

Curso de Cartografía

y

Orientación en la montaña

INDICE

TEMA I

1.1 CONCEPTOS BÁSICOS: POLOS, PARALELOS Y MERIDIANOS	2
1.2 LATITUD Y LONGITUD. COORDENADAS GEOGRÁFICAS.	7
1.3 PROYECCIONES. PROYECCIÓN U.T.M	10
1.4 COORDENADAS UTM	14
1.5 DESIGNACIÓN DE COORDENADAS UTM	19
1.6 PROYECCIÓN POLAR. SISTEMA UPS	23

TEMA II

2.1 MAPAS TOPOGRÁFICOS. INFORMACIÓN Y SÍMBOLOS	26
2.2 ESCALA Y COORDENADAS	33
2.3 CURVAS DE NIVEL	37
2.4 FORMAS DEL TERRENO	43
2.5 DISTANCIAS	50
2.6 PENDIENTES Y PERFILES	55
2.7 POLOS Y DIRECCIONES	60
2.8 BRÚJULA. CARACTERÍSTICAS Y USO	66
2.9 OTROS MÉTODOS DE ORIENTACIÓN	75
2.10 MAPAS DE CORDALES	80

TEMA III

3.1 GEOIDE Y ELIPSOIDE	81
3.2 EL DATUM	85
3.3 REDES GEODÉSICAS	89
3.4 CAMBIO DE DATUM. ETRS89	93
3.5 GPS (SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL)	95
3.6 BASES DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA GPS	99
3.7 USO DEL RECEPTOR GPS. CONCEPTOS BÁSICOS	108
3.8 PROGRAMAS DE PC PARA USAR CON EL GPS	118

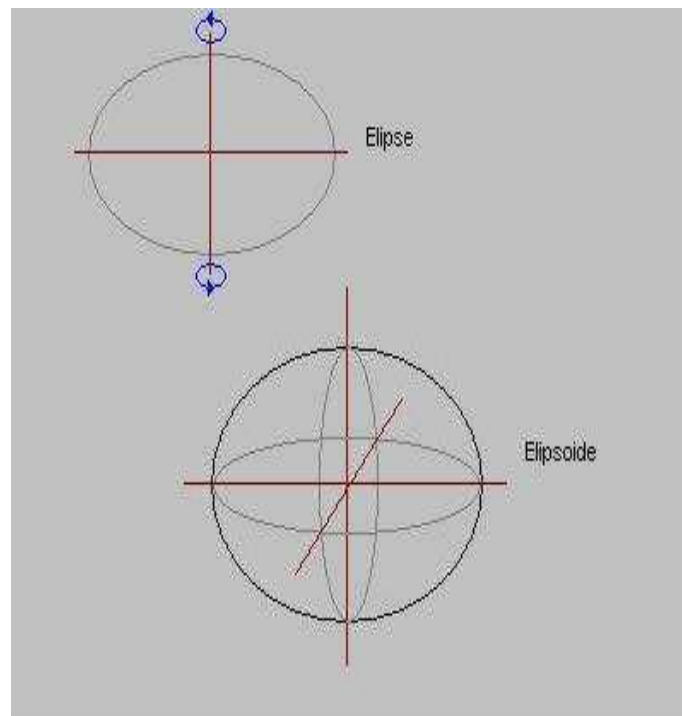
TEMA I

1.1 CONCEPTOS BÁSICOS: POLOS, PARALELOS Y MERIDIANOS

1.1.1 Forma y dimensiones de la tierra: Elipse, Elipsoide y Geoide

Una **elipse** se obtiene por deformación de la circunferencia. A diferencia de ésta, la elipse posee sus dos ejes de longitud diferente.

Si hacemos girar esta figura entorno a uno de sus ejes se obtiene una superficie de revolución, el **elipsoide**. Si pensamos en el aspecto de un balón de rugby o de un melón, entonces estaremos visualizando elipsoides.



La tierra posee la forma de una esfera achatada por los polos. Se aprecian en ella dos deformaciones principales: Un achatamiento polar y un abultamiento ecuatorial. A causa de tales deformaciones su geometría es la correspondiente al cuerpo geométrico denominado elipsoide.

Isaac Newton, en 1.687, dice que la Tierra, una masa fluida homogénea sometida a las leyes de gravitación universal que gira alrededor de un eje (llamado polar), es un elipsoide de revolución aplastado por los polos.

Sin embargo, si se tienen en cuenta otras pequeñas deficiencias, la forma de la tierra queda representada mediante un cuerpo ideal conocido con el nombre de geoide.

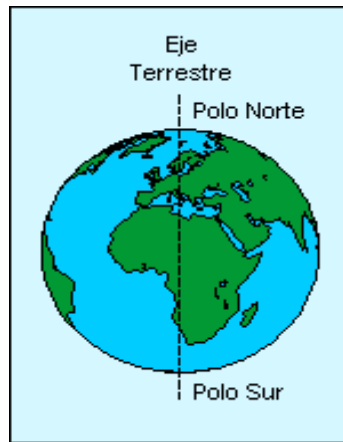
El **geoide** es la superficie en equilibrio materializada por los mares en calma y que se prolonga de manera imaginaria por debajo de los continentes. En cualquier punto del geoide su superficie es perpendicular a la fuerza de la gravedad.

Más adelante –al estudiar el Datum- resaltaremos los pequeños matices que diferencian el elipsoide del geoide.

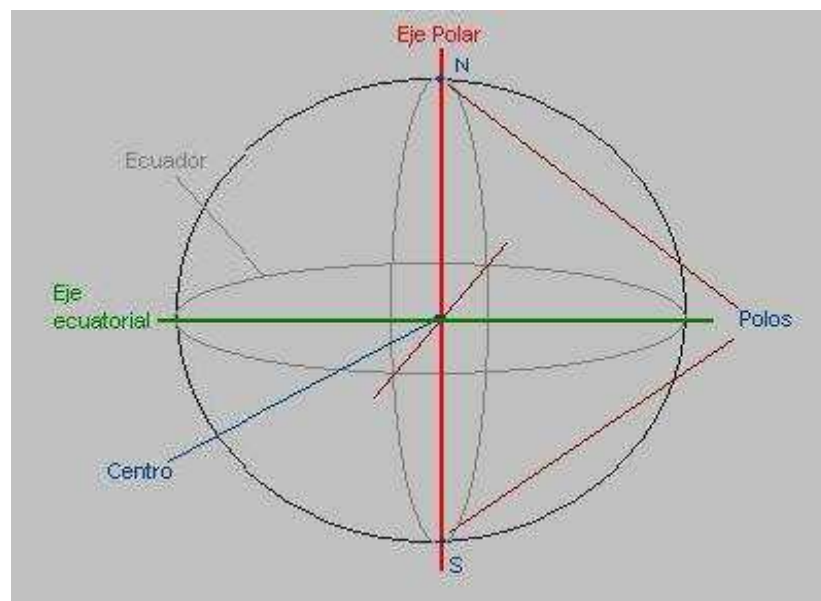
1.1.2 El eje polar y los polos

La tierra posee, entre otros, dos movimientos fundamentales. EL primero es el de traslación en una órbita alrededor del sol, con un período de 365,25 días por vuelta. El segundo es la rotación

entorno a un eje imaginario que atraviesa a la tierra por su propio centro, con una cadencia de 24 horas por vuelta.



Al eje imaginario entorno al cual se produce la rotación terrestre se le denomina **eje polar**. El eje polar pasa, como se ha dicho, por el centro del planeta y corta a la superficie terrestre en dos puntos que se conocen con el nombre de polos. Para distinguir un polo de otro se les ha dado el nombre de Polo Norte (N.) y Polo Sur (S.).



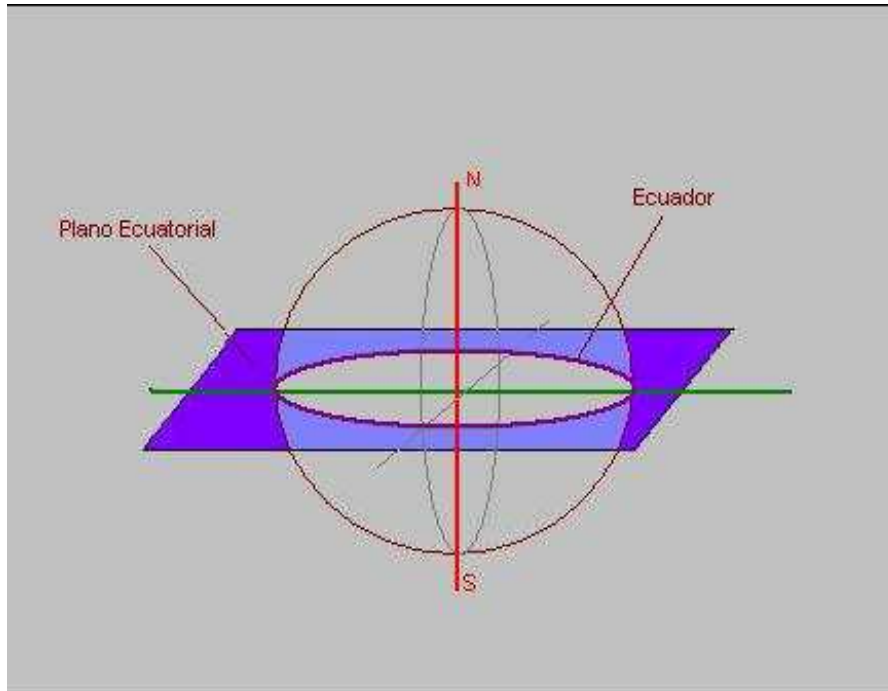
Convencionalmente se representa la tierra de modo que su Polo Norte queda arriba y el polo Sur, abajo. El eje polar se puede definir, también, como la línea imaginaria que une los dos polos terrestres.

1.1.3 Plano Ecuatorial y Ecuador

Además del eje polar cabe considerar otro que pasando por el mismo centro terrestre es perpendicular al anterior. Se trata del eje ecuatorial. La intersección de los ejes polar y ecuatorial se produce en el centro del planeta.

Se llama plano ecuatorial a un plano que contiene al eje ecuatorial y es perpendicular al eje polar de tal modo que divide a la tierra en dos partes iguales denominadas hemisferios. El hemisferio

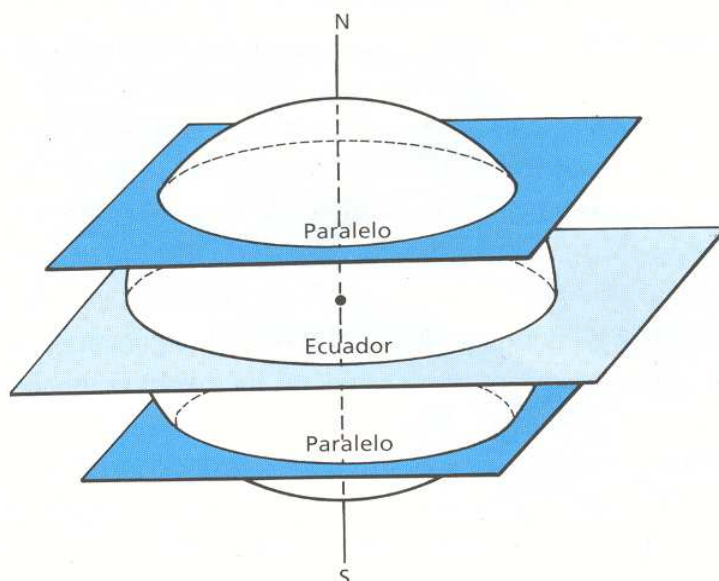
que contiene al polo Norte se llama Hemisferio Norte o Boreal, y el que contiene al Polo Sur se le llama Hemisferio Sur o Austral.

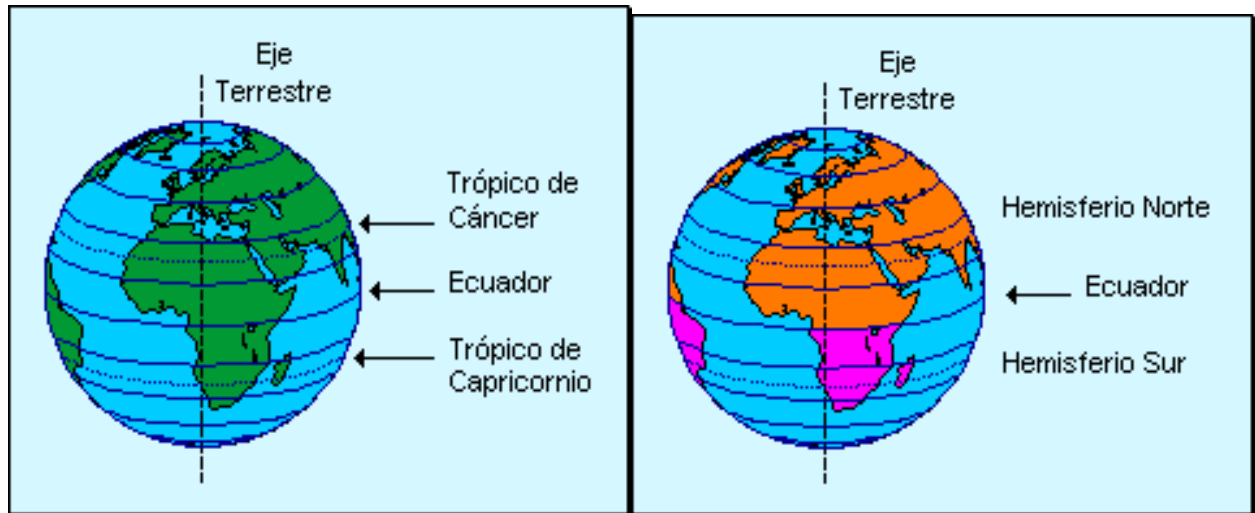


La intersección del plano ecuatorial sobre la superficie terrestre genera un círculo (más propiamente una elipse) que recibe el nombre de **ecuador**. El Hemisferio Norte se extiende desde el ecuador hasta el polo Norte, y el hemisferio Sur lo hace desde el ecuador hasta el polo Sur.

1.1.4 Paralelos

Se definen los paralelos como las líneas de intersección entre los infinitos planos perpendiculares al eje polar y la superficie de la tierra.

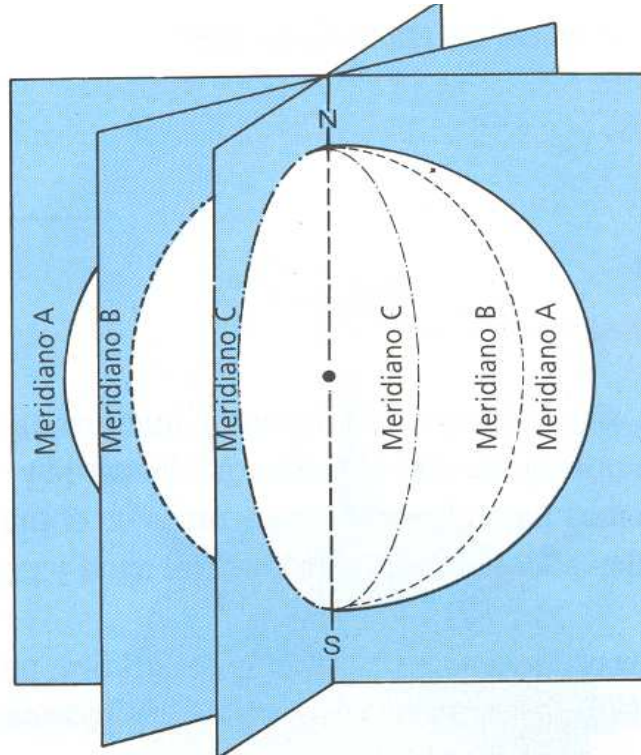


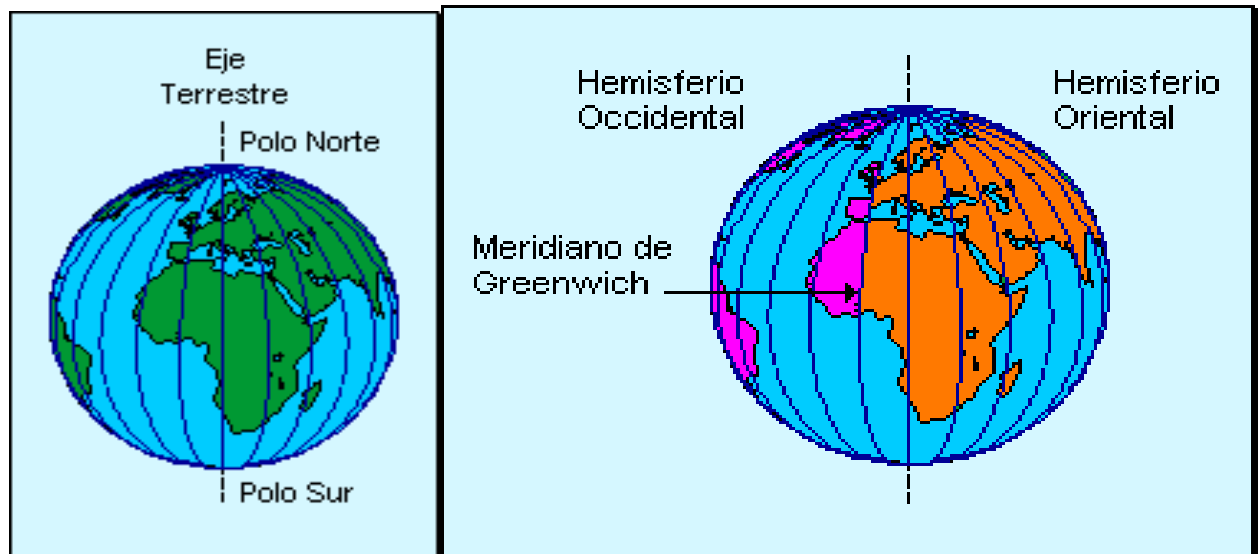


El **ecuador** será por consiguiente el paralelo de mayor longitud y, el resto de los paralelos, serán geoméricamente paralelos a él aunque de menor radio tanto en el hemisferio Norte como en el hemisferio Sur. A medida que nos acercamos a los polos los paralelos son círculos (o elipses si queremos ser más ortodoxos) cada vez más pequeños.

1.1.5 Meridianos

Se definen los meridianos como las líneas de intersección con la superficie de la tierra, de los infinitos planos que contienen el eje polar. Todos los meridianos pasan por los polos Norte y Sur terrestres y tienen la misma longitud.



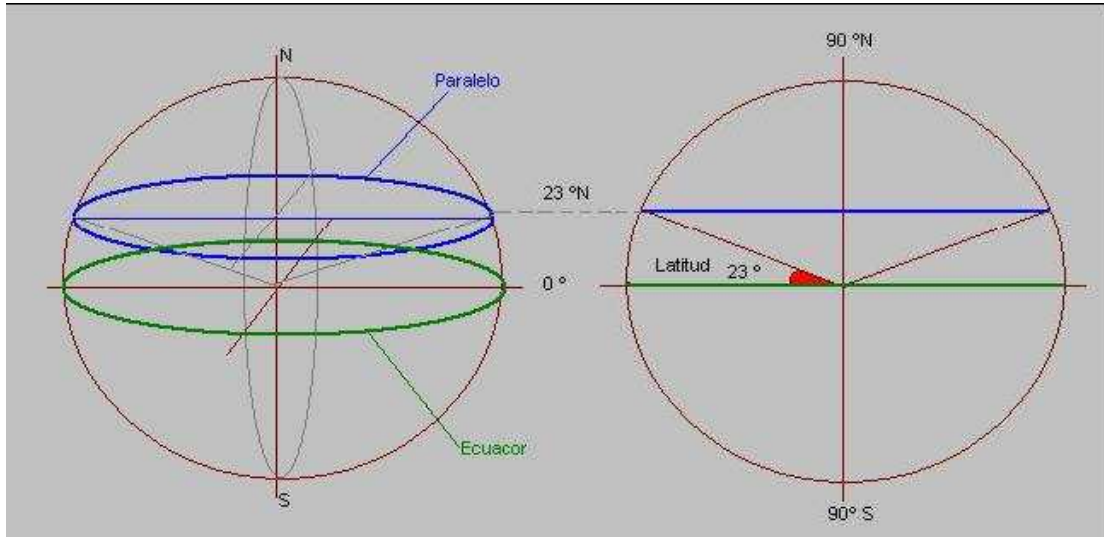


La comunidad internacional ha tomado como referencia el que pasa por la ciudad inglesa de **Greenwich**, donde existe un importante observatorio astronómico. Se le ha definido como **meridiano 0°**. El plano que pasa por este meridiano divide a la tierra en dos hemisferios: el Oriental situado a su derecha y Occidental situado a su izquierda. Ambos hemisferios se vuelven a juntar en el denominado **antimeridiano de Greenwich** que se sitúa a 180° del meridiano de Greenwich.

1.2 LATITUD Y LONGITUD. COORDENADAS GEOGRÁFICAS

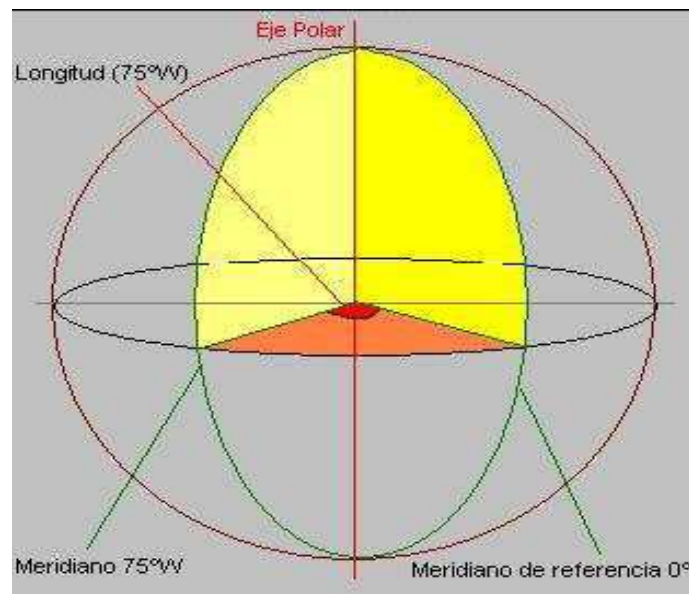
1.2.1 Latitud y longitud

Latitud geográfica de un punto es el ángulo formado por el plano ecuatorial y la línea que une dicho punto con el centro de la tierra. Como el paralelo que pasa por dicho punto es paralelo al ecuador, todos los puntos de dicho paralelo tendrán la misma latitud.



Como ya sabemos el ecuador divide la tierra en dos hemisferios: Norte y Sur. Para evitar la duplicidad, la latitud siempre irá acompañada de una letra que determinará el hemisferio donde está situado el punto. En el hemisferio Norte será **N** (North) y en hemisferio Sur **S** (South). La latitud en el ecuador es 0° y a medida que nos separamos irá aumentando hasta alcanzar en los polos el máximo valor que será de 90° ; por consiguiente, la latitud siempre estará comprendida entre 0° y 90° N en el hemisferio Norte y entre 0° y 90° en el hemisferio Sur.

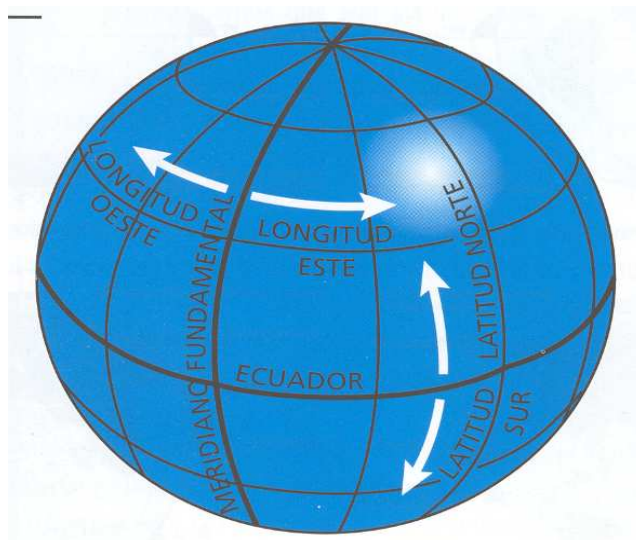
Longitud geográfica de un punto es el ángulo formado por el plano del meridiano que pasa por dicho punto y el plano del meridiano de origen, es decir, del meridiano de Greenwich, ambos planos se unen en el eje polar.



Como ya sabemos el meridiano 0° ó meridiano de Greenwich divide la tierra en dos hemisferios: Oriental y Occidental. Para evitar la duplicidad, la longitud siempre irá acompañada de una letra que determinará el hemisferio donde está situado el punto. En el hemisferio Este será **E** (East) y en el hemisferio Oeste **W** (West). La longitud en el meridiano de Greenwich es 0° y a medida que nos separamos irá aumentando hasta alcanzar los 180° en el denominado antiparalelo; por consiguiente, la longitud estará comprendida entre 0° y 180° en el hemisferio Este y entre 0° y 180° W en el hemisferio Oeste.

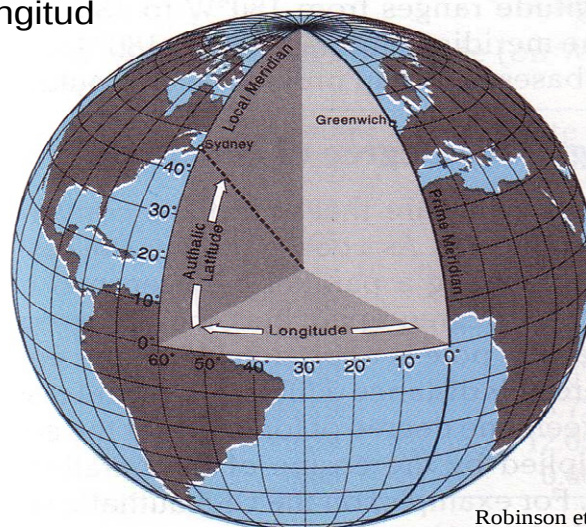
1.2.2 Coordenadas geográficas de un punto

Por cada punto de la superficie terrestre tiene paso un único paralelo y un único meridiano. Esto significa que podemos usar la latitud de ese paralelo y la longitud de ese meridiano con objeto de definir la posición de ese punto en la tierra de forma inequívoca. Estos dos valores, latitud y longitud reciben el nombre conjunto de **coordenadas geográficas** de un punto.

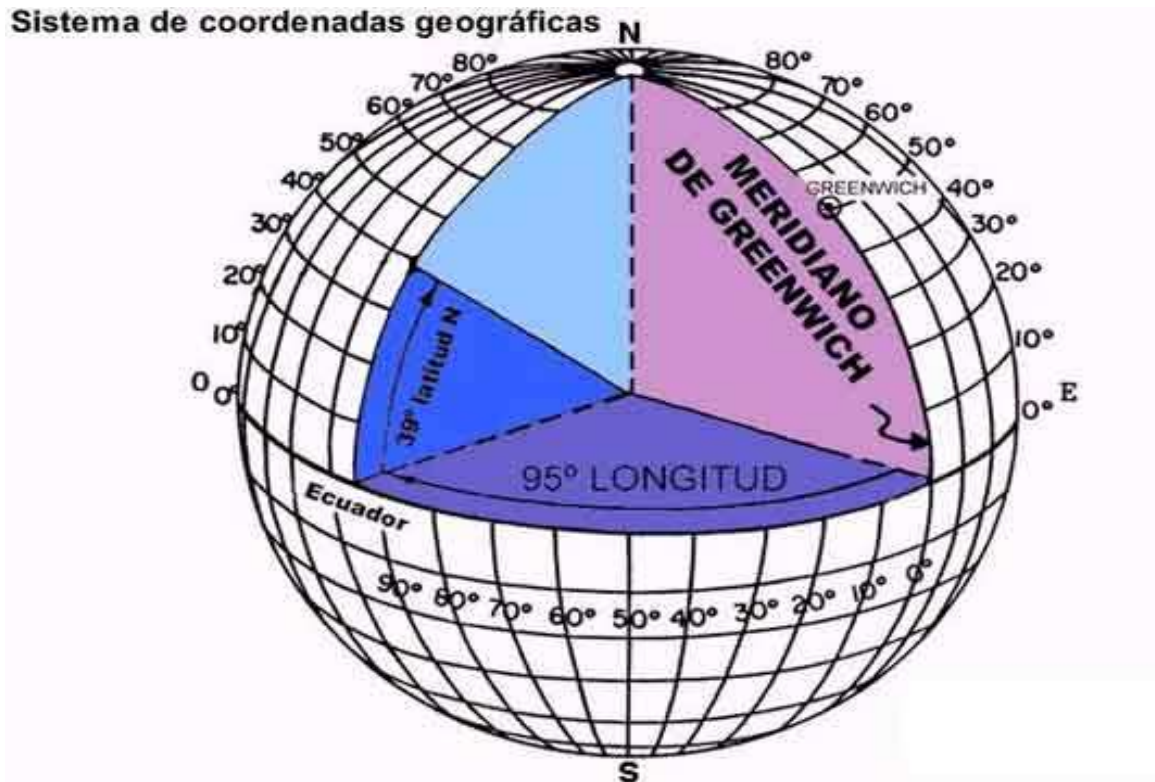


Para calibrar con más exactitud un punto este se expresa en grados, minutos y segundos según el sistema sexagesimal, es decir, una circunferencia –la tierra- tiene 360° un grado se divide en 60 minutos y un minuto en 60 segundos.

Coordenadas geográficas:
Latitud y longitud



Robinson et al., 1995



El ecuador corta la tierra en dos hemisferios: Norte y Sur y el meridiano de Greenwich en otros dos: Oriental y Occidental. Esto da lugar a la partición de la misma en cuatro zonas:

0° W / 180° W

0° E / 180° E

0° N / 90° N

0° N / 90° N



0° W / 180° W

0° E / 180° E

0° S / 90° S

0° S / 90° S

Ejemplos: a) 138° 45' 36'' W 56° 65' 23'' N; b) 138° 45' 36'' E 56° 65' 23'' N;
c) 138° 45' 36'' W 56° 65' 23'' S; d) 138° 45' 36'' E 56° 65' 23'' S

1.3 PROYECCIONES. PROYECCIÓN U.T.M

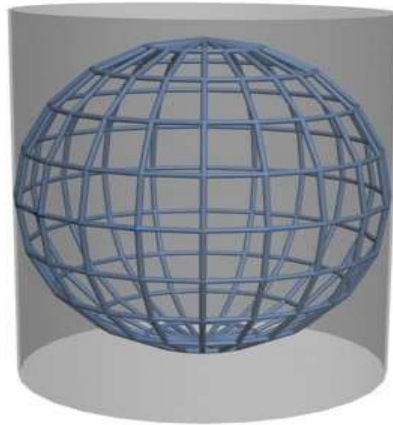
1.3.1 Proyecciones

La representación cartográfica del globo terrestre supone un verdadero problema, puesto que al tener que pasar la superficie de la esfera a un soporte plano (mapa) no existe modo alguno de representarla fielmente, por lo que tiene que sufrir una deformación.

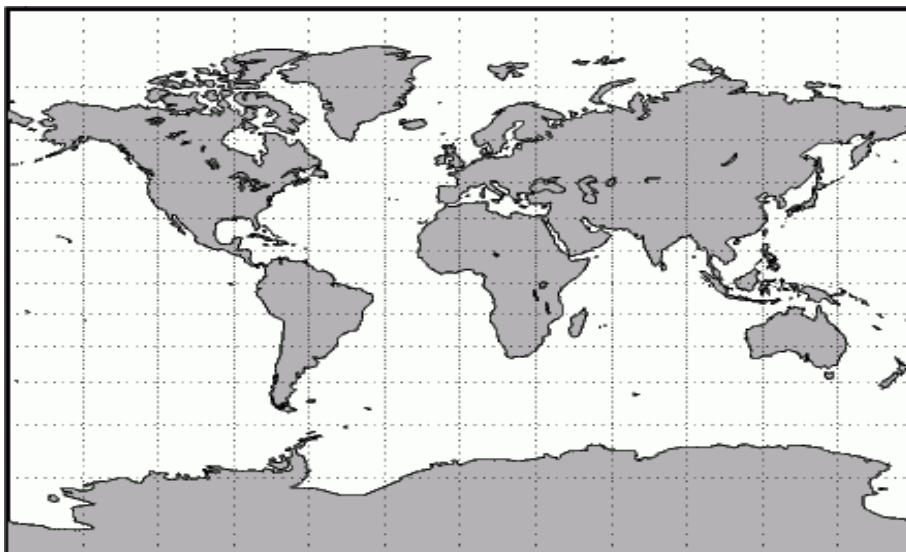
Las proyecciones estudian las distintas formas de desarrollar la superficie terrestre minimizando, en la medida de lo posible, las deformaciones.

Proyección Plana: Cuando la superficie a representar es pequeña, y por lo tanto la esfericidad terrestre no influye en su representación, se recurre a la representación plana de forma que todos los puntos representados están vistos desde su perpendicular. Es la que se usa en Topografía.

Proyección cilíndrica: Representa la superficie terrestre mediante un cilindro en el que se inscribe dicha la superficie. Si el eje de este cilindro se hace coincidir con el eje polar se obtiene una representación fiel del ecuador que es el punto de tangencia de la esfera con el cilindro. Sin embargo, a medida que nos alejamos del ecuador va apareciendo una deformación que se hace muy notable en las inmediaciones de los polos.



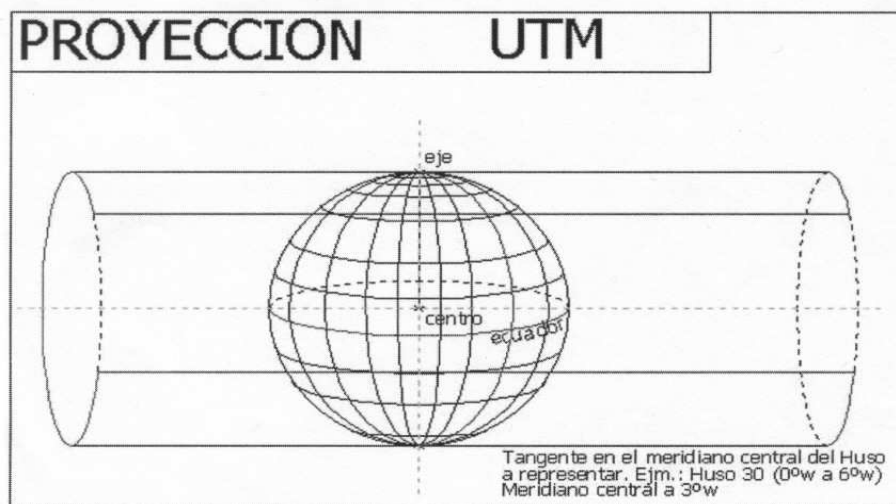
Este sistema es el típico de muchos "mapamundis". La deformación se pone de manifiesto al fijarse, por ejemplo, en La Antártida que posee un tamaño descomunal en comparación con el continente europeo, cuando en realidad no es así.



1.3.2 Proyección UTM (Universal Transverse Mercator)

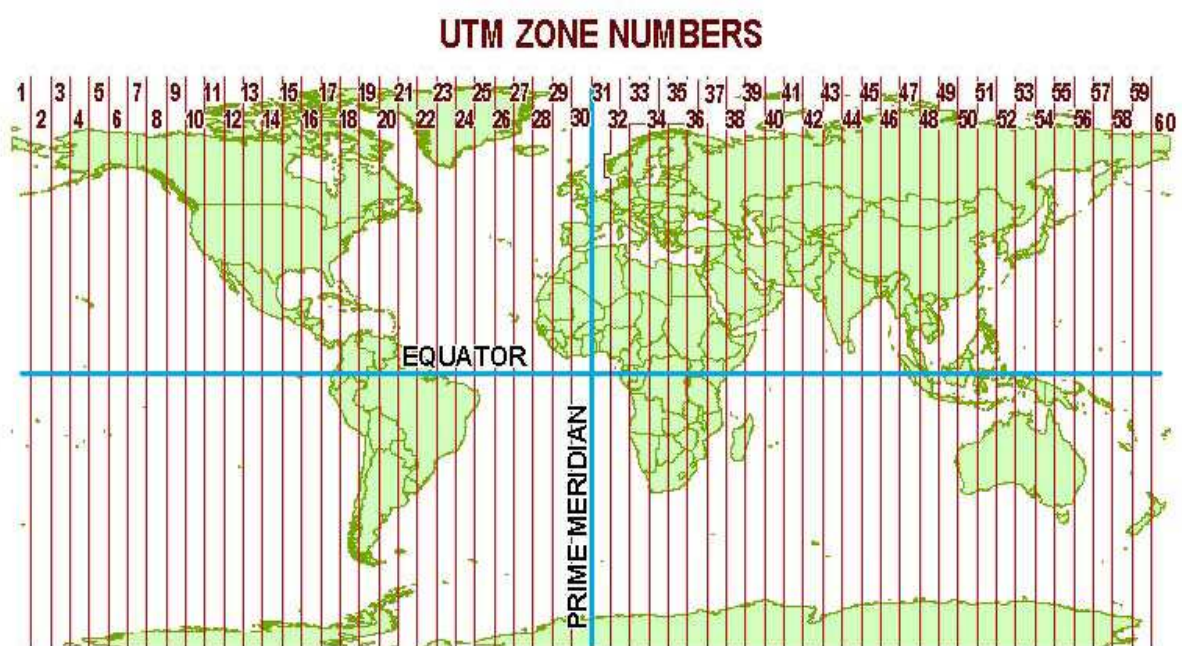
La proyección UTM se implantó a nivel universal desde que en la década de 1940 el Servicio de Defensa de Estados Unidos lo estandariza por motivos militares.

En el sistema UTM la posición del cilindro de proyección es transversal respecto al eje de la tierra, es decir, el eje del cilindro coincide con el eje ecuatorial y es perpendicular al eje polar. El cilindro será por lo tanto tangente al globo terrestre en el meridiano que se elija como **meridiano de origen**.



Para minimizar el problema de la deformación –mayor cuanto más nos alejamos del meridiano de tangencia- se toman dos decisiones:

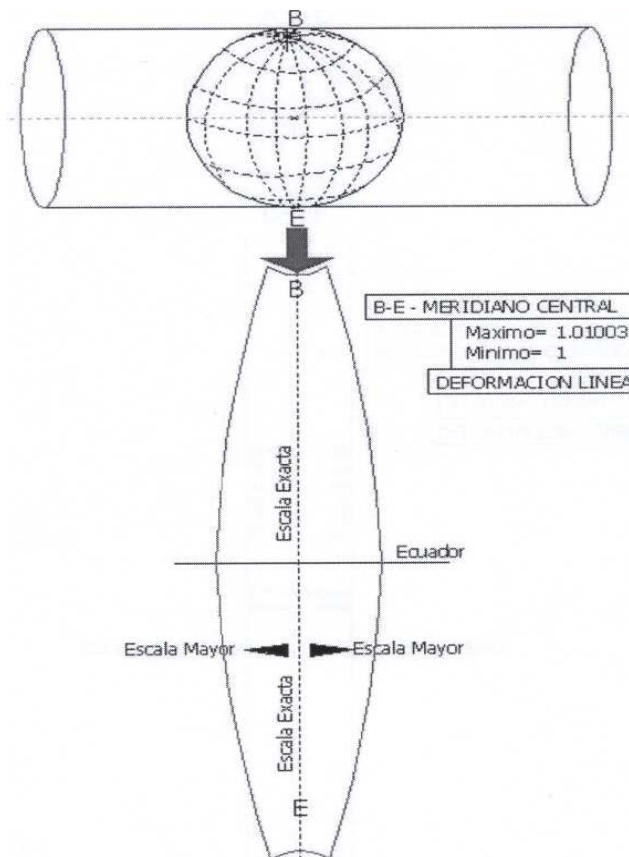
1ª) Realizar más proyecciones: Se divide la superficie terrestre en 60 zonas iguales y se hacen 60 proyecciones, tomando como meridiano de referencia -para la proyección- el meridiano central de cada una de estas zonas. Cada zona –semejantes al gajo de una naranja- se denomina **Huso**.



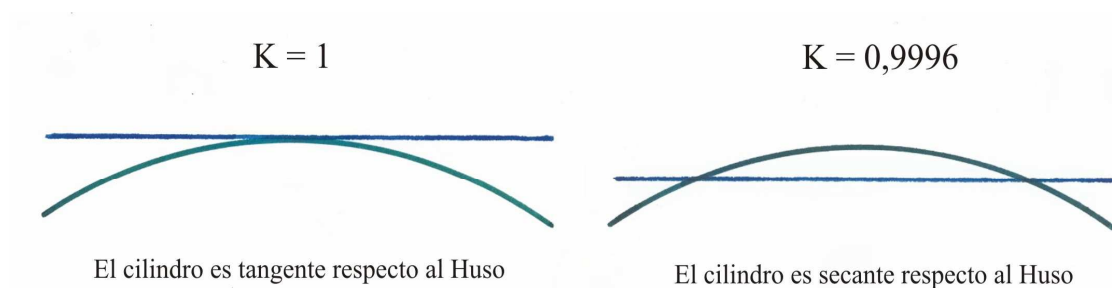
Al estar dividida la esfera terrestre en 360° , cada Huso tendrá 6° de longitud con su respectivo meridiano central equidistante 3° de los extremos.

Los Husos se numeran del 1 al 60 comenzando en el antimeridiano de Greenwich situado a 180° . La numeración será de Oeste a Este. De este modo el 1º Huso estará comprendido entre 180° y 174° W, el 2º entre 174° W y 168° W y así sucesivamente. Los Husos del meridiano de Greenwich serán el 30 y el 31. El primero estará comprendido entre los 6° W y 0° y el segundo entre los 0° y 6° E. Estos Husos también pasan por la Península Ibérica.

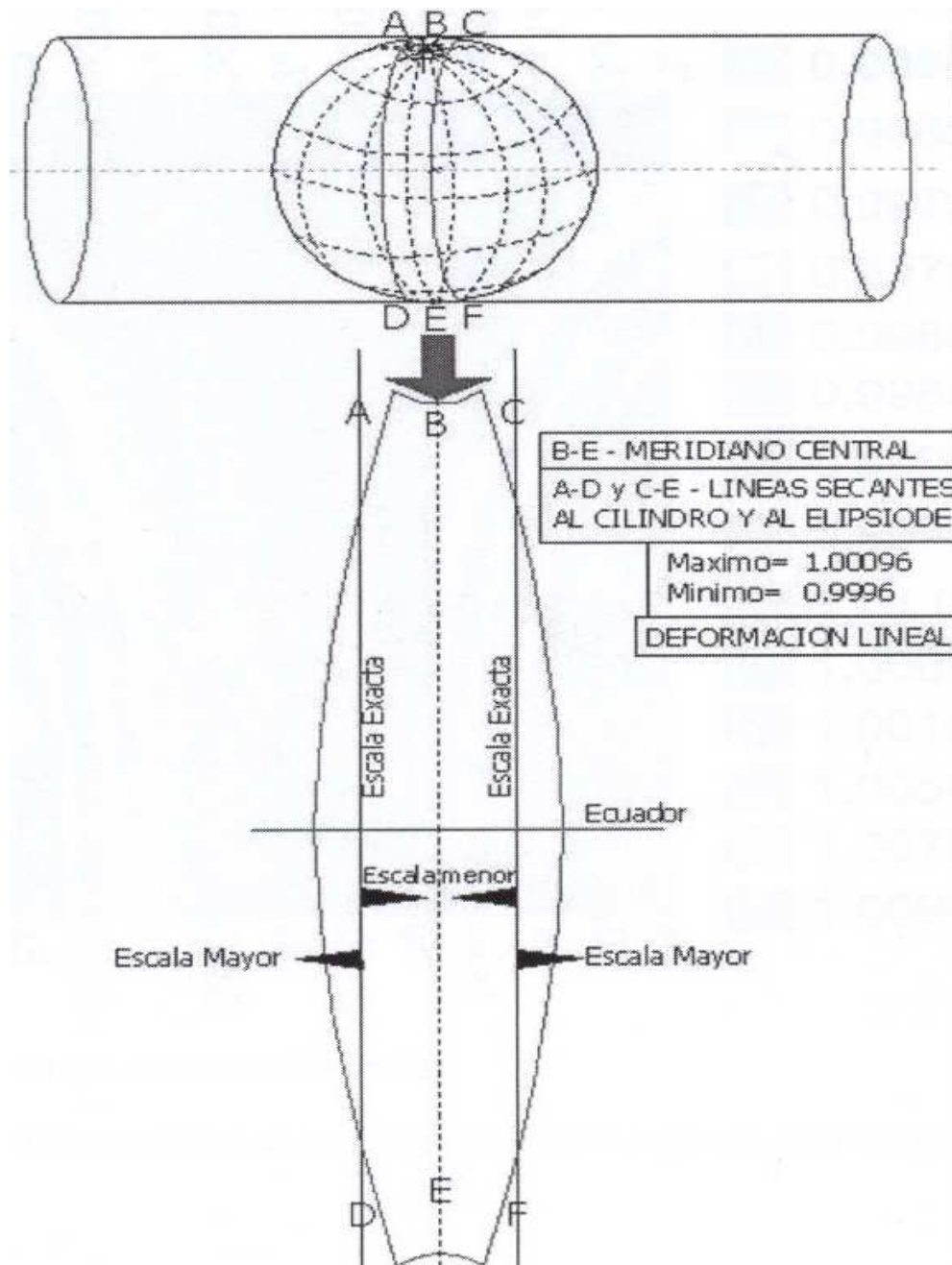
Esta situación, del cilindro de proyección tangente al meridiano central del Huso, hace que sólo la línea que pasa por este meridiano no tenga deformación. En el resto del Huso habrá una deformación, siendo ésta mayor cuanto más separada esté del meridiano central. La relación entre las distancias reales y las proyectadas presenta un mínimo de 1 (en el meridiano central) y un máximo de 1,01003 (en la zona más alejada).



2ª Aplicar un factor de corrección: Para lograr que la distorsión sea menor se aplica un factor de corrección ($K = 0,9996$) a las distancias.



Una interpretación gráfica del efecto de este factor de corrección es imaginarse que: al multiplicar la superficie del cilindro por un valor menor de la unidad, ésta, al igual que su diámetro, será también menor por lo que el cilindro de proyección dejará de ser tangente al meridiano central para convertirse en secante, es decir, cortará el Huso creando dos líneas de intersección en las que no habrá distorsión.



Desde las líneas de intersección hacia el meridiano central del Huso la deformación hace que la dimensión medida sobre el terreno real sea menor que la reflejada en el mapa. De las líneas de intersección hacia el siguiente Huso la deformación hace que la dimensión medida sobre el terreno real sea mayor que la reflejada en el plano.

Considerando la deformación en valor absoluto, ésta será menor que la obtenida con el cilindro de proyección tangente al meridiano central.

1.4 COORDENADAS UTM

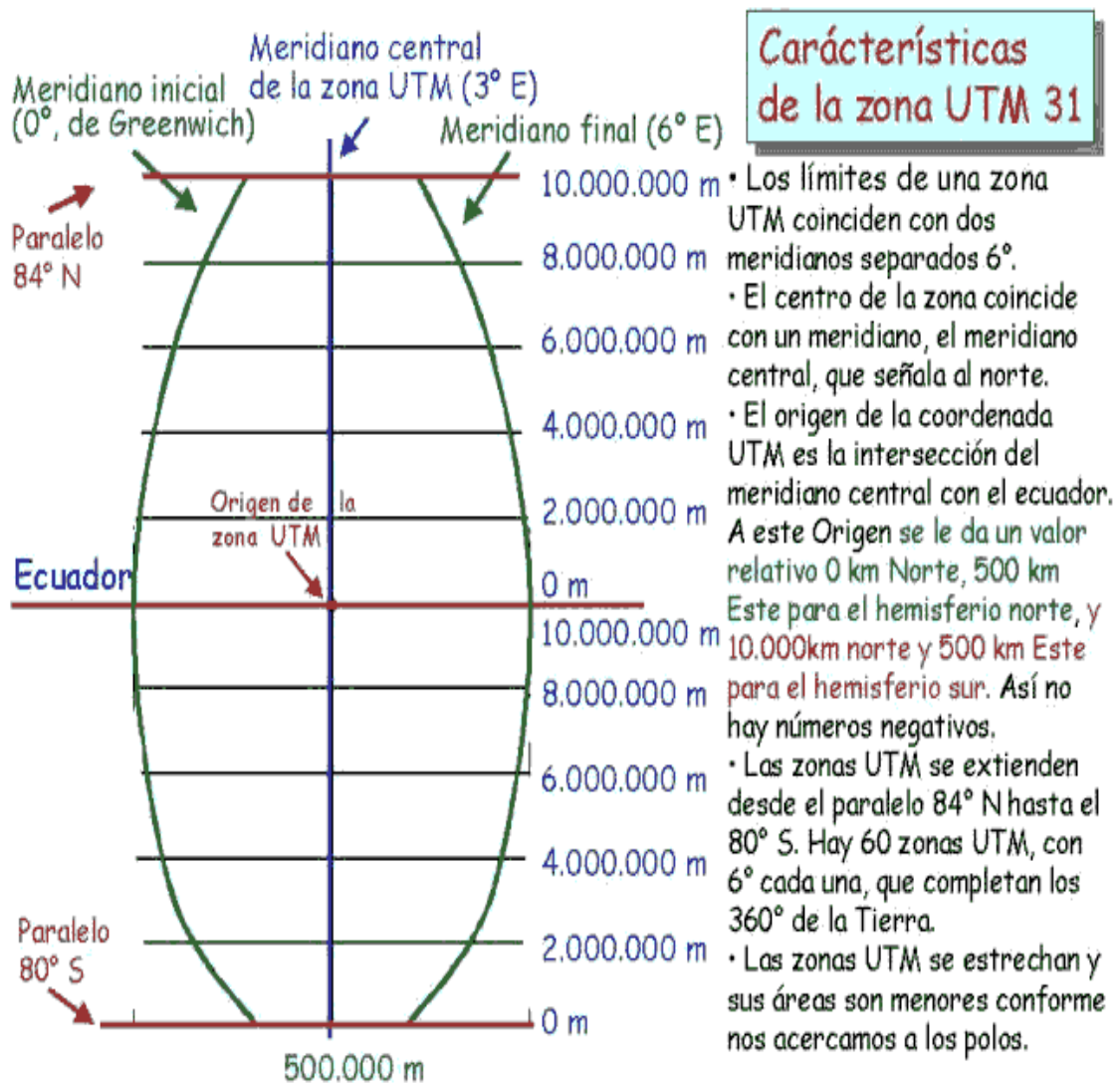
Debido al incremento de la distorsión superficial a medida que nos acercamos a los Polos, el sistema UTM sólo se utiliza en latitudes comprendidas entre los 80° S y 84° N; por lo tanto, cada uno de los 60 Husos que componen el sistema, tendrá una longitud de 6° y una latitud comprendida entre los 80° S y 84° N.

El origen de la Zona UTM en cada Huso se encuentra en la intersección del Ecuador con su meridiano central por lo que, en el sistema de proyección UTM, cada Huso tiene su propio sistema de coordenadas.

Este sistema de coordenadas es cartesiano. El valor –expresado en metros– de cada punto P (x, y) viene definido por sus ejes: X para las Abscisas e Y para las Ordenadas. El origen del sistema es donde ambos ejes se unen.

Por consenso, para no trabajar con valores negativos, al origen de la Zona UTM en cada Huso se le da un valor de 500.000 metros Este en el eje X (abscisas) y de 0 metros Norte en el eje Y (ordenadas) para el hemisferio Norte. En el hemisferio Sur el valor sigue siendo de 500.000 metros Este en el eje X (abscisas) pero en el eje Y (ordenadas) será de 10.000.000 metros Norte.

Como consecuencia de lo anterior, dentro de un mismo Huso, tendremos que trabajar con dos sistemas de coordenadas: uno para el hemisferio Norte y otro para el hemisferio Sur.



1.4.1 Coordenadas cartesianas en el Hemisferio Norte

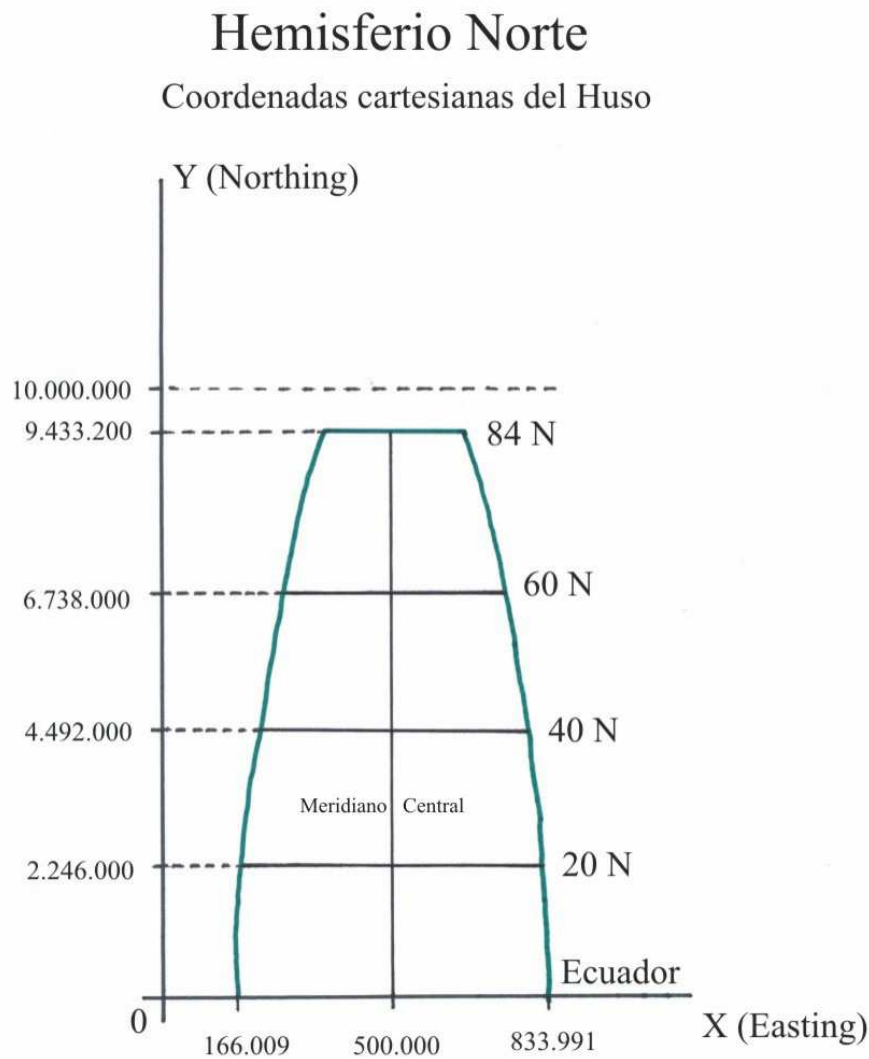
Para hacer un cálculo sencillo podemos considerar que cada grado de latitud tiene una distancia equivalente a 112.300 metros y que estos permanecen constantes. Por lo tanto la distancia desde el ecuador al paralelo 84° N sería de: $112.300 \times 84 = 9.433.200$ metros.

Siempre será positiva y nunca alcanzará los 10.000.000 metros por lo que se pueden usar 7 dígitos para definirla. A esta referencia (eje Y de coordenadas) se le designa la palabra inglesa **Northing**.

Cada grado de longitud **en el ecuador** tiene una distancia de 111.330,3 metros, Si tenemos en cuenta que cada extremo del Huso dista 3° del meridiano central, esta distancia traducida en metros será: $111.330,3 \times 3 = 333.991$ metros.

Al haber dado (por consenso) un valor de 500.000 metros al meridiano central, tendremos que el Huso (en el ecuador) tendrá valores entre 166.009 y 833.991 metros. A medida que nos alejamos del ecuador la distancia para un grado de longitud irá disminuyendo, por lo que los valores se irán acercando al del meridiano central.

Estos valores serán siempre positivos y se pueden usar 6 dígitos para definirlos. A esta referencia (eje X de coordenadas) se le designa la palabra inglesa **Easting**.



Los valores vienen dados en metros

1.4.2 Coordenadas cartesianas en el Hemisferio Sur

Al igual que en el hemisferio Norte consideraremos una distancia de 112.300 metros por cada grado de latitud y que esta es constante. La distancia entre el ecuador y los 80° S será: $112.300 \times 80 = 9.984$ metros.

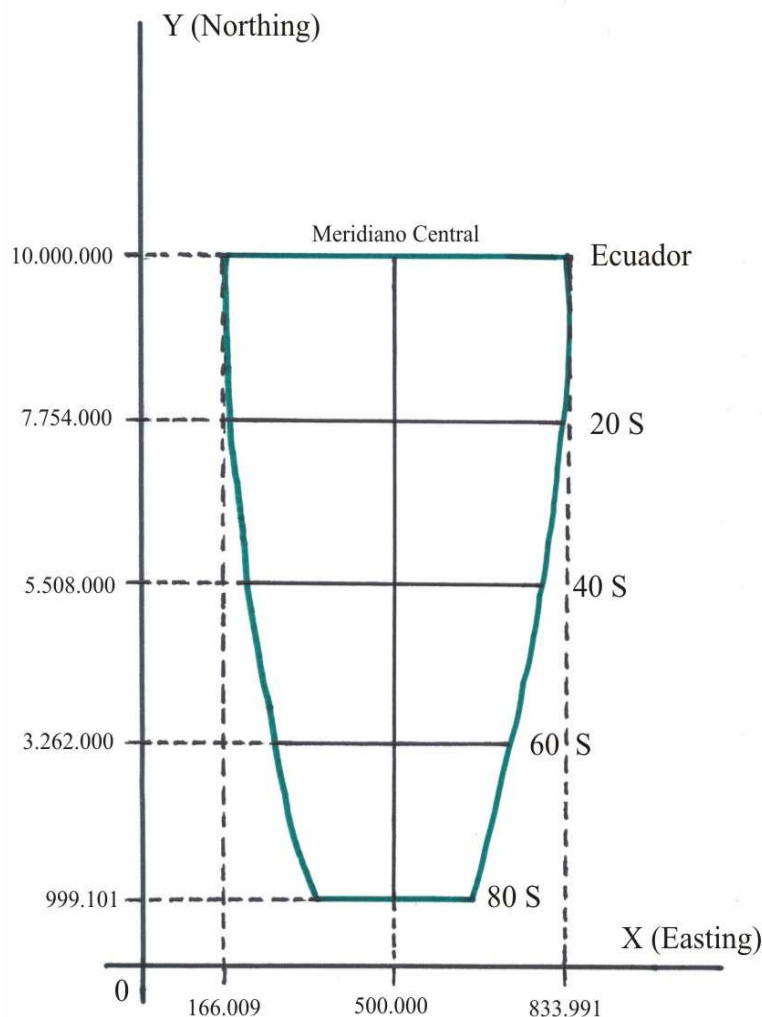
Como (por consenso) se le dio un valor de 10.000.000 metros al ecuador para el Hemisferio Sur, el paralelo 80° S estará a una distancia de $10.000.000 - 9.984 = 999.101$ metros respecto al origen del sistema de coordenadas.

Los valores del eje Y (Northing) estarán comprendidos entre 999.101 y 9.999.999 metros, siendo siempre positivos y pudiendo ser representados por 7 dígitos.

En el eje X (Easting) a la altura del ecuador serán los mismos valores que para el Hemisferio Norte, es decir, estarán comprendidos entre los 166.009 y 833.991 metros. A medida que se aleja del ecuador éstos se irán aproximando a los del meridiano central, siendo siempre positivos y pudiendo ser expresados en 6 dígitos.

Hemisferio Sur

Coordenadas cartesianas de un Huso

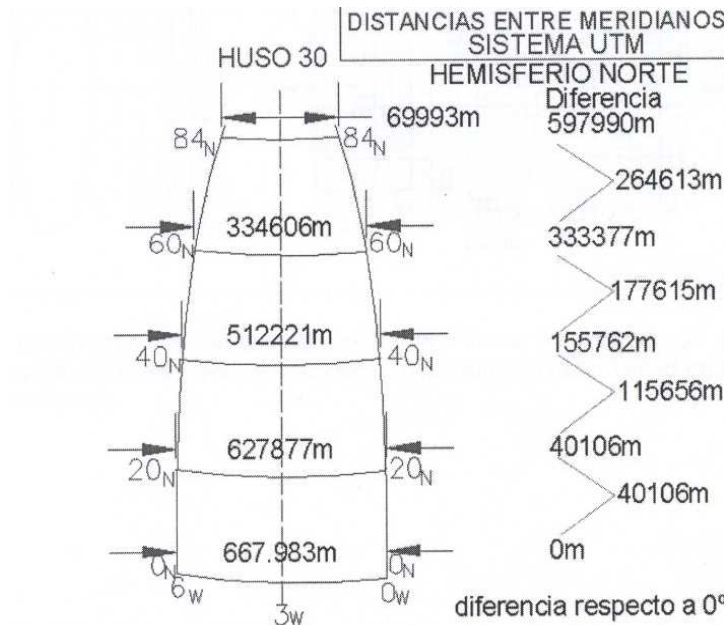


Los valores vienen dados en metros

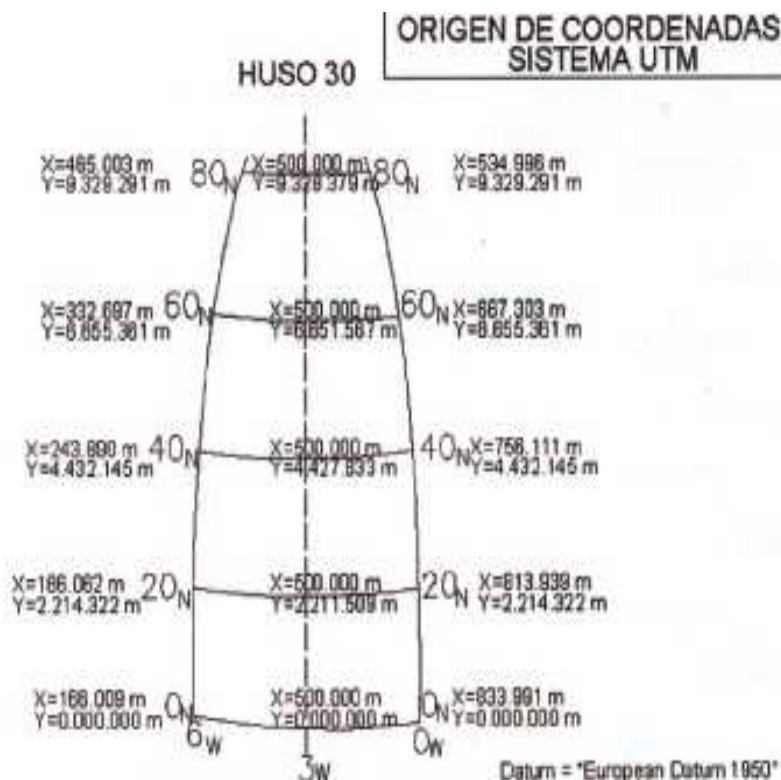
1.4.3 Distancia entre meridianos:

Como ya se dijo, la distancia en metros para un mismo grado de longitud varía. Es máxima en el ecuador e irá disminuyendo a medida que se acerca a los polos. Esto es debido a que el paralelo sobre el que se mide tiene una circunferencia -y por lo tanto longitud- máxima en el ecuador e irá disminuyendo a medida que se acerca a los polos.

Esta diferencia de distancias entre meridianos se puede apreciar en la siguiente figura. Se toma como ejemplo el Huso 30 del Hemisferio Norte.



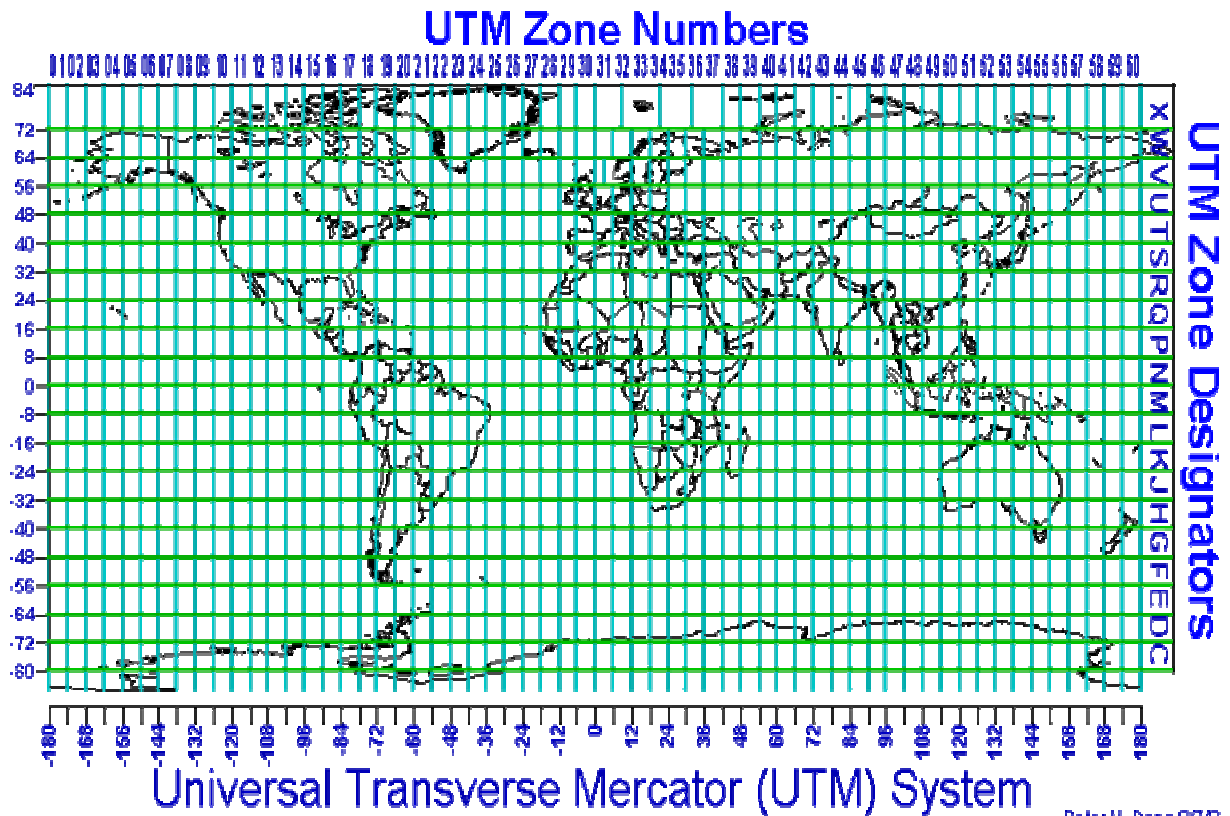
En esta otra figura se pueden ver los valores -en el sistema de coordenadas UTM- a lo largo del Huso tomado como ejemplo.



1.4.4 Zona

Cada uno de los 60 Husos que configuran el sistema UTM está dividido en **20 Zonas**, 10 situadas en el Hemisferio Norte y otras 10 en el Hemisferio Sur.

Cada una de estas zonas se designa con una letra. En el Hemisferio Sur y contando desde el Polo Sur hacia el Ecuador son: C, D, E, F, G, H, J, K, L y M. En el Hemisferio Norte y contando desde el Ecuador hacia el Polo Norte son: N, P, Q, R, S, T, U, V, W y X. Cada una de estas Zonas tiene 8° de latitud, excepto la X que tiene 12°.



[Peter H. Dana, 1994]

1.5 DESIGNACIÓN DE COORDENADAS UTM

El sistema UTM representa toda la superficie del globo terráqueo (excepto los polos) mediante cuadrículas de un metro. Para poder identificar cada una de estas cuadrículas son necesarios los siguientes datos:

- 1) **Coordenada cartesiana eje X (Easting).** Tiene 6 dígitos
- 2) **Coordenada cartesiana eje Y (Northing).** Tiene 7 dígitos
- 3) **Huso.** Están numerados del 1 al 60.
- 4) **Zona.** Queda definida por una de las 20 letras que se utilizan
- 5) **Datum.** Mas adelante se hará un estudio más detallado por lo que ahora no lo consideraremos

Un ejemplo puede ser:

X (Easting): 4861860

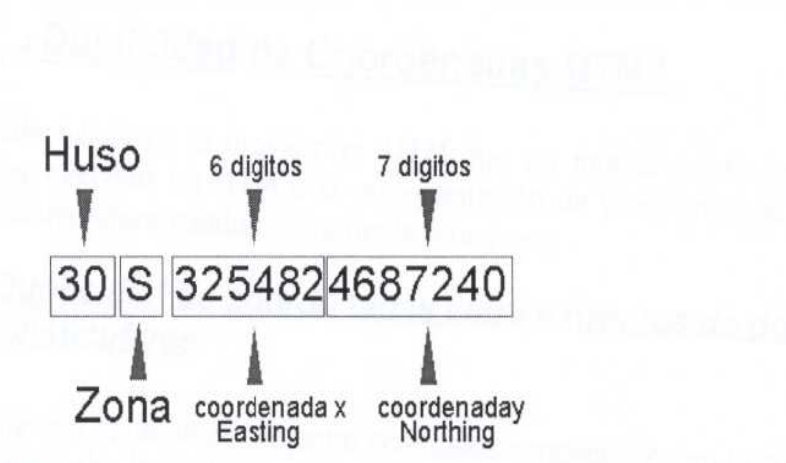
Y (Northing): 4756560

Huso: 30

Zona: T

Datum: ED50

DESIGNACION UTM - Resolucion 1m



1.5.1 Duplicidad de coordenadas en dos Husos consecutivos

En el meridiano de unión de dos Husos consecutivos todas las coordenadas tienen dos valores. En función del Huso que se tome de referencia, el valor será distinto puesto que también lo es el origen del sistema de coordenadas.

Si tomamos como ejemplo la posición geográfica: 40° 00' 00'' N y 6° 00' 00'' W

Vemos que:

A) En el Huso 30 tiene como coordenadas UTM:

30T X = 243888

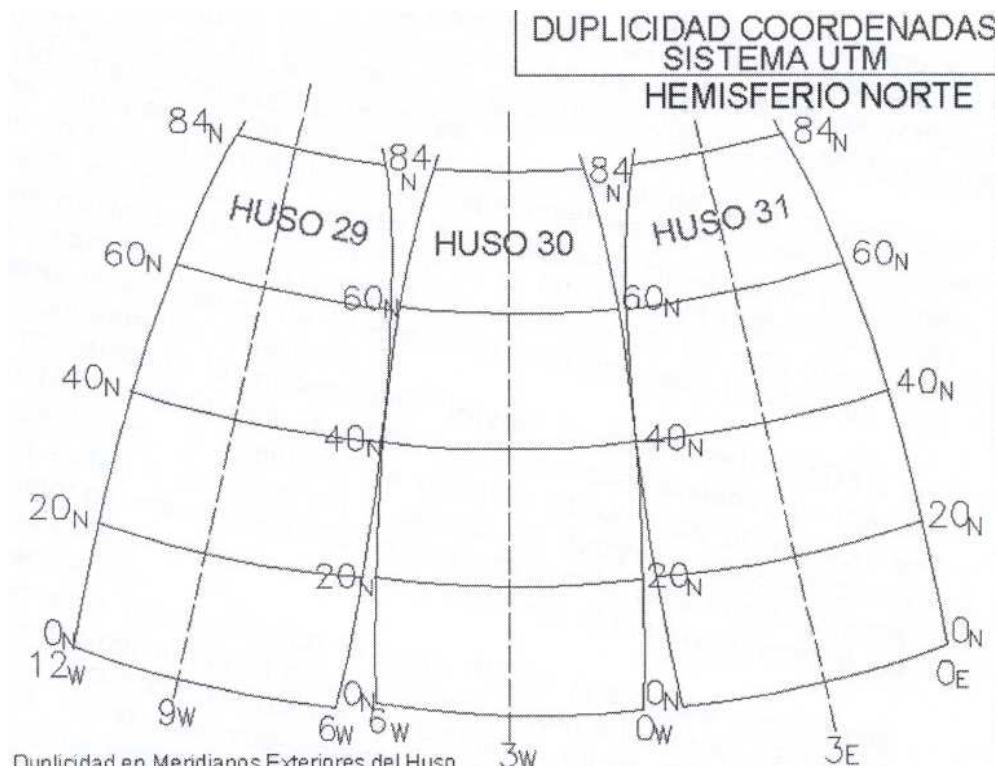
Y = 4432145

B) En el Huso 29 tiene como coordenadas UTM:

29T X = 756111

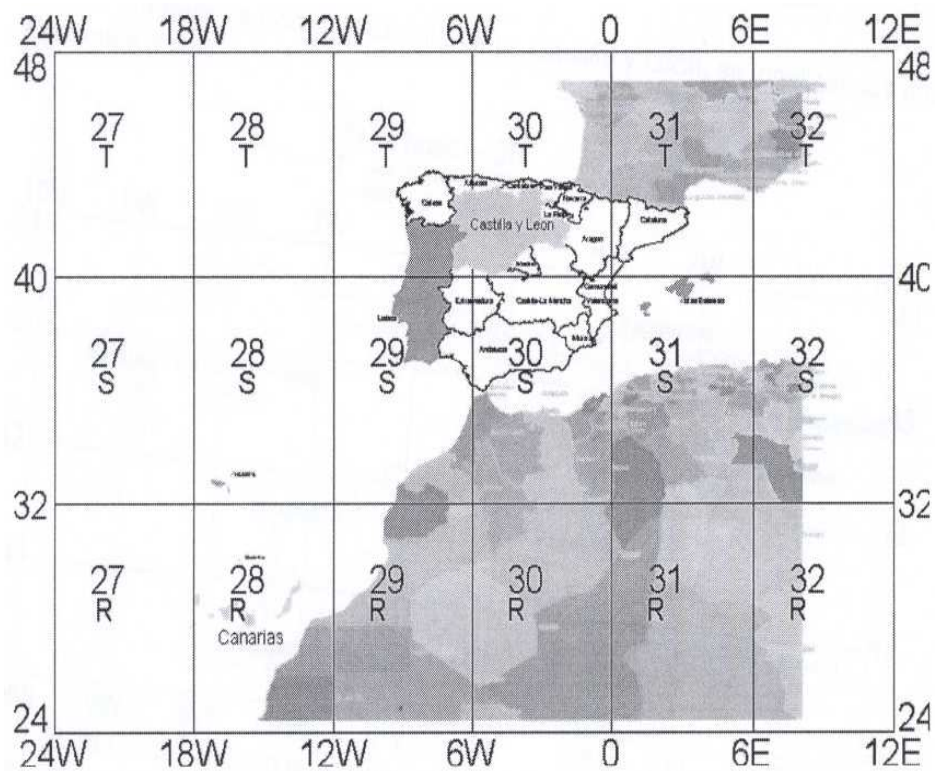
Y = 44321145

Como puede observarse el eje Y (Northing) mantiene el valor dado que al coincidir el paralelo el valor será el mismo aunque el origen del sistema sea diferente,



1.5.2 Distribución de Husos y Zonas para España

El espacio geográfico que ocupa España está situado en 5 Husos (27,28, 29, 30 y 31) y 3 Zonas (R, S y T).



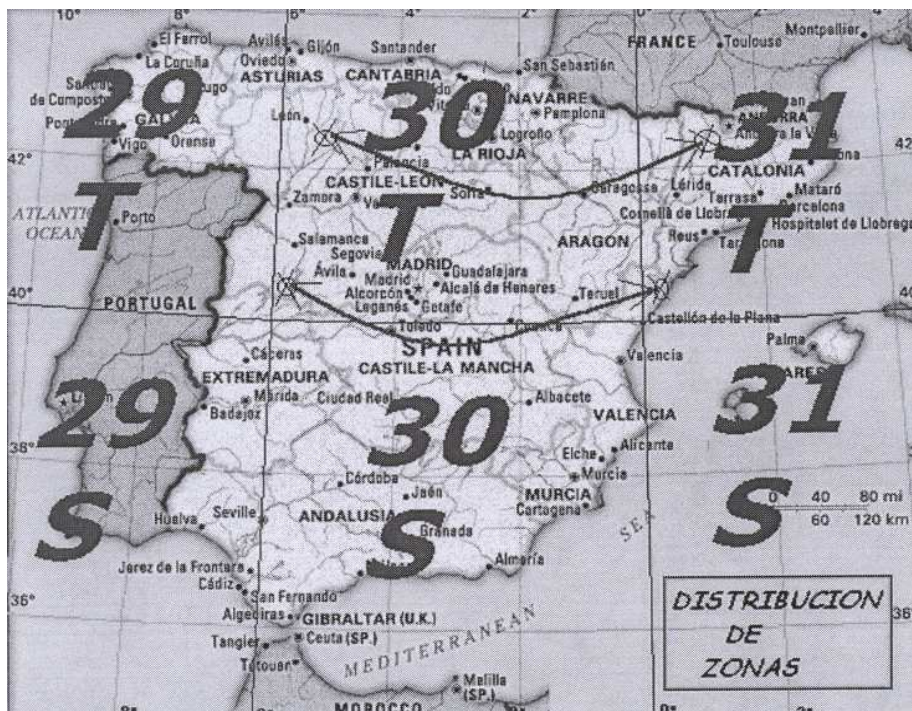
Si no tenemos en cuenta Canarias debido a su posición geográfica y, sólo consideramos la Península y Baleares, serían 3 Husos (29, 30 y 31) y 2 Zonas (S y T).



Si observamos el siguiente mapa podemos comprobar la importancia del Huso y la Zona para el sistema UTM

Las coordenadas X = 302975; Y = 4707700 se encuentran en Mansilla de las Mulas (León) en el Huso 30T y en Villa de Turbol (Zaragoza) en el Huso 31T.

Asimismo las coordenadas X = 273925; Y = 4476850 se encuentran en San Bartolomé de Bejar (Salamanca) en el Huso 30T y en Benicarló (Valencia) en el Huso 31T.



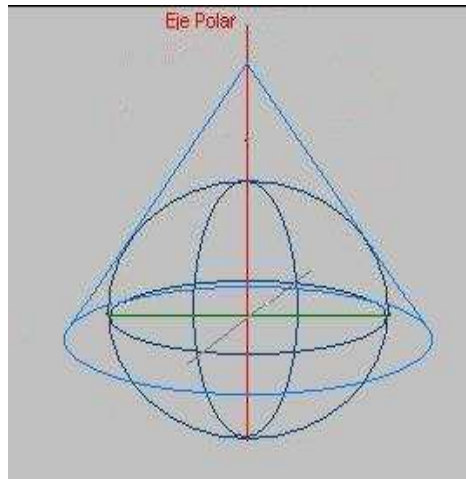
Resaltar también que dentro de un mismo Huso se pueden tener coordenadas iguales en Zonas diferentes, es decir, hay valores de coordenadas que se repiten según el hemisferio de referencia sea Norte o Sur. La forma de diferenciarlas es mediante la letra de la Zona.

1.6 PROYECCIÓN POLAR. SISTEMA UPS

Para representar las regiones polares se hace uso de un tipo de proyección cónica en la que el eje del cono se hace coincidir con el eje polar terrestre. Este tipo de proyección se denomina proyección polar.

La deformación aumenta a medida que nos alejamos del eje del cono y, por tanto, de los polos, pero permite representar adecuadamente la región.

El sistema de proyección polar usado comúnmente es el llamado UPS (Universal Polar Stereographic) o proyección estereográfica polar universal.



El sistema UPS se solapa con el UTM

Zona de Cobertura :

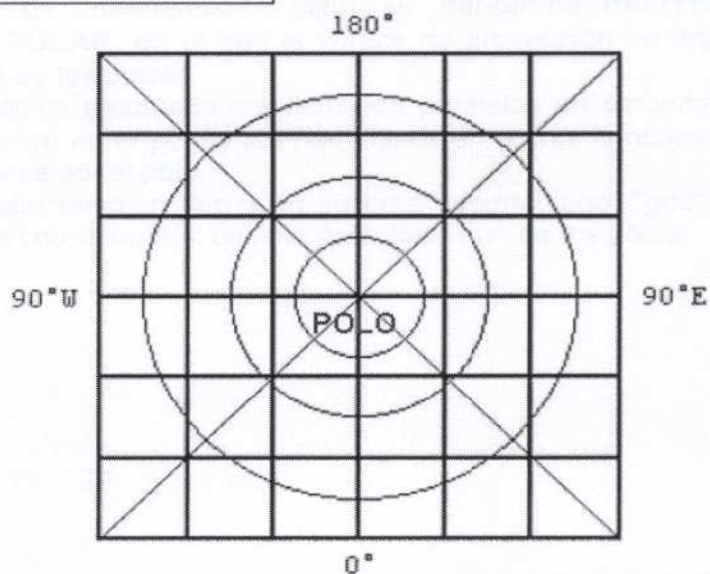
Zona Norte : 84°N a 90°N

Zona Sur : 80°S a 90°S

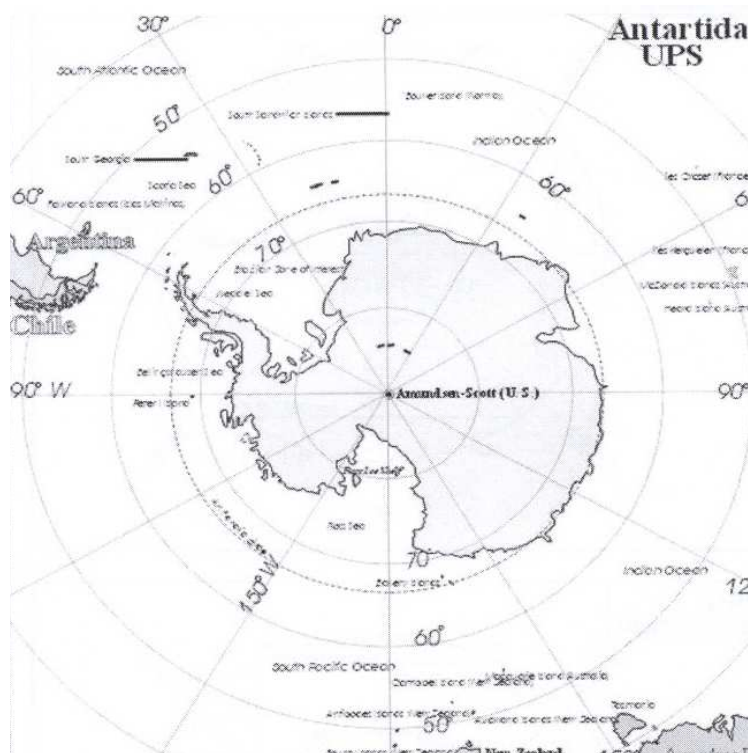
Solapamiento con UTM : 30'

Norte: 83° 30'N

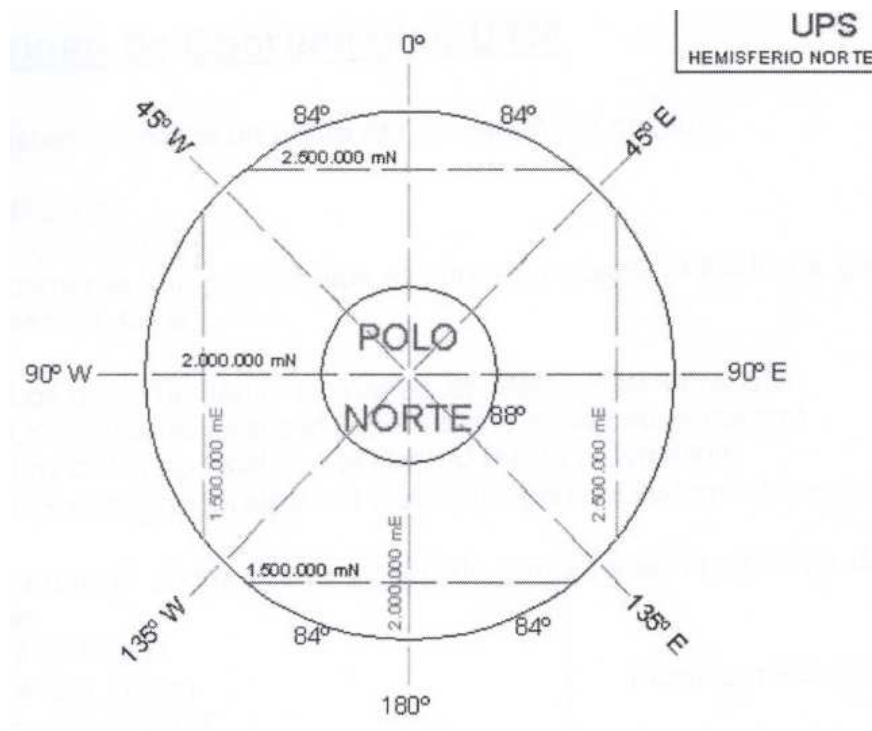
Sur : 79° 30'S

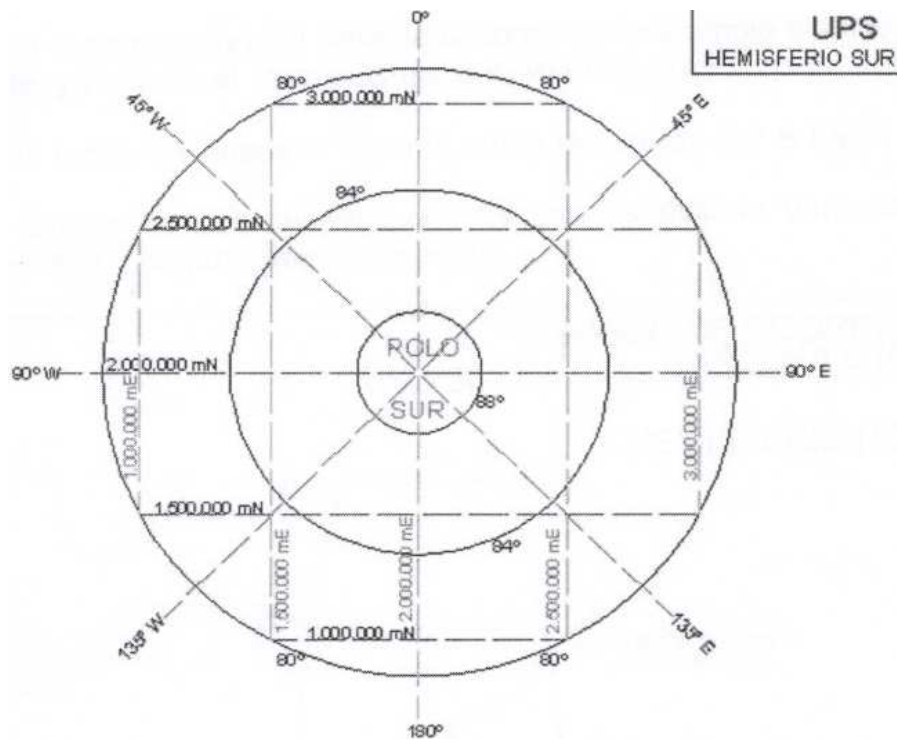


La transformación efectuada convierte los paralelos en circunferencias concéntricas con centro en el polo y los meridianos en rectas concurrentes. El haz de rectas pasa por el polo.



Esta proyección también forma un sistema cuadrículado (grid) con el consiguiente sistema de coordenadas distinto para cada uno de los polos.





TEMA II

2.1 MAPAS TOPOGRÁFICOS. INFORMACIÓN Y SÍMBOLOS

Mapa: Un mapa es una representación reducida (a escala) del territorio.

Existen diferentes tipos de mapas según su uso. Por ejemplo: mapas de carreteras, mapas topográficos, mapas técnicos específicos, cartas náuticas etc.

Como montañeros, los **mapas topográficos** son los que se adaptan a nuestra actividad por lo de ahora en adelante sólo nos referiremos a este tipo de mapas.

2.1.1 Información y Símbolos

La información que aporta los mapas topográficos se puede resumir en los siguientes grupos:

- a) Núcleos de población y Construcciones Aisladas.
- b) Vías de Comunicación: Carreteras, Caminos y Ferrocarriles.
- c) Hidrografía: Costas, Lagos, Ríos, Arroyos, etc.
- d) Límites Administrativos.
- e) Toponimia.
- f) Vegetación.
- g) Coordenadas.

Para representar los diferentes elementos sobre el mapa se usa una representación simplificada de estos que recibe el nombre de símbolo. Estos signos son más o menos los mismos en todos los mapas. Normalmente se intenta que su interpretación se realice simplemente con un golpe de vista. Los símbolos vienen acompañados por una información marginal que nos describe su significado.

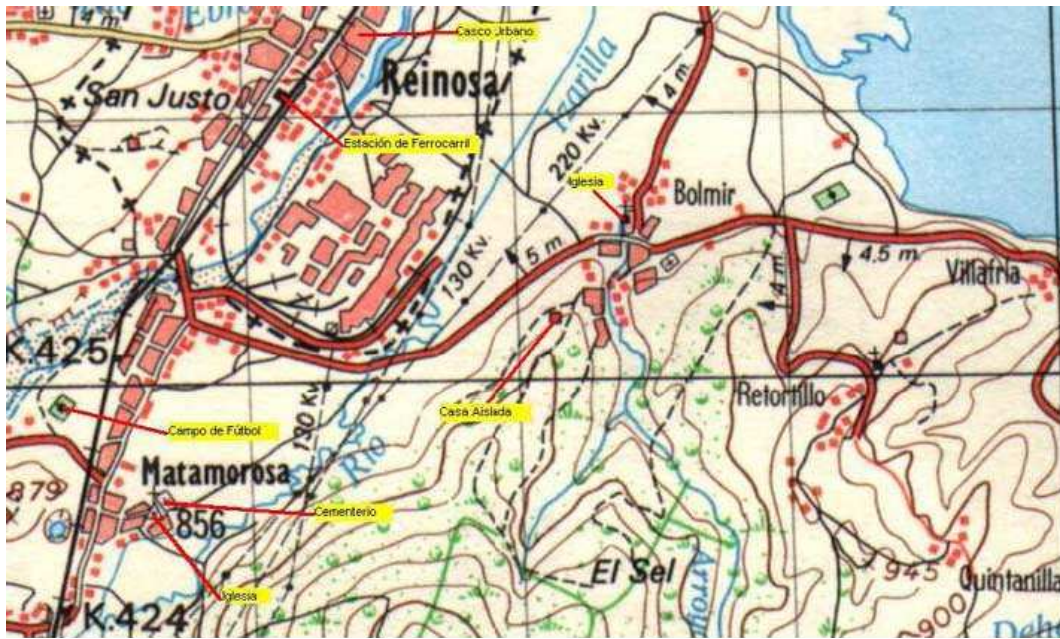
Veamos los principales símbolos convencionales que se utilizan en los mapas topográficos

2.1.2 Núcleos de población y construcciones aisladas

En la figura se muestran algunos de los símbolos convencionales más relevantes empleados para la representación de núcleos de población y construcciones aisladas en los mapas topográficos.



Para algunas poblaciones se indica mediante unas cifras la altitud sobre el nivel a la que se sitúa. Para establecer esta altitud se suele tomar algún edificio de referencia relevante, normalmente la iglesia.



Obviamente junto a la población se indica su nombre. Éste se rotula con una tipografía cuyo grosor va en relación con el número de habitantes, ya que esto define en menor o mayor medida su importancia.

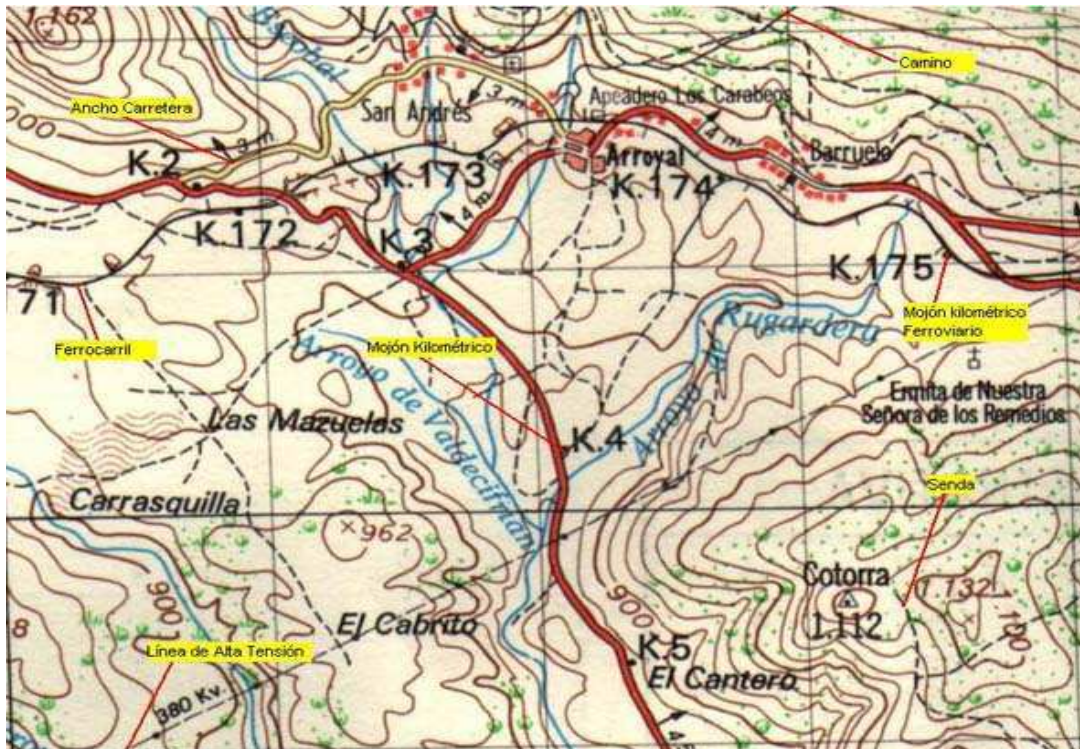
2.1.3 Carreteras y caminos

En la figura se muestran los símbolos convencionales más usados para la representación de carreteras y caminos.



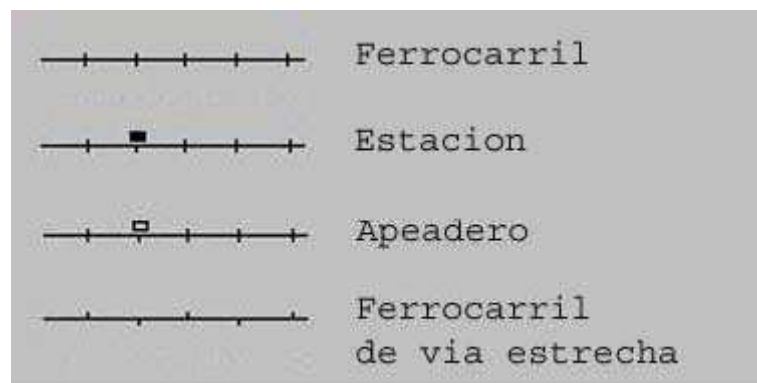
En la figura se muestran los símbolos convencionales más usados para la representación de carreteras y caminos. También se muestran los símbolos utilizados para señalar los distintos elementos que pueden encontrarse en una carretera como los mojones kilométricos, los puentes y las gasolineras. La categoría de la carretera se establece mediante un símbolo en cuyo interior figura la denominación numérica de la vía.

Como puede comprobarse la información acerca de las carreteras que contiene un mapa topográfico es superior a la de un mapa de carreteras convencional. Toda la información es útil para marchas tanto cicloturísticas como en montaña. Por ejemplo, gracias a los mojones kilométricos podremos localizar una senda que partiendo de la carretera se interna en la montaña.



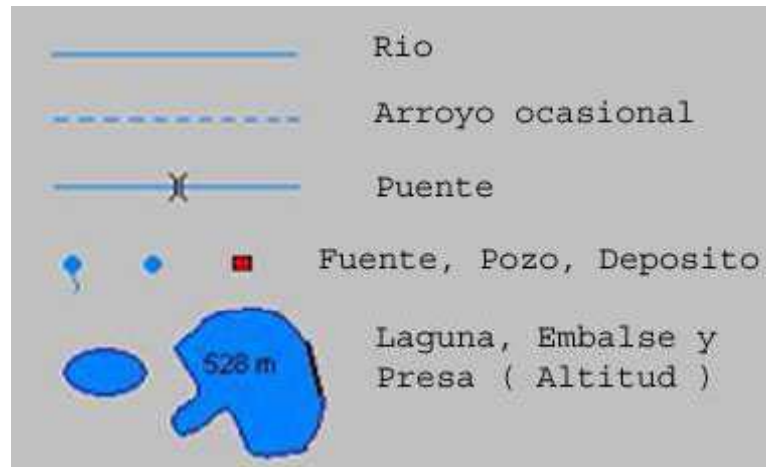
2.1.4 Ferrocarriles

Como en el caso de las carreteras, el mapa topográfico puede indicar de una forma muy precisa el trazado de un ferrocarril con sus diversos elementos como son las estaciones y apeaderos o los túneles. También aparecen los mojones que marcan los kilómetros de la vía.



2.1.5 Hidrografía

En la siguiente figura se observan algunos de los signos convencionales hidrográficos.



El mapa topográfico contiene información importante sobre la hidrografía de la zona.

Los ríos y arroyos con flujos de agua continuos aparecen como una línea continua. Los arroyos ocasionales o de escaso caudal se representan con un trazo discontinuo. Si el río es más ancho el trazo con el que se representa también suele serlo.

En los embalses aparecerá indicada la posición de su presa mediante una línea negra, además, de la altitud sobre el nivel de mar a la que se sitúa la lámina de agua estando el embalse en su nivel medio.



Junto con los ríos y arroyos, el mapa suele señalar otros elementos constructivos secundarios. Entre ellos cabe destacar las fuentes, manantiales y pozos, que son importantes en nuestras expediciones a la montaña por indicar eventuales puntos de aprovisionamiento de agua. También se suelen indicar los depósitos de agua utilizados para el suministro a los pueblos y ciudades. Otro elemento constructivo de interés sobre los ríos son los puentes. Si el río es algo ancho puede plantear un serio problema su cruce de no localizar alguno de estos puentes.

Los lagos, las lagunas o ibones (nombre dado en Pirineos a las lagunas glaciares, y que en Cataluña se denominan Estanys) en las regiones montañosas más elevadas se hallan ligadas al relieve glaciar, ocupando valles semicirculares rodeados de cumbres y que se conocen con el nombre de circos.

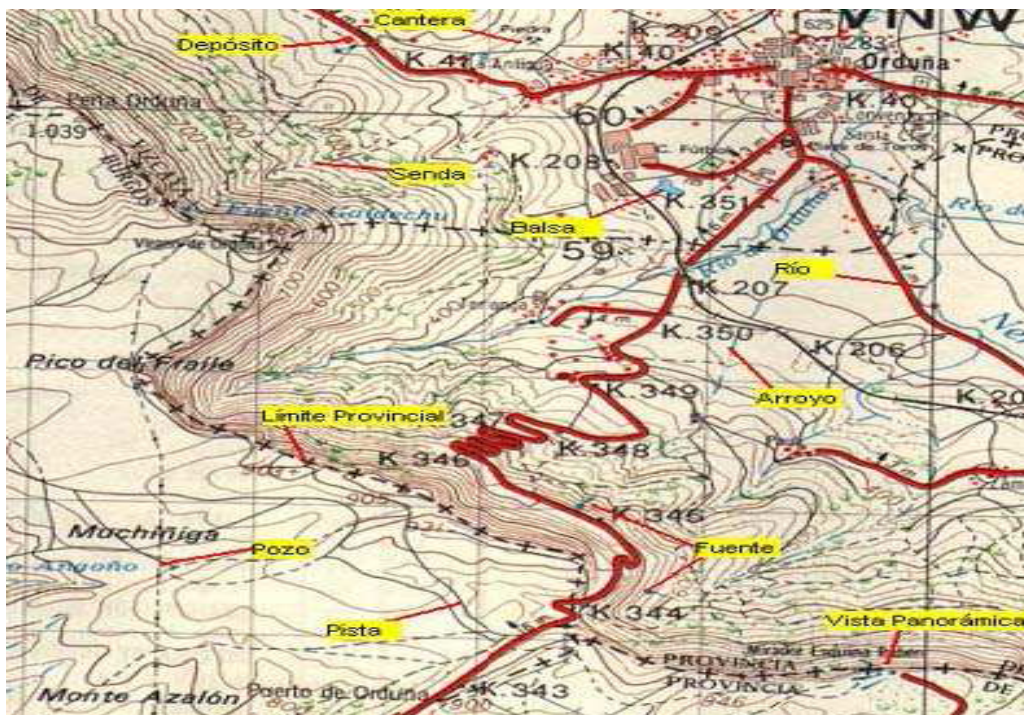
El mapa debe reflejar perfectamente el litoral donde aparecerán cabos, ensenadas, calas, playas, acantilados, marismas, así como las construcciones humanas relacionadas al mismo como son los faros.

2.1.6 Límites administrativos

Los diferentes tipos de límites administrativos aparecen representados con trazos formados por líneas y cruces. De mayor a menor entidad estos límites son: Fronteras internacionales (+++++), Límites provinciales (-+--+--+--++) y Límites municipales (-+--+--+--+). En la figura se muestran los trazos usados para marcar los diferentes tipos de límites administrativos.



Normalmente en el enclave físico de estos límites podremos encontrar alguna señal característica como mojones de piedra y alambradas, que nos indicarán de manera irrefutable que nos situamos sobre uno de estos límites. Lo cierto es que asociar un límite municipal con una alambrada del tipo ganadera es de lo más común.



Como complemento a esta información, los mapas suelen tener un cuadro denominado División Administrativa donde figura un esquema territorial de los municipios que se reparten el espacio de la hoja.



2.1.7 Toponimia

Los núcleos de población, los montes, los valles o los ríos, tienen un nombre propio conocido como topónimo. Cuando estos nombres se aplican a extensiones grandes o accidentes relevantes podemos hablar de un macrotopónimo. Por ejemplo: Miranda de Ebro, Sierra de Aralar o Sistema Ibérico son nombres de este tipo dados a una ciudad, a una sierra o a una cordillera montañosa extensa. Además existe lo que podemos llamar una microtoponimia o toponimia menor que se aplica a parajes o lugares de mucha menor entidad. Tal es el caso de un caserío aislado, una cima en una sierra, un arroyo, un paraje, un barranco o una finca. En general, al lugar donde se aplica un topónimo menor se le suele llamar término. Así se habla "...en el término del arroyo del Robledal..." o "...en el término del barranco del Espino...", por poner un par de ejemplos.

Los mapas topográficos muestran tanto topónimos muy generales como algunos términos correspondientes a la toponimia menor.

2.1.8 Vegetación

La vegetación, en muchos casos, impone su ley y determina el éxito o fracaso de una actividad por la montaña. Los mapas topográficos emplean símbolos gráficos –en general de color verde- para representar los diferentes tipos de suelo y vegetación.



Para interpretar el terreno correctamente deberemos examinar la información marginal que trae el mapa.

2.2 ESCALA Y COORDENADAS

2.2.1 Escala

La escala es la relación que existe entre una dimensión medida sobre el mapa y la misma dimensión medida sobre el terreno real que representa.

$\text{Escala} = \text{medida del mapa} / \text{medida real}$.

Normalmente se representa por dos cifras separadas por dos puntos. Ejemplo 1:50000

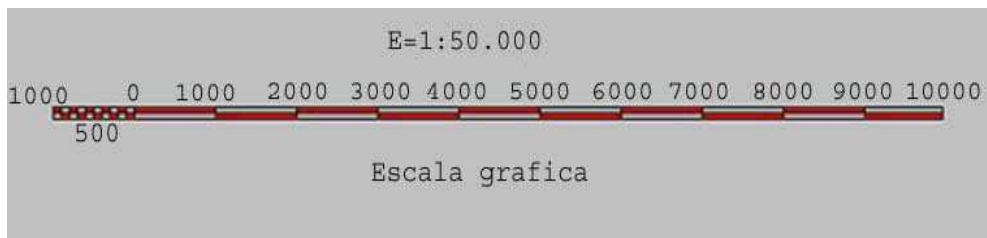
La primera cifra es siempre 1 e indica la medida en el mapa. La segunda cifra representa la medida real. Así pues en el ejemplo anterior 1 cm. en el mapa son 50000 cm. en la realidad, es decir, 500 metros.

Aplicando la relación indicada por la escala podemos convertir una distancia medida en el mapa en una distancia real y viceversa.

Los mapas editados por el ING y que son más apropiados para la actividad montañera utilizan las escalas de 1:250000 y 1:50000.

Escala	Un cm. equivale a:	Un Km. es representado por:
1:25000	250 metros	4 cm.
1:50000	500 metros	2 cm.

Escala Gráfica: Muchos mapas poseen una representación gráfica de la escala que recibe el nombre de Escala Gráfica.



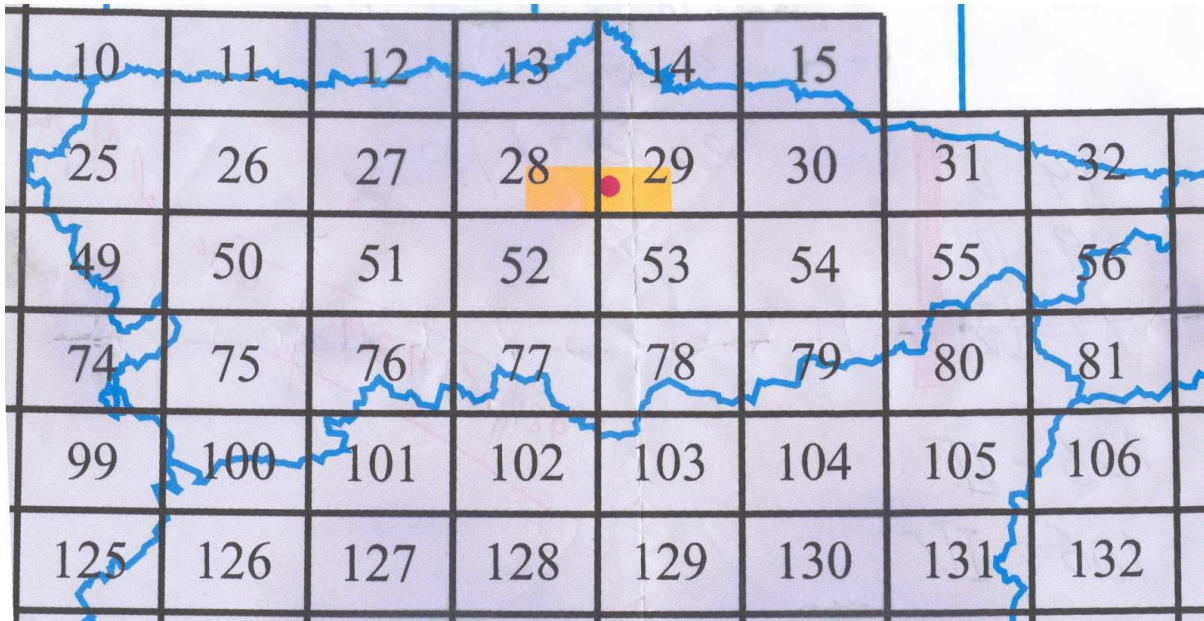
El uso de la escala gráfica es bastante simple. Basta con tomar una distancia en el mapa, y llevarla a la escala gráfica para conocer la distancia real en el terreno. La escala gráfica suele disponer de una porción a la izquierda que permite medir aún con más precisión. Esta porción se llama escala ampliada.

El Instituto Nacional Geográfico (ING) divide el territorio nacional en mapas topográficos de escala 1:50000 y numerados del 1 al 1114.

Cada mapa de 1:50000 se divide en cuatro mapas de 1:25000 distribuidos de la siguiente forma:

I	II
III	IV

Los mapas numerados de escala 1:50000 correspondientes a Asturias están distribuidos de la siguiente forma:

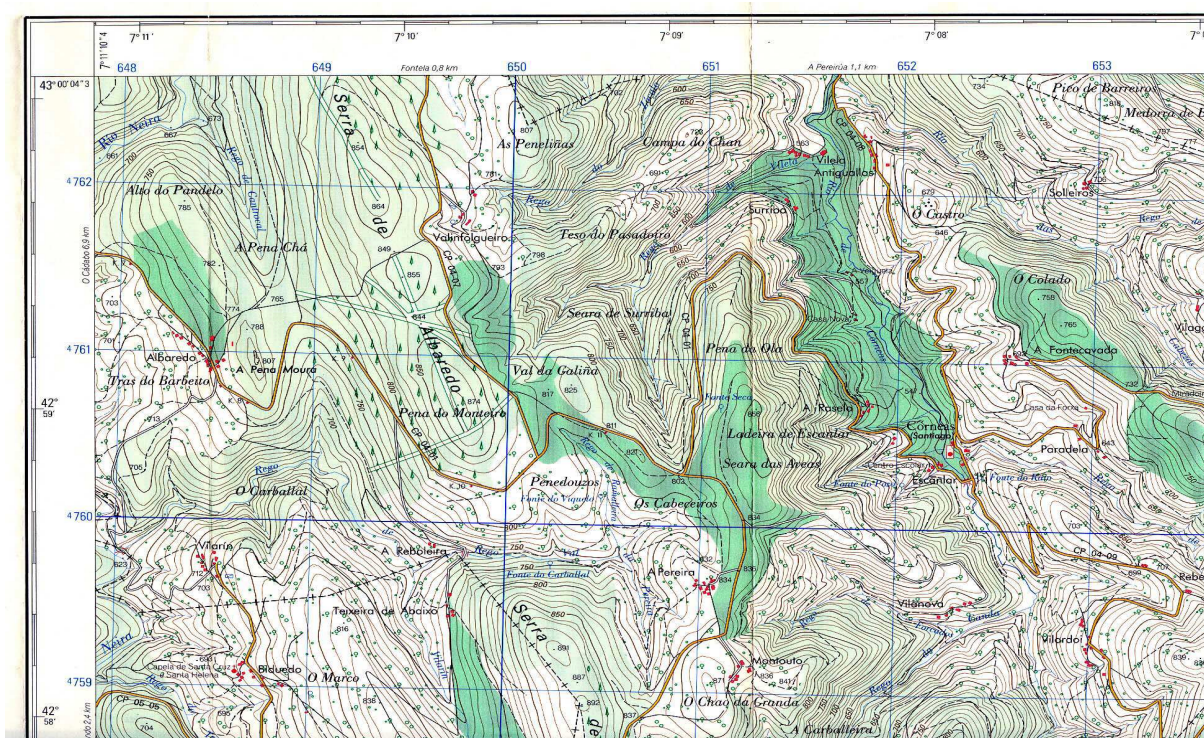


2.2.2 Coordenadas

Para situar un punto en el mapa se recurre al uso de las coordenadas. Los dos sistemas que nos encontramos normalmente son:

- a) Sistema de coordenadas geográficas
b) Sistema de coordenadas rectangulares (UTM)

En la siguiente figura se puede ver un mapa con los dos sistemas de coordenadas. En la parte exterior (en negro) el sistema de coordenadas geográficas. En la parte interior (azul) el sistema de coordenadas rectangulares (UTM).

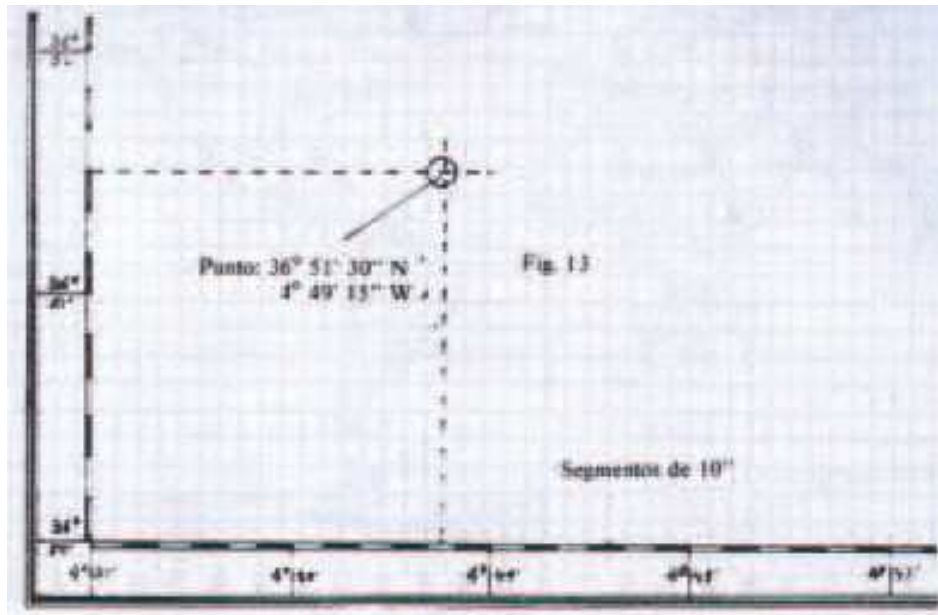


Sistema de coordenadas geográficas

En este sistema los paralelos mantendrán siempre la misma distancia. Los meridianos sin embargo tendrán menos distancia a medida que nos acercamos a los polos. Al estar España situada en el Hemisferio Norte la separación de los meridianos en la parte superior del mapa será ligeramente más pequeña que en la parte inferior. Para la actividad montañera, en los mapas que vamos a utilizar (1:25000 y 1:50000), esta diferencia se puede despreciar sin causar grandes errores.

Para representar un punto en el mapa se utiliza un sistema de coordenadas cartesiano en el cual la longitud toma el valor en el eje X (abscisas) y la latitud del eje Y (ordenadas).

En el ejemplo de la foto está situado el punto: $4^{\circ} 49' 15''$ W y $36^{\circ} 51' 30''$ N



El principal inconveniente de este sistema –para nuestra actividad- es que al usar el sistema sexagesimal (grados, minutos y segundos) no nos da una idea inmediata en cuanto a distancias, por ese motivo está prácticamente en desuso.

Sistema de coordenadas rectangulares UTM

El sistema UTM incorpora una cuadrícula Kilométrica impresa.

Si consideramos los mapas del ING (en escala de 1:25000 y 1:50000) vemos que en los bordes aparece la numeración de las coordenadas en incrementos de 1000 metros (1 Km.). Esto da como resultado que aparezca impresa sobre el mapa una parrilla de cuadrículas cuyo lado mide 1 Km. En el caso de los mapas con escala 1:50000 cada lado del cuadrado tendrá 2 cm. equivalentes a 1 Km. En los de escala 1:25000 cada lado del cuadrado tendrá 4 cm. equivalentes a 1 Km.

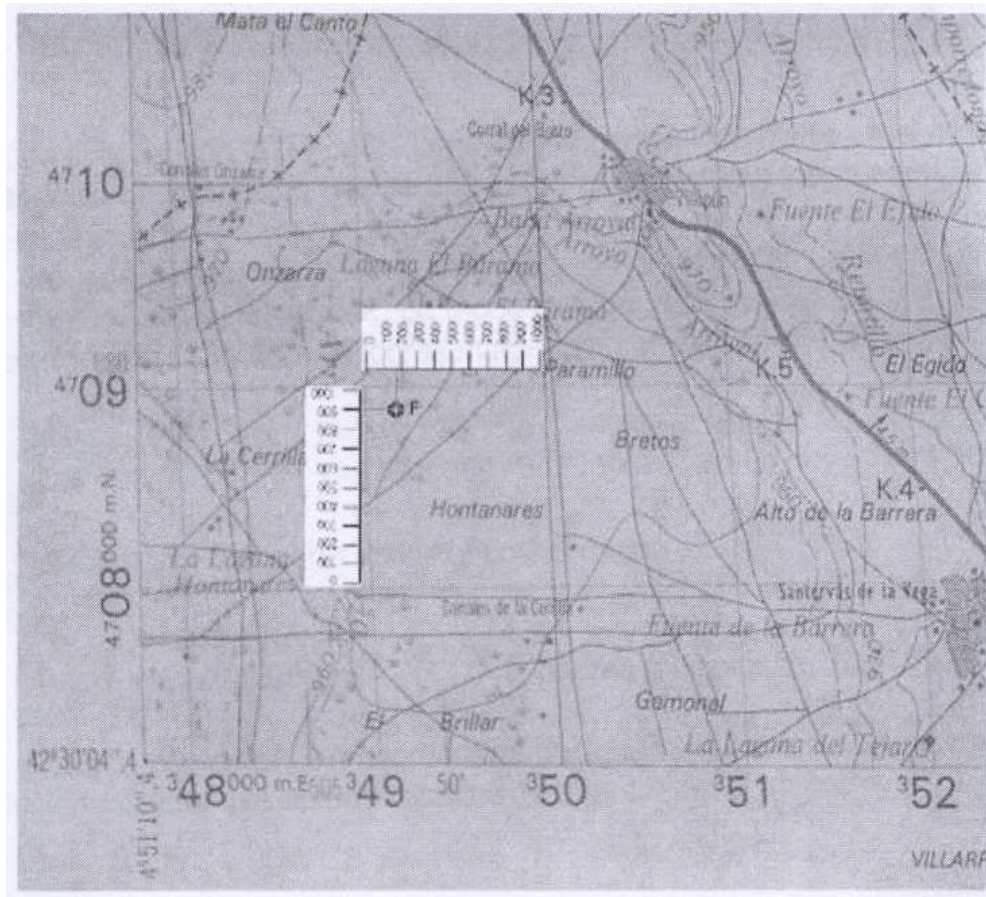
Para definir un punto en el mapa se utiliza un sistema de coordenadas cartesiano en el cual el valor del eje X (abscisas) representa el **Easting** y el del eje Y (ordenadas) el **Northing**.

Los valores que nos proporcionan los GPS son de 6 dígitos para el Easting y 7 para el Northing. Esto, como ya se vio en capítulos anteriores, nos da una precisión de 1 metro cuadrado.

Como los cuadrados que nos proporciona el mapa son de 1 Km., si queremos precisar exactamente la posición de un punto (en metros) utilizaremos una regla o un escalímetro.

Para determinar la posición del punto hay que añadir la distancia en metros medida con el escalímetro a la que nos da cada uno de los ejes más próximos.

Como puede verse este sistema nos da una idea inmediata de las distancias entre los diferentes puntos del mapa siendo éstas fácilmente medibles.



Por ejemplo para medir la distancia más corta entre dos puntos se puede usar el teorema de Pitágoras, donde un lado del triángulo (a) es la diferencia en metros entre los dos puntos proyectada sobre el eje X y el otro lado (b) sería la diferencia proyectada sobre el eje Y. La hipotenusa (h) será la distancia más corta entre ambos puntos.

De una forma más práctica se puede utilizar un simple hilo. Lo extenderemos a lo largo del trayecto y, una vez estirado, lo mediremos pasando –mediante la escala- la medida obtenida en el mapa a la medida real del terreno. Como aproximación -para nuestra actividad- es suficiente preciso.

El sistema UTM se está implantando a nivel mundial. Para la mayoría de las aplicaciones (especialmente la nuestra) es mucho más práctico que el sistema de coordenadas geográficas.

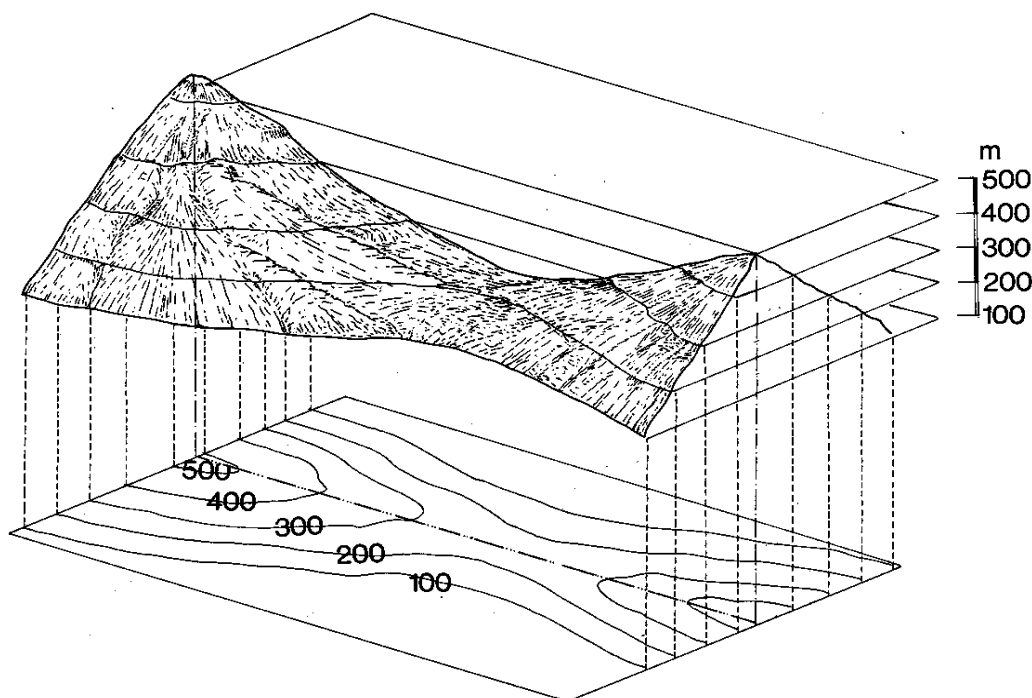
2.3 CURVAS DE NIVEL

2.3.1 Curvas de nivel

El concepto de escala nos ha permitido trabajar con representaciones considerablemente más pequeñas que el terreno que se intenta representar. Esto de por sí ya es un avance muy importante, pero la superficie terrestre no es plana sino que presenta un relieve complejo y accidentado. Para la representación de este complejo relieve se utilizan las curvas de nivel.

El sistema de curvas de nivel nos permite interpretar en un sistema de 2 dimensiones (mapa topográfico) una realidad del terreno que es tridimensional.

El principio en que se basa su construcción es sencillo: Se imagina cruzar un relieve con una serie de planos equidistantes y paralelos. El conjunto de puntos donde los planos cortan el relieve forma líneas continuas que se encuentran a la misma altura, estas líneas se llaman curvas de nivel. La proyección de estas curvas de nivel sobre un plano común (el mapa) da lugar a la representación gráfica de ese relieve.



La diferencia de altura entre cada curva de nivel se denomina **equidistancia** y varía en función de la escala del mapa. En los mapas del ING de escala 1:25000 la equidistancia entre las curvas de nivel es de 10 metros, en el de 1:50000 es de 20 metros. Todos los mapas topográficos nos indican la equidistancia o diferencia de altura entre las curvas de nivel.

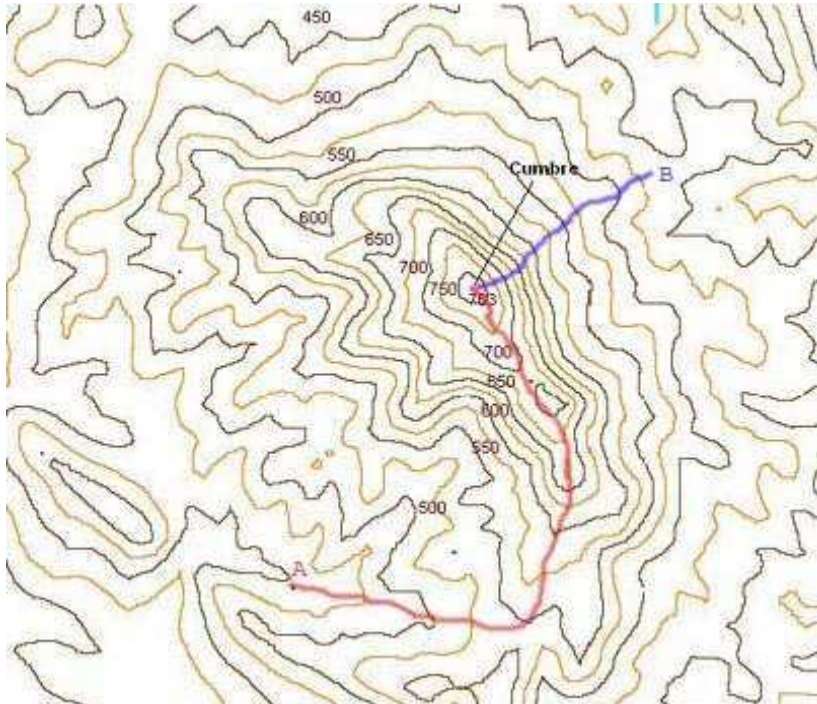
En los mapas encontramos dos tipos de curvas de nivel: las ordinarias, de trazo fino, y las maestras de trazo más grueso. Cada 5 curvas de nivel ordinarias se intercala una maestra (trazo grueso) que lleva indicada la altura. Así en los mapas de 1:25000 las maestras estarán cada 50 metros y en los de 1:50000 cada 100 metros.

Las curvas de nivel tienen una serie de propiedades que conviene tener en cuenta a la hora de interpretar un mapa:

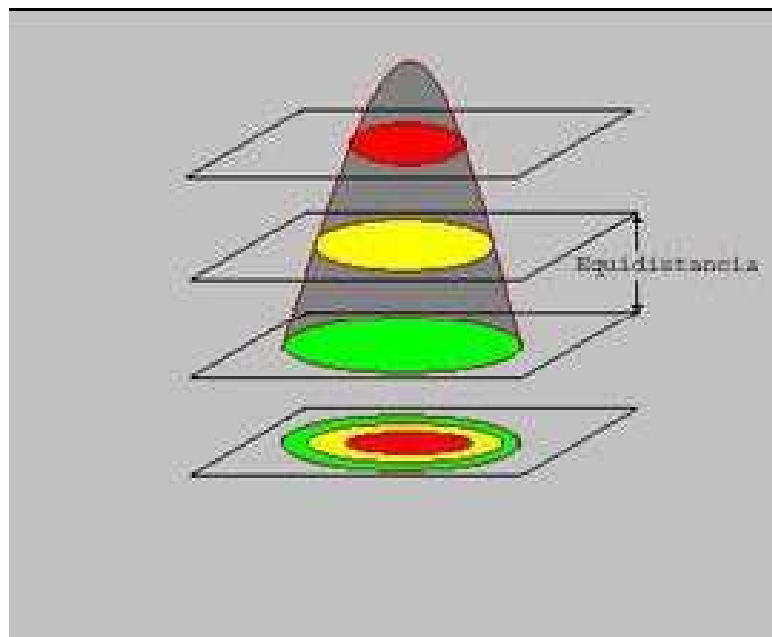
a) Las curvas de nivel son siempre cerradas. Siguiendo el trazado de una de ellas siempre se vuelve al mismo sitio. Por otra parte, siempre debemos tener en cuenta que una curva de nivel puede estar en más de un mapa.

b) Las curvas de nivel nunca se cruzan ni se bifurcan.

- c) Las curvas de nivel se acumulan en las laderas más abruptas y están más espaciadas en las laderas más suaves.
- d) La línea de máxima pendiente entre dos curvas de nivel es aquella que las une mediante la distancia más corta.
- e) El terreno entre dos curvas de nivel se considera con pendiente uniforme.

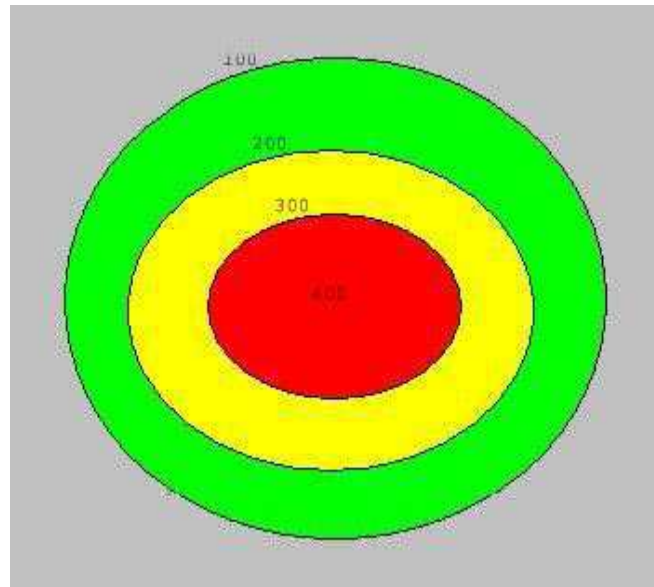


En la figura se ve la construcción –simplificada- para representar mediante curvas de nivel una montaña. La montaña es cortada mediante planos paralelos separados una cierta distancia (equidistancia).



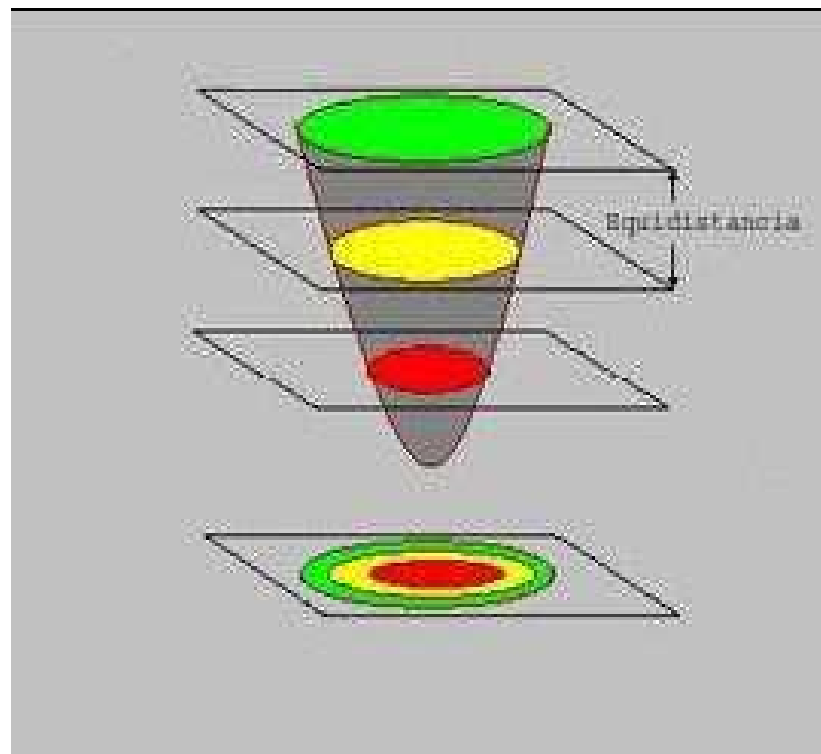
Las intersecciones de los planos con la superficie de la montaña determinan un conjunto de curvas que son proyectadas sobre el plano inferior, que representa al mapa.

El resultado final que observaremos sobre el mapa es algo como esto:



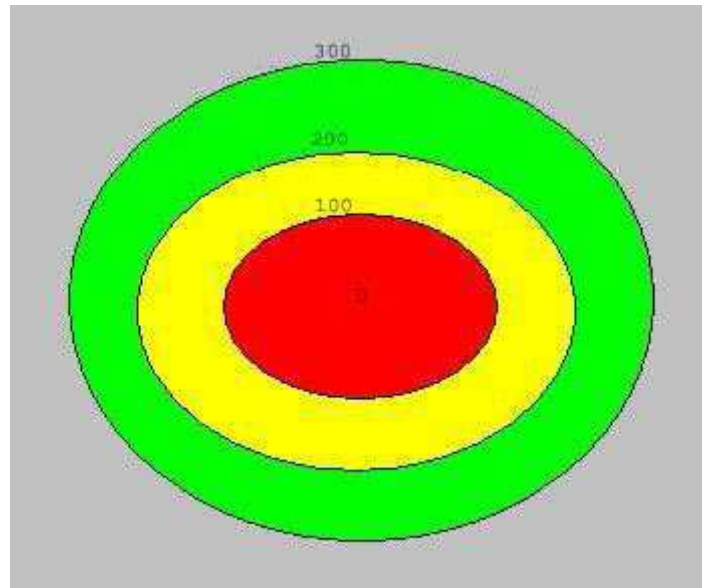
Como puede observarse las curvas de menor altura encierran a las de mayor altura lo cual nos indica que se trata de una montaña.

En la siguiente figura se ve la construcción –simplificada- para representar mediante curvas de nivel un hoyo o depresión. El hoyo es cortado mediante planos paralelos separados una cierta distancia (equidistancia).



Las intersecciones de los planos con la superficie de la depresión determinan un conjunto de curvas que son proyectadas sobre el plano inferior, que representa al mapa.

El resultado final que observaremos sobre el mapa es algo como esto:



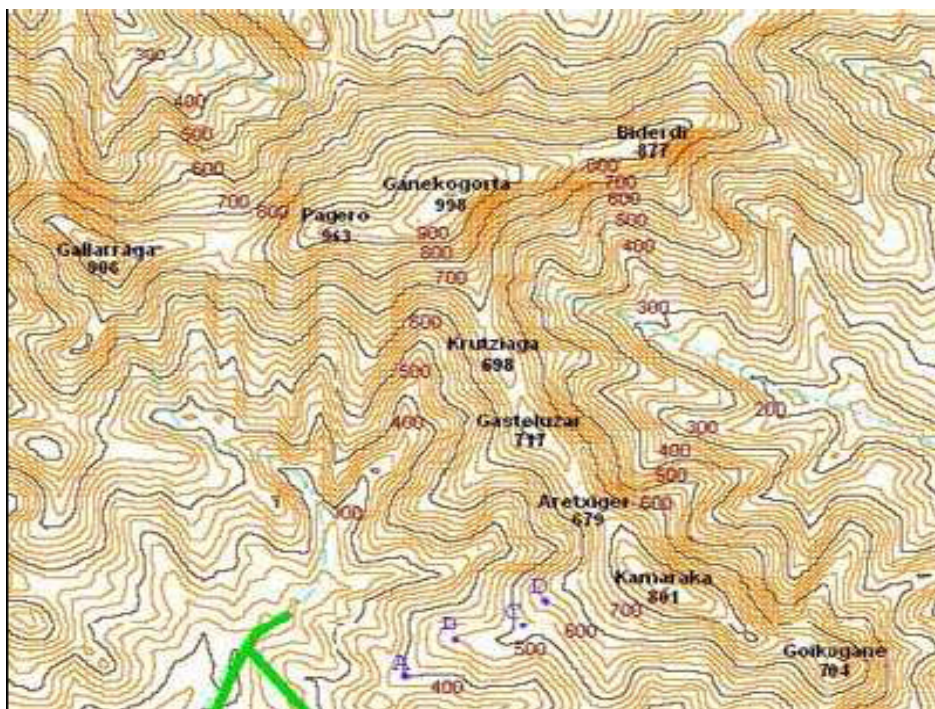
Como puede observarse las curvas de mayor altura encierran a las de menor altura lo cual nos indica que se trata de un hoyo o depresión.

2.3.2 Cota

La cota de un punto es la longitud vertical que lo separa del plano de comparación con cota 0. Este plano está tomado como el nivel medio del mar en Alicante. Cabe observar que el mar Cantábrico está entre 30 y 50 cm. más alto.

Cuando un punto está situado entre dos líneas de nivel, para saber su cota, se realiza una interpolación considerando la pendiente constante entre ambas líneas.

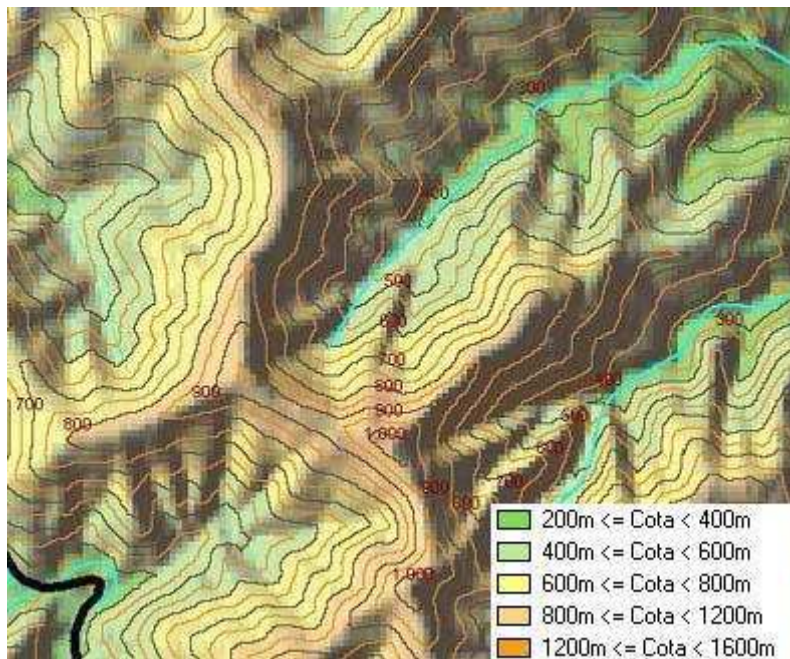
Los puntos que por alguna circunstancia resaltan llevan indicada la cota. En el siguiente ejemplo se resaltan las cumbres de un cordal.



2.3.3 Tintas Hipsométricas

Un método muy común de representar el relieve en muchos mapas es mediante el método llamado tintas hipsométricas. Este método consiste en dar un color determinado a todos los puntos de un mapa que se sitúan entre dos cotas dadas. Por ejemplo, se puede dar un color verde claro a todos los puntos del mapa con cota comprendida entre 100 y 300 m, verde más oscuro a los puntos con cotas entre 300 y 500 m, amarillo a los puntos con cotas entre 500 y 700 m, etc. Normalmente se usan las tintas hipsométricas como un complemento a las curvas de nivel.

En la figura se observa un mapa que usa tintas hipsométricas como complemento a las curvas de nivel (equidistancia de 50 metros) para representar el relieve. En el cuadro anexo se representan los colores usados para cada intervalo de altitudes.

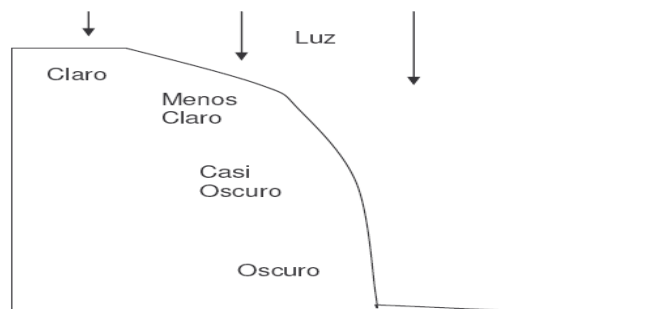


2.3.4 Sombreado

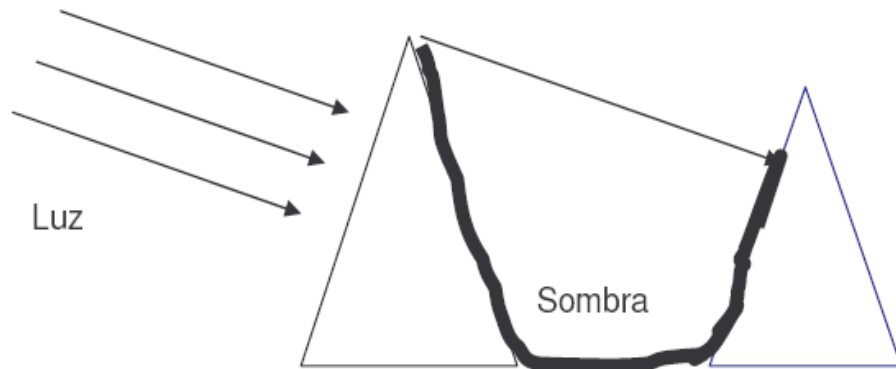
Otro complemento que se usa para la representación del terreno es el **sombreado**. Consiste en crear unos efectos de sombra e iluminación similar al que originaría un "sol artificial" situado a cierta altitud sobre el relieve. El sombreado ayuda en gran medida a la comprensión del relieve como superficie tridimensional.

Hay dos sistemas básicos de sombreado:

Sombreado de Pendiente: Se basa en la cantidad de luz que reciben las superficies en función de su pendiente cuando son iluminadas con un foco de luz situado en la vertical (cenit). Las superficies planas se muestran más claras, pero a medida que ganan inclinación se hacen más oscuras.



Sombreado Oblicuo: Es el que se forma cuando un objeto es iluminado mediante un foco de luz situado de forma oblicua con respecto al objeto.



El sombreado oblicuo es el más utilizado por ser su interpretación más sencilla. Para utilizarlo hay que empezar por definir la posición del foco de luz imaginario o sol artificial. De forma estándar se suele situar en el ángulo superior izquierdo del mapa (NW) y a una elevación virtual de 45° sobre el horizonte (plano del papel). Como simple curiosidad cabe resaltar que, en la realidad, el sol nunca alcanza esa posición.

2.4 FORMAS DEL TERRENO

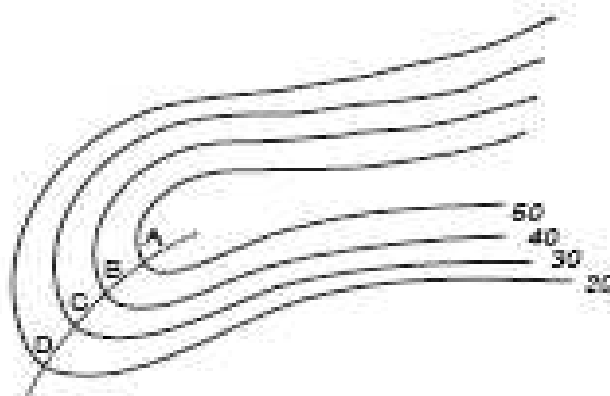
2.4.1 Formas simples

Toda la información sobre el relieve que ofrece un mapa reside en el sistema de representación que llamamos curvas de nivel, por lo que resulta imprescindible familiarizarse con el mismo con objeto de poder interpretar correctamente los diferentes accidentes del terreno.

Existen unas formas del terreno que se consideran elementales y que, por ello, reciben la denominación de formas simples: los Salientes y los Entrantes. Su combinación da lugar a otras formas más complejas que aparecen con profusión en los mapas. También hay que indicar que un saliente es la forma opuesta a un entrante.

Salientes y divisorias de agua

Los **salientes** son ondulaciones del terreno que presentan su convexidad (parte abultada) al observador. Se reconocen en el plano porque las curvas de menor cota envuelven a las de cota mayor.



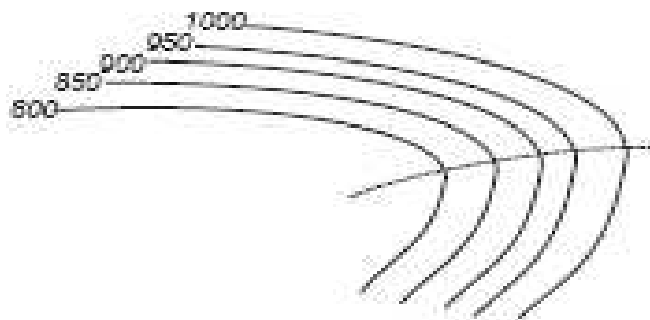
La figura superior representa un **saliente**. La curva de cota 20 envuelve a la de cota 30, y ésta, a su vez, a la de 40, y la de 40 a la de cota 50.

Todo saliente tiene dos laderas o vertientes.

La línea que une los puntos A, B, C, D (donde el saliente presenta mayor curvatura) es la **línea divisoria**, que es la línea imaginaria que separa o divide las aguas de lluvia, las cuales irán a cada una de las vertientes o laderas, situadas a ambos lados de la divisoria. El agua que arroya por cada una de las vertientes no puede pasar nunca a la otra, es decir, no puede cruzar la línea divisoria.

Entrantes y vaguadas

Los **entrantes** son ondulaciones del terreno que presentan su concavidad (parte hundida) al observador. Se reconocen en el plano porque las curvas de mayor cota envuelven a las de cota menor.



La figura superior representa un **entrante**. La curva de cota 1.000 envuelve a la de 950, ésta a la de 900, la de 900 a la de 850 y ésta a la de 800.

Todo entrante tiene dos laderas o vertientes.

La **vaguada** es la unión, por su parte inferior, de dos laderas opuestas y recibe las aguas de lluvia de dichas laderas. Si la vaguada es encajonada y profunda, recibe el nombre de **barranco**.

El agua de varias vaguadas forma los arroyos y torrentes, y la de éstos, los ríos. Entre dos vaguadas hay siempre una divisoria y entre dos divisorias hay una vaguada. La superficie que une una divisoria con una vaguada se denomina **vertiente o ladera**.

2.4.2 Formas compuestas

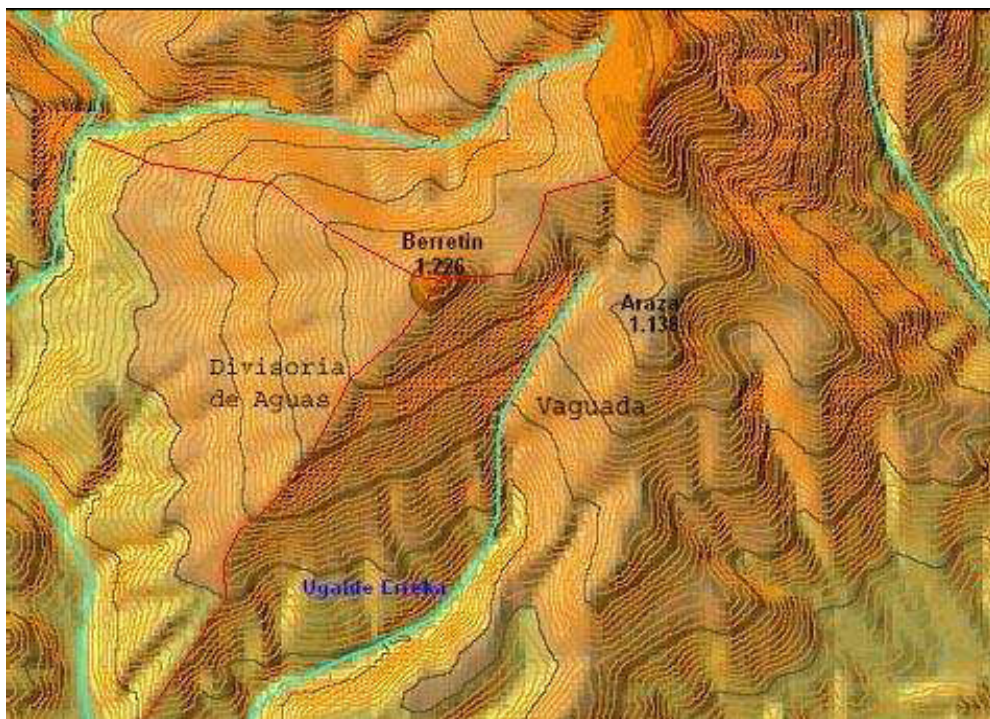
La unión de dos o más formas simples origina una forma compuesta. Las formaciones de este tipo más importantes son las montañas, que se originan al combinarse dos o más salientes.

A continuación, vamos a examinar las formas compuestas más características de nuestra actividad:

a) Montañas

Una montaña es una elevación del terreno que está formada por combinación de dos o más salientes. Existen diversas denominaciones para este accidente dependiendo en muchos casos de su magnitud o en su apariencia (que puede ser más o menos afilada, aplanada, alargada, etc.): Monte o montaña, colina, cerro, cabezo, pico, punta, etc.

Una montaña se distingue porque las curvas de nivel de mayor cota quedan envueltas por las curvas de nivel de cota menor. Cuanto más apretadas aparecen las curvas de nivel sobre una vertiente, mayor será la inclinación de la misma, por lo que cabe deducir que se trata de un terreno más abrupto que en las laderas donde las curvas de nivel se encuentran más distanciadas.



El punto más alto de la montaña se llama cumbre o cima. Los mapas siempre suelen dar la altura o cota de las cumbres.

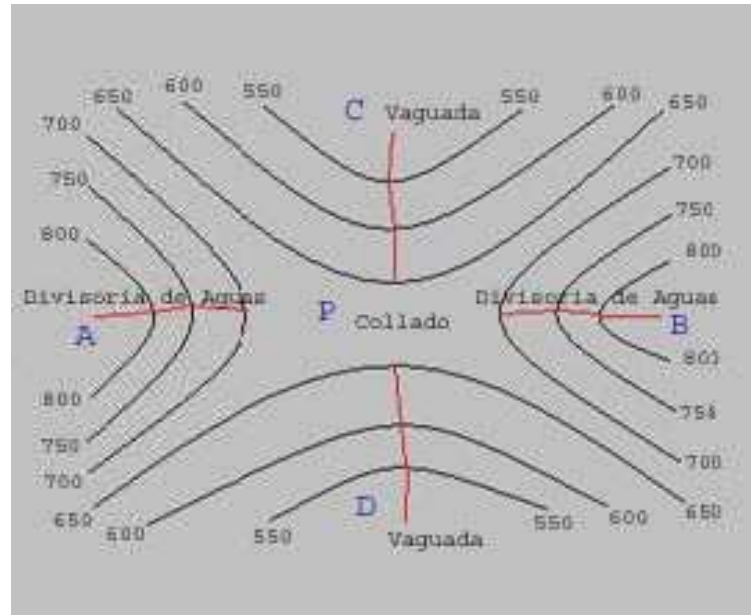
Si las montañas se extienden en varias direcciones, al conjunto se le denomina **Macizo**.

Sierra es un grupo de montañas que se desarrolla en una dirección dominante.

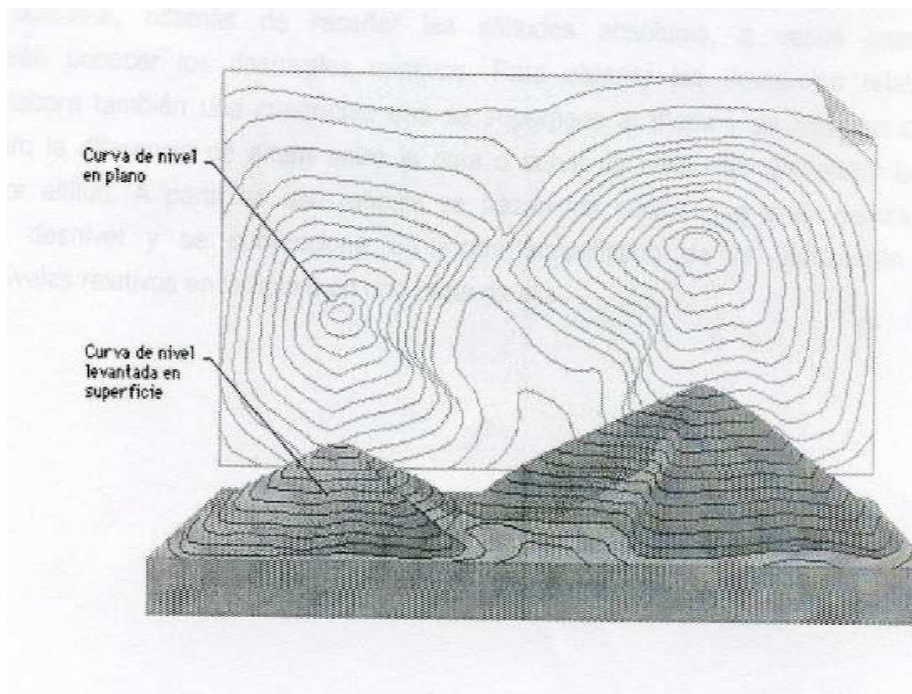
Se llama **Cordillera** a la sucesión de varias sierras.

b) Puerto o Collado

La unión de la parte alta de dos entrantes con la parte baja de dos salientes recibe el nombre de Puerto o Collado



En la figura superior puede verse como, en el Collado, se unen las dos vaguadas de los entrantes con las divisorias de agua de los salientes.



Un puerto o collado es el punto más bajo entre dos cumbres consecutivas. Estos lugares son aprovechados frecuentemente para pasar por ellos caminos y carreteras con objeto de atravesar las cordilleras montañosas.



Un collado delimitado por paredes más o menos verticales sobre una cresta o arista rocosa recibe el nombre de **brecha**.

Las marcadas líneas que dan a parar a algunas brechas se denominan **Canales** o **Corredores**, y por ellas suelen discurrir itinerarios de alta montaña como paso estratégico para alcanzar las cumbres más abruptas.

Las canales se suelen hallar definidas por espolones rocosos más o menos continuos. En su seno podemos encontrar pendientes cubiertas por derrubios (piedras sueltas) llamadas Pedreras, Pedrizas o Canchales, o por empinadas laderas herbosas. Al ser lugares que reciben poco el sol, la nieve acumulada puede persistir durante el verano, formado neveros.

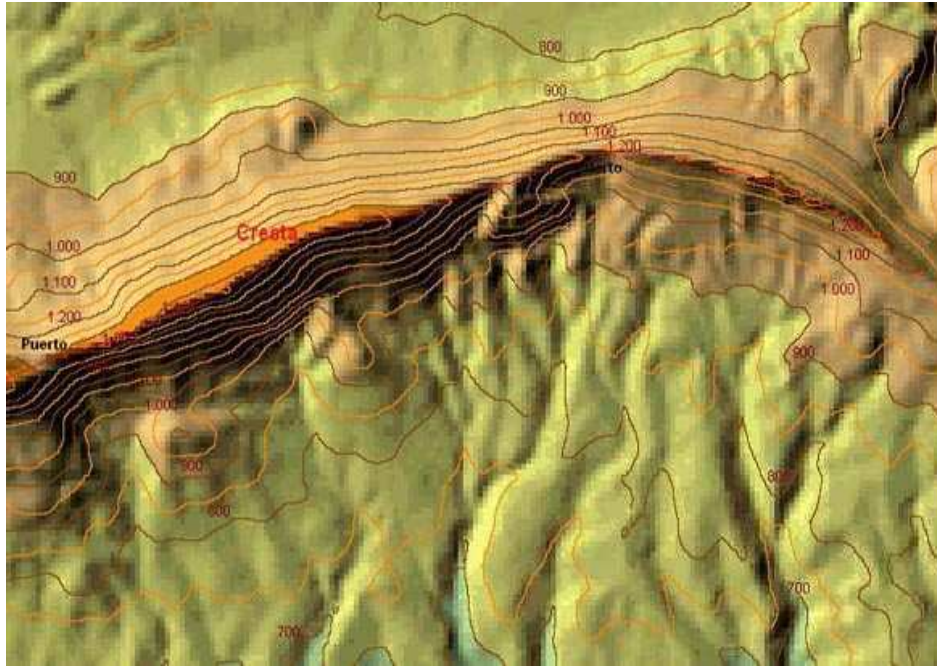


A veces las canales se estrangulan de forma significativa en varios puntos de la misma, especialmente en la salida a la arista cimera. Estas estrangulaciones se suelen conocer con el nombre

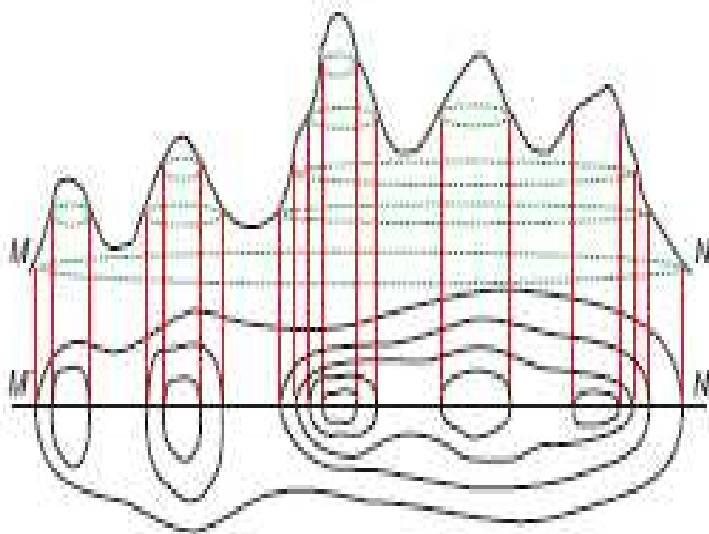
de **chimeneas**, que pueden ser más o menos verticales por lo que superarlas puede llegar a requerir técnicas y equipo de escalada.

c) Cresterías y Cordales

La línea imaginaria que une las cumbres consecutivas de una sierra o cordillera se denomina **crestería** o **cordal**. Los puntos más bajos entre las cumbres de la crestería son los collados.



Cuando una crestería es especialmente aguda y abrupta recibe el nombre de **arista**. Las cumbres de una arista suelen ser igualmente abruptas recibiendo el nombre de agujas, gendarnes o pitones, según, muchas veces, la propia apariencia que presentan ante el observador. Los collados que dejan entre sí estas cimas suelen ser estrechos y abruptos, y se denominan **brechas**.

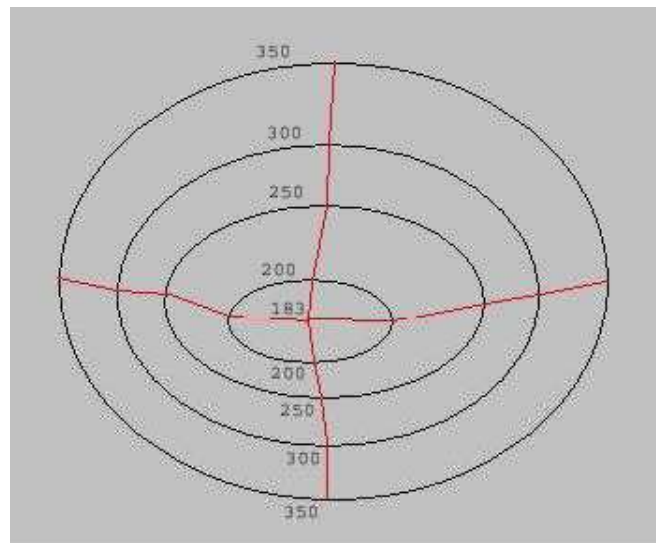


En la figura de arriba puede observarse la **línea de crestería** (línea MN) que va uniendo los puntos más altos del cordal.

d) Hoyas y Sumideros

La unión de dos entrantes da lugar a una forma del terreno compuesta denominada **hoya** o **depresión**. La imagen que debemos tener en la cabeza para interpretar esta formación es la de un "embudo".

Una hoya se distingue porque las curvas de nivel de mayor cota envuelven a las de cota menor. Esto diferencia una hoya o depresión de una montaña. Para que la interpretación en el mapa sea correcta necesitaremos fijarnos en la secuencia de acotación de las curvas de nivel dado que la figura es la misma. En la figura se observa la formación de una hoya por unión de dos entrantes más o menos semiesféricos. El resultado final es una depresión con cuatro vaguadas. Si una hoya captura un curso de agua recibe el nombre de **sumidero**. El agua acaba por introducirse en el interior terrestre pasando a circular de forma subterránea.



En los terrenos calizos se suelen formar hoyas más o menos grandes por hundimiento del terreno que ha sido erosionado por el agua de lluvia. Este tipo de accidente recibe el nombre de **Torca** o **Dolina** (En Asturias **Jou**). Cuando una dolina atrapa un curso de agua recibe el nombre de sumidero, y cuando su fondo presenta una caída vertical recibe la denominación de **Sima**.

e) Relieve Glaciar

En las montañas más elevadas los valles han sido labrados por la acción de los glaciares que modelaron el relieve de las cordilleras montañosas durante el cuaternario.



Los valles glaciares, poseen una marcada forma de "U", mientras que los debidos a la erosión fluvial marcan una forma de "V". En un glaciar el movimiento del hielo erosiona el fondo sobre el que se asienta, lo estría y desgarrando depositando los materiales no sólo en la base del mismo, sino también, en sus lados y frente a su lengua. Estos depósitos reciben el nombre de **Morrenas** (Se habla de la morrena frontal, morrenas laterales y de la morrena de fondo).

En la superficie del glaciar, como resultado de las tensiones se abren profundas grietas. La separación entre la masa de hielo y los rebordes del valle suele ser, también, muy delicada al encontrarse una grieta también muy profunda denominada **Rimaya**.

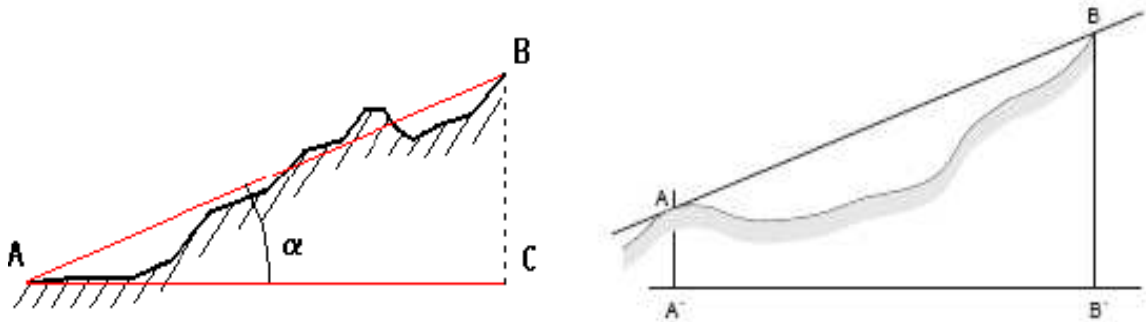
El resultado final de la erosión glaciar es un valle con forma más o menos semicircular denominado **Circo**. Los sedimentos del glaciar interponen cierta dificultad a desaguar sus cuencas, lo que ha dado lugar a la formación de Lagunas Glaciares que en el pirineo occidental reciben el nombre de **Ibones**.

2.5 DISTANCIAS

La separación entre dos puntos del terreno recibe el nombre de **distancia**. Sin embargo, a la hora de considerar la distancia entre dos puntos -sobre el plano y sobre el terreno- cabe hablar de diferentes tipos de distancia.

2.5.1 Distancia reducida

Al proyectar un relieve sobre una superficie plana necesariamente se producirá una deformación en las distancias a considerar



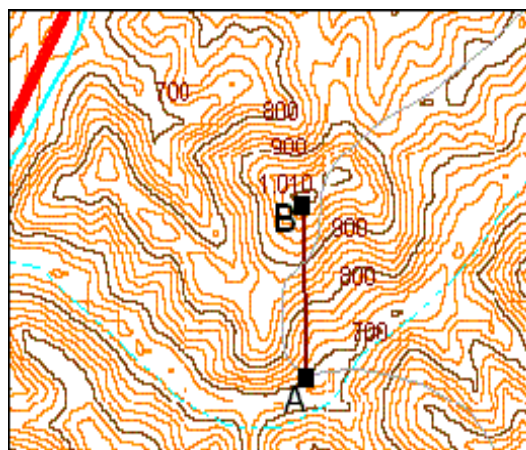
La distancia reducida es la que separa los puntos A' y B' resultante de proyectar los puntos A y B sobre un plano horizontal, es decir, sobre el mapa. La distancia reducida será pues aquella que obtenemos al medir directamente sobre el mapa.

La distancia reducida (medida sobre el mapa) se aproximará más a la real cuanto más bajo sea el ángulo de proyección. Para un ángulo 0 (una llanura en la misma curva de nivel) la distancia real y la reducida serán la misma.

Cálculo de la distancia reducida

La distancia reducida entre dos puntos se obtiene directamente de la medición efectuada sobre el plano.

Sean dos puntos A y B de un mapa topográfico de las siguientes características:
Escala=1:50.000, Equidistancia entre curvas de nivel = 20 m.



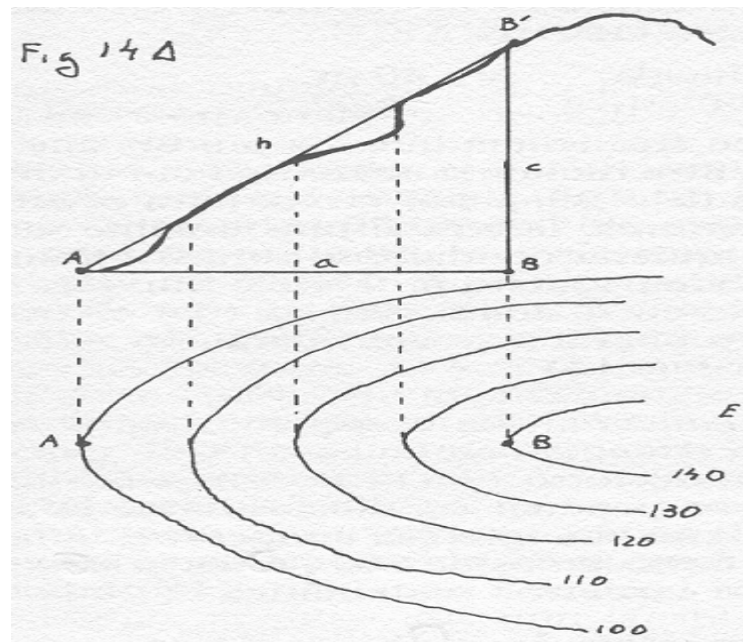
La distancia AB en el mapa se puede medir con regla, supongamos que es: Mapa = AB = 1'8 cm.

Esta distancia considerada en el terreno será:

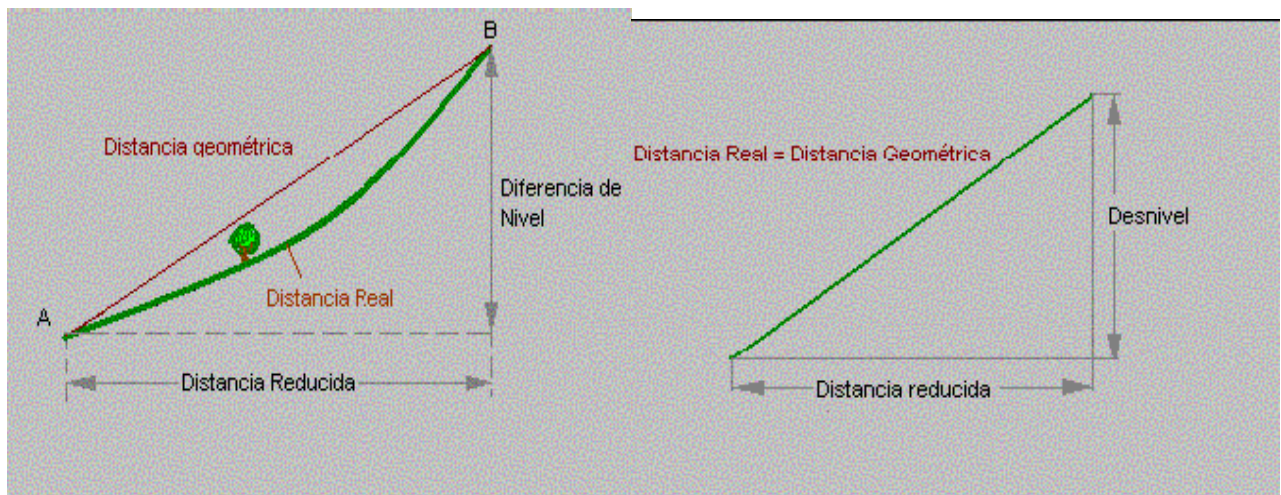
$$1,8 \times \text{Escala} = 1,8 \text{ cm.} \times 50.000 = 90.000 \text{ cm.} = 900 \text{ metros}$$

2.5.2 Distancia geométrica

La distancia geométrica es la que tiene en cuenta los desniveles señalados por las curvas de nivel



Será pues el espacio comprendido entre dos puntos, medido sobre la línea recta que los une. La distancia geométrica y la real son iguales cuando la pendiente del terreno es uniforme.



Cálculo de la distancia geométrica

Se calcula fácilmente usando el teorema de Pitágoras. Si llamamos:

g = distancia geométrica r = distancia reducida h = desnivel

La distancia geométrica es:

$$g = \sqrt{r^2 + h^2}$$

Para el ejemplo anterior:

$r = 900 \text{ m}$ $h = 310 \text{ m}$ La distancia geométrica será: $g = 952 \text{ m}$

2.5.3 Distancia Real

Se llama distancia real o natural al espacio comprendido entre dos puntos, medido sobre el propio terreno. Dicho de otra manera será la distancia entre dos puntos que es preciso recorrer desplazándose sobre el terreno.

2.5.4 Desnivel

El desnivel es la diferencia de altura entre dos puntos, por lo tanto será la distancia que los separa medida sobre la vertical.

Cálculo del desnivel

La observación de las curvas de nivel nos permite obtener el desnivel o diferencia de nivel entre dos puntos del mapa.

Para el ejemplo anterior, el punto A se halla a 700 m. y el punto B es la cumbre de un monte de 1.010 m. de altitud. El desnivel entre los dos puntos es:

$$\text{Desnivel} = 1.010 - 700 = 310 \text{ m}$$

2.5.5 Itinerarios y distancias

Cuando realizamos un itinerario entre dos puntos nos suele interesar la distancia entre ambos. Mucha gente se quedará satisfecha si se le indica que el recorrido que va a efectuar es de 5, 8 ó 12 Km. Sin embargo cabe preguntarnos ahora, ¿A qué distancia nos estamos refiriendo?

Cuando medimos una distancia en el plano con ayuda de una regla estamos determinando la distancia reducida. Si el desnivel existente entre los puntos es muy pequeño, la distancia geométrica será aproximadamente igual a la distancia reducida. Si el desnivel es muy importante, la distancia geométrica será claramente mayor.

La distancia real o topográfica no se puede determinar exactamente con el mapa. Hay que medirla sobre el terreno. Si el terreno es más o menos uniforme y no hay desniveles apreciables, la distancia reducida medida se ajustará bien a la distancia real. Si el terreno posee grandes cambios de nivel durante el recorrido, la distancia reducida puede diferir bastante de la distancia real.

Resumiendo la distancia que medimos en el mapa (distancia reducida) siempre será inferior a la distancia real que tendremos que recorrer para unir dos puntos.

Otro hecho que hace que la distancia real de un itinerario sea mayor que la distancia reducida determinada por el mapa es que será muy difícil que el itinerario real coincida con la recta utilizada para medir la distancia entre los dos puntos. Muchas veces tenemos que describir largos zigzag para remontar las vertientes más inclinadas o tendremos que bordear para evitar ciertos obstáculos.

Por otro lado, a veces se le presta poca atención al desnivel del itinerario cuando en realidad es la distancia más importante a considerar en un itinerario de montaña.

Veamos un ejemplo:

Sean dos puntos A y B de un mapa topográfico de las siguientes características:

Escala=1:50.000 Equidistancia entre curvas de nivel = 20 m

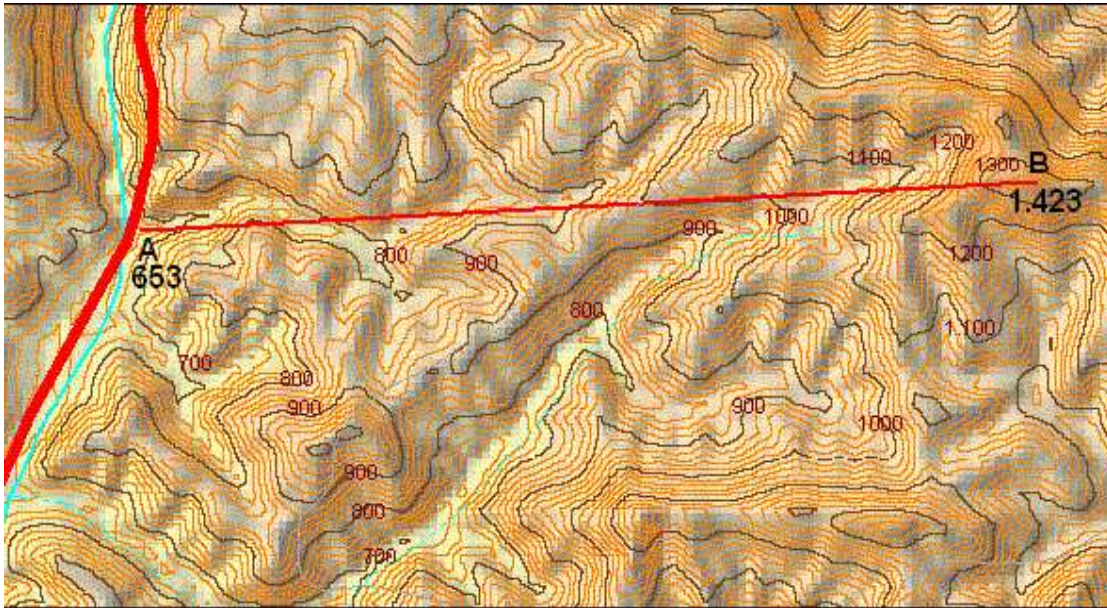
Medimos en el mapa con la ayuda de una regla la distancia AB y resulta: Plano = AB = 12 cm.

La distancia, considerada sobre el terreno, será: $12 \text{ cm.} \times 50.000 = 600.000 \text{ cm.} = 6.000 \text{ metros}$

El desnivel entre los puntos A y B será: $\text{Desnivel} = 1.423 - 653 = 770 \text{ m}$

Por tanto: $r = 6.000 \text{ m.}$ $h = 770 \text{ m.}$

La distancia geométrica será: $g = 6.049 \text{ m}$



Como podemos apreciar en 6 Km. hemos librado un desnivel de 770 metros y la distancia geométrica (la más próxima a la real) solo a aumentado en 49 metros.

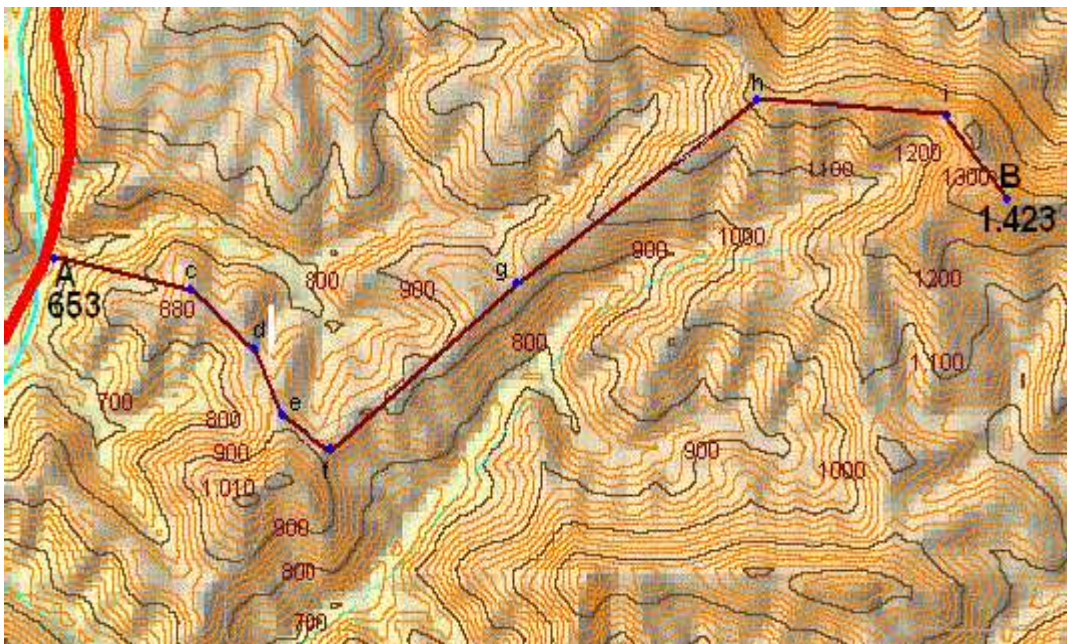
Esto extrapolado a una actividad normal de montaña nos da una perspectiva de la importancia del desnivel en los itinerarios de montaña.

2.5.6 Estimación de la distancia real

La distancia real entre dos puntos no puede ser calculada exactamente a partir del mapa, pero se puede hacer una estimación de la misma.

La mejor manera de hacerlo es dividir el segmento AB en el mayor número posible de subintervalos y calcular la distancia geométrica para cada uno de ellos. Finalmente sumaremos todas las distancias geométricas calculadas para obtener una aproximación a la distancia real.

Vamos a considerar el itinerario entre A y B descrito en el siguiente mapa:



Escala=1:50.000, equidistancia 20 m

Se ha dividido en varios tramos. Para cada tramo hallaremos la distancia reducida y el desnivel, calcularemos la distancia geométrica y sumaremos los resultados. Este proceso se lleva a cabo en la siguiente tabla:

Tramo	Longitud (cm)	Altitud (m)	D. reducida (r)	Desnivel (h)	D. geométrica (g)
A-c	1'8	880	900	+227	928
c-d	1'0	850	500	-30	501
d-e	0,8	890	400	+40	402
e-f	0,8	890	400	0	400
f-g	3'0	930	1.500	+40	1.501
g-h	3'7	1.210	1.850	+290	1.873
h-i	2'4	1.270	1.200	+60	1.201
i-B	1'3	1.426	650	+156	668
				813	7.494

Haremos las siguientes observaciones:

a) Se consideran positivos los desniveles que se acometen en ascenso y negativos los que se realizan en descenso. Por tanto para sumar el desnivel total del itinerario no se sumarán los descensos.

b) También hay que señalar que para algunos puntos su altitud se ha tomado como el valor medio para las curvas de nivel que lo limitan. Por ejemplo, el punto d se halla por encima de la curva de nivel de 840 m y por debajo de la de 860 m. Por ello se ha tomado su cota como 850 m. De igual manera se ha procedido con los restantes puntos (e, f, g, h, i).

c) Observar que en algunos de los tramos nos podíamos haber ahorrado el cálculo de la distancia geométrica pues es prácticamente igual a la distancia reducida al ser el desnivel pequeño frente a esa distancia.

Resumiendo podemos decir que la distancia real del recorrido propuesto es de 7.494 m y su desnivel de 813 m.

Cabe también destacar que la distancia reducida es de 7.400 frente a los 7.494 de la distancia geométrica, es decir, con los 813 m de desnivel a aumentado 94 m.

De todo lo anterior se deduce que, si no somos demasiado “puristas”, podemos pasar un hilo por el itinerario previsto en el mapa. Estirarlo. Medirlo con una regla. Multiplicar la cantidad resultante por la escala y, viendo el desnivel, añadirle algo más. Con un poco de experiencia en estos menesteres y, considerando el tipo de actividad que realizamos, seguro que el error no será muy grande. Lo que si es realmente importante -mucho más que el posible error al estimar la distancia real- es el dato del desnivel que debemos superar.

2.6 PENDIENTES Y PERFILES

2.6.1 Pendientes

El término **pendiente** se define como la relación que existe entre la distancia reducida recorrida y la altura ascendida al recorrerla.

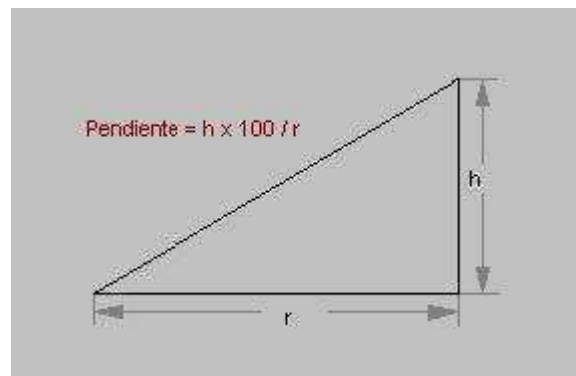
La pendiente puede expresarse en tanto por ciento (%) y en grados (°).

Pendientes en tanto por ciento (%)

Se utiliza para inclinaciones no muy pronunciadas como es el caso de las carreteras.

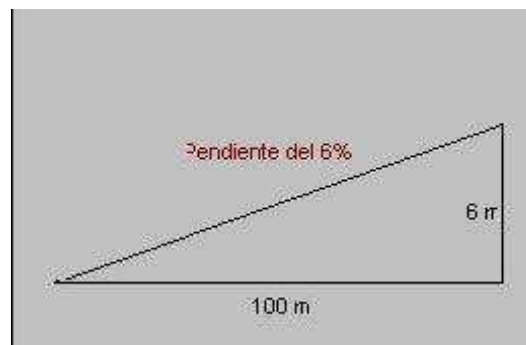
Se calculan mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Pendiente en \%} = \text{Altura ascendida} \times 100 / \text{Distancia reducida}$$

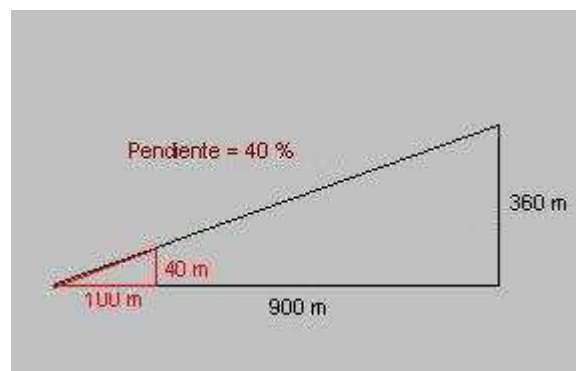


Esto es lo mismo que decirnos cuantos metros hemos ascendido cada 100 metros recorridos.

La figura representa una pendiente del 6 %. En 100 m de distancia reducida encontramos un desnivel de subida de 6 m.



En la siguiente figura, la distancia reducida es $r = 900 \text{ m}$. El desnivel es $h = 360 \text{ m}$.



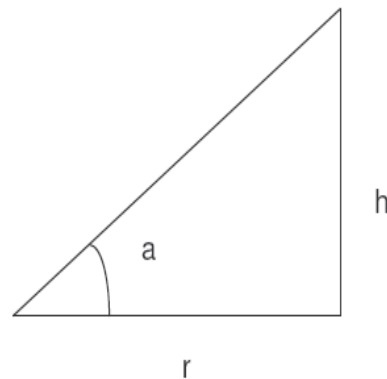
La pendiente vale, entonces: $p = 360 \times 100 / 900 = 40 \%$

Pendientes en grados (°)

Se utilizan para inclinaciones muy pronunciadas que presentan dificultad montañera.

En este caso la pendiente se expresa mediante el valor del ángulo que determina. Cuanto mayor es el ángulo más fuerte es la pendiente.

En la siguiente figura se puede ver el ángulo “a” determinado por una pendiente.



La forma más sencilla de conocer el ángulo “a” es calculando su tangente: $\text{tg } a = h / r$

Una vez conocido el valor de la tangente, mediante una tabla de valores de ángulos, se puede ver el valor de éste.

En la siguiente tabla se resumen los valores de las relaciones trigonométricas para algunos ángulos:

Angulo a (°)	sen a	cos a	tg a
0	0'0000	1'0000	0'0000
5	0'0872	0'9962	0'0875
7	0'1219	0'9925	0'1228
10	0'1736	0'9848	0'1763
15	0'2588	0'9659	0'2679
20	0'3420	0'9397	0'3640
30	0'5000	0'8660	0'5774
40	0'6428	0'7660	0'8391
45	0'7071	0'7071	1'0000
50	0'7660	0'6428	1'1918
60	0'8660	0'5000	1'7321
70	0'9397	0'3420	2'7475
80	0'9848	0'1736	5'6713
90	1'0000	0'0000	Inf

Por ejemplo, si hemos determinado sobre el mapa una distancia reducida de $r = 650 \text{ m}$ y un desnivel de $h = 375 \text{ m}$, la pendiente de este tramo será: $\text{tg } a = h / r$ $\text{tg } a = 375 / 650 = 0'577$
El ángulo que se corresponde con esta tangente puede obtenerse de la tabla: $a = 30^\circ$

Observación: También se puede saber el valor del ángulo con el soporte de una calculadora relativamente simple

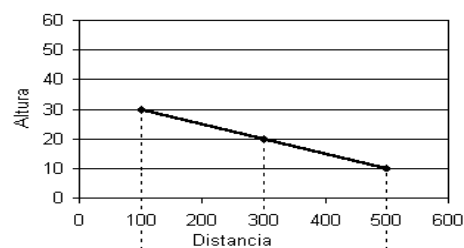
Pendiente y dificultad

Cuanto mayor sea la pendiente de un tramo en un recorrido mayor será el esfuerzo y dificultad para remontarlo. La siguiente tabla nos puede ayudar a interpretar los valores de pendientes que calculemos.

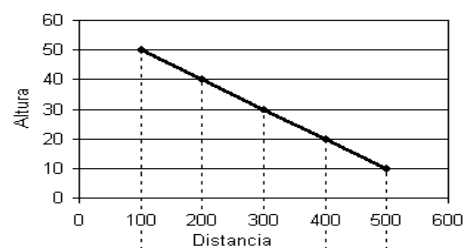
Pendiente (%)	Angulo (°)	Descripción
0	0	Terreno Llano
3'5	2	Leve inclinación.
5	3	Máxima en vías férreas.
9	5	Pendientes grandes en carreteras generales
14	8	Pendiente fuerte en carreteras de montaña
21	12	Pendientes muy fuertes en carreteras de montaña
30	17	Cuestas fuertes en pistas forestales
50	27	Típica en senderos de montaña
70	35	Pendientes de montaña fuertes
100	45	Pendientes muy fuertes. Ocasionalmente se necesitaran las manos. Con nieve, equipo de alpinismo (piolet y crampones).
173	60	Requiere atención. Hay que trepar por terrenos rocosos. Puede requerir uso de cuerda. Con nieve se requerirá equipo de alpinismo.
373	75	Requiere técnicas de escalada.
inf	90	Pared vertical, sólo superable con técnicas de escalada de dificultad.

Pendiente y curvas de nivel

En un mapa de curvas de nivel, la mayor ó menor inclinación del terreno (pendiente), nos vendrá indicada por la mayor ó menor proximidad de las curvas de nivel entre sí; a mayor inclinación (pendiente) mas próximas entre sí se encontrarán las curvas de nivel.



Curvas mas separadas = menos pendiente

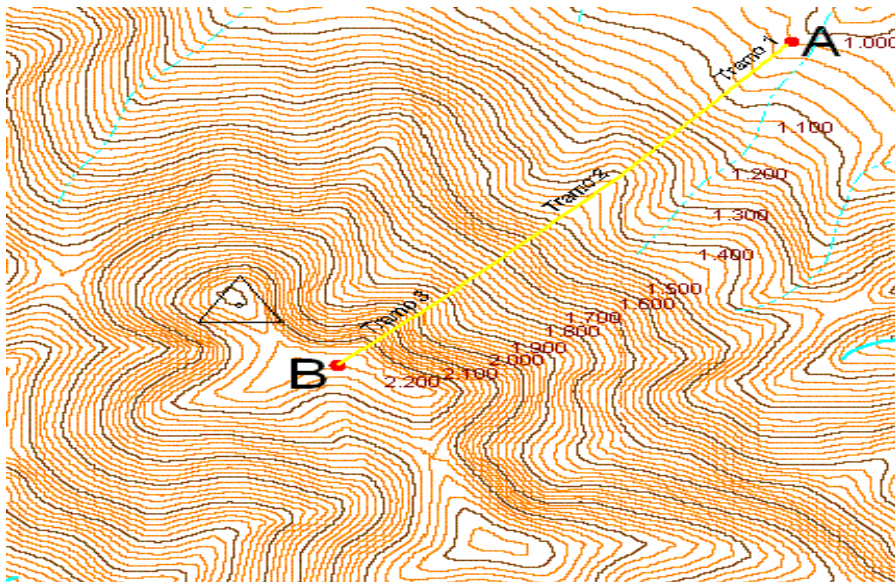


Curvas mas juntas = mas pendiente

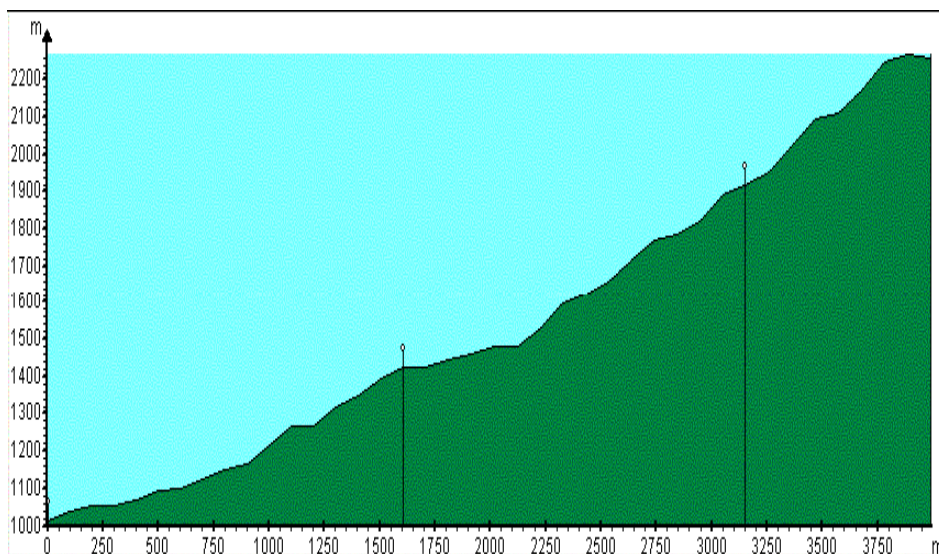
En el ejemplo superior se puede ver, de forma gráfica, la comparación entre dos pendientes de diferente inclinación.

2.6.2 Perfiles

Se llama perfil de un terreno a la línea de intersección producida por su superficie al ser cortado por un plano vertical. Un ejemplo gráfico de un perfil es imaginarnos que cortásemos el terreno con un cuchillo como si fuese un queso y observásemos la sección obtenida. Consideremos el mapa de la figura donde un itinerario AB se ha dividido en tres tramos.



Si cortamos la superficie del terreno con un plano vertical según este itinerario (como si cortásemos el terreno con un cuchillo), la sección obtenida es el perfil que se muestra en la figura siguiente.



Como puede verse en el eje horizontal se representa la distancia reducida y en el eje vertical se representa el desnivel.

Tipos de perfiles

En el ejemplo anterior se ha usado prácticamente la misma escala para las distancias y para los desniveles. Se dice entonces que se ha obtenido un perfil normal o natural. Es decir si 1.000 m de distancia se representan por un trazo de 8 cm. en el eje horizontal, también se usa un trazo de 8 cm. para representar un desnivel de 1.000 m sobre el eje vertical.

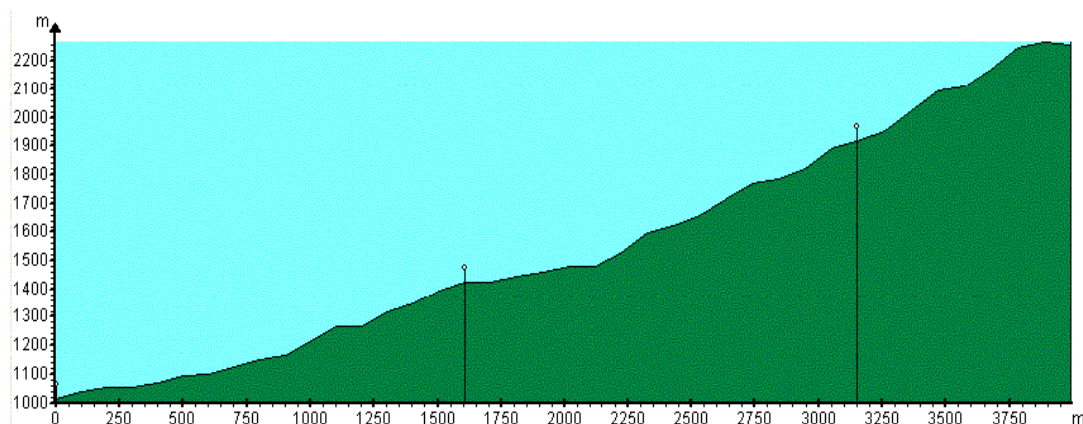
Según las escalas usadas se obtienen tres tipos de perfiles:

a) Perfil Normal o Natural: Con las dos escalas iguales.

b) Perfil Realzado: Con la escala vertical mayor que la horizontal.

c) Perfil Rebajado: Con la escala vertical menor que la horizontal.

Normalmente para un itinerario de montaña (varios Kilómetros), el desnivel que se vence es del orden de algunos centenares de metros. Por ello, lo más adecuado en este caso es emplear un perfil realzado. En la figura se muestra el mismo perfil realzado 1,6 veces. En este caso, si una distancia de 1.000 m se representa por un trazo de 8 cm. en la horizontal, un desnivel de 1.000 m se representa por un trazo de $8 \times 1,6 = 12,8$ cm. en la vertical.



El realzado de un perfil se define como:

$$\text{Relación de Realzado} = \text{Longitud de Desnivel} / \text{Longitud de Distancia}$$

Para un perfil Natural o normal esta relación vale 1, para un perfil realzado es mayor que uno y para un perfil rebajado es menor que la unidad. Evidentemente realzar un perfil produce una deformación. Los accidentes montañosos no demasiado escarpados se pueden convertir en verdaderos picachos. Sin embargo, esta representación es la más útil pues permite detallar el relieve del recorrido en un itinerario suficientemente largo.

2.7 POLOS Y DIRECCIONES

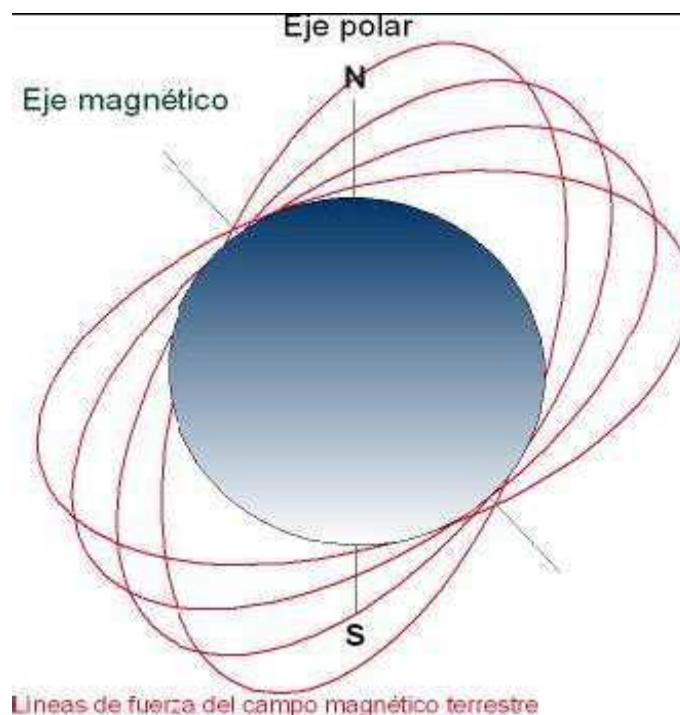
2.7.1 Polos geográficos

Si tomamos el eje de rotación de la tierra, los puntos en los que este eje imaginario atraviesa la esfera (o elipsoide) se denominan polos geográficos. Por estos puntos pasan todos los meridianos. El polo Norte geográfico es el que queda en la parte superior según la representación convencional y, el polo Sur geográfico, es el que está en la inferior.

En el hemisferio Norte la “Estrella Polar” nos muestra sobre el firmamento la dirección del Polo Norte geográfico y, en el hemisferio Sur, la estrella “Cruz del Sur” hace lo propio respecto al Polo Sur geográfico.

2.7.2 Polos magnéticos

La tierra se comporta como un gigantesco imán con dos polos de atracción, un polo Norte y un polo Sur. Sin embargo, estos puntos denominados Polos Magnéticos no se corresponden con los Polos Geográficos. Debemos pues diferenciar entre polos magnéticos y polos geográficos,



La posición del polo Norte magnético puede ser determinado mediante una aguja imantada que pueda oscilar libremente. Esto no es otra cosa que el instrumento que denominamos brújula.

Como el polo Norte magnético no coincide con el Norte geográfico nos encontramos con el problema que la brújula no señala el Norte geográfico, que es en lo que estamos interesados.

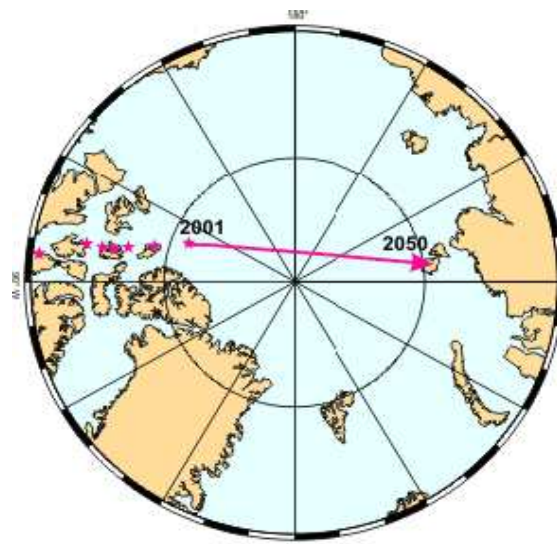
Pero además ocurre que la posición de los polos magnéticos no es fija. El punto donde todas las brújulas señalan fue descubierto por el británico Jonh Ross en 1.831 en la isla del rey Guillermo (William King Island). Sin embargo, año a año se va desplazando por el Ártico.

En la siguiente figura se observa el movimiento del polo Norte magnético desde su descubrimiento en el año 1.831. En la actualidad lo encontramos en el Norte del Canadá a 600 Km. de la villa más cercana: Resolute bay.



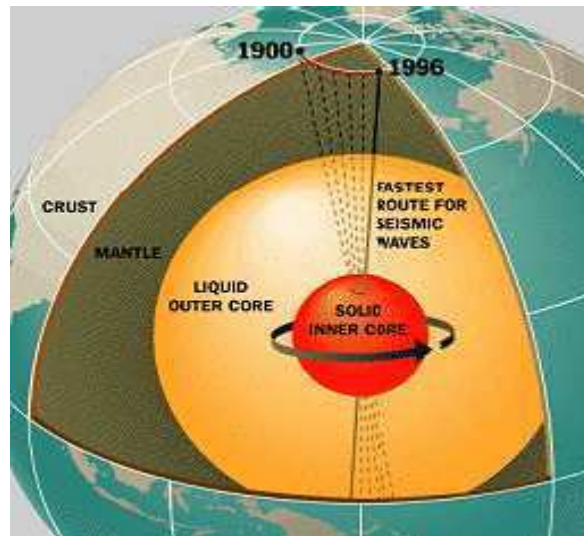
Durante el s. XX el polo Norte magnético ha seguido su marcha a una velocidad de 10 Km. por año en dirección Norte, pero en la actualidad este movimiento se ha acelerado hasta los 40 Km./año, en dirección a Siberia.

En la siguiente figura vemos la previsión de desplazamiento en años venideros



El origen del magnetismo terrestre radica el núcleo terrestre. Se trata de una masa que ocupa el 70% el volumen de la luna. Está constituido principalmente por hierro y su temperatura es similar a la superficie de nuestro Sol. Este núcleo sólido se halla inmerso en un núcleo que podemos denominar líquido (o al menos de naturaleza no sólida). Esto permite que el núcleo interno pueda rotar aunque lo hace muy lentamente (con una velocidad de giro del orden de 0'2° por año).

El movimiento de un fluido ferromagnético caliente origina el campo magnético que constatamos en la superficie, a través del denominado "efecto dinamo", que explica la magnetohidrodinámica. El movimiento del núcleo externo es muy agitado, caótico y turbulento, lo que origina un campo magnético muy complejo. Por lo que no es de extrañar su variación a lo largo del tiempo, e incluso los cambios de polaridad.



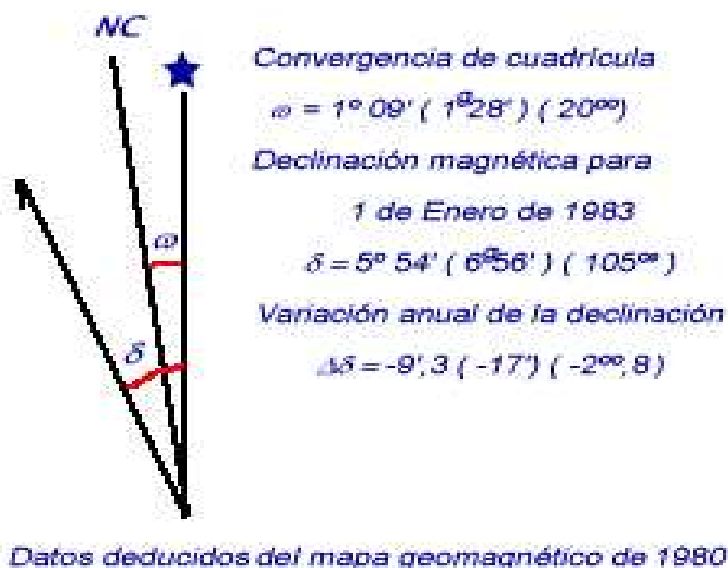
Las consecuencias de todo esto son claras. La brújula no nos permite conocer la dirección del Norte geográfico de forma exacta y, en las proximidades de los polos, ni siquiera será útil.

Sin embargo con la situación actual del Polo Norte magnético cerca del geográfico y, para las latitudes donde nosotros nos encontramos, la brújula nos será de una gran utilidad para la orientación en la montaña.

2.7.3 Declinación magnética

El ángulo existente en un punto de la tierra entre la dirección del Norte geográfico y la dirección del Norte magnético se conoce con el nombre de declinación magnética.

La declinación magnética se representa mediante la letra griega delta minúscula.



Esta información nos proporciona el valor de la declinación magnética para el centro de la hoja y una fecha dada: valor δ , en varias unidades angulares (grados sexagesimales, grados cegesimal y milésimas militares). En la figura se observa que para el 1 de Enero de 1.983: $\delta = 5^\circ 54'$. El esquema nos permite ver que la línea del Norte magnético (meridiana magnética, terminada en flecha) se halla al Oeste de la línea del Norte geográfico (meridiana geográfica, terminada con la estrella polar).

Variación anual de la declinación magnética

Como se ha visto el Norte magnético no es fijo a lo largo del tiempo. Para corregir este efecto se usa la variación anual de la declinación magnética que proporcionan los mapas, representada por $\Delta\delta$ (delta mayúscula/delta minúscula). Lo que indica esta magnitud es lo que varía el ángulo de declinación en un año. Como actualmente, el Norte magnético se aproxima al geográfico, esta cantidad es negativa.

De acuerdo con el ejemplo de la figura $\Delta\delta = -9,3'$

Para el 1 de Enero de 2.009, tendremos que aplicar una corrección a la declinación de:
 $\Delta\delta = 9,3' \times (2009 - 1983) = 9,3' \times 26 = 241,8' = 4^\circ 01'$ por lo que el valor de la declinación magnética para esta fecha será: $\delta = 5^\circ 54' - 4^\circ 01' = 1^\circ 53'$

Como podemos ver en las latitudes que ejercemos nuestra actividad esta diferencia es muy pequeña (dos o tres grados) por lo que puede ser despreciada en el uso cotidiano de la brújula.

2.7.4 Convergencia de meridianos

Como ya se había indicado al estudiar la proyección UTM, los meridianos marcados en los mapas solo coincidirán con el meridiano geográfico en la zona central del huso, que es el meridiano tangente al cilindro sobre el que se proyecta. Si consideramos el Huso 29 (De 0° a 6°) éste sería el de 3° . Cuanto más alejada esté la posición del mapa respecto al meridiano central mayor será la distorsión al proyectarse y por lo tanto mayor será la divergencia del meridiano del mapa respecto al geográfico.

La diferencia angular entre un meridiano geográfico y el meridiano dibujado en el plano, se denomina convergencia de cuadrícula, y se representa por la letra griega omega Ω . A los meridianos trazados en el mapa se les suele llamar meridianos Lambert, y al punto imaginario donde convergen todos estos meridianos se le denomina Norte Lambert o Norte de Cuadrícula. En los mapas aparece designado como NL o NC.

En resumen, toda línea vertical trazada en un mapa no indica la dirección N-S geográfica, sino que representa la dirección N-S de Lambert. Cuando hablamos del Norte en un mapa estamos hablando, en realidad, del Norte de Cuadrícula o Norte de Lambert.

Esta convergencia de cuadrícula se encuentra designada para el punto central del mapa.

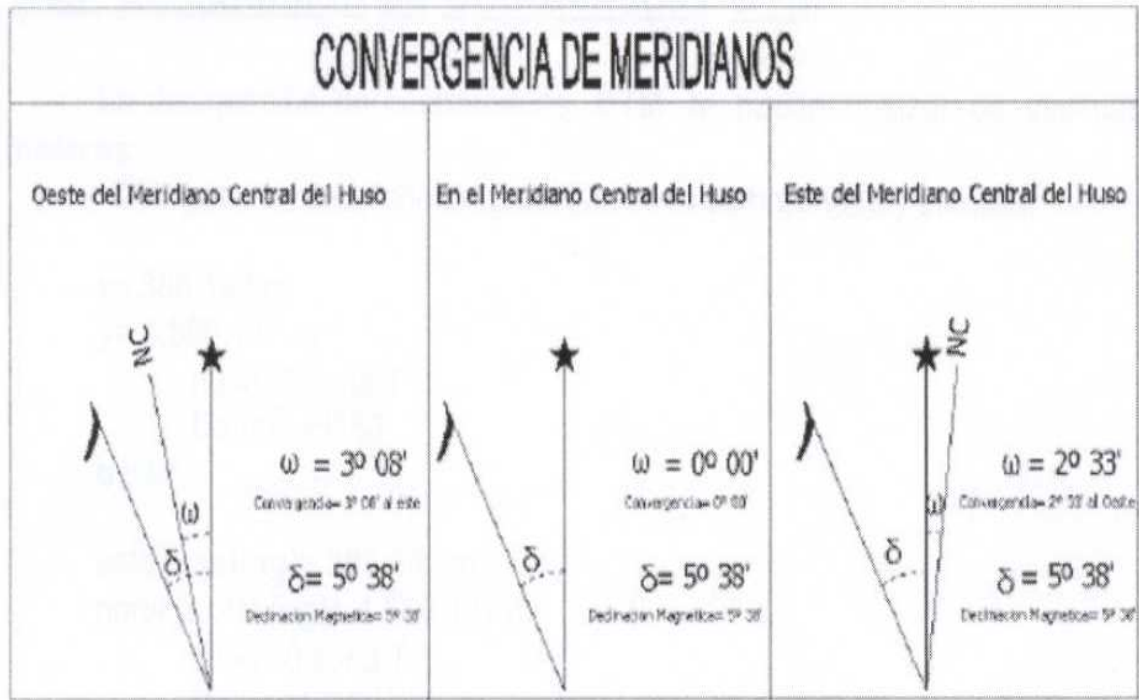
Convergencia en el Meridiano Central del Huso: Sobre el meridiano central del huso, al coincidir el meridiano con la tangente al cilindro de proyección, ambas direcciones, la de la malla UTM (Norte de Cuadrícula NC) y el meridiano geográfico (Norte Geográfico) son coincidentes.

Convergencia al Este del Meridiano Central del Huso: Al Este del meridiano central, y aumentando según su longitud, la convergencia Ω se debe de tomar en dirección Oeste para localizar el Norte geográfico.

Convergencia al Oeste del Meridiano Central del Huso: Al Oeste del meridiano central, y aumentando según su longitud, la convergencia Ω se debe de tomar en dirección Este.

Considerando los tres Nortes: Norte magnético MG, Norte Geográfico NG y Norte de Cuadrícula NC; las posiciones relativas cambian según nos encontremos al Este o al Oeste del meridiano central del Huso.

Al Oeste serán: NM, NC y NG. Al Este serán: NM, NG y NC.



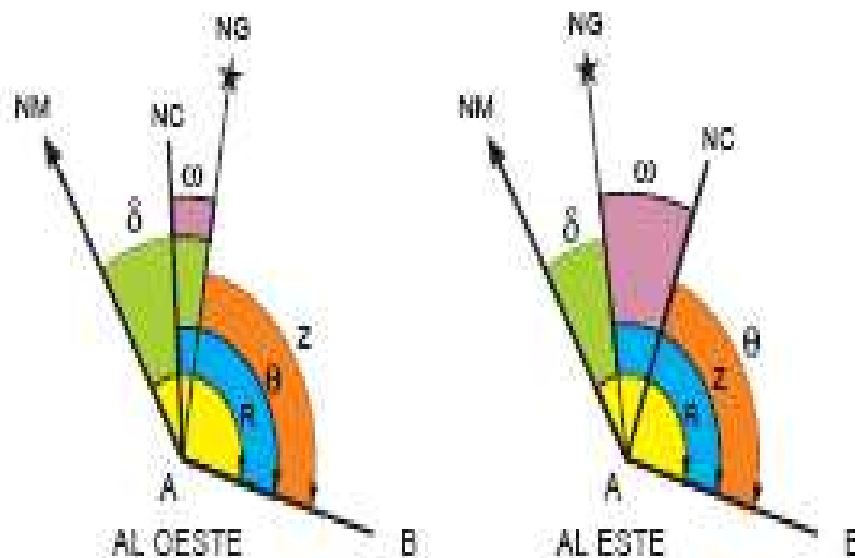
2.7.5 Nortes y ángulos a considerar

Para expresar el valor de una dirección de marcha se usa el ángulo. Se toma como referencia el Norte y a partir de el se van dando valores en el sentido de las agujas del reloj. Se pueden considerar las siguientes direcciones:

a) Orientación: Se llama **orientación** ($\hat{O}$) de una dirección dada al ángulo que forma dicha dirección con el **norte de la cuadrícula**, medido desde el norte de la cuadrícula y en sentido de las agujas del reloj.

b) Rumbo: Se llama **rumbo** (R) de una dirección dada al ángulo que forma dicha dirección con el **norte magnético**, medido desde el norte magnético y en sentido de las agujas del reloj.

c) Acimut: Se llama **acimut** (α) de una dirección dada al ángulo que forma dicha dirección con el **norte geográfico**, medido desde el norte geográfico y en sentido de las agujas del reloj.



La relación entre la verdadera dirección (acimut) y la marcada por la brújula será:

Acimut = Rumbo - δ , siendo δ la declinación magnética.

Como ya indicé en la actualidad, y en nuestra latitud, la declinación magnética δ no alcanza los 2° por lo que se puede despreciar a efectos prácticos y considerar que el **rumbo** –dirección marcada por la brújula- es igual al **acimut** (dirección respecto al Norte geográfico).

Asimismo, también a efectos prácticos, la diferencia entre el Norte de la cuadrícula y el Norte geográfico, solo tiene una pequeña influencia cuando nos acercamos a los extremos del Huso.

2.8 BRÚJULA. CARACTERÍSTICAS Y USO

2.8.1 Brújula

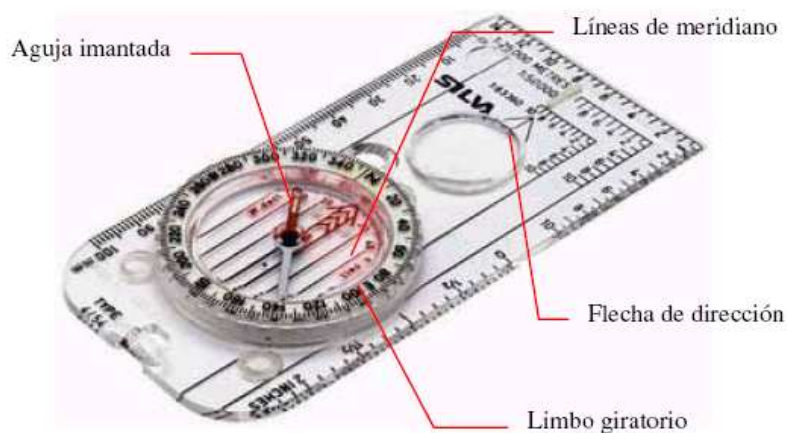
La brújula no es más que una aguja imantada, suspendida en su eje, de forma que pueda girar libremente. De esta manera siempre se alineará con el campo magnético de la tierra y, como consecuencia de ello, uno de sus extremos siempre nos señalará la posición del Norte geográfico.

Los elementos básicos de la brújula son:

La aguja imantada. Normalmente el extremo que nos señala el norte viene resaltado con pintura fosforescente para facilitar su visión en la oscuridad.

El limbo. Es una escala giratoria graduada, incorpora unas líneas paralelas llamadas líneas de meridiano y la indicación del norte.

La flecha de dirección. Nos indicará la dirección del rumbo a seguir una vez lo hallamos trazado a partir del mapa.



Las brújulas más sofisticadas poseen otros elementos como pueden ser:

Agujas en inmersión: Las brújulas que mantienen la aguja en inmersión líquida, amortiguan el balanceo de la aguja, permitiendo una lectura más exacta y rápida.

Aliadas o miras: Son las ranuras que se utilizan para trazar visuales.

Compensación magnética: Algunas brújulas incorporan mecanismos para corregir la diferencia entre el Norte geográfico y el Norte magnético.

Espejo y/o lupa: Nos permite leer la información que nos ofrece la brújula cuando mantenemos ésta a la altura de los ojos para enfocar algún punto de referencia.

Nivel: Permite nivelar el plano de la brújula mediante un nivel de burbuja.

Las brújulas que más se utilizan en nuestra actividad son: la de base transparente y la lensática



La de base transparente se coloca sobre el mapa y permite medir orientaciones con rapidez. Tiene una esfera graduada que se puede girar manualmente. También poseen una pequeña lupa incorporada para observar los detalles del plano.

El mayor inconveniente que tienen estas brújulas es al intentar determinar rumbos sobre el terreno dado que carecen de miras.



La brújula lensática destaca por su sistema para la medición de rumbos en el terreno. Para ello se alinea una muesca situada en la parte superior de la pequeña lupa con el cable tensado en el orificio de la tapa.

La lupa permite dirigir la mirada al limbo para ver la indicación sin necesidad de tener que desplazar el dispositivo.

Su mayor inconveniente es que tiene limbo móvil y su base no es transparente lo cual dificulta marcar un rumbo sobre el plano.

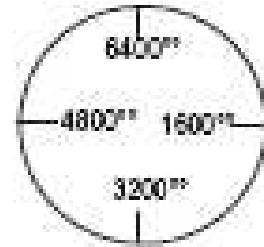
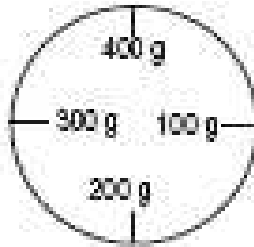
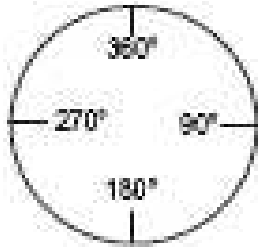


Cabe resaltar que en las brújulas de base transparente hay modelos más completos que añaden una tapa que facilita la observación y la medida de rumbos, también llevan incorporado un espejo en el anverso de la tapa que permite leer la brújula durante la observación visual.

Desde mi punto de vista son las que mejor se adaptan a nuestra actividad, pero lo mejor es que cada cual utilice aquella con la que se sienta más a gusto.

2.8.2 Sistemas para medir ángulos

Los ángulos se pueden medir en tres diferentes sistemas: sexagesimales, centesimales y milésimas (milésima militar)



a) Sistema sexagesimal

Toma como ángulo unidad el grado sexagesimal, que se obtiene dividiendo la circunferencia en 360 partes iguales. Cada grado se divide en 60 partes iguales llamadas minutos y cada minuto en otras 60 partes iguales llamadas segundos. Las fracciones de segundo se expresan de forma decimal. Las anotaciones empleadas son: un cero en la parte superior derecha de un número expresa los grados; un trazo en forma de coma, los minutos, y dos, los segundos.

b) Sistema centesimal

Toma como ángulo unidad el grado centesimal, que se obtiene dividiendo la circunferencia en 400 partes iguales. Cada grado se divide en 100 partes iguales llamadas minutos y cada minuto en otras 100 partes iguales llamadas segundos. Las fracciones de segundo se expresan de forma decimal. Las anotaciones empleadas son: una g minúscula en la parte superior derecha de un número expresa los grados; un acento inclinado de derecha a izquierda, los minutos, y dos, los segundos.

c) Milésima (milésima militar)

La **milésima militar** es el ángulo cuyo arco es la milésima parte del radio de su circunferencia. Así la circunferencia se dividirá en 6.400 partes o milésimas. Las fracciones de milésima se desprecian dada su baja magnitud. También se puede definir la milésima como el ángulo bajo el que se ve un metro a una distancia de un kilómetro. La anotación empleada es: dos ceros en la parte superior derecha de un número expresa las milésimas. Por ejemplo: $5348^{\circ\circ}$ = cinco mil trescientas cuarenta y ocho milésimas.

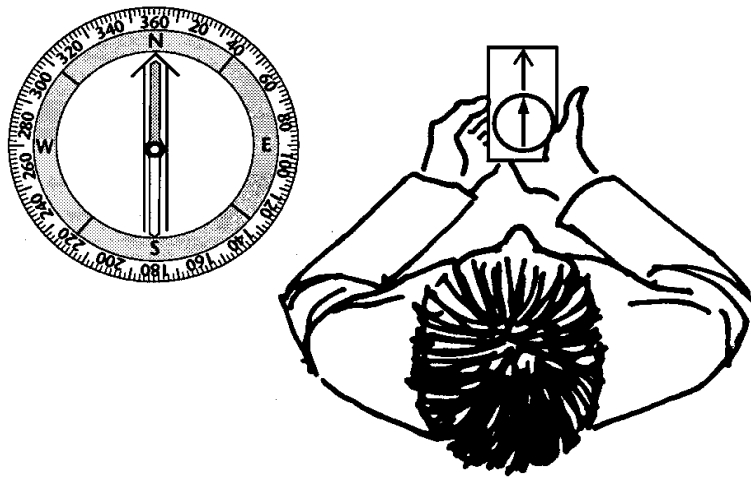
Desde el punto de vista de nuestra actividad, el único sistema que nos interesa es el **sexagesimal**, por lo que deberemos de asegurarnos a la hora de adquirir una brújula que lo tiene. Si además lleva alguno de los otros bienvenido sea pero lo único que nos puede aportar es confusión si no estamos muy prácticos en el uso de la brújula.

2.8.3 Orientación

Vamos a ver los principales usos que se le da a la brújula como instrumento para la orientación:

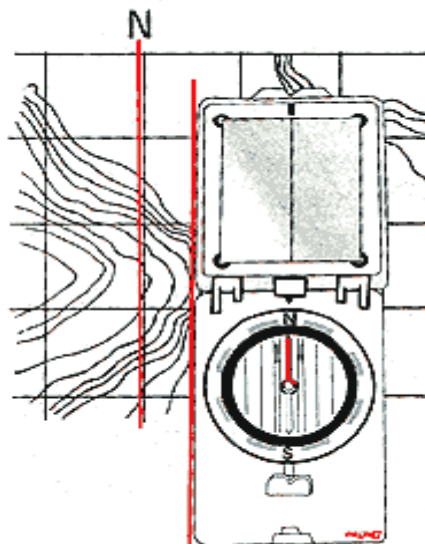
1º) Orientarnos con la brújula

- Sujetar la brújula con la mano, de forma que la aguja magnética gire libremente.
- Girar el limbo hasta que la punta de la aguja imantada que indica el Norte magnético coincida con el Norte de la brújula.
- Ya tenemos la brújula orientada al Norte magnético; para determinar el resto de los puntos cardinales solo tendremos que fijarnos en el limbo.



2º) Orientación del mapa

- Girar el limbo de forma que los 0° coincidan con la flecha de dirección.
 - Girar la brújula hasta que el Norte magnético coincida con los 0° según la flecha de dirección.
 - Colocar la brújula sobre el mapa y girar éste hasta que la aguja que marca el Norte magnético sea paralela a las líneas de los meridianos y orientada en el mismo sentido que estos.
- Cabe recordar que en los mapas, la parte superior de los mismos, representa siempre la dirección Norte y las líneas de los meridianos estarán siempre orientadas en esta dirección.



3º) Determinar una dirección de marcha (rumbo) basándonos en el mapa

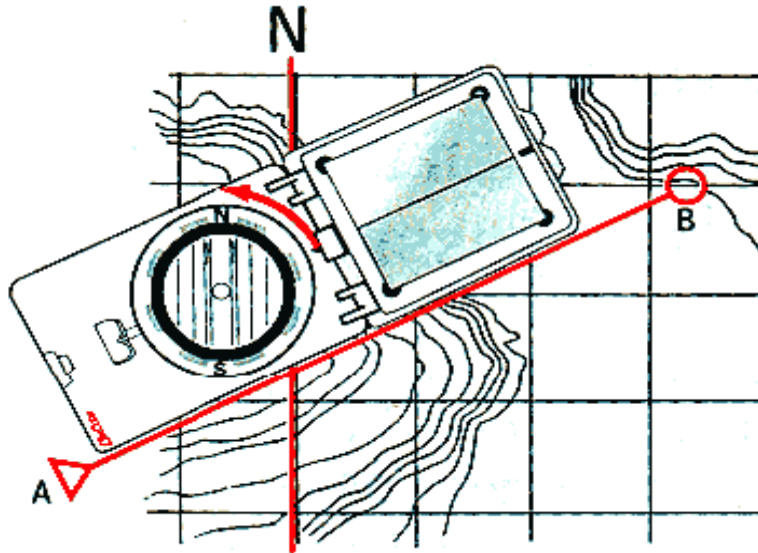
Para ello partimos de la premisa de que **sabemos donde estamos**. En el caso contrario la brújula no sirve de nada.

Seguiremos los siguientes pasos:

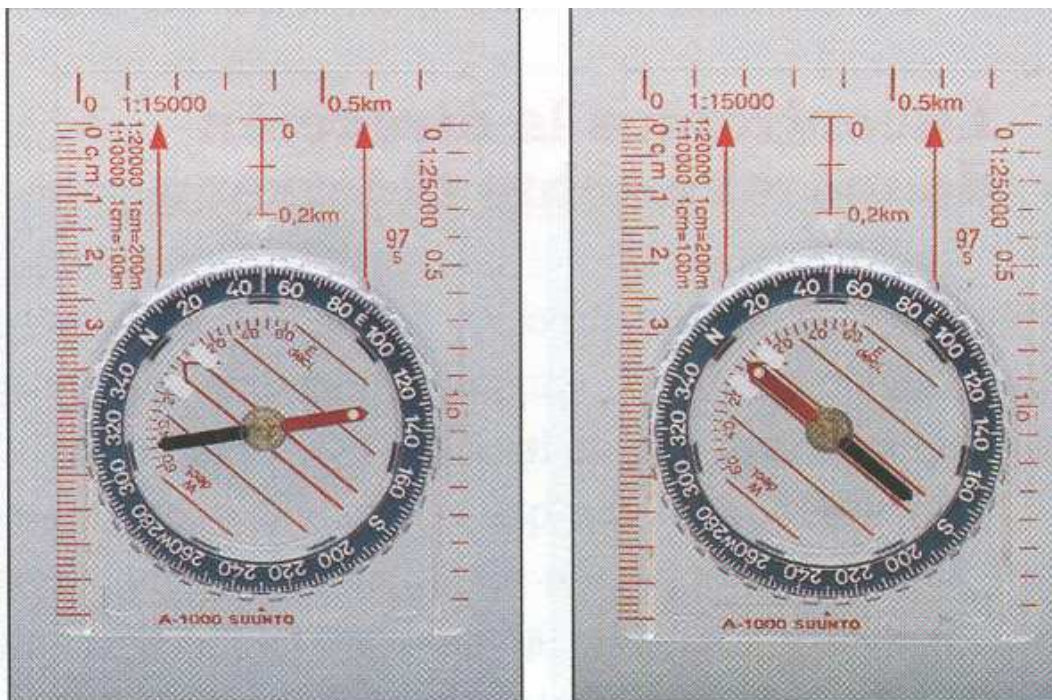
- Trazaremos una recta entre la posición actual (A) y el punto de destino (B).

b) Independientemente de que el mapa esté o no orientado, colocaremos la brújula sobre el mapa con un canto lateral sobre la recta que une la posición actual (A) y el punto de destino (B), de forma que la flecha de dirección apunte hacia el punto (B).

c) Con la base de la brújula apoyada sobre el mapa, giramos el limbo hasta que las líneas norte-sur de su interior sean paralelas a los meridianos norte-sur del mapa. Importante: La flecha norte del limbo debe quedar dirigida al norte del mapa.



d) Se levanta la brújula del mapa y se mantiene en la mano, nivelada horizontalmente. Giramos sobre nosotros mismos hasta que el norte de la aguja magnética coincida con la flecha norte del limbo de la brújula. La dirección a seguir nos vendrá dada por la flecha de dirección.



SIN ORIENTAR

ORIENTADA

Observación: mientras se realiza el trayecto **nunca** hay que estar mirando constantemente a la brújula. Con ello lo único que se consigue es sumar las imprecisiones del propio movimiento a las dificultades que la brújula tiene para orientarse de forma rápida y correcta. Lo más práctico es identificar visualmente un punto de referencia y, al llegar al mismo, tomar una nueva lectura de la brújula.

4º) Determinar la dirección de marcha (rumbo) de un destino visible

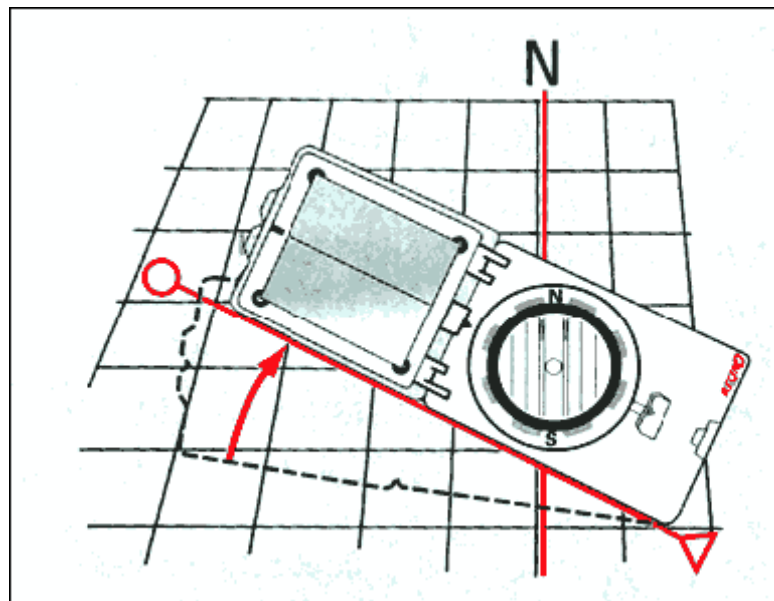
- Llevamos la brújula a la altura del ojo y enfocamos con la mira el destino previsto (pueblo, pico, collado, casa etc.).
- Giramos el limbo hasta que la aguja magnética se haya superpuesto a los 0° ó Norte del limbo. En este momento las líneas meridianas serán paralelas y estarán orientadas en el mismo sentido que la aguja magnética.
- La flecha de dirección estará orientada hacia el objetivo por lo solo necesitamos seguir el rumbo que en ese momento marca.

5º) Determinar la posición actual en el mapa a partir de dos referencias conocidas

A este método se le denomina triangulación y consiste en situar, con exactitud, en el mapa el lugar en que nos encontramos. Para ello necesitamos distinguir visualmente dos o más referencias (picos, pueblos, collados etc.) conocidas.

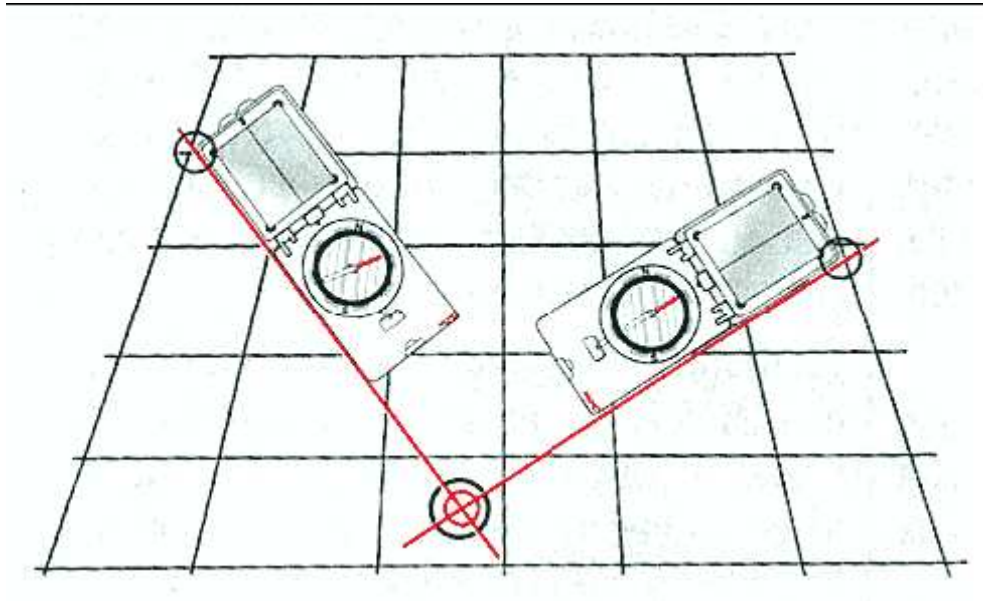
Los pasos a seguir son los siguientes:

- Llevamos la brújula a la altura del ojo y enfocamos con la mira uno de los puntos conocidos.
- Giramos el limbo hasta que la aguja magnética se haya superpuesto a los 0° ó Norte del limbo. En esta posición las líneas meridianas serán paralelas y estarán orientadas en el mismo sentido que la aguja magnética.
- En este momento –con la flecha de dirección orientada hacia el objetivo– leer el rumbo.
- Colocar la brújula sobre el mapa con un canto lateral en el punto conocido.
- Girar el mapa hasta que las líneas meridianas del limbo coincidan (sean paralelas y estén orientadas en el mismo sentido) con las líneas meridianas de la cuadrícula.

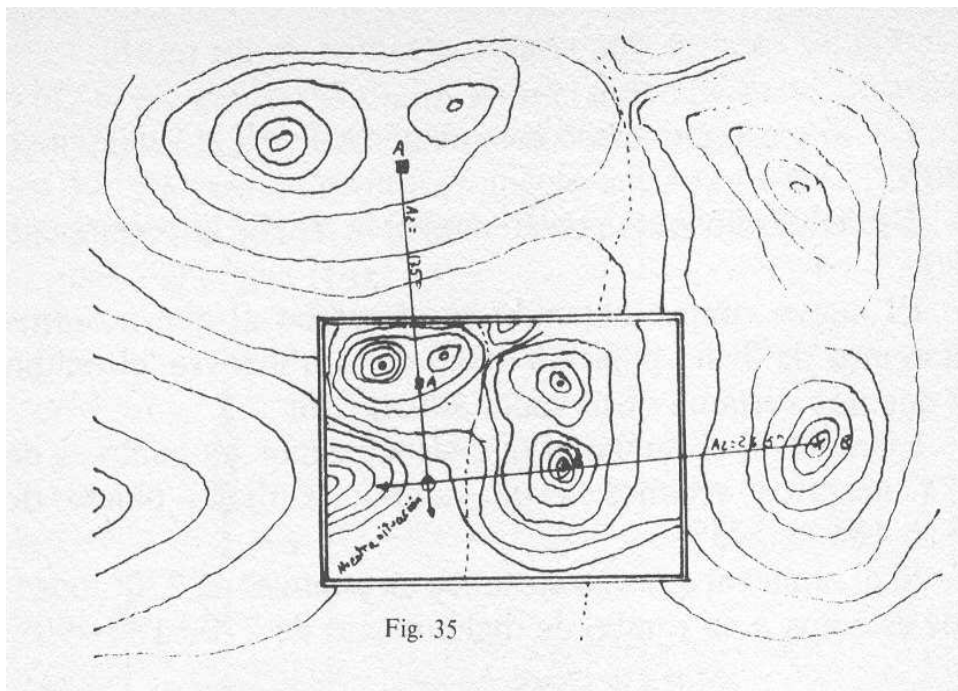


- Trazar en el mapa una recta que partiendo del punto conocido sea paralela al lateral de la brújula. (En algún punto de esta recta estaremos situados nosotros).

g) Realizar todas las operaciones anteriores con otro punto conocido



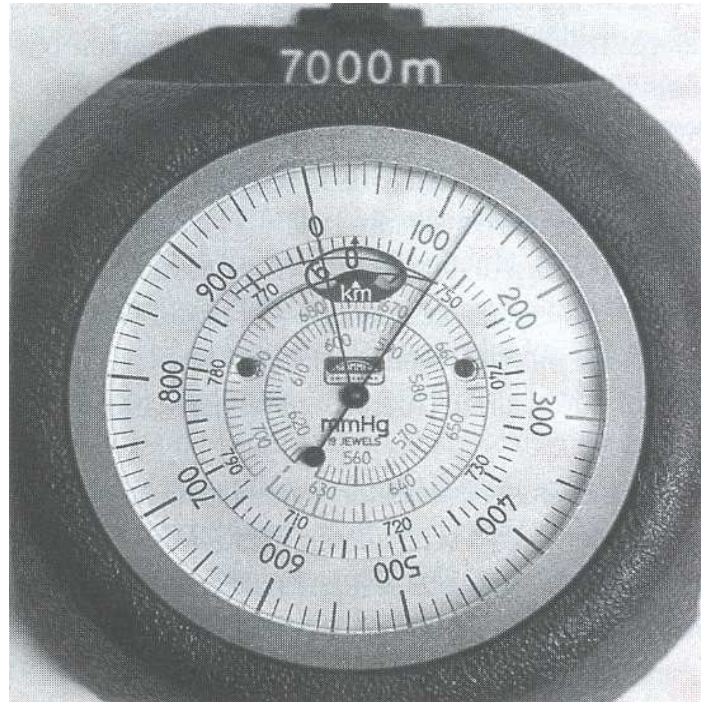
h) El punto de intersección de las dos rectas indicará la posición en la cual nos encontramos.



La posición buscada será más fiable cuanto más se aproxime a los 90° el ángulo formado por las dos rectas. Asimismo si se hace la misma operación con más de dos puntos de referencia el margen de error será menor.

2.8.4 Altímetro

El altímetro no es otra cosa que un barómetro convenientemente graduado. Su objetivo es determinar la altitud a la cual nos encontramos.



Como sabemos el valor de la presión atmosférica no es constante, varia según distintos factores: la temperatura (el aire caliente es más ligero que el frío), la humedad (el aire húmedo es más ligero que el seco) y la altitud sobre el nivel del mar (la columna de aire es menor a medida que ganamos altura).

Podemos pues decir que la presión atmosférica disminuye con la altura, porque a medida que se sube de cota se reduce la masa atmosférica.

La presión atmosférica se puede medir en “mm. de mercurio”. La presión atmosférica normal es la que la atmósfera ejerce sobre una columna de mercurio de 760 mm. de altura y 1 cm. cuadrado de base, al nivel del mar, a la altura del paralelo 45° y a la temperatura de 0°.

Correspondencia entre la cota y la presión
en condiciones normales

Altura	0	200	500	1000	1500	2000	3000	4000	5000	6000
mm	760	742	716	674	635	598	525	460	410	360

Hoy en día se suelen sustituir los “mm. de mercurio”, por otra medida de presión: El “milibar” o milésima de bar. Un “milibar” equivale a $\frac{3}{4}$ milímetros de mercurio. Lo que quiere decir que 760mm. de mercurio equivalen a 1013 mb.

Dicho todo esto podemos considerar el altímetro como un barómetro en cuya escala se han sustituido los milibares o “mm. de mercurio” por metros.

Como la presión atmosférica está variando constantemente en función de las condiciones climatológicas (sucesión constante de borrascas y anticiclones) la altura que nos marca el altímetro también variará con dichas condiciones.

Calibración del altímetro

Para usar correctamente el altímetro previamente debe ser calibrado. Esta operación consiste simplemente en fijarle el valor que debe marcar en un punto cuya altitud sea bien conocida. Para ello podemos usar un mapa y determinar en el mismo la altitud donde nos encontramos.

Predecir el tiempo con el altímetro

Sabemos que cuando el tiempo atmosférico es inestable (borrascas) estamos en bajas presiones; por el contrario si el tiempo es bueno (anticiclón) la presión es alta. Con todo lo que hemos dicho se comprende porque el altímetro funciona como una estación meteorológica.

Por ejemplo: Estamos en un refugio a 2000 m. de altitud; por la noche antes de irnos a dormir regulamos el altímetro a esa altura. A la mañana siguiente controlamos la situación, si marca más altura (por ejemplo 2100 m.), deducimos que la presión está bajando o sea que el tiempo va a empeorar. Si por el contrario marca una altura más baja (por ejemplo 1900 m.), deducimos que la presión esta subiendo o sea que el tiempo será bueno.

Lo anterior nos sirve también para controlar la tendencia del tiempo durante la marcha. Si hemos calibrado el altímetro en un punto conocido y al pasar por otro punto significativo (cima, collado, refugio, etc.), el altímetro tiene tendencia a indicar mayor altura, sabremos que el tiempo empeora o viceversa.

Para un mismo punto la presión puede variar entorno a +/-20 mB (milibares) con respecto a su valor normal en función del estado meteorológico, lo que significa una diferencia de altitud del orden de +/-200 metros, aproximadamente.

Orientación

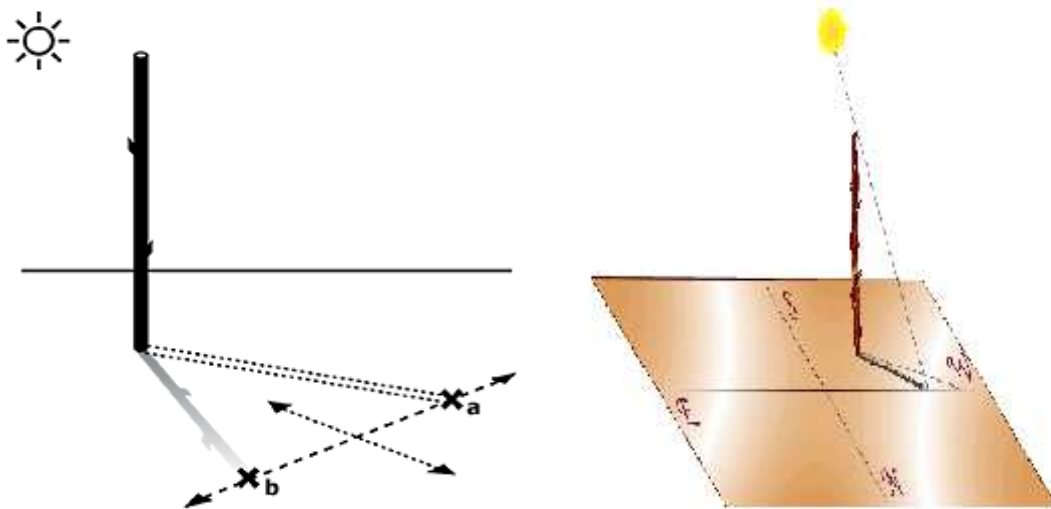
Cuando se utiliza la brújula el altímetro es un instrumento básico para orientarse en la montaña. Al darnos la altura, y utilizando mapas con curvas de nivel, siempre será más fácil deducir el sitio donde nos encontramos. Con niebla, si no se dispone de GPS, es imprescindible.

2.9 OTROS MÉTODOS DE ORIENTACIÓN

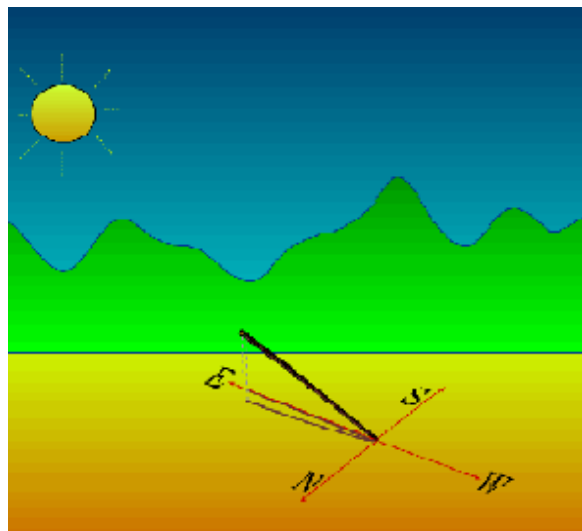
2.9.1 Métodos de la sombra

Estos métodos se basan en la apreciación de la sombra proyectada por los objetos, generalmente un palo, lo que "suele" ser fácil de conseguir en la montaña. Como el Sol posee un movimiento aparente de Este a Oeste, las sombras que proyectan los objetos evolucionan de Oeste a Este. Veamos algunos de estos métodos:

a) El primer método consiste en observar la sombra de un palo sobre el suelo, colocando una marca (una piedra por ejemplo) en el extremo de la sombra en un momento dado. Después de 15 o 30 minutos la sombra se mueve a una nueva posición al este de la primera, donde colocamos otra marca. Haciendo una línea recta que una las dos marcas, de la primera a la segunda, la dirección indicará el Este.

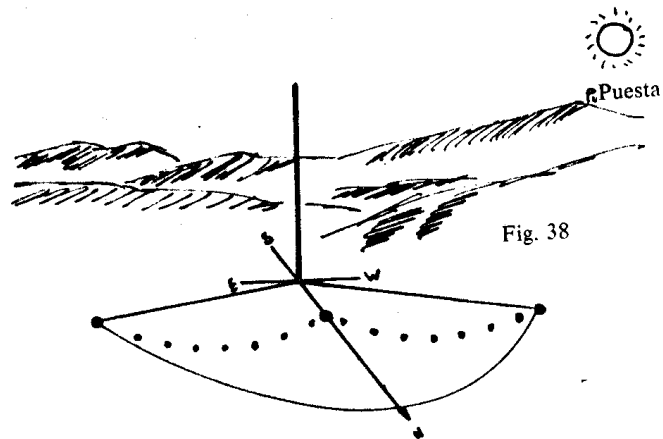


b) Una variante del método anterior, que no requiere hacer una marca inicial, es clavar un palo en el suelo, apuntando directamente hacia el sol, de manera que la sombra se proyecte sobre si misma, es decir, no se refleje en el suelo. Al poco tiempo, de 15 a 30 minutos, aparecerá la sombra de la vara, la cual apuntará directamente hacia el Este.



c) Si disponemos de mucho tiempo, como puede ser estar acampados durante un día, podemos utilizar un método mucho más preciso.

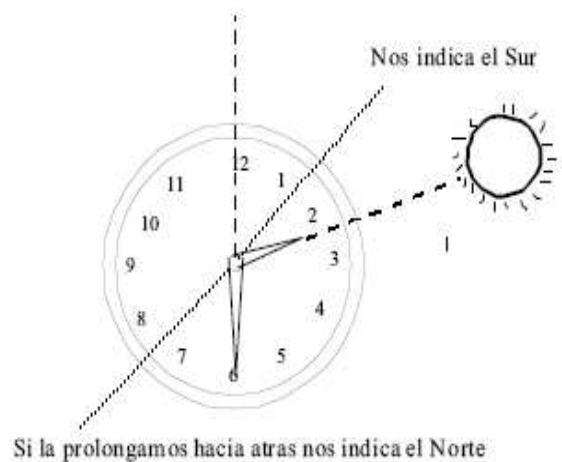
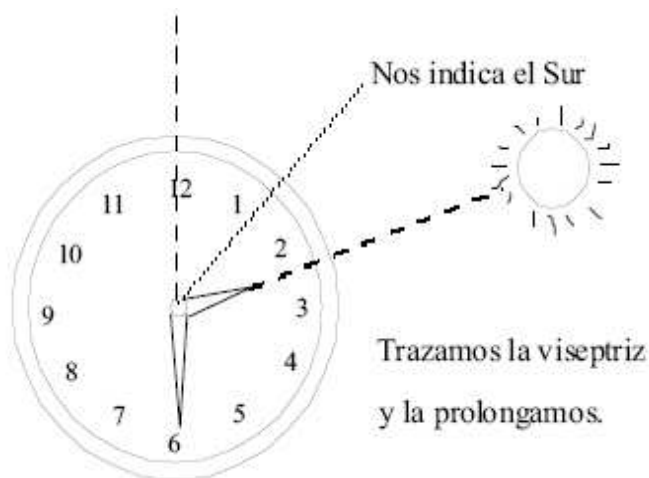
Se van poniendo marcas a lo largo del día sobre el extremo de la sombra. Observaremos que según avanzamos al mediodía las marcas se irán acercando al palo; luego, pasado este momento, se irán alejando. Si se une la base del palo con la marca más cercana, esa línea, señalará exactamente el Norte geográfico.

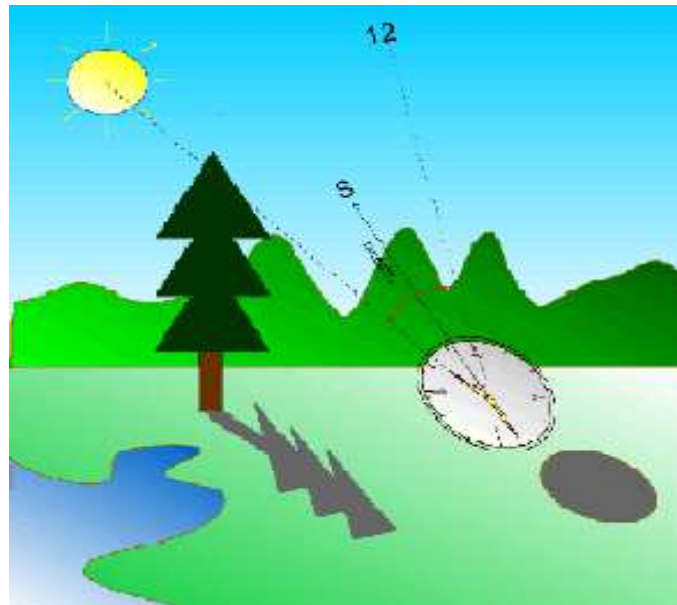


2.9.2 Método del reloj

Con la ayuda de un reloj analógico podemos orientarnos gracias a la posición del sol. Tenemos que tener en cuenta que, para orientarnos con este método, el reloj tiene que marcar la hora solar, es decir, dos horas menos en verano y una hora menos en invierno.

Veamos como es el procedimiento: prescindiendo de la manecilla del minuterero, se coloca el reloj de forma que la manecilla horaria quede apuntando hacia el sol. Entonces se toma el ángulo que forma esta manecilla con las 12 y se divide por la mitad, es decir, se calcula su bisectriz. La bisectriz señalará hacia delante la dirección Sur y hacia atrás la dirección Norte.





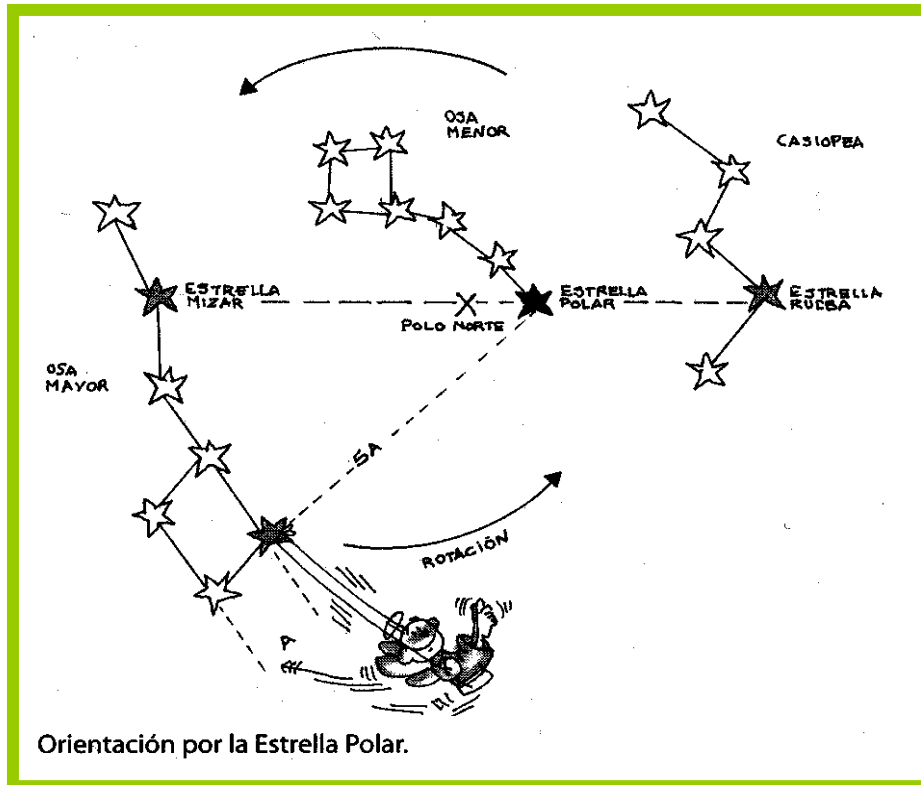
2.9.3 Estrella Polar

En el hemisferio Norte la estrella polar nos indica el Norte geográfico.



La estrella Polar es la tercera estrella a continuación de la Osa Menor, situada en la línea de intersección entre la Osa Mayor y Casiopea.

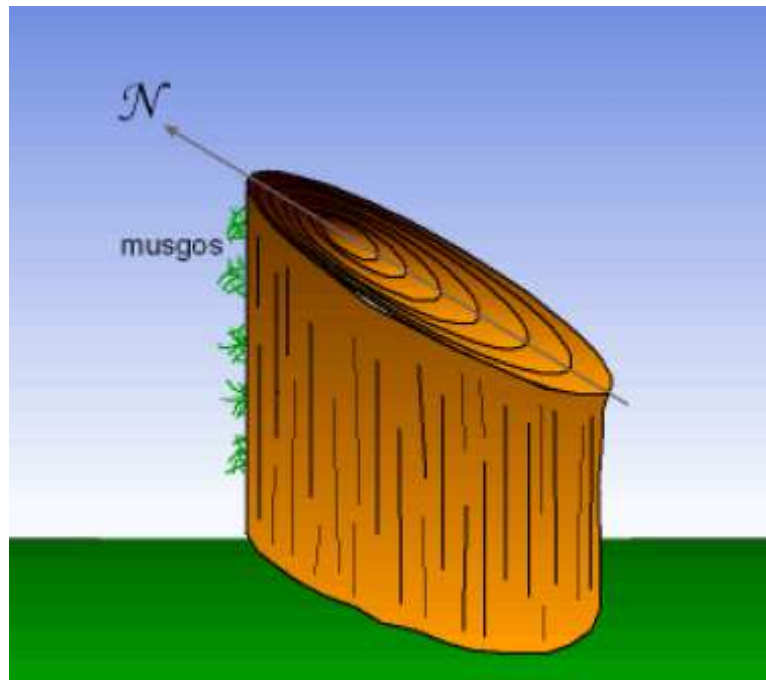
En la misma posición y hora, de una noche a otra contigua, las estrellas se mueven (giran) un grado en la dirección opuesta a las agujas del reloj.



2.9.4 Otros indicios

Otros indicios menos precisos son:

a) Árboles cortados: El tronco de un árbol cortado muestra los anillos más apretados hacia el Norte y más separados hacia el Sur, al ser en esa zona donde recibe más sol.



b) Musgo y líquenes: El musgo y los líquenes de los árboles crecen en la parte de los árboles o en rocas orientadas hacia el Norte. Esta afirmación hay que cogerla con pinzas. Es cierto que los

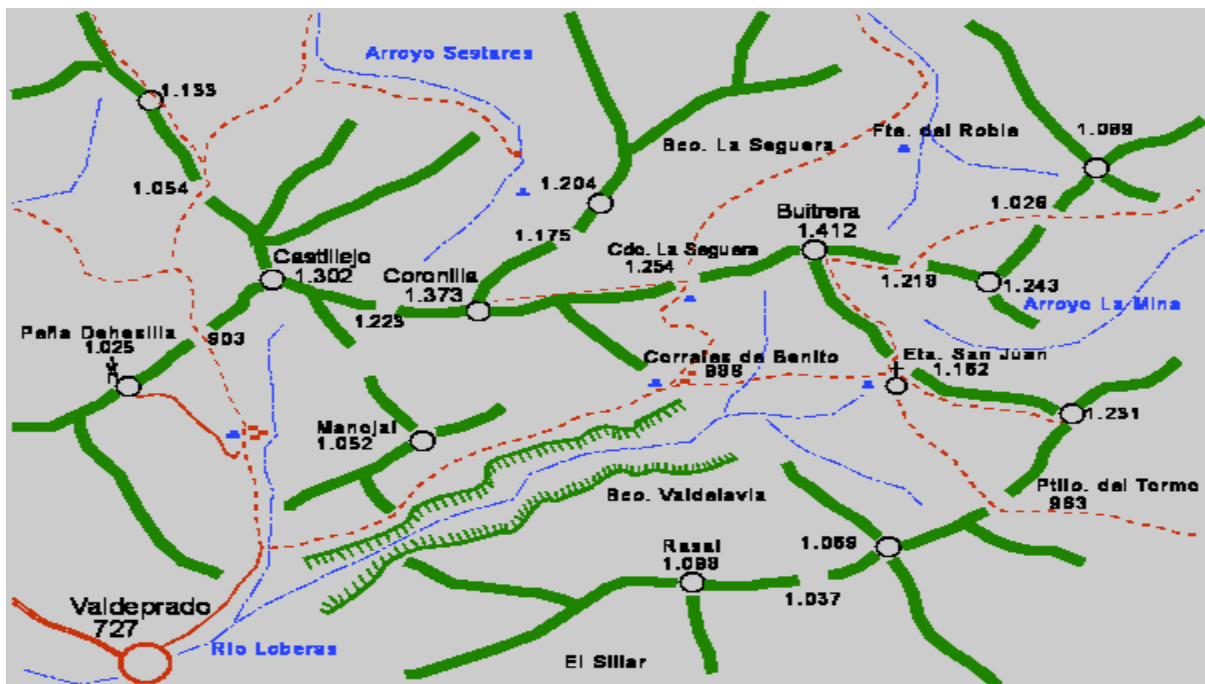
musgos buscarán aquellas zonas más húmedas, pero en general en los húmedos bosques atlánticos crece por doquier especialmente en las inmediaciones de cursos de agua y vaguadas.

c) Vegetación según la vertiente: Si bien no se puede tomar como regla totalmente segura, es cierto que la vertiente Norte siempre es más sombría y húmeda que la Sur. Por este motivo si se conoce la vegetación de la zona veremos que, según la vertiente, las poblaciones de árboles se desarrollarán más en aquellas vertientes con condiciones más favorables a cada especie. En nuestra región, por ejemplo, es típico en la vertiente Norte los bosques de hallas.

2.10 MAPAS DE CORDALES

Los mapas de cordales son una alternativa al empleo de los mapas topográficos. Aunque, en ningún caso, contienen tanta información como estos últimos, cartografían sierras y macizos que poseen interés para el montañero.

En los mapas de cordales el relieve, representado por las curvas de nivel, es sustituido por unas líneas gruesas que reciben el nombre de cordales. Las líneas de cordal enlazan entre sí las cumbres de un macizo montañoso. Estas cimas se suelen representar mediante un círculo. A su lado se suele indicar la cota de todas ellas. La separación entre dos cumbres próximas es un puerto o collado y se suele representar mediante una discontinuidad en la línea de cordal. También se suele indicar la cota de estos collados, de modo que se conoce el desnivel que separa una cumbre de la siguiente en el cordal.



La información del relieve queda pues muy simplificada pero la interpretación del mapa es sencilla, rápida y, en la mayoría de los casos, suficiente. Algunos accidentes particularmente escabrosos como las paredes rocosas de algunas vertientes de las montañas o de los desfiladeros se indican mediante un cordal provisto de un conjunto de rayas a lo largo de un cordal (Véase en el mapa de cordales de arriba el Bco. Valdelavia por donde discurre el río Loberas).

El mapa de cordales se completa con un buen número de símbolos convencionales para indicar las carreteras, pistas, caminos, pueblos, casas aisladas (corales, refugios, ermitas, antenas, etc.), arroyos, fuentes, etc. Estos signos suelen explicarse convenientemente en el propio mapa a modo de información marginal.

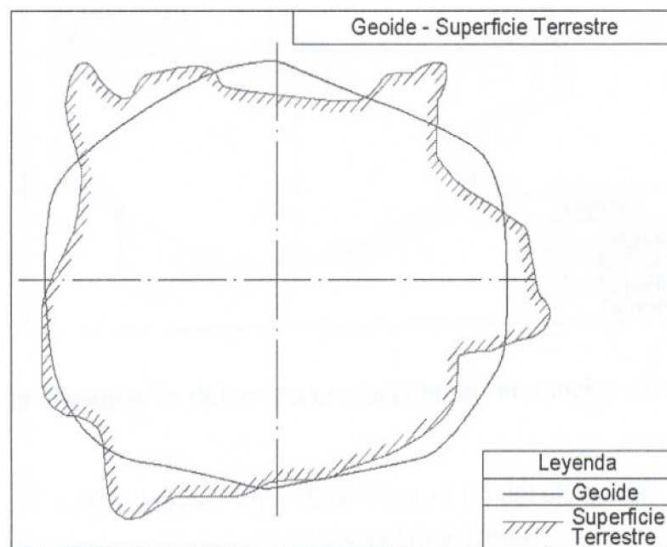
TEMA III

3.1 GEOIDE Y ELIPSOIDE

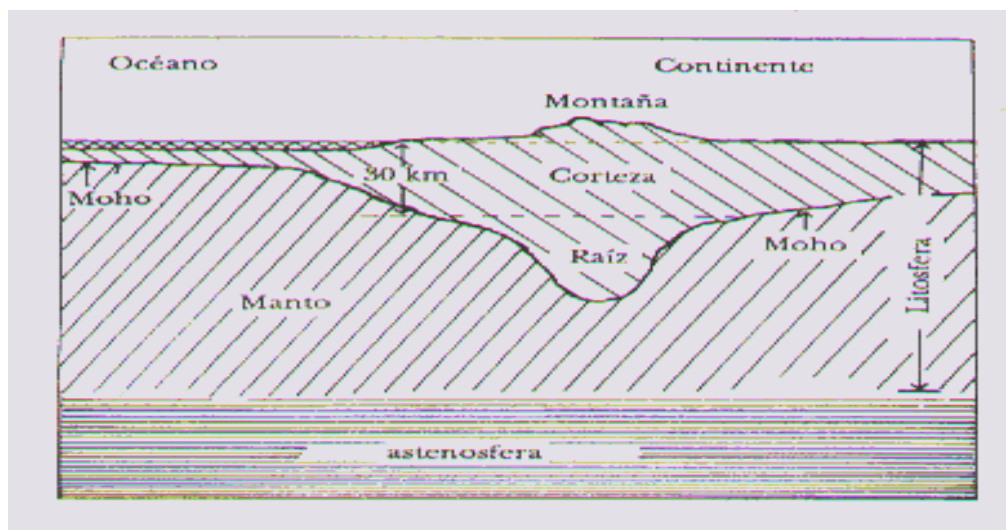
3.1.1 Geoide

Se define geoide como la superficie teórica de la tierra que une todos los puntos que tienen igual gravedad.

El geoide constituye una superficie equipotencial imaginaria que resulta de suponer la superficie de los océanos en reposo y prolongada por debajo de los continentes. Esto sería la superficie en equilibrio de las masas oceánicas sometidas a la acción gravitatoria y a la fuerza centrífuga ocasionada por la rotación y translación del planeta, de manera que la acción de la gravedad sería perpendicular en todos los lugares.

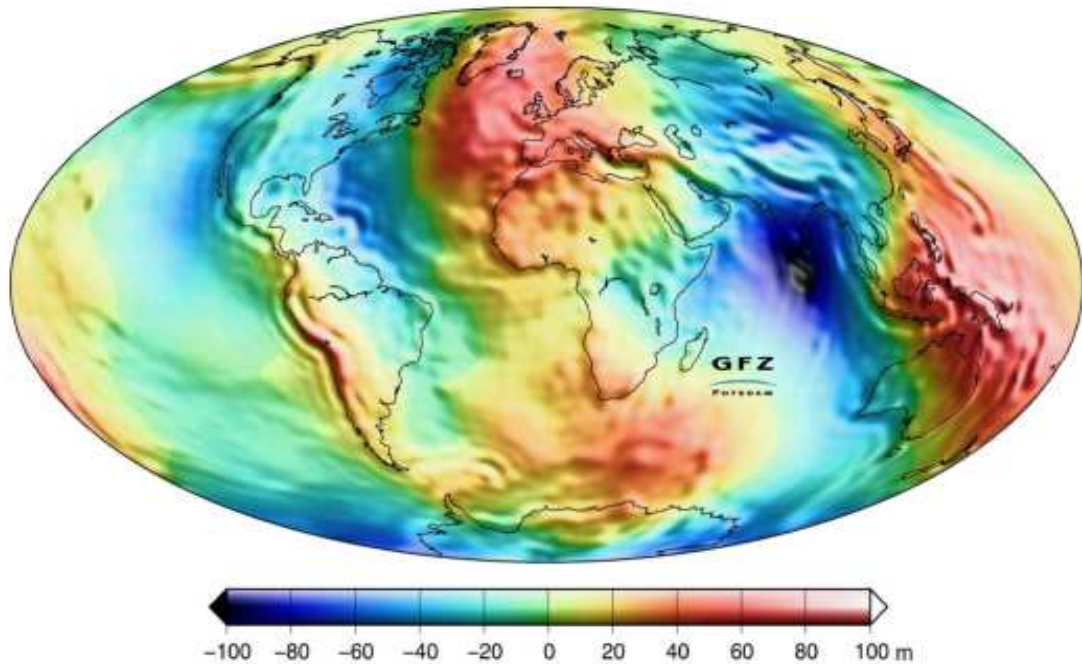


Lejos de lo que se podría imaginar, esta superficie no es uniforme, sino que presenta una serie de irregularidades causadas por la distinta composición mineral del interior de la tierra.



Al tener diferentes materiales (no es lo mismo el agua de los océanos que las rocas de los continentes) tiene diferentes densidades y por lo tanto la fuerza de atracción gravitatoria también será diferente, lo que ocasiona que desde el punto de vista de la gravedad, la superficie teórica será irregular con protuberancias y depresiones.

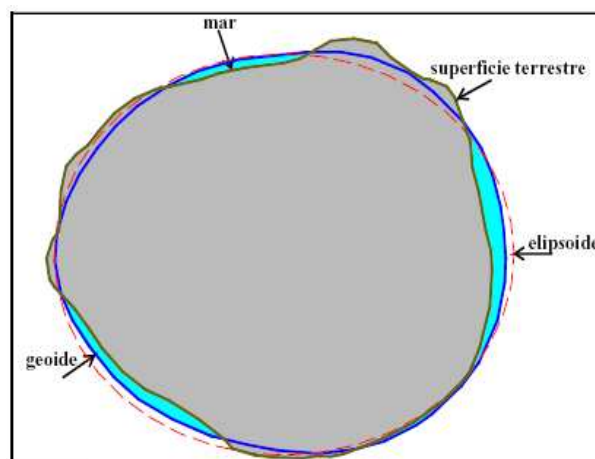
En figura inferior se puede ver esta influencia remarcada por diferentes tonalidades



Estas protuberancias y depresiones pueden alcanzar los ± 100 metros, inclusive en zonas profundas del océano son superiores.

3.1.2 Elipsoide

Como el geoide –dada su irregularidad- no puede ser una superficie de referencia para un modelo matemático, lo que se hace es escoger un elipsoide de revolución que se adapte en lo posible al geoide.



Este elipsoide de revolución, denominado **elipsoide de referencia**, debe de cumplir las siguientes condiciones:

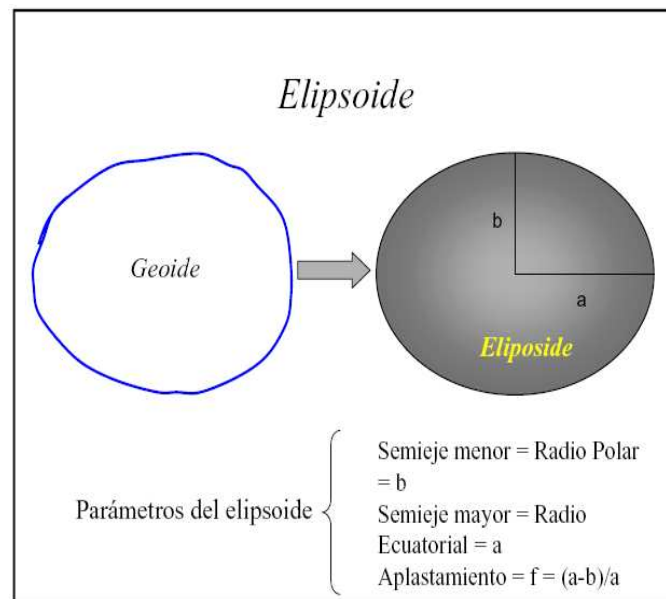
- a) El centro gravitatorio terrestre debe de coincidir con el centro del elipsoide.
- b) El plano definido por el Ecuador terrestre debe de coincidir con el del elipsoide.
- c) La suma de los cuadrados de las alturas geoidales debe de ser la misma.

El elipsoide se define matemáticamente en función de los siguientes parámetros:

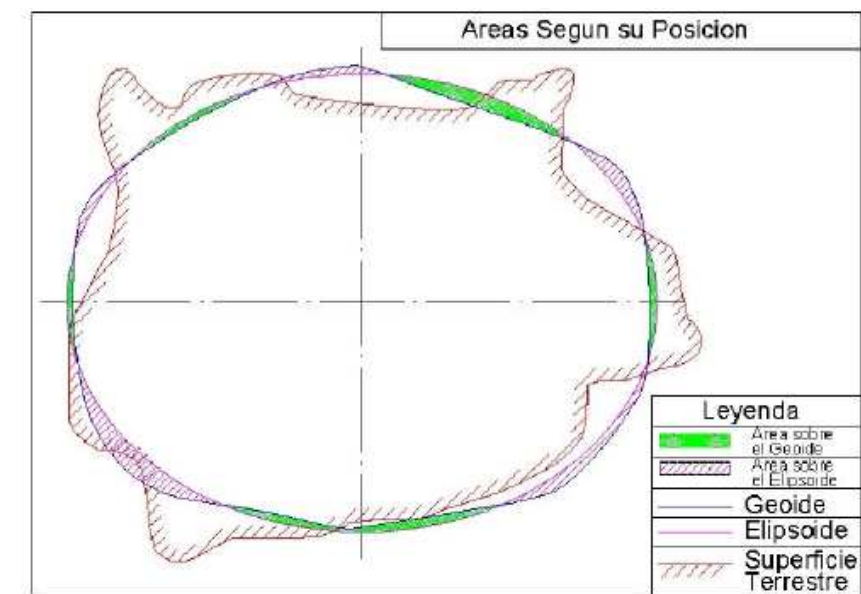
a = radio mayor (radio Ecuatorial)

b = radio menor (radio Polar)

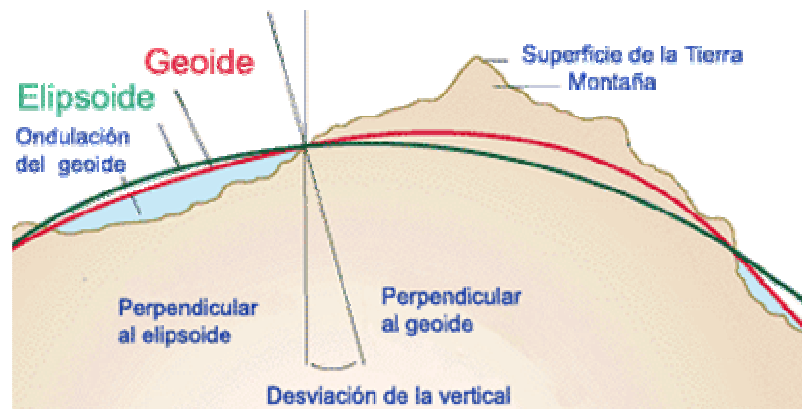
f = Aplastamiento (relación de aplastamiento) = $(a - b) / a$



La desigual distribución de la gravedad superficial terrestre, causa que existan zonas del geoide por encima del elipsoide y otras por debajo.



Por lo general el geoide queda por encima del elipsoide en la zona continental y por debajo en la zona oceánica.



3.2 EL DATUM

3.2.1 Datum

El Datum está constituido por:

- Un **elipsoide** (definido por los radios (a) y (b), y el aplastamiento (f))
- El llamado **punto fundamental** donde el elipsoide y el geoide son tangentes.

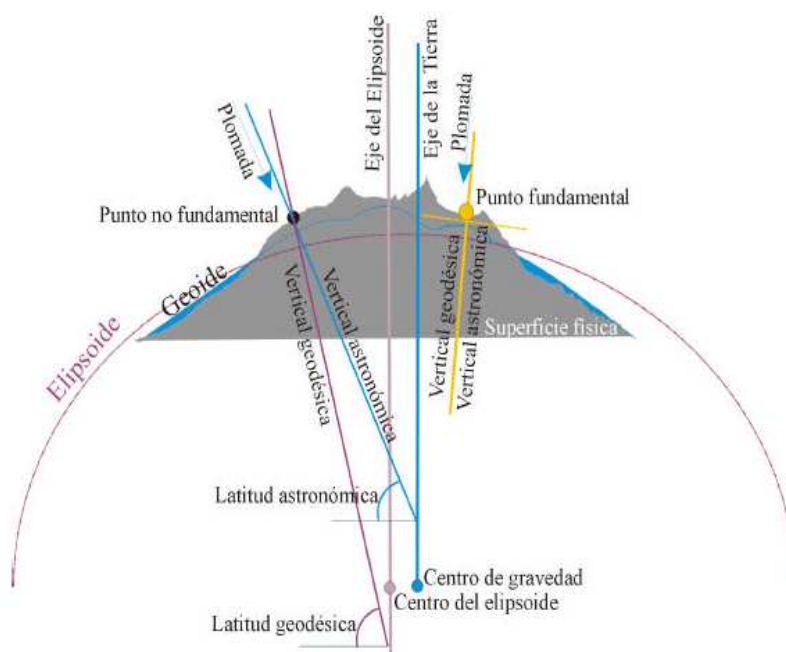
Este punto se define por sus coordenadas geográficas (longitud y latitud), además del acimut de una dirección con origen en dicho punto.



Así pues **el Datum** se puede definir como la superficie de referencia para el cálculo y determinación de coordenadas, estableciendo unos datos iniciales a partir de los cuales se genera el resto. Dicho de otra manera el Datum es la superficie de referencia sobre la cual se desarrolla la cartografía, siendo el punto fundamental el origen de dicho desarrollo.

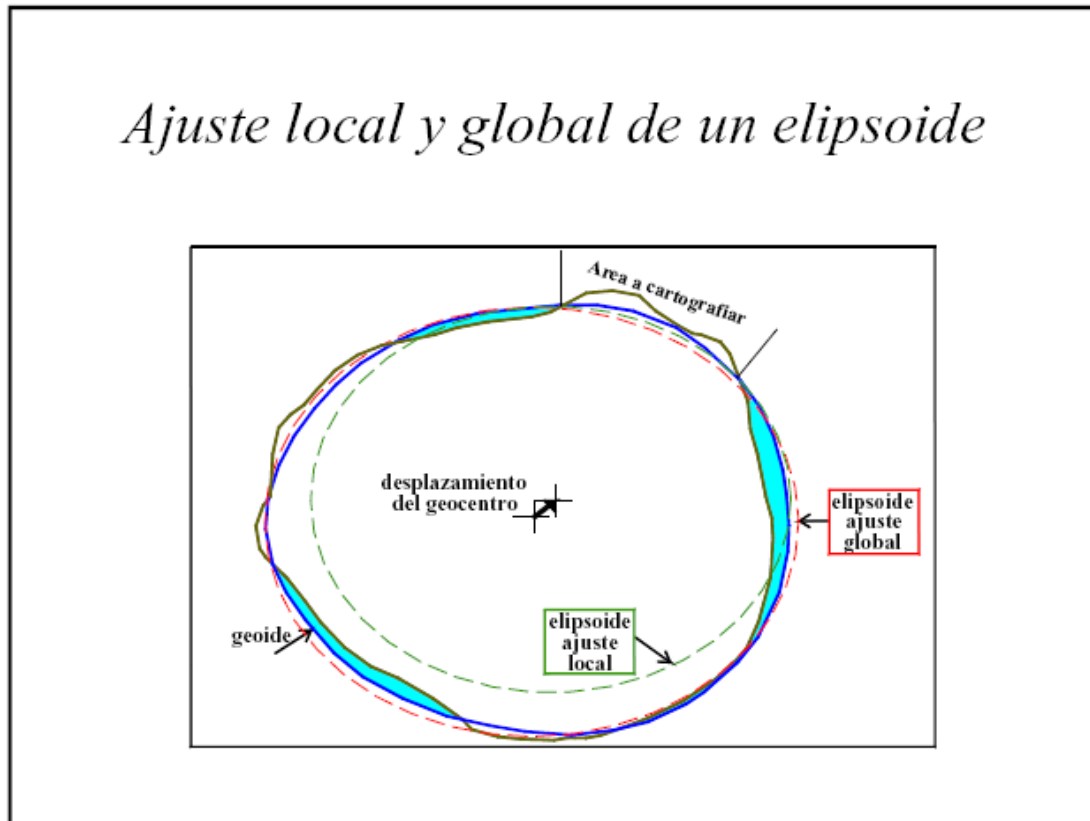
En el punto fundamental, al ser tangentes el elipsoide y el geoide, también lo serán sus normales (perpendiculares a las tangentes) y por consiguiente en dicho punto coincidirán las coordenadas astronómicas y geodésicas.

En aquellos puntos que el geoide y el elipsoide no son tangentes la vertical astronómica será diferente de la vertical geodésica, y por lo tanto, el centro de gravedad no coincidirá con el centro del elipsoide.



Dada la dificultad que suponía para cada país generar un elipsoide de referencia universal, lo que se ha hecho ha sido generar multitud de Elipsoides Locales (cada uno referido a su correspondiente Datum).

Estos Datums tienen una aproximación “admisible” para zonas geográficas concretas; pero; como era de esperar, la comparación entre coordenadas para puntos geográficos comunes deja mucho que desear.



De lo expuesto anteriormente se comprende que cada Datum tenga un ámbito de aplicación distinto y no puede ser empleado fuera de la zona geográfica para la cual fue creado.

3.2.2 Datum European 1950 (ED50)

Actualmente, en España, la cartografía se encuentra georeferenciada al Datum European 1950, más conocido por las siglas “ED50”. Este Datum es de empleo exclusivo europeo.

En el caso del Datum ED50, se adoptó el llamado elipsoide de Hayford, que también se conoce como Internacional de 1924, pues fue en este año en una asamblea de la IAG precisamente en Madrid donde se adoptó para su uso en actuaciones cartográficas. Sus datos geométricos son:

Semieje mayor: $a = 6.378.388 \text{ m}$ - Aplanamiento: $1/f = 1/297$.

Se establece a continuación un origen de coordenadas tanto para latitud como para longitud. En el caso de ED50 se estableció como origen de latitudes el Ecuador (como es lógico) y como origen de longitudes el Meridiano de Greenwich.

Seguidamente se elige un punto origen sobre el que ir transportando las posiciones calculadas de los puntos conocidos de la red (vértices geodésicos). Este punto se le denomina Punto Fundamental, pues en el se realizan determinaciones astronómicas de latitud y longitud que serán datos de partida para la red. Además se determina, también astronómicamente, un acimut u orientación de partida.

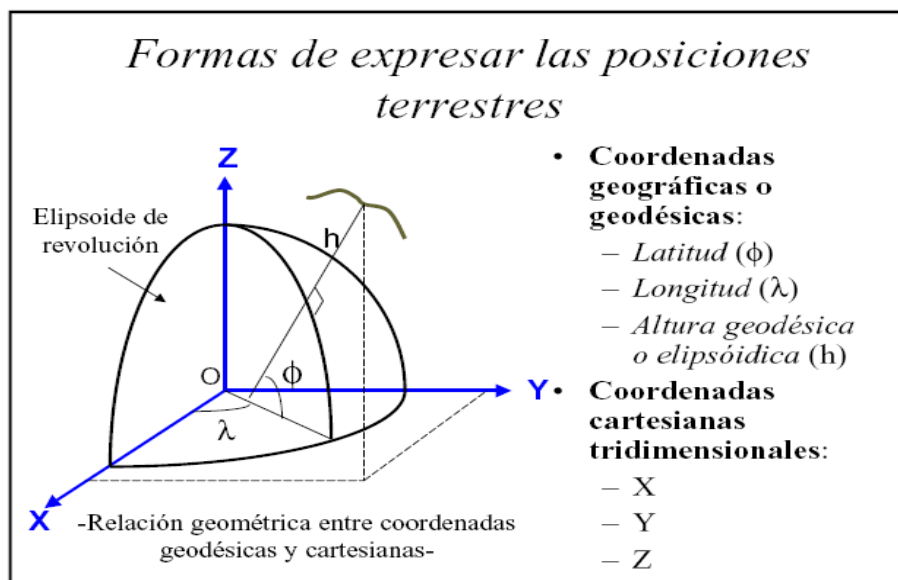
Para el Datum ED50 se escogió la llamada Torre de Helmert sita en el Observatorio de Potsdam, en las cercanías de Berlín.

3.2.3 Datum WGS-84

Con el empleo de nuevas técnicas de posicionamiento, en especial la constelación GPS (sistema de Posicionamiento Global) creado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos, se hace necesario disponer de un sistema con referencia a un Datum Universal que tenga cobertura en toda la superficie terrestre, evitándose así la “territorialidad” del resto de los Datum existentes.

Para ello fue creado, por el Departamento de Defensa de Estados Unidos, el sistema WGS (world geodetic system). El primer sistema WGS-74 fue creado en 1974. Fue revisado y modificado en 1984, estando actualmente vigente el WGS-84. Está prevista otra revisión en el 2010.

Las coordenadas que se obtienen, de la constelación de satélites GPS, para este sistema de referencia pueden ser astronómicas (cartesianas en el espacio respecto al centro de masas de la tierra) (X, Y, Z) ó geodésicas (λ , ω , h).



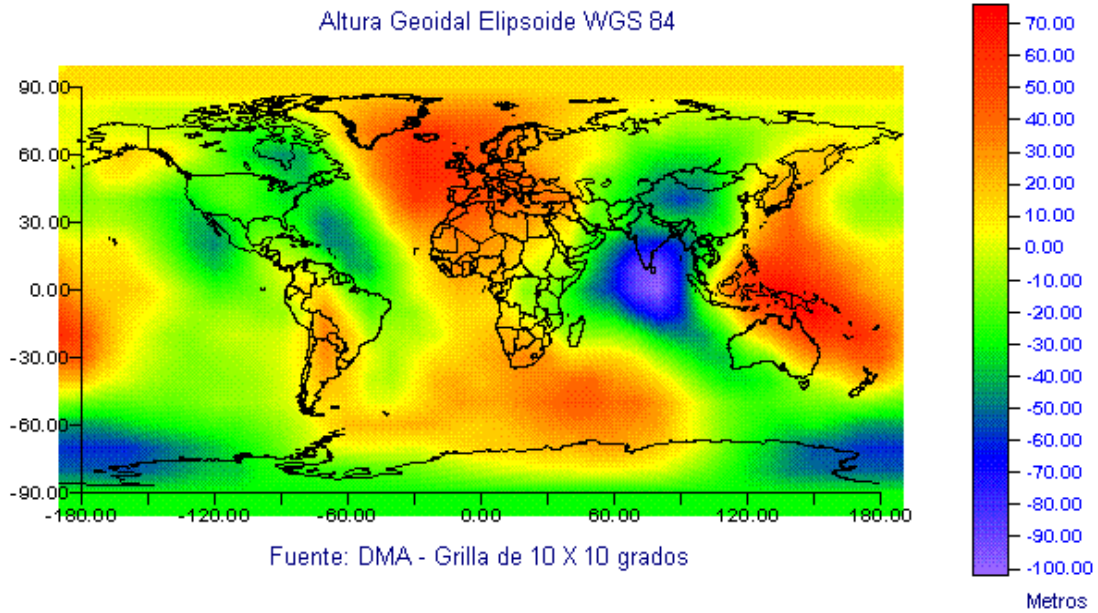
Las astronómicas (cartesianas tridimensionales) quedan definidas por:

- Origen: (0, 0, 0) Centro de masas de la Tierra.
- Eje Z: Paralelo al Polo medio.
- Eje X: Intersección del Meridiano de Greenwich y el Ecuador,
- Eje Y: Perpendicular a los ejes Z y X, y coincidente con ellos en el Centro de masas terrestre.

Las coordenadas geodésicas están referidas a un elipsoide de revolución con las siguientes características:

- Semieje mayor (a): 6.378.137 metros
- Inversa de aplanamiento (1/f): 298,257223563
- Velocidad angular de rotación (ω): $7.292.115 \times 10^{-11}$ rad. / seg.

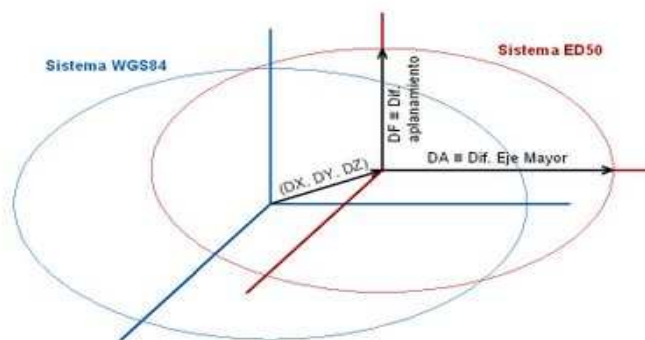
En la siguiente figura se puede ver la influencia de la gravedad sobre la altura superficial del Elipsoide WGS-84.



3.2.4 Comparación de los Datum WGS-84 y ED50

La conversión de coordenadas entre ED50 y WGS84 es un tema de cierta complejidad matemática aunque hay programas informáticos que realizan esta operación.

CAMBIO DE WGS84 A ED50



Las diferencias que se pueden obtener entre los dos datum pueden llegar a ser de 200 metros en las coordenadas X e Y. En la Z (altura) es algo superior a los 100 metros.

Un ejemplo, que se puede considerar común, es el siguiente:

DX: -84,0m
DY: -107,0m
DZ: -120,0m
DA: -251,0m

3.3 REDES GEODÉSICAS

Las redes geodésicas constituyen básicamente una serie de puntos distribuidos por toda la superficie de un país, formando una malla de triángulos.

Cada uno de estos puntos recibe el nombre de **vértice geodésico**.

El vértice geodésico está representado generalmente por un cilindro de 120 cm. de altura, encima un pedestal de hormigón y pintado de color blanco. En la parte superior del cilindro se sitúa un punto al que se refieren las coordenadas y dónde se sitúan los instrumentos topográficos para realizar las mediciones.



La información de los vértices geodésicos se representa mediante fichas denominadas reseñas. En estas fichas aparece toda la información referente a cada vértice, como: nombre del vértice, término municipal al que pertenece, croquis de acceso, sistema de referencia empleado en el cálculo, proyección utilizada para la representación de coordenadas, coordenadas del vértice, etc.

Para determinar las coordenadas de los vértices geodésicos se parte de las del Punto Astronómico Fundamental. Posteriormente se irán determinando el resto de puntos mediante visuales que formen una malla triangulada. Para lograr esto es necesario medir, con la máxima precisión, los tres ángulos de cada triángulo (triangulación), además de una línea determinada por dos vértices que suele tomarse hacia el centro del país, denominándose **base** que, como su nombre indica, es la base de toda la red geodésica.

A partir de la base, que constituye el lado de uno de los triángulos, y de la medición de los ángulos, se van determinando el resto de las coordenadas apoyándose unos triángulos en otros.

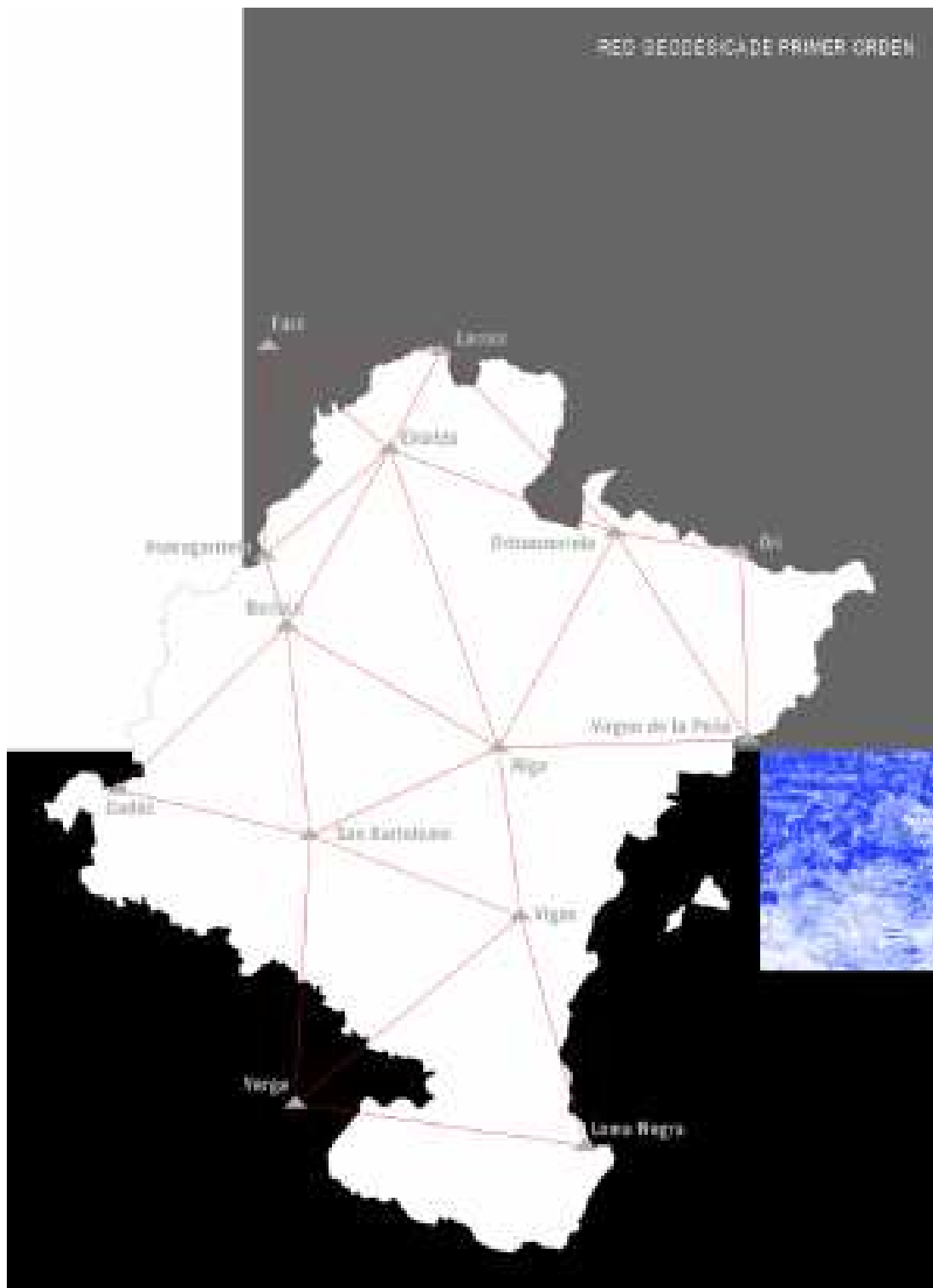
Para evitar en lo posible la lógica acumulación de errores que supone el cálculo de unos triángulos apoyados en los anteriores, se establecen redes geodésicas de distinta precisión y orden. Se disponen redes de primero, segundo y tercer orden con precisiones progresivamente decrecientes.

La **red geodésica de primer orden** está formada por triángulos de 30 a 80 Km. de lado, pudiendo llegar en casos excepcionales a más de 200 Km.

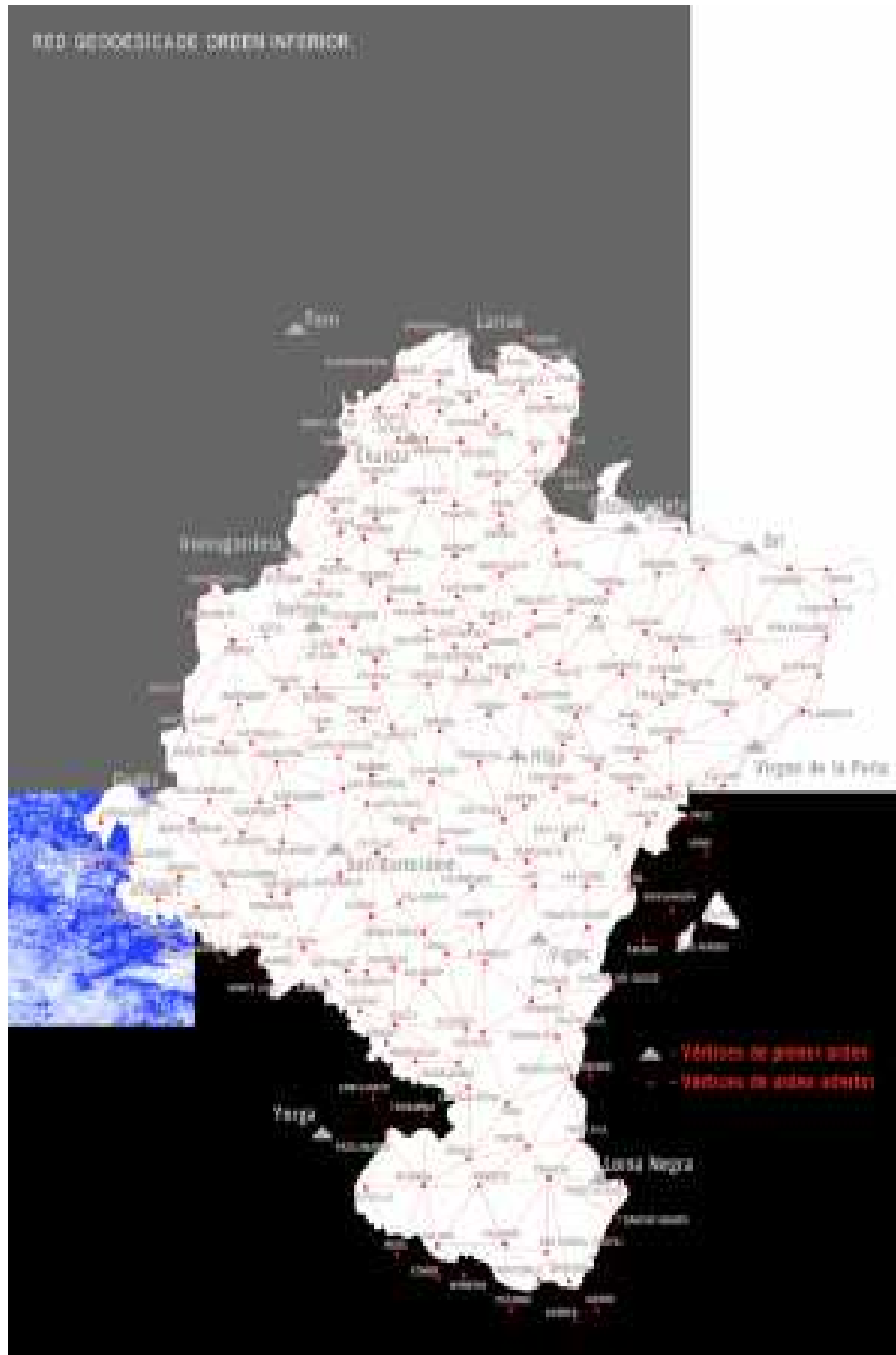
La **red geodésica de segundo orden** se basa en la anterior y tiene triángulos de 10 a 30 Km.

La **red geodésica de tercer orden** se basa en la de segundo y tiene triángulos con lados de 5 a 10 Km.

En el ejemplo siguiente vemos la situación de los vértices geodésicos de primer orden en Navarra



En el ejemplo siguiente vemos como se van acoplando los vértices geodésicos de orden inferior en Navarra.

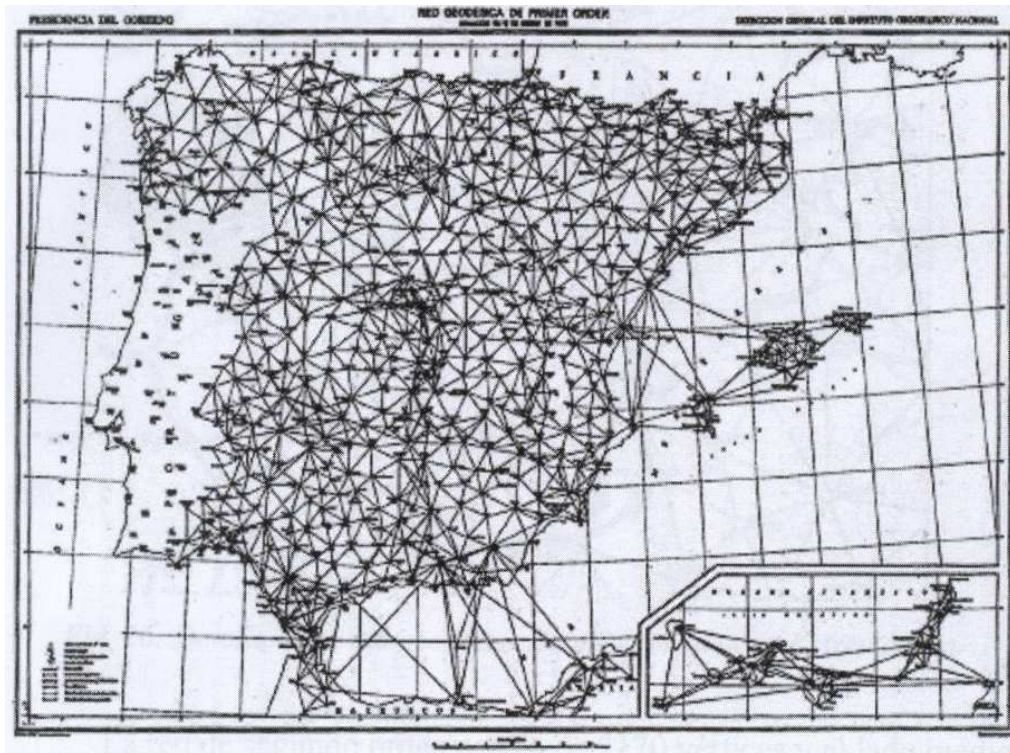


Los triángulos de primer y segundo orden son elipsoidicos, es decir, se calculan sobre el elipsoide, pues con estas dimensiones no se puede prescindir de la esfericidad terrestre. Los triángulos de tercer orden se calculan como planos y el terreno limitado por ellos ya entra dentro del campo de la topografía.

La red geodésica Española

En la actualidad la red geodésica Española está basada en el sistema RE-50. El Datum de referencia es el European 1950 basado en el elipsoide de Hayford y Punto Fundamental en Potsdam (Alemania).

En la siguiente figura se ve la situación de los vértices geodésicos de primer orden en España:



La red de primer orden está formada por un total de 573 vértices, con un espaciamiento medio de unos 40 Km.

La red de segundo orden consta de 2170 vértices y el lado medio de los triángulos oscila entre 10 y 25 Km. Todos los vértices de primer orden también forman parte de esta red, que forma una malla continua por todo el territorio español.

La red de tercer orden está constituida por unos 12.000 vértices.

3.4 CAMBIO DE DATUM. ETRS89

El 29 de Agosto de 2007 el BOE emitió un nuevo Real Decreto por el que se adopta el sistema ETRS89 (European Terrestrial Reference System 1989) como sistema de referencia geodésico (Datum) oficial de España. Se da un tiempo de adaptación que finalizará en el 2011.

El "European Terrestrial Reference System de 1989", **ETRS89**, será el sistema de referencia geodésico para las futuras actuaciones cartográficas, geodésicas y de posicionamiento para toda Europa.

Este sistema lleva asociado, entre otros parámetros, un elipsoide de referencia que es el GRS80 completamente equivalente a nivel usuario con el WGS84. De hecho, el WGS84 deriva del GRS80. Los semiejes mayores de los dos elipsoides son iguales, y la diferencia entre semiejes menores es de alguna décima de milímetro; por eso decimos que podemos confundir a nivel práctico el GRS80 con el WGS84.

Este sistema es geocéntrico y, el centro de masas está definido por las de toda la tierra, incluyendo océanos y atmósfera.

Pero para hacer cartografía no nos basta con un datum o sistema geodésico de referencia; necesitamos además materializar en el terreno ese datum dando coordenadas en ese sistema de referencia a una serie de puntos que existan de verdad sobre el territorio y que podamos utilizar como puntos de coordenadas de partida para nuestros trabajos de posicionamiento. Esto es lo que se denomina 'red geodésica de referencia': el conjunto de puntos o vértices geodésicos con coordenadas en el correspondiente sistema de referencia. El European Terrestrial Reference Frame (ETRF89) es el correspondiente marco de referencia, formado por una serie de puntos (vértices geodésicos) con coordenadas en el sistema ETRS89. En definitiva el marco ETRF89 es la realización práctica en el terreno del sistema ETRS89, y las coordenadas se han calculado utilizando el elipsoide **GRS80 (WGS84)**.



Mapa de estaciones de la Red REGENTE y de las Redes de Orden Superior Balear 98 y Red de Enlace de Canarias

Para adaptarse al ETRF89, España utilizará la red denominada **REGENTE**.

En octubre de 2001, han finalizado las campañas del proyecto con la observación GPS de los 120 vértices del Bloque Norte que restaban.

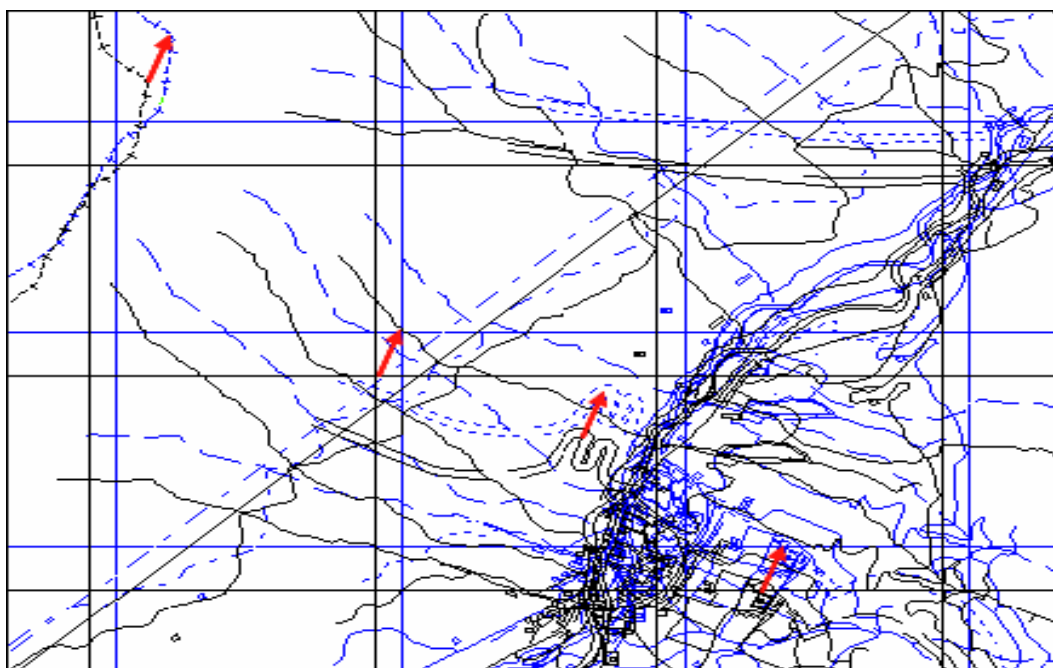
La Red REGENTE, está constituida por 1108 vértices de la Red de Orden Inferior (ROI) y 196 clavos de Nivelación de Alta Precisión (NAP), homogéneamente distribuidos por todo el territorio español, en los cuales se han determinado las coordenadas WGS84 con alta precisión. Se termina así un proyecto iniciado en 1994 y cuyas observaciones se han venido realizando desde entonces.

Una vez finalizada la observación de toda la red, se han emprendido los trabajos de análisis, cálculo y compensación en bloque de la misma, apoyada en la de orden superior IBERIA95, con objeto de obtener las coordenadas definitivas para cada punto REGENTE en el Sistema de Referencia Terrestre Europeo ETRS89.

La red REGENTE tiene una precisión menor o igual a 5 cm.

Conclusiones prácticas

Actualmente el ING ya está emitiendo todos los mapas nuevos referidos al Datum ETRS89. En ellos las coordenadas se desplazan unos 100 metros en dirección Este-Oeste y unos 200 metros en dirección Norte-Sur como se puede apreciar en el siguiente gráfico.



ED50 en Negro ETRS89 en Azul Vectores de desplazamiento en Rojo

En el futuro inmediato, y hasta que no concluya la transición, habrá que tener sumo cuidado a la hora de examinar un mapa y trabajar con el GPS.

Cuando utilicemos el GPS deberemos tener **muy en cuenta** el Datum tanto del mapa como del GPS a la hora de valorar los datos de las coordenadas.

Asimismo cuando carguemos en el GPS una ruta, un track o una serie de waypoints; el Datum de referencia de estos valores será fundamental para coordinar el GPS con el mapa.

Hay que tener presente que la inmensa mayoría de los valores: rutas, tracks y waypoints que actualmente utilizamos a través de Internet u otros medios están referidos al ED50, dado que este es el Datum que, hasta ahora, tenían de referencia todos los mapas oficiales emitidos por el ING.

3.5 GPS (SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL)

El GPS (Global Positioning System, ó Sistema de Posicionamiento Global) fue desarrollado por el Departamento de Defensa de Estados Unidos como un sistema de navegación con precisión, para ser usado con fines militares.

También existen los sistemas GLONASS de la antigua Rusia (hoy en día en desuso) y el GALILEO (Proyecto de la Unión Europea que no estará en servicio hasta el 2011/2014); debido a ello, en este estudio, solo consideraremos el sistema GPS.

El sistema GPS se puede dividir en tres partes o “segmentos”: espacial, de control y de usuario.

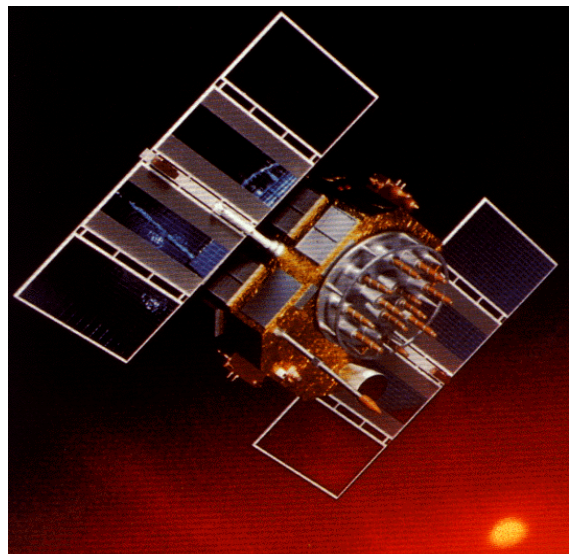
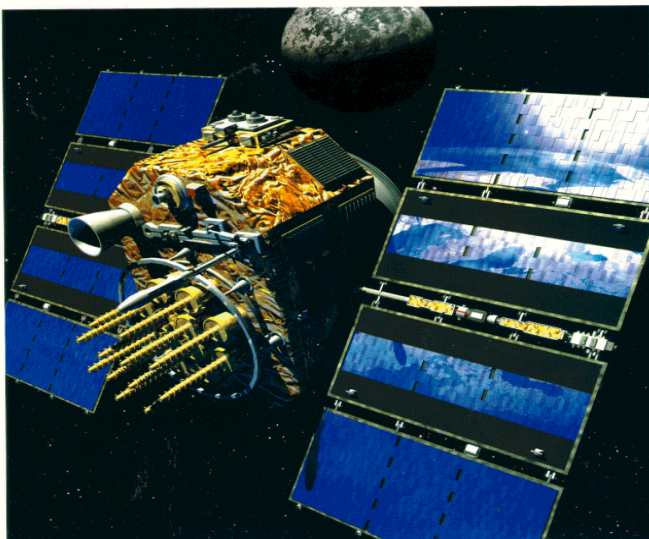
3.5.1 Segmento espacial

Está constituido por los satélites de la constelación NAVSTAR.

Esta constelación está formada por 27 satélites, de los cuales 3 son de reserva y los otros 24 están distribuidos en 6 planos orbitales (cada uno de ellos con 4 satélites en una órbita -0,03 de excentricidad- prácticamente circular, a 20.180 Km. de altitud)



Estos 6 planos están igualmente espaciados entre si en 60° y forman un ángulo de unos 55° con el plano definido por el Ecuador.



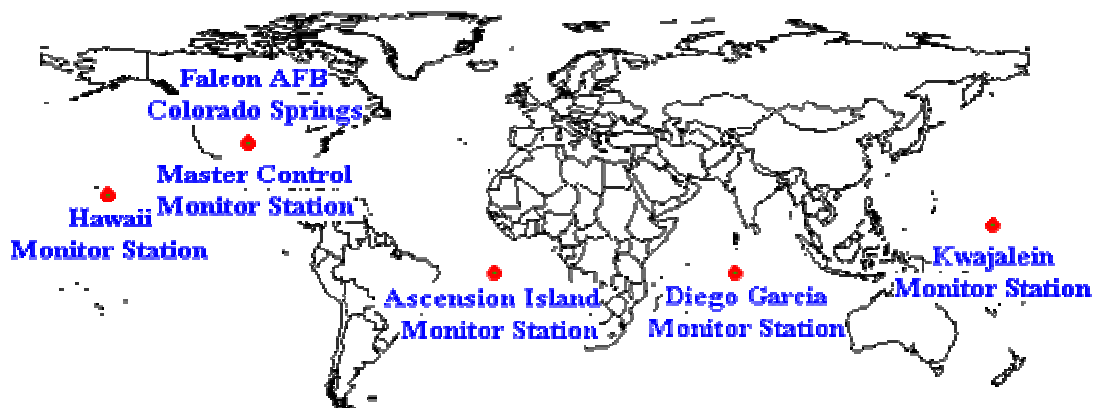
La constelación NAVDTAR, así configurada, permite que sobre el horizonte de cualquier lugar de la Tierra puedan verse simultáneamente entre 6 y 11 satélites, lo cual posibilita la continuidad de las observaciones durante las 24 horas del día.

La energía eléctrica que requieren los satélites para su funcionamiento la adquieren a partir de dos paneles compuestos de celdas solares adosados a sus costados.

3.5.2 El segmento de control

La constelación NAVDTAR está controlada desde tierra a través de una serie de cinco estaciones de seguimiento repartidas por todo el planeta. Existe una estación central (la de Colorado Spring) y otras cuatro secundarias (Hawai, Ascensión, Diego García y Kwajalein)

Peter H. Dana 5/27/95



Global Positioning System (GPS) Master Control and Monitor Station Network

Las estaciones de seguimiento están espaciadas regularmente en longitud.

Su misión es la de estar en continua comunicación con los satélites, recibiendo las señales emitidas por estos para así poder determinar sus órbitas con gran exactitud.



La información recogida en las estaciones secundarias es enviada a la principal, donde se procesa adecuadamente. Luego, es enviada de nuevo a los satélites, corrigiendo posibles desviaciones si las hubiera. De esta forma, desde tierra se lleva a cabo el control de los satélites.

En este sentido hay que tener en cuenta que, debido a la fuerza de la gravedad, el tiempo no transcurre igual en las órbitas de los satélites que en la superficie terrestre por lo que se necesita un reajuste sistemático para compensarlo.

La Estación Maestra de Control transmite a los satélites:

- Parámetros de predicción de Órbitas
- Correcciones en los relojes de los satélites (atómicos)
- Modelos de la Ionosfera
- Comandos a los satélites

3.5.3 Segmento de usuario

Está Formado por los instrumentos que nosotros, los usuarios, necesitamos para utilizar el sistema GPS de cara a la navegación y el posicionamiento.

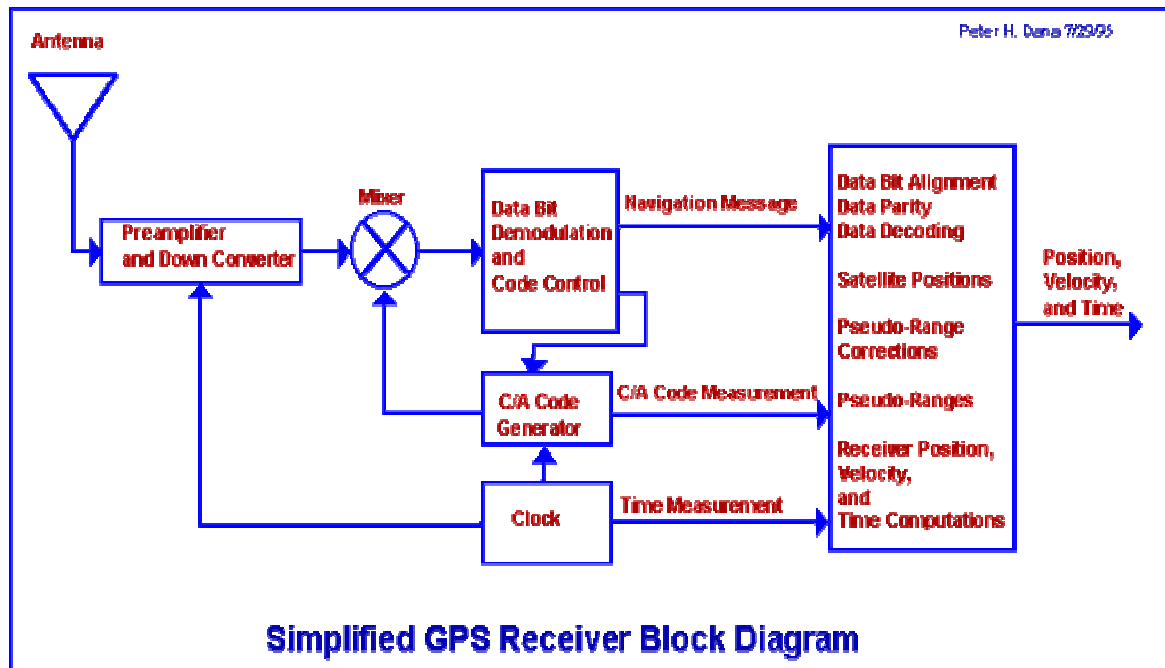
En nuestra actividad este instrumento es el Terminal receptor, conocido como Unidad GPS que puede adquirirse en las tiendas especializadas.



Como se ha dicho para poder usar la tecnología GPS hace falta disponer de un aparato receptor de GPS. Hoy en día se trata de aparatos muy ligeros de aspecto y dimensiones similares a los de un teléfono móvil. También existen dispositivos específicos para automóviles.

Las principales funciones de la unidad receptora GPS son las siguientes:

- a) Sintonizar las señales emitidas por los satélites.
- b) Decodificar el mensaje de navegación.
- c) Medir el retardo de la señal (desde el transmisor hasta el receptor) a partir de los cuales calculan la posición.
- d) Presentar la información de la posición en la que se encuentra.



3.6 BASES DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA GPS

La base de todo el sistema consiste en una medición (lo más exacta posible) de las distancias, entre el receptor y los satélites NAVSTAR, para los que en un momento dado tiene cobertura el receptor.

Para intentar alcanzar una mejor comprensión del tema vamos a tratar por separado los diversos aspectos que lo componen.

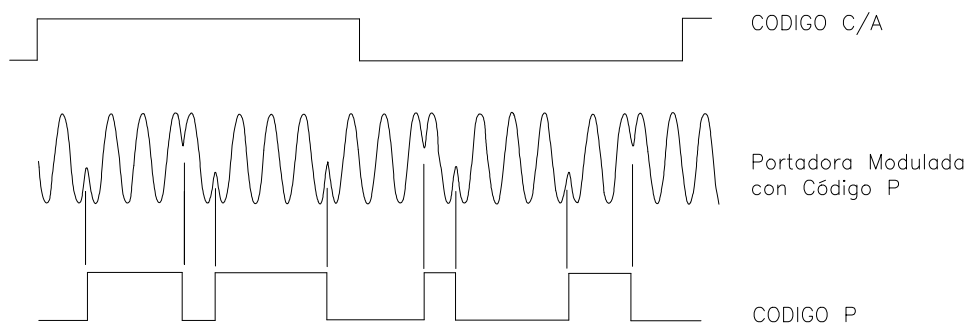
3.6.1 Señales emitidas por los satélites

Los osciladores de los satélites generan una **frecuencia fundamental** de 10,23 MHz. De esta se derivan el resto de las frecuencias utilizadas, en concreto, las dos **frecuencias portadoras** L1 y L2, obtenidas de la siguiente forma:

a) Fundamental (10,23 MHz) $\times$ 154 = Portadora L1 (1575,42 MHz).

b) Fundamental (10,23 MHz) $\times$ 120 = Portadora L2 (1227,60 MHz).

Estas dos frecuencias portadoras (L1 y L2) se denominan con la letra L porque pertenecen a dicha banda de radiofrecuencias, la cual está comprendida entre 1 y 2 GHz. Estas frecuencias se propagan a la velocidad de la luz.



Sobre estas frecuencias portadoras se transmiten dos códigos:

a) Código C/A (Course /Acquisition), es el de menor frecuencia y por lo tanto menor precisión (el error mínimo posible son 3 metros). La frecuencia es la fundamental dividida por 10, es decir, 1,023 MHz. Esta señal es la reservada a usos civiles en el llamado SPS (Standard Positioning Service, o Servicio de Posicionamiento Standard). Se transmite sobre la portadora L1.

b) Código P (Precise), se transmite directamente a la frecuencia fundamental (10,23 MHz), ofrece mayor precisión (el error mínimo es de 30 cm.) y se utiliza en el denominado PPS (Precise Positioning Service, o Servicio de Posicionamiento Preciso). Se transmite sobre las portadoras L1 y L2. No es utilizable por los receptores civiles y su uso es exclusivamente militar. Utiliza dos frecuencias portadoras para compensar los errores debidos a las condiciones ionosféricas.

El conjunto completo de datos, que los satélites envían en los códigos, está dividido en cinco subconjuntos de seis segundos de duración cada uno, lo que hace que el conjunto completo tiene un ciclo de tiempo de 30 segundos. En ellos podemos encontrar:

Subconjunto 1: Datos de los parámetros de los relojes de los satélites.

Subconjuntos 2 y 3: Datos de las efemérides transmitidas.

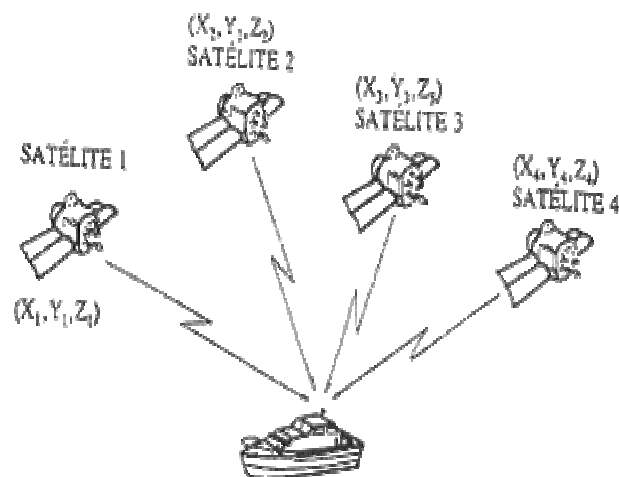
Subconjuntos 4 y 5: Datos del almanaque y parámetros Ionosféricos

Los subconjuntos 4 y 5 no se repiten cada 30 segundos. Ambos subconjuntos contienen 25 páginas que aparecen sucesivamente. Cada página contiene los datos de almanaque de un satélite, de tal modo que se dispone del contenido total de información cada 12.5 minutos.



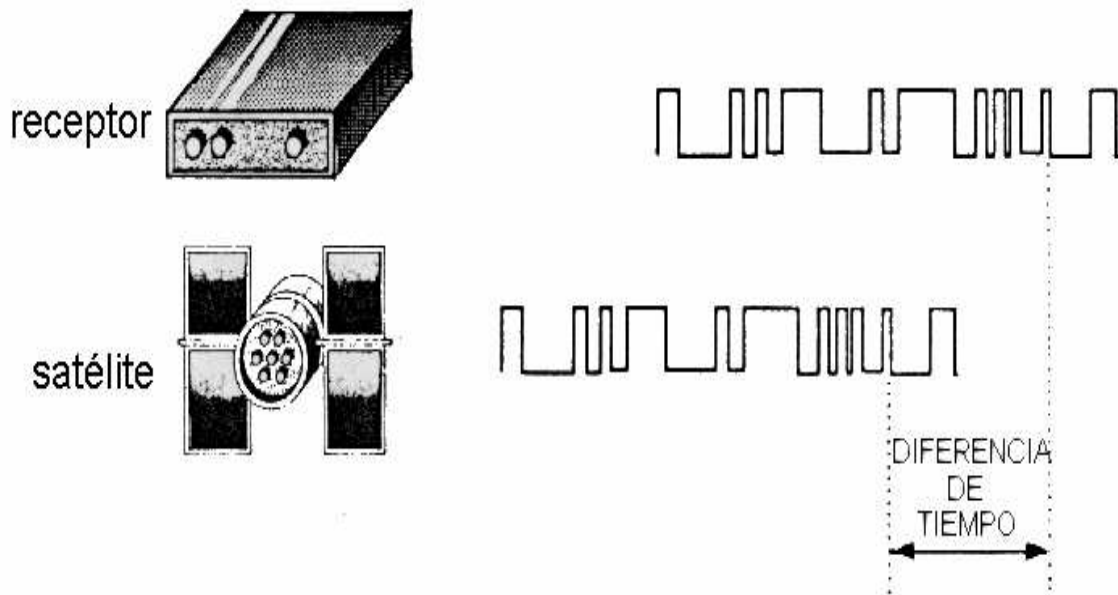
3.6.2 Medición de la distancia a los satélites

El concepto es muy sencillo, se basa en que los satélites emiten señales sincronizadas (al mismo tiempo) en forma de ondas de radio, las cuales “viajan” a la velocidad de la luz (aproximadamente 300.000 Km./seg. en el vacío).

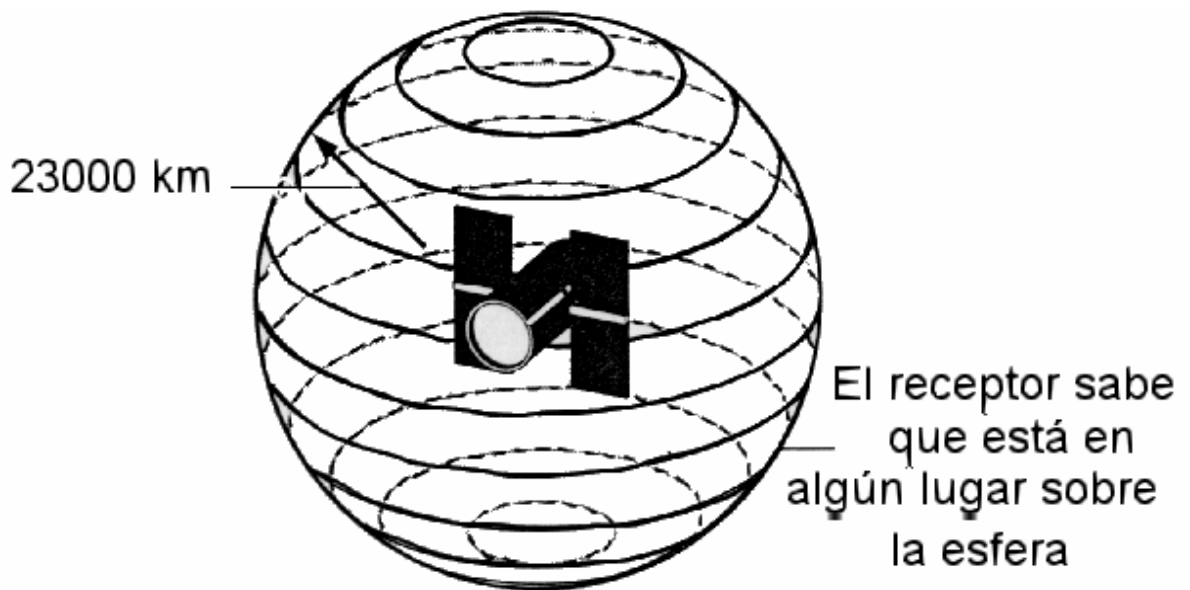


Si sabemos, por una parte, la situación del satélite en el espacio y el momento en que emite la señal; y por otra, el momento en la recibe el receptor. El cálculo de la distancia es tan sencillo como aplicar la fórmula:

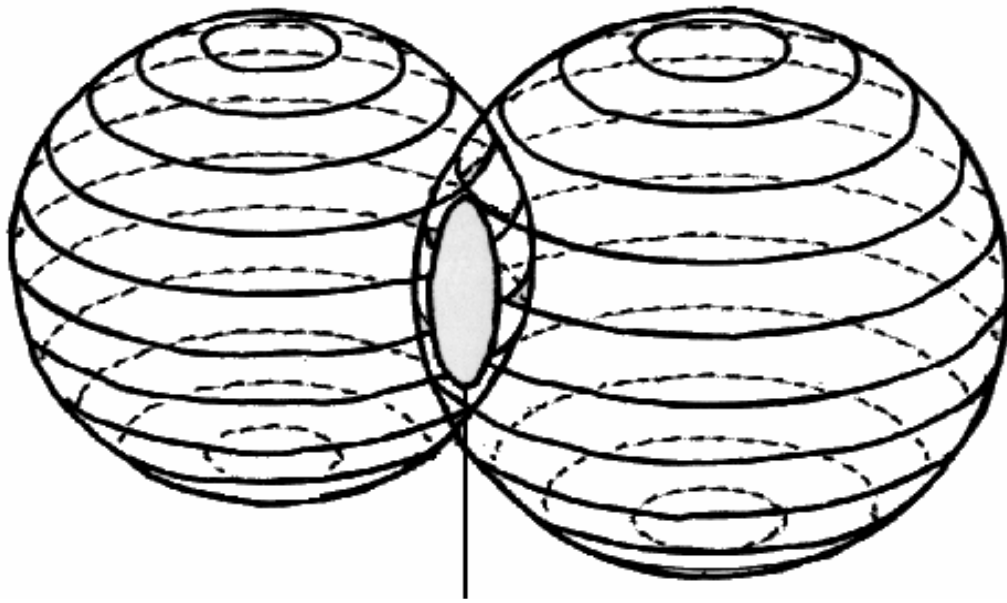
$S = C \times \Delta t$ donde C es la velocidad de la luz y Δt el tiempo transcurrido durante el “viaje” de la señal desde el satélite al receptor.



Si esta distancia es, por ejemplo de 23.000 Km., está claro que estaremos situados en algún punto de la superficie de una esfera que, con centro en el satélite, tiene 23.000 Km. de radio.

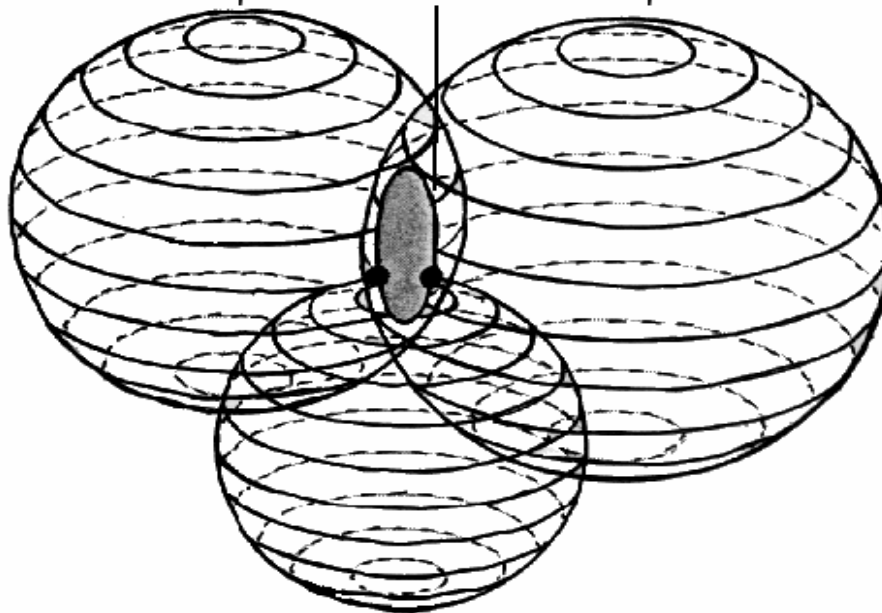


Si disponemos de las distancias a dos satélites, las posibilidades se reducen, y nos encontraremos en algún punto de la circunferencia de intersección entre las dos esferas. Estas esferas tienen sus centros en cada uno de los satélites y los radios son la distancia a cada uno de ellos.



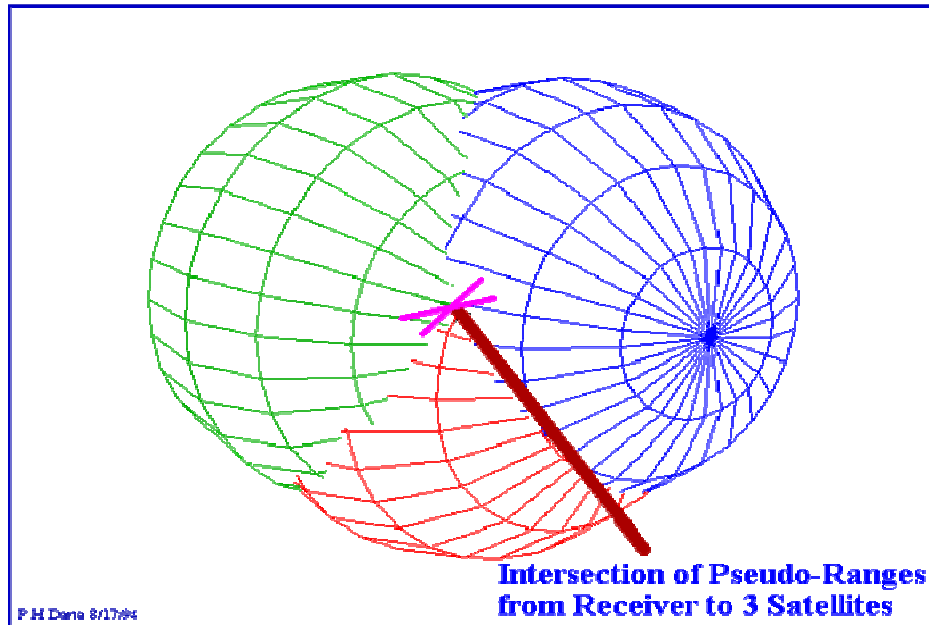
Por último, si disponemos además de la distancia de un tercer satélite, nuestra posición estará determinada por la intersección de la tercera esfera con la circunferencia anterior. La intersección de una esfera con una circunferencia da como resultado dos puntos en el espacio, que serán los únicos en los que podemos encontrarnos si disponemos de las distancias a tres satélites distintos.

Tres mediciones ubican al receptor en uno de dos puntos



Uno de los puntos se puede descartar porque ofrece una posición absurda respecto a la situación del receptor. De esta manera ya tendríamos la posición en 3-D. Sin embargo, dado que el reloj que incorporan los receptores GPS no está sincronizado con los relojes atómicos de los satélites GPS, los dos puntos así determinados no son precisos.

Si añadimos un cuarto satélite, y hacemos que el reloj del receptor se sincronice con el de este último satélite, eliminaremos el inconveniente de la falta de sincronización entre los relojes de los satélites y el del receptor. Y es, en este momento, cuando el receptor GPS puede determinar una posición en 3-D exacta (latitud, longitud y altitud).



De todo lo anterior se deduce que, para considerar completamente fiable la información que recibimos por el receptor GPS, necesitamos que éste tenga cobertura al menos con cuatro satélites

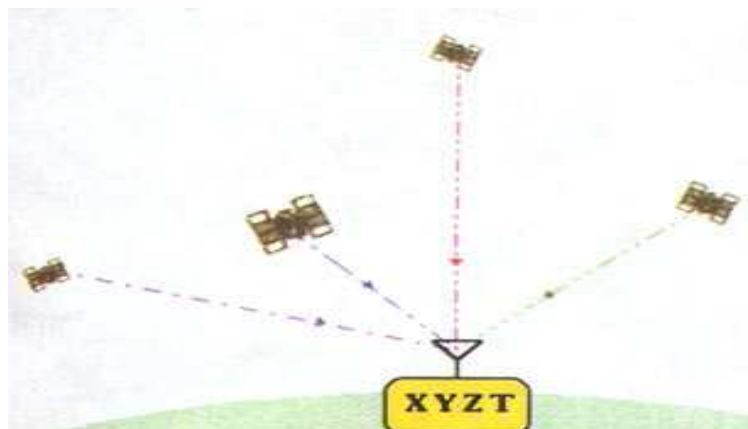
3.6.3 Cálculo de coordenadas

Lo expuesto en el apartado anterior vale para tratar de explicar, de una forma física, el funcionamiento del sistema GPS, pero la realidad no es así.

El reloj que tiene el receptor es de una calidad y precisión muy inferior a la de los satélites, por lo que no puede sustituir ni simular el funcionamiento del cuarto satélite como habíamos supuesto en el ejemplo.

Lo que si hace realmente la “unidad de control del receptor”, es resolver un sistema de cuatro ecuaciones con cuatro incógnitas.

Para ello se basa en las mediciones de los cuatro satélites, considerando una ecuación por cada medición, con una incógnita por cada coordenada (X, Y, Z) y una cuarta que será la desviación del reloj del receptor.



Consideremos la ecuación de una esfera de centro (X_0, Y_0, Z_0) y radio R :

$$(X - X_0)^2 + (Y - Y_0)^2 + (Z - Z_0)^2 = R^2$$

En nuestro caso disponemos de cuatro esferas con radios: R_1, R_2, R_3 y R_4 y con valores:

$$R_1 = C \times \Delta t_1; \quad R_2 = C \times \Delta t_2; \quad R_3 = C \times \Delta t_3 \text{ y } R_4 = C \times \Delta t_4$$

Donde “ C ” es la velocidad de la luz y “ Δt_n ” es el intervalo de tiempo que transcurre desde que el satélite “ n ” envía la señal hasta que el receptor la capta.

Teniendo en cuenta que la distancia así calculada contiene cierto error derivado de la imprecisión del reloj del receptor, podemos corregirla introduciendo una nueva incógnita que será la desviación de dicho reloj. Generalmente se designa por CB (Clock Bias). De esta manera tendremos:

$$R_1 = (C \times \Delta t_1) - CB; \quad R_2 = (C \times \Delta t_2) - CB; \quad R_3 = (C \times \Delta t_3) - CB \text{ y } R_4 = (C \times \Delta t_4) - CB$$

Por lo tanto, el sistema de ecuaciones quedaría establecido de la siguiente forma:

$$(X - X_1)^2 + (Y - Y_1)^2 + (Z - Z_1)^2 = (R_1 - CB)^2$$

$$(X - X_2)^2 + (Y - Y_2)^2 + (Z - Z_2)^2 = (R_2 - CB)^2$$

$$(X - X_3)^2 + (Y - Y_3)^2 + (Z - Z_3)^2 = (R_3 - CB)^2$$

$$(X - X_4)^2 + (Y - Y_4)^2 + (Z - Z_4)^2 = (R_4 - CB)^2$$

Donde (X, Y, Z) son las coordenadas del punto que queremos determinar, CB es la desviación del reloj y (X_n, Y_n, Z_n) las coordenadas de los centros de cada una de las esferas conocidas.

Como ya habíamos apuntado, es la “unidad de control” del receptor GPS quien irá resolviendo continuamente esta ecuación presentándonos los datos finales en pantalla, además de utilizarlos para realizar otras funciones adicionales que veremos más adelante.

3.6.4 Fuentes de error en el sistema

Existen varias fuentes de errores, ajenas al propio receptor, que influyen en el resultado final. La suma de todas ellas son unos pocos metros que no tienen repercusión práctica en nuestra actividad.

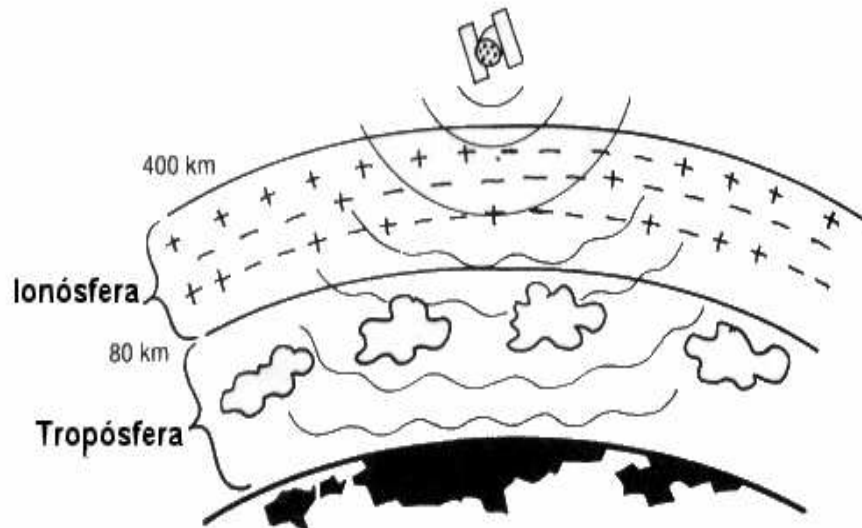
Las principales son:

Disponibilidad selectiva (SA)

Con objeto de impedir el uso militar de los receptores, el gobierno de los EEUU decidió controlar la precisión del sistema mediante un Programa de **Disponibilidad Selectiva** o **SA** (Selective Availability). Con ello la precisión de los receptores se reducía a unos 50 ó 100 metros, que podía aumentar en función de las políticas que adoptase el Departamento de Defensa de EEUU. En la actualidad el programa SA está desactivado y es improbable que vuelva a ponerse en marcha pues, actualmente, es posible suprimir la señal GPS en áreas con conflicto bélico.

Retraso ionosférico y atmosférico

Las ondas de radio que emiten los satélites “viajan” a la velocidad de la luz (300.000 Km./seg.) en el vacío, pero cuando se propaga por otro medio existe un cierto retraso que, aunque es muy pequeño, afecta a las mediciones efectuadas dado que estas van en función del tiempo que tarda en llegar la señal desde el satélite al receptor.



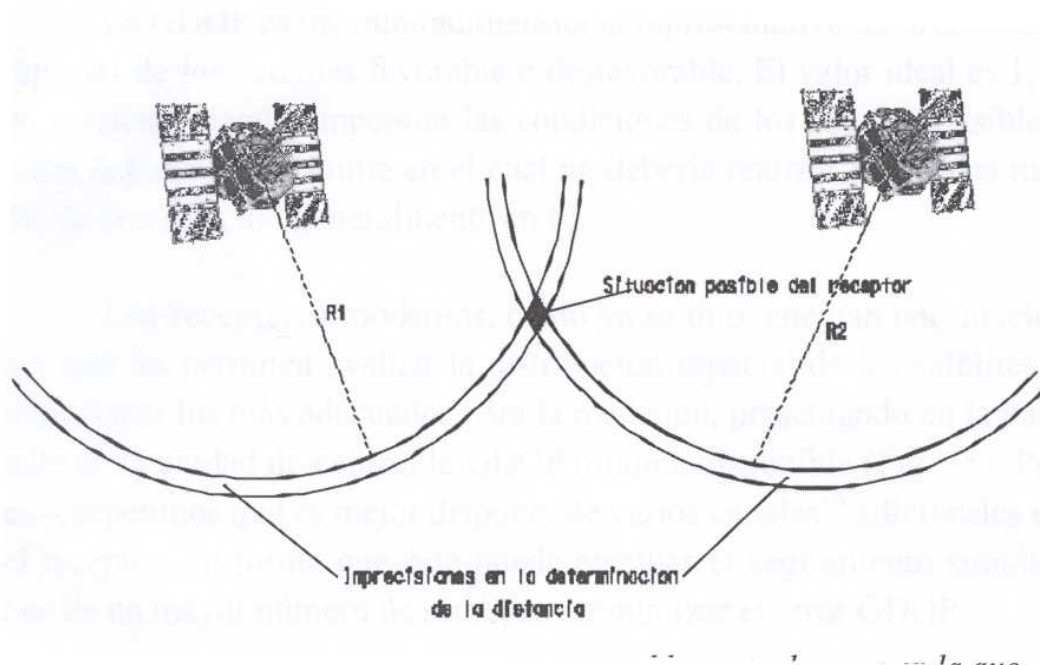
El principal problema se encuentra en la ionosfera. Allí, debido a la radiación solar, una parte de las moléculas de gas existentes se ionizan liberando electrones durante el proceso. Estos electrones libres afectan directamente a la propagación de las señales de radio.

Una vez atravesada la ionosfera queda la troposfera, en la cual, la variación de temperatura del aire seco y la presencia de vapor de agua influyen también en la propagación de las señales de radio.

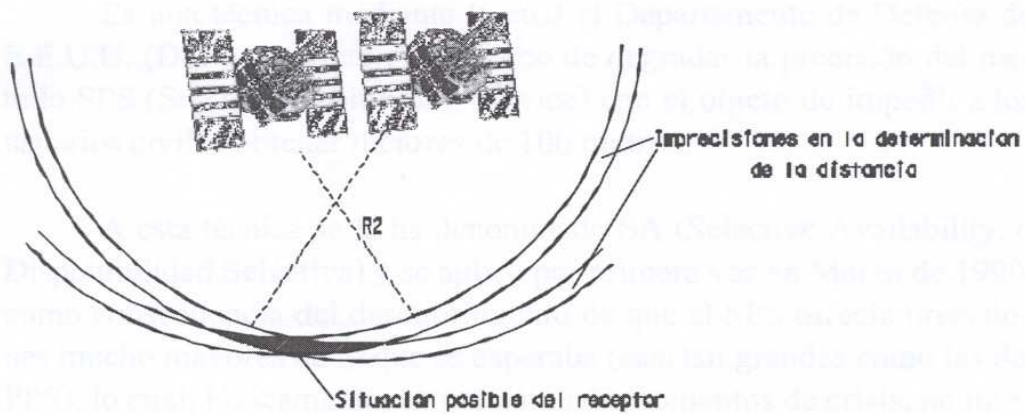
Geometría satelital

La precisión final obtenida depende, no solo del número de satélites para los que el receptor tiene cobertura, sino también de la disposición geométrica que estos ocupen en el espacio.

Si están muy separados en el espacio el área de incertidumbre es pequeña.



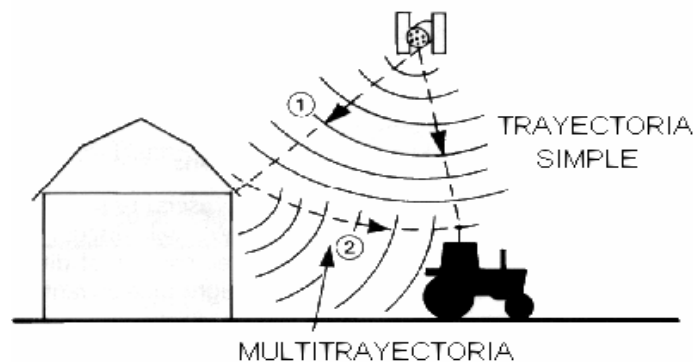
Si están más juntos el área de incertidumbre aumenta



La precisión se deteriora en la medida que los satélites se encuentran más cercanos en el espacio, produciendo un ángulo pequeño con vértice en la antena del receptor y por lo tanto una definición pobre de la intersección de las esferas del modelo matemático correspondiente a estos satélites.

Multitrayectoria

Se produce por el rebote de las ondas de radio contra obstáculos como edificios, laderas de montaña etc.

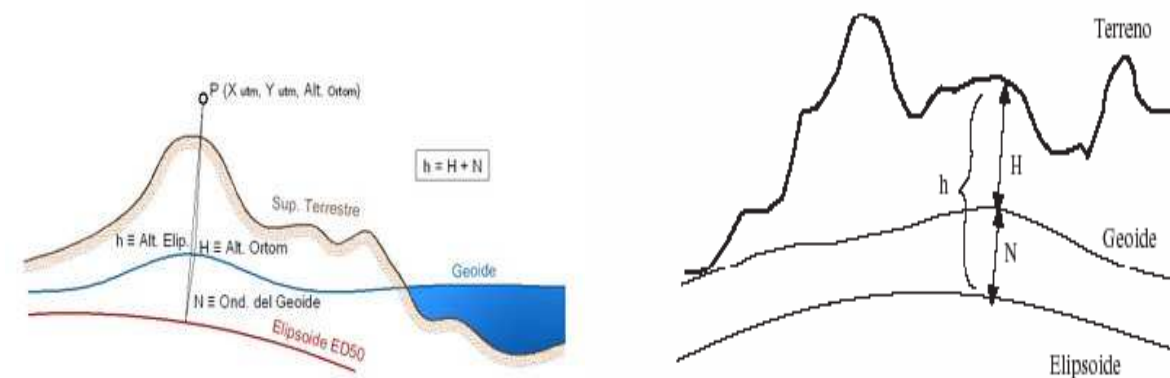


Esto da lugar a un retraso en la recepción de las señales emitidas por los satélites.

3.6.5 Altura medida por el sistema GPS

El sistema GPS considera dos alturas: la elipsoidal y la ortométrica

DIFERENCIA ENTRE ALTURA ELIPSOIDAL Y ORTOMÉTRICA



Para un punto P del terreno estas alturas quedarían definidas de la siguiente manera:

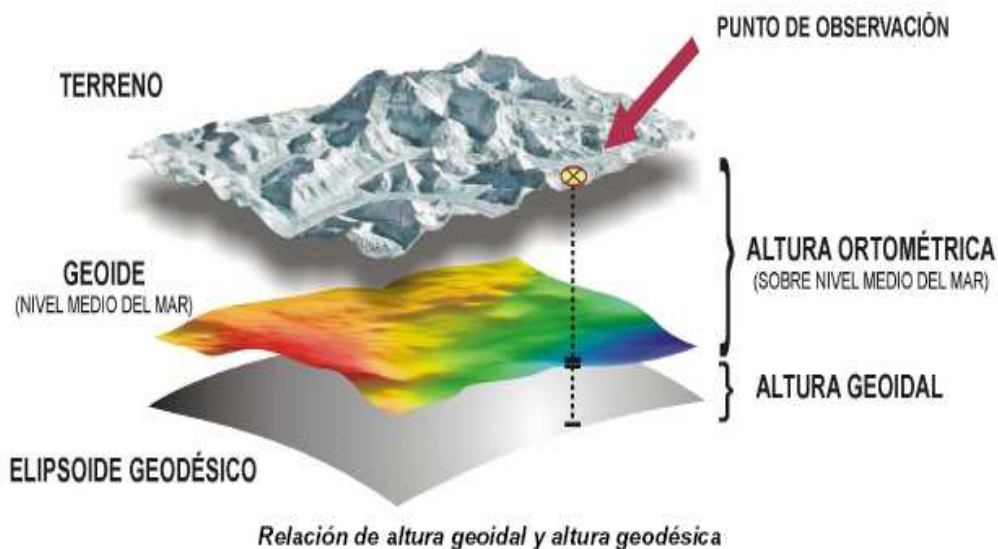
Altura elipsoidal: Es la altitud del punto P con respecto a la superficie del elipsoide de referencia. La podemos representar por la letra h .

Altura ortométrica: Es la altitud del punto P con respecto a la superficie del geoide. Se representa por la letra H . Las alturas ortométricas son también consideradas alturas sobre el nivel medio del mar.

La relación entre estas alturas viene vinculada por la formula: $H = h - N$, donde N representa la Altura Geoidal debida a la ondulación del geoide respecto al elipsoide.

$$H = h - N$$

La relación se ilustra en la figura siguiente:



3.7 USO DEL RECEPTOR GPS. CONCEPTOS BÁSICOS

El receptor GPS aporta, a nuestra actividad, las siguientes ventajas:

- a) En cualquier momento podemos saber las coordenadas de nuestra posición por lo que, si tenemos un mapa, la orientación hacia un punto de destino es sencilla.
- b) Nos permite programar con antelación la actividad que vamos a realizar, guiándonos luego durante su ejecución.
- c) Se puede grabar la actividad que se realiza y, a continuación, se puede almacenar en una base de datos para un uso posterior.

Estas actividades se llevan a cabo mediante el uso de: waypoints, rutas y tracks.

Waypoint

La palabra viene compuesta del inglés **way** (camino) y **point** (punto), Son, por lo tanto, puntos de referencia en un recorrido que graba y/o almacena el GPS.

Ruta

Una ruta es un conjunto de waypoints que, siguiendo un orden predeterminado, van indicando un recorrido. La unión entre los waypoints se realiza en línea recta.

Track

Se puede traducir del inglés como sendero o camino. Es un conjunto de puntos sin nombre, definidos por unas coordenadas, de tal forma que unidos dan una referencia bastante precisa del recorrido.

Actualmente en el mercado hay varias marcas que comercializan los receptores GPS y, cada una de estas marcas, tiene una gran variedad de modelos. Por otra parte, los modelos van evolucionando con el paso del tiempo y, como ocurre con todos los aparatos ligados a la informática y la electrónica, lo que hoy es el “no va más” en un tiempo relativamente corto queda desfasado por la salida al mercado de otros con mejores prestaciones. Debido a todo ello, es imposible explicar un funcionamiento del GPS que se adapte a todos los modelos.

No obstante, para poder tener una idea bastante clara de su uso, vamos a elegir el modelo que adquirió el Grupo de Montaña Trasgu Andayón para realizar sus actividades. Este es un Vista HCx de la marca Garmin. La marca Garmin es la más popular en actividades de montaña y, el modelo Vista HCx, es de la gama media. Soporta mapas y tiene todas las funciones básicas que se utilizan para la montaña. Se adjunta el manual de usuario para un estudio en mayor profundidad.

Nosotros, lo que vamos a hacer, es explicar las funciones y pantallas sin entrar en detalles demasiado concretos, de forma que los conceptos se puedan extrapolar a otros modelos.

Para ello vamos a dividir el estudio en dos partes: operaciones y páginas.

3.7.1 Operaciones

Crear Waypoints

Se pueden utilizar los siguientes métodos:

a) Crearlo en la posición actual. Si estamos en la página “mapa” se pulsa el botón de dirección hasta que aparecen en pantalla los datos del waypoint para las coordenadas del lugar en que estamos. Si queremos podemos cambiar datos antes de aceptar con el “OK”. Una vez aceptado el Waypoint queda creado con los datos que en ese momento tiene. También se puede crear un waypoint en la posición actual si en la página “menú principal” usamos la opción Mark (marcar).

b) Crearlo en una posición del mapa diferente a la que, en este momento, estamos. Para ello, desde la página mapa, se utiliza el botón de dirección para situar el cursor en el lugar donde queremos crear el waypoint. Se da un pequeño “clic” en el botón de dirección y aparecerá un mensaje preguntándonos si queremos crear un waypoint. Si decimos que “sí”, aparecerán en pantalla los datos del waypoint para las coordenadas donde se haya situado el cursor. Como en el caso

anterior, si queremos podemos cambiar datos antes de aceptar con el “OK”. Una vez aceptado el Waypoint queda creado con los datos que en ese momento tiene.

Símbolo del waypoint

Nombre del waypoint

Marcar waypoint

046

Nota

06-JUL-07 9:12:22AM

Posición

N 40°25.220'
W 003°42.344'

Altura

364m

Desde puntero de mapa

N 0m

Media Mapa OK

Página Marcar waypoint

c) Crearlo proyectándolo desde un waypoint existente. Para ello debemos de abrir la página de información de un waypoint existente, Se pulsa el botón “menú” y se elige la opción “Proyectar waypoint”. Se abrirá una nueva página “proyectar waypoint”. En ella se introducirá la distancia y el rumbo del nuevo waypoint. Luego, se pulsará el botón “salir” y el nuevo waypoint quedará creado, con unas coordenadas situadas a la distancia y con el rumbo que hayamos introducido, respecto al waypoint de origen.

d) Crearlo introduciendo las coordenadas y demás datos manualmente. Iremos a la página “menú principal” y elegiremos la opción Mark (marcar). Aparecerá una página con los datos por omisión de la posición actual y un nombre correlativo de waypoint. Mediante el botón de “dirección” iremos recorriendo los diferentes campos, introduciendo en los mismos los datos que creamos oportunos. Luego, pulsaremos “OK” con lo cual quedará creado un nuevo waypoint que contendrá los datos que hayamos introducido.

Una vez creado un waypoint se pueden establecer alarmas de proximidad que, al acercarnos a una distancia determinada por nosotros, nos avise por medio de sonidos (tonos de alarma) de la proximidad del waypoint.

Crear Rutas

En la página “menú principal” elegir la opción “Rutas”. Aparecerá la página de “Rutas guardadas”. Si lo que queremos es crear una ruta nueva, seleccionamos “nuevo” y entramos en una nueva página de “Ruta”. Desde la opción “Selecc sig pto” pulsamos el botón de dirección y nos traslada a la página de “Waypoints”. Aquí, seleccionamos el waypoint con el cual queremos iniciar la ruta y, en la página particular de ese waypoint, pulsamos la opción “Usar” con lo cual el waypoint se incorporará a la ruta.

Desde la opción “Selecc sig pto” volvemos a repetir todas las operaciones anteriores y crearemos el siguiente waypoint de la ruta. Seguiremos actuando de la misma forma hasta que hayamos introducido todos los waypoints.



Página Ruta



Ruta en la página Mapa

A la hora de meter los waypoints hay que tener presente que la ruta se formará uniendo los waypoints, mediante una línea recta, en el mismo orden que los hayamos introducido.

Una vez metidos todos los waypoints que componen la ruta, podemos darle un nombre o dejar el que ella coge por omisión. Luego, pulsaremos el botón “salir” con lo cual la ruta quedará creada.

Se puede cambiar una ruta actuando sobre los waypoints (eliminando, modificando datos, insertando nuevos waypoints o cambiando el orden) para ello se va a la página de “Rutas guardadas” y se elige la ruta. A continuación, desde la página “Ruta” se elige el waypoint sobre el que queremos actuar y se pulsa el botón de “dirección”. Se desplegará un menú con las alternativas antes mencionadas.

Desde la página “Ruta” también tenemos dos opciones: mapa o navegar. Si elegimos “mapa” nos presentará la ruta en la página de “mapa”. Si elegimos “navegar” nos presentará también la ruta en la página de “mapa” pero con las características de la navegación.

Grabar y usar Tracks

Los tracks no se pueden crear con el GPS. Lo que si se puede hacer es crearlos en programas especiales del PC, y luego pasarlos al GPS donde quedarán guardados para un uso posterior. También se pueden grabar en el GPS mientras realizamos un recorrido.



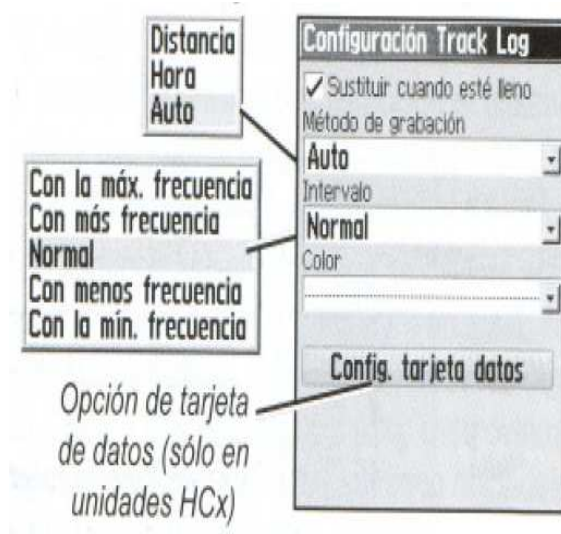
Página Tracks

Veamos las dos facetas:

a) Grabación de tracks: El track se comienza a grabar en el momento que la unidad GPS identifica una posición. Por este motivo, si queremos grabar un track, lo primero que tenemos que hacer es borrar todos los puntos que hasta ese momento hayamos grabado, de forma que el primer punto que comience a grabar sea también el primero del track. Para ello vamos a la página “menú principal” y elegimos la opción “Tracks”. Una vez en la página de “Track Log” ejecutamos la opción “Borrar” y, en ese momento, el “Porcentaje de memoria utilizada” pasará a ser 0%.

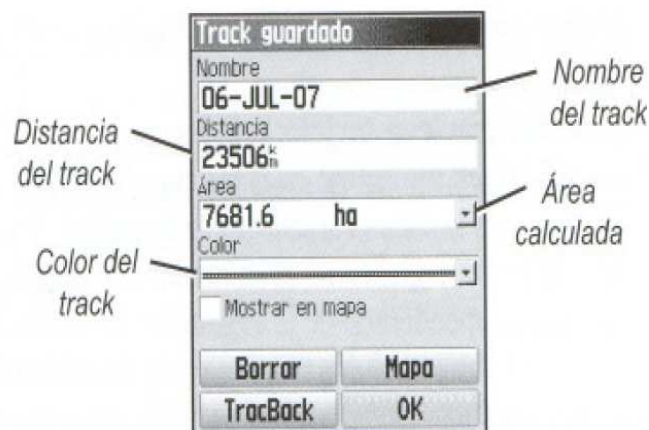
A partir de aquí, y a medida que vayamos caminando, se irán grabando los puntos que formarán el track. Los puntos se van uniendo a medida que se van creando y, el recorrido que conforma el track, se verá reflejado en la página de mapa.

Se puede configurar la forma de grabar el track. Desde la página “Track Log” optamos por la opción “Configurar” que nos llevará a la página “Configuración del Track Log”.



En la opción “Método de grabación” tenemos tres opciones: marcar un punto cada cierta distancia, marcar un punto cada cierto tiempo o dejar que el GPS marque los puntos en automático. Los valores de la distancia o el tiempo los determinamos nosotros y, en la opción automática, también decidiremos la frecuencia.

Una vez realizado el recorrido, si queremos, podemos guardar el track. Para ello en la página “Track Log” iríamos a la opción “Guardar”.



Página Track guardado

b) Uso del track: Se puede usar un track existente para guiarnos en la navegación. Los tracks se reflejan en la página “mapa” por lo que solamente tendremos que seguirlos para realizar la ruta que tienen grabada.

Para ver un track guardado, en la página “Track Log”, elegiremos dicho track y luego, en la página “Track guardado”, optaremos por la opción “Mapa”. El GPS nos llevará a la zona de la página “mapa” donde está grabado el track.

3.7.2 Páginas

Existen cuatro páginas principales (se van rotando con el botón “Salir”) y otras adicionales que se pueden acoplar, desde la página Menú Principal”, a la rueda de las principales.

Las páginas principales son: Mapa, Compás, Altimetro y Menú Principal.

Página Mapa

La página “mapa” nos presenta un mapa base que incluye ciudades, autopistas y carreteras, pero con la tarjeta microSD se pueden incluir todo tipo de mapas (en nuestro caso los de curvas de nivel son los más interesantes). Para ello se utiliza un programa de PC llamado MapSource.

La página tiene dos modos de funcionamiento: de posición y de exploración.

a) El modo de posición es que se utiliza por omisión. En el nos presenta el mapa con la zona en la cual estamos y el indicador de posición (Δ) nos señala la ubicación actual.

b) El modo de exploración se activa pulsando el botón de “dirección”. Con este botón podemos desplazar el puntero del mapa por el mismo. Un recuadro en la parte superior de la pantalla nos indicará las características de la posición donde está situado el puntero.

El mapa se puede orientar de dos maneras: con el Norte siempre arriba o según la dirección del recorrido. La primera opción es como un mapa convencional con el Norte siempre en la parte superior y, la segunda opción, nos va orientando el mapa según vamos caminando de forma que el trayecto recorrido estará en la parte inferior y el que previsiblemente vamos a recorrer quedaría en la superior.

El botón menú nos da acceso a una serie de opciones para configurar el mapa. Éstas son: Detener y Reanudar la navegación, Volver a calcular una ruta, Cambiar los campos de datos, Mostrar indicaciones por texto, Configurar el mapa, Medir la distancia entre el puntero y nuestra ubicación, Activar o Desactivar el filtro y Restablecer los valores iniciales.

Página Compás

La página compás es útil para orientarnos respecto a un destino. Previamente hay que activar el destino indicándolo con un Waypoint (función “Ir a”) o con una ruta (función “navegar”).

Para la orientación dispone de dos elementos fundamentales: el compás y el puntero de rumbo.



a) El compás se va orientando con los datos que el receptor GPS recibe de los satélites, pero cuando estamos parados estos datos varían de forma que no dan una ubicación fija. La imprecisión de la ubicación hace que el compás cambie continuamente de dirección con la desorientación que esto conlleva.

Para evitar esto, lleva incorporado un compás electrónico que funciona como un compás magnético. De esta manera cuando bajamos de una velocidad durante un periodo de tiempo (los valores de velocidad y de tiempo los determinamos nosotros) se activa el compás magnético con lo cual el compás siempre tendrá una orientación correcta.

b) El puntero se puede usar con dos modalidades: rumbo o ruta. Cuando se usa como rumbo (la más común) el puntero siempre apuntará hacia el destino. Si se usa como ruta nos indicará la desviación con respecto a la ruta programada que conduce al destino.

Para seguir el rumbo correcto deberemos de girar hasta que el puntero marque de frente, es decir, en la misma dirección que nosotros caminamos.



Página Vista

También existe la opción de marcar un rumbo hacia una referencia visual y luego navegar hacia allí.

El botón “menú” nos da acceso a una serie de opciones de la página Compás. Estas opciones son las siguientes: Marcar el rumbo hacia un objeto que se pueda ver, Detener o Reanudar la navegación, Volver a calcular una ruta o un destino, Seleccionar y cambiar los datos que complementan la página, Calibrar el compás electrónico y Restablecer los valores iniciales.

Página Altímetro

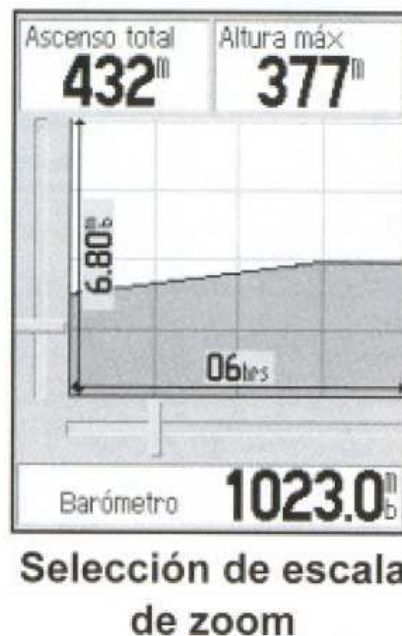
La página Altímetro se utiliza para visualizar las variaciones de la altura o de la presión barométrica. En el caso de la altura, muestra un perfil con las variaciones de altura respecto a la distancia recorrida o al tiempo transcurrido. El caso de la presión barométrica, el perfil es de la variación de la presión respecto al tiempo transcurrido.

El receptor GPS lleva incorporado un altímetro para aumentar más la precisión. Cuando estamos en una ubicación donde conocemos el valor exacto de la altura o de la presión atmosférica, podemos calibrar el altímetro para que el dato de altura sea más preciso.

El gráfico de perfil va acompañado de otros campos que nos muestran datos interesantes que podemos elegir.



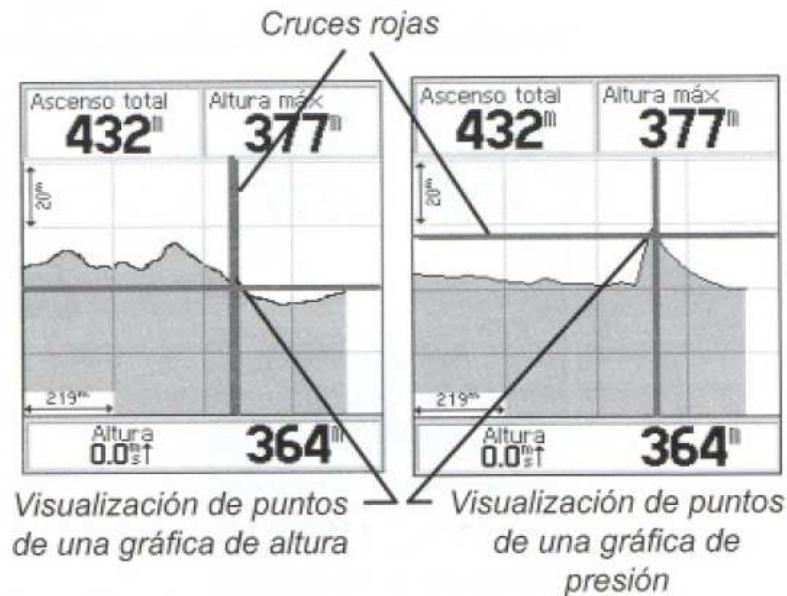
Para tener una mejor percepción de la altura o de la presión, es conveniente que la escala del eje vertical sea menor que el del horizontal. Para ello se utiliza el botón de “dirección”. Si lo movemos hacia arriba o hacia abajo ajustaremos la escala del eje vertical. Si lo movemos hacia la izquierda o hacia la derecha ajustaremos la escala del eje horizontal.



Si bien, por omisión, el gráfico refleja los valores de la actividad que se está realizando en este momento; hay otra función muy interesante y es el poder mostrar el perfil de una ruta o de un track previamente guardado. Se puede acceder a esta opción desde el menú de la ruta o del gráfico que queremos visualizar.

Una vez visualizado el gráfico tenemos otra función también interesante y que consiste en poder desplazarse por los puntos que forman dicho gráfico. Para ello se utiliza el botón de “dirección”, moviéndolo de izquierda a derecha. Según vamos recorriendo los puntos se irán

reflejando los valores de los mismos en los campos de datos. Si queremos ver la situación en el mapa de un punto concreto pulsaremos el botón de dirección.



El botón “menú” nos da acceso a una serie de opciones de la página Altímetro. Estas opciones son las siguientes: Elegir gráfico de altura (en el tiempo o la distancia) o gráfico de presión (en el tiempo), Establecer las escalas, Elegir los campos de datos que queremos que acompañen al gráfico, Poner a cero los datos de altura, Calibrar el altímetro y Restablecer los valores iniciales.

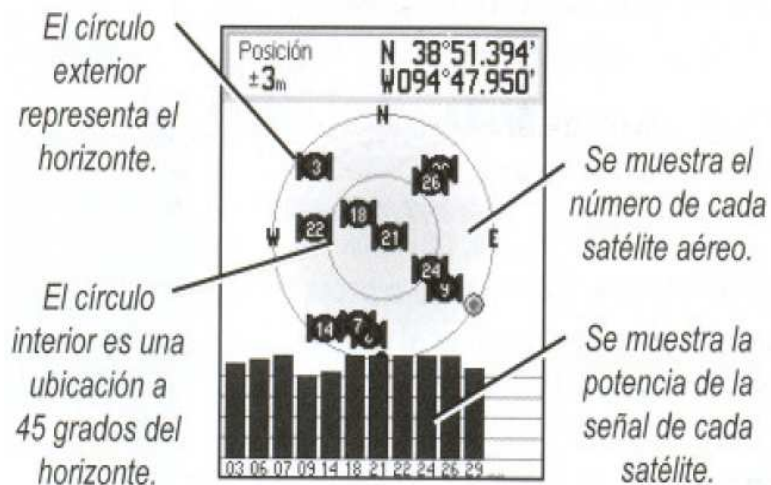
Página menú principal

La página menú principal contiene configuraciones y funciones que no se encuentran en las páginas principales ni en los submenús de dichas páginas.

A continuación vamos a ver las principales páginas y funciones que contiene la página menú principal.

Página satélite

Esta página aparece cuando se enciende el GPS, y permanece visible mientras dura la toma de datos hasta obtener la ubicación correcta.



Una vez obtenida la ubicación, el GPS, nos presenta la página de “mapa” mostrándonos el lugar donde nos encontramos.

Podemos volver acceder a la página “satélite” a través del menú principal.

El menú de opciones permite: Activar o Desactivar el receptor GPS, Orientar los anillos donde están situados los satélites hacia el Norte o hacia el Track actual, Usar uno o más colores para identificar los satélites, Mostrar la altura actual y Volver a captar datos de ubicación cuando nos hayamos desplazado más de 600 millas con el GPS apagado.

Página Procesador de trayecto

La página procesador de trayectos muestra datos de navegación. Tenemos dos opciones de presentación de datos: Números pequeños (muestra 8 campos de datos) y Números grandes (muestra 3 campos de datos).

Ctackm tray.	Veloc. máx
224 ^m	8.7 ^k _h
Tiempo mov.	Media en mov.
02 ^m 18 ^s	5.8 ^k _h
Detenido	Media total
34 ^m 00 ^s	0.0 ^k _h
Altura	
364 ^m	
Cuentackm	
0.22 ^k _m	

**Página Procesador
de trayecto**

En cada campo de datos se puede elegir la información que deseamos. Para grabar los datos de una actividad se deben de poner a cero los valores antes de iniciarla.

El menú de opciones permite: Cambiar la presentación (números grandes o números pequeños), Elegir que valores nos presenta cada campo, Poner todos los valores a cero y Restablecer los valores iniciales.

Página Autopista

La página autopista es otra manera de navegar donde se muestra la ruta o el track como si estuviese tendido sobre una gran llanura y, el trayecto, tomase la forma de una autopista en dicha llanura.

Velocidad	Distancia a sig.
0.0 ^k _h	109 ^m
ETA en dest	Tpo hasta sig.
10:02 ^a _m	00:10 ^m _s
 El mapa muestra una representación simplificada de una autopista en una llanura. Se ve una línea que representa la carretera, con un triángulo negro que indica la posición actual del usuario. Hay una etiqueta que dice 'Calle de Silva(NE)'. En la parte inferior derecha del mapa, se ve el número '162'.	

Página Autopista

Lleva también 4 campos de datos como información paralela.

El menú de opciones permite: Activar o Detener la navegación, Elegir los valores que nos presentan los campos de datos y Restablecer los valores iniciales.

Página configurar

Esta página contiene un nuevo menú que se visualiza en una nueva página denominada “Configuración menú”. Esta nueva página es la última los detalles del funcionamiento del receptor GPS. Las principales opciones para configurar el receptor son:

a) Sistema. Podemos decidir sobre: Activar o no el sistema GPS, Activar o no WAAS/EGNOS, Establecer el tipo de pilas, Decidir que la unidad se apague cuando pierde la alimentación externa y Activar o no las alarmas de proximidad.

b) Pantalla. Se puede elegir un modo de pantalla, el tiempo que permanece activada la retroiluminación y el nivel de brillo.

c) Interfaz. Se utiliza para transferir archivos a la tarjeta microSD. Los archivos (normalmente mapas) se transfieren desde un PC.

d) Orden de páginas. Sirve para establecer las páginas que deseamos aparezcan en la “rueda” de presentación de páginas que rotamos con el botón “salir”. Podemos eliminar, insertar y cambiar el orden de aparición. También se pueden añadir otras páginas diferentes de las principales.

e) Mapa. Se utiliza para personalizar la visualización de la página “mapa”.

f) Hora. Podemos elegir la representación horaria. El formato (12 ó 24 horas) y uno de los 24 husos horarios internacionales.

g) Unidades. Establece el tipo de unidades que presenta para mostrarnos la distancia, velocidad, altura y presión atmosférica. **También se utiliza, y esto es sumamente importante, para elegir el sistema de presentación de las coordenadas y el datum en que se representan.** En este sentido cabe resaltar que el receptor siempre trabaja con el sistema WGS84, y lo único que estamos decidiendo es la transformación de las coordenadas -para su representación- del WGS84 al datum que elijamos.

Rumbo. Sirve para decidir la orientación respecto al Norte Verdadero, Magnético o Cuadrícula.

i) Calibración. Desde aquí se puede calibrar el compás y el altímetro.

3.8 PROGRAMAS DE PC PARA USAR CON EL GPS

La interacción entre el PC y el GPS es imprescindible para nuestra actividad.

Con el GPS obtenemos y almacenamos datos (waypoints, rutas y tracks) mientras realizamos un itinerario. Luego los traspasamos al PC donde, convertidos en archivos, los almacenamos para un uso posterior.

Con el PC podemos visualizar estos datos (waypoints, rutas y tracks) sobre el mapa para estudiar la actividad realizada. También podemos, basándonos en el mapa, crear waypoints, rutas y tracks. Por último, tanto los datos (waypoints, rutas y tracks) que se crean, como los que tenemos almacenados en archivos, se pueden enviar al GPS para que nos guíen en la siguiente ruta.

Otra función, específica para los GPS que soportan mapas, es transferir los mapas del PC al GPS.

En el mercado hay varios programas de PC para realizar lo descrito anteriormente. Los más populares son: MapSource, OziExplorer y CompeGPS. Nosotros, como la misión de este curso no es estudiar todos los programas existentes, vamos a centrarnos en dos.

Uno será el “MapSource” puesto que es el que Garmin proporciona y recomienda para el intercambio de datos (especialmente mapas) entre sus unidades GPS y el PC. El otro va a ser el “OziExplorer” dado que es, con diferencia, el más extendido en el mercado y el más versátil en todo lo que se refiere a la interacción con el GPS.

Otro aspecto a considerar es la extensión de los archivos de datos. Cada programa tiene su propia extensión. Al guardar los archivos de datos cada programa utiliza su propio formato con la extensión correspondiente. Asimismo, cada programa solo lee sus propios archivos y, por consiguiente, solo reconoce su propia extensión.

Las extensiones de los tres programas antes mencionados son:

CompeGPS. Waypoints (WPT), Rutas (RTE) y Tracks (TRK).

Ozi Explorer. Waypoints (wpt), Rutas (rte) y Tracks (plt).

MapSource. Waypoints, Rutas y Tracks (gdb).

Existen programas que permiten traducir los diferentes formatos de los archivos de datos. El más popular es “GPSTable”.

Otra forma de hacerlo es cargar el archivo de datos (waypoints, ruta o Track) de un programa de origen al GPS y, a continuación, pasar los archivos de datos del GPS al programa destino.

En los últimos años fue creado un formato universal (extensión “GPX”) que se está imponiendo. El GPX (GPS Exchange Format) es un formato XML ligero para el intercambio de datos de GPS (waypoints, rutas y tracks) entre aplicaciones. Al contrario que otros formatos propietarios de datos de GPS, que solo pueden ser entendidos por el programa que los ha creado, los ficheros GPX incluyen una descripción de su contenido, permitiendo a cualquiera crear programas que puedan leer su información.

Cabe resaltar que los datos guardados, en la tarjeta microSD del GPS, son en formato GPX.

3.8.1 Programa MapSource

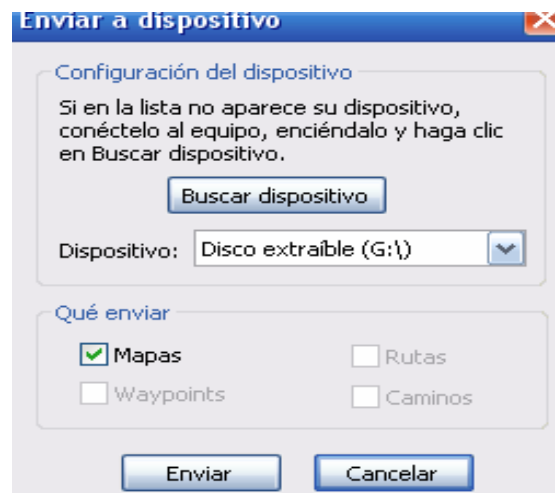
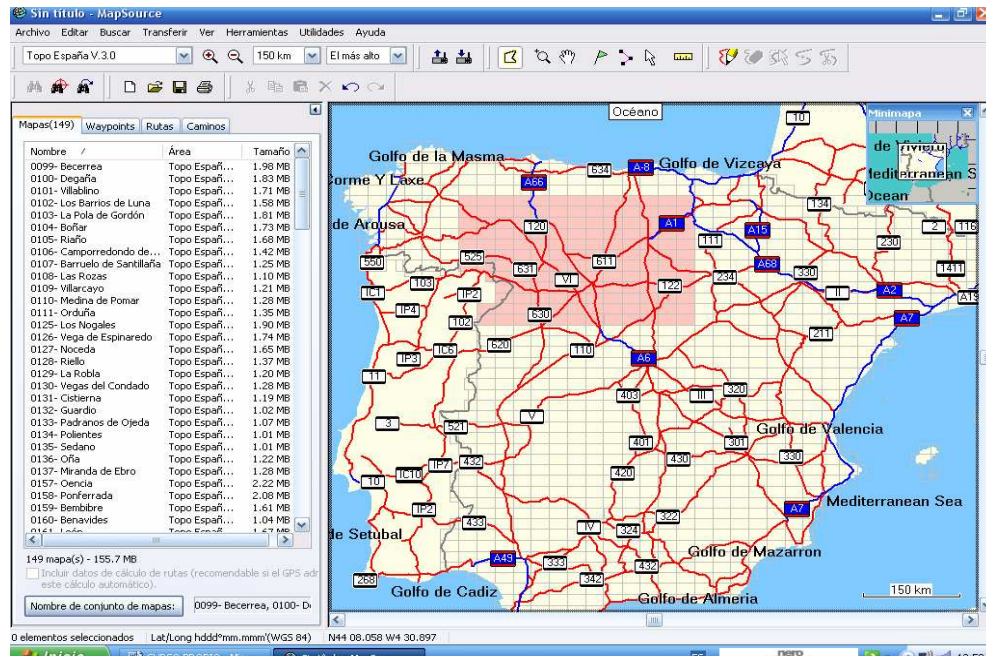
Una vez conectada la unidad GPS a un puerto USB del PC se pueden realizar las siguientes funciones: Enviar mapas al GPS, Enviar datos (waypoints, rutas y tracks) al GPS y Recibir datos (waypoints, rutas y tracks) del GPS.

Enviar mapas al GPS

a) Seleccionar los mapas que deseamos enviar. Seleccionamos “Mapa” en el menú desplegable de “Herramientas” (También se puede usar la herramienta “Mapa”). Se arrastra el puntero haciendo “clic” y seleccionando los mapas que deseamos enviar. Los mapas seleccionados aparecen sombreados de color rosado. El nombre y tamaño se muestra en la “barra de estado” a la

izquierda de la pantalla. También se muestra el tamaño total de los mapas seleccionados. Esto es importante puesto que lo tenemos que tener presente para no sobrepasar la capacidad de la tarjeta microSD del GPS.

Se puede retirar la selección de un mapa haciendo “clic” (con el puntero) sobre el mismo.

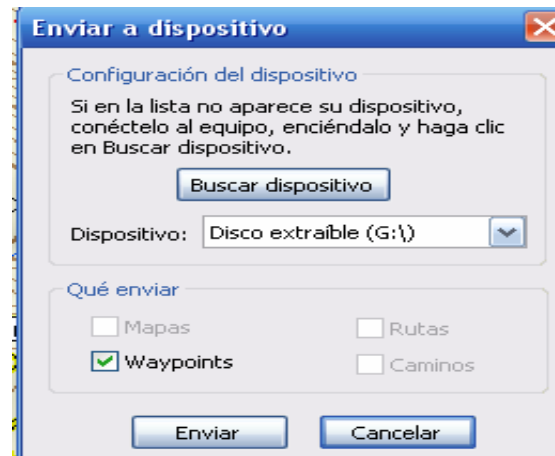
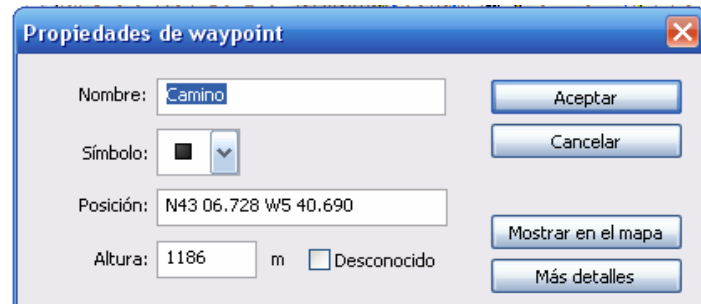


b) Enviar los mapas al GPS. Seleccionamos “Enviar a dispositivo” en el menú desplegable de “Transferir” (También se puede utilizar la herramienta “Enviar a dispositivo”). Aparecerá una nueva ventana con la identificación del GPS y marcando el tipo de datos que se van a enviar (En este caso mapas). En esta nueva ventana se selecciona “Enviar” y se transfieren los mapas al GPS.

Crear y enviar waypoints al GPS

a) Crear Waypoints. Seleccionamos “Waypoint” en el menú desplegable de “Herramientas” (También se puede utilizar la herramienta “Waypoint”). A continuación, situamos el cursor en el lugar donde queremos crear el Waypoint y hacemos “clic”. Se abrirá una nueva ventana con las propiedades del Waypoint.

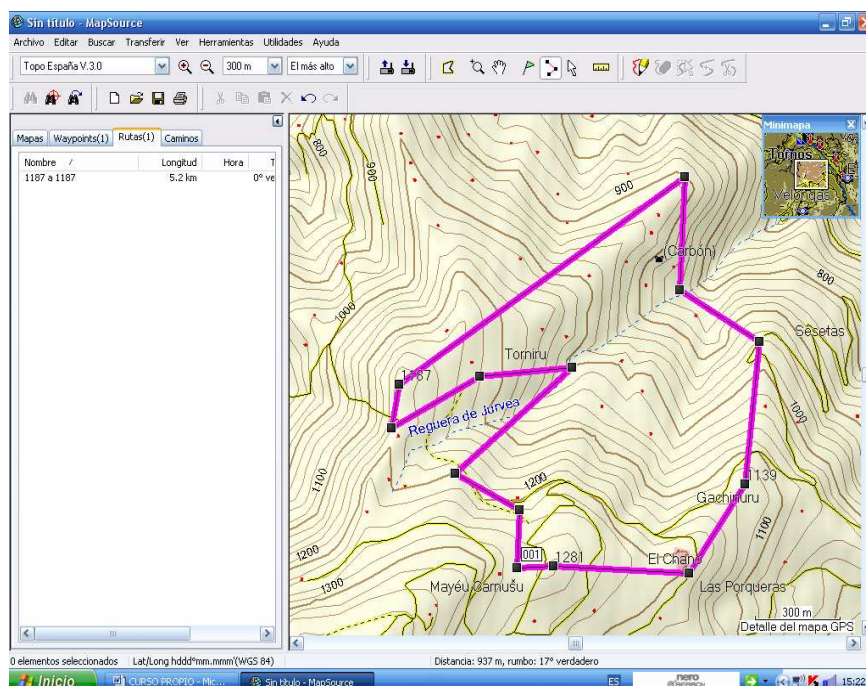
El nombre y el símbolo aparecen por omisión. Si queremos los podemos cambiar. Finalmente se selecciona “Aceptar” y el Waypoint queda creado.



b) Enviar waypoints al GPS. Seleccionamos “Enviar a dispositivo” en el menú desplegable de “Transferir” (También se puede utilizar la herramienta “Enviar a dispositivo”). Aparecerá una nueva ventana con la identificación del GPS y marcando el tipo de datos que se van a enviar (En este caso Waypoints). En esta nueva ventana se selecciona “Enviar” y se transfieren los waypoints al GPS.

Crear y enviar rutas al GPS

a) Crear una ruta. Hay dos maneras de crear una ruta: Directamente sobre el mapa o mediante el cuadro de diálogo “Propiedades de Ruta”.

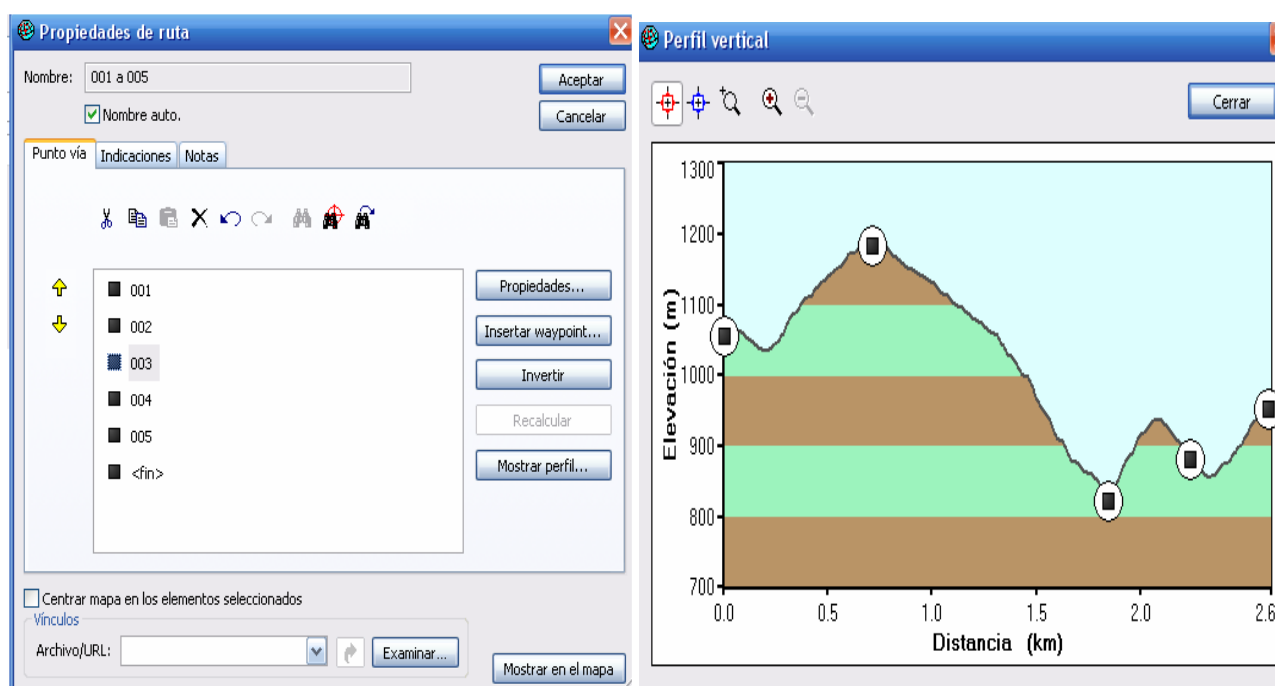


En el primero de los casos seleccionamos “Ruta” en el menú desplegable de “Herramientas” (También se puede utilizar la herramienta “Ruta”). Luego, con un “clic” del puntero se irán marcando los diferentes puntos de la ruta.

La ruta quedará así formada con un nombre por omisión. Podemos cambiar el nombre o cualquier otro dato en el cuadro de diálogo “Propiedades de ruta”.

Otra forma de crear una ruta es con el cuadro de diálogo “Propiedades de ruta”. Para ello es necesario haber creado, previamente, los Waypoints que van a formar la ruta. Al cuadro de diálogo “Propiedades de ruta” se puede acceder seleccionando “Nueva ruta” en el menú desplegable de “Editar” o seleccionando los Waypoints y desplegar el menú para marcar la opción “crear ruta usando los Waypoints seleccionados”.

En este cuadro de diálogo podemos cambiar el nombre de la ruta y colocar, insertar o añadir Waypoints como creamos conveniente. También podemos ver el perfil de la ruta lo cual siempre es interesante de cara a estudiar la actividad.

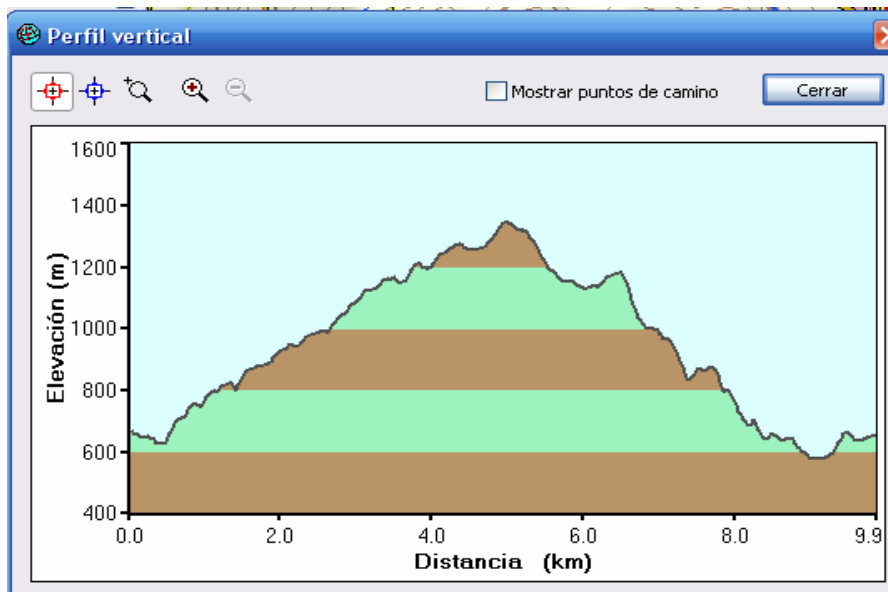
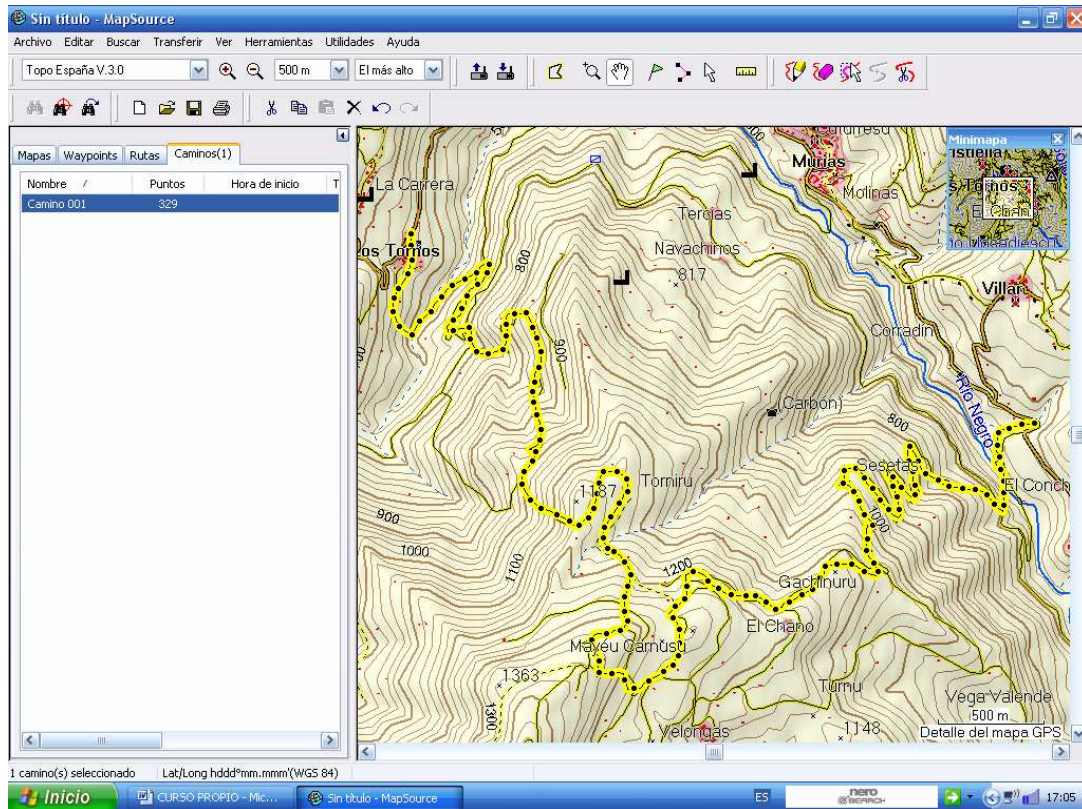


b) Enviar rutas al GPS. Seleccionamos “Enviar a dispositivo” en el menú desplegable de “Transferir” (También se puede utilizar la herramienta “Enviar a dispositivo”). Aparecerá una nueva ventana con la identificación del GPS y marcando el tipo de datos que se van a enviar (En este caso Rutas). En esta nueva ventana se selecciona “Enviar” y se transfiere la ruta al GPS.

Crear y enviar tracks al GPS

a) Crear Track. Seleccionamos “Dibujar camino” en el menú desplegable de “Herramientas” (También se puede utilizar la herramienta “Dibujar camino”). Luego, pulsando el puntero, lo vamos moviendo por donde deseamos crear el track. El track se irá creando a medida que vamos arrastrando el puntero. El nombre del track aparece por omisión a la izquierda de la pantalla.

Haciendo doble “clic” sobre el nombre del Track o seleccionando “Propiedades de camino” en el menú desplegable de “Editar” accedemos al cuadro de diálogo “propiedades de camino”. En este cuadro de diálogo podemos cambiar el nombre del track y mostrar el perfil que, como en el caso de ruta, siempre es muy interesante de cara a estudiar la actividad.

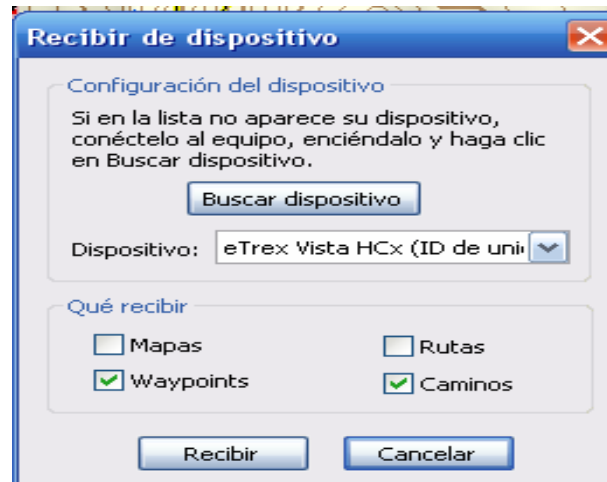


b) Enviar track al GPS. Seleccionamos “Enviar a dispositivo” en el menú desplegable de “Transferir” (También se puede utilizar la herramienta “Enviar a dispositivo”). Aparecerá una nueva ventana con la identificación del GPS y marcando el tipo de datos que se van a enviar (En este caso Caminos). En esta nueva ventana se selecciona “Enviar” y se transfiere el track al GPS.

Recibir datos del GPS

Seleccionamos “Recibir de dispositivo” en el menú desplegable de “Transferir” (También se puede utilizar la herramienta “Recibir de dispositivo”). Aparecerá una nueva ventana con la identificación del GPS que va a enviar los datos. Nosotros marcaremos el tipo de datos que queremos

recibir y, a continuación, seleccionamos “Recibir” para que el GPS envíe a MapSource los datos solicitados.



Una vez traspasados los datos los podemos ver, situados en su correspondiente mapa, seleccionando un dato (Waypoint, Ruta o Track), desplegando el menú y eligiendo la opción “Mostrar (Waypoint, Ruta o Camino) seleccionado en el mapa.

3.8.2 Programa Ozi Explorer

El programa Ozi Explorer es bastante complejo, por lo que no puede ser misión de este cursillo estudiar hasta el último detalle. Lo que si vamos a considerar son las funciones básicas que relacionan el programa con el GPS.

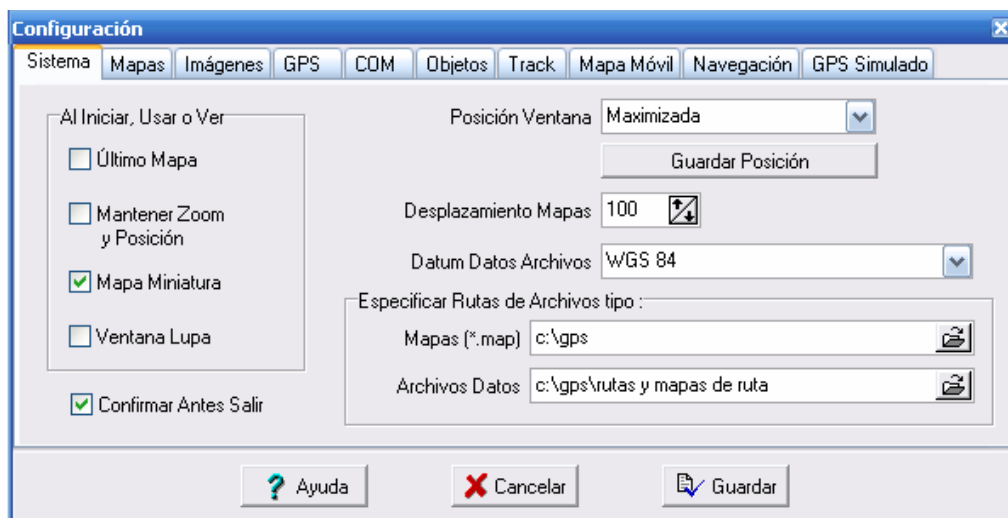
Este programa no puede enviar mapas al GPS. Lo que si hace es intercambiar (enviar y recibir) datos de Waypoints, Rutas y Tracks.

Otra función muy interesante es la de integrar en el sistema mapas digitales obtenidos por scanner o por cualquier otro medio.

Configuración

Se accede por el menú desplegable de “Archivo” o por el icono de la “Barra de herramientas”. Vamos a considerar las pestañas que están relacionadas con el GPS o con mapas.

a) Sistema.



Datum Datos Archivos: Es el Datum que se usa cuando salvamos datos de archivo (waypoints, rutas y tracks). Si queremos, posteriormente, manipular los datos salvados con otros software es conveniente dejar el Datum WGS84. Cuando los presenta en pantalla usará el Datum del mapa para traducirlos.

Mapas (*.map): Debemos indicar el directorio donde OziExplorer debe buscar los mapas.

Archivos Datos: Debemos indicar el directorio donde OziExplorer debe buscar los archivos de datos (waypoints, rutas y tracks).

El resto de las casillas son personales por lo que cada cual debe de configurarlas a su criterio.

b) Mapas.

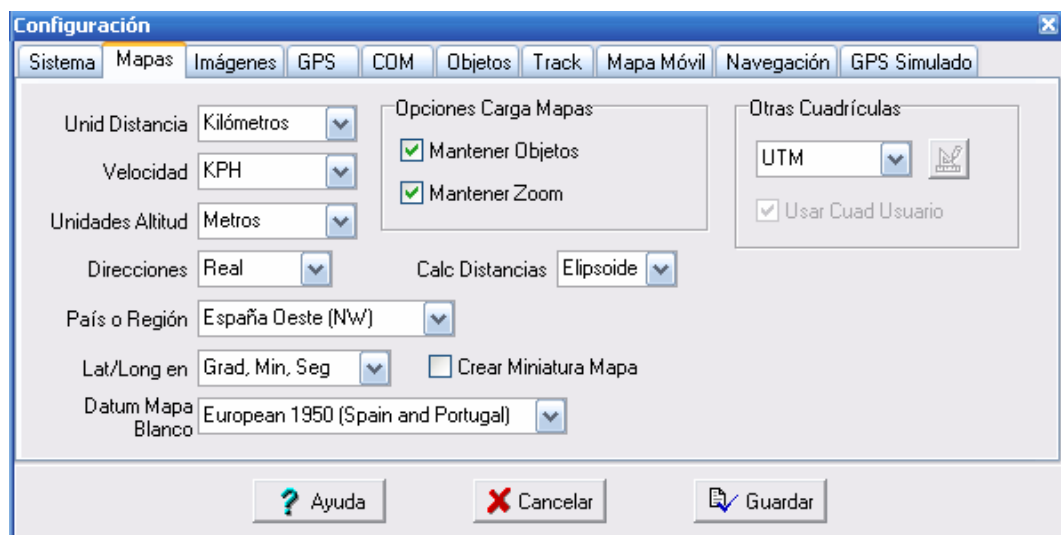
Unidad Distancia, Velocidad y Unidades Altitud: Elegimos unidades para la distancia, velocidad y altura.

Direcciones: Se elige el norte Real (Verdadero) o el Magnético.

País o Región: Zona del país donde ejercemos la actividad.

Lat/long en: elegimos la precisión que queremos en las coordenadas.

Datum Mapa Blanco: Es el Datum cuando está la pantalla en blanco, es decir, cuando no hay cargado un mapa.



Mantener objetos: Mantiene los waypoints, rutas y tracks en memoria cuando se carga un mapa nuevo

Mantener Zoom: Mantiene el zoom del mapa antiguo al cargar uno nuevo.

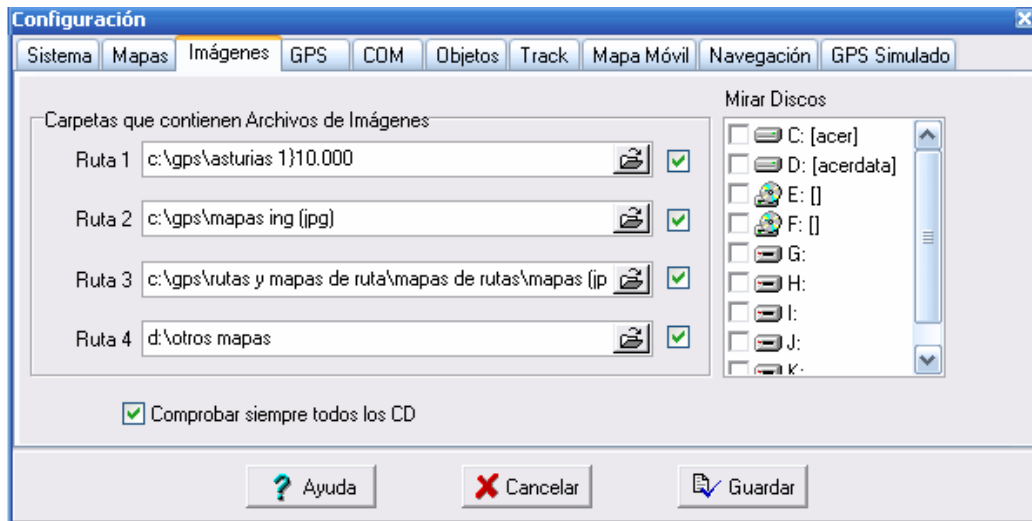
Calc. Distancias: Es el modelo que usa el GPS para calcular las distancias. Los Garmin siempre utilizan el elipsoide. El resto de las marcas más populares suelen usar la esfera.

Otras cuadrículas: En nuestro caso utilizaremos la cuadrícula UTM para el software.

c) Imágenes

Nos permite secuenciar las opciones a seguir para localizar una imagen cuando se está cargando un mapa.

Realizará la siguiente secuencia: Ruta 1 – Ruta 2 – Ruta 3 – Ruta 4 – Ruta 5 y Mirar unidades con CDROM. Si se marca “Comprobar todos los CD” comprobará si alguna unidad tiene cargado un CDROM con mapas.

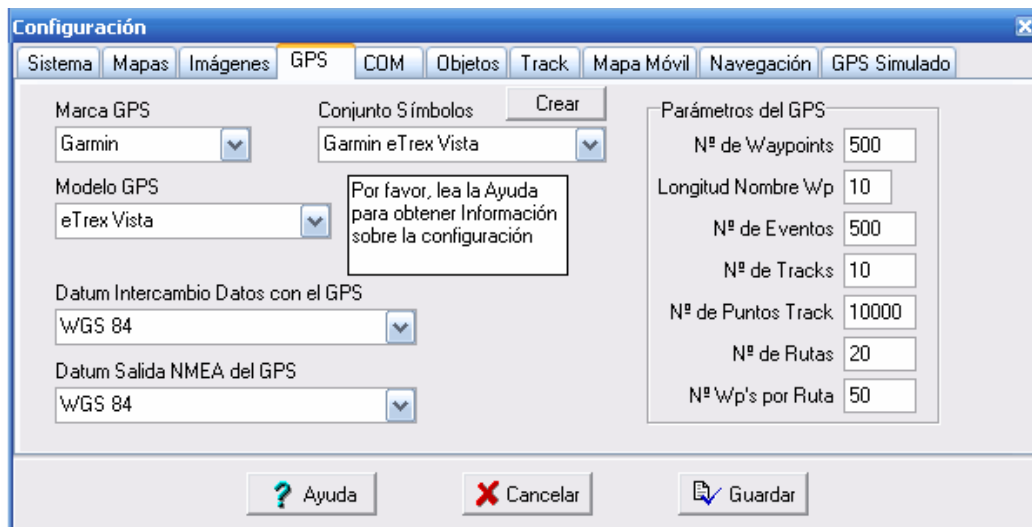


d) GPS

Marca GPS: Selecciona la marca del proveedor del GPS con el vamos a intercambiar datos.

Modelo GPS: Selecciona el modelo del GPS con que vamos a intercambiar datos.

Conjunto de Símbolos: Especifica los símbolos que soporta el modelo de GPS. Lógicamente esta casilla coincide con el modelo seleccionado.



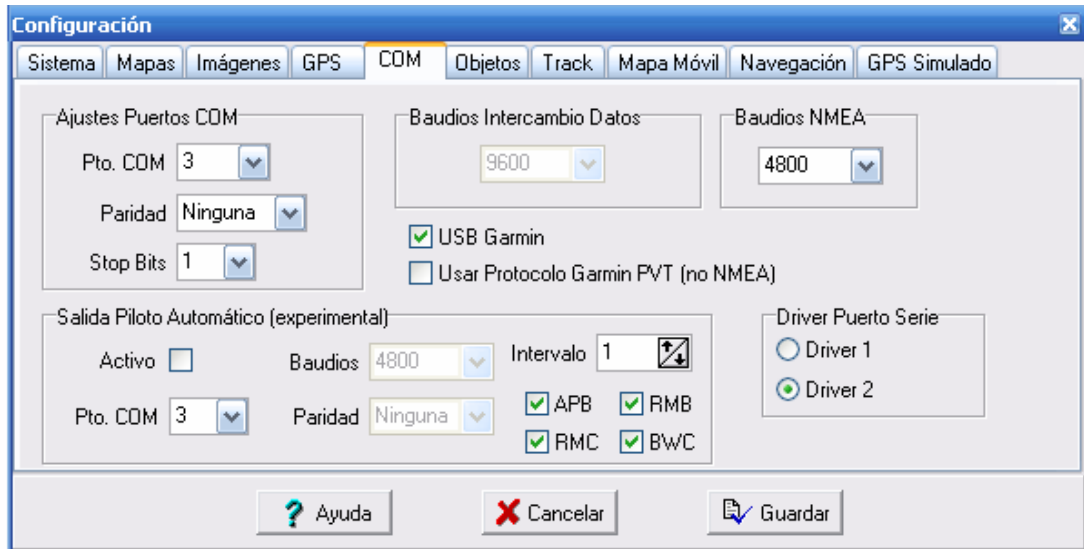
Parámetros del GPS: Al seleccionar la marca y modelo de GPS, estos campos se cargan de acuerdo con lo seleccionado, indicando las características del modelo. Si alguno de estos parámetros no coincide lo podemos rectificar manualmente.

Datum Intercambio Datos con el GPS: Es el Datum que utilizan OziExplorer y el GPS para los datos que se intercambian. Este Datum, lógicamente tiene que coincidir, por lo que debemos de poner en esta casilla el Datum que utiliza el GPS. Los GPS Garmin siempre usan el Datum WGS84. Si usásemos otra marca tendríamos que consultar el Datum que utiliza.

Datum Salida NMEA del GPS: NMEA es el lenguaje o protocolo de transmisión de datos entre dos GPS o entre el GPS y, en este caso, el programa OziExplorer. Este Datum, lógicamente tiene que coincidir, por lo que debemos de poner en esta casilla el Datum que utiliza el NMEA del GPS. Los GPS Garmin siempre usan el Datum WGS84. Si usásemos otra marca tendríamos que consultar el Datum que utiliza.

e) COM

USB Garmin: Si el GPS es un Garmin moderno se marca esta casilla dado que, en este caso, se utiliza un puerto USB para el intercambio de datos entre el GPS y el PC.



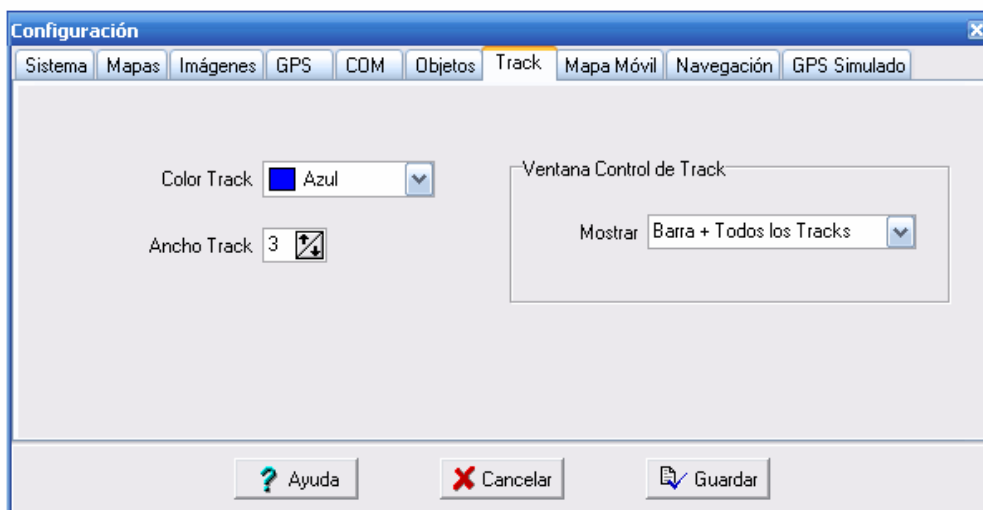
Ajuste Puertos COM: Si la conexión con el GPS es a través de un puerto Serie se deben de rellenar estos campos. En el “Pto. COM” se selecciona el puerto serie que se está utilizando. Si se conoce la paridad del GPS se pone, si no se conoce se pone “ninguna”.

Baudios NMEA: Son los Baudios de la conexión NMEA. El programa los pone por omisión según el modelo de GPS. No variar este valor si no estamos completamente seguros de lo que hacemos.

Usar Protocolo Garmin PVT (no NMEA): Los Garmin modernos permiten el protocolo PVT para trabajar en el “Mapa Móvil”, es decir, navegar por el mapa de OziExplorer en tiempo real mediante la conexión con el GPS. Si tenemos esta opción en el GPS, la podemos utilizar para trabajar con el “Mapa Móvil”.

f) Track

Color Track: Selecciona el color que recoge el Track cuando se está creando.



Ancho Track: Selecciona el ancho con que se visualiza el Track en la pantalla cuando se está creando.

Ventana Control de Track: Selecciona la cantidad de información que aparece en la “Ventana de control de track”.

A partir de ahora, para ver el funcionamiento de las distintas opciones (trabajando con waypoints, rutas y tracks), vamos a considerar que el programa está configurado para un GPS marca garmin y que ya tenemos un mapa abierto en la pantalla.

Obtener datos del GPS

En el menú desplegable de “Garmin” marcamos el tipo de datos que queremos obtener del GPS. También se puede hacer a través de los iconos de la barra de herramientas.



El GPS transferirá los datos solicitados y, estos, se reflejarán en el mapa correspondiente. El programa los considerará como datos propios por lo que se podrá trabajar con ellos sin ningún problema.

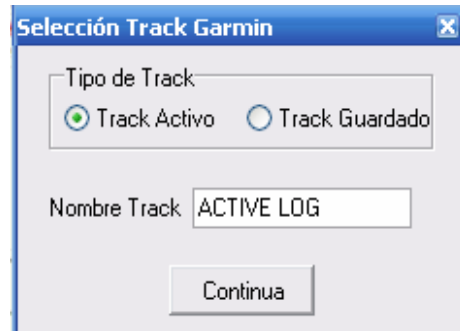
Enviar datos al GPS

En el menú desplegable de “Garmin” marcamos el tipo de datos que queremos enviar al GPS. También se puede hacer a través de los iconos de la barra de herramientas.



El programa transferirá los datos al GPS y este los podrá utilizar para la navegación.

En el caso del track –independientemente de poder elegir un nombre- en programa nos da dos opciones:

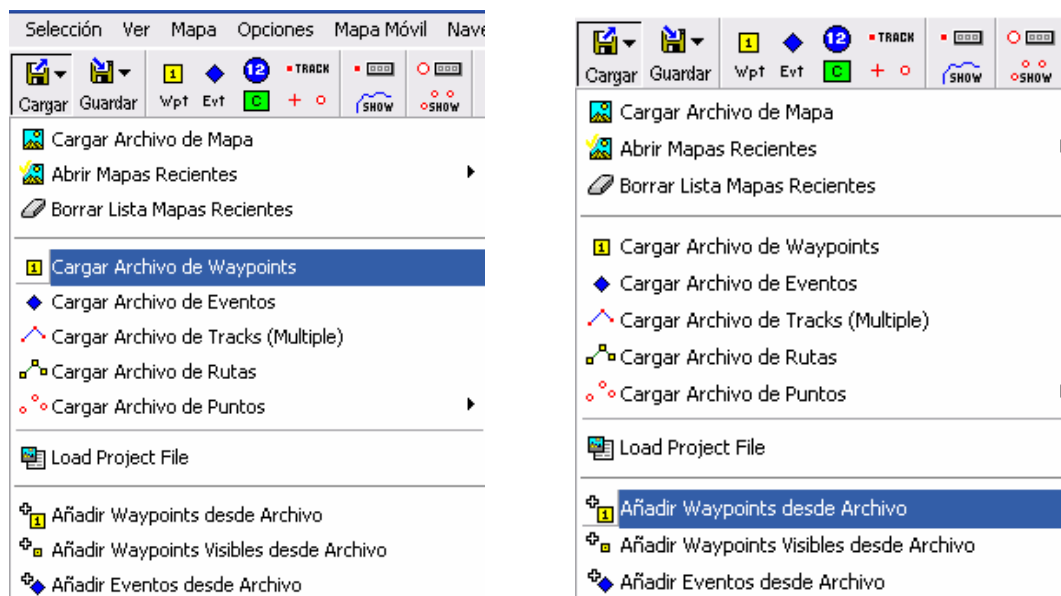


a) Enviar como Track Activo, En este caso los datos del track pasarán al GPS en el modo activo por lo que se podrán enviar tantos puntos de track como capacidad de almacenamiento tenga el GPS. En nuestro caso son 10.000.

b) Enviar como Track Guardado. En este caso los datos del track pasarán al GPS en el modo guardado por lo que se podrán enviar tantos puntos de track como capacidad de almacenamiento tenga el GPS en este modo. En nuestro caso son 500. Hay que prestar especial atención a este detalle dado que si el track tiene más de 500 puntos solo se transferirán al GPS los 500 primeros. Una vez transferidos los datos si queremos navegar con este track, deberemos seleccionarlo entre los “traks guardados” y activarlo.

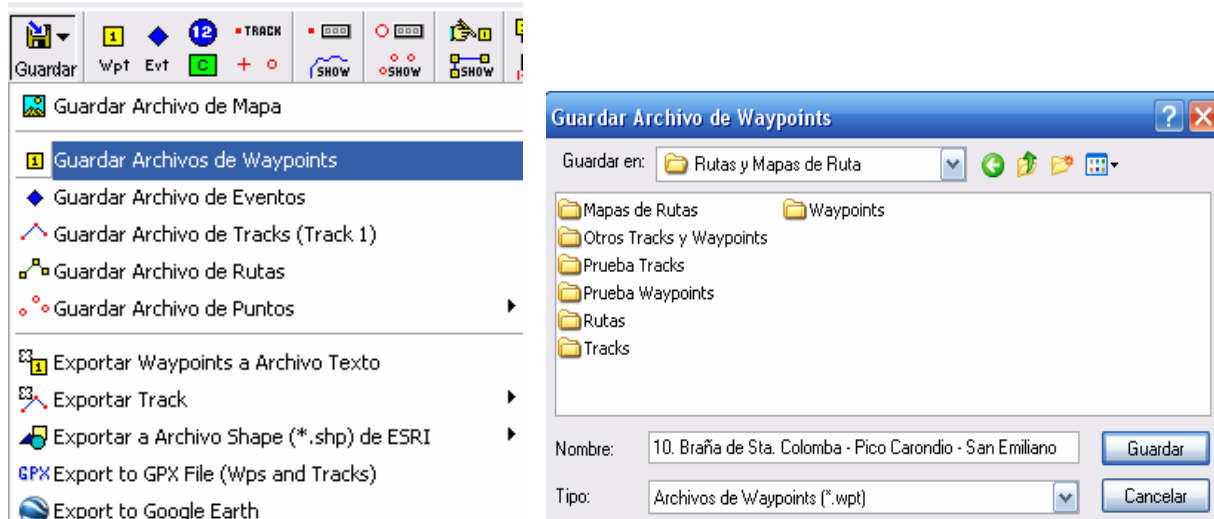
Cargar y Guardar archivos de Waypoints

Los archivos de waypoints (extensión wpt) se pueden cargar seleccionando “Cargar archivo de Waypoints” en el menú desplegable del icono “Cargar Archivos” en la barra de herramientas. También se puede acceder desde “Archivo” “Cargar Archivos”.



Una vez abierto un archivo, si queremos seguir añadiendo waypoints procedentes de otros archivos, seleccionaremos “Añadir waypoints desde Archivo” situado en el mismo menú. Una vez seleccionada la opción se abrirá una nueva ventana “Cargar Archivo de Waypoints” que nos guiará hasta la carpeta donde está almacenado el archivo.

El programa nos permite guardar –lo hará en formato con extensión wpt- un nuevo archivo que contenga los waypoints que tenemos cargados en este momento. Para ello seleccionaremos “Guardar archivos de Waypoints” en el menú desplegable del icono “Guardar Archivos” en la barra de herramientas. También se puede acceder desde “Archivo” “Guardar Archivos”.



Se abrirá la ventana “Guardar Archivo de Waypoint” que nos guiará hasta la carpeta donde queremos almacenar el archivo.

Cargar y Guardar archivos de Ruta

Los archivos de ruta (extensión rte) se pueden cargar seleccionando “Cargar archivo de Rutas” en el menú desplegable del icono “Cargar Archivos” en la barra de herramientas. También se puede acceder desde “Archivo” “Cargar Archivos”.

Se abrirá una nueva ventana “Cargar Archivo de Rutas” que nos guiará hasta la carpeta donde está almacenado el archivo.

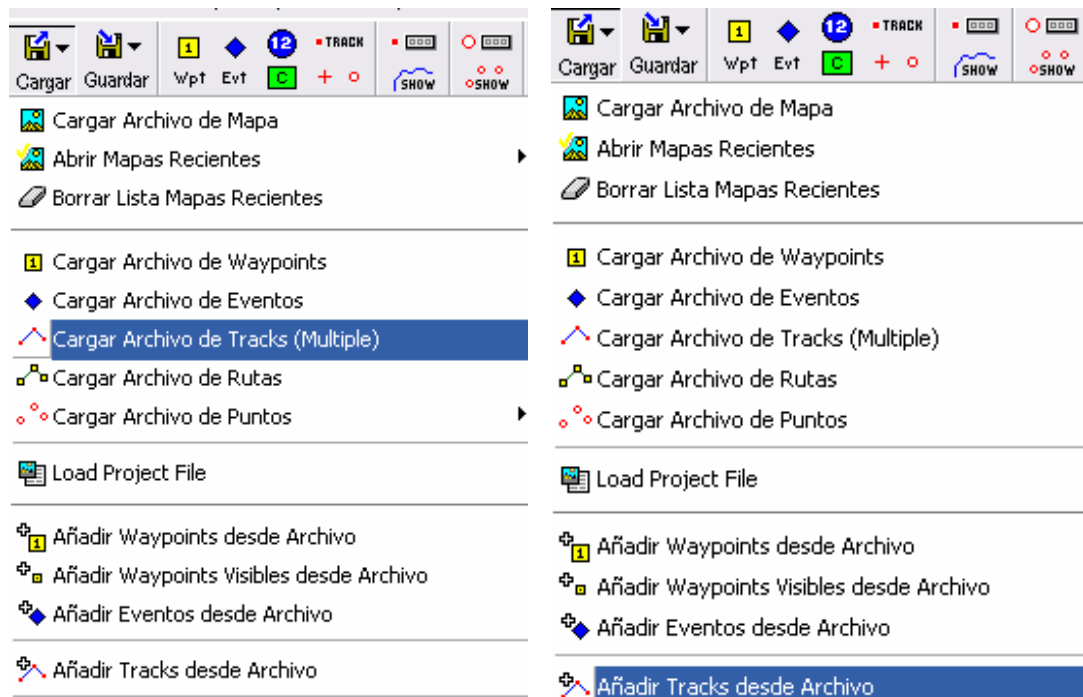


El programa nos permite guardar –lo hará en formato con extensión rte- un nuevo archivo que contenga la ruta que tenemos cargada en este momento. Para ello seleccionaremos “Guardar archivos de Rutas” en el menú desplegable del icono “Guardar Archivos” en la barra de herramientas. También se puede acceder desde “Archivo” “Guardar Archivos”.

Se abrirá la ventana “Guardar Archivo de Tutas” que nos guiará hasta la carpeta donde queremos almacenar el archivo.

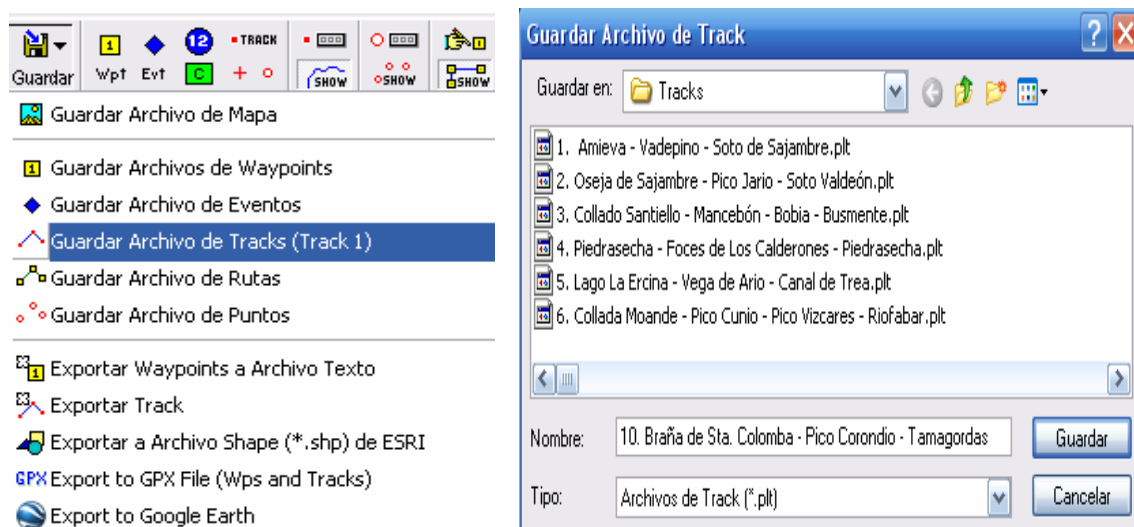
Cargar y Guardar archivos de Tracks

Los archivos de tracks (extensión plt) se pueden cargar seleccionando “Cargar archivo de Traks (Múltiple)” en el menú desplegable del icono “Cargar Archivos” en la barra de herramientas. También se puede acceder desde “Archivo” “Cargar Archivos”.



Una vez abierto un archivo, si queremos seguir añadiendo tracks procedentes de otros archivos, seleccionaremos “Añadir Tracks desde Archivo” situado en el mismo menú. Una vez seleccionada la opción se abrirá una nueva ventana “Cargar Archivo de Tracks” que nos guiará hasta la carpeta donde está almacenado el archivo.

Si queremos abrir varios tracks a la vez, podemos pulsar la tecla Control a la vez que se pincha cada track con el botón izquierdo del ratón para ir seleccionando los tracks.

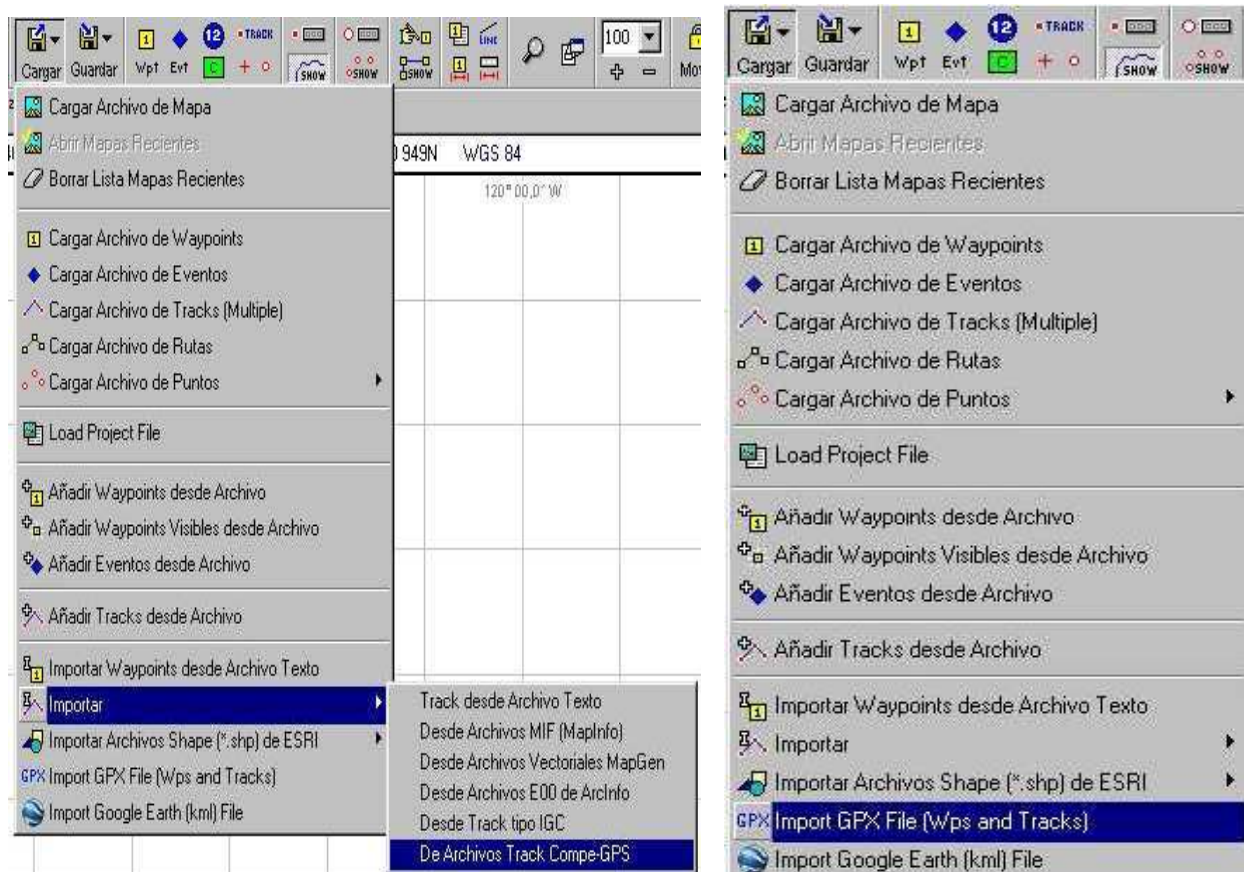


El programa nos permite guardar –lo hará en formato con extensión plt- un nuevo archivo que contenga el track que tenemos cargados en este momento. Para ello seleccionaremos “Guardar archivos de Tracks” en el menú desplegable del icono “Guardar Archivos” en la barra de herramientas. También se puede acceder desde “Archivo” “Guardar Archivos”.

Se abrirá la ventana “Guardar Archivo de Track” que nos guiará hasta la carpeta donde queremos almacenar el archivo.

Importar archivos de datos en otros formatos

OziExplorer nos permite importar un track generado con CompeGPS (extensión TRK). También nos permite importar un archivo (waypoints y tracks) en formato universal GPX.



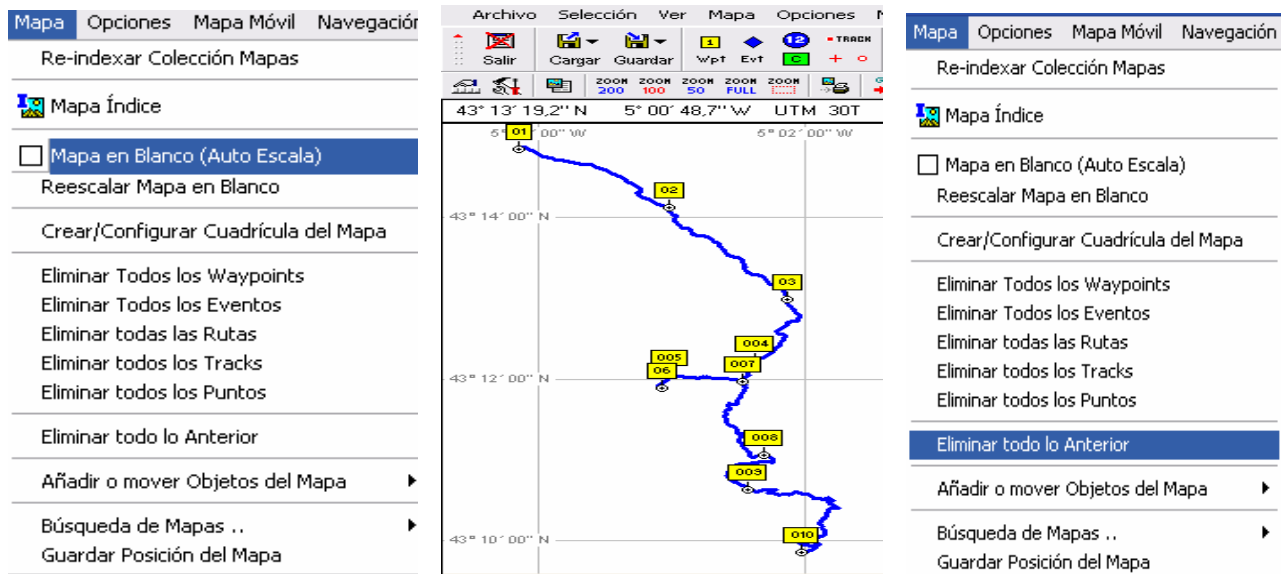
En el primer caso en el menú desplegable de “Cargar Archivos” se selecciona “Importar” y a continuación “De Archivo Track CompeGPS”.

En el segundo caso en el menú desplegable de “Cargar Archivos” se selecciona “Import GPS File (Wpt and Tracks)”

También podemos guardar archivos (waypoints y tracks) en el formato universal GPX. Se hace desde “Export to GPX File (Wpt and Tracks)” en el menú desplegable de “Guardar Archivos”.

Mapa en blanco

Para poder realizar las operaciones anteriores (obtener datos del GPS y cargar o importar archivos de datos) es necesario tener un mapa cargado. Como el andar buscando el mapa adecuado puede resultar un tanto pesado, se puede recurrir a la opción de cargar el “Mapa en Blanco”. De esta manera los waypoints, rutas o tracks quedarán reflejados en dicho mapa. Para abrir el Mapa en Blanco se selecciona “Mapa en Blanco (Auto Escala)” en el menú desplegable de “Mapa”.



Otra opción interesante de este submenú es poder eliminar de la pantalla los archivos de datos, uno por uno o todos a la vez seleccionando “Eliminar todo lo anterior”.

Crear y controlar Waypoints

Podemos crear Waypoints seleccionando el icono “Crear Waypoints en la posición del Cursor”. Llevamos el cursor hasta la posición del mapa donde deseamos crear el Waypoint y hacemos “clic” sobre el mismo. El Waypoint quedará creado con las características de dicha posición.



Para poder realizar el control de los waypoints debemos de seleccionar el icono “Muestra la Lista de Waypoints”. Una vez seleccionado se abrirá la ventana “Lista de Waypoints”.

Lista de Waypoints							
Datum		European 1950 (Spain and Portugal)					
	¿Está?	Nombre	Zn	Easti...	Northing	Alt(m)	Descripción
+	Si	001	30T	353260	4779741	1857	
+	Si	002	30T	351923	4782289	2209	
+	Si	003	30T	352490	4782344	2482	
+	Si	004	30T	352256	4782533	2596	
+	Si	005	30T	352917	4783209	2322	
+	Si	006	30T	352682	4783328	2408	
+	Si	007	30T	352484	4782983	2593	
+	Si	008	30T	353089	4783715	2215	
+	Si	009	30T	354680	4783881	1716	
+	Si	010	30T	355593	4785282	1352	
+	Si	011	30T	356504	4785242	1084	
+	Si	012	30T	357661	4787975	940	



Si se pulsa este icono, los waypoints usarán el mismo Datum del mapa que en este momento está cargado.



Si se pulsa este icono, los waypoints quedarán ordenados por el nombre.



Muestra la información en grados, minutos y segundos.



Muestra la información en el sistema UTM.



Guarda los waypoints que están seleccionados en un nuevo archivo o los añade a otro existente.



Envía al GPS los waypoints que hayamos seleccionado.



Da opción a cambiar las propiedades de los waypoints.



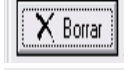
Remarca con este símbolo los waypoints seleccionados.



Busca los mapas que contienen el waypoint seleccionado y nos presenta un listado para cargar el mapa que deseemos.



Nos permite seleccionar todos los waypoints y anular e invertir la selección.



Borra los waypoints seleccionados.



Selecciona los waypoints que en este momento no están en el mapa.



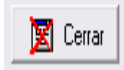
Presenta una ventana para cubrir los datos de un nuevo waypoint para incorporar a la lista.



Abre una ventana con los datos del waypoint seleccionado dando la opción de cambiarlos.



Abre una ventana con las propiedades del waypoint seleccionado dando la opción a cambiarlas.



Cierra la ventana “Lista de Waypoints”

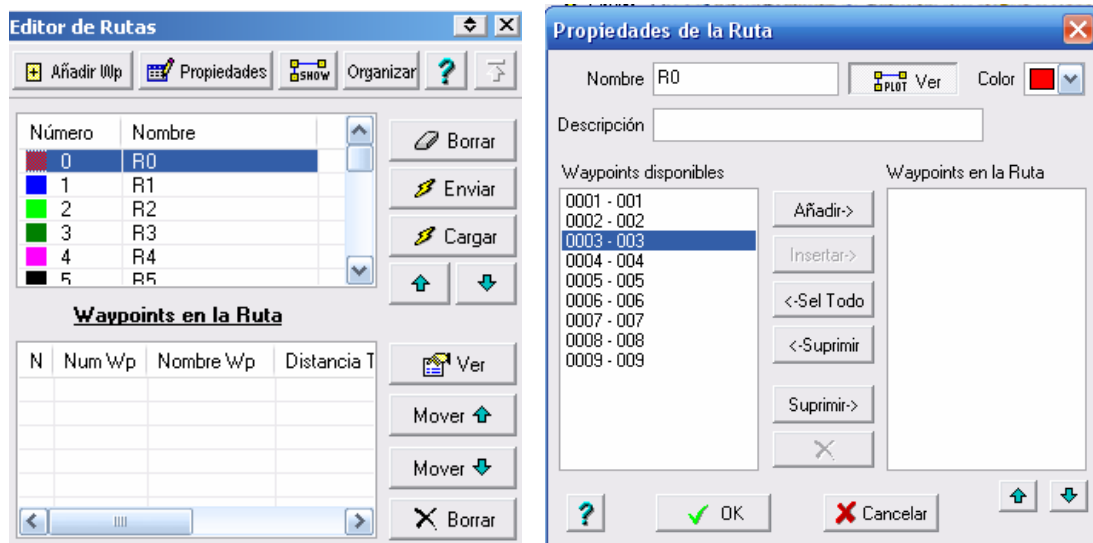
Crear y controlar Rutas

Seleccionando el icono “Acceda al Editor de Rutas” nos abrirá la ventana “Editor de Rutas”.



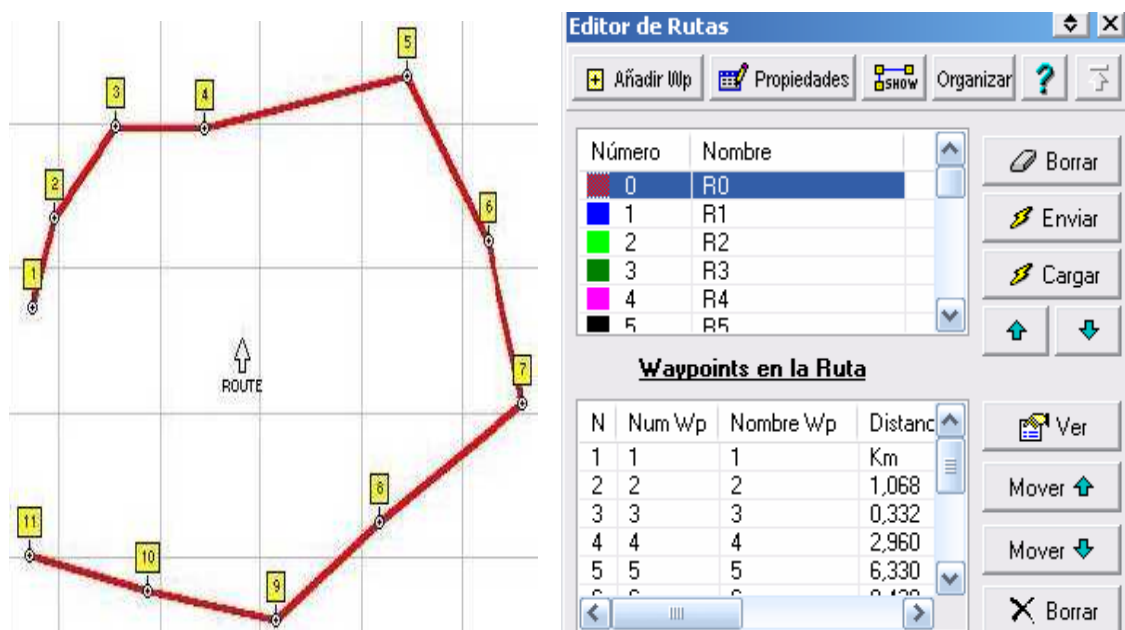
Desde el editor de Rutas podremos crear y modificar rutas. Tiene capacidad para actuar sobre 20 rutas.

Para crear una ruta haremos doble “clic” sobre una ruta vacía. En el ejemplo sobre la ruta R0. Se abrirá la ventana “Propiedades de la ruta”



Aquí, en la zona de la izquierda, iremos seleccionando los waypoints en el orden que deseamos quede configurada la ruta. Cada vez que seleccionamos un waypoint, con el botón “Añadir”, lo pasamos a la parte de la derecha. Cuando hayamos pasado todos los waypoints de la ruta haremos “clic” en el botón “OK” y la ruta quedará creada con los Waypoints de la derecha y en el orden en que estén colocados.

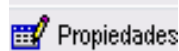
En la parte superior de la ventana, también podemos cambiar el nombre, elegir un color y escribir una descripción de la ruta.



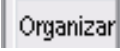
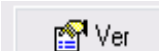
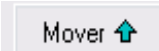
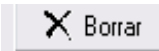
La ruta, así creada, se cargará en el editor de rutas donde podremos realizar las modificaciones que consideremos oportunas.



Nos permite añadir un nuevo waypoint a la ruta seleccionada.



Nos abre la ventana “Propiedades de la Ruta” con la posibilidad de cambiarlas.

	Muestra u oculta las rutas en el mapa, es decir, nos permite visualizar la ruta.
	Reorganiza los waypoints de la ruta en función del mapa.
	Borra todos los waypoints de la ruta seleccionada.
	Envía al GPS la ruta seleccionada.
	Carga (recibe) del GPS los datos de la ruta.
	Mueve (hacia arriba o hacia abajo) la ruta en el listado.
	Abre la ventana “Detalles de Ruta” donde se ven las características de la misma.
	Mueve hacia arriba un waypoint seleccionado de la ruta.
	Mueve hacia abajo un waypoint seleccionado de la ruta.
	Borra un waypoint seleccionado de la ruta.

Crear y controlar Tracks

Podemos crear puntos de track seleccionando el icono “Crea Manualmente Puntos de Track en la posición del Cursor”. Llevamos el cursor hasta la posición del mapa donde deseamos crear el “Punto de Track” y hacemos “clic” sobre el mismo. El Punto de Track quedará creado con las características de dicha posición.



Para poder realizar el control de los tracks debemos de seleccionar el icono “Accede a la Ventana Control de Tracks”. Una vez seleccionado se abrirá la ventana “Ventana Control de Tracks”. El programa tiene capacidad para realizar un control de 75 tracks. Cada track indica el número de puntos que lo componen y la distancia en Km.

Ventana Control de Track			
      			
        			
Num	Descripción	Pun...	Distan...
1	ACTIVE LOG	3550	9,86
2	----		
3	----		
4	----		
5	----		
6	----		
7	----		
8	----		
9	----		
10	----		

El track puede estar formado por una única sección o por varias. Cada nueva sección representa un punto de ruptura y se produce normalmente cuando el GPS pierde cobertura de satélites, cuando se apaga el GPS o cuando se para la grabación de datos en el GPS y posteriormente se vuelve a activar.



Muestra o esconde los tracks en el mapa, es decir, nos permite visualizar u ocultar los Tracks.



Deja inactivos los puntos del track principal.



Muestra los puntos fijos del track



Nos permite realizar un recuadro arrastrando el ratón. Los puntos de track que están dentro de este recuadro se volverán “activos” quedando resaltados en color rojo.



Realizando un recuadro arrastrando el ratón, que contenga al menos un punto de track, quedarán activados y resaltados en rojo todos los puntos de la sección de track del punto marcado.



Marcando esta casilla se abrirá una ventana de “Propiedades del Punto de Track” cada vez que queramos crear un nuevo punto de track.



Marcando esta casilla los nuevos puntos de track se irán creando como activos.



Podemos realizar dos opciones con los puntos activos: borrarlos o guardarlos. Si los borramos simplemente los eliminamos y si los guardamos nos abrirá la ventana “guardar archivo de Track” que nos guiará por el directorio hasta donde queramos dejar almacenado un nuevo archivo de track que, con extensión plt, contenga los puntos activos.



Nos permite crear manualmente puntos de tracks en la posición del Cursor. Llevamos el cursor hasta la posición del mapa donde deseamos crear el “Punto de Track” y hacemos “clic” sobre el mismo. El Punto de Track quedará creado con las características de dicha posición.



Muestra u oculta información de los puntos activos del track cuando se pasa el ratón por encima de ellos.



Abrirá la ventana “guardar archivo de Track” que nos guiará por el directorio hasta donde queramos dejar almacenado un nuevo archivo de track que, con extensión plt, contenga el track seleccionado.



Nos abre la ventana “Propiedades del Track” desde la cual se pueden modificar dichas propiedades.



Sube o baja el track seleccionado en la lista, es decir, nos permite organizar la lista de tracks.



Separa el track principal en las diferentes secciones que lo componen. Cada sección creará un nuevo track que se añadirá a la lista.



Muestra la ventana “Lista de Track” que contiene todos los puntos del track seleccionado.

Lista de Tracks - [1] ACTIVE LOG

Datum: European 1950 (Spain and Portugal)

Pu...	¿...	S...	Latitud	Longitud	Alt(m)	Fecha	Hora	Dist(m)	KPH	Direc
1	Si	1	42 56 34,4	-5 26 28,7	1179	22-sep-07	09:55:12			
2	Si	1	42 56 35,3	-5 26 28,6	1179	22-sep-07	09:55:24	27,9	9,1	5,0
3	Si	1	42 56 35,3	-5 26 28,7	1179	22-sep-07	09:55:30	2,4	1,5	270,0
4	Si	1	42 56 35,3	-5 26 28,7	1178	22-sep-07	09:55:50	2,2	0,4	0,0
5	Si	1	42 56 35,3	-5 26 28,7	1179	22-sep-07	09:55:59	1,6	0,6	270,0
6	Si	1	42 56 35,3	-5 26 28,8	1178	22-sep-07	09:56:33	1,6	0,2	270,0
7	Si	1	42 56 35,6	-5 26 28,6	1178	22-sep-07	09:56:41	9,6	3,9	36,3
8	Si	1	42 56 35,7	-5 26 28,5	1178	22-sep-07	09:56:48	4,7	2,8	20,2
9	Si	1	42 56 35,9	-5 26 28,4	1177	22-sep-07	09:56:52	4,7	3,4	20,2
10	Si	1	42 56 35,9	-5 26 28,4	1177	22-sep-07	09:56:53	0,0	0,0	0,0
11	Si	1	42 56 36,0	-5 26 28,4	1177	22-sep-07	09:56:56	3,3	6,0	0,0
12	Si	1	42 56 36,1	-5 26 28,3	1177	22-sep-07	09:56:59	2,8	3,3	36,3
13	Si	1	42 56 36,3	-5 26 28,1	1176	22-sep-07	09:57:05	8,3	4,3	36,3
14	Si	1	42 56 36,6	-5 26 27,9	1174	22-sep-07	09:57:15	11,5	4,6	29,7
15	Si	1	42 56 36,9	-5 26 27,6	1173	22-sep-07	09:57:26	11,0	3,6	36,3

Borrar | Seleccionar Ausentes | Propiedades | Cerrar

Dado el interés de esta ventana vamos a considerar las posibilidades que nos ofrece.

En la lista de puntos del track veremos el número de posición asignado a cada punto, si está o no en el mapa cargado, el número de sección al que pertenece, la latitud, la longitud, la altitud, la fecha, la hora, la distancia en metros al punto anterior y la velocidad en km./h calculada desde el punto anterior.



Nos permite usar el Datum del mapa que tenemos actualmente cargado.



Muestra la información de los puntos del track en grados, minutos y segundos.



Muestra la información de los puntos del track en el sistema UTM.



Separa o une (según deseemos) el track en secciones a partir del punto seleccionado. Es, por consiguiente, una herramienta que nos permite dividir el track en secciones o unir éstas en el supuesto de que esté dividido.



Abrirá la ventana “guardar archivo de Track” que nos guiará por el directorio hasta donde queramos dejar almacenado un nuevo archivo de track que, con extensión plt, contenga los puntos seleccionados.



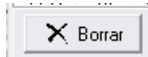
Muestra en el mapa el punto seleccionado resaltado con la marca que muestra el botón.



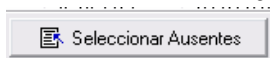
Busca los mapas que contienen el punto de track seleccionado y nos presenta un listado para cargar el mapa que deseemos.



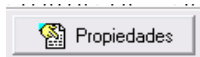
Nos permite seleccionar todos los puntos de track y anular e invertir la selección.



Elimina los puntos de track seleccionados.



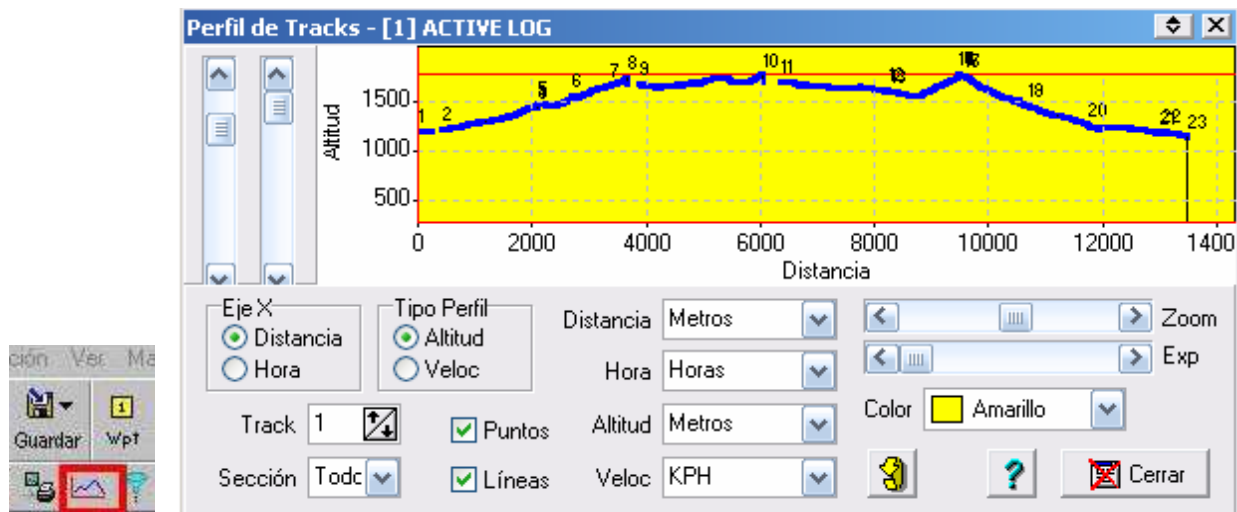
Selecciona los puntos de track que no están en el mapa actualmente cargado.



Abre la ventana de “Propiedades del Punto de Track” para el punto seleccionado. En esta ventana se pueden cambiar las propiedades del punto de track seleccionado.

Perfil del track

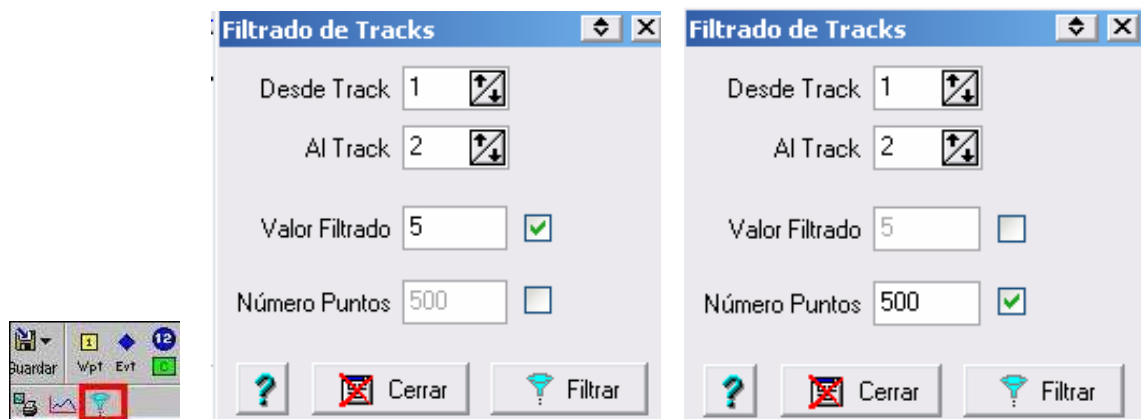
Seleccionando el icono “Perfiles track” el programa nos presenta una nueva ventana con el perfil altimétrico del track.



La representación del perfil la podemos adaptar a nuestra conveniencia con las opciones presentes en la ventana.

Filtrar tracks

Seleccionando el icono “Control Filtro Tracks” accederemos a la ventana “Filtrado de Tracks” la cual nos permite hacer un filtrado de los puntos del track.



Filtrar un track significa crear un nuevo track, reduciendo el número de puntos que componen el original. Esta reducción de los puntos del track se puede hacer de dos formas:

a) Valor Filtrado: El programa dejará un punto de track por cada número de puntos que marquemos en la casilla.

b) Número Puntos: El programa dejará un máximo de puntos igual al que marquemos en la casilla.

Esto es importante porque muchos GPS Garmin tienen un límite de 500 puntos para los tracks guardados, de forma que, en estos casos, elegiríamos el valor 500 para evitar que el track se trunque y no se envíe completo.

La casilla “Desde Track” es el número que ocupa el track original en la ventana “Ventana Control de Track”. La casilla “Al Track” es el número que queremos ocupe el nuevo track que se va a crear en la “Ventana Control de Track”.

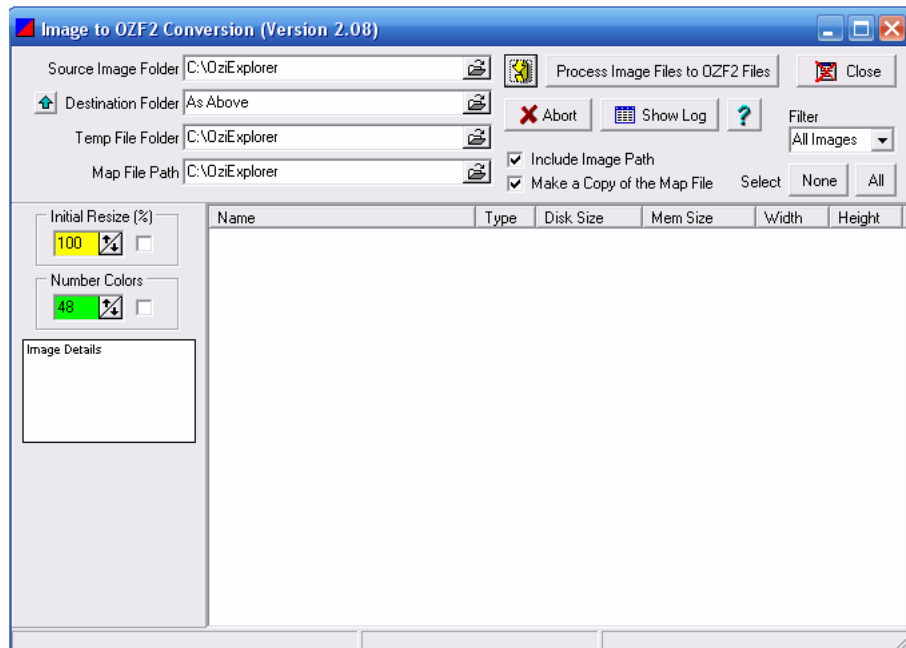
Mapas

En OziExplorer para poder visualizar un mapa se necesitan dos archivos:

a) Archivo de imagen. Es el archivo donde está el mapa propiamente dicho. Puede proceder de un scanner o de cualquier otro medio. OziExplorer solo admite como archivo de imagen los formatos BMP, TIF, JPG, PNG, KAP, ECW, SID Y OZF2.

b) Archivo de calibración. Es un formato de texto con todos los datos de la calibración. Este archivo lo crea el programa cuando se realiza la calibración del mapa y su extensión es MAP.

Ozi Explorer ha desarrollado un programa (Img2Ozf) para convertir las imágenes de otros formatos al OZF2 que es el propio del programa.



Los archivos de imagen en formato OZF2 solo presentan el inconveniente de que no son reconocidos por otros programas. Todo lo demás son ventajas.

Las principales ventajas, respecto a los otros formatos, son las siguientes:

- a) Es un formato comprimido que ahorra espacio en disco.
- b) Permite la técnica de paginación de memoria. Esto significa que la imagen no debe cargarse completamente en la memoria. Sólo se carga aquella porción que es necesaria. Y lo hace además muy rápidamente.
- c) Es capaz de aplicar filtros bilineares que mejoran la calidad de las imágenes, en particular la de pequeño tamaño.
- d) OZF2 es en realidad un formato de imagen que incluye varias imágenes dentro del mismo archivo con varios niveles de zoom diferentes de pequeño tamaño. Eso significa que los cambios de niveles de zoom se hacen más rápidos que con otros formatos.

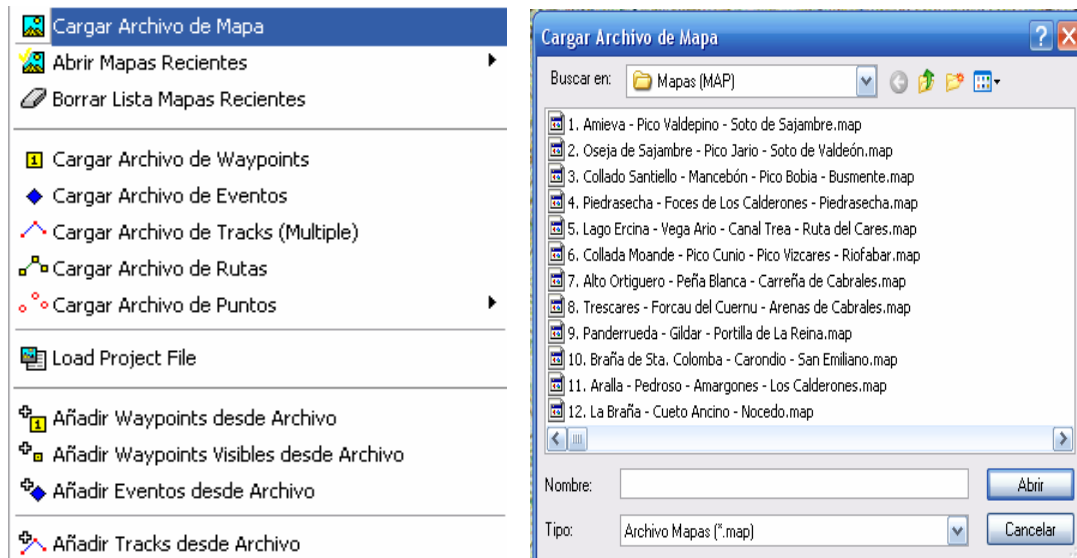
Como puede deducirse de lo anteriormente expuesto siempre que se pueda, si solo pensamos trabajar con OziExplorer, interesa usar el formato OZF2.

Cargar y controlar archivos de Mapa

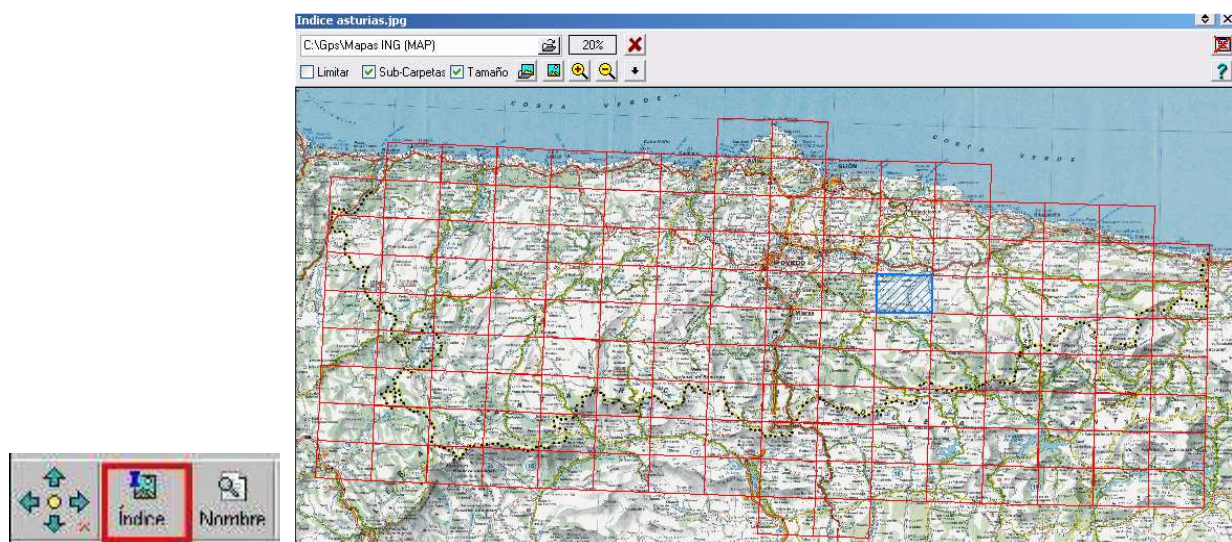
Los mapas se visualizan cargando los archivos MAP, pero no hay que olvidar que cada archivo MAP lleva asociado un archivo de imagen que es el que realmente estamos viendo en pantalla.

Los archivos de mapa (extensión map) se pueden cargar seleccionando “Cargar archivo de Mapa” en el menú desplegable del icono “Cargar Archivos” en la barra de herramientas. También se puede acceder desde “Archivo” “Cargar Archivos”.

Se abrirá una nueva ventana “Cargar Archivo de Mapas” que nos guiará hasta la carpeta donde está almacenado el archivo.



Con el icono “Abre Mapa Índice” se abrirá un mapa índice en el que podremos ver y seleccionar todos los sub-mapas contenidos dentro de él. Previamente, y por una sola vez, habremos tenido que indicar la ubicación del mapa índice y de los sub-mapas que contiene.



El icono representado a continuación nos permite lo siguiente:



- 1) Buscar mapas teniendo como referencia el centro de la pantalla.

- 2) Buscar mapas que estén al Norte del mapa actual.
- 3) Buscar mapas que estén al Sur del mapa actual.
- 4) Buscar mapas que estén al Este del mapa actual.
- 5) Buscar mapas que estén al Oeste del mapa actual.
- 6) Limitar la búsqueda de mapas al directorio del mapa actual. Se puede activar o desactivar la limitación según se haga “clic” en la función.

El programa nos presentará una ventana con los mapas buscados y no dará la opción de abrir el que elijamos haciendo doble “clic” sobre el mismo.

Calibrar mapas

Calibrar un mapa significa crear un archivo de texto (extensión MAP) con el programa OziExplorer. Este archivo irá asociado a un archivo de imagen y llevará las instrucciones necesarias para poder visualizar en pantalla el mapa del archivo de imagen con todas las características propias de un mapa topográfico.

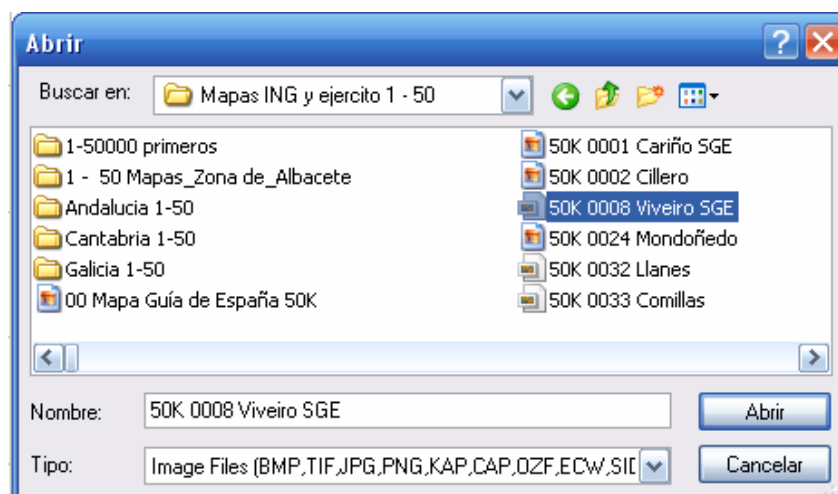
Este proceso de calibración solo debe hacerse la primera vez que usamos un mapa. Una vez calibrado, no necesitaremos calibrarlo otra vez, a no ser que perdamos el archivo de calibración, o alteremos la imagen del mapa.

Para poder calibrar un mapa seguiremos los siguientes pasos:

- a) En el menú desplegable de “Archivo” seleccionamos “Cargar y Calibrar Nueva Imagen de Mapa”.

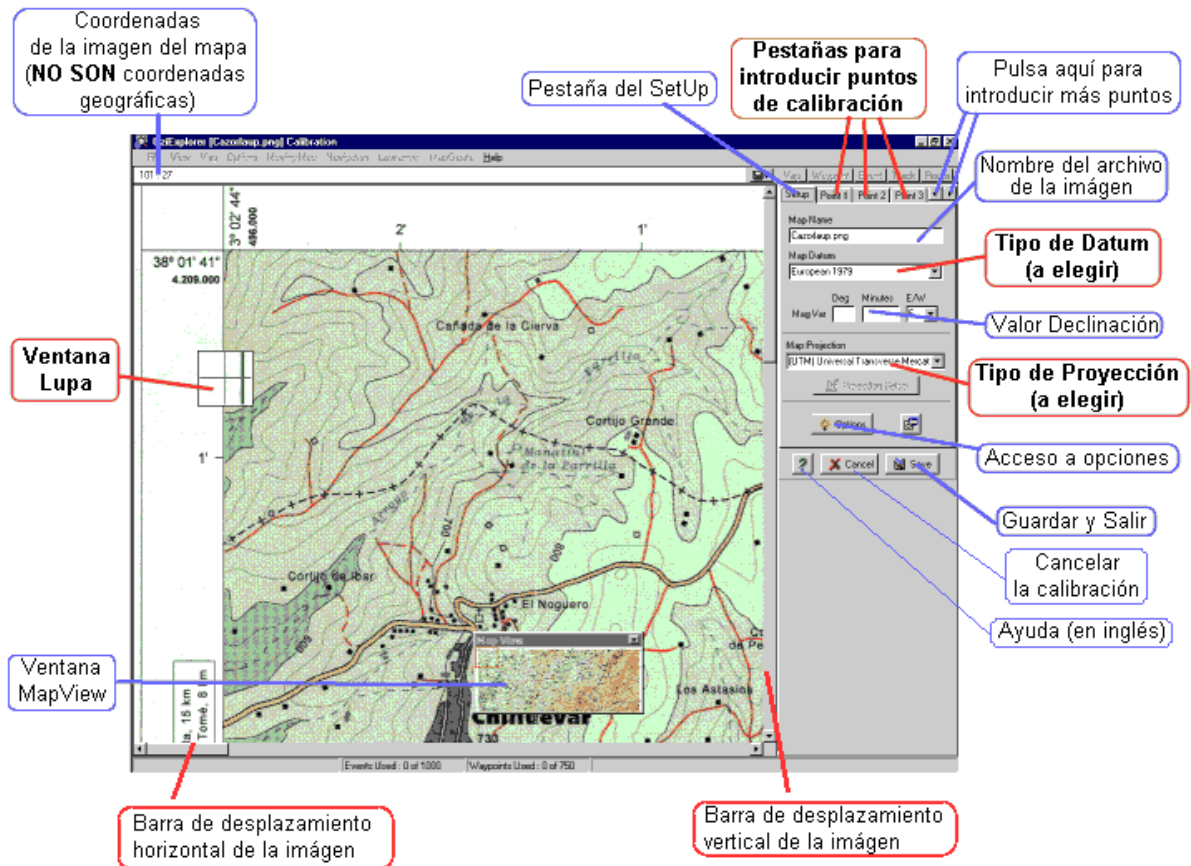


- b) OziExplorer abrirá una ventana de dialogo con el que nos dará la posibilidad de navegar entre diferentes directorios para escoger la imagen deseada. Se pueden escoger imágenes en formato BMP, TIF, JPG, PNG, KAP, CAP, SID, ECW y OZF2.



Haremos doble “clic” sobre el mapa que deseemos cargar (también se puede seleccionar y pulsar “Abrir”).

c) La imagen del mapa aparece en la pantalla y, de forma automática, OziExplorer presenta la pantalla de calibración.



d) Para que la calibración del mapa se realice correctamente en el recuadro donde pone “Datum del mapa” deberemos de poner el Datum con que fue proyectado el mapa imagen que aparece en pantalla. Esta información la tienen todos los mapas oficiales. Hoy por hoy, en el caso de España, para el 99,9 % de los mapas es el “European 1950”. En un futuro cercano, por imperativo legal, será el ETRS89 equivalente al WGS84.

Los valores de las coordenadas que aparecen en el mapa imagen son referidos al Datum en el que fue proyectado, por lo que si lo calibrásemos con un Datum diferente estaríamos haciendo una calibración con valores erróneos.

Otro dato que debemos de cubrir antes de empezar la calibración es el de “Proyección del mapa”. Al igual que en el caso anterior deberemos de poner la misma proyección que tiene el mapa imagen que aparece en pantalla. Hoy en día la mayoría de los mapas tiene la proyección “(UTM) Universal Transverse Mercator”.

La declinación magnética la podemos cubrir nosotros o dejar que lo haga el programa. Mi opinión particular es dejar que lo haga el programa.

e) El siguiente paso es la calibración.

El programa nos presenta el mapa imagen de la pantalla en una cuadrícula de Pixels. Esto forma un sistema de coordenadas con origen en la parte superior de la izquierda. El eje de las X irá incrementando el valor a medida que nos desplazamos a la derecha y el eje de las Y al hacerlo hacia la zona inferior.

Para calibrar disponemos de 9 puntos de referencia. Cuantos más puntos usemos más fiable será la calibración. El mínimo son 3 puntos.

Para marcar un punto de calibración deberemos de hacer “clic” en un punto del mapa cuyas coordenadas conozcamos y poner el valor de las mismas en la carátula que presenta el programa.

The image shows a software window titled 'Image Coordinates' with several tabs: 'Setup', 'Point 1', 'Point 2', and 'Point 3'. The 'Point 2' tab is active. The window is divided into three main sections: 'Image Coordinates', 'Degrees & Mins', and 'UTM Coordinates'. The 'Image Coordinates' section has input fields for 'X' and 'Y' (both highlighted in cyan) and a checked checkbox. The 'Degrees & Mins' section has input fields for 'Lat' and 'Long' (each with 'Deg' and 'Minutes' sub-fields) and dropdown menus for 'N/S' and 'E/W'. The 'UTM Coordinates' section has input fields for 'Zone', 'Easting', 'N/S', and 'Northing'. At the bottom are buttons for '?', 'Cancel', and 'Save'. Red and blue callout boxes provide instructions: a red box points to the 'Setup' tab; a blue box points to the tabs; a blue box points to the 'X' and 'Y' fields; a blue box points to the checkbox; a blue box points to the 'N/S' dropdown; a blue box points to the 'Easting' field; a blue box points to the 'Northing' field; a red box points to the 'Save' button; and a red box points to the 'Cancel' button.

Aquí volvemos a la página de SETUP que elige proyección y datum

Pestañas para introducir diferentes puntos de calibración

Pulsamos aquí para introducir puntos adicionales de calibración (hasta 9)

Ozi calcula estos valores AUTOMATICAMENTE. Estos valores NO son coordenadas geográficas, sino coordenadas de la imagen que pueden también ser introducidas manualmente

Este punto se considera en la calibración SOLO si este recuadro está marcado

Valor de la coordenada expresada en grados, minutos y segundos

Para un punto de calibración se rellenará o bien el apartado de grados/minutos/segundos, o el de coordenadas UTM. NO SE PUEDEN RELLENAR AMBOS APARTADOS SIMULTANEAMENTE

Valor de la coordenada expresada en coordenadas UTM

Para Grabar y Salir

El valor del punto en el sistema de coordenadas con los pixels del mapa imagen se reflejarán en la parte superior de forma automática al marcar el punto. Este valor quedará asociado al que nosotros pongamos como conocido del sistema de proyección.

The image shows the same 'Image Coordinates' window, but with values entered. The 'Point 2' tab is active. The 'Image Coordinates' section shows 'X' as 4047 and 'Y' as 2842, with a checked checkbox. The 'Degrees & Mins' section shows 'Lat' and 'Long' fields empty, with 'N/S' set to 'N' and 'E/W' set to 'W'. The 'UTM Coordinates' section shows 'Zone' as 30, 'Easting' as 457000, 'N/S' as 'N', and 'Northing' as 4808000. At the bottom are buttons for '?', 'Cancelar', and 'Guardar'.

Punto 2 Punto 3 Punto 4 Punt...

Pixels de la Imagen

X 4047 Y 2842

Grados y Minutos Wp

Grad Min Segs.s N/S

Lat N

Grad Min Segs.s E/W

Long W

Coordenadas UTM

Zona Easting

30 457000

N/S Northing

N 4808000

? Cancelar Guardar

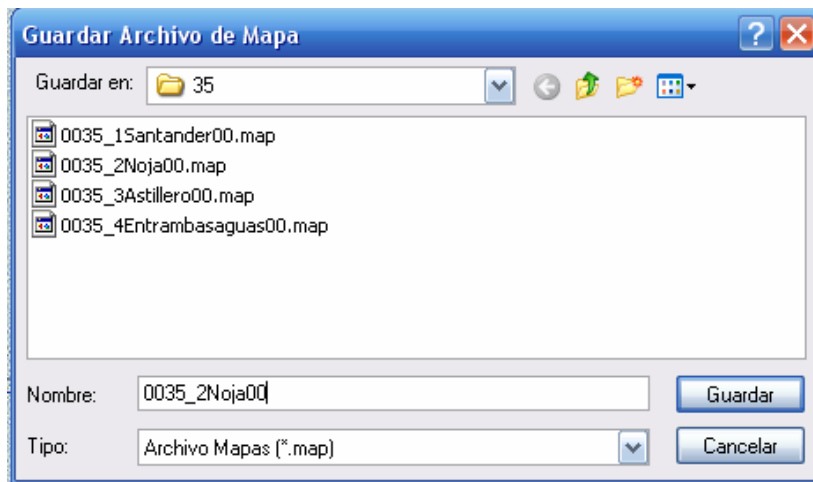
El valor del sistema de proyección lo podemos poner en coordenadas UTM o en Grados minutos y segundos (longitud, Latitud). Una forma práctica de poner un valor, cuando el mapa tiene cuadrículas UTM, es elegir los puntos en la intersección de las cuadrículas.

f) Guardar.

Al hacer “clic” en el botón “Guardar” el programa procederá a la calibración y creación del archivo mapa (MAP).

En cada punto de calibración tenemos asociado un valor de coordenadas del sistema de proyección con un valor de coordenadas de los pixels del mapa imagen. Al realizar la calibración el programa asignará a cada punto de coordenadas de los pixels del mapa imagen un valor de coordenadas el sistema de proyección. También le dará la orientación y la declinación magnética.

g) Al crear la archivo mapa (MAP) se abrirá una nueva ventana “Guardar Archivo de Mapa” que nos guiará a la carpeta don queremos almacenar dicho archivo.



El nombre por omisión que nos presenta es el mismo que el del mapa imagen. Si queremos podemos cambiarlo. En mi opinión es una práctica que ambos nombres coincidan y solo se diferencien en la extensión.