

# Nociones De Cartografía

Curso para aprender nociones de cartografía en montaña.

- Introduction
- 1. La tierra: forma y dimensiones
- 2. La tierra: los polos y el ecuador
- 3. La tierra: paralelos y meridianos
- 4. La tierra: coordenadas geográficas
- 5. La tierra: elipsoide de referencia
- 6. Proyecciones: que es una proyección
- 7. Proyecciones: proyección cilíndrica
- 8. Proyecciones: proyección UTM
- 9. Proyecciones: los Husos
- 10. Proyecciones: coordenadas UTM
- 11. Proyecciones: DATUM
- 12. Proyecciones: comparativa coordenadas geográficas/UTM
- 13. Proyecciones: comparativa coordenadas con distintos Datums
- 14. Mapas: qué es un mapa
- 15. Mapas: el mapa excursionista
- 16. Mapas: fuentes de mapas
- 17. Mapas: directiva INSPIRE europea
- 18. Elementos del mapa: la escala
- 19. Elementos del mapa: la leyenda I

- 20. Elementos del mapa: la leyenda II
- 21. Elementos del mapa: las coordenadas en los márgenes
- 22. Elementos del mapa: la altimetría
- 23. Elementos del mapa: la planimetría
- 24. Elementos del mapa: la toponimia
- 25. Elementos del mapa: los iconos
- 26. Elementos del mapa: el fondo del mapa
- 27. Las curvas de nivel: lo que dicen I
- 28. Las curvas de nivel: lo que dicen II
- 29. Leer el mapa
- 30. Seguridad en montaña y mapa
- 31. La brújula
- 32. El GPS
- 33. Los principales errores de los senderistas
- 34. Lo principales errores de los montañeros
- 35. Informar para educar en cartografía
- 36. Fin de la lección
- Créditos

# Introduction

## ¡Bienvenido/a!

El curso que te dispones a comenzar tiene por objeto dar a conocer **nociones sobre cartografía**.

Las **páginas** que componen el curso intentan ser concretas y breves, sin omitir nada de lo imprescindible, con el objetivo de aportar conocimientos predominantemente prácticos. Esas 36 diapositivas están organizadas en tres grandes temas, que son los tres pasos a seguir cuando se pretende realizar una actividad senderista: 1. La tierra y las proyecciones 2. El mapa 3. El papel del informador al hablar de cartografía

Puedes comentarnos tus impresiones en [info@montanasegura.com](mailto:info@montanasegura.com).

Con todo esto, sólo hace falta una buena dosis de **entusiasmo**, una pizca de compromiso con la seguridad en el medio natural y un poco de **tiempo** para realizar los contenidos del curso.

Esperamos que os sea de utilidad, aunque sólo sea para **recordar y organizar todos aquellos conocimientos que ya sabéis y transmitís**.





# 1. La tierra: forma y dimensiones



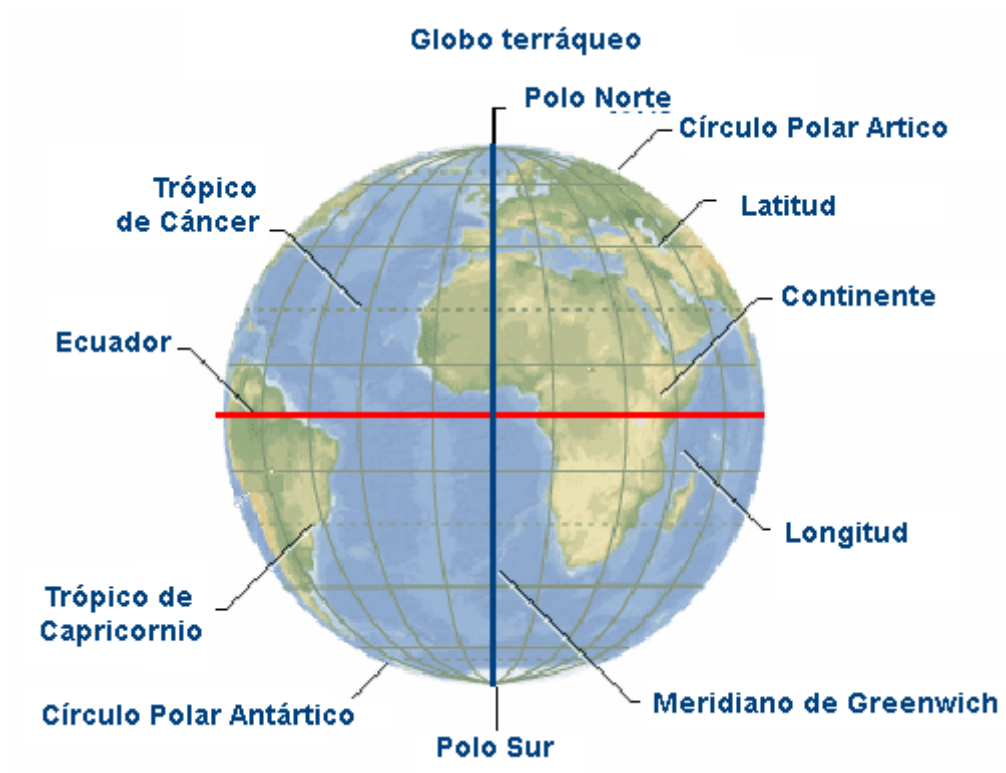
La tierra tiene forma de esfera achatada por los polos, o sea, **tiene forma de elipsoide** (como un balón de rugby o un melón).

Sus dos ejes no tienen la misma longitud. El **eje polar** (N-S) es un poco **más corto que el ecuatorial** (E-W), en concreto **21 km menos**: 6.357 km mide el eje polar frente a los 6.378 que mide el ecuatorial.



Si se tiene en cuenta la gravedad, la forma de la tierra **se puede asimilar a un geoide**: \_cuerpo de forma casi esférica aunque con un ligero achatamiento en los polos (esferoide), definido por la superficie equipotencial del campo gravitatorio terrestre. \_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.**

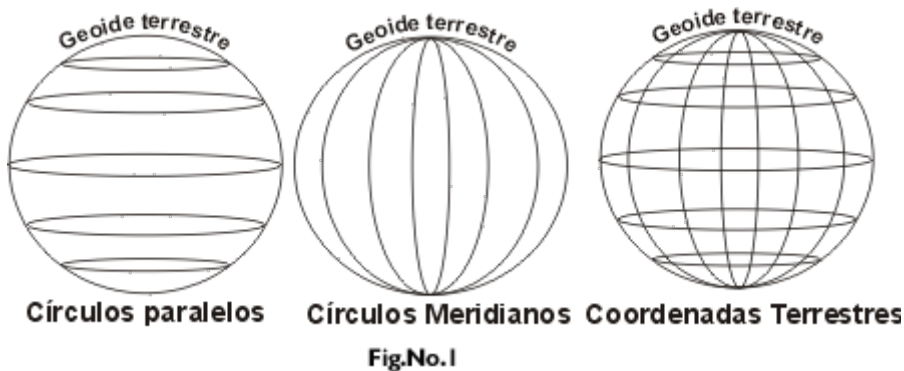
## 2. La tierra: los polos y el ecuador



El **eje polar** es un eje imaginario que atraviesa la tierra de arriba abajo, pasando por el centro del planeta y también por el **Polo Norte y el Polo Sur**. Sobre este eje la tierra gira realizando un movimiento de rotación completa cada 24 horas.

El **eje ecuatorial** es un eje perpendicular al anterior, que se cruza con este en el centro del planeta. El **plano ecuatorial**, que contiene al eje ecuatorial, divide al planeta en dos partes iguales: los **hemisferios norte y sur**. La intersección de este plano sobre la superficie terrestre es el **ecuador**, un anillo que rodea el planeta por su parte más ancha.

## 3. La tierra: paralelos y meridianos



La tierra puede ser cortada por **cualquier plano que sea paralelo al plano ecuatorial**. La intersección de estos planos paralelos con la superficie terrestre recibe el nombre de **paralelos**.

El ecuador es el paralelo de mayor longitud, a medida que los planos paralelos se acercan a los polos los paralelos resultantes son elipses cada vez más pequeñas.

Para nombrar a los **paralelos se usa una medida angular llamada latitud**. Esta hace referencia al ángulo del arco que forma el paralelo con el eje ecuatorial.

El ecuador corresponde a un ángulo de 0 grados. A medida que nos desplazamos hacia los polos ese valor aumenta hasta un ángulo máximo de 90 grados. Para diferenciar un polo de otro, a los paralelos del hemisferio norte se les añade una N detrás, y a los del hemisferio sur una S.

**Todo punto tiene una latitud, que es el ángulo, N o S, que hace el paralelo que pasa por ese punto con el plano ecuatorial, en valores que van de 0 a 90º.**

A cualquier **plano que contienen el eje polar y que corta con el planeta tierra se le llama plano meridiano**. Son planos perpendiculares al plano ecuatorial. La intersección del plano meridiano con la superficie terrestre genera una elipse llamada **meridiano**.

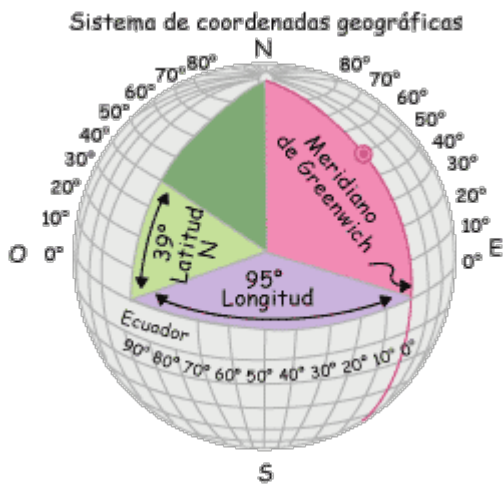
Aunque a lo largo de la historia se han tomado varios meridianos como referencia, cada país el suyo, ahora mismo hay **un meridiano considerado 0 de manera internacional: el meridiano de Greenwich**, que además pasa por Aragón.



Los meridianos se nombran mediante el ángulo que forman con el meridiano cero o de Greenwich. A este ángulo se le llama longitud. Si el meridiano está a la derecha de Greenwich se establece una longitud Este (E), y si está a la izquierda una longitud Oeste (W), hasta un valor máximo, en ambos casos, de  $180^\circ$  ( $180^\circ$  al este es igual que  $180^\circ$  al oeste, y es el meridiano que forma elipse con el de Greenwich).

**Todo punto tiene una longitud, que es el ángulo, E o W, que hace el meridiano que pasa por ese punto con el meridiano cero o de Greenwich, en valores que van de 0 a 180.**

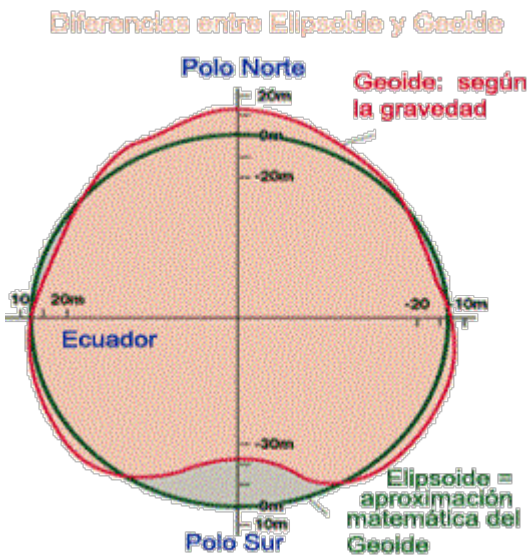
## 4. La tierra: coordenadas geográficas



**Por cada punto existente sobre la esfera terrestre pasa un único paralelo y un único meridiano.** La latitud de ese paralelo y la longitud de ese meridiano definen, por tanto, el punto de una manera única.

Los valores de latitud y longitud para definir un punto son las **coordenadas geográficas** del mismo. No hay dos puntos sobre el planeta que tengan las mismas coordenadas, aunque debemos recordar que estos valores numéricos deben ir siempre acompañados de su letra correspondiente, N y S para la latitud y E y W para la longitud.

## 5. La tierra: elipsoide de referencia



La tierra de todas maneras no es regular como una forma geométrica, por lo que no resulta tan sencillo aplicarle fórmulas matemáticas para conocer las coordenadas de un punto.

En general **se ha preferido utilizar un elipsoide de referencia** para trabajar de manera matemática con él, aunque cada país tiene su propio elipsoide de referencia, ese que mejor encaja en su zona, y sigue siendo en todo caso una medida aproximada. **La cartografía de España trabaja actualmente, y por normativa europea, con el elipsoide GRS 80.** Hasta hace poco se trabajaba con el Elipsoide de Hayford o Internacional, pero eso ha cambiado en los últimos años, aunque muchos mapas impresos, si son de hace algún tiempo, utilizan este sistema de referencia.

No hay que olvidar que se está siempre trabajando con formas ideales que permitan cálculos sencillos, pero la tierra es algo mucho más complejo. Sólo hay que pensar que además de la forma de la tierra está el relieve, **las montañas sobre los continentes**, algo que todavía hace que la realidad se aleje más de la teoría.



## 6. Proyecciones: que es una proyección



Una **proyección** es la "sombra" que hace **un objeto de tres dimensiones** (la tierra, o una parte de la misma) **sobre otro de dos dimensiones** (un papel). En el proceso de proyectar se pierde información de esta tercera dimensión, **la altura**, aunque hay sistemas para "recuperar" este tipo de información y plasmarla sobre el plano proyectado (como es, en los mapas topográficos, las curvas de nivel para representar altitudes).

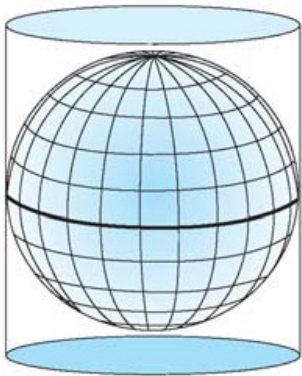
Existen **tres tipos de proyección** básicos, en función de donde "pongamos el papel" con referencia al objeto de tres dimensiones que queremos proyectar: **la proyección plana, la cilíndrica y la cónica**. En la imagen puede verse cómo se pondría el papel en cada caso.

La **cartografía topográfica existente en España y Europa, que es la base de la cartografía excursionista, utiliza una proyección cilíndrica** por ser la que mejor se ajusta a la realidad de las latitudes cercanas al ecuador y medias. Para latitudes cercanas a los polos se utilizan proyecciones cónicas.



# 7. Proyecciones: proyección cilíndrica

La **proyección cilíndrica** se basa en un cilindro que se coloca tangente (tocando) a la superficie terrestre en un anillo. Las superficies y elementos se representan muy bien en la zona que toca el cilindro y la tierra, pero a medida que nos alejamos de la línea tangente van aumentando las distorsiones.



**Normal**



**Transverse**



**Oblique**

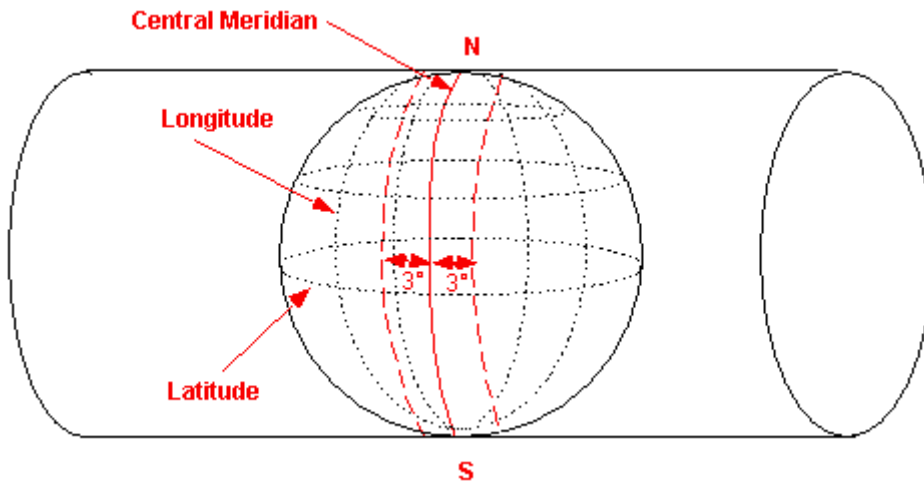
Dependiendo de en qué manera se coloque el cilindro con respecto a la esfera terrestre tiene distinto nombre.

Una **proyección cilíndrica normal** tiene el eje del cilindro coincidente con el polar, y es tangente al ecuador por lo que esa es la parte que mejor se representa.

Una **proyección cilíndrica transversa** tiene el eje del cilindro perpendicular al eje polar, y es tangente a un meridiano.

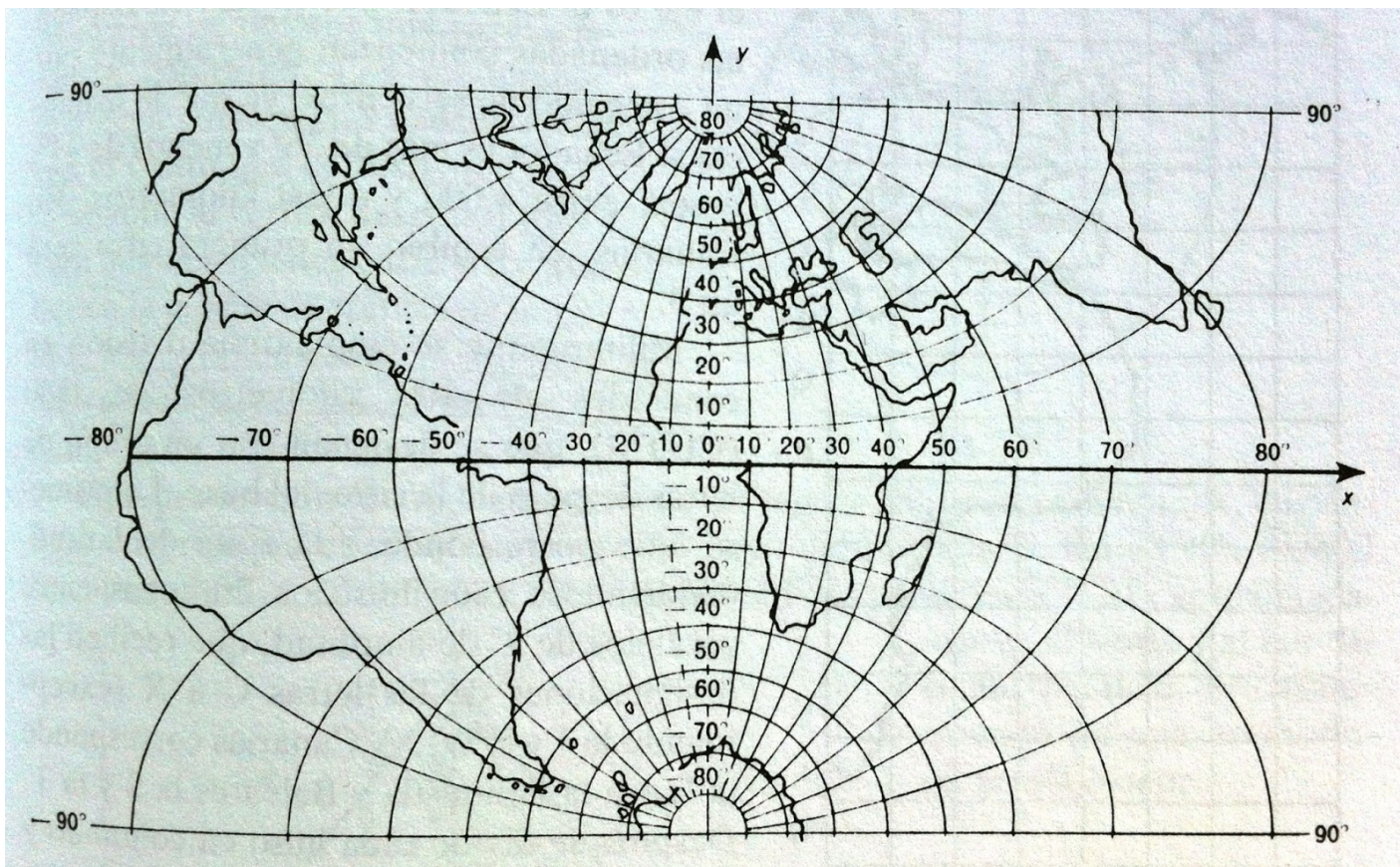
Una **proyección cilíndrica oblicua** tiene el eje del cilindro en una posición intermedia entre la normal y la transversa.

# 8. Proyecciones: proyección UTM



La **proyección UTM** (**Universal Transverse Mercator**) es la proyección que se utiliza para realizar los **mapas excursionistas y topográficos en nuestro país**. Esta **proyección cilíndrica** es, además:

- Una **proyección transversa**: el cilindro es tangente a la superficie terrestre en un meridiano, el eje del cilindro coincide con el eje ecuatorial
- Una **proyección conforme**: mantiene el valor de los ángulos entre la realidad y la proyección, aunque no mantiene el valor de las superficies

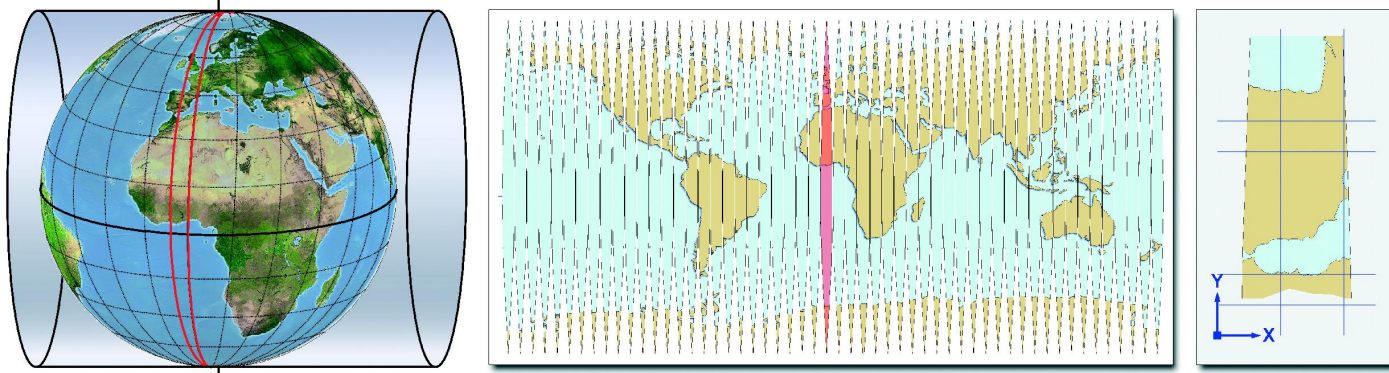


Este tipo de proyección es muy fidedigna en la zona tangente pero distorsiona mucho a medida que nos alejamos de esa línea de tangencia. Para solucionar este punto se trabaja con Husos, algo que veremos a continuación.



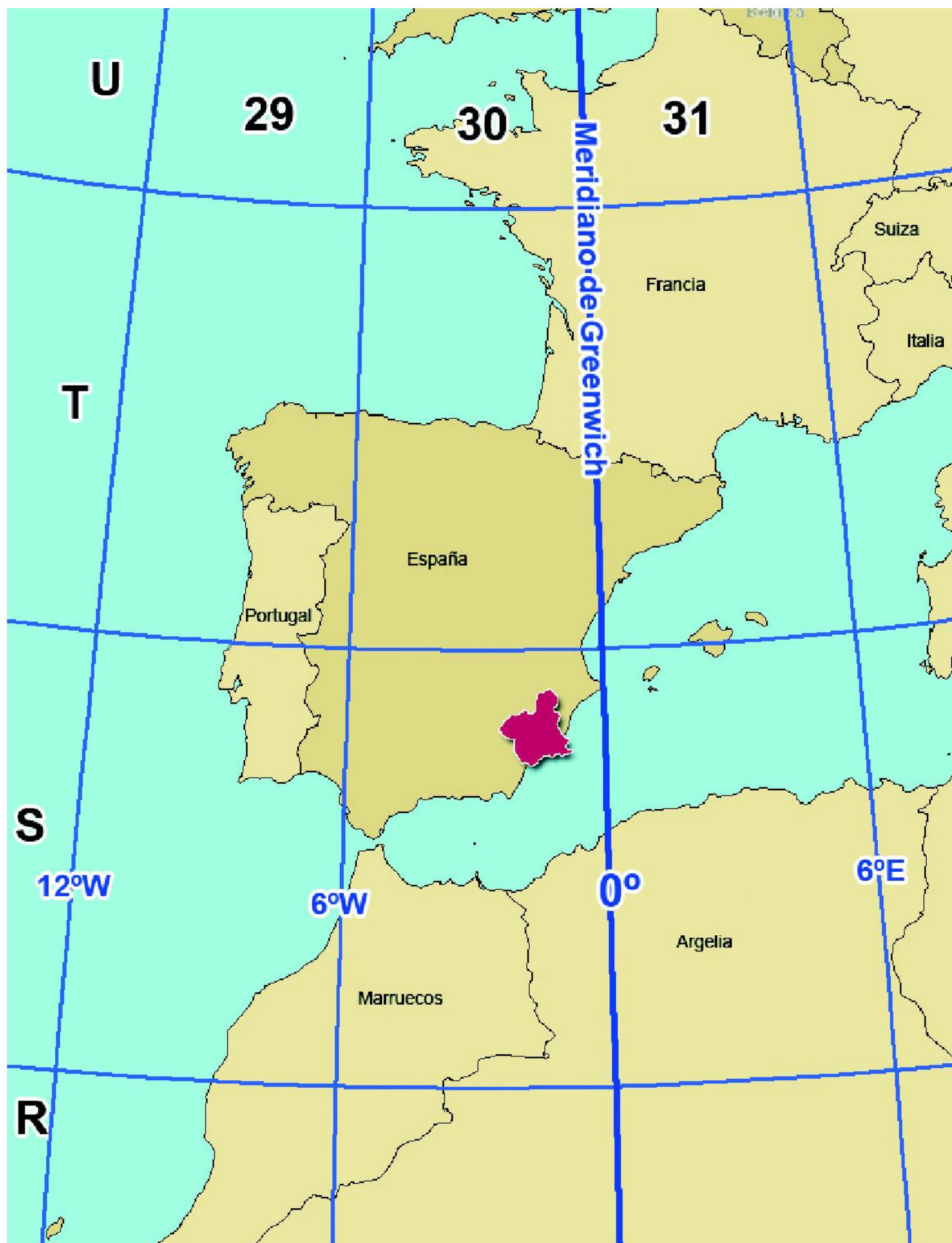
## 9. Proyecciones: los Husos

Proyección UTM



Como ya hemos visto, la proyección UTM es un tipo de proyección muy fidedigna en la zona tangente, pero distorsiona mucho a medida que nos alejamos de esa línea. La solución que se le ha dado es trabajar por **Husos**, o lo que es lo mismo, por zonas.

Para ello **se ha dividido la tierra en 60 husos, de 6 grados cada uno** ( $6 \times 60 = 360^\circ$  de la tierra). Con ello, resultan 60 "gajos de naranja" iguales, pero cada una de ellas con un meridiano central diferente.



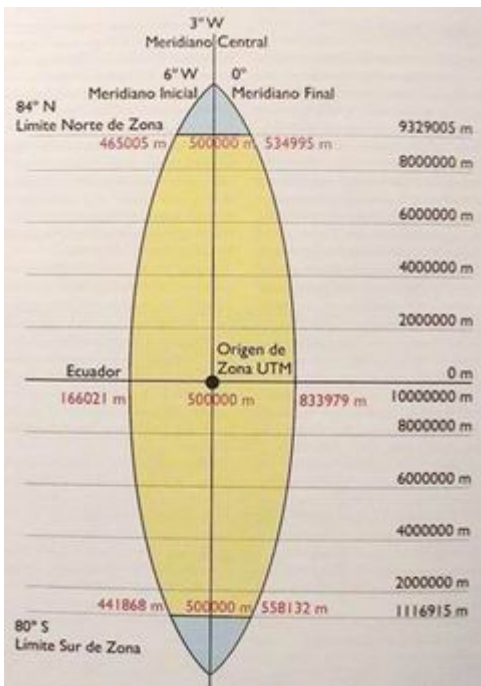


Los Husos se numeran de 1 a 60, iniciando la cuenta en el antemeridiano de Greenwich (al "otro lado" de Greenwich). **El Huso que queda entre 6ºW y 0ºE es el Huso 30, y el Huso que queda entre 0ºE y 6ºE es el 31.** Aragón está entre ambos Husos.

# 10. Proyecciones: coordenadas UTM

Las **coordenadas UTM** llevan una numeración que está **en relación a un imaginario sistema de ejes cartesianos compuesto por el meridiano medio del Huso y la línea del ecuador**.

Como este sistema de ejes cartesianos se repite en cada Huso, **es muy importante que cada coordenada UTM esté en relación a su Huso**, pues de otra manera es una coordenada que se repite 60 veces sobre la superficie de la tierra.



En la imagen podéis ver cómo se estructuran estas coordenadas.

**Por encima de 84º N o por debajo de 80º S no se aplican este tipo de coordenadas** ni de proyección por las grandes deformaciones antes comentadas. Entre 84ºN y 80ºS sí se utilizan.

Las **coordenadas UTM se expresan en metros (m)**.

La **coordenada X es siempre positiva** y va de un valor 166.021 m. a un valor 833.979 m. en el ecuador, menos a medida que nos desplazamos hacia los polos.



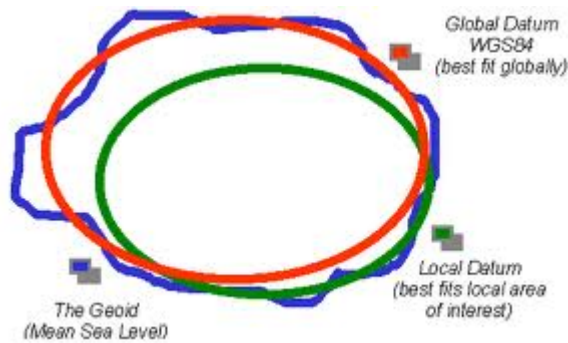
La **coordenada Y es también siempre positiva**, pero debe ir vinculada a un valor N o S pues se repiten valores a ambos lado del ecuador. En el hemisferio norte, que es el que nos interesa, va de un valor 0 a un valor 9.329.005 m.

Como puedes ver, **este tipo de coordenadas nada tienen que ver con las geográficas**, que son en grados y son únicas para cada punto del planeta, mientras que éstas se repiten en cada Huso y si se desvinculan del mismo (si se da la coordenada sin el Huso) es muy difícil saber de qué lugar se trata pues esa misma localización se repite 60 veces sobre la tierra.

Los mapas excursionistas de España, que provienen todos de las bases digitales topográficas del Instituto Geográfico Nacional, están basados en este tipo de coordenadas proyectadas UTM, y en los márgenes de los mapas aparecen este tipo de valores.



# 11. Proyecciones: DATUM



El **datum** es un conjunto de parámetros que **definen la posición del elipsoide de referencia con respecto a la superficie real de la tierra** (el geoide).

No es un único dato sino un conjunto de ellos. **Por un lado se establece el elipsoide de referencia y por otro el punto en el que dicho elipsoide es tangente al geoide.**

Para entenderlo de forma sencilla, es un conjunto de valores que **permiten un ajuste mejor del elipsoide de referencia a una parte de la realidad**, entendiendo que cuando se ajusta bien por un lado, este elipsoide se "desajusta" por otro. Por la imagen te podrás hacer una idea...

Las **coordenadas geográficas** habitualmente vienen referidas al **Datum WGS 84**.

Las **coordenadas UTM en España** se han venido refiriendo en los últimos años al **Datum ED50** (European Datum 1950), pero por normativa europea (**normativa INSPIRE**) antes del 2015 todos los países de la Unión Europea deben tener su cartografía en **coordenadas UTM Datum ETRS89**. En España se está en pleno proceso de migración y si bien el Instituto Geográfico Nacional ha migrado ya prácticamente todos sus datos, **no es así con las editoriales que se dedican a hacer cartografía excursionista**, que todavía tienen en el mercado un importante número de mapas en coordenadas UTM Datum ED50.

**La diferencia de valores entre estos dos sistemas es apreciable sobre todo cuando se usa GPS**, más que sobre el propio mapa, **y es del orden de 200 m de distancia** entre los valores de un punto descrito con un Datum y los valores del mismo punto descrito con el otro Datum.

**El Datum WGS84 se considera equivalente al ETRS89.**



No vamos a entrar en más detalles sobre el Datum. Sólo lo queríamos nombrar para que sepáis que existe y que en las coordenadas que habitualmente manejamos un error de interpretación de Datum puede llevar a errores del orden de 200 m sobre el terreno.

# 12. Proyecciones: comparativa coordenadas geográficas/UTM

Un mismo punto, pongamos por caso el refugio de Góriz, en Ordesa, tiene las siguientes coordenadas.

Coordenadas Geográficas, en grados, minutos y segundos:

Coordenadas		31T x=255458 y=4727951
LAT	42°39'47.9"N	
LON	000°00'54.1"E	
Tipo de coordenadas:	Lat / Long	
Datum	WGS 84	
Formato de grados	dd° mm'ss.s	

► Posición

Coordenadas UTM en ETRS 89, Huso 31, en metros:

Coordenadas		31T x=255458 y=4727951
Coordenada X	255365	
Coordenada Y	4727748	
Tipo de coordenadas:	Proyección UTM	
Datum	ETRS89	
Zona	31T	
Hemisferio	N (Norte)	









Observado el orden de las cifras, no debería ser que confundierais nunca una coordenada geográfica con una proyectada, los valores no tienen mucho que ver, pero tampoco las cifras, ni las unidades...







# 13. Proyecciones: comparativa coordenadas con distintos Datums

Las siguientes imágenes muestran, otra vez para el refugio de Góriz, tres tipos de coordenadas proyectadas UTM, en tres Datums diferentes.

Coordenadas UTM Datum ED50 (el antiguo, que ya no debería usarse pero bastantes mapas impresos vienen con él):

Coordenadas		31T x=255458 y=4727951
Coordenada X	255458	
Coordenada Y	4727951	
Tipo de coordenadas:	Proyección UTM	
Datum	European 1950	
Zona	31T	
Hemisferio	N (Norte)	

Coordenadas UTM Datum ETRS89 (el nuevo, por normativa europea, sólo los mapas nuevos vienen con él):

Coordenadas		31T x=255458 y=4727951
Coordenada X	255365	
Coordenada Y	4727748	
Tipo de coordenadas:	Proyección UTM	
Datum	ETRS89	
Zona	31T	
Hemisferio	N (Norte)	



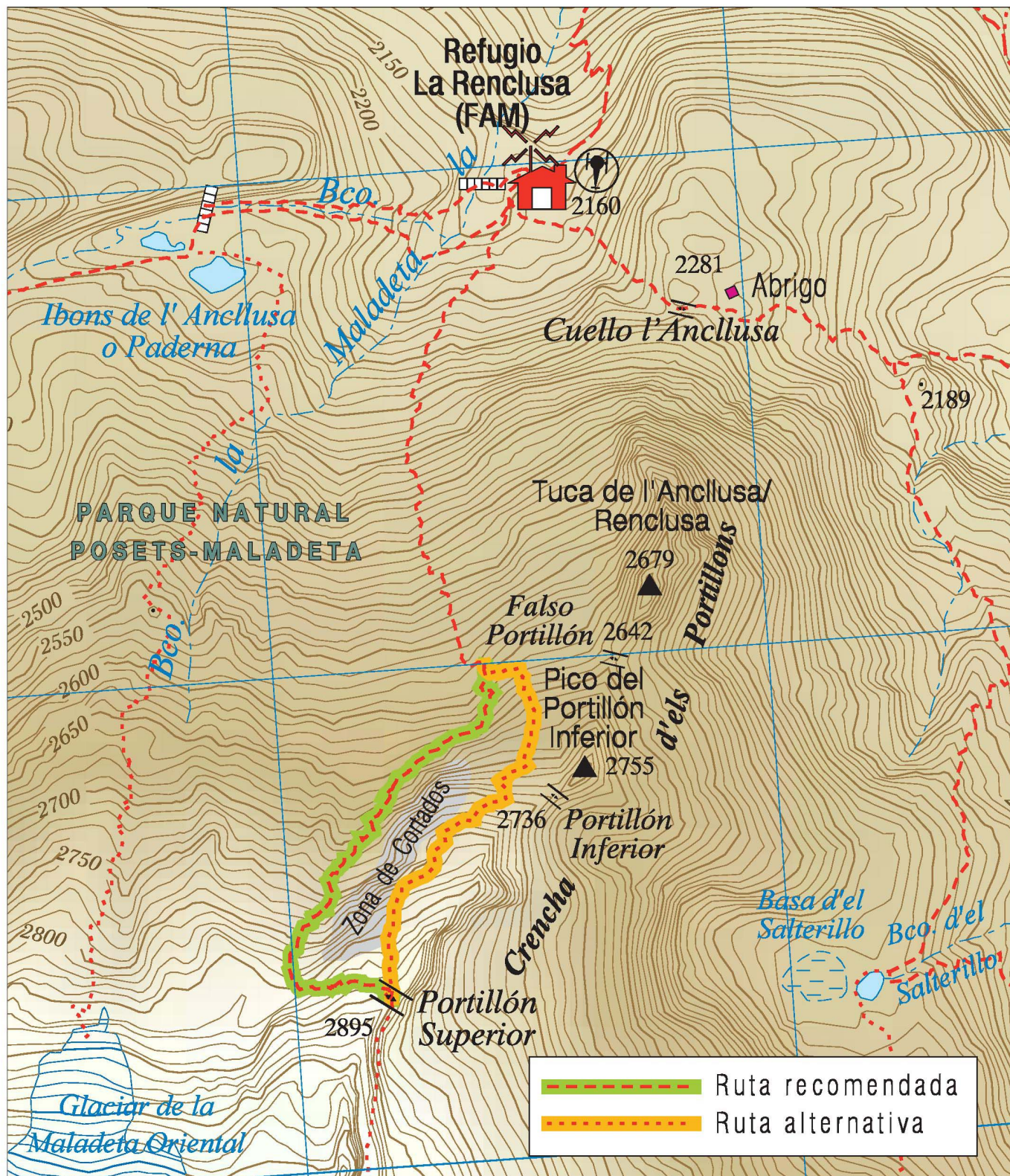
Coordenadas UTM Datum WGS84 (no suele haber cartografía con este Datum, pero es equivalente al ETRS89 y las coordenadas son idénticas):

Coordenadas		31T x=255458 y=4727951
Coordenada X	255365	
Coordenada Y	4727748	
Tipo de coordenadas:	Proyección UTM	
Datum	WGS 84	
Zona	31T	
Hemisferio	N (Norte)	

Entre el datum ED50 y el ETR89 sí hay diferencia, y esa diferencia es importante si estamos sobre el terreno, GPS en mano, buscando una fuente, un puente, un refugio o un accidentado...

# 14. Mapas: qué es un mapa





**Un mapa es la representación de toda o una parte de la superficie terrestre sobre una superficie plana** (un papel). Además, también cumple que:



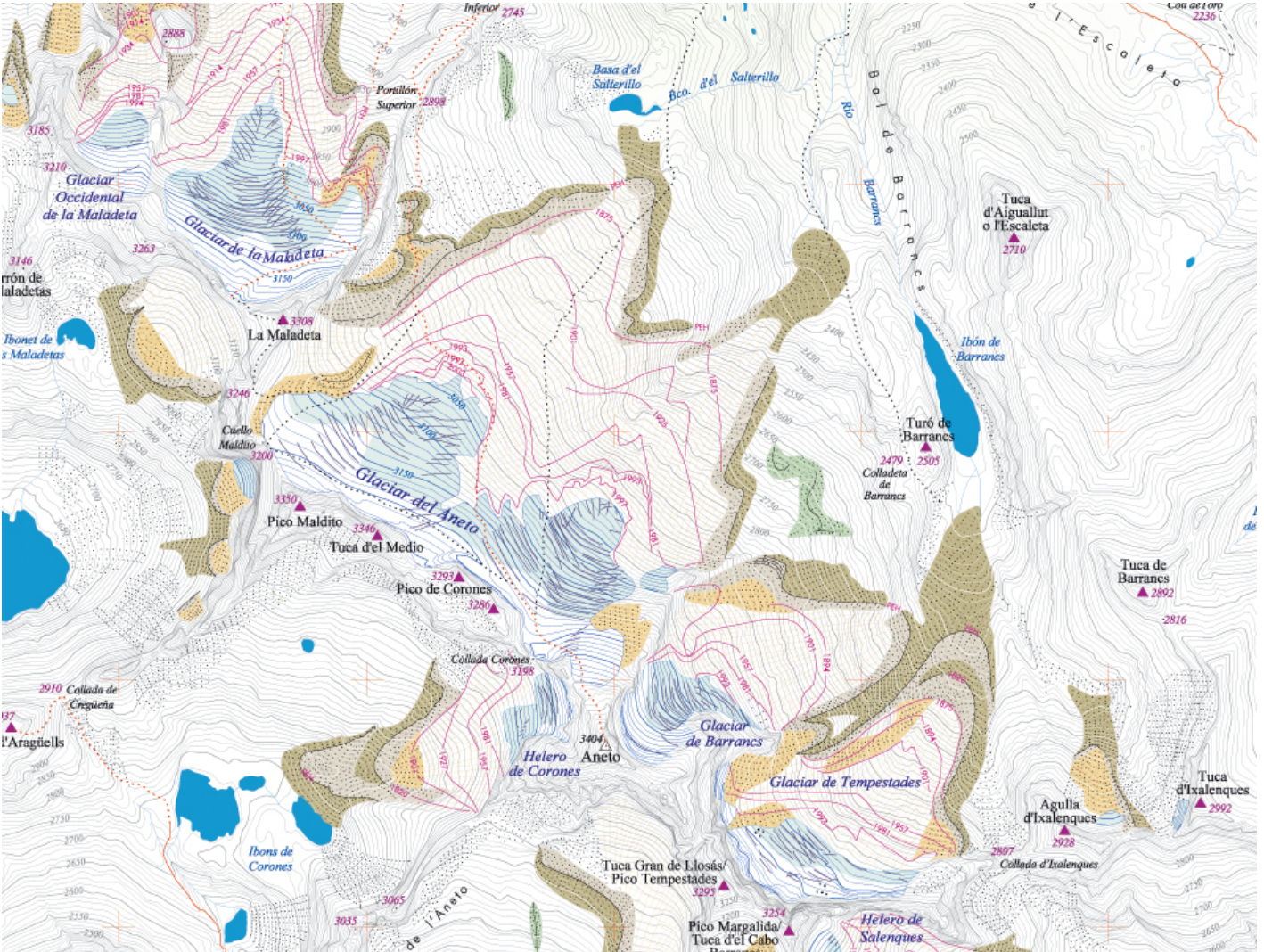


- Es una representación **a escala** (sin conservar medidas reales).
- Es una representación **resumida** (no se muestra toda la información, sólo la que para cada fin se considera relevante)
- Es una representación **esquemática** (se utilizan diferentes simbologías para indicar informaciones tipo)

Existen **mapas de carreteras, mapas topográficos, mapas temáticos, mapas náuticos**, etc.

Para nosotros como federados, de entre todos los tipos de mapa que existen nos va a interesar el **mapa topográfico, que es la base de los mapas excursionistas y en ellos se muestra la información del relieve**, que para caminar por la montaña es fundamental.

# 15. Mapas: el mapa excursionista



Los **mapas topográficos son la base de los mapas excursionistas**, que son a su vez aquéllos que necesitaremos para planificar y realizar nuestras actividades con seguridad.

Los mapas topográficos los realiza el **Instituto Geográfico Nacional** (IGN). Son de interés excursionista las **escalas 1:25.000 y 1:50.000**, aunque hay que tener muy presente que el IGN hace mapas sin finalidad excursionista, y que por lo tanto los caminos no siempre vienen reflejados



en estos mapas, ni tampoco todos los refugios, los puentes, las fuentes, los abrigos, etc., información toda ella fundamental para el excursionista.

Sin embargo sí vienen provistos de una información altimétrica de gran interés, constituida por las **curvas de nivel**.



# 16. Mapas: fuentes de mapas



Tal como ya hemos comentado, el **IGN** es el encargado hoy en día de proveer toda la **cartografía de escalas 1:25.000 y 1:50.000** de España.

Esta cartografía es la base que utilizan el resto de las editoriales que se dedican a editar mapas excursionistas, enriqueciendo estas bases con información de interés excursionista y revisión toponímica.

Por lo tanto, si de una zona concreta no existen mapas excursionistas (hay más montañas que mapas, sin duda!), siempre puedes ir a buscar el mapa de escala adecuada a la fuente, el IGN, que a través de su **Centro de Descargas** permite descargar la imagen de sus mapas de sus series



MTN 25 ráster y MTN 50 ráster, siendo el valor numérico la escala de las series. Allí, **por hojas y de manera gratuita**, podrás descargar estas imágenes y utilizarlas como necesites (los formatos de descarga son **Tiff** o **Ecw**).

Para proveerte de mapas excursionistas, preparados especialmente para una finalidad excursionista, tendrás que dirigirte a las distintas editoriales que se dedican a ello. Las 4 principales editoriales que tienen mapas de la **montaña aragonesa** son las siguientes (aunque hay otras):

- Editorial Alpina
- Editorial Pirineo
- Editorial Prames
- Editorial Sua

Te recomendamos que intentes tener siempre **un mapa actualizado** (de una versión reciente, todos los mapas llevan el año de la edición o de la reedición) y de una escala entre 1:25.000 y 1:40.000, aunque es **más recomendable la 25.000**.

# 17. Mapas: directiva INSPIRE europea



La **directiva INSPIRE europea** marca las reglas por las que se deben seguir todos los países de la unión europea en relación a la **información espacial**, o sea, la información que tiene que ver con la ubicación sobre el territorio.

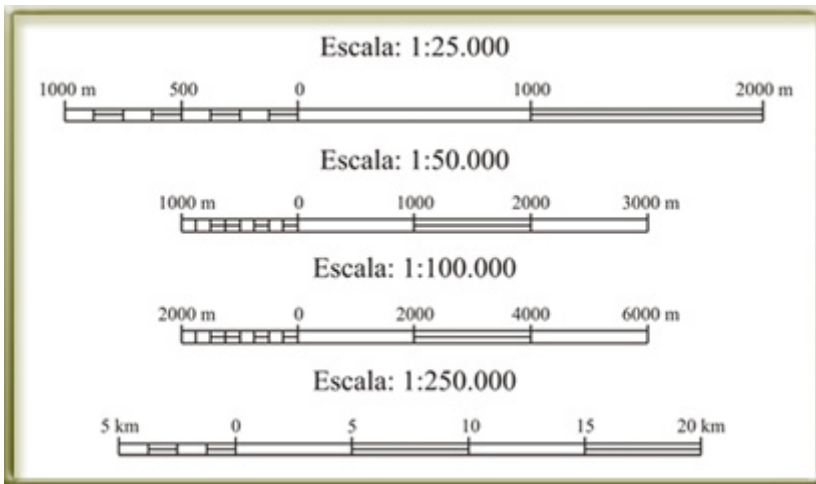
**El objetivo es hacer coherente y comprensible la información geográfica de los distintos países** de los estados miembros.

Se aprobó en el **año 2007** y se supone que **antes del 2015** tienen que estar todos los países cumpliéndola. En España esta normativa ha implicado **cambios de importancia** en el funcionamiento del IGN y resto de ministerios y entidades públicas que trabajan con información geográfica, pero las dos más significativas son:

- La **información geográfica es ahora más accesible que nunca** (y gratuita!, siempre que no quieras ganar dinero con ella)
- **El Datum hasta ahora utilizado en los mapas del IGN (el Datum ED50) deja de ser válido y debe aplicarse el Datum ETRS89**

Ya vimos cuando hablamos de los Datums que **entre el ED50 y el ETRS89 había una diferencia de cerca de 200 m**, algo que debe tenerse muy en cuenta si intentamos utilizar una coordenada de un mapa en un GPS y esperamos que el GPS nos lleve a destino.

# 18. Elementos del mapa: la escala



La **escala de un mapa** es la **relación que existe entre las dimensiones del mapa y las dimensiones reales** del elemento que representa.

Ya hemos hablado antes de la escala, diciendo que la 1:25.000 era mejor que la 1:50.000 porque ofrecía más detalle, etc., ¿pero sabemos realmente lo que significa?

**Escala 1:25.000** se lee, literalmente: **1 cm (metro, km...) del mapa, representa 25.000 cm (metro, km...) de la realidad**, o lo que es lo mismo, **1 cm del mapa representa 250 m de la realidad**.

Es sencillo, ¿no? Normalmente en alguna esquina del mapa suele aparecer la escala tal como la hemos visto ahora, del tipo 1:25.000 (llamada también **escala numérica**) acompañada de una barra que indica distancias, esa es la **escala gráfica**, y por supuesto las dos indican lo mismo, la relación entre distancia en el mapa y la distancia en la realidad.

Es muy importante tener clara la escala del mapa, puesto que ello nos da idea de la distancia real que hay hasta un lugar, o la longitud del camino.

# 19. Elementos del mapa: la leyenda I





Todos los mapas llevan, o por lo menos deben llevar, **una leyenda**.

La leyenda, que permite interpretar bien el mapa, está compuesta por dos tipos de información principal:



- **Información de los elementos dibujados** en el mapa

- **Información de la georreferencia** del mapa

La **información de los elementos dibujados** en el mapa es la **traducción entre la simbología utilizada en el mapa y el elemento que representa en el mundo real**.

En esta imagen puede verse un ejemplo de simbología, en ella están contemplados los siguientes elementos, habituales en un mapa excursionista:

- Simbología de las **carreteras** (locales, nacionales, autonómicas, etc.)
- Simbología de las **pistas forestales**
- Simbología de distintos **tipos de caminos** (según su definición, su anchura, su facilidad para seguirlos...)
- Simbología de las **curvas de nivel**
- Simbología de **elementos de agua**: ríos, canales, embalses, ibones...
- Simbología de **elementos de construcciones**: poblaciones, casas, casas en ruinas, casas aisladas...
- Simbología de **elementos puntuales relevantes**: iglesias, fuentes, refugios, oficinas de información turística, museos, cadenas en pistas, cuevas, miradores, clavijas en pasos de montaña...
- Simbología de **límites**: país, comunidad autónoma, municipio, espacio natural protegido...
- Simbología de **caminos señalizados**: senderos de Gran Recorrido (GR), de Pequeño Recorrido (PR), de Espacio Natural Protegido... siempre con su numeración oficial

En resumen, esta parte de la leyenda es un **diccionario del mapa**, aquello que nos permite comprender, "leer", el mapa y asociarlo (reconocerlo) con la realidad.

# 20. Elementos del mapa: la leyenda II

