

Madrid,  
de comunicaciones

por satélite  
nodo  
Madrid, nodo

de comunicaciones  
de comunicaciones  
por satélite

comu-  
nica-  
Madrid, nodo,

de comunicaciones  
por satélite  
ciones

Madrid, nodo  
de comunicaciones  
por

por satélite  
satélite

madri+d

# Madrid, nodo de comunicaciones por satélite

---

madriod



Dirección General de Investigación  
CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN

**Comunidad de Madrid**



**Biblioteca Virtual**

CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN  
**Comunidad de Madrid**

Esta versión digital de la obra impresa forma parte de la Biblioteca Virtual de la Consejería de Educación de la Comunidad de Madrid y las condiciones de su distribución y difusión de encuentran amparadas por el marco legal de la misma.

[www.madrid.org/edupubli](http://www.madrid.org/edupubli)

[edupubli@madrid.org](mailto:edupubli@madrid.org)

Coordinador: César Rico

Colaboradores: Revista BIT  
(Colegio Oficial y Asociación Española de Ingenieros de Telecomunicación)

© Los autores: Comunidad de Madrid

Maquetación: Cromotex

Imprime: BOCM (Boletín Oficial Comunidad de Madrid)

Edita: Dirección General de Investigación,  
Consejería de Educación,  
Comunidad de Madrid

Depósito legal: M-48.737-2001

I.S.B.N.: 84-451-2152-9

m adri+ d

## AUTORES

**JORGE DEZA ENRÍQUEZ**  
DIRECTOR DEL DPTO. DE TELECOMUNICACIONES.  
SENER

**ÁNGEL DÍEZ DE FRUTOS**  
SUBDIRECCIÓN GENERAL DE PLANIFICACIÓN  
Y GESTIÓN DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO

**J. L. ESPINO**  
INSTITUTO UNIVERSITARIO DE MICROGRAVEDAD "IGNACIO  
DA RIVA" (IDR/UPM),  
E.T.S.I. AERONÁUTICOS, UNIVERSIDAD POLITÉCNICA  
DE MADRID

**JOSÉ FABIÁN PLAZA**  
PRESIDENTE DE INFOGLOBAL

**FERNANDO FERNÁNDEZ-TAPIAS**  
PRESIDENTE DE CEIM  
CONFEDERACIÓN EMPRESARIAL DE MADRID-CEOE

**LUÍS GARCÍA ECHEGOYEN**  
CONSEJERO-DELEGADO  
ALCATEL ESPACIO

**LUIS MIGUEL GARCÍA SÁNCHEZ**  
CONSEJERO-DELEGADO  
TELEFÓNICA SISTEMAS AUDIOVISUALES

**SANTIAGO HERNÁNDEZ ARIÑO**  
DIRECTOR DEL PROGRAMA GALILEO.  
SENER

**JAVIER HERRERO**  
DIRECTOR DE TECNOLOGÍA Y EXPLOTACIÓN  
ALARCOS TELECOMUNICACIONES 2000

**JAVIER IZQUIERDO.**  
DIRECTOR DE OPERACIONES  
TELEFÓNICA SISTEMAS AUDIOVISUALES

**JOSÉ MANUEL LECETA GARCÍA**  
DIRECCIÓN DE PROGRAMAS ESTRATÉGICOS,  
CDTI

**PASCUAL MENÉNDEZ**  
DIRECTOR DE ESTRATEGIA Y DESARROLLO  
HISPASAT, S.A.

**JUAN M. MENESES CHAUS**  
ADJUNTO AL VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN  
Y RELACIONES INSTITUCIONALES  
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

**J. MESEGUER**  
INSTITUTO UNIVERSITARIO DE MICROGRAVEDAD "IGNACIO  
DA RIVA" (IDR/UPM),  
E.T.S.I. AERONÁUTICOS, UNIVERSIDAD POLITÉCNICA  
DE MADRID

**MIGUEL ÁNGEL PANDURO**  
DIRECTOR DE SERVICIOS Y SISTEMAS  
HISPASAT

**FÉLIX PÉREZ**  
DIRECTOR DEL DEPARTAMENTO DE SEÑALES,  
SISTEMAS Y RADIOCOMUNICACIONES, E.T.S.I.T. (UPM)

**LUIS DEL POZO**  
DIRECTOR  
IDETRA SA

**A. SANZ**  
INSTITUTO UNIVERSITARIO DE MICROGRAVEDAD "IGNACIO  
DA RIVA" (IDR/UPM),  
E.T.S.I. AERONÁUTICOS, UNIVERSIDAD POLITÉCNICA  
DE MADRID

**JULIÁN SESEÑA**  
VICEPRESIDENTE SFS UNIÓN INTERNACIONAL  
TELECOMUNICACIONES  
TELEDESIC COMMUNICATIONS SPAIN

**FRANCISCO VILA**  
DIRECTOR DIVISIÓN ESPACIO.  
RYMSA

COORDINADOR  
**CÉSAR RICO**

<b>Prólogo</b>	11
<i>Alberto Ruiz Gallardón, Presidente de la Comunidad de Madrid</i>	
<b>Presentaciones</b>	15
<i>Carlos Mayor Oreja, Consejero de Educación de la Comunidad de Madrid</i> <i>Teresa Calatayud Prieto, Directora General de Investigación de la Comunidad de Madrid</i>	
<b>Introducción</b>	21
Telecomunicaciones y Navegación por Satélite en la Comunidad de Madrid	
<b>CAPÍTULO 1. Satélites de comunicaciones</b>	25
Radiocomunicaciones por satélite El satélite como soporte para la innovación en productos y servicios Hispasat Los sistemas de satélites no geoestacionarios	
<b>CAPÍTULO 2. Navegación por satélite</b>	59
Navegación por satélite: Evolución, tendencias tecnológicas y aplicaciones Estrategia europea en los sistemas de posicionamiento y navegación por satélite. Los programas EGNOS y GALILEO	
<b>CAPÍTULO 3. Infraestructuras</b>	83
Infraestructuras para las comunicaciones por satélite. Inventario de Estaciones en la Comunidad de Madrid	
<b>CAPÍTULO 4. Servicios vía satélite</b>	91
Los servicios tradicionales La nueva "edad de oro" del satélite. Servicios avanzados IP de Banda Ancha	
<b>CAPÍTULO 5. Actividades de I+D</b>	107
La contribución de la Agencia Espacial Europea a las Telecomunicaciones y a la Navegación por satélite Proyectos realizados en la Universidad. El Satélite UPM Las relaciones Universidad-Empresa, generadoras de conocimiento	
<b>CAPÍTULO 6. La industria</b>	129
Industria y tecnología en el sector espacial de telecomunicaciones Panorámica de la industria madrileña de telecomunicaciones por satélite	
<b>CAPÍTULO 7. Los usuarios</b>	143
Principales usos del ancho de banda satelital	
<b>CAPÍTULO 8. Medidas dinamizadoras</b>	151
Los clusters en la economía del conocimiento La importancia del cluster de las telecomunicaciones y aeroespacial en la Comunidad de Madrid. Una apuesta estratégica del sector empresarial	
<b>Anexo</b>	165
Fichas resumen de las empresas citadas en el texto	



# PRÓLOGO

---



# **Prólogo del Presidente de la Comunidad de Madrid**

---

Es suficientemente conocido que en la Comunidad Autónoma de Madrid uno de los sectores tecnológicos importantes es el aeroespacial, tanto el subsector aeronáutico como el espacial, y ambos con dos orientaciones diferenciadas, como son el mercado civil y el militar. De hecho existe un cluster específico, aprovechando, entre otras cuestiones, la existencia de importantes implantaciones en la zona Norte (especialmente en Tres Cantos) y en el corredor del Henares. Igual ocurre con el sector de las telecomunicaciones, donde un porcentaje muy elevado de los operadores de ámbito nacional y de los fabricantes de equipos, con sus centros de I+D, están ubicados en la Comunidad, y donde, como corresponde a la capital de la nación, el grado de utilización de los diferentes servicios es superior a la media del país.

En estas circunstancias es natural que subsectores que están a caballo de ambos, con fronteras difíciles de definir, como son las telecomunicaciones y la navegación por satélite, tengan un desarrollo claro en nuestra Región, aunque, al contrario de los dos casos anteriores, sea un aspecto poco conocido y por tanto no valorado por la sociedad. Por ello, la iniciativa de la Revista BIT de dar a conocer las capacidades existentes en este campo, físicamente localizadas en un radio de 40 km alrededor de Madrid, merece nuestro apoyo.

Como ejemplo de esa realidad, basta recordar que Arganda del Rey, de amplia tradición radioeléctrica, cuenta hoy con el Centro de Control de Satélites de Hispasat, y los "hubs" o estaciones terrenas de Retevisión; Robledo de Chavela, con la estación de la NASA; Villafranca del Castillo con la Estación de Seguimiento de Satélites de la Agencia Espacial Europea (ESA); Buitrago con la Estación asociada al INTA; Torrejón de Ardoz con el Centro de Tratamiento de Imágenes de la Unión Europea Occidental; Prado del Rey con las instalaciones de RTVE; la Ciudad de la Imagen, con los telepuertos de Telefónica y otras operadoras, además del propio Madrid, que también cuenta con importantes instalaciones, son los principales enclaves para el control y la explotación de los satélites que nos rodean.

Desde el planteamiento del Gobierno de la Comunidad de Madrid no hay que olvidar que uno de los objetivos prioritarios es la creación de empleo. Nos hemos comprometido a crear 225.000 nuevos empleos entre 1999 y 2003, y posibles formas de conseguirlo consisten en aprovechar las oportunidades que brindan las nuevas tecnologías para la creación de nuevas empresas o mediante el establecimiento del entramado adecuado para que resulte atractivo a las empresas foráneas instalarse en la Comunidad. Por eso, con ese enfoque, destacaría los aspectos siguientes:

**Posibilidades que brinda Hispasat.** Desde 1989, España cuenta con un operador de satélite español, Hispasat, empresa privada constituida por Retevisión, Telefónica, BBVA, INTA y SEPI/CDTI, es decir, con capital totalmente español. Con los sucesivos satélites puestos en órbita desde 1993, se dispone del mejor sistema para dar cobertura a España y Portugal, siendo además el primer satélite europeo en ofrecer capacidad trasatlántica, permitiendo la cobertura de todos los países iberoamericanos y Estados Unidos. Y todo ello sin incluir a los futuros satélites en la nueva posición orbital concedida a Hispasat.

Disponer en la Comunidad de Madrid de industria e infraestructuras de emisión y distribución de contenidos vía satélite, como es el caso de Hispasat, puede convertir a la Comunidad en el centro neurálgico del sector industrial de desarrollo de contenidos multimedia para las redes de banda ancha. Si añadimos otras facilidades, y valoramos y explotamos adecuadamente nuestra mayor riqueza, el idioma común, tenemos la obligación de constituirnos en el punto de unión virtual entre Europa y América, con todas las aplicaciones y servicios que las nuevas tecnologías permiten, de manera que se pueda emular al puerto de Cádiz, cuando era el punto de paso y referente comercial con el continente americano.

**El Proyecto Galileo.** Además, en el tema de los satélites, cada día surgen nuevas posibilidades, en las que la Administración española cree firmemente. Un ejemplo puede estar en la navegación por satélite. Es significativo que al programa Galileo, recientemente puesto en marcha en la Unión Europea, España aporte un 11% al proyecto, cuando nuestra contribución típica media a los programas de la Agencia Espacial se sitúa alrededor del 4%. Para obtener el retorno adecuado, AENA, CASA, GMV, HISPASAT, INDRA y SENER han constituido el consorcio "Galileo Sistemas y Servicios" (GSS) con el objetivo de promover el desarrollo, la operación y la explotación comercial de aplicaciones y servicios basados en el futuro sistema de navegación por satélite europeo.

Es seguro que esta nueva generación de GPS permitirá un sinfín de aplicaciones y con ello la aparición de empresas de desarrollo de software, terreno propicio para jóvenes emprendedores formados en las diversas Universidades con que cuenta la Comunidad, por lo que estamos dispuestos a favorecer la puesta en marcha de esas iniciativas. Esa labor será más fácil si las instituciones públicas y privadas somos capaces de estimular la colaboración entre las empresas, centros de formación e instituciones afectadas, para que se comporten como un auténtico cluster.

**Entorno favorable.** Lo anteriormente descrito indica ya algo sobre la existencia en esta zona de factores que estimulan este tipo de actividades. A ello habría que añadir la presencia de importantes centros fabriles de los dos grandes consorcios europeos, Alcatel Space y Astrium, amén de un número considerable de empresas independientes, de tamaño variable, en los diferentes eslabones de la cadena de valor de las actividades comentadas.

**Momento oportuno.** Las telecomunicaciones por satélite no sólo han desempeñado un papel hegemónico en la distribución de las señales de televisión, sino que muchas de las grandes empresas españolas, públicas y privadas, han configurado vía satélite sus redes corporativas, estando alguna de ellas entre las mayores redes VSAT de Europa. Pero en estos momentos, con la explotación de los servicios en régimen de competencia, el abaratamiento esperado de los equipos por las economías de escala que la televisión digital por satélite permitirá alcanzar, por la necesidad de disponer de soluciones de banda ancha para acceder a internet, la convergencia con tecnologías IP, etc., están configurando un escenario diferente donde nuevas oportunidades de negocio son posibles para ofrecer servicios y aplicaciones que permitan a España avanzar en la consolidación de la Sociedad de la Información.

ALBERTO RUIZ GALLARDÓN  
PRESIDENTE DE LA COMUNIDAD DE MADRID

# PRESENTACIONES

---

**Presentación  
del Consejero de Educación  
de la Comunidad de Madrid**

---

**DESARROLLO REGIONAL BASADO EN LA COOPERACIÓN**

El apoyo a la creación de entornos que faciliten el acceso a la información, y más que a la información, al conocimiento, es una de las razones últimas de las políticas regionales de innovación.

Esta consideración no cuestiona el hecho de que el desarrollo científico y el mercado son cada vez más, de ámbito mundial. Podría decirse pues, que la estrategia regional de apoyo a la innovación se orienta a cooperar e innovar localmente para competir globalmente.

La administración regional tiene un genuino papel en aquellas actividades, donde la interacción directa y sistemática entre los agentes es factor determinante para su desarrollo, entre las que se encuentra:

1. La promoción de la cooperación
2. La promoción de una cultura científico-tecnológica y proclive a la innovación
3. El apoyo a las estrategias de investigación e innovación de las universidades y OPIs.
4. El contacto directo con las empresas, sobre todos las PYMES, debido a un conocimiento más exacto de sus necesidades de innovación
5. El fomento de la movilidad del personal investigador.
6. El impulso a la financiación de la innovación
7. La definición de necesidades de infraestructuras de soporte a la innovación, tales como centros tecnológicos, parques científicos, incubadoras de empresas, infraestructuras virtuales, etc.
8. El acceso a la información y estímulo a la creación de conocimiento.

Las universidades y Organismos Públicos de Investigación (OPIs) deben saber buscar la excelencia a nivel mundial. La única comparación posible para establecer un alto nivel de calidad es la internacional. Por ello tienen que ser capaces de atraer y retener a los mejores profesores e investigadores.

Las empresas, universidades, OPIs, estructuras de intermediación y órganos de la administración deben cooperar entre sí a los efectos de evitar duplicidades de esfuerzos y aprovechar las complementariedades existentes.

La proximidad geográfica y cultural es, como se ha señalado, un factor que incrementa las oportunidades de cooperación al propiciar el fomento de redes de relaciones entre los agentes y, en ese sentido, la administración regional puede jugar un importante papel a la hora de fomentar plataformas de encuentro y comunicación.

El sector de telecomunicaciones y espacio es un buen ejemplo de lo dicho anteriormente y ni podemos ni debemos dejar pasar las oportunidades que este ofrece a la región de Madrid.

CARLOS MAYOR OREJA  
CONSEJERO DE EDUCACIÓN  
DE LA COMUNIDAD DE MADRID

**Presentación de la  
Directora General de Investigación  
de la Comunidad de Madrid**

---

**MADRID, CENTRO DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN**

El 19 de mayo de 1998 el Boletín Oficial de la Comunidad de Madrid publicaba la Ley 5/1998, de 7 de Mayo, de Fomento de la Investigación Científica y la Innovación Tecnológica (LEFICIT), aprobada por unanimidad en la Asamblea de la Comunidad de Madrid.

La creación y gestión del conocimiento es la seña de identidad histórica de la región de Madrid. Desde su designación por Felipe II como sede de la corte, la ciudad ha albergado las más importantes instituciones científicas y una permanente República de Sabios dedicada a la enseñanza y la investigación. Hoy como ayer, el bienestar ciudadano, tanto como la creación de riqueza y empleo, siguen siendo objetivos vinculados al desarrollo de la actividad científica.

En este sentido la LEFICIT se apoya en cuatro pilares: En primer lugar, el fomento de la investigación de calidad. En segundo, el apoyo a los procesos de innovación, en especial, acercando los centros públicos de investigación a la empresa. En tercer lugar, la promoción de una cultura científica en todos los ámbitos, que permita la comprensión del papel social de la ciencia. Y en cuarto lugar, la plena incorporación de la Comunidad de Madrid a los ejes de la política de investigación e innovación de la Unión Europea.

En una Región como Madrid, dotada históricamente de elevados recursos científicos y tecnológicos procedentes de las distintas universidades, centros de investigación y grandes empresas, se dan las condiciones adecuadas para hacer del conocimiento el elemento diferencial de su sociedad y economía, soporte de su competitividad territorial y fundamento del bienestar de los madrileños, pero, con mucha frecuencia, el sistema regional de ciencia, tecnología y sociedad muestra las típicas debilidades, que el Libro Verde de la Innovación identificó para gran parte de Europa, dificultándose la consecución de estos objetivos.

La ciencia y la tecnología han adquirido en los últimos tiempos una dimensión que supera el entorno público y universitario en el que tradicionalmente se han venido desarrollando. Los medios de comunicación se hacen eco cada día en mayor medida de los descubrimientos científicos, y las revistas de divulgación científico-tecnológicas han despertado el interés de los ciudadanos, especialmente de los jóvenes. Y es que la investigación ha dejado de ser una actividad de laboratorio, aislada de la realidad social, para entrar de lleno en la vida cotidiana. El ciudadano ha tomado conciencia de la importancia que la investigación y la tecnología tienen para el desarrollo futuro, como elementos de transformación de la sociedad.

Madrid ha sido, es y debe seguir siendo, uno de los principales centros creadores y difusores de ciencia y tecnología de Europa. En la actual sociedad del conocimiento, este activo se convierte en una de sus principales capacidades para crear empleo, generar inversiones y mejorar la calidad de vida de los madrileños.

TERESA CALATAYUD PRIETO  
DIRECTORA GENERAL DE INVESTIGACIÓN  
DE LA COMUNIDAD DE MADRID





# INTRODUCCIÓN

---

**Comunicaciones  
y navegación por satélite  
en la Comunidad de Madrid**

---

La génesis de este volumen de la colección madri+d, de la Dirección General de Investigación de la Comunidad de Madrid, ha sido atípica, por lo que conviene comenzar con una explicación. El Colegio Oficial y la Asociación Española de Ingenieros de Telecomunicación (COIT-AEIT) publican, con periodicidad bimestral, BIT, revista profesional de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones que, entre otros clientes, se envía a los casi 11.000 ingenieros de telecomunicación colegiados. Por la naturaleza de la publicación, en cada número, junto a otros temas técnicos de actualidad, se incluye un informe monográfico, compuesto por cinco o seis artículos sobre el “estado del arte”, cuando el tema elegido lo permite.

Así, en el número 127, publicado el 1 de julio de 2001, se incluyó el informe “Telecomunicaciones y Navegación por Satélite” por las posibilidades que brindan las nuevas aplicaciones de estas tecnologías. Al preparar la documentación, comprobamos el destacadísimo papel de la Comunidad de Madrid, dada la gran concentración de infraestructuras, proveedores y operadores existentes en un radio de 40 kilómetros alrededor de la capital, hasta el extremo de constituir una de las principales de Europa, hecho, por otra parte, sólo conocido por los expertos en este campo.

Al comentar con Miguel Vergara, vocal también de la Junta de Gobierno del COIT-AEIT, las posibilidades de potenciar este “cluster espontáneo”, sugirió celebrar una reunión con la dirección de Investigación de la Comunidad. Así se hizo, y en pocos minutos, por el entusiasmo del entonces Director de I+D, Francisco J. Rubia Vila, del Director de Programas, Alfonso González Hermoso de Mendoza y del propio decano del COIT, Enrique Gutiérrez Bueno, me sentí obligado a aceptar la preparación de este volumen que ahora se presenta.

Como es natural, en él se han incluido algunas de las aportaciones del monográfico original, más otras necesarias para ofrecer una visión global sobre las capacidades existentes en Madrid, en materia de telecomunicaciones y navegación por satélite, desde todos los aspectos: investigación, desarrollo, fabricación, operación de satélites y estaciones, prestación de servicios, etc., así como otros relativos a la importancia de los clusters, con la intención de que sirvan de estímulo para nuevas iniciativas y para acciones conjuntas entre los diversos agentes, en beneficio de todos. Hemos tenido la suerte de haber contado con un plantel de especialistas del máximo nivel y que, además, el propio Presidente de la Comunidad, Alberto Ruiz Gallardón, haya prologado la obra.

Estos autores, a los que reitero mi agradecimiento, en nombre propio y también del resto del equipo de BIT, y de las instituciones que han hecho posible su publicación, tanto en soporte papel como en CD-Rom (Comunidad de Madrid y COIT, respectivamente) son los que dan valor al documento, y para dejar constancia de ello se citan a continuación:

#### **Prólogo**

Alberto Ruiz Gallardón, Presidente de la Comunidad de Madrid.

#### **Presentación**

Carlos Mayor Oreja, Consejero de Educación de la Comunidad de Madrid.

Teresa Calatayud Prieto, Directora General de Investigación de la Comunidad de Madrid.

#### **Autores de los artículos (por orden alfabético)**

Jorge Deza, Ángel Díez de Frutos, J. Espino, Fernando Fernández-Tapias, Luis García Echegoyen, Luis Miguel García Sánchez, Santiago Hernández, Javier Herrero, Javier Izquierdo, José Manuel Leceta, Pascual Menéndez, Juan J. Meneses, J. Meseguer, Félix Pérez, Miguel Ángel Panduro, José Fabián Plaza, Luis del Pozo, A. Sanz, Julián Seseña, Francisco Vila.



# **CAPÍTULO 1.**

## **Satélites de comunicaciones**

---

# Radiocomunicaciones por satélite

---

ÁNGEL DíEZ DE FRUTOS

SUBDIRECCIÓN GENERAL DE PLANIFICACIÓN  
Y GESTIÓN DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO

La Secretaría de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información del Ministerio de Ciencia y Tecnología tiene entre sus competencias la planificación, gestión y control de los recursos órbita–espectro necesarios para las radiocomunicaciones por satélite, incluyendo el otorgamiento de los títulos habilitantes para el segmento espacial (satélites de comunicaciones), y el otorgamiento de las concesiones de dominio público radioeléctrico para el establecimiento y explotación de redes de telecomunicaciones por satélite, todo ello según la Ley General de Telecomunicaciones 11/1998 de 24 de abril, y sus desarrollos reglamentarios. La Secretaría de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información actúa como Administración de Telecomunicaciones española ante la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), y ante la Conferencia de Administraciones Postales y de Telecomunicaciones (CEPT), entre otros organismos internacionales. Esta contribución pretende dar una breve exposición de los nuevos sistemas y servicios de telecomunicaciones por satélite, incidiendo a continuación en los ámbitos de reglamentación internacional y nacional de los mismos, así como en los trabajos de armonización a escala europea actualmente en curso.



## PANORÁMICA ACTUAL DE LAS TELECOMUNICACIONES POR SATÉLITE

El mundo de las telecomunicaciones por satélite se ha caracterizado siempre por un número limitado de operadores grandes, por la presencia de consorcios internacionales (Intelsat, Inmarsat, Eutelsat) que recientemente se han privatizado, y por fuertes relaciones con el ámbito militar. En la actualidad se ha impuesto la tecnología digital en la práctica totalidad de los sistemas de telecomunicaciones por satélite, quedando reducidas a un mínimo las transmisiones analógicas. En los últimos cinco años ha habido un desarrollo notable de sistemas de radiocomunicación por satélite para radiodifusión digital directa de TV y audio, comunicaciones móviles de banda estrecha, y novedosos proyectos de comunicaciones fijas de banda ancha, utilizando tanto satélites geoestacionarios como no geoestacionarios. Hasta ahora el grueso de la actividad espacial de comunicaciones se proporcionaba con satélites geoestacionarios, como los 1A-1B y 1C de HISPASAT, este último puesto en servicio en febrero de 2000.

Según un informe de Euroconsult, la capacidad de satélite expresada en transpondedores de 36 MHz en bandas C y Ku que en 1996 era de 4.653, crecerá hasta 9.044 en 2006, al tiempo que el número de estaciones terrenas (sin contar las de TV) crecerá de 51.450 en 1996 a 1.450.000 en 2006. La banda Ka que presenta propiedades notables para la interactividad, se está empezando a explotar ya.

Todos los sistemas de satélite están dirigidos a zonas urbanas, suburbanas y rurales que no estén conectadas a infraestructuras terrenales adecuadas, o cuya cobertura no resulta económica con la infraestructura tradicional.

### SISTEMAS NO GEOESTACIONARIOS

Entre los sistemas no geoestacionarios cabe destacar la propuesta GMPCS (Global Mobile Personal Communications by Satellite) para servicios móviles de comunicaciones de banda estrecha que constituye la primera generación de constelaciones LEO, así como las constelaciones de segunda generación que incluirán capacidades de banda ancha en servicios fijos por satélite (SFS).

Los proyectos más destacados de GMPCS son Iridium, Globalstar e ICO. Iridium que fue propuesto por Motorola, obtuvo licencia de construcción de la FCC (Federal Communications Commission) de Estados Unidos en 1995. Consta de 66 satélites de órbita baja (LEO) a 780 km de altura en trayectorias casi polares, por lo que cubre la totalidad de la tierra. La red espacial se mueve mucho más deprisa que el terminal del usuario. Los satélites tienen procesamiento y conmutación a bordo, y se comunican entre sí mediante canales de alta capacidad, por lo que sólo precisan de un número limitado de estaciones terrenas de interconexión (en Europa sólo hay una estación terrena en Italia). Las comunicaciones entre satélites y terminales se realizan en la banda L (1621.3-1626.5 MHz). Además de telefonía móvil, estaba previsto servicio de datos y fax hasta 2.4 Kbps. Iridium dispone de licencia individual en España, y entró en funcionamiento en noviembre de 1998. Debido a dificultades financieras importantes decidió interrumpir el servicio en agosto de 2000. Sin embargo ha sido adquirido por otro grupo que está intentando redefinir el servicio en 2001.

Globalstar ha sido diseñado para proporcionar telefonía móvil en una franja dentro de los paralelos 69° Norte y Sur, y utiliza 48 satélites LEO a 1.410 km de altura. No tienen procesamiento a bordo ni conexión entre satélites, por lo que necesitan de unas 50 estaciones terrenas en todo el mundo. El enlace con los móviles se hace en banda L (ascendente) y banda S (descendente) mediante acceso múltiple por división de código (CDMA), y con las estaciones terrenas en banda C. La comunicación entre dos terminales móviles no puede hacerse directamente, al necesitar realizar la conmutación en tierra. Su arquitectura es similar a la de GSM, en que los satélites serían estaciones base. Representa una extensión de las redes GSM terrestres, realizando un papel complementario. Además de telefonía móvil puede proporcionar mensajería, fax y datos hasta 9.6 Kbps. El sistema está en la actualidad en funcionamiento, habiéndosele concedido licencia individual para operar en España.

El proyecto ICO consiste en una constelación de 10 satélites en órbita MEO a 10.335 km de altura, sin procesamiento de señal ni conmutación a bordo. El inicio del servicio previsto para

2001 no se ha podido cumplir, siendo ahora la fecha más probable finales de 2003. El servicio está siendo redefinido para concentrarse en datos más que en telefonía móvil.

Dentro de los sistemas de banda ancha del Servicio Fijo por Satélite hay que citar los proyectos Teledesic y Skybridge, orientados principalmente a servicios interactivos de datos y video de banda ancha, en que se podría destacar Internet de alta velocidad, videoconferencia y multimedia.

El proyecto de Teledesic previsto para 2004 consiste en una constelación de satélites de órbita baja (LEO) y prevé proporcionar conexiones digitales de alta calidad con estaciones terrenas de bajo coste, situadas en cualquier parte de la superficie terrestre, operando en banda Ka (20-30 GHz), con unas necesidades de espectro de 500 + 500 MHz.

A su vez Skybridge que suele definirse a sí mismo como un sistema de bucle local inalámbrico de banda ancha, utilizará una constelación de 64 satélites LEO que enlazará usuarios profesionales y residenciales dotados de terminales de bajo coste. Skybridge operará en la banda Ku, con unas necesidades de espectro superiores a 1 Gigahertzio en cada uno de los sentidos de transmisión, y está previsto entrar en funcionamiento para 2003-2004.

#### **SISTEMAS GEOESTACIONARIOS**

Entre los sistemas basados en satélites geoestacionarios hay que considerar los sistemas Super-GEO de telefonía móvil por satélite, y los sistemas orientados a proporcionar servicios interactivos en la banda Ka (servicios asimétricos bidireccionales).

Dentro de los sistemas Super GEO de telefonía móvil por satélite se puede mencionar a Thuraya (Emiratos Árabes Unidos). Los sistemas geoestacionarios se consideraban superados hasta hace poco, debido a su elevado retardo de transmisión (260 ms frente a 20 ms) y cobertura no total de la superficie terrestre. Sin embargo paradójicamente gozan de buena salud, como es el caso de Thuraya que recientemente ha sido lanzado y está listo para entrar en servicio. Con cobertura en Europa, parte de África y Medio Oriente alcanzando a 100 países, dispone de una antena de 17 m de diámetro, con la que se gana recepción suficiente para permitir el uso de terminales duales pequeños aptos para GSM y satélite.

Dentro de los proyectos orientados a servicios interactivos en banda Ka se pueden citar los de Hispasat, Astra, y Spaceway. En el País Vasco se están realizando pruebas experimentales de alguno de estos sistemas, con aplicación a la enseñanza interactiva, utilizando la banda Ka para el enlace ascendente y la banda Ku para el descendente.

## RECURSOS ÓRBITA ESPECTRO (GEOESTACIONARIO Y NO GEOESTACIONARIO). LA REGLAMENTACIÓN INTERNACIONAL DE LA UIT

El espectro radioeléctrico es un recurso natural al que se ha asociado otro concepto abstracto: unas líneas invisibles en el espacio que son las órbitas de los satélites y que constituyen tanto el recurso geoestacionario (órbita de los satélites geoestacionarios) como el recurso no-geoestacionario (órbitas de las constelaciones LEO –Low earth orbit– y MEO –Medium earth orbit–).

Tanto el recurso geoestacionario como el no-geoestacionario constituyen un patrimonio común de la humanidad, y ninguna nación puede explotar sola estos recursos ignorando a las demás. Internacionalmente se ha llegado a la conclusión de que era necesaria una reglamentación, coordinación y gestión del uso de los recursos órbita-espectro geoestacionario y no geoestacionario, y así, la utilización de estos recursos se coordina internacionalmente a través de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), organismo especializado de las Naciones Unidas con sede en Ginebra, que tiene entre sus objetivos principales asegurar la prevención de la interferencia radioeléctrica y garantizar el uso efectivo y eficiente de los recursos órbita-espectro.

El Reglamento de Radiocomunicaciones, anexo al Convenio y a la Constitución de la UIT, tiene categoría de Tratado Internacional, y cada gobierno asegura el cumplimiento del mismo dentro de su propia jurisdicción. El Reglamento de Radiocomunicaciones se revisa periódicamente en las Conferencias Mundiales de Radiocomunicaciones (aproximadamente cada tres años), cuyos procesos se basan más en el arte de la política y de las relaciones públicas que en la ingeniería propiamente dicha.

Con el notable crecimiento actual huelga decir que los recursos órbita-espectro están empezando a escasear. Por ahora se siguen considerando públicos y siempre susceptibles de compartición en la escena internacional, pero ya se están considerando ciertos mecanismos administrativos y financieros para verificar su uso racional y legítimo. Siguiendo la definición del jurista J.D. Bedin, el espectro y los recursos órbita-espectro son “tecnología, industria, dinero, cultura y poder”.

El problema de la compartición de los recursos no puede resolverse por medios técnicos únicamente. La experiencia demuestra que la forma en que los recursos órbita-espectro se utilizan y gestionan se ajusta a los cambios tecnológicos, económicos, políticos y sociales que experimenta el mundo. Como ejemplo se puede destacar que en la última Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones celebrada en Estambul en mayo-junio de 2000, se consiguió aumentar al equivalente a diez canales analógicos de TV por satélite para todos y cada uno de los países del mundo, los cinco canales que se habían establecido en la Conferencia Mundial de 1977.

## LA NORMATIVA ESPAÑOLA. REGLAMENTO DE USO DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO Y ORDEN DE LICENCIAS INDIVIDUALES PARA SERVICIOS Y REDES DE TELECOMUNICACIÓN

La provisión de la infraestructura de comunicaciones por satélite (satélites de comunicaciones) implica la obtención previa de unos recursos órbita-espectro por parte de la Administración de Telecomunicaciones española, que están sometidos al derecho internacional.

El Reglamento de desarrollo de la Ley 11/1998 de 24 de abril, General de Telecomunicaciones en lo relativo al uso del espectro público radioeléctrico, publicada mediante Orden de 9 de marzo de 2000, contiene las disposiciones por las que cualquier entidad española puede solicitar el título habilitante que le permita la construcción de satélites y la explotación de recursos órbita-espectro en el ámbito de la soberanía española. Estos recursos son adjudicados directamente por el Ministro de Ciencia y Tecnología.

Todas las redes de satélite que se establezcan y exploten en territorio nacional, por razón de hacer siempre uso del espectro radioeléctrico, precisan de licencia individual. La ley 11/98 General de Telecomunicaciones, de 24 de abril, establece el régimen jurídico básico de las licencias individuales, que ha sido desarrollado de forma reglamentaria en la Orden de licencias individuales de 22 de septiembre de 1998.

En concreto son de especial aplicación a redes de satélite las licencias de tipo B2 que habilitan para la prestación del servicio telefónico móvil disponible al público, mediante el establecimiento o explotación por su titular de una red pública telefónica móvil, basada en satélites, y las licencias tipo C2 para redes públicas de satélite que no prestan servicio telefónico disponible al público.

El uso del espectro radioeléctrico como bien de dominio público, implica siempre la necesidad de obtener del Estado una concesión demanial. Tanto si se trata de licencias B2 como C2, el solicitante debe presentar conjuntamente la solicitud de licencia individual y la de la concesión demanial correspondiente. La concesión demanial, cuya competencia corresponde a la Secretaría de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información, es requisito previo para el otorgamiento de la licencia individual, cuya competencia recae en la Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones. La reserva del espectro radioeléctrico lleva aparejada una tasa radioeléctrica, cuyo cálculo está recogido en la citada Orden de licencias individuales, y que es revisada anualmente en la Ley de Presupuestos del Estado.

## ARMONIZACIÓN DE LAS LICENCIAS DE REDES DE TELECOMUNICACIONES POR SATÉLITE A NIVEL EUROPEO

Las telecomunicaciones por satélite traspasan por lo general las fronteras nacionales, por cuanto la cobertura actual de los satélites alcanza en muchos casos a un continente entero, o incluso a más de uno. Por esta razón la Conferencia Europea de Administraciones Postales y de Telecomunicaciones (CEPT) se ha planteado para las redes de satélite un sistema de ventanilla europea única, que permita solicitar desde cualquier país europeo la licencia para el establecimiento y explotación de una red de satélite que involucre a uno o varios estados miembros. Este servicio se halla en fase de construcción en este momento, y se prevé que para finales de 2001 esté operativo en un buen número de países europeos incluyendo España. El uso de terminales de satélite tanto para servicios móviles como para ciertos servicios fijos está siendo liberalizado dentro de los países de la CEPT. De la misma forma que para telefonía móvil digital GSM, los terminales de los sistemas GMPCS (como Iridium y Globalstar) no necesitan de licencia individual de uso del espectro, una vez que han sido homologados técnicamente. Lo mismo está previsto para terminales VSAT operando en la banda 14-14.5 GHz, SIT (Satellite Interactive Terminal) operando en 10.70-12.75 GHz en el enlace descendente y 29.5-30 GHz en el enlace ascendente, y SUT (Satellite User Terminal) operando en 19.70-20.2 GHz en el descendente y 29.5-30 GHz en el ascendente, todos ellos recogidos en sendas decisiones del Comité de Radio de la CEPT, a las que se han comprometido la mayoría de las naciones europeas incluida España. Esta liberalización de los terminales beneficiará sobremanera al sector de las telecomunicaciones por satélite. Se está trabajando también dentro de la CEPT para la armonización de las condiciones de las licencias de las redes y servicios de satélite, que varían considerablemente de un país a otro.

### INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Se indican seguidamente, websites de interés:

---

<a href="http://www.setsi.mcyt.es">www.setsi.mcyt.es</a> .....	Secretaría de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información
<a href="http://www.cmt.es">www.cmt.es</a> .....	Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones
<a href="http://www.inta.es">www.inta.es</a> .....	Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial
<a href="http://www.europa.eu.int">www.europa.eu.int</a> .....	Comisión Europea
<a href="http://www.itu.int">www.itu.int</a> .....	Unión Internacional de Telecomunicaciones
<a href="http://www.ero.dk">www.ero.dk</a> .....	European Radiocommunication Office
<a href="http://www.etsi.org">www.etsi.org</a> .....	European Telecommunication Standards Institute
<a href="http://www.esa.int">www.esa.int</a> .....	Agencia Espacial Europea
<a href="http://www.hispasat.es">www.hispasat.es</a> .....	Hispasat SA
<a href="http://www.intelsat.int">www.intelsat.int</a> .....	Intelsat
<a href="http://www.inmarsat.org">www.inmarsat.org</a> .....	Inmarsat

---



# **El satélite como soporte para la innovación en productos y servicios**

---

JOSÉ FABIÁN PLAZA  
PRESIDENTE DE INFOGLOBAL

Normalmente, el término innovación va asociado a mejora tecnológica: más potencia, más rapidez, más servicios, más posibilidades de acceso... y casi siempre, a menos coste. La innovación es bastante más que una mejora tecnológica; cuando su objeto es un cambio conceptual, su alcance suele ser más profundo. En un país y un entorno sociocultural poco dado a ser generador de innovación aunque sí, afortunadamente al menos, consumidor de ella, resulta realmente difícil describir la naturaleza de las innovaciones si no es en un entorno comercial enfocado más a su consumo que a su posible asimilación. "Hay que ser más comercial", "hay que intentar explicarlo sin tantos términos técnicos". Estas y otras frases, además de su parte de razón, suelen denotar la propia falta de cultura innovadora: una cosa es no saber nada a nivel "técnico" y otra es la falta de un lenguaje común que describa los conceptos innovadores independientemente de su soporte técnico.

En este sentido, el propósito de este artículo es doble: por una parte, intentar separar las innovaciones conceptuales de las técnicas y, por otra, intentar describir un ejemplo de cada una de ellas en el entorno que nos ocupa, esto es, las comunicaciones vía satélite.

Cuando una empresa se plantea "innovar", la primera aproximación va encaminada a la mejora tecnológica sobre conceptos existentes que afecte a una o más variables del producto o servicio final: incrementar las prestaciones al mismo coste, bajar el coste con las mismas prestaciones, incrementar la utilidad y el coste en la misma o mejor proporción, etc. En nuestro sector, este camino requiere, entre otras cosas, inversiones realmente cuantiosas por encima de todo, siendo la componente "creadora" menos relevante salvo casos muy excepcionales. En definitiva, se trata de mejorar la materialización física de un concepto ya consolidado, centrando la innovación en materias exclusivamente tecnológicas. Por ejemplo, diseñar y fabricar un módem ADSL, un sistema de radio para servicios ya existentes con las mejoras que se quiera, un nuevo tipo de antena, una aplicación para comercio electrónico, un sistema multimedia para redes de cable, etc. La posición competitiva de las empresas españolas que, admirablemente y con un mérito excepcional, compiten en los distintos campos, depende en gran medida, de sus posibilidades de inversión y su propia capacidad para intuir los productos y servicios más valorados en el futuro. Los resultados, cuando son positivos, tienen un problema añadido a la hora de materializarlos completamente: todavía se requiere más capital para su producción a escala, además de la necesaria credibilidad de la empresa en cuanto a tamaño, red comercial, cobertura, etc.

Existe otra vía de innovación, difícil de concebir en nuestro entorno y, por tanto, más difícil de llevar a cabo si ni siquiera se tiene conciencia de ella, que se centra en la innovación conceptual: se trata de pensar en otros sistemas, en otra forma de proporcionar los productos y servicios, que se materializará en ciertas tecnologías que no sólo mejoran sino que pueden llegar a romper con las anteriores. Las innovaciones conceptuales son los auténticos motores de las revoluciones tecnológicas, las que permiten el desarrollo de un entorno industrial centrado en la mejora permanente de gamas completas de productos y servicios nacidos como consecuencia de las nuevas ideas y conceptos.

Para que se produzcan este tipo de innovaciones hacen falta un entorno favorable en muchos aspectos: entorno regulatorio motivador para los pioneros, mentalidad de liderazgo a todos los niveles, disponibilidades de capital (quizás menos pero más arriesgado), infraestructuras...

El satélite puede ser un elemento que ayude a eliminar las barreras decimonónicas para la innovación, además de ser, en sí mismo, un objetivo de la propia innovación. Veamos por qué.



## ENTORNO DE PARTIDA: LA ECLOSIÓN DE LAS REDES IP

La eclosión de las redes IP ha sido debida fundamentalmente a su carácter de red multiservicio (una única red para todos los servicios), la propia normalización (TCP/IP como protocolo universal, servicios universales Web, correo electrónico, transferencia de ficheros, etc.) y un curioso fenómeno de “desregulación tecnológica” (imposibilidad de regular los servicios finales basados en redes IP), han llevado al abaratamiento de los servicios, la universalización del acceso y las economías de escala en terminales, alimentando iterativamente el ciclo.

El fenómeno IP lleva consigo cambios conceptuales importantes (Piénsese por ejemplo en el servicio de telefonía). Algunos de ellos se relacionan a continuación:

- Las arquitecturas de red son totalmente “contrarias” a las convencionales: por ejemplo, tradicionalmente los servicios de red de transporte (WAN) eran circuitos físicos (un E1, por ejemplo). Ahora los circuitos son virtuales con interfaces Ethernet. Los circuitos tradicionales se proporcionan mediante conversores de interfaz para poder “enchufar” los sistemas antiguos (centralitas, por ejemplo). Las propias centrales telefónicas están siendo relegadas a una función de interconexión o a funciones a nivel local, pasando la conmutación a nivel de los “Command Centers” de VoIP (Voz sobre IP) que ofrecen, además de la propia conmutación, servicios de red inteligente, soporte a tarjetas prepago, etc. El impacto de lo anterior (conmutación de paquetes IP en lugar de circuitos) en la industria ha quedado patente en la reorganización de los principales agentes a la que estamos asistiendo en los últimos cuatro años.
- Se tiende a que todos los dispositivos dispongan de una “conexión IP”: el ordenador (todos la tienen ya), el teléfono (“teléfono IP”), una cámara, una pantalla, un altavoz..., conectados a la misma red en lugar de una red física para cada uno de ellos.
- El valor económico de los servicios se corresponde con la disponibilidad y ancho de banda en lugar de por “tiempo” y “distancia”. Este concepto puede ser auténticamente revolucionario: vale el bit por segundo, no importa hacia dónde (distancia) y durante qué tiempo. Y aún más, vale el bit por segundo garantizado durante cierto instante de tiempo (tiempo real, o la llamada garantía de calidad de servicio QoS).
- Al no asociar una red y unas infraestructuras a un servicio sino a un conjunto de servicios, resulta muy difícil determinar el coste real de cada uno de ellos y, por tanto, del posible precio de venta asociado. Como consecuencia de lo anterior, aunque el valor de un determinado conjunto de servicios (paquete) no sea cero, sí puede serlo cada uno por separado en función del tipo de “paquete” que construya cada operador: Telefonía+Internet, regalando el Internet, o TV+Telefonía+Internet regalando o con tarifa plana la telefonía local, etc.).

Todo lo anterior, más conceptual que puramente tecnológico proporciona un enorme campo a la innovación, centrada en dos aspectos principales: las problemáticas técnicas asociadas a las redes IP que son, principalmente, la garantía de calidad de servicio y el soporte multicast, y la posible combinación de tecnologías para crear servicios nuevos. Para que lo anterior pueda ser posible, hay dos necesidades básicas: infraestructuras e inversión.

A continuación se desarrollan los puntos clave anteriores, tanto tecnológicos como no tecnológicos.

### NECESIDAD DE CALIDAD DE SERVICIO

Debido a que el principio de la revolución fue originado por la comunicación de datos propiamente dicha (entre ordenadores) y éstos no requieren un ancho de banda efectivo en tiempo real sino “en media” o estadístico (multiplexación estadística), la propia naturaleza de TCP/IP (versión actual en uso) y la mayor parte de las tecnologías desplegadas, a pesar de poder gestionar enormes anchos de banda, no pueden garantizar ni siquiera 1 bit por segundo en un instante dado (aunque se disponga de 1 Gbps, por ejemplo) y, encima, garantizarlo para un determinado servicio extremo a extremo. Las sucesivas mejoras tecnológicas en todos los ámbitos (mejoras no conceptuales) van proporcionando soporte a la VoIP en redes de amplia cobertura y algunos servicios en tiempo real, pero queda lejos la transmisión garantizada de vídeo (extremo a extremo) y otros servicios de banda ancha.

## SOPORTE MULTICAST

IP soporta dos tipos fundamentales de “sesión” o conexión:

**Servicios UNICAST (sesión TCP):** la conexión se establece entre dos puntos (conexión punto a punto) A y B. Por cada paquete de información que A envía a B, éste debe responder con un reconocimiento (ACK) de su validez, obviando de esta manera todo el “viaje” del paquete a través de la red. El proceso es el mismo cuando B envía un paquete de información a A. Las características del servicio, consecuencia de lo anterior, son:

- La información aceptada por los sistemas extremos no tiene errores. Se pedirán retransmisiones si éstos se producen pero los sistemas (aplicaciones) “no los ven”. Algunos lectores que hayan utilizado las “antiguas” BBS y sistemas parecidos recordarán que cuando había ruido en la línea, la pantalla se llenaba de caracteres raros (errores de transmisión). En cambio, si se conecta a una Web, tardará pero no hay errores.
- La comunicación punto a multipunto ( $n$ ) se realiza mediante varias comunicaciones secuenciales (con el mismo ancho de banda y con  $n$  veces más tiempo) o en paralelo punto a punto (con  $n$  veces el ancho de banda para el mismo tiempo). Piénsese un momento qué significa esto para usuarios del cable, por ejemplo, con aplicaciones que utilicen sesiones Unicast.

**Servicios MULTICAST (sesión UDP):** en este caso no hay una conexión lógica extremo a extremo sino que una fuente A envía paquetes de información a un grupo concreto de destinos (N) sin esperar ningún tipo de confirmación sobre la validez de los datos recibidos en cada caso. No hay que confundir este tipo de sesión IP con las transmisiones “BROADCAST”: en este caso la información se transmite a toda la red sin identificar la fuente ni el grupo destino. Las sesiones Multicast permiten realizar un “broadcast” selectivo, identificando para cada fuente de información el grupo de destinos que puede recibir dicha información.

Por tanto:

- No hay garantía de transmisión libre de errores. Aunque las “mejoras tecnológicas” afinan cada vez más con correcciones basadas principalmente en redundancias en la información transmitida, nadie puede garantizar que cada destino tiene la información correcta dado que nadie contesta con ningún tipo de confirmación. (¿Utilizaría un banco aplicaciones basadas en UDP para consolidar cuentas aunque se le garantizara una probabilidad de error de  $10e-10$ ? Desde luego sería una gran temeridad.)
- La comunicación es punto a multipunto, con las consiguientes ventajas para los servicios de esta naturaleza.

## DISPONIBILIDAD DE BANDA ANCHA GARANTIZADA.

La innovación requiere, al menos, infraestructuras para su desarrollo. Los países con menos infraestructuras de telecomunicaciones tienen menos probabilidades de innovar dado que se requieren para:

- En primer lugar, para poder intuir las propias innovaciones, cosa difícil si no se tiene algo físico que mejorar.
- Son el laboratorio real de ensayos tecnológicos, viabilidad comercial, adaptación a los requerimientos del usuario, etc. Realmente proporcionan una ventaja competitiva de gran valor para cualquier posicionamiento innovador en equipos, aplicaciones y servicios.
- Representan un escaparate comercial para todo tipo de operadores, donde pueden evaluar las posibilidades reales de nuevos productos y servicios.

En este apartado, nuestro país se caracteriza por acumular todo tipo de trabas al despliegue de infraestructuras, incluso a nivel experimental, salvo muy raras excepciones: barreras regulatorias, poca disponibilidad de capital, pocos acuerdos industriales entre los agentes para infraestructuras comunes, falta de agilidad para el uso de infraestructuras institucionales de centros de investigación (aunque cada vez menos en este caso), etc. Los dos primeros aspectos, las barreras regulatorias y la poca disponibilidad de capital, son los más relevantes y

significativos: por una parte, no existe la “prioridad del pionero” como en Estados Unidos en cuanto a licencias especiales sobre recursos escasos o cierto tipo de infraestructuras. Los excepcionales casos donde ha habido algo (por ejemplo, en algunas licencias experimentales concedidas durante 1998 y 1999) han sido debidos más a la voluntad personal de algunos responsables de la Administración que a acciones sistemáticas sostenidas por una regulación específica. La falta de aplicaciones y servicios propios en sectores como el cable, LMDS e incluso satélite es debida, fundamentalmente, a la indisponibilidad de dichas infraestructuras a nivel experimental ANTES de la concesión de las licencias definitivas y la escasa dedicación de infraestructuras desplegadas para este propósito. Por otra parte, muy pocos inversores en nuestro país “ven” la utilidad de invertir en dichas infraestructuras si no son para comercializar inmediatamente servicios. No ven, en definitiva, la potencialidad de la innovación sino los resultados a corto plazo de la implantación de servicios “existentes”. Eso sí, se espera un retorno parecido al obtenido en una inversión destinada a infraestructuras soporte a innovaciones exitosas.

## EL SATÉLITE

El satélite representa un importante soporte para la innovación y, como consecuencia directa, para el despliegue de nuevos productos y servicios, ya que puede permitir el ensayo de mejoras conceptuales y tecnológicas muy relevantes, sin los inconvenientes señalados.

Se analiza, en primer lugar, la disponibilidad de banda ancha, para terminar con los factores tecnológicos (calidad de servicio y soporte multicast) que configuran una nueva concepción de productos y servicios de banda ancha realmente innovadores.

### DISPONIBILIDAD DE BANDA ANCHA

El satélite proporciona capacidad (en MHz) transformable directamente en Mbps totalmente garantizada (no hay “nadie” extremo a extremo) y bajo demanda, sin límite de distancia en su zona de cobertura. Esta posibilidad lo convierte en un soporte ideal para el desarrollo de soluciones innovadoras permitiendo el ensayo a todos los niveles: tecnológico, comercial, operación, mantenimiento, etc., con un nivel de inversiones muy razonable, en comparación a otros soportes. Por otra parte, no tiene barreras regulatorias como otros sistemas vía radio.

*La normalización del encapsulado de paquetes IP sobre el estándar de transporte MPEG-DVB permite la utilización de plataformas con amplia base (TV Digital) para la transmisión de datos IP, con el beneficio del abaratamiento de los terminales debido a la popularización del servicio de TV Digital. Es decir, utilizando el sistema de transporte de un servicio muy extendido para establecer una red IP multiservicio con un amplio alcance.*

### CALIDAD DE SERVICIO Y SOPORTE MULTICAST

La calidad de servicio extremo a extremo puede ser evaluada en toda su extensión para cada uno de los servicios al no existir ningún elemento extremo a extremo. Esta disponibilidad es fundamental de cara al estudio de la viabilidad comercial de dichos servicios. Por otra parte, por la misma razón anterior, el soporte Multicast está garantizado si las cabeceras de servicio y los terminales están diseñados para ello, aspecto muy recomendable en este y en otros casos.

### UNA NUEVA CONCEPCIÓN DE LAS ARQUITECTURAS

Resulta bastante obvio que si el tráfico observado en una autopista en un sentido es permanentemente cuatro o más veces mayor que en el otro, no se diseñe la autopista “simétrica”, es decir, con el mismo número de carriles en los dos sentidos. El acceso ADSL es una autopista asimétrica y el satélite también. Si eso se entiende, resulta tan difícil entender que, además, los carriles (sentidos) no tienen por qué pasar por el mismo soporte físico, es decir, uno puede ser proporcionado por el satélite (sentido “hacia” el usuario) y el otro (“desde” el usuario) por accesos convencionales. En resumidas cuentas, se “combinan” dos redes IP físicamente distintas para proporcionar un camino de ida y vuelta utilizando para cada uno de ellos lo “mejor” en cada caso. Si el satélite proporciona banda ancha, con amplia cobertura y “bajo demanda” parece razonable que se utilice para soportar el tráfico hacia el usuario mientras que el “bucle” de abonado convencional de banda estrecha, con cobertura también universal, se utilice para el otro. Lógicamente, esta arquitectura sólo será válida para los servicios cuyo tráfico se asemeje a la naturaleza física de la red utilizada, esto es, servicios de acceso de sedes o usuarios remotos a redes IP centralizadas, acceso a Internet y todo tipo de servicios multimedia de banda ancha: teleenseñanza, telemedicina, distribución masiva de información, telepublicidad, etc.

Dada la limitación de capacidad disponible, será necesario evaluar muy bien en qué se emplea dicha banda ancha finita: su valor es su disponibilidad mientras que su peligro es que por el exceso de oferta en todo tipo de servicios a todos los usuarios se “mate” su calidad de servicio.

**UNA NUEVA CONCEPCIÓN DE LAS APLICACIONES**

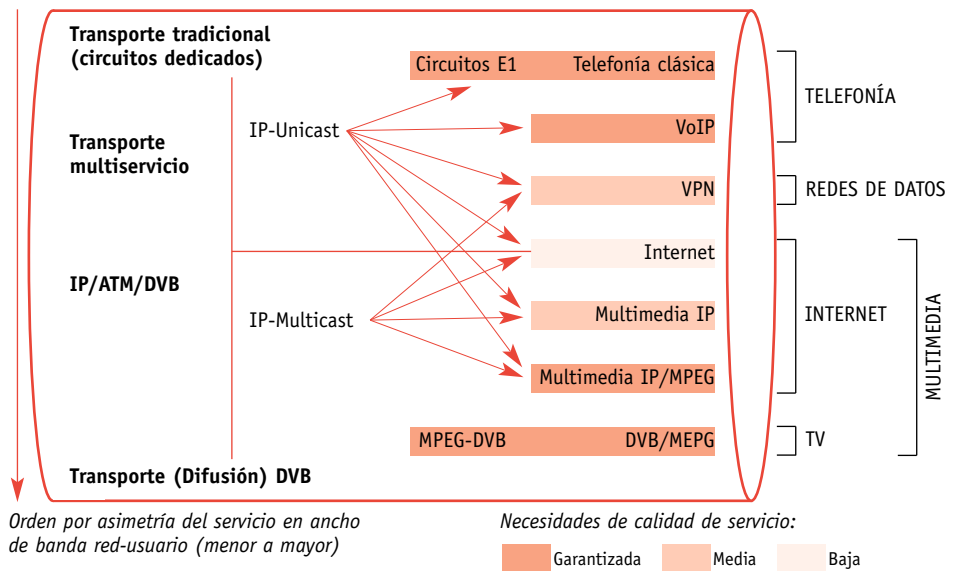
Siguiendo con el intento de ruptura del “piñón fijo” de la innovación exclusivamente tecnológica, pensemos en aplicaciones con soporte mixto UNICAST y multicast. Dado que uno garantiza la entrega de la información punto a punto y el otro su distribución multipunto, ¿sería posible realizar aplicaciones para el soporte de servicios con todas las ventajas sin los inconvenientes? Si se piensa sólo en la naturaleza del protocolo TCP/IP la respuesta es NO. Si se trasciende un poco más, sin llegar a romper el protocolo a nivel de red, pero sí a nivel de arquitectura, la respuesta es SÍ.

- Es posible realizar sistemas con soporte unicast-multicast totalmente dinámicos, que permiten soportes multimedia de calidad (por ejemplo, imágenes con calidad TV para teleenseñanza, telepublicidad, transmisión de eventos) sin perder las características unicast de sesiones interactivas basadas en páginas web.
- Es posible realizar sistemas de envío masivo de información con técnicas multicast garantizando la recepción SIN ERRORES como si fuera una sesión unicast (obsérvese que no es una “mejora” reduciendo la probabilidad de error mediante técnicas de corrección, sino que es un “cambio” a CERO errores garantizados).

Lo anterior requiere soporte multicast, aspecto que no todas las redes ofrecen (la propia red Internet no lo soporta).

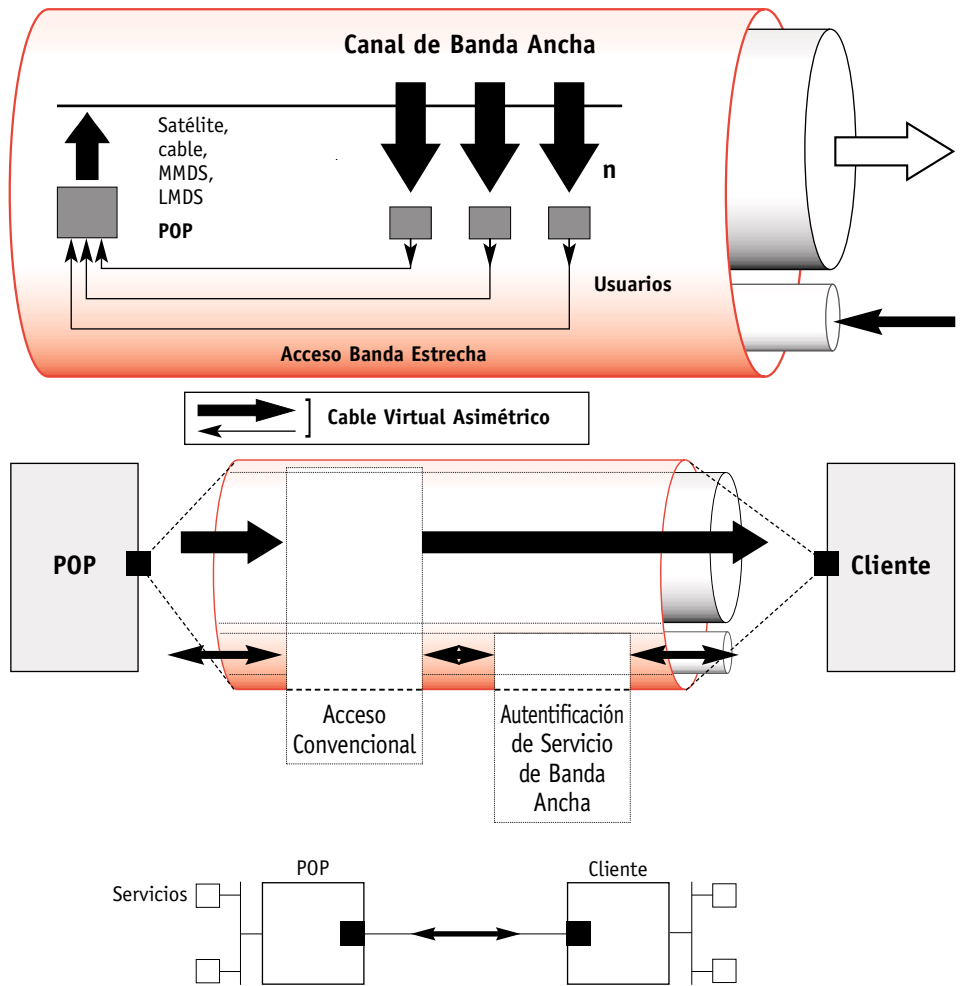
Como conclusión, las nuevas concepciones de productos y servicios están originando un salto cualitativo en el propio desarrollo tecnológico asociado a ellos. El despliegue de nuevas redes IP tiene (o debería de tener en cuenta) estos conceptos dado que los servicios de nueva generación son imbatibles en redes convencionales. El satélite proporciona un entorno ideal para su desarrollo y, en ciertos casos, para su propio despliegue comercial.

**FIGURA 1 CONVERGENCIA REDES-SERVICIOS**



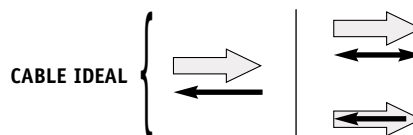
Fuente: "Convergencia, competencia y regulación en los mercados de las telecomunicaciones, el audiovisual e Internet". Gretel-Coit.2000.

**FIGURA 2 CONSTRUCCIÓN DEL "CABLE" DE ACCESO**



**FIGURA 3 SERVICIOS Y NECESIDADES DE TRAFICO**

Servicios	Red	Flujos de datos	Mercado
Telefonía	Bidireccional, simétrico, banda estrecha (real)		Residencial+Corporativo
TV	Unidireccional, banda ancha (real)		Residencial
Datos Asimétricos (Internet, VPNs)	Bidireccional, asimétrico, banda ancha (virtual)		Residencial+Corporativo
Datos Simétricos (Transporte)	Bidireccional, simétrico, banda ancha (real)		Corporativo Específico+Telcos



# HISPASAT

---

PASCUAL MENÉNDEZ  
DIRECTOR DE ESTRATEGIA Y DESARROLLO  
HISPASAT, S.A.

**ANTECEDENTES**

HISPASAT, S.A. se constituyó en 1989 con el mandato del Gobierno de gestionar el sistema español de comunicaciones por satélite del mismo nombre, utilizando la posición orbital 30° W. Los estudios realizados por la Dirección General de Telecomunicaciones con la colaboración del INTA, Telefónica y RTVE, determinaron entonces la conveniencia para España de disponer de un sistema propio de comunicaciones por satélite, por razones estratégicas y de mercado.

El diseño del sistema inicial, que contaba con dos satélites en órbita, 1A y 1B, se realizó de acuerdo con los intereses de sus principales accionistas y potenciales usuarios, RETEVISIÓN, TELEFÓNICA, INTA y CAJA POSTAL<sup>1</sup>. Otros accionistas, como el INI y el CDTI, respondían en cambio a razones de tipo industrial.

Con un capital social de 20.000 M. ptas. se acometieron inversiones por valor de unos 60.000 M. ptas., consistentes en la fabricación de 2 satélites, su lanzamiento, la construcción y equipamiento de un Centro de Control de Satélites y los seguros correspondientes.

El primer satélite, HISPASAT 1A, se lanzó con pleno éxito en septiembre de 1992 y su primera utilización fue por las tropas españolas destacadas en la antigua Yugoslavia, en diciembre de ese año. La distribución de las Televisión privadas se realizó a través del satélite a partir de enero de 1993.

En julio de 1993 se lanzó el segundo satélite, HISPASAT 1B que completó una capacidad en órbita en 30° W de 23 transpondedores en banda Ku, además de una misión en banda X totalmente duplicada y diseñada específicamente para cubrir las necesidades del Ministerio de Defensa.

La creación de VÍA Digital y el lanzamiento de su oferta de TV digital, la puesta en marcha de la TV digital terrestre y de la TV por cable, hicieron que la utilización de los dos satélites alcanzara el 100% en 1997. Este hecho, unido al previsible crecimiento de la demanda de segmento espacial no sólo en España y el resto de Europa, sino también en América, donde la capacidad de los dos satélites estaba limitada a 2 de los 23 transpondedores y otras consideraciones de carácter estratégico, justificaron el lanzamiento de un nuevo satélite.

HISPASAT 1C, el tercer satélite del sistema, con 24 transpondedores en frecuencias adicionales, permitió duplicar la capacidad en órbita a partir de su entrada en explotación, en abril del año pasado, después de un perfecto lanzamiento.

<sup>1</sup> INTA trasladó las necesidades del Ministerio de Defensa, CAJA POSTAL y las de Correos y Telégrafos



**HISPASAT HOY**

HISPASAT cumplió, en el año 2000, once años de vida dedicados a gestionar la posición orbital española situada a 30° W. Algo más de una década, en la que la operadora española de satélites, ofrece su capacidad tanto a los operadores de telecomunicaciones y radiodifusores en el ámbito civil, como al Ministerio de Defensa español para sus aplicaciones militares.

HISPASAT es hoy una empresa privada, como consecuencia de los procesos de privatización de sus principales accionistas. Entre ellos están presentes los grandes operadores y usuarios de telecomunicaciones, Telefónica Media y Grupo Auna; el BBVA, así como destacados representantes de la industria y de la administración española (INTA, CDTI, SEPI). Además, recientemente se ha llegado a un acuerdo por el cual EUTELSAT, la empresa europea de satélites, entrará en el capital social de HISPASAT con un porcentaje entre el 21 y el 33%.

HISPASAT aporta un gran valor estratégico a sus accionistas, que encuentran en ella una empresa tecnológica de creciente rentabilidad y un importante instrumento para la oferta de servicios estratégicos (TV digital DTH, TV terrenal digital, Internet). Además, la coincidencia de la cobertura de sus satélites con los mercados objeto de la expansión internacional de sus accionistas (Europa, América y Norte de África), aumenta dicho valor al poder adaptarse perfectamente el sistema de satélites a sus necesidades y a las de sus respectivos clientes.

A corto plazo, la empresa está comprometida, por un lado, en la consolidación de sus clientes actuales y, por otro lado, en diversificar la cartera de clientes, con atención particular al mercado iberoamericano.

La posición orbital 30° W y el carácter español de la sociedad han marcado históricamente su devenir: el sistema HISPASAT es indiscutiblemente el sistema de satélites con mejor cobertura sobre España y Portugal y, al mismo tiempo, es el único sistema de satélites europeo con capacidad transatlántica, permitiendo la cobertura simultánea de todos los países iberoamericanos.

Como consecuencia, HISPASAT centra su atención actualmente en las siguientes zonas geográficas: por un lado, Europa y Norte de África, con particular interés en el área mediterránea y, por otro lado, el Continente americano, desde Canadá hasta Tierra del Fuego, con especial énfasis en los países iberoamericanos.

La flexibilidad operacional del satélite 1C permite dedicar 12 transpondedores a cualquiera de los mercados europeo, americano o transatlántico lo que, unido a la obtención de los correspondientes derechos de aterrizaje ("landing rights") en América, ha permitido incrementar notablemente la penetración en ese mercado.

Buen ejemplo de ello es la contratación a TELEFÓNICA DATA de 6 transpondedores del satélite 1C para constituir enlaces de "back-bone" entre ISPs suministradores de contenido en EEUU y los "puntos de presencia" (POP) de TERRA en Latinoamérica.

Otra de las claves de este contrato ha sido el diseño de red realizado por HISPASAT, que habilita la transmisión de 2 portadoras de 45 Mbps en un transpondedor de 36 MHz, desarrollo pionero en el mercado y que ha sido presentado recientemente en la NAB (Las Vegas).

Además, la cobertura ibérica del satélite 1C, idónea para los servicios DTH y de distribución de contenidos, ha permitido la consolidación en el sistema de las dos plataformas de TV digital que HISPASAT difunde sobre esta cobertura: VÍA Digital (700.000 abonados) y TV Cabo (Portugal, 950.000 abonados entre cable y DTH).

En el primer caso, se ha realizado la transferencia de servicios de VÍA Digital de los satélites 1A y 1B al satélite 1C, que se encuentra al comienzo de su vida útil de 15 años y ofrece mejores prestaciones para este tipo de servicios (entre otras, mayor protección frente a la lluvia por disponer de control automático de nivel en el enlace ascendente y utilización de una sola polarización en el enlace descendente, para facilitar y abaratar las instalaciones colectivas de recepción de TV por satélite).

En el segundo caso, la acertada decisión de incluir en la cobertura del satélite 1C el archipiélago de las Azores ha determinado que este satélite sea la mejor opción para TV Cabo, que utiliza 2 transpondedores y tiene intención de contratar un tercero para sus servicios DTH y de distribución a cabeceras de cable en Portugal.

Por otro lado, la mejora de cobertura americana, especialmente sobre Brasil, incluida en el satélite 1C, que tendrá continuidad en el satélite 1D ya en construcción para reemplazo de los

satélites 1A y 1B a fin de vida, ha permitido consolidar a RTVE como cliente para su servicio DTH y de distribución de canales de TV y radio para América, habiéndose efectuado con éxito la transferencia parcial de sus servicios al satélite 1C.

Finalmente, gracias a la disponibilidad de capacidad europea en el sistema se ha retomado el contacto con antiguos clientes con los que se había interrumpido la relación al haber agotado la capacidad disponible en los satélites 1A y 1B, lo que a su vez incidirá en la diversificación de clientes según avance la comercialización, a través de la nueva Dirección de Ventas y Marketing, creada el año pasado.

Como se ha indicado anteriormente, ya está en construcción el satélite 1D, cuarto satélite del sistema en 30° W, que será lanzado en 2002: el objetivo fundamental de este satélite es asegurar la continuidad de las misiones civiles (banda Ku) de los satélites 1A y 1B en la posición 30° W y, por lo tanto, facilitar la consolidación de los clientes actuales puesto que estos satélites tienen previsto finalizar su vida útil en 2003. Además, este satélite de 28 transpondedores aporta una capacidad adicional de crecimiento de 6 transpondedores con conectividad americana y transatlántica, lo que permitirá atender el segmento de mercado en el que se espera mayor incremento de la demanda para esa posición orbital.

Desde el punto de vista de los resultados económicos, hay que destacar que HISPASAT alcanzó el "break-even" a finales de 1997. En el año 2000 se han ingresado 14.419 M. ptas., lo que supone 132 M. ptas. por empleado, registrando unos beneficios (antes de impuestos) de 3.073 M. ptas. En el año 2001 se espera incrementar estos beneficios en un 66%.

Por otro lado, la actividad industrial asociada a la fabricación de los satélites 1A y 1B permitió unos retornos directos del 30% de las inversiones e indirectos de 16.600 M. ptas., mientras que en el satélite 1C fueron del 33% y 9.800 M. ptas, respectivamente.

En el ámbito de I+D, HISPASAT sigue apostando por el desarrollo de servicios digitales avanzados, liderando proyectos internacionales como DIGISMATV, DIGISAT, S3M y MOBILITY. También hay que destacar la participación de HISPASAT en el nuevo sistema avanzado de navegación por satélite, auspiciado por la Unión Europea y la Agencia Europea del Espacio, como miembro del Consorcio español Galileo Sistemas y Servicios (GSS).

**HISPASAT MIRANDO AL FUTURO**

Desde el punto de vista estratégico, HISPASAT se ha planteado la internacionalización y el incremento de tamaño de la empresa y, simultáneamente, el incremento del mercado atendido y de sus actividades, con especial énfasis en Iberoamérica.

En este planteamiento se encuadra el cierre de una alianza estratégica con EUTELSAT, la Organización europea de satélites, recientemente convertida en operador privado que, tomando una participación minoritaria en HISPASAT, S.A., aportará capacidad financiera y otros valores añadidos a la empresa para el desarrollo de negocios (experiencia en el negocio de satélites, complementariedad y sinergias con HISPASAT en los mercados y clientes, tamaño, conocimiento de la tecnología para servicios avanzados de banda ancha por satélite...). La suma de posiciones orbitales, satélites e ingresos de ambos operadores, permiten situar al operador resultante entre los cuatro primeros operadores de satélites del mundo.

Por otro lado, en el ámbito de los planteamientos estratégicos, hay que destacar la obtención de la posición orbital 61° W, conseguida a finales del 2000, en concurso-subasta convocada por el regulador brasileño, para la colocación en órbita de un satélite a finales de 2003.

Este satélite, denominado AMAZONAS, permitirá a HISPASAT, a través de su filial brasileña HISPAMAR y desde una posición orbital netamente americana, con una óptima cobertura de todo el Continente y conectividad transatlántica, desarrollar uno de los mercados con más potencialidad de crecimiento en los próximos años. Las oficinas de HISPAMAR en Río de Janeiro se inauguraron recientemente, con la presencia de la Excm. Ministra de Ciencia y Tecnología. HISPASAT pretende llevar a cabo el proyecto conjuntamente con EUTELSAT y otros socios y aliados. En esta línea, se ha avanzado en las negociaciones con el operador incumbente de telefonía fija para el Norte y Este de Brasil. Este operador presenta una doble faceta: por un lado, dispone de derechos en banda C en la misma posición orbital (61° W) y por otro lado, es un usuario importante de capacidad satelital que utiliza para la prestación de sus servicios. Esto permite que el satélite AMAZONAS sea un satélite mixto, con capacidad en bandas C y Ku, obteniendo economías de escala, mayores tasas de llenado inicial y, por ende, mayor competitividad en precios.

La configuración de la operadora brasileña permitirá la incorporación de terceros socios minoritarios, brasileños, españoles y de otras nacionalidades, que aporten capacidades adicionales de interés para el desarrollo del negocio.

En cualquier caso la participación respectiva y los correspondientes acuerdos de accionistas deberán garantizar que el control de la operación esté siempre en manos de HISPAMAR.

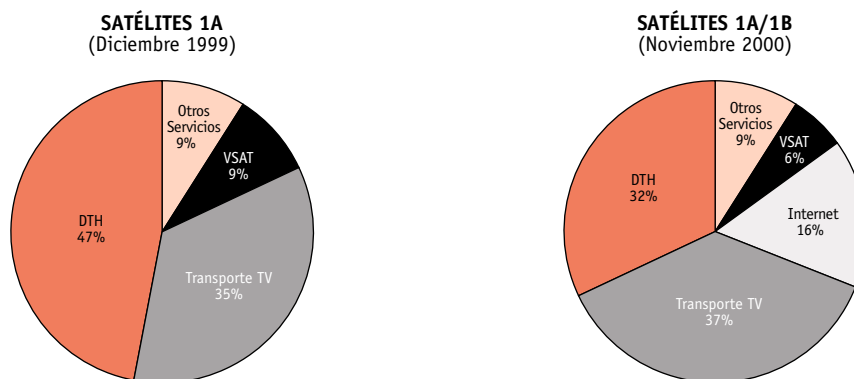
Desde el punto de vista de los servicios, HISPASAT se plantea mantener y reforzar su segmento espacial en posiciones orbitales geoestacionarias utilizando principalmente banda Ku, pero introduciendo también capacidades en banda Ka y en banda C, en función de las necesidades de los diversos mercados y de los acuerdos de coordinación de frecuencias; en principio, la capacidad será básicamente transparente, aunque se introducirá paulatinamente procesado a bordo.

Este planteamiento permitirá hacer frente a la previsible evolución de los servicios multimedia hacia servicios de banda ancha e interactivos, introduciendo el "canal de retorno" vía satélite: de esta forma, el usuario de satélite se podrá independizar de las redes terrestres, permitiendo su conexión directa en ambos sentidos con el proveedor de servicios.

Otro factor que está considerando HISPASAT es el importante crecimiento de INTERNET esperado en los próximos años, con capacidad para fagocitar otros servicios (datos, voz, fax, audio e incluso vídeo): probablemente, la tan debatida convergencia de servicios y tecnologías, tendrá su genuina expresión en la Red de Redes y lo demás (radio, cable, satélite) serán vías alternativas de transporte para poner en contacto a usuarios y proveedores de servicios de INTERNET.

HISPASAT es ya testigo y protagonista de este fenómeno, como atestigua la ocupación del sistema de satélites (véase figura adjunta).

**FIGURA 1 EL FENÓMENO INTERNET EN HISPASAT. UTILIZACIÓN DE LA CAPACIDAD ESPACIAL**



Por otro lado, el mercado de comunicaciones por satélite está evolucionando y las necesidades que los clientes plantean está motivando una reconsideración del papel clásico del “operador de satélites”, centrado casi exclusivamente en la comercialización de su segmento espacial. El operador que permanezca anclado en esta función corre el riesgo de quedar relegado a la venta de un “comodita”, con escaso valor añadido, que puede ser obtenido de cualquier otro operador y que, por lo tanto, hace imposible fidelizar al cliente.

HISPASAT está planteándose su evolución hacia un nuevo modelo en el que tenga una participación más activa en otros segmentos de la cadena de valor, más próximos a las aplicaciones y al usuario final, lo que le permitirá una mayor fidelización del cliente y crear más valor añadido para la empresa.

Estas reflexiones, en relación con la provisión de servicios en el entorno multimedia-INTERNET, implican tener en cuenta dos aspectos: el primero, que, en el diseño del segmento espacial, hay que considerar las necesidades específicas de cada mercado para estos servicios y ese diseño debe integrarse con la aplicación (sistema, O&M, terminales del usuario, facturación, etc.); el segundo aspecto es la propia involucración de la sociedad en la gestión de la aplicación y, en definitiva, del servicio.

Todo ello se está teniendo en cuenta en el diseño y especificación del satélite 1E, quinto de la serie para la posición orbital 30° W.

En estas líneas se avanzará progresivamente, en función de los intereses y decisiones de los accionistas de la sociedad, cabiendo destacar ya la creación de un Departamento de Consultoría en HISPASAT, en la nueva Dirección de Servicios y Sistemas, que ofrece asesoramiento y ayuda a Proveedores de Servicios y Operadores de Telecomunicación, ISPs y a usuarios de redes corporativas e institucionales de telecomunicaciones, para desarrollar e implementar sus servicios a través de satélite.

Por lo que se refiere a la misión en banda X, HISPASAT amplía su negocio en la prestación de servicios para uso gubernamental con la puesta en marcha junto al Ministerio de Defensa español, de un nuevo programa de comunicaciones por satélite. El programa constará de dos satélites, SPAINSAT y XTAR-EUR; el primero, colocado en 30° Oeste ofrecerá el servicio principal mientras que el segundo, en una nueva posición orbital, suministrará la capacidad de reserva. Ambos satélites tendrán una vida útil de quince años.

La explotación del nuevo sistema de satélites se realizará a través de la sociedad HISDESAT, formada por HISPASAT con una participación del 43%, de INSA (Ingeniería de Servicios Aeroespaciales), con un 30%, además de EADS-CASA ESPACIO, con un 15%, INDRA ESPACIO con un 7% y SENER con un 5%.

La puesta en marcha de este programa supone que la práctica totalidad de la industria espacial española participe conjuntamente en el desarrollo de un proyecto de alto valor tecnológico,

tanto en la fabricación y lanzamiento de satélites, como en el desarrollo de los sistemas y estaciones de seguimiento y control terrestre de los mismos.

Desde el punto de vista geográfico, HISPASAT está decidida a convertirse en operador global, adaptándose de esta manera a las necesidades del mercado. Para lograr este carácter global, se partirá del concepto "one-stop-shopping", mediante acuerdos comerciales y de interoperabilidad y se avanzará en el establecimiento de alianzas y/o adquisiciones con otros sistemas de satélites, además de incorporar nuevas posiciones orbitales.

En esta línea de actuación hay que enmarcar la decisión de incorporar TEL-AVIV a la cobertura del satélite 1D, lo que permitirá, mediante un doble salto, el acceso a los satélites asiáticos a nuestros clientes americanos y europeos (y viceversa), logrando prácticamente conectividad global.

Finalmente, en un horizonte a medio/largo plazo, HISPASAT está analizando la evolución de los sistemas globales de banda ancha por satélite, que incluyen versiones más avanzadas de procesado a bordo, con conmutación ATM/DVB, y considerando la posibilidad de formar parte de alguno de estos sistemas en el futuro. Particularmente, el análisis está centrado en sistemas globales basados en satélites geoestacionarios que, en estos momentos, parecen más prometedores que las constelaciones de satélites en órbitas medias (MEO) o bajas (LEO).

**CENTRO DE CONTROL DE SATÉLITES DE ARGANDA**

Inaugurado en 1992, el Centro de Control de Satélites, ubicado en Arganda del Rey, se ha significado como la seña de identidad de HISPASAT en la Comunidad de Madrid. El Centro de Control de Arganda, completamente equipado para realizar las actividades de localización de los satélites, cálculo y simulación de sus desplazamientos orbitales, maniobras y control de todos sus parámetros, así como para la supervisión de su utilización por los clientes, ha venido funcionando de manera ininterrumpida desde 1992, 24 horas al día, gracias entre otras cosas, a un formidable equipo humano que cuenta con la formación y el entrenamiento adecuados. HISPASAT ha invertido a lo largo de la última década más de 6.000 millones de pesetas para dotar sus instalaciones de los equipos técnicos de control más avanzados que permitan garantizar con la máxima calidad y fiabilidad los servicios que presta a sus clientes. Los cambios, mejoras y adaptaciones realizadas desde su inauguración han permitido la adecuación del Centro de Control de Satélites a las nuevas coberturas y bandas de frecuencia utilizadas por los satélites del sistema HISPASAT. Entre estas inversiones destacan las actuaciones para el control y monitorización del satélite 1C puesto en órbita por HISPASAT en el año 2000. Esta constante renovación del sistema continuará a lo largo de 2001, en la que se instalarán los equipos de control del nuevo satélite 1D que será lanzado en el 2002 y que tendrá como novedad la instalación de un nuevo sistema de localización y cálculo orbital de satélites. Este sistema incluirá una nueva estación a ubicar en las Islas Canarias que será operada remotamente desde Arganda del Rey y que permitirá aumentar la precisión de medida y cálculo orbital con el objetivo de incrementar el número de satélites ubicados en una misma posición orbital.

La incorporación de estos equipos ha supuesto una labor importante de formación específica de las 60 personas dedicadas a las operaciones y mantenimiento del sistema de satélites que conforman la plantilla de HISPASAT en Arganda del Rey.

Hay que destacar, asimismo, con el objeto de adaptar las necesidades a la demanda creciente de la televisión digital, la instalación llevada a cabo en el Centro de Control de un sistema de supervisión y presentación simultánea de señales de TV Digital, con capacidad de supervisar un centenar de canales. Este sistema dispone de una gran capacidad de crecimiento que le permitirá atender hasta 300 canales de TV de las actuales o futuras plataformas digitales.

El sistema HISPASAT dispone además de instalaciones de control y supervisión de reserva en otro emplazamiento, en el área de Madrid, y de una estación remota de supervisión en Argentina.



Antenas del Centro de Control de Arganda

**ALGUNOS DATOS DESTACABLES**

- A lo largo de la vida de HISPASAT se han realizado 45.000 retransmisiones (deportes, acontecimientos, noticias).
- Existen 6.500 estaciones terrenas apuntando a los satélites HISPASAT sin contar las receptoras de DTH.

# Los sistemas de satélites no geoestacionarios

---

JULIÁN SESEÑA  
VICEPRESIDENTE SFS UNIÓN INTERNACIONAL  
TELECOMUNICACIONES  
TELEDESIC COMMUNICATIONS SPAIN

## INTRUDUCCIÓN

*En este artículo se describen los dos sistemas de satélites no geoestacionarios que se están desarrollando actualmente por el grupo de empresas del empresario norteamericano Craig McCaw: NUEVO ICO (Servicio Móvil por Satélite) y TELEDESIC (Servicio Fijo por Satélite). Ambos sistemas pretender hacer realidad la visión de despliegue de sistemas globales que intercomunicen todo el planeta en igualdad de condiciones y con capacidades de transmisión equivalentes a lo que se conoce como banda ancha. Estos sistemas de satélites constituyen complementos y alternativas eficientes a otras tecnologías terrenales de telecomunicaciones en alta velocidad.*

*Se describen brevemente las características fundamentales de ambas constelaciones así como las aplicaciones y servicios que se podrán cursar gracias a sus capacidades. También se mencionan los marcos regulatorios en que se desenvuelven estos sistemas globales no geoestacionarios.*

Los estudios de mercado realizados señalan que existe una creciente demanda de comunicaciones de banda ancha. Aunque esto ha ocurrido antes en relación con otros escenarios (por ejemplo, la radiodifusión de señales de televisión a los hogares), los sistemas terrenales y de satélite se complementarán y competirán, en alguna medida, por este mercado en los próximos años. En lo que se refiere a los satélites, esta competencia tradicionalmente ha estado restringida a las redes geoestacionarias. Sin embargo, los sistemas de satélite de órbitas de la Tierra de baja altura (LEO) en órbitas no geoestacionarias (NGSO) han surgido en los últimos años como una opción atractiva para proporcionar un auténtico acceso global.



## DEMANDA DE ANCHO DE BANDA

Una de las razones principales para que se haya producido esta explosiva demanda de ancho de banda es el vacío cada vez mayor que existe entre potencia de procesado y capacidad de transmisión.

Todas las cifras relativas a la utilización de Internet señalan grandes aumentos de la demanda. Además, el número de ordenadores personales conectados a redes de área local (LANs) está creciendo a razón de un 20% anual y llegará a unos 150 millones en el año 2000. Si junto a esto se considera el porcentaje de compañías que están conectadas o se conectarán a Internet en el próximo futuro se llega a la conclusión de que la demanda de ancho de banda en las redes de empresa tendrá una gran importancia.

Otro indicador importante es, sin duda, el tráfico total en el núcleo de Internet que se está duplicando cada 100 días.

Toda esta demanda de comunicaciones de banda ancha se superpone a un escenario global caracterizado por una asombrosa falta de infraestructuras: cuatro mil millones de personas sin teléfono; más de la mitad de la población del mundo vive a más de dos horas del teléfono más próximo; Tokio tiene más teléfonos que todo el territorio africano al Sur del Sahara. Tal como se explica en la siguiente Sección, aunque las soluciones terrenales pueden potencialmente cubrir gran parte de la demanda de banda ancha, únicamente los sistemas de satélite y más concretamente los sistemas NGSO (satélites en órbitas no geoestacionarias) tienen en potencia la posibilidad de distribuir de forma igualitaria los beneficios de la tecnología de banda ancha y satisfacer al mismo tiempo las necesidades básicas de comunicación.

## OPCIONES DE SATÉLITE PARA SATISFACER LA DEMANDA DE BANDA ANCHA

Los sistemas terrenales y de satélite han estado compitiendo y complementándose simultáneamente en la prestación de muchos servicios de telecomunicación. Por ejemplo, en la transmisión directa al hogar de señales de televisión ha existido en todo momento una fuerte competencia entre los sistemas de cable y los sistemas de satélites geostacionarios.

Con objeto de proporcionar servicios de banda ancha y al mismo tiempo aumentar el área de servicios asociados, los sistemas de satélites de órbita geostacionaria (GSO) tendrán que cambiar la configuración típica de haz fijo de cobertura puntual, asociada a las comunicaciones entre puntos fijos, y utilizar haces múltiples orientables.

En este aspecto, los sistemas que utilizan satélites NGSO (órbitas no geostacionarias) están en una excelente posición para cumplir las condiciones de universalidad y cobertura global. Puesto que sus satélites se mueven con relación a la superficie de la Tierra, la cobertura continua de cualquier punto de la Tierra exige esencialmente la cobertura continua de *todos* los puntos de la Tierra.

Este hecho transforma radicalmente la economía de la infraestructura de las telecomunicaciones. Puesto que los sistemas NGSO son inherentemente globales, proporcionarán la misma calidad y cantidad de servicio en todas las áreas del mundo incluso en aquellas en las que no sería económico extender el servicio para su propio beneficio.

Aunque los sistemas NGSO aprovechan muy bien el espectro radioeléctrico incluso por consideraciones puramente técnicas, la verdadera medida de su eficiencia es el número de personas que tendrán acceso a comunicaciones avanzadas mediante los sistemas de satélite NGSO y que de otra manera no tendrían ningún acceso.

Otra desventaja intrínseca de las redes GSO con respecto a los sistemas NGSO es el retardo de enlace. Las conexiones típicas GSO de extremo a extremo tienen un retardo de 500 ms mientras que el valor correspondiente a los sistemas terrestres es de 100 a 150 ms y de 50 a 150 ms en los sistemas NGSO.

Aunque las redes GSO proporcionan en la actualidad servicios limitados de banda ancha interactivos, la mayoría de las redes GSO orientados específicamente al mercado de banda ancha no están todavía en funcionamiento. Estas nuevas redes funcionarán en la banda Ka y al menos en los últimos 3 ó 4 años se han presentado un gran número de peticiones a la *Oficina de Radiocomunicaciones (BR)* de la *UIT*. Hasta ahora, se han presentado a la *UIT* planes para más de 400 redes GSO y en los Estados Unidos la *FCC* ha dado autorización a 48 redes GSO en la banda Ka. En Europa entre los sistemas planificados en la banda Ka están los de *Astra-SES*, *Hispasat* y *Eutelsat*.

En el campo de los NGSO, el sistema *Teledesic* en la banda Ka está ahora en un avanzado estado de desarrollo. Otro sistema, el *Skybridge* va a utilizar la banda Ku.

Conviene señalar las diferencias entre esta clase de sistemas y otras clases de sistemas globales de satélites NGSO.

Existen sistemas para aplicaciones de mensajes escritos a los que normalmente se les conoce como pequeños LEOs como por ejemplo los *Orbcomm*, *Starsys*, *Vita*, *E-Sat*, *Final Analysis* y *Leo One*.

Otro grupo de sistemas globales de satélite para aplicaciones de voz, a los que ha llegado a conocerse como grandes LEOs, constituyen la contrapartida de los sistemas celulares terrenales, cuyos ejemplos representativos son *Iridium* y *Globalstar*. En origen también se diseñó en este tipo de aplicaciones el sistema *ICO*. Aunque este último es en realidad un sistema MEO (órbita media de la Tierra) que funciona a alturas de unos 10.000 km, debido a sus aplicaciones se le incluye aquí en la misma clase que los grandes LEOs. Con la toma de control pro *Craig McCaw* del *nuevo ICO*, éste se ha rediseñado y enfocado hacia aplicaciones de datos en entornos móviles. El nuevo *ICO* es parte de los sistemas mundiales *IMT-2000*.

## EL SISTEMA DE BANDA ANCHA DE SATÉLITES NO GEOESTACIONARIOS TELEDUSIC

La primera propuesta de un sistema global de banda ancha de satélites no geoestacionarios fue hecha por Teledesic, compañía fundada en 1990 que tiene sus oficinas centrales en el Broadband Center de Bellevue (Estado de Washington) en los Estados Unidos, y sedes en varios países; entre ellos, el Reino Unido, Bélgica y *España*.

La Red Teledesic permitirá a los usuarios comunicarse con las redes terrestres o con otros usuarios, o podrá funcionar como un enlace entre redes. La Red Teledesic estará interconectada con las redes públicas de todo el mundo. Dentro del mercado que pretende conseguir, pueden citarse las redes empresariales, el acceso de negocios, reserva y complemento de las redes terrenales, líneas troncales, aplicaciones aéreas y marítimas, y el acceso residencial.

Los terminales normales de la Red Teledesic proporcionarán conexiones digitales simétricas conmutadas a velocidades binarias "*bajo petición*" de hasta 2,048 Mbps y una capacidad asimétrica para el enlace descendente tan elevada como 64 Mbps. En cuanto a los terminales profesionales combinadores, permitirán velocidades binarias de hasta 64 Mbps tanto para el enlace ascendente como para el descendente. Los terminales combinadores pueden funcionar a velocidades binarias simétricas de 51,84 Mbps o más elevadas. En la mayoría de las regiones de la Tierra, la disponibilidad del enlace es al menos de un 99,9%. Se considera que puede utilizarse un enlace siempre que la relación de errores binarios sea superior a  $10^{-10}$ .

El segmento espacial de la Red Teledesic consiste en una constelación de satélites en órbitas de baja altura (LEO) configurada de tal manera que al menos un satélite está siempre visible con un ángulo de elevación, superior a un mínimo determinado, sobre la superficie de la Tierra, casi en cualquier punto de la Tierra.

La red espacial Teledesic utiliza conmutación de paquetes a alta velocidad. En la Red Teledesic todos los tipos de comunicación se procesan de manera idéntica como conjuntos de pequeños paquetes. Cada paquete lleva un "*encabezamiento*" que contiene la dirección así como información de la secuencia, una sección de comprobación de errores utilizada para verificar si el "*encabezamiento*" está completo, y una sección de carga útil que lleva los datos para el usuario (voz, vídeo, datos, multimedia, etc.) codificados digitalmente.

Cada satélite de la constelación constituye un nodo dentro de la red de conmutación de paquetes de alta velocidad y mediante los enlaces entre satélites (ISLs) se tiene la posibilidad de conectarse con seis diferentes satélites del mismo plano orbital y de los planos orbitales adyacentes. Esta disposición de interconexiones forma una clara topología de rejilla no jerárquica, o geodésica. De la palabra "geodesic" se ha derivado el nombre "Teledesic".

## EL SISTEMA DE SATÉLITES NO GEOESTACIONARIOS NUEVO ICO

El sistema *Nuevo ICO* pretende ser el primer sistema no geoestacionario que ofrezca servicios IP de voz y datos con cobertura global. Se persigue la compatibilidad plena con las redes terrenales fijas y móviles. El Nuevo ICO constituye una excelente plataforma para facilitar la evolución hacia la nueva generación de sistemas de banda ancha, como TELEDESIC.

Los principales inversores en el Nuevo ICO son Craig McCaw, Bill Gates, Clayton, Dubilier and Rice, Subhash Chandra y otros.

El sistema Nuevo ICO está basado en una red de 10 satélites no geoestacionarios más 2 previstos como reserva en órbita. Además, se dispone de una red terrestre compuesta por 12 Nodos de Acceso al Segmento Espacial (SAN), además de una completa red terrenal de banda ancha que enlaza todos estos nodos a nivel mundial (red ICONET). Cada satélite es del modelo HS601 modificado con un peso de 2.750 kg y una vida útil estimada en 12 años. Los satélites se ubican en órbitas medias (MEO) a una altura de 10.390 km en dos planos orbitales a 45 grados. El período orbital es de 6 horas.

Con esta constelación, el retardo de las comunicaciones con la tierra no llega a los 100 m/s. Se utiliza la transmisión TDMA y el sistema GSM como base de arquitectura de protocolos de comunicaciones. Las frecuencias a utilizar son 1.985–2.015 MHz para el enlace ascendente y 2.170–2.200 MHz para el enlace descendente.

Los tipos de servicios que prevé Nuevo ICO son: comunicaciones personales de voz de alta calidad, mensajería bidireccional y datos hasta velocidades de 144 Kbps con la posibilidad de tarifa plana (siempre on). Para ello, dispondrá de los siguientes tipos de terminales: Personal (cobertura global y equipado con accesorios para adaptar a teléfonos móviles convencionales), Móvil (para usuarios de transporte: terrestre, marítimo, aeronáutico, industrias móviles, operadores de flotas de vehículos, etc.), Fijo (equipado con antenas exteriores que permitirá voz y datos de alta velocidad, principalmente orientado a usuarios individuales y empresariales en lugares remotos).

## ASUNTOS REGULATORIOS

### 1. BANDA KA

Las *Conferencias Mundiales de Radiocomunicaciones de la UIT de 1995 y de 1997* reconocieron los beneficios que podría aportar a las comunicaciones globales el completo desarrollo de la tecnología NGSO, y se designó una banda de 500 MHz (18,8–19,3 GHz enlace descendente; 28,6–29,1 GHz enlace ascendente).

En las bandas para el enlace descendente de los sistemas NGSO/FSS, se asegura la protección del servicio fijo (FS) con el cumplimiento de los límites de pfd en la superficie de la Tierra. Los valores aplicables en las bandas 10,7-12,75 GHz y 17,7-19,3 GHz han sido definitivamente establecidos por las CMR-97 y CMR-2000.

Una cuestión más importante es la interferencia producida por una estación terrenal del servicio fijo (FS) a una estación terrena NGSO (enlace descendente) y por la estación terrena NGSO (enlace ascendente) al terminal terrenal. El problema es similar al de interferencia entre estaciones terrenas GSO y estaciones terrenas. Sin embargo, con independencia de si el sistema de satélites es GSO o NGSO, el problema llega a ser importante cuando existe una gran densidad de terminales en el sistema terrenal FS, en el sistema FSS, o en los dos sistemas. Este hecho ha sido ya reconocido en algunos países donde, por ejemplo, en la banda de alrededor de 28 GHz, se ha atribuido un espectro específico separado para los sistemas de distribución local multipunto (LMDS) evitando cualquier solape con las bandas atribuidas internacionalmente a los sistemas NGSO/FSS. También en algunos países se ha decidido evitar el desarrollo simultáneo de ambos servicios en algunas porciones de la banda 17,7-19,7 GHz con objeto de poder acceder a la completa potencialidad de ambos sistemas y, en particular, de los sistemas NGSO de banda ancha.

Es importante señalar que cuando la densidad de estaciones es muy grande, con el consiguiente problema de compartición de frecuencias para los diferentes tipos de sistemas que utilizan las mismas frecuencias y para las autoridades reguladoras que tienen que gestionar la utilización de este espectro, la atribución de sub-bandas específicas para cada servicio puede dar lugar a la utilización más práctica y eficiente de los recursos de espectro.

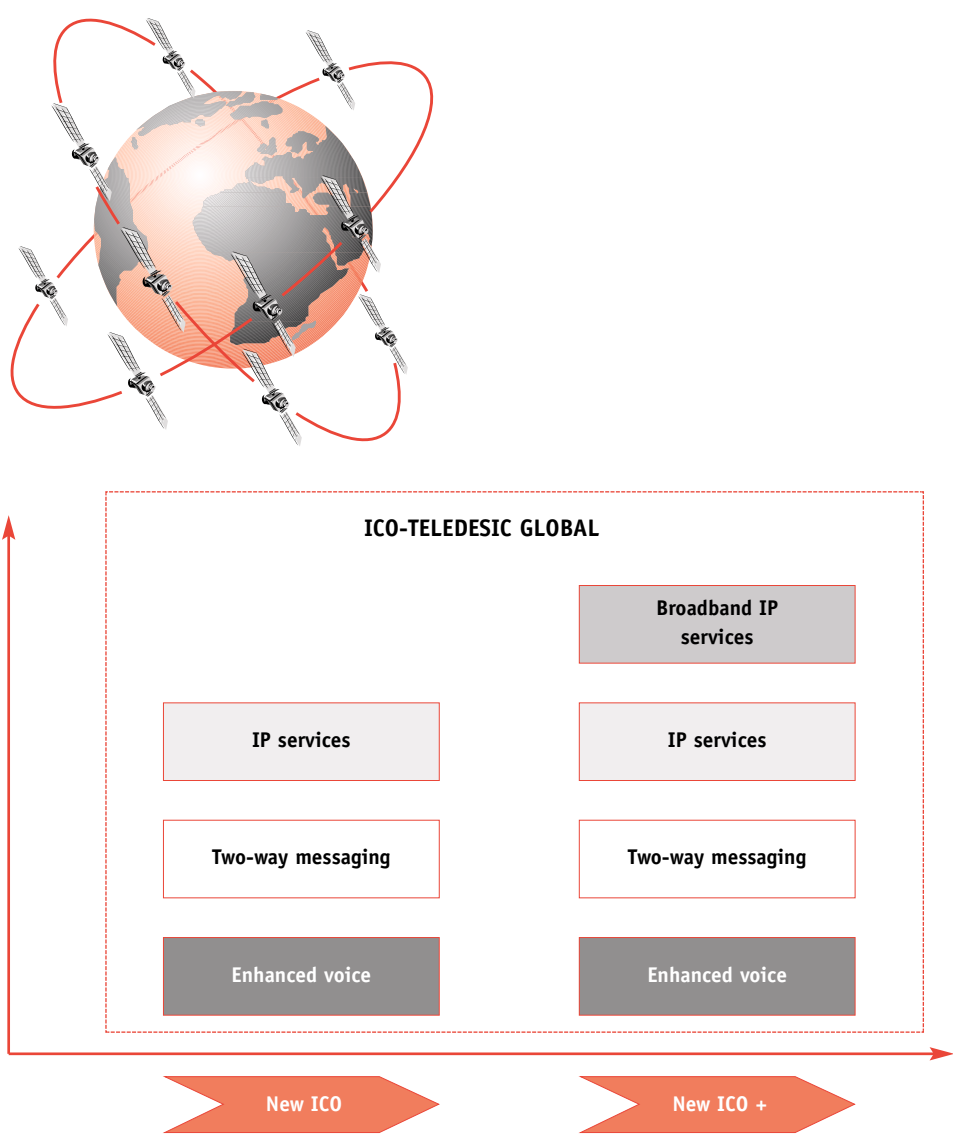
### 2. BANDA L. SERVICIOS MÓVILES POR SATÉLITE

La utilización de las frecuencias radioeléctricas por el Nuevo ICO está respaldada por los procedimientos de coordinación de frecuencias del *Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT*, en su Resolución 46. Para ello, el sistema ICO está coordinado en las condiciones definidas en la Circular Res46/C/167.

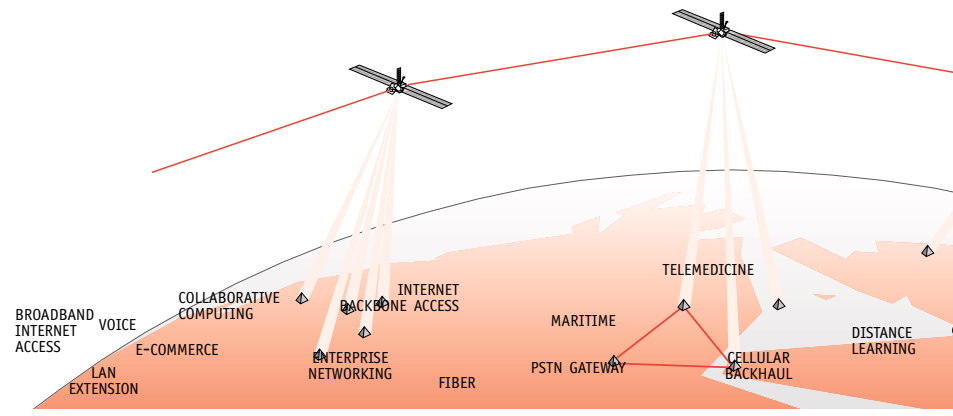
A nivel Europeo, la operación del Nuevo ICO está amparada en las decisiones de la *CEPT* siguientes:

- *ECTRA 97 (02)*, sobre la armonización de las autorizaciones y procedimientos de coordinación en el campo de las Comunicaciones Personales por Satélites.
- *Decisión ERC (97)03*, sobre el uso armonizado del espectro para los servicios de comunicaciones personales (S-PCS).
- *Decisión ERC (97)04*, sobre arreglos transitorios para el Servicio Fijo y el Servicio Móvil por Satélite con el fin de facilitar el despliegue armonizado y desarrollo de los servicios de comunicaciones móviles personales.
- *Decisión ERC (97)05*, sobre la libre circulación, uso y licencia de estaciones terrenas móviles de los servicios de comunicaciones personales dentro de la CEPT.
- *Decisión ERC (97)07* sobre las bandas de frecuencias para la introducción del Sistema de Telecomunicaciones Móviles Universales (UMTS).
- Decisión No. 710/97/EC, del Parlamento Europeo y del Consejo de 24 de marzo de 1997, sobre un procedimiento coordinado de autorizaciones en el campo de los servicios de comunicaciones personales por satélite en la Unión Europea.

**FIGURA 1** NUEVO ICO



**FIGURA 2** INTERNET-IN-THE-SKY





# **CAPÍTULO 2.**

## **Navegación por satélite**

---



# **Navegación por satélite. Evolución, tendencias tecnológicas y aplicaciones**

---

FÉLIX PÉREZ

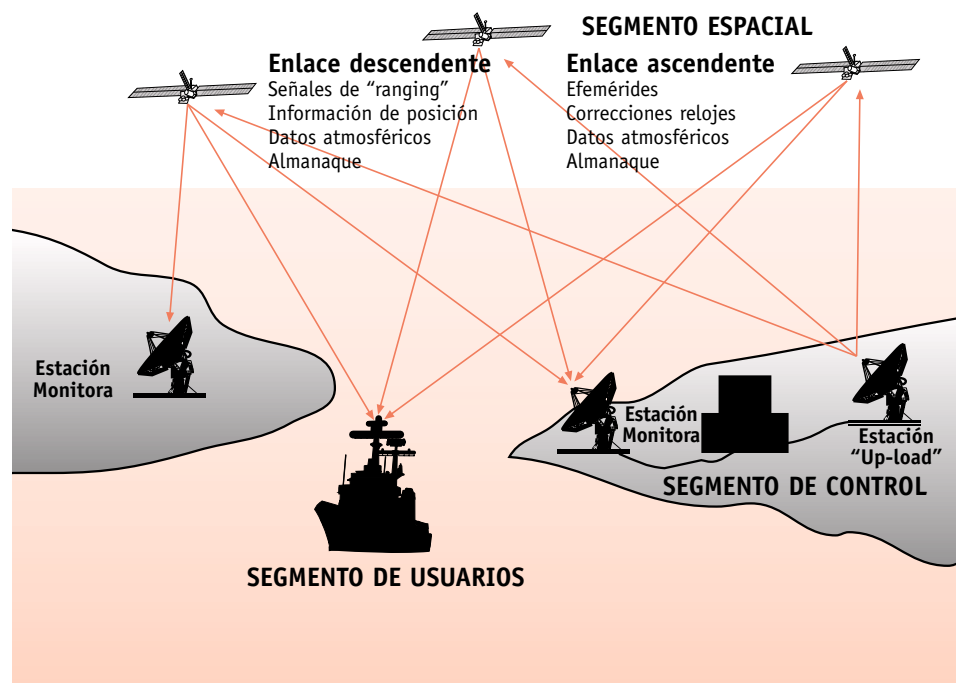
DIRECTOR DEL DEPARTAMENTO DE SEÑALES,  
SISTEMAS Y RADIOCOMUNICACIONES, E.T.S.I.T. (UPM)

*El primer sistema de navegación por satélite fue concebido en el Laboratorio de Física Aplicada de la Universidad Johns Hopking mientras determinaban la órbita del primer satélite artificial –el Sputnik 1–, a partir de la recepción de la señal que éste emitía: una simple portadora de frecuencia 20 MHz. Cuando al doctor F. T. McClure se le ocurrió invertir el problema que estaban resolviendo en aquel momento no podía imaginar que estaba abriendo las puertas a una revolución tecnológica cuyas aplicaciones sólo están limitadas por nuestra imaginación.*

**UN POCO DE HISTORIA...**

El primer sistema de navegación por satélite (en adelante SNS) nació de la coincidencia de una “necesidad vital” de la Marina de Estados Unidos y de la aparición de un avance tecnológico sin precedentes: la capacidad de situar satélites artificiales en órbita alrededor de la Tierra. En efecto, en 1957 en plena Guerra Fría, la Marina norteamericana inició el programa Polaris cuyo objetivo era el despliegue de misiles intercontinentales ocultos bajo el agua, embarcándolos en submarinos dispersos en los océanos. Cada misil apuntaba a un objetivo estratégico seleccionado y el éxito del proyecto dependía de la capacidad de determinar con precisión la posición de los submarinos en cualquier punto de la Tierra, lo que requería un sistema de navegación global (utilizable en todo momento y en cualquier punto). Por otro lado, los investigadores de la Universidad Johns Hopking habían comprobado la posibilidad de determinar con gran precisión la órbita del Sputnik 1, a partir del desplazamiento Doppler sufrido por la señal que emitía (como consecuencia del movimiento del satélite) y del conocimiento preciso de la posición del receptor que la sintonizaba. En una conversación casual entre investigadores de ambos proyectos el doctor McClure comentó la posibilidad de invertir el problema: si se conociese la posición de un satélite de forma precisa, sería posible determinar la de un receptor situado en el submarino de posición desconocida, midiendo el desplazamiento Doppler sufrido por una señal emitida desde el satélite. Había nacido el TRANSIT, el primer SNS. El programa TRANSIT comenzó en 1958 y se declaró operacional en 1964, tras el lanzamiento de 10 satélites. Posteriormente, en 1967, se permitió su utilización civil, estando en servicio durante 33 años y habiendo sido utilizado por 250.000 usuarios, un éxito sin precedentes. Por su parte, la Unión Soviética desarrolló el CICADA, un sistema muy similar al de la Marina norteamericana. A pesar de su sencillez y sus limitaciones –por ejemplo no se podía utilizar en navegación aérea–, el sistema TRANSIT estableció todos los conceptos básicos de los SNS: estructura del sistema, fuentes de error, técnicas de navegación y geodésicas, etc. De hecho, el GPS (Global Positioning System) no es más que su evolución lógica de la mano de nuevos desarrollos tecnológicos que permitieron la superación de dichas limitaciones.

**FIGURA 1 ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE NAVEGACIÓN POR SATELITE**



## PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE NAVEGACIÓN POR SATÉLITE

Las medidas básicas que pueden realizarse, a partir de las señales transmitidas desde los satélites, son la distancia de la línea de visión directa observador-satélite y la velocidad de variación con el tiempo de esta distancia. La primera se obtiene del tiempo que tarda la señal en alcanzar al observador o del desfase que sufre la portadora, y la segunda del desplazamiento Doppler que sufre esta misma portadora.

La medida en un cierto instante o en un intervalo de tiempo de una de las dos magnitudes permite establecer una superficie en la que está el observador (en el primer caso un esferoide y en el segundo un hiperboloide). Para establecer la posición del observador se requieren varias superficies cuya intersección es la posición buscada. Además estas superficies deben cortarse adecuadamente, lo que exige que los satélites ocupen posiciones muy alejadas entre sí en el espacio. Para ello, existen dos soluciones:

- Utilizar un solo satélite y realizar las medidas en diferentes instantes o intervalos de tiempo a lo largo de la trayectoria. En este caso, la posición se obtiene de forma discontinua, pero con pocos satélites se puede cubrir toda la superficie terrestre. Así se concibió el sistema TRANSIT.
- Utilizar varios satélites y realizar simultáneamente las medidas de distancia y/o velocidad de variación de la distancia del receptor a los satélites. En este caso, la posición se obtiene de forma casi continua, lo que permite su utilización por móviles de gran dinámica (aeronaves), pero son necesarios muchos más satélites. Así está diseñando el sistema GPS.

En el primer caso, se utilizan satélites de baja altura (denominados LEO: órbita baja) para que cambien rápidamente su posición respecto del observador. Por ejemplo, el sistema TRANSIT utilizaba 6 satélites con órbitas polares a 1.100 kilómetros de altitud con un período de revolución de 107 minutos. Por el contrario, el sistema GPS usa 24 satélites con órbitas a 20.000 kilómetros de altura (denominados MEO: órbita media) y períodos de revolución de 12 horas.

La implementación práctica de estas ideas tan simples es muy compleja. De hecho, un SNS está constituido por tres partes o segmentos (figura 1):

- **Segmento espacial.** Son los satélites, encargados de generar y transmitir las “señales de navegación”. Se usan satélites no geoestacionarios que sobrevuelan todos los puntos de la superficie terrestre y cuyas órbitas deben ajustarse para que, en cualquier punto, se vea un número mínimo de satélites con una periodicidad adecuada para permitir, en recepción, el cálculo de la posición con una determinada precisión.
- **Segmento de control.** Está constituido por las estaciones terrenas de seguimiento. Dado que su emplazamiento es conocido, determinan los parámetros orbitales con mucha precisión a partir de las señales transmitidas por los satélites. Los datos se envían, junto con señales de tiempo para sincronizar el sistema, a los satélites mediante un enlace radio en banda S para, posteriormente, retransmitirlos a los usuarios. En los sistemas actualmente en funcionamiento, dichos datos se envían modulando en fase las portadoras utilizadas para las medidas de distancias y desplazamientos Doppler. Las efemérides utilizadas en el sistema GPS, los datos que permiten al receptor calcular la posición de los satélites, son calculadas y difundidas por varias organizaciones ([www.igsch.jpl.nasa.gov](http://www.igsch.jpl.nasa.gov)).
- **Segmento de usuarios.** En los SNS, los equipos de a bordo consisten básicamente en un receptor y un calculador. El receptor permite obtener los desplazamientos Doppler y/o los retardos temporales así como los datos orbitales y las señales de sincronismo. El calculador, con estos datos y otros que se introducen directamente desde la nave, calcula la posición y corrige los errores introducidos por diversas causas como la propagación por la ionosfera y troposfera, movimiento de la nave, fenómenos relativistas, etc. Según la aplicación, los equipos incluyen capacidades adicionales (presentación de mapas, almacenamiento de datos...), disponiéndose de una variada oferta en el mercado ([www.gpsnow.com](http://www.gpsnow.com)).

## EL SISTEMA GPS

El sistema GPS fue aprobado por el Departamento de Defensa de Estados Unidos en 1973 como síntesis de los esfuerzos desarrollados en tres proyectos independientes de los que se transfirieron tres elementos tecnológicos básicos:

- El programa **TRANSIT** aportó la experiencia práctica de un sistema en operación.
- El programa **TIMATION**, también desarrollado por la Marina de Estados Unidos para suministrar posición y tiempo precisos a observadores terrestres pasivos, aportó fundamentalmente la tecnología de relojes atómicos embarcados en satélites.
- El programa **621-B** de las Fuerzas Aéreas de Estados Unidos demostró las capacidades de un nuevo tipo de señales basadas en el uso de códigos seudo aleatorios. Una técnica que permitía usar la misma frecuencia para todos los satélites y detectar señales de varios órdenes de magnitud por debajo del nivel de ruido, siendo además señales muy fáciles de generar. En definitiva las técnicas CDMA de amplia utilización en las próximas generaciones de sistemas de telecomunicación, eso sí, con 20 años de adelanto.

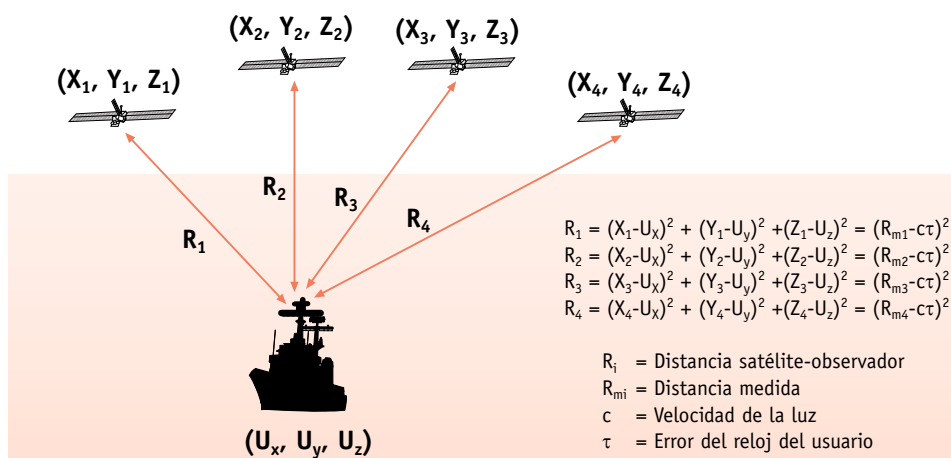
### PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

El fundamento básico de la técnica de navegación empleada en el GPS es la medida simultánea de las distancias a varios satélites cuya posición es estimada a partir de las efemérides que ellos mismo envían modulando las señales utilizadas para la determinación de las distancias. Ello permite establecer varias ecuaciones, al menos cuatro, cuya solución permite obtener la latitud, longitud, altitud del receptor, así como corregir su reloj (figura 2).

La determinación de las distancias se hace a partir de la medida del retardo que sufre la señal al recorrer la trayectoria satélite-observador, lo que se realiza correlando las señales recibidas de los satélites (una portadora común modulada por códigos seudo aleatorios) con réplicas desplazadas de las mismas que genera el receptor. Una descripción completa de la constitución y del principio de funcionamiento del sistema puede encontrarse en [www.colorado.edu/geography/gcraft/notes/gps/gps.html](http://www.colorado.edu/geography/gcraft/notes/gps/gps.html).

Se usan dos tipos de códigos, los denominados C/A, utilizables por usuarios civiles que emplean una velocidad de código de 1.023 MHz y los denominados códigos P o de precisión, solo permitidos para uso militar, que trabajan a 10.23 MHz. La precisión instrumental (sin considerar otras fuentes de error) depende de la velocidad de código. De hecho, inicialmente, se estimó que la precisión instrumental obtenida en la medida de las distancias era de varias decenas de metros con códigos C/A de algunos metros con códigos P.

**FIGURA 2** PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE NAVEGACIÓN POR SATÉLITE



## PRECISIÓN

Son varias las fuentes de error que degradan la precisión en la medida de las distancias a los satélites, pero todas ellas están acotadas y, en gran medida, pueden ser corregidas. Las más importantes son:

- **Errores en los relojes de los satélites.** Las derivas de los relojes atómicos pueden producir errores significativos, sin embargo el sistema transmite a los usuarios datos que permiten su corrección hasta reducirlos a uno o dos metros.
- **Errores en la estimación de la posición de los satélites.** Con los modelos empleados en la medida y predicción de las órbitas este error se traduce en pocos metros en la estimación de las distancias.
- **Errores por propagación en la troposfera e ionosfera.** Especialmente el efecto de la ionosfera produce errores en torno a la decena de metros que pueden ser reducidos en un orden de magnitud si se hacen las medidas de distancias con dos frecuencias simultáneamente, algo que por ahora sólo pueden hacer los usuarios militares.
- **Errores instrumentales.** Inicialmente previstos como una de las principales fuentes de error, el desarrollo de las técnicas de tratamiento de las señales CDMA ha reducido su valor a alrededor de un metro, sorprendiendo a los diseñadores del sistema.

En total, el error cometido en la medida de las distancias a los satélites, para usuarios civiles, está entre 15 y 20 metros y es inferior a 5 metros para los militares.

Los gestores militares del sistema consideraron inaceptable esta precisión por lo que decidieron degradar artificialmente la precisión del GPS introduciendo lo que se conoce como Disponibilidad Selectiva o SA (Selective Availability), haciendo que la precisión en la medida de la distancia, para uso civil, fuese de 50 metros para códigos C/A. En estas condiciones para el Servicio de Posicionamiento Estándar (uso civil) la precisión estimada en la determinación de la posición es 100 metros en el plano horizontal y 156 metros en vertical. La precisión en el tiempo transferido es 340 nanosegundos. Valores que son cuatro veces inferiores desde que, en mayo de 1999, las autoridades de Estados Unidos decidieran eliminar la SA.

## GPS DIFERENCIAL

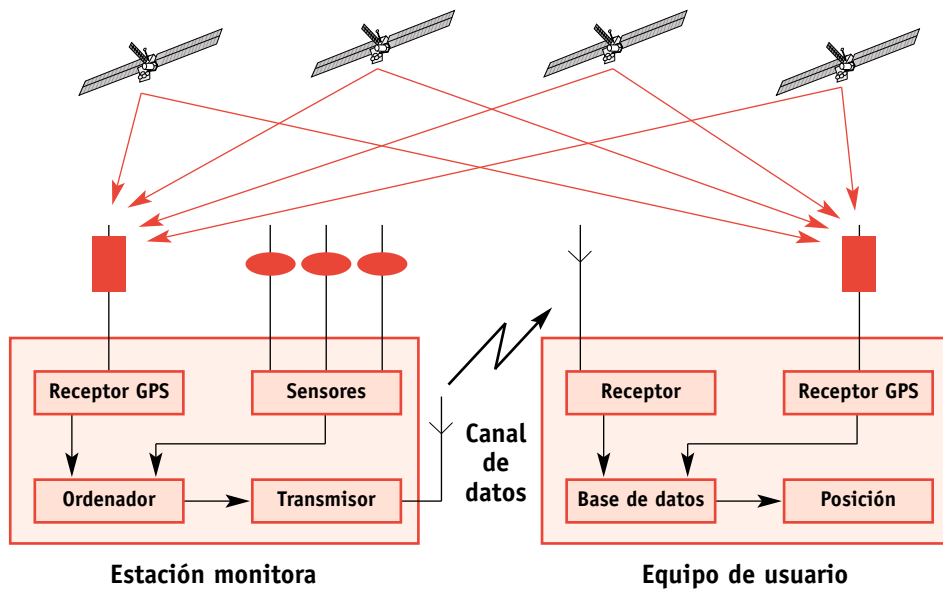
Los errores más importantes, propagación ionosférica y SA, tienen la particularidad de estar correlados espacial y temporalmente en amplias zonas. Esto significa que son los mismos para receptores situados en dichas áreas –círculos de más de 100 kilómetros de radio–, lo que abre la posibilidad de reducirlos drásticamente utilizando técnicas diferenciales. De hecho, con estos sistemas las precisiones obtenidas se reducen a algunos metros.

El empleo de estas técnicas fue el siguiente avance tecnológico, forzado en gran parte, por la SA. Un sistema diferencial está constituido por tres elementos (ver figura 3):

- Una estación monitora, cuya posición es conocida con precisión, que incluye un receptor GPS y un ordenador que calcula los errores cometidos en la determinación de las distancias a los satélites y configura la estructura del mensaje difundido a los usuarios.
- Un canal de datos, normalmente unidireccional, compuesto por un transmisor junto a la estación monitora y los receptores de los usuarios. La integridad del enlace es uno de los aspectos críticos del sistema. Se han empleado varios sistemas de radiocomunicaciones para establecer el enlace: los radiofaros costeros, sistemas de comunicaciones por satélite, emisoras comerciales de radiodifusión y TV y comunicaciones móviles terrestres.
- Equipos de usuarios, con un receptor adecuado al canal de datos y un receptor GPS con capacidad de realizar las correcciones diferenciales. Existe un protocolo de comunicaciones estandarizado por la RTCM (Radio Technical Commission Marine) disponible en una buena parte de los receptores comerciales.

Existen numerosos sistemas diferenciales en operación, siendo el más conocido el que mantiene el Servicio de Guardacostas de Estados Unidos ([www.navcen.uscg.gov/dgps/default.htm](http://www.navcen.uscg.gov/dgps/default.htm)).

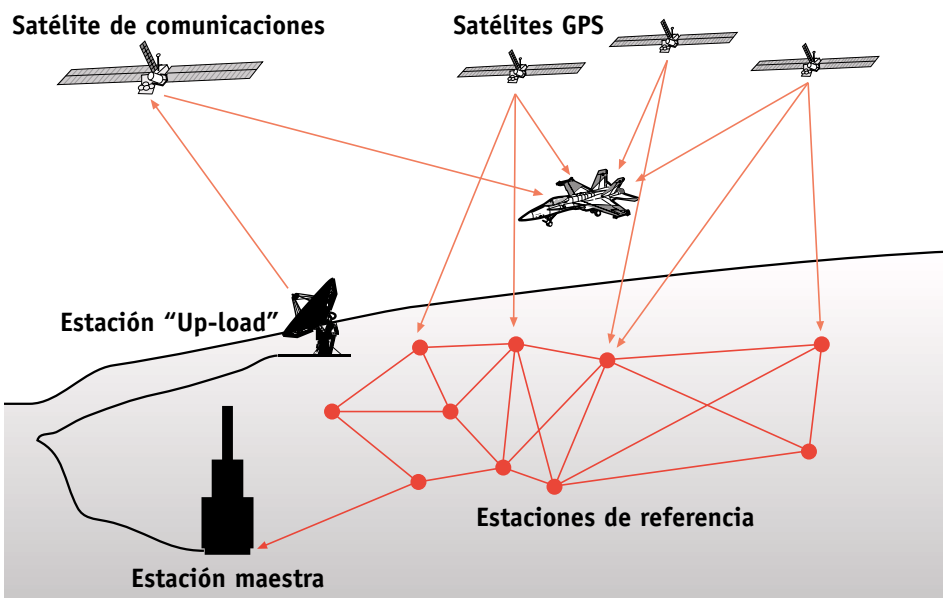
**FIGURA 3 GPS DIFERENCIAL**



**EL SISTEMA GLONASS**

Finalmente indiquemos que la antigua Unión Soviética desarrolló el sistema GLONASS (Global Navigation Satellite System), actualmente bajo control de la Federación de Rusia cuya filosofía básica es similar a la del GPS ([mx.iki.rssi.ru/SFCSIC/SFCSIC\\_main.html](http://mx.iki.rssi.ru/SFCSIC/SFCSIC_main.html)). La utilización simultánea de ambos sistemas permite aumentar exponencialmente los niveles de fiabilidad e integridad del sistema, de hecho ya existen numerosos receptores GPS-GLONASS en el mercado aunque son bastante más caros que los receptores GPS. Desgraciadamente, todavía no está asegurada la viabilidad futura del sistema.

**FIGURA 4 GPS EXTENDIDO REGIONAL**



## SISTEMAS GPS EXTENDIDOS

El GPS Extendido ("Augmented GPS") nace de la necesidad en ciertas fases de la navegación aérea de alcanzar requisitos de precisión, fiabilidad e integridad que no es capaz de suministrar el GPS. Ello implica la necesidad de incorporar sensores en las aeronaves, estaciones monitoras del sistema, seudolitos, etc. Todo ello es lo que se conoce como sistemas de Navegación Global por Satélite (GNSS: Global Navigation Satellite System), cuya primera generación (GNSS1), basada en el GPS y en el GLONASS operará durante la primera década del siglo XXI y la segunda generación (GNSS2) será la evolución lógica del GPS y la apuesta de Europa de llevar a la práctica un sistema civil que resuelva las actuales incertidumbres asociadas a los sistemas GPS y GLONASS. Para resolver estos problemas se utilizan dos tipos de mejoras o de GPS Extendido: regionales, conocidos como GPS Expandido de Área Extensa (WAAS: Wide Area Augmentation System en denominación estadounidense), y locales, conocidos como GPS Expandido de Área Local (LASS: Local Area Augmentation System).

### GPS EXTENDIDO REGIONAL

Estos sistemas se utilizan en todas las fases del vuelo incluido el aterrizaje de precisión en categoría I (<http://www.gpsinformation.net/exe/waas.html>). Están compuestos por los siguientes elementos (ver figura 4):

- **Estaciones de Referencia.** En número de varias decenas, están distribuidas a lo largo de la zona de control, observan todos los satélites GPS –y en su caso GLONASS– visibles, y determinan las pseudo distancias y las correcciones ionosféricas.
- **Estaciones Maestras.** Utilizan los datos que les envían las estaciones de referencia y generan un mensaje que contiene las correcciones para cada satélite GPS –y en su caso GLONASS–. El mensaje incluye las efemérides del satélite, su reloj y la corrección atmosférica.
- **Satélites Geoestacionarios.** Reciben el mensaje de las estaciones maestras y lo retransmiten a los usuarios utilizando portadoras en la banda de las señales GPS y el formato definido por el Comité Especial 159 de la RTCA. Esta señal puede ser utilizada para establecer una pseudo distancia adicional –la del receptor al satélite geoestacionario– incrementando la precisión, disponibilidad e integridad del sistema.

La señal de "navegación" es similar a la del GPS y se puede recibir con receptores GPS ligeramente modificados. Se trata de una señal a frecuencia  $L_1$  que se modula con códigos de espectro ensanchado del mismo tipo que los C/A del GPS. Como ya se ha indicado con anterioridad, la señal incluye los datos de corrección diferencial e información de integridad tanto de los satélites GPS como de las estaciones empleadas.

Nótese que el sistema WAAS realiza, de forma redundante, funciones del segmento de control del GPS, calculando sus propias efemérides y parámetros de los relojes; por tanto elimina la Disponibilidad Selectiva.

La precisión obtenida está en torno a los cuatro metros, garantizándose los siete metros requeridos por la aproximación en categoría I. Asimismo se cumplen los niveles de disponibilidad e integridad requeridas. Ello permite aterrizajes en que el piloto ve la pista a 200 pies del suelo y a una distancia de media milla.

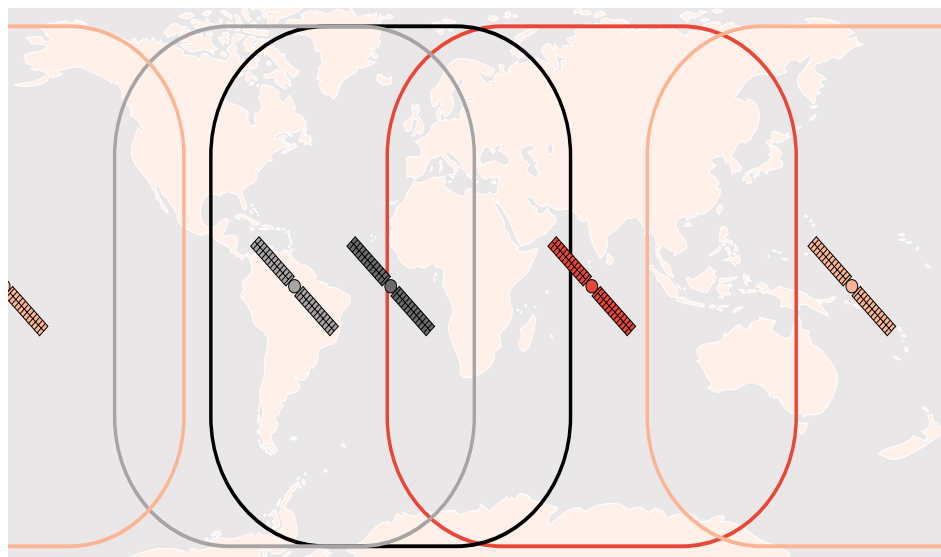
**En estos momentos están en desarrollo tres sistemas cubriendo grandes zonas de América, Europa y Asia, las de mayor tráfico aéreo, bajo las siguientes denominaciones.**

- **WAAS** ([www.gps.faa.gov/Programs/WAAS/waas.htm](http://www.gps.faa.gov/Programs/WAAS/waas.htm)) bajo el control de la FAS, es el proyecto más avanzado con un coste superior a los 1.000 millones de dólares.
- **EGNOS** ([www.esa.int/EGNOS](http://www.esa.int/EGNOS)) (European Geostationary Navigation Overlay Service) bajo el control conjunto de la Agencia Espacial Europea y EUROCONTROL, está prevista su operación en breve con un presupuesto de 150 millones de ECUS para su desarrollo. Utiliza satélites tipo INMARSAT III a los que se equipa con una pequeña carga de pago para navegación. Está previsto el uso de dos satélites denominados AOR-E e IOR.
- **MSAS** ([www.nasda.go.jp/index-e.html](http://www.nasda.go.jp/index-e.html)) (MTSAT Satellite-based Augmentation System), desarrollado bajo responsabilidad del Dpto. de Aviación Civil de Japón (JCAB: Japan Civil Aviation Bureau), persigue los mismos objetivos y filosofía que los anteriores pero sobre el



área controlada por Japón. Como su nombre indica se basa en el satélite japonés MTSAT (Multi-functional Transport SATellite). Cuando todos ellos estén operativos cubrirán una buena parte de la superficie terrestre (figura 5)

**FIGURA 5** COBERTURA DE LOS GPS EXTENDIDO REGIONALES



#### GPS EXTENDIDO LOCAL

Estos sistemas, conocidos como LAAS, intentan completar a los WAAS para permitir el uso de la navegación aérea por satélite en todas las fases del vuelo. En definitiva, lo que se pretende es que en ciertas áreas (de unos 50 kilómetros de radio) se puedan alcanzar los requerimientos asociados a la aproximación de precisión en categorías II y III ([www.gps.faa.gov/Programs/LAAS/laas.htm](http://www.gps.faa.gov/Programs/LAAS/laas.htm)).

Todavía es un sistema en fase experimental, apoyado fundamentalmente por las FAA, con el que se espera obtener precisiones en torno a un metro y disponibilidad e integridad prácticamente del 100%. Se utilizará tanto para maniobras de aproximación, aterrizaje y despegue como para operaciones de superficie en el aeropuerto.

La filosofía es conceptualmente idéntica a la de los sistemas descritos en el apartado anterior pero retransmite el mensaje con las correcciones mediante estaciones terrenas en la banda VHF. Contiene los siguientes elementos (figura 6):

- **Estaciones de Referencia de Área Local.** Típicamente se usan cuatro y están instaladas en posiciones precisas alrededor del aeropuerto. Su función es recibir las señales GPS, calcular las pseudo distancias y enviarlas a la estación central de proceso.
- **Estación Central de Proceso.** Es la encargada de calcular los errores del sistema GPS y de enviarlas a los transmisores de VHF.
- **Transmisores de Datos en VHF** con el formato especificado por el RTCM.
- **Seudolitos.** Se emplean si se requieren para alcanzar la categoría. Como su nombre sugiere son básicamente satélites GPS situados sobre el suelo.
- **Sensores adicionales embarcados** (radioaltímetros).

El coste previsto para uno de estos sistemas es de 300.000 dólares, del mismo orden que otras alternativas como el sistema MLS. En estos momentos la FAA apuesta claramente por su desarrollo, por el contrario Europa, cuyas industrias han hecho fuertes inversiones en MLS, no ha tomado ninguna decisión y preferiría una introducción más lenta.

## EL SISTEMA GALILEO

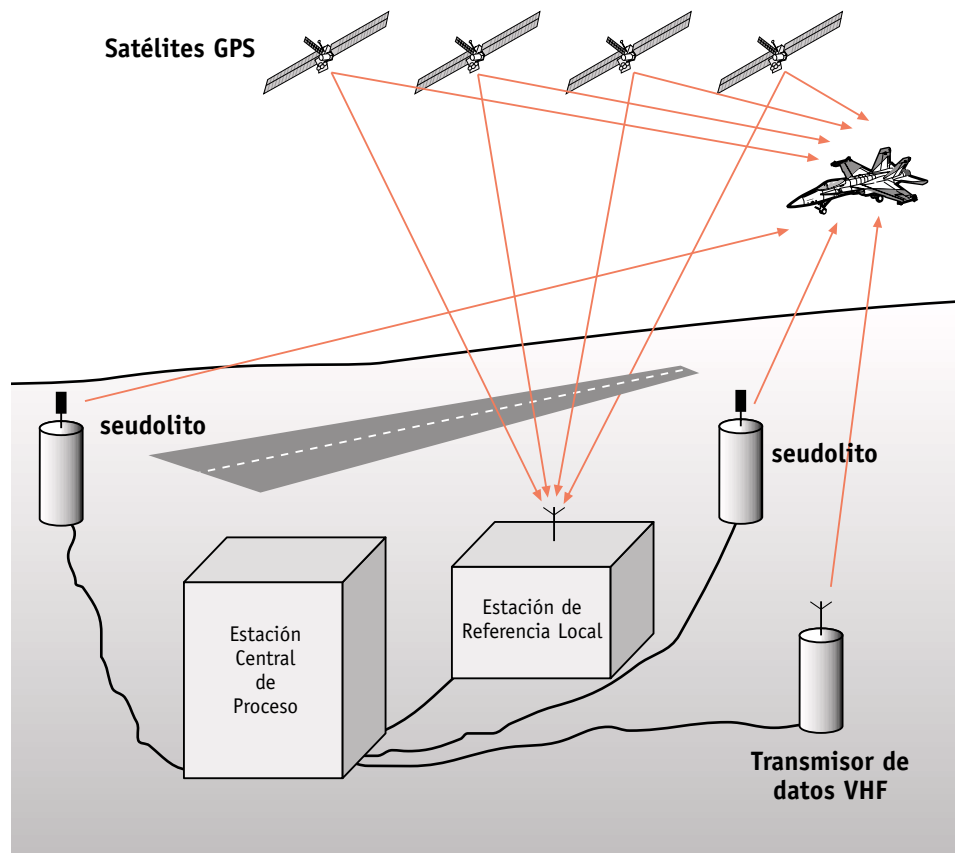
El GALILEO se postula como el futuro sistema europeo de navegación por satélite ([www.esa.int/navigation/pages/gnss/intro.htm](http://www.esa.int/navigation/pages/gnss/intro.htm)). Su filosofía es similar a la del GPS, incorporando, entre otras mejoras, las técnicas asociadas a los sistemas extendidos, el uso de 4 señales de "navegación", un transponder para servicios de salvamento y una optimización de las órbitas para mantener la precisión hasta latitudes de 70° N. Su despliegue está previsto para el año 2008.

Dejando aparte los aspectos estratégicos, las principales diferencias entre el GALILEO y el GPS no son de carácter tecnológico sino conceptuales: se ha diseñado con criterios estrictamente civiles, optimizando los servicios suministrados y garantizando su interoperabilidad con el GPS y el GLONASS.

El sistema es la respuesta europea a la enorme ventaja de Estados Unidos en el campo y constituirá el elemento sobre la que se desarrollará su sector aeroespacial. El proyecto pretende implementar todos los segmentos, incluyendo el mantenimiento de una constelación de 30 satélites, un segmento de control con 14 estaciones monitoras y el desarrollo de diferentes equipos de usuario. Todo ello con un coste de 2.900 millones de euros, que serán financiados inicialmente por la Unión Europea y la Agencia Espacial Europea y posteriormente por el sector privado en base a la utilización de los servicios suministrados.

Una completa descripción del sistema puede encontrarse en [www.ies.es/teleco/pulicac/pub1bit/bit127/especial3.htm](http://www.ies.es/teleco/pulicac/pub1bit/bit127/especial3.htm).

**FIGURA 6** GPS EXTENDIDO LOCAL



## APLICACIONES DE LOS SISTEMAS DE NAVEGACIÓN POR SATÉLITE

En estos momentos son numerosas las aplicaciones operativas del GPS, pero serán muchas más las que se desarrollarán en los próximos años, algunas de ellas todavía no han sido ni imaginadas ([www.gpsworld.com](http://www.gpsworld.com)).

### NAVEGACIÓN

La navegación marítima ya se basa en el sistema GPS. El coste de los equipos (los más baratos están en torno a los 500 dólares), garantiza su instalación incluso en barcos de pequeño tonelaje.

En navegación terrestre se consideran tres grandes mercados: los automóviles (integrando el GPS con sistemas gráficos avanzados), los receptores personales de muy bajo precio y los sistemas orientados a la gestión de flotas. Las estimaciones indican que, en pocos años, se habrán instalado millones de receptores para tráfico rodado y decenas de millones de los segundos. El tercer campo corresponde a aplicaciones más profesionales como el control de flotas de vehículos de transportes internacionales, redes de autobuses, policía, ambulancias, etc. Son sistemas bidireccionales, en muchos casos diferenciales, en los que la posición de los móviles debe ser transmitida a una estación central. La dificultad y coste del sistema radica en buena parte en la red de comunicaciones y la gestión de la información. Como red de comunicaciones existen varias alternativas: las redes privadas de comunicaciones móviles (en la banda VHF), los sistemas trunking, los sistemas públicos de comunicaciones móviles (GSM en Europa), comunicaciones por satélite, etc.

La complejidad de la navegación aérea ha hecho que el proceso de implantación en este campo haya sido más lento. A ello ha contribuido también el elevado costo, entre 3.000 y 10.000 dólares, requerido para equipar a una aeronave con GPS. El futuro está, como ya se ha indicado, en el desarrollo de los GNSS, estando en estudio la posibilidad de sistemas de Vigilancia Automática basada en ellos. Inicialmente se aplicaría en áreas de bajo tráfico, donde no es posible o no está justificado el uso de radares y posteriormente se pasará a áreas terminales. La integración de GPS en los actuales sistemas ATC (Control de Tráfico Aéreo) permitiría reducir la separación de las aeronaves en vuelo, con un incremento sustancial de la eficacia de los sistemas de importante transcendencia económica. En áreas terminales, se están experimentando sistemas GPS diferenciales, integrados con otros sistemas o no, que faciliten las maniobras de aproximación y aterrizaje. Asimismo, se podrán utilizar para controlar las aeronaves y los vehículos terrestres sobre las pistas. Todo ello se inscribe en los ya mencionados sistemas extendidos.

Por último también se están considerando diversas aplicaciones en el campo espacial, por ejemplo el control de la posición de las constelaciones de satélites LEO, navegación de las lanzaderas espaciales, etc.

### CIENCIAS GEOGRÁFICAS

El GPS ha abierto en este campo un amplio abanico de aplicaciones al permitir, trabajando en modo estático y diferencial, y comparando las fases de las señales transmitidas por los satélites la localización de posiciones con precisión de centímetros ([www.ngs.noaa.gov](http://www.ngs.noaa.gov)). A modo de resumen citaremos alguno de ellas:

*Geodesia*: observación de redes de cualquier orden de redes de control, con capacidad para determinar el geoide utilizándolo conjuntamente con otras técnicas.

*Geodinámica*: determinación de deformación de la corteza terrestre (estudio de la rotación terrestre, movimiento de las placas tectónicas, predicción de terremotos,...).

*Topografía y Fotogrametría*: densificación de redes geodésicas y batimétricas y apoyo fotogramétrico en escalas medias y altas.

*Obra civil*: realización de obras de alto recorrido: carreteras, redes eléctricas y telefónicas, conducciones de agua, oleoductos, etc.

#### **APLICACIONES MILITARES**

El GPS se está introduciendo con gran rapidez en campos tan diversos como navegación militar (aérea, marítima y terrestre), guiado de misiles, control y guiado de sistemas de armas, posicionamiento de tropas, un largo etc. De hecho, el mercado militar ha sido el primer mercado profesional en desarrollarse. Por otro lado, la generalización del uso del GPS ha supuesto la modificación drástica en las doctrinas militares actuales, tanto estratégicas como tácticas.

#### **SINCRONIZACIÓN DE SISTEMAS**

Como se ha indicado con anterioridad el sistema GPS permite obtener una referencia temporal común precisa con receptores fijos o móviles en cualquier punto de la tierra. Es una de las posibilidades más importantes y menos apreciadas del sistema. Entre ellas está la posibilidad de sincronizar las infraestructuras de telecomunicaciones del mundo.

La referencia temporal GPS se transmite directamente en el mensaje de navegación obteniéndose una precisión de unos 300 nanosegundos, con la Disponibilidad Selectiva conectada y utilizando un solo satélite. Si se trabaja en modo diferencial –como es el caso de las aplicaciones de sincronización– y utilizando varios satélites simultáneamente, la precisión resultante es del orden de nanosegundos.

#### **OTRAS APLICACIONES**

Existen usos de carácter específico pero de gran importancia económica por su elevado valor añadido, entre otros: *defensa civil*, localización y delimitación de zonas afectadas por grandes desastres, control y guiado de vehículos de auxilio; *gestión y catalogación de recursos ("mapping")*, a un receptor GPS conectado a un ordenador se le hace recorrer una superficie extensa y se van anotando los datos de interés en cada punto; *agricultura*, trabajo automático de los campos de cultivo; *ocio y turismo*, sustitución de los tradicionales guías turísticos por cintas de audio y vídeo asociadas a receptores GPS..., y un largo etc.

## FUTURO DE LOS SISTEMAS DE NAVEGACIÓN POR SATÉLITE

En el año 2000 más de 10 millones de receptores GPS estaban operando, tras cinco años de crecimiento exponencial en su número y rango de aplicaciones. Las principales limitaciones del sistema son de carácter institucional: la dependencia del DOD (Departamento de Defensa de Estados Unidos), la posibilidad de su degradación artificial y la interrupción del servicio en situaciones de crisis. Sin embargo nadie duda que el GPS será la base de la navegación del primer cuarto del siglo XXI, en competencia con el GALILEO y, quizás, con el GLONASS. Los principales hechos que avalan esta afirmación son las siguientes:

- Estados Unidos ha hecho pública su intención de mantener gratis el uso del sistema y ha eliminado la Disponibilidad Selectiva. De hecho, el DOD debe asegurar, por ley, el mantenimiento del servicio de Posicionamiento Estándar (SPS: Standard Positioning Service) tal como la ha definido el Plan de Radionavegación Federal (con Disponibilidad Selectiva) y, si se suspendiese el servicio –algo que parece absurdo en estos momentos–, se daría un preaviso con seis años de antelación. Por otro lado, se está procediendo a la modernización del GPS ([www.navcen.uscg.gov/modernization/default.htm](http://www.navcen.uscg.gov/modernization/default.htm)). Esta incluye la introducción de dos nuevas frecuencias de uso civil. La primera a 1.227,60 MHz, la incorporarán los satélites lanzados a partir del 2003 y la segunda, a 1.176,45 MHz, a partir del 2005. Esto significa que para el año 2010 se dispondrá de 18 satélites con la primera frecuencia y, por tanto, ya se podrá operar con ella.
  - El esfuerzo invertido, la rapidez con que se están desplegando los sistemas GPS extendidos y el hecho de que tanto la Unión Europea como Japón estén desarrollando sus propios sistemas prueba la confianza depositada en su futuro. Detrás de estos proyectos se esconden grandes iniciativas tecnológicas e importantes apuestas por el sector aeroespacial.
  - A más largo plazo, la perspectiva de tres constelaciones de satélites sobrevolando la tierra –más de 70–, emitiendo “señales de navegación”, abre un potencial de aplicaciones casi inimaginables. De hecho, la propia denominación de sistemas de navegación se está quedando obsoleta, dado el crecimiento e importancia económica de sus usos alternativos.
- En definitiva, en los próximos años el espacio se poblará de emisoras en movimiento cuya posición se podrá calcular con extraordinaria precisión y que transmitirán señales de banda ancha a disposición de todo aquel que sepa qué hacer con ellas... El resultado desbordará la imaginación de los más atrevidos.



# **Estrategia europea en los sistemas de posicionamiento y navegación por satélite. Los programas Egnos y Galileo**

---

**JORGE DEZA ENRÍQUEZ**  
DIRECTOR DEL DPTO. DE TELECOMUNICACIONES.  
**SANTIAGO HERNÁNDEZ ARIÑO**  
DIRECTOR DEL PROGRAMA GALILEO.  
SENER

Por iniciativa de diversas instituciones, Europa ha decidido contribuir al sistema GNSS (Global Navigation Satellite System) y hacerlo en dos fases. La primera se conoce como EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Service) y está en avanzado estado de desarrollo. Consiste en un sistema que, utilizando las señales del GPS estadounidense y, tal vez, del GLONASS ruso, persigue obtener las mejoras en precisión, integridad, disponibilidad y continuidad necesarias para su aplicación a la navegación aérea así como a cualquier otro vehículo, siguiendo un criterio multimodal. La segunda fase, conocida como GALILEO, ha sido recientemente aprobada y proyecta construir un sistema independiente del GPS, con constelación propia y bajo control civil de la UE.



## SABER DÓNDE ESTAMOS

Para poder desplazarse de un lugar a otro, el hombre ha necesitado, desde los tiempos más remotos, conocer dos cosas: su posición y la dirección a seguir para alcanzar el lugar de destino. Al principio, el reconocimiento del terreno o de la costa era el procedimiento utilizado. Enseguida se hizo necesario buscar métodos basados en conceptos distintos, sobre todo para viajes largos o a través del mar sin avistamiento de la costa. Mucho antes del nacimiento de Cristo ya se utilizaban el sol y las estrellas. Mediante los cuadrantes, sextantes, ballestillas y astrolabios, los navegantes utilizaban el sol en su cenit y la polar para determinar su latitud. Las primeras referencias escritas sobre la utilización de la brújula (o “aguja de marear” como se le llamaba en el castellano de la época) datan del siglo XII d. C. Este sencillo dispositivo supuso un gran avance, permitía estimar el rumbo en todo momento sin observar el cielo y facilitó los viajes transoceánicos.

La determinación de la longitud estaba unida a la precisión del reloj que se utilizase. Salvo los prolijos métodos basados en la observación de sucesos astronómicos, hasta el siglo XVIII no se obtuvieron cronómetros suficientemente precisos que redujeran el error tras varios días de navegación a límites razonables.

La invención de la radio por Marconi en 1895 dio paso a los sistemas de radionavegación, utilizados ya en la primera guerra mundial y que fueron creciendo hasta llegar a la multitud de sistemas basados en radiocomunicaciones terrenales: OMEGA, TACAN, LORAN, VOR... hasta los locales ILS y MLS, sin olvidar la importancia del radar.

Finalmente, los sistemas hoy disponibles basados en satélites –GPS y GLONASS– presentan unas características muy ventajosas en cobertura, precisión e incluso coste y permiten apostar a que la siguiente generación batirá en toda regla a todos los sistemas de navegación conocidos.

Se cierra así, por el momento, un ciclo en la historia de la navegación de la humanidad por el planeta Tierra: empezó mirando al cielo utilizando las estrellas como referencia y hoy vuelve a mirar al cielo utilizando los satélites.

## LOS SISTEMAS BASADOS EN SATÉLITES

Conviene precisar que, en este campo, la palabra navegar tiene la acepción de saber la posición. En sentido amplio, la función navegación proporciona los valores de posición y velocidad (tanto lineales como angulares) del móvil, respecto de un sistema de referencia previamente definido.

Un sistema de navegación por satélite se funda en los mismos algoritmos que la vieja triangulación de los agrimensores egipcios: conocer las distancias a determinados puntos del lugar que se quiere referenciar. La versión moderna del problema exige la existencia de una constelación de satélites, de los que, en cada instante, se conoce su posición. Es posible saber lo que tarda una señal electromagnética emitida por un satélite en llegar al receptor. Por otro lado, la velocidad de propagación de la señal es conocida, luego se puede calcular la distancia entre el receptor y el satélite. Si los relojes de los satélites y del receptor estuvieran sincronizados, sabiendo la distancia entre el móvil y tres satélites cualesquiera a la vista, estaría resuelto el problema de triangulación. No obstante esto es algo más complicado y aparecen desde el primer momento tres de los problemas del sistema: la sincronización, los errores en la propagación de la señal y la calidad del conocimiento de la posición de los satélites.

El problema de la sincronización se resuelve calculando la distancia a un cuarto satélite, o sea, utilizando una ecuación más que permite obtener el error de cero (offset) entre el reloj del receptor (barato) y los relojes atómicos (caros) instalados a bordo de los satélites. Los errores debidos a la velocidad de propagación (errores tropo-ionosférico) se pueden estimar y corregir con diversas técnicas: utilización de distintas (dos al menos) portadoras que tienen retardos diferentes, o sabiendo la posición, por otros medios, de un punto conocido y viendo las diferencias (método diferencial, aunque esta técnica también corrige otros errores) o, mucho más sencillamente basándose en modelos físicos que proporcionan una aproximación más rudimentaria.

Hay que añadir, en esta descripción rápida y general, que los sistemas de navegación por satélite proporcionan además una base de tiempo de extraordinaria calidad, disponible en todo momento en cualquier punto del mundo, lo que permite su utilización en aplicaciones que requieran sincronización o donde sea fundamental una base de tiempos precisa y estable.

**ESTRATEGIA EUROPEA**

La existencia del GPS norteamericano, y en menor medida el GLONASS ruso, siempre supuso para los Estados europeos una toma de conciencia de su debilidad estratégica y tecnológica en este campo.

Mediados los años ochenta, la Agencia Espacial Europea (ESA) da carpetazo a sus propias ilusiones de desarrollar un sistema propio de navegación por satélite, en el que había empezado a trabajar, conocido como NAVSAT. La ESA prosigue su desigual batalla preparando a la industria europea mediante pequeños contratos tecnológicos, sin recursos para lanzarse por el momento al sueño de desarrollar y desplegar una constelación propia. No obstante, la idea y la necesidad estaban ya presentes en muchas mentes de la Unión Europea, que se iba perfilando, cada vez con mayor claridad, una potencia mundial.

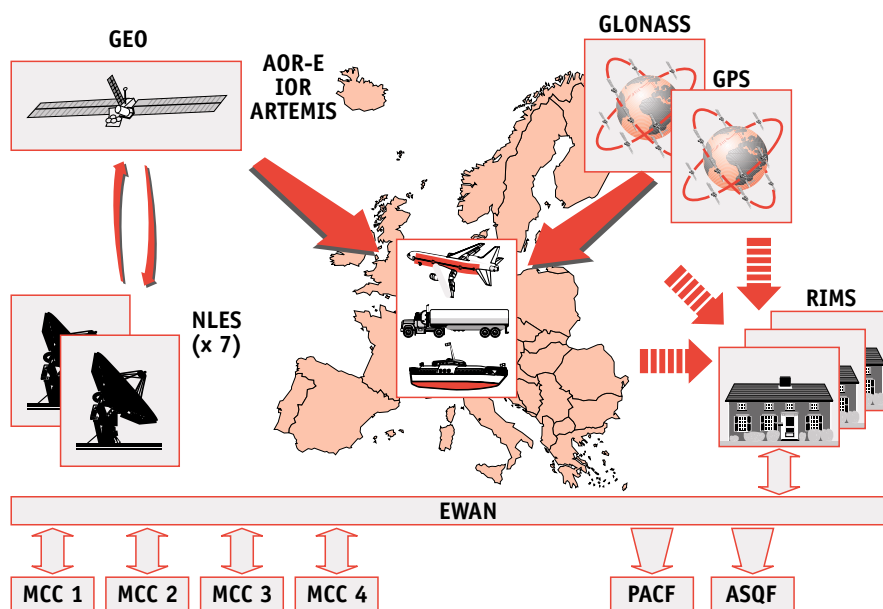
El principio de los noventa supuso un paso intermedio en la forma de una aproximación menos ambiciosa, que se concreta con la creación del Grupo Tripartito (UE, ESA y Eurocontrol) en el año 1994 para poner en marcha lo que se conocerá más tarde como EGNOS que, aprovechándose de la existencia de una señal GPS libre (Standard Positioning Service), intenta mejorar las prestaciones ofrecidas, sobre todo introduciendo lo que se llama el canal de integridad.

EGNOS supone también la respuesta competitiva europea al desarrollo del Wide Area Augmentation Service (WAAS) en Estados Unidos –destinado al área geográfica de América– y del MSAS en Japón –destinado a Asia–. Así, Europa desarrolla y fabrica su propio sistema, interoperable con WAAS y MSAS. En 2002 está prevista la entrada parcial en servicio del WAAS y en 2008 del MSAS.

Aunque EGNOS es una pieza clave por lo que supone de experiencia en un sistema de navegación, la Unión Europea vuelve con el cambio de siglo (cada década parece resurgir el interés) a lo que es realmente un sistema europeo autónomo de navegación satélite, que se bautiza con el nombre de GALILEO.

Por fin parece que Europa se agrupa uniendo para este proyecto su Institución política, la Comisión Europea (CE) y su Agencia Espacial (ESA). Ambas organizaciones acuerdan lanzar el programa de forma preliminar en 1999, a través de resoluciones aprobadas al más alto nivel. Durante 2000 y 2001 se realizan estudios básicos de viabilidad y definición para finalmente el 5 de abril de 2001 la Comisión de Transportes de la UE, aprueba (con algunas acciones que habrán de ser cumplimentadas antes de fin de 2001) la fase de desarrollo del programa GALILEO, a comenzar en 2002.

**FIGURA 1 ARQUITECTURA DE EGNOS AOC**



## EL PROGRAMA EGNOS

El programa EGNOS consiste en desarrollar un complejo sistema para complementar las señales ya existentes y disponibles de GPS y, en su caso GLONASS, de forma que se puedan cumplir requisitos de usuario muy exigentes no sólo en cuanto a precisión sino también desde el punto de vista de seguridad, como los que solicita la aviación civil. Y además, se tiene igualmente en cuenta que otros usuarios menos exigentes puedan beneficiarse de sus mejores prestaciones, por lo que tendrá un impacto indudable también en el transporte por tierra y por mar.

El programa EGNOS se propone mejorar los siguientes parámetros:

- Precisión.
- Integridad.
- Disponibilidad del servicio.
- Continuidad del servicio.

Los principales requisitos de EGNOS se incluyen en el cuadro adjunto. La precisión debe llegar hasta los 4 metros en horizontal. La integridad, o capacidad del sistema de ofrecer una comprobación independiente de la validez y precisión de la señal de cada satélite, debe proporcionar tiempos de alerta mejores que 6 segundos y el servicio debe estar disponible, al menos, el 99% del tiempo.

Los sistemas GPS y GLONASS tienen las limitaciones inherentes a estar controlados por los gobiernos de Estados Unidos y Rusia y con aplicaciones militares prioritarias, en vez de estar bajo control de un organismo civil internacional. En estos aspectos, EGNOS introduce algunas mejoras: por ejemplo, reduce el error ("selective availability" o SA) que intencionadamente se introducía hasta hace poco tiempo en la señal GPS disponible para usuarios civiles.

Resumiendo un sistema muy complejo, el EGNOS desarrolla tres funciones de mejora principales: de medida de distancia, de integridad y de corrección diferencial de área amplia. Esto se lleva a cabo mediante los elementos de la figura. Se refuerza la constelación GPS y GLONASS con cargas de pago en tres satélites GEO, dos de Inmarsat y el Artemis de ESA, que simulan satélites GPS adicionales y además difunden las señales de corrección y de integridad a los receptores de los usuarios. Se dispone una red de estaciones de tierra (RIMS) que reciben las señales de los satélites GPS/GLONASS y las envían, mediante la red de telecomunicaciones EWAN, a los Centros Principales de Control (MCC) donde se calculan las correcciones para mejorar la precisión así como establecer la integridad. Las estaciones terrenas NLES generan las señales y las envían a los satélites GEO.

Ya está disponible la señal EGNOS pre-operacional (ESTB), con los objetivos de probar el propio sistema y demostrarlo a los usuarios potenciales. Para el año 2004 está previsto que EGNOS entre en servicio en fase operativa avanzada (AOC), mejorándose posteriormente en términos de disponibilidad y continuidad hasta llegar a la capacidad operativa total (FOC).

**TABLA 1 REQUISITOS DE EGNOS**

	GPS-RECEIVER	GPS-EGNOS RECEIVER
Accuracy	20m*	7,7m vertical / 4m horizontal
Availability	58-97% (RAIM)	99% - 99,999%
Integrity (Time to Alert)	RAIM only Not specified	RAIM + EGNOS Integrity Channel better than 6 sec.
Continuity	1/10.000 hours	1/10.000.000 hours
Timing (UTC)	300 nsec	10 nsec

\* Precisión sin error intencionado (SA). Con SA activo típico, pasa a 100 m.

## EL PROGRAMA GALILEO

Galileo se define como un programa europeo, civil, independiente, de cobertura mundial e interoperable con el GPS norteamericano. Proporcionará distintos servicios de navegación, desde un servicio gratuito, equivalente al existente con GPS, hasta servicios tarificables de acceso controlado y prestaciones garantizadas y, finalmente, servicios de uso gubernamental.

Galileo incorpora algunas novedades importantes, que le configuran como un auténtico servicio: ofrece un canal de integridad que no posee GPS, y como se ha visto es la aportación fundamental de EGNOS y WAAS. Y servicios de tipo humanitario: servicios de salvamento (SAR); diseminación de datos relacionados con la navegación (datos meteorológicos, información sobre alertas de tráfico y accidentes, etc.). El programa GALILEO es un programa complejo que consiste en: Constelación de 30 satélites (27 activos + 3), en tres planos de 56 grados de inclinación y orbitando a 23.616 km de altitud.

Segmento tierra para controlar los satélites, las funciones de navegación, orbitografía, sincronismo, integridad global, enlace ascendente, etc. Los complementos de este segmento a nivel regional y local proporcionan las prestaciones más exigentes.

Los equipos principales que cada satélite embarca son: cuatro relojes atómicos (2xH-Maser y 2xRb), la carga de pago de navegación que transmite cuatro portadoras moduladas con los códigos y datos, un transpondedor para SAR y una antena fija que apunta constantemente a la Tierra.

En la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones de 2000 de Estambul (WRC 2000) se reservó espectro para Galileo, en bandas L y C.

El calendario de desarrollo prevé que a finales de 2005 una mini-constelación con 4 satélites estará operativa y garantizará la funcionalidad técnica del programa. El despliegue total de Galileo será en 2008. A partir de 2005, la infraestructura de EGNOS se integrará en Galileo. Los costes estimados para la puesta en marcha del sistema alcanzan los 3.250 M. € y los de operación hasta 2020 se estiman en 2.640 M. €. Se está en negociaciones para incorporar financiación privada.

Galileo, además de sus aspectos estratégicos, posibilita la creación de un sin número de aplicaciones para la aviación y el transporte en general y el uso de su base de tiempo para múltiples aplicaciones de sincronización. Los estudios de mercado predicen 700 millones de usuarios de Galileo en 2020. Los análisis coste-beneficio estiman beneficios económicos comerciales directos de 62.000 M. € a los que hay que añadir 12.000 M. € en beneficios para la sociedad (menor duración de viajes, menor contaminación, etc.) hasta el año 2020, para el mencionado coste de alrededor de 6.000 M. €.

**TABLA 2 REQUISITOS DE GALILEO**

GALILEO Services	General-Purpose	Commercial		Public-Utility	
Coverage	Global	Global	Local	Global	Local
Accuracy	15-30m (single frequency) 5-10m (dual frequency)	5-10m (dual frequency)	<10cm-1m (local augmentation signals)	4-6m (dual frequency)	1m (local augmentation signals)
Availability	99%	99%	99%	99%-99,9%*	99%-99,9%*
Integrity	Not generally required	Value-added service		Mandatory requirement	
Alert limit	—	20-45m	2-3m	<15m	3-5m
Time to Alert	—	10 seconds	1 second	6 seconds	1 second
Integrity Risk	—	10 <sup>-7</sup> /hour	10 <sup>-7</sup> /hour	2x10 <sup>-7</sup> /150 sec.	2x10 <sup>-9</sup> /150 sec.
Continuity Risk	—	10 <sup>-4</sup> /hour	10 <sup>-4</sup> /hour	8x10 <sup>-6</sup> /15 sec.	5x10 <sup>-6</sup> /15 sec.
Timing Accuracy w.r.t. to UTC/TAI	50 nsec	<50 nsec		50 nsec	
Access Control	Free Open access	Controlled access of value-added Data	Controlled access of Local Correction Data	Controlled access of Navigation Code value-added Data	Controlled access of Local Correction Data
Certification and Service Guarantees	No	Guarantee of Service possible		Build for Certification, Guarantee of Service possible	

\* Higher availability subject to confirmation.

**APORTACIÓN ESPAÑOLA**

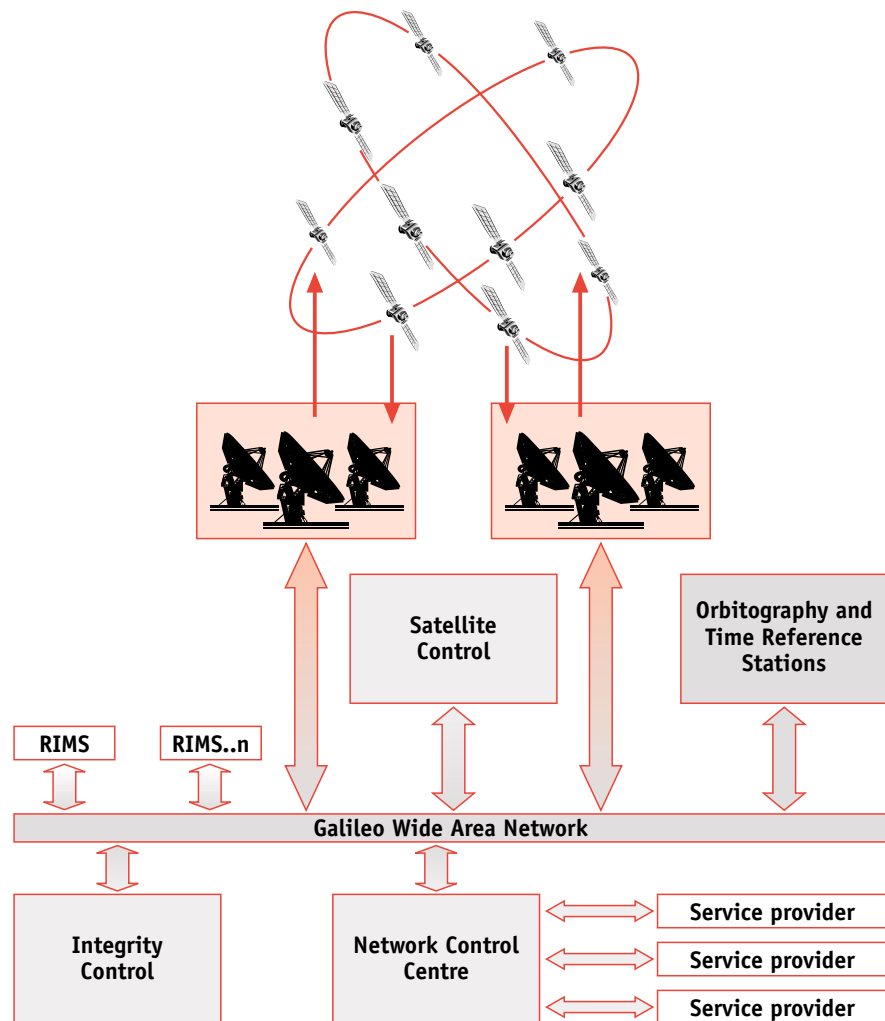
Es preciso mencionar la importante aportación española en este campo. Las instituciones y la industria están siendo piezas clave en todo este proceso. Entre las primeras destacan los Ministerios de Fomento y de Ciencia y Tecnología a través de la Dirección General de Aviación Civil, el Ente Público Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea (AENA) y el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI). Han visto la oportunidad con suficiente anticipación para posicionarse adecuadamente. Hay que mencionar la importante contribución de D<sup>a</sup> Loyola de Palacio al frente de la Comisaría de Transporte de la UE.

En el programa EGNOS, España participa con el 15%, retornando en trabajos para la industria. Uno de los cuatro MCC se instalará en el Centro de Control de Tránsito Aéreo de Madrid y será operado por AENA. Las empresas involucradas en el desarrollo son INDRA, GMV y SENER.

En el programa GALILEO se ha formado una nueva compañía, GALILEO Sistemas y Servicios (GSS) participada por AENA, HISPASAT, INDRA, GMV y SENER (en proceso de adhesión ALCATEL Espacio y EADS-CASA Espacio), con el propósito de dar una respuesta global tanto desde el punto de vista industrial (suministradores de infraestructura de vuelo y tierra) como creadora de servicios de valor añadido al programa. GSS está en negociaciones para formar parte de la compañía en el ámbito europeo que lleve a cabo esta notable empresa técnica.

Hay que añadir la contribución a través del segmento usuario, tanto en el área de equipos terminales como de aplicaciones, de muchas compañías que trabajan en sistemas basados en GPS. Se abre ahora una oportunidad formidable con EGNOS y GALILEO.

**FIGURA 2 ARQUITECTURA DE GALILEO**





# **CAPÍTULO 3.**

## **Infraestructuras**

---



# **Infraestructuras para las comunicaciones por satélite.**

## **Inventario de Estaciones en la Comunidad de Madrid**

---

**LUIS MIGUEL GARCÍA SÁNCHEZ**  
CONSEJERO-DELEGADO  
TELEFÓNICA SISTEMAS AUDIOVISUALES  
**JAVIER IZQUIERDO,**  
DIRECTOR DE OPERACIONES  
TELEFÓNICA SISTEMAS AUDIOVISUALES

En la Comunidad de Madrid se encuentran gran parte de las infraestructuras ligadas tanto al segmento espacial como al segmento terreno, en el campo de las comunicaciones y la navegación por satélite, debido a su posición de privilegio y a su capacidad de ofrecer accesos de telecomunicaciones e intercambio de información de una manera cómoda.

Este hecho no sólo se constata para operadores u organismos nacionales, sino también para organismos internacionales, debido a las condiciones del territorio español en general, y el madrileño en particular.

Por tanto, en la Comunidad de Madrid se van a encontrar no sólo las estaciones terrenas que proveen el acceso al satélite de los operadores de telecomunicaciones, que responden a la demanda de servicios audiovisuales (TV, radio, etc.) y de datos (VSAT, Internet...) a sus clientes, principalmente alojados en su territorio, sino también las estaciones de seguimiento y telemetría de diferentes organismos, tanto públicos como privados, y que se encuentran ligados al segmento espacial.

## ESTACIONES LIGADAS AL SEGMENTO ESPACIAL

Estas estaciones son las encargadas de la supervisión y control de la plataforma y de la carga útil embarcadas en los satélites y el envío y recogida de los datos y observaciones de sondas espaciales, así como de ofrecer las garantías operacionales a aquellos que acceden como usuarios a los mismos.

En general, las estaciones de seguimiento ligadas al segmento espacial poseen sistemas de apuntamiento precisos, capaces de proporcionar el cálculo exacto de la posición del vehículo espacial en todo momento, y que se suelen valer tanto de la información de la telemetría del satélite como de técnicas de radiodeterminación realizadas por las estaciones en tierra.

Asimismo, estas estaciones poseen cadenas de recepción compuestas por amplificadores de bajo nivel de ruido o LNAs, convertidores de frecuencia descendente a frecuencia intermedia y demoduladores para decodificar la información de telemetría. Además, asociada a la cadena de recepción, suele ir aparejada una cadena de calibración, mediante cargas calientes o frías o mediante técnicas de radiometría, y que se utiliza para corregir los niveles de señal recibidos, afectados por las condiciones atmosféricas.

Asociado a este sistema de recepción se encuentra el sistema de seguimiento por el cual se comandan los motores de la antena, para que siempre se asegure el apuntamiento perfecto con el satélite o la sonda espacial.

Las estaciones poseen, además, las cadenas de transmisión, consistentes en moduladores de señal, conversores de frecuencia hasta la banda adecuada de microondas y amplificadores de alta potencia o HPA que elevan el nivel de señal, de tal forma, que el enlace con el satélite, y que transporta las órdenes de telemetría, llegue con la calidad suficiente.

Para la transmisión al satélite la estación posee una antena parabólica, que para este tipo de aplicaciones suele ser de gran tamaño (hasta 70 m, como la antena del DSN en Robledo), para asegurar la calidad del enlace en cualquier condición o distancia y para el cálculo preciso de la posición del satélite o sonda. Asimismo, las estaciones de seguimiento de satélites no geostacionarios tienen, como peculiaridad, la capacidad para moverse en todas las elevaciones y azimuts.

La información recibida en estos centros, que suelen estar alejados del centro urbano, ha de ser luego transmitida a un nodo de comunicaciones por lo que estas estaciones tienen fiables enlaces de comunicaciones con la ciudad de Madrid.

### ESTACIONES LIGADAS AL SEGMENTO ESPACIAL, EN LA COMUNIDAD DE MADRID

En la Comunidad de Madrid se encuentra la sede del primer operador nacional de satélites de comunicaciones: HISPASAT, sociedad participada por Retevisión, Telefónica, y el BBVA como socios privados y los Ministerios de Defensa, Hacienda y Ciencia y Tecnología. En su territorio se encuentran, también, sus estaciones de telecomando, telemetría y centro de control de portadoras (PMC), en las instalaciones de Arganda del Rey con estaciones en banda S (telecomando) y en banda Ku (seguimiento, dinámica de vuelo, estaciones de pruebas en órbita).

Asimismo, en la comunidad de Madrid se encuentran las estaciones de seguimiento de la Agencia Estadounidense del espacio, NASA, en Robledo de Chavela y de la Agencia Espacial Europea, ESA, en Villafranca del Castillo.

El complejo de NASA, en Robledo de Chavela, pertenece a la Red de Espacio Profundo (Deep Space Network DSN), siendo una de las tres estaciones repartidas por el planeta, además de California y Canberra. Gracias a esta estación, se produce el seguimiento de las misiones de NASA, en sus órbitas alrededor de la Tierra, y de las misiones de observación del Sistema Solar, y ha contribuido en misiones históricas de NASA (Voyager, Mars Orbiter, etc.).

Se prevé, en los próximos años, una ampliación de la misma, con una nueva estación de 34 m de diámetro para el apoyo de las futuras misiones tripuladas a Marte en las próximas décadas, además de la continuación en las observaciones radioastronómicas de la estación.

Por otra parte, en la estación de seguimiento de la ESA en Villafranca –VILSPA– se realiza el control de algunas fases de los lanzamientos, así como el comando y seguimiento de las sondas

científicas, tanto de exploración astronómica como de la Tierra de la Agencia Europea del Espacio, de la cual España es un miembro activo. Para ello dispone de estaciones en las bandas L, C, S y Ku, en función de la misión, así como enlaces de comunicaciones con la capital y la sede central de ESA.

Asimismo, se han llevado a cabo en las instalaciones del VILSPA, las labores científicas de las misiones XMM-Newton (Telescopio de Rayos X en órbita), IUE (Telescopio de UV en órbita), ISO (Telescopio de infrarrojos en órbita) y MARECS (Sistema de comunicaciones marítimas por satélite en bandas C y L en todo el mundo). También, se ha iniciado el proyecto de navegación por satélite paneuropeo de la ESA, conocido como Galileo, en el que España es uno de los países con una mayor participación.

Además de las estaciones pertenecientes a los organismos antes citados, cabe destacar que en los complejos de las mismas, y asociadas a la labor de control de los vehículos en órbita, se desarrollan experimentos científicos y tecnológicos de investigación y desarrollo, en los que la industria madrileña es, en muchas ocasiones, colaboradora activa en los mismos.

## ESTACIONES TERRENAS

Estas estaciones son las que utilizan los diferentes operadores para acceder a los servicios ofrecidos por los satélites, sobre todo en el campo de la navegación y de las telecomunicaciones. Nos referiremos con el término *telepuerto* a las infraestructuras dedicadas a tal efecto por los diferentes operadores.

Por lo general, estas estaciones proveen las señales hacia el satélite, por lo que sus etapas más costosas y complejas suelen ser las etapas de enlace ascendente o uplink.

La señal de banda base de vídeo, audio o datos, que ya es siempre digital, se modula para adaptarla a la transmisión por satélite y se transmite hasta la estación terrena en frecuencia intermedia, o fibra óptica, en función de la distancia. Allí se convierte a la banda de comunicaciones adecuada (C o Ku para comunicaciones) y posteriormente se amplifica para asegurar la calidad del enlace ascendente mediante un HPA, que puede estar constituido por equipamiento de estado sólido –SSPA–, por un tubo de ondas progresivas –TWT– o un klystron, en función de la potencia a transmitir.

Por último, la señal de microondas se transmite a través de guías de onda, hasta la bocina de la antena parabólica, de diámetro adecuado para asegurar el enlace de uplink, transmitiéndose hacia el satélite.

En función del tamaño de la estación, y para conservar el apuntamiento adecuado, las estaciones pueden llevar un sistema de seguimiento parecido al explicado en el apartado anterior.

### ESTACIONES TERRENAS EN LA COMUNIDAD DE MADRID

En la Comunidad de Madrid cabe destacar, dentro de las infraestructuras para el acceso a los satélites:

- **Telefónica Servicios Audiovisuales**, empresa perteneciente al grupo Telefónica Media y que provee servicios y sistemas de comunicación audiovisual, posee en la Comunidad de Madrid dos telepuertos.  
El primero de ellos se encuentra en Ciudad de la Imagen (Pozuelo de Alarcón), y dispone de estaciones en banda Ku a los satélites Hispasat 1A/1B/1C, Eutelsat Hotbird II, INTELSAT 806, PANAMSAT 3, y móviles para cualquier otro satélite del arco geoestacionario, para ofrecer transmisiones de cualquier evento que se produzca.  
Desde sus instalaciones se transmiten plataformas de televisión digital, como Vía Digital que acapara 11 transpondedores del satélite Hispasat o RTVE América, todos ellos transmitidos desde este telepuerto, así como otros servicios de difusión, distribución o contribución, siendo, además, nodo de comunicaciones por fibra óptica y centro de producción de programas.  
En Alcobendas se encuentra el segundo telepuerto de Telefónica Servicios Audiovisuales, con estaciones a Hispasat en banda Ku y a PANAMSAT 9 en banda C.
- **Telefónica de España** dispone, además, del telepuerto de Buitrago de Lozoya para las comunicaciones en banda C hacia el resto del mundo, a través de los satélites INTELSAT y PANAMSAT.
- **Retevisión** dispone también de dos telepuertos en la Comunidad de Madrid, situados en Torrespaña y Arganda del Rey, en terrenos aledaños a los que dispone Hispasat en esta misma localidad.  
Retevisión, a través del satélite, con sus estaciones en banda Ku, además de la transmisión de la plataforma de Canal Satélite Digital, provee otros servicios ocasionales y fijos por satélite, tales como la distribución a todos los centros emisores de las cadenas de TV analógica en el ámbito nacional (TVE 1, La2, Antena 3, Tele 5, Canal +) y de la recién iniciada Televisión Digital Terrestre con la primera plataforma digital de TDT QuieroTV. También en la Ciudad de la Imagen se encuentra el telepuerto de **Globecast** (France Telecom), que provee también servicios de contribución de servicios audiovisuales por satélite y que complementa al resto de telepuertos de la compañía francesa por todo el mundo.

- **Alarcos Telecomunicaciones 2000** es el primer operador español en ofrecer servicios de Internet por satélite, aprovechando el gran ancho de banda disponible. Para ello dispone de capacidad espacial en el satélite Hispasat 1C, así como un telepuerto propio para la transmisión de los datos IP, encapsulados según el estándar DVB de televisión digital.

Además de estos operadores, multitud de empresas madrileñas se valen de los servicios ofrecidos por las comunicaciones vía satélite, tales como grandes cadenas de TV y radio residentes en Madrid, Organismos oficiales, empresas que conectan sus oficinas mediante redes VSAT, etc.

## INVENTARIO DE ESTACIONES EN LA COMUNIDAD DE MADRID

En este apartado se citan las empresas con capacidades dentro de las comunicaciones, navegación e investigación por satélite, así como sus enlaces con las mismas, para la consulta de información adicional:

- **Hispasat** <http://www.hispasat.es/>:  
Primer operador de satélites español con un Centro de Control de Satélites en Arganda del Rey.
- **Agencia Espacial Europea ESA** <http://www.esa.int/>:  
Centro de seguimiento en Villafranca <http://www.vilspa.esa.int/>  
Laboratorio de Astrofísica Espacial y Física Fundamental (ESA, INTA <http://www.inta.es/>)  
<http://www.laeff.esa.es/>
- **Agencia Espacial de Estados Unidos NASA** <http://www.nasa.gov/>:  
Centro de seguimiento en Robledo de Chavela y web del Deep Space Network (California – Madrid – Canberra) <http://deepspace.jpl.nasa.gov/>
- **Telefónica Servicios Audiovisuales** <http://www.tsa.es>  
Dos telepuertos, en Ciudad de la Imagen y Alcobendas, con estaciones en bandas Ku y C hacia los satélites Hispasat, Eutelsat <http://www.eutelsat.com/>, Intelsat <http://www.intelsat.int/>, Panamsat <http://www.panamsat.com/>.
- **Telefónica de España** <http://www.telefonica.es/>  
Telepuerto de banda C, en Buitrago.
- **Retevisión** <http://www.retevisión.es/>  
Dos telepuertos, en Arganda del Rey y Torrespaña, con estaciones en banda Ku.
- **Globecast** <http://www.globecast.es/> y <http://www.globecast.com/>  
Telepuerto en Ciudad de la Imagen.
- **Alarcos Telecomunicaciones 2000** <http://www.alarcos.es/>  
Telepuerto, para acceso de Internet por satélite, en Madrid.

# **CAPÍTULO 4.**

## **Servicios vía satélite**

---



# Los servicios tradicionales

---

MIGUEL ÁNGEL PANDURO  
DIRECTOR DE SERVICIOS Y SISTEMAS  
HISPASAT

Los servicios de telecomunicaciones por satélite son actualmente parte integrante de un nuevo mundo donde las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones son el motor del desarrollo. Desde su inicio en 1965, sólo las telecomunicaciones por satélite han permitido superar todos los obstáculos terrenales y establecer enlaces de comunicación totalmente fiables, no sólo para telefonía, televisión y datos sino también para servicios asociados a la conexión con Internet y difusión de contenidos multimedia.

Los satélites de comunicaciones han sido desde su nacimiento un complemento ideal a los medios de telecomunicación más antiguos hasta constituir hoy en día una de las técnicas más maduras y fiables. Al mismo tiempo, los satélites, debido a sus características únicas, han abierto numerosas oportunidades al desarrollo de nuevos servicios que bien antes no tenían atractivo económico, eran difíciles de implementar o rozaban los límites de la tecnología. Según el autor, una posible clasificación de los servicios de telecomunicaciones por satélite, independiente de las designaciones internacionales, regionales o nacionales, sería la siguiente:

- Servicios asociados a **redes de TELECOMUNICACIONES** en general (telefonía, distribución de datos, emergencia, etc.).
- Servicios asociados a la **TELEVISIÓN**.
- Servicios de acceso al **BACKBONE de INTERNET** y de **BANDA ANCHA**.

## SERVICIOS ASOCIADOS A REDES DE TELECOMUNICACIONES

Dentro de este epígrafe englobaremos los servicios por satélite en general que incluyen redes públicas y privadas con excepción de los servicios asociados a la televisión, el acceso a Internet y difusión de contenidos multimedia. Entre ellos podríamos destacar los siguientes:

- Telefonía.
- Servicios empresariales: distribución de datos y redes VSAT.
- Comunicaciones de emergencia.

Los primeros servicios ofrecidos por satélites de comunicaciones estuvieron básicamente destinados a aplicaciones de **telefonía**, telegrafía y telex. Los sistemas de satélites mundiales como INTELSAT hicieron posible la interconexión de importantes regiones para el tráfico telefónico. Los sistemas por satélite permitieron la interconexión directa de los centros internacionales de conmutación telefónica situados en países diversos, evitando con ello la utilización de una estructura de red jerárquica concebida para sistemas terrenales. Los proyectistas de sistemas de telefonía han considerado siempre que los sistemas terrenales, incluidos los cables submarinos, y los sistemas por satélite son complementarios. De hecho, existe un gran número de trayectos mixtos terrenal/satélite como medio de establecer circuitos telefónicos de acceso directo.

Por otro lado, los satélites también han contribuido al desarrollo del servicio telefónico de carácter nacional. En este caso se abarca desde enlaces multicanal entre centros de telecomunicaciones importantes que interconectan con las redes terrenales, hasta enlaces de rutas de poco tráfico entre localidades remotas. El carácter del servicio puede variar desde servicios telefónicos convencionales proporcionados en regiones en las que no existe infraestructura terrenal de telecomunicaciones, hasta servicios especializados que complementan una amplia red terrenal o son paralelos a ésta. En este contexto, durante los últimos años el desarrollo de la telefonía rural ha sido posible en gran medida gracias al empleo de los satélites de comunicaciones.

Las nuevas oportunidades y las necesidades empresariales han hecho que durante los últimos años las redes asociadas a **la distribución de datos y a las comunicaciones empresariales** hayan experimentado un crecimiento exponencial, de las cuales las soluciones vía satélite no han sido ajenas. En este entorno se pueden distinguir dos tipos de redes en función de la dirección de las comunicaciones: redes de distribución de datos unidireccionales y redes VSAT de carácter bidireccional. Durante los últimos años, estos tipos de redes están evolucionando en cuanto a los protocolos que utilizan, transformándose de soluciones propietarias a redes basadas en protocolo IP, lo que facilita la compatibilidad de redes, servicios y aplicaciones.

La estructura de una red típica de **distribución de datos** se ilustra en la figura adjunta. Como puede observarse estas redes se caracterizan por disponer de una sencilla estación terrena transmisora y unos simples terminales remotos "sólo receptores" que permiten acomodar aplicaciones de distribución de datos que utilizan velocidades típicas desde 64 Kbps hasta 2 Mbps. Aplicaciones de este tipo de redes que, por ejemplo, operan en el sistema HISPASAT son, entre otras las siguientes: impresión remota de periódicos, distribución de noticias, mensajería, difusión de datos corporativos, tele-educación, distribución de radio, etc. Todo este tipo de redes hace uso del carácter radiodifusor del satélite, mediante una única emisión la información llega a todos los puntos remotos/receptores dentro de la zona de cobertura.

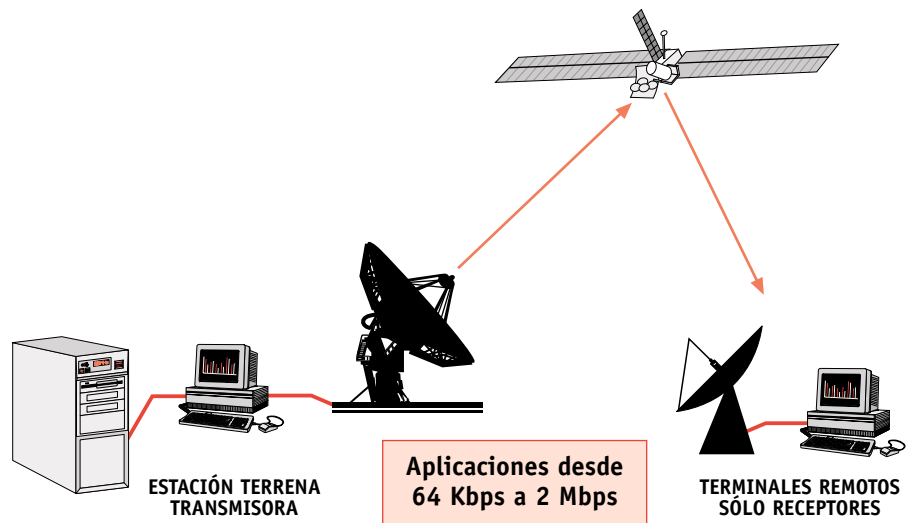
La figura siguiente incluye un esquema convencional de una **red VSAT**. Ésta está constituida por una estación central de control o "hub" que almacena toda la inteligencia y gestión de red y una serie de estaciones remotas que, a diferencia del caso anterior, son también transmisoras. Las redes VSAT pueden ser configuradas en malla o en estrella, dependiendo del tipo de comunicaciones que necesite el usuario.

A modo de ejemplo, puede señalarse que en el sistema HISPASAT el diámetro de los terminales remotos puede oscilar típicamente entre 90 cm y 1,8 m y las velocidades varían desde 64 Kbps a 2 Mbps para el enlace hub-remota y desde 9,6 Kbps a 128 Kbps para el enlace remota-hub. A nivel de aplicaciones son muy conocidas todas aquellas dirigidas al telecontrol y las aplicaciones corporativas en sí mismas. En España, a través de HISPASAT, destacaríamos entre las primeras las redes de control de oleoductos y gasolineras, de estaciones eléctricas, de

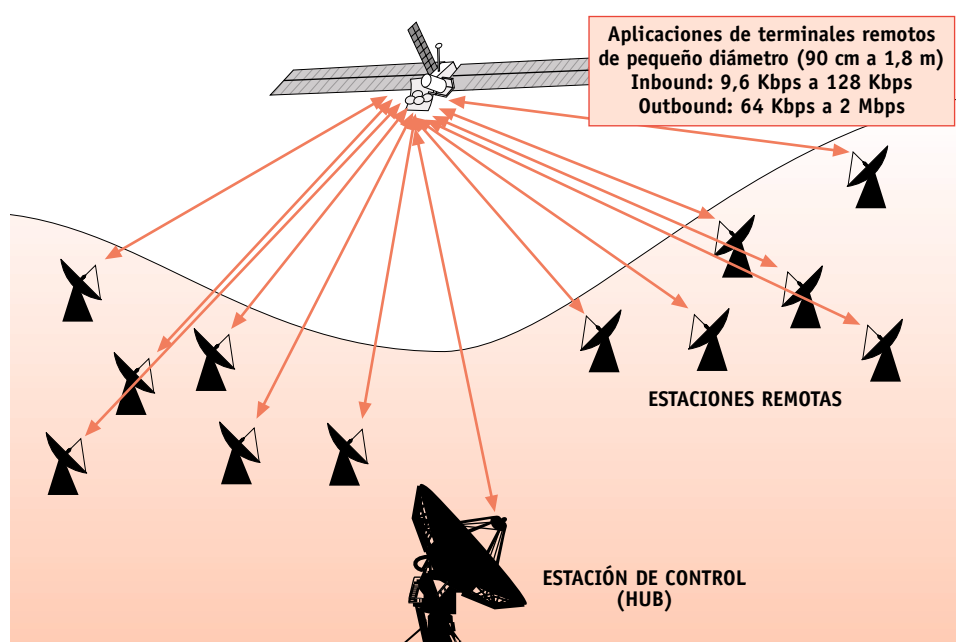
calidad de aguas y depuradoras, de cuencas hidrográficas y sísmicas. Entre las segundas, se podrían señalar la red de Loterías y Apuestas del Estado (una de las más grandes de Europa), de Correos, de diversos Bancos y Cajas de Ahorros, etc.

Por último, es necesario señalar el servicio que ofrecen los satélites para **comunicaciones de emergencia**. En los momentos de catástrofes naturales, perturbaciones civiles o accidentes en gran escala, las facilidades de telecomunicaciones normales basadas en instalaciones terrenales quedan frecuentemente sobrecargadas, temporalmente interrumpidas o destruidas. La disponibilidad de facilidades de telecomunicaciones por satélite garantiza que un elemento del sistema permanezca aislado de las interrupciones terrenales. Mediante el despliegue de pequeños terminales terrenos transportables en el lugar de la emergencia, pueden establecerse comunicaciones y ayudar al restablecimiento de los servicios necesarios. Por ejemplo, HISPASAT está proporcionando, cada vez más frecuentemente, comunicaciones de corta duración con lugares alejados en situaciones de emergencia o para facilitar información sobre acontecimientos especiales.

**FIGURA 1** ESTRUCTURA DE UNA RED DE DISTRIBUCIÓN DE DATOS



**FIGURA 2** ESQUEMA DE UNA RED VSAT

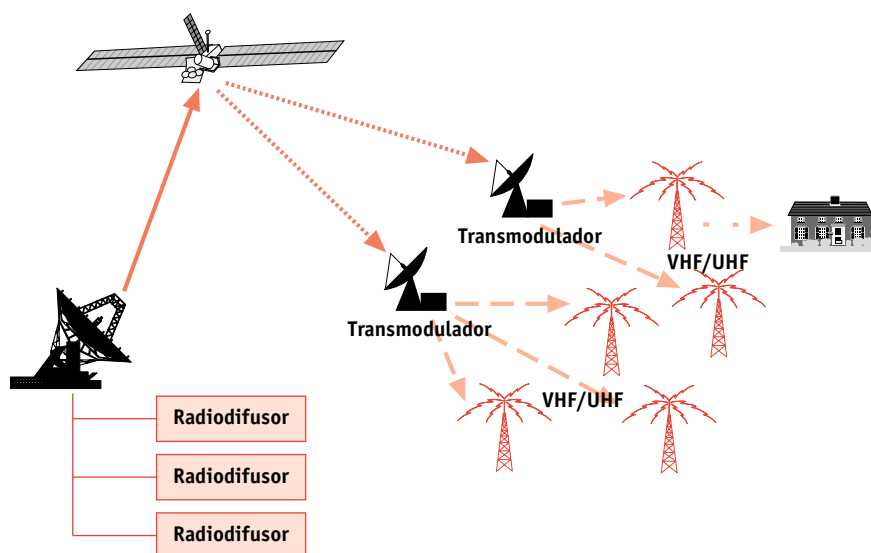


**SERVICIOS DE TELEVISIÓN**

Actualmente, los servicios de televisión se ofrecen al usuario final básicamente bajo tres formatos: televisión terrenal (analógica o digital), televisión por cable y televisión por satélite. Aunque parece obvio que el papel de los satélites de comunicaciones es fundamental para la provisión de televisión por satélite, es importante resaltar la función que a su vez juegan como infraestructura de distribución tanto para la TV terrenal como la TV por cable. En el caso de la **TV terrenal** (tanto analógica como digital), el satélite se utiliza como medio para la distribución de las correspondientes señales a un conjunto de reemisores, los cuales difunden al usuario final las citadas señales en las bandas VHF/UHF una vez transmoduladas. La figura siguiente muestra el esquema tradicional de distribución utilizado.

**FIGURA 3**

**ESQUEMA TRADICIONAL DE DISTRIBUCIÓN**

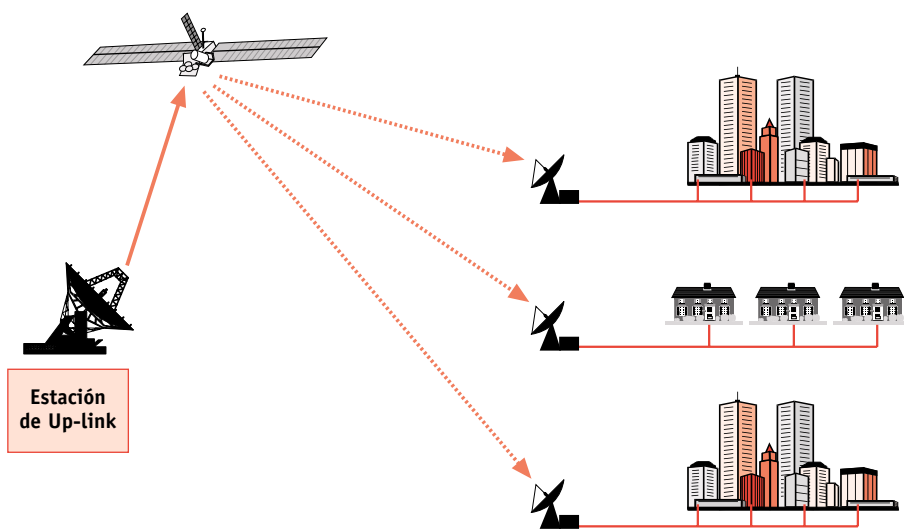


En el caso español, la distribución de la TV analógica terrenal, tanto para televisiones públicas (TVE y TV autonómicas) como privadas (Antena 3, Tele 5 y Canal+), se realiza a través del sistema HISPASAT. Para ello, se utilizan varios transpondedores de 36 MHz que acomodan señales DVB convencionales (27,5 Mbps, QPSK, FEC3/4) o incluso TV/FM analógicas. Asimismo, para el caso de la TV digital terrenal, las señales de QUIERO TV son distribuidas mediante dos transpondedores del satélite HISPASAT-1C. En este caso, cada transpondedor acomoda dos multiplex de aproximadamente 20 Mbps (QPSK, FEC 5/6). Estudios más avanzados han llevado a demostrar que es posible acomodar 4 multiplex de 19,2 Mbps en un transpondedor de 36 MHz, utilizando técnicas de modulación más avanzadas (16 QAM).

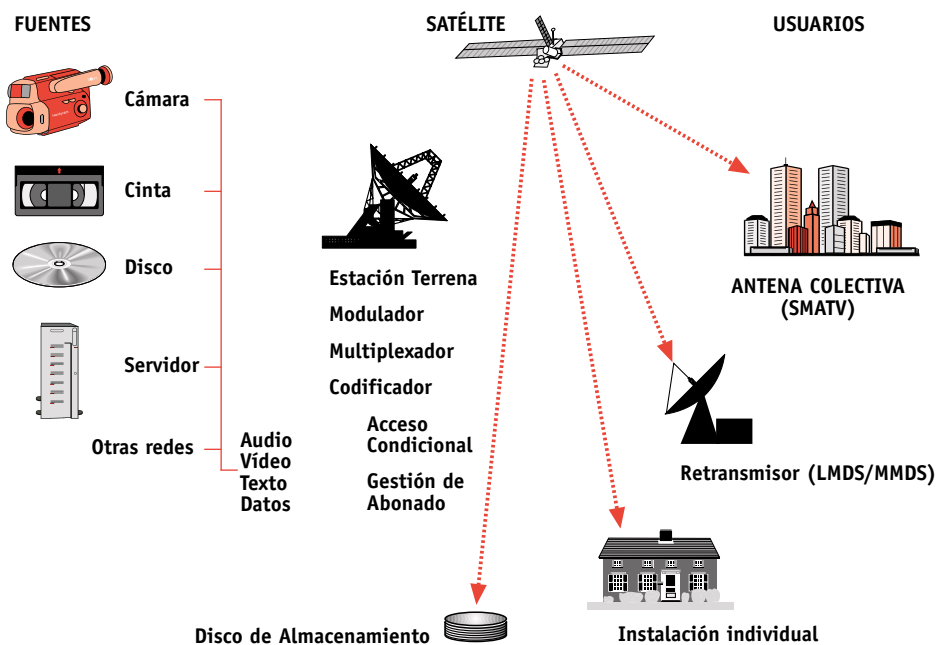
El uso del satélite para la distribución de la **TV por cable** es ampliamente conocido. Los diferentes canales de televisión son distribuidos a las cabeceras de cable correspondientes, las cuales a su vez la difunden a sus abonados utilizando su propia red de fibra. La figura adjunta ilustra este concepto. El formato de modulación típico utilizado en este caso es similar al de la difusión de TV por satélite, usándose en Europa el estándar DVB con 27,5 Mbps (QPSK, FEC3/4). Este formato es posteriormente transformado en un formato adaptado a la transmisión por cable (64 QAM) mediante el uso de transmodulación en la cabecera de la red de cable.

Por último, es en la **TV por satélite** donde éstos muestran su capacidad como medio radiodifusor por excelencia. La fabricación de satélites capaces de ofrecer elevadas potencias y, por tanto, que permiten utilizar antenas de pequeño diámetro sobre amplias zonas de cobertura ha hecho posible el desarrollo de las plataformas de TV por satélite durante los últimos años. La capacidad para alojar un elevado número de canales unida a la facilidad y rapidez para el despliegue de abonados son dos de las principales ventajas que hacen que hoy en día dichas plataformas gocen de una situación de privilegio frente a otros medios de difusión. El esquema de transmisión por satélite se muestra en la figura siguiente.

**FIGURA 4** DISTRIBUCIÓN DE TV POR CABLE



**FIGURA 5** ESQUEMA DE TRANSMISIÓN POR SATELITE DE TV POR CABLE



Es evidente que las plataformas de TV están evolucionando a plataformas multimedia digitales, capaces de ofrecer banda ancha al hogar (38 Mbps) así como nuevos servicios al abonado (TV interactiva, Web TV, teleenseñanza, etc.).

Finalmente, es importante señalar que en el mundo de la TV los satélites son muy demandados por los radiodifusores para proveer enlaces de contribución de noticias o eventos, llamados SNG ("Satellite News Gathering") o periodismo electrónico por satélite en vocabulario de la UIT. Esto se realiza utilizando estaciones terrenas transportables o "fly away" de fácil y rápido despliegue.

España es el paradigma de país donde el satélite juega un papel fundamental en el despliegue de la televisión, constituyendo HISPASAT una infraestructura clave en este ámbito.

#### SERVICIOS DE ACCESO AL BACKBONE DE INTERNET Y DE BANDA ANCHA

Durante los últimos años, el aumento de la demanda de capacidad espacial se fundamenta en la necesidad de acomodar una nueva gama de servicios y aplicaciones: las redes para servicios de banda ancha de acceso a Internet y aplicaciones multimedia. En este contexto, los satélites de comunicaciones se ofrecen como una infraestructura de privilegio para el desarrollo de los servicios en banda ancha en puntos remotos donde la infraestructura terrestre es insuficiente o está escasamente desarrollada.

Una de las principales aplicaciones en este entorno es la utilización de los satélites como infraestructura para acceder al backbone de Internet. Así, HISPASAT, junto a TELEFÓNICA DATA, ha desarrollado soluciones tecnológicas orientadas a proporcionar conexiones a Internet en Estados Unidos para sus clientes en Latinoamérica, habiendo sido capaces de acomodar hasta 90 Mbps en un simple transpondedor de 36 MHz.

Por otro lado, existen plataformas en HISPASAT orientadas a ofrecer Internet y aplicaciones multimedia al usuario final tomando ventaja de la amplia cobertura que ofrece el satélite asociado al reducido coste de la infraestructura que es necesario desplegar. Una descripción detallada sobre este tipo de servicio se ofrece en el apartado siguiente (Servicios avanzados IP de banda ancha).





# **La nueva “Edad de oro” del satélite: servicios avanzados IP de banda ancha**

---

JAVIER HERRERO  
DIRECTOR DE TECNOLOGÍA Y EXPLOTACIÓN  
ALARCOS TELECOMUNICACIONES 2000

Decir que Internet, y más concretamente el protocolo TCP/IP, han cambiado el mundo, parece hoy en día algo evidente. El "lenguaje" de comunicación IP se ha ido extendiendo en nuestras vidas, y comenzará en los próximos años a inundar nuestros hogares más allá de los PC y consolas para instalarse para siempre en nuestros electrodomésticos, empezando por el televisor.

Pero el satélite parecía "lejos" de verse afectado de forma significativa por esta revolución salvo por el aumento en el tráfico de datos (quizás por los 36000 km de distancia que les separan de la tierra).

Pero nada escapa a la revolución IP. Con mayor intensidad incluso que la revolución que supuso a la industria la aparición de la televisión digital frente a la televisión analógica, en la que en menos de 4 años se han multiplicado por 6 el número de canales transmitidos por los sistemas de satélite, mejorando la calidad en imagen y sonido así como el desarrollo de nuevas prestaciones: desde el audio digital hasta los servicios interactivos. Ahora, con la llegada de los nuevos servicios IP de banda ancha se han disparado las previsiones en cuanto a las posibilidades de desarrollo de las telecomunicaciones por satélite durante la próxima década. Poco a poco se están reconvirtiendo los MHz utilizados habitualmente para transmisión de TV, voz o datos respectivamente, en Mbps con soporte multiformato, desde TV (DVB o StreamingIP), voz sobre IP, y datos WWW, con un camino de retorno sobre las redes IP existentes, teléfono, RDSI, incluso GSM, garantizando el mínimo coste en este sentido de la transmisión (un usuario en Lima que reciba un servicio IP desde Europa, realizará el retorno a coste de llamada local desde su proveedor Internet en Perú).

Podríamos considerar tres grandes motores en el desarrollo de los servicios IP por satélite:

- El grupo DVB.
- Plataforma de servicios IP con soporte multicast.
- La globalización de tecnologías, servicios y contenidos .

## EL ESTÁNDAR DVB

Uno de los grandes protagonistas y artífices de este cambio ha sido el grupo DVB (Digital Video Broadcast). Demostrando una enorme visión de futuro, y no menos esfuerzos en vencer desconfianzas, desde el año 1995 el grupo DVB ha estado desarrollando las especificaciones y estándares para la transmisión de datos IP en el estándar de televisión digital DVB, cerrando las primeras versiones en 1998. La estandarización ha posibilitado el desarrollo de servicios IP con una base ya instalada de antenas de recepción en los hogares europeos con tamaños entre 45 y 80 cm de diámetro, y con costes orientados a un mercado de consumo dada la enorme base de clientes potenciales en el entorno residencial (del orden de 40 millones de usuarios de antenas individuales de satélite en Europa). Además, el "modem" o tarjeta de recepción IP-DVB es el mismo en cualquier plataforma de satélite que utilice el estándar, lo que significa que un usuario alemán que acceda a servicios sobre el satélite Astra puede utilizar la misma tarjeta de recepción que un usuario que utilice la plataforma de un operador en el satélite Hispasat. Por otro lado, la posibilidad de utilizar conjuntamente servicios de televisión digital con servicios IP sobre la misma plataforma DVB posibilita a los operadores optimizar la utilización de los transponders, lo que reduce en muchos casos el coste por Mbps de utilización del satélite y será una de las vías de desarrollo de los nuevos servicios interactivos para TV por satélite basados en protocolo (por ejemplo Internet TV).

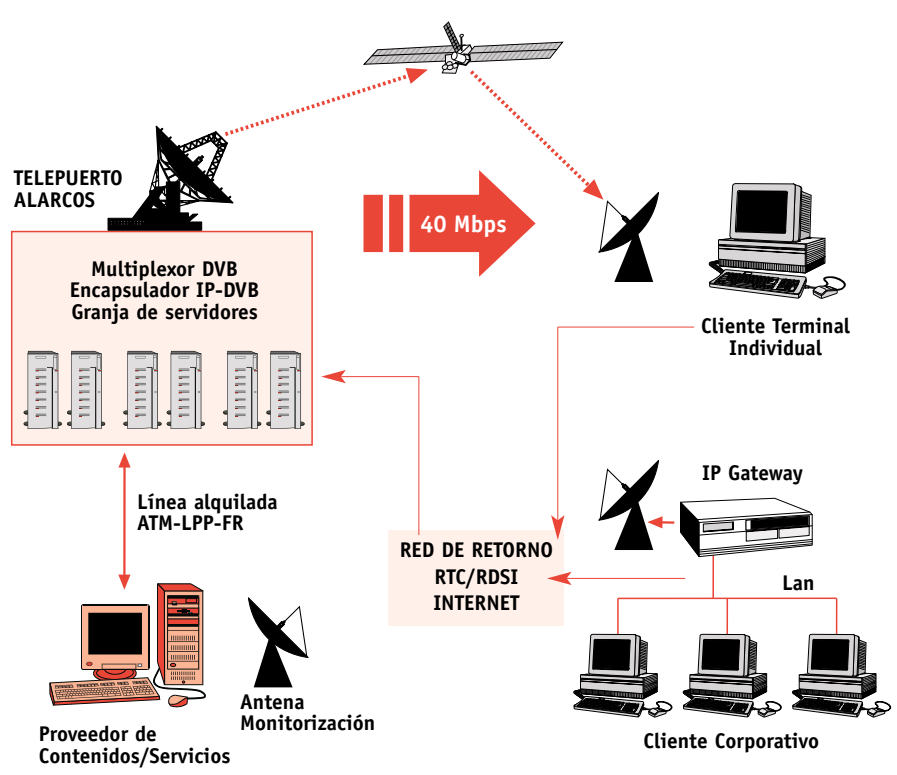
**PLATAFORMA DE SERVICIOS: PROTOCOLO IP CON SOPORTE MULTICAST**

Si bien el desarrollo inicial de servicios sobre la plataforma IP Vía satélite ha sido el acceso a Internet o Intranet de alta velocidad con soporte típico de 2 a 4 Mbps hasta 40 Mbps, el verdadero "motor" de servicios está siendo el soporte del protocolo IP multicast, que permite la recepción simultánea de la misma información a un número indefinido de receptores sin necesidad de repetir el envío, por lo que el ancho de banda necesario para la transmisión, por ejemplo de una sesión de teleenseñanza, es independiente del número de usuarios que reciban la sesión y sólo dependerá de la calidad (en Kbps, por ejemplo 1.024 Kbps) que hayamos solicitado. De esta forma, IP multicast se convierte en el sustituto del formato Broadcast a nivel de datos, obteniendo todo el rendimiento de la amplia cobertura geográfica de los sistemas de satélite y convirtiéndose en la parte fundamental de los servicios relacionados con la emisión de vídeo y audio sobre IP así como los servicios de distribución masiva de ficheros o información. Actualmente el soporte de IP multicast en redes terrestres es limitado, aunque está creciendo. El satélite se convertirá en el sistema de red troncal que "enlazará" los proveedores de contenidos con las diferentes redes terrestres con futuro soporte multicast (ADSL, cable fibra óptica, LMDS, etc.).

Como características generales ofertadas por una plataforma de servicios IP estarían:

- Soporte IP multicast: coste de los servicios independiente del número de usuarios receptores.
- Soporte de redes IP, Intranet/Internet de alta velocidad (hasta 40 Mbps).
- Coste independiente de la distancia.
- Gestión dinámica de la calidad de servicio (podemos realizar la transmisión de un evento a 512 Kbps y el siguiente evento a 1.024 Kbps, sin ningún cambio en los equipos de recepción ni transmisión).
- Coste por utilización no por disponibilidad.
- Soporte de Seguridad a nivel DVB, IP y sistemas propietarios.

**FIGURA 1 ARQUITECTURA BÁSICA DEL SISTEMA**



## LA GLOBALIZACIÓN DE TECNOLOGÍAS, SERVICIOS Y CONTENIDOS

La globalización, la similitud de mercados y contenidos, es otro de los factores determinantes del desarrollo de los sistemas de satélite sobre IP ya que permiten potenciar la característica de amplia cobertura geográfica habitual en los sistemas de satélite. Pongamos por ejemplo la transmisión de un evento como un concierto o una clase de teleenseñanza en un operador de servicios IP que disponga simultáneamente de cobertura Europea y Americana en su plataforma de satélite. Ese concierto/sesión de teleenseñanza estará disponible a un mercado potencial enorme, con clientes no sólo entre los usuarios con antena receptora, sino también entre los usuarios de redes de banda ancha terrestre (Cable, ADSL, LMDS) según sea el tipo de plataforma IP. Y todo ello al mismo coste y sencillez de gestión que el acceso a su mercado local gracias a la utilización de un entorno IP. El efecto sobre la industria de contenidos será igual o mayor que el efecto que tuvo la TV por Satélite.

### SERVICIOS: APLICACIONES "DEL MUNDO REAL" MÁS ALLÁ DE LOS SERVICIOS PUNTOCOM

De igual forma que otros servicios de telecomunicación, los servicios IP sobre satélite no tienen su potencial en el acceso a Internet en alta velocidad, como inicialmente se desarrollaron en 1998 y 1999, sino que los verdaderos servicios de valor añadido están mucho más cerca de aplicaciones en el mundo real, independientemente que utilicen IP como protocolo de comunicaciones. Es el caso, por ejemplo, de los sistemas de actualización software, los servicios de tele-publicidad en pantallas de TV o los sistemas de teleenseñanza. Por otro lado, la mayor parte de los servicios están orientados al mercado de empresas y corporaciones, si bien es cierto que el bajo coste de los terminales, tanto individuales como de red LAN, permiten también desarrollar aplicaciones y servicios en el mercado microPYME y SOHO. Como ejemplo de servicios y aplicaciones podemos citar:

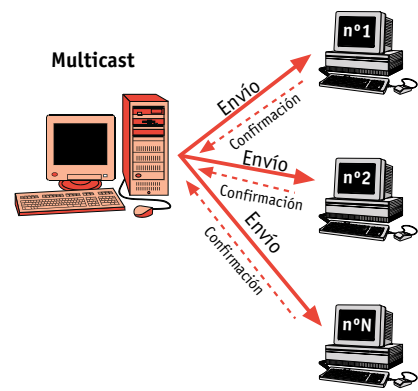
- **Intranet/Internet de alta velocidad:** Permite descargar a las empresas del tráfico WWW de sus redes corporativas dedicándolas al tráfico de las aplicaciones críticas del negocio, con costes independientes de la distancia y el número de estaciones.
- **Teleenseñanza-Seminarios y conferencias On-line:** Transmisión de vídeo, audio y presentaciones powerpoint con posibilidades de participación de ponentes y control de acceso a las sesiones.
- **TV sobre IP:** Eventos, conciertos, etc.: Con los nuevos formatos de Windows media, podemos disponer de calidad de transmisión cercana al DVD con tan sólo 1 Mbps de ancho de banda, y siempre la misma calidad garantizada a todos los receptores.
- **Televisión de negocios:** El poder complementar seminarios, presentaciones de empresa, reuniones de venta con un coste mínimo, junto a información financiera, etc.
- **Telepublicidad:** Algunas de las pantallas de TV que actualmente vemos en escaparates y centros comerciales ya se actualizan hoy mediante software de distribución masiva de ficheros multimedia.
- **Actualización remota de software:** La capacidad de enviar un CD Rom en 10 minutos simultáneamente a miles de PC's es una herramienta fundamental en la actualización remota de software, actualización de kioscos de acceso a Internet y puntos de información multimedia, venta de software (juegos /audio / vídeo/ aplicaciones), así como replicación de sitios Web para proveedores de contenidos.

**FIGURA 2 EJEMPLOS DE SERVICIOS**

**Teleenseñanza**



**Distribución masiva de ficheros**



**TABLA 1 SERVICIOS**

		Proveedores Servicios	Comunidades	Grandes Empresas e Instituciones
Servicios de Valor Añadido	TELEENSEÑANZA/TELEMEDICINA			
	D.M.I. MULTIMEDIA/TELEPUBLICIDAD			
	Distribución Masiva de Información (DMI)			
Sólo para clientes	Servicios Internet: Acceso, Hosting, etc.			
Servicios de Red	RED IP y VPN'S			

Operadores

## EL FUTURO

Todavía quedan nuevas sorpresas, especialmente a nivel de aplicaciones y servicios, aunque también a nivel de tecnología. La mejora de los sistemas de emisión y recepción permitirán en un futuro cercano (ya funcionan en sistemas “profesionales”) la utilización de técnicas de modulación 8PSK y 16QAM, que permitirán duplicar la capacidad existente antes de 3 años, tanto en los nuevos satélites como en los actuales, sin modificaciones en el sistema de satélite, sólo en los equipos de emisión y recepción.

Tanto Hispasat, como Astra, Eutelsat Intelsat y otros operadores de satélites están anunciando proyectos de ampliación de su capacidad espacial con el lanzamiento de nuevos satélites con mayor capacidad que los actuales, centrandó su oferta hacia los nuevos servicios IP, lo que prueba la apuesta por el crecimiento del mercado de servicios avanzados sobre satélite.

A partir de ahora, si accede a contenidos multimedia con calidad audio y vídeo nunca vista en su PC, o percibe cómo descargan en su “máquina” nuevas versiones de software en cuestión de minutos, mire por la ventana para ver si hay una antena instalada en su edificio. Si es así enhorabuena y bienvenido a los servicios de banda ancha vía satélite.

# **CAPÍTULO 5.**

## **Actividades de I+D**

---



# **La contribución de la Agencia Espacial Europea a las telecomunicaciones y la navegación por satélite**

---

JOSÉ MANUEL LECETA GARCÍA  
DIRECCIÓN DE PROGRAMAS ESTRATÉGICOS,  
CDTI

La misión de la Agencia Espacial Europea (ESA), organización creada en 1975 y de la que España es miembro fundador consiste en promover la cooperación espacial entre sus Estados miembros para fines exclusivamente pacíficos. Este mandato se ha traducido en el desarrollo de misiones científicas y de utilización práctica del espacio, desde la meteorología a las telecomunicaciones, pasando por la observación de la Tierra y la navegación por satélite. En lo que a estas aplicaciones prácticas se refiere, la ESA ha interpretado su misión de manera particularmente flexible a lo largo de los años. Así, desde el desarrollo de una capacidad europea, tanto industrial como operacional entre finales de los setenta y la primera mitad de los ochenta, el énfasis se fue trasladando al desarrollo y experimentación de nuevos servicios en cooperación con los operadores que se constituyeron a caballo entre los ochenta y los noventa. Actualmente, la ESA y la Unión Europea están decididas a reforzar su compromiso con el espacio a través de una Estrategia definida conjuntamente y cuyos principios fueron ratificados el 16 de noviembre de 2000 por los Ministros europeos. Orientada a satisfacer las necesidades de los ciudadanos europeos y a impulsar la participación del espacio en la construcción europea, la ejecución de esta Estrategia en un momento en el que ambas instituciones se esfuerzan en acercarse aún más a los ciudadanos, contribuirá a poner definitivamente el espacio al alcance de toda la sociedad.

El objeto de este artículo es ilustrar la capacidad de adaptación de la ESA desde su creación y su disposición para cooperar con todos los agentes del sector, desde la industria a los operadores, los usuarios y las instituciones. Aún siendo esta perspectiva histórica el hilo conductor de la exposición, este recorrido servirá también para recordar la participación de España en los programas de telecomunicaciones y navegación por satélite de la ESA.

### LOS PIONEROS: OTS, ECS Y MARECS

En la misma línea que otras potencias espaciales, en sus inicios la ESA centró su actividad de telecomunicaciones en dotar a Europa de suficiente autonomía tecnológica e industrial para diseñar y fabricar satélites capaces de soportar los servicios, esencialmente públicos, que se propusieron en aquellos primeros años: desde los enlaces para comunicaciones telefónicas y la distribución de programas de televisión a los servicios especializados para usuarios móviles. Si bien las primeras investigaciones en esta área databan de finales de los sesenta, los desarrollos tecnológicos asociados al satélite OTS (Orbital Test Satellite), lanzado con éxito en 1978 abrieron el camino a la implantación de sistemas operacionales en Europa. Basado en un diseño flexible, integrado por un módulo de servicio (también llamado plataforma) y un módulo de carga útil (o de pago) capaz de adaptarse a diferentes misiones, OTS inspiró más de 30 satélites sólo en Europa, además de calificar tecnologías que se han generalizado posteriormente como la estabilización en tres ejes y la banda Ku.

Los satélites sucesores desarrollados por la ESA, cuatro ECS (European Communications Satellite) lanzados entre 1983 y 1988, y dos MARECS (ECS para comunicaciones móviles, inicialmente en entorno marítimo), lanzados entre 1981 y 1984, consolidaron la posición industrial europea y contribuyeron a la creación de EUTELSAT e INMARSAT, las dos organizaciones encargadas de su mantenimiento y operación. Asimismo, ECS y MARECS demostraron nuevos servicios de negocios y de difusión de televisión y radio basados en tecnologías digitales, paneles solares más potentes y otras innovaciones.

España participó de manera modesta en ECS (0,53%), al concentrarse por entonces la mayor parte de la contribución española a la ESA en los programas científicos. Sin embargo, nuestro país apostó decididamente por los servicios móviles, aeronáuticos en particular, a través del programa PROSAT asociado a MARECS (40,15%) liderando el desarrollo de terminales de usuario para datos y voz (PRODAT y MSBN), software de control y operando las instalaciones que la ESA decidió ubicar en la estación de satélites de Villafraña del Castillo.

## NUEVAS TECNOLOGÍAS Y SERVICIOS: OLYMPUS Y ARTEMIS

La creación de los operadores de satélites regionales y globales, junto a la proliferación de sistemas domésticos al amparo de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones de 1977, en particular, que reguló el uso de la órbita geostacionaria para servicios de radiodifusión por satélite) condujeron a una primera renovación del papel de la ESA en el ecuador de los ochenta.

En consecuencia, OLYMPUS se diseñó como un satélite multimisión de demostración tecnológica, para ensayar equipos y componentes necesarios en futuros satélites de telecomunicación, desde antenas orientables a repetidores en banda Ka (20/30 GHz), multiplexores conmutables y amplificadores de alta potencia basados en tubos de onda progresiva (TWTA). Este carácter tecnológico explica que su vida útil no fuera ajena a sobresaltos, cumpliendo, no obstante, la mayor parte de sus objetivos antes del final de su vida útil en 1993.

Tras su lanzamiento en 1989 y como es habitual en satélites experimentales, la ESA puso la capacidad de OLYMPUS a disposición de las organizaciones, operadores y usuarios interesados.

De este modo, sus cuatro cargas útiles permitieron un gran número de demostraciones piloto: televisión directa en 11/14 GHz con antenas de recepción de 0,3 a 1 m; servicios especializados de negocios a 12/14 GHz con estaciones VSAT de 2,5 m; nuevos servicios en 20/30 GHz con estaciones VSAT de 0,8 a 1,8 m. Asimismo se llevaron a cabo intensivas campañas y estudios de propagación para la banda Ka.

Aprovechando estas oportunidades, España incrementó su contribución al 1% y posibilitando el acceso del entonces incipiente sector espacial español a tecnologías críticas que con el paso de los años se han traducido en productos suministrados habitualmente para satélites comerciales. Tal es el caso, por ejemplo, de las antenas de telecomando y telecontrol (TTC) o las estaciones de pruebas en órbita (IOT). Asimismo, España apostó fuertemente por el desarrollo de terminales y aplicaciones basadas en redes VSAT (DIANA y CODE) posteriormente adaptadas a INTELSAT e HISPASAT con los proyectos MERCURE y ETSIT, impulsados respectivamente por la ONU y el COIT.

En paralelo con estas experiencias y otras actividades agrupadas desde 1992 en el programa marco de telecomunicaciones de la ESA denominado ARTES (y en los que España ha asumido un papel importante, OBP-SKYPLEX por ejemplo), se fueron ultimando los estudios para la puesta en marcha de otro satélite multimisión de demostración, ARTEMIS, diseñado particularmente para soportar servicios de retransmisión de datos entre artefactos espaciales y tierra, tanto en frecuencias ópticas (proyecto SILEX) como en microondas (bandas S y Ka). Tras su puesta en órbita en julio de este año, ARTEMIS apoyará también la introducción extensiva de servicios móviles y de navegación satélite en Europa. Por otra parte, dicho satélite incorpora innovaciones tecnológicas de gran potencial como la propulsión iónica, susceptibles de aplicación en satélites comerciales.

España incrementó sustancialmente su contribución a ARTEMIS con un 7,5%, impulsando la participación de la práctica totalidad de las empresas del sector que han demostrado y consolidado su madurez con trabajos como la estructura de la plataforma, los reflectores embarcados, equipos electrónicos, mecanismos y componentes de radiofrecuencia. Asimismo, España ha asumido también un papel clave en el segmento terreno de control y pruebas en órbita, que reutilizó gran parte de las instalaciones de OLYMPUS, e instalando una estación óptica en las Islas Canarias (IAC) para la calificación de SILEX.

## ESPACIO Y SOCIEDAD: EGNOS-GALILEO

Como puede inducirse de la exposición precedente, la ESA ha cooperado de manera ininterrumpida con operadores y usuarios en la concepción de sus programas. No obstante, es quizá con el interés renovado de Europa por la navegación por satélite en la segunda mitad de los noventa cuando asistimos a lo que podría llamarse la “democratización del espacio”. Esto es así ya que, si bien los satélites de comunicaciones constituyen hoy el mayor mercado para el sector espacial, la navegación por satélite es un área con enorme potencial.

Aún compartiendo esta convicción, Europa no dispone de un sistema propio de satélites capaz de aportar todos los servicios y beneficios de la navegación por satélite y las telecomunicaciones. El impulso inicial para resolver esta paradoja ha venido de la mano de la comunidad aeronáutica, a través de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) que aprobó en 1991 un plan para el desarrollo de los sistemas futuros de navegación aérea, figurando, entre ellos, el Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS). El sistema se apoyaba, en una primera etapa, en los satélites de posicionamiento GPS estadounidense y GLONASS ruso, complementados con las instalaciones terrenas necesarias para satisfacer las exigencias de la navegación aérea.

La importancia estratégica del sistema hizo que la Comisión Europea, la Agencia Europea para la Seguridad de la Navegación Aérea (Eurocontrol) y la Agencia Espacial Europea (ESA) decidieran coordinar sus actuaciones. En 1994, la ESA propuso a sus Estados miembros el desarrollo de una contribución europea, proyecto que se denominó EGNOS. Los beneficios derivados de EGNOS son numerosos: aparte de las muchas e importantes mejoras que proporcionará al tráfico aéreo será de gran utilidad para otros medios de transporte (marítimo, terrestre –tanto por carretera como por ferrocarril, etc.–) además de tener multitud de aplicaciones de valor añadido.

Para coordinar e incrementar la participación española en EGNOS, el CDTI como delegación oficial ante la ESA, ofreció a AENA la posibilidad de participar en la iniciativa europea. Con la firma de un acuerdo de colaboración en enero de 1998 se alcanzó un hito fundamental al consolidar una participación del 11%, lo que coloca a España en el quinto lugar y que permitió negociar un importante paquete de instalaciones –incluido uno de los cuatro centros de control o MCC, los cerebros del sistema–, en cuyo desarrollo e integración intervendrán diversas empresas españolas con responsabilidades de alto nivel.

La complementariedad de los intereses de AENA y el CDTI ha facilitado la coordinación. En el caso del CDTI, su interés en el proyecto EGNOS deriva de que la iniciativa permitirá movilizar inversiones tecnológicas en España y contrataciones con empresas españolas con las que se reforzará la posición de la industria espacial. Por su parte, el de AENA reside principalmente en que permitirá disponer de unas infraestructuras que le asegurarán un papel activo en la introducción progresiva de GNSS a escala mundial.

Europa se dispone a abordar el desarrollo completo de un sistema GNSS de segunda generación con satélites propios que le dotarán de autonomía técnica y operativa y que se ha denominado GALILEO. Del mismo modo que en EGNOS, la ESA está dispuesta a jugar su papel como agencia especializada de Europa para el desarrollo y aprovisionamiento de la constelación de satélites GALILEO y su segmento terreno de control asociado. España, que está muy bien posicionada en EGNOS, participa muy activamente en GALILEO.

#### COROLARIO

Quando se prepara la próxima Conferencia Ministerial de la ESA, prevista para noviembre de 2001, todo indica que las aplicaciones espaciales ocuparán un lugar importante en el futuro de la ESA. En particular, se ultima ya un Plan que incluirá actividades para móviles, navegación y multimedia por satélite, además de las tecnologías necesarias para reforzar la posición de la industria europea en las grandes plataformas geoestacionarias. Asimismo, la ESA se dispone a promover aún más la cooperación con todos los agentes del sector y muy particularmente con los operadores de sistemas de satélites, al objeto de incrementar no sólo las garantías de éxito técnico, sino también las perspectivas de implantación de sus desarrollos.

# Proyectos realizados en la Universidad. El satélite UPM-sat 1

---

A. SANZ, J. L. ESPINO Y J. MESEGUER  
INSTITUTO UNIVERSITARIO DE MICROGRAVEDAD  
"IGNACIO DA RIVA" (IDR/UPM),  
E.T.S.I. AERONÁUTICOS, UNIVERSIDAD POLITÉCNICA  
DE MADRID

## INTRODUCCIÓN

El 7 de julio de 1995, a las 18,20, hora española, tuvo lugar desde el puerto Espacial Europeo de Kourou, en la Guayana Francesa, el lanzamiento del satélite universitario español UPM-Sat 1 (figura 1). Este satélite, al igual que el pequeño satélite francés Cerise, de características geométricas y másicas semejantes a las del satélite de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), viajó al espacio como carga de pago secundaria en el vuelo V75 de un lanzador Ariane IV-40, cuyo cliente principal fue el satélite militar Helios.

Desde entonces el UPM-Sat 1, cuya vida operativa en órbita ha sido de 213 días, sigue una órbita polar heliosíncrona a 670 kilómetros de altitud, completando una vuelta alrededor de la Tierra cada 98 minutos, de modo que pasa sobre España varias veces cada día en torno a las 2 de la tarde y a las 2 de la madrugada (hora UTC). El satélite UPM-Sat 1 figura inscrito en el Registro de Objetos Lanzados al Espacio Ultraterrestre (ROLEU) español y en el de la Organización de Naciones Unidas como UPM-Sat 1/ROLEU 4.

Los orígenes de este proyecto se remontan a finales del año 1990, cuando un grupo de profesores de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), que ejercían su actividad investigadora bajo la dirección del Profesor Ignacio Da Riva (fallecido en 1991) en el Laboratorio de Aerodinámica de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Aeronáuticos, llegaron al convencimiento de que en la UPM se disponía de los conocimientos básicos y de parte de los recursos humanos y materiales necesarios para llevar a cabo una empresa de esta naturaleza.

El UPM-Sat 1 fue concebido como un proyecto fundamentalmente educativo, aunque con fuertes componentes científicas y de desarrollo tecnológico. La idea de diseñar, desarrollar, construir, integrar y operar un satélite en el que participaran profesores y alumnos de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) surgió como una extensión lógica de la experiencia espacial del grupo promotor del proyecto. En efecto, desde 1975 en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Aeronáuticos, en el entorno de lo que desde 1997 es el Instituto Universitario de Microgravedad "Ignacio Da Riva" (IDR/UPM), se trabaja para la Agencia Europea del Espacio (ESA) en temas de control térmico de satélites y en desarrollo de instrumentación embarcada en vehículos espaciales. Otro campo de relevancia espacial, iniciado también en 1975, tiene que ver con el comportamiento de los líquidos en condiciones de baja gravedad, programa en el que hay que contabilizar un número significativo de experimentos sobre puentes líquidos realizados a bordo del laboratorio espacial Spacelab, en cohetes de sondeo TEXUS, vuelos parabólicos en aviones, etc. y que, además de su marcada proyección científica, tiene también su vertiente tecnológica, pues en numerosas ocasiones ha habido que participar en la definición y diseño de los instrumentos utilizados para la experimentación en vuelo; en particular, en 1990 se desarrolló para la ESA un módulo de experimentación con puentes líquidos en microgravedad simulada mediante la técnica de flotabilidad neutra que ha sido utilizado por la Agencia para entrenamiento de astronautas especialistas de misión.

El UPM-Sat 1 es, como ya se ha dicho, un satélite científico y de demostración tecnológica en órbita, pero la faceta primordial de este proyecto ha sido su carácter educativo. El proyecto UPM-Sat 1 se planteó como un medio de actuación en el que profesores, alumnos y personal auxiliar de la Universidad Politécnica de Madrid pudieran aprender y mejorar los conocimientos existentes sobre las particularidades de la ingeniería espacial, para crear así en el seno de esta Universidad un núcleo docente orientado hacia la enseñanza, la investigación y el desarrollo en el ámbito de la ingeniería específicamente espacial, hasta ahora inexistente en las universidades españolas. Dado su carácter primordialmente educativo, el primer objetivo del proyecto fue el propio satélite: se trataba de comprobar la capacidad de la Universidad Politécnica de Madrid para diseñar, desarrollar, construir, ensayar, integrar, y operar un ingenio espacial de prestaciones modestas, pero que conservara en su ejecución toda la complejidad de un sistema espacial completo. Además de este objetivo principal hubo otros relacionados con el uso de los puentes líquidos como acelerómetros espaciales y con la tecnología de nuevos paneles solares.

La misión relacionada con paneles solares surgió durante el proceso de compra de los mismos, al alcanzarse un acuerdo con el Centro de Investigación y Tecnología Espacial de la Agencia Espacial Europea (ESA/ESTEC, Noordwijk, Holanda) para utilizar el UPM-Sat 1 como plataforma





*Fig. 1. El satélite UPM-Sat 1 sobre la plataforma para cargas de pago secundarias (ASAP, Ariane Structure for Auxiliary Payloads) del lanzador Ariane IV-40 pocos días antes de su lanzamiento desde el Puerto Espacial Europeo de Kourou (Guayana Francesa).*

para demostración tecnológica en órbita. De este modo el UPM-Sat 1 lleva también dos experimentos relacionados con nuevas tecnologías de paneles solares: el primero es sobre nuevos interconectores de aluminio para paneles solares (en colaboración con DASA, Alemania, y ESA/ESTEC, que suministró sin cargo uno de los paneles de células de silicio utilizados en el satélite y el segundo sobre células solares de arseniuro de galio (en colaboración con FIAR, Italia, y ESA/ESTEC, que suministró, también sin cargo, el panel de células de arseniuro de galio. En el satélite se ha embarcado un tercer experimento sobre tecnología de células de silicio de emisor profundo n+pp+ preparadas por el Instituto de Energía Solar de la Universidad Politécnica de Madrid, que ha proporcionado dos pequeñas células solares de prueba que también van montadas en el satélite.

## EL PROYECTO UPM-SAT 1

Para cumplir los objetivos científicos, tecnológicos y educativos del proyecto UPM-Sat 1 ha sido preciso definir un marco de requisitos y limitaciones desde el que se han fijado las directrices de diseño del satélite. A la hora de identificar los posibles requisitos se suele distinguir entre requisitos funcionales y requisitos operacionales, siendo los primeros los que definen las actuaciones del sistema necesarias para alcanzar los objetivos propuestos, y los segundos los que definen cómo ha de operar el sistema y su interrelación con los usuarios.

A los requisitos hay que añadir las muchas limitaciones de diversa naturaleza que han enmarcado el proyecto. La más severa de las limitaciones ha sido, sin duda, la del coste, que ha forzado a restringir al máximo el número de modelos del satélite y sus subsistemas (por ejemplo, se ha utilizado la misma estructura tanto para los ensayos de calificación como para vuelo), así como los repuestos. Otra limitación tenida muy en cuenta desde el principio ha sido que el proyecto debía ejecutarse con la capacidad operativa restringida de un entorno universitario y, por último, que el satélite debía cumplir las diversas normativas de carácter legal aplicables al proyecto, que cubren desde la inscripción del satélite en los registros nacional y de la ONU y la asignación de frecuencias para las comunicaciones hasta el cumplimiento estricto de las normas de seguridad impuestas por la compañía lanzadora y, en el caso del UPM-Sat 1, también por el cliente principal del vuelo V75 de Ariane IV, el satélite militar Helios.

El resultado de este complicado proceso ha sido la plataforma UPM-Sat 1 (figura 2), cuyas características técnicas más relevantes se resumen en la tabla 1.

**TABLA 1** CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA PLATAFORMA UPM-SAT 1.

<b>Masa</b>	47 kg
<b>Dimensiones</b>	450 mm x 450 mm x 543 mm (antena no incluida)
<b>Órbita</b>	670 km de altitud, polar, heliosíncrona, con un período de 98 min.
<b>Vida operativa</b>	7 meses (213 días)
<b>Misiones</b>	Comportamiento de los líquidos en condiciones de microgravedad Comunicaciones de mensajería Tecnología de células solares
<b>Estructura</b>	Aleación 7075 T73 mecanizada
<b>Control de actitud</b>	Estabilización magnética (magnetómetros y magnetopares)
<b>Protección térmica</b>	Pasiva (criterios de diseño y mantas aislantes multicapa)
<b>Gestión de datos</b>	Microprocesador 80C31 de 8 bits, 7 MHz, 256 kbytes de memoria SRAM, 64 kbytes de memoria EEPROM, reloj de vigilancia, 64 canales de conversión analógica a digital de 14 bits y 4 de conversión digital a analógica, 24 salidas digitales y 8 entradas digitales. Consumo de 250 mW. Comunicaciones asíncronas con el modem a 9.600 bps
<b>Comunicaciones</b>	Modem a 9.600 baudios con modulación de mínima desviación de fase (MSK), transmisor de 10 W en la banda de 400 MHz, antena omnidireccional
<b>Gestión de energía</b>	Cuatro paneles solares (tres con células de Si y uno con células de GaAs) que proporcionan 30 W cada uno (20 W de media a lo largo de una órbita); dos baterías de NiCd, de 6 Ah cada una a 20 V; control de carga y descarga de baterías y de los niveles de voltaje e intensidad
<b>Lanzamiento</b>	Ariane IV-40 ASAP
<b>Sistema de separación</b>	5SSASAP (Ariane)

Para llevar a cabo este proyecto y organizar dentro de lo posible el numeroso equipo humano que en él ha participado, ha sido necesario introducir una cierta jerarquización por áreas de actividad, dotándola de la necesaria flexibilidad que exige una organización universitaria. De este modo, el equipo responsable del desarrollo del satélite UPM-Sat 1 ha estado dirigido por un gestor que rendía cuentas ante los organismos e instituciones patrocinadores y un conjunto de equipos de trabajo (articulados en torno a los paquetes de trabajo definidos en el proyecto) coordinados por un director técnico que rendía cuentas al gestor. Los equipos de trabajo,

formados por uno, dos o tres profesores y varios alumnos, se han encargado de llevar a cabo las distintas tareas descritas en los paquetes de trabajo, siendo su composición flexible, habida cuenta de la movilidad y la disponibilidad del personal en un entorno universitario y de las necesidades específicas del proyecto en las diversas etapas de su ejecución. En la tabla 2 se indica la distribución entre las Escuelas de la Universidad Politécnica de Madrid implicadas en el satélite del equipo humano que ha participado en la ejecución del proyecto.

Respecto a la cronología del proyecto, aunque sus orígenes se sitúan a finales del año 1990, los trabajos técnicos no empezaron hasta bien entrado el año 1991, si bien el ritmo de trabajo durante este primer año y una parte significativa del siguiente fue lento debido a razones de índole presupuestaria. Con la firma del contrato de lanzamiento con Arianespace en diciembre de 1992 el proyecto UPM-Sat 1 experimentó una notable aceleración, pero aún así el proyecto fue acumulando retrasos originados principalmente por las dificultades surgidas en la adaptación de una organización universitaria a los modos de trabajo exigidos por un proyecto complejo y muy interrelacionado como es un satélite, aunque sea pequeño. En la tabla 3 se resumen los hitos principales del desarrollo del satélite UPM-Sat 1.

**TABLA 2** DISTRIBUCIÓN DEL PERSONAL PARTICIPANTE EN EL PROYECTO UPM-SAT 1 POR CATEGORÍAS Y ESCUELAS DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID A PRINCIPIOS DE 1994

	<i>Profesores</i>	<i>Alumnos</i>	<i>Laborales</i>	<i>Subtotal</i>
E.T.S.I. Aeronáuticos	16	25	12	53
E.T.S.I. Telecomunicación	6	6	—	12
E.T.S.I. Navales	1	3	—	4
E.U.I.T. Aeronáutica	4	2	—	6
TOTAL	27	36	12	75

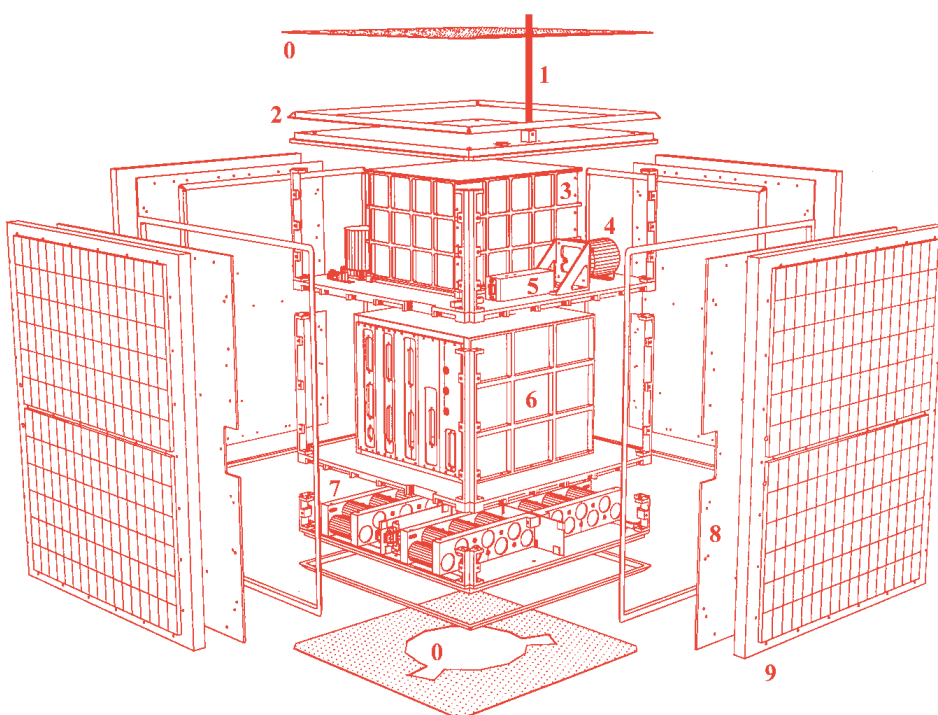


Fig. 2. Esquema general de la plataforma UPM-Sat 1:

- 0) mantas térmicas multicapa,
- 1) antena,
- 2) magnetopares,
- 3) célula del experimento de puentes líquidos,
- 4) giróscopos,
- 5) magnetómetros,
- 6) caja equipos electrónicos,
- 7) baterías,
- 8) paneles de cierre lateral,
- 9) paneles solares.

**TABLA 3 HITOS EN EL DESARROLLO DEL PROYECTO UPM-SAT 1.**

<b>1991</b>	Enero	Definición del experimento sobre puentes líquidos. Preparación de la propuesta de desarrollo de un pequeño satélite	
	Mayo	Comienzo del diseño preliminar.	
<b>1992</b>	Marzo	Finalización del diseño preliminar. Comienzo del diseño detallado.	
	Abril	Estudio de las oportunidades de lanzamiento.	
	Julio	Comienzo de la fabricación de la estructura.	
	Diciembre	Firma del contrato de lanzamiento.	
<b>1993</b>	Mayo	Revisión del diseño crítico.	
	Junio	Ensayos estructurales preliminares.	
	Julio	Comienzo de adquisiciones para el modelo de vuelo. Acuerdo con DASA-ESTEC y con FIAR-ESTEC. Comienzo del desarrollo del simulador.	
	Septiembre	Construcción de la cámara limpia para la integración del satélite.	
<b>1994</b>	Marzo	Ensayos de calificación (mecánicos). 1. <sup>a</sup> fase.	
	Mayo	Ensayos de calificación. 2. <sup>a</sup> fase. Ensayos de compatibilidad geométrica en Matra-Marconi Space (Toulouse). Reunión de coordinación con Arianespace. Ensayos de calificación (térmicos).	
	Julio	Preparación del modelo ingeniería. Pruebas del programa embarcado.	
	Septiembre	Integración del modelo de vuelo.	
	Noviembre	Ensayo de separación.	
	Diciembre	Ensayo de choque (aceptación). Ensayo de vibración (aceptación).	
	<b>1995</b>	Enero	Ensayo de propiedades másicas (aceptación). Ensayo de vacío térmico (aceptación). Aceptación por Arianespace para vuelo en Ariane 4-ASAP.
		Junio	Campaña de lanzamiento.
Julio		Lanzamiento e inyección en órbita. Comienzo de las operaciones en órbita.	
<b>1996</b>	Febrero	Fin de las operaciones en órbita.	

**TABLA 4 APLICACIÓN DE FONDOS DEL PROYECTO UPM-SAT 1**

<i>CONCEPTO</i>	<i>Cantidad ( )</i>
Segmento de vuelo (satélite) .....	870.000
Lanzamiento .....	430.000
Estación de tierra y equipo de soporte en tierra .....	185.000
Transportes y viajes .....	45.000
Remanentes de componentes y equipos .....	260.000
Total .....	1.790.000

## CONCLUSIONES

Finalizado el proyecto UPM-Sat 1, se puede concluir que a pesar de las incidencias, deficiencias y fallos acaecidos durante la ejecución de éste, el resultado de esta aventura espacial de la Universidad Politécnica de Madrid ha sido enormemente positivo y provechoso, habiéndose cubierto satisfactoriamente gran parte de los objetivos que motivaron en su día el nacimiento de este proyecto. A esto hay que añadir que la Universidad Politécnica de Madrid dispone de una plataforma espacial calificada para vuelo por Arianespace, formando parte del reducido grupo de instituciones universitarias que han demostrado su capacidad para poner en órbita un ingenio espacial.

El proyecto UPM-Sat 1 ha tenido su continuidad, bajo las mismas premisas educativas, científicas y tecnológicas, en el proyecto UPM-Sat 2, un satélite de masa y dimensiones semejantes a las del anterior pero de tecnología más avanzada. Lamentablemente, debido a dificultades de presupuesto, este segundo proyecto hubo de ser cancelado al llegar a la fase de construcción del modelo de vuelo.

Quizás una consecuencia directa de toda esta actividad espacial sea que el Instituto Universitario de Microgravedad "Ignacio Da Riva" de la Universidad Politécnica de Madrid (IDR/UPM), haya sido seleccionado como el Centro para España de asistencia a los usuarios científicos (User Support Operations Center, USOC) de las instalaciones experimentales de la Agencia Europea del Espacio (European Space Agency, ESA) embarcadas en la Estación Espacial Internacional (International Space Station, ISS).

Para más información: [www.idr.upm.es](http://www.idr.upm.es)



# **Las relaciones universidad-empresa, generadoras de conocimiento**

---

**JUAN M. MENESES CHAUS**  
ADJUNTO AL VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN  
Y RELACIONES INSTITUCIONALES  
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID





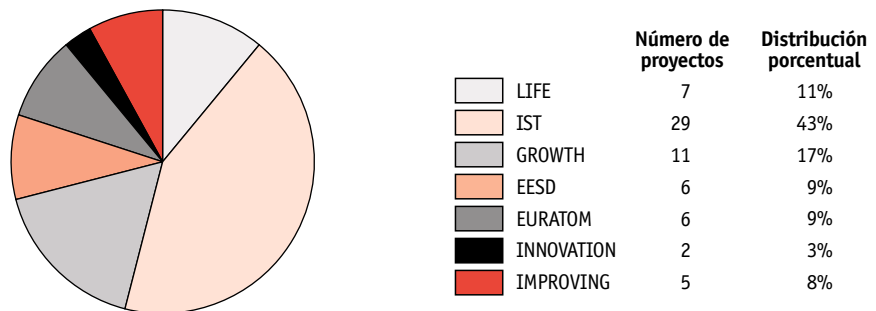
#### LA RELACIÓN UNIVERSIDAD-EMPRESA EN LOS PROGRAMAS EUROPEOS

En los últimos años una perspectiva de referencia obligada, al estudiar la relación Universidad-Empresa, es la participación en los programas marco de investigación y desarrollo tecnológico de la Unión Europea. Así la participación en el IV Programa Marco (1996-1999), según la misma fuente citada anteriormente (Red OTRI de universidades) –los proyectos de I+D de la UE requieren la participación de empresas y universidades de, al menos, dos países de la Unión y tienen una orientación fundamentalmente de investigación aplicada–, el número de proyectos con participación de grupos universitarios fue de 1.022 con unos ingresos de 25.000 millones de pesetas. De estos proyectos, en 326 ha habido participación de empresas españolas, siendo la participación de empresas extranjeras casi el doble. Esto nos indica que la cooperación Universidad-Empresa, bajo este instrumento de cooperación, debe incrementarse y que la empresa española debe ser capaz de asumir la participación en proyectos de mayor riesgo tecnológico y mayor duración. Sin embargo, un punto fuerte de este tipo de colaboración, a diferencia del relatado anteriormente, es que los proyectos abordados en estos programas son de un mayor contenido tecnológico.

Aunque los datos anteriores indican una elevada participación de las universidades en los consorcios europeos, si se realiza un análisis más detallado se encuentra que ésta está muy concentrada en pocas universidades, y además la distribución tanto en número de proyectos como en financiación obtenida se concentra más en unos programas de I+D que en otros. Un caso, que ejemplifica lo anterior, es la situación en la Universidad Politécnica de Madrid. En la figura se ilustra la participación de la UPM en el V Programa Marco tanto en lo que se refiere a proyectos obtenidos como financiación obtenida (octubre de 2000).

Efectivamente, en los diagramas que se muestran a continuación la mayor cantidad de recursos obtenidos por la UPM corresponden al programa IST (Tecnologías de la Información) que, por otra parte, hacen que sea la universidad española con mayor número de proyectos en este campo (en ese momento, octubre 2000). Estos datos reflejan lo dicho anteriormente: hay programas con una elevada concentración de proyectos, tal vez por ser áreas tecnológicas en gran expansión y, otras, como INNOVATION con una participación muy pequeña; hay que resaltar que esta última corresponde a proyectos de transferencia de tecnología, todavía una asignatura pendiente en las universidades españolas.

**FIGURA 1 DISTRIBUCIÓN POR PROGRAMAS Y NÚMERO DE PROYECTOS (UPM)**



#### SITUACIÓN V PROGRAMA MARCO EN LA UPM EN OCTUBRE DE 2000

Los datos expuestos indican que la UPM, en los sectores mencionados, presenta una buena posición tanto en la relación bajo contrato directo con las empresas como en la participación en los programas marco, si bien el valor medio de los contratos suscritos debe incrementarse como un buen síntoma de abordar proyectos más complejos y de mayor riesgo tecnológico. En cuanto a la participación en los programas marco europeos, VI Programa Marco, tanto para las

universidades como para las empresas se presenta un reto importante por cuanto el esquema conceptual va a ser bastante diferente con relación al programa marco actual, ya que para la participación en los diferentes instrumentos previstos en el nuevo programa, la excelencia será un factor determinante.

En este sentido conviene reflexionar sobre la posición de las universidades. En un reciente estudio publicado por COTEC "La innovación en las tecnologías de la información y las telecomunicaciones (2001)", se reflejan las siguientes características de los equipos de investigación en este campo (telecomunicaciones):

- Mayoritariamente los equipos de investigación están en las universidades, frente a los OPIs.
- Mayor volumen de recursos humanos en los equipos de investigación, tanto en número como en cualificación, doctores.
- La financiación media anual de los equipos de investigación en estas tecnologías es algo más del doble del resto de grupos en otras áreas.
- Los equipos de investigación en esta área patentan 6 veces más que el resto, pero publican en revistas (SCI) bastante menos, un 20%, que el resto.

En cuanto a las diferentes áreas de trabajo de los grupos, desde un punto de vista científico-técnico el estudio ha detectado lo siguiente: en el área de radiocomunicaciones se está produciendo un avance importante en áreas muy competitivas, como los sistemas de navegación y comunicaciones vía satélite; en el área de procesado de señal se están alcanzando cotas de excelencia, en particular, en procesamiento de imagen y su aplicación a las comunicaciones como el proceso a bordo de satélite. Sin embargo, hay puntos débiles como son: la absorción del área de comunicaciones por la de procesado de señal que pone en peligro la capacidad de los equipos de investigación en la integración de sistemas o ingeniería de sistemas; en cuanto al área de microelectrónica se destaca un buen nivel en los equipos de investigación, que no se corresponde con la demanda empresarial en estas tecnologías.

En vista de lo anterior, puede decirse que la posición de los grupos de investigación de estas áreas es alentadora, detectándose un buen nivel con equipos excelentes y especialmente en Madrid.

## LA SITUACIÓN SOBRE LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA EN LA RELACIÓN UNIVERSIDAD-EMPRESA

Un análisis más profundo de los datos globales para todas las universidades expuestos anteriormente nos indica que de los contratos suscritos por las universidades, aproximadamente el 20% se conceptúan de I+D, el 15% de apoyo técnico y más del 55% se conceptúan de formación; el resto son de diversas colaboraciones y prestaciones de servicios. Es evidente la baja tasa de contratos de I+D y, en consecuencia, de actividad de transferencia bajo esta modalidad de colaboración, pero todavía son más desalentadores los datos sobre los desarrollos universitarios que se transfieren, verdadera transferencia de tecnología, ya que los datos referidos anteriormente se corresponden con transferencia de conocimientos, fundamentalmente, al sector productivo.

Para aumentar la transferencia de tecnología, en definitiva el capital tecnológico, desde las universidades al sector productivo se debe activar la comercialización de las tecnologías generadas en el ámbito universitario, entendida tal comercialización como la puesta a disposición del sector productivo de las tecnologías desarrolladas en los laboratorios universitarios; esta transferencia de tecnología desde el lado de la Universidad (technology push) es intrínsecamente una función de comercialización o marketing tecnológico. Las universidades disponen para esta labor de comercialización, en definitiva de difusión y de acercamiento de su oferta tecnológica al sector productivo, de unas unidades de intermediación denominadas OTRI (Oficina de Transferencia de los Resultados de la Investigación). Al mismo tiempo estas unidades deben detectar las demandas del sector productivo (transferencia orientada al mercado), y diseñar e implantar mecanismos de ajuste oferta-demanda.

Las OTRI en su todavía corta vida, una década aproximadamente, han empezado a realizar esa función de intermediación indicada anteriormente. La OTRI de la UPM ha lanzado diversos programas en relación con lo anterior: comercialización y valorización de tecnologías, difusión de resultados de la investigación, protección industrial de resultados, etc. Esta labor en las universidades es ardua, por ejemplo en la UPM, con relación a la protección de resultados, en 1996 la cultura de patentes era prácticamente inexistente, a día de hoy la cartera de patentes es de 66, de las cuales 30 son de las áreas de telecomunicación (25) y aeroespacial (5), estando 6 de ellas protegidas a nivel internacional y en explotación. Estos resultados, creemos que buenos, vuelven a confirmar la actividad de las áreas de referencia en este trabajo. Los poderes públicos, tanto estatales como autonómicos, deben apoyar a estas unidades de intermediación en orden a conseguir incrementar la relación de transferencia de tecnología y conocimiento desde las universidades y centros públicos de investigación al sector productivo. La Administración de la Comunidad de Madrid, a través de la Dirección General de Investigación de la Consejería de Educación, ha lanzado una iniciativa denominada madri+d (<http://www.madrimasd.org>) que ha supuesto, desde hace unos años, un impulso formidable a las OTRI de los miembros del Sistema Regional de Innovación de Madrid, universidades públicas, OPIs y empresas. El Sistema Madri+d está organizado en programas, de los cuales interesa resaltar dos en este trabajo desde el punto de vista de transferencia de tecnología y conocimientos al sector productivo: los Círculos de Innovación y el programa de Creación de Empresas de Base Tecnológica (spin-off).

En el programa de los Círculos de Innovación ha correspondido a la Universidad Politécnica de Madrid la gestión del Círculo de innovación en las tecnologías de la información y comunicaciones (<http://www.madrimasd.org/Servicios/CirculosInnovacion>). Este círculo comienza su andadura a finales del año 2000, teniendo como objetivo fundamental proporcionar a las empresas del sector servicios de vigilancia tecnológica. La vigilancia tecnológica está orientada a facilitar que una empresa, en una determinada tecnología, pueda tomar decisiones de tipo estratégico y, en definitiva, ejecutar acciones de inteligencia competitiva. Como objetivo secundario, pero no menos importante, el círculo pretende poner en contacto a empresas e investigadores expertos en su área de interés en orden a fomentar la relación científico-técnica. A pesar de su corta vida, se está trabajando con cinco empresas y han manifestado interés diez más. Un objetivo importante del círculo de innovación en las tecnologías de la información son los trabajos de vigilancia sectorial (asociaciones empresariales o clusters), ya que permitiría, en un proyecto común, poner a trabajar a investigadores expertos y empresas en torno a áreas tecnológicas estratégicas.

El programa de Creación de Empresas de Base Tecnológica es una iniciativa de indudable interés para hacer transferencia de tecnología y dinamizar el sector productivo, además de la componente social de generación de empleo que puede suponer. La UPM con el apoyo decidido de la Administración Regional (Dirección General de Investigación e IMADE de la Consejería de Economía) ha puesto en marcha un programa de creación de spin-offs en la universidad en base a los resultados de la investigación generados en sus departamentos universitarios. El programa se basa en tres pilares fundamentales: promoción y sensibilización, formación de emprendedores y presentación de servicios de apoyo y valor añadido en las etapas tempranas de la empresa en el vivero de empresas. Durante el año 2001, la UPM y el IMADE, con la colaboración de CEIM (Confederación empresarial de Madrid-CEOE), ha puesto en marcha un centro de empresas "La Arboleda" para la ubicación y prestación de servicios de vivero de empresas surgidas en la UPM. Este programa ambicioso ya ha empezado a dar resultados habiéndose creado cuatro empresas, tres en el área de las tecnologías de la información y comunicaciones y se está trabajando con seis proyectos más en este momento.

## RESUMEN Y CONCLUSIONES

Se ha presentado, en este artículo, la importancia de las relaciones universidad-empresa tanto desde el punto de vista económico como de creación de conocimiento a través de la investigación y desarrollo tecnológico. En este ámbito es una constante, en la última década, el aumento importante de las relaciones contractuales, aunque todavía queda bastante camino por recorrer, como se ha puesto de manifiesto en los puntos débiles de estas relaciones. El trabajo a realizar corresponde en primer lugar a los agentes involucrados: universidades y empresas; ambos tienen que poner en juego políticas e instrumentos para crear sinergias y, en definitiva, lazos sólidos en esta relación, pero corresponde a las administraciones el apoyo decidido a estas políticas. En este sentido se han presentado algunas actividades promovidas por la Administración de la Comunidad de Madrid como el círculo de innovación en las tecnologías de la información y comunicaciones; en este programa la relación universidad-empresa presenta una situación de partida muy favorable en los sectores de telecomunicación y aeroespacial, con grupos de investigación de reconocida excelencia y una alta concentración de empresas en la región.

# **CAPÍTULO 6.**

## **La Industria**

---

# Industria y tecnología en el sector espacial de telecomunicaciones

---

LUÍS GARCÍA ECHEGOYEN  
CONSEJERO-DELEGADO  
ALCATEL ESPACIO

Una media de 27 satélites de tipo geoestacionario ha sido contratada cada año en el período 1996–2000, para cubrir las necesidades de los casi 50 operadores existentes actualmente y que usan esta tecnología. Los servicios prestados que utilizan esta infraestructura situada a 36.000 km sobre la superficie terrestre complementan los recibidos a través de los sistemas terrestres basados en cables de pares, coaxiales, fibra óptica y enlaces radio. El éxito reciente de los satélites comerciales ha estado basado principalmente en los servicios de distribución y TV de pago donde la competitividad es superior a los sistemas convencionales.

Actualmente los operadores basados en satélites consideran que los nuevos servicios en torno a Internet aportarán un fuerte crecimiento al igual que sucedió con la TV. En el área de los servicios móviles basados en constelaciones de satélites de baja órbita (LEOs) y órbita media (MEOs), los proyectos han tenido y continúan teniendo muchos problemas para asegurar la viabilidad económica de estas iniciativas (Iridium, Globalstar, Ico). Otras experiencias para telefonía móvil en el ámbito regional con satélites geoestacionarios están teniendo más éxito (ACES, THURAYA, y otros).

Con estas perspectivas y a pesar de las turbulencias que el sector de telecomunicaciones está sufriendo existe un cierto consenso en estimar en 150 satélites de tipo geoestacionario el mercado para los próximos 5 años, aumentando significativamente el tamaño y complejidad de los mismos.

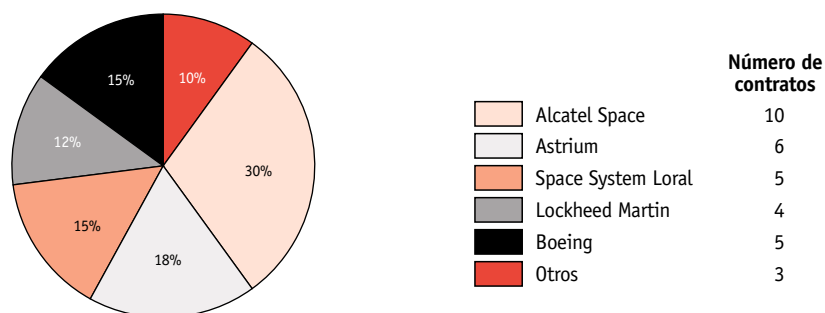
Las operadoras basadas en satélites están también inmersas en un proceso de concentración y globalización aumentando sus mercados de actuación, como recientemente se ha comprobado al constituirse SES Global, empresa europea que al adquirir GE Americom operará 41 satélites geoestacionarios, configurándose como el líder del sector. Al igual que en el sector Telecom, las privatizaciones y la constitución de nuevos operadores están presentes en esta área (Eutelsat, Worldstar, y otros).



**ESTRUCTURA INDUSTRIAL**

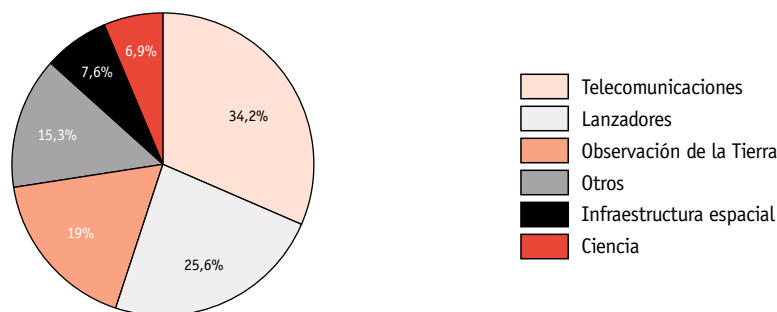
También la re-regulación y las privatizaciones han influido significativamente en la configuración de un sector industrial que a nivel mundial lo constituyen unas 10 empresas capaces de asumir la función de contratista principal, asegurando la fabricación, integración y pruebas de un satélite completo o su entrega en órbita. En este grupo se incluyen 3 empresas europeas que en el año 2000 lograron una cuota de mercado en torno al 50% como se presenta en la figura 1.

**FIGURA 1** CONTRATOS LOGRADOS EN SATÉLITES COMERCIALES DE TIPO GEOESTACIONARIO (2000)



Si analizamos algo más en detalle el sector europeo podemos comprobar la capacidad industrial global en el sector espacial, siendo Telecomunicaciones (34,2%) y Lanzadores (25,6%) las dos áreas de mayor peso específico (fig. 2).

**FIGURA 2** VENTAS POR SECTORES EN EUROPA (1999, EUROSPACE)



Cuando se analiza la cifra de negocios de la industria europea por clientes, los contratos comerciales, incluyendo Lanzadores, representan el 47,9% y el mercado Agencia Espacial Europea (ESA) un 27,8%, siendo el volumen total estimado de las ventas consolidadas a nivel europeo 6.000 millones de euros.

En cuanto al empleo directo, en su mayoría de muy alta cualificación, se estima en 35.000 personas dedicadas a actividades puramente industriales, contribuyendo España con un 4,2%. En la ficha correspondiente del anexo se incluyen algunos datos de la compañía Alcatel Espacio, con capacidad de diseño, fabricación y venta de equipos de vuelo, que inició su actividad básicamente para el mercado Agencia Espacial Europea (ESA) y que actualmente tiene una importante actividad en los mercados internacionales para satélites comerciales de telecomunicaciones.

## INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

El éxito europeo en dos áreas: *a)* lanzadores (Ariane) y *b)* satélites comerciales (Alcatel Space y Astrium) con cuotas del 50% a nivel mundial (año 2000) se ha logrado en gran medida merced al esfuerzo sostenido de I+D realizado a nivel de programas nacionales, a los programas europeos enmarcados dentro de la Agencia Espacial Europea y al propio esfuerzo realizado por la industria privada.

Es importante destacar que tanto en el ámbito Telecomunicaciones como Navegación la apuesta europea está siendo cada día más decidida a pesar de algunas incertidumbres asociadas a la defensa de intereses domésticos.

En particular y en el marco ESA Telecomunicaciones se está preparando un programa a largo plazo 2002–2008 que se prevé presentar en la próxima Conferencia de Ministros a final de año. La orientación de los proyectos se dirige principalmente hacia la transmisión en banda ancha para servicios multimedia y hacia los sistemas interactivos en el marco de Internet, incluyendo la movilidad.

Otras áreas de atención prioritaria serán las asociadas al desarrollo de grandes plataformas (100 transpondedores) y las demostraciones en órbita de nuevos subsistemas con procesado a bordo y tecnologías avanzadas.

Este importante programa europeo de I+D ESA Telecom primará las relaciones con empresas industriales, operadoras, agencias espaciales de ámbito nacional y Unión Europea, siendo el objetivo básico mejorar la competitividad de los sistemas basados en satélites y los servicios prestados a nivel global por las empresas europeas.

Una vez aprobado este plan, se dispondrá de unos recursos anuales de 380 millones de euros durante el período 2002–2008, a ser financiados a la carta por los 15 países que constituyen la Agencia Espacial Europea. En la tabla 2 se muestra la inversión por habitante en los programas ESA.

**TABLA 2** INVERSIÓN POR HABITANTE EN PROGRAMAS ESA (1999)

	<i>euros</i>
Bélgica .....	11,97
Francia .....	11,27
Suiza .....	10,43
Alemania .....	6,95
Suecia .....	6,68
Italia .....	5,52
Holanda .....	5,25
Noruega .....	4,84
Dinamarca .....	4,68
Austria .....	3,74
UK .....	3,09
Finlandia .....	2,69
España .....	2,61
Irlanda .....	1,58
Canadá .....	0,45

La segunda línea importante de I+D se refiere a la reciente aprobación por parte de la Comisión Europea para el período 2002–2006 del VI programa marco de investigación. Este programa incluirá proyectos financiados al 50% con las empresas de los países miembros y por primera vez incluye la actividad espacial como sector estratégico. El presupuesto asignado a la actividad aerospacial alcanza 200 millones de euros/año, siendo los temas prioritarios navegación por satélite, vigilancia del medio ambiente y seguridad e integración segmento espacial y terrestre en el área de Telecomunicaciones.

En el área de Navegación es destacable el programa GALILEO, iniciativa a nivel europeo, que con sus 30 satélites a desarrollar y fabricar, así como todos los nuevos servicios y terminales impulsarán significativamente todo el sector en los próximos años. La financiación de este programa, con un coste estimado de 3.300 millones de euros será realizada con fondos públicos en su fase de diseño y validación y con participación privada para la fase de operación.

## LAS TELECOMUNICACIONES PARA DEFENSA

Aun siendo el Espacio un elemento clave en muchas áreas de la Defensa, nos vamos a referir en este punto exclusivamente a las Telecomunicaciones por satélite en el entorno europeo.

Por una parte si analizamos el sector industrial, ya sea a nivel de contratistas principales, integradores de subsistemas, fabricantes de equipos o componentes, la especialización Defensa prácticamente no existe. Esta es una de las consecuencias de la reducción de los presupuestos por parte de todos los países europeos y la consiguiente reestructuración de las compañías, consolidando de forma creciente el concepto de las tecnologías de doble uso, la polivalencia de los recursos humanos y respetando los requisitos específicos de los clientes de Defensa. Sin embargo sí encontramos importantes diferencias en el modelo adoptado por cada país para resolver sus necesidades operativas en el área de telecomunicaciones espaciales con dos modelos básicos: *a)* prestación de servicios desde un operador con satélites multimisión, habitualmente el más competitivo en cuanto a coste se refiere y *b)* inversiones directas por los Ministerios de Defensa en satélites dedicados siendo responsables de la operación y mantenimiento.

En el ámbito europeo hay cinco países (Francia, España, UK, Turquía, Italia) que tienen satélites propios multimisión y/o dedicados que actualmente se enfrentan a la renovación de sus satélites en un escenario de reducción de costes y demanda estable. Si a este contexto añadimos la evolución de la tecnología, liderada principalmente por el sector comercial, hacia grandes satélites para reducir el coste por canal y optimizar los escasos recursos de posiciones orbitales, se entiende la difícil decisión en que se encuentran actualmente muchos gobiernos europeos.

Teniendo en cuenta que la vida de los nuevos satélites GEO está ya en 15 años, que las operaciones conjuntas entre los países europeos están aumentando de forma progresiva y que en pocos años habrá un exceso de oferta en las bandas específicas para Defensa, la solución más conveniente técnica y económicamente sería participar en el desarrollo de un sistema conjunto de satélites a nivel europeo, utilizando varias posiciones orbitales y con financiación compartida.

Hay ejemplos recientes, en el área de Observación de la Tierra con el programa Helios, donde Francia, Italia y España han compartido diseño, fabricación y explotación de este sistema con éxito.

La solución transitoria en el caso de España conduciría a la adquisición de un solo satélite multimisión para sustituir a los actuales H1A y H1B y obtener la redundancia desde un país aliado europeo, participando sucesivamente en un gran proyecto europeo de tipo dedicado para aplicaciones gubernamentales.

## CONCLUSIONES E IMPACTO EN ESPAÑA

De las consideraciones anteriores se pueden extraer algunas conclusiones:

- a) Consolidación de grandes operadores europeos (SES Global, Eutelsat), alianzas y participaciones accionariales en las operadoras regionales (HISPASAT, TELENOR...), dos grandes grupos industriales (Alcatel Space, Astrium) y un tejido industrial basado en 115 compañías activas en el sector espacial europeo con tendencia hacia una mayor concentración.
- b) España está presente en este sector de futuro con importantes empresas de telecomunicaciones usuarias del satélite (Telefónica, Retevisión, Canal Satélite, Vía Digital...), operadoras regionales (Hispasat), empresas fabricantes de equipos (Alcatel Espacio, EADS CASA Espacio, INDRA Espacio, otros), centros de innovación (INTA), instalaciones ESA (Villafranca del Castillo), instalaciones NASA (Robledo de Chavela) y otros.
- c) Oportunidades significativas a corto plazo que pueden considerarse como mercado doméstico:
  - Expansión de HISPASAT hacia América Latina con nuevos satélites (Amazonas) para Brasil y sustitución H1A/H1B con H1E.
  - Aumento de la contribución española en los programas de la Agencia Espacial Europea (ESA) por parte del CDTI (Ministerio de Ciencia y Tecnología) acorde a las nuevas políticas I+D+I.
  - Proyectos dentro de la UE (VI Programa Marco).
  - Participación española en GALILEO (11%).
  - Renovación de las comunicaciones militares por parte del Ministerio de Defensa.
- c) Oportunidades en exportación para las empresas más competitivas, ya sea en nuevos programas internacionales o a través de los retornos indirectos, eficazmente gestionados por el CDTI, correspondientes a los satélites Hispasat 1A/1B/1C/1D que fueron adjudicados a ASTRIUM y ALCATEL Space.

Esto significa que España en su conjunto sectorial debe consolidarse como el quinto país europeo, con presencia activa en casi todas las áreas de las telecomunicaciones y navegación por satélite, manteniendo un esfuerzo sostenido en I+D y asegurando la coordinación entre los diferentes agentes que configuran el sector

### PARA MÁS INFORMACIÓN

[www.alcatel.es/espacio](http://www.alcatel.es/espacio)  
[www.alcatel.com/space](http://www.alcatel.com/space)  
[www.hispasat.es](http://www.hispasat.es)  
[www.cdti.es](http://www.cdti.es)  
[www.inta.es](http://www.inta.es)  
[www.esa.int](http://www.esa.int)  
[www.eurospace.org](http://www.eurospace.org)  
[www.eutelsat.org](http://www.eutelsat.org)  
[www.astra.lu](http://www.astra.lu)  
[www.space.com](http://www.space.com)

# **Panorámica de la industria madrileña de comunicaciones por satélite**

---

FRANCISCO VILA  
DIRECTOR DIVISIÓN ESPACIO.  
RYMSA

En una época de competencia creciente y globalizada, y en la que el conocimiento se convierte en el elemento diferenciador de las empresas, los países desarrollados no pueden basar su industrialización en la existencia de meras plantas de montaje (que además cada DÍA compiten peor con las nuevas instalaciones situadas en los países en vías de desarrollo), por lo que tienen que fomentar actividades innovadoras en campos de alta tecnología que cumplan una serie de requisitos desde la óptica medioambiental para atender las exigencias crecientes de la sociedad. La industria electrónica, la aeronáutica y las relacionadas con las telecomunicaciones y la informática se encuentran a la cabeza de las actividades deseadas.

El Gobierno de la Comunidad de Madrid es consciente del papel que juega la innovación como promotor del crecimiento, y buena muestra de ello lo constituye el hecho de que la Comisión Europea ha distinguido a la Comunidad de Madrid, por su promoción de la I+D, como Región Innovadora Excelente.

Estas circunstancias pueden aprovecharse para atraer inversiones en aquellos campos en los que existe ya una determinada especialización regional, puesto que las condiciones de contorno cada día tienen más influencia en el resultado de la innovación.

Este libro dedicado a los subsectores de telecomunicaciones y navegación por satélite es una clara demostración. Por ello, la colaboración solicitada para describir el entramado industrial existente en la Comunidad, en estas áreas, está enfocado a señalar rasgos generales y destacar, para que sirvan de punto de referencia, algunos de los productos más característicos que en ella se fabrican.

Buscando la especialización se contemplan dos subsectores íntimamente relacionados con otros, sin que existan fronteras nítidas, lo que dificulta la selección de las actividades a contemplar y la posibilidad de cometer errores involuntarios. Afortunadamente, la publicación en el pasado año de una monografía de la propia Comunidad (Consejería de Economía y Empleo) sobre la industria aeronáutica y espacial en la Comunidad de Madrid, nos permite no ser exhaustivos y centrarnos en aquellos aspectos que permitan alcanzar el objetivo de este artículo que, como indica el título, consiste en ofrecer una visión panorámica de la industria que estamos analizando en este libro.

## LOS ORÍGENES

El primer requisito para que un sector tan específico como el contemplado se desarrolle, lo constituye la disponibilidad de un plantel de técnicos de alta cualificación. En este sentido hay que señalar que Madrid cuenta desde hace muchos años con Escuelas Técnicas Superiores de Ingenieros de varias especialidades ligadas con estas tecnologías (Aeronáuticos, de Telecomunicación, Navales, Industriales) y de Facultades (Informática, Físicas, Matemáticas) que también forman a titulados relacionados con estas materias, y que todas ellas han sido la cantera del equipo humano actual. Pero un hito importante se produjo en la década de los setenta, cuando el Instituto Nacional de Técnica Aeronáutica (INTA) fabricó el satélite INTASAT I. Éste fue un proyecto puramente tecnológico, que constituyó un auténtico banco de pruebas para comprobar si las predicciones teóricas hechas sobre el comportamiento de un satélite eran correctas, además de incluir un experimento científico (el faro ionosférico) consistente en la medida del giro del plano de polarización que hace la ionosfera al pasar las ondas electromagnéticas. En aquella época, trabajando en este campo sólo estaban INTA, CASA y los laboratorios que ITT tenía en la carretera de Barajas. A partir de entonces, ya existió un grupo de gente muy bien preparada, muchos de los cuales ocupan hoy puestos de responsabilidad en varias de las empresas que se han ido creando en estos años.

## DESARROLLO DEL SECTOR

Un factor fundamental han sido los fondos procedentes de la Agencia Espacial Europea, en concepto de retorno por la aportación española, gestionados por el CDTI. Estos fondos siempre han estado bastante limitados, pues aunque España figura, en valores absolutos, en cuarto o quinto lugar entre los países europeos, cuando se relacionan con el PIB, quedamos en los últimos lugares atendiendo a ese ratio, con diferencias muy notables; por ejemplo, ocho veces inferior al valor correspondiente a Francia.

La correcta política seguida por el CDTI en la distribución de los fondos ha permitido alcanzar la diversificación actualmente existente. Si existía una empresa en la que se había invertido para que alcanzase cierta especialidad, no se han adjudicado fondos para que otra empresa adquiriese la misma. Esto ha llevado a que hoy las empresas del sector compitamos poco en proyectos, pero mucho para conseguir los fondos. Una consecuencia de esta situación, por ejemplo, ha sido la creación de Pro-Espacio, Asociación en la que se integran la mayor parte de las industrias del sector espacial español y que constituye un foro de interlocución, transmisor, a su vez, hacia la Administración española, de las necesidades de las industrias, tales como el aumento de la participación española en los programas de la Agencia Espacial Europea, entre otras.

La especialización lograda en determinados nichos, ha permitido que en España sea altamente competitivo, a nivel internacional, un conjunto de productos, como por ejemplo: los transpondedores fabricados por ALCATEL ESPACIO, las antenas TTC de RYMSA, las antenas de reflector de CASA, los mecanismos de despliegue de SENER, las estaciones terrenas de INDRA, etc. Lo que ocurre es que las diferentes áreas de actividad no tienen fronteras definidas y siguiendo con los ejemplos anteriores, ALCATEL ESPACIO y RYMSA compiten en elementos pasivos (filtros y multiplexores), RYMSA y CASA en algunos tipos de antenas, CASA y SENER en determinados mecanismos y estructuras, ALCATEL ESPACIO con CRISA o SENER en temas relativos a equipos electrónicos, etc.



## CARACTERÍSTICAS DE ESTA INDUSTRIA

Existen varias características que dan un carácter peculiar a esta industria. Una de ellas es la necesidad de que las personas, los procesos y los procedimientos estén calificados. Aunque eso ocurre en otras industrias, aquí los requisitos son más estrictos porque una vez puesto el satélite en órbita no se puede acceder a ningún equipo. Se exigen niveles de fiabilidad muy altos y la experiencia demuestra que esa calificación es la mejor manera de lograrlo. Eso hace que muchas actividades las desarrollen las propias empresas, sin recurrir a terceros.

A diferencia de lo que ocurre, por ejemplo, con la ISO 9001, no existe ningún organismo que conceda la calificación. Se califica uno a sí mismo. Lo importante es demostrar que un proceso determinado se hace siempre exactamente igual, demostrando a su vez que está establecida la forma de comprobar el cumplimiento del proceso, y evidentemente, existe un conjunto de normas internacionales que se tienen en cuenta al elaborar los procesos, pero también hay aspectos que entran dentro del *know-how* de las empresas. Cuando se trata de personas que han obtenido una determinada calificación, periódicamente se realizan pruebas para comprobar que mantiene su grado de especialización.

Otro aspecto característico de esta industria es que no se aplican muestreos estadísticos, sino que las inspecciones se hacen al cien por cien. Así, cada vez que se hace un tratamiento superficial, por ejemplo, se prepara una probeta para comprobar que cumple con las especificaciones. Si se trata del montaje de equipos, todas las unidades se someten a una fase de ensayos, funcionales, mecánicos y medioambientales.

Por ello cada empresa tiende a mantener los laboratorios de ensayos necesarios para cumplir con los requisitos de su producto. Aunque en el INTA existen laboratorios genéricos, se opta por la solución propia para asegurar el cumplimiento de los plazos de entrega, algo más difícil de conseguir cuando se recurre a laboratorios de terceros, sometidos a la planificación del centro. Algunas empresas, para reducir inversiones, optan por soluciones intermedias, realizando por sí mismas los ensayos funcionales y los medioambientales fuera de la empresa. Y por último, lo más característico es que las series son tremendamente cortas, una o pocas unidades, lo que impide amortizar los costes no recurrentes en equipos destinados al mercado comercial. Resulta imprescindible participar en programas de I+D para desarrollar las capacidades básicas para aplicarlas posteriormente en equipos competitivos.

## PRINCIPALES ACTIVIDADES

Comenzando por el equipamiento embarcado en el satélite, podemos citar, por orden alfabético, las actividades más significativas:

- ALCATEL ESPACIO. Construye fundamentalmente transpondedores para telemetría y Telecontrol, así como elementos pasivos, como filtros y multiplexores de baja potencia, y procesadores DVB para satélites regenerativos.
- CASA ESPACIO. Realiza antenas de tipo reflector y algunos elementos electrónicos relacionados con el cableado, las estructuras y los mecanismos.
- CRISA. Está centrada en cajas de control de potencia y energía eléctrica, así como en determinados equipos de RF.
- RYMSA. Se ha especializado en antenas de telemedida y telecontrol de apertura global, así como en faros, componentes pasivos (filtros y multiplexores) de alta potencia y acopladores de prueba.

En cuanto a las actividades relacionadas con las estaciones terrenas, hay que destacar a:

- GMV, en el campo de la trayectografía para satélite, es decir, software para el control y comando del satélite.
- INDRA ESPACIO desarrolla software asociado a las antenas de las estaciones terrenas (que adquiere a terceros) para el seguimiento de los satélites, consiguiendo y adaptando el posicionamiento de la antena.
- INSA, además de llevar el control y mantenimiento de estaciones propiedad de la ESA, ofrece al mercado sus capacidades de forma que trabaja en temas del segmento terreno aplicado a usuarios profesionales.

Como trabajos de ingeniería hay que destacar a:

- IBERESPACIO, en propulsión y energía, aplicable tanto en el espacio como en tierra.
- SENER trabaja en cuestiones relacionadas con los mecanismos de despliegue y apuntamiento, así como en control de apuntamiento de satélites.

Y respecto a los servicios, lo más notable es la existencia de HISPASAT, que ofrece sus capacidades a otros operadores, y pensando en el futuro, en el campo de la navegación por satélite, hay que citar al Consorcio GALILEO, proyecto todavía en fase incipiente, pero tremendamente ambicioso. En principio AENA será el principal usuario y con posterioridad, de todas las aplicaciones que tienen una base que las soporta, perdurarán aquellas que consigan su viabilidad económica. Estamos en un momento de gran creatividad, y las ideas están en plena evolución.

### LA INDUSTRIA AUXILIAR

La dificultad para subcontratar trabajos consiste fundamentalmente en la necesidad de calificación ya comentada. No obstante, hay trabajos que se pueden externalizar, ligados fundamentalmente a la transformación de materiales, como ciertos mecanizados, tratamientos superficiales o manejo de materiales compuestos.

El montaje de las placas de circuito impreso, subcontratación habitual en ciertos sectores de la industria electrónica, aquí es más difícil y solamente se adquiere en el exterior el propio circuito, aunque sea multicapa, en aquellos proveedores calificados.

Los materiales más utilizados en este campo son: el aluminio, dueño y señor, el titanio, algunas aleaciones ligeras y los compuestos de fibra de carbono. Varias empresas trabajan en mecanizado (arranque de viruta) de estos materiales, y en cuanto a la fibra de carbono, CASA domina esta tecnología y ARIEX COMPLEX, situada en Tres Cantos, fabrica celdas de fibra de carbono para otros.

Los tratamientos superficiales del aluminio (dorado, plateado o cromatizado) son bastante complejos, y aunque hay empresas que cumplen las normas MIL e ISO, el plateado se hace en el País Vasco o en Alemania. Ocurre algo similar con ciertas pinturas, que normalmente se realizan en Francia, a pesar de existir empresas capacitadas para ello, pero que no se califican, probablemente, por el pequeño volumen de estos trabajos.

### PERSPECTIVAS DE ESTA INDUSTRIA

Como es obvio, nadie puede prever su evolución a largo plazo, pero sí se puede señalar que determinadas circunstancias hacen que el horizonte a corto plazo sea muy bueno, y a medio, bueno.

Ello se debe a las expectativas despertadas hace un par de años por las constelaciones de satélites no geoestacionarios, por lo que los operadores se quedaron a la espera de resultados. Como el proceso ha resultado ser más lento y dificultoso de lo previsto, recientemente han relanzado sus proyectos.

También han contribuido a estas decisiones determinados avances tecnológicos que tienen como efecto el aumento de la vida del satélite o las mayores precisiones en el control de los desplazamientos de los satélites que permiten una mayor concentración en la órbita geoestacionaria sin peligro de colisión, y, por tanto, la posibilidad de colocar en órbita nuevos vehículos.

### RESUMEN

Como puede deducirse de todo lo anterior, durante los últimos veinticinco años se ha desarrollado en la Comunidad de Madrid, en paralelo o de forma complementaria con la industria aeronáutica, un importante subsector que comprende todos los eslabones de la cadena de valor de las telecomunicaciones por satélite, en pleno desarrollo en la actualidad, y con grandes perspectivas a corto y medio plazo. En navegación por satélite, la futura disponibilidad de un sistema GPS europeo propiciará el nacimiento de múltiples aplicaciones, sin que al día de hoy puedan seleccionarse ya las que resultarán económicamente viables.

# **CAPÍTULO 7.**

## **Los usuarios**

---

# Principales usos del ancho de banda satelital

---

**LUIS MIGUEL GARCÍA SÁNCHEZ**

CONSEJERO DELEGADO

**JAVIER IZQUIERDO**

DIRECTOR DE OPERACIONES

TELEFÓNICA SISTEMAS AUDIOVISUALES

La Comunidad de Madrid, al igual que ocurre con otros sectores de la industria y de las Telecomunicaciones en España, centraliza las infraestructuras de los principales usuarios de satélite a nivel nacional.

Dentro de los usuarios de satélite, cabe destacar dos usos principales del ancho de banda satelital:

- Las aplicaciones relacionadas con los sistemas y servicios de información, cadenas de radio y TV, que utilizan el satélite para servicios de contribución, distribución y difusión de radio y TV.
- Las aplicaciones relacionadas con la transmisión e intercambio de datos, como pueden ser las redes VSAT, y más recientemente, internet.

## CADENAS DE RADIO Y TV

Dentro de la utilización que las cadenas de radio y TV hacen del segmento espacial, cabe distinguir, según el tipo de servicio, entre los siguientes:

- Servicios de Contribución. Consiste en el transporte de los programas desde los estudios en los que se generan hasta el centro nacional a partir del cual se va a realizar la distribución de la señal.
- Servicios de Distribución. Consiste en el transporte de las señales desde el Centro Nacional hasta cada uno de los centros regionales, donde existe la posibilidad de insertar contenidos y desconexiones locales.
- Servicios de Difusión. Consiste en el transporte de la señal hasta el usuario final.

Una vez diferenciados los tipos de uso que las cadenas de radio y TV pueden hacer del satélite, se va a detallar el tipo de uso según las distintas plataformas existentes en la Comunidad de Madrid.

### TV ANALÓGICA CONVENCIONAL

Las cadenas de TV nacional cuyas sedes están ubicadas en Madrid, así como parte de sus infraestructuras satelitales, son:

- Grupo TVE (TVE1 y La2).
- Antena 3.
- Telecinco.
- Canal +.

La distribución de los canales TVE1, La2, Antena 3 y Telecinco se realiza desde el Telepuerto de Retevisión en Arganda hasta cada uno de los centros regionales, que posteriormente envían la señal a los transmisores de TV terrestre encargados de llevar estos canales hasta nuestros hogares.

En el ámbito regional es la FORTA quien se encarga de prestar servicios de TV convencional terrestre. En la Comunidad de Madrid, es Telemadrid el canal de TV que informa a los madrileños. Además del canal generalista, Telemadrid produce otro canal, Telemadrid Sat, diseñado para la emisión a través de las plataformas de TV digital por satélite. Este canal es digitalizado e introducido en la plataforma de Vía Digital desde las instalaciones de TSA (Telefónica Servicios Audiovisuales) en Ciudad de la Imagen.

### TV TERRESTRE DIGITAL

El escenario de la TV digital terrestre en España contempla en la actualidad la existencia de tres operadores nacionales, uno de ellos de pago, Quiero TV, y otros dos operadores con licencia para operar en abierto, NetTV y Veo Televisión.

En la actualidad es Quiero TV la única plataforma que ofrece servicio comercial.

### PLATAFORMAS DE TV DIGITAL POR SATÉLITE

Son dos las plataformas de TV digital por satélite que operan en España desde su lanzamiento en 1997: Vía Digital y Canal Satélite Digital.

Vía Digital inició su andadura en septiembre de 1997 con una decidida apuesta por la utilización de recursos nacionales, tanto en la plataforma satelital, utilizando 11 transpondedores de 36 MHz de Hispasat, primer satélite de comunicaciones español, como en lo referente a la empresa seleccionada para el desarrollo, ingeniería, operación y mantenimiento de la plataforma, TSA (Telefónica Servicios Audiovisuales), empresa del grupo Telefónica Media. Tanto la infraestructura técnica (equipos, centros de control y operaciones) como los telepuertos desde los cuales Vía Digital realiza su emisión, están ubicados en la Comunidad de Madrid.

En concreto, el centro técnico y uno de los telepuertos de TSA se encuentran situados en la Ciudad de la Imagen, en el distrito municipal de Pozuelo de Alarcón, y el otro telepuerto desde el cual TSA realiza sus operaciones se encuentra en Alcobendas.

TSA realiza para Vía Digital tanto servicios de contribución de canales por satélite, como el servicio de difusión de todos los canales de la plataforma a todo el territorio nacional.

La contribución de canales se realiza a través de los satélites Hispasat, Eutelsat y Panamsat. Se trata de canales que son producidos fundamentalmente en otros países (BBC, Televisa...), o canales producidos en España y que se distribuyen a través de satélite, como es el caso de Multicanal, que emite cinco canales de TV digital desde su Telepuerto en Pozuelo de Alarcón. Canal Satélite Digital ofrece sus servicios de TV digital en todo el territorio español desde abril de 1997, fecha de inicio de sus emisiones. CSD utiliza el telepuerto de Retevisión en Arganda para realizar sus emisiones a través del operador de satélites francés Astra. En la actualidad, CSD está planificando el traslado y centralización de todas sus infraestructuras técnicas a otro punto de la Comunidad de Madrid, concretamente a Tres Cantos.

#### **TV POR CABLE**

Sin lugar a dudas, el escenario de la TV por cable es el más complicado a nivel nacional, ya que son multitud los operadores, dependiendo de la región en la cual tienen asignada la licencia para ofrecer servicio.

El escenario se puede resumir en que existen dos licencias en cada demarcación territorial, siendo Telefónica la concesionaria de una de las licencias en todo el territorio, y otro operador distinto a Telefónica el que posee la otra licencia.

El concesionario de la segunda licencia en la Comunidad de Madrid es Madritel, que utiliza las infraestructuras de satélite para la recepción en contribución de canales de TV, que posteriormente incorpora a su plataforma de distribución por cable.

#### **EMISORAS DE RADIO CONVENCIONALES**

Las emisoras de radio convencionales, que realizan sus emisiones en las bandas de AM y FM, suelen utilizar el satélite para la transmisión de sus señales de audio desde sus centros nacionales, ubicados en Madrid, hasta cada uno de los centros territoriales, donde se realizan las desconexiones locales e inserción de publicidad local.

Este es el caso, por ejemplo, de la cadena de radio Europa FM, del grupo de emisoras asociadas a Onda Cero, que utilizan las infraestructuras desarrolladas por TSA para transmitir su señal de audio por satélite desde el telepuerto de Ciudad de la Imagen.

También es el caso de emisoras como Cadena Cope o La Ser, que también contribuyen a sus centros territoriales a través de satélite desde sus centros emisores de Madrid.

#### **RADIO DIGITAL DAB**

El nuevo formato de radio digital, conocido como DAB (Digital Audio Broadcasting), utiliza una filosofía similar a la radio convencional para realizar la contribución de los distintos canales desde los centros nacionales ubicados en Madrid hasta los distintos centros territoriales distribuidos por toda España, o hasta los transmisores terrestres.

La radio digital posibilita la optimización del ancho de banda de satélite, ya que en cada portadora o frecuencia satelital se transmiten seis canales de radio distintos, cuando en radio analógica cada portadora va asociada a un solo canal de radio.



## INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

De las tres licencias, o portadoras de radio digital DAB, asignadas hasta ahora para el territorio nacional, FUE (Frecuencia Única con desconexiones), MF1 y MF2 (Múltiples Frecuencias sin desconexiones), es Retevisión desde su telepuerto de Arganda quien presta el servicio de transmisión por satélite.

### OTROS SERVICIOS DE RADIO Y TV POR SATÉLITE

Existen otros servicios de radio y televisión, que son ofrecidos por los distintos operadores de servicios de satélites ubicados en la Comunidad de Madrid, además de los anteriormente descritos, y que son menos conocidos, al ser su mercado comercial distinto al mercado de consumo masivo.

Se trata fundamentalmente de servicios de contribución, tanto fijos como ocasionales, que ofrecen las operadoras a las distintas televisiones.

Las principales empresas que ofrecen este tipo de servicios de satélite ubicadas en la Comunidad de Madrid son: TSA (Telefónica Servicios Audiovisuales), desde sus telepuertos de Ciudad de la Imagen y Alcobendas, Retevisión, desde su telepuerto de Arganda, y Globecast (France Telecom), desde su telepuerto en Ciudad de la Imagen.

Entre los servicios ocasionales que prestan estas empresas, caben destacar las contribuciones de eventos deportivos (partidos de fútbol, carreras de motociclismo o automovilismo, partidos de baloncesto, etc.). Generalmente, las empresas que ofrecen estos servicios suelen trasladar una Estación Terrena Transportable de satélite hasta el lugar donde se produce el evento. Estas estaciones están dotadas con todo el equipamiento necesario para la adaptación de las señales de vídeo y audio en banda base a la transmisión a través de satélite.

También se ofrecen servicios fijos, como son los ejemplos de Antena 3 y Televisión Española, que transmiten desde los telepuertos de TSA en Madrid uno y diez canales de TV digital, respectivamente, hasta el continente americano. Estos canales de TV se utilizan tanto para llegar hasta abonados particulares directamente a través de satélite, como para alimentar a las distintas cabeceras de TV por Cable que existen en el continente americano, haciendo llegar estos canales de habla hispana a cientos de millones de usuarios potenciales.

## GRANDES REDES VSAT

Las redes VSAT (Very Small Aperture Terminal) son redes dedicadas a la difusión e intercambio de datos desde un hub o ubicación central hasta un número variable de terminales situados en ubicaciones muy diversas. Se suelen utilizar como alternativa a las redes de datos terrestres, sobre todo cuando la ubicación de los terminales remotos suele carecer de infraestructura de comunicación terrestre.

Existen multitud de usuarios y aplicaciones asociadas a las grandes redes VSAT que operan desde la Comunidad de Madrid. Como ejemplo, se comentan las siguientes aplicaciones:

- Agencias de noticias. El intercambio de información y noticias entre la sede central y las delegaciones o corresponsalías distribuidas por todo el territorio es uno de los principales usos de las redes VSAT, sobre todo en aquellas ubicaciones de difícil acceso. Este es el caso de la Agencia EFE, que cuenta con una red VSAT operada por Telefónica, que se extiende por España y por todo el continente americano, principalmente en Sudamérica.
- Confederaciones Hidrográficas y Organismos Medioambientales. Estos organismos se dedican a la explotación de redes de telecontrol de cuencas hidrográficas, y de parámetros medioambientales, como puede ser la detección de incendios. Como ejemplo, el Ministerio de Medio Ambiente controla la red SAIH (Sistema Automático de Información Hidrológica) y la red SAICA (Sistema Automático de Información de Calidad de las Aguas). La primera red se controla a nivel de cuencas hidrográficas, mientras la segunda se controla a nivel nacional desde Madrid. Estas dos redes aglutinan un total de más de 650 estaciones VSAT. Todas las estaciones utilizan Hispasat y la operación está dividida entre Retevisión y Telefónica.
- Organismos de juegos de azar y loterías. Utilizan las redes VSAT como método fiable, rápido y económico de enviar la información acerca de apuestas, validación de boletos, venta de billetes, así como para las actualizaciones de software de los terminales automáticos que suelen utilizar estas entidades. Es el caso del Organismo de Loterías y Apuestas del Estado, que controla desde Madrid más de 2.700 terminales VSAT distribuidos por toda la geografía española, con la operación de Telefónica.
- Bancos y entidades financieras. Es una de las principales aplicaciones, para el intercambio de información de diversa índole entre la central y las distintas sucursales.

#### TENDENCIAS: ACCESO A INTERNET Y APLICACIONES DE BANDA ANCHA

Sin lugar a dudas son las aplicaciones relacionadas con internet y con el espectacular aumento de las aplicaciones basadas en tráfico IP que se avecina, las que van a desplazar a los servicios típicos actuales (radio, TV, VSAT) de los transpondedores de los futuros satélites de telecomunicaciones.

La utilización del satélite para internet es ya una realidad. Cada día son más los ISP (Proveedores de Servicios de Internet) que utilizan enlaces de satélite para sustituir circuitos terrestres dentro de sus infraestructuras para optimizar y mejorar la velocidad de los enlaces. La disponibilidad de ancho de banda en satélite, frente a las grandes limitaciones de velocidad del último tramo de usuario en las redes terrestres, está posibilitando también que cada día sean más las empresas que ofrecen servicios de internet al usuario final a través de satélite, de tal modo que con una pequeña antena parabólica y con una tarjeta receptora de satélite que se incorpora al PC, se pueden obtener velocidades de descarga de datos de internet impensables para redes terrestres, con prestaciones menores al ADSL.

Un avance tecnológico como es la incorporación de transpondedores de satélite operando en la banda Ka (20-30 GHz) va a crear una nueva aplicación para el uso de los satélites, como en la transmisión a través de satélite del canal de retorno de aplicaciones interactivas, ya sean relacionadas con internet, con TV digital, etc.

Por último, cabe destacar el aumento de aplicaciones relacionadas con los avances de las tecnologías IP. En un futuro próximo, aplicaciones de teleenseñanza, videoconferencia, telemedicina, o vídeo bajo demanda, van a ir incorporándose de forma importante a los transpondedores de los satélites de telecomunicaciones.

# **CAPÍTULO 8.**

## **Medidas dinamizadoras**

---

# Los clusters en la economía del conocimiento

---

LUIS DEL POZO  
DIRECTOR  
IDETRA SA

## EL CONCEPTO DE CLUSTER COMO HERRAMIENTA PARA LA GENERACIÓN DE POLÍTICAS REGIONALES

La mayoría de las políticas de innovación tecnológica que se han formalizado en la pasada década y se están intentando implantar en el ámbito de las regiones avanzadas, lo hacen en torno al concepto de "cluster".

Esta palabra inglesa que se traduce por agrupación, ha sido objeto de múltiples definiciones, en el presente artículo será tratada como una palabra que trata de englobar dos conceptos:

- Está presente en la economía por el hecho de que ha permanecido en el mercado mundial durante un período de tiempo relevante. Es decir, se forman alrededor de sectores industriales que exportan por encima de la media territorial, o que tienen una posición de inversión internacional superior a la media.
- Está formado por grupos de empresas de distintos sectores industriales, unidas por relaciones de tipo vertical: proveedor, productor, distribuidor, cliente primario, usuario final.

Se trata de una concepción desarrollada como instrumento de actuación de las políticas de las distintas administraciones para lograr una mejora de su competitividad territorial, más que de una agrupación estratégica con base en la economía real.

Es decir, el cluster sirve para entender por qué las empresas situadas en determinadas regiones compiten mejor, a nivel internacional, que las situadas en otras regiones.

#### LA EMPRESA COMO RESULTADO DE LA CREACIÓN DE UNA VENTAJA COMPETITIVA NO COMPARTIDA

Las empresas son englobadas por los analistas en estas u otras agrupaciones, sin que por ello varíe su concepción del mundo y su forma de competir.

La estrategia empresarial está basada en una concepción mucho más individualista, y en una visión muy especializada del entorno en que se mueve, tratando de obtener ventajas no compartidas con el resto de sus competidores.

Además, por lo general, manejan el concepto de competencia extendida que incluye a clientes, proveedores, sustitutos y posible entrantes a su sector de actividad.

Esta concepción se basa en las reglas de supervivencia, necesarias para subsistir con ventaja en un entorno legal, cultural y social determinado.

La posición estratégica que asegura la supervivencia sostenible de la empresa, tiene como cualidad principal, la de no poder ser imitada por el resto de sus competidores con el mismo nivel de desempeño que el logrado por la empresa. En caso contrario, la empresa deja de ser competitiva y su supervivencia se ve amenazada.

## LA ECONOMÍA DEL CONOCIMIENTO

Este término, de uso muy común en la presente década, propone que en el futuro una enorme parte de las transacciones comerciales mundiales serán de tipo simbólico, es decir, basadas no en bienes tangibles, sino en información tratada, que otorgará alto valor añadido al usuario.

La Unión Europea se plantea, en marzo del año 2000, el objetivo estratégico de convertirse en la primera economía mundial en el ámbito del conocimiento e inicia una serie de acciones publicitarias para convencer a los países europeos de que acepten sus recomendaciones para alcanzar el objetivo estratégico formalizado. Como las políticas nacionales difieren, se propone una herramienta basada en indicadores de progreso que va midiendo lo realizado en cada estado miembro y permitiendo saber qué ocurre con la estrategia planteada.

Las empresas, por su lado, tanto en Europa, como en Estados Unidos y en otros centros de desarrollo económico mundial, invierten en tecnologías de sociedad de la información, que parece que serán las más capaces de transformar la información en conocimiento de alto valor añadido.

En paralelo, se contempla el espectáculo de selección rigurosa que la economía real hace de las envidiables, hasta aquel momento, empresas del sector de las tecnologías de la Información y las Comunicaciones. No sólo desaparecen pymes de base tecnológica, sino que empresas de gran solvencia financiera, la arriesgan adquiriendo deudas billonarias, para comprar futuros mercados de conocimiento.



## DISTINGAMOS ENTRE LA BASE DE GENERACIÓN DEL CONOCIMIENTO Y LAS HERRAMIENTAS PARA SU UTILIZACIÓN

Es interesante observar cómo hemos dejado en manos de la tecnología, incluso las empresas, la generación del conocimiento, olvidándonos que es la mente humana la fuente del conocimiento y del valor añadido de ese potencial mercado simbólico.

La tecnología es un medio más en el proceso productivo, pero la base del conocimiento reside en las personas capaces de generarlo.

Algunas regiones han sido conscientes de esta paradoja, desarrollando políticas que dan su justo valor a la tecnología como vehículo de conocimiento, pero basan su ventaja competitiva respecto al resto de las regiones en la capacidad intelectual acumulada.

Entre estas experiencias cabe destacar la de *madri+d*, desarrollada por la Dirección General de Investigación de la Comunidad de Madrid.

La Comunidad de Madrid concentra el 32% del gasto nacional en I+D, siendo la única comunidad autónoma española que supera el promedio de gasto en I+D de la Unión Europea. Además, el 60% del gasto en I+D del sector público español y el 40% del gasto empresarial en el mismo concepto se realizan en Madrid. Con respecto al personal investigador, trabajan en esta comunidad casi el 30% de los investigadores nacionales, superando de nuevo a la media comunitaria.

Es decir, existen recursos humanos, financieros y materia prima suficiente como para que Madrid ocupe una posición de ventaja en la nueva economía del conocimiento.

*madri+d* es una experiencia innovadora, que sirve de plataforma para ese enorme potencial, poniendo al servicio de las empresas madrileñas, la oferta de conocimiento científico y tecnológico concentrado en las entidades situadas en su territorio. La innovación de *madri+d* consiste en dejar de hacer hincapié en la aportación de subvenciones a las empresas, ofreciendo a cambio servicios de valor añadido basado en el conocimiento, en torno al concepto de cluster, tales como:

- La vigilancia de los avances realizados por la industria mundial en las áreas tecnológicas de los nuevos materiales, medioambiente y energía, tecnologías de la sociedad de la información, biotecnología y nano y micro tecnología. Este trabajo es realizado por los investigadores de las más prestigiosas instituciones de Madrid: CSIC, CIEMAT, UPM, UAM e INTA, a la medida de la necesidad de la empresa y utilizando las más modernas herramientas de inteligencia económica. Esta área de trabajo es conocida en *madri+d* con el nombre de Círculos de Innovación. Es un claro ejemplo de clusters establecidos a través de herramientas de la sociedad del conocimiento.
- La búsqueda de tecnologías novedosas a nivel internacional. Cuando una empresa madrileña necesita diseñar un nuevo producto o un nuevo proceso para competir, y carece de capacidad suficiente para desarrollar por sí misma el proceso de investigación necesario, el Centro de Enlace para la Innovación de *madri+d*, le hace una búsqueda de toda la oferta existente en el mercado de transferencia de tecnología europeo, ayudándola a decidir entre las distintas alternativas a su necesidad y apoyándola en los procesos contractuales y de adaptación de dicha tecnología a las necesidades de la empresa. Ejemplo de apoyo al desarrollo de nuevos clusters, a partir de empresas existentes.
- El desarrollo de nuevas empresas de base tecnológica. Muchos de los equipos de investigación de las universidades han desarrollado resultados innovadores que pueden ser la base de negocios sostenibles. Dada la especial importancia de la tecnología como factor de competitividad de estos potenciales negocios, parece lógico que sean los propios tecnólogos los que se hagan cargo de la empresa. El proyecto Vivero Virtual de Empresas de *madri+d* forma a los investigadores en técnicas de gestión empresarial, les orienta en la consecución de los medios financieros necesarios para la empresa ayudándoles en la preparación de los planes de negocio y en la orientación de estrategia comercial de la empresa. Ejemplo de apoyo al desarrollo de nuevos clusters, mediante la creación de nuevas empresas.

Toda esta mina de conocimientos y personas se apoya en una plataforma tecnológica virtual, que se encuentra en [www.madrimasd.com](http://www.madrimasd.com), cuya misión es ser puente del conocimiento entre las instituciones madrileñas y la sociedad y servir de vía de comunicación cómoda entre los usuarios del sistema.



# **La importancia del cluster de las telecomunicaciones y aeroespacial en la Comunidad de Madrid**

## **Una apuesta estratégica del sector empresarial**

---

FERNANDO FERNÁNDEZ-TAPIAS  
PRESIDENTE DE CEIM  
CONFEDERACIÓN EMPRESARIAL DE MADRID-CEOE

## LA INNOVACIÓN COMO VENTAJA COMPETITIVA REGIONAL

La prosperidad de una región depende en gran medida de su productividad. Quien no es productivo no genera ventaja competitiva, quien no genera ventaja competitiva no innova y no se especializa, en otras palabras, no es líder. Para ello necesita dedicar más esfuerzo a pensar estratégicamente y de forma innovadora.

Los factores que llevan a que una región tenga éxito se basan en aspectos claves de tipo organizativo, técnicos y económicos, que además precisan del liderazgo institucional para implementarlos. Todo ello implica explotar las oportunidades que se vislumbran y estar preparados para afrontar los retos del futuro.

Las regiones con las que hemos de competir, ya no lo hacen por menores costes, sino por medio de la innovación, que se ha de caracterizar por una mayor capacidad para asimilar y explotar nuevos conocimientos que permitan reducir costes, mejorar la capacidad de producción, definir actividades relacionadas en la cadena de valor y en los procesos de gestión. Todo ello con el fin último de hacer más competitiva a la empresa.

No cabe duda de que la innovación mejora la competitividad de las empresas para hacer frente a un entorno cada vez más competitivo y abierto y que esto afecta a todas las empresas, no importa que éstas sean grandes o pequeñas, ni el sector en el que están desarrollando su actividad.

Existe todavía en Europa un claro déficit de innovaciones, pese a su excelencia en ciencia y tecnología reconocidos a nivel mundial. Este déficit se manifiesta en el lanzamiento al mercado de menos nuevos productos, servicios y aplicaciones que sus principales competidores, Estados Unidos y Japón.

A este déficit contribuyen, fundamentalmente, un relativamente bajo número de investigadores y tecnólogos, menor gasto en I+D, la diversidad de normativas, la dificultad para movilizar capitales y la existencia de barreras legales y culturales que dificultan la movilidad de las personas.

Pero además existe una importante dificultad para la definición estratégica de las actividades científicas y tecnológicas dada la diversidad cultural y los diferentes puntos de partida en las diversas regiones europeas.

La innovación es necesariamente interactiva y los procesos de cambio son esencialmente colectivos y en red. Hoy no se pueden concebir procesos innovadores de forma individualizada. Las empresas han de plantearse una nueva estrategia para la búsqueda de la excelencia: ya que ésta no puede alcanzarse de forma individualizada. Es necesario buscarla a través de la cooperación, con nuevas estrategias de organización para la innovación.

Entre las acciones lanzadas por la Comisión Europea en el marco del Primer Plan de Acción para la Innovación, se identificaron una serie de actuaciones enfocadas a mejorar la cultura de la innovación, establecer un marco financiero más eficiente y facilitar la transferencia de los resultados de la investigación científica para su uso por las empresas como medio de valorizar el esfuerzo realizado por el conjunto de la sociedad.

## EL IMPACTO DE LAS TECNOLOGÍAS DEL ESPACIO

Entre las áreas identificadas para aplicar estas acciones están las tecnologías del espacio y las telecomunicaciones vía satélite, por ser un área de enorme potencial de crecimiento y de enorme capacidad de transformación en otros campos científicos y tecnológicos.

El entorno para las aplicaciones del espacio se caracteriza por una clara tendencia hacia la internacionalización, la globalización, la desregulación y la liberalización, por un creciente solapamiento entre los usos civiles y los militares, por las economías de escala que pueden derivarse de su desarrollo y aplicación y, finalmente, por el potencial de transferencia hacia otros sectores.

En este nuevo entorno, el mayor impacto comercial de las aplicaciones del espacio será el de las comunicaciones, tanto personales a través de móviles como en sistemas multimedia y emisiones de televisión. Ya no cabe duda del enorme potencial de aplicaciones que supone la colocación de satélites de comunicaciones en órbita baja (*LEO, Low Earth Orbit*), en cuyo rango de utilización, las aplicaciones espaciales propiamente dichas representan una mínima parte de las potenciales aplicaciones en servicios al usuario final.

La liberalización de las telecomunicaciones en 1998, una decisión clave de la Organización Mundial del Comercio, ha creado la necesidad urgente para las empresas de ser competitivas en este nuevo marco de relación.

Por otra parte, el impacto que supone la entrada masiva de las tecnologías digitales en todos los ámbitos y también en la difusión de televisión y radio, representa una enorme transformación de la forma de vida de los ciudadanos europeos.

La enorme variedad de usos y aplicaciones derivadas de la observación de la Tierra en agricultura, urbanismo, planificación regional, evaluación de recursos ambientales y su gestión, cartografía, etc. está ya impactando de manera positiva en estos sectores y ha de llevar a corto plazo a una rápida expansión y a una amplia utilización por parte de otros usuarios. La participación europea en la gestión de la navegación y el transporte mundiales es absolutamente imprescindible para el conjunto de la industria europea y asimismo para el sector aeroespacial.

Existe, sin duda alguna, un enorme potencial de crecimiento económico y del empleo en el sector aeroespacial y de las telecomunicaciones, principalmente basado en el desarrollo global de la Sociedad de la Información. El mercado para los servicios derivados del uso de las tecnologías espaciales presenta impresionantes perspectivas de crecimiento, que podrían multiplicar por diez su actual volumen en la próxima década.

## LA COOPERACIÓN NECESARIA

En este proceso de transformación, las empresas y los centros de investigación y universidades han de jugar un papel clave en el proceso de desarrollo de productos y servicios. Las administraciones con responsabilidades en estas áreas, junto con el sector empresarial y los centros de investigación y universidades, es decir, el conjunto de los actores participantes en el proceso, tienen un papel clave en la definición de estrategias de I+D dirigidas a demostrar la viabilidad comercial de estos desarrollos para su introducción en los mercados, dada la interacción dinámica que se da entre los factores socioeconómicos y los tecnológicos.

En este campo, al igual que en otros muchos, se precisa del liderazgo de las administraciones públicas, que han de definir estratégicamente la dirección de estos procesos.

Es necesario promover la transferencia bidireccional y un uso más dual de tecnología desde el sector espacial hacia otros sectores, para lo que se precisa un mejor conocimiento por otros sectores del amplísimo abanico de tecnologías disponibles o en desarrollo en el sector espacial y de las telecomunicaciones.

La entrada de nuevas empresas en el sector se ve dificultada por el alto coste de desarrollo y el prolongado tiempo de maduración típico del sector, por lo que habría que facilitar tanto la transferencia de tecnología como la entrada y salida de nuevos socios en el conjunto de este amplio sector. Esto es aplicable fundamentalmente a las pequeñas y medianas empresas, para las que el proceso de acercamiento al sector espacial y de las telecomunicaciones es mucho más complejo que para el resto de la industria, que deben ser apoyadas con medidas adecuadas a sus necesidades y sus capacidades industriales y de I+D.

Todo ello contribuiría a incrementar los retornos de la investigación espacial en áreas de especial importancia estratégica, tales como nuevos materiales, componentes electrónicos, equipos de detección y posicionamiento, sistemas ópticos y mecánicos avanzados, software y hardware, etc.

La enorme variedad de aplicaciones y de esfuerzos necesarios para su desarrollo y transformación en nuevos productos, servicios y procesos requiere nuevas fórmulas de cooperación y asociación a largo plazo, fórmulas en las que trabajen de forma coordinada las administraciones públicas, centros de investigación y universidades y el sector industrial, integrando este último al conjunto de la cadena de valor.

Es necesario que los sectores industriales inviertan en I+D para poder así aprovechar los avances científicos. La empresa debe estar más abierta a la cooperación con los centros de investigación y universidades, rompiendo determinados prejuicios que en muchos casos lastran innecesariamente una relación necesaria.

Temas como la consolidación del sector, la integración vertical y la cooperación internacional son vitales para la competitividad de la industria a nivel global, lo que ha llevado a una profunda transformación del sector aeroespacial europeo en los últimos años, con el resultado, entre otros, de un menor número de grandes contratistas y menores posibilidades de acceso de las PYMEs innovadoras, con graves dificultades para alcanzar tamaños críticos y una estructura de costes adecuada a las necesidades del sector.

Para contrarrestar esta situación, hacer más eficiente la industria aeroespacial y de telecomunicaciones y permitir a las PYMEs incorporarse a este sector, debe fomentarse una mayor cooperación en la cadena de valor, con un doble objetivo: reducir el coste total en la cadena e incrementar la calidad compartiendo información, mejorando la cooperación con los socios y resolviendo problemas conjuntamente.

## LAS EMPRESAS DE LA COMUNIDAD DE MADRID EN EL CLUSTER AEROESPACIAL Y DE LAS TELECOMUNICACIONES

Un cluster puede definirse como un conjunto de empresas que, por razones de cercanía geográfica y cultural y la relación que existe entre algunas de sus actividades o productos, procesos o servicios, se asocian de manera más o menos consciente para maximizar su productividad. Para ello han de elaborarse estructuras de comunicación y cooperación en las que cada uno asume una labor diferente con miras a producir un mismo resultado que haga destacar al conjunto.

A las empresas, y como aspecto clave en el proceso de competitividad e innovación, se une la generación de conocimiento: universidades, centros de investigación y centros tecnológicos, ya sean públicos, privados o mixtos que intervienen en la creación de nuevos conocimientos con aplicación en el desarrollo de nuevos productos, procesos y servicios.

Al mismo tiempo, y para que este intercambio de conocimiento e información sea eficiente, se precisa de un entorno institucional adecuado que facilite este trasvase y la cooperación sobre la que se apoya el desarrollo del cluster.

La existencia de clusters es un elemento decisivo para la competitividad de las regiones, al crear sinergias, incrementar la productividad y generar ventajas competitivas tanto para la región como las instituciones que integran el cluster.

El mismo concepto de cluster lleva a que sean sistemas abiertos, dinámicos y cambiantes en el tiempo, que ya no puede basarse únicamente en menores costes de producción, sino en la generación y transmisión de conocimiento de forma eficiente.

La innovación, y así lo reconoce la Unión Europea, es un proceso esencialmente regional, por una confluencia de culturas y de recursos: centros donde se genera el conocimiento científico y tecnológico y empresas capaces de aprovecharlo, transformándose en un cluster cuando existen las condiciones antes apuntadas de cooperación en áreas complementarias de un mismo sector y una cierta conciencia de grupo y, por ello de intereses comunes, de cooperación.

El hecho de que los clusters tengan una fuerte componente regional es el resultado de algunas importantes características que se dan en la generación de conocimiento y el cambio tecnológico. Las actividades de innovación tecnológica presentan fuertes externalidades y marcadas economías de escala. Al mismo tiempo, presentan definidas características acumulativas y requieren de un complejo proceso de aprendizaje colectivo que ha de basarse sobre una activa y poderosa cooperación entre personas que llevan a cabo su actividad en instituciones diversas, lo que a su vez exige compromisos por parte de todas ellas en facilitar esta cooperación y el desarrollo de las infraestructuras específicas que permitan el trasvase eficiente del conocimiento para su uso por parte del conjunto del cluster.

La Comunidad de Madrid cuenta con muy importantes mimbres que permiten configurar el cesto de la competitividad para un cluster tan complejo y necesariamente abierto como es el de las tecnologías del espacio y las telecomunicaciones. Por una parte, universidades y centros de investigación que avanzan en ciencia y tecnología con una calidad entre las mejores de Europa. Por otra, empresas que son capaces de utilizar estos recursos para generar riqueza y empleo. En este sentido, los empresarios se transforman en auténticos motores de la innovación y la competitividad tecnológica y de su activa participación depende el que este conocimiento se transforme en liderazgo regional.

CEIM, la Confederación Empresarial de Madrid-CEOE, representa el nexo natural de unión del conjunto de los sectores industriales y de las empresas con el sistema Regional de Innovación, colaborando con la Dirección General de Investigación de la Comunidad de Madrid, con quien cooperamos estrechamente en la puesta de líneas de trabajo que claramente fortalecen el desarrollo de los clusters.

Dos de estas líneas son la cooperación entre grandes empresas y PYMEs, aspecto clave en la competitividad regional y en el desarrollo de los clusters, y la transferencia de tecnología hacia las empresas desde los centros de investigación y las universidades pero asimismo entre las empresas.

La apuesta de la Comunidad de Madrid por el desarrollo del cluster de tecnologías del espacio y de las telecomunicaciones no es un impulso voluntarista. Se basa en un amplio y competitivo grupo de empresas innovadoras en este campo tecnológico tan diverso y, asimismo, de un amplio número de grupos de investigación de reconocido prestigio. La infraestructura de cooperación está representada por Madri+d.

Una política regional de apoyo a los clusters no es una apuesta fácil. Es imprescindible ser consciente de que la implementación y la realización de este concepto de política regional es una tarea de largo plazo que no puede ser llevada a cabo “desde arriba” sino que requiere una implementación cooperativa “desde abajo”, ya que las actitudes innovadoras, especialmente las de cooperación, no pueden ser impuestas. Son conceptos que han de basarse, necesariamente, en “prueba y error”, en permanente progreso.

Y se trata de apoyar la iniciativa empresarial de cooperar localmente para competir globalmente, como expresa significativamente el lema del Plan Regional de Investigación Científica e Innovación Tecnológica de la Comunidad de Madrid. Y de aportar las condiciones de entorno que permitan al conjunto de los actores del cluster, Administración incluida, una relación fluida, dinámica y favorecedora de la creatividad.

El sector empresarial de la Comunidad de Madrid al que representamos apoya pues, con su compromiso y participación, el desarrollo de esta iniciativa que es necesario reforzar con el impulso de todos.



## A MODO DE RESUMEN SOBRE EL CLÚSTER DE LAS TELECOMUNICACIONES Y AEROESPACIAL EN LA COMUNIDAD DE MADRID

Si la imagen de una Región se asocia a unas competencias determinadas y si la competitividad de sus empresas está ligada a las de otras empresas e instituciones, formando por ello un cluster, no hay razones para seguir utilizando los instrumentos clásicos de apoyo de políticas de innovación no muy bien entendida: financiar cualquier tipo de inversión mediante subvenciones que apoyan proyectos que únicamente se mueven en función de estos parámetros.

Por el contrario, las políticas regionales deberían estar dirigidas a:

- Identificar las competencias estratégicas a nivel regional.
- Promover la cooperación entre empresas y las instituciones.
- Intensificar la información sobre las ventajas de la cooperación.
- Mejorar las capacidades de trabajar en red de las PYMEs.
- Concentrarse en la cualificación de los mercados laborales.
- Proveer de infraestructura material e inmaterial para la difusión y la adopción de conocimiento.
- Crear y potenciar proyectos de apoyo a nivel regional.
- Establecer criterios de apoyo a las empresas que pretendan asentarse en la región.

# Anexo

---

# Fichas de Empresas

---

**AENA**

- **Nombre:** AEROPUERTOS ESPAÑOLES Y NAVEGACIÓN AÉREA (AENA)
- **Dirección:** C/ Arturo Soria, 109. 28043 Madrid
- **Naturaleza de la institución:** Entidad Pública Empresarial
- **Datos generales:** Constitución en noviembre de 1992. Dependiente del Ministerio de Fomento. Su objeto social es la explotación y provisión de servicio de los aeropuertos españoles y los servicios de navegación aérea, así como aquellas actividades que se puedan encuadrar dentro de los estatutos de constitución. La plantilla es de unos 9.300 empleados.
- **Instalaciones que posee en la Comunidad de Madrid:**  
Aeropuerto de Barajas; Dirección General en Arturo Soria; Edificio en Juan Ignacio Luca de Tena; Edificio Piovera Azul; Centro de Control de Torrejón; Centro de Vicálvaro; Almacén en C/ Ayerbe; Laboratorio de I+D en Av. de la Hispanidad; Parque Central en Av. de Logroño; Instalaciones en el aeropuerto de Cuatro Vientos; instalaciones y terminal en Base aérea de Torrejón; Edificio de Paracuellos; Radares; Ayudas a la Navegación aérea; centros de comunicaciones, etc.
- **Actividades que realiza en las áreas de telecomunicaciones y navegación por satélite:**  
En las telecomunicaciones las actividades se basan en las comunicaciones aeronáuticas voz/datos, vía VHF, microondas, red de datos tanto terrestre como satélite; comunicaciones HF; telemando y telecontrol; teleseñalización; datos radar, etc.  
En Navegación por Satélite AENA lleva trabajando en su aplicación aeronáutica desde el año 1992, con investigación en aplicaciones de elementos locales para aterrizajes de precisión y guía y control de movimientos en superficie. Desde 1994 lidera el Programa EGNOS, con una importante participación económica y estando presente en los diversos foros tanto técnicos como políticos e institucionales de la ESA, EUROCONTROL y la UE. Se dispone de plataformas fijas y móviles para investigar en las prestaciones y aplicaciones de los sistemas GPS y EGNOS, con capacidad multimodal y colaborando con diferentes organismos y empresas. Plataformas aéreas para ensayos en vuelo y de alta dinámica. Estaciones de monitorización permanente de las señales GNSS. En GALILEO está involucrado en el Programa desde su origen en el llamado GNSS 2 del ARTES 9 de la ESA en 1994, estando presente en los diferentes órganos de la UE y la ESA que están desarrollando el concepto del sistema. Asimismo, se participa en multitud de contratos con la UE dentro de los fondos TEN y de los PM, teniendo firmados acuerdos con otras aviaciones civiles europeas para coordinar y unificar los trabajos tendentes a la implantación del GNSS. Se participa en el desarrollo de los SARP de la OACI que constituirán la base para la certificación de los sistemas, siendo miembros de los grupos que a nivel mundial se han creado al efecto. Desde enero de 2001 es miembro de pleno derecho de GSS (Galileo Sistemas y Servicios).
- **Hitos o aspectos más relevantes de la institución a destacar:**  
Desde 1992 es pionero y líder en la implantación y operación de sistemas GNSS en aplicaciones críticas y de alta integridad, incluido un amplio programa de I+D y ensayos que culminarán con la certificación del sistema a nivel aeronáutico. Asimismo tiene destacados a personal en el equipo de proyecto del EGNOS y en la unidad GNSS de la UE dependiente de la Comisaria de Transporte y Energía.  
AENA opera 42 aeropuertos, 5 centros de control y más de 300 radioayudas, estando implantada a nivel internacional en diversos foros y países, destacando la operación de aeropuertos en México, Cuba, Venezuela y Colombia.

### ALCATEL ESPACIO, S.A.

- **Razón social:** ALCATEL ESPACIO, S.A.
- **Dirección:** C/ Einstein, 7 (PTM). 28760 Tres Cantos (Madrid)  
[www.alcatel.es/espacio](http://www.alcatel.es/espacio)
- **Datos generales:**
  - Fecha de constitución:* 1988
  - Capital social:* 750.000.000 Ptas.
  - Socios:* Alcatel Space Industries (100%)
  - Nombres comerciales o marcas que utiliza:* Alcatel
  - Plantilla:* 170 personas, titulados 80%
  - Volumen anual de ventas:* 4.400 millones de Ptas.
  - Crecimiento medio anual (1996-2000):* 18%
  - Exportación a mercados comerciales:* 66%
  - Exportación a mercados ESA:* 30%
  - Actividad de I+D:* 20% sobre ventas
- **Instalaciones que posee en la Comunidad de Madrid:**

Oficina Principal, Centro I+D y fabricación en: C/ Einstein, 7 (PTM). 28760 Tres Cantos (Madrid).
- **Actividades / productos / servicios que realiza / suministra en las áreas de telecomunicaciones y navegación por satélite:**

Alcatel Espacio es una compañía especializada en el desarrollo y fabricación de equipos y subsistemas de telecomunicación embarcados para satélites y vehículos espaciales.

Principales líneas de actividad:

  - Equipos y Subsistemas de TTC y Transmisión de Datos.
  - Microondas Pasivas.
  - Unidades de Procesamiento Digital.

Participa en los principales programas de satélite en curso, habiendo suministrado equipos para más de 50 satélites. En el área específica de la Navegación por satélite, trabaja activamente en el desarrollo y calificación de un nuevo modelo de transpondedor de TTC, además trabajó en los estudios de la fase B.
- **Hitos o aspectos más relevantes de su actividad empresarial a destacar:**

Entre otros son de destacar la participación en los siguientes programas: Aces, Arabsat, Globalstar, Hot Bird, Sesat, Worldstar, Spot 5, Helios 2, Ariane V, Meteosat 2nd Generation, Rosetta, Mars Express, Metop, Galileosat, Scisat, Syracuse III, Stellan, GEA12, Integral, XMM, Envisat, Leostar, Hispasat, Cluster, Eutelsat W24, ATV, HTV, MTSAT....

Igualmente, Alcatel Espacio es miembro de la sociedad GSS (Galileo Sistemas y Servicios).

**CRISA**

- **Razón Social:** COMPUTADORAS, REDES E INGENIERÍA, S.A. CRISA

- **Dirección:** Parque Tecnológico de Madrid  
C/ Torres Quevedo, 9  
28760 Tres Cantos (Madrid)  
Tel.: 34 91 806 86 00  
Fax: 34 91 806 02 35  
E-mail: mkt@crisa.es

- **Datos Generales:**

*Capital social:* 2.080 K€

*Ventas 2000:* 17.530 K€

*Participación accionarial:* 100% ASTRIUM SAS (Francia)

*Plantilla:* 225 personas

- **Instalaciones en la Comunidad de Madrid:**

Las actuales instalaciones de la empresa, en el Parque Tecnológico de Madrid en Tres Cantos incluyen dos edificios con una superficie de 5.500 m<sup>2</sup>. CRISA dispone de los medios tecnológicos, sistemas informáticos de última generación e instalaciones necesarias para el diseño, fabricación y pruebas de equipos electrónicos de vuelo para aplicaciones espaciales.

— Área limpia de 800 m<sup>2</sup> clase 100 000, incluyendo:

- Laboratorio de pruebas EMC (conducida).
- Tecnología de montaje de componentes en superficie (SMT).
- Máquina de soldadura por ola de gran capacidad, certificada por la ESA.

— Equipo de vibración electromagnético con capacidad de carga: 1.000 kg/23 GRMS, 20 Hz-2.000 Hz).

— Cámaras para ensayos de ciclos térmicos, con control de humedad (-73° hasta 175° C/40 CU.FT), y de vacío térmico.

— Laboratorio de prototipos (400 m<sup>2</sup>).

— Área de Integración (350 m<sup>2</sup>) para Equipos de Pruebas ("EGSE Electrical Ground Support Equipments").

Las instalaciones actuales, con una plantilla asignada a fabricación y pruebas superior a 120 empleados, permiten acometer una producción de 80 equipos electrónicos de vuelo por año.

- **Actividades/productos:**

— Electrónica de Vuelo para satélites y lanzadores: Computadores de Vuelo, Unidades de Potencia y Electrónica de Control y Accionamiento, SW de vuelo.

— Equipos de Pruebas y de soporte en Tierra (EGSE's).

— Centros de Control y Estaciones de Tierra.

— Productos audiovisuales: equipos de transmisión de vídeo/audio.

— Ingeniería de Software y de Comunicaciones.

- **Hitos Relevantes:**

CRISA es la principal empresa española en el sector espacial en el diseño y fabricación de equipos electrónicos de vuelo.

— Más de 15 años de experiencia en el sector espacial.

— Más de 200 proyectos, completados con éxito para el sector espacial.

— Sólida reputación en el desarrollo de unidades críticas de vuelo para los principales programas espaciales europeos basados en microprocesadores de altas prestaciones (más de 40 unidades de vuelo operando a bordo de satélites).

Producción de hardware y software, con una experiencia consolidada en tecnologías en el "estado del arte" en electrónica integrada como ASICs, EPLDs, FPGAs, híbridos, montaje superficial.

— Estricto sistema de calidad de acuerdo con:

- ISO 9001.
- PECAL 110.
- Colección de Normas PSS-01-XXX, normativa específica para proyectos de la Agencia Espacial Europea (ESA).

La experiencia ganada en el ámbito de la ESA ha habituado a CRISA al nivel de aplicación que establece en la Normativa Europea de la ESA, que se recoge en la colección de normas PSS-01-XXX, cuyas reglas generales desarrollan los aspectos contenidos en la Norma UNE 66904/EN 2900. Ello implica un estricto cuidado y seguimiento de la calidad, del diseño, y de los productos y del software desarrollados. Se posee también la certificación ISO 9001 y la PECAL 110.

• **Características y rasgos fundamentales de la empresa:**

CRISA centra su actividad espacial en la participación en los siguientes mercados y contextos:

- Programas de la Agencia Espacial Europea ESA.
- Programas de Satélites de Telecomunicaciones Comerciales (Hispasat, Hot Bird, Telecom...).
- Programas y Proyectos Nacionales: Minisat, Minisob, Centro de Recepción, Proceso, Archivo y Distribución de datos de Teledetección (CREPAD).
- Programas de Satélites de Teledetección Militares (Helios-1, Helios-2, WEU...).
- Lanzador Ariane 5.
- Programa Nacional de I + D del Espacio (PNIE).
- Programas de I + D de la Comisión Europ.

El principal mercado de la empresa es el de la ESA, con una participación significativa en casi todos los programas espaciales europeos: antes fueron Giotto, Hipparcos, Hermes, ISO, SOHO..., y ahora Huygens, Artemis, Envisat, Metop, Columbus, Meteosat...

En el marco de estos contratos, el cliente final es la ESA. CRISA desarrolla la mayoría de su actividad con una clara connotación internacional en la exigencia de mantener contactos con las principales empresas del sector: Astrium, Alcatel, Alenia.

En el ámbito nacional CRISA se sitúa como la segunda empresa española en volumen de ventas y como la principal empresa en electrónica de vuelo. Los más de 200 proyectos desarrollados hasta ahora avalan esta trayectoria. Varias unidades de vuelo están operativas funcionando embarcadas en satélites (Hispasat, SOHO, ISO...).

## ESPELSA





- **Razón social:** ESPECIALIDADES ELÉCTRICAS, S.A.
- **Dirección:** Acanto, 22. 28045 Madrid
- **Datos generales:**
  - Fecha de constitución:* 1977
  - Capital social:* 550.000.000 de Ptas.
  - Socios:* FCC
  - Nombres comerciales o marcas que utiliza:* ESPELSA
  - Plantilla:* 482
  - Volumen anual de ventas:* 8.000.000.000 de Ptas.
- **Instalaciones que posee en la Comunidad de Madrid:**
  - C/ Acanto, 22. 28045 Madrid
- **Actividades/productos/servicios que realiza/suministra en las áreas de telecomunicaciones y navegación por satélite:**
  - Instalaciones eléctricas:
    - Alta y baja tensión.
    - Fuerza, alumbrado.
    - Detección.
    - Seguridad.
    - Especiales (megafonía, voz-datos, TV).
  - Mantenimiento de redes:
    - Construcción líneas AT/BT, CT's, sub-estaciones.
    - Especiales.
    - TT contacto/distancia, termografía.
  - Sistemas avanzados
    - Ingeniería de sistemas.
    - Ingeniería software.
    - Consultoría/apoyo logístico.
- **Hitos o aspectos más relevantes de su actividad empresarial a destacar:**
  - Planeamiento de misiones.
  - Sistemas de debriefing y aviónica.
  - Simuladores/entrenadores.
  - Realidad virtual.



**GLOBALCOM-INSA**

- **Razón social:** GLOBALCOM-INSA, S.A.
  - **Dirección:** Avda. de Burgos, 39-3.º. 28036 Madrid
  - **Datos generales**
    - Fecha de constitución:* 20 de enero de 1999
    - Capital social:* 400.000.000 de Ptas.
    - Socios:* Ingeniería y Servicios Aeroespaciales (INSA)
    - Nombres comerciales o marcas que utiliza:* ORBCOMM, Globalstar
    - Plantilla:* 9
    - Volumen anual de ventas:* 200.000.000 de Ptas.
  - **Instalaciones que posee en la Comunidad de Madrid:**

Avda. de Burgos, 39. 28036 Madrid.  
Oficinas de más de 200 m<sup>2</sup>, con área para laboratorio de electrónica e integración de sistemas.
  - **Actividades/productos/servicios que realiza/suministra en las áreas de telecomunicaciones y navegación por satélite:**

GlobalcomINSA ofrece servicios de comunicación vía satélite llave en mano. Proporciona el diseño, la instalación, y el mantenimiento de todo tipo de redes de comunicación vía satélite. Puede atender desde requisitos de transmisión de pequeñas cantidades de datos, hasta el diseño e instalación de complejas redes de banda ancha.  
GlobalcomINSA dispone de una Licencia Individual de tipo C2 y una Autorización General de tipo C concedidas por la CMT en el año 1999.
- 




Distribuidor exclusivo para España de la constelación de satélites **ORBCOMM**, servicio líder mundial en la transmisión de datos de baja capacidad.

Distribuidor de **Globalstar**, el servicio de telefonía móvil vía satélite más avanzado actualmente existente. Incluye transmisión de voz, datos y SMS. Operador en tierra de algunos de los principales proveedores globales en comunicaciones de banda ancha por satélite tales como Loral Cyberstar o Deutsche Telekom Satellite (DeTeSat). Servicios completos de diseño, instalación y mantenimiento de redes corporativas basadas en estaciones VSAT (Very Small Aperture Terminal). Servicios de voz, datos, fax, videoconferencia, business TV, internet, etc.
- **Hitos o aspectos más relevantes de su actividad empresarial a destacar:**
    - Enero 1999.* Fundación de GlobalcomINSA. Contrato de distribución exclusiva de ORBCOMM para España. Contrato de "Ground Operator" con Loral Cyberstar para España y Portugal.
    - Abril 1999.* Comienzo de actividades.
    - Octubre 1999.* Concesión por la CMT de una Licencia Individual de tipo C2 y Autorización General de tipo C definitivas.
    - Junio 2000.* Contrato de "Field Service Provider" con DeTeSat (Deutsche Telekom Satellites) para España.
    - Marzo 2001.* Contrato de distribución del servicio Globalstar para España.
    - Julio 2001.* Contrato de distribución de servicios VSAT con Loral Cyberstar para España.

## GMV. S.A.

- **Razón social:** GMV, S.A.

- **Dirección:** C/ Isaac Newton, 11 (PTM). 28760 Tres Cantos (Madrid)  
www.gmv.es

- **Datos generales:**

GMV es una filial de Grupo Tecnológico e Industrial, GMV, S.A.

*Fecha de constitución:* 1984

*Capital social:* 75.000.000 ptas.

*Socios:* accionistas privados españoles

Grupo GMV integra a las filiales:

- GMV, S.A.: Fundada en 1992 y orientada a los sectores de espacio y defensa.
- GMV Sistemas, S.A: Fundada en 1995, se orienta hacia las aplicaciones telemáticas para el transporte, telecontrol e ingeniería del software.
- Soluciones Globales Internet, S.A.: Fundada en 2001 para recoger las actividades que se desarrollan desde 1995 en los mercados de telecomunicaciones y e-business.

*Plantilla:* 450 empleados

*Facturación año 2000:* 5.610 M. Ptas. (33,7 M€)

*Instalaciones:* Madrid, Valladolid, Sevilla y Barcelona.

- **Instalaciones que posee en la Comunidad de Madrid:**

C/Isaac Newton, 11 (PTM). 28760 Tres Cantos (Madrid).

En el parque tecnológico de Madrid situado en la localidad madrileña de Tres Cantos se encuentra la sede central de la compañía agrupando las filiales GMV y SGI Soluciones Globales Internet. Ocupa una superficie de 7.000 m<sup>2</sup> con capacidad para más de 400 personas.

El edificio cuenta con la más moderna infraestructura y una amplia dotación de espacio para los trabajos en grupo como por ejemplo una gran sala modulable de más de 300 m<sup>2</sup>. Incluye además áreas específicas para el desarrollo de actividades como laboratorios de I+D, Seguridad, Defensa e Internet.

- **Actividades/productos/servicios que realiza/suministra en las áreas de telecomunicaciones y navegación por satélite:**

GMV es una referencia industrial obligada en el desarrollo de subsistemas y aplicaciones de los Sistemas Globales de Navegación por Satélite (GNSS). GMV está fuertemente involucrado en los programas EGNOS y Galileo, que proporcionarán a Europa una capacidad propia en servicios de navegación.

Entre las actividades en esta área destacan:

- Análisis de viabilidad de nuevas aplicaciones.
- Análisis de misión de sistemas GNSS.
- Consultoría experta de infraestructura de servicios de navegación y asuntos estratégicos.
- Desarrollo de productos comerciales para diversas aplicaciones, como sistemas de localización de vehículos o equipo topográfico.
- Desarrollo de sistemas llave en mano, como sistemas de evaluación de rendimiento para ayuda a la navegación.
- Desarrollo de los sistemas que proporcionan servicios de navegación, como EGNOS o estaciones DGPS.
- Desarrollo de software de proceso de datos de receptores.
- Desarrollo de instalaciones para pruebas y simulación.

- **Hitos o aspectos más relevantes de su actividad empresarial a destacar:**

Entre los aspectos más relevantes de la actividad de GMV destacan:

- Es la única compañía reconocida por la Agencia Europea del Espacio (ESA) como Centro de Excelencia en Mecánica Orbital.
- Más del 80% de su actividad se desarrolla en un entorno internacional.
- Durante dieciséis años ha desarrollado más de 400 proyectos para las principales instituciones y organismos tanto nacionales como europeos. AENA, ESA, Eumetsat, Comisión Europea, Eutelsat, Ministerio de Defensa Español, OTAN, EADS, INTA...
- El sistema de calidad posee el certificado ISO 9001 otorgado por AENOR.

## HISPASAT

- **Razón Social:** HISPASAT, S.A.
- **Dirección:** C/Gobelas, 41. 28023 Madrid
- **Datos generales:**
  - Fecha de Constitución:* 1989
  - Capital Social (31-12-2000):* 18.312 millones de pesetas
  - Accionistas:*
    - Sector Privado:* AUNA-30,32%, TELEFÓNICA-22,74%, BBVA-18,48%;
    - Sector Público:* INTA-18,20%, SEPI-8,21%, CDTI-2,05%.
  - Presidente:* Pedro Antonio Martín Marín
  - Consejero Delegado:* Jacinto García Palacios
  - Director General:* José María Hoyos
  - Facturación (31-12-2000):* 14.276 millones de pesetas
  - Activo total (31-12-2000):* 61.951 millones de pesetas
  - Plantilla media:* 107
- **Instalaciones que posee en la Comunidad de Madrid:**

Sede en Gobelas (oficinas) y Sede en Arganda (Centro de Control de Satélites)
- **Servicios:**

Distribución de TV, Redes públicas y privadas, servicios de Internet y banda ancha, servicios de banda X para uso gubernamental...
- **Hitos destacados de HISPASAT:**
  - Julio 1989.* Creación de la Sociedad HISPASAT.
  - Octubre 1992.* Comienzo de la construcción del satélite de primera generación.
  - Septiembre 1992.* Lanzamiento del Hispasat 1A.
  - Julio 1993.* Lanzamiento del Hispasat 1B.
  - Febrero 2000.* Lanzamiento del Hispasat 1C.
  - 2000.* Creación de sus filiales HISPAMAR e HISPASAT DO BRASIL.
  - 2000.* Creación de la empresa HISDESAT para servicios satelitales de uso gubernamental.
  - 2002.* Lanzamiento previsto Hispasat 1D.
  - 2003.* Lanzamiento previsto del satélite "Amazonas".

**INFOGLOBAL, S.A.**

- **Razón social:** INFOGLOBAL, S.A.
- **Dirección:** C/ Bernardino Obregón, 25. 28012 Madrid
- **Datos generales:**
  - Fecha de Constitución:* 3 de marzo de 1994
  - Capital Social:* 30.000.000 Ptas.
  - Fondos propios:* 90.641.080 Ptas.
  - Marcas registradas:* InfoGLOBAL  
Sistema IVI  
IG-Class  
Multi-Ftp  
IG-Monitor
  - Número de empleados:* 117

La plantilla de personal de la Empresa está formada por 117 empleados, en los que cerca del 72% son titulados medios y superiores con amplia experiencia en los sectores de informática y telecomunicaciones.

*Cifra neta de negocios (año 2000):* 1.130.826.017 ptas.
- **Instalaciones que posee en la Comunidad de Madrid:**

*Sede social:* Inmueble con una superficie de 1.800 m<sup>2</sup>  
7 plantas totales, 5 de oficinas, 1 para salas de formación y demostración de productos y 1 dedicada a explotación de centro de procesos de datos.

El mantenimiento preventivo y correctivo de las instalaciones de uso general está asegurado a través de contratos con firmas de primera magnitud en conservación de instalaciones tales como: sistema eléctrico, aire acondicionado, sistema contraincendios, ascensor, alarma y seguridad, seguridad y vigilancia (nocturno) 24x7 (24 horas, los 7 días de la semana).

*Centro de Operación y Mantenimiento:* El Centro de Operación y Mantenimiento de InfoGLOBAL proporciona un servicio 24x7 a operadores y grandes empresas referido a operación, mantenimiento preventivo y actuación inmediata. Entre los servicios más destacados se citan:

  - Operación y mantenimiento de la cabecera IP y el telepuerto de satélite de ALARCOS TELECOMUNICACIONES 2000.
  - Mantenimiento preventivo y actuación inmediata en parte de los sistemas de información y la red corporativa de Metro de Madrid.
  - Operación y mantenimiento de los puntos de acceso e interconexión de varios operadores de servicios de voz sobre IP (VoIP) y servicios asociados a Internet.
- **Actividades/productos/servicios que realiza/suministra en las áreas de telecomunicaciones y navegación por satélite:**

Dentro de la práctica habitual de la empresa de ofrecer soluciones integradas en las disciplinas de informática y telecomunicaciones, se enmarcan las actividades de soporte técnico en el diseño, dimensionamiento y ejecución de la instalación de redes IP y servicios asociados de banda ancha:

  - Sistemas integrales de comunicaciones:
    - Integración de servicios de voz, datos, imagen.
    - Dimensionamiento de redes.
    - Sistema Cluster de aplicaciones, impresoras y correo electrónico.
    - Seguridad de accesos y seguridad de la información.
  - Despliegue de red:
    - Instalación, configuración y puesta en marcha.
    - Redundancia de equipos.
    - Sistemas de tolerancia a fallos.

- Operadores:
  - Cabeceras.
  - Red Troncal.
  - Red de Distribución.
  - Servicios: (diseño, dimensionamiento y alcance).
  - Monitorización básica del rendimiento de los servicios y la red corporativa.
- Redes Integradas Multiservicio:
  - Tecnología ATM con protocolo de comunicaciones TCP/IP.
  - Diseño de sus infraestructuras de comunicaciones corporativas y de explotación.
- Integración de los servicios:
  - Servicio de megafonía.
  - Aplicaciones de gestión y operación.
  - Televigilancia.

- **Hitos o aspectos más relevantes de su actividad empresarial a destacar:**

InfoGLOBAL es una de las empresas más avanzadas del mundo en el diseño y desarrollo de soluciones de banda ancha para redes IP, contando con varias patentes y marcas registradas fruto de una continuada actividad de I+D desde 1995.

A continuación se detallan las soluciones y desarrollos más relevantes:

**IVI System:** Este sistema permite la prestación de servicios asimétrico de banda ancha basado en protocolo TCP/IP, a partir de la utilización de tecnología híbrida de transmisión.

**MultiFTP:** Sistema que permite realizar la distribución de un fichero a N delegaciones remotas en un tiempo igual al empleado para enviar un fichero a una única delegación con un FTP convencional.

**IG-Class:** Constituye una completa solución multimedia para tele-enseñanza utilizando redes de datos IP, eliminando las barreras geográficas y ofreciendo el mejor soporte educativo al alumno, siendo ideal tanto para centros educativos como para la formación de trabajadores en empresas.

**IG-Sport:** Gestión centralizada de difusión de vídeos y audio promocionales sobre plataforma IP, incluyendo la gestión remota de contenidos de los monitores y la descarga automática de los contenidos necesarios en los mismos.

**IG-Monitor:** Gestión de cámaras y monitores para la vigilancia de forma centralizada sobre plataformas IP.

**IG-TV:** Constituye una plataforma que es capaz de ofrecer televisión sobre redes IP con alta definición y consumo mínimo de ancho de banda.

**IG-VirtualVoice:** Sistema de megafonía sobre IP en la que se integran difusión y lectura de mensajes de texto con mensajes hablados por los interlocutores deseados.

Dentro de las actividades de promoción de los servicios y productos, tradicionalmente InfoGLOBAL asiste como expositor en la celebración de las más importantes reuniones tecnológicas de los sectores de informática y telecomunicación.

Desde 1995 con la asistencia al SIMO y al MATELEC se dieron los primeros pasos para que los forum tecnológicos fueran acciones entroncadas en la dinámica del desarrollo de la actividad productiva.

Entre las referencias más destacables cabe señalar:

TELECOM & Interactive (Ginebra 1999)  
FORUM DE SEGURIDAD EN EL FERROCARRIL (Madrid 1999)  
MADRID POR LA CIENCIA (Madrid 2001)  
MEDIACAST (Londres 2001)  
EXPOCOMM (Madrid 2001)  
IBC (Amsterdam 2001)

INSA

- **Razón social:** INGENIERÍA Y SERVICIOS AEROSPACIALES, S.A.
- **Dirección:** P.º Pintor Rosales, 34. 28008 Madrid  
Tel.: 91 5489060  
Fax: 91 5489061  
E-mail: imad@insa.es
- **Datos generales:**
  - Fecha de constitución:* 16 de octubre de 1992
  - Capital social:* 3.150 M. Ptas., 100% propiedad del Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial.
  - Plantilla:* 300
  - Facturación 2000:* 2.790 M. Ptas.
- **Instalaciones en la Comunidad de Madrid:**
  - Oficinas centrales (P.º Pintor Rosales, 34) que albergan la dirección general, económica y financiera y de recursos humanos, así como los departamentos de ingeniería.
  - Estación de Villafranca del Castillo: INSA es responsable de las operaciones y mantenimiento del equipo electrónico y la infraestructura de esta estación de seguimiento de satélites, propiedad de la Agencia Espacial Europea. Un total de 55 empleados de INSA están permanentemente destacados en la estación de Villafranca.
  - Estación de Robledo de Chavela: esta instalación de la NASA forma parte de la red de estaciones de espacio remoto, junto con las estaciones de Goldstone (Estados Unidos) y Canberra (Australia). INSA es responsable de la gestión integral de la estación, así como de soporte a la ingeniería contando con un total de 141 empleados permanentes en la estación.
- **Actividades, productos y servicios:**

INSA surgió de las actividades del Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA), relacionadas con la explotación de estaciones terrenas. Actualmente, las actividades de INSA se agrupan en tres departamentos operativos:

  - Departamento de estaciones, responsable de las actividades de mantenimiento y operaciones de instalaciones terrenas dedicadas al seguimiento, control, recepción y tratamiento de datos de satélites científicos, telecomunicaciones y de observación de la Tierra. Esta actividad se desarrolla fundamentalmente en las estaciones de Villafranca del Castillo (ESA), Robledo de Chavela (NASA), y Maspalomas (Gran Canaria, propiedad del INTA). También soporta actividades de control de la calidad y seguridad en el Centro de Kourou (CNES/ESA) sita en la Guayana Francesa.
  - Departamento de Telecomunicaciones, centrado en el diseño e instalación de sistemas de tierra para comunicación y control de satélites. Las actividades de este departamento incluyen la definición y diseño del segmento terreno de misiones de telecomunicación y observación de la tierra, redes de comunicación VSAT basadas en *frame relay*, estaciones de prueba y actualización de sistemas terrenos. Esta familia de actividades, cuyo peso está creciendo rápidamente en la compañía, cuenta con clientes como HISPASAT, EUMETSAT, AENA y otras autoridades nacionales e internacionales de control de tráfico aéreo.
  - Departamento de Nuevos Negocios, dedicado a la puesta en marcha de nuevas aplicaciones basadas en sistemas de satélite, destacando las actividades en el programa FUEGO, liderado por INSA, que consiste en el diseño, puesta en órbita y explotación de una constelación dedicada a la detección y seguimiento de incendios forestales.

Adicionalmente, INSA posee el 50% de la compañía Globalcom-INSA, fundada en 1998, dedicada a la instalación de equipos de telecomunicaciones vía satélite y licenciataria de Orbcomm para España, una constelación de 35 satélites de comunicaciones.

**INTA**

- **Razón Social:** INSTITUTO NACIONAL DE TÉCNICA AEROSPACIAL (INTA)

- **Dirección:** Carretera de Ajalvir, km. 4,5. 28850 Torrejón de Ardoz (Madrid)

- **Datos Generales:**

Fundado en 1942, el INTA es un organismo público de investigación adscrito al Ministerio de Defensa a través de la Secretaría de Estado de Defensa. Desarrolla su función mediante actividades de I+D, gestión de proyectos, certificación, homologación y ensayos, además de mantener una constante acción de cooperación internacional y formación de recursos humanos. Actualmente cuenta con un total de 1.188 empleados, de los cuales 431 son titulados universitarios, 383 técnicos y 372 corresponden a administrativos y personal de servicio.

*Presupuesto final del año 2000:* 17.891 M. Ptas.

- **Instalaciones que posee en la Comunidad de Madrid:**

La principal instalación se localiza en Torrejón de Ardoz, donde se concentra la mayor parte de los equipos y laboratorios. Otras localizaciones se sitúan en Robledo de Chavela y Villafranca del Castillo.

- **Actividades/productos/servicios que realiza/suministra en las áreas de telecomunicaciones y navegación por satélite:**

Como centro tecnológico dedicado a I+D, ensayos y servicios del sector aeroespacial, el INTA no cuenta con una presencia directa en el campo de las telecomunicaciones y la navegación por satélite. Sin embargo, algunas de sus actividades constituyen un aporte para los requerimientos institucionales, los servicios y la industria del sector.

- Gestión técnica de programas de satélites de comunicaciones (HISPASAT).
- Participación en grandes programas europeos que afectan al sector de comunicación/navegación espacial (Galileo; Horizonte 2000; etc.).
- Participación en la definición de requisitos de usuario y de misión del sistema Galileo, en los aspectos relativos a usuarios no civiles.
- Pruebas para aceptación de materiales de uso espacial (caracterización, homologación, etc.).
- Ensayos y certificación de componentes y equipos espaciales (ensayos estructurales, térmicos, vibración, compatibilidad electromagnética, etc.).
- Desarrollo tecnológico de componentes y sistemas de potencial interés sectorial: antenas, cargas útiles, demostradores tecnológicos, etc.
- Investigación tecnológica y estudios de potencial interés en telecomunicaciones: radiofrecuencias, polarizadores, optoelectrónica, etc.
- Disponibilidad de instalaciones de seguimiento de satélites y servicios de segmento terreno.
- Participación en iniciativas europeas que atañen directamente al sector, como la acción COST 251, llevada a cabo por una red de 15 países para mejorar la planificación y funcionamiento de los sistemas de telecomunicación ionosféricos (IITS).

Para llevar a cabo las actividades citadas, el INTA cuenta con una amplia dotación de laboratorios (metrología y calibración, ensayos estructurales, materiales compuestos, electrónicos, etc.), además de instalaciones de ensayos como cámaras anecoicas, simuladores de condiciones espaciales, cámaras de EMC.



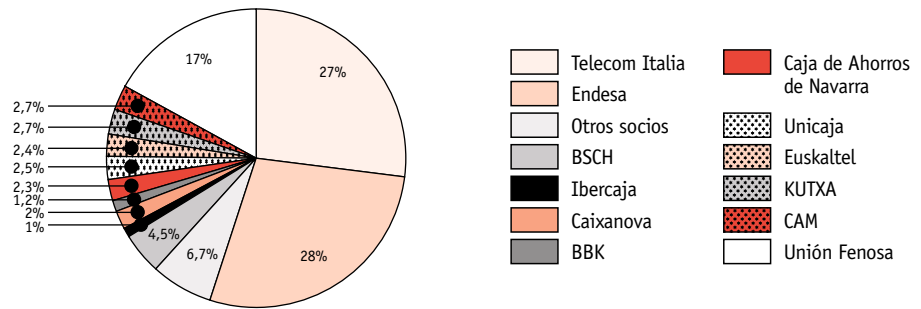
**RETEVISIÓN**

- **Razón Social:** RETEVISIÓN I, S.A.
- **Dirección:** Avda. Diagonal, 579-585. 08014 Barcelona

• **Datos generales:**

Retevisión forma parte de uno de los grupos de telecomunicaciones más importantes de España, el grupo Auna. El grupo lo componen además de Retevisión las siguientes compañías: Amena, eresMas, Able, Canarias Telecom., Madritel, Menta y Supercable. Auna es también accionista de Hispasat, S.A.

El accionariado del grupo se puede ver en el siguiente cuadro:



Retevisión es el operador de telefonía fija, datos, proveedor de Internet, servicios de satélite y de transporte de señales audiovisuales del grupo AUNA.

La facturación en el año 2000 ascendió a 101.382 millones de pesetas.

Las inversiones en dicho período fueron de 97.319 millones de pesetas.

La plantilla de Retevisión I a 31/12/2000 es de 2.455 personas.

• **Instalaciones que posee en la Comunidad de Madrid:**

Las instalaciones de RETEVISION en la Comunidad de Madrid, sin incluir las del grupo AUNA (Madritel, Amena, Eresmas, Quiero TV e Hispasat), son las siguientes:

• **Instalaciones satélite:**

- TELEPUERTO INTERNACIONAL DE ARGANDA: dispone de 15 estaciones de satélite con capacidad de transmisión y recepción y de 9 estaciones con capacidad únicamente de recepción. Está dotado de multitud de elementos de codificación/decodificación digital para el acondicionamiento de las señales.
- TORRESPAÑA: es el centro Nodal desde el que se distribuyen todas las señales de Televisión a nivel nacional. A su vez dispone de una estación de satélite para servicios VSAT.
- 15 estaciones transportables de satélite para servicios ocasionales.

• **Otras instalaciones:**

- CNOM: ubicado en Pozuelo de Alarcón el Centro Nacional de Operación y Mantenimiento centraliza a nivel nacional todos los sistemas de gestión de las infraestructuras de telecomunicaciones de Retevisión.
- Oficinas Comerciales en Paseo de la Castellana y en Pozuelo de Alarcón.
- 4 Centrales de conmutación de voz y datos
- 41 centros emisores de señales de radio y televisión repartidos por toda la Comunidad.

• **Actividades/productos/servicios que realiza/suministra en las áreas de telecomunicaciones y navegación por satélite:**

- Servicios de difusión de señales de Radio y Televisión por satélite en banda C y Ku. Tanto a través de la capacidad espacial propia disponible en Hispasat como en cualquier otro satélite accesible desde España.

- Servicios de distribución de Radio y TV por satélite en banda C y Ku.
- Servicios de contribución de radio y TV por satélite, pudiendo ser fija utilizando las infraestructuras del Telepuerto, o móvil utilizando estaciones transportables de satélite.
- Servicios de alquiler de capacidad espacial.
- Difusión multicast de datos IP por satélite.
- Acceso a internet por satélite.
- Servicios de transmisión de datos VSAT.

• **Hitos o aspectos más relevantes de su actividad empresarial a destacar:**

- Socio fundador y principal operador del sistema español de satélites Hispasat.
- Líder del mercado español de distribución y difusión de señales de Televisión y radio analógica.
- Líder del mercado español de distribución y difusión de señales de Televisión y radio digitales.
- Empresa pionera a nivel mundial de la puesta en marcha de una Red de frecuencia única de Televisión Digital Terrestre.
- 4,5 millones de clientes de voz, datos e internet.
- 8.637 millones de minutos de tráfico telefónico gestionados durante el año 2000.

## RYMSA

- **Razón social:** RYMSA (RADIACIÓN Y MICROONDAS S.A.)
- **Dirección:** Carretera de Campo Real, km, 2,100. 28500 Arganda del Rey, (Madrid)
- **Datos generales:**
  - Fecha de Constitución:* 3 de junio de 1974
  - Capital social:* 6,5 Million U.S. \$
  - Socios:* 66% CORPORACION IBV, 34% GRUPO GUIXÁ ARDERIU
  - Nombres Comerciales utilizados:* RYMSA
  - Plantilla:* Total 190. 33% Graduados
  - Volumen Anual de Ventas:* 27 Million US\$ en el año 2001 (previsión)
- **Instalaciones en la Comunidad de Madrid:**
  - Superficie: 8.000 m<sup>2</sup> construidos:
    - +6.000 nueva construcción (finales año 2001).
    - 50.000 m<sup>2</sup> sin construir en Arganda del Rey.
  - Total activos: 16 Million U.S. Dollars.
  - Maquinaria y equipos: 7,9 Million U.S Dollars.
  - Instalaciones de Baño Galvánico.
  - Medios de Prueba propios:
    - Campos de medida de antenas: RF, Microwave, Compact & Near Field.
    - Equipamiento electrónico: hasta 75 GHz.
    - Otros: — Cámara de niebla salina (corrosión).
    - Cámara de temperatura y humedad.
    - Prueba de lluvia.
    - PIM (GSM,PCN&UMTS).
    - Cámara de vacío y temperatura.
    - Mesa de vibración (3 Hz - 9 KHz).
  - Área Limpia (100.000 & 1.000 tipos).
  - Ordenadores y Software: 2,1 Million U.S. \$.
- **Actividades/productos/servicios que realiza/suministra en las áreas de Telecomunicaciones y Navegación por Satélite:**

Actividad desarrollada por la División de Espacio y Defensa:

  - División autónoma: centro de costes y beneficios.
  - Inicio de la actividad: 1987.
  - Dos ramas diferenciadas:
    - Espacio (segmento de vuelo y terreno).
    - Defensa.
  - Ventas previstas año 2001: 12 Million U.S \$:
    - 30% Nacional.
    - 70% Exportación.
  - Instalaciones propias para desarrollo, fabricación y pruebas.
- **Principales Productos:**
  - Segmento de Vuelo Espacio:
    - Antenas TTC.
    - Antenas tipo Bocinas para antenas de Comunicaciones.
    - Equipos pasivos de RF: Filtros, Acopladores, Multiplexores, BFN's, Combinadores, Polarizadores (Septums & OMT's); Divisores.
  - Segmento Terreno Espacio:
    - Antenas IOT/TTC.
    - Antenas VSAT.
    - Equipos de RF: Polarizadores, Filtros, Alimentadores, Amplificadores de Alta Potencia.

• **Principales Clientes:**

MATRA MARCONI SPACE (recently ASTRIUM).  
ALCATEL SPACE INDUSTRIES.  
ALENIA AEROSPAZIO.  
BOSCH TELECOM.  
CASA ESPACIO.  
LABEN.  
ORBITAL SCIENCES CORPORATION.  
LOCKHEED MARTIN MISSILES & SPACE.  
EUROPEAN SPACE AGENCY (Development & Technological Programs).

• **Resumen del segmento Espacio Vuelo:**

NOMBRE	N.º SATS	EQUIP. POR SATÉLITE	TOTAL EQUIP.	EQUIP. ÓRBITA
HISPASAT	2	2	4	4
LOCSTAR	2	2	4	
INMARSAT III	5	2	10	10
TURKSAT	3	4	12	8
ITALSAT F2 /EMS	1	2	2	2
ARABSAT II	2	4	8	8
HOT BIRD	4	1	4	4
NAHUEL	1	4	4	4
GE-5	1	4	4	4
THAICOM 3	2	4	8	4
SINOSAT	1	4	4	4
SESAT	1	5	5	5
ST-1	1	4	4	4
ASTRA 2B	1	4	4	4
INTELSAT KT-V	1	6	6	
ARABSAT 3A	1	4	4	4
RESSAT	1	8	8	8
HISPASAT 1C	1	1	1	1
ASTRA 1K	1	10	10	
METOP	3	3	9	
EURASIASAT	1	8	8	8
ROSETTA	1	1	1	
ATV	1	11	11	
BSAT-2	2	5	10	
ATLANTIC BIRD	2	1	11	11
HOT BIRD	6	1	1	1
ROCSAT-2	1	2	2	
NEW SKIES	7	1	2	2
INTELSAT-X	2	8	16	
INMARSAT-4	3	12	36	
HOT BIRD 7	1	2	2	
NSTAR-2	1	5	5	
STELLAT	1	7	7	
HISPASAT 1D	1	1	1	
GE-12	1	7	7	
GEi	4	8	32	
SYRACUSE 3	1	3	3	
AMOS 2	1	5	5	
CRYOSAT	1	1	1	
<b>TOTAL</b>	<b>61</b>	<b>275</b>	<b>144</b>	<b>86</b>

• **Hitos o aspectos más relevantes de su actividad empresarial a destacar:**

Empresa de capital privado 100% español, dedicada al diseño, fabricación y pruebas de antenas y elementos pasivos.

Uno de nuestros aspectos más relevantes es la innovación y las inversiones en I+D, todos nuestros productos son desarrollados y fabricados por nosotros utilizando las tecnologías más actuales de diseño, fabricación y pruebas tanto en los sectores civiles (División de Telecom y Broadcast) como en los sectores de Espacio y Defensa.

## SENER

- **Razón social:** SENER GRUPO DE INGENIERÍA
- **Dirección:** C/ Severo Ochoa, 4 (PTM). 28760 Tres Cantos (Madrid)
- **Datos generales:**

Empresa de ingeniería y consultoría, fundada en 1956, que desarrolla su actividad en los campos aeroespacial, comunicaciones, sistemas de actuación y control, naval, energía y procesos y civil.

Plantilla de 950 personas, de los que el 65% son ingenieros, 25% técnicos y el 10% administrativos y servicios.

Facturación 2000: 27.500 MESP.
- **Instalaciones que posee en la Comunidad de Madrid:**

Parque tecnológico de Madrid, en Tres Cantos. 13.000 metros de oficinas, salas blancas, laboratorio de electrónica.
- **Actividades/productos/servicios que realiza/suministra en las áreas de telecomunicaciones y navegación por satélite:**

AOCS (Sistemas de control de actitud y órbita), mecanismos y estructuras complejas, guiado y control, actuadores no explosivos, PRU's, sistemas de navegación, diseño e integración de sistemas de comunicaciones (planificación estratégica y definición de soluciones), infraestructuras, redes de cable, sistemas móviles, PMR, seguridad de redes, etc.
- **Hitos o aspectos más relevantes de su actividad empresarial a destacar:**

SENER fue la primera empresa de ingeniería que se constituyó en España, con el claro objetivo de realizar exclusivamente proyectos de ingeniería naval e industrial, sin los condicionantes no técnicos que pueden afectar al constructor o a la propiedad.

En 1963 la plantilla de SENER alcanzaba el centenar de personas, trabajando ya no sólo en el área naval sino avanzando soluciones tecnológicas para plantas industriales, obras marítimas, siderurgia, la industria química y petroquímica y la obra civil.

A mediados de los sesenta, metidos de lleno en proyectos multidisciplinarios que enlazan diversas tecnologías, SENER demuestra su actitud innovadora con el desarrollo del Sistema FORAN, un sistema integrado CAD/CAE/CAM para diseño y construcción de buques, licenciado en la actualidad a 122 astilleros de más de 20 países.

Y fue también a finales de los sesenta cuando SENER entró en el Espacio, ganando el concurso convocado por la Agencia Espacial Europea, entonces ESRO, para la construcción de una torre de lanzamiento de cohetes en Kiruna (Suecia). Desde entonces la participación de SENER en los más importantes proyectos espaciales ha sido constante y fructífera.

Enseguida se incorporó la Energía a los campos de actividad de SENER; en 1989, las comunicaciones y, en este último año, los Sistemas de Actuación y Control.

SENER, en el campo de las Comunicaciones y en Aeroespacio, participa actualmente en importantes proyectos como EGNOS y GALILEO –promovido por la ESA y la Unión Europea–, la Estación Espacial Internacional, HISPASAT 1 C, ENVISAT, etc.

Además SENER Grupo de Ingeniería participa accionarialmente en empresas como INDUSTRIA DE TURBOPROPULSORES (26,5%), ARIANESPACE (0,6%), HISDESAT (5%) Y GALILEO SISTEMAS Y SERVICIOS (14,2 %), consorcio español para explotación del nuevo sistema europeo de navegación aérea por satélite.

## TELEDESIC

- **Razón social:** TELEDESIC COMMUNICATIONS SPAIN, S.L
- **Dirección:** Vía Dos Castillas, 33. 28224 Pozuelo de Alarcón (Madrid)
- **Datos generales:**

Teledesic COMMUNICATIONS SPAIN es la compañía española filial de Teledesic LLC, empresa norteamericana participada por Craig McCaw, Bill Gates, el Príncipe Saudí Al Walid, Motorola y otros. En España, se comenzó la operación en julio de 1998. El proyecto Teledesic es popular por la marca INTERNET EN EL CIELO. Recientemente, el grupo empresarial de Teledesic ha adquirido la empresa New ICO y ya se ha lanzado el primer satélite de esta constelación. El sistema New Ico estará en servicio comercial a finales de 2003 y el sistema Teledesic hacia finales de 2004.
- **Instalaciones que posee en la Comunidad de Madrid:**

En Madrid, Teledesic cuenta con su oficina para España y desde la que se llevan las tareas relativas a los asuntos técnicos y regulatorios para Europa. El sistema de satélites concebido por Teledesic no requiere de grandes infraestructuras tipo telepuertos, sino que los terminales por satélite, sencillos y baratos, se instalan en las propias instalaciones de los clientes.
- **Actividades en las áreas de telecomunicaciones y navegación por satélite:**

La principal actividad de la empresa española Teledesic es el desarrollo de soluciones técnicas y regulatorias que faciliten la operación de las constelaciones New ICO y Teledesic, tanto desde el punto de vista de disponibilidad de espectro radioeléctrico como de obtención de licencias de servicio correspondientes. Se mantienen asimismo contactos de carácter comercial con los operadores más importantes españoles, futuros clientes de las constelaciones de satélites de Teledesic. Para llevar a cabo este trabajo, el equipo de expertos de Teledesic Communications Spain cuenta con el apoyo científico y técnico de la Universidad Carlos III de Madrid, así como varios profesionales de reconocido prestigio en el mundo de las telecomunicaciones.
- **Hitos o aspectos más relevantes de su actividad empresarial a destacar:**

Desde que en 1994 se desarrolló el concepto de sistema de satélites noGEO para proveer acceso a Internet desde el cielo, se han producido una serie de acontecimientos importantes en la vida empresarial de Teledesic, como: Obtención de licencia por la FCC norteamericana en 1997, decisiones de disponibilidad de espectro por las Conferencias Mundiales de Radiocomunicaciones de 1995 y 1997, etc. Actualmente se están preparando las solicitudes de licencias para todos los países europeos.

## TELEFÓNICA SERVICIOS AUDIOVISUALES

- **Razón social:** TELEFÓNICA SERVICIOS AUDIOVISUALES
- **Dirección:** C/ Virgilio, 2, edificio 2, Ciudad de la Imagen. 28223 Pozuelo de Alarcón (Madrid)
- **Datos generales:**
  - Fecha de constitución:* 1993
  - Capital social:* 6.010.121 €
  - Nombres Comerciales:* TSA
  - Plantilla a 31/12/2000:* 169 personas
  - Ventas a 31/12/2000:* 60.010.121 €
- **Instalaciones que posee en la Comunidad de Madrid:**
  - TELEPUERTO DE ALCOBENDAS:
    - Hispasat 1C y Panamsat 5.
    - 1 antenas TX de banda DBS. También receptora.
    - 1 antenas TX de banda C. También receptora.
    - 1 antenas TX de banda KU extendida. También receptora.
    - Telepuerto + Centro de Control.
  - TELEPUERTO DE LA CIUDAD DE LA IMAGEN:
    - Transmisiones y recepciones en Banda KU.
    - Hispasat 1B, Telecom, Astra, Hot Bird, Panamsat 3, INTELSAT K.
    - 3 antenas TX de banda KU. También receptora.
    - 4 antenas TX de banda KU extendida. También receptora.
    - 2 antenas TX de banda DBS (17 GHz). También receptora.
    - 15 antenas receptoras de 2,4 metros.
    - 5 antenas receptoras de 1,2 metros.
    - 1 Play-out.
    - 1 Centro de Control de TV.
    - 1 Centro de Control Digital.
    - 1 Telepuerto.
    - 1 Laboratorio.
    - 5 cabinas edición/locución.
- **Actividades/productos/servicios que realiza/suministra en las áreas de telecomunicaciones y navegación por satélite:**

Sistemas Audiovisuales, Servicios Audiovisuales y además Servicios de Producción que como se verá al final realizó la cobertura del lanzamiento del Hispasat 1C.

  - SISTEMAS AUDIOVISUALES:
 

Diseño, suministro, integración, instalación y puesta en servicio de:

    - Sistemas móviles: DSNG/SNG, FLY-AWAY, U. Móviles, ...
    - Centros de Producción de programas.
    - Redes de Televisión.
    - Plataformas digitales de Radio y Televisión.
    - Centros de Control de TV.
    - Cabeceras de Cable.
    - Estudios, platós virtuales.
  - SERVICIOS AUDIOVISUALES:
    - **SERVICIO DE DIFUSIÓN Y DISTRIBUCIÓN POR SATÉLITE**
      - Transmisión por satélite de canales de TV y radio en abierto o codificado hacia redes de difusión y de cable. Ésta se puede realizar a cualquier satélite operativo con conectividad desde España.
      - TSA dispone de 4 posibles plataformas digitales para la difusión:
        - EURO TV mediante el satélite Hot Bird 2 con cobertura europea.
        - EUROPA TV H1C, difusión de canales de televisión hacia Europa mediante el Hispasat 1C.

- AMÉRICA TV XXI, gestiona la difusión de canales de Europa hacia América sobre el satélite Hispasat 1C.
- EUROPA TV XXI mediante el Hispasat 1C con cobertura de América hacia Europa.
- **TRANSMISIONES OCASIONALES DE TELEVISIÓN**  
TSA dispone de la experiencia y los medios técnicos para ofrecer la transmisión nacional e internacional de señales de TV.  
La retransmisión de eventos, incluye la planificación y reserva de los medios técnicos necesarios, producción de la señal, transmisión a la medida de las necesidades del cliente, y su supervisión y control.  
Para ello cuenta con:
  - Centro de Supervisión y Control de Televisión (CCTV) desde donde se monitorizan los servicios que presta Telefónica Servicios Audiovisuales.
  - Centro de Producción de Programas y Play - Out.
  - 13 estaciones terrenas transportables DSNG y 2 fly - away.
  - 4 unidades móviles de producción.
  - Salas de Edición Lineal y no lineal.
  - Plató Virtual.
  - Red de Corresponsalías en España.
  - Red de Corresponsalías Internacional.
- **Hitos o aspectos más relevantes de su actividad empresarial a destacar:**
  - **SISTEMAS AUDIOVISUALES:**
    - Centro de control de TV Digital para Vía Digital.
    - Centro de Control de TV y producción de programas Antena 3 (Perú).
    - 14 cabeceras de cable para Telefónica Cable en España.
    - 5 cabeceras de cable para Cablemágico en Perú.
    - Sistema de Distribución de Televisión en Argentina.
    - Integración de 6 unidades DSNG para CNN+, TELE 5 y TVG.
    - Integración de 13 unidades DSNG/SNG y 2 FLY-AWAY para TSA.
    - Instalación medios de producción "Canal Sevilla".
    - Unidad móvil de producción de 14 cámaras para VIDEOREPORT.
    - Integración de 8 sets de escenografía virtual, centros de producción, Platós y control central para TELESIERRA.
  - **SERVICIOS AUDIOVISUALES:**
    - Transmisión internacional de todos los G.P. del Mundial de Motociclismo con lo que se convierte en el carrier mundial de este acontecimiento. Las carreras se reciben simultáneamente en más de 300 cadenas de Televisión repartidas por todo el mundo.
    - Red de Contribución de señales para Red Telemadrid, TVE, TVG, ETB, Canal Sur, Antena 3.
    - Contribución y distribución de todos los partidos de fútbol de La Liga Española.
    - Transmisión de la vuelta ciclista a España, Tour de Francia, Giro de Italia.
    - Servicios de transmisión y contribución para la Euroliga de Baloncesto, Champions League.
    - Contribuciones diarias en directo desde la Bolsa de Nueva York.
  - **SERVICIOS DE PRODUCCIÓN:**
    - Lanzamiento Hispasat 1C.