

# Glosario de la geodesia

---

## **A**lteración lineal, módulo lineal

El **módulo lineal** "m" es el cociente (distancia en proyección) / (distancia sobre el elipsoide).

La alteración lineal es igual a "m - 1". La magnitud de las alteraciones lineales puede ser del orden de algunos metros por kilómetro para una proyección que cubra el Uruguay entero.

## **A**ltura

De manera intuitiva, la diferencia de altura entre dos puntos ubicados sobre la misma vertical se puede definir como la distancia que separa estos dos puntos sobre esta vertical. De esto se deduce una definición de la altura de un punto : es la distancia que separa ese punto de la superficie de origen (geoide) medida sobre la vertical física que pas por dicho punto. A esta altura se le llama **altura ortométrica**. Esta definición simple, válida dentro de un rango restringido (desnivelación entre dos puntos cercanos), se torna rápidamente ambigua si las verticales se encuentran separadas por una distancia importante. En este caso se debe abordar el problema a través de variables físicas.

Se define en este caso otro tipo de altura, la **altura normal** :

- homogénea con respecto a una distancia, es decir expresada en metros.
- independiente del trayecto seguido
- que tenga en cuenta los valores locales reales de la aceleración de la **gravedad "g"**.

Las alturas normales están calculadas a partir de alturas dinámicas compensadas. Poseen las mismas ventajas que las alturas ortométricas , pero además hacen intervenir los valores de "g" medidos y no los teóricos.

## **A**utomecoicas

En una representación secante (o tangente con factor de escala), el **módulo lineal** tiene el valor 1 sobre dos líneas particulares, llamadas automecoicas. Entre estas dos líneas tenderá a un valor mínimo inferior a 1, que definirá la isométrica central del sistema. Por fuera de estas dos líneas, el módulo será superior a 1.

## **C**ompensación

Para calcular la posición de los puntos en una red geodésica, se miden segmentos más numerosos que los necesarios a la simple resolución geométrica de las figuras. Esta abundancia permite una selección entre las observaciones. Los métodos de compensación tienen como objetivo suministrar los elementos de la red correspondiente a los valores más probables de las observaciones.

## **C**onvergencia de los meridianos

La mayoría de las proyecciones, aún si conservan los ángulos, no conservan la dirección del Norte geográfico, o sea que el Norte de la proyección no indica la dirección del Norte geográfico. La convergencia de los meridianos en un punto es el [valor angular](#) de la imagen (en la proyección) del meridiano que pasa por ese punto.

En esta proyección, los meridianos convergen en un punto, mientras que los ejes Norte de la proyección son paralelos.

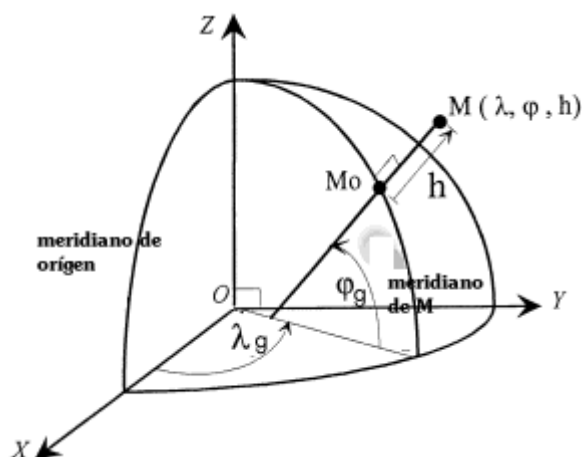
*Representación gráfica de la convergencia de los meridianos*

La convergencia de los meridianos puede alcanzar grados diferentes, su valor pudiendo ser positivo o negativo. Esta noción de convergencia de los meridianos explica por qué dos puntos que tienen la misma latitud no tienen forzosamente el mismo valor de N, y que dos puntos que tienen la misma longitud no tienen el mismo valor de E.

## **C**oordenada geográficas geocéntricas

El plano meridiano geodésico es el semiplano que contiene a la vez la normal y el semieje menor del elipsoide.

- la longitud geodésica es el ángulo diedro de dos planos meridianos en el cual uno de ellos se toma como origen.
- la latitud geodésica es el ángulo que forman la normal con el plano ecuatorial que contiene el gran eje del elipsoide.



Esto nos da una dirección y no un punto. La insuficiencia de la geodesia bidimensional conduce a la definición de una tercera magnitud, distancia del punto al elipsoide medida sobre la normal y llamada altura elipsoidal (h).

## **D**atum

Sistema geodésico de definición local construido históricamente a partir de un punto.

## **D**Eclinación magnética

Se le llama declinación magnética al ángulo que forman el Norte magnético y el Norte geográfico. La dirección del Norte magnético varía en función del lugar y de la fecha de determinación. En Francia la declinación magnética varía entre 0 y 5 grados, el Norte magnético situándose al oeste del norte geográfico. Cada año la declinación disminuye entre 0.09 y 0.12 grados según el lugar.

## **D**esviación relativa de la vertical

En un punto cualquiera de una red que no sea el **punto fundamental**, la normal al elipsoide y la vertical forman entre ellos un ángulo llamado desviación de la vertical, en general definido en el referencial local por sus dos componentes :

Si se calculan estos dos pequeños ángulos en función de .  
Lo más simple es considerar una esfera de radio unitario, centrada en  $m$ . La normal en  $m$  atraviesa esta esfera en  $n$  y la vertical a  $m$  la atraviesa en  $v$ . Si  $h$  es la intersección del paralelo de  $n$  con el plano meridiano astronómico en  $m$ , se tiene:

Este ángulo es en general del orden de algunas décimas de miligrados. Puede alcanzar algunas centésimas de grados (Isla de la Reunion). En ningún caso se puede omitir esta diferencia cuando se establece una red geodésica.

## **E**lipsoide

El elipsoide de revolución (esfera achatada en los polos) es un modelo matemático de la Tierra utilizado para realizar cálculos y que se sitúa lo más cerca posible del geoide. Existen numerosos modelos de elipsoides.

## **G**eoide

Las superficies en las cuales el potencial de gravedad es constante se llaman superficies equipotenciales o de nivel. De acuerdo a las propiedades de los fluidos en equilibrio, la superficie promedio de las grandes masas de agua : mares, océanos, ... son superficies equipotenciales. Se elige una de ellas, llamada geoide -la superficie promedio de los océanos- para definir un nivel cero a partir del cual se medirán las alturas. De hecho, esta superficie es difícilmente observable. Mesmo en pleno océano, donde las olas y las mareas pueden ser promediadas , las diferencias de temperatura, de salinidad, los

vientos, pueden modificar el nivel medio. En los continentes, el geoide está definido de manera indirecta.

## **G** PS

(Global Positioning System) Es el sistema de posicionamiento por satélite a escala del globo. El lanzamiento del primer satélite tuvo lugar en 1978. El sistema fue declarado plenamente operativo en 1994. Fue concebido en sus principios por el departamento de Defensa de los EUA, para aplicaciones militares, pero posteriormente fue ampliado a las aplicaciones civiles, y en especial para la geodesia.

## **G** ravimetría

Medición del campo de gravedad. La forma de la Tierra se obtiene por un método que hace intervenir las mediciones localizadas de la gravedad real. Se trata de efectuar la comparación entre las mediciones reales de la gravedad y los valores de un modelo teórico, lo que nos da las "anomalías de la gravedad". Las diferencias constatadas permiten :

- mejorar el modelo a través de una mayor complejidad : haciendo intervenir el relieve, las hipótesis sobre las densidades, etc.
- determinar las características del geoide real con respecto al modelo, y por ende obtener la "forma de la Tierra".

## **G** RS80

(Geodetic Reference System 1980)  
Sistema de referencia, pero también elipsoide asociado, adoptado por la IUGG (Union Internacional de Geodesia y Geofísica), en Caberra en 1979.

## **L**ongitud de origen

Es la longitud del [meridiano de origen](#) de la representación, generalmente medido con respecto al meridiano internacional.

## **M**eridiano de origen

Las longitudes están medidas, generalmente, de manera positiva hacia el este, siempre con respecto al meridiano de origen, que puede ser el de Greenwich

(meridiano internacional), o propio a un sistema geodésico nacional (meridiano de París para Francia).

Cada meridiano de origen se define numericamente por su longitud con respecto al meridiano internacional. Por ejemplo, el meridiano de París está a  $2^{\circ} 20' 14.025''$  al Este del de Greenwich.

## **M**ódulo lineal, alteración lineal

El módulo lineal "m" es el cociente (distancia en la proyección)/(distancia en el elipsoide).

La alteración lineal es "m"-1. El orden de magnitud de las alteraciones lineares puede alcanzar algunos metros por kilómetro para una proyección cubriendo la totalidad del Uruguay.

## **P**unto fundamental

Antes de la existencia de satélites, todo conjunto de coordenadas geodésicas, todo sistema geodésico, precisaba que, por lo menos en un punto, se tomen como coordenadas geodésicas las coordenadas astronómicas observadas. A ese punto se le llama punto **fundamental**.

En ese punto, llamado "F" por ejemplo, se puede decir que "Aza = Azg". En consecuencia, las imágenes de todas las direcciones horizontales observables son las direcciones tangentes al elipsoide, que forman con el meridiano geodésico ángulos "Azg = Aza". Entonces :

- la imagen de la vertical es la normal a ese punto
- la imagen del plano meridiano astronómico es el plano meridiano geodésico.

*Ejemplo : La Nueva Triangulación de Francia (NTF) considera el elipsoide de Clarke 1880 tangente al geoide en un punto, la Cruz del Panteón de París, punto fundamental de la NTF. La altura "H" y la altura elipsoidal "h" son idénticas en ese punto, la vertical y la normal se confunden.*

## **P**royecciones

Se utiliza una **representación plana** de la Tierra, o proyección a fines de:

- representar sobre una superficie plana parte del modelo elipsoidal de la Tierra.
- obtener valores métricos utilizables más fácilmente que las unidades angulares.
- hacer más fácil la evaluación de distancias.

Los sistemas de proyecciones cartográficas se analizan por el tipo de superficie adoptada y el grado de deformación.

Por el tipo de superficie de proyección adoptada, las proyecciones se clasifican en: planas o azimutales, cilíndricas, cónicas, UTM y poliédricas, según se represente la superficie curva de la Tierra sobre un plano, un cilindro, un cono o un poliedro tangente o secante a la esfera terrestre.

## **R**ed geodésica

Una red es un conjunto de puntos relacionados físicamente a la corteza terrestre, para los cuales se describe una posición definida por coordenadas estimadas y sus variaciones.

## **S**imilitud

Transformación puntual que conserva los ángulos, compuesta de una rotación y de una homotecia de mismo centro.

## **S**uperficies equipotenciales

(ver [géοide](#))

## **S**istema de coordenadas

Cualquier objeto geográfico solamente podrá ser localizado si podemos describirlo en relación a otro(s) objeto(s) cuya posición sea previamente conocida, o determinando su localización en una red coherente de coordenadas.

Cuando se dispone de un sistema de coordenadas fijas, se puede definir la localización de cualquier punto en la superficie terrestre.

Se utilizan tres tipos diferentes de coordenadas : las coordenadas cartesianas, las geográficas y las planas.

## **T**riangulación

Técnica utilizada en el pasado en geodesia para construir un conjunto de puntos con coordenadas conocidas, utilizando la medida de ángulos y de distancias, así como cálculos geométricos.

## **U**TM

Universal Transverse Mercator ;  
proyección cilíndrica transversa.

## **V**alor angular

La noción de valor angular está definida por el ángulo de una dirección con respecto al eje de los N de una proyección. El eje de los N (o Y del cuadrículado) es igual a la dirección Norte de la proyección. Este ángulo se mide en grados en el sentido retrógrado a partir del eje de los N.

## **W**GS84

(World Geodetic System 1984)  
Sistema geodésico desarrollado por el departamento de la Defensa de los EUA, y definido a partir de:

- coordenadas de puntos obtenidas por observación Doppler a partir de satélites,
- de un conjunto de definiciones de datos : constantes fundamentales, desarrollo del campo de armónicos esféricos, etc. WGS84 fué deducido de una primera realización WGS72 utilizando una transformación con 7 parámetros. La exactitud de este sistema es del orden de un metro. Este es el sistema utilizado para la difusión de las efemérides radiodifundidas por los satélites GPS. El elipsoide asociado a WGS84 es el IAG-GRS80.