

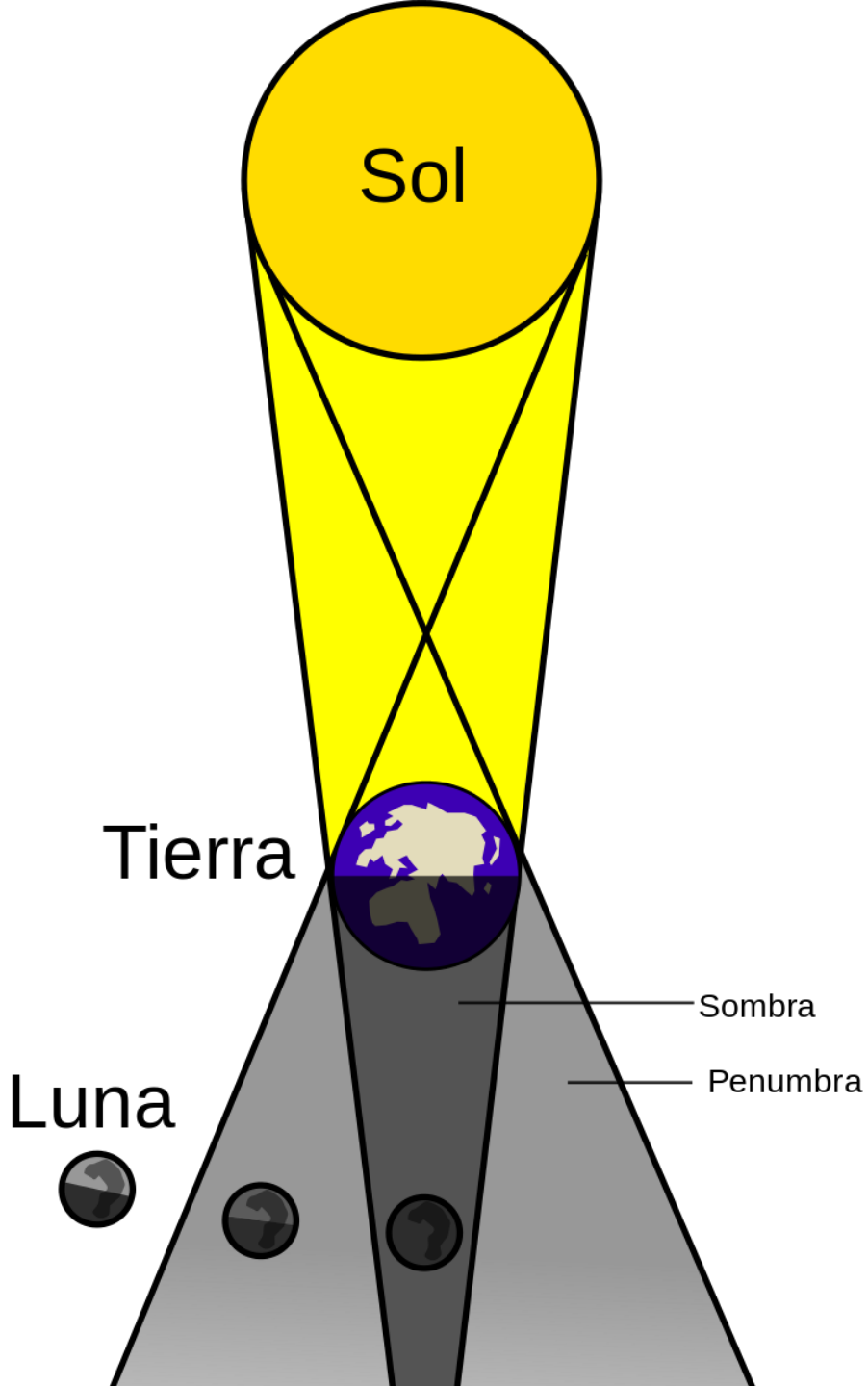
Formes i dimensions de la Terra

Una Terra esfèrica

- <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Curvatura.gif#/media/Archivo:Curvatura.gif>

Il·lustració de "*[De sphaera mundi](#)*", el llibre d'astronomia més influent del segle XIII. Quan un navili es troba més enllà de la línia de l'horitzó, la seua part inferior no és visible a causa de la curvatura de la Terra.





Una Terra esfèrica

L'esfera és l'únic cos sòlid que projecta sempre una ombra circular.

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Moon_eclipse.gif#/media/Archivo: Moon_eclipse.gif

Una Terra esfèrica

L'angle disminueix sempre 1 grau cada 111 km cap al sud. L'estrella segueix un arc de cercle.

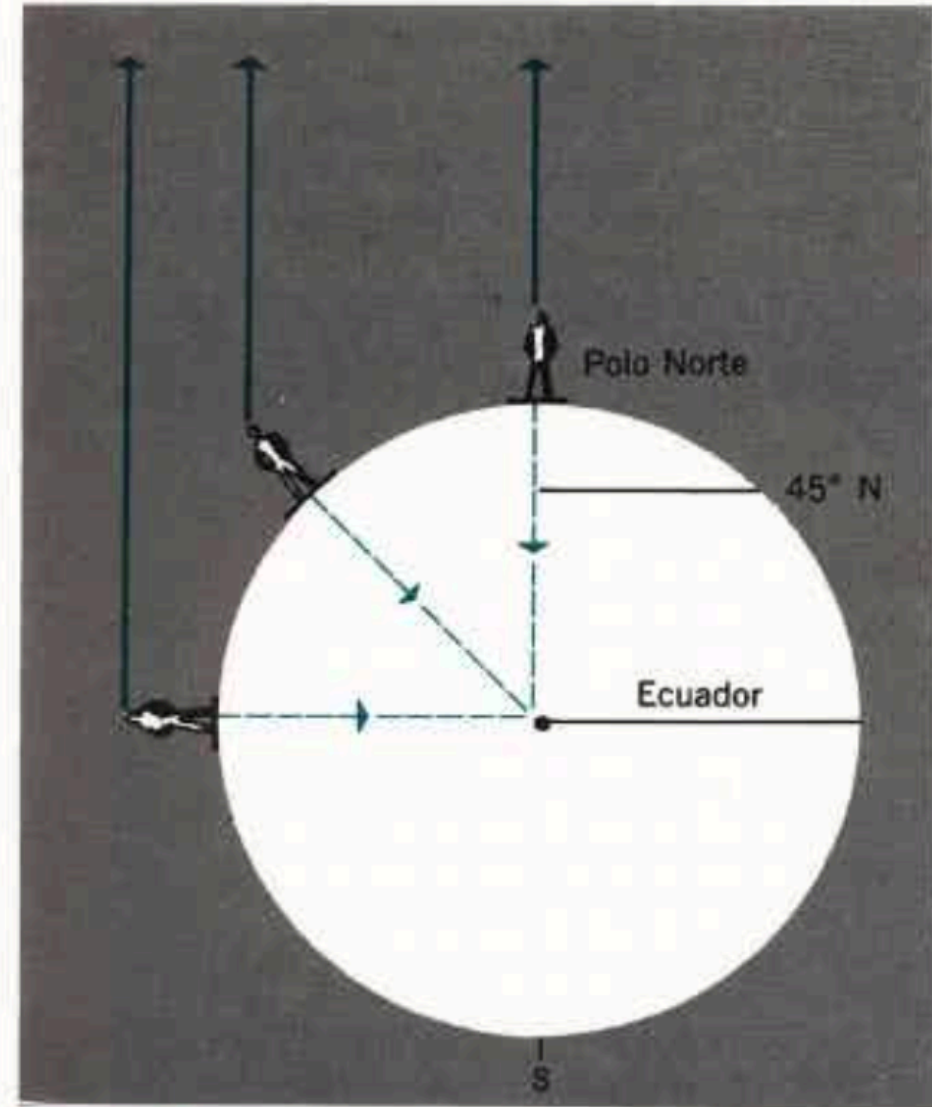


FIGURA 1.2. La altura de la Estrella Polar sobre el horitzó depèn de la posició en que nos encontrem en el hemisferi nord. Els raigs apareixen en el dibuix com a línies paral·leles perquè l'estrella se troba a gran distància de la terra.

La gravetat

- Quina importància té que la Terra siga esfèrica?
- La gravetat és la força que actua sobre una unitat de massa a la superfície terrestre, atraient-la cap al centre de la Terra.
- La gravitació és l'atracció mútua entre dues masses qualsevol. L'atracció varia inversament al quadrat de les distàncies que separa els centres d'ambdues masses.
- Una esfera és un sòlid en el qual tots els punts de la superfície equidisten d'un punt comú o centre. Així, considerem la gravetat com a constant per a qualsevol punt del globus situat al nivell del mar.
- La gravetat és un factor fonamental en el medi ambient: separa substàncies (aigua, aire, roques) i crea processos (erosió).

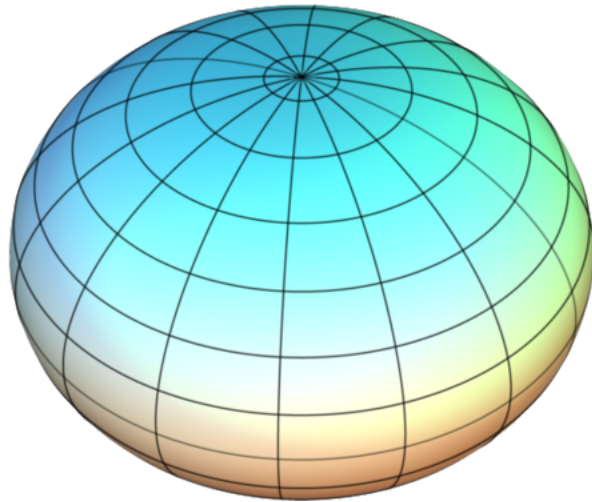
La Terra, com un el·lipsoide aplatat

En 1671 un astrónomo francès, Jean Richer, fue enviado por Luis XIV a la isla de Cayena, en la Guayana francesa para realizar algunas observaciones astronómicas. Su reloj fue ajustado de manera que el péndulo, de 1 m de longitud, marcaba con exactitud los segundos en París (cuando un péndulo es corto, su ritmo es más rápido que cuando es largo). Al llegar a Cayena, que está cerca del Ecuador, Richer encontró que el reloj atrasaba cerca de dos minutos y medio por día. Tan pronto como las leyes de Newton sobre la gravitación fueron publicadas (1687) se pudo atribuir el retraso del reloj en Cayena a algún factor que reducía el valor de la gravedad cerca del Ecuador. Pronto se llegó a la conclusión de que el menor valor de la gravedad se debía a que la región ecuatorial

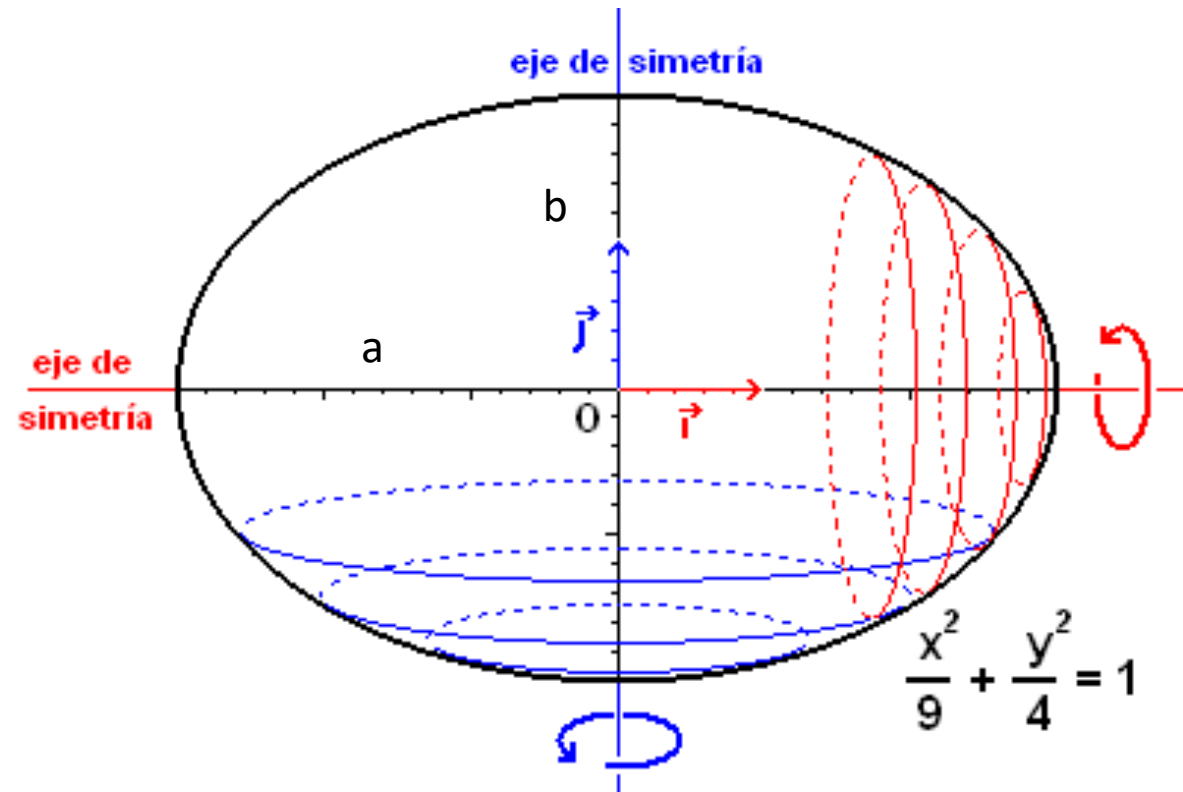
está más lejos del centro de la tierra que las regiones situadas más al norte.

Desde entonces, medidas más exactas han revelado que la verdadera forma de la tierra se asemeja a una esfera que ha sido comprimida en el eje polar y que está ligeramente abultada alrededor del Ecuador (figura 1.4). Esta forma es conocida con el nombre de *elipsoide achatado*. Un corte vertical a través de los polos es más elíptico que circular. El Ecuador sigue siendo un círculo y es la mayor circunferencia posible en el elipsoide. El achatamiento de la tierra es la consecuencia de la fuerza centrífuga producida por la rotación terrestre, que deforma a la tierra, algo plástica, hasta conseguir un equilibrio con respecto a las fuerzas de gravedad y rotación.

El·lipsoide oblong



El·lipticitat= $1/F$
 $F=(a-b)/a$
Oscil·la entre $1/293$ i $1/300$



El·lipsoïdes utilitzats en cartografia

- Struve (1/295)
- Hayford (1/297) → Europa
- El·lipsoïde internacional de referència (1/298), Unió Astronòmica Internacional (1964)

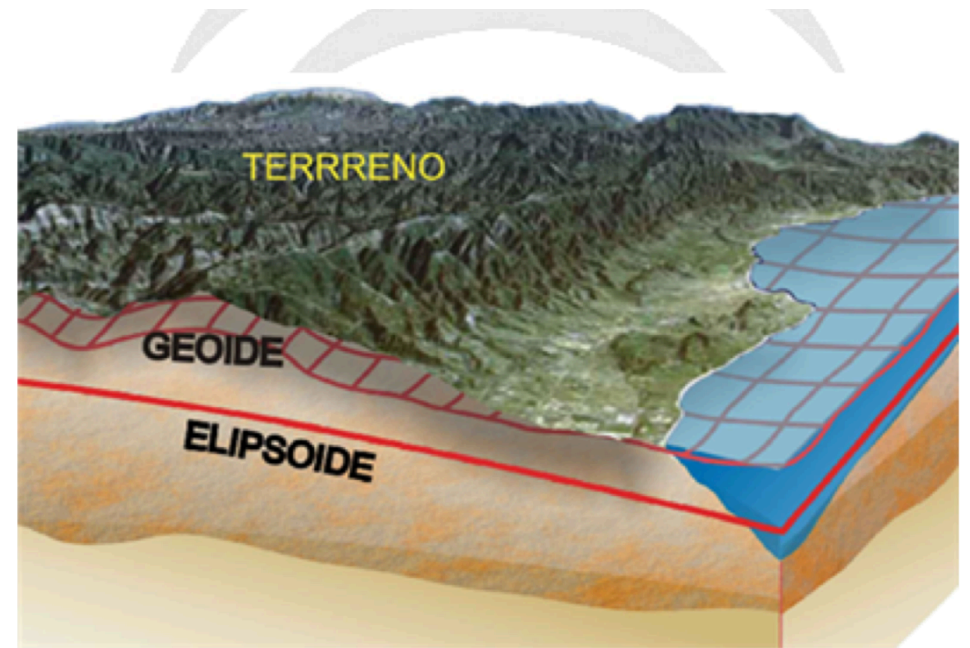
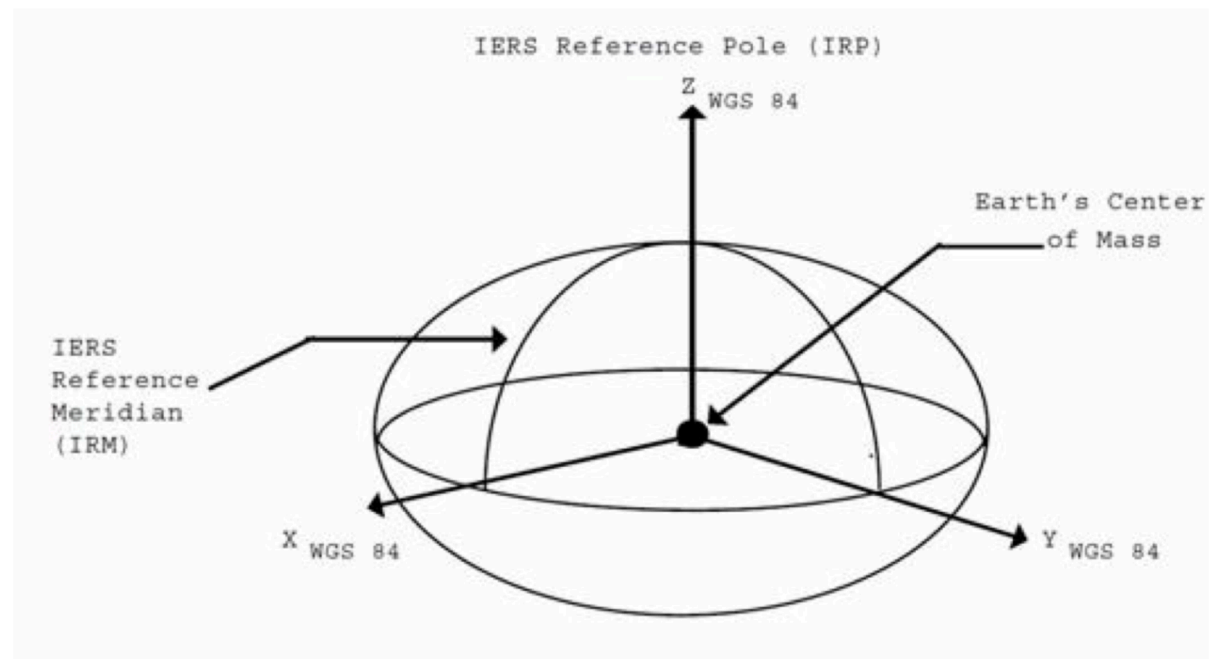


Table 1.1 Historical and current oblate ellipsoids

Name	Date	Equatorial radius (km)	Polar radius (km)	Areas of use
WGS84	1984	6,378.137	6,356.75231	Worldwide
GRS80	1980	6,378.137	6,356.7523	Worldwide (NAD83)
Australian	1965	6,378.160	6,356.7747	Australia
Krasovsky	1940	6,378.245	6,356.863	Soviet Union
International	1924	6,378.388	6,356.9119	Remainder of the world not covered by older ellipsoids (European Datum 1950)
Clarke	1880	6,378.2491	6,356.5149	France; most of Africa
Clarke	1866	6,378.2064	6,356.5838	North America (NAD27)
Bessel	1841	6,377.3972	6,356.079	Central Europe, Sweden, Chile, Switzerland, Indonesia
Airy	1830	6,377.5634	6,356.2569	Great Britain, Ireland
Everest	1830	6,377.2763	6,356.0754	India and the rest of South Asia

World Geodetic System 1984 (WGS84)

Des del 1987, el GPS utilitza el World Geodetic System WGS-84, que és un sistema de referència terrestre únic per a referenciar les posicions i vectors. Es va establir aquest sistema utilitzant observacions Doppler al sistema de satèl·lits de navegació GNSS o Transit, de tal manera que s'adaptara tan bé com fora possible a tota la Terra.



Definición de WGS84 (Fuente: NIMA)

World Geodetic System 1984 (WGS84)

Diàmetre equatorial:

12.756 km

Longitud eix polar:

12.714 km

Aplatament: $42/12.756$
(1/300)

Circumferència equatorial:

40.075 km

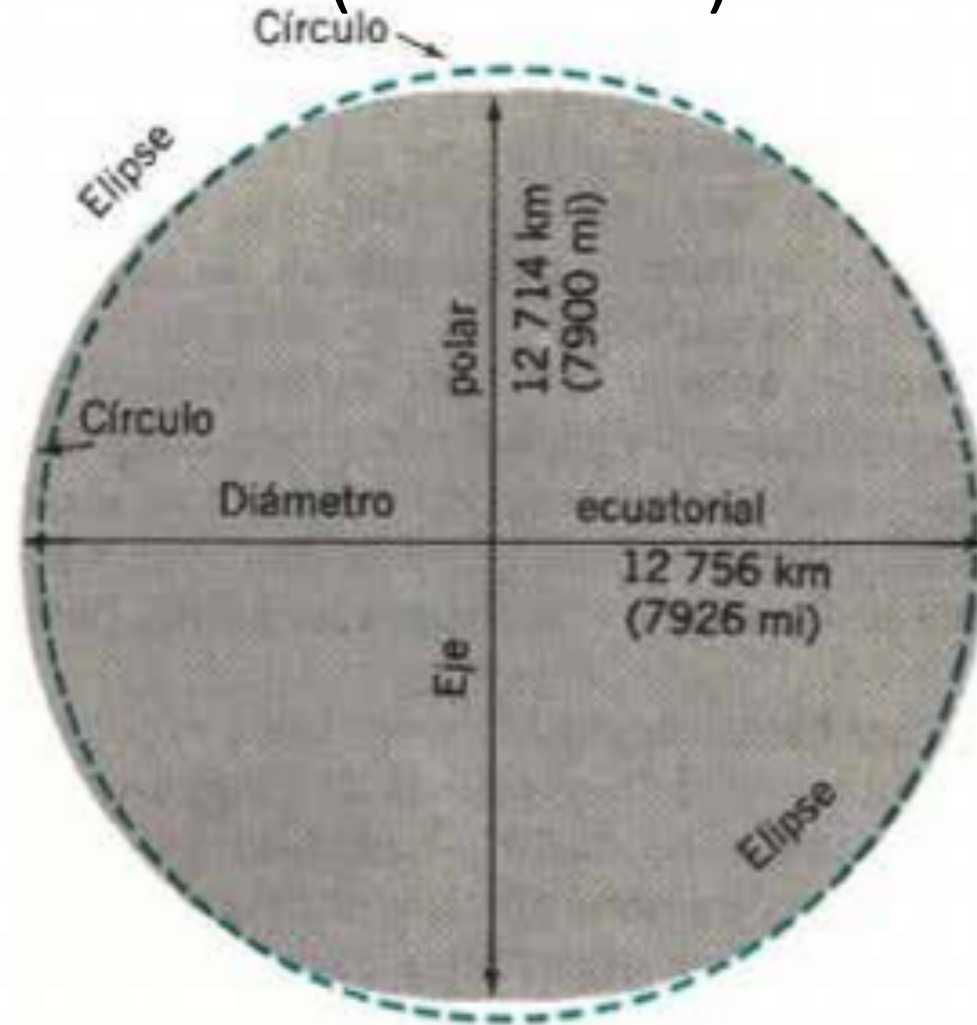
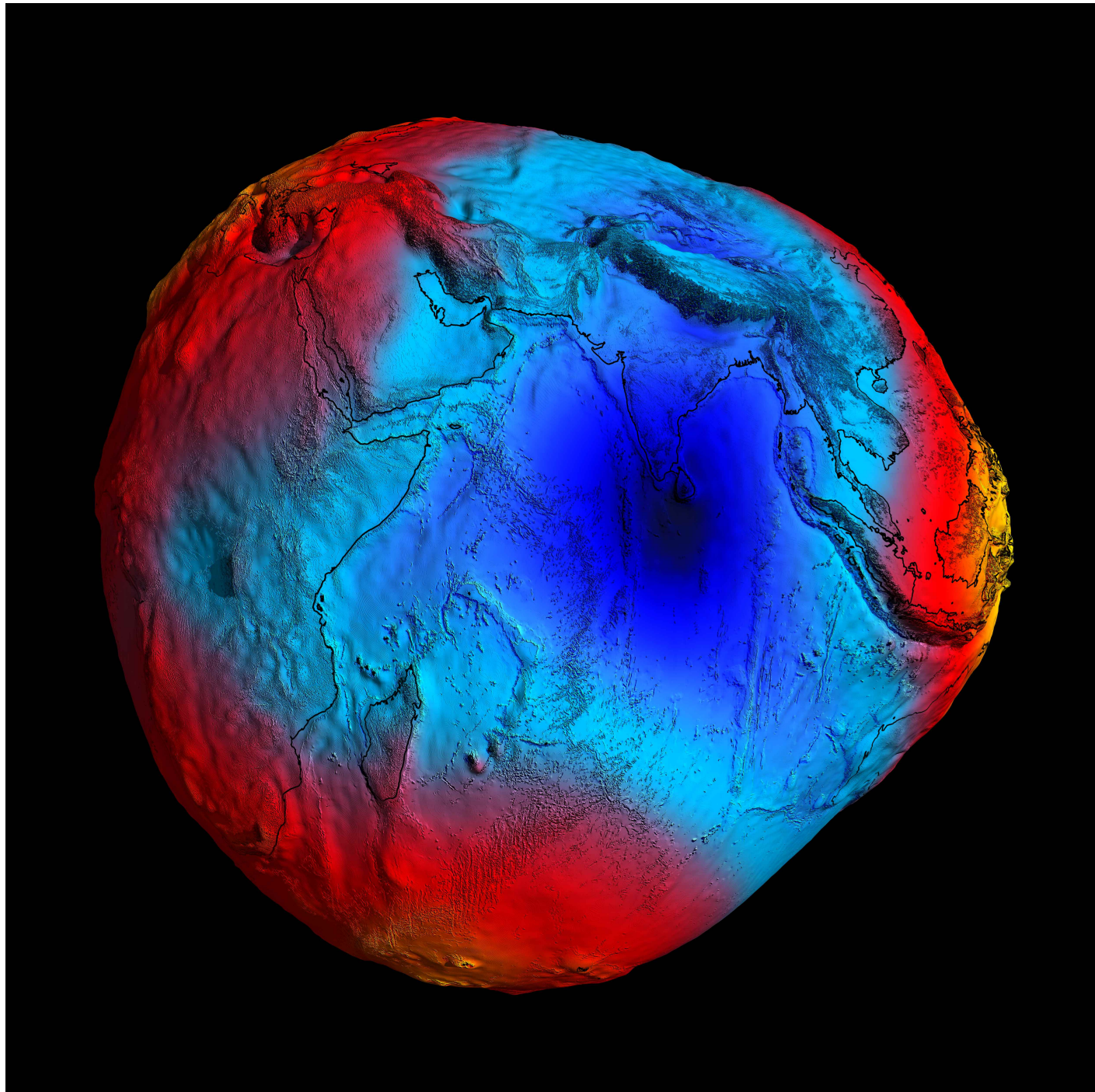


FIGURA 1.4. Dimensiones de los diámetros polar y ecuatorial de la tierra, según el Sistema Geodésico de Referencia de 1967. Strahler & Strahler

Dàtums

- Es parla de dàtums quan fem referència als punts de control horitzontal que es mesuren al terreny per a tenir punts de referència.
- Els dàtums tenen mesures precises de latitud i longitud segons l'el·lipsoide utilitzat, i poden ser corregits si es canvia d'un el·lipsoide a un altre.
- A Europa és va establir en ED50 després de la II GM en quasi tota la part occidental. ED50 es basava en l'el·lipsoide internacional de 1924. Amb l'arribada dels GPS, apareix un nou sistema: *European Terrestrial Reference System* (ETRS89). A la península Ibérica hi ha un desfasi de fins i tot 100 metres cap a l'oest i cap al sud en el WGS84 basat en ED50.



[http://www.esa.int/spac
einimages/Images/2014/
07/2011_GOCE_geoid](http://www.esa.int/spac
einimages/Images/2014/
07/2011_GOCE_geoid)

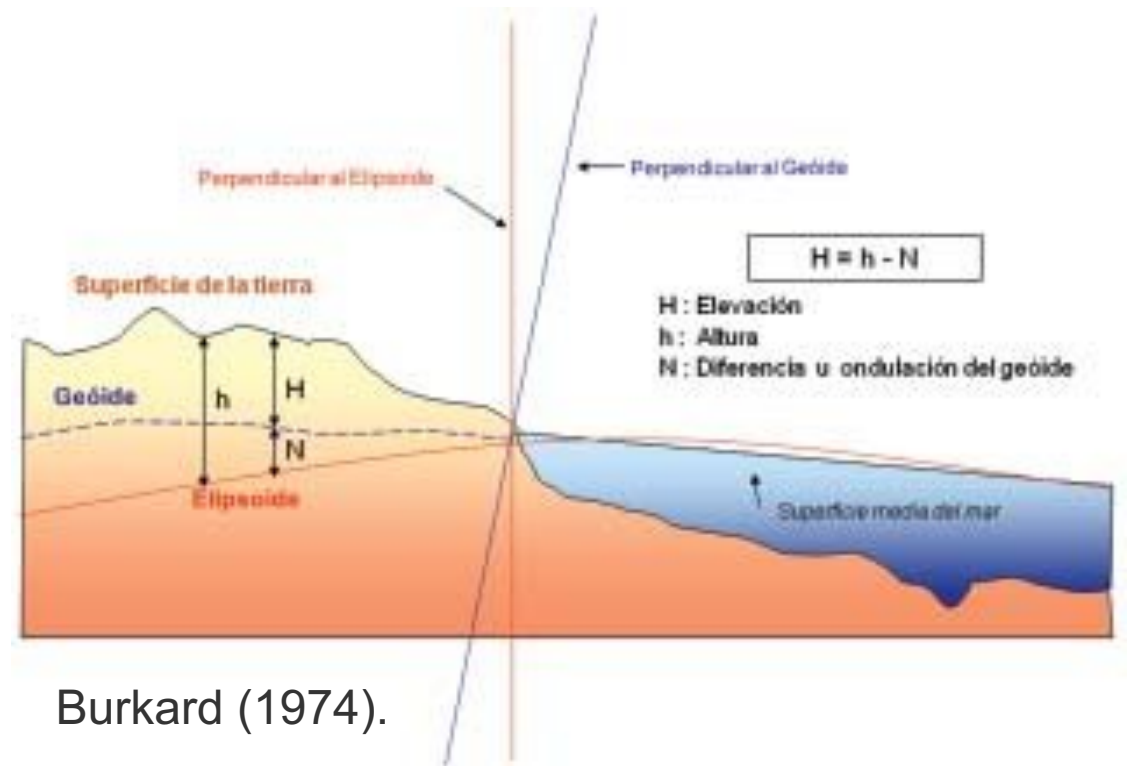
La forma de la Terra: el geoide

- La Terra, com una esfera (autàlica) o un el·lipsoide aplatat, no té en compte el relleu (cadenes muntanyenques, trinxeres oceàniques, etc.).
- Geoide, forma única de la Terra: superfície perpendicular en tots els punts a la direcció de la gravetat, és la superfície equipotencial.
- Les elevacions i les profunditats és mesuren a partir d'un **dàtum vertical de referència** que es el nivell mitjà del mar → mitjana de totes les marees altes i baixes d'una zona particular en un cicle de Metó o metònic (19 anys o 235 mesos lunars).
- Les elevacions/profunditats es mesuren amb la gravimetria: mesurar la gravetat en llocs diferents i relacionar-la amb la força de la gravetat que s'ha mesurat al punt on s'ha definit el *Mean Sea Level*.
- La GEODESIA és la ciència que estudia la forma i les dimensions de la Terra.

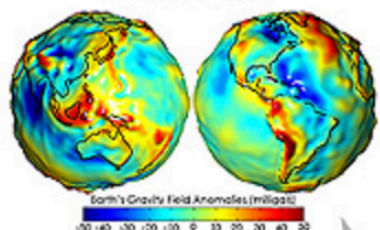
El geòide global és la superfície quasi el·lipsoidal que millor ajusta el nivell mitjà de la mar per a tots els oceans de la terra. El geòide global varia 100 m per sobre o per baix de l'el·lipsoide oblong d'una manera irregular.

El geòide local pot estar per sobre o per baix del global, depenent de l'àrea (2 metres).

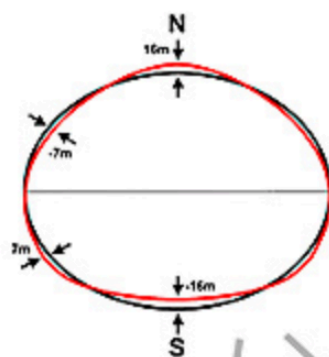
Amb un GPS es pot mesurar l'elevació amb el càlcul de l'altura el·lipsoidal (h) = altura per sobre o per baix de l'el·lipsoide (HAE).



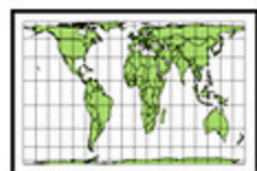
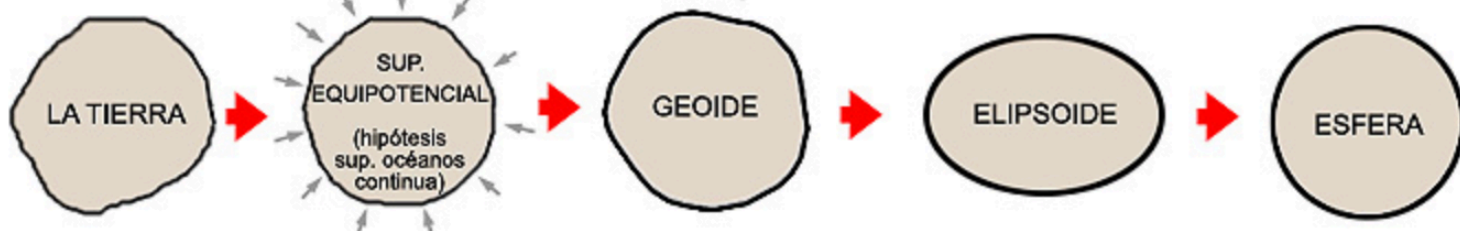
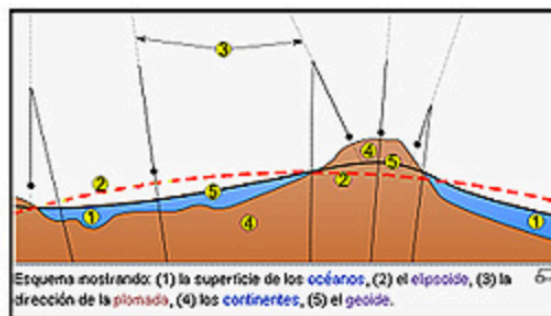
LA FUERZA DE LA GRAVEDAD NO ES REGULAR SOBRE LA TIERRA:
LA SUPERFICIE EQUIPOTENCIAL NO ES HOMOGÉNEA



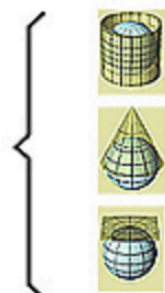
SUPERPOSICIÓN
GEOIDE-ELIPSOIDE



SUPERPOSICIÓN TIERRA-GEOIDE-ELIPSOIDE



MAPA



PROYECCIÓN CILÍNDRICA

PROYECCIÓN CÓNICA

PROYECCIÓN AZIMUTAL

REDUCCION
DE ESCALA

GLOBO

EL GLOBO ES UN MODELO EXACTO O MATEMÁTICO: ES UN 'MAPA' ESFÉRICO

Referències

- Strahler & Strahler (1996) *Geografía Física*, Ed. Omega, 636 p.
- Kimerling, Buckley, Muehrcke i Muehrcke (2016) *Map Use: Reading Analysis, Interpretation*, ESRI Press; Edició: 008, 666 p.