

¿Sabías que...

La altitud se define como la distancia vertical de un punto de la tierra respecto al nivel del mar ?

Albert Garcia-Benadí, Joaquín del Río-Fernández
Universitat Politècnica de Catalunya

La definición de altitud por la Real Academia de la lengua española es la distancia vertical de un punto de la tierra respecto al nivel del mar, que se identifica habitualmente con el acrónimo msnm (metros sobre el nivel del mar). Pero todos sabemos que el nivel del mar es variable por causa de las mareas, deshielo, fases lunares, posición geográfica, etc. Por ello ¿cómo podemos calcular la cota de referencia del nivel del mar?

Si partimos de la historia vemos que la cota de referencia para la determinación de la altura era el nivel del mar. Esta cota aún se utiliza actualmente, pero en función del país se sitúa en un punto u otro; para el caso de España se refiere al promedio de los valores hallados en el mareógrafo (1) situado en Alicante entre los años 1870 y 1882. A partir de este valor se detalló el primer punto de la red geodésica española (NP1), situado en el tercer escalón de la escalera de acceso al Ayuntamiento, con una altitud ortométrica de 3,4095 m (Figura 1).



Figura 1. NP1 (Alicante)

¿Red geodésica? ¿Altura ortométrica? Vamos a definir algunos conceptos.

La altura ortométrica es la altura que existe entre un punto de la superficie terrestre donde nos encontramos y el geoide, siendo el geoide la superficie equipotencial que sigue el campo gravitatorio terrestre, ver figura 2. Esta superficie sigue el nivel medio del mar, por ello podemos identificar la

altitud con la altura ortométrica

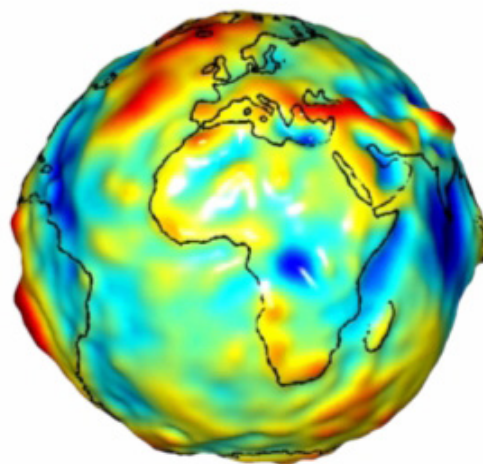


Figura 2. Geoide en Europa y África.
Fuente: Misión GRACE (NASA).

El término *geoide* posee un motivo de existir. Vamos a detallar la problemática existente en el momento de calcularlo y los métodos empleados para su resolución.

El principal problema es que la Tierra no es esférica, de hecho es un ovoide y no sigue un patrón matemático a causa de la variabilidad de su morfología; por ello, cuando queremos representar con una forma geométrica la Tierra, ésta no se puede adaptar nunca a la topografía de la misma. Este es el motivo por el que se escogieron sistemas de referencia matemáticos, los WGS (World Geodetic Systems), que crean formas matemáticas perfectas y cubren una superficie muy amplia. Si queremos realizar un estudio detallado de una zona determinada debemos conocer el DATUM que nos permite corregir los parámetros del elipsoide global a un elipsoide local. El DATUM nos permite corregir los valo-

res de latitud y longitud, pero continuamos con el problema de la altitud, ya que los satélites nos dan el valor de la altura elipsoidal (h), o sea la altura del punto de recepción respecto al elipsoide de referencia. Podremos calcular la altura ortométrica o altitud con el valor de la altura elipsoidal y con el de la llamada Anomalía (N), que es el valor que determina la altura entre el geoide y el sistema de referencia.

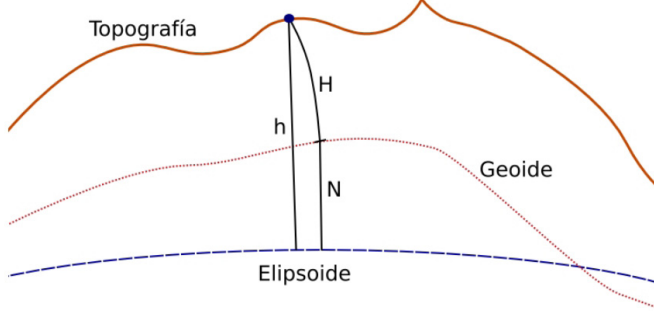


Figura 3. Alturas H, N

En la figura 3, N es la anomalía del geoide-elipsoide, h es la altura elipsoidal y H es la altura ortométrica. En la figura se ha exagerado la curvatura de la línea H para poner en relieve que las alturas h y N son perpendiculares al elipsoide, pero la altura H es perpendicular al geoide. Para hallar el valor de H se debe restar al valor de la altura elipsoidal el valor de la anomalía.

$$H = h - N$$

Ecuación 1. Cálculo de la altura ortométrica

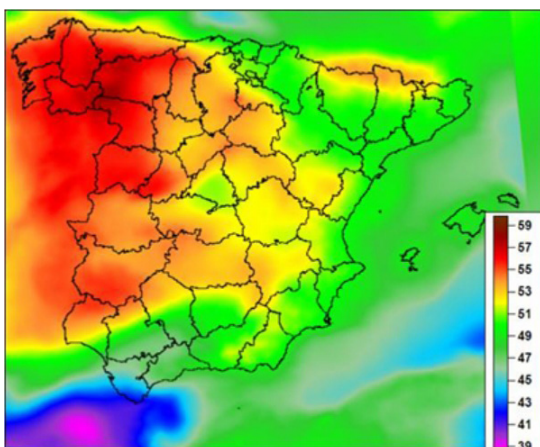


Figura 4. Modelo de geoide EGM08-REDNAP

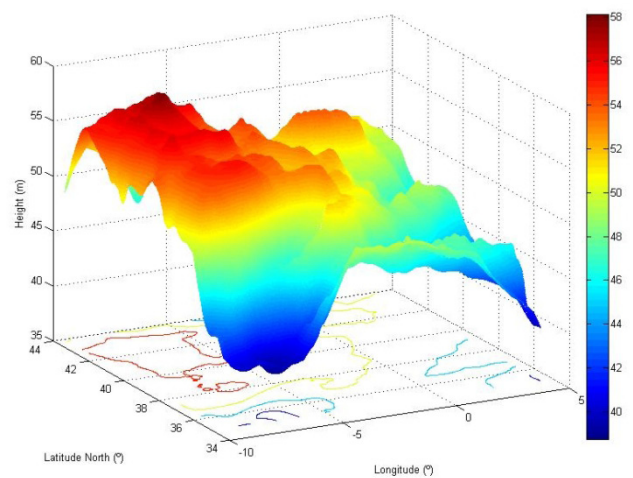


Figura 5. Visualización de los datos del IGN EGM08-REDNAP

La determinación de las anomalías se realiza mediante estudios gravimétricos. En la figura 4 vemos la imagen de las anomalías detalladas por el Instituto geográfico español mediante un modelo del geoide en nuestra zona, y en la figura 5 vemos la visualización de los datos en bruto que ofrece el IGN.

La altitud no es un dato trivial de calcular, por este motivo cuando se realiza un análisis de los valores que da un receptor GPS se debe seguir un esquema determinado, como el que se puede ver en la figura 6.

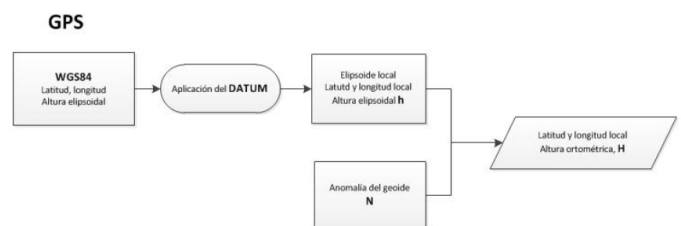


Figura 6. Diagrama de correcciones

Hay que destacar que en muchos receptores de señal GPS el modelo del geoide ya está incorporado y por ello nos ofrecen la posibilidad de ver el valor de la altitud. Pero este dato no se obtiene de la recepción del satélite, sino que el receptor ha realizado las correcciones detalladas en la figura 6, siguiendo unos modelos almacenados.

Terminando con un ejemplo de lo expuesto, si estamos en un punto del Parc Güell de Barcelona, nuestro GPS sin corrección de modelo del geoide (2) indica que estamos en las coordenadas de longitud $2^{\circ} 8' 57,2''$; latitud $41^{\circ} 24' 53,05''$

y altura 209,52 m, que no quiere decir que estemos a 209 m sino que la altura respecto al elipsoide de referencia es de 209 m. Si miramos cuál es el valor de la anomalía en este punto obtenemos aproximadamente 49,22 m. Para conocer la altitud o altura ortométrica; es decir, respecto al nivel del mar, se debe restar el valor de la anomalía a la altura elipsoidal obteniendo en este caso una altitud de 160,3 m.

Notas

1. El mareógrafo es un registrador que mide los niveles momentáneos que experimenta la superficie del mar, considerando ésta como una lámina de agua cuando está exenta de oleaje; en otras palabras, de movimientos de corto periodo.
2. Para conocer si nuestro receptor GPS realiza la corrección del geoide hay que ver si el mensaje GGA incluido en el NMEA posee la corrección del geoide. El NMEA es un protocolo standard de comunicación que usa el receptor de GPS para dar la información sobre posición, velocidad y tiempo. Dentro de este protocolo hay incluidos varios mensajes, que poseen una gramática específica tales como GGA, GSA, GSV, ZDA, etc. La trama que nos interesa es la GGA (Global Position System Fix Data) que el GPS envía como \$GPGGA. En esta trama se detallan la siguiente información: tiempo, latitud, longitud, calidad de la recepción (0 no válida, 1 GPS fijado, 2 DGPS fijado) Numero de satélites, Precisión relativa de la posición horizontal, Altitud, Altura del geoide en el elipsoide WGS84, etc. Este último dato es el que nos interesa, ya que si el GPS da este dato es que tiene en cuenta la altura sobre el geoide. Por el contrario si el dato es nulo implica que no realiza corrección en la altitud, y por lo tanto nos da la altura elipsoidal (h).