

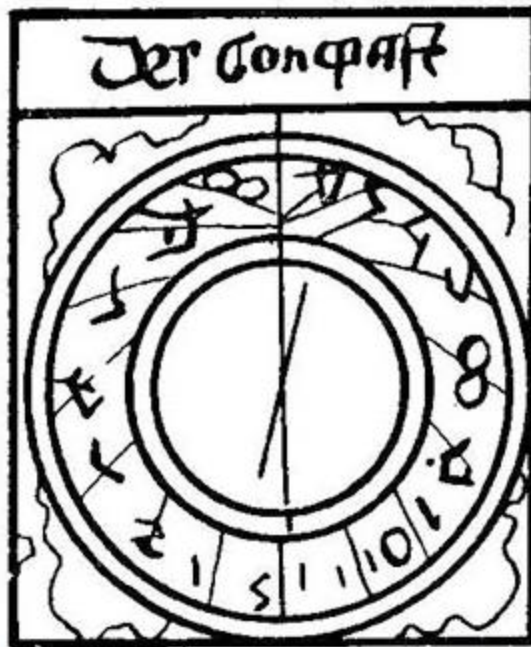
DECLINACIÓN MAGNÉTICA

UN POCO DE HISTORIA

El *campo magnético* que genera la tierra fue descubierto en el *Siglo II* al colgar de un hilo una barra de imán natural y comprobar que siempre se quedaba orientada en una dirección que coincidía aproximadamente con la NORTE-SUR.

Al extremo que quedaba orientado al *norte* se le denominó **Polo Norte** y su contrario **Polo Sur**. A partir de este descubrimiento se desarrolló el compás magnético, el instrumento más importante en la historia de la navegación.

Ya en el *Siglo XII* China no solo sabía de la existencia de la *declinación magnética*, sino que además podían determinarla con exactitud. Cantidad de manuscritos de la época demostraron que en occidente también era conocido y calculado el fenómeno.



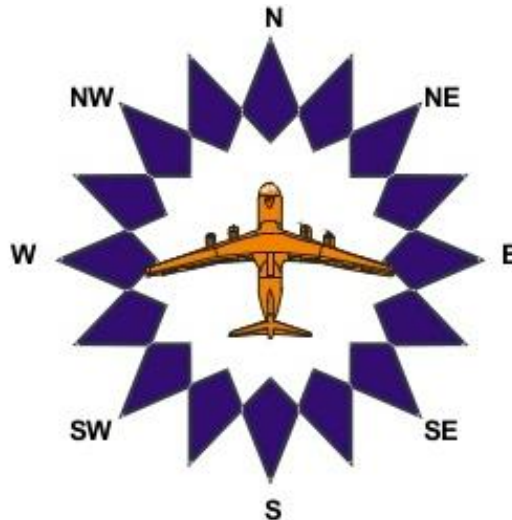
La declinación magnética en una carta alemana del siglo XV.

Cristóbal Colón fue el primero en incluirla “oficialmente” a la navegación en 1492, en su primer viaje. El descubrimiento de Colón trajo consigo el deseo de determinar la longitud a partir de las variaciones de la *declinación magnética*. A partir de entonces, la mayoría de los navegantes de la época comenzaron a registrar rigurosamente la medición de declinación obtenidas durante sus viajes, con el afán de poder relacionar algún día dichas diferencias con los meridianos terrestres. Por supuesto que esto nunca fue posible debido a las irregularidades que sufre la declinación magnética, pero sin quererlo, al trasladar las mediciones obtenidas a las cartas náuticas, habían creado algo de suma importancia: La cartografía magnética. El primero en construir una carta magnética fue el español Alonso de Santa Cruz, cosmógrafo de la Casa de Contratación de Indias.

ALGUNOS CONCEPTOS

Rosa de los vientos

Es el círculo que tiene marcados 16 puntos en que se divide la vuelta al horizonte. El horizonte se considera dividido en *cuadrantes* por las líneas NORTE - SUR (N-S) y ESTE - OESTE (E-W), que unen los cuatro puntos cardinales.



Por convención internacional, se denomina primer cuadrante al comprendido entre el NORTE y el ESTE. Segundo cuadrante, al comprendido entre el ESTE y el SUR. Tercer cuadrante al comprendido entre el SUR y el OESTE. Cuarto cuadrante, al comprendido entre el OESTE y el NORTE.



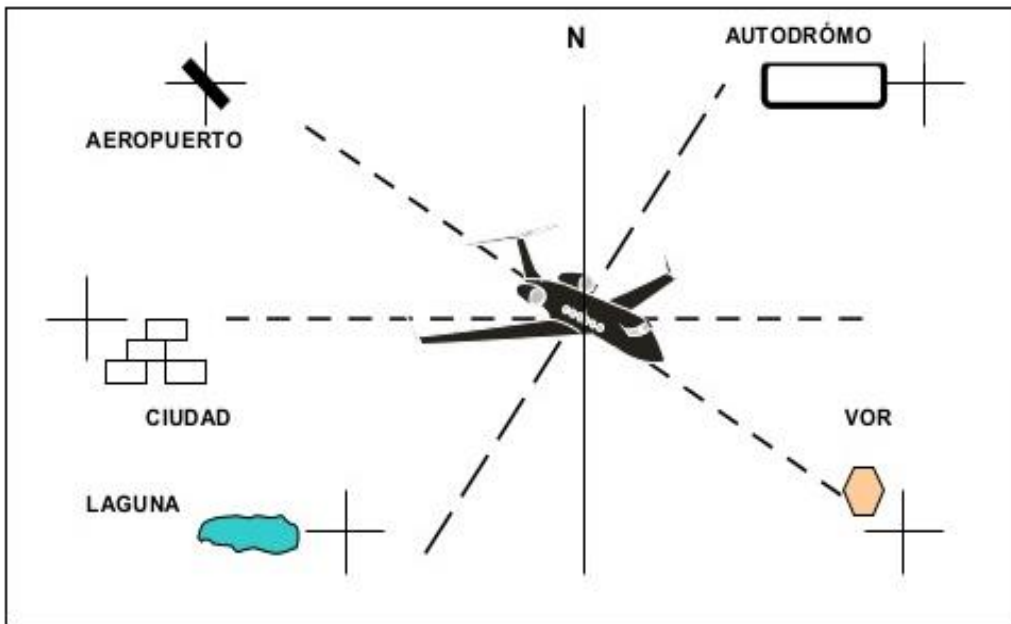
Cada cuadrante se divide a su vez en *dos partes iguales*, por *cuatro puntos* llamados **CUADRANTALES**. Se designan con palabras compuestas, derivadas de los dos puntos cardinales más próximos, teniendo siempre como línea base la formada por el NORTE – SUR. Los nombres de los cuadrantales son: NE, NW, SE, SW.

El arco comprendido entre cada punto cardinal y el cuadrante contiguo, se divide en *dos partes iguales* y se obtiene así *ocho nuevos puntos* que se llaman colaterales u octantales; se designan uniendo el nombre del cardinal y el cuadrantal que los comprende.

Los nombres de los octantales y sus equivalencias (aproximadas) en grados son:

NNE	ENE	ESE	SSE	SSW	WSW	WNW	NNW
(022°)	(067°)	(112°)	(157°)	(202°)	(247°)	(292°)	(337°)

Analicemos la siguiente figura:



La aeronave esta:

- Al SE del aeropuerto.
- Al SW del autódromo.
- Al NW del VOR
- Al NE de la laguna.
- Al E de la ciudad

Brújula

Es el instrumento que indica el rumbo, empleado por marinos, pilotos, cazadores, excursionistas y viajeros para orientarse. Existen distintos tipos.



Para obtener el norte verdadero en una brújula magnética también hay que efectuar las correcciones debidas a la declinación magnética.

Magnetismo terrestre

Magnetismo es la *propiedad* que tiene cierto elemento llamado IMAN, de atraer a otras sustancias llamadas magnéticas. El fenómeno del *magnetismo terrestre* se debe a que toda la tierra se comporta como un gigantesco imán.

El *planeta Tierra* crea su propio campo magnético debido a las corrientes eléctricas que se producen en su núcleo de hierro y níquel líquido, haciendo que la Tierra actúe como un gigantesco imán con dos polos magnéticos: el Polo Norte y el Polo Sur.

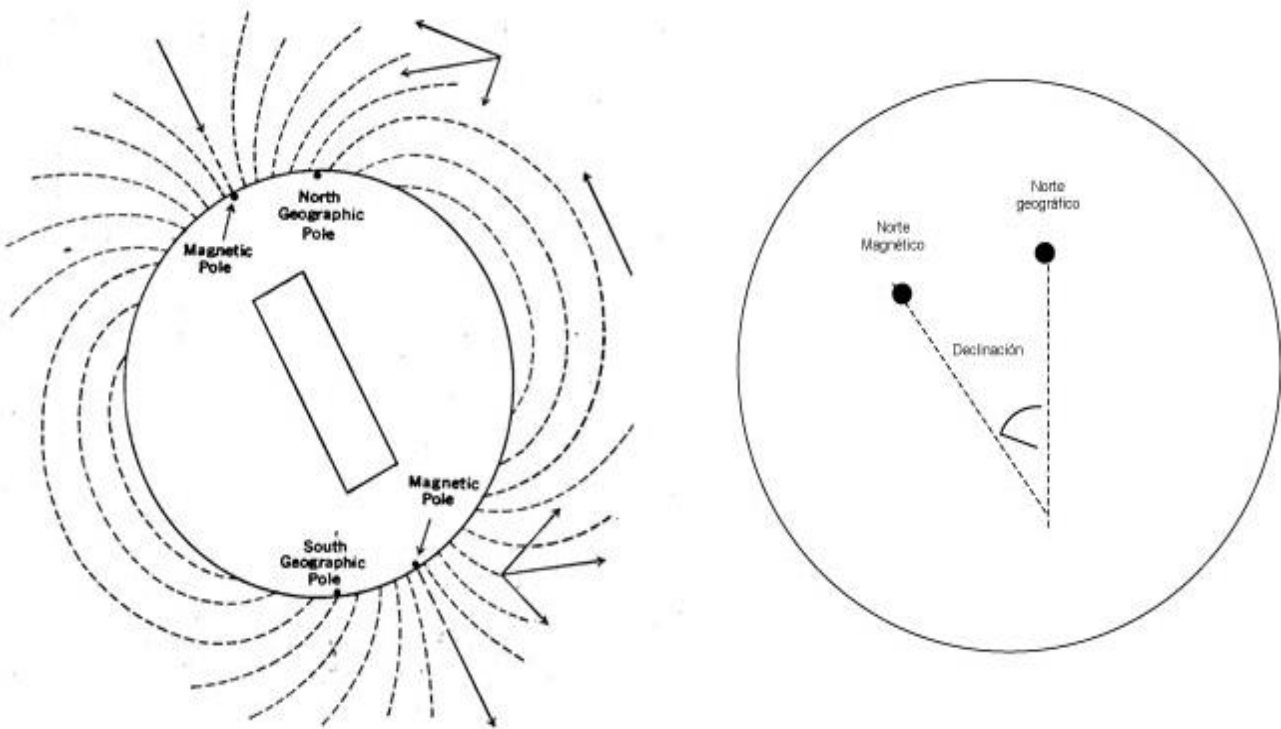
El geomagnetismo terrestre posee dos componentes, uno interno y otro externo:

- σ Interno: ocasionado por el dipolo (líneas de campo eléctrico para dos cargas puntuales de igual magnitud, pero de signos opuestos).
- σ Externo: es producido por las radiaciones que provienen del espacio principalmente del sol y que afectan la ionosfera y magnetosfera. Otras variaciones de origen externo son: la lunar, un decenal, pulsaciones magnéticas, tormentas magnéticas, bahías y efectos cromosféricos.

En otras palabras, la naturaleza del magnetismo es la de un flujo de corrientes representado por las líneas de fuerza magnética que podemos imaginar que, saliendo de uno de los polos, entran por el otro y cruzan el cuerpo del imán. Se acepta que las líneas de fuerza magnética siempre salen del Polo Norte y se dirigen al Polo Sur imán.

Magnéticamente hablando, el *Polo Norte Magnético* se encuentra en el sur, cercano al polo sur geográfico y el *Polo Sur Magnético* se encuentra cercano al polo norte geográfico, esto justifica que el polo norte de la aguja magnetizada del compás señale hacia el norte geográfico.

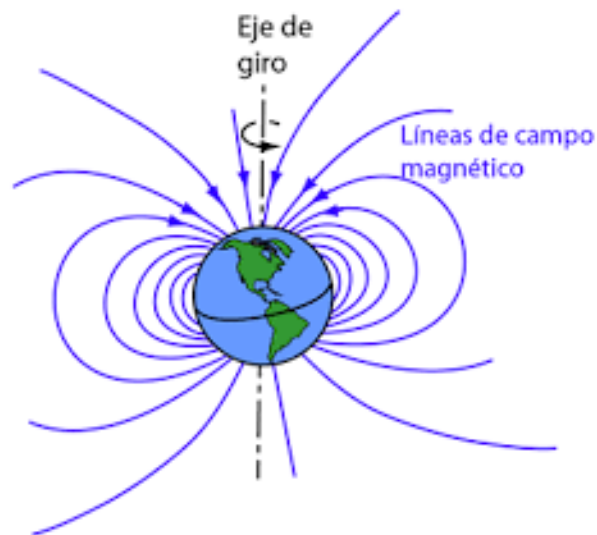
La posición de los polos magnéticos no coincide exactamente con los polos geográficos, aunque si se sitúan muy próximos a ellos y no mantienen una posición fija, variando su posición a lo largo de los años.



Al cambiar permanentemente de posición estos polos, hace que la declinación cambie con el correr de los años una cantidad llamada "variación anual", que en nuestro Rio de la Plata ronda los 8° al Oeste.

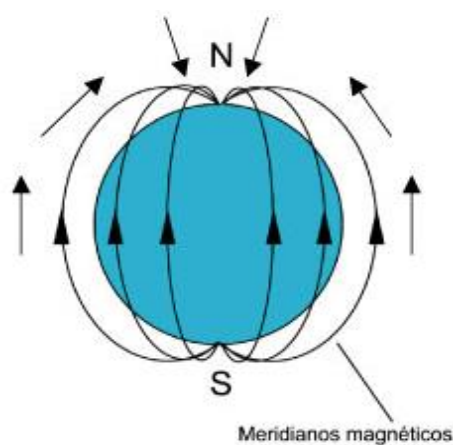
Sabemos también que la *declinación magnética* sufre algunos cambios diurnos según la altura del sol, y en mayor o menor grado si es invierno o verano, solo detectables con instrumentos especiales. Estos cambios no revisten importancia para el navegante dada su pequeñez.

Otro fenómeno conocido es que en determinadas zonas de la esfera terrestre existen perturbaciones magnéticas locales causadas por la formación geológica de la zona. Estas perturbaciones pueden provocar bruscas variaciones en el registro de la aguja que, en algunos casos, pueden superar los 50° o 60°. Los casos más significativos se dan en zonas con islas de constitución volcánica del Pacífico, en el Mar Báltico, Islas Canarias, Azores, Islandia, etc.

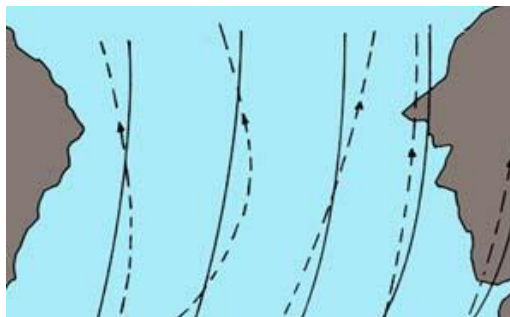


Meridianos magnéticos

Las líneas magnéticas en su recorrido sobre la superficie terrestre forman los meridianos magnéticos.



Estas líneas magnéticas no son fijas en su posición geográfica ni en su dirección, parten del núcleo de la tierra, atraviesan la corteza terrestre en el *Polo Sur Magnético* y se dirigen en busca del *Polo Norte Magnético* en donde vuelven a atravesar la corteza terrestre para llegar nuevamente al núcleo; forman curvas que cambian constantemente de posición, se desplazan en forma lenta pero continua.



En el arco que recorren, toman distintas posiciones respecto de su orientación al Norte Magnético, describiendo meridianos magnéticos que son similares a los meridianos geográficos, pero no coincidentes.

La dirección de las líneas magnéticas es la dirección que toma la aguja de una brújula apuntando al Norte Magnético.

Así como existen isobaras (líneas que unen puntos de igual presión atmosférica), isobatas (líneas que unen puntos de igual profundidad), con respecto a la dirección e intensidad de las líneas magnéticas existen:

- Líneas isógonas: las que unen puntos de igual declinación magnética.
- Línea agónica: las que unen puntos de declinación magnética cero.
- Líneas isóclinas: las que unen puntos de igual inclinación magnética.
- Líneas isodinámicas: unen puntos de igual intensidad y fuerza magnética.

Norte geográfico

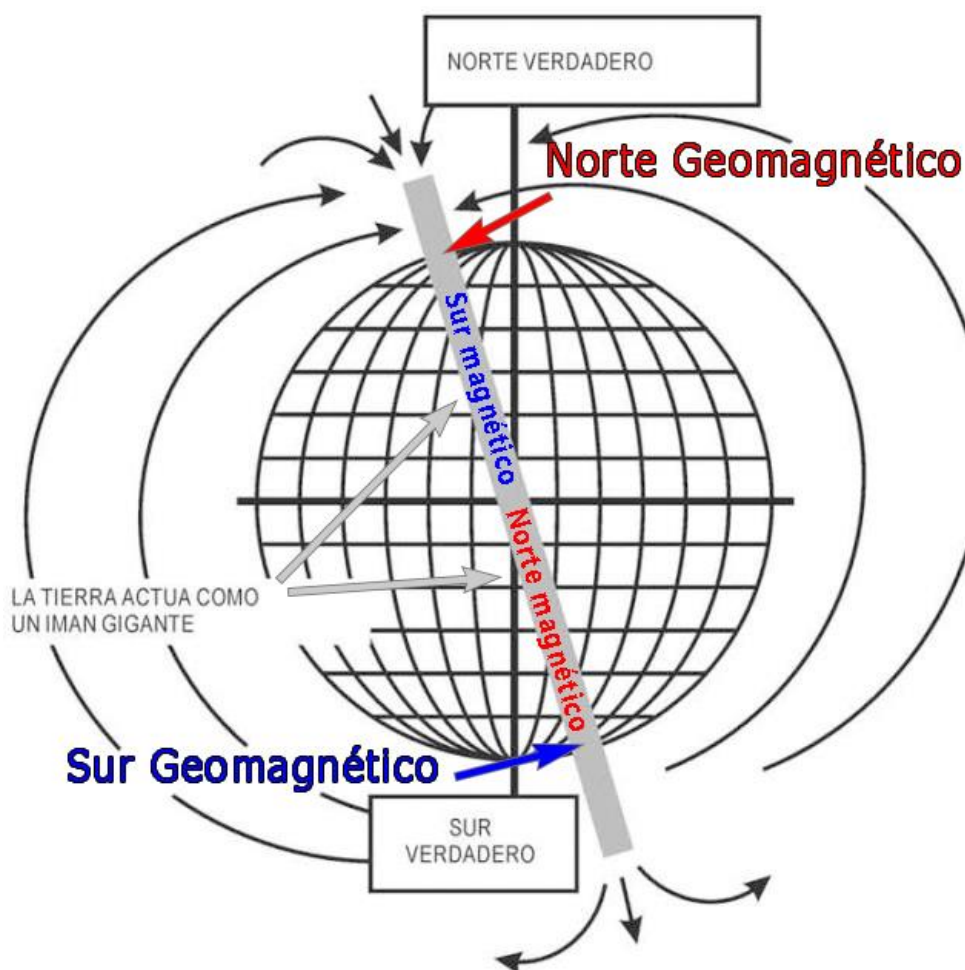
También conocido como Norte Verdadero, coincide con el eje de rotación de la tierra y define en dos puntos su intersección con la superficie de la tierra; el norte geográfico en el Polo Norte y el sur geográfico en el Polo Sur. No ha variado con el tiempo.

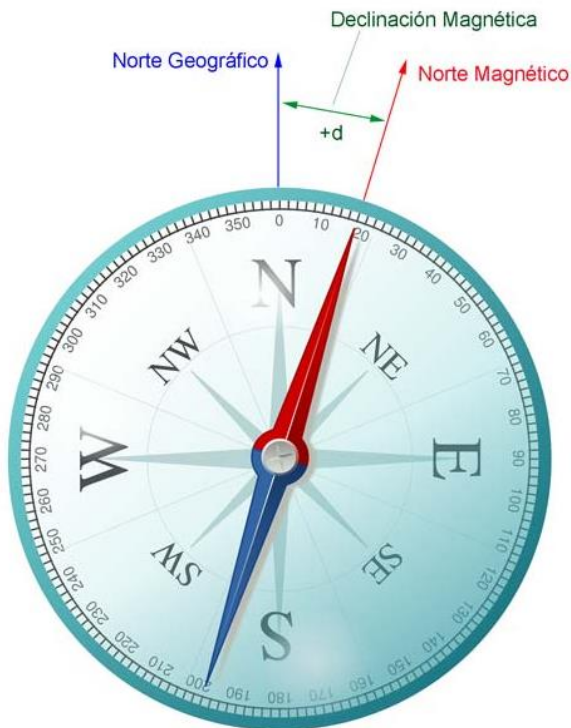
Norte magnético

Está definido por el campo magnético de la tierra y es a donde apuntan las brújulas o compases náuticos. Su posición no coincide exactamente con el norte geográfico y se mueve de año en año tanto que durante el siglo XX su posición varió 1100 kilómetros de distancia. Actualmente el norte magnético varía su posición unos 60 kilómetros por año.

La ubicación diaria puede variar en varios cientos de metros (40km/año), por lo que su posición marcada para un año es solo un promedio.

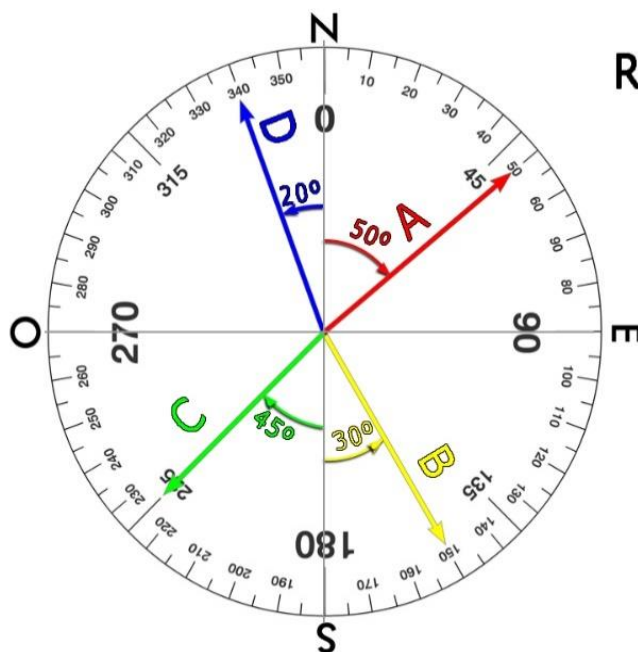
Periódicamente se invierte la polaridad, en ciclos de miles de años.





Rumbo

El rumbo se mide en referencia a un meridiano magnético, su ángulo es siempre menor a 90°, se expresa con [N] si estamos en el *hemisferio Norte* y [S] si estamos en el *hemisferio Sur*, seguido de los grados y dirección del ángulo dependiendo si este abre al *Este* o al *Oeste*, como en los ejemplos de rumbo A, B, C y D en la siguiente figura:



Rumbo

N: Norte Magnético

A: N50°E

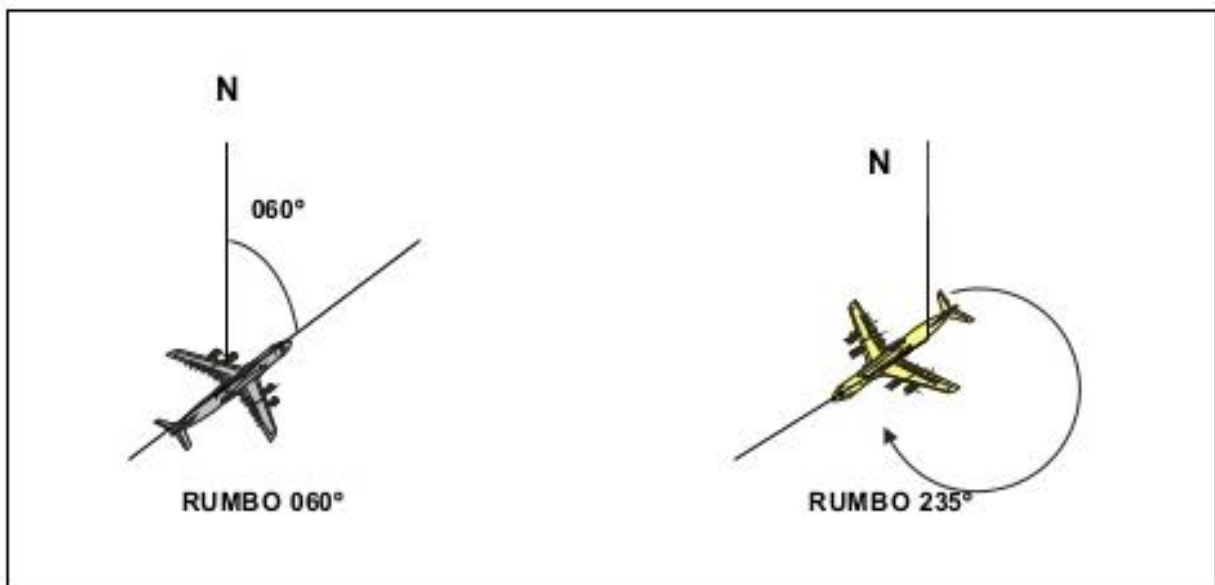
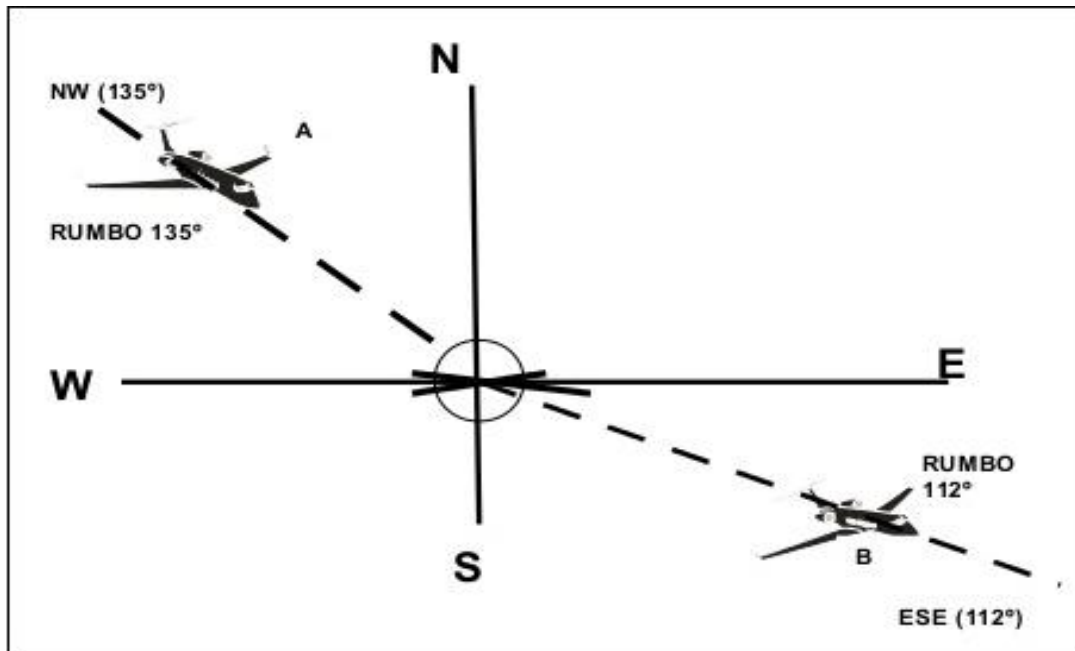
B: S30°E

C: S45°O

D: N20°O

Otro ejemplo:

En el siguiente gráfico, la aeronave en la posición "A" está entrando al aeródromo por el NW (315°) y lleva un RUMBO de 135°. La aeronave de la posición "B" está saliendo del aeródromo por el ESE (112°) y lleva un RUMBO de 112°:

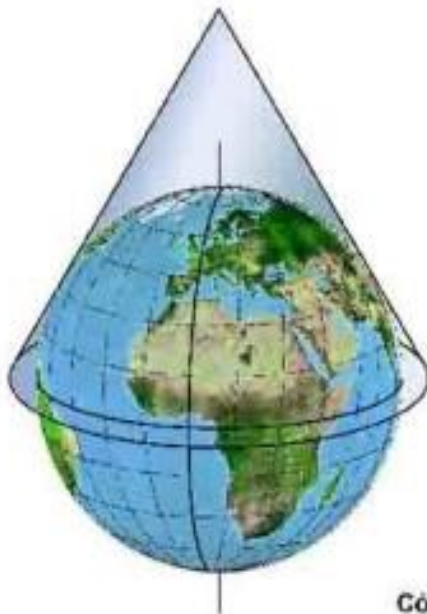
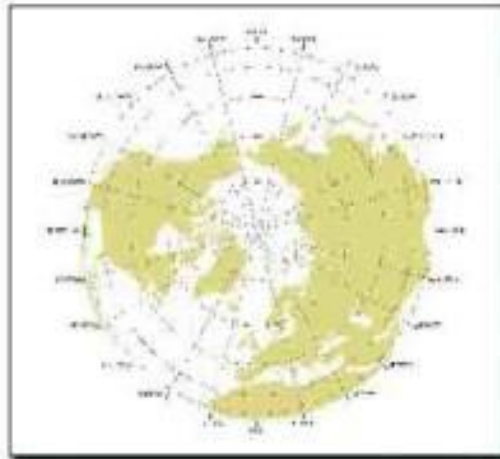
Norte Lambert, norte de la cuadrícula o norte UTM

Son las líneas paralelas que marcan los meridianos que vemos en los mapas, vistas a poca distancia parece que son rectas, sin embargo, estas líneas no son paralelas realmente, pues convergen en el Norte y Sur Geográfico.

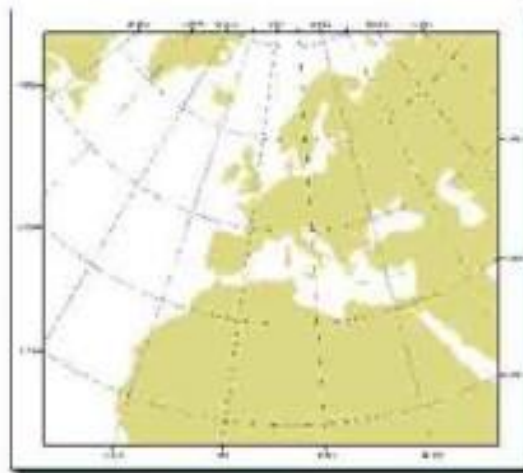
Cuando queremos proyectar una superficie esférica sobre una superficie plana es inevitable que existen ciertas deformaciones, para estas proyecciones se emplean diferentes métodos, los principales son: Plana o acimutal, cónica y cilíndrica.



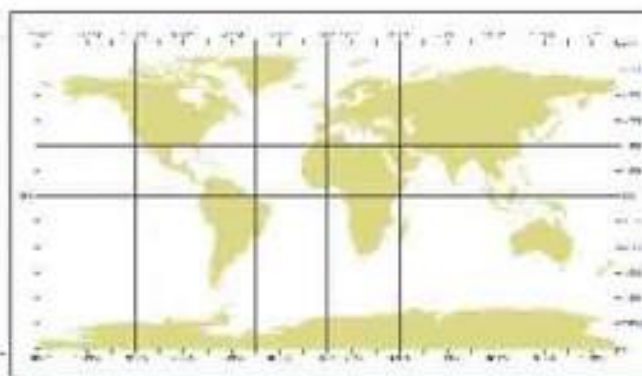
Acimutal o plana



Cónica

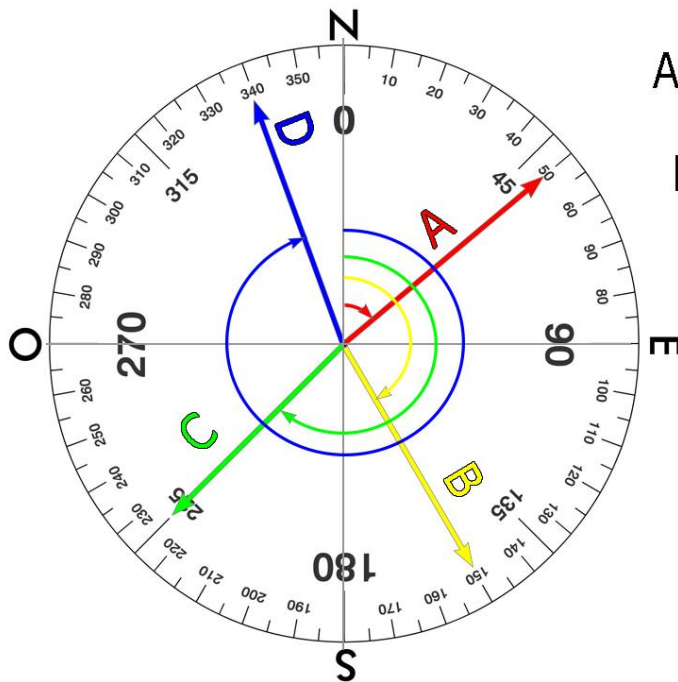


Cilíndrica



Azimut

Se mide desde el Norte Geográfico, que va desde los 0° hasta los 360° .



Azimut

N: Norte Geográfico

A: 50°

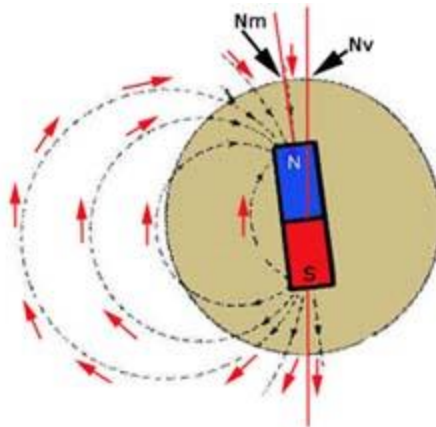
B: 150°

C: 225°

D: 340°

Inclinación magnética

Dependiendo de la zona magnética del planeta en la que nos encontremos, la aguja de nuestra brújula puede llegar a inclinarse sobre una superficie totalmente nivelada, hasta llegar a tocar el cristal protector y bloquearse. Este efecto es consecuencia directa de la curvatura de la tierra y de encontrarse en latitudes muy cercanas o alejadas del polo magnético.

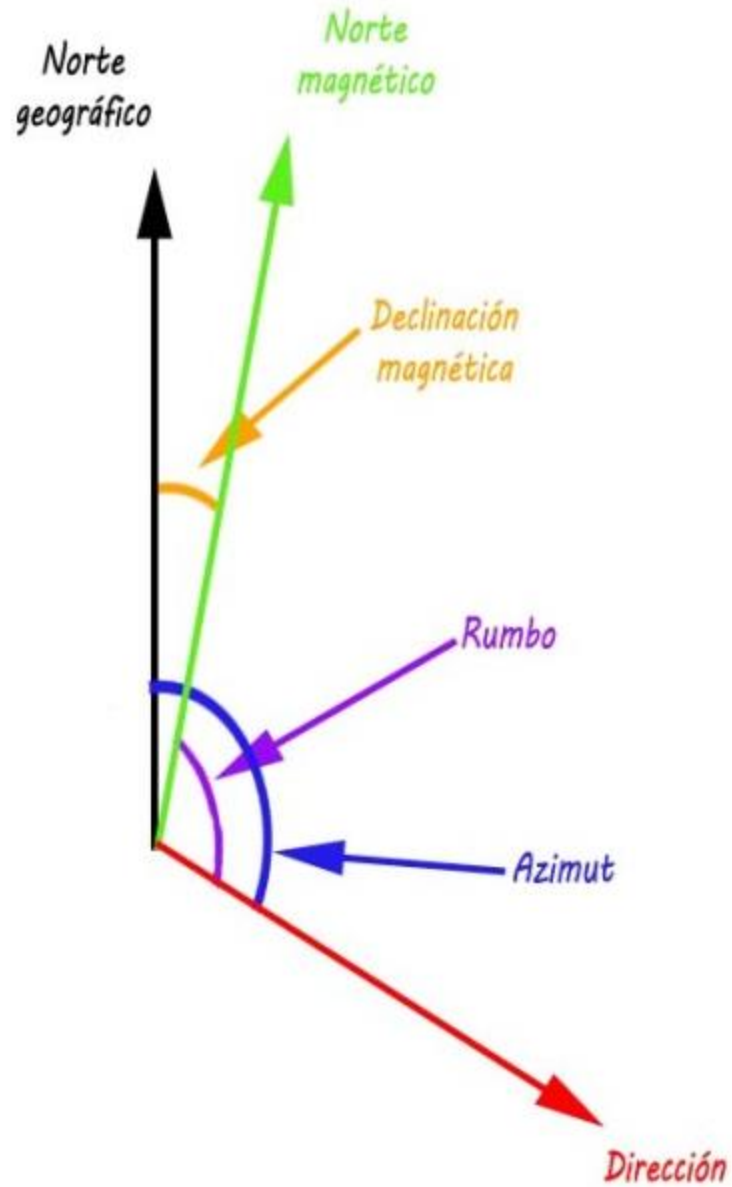


Así pues, en latitudes cercanas al *polo norte magnético*, la aguja tendera a bajar, mientras que, en latitudes cercanas al *polo sur*, la aguja tendera a subir.

Para solucionar este problema existe un tipo de brújulas llamadas de "Tipo Global", que lo corrigen.

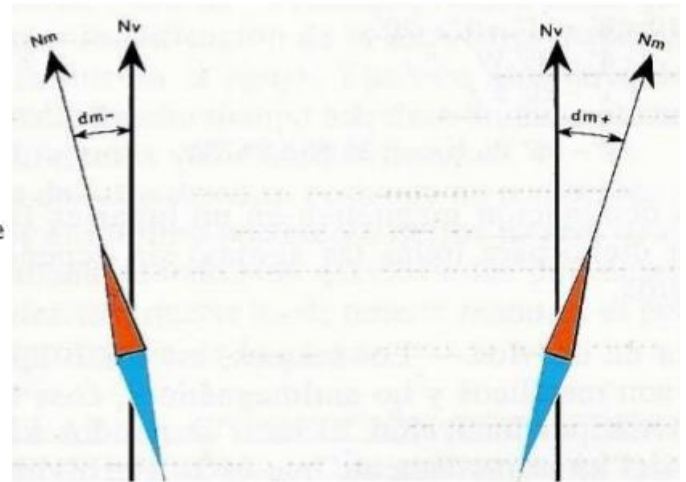
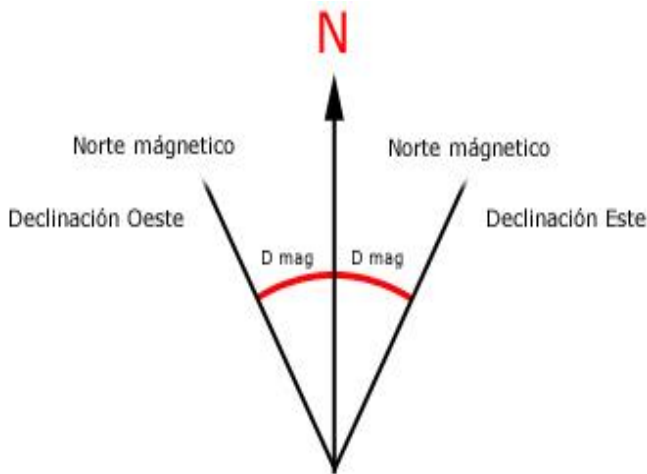
Las líneas de fuerza salen e ingresan al núcleo de la tierra atravesando la corteza terrestre, son tangenciales al meridiano magnético. El meridiano magnético describe un arco que provoca que al ingresar en el polo norte magnético lo hagan en forma vertical a la superficie terrestre.

Cuando la inclinación es horizontal, las líneas de fuerza están ubicadas en el Ecuador Magnético y a medida que se alejan hacia los polos, se inclinan hasta llegar a la verticalidad en los polos, saliendo del polo sur e ingresando en el polo norte magnético.

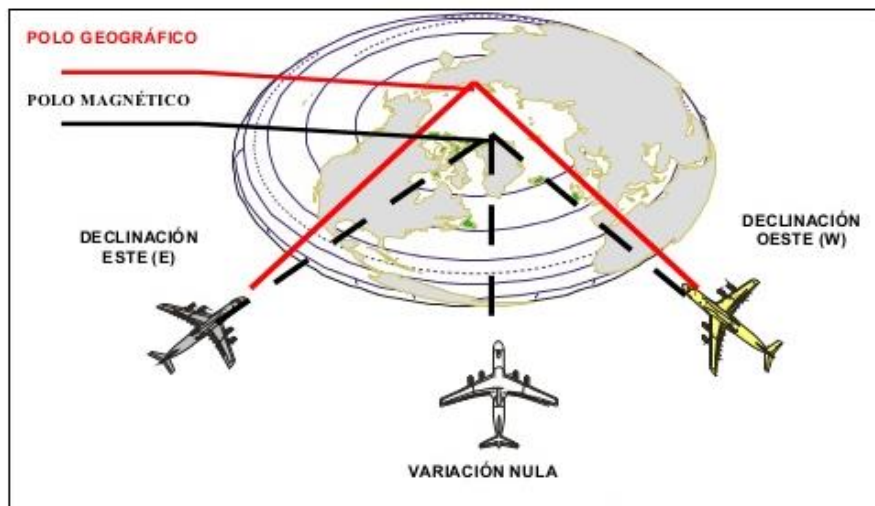


DECLINACIÓN MAGNÉTICA

Es el ángulo formado entre el *Norte Geográfico* y el *Norte Magnético*. Esta declinación es **ESTE** (*declinación en signo positivo*) u **OESTE** (*declinación en signo negativo*) dependiendo de donde nos encontremos, cada lugar de la tierra tiene una declinación distinta, en algunos casos es tan pequeña que no se tiene en consideración.

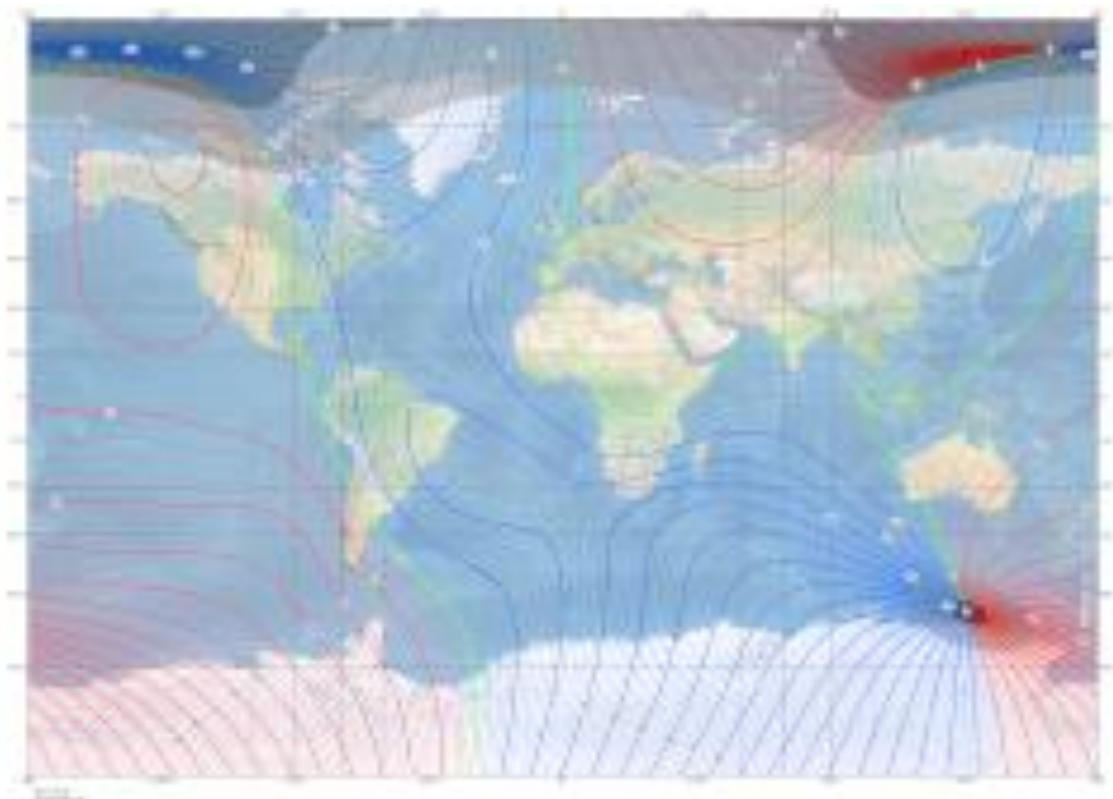


La declinación magnética puede tener tres manifestaciones:



En otras palabras:

- ✓ *Declinación magnética al este – (E)* cuando el norte magnético está al **ESTE** del norte geográfico.
- ✓ *Declinación magnética al oeste – (W)* cuando el norte magnético está al **OESTE** del norte geográfico.
- ✓ *Declinación magnética cero:* Cuando el norte magnético coincide con el norte geográfico.



Carta de declinación magnética 2020

Esta declinación no se mantiene estática, sino que varía según el lugar y el paso del tiempo. Es por eso que cada cierto tiempo se cambia el modelo de declinación magnética mundial. Este modelo se renueva a partir de las variaciones que son apreciadas por los investigadores de este campo.

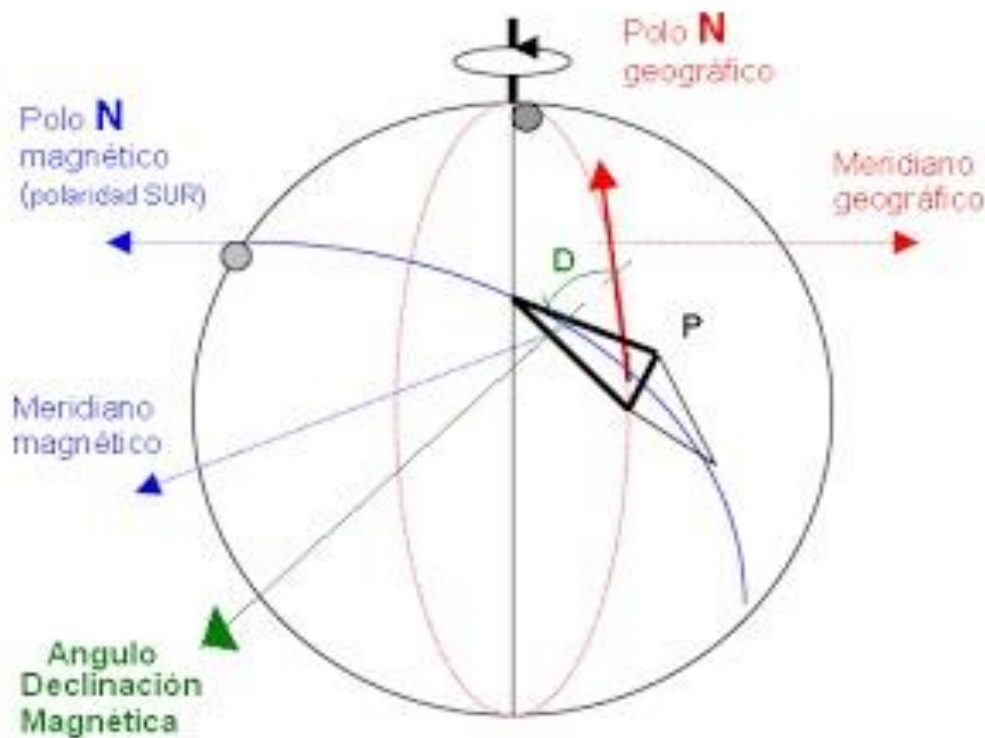
En 1634 Gellibrand descubrió las variaciones seculares. Por ejemplo, una brújula colocada en el centro de Padua en 1796 no habría marcado el mismo valor que si en la actualidad se colocara exactamente en el

mismo sitio. También ocurren variaciones diurnas debidas a la radiación solar, y variaciones locales causadas por diferencias geológicas corticales.

En la mayoría de los sitios la causa de la variación es el flujo interno del núcleo de la Tierra. En algunos casos se debe a yacimientos subterráneos de hierro o de magnetita en la superficie terrestre, que contribuyen fuertemente a la declinación magnética. De modo similar, a lo largo del tiempo los cambios seculares de flujo interno del núcleo terrestre provocan fluctuaciones del valor de la declinación magnética en un mismo lugar.

La declinación magnética en un área dada cambia muy lentamente, según lo alejado que se encuentre de los polos magnéticos. Es posible que *cada cien años la velocidad de cambio llegue a ser de 2 a 2,5 grados*. Tal variación, que resulta insignificante para la mayoría de los viajeros, puede ser importante cuando se emprenden estudios de mapas antiguos.

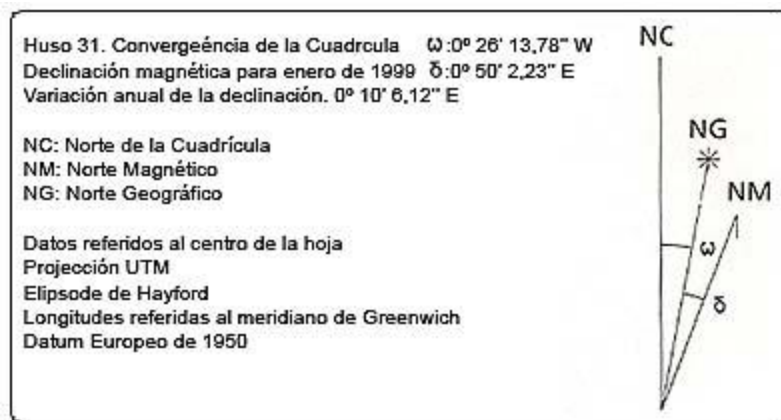
Según las investigaciones del NOAA, se ha detectado que el polo norte magnético tiene tendencia a desplazarse en dirección a Siberia. También es importante destacar que, tal y como se muestra en el modelo 2015-2019, el polo sur magnético se encuentra bastante desviado del ártico.



Pero ¿Para qué es necesario determinar esta declinación magnética? Pues bien, si realizas mediciones preliminares de azimut o rumbo con una brújula siempre estará determinando direcciones desde el norte

magnético, por ende, si estas interesado en conocer direcciones desde el norte verdadero (*polo norte geográfico*) es necesario corregir estas lecturas preliminares para eliminar la declinación magnética.

Pongamos de ejemplo actividades lúdicas de senderismo, travesías, etc., el problema se va a presentar si usamos un mapa muy antiguo.



En la leyenda de este mapa nos indica que la declinación media anual es de $0^\circ 10' 6,12''$ o lo que es lo mismo redondeado: $10,6'$

1- Calcular los años transcurridos:

- 2011 (año actual) – 1999 (año del mapa) = 12 años

2- Multiplicamos los años transcurridos por el valor anual de la declinación

- 12 años $\times 10,6' = 127,2$

3- Convertimos los minutos en grados enteros

- $127,2 / 60 = 2,12$

4- Redondeamos al entero más próximo

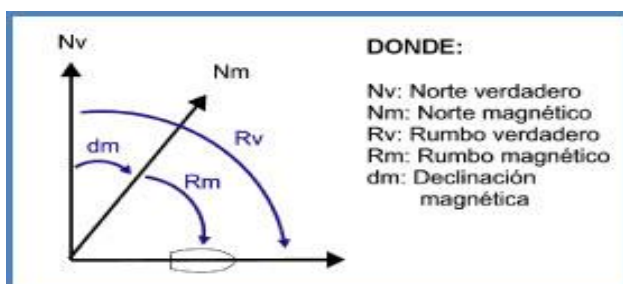
- $2,12 = 2^\circ$

5- Como la declinación es hacia el Este se considera positiva por lo que le sumaremos los 2° al valor que no indica el mapa

- $0^\circ 50' 2,23'' + 2^\circ = 2^\circ 50' 2,23''$

Hagámosla fácil:

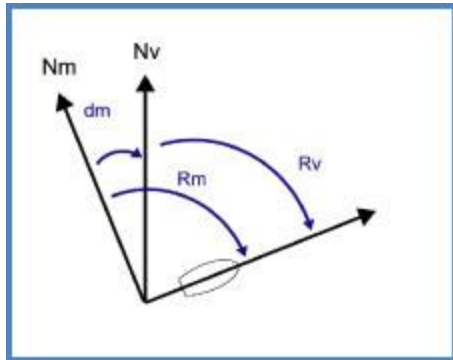
Supongamos que nos encontramos navegando en una zona donde el *Norte Magnético* se encuentra al Este del *Norte Verdadero* (Declinación Este).



Entonces:

$$Rv = Rm + dm$$

Supongamos ahora que la zona donde navegamos el Norte Magnético se encuentra al Oeste del Norte Geográfico (declinación oeste)



En este caso:

$$Rv = Rm - dm$$

Como se pudo comprobar, las fórmulas que surgen son idénticas, pero con el signo cambiado. Para evitar la construcción de una fórmula distinta para cada caso, se adoptó la primera y se definió positiva a la declinación magnética Este, y negativa a la declinación magnética Oeste.

$$Dm (E) = +$$

$$Dm (W) = -$$

Un sencillo ejemplo: si navegamos con un Rumbo Magnético de 135° en una zona con una declinación magnética de 9° al Oeste ¿con qué rumbo verdadero me desplazare?

$$Rv = Rm + Dm$$

$$Rv = 135^\circ + (-9^\circ)$$

$$Rv = 135^\circ - 9^\circ$$

$$Rv = 126^\circ$$

Un ejemplo inverso: Si decidiésemos navegar a un rumbo verdadero de 96° en una zona con una declinación magnética de 4° al Este ¿a qué rumbo magnético debería gobernar?

$$Rv = Rm + Dm$$

$$\text{Despejo } Rm$$

$$Rm = Rv - Dm$$

$$Rm = 96^\circ - (+4^\circ)$$

$$Rm = 96^\circ - 4^\circ$$

$$Rm = 92^\circ$$

Un truco sencillo para el Río de la Plata:

Como en nuestro río la declinación magnética es siempre Oeste (y lo seguirá siendo por mucho tiempo) puedo utilizar la siguiente regla:

Para pasar rumbo magnético a verdadero, al primero le sumo la declinación para obtener el segundo a gobernar.


O sea, como en el Río de la Plata la declinación magnética es un valor siempre negativo (W), el rumbo verdadero va a ser siempre menor al rumbo magnético.

Aplicación de la declinación magnética

Ya que ambos polos (*geográfico y magnético*) distan entre si varios kilómetros, dependiendo de nuestra ubicación, puede representar una considerable diferencia al tratar de coincidir la lectura de nuestra brújula con el mapa.

Como la declinación magnética varía con los años, una manera de hallarla es con la calculadora de la declinación NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*).

En la siguiente página podemos consultar la declinación magnética de cualquier lugar del planeta.

 **NOAA** NATIONAL CENTERS FOR ENVIRONMENTAL INFORMATION
NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION

NOAA > NESDIS > NCEI (formerly NGDC) > Geomagnetism

Magnetic Field Calculators

DeclinationU.S. Historic DeclinationMagnetic FieldMagnetic Field Component Grid

Magnetic Declination Estimated Value

Declination is calculated using the most recent [World Magnetic Model \(WMM\)](#) or the [International Geomagnetic Reference Field \(IGRF\)](#) model. For 1590 to 1900 the calculator is based on the [gufm1](#) model. A smooth transition from gufm1 to IGRF was imposed from 1890 to 1900. Declination results are typically accurate to 30 minutes of arc, but environmental factors can cause magnetic field disturbances. The calculator provides an easy way for you to get results in HTML, XML, or CSV programmatically (API). For more information click the information button above.

Calculate Declination

Latitude: ☐ S ☒ N

Longitude: ☒ W ☐ E

Model: ☒ WMM (2014-2019) ☐ IGRF (1590-2019)

Date: Year Month Day

Result format: ☒ HTML ☐ XML ☐ CSV ☐ PDF

Calculate

Lookup Latitude / Longitude

Either enter a zip code, select a country/city, or [search for an address at USGS Earth Explorer](#).

U.S. Zip Code:

- OR -

Country:

City:

Get & Add Lat / Lon

Declination

U.S. Historic Declination

Magnetic Field

Magnetic Field Component Grid

Magnetic Declination Estimated Value

Declination is calculated using the most recent [World Magnetic Model \(WMM\)](#) or the [International Geomagnetic Reference Field \(IGRF\)](#) model. For 1590 to 1900 the calculator is based on the [gufm1](#) model. A smooth transition from gufm1 to IGRF was imposed from 1890 to 1900. Declination results are typically accurate to 30 minutes of arc, but environmental factors can cause magnetic field disturbances. The calculator provides an easy way for you to get results in HTML, XML, or CSV programmatically (API). For more information click the information button above.

Calculate Declination

Latitude: ☒ S ☐ N

Longitude: ☐ W ☒ E

Model: ☒ WMM (2014-2019) ☐ IGRF (1590-2019)

Date: Year Month Day

Result format: ☒ HTML ☐ XML ☐ CSV ☐ PDF

Calculate

Lookup Latitude / Longitude

Either enter a zip code, select a country/city, or [search for an address at USGS Earth Explorer](#).

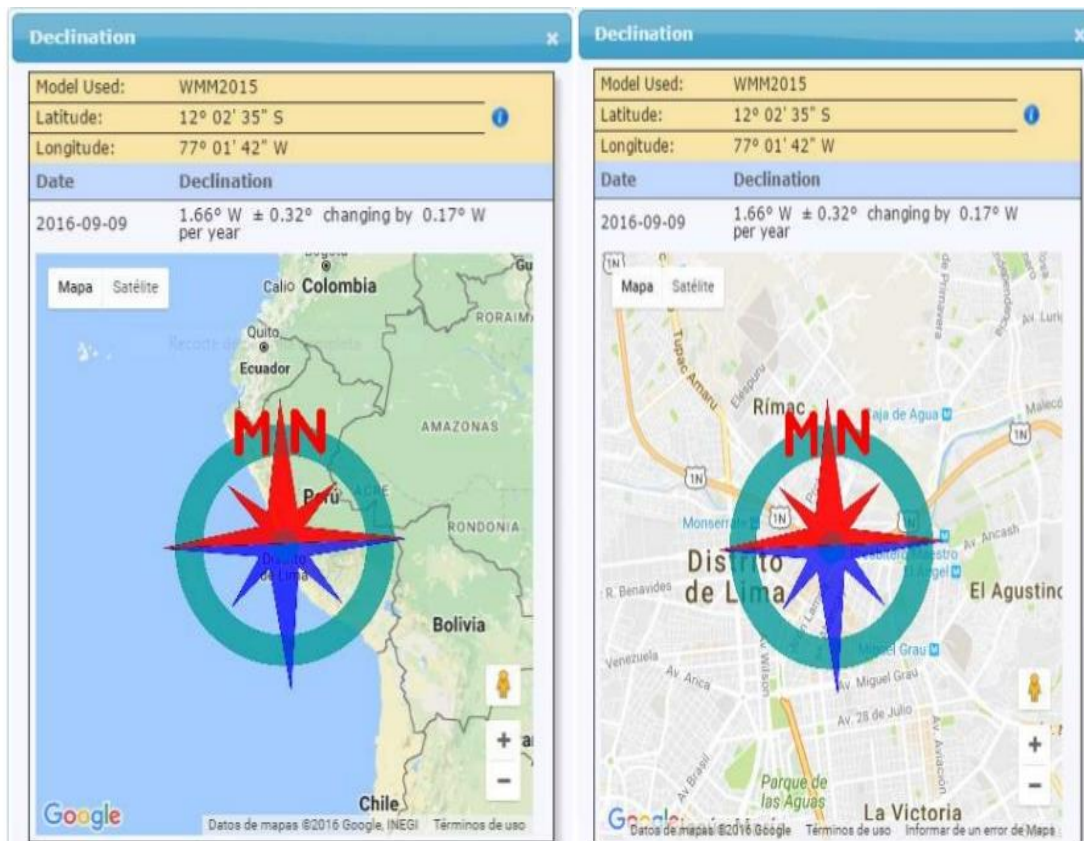
U.S. Zip Code:

- OR -

Country:

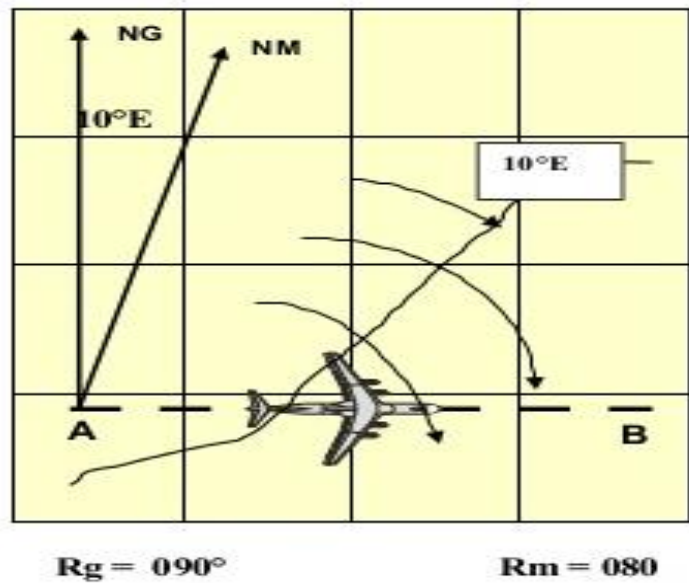
City:

Get & Add Lat / Lon

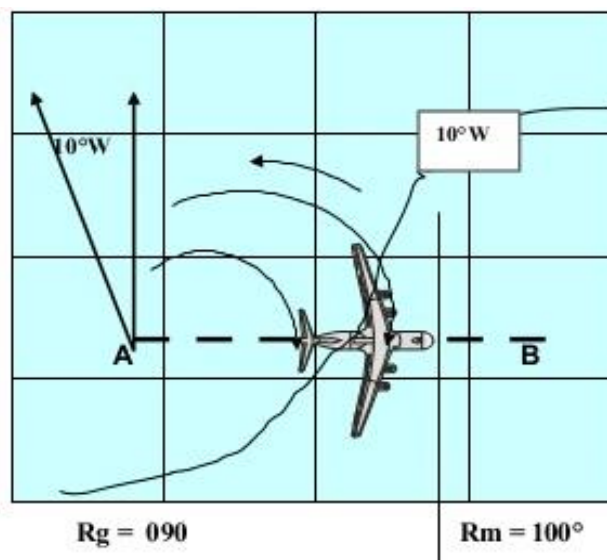


Observando los siguientes dibujos, obtendremos una idea más clara de la importancia y la forma correcta de aplicación de la declinación magnética.

Este piloto ha planificado un vuelo con rumbo geográfico de 090° (medido sobre la carta), entre A-B, observa la línea isogónica que pasa por el lugar (10°E) y sabe que, si no hace la debida corrección, no llegara a su destino (B). (gráficamente deducimos que su rumbo magnético (que lo puede seguir con la brújula) es de 080°)

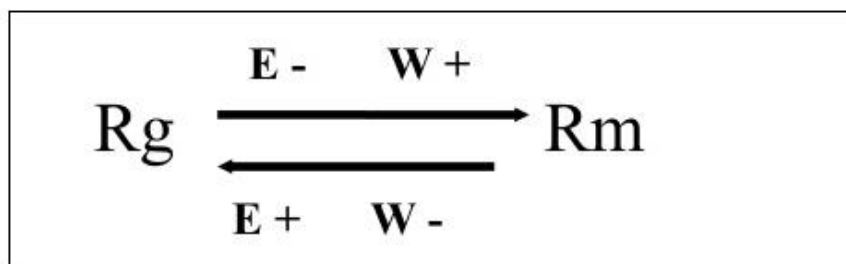


El próximo piloto ha planificado un vuelo con rumbo geográfico de 090° (medido sobre la carta): observa la línea isogónica que pasa por el lugar (10°W) y sabe que, si no hace la debida y correcta corrección, no llegara a su destino (B). (Gráficamente deducimos que su rumbo magnético es de 100°)



Aparentemente la situación inicial de los dos pilotos era la misma, rumbo geográfico planificado 090° . Pero la situación fina es bastante diferente (compare los rumbos magnéticos obtenidos en los dos casos). Esto es debido a la diferente declinación magnética, que "afecta" los dos lugares donde se va a efectuar el vuelo, y nos corrobora la importancia de conocer la correcta aplicación de la declinación.

Los errores de la brújula magnética que el piloto debe conocer y comprender son:



EJERCICIOS:

- 1) Si conocemos que una aeronave lleva un Rumbo Geográfico de 120° y una declinación de 10°E .
¿Cuál es el Rumbo magnético?

$\text{RG} = 120^\circ$

$\text{RM} = ?$

Declinación = 10°E

Deducimos que:

$\text{RM} = 120^\circ - 10^\circ\text{E} = 110^\circ$

Respuesta: RM es 110°

- 2) Si conocemos que una aeronave lleva un Rumbo magnético de 200° y una declinación de 5°W . ¿Cuál es el Rumbo geográfico?

$\text{RM} = 200^\circ$

Declinación = 5°W

$\text{RG} = ?$

Deducimos que:

$\text{RG} = 200^\circ - 5^\circ\text{W} = 195^\circ$

Respuesta: RG es 195°



Páginas web consultadas:

- <https://sailandtrip.com/declinacion-magnetica/>
- <http://nauticagenova.com/blog/nuevo-modelo-de-declinacion-mag/>
- [http://www.gisiberica.com/brujulas/magnetismo terrestre.htm](http://www.gisiberica.com/brujulas/magnetismo_terrestre.htm)
- <http://tracklander.blogspot.com/2011/06/como-corregir-la-declinacion-magnetica.html>
- <http://geodesiamania.blogspot.com/2013/11/declinacionmagnetica.html>
- <https://encorda2.com/2013/10/06/orientacion-basica-norte/>
- [http://www.titulosnauticos.net/curso carta/index.htm?/curso carta/teoria03.htm](http://www.titulosnauticos.net/curso_carta/index.htm?/curso_carta/teoria03.htm)
- <http://www.paranauticos.com/Notas/Tecnicas/magnetismo/Magnetismo-2.htm>
- [https://es.wikipedia.org/wiki/Declinaci%C3%B3n magn%C3%A9tica](https://es.wikipedia.org/wiki/Declinaci%C3%B3n_magn%C3%A9tica)
- <https://www.isndf.com.ar/declinacion-magnetica-y-cartas-isogonicas/>
- [https://encvirtual.es/interactivas/PYATE/imag_intera/Navegacion/s02/1 declinacion desvio/4 ctfor.html](https://encvirtual.es/interactivas/PYATE/imag_intera/Navegacion/s02/1_declinacion_desvio/4_ctfor.html)
- <http://aulanautica.org/forums/debate/declinacion-magnetica/>
- <https://www.isndf.com.ar/que-es-la-declinacion-magnetica/>
- <https://diccionario-nautico.com.ar/aguja/>