

# SISTEMAS DE LOCALIZACIÓN E INFORMACIÓN GEOGRÁFICA





**2009 Junta de Castilla y León**

**Edita:** Consejería de Fomento.

**Realiza:** Observatorio Regional de la Sociedad de la Información (ORSI). Consejería de Fomento.

**Depósito Legal:**

Queda rigurosamente prohibida, sin la autorización escrita de los titulares del copyright, bajo las sanciones establecidas en las leyes, la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio o procedimiento.

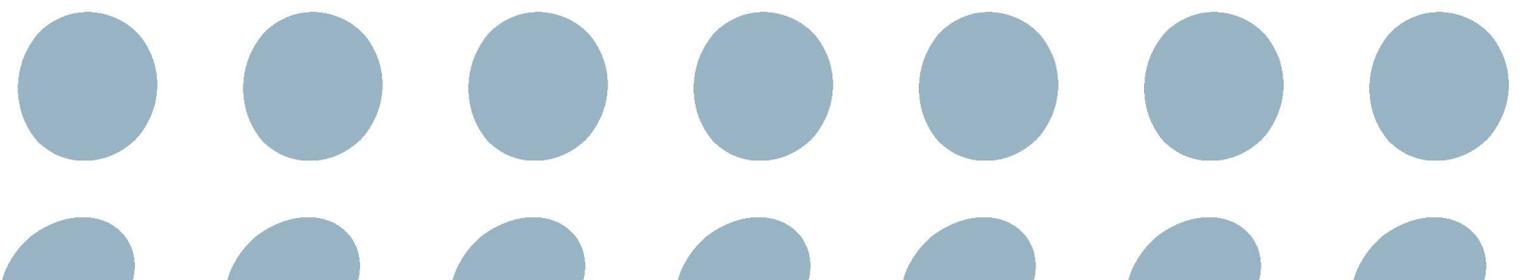
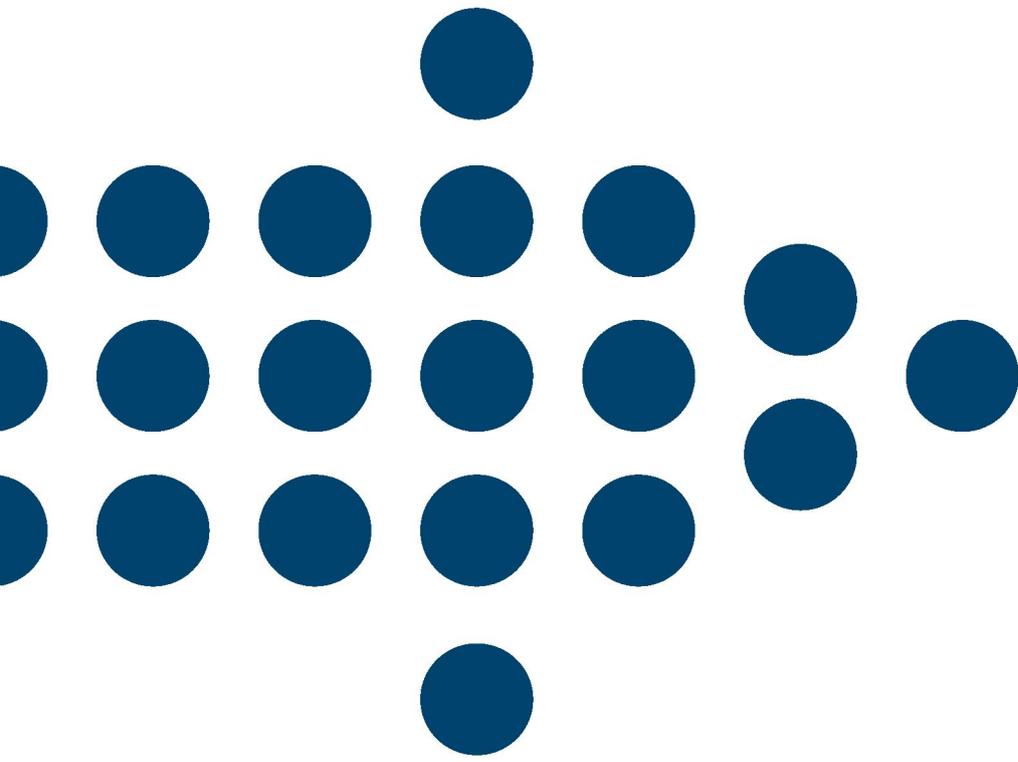
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>5</b>
<b>2. OBJETIVOS Y ALCANCE</b>	<b>9</b>
<b>3. SISTEMAS DE LOCALIZACIÓN Y DE POSICIONAMIENTO</b>	<b>13</b>
3.1 Antecedentes históricos de los sistemas de localización y posicionamiento	15
3.2 Sistemas de referencia para el posicionamiento	17
3.2.1 Sistema de coordenadas geográficas	17
3.2.2 Sistema de coordenadas UTM	19
3.3 Clasificación de los sistemas de localización y posicionamiento	21
3.3.1 Sistemas de localización y posicionamiento satelitales	21
3.3.1.1 Funcionamiento	22
3.3.1.2 Aplicaciones	25
NAVSTAR-GPS	25
GALILEO	27
GLONASS	28
3.3.2 Sistemas de localización y posicionamiento no satelitales	29
3.3.2.1 Sistemas de localización basados en radiofrecuencia de largo alcance (Outdoor)	29
Funcionamiento	30
Sistema de localización por celda en una red de telefonía móvil comercial	32
3.3.2.2 Sistemas de localización basados en radiofrecuencia de corto alcance (Indoor)	34
ILS basados en etiquetas	34
ILS no basados en etiquetas o tags	38
3.4 Servicios basados en sistemas de localización y posicionamiento	41
<b>5. SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA</b>	<b>43</b>
4.1 ¿Qué es un Sistema de Información Geográfica?	46
4.2 Estructura de la información en un GIS	47
4.3 Estándarización de los GIS	56
4.3.1 GML (Geographic Markup Language)	57
4.3.2 WMS (Web Map Services)	57
4.3.3 WFS (Web Feature Services)	57
4.4 La Infraestructura de Datos Espaciales (IDE)	58
4.5 Aplicaciones de los Sistemas de Información Geográfica	59
<b>5. INTEGRACIÓN DE LOS SISTEMAS DE LOCALIZACIÓN CON LOS SISTEMAS GIS</b>	<b>63</b>
5.1 Aplicaciones de la integración entre un sistema de localización y un GIS	66
5.1.1 Uso militar	67
5.1.2 Uso en el sector del transporte y la logística	68
5.1.3 Uso científico	71
5.1.4 Uso en el sector sanitario	71

<b>6. LA INFORMACIÓN TERRITORIAL EN CASTILLA Y LEÓN</b>	<b>73</b>
6.1 Antecedentes	75
6.2 De SITCyL a IDECyL	76
6.3 Órganos Cartográficos de ámbito autonómico	78
<b>7. CASOS DE ÉXITO Y BUENAS PRÁCTICAS</b>	<b>81</b>
7.1 Castilla y León	83
7.1.1 Sistema de Información Geográfica de Parcelas Agrarias (SIGPAC)	83
7.1.2 Sistema de gestión de la plaga de topillos de Castilla y León	84
7.1.3 Red GNSS de Castilla y León	85
7.1.4 Inventario de Presas y Balsas	86
7.1.5 Predicción de producciones micológicas silvestres en Castilla y León: Micodata	87
7.1.6 Portal de Meteorología de Castilla y León	88
7.1.7 Sistema de Información Geográfica del Medio Natural (SIGMENA)	90
7.1.8 Sistema Integrado de Información Sanitaria (SIIS)	90
7.1.9 Sistema de Información Geográfica en el 112	92
7.1.10 Sistema de posicionamiento de ambulancias	92
7.1.11 Sistema RTLS del Hospital Río Carrión de Palencia	93
7.1.12 Sistema de Localización y Gestión de Flotas CyloG	93
7.1.13 Sistema de Información de Callejero	94
7.1.14 Peregrino Alerta	96
7.1.15 Ayuntamiento GIS	97
7.2 Nacional e Internacional	99
7.2.1 LocalGIS	99
7.2.2 Sistema de Información Geográfica sobre recursos sociales	100
7.2.3 Sistema Integral de Gestión de Obras en la Vía Pública	101
7.2.4 Simulador de eventos volcánicos en la isla de Tenerife (VOLCANTEN)	101
7.2.5 Visor de Información Marina del Instituto Español de Oceanografía	103
7.2.6 Sistema Integral de Vigilancia Exterior de Almería	104
7.2.7 Infraestructura de Datos Espaciales en 3D	104
7.2.8 Creación de aplicaciones GIS en 3D	105
7.2.9 Google Maps	106
7.2.10 Wikiloc: compartición de rutas a través de un GIS	108
7.2.11 Servicio Localízame de Movistar	109
<b>8. TENDENCIAS</b>	<b>111</b>
El impulso de los sistemas GIS sobre diferentes plataformas: móvil y TDT	114
<b>9. CONCLUSIONES</b>	<b>115</b>
<b>10. AGRADECIMIENTOS</b>	<b>121</b>

# SISTEMAS DE LOCALIZACIÓN E INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

## 1. INTRODUCCIÓN







## 1. INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia el ser humano siempre ha tratado de referenciar las cosas, generalmente mediante magnitudes (espaciales, temporales, físicas, etc.). Así, **el término localización designa la posición de un objeto sobre la superficie de la tierra**, utilizando para ello un sistema de referencia de coordenadas geográficas.

La localización ha sido una de las obsesiones de las potencias militares mundiales. Conocer la posición y movimientos del enemigo se considera fundamental a la hora de plantear estrategias. Es por esto que, precisamente este sector, el militar, es quien más ha apostado por los sistemas de localización, y quien más tiempo lleva utilizándolos.

Así, durante la Segunda Guerra Mundial (1939), el ejército británico comenzó a utilizar **radares** para poder detectar la presencia de unidades enemigas cercanas. Se podría decir que el radar, inventado en 1935 a través de los experimentos del físico británico Robert Watson-Watt, es el primer sistema de localización basado en **ondas electromagnéticas**<sup>1</sup>.

El 4 de octubre de 1957 supuso otro hito fundamental en los sistemas de localización y posicionamiento, ya que fue ese día cuando la Unión Soviética puso en órbita el primer satélite artificial creado por el hombre, dando paso a **las ciencias geodésicas y de posicionamiento en general**. Anteriormente a la geodesia espacial, el posicionamiento de un punto en la superficie sólo era posible a través de la observación astronómica y de cálculos matemáticos.

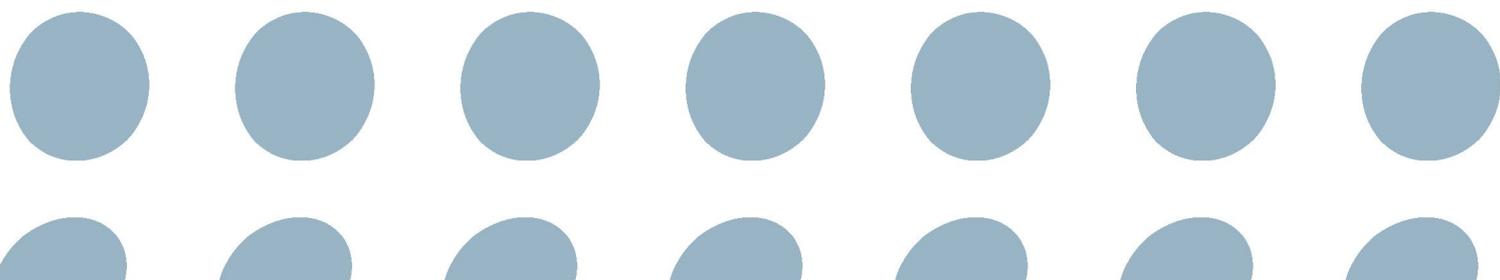
Durante años, estos sistemas de posicionamiento han estado al servicio de los Gobiernos, principalmente para uso estratégico y militar. Sin embargo, la explosión de las TIC y la Sociedad de la Información **han puesto estos sistemas a disposición de los ciudadanos y de las empresas**.

La **integración de los sistemas de localización y posicionamiento con los Sistemas de Información Geográfica (GIS)** ha dado lugar a potentes aplicaciones comerciales, como por ejemplo los navegadores GPS que muchos de nosotros tenemos instalados en nuestros vehículos.

Este estudio, tiene como objetivo dar a conocer los sistemas de localización y los sistemas de información geográfica, así como las aplicaciones surgidas a través de la integración de ambos.

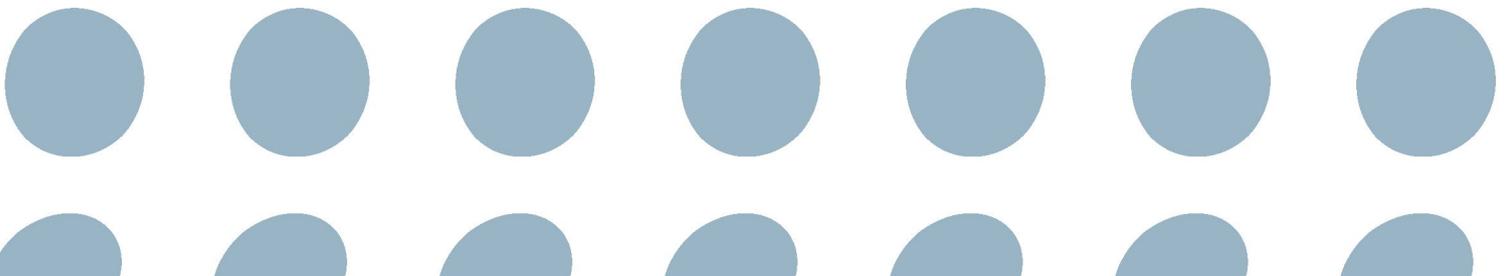
Bajo esta perspectiva, conocer qué son, cómo funcionan y para qué sirven, tanto los sistemas de posicionamiento como los sistemas de información geográfica, el Observatorio Regional para la Sociedad de la Información en Castilla y León, presenta este estudio enmarcando en la **Estrategia Regional para la Sociedad Digital del Conocimiento 2007-2013 (ERSDI 2007-2013)**.

<sup>1</sup> Antes de la aparición del radar, los sistemas de localización militares se basaban en el uso de puntos de vigilancia en lugares estratégicos o en tareas de espionaje.





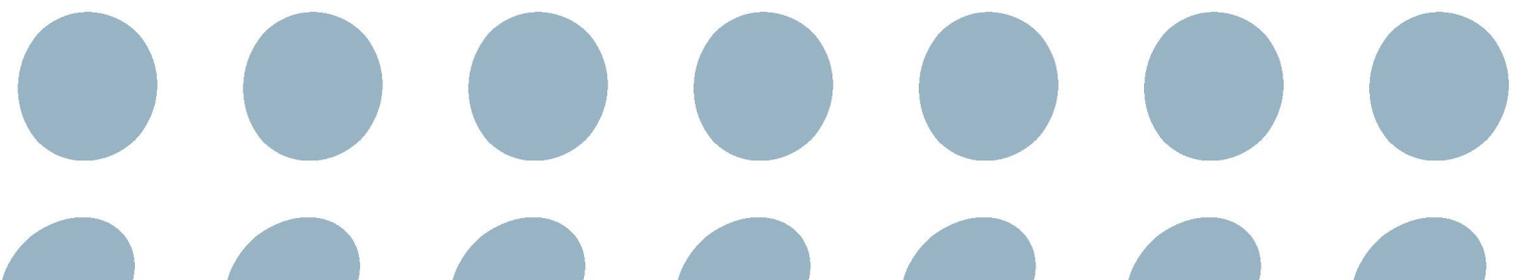
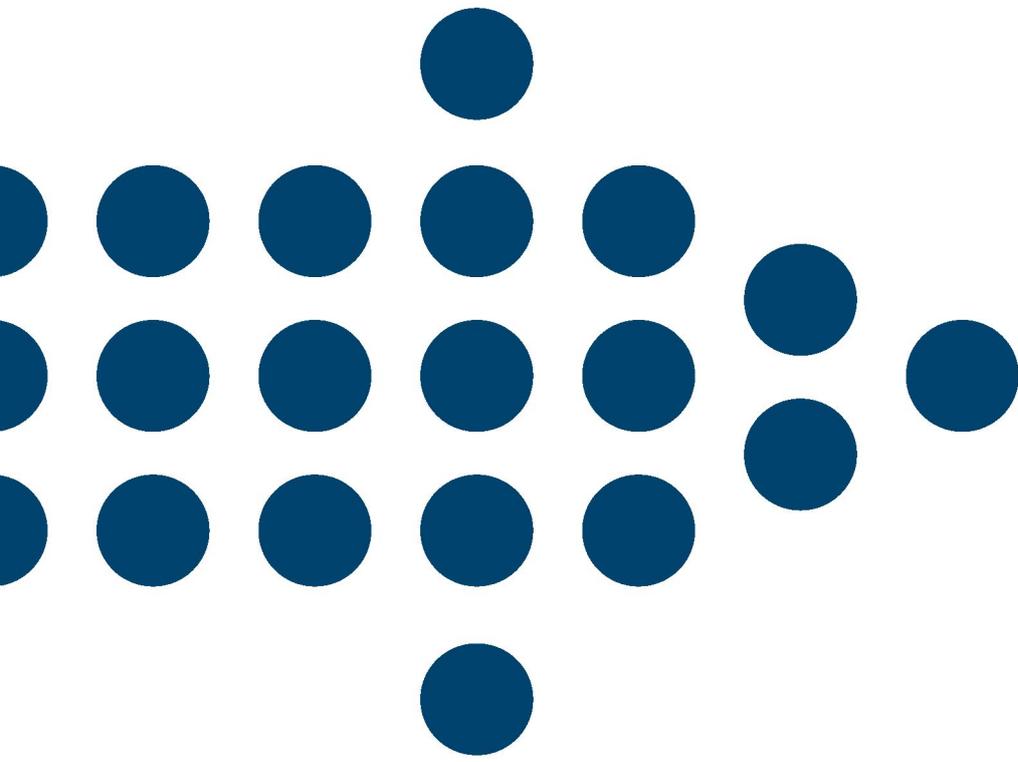
Antes de comenzar con el estudio, es conveniente introducir la diferencia entre los sistemas de localización y los sistemas de información geográfica (GIS). Posteriormente, a lo largo del documento, se extenderá detalladamente esta información pero como introducción, bastará con decir que los sistemas de localización y posicionamiento son aquellos sistemas que permiten determinar la posición de un objeto, mientras que los sistemas de información geográfica son sistemas que permiten visualizar, manipular y analizar información geográfica que, como se verá en el estudio, podría perfectamente proceder de un sistema de localización.



# ·SISTEMAS DE LOCALIZACIÓN E INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

## 2. OBJETIVOS Y ALCANCE





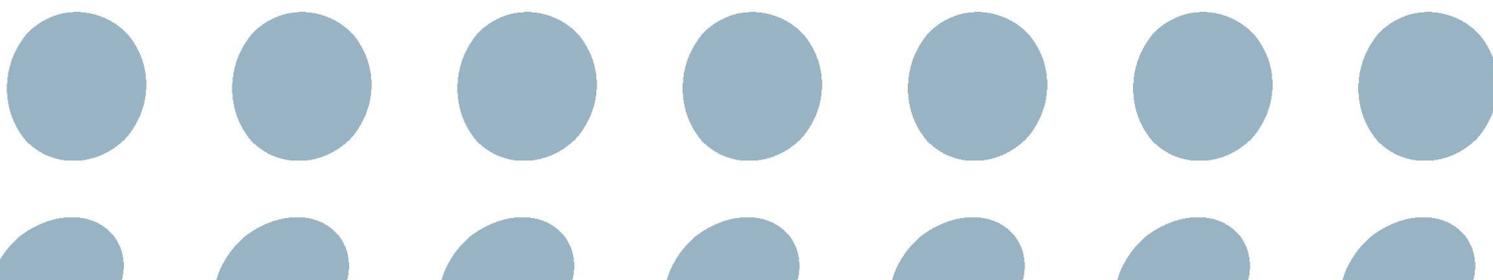


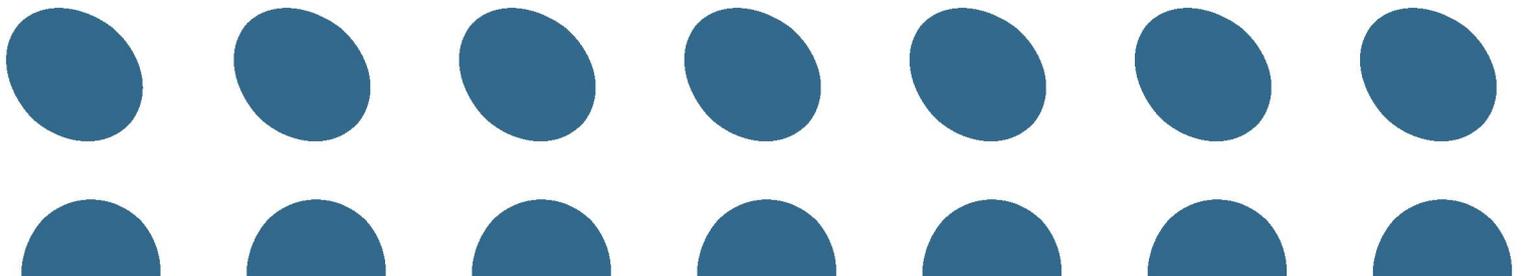
## 2. OBJETIVOS Y ALCANCE

El alcance del presente informe abarca, con carácter general, el **estudio de los distintos sistemas de localización y posicionamiento** existentes, así como los **sistemas de información geográfica (GIS)** y la **integración** de éstos.

Teniendo en cuenta el alcance definido para el estudio, los principales objetivos que se pretenden son los siguientes:

- 1** Conocer detalladamente el **funcionamiento y aplicaciones** de los distintos sistemas de localización y posicionamiento existentes.
- 2** Conocer detalladamente el **funcionamiento y aplicaciones** de los sistemas de información geográfica (GIS)
- 3** Analizar profundamente la **integración** de los sistemas de localización con los sistemas GIS y las aplicaciones surgidas a raíz de dicha integración.
- 4** Conocer las principales **experiencias y proyectos desarrollados, casos de éxito más significativos** de aplicaciones basadas en estos sistemas, prestando especial atención al ámbito de Castilla y León.

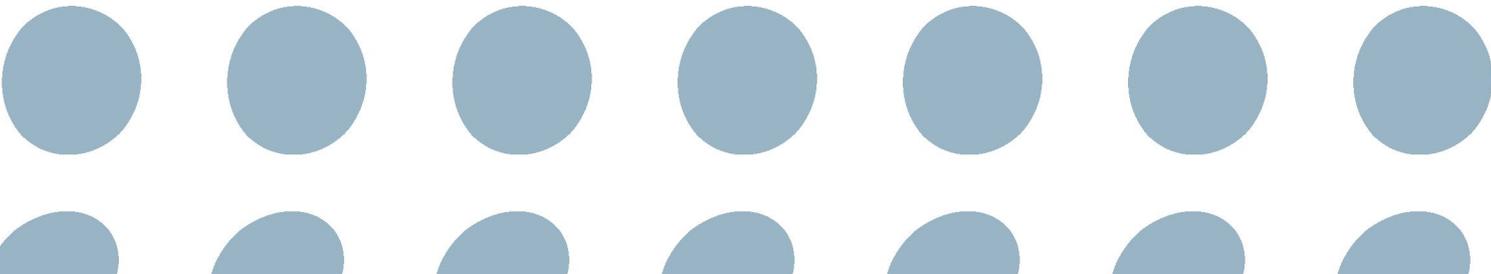
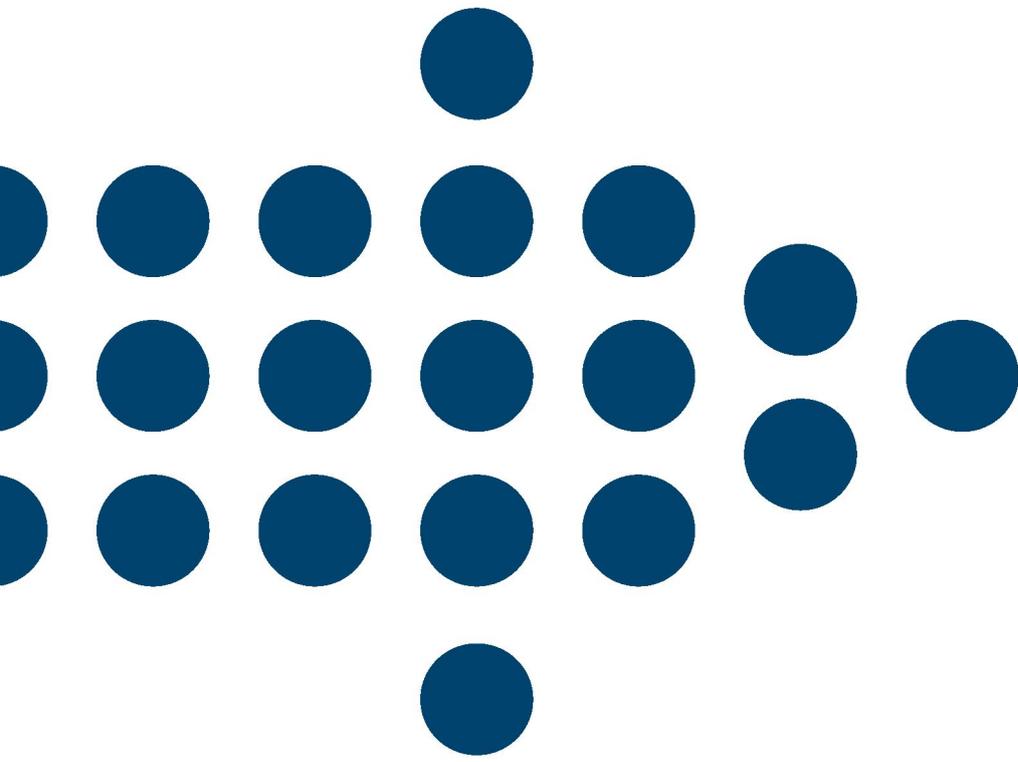




# SISTEMAS DE LOCALIZACIÓN E INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

## 3. SISTEMAS DE LOCALIZACIÓN Y DE POSICIONAMIENTO







### 3. SISTEMAS DE LOCALIZACIÓN Y DE POSICIONAMIENTO

Este apartado describe el funcionamiento de los principales sistemas de localización y posicionamiento para posteriormente poder analizar sus potenciales aplicaciones.

Antes de comenzar a presentar los distintos sistemas es conveniente definir qué es un sistema de localización: **se define un sistema de localización como una combinación de tecnologías de posicionamiento que permiten la localización geográfica de unidades móviles o inmóviles.**

#### 3.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE LOS SISTEMAS DE LOCALIZACIÓN Y POSICIONAMIENTO

Desde los orígenes de la civilización el hombre ha tenido interés por la **geografía**, tratando de recordar, calificar y representar gráficamente aquellos lugares que visitaba o descubría. El hombre prehistórico dibujaba accidentes geográficos del terreno en sus pinturas rupestres plasmando, de alguna manera, una descripción del lugar donde se producía la acción representada.

Del interés geográfico, descrito por el griego Erastostenes<sup>2</sup> en el S. II a.C. como “la descripción de la Tierra”, nace la cartografía, como la ciencia encargada del estudio y elaboración de mapas.

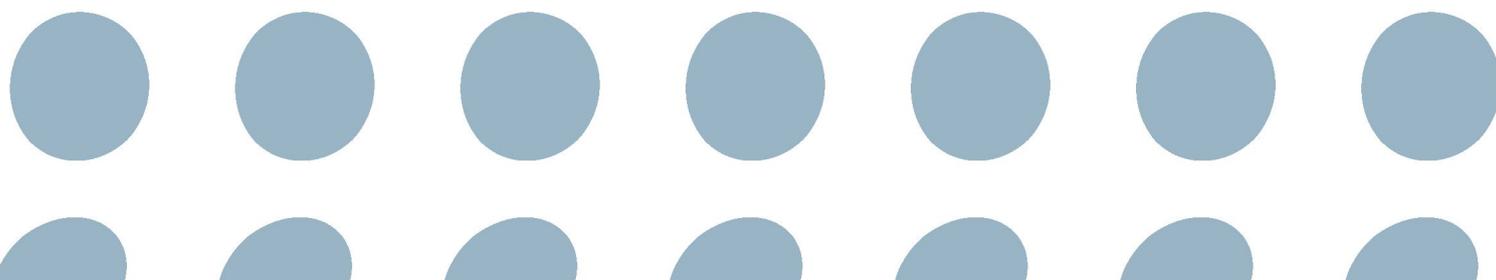
En tiempos remotos, los egipcios ya disponían de mapas que referenciaban claramente los límites de las tierras conocidas, representando ríos y accidentes geográficos. Sin embargo los mapas más antiguos encontrados se remontan a los Babilonios, allá por el año 2.300 a. C.

Fueron los griegos los primeros en utilizar cálculos matemáticos para la realización de mapas, de hecho fueron ellos los primeros en intuir, apoyándose en las matemáticas, la esfericidad de la Tierra<sup>3</sup>.

La caída del imperio romano abre paso al periodo conocido como Edad Media, marcado por las invasiones bárbaras de pueblos del norte de Europa que llevan al mínimo el interés por la información geográfica. En este periodo, el mundo cristiano toma una concepción plana de la tierra, mientras que el mundo árabe, apoyándose en las teorías griegas, tiene una concepción esférica. El siglo XIII supone el declive del mundo árabe, por lo que la geografía, tomando idea cristiana de una Tierra plana, apenas sufre evolución.

<sup>2</sup> Este erudito griego fue el primero en establecer el concepto de meridiano, e incluso llegó a realizar el cálculo matemático de la longitud de uno de ellos, comparando la inclinación de los rayos de sol en Alejandría y Siena. Tan sólo se confundió en sus cálculos en 500 Km.

<sup>3</sup> Se atribuye a Tales de Mileto (S. VII a.C.) el descubridor de la esfericidad de la Tierra. Posteriormente Pitágoras o Aristóteles apoyaron sus teorías mediante cálculos matemáticos y físicos.





Es en el Renacimiento (siglos XV y XVI) cuando se produce una revolución en el mundo de la geografía. Por un lado, los estudios de Galileo y Copérnico definieron la esfericidad de la Tierra, mientras que por otro lado, los grandes descubrimientos, encabezados por el Descubrimiento de América por Cristóbal Colón en el año 1492, desembocaron en una producción de mapas sin precedentes hasta la fecha. Los grandes descubridores desarrollaban mapas de los nuevos territorios explorados y los Reyes comenzaron a ordenar la producción de mapas de sus territorios. Una de las hazañas más importantes de esta época es la que inició Fernando de Magallanes (1480-1521), cuando en 1519 emprendió un viaje destinado a dar la vuelta al mundo a través de mares castellanos<sup>4</sup> en busca de nuevas rutas. Fernando Magallanes murió durante el viaje, pero la empresa pudo ser finalizada capitaneada por Juan Sebastián el Cano (1488-1526).

Otra de las figuras importantes de esta época fue el holandés Bernardo Varenius (1622-1650), que publicó *Geographia Generalis*, obra cuya importancia radica en que fue la primera que realizó una distinción entre geografía general y regional, detallando, de cada una de las regiones de la Tierra, sus límites y características particulares. También destacó en esta época Johannes Kepler, astrónomo y matemático alemán que en 1630 definió las leyes del movimiento planetario.

Posteriormente, ya en el siglo XIX, la geografía se extiende más allá de la cartografía, apareciendo, entre otras la geografía climatológica, botánica o la geografía histórica.

El siglo XX supuso una revolución en la cartografía apoyada en las innovaciones tecnológicas, permitiendo realizar fotografías aéreas de la superficie de la Tierra.

Los mapas no sólo han sido utilizados para fines científicos o informativos, sino que han tenido (y siguen haciéndolo) una importancia fundamental en el ámbito militar. Así nace el interés no sólo por disponer de los mejores mapas, sino también de conocer la ubicación del enemigo lo más actualizada posible.

Se podría decir que los primeros sistemas de localización y posicionamiento fueron aquellos compuestos por unidades de vigía que informaban de la posición del enemigo para que posteriormente los estrategas utilizaran dicha información para representarla en un mapa.

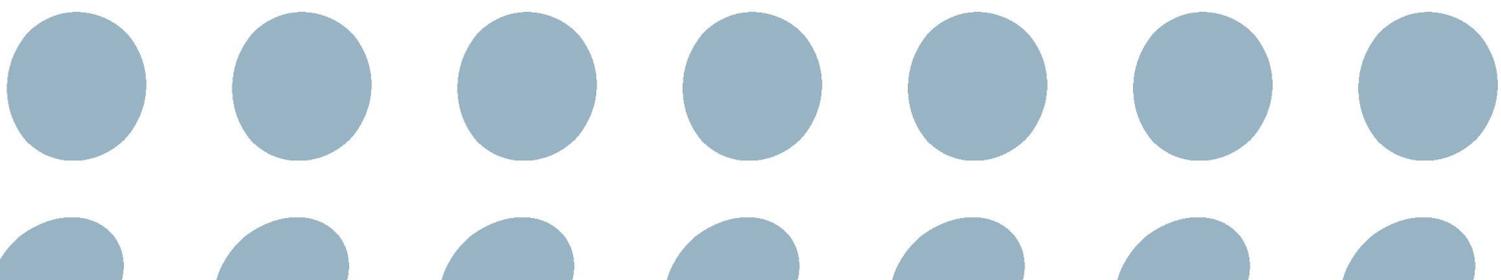
Sin embargo es ya en el siglo XX con la innovación tecnológica surgida de los estudios del escocés James Clerk Maxwell<sup>5</sup> y del alemán Heinrich Rudolf Hertz<sup>6</sup> sobre teoría electromagnética, cuando los sistemas de localización y posicionamiento comienzan a apoyarse en la electrónica y el electromagnetismo, suponiendo un importante avance en el desarrollo de los mismos.

El primer sistema de localización y posicionamiento basado en ondas electromagnéticas, fue el Radar (patentado en 1935 por el escocés Robert Watson-Watt), un dispositivo capaz

4 El Tratado de Tordesillas (1494) dividió el mundo en dos partes, una para los españoles y otra para los portugueses. El objetivo de Fernando de Magallanes era el de llegar a las Indias Orientales navegando siempre por mares españoles, principal cometido de Cristóbal Colón cuando emprendió el viaje que acabó con el descubrimiento de América.

5 James Clerk Maxwell (1831-1879), físico escocés conocido por haber sido el desarrollador, en 1861 de la teoría electromagnética.

6 Heinrich Rudolf Hertz (1857-1894), ingeniero alemán que demostró empíricamente los descubrimientos de Maxwell. Fue el primero en transmitir ondas de radio.



de detectar la presencia de objetos en un radio determinado. El Radar, basado en principios de dispersión cuando una onda electromagnética choca contra un cuerpo sólido, fue utilizado por el Ejército Británico durante la Segunda Guerra Mundial (1939-1945) convirtiéndose en una notable ventaja táctica que contribuyó significativamente a la victoria aliada.

También en la Segunda Guerra Mundial, el ejército de los Estados Unidos comenzó a utilizar el sistema LORAN basado en radiotransmisores de baja frecuencia (100 KHz.) fundamentado en el envío y recepción de pulsos electromagnéticos entre un emisor (de posición conocida) y varios receptores, de tal forma que midiendo el desfase entre el envío y recepción se podía conocer la distancia entre el receptor y el emisor en un radio de hasta 600 Km.

Posteriormente, el 4 de octubre de 1957 se convertiría en una fecha histórica, ya que fue ese día cuando la Unión Soviética puso en órbita el primer satélite artificial, el Sputnik I. Este hito supuso el comienzo de la carrera satelital, una nueva revolución en los sistemas de localización y posicionamiento, ya que en 1960 el ejército de los Estados Unidos puso en funcionamiento la red TRANSIT, basada en el efecto Doppler<sup>7</sup>, y que supuso la primera red de satélites de navegación del mundo, a partir de la cual podemos hablar ya de los sistemas de localización satelitales.

A partir de TRANSIT, han surgido otros sistemas como NAVSTAR-GPS (conocido vulgarmente como GPS. Estados Unidos), GLONASS (Rusia), GALILEO (Unión Europea) o BEIDOU (China).

Los sistemas de localización y posicionamiento no sólo han avanzado hacia sistemas satelitales, sino que paralelamente se han desarrollado sistemas de localización no satelitales basados en radiofrecuencia, más apropiados para entornos *Indoor*<sup>8</sup>. Tal es el caso de los RTLS (Real Time Location Systems), sistemas de posicionamiento en tiempo real basados en tecnologías *Wireless* como Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee o RFid.

Todos ellos serán tratados a lo largo de este estudio.

## 3.2 SISTEMAS DE REFERENCIA PARA EL POSICIONAMIENTO

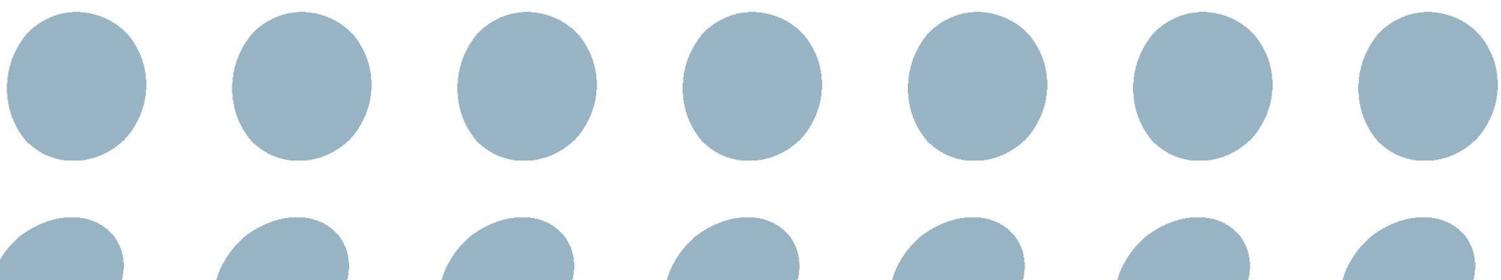
Anteriormente se comentó que la localización hace referencia a un término que designa la posición de un objeto sobre la superficie terrestre, haciendo uso para ello de un sistema de referencia. Para lograr situar un punto dentro de ese sistema de referencia, es necesario disponer de un sistema de coordenadas, que no es más que un conjunto de tres valores numéricos que permiten situar un punto dentro de un sistema de referencia dado.

### 3.2.1 Sistema de coordenadas geográficas

Quizás el sistema más conocido sea el sistema de **coordenadas geográficas** que utiliza

<sup>7</sup> Efecto Doppler, debe su nombre a su descubridor, el austriaco Christian Doppler. Se basa en la variación de la longitud de onda (una de las características que definen a una onda electromagnética, inversamente proporcional a la frecuencia) de cualquier tipo de onda emitida o recibida desde un objeto móvil.

<sup>8</sup> Mediante este anglicismo se conoce a los entornos relativos al interior de edificios.





dos de las tres coordenadas de un sistema de coordenadas esférico<sup>9</sup> para situar cualquier punto en la superficie terrestre, la **latitud** y la **longitud**.

**La latitud mide el ángulo entre un punto y el ecuador**<sup>10</sup>. Las líneas de latitud son los paralelos, que no son más que círculos paralelos al ecuador en la superficie de la Tierra. Tomará valores de 0° a 90°.

**La longitud mide el ángulo a lo largo del ecuador** desde cualquier punto dado. Las líneas de longitud son los meridianos que, perpendiculares a los paralelos, pasan por los polos del globo terráqueo. Se considera como meridiano 0 al conocido como meridiano de Greenwich<sup>11</sup> que pasa por Londres. Tomará valores de 0° a 180°.

Mediante la longitud y latitud se puede localizar cualquier punto en la superficie terrestre. Por ejemplo, Valladolid tiene unas coordenadas geográficas de 41° 38' N (norte) de latitud y 4° 43' O (oeste) de longitud. Esto significa que para ubicar Valladolid en la superficie terrestre bastaría con dibujar un vector desde el centro de la tierra al punto 41° 38' grados norte del ecuador y 4° 43' grados al oeste del meridiano 0 (meridiano de Greenwich). Este vector pasará por Valladolid.

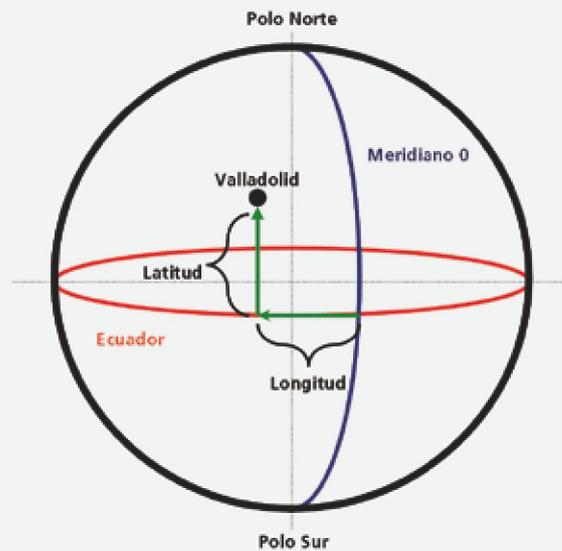


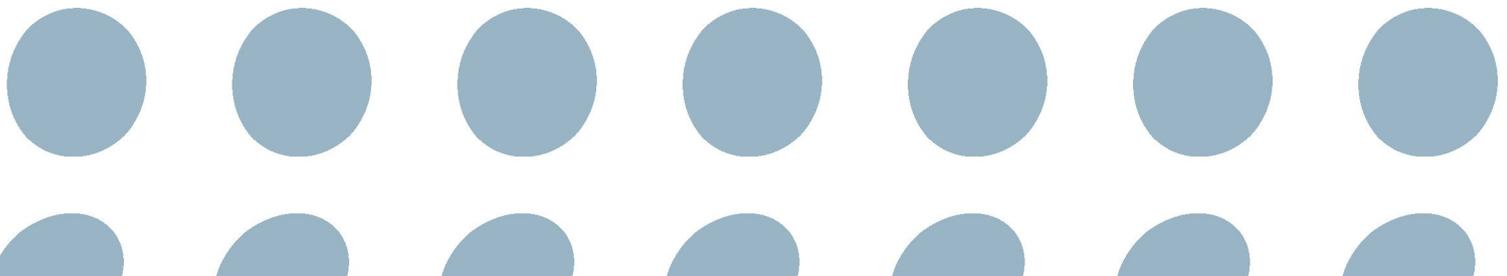
GRÁFICO 1 - LOCALIZACIÓN MEDIANTE LONGITUD Y LATITUD

Fuente: Elaboración propia

9 Un sistema de coordenadas esféricas es un conjunto de tres valores numéricos que representan un punto en una esfera. Utiliza tres valores: el radio, la latitud (también llamado ángulo polar) y el azimut.

10 Plano perpendicular al eje de rotación de un planeta y que pasa por su centro

11 Greenwich, es un municipio de Inglaterra por el que pasa el meridiano 0. Por esta razón se conoce a este meridiano como el meridiano de Greenwich.



### 3.2.2 Sistema de coordenadas UTM

Aparte del sistema de coordenadas geográficas, también es muy conocido y utilizado el sistema de coordenadas universales transversales de Mercator, más conocido como sistema de coordenadas UTM (Universal Transverse Mercator). A diferencia del sistema de coordenadas geográficas anteriormente explicado, expresado en latitud y longitud, las magnitudes en el **sistema UTM** se expresan en metros únicamente al nivel del mar, que es la base de la proyección del elipsoide de referencia.

El sistema de coordenadas UTM se basa en una **proyección cilíndrica del globo terráqueo**, en otras palabras, es como introducir una esfera en un cilindro para posteriormente proyectarlo sobre un plano.

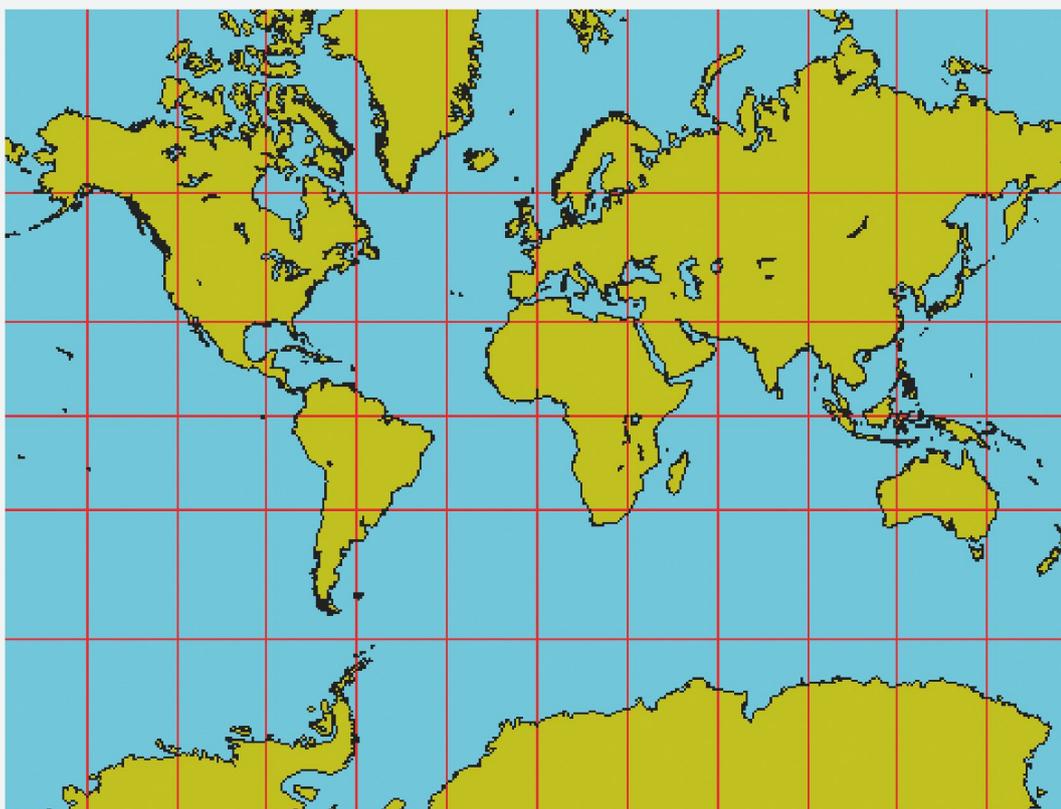


GRÁFICO 2 - PROYECCIÓN CILÍNDRICA  
Fuente: University of Wisconsin-Green Bay



En el sistema de coordenadas UTM la Tierra se divide en 60 Husos (separados 6° de longitud entre ellos) y 20 Zonas (separadas 8° de latitud cada una), tal y cómo se puede ver en la siguiente figura.

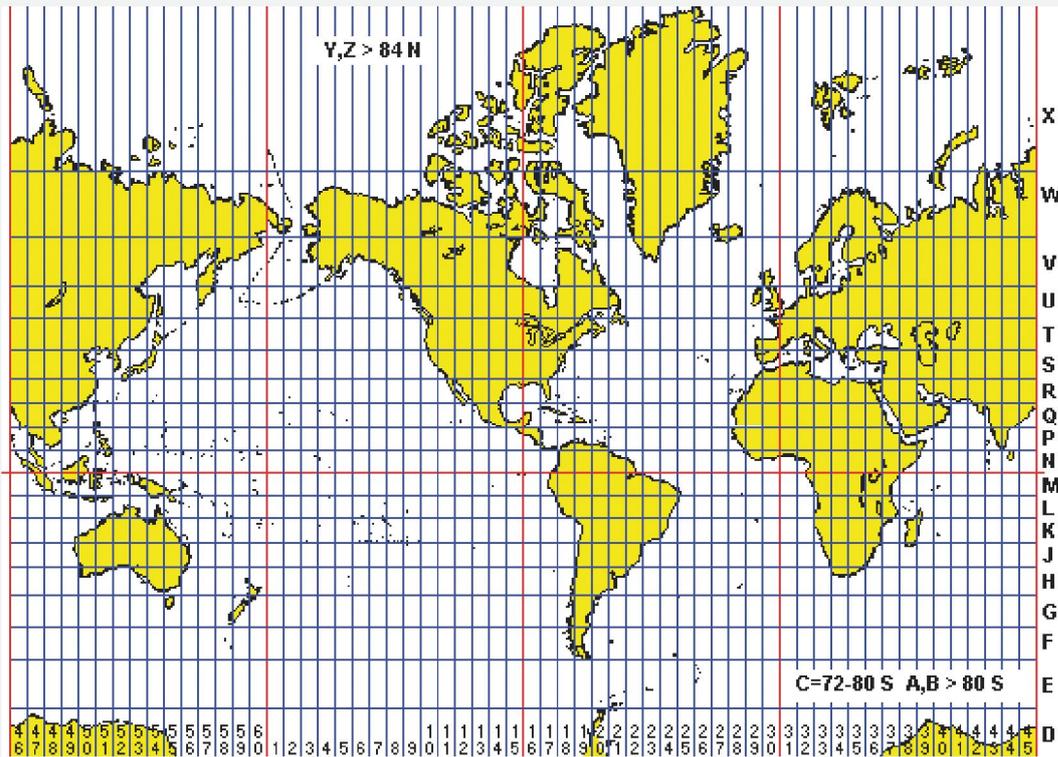
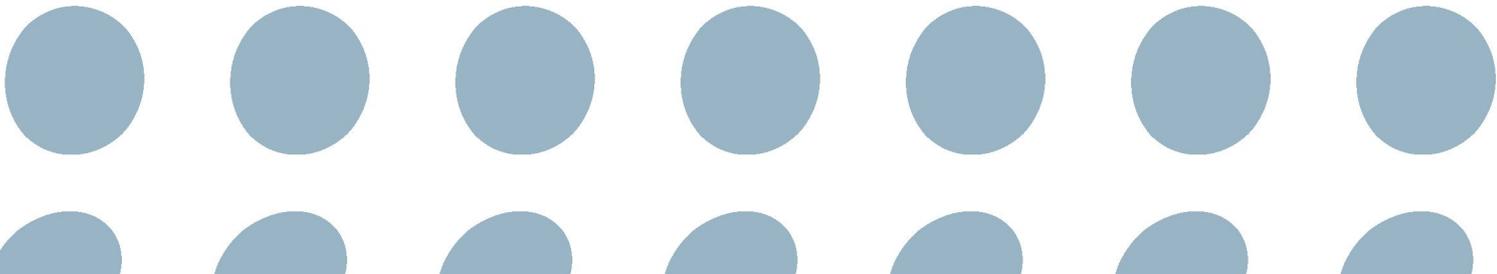


GRÁFICO 3 - USOS UTM  
Fuente: University of Wisconsin-Green Bay

Para que un punto quede perfectamente localizado dentro del sistema de coordenadas UTM no basta con dar la coordenada (x , y) de distancia, sino que hay que especificar también el Huso y la Zona en la que medirlo, así como el *Datum*, que es el origen del sistema de coordenadas.

La Península Ibérica se encuentra enmarcada dentro de los Husos 29, 30 y 31, las Islas Canarias están en el Huso 28, mientras que las Islas Baleares están en el Huso 31.



Así pues, Valladolid se encontraría en la coordenada UTM son: Hemisferio Norte, Huso 30, X=357013.93134160916, Y= 4610490.225575316. Todo ello representado en metros.

Con estas coordenadas, deberíamos ir al mapa de UTM, dentro del Huso 30 y referenciar en metros dentro del sistema de ejes cartesianos (X,Y) del cuadro delimitado por dicho Huso y la zona correspondiente.

El sistema de coordenadas UTM debe su popularidad a que en 1940, el ejército de los Estados Unidos lo estandarizó como sistema de referencia para todas sus operaciones de localización.

Además del sistema de coordenadas geográficas y el sistema de coordenadas UTM, existen otros sistemas de coordenadas menos frecuentes, como son:

- ✓ **UPS** (Universal Polar Stereographic). Es un sistema complementario a UTM para referenciar aquellas zonas polares que no son referenciadas con gran precisión por el sistema UTM.
- ✓ **MGRS** (Military Grid Reference System). Es el sistema utilizado por la OTAN<sup>12</sup> para referencias militares. Se trata de un sistema muy parecido al UTM pero que utiliza una nomenclatura diferente.

Una vez explicados los sistemas de referencia más utilizados, comenzará el estudio de los sistemas de localización y posicionamiento, iniciando con una breve reseña histórica para posteriormente poder clasificarlos y explicar su funcionamiento. Por último se analizará el potencial y aplicaciones más comunes de estos sistemas.

### 3.3 CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE LOCALIZACIÓN Y POSICIONAMIENTO

En el apartado anterior, ya se ha presentado levemente la clasificación de los sistemas de localización y posicionamiento, diferenciando entre dos grandes grupos:

- ✓ **Los sistemas satelitales**, basados en la utilización de satélites.
- ✓ **Los sistemas no satelitales**, basados en tecnologías distintas al satélite.

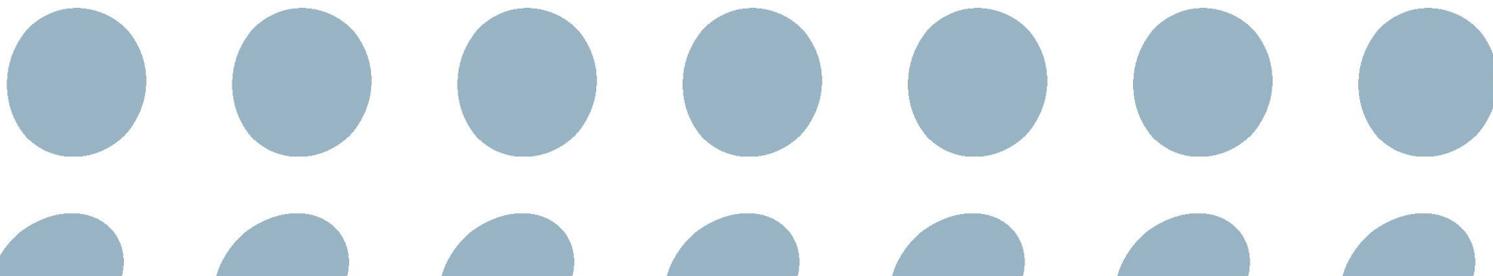
A continuación se explicará el funcionamiento de cada uno de ellos.

#### 3.3.1 Sistemas de localización y posicionamiento satelitales

Los sistemas de localización y posicionamiento satelitales son aquellos **que hacen uso de los satélites para localizar y posicionar un elemento, generalmente móvil (aunque también podría ser un elemento inmóvil), en la superficie terrestre.**

Durante este apartado se explicará el funcionamiento de estos sistemas y se analizarán los más conocidos y significativos.

12 Organización del Tratado del Atlántico Norte.





### 3.3.1.1 Funcionamiento

Los sistemas satelitales de localización y posicionamiento se componen de **dos elementos básicos**:

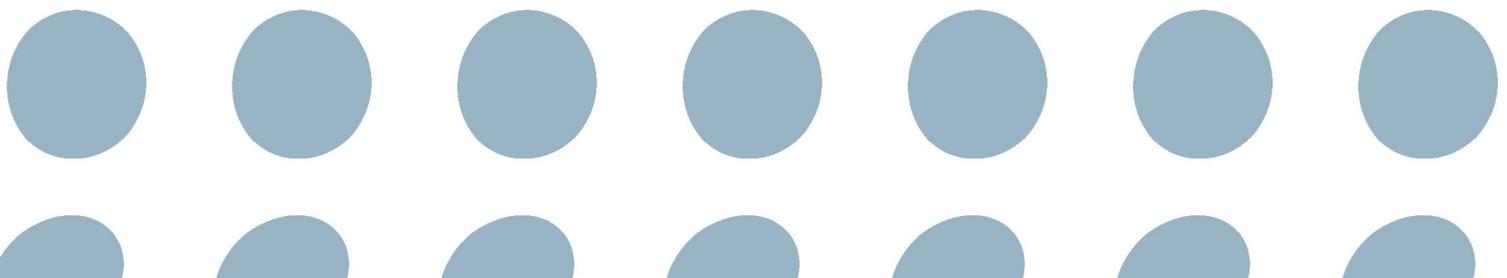
- ✓ Una constelación de satélites.
- ✓ Aparatos receptores de cálculo de posición.

**La función de los satélites no es otra que proporcionar a los receptores la información necesaria para que puedan calcular su posición.** Como veremos posteriormente, este tipo de sistemas son fundamentalmente utilizados para labores de navegación, es decir, para que un activo móvil (generalmente vehículos o personas) pueda conocer en todo momento su posición exacta en el globo terráqueo. También son muy utilizados para la elaboración de cartografía.

Por tanto, son los receptores los que poseen la “inteligencia” de cálculo para poder establecer su posición, y para ello **deben conocer cuáles son los satélites de los que pueden recibir información así como la posición de éstos con respecto al globo terráqueo.** De esta manera, un receptor programado para trabajar con un determinado sistema satelital sólo podrá establecer comunicación con los satélites de ese sistema. Existen en la actualidad receptores compatibles con varios sistemas satelitales, aunque sólo podrán calcular su posición atendiendo a un único sistema satelital.

Estos sistemas se basan en el cálculo de la posición a partir de la medida de la distancia entre el objeto a localizar con un **mínimo de tres satélites de posición conocida**, mediante triangulación.

La **triangulación** es como se conoce a la técnica trigonométrica a través de la cuál se hace uso de los triángulos para determinar la posición de puntos, distancias o áreas geográficas.



La siguiente figura, muestra gráficamente el método de triangulación:

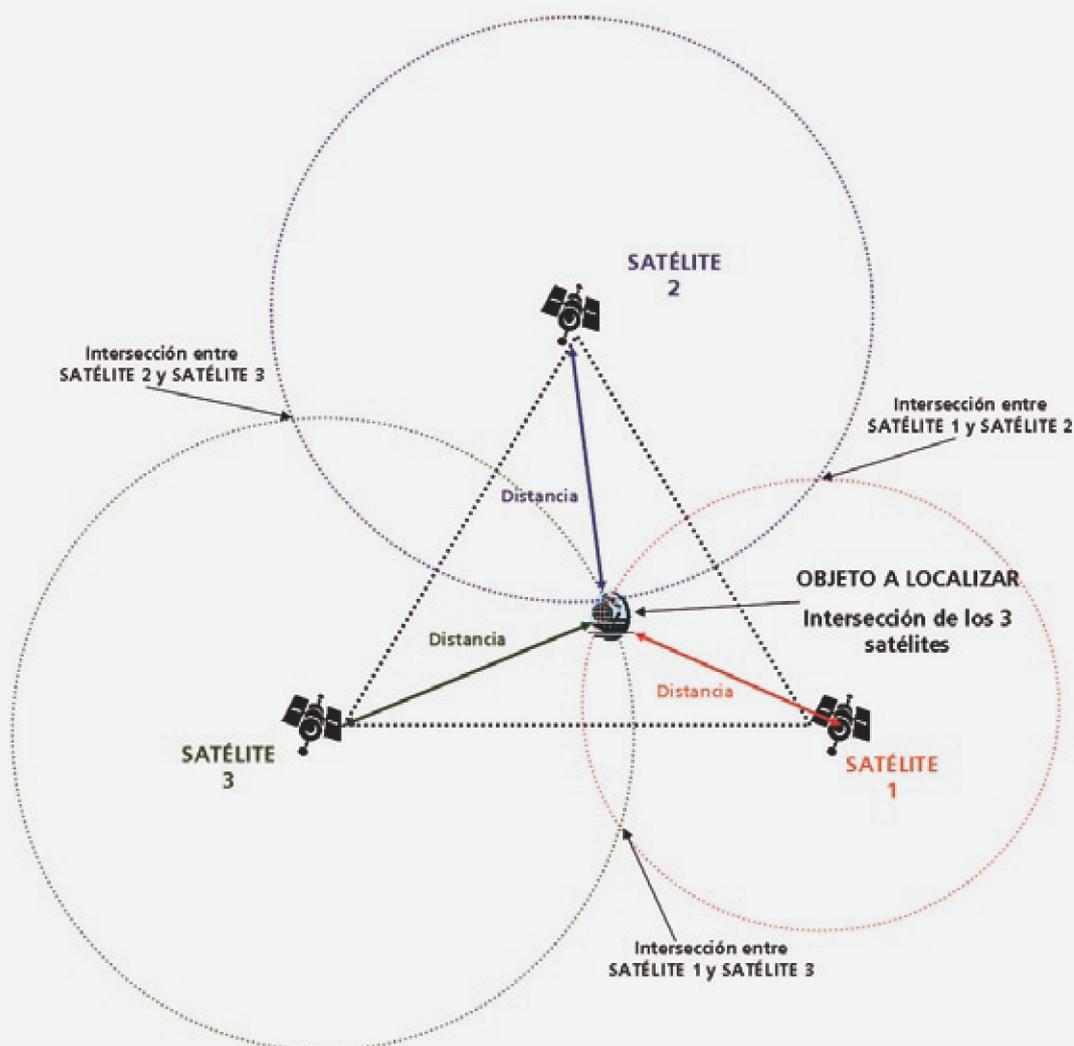


GRÁFICO 4 - EJEMPLO DE CÁLCULO POR TRIANGULACIÓN  
Fuente: Elaboración propia

Si atendemos a la figura anterior, un punto situado en el triángulo formado por tres satélites quedaría posicionado por la intersección de las tres circunferencias con centro en cada uno de los tres satélites y de radio la distancia de cada uno de ellos al punto a localizar.



Así, con sólo dos satélites, por ejemplo el satélite 1 y el 2 de la figura, no quedaría perfectamente localizado el punto ya que éste podría estar en cualquiera de las dos intersecciones de las dos circunferencias con centros en los satélites y radio la distancia entre el punto a localizar y los satélites. Sin embargo, utilizando un tercer satélite, el objeto queda perfectamente definido al situarse en el único de intersección de las tres circunferencias.

Explicado ya el método de triangulación, lo siguiente es describir **cómo conoce el sistema la distancia entre el satélite y el objeto a localizar.**

Para ello, los sistemas satelitales de triangulación hacen uso de **una sencilla fórmula física** que todos conocemos:

**Velocidad = Espacio / Tiempo.**

Despejando en la fórmula anterior llegamos a la conclusión de que la distancia se calcula multiplicando la velocidad por el tiempo.

**Espacio = Velocidad x Tiempo.**

Ahora bien, **¿cómo conoce la velocidad y el tiempo?**

Todos los satélites de la constelación de un sistema de posicionamiento satelital han de estar **sincronizados**, para ello se hace uso de relojes atómicos que proporcionan precisiones de nanosegundos<sup>13</sup>.

Cuando un receptor decide conocer su posición, **establece comunicación por radiofrecuencia (inalámbrica) con al menos tres satélites pertenecientes a su sistema de localización.** Una vez localizados los tres satélites, recibirá de éstos una señal en la que, además de información para que el receptor se sincronice con la red de satélites, **conocerá cuándo ha salido la señal del satélite y por supuesto, cuando la recibe.**

**Así, el receptor conoce el tiempo** que ha tardado la señal en llegar desde el satélite hasta él, ya que la velocidad a la que viaja la señal (onda electromagnética) **no es otra que la de la luz: 300.000 metros/segundo**<sup>14</sup>.

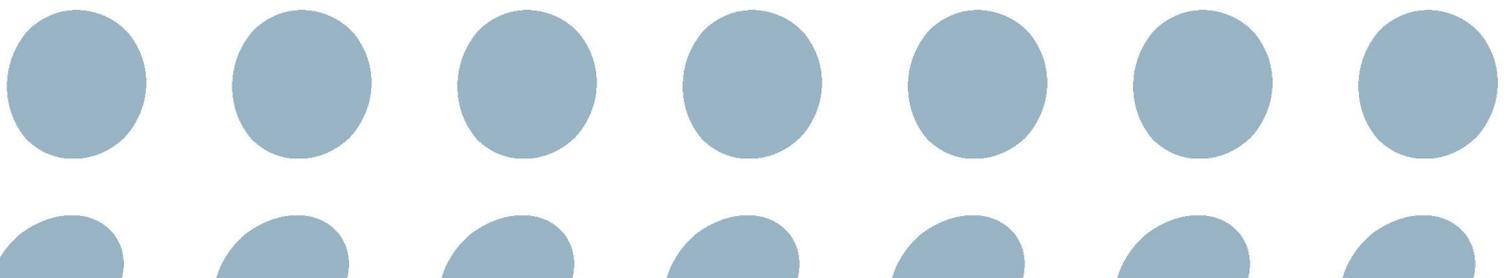
De esta manera, el receptor puede saber a qué distancia se encuentra de los tres satélites, y por tanto puede calcular su posición exacta con respecto a dichos satélites mediante triangulación.

Ya que el receptor conoce la posición de estos satélites en relación al globo terráqueo, puede conocer su **posición exacta respecto a la superficie terrestre.**

A grandes rasgos y sin entrar en otros aspectos, como pudieran ser los retrasos sufridos por la señal al atravesar la ionosfera terrestre o las perturbaciones producidas por fenómenos meteorológicos, así funciona un sistema de localización y posicionamiento satelital.

13 1 nanosegundo =  $1 \times 10^{-9}$  segundos.

14 Principio formulado por Maxwell en la teoría ondulatoria de la luz.



### 3.3.1.2 Aplicaciones

Las principales aplicaciones de los sistemas de localización satelitales tienen lugar a través de los conocidos **Sistemas de Navegación Global por Satélite o GNSS (Global Navigation Satellite Systems)**. Estos sistemas nacieron en un marco militar con el objetivo de conocer la posición de las tropas y poder utilizar técnicas de guiado de misiles o bombas. Sin embargo a día de hoy existen muchas aplicaciones civiles de este tipo de sistemas, como por ejemplo los sistemas de navegación terrestre de vehículos, como es el caso del conocidísimo GPS.

Otras aplicaciones civiles de los GNSS son la navegación marítima y aérea. De hecho, la OACI<sup>15</sup> reconoce los GNSS como una herramienta indispensable para el control del tráfico aéreo.

La biología y las ciencias naturales también hacen uso de los GNSS con el objetivo de estudiar la fauna y los movimientos migratorios de especies en estudio.

Dada la importancia de este tipo de sistemas, por cuanto sus aplicaciones de navegación forman parte ya de nuestra vida cotidiana, es apropiado detenerse en este apartado a explicar los principales GNSS existentes en la actualidad.

#### NAVSTAR-GPS

El NAVSTAR-GPS<sup>16</sup> (NAVigation Satellite Timing and Ranging – Global Positioning System) es un sistema de localización diseñado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos con fines militares, y que se encuentra operativo desde 1995, cuando se utilizó con grandes resultados en operaciones militares de la Guerra del Golfo Pérsico. Sus orígenes se remontan a 1963, cuando la Fuerza Aérea de los Estados Unidos empezó a pensar en un sistema de navegación global. Paralelamente, la Marina de los Estados Unidos comenzaba trabajos similares que finalmente convergieron en la aparición, en 1974, del sistema NAVSTAR-GPS.

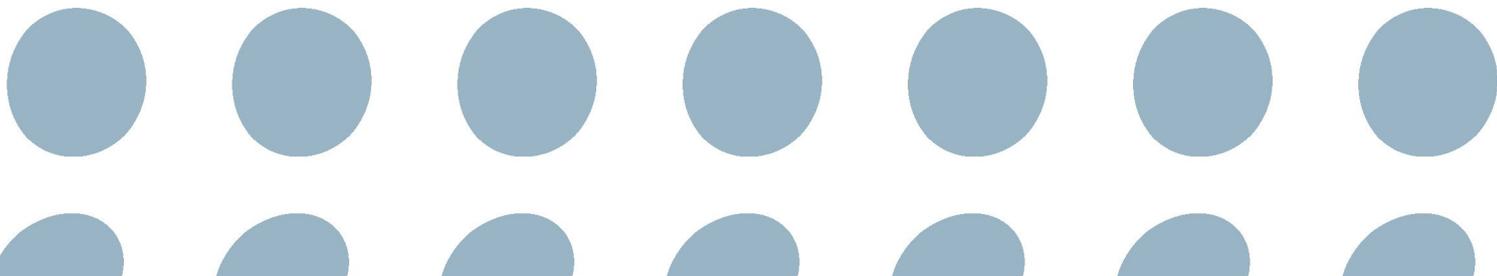
Este sistema, inicialmente **ideado para uso militar, tuvo que ser lanzado también para uso civil** para hacer frente a los costes de su desarrollo y perfeccionamiento (se habla entonces, en algunas publicaciones, de 10.000 millones de dólares USA de la época), y se le dio el nombre de GPS<sup>17</sup>.

Sin embargo, y por razones de seguridad nacional (no hay que olvidar que su propietario es el Departamento de Defensa de los Estados Unidos), sólo se usan una serie de señales GPS **degradadas**, lo que significa que no disponen de la calidad de transmisión máxima que garantizaría la precisión del posicionamiento. A pesar de ello, la comunidad civil ha encontrado alternativas técnicas para obtener excelentes precisiones a través de las denominadas **técnicas diferenciales**. Las técnicas diferenciales básicamente consisten en que el receptor, además de recibir la señal del satélite, recibe otra señal denominada RTCM

15 OACI. Organización de Aviación Civil Internacional. Organismo dependiente de la ONU (Organización de las Naciones Unidas) formado en 1944 y que se encarga del estudio de los problemas de la aviación civil. Su sede se encuentra en Montreal (Canadá).

16 Aunque coloquialmente es conocido como GPS, su verdadero nombre o nombre completo es NAVSTAR-GPS.

17 "The Global Positioning System", Ivan A. Getting, IEEE Spectrum, Diciembre 1993.





(Radio Technical Commission Maritime), que le informa del error introducido y que provendrá de estaciones base terrestres dedicadas al cálculo de este error. En este caso el receptor debe tener la capacidad de interpretar esta segunda señal.

El sistema **GPS se compone de tres elementos** básicos:

- ✓ **Constelación de satélites**, de responsabilidad militar (Estados Unidos) formada por 24 satélites.
- ✓ **Estaciones de control**, también de responsabilidad militar (Estados Unidos). Existen 5 estaciones monitoras encargadas de mantener en órbita los satélites y supervisar su correcto funcionamiento.
- ✓ **Receptores de usuario**, distribuidos por la superficie de la tierra y que a partir de la información recibida de los satélites, calculan distancias y proporcionan estimaciones de posición y tiempo.

El GPS calcula la posición a través de la triangulación con **un mínimo de tres satélites**. No obstante, la degradación de la señal impuesta por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos, unida a la utilización de relojes de cuarzo en los receptores de usuarios con el objetivo de abaratar costes (recordemos que los satélites suelen utilizar relojes atómicos de gran precisión, del orden de nanosegundos), hace que **se necesite tomar la referencia de 4 satélites** para tener una precisión aceptable.

Para la transmisión de la señal, el GPS utiliza dos portadoras<sup>18</sup> con frecuencias distintas, para uso civil y militar. La portadora L1 (1.575,42 MHz) y la portadora L2 (1.227,60 MHz) (inicialmente, L2 sólo transmitía información militar codificada).

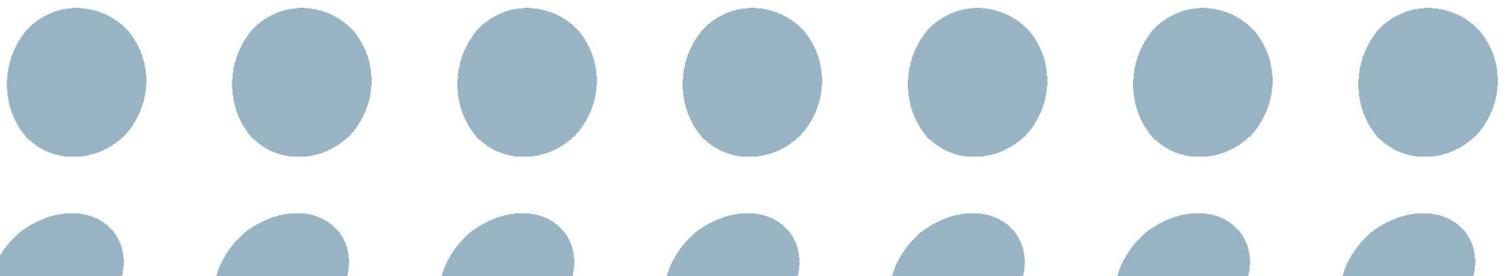
Para hacer posible su adaptación a su uso civil, el GPS ofrece 2 tipos de nivel de servicio a través de la portadora L1 (la portadora L2 es únicamente utilizada para información militar):

- ✓ **SPS** (Standard Positioning System): Es un nivel de servicio de **precisión normal** para posicionamiento civil.
- ✓ **PPS** (Service Positioning Service): Es un nivel de servicio con una precisión 10 veces mayor que el SPS, sólo accesible para usuarios autorizados. Generalmente uso militar o gubernamental.

En modo SPS se pueden conseguir precisiones de **entre 3 y 10 metros**. Anteriormente al 1 de mayo de 2000, y por motivos de seguridad militar, el Departamento de Defensa de los Estados Unidos introducía en la señal GPS un error aleatorio conocido como Disponibilidad Selectiva que impedía a los sistemas GPS civiles obtener precisiones de menos de 10 metros (entre 10 y 100 metros), sin embargo esta señal, fue eliminada para que las aplicaciones comerciales civiles pudieran desarrollarse hasta lo que tenemos hoy en día.

En cuanto a los receptores de usuario, que finalmente son los “clientes” de todo el sistema GPS, existen, independientemente de que puedan ser clasificados como portátiles (tipo

18 Así es como se conoce a la onda electromagnética que “transporta” la información.



teléfono móvil) o fijos (los navegadores instalados en los vehículos), tres tipos según su modo de funcionamiento:

- ✓ **Receptores secuenciales o monocanal:** Son aquellos receptores que sólo disponen de un canal y por tanto sólo pueden recibir información de un satélite al mismo tiempo. Lo que hacen es obtener la información de los 4 satélites de manera secuencial. Evidentemente son los más lentos pero también los más baratos.
- ✓ **Receptores continuos o multicanal:** Son aquellos receptores que disponen de 4 canales y por tanto reciben la información de los 4 satélites simultáneamente.
- ✓ **Receptores multiplexados:** Son aquellos que disponen de un solo canal físico pero son capaces de multiplexar en él, mediante aplicaciones software, varios canales lógicos. La ventaja de éstos es que son capaces de sincronizar todos los satélites visibles en milisegundos.

Por último, abordando el tema de las aplicaciones civiles a disposición de los ciudadanos y las empresas, más adelante se analizarán las aplicaciones de los sistemas de localización y posicionamiento, aunque es obligado detenerse para comentar brevemente la utilidad más popular de los sistemas GPS: los navegadores de ruta instalados en los vehículos y que permiten guiar a un conductor.

Estos navegadores **combinan la información del GPS con información producto de la cartografía digital**, de la que se hablará más adelante en este estudio cuando se vean los Sistemas de Información Geográfica. Esta combinación ha hecho posible este producto comercial cada vez más demandado y que se encuentra perfectamente integrado en nuestra vida diaria. Muchos conductores ya no sabrían salir sin un navegador GPS por las numerosas ventajas que les aporta: permite calcular rutas óptimas para un viaje o guiarnos hacia una dirección concreta en una ciudad que nos es desconocida.

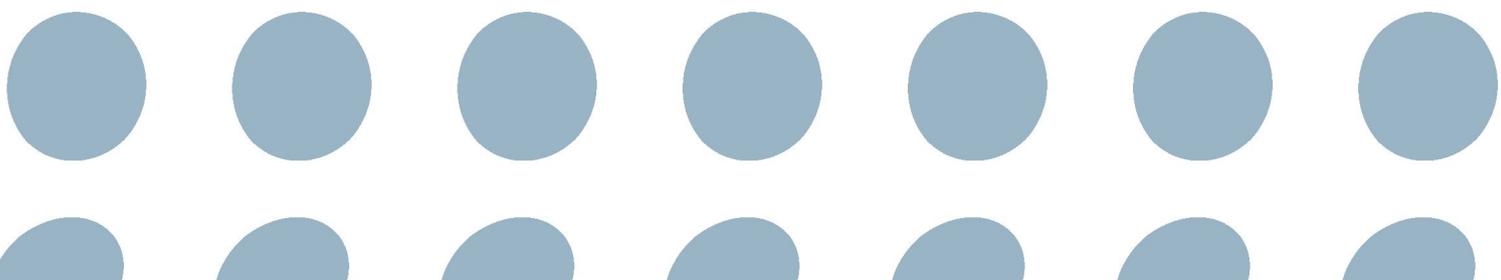
## GALILEO

Uno de los aspectos que más preocupaban a los países europeos del sistema GPS-NAVSTAR, es que se trataba de un sistema controlado por el ejército estadounidense. Este fue uno de los principales motivos, junto con otros de índole económico<sup>19</sup>, por los que se comenzó a pensar en disponer de un sistema GNSS propio en el seno de la Unión Europea. Así, el 28 de diciembre del 2005 se puso en órbita el satélite Giove-A, el primero de los satélites que formarán parte de la constelación del sistema GALILEO, iniciativa de la Unión Europea en colaboración con la Agencia Espacial Europea, para poner en marcha un **sistema global de navegación por satélite bajo control civil**.

El sistema GALILEO comenzó a desarrollarse en 1999, si bien anteriormente se establecieron contactos con Estados Unidos para negociar una integración con el GPS-NAVSTAR. Sin embargo, parece que el gobierno norteamericano no contemplaba ceder parte del control del sistema GPS (según Solicitud del Consejo Europeo a la Comisión Galileo en marzo de 1998).

El sistema GALILEO contó con un presupuesto de 3.200 millones de euros, dos tercios aportados por el sector privado y el resto por el sector público en el marco de la Unión Eu-

<sup>19</sup> Según un estudio de PricewaterhouseCoopers, el sistema Galileo movería unos 9.000 millones de € anuales (<http://ec.europa.eu>).





ropea. Se espera que GALILEO esté funcionando a pleno rendimiento a partir de 2011, si bien es cierto que inicialmente estaba previsto que comenzara en 2008.

El sistema GALILEO contará con una constelación de **30 satélites** controlados por 2 centros de control (situados en Europa) y será interoperable con GPS-NAVSTAR y con el sistema GLONASS (Sistema de navegación Ruso. Ver apartado siguiente). Por tanto podrá recibir información de un gran número de satélites (GALILEO, GPS y GLONASS), lo que unido al uso de dos frecuencias distintas, consigue una mayor precisión que los GNSS actuales (como por ejemplo el GPS), **desde 1 metro a 10 centímetros**.

El funcionamiento del sistema GALILEO es similar al del GPS. El equipo receptor **debe contactar con al menos 4 satélites** de los que recibirá la información necesaria para poder establecer su posición en el globo terráqueo.

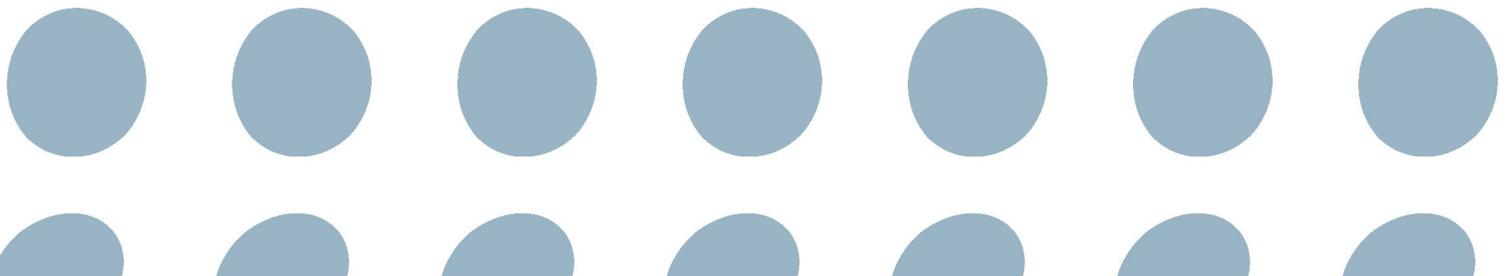
GALILEO ofrecerá 5 tipos de servicios:

- ✓ **Open Service (OS)**. Se trata de un servicio abierto que proveerá señales de información para posicionamiento gratuitas. Es decir, cualquier usuario puede acceder al sistema GALILEO en busca de esta información sin ningún tipo de autorización.
- ✓ **Safety of Life (SoL)**. Este servicio será destinado a todas aquellas aplicaciones destinadas a actividades que requieran conocer posicionamientos con gran precisión, por motivos de seguridad de las personas involucradas en la actividad y puedan suponer un riesgo para la vida humana, como por ejemplo, la navegación aérea. Se trata de un servicio de alto nivel de integridad de la señal con cobertura mundial.
- ✓ **Commercial Service (CS)**. Consiste en una serie de servicios de pago y de valor añadido para el ámbito comercial, como por ejemplo la difusión de información.
- ✓ **Public Regulated Service (PRS)**. Servicio de acceso controlado para organismos gubernamentales. Será un servicio con un nivel alto de integridad en la señal y una disponibilidad máxima. Sólo se podrá acceder a este servicio bajo autorización y toda la información que provea irá codificada.
- ✓ **Search and Rescue Service (SAR)**. Se trata de un servicio de alto valor añadido que proporcionará aplicaciones como la localización de alertas o el envío de mensajes de socorro. Los organismos dedicados al salvamento y el rescate (gubernamentales o no gubernamentales, como por ejemplo Cruz Roja) podrán hacer uso de este servicio en el marco de acciones dedicadas al salvamento.

## GLONASS

GLONASS es un sistema global de navegación por satélite (GNSS) desarrollado por Rusia como contrapartida al sistema GPS norteamericano y al futuro GALILEO europeo. Este sistema comenzó a desarrollarse en 1976 en plena vorágine entre estadounidenses y soviéticos por la conquista espacial. En 1982 se pusieron en órbita los tres primeros satélites de los 24 que conforman la constelación de este sistema, que empezó a ser operativo en 1996.

Sin embargo, la decadencia económica de Rusia en la década de los 90 hizo que, durante esos años, el sistema GLONASS quedara prácticamente interrumpido con sólo 8 satélites útiles.



En 2001, el Gobierno ruso puso en marcha un plan para relanzar y modernizar el sistema GLONASS. Así, en el año 2007 se eliminó la restricción de precisión para uso civil (hasta entonces en 30 metros).

El sistema GLONASS dispone de una constelación de **24 satélites**<sup>20</sup> y utiliza dos frecuencias para proveer de señales a los receptores. Al igual que los sistemas GPS y GALILEO necesita la conexión con 4 satélites para poder ofrecer una precisión aceptable en el posicionamiento.

Con la apertura del sistema GLONASS a su uso civil, Rusia se suma a la carrera comercial de un potencial mercado económico de sistemas GNSS.

### 3.3.2 Sistemas de localización y posicionamiento no satelitales

Los sistemas de localización y posicionamiento no satelitales son **aquellos sistemas que no requieren de la utilización de satélites para conocer la ubicación de un objeto** (ya sea móvil o inmóvil).

En función del alcance de su ámbito de actuación, conviene diferenciar entre **dos tipos** de sistemas de localización no satelitales: aquellos que hacen uso de tecnologías propias de redes celulares de largo alcance, apropiadas para **localizar objetos en grandes áreas geográficas** (*Outdoor*); y aquellos otros que hacen uso de tecnologías de corto alcance, propias para **interiores de edificios o pequeñas áreas geográficas** (*Indoor*).

En este apartado estudiaremos el funcionamiento y uso de los sistemas más significativos.

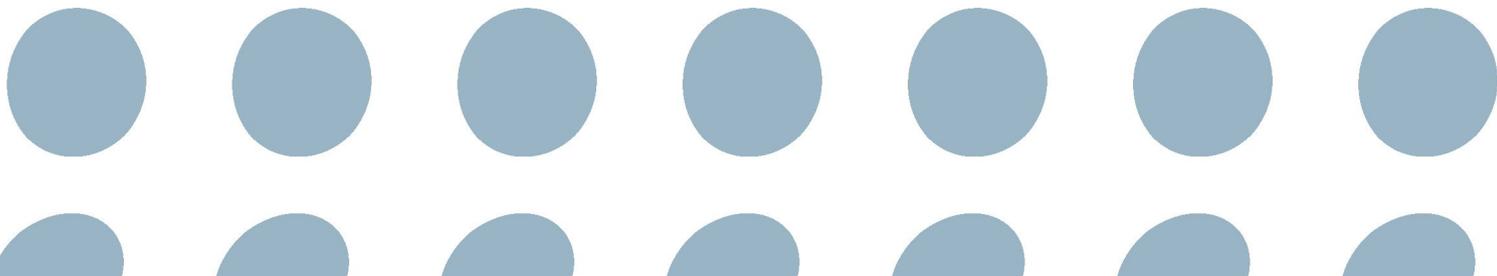
#### 3.3.2.1 Sistemas de localización basados en radiofrecuencia de largo alcance (*Outdoor*)

Este tipo de sistemas de localización **son propios de las redes celulares**. Una red celular es aquella que está dividida en celdas (o células) de cobertura, cada una de ellas con su propio transmisor y receptor, e interconectadas todas ellas entre sí.

Una red celular se compone de 4 elementos básicos:

- ✓ **El Centro de Conmutación Móvil** (MSC, *Mobile Switching Center*), que es el centro de control de los sistemas celulares y el encargado de conmutar el tráfico entre las células.
- ✓ **Las células**, que son las distintas áreas geográficas en las que se divide el área total de la red.
- ✓ **El terminal receptor-transmisor**, que se trata generalmente de un dispositivo móvil y que constituye el elemento final o cliente de toda red celular.
- ✓ **La Estación Base** (BTS, *Base Transceiver Station*), que es el elemento transmisor-receptor de cada una de las células.

20 Se puede encontrar información actualizada en la página Web del sistema GLONASS: [www.glonass-ianc.rsa.ru](http://www.glonass-ianc.rsa.ru)



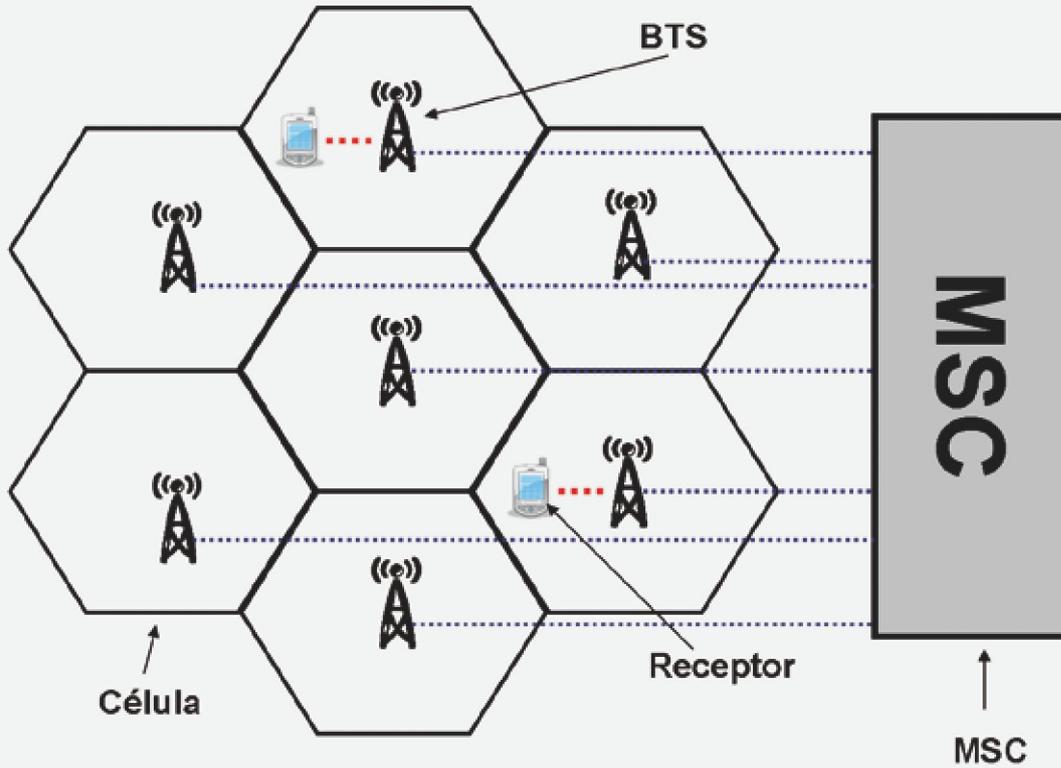


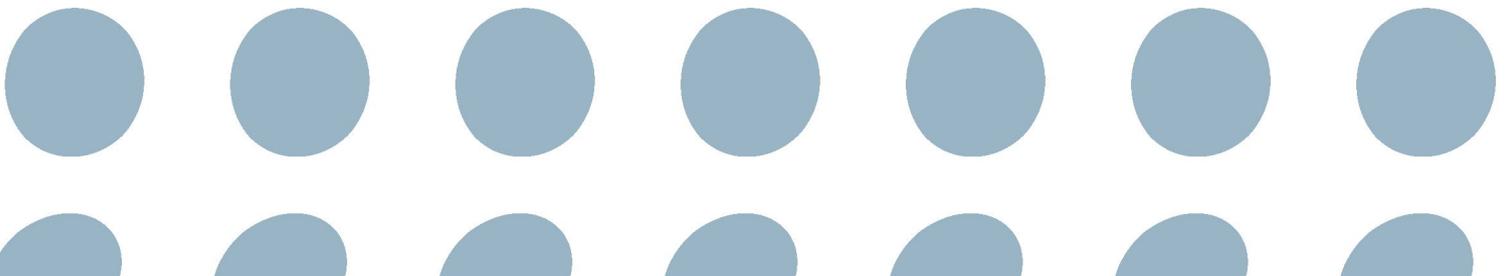
GRÁFICO 5 - EJEMPLO DE UNA RED CELULAR  
Fuente: Elaboración propia

Como se ve en la figura anterior, **las BTS son las encargadas de crear las células o celdas a través de su margen de cobertura**, es decir, a partir del margen de distancia en el que pueden intercambiar comunicación por radiofrecuencia con el receptor.

El tamaño de las células dependerá de la tecnología de radio que se utilice pudiendo ser de varios cientos de metros o de kilómetros.

### Funcionamiento

El funcionamiento de un sistema de localización de este tipo se basa en **localizar la celda en la que se encuentra el terminal en cuestión.**



En una red celular, cuando un terminal pretende establecer una comunicación con otro terminal, lo que hace es establecer comunicación con la BTS, eligiendo aquella BTS de la que recibe más potencia, esto es, de la que recibe mejor cobertura. Una vez entablada la comunicación entre el receptor y la BTS, se indican, entre otras cosas, la **identificación** del terminal transmisor que desea establecer la comunicación y con quién quiere comunicarse. El MSC se encargará de enrutar y conmutar la comunicación entre el transmisor y receptor.

Por tanto, es **necesario que cada terminal perteneciente a la red celular esté unívocamente identificado** con un código. Así, la localización por celdas se basa en que cuando se inicia una comunicación, el transmisor debe conectarse al BTS, y por tanto, se identifica la zona geográfica (célula) en la que se encuentra.

Los terminales de los sistemas de redes celulares buscan permanentemente aquellas BTS de las que reciben comunicación<sup>21</sup>, por tanto **la localización por celda está siempre disponible y se produce en tiempo real**.

Llegados a este punto, conociendo cómo funciona la localización por celdas, el lector seguro que piensa en dos cuestiones:

- ✓ Si la célula tiene un radio de, por ejemplo, 2 kilómetros, **la precisión** de la localización es bajísima.
- ✓ Aún sin conocer los precios de los equipos de radiofrecuencia, crear una red de este estilo con el único objeto de localizar objetos en un amplio espacio geográfico, como por ejemplo una Comunidad Autónoma, ¿no sería **inviabilidad económica**?

Efectivamente, es así y **ambas cuestiones son ciertas**. Sin embargo es necesario **realizar algunos matices que explican la utilización de este tipo de sistemas**.

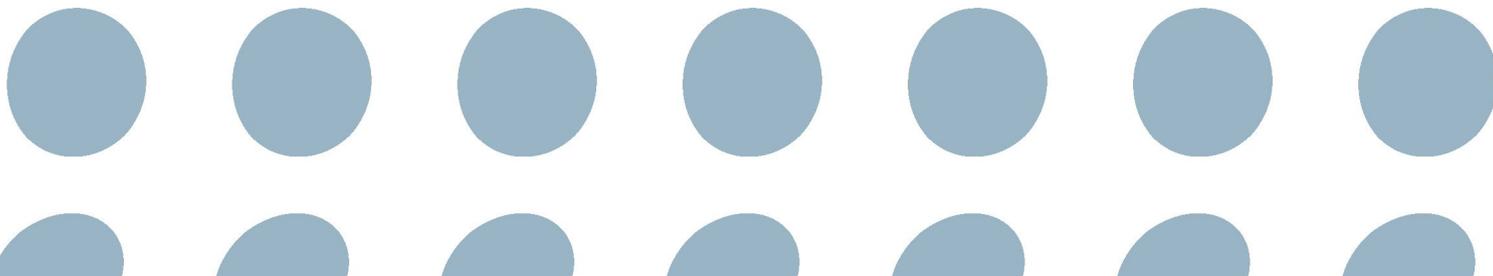
Desarrollar una red celular sólo para la localización es inviable desde el punto de vista económico. Sin embargo, **la función principal de las redes celulares no es la localización, sino la comunicación**. Por tanto, **la localización sería un servicio de valor añadido más** a lo ofrecido por este tipo de redes. En otras palabras, se trata de utilizar la infraestructura de una red ya desarrollada y destinada a servicios de comunicaciones, para implantar un servicio de localización por celda.

Un ejemplo de este tipo de redes son las **redes de telefonía móvil** basadas en GSM/GPRS/UMTS o redes PMR<sup>22</sup> digitales basadas en tecnología TETRA o TETRAPOL.

Debido a su importancia, nos detendremos ahora **en cómo funcionaría un sistema de localización por celda en una red de telefonía móvil comercial**.

<sup>21</sup> En telefonía móvil es coloquial decir que “el móvil está buscando cobertura”. El teléfono realiza la búsqueda de cobertura cíclicamente cada un cierto periodo de tiempo. En realidad lo que hace es buscar con qué BTS puede conectarse mejor para estar preparado en el momento que se produzca una comunicación.

<sup>22</sup> PMR. *Private Mobile Radio*. Son redes privadas de radio, generalmente utilizadas por cuerpos gubernamentales de seguridad y emergencia, como por ejemplo policía o bomberos.





### Sistema de localización por celda en una red de telefonía móvil comercial

Las redes de telefonía móvil, aquellas que utilizamos cuando establecemos comunicaciones a través de nuestro teléfono móvil, son redes celulares. El funcionamiento de un sistema de localización por celda en una red de telefonía móvil comercial se explica mediante el siguiente ejemplo: cuando alguien en Valladolid intenta llamar por teléfono móvil a un amigo que se encuentra en Salamanca, su teléfono móvil accede a la BTS más cercana (que suele coincidir con la que mejor cobertura le ofrece), y a través de la infraestructura y la inteligencia de la red, el sistema detecta cuál es la BTS destino que debe emitir la comunicación con el teléfono móvil de situado en Salamanca. Evidentemente debe haber algún “camino” entre la BTS de Valladolid desde la que se inició la comunicación y la BTS situada en Salamanca por el que le llega la comunicación al destinatario. Ese “camino” es lo que se conoce como infraestructura de la red.

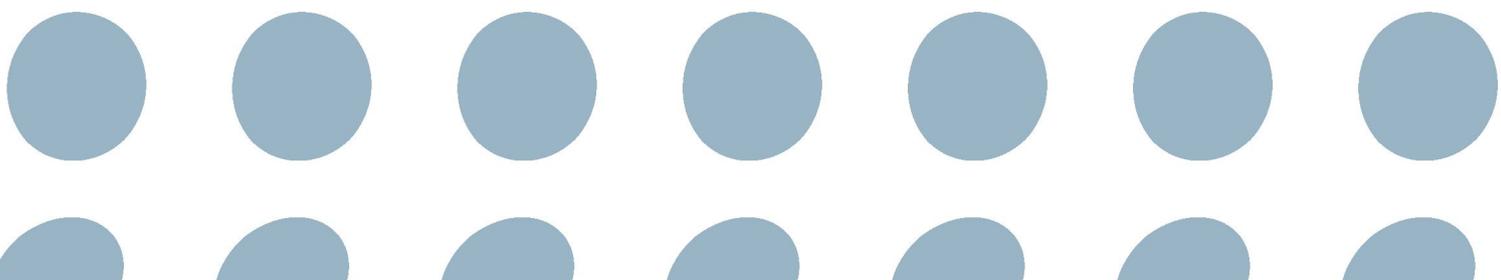
Dependiendo del teléfono móvil utilizado y de la infraestructura de la red, la tecnología de radiofrecuencia inalámbrica con la que se establece la comunicación entre el teléfono móvil y la BTS podrá ser GSM, GPRS o UMTS. Analizaremos brevemente las características que diferencian estas tres tecnologías:

**GSM** (*Global System for Mobile Communications*), Sistema Global de Comunicaciones Móviles es un estándar internacional de comunicaciones inalámbricas con una **tecnología de radiocomunicaciones digital inalámbrica de segunda generación (2G)**, que proporciona servicios de voz de alta calidad, así como servicios de datos. Comenzó a gestarse en 1982 por el Instituto Europeo de Normas de Comunicaciones (ETSI, *European Telecommunications Standards Institute*). El objetivo era crear un estándar internacional que acabara con la incompatibilidad entre sistemas en el área de las comunicaciones móviles.

La tecnología GSM trabaja en tres bandas de frecuencia: las banda de los 900 MHz, la de 1.800 MHz (estas dos son utilizadas en Europa), y la banda de los 1.900 MHz, utilizada en Estados Unidos. Por esta razón, es habitual que los teléfonos móviles de hoy en día sean tribanda.

**GPRS** (*Global Packet Radio Service*) **es la evolución de GSM** y es conocido como telefonía 2,5G, ya que se encuentra “a caballo” entre la segunda y la tercera generación. Proporciona altas velocidades de transferencia de datos utilizando las mismas redes GSM. GPRS es sólo una modificación de la forma de transmitir datos en una red GSM, pasando de la conmutación de circuitos en GSM (donde el circuito está permanentemente reservado mientras dure la comunicación, aunque no se envíe información en un momento dado) a la conmutación de paquetes. Que la conmutación sea por paquetes permite que un usuario GPRS sólo use la red cuando envíe o reciba un paquete de información, de forma que el tiempo que esté inactivo, pueda ser utilizado por otros usuarios para enviar y recibir información. Esto permite tener más de un canal de comunicación sin que se sature la red, pasando de velocidades de 9,6 kbps en GSM a 40 kbps en recepción en GRPS.

Además, al ocuparse los recursos sólo cuando se transmite o recibe información, la tarificación por parte del operador de telefonía móvil sólo se produce por la información transitada, no por el tiempo de conexión. Esto hace posible la tarificación por datos y no por ocupación de red.





La tecnología **UMTS** (*Universal Mobile Telecommunications System*) es el sistema de telecomunicaciones móviles de tercera generación, que evoluciona desde GPRS. La principal ventaja de UMTS sobre la segunda generación móvil (2G), es la capacidad de soportar altas velocidades de transmisión de datos de hasta 2 Mbit/s. Esta capacidad, sumada al soporte inherente del Protocolo de Internet (IP), permite la prestación de servicios multimedia interactivos y nuevas aplicaciones de banda ancha, tales como video telefonía y video conferencia.

Volviendo a las cuestiones antes formuladas, disponer de un sistema de localización por celdas con una cobertura de carácter nacional sería inviable económicamente si sólo se utilizara la infraestructura de la red para este cometido. Sin embargo, el servicio de localización por celdas es ofrecido por las operadoras de telecomunicaciones, propietarias de la infraestructura de red que tiene como principal cometido el de las comunicaciones.

En cuanto a la precisión del sistema de localización por celda en una red de telefonía móvil comercial, es evidente que **si la localización se produce en el entorno de una célula, ésta será muy poco precisa, ya que una célula GSM puede tener un radio de hasta 35 Km.**

Para solucionarlo, existen diversas técnicas que mejoran la precisión, aunque es necesario aclarar que no todas las células tienen 35 Km. de radio. En entornos urbanos, y para tecnologías como GSM, las células suelen ser de unos cientos de metros como máximo, ya **que el tamaño de la célula es inversamente proporcional a la necesidad de ancho de banda en la misma**, es decir, a la densidad de usuarios.

La célula en la que se encuentra el terminal a localizar se conoce como **COO** (*Cell of Origin*). Con el objetivo de ganar precisión en la localización, existe una técnica denominada **TOA** (*Time of Arrival*), consistente en medir la diferencia de tiempos en la comunicación entre un receptor y tres BTS, y por triangulación poder realizar una localización mucho más precisa, del orden de unos **20 ó 30 metros**. Sin embargo, esto implica que las BTS estén perfectamente sincronizadas, lo cuál se hace mediante relojes atómicos o mediante una conexión GPS<sup>23</sup>.

23 Si todas las BTS disponen de una conexión GPS, pueden tomar el tiempo GPS como referencia.



Estos sistemas de localización por celda son apropiados para grandes áreas, de ámbito autonómico o nacional. Cuantas más antenas (BTS) haya por kilómetro cuadrado, mayor será la cobertura que se tenga y más fácil será también determinar la posición exacta de un teléfono móvil sobre un mapa de coordenadas o 'área de triangulación'.

La mayoría de los servicios territoriales de emergencias utilizan este tipo de sistemas para localizar a personas accidentadas en zonas rurales.

### 3.3.2.2 Sistemas de localización basados en radiofrecuencia de corto alcance (Indoor)

Ya hemos visto cómo determinar la posición de un objeto o usuario (móvil o inmóvil) en un entorno es relativamente sencillo. En aquellas áreas donde exista una línea de visión directa con los satélites, los sistemas de navegación satelitales GNSS (Global Navigation Satellite Systems) proveen una buena estimación de la posición del usuario móvil con un error de unos pocos metros. Sin embargo, actualmente, las señales que llegan de los satélites no pueden ser usadas en entornos de interior debido a que no son suficientemente potentes como para atravesar la gran mayoría de obstáculos que entorpecen la línea de visión directa entre usuario móvil y satélites.

Por otro lado, los sistemas celulares no son adecuados para entornos interiores (Indoor) debido a que la precisión que ofrecen no es suficiente.

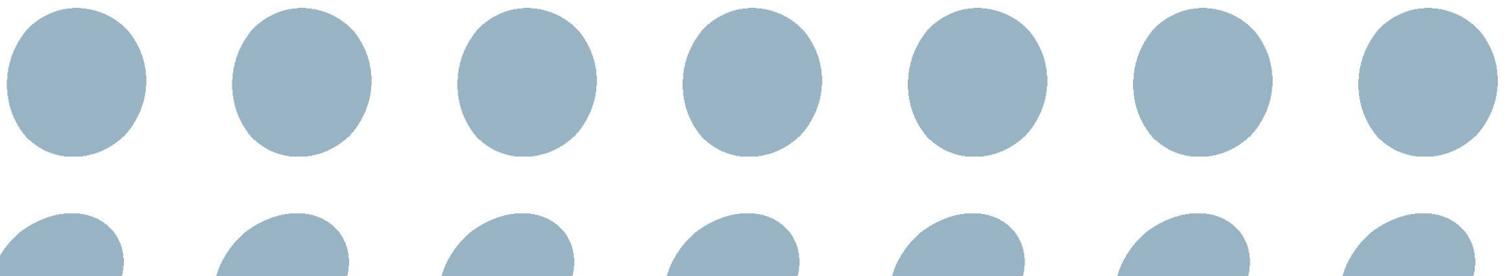
Por lo tanto, deben utilizarse infraestructuras inalámbricas alternativas a los satélites y a las redes celulares que ofrezcan cobertura y precisión suficiente en entornos de interior para poder garantizar el funcionamiento de los servicios de localización en dichos escenarios. En este apartado analizaremos los principales sistemas basados en tecnologías de radiofrecuencia de corto alcance (varias decenas de metros), apropiados para entornos indoor, como por ejemplo edificios o almacenes. Estos sistemas son conocidos como **ILS (Indoor Location Systems)**. Su precisión puede ser del orden de unos pocos centímetros. En otras palabras, los ILS son válidos para pequeñas áreas geográficas, cientos de metros, no siendo apropiados para grandes extensiones.

Los ILS podrían clasificarse en **dos tipos**: aquellos que utilizan etiquetas (o tags) para llevar a cabo la localización y aquellos que no utilizan estas etiquetas. Los **ILS basados en etiquetas** precisan de un elemento (tag o etiqueta) acoplado al dispositivo a localizar y que actúa como identificador del mismo. Sin duda, son los más utilizados. El otro tipo de **ILS, no utilizan etiquetas**, si no que se basan en detección de presencia a través de sensores localizados en una ubicación fija y conocida.

A menudo los ILS son conocidos como RTLS (*Real Time Location System*) o sistemas de localización en tiempo real, sin embargo hay que **aclamar que un RTLS es la principal aplicación de un ILS**.

#### ILS basados en etiquetas

Como ya se ha citado anteriormente, estos ILS son los más utilizados debido a sus prestaciones y a su versatilidad comercial.



Se apoyan en la **utilización de etiquetas que actúan a modo de testigo identificativo del elemento a localizar**. Son sistemas con gran precisión (del orden de centímetros) basados en tecnologías inalámbricas de corto alcance como RFid, Bluetooth, Wi-Fi o USW, siendo la implantación de un sistema RTLS su principal aplicación.

Un ILS basado en etiquetas consta de **tres elementos básicos**:

- ✓ Etiqueta o tag (adherida al usuario/objeto móvil a localizar).
- ✓ Lectores situados en puntos de referencia.
- ✓ Una aplicación software que calcula la posición del tag a partir de la información recibida de los lectores.

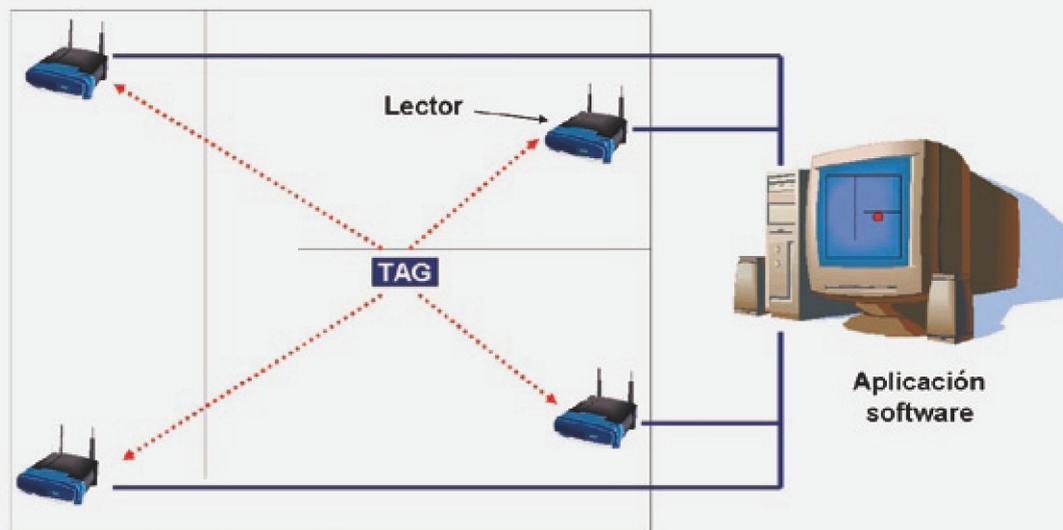


GRÁFICO 6 - EJEMPLO DE UN RTLS BASADO EN TAG  
Fuente: Elaboración propia

Sea cual sea la infraestructura inalámbrica elegida, los sistemas de localización pueden ser clasificados en función de la información de la señal que intercambian usuario móvil y puntos de referencia. Ésta información puede ser el tiempo de llegada (TOA – *Time Of Arrival*), la diferencia entre tiempos de llegada (TDOA – *Time Difference Of Arrival*), el ángulo de llegada (AOA – *Angle Of Arrival*) o el nivel de potencia recibida (RSS – *Received Signal Strength*) de la señal del usuario móvil a un punto de referencia. Más aún, se pueden utilizar técnicas que combinen información para mejorar la precisión del sistema de localización.



En el caso de que la información sea el nivel de potencia, estos sistemas suelen estar basados en la **diferencia de la potencia de señal recibida desde el tag, por al menos tres puntos de control**. La aplicación software debe **conocer cuáles son los patrones de señal y ubicación de cada uno de los lectores**: si un lector recibe que un determinado tag está contactando con una potencia de 0,5 W, conoce a qué distancia se encuentra el tag del lector en función de esa potencia, si anteriormente se ha realizado un **estudio de cobertura** personalizado de todos los lectores que componen el sistema de localización.

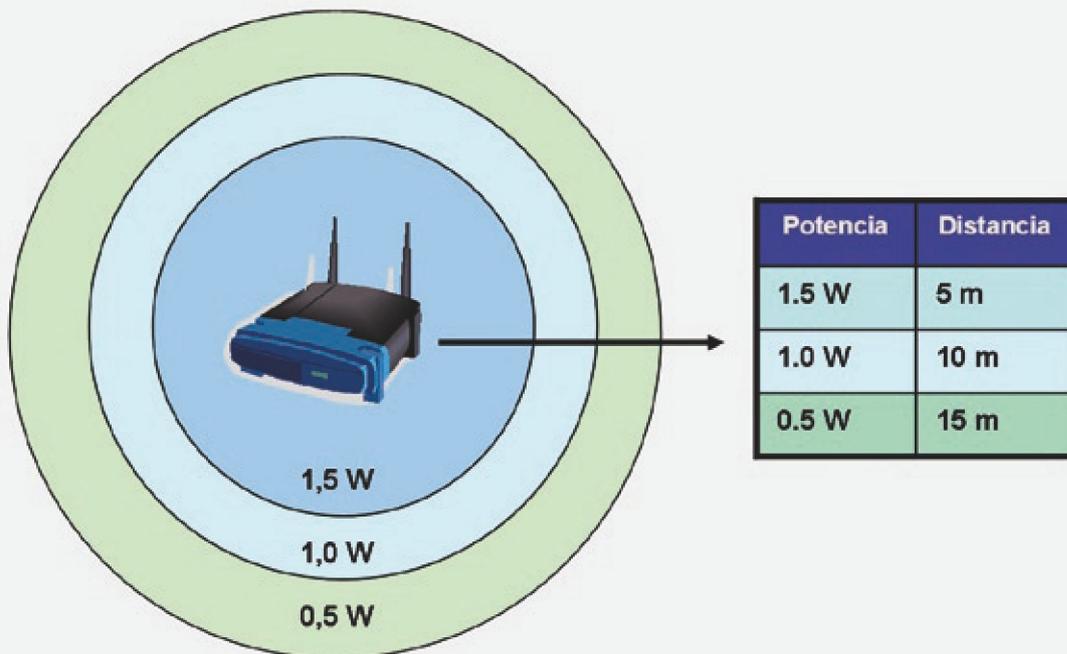
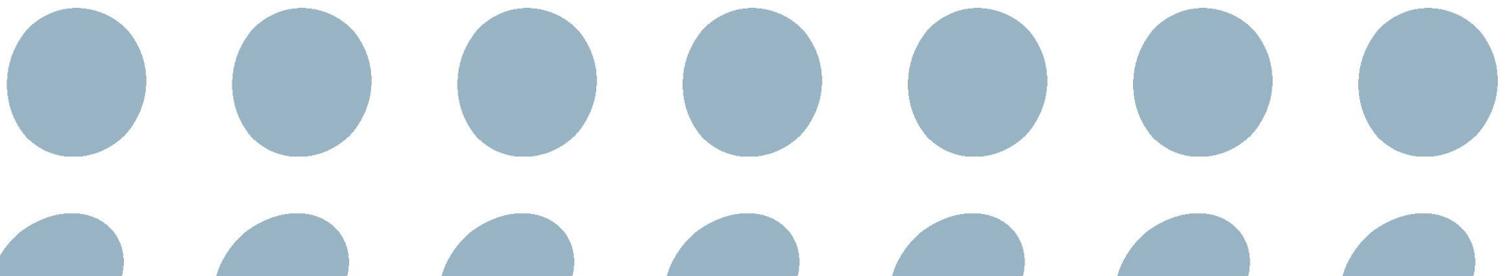


GRÁFICO 7 - PATRÓN DE POTENCIA DE UN LECTOR  
Fuente: Elaboración propia

Recibiendo la información de tres o cuatro puntos, es decir de tres o cuatro lectores, la aplicación software es **capaz de calcular la posición, en un determinado mapa cargado previamente, y sobre el que se ha realizado el estudio de cobertura, conociendo también previamente la ubicación de todos los lectores que forman el sistema**. La siguiente figura muestra este funcionamiento.



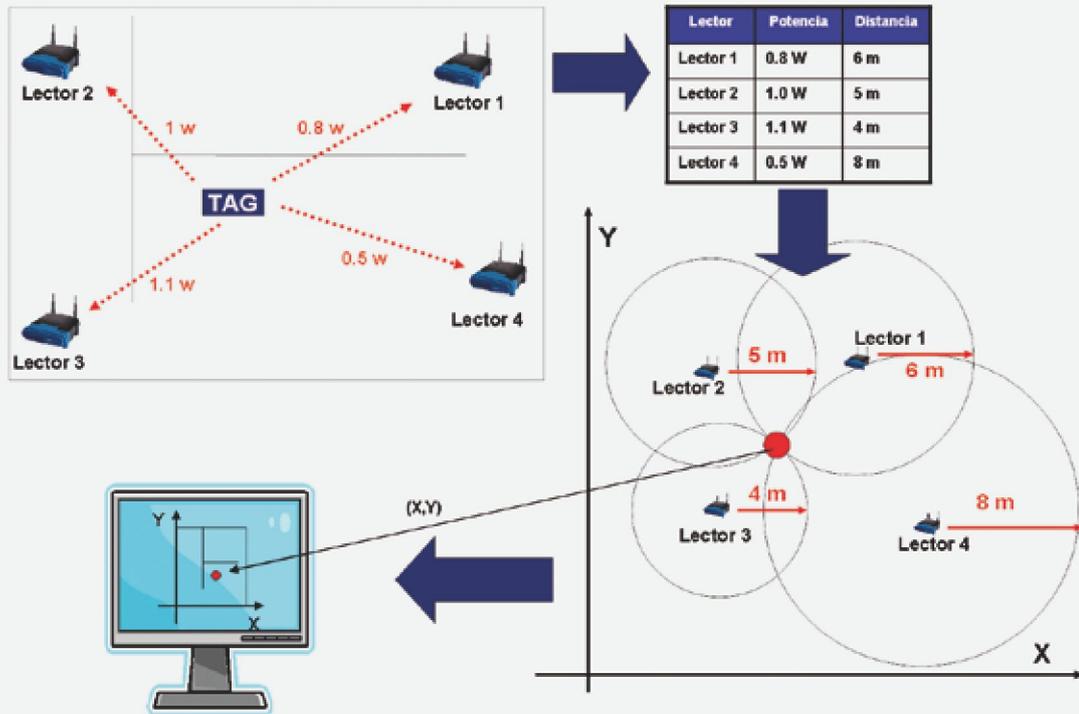


GRÁFICO 8 - FUNCIONAMIENTO DE UN RTLS  
Fuente: Elaboración propia

La aplicación software recibe información de los lectores y mediante **triangulación** calcula la coordenada del objeto a realizar.

**Los tags suelen ser dispositivos activos** que disponen de baterías capaces de emitir una señal permanentemente. Sin embargo, en el caso de la tecnología RFid se contempla también la posibilidad de usar tags pasivos, que necesitan de una señal externa para poder emitir una señal, si bien la tecnología RFid pasiva dispone de un alcance mucho menor que la activa, por lo que el área de actuación se vería claramente disminuida (entornos muy pequeños).

Destacamos fundamentalmente 2 tecnologías sobre las que se apoyan este tipo de sistemas por ser éstas las más utilizadas:

- ✓ **RFid** (*RadioFrecuency IDentification*) es una tecnología de transmisión de datos automática que emplea radiofrecuencia para comunicar información entre un lector y una etiqueta electrónica o tag. Este sistema permite la captura y/o grabación de datos



sin contacto entre lector y etiqueta, eliminando así la necesidad de un contacto visual directo. Como su propio nombre indica es una tecnología para la identificación, sin embargo puede utilizarse también para aplicaciones de localización.

- ✓ **Wi-Fi** (*Wireless Fidelity*) Se trata de un sistema de envío de datos haciendo uso de redes inalámbricas de radiofrecuencia utilizando el estándar IEEE 802.11<sup>24</sup>. Es una tecnología muy extendida en la sociedad, ya que es comercializada como una solución para acceso a Internet sin cables. Mediante la instalación de un router Wi-Fi, podemos disponer de cobertura de acceso a Internet en un radio de aproximadamente 20 metros en torno al router.

La ventaja de utilizar Wi-Fi es que podemos **aprovecharnos de una infraestructura de red de datos ya disponible**. El sistema RTLS podría ser compatible y utilizar esa red, pero el problema es que sobrecargaría la misma. Los detractores de Wi-Fi (que suelen ser los defensores de RFid) afirman que Wi-Fi no es una tecnología óptima para ILS, ya que está diseñada desde sus orígenes para redes de datos y por tanto es más ineficiente que RFid, en cuanto a sistemas de localización se refiere, al necesitar, para un mismo número de elementos a reconocer simultáneamente, más ancho de banda.

La principal aplicación de los ILS basados en etiquetas es la implantación de Sistemas de Localización en Tiempo Real (RTLS), como ya se ha dicho anteriormente. Los RTLS son utilizados para el control de activos (objetos, personas, etc.) en muchos sectores como el sanitario o el logístico. Controlar en tiempo real la posición de determinados activos constituye una notable ventaja. Por ejemplo, en el ámbito sanitario, conocer en todo momento la posición de determinados aparatos médicos aumenta la eficacia y la calidad del servicio médico.

### ILS no basados en etiquetas o tags

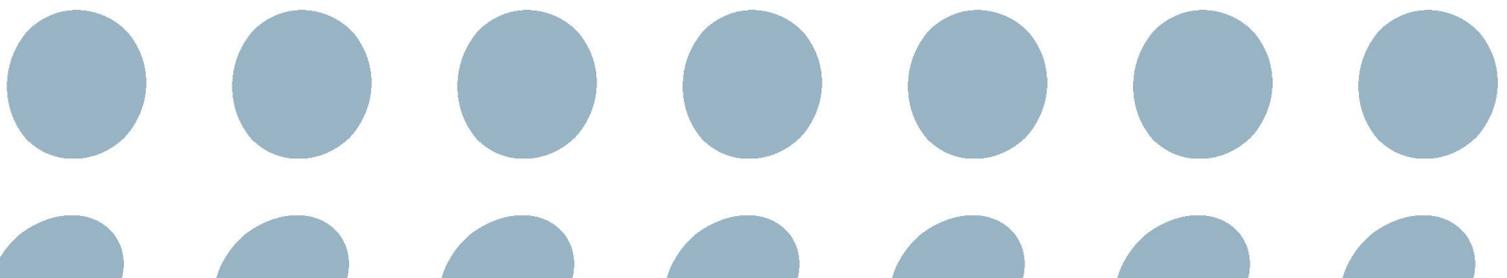
Este tipo de ILS se basan en **sensores** capaces de detectar la presencia de objetos (móviles o no).

Un típico ejemplo de este tipo de ILS son los radares. El **RADAR** (*Radio Detection and Ranging*), es un sistema que, a través del uso de ondas electromagnéticas, es capaz de medir velocidades y distancias de objetos móviles o estáticos. Se trata de un sistema muy extendido en el ámbito militar, de hecho éste fue su origen durante la Segunda Guerra Mundial (1939), donde el ejército británico utilizó el “eco” de una emisión electromagnética en un objeto para obtener la información necesaria para calcular su posición.

A diferencia de los ILS basados en tags, **no existe un funcionamiento general de este tipo de sistemas**. Es decir, no todos presentan un funcionamiento que siga los mismos patrones a la hora de calcular la posición, sino que **cada uno utiliza técnicas distintas**.

Así, el ya citado RADAR, se basa en la emisión de una señal **electromagnética** y en la recepción del “eco” de la reflexión de esta señal sobre los objetos (móviles o no), dentro del radio de acción del sistema.

24 <http://ieee802.org/11/>



La onda electromagnética sufre un fenómeno conocido como **dispersión**, cuando contacta con un objeto sólido. El fenómeno de dispersión sigue una serie de patrones definidos por unas leyes físicas, a través de las cuales se puede obtener la información necesaria para calcular la distancia.

Para calcular la velocidad, el RADAR se fundamenta en un efecto conocido como **“Efecto Doppler”** que concluye que toda onda reflejada sobre un objeto en movimiento sufre una variación en su longitud de onda. A partir de la lectura de la onda reflejada podemos, partiendo de la longitud de onda, calcular la variación de frecuencia (la longitud de onda es inversamente proporcional a la frecuencia) y por tanto la velocidad a la que se desplaza un objeto.

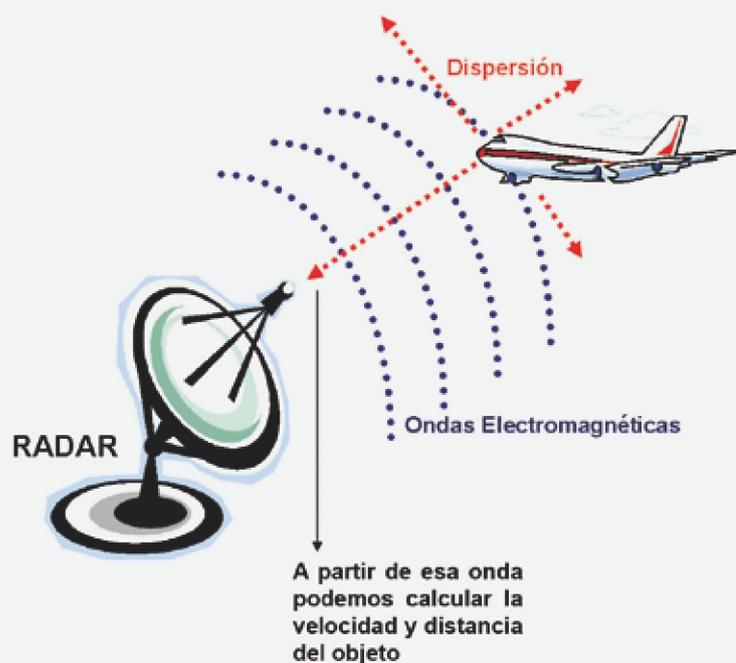


GRÁFICO 9 - EJEMPLO DE RADAR  
Fuente: Elaboración propia

Un caso similar al RADAR es el **SONAR** (*Sound Navigation and Ranging*), que se basa en los principios y leyes físicas de la propagación del sonido en el agua para detectar objetos.

Otro tipo de ILS no basado en etiquetas es aquel que utiliza **sensores de detección de presencia** para localizar objetos. Estos ILS hacen uso de las redes de sensores inteligentes, generalmente inalámbricos. Las redes de sensores están formadas por un determinado número de dispositivos, denominados **nodes**, capaces de recopilar información y transmitirla a lo largo de la red de una forma rápida, eficiente y barata.



Los motes, son los dispositivos que a modo de sensor, son capaces de medir parámetros tales como temperatura, humedad, humo (anti-incendios), movimiento o sonido.

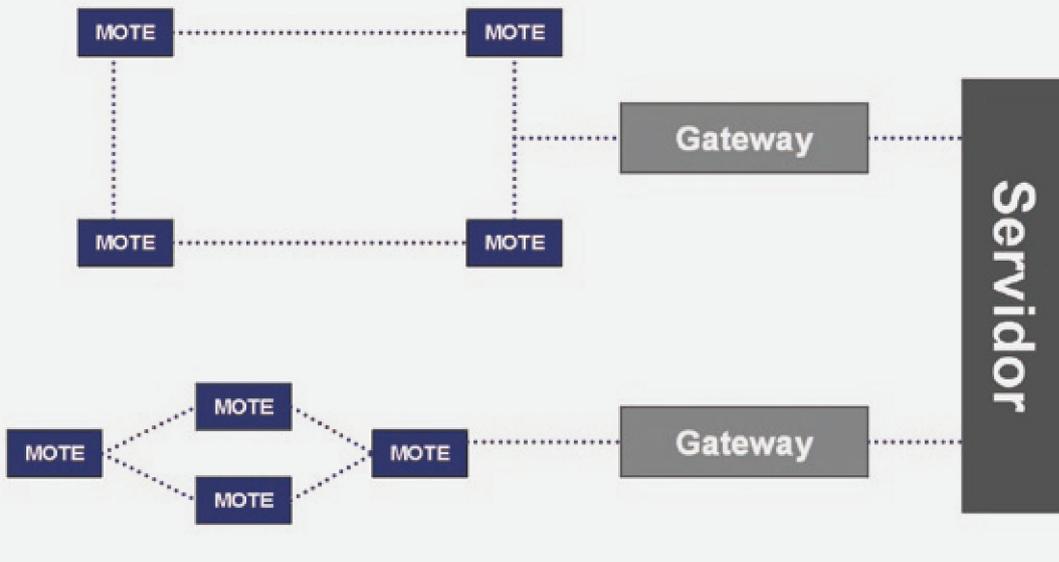
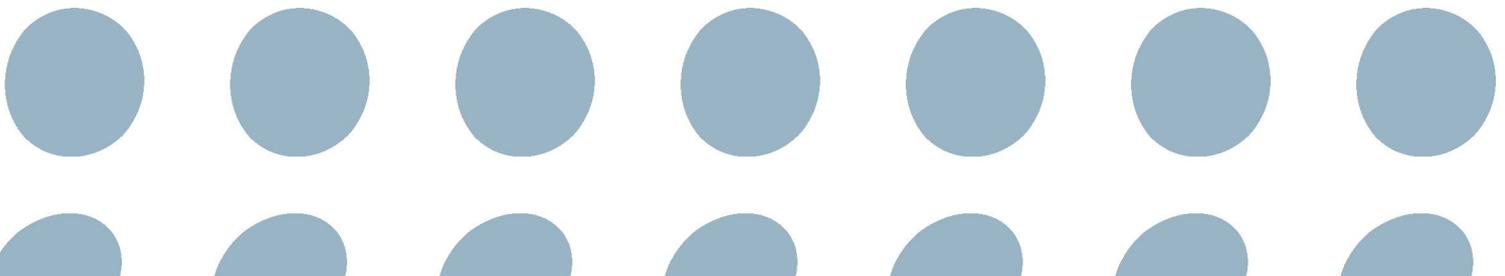


GRÁFICO 10 - EJEMPLO DE UNA RED DE SENSORES  
Fuente: Elaboración propia

El uso de este tipo de redes va mucho más allá del de la localización; de hecho, la localización suele ser un valor añadido más al uso de la misma (de forma similar a lo que ocurría con las redes celulares GSM/GPRS). El principal uso de estas redes es crear lo que se conoce como **redes inteligentes basadas en tecnología ubicua**, en las que los dispositivos utilizan la información recogida por ellos y por otros dispositivos de la red para la toma de decisiones. Estos dispositivos comparten información unos con otros, se podría decir que aprenden unos de otros. Un ejemplo es el caso de una explotación agrícola. Mediante una red de sensores, pueden recoger información sobre humedad, temperatura o impacto solar, de manera que la red, con todos los datos recogidos por los sensores, pueda tomar decisiones como por ejemplo, activar el riego.

A través de motes capaces de detectar movimiento o presencia se puede montar un sistema de localización, que evidentemente no será apropiado para grandes áreas geográficas, ya que cuanto mayor sea la extensión a cubrir, más motes serán necesarios y por tanto la complejidad de la red aumentará. Este tipo de redes de localización suelen ser principalmente utilizadas en cuestiones de seguridad en el interior de edificios.



### 3.4 SERVICIOS BASADOS EN SISTEMAS DE LOCALIZACIÓN Y POSICIONAMIENTO

Los servicios que derivan de la utilización de los sistemas de localización son conocidos como **LBS** (*Location Based Services*). No obstante, cuando se utiliza el término LBS se hace referencia a la aplicación de estos servicios a nivel comercial.

Estas aplicaciones buscan ofrecer un servicio personalizado, en tiempo real y diferenciado en función de la ubicación geográfica concreta de los usuarios. Así por ejemplo, se pueden diseñar servicios LBS para las siguientes aplicaciones:

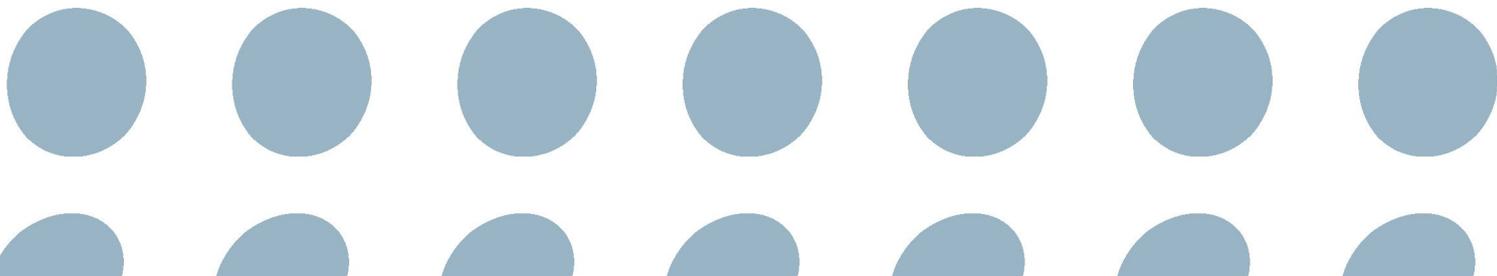
- ✓ Monitorización de pacientes con problemas, permitiendo mantener controlada la zona en la que se mueven.
- ✓ Localización de portamaletas en aeropuertos.
- ✓ Publicidad personalizada en función de la posición del usuario.
- ✓ Complemento a los sistemas de información geográfica para determinar, por ejemplo, si en la zona en la que se encuentra un vehículo existen plazas de aparcamiento libres.
- ✓ Información a usuarios con dispositivos WiFi del tiempo que resta para que llegue el autobús a la parada.

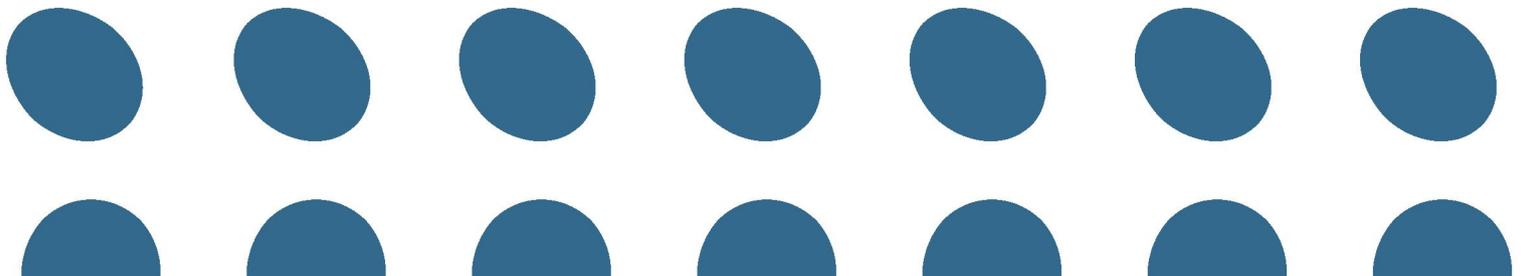
El desarrollo de las telecomunicaciones y sobre todo de la telefonía móvil ha supuesto una importante revolución de los LBS, especialmente en el ámbito civil. Muchas operadoras de telecomunicaciones ofrecen ya servicios basados en LBS, como por ejemplo, dar información, a través del teléfono móvil, de los cines o restaurantes más próximos a nuestra localización. Es decir, primero localizan nuestra ubicación a través de, por ejemplo, la localización por celda, y después analizan en función de la posición qué servicios se encuentran más cercanos.

Este nuevo escenario basado en la **prestación de servicios interactivos en telefonía móvil** es lo que se conoce como Mobile 2.0 (de una manera análoga al concepto de Web 2.0). Se trata de servicios bajo demanda del usuario proporcionados en tiempo real en su teléfono móvil, servicios basados en la movilidad y la participación del usuario. Éste es sin duda uno de los campos a explotar en el ámbito de los servicios de telecomunicaciones, que en el futuro supondrá una importante fuente de ingresos en el sector.

Los **sistemas de navegación** son otro de los servicios LBS más extendidos. Muchos de nosotros disponemos de un navegador GPS en el coche, basado en un LBS que localiza la posición del vehículo y en función de ella y la ruta marcada, nos indica la manera más óptima de llegar a nuestro destino. Además muchos teléfonos móviles ya disponen de este tipo de servicio incorporando un receptor GPS para poder orientarnos en todo momento, algo muy útil si se visita una ciudad que no se conoce.

Realmente, los LBS por sí solos no tienen más aplicación que el posicionamiento y la localización, sin embargo combinados con aplicaciones software y sistemas de información geográfica, dan lugar a potentes aplicaciones comerciales, que veremos más adelante en este estudio.

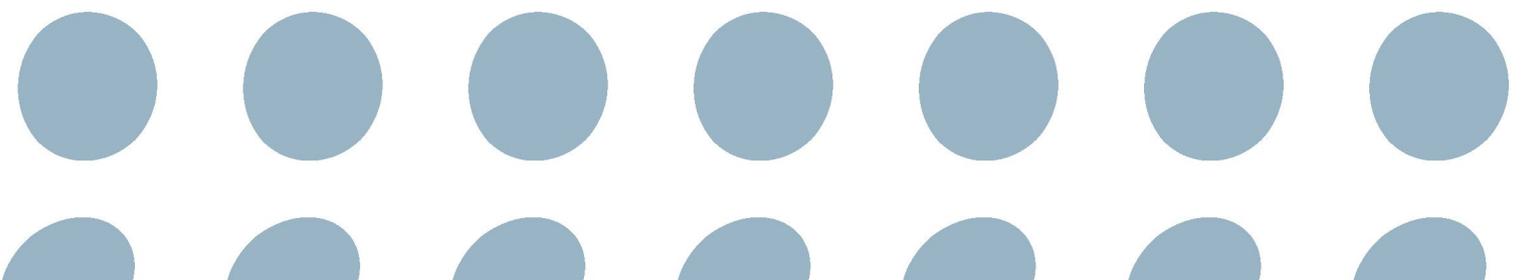
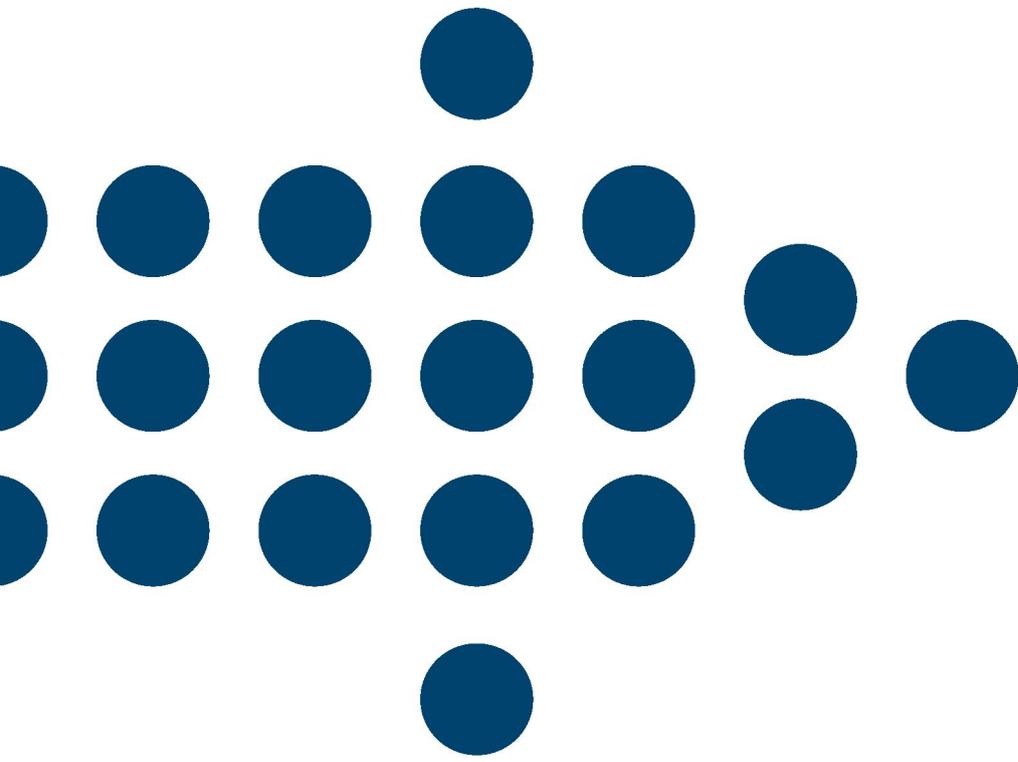




# SISTEMAS DE LOCALIZACIÓN E INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

## 4. SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA





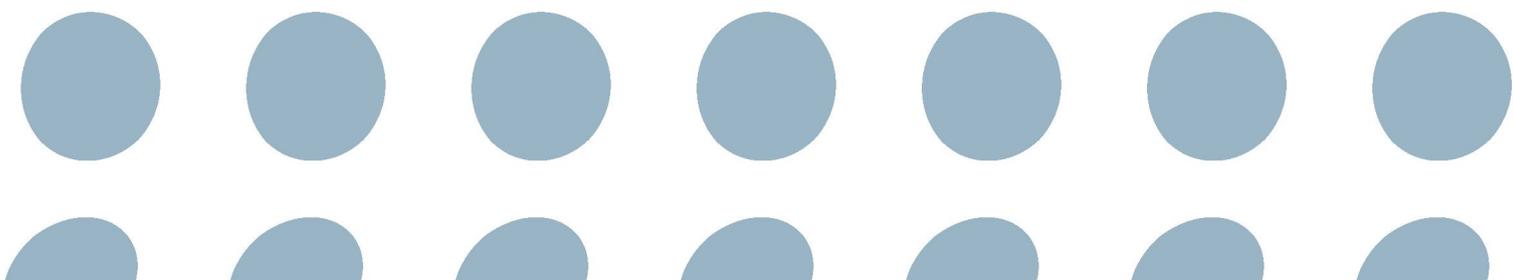
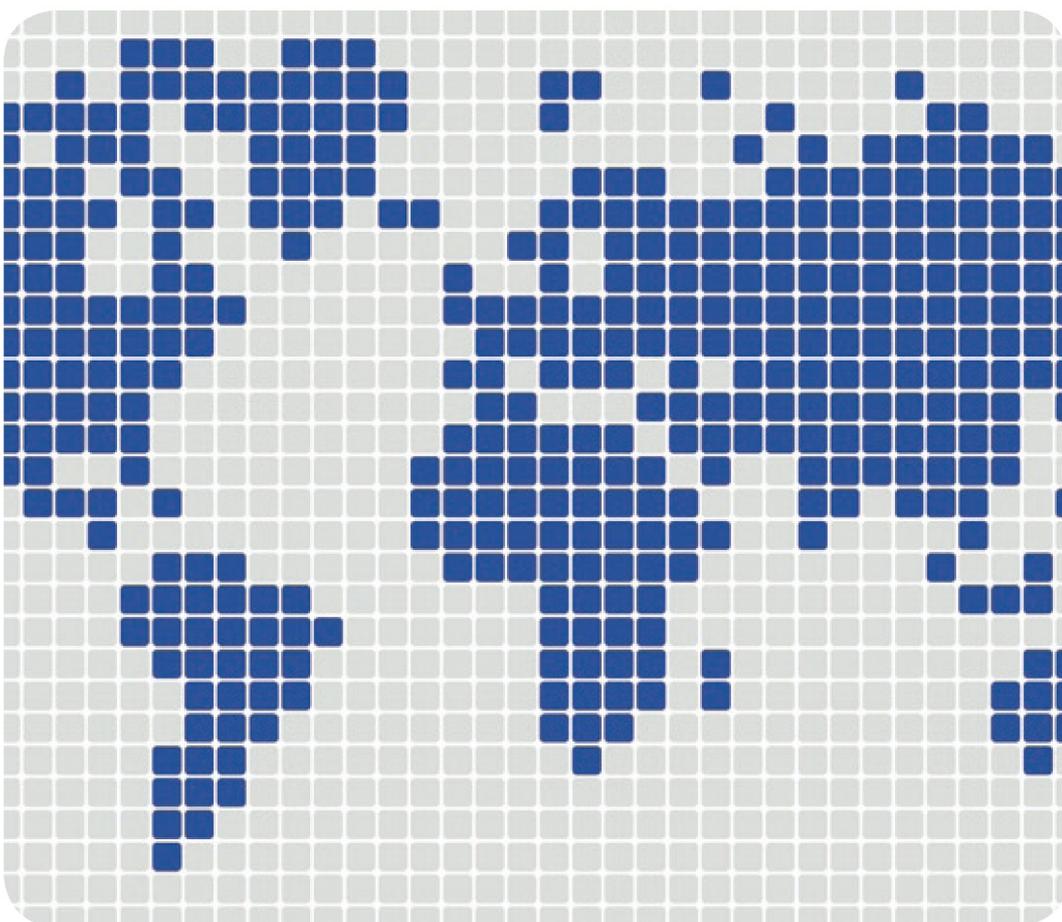


## 4. SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Los sistemas de información geográfica, conocidos como SIG o GIS (su acrónimo en inglés: *Geographic Information System*), están cada vez más presentes en nuestra sociedad.

Aplicaciones como los callejeros virtuales que muchos Ayuntamientos ponen a disposición de sus ciudadanos a través de Internet, o el conocidísimo Google Maps, que todo internauta ha utilizado alguna vez, por curiosidad o necesidad, son claros ejemplos de sistemas GIS.

Este apartado está dedicado a los GIS, analizando cómo funcionan, cuál es su origen y que aplicaciones tienen.





#### 4.1 ¿QUÉ ES UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA?

Denker y Kjerne, a finales de los años 90 dan una definición: *Un GIS es un sistema de hardware, software, personas, organizaciones, almacenaje, análisis y distribución de información de territorios de la Tierra*<sup>25</sup>.

Posteriormente el *National Center for Geographic Information and Analysis* de Estados Unidos, define un GIS como un *Sistema de hardware, software y procedimientos elaborados para facilitar la obtención gestión, manipulación, análisis, modelado, representación y salida de datos espacialmente referenciados para resolver problemas complejos de planificación y gestión (Año 1990)*.

Cualquiera de las dos definiciones anteriores serviría para definir un Sistema de Información Geográfico. No obstante nosotros daremos otra definición a fin de aclarar un poco más el concepto de lo que es un GIS.

Analizando la palabra Sistemas de Información Geográfico (SIG) podemos decir que un GIS es un Sistema, es decir un conjunto de hardware, software y datos. Además es un Sistema de Información ya que, puede manejar, capturar, gestionar, interpretar, visualizar y analizar información relacionada con la geografía.

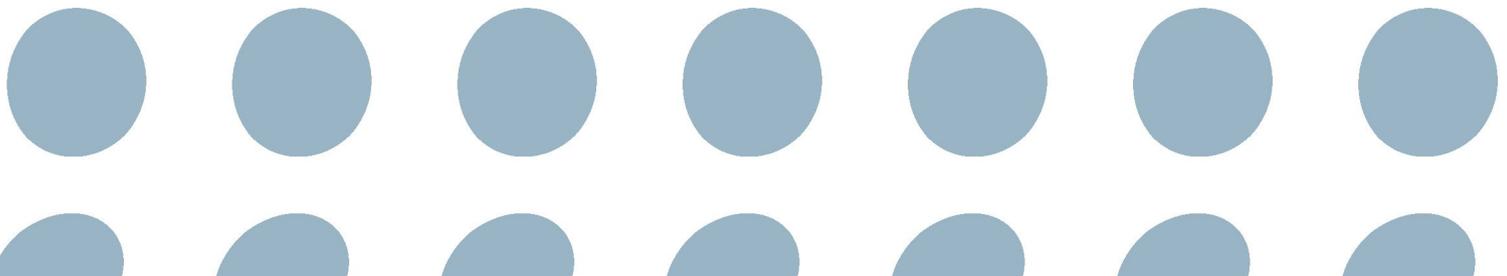
<b>S</b>	<b>SISTEMA</b>	Conjunto de hardware, software y datos
<b>I</b>	<b>INFORMACIÓN</b>	Captura, gestión, interpretación, visualización y análisis
<b>G</b>	<b>GEOGRÁFICA</b>	Información geográfica y topológica



GRÁFICO 11 - DEFINICIÓN DE GIS  
Fuente: Elaboración propia

Por tanto, concluimos que un **GIS es un conjunto de hardware, software y datos que permite capturar, gestionar, interpretar, visualizar y analizar información relacionada con la geografía.**

25 Deuker, K.J. and D. Kjerne. 1989. *Multipurpose Cadastre Terms and Definitions. Proceedings of the American Society for Photography and Remote Sensing and American Confress on Surveying and Mapping.*



Probablemente todos, sin darnos cuenta, alguna vez hemos usado un GIS. Uno de los más comúnmente utilizados son aquellos GIS que proporcionan información sobre carreteras que muchas páginas web ofrecen, donde introduciendo un origen y un destino, podemos no sólo ver cuál es la ruta más óptima, sino que navegando en dicho mapa podemos ver las gasolineras o los restaurantes que podemos encontrar en dicho trayecto.



Señalando en esta barra de menús, podemos indicar que el mapa nos muestre los restaurantes, hoteles o sitios de interés turístico en nuestro itinerario (Los puntos rojos numerados)

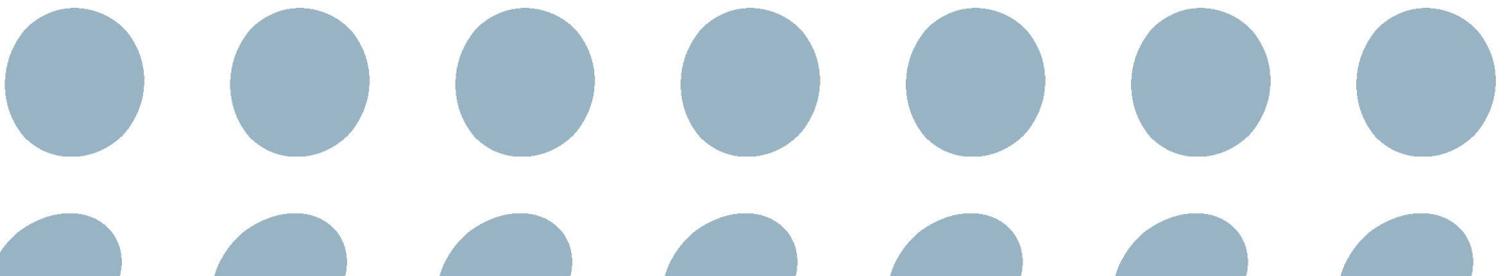


GRÁFICO 12 - EJEMPLO DE UN GIS  
Fuente: Vía Michelin. [www.viamichelin.es](http://www.viamichelin.es)

No obstante, es necesario indicar que el GIS puesto como ejemplo anteriormente, es muy básico, ya que el verdadero valor añadido de este tipo de sistemas, como se verá más adelante, no está sólo en mostrar la información, sino en poder manipularla para realizar cualquier tipo de análisis basado en información geográfica.

## 4.2 ESTRUCTURA DE LA INFORMACIÓN EN UN GIS

Una vez comprendido lo que es un Sistema de Información Geográfica, el siguiente paso ha de ser **analizar cómo se encuentra estructurada la información que maneja**: qué información utiliza y cómo lo hace.





Sin duda **la base de un GIS es la información** que manipula. **Esa información se encuentra almacenada necesariamente en una base de datos (o varias) y se compone de una serie de caracteres alfanuméricos que representan información geográfica.**

Cuando hablamos de información geográfica, **no hay que limitarse sólo a un punto sobre la superficie terrestre**, la geografía es la ciencia que estudia a la Tierra como astro, los fenómenos físicos, biológicos y humanos que ocurren en la superficie terrestre, investiga sus causas y analiza sus consecuencias. Por tanto **esa información puede ser climatológica, demográfica, topológica, medioambiental, económica, asociada a fenómenos naturales, asociada a fenómenos sociales, orográfica, etc.**

Toda esta información ha de contener una **referencia geográfica explícita**, es decir una **coordenada**, bien sea en un sistema universal (como por ejemplo, latitud y longitud) o bien sea en un sistema implícito (como por ejemplo un código postal, el nombre de una calle o el área censal). Esta referencia geográfica es necesaria para poder ubicar esa información en un punto de un mapa.

Es decir, imaginemos un dato que representa de manera alfanumérica el número de habitantes de un municipio. Ese dato ha de contener información sobre el número de habitantes (número cardinal) y una referencia del lugar físico dentro de un mapa (a través de una referencia geográfica explícita, coordenadas (X, Y, Z) o a través de una referencia geográfica implícita: en la provincia de Valladolid).

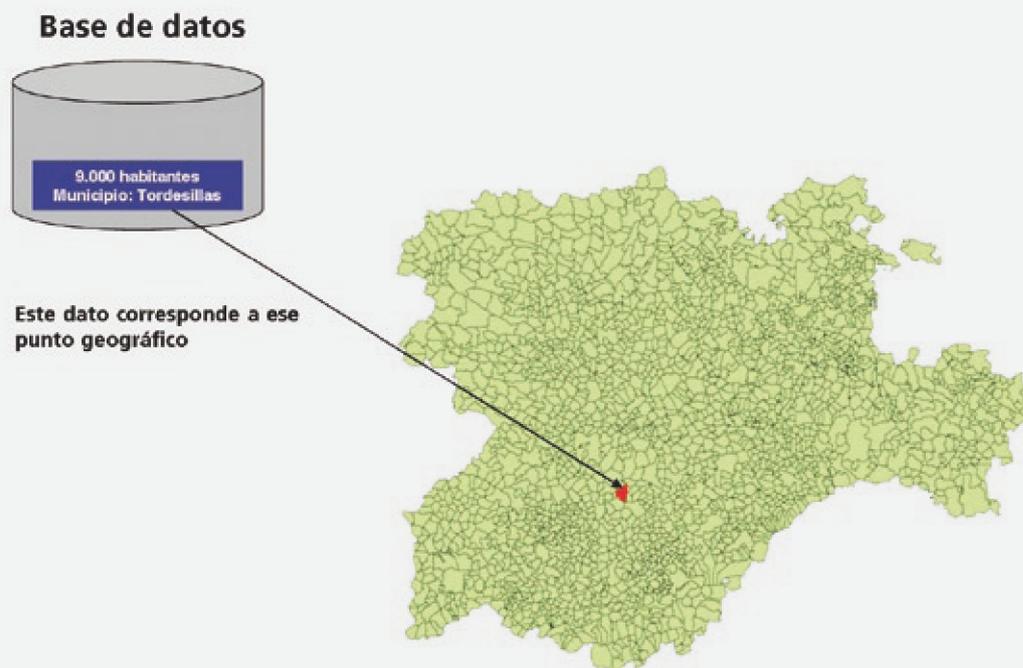
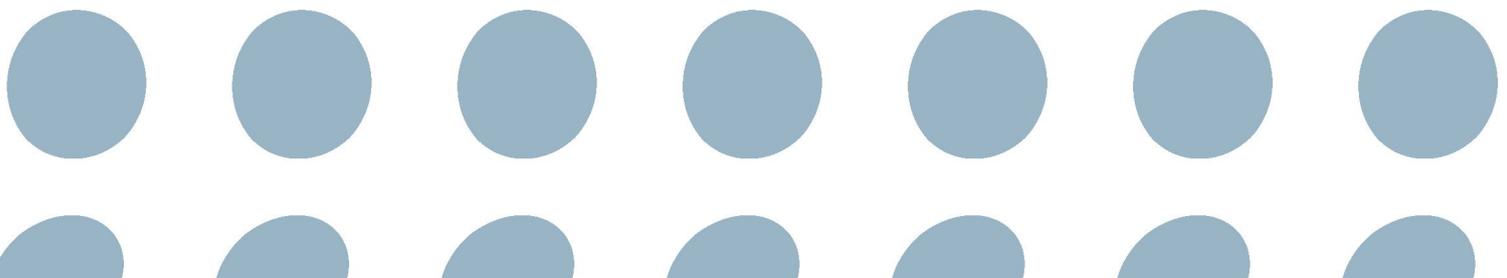


GRÁFICO 13 - DATO GEOGRÁFICO CON REFERENCIA IMPLÍCITA  
Fuente: Elaboración propia



Los GIS funcionan con **dos modelos fundamentales de representar la información geográfica**:

- ✓ El modelo *raster*.
- ✓ El modelo vectorial.

El **modelo raster** consiste en representar la información **dividiendo un mapa en celdas** con un valor determinado, que podrá ser un número, una imagen, un color, etc. Estableciendo un símil que facilite el entendimiento, una celda podría equipararse a un píxel (unidad mínima de representación en una fotografía digital).

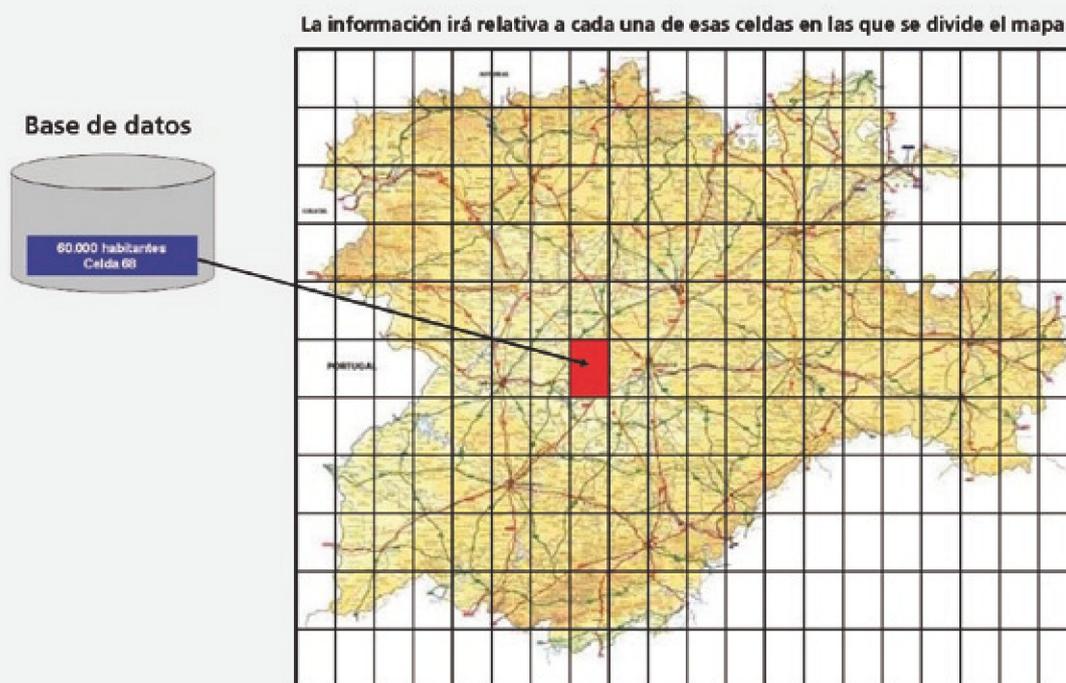


GRÁFICO 14 - MODELO RASTER  
Fuente: Elaboración propia

En el **modelo vectorial**, toda la información se codifica y almacena en un **sistema de coordenadas (X, Y, Z)**, manteniendo las propiedades geométricas de las figuras. En este caso, sólo podrán representarse puntos, líneas y polígonos. Es un modelo puntual, es decir cada coordenada (X, Y, Z) hace referencia a un solo punto, almacenándose las características lineales (como pudiera ser una calle o un río) como un conjunto de puntos. Los polígonos se almacenan como un circuito cerrado de puntos.



Además, el modelo vectorial permite la creación de mapas aplicando reglas topológicas, como por ejemplo, establecer que un polígono no puede ser cortado por una recta.

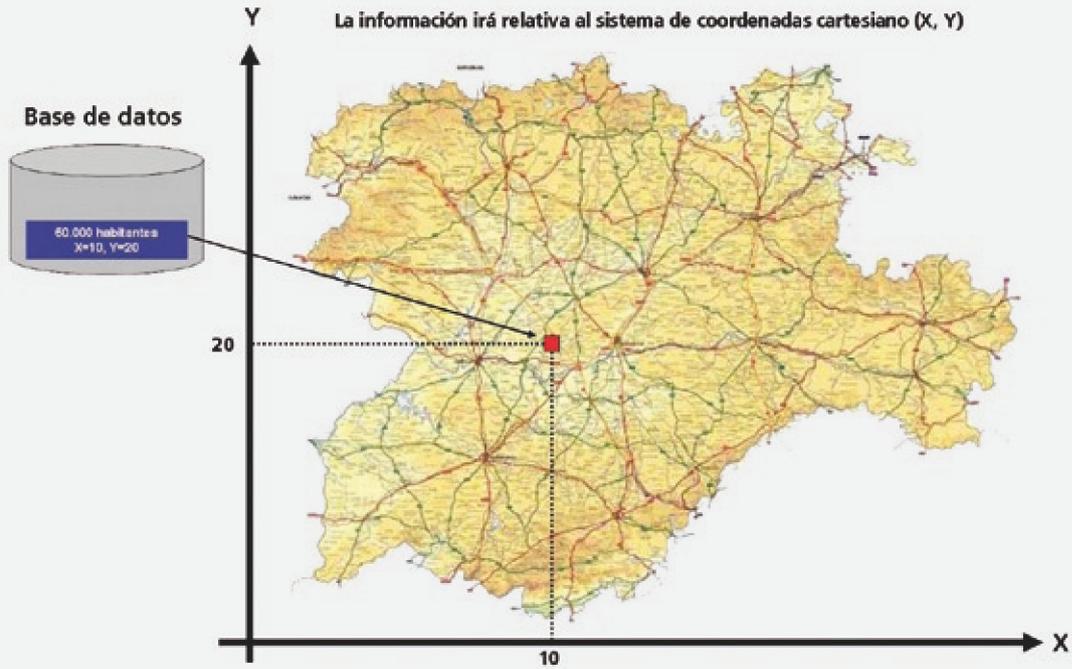
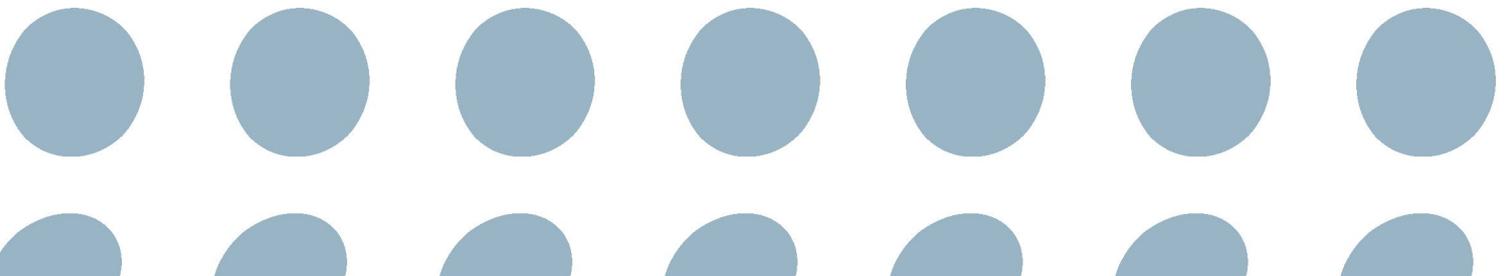


GRÁFICO 15 - MODELO VECTORIAL (NO REPRESENTADA COORDENADA Z)  
Fuente: Elaboración propia



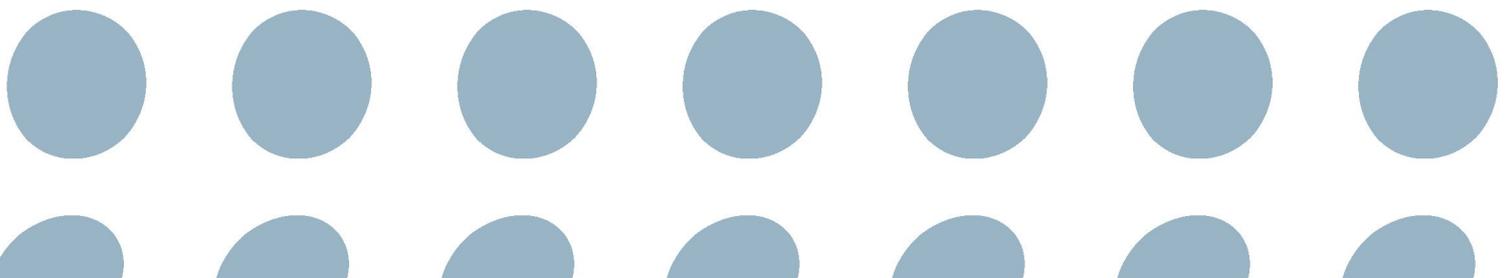




Hasta ahora, hemos hablado de cómo un GIS representa la información, pero no hemos explicado **cómo la recibe**. Está claro que un GIS necesita tener en su base de datos la información a representar. Esos datos proceden fundamentalmente de la digitalización y manipulación software (para ajustar a la escala adecuada) de datos cartográficos procedentes de mapas analógicos en papel, de fotografías aéreas, de fotografías satelitales o de medidas realizadas mediante un trabajo de campo.

Desde principios del siglo XX, la fotografía aérea ha constituido la base de la realización cartográfica y de gran parte de la información geográfica, especialmente de la información topográfica. Las técnicas digitales de fotografía han permitido la mejora de la calidad, la flexibilidad, el abaratamiento de los costes y sobre todo, la facilidad de duplicar y compartir. Una técnica muy utilizada es la **ortofotografía**. Una ortofotografía es una presentación fotográfica de una zona de la superficie terrestre, en el que todos los elementos presentan la misma escala, libre de errores y deformaciones. Una ortofotografía se consigue mediante un conjunto de imágenes aéreas (tomadas desde un avión o satélite) que han sido corregidas digitalmente para representar una proyección ortogonal sin efectos de perspectiva, y en la que por lo tanto es posible realizar mediciones exactas.

Sobre el sistema de ortofotos digitales que abarcan la cartografía de una determinada zona de territorio, se superponen diferentes planos o capas de información temática.



Una capa no es más que un **nivel temático de datos geográficos digitalizados**. Es decir, **una capa contiene información geográfica sobre una temática y un nivel de información determinado**. Así se puede adquirir una capa con la información relativa a la red vial de una determinada zona o con la información catastral.

Los GIS utilizan el análisis por **superposición de capas**. El proceso de superposición permite visualizar y analizar varias capas simultáneamente sobre un mismo mapa. Podríamos superponer a un mapa todas las capas que fueran necesarias, lo que infiere una gran versatilidad y flexibilidad a los GIS.

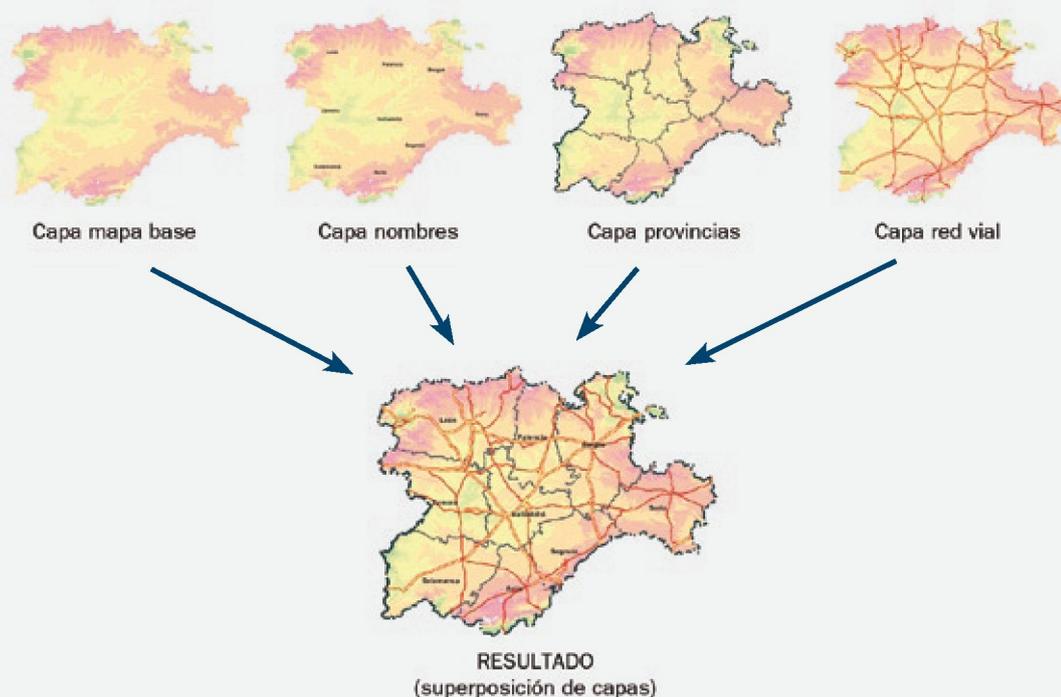


GRÁFICO 18 - SUPERPOSICIÓN DE CAPAS  
Fuente: Elaboración propia

Por ejemplo, podríamos superponer una capa con datos sobre la red vial de un determinado territorio y una capa con datos geográficos sobre la contaminación, de tal forma que podemos visualizar la relación entre la contaminación y la red vial de un área determinada.

Las capas **pueden estar representadas en un modelo raster o un modelo vectorial, e incluso capas representadas en ambos modelos podrán convivir sin ningún problema en una superposición de capas**.

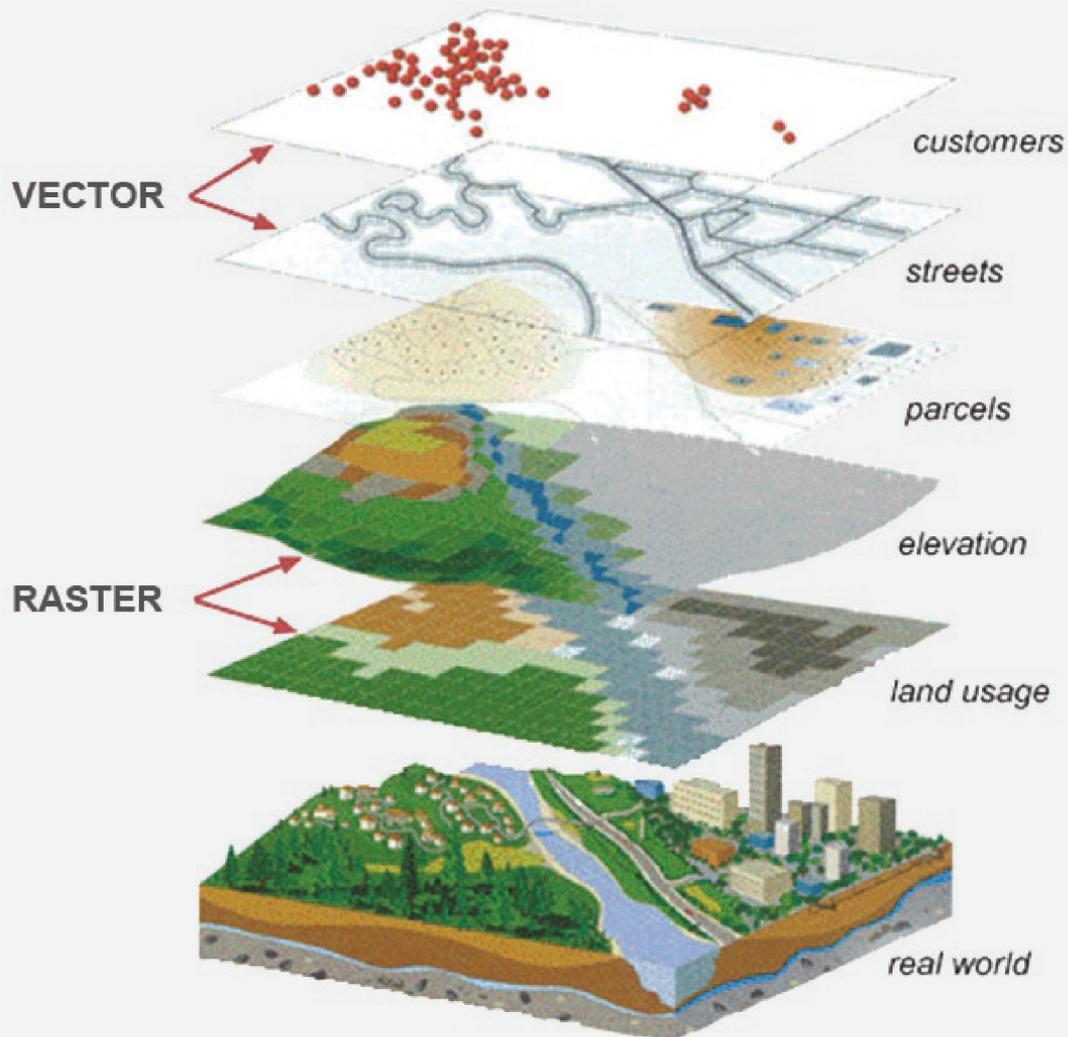
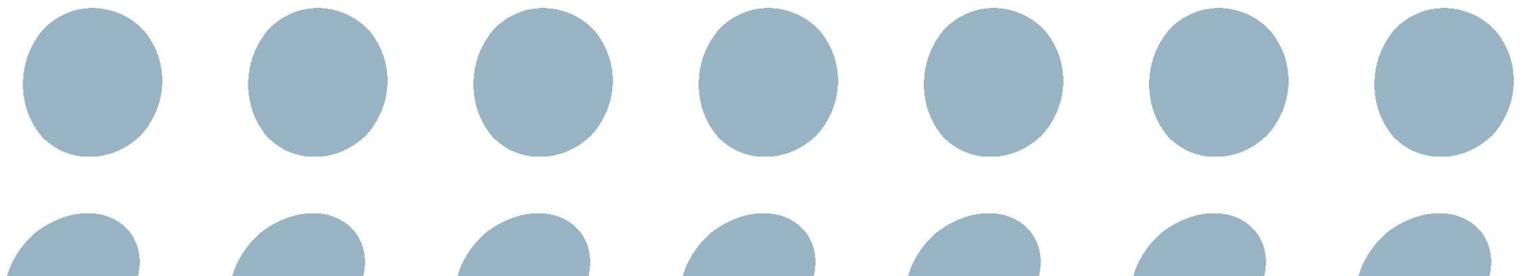


GRÁFICO 19 - SUPERPOSICIÓN DE CAPAS DE AMBOS MODELOS (RASTER Y VECTORIAL)  
Fuente: Elaboración propia

Las aplicaciones software actuales basadas en GIS, permiten al usuario realizar un **filtrado por capas**, de forma que es posible **filtrar la visualización** del mapa en función de la información que éste quiera ver.



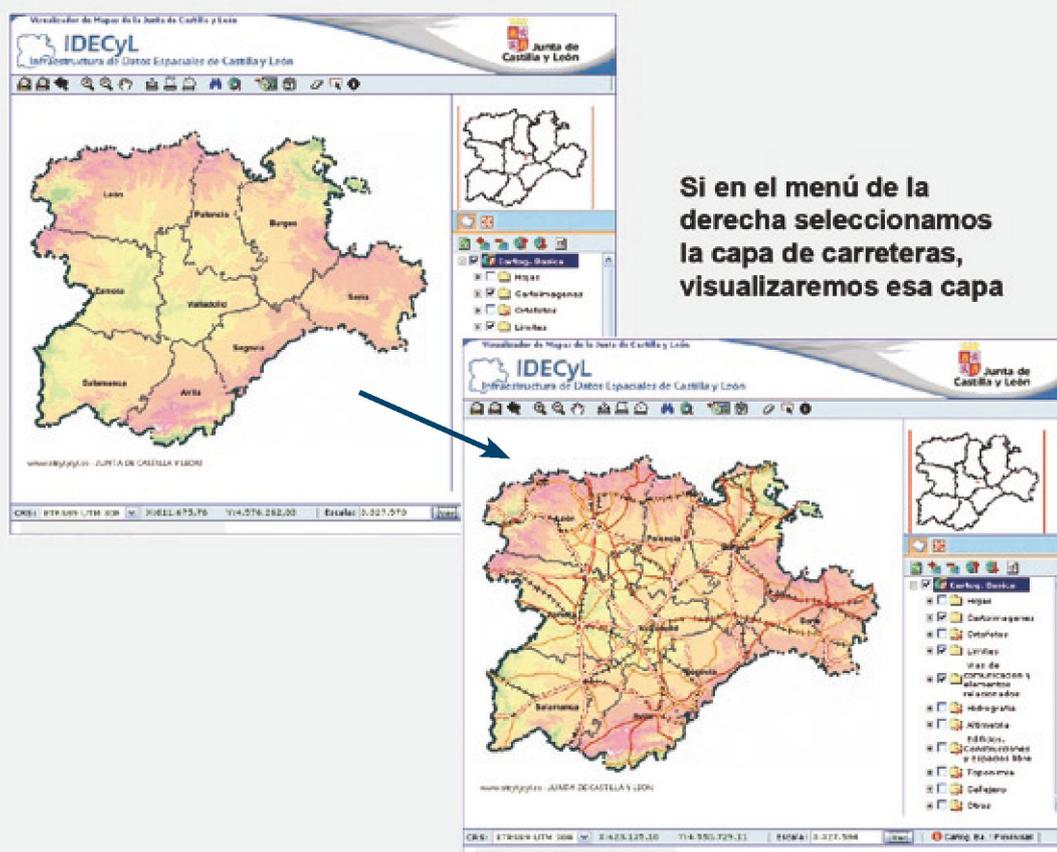


GRÁFICO 20 - FILTRADO DE CAPAS  
Fuente: IDECYL

Generalmente, la información geográfica se distribuye en capas o **paquetes de datos geográficos digitalizados**, que son comercializados por empresas o distribuidas gratuitamente por las Administraciones Públicas.

Económicamente hablando, lo más costoso de un GIS es conseguir las capas de datos geográficos actualizados que posteriormente serán explotados por el sistema. Aquí el papel de las **Administraciones Públicas** es esencial, ya que son las **principales productoras de datos geográficos**. La esencialidad de su papel se centra en poner a disposición de los desarrolladores GIS los datos geográficos de que dispongan, evitando a éstos, la inversión económica necesaria para conseguirlos, algo que ya ocurre en la actualidad.





En el año 2004, a propuesta del IGN<sup>26</sup>, se puso en marcha el Plan Nacional de Ortofotografía Aérea de España (PNOA) que preveía la consecución de una cobertura ortofotográfica completa y actualizada de todo el territorio español. Para ello, el plan preveía convenios entre los productores de esta información, principalmente las Administraciones de las Comunidades Autónomas. El objetivo era aunar y homogeneizar la información geográfica ortofotográfica de todas las Administraciones Públicas en un solo repositorio común que contemplara información geográfica sobre actividades propias del sector público, como por ejemplo:

- ✓ Cartografía básica.
- ✓ Ocupación del territorio.
- ✓ Obras públicas.
- ✓ Urbanismo y ordenación del territorio.
- ✓ Catastro y propiedad inmobiliaria.
- ✓ Información forestal.
- ✓ Medio ambiente.
- ✓ Agricultura y ganadería.
- ✓ Geología.
- ✓ Hidrografía e hidrología.
- ✓ Protección civil.
- ✓ Seguridad y Defensa.
- ✓ Patrimonio histórico y arqueológico.
- ✓ Turismo y actividades de ocio.

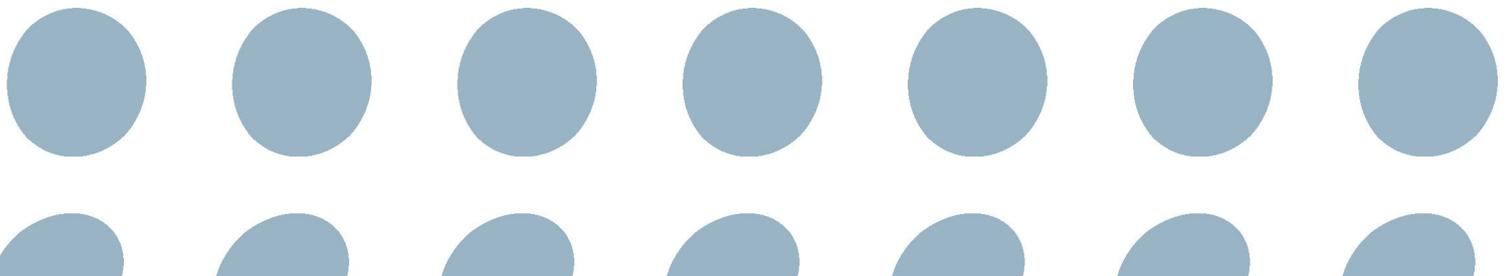
Algunas Comunidades Autónomas, como es el caso de Castilla y León<sup>27</sup> han puesto la información geográfica de su Comunidad a disposición de cualquier usuario a través de Internet.

### 4.3 ESTÁNDARIZACIÓN DE LOS GIS

Muchos son los expertos que abogan por una estandarización de los GIS, con el fin de garantizar interoperabilidad entre distintos sistemas y distinta información geográfica.

26 Instituto Geográfico Nacional (IGN). [www.ign.es](http://www.ign.es)

27 [www.sitcyl.jcyl.es](http://www.sitcyl.jcyl.es)



En este sentido, en 1994 nace el **Open Geographic Consortium**<sup>28</sup> (OGC), que actualmente aglutina a 366 miembros, entre entes públicos y privados. Su objetivo es el de definir estándares abiertos e interoperables dentro de los GIS. Estos estándares buscan la interoperabilidad de toda la información geográfica disponible. Esto permite que dos organismos distintos que se ciñan a estos estándares puedan explotar la información geográfica uno del otro.

Entre los estándares más importantes que ha definido el OGC destacamos tres:

- ✓ GML
- ✓ WMS
- ✓ WFS

#### 4.3.1 GML (Geographic Markup Language)

El GML es en realidad un **sublenguaje** del lenguaje **XML**<sup>29</sup> para modelar, almacenar e intercambiar información geográfica.

En otras palabras, el GML define los datos geográficos y su modo de almacenamiento en las bases de datos para que posteriormente cualquier aplicación software sea capaz de trabajar con esa información.

#### 4.3.2 WMS (Web Map Services)

WMS es un **servicio de producción de mapas a través de la Web**. Es un estándar internacional definido por el OGC que define un mapa como una representación de datos cartográficos para que puedan ser visualizados en Internet a través de un navegador web.

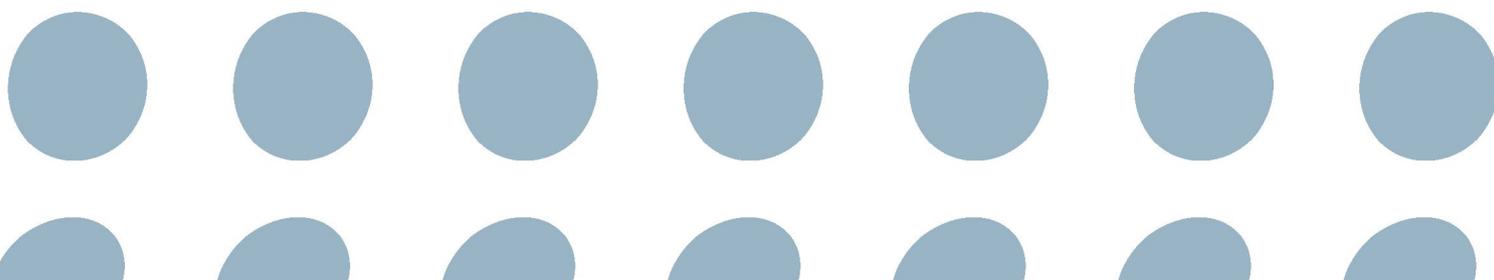
Los mapas ofrecidos por WMS en realidad **son imágenes** con formato PING, GIF o JPEG. Actualmente, también se ofrecen en formatos vectoriales como SVG.

#### 4.3.3 WFS (Web Feature Services)

WFS es un interfaz de comunicación que permite interactuar con mapas WMS. Se trata de un servicio Web utilizado para la realización de consultas y recuperaciones de datos vectoriales con su información alfanumérica correspondiente.

28 [www.opengeospatial.org](http://www.opengeospatial.org)

29 XML (Extensible Markup Language). Es un lenguaje de programación definido por el World Wide Web Consortium (W3C) buscando interoperabilidad entre distintas aplicaciones Web. En realidad es una gramática de lenguajes, es decir una serie de normas gramaticales comunes para construir software. Así sus sub-lenguajes (como GML) utilizando sus propias sentencias, siguen la gramática de XML. Algo muy útil para la interoperabilidad.





#### 4.4 LA INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES (IDE)

Una IDE **es un conjunto de tecnologías, estándares y recursos humanos necesarios para adquirir, procesar, almacenar, distribuir y mejorar la utilización de la información geográfica**<sup>30</sup>.

En otras palabras, una IDE es una especie de repositorio de datos georeferenciados, estándares de metadatos<sup>31</sup>, referencias espaciales comunes y reglas de interoperabilidad para intercambiar información.

Desde el Ministerio de Fomento se propició durante el año 2002 **el proyecto IDEE** (Infraestructura de Datos Espaciales de España), para integrar en una sola IDE a nivel nacional, todos los datos geográficos producidos en España y ponerlos a disposición de los usuarios a través de Internet.

El proyecto IDEE nace como consecuencia de la iniciativa INSPIRE<sup>32</sup>, que trata de crear una IDE Europea, impulsada por la Agencia Europea de Medio Ambiente y Eurostat<sup>33</sup>.

Actualmente el proyecto IDEE cuenta con más de 250 miembros de 100 organizaciones distintas (Administraciones Públicas, Universidades y Empresas).

El Portal Web del IDEE ([www.ideo.es](http://www.ideo.es)) ofrece una serie de servicios, entre los que se encuentran:

- ✓ Visualizador de mapas, donde cualquier usuario puede conformar un mapa superponiendo las capas que fueran necesarias. En realidad es un GIS con información muy diversa y conformable a partir de la superposición de capas de información.
- ✓ Catálogo de Datos, donde se puede encontrar información sobre los datos geográficos disponibles.
- ✓ Descarga de datos. A través de este servicio se pueden descargar capas de información.
- ✓ Análisis del Territorio, que ofrece un análisis territorial de las características del suelo.
- ✓ Análisis del Relieve.
- ✓ Creación Simbología, etc.

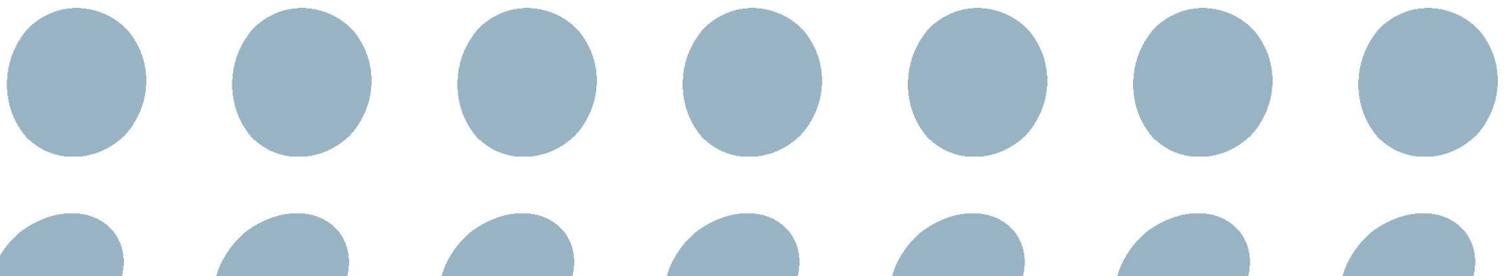
Además ofrece una serie de recursos como herramientas gratuitas o el rincón del desarrollador, con información técnica dirigida a desarrolladores.

30 Instituto Geográfico Nacional (IGN). [www.ign.es](http://www.ign.es)

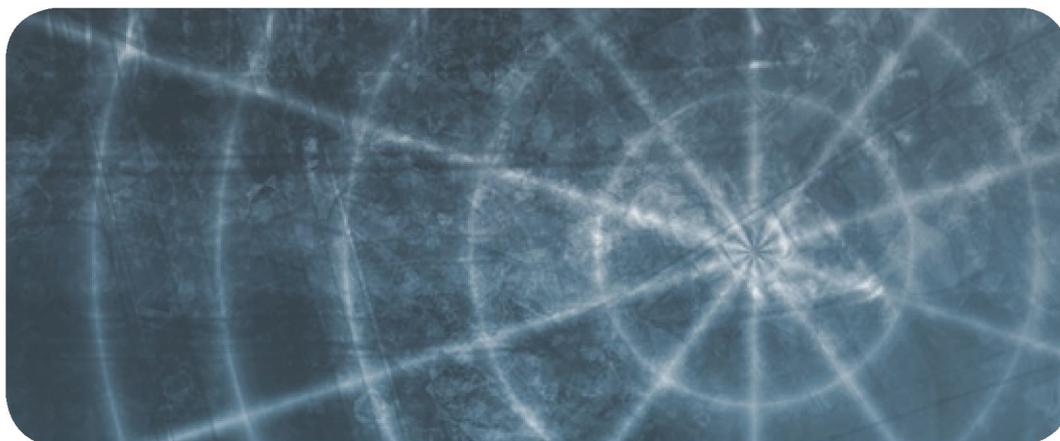
31 Los metadatos son la parte lógica de una base de datos. Es decir, cómo está estructurada una base de datos.

32 <http://inspire.jrc.ec.europa.eu/>

33 Oficina Europea de Estadística



Uno de los principales problemas para el desarrollo de los sistemas GIS es el gran coste que supone la producción de información geográfica, de ahí la necesidad disponer de un repositorio común cuya información, pueda ser “consumida” por el mayor número de usuarios posibles. De aquí se desprende que la interoperabilidad de toda la información geográfica disponible y la coordinación entre organismos participantes del proyecto IDEE es primordial, destacando el papel fundamental que deben tener en este sentido las Administraciones Públicas como principales productores de información geográfica.



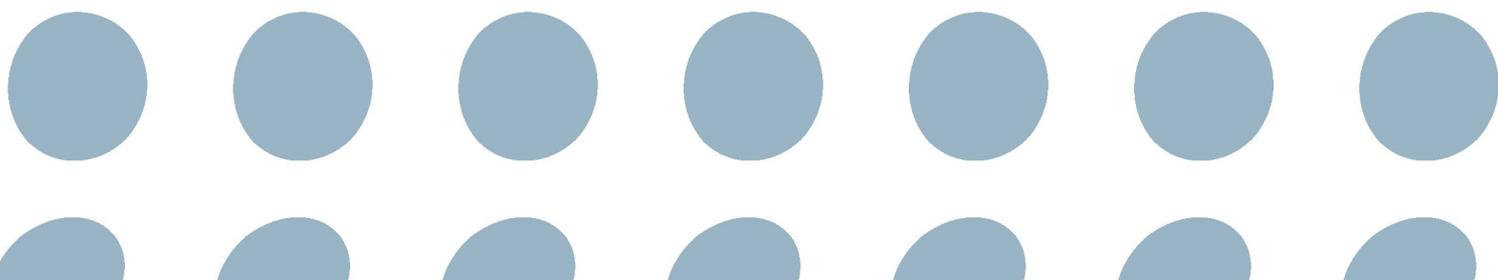
#### 4.5 APLICACIONES DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

El desarrollo de la **informática** ha hecho posible que los GIS sean a día de hoy mucho más potentes y funcionales, abriendo sus posibilidades a multitud de aplicaciones, aprovechándose de la velocidad de proceso de datos y la calidad de visualización de los sistemas informáticos modernos.

Más adelante veremos cómo la integración de los GIS con sistemas de localización ha dado lugar a potentísimas aplicaciones comerciales. Sin embargo, nos detendremos ahora a analizar algunas aplicaciones de los GIS de manera aislada, sin que para ello necesiten complementarse con los citados sistemas de localización.

Sin duda el **campo de la ciencia** ha descubierto en los GIS una herramienta ideal en la que apoyarse para sus investigaciones.

Poder visualizar de manera actualizada información sobre una determinada zona geográfica, manipular e incluso poder analizar esa información mediante comparaciones con otras situaciones en otro periodo de tiempo, medir evoluciones o superponer tantas capas de información como fueran necesarias para un determinado análisis, es una importantísima ayuda que reduce notablemente los tiempos de ejecución de las investigaciones y enriquece los resultados de las mismas. Actualmente existe en la comunidad mundial una preocupación por el conocido “cambio climático” que según numerosos científicos se está produciendo en la Tierra como consecuencia de un calentamiento global del Planeta. La





gran mayoría de los estudios en los que se fundan muchos de estos científicos para afirmar esta teoría, están basados en el análisis de la evolución de las temperaturas en distintas zonas geográficas del Planeta (especialmente en los polos) mediante herramientas GIS que analizan y representan esa información.

Las **Administraciones Públicas**, han encontrado en los GIS un gran aliado que no sólo facilita la gestión administrativa, sino que además permite poner parte de la información al servicio del ciudadano, por ejemplo, a través de Internet. Es el caso de la Oficina Virtual del Catastro<sup>34</sup>, que permite a cualquier ciudadano acceder a los datos catastrales no protegidos de una parcela. Pero además, permite al personal autorizado acceder a cualquier tipo de dato catastral sobre una parcela. Es decir, desde cualquier Ayuntamiento, Delegación Provincial u Organismo Público autorizado, pueden acceder, a través de Internet a los datos catastrales, sin necesidad de esperas ni trámites burocráticos. Algo que sin duda no sólo aporta un gran beneficio a la Administración Pública en cuanto a costes y cargas de trabajo, sino que además supone un tremendo beneficio a los ciudadanos ya que desde su propio Ayuntamiento, pueden acceder a estos datos de una manera rápida sin necesidad de desplazarse hasta las oficinas físicas de la Dirección General del Catastro.

Luis Fernando Cristóbal, Director de Negocio de Castilla y León de SATEC<sup>35</sup>, y colaborador de este estudio, nos indica que las Administraciones Públicas han sido hasta ahora las que mayor impulso están dando al desarrollo GIS. Son evidentes los beneficios que estos sistemas ofrecen a estos organismos, no obstante, desde SATEC ya comienzan a desarrollar sistemas para entidades no pertenecientes al sector público. Así empresas como compañías eléctricas, de abastecimiento de aguas o de gas natural, disponen de sofisticados Sistemas corporativos que les ayudan a gestionar sus redes de abastecimiento.

Los GIS están suponiendo una gran revolución enmarcada dentro de **la innovación empresarial**. Por un lado se han convertido en una herramienta imprescindible para realizar estudios de mercado y diseñar campañas de marketing (geomarketing) a través del uso de capas con información censal y demográfica. De esta forma una empresa podría enfocar su campaña de marketing en una determinada ciudad a través del análisis de las zonas con mayor densidad de su población objetivo (jóvenes, estudiantes, nivel de ingresos, etc.).

Por otro lado, los GIS han de ser considerados como una herramienta más de gestión de las empresas, como pueda serlo un ERP<sup>36</sup> o un CRM<sup>37</sup>. En este sentido se estima que el 80% de los datos introducidos en un sistema de gestión económico (como por ejemplo un ERP), tienen relación directa con la dimensión espacial, lo que implica la posibilidad de utilizar un GIS para introducir nuevos conceptos de análisis empresarial.

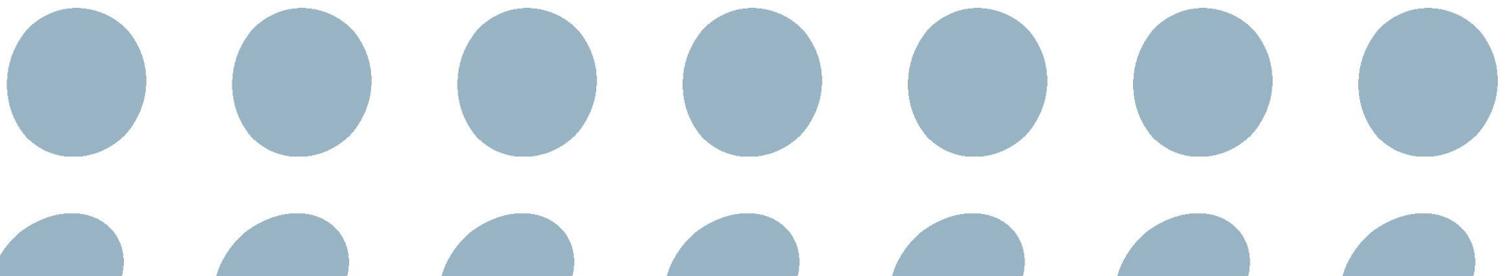
Utilizando **un GIS dentro de la estrategia empresarial**, como una herramienta de gestión y análisis, se consigue una potente aplicación que permite a los órganos directivos de las

34 (<http://ovc.catastro.meh.es>). Dirección General del Catastro, dependiente del Ministerio de Economía y Hacienda.

35 SATEC, Sistemas Avanzados de TECnología S.A. Es una empresa multinacional española fundada en 1987 dedicada a las tecnologías de la información. [www.satec.es](http://www.satec.es)

36 Un ERP es una aplicación software de gestión de recursos de una empresa.

37 Un CRM es una aplicación software de gestión de clientes.



empresas tener una visión más clara de la situación actual, y poder así tomar decisiones con mayor garantía de éxito. Pongamos un ejemplo; imaginemos una empresa regional, que tenga 10 sedes repartidas por Castilla y León. Podría integrar un ERP con un sistema GIS para obtener una nueva visualización que permitiera evaluar los costes e ingresos asociados a cada una de ellas. De esta manera podría, por ejemplo, saber qué sedes están siendo más rentables o más deficitarias.

Sería similar a una **herramienta de Business Intelligence<sup>38</sup> (BI)**. Muchas aplicaciones de BI integran un GIS dentro de sus escenarios, de manera que ofrecen al usuario la posibilidad de visualizar una serie de resultados o indicadores dispuestos en un mapa.



Este sería el aspecto de un Cuadro de Mandos en el que hay incorporado un SIG.

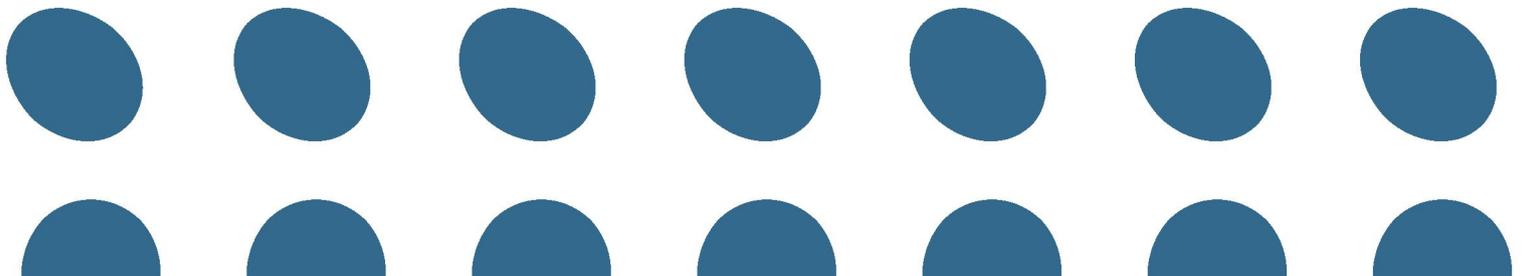


GRÁFICO 21 - EJEMPLO DE UN GIS INTEGRADO DENTRO DE UN CUADRO DE MANDOS  
Fuente: BITAM®

En resumen, la aplicación de los GIS aporta beneficios tanto al sector público como al privado, constituyendo una potente herramienta de análisis y representación de datos.

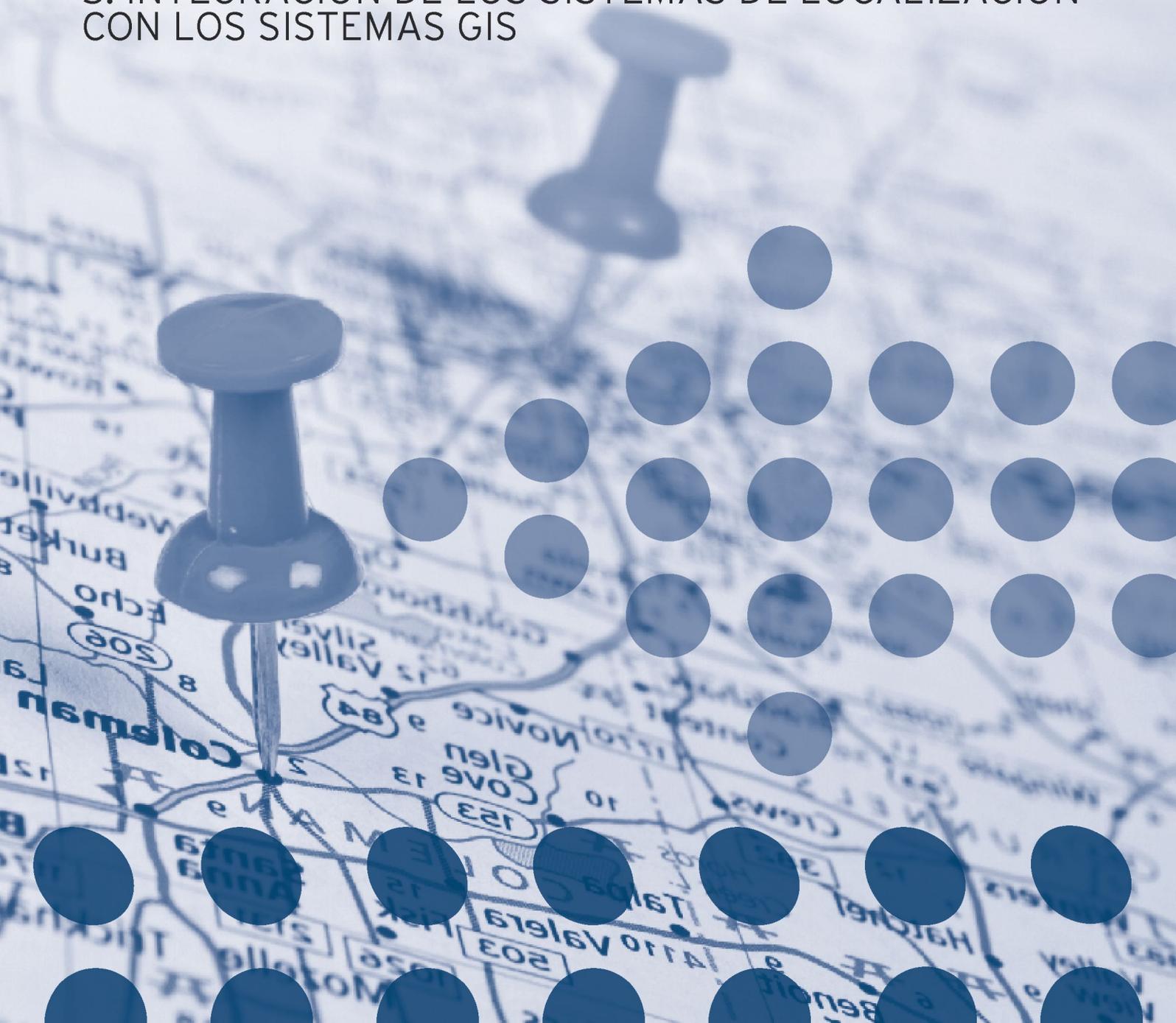
Toda aquella aplicación que requiera de un análisis de datos relacionados con información geográfica, encontraría en los GIS una herramienta ideal para la explotación de esos datos.

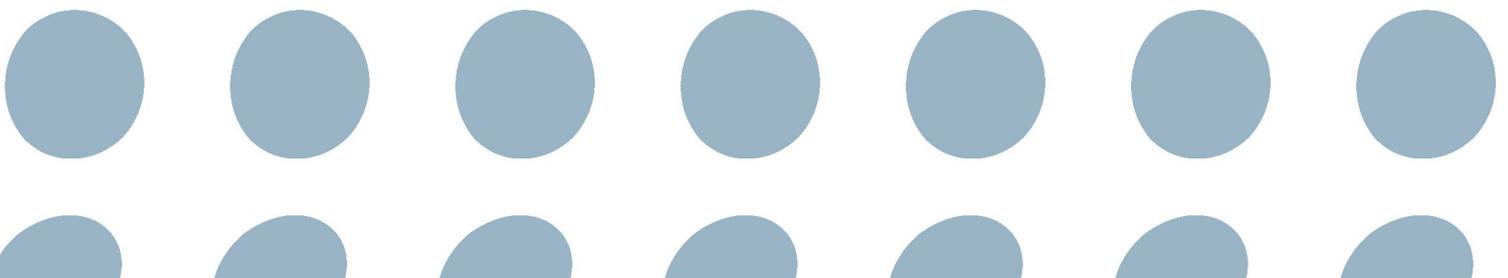
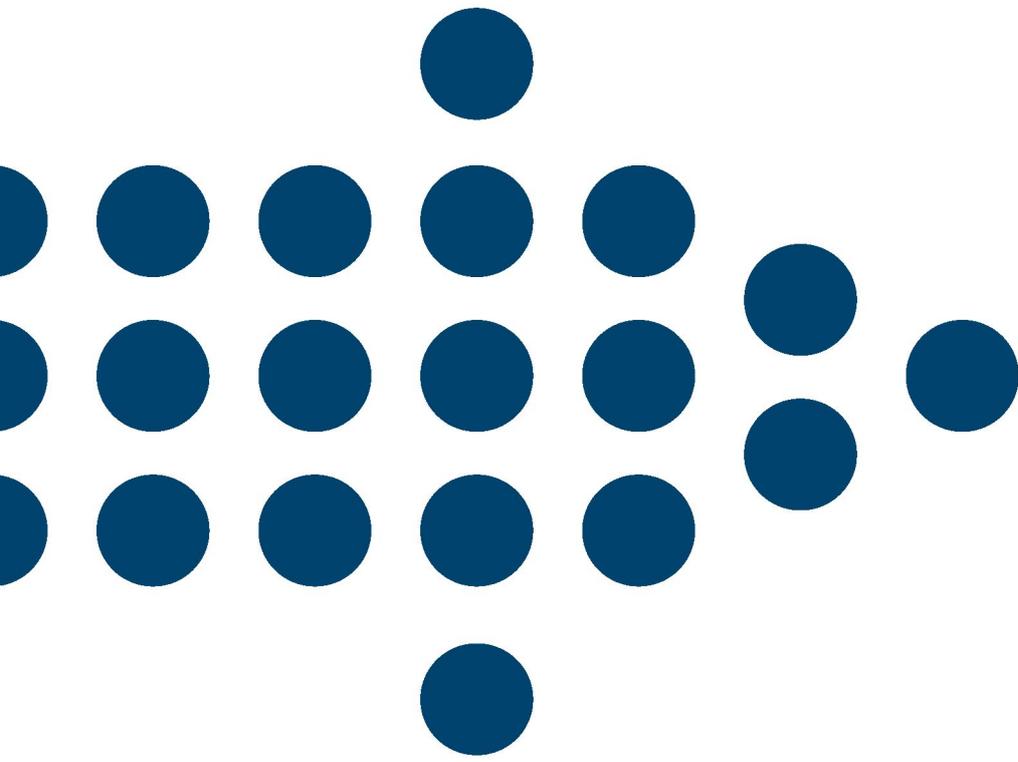
<sup>38</sup> Se trata de aplicaciones informáticas dedicadas a la toma de decisiones empresariales, en función del análisis de indicadores que muestran la situación de la empresa.



# SISTEMAS DE LOCALIZACIÓN E INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

5. INTEGRACIÓN DE LOS SISTEMAS DE LOCALIZACIÓN  
CON LOS SISTEMAS GIS







## 5. INTEGRACIÓN DE LOS SISTEMAS DE LOCALIZACIÓN CON LOS SISTEMAS GIS

Una vez conocida su definición, su funcionamiento y qué aplicaciones tienen tanto los sistemas de localización y posicionamiento, como los sistemas de información geográfica, analizaremos a continuación qué supone la **integración** de ambos sistemas.

Mediante la integración entre un sistema de localización, como por ejemplo el GPS, y un sistema de información geográfica, lo que en realidad conseguimos es un GIS capaz de ubicar en tiempo real cualquier dispositivo móvil.

Cualquier dispositivo (como por ejemplo un automóvil) en el que se encuentre instalado un sistema de localización y un canal de comunicación con un centro de control (por ejemplo, a través de GPRS) donde estuviera implantado un GIS, podría ser ubicado en tiempo real.

La siguiente figura muestra gráficamente en cuatro pasos cómo sería esta integración:

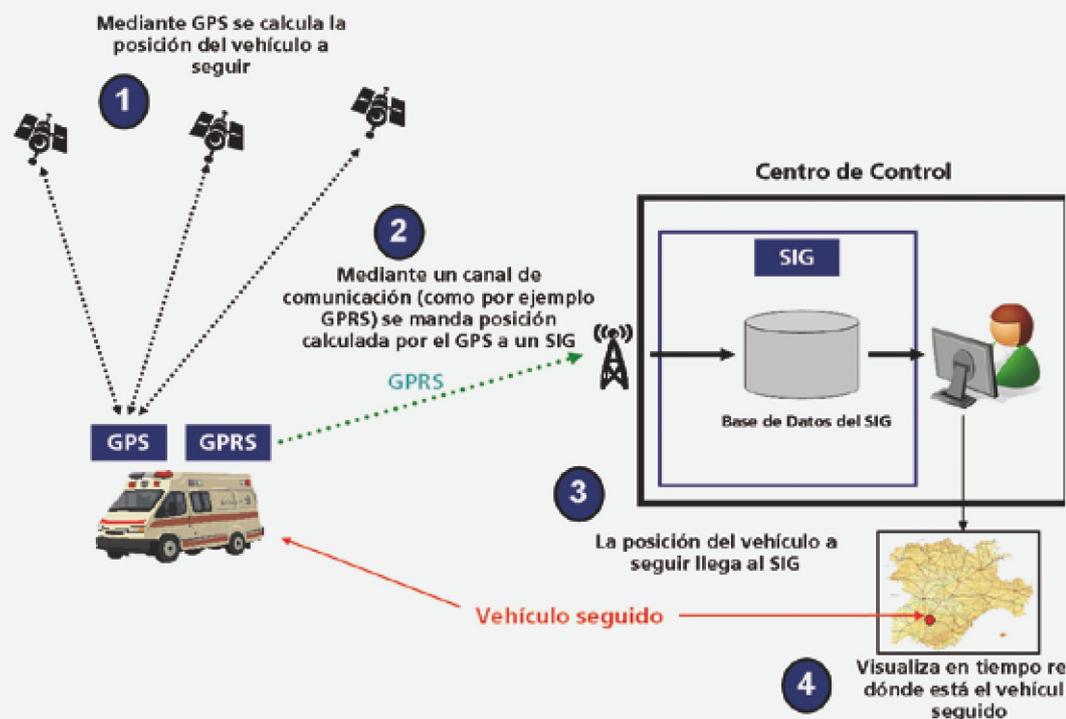
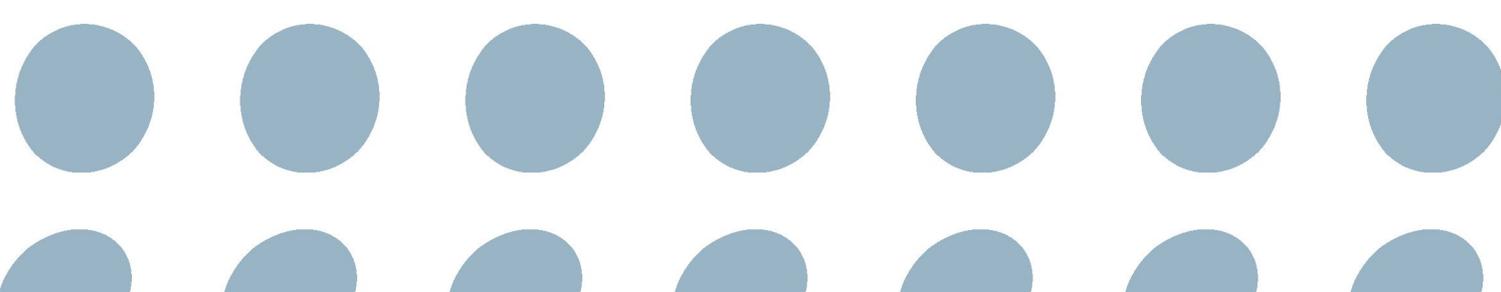


GRÁFICO 22 - INTEGRACIÓN DE UN SISTEMA DE LOCALIZACIÓN Y UN GIS  
Fuente: Elaboración propia





De la misma manera que se localiza un vehículo, se podría ubicar en un GIS cualquier dispositivo, ya sea móvil (vehículos, barcos, personas, animales, etc.) o inmóvil (un objeto, un edificio, etc.).

Poder conseguir el **seguimiento (sistemas de localización) y visualización (sistemas de información geográfica) de dispositivos móviles o fijos en tiempo real** es el verdadero potencial de la integración entre un sistema de localización y un sistema de información geográfica.

## 5.1 APLICACIONES DE LA INTEGRACIÓN ENTRE UN SISTEMA DE LOCALIZACIÓN Y UN GIS

La principal aplicación de esta integración es lo que se conoce como RTLS (*Real Time Location System*), traducido al castellano como Sistema de Localización en Tiempo Real y cuyo concepto ya se explicó anteriormente en este estudio, cuando hablamos de los sistemas de localización.

En función de la tecnología utilizada para el cálculo del posicionamiento, se puede hablar de **dos tipos de RTLS**:

- ✓ Los que usan sistemas de posicionamiento basados en tecnologías propias de pequeñas áreas geográficas, tales como RFid o Wi-Fi.
- ✓ Los que usan posicionamiento satelital o de localización por celdas, es decir, sistemas de localización adecuados para cubrir grandes extensiones geográficas.

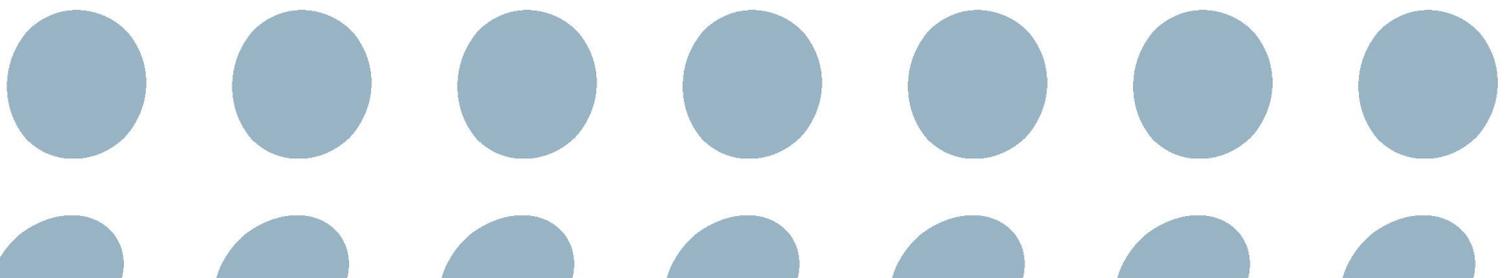
El funcionamiento de ambos tipos de RTLS es prácticamente idéntico, sin embargo de la clasificación antes realizada se deduce que la diferencia es que unos serán propios para entornos indoor (como por ejemplo un edificio, o un campus) y otros, serán capaces de seguir activos en un amplio espacio geográfico (un país, un continente, etc.).

En el caso de **grandes extensiones geográficas**, las **aplicaciones más comunes** de los RTLS se enmarcan en las siguientes áreas:

- ✓ Uso **militar**: Seguimiento de vehículos militares, guiado de misiles, etc.
- ✓ Sector del **transporte**: Desarrollo de Sistemas de Gestión de Flotas (TMS, Traffic Management System), Sistemas de Localización de Vehículos (AVL), Navegadores, etc.
- ✓ Uso **científico**: Seguimiento de movimientos migratorios, rastreo y localización de especies protegidas, etc.
- ✓ **Seguridad**: Seguimiento de personas.
- ✓ Sector **empresarial**: Seguimiento de activos móviles, control y gestión de infraestructuras, etc.

En el caso de **pequeñas extensiones geográficas**, las **aplicaciones más comunes** de los RTLS se enmarcan en las siguientes áreas:

- ✓ Sector **sanitario**: Localización de pacientes, localización de dispositivos, etc.



- ✓ Sector **logístico**: Localización de activos en un almacén, localización de flotas, etc.
- ✓ Sector **empresarial**: Localización de recursos en el interior de un edificio, etc.

A continuación analizaremos detalladamente las áreas de uso más importantes.

### 5.1.1 Uso militar

Es el **origen de los primeros sistemas de localización y posicionamiento**. Sin duda, poder conocer la posición de los activos bélicos en tiempo real, y subicar en un punto de un mapa, los objetivos estratégicos del enemigo, supone una importante ventaja en caso de un enfrentamiento militar.

Este fue el origen del sistema de posicionamiento más conocido y usado, el GPS, de hecho es propiedad del Departamento de Defensa de los Estados Unidos, que es quién controla este sistema satelital.

Como se explicó anteriormente en este estudio, este Departamento degrada, para uso civil, la señal de GPS para que la precisión sea menor, guardándose el máximo de precisión para sus actividades militares.

El uso militar de los sistemas de localización y los sistemas de información geográfica se centra en cuatro tipos de aplicaciones:

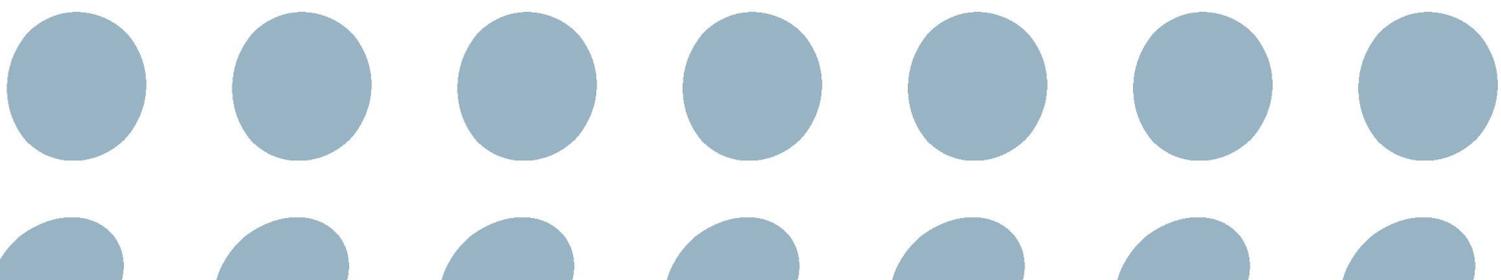
- ✓ Seguimiento y rastreo de dispositivos móviles.
- ✓ Visualización de situación estratégica actual.
- ✓ Navegación.
- ✓ Guiado de misiles y bombas inteligentes.

Mediante la integración entre un sistema de localización satelital y un GIS, el ejército puede conocer en tiempo real la posición precisa de sus dispositivos móviles o de sus tropas. Esta información es muy útil a la hora de **planificar estrategias**, realizar **apoyo de campo** o realizar tareas de **salvamento**. Para esto último, los GIS modernos permiten opciones de rastreo proporcionando un historial de las últimas posiciones para calcular la trayectoria seguida por un determinado dispositivo en un determinado periodo de tiempo.

Del mismo modo, disponer de un GIS con información geográfica sobre el enemigo o sobre la orografía de la zona en la que se realizan las acciones militares, permite a la inteligencia militar poder **evaluar y analizar** puntos fuertes y puntos débiles, sobre los que basar la estrategia.

El **apoyo de campo a través de la navegación** es fundamental en las tácticas militares actuales, ya que permite tener un sistema de navegación fiable que guíe a los vehículos dotados de este sistema hacia un punto concreto, sin necesidad de que el conductor conozca de antemano la ruta que debe seguir.

Sistemas más modernos y sofisticados, permiten utilizar los sistemas de posicionamiento para poder realizar el guiado de misiles y bombas inteligentes. Estas armas disponen de herramientas para saber tanto su posición actual como su destino.





### 5.1.2 Uso en el sector del transporte y la logística

A día de hoy, el transporte y la logística son los sectores civiles que más utilizan la integración entre un GIS y un sistema de localización.

El uso de los **Sistemas de Localización de Vehículos** (AVL, *Automatic Vehicle Location*) y de los **Sistemas de Gestión de Tráfico** (TMS, *Traffic Management System*) está muy extendido en el transporte nacional e internacional.

Imaginemos una empresa dedicada al transporte nacional por carretera con una flota de 50 vehículos. A todos los vehículos se les ha dotado de un equipo embarcado que consta de un GPS y un canal de comunicación (vía GPRS) con el centro de mando de la empresa.

Actualmente, el mercado ofrece sofisticados productos comerciales que combinan los sistemas de localización (generalmente GPS) y GIS para poder poner en marcha un Sistema de Gestión de Tráfico. Por ejemplo, el jefe de tráfico de esta empresa, podría conocer en tiempo real la posición de toda la flota de vehículos, así como otra serie de datos que se enviarían al sistema a través del canal de comunicaciones, como la velocidad media del vehículo, el gasto de combustible medio o el tiempo que permanece el motor en marcha.

Todos esos datos, permitirán poder **planificar las rutas logísticas** de la manera más óptima posible, reduciendo gastos, aumentando la calidad del servicio y optimizando todos los recursos de los que dispone.

Además permite llevar un control y seguimiento total sobre toda la flota y en tiempo real.

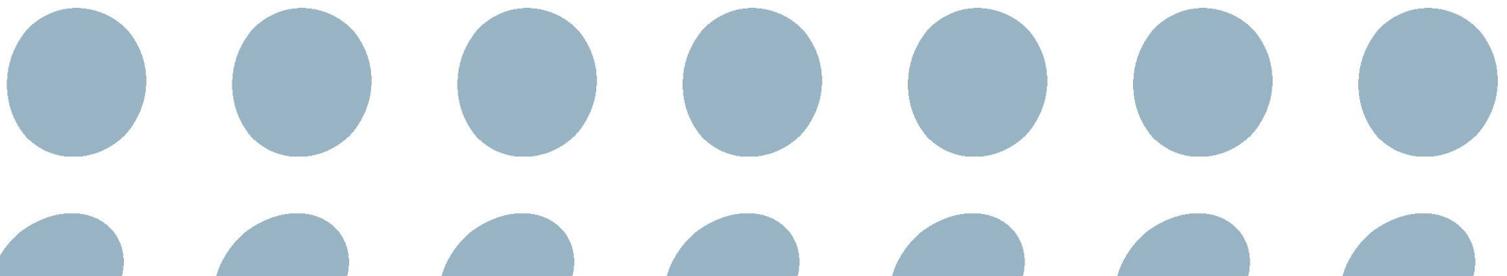
Supongamos ahora, que la empresa no dispone de estas herramientas. ¿cómo sería capaz de gobernar semejante flota?. Se produciría una mala gestión de los recursos que supondría una multiplicación de los coste (por no tener bien calculadas las rutas), una pérdida de oportunidades (al no saber exactamente dónde se encuentran todos los vehículos de su flota) y una baja calidad de servicio al cliente (por ejemplo en el caso de que éste quisiera saber exactamente donde se encuentra una entrega que tiene retraso). Todo esto podría desembocar en una pérdida notable de **competitividad**.

Si analizamos ahora el uso de estos sistemas en el **ámbito de la logística**, entramos en el mundo de lo que se conoce como **SGA** (Sistemas de Gestión de Almacén) imprescindibles hoy en día en las empresas dedicadas a la distribución.

Básicamente, un **almacén** se compone de 5 procesos:

1. Recepción de artículos.
2. Ubicación de los mismos dentro de un almacén.
3. Reposición.
4. Preparación de pedidos (Picking).
5. Expedición.

Cualquier almacén con un cierto volumen, dispone de algún tipo SGA integrado con un ERP para la gestión de estos 5 procesos.





Tradicionalmente, estos sistemas se han basado en la identificación de artículos y ubicaciones mediante el código de barras. Así, cuando un artículo llega al almacén, éste es identificado mediante la lectura de su etiqueta de código de barras. De esta manera el artículo es dado de alta en el sistema. Con esto, se completa el primero de los procesos: Recepción.

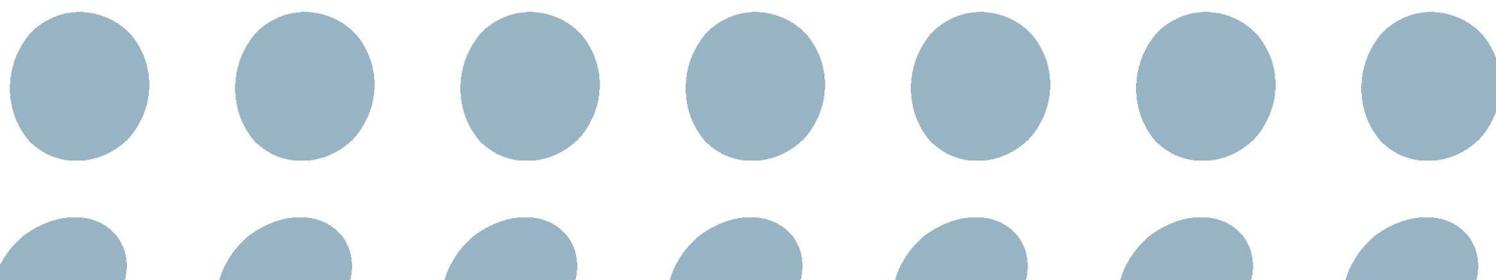
Evidentemente, de la lectura del código de barras no se extrae únicamente información sobre la identificación del artículo, sino que los sistemas de códigos de barras actuales utilizan normas de codificación<sup>39</sup>. Las más extendidas a nivel de código de barras son las normas EAN (*European Article Number*) que ofrecen información codificada sobre el tipo de artículo y su procedencia.

Un SGA es una especie de GIS inteligente capaz de tomar una serie de decisiones de manera automática. Una vez completado el proceso de recepción del artículo, éste ya se encuentra registrado en la Base de Datos del SGA. El SGA tiene un GIS con el plano del almacén en el que tiene información sobre la ocupación actual de las ubicaciones del mismo. Además sabe qué producto hay en cada ubicación concreta. Cuando recibe un nuevo artículo, ha de decidir dónde ubicarlo. Para ello sigue unas determinadas reglas que han sido programadas anteriormente.

Cuando es necesario elaborar un pedido, el SGA decide qué artículos deben ir en ese pedido, en función de unas determinadas y prefijadas condiciones (fechas de caducidad, tiempo en stock, etc.), y cual es su ubicación exacta. Esto evita pérdidas de stock y agiliza los procesos de expedición de manera notable, pues el operario no sólo sabe que artículo debe coger sino que además se le informa de dónde está.

En resumen, un SGA no sólo **incrementa la eficacia de nuestro almacén**, sino que **minimiza los errores humanos** e **informatiza** el stock del almacén mejorando así la **gestión**.

<sup>39</sup> [www.gs1.org/productssolutions/barcodes/technical/bar\\_code\\_types.html](http://www.gs1.org/productssolutions/barcodes/technical/bar_code_types.html)





Actualmente, la tecnología RFid está abriéndose camino en el sector logístico como un sustituto del código de barras. Entre sus ventajas sobre el código de barras, destacan tres:

- ✓ No necesidad de visión directa. Es una técnica que lee por radiofrecuencia, no es necesario que el tag y el lector se vean.
- ✓ Lectura simultánea. Un lector de RFid puede leer simultáneamente hasta 100 etiquetas por segundo. Algo que no ocurre con el código de barras.
- ✓ Posibilidad de desarrollar un RTLS, es decir, de localizar productos en tiempo real dentro de un almacén.

Un SGA basado en RFid funcionaría igual que uno de código de barras pero de manera automática: no se necesitaría registrar manualmente el movimiento de los artículos en el almacén. Ni a la entrada, ni a la salida, ni en una posible reubicación.

Dotando al almacén de los lectores RFid necesarios estaríamos ante un RTLS que conocería exactamente y en tiempo real donde está cada artículo etiquetado en el almacén.

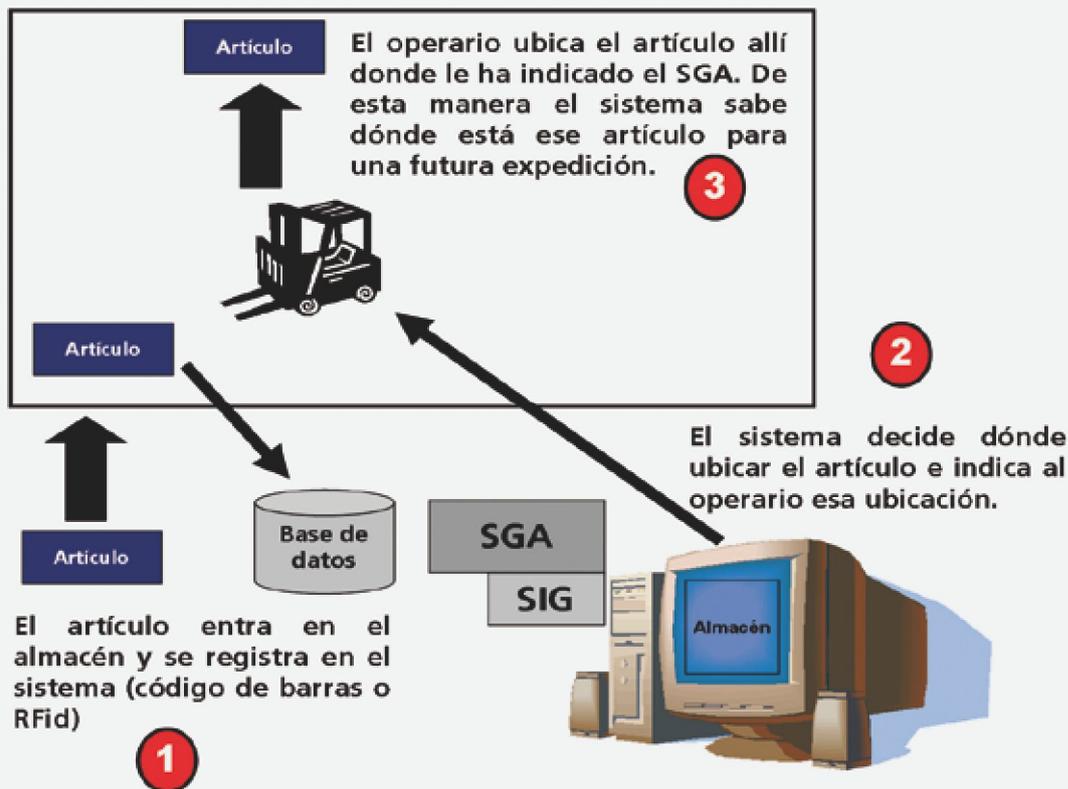
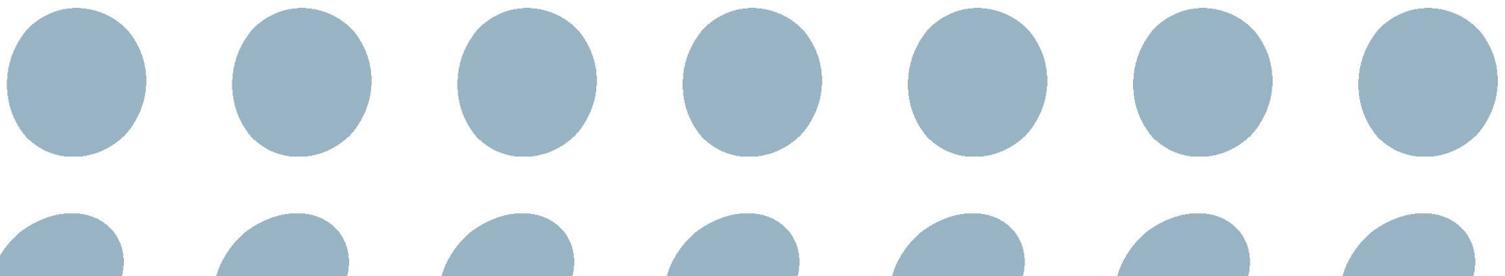


GRÁFICO 23 - SISTEMA DE GESTIÓN DE ALMACÉN  
Fuente: Elaboración propia



### 5.1.3 Uso científico

La ciencia se apoya en la **tecnología** para conseguir **avances más rápidos y fiables** en sus investigaciones. Sin duda los GIS suponen una herramienta de análisis de gran valor para la ciencia permitiendo realizar análisis de datos geográficos de una manera rápida y eficaz.

Si además añadimos a los GIS una función de movilidad mediante la integración con los sistemas de localización, se consiguen una potente herramienta capaz de seguir, por ejemplo, movimientos migratorios de especies animales.

Muchos de los **programas de protección de especies animales amenazadas** actuales se basan en los GIS y en los sistemas de localización para tener un control sobre los ejemplares de estas especies susceptibles de ser analizados. Ver sus códigos de conducta y conocer las zonas geográficas en las que desarrollan su actividad diaria ayuda de manera muy significativa a la toma de decisiones que impidan la desaparición de muchas de estas especies.

### 5.1.4 Uso en el sector sanitario

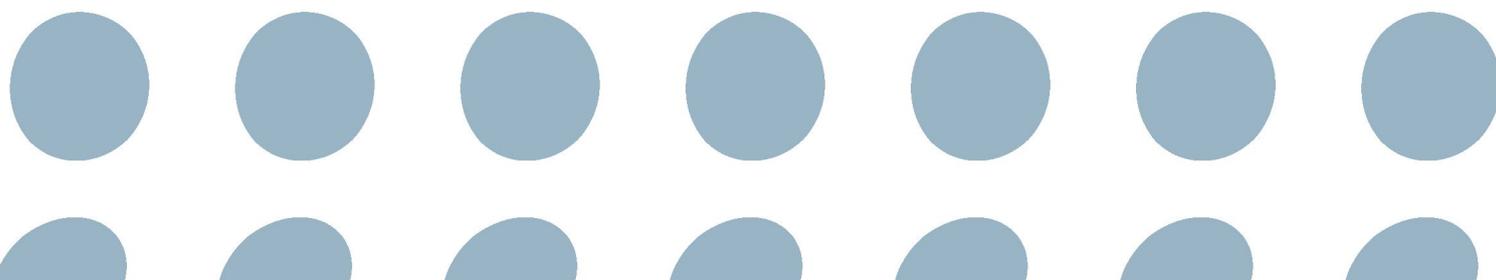
El sector sanitario es otro de los sectores donde más se han extendido los sistemas RTLS con el fin de mejorar la eficacia y calidad de servicio.

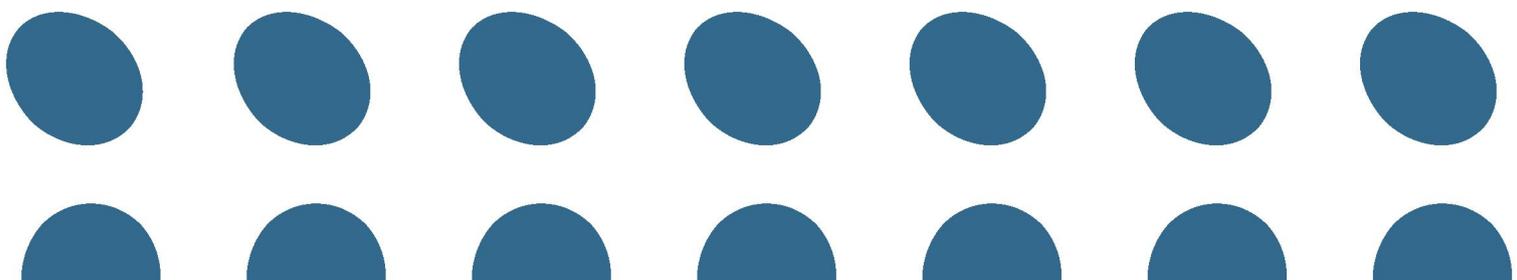
Colocar tags en los dispositivos médicos móviles permite su localización inmediata, lo que favorece la gestión de las emergencias hospitalarias. Por otro lado, **los sistemas RTLS no sólo localizan activos, sino también personas**. Tener localizados a los profesionales médicos en el interior del hospital en todo momento o pacientes con enfermedades psíquicas son algunas de las posibilidades que ofrecen estos sistemas.

El gran valor añadido que aportan los sistemas RTLS en el sector sanitario es el ahorro en los tiempos de búsqueda, tanto de pacientes como de activos de utilización crítica, lo que deriva en una mejora importantísima de la calidad del servicio.

Otro ámbito del sector sanitario en el que se hace uso de los sistemas GIS y de localización es para la coordinación de los servicios de emergencia como, por ejemplo, la **coordinación de las ambulancias**.

Mediante un sencillo **sistema de localización de flotas** (AVL) se puede tener el seguimiento y posicionamiento en tiempo real de las ambulancias que se desplazan a atender una emergencia. Esto por un lado facilita la coordinación, ya que se podría enviar a la ambulancia más cercana o incluso planificarle la ruta más óptima, y por otro agiliza la atención de la urgencia una vez la ambulancia llegue a las dependencias hospitalarias donde se tendría una estimación exacta del momento de llegada de esa ambulancia y del cuadro clínico.

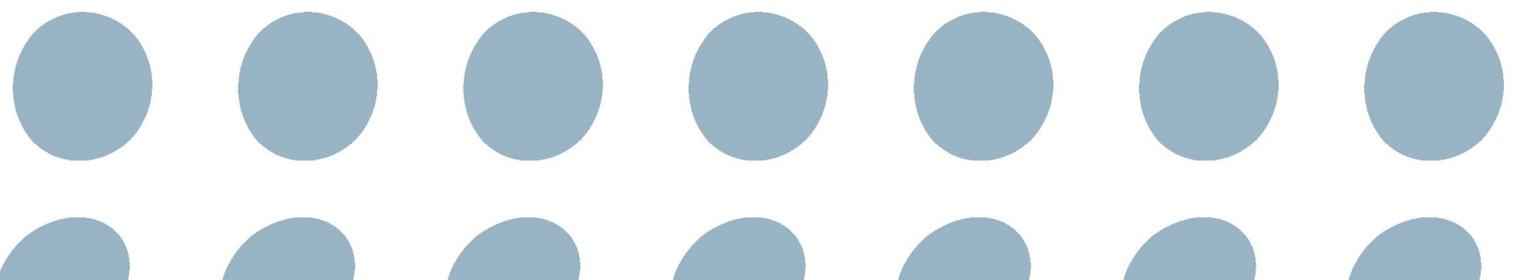
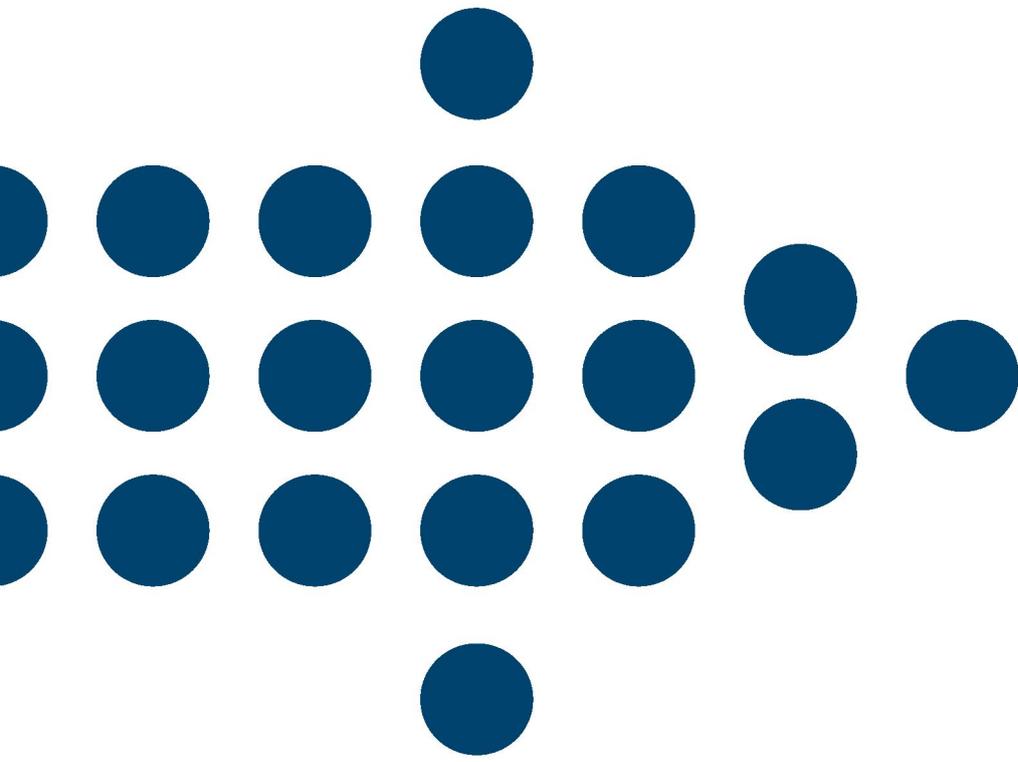




# SISTEMAS DE LOCALIZACIÓN E INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

## 6. LA INFORMACIÓN TERRITORIAL EN CASTILLA Y LEÓN







## 6. LA INFORMACIÓN TERRITORIAL EN CASTILLA Y LEÓN

Con 94.224 Km<sup>2</sup> de extensión y 2.248 municipios (el 27,7% del total de municipios del territorio español), de los cuales sólo 14 de ellos superan los 20.000 habitantes, Castilla y León se constituye como una Comunidad Autónoma extensa con una **importante dispersión de población**.

Esta singularidad hace que la consecución de **la información geográfica de nuestra región sea una compleja y costosa tarea**, ya que la información geográfica no sólo se limita a la topografía y a la cartografía, sino que también incluye la demografía, que resulta de gran interés para las Administraciones Públicas.

### 6.1 ANTECEDENTES

En Castilla y León, la **Ley 10/1998 de 5 de diciembre**, de Ordenación del Territorio de la Comunidad de Castilla y León, establece la creación del **CIT (Centro de Información Territorial de Castilla y León)**, dependiente de la Consejería de Fomento de la Junta de Castilla y León, como órgano encargado de la producción, recopilación, actualización y divulgación de toda la información y documentación escrita, fotográfica y cartográfica sobre el territorio y planeamiento de la Comunidad Autónoma de Castilla y León.

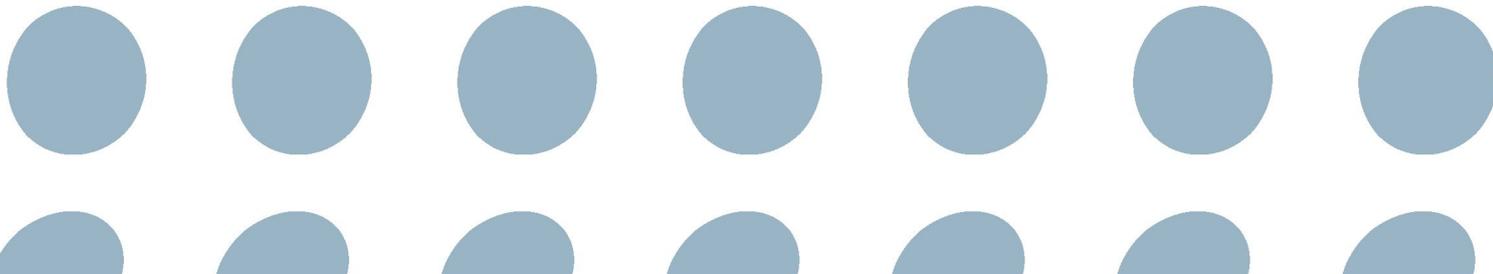
Posteriormente, el **Decreto 55/2003, de 8 de mayo**, por el que se aprueba el Plan Cartográfico de Castilla y León 2003-2008, contempla la creación del **SITCyL (Sistema de Información Territorial de Castilla y León)**.

Así, el SITCyL se creó como un sistema de información territorial de Castilla y León que sistematizara e integrara las tareas de producción cartográfica y geográfica entre los diferentes departamentos de la Administración, y permitiera hacer pública esta información territorial a la sociedad a través de Internet.

SITCyL comenzó a funcionar en noviembre de 2004, permitiendo la explotación de la información geográfica en diferentes ámbitos de actuación (medio ambiente, urbanismo, vivienda, patrimonio, infraestructuras, asistencia sanitaria, redes y servicios, etc.), pudiendo ser empleado tanto por ciudadanos como por la propia Junta de Castilla y León, para llevar a cabo la evaluación, el impacto y el seguimiento de las políticas puestas en marcha en las distintas áreas.

En 2005, SITCyL recibió el premio ESRI<sup>40</sup> 2005 a la Eficiencia en Información Geográfica.

40 **ESRI** (*Environmental Systems Research Institute*) es una de las compañías líderes a nivel mundial en el sector de desarrollo y comercialización de software para Sistemas de Información Geográfica





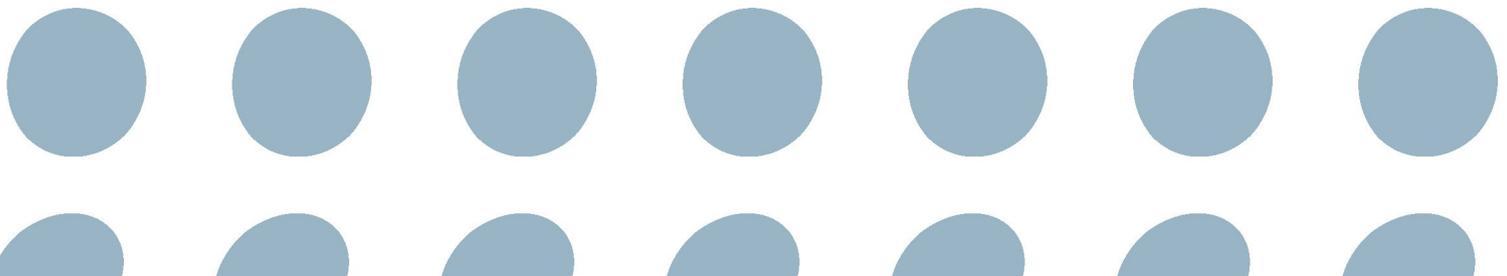
## 6.2 DE SITCYL A IDECYL

En diciembre de 2008 la Junta de Castilla y León aprobó el **Decreto 82/2008, de 4 de diciembre, de Ordenación de la Cartografía en Castilla y León**, con el objetivo de adaptar la normativa autonómica a la terminología y a los principios establecidos por la Directiva 2007/2/CE del parlamento Europeo y del Consejo, de 14 de marzo de 2007, por la que se establece una infraestructura de información espacial en la Comunidad Europea (INSPIRE). Esta normativa europea obliga a todas las administraciones públicas a catalogar su información geográfica y a facilitar su localización y visualización por parte de los diferentes agentes de su territorio.

De este modo, el SITCYL (Sistema de Información Territorial de Castilla y León) pasó a denominarse **IDECYL** (Infraestructura de Datos Espaciales de Castilla y León) para adecuarse a la terminología de la Directiva INSPIRE.

Las **Infraestructuras de Datos Espaciales** (IDE) permiten que desde cualquier ordenador conectado a Internet se tenga la posibilidad de localizar, visualizar y descargar información geográfica ubicada físicamente en máquinas distantes pertenecientes a diferentes administraciones u organismos.

IDECYL debe **conectarse con las restantes IDE de ámbito local, nacional o europeo** que contengan información geográfica sobre el territorio de Castilla y León, de conformidad con las directrices estatales y europeas y, especialmente, con la IDEE (Infraestructura de Datos Espaciales de España). Para poder superponer visualmente, y de forma correcta, esta información geográfica elaborada por diferentes organismos, se deben cumplir unos estándares y protocolos internacionales. De esta forma, se consigue la interoperabilidad, que es la capacidad de los sistemas de información de intercambiar datos y posibilitar la puesta en común de información y conocimientos.



La información geográfica se refiere, no sólo a la cartografía básica, sino también a cualquier cartografía temática y a cualquier dato o información que tenga conocida una ubicación geográfica en el territorio, como por ejemplo, recursos naturales, parcelas agrarias, información estadística, recursos turísticos, información urbanística, dotaciones sanitarias, culturales, deportivas, industriales, comerciales, edificios administrativos, etc. La localización geográfica o georreferenciación, puede realizarse de diferentes maneras: coordenadas geográficas, dirección postal, distrito censal, municipal, etc.

Así, **IDECyL** se define como el conjunto de datos georreferenciados y sus metadatos del territorio de Castilla y León, que se encuentran distribuidos en diferentes sistemas de información geográfica, accesibles vía Internet, así como los servicios de localización, identificación, selección y acceso a dichos datos; todo ello cumpliendo con las especificaciones normalizadas y protocolos que garanticen su interoperabilidad y la posibilidad de su uso compartido.

Según el artículo 21 del citado Decreto 82/2008, el IDECYL debe contener al menos los siguientes servicios:

- ✓ **Servicios de localización** que posibiliten la búsqueda de conjuntos de datos espaciales y servicios relacionados con ellos partiendo del contenido de los metadatos<sup>41</sup> correspondientes, y que muestren el contenido de dichos metadatos.
- ✓ **Servicios de visualización** que permitan, como mínimo, mostrar, navegar, acercarse o alejarse mediante zoom, moverse o la superposición visual de los conjuntos de datos espaciales, así como mostrar los signos convencionales o cualquier contenido pertinente de metadatos.
- ✓ **Servicios de descarga** que permitan descargar copias de conjuntos de datos espaciales, o partes de ellos y, cuando sea posible, acceder directamente a ellos.
- ✓ **Servicios de transformación**, que permitan transformar los datos espaciales con vistas a lograr su interoperabilidad.
- ✓ **Servicios que permitan el acceso a servicios de datos espaciales.**

Actualmente, ya está disponible el visor cartográfico de la Infraestructura de Datos Espaciales de Castilla y León (IDECYL) en [www.sitcyl.jcyl.es](http://www.sitcyl.jcyl.es). IDECYL se compone de una página de contenidos y del servidor de mapas.

La página de contenidos permite el acceso a información general relacionada con el urbanismo, ordenación del territorio, así como a los Fondos Cartográficos del Centro de Información Territorial (CIT). También posibilita la descarga de ortofotos, cartografía e información territorial.

En cuanto al servidor de mapas, permite la navegación, consulta y superposición de mapas y datos georeferenciados de diferentes procedencias y administraciones, como por ejemplo superponer el catastro con la cartografía topográfica y la ortofotografía de la Junta.

<sup>41</sup> La información metadatada permite conocer la procedencia de la fuente de información. Se podría decir que un metadato (el "dato de un dato"), es la "documentación" de un dato, como la ficha de un libro en una biblioteca a través de la cual alguien puede consultar las características, ubicación y disponibilidad de un libro sin necesidad de tener el libro en cuestión.

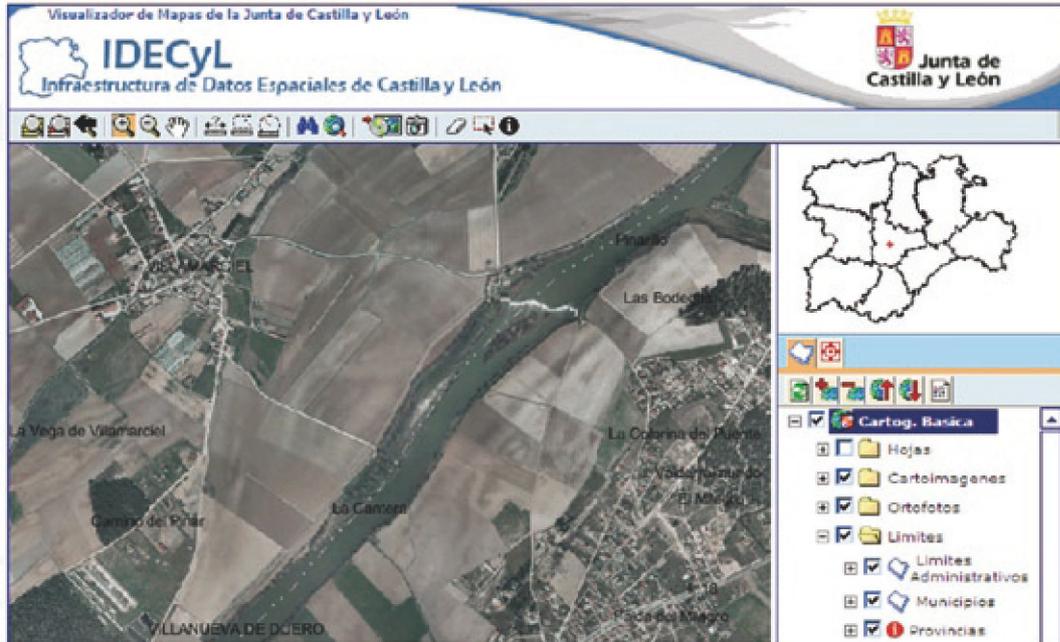
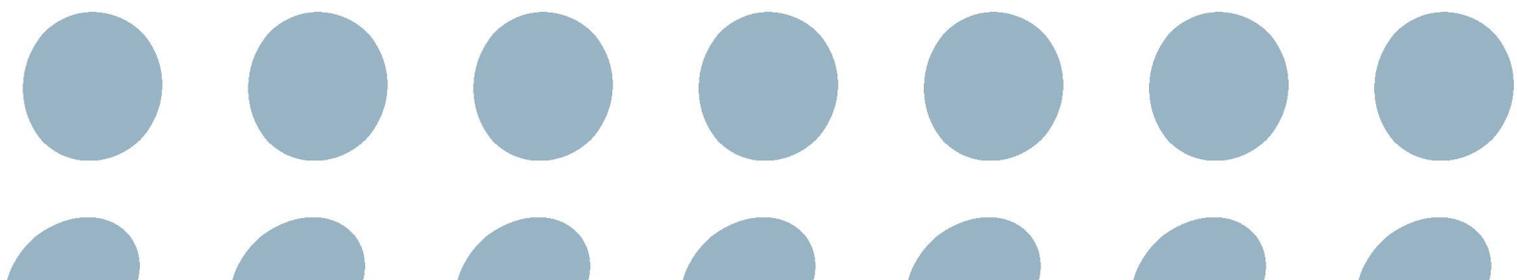


GRÁFICO 24 - SERVIDOR DE MAPAS DE IDECYL (ORTOFOTOS)  
Fuente: IDECYL

El servidor de mapas de IDECYL cumple la especificación WMS (Web Map Service), estándar de publicación de mapas promovido por el Open Geospatial Consortium (OGC). Por lo tanto, es capaz de proporcionar la información cartográfica a todo usuario provisto de un programa cliente que sea capaz de realizar peticiones según el estándar WMS.

### 6.3 ÓRGANOS CARTOGRÁFICOS DE ÁMBITO AUTONÓMICO

Por otra parte, el Decreto 82/2008 reduce a tres el número de Órganos Cartográficos de ámbito autonómico y simplifica su funcionamiento en aras de una mayor eficacia. De este modo, al Centro de Información Territorial (CIT) le corresponde la planificación y coordinación de la actividad cartográfica de la Administración de la Comunidad Autónoma, así como la elaboración y difusión de la cartografía de la Comunidad, mientras que el Consejo de Cartografía y la Comisión Técnica de Cartografía quedan configurados como órganos consultivos y de asesoramiento de las diversas Administraciones Públicas de la Región y de la Administración Autonómica respectivamente.



De manera coordinada con el CIT, el Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León (ITACyL)<sup>42</sup> gestiona los vuelos fotogramétricos y la producción de ortofotografía aérea que sirve de base para generar la cartografía de Castilla y León. ITACyL es el órgano activo de la Administración Regional que participa en el Plan Nacional de Ortofotografía Aérea en España (PNOA), en colaboración con el Instituto Geográfico Nacional. ITACyL actualiza los datos ortofotográficos de Castilla y León cada dos años, dividiendo la región en 4 cuadrantes y alternando cada año vuelos en dos de ellos.

La valiosa documentación fotográfica obtenida en los vuelos del proyecto PNOA se utiliza para restitución de cartografía y pasa a constituir material de archivo una vez que han sido elaboradas las ortofotografías. Sin embargo, actualmente existe la posibilidad de visualizar la fotografía aérea de la Comunidad Autónoma de Castilla y León en su totalidad de manera estereoscópica (visión en relieve) a través de Internet<sup>43</sup>.

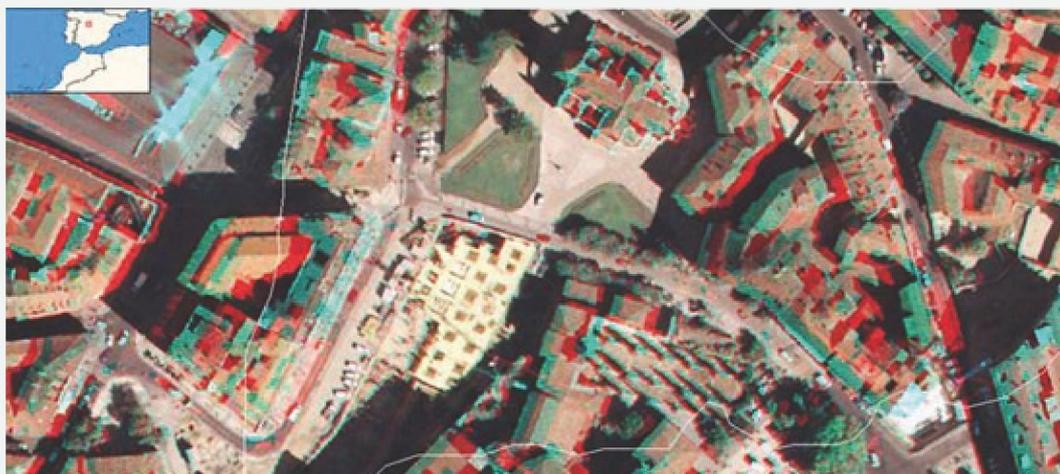
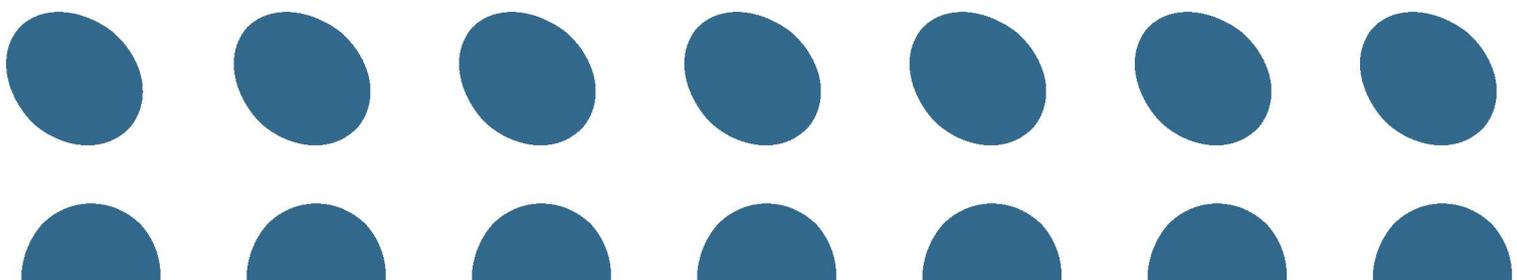


GRÁFICO 25 - IMAGEN EN 3D DE UNA ORTOFOTO DE UNA LOCALIDAD CASTELLANA Y LEONESA  
Fuente: ITACYL

En definitiva, el reciente Decreto de Ordenación de Cartografía en Castilla y León, dará un impulso para integrar toda la información de las Administraciones de la Comunidad a través de la IDECYL, convirtiéndose un servicio fundamental de acceso a la información de la Comunidad, simplificando su funcionamiento en aras de una mayor eficacia.

42 Organismo autónomo dependiente de la Consejería de Agricultura y Ganadería de la Junta de Castilla y León. [www.itacyl.es](http://www.itacyl.es)

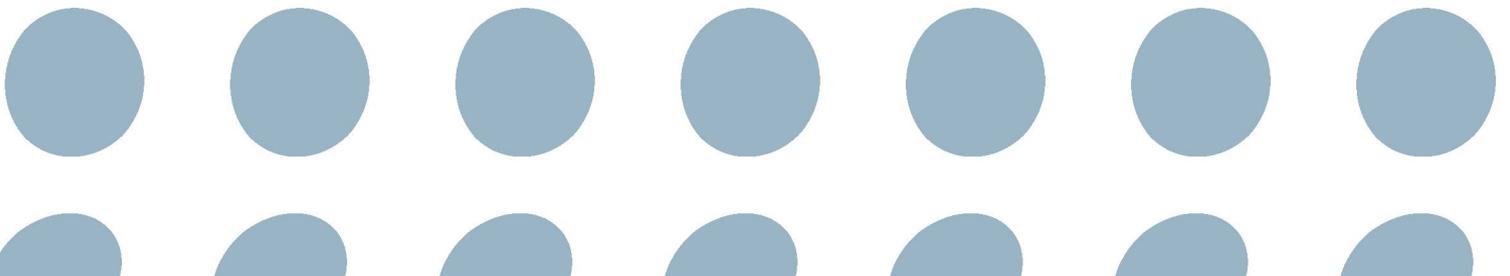
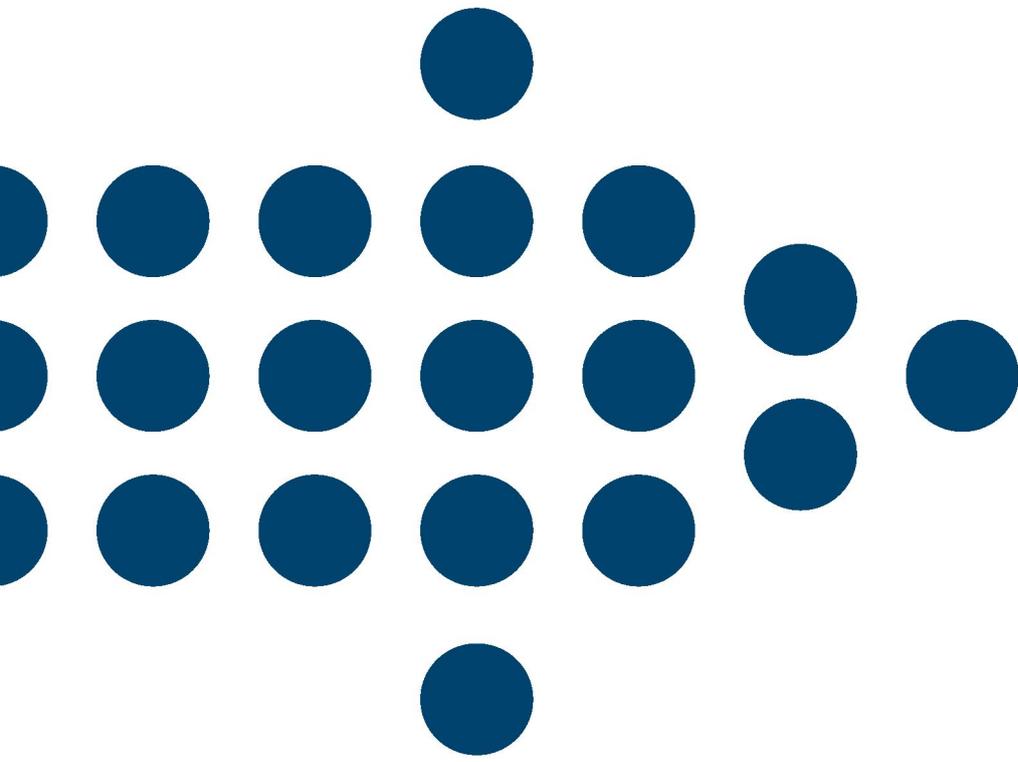
43 La información estereoscópica se ofrece mediante la tecnología anaglifos y, por lo tanto, es necesario disponer de unas gafas anaglifos con los filtros adecuados rojo-azul.



# SISTEMAS DE LOCALIZACIÓN E INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

7. CASOS DE ÉXITO Y BUENAS PRÁCTICAS







## 7. CASOS DE ÉXITO Y BUENAS PRÁCTICAS

En este capítulo analizaremos aquellos casos de éxito y buenas prácticas en relación a los sistemas de posicionamiento y sistemas de información geográfica identificados a nivel regional, nacional e internacional.

### 7.1 CASTILLA Y LEÓN

A continuación se muestran algunos proyectos y aplicaciones de interés basados en Sistemas de Información Geográfica en el ámbito de la comunidad autónoma de Castilla y León.

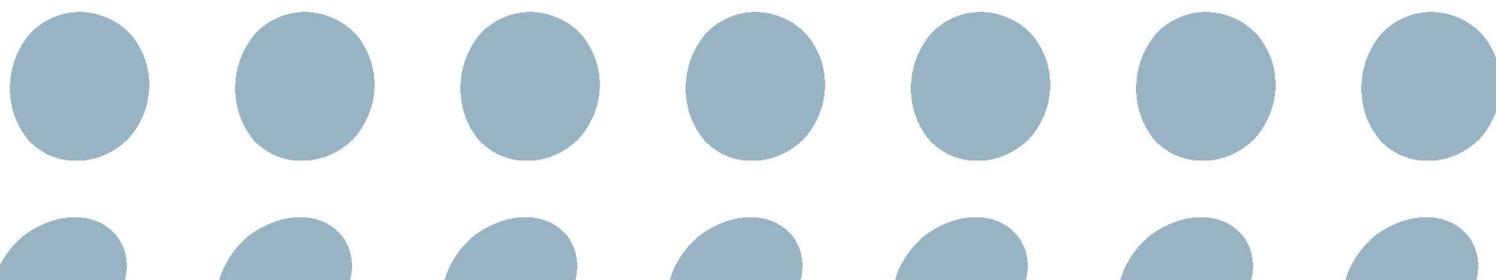
#### 7.1.1 Sistema de Información Geográfica de Parcelas Agrarias (SIGPAC)

Los agricultores de Castilla y León, gracias al Sistema de Información Geográfica de Parcelas Agrícolas (SIGPAC), pueden localizar en Internet ([www.sigpac.jcyl.es](http://www.sigpac.jcyl.es)) sus parcelas y acceder a toda la información necesaria para realizar su solicitud de ayuda por superficies.

Para ello, la Junta de Castilla y León, en colaboración con el Ministerio de Medio Ambiente y Mundo Rural y Marino (anteriormente Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca) y en cumplimiento de la reglamentación comunitaria, ha trabajado en el desarrollo y la implantación de una plataforma tecnológica común (SIGPAC) que permite la explotación de información alfanumérica junto con su componente geográfica.

El Sistema de Información Geográfica de Parcelas Agrarias es una base de datos que contiene una imagen cartográfica digitalizada de todo el territorio, compuesta por imágenes aéreas y una delimitación geográfica de cada parcela del terreno, con su referencia individualizada y los atributos correspondientes a su geometría y su uso agrario. De este modo, el SIGPAC facilita la identificación de las unidades agrarias beneficiarias de las ayudas agrarias europeas.

El acceso a la información geográfica se realiza a través de: <http://www.sigpac.jcyl.es/visor/>



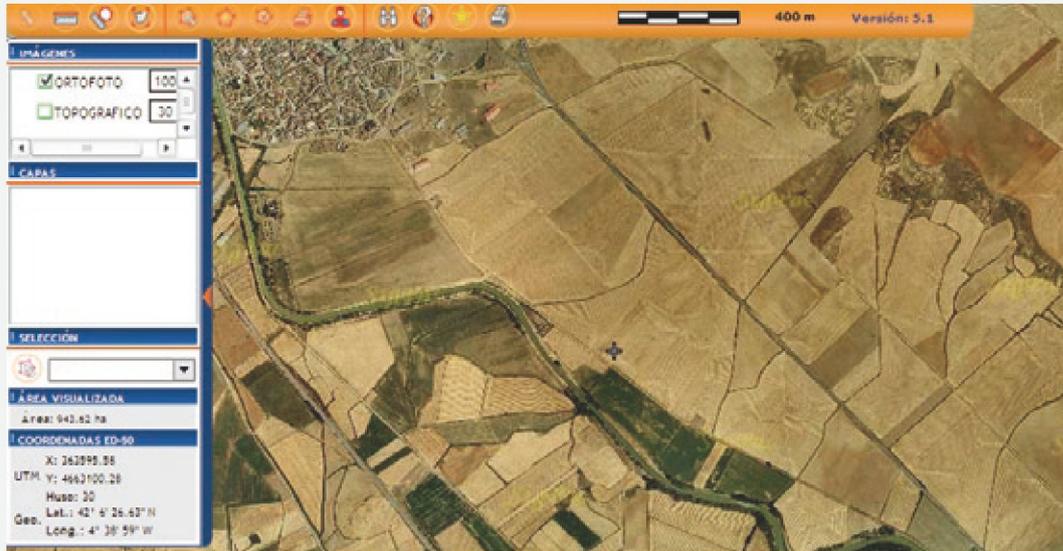


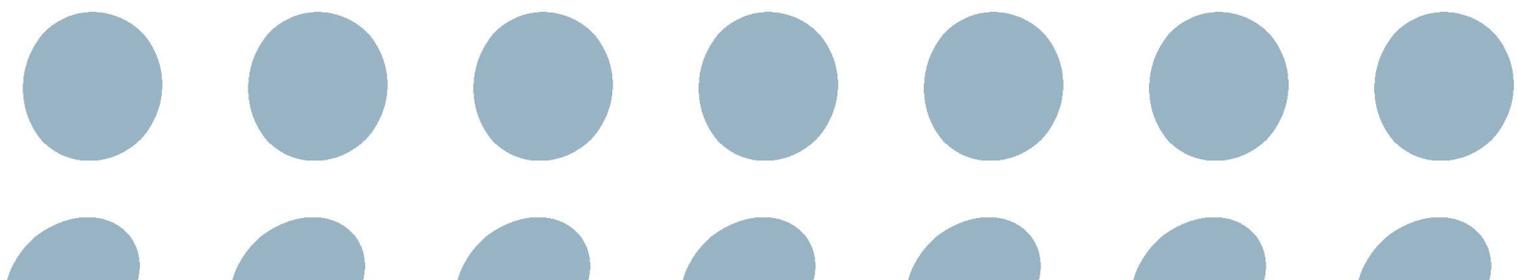
GRÁFICO 26 - VISTA DE SIGPAC DONDE SE VEN LAS PARCELAS Y CULTIVOS  
Fuente: SIGPAC

### 7.1.2 Sistema de gestión de la plaga de topillos de Castilla y León

El Instituto Técnico Agrario de Castilla y León (ITACyL) desarrolló un Sistema GIS para vigilar y controlar la plaga de topillos que afectó a 650.000 hectáreas en la comunidad durante el año 2008. La estrategia de la Junta de Castilla y León fue primero la erradicación para posteriormente llevar a cabo una labor de vigilancia y control de plaga.

El ciclo de trabajo consistía en la recogida, por parte de los técnicos de la Administración, de datos en campo para evaluar los daños sufridos en distintos puntos de la comunidad. Para ello se utilizaban dispositivos móviles. De esta forma, la información se cargaba de forma telemática en el GIS, y a partir de ella, el sistema era capaz de obtener, visualizar y analizar información más global (densidad de topillos por hectárea en cada municipio, provincia y para cada tipo de cultivo), para examinar la evolución de la plaga, apoyar la toma de decisiones, optimizar los recursos disponibles y definir las acciones a llevar a cabo aumentando la eficacia de los operativos.

De esta forma, el GIS se convirtió en la herramienta clave para coordinar las acciones de lucha contra la plaga y para la conversión de los datos tomados en el campo, lo que permitió crear y planificar las acciones de erradicación de los topillos.



### 7.1.3 Red GNSS de Castilla y León

La Red GNSS de Castilla y León es un servicio público de posicionamiento por satélite de precisión centimétrica ofrecido por el Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León (ITA-CyL).

Se trata de un sistema abierto que funciona con las dos constelaciones de satélite disponibles actualmente (GPS y GLONASS), totalmente gratuito, al que se accede a través de Internet (<http://gnss.itacyl.es>) y que dispone de 42 estaciones base (31 son propiedad de la Junta de Castilla y León) repartidas por todo el territorio castellano y leonés.

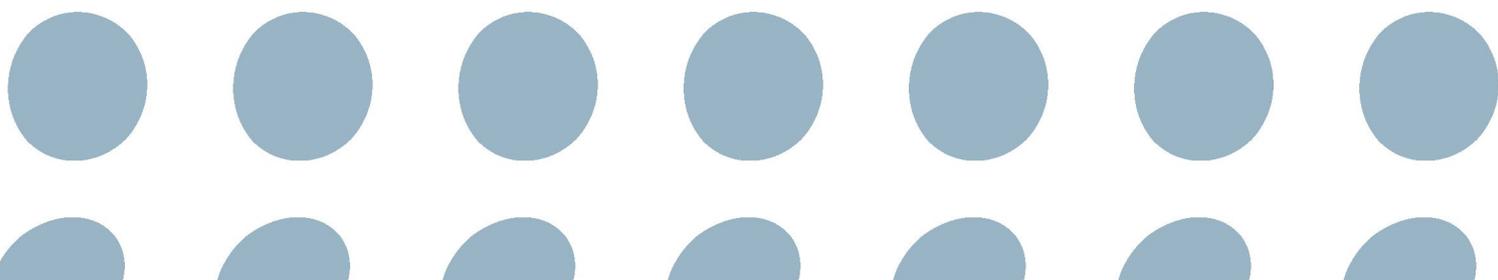
No es una red de navegación, sino un complemento a los sistemas de navegación actuales que consigue aumentar la precisión. La principal utilidad de esta red está orientada a las actividades profesionales que requieren de gran precisión, como el levantamiento de carreteras.

Los sistemas de navegación comerciales y disponibles actualmente tienen una precisión de 2-3 metros en el mejor de los casos. Mejorar esto es complicado para los sistemas globales ya que la precisión tiene un marcado comportamiento local. La Red GNSS de Castilla y León calcula ese error de manera que los usuarios, conociendo este error, realizan los cálculos que les permitirá tener una precisión de hasta 1 centímetro.

¿Cómo calcula la red GNSS de Castilla y León este error?

Las 42 estaciones de las que consta la red GNSS de Castilla y León están continuamente monitorizando las señales de GLONASS y GPS. Dado que estas estaciones tienen una posición conocida previamente, el error se mide mediante un cálculo diferencial entre la posición real y la recibida por los sistemas satelitales.

El uso de la red GNSS de Castilla y León es libre y gratuito para cualquier ciudadano siempre que no tenga fines comerciales.





### 7.1.4 Inventario de Presas y Balsas

El Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León (ITACyL) también dispone de un Sistema de Inventario de Presas y Balsas, que proporciona una herramienta de gestión con un repositorio de información general sobre las presas y embalses de Castilla y León. Esta información se refiere a múltiples datos de cada presa, recogiendo sus características especiales, de forma que tanto los usuarios como el órgano gestor pueden identificar sencilla y rápidamente la información relevante acerca de la presa. Dichos datos se asocian a su emplazamiento en las presas a través de un Sistema de Información Geográfico, que emplea las ortofotos desarrolladas en el ITACyL, pudiendo obtener cartografía actualizada con la ubicación de cada una de estas presas.

#### Infraestructuras agrarias | Junta de Castilla y León

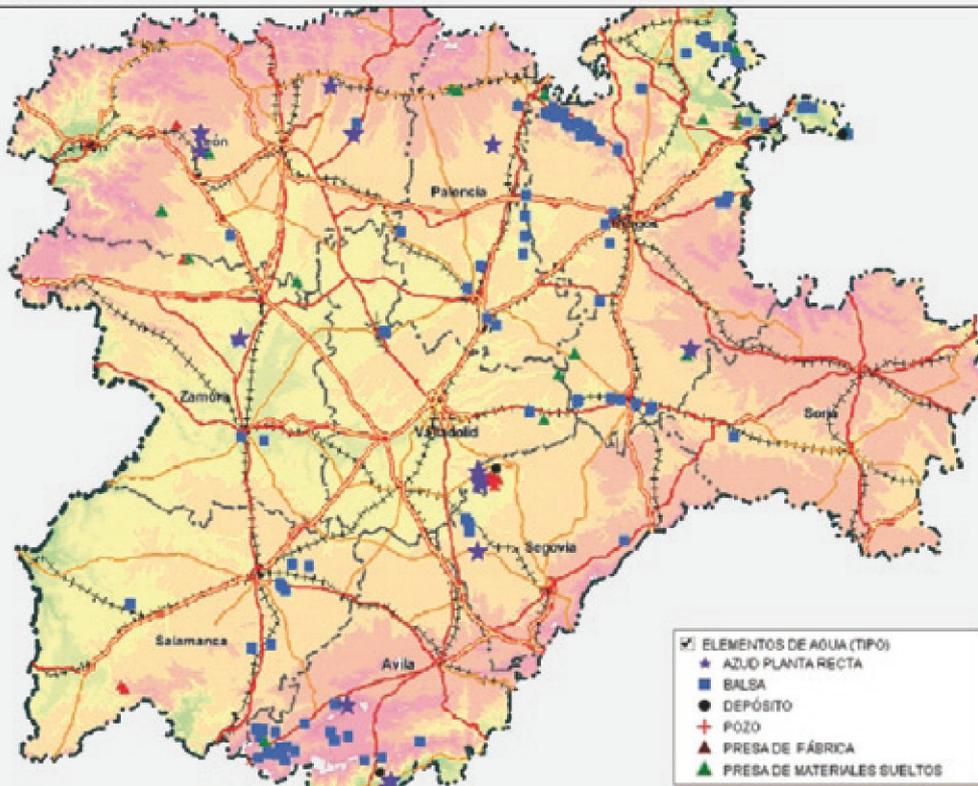
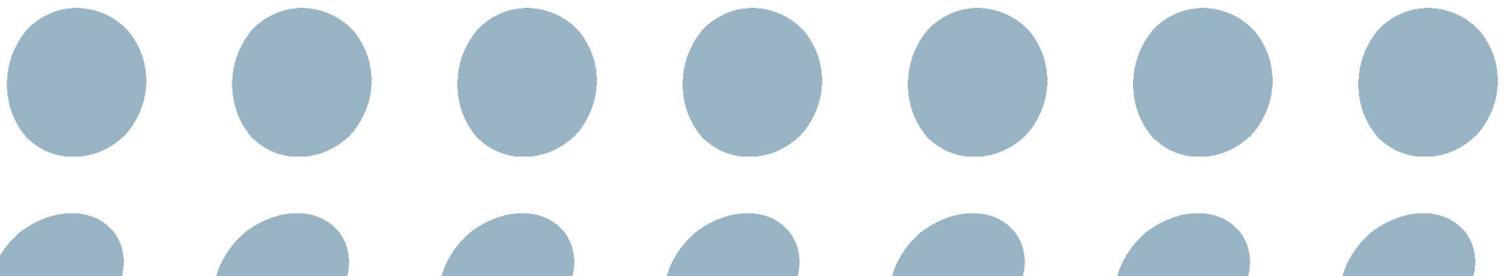


GRÁFICO 27 - IMAGEN DEL SISTEMA DE INVENTARIO DE PRESAS  
Fuente: ITACYL



El acceso a quien requiera de esta información, como una herramienta útil de gestión de un recuso escaso y vital como es el agua o simplemente para consulta, se realiza a través de la página web de la Junta de Castilla y León, [www.jcyl.es](http://www.jcyl.es), en la sección “Agricultura y Ganadería > Desarrollo Rural y Formación Agraria”.



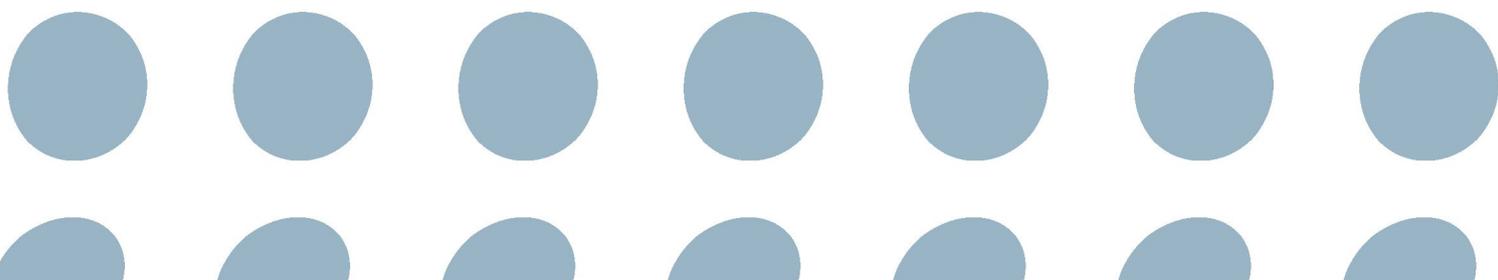
### 7.1.5 Predicción de producciones micológicas silvestres en Castilla y León: Micodata

Micodata, es una herramienta de análisis y predicción de producciones micológicas silvestres en Castilla y León. Este proyecto ha sido desarrollado por el Departamento de Investigación Forestal de Valonsadero (DIEF Valonsadero), dependiente de la Consejería de Fomento de la Junta de Castilla y León, y por el Centro de Servicios y Promoción Forestal de su Industria de Castilla y León (CESEFOR), en colaboración con la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET).

Aglutina información sobre los hongos comestibles silvestres de Castilla y León, cuyo territorio posee unas condiciones especialmente aptas para la producción de dichas especies micológicas.

Micodata ofrece, a través de la Web ([www.micodata.es](http://www.micodata.es)), la posibilidad de visualizar, sobre el fondo de Google Maps, una clasificación de los montes en función de la producción estimada para diez días consecutivos, basada en la cartografía del Mapa Forestal de España y las variables utilizadas en la metodología Micodata. Esta predicción es posible además gracias a los datos suministrados por la Agencia Española de Meteorología (Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino) desde sus estaciones automáticas. Además, permite contemplar las especies en producción en cada momento, gracias a servicios WMS de cartografía que se cargan sobre el API de Google.

MicodataSIG incorpora herramientas útiles para el recolector como búsqueda de localidades y direcciones, localización de coordenadas, cálculo de rutas (impresión y descarga para su navegador GPS), así como información sobre los Montes de Utilidad Pública regulados en Castilla y León.





Micodata no sólo busca la localización de los hongos silvestres comestibles de la región, sino que también persigue la optimización y simplificación de la toma de datos sobre su producción y aprovechamiento. Estas mejoras se realizan mediante MicodataPAD, una aplicación informática que se utiliza para georreferenciar la toma de datos de inventarios micológicos en Castilla y León sobre el terreno y que se encuentra desarrollada para dispositivos móviles. De esta forma, el usuario es capaz de almacenar los datos sobre los hongos silvestres en su terminal móvil en tiempo real, asociando dicha información a la localización de las especies micológicas.

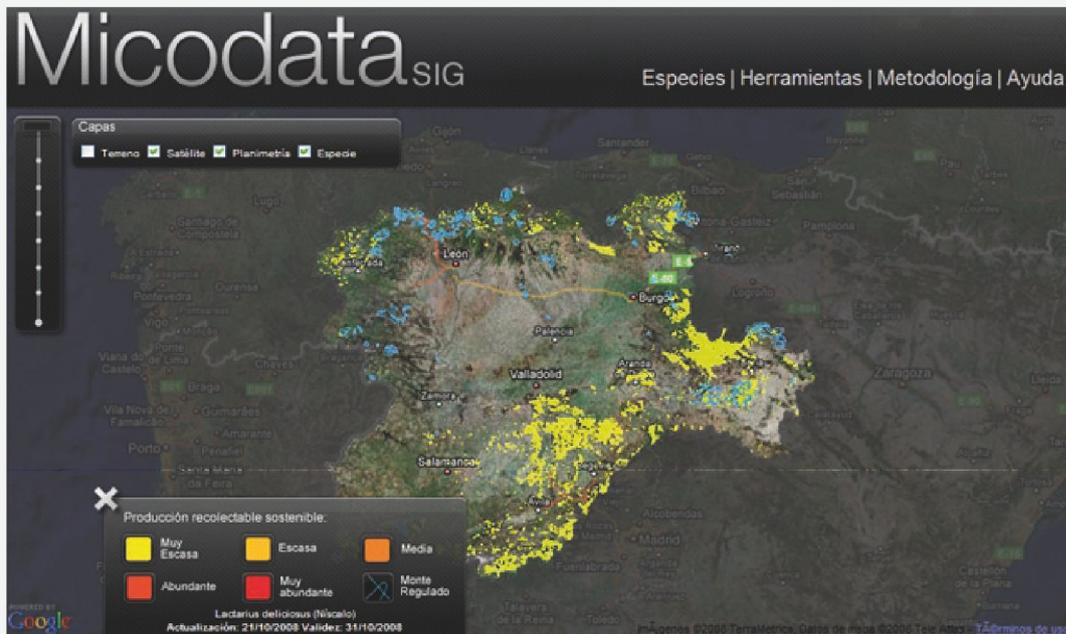
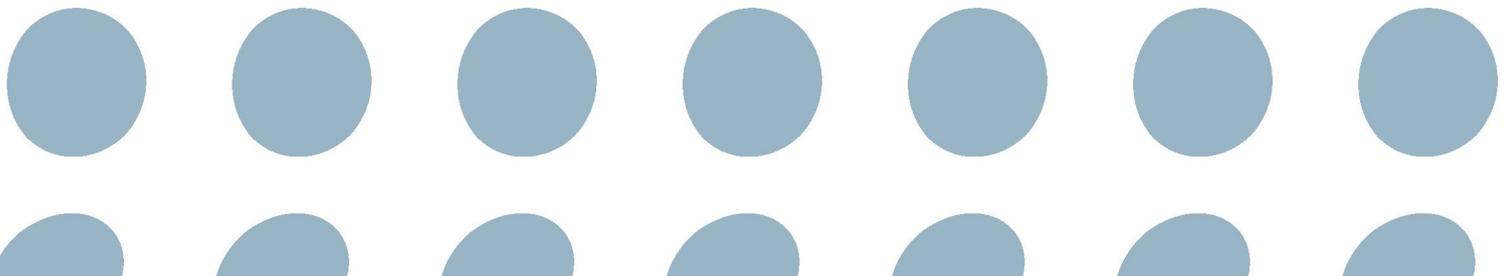


GRÁFICO 28 - VISTA DE MICODATA (PRODUCCIÓN DE NISCALOS)  
Fuente: MICODATA

### 7.1.6 Portal de Meteorología de Castilla y León

La Agencia de Protección Civil y Consumo de la Junta de Castilla y León es la responsable del portal de Meteorología de Castilla y León, dirigido fundamentalmente a poner a disposición de los ciudadanos información meteorológica de interés general en la Comunidad Autónoma, así como la relacionada con actividades al aire libre y la salud.



Para ello, en un mapa de Castilla y León se ofrecen los pronósticos de tiempo a diez días, temperatura y demás variables meteorológicas por cada una de las localidades de la Comunidad, y también se ponen a disposición de los usuarios mapas temáticos en los que apreciar las temperaturas máximas y mínimas, las posibilidades de precipitación, las probabilidades de nevadas y viento, etc., tal y como se muestra en la imagen siguiente:

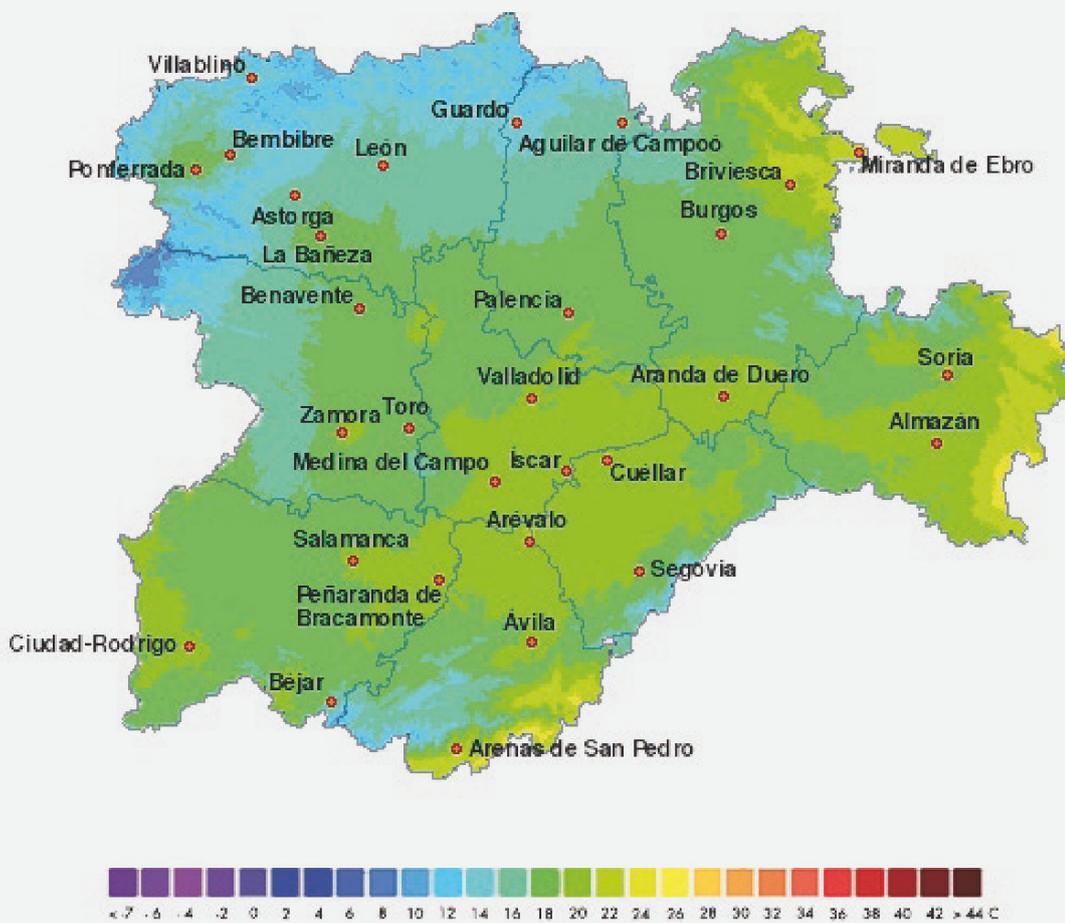


GRÁFICO 29 - IMAGEN DEL MAPA DE CASTILLA Y LEÓN EN EL QUE SE REPRESENTAN LA TEMPERATURA DE CADA PARTE DE SU TERRITORIO





### 7.1.7 Sistema de Información Geográfica del Medio Natural (SIGMENA)

El Plan Forestal de Castilla y León<sup>44</sup> de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Castilla y León instituyó, dentro de su programa “Desarrollo de la planificación”, el **Sistema de Información Geográfica del Medio Natural (SIGMENA)**, que trata de ser el centro cartográfico que apoye la gestión de todos los centros dependientes de la Consejería.

SIGMENA se ha mostrado como una **herramienta de apoyo imprescindible** en los procesos de toma de decisiones y en la gestión diaria del territorio. Esto ha permitido crear, actualizar y compartir de forma eficaz la cartografía digital y las bases de datos asociadas a los distintos elementos que conforman el medio natural, centralizando la información necesaria para la ejecución de las distintas labores encomendadas a la Consejería de Medio Ambiente.

Entre las funciones desarrolladas por el SIGMENA se distinguen las **labores de explotación de la información**, que engloban la captura de nuevos datos espaciales medioambientales, así como la homogenización, mejora y mantenimiento de toda la cartografía competencia de la Consejería y la puesta en marcha de nuevas aplicaciones de gestión.

Destaca la cartografía de la Red de Espacios Naturales, Zonas Húmedas, Riberas Protegidas, Árboles Singulares, Zonas Naturales de Esparcimiento, Red Natura 2000, Hábitat, Planes de Protección de Especies Protegidas (oso pardo, cigüeña negra, etc.), Propiedad Forestal (Montes de Utilidad Pública y Vías Pecuarias), Áreas Recreativas, Incendios Forestales, Plagas Forestales, Repoblaciones Forestales, Reservas Regionales de Caza, cotos de caza y pesca, Comarcas de Medioambiente, aprovechamientos forestales, tratamientos selvícolas, montes arbolados, infraestructuras forestales, etc.

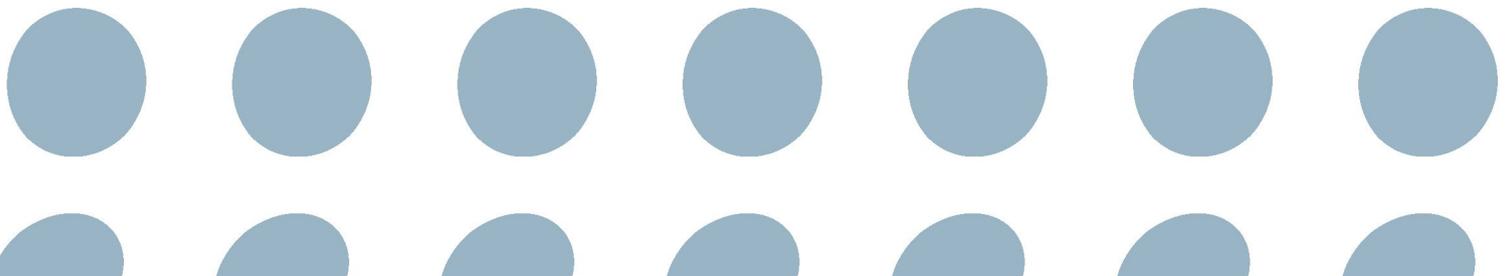
Las labores de explotación de la información están dirigidas al uso interno, a través de aplicaciones de gestión que asisten a los procesos administrativos y a la toma de decisiones de los técnicos de la administración, y a la puesta a disposición de ciudadanos y empresas a través de diferentes capas temáticas integradas en el visor de mapas de la IDECyL ([www.sitcy.l.jcyl.es](http://www.sitcy.l.jcyl.es)).

### 7.1.8 Sistema Integrado de Información Sanitaria (SIIS)

Siguiendo con el uso de los sistemas GIS dentro de la Junta de Castilla y León, cabe destacar el **Sistema Integrado de Información Sanitaria (SIIS)**.

El SIIS, es el sistema de información estratégico de la Consejería de Sanidad y de la Gerencia Regional de Salud de Castilla y León. Fue desarrollado ante la necesidad de disponer de un sistema que englobara y consolidara aquella información común a las distintas áreas, unidades de gestión y servicios asistenciales relacionados con la Sanidad en Castilla y León. Además, dispone de una **potente herramienta GIS para la consulta, análisis y ayuda a la toma de decisiones**. Este GIS permite visualizar de forma conjunta y sobre el terreno, la ubicación de recursos sanitarios, no sanitarios, poblacionales y las relaciones existentes entre ellos, además de acceder en tiempo real a la cartografía básica territorial, que posibilita un gran número de ventajas como:

44 Decreto 55/2002 de 11 de abril.



- ✓ Un conocimiento territorial que amplifica cualquier análisis sanitario realizado y que proporciona un callejero que permite identificar y mantener actualizada la localización de cualquier recurso de forma geográfica y alfanumérica.
- ✓ Conocer la evolución de los factores epidemiológicos, algo fundamental para poder actuar con éxito ante una epidemia, tanto en tareas de actuación como de prevención.
- ✓ La obtención de la información necesaria para poder planificar la ruta a seguir por las ambulancias.

Una de las grandes funcionalidades de SIIS es el **planificador de recursos sanitarios**, utilizado para la simulación de asignaciones de recursos en base a cambios en la población, elaborando mapas en los que las variables más importantes son los tiempos de desplazamiento a los puntos de asistencia sanitarias, calculados en base a la orografía del terreno y la población objeto de asistencia.

Además, este GIS no sólo permite ser utilizado internamente por los miembros de la Consejería de Sanidad, sino que cuenta con un acceso externo a partir del nuevo portal de Salud de Castilla y León, [www.sanidad.jcyl.es](http://www.sanidad.jcyl.es). Este portal consta de un buscador de recursos sanitarios, en el que el ciudadano puede consultar sobre el mapa de la localidad que desee la ubicación de los centros sanitarios públicos o privados y farmacias, así como calcular la mejor forma de llegar (a pie o con vehículo) e imprimir la ruta.

A continuación se muestra una imagen de este servicio dirigido a los ciudadanos:



GRÁFICO 30 - IMAGEN DE LOS RECURSOS SANITARIOS EN VALLADOLID QUE PUEDEN SER CONSULTADOS A TRAVÉS DEL PORTAL DE SANIDAD DE CASTILLA Y LEÓN



### 7.1.9 Sistema de Información Geográfica en el 112

El centro de Emergencias Castilla y León 112, dependiente de la Consejería de Interior y Justicia de la Junta de Castilla y León, asegura el acceso a los servicios de emergencia con un número único, fácil de recordar y de marcar (número 1-1-2) y coordina la intervención de los organismos indicados para la resolución de cada emergencia: bomberos, guardia civil, policía nacional y local, grupos de rescate y centro de emergencias sanitarias. Para ello, el Centro 112 de Castilla y León dispone de un sistema GIS con toda la cartografía de la Comunidad de Castilla y León (callejeros, carreteras, puntos singulares, etc.), donde se muestra la ubicación de las llamadas de emergencia recibidas y de los incidentes. Este sistema permite ubicar emergencias rápidamente, ver información detallada de las llamadas, los incidentes y los objetos del mapa, así como utilizar herramientas para planificar rutas o para medir distancias.

Este sistema también permite mostrar la zona de localización más probable de las llamadas de teléfonos móviles al 112 mediante los datos POSIC que facilitan las operadoras móviles (coordenadas UTM de estación base donde se origina la llamada y zona de incertidumbre).

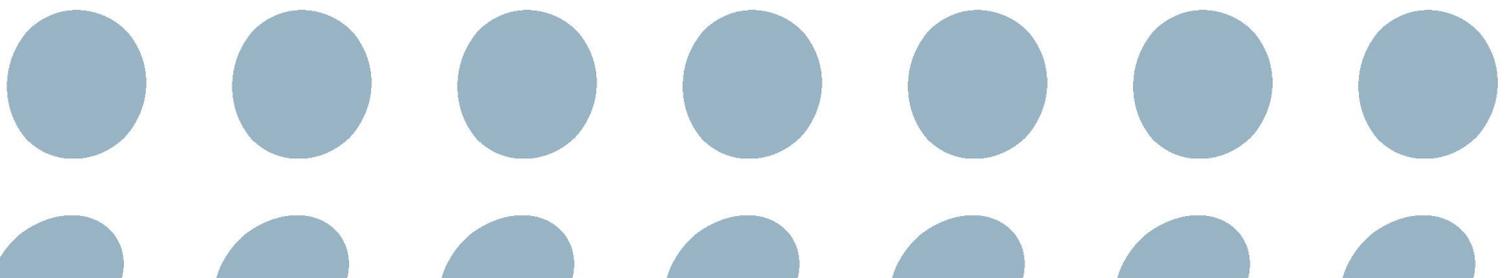
Asimismo, también se está trabajando en el proyecto europeo de localización **e-Call**, mediante el cual, en caso de accidente, el dispositivo “e-Call” instalado en un vehículo podría transmitir una llamada de urgencia al punto de respuesta más adecuado, y, al mismo tiempo, enviar determinados datos sobre el vehículo (en particular, su localización GPS precisa). El sistema se basa en el empleo del número de urgencia único europeo 112, lo que permitirá garantizar su interoperabilidad en toda la Unión Europea (UE). El interés principal del sistema e-Call reside en que advierte de manera inmediata a los servicios de urgencia de la localización exacta del accidente, lo que permitirá reducir considerablemente el tiempo de respuesta de dichos servicios. Según los estudios realizados, dicho tiempo de respuesta podría reducirse en aproximadamente un 50 % en las zonas rurales y en un 40 % en las zonas urbanas.

### 7.1.10 Sistema de posicionamiento de ambulancias

La Gerencia de Emergencias Sanitarias de Castilla y León ha desarrollado un sistema de información geográfica para mantener localizados los diferentes recursos móviles que debe activar ante una emergencia a través del centro coordinador: Unidades Móviles de Emergencias, Helicópteros Sanitarios, Unidades de Soporte Vital Básico (USVB), Ambulancias Convencionales de Urgencia y Vehículos de Apoyo Logístico.

El centro coordinador recibe los avisos, normalmente, a través del 112. Una vez identificada y evaluada la situación, se determina si procede movilizar una USVB hasta el lugar del incidente. De ser así, desde el centro coordinador se consulta el sistema de información geográfica para determinar la ubicación de la USVB disponible más cercana al destino, es decir, aquella que emplearía menor tiempo en alcanzar el destino. En este momento, el sistema de posicionamiento es vital para determinar qué USVB es la que debe atender ese servicio.

A lo largo de todo el servicio asignado a la USVB, se realiza un seguimiento continuo de su posición. Esto permite conocer la distancia y calcular el tiempo restante hasta el destino.



Una vez realizada la primera asistencia de emergencia in situ, la USVB debe completar el servicio trasladando al accidentado hasta un Centro Asistencial. Esta parte del servicio es igualmente controlada mediante el sistema de localización geográfica. De esta forma, desde el centro coordinador se puede avisar al Centro Asistencial de la llegada de un accidentado y el tiempo previsto en que se producirá.

Cada USVB dispone de un dispositivo GPS capaz de conectarse vía GPRS y enviar información de posicionamiento en intervalos de tiempo fijos. La información es recibida vía Internet en un servidor único en un formato preestablecido y mediante protocolo HTTP se envía de nuevo a la plataforma de control del Centro Coordinador de Urgencias, donde se visualiza en el sistema GIS que incorpora.

Con el uso de este sistema se elimina la posible incertidumbre de conocer dónde se encuentra la asistencia y se reducen las comunicaciones entre el centro coordinador y cada Unidad móvil que, en caso de no disponer de un sistema de posicionamiento, serían necesarias para obtener esa misma información.

#### 7.1.11 Sistema RTLS del Hospital Río Carrión de Palencia

El Hospital Río Carrión de Palencia puso en marcha, en su servicio de urgencias y durante los meses de marzo y mayo de 2008, un proyecto piloto basado en un sistema de localización por RFid.

El objetivo era mostrar un sistema que fuera capaz de localizar dispositivos móviles en tiempo real dentro del área de urgencias del hospital. Se seleccionó esta área, por contar con bastantes dispositivos móviles que son requeridos, en muchos casos, con carácter de urgencia, como puedan ser los desfibriladores.

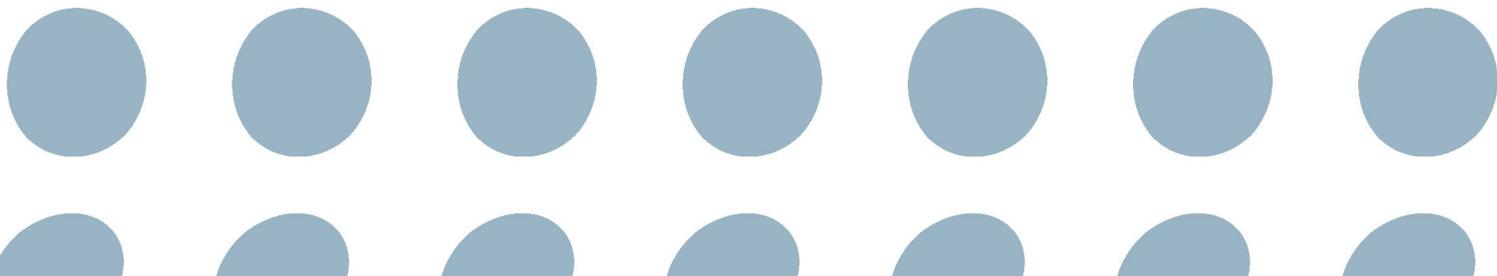
Se incorporó un tag RFid a los activos a localizar y mediante RFid se localizaba su posición, mostrándola en un mapa a través de un ordenador. Se consiguieron precisiones de 3 a 5 metros, suficientes para poder localizar los equipos.

Los resultados del piloto fueron óptimos, demostrando el potencial de la tecnología RFid en la localización de activos en interiores.

#### 7.1.12 Sistema de Localización y Gestión de Flotas CyLoG

CyLoG es una Red de Enclaves Logísticos Públicos de altas prestaciones gestionada por la Asociación CyLoG y diseñada para ofrecer servicios logísticos de calidad a las empresas de Castilla y León a un precio competitivo. Entre otros servicios, CyLoG pone a disposición de las empresas del sector del transporte un Sistema de Localización y Gestión de Flotas con el fin de mejorar la productividad y competitividad de éstas.

Este sistema facilita la gestión y localización de vehículos tanto pesados como ligeros, indicando la posición en el mapa de toda la flota de una empresa de transporte. Desde la base, en un ordenador con el software y hardware necesario, se puede monitorizar, optimizar y corregir rutas, enviar indicaciones, mensajes de texto, prohibir pasos mediante alarmas y tener controlados todos los elementos del vehículo mediante sondas incorporadas en los dife-





rentes sistemas, tanto en la cabina como en el remolque (revoluciones, temperatura motor, consumos, repostajes, tacógrafo digital, temperatura de carga, apertura de puertas, etc).

Utilizando tecnología GPRS de transmisión bidireccional de datos, desde la base hacia el vehículo y viceversa, es posible enviar y recibir todos los datos que interese tener en el sistema para facilitar y optimizar la gestión de los vehículos de transporte, como por ejemplo la posibilidad de volcado de la tarjeta del conductor y datos del tacógrafo en remoto.

No hay que olvidar que la logística representa entre el 20% y el 60% del precio final de un producto, y este sistema ofrece una oportunidad única para ser más competitivos a través de la mejora de los sistemas de distribución y transporte.



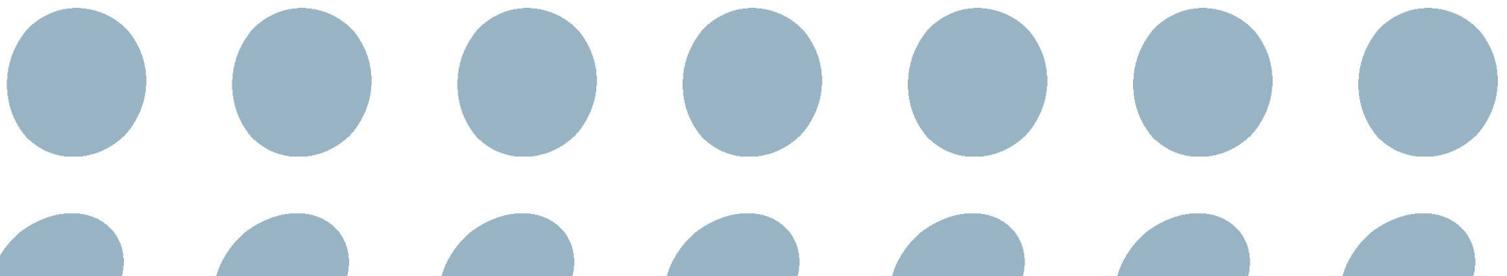
GRÁFICO 31 - IMAGEN DEL SISTEMA DE LOCALIZACIÓN Y GESTIÓN DE FLOTAS  
Fuente: Elaboración propia

### 7.1.13 Sistema de Información de Callejero

El Sistema de Información de Callejero, desarrollado por la Consejería de Administración Autónoma de la Junta de Castilla y León, tiene el objetivo de proporcionar información normalizada e interoperable sobre el callejero urbano de la Comunidad de Castilla y León.

El sistema de callejero ofrece los siguientes servicios:

- ✓ **Una Base de Datos de Callejero y Tablas Comunes**, con toda la información histórica y actualizada sobre municipios, localidades, vías, bancos y estructura orgánica y direcciones de centros de la Junta de Castilla y León.



- ✓ **Una Base de Datos GIS**, que incluye mapas de vías de comunicación urbanas e inter-urbanas, ortofotos, puntos de interés (turismo, arqueología, parcelario, etc). La actualización de estos datos está coordinada por el Centro de Información Territorial (CIT).
- ✓ **Servicios Web**, que permiten hacer consultas sobre las dos bases de datos anteriormente citadas y consultas sobre la Base de Datos del Catastro y la información pública rústica y urbana.

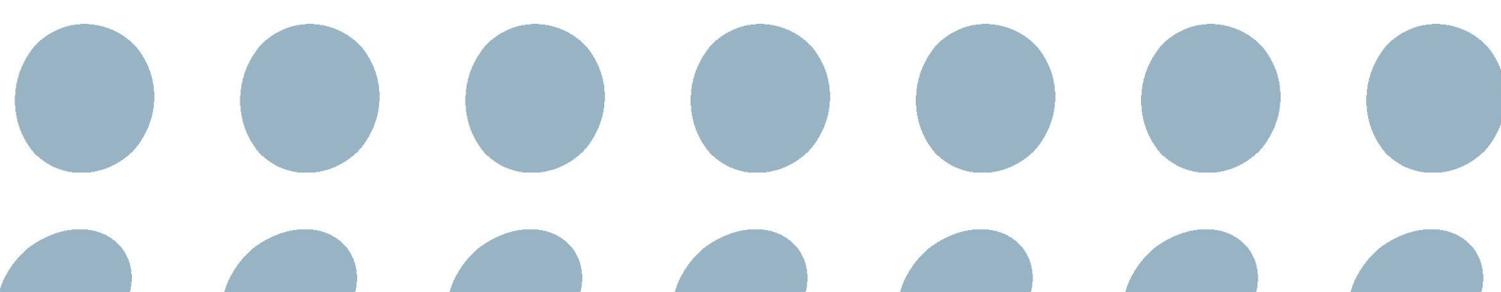


El sistema, que próximamente estará disponible en Internet a través de la Web de la Junta de Castilla y León ([www.jcyl.es](http://www.jcyl.es)), permitirá que los ciudadanos castellano y leoneses puedan observar los resultados de una búsqueda de localización simultáneamente en distintos contextos:

- ✓ Cartografía Oficial de la Junta de Castilla y León
- ✓ Parcelario Oficial de Catastro
- ✓ Cartografía del Sistema Cartociudad (Ministerio de Fomento)
- ✓ Cartografía en Internet: Google, Bing (Microsoft), incluyendo vistas panorámicas y otras fuentes.

Además de ofrecer los resultados sobre diferentes contextos, existen diversos métodos de localización: a través de coordenadas GPS, servicios de localización de callejero basados en datos del I.N.E, servicios de localización de Catastro, servicios de localización de Google (por nombre de vía, tipo de negocio...) y localización en el sistema Cartociudad.

El proyecto incluye también un Framework o entorno de desarrollo para aplicaciones GIS, de modo que cualquier aplicación web de la Junta de Castilla y León, ya existente o de nuevo desarrollo, puede integrar información GIS de Callejero.





La imagen siguiente muestra la capacidad y posibilidades del Callejero:

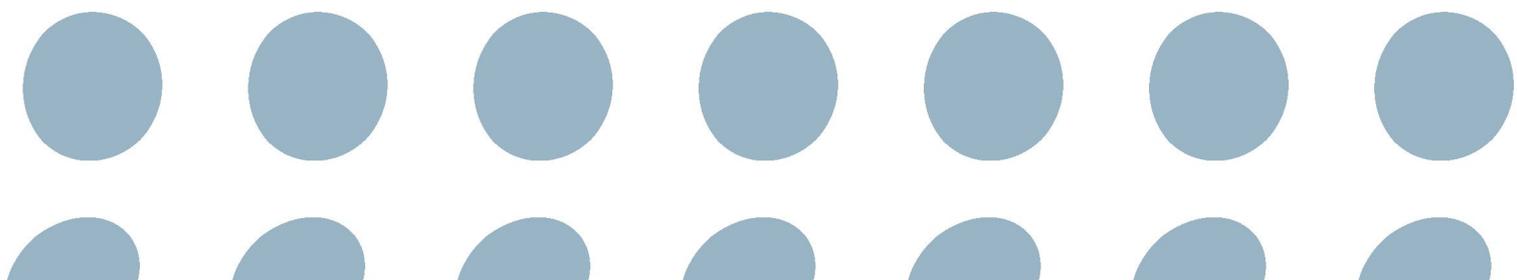


GRÁFICO 32 - IMAGEN DE BURGOS CAPTADA POR EL SISTEMA DE INFORMACIÓN DE CALLEJERO  
Fuente: Callejero JCYL

### 7.1.14 Peregrino Alerta

Peregrino Alerta ([www.peregrinoalerta.jcyl.es](http://www.peregrinoalerta.jcyl.es)) es un servicio de la Junta de Castilla y León de prestación de información imprescindible al peregrino durante el transcurso del Camino de Santiago en Castilla y León. La información se envía bajo demanda a través de mensajes SMS al teléfono móvil del usuario. Se puede solicitar información sobre albergues, áreas de descanso, etapas, fuentes, localidades, climatología en ruta, disponibilidad de servicios (farmacias, restaurantes, centros de salud, alojamientos, puntos de acceso a Internet, etc.).

Algunos servicios como los relativos a solicitud de información de albergues, localidades, información de centros sanitarios y predicción meteorológica cuentan con la **opción de localización de usuario**, gracias a la cual, los usuarios no necesitan especificar el lugar en el que se encuentran, ya que es el sistema el que determina la localidad en la que permanece en función de su posición en el Camino de Santiago. De esta forma, una solicitud de información sobre albergues nos devolvería un listado de información y contacto de los albergues más cercanos al punto del Camino en el que nos encontramos.



### 7.1.15 Ayuntamiento GIS

El Proyecto Ayuntamiento GIS ([www.ayuntamientogis.es](http://www.ayuntamientogis.es))<sup>45</sup>, desarrollado por CEDETEL, Centro para el Desarrollo de las Telecomunicaciones de Castilla y León, financiado y cofinanciado por el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo y la Junta de Castilla y León respectivamente, pretende dotar a los ayuntamientos de una herramienta que ofrezca contenidos temáticos locales, a la vez que favorezca la implicación y participación de todos los ciudadanos como medio para enriquecer y dar valor a los mismos.

La aplicación se centra en la muestra y captura de información de interés para el ciudadano en un entorno SIG, de manera retroalimentada. Esto quiere decir que cada ayuntamiento ofrecerá unos contenidos que el usuario podrá ampliar, mejorar, comentar y criticar a través del mando de su televisor. De esta forma, el ciudadano pasa a ser, no sólo el sujeto pasivo receptor de una serie de servicios proporcionados por una entidad, sino que se convierte en generador y consumidor de contenidos. Se obtiene así una aplicación viva, de contenidos renovados y actuales que parte de la filosofía de la Web 2.0: compartir, colaborar y aportar.

Lo más llamativo de esta aplicación es la posibilidad de acceder a la información desde diferentes plataformas: a través de la Web, desde el televisor a través de la TDT, y también desde el teléfono móvil.



GRÁFICO 33 - VISTA DE LA INTERFAZ WEB  
Fuente: [www.ayuntamientogis.es](http://www.ayuntamientogis.es)

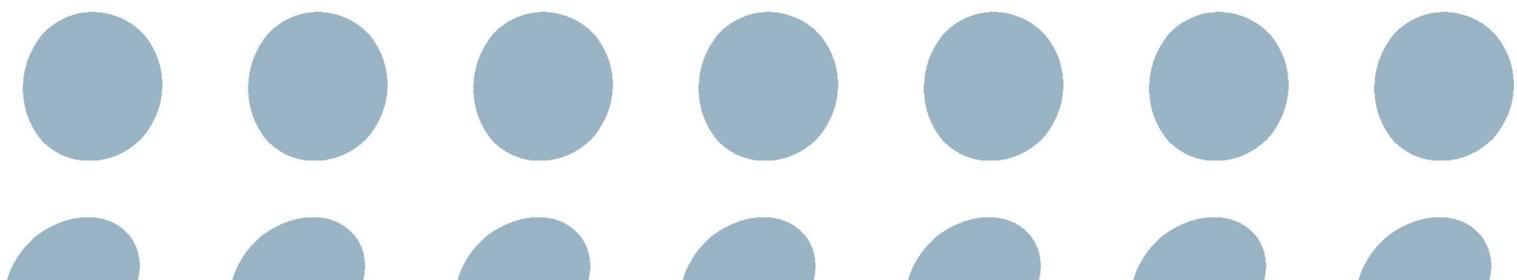
45 Proyecto galardonado con la distinción a la “Web más innovadora de Castilla y León” en los Premios “Buscando El Norte Digital”, convocados por El Norte de Castilla Digital y cuyo objeto es promover Internet como medio de comunicación y transmisión de conocimientos.



GRÁFICO 34 - VISTA DE LA APLICACIÓN A TRAVÉS DE LA TDT Y DEL TELÉFONO MÓVIL  
Fuente: [www.ayuntamientogis.es](http://www.ayuntamientogis.es)

Entre sus funcionalidades, destacan las siguientes:

- ✓ Servicio de e-Turismo basado en GIS: Una aplicación visual basada en GIS, permitirá a cualquier usuario (o ayuntamiento) definir una ruta en la que se pueden ver comentarios, fotografías o recomendaciones.
  - ✓ Transporte Urbano: se indicarán de forma fácil las rutas de los servicios urbanos de transporte.
  - ✓ Sistema de tráfico basado en GIS: En este caso, la aplicación consta de actualización, en tiempo real, del estado de las carreteras de la ciudad en puntos específicos (cámaras de tráfico, señalizadores de intensidad de circulación, actuaciones de obras...).
- Además, se permitirá al usuario introducir comentarios y puntos de información con una fecha de validez para que esté actualizada en todo momento.
- ✓ Sistema de control de Servicios Básicos de Sensores: Se pretende plasmar la localización de los puntos de sensores situados en la ciudad, donde se ofrezca información al ciudadano y que éstos, si disponen de algún tipo de medición, sean capaces de ofrecerla y compartirla: niveles de polen, temperaturas, cantidad de lluvia caída, caudal de río en ciertos puntos...



- ✓ Control de la calidad del Agua + GIS: reflejar las calidades del agua en los distintos puntos de la ciudad donde se realizan mediciones y ofrecer dicha información al ciudadano.
- ✓ Callejero: Listado de las calles de la ciudad enlazando a su localización en un sistema GIS.
- ✓ Aplicación "010 Recepción de Sugerencias GeoLocalizadas": Aplicación GIS donde el ciudadano puede hacer sugerencias en el ámbito del mobiliario (o estado de conservación) urbano.

## 7.2 NACIONAL E INTERNACIONAL

Otras buenas prácticas y ejemplos de interés desarrollados en el ámbito nacional e internacional son las siguientes:

### 7.2.1 LocalGIS

LocalGIS ([www.localgis.es](http://www.localgis.es)) es un Sistema de Información Territorial basado en software libre, puesto a disposición de las Entidades Locales (diputaciones y ayuntamientos) para facilitar la gestión municipal de forma georreferenciada y ofrecer servicios de información on-line a los ciudadanos utilizando la cartografía del municipio.

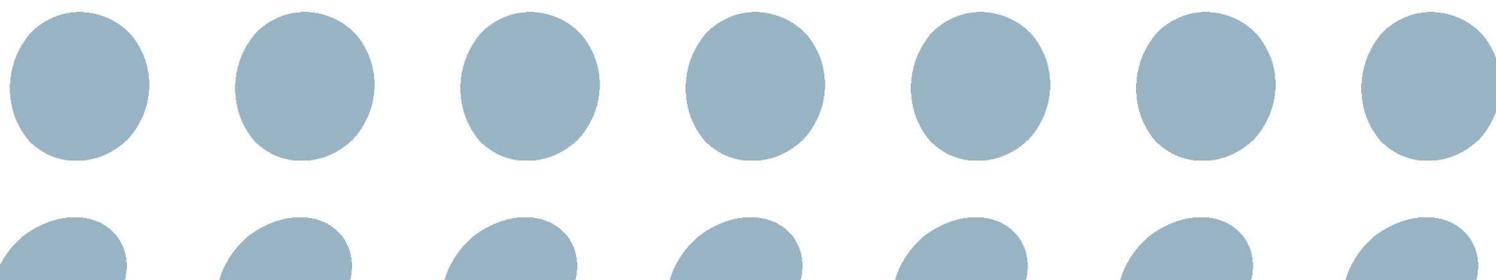
Entre sus funcionalidades, LocalGIS ofrece:

- ✓ Gestión catastral.
- ✓ Gestión de licencias de obra.
- ✓ Gestión de licencias de actividad.
- ✓ Gestión de licencias de ocupación de vía pública (quioscos, servicios de telecomunicaciones, etc.).
- ✓ Planeamiento municipal (control de emisiones, alumbrado público, etc.).

LocalGIS es una evolución del sistema GeoPista, un proyecto propuesto por la Federación Española de Municipios y Provincias a través del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (antiguo Ministerio de Ciencia y Tecnología) y que se encuentra dentro de las actuaciones previstas en el programa PISTA para el fomento de la Sociedad de la Información y la e-Administración en las Entidades Locales españolas.

Entre las acciones del programa PISTA está la creación de herramientas software para su distribución entre las entidades locales.

LocalGIS se ofrece de manera gratuita en modo ASP (Application Service Provider) a las Entidades Locales que lo solicitan. De esta forma, las entidades locales pueden utilizar los servicios de LocalGIS a través de Internet y sin necesidad de instalar la aplicación en su ordenador.





### 7.2.2 Sistema de Información Geográfica sobre recursos sociales

El sigMayores, desarrollado por el Centro de Ciencias Humanas y Sociales del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y el Instituto de Mayores y Servicios Sociales (IMSERSO), es un geoportal de información sobre recursos sociales para personas mayores en España, que se ha convertido en un instrumento de información fiable de referencia. Pretende ser un fuerte apoyo para la aplicación óptima de la Ley de Dependencia, y se enmarca dentro del proyecto INSPIRE y la normativa OGC como una Infraestructura de Datos Espaciales temática.

SigMayores contiene más de 22.656 recursos georreferenciados clasificados en cuatro tipos:

- ✓ Residencias.
- ✓ Centros de Día y de Noche.
- ✓ Servicios de Atención a Domicilio.
- ✓ Servicios de Teleasistencia.

Sigmayores cuenta también con un manual de ayuda en su página web, y puede ser utilizado accediendo al siguiente portal: <http://www.sigmayores.csic.es/sig>.

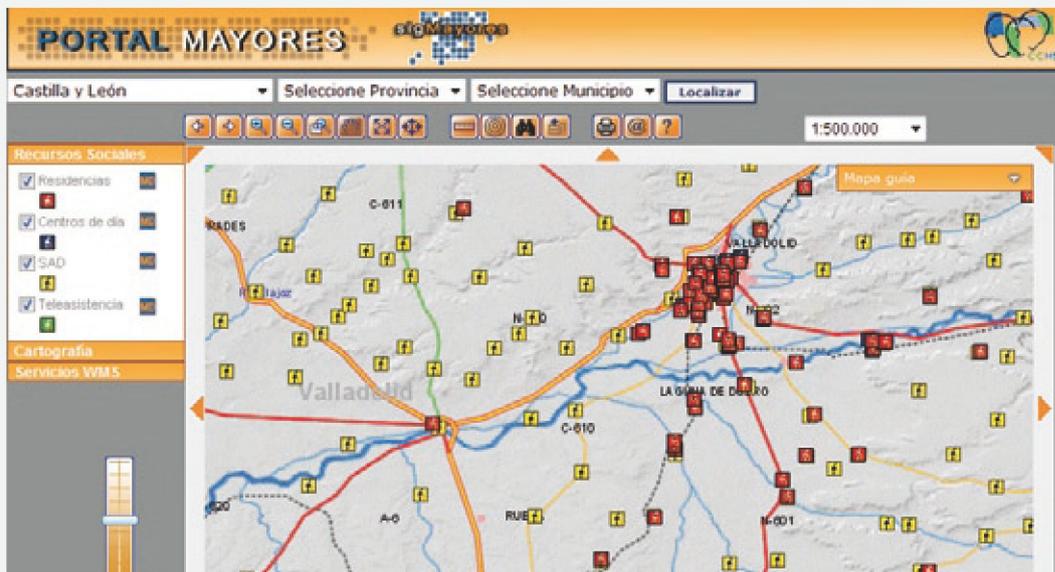
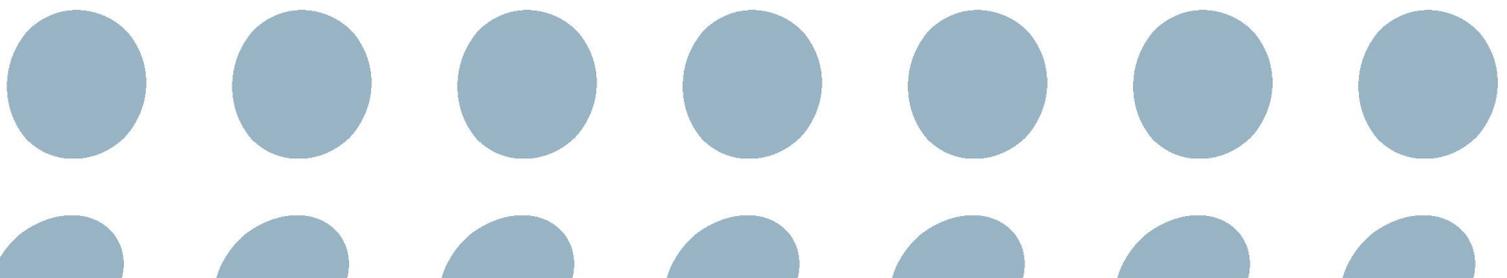


GRÁFICO 35 - IMAGEN DE LAS CAPAS DE RECURSOS SOCIALES QUE PONE A DISPOSICIÓN DEL USUARIO EL PORTAL DE MAYORES Fuente: [www.sigmayores.csic.es/sig](http://www.sigmayores.csic.es/sig)



### 7.2.3 Sistema Integral de Gestión de Obras en la Vía Pública

La localización e información geográfica se ha convertido en un elemento importante para la realización de todas las tareas asociadas a las Administraciones Públicas. Consciente de ello, el Ayuntamiento de Madrid ha desarrollado un GIS corporativo para su gestión administrativa, SIGM, que consiste en un servidor centralizado SIG sobre el que se apoyan las aplicaciones de todas las áreas del consistorio: Sistemas sobre veterinaria, plagas, epidemias, sostenibilidad medioambiental, zonas verdes, red de riegos, etc.

SIGM pone a disposición de los funcionarios del ayuntamiento más de 60 capas con calidad WMS, y se encuentra integrado con otros sistemas de información del consistorio, como el Sistema Integral de Gestión de Obras en la Vía Pública. En la ejecución de obras en la vía pública interfieren elementos relacionados con información topológica, como por ejemplo, la ubicación de la red eléctrica, la red de abastecimiento de agua, los árboles, el mobiliario urbano, etc., y deben ser tenidos en cuenta para evitar incidencias negativas sobre los ciudadanos (rotura de tuberías de agua, cortes del suministro eléctrico, etc.).

El SIG del Sistema de Gestión ayuda a la planificación, coordinación y vigilancia de la ejecución de las obras, y se comunica vía GPRS con los terminales móviles de los inspectores que se encuentran en la obra, de forma que se pueda actualizar la información en el SIG de forma telemática, una vez capturados los datos en las PDA.

### 7.2.4 Simulador de eventos volcánicos en la isla de Tenerife (VOLCANTEN)

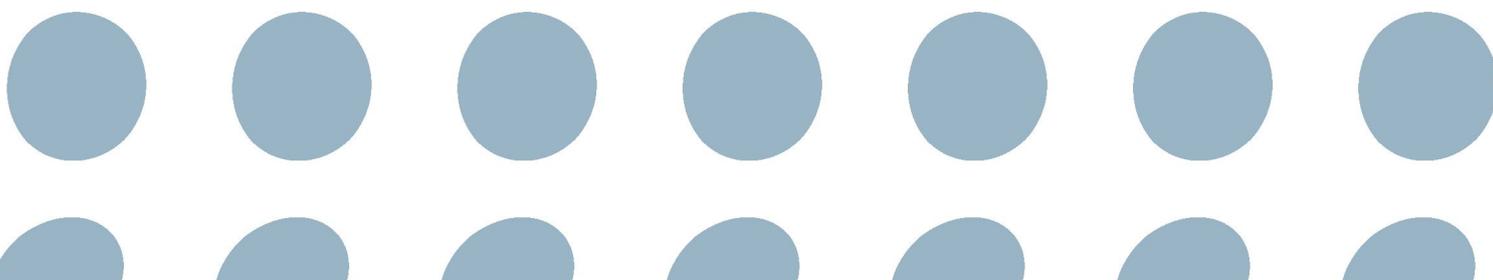
El proyecto VOLCANTEN, impulsado por el Cabildo Insular de Tenerife y por el Instituto Geológico y Minero de España, tiene como objetivo principal realizar una cartografía de peligrosidad volcánica y un simulador de eventos volcánicos en la isla de Tenerife, zona con actividad volcánica y que ha sufrido, durante el periodo histórico, al menos 6 erupciones volcánicas, la más reciente hace casi 100 años (Chinyero en 1909).

El sistema se apoya en un potente GIS que es utilizado para la puesta en marcha de medidas preventivas y como documento de referencia en el caso de que en el futuro se produjera un evento volcánico.

La cartografía es un elemento importante para las acciones de protección civil a la hora de planificar las evacuaciones, así como para la operatividad de los servicios públicos, tanto de tráfico aéreo como de los medios de comunicación en general. La cartografía del proyecto Volcanten está elaborada por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME), y en ella se han caracterizado e identificado los estilos eruptivos y fenómenos asociados que se pueden producir en la Isla, con la evaluación de cada uno de los factores que intervienen en la peligrosidad volcánica. Estos factores han sido analizados en base a datos publicados en revistas científicas y consultas a expertos.

La metodología diseñada para cartografiar la peligrosidad volcánica en entorno SIG permite las siguientes funcionalidades al usuario:

- ✓ Consultar y actualizar la base de datos georreferenciada.





- ✓ Crear, consultar y actualizar mapas de peligrosidad volcánica y otros mapas temáticos.
- ✓ Actualizar los modelos de simulación.
- ✓ Modificar las escalas de visualización y leyendas.

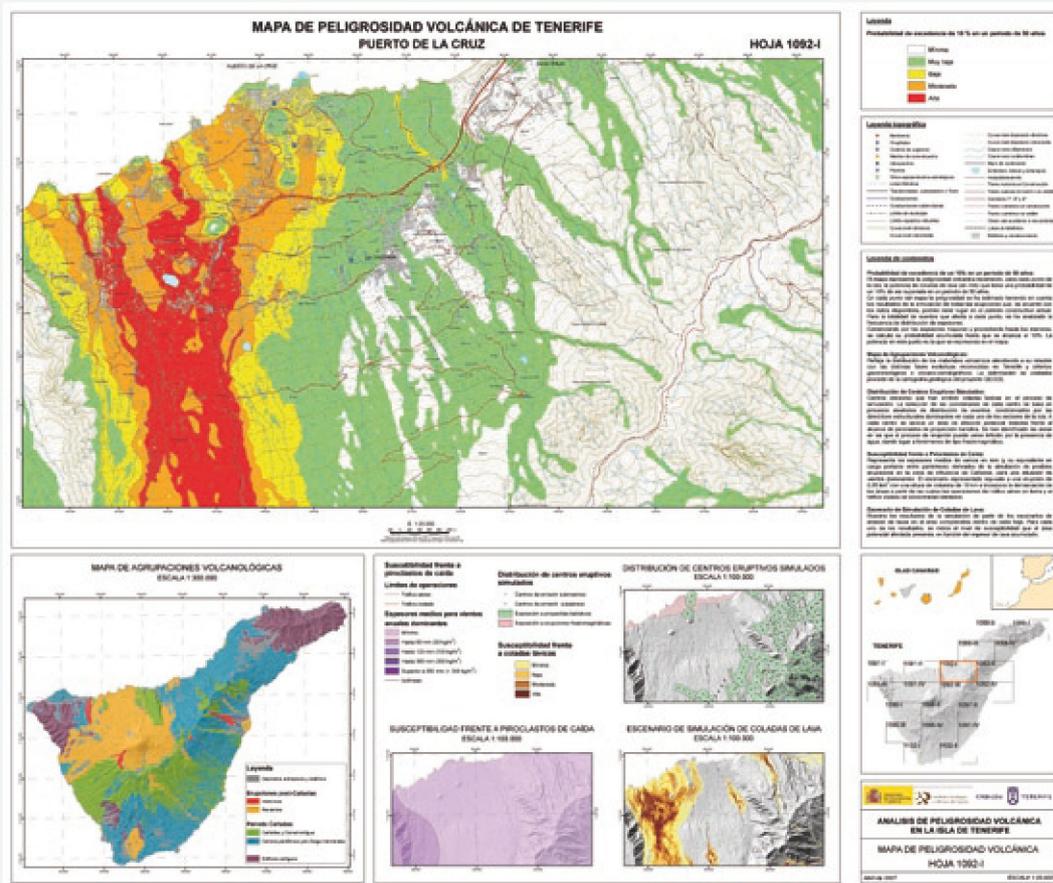


GRÁFICO 36 - VISUALIZACIÓN DE LA APLICACIÓN VOLCANTEN  
Fuente: COTESA (empresa que ha desarrollado la aplicación)



### 7.2.5 Visor de Información Marina del Instituto Español de Oceanografía

El Instituto Español de Oceanografía, dependiente del Ministerio de Ciencia e Innovación, se dedica al estudio del mar y los océanos, y para ello, cuenta con un Visor de Información Marina abierto al ciudadano con Servicios Web de Mapas. En este SIG se incluyen datos acerca de las siguientes áreas, de forma que cada una de ella consta de diferentes capas:

- ✓ Límites Administrativos marinos (como la Línea de Costa, el límite de las 200 millas, la Línea de la Zona Contigua de 24 millas, la Línea de Base Recta o el Límite del Mar Territorial).
- ✓ Información Ambiental.
- ✓ Usos del medio (arrecifes, caladeros).
- ✓ Regulaciones de la Navegación.
- ✓ Medio Físico (isobaras marinas, naturaleza del medio marino, etc.).

A continuación se presenta una imagen del SIG del Instituto Español de Oceanografía, con diferentes capas activadas:

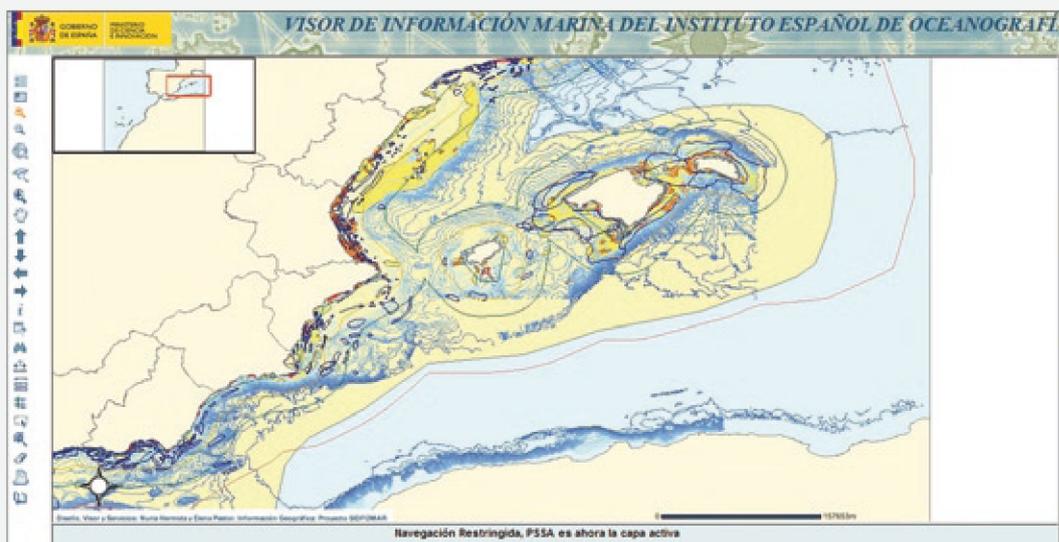


GRÁFICO 37 - IMAGEN DEL VISOR DE INFORMACIÓN MARINA  
Fuente: <http://mapserver.ieo.es>



El acceso al Visor de Información Marina se realiza a través de la página de Internet: <http://mapserver.ieo.es>



### 7.2.6 Sistema Integral de Vigilancia Exterior de Almería

La Dirección General de la Guardia Civil del Ministerio del Interior implantó en el año 2005 un Sistema Integral de Vigilancia, desarrollado por INDRA.

Este sistema, que combina los SIG con sofisticados sistemas de localización, pretende hacer frente a dos de los principales problemas a los que se enfrentan los Cuerpos y Fuerzas de Seguridad del Estado, que son la entrada ilegal de personas en nuestro territorio a través de la costa y el tráfico de estupefacientes.

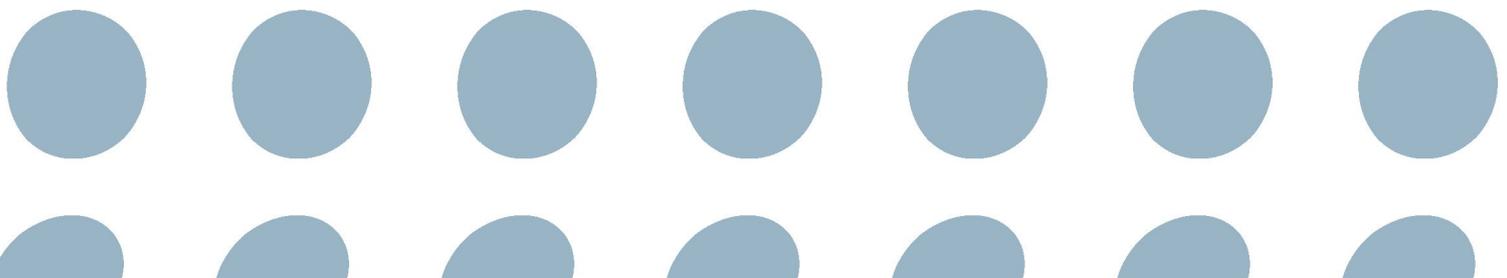
El SIG recoge los datos proporcionados por los sistemas de localización utilizados (radares, imágenes digitalizadas capturadas por cámaras de vigilancia, etc.). Así a través del SIG y en un Centro de Mando y Control se detecta, identifican y siguen embarcaciones sospechosas.

Desde ese mismo Centro de Mando y Control se coordinan las posibles acciones a ejecutar realizando el seguimiento en tiempo real de las unidades móviles utilizadas.

La implantación de este sistema, ha hecho posible una mayor eficacia en la lucha contra estos delitos, una reducción del coste de las operaciones y una mayor eficacia en el salvamento de vidas humanas.

### 7.2.7 Infraestructura de Datos Espaciales en 3D

Heidelberg-3D es parte del proyecto alemán GDI3D (las siglas de Infraestructura de Datos Espaciales de Geodatabases tridimensionales) y permite el uso de estándares del OGC, basado en software libre, para el análisis del desarrollo de las ciudades (en este caso, aplicado a la ciudad alemana de Heidelberg). El objetivo que se persigue es desarrollar nuevas tecnologías y estándares para el proceso de interoperabilidad, visualización y análisis de modelos tridimensionales de ciudades.



Heidelberg-3D contiene un modelo digital de elevaciones de 5 metros de ancho de malla, y en total, se han modelizado aproximadamente 40.000 edificios de la ciudad alemana.

La siguiente imagen muestra las posibilidades y capacidad de simulación del proyecto:

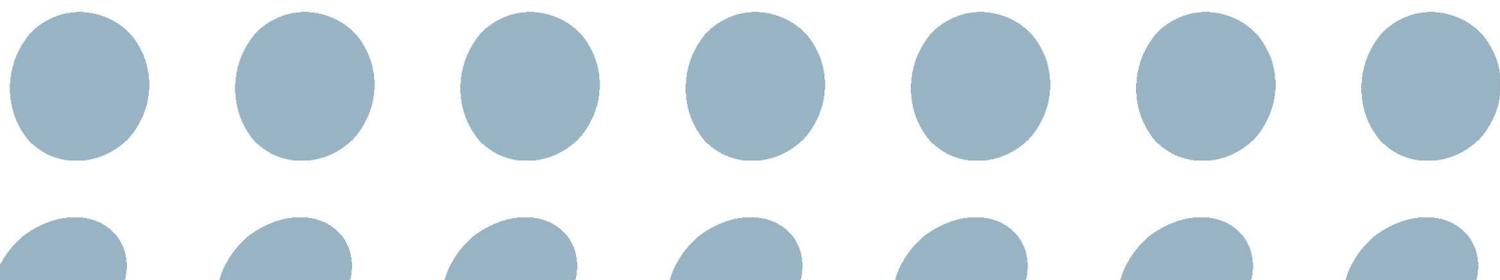


GRÁFICO 38 - IMAGEN DE LA SIMULACIÓN DEL PROYECTO HEIDELBERG-3D  
Fuente: GDI3D

### 7.2.8 Creación de aplicaciones GIS en 3D

En España también se han desarrollado iniciativas en relación a aplicaciones geográficas tridimensionales. El Instituto Tecnológico de Canarias (ITC) y la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC) han trabajado en el proyecto CAPAWARE, un entorno de desarrollo para aplicaciones 3D geográficas multicapa. Este proyecto, surgido gracias al apoyo del ITC y al desarrollo de aplicaciones de software innovadoras basadas en software libre, ha sido diseñado para simplificar la creación de aplicaciones 3D sobre territorios geográficos extensos, con múltiples capas de información sobre el terreno, y proporcionar una herramienta muy visual.

Con las capacidades clásicas de un SIG, CAPAWARE permite diferentes funcionalidades: la carga de capas WMS sobre entornos 3D, añadir objetos en 3D dimensiones, visualizar elementos dinámicos ofreciendo una nueva perspectiva de la información analizada, así como conectarse a servidores externos con protocolos OGC para obtener datos para su propio uso. Asimismo, se puede configurar y administrar las capas de recursos y elementos que se pueden representar sobre el terreno.





Entre las aplicaciones de este sistema, destaca un sistema virtual de seguimiento de emergencias (GEVIEMER) en la isla de La Palma, en el que se está avanzando. Con las capacidades gráficas de esta herramienta, el GEVIEMER aportará a los técnicos de emergencias forestales de la isla nuevos elementos para la toma de decisiones en el caso de los incendios. Conectado a un servicio de predicción de incendios forestales, y a un sistema de predicción meteorológica, Geviemer mostrará en 3D el comportamiento más probable de un incendio forestal.

El acceso a la herramienta se realiza por medio de la siguiente dirección web: [www.caspaware.org](http://www.caspaware.org).

### 7.2.9 Google Maps

Google Maps es un servicio gratuito ofrecido por Google Inc<sup>46</sup> a través de Internet. Se trata de un GIS muy básico pero que ofrece gran cantidad de imágenes de mapas de todo el mundo, así como fotografías satelitales.

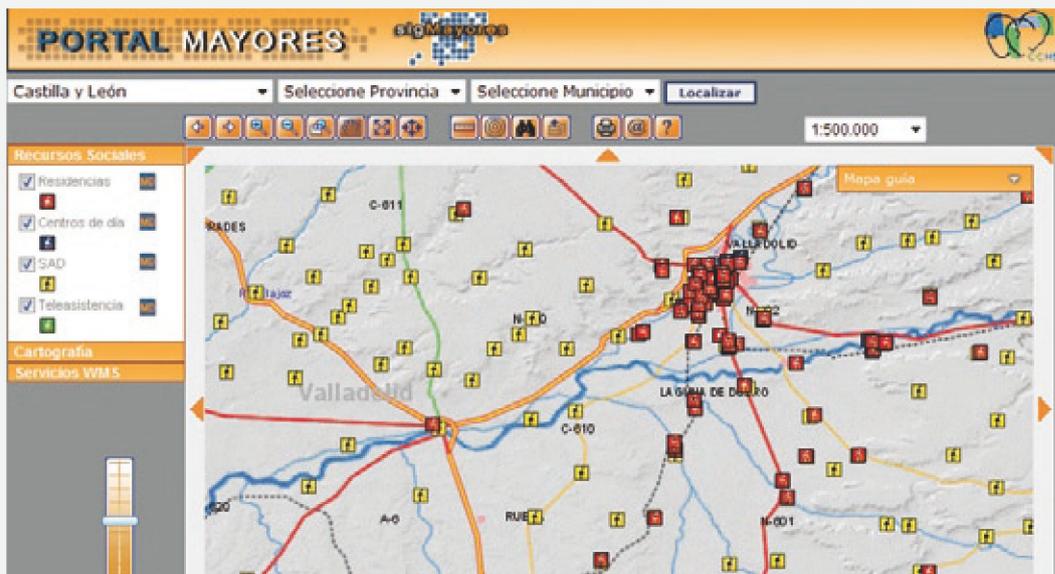
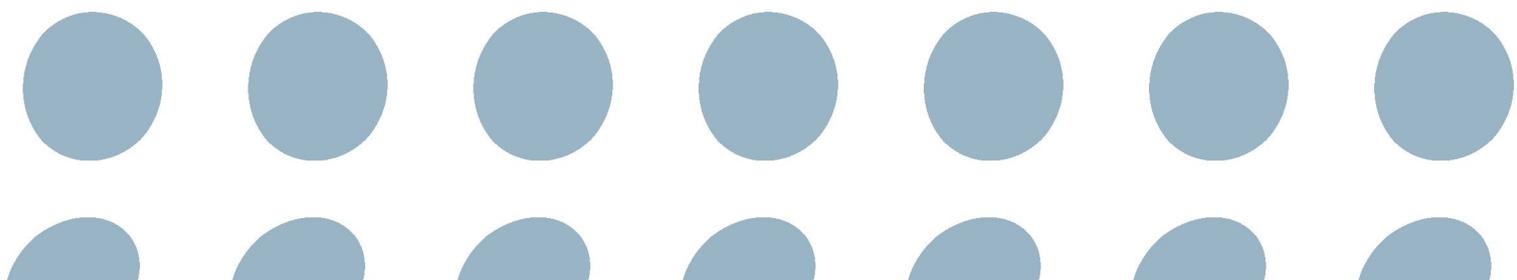


GRÁFICO 39 - VISTA DE GOOGLE MAPS  
Fuente: Google Inc

Apareció en 2005 y pronto alcanzó gran popularidad entre los usuarios de Internet.

46 Google Inc. Es la empresa propietaria de la marca Google.



Aunque no permite la navegación por capas, ofrece imágenes de mapas desplazables en distintos formatos (Mapa, Satélite y Relieve), permite localizar negocios urbanos así como la ruta entre varias ubicaciones. Google Maps utiliza varios repositorios para localizar la dirección de la empresa consultada, en España, utiliza la información de [www.paginas-amarillas.es](http://www.paginas-amarillas.es).

Además, permite realizar acercamientos y alejamientos del mapa, posibilita el control del mapa haciendo uso del ratón o de las teclas de dirección y permite que los usuarios puedan ingresar una dirección, una intersección o un área en general para buscar en el mapa.

Cada vez que se efectúa un movimiento en el mapa, los cuadrados de la rejilla se descargan del servidor y son mostrados. Para poder realizar la petición de las imágenes cada vez que el mapa es arrastrado, se utiliza el framework AjaXSLT. A su vez, los datos SIG son proporcionados por Tele Atlas y NAVTEG, mientras que las imágenes satelitales son suministradas, en gran parte, gracias a DigitalGlobe y QuickBird.

Además, gracias al API de Google Maps, es posible incorporar y hacer uso del servicio en cualquier página web únicamente siendo necesario para ello obtener una contraseña oficial que proporciona Google gratuitamente.

The screenshot shows the website for 'Transformación de los Sistemas Analógicos en Digitales' (TDT) in Castilla y León. The page features a navigation menu with options like 'Inicio', 'Gobierno de Castilla y León', and 'Temas JCYL.es'. A search bar is present with the text 'Buscar Texto a buscar enviar'. The main content area is titled 'Consulta de recursos' and includes a map of Castilla y León with numerous red pins indicating digital TV resources. A tooltip for 'Almazan' is visible, stating 'La TDteca en la Plaza Mayor' and providing a link to 'TDteca'. The page also includes buttons for 'Imprimir contenido', 'Escuchar contenido', 'Enviar contenido', and 'Contacta'.

GRÁFICO 40 - USO DEL API GOOGLE MAPS EN UNA PÁGINA WEB  
Fuente: <http://www.iniciate.es/tdcyl>





Como complemento de este servicio, Google Inc ha lanzado también los servicios Google Earth, que permite visualizar imágenes satelitales en 3D, y Google Maps Street View, que permite ver las ciudades a pie de calle a través de imágenes virtuales en las que el usuario puede desplazarse en todas las direcciones y girar 360°, construidas a partir de instantáneas reales tomadas por Google. Este servicio funciona, hasta ahora, para las calles de las principales ciudades de EEUU y de Europa. En la siguiente imagen se presenta un ejemplo de esto:

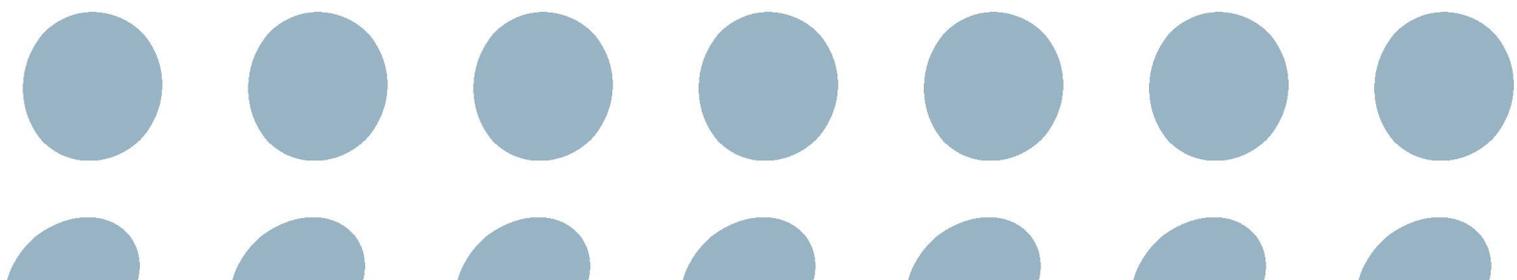


GRÁFICO 41 - IMAGEN DE GOOGLE MAPS STREET VIEW DE UNA CÉNTRICA CALLE DE MADRID  
Fuente: Google Inc

Para evitar problemas de privacidad de los transeúntes, las imágenes tienen que ser previamente sometidas a un filtro sobre tales aspectos. Google ha desarrollado un software que, de forma automática, se encarga de difuminar los rostros de las personas captadas en las fotografías, así como las matrículas de los coches. En cualquier caso, el ciudadano puede dirigirse a la empresa y exigir la eliminación o corrección de aquellas imágenes que presenten un problema de privacidad.

#### 7.2.10 Wikiloc: compartición de rutas a través de un GIS

Wikiloc es una Web colaborativa que ayuda al usuario a descubrir y planificar rutas de trekking, alpinismo, ciclismo, etc. por todo el mundo. Se trata de un servicio completamente gratuito que permite encontrar y visualizar rutas y waypoints de distintas partes del mundo sobre múltiples mapas base e imágenes satélite ( también disponibles en 3D con Google Herat), así como obtener rutas por carretera para llegar en coche al inicio de las rutas o



waypoints Además, ofrece información sobre las localizaciones: perfil de altitud, distancia, desniveles acumulados, imágenes, enlaces a otros sitios web con información adicional, etc.

Una de las ventajas de Wikiloc es que está concebido como una aplicación de interacción con los usuarios, de forma que estos pueden publicar, compartir y descargar rutas y puntos de interés que hayan sido aportados por otros usuarios. Toda ruta inicialmente publicada es privada y sólo visible por la persona que la ha cargado, aunque posteriormente puede hacerse pública y darla a conocer a todo el público de Wikiloc.

La siguiente imagen muestra las posibilidades de Wikiloc:



GRÁFICO 42 - IMAGEN DE LA RUTA DE ASCENSIÓN AL TEIDE DESDE MONTAÑA BLANCA  
Fuente: Wikiloc

### 7.2.11 Servicio Localízame de Movistar

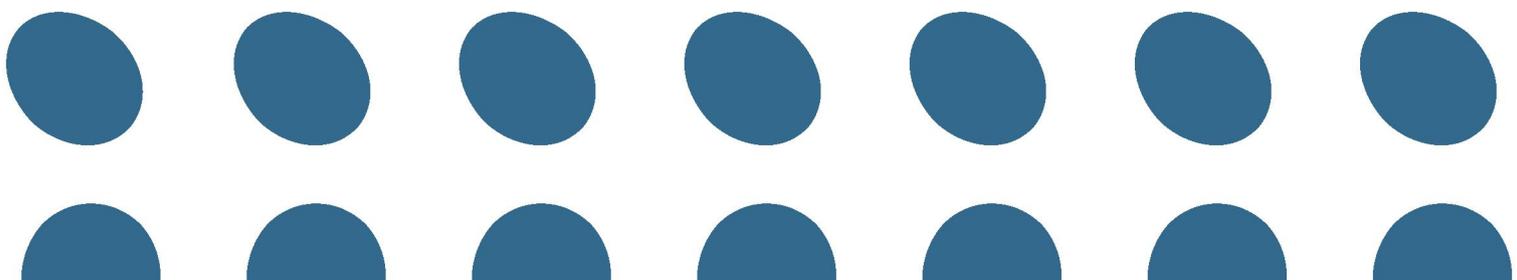
La compañía telefónica MoviStar ha lanzado un servicio de localización por celda para teléfonos móviles, a través del cual, y previa autorización de la persona a localizar, una persona (familiar, amigo, etc.) podrá localizar a otra persona en todo el territorio español con una precisión que varía de 200 metros a 5 kilómetros, en función de si se trata de un entorno urbano o rural.

Se puede localizar a alguien mediante 4 vías:

- ✓ A través de Internet.
- ✓ Mediante un SMS.
- ✓ A través de un teléfono.
- ✓ Mediante una aplicación software instalada en un móvil.

El servicio funciona a través de localización por celdas y a través de Internet con la aplicación descargada en el móvil, se muestra a través de un SIG.

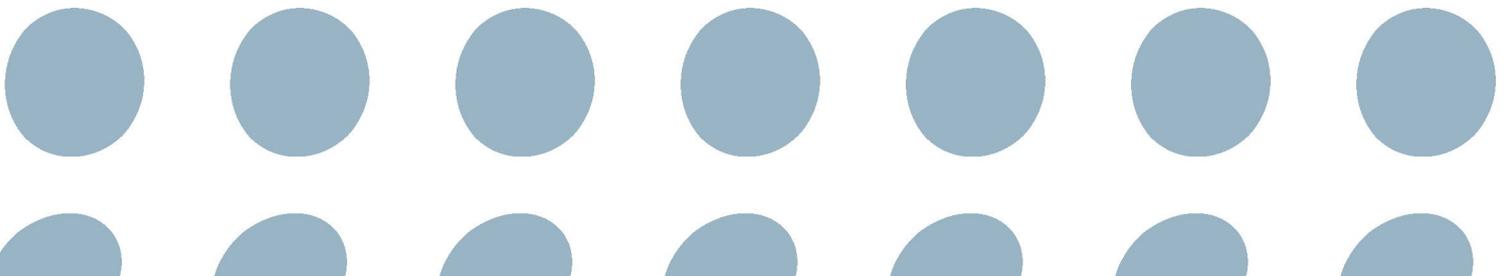
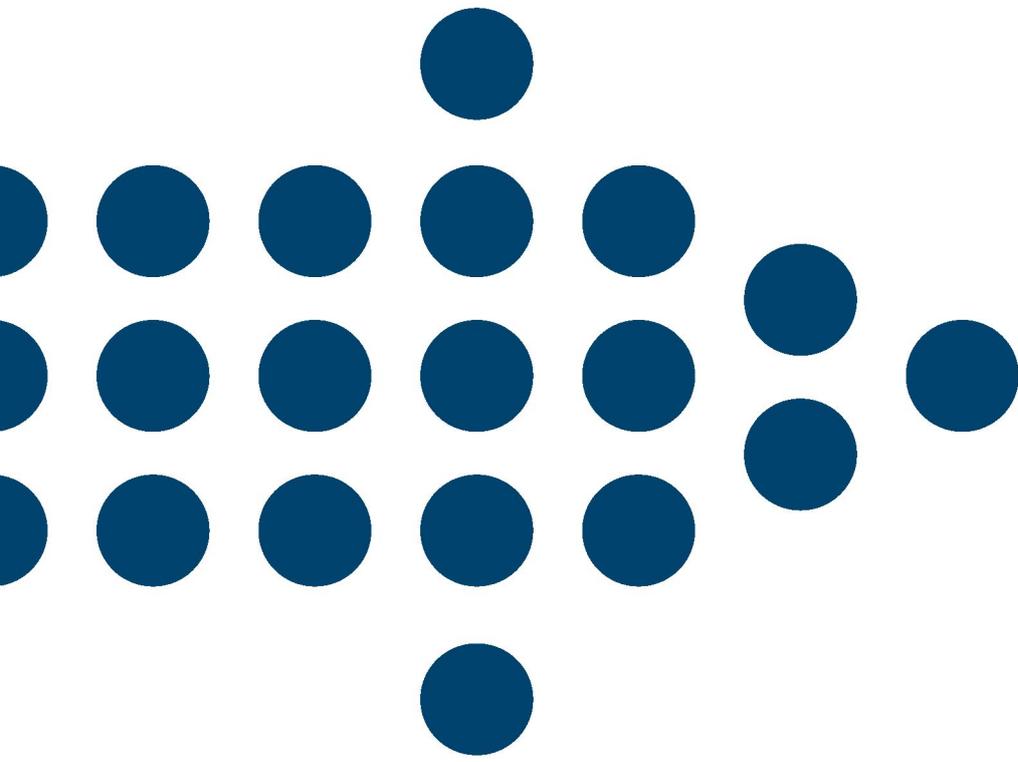




# SISTEMAS DE LOCALIZACIÓN E INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

## 8. TENDENCIAS







## 8. TENDENCIAS

El desarrollo de las TIC (Tecnologías de la Información y las Comunicaciones) ha supuesto una **lanzadera para los sistemas de localización y de información geográfica** y se ha convertido en **el entorno perfecto para su desarrollo**.

### LOS SISTEMAS GIS COLABORATIVOS 2.0

El Boom definitivo de los sistemas GIS se ha producido al utilizar los sistemas de información geográfica sobre una plataforma tan actual como la web. La posibilidad de que el propio usuario sea capaz de generar aplicaciones y datos de interés, ha supuesto un continuo y rápido crecimiento de contenidos e información.

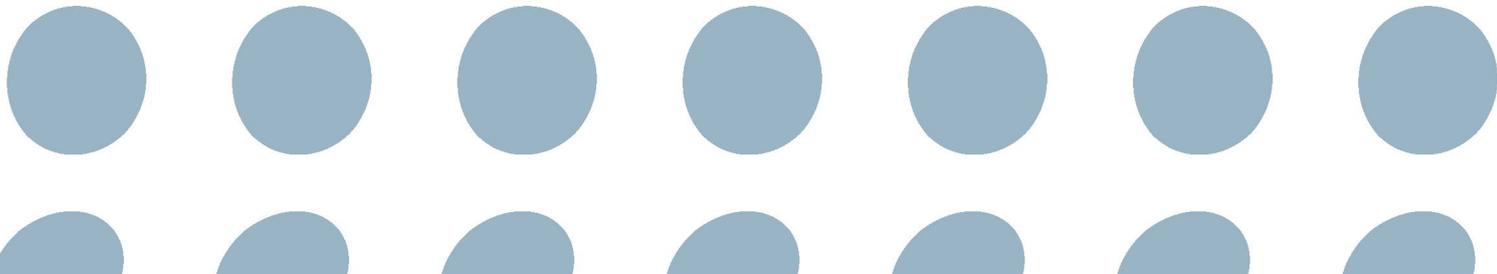
La variedad de APIs (del inglés Application Programming Interface - Interfaz de Programación de Aplicaciones) ó librerías para construir visores de mapas en la web es amplia. Un API para trabajar con sistemas SIG ofrece la posibilidad de personalizar, en funcionalidad y apariencia, un propio entorno SIG. Algunos ejemplos de librerías y visores que se encuentran disponibles son OpenLayers, MapBuilder, Ka-Map, Live Search Maps, Yahoo! Maps y Google Maps.

Con la aparición de APIs sencillas y amigables que cada vez van siendo más comunes, estos sistemas prometen un grandísimo potencial en su aplicación a diferentes ámbitos sociales. Actualmente existen multitud de herramientas Web 2.0 que hacen uso de los SIG.

Gracias a las nuevas herramientas existentes en Internet y a la gratuidad de muchas de ellas ha surgido este gran número de aplicaciones que están revolucionando la forma en que se trata y muestra la información. Todas ellas destacan por una cosa: utilizan la lógica de aprovechar el conocimiento colectivo como medio de enriquecer y dar valor a los contenidos digitales.

Las nuevas tecnologías y herramientas que surgen de la acción de la web semántica (conocidas como ontologías<sup>47</sup>) manifiestan que son útiles para problemas de integración de datos en los sistemas de información. Por ello, se espera que estas tecnologías sean la senda para facilitar la interoperabilidad y la posible reutilización de los datos entre diferentes aplicaciones SIG, así como permitir nuevos métodos de análisis de la información y los datos obtenidos.

47 La idea de las ontologías se aproxima a las formas más habituales de organización de la información geográfica en la que se definen relaciones y atributos entre conceptos que incrementan el vocabulario del dominio de trabajo. Éstas ayudarán a definir los significados de los aspectos incluidos en los datos geográficos, lo que permitirá a los servicios de información geográfica centrarse en mayor medida en los significados de los datos, en vez de en su sintaxis o en su estructura.





## EL IMPULSO DE LOS SISTEMAS GIS SOBRE DIFERENTES PLATAFORMAS: MÓVIL Y TDT

Gracias a los avances tecnológicos, los **dispositivos móviles** son cada vez más completos y ofrecen más servicios a los usuarios. Si hace unos años se empezó a incluir cámara de fotos, grabación de video y reproductor mp3, el siguiente paso por parte de los fabricantes de teléfonos móviles ha sido la incorporación del GPS. Gracias a ello el número de aplicaciones basadas en localización e información geográfica está creciendo. Algunos ejemplos son Google Maps para móviles (indica dónde se encuentra, por ejemplo, la farmacia más próxima así como la ruta para llegar hasta ella desde el lugar en que nos encontramos) o PhoneLocator (permite localizar un teléfono móvil con dispositivo GPS en Internet mediante un servicio de localización gratuito).

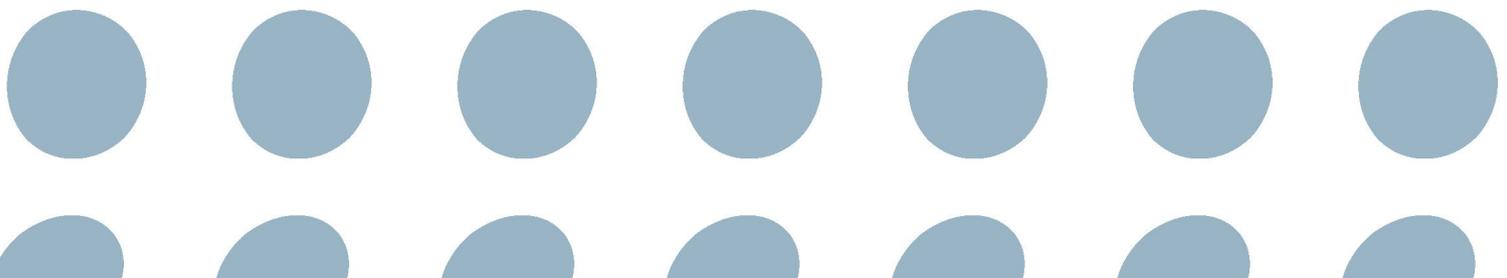
También es importante destacar el papel novedoso y de gran alcance que se plantea con la introducción de la **TDT como medio difusor y receptor de la información**. La televisión interactiva abre oportunidades que hoy ya nos ofrece el ordenador a través de Internet como canal de servicio y fuente de información geográfica.

En este ámbito cabe destacar el Proyecto GEISHA<sup>48</sup>, gracias al cual es posible utilizar Google Maps y localizar dispositivos móviles a través de la TDT. Así, bastará con encender nuestro televisor y acceder a este servicio TDT para poder visualizar la localización en tiempo real de alguien en un mapa<sup>49</sup>.

La TV está llamada a convertirse en un importante canal de acceso a la Sociedad de la Información. Pese a los consabidos problemas de los interfaces de introducción de datos y navegación, existen otras razones de peso que convierten a la TV en un medio adecuado para la difusión de contenidos de información geográfica: la TV goza de una aceptación generalizada por parte de cualquier sector social y ofrece mayor confianza a los consumidores.

48 Proyecto desarrollado por CEDETEL (Centro para el Desarrollo de las Telecomunicaciones de Castilla y León) y financiado por el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo y la Junta de Castilla y León.

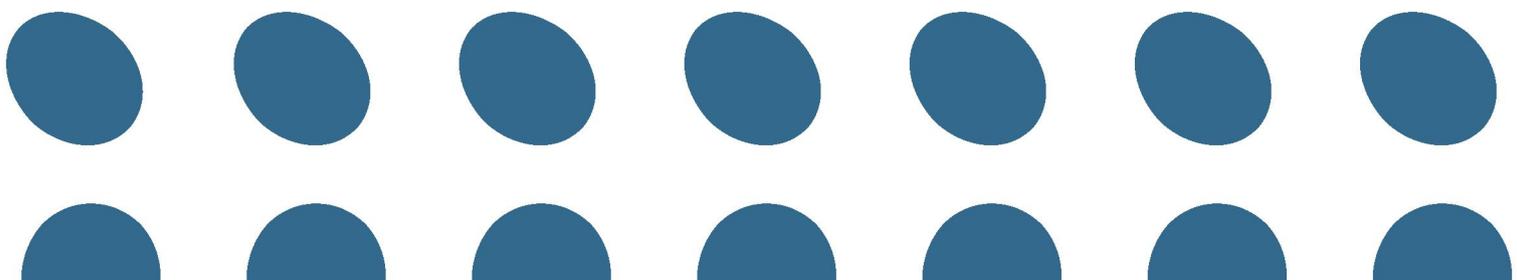
49 Para más información sobre el Proyecto GEISHA ver apartado Casos de éxito y buenas prácticas.



# SISTEMAS DE LOCALIZACIÓN E INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

## 9. CONCLUSIONES







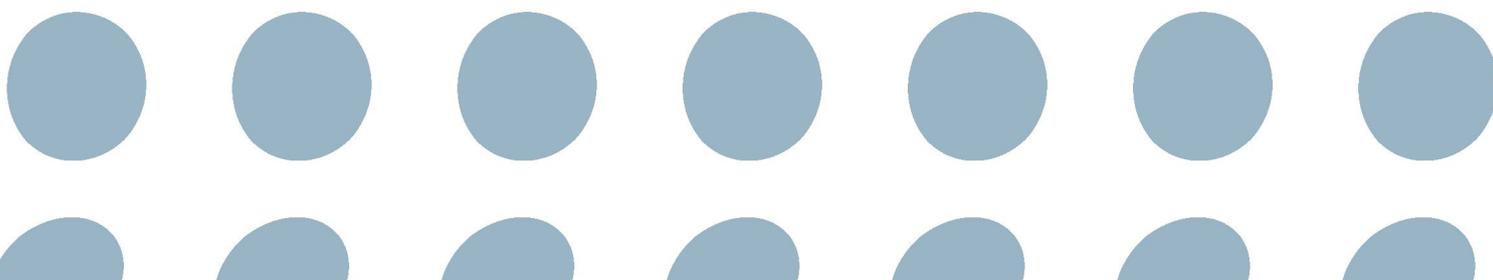
## 9. CONCLUSIONES

**Los sistemas de información geográfica** llevan muchísimos años presentes en nuestras vidas. Todos hemos visto a través del televisor la información meteorológica representada a partir de un mapa en el que se superponen símbolos que indican la previsión del tiempo en una determinada zona. Hace años, esta representación se realizaba a gran escala, es decir, sobre un único mapa que representaba todo el país, actualmente algunos medios “navegan” en los mapas reduciendo el área de previsión a Comunidades Autónomas o a provincias, e incluso hay algunas cadenas televisivas que ofrecen representaciones en 3 dimensiones muy vistosas para el espectador. Pues bien, esto es sólo un ejemplo de cómo los sistemas de localización y los sistemas de información geográfica forman parte de nuestras vidas, de nuestra sociedad.

El objetivo de este estudio ha sido el explicar **qué son, cómo funcionan, para qué sirven y cómo se complementen ambos sistemas**, teniendo claro en todo momento que **“Los sistemas de localización posicionan un punto dentro de la superficie terrestre, y los GIS analizan y representan la información geográfica”**.

El imparable **avance tecnológico de los últimos tiempos** (informática y telecomunicaciones, principalmente) ha posibilitado el desarrollo tanto de este tipo de sistemas, generando una **industria emergente** en torno a ellos que moverá, en los próximos años, muchos miles de millones de euros.

Si nos **centramos en los sistemas de localización**, la puesta en órbita del Sputnik I (1957), primer satélite puesto en órbita, supuso el inicio de una carrera espacial entre las principales potencias militares mundiales, que han sido el principal percusor de los sistemas de localización y posicionamiento, ya que las ventajas que estos sistemas aportaba en el ámbito militar son enormes.





Disponer de un sistema que nos permite realizar el seguimiento de nuestros activos bélicos y poder realizar tareas de navegación asistida suponen una gran baza en caso de una contienda militar. De hecho, el GPS es un sistema propiedad del Departamento de Defensa de los Estados Unidos (y por ende, es controlado por este Gobierno). El alto coste de inversión para poner en marcha un sistema GNSS (como el GPS, del que se habla que costó más de 10.000 millones de dólares de los años 70) y el alto coste de su mantenimiento hizo que el Gobierno de los Estados Unidos decidiera **poner a disposición del ámbito civil** parte de los servicios de su sistema satelital de localización, generando una importantísima industria que, según diversas estimaciones, moverá en el año 2013, más de 240.000 millones de dólares. Como dato, decir que solamente en España, durante el año 2007, se vendieron 1 millón de navegadores GPS.

Por otro lado, **muchas operadoras de telefonía móvil**, aprovechando su infraestructura de red desplegada para los servicios de comunicación móvil (razón de ser de estas compañías), se han **embarcado en este negocio** ofreciendo a sus usuarios, un servicio de valor añadido basado en la localización por celdas, disponiendo así de un elemento competitivo más que le permita aumentar su abanico de servicios, y por tanto obtener beneficios económicos.

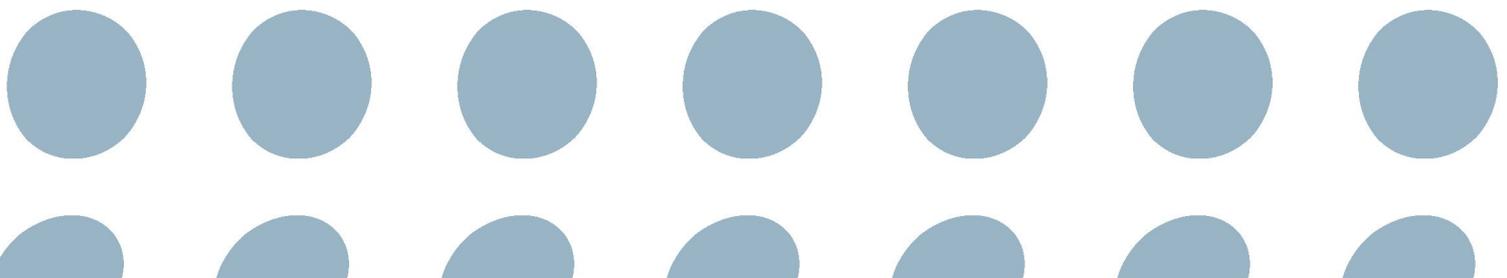
Por último, en lo que a los sistemas de localización se refiere, el desarrollo de tecnologías inalámbricas como Wi-Fi o RFid, ha permitido desarrollar sistemas de localización, propios para interior de edificios, basados en este tipo de tecnologías y que en opinión de Jarmo Ikonen (Director Comercial de Ekahau, empresa proveedora de soluciones precisas en posicionamiento Wi-Fi) podrían suponer un negocio que moviera más de 150 millones de euros anuales en unos pocos años.

Paralelamente a los sistemas de localización, **los sistemas de información geográfica** también han experimentado una gran evolución, apoyados en la evolución de los sistemas informáticos. Los GIS constituyen hoy en día una eficaz herramienta de análisis de información geográfica que puede ser utilizada para ofrecer servicios de información o para constituir una potente herramienta de análisis más dentro de los órganos decisorios de la regla de negocio de un organismo.

Las **Administraciones Públicas han sido sin duda las grandes promotoras** de este tipo de sistemas por cuanto constituyen para éstas una herramienta idónea para poner información a disposición del ciudadano y además suponen un aplicativo que agiliza y facilita la gestión administrativa de estas entidades. Algunos de los expertos consultados sugieren que el futuro de los GIS pasa por la publicación y compartición de la información geográfica producida, algo realmente costoso en este tipo de sistemas. Con el fin de reducir costes y promover el desarrollo de servicios basados en información geográfica, actualmente las políticas públicas cuentan con iniciativas para la compartición de información geográfica de diferentes organismos mediante IDE's (Infraestructura de Datos Espaciales) comunes.

Por otro lado, ya son muchas las **empresas privadas** que han visto en los GIS una potentísima herramienta de análisis y gestión. Se estima que más del 80% de la información que manejan las empresas privadas para sus análisis, depende de algún parámetro geográfico. Varias publicaciones apuntan que la explosión de los GIS se producirá en los próximos 5 ó 10 años, y que será un mercado capaz de mover cifras de en torno a los 150.000 millones de dólares anuales.

A día de hoy, **Internet** se ha convertido en el principal aliado de los GIS. A través de la Web es posible poner la información geográfica al servicio del internauta, bien para un uso lúdico

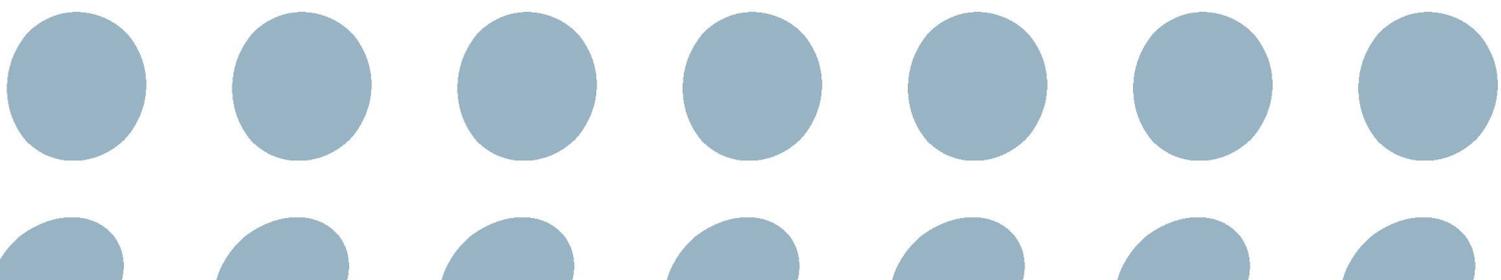


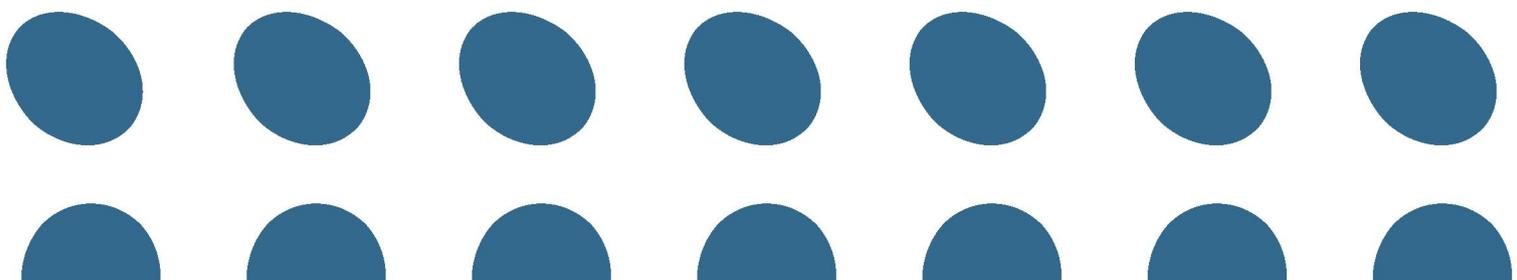
o bien para un uso administrativo o informativo. Google Maps, donde casi todos los internautas han consultado alguna dirección, o IDECyL donde muchos castellanos y leoneses han buscado una fotografía aérea de su municipio o paraje favorito, son sólo algunos ejemplos de lo que Internet ofrece a los GIS, como escenario sobre el que llegar al usuario.

Actualmente surge un nuevo reto, la **Televisión Digital Terrestre**. El 99% de los españoles dispone de un televisor. En un futuro próximo será posible utilizar la TDT de la misma manera que hoy se usa Internet para ofrecer servicios GIS al ciudadano, con el valor añadido de que, tratándose de **un medio no hostil**, el mercado potencial es mucho mayor.

Llegados a este punto, está claro que tanto los sistemas de localización como los GIS tienen muchísimas aplicaciones y un prometedor mercado económico por delante en los próximos años. La mayoría de los expertos coinciden en que nos encontramos inmersos en lo que supondría la 5ª ola de la teoría disruptiva de Schumpeter<sup>50</sup>. Tanto los sistemas de localización como los GIS son tan sólo parte de los servicios que las TIC ponen a disposición del ciudadano, potentes aplicaciones que permiten realizar cosas que hasta hace tan sólo unos años, nadie creía posibles.

50 Joseph Alois Schumpeter, economista austriaco y padre de lo que se conoce como la teoría de las olas de la innovación disruptiva. Según Schumpeter, cíclicamente se produce una innovación, un invento, un avance, que supone una revolución económica mundial, así calculó 4 olas disruptivas que cambiaron cíclicamente en el tiempo la economía mundial. Primero la ola de la revolución industrial, a la que siguió la ola del ferrocarril. Posteriormente la ola de la electricidad y la cuarta ola sería la ola del automóvil. Muchos expertos piensan que nos encontramos en la quinta ola, la ola de las TIC.

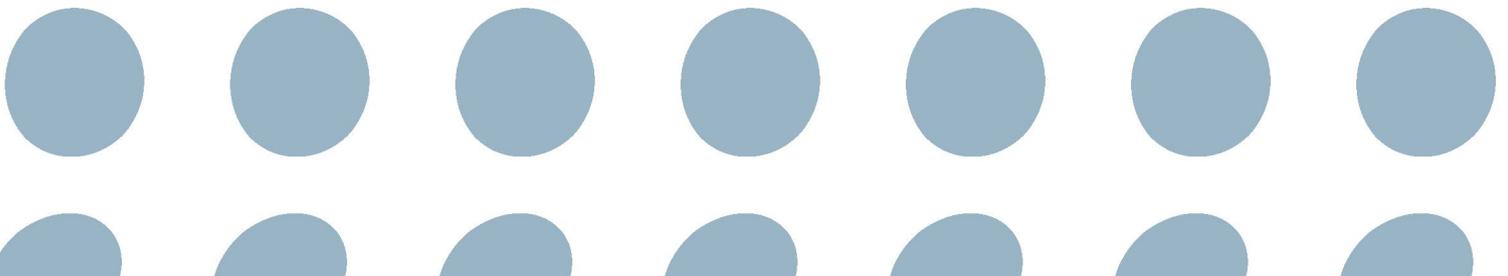
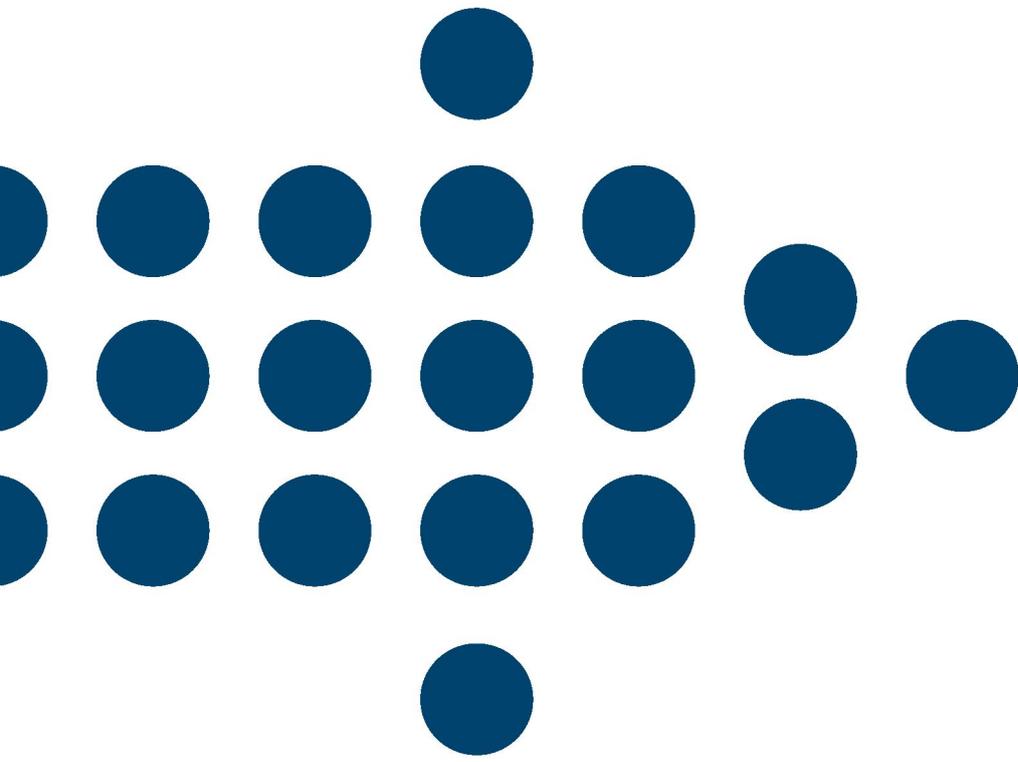




# SISTEMAS DE LOCALIZACIÓN E INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

## 10. AGRADECIMIENTOS







## 10. AGRADECIMIENTOS

La preparación del presente estudio ha contado con la colaboración y participación de numerosas entidades públicas y privadas, así como de especialistas y profesionales en el ámbito de los Sistemas de localización e información geográfica. Todos, de diversas formas, han aportado con sus comentarios y experiencias a su realización. En tal sentido, el Observatorio Regional de la Sociedad de la Información (ORSI) agradece su participación y colaboración, especialmente a las siguientes personas y entidades:

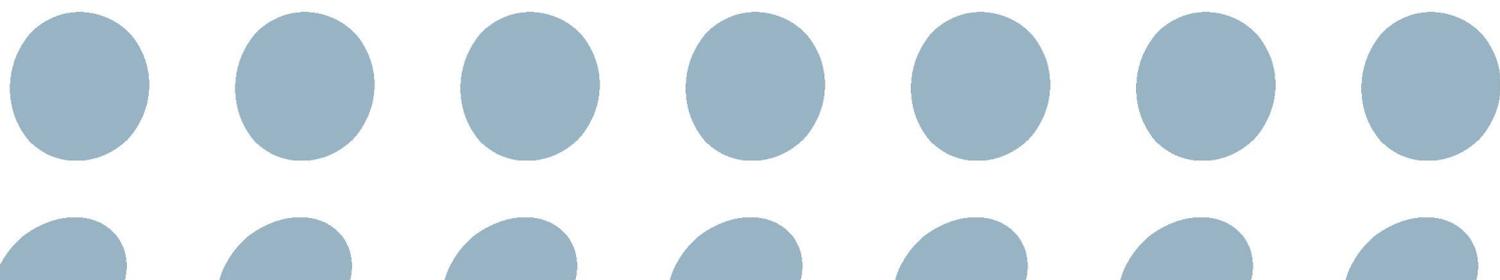
✓ **Centro de Información Territorial de la Junta de Castilla y León (CIT).** Agradecemos la colaboración de Alberto González Monsalve, Jefe del Centro de Información Territorial y responsable de la Infraestructura de Datos Espaciales de Castilla y León (IDECyL).

✓ **Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León (ITACyL).** Organismo adscrito a la Consejería de Agricultura y Ganadería de la Junta de Castilla y León que destaca en la región por la implantación de las Nuevas Tecnologías en el ámbito agrario y una de las instituciones públicas de Castilla y León pionera en la utilización de los SIG como herramienta de soporte y gestión de sus proyectos. Agradecemos la colaboración de Mario González Díez, jefe de la Unidad de Explotación, Gustavo Río Briones, jefe de la Unidad de Desarrollo y Antonio Carlón Paredes, analista de Sistemas.

✓ **Dirección General del Medio Natural de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Castilla y León.** Agradecemos la colaboración de Jose Ignacio Molina, Coordinador de Servicios y a Miguel Ángel Losa y M<sup>a</sup> Concepción, técnicos responsables del Sistema de Información Geográfica del Medio Natural (SIGMENA).

✓ **Asociación CyLoG,** gestiona una Red de Enclaves Logísticos Públicos que ofrece servicios logísticos de calidad a las empresas de Castilla y León a un precio competitivo. Agradecemos la información aportada y comentarios de Javier Vallejo, técnico logístico.

✓ **Centro para el Desarrollo de las Telecomunicaciones de Castilla y León (CEDETEL),** centro de referencia en la creación y ejecución de proyectos relacionados con la implantación de las TIC en la Comunidad Autónoma, y como tal, lleva a cabo diferentes iniciativas enmarcadas en la utilización de los SIG como sistemas de acercamiento de las Nuevas Tecnologías al ciudadano. Especial mención a Antonio Sainz, consultor técnico de CEDETEL.





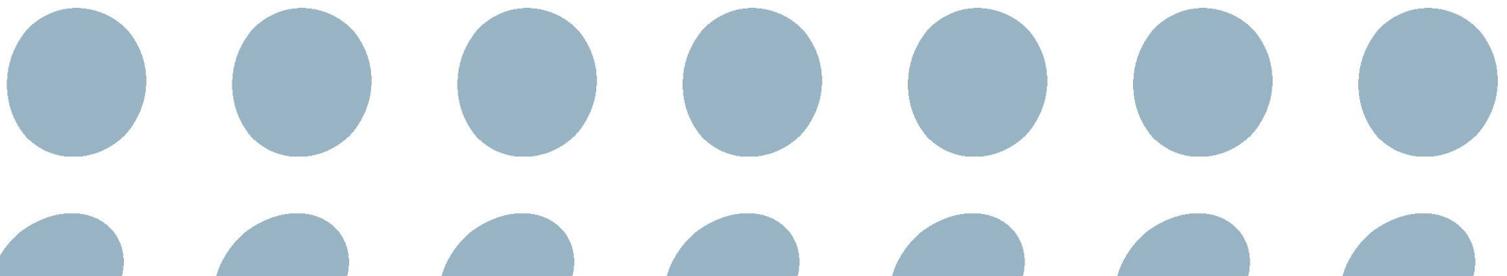
✓ **Dirección General de Desarrollo de Tecnologías de la Información del Ayuntamiento de Madrid.** El ayuntamiento de Madrid es un ejemplo de administración local en el uso de los SIG para la gestión diaria de sus competencias. Agradecemos la colaboración de Javier Delgado Bermejo, Jefe de Servicio de Sistemas de Información de Población y Territorio.

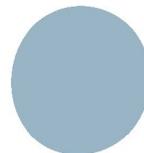
✓ **INDRA**, multinacional de Tecnologías de la Información, con amplia experiencia en consultoría y desarrollo de soluciones GIS a medida. Agradecimiento a Juan Antonio Alamillos, gerente-consultor GIS por la información facilitada en relación a distintos casos de éxito desarrollados por parte de la compañía.

✓ **SATEC**, multinacional española integradora de soluciones tecnológicas, especializada en servicios avanzados asociados a las nuevas Tecnologías de la Información y conocedora del mercado de los GIS y de su actual desarrollo. Agradecimientos a Luis Fernando Cristobal, Director de Negocio de Castilla y León.

✓ **COTESA**, compañía de ámbito estatal dedicada a la consultoría y desarrollo de Sistemas de Información Geográfica. Agradecemos el apoyo y comentarios de Carlos Fuertes Fuertes, consultor técnico de COTESA.

✓ **Ekahau**, empresa comercializadora de conocidas soluciones de sistemas RTLS basados en Wi-Fi y referente en el ámbito de la utilización de sistemas de posicionamiento. Agradecemos a información y experiencia aportada por Jarmo Ikonen, Director Comercial de Ekahau.





# SISTEMAS DE LOCALIZACIÓN E INFORMACIÓN GEOGRÁFICA