillo pared	· 1 varilla telescópica reforzada a palomillas L = 13 metros ref. (xxxxx) · 1 cepillo curvo L = 450 mm a palomillas ref. (xxxxx)
Flotadores de invierno	20 flotadores negros ref. (xxxxx)
Limpiafondos	· Automático modelo (xxxxx) filtración 38 m^3/h. Ciclo en piscina: 14 horas · Bolsas de filtración: ref. (xxxxx)

Observaciones	• Tiempo de relleno 5 cm: 3 horas • Pérdidas medias al día: 10 cm • Vaciado en lavado de arenas y enjuague: 10 cm • Inicio y final de riego jardín: 8,00 AM 9,50 AM (Rellenar piscina antes o después del riego). • Limpieza del vaso, una vez vacía: 8 h. x 3 personas = 24 h. • Bidones de limpiador de 25 litros: 4 bidones • Tiempo de llenado completo: 90 h. • Tiempo medio de mantenimiento diario: 2,5 h. • Horario de apertura / cierre: 11,00 AM a 21,00 PM

Notas:

- Cuando llueve, debido a la pendiente, se encharca el paseo perimetral de la zona menos profunda.
- El rebosadero perimetral de la zona que da a los árboles, se llena de agujas de pino. Limpiar cada dos días.
- El relleno de las pérdidas diarias es de 6 horas, y del lavado, de otras 6 horas. (Realizar los lavados a última hora y comprobar el llenado automático).
- Recordar el vaciado de los depósitos de las duchas solares para el invierno.
- Como el año pasado nos robaron 3 salvavidas, hay que guardarlos todos los días en la sala de máquinas.

FICHA TÉCNICA VASO

Vaso	• • •
Dimensiones	
Superficie Laminar	
Volumen	
Máximo aforo	
Revestimiento	• • •
Señalización de profundidad	
Andén	
Rebosadero perimetral	• • • • • •
Escaleras	• • • • • • • •
Boquillas de impulsión	
Sumideros	• • •

Duchas	· · ·
Pediluvios y platos ducha	· ·
Papeleras y ceniceros	· ·
Carteles de señalización	· · · ·
Salvavidas	
Perchas salvavidas	· ·
Recogehojas	
Cepillo pared	· · ·
Flotadores de invierno	
Limpiafondos	· ·
Observaciones	

Notas:

·
·
·
·

Ejemplo 1

FICHA TÉCNICA SALA DE MÁQUINAS ELECTROLISIS SALINA

Piscina de recreo al aire libre, bajo normativa de la Comunidad de Madrid

	Medidas	20 x 8 x 1,51 = 241,6 m^3
	Cámara	5 x 3 x 2 = 30 m^3
	Volumen efectivo cámara	5 x 3 x 1,5 = 22,5 m^3
01	**Cámara de compensación**	30 m^3, 22,5 m^3 Impermeabilizada con pintura cloro caucho blanco. 2003
02	**Sumidero desagüe de la cámara de compensación**	Salida 2" ref. (xxxxx)
03	**Tubería de Seguridad de cámara de compensación**	D110 PN10
04	**Bomba y bomba de repuesto**	· Ref. 2002/(xxxxx):5,5 CV 230/400v 67 m^3/h a 12 mca. Conexiones D90 · 04/2004 Bomba quemada, bobinador: (xxxxx), Devanado, rodamientos y retenes · (Bomba de repuesto) mismas características
05	**Equipo de análisis de cloro libre, PH y conductividad**	· Ref. 2002/ (xxxxx) · Electrodos de cloro ref.2002/ (xxxxx) · Electrodos de pH ref. 2002/ (xxxxx) · Electrodos de conductividad ref. 2002/ (xxxxx)
06	**Bomba dosificadora de floculante**	Libre de impulsos, para funcionamiento de 30 a 90 m^3/h Ref. 2002/ (xxxxx)
07	**Depósito de floculante**	Capacidad 140 litros. Ref. (xxxxx)
08	**Filtro**	· Ref. 2002/ (xxxxx) · D1600 · Vf= 20 $m^3/h/m^2$ (con el contador y el filtro da 29) · Salida D90 · Q= 40 m^3/h

08	**Filtro**	· Sf = 2,01 m^2 · Arena de sílex 0,4-0,8 mm 2.450 kg · Grava 1-2 mm 750 kg · Brazo colector a crepinas. · Boca de hombre lateral D400 · Vaciado de filtro 3/4" · Último cambio de arenas: 2002
09	**Panel de manómetros**	Ref. 2002/ (xxxxx)
10	**Tubería general de desagüe**	D140 PN10
11	**Desagües a sala de máquinas**	D63 PN05
12	**Contador de impulsión**	· Turbina tipo WOLTMAN D90 3" Ref. 2002/ (xxxxx) · 07/2004 Sustitución de turbina ref. 2004/ (xxxxx)
13	**Equipo de electrolisis salina**	· Producción de cloro unidad de 35 g/h · Fusibles 3 A cristal corto. · Ref. 2002/ (xxxxx)
14	**Células de electrolisis**	· D63 ref. 2002/ (xxxxx) · Ánodo ref. 2002/ (xxxxx) · Cátodo ref. 2002/ (xxxxx) · 05/2004 Sustitución de células completas ref. 2004/ (xxxxx)
15	**Bomba dosificadora de ácido**	Ref. 2002/ (xxxxx) 5 l/h presión 10 kg/cm^2
16	**Depósito de ácido**	Capacidad 75 litros. Ref. 2002/ (xxxxx)
17	**Interruptor de caudal**	Ref. 2002/ (xxxxx)
18	**Contador de llenado**	Conexiones $1\frac{1}{2}$". Ref. 2002/ (xxxxx)
V01	**Válvula de mariposa del rebosadero perimetral**	· D125 DN 5" PN10 EPDM A/I ref. 2002/ (xxxxx) · Brida fija D110 ref. 2002/ (xxxxx) · Acoplado cestillo para hojas, para comprobación de pérdidas por rebosadero.

V02	**Válvula de pie a muelle**	· D110 PN10 Viton ref. 2002/ (xxxxx) · 04/2004 sustituido cuerpo central
V03	**Válvula de bola**	· Vaciado cámara de compensación. · D63 PN16 EPDM Ref. 2002/ (xxxxx)
V04	**Válvula de mariposa**	· D110 PN10 EPDM A/I REF. 2002/ (xxxxx) · Brida fija D110 ref. 2002/ (xxxxx) · 01/2004 Sustitución junta de válvula ref. 2004/ (xxxxx)
V05	**Válvula de mariposa del limpiafondos**	· D90 Viton A/Z ref. 2002/ (xxxxx) · Brida móvil D90 ref. 2002/ (xxxxx)
V06	**Válvula de mariposa del sumidero**	· Aspiración por bomba, D110 EPDM A/I ref. 2002/ (xxxxx) · Brida móvil D110 ref. 2002/ (xxxxx)
V07	**Válvula de mariposa del desagüe**	· Por gravedad a piscina, D160 EPDM A/Z ref. 2002/ (xxxxx) · Brida fija D160 ref. 2002/ (xxxxx)
V08	**Válvula de mariposa**	· D110 PN10 EPDM A/I ref. 2002/ (xxxxx) · Brida móvil D110 ref. 2002/ (xxxxx)
V09	**Válvula de mariposa**	· D110 PN10 EPDM A/I ref.2002/ (xxxxx) · Brida móvil D110 ref. 2002/ (xxxxx) · 05/2004 sustitución de válvula, ref. 2004/ (xxxxx)
V10	**Válvula de mariposa**	· D110 PN10 EPDM A/I ref. 2002/ (xxxxx) · Brida móvil D110 ref. 2002/ (xxxxx)
V11	**Válvula de mariposa**	· D110 PN10 EPDM A/I ref. 2002/ (xxxxx) · Brida móvil D110 ref. 2002/ (xxxxx) · 05/2004 sustitución de válvula, ref. 2004/ (xxxxx)
V12	**Válvula de bola**	· D20 PN10 PE-EPDM ref. 2002/ (xxxxx)
V13	**Válvula de bola**	· H1½”-H1½” PN10 TEFLON-EPDM ref. 2002/ (xxxxx)
V14	**Válvula de mariposa**	· D110 PN10 EPDM A/I ref. 2002/ (xxxxx) · Brida móvil D110 ref. 2002/ (xxxxx)
V15	**Válvula de mariposa**	· D110 PN10 EPDM A/I ref. 2002/ (xxxxx) · Brida móvil D110 ref. 2002/ (xxxxx)

V16	**Válvula de mariposa**	· D90 PN10 EPDM A/I ref. 2002/ (xxxxx) · Brida fija D90 ref. 2002/ (xxxxx)
D1	**Collarín de toma**	· Reforzado para toma de manómetros, D90-H3/4”
V17	**Válvula de mariposa**	· D90 PN10 EPDM A/I ref. 2002/ (xxxxx) · Brida fija D90 ref. 2002/ (xxxxx)
V18	**Válvula de bola**	· Purga de aire, D32 PN10 PE-EPDM ref.2002/ (xxxxx)
V19	**Válvula de bola**	· Vaciado de filtro, D25 H3/4”, PN10 PE-EPDM ref. 2002/ (xxxxx)
V20	**Válvula de bola**	· Vaciado de filtro, D25 H3/4”, PN10 PE-EPDM ref. 2002/ (xxxxx)
V21	**Válvula de bola**	· Purga de aire, D32 PN10 PE-EPDM ref.2002/ (xxxxx)
V22	**Válvula de mariposa**	· D90 PN10 EPDM A/I ref. 2002/ (xxxxx) · Brida fija D90 ref. 2002/ (xxxxx)
V23	**Válvula de mariposa**	· D90 PN10 EPDM A/I ref. 2002/ (xxxxx) · Brida fija D90 ref. 2002/ (xxxxx)
V24	**Válvula de mariposa**	· D110 PN10 EPDM A/I ref. 2002/ (xxxxx) · Brida móvil D110 ref. 2002/ (xxxxx)
V25	**Válvula de mariposa**	· D90 PN10 EPDM A/I ref. 2002/ (xxxxx) · Brida fija D90 ref. 2002/ (xxxxx)
V26	**Válvula de mariposa**	· D90 PN10 EPDM A/I ref. 2002/ (xxxxx) · Brida fija D90 ref. 2002/ (xxxxx)
V27	**Válvula de bola**	· Células, D63 PN16 EPDM ref. 2002/ (xxxxx)
V28	**Válvula de bola**	· Células, D63 PN16 EPDM ref. 2002/ (xxxxx)
V29	**Válvula de bola**	· Células, D63 PN16 EPDM ref. 2002/ (xxxxx)
V30	**Válvula de bola**	· Células, D63 PN16 EPDM ref. 2002/ (xxxxx)
V31	**Válvula de mariposa**	· D90 PN10 EPDM A/I ref. 2002/ (xxxxx) · Brida fija D90 ref. 2002/ (xxxxx)
D2	**Caudalímetro**	· D90, 80 m^3/h

V32	**Válvula de mariposa**	· D90 PN10 EPDM A/I ref. 2002/ (xxxxx) · Brida fija D90 ref. 2002/ (xxxxx)
V33	**Válvula de bola**	· H1½"-H1½" PN16 TEFLON-EPDM Ref. 2002/ (xxxxx) · Dosificador a 10 kg/cm²
V34	**Válvula antirretorno de bola**	· EPDM D90 ref. 2002/ (xxxxx)
V35	**Válvula de mariposa**	· EPDM D90 ref. 2002/ (xxxxx)D90 PN10 EPDM A/I ref. 2002/ (xxxxx) · Brida fija D90 ref. 2002/ (xxxxx)
V36	**Válvula de esfera**	· H1½"- H 1½" ref. 2002/ (xxxxx)
V37	**Válvula antirretorno**	· YORK H1½"- H1½" ref. 2002/ (xxxxx)

Ejemplo 2

FICHA TÉCNICA SALA DE MÁQUINAS (Cloro)

Piscina de recreo al aire libre, bajo normativa de la Comunidad de Madrid

Medidas		20 x 8 x 1,51 = 241,6 m³
Cámara		5 x 3 x 2 = 30 m³
Volumen efectivo cámara		5 x 3 x 1,5 = 22,5 m³
01	**Cámara de compensación**	30 m³, 22,5 m³ Impermeabilizada con pintura cloro caucho blanco. 2003
02	**Sumidero desagüe de la cámara de compensación**	Salida 2" ref. (xxxxx)
03	**Tubería de Seguridad de cámara de compensación**	D110 PN10

04	**Bomba y bomba de repuesto**	· Ref. 2002/(xxxxx):5,5 CV 230/400v 67 m^3/h a 12 mca. Conexiones D90. · 04/2004 Bomba quemada, bobinador: (xxxxx), Devanado, rodamientos y retenes · (Bomba de repuesto) mismas características
05	**Equipo de análisis de cloro libre, PH y conductividad**	· Ref. 2002/ (xxxxx) · Electrodos de cloro ref. 2002/ (xxxxx) · Electrodos de pH ref. 2002/ (xxxxx) · Electrodos de conductividad ref. 2002/ (xxxxx)
06	**Bomba dosificadora de floculante**	· Libre de impulsos, para funcionamiento de 30 a 90 m^3/h ref. 2002/ (xxxxx)
07	**Depósito de floculante**	Capacidad 140 litros. Ref. (xxxxx)
08	**Filtro**	· Ref. 2002/ (xxxxx) · D1600 · Vf = 20 $m^3/h/m^2$ · Salida D90 · Q = 40 m^3/h · Sf = 2,01 m^2 · Arena de sílex 0,4-0,8 mm 2450 kg · Grava 1-2 mm 750 kg · Brazo colector a crepinas · Boca de hombre lateral D400 · Vaciado de filtro 3/4” · Último cambio de arenas: 2002
09	**Panel de manómetros**	Ref. 2002/ (xxxxx)
10	**Tubería general de desagüe**	D140 PN10
11	**Desagües a sala de máquinas**	D63 PN05
12	**Contador de impulsión**	· Turbina tipo WOLTMAN D90 3” Ref. 2002/ (xxxxx) · 07/2004 Sustitución de turbina ref. 2004/ (xxxxx)
15	**Bomba dosificadora de ácido**	Ref. 2002/ (xxxxx) 5 l/h presión 10 kg/cm^2
16	**Depósito de ácido**	Capacidad 75 litros. Ref. 2002/ (xxxxx)

17	**Interruptor de caudal**	Ref. 2002/ (xxxxx)
18	**Contador de llenado**	Conexiones 1½". Ref. 2002/ (xxxxx)
20	**Bomba dosificadora proporcional de cloro**	Ref. 2002/ (xxxxx), 20 l/h, presión 5 kg/cm^2
21	**Depósito para hipoclorito**	Capacidad 1000 litros, Ref. 2002/ (xxxxx).
V01	**Válvula de mariposa del rebosadero perimetral**	· D125 DN 5" PN10 EPDM A/I ref. 2002/ (xxxxx) · Brida fija D110 ref. 2002/ (xxxxx) · Acoplado cestillo para hojas, para comprobación de pérdidas por rebosadero
V02	**Válvula de pié a muelle**	· D110 PN10 Viton ref. 2002/ (xxxxx) · 04/2004 sustituido cuerpo central
V03	**Válvula de bola**	· Vaciado cámara de compensación. · D63 PN16 EPDM Ref. 2002/ (xxxxx)
V04	**Válvula de mariposa**	· D110 PN10 EPDM A/I REF. 2002/ (xxxxx) · Brida fija D110 ref. 2002/ (xxxxx) · 01/2004 Sustitución junta de válvula ref. 2004/ (xxxxx)
V05	**Válvula de mariposa del limpiafondos**	· D90 Viton A/Z ref. 2002/ (xxxxx) · Brida móvil D90 ref. 2002/ (xxxxx)
V06	**Válvula de mariposa del sumidero**	· Aspiración por bomba, D110 EPDM A/I ref. 2002/ (xxxxx) · Brida móvil D110 ref. 2002/ (xxxxx)
V07	**Válvula de mariposa del desagüe**	· Por gravedad a piscina, D160 EPDM A/Z ref. 2002/ (xxxxx) · Brida fija D160 ref. 2002/ (xxxxx)
V08	**Válvula de mariposa**	· D110 PN10 EPDM A/I ref. 2002/ (xxxxx) · Brida móvil D110 ref. 2002/ (xxxxx)
V09	**Válvula de mariposa**	· D110 PN10 EPDM A/I ref.2002/ (xxxxx) · Brida móvil D110 ref. 2002/ (xxxxx) · 05/2004 sustitución de válvula, ref. 2004/ (xxxxx)
V10	**Válvula de mariposa**	· D110 PN10 EPDM A/I ref. 2002/ (xxxxx) · Brida móvil D110 ref. 2002/ (xxxxx)

V11	**Válvula de mariposa**	· D110 PN10 EPDM A/I ref. 2002/ (xxxxx) · Brida móvil D110 ref. 2002/ (xxxxx) · 05/2004 sustitución de válvula, ref. 2004/ (xxxxx)
V12	**Válvula de bola**	D20 PN10 PE-EPDM ref. 2002/ (xxxxx)
V13	**Válvula de bola**	H1½"-H1½" PN10 TEFLON-EPDM ref. 2002/ (xxxxx)
V14	**Válvula de mariposa**	· D110 PN10 EPDM A/I ref. 2002/ (xxxxx) · Brida móvil D110 ref. 2002/ (xxxxx)
V15	**Válvula de mariposa**	· D110 PN10 EPDM A/I ref. 2002/ (xxxxx) · Brida móvil D110 ref. 2002/ (xxxxx)
V16	**Válvula de mariposa**	· D90 PN10 EPDM A/I ref. 2002/ (xxxxx) · Brida fija D90 ref. 2002/ (xxxxx)
D1	**Collarín de toma**	Reforzado para toma de manómetros, D90-H3/4"
V17	**Válvula de mariposa**	· D90 PN10 EPDM A/I ref. 2002/ (xxxxx) · Brida fija D90 ref. 2002/ (xxxxx)
V18	**Válvula de bola**	Purga de aire, D32 PN10 PE-EPDM ref.2002/ (xxxxx)
V19	**Válvula de bola**	Vaciado de filtro, D25 H3/4", PN10 PE-EPDM ref. 2002/ (xxxxx)
V20	**Válvula de bola**	Vaciado de filtro, D25 H3/4", PN10 PE-EPDM ref. 2002/ (xxxxx)
V21	**Válvula de bola**	Purga de aire, D32 PN10 PE-EPDM ref.2002/ (xxxxx)
V22	**Válvula de mariposa**	· D90 PN10 EPDM A/I ref. 2002/ (xxxxx) · Brida fija D90 ref. 2002/ (xxxxx)
V23	**Válvula de mariposa**	· D90 PN10 EPDM A/I ref. 2002/ (xxxxx) · Brida fija D90 ref. 2002/ (xxxxx)
V24	**Válvula de mariposa**	· D110 PN10 EPDM A/I ref. 2002/ (xxxxx) · Brida móvil D110 ref. 2002/ (xxxxx)
V25	**Válvula de mariposa**	· D90 PN10 EPDM A/I ref. 2002/ (xxxxx) · Brida fija D90 ref. 2002/ (xxxxx)
V26	**Válvula de mariposa**	· D90 PN10 EPDM A/I ref. 2002/ (xxxxx) · Brida fija D90 ref. 2002/ (xxxxx)

V27	**Válvula de bola**	H ½" – H ½" PN = Teflón – EPDM ref. 2002/ (xxxxx)
V33	**Válvula de bola**	· H½"– H½" PN16 TEFLON-EPDM Ref. 2002/ (xxxxx) · Dosificador a 10 Kg/cm²
V34	**Válvula antirretorno de bola**	EPDM D90 ref. 2002/ (xxxxx)
V35	**Válvula de mariposa**	· D90 PN10 EPDM A/I ref. 2002/ (xxxxx) · Brida fija D90 ref. 2002/ (xxxxx)
V36	**Válvula de esfera**	H1½"- H 1½" ref. 2002/ (xxxxx)
V37	**Válvula antirretorno**	YORK H1½"- H1½" ref. 2002/ (xxxxx)

FICHA TÉCNICA SALA DE MÁQUINAS

Piscina de recreo al aire libre, bajo normativa de la Comunidad de Madrid

Medidas		
Cámara		
Volumen efectivo cámara		
01	**Cámara de compensación**	
02	**Sumidero desagüe de la cámara de compensación**	
03	**Tubería de Seguridad de cámara de compensación**	
04	**Bomba y bomba de repuesto**	· · ·

05	Equipo de análisis de cloro libre, PH y conductividad	· · · ·
06	Bomba dosificadora de floculante	· ·
07	Depósito de floculante	
08	Filtro	· · · · · · · · · · ·
09	Panel de manómetros	
10	Tubería general de desagüe	
11	Desagües a sala de máquinas	
12	Contador de impulsión	· ·
13	Equipo de electrolisis salina	
14	Células de electrolisis	
15	Bomba dosificadora de ácido	
16	Depósito de ácido	

17	Interruptor de caudal	
18	Contador de llenado	
20	Bomba dosificadora proporcional de cloro	
21	Depósito para hipoclorito	
V01	Válvula de mariposa del rebosadero perimetral	· · ·
V02	Válvula de pie a muelle	· ·
V03	Válvula de bola	· ·
V04	Válvula de mariposa	· · ·
V05	Válvula de mariposa del limpiafondos	· ·
V06	Válvula de mariposa del sumidero	· ·
V07	Válvula de mariposa del desagüe	· ·
V08	Válvula de mariposa	· ·
V09	Válvula de mariposa	· · ·

V10	**Válvula de mariposa**	· ·
V11	**Válvula de mariposa**	· · ·
V12	**Válvula de bola**	
V13	**Válvula de bola**	
V14	**Válvula de mariposa**	· ·
V15	**Válvula de mariposa**	· ·
V16	**Válvula de mariposa**	· ·
D1	**Collarín de toma**	
V17	**Válvula de mariposa**	· ·
V18	**Válvula de bola**	
V19	**Válvula de bola**	
V20	**Válvula de bola**	
V21	**Válvula de bola**	
V22	**Válvula de mariposa**	· ·
V23	**Válvula de mariposa**	· ·
V24	**Válvula de mariposa**	· ·
V25	**Válvula de mariposa**	· ·

V26	Válvula de mariposa	• •
V27	Válvula de bola	
V28	Válvula de bola	
V29	Válvula de bola	
V30	Válvula de bola	
V31	Válvula de mariposa	
D-2	Cuadalimetro	
V32	Válvula de mariposa	
V33	Válvula de bola	• •
V34	Válvula antirretorno de bola	
V35	Válvula de mariposa	• •
V36	Válvula de esfera	
V37	Válvula antirretorno	

FICHA GENERAL DE MANTENIMIENTO DE LA INSTALACIÓN

A continuación se indicarán las pautas generales a seguir y las operaciones que se deben realizar para llevar a cabo un adecuado mantenimiento de una instalación acuática.

MANTENIMIENTO ANTES DE LA PUESTA EN MARCHA DE LA PISCINA	
Revisión general de la instalación	• Detectar posibles riesgos para las personas. • Abrir ficha técnica de la instalación incluyendo: - Tipo de instalación. - Volumen y lámina de agua de los vasos. - Medida de los paseos perimetrales. - Tipo y estado aparente de los vasos. - Estado de canaletas, andenes, escaleras, duchas, pediluvios, papeleras, ceniceros, etc. - Sala de máquinas: tipos de filtro, datos de motobombas, válvulas, características de la instalación eléctrica...
Vaciado y limpieza de vasos	• Retirar redes, cubiertas o similares. • Retirar bidones, tablones, etc., colocados para protección contra el hielo. • Revisión de la arqueta del desagüe. • Apertura de la válvula de desagüe. • Mojar las paredes que van quedando descubiertas para evitar que se seque la suciedad. • Limpiar paredes y fondo con productos adecuados al tipo de revestimiento. • Limpiar skimmers, canaletas, cámaras de compensación. • Limpiar zonas de baño, playas, duchas y pediluvios.
Sala de máquinas	• **Limpieza:** - Antes de la revisión y puesta en marcha, realizar una limpieza total y exhaustiva. • **Filtros:** - Si la instalación ha estado parada largo tiempo (normalmente son nueve meses) posiblemente las arenas se hayan apelmazado, necesitando una limpieza con un desincrustante para filtros. - Desinfectar las arenas. - Revisar estado y nivel de las arenas.

Sala de máquinas	• **Equipo motobomba:** - Revisar el prefiltro, comprobando que el cesto retenedor esté en perfectas condiciones, procediendo al cambio si es preciso. - Asegurarse del perfecto cierre de la tapa del prefiltro sin que existan fugas. - Comprobar la conexión de los motores, comprobando también que la corriente y el sentido de giro son los correctos. - Comprobar el estado de los rodamientos y retenes. • **Tuberías y válvulas:** - Revisar tuberías, posibles roturas y fugas. - Comprobar el funcionamiento de las válvulas, poniéndolas a punto si fuera preciso.
Instalación eléctrica	Comprobar el estado del cuadro eléctrico, limpieza, estanqueidad, sensibilidad del diferencial y funcionamiento de todos los dispositivos, sustituyendo los que no funcionen o estén defectuosos.

MANTENIMIENTO ANTES DE LA PUESTA EN MARCHA DE LA PISCINA	
Apertura de la instalación al inicio de temporada	• Llenado del vaso, si es posible, haciendo primero una limpieza de tuberías, desechando el primer agua, para que no enturbie el vaso y el agua de la piscina pueda tener las características exigidas por las normas sanitarias. • Comprobar que no hay fugas de agua en ningún punto de la instalación. • Comprobar que los contadores funcionan correctamente. • Antes del llenado anotar la lectura del contador de agua de la red para conocer la capacidad del vaso. • Llenar los filtros de agua con la purga de aire abierta. • Realizar un lavado de arenas y un enjuague. • Con los filtros limpios anotar la presión de trabajo, para saber cuándo debe procederse al lavado. • Dejar la instalación en condiciones de filtrado.

MANTENIMIENTO DURANTE LA ÉPOCA DE APERTURA AL PÚBLICO	
A diario	· Comprobaciones químicas. · Mantenimiento de los niveles adecuados de agua en las piletas. · Cálculo y anotaciones de los contadores de agua depurada y agua de aportación. · Lectura de manómetros. · Limpieza de fondos y paredes del vaso. · Limpieza de zona de baño, skimmers, canaletas, duchas y pediluvios. · Limpieza de filtros.
Una vez por semana	· Limpieza de la sala de máquinas. · Comprobación del correcto funcionamiento de los elementos mecánicos. · Comprobación del consumo normal de corriente.
Una vez cada dos semanas	· Puesta a punto de la maquinaria. · Repaso de las anotaciones diarias y semanales para sacar conclusiones de reparaciones efectuadas, pendientes, previsiones, etc.

PREPARACIÓN DE LA INSTALACIÓN PARA EL INVERNAJE

Cuando ha terminado la temporada de baño, es conveniente realizar ciertas operaciones que mantendrán las instalaciones en buen estado para la temporada siguiente.

En términos generales, las operaciones a realizar son:

- No dejar los vasos vacíos, situando el nivel del agua de forma que queden libres skimmers y boquillas superiores para evitar roturas por heladas.
- Colocar objetos flotantes repartidos por toda la lámina de agua de forma que no se desplacen hacia un solo punto, para que en caso de heladas, absorban el empuje.
- Lavado y enjuague de filtros, dejando la válvula de vaciado abierta.
- Abrir el filtro para inspeccionar las arenas.
- Repaso general de las juntas, tapas, etc.
- Repaso de tuberías y válvulas.
- Desconectar la toma de corriente de motobombas aislando bien los conductores libres.
- Revisión y puesta a punto de la motobomba en un taller especializado, posteriormente guardarla en un lugar seco.
- Desconectar el sistema eléctrico para dejar el cuadro y la red sin tensión.
- Como última operación, colocar un cobertor sobre la lámina de agua, para evitar caídas o accidentes y facilitar la retención de suciedad: hojas, papel, etc.

CUADRO DE MANTENIMIENTO 1-1: VASO, ACCESORIOS, ANDÉN, PASEO, DUCHAS, PEDILUVIOS, PLATOS DE DUCHAS, ETC.

	Periodicidad	A realizar fechas	Realizado fechas	Personal firma
Vaso:				
Vaso vaciado	Cada año			
Vaso limpieza	Cada año			
Vaso lechada	Cada 4 años			
Limpiafondos	Diario			
Cepillado	Semanal			
Recoje hojas	Diario			
Renovacion de agua	10 - 20% semanal			
Revestimiento:				
Comprobación	Diario			
Reparación	Al vaciar			
Reparación especial	Diario			
Skimmers:				
Comprobación	Diario			
Limpieza cestillo	Continuo			
Limpieza conjunto	Semanal			
Sustitución tapa	Cada dos años			
Sustitución cestillo	Cada dos años			
Sustitución compuerta	Cada dos años			
Sumidero Fondo:				
Comprobación	Al vaciar			
Comprobación	Diario			
Comprobación rejilla	Diario			
Canaleta:				
Comprobación	Diaria			
Quitar materia Gruesa	Diaria			
Limpieza rejilla	Diaria			
Limpieza canal	Quincenal			
Desmontar rejilla	Final temporada			
Montar rejilla	Inicio temporada			
Comprobación pérdidas	Diaria			

	Periodicidad	A realizar fechas	Realizado fechas	Personal firma
Escaleras:				
Comprobación	Diaria			
Cepillar	Semanal			
Desmontar y limpiar	Quincenal			
Cepillar hueco vaso	Quincenal			
Desmontar y guardar	Final temporada			
Montar	Inicio temporada			
Comprobar línea equi	Anual			
Comprobar anclajes	Anual			
Desmontar anclajes	Final temporada			
Andén perimetral:				
Comprobación	Diaria			
Limpieza y desinfección	Diaria			
Zonas encharcadas	Diaria			
Estado pies descalzos	Diaria			
Duchas, platos:				
Comprobación General	Diaria			
Goteos	Diaria			
Sustitución mandos	Anual			
Limpieza difusores	Quincenal			
Vaciado circuito	Final temporada			
Limpieza y desinf platos	Diaria			
Limpieza y desinf Pediluvio	Diaria			
Estado pies Descalzos	Diaria			
Limpieza, desinfección desagues	Semanal			
Boquillas:				
Comprobación general	Diaria			
Orientación salidas	Semanal			
Comprobación obstrucciones	Inicio temporada			

CUADRO DE MANTENIMIENTO 2-1: MATERIAL DE LIMPIEZA, LIMPIAFONDOS, CORCHERAS, MATERIAL DIADACTICO, VALLAS PERIMETRALES

	Periodicidad	A realizar fechas	Realizado fechas	Personal firma
Varillas:				
Comprobación general	Diaria			
Varilla lpf. excéntrica	Diaria			
Varilla cepillo. excéntrica	Diaria			
Varilla recojehojas Excéntrica	Diaria			
Sustitución varilla LPF	Al tercer año			
Sustitución varilla CEP	Al tercer año			
Sustitución varilla REC	Al tercer año			
Limpiafondos:				
Comprobación general	Diaria			
Comprobación tornillería	Diaria			
Comprobación cerdas	Mensual			
Sustitución cerdas	Anual			
Sustitución completa	Al tercer año			
Aclarar con agua	Después de uso			
Manguera limpiafondo:				
Comprobación General	Diaria			
Aclarar con agua	Después de uso			
Sustitución completa	Al tercer año			
Bolsa recoje hojas:				
Comprobación General	Diaria			
Aclarar con agua	Después de uso			
Comprobar tornillería	Diaria			
Sustitución completa	Anual			

	Periodicidad	A realizar fechas	Realizado fechas	Personal firma
Cepillo de pared:				
Comprobación general	Diaria			
Comprobación de cerdas	Mensual			
Aclarar con agua	Después de uso			
Comprobar tornillería	Diaria			
Sustitución completa	Al tercer año			
Corcheras:				
Comprobación general	Semanal			
Comprobación anclajes	Semanal			
Sacar, limpiar, desinfectar	Quincenal			
Material didáctico:				
Comprobación general	Semanal			
Limpiar	Diario			
Guardar, seco y ventilado	Diario			
Vallas perimetrales:				
Comprobación general	Semanal			
Quitar oxidaciones	Inicio temporada			
Pintar	Inicio temporada			
Comprobación línea equip.	Anual			
Limfiafondos auto:				
Comprobación general	Diaria			
Limpieza de filtro	Después de uso			
Revisión taller	Al inicio del 3º año			

3

Mantenimiento físico II:

PISCINAS CLIMATIZADAS

El presente capítulo muestra los temas específicos y las diferentes situaciones técnicas que se pueden presentar en piscinas climatizadas, sin que por ello olvidemos que en este tipo de instalación se realizan también las labores habituales de cuidado y mantenimiento de las que hablaremos a lo largo de toda la publicación: mantenimiento físico, químico, sanitario, circulación del agua, filtración y electricidad, ya que tanto las piscinas al aire libre como las climatizadas están sujetas a la misma normativa.

El calor y la ventilación son ahora nuestro objeto de estudio, ya que las piscinas cubiertas tienen que generar calor para mantener una temperatura agradable, cosa que no es necesaria en las piscinas al aire libre, donde tenemos temperatura ambiente. Otra de las peculiaridades que veremos con más detalle es la obligación que tienen las piscinas cubiertas de disponer de agua caliente sanitaria.

Por último debemos señalar que al tratarse de recintos cerrados, hay que abordar los problemas derivados de la ventilación y la distribución del aire, así como los tratamientos adecuados para

mantener el nivel de humedad y la temperatura ambiente dentro de la instalación.

1. CONCEPTOS BÁSICOS

Comenzaremos exponiendo los conceptos básicos relacionados con el mantenimiento físico de este tipo de instalaciones.

1.1. calor

Es el nombre de una de las formas que puede adoptar la energía. Hasta el siglo XIX se consideraba que el calor era un material sin peso. De acuerdo con la concepción actual, el calor es la energía cinética (movimiento) de las partículas atómicas.

El calor es una forma de energía almacenada en los cuerpos, que es función del estado de vibración de sus moléculas y del tipo de estructura que lo forma.

Tipos de calor

- **Calor específico**
  Es la energía térmica necesaria para efectuar el cambio de fase de una sustancia, a temperatura constante. Cantidad de calor que hay que suministrar a la unidad de masa de la sustancia para elevar su temperatura en un grado.

- **Calor sensible**
  Es la energía térmica necesaria para efectuar el cambio de estado de una sustancia, a temperatura constante. Cantidad de calor que absorbe el agua para empezar a hervir.

➜ **Calor latente**

Es la energía térmica necesaria para mantener el calor en un estado determinado, de una sustancia. Cantidad de calor necesaria para que el agua permanezca hirviendo.

El calor se genera o se trasmite, siendo los generadores más usuales en la actualidad las calderas, las bombas de calor y la energía solar. En una piscina climatizada el calor se utiliza para:

- Calentar el agua del vaso.
- Calentar el ambiente.
- Obtener el agua caliente sanitaria.

Formas de transmisión de calor

➜ **Conducción** (sólidos):

Es la transmisión de calor por un cuerpo sin desplazamiento de sus moléculas.

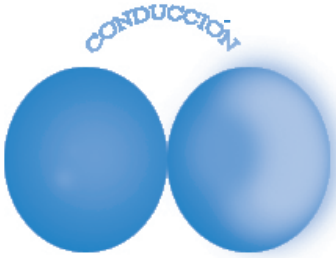
En un sólido cada átomo dispone de una posición determinada y cada uno de ellos vibra con una intensidad reflejo de la energía calorífica de que dispone.

Si un átomo vibra más intensamente que su átomo vecino como consecuencia de los impactos moleculares, cederá parte de ese movimiento al adyacente, intentando de esta forma que ambos se muevan al unísono.

Esta transferencia de movimiento lleva implícito una transferencia de calor sin que en ningún momento haya habido transferencia de masa.

Un paso típico es el calentamiento de una varilla metálica por uno de sus extremos.

La energía calorífica va transmitiéndose por contacto de molécula a molécula desde el extremo caliente al frío.



➜ **Convección** (líquidos y gases):

Es la transmisión de calor por un cuerpo con desplazamiento de las moléculas.

En este caso el calor fluye del emisor calentando el aire ambiente y, a medida que prosigue este calentamiento, disminuye el peso específico del mismo, haciéndose más ligero y ascendiendo. El natural empuje ascendente del aire origina un movimiento lento del mismo, calentando el local de manera uniforme.

Este tipo de transmisión de calor se produce como consecuencia del movimiento de masa que experimentan los fluidos. Este movimiento puede ser realizado mediante métodos mecánicos externos (bombas, ventiladores, etc.) o bien como resultado de la diferencia de densidades que se produce en el fluido como consecuencia del aporte calorífico al cual está sometido.

En este caso se habla de convección forzada. Cuando no existe una ayuda para aumentar el movimiento del fluido, se hablara de convección libre.

Este tipo de transmisión de calor requiere siempre la existencia de masa. En el vacío no existe transmisión de calor por convección.

➜ Radiación

Entendemos por radiación térmica aquella radiación electromagnética que se produce en la superficie de los cuerpos como consecuencia de la excitación térmica a la que son sometidos.

Esta radiación es emitida en todas direcciones a la velocidad de la luz sin que exista necesidad de medio alguno de transporte. La radiación se produce incluso a través del vacío.

La intensidad a la que se produce esta transferencia de calor depende fundamentalmente de la temperatura a la que se halle el cuerpo emisor y la naturaleza de las caras del cuerpo.

Cuando esta radiación alcanza a otro cuerpo, esta energía puede ser reflejada, transmitida o absorbida. Un cuerpo que sea buen radiador absorberá también con facilidad las radiaciones térmicas que reciba: un mal radiador es, asimismo, un mal receptor de calor por radiación.

Diríamos que radiación es la transmisión de calor sin contacto de los cuerpos transmitido por ondas o radiaciones.

El calor se propaga siempre buscando las partes más frías, tendiendo a equilibrar las temperaturas, este hecho produce pérdidas de calor, por lo que se necesita generar calor de forma continua.

➜ Pérdidas de calor

Cuando las condiciones de funcionamiento están fijadas, si la temperatura desciende, debemos generar más calor para alcanzar de nuevo la temperatura deseada, y por tanto hay que saber cuáles son los motivos por los que perdemos calor dentro de la instalación.

El vaso es un recipiente construido que pierde calor a través de sus paredes y fondo. Además también sucede que en la

obligada operación de lavado de filtros, se expulsa a la alcantarilla una cantidad importante de agua que se renueva con agua fría de la red que es preciso calentar.

Otro caso que se da con bastante frecuencia en algunas instalaciones, es la pérdida de agua por fugas, sobre todo por que las juntas de las canaletas perimetrales y los pavimentos o estructuras construidas no están perfectamente impermeabilizados. Este agua también hay que reponerla y calentarla.

El vaso puede perder calor por varios motivos, son los siguientes:

Pérdida por construcción	Se produce a través de las paredes y el fondo del vaso.
Pérdida por convección	La lámina de agua, que tiene una temperatura determinada, en su contacto con el aire ambiente pierde calor que se eleva hacia las zonas más frías por pérdida de densidad.
Pérdida por evaporación	Producidas por la evaporación del agua sobre todo en piscinas exteriores, donde también interviene la velocidad del viento.
Pérdida por radiación	Se deben a la omisión de ondas caloríficas en línea recta, de la misma forma que los cuerpos luminosos emiten rayos de luz. Se producen sobre todo en piscinas al aire libre.

➜ **Unidades de cálculo del calor**

Encontramos dos unidades de cálculo atendiendo al tipo de escala con la que se está realizando la medición.

- Escala Centígrada: KILOCALORÍA (es la cantidad de calor que hay que aportar a 1 kg de agua para elevar su temperatura 1ºC).
  También se utiliza la CALORÍA (cantidad de calor que hay que aplicar a un gramo de agua para elevar su temperatura 1ºC).
- Escala Fahrenheit: B.T.U.

Para pasar de kilocalorías a B.T.U a	➡	kilocalorías x 4 = B.T.U.
Para pasar de B.T.U. a kilocalorías a	➡	B.T.U. x 0.25 = kilocalorías

Ejemplo:
¿Cuántas Kilocalorías son 39,7 B.T.U?
(39,7 x 0,25) = 9,925 Kilocalorías

¿Cuántos B.T.U. son 200 Kilocalorías?
(200 x 4) = 800 B.T.U.

1.2. temperatura

➜ La temperatura es una magnitud proporcional a la energía media de las moléculas; es entonces, independiente del número de ellas y por ende de la masa del sistema. La cantidad de calor depende de las energías de todas las moléculas y se debe, por consiguiente, a la masa del sistema.

➜ La temperatura es un parámetro termodinámico del estado de un sistema que caracteriza el calor, o transferencia de

energía. Concretamente, la suma de energías cinéticas de todas las partículas, y la suma de energías potenciales de partículas.

- Temperatura seca: Se mide prescindiendo de la radiación calorífica de los objetos que rodean ese ambiente concreto y de los efectos de la humedad relativa y de la velocidad del aire. Se puede obtener con un termómetro de mercurio, cuyo bulbo, reflectante y de color blanco brillante, se supone razonablemente que no absorbe la radiación.
- Temperatura de bulbo húmedo o temperatura húmeda: es la temperatura que da un termómetro a la sombra con el bulbo envuelto en una mecha de algodón húmedo bajo una corriente de aire. Al evaporarse el agua, absorbe calor, rebajando la temperatura, efecto que reflejará el termómetro. Cuanto menor sea la humedad relativa ambiente, más rápidamente se evapora el agua que empapa el paño. Se utiliza para dar una idea de la sensación térmica o en los psicrómetros para calcular la humedad relativa.

- **Medida de la temperatura**

  La temperatura se mide con un termómetro y para su lectura se utilizan diferentes escalas:

  - [ºC] *Escala Centígrada,* es la más usual en la vida diaria. Normalmente los termómetros se leen utilizando esta escala. La escala centígrada tiene 100 divisiones desde el 0 hasta el 100.
  - [ºF] *Escala Fahrenheit,* se utiliza con bastante frecuencia en la vida profesional, en la que se intercambia documentación técnica con países que conservan unidades de medida diferentes. La escala Fahrenheit, tiene 180 divisiones, que van desde el 32 hasta el 212.

Para pasar de ºF a ºC	(ºF – 32) x 0,56 = ºC
Para pasar de ºC a ºF	ºC x 1,8 + 32 = ºF

Ejemplo:

Si se desea conocer cuánto es en grados centígrados 95 ºF

(95-32) x 0,56 = 35,28ºC

Si se desea conocer cuánto es en grados Fahrenheit 95 ºC

95x1,8 + 32 = 203ºF

➜ Aire seco, aire húmedo y vapor de agua

Cuando el aire está exento de humedad se denomina aire seco, y cuando es una mezcla de aire seco y vapor de agua se denomina aire húmedo. El aire que nos rodea es siempre aire húmedo. El vapor de agua es un gas que se obtiene por evaporación o ebullición del agua líquida, es el responsable de la humedad ambiental. Otros conceptos que debemos manejar relacionados con este tema son:

- Calor específico del aire seco:
  Es el calor que se necesita para aumentar 1ºC la unidad de masa de aire seco. La unidad de masa que se maneja normalmente es el gramo o el kilo y el valor cuando se toma el kilo como referencia es de 0,24 kcal/kg. (Es decir, si se tiene 1 kg de aire seco, no importa a qué temperatura, y aportamos 0,24 kilocalorías, conseguiremos elevar 1ºC la temperatura de ese kilo de aire).

Ejemplo:
Si se tiene una masa de aire seco de 8 kg a la temperatura de 18ºC y se quiere aumentar la temperatura hasta 28ºC, la cantidad de calor que se necesita es:

8 kg x grados que se quieren elevar x 0,24

8 x (28-18) x 0,24 = 8 x 10 x 0,24 = 19,2 kcal

- Calor específico del aire húmedo:
  Es el calor necesario para aumentar 1ºC la unidad de masa de aire húmedo, que como hemos visto, es la mezcla de aire seco y vapor de agua.
  El valor cuando se toma el kilo como unidad de masa, es para el vapor saturado de 0,45 kcal/kg.
- Volumen específico:
  Es el volumen que ocupa 1 kg de aire y se mide en m^3/kg.
- Densidad del aire:
  Es el concepto inverso al volumen específico, se mide en kg/m^3.

Ejemplo:
Si se parte de una densidad de 1,2 kg/m^3 los 8 kilos de aire seco, antes mencionados ocuparán:

8 kg / 1,2 = 6,66 m^3

A partir de este resultado podemos obtener directamente el valor del volumen específico, ya que si 8 kg ocupan 6,66 m^3, cada kg ocupará:

6,66 / 8 = 0,8325 m^3/kg

1.3. Aire

➜ Aire húmedo

Un volumen de aire húmedo está compuesto por aire seco y vapor de agua, y ambos ocupan el mismo volumen. Sin

embargo, la presión de cada uno es diferente y la presión del conjunto es la suma de las dos.
Para aclarar este concepto, observemos la figura 1.

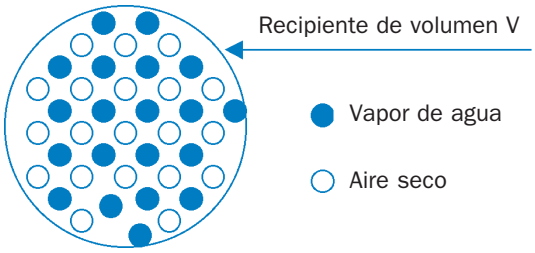


Figura 1

El recipiente representado en la figura anterior, que supongamos es una esfera hueca de cualquier volumen que llamamos V, tiene en su interior aire seco y vapor de agua, representados por bolitas. (Este recipiente puede ser cualquier espacio, por ejemplo un recinto de piscina, nuestra casa, un invernadero, un aula donde se imparte clase...)
Las bolitas correspondientes al aire seco ocupan toda la esfera, pero si introducimos también vapor de agua, sus bolitas ocupan la misma esfera, ya que un gas ocupa el volumen del recipiente que le contiene. Es decir, sea cual sea el volumen del gas que cabe en un recipiente, este no varía aunque la composición del aire húmedo que lo rellena varíe. (Las bolitas de aire y de vapor se apretarán más para que pueda haber más bolitas dentro del mismo espacio).

➜ Presión del aire húmedo

Cada gas tiene su presión particular que depende de condiciones diferentes. Por tanto, cada recipiente tendrá una presión total, siendo ésta la suma de las presiones de todos los gases presentes.

Como el aire húmedo, está compuesto por aire seco y vapor de agua, la presión total estará formada por la suma de la presión del aire seco y la presión del vapor de agua.

A cada cantidad de vapor de agua le corresponde una presión determinada que también tiene un límite máximo permitido. Cuando se da esa situación máxima en una piscina cubierta, se dice que el ambiente del recipiente está saturado.

Para evitar la saturación del ambiente, es necesario conocer la situación en cada caso del vapor de agua. Para ello se utiliza un porcentaje denominado humedad relativa. A la humedad relativa también se le conoce como estado higrométrico. Es el resultado de dividir la presión del vapor de agua por la presión máxima del vapor de agua.

En lugar de las presiones también puede utilizarse el peso del vapor de agua cuando el ambiente está saturado y el peso del vapor de agua en el momento en que queramos realizar el cálculo. Es decir:

$$\text{Humedad relativa} = \frac{\text{Presión del vapor de agua}}{\text{Presión del vapor saturado}} = \frac{\text{Peso del vapor}}{\text{Peso del vapor saturado}}$$

1.4. humedad

➜ Humedad relativa

Se denomina humedad ambiental a la cantidad de vapor de agua presente en el aire. Se puede expresar de forma absoluta mediante la humedad absoluta, o de forma relativa mediante la humedad relativa o grado de humedad.

- La humedad absoluta: es la cantidad de vapor de agua presente en el aire, se expresa en gramos y tiene un volumen determinado. A mayor temperatura, mayor cantidad de vapor de agua permite acumular el aire.

- La humedad relativa: es la humedad que contiene una masa de aire, en relación con la máxima humedad absoluta que podría admitir sin producirse condensación, conservando las mismas condiciones de temperatura y presión atmosférica. Esta es la forma más habitual de expresar la humedad ambiental. Se expresa en tanto por ciento.

El Reglamento de Instalaciones Térmicas (RITE), en el caso de las piscinas cubiertas, establece en la ITE 10.2.1.2., que el agua de los vasos debe tener una temperatura máxima de 25 ºC y en la ITE 2.1.3. se establece que la temperatura ambiente será como máximo de 3 ºC más que la temperatura del agua del vaso. Especifica también que la humedad relativa se mantendrá entre el 55 y el 70%, siendo el recomendable un 60%.

El Real Decreto 80/98 de 14 de mayo regula las condiciones, tanto en temperatura como en humedad relativa, estableciendo el rango de temperatura de agua de piscinas entre 24 ºC y 28 ºC y el de humedad relativa entre 50% y 70% y estableciendo la temperatura ambiental entre 2 ºC y 4 ºC por encima de la temperatura del agua.

La norma de aplicación en piscinas públicas será en todos los casos el RD 80/98 en las situadas en la Comunidad de Madrid y la Ordenanza Reguladora de las Condiciones Higiénico-Sanitarias, Técnicas y de Seguridad de las Piscinas de 28 de enero de 1999. BOCM núm. 45 de 23 de febrero de 1999 en el municipio de Madrid.

1.5. Ventilación

Lo más importante es conocer los valores normalizados que deben cumplirse para que el circuito de ventilación asegure un ambiente sin problemas.

La introducción de aire nuevo en el recinto es imprescindible para que los niveles de CO^2 no lleguen a ser perjudiciales para la salud, y también para que el nivel de productos químicos en el ambiente no sea excesivo. Los valores que más se utilizan asociados a la ventilación de locales son:

- Litros/segundo de aire nuevo por cada m^2.
  Cuando la cifra base se da en m^2, si no se especifica nada más, se refiere a m^2 de suelo. En el caso de las piscinas, se refiere a m^2 de lámina de agua.
- Litros/segundo de aire nuevo por persona.
  Si los valores se dan por persona, en el caso de piscinas se corresponde con el aforo de ésta.
- Renovaciones/hora.
  Quiere decir que el aire que ocupa todo el volumen del recinto o local, saldrá al exterior y entrará aire nuevo, tantas veces en una hora como exprese la norma.

En España nos regimos por la Norma UNE 100-011-91, que señala para introducción de aire nuevo 2,5 litros/segundo, y m^2 de lámina de agua.

La unidad de medida indicada hasta ahora ha sido la de litros/segundo, pero en muchas ocasiones, sobre todo cuando son valores grandes, se utiliza con más normalidad el m^3/hora. A continuación se muestran unas sencillas fórmulas para convertir una unidad en otra:

- 1 litros/segundo = 3,6 m^3/hora
  (Hay que multiplicar por 3,6 los litros/segundo)
- 1 m^3/hora = 0,28 litros/segundo
  (Hay que multiplicar por 0,28 los m^3/hora)

Ejemplo:
Si tenemos una piscina cubierta de 120 m^2 de lámina, como hay que introducir según marca la normativa, 2,5 litros/segundo y m^2, el total de aire será el siguiente:

120 x 2,5 = 300 litros/segundo

300 litros/segundo x 3,6 = 1.080 m^3/hora

Si se introducen en un recinto de 150 m^2, 3.000 m^3/hora de aire, el resultado en litros/segundo y m^2 será:

3.000 x 0,28 = 840 litros/segundo

840/ 150 m^2 = 5,6 litros/segundo por m^2

Las piscinas climatizadas y los aseos deben cumplir con la condición de encontrarse en situación de depresión. Un local en depresión es aquel en el que la presión de su ambiente es menor que las de los locales que le rodean, por este motivo el aire no se escapa al estar siempre empujado por el exterior.

Cuando un local se encuentra en la situación contraria, se le denomina *local presurizado.*

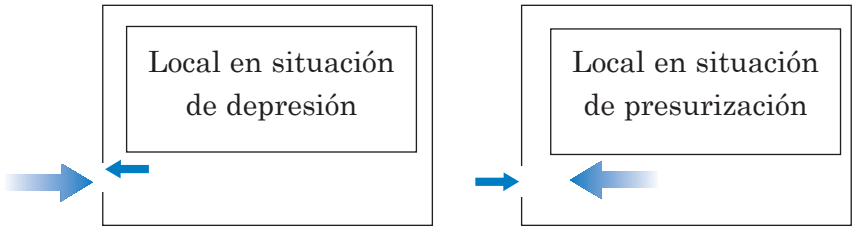


Figura 2

A continuación, exponemos algunos ejemplos de cómo deben ser ventiladas algunas dependencias de las piscinas climatizadas:

- **Vestuarios**: todo el aire de ventilación debe ser nuevo (del exterior) y hay que introducir 2,5 litros/segundo por m^2.
- **Almacén o lugar con ambiente de productos químicos:** 6 renovaciones/hora.
- **Sala de máquinas:** la ventilación debe hacerse comunicando directamente el local con el exterior. Las especificaciones de la sala de máquinas son las siguientes:
  - Si la ventilación es natural (sin ventilador) y directa por abertura al exterior, esta abertura debe tener 5 cm^2 por cada kw de potencia instalado.
  - Si la ventilación es natural (sin ventilador) y comunica con el exterior a través de conductos, se denomina indirecta. Si los conductos son horizontales tendrán 10 cm^2 por cada kw de potencia instalada, mientras que si los conductos son verticales tendrán 6,5 cm^2 por cada kw de potencia instalado en la sala de máquinas.
  - Si la ventilación es forzada (con ventilador), debe ser capaz de obtener una renovación de aire de 0,5 litros/segundo y kw de potencia instalado.
  - Las calderas consumen combustible que necesita aire para quemar, por lo que se hace necesario introducir aire fresco nuevo que reponga el gastado.
  - En calderas de combustible líquido (gasóleo), hay que introducir 20 m^3 por cada kg de combustible quemado.
  - En calderas de combustible de gas natural, hay que introducir 20 m^3 de aire por cada m^3 de gas natural consumido.
  - En calderas de combustible de gas propano, hay que introducir 50 m^3 de aire por cada m^3 de gas propano consumido.

2. EL VASO

En el recinto deberemos seguir las normas que establecen los parámetros que es necesario controlar para las correctas condiciones técnicas establecidas en la normativa. Por tanto, es imprescindible seguir un protocolo de mantenimiento que hará las tareas de control mucho más efectivas y fáciles.

Protocolo de mantenimiento

Para llevar un adecuado mantenimiento del recinto del vaso, debemos observar aquellos aspectos que nos darán señales evidentes de funcionamientos correctos o incorrectos de los distintos equipos.

A diario	• Comprobar temperatura ambiente. • Comprobar grado de humedad. • Identificar y comprobar que funcionan normalmente las rejillas de entrada y retorno del aire tratado. • Comprobar calefacción del suelo. • Comprobar que las canaletas se encuentran en perfectas condiciones y sin obstáculos para la circulación. • Revisar que el estado del suelo y de las paredes de los vasos no pueda provocar ningún accidente. • Comprobar la estanqueidad de las canaletas con pavimento y los elementos de construcción para que no ser produzcan fugas ni humedades. • Comprobar que no haya condensación de agua en las paredes y cristaleras. • Detectar olores ambientales anormales. • Comprobar el exceso de cloro, sobre todo del cloro combinado. • Comprobar que por las rejillas de entrada de aire tratado no se detectan otros productos indeseables. • Comprobar que la temperatura del ambiente sea entre 2 °C y 4 °C superior a la temperatura del vaso. • Comprobar que el número de bañistas no supera el aforo permitido en la normativa. • Comprobar que las escaleras de acceso al agua no tengan ningún problema de seguridad. • Comprobar que los elementos de instalación eléctrica tengan la protección exigida para locales mojados.

3. LA SALA DE MÁQUINAS

Aunque ha sido un tema tratado en el capítulo de instalaciones al aire libre y el 90% de los elementos que la componen son iguales, hay que matizar que la diferencia es que en este caso, el agua que pasa por el circuito es agua caliente.

El elemento que más interesa comprobar es la bomba ya que, como se ha visto en el ejemplo anterior de calentamiento del agua por reposición del lavado de filtros, es necesario conocer el caudal que está marcado en la placa de características técnicas de la bomba, para saber cuánta agua tiramos en ocho minutos.

En muchas piscinas que tienen el sistema de impulsión de agua por la parte baja, se ha observado que no se suelen colocar las llaves de corte (como la válvula general de impulsión), que permiten solucionar averías importantes sin tener que proceder al vaciado completo del vaso, lo que conlleva no sólo perder un gran volumen de agua sino que obliga a llenar el vaso de nuevo y calentar otra vez el agua, con independencia del tiempo que la instalación permanezca cerrada al público mientras dura la reparación.

Protocolo de mantenimiento

A diario	• Comprobar que la ventilación de la sala de máquinas es adecuada a sus necesidades. • Comprobar que se cumplen las condiciones de prevención y extinción de incendios. • Comprobar el buen estado de las instalaciones eléctricas, cumpliendo las condiciones de protección para locales mojados.

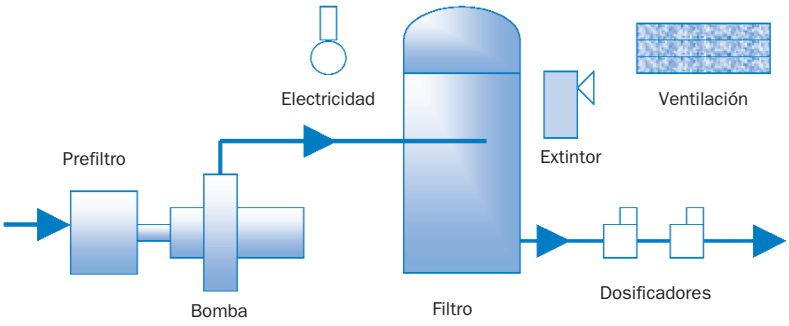


Figura 3. Esquema sala de máquinas

4. LA SALA TÉRMICA

La diferencia fundamental entre piscinas al aire libre y piscinas climatizadas radica en la existencia de esta sala, ya que en ella se encuentran las calderas, bombas de circulación, cambiadores y en muchas ocasiones los acumuladores de agua caliente. Es muy importante mantener en buen estado todos los elementos que la componen, así como controlar la adecuada ventilación de la sala y las buenas condiciones de la instalación eléctrica.

Es muy importante también realizar una buena lectura de los instrumentos de control ubicados en la misma.

A continuación, exponemos con detalle los elementos que encontramos en la sala térmica.

4.1. Intercambiadores de calor

Estos elementos se encargan de realizar la tarea de intercambiar calor o frío entre diferentes circuitos, de tal manera que una parte de la instalación ceda calor a otra parte de la misma o viceversa y así llevar ese calor o frío a donde los requerimientos de la instalación lo necesiten. Se trata de elementos muy frecuentes en los circuitos de calentamiento y enfriamiento de fluidos.

Estos elementos no hacen su función de manera autónoma, si no que tienen que ser gestionados por una centralitas a las que previamente se les introducen unas consignas de temperatura y que accionan unas válvulas que dan paso al fluido que cede calor o frío según sea su caso.

Existen diferentes clasificaciones de intercambiadores según si existe mezcla de fluidos o no, la alternancia de fluidos, la dirección de los fluidos, etc.

Tipos de intercambiadores

- **Contacto directo:** son cambiadores de mezcla en los que los fluidos entran en contacto y se mezclan.

- **Contacto indirecto:** son intercambiadores sin mezcla de fluidos y que se pueden subdividir en alternativos, en los que los fluidos no coinciden entre ellos en el interior del intercambiador existiendo una alternancia de los mismos, o de superficie, en los que la transmisión de calor se realiza a través de una superficie (plana o cilíndrica) que separa físicamente las corrientes de ambos fluidos, sin posibilidad de contacto entre fluidos, mezcla o contaminación.

Dentro de los intercambiadores de contacto indirecto podemos diferenciar más tipos según sean sus flujos. Así podremos distinguir entre:

- **Flujos paralelos:** intercambio térmico líquido-líquido en el que los líquidos a diferentes temperaturas tienen mismo sentido en el plano aunque, como veremos más adelante, pueden tener misma o diferente dirección. Dentro de éstos se podrá hacer otra distinción en función de la dirección de los fluidos:

  - En equicorriente: misma dirección y mismo sentido de ambos fluidos.
  - A contracorriente: mismo sentido y diferentes direcciones de los fluidos

- **Flujos cruzados:** intercambio térmico líquido-gas en el que al menos la trayectoria de uno de ellos cruza el sentido del otro fluido, como ocurre en los evaporadores o condensadores de los climatizadores.

Existe una multitud de tipos de intercambiadores según su diseño y concepción, pero dentro de los intercambiadores de superficie de flujos paralelos distinguiremos entre los siguientes, que son los más utilizados en este tipo de instalaciones y los que necesariamente tendremos que saber reconocer.

- **Intercambiador de placas:** está compuesto por una serie de placas metálicas que se acoplan unas sobre las otras unidas por un bastidor y acotadas por otras placas metálicas en los laterales, de tal forma que los fluidos circulan por cada una de las caras de las placas sin llegar a mezclarse produciéndose el intercambio de calor de manera efectiva, con un

alto aprovechamiento térmico. Los materiales más utilizados para este tipo de intercambiador son acero inoxidable, níquel-cromo o titanio y para las juntas, materiales como la silicona o el caucho tanto natural como sintético.

- **Intercambiador de placas termosoldadas:** este tipo de intercambiador tienen la particularidad de que sus placas están termo-soldadas entre sí, de tal manera que ocupan mucho menos espacio y se evita el riesgo de la pérdida de fluidos entre sus juntas.

- **Intercambiador de tubos, tubulares o de inmersión:** en este caso están compuestos por un haz de tubos montados sobre dos placas, alojados en una carcasa dotada de una entrada y una salida por la que circula el fluido exterior al haz de tubos. La carcasa esta fabricada en planchas de acero y el haz de tubos en diferentes materiales según los fluidos que vaya a contener: acero al carbono, aleación de aceros, aluminio o cobre.

Intercambiador de flujos paralelos a contracorriente

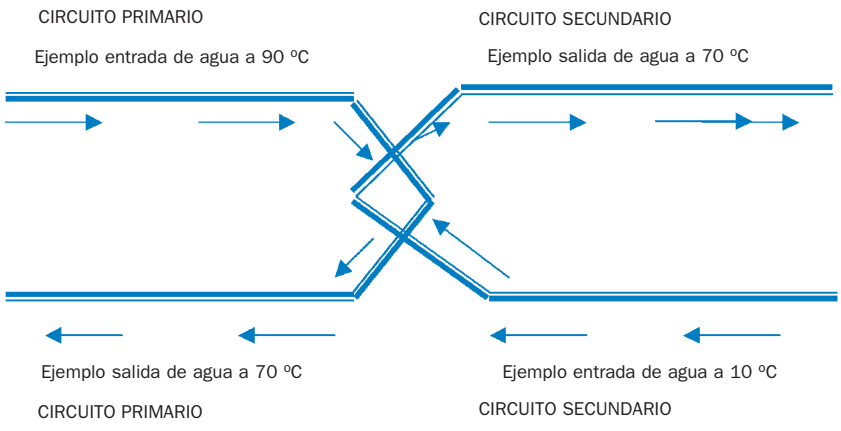


Figura 4

Intercambiador de flujos paralelos o corrientes paralelas

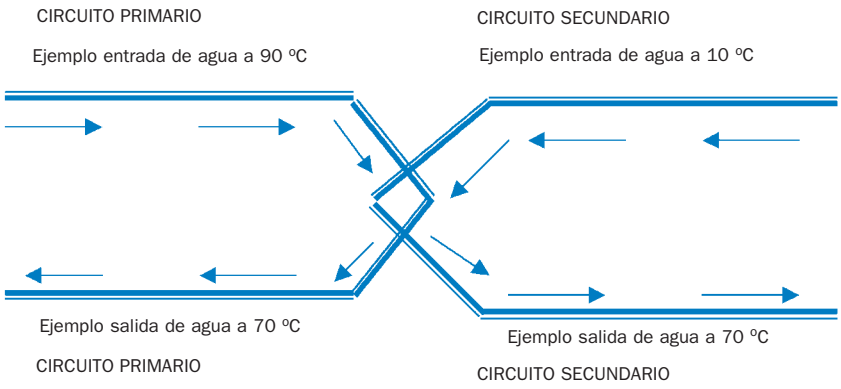


Figura 5

4.2. Generadores de calor

El calor que necesitamos para conseguir que funcionen las instalaciones de una piscina climatizada, hay que producirlo a costa de gastar energía, ya sea convencional o alternativa.

Las fuentes de energía convencional más utilizadas son las procedentes de la combustión de productos petrolíferos (fuel o gasóleo), o las que proceden de gases, como el gas natural o el gas propano.

La fuente de energía alternativa más utilizada hasta ahora para este tipo de instalaciones es la solar.

Los generadores de calor más utilizados son los que exponemos a continuación:

➜ La caldera

Definamos la caldera como el equipo capaz de generar calor por medio de una combustión que se produce en el interior de la misma al introducir un combustible (gas, gasóleo, etc.) y mezclarlo con un comburente (aire), que es capaz de calentar un fluido portador, generalmente agua, con el fin de hacer llegar este calor a cada uno de los intercambiadores de calor de las diferentes instalaciones que necesitemos calentar, véase A.C.S., agua de piscina, aire de climatización, suelo radiante, etc.

Es el generador más utilizado con combustible convencional. Según el Real Decreto 275/1995 del Ministerio de Industria y Energía, se define caldera al "conjunto formado por la caldera y quemador" y se define como aparato de caldera al "cuerpo de caldera o quemador".

Este mismo Decreto, en aplicación de la directiva 93/68/CEE, establece los requisitos de rendimiento que debe tener la caldera. Es imprescindible conocer las características del cuerpo de la caldera y del quemador que tengamos en nuestra instalación acuática. Las más importantes, que aparecen en las placas de características que van fijadas a los aparatos, son las siguientes:

Cuerpo de la caldera	· Potencia. · Rendimiento. · Características del fluido portador. · Condiciones de utilización. · Contenido de fluido portador en el cuerpo de la caldera. · Caudal mínimo de fluido portador que debe pasar por el cuerpo de la caldera. · Dimensiones y cotas de situación de los elementos a unir a la instalación (salida de humos, salida y retorno de fluido portador, etc.). · Dimensiones de bancadas. · Instrucciones de instalación, limpieza y funcionamiento. · Tiro necesario en la caja de humos.

Quemador	• Nombre del fabricante o importador. • Marca, modelo y tipo de quemador. • Tipo de combustible. • Valores límites del gasto horario. • Potencias nominales para los valores anteriores del gasto. • Presión de alimentación del combustible del quemador. • Tensión de alimentación. • Potencia del motor eléctrico. • Nivel máximo de potencia acústica en decibelios, dimensiones y peso.

Los fabricantes pueden expresar la potencia en:

- Kilocalorías/hora.
- Termias, que equivale a 1.000 kilocalorías/hora.
- Kilovatios, que equivale a 860 kilocalorías/hora.

Ejemplo:
3 Termias x 1.000 = 3.000 kilocalorías/hora (:) 860 = 3,488 Kilovatios.
200.000 kilocalorías/hora (:) 1.000 = 200 Termias.
200.000 kilocalorías/hora (:) 860 = 232,55 Kilovatios.

Elementos del cuerpo de caldera:

➜ **Hogar:** cámara de combustión donde se genera una combinación entre el combustible y el comburente (aire). El hogar estará rodeado de un refractario que generalmente serán depósitos de agua que tendrán los siguientes cometidos:

- Ayuda a mantener la temperatura del hogar.
- Acelera la combustión.
- Resguardar y redirigir los gases.
- Proteger el exterior, los colectores y cabezales de la radiación de la llama y gases.

- **Tubos:** destinados a distribuir tanto agua como humos por diferentes partes del cuerpo de la caldera sin que en ningún momento lleguen a mezclarse, transmitiendo el calor generado en el hogar tanto por la radiación calórica de la llama como por la conducción de calor producida por los humos de la combustión.
- **Los precalentadores de aire:** se suelen colocar en la sección de chimenea donde ya la temperatura de los gases es poco elevada y calienta el aire de entrada a los quemadores.

Concepto de quemador:

- Es el elemento de la instalación que genera la combustión mezclando según sea necesario combustible y comburente consiguiendo un efecto"lanza-llamas" que proyecta la misma hacia dentro del hogar.

Elementos del quemador:

- Tiro: corriente de aire necesaria para la combustión, que puede ser:
  - Natural.
  - Artificial.
    1. Forzada: Un ventilador proyecta aire en el hogar.
    2. Inducida: Un extractor saca aire del hogar.
    3. Equilibrada: Forzada e inducida a la vez.

- Tipos de quemadores según el combustible:
  - Combustibles sólidos: actualmente no se usan. Utilizan carbón para su combustión.
  - Combustibles líquidos:

  - Por gasificación, en la que la radiación de la llama calienta el combustible evaporándolo para que al prender evapore más combustible.
  - Por atomización, en la que el combustible, por presión o por la aplicación de aire a gran velocidad, vaporiza el fluido para su expansión. En este tipo de quemador existen sistemas de regulación de caudal tanto de combustible como de comburente, para controlar la combustión según necesidades.
- Combustibles gaseosos:
  - De difusión, en los que gas y comburente no se mezclan hasta la combustión.
  - De premezcla, en los que gas y comburente llegan mezclados a la combustión.

  En este tipo de quemadores de combustibles gaseosos se deben incorporar otra serie de elementos de seguridad como los detectores de gas, llave de paso, filtro, regulador de presión, entrada 1ª del sistema de detección de fuga, válvula de cierre, entrada 2ª del sistema de detección de fuga y válvula de cierre, por este orden.
- Estabilizadores de llama o deflectores: se encargan de repartir la llama por el hogar dándole estabilidad y seguridad.
- Detectores de llama:
  - Por temperatura.
  - Por ionización: compuesto por dos electrodos que conducen corriente únicamente cuando hay llama. Sólo en quemadores de gas.
  - Por radiación lumínica o célula fotosensible: detectan los rayos ultravioletas o infrarrojos, según cada caso.
- Atomizador de combustible líquido: en este elemento la masa de combustible líquido se rompe en pequeñas gotitas

al actuar sobre él un chorro de vapor de agua. Ambos, vapor y combustible líquido pulverizado, se inyectarán en la corriente de aire de combustión a través de la boquilla de la caña de fuel.

Para que la caldera tenga un rendimiento óptimo y seguro debe estar acompañado de una serie de elementos de seguridad que garanticen la máxima eficacia sin ningún riesgo. Vamos a detallar estos elementos para un fácil reconocimiento en nuestras instalaciones.

- Chimeneas: para la evacuación de los gases es ineludible el empleo de conductos que permitan ventilar y expulsar los gases de combustión. La sección transversal de las chimeneas y su altura dependen del volumen de los gases que hay que evacuar.
- Pirostatos: son elementos de control de la temperatura de los gases de combustión en la chimenea de la caldera. Cuando la temperatura de los gases de salida supera la temperatura legal (240ºC) para la caldera.

El personal de mantenimiento debe limitarse a la vigilancia y actuaciones que le indique la empresa suministradora del aparato, avisando a la misma en caso de mayores complicaciones.

La bomba de calor

Es un circuito frigorífico por el que se hace circular un gas que sufre diferentes modificaciones y cambios tanto de estado como de presión y temperatura, de tal forma que se puede aprovechar la generación de frío o calor para las necesidades

concretas de una instalación. Con el frío conseguimos reducir la humedad relativa y la temperatura del aire o el agua, mientras que con el calor conseguimos el acondicionamiento climático del aire y el calentamiento del agua tanto de A.C.S. como de piscinas.

La necesidad de conservación y recuperación de la energía, ha impulsado la investigación técnica para encontrar soluciones de mayor aprovechamiento del calor.

Una de estas soluciones es la bomba de calor, cuyo esquema de funcionamiento puede verse en la figura 6. Se trata de un circuito frigorífico que contiene líquido refrigerante.

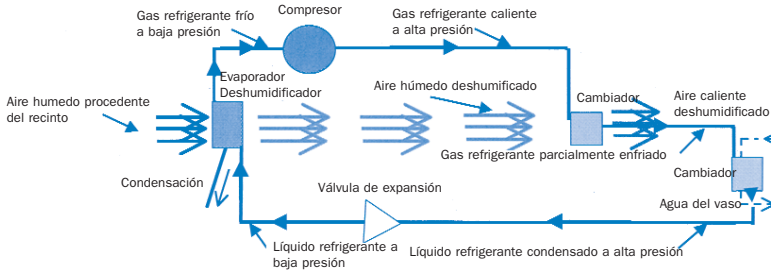


Figura 6

La función de la bomba de calor es extraer el aire del recinto de la piscina, que tiene una humedad excesiva, y producir calor para que el aire de retorno entre caliente y para elevar la temperatura del agua del vaso, así como bajar la humedad relativa del ambiente.

Para comprender bien el funcionamiento, vamos a comenzar la explicación por la válvula de expansión, en la que entra el líquido refrigerante a alta presión. Allí se reduce la presión del líquido y se expande, entrando en el serpentín del evaporador, donde se vaporiza debido al calor aportando por el aire que viene del recinto con una temperatura y humedad relativa determinada.

Como el refrigerante tiene una temperatura inferior a la del aire que viene del recinto, se produce condensación, se reduce humedad y, como consecuencia, el aire se enfría.
El gas refrigerante vaporizado es gas frío que pasa por el compresor entrando a baja presión y saliendo a alta tensión y caliente. A continuación pasa por un cambiador en el que el secundario es el aire enfriado y deshumidificado, aquí recibe calor y puede retornar al recinto caliente y deshumidificado.
El gas aún caliente, pasa por un segundo cambiador en el que el secundario es el agua del vaso, que vuelve a comenzar el ciclo pasando de nuevo por la válvula de expansión.

Componentes de circuito frigorífico:

➜ Compresor. Eleva la presión del vapor refrigerante desde una presión de entrada a una de salida más alta. En bombas de calor para potencias inferiores a 70 kw, compresores herméticos, en superiores a 70 kw, semiherméticos.

- Hermético: compresor y motor comparten eje, y parte del calor generado por el motor se recupera en el fluido refrigerante.
- Semihermético: compresor y motor comparten eje y envolvente (carcasa) con lo que la recuperación de calor es mayor.

➜ Condensadores.

- Ceden calor del fluido refrigerante al aire: estos condensadores suelen ser de tubo de cobre con aletas de aluminio que incrementan la transmisión de calor. Adicionalmente, estas baterías disponen de ventiladores que inducen la circulación del aire a calentar entre las aletas del condensador.

- Ceden calor del fluido refrigerante al agua:
  - Cambiadores de doble tubo en contracorriente: el fluido refrigerante circula por el espacio entre tubos donde se condensa, mientras que el agua a calentar circula por el tubo interior. El material empleado para la fabricación de los tubos es cobre. Presenta problemas de mantenimiento por la dificultad de la limpieza.
  - Multitubulares horizontales: el fluido refrigerante se condensa en el interior de los tubos de cobre que se encuentran arrollados dentro de una carcasa por donde circula el agua. La carcasa suele ser de acero con tapas de fundición. Debido a las características del agua puede ser necesario que los tubos del condensador sean de acero inoxidable o de aleación de níquel.

➜ Evaporadores. Agua o aire.

➜ Válvula de expansión. Las válvulas de expansión tienen una sección variable. Esta sección puede ser variada automáticamente de forma que el sobrecalentamiento tras la evaporación se mantenga constante y no accedan gotas de líquido al compresor. En este caso la válvula recibe el nombre de termostática.

➜ Válvulas de cuatro vías. Invierten el ciclo. Son utilizadas en bombas de calor reversibles, y en funcionamiento para desescarche.

➜ Válvula solenoide. Cuando el compresor se detiene, impiden el paso del fluido al evaporador evitando que se inunde.

➜ Presostato de alta presión. Detiene el compresor cuando se alcanza una presión de condensación elevada.

➜ Presostato de baja presión. Detiene el funcionamiento del compresor cuando la presión de aspiración es demasiado baja.

- Presostato de presión de aceite. Detiene el compresor cuando baja la presión del aceite del circuito de refrigeración y lubricación de aceite.
- Depósito. Recoge el fluido sobrante cuando el compresor detiene su funcionamiento.

La energía solar

Es interesante citar las aplicaciones que tiene la energía solar para la calefacción por suelo radiante y para la producción de agua caliente sanitaria (ACS). En este apartado, hablaremos sólo del sistema de calefacción por suelo radiante.

El capítulo siguiente trata del resto de aplicaciones de la energía solar en una instalación acuática.

Se trata de introducir calor en el suelo a través de un sistema de tuberías y dejar que la radiación caliente el local en el que está instalado. Para tener una temperatura ambiente confortable es necesario que el agua que circula por las tuberías esté a una temperatura del orden de los 30 ºC, mientras que con los sistemas de calefacción tradicionales para tener una temperatura ambiente confortable, necesitamos que el agua circule por el circuito de calefacción a una temperatura cercana a los 90 ºC.

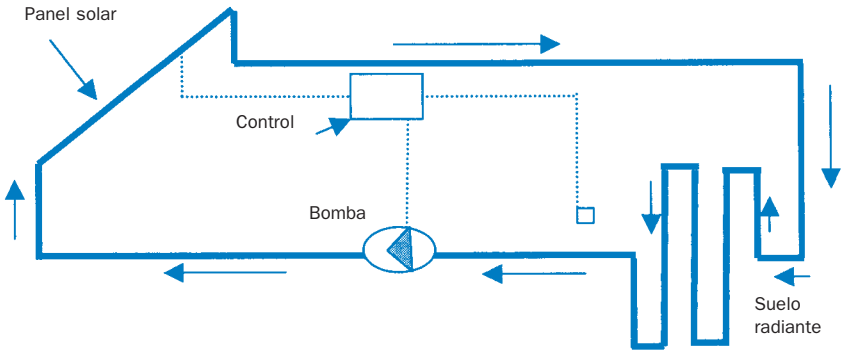


Figura 7

En la figura 7, podemos ver representado un sencillo esquema del circuito de calefacción por suelo radiante, en el que la energía es captada por paneles solares.

4.3. Bombas aceleradoras

Es otro de los elementos importantes de la sala térmica, ya que cada circuito de tubería con aplicación específica lleva al menos una; por ejemplo el circuito de agua caliente, el circuito de suelo radiante, el circuito de calefacción primario, el circuito de calefacción secundario, etc.

La figura 8 muestra un esquema sencillo de los elementos que componen normalmente una bomba aceleradora.

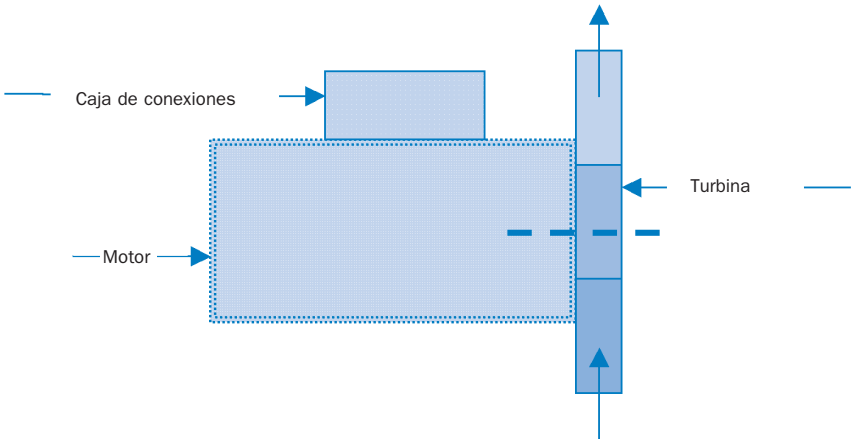


Figura 8

En el caso presentado, el agua entra por la parte inferior y sale por la parte superior. Los automatismos comandados por termostatos ponen en marcha o paran las bombas aceleradoras con lo que el circuito donde van instaladas queda sin circulación.

4.4. vaso de expansión

Está formado por dos zonas, una en contacto con el circuito primario de calefacción y por tanto llena de agua y una segunda zona llena de aire o nitrógeno líquido, en su caso. Estas zonas están separadas por una membrana, totalmente impermeable. Cuando el agua expansiona, y aumenta de volumen, la membrana cede quitándole espacio al aire y logrando una presión de funcionamiento estable.

➜ Funciones de los vasos de expansión.

- Compensación de las variaciones de volumen del agua de la instalación por variaciones de temperatura.

- Mantenimiento constante de la presión de la instalación.
- Mantenimiento de la presión mínima que evita la entrada de aire del exterior y problemas de cavitación.
- Reserva de un volumen mínimo de agua.
- Evita ruidos y pérdidas en la instalación.
- Fácil montaje y puesta en marcha
- Membrana recambiable (a partir de 100 litros).

4.5. Producción de agua caliente

La producción de agua caliente tiene atención preferente dentro de las piscinas climatizadas, es decir, los generadores que proporcionan el calor para las necesidades de toda la instalación tienen como primera misión, producir agua caliente sanitaria para los usuarios de la piscina.

Para que las necesidades de la instalación estén cubiertas, el diseño debe estar bien realizado desde el proyecto del centro deportivo, que ha de tener en cuenta la dotación de servicios según la normativa vigente y según las condiciones establecidas en el RITE ITE 02.5.1., con las consideraciones de norma UNE 100030, que especifican lo siguiente:

- Temperatura máxima de almacenamiento 60ºC. El tiempo en el que se estima correcto alcanzar esta temperatura es de 1 hora.
- Temperatura mínima de distribución a puntos de utilización 50ºC.
- Posibilidad de alcanzar ocasionalmente los 70ºC, aunque hay fabricantes que establecen un máximo de 90ºC. Temperaturas superiores a las marcadas pueden propiciar que aparezca legionelosis.

- Temperatura de uso de agua de servicio no superior a 20ºC en agua de consumo y no inferior a 40ºC para evitar aparición de Legionelosis.
- El caudal máximo en puntos de ducha no será superior a 0,20 dm3/s.
- El chorro de agua deberá ser finamente subdividido, para provocar efecto venturi.
- En lavabos y duchas con A.C.S. deberá disponerse de válvulas que cierren el caudal cada 30 segundos, sistema Flux.
- La instalación dispondrá de un sistema de recirculación del A.C.S. a puntos de ducha para que el tiempo desde que se utiliza la misma hasta que comienza a salir el agua caliente sea el mínimo posible.
- A efectos de economizar energía, se recomienda mezclar el agua caliente acumulada con el agua de consumo a través de una válvula mezcladora que será controlada de manera automática desde una centralita de control.

El agua caliente se almacena en depósitos denominados acumuladores, que tienen en su interior un intercambiador de calor.

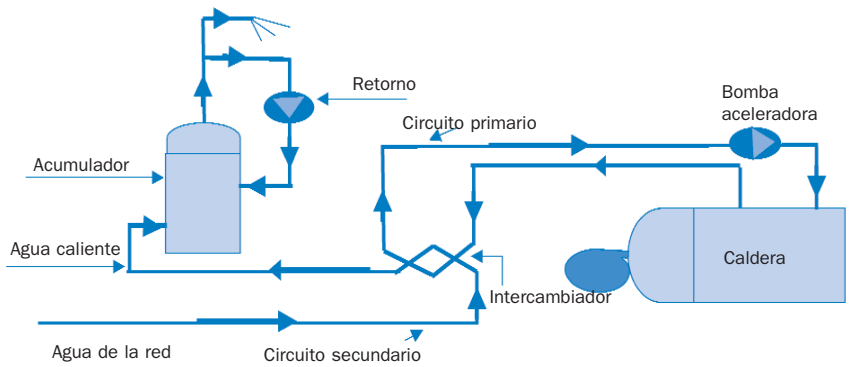


Figura 9

En la figura 9 se representa un esquema de una instalación de producción de agua caliente sanitaria. Es interesante ver que la distribución del agua caliente, desde el acumulador hacia los puntos de consumo, debe tener un circuito de retorno de forma que el agua caliente siempre esté circulando aunque no haya consumo. Esto garantiza que podamos disponer de agua caliente casi instantáneamente, evitando desperdiciar agua fría esperando a que se caliente.

Como indicación sobre el consumo de agua en centros deportivos de la Comunidad de Madrid se ha podido apreciar, haciendo una media, que entre las 12 y las 15 horas se consume el 30% del total diario y entre las 19 y las 21 horas el 45%.

➜ Producción de agua caliente sanitaria con energía solar

La aplicación más conseguida de la utilización de la energía solar es la producción de agua caliente sanitaria. A continuación se muestra un esquema del principio de funcionamiento, muy parecido al que aparece en la figura 7, para explicar la aplicación de dicha energía en la calefacción de suelo radiante.

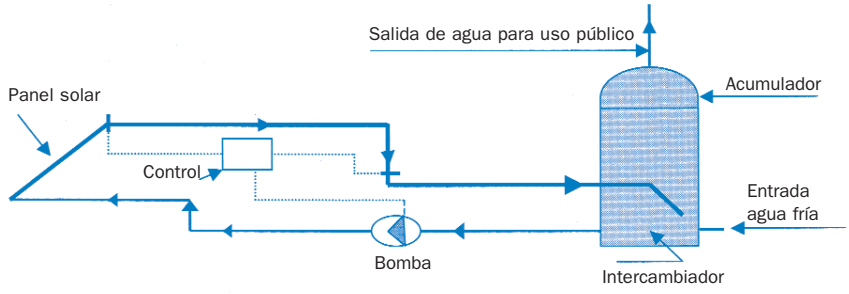


Figura 10

4.6. Tuberías

Las tuberías constituyen los conductos que dirigen el agua a las diferentes aplicaciones. Deben cumplir las siguientes normas:

- Soportarán las máximas temperaturas posibles.
- Según el RITE, es obligatorio su aislamiento cuando contengan fluidos a temperatura inferior a la del ambiente o superior a 40ºC, y estén situadas en locales no calefactados.
  Los espesores de aislamiento serán:
  - Para fluidos fríos
    S/ diámetro exterior.
    S/ temperatura mínima de la red.
  - Para fluidos calientes
    S/ diámetro exterior.
    S/ temperatura máxima de la red.

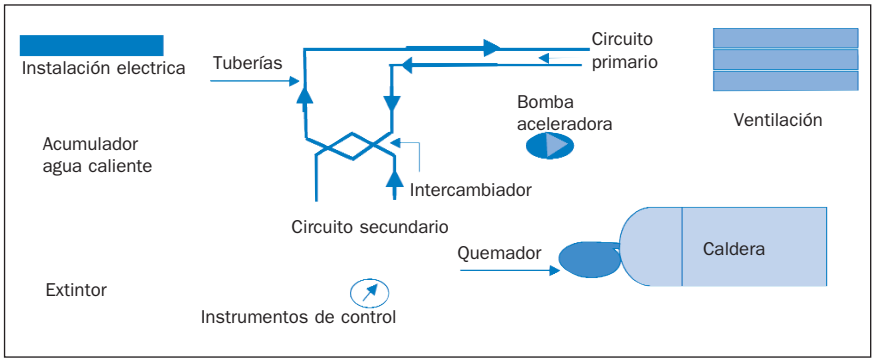


Figura 11. Esquema sala térmica

5. CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN

5.1. Climatización

Ya hemos hablado de que tanto la ventilación como la climatización son aspectos fundamentales para mantener unas adecuadas condiciones ambientales en el recinto del vaso y en las distintas dependencias que componen la instalación acuática.

La distribución y tratamiento del aire del interior del recinto, se realiza con un climatizador. Veamos un modelo de climatizador representado en la figura 12.

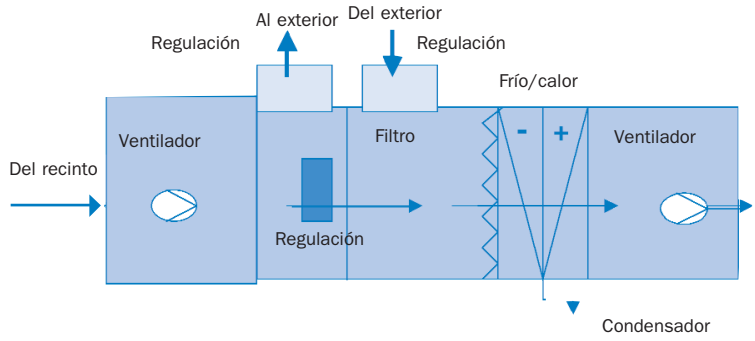


Figura 12

Recordemos que las cifras que establece el Reglamento de Instalaciones Térmicas (RITE) para las piscinas cubiertas son las siguientes:

- Temperatura del agua: 25 ºC.
- Temperatura del ambiente: 28 ºC.
- Humedad relativa: 60%.

En cuanto a la renovación del aire, debemos regular el sistema para que siempre se expulse al exterior la tercera parte del volumen de aire, que se sustituirá por otro nuevo que introduciremos del exterior.

Explicaremos el funcionamiento del climatizador observando el esquema representado en el figura 12. Vemos que la masa de aire que continuamente se extrae del recinto es aspirada por un ventilador que la impulsa. Un tercio del aire extraído lo expulsa al exterior y el resto (2/3 del aire) entran en el campo de acción de aspiración del segundo ventilador, que permite la entrada de aire del exterior en igual cantidad que la expulsada.

En caso de que hubiera que reducir la humedad, tanto la masa de aire que va al segundo ventilador, como la que entra del exterior, ya mezcladas, pasan por un filtro y por una batería de frío. Después pasan por una batería de calor que eleva la temperatura hasta los 28ºC preestablecidos.

Los pasos de aire se realizan a través de compuertas de regulación que se abren y cierran y en consecuencia pueden dejar pasar un mayor o menor volumen de aire.

El climatizador es un elemento que debe tener un adecuado sistema de mantenimiento y control. La operación periódica obligatoria que debe llevarse a cabo en las tareas de mantenimiento es la limpieza de filtros.

5.2. La distribución de aire

El sistema más utilizado es dirigir el aire a través de conductos que deben ser vigilados con atención, pues a nivel sanitario, son posibles focos de legionela.

Hay que distinguir dos partes en el recorrido del aire:

- Tramo de aspiración.
  Es el circuito del retorno del aire desde el recinto al climatizador.
- Tramo de impulsión.
  Es el circuito de envío del aire al recinto desde el climatizador.

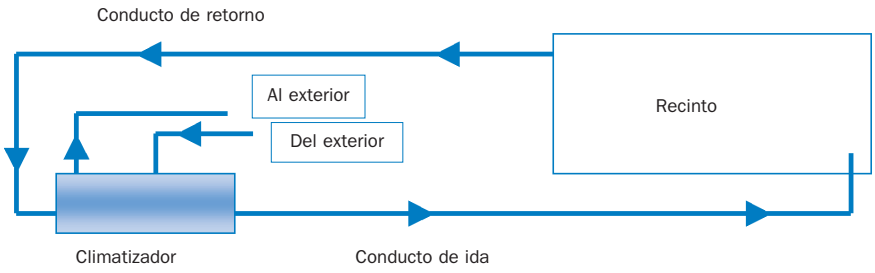


Figura 13

Manteniendo la similitud con el caso del agua, la cantidad de aire que pasa en una hora por el conducto, se denomina caudal, también se mide en m^3/hora. Las dos magnitudes que junto con el caudal nos permiten hacer cálculos de la circulación del aire son la velocidad del aire y la sección del conducto.

Cuando hablábamos de la renovación de aire, hemos visto el caudal de aire que hay que mover por hora según la normativa vigente. Este dato nos va a ayudar a seleccionar los tipos de ventiladores

que tendremos que colocar en el recinto en función del volumen de aire que tengamos, y de las características de nuestra instalación.

5.3. Aclaraciones sobre la ventilación

Debemos distinguir entre ventilación natural y ventilación forzada:

- **Ventilación natural:** Se realiza comunicando directamente el local a ventilar con el exterior por distintas aberturas, cuyas dimensiones están calculadas en función del número de renovaciones de aire que indica la normativa para dicho local.

- **Ventilación forzada:** Puede ser directa o conducida.
  Cuando el local no tiene las dimensiones adecuadas, no se pueden realizar las aberturas necesarias para asegurar una adecuada ventilación natural, por ello, es necesario intercalar un ventilador o extractor. En este caso hablaríamos de ventilación forzada directa.
  Cuando el local a ventilar no está comunicado directamente con el exterior o es necesario un tratamiento del aire, hablamos de ventilación forzada conducida.
  Es importante dejar claro que, en este tipo de ventilación, los conductos por los que el aire circula, deben ser calculados con exactitud, teniendo en cuenta el caudal, la velocidad y la sección.
  Hay que advertir que debemos mantener el diseño de instalación de estos equipos. Cualquier elemento que esté previsto para el funcionamiento del conjunto (rejillas, compuertas, etc.), no debe ser modificado, o eliminado sin autorización de los diseñadores o de los instaladores autorizados.

4

Mantenimiento físico III:

PISCINAS CON INSTALACIONES DE ENERGÍA SOLAR

1. CONCEPTOS BÁSICOS

1.1. Principios de la radiación solar

La energía del Sol llega a la Tierra en forma de radiación. La radiación podemos interpretarla como millones de pequeñas "partículas" de energía llamadas fotones. Cada unidad de la radiación solar o de fotón, lleva cierta cantidad de energía. Dependiendo de la cantidad de energía podemos dividir la radiación en diversas categorías:

- ➜ INFRARROJO (es decir, calor).
- ➜ VISIBLE (radiación que podemos ver).
- ➜ RADIACION ULTRAVIOLETA (radiación de gran energía).

La radiación que llega constantemente del Sol integra todas estas categorías.

1.2. Constante solar

La cantidad de radiación solar que alcanza el exterior de la atmósfera de la tierra es aproximadamente de 1.350 W/m^2. Este valor es casi una constante. Se conoce como la 'constante solar'. Sin embargo, una vez que esta radiación atraviesa la atmósfera de la Tierra, sufre unas pérdidas por la absorción y la dispersión debido a las partículas de agua en las nubes y del polvo. Finalmente alcanza un valor del 1.000 W/m^2 en un día claro, en los países tropicales.

1.3. Posición de la Tierra con respecto al Sol

La energía nos llega a la Tierra de una manera bastante dispersa, y además presenta oscilaciones. Según las horas del día, las condiciones climatológicas, las coordenadas en que nos encontremos y la estación del año recibiremos cantidades diferentes de radiación solar.

La posición del Sol en el cielo cambia a lo largo del día y también lo largo de las estaciones. Necesitamos conocer estos cambios de posición de modo que podamos intentar utilizar la energía solar disponible de la forma más productiva posible.

Para definir la posición del sol en cada instante con respecto a un observador que se encontrase inmóvil en un plano horizontal, se utilizan 2 coordenadas:

- Altura solar (h).
- Azimut solar (A).

La altura solar es el ángulo que forman los rayos solares sobre la superficie horizontal. En el amanecer y en el ocaso la altura solar vale 0.

El azimut solar es el ángulo de giro del Sol medido sobre el plano horizontal mediante la proyección del rayo sobre dicho plano y tomando como origen el Sur. El mediodía solar es el instante en que el azimut vale 0. En este instante la elevación del Sol es máxima (las longitudes de la sombras son mínimas). El instante correspondiente al mediodía solar NO coincidirá con el que el reloj nos marque las 12 del mediodía (hora civil).

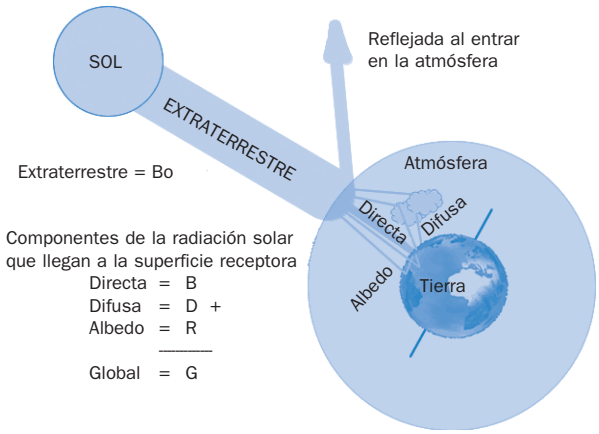
Debido a la inclinación del eje de rotación de la Tierra con respecto al plano de su órbita alrededor del Sol y a su forma esférica, un mismo punto de la superficie terrestre recibe los rayos con una inclinación diferente, según la época del año, y por tanto, la energía efectiva que incide en un m^2 de superficie horizontal varía considerablemente. Esto significa que es más importante la inclinación con que se reciben las ondas de radiación, que la cantidad absoluta de energía recibida.

En invierno los rayos del Sol caen con un ángulo pequeño respecto a la horizontal, lo contrario que en verano, cuando el ángulo es mucho mayor, llegando a alcanzar la perpendicular en las zonas cercanas al Ecuador y en los momentos centrales del día. Por esta razón, la energía total incidente en un determinado periodo de tiempo (por ejemplo, una hora) también es mucho mayor en las horas centrales del día (alrededor del mediodía), que en las horas cercanas al amanecer o a la puesta de sol. Lógicamente cuanto mayor es la duración del día solar, más cantidad de energía se podrá recoger a lo largo del día.

Otro factor que determina la mayor o menor cantidad de energía que llega a la superficie es el grado de nubosidad de la zona. También la temperatura media del aire y la velocidad del viento influyen, aunque en menor cuantía que la nubosidad, sobre todo en los colectores planos destinados a calentar agua, pues si dicha temperatura muy alta o el viento predominante es demasiado fuerte, el colector tenderá a perder rápidamente el calor producido por la radiación solar, dificultándose su transmisión al agua que queramos calentar.

1.4. Radiación directa, difusa y albedo

- **Radiación directa:**
  Es la que proviene directamente del Sol y llega a nosotros sin sufrir desviaciones.
- **Radiación difusa:**
  Es toda aquella radiación que no es directa. Si no existiese aire toda la radiación sería directa, y si mirásemos al cielo hacia un lugar diferente de aquél en que se encuentre el sol, nuestro ojo no recibiría radiación alguna (el cielo se vería de color negro). Las nubes difunden la radiación solar más fuertemente que el aire seco, por lo que en un día nublado toda la radiación que podamos obtener será radiación difusa. Sin embargo en un típico día despejado, la radiación directa es varias veces superior a la difusa.
- **Radiación de albedo:**
  Es la reflejada por los cuerpos situados alrededor de la superficie sobre la que nos interesa evaluar la radiación. El albedo de los cuerpos es tanto mayor cuanto mas claro sea el color de los mismos (ej. cuerpos blancos).
  Hay que añadirla a la radiación directa y difusa que una superficie recibe.



1.5. Energía incidente y energía aprovechable

Estos tipos de radiación son útiles para producir energía. Pero, no toda la energía radiante que llega hasta la Tierra es susceptible de ser aprovechada, ya que los dispositivos de captación solares funcionan únicamente a partir de un valor mínimo de radiación. Toda la energía que incida por debajo de este mínimo será inútil a efectos de aprovechamiento práctico ya que los sensores encargados de poner en marcha el sistema de energía solar no la detectarán, y por lo tanto no funcionará el equipo. Esto ocurre sobre todo con los primeros rayos de sol de la mañana y los últimos, antes de la puesta de sol. También sucede en los momentos de elevada nubosidad.

1.6. Formas de aprovechamiento de la energía solar

La energía solar es la energía contenida en la radiación solar que es transformada mediante los correspondientes dispositivos para su consumo posterior allá donde se necesite.

Dependiendo de la forma de aprovechar esta radiación que nos llega del Sol se distinguen tres tipos de energía solar:

- **Energía solar fotovoltaica:** la radiación solar se utiliza exclusivamente para generar corriente eléctrica a través de paneles fotovoltaicos. Los módulos fotovoltaicos absorben la luz solar y la transforman en electricidad.
- **Energía solar térmica:** la radiación solar se utiliza fundamentalmente para obtener calor por medio de colectores solares, aunque también puede generarse electricidad a partir de vapor. Por los colectores circula un fluido que recoge el calor que los rayos solares producen en dicho dispositivo.
- **Energía solar pasiva:** la radiación solar se aprovecha para mejorar el confort térmico en un edificio por medio de elementos arquitectónicos bioclimáticos.

Estas tres formas de aprovechamiento no tienen nada que ver entre sí, ni en cuanto a su tecnología ni en su aplicación

El elemento encargado de captar la radiación solar y transformarla en energía útil es el panel solar, pudiendo ser de dos clases: captadores solares térmicos, también llamados colectores solares, y módulos fotovoltaicos.

- Conversión solar térmica:
  Emplea colectores térmicos, en los que un fluido, recoge el calor que los rayos solares producen en el colector.
- Conversión solar eléctrica:
  Efecto foltovoltáico. Los módulos fotovoltaicos absorben la luz solar y la transforman en electricidad.

1.7. Clasificación de los sistemas de energía solar térmica

Las instalaciones de energía solar térmica se clasifican atendiendo al uso o no de elementos mecánicos para la captación de energía:

- Pasivas:
  Se basan en procesos físicos básicos y están enfocadas a la aclimatación (calefacción o refrigeración) de volúmenes habitados, sin la actuación de ningún instrumento mecánico.
- Activas:
  Son utilizadas para el calentamiento de fluidos, normalmente agua, y para la refrigeración de aire a partir de la concentración de la radiación solar.
  Dependiendo de la temperatura final alcanzada por el fluido, las instalaciones activas se clasifican del siguiente modo:

De baja temperatura (- 90ºC)	Son las más extendidas. Se destinan a aquellas aplicaciones que no exigen temperaturas del agua superiores a los 90ºC. Por ejemplo, el agua caliente sanitaria, calefacción por suelo radiante y calentamiento del agua del vaso.
De media temperatura (80ºC a 250ºC)	Se utilizan para todas aquellas aplicaciones que exigen temperaturas del agua comprendidas entre los 80ºC y los 250º. Por ejemplo, la desalinización del agua de mar, refrigeración..., etc.
De alta temperatura (+ 250 ºC)	Son las que se usan para aplicaciones que exigen temperaturas del agua superiores a los 250ºC. Por ejemplo, la generación de vapor para la producción de electricidad a gran escala.

En este manual vamos a centrarnos en el estudio de las instalaciones térmicas de baja temperatura ya que, por las necesidades

que tienen las instalaciones acuáticas, son las que tienen mayor implantación.

2. ENERGÍA SOLAR TÉRMICA DE BAJA TEMPERATURA

El sistema más simple para aprovechar la energía calorífica del Sol (radiación infrarroja), es la instalación de un **colector solar plano (c.p.p)**, a través del cual se hace pasar agua para que se caliente. Con este sistema, estaremos en condiciones de calentar agua hasta una temperatura de 80ºC.

Además del colector solar, se necesita disponer de un método de almacenamiento para el agua caliente que nos proporciona el colector, de forma que seamos capaces de satisfacer la demanda de agua caliente, cuando la radiación solar sea insuficiente para que funcione el sistema.

Si vamos a utilizar el sistema de energía solar térmica de baja temperatura para producir agua caliente sanitaria, podemos elegir el tipo de instalación que queremos:

Circuito abierto	El agua pasa a través de los colectores dónde se calienta y desde allí, se transporta a los puntos de consumo.
Circuito cerrado	El agua se calienta en los colectores que se sitúan en el circuito primario, por medio de un intercambiador cede el calor al agua que pasa por el circuito secundario. Una vez caliente, el agua se almacena en el acumulador.

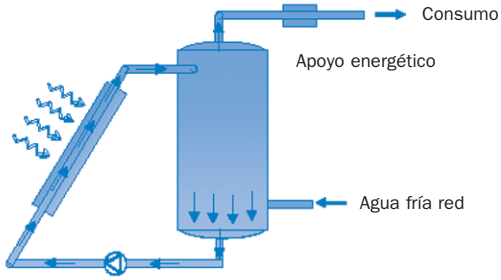


Figura 1. Esquema de una instalación solar térmica con circuito abierto

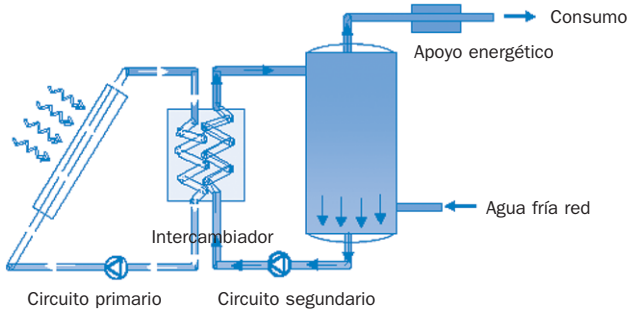


Figura 2. Esquema de una instalación solar térmica con circuito cerrado

2.1. Partes principales de los sistemas de energía solar térmica de baja temperatura

Las instalaciones de baja temperatura necesitan para su funcionamiento el acoplamiento de tres subsistemas principales:

- Subsistema de captación:
  Su finalidad es captar la energía solar.

- Subsistema de almacenamiento:
  Su función consiste en acumular energía cuando está disponible, para poder ofrecerla en cualquier momento que se solicite.
- Subsistema de distribución y consumo:
  Tiene la finalidad de trasladar el agua caliente producida a los puntos de consumo.

Subsistema de captación

El subsistema de captación está constituido principalmente por los colectores, sus elementos de sujeción y sus accesorios. Es el sistema encargado de captar la energía contenida en la radiación solar y transferirla al fluido a calentar.

El tipo de colector más utilizado es el denominado *colector solar plano* (c.p.p). Los colectores solares planos destinados al calentamiento del agua, pueden estar fabricados en distintos materiales (acero, cobre, aluminio, plásticos…), pero están basados siempre en el mismo principio de funcionamiento, denominado "**Efecto Invernadero**", consistente en captar en su interior la energía solar, transformándola en energía térmica e impidiendo su salida al exterior.

Las características específicas de los colectores planos es que carecen de cualquier tipo de concentración de la energía incidente; captan tanto la radiación directa como la difusa y no tienen ningún mecanismo que les permita seguir la posición del Sol a lo largo del día.

El colector se compone de los siguientes elementos:

- Cubiertas.
- Absorbedor por fluido caloportador.

- Aislamiento posterior.
- Carcasa.

En la actualidad también se está instalando *colectores de tubo de vacío* La principal características de este tipo de colectores reside en que dentro de los tubos, donde se aloja el absorbedor, se ha hecho el vacío. Con esta peculiaridad conseguimos un aumento de la temperatura de trabajo además de una reducción de las pérdidas, con lo que la eficiencia del colector aumenta.

Al igual que los colectores de placa plana, el funcionamiento de este tipo de colectores se basa en el efecto invernadero que se produce cuando la radiación solar atraviesa un vidrio. La diferencia, en este caso, está en que no se requiere de un material aislante, ya que el propio vacío de los tubos elimina totalmente las pérdidas térmicas hacia el exterior del vidrio.

Las principales ventajas de estos colectores son:

- Evitamos las pérdidas de energía por conducción y por convección ya que esta forma de transferencia de energía necesita un medio material.
- Este reducido coeficiente de pérdidas los hace especialmente aptos para el aprovechamiento de la radiación difusa.
- El vacío también protege los componentes interiores de las condiciones climáticas evitando condensaciones, humedades interiores, filtraciones, etc.

Cuanto peores sean las condiciones climáticas mayor rendimiento obtendremos con estos colectores; en comparación con los CPP.

Existen dos tipos de colectores de tubos de vacío, en función del método empleado para el intercambio de calor entre la placa y el fluido caloportador.

- ➜ De flujo directo.
- ➜ Con tubo de calor (heat-pipe).

Una vez seleccionado el tipo de colector, elegiremos el número de éstos que vamos a instalar para no generar pérdidas ni malgastar energía indebidamente. Además dispondremos los colectores con la inclinación adecuada para asegurar que la energía captada sea realmente energía útil.

En el cuadro adjunto se especifica la inclinación que deben tener los colectores en función del periodo en que se vayan a utilizar, siendo ß la latitud del lugar donde se encuentra la instalación.

Periodo de utilización	Inclinación de los colectores
Anual, consumo constante	ß
Preferentemente en invierno	ß + 10
Preferentemente en verano	ß - 10

La orientación será siempre hacia el SUR.

El campo de colectores comprende el espacio físico donde se encuentran, contando las zonas que quedan libres para evitar sombras, así como para facilitar el mantenimiento. Es preciso diseñar el acoplamiento de los colectores según una disposición óptima.

Los colectores o grupos de colectores pueden conectarse de tres formas: en paralelo, en serie y en conexionado mixto.

Lo normal es disponer los colectores acoplados entre sí en paralelo, formando filas que a su vez están interconectadas entre sí también en paralelo. El número máximo de colectores en cada fila se establecerá atendiendo a las recomendaciones del fabricante (siendo admisible un máximo de diez) Todas las filas tendrán el mismo número de elementos y estarán bien alineadas.

La conexión entre colectores y entre filas se realizará de manera que el circuito resulte equilibrado hidráulicamente (retorno invertido).

En la canalización de entrada y en la salida del campo de colectores, se instalarán sendas válvulas de cierre de mariposa, para que éstos puedan aislarse durante las operaciones de mantenimiento.

Los colectores que dispongan de cuatro manguitos de conexión se conectarán directamente entre sí. La entrada del fluido caloportador se efectuará por el extremo inferior del primer colector de la fila y la salida por el extremo superior del último.

Los colectores que dispongan de dos manguitos de conexión diagonalmente opuestos, se conectarán a dos tuberías exteriores a los colectores, una inferior y otra superior. La entrada del fluido se realizará por el extremo de la tubería inferior y la salida por el extremo de la tubería diagonalmente opuesta superior. Estas tuberías se dispondrán horizontalmente con una ligera pendiente ascendente en el sentido del avance del fluido del 1%.

Subconjunto de termotransferencia

Está formado por aquellos elementos de la instalación encargados de transferir la energía captada en los colectores solares hasta el depósito acumulador de agua caliente sanitaria.

El principal elemento de este subconjunto es el intercambiador, considerando también el conjunto de tuberías, válvulas y demás piezas que forman parte del sistema de transporte del calor.

Intercambiador

Se introduce un intercambiador de calor en una instalación de energía solar cuando es necesario disponer de dos circuitos independientes: primario y secundario.

Existen diferentes tipos de intercambiadores tal como vemos en la siguiente clasificación.

- Por su posición en la instalación serán interiores o exteriores.
- Por su construcción pueden ser:
  - De serpentín helicoidal.
  - De haz tubular.
  - De doble envolvente.
  - De placas.
- Por su régimen de funcionamiento encontramos intercambiadores que trabajan por termofusión y los que trabajan forzados mediante electrocirculación.

Otra posible clasificación sería:

- Intercambiadores interiores:
  - De serpentín helicoidal.
  - De haz tubular.
  - De doble envolvente.
- Intercambiadores exteriores:
  - De haz tubular.
  - De placas.

Se recomienda dimensionar el intercambiador de calor, en función de la aplicación, con las condiciones expresadas en la tabla.

Aplicación	Temperatura entrada primario	Temperatura salida secundario	Temperatura entrada secundario
Piscinas	50 ºC	28 ºC	24 ºC
Agua caliente sanitaria	60 ºC	50 ºC	45 ºC
Calefacción a baja temperatura	60 ºC	50 ºC	45 ºC
Refrigeración/ calefacción	105 ºC	90 ºC	75 ºC

Subsistema de almacenamiento

Ya hemos visto que su función consiste en acumular energía para que esté disponible cuando sea necesario.

Los elementos que intervienen en el funcionamiento de este subsistema son:

➜ **Acumulador:**

Si se quiere aprovechar al máximo las horas de sol, será necesario acumular la energía en aquellos momentos del día en que esto sea posible y utilizarla cuando ésta se demande. Lo habitual es almacenar la energía en forma de agua caliente que será consumida con posterioridad.

La necesidad de energía no siempre coincide en el tiempo con la que captamos del sol, por eso es imprescindible disponer de un sistema de almacenamiento que haga posible suministrar energía aunque no haya Sol, o mejor dicho, suministrar el producto de la conversión de la energía: agua caliente.

Almacenar energía en forma de agua caliente tiene grandes ventajas:

- Es barata.
- Fácil de manejar.
- Tiene alta capacidad calorífica.
- Es también un elemento de consumo para el caso del agua caliente sanitaria.

La elección del material del acumulador depende de varios factores, como son el tipo de aplicación que se le va a dar, el lugar en que se va a instalar, el coste económico, la vida media del equipo y su facilidad de mantenimiento. Los materiales más utilizados para la fabricación de los acumuladores son el acero inoxidable, la fibra de vidrio reforzada y el aluminio.

Suele ser de forma cilíndrica por su facilidad de fabricación. La altura debe ser mayor que el diámetro; de esta manera se favorece el efecto de estratificación, es decir, como el agua disminuye su densidad al aumentar su temperatura. Cuanto mayor sea la altura del acumulador, mayor será la diferencia de temperatura entre el agua de la parte superior e inferior del mismo, produciéndose así mayor estratificación. De la parte superior del acumulador se extrae el agua para el consumo, mientras que la energía de la radiación solar se transfiere al agua situada en la parte baja. De esta forma los colectores funcionan a la temperatura mínima posible, aumentando su rendimiento.

El volumen de acumulación podrá fraccionarse en dos o más depósitos que se conectarán preferentemente en serie. Si se conectan en paralelo debe hacerse por el sistema de retorno invertido, para equilibrar la pérdida de carga de las conexiones.

En cada una de las tuberías de entrada y salida del agua del acumulador se instalará una válvula de cierre próxima al manguito correspondiente. El manguito de vaciado se conectará al circuito de agua caliente sanitaria mediante una tubería provista de válvula de cierre con salida del agua visible. En la figura 3 se representa un acumulador fraccionado en depósitos.

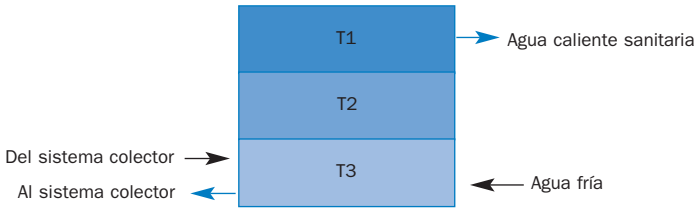


Figura 3

Subsistema de distribución y consumo

Las instalaciones de energía solar térmica han de incluir necesariamente una serie de elementos indispensables para controlar el correcto funcionamiento de la instalación. Algunos de ellos son obligatorios, puesto que se trata de elementos de seguridad; otros se colocan para obtener un mejor rendimiento de la instalación y un mantenimiento más correcto (válvulas de paso, válvulas de seguridad, manómetros, termómetros..., etc.).

La finalidad de este subsistema es trasladar el agua caliente producida a los puntos de consumo, por lo tanto el fin último del sistema es la utilización del producto (agua caliente). Para que la transferencia térmica sea eficaz, debemos asegurar la

circulación del fluido. Esto se puede conseguir de dos formas diferentes: por termodifusión (circulación natural) y por bomba de circulación (circulación forzada).

➜ Circulación natural (termosifón):

El movimiento del agua por circulación natural o **termosifón**, se produce por la diferencia de temperaturas entre el agua fría del acumulador y la caliente del colector.

El agua caliente del colector calentada por el sol disminuye su densidad y por tanto su peso, por lo que el mayor peso del agua fría del acumulador, que debe estar colocado por encima de los colectores más de 30 cm, actúa por el conducto de retorno que une la parte inferior del acumulador con la parte inferior del colector, empujando al agua caliente del colector (menos pesada) que es obligada a ascender por la tubería que une la parte superior del depósito.

Este movimiento del agua del colector al depósito se mantendrá mientras haya suficiente diferencia de temperatura entre el agua del colector y el agua del depósito. Una vez calentada el agua del acumulador, las temperaturas se igualan y el movimiento cesa. Cuando se extrae agua caliente del acumulador, se rellena con agua de la red, con lo que el agua vuelve a enfriarse y el movimiento se reinicia por sí mismo.

En este tipo de instalaciones por termodifusión o circulación natural, es imprescindible que el diseño y el montaje de los equipos favorezca el movimiento del agua caliente. Son dos los factores que influyen en la fuerza con la que va a ascender el agua caliente:

- La diferencia media de temperaturas del agua a la salida del colector y en la parte baja del acumulador.

- La diferencia de alturas entre el acumulador y los colectores, que no debe ser inferior a 30 cm.

➜ **Circulación forzada (por bomba de circulación):**

También podemos hacer circular el agua introduciendo una bomba que haga que el agua se mueva por el circuito, lo que permite regular mejor la instalación.

Con este método, el captador y el acumulador no necesitan tener una instalación específica, sino que pueden estar colocados a la misma altura.

El transporte del fluido caloportador desde los colectores hasta el acumulador, y posteriormente hasta los puntos de consumo, con independencia de que tengamos o no intercambiador, se realiza con la ayuda de electrocirculadores. El electrocirculador es un aparato accionado por un motor eléctrico capaz de suministrar al fluido una cantidad de energía con el fin de transportarlo a un circuito abierto o cerrado, a una determinada presión.

El uso de estos aparatos se limita al circuito primario y son elementos imprescindibles en el caso de que el intercambiador, bien interno o externo al acumulador, se encuentre situado a una altura inferior a la de los colectores. No se debe sobredimensionar la potencia del electrocirculador para no producir un consumo innecesario. El caudal está comprendido entre 50 y 77 litros/hora por cada m^2 de superficie colectora.

Cuando utilizamos electrocirculadores en el circuito, es necesario también instalar una válvula antirretorno del tipo claveta, para evitar el efecto termosifónico nocturno.

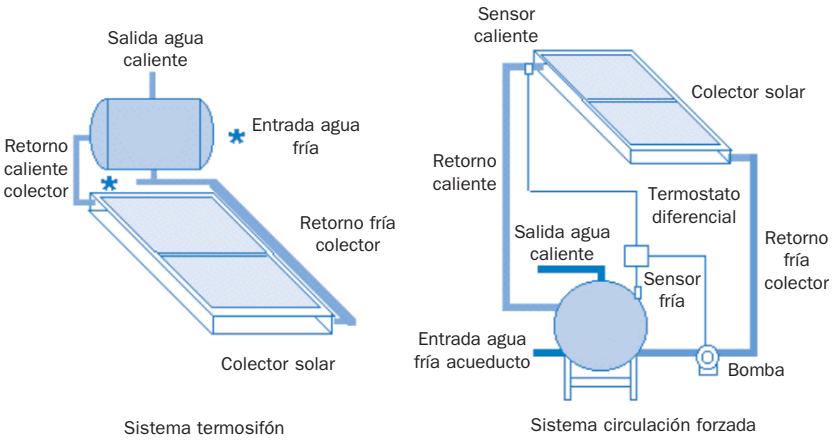


Figura 4

Otros elementos

➜ Manómetro e hidrómetro

Se utilizan para conocer el valor de la presión en el interior de una tubería o acumulador. La única diferencia entre ambos es la escala en la que trabajan: el manómetro mide la presión en kg/cm^2, y el hidrómetro en metros de columna de agua (m.c.a.)

➜ Válvula de seguridad y embudo de desagüe

Las válvulas de seguridad actúan como elementos limitadores de la presión de los circuitos y son imprescindibles para proteger los componentes de la instalación.
El tarado de la válvula, es decir, la presión a la cual la válvula actúa, dejando escapar fluido, debe ser inferior a la presión que pueda soportar el elemento más delicado de la instalación, el colector.

Para saber cuando actúa una válvula de seguridad es conveniente colocar en la descarga un embudo de desagüe que permita observar el funcionamiento de la misma.

➜ Purgador

El purgador es el elemento encargado de evacuar los gases, generalmente aire, contenidos en el fluido caloportador. Debe situarse en el punto más alto de la instalación que es donde se acumulan los gases al separarse el fluido.

➜ Válvulas anti-retorno

Ya hemos hablado de que la válvula anti-retorno es una llave que permite el paso del fluido en un solo sentido, impidiendo la circulación en sentido contrario. Existen dos tipos:
De claveta (se usa en circuitos primarios).
De obús (se usa en circuitos secundarios sometidos a la presión de red).

➜ Válvulas de paso

Son los elementos encargados de interrumpir total o parcialmente el paso del fluido por las tuberías. Distinguimos dos tipos:

- Válvulas de cierre total. Son las que se utilizan para separar una parte de la instalación o aislarla del servicio.
- Válvulas de cierre parcial. Sirven para producir una pérdida de carga adicional en el circuito, con el objeto de regular el caudal o de equilibrar la instalación.

Recordemos que cada función específica dentro de una instalación acuática exige un tipo de válvula determinada. Ya hablamos de los distintos tipos de válvulas que existen en el capítulo de mantenimiento físico.

➜ Termómetro y termostato

El termómetro es un instrumento que mide la temperatura de un objeto.

Como el objetivo en este caso es medir la temperatura de un fluido, hemos de disponer el punto sensible del termómetro, de forma que esté lo más en contacto posible con el fluido, pero sin estar directamente bañado por él. Los tipos de termómetro más usados son el de contacto y el de inmersión.

La correcta regulación de la temperatura de los fluidos, la puesta en marcha de elementos de instalación e incluso la seguridad de la instalación, hace necesaria la colocación de otros elementos denominados termostatos. Estos son los encargados de transformar una lectura de la temperatura previamente determinada en su escala, en una señal eléctrica que pone en marcha o detiene un determinado mecanismo.

➜ Válvulas de tres y cuatro vías

El diseño de una instalación puede hacer necesaria la circulación de fluidos por vías alternativas. Para conseguirlo de forma automática se usan las llamadas válvulas de tres o cuatro vías, de manera que una señal eléctrica, generalmente procedente de un termostato, activa el servomotor, abriendo y cerrando las vías correspondientes.

➜ **Grifo de vaciado**

Para operaciones de mantenimiento o reposición de algún elemento averiado de la instalación, es necesario vaciar el circuito, ya sea el primario o el secundario. Para conseguirlo con rapidez y comodidad es preciso colocar en la parte inferior de los circuitos una llave de paso conocida como grifo de vaciado.

3. ACONDICIONAMIENTO DE PISCINAS

En capítulos anteriores, hemos hablado de la temperatura que debe tener el agua del vaso. La temperatura se debe medir en el centro de la piscina y a unos 20 cm. por debajo de la lámina de agua.

Para controlar la temperatura dispondremos de una sonda de temperatura en el retorno de agua al intercambiador de calor, y un termostato de seguridad dotado de rearme manual en la impulsión que enclave al sistema de generación de calor.

Sabemos también las condiciones ambientales que debe tener el local en el que esté situado el vaso; recordemos que son las siguientes:

- La temperatura seca del aire del local será entre 2 y 3 grados mayor que la del agua.
- La humedad relativa del ambiente se mantendrá entre el 55% y el 70%.
- Para mantener la humedad relativa entre estos límites marcados, podemos utilizar una bomba de calor, que permite hacer entrar aire del exterior, y por consiguiente rebajar la humedad.

- Para evitar condensaciones sobre las paredes frías del local de la piscina, puede utilizarse el aire exterior.

El cálculo de la potencia térmica necesaria para calentar el agua de la piscina, se efectúa teniendo en cuenta las pérdidas de calor que pueden darse en el agua del vaso, y que recordamos a continuación:

- Por transferencia del vapor de agua al ambiente.
- Por convección de la superficie al agua de la pileta: bien desde la superficie de agua, bien desde el suelo mojado alrededor de la piscina, o bien desde el cuerpo de las personas mojadas.
- Por radiación de superficie de agua hacia los cerramientos.
- Por conducción a través de las paredes del vaso.
- Por renovación de agua del vaso.

Para las piscinas cubiertas, los colectores de la instalación de energía solar han de ser metálicos y con cubierta, lo que implica el uso obligado de un intercambiador, para evitar que el agua de la piscina con sus aditivos, circule directamente por el interior de los colectores.

Al igual que ocurre con los sistemas de agua caliente sanitaria, es necesario el uso de energía auxiliar para mantener el agua caliente en épocas de nubosidad.

En instalaciones de piscinas, el filtro ha de colocarse siempre entre la bomba y los captadores solares.

El sentido de la corriente ha de ser bomba-filtro-captadores, para evitar que la resistencia del filtro provoque una sobrepresión perjudicial para los captadores.

Tabla 1. Ejemplo de necesidades de una piscina

Dimensiones recinto	30 m x 20 m x 4,5 m
Dimensiones piscina	25 m x 12,5 m x 2 m
Acristalamiento	30 m^2
Temperatura interior	27 °C, 60% H.R.
Temperatura agua	24 °C
Temperatura exterior	5 °C, 80% H.R.
Ocupación del recinto	50 personas
Renovación aire	10%

Tabla 2. Cálculo de cargas (recinto)

Transmisión	15,5 kW
Renovacion aire (10%) 1.200 m3/h	17,9 kW
Total	33,4 kW
Total vaso	60,44 kW
Total energía	99,84 kW

Tabla 3. Cálculo de cargas (vaso)

Evaporación	55,7 kg/h
Renovacion agua (1/40%) vol/día	8,14 kW
Transmisión	3,30 kW
Evaporación (55,7 kg/h)	49,00 kW
Total	60,44 kW

3.1. El calentamiento del agua en las piscinas al aire libre

En el caso de las piscinas al aire libre, la normativa vigente no permite utilizar energías convencionales para el calentamiento del agua del vaso, sólo se pueden usar energías alternativas.

Es muy frecuente encontrarse con instaladores que incumplen la ley y realizan instalaciones utilizando intercambiadores cuyo primario es agua caliente de calefacción con calderas de gasóleo

o gas y electricidad algunas veces. En este caso es importante dejar claro que ante la ley, son culpables tanto el instalador como la persona, o entidad que contrata la instalación.

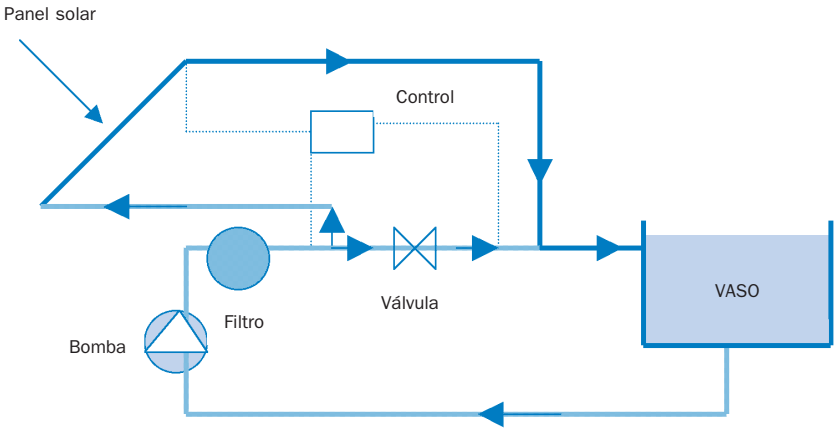


Figura 5

En la figura 5 se ha representado un esquema de calentamiento de una piscina al aire libre con energía solar. Las necesidades de calor se calculan teniendo en cuenta principalmente los siguientes aspectos:

- Las pérdidas de calor del agua del vaso.
  Ya hemos explicado los distintos tipos de pérdidas que existen, pero es importante matizar que en el caso de las piscinas al aire libre, las pérdidas por conducción suponen un 10% del valor total, las que se producen por convección el 15%, las pérdidas por radiación el 10%, mientras que las pérdidas por evaporación llegan a alcanzar el 65% de las pérdidas totales. Las condiciones mejoran mucho si se dispone de un cobertor que proteja el vaso de todos aquellos factores ambientales que pudieran aumentar las pérdidas: viento y velocidad del

viento, temperatura del agua y temperatura del ambiente, humedad relativa... etc.

- Por último hay que considerar las pérdidas de calor motivadas por agua perdida, principalmente por **reposición** del agua de lavado de filtros.

Muchas veces se justifica un descenso del nivel del agua de un vaso aduciendo como motivo la evaporación. Como norma general, si el descenso diario es superior a 2 milímetros, podemos asegurar que la causa no es la evaporación, sino que casi siempre se deba a pérdidas del vaso.

El calentamiento puede obtenerse por medio de un colector solar de bajo coste, sin cubierta de vidrio y sin aislamiento (colectores de polipropileno).

La piscina por sí misma sirve como depósito de almacenamiento de la energía.

La bomba utilizada para el filtrado de la piscina sirve también para la circulación del agua a través de los paneles solares.

Asimismo resulta muy efectivo cubrir durante la noche la superficie de la piscina con una manta aislante de plástico (manta térmica), para evitar la pérdida de calor que se ha obtenido durante el día.

4. MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES DE ENERGÍA SOLAR

Antes de exponer el protocolo de mantenimiento de este tipo de instalaciones, debemos tener en cuenta las siguientes consideraciones previas:

- En una instalación de energía solar es tan importante un adecuado mantenimiento, como un diseño y un montaje correcto, para asegurar el buen rendimiento de la instalación a lo largo del tiempo.
- Una vez tenemos un adecuado diseño y montaje en nuestra instalación, el correcto funcionamiento de la misma va a depender fundamentalmente de que el circuito esté bien lleno de agua y bien purgado.
- Si la instalación es por bombeo, el sistema de control debe estar bien calibrado, porque es más fácil que se produzca un fallo en el control, a que el circuito pierda agua o entre aire.
- Si la instalación está situada en un lugar frío, con fuertes heladas, habrá que vigilar cuidadosamente el estado del anticongelante, siempre que la instalación tenga incorporado ese sistema para prevenir la congelación del agua.
- Otro aspecto a tener en cuenta es la duración del sistema y la previsión anticipada de averías a largo plazo, que un mantenimiento preventivo y sobre todo una inspección periódica visual pueden prevenir.

4.1. Protocolo de mantenimiento

Se definen tres escalones de actuación para englobar todas las operaciones necesarias durante la vida útil de la instalación

para asegurar el funcionamiento, aumentar la fiabilidad y prolongar la duración de la misma:

a) Vigilancia.
b) Mantenimiento preventivo.
c) Mantenimiento correctivo.

a) *Plan de vigilancia*

El plan de vigilancia se refiere básicamente a las operaciones que permiten asegurar que los valores operacionales de la instalación sean correctos. Es un plan de observación simple de los parámetros funcionales principales.

b) *Plan de mantenimiento preventivo*

Son operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otras, que aplicadas a la instalación deben permitir mantener dentro de límites aceptables las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la misma.

El mantenimiento preventivo implicará, como mínimo, una revisión anual de la instalación para aquellas instalaciones con una superficie de captación inferior a 20 m^2 y una revisión cada seis meses para las que posean una superficie de captación superior a 20 m^2.

El mantenimiento preventivo ha de incluir todas las operaciones de mantenimiento y sustitución de elementos fungibles o desgastados por el uso, necesarias para asegurar que el sistema funcione correctamente durante su vida útil.

c) *Mantenimiento correctivo*

Son operaciones realizadas como consecuencia de la detección de cualquier anomalía en el funcionamiento de la instalación, en el plan de vigilancia o en el de mantenimiento preventivo.

En los cuadros que aparecen a continuación, se especifican los elementos que debemos controlar en un adecuado sistema de mantenimiento de este tipo de instalaciones.

Operaciones imprescindibles de mantenimiento	• Control anual del anticongelante. • Comprobación de la presión y llenado del circuito. • Purgado del circuito. • Comprobación de la presión del aire del vaso de expansión cerrado. • Calibración del sistema de control. • Comprobación del funcionamiento automático de las bombas de la instalación.
Inspecciones visuales y comprobaciones a realizar	• Comprobación del aislamiento. • Inspección visual detallada de los colectores. • Se actuará sobre todas las válvulas manuales, de corte, llenado, vaciado y purga, comprobando su funcionamiento. Se pondrá especial cuidado en comprobar que funcionan las válvulas manuales de seguridad. • Se comprobará que las tuberías no estén obturadas. • Se comprobará que el ruido de las bombas sea normal. • Se comprobarán los filtros de la instalación.

Localización y reparación de averías

Diferenciaremos dos tipos de averías:

➜ Averías del sistema.
Son fallos capaces de impedir el funcionamiento del mismo.

➜ Deterioros o degradaciones de la instalación.
No impiden el funcionamiento del sistema pero pueden provocar la inutilización de la instalación en el caso de no ser reparado.

Normalmente se detectan las averías en el sistema con mucha rapidez, por los siguientes indicadores:

- El rendimiento de la instalación baja considerablemente y el sistema de energía auxiliar (si lo hay), funciona excesivamente.
- Aparecen fugas de agua en el circuito.
- La instalación genera ruidos anormales.

Estos fallos de funcionamiento, son siempre consecuencia de algunas de las siguientes averías:

- Las bombas no funcionan.
- Es muy baja la presión en el circuito cuando está frío y parado.
- Las bombas funcionan pero el caudal y la presión son insuficientes.
- Las bombas funcionan dando presiones altas y caudales bajos.
- Aparecen fugas de líquido en el circuito.
- Funcionamiento excesivo de la válvula de seguridad.
- Sistema de calentamiento auxiliar no entra.
- Rotura del cristal del colector.
- Rotura de la junta de la cubierta del colector.
- Ruidos anormales en la bomba.
- Ruido de ebullición en el colector.

5

Mantenimiento
QUÍMICO

1. INTRODUCCIÓN

Si partimos de la definición de piscina y de los contenidos del capítulo anterior, comprobaremos que el vaso, destaca como el elemento central de la instalación. Al estar permanentemente lleno de agua, es fundamental que nos tomemos muy en serio el mantenimiento de la calidad de la misma.

Si nos bañamos en un río, cada momento que transcurre utilizamos agua nueva que fluye siguiendo su curso y no necesita tratamiento. Sin embargo, en las piscinas es diferente, el agua que se utiliza es siempre la misma, aunque se añade a diario un 5% de agua limpia.

Como todo volumen de agua estancada, la de las piscinas está sometida a procesos de degradación que se aceleran por la continua inmersión de personas que actúan como vehículos de agentes contaminantes; la calidad del agua se deteriora por la presencia de partículas extrañas y sedimentos en el fondo,

porque pierde su transparencia, porque los bañistas aportan sustancias no deseables, etc.

No hace mucho tiempo, se vaciaba el vaso de una instalación cuando el agua estaba sucia. Sin embargo, el hecho de vaciar el vaso, limpiarlo y volverlo a llenar, no garantiza la calidad sanitaria del agua y, hoy por hoy, supone un derroche de un recurso escaso.

En la actualidad, las aguas de las piscinas se regeneran en un circuito cerrado, es decir, el agua progresivamente contaminada por los bañistas se somete a un tratamiento adecuado para su limpieza y se vuelve a introducir en la piscina.

En conclusión, para conseguir que el agua reúna las condiciones higiénico-sanitarias necesarias y evitar riesgos para la salud de los bañistas, lo aconsejable es:

- La instalación de un circuito cerrado en el que el agua es sometida a recirculación y a un proceso de regeneración.
- La adición de productos químicos.
- La utilización de diferentes sistemas de desinfección.
- El control de estos tratamientos a través de análisis químicos y microbiológicos para asegurar la calidad del agua.

El mantenimiento de la calidad del agua de las instalaciones acuáticas comprende diferentes actuaciones: mantenimiento químico, sanitario, etc., existiendo diversos factores relacionados como son: los componentes del agua, los parámetros relativos a la calidad del agua, el equilibrio del agua, los procesos de tratamiento, los agentes causantes de contaminación, etc., que pasaremos a desarrollar a continuación.

2. ASPECTOS QUÍMICOS

El agua químicamente pura es la combinación de hidrógeno y oxígeno con la composición H_2O. El agua natural contiene siempre disueltos compuestos salinos y gases.

El agua pura tiene una densidad de 1 g/cc a +3'98 ºC y presión ordinaria. Es poco conductora de la corriente eléctrica. Representa el 60% en peso del cuerpo humano y el 70% de la superficie terrestre está cubierta por agua, la mayor parte salina; y sólo el 2'6%, aproximadamente, es agua dulce (natural y capaz de ser consumida por los organismos vivos).

El agua es un buen disolvente ya que su molécula química es polar, es decir, las moléculas constituyen dipolos H–OH bien definidos, induciendo a la disociación de las sales iónicas en electrolitos o iones con carga positiva o negativa —y, como consecuencia, la disolución de ellos.

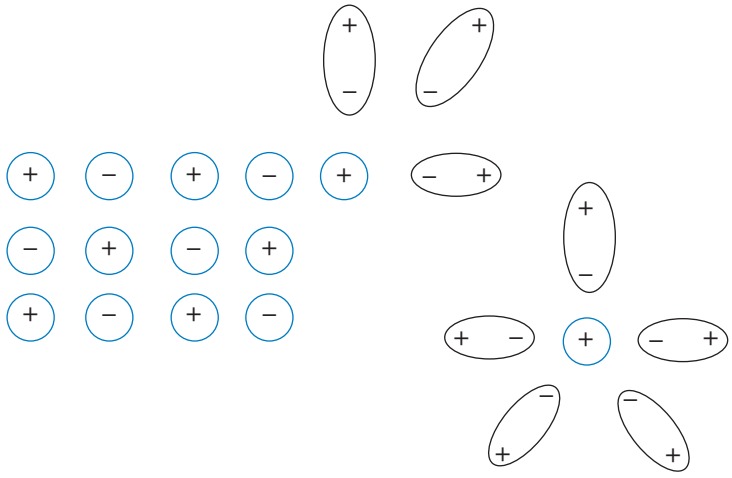


Figura 1

En este mecanismo de solubilidad, se observa que cuando las moléculas de agua, se ponen en contacto con la sal, los dipolos del agua se orientan reduciendo la fuerza que actúa entre los componentes iónicos del cristal y solubilizándose.

Acidez y Basicidad. Según la teoría de Brönsted: Ácido se define como compuestos capaces de ceder protones (H+) y bases son los compuestos químicos susceptibles de captar protones (H+). Existiendo, por tanto, un equilibrio entre el ácido y su base conjugada.

	Ácido ⇄	**Base + H+**
Ej:	HCl (ácido) ⇄	Cl- + H+ (base)
	NH4+ (ácido) ⇄	NH3 + H+ (base)

Dado que la disociación del H2O es: H+ + OH-.

Da lugar al llamado producto iónico del agua: $K_w = |H^+||OH^-|$

Que proviene de la ley de acción de masas $K = \frac{|H^+||OH^-|}{|H_2O|}$

Siendo |H+|, |OH-| y |H2O| expresión de concentración en moles/litro ó (gramos/peso molecular)/litro, o iones-gramo/litro. Kw = 10-14. Porque se considera:

$$|H_2O| * K = \left(\frac{1000g}{18\,g/ml}\right) * \frac{10^{-14}}{55} = K_w = |H^+||OH^-| = 10^{-14}$$ (a 25ºC).

En el agua pura |H+| = |OH-| = 10-7 iones gramo por litro. Es decir, que en diez millones de litros de agua a 25ºC, sólo está disociado un mol de la misma, existiendo un gramo de ion H+ y 17 gramos de ion OH-.

El medio en el que |H+| > |OH-| se considera ácido, y si |H+| < |OH-|, será básico. Por tanto:

- Medio básico es aquel en el que $|H+| < 10^{-7}$.
- Medio neutro es aquel en el que $|H+| = 10^{-7}$.
- Medio ácido es aquel en el que $|H+| > 10^{-7}$.

Asimismo, para expresar el estado de acidez o basicidad de una disolución se emplea el concepto de pH que viene definido según Sörensen así: $pH = -\log |H^+|$. Por tanto:

- Medio básico es aquel en el que pH > 7.
- Medio neutro es aquel en el que pH = 7.
- Medio ácido es aquel en el que pH < 7.

En la figura nº 2 se expresan los valores de las concentraciones de H+ y OH-, según el grado de pH.

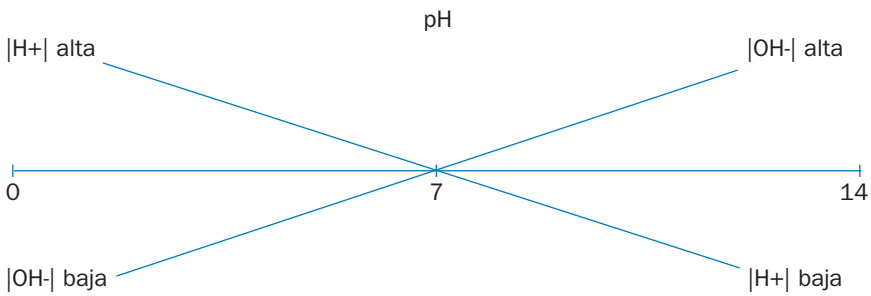


Figura 2

Las reacciones de ácidos y bases se denominan de neutralización.

Ácido + Base Æ Sal + Agua

Las sales inorgánicas al disolverse en agua dan lugar a la formación de ácido o de una base, siendo la reacción contraria a la de neutralización. Esta reacción da lugar a la definición de los caracteres ácido o base de una sal al disolverse en agua, dando lugar al pH correspondiente.

Ej: Sal → (anión)- + (catión)+
(anión)- + H2O → H-anión + OH-
(catión)+ + H2O → catión-OH + H+

Si el ácido o la base formada están poco disociadas, dominará el carácter del ion OH- ó H+ resultante, respectivamente, dando lugar al carácter básico o ácido de la disolución.

Todos estos aspectos hacen que el agua por solubilización de sustancias químicas, ataque químico, contaminación o adición de compuestos químicos varían el carácter neutro que inicialmente tenía como agua pura.

Para obtener una imagen auténtica de la naturaleza de una muestra de agua en particular, es necesario cuantificar diferentes propiedades mediante un análisis que determine sus características físicas, químicas y microbiológicas.

A grandes rasgos, describimos brevemente algunas de las características que ayudan a comprender mejor el concepto de calidad de agua.

2.1. Características físicas del agua

Temperatura	La temperatura del agua es importante por los efectos que puede producir: aceleración de reacciones químicas, reducción en la solubilidad de los gases, intensificación de sabores y olores, etc. Por debajo de los 18ºC se considera fría y sin problemas, por encima de 24ºC puede presentar precipitaciones de sales cálcicas y aumentará la turbidez. Cuanto más alta sea la temperatura, mejor se podrán desarrollar bacterias, algas y otros microorganismos.
Sabor y olor	Aunque es una propiedad subjetiva difícil de medir, el agua puede tener sabor y olor debido a las impurezas disueltas, frecuentemente de naturaleza orgánica como los fenoles y clorofenoles.
Color	El agua pura no es incolora, cuando la encontramos en grandes volúmenes, tiene un tinte azul verdoso pálido. Es necesario que reconozcamos las diferencias que existen entre el color verdadero debido al material en solución y el color aparente debido a la materia suspendida.
Turbidez	La presencia de sólidos coloidales le da al líquido una apariencia nebulosa que es poco atractiva y puede ser dañina. La turbiedad en el agua puede estar causada por: · Partículas de arcilla y limo. · Descargas de agua residual. · Desechos industriales. · Presencia de numerosos microorganismos.
Sólidos	Los sólidos se pueden encontrar en el agua en suspensión, en solución o de ambas formas. · Los sólidos disueltos totales (SDT) son materias solubles. · Los sólidos en suspensión (SS) son partículas pequeñas que se pueden medir al filtrar una muestra a través de filtros de celulosa de porosidad de unos 0,45 micras.

Conductividad (K)	Es la conductancia eléctrica que presenta el volumen de un electrolito, comprendido entre la unidad de superficie de los electrodos separados por la unidad de longitud, depende por tanto, de la concentración (número de iones existentes en el agua) y de la velocidad de desplazamiento. (Se mide en micro siemens/cm) La conductividad de una solución depende de la cantidad de sales disueltas que estén presentes. En el caso de soluciones diluidas es aproximadamente proporcional al contenido de sólidos disueltos totales SDT. Expresado como fórmula quedaría del siguiente modo: $$K = \frac{\text{conductividad } (\mu S/m)}{\text{SDT (mg/l)}}$$ Si conocemos el valor de la conductividad en un determinado tipo de agua, nos podremos hacer una rápida idea del contenido de sólidos disueltos totales, SDT. La temperatura del agua tiene mucho que ver con la conductividad ya que ésta aumenta un 2% por cada grado centígrado que aumente la temperatura del agua.

2.2. Características químicas del agua

Los parámetros más importantes relativos a la calidad del agua utilizada en las piscinas son:

- Dureza.
- pH.
- Alcalinidad.
- Mineralización.
- Materia orgánica.

➜ Dureza

La dureza se debe al contenido de sales de calcio y magnesio disueltas en agua, y en menor medida a la acidez mineral, las sales alcalinas y otros metales.

Se mide en mg de carbonato cálcico ($CaCO_3$) por litro de agua $CaCO_3$/litro o en ºHF, siendo 1ºHF equivalente a 10 mg de $CaCO_3$/litro.

La dureza representa el Título Hidrométrico (TH).

La dureza ideal del agua oscila entre los 150 a 250 mg de $CaCO_3$/litro, una dureza superior provocará precipitación de sales cálcicas y bloqueará el filtro.

Para incrementar la dureza del agua, en caso de interés, añadiremos cloruro de calcio ($CaCl_2$), y para hacer que disminuya sustituiremos parte del agua del vaso por otra de menor dureza.

➜ El pH

Expresa el grado de acidez o alcalinidad del agua.

Su origen en las aguas puede ser natural o artificial. Si es natural, dependerá de la concentración de ácido carbónico disuelto, de la hidrólisis de las sales que disuelve y, en algunos casos, será debido a ácidos orgánicos procedentes de terreno húmedo.

Si su origen en el agua es artificial, será debido a procesos de contaminación industrial, o propios del tratamiento.

Las reacciones de ácidos y bases se denominan reacciones de neutralización. (Ácido + base = sal + agua). Las sales inorgánicas al disolverse en agua dan lugar a la formación de un ácido o de una base, ocasionando el valor de pH correspondiente.

Así en función del valor del pH se considerará si un medio es básico, neutro o ácido:

- Medio básico o alcalino es aquel en el que pH es mayor de 7.
- Medio neutro es aquel en el que pH es igual a 7.
- Medio ácido es aquel en el que pH es menor de 7.

Es un valor muy importante a la hora de iniciar el tratamiento del agua. Cuando el agua está equilibrada el pH es de 7; a temperatura ambiente, sin embargo, la disolución en el agua de sustancias químicas por diversos motivos (contaminación, adición de compuestos químicos, etc.) varían su carácter neutro.

El pH controla muchas reacciones químicas; la actividad biológica normalmente se restringe a una escala bastante estrecha de pH, entre 6 y 8.

Los niveles aceptables de pH para el agua de una piscina están entre 7 y 8,2, aunque la normativa exige valores entre 6,5 y 8,4. El ideal se sitúa entre 7,2 y 7,8. Estos valores aseguran la eficacia de los productos químicos que se utilizan en el tratamiento del agua y previenen la corrosión de las partes metálicas del equipo de depuración. Las aguas muy ácidas o muy alcalinas son indeseables debido a que son corrosivas y presentan dificultades en su tratamiento, además de disminuir la eficacia de la cloración, irritan las mucosas y contribuyen al enturbiamiento del agua.

Para medirlo de forma sencilla podemos utilizar unos reactivos basados en el método colorimétrico o mediante potenciometría como el pHmetro, como luego explicaremos.

Si el pH no se encuentra dentro de los márgenes adecuados deberá ajustarse, tal como se muestra en los cuadros adjuntos.

pH elevado (> 8,2)	**Efectos que produce**
	• Produce una disminución del poder desinfectante del cloro. • Favorece el crecimiento de algas y bacterias. • Produce irritación de mucosas. • Favorece la precipitación de sales cálcicas.
	Ajustes necesarios
	• Se añade ácido clorhídrico (HCl), o bisulfato sódico ($NaHSO_4$) a las dosis que recomiende el fabricante. En caso de no disponer de un dosificador, se tendrán en cuenta las siguientes precauciones: - No añadirlo nunca directamente al agua. - Diluirlo previamente en 20 veces su volumen de agua. - Evitar el contacto con hipoclorito sódico, ya que se desprende cloro gas. - Esta operación se realizará siempre fuera de las horas de baño.
pH bajo (< 7)	**Efectos que produce**
	• Produce irritación de mucosas. • Disminuye el poder desinfectante del cloro. • Aumenta la turbidez del agua.
	Ajustes necesarios
	• La corrección del pH se hace con el proceso de filtración en marcha, añadiendo carbonato de sodio (Na_2CO_3) o bicarbonato de sodio ($NaHCO_3$) en las dosis recomendadas. • También se puede utilizar cualquier otro producto corrector de pH autorizado.

➜ Alcalinidad

Indica el contenido total de carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos del agua. Se expresa en mg de carbonato cálcico por litros de agua ($CaCO_3$/litro); la alcalinidad representa el título alcalimétrico (TA o TAC).

La alcalinidad natural en las aguas se produce por la acción del bicarbonato (HCO_3^-) al estar en contacto el agua subterránea con la piedra caliza o el yeso.
La alcalinidad es muy útil, desde el punto de vista químico, tanto en el agua natural como en las aguas residuales porque funciona como reactivo amortiguador de los cambios en el pH por agentes químicos externos.
La dureza y la alcalinidad son dos criterios analíticos que están muy relacionados e influyen en el equilibrio del agua de forma que:

- En aguas de alta alcalinidad, si la dureza del agua es producida por sales de carbonato de calcio y magnesio (dureza temporal), cuando aumente la temperatura del agua pueden existir precipitaciones insolubles, en forma de carbonato de calcio y magnesio, enturbiando el agua o formando incrustaciones en el sistema de conducción.
- Si la alcalinidad del agua es muy baja o nula, la dureza que encontraremos en el agua, corresponderá a sales de calcio y magnesio de sulfatos (dureza permanente) que no precipita al aumentar la temperatura, y por lo tanto, no se formarán incrustaciones.

La alcalinidad ideal del agua debe estar entre los valores de 80 y 250 mg de $CaCO_3$/litro. Si no se encuentra dentro de estos márgenes deberá ajustarse, tal como se muestra en los cuadros adjuntos.

Alcalinidad baja (< 80 mg/l)	**Efectos que produce**
	· El agua es muy corrosiva, se produce oxidación de los metales. · El pH se desestabiliza, ofreciendo valores inferiores a 7.
	Ajustes necesarios
	· Agregar bicarbonato sódico (Na HCO_3).
Alcalinidad alta (>250 mg/l)	**Efectos que produce**
	· Aumento del pH. · Puede producir irritaciones a los bañistas. · Agua turbia. · Incrustaciones en las paredes del vaso.
	Ajustes necesarios
	· Agregar ácido clorhídrico (HCl).

➜ Mineralización

Indica el contenido de sales disueltas en el agua, por lo que la medida de su concentración en mg/litro nos indicará el grado de salinidad del agua.

Se calcula mediante la determinación del residuo seco a 110 ºC o 180 ºC, o mediante la determinación de la conductividad (k). El residuo seco es la cantidad de sustancias disueltas en agua que podemos observar después de la evaporación de líquido a 100 ºC. Se compone de sales minerales y puede contener pequeñas cantidades de materia orgánica. Es una medida de la evaluación global del contenido salino del agua.

En las piscinas, el agua del vaso tiene un mayor índice de mineralización, que el agua de la red, debido al aporte de los bañistas o a los productos de tratamiento. Por ello debemos controlar los niveles de mineralización, para reducir su exceso

podemos vaciar parte del agua del vaso y añadir agua nueva de la red de suministro, o también, puede hacerse una limpieza de filtros que reduciría al 50% la mineralización existente.

➜ Materia orgánica

Indica la concentración de sustancias oxidables al permanganato potásico y no puede ser superior de 3 mg de O_2/litro a la del agua de entrada.

3. CALIDAD DEL AGUA DE UNA PISCINA

Como conclusión a lo expuesto sobre las características químicas del agua, en la tabla adjunta se resumen los criterios de calidad principales que debe cumplir el agua de una instalación acuática para estar en condiciones óptimas.

Temperatura	• Si es menos de 18 ºC, se considera agua fría y sin problemas químicos. • Si es mayor de 24 ºC se producirán precipitaciones de sales cálcicas (Ca^{2+}), aumentará la turbidez del agua y se producirá un crecimiento bacteriano.
pH	• El valor ideal entre: 7,2-7,8. • Si es menor de 7: provoca corrosión de partes metálicas, irritación de piel, mucosas y ojos. • Si es mayor que 8,2: produce precipitación de sales cálcicas (Ca^{2+}), aumento de la turbidez del agua y un consumo elevado de desinfectante. También puede producir irritaciones en los bañistas.

Sales minerales	• El **calcio y magnesio**: determinan la **dureza**. • El valor ideal entre 150-250 mg $CaCO_3$/litro o 15-25ºHF. • Si el valor es mayor a 250 mg $CaCO_3$/litro hará precipitar sales cálcicas y bloqueará el filtro. • Si el valor es menor a 150 mg $CaCO_3$ /litro se producirán corrosiones y picaduras en la superficie del vaso. • Los **bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos**: determinan la **alcalinidad**. Actúan como agentes reguladores de pH. • El valor ideal, entre 80-250 mg $CaCO_3$/litro. • Si el valor es superior a 250 mg $CaCO_3$/litro, el agua estará turbia, el pH alto y se producirán incrustaciones en las paredes del vaso. • Si es menor a 80 mg $CaCO_3$/litro, provocará una bajada del pH por debajo de 7 y el agua aumentará su capacidad de corrosión.
Mineralización	• Indica el grado de salinidad del agua. • Si los niveles son bajos producirá corrosión. • Si los niveles son altos se producirán incrustaciones cálcicas.
Materias orgánicas	• Están disueltas en el agua y provienen principalmente de bañistas y de la contaminación ambiental. • Aunque lo ideal es que el nivel sea menor a 3 mg de O_2/litro, no está permitido que supere en más de 3 mg de O_2/litro.

3.1. Equilibrio del agua: Índice de Saturación de Langelier

Podemos considerar que el agua de un vaso está equilibrada cuando presenta unos valores ajustados en los parámetros de pH, dureza, alcalinidad, temperatura y sólidos disueltos totales. La consideración conjunta de los niveles adecuados de todos estos parámetros está representada por un valor numérico y se puede calcular mediante el "Índice de Saturación de Langelier", con la siguiente fórmula:

ÍNDICE DE SATURACIÓN DE LANGELIER = pH + TF + DF + AF - TDSF

Donde:
TF Es el Factor de temperatura. Coeficiente de temperatura del agua en ºC.
AF Alcalinidad.
DF Dureza.
TDSF Sólidos disueltos totales.

En la tabla adjunta, se han establecido los factores de temperatura (TF), alcalinidad (AF), dureza (DF) y sólidos disueltos totales (TDSF).

Tabla de conversión para calcular el Índice de Saturación de Langelier

Temperatura del agua (ºC)	TF	Dureza ($CaCO_3$ /litro)	DF	Alcalinidad (mg $CaCO_3$ /litro)	AF	Sólidos disueltos totales (TDSF)	
0	0,0	5	0,3	8	0,7	0	12,00
3	0,1	25	1,0	25	1,4	1.000	12,10
8	0,2	50	1,3	50	1,7	2.000	12,20
12	0,3	75	1,5	75	1,9	3.000	12,25
16	0,4	100	1,6	100	2,0	4.000	12,30
19	0,5	150	1,8	150	2,2	5.000	12,35
24	0,6	200	1,9	200	2,3		
29	0,7	300	2,1	300	2,5		
34	0,8	400	2,2	400	2,6		
40	0,9	800	2,5	800	2,9		
53	1,0	1.000	2,5	1.000	3,0		

La evaluación del Índice de Saturación de Langelier (ISL) indicará la siguiente información:

- Un resultado de $0 \pm 0{,}5$ se puede interpretar como que el agua se encuentra en buenas condiciones o en perfecto equilibrio con relación a sus componentes.

- Si el ISL fuera negativo, significaría que el agua posee propiedades agresivas.
- Si el ISL es positivo, el agua puede producir incrustaciones cálcicas.

Una vez calculado el Índice de saturación de Langelier, y en función del resultado que se obtenga (agua agresiva o incrustante), se realizará el tratamiento adecuado.

- Si el agua es agresiva se puede producir corrosión en las partes metálicas y también puede estropear las juntas.
  En este caso, se debe aplicar un tratamiento de desgasificación (CO_2) por ventilación, calentamiento o neutralización y ajustar el pH.
- Si el agua es incrustante, aparecerán depósitos de sales en filtros, paredes, cañerías, etc.
  Para corregir este desequilibrio realizaremos un tratamiento de desmineralización parcial del agua y también rebajaremos su nivel de acidez.

A continuación exponemos un ejemplo aclaratorio:

Ejemplo:
Debemos hallar el índice de saturación de Langelier del agua de un vaso que tiene las siguientes características:

PH: 8,2
Temperatura: 24ºC
Dureza: 250 mg/litro
Alcalinidad: 250 mg/litro

Para conocer los factores de temperatura (TF), dureza (DF) y alcalinidad (AF) debemos consultar la tabla de conversión anteriormente expuesta. Cuando no conozcamos el dato de sólidos disueltos totales (TDSF), recordemos que se aplica un valor constante (12,1). Con estos nuevos datos ahora sabemos:

PH: 8,2
Temperatura: 24 ºC (TF = 0,6)
Dureza: 250 mg/litro (DF = 2,0)
Alcalinidad: 250 mg/litro (AF = 2,4)
Sólidos disueltos totales (TDSF = 12,1)

Con todos estos datos, y teniendo en cuenta la fórmula expuesta, el resultado será el que exponemos a continuación.

ÍNDICE DE SATURACIÓN DE LANGELIER = pH + TF + DF + AF - TDSF

Índice de saturación de Langelier = 8,2 + 0,6 + 2,0 + 2,4 – 12,1 = 1,1> 0,5

Vemos que el resultado del ISL es positivo; esto significa que el agua puede producir incrustaciones cálcicas. En consecuencia debemos utilizar un tratamiento para ajustar el pH y reducir la alcalinidad del agua, con objeto de disminuir el valor de los sumandos positivos.

3.2. Parámetros analíticos del agua de una piscina: criterios legales

Ya hemos dicho en anteriores capítulos que todas las instalaciones acuáticas de la Comunidad de Madrid, se rigen por el Decreto 80/1998, de 14 de mayo, de la Consejería de Sanidad y Servicios Sociales *por el que se regulan las condiciones higiénico-sanitarias de las piscinas de uso colectivo.* Además, las que se encuentran en el municipio de Madrid tienen que cumplir con la *ordenanza reguladora de las condiciones higiénico-sanitarias, técnicas y de seguridad de las piscinas.*

En esta normativa también se establece la calidad analítica del agua, así como la concentración en el agua de los productos utilizados en su desinfección, tal como se muestra en el cuadro adjunto.

Parámetros Físico-químicos	Decreto 80/98 Comunidad de Madrid	Ordenanza Ayuntamiento de Madrid
Cloro residual libre	0,4-1,2 mg/litro	0,4-1,2 mg/litro
Cloro residual combinado	< 0,6 mg/litro	< 0,6 mg/litro
Cloro total	1,8 mg/litro	1,8 mg/litro
Bromo	1-3 mg Br_2/litro	1-3 mg Br_2/litro
Cobre	≤ 1 mg Cu/litro	≤ 1 mg Cu/litro
Plata	≤ 10 µg Ag/litro	≤ 10 µg Ag/litro
Ácido isocianúrico	≤ 75 mg $H_3C_3N_3O_3$/litro	≤ 75 mg $H_3C_3N_3O_3$/litro
Ozono residual	0 en mg O_3/litro	0 en mg O_3/litro
Biguanidas	25 - 50 mg/litro	25 - 50 mg/litro
pH	6,5 a 8,5	6,5 a 8,5
Turbidez	≤ 1 UNF (Unidades de Nefelométricas de Formación)	< 1 UNF
Amoniaco	≤ 0,5 mg/litro	≤ 0,5 mg/litro
Nitritos	≤ 0,1 mg/litro	≤ 0,1 mg/litro
Conductividad	Δ < 800 µS/cm	Δ < 800 µS/cm
Oxidabilidad al permanganato	< 3 mg O_2/litro	< 3 mg O_2/litro
Aluminio		≤ 0,4 mg/litro
Hierro		≤ 0,2 mg/litro

PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS	Decreto 80/98 Comunidad de Madrid	Ordenanza Ayuntamiento de Madrid
Recuento total de aerobios a 37ºC	< 200 ufc/ml	< 200 ufc/ml
Coliformes totales	≤ 10 ufc/100 ml	≤ 10 ufc/100 ml
Coliformes fecales	ausencia/100 ml	ausencia/100 ml
Estreptococos fecales	ausencia/100 ml	ausencia/100 ml
Staphylococcus aureus	ausencia/100 ml	ausencia/100 ml
Escherichia coli	ausencia/100 ml	ausencia/100 ml
Pseudomonas aeruginosa	ausencia/100 ml	ausencia/100 ml
Salmonella spp	ausencia/100 ml	ausencia/100 ml
Parásitos y protozoos	ausencia	ausencia
Algas, larvas u organismos vivos	ausencia	ausencia

Según señala la normativa, todas las piscinas dispondrán, al menos, de los aparatos y reactivos necesarios para realizar el control de los parámetros especificados.

Los datos relativos a este tipo de análisis se registrarán en un libro correspondiente a cada vaso, similar al modelo que aparece en las fichas de trabajo de este capítulo.

4. TRATAMIENTO QUÍMICO DEL AGUA DE UNA PISCINA

El agua natural por lo general tiene una composición altamente compleja. Normalmente es necesario modificar esta composición para ajustarla a un uso en particular; por ello son necesarios una serie de procesos de tratamiento para separar los diversos contaminantes que con seguridad se encontrarán.

Los contaminantes pueden ser:

- Sólidos en suspensión flotantes o grandes, (hojas, ramas, etc.).
- Sólidos suspendidos pequeños y coloidales (partículas de arcilla y limo, microorganismos).
- Sólidos disueltos (alcalinidad, dureza, ácidos orgánicos).
- Gases disueltos (bióxido de carbono, sulfuro de hidrógeno).
- Líquidos no mezclables (grasas y aceites), etc.

Hay tres tipos de procesos de tratamiento:

- Procesos físicos: son los que dependen esencialmente de las propiedades físicas de la impureza, tamaño de la partícula, peso específico, viscosidad, etc.
  Ejemplos comunes de este tipo de procesos: cribado, sedimentación, filtrado, transferencia de gases.
- Procesos químicos: son los que dependen de las propiedades químicas de una impureza, o los que utilizan las propiedades químicas de reactivos agregados.
  Algunos procesos físico-químicos son: coagulación, precipitación, intercambio iónico.
- Procesos biológicos: son los que utilizan reacciones bioquímicas para eliminar impurezas solubles o coloidales, normalmente sustancias orgánicas.

En algunas situaciones, un solo proceso de tratamiento puede dar el cambio deseado en la composición del agua, pero en la mayoría de los casos, es necesario utilizar una combinación de varios procesos. Asimismo, en numerosas ocasiones será necesario agregar sustancias al agua para mejorar sus características, por ejemplo, cloro para desinfectar el agua, oxígeno para estabilizar biológicamente la materia orgánica, etc.

En el caso de las instalaciones acuáticas, para mantener el agua en las mejores condiciones de calidad se recurre a un tratamiento que combina:

- Recirculación permanente del agua del vaso.
- Filtración.
- Renovación diaria de una parte del agua.
- Tratamiento químico.

En capítulos anteriores hemos visto todos los procesos del mantenimiento físico del agua, ahora nos detendremos en el tratamiento químico que hay que llevar a cabo en una instalación acuática para eliminar bacterias, microorganismos, evitar algas, mantener el agua transparente y prevenir daños en las distintas instalaciones de la piscina. El tratamiento químico consiste, en definitiva, en aplicar al agua productos específicos que garanticen la higiene, conservación y transparencia perfecta del agua con el fin de mantenerla en equilibrio.

4.1. Etapas del tratamiento

➜ El ajuste del pH

Es una etapa obligatoria. Se controla con pH neutros o reactivos de color (rojo de fenol).
A la hora de realizar el ajuste del pH, debemos tener en cuenta los siguientes aspectos:

- La utilización de ácido clorhídrico (HCl) hace disminuir el pH pero es muy agresivo. Se debe evitar el contacto con hipoclorito sódico (NaClO) ya que se forma cloro gas.

- Se puede utilizar bisulfato de sodio como corrector ácido de pH. 100 g de producto para 10 m^3 de agua hace disminuir el pH en 0,1 unidades.
- Si el pH es demasiado ácido, se puede añadir bicarbonato de sodio.
- La corrección de pH ha de hacerse con el proceso de filtrado en funcionamiento. Los productos tienen que ponerse directamente en el vaso y la filtración debe funcionar, por lo menos, 2 horas después del tratamiento.
- En el caso de utilizarse equipos de medición y regulación automáticos es necesario ajustar el electrodo con relación al valor de temperatura del agua; generalmente, el valor de sensibilidad de 70,0 mV a una temperatura del agua de 25 °C, corresponde un pH de alrededor de 7,4. En cuanto a la regulación, diremos que dependerá de la cantidad de impulsos que sean necesarios para regular el pH.

➜ Desinfección / Oxidación

El agua tiene que ser, no sólo filtrada, sino también desinfectada y desinsectada, con objeto de eliminar los gérmenes patógenos. Los productos de desinfección autorizados y más utilizados son:

- **Cloro**:
  Debido a su elevado poder oxidante, el cloro es utilizado en el tratamiento de agua con tres objetivos:

  - Como oxidante: para eliminar sustancias disueltas o en suspensión fácilmente oxidables, tales como Hierro (Fe^{2+}), Manganeso (Mn^{2+}), Nitrito (NO_2), Sulfuro (S^{2-}), sustancias orgánicas, etc.; también los olores y sabores propios de las aguas.

- Como bactericida: para eliminar bacterias, en general, y gérmenes patógenos, ya que destruye las enzimas indispensables para la vida de estos microorganismos.
- Como biocida: para evitar incrustaciones en los circuitos de refrigeración.

Cuando se añade cloro al agua en forma de Cl2 se producen dos reacciones: la reacción de hidrólisis y la de disociación.
La de hidrólisis se puede definir de la siguiente manera:

$$Cl_2 + H_2O \leftrightarrow \underset{\text{Ac. hipocloroso}}{HOCl} + H^+ + Cl^-$$

El HOCl (ácido hipocloroso) es un ácido débil que se disocia parcialmente en el agua del siguiente modo:

$$HOCl \leftrightarrow H^+ + \underset{\text{Ión hipoclorito}}{OCl^-}$$

Como se muestra en la figura 3, a 20 ºC y pH 7.5, hay una distribución igual de HOCl y el ión hipoclorito (OCl-). A pH 8, cerca del 20% del cloro residual libre está presente como HOCl; y a pH 6.5 el 90% como HOCl. El término "cloro residual libre" se refiere a la suma de HOCl y de OCl-. Ya que el HOCl es un desinfectante considerablemente más eficaz que el OCl- y que el cloro libre, incluso como hipoclorito, es más eficaz que el cloro combinado (por ejemplo las cloraminas). Se recomienda que la desinfección final produzca una concentración residual de cloro libre de 0.5 mg/L después de 30 minutos de contacto en agua a pH de <8.0. El término "cloro residual combinado" se refiere al cloro ligado al nitrógeno, presente en la formación de cloraminas.

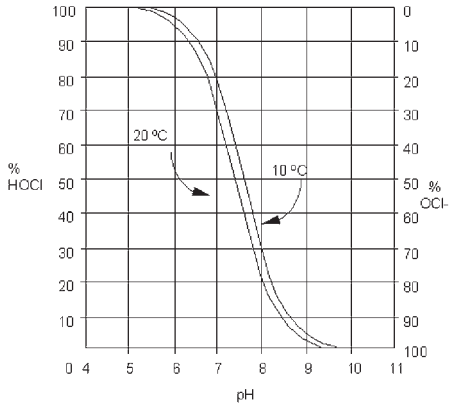


Figura 3. Distribución del ácido hipocloroso y del ión hipoclorito en agua para diferentes valores de pH

Las cloraminas se forman por la reacción del cloro y el amoníaco o las aminas orgánicas. Se pueden formar mono, di y tricloraminas según la relación del cloro con el amoníaco, el pH y la temperatura del agua. Las reacciones sucesivas son:

$$NH_3 + HOCl \leftrightarrow NH_2Cl + H_2O \quad \textit{Monocloraminas}$$
$$NH_2Cl + HOCl \leftrightarrow NHCl_2 + H_2O \quad \textit{Dicloroaminas}$$
$$NHCl_2 + HOCl \leftrightarrow NCl_3 + H_2O \quad \textit{Tricloroaminas}$$

- **Cloro gas:**
  Su uso regular disminuye el pH. Su acción antiséptica se debe a la formación de ácido hipocloroso que tiene a su vez, una gran acción bactericida.
  Para añadirlo al agua, se diluye y se inyecta a la salida de los filtros.

- **Cloro líquido (hipoclorito sódico):**
  Su uso regular aumenta el pH. Su acción germicida se debe a la formación de ácido hipocloroso por acidificación de hipoclorito.

Con el calor se descompone y aumenta su consumo.
Se debe introducir en el agua procedente de los filtros, con bomba dosificadora.

- **Hipoclorito cálcico:**
  Su uso regular aumenta la dureza y el pH del agua.
  Se debe disolver en el agua de los filtros y aplicarlo con bomba dosificadora.

- **Dicloroisocianurato de sodio:**
  Su uso modifica poco el pH del agua.
  Después de la hidrólisis hay liberación de ácido isocianúrico que deberá ser controlado, ya que su concentración no debe superar los 75 mg/l de isocianuratos.

- **Ácido tricloroisocianúrico:**
  Compuesto de disolución lenta que permite una cloración permanente.
  En este caso, también deberá controlarse el residuo de ácido isocianúrico.

- **Clorhidrato de polihexametileno-biguanida:**
  No modifica el pH.
  Es de poca utilidad en piscinas que tienen muchos bañistas y poca capacidad de filtración.

- **Bromo:**
  Su reacción con el agua da ácido hipobromoso pero su reacción con los compuestos amoniacales no forma bromaminas, sino que desprende nitrógeno.

$Br_2 + H_2O \Rightarrow HOBr + H^+ + Br^-$.
$HOBr \Rightarrow H^+ + (OBr)^-$.
$3(OBr)^- + 2NH \Rightarrow N_2 + 3H_2O + 3Br^-$.

- **Ozono:**
  Es peligroso respirarlo a partir de 0,2 mg/m^3.
  Se necesita hacer una desinfección complementaria con un desinfectante autorizado. En caso de que se realice con cloro, la proporción de cloro libre realmente activo a 20ºC depende del pH, siendo:
  A pH = 5,0 el 100% del cloro activo.
  A pH = 7,2 existe el 75% del cloro activo.
  A pH = 8,0 sólo el 22% de cloro activo.

- **Radiaciones ultravioleta:**
  Como en el caso del ozono, se necesita desinfección de apoyo.

➜ Clarificación

Es un doble fenómeno: coagulación y floculación.
La utilización de un clarificador permite filtración más fina (de 50/60 µm a 25/35 µm).
Las partículas coloidales, demasiado pequeñas para ser retenidas por el filtro, están cargadas negativamente y al rechazarse se mantienen aisladas.
La coagulación consiste en aportar cargas positivas (aluminio) que se pegarán a las partículas coloidales.
Por su parte, la floculación consiste en reunir estas partículas cargadas eléctricamente en un precipitado voluminoso, el flóculo, que será retenido por el filtro.
Los floculantes más utilizados son:

- **Sulfato de aluminio** (a dosis de 5 a 20 mg/litro):
  Tiene el inconveniente de que, en solución, reacciona de forma ácida y sólo en un estrecho margen de pH (de 6,8 a 7,2) forma flóculos que son bastante finos.
  Por debajo de 6,8 y más de 7,2 pasa disuelto a través del filtro y no genera flóculos hasta que está dentro del vaso, por lo que puede producir enturbiamiento.

- **Cloruro de hierro:**
  Puede generar flóculos con agua a niveles de pH más altos que el sulfato de aluminio, pero es muy agresivo y puede provocar corrosión y coloración en el agua de la piscina.

- **Polihidroxicloruro de aluminio** (a dosis de 0,5 a 2 mg/litro):
  Crea flóculos grandes con unos valores de pH en el agua de 6,5 a 7,5.

➜ Prevención contra las algas

Las algas son unos vegetales unicelulares o pluricelulares de constitución sencilla. Su crecimiento se estimula con una temperatura cálida, luz del sol, alta afluencia de bañistas y un nivel de desinfectante insuficiente.
El tratamiento preventivo contra ellas, consiste en eliminar los depósitos de cal que se forman sobre las paredes; limpiar los skimmers y el prefiltro; lavar el filtro; aplicar la proporción de desinfectante adecuada y agregar algicida al agua con regularidad (una vez por semana).
Existen varios productos preventivos, entre los que destaca por su uso habitual el sulfato de cobre ($CuSO_4$), que se debe utilizar con precaución debido a su toxicidad, siendo suficiente

una dosis de 0,1-1 mg Cu^{2+}/litro. Además deberá controlarse porque esta sustancia se puede acumular y por tanto aumentar la concentración.
La dosis necesaria es de 250 g de sulfato de cobre por 50 m^3 de agua.
Una cloración con dosis altas consigue similares resultados algicidas como tratamiento curativo, pero se debe hacer en ausencia de bañistas.

4.2. Tratamiento automático en piscinas

El Artículo 22 del Decreto 80/98, así como el Artículo 29 de la Ordenanza Municipal del Ayuntamiento de Madrid, especifican que "la adición de desinfectante o cualquier otro aditivo autorizado, se realizará mediante dosificación automática o semiautomática, en cada uno de los vasos, nunca manual, salvo emergencia, en este caso, en ausencia de bañistas".

Por este motivo detallamos a continuación, los sistemas automáticos que debemos conocer para las distintas etapas del tratamiento.

➜ Floculación

La dosificación del floculante se realiza con ayuda de una bomba dosificadora que se sitúa antes del filtro, y se encarga de añadir la sustancia de forma continua. Existen dos sistemas:

- Floculación por impulsos: descarga floculante cada cierto tiempo.
- Floculación libre de impulsos: aplica el floculante de forma continua.

Este tipo de dosificador tiene las ventajas de obtener el tamaño óptimo de flóculos y excelentes resultados de filtración, por consiguiente, se reducen las sustancias que alteran el cloro y que pueden ser nutritivos para los microorganismos.

➜ Dosificación de reactivos

Los dosificadores del desinfectante y el corrector de pH se colocarán después del filtro y a una distancia suficiente del vaso. Existen dos sistemas para el control de los niveles de desinfectante y pH, y su posterior dosificación. Son los siguientes:

- Se realiza con *electrodos* una medida del potencial en mV, en función del valor de pH; y una medición REDOX que nos dará la necesidad de dosificación del agente desinfectante.
  Este sistema está prácticamente en desuso y se está reemplazando por analizadores que controlan directamente en línea el contenido de cloro libre, o de cloro total, dentro de un rango de 0 a 5 mg/litro y resolución de 0,01, mediante técnica de DPD colorimétrica.
- *Célula amperimétrica*: se compone de un electrodo de cobre (ánodo) y un electrodo de platino (cátodo). Con el agua como electrolito, se forma entre los electrodos una tensión eléctrica. Este sistema, debido al paso constante de agua de medición, controla y dosifica de forma automática y continua, garantizando la estabilidad en el proceso de desinfección.

5. ANÁLISIS DEL AGUA

El control analítico del agua comprende los siguientes aspectos:

1 Parámetros microbiológicos. Serán analizadas en laboratorios especializados.
2 Parámetros físico-químicos. Pueden ser determinados por los profesionales del mantenimiento de las instalaciones acuáticas y por laboratorios especializados, según la dificultad analítica y los medios instrumentales que se necesiten.

A continuación exponemos una serie de procedimientos físico-químicos que serán de gran ayuda para el control de la calidad del agua de una piscina.

5.1. Análisis químico colorimétrico y fotométrico

DEFINICIÓN

Este método busca determinar la cantidad de un compuesto químico, mediante una coloración desarrollada químicamente y determinada por comparación visual, o por instrumental adecuado con patrones químicos.

ALCANCE

Este procedimiento específico se puede aplicar para determinar en el agua de la piscina los siguientes elementos:

Procedimientos de análisis	Campo de medición
Ácido cianúrico (Cys)	1,00 – 160 mg/litro (*)
Alcalinidad (-m) (Alk)	5,00 – 400 mg/litro (*)
Aluminio (Al)	0,01 – 0,30 mg/litro
Cloro-libre, combinado, total- (Cl)	0,02 – 1,50 mg/litro
Amonio	0,20 – 3,00 mg/litro
Cobre (Cu)	0,05 – 6,00 mg/litro
Dureza cálcica ($CaCO_3$)	5,00 – 1.000 mg/litro (*)
Valor de pH	6,50 – 8,40

(*) Mediante la disolución de la prueba.

PRINCIPIO

Este método comprende las siguientes acciones:

1. El aislamiento del compuesto para evitar interferencias.
2. La generación de color por medio de un reactivo químico sobre el compuesto aislado.
3. Medición del color producido. Se puede medir de dos formas:
   - Por comparación visual de colores. Tiene un alto margen de error.
   - Por espectrofotometría. Se basa en la determinación de la absorción de la luz a una longitud de onda determinada en equipos fotómetros.

EQUIPOS NECESARIOS

- Fotómetro.
- Kit de análisis colorimétrico.

OPERACIONES

Siempre se deben seguir las instrucciones del manual del equipo que estemos utilizando.

Determinación fotométrica

El ajuste a cero se almacena automáticamente en la memoria del equipo presionando la tecla “cero”. Después del ajuste a cero se considerará la cubeta que se encuentre en el compartimento de medida. Con la adición de los indicadores a la muestra de agua, se desarrolla un color característico; ahora la cubeta con la muestra coloreada se vuelve a colocar en el compartimento de medida y se cierra la tapa del fotómetro. Presionando la tecla “test” se efectúa la medición y clasificación de las sustancias contenidas en la muestra.

Se usa para medir pH, cloro libre, cloro total y dureza del agua.

MEDIDA DEL pH: Pasos a seguir

1. Llenar la cubeta con 10 ml de agua problema. Se recomienda el uso de una jeringa sin aguja para realizar de manera más cómoda y sin derrames el llenado de la cubeta.
2. Colocar la tapa negra de nuevo en la cubeta.
3. Disponer el conjunto en el porta-cubetas y asegurarse de que la ranura de orientación coincide con la muesca en el fotómetro.
4. Pulsar la tecla “set” hasta que aparezca el parámetro elegido “pH”.
5. Poner a cero el fotómetro. Se pulsa “zero” y aparece la lectura “sip” en la pantalla. Espere durante unos segundos y, a continuación aparece la lectura del cero en la pantalla. Ahora está listo para la medición.
6. Retire la cubeta del porta-cubetas, añada 5 gotas del indicador rojo fenol (identificado con la referencia HI 93710) y agite suavemente para mezclar los componentes.
7. Coloque la cubeta con la mezcla de agua y reactivos en el porta-cubetas, pulse la tecla “read”, la pantalla mostrará “sip” durante la medición.
8. La lectura final que aparezca en la pantalla se corresponde con el valor de pH de la muestra.

MEDIDA DEL CLORO LIBRE: Pasos a seguir

1. Llenar la cubeta con 10 ml de agua problema. Se recomienda el uso de una jeringa sin aguja para realizar de manera más cómoda y sin derrames el llenado de la cubeta.
2. Colocar la tapa negra de nuevo en la cubeta.
3. Disponer el conjunto en el porta-cubetas y asegurarse de que la ranura de orientación coincide con la muesca en el fotómetro.
4. Pulsar la tecla "set" hasta que aparezca el parámetro elegido "Cl-F".
5. Poner a cero el fotómetro. Se pulsa "zero" y aparece la lectura "sip" en la pantalla. Espere durante unos segundos y, a continuación, aparece la lectura del cero en la pantalla. Ahora está listo para la medición.
6. Retire la cubeta del porta-cubetas. En otra cubeta, añada:
   - 3 gotas del indicador DPD-1 (identificado con la referencia HI 93701 A-F).
   - 3 gotas del tampón DPD-1 (identificado con la referencia HI 93701 B–F).

   Agite suavemente para mezclar ambos componentes.
7. Añada 10 ml de muestra sin tratar en la cubeta con los reactivos, coloque la tapa y agite suavemente de nuevo para conseguir la homogeneización de la mezcla.
8. Coloque la cubeta con la mezcla de agua y reactivos en el porta-cubetas, espere aproximadamente 30 segundos y a continuación pulse la tecla "read", la pantalla mostrará "sip" durante la medición.
9. La lectura final que aparezca en la pantalla se corresponde con el valor de cloro libre de la muestra, expresado en mg/litro.

NOTAS:

- En caso de agua con dureza superior a 500 mg/l como CO_3Ca, agite la muestra aproximadamente un minuto después de mezclarla con los reactivos.
- En el caso de agua con alcalinidad superior a 250 mg/litro como CO_3Ca o acidez por encima de 150 mg/litro, el color de la muestra podría desaparecer o sólo desarrollarse parcialmente. Para solucionarlo neutralice la muestra con ClH o NaOH diluidos.

MEDIDA DEL CLORO TOTAL: Pasos a seguir

1. Llenar la cubeta con 10 ml de agua problema. Se recomienda el uso de una jeringa sin aguja para realizar de manera más cómoda y sin derrames el llenado de la cubeta.
2. Colocar la tapa negra de nuevo en la cubeta.
3. Disponer el conjunto en el porta-cubetas y asegurarse de que la ranura de orientación coincide con la muesca en el fotómetro.
4. Pulsar la tecla "set" hasta que aparezca el parámetro elegido, "Cl-T".
5. Poner a cero el fotómetro. Se pulsa "zero" y aparece la lectura "sip" en la pantalla, espere durante unos segundos y, a continuación aparece la lectura del cero en la pantalla. Ahora está listo para la medición.
6. Retire la cubeta del porta-cubetas, en otra cubeta, añada:
   - 3 gotas del indicador DPD-1 (identificado con la referencia HI 93701 A-T).
   - 3 gotas del tampón DPD-1 (identificado con la referencia HI 93701 B–T).
   - 1 gota de solución DPD-1 (identificado con la referencia HI 93701 C-T).

   Agite suavemente para mezclar ambos componentes.
7. Añada 10 ml de muestra sin tratar en la cubeta con los reactivos, coloque la tapa y agite suavemente de nuevo para conseguir la homogeneización de la mezcla.
8. Coloque la cubeta con la mezcla de agua y reactivos en el porta-cubetas, espere aproximadamente 30 segundos y a continuación pulse la tecla "read", la pantalla mostrará "sip" durante la medición.
9. La lectura final que aparezca en la pantalla se corresponde con el valor de cloro total de la muestra, expresado en mg/litro.

NOTAS:

- En caso de agua con dureza superior a 500 mg/l como CO_3Ca, agite la muestra aproximadamente un minuto después de mezclarla con los reactivos.
- En el caso de agua con alcalinidad superior a 250 mg/litro como CO_3Ca o acidez por encima de 150 mg/litro, el color de la muestra podría desaparecer o sólo desarrollarse parcialmente. Para solucionarlo neutralice la muestra con ClH o NaOH diluidos.

MEDIDA DE LA DUREZA: Pasos a seguir

1. Llenar un vaso de precipitado o matraz Erlenmeyer con 50 ml de agua problema. Añada al agua:
   - 0,5 ml de solución indicador de calcio y magnesio (identificada con la referencia HI 93719 A) y agite suavemente para mezclar con la muestra.
   - 0,5 ml de solución alcalina para calcio y magnesio (identificada con la referencia HI 93719 B) y agite suavemente para mezclar con la muestra.
2. Llene tres cubetas con 10 ml de la solución preparada, utilizando una jeringa sin aguja para evitar vertidos.

REALIZACIÓN DE LAS DETERMINACIONES:

3. Añada en otra de las cubetas 1 gota de la solución EDTA (identificada con la referencia HI 93719 C), cierre la cubeta y agite levemente para mezclar. Identifique esta cubeta como la muestra ZERO 1.
4. Añada en otra de las cubetas 1 gota de la solución EGTA (identificada con la referencia HI 93719 D), cierre la cubeta y agite levemente para mezclar. Identifique esta cubeta como la muestra ZERO 2.
5. La tercera cubeta permanece sólo con la muestra, sin añadir ninguna alteración.
6. Coloque la cubeta con la mezcla de agua y reactivos identificada como ZERO 1 en el portacubetas. Pulse la tecla “zero”, aparecerá “sip” durante la medición y, una vez realizada el aparato indicará en pantalla “ZER2”.
7. Retire la muestra ZERO 1 e inserte la muestra ZERO 2. Pulse la tecla “zero”, aparecerá “sip” durante la medición y, una vez realizada el aparato mostrará en pantalla el nivel en dureza de magnesio en partes por millon (ppm) o mg/l, expresado en $CaCO_3$ (junto con “n”).
8. Retire la cubeta con la muestra ZERO 2 e inserte la tercera cubeta. Pulse la tecla “read”, aparecerá “sip” durante la medición y, a continuación mostrará en pantalla la concentración de calcio en partes por millón (ppm) como $CaCO_3$ (junto con “c”).
9. Pulse la tecla “read” de nuevo, aparecerá “sip” durante la medición y, el aparato mostrará en pantalla la concentración total de dureza en partes por millón (ppm) como CO_3Ca (junto con “t”).

NOTAS:
- Si pulsa de nuevo la tecla “read” la pantalla del medidor se desplazará a través de las lecturas de dureza magnética, dureza cálcica y dureza total.
- Si pulsa “zero”, el equipo se pondrá a cero para realizar una nueva medida de la dureza.

Determinación colorimétrica

La determinación colorimétrica se utiliza para:

1. Determinar la medida de amoniaco.
2. Determinar la concentración de agua oxigenada.
3. Medir pH.
4. Medir la concentración de cloro.

Se realiza en un colorímetro de medida comparada con una tabla de colores, en la que cada color, se relaciona con la concentración de la sustancia que se pretende medir.

Pasos:

1. Se toma una cantidad de agua determinada (10 ml), a la que se añade unas gotas de reactivo específico para cada elemento a determinar, o una pastilla.
2. Dependiendo del test que estemos realizando, se esperan 2 minutos aproximadamente y se realiza la comparación con el color de la tabla.
3. En el caso de la determinación de cloro, se volverá a añadir otro reactivo, con el objetivo de valorar la determinación de cloro total.

En todos los tests colorimétricos de determinación de cloro, una alta concentración de este elemento en el agua puede dar resultados erróneos al no desarrollarse el color, por lo que es preciso diluir el agua de la muestra con agua desionizada y, posteriormente añadirle los reactivos correspondientes. El resultado se multiplicará por el factor de dilución empleado.

5.2. Determinación de la conductividad eléctrica

DEFINICIÓN

La conductividad eléctrica es una expresión numérica de la capacidad de una disolución para transportar la corriente eléctrica. Esta capacidad depende de la presencia de iones y de su concentración total, de su movilidad, valencia, concentraciones relativas, así como de la temperatura de medición.

APLICACIÓN

Este procedimiento específico se aplica para determinar la conductividad eléctrica de las aguas de piscinas.

PRINCIPIO

Mediante un puente de Wheastone y una célula de conductividad apropiada se determina la conductividad eléctrica, a la misma temperatura, de la muestra y de soluciones certificadas de cloruro potásico, refiriendo el resultado a 20ºC.

EQUIPOS NECESARIOS

- Conductímetro.
- Reactivos:
  - Solución certificada de cloruro potásico 0,01M, con conductividades certificadas dependientes de la temperatura. Se pueden adquirir comercialmente debiendo observar las instrucciones del fabricante acerca de su conservación y fecha de caducidad.
  - Agua desionizada.

OPERACIONES

Las condiciones ambientales para la realización del ensayo son las condiciones normales de trabajo en el laboratorio, las muestras estarán a temperatura ambiente.
Siempre se deben seguir las instrucciones del manual del equipo para realizar todas las operaciones de medida.
Los resultados expresan el valor de la conductividad en micro siemenes/centrímetros (µS/cm).
El ensayo se efectuará por duplicado y se aceptará el valor cuando la diferencia entre los dos resultados sea menor o igual al 10% en tramo de 0 a 50 µS, o del 5% para valores de conductividad mayores.

REGISTROS

Se realizarán los correspondientes registros de las muestras analizadas, incluyendo:
- La fecha del ensayo.
- Identificación del equipo.
- Firma del personal que realiza el ensayo.
- Identificación de la muestra.
- Resultados.

5.3. Neutralización

ALCANCE

Este procedimiento específico se aplica para calcular el valor de neutralización de las aguas de piscinas.

EQUIPOS NECESARIOS

- Matraz aforado de volumen conocido.
- Vaso de precipitado.
- Bureta.
- Pipeta.
- Varilla agitadora.
- Reactivos:
  - HCl comercial 35% en peso y d = 1,190 g/cc.
  - HCl 0,1 M (moles/litro): 0,8 ml de HCl comercial y llevar a 100 ml con agua.
  - Disolución de 0.5 g de fenoftaleína disueltos en 50 ml de alcohol de 95° más 50 ml de agua destilada más 1 gota de Hidróxido Sodico 0.05 N.
  - Disolución de rojo de metilo 0.05 g de rojo de metilo disueltos en 100 ml. de agua destilada.

OPERACIONES

Pasos a seguir:
1. Tomar un volumen (5 o 10 ml) de la disolución problema de NaOH y llevarlo al vaso de precipitado.
2. Añadir al vaso unas gotas de disolución de fenoftaleína.
3. Valorar añadiendo, desde la bureta, la disolución de HCl 0,1N, anotando el volumen inicial, hasta que la disolución resultante pasa del color rojo al incoloro.
4. Anotar el volumen final y así se obtendrá el volumen gastado en la reacción de valoración.

Cálculos:
V ácido **N* ácido = *V* base **N* base

5.4. Determinación de la alcalinidad por volumetría

DEFINICIÓN

La alcalinidad de un agua es su capacidad para neutralizar ácidos y constituye la suma de todas las bases titulables.

APLICACIONES

Este procedimiento específico se aplica para determinar la alcalinidad en aguas de piscinas.
El límite de cuantificación lo fijamos en función del mínimo gasto de bureta (0,1ml) de ácido clorhídrico 0,1 N y un volumen de muestra máximo de 100 ml.

REFERENCIAS

Norma APHA 2320. Métodos normalizados, para el análisis de aguas potables y residuales. Editorial Díaz de Santos 1992.

PRINCIPIO

La alcalinidad de muchas aguas depende primordialmente de su contenido en carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos, por lo que suele tomarse como una indicación de estos componentes.
La alcalinidad depende del pH del punto final utilizado.
Alcalinidad a la fenoftaleína (P): Medida mediante titulación hasta pH = 8,3.
Alcalinidad total o al naranja de metilo (T): Medida mediante titulación hasta pH = 4,3.

EQUIPOS NECESARIOS

- Material volumétrico: buretas de 5, 10 o 25 ml con precisión de 0,1 ml, como mínimo.
- Matraces Erlenmeyer.
- Balanza granatario.
- pH-metro. La calibración, siguiendo las instrucciones del fabricante, se efectuará antes de comenzar el ensayo.
- Pipetas.
- Reactivos:
  - Solución valorada de HCl 0,1 N verificada.
  - Fenoftaleína sólida (PRS).
  - Alcohol etílico comercial 95º.

- Fenoftaleína. Se prepara pesando 0.5g de fenoftaleína y se añaden 50 ml de alcohol de 95° más 50 ml. de agua destilada y una gota de Hidróxido Sódico 0.05 N.
- Naranja de metilo sólido.
- Naranja de metilo 0,05% m/v en agua, comercial de concentración similar preparada disolviendo 0,05 g de naranja de metilo sólida en agua desionizada y enrasando a 100 ml en matraz aforado.
- Agua desionizada.

OPERACIONES

Pasos a seguir:

1. Medir con pipeta de doble enrase, probeta en el caso de 100 ml, o con micropipeta un volumen adecuado de muestra en un matraz erlenmeyer. Anotar el volumen y diluir con agua hasta unos 50 ml.
2. Añadir unas gotas de disolución de fenoftaleína. Si la muestra toma color rosa, proceder a la valoración con HCl 0,05 N o 0,1 N hasta decoloración del indicador. Anotar el volumen consumido en ml al que llamaremos (P).
3. Añadir unas gotas de naranja de metilo. Valorar hasta que el indicador vire del amarillo inicial al primer naranja. Anotar el volumen consumido en ml en esta segunda valoración, al que llamaremos (T-P). Siendo T la suma de volúmenes en ml consumidos en las dos valoraciones.

EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS

El contenido de hidróxidos, carbonatos y bicarbonatos en el agua se expresa en mg/litro de $CaCO_3$, sin decimales, y se calcula como se muestra en la siguiente fórmula:

$$CaCO_3\ (mg/litro) = \frac{50 \times 1.000 \times N \times V_2}{V_1}$$

DONDE:

- 50 es el peso equivalente del carbonato cálcico.
- V_1 es el volumen en ml de muestra tomada para el ensayo.
- V_2 es el volumen en ml consumido, según tabla.
- N es la normalidad de solución valorada de HCl.

El contenido de hidróxidos, carbonatos y bicarbonatos en el agua se puede determinar también, se expresará en mg/litro de OH^-, CO_3^{-2}, HCO^{3-} sin decimales, y se calcula como sigue:

$$(mg\ anión/litro) = \frac{P_{eq} \times 1.000 \times N \times V_2}{V_1}$$

DONDE:
- Peq es el peso equivalente del anión correspondiente, es decir, 17, 30 y 61, respectivamente, para hidróxidos, carbonatos y bicarbonatos.
- V_1 es el volumen en ml de muestra tomada para el ensayo.
- V_2 es el volumen en ml consumido, según tabla.
- N es la normalidad de solución valorada de HCl.

El cálculo del volumen V_2 depende del resultado de la valoración. Para calcularlo se usa la siguiente tabla:

Resultado de la valoración	V_2 (para el cálculo de hidróxidos)	V_2 (para el cálculo de carbonatos)	V_2 (para el cálculo de bicarbonatos)
P = 0	0	0	T
P < T/2	0	2P	T – 2P
P = T/2	0	2P	0
P > T/2	2P - T	2 (T-P)	0
P = T	T	0	0

DONDE:
- P es el volumen consumido para viraje de la fenoftaleína.
- T-P es el volumen consumido viraje del naranja de metilo.

OBSERVACIONES:

- El ensayo se efectuará por duplicado y se aceptará el valor cuando la diferencia de volúmenes consumidos sea igual o inferior a 0,1 ml.
- Se rechazará cuando el volumen consumido de ácido sea superior a la capacidad de la bureta; en cuyo caso, se recogerá menor cantidad de muestra.
- Este mismo método puede ser realizado mediante kits comerciales que utilizan el mismo procedimiento analítico.

5.5. Determinación de calcio

APLICACIÓN

Determinación del calcio por volumetría complexométrica con EDTA a pH 12-13 en presencia del indicador ácido calconcarboxilico en agua de piscina y de bebida.

PRINCIPIO

El ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) y sus sales forman complejos solubles con el ión calcio y otros cationes. A su vez, el ión calcio forma complejo coloreado con indicadores tales como la murexida, al ácido calconcarboxilico y la mezcla de ambos. En estas reacciones el pH desempeña un papel importante. A pH adecuado el calcio forma con el indicador un complejo rojo vino.
Cuando se añade EDTA tiene lugar un desplazamiento del calcio formándose el complejo de ión con la complexona a la vez que se libera el indicador. La valoración termina cuando el color de la solución vira de rojo vino a azul turquesa, indicativo de que en la muestra no queda calcio.
La valoración debe realizarse lentamente y con agitación suave ya que la formación de complejos generalmente es muy lenta.

EQUIPOS NECESARIOS

- Bureta
- Pipetas de diferente graduación.
- Matraces aforados de 50 ml. o Probetas
- Espátula.
- Matraces erlenmeyer de 250 ml.
- Matraces aforados de 1.000 ml.
- Granatario.
- Agua desionizada.
- Reactivos.
  - Solución de EDTA 0.01M; disolver 3.7 g de la sal disódica del ácido etilendiaminotetraacético y diluir a 1 L con agua desionizada.
  - Solución de hidróxido sódico 1 N; disolver 40 g de hidróxido sódico en agua desionizada y diluir a 1 litro
  - Indicador sólido. 0,4 g de ácido calconcarboxílico y 100 g de cloruro sódico y mezclando

OPERACIONES

Tomamos 50 ml. de muestra, se añaden 2 ml de solución de hidróxido sódico 1 N y una punta de espátula de indicador sólido y se valora con la solución de EDTA 0.01 M hasta viraje de color rojo vino a azul turquesa. Si la muestra tiene mucho calcio se diluye y se lleva 50 ml, se valora de la misma forma y se multiplica por el factor de dilución.
El contenido en Calcio, expresado en mg/l, viene dado por la siguiente expresión:

$$m/l\ Ca = 8.016 \times VEDTA$$

Donde;

V_{EDTA} es el volumen en ml de EDTA 0.01M gastados en la valoración.

La cantidad mínima cuantificable es de 0.80 mg de Ca/l, que corresponde a un volumen de gasto en la volumetría con EDTA de 0.01 M de 0.10 ml. Cuando el volumen de muestra sea inferior a 50 ml, hay que tener en cuenta la dilución realizada, multiplicando el resultado obtenido por el factor de dilución.

5.6. Determinación de cloro libre y combinado

APLICACIÓN

Este procedimiento específico se aplica para la determinación del cloro libre y combinado de las aguas de piscina.

PRINCIPIO

El sulfato u oxalato de N, N-Dietil-p-Feniléndiamina (DPD), en presencia de cloro y a un pH prefijado, da lugar a una coloración rosa más o menos intensa, en función de la concentración de cloro.
Esta coloración puede medirse volumétricamente.

EQUIPOS NECESARIOS

- Matraces Erlenmeyer de 250 ml.
- Matraces Erlenmeyer de 100 ml.
- Pipetas.
- Buretas.
- Reactivos:
  - Fosfato disódico anhidro (Na_2HPO_4), para análisis.
  - Fosfato monopotásico anhidro (KH_2PO_4), para análisis.
  - Agua destilada.
  - Sal disódica del ácido etilendiamino tetraacético dihidratada ($Na_2EDTA.2H_2O$).
  - Cloroformo.
  - Solución tampón de fosfatos. Disolver 24 g de fosfato disódico anhidro y 46 g de fosfato monopotásico anhidro en agua destilada. A esta solución se añade 100 ml de agua destilada en la que, previamente, se hayan disuelto 800 mg de $Na_2EDTA.2H_2O$. Diluir a un litro con agua destilada y añadir 1 ml de cloroformo, para evitar el crecimiento de hongos.
  - Oxalato de N, N-Dietil-p-Feniléndiamina (DPD), para análisis.
  - Ácido sulfúrico concentrado para análisis.

- Ácido sulfúrico al 25 %, aproximadamente. Diluir una parte de ácido sulfúrico concentrado en tres partes de agua destilada.
- Solución indicadora de N, N-Dietil-p-Feniléndiamina (DPD). Disolver un gramo de oxalato de DPD o 1,5 g de sulfato de DPD en agua destilada, libre de cloro, que contenga 8 ml de ácido sulfúrico al 25% y 200 mg de EDTA disódica. Diluir hasta un litro con agua destilada. Conviene guardar en frasco de topacio.
- Sulfato ferroso amónico hexahidratado [Fe $(NH_4)_2(SO_4)_2$-$6H_2O$], para análisis.
- Dicromato potásico para análisis (para valoración del sulfato ferroso amónico).
- Solución patrón de sulfato ferroso amónico. Disolver 1,106 g de sulfato ferroso amónico en agua destilada que contenga 1 ml de ácido sulfúrico al 25%, y diluir a un litro con agua destilada recién hervida y enfriada. Esta solución se valora con dicromato potásico.
- Yoduro potásico cristalizado (KI) para análisis.

OPERACIONES

Pasos a seguir:

1. Poner 5 ml del tampón de fosfatos y 5 ml de solución indicadora DPD en un matraz Erlenmeyer de 250 ml y mezclar.
2. Agregar 100 ml de muestra y mezclar.

A partir de este momento se darán los siguientes pasos:

- Cloro libre disponible.
  Si hay color rosa fucsia, valorar rápidamente con la solución patrón de sulfato ferroso amónico hasta que el color desaparezca. A = ml gastados.
- Dicloramina.
  Añadir varios cristales de KI y mezclar si aparece color rosa fucsia. Dejar reposar dos minutos. Valorar con la solución patrón de sulfato ferroso amónico hasta que el color rosa fucsia desaparezca nuevamente. B = ml gastados en la valoración.
- Cloro total disponible.
  En caso de que sólo se quisiera conocer el cloro total disponible, sin diferenciar el cloro libre combinado, se añadiría todo el yoduro potásico, al principio, con el tampón y el indicador DPD, valorándose con solución patrón transcurridos dos minutos.
- Tricloruro de nitrógeno.
  Poner en el matraz un cristal muy pequeño de KI. Añadir 100 ml de muestra y mezclar. Echar este contenido en otro matraz que contenga 5 ml de tampón de fosfatos y 5 ml del indicador DPD. Valorar rápidamente con la solución patrón de sulfato ferroso amónico. N = ml gastados en la valoración.

EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS

Para 100 ml de muestra, 1,0 ml de patrón de sulfato ferroso amónico = 1,0 mg de cloro/litro.

A ml = A mg de Cl_2 libre/litro.
B ml = B mg de Cl_2 combinado/litro.
A + B = cloro total.
N ml = N mg de cloro libre + 1/2 NCl_3.

Por consiguiente:

2 (N-A) = mg de NCl_3/litro.

Cuando la concentración de cloro es superior a 5 mg/litro, es preciso diluir la muestra y actuar de igual forma que anteriormente multiplicando por el factor de dilución para obtener el resultado final de cloro.

5.7. Determinación del índice de cloro o demanda de cloro en aguas y punto de ruptura

DEFINICIÓN

La demanda de cloro es la cantidad mínima de cloro con que es necesario tratar un agua para que, después de haber producido una desinfección, queden residuos de cloro libre al cabo de 1 ó 2 horas.

El punto de ruptura, es la dosis de cloro a partir de la cual se destruyen los compuestos formados por el cloro y la materia orgánica.

APLICACIÓN

Este procedimiento específico se aplica para la determinación del índice de cloro o demanda de cloro en las aguas de piscina y el punto de ruptura.

EQUIPOS NECESARIOS

- pH – metro.
- Frascos de vidrio de 250 cc.
- Pipetas de 1 y 5 ml graduadas.
- Probetas de 100 ml.
- Matraces Erlenmeyer de 250 ml de capacidad.
- Reactivos:
  - Lejía al 3%.
  - Hipoclorito sódico en solución al 0,1%. Tomar 0,3 ml de lejía de 3% y llevar a 100 ml con agua desionizada.
  - Test de determinación de cloro libre.

OPERACIONES

El pH del agua problema estará entre los niveles de 6,5 y 8,5.

- Para calcular la demanda de cloro realizaremos los siguientes pasos:

1. Se toman varios frascos de vidrio de 250 ml de capacidad y se introducen 100 ml del agua problema a la que se le va a determinar el índice de cloro.

2. Se introducen 0'5; 1; 1´5; 2; 2´5; 3; 3´5; 4; 4´5 y 5 ml de solución de hipoclorito al 0,1% y se tapan, se agitan y se dejan en reposo.

3. Después de pasadas entre una hora y media y dos horas se analizan, de todos ellos, el contenido de cloro libre mediante la valoración del cloro por el DPD. Método volumétrico o el test colorimétrico de cloro.

4. El primer frasco en orden creciente, según la adición de cloro, que de resultado de indicios de cloro libre será el que nos indique la demanda de cloro, siendo éste igual a la cantidad de cloro que se ha introducido inicialmente.

- Para calcular el punto de ruptura realizaremos los siguientes procedimientos:

1. Se añaden 0'5; 1; 1´5; 2;2´5; 3; 3´5; 4; 4´5 y 5 ml de solución de hipoclorito al 0'1% a un litro de agua problema (equivalente a 0'5; 1; 1´5; 2; 2´5; 3; 3´5; 4; 4´5 y 5 mg de cloro/litro de agua).

2. Al cabo de una hora de actuación se analiza el cloro residual.

Se podrán estudiar los resultados obtenidos de cloro libre residual, que coincidirá con una de las curvas que se muestran en el cuadro que aparece a continuación.

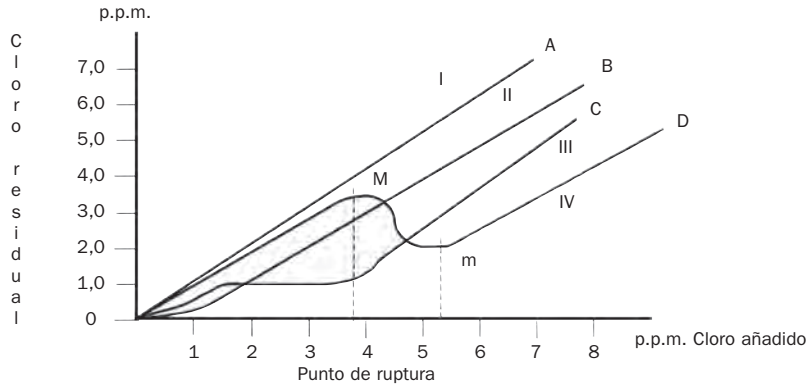


Figura 1

- Si el agua no tiene demanda de cloro, obtendremos una cantidad de cloro igual a la cantidad de cloro libre. Es el caso de la recta I.
- Si tiene una ligera demanda de cloro, el cloro residual es un poco menor que el cloro añadido y se representa por la curva II.
- Si la demanda de cloro es mayor, porque el agua contiene materias orgánicas o amoniaco albuminoideo, se empieza a señalar ligeramente un máximo y un mínimo. Es el caso de la curva III.
- Si aparece muy marcado un máximo (M) y un mínimo (m), como es el caso de la curva IV, el punto (m) es el punto de ruptura y, a partir de él, la adición nueva de cloro será proporcional al cloro residual.

Ya hemos visto que para calcular la demanda de cloro tenemos que adicionar cantidades conocidas, crecientes, de una solución de hipoclorito a una serie de frascos que contienen el agua de la piscina que deseamos depurar.

Después de dejar actuar el cloro durante un tiempo determinado se mide en cada frasco la concentración de cloro residual.

Hay varios métodos para saber, aproximadamente, la dosis de hipoclorito que hay que añadir al agua.

El más fácil y sencillo consiste en determinar en un solo punto de la curva. Cogemos una botella de 1 litro y la llenamos con agua de piscina y adicionamos un exceso conocido de hipoclorito, por ejemplo, un valor de 5 mg/litro. Pasadas 2 horas se analiza el cloro por el método del DPD volumétrico o por el test de las gotas. Si por ejemplo encontramos 1,5 mg/l, seria, 5-1,5= 3,5 quiere decir que el 3,5 sería el valor del punto de ruptura.

Si representamos gráficamente estos dos valores obtenemos el punto S y teniendo en cuenta que la recta que pasa por S y corta el eje de abscisas debe formar un ángulo de 45°, se consigue saber la concentración aproximada al punto de ruptura.

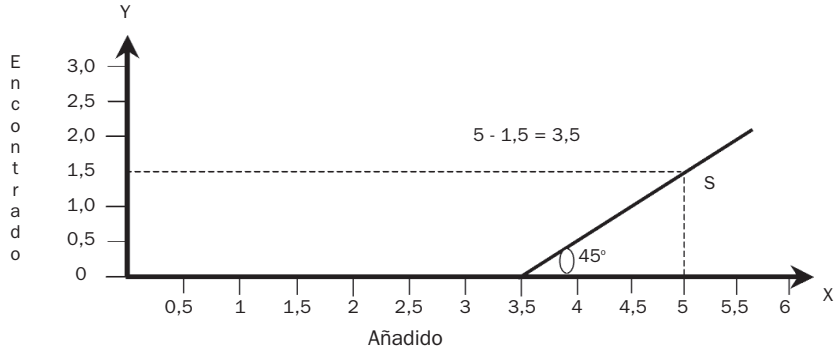


Figura 2

- Cloro activo.

  Expresa el poder oxidante del cloro contenido en las lejías y en las soluciones concentradas de hipoclorito.

- Cloro libre residual.

  Está formado por el ácido hipocloroso y el ión hipoclorito sobrante.

- Cloro combinado.

  Son las cloraminas, que son compuestos formados en la reacción del cloro con el amoniaco. Son tres:

  - Monocloramina: NH_2Cl
  - Dicloramina: $NHCl_2$
  - Tricloramina: NCl_3

- Cloro total residual.

  Es la suma del cloro libre residual y el cloro combinado.

5.8. Determinación del pH por potenciometría

DEFINICIÓN

Utilizando este método de medición, el valor del pH será el logaritmo decimal negativo de la concentración de iones de hidrógeno, en moles por litro de solución.

APLICACIÓN

Este procedimiento específico se aplica para la determinación del valor de pH en las aguas de piscina.

PRINCIPIO

El pH expresa el grado de acidez o alcalinidad del agua.
La medida del pH consiste en el cálculo de la concentración de iones hidrógeno libres de la muestra a través de una medida potenciométrica y a su posterior conversión a una escala logarítmica.

EQUIPOS NECESARIOS

- pH – metro con una presión de, al menos, 0,01 unidades de pH. La verificación se efectuará antes de comenzar el ensayo, siguiendo las instrucciones del fabricante.
- Material volumétrico.
- Reactivos:
  - Soluciones tampón certificadas de pH 7 y pH 4 (deben observarse las instrucciones del fabricante acerca de su conservación y fecha de caducidad).
  - Agua desionizada.

CONDICIONES AMBIENTALES Y PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

Las condiciones ambientales para la realización del ensayo son las condiciones normales de trabajo en el laboratorio. Las muestras estarán a temperatura ambiente, por lo que se sacarán del frigorífico o del congelador, con antelación suficiente, o se introducirán en un baño de agua a temperatura ambiente.

OPERACIONES

Pasos a seguir:

1. El pH metro y los electrodos se calibrarán y se pondrán en funcionamiento siguiendo las instrucciones del fabricante.
2. El valor del pH de la muestra se mide normalmente entre 20 y 30ºC y siguiendo las instrucciones del fabricante del equipo.
   Antes de cada medida o cada calibración, se aclararán bien los electrodos con agua y se secarán.
3. Agitar suavemente la muestra a medir.
4. Cuando el valor de pH sea estable se anota la medida (en el caso de que el pH-metro nos indique que se ha estabilizado, tomar la lectura transcurridos al menos dos minutos).
   El valor de pH resultante de la medición se expresará con dos cifras decimales.

OBSERVACIONES:

- El ensayo se efectuará por duplicado y se aceptará el valor cuando la diferencia entre las dos medidas sea menor de 0,1 unidades de pH.
- El control adecuado del pH no sólo afecta al bienestar de los bañistas, sino que también ayuda a proteger de la corrosión a las tuberías y a todas las partes metálicas de la instalación que estén en contacto con el agua.
- El control del pH se debe hacer con la misma frecuencia que el control del cloro.

VERIFICACIÓN Y CALIBRACIÓN DE pH METROS

Para comprobar que las medidas del pH metro son correctas, cada vez que se utilice hay que calibrar el aparato empleando tampones cuyo pH es conocido. Este procedimiento se aplica a todos los pH metros.

El material necesario es el siguiente:
- Vaso de precipitado.
- Frasco lavador con agua desionizada.
- Termómetro graduado en décimas o sonda de temperatura.
- Reactivos:
  - Soluciones tampón de pH conocido (4,01; 7,00 y 10,01). Estas soluciones serán obtenidas de reactivos comerciales adquiridos a fabricantes que tengan un sistema de calidad (ISO 9000).

Parámetros a controlar:
- Calibración del electrodo:
  Se emplean dos soluciones tampón cuya diferencia de pH no supere 4 unidades (se eligen de modo que el pH de la solución que se va a determinar esté comprendido dentro del intervalo de la media).
  En general se utilizan las soluciones de pH 4 y 7 (debe tenerse en cuenta hacer las correcciones en el valor de pH de los patrones según la temperatura, de acuerdo con las tablas de corrección, suministradas por el fabricante de la solución tampón. Esta medición de temperatura se realizará con anterioridad a la lectura del pH).

Pasos a seguir:
1. Una vez puesto en marcha el aparato, según instrucciones de uso, se lava el electrodo con agua desionizada y se seca con papel de filtro, evitando frotar para no causar polarización del electrodo, que daría lugar a una respuesta lenta.
2. A continuación, se introduce en la solución tampón de pH 7, previamente atemperada, agitando suavemente y ajustando la medida con el mando correspondiente del aparato.
3. Se saca el electrodo de la solución de pH 7, se lava con agua desionizada se seca y se repite la operación con la segunda solución tampón, habitualmente la de pH 4.

En caso de que tengan que hacerse medidas de pH de soluciones que están fuera del intervalo citado, es aconsejable calibrar el aparato con soluciones tampón de pH cercano al que deba leerse.

- Pendiente del electrodo y potencial de asimetría:
  Depende de estos parámetros tanto la medida como la evaluación del electrodo, por lo que es necesario previa a la determinación. En el caso de no

cumplir los criterios definidos, se necesitará mantenimiento del electrodo (limpieza y cambio de la disolución de relleno).

Pasos a seguir:
1. Se sumerge el electrodo en el tampón de pH 7 y se hace la lectura en milivoltios, esto nos da el potencial de asimetría.
2. Se sumerge el electrodo en el tampón de pH 4 y se hace la lectura en milivoltios.
3. Calcular la pendiente por división entre la diferencia de potencial medida (pendiente experimental) y la diferencia de potencial teórica (pendiente teórica).

Pendiente teórica:

15ºC	57,2 mV/ΔpH
20ºC	58,2 mV/ΔpH
25ºC	59,2 mV/ΔpH
30ºC	60,1 mV/ΔpH
35ºC	61,1 mV/ΔpH

Pendiente experimental:

$$mV/\Delta pH = \frac{mVpH4 - mVpH7}{\Delta pH}$$

(Siendo ΔpH la diferencia de unidades de pH entre los pH de las soluciones tampón elegidas, en este caso 3).

5.9. Equilibrio de un agua

APLICACIÓN

Este procedimiento específico se aplica para estudiar el equilibrio de un agua y las posibles adiciones de reactivos que deben utilizarse, con objeto de equilibrar el Índice de Saturación de Langelier.

PRINCIPIO

- Medir la temperatura del agua problema y con ayuda de la tabla de conversión se obtiene el factor de temperatura (TF).
- Después, se mide la alcalinidad por método volumétrico o por fotometría y se obtiene el factor de alcalinidad (AF).

- Una vez conozcamos la alcalinidad, se mide la dureza del agua por método fotométrico y también se obtiene el factor de dureza (DF).
- Para finalizar, debemos conocer la cantidad de sólidos disueltos en el agua; puede medirse mediante conductividad, sabiendo que es similar al de la cantidad de sólidos, podemos obtener el valor de los sólidos disueltos totales (TDSF).

EQUIPOS NECESARIOS

- Conductímetro.
- Termómetro.
- Fotómetro.
- Material de vidrio.
- Reactivos:
  - Ácidos.
  - Bases.

OPERACIONES

Una vez conocidos los resultados, si es necesario ajustar la alcalinidad podremos:

- Añadir al agua bisulfato sódico. (La adición de 1,5 kg de bisulfato sódico por 100 m^3 de agua disminuye la alcalinidad en 10 partes por millón (ppm), aproximadamente).
- Añadir al agua bicarbonato sódico. (La adición de 1,5 kg de bicarbonato sódico por 100 m^3 de agua aumenta la alcalinidad en 10 partes por millón (ppm), aproximadamente).

Si lo que tenemos que hacer es rebajar la dureza del agua, tendremos que diluir el agua de la piscina con agua de nueva de reposición.

Mientras trabajamos para equilibrar el agua, es muy importante revisar el Índice de Saturación de Langelier hasta que el resultado sea de 0 ± 0,3.

5.10. Medida del amoniaco por test (colorimétrico)

APLICACIÓN

Este procedimiento específico se aplica para conocer de forma semicualitativa la concentración de amoniaco en el agua.

OPERACIONES

Pasos a seguir:
1. Llenamos la cubeta con 10 ml de agua problema.
2. Añadimos una tableta de “Amonia nº1” y una tableta de “Amonia nº2”. Las tabletas se trituran y agitamos el tubo hasta su completa disolución.
3. Esperamos 10 minutos.
4. Comparamos la lectura con la tarjeta de colores que acompaña el test.

5.11. Determinación de la oxidabilidad al permanganato

APLICACIÓN

El objeto de este método es determinar la cantidad de oxígeno que necesitaría un litro de agua para oxidar cualquier materia oxidable, en las condiciones de ensayo.

PRINCIPIO

La medida de la oxidabilidad al permanganato nos da el contenido de materia orgánica y sustancias reductoras presentes en el agua, que son oxidables por el permanganato potásico en medio ácido sulfúrico durante 10 minutos de ebullición.

El exceso de permanganato es reducido, en caliente, por un exceso de ácido oxálico. El ácido sobrante es valorado por el permanganato potásico.

El volumen gastado en esta valoración por retroceso es igual al volumen consumido en la oxidación.

EQUIPOS NECESARIOS

- Placa calefactora.
- Matraces aforados de diferentes volúmenes.
- Bureta de 50 ml.
- Pipetas de doble enrase.
- Matraces Erlenmeyer.
- Perlas de vidrio.
- Granatario.

- Reactivos:
  - Agua destilada.
  - Ácido sulfúrico (1+3) (v/v) preparado a partir de ácido sulfúrico concentrado con agua destilada.
  - Disolución de ácido oxálico 0,01N (comercial).
  - Solución de permanganato potásico 0,01N (comercial).

OPERACIONES

Pasos a seguir:

1. En un matraz Erlenmeyer se ponen 100 ml de muestra y se añaden 5 ml de ácido sulfúrico (1+3) y perlas de vidrio.
2. Se pone sobre la placa calefactora y cuando empiece a hervir, se añaden 5 ml de permanganato potásico 0,01N y se mantiene en ebullición durante 10 minutos.
3. Pasados los 10 minutos de ebullición se añaden, en caliente, 5 ml de ácido oxálico 0,01 N.
   El exceso de ácido oxálico se valora con la disolución de permanganato hasta débil coloración rosa que permanecerá al menos 1 minuto.

CÁLCULOS:

La oxidabilidad se expresa en mg de oxígeno por litro de agua con dos cifras decimales y viene dado por la expresión:

$mgO_2/litro = (V\ f - V') - x08$

Donde:

V es el volumen total de permanganato potásico 0,01N.
V' es el volumen de ácido oxálico.
f es el factor de la solución de permanganato potásico.

Puede haber interferencia por exceso de cloro libre en el agua de la piscina. En este caso, se eliminaría hirviendo la muestra de 10 a 15 minutos antes de la adición de permanganato. Dejar enfriar, reponer el agua evaporada y continuar el procedimiento de análisis.

5.12. Determinación de agua oxigenada por colorimetría

APLICACIÓN

Este procedimiento específico se aplica para conocer la concentración de agua oxigenada con el colorímetro.

OPERACIONES

Pasos a seguir:

1. Llenar el recipiente de muestra con agua de la piscina. El agua debe recogerse de una profundidad de, al menos, 50 cm y a una distancia de unos 20 cm del skimmer.
2. Añadir una tableta de Perox test nº1 y otra de Perox test nº2 en el recipiente destinado a medir el agua oxigenada.
3. Añadir una tableta de rojo de "fenol-pH tablet" en el recipiente de la izquierda del tester.
4. Machacar bien las tabletas y agitar con la tapa cerrada.
5. Medir el "Pool – tester" con la escala de colores.

Observaciones:

- La concentración de agua oxigenada debe ser de 30-50 mg/litro, por lo que se añadirá más producto si es inferior a 30 mg/litro.
- El pH recomendado es de 7,0 a 7,4.
- Medición automática: pH con pH-metro conductividad.
- Comprobar el Índice de Saturación de Langelier con objeto de evaluar que el agua no haya sufrido ningún tipo de desequilibrio.

6. HIBERNACIÓN

APLICACION

Este procedimiento se utiliza para mantener el agua en la temporada de cierre con el objetivo de recuperarla en la próxima temporada.

SISTEMÁTICA

- Temperatura inferior a 15ºC.
- Cloración de choque: Tricloroisocianúrico (10g/m3).
- pH: 7'2 a 7'6.
- Adición de cloruro de benzalconio (Tensioactivo de amonio cuaternario) (5l/100 m3).

Este procedimiento específico se aplica para conocer la concentración de agua oxigenada con el colorímetro.

MANTENIMIENTO

Funcionamiento de filtro periódicamente.

CONTROLES

- Puesta en marcha: pH y cloro. Después de ajuste a 7'2 – 7'6 unidades pH y 0'5 a 2 mg/l, respectivamente.
- Tratamiento con tensioactivo de amonio cuaternario a una temperatura menor de 15ºC y posterior cloración a los 60 días. Repetición del tratamiento al mes.
- Después del tratamiento, en ambos ejemplos, el agua está totalmente transparente. Si no se pasa el limpiafondos la suciedad desluce las líneas del fondo y si se pasa el limpiafondos el agua esta igual que en verano.

6.1. Determinación de tensioactivos

APLICACIÓN

Una vez finalizado el periodo de hibernación y antes de comenzar a preparar el agua del vaso para la nueva temporada, si el tratamiento que hemos hecho ha sido con sales de amonio cuaternario (MATERIA activa), podemos determinar los detergentes para saber si quedan aún restos.

PRINCIPIO

Si una muestra de agua se trata con una mezcla de bromuro de dimidio-azul disulfine en medios básico y ácido extremos (pH 1 y pH 11) y tiene detergentes, el compuesto que se forma, extraído en cloroformo, hace que la capa clorofórmica adquiera distinto color dependiendo del grupo activo que el detergente contenga.

EQUIPOS NECESARIOS

- Probetas de 100 ml, con tapón.
- Pipetas de 1; 5 y 10 ml.
- Papel indicador de pH.
- Matraces aforados de 250 y 500 ml.
- Solución de hidróxido sódico 1 N. (Se prepara disolviendo 20g de hidróxido sódico en agua destilada y enrasando a 500 ml).
- Solución de ácido sulfúrico 1 N. Añadir 14 ml de ácido sulfúrico concentrado del 96-98 % y d= 1.83 lentamente a unos 300 ml de agua destilada. Dejar enfriar y enrasar a 500 ml.
- Cloroformo. El cloroformo es tóxico, utilizar con precaución y evitar la inhalación.
- Solución hija indicadora de bromuro de dimidio: Añadir 200 ml de agua desionizada y 20 ml de la solución madre de bromuro de dimidio a un matraz de 500 ml, añadir 20 ml de solución de ácido sulfúrico 2'5 M y enrasar con agua desionizada. Guardar en frasco color topacio para proteger de la luz.
- Lauril Sulfato Sódico (LAS).

OPERACIONES-DESARROLLO DEL COLOR

Poner 50 ml de muestra en dos probetas con tapón. Ajustar una a pH 1 con ácido sulfúrico 1N y otra a pH 11 con solución de hidróxido sódico 1N. Preparar dos probetas con la misma cantidad de agua desionizada y ajustar de la misma forma a pH 1 y pH 11. Proceder de la misma manera con un patrón de 200 microgramos de LAS por litro.

Añadir a cada una 5 ml de la solución hija indicadora de bromuro de dimidioazul de disulfine. Mezclar. Añadir 10 ml de cloroformo, mezclar y dejar decantar las fases hasta que se pueda observar el color en la capa clorofórmica.

Si no se percibe color en la fase clorofórmica, o es más débil que el color del patrón, el resultado se dará como inferior a 0'2 mg/l de LAS.

Dependiendo del color que adquiera la capa clorofórmica a los pH (1 y 11) del ensayo, la materia activa será distinta, como se resume en la siguiente tabla.

Materia activa	**Color obtenido por la capa clorofórmica**	
	pH =1	**pH = 11**
Activa aniónica	Rosa	Rosa
Catiónico, sales de amonio cuaternario	Azul	Azul

Si del ensayo cualitativo se obtiene coloración rosa en los dos medios ácido y básico, la muestra tendrá materia activa aniónica.

En presencia de materia activa catiónica (tensioactivo amonio cuaternario) la fase clorofórmica adquiere coloración azul a los dos valores de pH.

7. COMPUESTOS QUE SE PUEDEN UTILIZAR PARA EL TRATAMIENTO DEL AGUA DE LAS PISCINAS

BACTERICIDAS - ALGICIDAS

- Ácido tricoloroisocianúrico.
- Bromo.
- 3-bromo-1-cloro-5,5 dimetilhidantoína.
- Cloro.
- Clorhidrato de polihexenmetilen-biguanida.
- Cloruro de benzalconio.
- Cobre electrolítico.
- Diclorisocianurato de potasio.
- Dicloroisocianurato de sodio.
- Hipoclorito de calcio.
- Hipoclorito de sodio.
- Ozono.
- Plata electrolítica.
- Sulfato de cobre.
- Monopersulfato de potasio.

MODIFICADORES DEL PH

- Ácido clorhídrico.
- Bicarbonato de sodio.
- Bisulfato de potasio.
- Bisulfato de sodio.
- Carbonato de sodio.
- Hidróxido de sodio.

COAGULANTES Y FLOCULANTES

- Aluminato de sodio.
- Polihidroxi-cloro-sulfato de aluminio.
- Polihidroxi cloruro de aluminio.
- Polímeros de los ácidos acrílico y metacrílico, las sales sódicas, ésteres, amidas, N-metil amida.
- Sulfato de aluminio.

OTROS

- Ácido policarbónico.

8. NUEVAS TÉCNICAS DE DESINFECCIÓN DE AGUA

Los avances tecnológicos en el mantenimiento de instalaciones acuáticas abren el camino para la modernización de los sistemas tradicionales de desinfección del agua.

Son métodos que se van implantando paulatinamente por lo cual no contamos con experiencia suficiente para contrastar sus beneficios a medio y largo plazo, por lo que la elección de cualquiera de los métodos presentados requiere de un análisis serio y riguroso por parte de los responsables de las instalaciones deportivas.

Los métodos que se describen a continuación ya se están utilizando en otro tipo de instalaciones, por sus propiedades higiénico-sanitarias (por ejemplo los balnearios urbanos) y son los más apropiados para comenzar a realizar una actualización de los métodos tradicionales de desinfección del agua de piscinas.

Algunos criterios a tener en cuenta para la incorporación de estos nuevos métodos en nuestras instalaciones son:

➜ La mejor calidad del agua se consigue, en muchos casos, con la correcta utilización combinada de diferentes métodos de desinfección.

- Cualquier método utilizado necesita del mantenimiento de un desinfectante residual (cloro o bromo).
- La incorporación de cualquiera de los métodos presentados debe contar con un análisis de costes y beneficios que justifique su adquisición.
- No se debe olvidar que aunque no se requiera una formación altamente especializada para el manejo de estos métodos, siempre será necesaria una adecuación de los procesos de mantenimiento y de la formación del personal responsable, para obtener resultados satisfactorios en el agua y en el medio ambiente.
- En cualquiera de los nuevos sistemas que proponemos para el tratamiento del agua de piscinas, la elección del equipo más adecuado depende del tamaño de la piscina y de la afluencia de bañistas.

8.1. Tratamiento de ozonización del agua

- **Funcionamiento y características técnicas de la ozonización**

El ozono es un gas inestable formado por tres átomos de oxígeno. Es invisible e incoloro, pero tiene un intenso olor que se detecta aunque haya una cantidad insignificante. Es el aroma a aire limpio que se huele cuando llueve.

El tratamiento con ozono no sustituye al tratamiento con cloro, sino que está concebido como un método complementario que da mayor calidad al agua de piscina.

Los equipos de ozonización disponibles en el mercado ofrecen soluciones adaptadas a cada tipo de piscina teniendo en cuenta su tamaño y su carga de baño.

El tratamiento con ozono del agua de las piscinas es un proceso sencillo y seguro que se realiza en cuatro etapas:

1. La producción de ozono	Generado a partir de oxígeno puro, aunque usualmente se obtiene del aire que debe filtrarse para eliminar las impurezas, se seca para eliminar la humedad y se hace pasar por un tubo de cristal dónde recibe una descarga de alto voltaje.
2. La inyección de ozono en el agua de recirculación	El ozono se inyecta mediante un sistema Venturi conectado en la salida de los filtros, que succiona el aire cargado de ozono del generador. Si la filtración no funciona no hay ni adición ni producción de ozono.
3. La desinfección del agua	La acción desinfectante se consigue manteniendo una determinada concentración de ozono en contacto con el agua. Para ello se instala un tanque de reacción dimensionado en el circuito de recirculación del agua. La cantidad de ozono inyectado es suficiente para neutralizar toda la carga disuelta en el agua si las burbujas ascienden toda la altura del depósito.
4. La eliminación del ozono residual	La normativa establece que el agua del vaso de la piscina no debe contener ozono. Para ello pueden utilizarse filtros de carbón activado, rayos ultravioleta o incluso se puede calentar el agua. Cualquiera de los dispositivos elegidos deben garantizar que no se liberará ozono en las purgas de los depósitos.

Según las necesidades y características de las instalaciones acuáticas, pueden instalarse diferentes métodos de ozonización. Los más habituales para la aplicación de ozono en las piscinas municipales han sido la Ozonización Total y el "Slipstream". También se puede utilizar una combinación de ozono con tecnología ultravioleta.

Ozonización total	Proceso donde en el flujo total de la piscina se está dosificado a un ratio de 1 gm/m3 y con un tiempo de contacto de 2 minutos y con una eliminación del residual por carbón activo, antes de devolver el agua al vaso de la piscina.
“Slipstream”	En la Ozonización “Slipstream”, se desvía una proporción del caudal total, normalmente 12-15%, a través de un sistema de recirculación donde el agua está siendo tratada a una dosis de 1gm/m3 y con un tiempo de contacto de 1-2 minutos antes de que se desozonice con carbón y se devuelva al flujo principal de la piscina. La ventaja de este sistema es que tiene un menor coste de funcionamiento y servicio, con una reducción considerable en el espacio requerido para la instalación. No obstante, el consumo de cloro adicional es más elevado.
Combinación del ozono con rayos ultravioleta	Aunque el ozono y la luz ultravioleta han sido usados por separado para aplicaciones de tratamiento de agua con grados variables de éxito, investigaciones realizadas han confirmado que el ozono y UV aplicados en secuencia son mucho más eficaces para controlar los ratios de contaminación de las bacterias y sustancias orgánicas que se encuentran a menudo en el agua de piscina. Este proceso se conoce por UVAZONE.

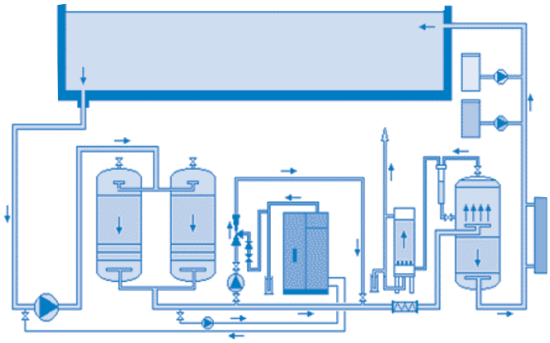


Figura 3. Esquema de instalación del sistema de ozonización total

➜ Efectos de la ozonización en la calidad del agua

La utilización del ozono para la desinfección proporciona una garantía de salud en la calidad del agua. Su eficacia para combatir bacterias está bien probada, aunque funciona lentamente contra los virus, las amebas y las esporas.

Es un desinfectante de amplio espectro y un buen agente de oxidación; puede destruir la contaminación derivada de los compuestos de nitrógeno. Además elimina los olores y sabores característicos del cloro.

El ozono, al actuar sobre el agua, libera subproductos como oxígeno, agua, óxidos inertes y pequeñas cantidades de anhídrido carbónico, todos ellos más inocuos que los derivados del cloro.

➜ Ventajas e inconvenientes del tratamiento con ozono

La utilización de estos métodos en instalaciones acuáticas está indicada por sus efectos sobre la calidad higiénico sanitaria del agua, por la mejora en el disfrute de la instalación y por la reducción del impacto ambiental. El principal inconveniente es su elevado coste.

VENTAJAS

- Beneficioso para la salud al eliminar los subproductos de la desinfección con cloro o bromo, que pueden producir irritaciones pulmonares y afecciones en los ojos y en la nariz.
- El ozono se convierte en oxígeno sin dejar residuos indeseables en el agua tratada.
- Bajo riesgo de accidentes laborales.
- Destruye bacterias, algas y virus.
- No produce consecuencias, tales como olores ni sabores extraños en el agua
- Mejora la coagulación-floculación del agua, requiriéndose una menor dosificación de floculante.
- Se gana en mayor control de productos químicos, lo que puede redundar en la mejor utilización de éstos.

INCONVENIENTES

- Gasto energético.
- La presencia de ozono exige que los plásticos que se utilicen en la instalación sean de mayor calidad para garantizar su impermeabilidad y el acero sea inoxidable marino.
- La ozonización debe realizarse en un circuito cerrado, no debiendo verter nunca ozono al aire o al agua de baño.
- La maquinaria y su mantenimiento son más sofisticadas que las instalaciones tradicionales, lo que obliga a externalizar el servicio de mantenimiento.
- Las revisiones necesarias obligatorias requieren de un sistema informatizado que comande la instalación, además de formación especializada del personal de mantenimiento.
- Elevado coste de implantación, al que hay que añadir los costes del sistema de cloración convencional.

8.2. Tecnología ultravioleta

➜ Funcionamiento y características técnicas de tecnología ultravioleta

Los sistemas de radiación ultravioleta constan de un tubo para el arco de unos 20 mm de diámetro y longitud variable entre 100 y 900 mm. El tubo de arco es de cuarzo y similar a un tubo fluorescente, relleno de gas inerte que proporciona una descarga inicial de potencia por la "excitación" de una pequeña cantidad de mercurio también presente en la lámpara de descarga. El tubo está alojado en un manguito protector de cuarzo que va montado a lo largo del eje central de una cámara de acero inoxidable cilíndrica. Un limpiador automático evita la formación de depósitos, tales como materiales orgánicos, sobre el manguito de cuarzo.

El agua de la piscina entra en la cámara por un extremo, cruzándola en toda su longitud antes de salir. La corriente que pasa a través del tubo lo calienta a más de 650ºC, aumentando la presión de mercurio y produciendo una potente salida de UV con las longitudes de onda necesarias para desinfección y oxidación de la materia orgánica.

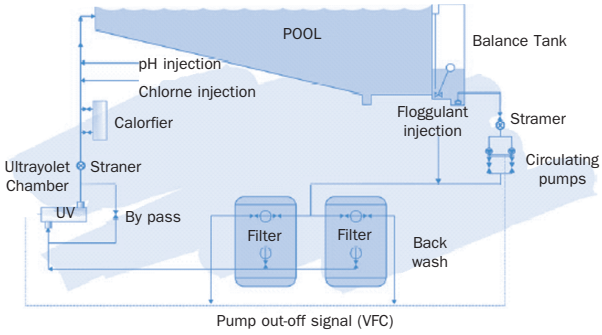


Figura 4. Esquema de instalación de un sistema ultravioleta

El rango de valores nominales de los sistemas de UV va hasta los 20 kW, y son capaces de tratar el caudal completo de las mayores piscinas. La temperatura del agua no afecta a la acción del sistema lo que significa que el proceso de desinfección y de reducción de cloraminas es igualmente eficiente en el agua fría de las piscinas de saltos como en el agua templada de las piscinas de ocio o de hidroterapia. La tasa de eliminación de los microbios llega fácilmente a un 99%, reduciendo la necesidad de la desinfección por cloro a simplemente una acción residual en la misma piscina. Las cloraminas que todavía se producen son oxidadas por los UV produciendo compuestos no peligrosos ni irritantes.

➜ Efectos de la tecnología ultravioleta en la calidad del agua

Las radiaciones ultravioleta han demostrado ser eficaces en la destrucción de bacterias y otros microorganismos desde hace más de cien años. Situados en la parte del espectro electromagnético que se extiende más allá de la luz violeta, los ultravioleta eliminan a los microorganismos destruyendo su ADN, inhibiendo así su capacidad de reproducirse. Los UV trabajan de dos formas:

- Su acción primaria es destruir las bacterias, virus, hongos y sus esporas, reduciendo drásticamente el riesgo de infección en los bañistas.
- De forma secundaria inician reacciones foto-químicas y reacciones de foto-oxidación que destruyen las cloraminas.

Para que esta tecnología sea efectiva necesita que el agua tenga un acondicionamiento exhaustivo. Es un buen complemento a los sistemas de desinfección por cloro y ozono.

➜ Ventajas e inconvenientes del tratamiento con tecnología ultravioleta

La justificación del empleo de este sistema alternativo al cloro, se fundamenta en el aumento de la calidad del agua, en sus condiciones sanitarias y de confort, así como en la importante reducción de impacto ambiental que supone.

VENTAJAS

- Disminución de olores.
- Reducción de la corrosión en las instalaciones de la piscina producidas por el cloro.
- Disminución de la irritación en vías respiratorias y ojos de los bañistas por la reducción de los niveles de cloro residual en la piscina (0,55 mg/l).
- Reducción de cloraminas que son destruidas por reacciones de foto-oxidación y foto-químicas.
- Reducción de los compuestos orgánicos disueltos en el agua.
- Menor nivel de Carbono Orgánico Total (TOC) reduciéndose un 20% su concentración.
- Reduce al 50% el uso de cloro, al generar cloro residual.
- Se produce un ahorro importante en el consumo de electricidad y mantenimiento de la piscina.
- Gastos de inversión y mantenimiento mínimos.
- Necesidades de espacio pequeñas.
- Instalación sencilla del sistema.

INCONVENIENTES

- Hará falta dosificar una pequeña cantidad de cloro para conseguir una perfecta desinfección.
- Instalación de las lámparas ultravioletas.

8.4. Cloración salina mediante electrólisis

➜ Funcionamiento y características técnicas de la cloración salina

La corriente eléctrica consiste en un movimiento de transferencia de cargas eléctricas. En un circuito eléctrico ordinario formado por un alambre metálico, la corriente eléctrica, es sencillamente un flujo de electrones, que no produce ninguna alteración apreciable en los cables conductores.

Así por ejemplo, cuando una corriente eléctrica circula por un hilo de cobre, este continua siendo igual que al principio. A veces, lo único que se nota es que está algo más caliente. No se produce ninguna alteración en el cobre porque lo único que sucede, al conectarlo a los polos de una batería, es que el exceso de electrones que existe en el polo negativo pasa con facilidad a través del metal hasta el polo positivo, donde hay un defecto de electrones.

Este tipo de conducción de la electricidad recibe el nombre de conducción metálica o electrónica. Sin embargo, el paso de la electricidad a través de las disoluciones de sales sí provoca cambios químicos en los electrodos, es decir, se produce una reacción química, a la que llamamos conducción iónica o electrolítica.

Lo que ocurre es que los iones negativos serán atraídos y emigrarán hacia el polo positivo o ánodo, mientras que los iones positivos, emigrarán hacia el polo negativo o cátodo. Si el voltaje entre ambos electrodos es suficiente, los iones positivos de sodio tomarán electrones del cátodo, con lo que se neutralizarán y se depositarán en forma de sodio. Al mismo tiempo, los iones negativos, cloruro, cederán electrones al ánodo, con lo que se quedarán neutros, y uniéndose por parejas se desprenderán en forma de cloro gaseoso.

La reacción total que se produce en la célula electrolítica es que los iones de sodio y los iones de cloruro se están transformando en los elementos cloro y sodio, que en medio acuoso, se transforman en ácido hipocloroso (“cloro libre”) y sosa.

El ácido hipocloroso oxida la bacteria, esterilizando así el agua. Una vez desinfectada el agua, el ácido clorhídrico reacciona con la sosa en una reacción de neutralización,

volviendo a dar sal y agua. El hidrógeno y el oxígeno reaccionan formando agua HCl + NaOH => ClNa + H_2O.

En resumen, se trata de un proceso cerrado en el que no hay pérdida de ningún producto. Los productos se descomponen, actúan y se vuelven a regenerar, por eso la concentración de sal permanece constante.

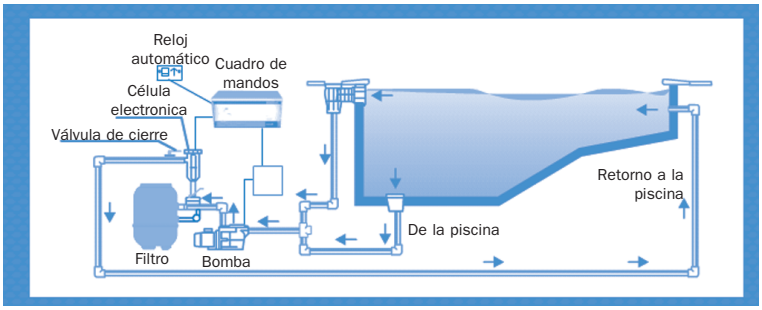


Figura 5. Diagrama de instalación del sistema de cloración salina

➜ Efectos de la cloración salina en la calidad del agua

La cloración salina mediante electrólisis utiliza únicamente la combinación del agua, sal común y electricidad.
El cálculo para la aportación de sal se hace en la proporción de 5 kg de sal por m^3 de agua. Para una piscina de 100 m^3 de agua se necesitarán 500 kg de sal al año.
Este sistema está basado en la producción natural a través de electrólisis, de hipoclorito sódico y oxígeno, por lo que garantiza un perfecto tratamiento del agua de las piscinas gracias a su capacidad desinfectante, oxidante y residual, por lo que no es necesario añadir ningún desinfectante químico adicional.

Aunque el hipoclorito sódico producido de esta forma, se fundamente en el mismo principio de fabricación que los cloros tradicionales, éste no contiene clorinas ni isocianuros. La electrólisis salina no es más que la instalación de una micro factoría de cloro en la piscina, adicionando al vaso una cantidad de sal para la generación *in situ* de hipoclorito sódico.

Los sistemas de cloración salina proporcionan al agua de las piscinas una calidad higiénica inmejorable, eliminando los elementos nocivos del cloro o los tricloros industriales, y por consiguiente eliminando las molestias habituales de la utilización del cloro.

Sin embargo, la cloración salina manifiesta dificultad para mantener niveles adecuados de cloro y pH en el agua del vaso de piscina.

El funcionamiento del sistema posee unas características particulares y es necesario prestar especial atención en la analítica del agua a aspectos como:

- La alcalinidad del agua.
- Contenido de cloro residual.
- Análisis de la conductividad del agua, etc.

➜ Ventajas e inconvenientes de la cloración salina

Los sistemas de cloración salina se caracterizan por ser ecológicos, seguros y económicos, aunque su poder de tratamiento es sensiblemente inferior a otros sistemas alternativos.

VENTAJAS

- Elimina los altos riesgos de manipulación y almacenaje de productos químicos altamente inflamables y peligrosos en las instalaciones, así como tóxicos para las personas.
- Elimina las molestias que produce el cloro en los bañistas.
- No se necesitan productos químicos adicionales para mantener la calidad del agua.
- Sus costes de adquisición y funcionamiento son menores en comparación con otras tecnologías.
- Su coste de mantenimiento es reducido.

INCONVENIENTES

- Su poder de tratamiento es inferior al de otros productos en piscinas con elevada afluencia de bañistas.
- Es un sistema incompatible con instalaciones que posean tuberías de hierro, ya que surgirán problemas de oxidación.
- El agua ligeramente salada puede producir ciertas molestias en los bañistas.
- Aumenta la conductividad del agua.

FICHAS DE TRABAJO

PROBLEMAS MÁS CONOCIDOS: VALORACIÓN Y SOLUCIÓN

Ausencia de cloro	Aunque se esté realizando el control automático es necesario, además, el control manual de una forma frecuente. Si en estos controles observamos niveles bajos o ausencia de cloro, la solución consiste en realizar las siguientes tareas: · Lavar el filtro. · Ajustar el pH entre 7,0 y 7,8. · Realizar una cloración de choque.
Presencia de algas	Se reconocen por un color verdoso en el agua, suelo y paredes resbaladizos y turbidez en el agua. La causa suele ser por un pH elevado, o por falta de cloro. El tratamiento se realiza: · Ajustando el pH entre los valores de 7,2 a 7,8. · Añadiendo al agua un algicida o cloración de choque. · Limpiando las paredes y el suelo del vaso si las encontramos en gran cantidad.
Coloración en el agua	Suele ser causada por la disolución de distintos metales en el agua del vaso. Las sales de cobre dan al agua un color azul/verde, las sales de hierro y de manganeso la colorean de verde, amarillo, negro o marrón. El tratamiento es el siguiente: · Ajustar el pH entre 9 y 10, ya que los compuestos metálicos precipitan. · Flocular. · Realizar cloración de choque. · Eliminar la suciedad. · Cuando el agua se haya recuperado, volver a ajustar el pH entre los valores de 7,2 a 7,8.
Exceso de conduntividad	Suele ser debido al aporte de sales por los cuerpos de los bañistas. Exceso de cremas, bronceadores, etc. Concentración excesiva de productos químicos en el agua. · Lavar el sistema de filtración contracorriente, para separar floculos de las arenas.(aumentar el número de horas de funcionamiento). · Renovar agua.

Agua turbia	El agua parece lechosa o es imposible ver el fondo de la piscina. La causa puede ser por un nivel de pH demasiado alto, y/o alto nivel de alcalinidad, filtración pobre, o por formación de algas. El tratamiento es el siguiente: · Lavar el sistema de filtración (aumentar el número de horas de funcionamiento). · Ajustar el pH entre 7,0 y 7,4. · Tratamiento de choque con cloro. · Flocular. · Ajustar la alcalinidad.
Irritaciones	Son causadas por un desajuste de los niveles de pH o por altos residuos de desinfectante en el agua. El tratamiento es el siguiente: · Mantener el pH entre 7,2 y 7,8. · Mantener el nivel residual de los desinfectantes.
Presencia de amoniaco	Suele estar causado por la ausencia de cloro. Se debe hacer un tratamiento de choque adicionando hipoclorito sódico (10 veces el valor que hayamos obtenido de amoniaco).
Olores desagradables	Causado por exceso de cloraminas. El tratamiento consistirá en: · Ajustar el pH entre 7,2 y 7,8. · Evitar la aportación de materia orgánica. · Renovar el agua.
Incrustaciones	La formación de incrustaciones puede causar agua blanca, superficie rugosa, calcificación de filtro. El tratamiento consistirá en: · Ajustar la dureza del agua. · Mantener el pH entre 7,2 y 7,8. · Cuando sea posible, ajustar la alcalinidad. · Filtrar y añadir al agua un producto anti-cal.

Manchas en las paredes	Suelen estar causadas por corrosión de metales como consecuencia de niveles bajos de pH. El tratamiento a realizar será: · Ajustar el pH. · Corregir la alcalinidad.
Espuma en el agua	Se origina por exceso de algicidas, sobre todo por el uso de sales de amonio cuaternario que si no se dosifica con mucho cuidado producen abundantes espumas. Para tratar este problema: · Se ajustará el pH. · Se ajustará el cloro. · Se corregirá la alcalinidad. · En caso necesario se debe eliminar agua a la red de alcantarillado y reponer.

REGLAS PARA EL BUEN FUNCIONAMIENTO DE LA PISCINA

1. Mantener el nivel de pH entre 7,2 y 7,8

- Medir el pH al menos 1 vez por semana.
- El valor del pH del agua de la piscina debe estar comprendido entre 7,2 y 7,8, por debajo de estos límites causa irritación en los ojos y corrosión en los metales. Por encima de esos valores, también causa irritación en los ojos, se pierde la eficiencia del desinfectante y se enturbia el agua.
- Si es necesario, usar un producto básico para incrementar el pH, o un producto ácido para reducirlo.

2. Para una apropiada desinfección, mantener el control automático por encima de 650 mV

3. Con cloro estabilizado (ácido cianúrico, tabletas de tricloro o reactivo dicloro)

4. Necesidad de dosificar cloro (partes por millón) (ppm) (o mg/l)

- El cloro mantiene limpia y cristalina el agua. Su función es destruir microorganismos como bacterias, hongos, etc.
- Se debe controlar el nivel de cloro al menos 1 vez por semana en verano. Debe mantenerse entre 1 y 1,5 partes por millón (ppm).
- Se debe duplicar la dosis de cloro cuando haya llovido o si la piscina la ha usado mucha gente.
- No tirar las pastillas de cloro directamente a la piscina porque “quema” la pintura del fondo y deja manchas blancas.
- En agua pura a pH 7,5 con ácido cianúrico corresponde a 0,5 ppm de cloro. En dosificador automático, 1 ó 2 ppm de cloro generan 650 mV.

5. Eliminación de algas

- La formación de algas produce coloración verdosa en el agua y superficies resbaladizas.
- Cuanto más tiempo se tarde en tratarlas más difícil será eliminarlas.
- Añadir semanalmente la dosis apropiada de algicidas para mantener limpia el agua.
- El agua nueva sin tratar es más propicia a crear algas que la que tiene ya la piscina.

6. Eliminación de amoniaco

- El exceso de amoniaco puede formar cloraminas. Para eliminarlas tendremos que añadir al agua hipoclorito en una proporción 10 veces superior a la concentración de amoniaco.

7. Adición de floculantes

- El agua de las piscinas se pone turbia por algas, polvo, sales, etc. Y estas partículas son de un tamaño tan pequeño que no son retenidas por la arena del filtro. Para su eliminación están los floculantes. Lo que hacen es aumentar el tamaño de las partículas y provocar que caigan al fondo de la piscina, siendo entonces fácil sacarlas con el limpiafondos.
- Cuando se añade floculante no se debe permitir el baño hasta después de haber pasado el limpiafondos.
- El floculante (sulfato de alúmina) no es tóxico, pero es mejor no estar en contacto con él.

MÉTODOS ANALÍTICOS: REACTIVOS Y METODOLOGÍA ANALÍTICA UTILIZADA

Fecha Día / mes	Hora de toma de muestra	Cloro libre mg/l	Cloro total mg/l	Otro desin-fectante	pH	Turbidez	Nivel agua rebosadero	M3 contador agua depurada	M3 contador agua renovada	Temp. agua	Nº bañistas	Observaciones
Lunes	Inicio jornada Horas											
	Máxima concent. Horas											
Martes	Inicio jornada Horas											
	Máxima concent. Horas											
Miércoles	Inicio jornada Horas											
	Máxima concent. Horas											
Jueves	Inicio jornada Horas											
	Máxima concent. Horas											
Viernes	Inicio jornada Horas											
	Máxima concent. Horas											
Sábado	Inicio jornada Horas											
	Máxima concent. Horas											
Domingo	Inicio jornada Horas											
	Máxima concent. Horas											

6

Mantenimiento sanitario I:

PISCINA AL AIRE LIBRE

1. INTRODUCCIÓN

Ya sabemos que el agua de las piscinas sufre un proceso continuo de contaminación, por lo que para mantenerla en las mejores condiciones sanitarias se somete a un adecuado tratamiento y se vuelve a introducir en el vaso. El tratamiento se compone de los siguientes procesos:

- ➜ Recirculación permanente del agua del vaso.
- ➜ Filtración.
- ➜ Tratamiento químico.
- ➜ Renovación diaria de una parte del agua.

Con carácter general podemos señalar que los riesgos sanitarios asociados a las piscinas al aire libre se producen por varias razones:

- ➜ La dificultad que entraña mantener la calidad de agua de la piscina, cuando se producen aportes constantes de contaminación.

- La necesidad de adicionar productos químicos al agua, que siempre tienen un grado de peligrosidad.
- La inadecuada construcción de alguna de las instalaciones.
- El mal uso que hacen los bañistas de las instalaciones.

Existen tres aspectos importantes:

- Los usuarios tienen derecho a que se les ofrezca un margen de seguridad suficiente sobre la calidad sanitaria del agua y de las instalaciones, por ello la legislación establece las condiciones que se deben cumplir al respecto.
- Los encargados tienen la obligación de efectuar las modificaciones necesarias para que el agua y las instalaciones no supongan riesgos, siendo responsabilidad del titular de la piscina la realización de los controles analíticos necesarios para garantizar el mantenimiento de todos los parámetros dentro de los límites establecidos por la normativa vigente.
- Los usuarios deben estar informados de que ellos son los principales responsables del deterioro bacteriológico y químico de la calidad del agua, debiendo respetar las normas de higiene establecidas por la normativa y los titulares de las instalaciones. También deberán hacer un uso responsable de las piscinas, para evitar su deterioro, y sobre todo para evitar accidentes.

2. RIESGOS POR CONTAMINACIÓN DEL AGUA

2.1. Contaminantes del agua

Los principales agentes que pueden contaminar el agua de una piscina son las bacterias, virus, hongos y productos químicos.

A continuación veremos cada uno de estos contaminantes con más detalle.

➜ Bacterias

Son organismos unicelulares microscópicos. Su tamaño se expresa en micras (milésima de milímetro). Se multiplican exponencialmente, dividiéndose por la mitad; los tiempos entre una división y la siguiente pueden ser extremadamente cortos, por lo que una población de bacterias puede aumentar mucho en muy poco tiempo si las condiciones de temperatura, humedad, etc., son favorables.

Se encuentran en el suelo, agua, aire, así como sobre la piel, mucosas e interior del organismo del hombre y animales. Muchas bacterias causan enfermedades al hombre; se trada de las llamadas bacterias patógenas.

Las bacterias patógenas más importantes que pueden pasar al agua de las piscinas son:

Salmonella spp	El hombre enfermo o sano que tiene la Salmonella en su organismo la elimina por las heces, contaminando así sus manos o sus ropas y el agua. Las enfermedades que provocan estas bacterias son fiebres entéricas. La sintomatología es grave: • Fiebre por encima de 38 ºC. • Vómitos. • Nauseas. • Diarrea. • Dolor abdominal. Puede ser necesario el ingreso del enfermo en un hospital y, en ciertos casos, ocasiona la muerte. Existen grupos de individuos con mayor riesgo de contagio: los niños, los ancianos y las personas con las defensas disminuidas.

Escherichia coli	Esta bacteria también se encuentra en el intestino del hombre y se elimina a través de las heces. Constituye la flora habitual del individuo sano, desempeñando un papel importante en el mantenimiento de las funciones fisiológicas normales del intestino, pero, paradójicamente, es también el más común de los patógenos humanos responsable de distintas formas de gastroenteritis que afectan a personas de todas las edades. Las cepas responsables de los diferentes síndromes clínicos poseen propiedades específicas de gran virulencia, que no tienen las cepas aisladas de la flora normal.
Psedudomona aeruginosa	Se encuentra en la piel y mucosas del hombre. Es el agente causal de erupciones difusas, asociadas al uso de piletas de hidromasaje, balnearios de aguas termales y vasos de natación contaminados. Se presenta en forma de gránulos o vesículas, que en algunos casos causan picores, provocan erupciones cutáneas en áreas cubiertas por el traje de baño, o en las axilas, pero puede ocurrir en forma más difusa dejando indemnes sólo la cara y el cuello. Por regla general remiten de forma espontánea cuando se elimina la exposición. Ocasionalmente, otros síntomas asociados incluyen cefaleas, dolor de oídos o nariz y calambres abdominales.
Staphylococcus aureus	La mayoría de los niños y adultos se encuentran colonizados de forma intermitente con esta bacteria que se aloja en su nasofaringe o en su piel, de donde pasa a las ropas o al agua de la piscina. En función de la vía de transmisión puede causar infecciones de la piel o síntomas gastrointestinales. Las infecciones de la piel se agudizan con una escasa higiene personal, o por traumatismos menores: fricción, maceración y enfermedades cutáneas ya existentes como eccema o acné juvenil.

➜ Virus

Son los organismos de estructura más sencilla que se conocen. Están compuestos de ácido nucleico recubierto de una capa de proteínas. Son incapaces de multiplicarse fuera de las células vivas. Su tamaño es menor que el de las bacterias y nunca mayor de aproximadamente unas 300 milimicras.

Ciertos virus pueden sobrevivir en el agua y en las zonas húmedas. Entre los virus patógenos que más frecuentemente se transmiten por el agua están:

Virus de la hepatitis A	Es la hepatitis menos grave y se produce por ingestión de agua que posee contaminantes de origen fecal. Los primeros síntomas clínicos son fiebre alta (38 ºC a 39ºC) malestar general, cansancio, cefaleas, nausea, vómitos y anorexia.
Papovavirus	Causa los papilomas o abultamientos de la piel, caracterizados por un aumento de las papilas de la piel y las mucosas.

➜ Hongos

Son seres pluricelulares, que no se desarrollan directamente en el agua de baño, aunque necesitan lugares húmedos y cálidos para crecer y multiplicarse, como los aseos, duchas, vestuarios, etc., por lo que se debe extremar la limpieza de estas zonas con productos desinfectantes.

Algunos pueden causar enfermedades: pie de atleta, candidiasis, etc. Los que con mayor frecuencia se pueden transmitir en las piscinas son:

Trichophyton	Son los causantes de las denominadas tiñas que figuran entre las enfermedades cutáneas más frecuentes. La más conocida es el pie de atleta. Estos hongos invaden la piel, dando formaciones en semicírculo o media luna y su síntoma más común es el picor. El lugar de contagio principal son las zonas húmedas adyacentes a los vasos de las piscinas y los balnearios.

➜ Protozoos

Los protozoos son organismos microscópicos, unicelulares, heterótrofos que viven en medios líquidos y que se reproducen por bipartición. La mayor parte de ellos son tan pequeños que se miden en micras (_). Algunos son de estructura muy simple y otros complejos, con orgánulos (celulares) que sirven para determinados procesos vitales y funcionalmente son análogos a los sistemas de órganos de los animales pluricelulares.

Cryptosporidium	El Cryptosporidiun infecta el tracto digestivo de animales y humanos. En los humanos causa diarrea acuosa, náusea, vómitos y dolores estomacales y, a veces, fiebre o febrícula. Los síntomas suelen durar como máximo unas dos o tres semanas. Ocasionalmente los afectados pueden requerir de ingreso hospitalario. Su periodo de incubación es de 2 a 10 días y la mayor parte de los casos que afectan a turistas son diagnosticados en su país de origen. La enfermedad afecta fundamentalmente a los niños, mayores y personas inmunodeprimidas, en los que puede ser severa e, incluso, fatal. Algunas personas son portadoras sanas del parásito. Normalmente es autolimitada, pero cuando acontece en forma de brotes epidémicos, como ha sucedido en algunas piscinas, puede representar un problema serio de salud pública.

➜ Productos químicos

La adición de productos químicos al agua para mantener su calidad, su errónea manipulación o un mal funcionamiento del sistema de depuración, puede provocar inadecuadas concentraciones de productos químicos, o la aparición de ciertos compuestos que podrán ocasionar molestias o trastornos en la salud de los bañistas.

Cloro	Una dosificación excesiva de cloro (más de 1,5 partes por millón (ppm)) puede producir irritación de las mucosas.
Ph	Los niveles altos o bajos de pH causan irritación de la piel y de las mucosas. Los niveles ideales de pH están comprendidos entre 7,2 y 7,8. La legislación establece un rango entre 6,5 y 8,5. Con niveles inferiores a los que marca la normativa, se forma tricloruro de nitrógeno que es irritante y se favorece la formación de cloraminas, cuyos efectos veremos a continuación.
Cloraminas orgánicas	El sudor y la orina que aportan los bañistas o los microorganismos, es decir, la materia orgánica nitrogenada, al mezclarse con el cloro forman cloro combinado orgánico. Las descomposiciones sucesivas, oxidaciones y combinaciones químicas llegan a producir tricloramina, que es irritante y lacrimógena.
Trihalometanos (Thm´s)	Se originan por la combinación del cloro con el ácido fúlvico y húmico, que provienen tanto de la degradación química y biológica de los residuos animales y vegetales, como de la actividad metabólica de los microorganismos. En este caso el cloro se combina con materia no nitrogenada. Tienen una densidad relativamente alta y pesan más que el aire, por lo que se acumulan por encima de la superficie del agua, donde el nadador aspira profundamente. Son sustancias cancerígenas que también afectan a las funciones hepáticas y renales. El cloroformo es el representante más importante de este grupo.

2.2. Origen de la contaminación

Encontramos tres causas principales:

➜ Bañistas

Son la fuente principal de contaminación.
Incluso los individuos sanos aportan al agua microorganismos (patógenos o no) en un número indeterminado, junto con partículas como pelos, cremas, polvo, etc., que se acumulan en la superficie del agua y en el fondo del vaso.
El uso de las duchas antes de cada inmersión y del pediluvio al acceder a la zona de baño contribuye a disminuir la carga contaminante aportada por cada individuo.

➜ No bañistas

En este grupo se incluye el personal que trabaja en la instalación así como otros profesionales que deben acceder a la piscina. Introducen materia orgánica con el calzado y ocasionan una contaminación innecesaria.
Si el personal de mantenimiento, la inspección sanitaria u otros, precisan acceder a la zona de baño deberán hacerlo con calzado exclusivo o calzas de un solo uso.
La entrada de animales al recinto está prohibida.

➜ Medio ambiente

Este factor de contaminación es de gran importancia en las piscinas al aire libre, ya que están expuestas a factores climáticos como viento, lluvia, etc.

De esta manera se favorece la introducción en el vaso de materia orgánica procedente del suelo, hojas de árboles, etc.

2.3. Formas de entrada de los contaminantes

➜ **Por contacto**

Las mucosas y las lesiones de la piel ofrecen a los contaminantes la mejor vía de entrada al organismo, que además se ve favorecida por el hecho de que la piel se encuentra caliente por el sol y macerada por el baño.

➜ **Por ingestión**

La ingestión de agua propicia la entrada de contaminantes al organismo a través del tubo digestivo.

➜ **Por inhalación**

Al respirar, junto con el aire, entran a nuestros pulmones microorganismos o productos químicos que se encuentran en la capa de aire que limita con el agua.

➜ **Por vía parenteral**

Los contaminantes entran directamente al torrente sanguíneo, por ejemplo, al clavarnos un objeto punzante contaminado, o por picaduras de insectos.

2.4. Factores que contribuyen a la contaminación

El hecho de que en un determinado lugar existan agentes contaminantes, no es motivo suficiente para desarrollar un proceso de enfermedad; es necesario, además, que se produzca un proceso de amplificación de la contaminación para que ésta llegue a adquirir unos niveles tan altos que puedan resultar perjudiciales al hombre. Existen una serie de factores que favorecen este proceso, siendo los más importantes:

La temperatura	Una temperatura elevada del agua favorece el desarrollo de microorganismos, cuyo crecimiento óptimo se sitúa entre los 20ºC y 40ºC. Las altas temperaturas también producen una evaporación mayor de cloro y en consecuencia, una disminución de su poder desinfectante. Esta temperatura del agua se consigue con mucha facilidad en verano, sobre todo si la renovación diaria de agua es insuficiente.

Aforo elevado	La concentración excesiva de bañistas por lámina de agua implica un aumento del aporte de contaminantes superior al que el vaso puede soportar.

2.5. Trastornos asociados al baño

Las enfermedades o trastornos más comunes asociados al baño se concentran sobre todo en las zonas corporales que exponemos a continuación:

Piel	En ella se puede producir dermatitis y foliculitis.

Aparato respiratorio	Se pueden producir cuadros diferentes: resfriado común, bronquitis y neumonías.

Ojos	Son una zona muy sensible del organismo que se contamina fácilmente al entrar en contacto con el agua, con mucha frecuencia se presentan conjuntivitis, queratitis, etc., tanto de origen bacteriano como vírico.
Oídos, nariz y garganta	Son también partes muy sensibles del organismo en los que se pueden presentar cuadros de sinusitis, otitis y faringoamigdalitis, trastornos que son bastante frecuentes en los bañistas.
Aparato digestivo	Pueden producirse gastritis, enterocolitis, etc., por la ingestión de agua contaminada.
Aparato genitourinario	Las mucosas que componen la parte externa del aparato genitourinario tienen una gran facilidad para sufrir colonizaciones por hongos y bacterias. Otro trastorno muy frecuente es la infección de las vías urinarias.

3. RIESGOS POR ACCIDENTES

Los accidentes que con mayor frecuencia se producen en las piscinas son los siguientes:

➜ Ahogamiento por inmersión

Todos los años hay que reseñar un número variable de ahogamientos en piscinas públicas o privadas.

Sobre todo ocurre con niños pequeños que no saben nadar y se caen en un vaso de adultos, hecho que ocurre con mayor frecuencia en las piscinas privadas.

Otras veces, el ahogamiento se produce con posterioridad a un calambre, o después de un corte de digestión.

Se han dado casos también de ahogamiento por encontrarse atrapado el bañista en el remolino que origina una succión excesiva de la toma de fondo.

➜ **Traumatismos**

Muchos se producen por imprudencia de los bañistas. Ocurren sobre todo al tirarse al agua, o usando atracciones como toboganes sin respetar las normas.
Son bastante frecuentes en parques acuáticos.

➜ **Quemaduras**

Se producen por exposiciones prolongadas al sol, sin tomar las debidas precauciones, el hecho de que la piel esté húmeda después del baño, potencia el efecto pernicioso del sol.

➜ **Picaduras de insectos**

Las más frecuentes son las de avispas y abejas. Algunas personas pueden presentar reacciones alérgicas generalizadas (shock anafiláctico) que son muy peligrosas y deben ser tratadas de inmediato.

4. MEDIDAS PREVENTIVAS PARA EVITAR LOS RIESGOS ASOCIADOS A LAS INSTALACIONES ACUÁTICAS

Las instalaciones deben planificarse en el proyecto de construcción, de forma que haciendo un uso adecuado de ellas, se minimice el riesgo de accidentes. Por ello, la normativa especifica que

deben utilizarse materiales antideslizantes en zonas de paso, escaleras empotradas en los vasos, sistemas de extracción del agua protegidos y que no originen corrientes, accesos seguros a cuartos de máquinas, almacenamiento de productos químicos en lugares ventilados y separados del resto de la instalación, etc.

➜ Disminución de la contaminación del vaso

En este aspecto, lo primero que debemos hacer es controlar el aforo, ya que si éste se supera, se produce un aporte de contaminantes más elevado al previsto para las dimensiones del sistema de depuración del vaso. El personal encargado de la instalación debe hacer cumplir a los usuarios las "normas de régimen interno", como pueden ser el uso de duchas y pediluvios antes de acceder al vaso. Es muy importante la educación sanitaria de los bañistas, que no deberían acceder a estas instalaciones si padecen alguna enfermedad que pueda transmitirse por contacto con el agua.
El acceso al recinto de personas con calzado de calle o animales, debe estar prohibido.

➜ Desinfección del agua

Tiene por objeto reducir al máximo los microorganismos presentes en el vaso y destruir los microorganismos patógenos en el menor tiempo posible. El desinfectante elegido deberá disponer de poder residual que permita destruir los constantes aportes de contaminación que se producen en el agua por distintas vías: aire, lluvia o por los bañistas.
Ya hemos visto que los productos clorados son los más utilizados ya que tienen un gran poder desinfectante, aunque hay que tener previsto que existen algunas bacterias o virus que tienen cierta resistencia al cloro.

➜ Filtración

El proceso de filtración reduce la cantidad de materia orgánica y turbidez del agua y retiene ciertos microorganismos como los quistes u ooquistes (Cryptosporidium).
Los filtros de arena, que son los más utilizados, no son capaces de retener partículas dispersas coloidalmente o ciertos microorganismos como los virus.

➜ Floculación

Es un proceso químico que favorece la formación de partículas de mayor tamaño (flóculos), para que puedan ser retenidas por los filtros de arena.
Una floculación bien realizada permitirá eliminar del agua microorganismos no destruidos por el desinfectante, así como partículas dispersas, cosa que repercute beneficiosamente sobre los otros dos tratamientos pues la filtración se hace más efectiva, y al haber menos turbidez en el agua, necesitaremos una concentración menor de desinfectante.

➜ Limpieza y desinfección de zonas húmedas

Es imprescindible llevar a cabo un adecuado programa de limpieza y desinfección de aseos, duchas, vestuarios, pediluvios y zonas del andén, para prevenir la proliferación de hongos.

5. USO Y ALMACÉN DE PRODUCTOS QUÍMICOS

Los productos químicos que se utilizan para el mantenimiento de las piscinas se encuentran clasificados legalmente como sustancias y/o preparados peligrosos. Todos ellos deben estar admitidos para este uso por las autoridades sanitarias, y su utilización se adecuará a la normativa vigente en cuanto a su envasado y etiquetado.

- Real Decreto 363/1995, de Sustancias Químicas
- Real Decreto 255/2003, de Preparados Peligrosos

En estas normas se regula el etiquetado y envasado de estos productos, así como la obligación por parte de los responsables de comercialización, ya sean fabricantes, distribuidores o importadores, de facilitar información a los usuarios profesionales sobre las precauciones de manejo, mediante las llamadas "fichas de datos de seguridad". Además los productos químicos para el tratamiento de piscinas deben estar homologados por Ministerio de Sanidad y Consumo.

➜ Posibles accidentes con productos químicos

EJEMPLOS REALES DE ACCIDENTES CON PRODUCTOS QUÍMICOS EN INSTALACIONES ACUÁTICAS

1. Al manipular, con el depósito lleno, una llave de vaciado de un depósito de hipoclorito sódico que goteaba, la llave se rompió y el chorro fue directo a la cara del operario.
2. Salpicaduras de desincrustante limpiador (ácido clorhídrico) en la cara de un operario, durante la limpieza de una piscina.
3. Intoxicación grave con desmayo al destapar un dosificador de tabletas de cloro.
4. Nube tóxica producida como consecuencia de la rotura del tubo de inyección flexible de un dosificador de hipoclorito sódico, que se introdujo en el depósito de ácido clorhídrico.
5. En una piscina, intoxicación de los usuarios que estaban más cerca de las boquillas de impulsión, debido a altas concentraciones de hipoclorito sódico.
6. Intoxicación de los usuarios de una piscina cubierta al entrar gases tóxicos por el circuito de ventilación.

➜ Información del etiquetado

Según la normativa citada anteriormente, en lo que respecta al etiquetado de productos químicos, se establece que la información mínima que debe aparecer en la etiqueta de cada producto es:

- Nombre de la sustancia que le confiere el carácter peligroso.
- Nombre y dirección completa del fabricante, importador o distribuidor.
- Símbolos/pictogramas e indicación de peligros resultantes del uso de la sustancia.
- Frases de Riesgo (R), que definen los riesgos más importantes derivados del uso del producto.
- Consejos de prudencia (S), que indican las medidas preventivas que se deben tomar al utilizar el producto.
- Nº de homologación del producto, dado por el Ministerio de Sanidad y Consumo que tiene la siguiente estructura:

XX-YY-ZZZZ

XX: Dos últimas cifras del año de homologación del producto.

YY: Identifica la aplicación del producto:
60: Desinfectantes y Algicidas.
70: Modificador del pH, Floculantes y otros casos.
60/70: En este caso, el producto puede actuar como combinación de las dos aplicaciones anteriores.

ZZZZ: Nº de homologación del producto. No variará a lo largo de su vida comercial

En la página web del Ministerio de Sanidad y Consumo es posible consultar si un producto se encuentra homologado o no. La dirección de Internet es www.msc.es.

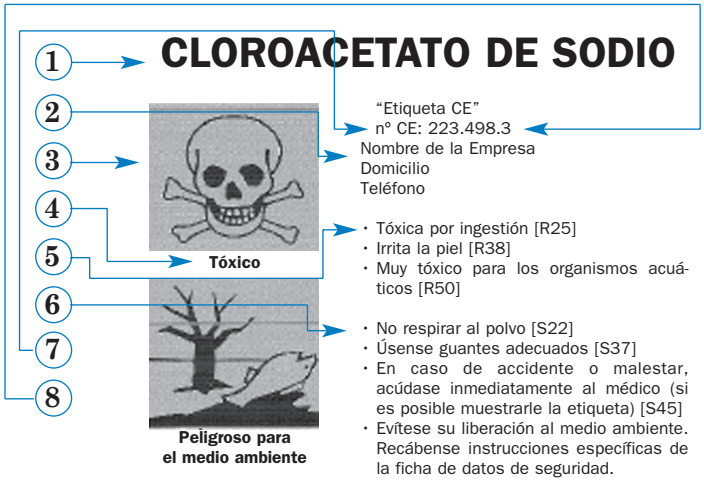


Figura 1. Ejemplo de etiqueta

➜ Envasado de productos

En cuanto al envasado de los productos químicos la normativa dice lo siguiente:

- Los envases deben fabricarse y diseñarse de forma que no se puedan producir pérdidas de contenido.
- El material o materiales con los que estén fabricados los envases y los cierres deben ser fuertes, sólidos y resistentes a la sustancia que contienen.
- Si el sistema de cierre es reutilizable, debe permitir cierres sucesivos sin pérdida de contenido.

➜ Fichas de datos de seguridad

Son unos documentos que deben acompañar al producto en todas las transacciones comerciales a profesionales, al menos en la primera ocasión en que se compra ese producto. Están

obligados a facilitarla, de forma gratuita, tanto los fabricantes, como los comerciales.
La utilidad de las fichas es proteger la salud y la seguridad de los profesionales, así como la protección del medio ambiente. La información que facilitan es muy completa incluyendo desde pautas para el correcto manejo de los productos, tanto en condiciones normales de uso, como en caso de derrame, accidente, etc., así como el manejo de residuos.
Las fichas de datos de seguridad incluyen 16 epígrafes que se revisan y se actualizan periódicamente:

1. Identificación de la sustancia y del responsable de la comercialización.
2. Composición/información sobre los componentes.
3. Identificación de los peligros.
4. Primeros auxilios.
5. Medidas de extinción de incendios.
6. Medidas que se deben tomar en caso de vertido accidental.
7. Manipulación y almacenamiento.
8. Controles de exposición/protección individual.
9. Propiedades físico-químicas.
10. Estabilidad y reactividad.
11. Información toxicológica.
12. Información ecológica.
13. Consideraciones relativas a la eliminación.
14. Información relativa al transporte.
15. Información reglamentaria.
16. Otra información.

Las fichas irán siempre escritas en el idioma oficial del Estado y fechadas e indicarán expresamente el número de revisión.

➜ Recomendaciones para el buen uso de productos químicos

La peligrosidad de estos productos hace necesario cumplir las siguientes instrucciones:

- Se debe evitar en la medida de lo posible el contacto con estos productos, por ello es recomendable tener dispositivos estancos para almacenarlos y conducciones cerradas para transportarlos al lugar de uso. Se deben adicionar al agua del circuito de depuración, mediante dosificadores automáticos o semiautomáticos.
- Adquirir productos envasados y etiquetados correctamente.
- Leer siempre las etiquetas y las fichas de datos de seguridad. Para estas últimas se debe designar un lugar accesible y cercano al puesto de trabajo, de forma que puedan ser consultadas con facilidad.
- No se debe retirar en ningún caso la etiqueta del producto.
- Los productos no se deben cambiar nunca del envase original.
- Los envases siempre se deben mantener bien cerrados.
- No mezclar unos productos con otros, ya que su reacción puede ser peligrosa. La reutilización de envases supuestamente vacíos que conservan residuos del producto que contenían o la utilización de un mismo dosificador para añadir al circuito sucesivamente dos productos distintos pueden ser causa de accidentes.
- No comer, beber o fumar en los locales destinados al almacenamiento de productos químicos.

- Utilizar protección para su manejo. La normativa hace referencia a cuatro aspectos:

  - Protección respiratoria: máscaras.
  - Protección de manos: guantes.
  - Protección de ojos: gafas de seguridad.
  - Protección cutánea: ropa adecuada.

➜ Almacenamiento de productos

La normativa de piscinas de la Comunidad de Madrid, Decreto 80/1998, establece en el Artículo 17.4 las características que deben tener los locales en los que se almacenen los productos químicos que son las siguientes:

- Se situará en una dependencia de uso exclusivo para este fin e independiente de la sala de tratamiento de agua.
- El local deberá ser un sito fresco, seco y protegido de la luz.
- Tendrá accesos fáciles y amplios.
- Estos locales estarán emplazados de forma que sean inaccesibles a los usuarios de la instalación.

➜ Consideraciones preventivas

· Incendios

El Decreto 341/1999 (Art. 29 y 31) indica claramente que todos los recintos deben tener extintores y que éstos debe seguir las normas EN o UNE. El elemento extintor válido para los productos normales es el compuesto por CO^2.
El número mínimo es de dos extintores, y si los espacios son grandes, se colocarán tantos extintores como sea necesario

para que el recorrido real desde cualquier lugar de evacuación hasta un extintor no supere los 15 metros.

➜ Ventilación

En el Decreto 80/1998, de la Comunidad de Madrid, indica en el Art. 17 punto 4, que:

"La instalación de tratamiento del agua y el almacén de productos químicos estarán en locales independientes, suficientemente ventilados y de fácil acceso para el personal de mantenimiento y servicios de inspección."

Además, en el Real Decreto 379/2001, del 6 de abril, se especifican las condiciones de prevención contra incendios y ventilación de los diferentes almacenamientos correspondientes al cloro, a los líquidos corrosivos y a los líquidos tóxicos.
Los productos químicos utilizados en el mantenimiento de las piscinas no son material combustible, sin embargo, ante un incendio y el consiguiente aumento de temperatura, pueden llegar a ser muy peligrosos porque pueden formarse gases y producir explosiones.

➜ Reglamento eléctrico

En cuanto al mantenimiento eléctrico del almacén de productos químicos, el reglamento vigente de Baja Tensión, en la Instrucción 027 refiriéndose a las instalaciones con riesgo de corrosión, especifica que "Tales locales y emplazamientos son aquellos en los que existen gases o vapores que pueden atacar a los materiales eléctricos en la instalación".

En estos locales se deben cumplir las prescripciones señaladas para las instalaciones en locales mojados, debiendo además protegerse la parte exterior de los aparatos y canalizaciones con un revestimiento inalterable a la acción de dichos gases o vapores.

6. NORMATIVA SANITARIA

En la Comunidad de Madrid las piscinas de uso público se encuentran reguladas por el *Decreto 80/1998, de 14 de mayo, por el que se regulan las condiciones higiénico-sanitarias de las piscinas de uso colectivo*. Asimismo el Ayuntamiento de Madrid se ha dotado de normativa propia, la Ordenanza reguladora de las condiciones higiénico-sanitarias, técnicas y de seguridad de las piscinas de fecha 28 de enero de 1999, desarrollada en base a la normativa autonómica.

En cuanto al mantenimiento de las instalaciones, la normativa mencionada establece lo siguiente:

- Los titulares de las instalaciones están obligados a realizar análisis periódicos del agua.
- Las instalaciones deben contar con una persona técnicamente capacitada: el encargado de mantenimiento.
- Funciones del encargado de mantenimiento:
  - vigilar el correcto funcionamiento de las instalaciones y sus servicios
  - realizar los controles analíticos y las comprobaciones necesarias:

cloro residual libre cloro residual combinado pH Nº bañistas Agua depurada (m^3) Agua renovada (m^3)	al menos dos veces al día
	• momento de la apertura • momento de máxima concurrencia

- Libro de Registro Oficial: es obligatorio la existencia de uno por cada vaso. Servirá para anotar los datos anteriores. Estará siempre a disposición de las autoridades sanitarias y de los usuarios que lo soliciten.

- Las piscinas dispondrán de los aparatos y reactivos necesarios para realizar el control de los parámetros especificados anteriormente.
- La adición del desinfectante y cualquier otro aditivo autorizado se realizará mediante dosificador automático o semiautomático.
- Debe existir un almacén de productos químicos independiente del local en el que se encuentra la instalación de tratamiento del agua.

Comunidad de Madrid
CONSEJERÍA DE SANIDAD
Dirección General de Salud Pública

LIBRO REGISTRO
DE CONTROL SANITARIO DE
PISCINAS

Nombre de la instalación .....
Propietario .....
Situación .....
..... Teléfono .....
Localidad .....

Figura 2

Los parques acuáticos se encuentran regulados en la Comunidad de Madrid por el *Decreto 128/1989, de 20 de diciembre, por el que se regulan las condiciones higiénico-sanitarias de los parques acuáticos*.

Se considera parque acuático al recinto cuyo objetivo principal es el uso de diversas atracciones recreativas, cuya utilización comporta el contacto de sus usuarios con el agua. Son unas instalaciones de gran riesgo en las que el mantenimiento es extremadamente importante. Por ello, que la labor de los encargados de mantenimiento, así como de los socorristas, monitores y del personal sanitario, es de gran importancia.

En cuanto a las tareas de los mantenedores son esencialmente las mismas que en una piscina. Los controles analíticos exigidos

al día por vaso, análisis tipo A, constan de los siguientes parámetros y frecuencia:

Análisis tipo A	
1. cloro residual libre **2.** cloro residual combinado **3.** pH **4.** turbidez **5.** caracteres organolépticos: • color • olor	3 veces al día

Por otra parte, se establece el análisis tipo B que incluye más parámetros físico-químicos que en el tipo A, así como parámetros microbiológicos y que debe ser realizado con una periodicidad de 30 días por un laboratorio homologado.

PARQUES ACUÁTICOS
Análisis tipo B

Comprenderá el estudio de los parámetros del tipo A y los siguientes, cuyos niveles máximos admisibles serán:

- Amoníaco: menor o igual a 0,5 mg/l.
- Nitritos: menor o igual a 0,1 mg/l.
- Conductividad: incremento menor a 800-ucm^{-1}, respecto del agua de llenado.
- Oxidabilidad al permanganato: máximo 4 mg.O_2l.
- Aerobios totales:
  - A 27ºC, hasta 100 UFC/ml.
  - A 37ºC, hasta 200 UFC/ml.
- Coliformes fecales: ausencia/100 ml.
- Coliformes totales: menor o igual a 10 UFC/100 ml.
- Staphylococcus aureus: ausencia/100 ml.
- Pseudomona aeruginosa: ausencia/100 ml.

Cuando haya crecimiento de coliformes fecales, además se investigará:

-E. Coli: ausencia/100 ml.
-Estreptococos fecales: ausencia/100 ml.
-Salmonella: ausencia/100 ml.

Las normas referidas guardan entre ellas diferencias que se han resumido en el cuadro siguiente:

DIFERENCIAS ENTRE NORMAS

	COMUNIDAD DE MADRID		AYUNTAMIENTO DE MADRID
	P. Acuáticos	Piscinas	Piscinas
Autorización	Informe Sanitario	Ayuntamientos /C. Madrid	Licencia urbanística
Aforo	7 m^2 solar/persona	2 m^2 lámina /persona	2 m^2 lámina agua /persona
Aseos	Aforo	Lámina de agua	Lámina de agua
Asistencia	Siempre	Lámina de agua	Lámina de agua
Sanitaria	Ambulancia		
Personal	Socorristas Técn. mantenimiento	Socorristas Técn. mantenimiento	Socorristas Técn. mantenimiento
Análisis y control	Tipo A: 3/día/vaso Tipo B: 1/mes/vaso	Desinfectante/pH: 2/día/vaso Análisis Anexo 2: No fija frecuencia	Desinfectante/ pH: 2/día/vaso Análisis Anexo 2: No fija frecuencia
Acceso zona de baño		Piletas paso obligado	Separación física zona de césped/arena

7. SISTEMA DE AUTOCONTROL EN INSTALACIONES DE AGUAS RECREATIVAS

Actualmente la Consejería de Sanidad de la Comunidad de Madrid, pretende fomentar un nuevo método de trabajo para acometer todas las tareas de mantenimiento de las instalaciones acuáticas, desde un punto de vista sanitario. Este método se denomina Sistema de Autocontrol de Instalaciones de Aguas Recreativas.

El sistema parte del hecho de que en las instalaciones de aguas recreativas existen unos riesgos sanitarios asociados a cada una de las partes de la instalación que deberían estar identificados y controlados.

Las fases del proceso son las siguientes:

1. Identificación de riesgos.
2. Determinación del punto crítico de control.
3. Monitorización del punto crítico.
4. Medidas correctoras.
5. Registros.
6. Verificación.

➜ Identificación de riesgos

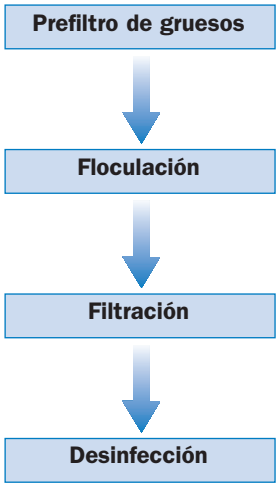
Algunos riesgos son genéricos y afectan por igual a este tipo de instalaciones, sin embargo, otros son específicos de cada instalación como consecuencia de sus características propias: de construcción, sistemas de tratamiento del agua, vestuarios, etc.
El sistema de autocontrol deberá definir los diferentes lugares en los que puede haber riesgos, como por ejemplo:

- El agua del vaso.
- Las zonas húmedas (andén, vestuarios, aseos).
- La instalación de tratamiento del agua.
- El almacén de productos químicos.
- Los servicios de asistencia sanitaria.

En cada una de las zonas mencionadas, se determinarán y enumerarán los riesgos previsibles.

El componente central de las instalaciones acuáticas es el vaso, por tanto, su contaminación microbiológica es el principal riesgo que debe ser priorizado.

Si realizamos el diagrama de flujo que contemple los procesos de tratamiento del agua, tendremos el siguiente esquema.



➜ Determinación del punto crítico de control

Sabemos que el proceso determinante para la eliminación o prevención de la contaminación del vaso es el de desinfección, por tanto, este es el proceso que vamos a considerar como punto crítico de control, ya que cumple los dos requisitos siguientes:

- Es capaz de eliminar el riesgo de contaminación microbiológica.
- La dosificación de desinfectante puede ser regulada y medida.

➜ Monitorización del punto crítico

El punto crítico de control debe ser medible a través de algún sistema de monitorización. Los niveles del desinfectante en el agua deben ser medidos de forma continua.
Asimismo se deberán definir los siguientes aspectos:

- Desinfectante elegido.
- Valor óptimo: valor del desinfectante que consideramos idóneo para nuestro vaso.
- Límites críticos: intervalo de niveles por encima y debajo del valor óptimo entre los que consideramos que el proceso se encuentra controlado.
- Sistema de medida que vamos a utilizar en nuestra instalación para determinar los niveles de desinfectante.

➜ Medidas correctoras

En caso de que los valores de desinfectante rebasaran los límites críticos, es preciso tener previstas las medidas correctoras a realizar en cada caso.
Las medidas correctoras deben describir la forma de actuación idónea para cada uno de los casos previsibles, desde los leves hasta los muy graves.

➜ Registros

El sistema de autocontrol se basa en que todo aquello que se hace debe estar previsto y anotado en los correspondientes registros, por tanto las determinaciones *in situ* de desinfectante deben registrarse especificando lo siguiente:

- Parámetros a registrar:
  - Cloro residual libre.
  - Cloro residual combinado.
- Número de determinaciones diarias.
- Persona encargada de realizarlas.
- Medidas correctoras que hemos aplicado cuando los parámetros no se encontraban entre los límites establecidos.

Aquello que no se registra se considera que no ha sido realizado, por tanto las instalaciones deben contar con un Libro de Registro para cada vaso en el que se reflejen las medidas indicadas.
El objetivo de este libro es doble:

- Por un lado dejar constancia del proceso de desinfección a través del tiempo y demostrar la existencia de un correcto protocolo de mantenimiento, ante posibles inspecciones o auditorias internas y externas.
- Extraer conclusiones sobre el proceso de desinfección que permitan mejorarlo.

➜ Verificación

Son métodos objetivos que permiten chequear periódicamente el funcionamiento del sistema. En este caso, la verificación se llevaría a cabo realizando periódicamente un análisis físico-químico y microbiológico del agua.
Se establecerá un calendario de análisis que permita a los titulares de la instalación asegurar la idoneidad del agua para el baño.
La verificación de la calidad del agua se realizará mediante la comprobación analítica de todos los parámetros establecidos en el anexo II del Decreto 80/1998. Los resultados

deben dar unos valores que se encuentren dentro de los límites legales.

La frecuencia de análisis será establecida según las características de la instalación y las muestras serán analizadas en un laboratorio autorizado.

En resumen, en el sistema de autocontrol de una instalación acuática deben constar todos los epígrafes descritos. También debe ser conocido por todo el personal de la instalación, y el documento estará en un lugar accesible para que pueda ser consultado en caso de duda.

7.1. Prerrequisitos del sistema de autocontrol

Para tener las máximas garantías de éxito en la implantación de un sistema de autocontrol en cualquier instalación acuática, deberíamos contar, en principio, con una piscina en correcto estado de conservación y mantenimiento.

Los planes de mantenimiento son los instrumentos que van a sustentar la correcta aplicación del sistema de autocontrol establecido para el proceso de desinfección.

En una instalación acuática son necesarios, al menos, los siguientes planes:

- Plan de mantenimiento químico del agua.
- Plan de mantenimiento físico del agua.
- Plan de seguridad e higiene en el trabajo.
- Plan de limpieza y desinfección de las instalaciones.
- Plan de desinsectación y desratización de las instalaciones.

Estos planes de mantenimiento deben cumplir unas premisas básicas que se resumen a continuación:

- Describir todas las tareas a realizar.
- Establecer la frecuencia prevista para la realización de cada tarea, que será variable en función de las características de la misma. Las frecuencias pueden ser:
  - Anuales.
  - Trimestrales.
  - Mensuales.
  - Semanales.
  - Diarias.
  - Varias veces al día.
- Especificar el trabajador de la instalación a quién le corresponde realizarla.
- Definir el método de realización de la tarea (cómo se va a hacer).
- Especificar el lugar de la instalación donde se va a realizar la tarea.

En todas las instalaciones debería existir un documento escrito en el que se deje constancia de los pormenores de la realización de cualquier tipo de mantenimiento. Asimismo se adjuntarán los siguientes documentos:

- Planos de las diferentes partes de la instalación incluidas en el plan.
- Cuadros resumen de las tareas.
- Hojas de registro que el trabajador rellenará una vez finalizada la tarea, para que quede constancia de la realización de la misma y las posibles incidencias.

El documento de descripción del plan y los registros de actividades deberán ser archivados y conservados en un Libro de Registro del plan.

8. PLAN DE DESINSECTACIÓN Y DESRATIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES

La normativa vigente establece que debe realizarse, al menos, un tratamiento anual al comienzo de la temporada; sin embargo hay que tener en cuenta que los plaguicidas son productos químicos peligrosos que deben ser utilizados cuando es imprescindible y siempre de forma racional.

Un buen plan de desinsectación y desratización se fundamentará en una planificación integral del problema. Para ello tendremos en cuenta los aspectos que se detallan a continuación.

- **Diagnóstico de la situación**
  En el que se analizan las características de la instalación y los posibles riesgos de vectores asociados: zonas de arboleda, zonas de máquinas, posibles desperfectos de la estructura que permitan la entrada de vectores del exterior, etc.).

- **Medidas pasivas**
  Son aquellas encaminadas a resolver las deficiencias estructurales detectadas en el diagnóstico de la situación.
  Pueden consistir en reparar un muro con huecos, instalar telas mosquiteras en las ventanas de ciertos locales, destruir nidos de avispas, etc.

➜ **Tratamientos químicos**

Cuando los problemas no se resuelvan con las medidas pasivas, como último recurso se realizarán tratamientos contra las plagas existentes en la instalación.

En este caso tendremos en cuenta los siguientes criterios:

- Los tratamientos deben realizarlos empresas cualificadas y registradas en la Comunidad de Madrid.
- Se realizarán fuera del horario de apertura de la piscina.
- Siempre que sea posible, es preferible que el tratamiento químico se haga en el perímetro externo de la instalación, sólo cuando esto no resuelva el problema, se aplicará el tratamiento al interior de la instalación.
- Se elegirán los productos de menor toxicidad y se restringirán los tratamientos a zonas concretas.
- Después de la aplicación se respetarán los plazos de seguridad de los productos utilizados.

9. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS ANALÍTICOS

El *Decreto 80/1998, de 14 de mayo, por el que se regulan las condiciones higiénico-sanitarias de las piscinas de uso colectivo*, establece los parámetros físico-químicos y microbiológicos que deben analizarse para disponer de información suficiente sobre la calidad del agua del vaso. Sin embargo, la normativa no establece la periodicidad con que deben realizarse estos análisis, dejando que sean los titulares de las instalaciones los que concreten dicha periodicidad en función de sus necesidades y las características específicas de cada piscina.

La información que nos ofrece el análisis de los distintos parámetros se puede resumir en el cuadro adjunto.

Párametro	Significado	Medida correctora
Ausencia de cloro residual libre	· Incorrecta cloración. · Dosificador apagado o estropeado.	· Cerrar cautelarmente la instalación para el baño mientras se subsana el problema. · Aumentar los niveles de cloración hasta alcanzar los niveles que marca la normativa. En ese momento se puede permitir de nuevo el baño.
Exceso de cloro residual combinado	· Exceso de cloro sin poder desinfectante.	· Sustituir parte del agua de la piscina por agua de la red. (recordemos que diariamente debe renovarse una cantidad de agua suficiente). · Dosificar floculante al agua del vaso.
Excesiva turbidez	· Adición de materia orgánica al vaso. · Mal funcionamiento del sistema de filtración. · Renovación insuficiente de agua.	· Sustituir parte del agua de la piscina por agua de la red. · Limpiar el sistema de filtración. · Comprobar que el sistema de filtración permanece en funcionamiento el tiempo necesario.
Elevada conductividad	· Aporte de sales por los cuerpos de los bañistas. · Concentración excesiva de productos químicos en el agua.	· Sustituir parte del agua de la piscina por agua de la red. · Dosificar floculante al agua del vaso.
Presencia de bacterias aerobias	· Cloración insuficiente. · Filtración inadecuada.	· Aumentar la cloración. · Limpiar el sistema de filtración. · Dosificar floculante al agua del vaso. · Aumentar la cloración.
Escherichia Coli	· Contaminación debida a bañistas. · Posible contaminación fecal de las aguas.	· Los usuarios tienen la obligación de ducharse antes de bañarse. · Si el agua fuese de pozo se debe investigar una posible contaminación.

Párametro	Significado	Medida correctora
Staphylococcus aureus	· Contaminación debida a bañistas portadores.	· Aumentar la cloración.
Pseudomonas aeruginosa	· Contaminación debida a bañistas portadores.	· Vaciar el vaso y cepillar todas las superficies con lejía. · Lavar a presión y desinfectar con lejía el filtro y conducciones del circuito de recirculación del agua. · Los usuarios tienen la obligación de ducharse antes de bañarse.
Salmonella spp	· Contaminación debida a bañistas portadores.	· Aumentar la cloración. · Los usuarios tienen la obligación de ducharse antes de bañarse.
Estreptococos fecales	· Contaminación debida a los bañistas. · Posible contaminación fecal de las aguas.	· Aumentar la cloración. · Los usuarios tienen la obligación de ducharse antes del baño. · Si el agua fuese de pozo se debe investigar una posible contaminación.

FICHAS DE TRABAJO

FICHA DE REGISTRO DE TAREAS REALIZADAS

Ficha registro nº _____ correspondiente al PLAN* DE_____

Fecha	Tarea	Frecuencia	Método	Lugar	Trabajador encargado (firma)	Incidencias

* Esta ficha registro se archivará en el Libro de Registro del Plan al que pertenezca.

FICHA DE AUTOCONTROL DE LA CALIDAD DEL AGUA

Vaso	Desinfectante	SISTEMAS MEDIDA			Registros (parámetros y frecuencias	Medidas preventivas	Medidas correctoras	Verificación
		Aparato	Valor óptimo	Límite crítico				

LIBRO DE REGISTRO DE PISCINAS

A RELLENAR POR EL ENCARGADO DEL CONTROL DE AGUA

Fecha Día /mes	Hora de muestreo	Cloro residual libre	Cloro residual combinado	pH	Turbidez	Núm. de bañistas	Nivel en rebosadero	Agua depurada m^3	Agua renovada m^3	EN PISCINAS CUBIERTAS		
										Temperatura agua	Temperatura aire	Humedad relativa aire
Lunes												
Martes												
Miércoles												
Jueves												
Viernes												
Sábado												
Domingo												

INCIDENCIAS_____

OBSERVACIONES_____

EL SANITARIO

7

Mantenimiento sanitario II:

PISCINAS CUBIERTAS

1. INTRODUCCIÓN

Las piscinas cubiertas se construyen para la práctica de la natación y el disfrute del agua en épocas del año en que no es posible el uso de las instalaciones al aire libre.

Los bañistas se encuentran en un medio artificial, en el que se manipulan y controlan tanto las condiciones del agua como del ambiente. Por ello, los riesgos sanitarios en este caso son consecuencia del ambiente generado en el agua y el aire del recinto.

➜ **El agua**

En las instalaciones al aire libre el agua se calienta por la incidencia solar y la temperatura ambiente, pero en este caso se calienta de forma artificial para conseguir la temperatura necesaria para desarrollar distintas actividades: natación, enseñanza, recreo, etc.

- **El aire**

  Ya hemos visto que, tanto en la zona en que está ubicado el vaso como en el resto de dependencias anejas, el aire es climatizado y ventilado, con unos valores de temperatura, humedad, porcentaje de renovación del aire, etc. que están preestablecidos por distintas normativas para conseguir el confort de los usuarios.

En estas instalaciones se pueden encontrar dos grandes grupos de vasos que se definen a continuación y cuyas características son fundamentales para identificar algunos de los principales factores de riesgo asociados al uso de los mismos:

- **Vasos recreativos:** son los destinados a actividades de recreo, natación, recepción de atracciones, saltos o competición. Pueden estar dirigidos a diferentes grupos de población como niños, adultos, etc. Su temperatura debe estar regulada entre 24 y 28ºC.

- **Vasos hidrotermales:** son destinados a actividades de rehabilitación, relajación y/o terapia. Estos vasos podrán utilizar agua fría y/o caliente, entre 10 y 40ºC, y contar con dispositivos para hidromasaje mediante sistemas de inyección de aire a presión donde el agua es agitada e impulsada formando turbulencias con burbujas de aire o chorros de agua mezclada con aire a presión, dirigidos hacia el cuerpo del usuario.

2. ORIGEN DE LA CONTAMINACIÓN

La contaminación procede sobre todo de los bañistas y, en una pequeña parte, de los no bañistas: personal de mantenimiento, socorristas, etc.

En este caso no existe influencia del medio externo, ya que al ser un recinto cerrado está protegido de los factores del medio natural, al contrario de lo que sucede en las piscinas al aire libre en las que el viento, el arbolado, el polen, las hojas, etc., constituyen fuentes de aporte de materia orgánica al vaso.

Recordemos que los bañistas aportan al agua, sobre todo:

- ➜ Sales minerales contenidas en el sudor o la saliva.
- ➜ Materia orgánica, que se haya podido adherir a sus pies, o que proceda de su propio cuerpo, por ejemplo pelos.
- ➜ Microorganismos.

3. RIESGOS SANITARIOS ASOCIADOS A PISCINAS CUBIERTAS

En el capítulo de mantenimiento sanitario de piscinas al aire libre, hemos visto los principales agentes contaminantes del agua del vaso. En las piscinas cubiertas también se encuentran estos contaminantes, pero además existen otros en los que vamos a profundizar, y que clasificaremos en función de su origen.

3.1. Contaminantes de origen biológico

Legionela

Es una bacteria cuyo hábitat natural son las aguas termales, ríos y manantiales. De ahí pueden pasar a las aguas de abastecimiento público, ya que tienen cierta resistencia al hipoclorito sódico que se utiliza como desinfectante.

Para multiplicarse necesita aguas templadas (entre 20ºC y 40ºC) y nutrientes como algas o metales. Estas condiciones las encuentra con facilidad, en los depósitos de agua caliente, las torres de refrigeración, los sistemas de climatización que humidifican el aire del recinto, etc., que le sirven de amplificadores, ya que permiten que la bacteria se multiplique con gran rapidez, aumentando su población a unos niveles que resultan perjudiciales para al hombre.

En las piscinas cubiertas el agua debe ser calentada, tanto para calentar el vaso como para el suministro de agua caliente sanitaria para las duchas. La probabilidad de contaminación del agua del vaso con legionela es escasa, ya que tendría que superar la fase de multiplicación exponencial (cosa difícil teniendo en cuenta el mantenimiento químico que se realiza al agua del vaso) y además, tendría que ser vehiculada para que pudiera entrar en nuestro organismo.
Sin embargo, en el caso del agua caliente sanitaria almacenada en depósitos pueden darse las condiciones favorables para su multiplicación, sobre todo si se permite la bajada de la temperatura de los depósitos por debajo de los 60ºC. Posteriormente la bacteria puede ser inhalada cuando se encuentra dispersa en pequeñas gotitas, como sucede con el agua de las duchas, fuentes, chorros o cuando se inyecta aire a una balsa de agua (bañeras de hidromasaje, spas, etc.).

Esta bacteria provoca dos cuadros clínicos distintos:

- La enfermedad de Pontiac.
  Es una infección respiratoria benigna con síntomas similares a los del catarro o resfriado común.
- La enfermedad del legionario o legionelosis.
  Es una infección respiratoria grave que causa neumonía. Afecta habitualmente a grupos de riesgo

Legionela	(personas con las defensas deprimidas, con enfermedades pulmonares (asma), fumadores, niños y personas mayores). Los enfermos deben ser hospitalizados y en ciertos casos puede ocasionar la muerte.

Molusco contagioso	Es un virus que causa erupciones umbilicadas en la piel. Se encuentra en zonas húmedas. Es frecuente el contagio entre niños a través del contacto con los materiales que se emplean en las clases de natación: tablas, colchones, etc., así como por compartir toallas. La incubación de la enfermedad puede durar entre 2 y 26 semanas. Las erupciones pueden permanecer estáticas durante periodos prolongados después de su aparición inicial, no remitiendo espontáneamente e incluso evolucionando con severidad creciente, desarrollando moluscos gigantes. Cuando se producen excoriaciones, estas lesiones pueden sobreinfectarse con bacterias. En muchos casos se requiere el tratamiento local, que se puede llevar a cabo por los siguiente métodos: · Incisión y raspado. · Láser con CO_2. · Crioterapia con nitrógeno líquido. · Electrodesecación.

Además de los microorganismos mencionados, debemos tener en cuenta que al ser un recinto cerrado, al que acude un número elevado de usuarios diariamente, si el sistema de climatización y renovación de aire no es el adecuado, este medio podría ser la mejor vía para la transmisión de otras enfermedades no específicas de piscinas, tales como catarros comunes, gripe, resfriado, etc., cuya transmisión persona a persona se ve favorecida en ambientes cerrados.

3.2. Contaminantes de origen químico

Cloro	Las altas temperaturas existentes en la sala de baño, sumado al ambiente cerrado causan la evaporación de pequeñas cantidades de cloro gas procedente del hipoclorito sódico utilizado en la desinfección del agua del vaso, y que provocan irritación de ojos y mucosas.

Cloraminas orgánicas y trihalometanos	Son combinaciones de cloro con diferentes contaminantes del agua. En el caso de las cloraminas orgánicas son el resultado de la combinación de cloro con sudor u orina, mientras que los trihalometanos son una mezcla de cloro con productos de degradación de microorganismos. Las cloraminas causan irritación de ojos y mucosas y provocan el característico olor a cloro de muchas piscinas cubiertas. Los trihalometanos son cancerígenos y afectan a las funciones hepáticas y renales. Al tener una densidad relativamente alta, pesan más que el aire, depositándose en la superficie del agua, donde el nadador aspira profundamente, lo que las hace muy peligrosas.

4. FACTORES QUE CONTRIBUYEN A LA CONTAMINACIÓN

Ya hemos visto que la existencia de contaminación no es suficiente para desarrollar una determinada enfermedad; se necesita además una amplificación de la misma para que al aumentar el nivel de contaminación, ésta pueda ser nociva para el ser humano.

En el caso de las piscinas cubiertas, también existen varios factores que favorecen el proceso de amplificación de la contaminación.

➜ La temperatura del agua

Una temperatura del agua entre 25 ºC y 40 ºC es la óptima para el desarrollo de los microorganismos patógenos.
Con altas temperaturas del agua se producen dos hechos importantes que favorecen la contaminación:

- El cloro se evapora y en consecuencia, disminuye su poder desinfectante.
- Los microorganismos patógenos se reproducen con mucha rapidez.

Los vasos hidrotermales, con temperaturas entre 8 ºC y 40 ºC, tienen un mayor riesgo de contaminación, por lo que requieren de un riguroso plan de autocontrol.
Es importante que la temperatura del agua del vaso sea la adecuada para desarrollar con confort las actividades previstas, no debiendo superar mucho la temperatura ideal, ya que aparte de un gasto energético elevado, asumimos un riesgo sanitario innecesario.
A continuación se exponen las temperaturas recomendables en función de la actividad y el tipo de usuarios:

- Competición: 24 ºC y 26 ºC.
- Natación de entretenimiento: 26 ºC.
- Enseñanza / piscinas infantiles: 28 ºC.

Es importante establecer la temperatura del agua de cada vaso en función de su uso, y tener en cuenta que a mayor temperatura se produce con mayor rapidez la evaporación del agua: una elevación de temperatura de 27 ºC a 28 ºC supone un aumento de la evaporación de un 15%.

➜ La temperatura del aire

Una temperatura elevada del aire favorece la multiplicación de microorganismos aerobios, de transmisión persona a persona.

➜ La humedad

Sabemos que para conseguir el confort de los usuarios de las instalaciones cubiertas es necesario fijar unas condiciones de humedad y temperatura del aire.

- Ambientes muy secos, a igual temperatura, provocan sensación de frío, al secarse rápidamente la humedad de la piel del bañista al salir del agua.
- Una humedad relativa superior al 80% favorece la condensación sobre las paredes frías. Si este hecho lo sumamos a una temperatura elevada del amiente, tenemos las condiciones óptimas para que proliferen los virus y los hongos, como el molusco contagioso o el pie de atleta.

➜ Renovación insuficiente de aire

Contribuye a que se produzca en el aire de estos locales una concentración excesiva de los siguientes elementos:

- Microorganismos.
- Cloro procedente de evaporación.
- Compuestos organoclorados.
- Dióxido de carbono procedente de la respiración de los nadadores.
- Olores procedentes de la transpiración humana.

5. NORMATIVA SANITARIA

La regulación de las condiciones específicas que deben cumplir las piscinas cubiertas se incluye tanto en el *Decreto 80/1998, de 14 de mayo, de la Consejería de Sanidad y Servicios Sociales, por el que se regulan las condiciones higiénico-sanitarias de piscinas de uso colectivo*, como en la *Ordenanza reguladora de las condiciones higiénico-sanitarias, técnicas y de seguridad de las piscinas de fecha 28 de enero de 1999.*

Además, el *Real Decreto 865/2003 de 4 de julio, que establece criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la Legionelosis*, es de aplicación en las piscinas climatizadas con movimiento y en los sistemas de agua sanitaria fría y caliente. El *Decreto 80/1998* impone las siguientes medidas de control específicas para las instalaciones cubiertas:

Temperatura del vaso	Entre 24 ºC y 28 ºC, según su uso.
Temperatura ambiente	En la sala de baño la temperatura estará comprendida entre 2ºC y 4ºC por encima de la del agua (entre 26 ºC y 32 ºC).
Renovación del aire	Contará con las instalaciones necesarias para la renovación constante del aire del recinto.
Humedad relativa del aire	No excederá del 70%.
Agua caliente sanitaria	El almacenamiento y distribución se hará en condiciones que impidan la proliferación de microorganismos patógenos o de parásitos.
Registros	Es obligatorio anotar diariamente al menos dos veces: • Temperatura del agua del vaso. • Temperatura ambiente. • Humedad relativa del aire.

Instrumentos de medida	• Termómetro de agua. • Termómetro de ambiente. • Higrómetro.
Usuarios	• Gorro de baño (obligatorio). • Gafas (recomendable).

El *Real Decreto 865/2003*, en su Artículo 8, establece pautas de mantenimiento de dichas instalaciones, indicando que se elaborarán y aplicarán programas de mantenimiento higiénico-sanitario adecuados a sus características, que deberán incluir al menos lo siguiente:

- Plano completo y actualizado.
- Programa de revisión de instalaciones.
- Programa de tratamiento de agua.
- Programa de limpieza y desinfección.
- Libro de registro de mantenimiento.

A continuación veremos con detalle algunos aspectos interesantes que aparecen en dicha normativa.

➜ Bañeras y piscinas de hidromasaje de uso colectivo

Son estructuras artificiales que contienen agua y están diseñadas para dirigir hacia el cuerpo humano agua mezclada con aire o agua a presión. La normativa permite dos tipos:

- Bañeras sin recirculación de uso individual.
- Piscinas con recirculación de uso colectivo.

Para cada una de estas instalaciones, la normativa establece pautas sobre diseño, revisión, limpieza y desinfección.

BAÑERAS SIN RECIRCULACIÓN DE USO INDIVIDUAL	
Diseño	El dispositivo de mezcla de agua debe estar lo más cerca posible del vaso.
Revisión	· Si el agua procede de pozo, debe tener un nivel adecuado de desinfectante. · Mensualmente se deben revisar los difusores y demás elementos de la bañera.
Limpieza	· Se debe vaciar y limpiar después de cada uso. · A diario: Al finalizar la jornada se debe vaciar, limpiar, cepillar y desinfectar todas las partes de la bañera. · Semanalmente: Hay que desmontar, limpiar y desinfectar los difusores. · Anualmente: Hay que limpiar y desinfectar todos los elementos de la bañera.

PISCINAS CON RECIRCULACIÓN DE USO COLECTIVO	
Diseño	· Debe tener un sistema de depuración que incluya proceso de filtración y desinfección en continuo. · El tiempo máximo de renovación de agua será de 30 minutos. · Se deberá recuperar 0,5 UNF en las 4 horas siguientes al momento de mayor afluencia. · La velocidad máxima de filtración será de 36,7 m^3/m^2/hora.
Revisión	· Se debe revisar en todo momento el nivel de desinfectante para que sea adecuado. · Mensualmente: Se deben revisar los elementos del vaso, conductos y filtros. · Semestralmente: Se revisarán las boquillas de impulsión, los grifos y las duchas.
Limpieza y desinfección	· A diario: Se debe adicionar al agua del vaso 5 partes por millón (ppm) de Cl/Br y debe recircular un mínimo de 4 horas. · Semanalmente: Hay que limpiar y desinfectar las boquillas de impulsión, y todos los elementos de la piscina: depósitos, conducciones, filtros, vaso y difusores.

➜ Sistemas de agua sanitaria fría y caliente

Revisión de instalaciones	Se establecen las frecuencias para las distintas operaciones, como especificamos a continuación. • Anualmente: Se realiza una revisión general y un análisis de legionela. • Semestralmente: Se abren los grifos y duchas no utilizados para comprobar su funcionamiento, y se purga el fondo de los acumuladores. • Trimestralmente: Se revisan los depósitos de agua. • Mensualmente: Se revisan los puntos terminales de grifos y duchas, se purgan las válvulas de drenaje de tuberías y se realiza un control de temperatura de los depósitos de agua fría. • A diario: Se controla la temperatura de los depósitos de agua caliente.
Control de la temperatura del agua	Es una de las medidas preventivas de la legionelosis. • En los sistemas de agua fría, la temperatura en duchas y grifos no debe superar los 20ºC. • Para los sistemas de agua caliente, la temperatura del depósito no será inferior a 60ºC, mientras que en grifos y duchas la temperatura no debe ser inferior a 50ºC.
Limpieza y desinfección de las instalaciones	Es otra de las mediadas preventivas de la legionelosis en las instalaciones cubiertas. La ley especifica que se debe realizar una limpieza y desinfección anual en la que se cepillarán las paredes de los depósitos y de todos aquellos elementos desmontables, como grifos, y duchas, junto con una desinfección de tuberías, ya sea térmica o con cloro. En las instalaciones dónde se haya producido un brote de legionelosis se proponen las siguientes medidas alternativas de desinfección: • Desinfección con cloro: - Clorar con 15 ppm de cloro residual libre, a temperatura del agua por debajo de 30ºC y unos niveles de pH entre 7-8, manteniendo durante 24 horas.

Limpieza y desinfección de las instalaciones	- Neutralizar, vaciar, limpiar, reparar partes dañadas y volver a llenar. - Clorar con 4-5 ppm de cloro residual libre y mantener durante 12 horas. • Desinfección térmica: - Elevación de la temperatura del agua caliente a 70ºC o más en el acumulador, dejando correr el agua por todos los grifos al menos 10 minutos. La temperatura del agua al llegar a los grifos no debe ser inferior a 60ºC.

6. PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN

La prevención de la contaminación originada por los distintos contaminantes descritos con anterioridad se realizaría del siguiente modo:

➜ **Legionela**

Mantenimiento de concentraciones de cloro residual libre suficientes y vigilancia de la temperatura del agua, evitando las temperaturas inferiores a 60ºC en los depósitos de agua caliente sanitaria.

En caso de que se produzca contaminación, se puede controlar mediante limpieza y desinfección con derivados del cloro, siguiendo los protocolos que establece la normativa, tal como hemos visto anteriormente.

➜ **'Moluscum contagiosum' y pie de atleta**

Desinfección diaria con lejía de zonas húmedas y, durante la jornada de apertura de la piscina, se deben mantener secos y limpios los suelos de las zonas de playa, los vestuarios, los servicios higiénicos, etc.

Si aparecen brotes, es imprescindible que realicemos una buena limpieza y desinfección de todas las zonas húmedas de la instalación, y también de los materiales de uso común y utensilios que se emplean en las clases de natación. El desinfectante recomendado para el moluscum contagiosum es el monopersulfato potásico, y para el pie de atleta es el hipoclorito sódico.

➜ **Contaminantes químicos en el agua**

Mantener los niveles correctos de desinfectante en el agua y en correcto estado de limpieza y mantenimiento el sistema de depuración.

Realizar renovación diaria de agua y adicionar floculante en dosificación continua.

➜ **Contaminantes del aire**

Mantenimiento de los sistemas de climatización y renovación del aire, realizando limpiezas periódicas y renovando los filtros según las recomendaciones del fabricante.

7. AUTOCONTROL EN PISCINAS CLIMATIZADAS

Ya hemos visto como las piscinas climatizadas tienen riesgos sanitarios diferentes a las instalaciones al aire libre, que deben ser identificados en el sistema de autocontrol de la instalación.

Recordemos que el sistema de autocontrol tiene que especificar los diferentes lugares en que se identifican los riesgos. A nivel general, en el caso de las piscinas cubiertas serían los siguientes:

- Agua.
- Aire.
- Zonas húmedas (andén, pediluvios, vestuarios, aseos, etc.).
- Instalación de tratamiento del agua.
- Almacén de productos químicos.

Al igual que en el caso de las instalaciones al aire libre, una vez definido los riesgos en cada lugar, se propondrán los sistemas de medida para cuantificarlos, estableciendo tanto los valores ideales, como los intervalos de valores admisibles para poder definir las medidas correctoras que habrá que aplicar cuando se sobrepasen éstos.

De igual modo, se irán registrando las operaciones y comprobaciones periódicas que se realicen.

En las instalaciones climatizadas deberíamos instaurar, además de todos los planes establecidos en las piscinas abiertas, otro Plan de Mantenimiento de la Calidad del Aire.

Dentro del sistema de autocontrol, la realización del análisis es la herramienta fundamental para verificar que la calidad del agua desde el punto de vista físico-químico y microbiológico es la que establece la normativa sanitaria.

Se debe establecer un calendario de análisis que permita a los titulares de la instalación asegurar la idoneidad del agua para el baño, tal como se expone a continuación.

- Análisis *in situ* de los niveles de desinfectante, de pH, de la temperatura del agua, del ambiente y análisis de la humedad.

Estos análisis se realizarán dos veces al día, como mínimo, tal como indica la normativa. Los controles los realizará el personal de mantenimiento.

- La comprobación analítica de que todos los parámetros que establece el Decreto 80/1998 en el anexo II, se encuentran dentro de los límites legales.
  La frecuencia de análisis se establecerá en función de las características de la instalación.
  Las muestras se analizarán en un laboratorio autorizado.

8

Prevención

DE RIESGOS LABORALES

El Artículo 40.2 de la Constitución Española encomienda a los poderes públicos, como uno de los principios rectores de la política social y económica, velar por la seguridad e higiene en el trabajo. En cumplimiento del mandato constitucional contenido en dicho Artículo, los poderes públicos han promulgado la Ley 31/1995, del 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

La Prevención de Riesgos Laborales tiene como objetivo promover la seguridad y mantener la salud de los trabajadores mediante la aplicación de las medidas necesarias para prevenir los riesgos derivados del trabajo.

Por tanto, la prevención de riesgos labores está integrada por el conjunto de medidas o actividades adoptadas en todas las fases de la actividad de la empresa con el fin de evitar o reducir al máximo los riesgos derivados del trabajo.

La Ley 31/1995 del 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales tiene el carácter de derecho necesario y mínimo:

- Derecho necesario, por la imposibilidad de las partes (trabajador y empresario) de negociar, sustituir o vulnerar su contenido; imposibilidad que afecta a las partes individualmente consideradas o a través de sus representantes legales.
- Derecho mínimo, por cuanto lo recogido en sus preceptos debe ser respetado por ambas partes, incluso procurar su mejora.

1. MARCO NORMATIVO

Constitución Española

La sección 1ª del capítulo 2º del título 1º de la Constitución Española recoge los considerados derechos fundamentales (Artículos 15 al 29). Y es en su Artículo 15 donde se expresa el derecho a la vida y la integridad física y moral, que va a dar, de alguna manera, origen a otros muchos derechos.

La finalidad de toda la legislación en materia de prevención de riesgos laborales es proporcionar a los trabajadores una protección adecuada frente a los peligros que puedan amenazar su salud y su seguridad en los puestos de trabajo. Así, el Artículo 40 dice textualmente que:

> "Los poderes públicos fomentarán una política que garantice la formación y readaptación profesional, velarán por la seguridad e higiene en el trabajo y garantizarán el descanso necesario, mediante la limitación de la jornada laboral, las vacaciones periódicas retribuidas y promoción de centros adecuados."

Igualmente, el Artículo 43 reconoce el derecho a la protección de la salud.

Directiva 89/391/CEE

Por ser uno de los estados de la Unión Europea, España se compromete a ceder una parte de las facultades inherentes a su soberanía, en función del principio de integración, a favor de las Instituciones Comunitarias (en las que está representada), rigiéndose entonces por el Derecho que emana de los órganos legislativos propios de la Unión Europea.

La directiva Comunitaria fundamental en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo es la directiva "Marco" sobre Seguridad, identificada más correctamente como la 89/391/CEE (Directiva del Consejo de 12 de junio de 1989), relativa a la aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y salud de los trabajadores en el trabajo, cuya transposición al Derecho Español se hizo mediante la Ley 31/1995 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales, coherente con el mandato constitucional y con la legislación europea.

Básicamente, la línea legislativa europea en materia de seguridad y salud en el trabajo, es la de atribuir responsabilidades a los empresarios respecto a los trabajadores, asegurando a éstos últimos un nivel de protección eficaz frente a los riesgos derivados del trabajo mediante la adopción de las medidas preventivas necesarias, estableciendo la reciprocidad por parte del trabajador de cumplir, corresponder y participar en, y con, el esfuerzo empresarial en materia preventiva. En este sentido se desarrolla la Ley 31/1995 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales, que se analiza a continuación.

Ley 31/95, de 8 de noviembre, sobre Prevención de Riesgos Laborales

La Ley de Prevención de Riesgos Laborales sustituyó a la antigua Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo de 1971 y estableció el marco legal, junto con el Reglamento de los Servicios de Prevención, encaminado a la protección de la salud de los trabajadores.

Para garantizar el objetivo de la protección de la salud de los trabajadores, la Ley establece una serie de acciones y obligaciones a las empresas, acordes con la normativa europea sobre este mismo tema. Sus postulados son de plena aplicación para casi todos los centros de trabajo del estado español, con independencia de la naturaleza jurídica de los empleados.

La Ley de Prevención de Riesgos Laborales establece el marco regulador de las condiciones de trabajo, protegiendo a los trabajadores de los riesgos derivados del mismo y es eminentemente preventiva, incidiendo en la primera obligación del empresario: la evaluación y prevención de los riesgos.

Esta ley se fundamenta, como ya se ha dicho, en los Artículos 40 y 43 de la Constitución Española, que encomienda a los poderes públicos, como principales valedores de los principios rectores de la política social española, el velar por la seguridad e higiene en el trabajo.

En concordancia con lo anterior, lo dispuesto en el Convenio 155 de la Organización Internacional del Trabajo, sobre seguridad y salud de los trabajadores y medio ambiente de trabajo, ratificado por España en 1985, obliga a formular, poner en práctica y

reexaminar periódicamente una política nacional coherente en materia de seguridad y salud de los trabajadores y medio ambiente de trabajo.

RD 39/97 de 17 de enero, El Reglamento de los Servicios de Prevención

Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización de equipos de protección individual.

Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, a los trabajadores.

Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, sobre protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.

Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.

Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre protección de la seguridad y la salud de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.

Real Decreto 614/ 2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la seguridad y la salud de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

Real Decreto 786/ 2001, de 6 de julio, por el que se aprueba el reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.

Real Decreto 286/06, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.

2. CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

➜ El trabajo

El trabajo puede conllevar riesgos para la salud de los trabajadores, por ello es necesario identificarlos y controlarlos adecuadamente.

Con esta finalidad, hay que conocer la naturaleza del trabajo y de todos los elementos que influyen en el mismo (aspectos técnicos, organizativos, económicos, sociales, etc.), lo que es

especialmente complejo en una situación de cambio casi permanente como la que vive actualmente el mundo del trabajo, con una competencia creciente que obliga a realizar un esfuerzo continuo de adaptación que asegure la supervivencia de la empresa.

Esta evolución puede ocasionar mejoras en las condiciones de trabajo y solucionar problemas de seguridad y salud de los trabajadores. Pero también puede originar la aparición de nuevos peligros que es preciso controlar.

Los daños derivados del trabajo son las enfermedades, patologías o lesiones sufridas con motivo u ocasión del trabajo.

➜ La salud

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define la salud como: "El estado de bienestar físico, mental y social completo y no meramente la ausencia de daño o enfermedad".

La OMS concibe el concepto de salud de una manera integral y multidisciplinar al incorporar no sólo los aspectos relacionados con la salud física, sino que también contempla simultáneamente otros aspectos, como son los psíquicos y los sociales que, desgraciadamente, cada día se presentan con una mayor frecuencia.

El trabajo y la salud están íntimamente relacionados. A través del trabajo buscamos satisfacer nuestras necesidades, desde la supervivencia hasta la necesidad de desarrollo profesional, personal y social. Sin embargo, en este proceso podemos ver perjudicada nuestra salud si el trabajo no se realiza en las condiciones adecuadas.

➜ Riesgo

La Ley de Prevención de Riesgos Laborales lo define como "posibilidad de que un trabajador sufra un determinado daño derivado del trabajo".
Para calificar el riesgo desde el punto de vista de su gravedad, se debe valorar tanto la probabilidad de que se produzca el daño como la severidad del mismo.
Los riesgos que se encuentran en las distintas condiciones de trabajo pueden dividirse en:

- Mecánicos: producidos por máquinas que exceden de las posibilidades del hombre y constituyen un peligro para la integridad del trabajador.
- Físicos: se producen por alteraciones físicas en el ambiente que superan los límites aconsejables o admisibles para el organismo humano: temperatura, ruido, radiaciones, vibraciones, polvos suspendidos en el ambiente y problemas con la iluminación.
- Químicos: se producen como consecuencia del empleo de sustancias nocivas, ya sean agentes químicos o sustancias orgánicas, como gases, ácidos, etc.
- Biológicos: se producen por el trabajo con agentes con tal condición como bacterias, virus, hongos, etc.
- Psicosociales (en otros textos, riesgos de la organización del trabajo): se producen como consecuencia de la integración de la persona en organizaciones de trabajo, con la interacción de multitud de factores peculiares que exigen una adaptación de carácter psicosocial y que pueden provocar graves trastornos psicosomáticos o psíquicos a la persona.

➜ Prevención

Es el conjunto de actividades y medidas adoptadas o previstas en todas las fases de la actividad de la empresa con el fin de evitar o disminuir los riesgos laborales derivados del trabajo.

➜ Disciplinas preventivas

Las disciplinas preventivas dirigidas básicamente a identificar, prevenir y controlar aquellos riesgos que podrían llegar a provocar los accidentes de trabajo y las enfermedades profesionales son: Seguridad en el Trabajo; Higiene Industrial y Medicina del Trabajo.

- La Seguridad en el Trabajo es la disciplina preventiva que estudia todos los riesgos y condiciones materiales relacionadas con el trabajo, que podrían llegar a afectar directa o indirectamente, a la integridad física de los trabajadores.
- La Higiene Industrial es la disciplina preventiva cuyo objeto fundamental es identificar, evaluar y controlar, las concentraciones de los diferentes contaminantes ya sean de carácter físico, químico o biológico presentes en los puestos de trabajo y que pueden llegar a producir determinadas alteraciones de la salud de los trabajadores.
- La Medicina del Trabajo es la disciplina dirigida fundamentalmente a estudiar las consecuencias derivadas de las condiciones materiales y ambientales sobre las personas, procurando establecer junto a las anteriores disciplinas preventivas indicadas unas condiciones de trabajo que no produzcan enfermedades ni daños a los trabajadores.

- La Ergonomía, considerada en el momento actual como la disciplina encargada de la adecuación entre las distintas capacidades de las personas y las exigencias demandadas por las tareas a realizar en el trabajo.
- Puede considerarse como una técnica preventiva que actúa mediante la adaptación del ambiente y del propio trabajo al hombre (diseño del ambiente de trabajo, técnicas de concepción, organización del trabajo, proyecto de instalaciones, etc.).

➜ Accidente de trabajo

Legalmente se define el accidente de trabajo como "toda lesión corporal que el trabajador sufra con ocasión o por consecuencia del trabajo que ejecute por cuenta ajena". (Art. 115 del RD Legislativo 1/95 , de 20 de junio, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley General de la Seguridad Social).

➜ Enfermedad profesional

La enfermedad profesional se encuentra definida en el Art. 116, del texto refundido de la Ley General de la Seguridad Social del 20 de junio de 1994 como "la contraída a consecuencia del trabajo ejecutado por cuenta ajena en las actividades que se especifiquen en el cuadro que se apruebe por las disposiciones de aplicación y desarrollo de esta Ley, y que ésta proceda por la acción de elementos o sustancias que en dicho cuadro se indiquen para cada enfermedad profesional".

El cuadro de enfermedades profesionales, que se recoge en el Real Decreto 1299/2006 de 10 de noviembre, se divide en seis

grupos que contemplan un total de 71 enfermedades profesionales con derecho a indemnización por el sistema de la Seguridad Social. Los seis grupos considerados en el citado RD son:

1. Enfermedades profesionales producidas por agentes químicos.
2. Enfermedades profesionales producidas por agentes físicos.
3. Enfermedades profesionales producidas por agentes biológicos.
4. Enfermedades profesionales provocadas por la inhalación de sustancias y agentes no comprendidos en otros apartados.
5. Enfermedades profesionales de la piel causadas por sustancias y agentes no comprendidos en alguno de los otros apartados.
6. Enfermedades profesionales causadas por agentes carcinogénicos.

3. OBLIGACIONES DEL EMPRESARIO

Para dar cumplimiento a la Ley de Prevención de Riesgos Laborales el empresario tiene las siguientes obligaciones:

3.1. Evaluación de riesgos

El Artículo 16 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales establece que el empresario debe planificar sus actividades preventivas a partir de una evaluación inicial de los riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores.

La evaluación se configura como una herramienta fundamental para el empresario, que tiene como objetivo último la eliminación, minimización o control de todos los riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores.

La evaluación de los riesgos permite obtener al empresario una información exacta de los mismos y, en consecuencia, poder adoptar las medidas oportunas para evitar y prevenir dichos riesgos.

En definitiva, la evaluación de riesgos es el proceso dirigido a estimar la magnitud de aquellos peligros que no hayan podido evitarse, obteniendo la información necesaria para que el empresario esté en condiciones de tomar una decisión apropiada sobre la necesidad de adoptar medidas preventivas y, en tal caso, sobre el tipo de medidas que deben adoptarse.

En este sentido debemos indicar que la evaluación de riesgos es una obligación que surge en distintos momentos (Art. 16 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales):

- Se deberá efectuar una evaluación inicial, en el momento en el que se proceda a la apertura de una empresa o un centro de trabajo, teniendo en cuenta la naturaleza de la actividad y aquellos puestos de trabajo que estén expuestos a riesgos especiales.
- La evaluación será actualizada cuando cambien las condiciones de trabajo o con ocasión de los daños para la salud que se hayan producido.
- Se efectuarán controles periódicos de las condiciones de trabajo y de la actividad de los trabajadores para detectar situaciones potencialmente peligrosas.

El proceso de evaluación de riesgos es aplicable a todas las empresas, con independencia del sector en el que desarrollen su actividad o de su tamaño.

3.2. Planificación de la actividad preventiva

La necesidad de la planificación surge cuando el resultado de la evaluación ponga de manifiesto situaciones de riesgo, y el objeto último de dicha planificación es que el empresario controle o reduzca dichos riesgos conforme a un orden de prioridades en función de su magnitud y número de trabajadores expuestos a los mismos.

En el Plan de Prevención de Riesgos Laborales deben ser incluidos los siguientes extremos:

- Medios humanos necesarios para la consecución de los objetivos propuestos.
- Los medios materiales para ello.
- La asignación de recursos económicos.
- Las medidas de emergencia previstas en el Art. 20 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (primeros auxilios, lucha contra incendios y evacuación de trabajadores).
- Las medidas de vigilancia de la salud previstas en el Art. 22 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales:

En cuanto a la eficacia temporal del Plan de Prevención, el Reglamento se limita a establecer que, en todo caso, dicho Plan debe referirse a un periodo de tiempo determinado, y en el supuesto de que sea superior a un año, deberá establecerse un programa anual de actividades.

3.3. Coordinación de actividades empresariales

La relación laboral se caracteriza normalmente por el hecho de que un trabajador presta servicios para un empresario, pero existen supuestos en los que se produce una concurrencia de actividades empresariales en una misma empresa, en un espacio físico común o que el empresario debe velar por el material o los productos suministrados por terceros y que se utilizan normalmente en sus propias instalaciones por los trabajadores. En estos casos se hace necesario que exista una coordinación de las actividades empresariales concurrentes al objeto de garantizar debidamente la protección de la seguridad y salud de los trabajadores.

3.4. Vigilancia de la salud

El Artículo 22.1 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales establece que el empresario garantizará a los trabajadores a su servicio la vigilancia periódica de su estado de salud en función de los riesgos inherentes al trabajo.

Esta garantía de la vigilancia de la salud de los trabajadores es un deber para el empresario y, salvo ciertas excepciones, un derecho para el trabajador.

Los costes derivados de la vigilancia de la salud deben ser asumidos por el empresario y en ningún caso pueden ser soportados por los trabajadores.

La vigilancia de la salud debe ser practicada respetando una serie de garantías y de derechos que asisten a los trabajadores:

a) Voluntariedad. La vigilancia de la salud de un trabajador debe efectuarse con el previo consentimiento de éste.
Existen una serie de excepciones al principio de voluntariedad que preside la vigilancia de la salud y son las siguientes:

- Cuando para evaluar los efectos de las condiciones de trabajo sobre la salud de los trabajadores sea imprescindible la realización de reconocimientos médicos.
- Cuando la realización de dichos reconocimientos médicos sea imprescindible para determinar si el estado de salud del trabajador puede constituir un peligro para su persona, para el resto de trabajadores o para terceros relacionados con la empresa.
- Cuando así lo establezca una disposición legal en relación con la protección de riesgos específicos.

En todo caso, en aquellas situaciones en que la vigilancia de la salud pueda ser obligatoria para el trabajador, exige el informe previo de los representantes de los trabajadores.

b) Consentimiento. Tal y como hemos dicho anteriormente, la vigilancia de la salud sólo puede llevarse a cabo cuando el trabajador preste su consentimiento.
Al objeto de que este consentimiento tenga virtualidad plena, el trabajador debe estar informado sobre los contenidos, técnicas y fines de dicha vigilancia.

c) Proporcionalidad de las pruebas. Todos los reconocimientos y pruebas a los que sea sometido el trabajador han de ser proporcionales a los riesgos inherentes al trabajo que desempeñe. Además las pruebas y los reconocimientos deberán efectuarse causando las menores molestias posibles al trabajador.

d) Derecho a la información. Los resultados de la vigilancia de la salud han de comunicarse a cada trabajador, de manera clara, veraz y comprensible.

e) Derecho a la intimidad y a la dignidad de la persona.

f) Confidencialidad. La información derivada de los reconocimientos médicos debe ser confidencial. El acceso a la información médica de carácter personal se limitará al personal médico y a las autoridades sanitarias que lleven a cabo la vigilancia de la salud de los trabajadores, sin que pueda facilitarse al empresario o a otras personas sin consentimiento expreso del trabajador.

El empresario u otras personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención serán informados de las conclusiones que se deriven de los reconocimientos efectuados en relación con la aptitud del trabajador para el desempeño del puesto de trabajo o sobre la necesidad de introducir o mejorar las medidas de prevención y protección del mismo.

La vigilancia de la salud, en virtud de lo establecido en el Artículo 22.1, debe ser periódica y debe efectuarse fundamentalmente en los siguientes momentos:

➜ **Vigilancia previa**
En aquellos supuestos en los que las empresas deban cubrir puestos de trabajo con riesgos de enfermedades profesionales.

➜ **Vigilancia inicial**
Tras la incorporación al trabajo o después de la asignación de tareas específicas con nuevos riesgos para la salud.

➜ **Vigilancia tras una ausencia prolongada del trabajador**
Por motivos de salud, con el objetivo de descubrir sus eventuales orígenes profesionales y recomendar una acción apropiada para proteger al resto.

➜ **Una vigilancia de la salud a intervalos periódicos**
En este sentido se debe indicar que la vigilancia de la salud no está garantizada única y exclusivamente con la revisión anual que se contempla en multitud de convenios colectivos. Los reconocimientos pueden ser anuales, semestrales, trimestrales..., pero siempre debe atenderse a los riesgos específicos de los puestos de trabajo y a las condiciones de salud de cada uno de los trabajadores.

➜ **Vigilancia postocupacional**
Una vez finalizada la relación laboral. Esta vigilancia deberá llevarse a cabo por los servicios sanitarios públicos.
Se prevé expresamente una continuación de la vigilancia de la salud en los siguientes casos especiales:

- Riesgos cancerígenos laborales.
- Riesgos biológicos y exposición a agentes químicos.
- Cloruro de vinilo monómero.
- Ruido.
- Amianto.
- Radiaciones ionizantes.

Los exámenes específicos de la salud de los trabajadores deben estar incluidos en el historial clínico laboral que debe contener, al menos, los siguientes datos:

- Anamnesis.
- Exploración química.

- Estudios complementarios.
- Control biológico en función de los riesgos del trabajo.

El empresario no puede asumir personalmente la vigilancia de la salud, por lo que deberá garantizar la misma a través de un servicio de prevención propio o de contratación externa.
Los servicios de prevención que se encarguen de la vigilancia y control de la salud de los trabajadores deben contar, como mínimo, con un médico especialista en Medicina del Trabajo o diplomado en Medicina de Empresa y un ATS/DUE de empresa, sin perjuicio de la participación de otros profesionales sanitarios con competencia técnica, formación y capacidad acreditada.

3.5. Información y formación de los trabajadores

Los trabajadores han de recibir la información-formación necesaria, puesta de manifiesto como consecuencia de la evaluación de riesgos efectuada por la empresa, así como de la integración de las medidas previstas en la planificación preventiva resultante de la evaluación.

a) Información

Las empresas que cuenten con representantes de los trabajadores difundirán la información a través de dichos representantes. Esto no exime al empresario de informar individualmente a cada trabajador de los riesgos específicos que afecten a su función y de las medidas de protección y prevención aplicables para la prevención de dichos riesgos.
En las empresas pequeñas que no tengan representantes de los trabajadores, la información debe ser facilitada por el empresario directamente a todos y cada uno de los trabajadores.

El contenido principal del deber de información es el siguiente:

- Los riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores en el trabajo.
- Las medidas y actividades de protección y prevención de los riesgos tanto generales como específicos de cada puesto de trabajo.
- Las medidas adoptadas para los casos de emergencia.

La información debe efectuarse en el centro de trabajo y, si es posible, en el puesto de trabajo.
La información que se facilite deberá ser inteligible, comprensible y asequible.
La LPRL no exige que la información se facilite por escrito, aunque preferentemente la misma debe ser transmitida con el soporte documental adecuado (folletos informativos, instrucciones, etc.).
La información en situaciones de emergencia o de riesgo grave e inminente debe proceder tanto del empresario como de los propios trabajadores, teniendo la misma un carácter coyuntural.

b) Formación

El Artículo 19 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales establece que en cumplimiento del deber de protección, el empresario deberá garantizar que cada trabajador reciba una formación teórica y práctica suficiente y adecuada, en materia preventiva, tanto en el momento de su contratación, cualquiera sea la modalidad o duración de ésta, como cuando se produzcan cambios en las funciones que desempeñe o se introduzcan nuevas tecnologías o cambios en los equipos de trabajo.

La formación deberá estar centrada, específicamente, en el puesto de trabajo o función de cada trabajador, adaptarse a la evolución de los riesgos y a la aparición de otros nuevos y repetirse periódicamente, si fuera necesario.

La formación deberá impartirse, siempre que sea posible, dentro de la jornada de trabajo o, en su defecto, en otras horas pero con el descuento en aquélla del tiempo invertido en la misma. La formación se podrá impartir por la empresa mediante medios propios o concertándola con servicios ajenos, y su coste no recaerá en ningún caso sobre los trabajadores.

4. DERECHOS Y OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES

4.1. Derechos

Tal y como se ha comentado anteriormente, el empresario tiene el deber de garantizar la seguridad y la salud de los trabajadores a su servicio en todos los aspectos relacionados con el trabajo.

Por tanto, las obligaciones del empresario se convierten en derechos correlativos a favor del trabajador.

En el presente epígrafe vamos a analizar los derechos más específicos de los trabajadores, pues en el apartado anterior, al exponer las obligaciones de los empresarios, de forma indirecta, también se estaba haciendo mención expresa a los derechos de los trabajadores.

➜ Derechos de consulta y participación

Las consultas debe hacerlas el empresario a los representantes legales de los trabajadores en materia de prevención de riesgos laborales; si esta representación no existiera, directamente a los propios trabajadores.
La consulta debe hacerse, con la debida antelación sobre cualquier acción que pueda tener efectos sustanciales para la seguridad y la salud de los trabajadores, para adoptar decisiones relativas a:

- Planificación del trabajo e introducción de nuevas tecnologías.
- Organización de las actividades de prevención y designación de los trabajadores encargados de llevarla a cabo.
- Información y documentación.
- Formación en materia preventiva.

La participación de los trabajadores en materia de prevención de riesgos laborales se efectúa a través de los delegados de prevención. Éstos son elegidos por y entre los representantes del personal en el ámbito de los respectivos órganos de representación y a través del Comité de Seguridad y Salud que se configura como el órgano de encuentro entre dichos representantes y el empresario para el desarrollo de una participación equilibrada en materia de prevención de riesgos.
La representación de los trabajadores en materia de prevención de riesgos laborales corresponde a los Delegados de Prevención y el Comité de Seguridad y Salud.

DELEGADOS DE PREVENCIÓN	
Definición	Son los representantes de los trabajadores con funciones específicas en materia de Prevención de Riesgos Laborales. Se eligen por y entre los representantes de los trabajadores, salvo que por negociación colectiva o acuerdo se decida que sus funciones sean ejercidas por otros órganos o personas.
Competencias	· Colaborar con la empresa en la acción preventiva. · Promover y fomentar la cooperación de los trabajadores en la ejecución de la normativa de PRL. · Ser consultados por el empresario sobre cualquier decisión que pueda afectar a la seguridad y salud de los trabajadores. · Ejercer una labor de vigilancia y control sobre el cumplimiento de la normativa.
Facultades	· Acompañar durante las evaluaciones de riesgos a los técnicos e inspectores de trabajo, pudiendo formular observaciones. · Tener acceso a información y documentación sobre las condiciones de trabajo y vigilancia de la salud, respetando siempre la confidencialidad de los datos, que siempre serán estadísticos, nunca personales. · Ser informados por la empresa de accidentes y alteraciones de salud producidas como consecuencia del trabajo. · Realizar visitas a distintas dependencias de la empresa, para realizar la vigilancia y control de las condiciones de trabajo. · Recabar del empresario la adopción de medidas de prevención. · Proponer la adopción de acuerdos de paralización de actividades en caso de riesgo inminente.
Número de delegados	· Empresas con menos de 30 trabajadores, las funciones recaen sobre el delegado de personal. · Empresas entre 31 y 49 trabajadores: 1 delegado. · De 50 a 100 trabajadores: 2 delegados. · De 101 a 500 trabajadores: 3 delegados. · De 501 a 1.000 trabajadores: 4 delegados. · De 1.001 a 2.000 trabajadores: 5 delegados. · De 2.001 a 3.000 trabajadores: 6 delegados. · De 3.001 a 4.000 trabajadores: 7 delegados. · De 4.001 en adelante: 8 delegados.

COMITÉ DE SEGURIDAD Y SALUD	
Definición	Es el órgano paritario y colegiado de participación en el tema de prevención de una empresa.
Competencias	· Consultar y regular periódicamente las actuaciones de Prevención de Riesgos Laborales.
Composición	Formado, a partes iguales por los delegados de prevención y los representantes designados por el empresario en centros de 50 o más trabajadores.

➜ Paralización de la actividad

Su regulación la encontramos en los Artículos 19.5 del Texto Refundido del Estatuto de los Trabajadores y en los Artículos 14.1, 21.2 y 3 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales. En aquellas situaciones de riesgo grave e inminente, el trabajador tendrá derecho a interrumpir su actividad y abandonar el lugar de trabajo en caso necesario, cuando considere que dicha actividad entraña un riesgo grave e inminente para su vida o salud.

Cuando el empresario no adopte o no permita la adopción de las medidas necesarias para garantizar la seguridad y la salud de los trabajadores, los representantes legales de éstos podrán acordar, por mayoría de sus miembros, la paralización de la actividad de los trabajadores afectados por dicho riesgo. Tal acuerdo deberá comunicarse de inmediato a la empresa y a la autoridad laboral, que en el plazo de 24 horas, anulará o ratificará la paralización acordada.

El acuerdo referido anteriormente podrá ser adoptado por decisión mayoritaria de los Delegados de Prevención cuando no resulte posible reunir con la urgencia requerida al órgano de representación del personal.

En ningún caso los trabajadores o sus representantes podrán sufrir perjuicio alguno derivado de la adopción de las medidas

a que se refieren los apartados anteriores, a menos que hubieran obrado de mala fe o cometido negligencia grave.

4.2. Obligaciones

Las obligaciones de los trabajadores son de segundo orden, pues no son de iniciativa, sino de cumplimiento de las normas de seguridad establecidas por el empresario.

La exigencia de responsabilidad al trabajador, en materia de prevención de riesgos laborales, está condicionada por el hecho de que el empresario haya cumplido previamente sus obligaciones para con éste.

Las obligaciones individuales que impone la Ley de Prevención de Riesgos Laborales en su Artículo 29, son las siguientes:

- Cooperar con el empresario.
- Cuidar de su propia seguridad y la de los otros trabajadores.
- Usar adecuadamente los equipos de trabajo.
- Utilizar correctamente los medios y dispositivos de seguridad.
- Comunicar los riesgos que aprecie.
- Colaborar con la autoridad competente.

Las obligaciones colectivas, que corresponden a los órganos de representación de los trabajadores son las siguientes:

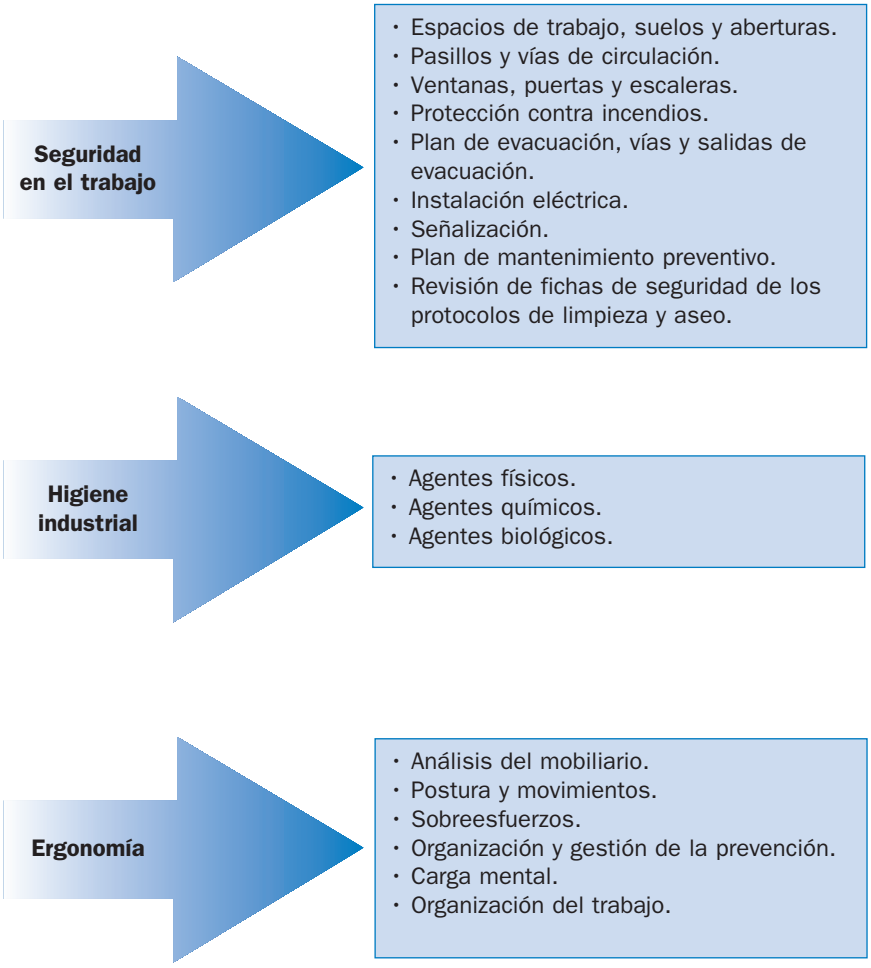
- Controlar y vigilar las condiciones de seguridad y salud.
- Confidencialidad y sigilo en relación con la información que les sea suministrada por el empresario sobre las condiciones de trabajo, situaciones de riesgo, medidas de protección, prevención

y emergencia, índice de absentismo y sus causas, accidentes de trabajo y enfermedades profesionales, índices de siniestralidad, estudios periódicos o especiales del medio ambiente laboral y los mecanismos de prevención que se utilicen.

5. EVALUACIÓN DE RIESGOS

En función de lo que expresa la normativa vigente, la evaluación de riesgos laborales es el proceso dirigido a obtener la información necesaria para que el empresario esté en condiciones de tomar una decisión apropiada sobre la necesidad de adoptar medidas preventivas y, en tal caso, sobre el tipo de medidas que deban adoptarse.

Debe extenderse a cada uno de los puestos de trabajo de la empresa en los que existan riesgos que no hayan podido ser evitados. La evaluación de riesgos cubre tres grandes áreas en materia preventiva:



Una vez identificados los peligros, tendremos que valorarlos y para ello utilizaremos dos parámetros: LA PROBABILIDAD de que los factores de riesgo se materialicen en daño y CONSECUENCIAS que se generarían en el caso de producirse el daño.

SEVERIDAD DEL DAÑO	
Ligeramente dañino	· Daños superficiales: cortes y magulladuras pequeñas, irritación de los ojos por el polvo. · Molestias e irritación: dolor de cabeza o falta de confort.
Dañino	· Quemaduras, conmociones, torceduras importantes, fracturas menores, etc. · Sordera, dermatitis, asma, trastornos musculoesqueléticos, enfermedad que pueda conducir a una incapacidad mayor.
Extremadamente dañino	· Amputaciones, fracturas mayores, envenenamientos, lesiones múltiples y lesiones fatales. · Cáncer, otras enfermedades que acorten severamente la vida, enfermedades agudas.

Para determinar la potencial severidad del daño se considera:

- Partes del cuerpo que se verán afectadas.
- Naturaleza del daño, graduado desde ligeramente dañino a extremadamente dañino.

Probabilidad de que ocurra el daño

La probabilidad de que los factores de riesgo se materialicen en daño.
Tiene la siguiente graduación:

- Probabilidad baja: el daño ocurrirá raras veces.
- Probabilidad media: el daño ocurrirá algunas veces.
- Probabilidad alta: el daño ocurrirá siempre o casi siempre.

Entre los factores que implícitamente se deberían tener en cuenta en la probabilidad se encuentran:

- La frecuencia de exposición al peligro.
- Posibles fallos en el servicio.
- Actos inseguros de las personas.
- Experiencia en el puesto.
- Datos estadísticos de accidentalidad del sector en el mismo puesto.
- Todos aquellos datos que sean de ayuda para la proximidad a la realidad de la evaluación del riesgo.

DETERMINACIÓN DE LA MAGNITUD DEL RIESGO

Para determinar la magnitud del riesgo, se combinan en una sencilla tabla los factores de probabilidad de que se materialice y de las consecuencias para los trabajadores en caso de que se produjera el daño.

Tomando esta tabla como base, se podrá decidir qué acciones deben llevarse a cabo para eliminar o minimizar los riesgos a niveles aceptables.

		Ligeramente dañino	**Dañino**	**Extremad. dañino**
Probabilidad	**Baja**	Riesgo trivial	Riesgo tolerable	Riesgo moderado
	Media	Riesgo tolerable	Riesgo moderado	Riesgo importante
	Alta	Riesgo moderado	Riesgo importante	Riesgo intolerable

Una vez establecidos los niveles de riesgo, se establece una priorización de actuaciones correctoras en función de la magnitud resultante del estudio:

- Riesgo trivial:
  No se requiere acción específica.
- Riesgo tolerable:
  No se necesita mejorar la acción preventiva. Sin embargo, se deben considerar soluciones más rentables o mejoras que no supongan una carga económica importante.
- Riesgo moderado:
  - Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Las medidas para reducir el riesgo deben implantarse en un corto periodo de tiempo.
  - Cuando el riesgo moderado está asociado a consecuencias extremadamente dañinas, se requerirá una evaluación posterior que establezca con más precisión la probabilidad de daño, para determinar si es necesario mejorar las medidas de control.
- Riesgo importante:
  No debe comenzar el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo. Cuando el riesgo corresponda a un trabajo que se está realizando, debe remediarse el problema en un tiempo inferior al de los riesgos moderados.
- Riesgo intolerable:
  No debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible, incluso con recursos ilimitados, debe prohibirse el trabajo.

De esta forma, una vez analizados los peligros y valorados los riesgos se incorporan a unas tablas, cuyo modelo se adjunta, tanto por área de trabajo como por puesto de trabajo que serán la base para establecer las prioridades a la hora de planificar las acciones preventivas o correctoras dentro de la empresa.

6. PLANIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD PREVENTIVA

En virtud de lo establecido por los Artículos 8 y 9 del Reglamento de los Servicios de Prevención, aprobado por R.D. 39/1997 de 17 de enero, hay que destacar que, cuando el resultado de la evaluación pusiera de manifiesto situaciones de riesgo, el empresario planificará la actividad preventiva con objeto de eliminar o controlar y reducir dichos riesgos.

La planificación de la prevención se hace a partir de la evaluación de riesgos, señalando las medidas correctoras a adoptar, indicando responsable, para la ejecución de la medida, coste de la misma y plazo previsto de ejecución.

El Plan de Prevención se planifica para un periodo concreto y definido de tiempo, un año, estableciéndose fases y prioridades para su desarrollo en función de la magnitud de los riesgos y del número de trabajadores expuestos.

6.1. Riesgos identificados en el puesto de mantenimiento de piscinas

En lo que se refiere a la evaluación de riesgos inherentes a las labores de mantenimiento de las instalaciones acuáticas, obtenemos los siguientes datos:

Las tareas inherentes al puesto consisten en realizar los trabajos de puesta a punto, cuidado y mantenimiento de las instalaciones acuáticas, de forma que estén en todo momento aptas para su utilización por el público:

- Limpieza de la piscina previa a su puesta en funcionamiento.
- Mantenimiento y tratamiento químico del agua.
- Mantenimiento mecánico preventivo y corrector de las salas de máquinas.

➜ Equipos de trabajo

Para el desarrollo de su actividad, los trabajadores utilizan diversas herramientas manuales, tales como: taladros, radial, equipos de soldadura, sopletes, carretillas, escaleras de mano, etc.
El objeto del presente informe sobre prevención de riegos laborales se circunscribe al análisis y la evaluación de los riesgos del puesto de trabajo de "mantenedores de Piscinas" por lo que no se procederá a realizar la evaluación de riesgos de las instalaciones generales ni de las secciones de trabajo.

➜ Procedimiento de evaluación

La evaluación de riesgos se efectúa siguiendo la metodología establecida por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), es decir:

1. Evaluación de riesgos de las instalaciones generales.
2. Evaluación de riesgos de las distintas áreas o secciones de trabajo.
3. Evaluación de riesgos del puesto de trabajo.

Para concluir este capítulo presentamos las Fichas de Análisis de Riesgo que están asociadas al puesto de trabajo de "mantenedores de piscinas", dejando claro que no se realizará una evaluación de riesgos de las instalaciones generales ni de las distintas secciones de trabajo.

FICHAS DE ANÁLISIS DE RIESGO			INICIAL
PUESTO DE TRABAJO	**MANTENIMIENO DE PISCINAS**		
PELIGROS LABORALES IDENTIFICADOS - CAUSAS			
Cod. riesgo	**Peligro**	**Causa**	**Medidas preventivas a adoptar**
010	Caída de personas a distinto nivel	· Presencia de escalones en varias zonas del centro de trabajo. · Caídas de trabajadores debido a la existencia de escaleras de mano.	· Señalización de los escalones existentes en el centro de trabajo. · No hacer uso de elementos inestables para acceder a las vías superiores. Si se utilizan excepcionalmente escaleras de mano, éstas se abrirán completamente, en un ángulo seguro y en posición estable, deberán disponer de elementos de seguridad que impidan su apertura al ser utilizadas, todo ello según se especifica en el Anexo I, apartado A punto 9, del Real Decreto 486/97, sobre lugares de trabajo. · Adaptar escaleras fijas del local, en la medida de lo posible a lo previsto en el anexo I del Real Decreto 486/97, de lugares de trabajo: los lados cerrados de las escaleras, tendrán un pasamanos a la altura mínima de 90 centímetros, si la anchura de la escalera es mayor de 1,2 metros; si es menor pero ambos lados son cerrados, al menos uno de los dos llevará pasamanos. Los pavimentos de las escaleras serán de materiales no resbaladizos o dispondrán de elementos antideslizantes.

PUESTO DE TRABAJO	MANTENIMIENO DE PISCINAS		
PELIGROS LABORALES IDENTIFICADOS - CAUSAS			
Cod. riesgo	**Peligro**	**Causa**	**Medidas preventivas a adoptar**
(cont.)	Caída de personas a distinto nivel		· Formar e informar a los trabajadores de los riesgos asociados a su puesto de trabajo, entre los que se encuentran los riesgos del propio centro de trabajo, con el fin de que adquieran una concienciación en materia preventiva y reduzcan las acciones inseguras que pueden ser causa de numerosos accidentes.
020	Caída de personas al mismo nivel	· Aunque el suelo de la instalación es antideslizante, por las características del trabajo y los productos que se manipulan, pueden darse casos de caídas. · Falta de orden y limpieza en el centro de trabajo. · Por las características propias de la actividad puede haber derrames líquidos.	· El orden y la limpieza siempre va a favorecer la seguridad y salud de los trabajadores. Para el mantenimiento de un correcto orden y limpieza dentro de la instalación es necesario que todos los trabajadores se impliquen de alguna forma, estableciendo procedimientos para la recogida inmediata de agua, aceites u otro tipo de suciedad que pueda derramarse al suelo. · Emprender acciones para la concienciación del personal promocionando comportamientos que favorezcan el orden y la limpieza en la empresa. · En la medida de lo posible, se depositará cualquier tipo de mercancía en lugares donde no supongan un riesgo de caída para los trabajadores, eliminando todo aquello que entorpezca la actividad de los mismos.

PUESTO DE TRABAJO	MANTENIMIENO DE PISCINAS		
PELIGROS LABORALES IDENTIFICADOS - CAUSAS			
Cod. riesgo	**Peligro**	**Causa**	**Medidas preventivas a adoptar**
030	Caída de objetos por desplome o derrumbamiento	· Por posible falta de anclaje de algunas estanterías. · Algunas estanterías contienen artículos por encima de la última balda no respetando la distancia mínima requerida hasta el techo con el consiguiente riesgo de desplome. · Los objetos no están correctamente colocados en las estanterías.	· Se procederá a anclar todo el mobiliario del centro de trabajo para evitar el riesgo de desplome de los objetos almacenados. · Se revisará de forma periódica el estado de las estanterías, puesto que su peso puede dar lugar a un deterioro en el anclaje de las mismas y los objetos colocados pueden venirse abajo. Asimismo, se comprobará si estas estanterías reúnen las características necesarias para el peso que deben soportar. · El almacenamiento de la mercancía obedecerá a normas de seguridad, procediéndose a colocar lo más pesado abajo y lo más liviano arriba.
040	Caída de objetos en manipulación	· La celeridad con que ha de realizarse el trabajo en algunas ocasiones. · Falta de atención o descuido por parte de los trabajadores.	· Se deberá formar al personal para la correcta manipulación de objetos, con el fin de concienciarles del peligro que pueden suponer, para su salud, la caída de objetos que manipulan normalmente y el riesgo de que se produzcan cortes u otro tipo de lesiones, si estos objetos se rompen al caer.

PUESTO DE TRABAJO	MANTENIMIENO DE PISCINAS PELIGROS LABORALES IDENTIFICADOS - CAUSAS		
Cod. riesgo	**Peligro**	**Causa**	**Medidas preventivas a adoptar**
070	Choques contra objetos inmóviles	· En algunas ocasiones pueden deberse a la falta de espacio en determinados locales: salas de caldera, de depuradoras..., etc.	· Evitar la acumulación de obstáculos, sobre todo, en las inmediaciones del puesto de trabajo. · Evitar apresuramientos y distracciones a la hora de realizar las tareas, que pueden dar lugar a que se produzcan estos choques. · Señalizar visiblemente las zonas de techo bajo, indicando el riesgo de golpe.
090	Golpes o cortes por máquinas, objetos o herramientas	· Inadecuada manipulación de herramientas que pueden tener elementos cortantes o punzantes (destornilladores, alicates, etc.) e inadecuado lugar de colocación, sin orden ni criterio. · No existe constancia documental de entrega de guantes de seguridad para la protección personal.	· Formación e información a todos los trabajadores sobre cómo manipular objetos cortantes. · Evitar apresuramientos cuando se manipulen objetos o herramientas. Los mandos intermedios deben realizar un seguimiento para corregir los malos hábitos adquiridos en este sentido. · Retirar todos aquellos útiles de trabajo que estén deteriorados, reponiéndolos por otros que se encuentren en perfecto estado y utilizar cada herramienta para la finalidad que tiene. · Guardar los elementos cortantes en lugares adecuados.

PUESTO DE TRABAJO		MANTENIMIENO DE PISCINAS	
PELIGROS LABORALES IDENTIFICADOS - CAUSAS			
Cod. riesgo	**Peligro**	**Causa**	**Medidas preventivas a adoptar**
130	Sobre esfuerzos	· Falta de información de los riesgos inherentes al puesto de trabajo, así como de las medidas preventivas. · Falta de formación de los trabajadores para el adecuado manejo de las cargas.	· Informar y formar a todos los trabajadores sobre los riesgos propios de su puesto y de las medidas de prevención a adoptar, insistiendo en la correcta manipulación manual de cargas. · Concienciar a los trabajadores para que adquieran hábitos correctos en el manejo manual de cargas, evitándose los daños dorsolumbares, contracturas cervicales, etc.
150	Contactos térmicos	· En la zona de las calderas, se pueden producir contactos con tuberías de agua a elevadas temperaturas que no se encuentran aisladas correctamente.	· Aislar correctamente todas las tuberías de agua caliente de forma que se evite el contacto directo con las mismas, y las posibles quemaduras por contacto térmico.

PUESTO DE TRABAJO	MANTENIMIENO DE PISCINAS		
PELIGROS LABORALES IDENTIFICADOS - CAUSAS			
Cod. riesgo	**Peligro**	**Causa**	**Medidas preventivas a adoptar**
161	Contactos eléctricos directos	• Falta de señalización de riesgo eléctrico. • No existe constancia documental de la revisión y mantenimiento periódicos que realiza el personal autorizado, por tanto se desconoce el estado de ciertas partes clave de esta instalación como es la puesta en tierra, funcionamiento correcto de los diferenciales, etc.	• Se llevará a cabo una revisión periódica de la instalación eléctrica para prevenir la existencia de un defecto crítico. Todos los cables activos de la instalación eléctrica y de máquinas fijas, bajo tensión, deberán estar correctamente aislados y canalizados, cumpliendo así lo especificado en la ITC. MIE BT 018. • Realizar periódicamente una inspección de la instalación para detectar posibles averías en los dispositivos de corte o de protección, comprobando al mismo tiempo el correcto funcionamiento mecánico de los interruptores diferenciales mediante el botón de test de prueba. • No tocar las instalaciones con las manos mojadas o con prendas húmedas. • Revisar y avisar en el caso de que existan cables pelados, enchufes en mal estado o cajas de instrumentos dañadas. • No sobrecargar las tomas de corriente eléctrica. • No enchufar los aparatos eléctricos sin su correspondiente clavija de conexión. • Señalizar el cuadro eléctrico con la indicación de riesgo eléctrico, procurando que esté cerrado siempre, tal como especifica la normativa vigente.
162	Contactos eléctricos indirectos	• Por posible derivación de la corriente eléctrica de la instalación central a máquinas o aparatos de carácter conductor, teniendo en cuenta que suele ser frecuente que existan vertidos de agua por el suelo. • No hay constancia documental de la revisión y mantenimiento que realiza la empresa autorizada, de los equipos en cuanto a instalación eléctrica se refiere. Si el mantenimiento se hace correctamente va a evitar una derivación de la corriente eléctrica del sistema hacia otros aparatos.	

PUESTO DE TRABAJO	MANTENIMIENO DE PISCINAS		
PELIGROS LABORALES IDENTIFICADOS - CAUSAS			
Cod. riesgo	**Peligro**	**Causa**	**Medidas preventivas a adoptar**
170	Contacto con sustancias nocivas, tóxicas y corrosivas	· Manipulación de sustancias químicas que se utilizan en la depuración y tratamiento del agua de la piscina (ácido para controlar el pH del agua, cloro, floculantes, antialgas, etc.). · Los productos peligrosos están suficientemente identificados en su envase original, ofrecen resistencia y son seguros, sin embargo, puede producirse el trasvase de productos químicos de su envase original a otro distinto, sin que se indique el contenido del nuevo envase. · No existe constancia de que se proporcione a los trabajadores equipos de protección individual adecuados (guantes, mascarillas, etc.).	· Informar a los trabajadores de los riesgos de las sustancias químicas que utilizan (según lo establecido en las fichas de seguridad de los fabricantes). · Se deben elaborar procedimientos de trabajo por escrito para la realización segura de actividades que puedan ocasionar accidentes, incluyendo el modo adecuado de realizar las operaciones de limpieza de los posibles derrames de la sustancia. Estos procedimientos deberán ponerse en conocimiento de los trabajadores y estarán a su disposición. · Seguir las normas para el almacenamiento seguro de los productos químicos, procurando que estén en un lugar bien ventilado, apartado y cerrado. · Es conveniente almacenar separados los productos químicos que reaccionen entre sí, o sean susceptibles de hacerlo, para evitar que, en caso de derrame, la reacción química que se produzca libere gases contaminantes o sea inflamable. · Para evitar los derrames hay que evitar también el trasvase de productos de unos recipientes a otros distintos de forma libre e incontrolada, y menos aún, sin ningún medio que facilite dicho trasvase · Instalar lavaojos en las salas de máquinas.

PUESTO DE TRABAJO	MANTENIMIENO DE PISCINAS		
PELIGROS LABORALES IDENTIFICADOS - CAUSAS			
Cod. riesgo	**Peligro**	**Causa**	**Medidas preventivas a adoptar**
170	Contacto con sustancias nocivas, tóxicas y corrosivas		· Todos los envases deben estar debidamente señalizados de forma que en ningún momento puedan plantearse dudas en cuanto a su contenido. · Se deben adquirir y utilizar equipos de protección individual certificados y adecuados tanto al tipo de producto químico para el que se utilicen, como a los peligros que pudiera llevar asociados.
200	Explosiones	· El funcionamiento de las calderas para calentar el agua es mediante gasóleo. · Ausencia de la señalización de “prohibido fumar” en la sala de calderas.	· Llevar a cabo revisiones periódicas de los elementos que componen la instalación de gas por empresas autorizadas, que dejen constancia documental de cuantas acciones se realicen. · Establecer la prohibición de fumar en las zonas en las que exista riesgo de explosión.
211	Incendios ignición	· Presencia en el centro de trabajo de objetos de carácter combustible, pudiéndose dar las circunstancias que propicien la auto ignición de ciertas sustancias. · Falta de identificación y delimitación de las zonas con riesgo de incendio y ausencia de la señalización de “prohibido fumar” en dichas zonas.	· Se deben determinar todos los focos de ignición (de tipo mecánico, térmico, eléctrico y químico) para poder controlarlos. Será necesario inventariar toda la maquinaria, herramientas, motores productos o cualquier otro elemento cuya presencia en los lugares de trabajo pudiera suponer un peligro por su capacidad para propagar el fuego. · Las materias peligrosas deberán ser alejadas de focos caloríficos presentes en los lugares de trabajo, ubicándolas en espacios seguros.

PUESTO DE TRABAJO		MANTENIMIENO DE PISCINAS	
PELIGROS LABORALES IDENTIFICADOS - CAUSAS			
Cod. riesgo	**Peligro**	**Causa**	**Medidas preventivas a adoptar**
211	Incendios ignición		· Concienciar a los trabajadores para respetar la norma de “prohibido fumar”. · Mantener las instalaciones eléctricas aisladas y protegidas llevando a cabo una adecuada revisión y mantenimiento de las mismas.
212	Incendios propagación	· No existen en la instalación, trabajadores formados en el manejo de los medios de lucha contra incendios, contribuyendo esta circunstancia a que un conato pueda convertirse en un incendio.	· Identificar y señalizar todas aquellas zonas con riesgo de incendio. Colocar señalización de “prohibido fumar”. · Concienciar a los trabajadores para que respetan la norma de “prohibido fumar”. · Las mercancías deben colocarse sólo en zonas destinadas exclusivamente al almacenamiento, dejando libres de obstáculos las vías y espacios de tránsito habitual, y sobre todo las salidas de emergencia y evacuación. · Se deben identificar y delimitar áreas de riesgo. Estas delimitaciones deben garantizar una resistencia al fuego preferiblemente superior a 120 minutos. · En caso de producirse un incendio en cualquier zona de la instalación, se debe garantizar la detección rápida del mismo, ya sea a través de medios humanos o técnicos.

PUESTO DE TRABAJO		MANTENIMIENO DE PISCINAS	
PELIGROS LABORALES IDENTIFICADOS - CAUSAS			
Cod. riesgo	**Peligro**	**Causa**	**Medidas preventivas a adoptar**
212	Incendios propagaciÓn		· Instalar sistemas automáticos de alarma y extinción de incendios de manera que quede asegurada toda la instalación, no limitándose únicamente a una zona. En este sentido, se adquirirán más medios de lucha contra los incendios de distinto origen que puedan aparecer en el centro de trabajo. · Los medios de lucha contra incendios en la instalación deberán pasar las revisiones periódicas establecidas según la normativa vigente. Para ello se debe realizar un contrato con una entidad especializada y autorizada por el Ministerio de Industria y energía, con el fin de asegurar el mantenimiento preventivo periódico de estos dispositivos. Será necesario dejar constancia documental de este hecho y de las sucesivas revisiones. Los extintores de incendio deberán revisarse: - Cada tres meses (por personal del centro de trabajo formado en la materia). - Cada año (por personal especializado y acreditado perteneciente a la empresa con la que se contrate la revisión y mantenimiento). - Cada cinco años (se procederá al retimbrado de los extintores por el MIE).

PUESTO DE TRABAJO	MANTENIMIENO DE PISCINAS		
PELIGROS LABORALES IDENTIFICADOS - CAUSAS			
Cod. riesgo	**Peligro**	**Causa**	**Medidas preventivas a adoptar**
213	Incendios medios de lucha	· Falta de mecanismos automáticos para la detección y extinción precoz del fuego, en las zonas en las que es obligatorio, en atención a lo dispuesto en el Reglamento de Prevención de Incendios de la Comunidad de Madrid. Hay que tener en cuenta que las características del centro de trabajo impiden que haya ventilación natural en la zona de almacén. · Ausencia de mecanismos de alarma en aquellas zonas de la instalación en las que el inicio de un fuego no podría ser detectado por la totalidad de los trabajadores. · No existen trabajadores designados y adiestrados en la lucha contra incendios.	· Designar, formar y adiestrar a trabajadores de la empresa para abordar situaciones de emergencia (lucha contra incendios, primeros auxilios y evacuación), de manera que queden cubiertos todos los horarios de actividad. Estas personas serán las encargadas de velar por el correcto funcionamiento de los medios de lucha contra incendios cada tres meses y en todo momento, velarán para que todo el recorrido de evacuación y las salidas de emergencia se encuentren libres de obstáculos. · Los extintores se distribuirán en el centro de trabajo de forma que no haya más de quince metros de distancia, desde el inicio de cualquier recorrido de evacuación hasta un extintor.
214	Incendios evacuación	· Falta de identificación y señalización reglamentaria de salidas destinadas a la evacuación del lugar de trabajo. · Presencia de obstáculos en las vías de evacuación.	· Elaborar e implantar las normas de actuación en caso de emergencia y evacuación. · Identificar y señalizar las vías de evacuación y salidas de emergencia, según marca la normativa vigente.

PUESTO DE TRABAJO	MANTENIMIENO DE PISCINAS		
PELIGROS LABORALES IDENTIFICADOS - CAUSAS			
Cod. riesgo	**Peligro**	**Causa**	**Medidas preventivas a adoptar**
214	Incendios evacuación	· Falta de personal designado y formado para la lucha contra incendios. · Ausencia de medidas de actuación en caso de emergencia y evacuación.	· Todas las puertas del lugar de trabajo que se hallen en recorridos, vías y salidas de evacuación se abrirán en el sentido de la misma (hacia fuera). · Se llevará a cabo una revisión del alumbrado de emergencia por personal cualificado para verificar su correcto funcionamiento. · Mantener las vías de evacuación y salidas de emergencia libres de obstáculos en todo momento.
310	Exposición a contaminantes quÍmicos	· Falta de medición específica de cloro en el ambiente. · A los trabajadores no se les entregan los equipos de protección adecuados.	· Realizar una evaluación ambiental por un técnico especialista en Higiene Industrial de cloro en ambiente.
320	Exposición a contaminantes biológicos	· No hay constancia documental de las operaciones de revisión y mantenimiento de los aparatos de climatización del centro de trabajo. Puede ocurrir que la suciedad acumulada en ciertas partes del mismo se propague por todo el lugar, especialmente los ácaros y otro tipo de microorganismos como la legionela.	· Realizar una evaluación ambiental sobre la posible presencia de microorganismos en el centro de trabajo. Esta evaluación, la debe realizar un técnico especialista en higiene industrial. · Formalizar contrato con empresa especializada (o dejar constancia del mismo si se ha formalizado ya), para llevar a cabo las operaciones de limpieza y mantenimiento periódico del sistema de climatización, especialmente de los filtros del aire acondicionado por la posible presencia de contaminantes biológicos (legionela).

PUESTO DE TRABAJO	MANTENIMIENO DE PISCINAS		
PELIGROS LABORALES IDENTIFICADOS - CAUSAS			
Cod. riesgo	**Peligro**	**Causa**	**Medidas preventivas a adoptar**
330	Ruido	· En diversas áreas de trabajo, se observan elevados niveles de ruido constante (sala de máquinas, sala de calderas, etc. · Falta de medición específica por técnico especialista en higiene industrial. · Falta de equipos de protección adecuados (protectores auditivos).	· Realizar una medición ambiental sobre ruido, especialmente en la sala de calderas y de máquinas. Esta evaluación, la debe realizar un técnico especialista en higiene industrial. · Proporcionar protectores auditivos a los trabajadores.
350	Estrés térmico	· La temperatura así como la elevada humedad relativa no se ajusta a los niveles de confortabilidad que se expresan en la normativa vigente, lo que puede provocar en algunas ocasiones riesgo de estrés térmico.	· Realizar mediciones para determinar que la temperatura es la adecuada en función de la actividad que se realiza, y en caso de que sea necesario, adoptar medidas oportunas. Esta evaluación, la debe realizar un técnico especialista en higiene industrial. · Realizar mediciones para evaluar el estrés térmico y establecer la temperatura dentro de los valores confortables para los trabajadores, teniendo en cuenta la actividad desarrollada, tal y como se establece en la Guía Técnica de Lugares de Trabajo del Instituo nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Las mediciones las debe realizar un técnico especializado.

PUESTO DE TRABAJO	MANTENIMIENO DE PISCINAS		
PELIGROS LABORALES IDENTIFICADOS - CAUSAS			
Cod. riesgo	**Peligro**	**Causa**	**Medidas preventivas a adoptar**
380	Iluminación	· En algunas zonas del centro de trabajo (pasillos, sala de calderas, etc.), los niveles de iluminación pueden no ajustarse a las especificaciones establecidas en el Real Decreto 486/97.	· Realizar medición de los niveles de iluminación para determinar si se ajusta a las especificaciones establecidas en el Real Decreto 486/97, sobre Lugares de Trabajo, y en caso de que no sea así, adoptar las medidas correctoras oportunas. Las mediciones las debe realizar un técnico especializado.
440	Fatiga física manejo de cargas	· En ocasiones los trabajadores deben manejar cargas (recipientes con productos químicos necesarios para el tratamiento y depuración del agua). · Los trabajadores no poseen formación específica sobre el manejo adecuado de cargas.	· Siempre que sea posible la manipulación de cargas se realizará con la ayuda de medios mecánicos adecuados (traspaleta, apilador, carretilla de mano, etc.). En caso contrario, el movimiento manual de cargas se efectuará con el número de personas necesarias para minimizar el riesgo de lesiones. · En caso de que el trabajo implique el movimiento manual de cargas habitualmente, o de forma prolongada en el tiempo, se realizará una evaluación conforme a los criterios establecidos en el Anexo del Real Decreto 487/97, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores. Es decir, atendiendo a: - Las características de la carga. - Esfuerzo físico necesario.

PUESTO DE TRABAJO	MANTENIMIENO DE PISCINAS		
PELIGROS LABORALES IDENTIFICADOS - CAUSAS			
Cod. riesgo	**Peligro**	**Causa**	**Medidas preventivas a adoptar**
440	Fatiga física manejo de cargas		- Características del medio de trabajo. - Exigencias de la actividad. - Factores individuales del riesgo. - Se deberá recibir formación adecuada sobre el movimiento manual de cargas.

A continuación se exponen fichas sobre las medidas preventivas que habría que adoptar en caso de detectar peligros de carácter organizativo relativos a ergonomía y psicosociología aplicada, que puedan afectar a toda la empresa y que pueden constituir un riesgo para la seguridad y salud de los trabajadores si no se establecen los mecanismos necesarios para su control.

También se exponen algunos consejos en cuanto al mantenimiento de las instalaciones, contaminantes biológicos, uso adecuado de ciertos equipos, etc., que pueden resultar de interés para mantener unos niveles de seguridad en el trabajo.

1. CAÍDAS AL MISMO Y DISTINTO NIVEL

MEDIDAS PREVENTIVAS A ADOPTAR

En cada caso y para la prevención de los riesgos descritos se aplicarán las siguientes medidas preventivas:

- Concienciar a cada trabajador para que se responsabilice en parte del buen mantenimiento del suelo, dando cuenta inmediata de los posibles peligros, como derrames de líquidos, aceites, agujeros, etc.
- El calzado será el adecuado para una correcta sujeción del pie, será estable, con la suela no deslizante y proporcionará una protección adecuada del pie contra la caída de objetos.
- El espacio de trabajo permitirá adoptar una postura cómoda de pie, así como la correcta manipulación de las cargas.
- Se evitará manejar cargas subiendo escaleras o escalones.
- La iluminación deberá ser suficiente, evitándose zonas con elevados contrastes que puedan cegar al trabajador provocando su caída.
- Los trabajadores con historial médico de molestias o lesiones de espalda pueden ser propensos a sufrir recaídas y tendrán más facilidad para lesionarse.
- Señalizar correctamente el centro de trabajo.
- Antes de usar una escalera de mano, nos aseguraremos de su buen estado observando que no tiene defectos. Se rechazarán todas las que se citan a continuación:
  - Las que tengan largueros con empalmes.
  - Las que tengan peldaños flojos o rotos.

- Escaleras con peldaños clavados en vez de machihembrados.
- Las que carezcan de dispositivos antideslizantes.
- Las que tengan cualquier otro defecto.

- No se emplearán escaleras metálicas en trabajos eléctricos.
- Las escaleras deben apoyarse con la inclinación correcta. Esta inclinación es aquella en la que la relación entre la longitud de la escalera y la separación horizontal en la base sea de 4 a 1.
- La base de la escalera debe apoyarse sobre una superficie sólida y bien nivelada, nunca sobre ladrillos, cajas, bidones, etc.
- Se subirá y bajará por la escalera de frente a ella, utilizando las dos manos y agarrándose a los peldaños (no a los largueros).
- Si han de llevarse herramientas o cualquier otro objeto, deben usarse bolsas o cajas colgadas del cuerpo para que queden las manos libres. Las herramientas pueden ser subidas y bajadas por medio de cuerdas.
- Se trabajará colocándose en el escalón apropiado (nunca en los últimos escalones) de forma que la distancia del cuerpo al punto de trabajo sea suficiente. No deberá tratar de alcanzar puntos que obliguen a posturas muy forzadas que puedan hacer perder el equilibrio. Lo seguro es desplazar la escalera tantas veces como sea preciso.
- Si las condiciones de trabajo lo exigen, se usará cinturón de seguridad.
- La escalera de tijera tendrá una correa fuerte que sujete dos peldaños opuestos o dos correas que unan los largueros. Cuando trabajemos con ellas los dos lados deben estar completamente abiertos y nunca nos situaremos a horcajadas.
- Las escaleras de mano no se utilizarán por dos o más personas simultáneamente.
- El transporte de la escalera se hará con precaución para evitar golpear a otras personas o tropezar con obstáculos.
- Las escaleras deben almacenarse cuidadosamente en ciertos lugares cubiertos y no deberán pintarse nunca, pues la pintura nos impediría detectar fallos.
- Los escalones de las escaleras fijas que no sean de servicio, tendrán una huella comprendida entre 23 y 26 centímetros y una contrahuella entre 13 y 20 centímetros. Los escalones de las escaleras de servicio tendrán una huella mínima de 15 centímetros y una contrahuella máxima de 25 centímetros.

2. ESTADO Y MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES

MEDIDAS PREVENTIVAS A ADOPTAR

En cada caso y para la prevención de los riesgos descritos se aplicarán las siguientes medidas preventivas:

- Eliminar todos los obstáculos de las vías de paso y tránsito, en especial de los recorridos de evacuación, estableciendo un programa que incluya la limpieza periódica de las instalaciones para hacer de éstas un lugar seguro.
- Señalizar los espacios respetando lo establecido en el Real Decreto 485/1997, sobre señalización mínima en los lugares de trabajo.
- Asegurar, mediante concierto con empresa autorizada, el mantenimiento preventivo y periódico tanto de la instalación eléctrica como de los equipos de trabajo y sistemas de detección y extinción de incendios. Debe quedar constancia documental de este contrato.
- Instalar sistemas automáticos de detección y extinción de incendios. Designar a algunos trabajadores y adiestrarlos en la lucha contra incendios (y en primeros auxilios), para un mayor aprovechamiento de los medios materiales disponibles en la empresa.
- Realizar e implantar las normas de actuación en caso de emergencia, identificando y señalizando las vías de evacuación y salidas de emergencia. Éstas tendrán unas dimensiones mínimas de 0,80 x 2,00 m, y deben estar libres de obstáculos y permanecer abiertas en todo momento.
- Realizar una revisión inicial por personal competente y autorizado de toda la instalación eléctrica para comprobar que es segura y que no va a provocar, de forma directa o indirecta, ningún accidente. Establecer posteriormente un programa de mantenimiento periódico de dicha instalación que incluya operaciones de revisión, limpieza y reparación, si procede. Señalizar, de forma visible y según reglamentación específica, dicha instalación. Procurar mantener perfectamente recogidos los cables sueltos que pueda haber repartidos por el suelo. Los elementos de protección de la instalación estarán siempre cerrados.
- Realizar evaluaciones específicas de los niveles de ruido, iluminación y temperatura del lugar de trabajo para ajustarlos a lo dispuesto en la normativa vigente de carácter específico que les sea de aplicación. Estas mediciones las realizará un técnico especialista en higiene industrial. Tomar las medidas oportunas de control y prevención de riesgos derivados de los resultados de estas mediciones.

3. CONDICIONES AMBIENTALES

MEDIDAS PREVENTIVAS A ADOPTAR

En cada caso y para la prevención de los riesgos descritos se aplicarán las siguientes medidas preventivas:

- En la medida de lo posible, las condiciones ambientales de los lugares de trabajo no deben constituir una fuente de incomodidad o molestia para los trabajadores. A tal efecto, deberán evitarse las temperaturas y las humedades extremas, los cambios bruscos de temperatura, las corrientes de aire molestas, los olores desagradables, la irradiación excesiva y, en particular, la radiación solar a través de ventanas, luces o tabiques acristalados.
- Se aconseja que la temperatura se mantenga dentro de unos límites confortables. El Real Decreto 486/1997 sobre Lugares de Trabajo recomienda que, en locales interiores:
  - El rango de temperaturas para trabajos ligeros se encuentra entre lo 14ºC y los 25ºC.
  - Si la temperatura está fuera de estos rangos de forma significativa, o las tareas de manipulación de carga son pesadas, frecuentes y/o prolongadas, deberían realizarse valoraciones técnicas más precisas para determinar si en esa situación podría existir un riesgo.
  - Si la temperatura es elevada, se establecerán pausas apropiadas para que se produzca un adecuado reposo y recuperación fisiológica.
  - El efecto negativo de una temperatura extrema se potenciará si la humedad ambiental lo es también, ya que la fatiga aparecerá más pronto. El Real Decreto 486/1997 sobre Lugares de Trabajo, establece unos rangos de humedad relativa entre el 30% y el 70%.
- La humedad relativa estará comprendida entre el 30% y 70%, excepto en los locales donde existan riesgos por electricidad estática en los que el límite inferior será el 50%.
- La renovación mínima del aire de los locales de trabajo será de 30 m^3 de aire limpio por hora y trabajador en el caso de trabajadores sedentarios en ambientes no calurosos, ni contaminados por humo de tabaco y de 50 m^3, en el resto de los casos, a fin de evitar el ambiente viciado y los olores desagradables.
- El sistema de ventilación empleado y, en particular, la distribución de las entradas de aire limpio y salidas de aire viciado, deberán asegurar una efectiva renovación del aire del local de trabajo.
- La iluminación de cada zona o parte de un lugar de trabajo deberá adaptarse a las características de la actividad que se efectúe en ella.
- Siempre que sea posible los lugares de trabajo tendrán una iluminación natural, que deberá complementarse con una iluminación artificial cuando la primera, por sí sola, no garantice las condiciones de visibilidad adecuadas, utilizándose preferentemente en estos casos la iluminación artificial general, complementada a su vez con una localizada cuando en zonas concretas se requieran niveles de iluminación elevados.

- La iluminación de los lugares de trabajo deberá cumplir, además las siguientes características:
  a) La distribución de los niveles de iluminación será lo más uniforme posible.
  b) Se procurará mantener unos niveles y contrastes de luminancia adecuados a las exigencias visuales de la tarea, evitando variaciones bruscas de luminancia dentro de la zona de operación y entre ésta y sus alrededores.
  c) Se evitarán los deslumbramientos directos producidos por la luz solar o por fuentes de luz artificial de alta luminancia. En ningún caso éstas se colocarán sin protección en el campo visual del trabajador.
  d) Se evitarán, asimismo, los deslumbramientos indirectos producidos por superficies reflectantes situadas en la zona de operación o sus proximidades.
  e) No se utilizarán sistemas o fuentes de luz que perjudiquen la percepción de los contrastes, de la profundidad o de la distancia entre objetos en la zona de trabajo, que produzcan una impresión visual de intermitencia o que puedan dar lugar a efectos estroboscópicos.
- Los sistemas de iluminación utilizados no deben originar riesgos eléctricos, de incendio o de explosión, cumpliendo, a tal efecto lo dispuesto en la normativa vigente.
- El nivel de ruido no debe exceder de lo establecido en la normativa. En caso de sobrepasar los límites permitidos se deben llevar a cabo medidas correctoras como aislar convenientemente las máquinas, mediante paneles acústicos, y proporcionar protectores auditivos a los trabajadores.

4. RIESGO ELÉCTRICO

MEDIDAS PREVENTIVAS A ADOPTAR

En cada caso y para la prevención de los riesgos descritos se aplicarán las siguientes medidas preventivas:

- Antes de llevar a cabo cualquier actividad relacionada con la instalación eléctrica o cualquier trabajo con una instalación eléctrica, o en proximidad a la misma, se debe hacer una evaluación de los riesgos eléctricos que puedan presentarse.
- Todos los trabajadores que intervengan en trabajos de una instalación eléctrica o en su proximidad, recibirán una formación referente a las prescripciones de seguridad y las normas de la empresa. La persona encargada de los trabajos deberá asegurarse del cumplimiento de dichas prescripciones y normas de seguridad.
- Contactos directos:
  Son los contactos de personas con partes activas de los materiales y equipos, considerando partes activas los conductores bajo tensión en servicio

normal; por ejemplo, cuando se toca directamente un conductor activo (fase) y simultáneamente el neutro.

- Contactos indirectos:
  Son los contactos de personas con masas puestas accidentalmente bajo tensión. Se produce cuando un individuo entra en contacto con algún elemento que no forma parte del circuito eléctrico y que en condiciones normales no debería tener tensión, pero que la ha adquirido accidentalmente.
- Los riesgos eléctricos se clasifican en dos grupos:
  - Incendios y/o explosiones: afectan a personas, instalaciones y bienes.
  - Electrización y electrocución: afectan a personas.

  Una persona se electriza cuando la corriente eléctrica circula por su cuerpo, es decir, cuando la persona forma parte del circuito eléctrico, pudiendo al menos distinguir dos puntos de contacto: uno de entrada y otro de salida de la corriente.

  Una persona se electrocuta cuando el paso de la corriente produce su muerte.

  Las consecuencias del paso de la corriente por el cuerpo pueden ocasionar desde lesiones físicas secundarias (golpes, caídas, etc.), hasta la muerte por fibrilación ventricular.

  Otras alteraciones tales como: contracciones musculares, aumento de la presión sanguínea, dificultades en la respiración, parada provisional del corazón, etc., pueden producirse sin fibrilación ventricular. Tales efectos no son mortales, normalmente son reversibles y, a menudo, producen marcas por el paso de la corriente, si bien las quemaduras graves pueden llegar a ser mortales.
- Los factores que intervienen en el efecto eléctrico son:

  a) Intensidad de la corriente:
  Es uno de los factores que más inciden en los efectos y lesiones ocasionadas por el accidente eléctrico.

  b) Duración del contacto eléctrico:
  Junto con la intensidad, es el factor que más influye en el resultado del accidente.

  c) Resistencia del cuerpo humano:
  Su importancia en el resultado del accidente depende del grado de humedad de la piel, superficie y presión de contacto, dureza de la epidermis, etc. La resistencia que ofrece nuestro cuerpo está habitualmente constituida por varios elementos de resistencia en serie, como son la que puedan ofrecer los elementos aislantes (guantes, calzado, herramientas, alfombras, etc.) y la resistencia eléctrica que ofrezca nuestro cuerpo. La utilización de equipos y herramientas aislantes tiene por finalidad aumentar la resistencia de paso, de forma que la corriente que atraviese nuestro cuerpo sea inapreciable.

  d) Tensión aplicada:
  En sí misma no es peligrosa, pero al aplicarle una resistencia baja, ocasiona el paso de corriente (intensidad) elevada y, por tanto, muy peligrosa. Todo ello se rige por la Ley de Ohm ($V = I \times R$), para una tensión elevada y una resistencia baja, la intensidad puede alcanzar valores muy peligrosos.

e) Frecuencia de la corriente:
La resistencia total del cuerpo humano decrece cuando la frecuencia aumenta, y por otro lado, la resistencia del cuerpo humano es más elevada en corriente continua que en corriente alterna. Normalmente para uso doméstico e industrial se utilizan frecuencias de 50Hz. A mayores frecuencias disminuye el riesgo de fibrilación ventricular pero prevalecen los efectos térmicos.

f) Trayecto de la corriente a través del cuerpo:
La gravedad del accidente depende del recorrido de la corriente a través del cuerpo.

- Umbral de percepción:
  Es el valor mínimo que provoca en una persona la sensación de la corriente que pasa a través de ella.
- Umbral de no soltar:
  Es el valor máximo de la corriente para que la persona que tiene sujetos unos electrodos pueda soltarlos.
- Umbral de fibrilación ventricular:
  Es el valor mínimo de la corriente que provoca la fibrilación ventricular.

La Comisión Electrónica Internacional ha publicado unas curvas que describen el efecto de la intensidad de corriente y del tiempo de tránsito para el recorrido de la corriente mano izquierda-los dos pies. Así por ejemplo:

1. Cuando la intensidad es de 0,5 mA (mili-amperios) el trabajador expuesto al paso de la corriente “nota un cosquilleo” (independientemente del tiempo de exposición). Se dice que alcanza el umbral de percepción.
2. Si aumentamos la intensidad, hasta los 50 mA, se alcanzará el umbral de “no soltar”, aproximadamente al cabo de 130 ms (milisegundos) de exposición al paso de la corriente. En esta situación el trabajador puede empezar a tener problemas para poder separarse del circuito eléctrico.
3. Si seguimos manteniendo al trabajador expuesto a esta corriente de 50 mA, durante más tiempo hasta alcanzar los 900 ms, se alcanzaría el umbral de fibrilación.

5. INCENDIOS

MEDIDAS PREVENTIVAS A ADOPTAR

En cada caso y para la prevención de los riesgos descritos se aplicarán las siguientes medidas preventivas:

· Con relación a los sistemas de extinción podemos diferenciar dos grandes divisiones:

- Sistemas destinados a controlar un conato de incendio, entendido como un incendio de tamaño pequeño, si bien la Guía para desarrollo del Plan de Emergencia contra incendios y de evacuación de locales y edificios (Orden del 29 de noviembre de 1984), lo define como el accidente que puede ser controlado de forma sencilla y rápida por el personal y medios de protección del local, dependencia o sector.
  - ✓ Extintor portátil.
  - ✓ Carro extintor.

- Sistemas para hacer frente a un incendio de proporciones serias
  - ✓ Boca de incendios equipadas (BIE).
  - ✓ Columna hidrante.
  - ✓ Columna seca.
  - ✓ Sistemas de extinción automática.
    - ❑ Rociadores de agua.
    - ❑ Extinción por espuma.
    - ❑ Extinción por polvo químico.
    - ❑ Extinción gaseosa.

- El extintor portátil es un aparato autónomo de uso manual que contiene un agente extintor, que puede ser proyectado y dirigido sobre el fuego por la acción de una presión interna. Esta presión interna puede obtenerse por una presurización permanente de un gas auxiliar, o por la liberación de un gas auxiliar sin encontrarse el agente extintor permanentemente presurizado.
- Cuando el agente extintor es anhídrido carbónico, proporciona su propia presión de impulsión.
- Cuando el agente extintor es agua pulverizada, se encuentra mezclada con un gas propelente que habitualmente es nitrógeno o CO_2, permaneciendo en el interior del recipiente a presión.
- En el caso del polvo químico, la impulsión del polvo es conseguida por la liberación de un gas propelente inerte tal como nitrógeno o CO_2, contenido en una cápsula o cartucho ante la abertura del mismo.
- Según la dirección del viento, el extintor portátil se utilizará:

  - Vertiendo el agente extintor a la base del fuego.
  - Vertiendo el agente extintor en zig-zag.

- Las partes que constituyen un extintor portátil son:

  - Recipiente: contenedor del agente extintor fabricado en acero soldado o sin soldar, acero inoxidable o de aleación de aluminio construido según códigos reconocidos o de acuerdo con la norma UNE 62.080 y 081.
  - Válvula: de accionamiento para alivio del gas propelente.
  - Gas propelente.
  - Manguera con dispositivo de apertura de salida.

- Manómetro: dispositivo para medir la presión del gas impulsor del agente extintor.

- Un extintor portátil llevará incorporado en su recipiente una etiqueta que debemos comprobar, para asegurarnos de que ha sido fabricado conforme a la Norma UNE 23110 y que ha sido verificado por un organismo de control.
- Asimismo, siguiendo las prescripciones y reglamentaciones recogidas en el RAP (libro de reglamentaciones de aparatos a presión editado por el Ministerio de Industria y Energía) sobre cada extintor portátil, tanto su recipiente contenedor como el botellín del gas impulsor se deberán someter cada cinco años a una prueba de presión hidráulica, denominada presión de diseño, con el fin de garantizar la resistencia de los recipientes ante condiciones adversas.
- La referencia de estas pruebas queda recogida en una placa de timbrado, donde vienen indicadas las distintas fechas de realización, así como la presión a la que han sido sometidos.
- La persona que va a usarlo lo sostendrá con un brazo mientras que con el otro quitará el precinto y la horquilla, después, accionará la válvula de salida del gas impulsor, por último, abrirá la llave de salida de la manguera, vertiendo el agente extintor.
- Las BIE suelen ser de dos tipos, o de 25 o de 45 mm de diámetro y están provistas como mínimo de:

  - Boquilla: tendrá la posibilidad de accionamiento que permita la salida del agua en forma de chorro o pulverizada, pudiendo además disponer de una posición que permita la protección de la persona que la maneja; así como un sistema de cierre si no lo lleva incorporado a la lanza.
  - Lanza: deberá llevar un sistema de apertura y cierre. No es exigible si la boquilla se acopla directamente a la manguera.
  - Mangueras: los diámetros inferiores serán de 45 o 25 milímetros. La de 25 mm, será de tramo rígido no autocolapsable.
  - Rácor: es el elemento metálico de acoplamiento entre las diferentes partes que componen la BIE.
  - Válvula: con su apertura permitirá la salida del agua procedente de la tubería a la propia boca de incendios equipada.
  - Manómetro: dispositivo para medir la presión en el interior de la tubería.
  - Soporte: de tipo devanera y también de plegadora.

- A efectos del abastecimiento mínimo del agua, se deberá cumplir la premisa de que al menos dos BIE funcionen simultáneamente, durante un periodo mínimo de una hora.

6. PRODUCTOS QUÍMICOS

MEDIDAS PREVENTIVAS A ADOPTAR

En cada caso y para la prevención de los riesgos descritos se aplicarán las siguientes medidas preventivas:

· Los productos químicos se clasifican según sus:

1. Propiedades físico-químicas:

- Explosivos:
  Las sustancias y preparados sólidos, líquidos, pastosos o gelatinosos que incluso en ausencia de oxígeno del aire pueden reaccionar de forma exotérmica con rápida formación de gases y que, en determinadas condiciones de ensayo, detonan, deflagran rápidamente o, bajo el efecto del calor en caso de confinamiento, explosionan.
- Comburentes:
  Las sustancias y preparados que, en contacto con otras sustancias, en especial con sustancias inflamables, produzcan una reacción fuertemente exotérmica.
- Inflamables:
  Las sustancias y preparados líquidos con bajo punto de ignición.
- Extremadamente inflamables:
  Las sustancias y preparados líquidos que tengan un punto de ignición extremadamente bajo y un punto de ebullición bajo, y las sustancias y preparados gaseosos que, a temperatura y presión normales, sean inflamables con el aire.

2. Propiedades toxicológicas:

- Tóxicos:
  Las sustancias y preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea en pequeñas cantidades puedan provocar efectos agudos o crónicos e incluso la muerte.
- Muy tóxicos:
  Las sustancias y preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea en muy pequeña cantidad puedan provocar efectos agudos o crónicos e incluso la muerte.
- Nocivos:
  Las sustancias y preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea puedan provocar efectos agudos o crónicos e incluso la muerte.
- Corrosivos:
  Las sustancias y preparados que, en contacto con tejidos vivos, puedan ejercer una acción destructiva de los mismos.

- Irritantes:
  Las sustancias y preparados no corrosivos que, en contacto breve, prolongado o repetido con la piel o las mucosas puedan provocar una reacción inflamatoria.
- Sensibilizantes:
  Las sustancias y preparados que, por inhalación o penetración cutánea, puedan ocasionar una reacción de hipersensibilidad, de forma que una exposición posterior a esa sustancia o preparado dé lugar a efectos negativos característicos.

3. Efectos específicos sobre la salud humana:
   - Carcinogénicos:
     Las sustancias y preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea, puedan producir cáncer o aumentar su frecuencia.
   - Mutagénicos:
     Las sustancias y preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea, puedan producir alteraciones genéticas hereditarias o aumentar su frecuencia.
   - Tóxicos para la reproducción:
     Las sustancias y preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea, puedan producir efectos negativos no hereditarios en la descendencia, o aumentar la frecuencia de éstos, o afectar de forma negativa a la función o a la capacidad reproductora.
   - Efectos sobre el medio ambiente:
     Las sustancias y preparados que presenten o puedan presentar un peligro inmediato o futuro para uno o más componentes del medio ambiente.

- Los productos químicos peligrosos sólo podrán ser comercializados cuando el etiquetado de sus envases ostente de manera legible e indeleble las condiciones que a continuación se indican:
  a) Nombre de la sustancia: en el caso de preparados, figurará su nombre comercial.
  b) El nombre y la dirección completa, incluido el número de teléfono del responsable de la comercialización, bien sea el fabricante, el importador o el distribuidor.
  c) Los símbolos o las indicaciones de peligro establecidos.
  d) Las frases tipo que indican los riesgos específicos derivados de los peligros de la sustancia (frases R), se ajustarán a las indicaciones del cuadro 1 que aparece después de esta ficha. Las frases de riesgo, denotadas por una serie de números precedidos de la letra R, indican la naturaleza de los riesgos especiales. Los números se separan bien mediante un guión (-), que indica afirmaciones independientes, referidas a riesgos especiales (R) o bien mediante una barra inclinada, que indica una afirmación combinada en una única frase.
  e) Las frases tipo que indican los consejos de prudencia en relación con el uso de la sustancia (frases S), se ajustarán a las indicaciones del cuadro 2 que

aparece después de esta ficha. Las frases de consejos, denotadas por una serie de números precedidos de la letra S, indican las precauciones de seguridad recomendadas. Al igual que en el caso de las frases R, los números pueden ir separados por un guión o por una barra inclinada, según hagan referencia a afirmaciones independientes o se pretenda una frase combinada.

f) En el caso de sustancias irritantes, fácilmente inflamables, inflamables o comburentes, no será necesario indicar las frases S cuando el contenido del envase no exceda de 125 ml. Esta norma se aplicará también a las sustancias nocivas de igual contenido, cuando no se vendan al por menor al público en general.

g) Las indicaciones tales como "no tóxico", "inocuo", o cualquier otra indicación análoga no podrán figurar en la etiqueta ni en el envase de las sustancias sujetas a este reglamento.

h) El número CEE, en caso de estar asignado.

· Las dimensiones de la etiqueta deberán responder a los siguientes formatos en función de la capacidad del envase:

- Cada símbolo deberá ocupar por lo menos 1/10 parte de la superficie de la etiqueta, no siendo en ningún caso inferior a 1 cm^2.
- La etiqueta irá adherida en toda su superficie al envase que contenga directamente la sustancia.
- La etiqueta no será necesaria cuando las indicaciones previstas en el párrafo anterior están consignadas de forma visible en el propio envase.
- La presentación y color de la etiqueta o del envase, serán tales que el símbolo de peligro y el fondo sobre el que está impreso destaquen claramente.

· Las sustancias y preparados peligrosos sólo podrán comercializarse cuando los envases se ajusten a las condiciones siguientes:

- Estarán diseñados y fabricados de forma que no sean posibles pérdidas de contenido.
- Los materiales de fabricación de los envases y sus cierres no podrán ser atacados por el contenido, ni formar con éste combinaciones peligrosas.
- Los envases y los cierres habrán de ser fuertes y sólidos con el fin de impedir que se puedan aflojar y responderán de forma fiable a las exigencias de mantenimiento.
- Los recipientes con un sistema de cierre reutilizable se diseñarán de forma que pueda cerrarse el envase varias veces sin que se produzcan pérdidas en su contenido.
- Cualquiera que sea su capacidad, los recipientes que contengan sustancias vendidas al público en general o puestas a disposición de éste, etiquetados como "muy tóxicos", "tóxicos" o "corrosivos", dispondrán de un cierre de seguridad para niños y llevarán una indicación de peligro detectable por el tacto.

- Cualquiera que sea su capacidad, los recipientes que contengan sustancias de venta al público en general o puestas a disposición de éste, etiquetados como “nocivos”, “extremadamente inflamables” o “fácilmente inflamables”, deberán llevar una indicación de peligro detectable al tacto.

· Con el objetivo de informar a los profesionales para que tomen las medidas de protección adecuadas, el responsable de la comercialización de un producto químico deberá facilitar al consumidor una ficha de datos de seguridad que le será proporcionada de forma gratuita. Estas fichas incluirán obligatoriamente los siguientes epígrafes:

1. Identificación de la sustancia o preparado y el responsable de su comercialización.
2. Composición / información sobre los componentes.
3. Identificación de peligros.
4. Primeros auxilios.
5. Medidas de lucha contra incendios.
6. Medidas que deben tomarse en caso de vertido accidental.
7. Manipulación y mantenimiento.
8. Controles de exposición / protección individual.
9. Propiedades físico-químicas.
10. Estabilidad y reactividad.
11. Informaciones toxicológicas.
12. Informaciones ecológicas.
13. Consideraciones relativas a la eliminación.
14. Informaciones relativas al transporte.
15. Informaciones reglamentarias.
16. Otras informaciones.

CUADRO 1 (FRASES R)

NATURALEZA DE LOS RIESGOS ESPECÍFICOS ATRIBUIDOS A LAS SUSTANCIAS Y PREPARADOS PELIGROSOS			
R 1	Explosión en estado seco.	**R 6**	Peligro de explosión en contacto o sin contacto con el aire.
R 2	Riesgo de explosión por choque, fricción, fuego u otras fuentes de ignición.	**R 7**	Puede provocar incendios.
		R 8	Peligro de fuego en contacto con materiales combustibles.
R 3	Alto riesgo de explosión por choque, fricción, fuego u otras fuentes de ignición.	**R 9**	Peligro de explosión al mezclar con materias combustibles.
R 4	Forma compuestos metálicos explosivos muy sensibles.	**R 10**	Inflamable.
		R 11	Fácilmente inflamable.
R 5	Peligro de explosión en caso de calentamiento.	**R 12**	Extremadamente inflamable.
		R 14	Reacciona violentamente con el agua.

R 15 Reacciona con el agua liberando gases extremadamente inflamables.	**R 42** Posibilidad de sensibilización por inhalación.
R 16 Puede explosionar en mezcla con sustancias comburentes.	**R 43** Posibilidad de sensibilización en contacto con la piel.
R 17 Se inflama espontáneamente en contacto con el aire.	**R 44** Riesgo de explosión al calentarlo en ambiente confinado.
R 18 Al usarlo pueden formarse mezclas aire-vapor explosivas o inflamables.	**R 45** Puede causar cáncer.
R 19 Puede formar peróxidos explosivos.	**R 46** Puede causar alteraciones genéticas hereditarias.
R 20 Nocivo por inhalación.	**R 48** Riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada.
R 21 Nocivo en contacto con la piel.	**R 49** Puede causar cáncer por inhalación.
R 22 Nocivo por ingestión.	**R 50** Muy tóxico para los organismos acuáticos.
R 23 Tóxico por inhalación.	**R 51** Tóxico para los organismos acuáticos.
R 24 Tóxico en contacto con la piel.	**R 52** Nocivo para los organismos acuáticos.
R 25 Tóxico por ingestión.	**R 53** Puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático.
R 26 Muy tóxico por inhalación.	**R 54** Tóxico para la flora.
R 27 Muy tóxico en contacto con la piel.	**R 55** Tóxico para la fauna.
R 28 Muy tóxico por ingestión.	**R 56** Tóxico para los organismos del suelo.
R 29 En contacto con el agua libera gases tóxicos.	**R 57** Tóxico para las abejas.
R 30 Puede inflamarse fácilmente al usarlo.	**R 58** Puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente.
R 31 En contacto con ácidos libera gases tóxicos.	**R 59** Peligroso para la capa de ozono.
R 32 En contacto con ácidos libera gases muy tóxicos.	**R 60** Puede perjudicar la fertilidad.
R 33 Peligro de efectos acumulativos.	**R 61** Riesgo durante el embarazo de efectos adversos para el feto.
R 34 Provoca quemaduras.	**R 62** Posible riesgo de perjudicar la fertilidad.
R 35 Provoca quemaduras graves.	**R 63** Posible riesgo durante el embarazo de efectos adversos para el feto.
R 36 Irrita los ojos.	**R 64** Puede perjudicar a los niños alimentados con leche materna.
R 37 Irrita las vías respiratorias.	**R 65** Nocivo: Si se ingiere puede causar daño pulmonar.
R 38 Irrita la piel.	
R 39 Peligro de efectos irreversibles muy graves.	
R 40 Posibilidad de efectos irreversibles.	
R 41 Riesgo de lesiones oculares graves.	

CUADRO 2 (FRASES S)

CONSEJOS DE PRUDENCIA EN RELACIÓN CON EL USO DE SUSTANCIAS Y PREPARADOS PELIGROSOS	
S 1 Consérvese bajo llave.	**S 26** En caso de contacto con los ojos, lávense inmediata y abundantemente con agua y acúdase a un médico.
S 2 Manténgase fuera del alcance de los niños.	
S 3 Consérvese en lugar fresco.	
S 4 Manténgase fuera de locales habitados.	**S 27** Quítese inmediatamente la ropa manchada o salpicada.
S 5 Consérvese en... (líquido apropiado a especificar por el fabricante).	**S 28** En caso de contacto con la piel, lávese inmediata y abundantemente con.... (productos a especificar por el fabricante).
S 6 Consérvese en... (gas inerte apropiado a especificar por el fabricante).	**S 29** No tirar los residuos por el desagüe.
S 7 Manténgase el recipiente bien cerrado.	**S 30** No echar jamás agua a este producto.
S 8 Manténgase el recipiente en lugar seco.	**S 33** Evítese la acumulación de cargas electrostáticas.
S 9 Consérvese el recipiente en lugar bien ventilado.	**S 35** Elimínense los residuos del producto y sus recipientes con todas las precauciones posibles.
S 12 No cerrar el recipiente herméticamente.	**S 36** Úsese indumentaria protectora adecuada.
S 13 Manténgase lejos de alimentos, bebidas y piensos.	**S 37** Úsense guantes adecuados.
S 14 Consérvese lejos de... (materiales incompatibles a especificar por el fabricante).	**S 38** En caso de ventilación insuficiente, úsese equipo de respiración adecuado.
S 15 Conservar alejado del calor.	**S 39** Úsese protección para ojos y cara.
S 16 Conservar alejado de toda llama o fuente de chispas. No fumar.	**S 40** Para limpiar el suelo y los objetos contaminados por este producto úsese (a especificar por el fabricante).
S 17 Manténgase lejos de materiales combustibles.	**S 41** En caso de incendio y/o explosión, no respire los humos.
S 18 Manipúlese y ábrase el recipiente con prudencia.	**S 42** Durante las fumigaciones úsese equipo respiratorio adecuado.
S 20 No comer ni beber durante su utilización.	**S 43** En caso de incendio, utilizar...(los medios de extinción los debe especificar el fabricante). Si el agua aumenta el riesgo se deberá añadir “no usar nunca agua”.
S 21 No fumar durante su utilización.	
S 22 No respirar el polvo.	
S 23 No respirar los gases, humedades, vapores, aerosoles (denominación (es) adecuada (s) a especificar por el fabricante).	**S 45** En caso de accidente o malestar, acúdase inmediatamente al médico (si es posible muéstrele la etiqueta).
S 24 Evítese el contacto con la piel.	
S 25 Evítese el contacto con los ojos.	

S 46	En caso de ingestión, acúdase inmediatamente al médico y muéstrele la etiqueta o el envase.	**S 56**	Elimínese esta sustancia y su recipiente en un punto de recogida pública de residuos especiales o peligrosos.
S 47	Consérvese a una temperatura no superior a... (a especificar por el fabricante).	**S 57**	Utilícese un envase de seguridad adecuado para evitar la contaminación del medio ambiente.
S 48	Consérvese húmedo con... (medio apropiado a especificar por el fabricante).	**S 59**	Remítase al fabricante o proveedor para obtener información sobre su recuperación o reciclado.
S 49	Consérvese únicamente en el recipiente de origen.	**S 60**	Elimínese el producto y su recipiente como residuos peligrosos.
S 50	No mezclar con... (a especificar por el fabricante).	**S 61**	Evítese su liberación al medio ambiente, recábense instrucciones específicas de la ficha de datos de seguridad.
S 51	Úsese únicamente en lugares bien ventilados.	**S 62**	En caso de ingestión no provocar el vómito: acúdase inmediatamente al médico y muéstrele la etiqueta.
S 52	No usar sobre grandes superficies en locales habitados.		
S 53	Evítese la exposición – recábense instrucciones especiales antes de su uso.		

7. FATIGA FÍSICA POR MANEJO DE CARGAS

MEDIDAS PREVENTIVAS A ADOPTAR

En cada caso y para la prevención de los riesgos descritos se aplicarán las siguientes medidas preventivas:

- Los pesos que se manejen deben ser inferiores a 25 o 17 kg, según se trate de hombres o mujeres respectivamente, y se manipularán el menor número de veces posible. En cualquier caso, el peso y el tamaño de la carga serán adecuadas a las características individuales del trabajador.
- Se debe disponer de equipos apropiados para el levantamiento de cargas pesadas pero, en caso de que tengan que ser levantadas a mano, deberán seguirse las normas establecidas para levantar pesos manualmente, para lo cual se formará y se controlará que el personal las maneje correctamente.
- La forma y el volumen de las cargas serán las adecuadas para poder transportarlas fácilmente.
- Siempre hay que calcular el peso del objeto a cargar. Si es demasiado pesado, se debe tratar de buscar ayuda de personas o equipos mecánicos.
- Se evitarán las tareas de manejo de cargas que requieran esfuerzos prolongados o repetitivos que superen el 30% de la capacidad muscular máxima del trabajador.

- A modo de recomendación general, el mayor peso teórico manipulado debería ser de 25 kg, correspondiendo a la posición de la carga más favorable, es decir, pegada al cuerpo a una altura comprendida entre los codos y los nudillos. No obstante, si los trabajadores expuestos son mujeres, trabajadores jóvenes o mayores de 45 años, o si se quiere proteger a los trabajadores, no se deberían manejar cargas superiores a 15 kg.
- Siempre que sea posible, se diseñarán las tareas de forma que las cargas se manipulen sin efectuar giros del tronco.
- Se evitará manipular cargas en lugares donde el espacio vertical sea insuficiente.
- Los pavimentos serán regulares, sin discontinuidades que puedan hacer tropezar y permitirán un buen agarre del calzado de forma que se eviten riesgos por resbalones.
- Como norma general, es preferible manipular las cargas cerca del cuerpo, a una altura comprendida entre los codos y los nudillos pues, de esta forma, disminuye la tensión en la zona lumbar.
- Si las cargas que se van a manipular se encuentran en el suelo o cerca del mismo, se utilizarán las técnicas de manejo de cargas que permitan utilizar los músculos de piernas y brazos y no los de la espalda.
- Para levantar una carga se pueden seguir los siguientes pasos:

  - Planificar el levantamiento y solicitar ayuda de otras personas si el peso de la carga es excesivo.
  - No se deben adoptar posturas incómodas durante el levantamiento.
  - Sólo se manipularán cargas manualmente si esta tarea no se puede resolver por medio de la utilización de ayudas mecánicas.
  - Usar la vestimenta, el calzado y los equipos adecuados.
  - Separar los pies para proporcionar una postura estable y equilibrada para el levantamiento, colocando un pie más adelantado que el otro en la dirección del movimiento.
  - Doblar las piernas manteniendo en todo momento la espalda recta, y el mentón metido. No flexionar demasiado las rodillas, no girar el tronco ni adoptar posturas forzadas con el peso cogido.
    - ✓ Agarre firme:
      - Sujetar firmemente la carga empleando ambas manos y pegarlas al cuerpo.
      - Cuando sea necesario cambiar el agarre, hacerlo suavemente o apoyando la carga, ya que esta acción incrementa los riesgos.
    - ✓ Levantamiento suave:
      - Levantarse suavemente, extendiendo las piernas, manteniendo la espalda erguida. No dar tirones a la carga ni moverla de forma rápida o brusca.
    - ✓ Evitar giros:
      - Procurar no efectuar nunca giros; es preferible mover los pies para colocarse en la posición adecuada.
    - ✓ La carga se debe levantar pegada al cuerpo.

✓ Depositar la carga:
- Si hay que levantar mucho la carga, por ejemplo a la altura de los hombros o más, ésta se debe apoyar a medio camino para poder cambiar el agarre.
- Depositar la carga y después ajustarla si es necesario.
- Realizar levantamientos espaciados.

8. FATIGA FÍSICA PRODUCIDA POR LA POSICIÓN

MEDIDAS PREVENTIVAS A ADOPTAR

En cada caso y para la prevención de los riesgos descritos se aplicarán las siguientes medidas preventivas:

- De manera general, deberán evitarse trabajos que requieran posturas forzadas o extremas de algún segmento corporal, o el mantenimiento prolongado de cualquier postura.
- Las tareas deben permitir mantener la columna en posición recta, evitando inclinaciones o torsiones innecesarias, o superiores a 20º.
- Cualquier trabajo a realizar, durante un determinado periodo de tiempo, debe planificarse de tal manera que los brazos se mantengan por debajo del nivel del corazón.
- El calzado debe ser el adecuado (ancho, cómodo, sujeto por el talón…).
- Cuando el trabajo implica el uso de útiles con los que hay que mantener posturas forzadas de muñecas o de hombros, se deberá:
  - Diseñar o elegir adecuadamente los útiles de trabajo en función de las personas y sus características (que permitan que la muñeca permanezca recta).
  - Se deberán realizar reconocimientos médicos específicos para detectar lesiones osteoarticulares, musculares, etc.
- Cuando en el trabajo se realicen esfuerzos que produzcan fatiga física, los servicios médicos revisarán a los trabajadores para controlar la frecuencia cardiaca y el consumo metabólico del trabajo.
- El aumento de la frecuencia cardiaca durante la actividad laboral, con respecto a la frecuencia cardiaca en reposo, no debe ser mayor de 40 pulsaciones por minuto y, de superarse este valor, será preciso establecer pausas en la realización de las tareas.
- El consumo metabólico para una jornada laboral de 8 horas (40 semanales), no debería superar las 2.000 kcal/jornada y el 30-40% de su capacidad de trabajo, y en caso de rebasarse este valor, sería necesario establecer adecuadas y frecuentes pausas a lo largo de la jornada.

RIESGOS EN LOS LUGARES DE TRABAJO. CÓDIGOS DE FORMA

RIESGO DE ACCIDENTE

010 Caídas de personas a distinto nivel
020 Caídas de personas al mismo nivel
030 Caída de objetos por desplome o derrumbamiento
040 Caída de objetos en manipulación
050 Caída de objetos desprendidos
060 Pisadas sobre objetos
070 Choques contra objetos inmóviles
080 Choques contra objetos móviles
090 Golpes / cortes por máquinas, objetos o herramientas
100 Proyección de fragmentos o partículas
110 Atrapamiento por o entre objetos
120 Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos
130 Sobreesfuerzos
140 Exposición a temperaturas ambientales extremas
150 Contactos térmicos
161 Contactos eléctricos directos
162 Contactos eléctricos indirectos
170 Contactos a sustancias nocivas o tóxicas
180 Contactos con sustancias cáusticas y/o corrosivas
190 Exposición a radiaciones
200 Explosiones
211 Incendios. Foco de ignición
212 Incendios. Propagación
213 Incendios. Medios de lucha
214 Incendios. Evacuación
220 Accidentes causados por seres vivos
230 Atropellos o golpes con vehículos

RIESGO POR ENFERMEDAD PROFESIONAL

310 Exposición a contaminantes químicos
320 Exposición a contaminantes biológicos
330 Ruido
340 Vibraciones
350 Estrés térmico
360 Radiaciones ionizantes
370 Radiaciones no ionizantes
380 Iluminación

FATIGA

410 Física. Posición
420 Física. Desplazamiento
430 Física. Esfuerzo
440 Física. Manejo de cargas
450 Mental. Recepción de la información
460 Mental. Tratamiento de la información
470 Mental. Respuesta
480 Fatiga crónica

INSATISFACCIÓN

510 Contenido
520 Monotonía
530 Roles
540 Autonomía
550 Comunicaciones
560 Relaciones
570 Tiempo de trabajo

Normativa

Y BIBLIOGRAFÍA

NORMATIVA APLICABLE

- ✓ **Decreto 80/1998,** de 14 de mayo de la Consejería de Sanidad y Servicios Sociales, por el que se regulan las condiciones higiénico-sanitarias de piscinas de uso colectivo. (Publicado en el Boletín Oficial de la Comunidad de Madrid nº 124 de 27 de mayo de 1998).
- ✓ **Ordenanza Reguladora de las condiciones higiénico-sanitarias, técnicas y de seguridad** de las piscinas de fecha 28 de enero de 1999. (Publicada en el Boletín Oficial de la Comunidad de Madrid nº 45 de 23 de febrero de 1999).
- ✓ **Decreto 128/1989,** de 20 de diciembre, de la Consejería de Presidencia, por el que se regulan las condiciones higiénico-sanitarias y de seguridad de los Parques Acuáticos. (Publicada en el Boletín Oficial de la Comunidad de Madrid, nº 3, de 4 de enero de 1990, y rectificada en el boletín nº 40, de 16 de febrero de 1990).
- ✓ **Real Decreto 865/2003,** de 4 de julio, que establece criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la Legionelosis.
- ✓ **Real Decreto 1078/93** sobre productos químicos.
- ✓ **Decreto 341/1999,** de la Comunidad de Madrid estableciendo el Reglamento de Prevención contra incendios.
- ✓ **Real Decreto 379/2001**, relativo al almacenamiento de productos químicos.
- ✓ **Reglamento electrotécnico de Baja Tensión.** Ministerio de Industria y Energía.
- ✓ **Métodos Oficiales de Análisis Tomo II,** Madrid, 1994. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- ✓ **Norma APHS 2320.** Métodos normalizados, para el análisis de aguas potables y residuales. Editorial Díaz de Santos 1992.
- ✓ **Métodos oficiales y recomendados por el Centro de Investigación y Control de Calidad.** Ministerio de Sanidad y Consumo. Secretaría General para el consumo. Dirección General de Control y Análisis de la Calidad.
- ✓ **Norma Experimental UNE-ENV 13269:** "Guía para la preparación de contratos de mantenimiento".
- ✓ **Norma UNE-EN 13306.** Terminología del mantenimiento.
- ✓ **Normativa RAQ MIE APQ-6,** de materiales corrosivos.
- ✓ **RAQ.** Reglamento de almacenamiento de productos químicos e itc.
- ✓ **RITE.** Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios e itc.
- ✓ **RBTE.** Reglamento electrotécnico para baja tensión e itc.
- ✓ **NTE.** Normas básicas de la edificación.
- ✓ **RII.** Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.
- ✓ **RIEI.** Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.

En materia de Prevención de Riesgos Laborales:

Normativa existente **anterior a la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.**

- ✓ **Real Decreto 1942/1993,** de 5 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios.
- ✓ **Real Decreto 363/1995,** de 10 de abril, sobre notificación de sustancias y clasificado, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas.
- ✓ **Real Decreto 1078/1993,** de 2 de julio, por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos.
- ✓ **Real Decreto 668/1990,** de 8 de febrero, sobre almacenamiento de productos químicos. ITC MIE APQ 001 sobre almacenamiento de líquidos inflamables.
- ✓ **Real Decreto 2413/1973,** de 20 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT).
- ✓ **Real Decreto 341/1999,** de 23 de diciembre, por el que se aprueba el reglamento de Prevención de Incendios de la Comunidad de Madrid.
- ✓ **Real Decreto 1316/1989,** de 27 de octubre, sobre protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo.
- ✓ **Real Decreto 1495/1986,** del 26 de mayo, por el que se aprueba el reglamento de seguridad en las Máquinas.

Normativa existente a partir de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales

- ✓ **Ley 31/1995,** de Prevención de Riesgos Laborales, de 8 de noviembre.
- ✓ **Real Decreto 39/1997,** del 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- ✓ **Real Decreto 1215/1997,** de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- ✓ **Real Decreto 485/1997,** de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- ✓ **Real Decreto 486/1997,** de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- ✓ **Real Decreto 773/1997,** de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización de equipos de protección individual.
- ✓ **Real Decreto 487/1997,** de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañen riesgos, en particular dorsolumbares, a los trabajadores.
- ✓ **Real Decreto 664/1997,** de 12 de mayo, sobre protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.
- ✓ **Real Decreto 665/1997,** de 12 de mayo, sobre protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.

- ✓ **Real Decreto 374/2001,** de 6 de abril, sobre protección de la seguridad y la salud de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
- ✓ **Real Decreto 614/2001,** de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la seguridad y la salud de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- ✓ **Real Decreto 786/2001,** de 6 de julio, por el que se aprueba el reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- ✓ **Real Decreto 2177/1996,** de 4 de octubre, por el que se aprueba la Norma Básica de Edificación "NBE-CPI/1996 de Condiciones de Protección contra Incendios en los Edificios".
- ✓ **Real Decreto 1751/1998,** de 31 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Técnicas en los Edificios (RITE), y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.

BIBLIOGRAFÍA

- BAYROL, *Seminario de formación.* 2001.
- BURRIEL, F.; LUCENA, F. y ARRIBAS, S. *Química analítica cualitativa,* 6ª edición, 1967. Editorial Paraninfo. Madrid.
- CATALÁN, J. *Química del agua,* 1ª edición, 1969. Editorial Blume. Madrid.
- HANNA INSTRUMENTS, *Piscinas. Manual de mantenimiento,* 2ª edición, 2001.

PLAN DE FORMACIÓN
CONSEJERÍA DE DEPORTES

I.S.B.N.: 978-84-451-3165-1
9 788445 131657