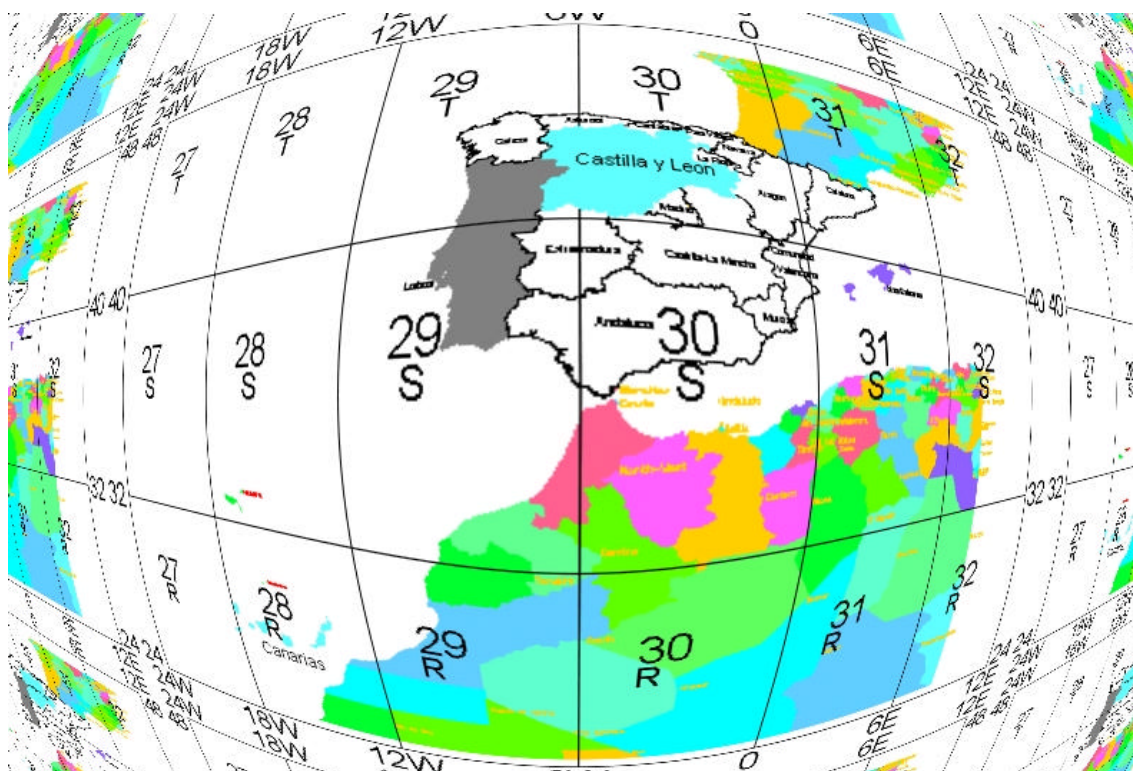


Localizaciones Geográficas.

Las Coordenadas Geográficas



Ignacio Alonso Fernández-Coppel

Profesor Asociado

Area de Ingeniería Cartográfica, Geodesia y Fotogrametría.

Departamento de Ingeniería Agrícola y Forestal

Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias. Palencia.

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

INDICE

INDICE.....	2
1. LOCALIZACIÓN GEOGRAFICA DE UN PUNTO.....	4
2. COORDENADAS GEOGRAFICAS.....	4
2.1.1 MERIDIANOS	5
2.1.2 PARALELOS.....	7
2.2 LONGITUD	9
2.3 LATITUD.....	10
2.4 EJEMPLO DE DESIGNACIÓN DE COORDENADAS GEOGRÁFICAS	11
2.5 COORDENADAS GEOGRAFICAS PARA ESPAÑA	13
2.6 COORDENADAS GEOGRAFICAS PARA CASTILLA Y LEON.....	14
2.7 DESIGNACION DE COORDENADAS GEOGRAFICAS SOBRE LA CARTOGRAFIA 1:50.000	15
Software empleado:.....	21
Bibliografía.....	21
Base de datos Geográfica	21
Agradecimientos/Notas.....	21

0. INTRODUCCION

Esta publicación tiene como objeto el acercamiento al lector el conocimiento de los parámetros cartográficos comúnmente utilizados, con cinco pilares básicos: las coordenadas Geográficas, la proyección **UTM**, la esfericidad terrestre, la representación terrestre y el **DATUM**.

Las localizaciones geográficas las empleamos, habitualmente, para la localización de proyectos, centroides de parcelas, mallas de muestreo, empleadas en proyectos dentro del ámbito de la ingeniería. Hoy en día, debido al famoso ya fenómeno de la “globalización”, unido al empleo cada vez en mayor medida de los sistemas de posicionamiento global, **GPS**, es necesario conocer los parámetros que emplean estos sistemas, para no llevarnos desagradables sorpresas con los resultados de las mediciones efectuadas en campo, sobre todo al superponerlo con cartografía digital, o la existente editada por las instituciones.

Se expondrán distintos sistemas de proyección con sus características principales. Se desarrolla la proyección **UTM**, describiéndola a partir de la proyección Mercator, hasta centrarnos en el origen de las coordenadas distribución de husos, la convergencia de meridianos y las mallas **UTM**.

El desarrollo de esta proyección se efectúa, no porque sea la mejor, sino porque es la empleada en la cartografía Española, y debido a las innumerables preguntas que efectúan los alumnos de esta Escuela Universitaria y las que surgen en los foros de discusión y listas de distribución tipo (SIG), me inducen a efectuar esta monografía.

Digo que no es la mejor proyección, ya que presenta una serie de problemas sobre todo a la hora de trabajar con ella, en especial cuando se cambia de Huso, etc. Hay que recordar que si España adopto este sistema es porque no le quedo mas remedio que adoptarlo. Hace poco alguien me dijo: “Si en los años 50, cuando los Americanos nos dieron la cartografía de España en proyección UTM, les hubiéramos dado con ella en la cabeza, habríamos ganado mucho”, y que razón tiene, con esto, creo, que esta todo dicho.

Una vez acercada la forma terrestre y su representación combinándola con el Geoide y Elipsoide, se define el **DATUM**, considerándolo desde el punto de vista que define un origen y situación de un sistema de coordenadas valido para una determinada zona de la tierra, no extrapolable a toda la superficie terrestre.

Por ultimo se determinan una serie de puntos empleando datums distintos, para ver sus diferencias, coordenadas geocéntricas y coordenadas geográficas. Se definirá el sistema **WGS-84**, así como una breve pincelada sobre la medición de la coordenada “Z”, de la que habría bastante que hablar.

Hubiese sido fácil llenar la publicación de formulas y formulas, que convertirían la monografía en un somnifero estupendo y aburriría a un caballo de madera, pero se ha intentado llenarla de gráficos e imágenes que ayuden a la comprensión de los temas tratados y hacer mas amena su lectura.

Me conformo con que cuando en un proyecto, publicación, cartografía o cuando simplemente se localice un punto en coordenadas Geográficas o en Coordenadas **UTM** se especifique el **Datum/Elipsoide** de referencia en el que se están dando esas coordenadas o esa cartografía.

No es mucho, ¿no?...

Si además no me preguntan si “esas líneas de color azul” que existen en la cartografía Española 1:50.000 y 1:25.000 son los meridianos y paralelos, juro que me doy con un canto en los dientes...

1. LOCALIZACIÓN GEOGRAFICA DE UN PUNTO

Básicamente la localización geográfica de un punto se puede realizar detallando uno de estos dos parámetros:

- Coordenadas geográficas en formato Longitud-Latitud.
- Coordenadas (x,y) UTM. Universal Transversa Mercator.

Cada uno de estas dos formas de localizar un punto sobre la superficie terrestre debe de cumplir los siguientes requisitos:

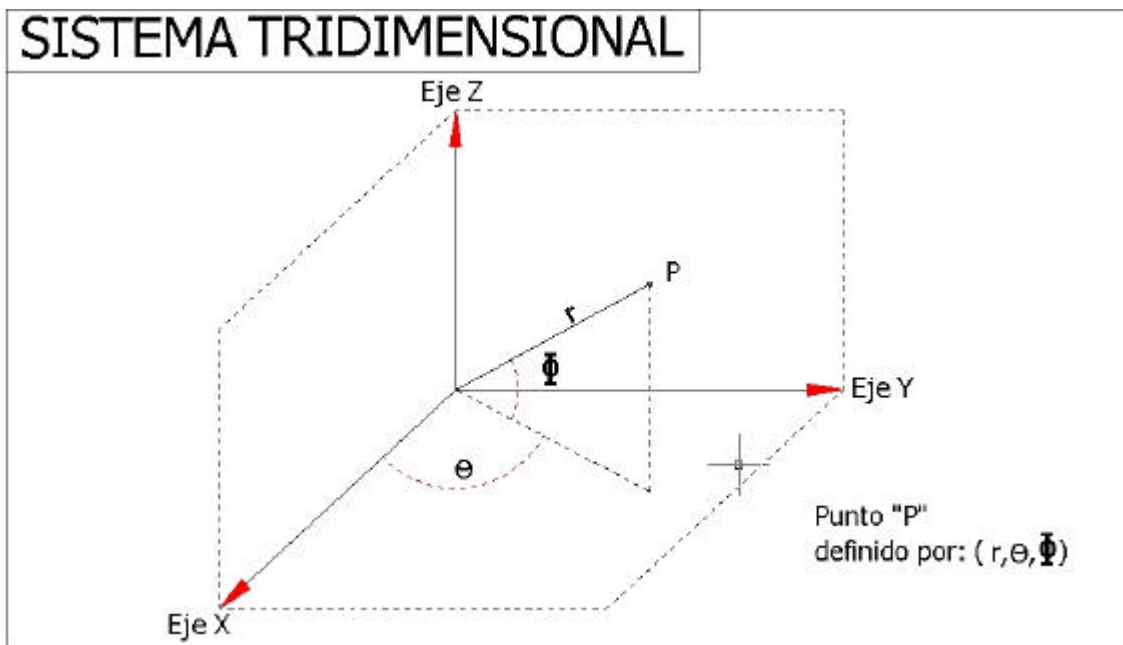
- Que el punto sea único
- Que quede perfectamente identificado el sistema de proyección empleado al localizar el punto.
- Que permita referenciar la coordenada "z" del punto

2. COORDENADAS GEOGRAFICAS

Las coordenadas Geográficas son una forma de designar un punto sobre la superficie terrestre con el siguiente formato:

3°14'26" W
42°52'21" N

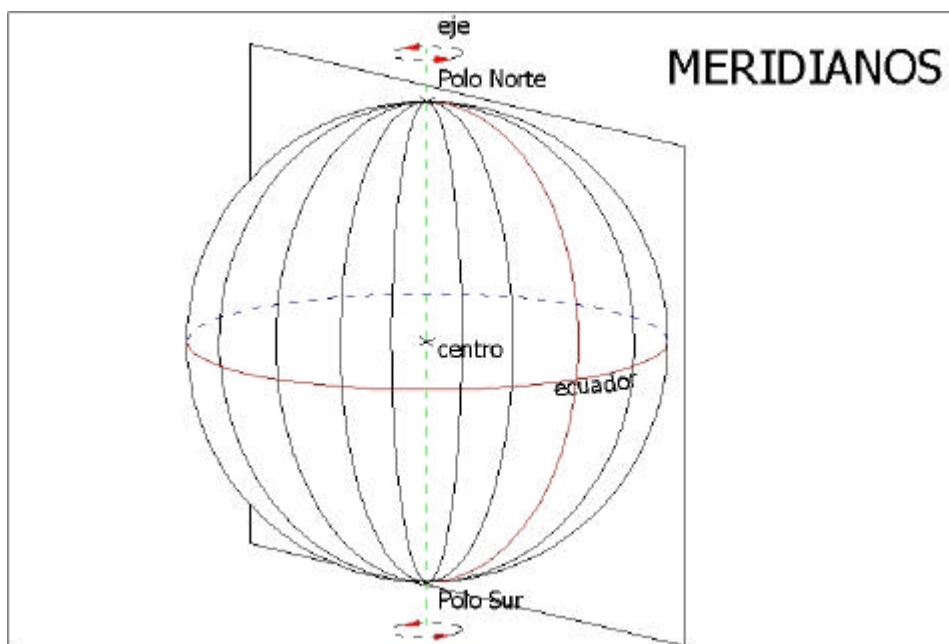
Esta designación supone la creación de un sistema de referencia de tres dimensiones:



- Se define el eje de la tierra como la recta ideal de giro del globo terráqueo en su giro del movimiento de rotación. Es la recta que une los dos polos geográficos. Polo Norte y Polo Sur.

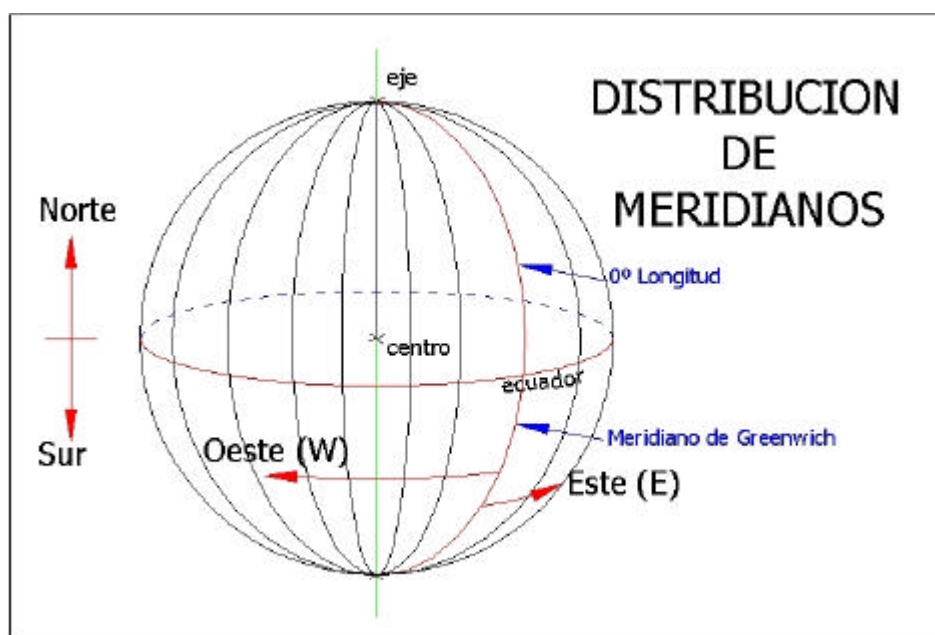
2.1.1 MERIDIANOS

Se definen los meridianos como las líneas de intersección con la superficie terrestre, de los infinitos planos que contienen el eje de la tierra.

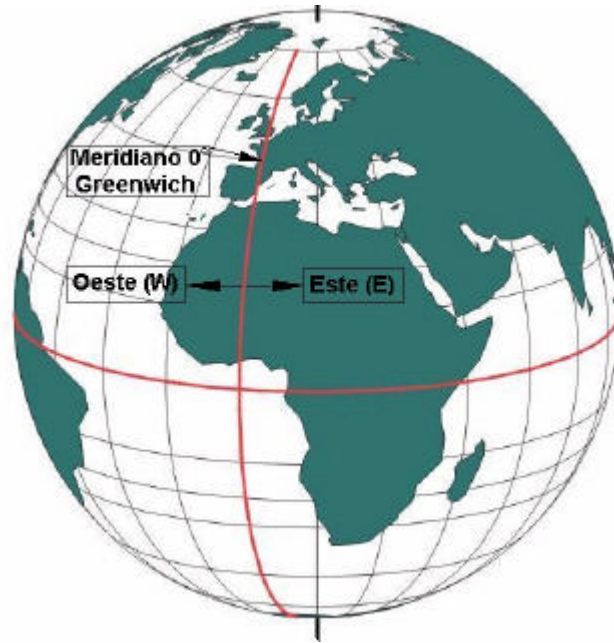


El sistema toma como origen para designar la situación de una posición geográfica un determinado meridiano, denominado **meridiano 0°**, cuyo nombre toma el de una ciudad inglesa por el que pasa; **“GREENWICH”**.

La existencia de este meridiano divide al globo terráqueo en dos zonas; las situadas al Oeste (W) del meridiano 0°, hasta el antemeridiano y las situadas al Este (E) del meridiano 0° hasta el antemeridiano:

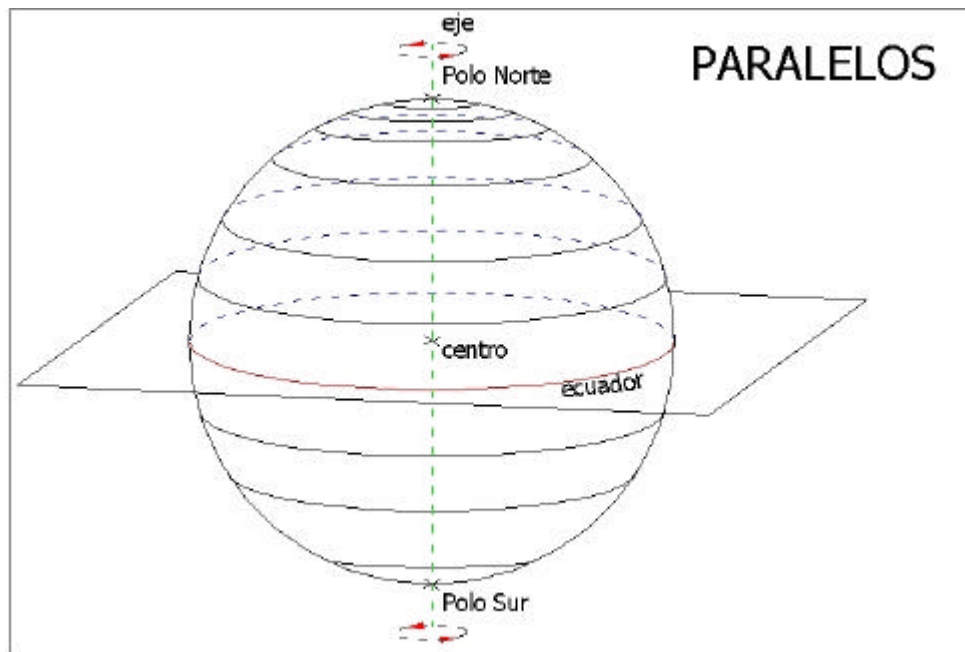


Con la superficie terrestre:

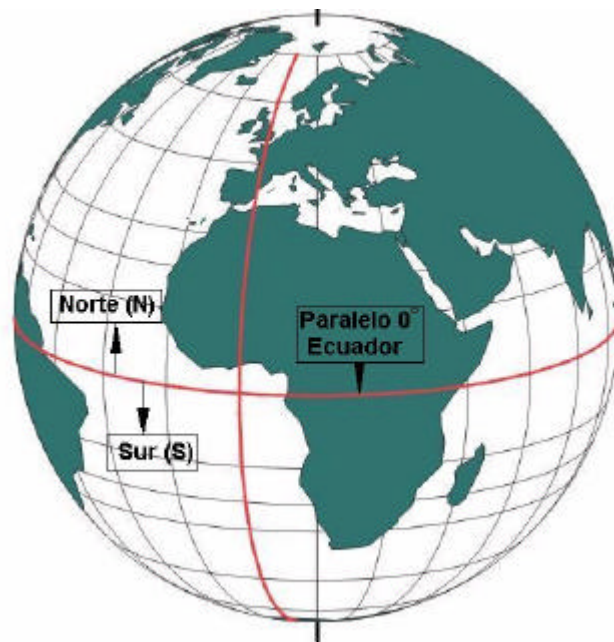


2.1.2 PARALELOS

Se definen los paralelos como las líneas de intersección de los infinitos planos perpendiculares al eje terrestre con la superficie de la tierra.



Se definen sobre el globo terráqueo los paralelos, creándose el paralelo principal aquel que se encuentra a la máxima distancia del centro de la tierra. A este paralelo de mayor radio se le denomina “**ECUADOR**”, que divide el globo en dos casquetes o hemisferios; el hemisferio norte y el hemisferio sur. Paralelos geoméricamente a él, se trazan el resto de los paralelos, de menor radio, tanto en dirección al polo Norte como al Polo sur:



Este paralelo principal, o **ECUADOR**, se toma como origen en el sistema de referencia creado, de modo que se designa la situación de un punto haciendo referencia a su situación respecto de estos dos casquetes:

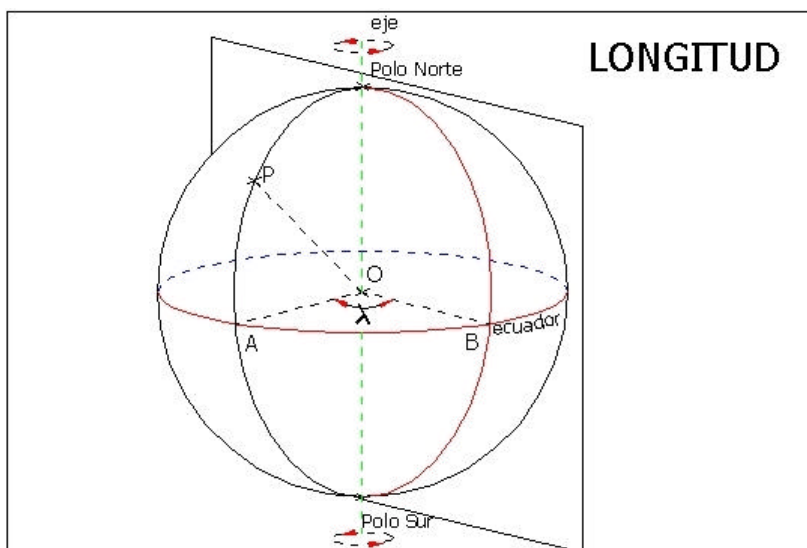
Una vez que tenemos establecida una red de meridianos y paralelos, la situación geográfica de un punto viene definida por su longitud y su latitud, con referencia a la red creada:

2.2 LONGITUD

Se define la Longitud (λ) de un punto P como el valor del diedro formado por el plano meridiano que pasa por P y el meridiano origen, (**0° Meridiano de Greenwich**).

La longitud es gráficamente el ángulo formado por OAB:

$$\lambda = \text{OAB}$$



La designación de la longitud lleva aparejada la designación de la posición espacial del punto con respecto al meridiano origen o meridiano de Greenwich, así se designa posición Oeste (W) cuando está a la izquierda del meridiano origen y Este (E) cuando está situado a la derecha.

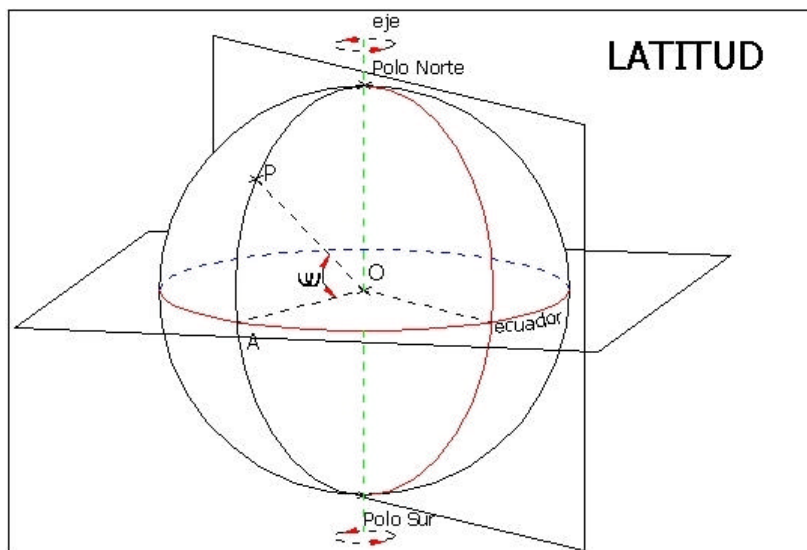
La latitud presenta un mínimo posible de 0° hasta un máximo de 180°, 0°-180°E, 0°-180° W.

2.3 LATITUD

Se denomina Latitud geográfica (ω) de un punto P al ángulo formado por la vertical a la tierra que pasa por dicho punto con el plano ecuador.

La vertical se considera la unión del punto con el origen o centro de la tierra, obteniéndose la latitud midiendo el ángulo (ω) sobre el meridiano que pasa por el punto P.

$$\omega = \text{OAP}$$

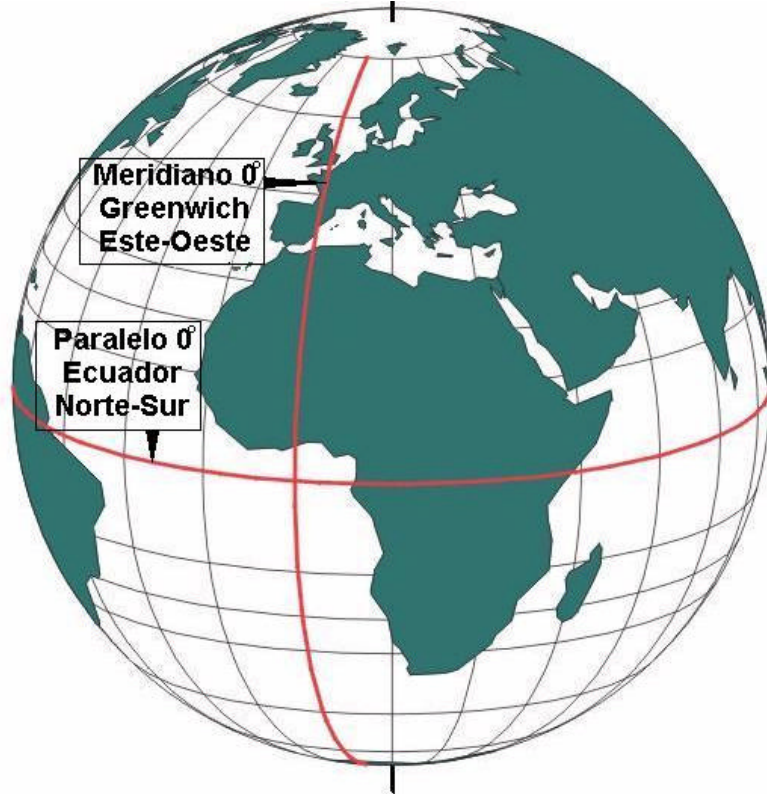


La latitud máxima y mínima va desde los 0° hasta los 90°, 0°-90°N, 0°-90°S.

Los 90° de latitud coinciden con los polos, polo Norte y polo Sur.

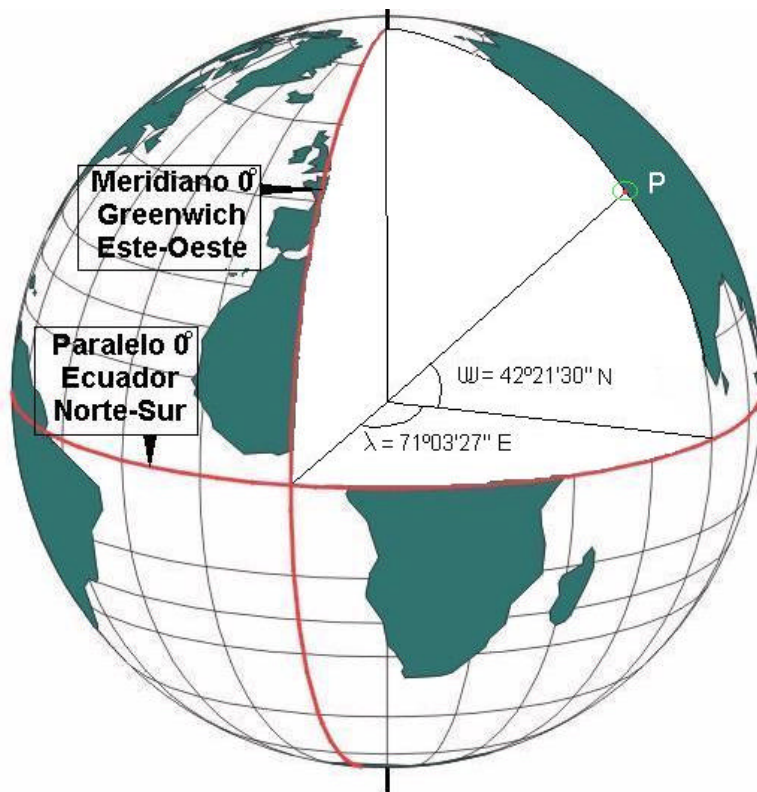
(nota datos expresados en el sistema de medición angular sexagésimal, ya que es el sistema empleado para la medición de las coordenadas geográficas)

Este sistema de designación tiene los siguientes orígenes para la Longitud y la Latitud:



2.4 EJEMPLO DE DESIGNACIÓN DE COORDENADAS GEOGRÁFICAS

Dado el siguiente croquis se designa un punto "P" sobre la superficie terrestre:



El punto "P" representado en la figura anterior tiene de coordenadas geográficas:

$$\lambda=71^{\circ} 03' 27'' \text{ E}$$

$$\omega=42^{\circ} 21' 30'' \text{ N}$$

Longitud referida al meridiano de Greenwich

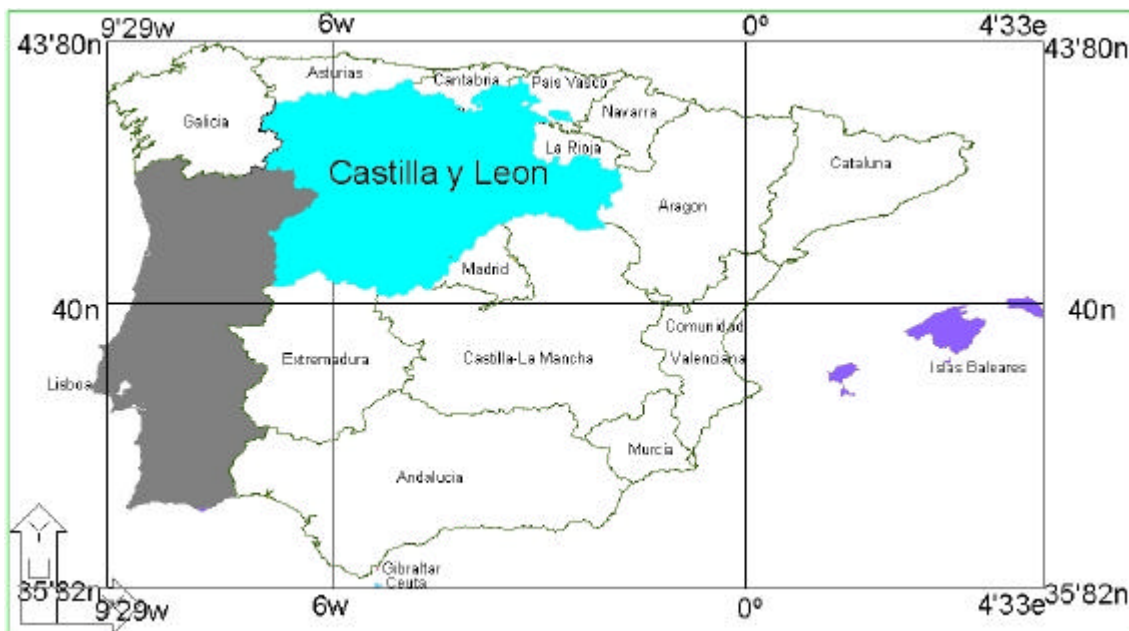
Es conveniente especificar cual es el meridiano de origen, ya que antes era común que cada país tuviese su "meridiano 0°". En España antiguamente se empleaba el "**Meridiano de Madrid**" como origen longitudes, dicho meridiano es el que pasa por el Observatorio Astronómico de Madrid;



Para convertir una localización geográfica referida al meridiano de Madrid al meridiano de Greenwich hay que modificar las longitudes en $-3^{\circ} 41' 15''$. Este sistema actualmente esta en desuso, tendiéndose al sistema internacional con el meridiano recomendado. (Greenwich 0°)

2.5 COORDENADAS GEOGRAFICAS PARA ESPAÑA

La localización geográfica de la Península Ibérica, Baleares y plazas africanas es la siguiente:



Las coordenadas geográficas presentan los siguientes máximos y mínimos:

	Mínima	Máxima
Latitud	35'82° N	43'80° N
Longitud	9'29° W	4'33° W

Longitudes referidas al meridiano de Greenwich

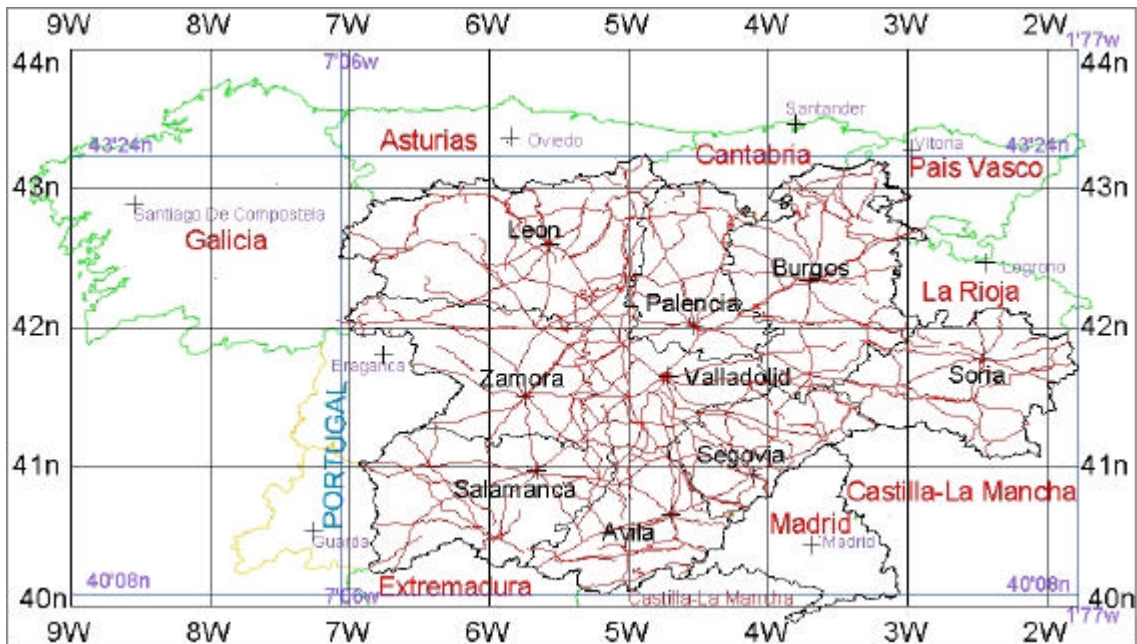
Para el archipiélago canario:



	Mínima	Máxima
Latitud	27'60° N	29'42° N
Longitud	13'40° W	18'2° W

Longitudes referidas al meridiano de Greenwich

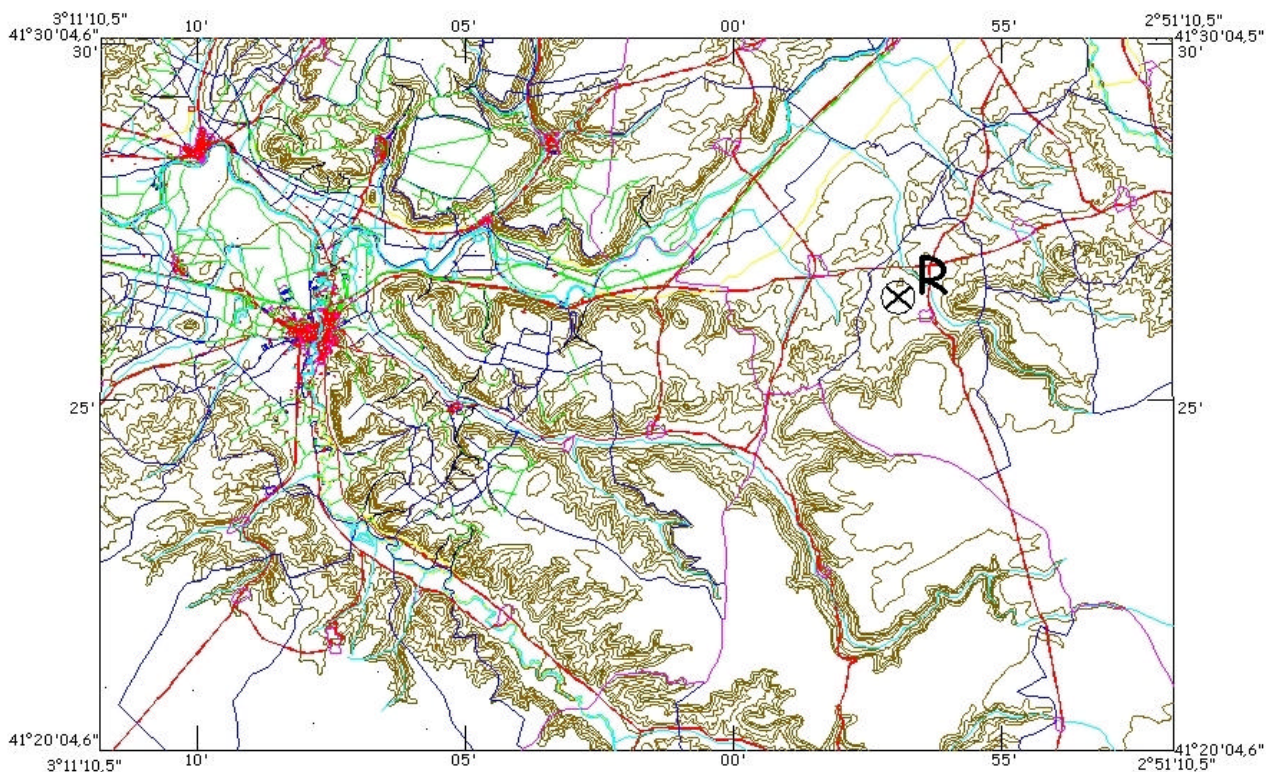
2.6 COORDENADAS GEOGRAFICAS PARA CASTILLA Y LEON



	Mínima	Máxima
Latitud	40'08° N	43'24° N
Longitud	1'77° W	7'06° W
Longitudes referidas al meridiano de Greenwich		

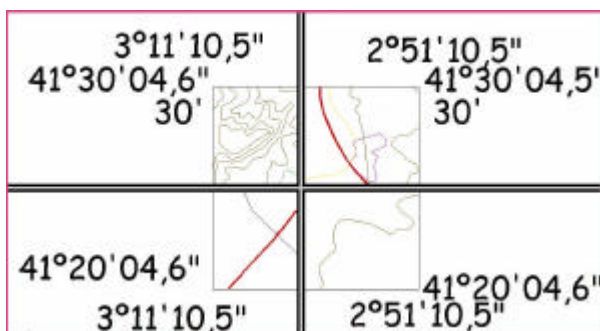
2.7 DESIGNACION DE COORDENADAS GEOGRAFICAS SOBRE LA CARTOGRAFIA 1:50.000

Como ejemplo de designación de coordenadas geográficas se designa un punto "R":



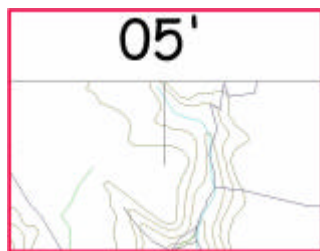
Punto existente en un plano a escala 1:50.000, (sin escala en la imagen anterior).

Sobre esta cartografía, las coordenadas geográficas están situadas en las cuatro esquinas del mapa:

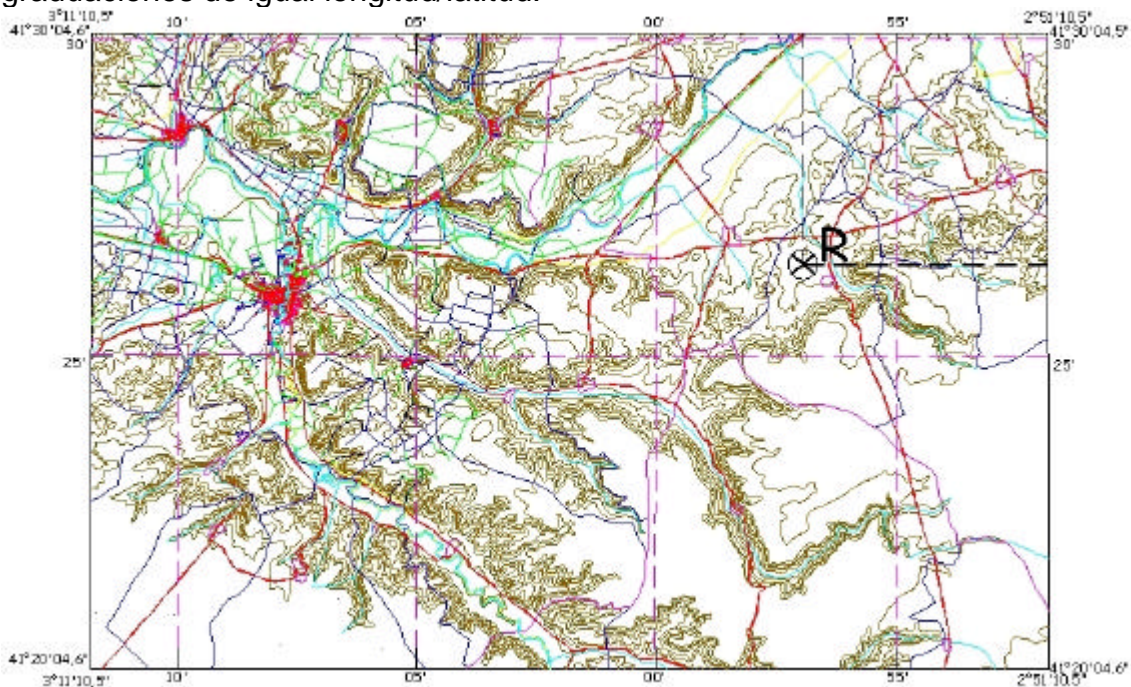


Nótese que las dos líneas exteriores en posición vertical marcan la dirección de los meridianos, así como las horizontales marcan la dirección de los paralelos.

Accesoriamente a estas coordenadas exteriores existe una serie de subdivisiones interiores graduadas cada 5':



Para designar la coordenada geográfica del punto “K”, unimos las graduaciones de igual longitud/latitud:



Y realizamos la medición, sobre el exterior, de las distancias existentes entre cada dos subdivisiones y la existente desde una marca auxiliar hasta las líneas horizontal o vertical del punto a medir:



Calculamos, en primer lugar, la diferencia de longitud con una marca auxiliar:

$$5' \Rightarrow 5' * 60'' / 1' \Rightarrow 300''$$

$$300'' \Rightarrow 6950 \text{ m}$$

$$x \Rightarrow 2690 \text{ m}$$

$$x = 2690 * 300'' / 6950 \text{ m} = 116''$$

$$116'' \Rightarrow 0^\circ 1' 56''$$

Por lo que la Longitud calculada es:

Longitud en la marca en el Mapa	02°55'00''
Diferencia Hasta la marca en el Mapa	00°01'56''
Longitud Total Calculada	02°56'56''

Calculamos ahora la diferencia de Latitud:

$$5' \Rightarrow 5' * 60'' / 1' \Rightarrow 300''$$

$$300'' \Rightarrow 9260 \text{ m}$$

$$x \Rightarrow 2660 \text{ m}$$

$$x = 2660 * 300'' / 9260 \text{ m} = 86''$$

$$86'' \Rightarrow 0^\circ 1' 26''$$

Por lo que la Latitud calculada es:

Latitud en la marca en el Mapa	41°25'00''
Diferencia Hasta la marca en el Mapa	00°01'26''
Latitud Total Calculada	41°26'26''

Las coordenadas del punto K son:

41°26'26'' Hemisferio Norte \Rightarrow 41°26'26'' N
02°56'56'' Oeste de 0° Greenwich \Rightarrow 02°56'56'' W

La designación de este punto, para que quede definido el sistema empleado en la designación se debería especificar:

41°26'26'' N Longitud referida al Meridiano de Greenwich
02°56'56'' W Datum: ED-50 (European Datum 1950)

(La designación de este punto se da con una precisión de 1'').

Una coordenada geográfica sobre un mapa 1:50.000 se podría dar con una resolución mayor, tanto como se es capaz de apreciar sobre una representación cartográfica.

Para ver el límite existente sobre la cartografía deberemos fijarnos primero en la máxima apreciación lineal que podemos efectuar sobre la hoja-papel que contiene la cartografía:

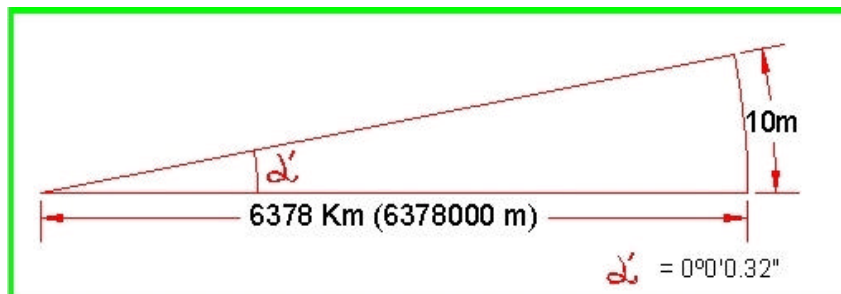
Denominador de la escala (**D**) = 50.000

Límite de Percepción visual (**Imp**)= 0'2 mm

Máxima apreciación (**Ma**) 1:50.000;

$$Ma = D * Imp = 50.000 * 0'2mm = 10.000 mm = 10.000 mm * 1cm / 10 mm = 1000 cm * 1m / 100 cm = 10 m$$

Por lo que la máxima apreciación lineal posible sobre el mapa serán 10 metros, correspondiendo esta distancia de 10 metros a un arco-meridiano de 0°0'0.32", suponiendo un radio terrestre de 6378 km:



Quedando indeterminadas posiciones geográficas por debajo de la resolución lineal del mapa, al no poderse apreciar gráficamente la situación de coordenadas con mayor resolución de lo que se puede ver a simple vista sobre nuestro plano.

Se designa la coordenada antes referenciada a la máxima resolución posible apreciable en la cartografía 1:50.000:

Longitud:

$$5' \Rightarrow 0^{\circ}5'0'' \Rightarrow 0.0833333333 \text{ (deg)}$$

$$0.0833333333 \text{ (deg)} \Rightarrow 6950 \text{ m}$$

$$x \Rightarrow 2690 \text{ m}$$

$$x = 2690 * 0.0833333333 \text{ (deg)} / 6950 \text{ m} = 0.032254196 \text{ (deg)}$$

$$0.032254196 \text{ (deg)} \Rightarrow 0^{\circ} 1' 56.12''$$

Longitud calculada es:

Longitud en la marca en el Mapa	02°55'00"
Diferencia Hasta la marca en el Mapa	00° 1' 56.12"
Longitud Total Calculada	02°56'56.12"

Latitud:

$$5' \Rightarrow 0^{\circ}5'0'' \Rightarrow 0.0833333333 \text{ (deg)}$$

$$0.0833333333 \text{ (deg)} \Rightarrow 9260 \text{ m}$$

$$x \Rightarrow 2660 \text{ m}$$

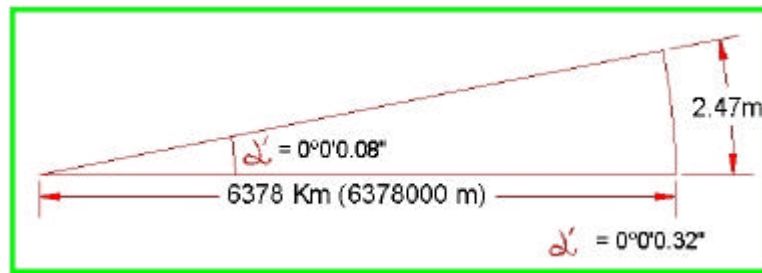
$$x = 2660 * 0.0833333333 \text{ (deg)} / 9260 \text{ m} = 0.023938084 \text{ (deg)}$$

$$0.023938084 \text{ (deg)} \Rightarrow 0^{\circ} 1' 26.18''$$

Por lo que la Latitud calculada es:

Latitud en la marca en el Mapa	41°25'00"
Diferencia Hasta la marca en el Mapa	00°01'26.18"
Latitud Total Calculada	41°26'26.18"

Este ángulo tal y como esta designado esta dado con una resolución de un arco meridiano de 0°0'0.08", que corresponde a una distancia de 2.47m:



Cantidad (2.47m) que es superior a la resolución del mapa (10m) por lo que la designación de la coordenada es:

Las coordenadas del punto K son:

$41^{\circ}26'26''$ Hemisferio Norte $\Rightarrow 41^{\circ}26'26''$ N
$02^{\circ}56'56''$ Oeste de 0° Greenwich $\Rightarrow 02^{\circ}56'56''$ W



$41^{\circ}26'26''$ N
 $02^{\circ}56'56''$ W

Longitud referida al Meridiano de Greenwich
Datum: ED-50 (European Datum 1950)

Software empleado:

Geomedia Profesional. Intergraph

Microstation 95, Intergraph

Autocad LT 97. Autodesk

Arc View 3.1 . Esri.

Pc GPS, CMT inc.

Garmin GPS II plus

PROGRAM UTMS. (Universal Transverse Mercator System). National Geodetic Survey. NMEA. EEUU

UTMCON,

Carta Digital De España. Servicio Geográfico del Ejército.

Geographic Translator Version 2 (Geotrans 2). US Army Topographic Engineering Center. Geospatial Information Division. National Imagery and Mapping Agency.

GENCORD PLUS '99. EOSGIS.

Bibliografía

Topografía y Lectura de Planos. Máximo García Vicente. 1980.

Astronomía de Posición. Rafael Ferrer Torio, Benjamin Pila Patón. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Universidad de Cantabria. 1987.

Lectura de Mapas. Francisco Vázquez Maure y José Martín López.

DoD, EEUU, (Departamento de Defensa de los Estados Unidos)

Manuales técnicos:

-DMA TM 8358.2 The Universal Grids: Universal Transverse Mercator (UTM) and Universal Polar Stereographic (UPS).

- DMA TM 8358.1 Datums, Elipsoids, Grids and Grid Reference System.

GPS & Glonass. Descripción y Aplicaciones. M^a Paz Holanda Blas y Juan Carlos Bermejo Ortega.

Base de datos Geográfica

A Nivel **Mundial y País:** **Esri World Metadata**

A Nivel **Provincial** e inferior: Base de datos del IGM / CNIG – **Centro Nacional de Información Geográfica**

Agradecimientos/Notas

Si detecta la existencia en esta publicación de una imagen o contenido que debiera estar publicada por pertenecer a otro autor, comuníquelo a Ignacio Alonso Fernández-Coppel y será retirada inmediatamente.

Ruego a los usuarios y lectores, con objeto de mejorar la publicación, comuniquen al autor los errores, comentarios, sugerencias, dudas, aclaraciones y en general todo aquello que consideren oportuno, para lo cual mi dirección de correo es: topoagri@iaf.uva.es

Ultima Revisión 13 de febrero de 2001