

Geodesia. *Ciencia que tiene como fin principal la determinación de la figura de la Tierra, el posicionamiento de puntos sobre la superficie física terrestre y el estudio del campo de la gravedad externo del planeta. (Benavidez, 2005).*

Topografía del RAE

Del gr. τόπος τόπος 'lugar' y – grafía γραφή

- 1. f. Técnica de describir y delinear detalladamente la superficie de un terreno.*
- 2. f. Conjunto de particularidades que presenta un terreno en su configuración superficial.*

¿Ciencia o Técnica?

Topografía – Geometría Aplicada

Algunas definiciones

Línea geodésica del RAE

1. f. Mat. **línea** más corta entre dos puntos de una superficie

Vertical del RAE del lat. verticālis.

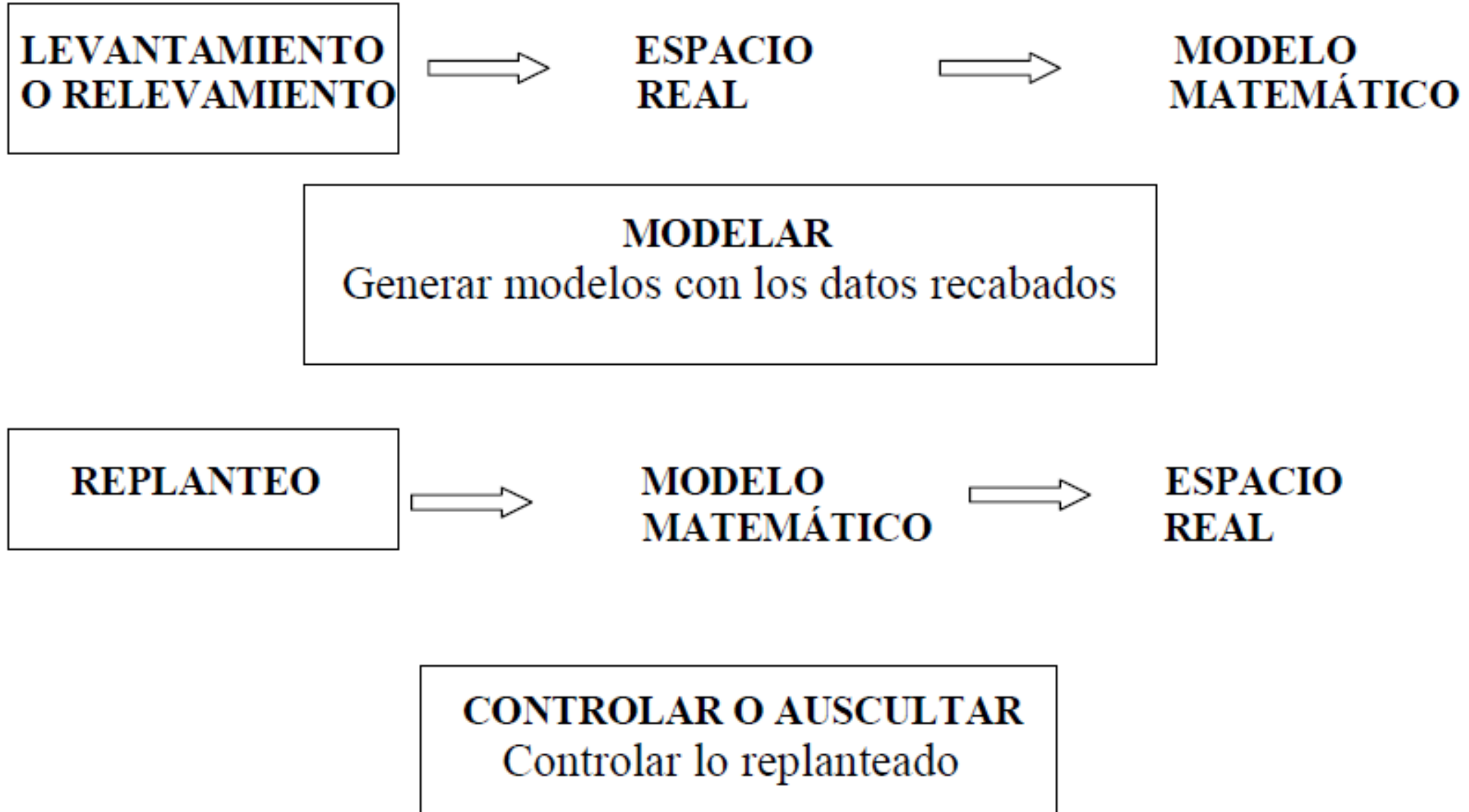
1. adj. Dicho de una recta o de un plano: Que es perpendicular a un plano horizontal.

2. adj. Que tiene la dirección de la plomada. Apl. a una línea, u. t. c. s. f.

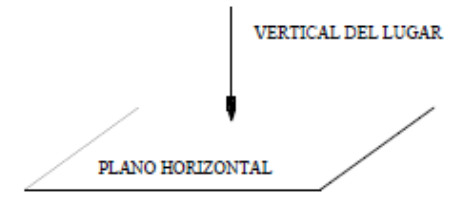
3. adj. Que, en figuras, dibujos, escritos, impresos, etc., va de la cabeza al pie. U. t. c. s. f.

4. adj. Dicho de una organización, de una estructura, etc.: Que está fuertemente subordinada al estrato

Topografía

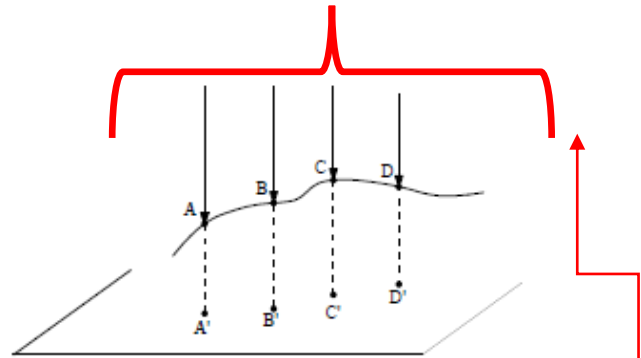
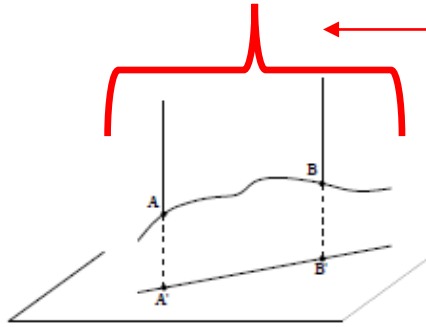


Topografía - ¿Geometría Aplicada?

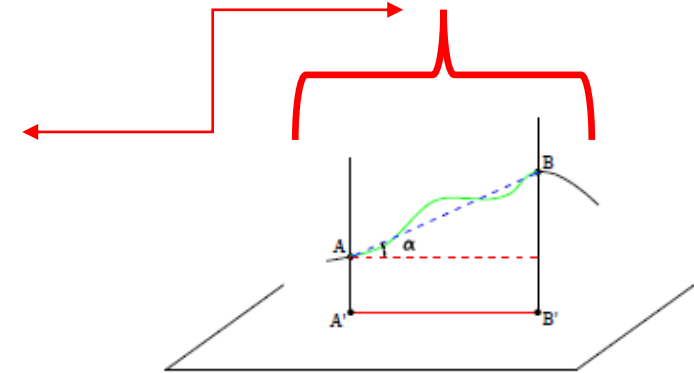


**Vertical del lugar
(dirección de la plomada)**

Alineación

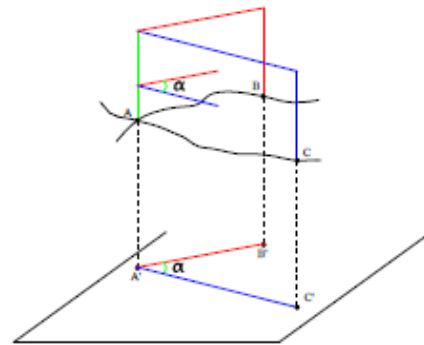


Estas rectas no son paralelas



— Distancia "física"
— Distancia inclinada
— Distancia TOPOGRAFICA

**Angulo
Rectilíneo del diedro**



**Distancia Topográfica
¿Geodesica?**

Como relacionamos los distintos elementos de la realidad

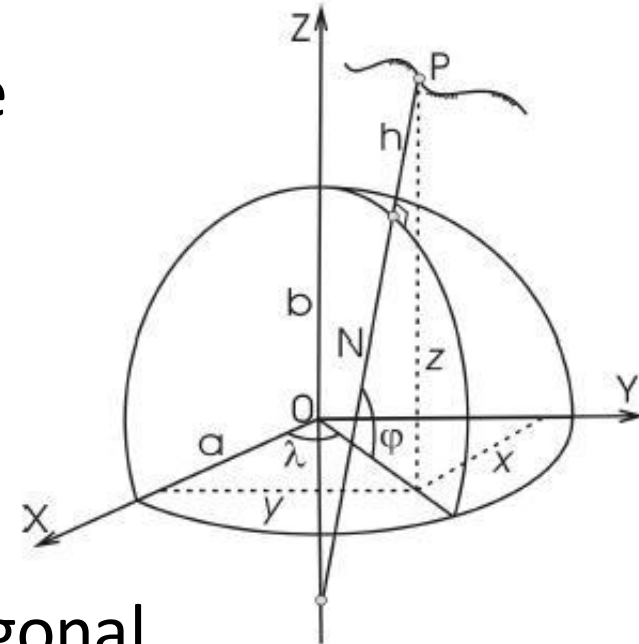
- Midiendo ángulos y distancias
 - Dando referencias
 - Usando y determinando coordenadas
-
- Necesitamos instrumentos de medición
 - Estableciendo relaciones topológicas
 - Usando sistemas de referencia adecuados

Sistema de referencia:

Definición de constantes, modelos, parámetros, etc., que sirven como base para la representación de la geometría de la superficie terrestre y su variación en el tiempo.

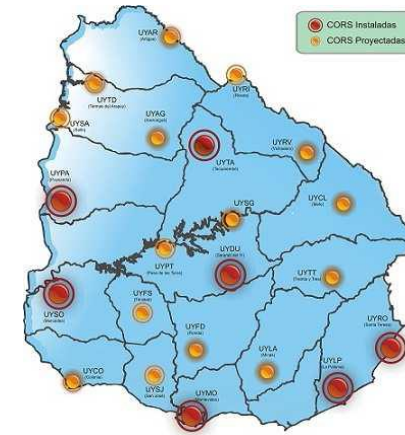
Ejemplo

Sistema cartesiano tridimensional ortogonal con el origen en el geocentro
eje Z cerca del eje de rotación terrestre
eje X cerca del meridiano de Greenwich
escala métrica



Marco de referencia:

Realización (materialización) de un sistema de referencia dado, por un conjunto de entidades físicas y matemáticas.



Ejemplo:

Conjunto de puntos monumentados sobre la superficie terrestre
Coordenadas geocéntricas tridimensionales X, Y, Z dadas en una época fija.

Variaciones lineales en el tiempo (vel.ctes. dX/dt , dY/dt , dZ/dt).

Marco



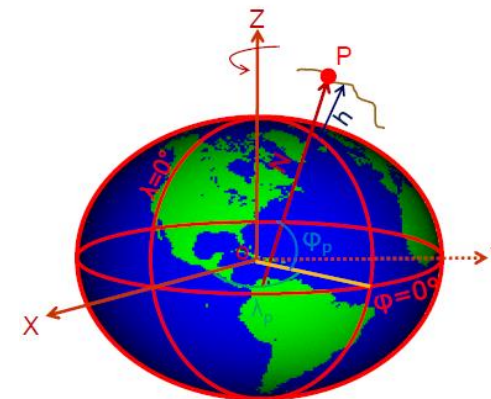
lo tangible



Sistema



lo ideal



Dátum geodésico:

Parámetros que realizan el origen, la orientación y la escala del marco de referencia con respecto a la Tierra.

(no introducir mas valores de los necesarios)

Caso tridimensional global:

El origen realizado en el geocentro, la orientación realizada por la posición del polo de rotación de la Tierra y la dirección de una longitud de referencia convencional en una época definida, la escala realizada por la unidad del metro a partir de la velocidad de la luz en el vacío. **Ej. ITRF 2008**

Caso local

Establecido por coordenadas astronómicas y la desviación de la vertical en un vértice (estación de Laplace), referidas a un elipsoide

Orientación acimut astronómico

Desviación del geocentro: $\Delta X=$, $\Delta Y=$, $\Delta Z=$ **Ej. SAD69, Yacaré**

Sistemas de referencia terrestre

World Geodetic System 1984 (WGS84):

Sistema de referencia terrestre global que originalmente fue establecido para determinar las coordenadas de las órbitas de los satélites Doppler (WGS72).

Fue adoptado para las órbitas de los satélites NAVSTAR GPS (broadcast ephemerides).

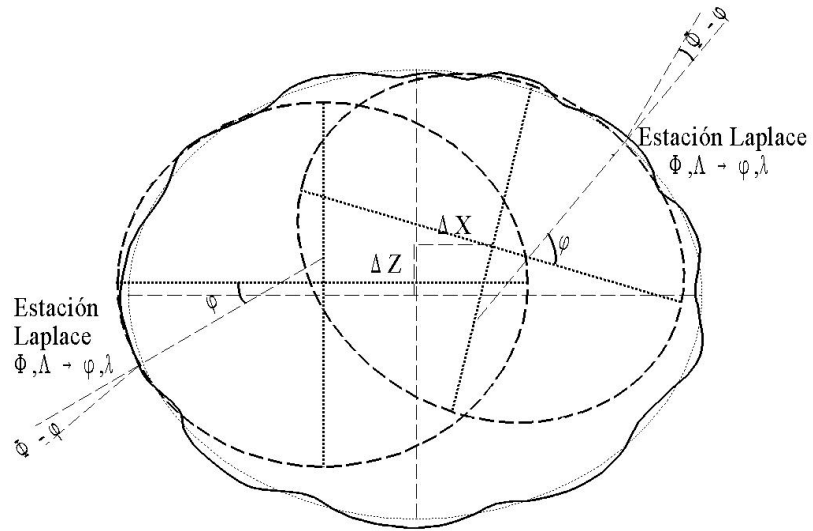
WGS84 adoptó el ITRS en 2002.

Versiones G730, G873, G1150 y G1674

International Terrestrial Reference System (ITRS):

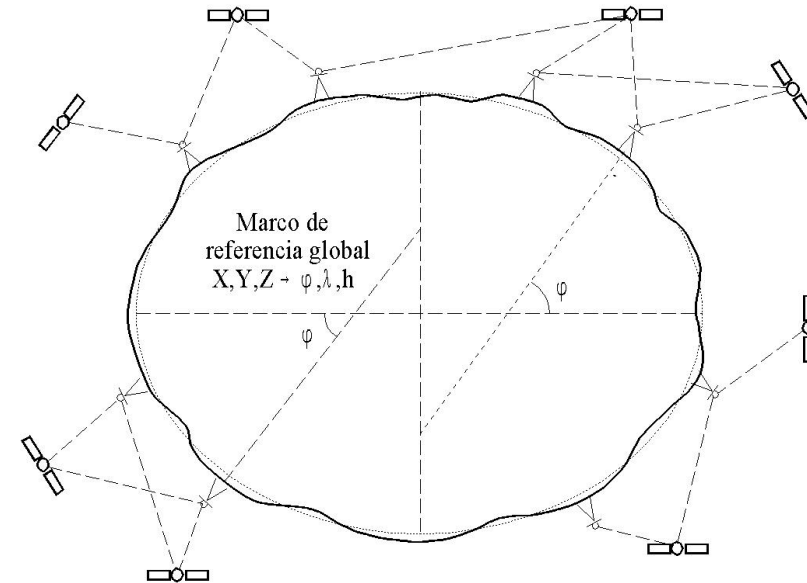
Sistema de referencia del Servicio Internacional de Rotación Terrestre y Sistemas de Referencia (IERS) establecido para la determinación de los sistemas de referencia celeste (ICRS) y terrestre (ITRS) y la relación entre los dos, o sea la orientación y rotación de la Tierra en el espacio (EOP, ERP).

¿Por que necesitamos sistemas nuevos y no usamos p.e. YACARE?



Sistemas clásicos:
Definición regional
Realización nacional
Dátum local

Sistemas modernos:
Definición global
Realización global y regional
Dátum geocéntrico



Marcos globales y regionales de referencia

International Terrestrial Reference Frame (ITRF):

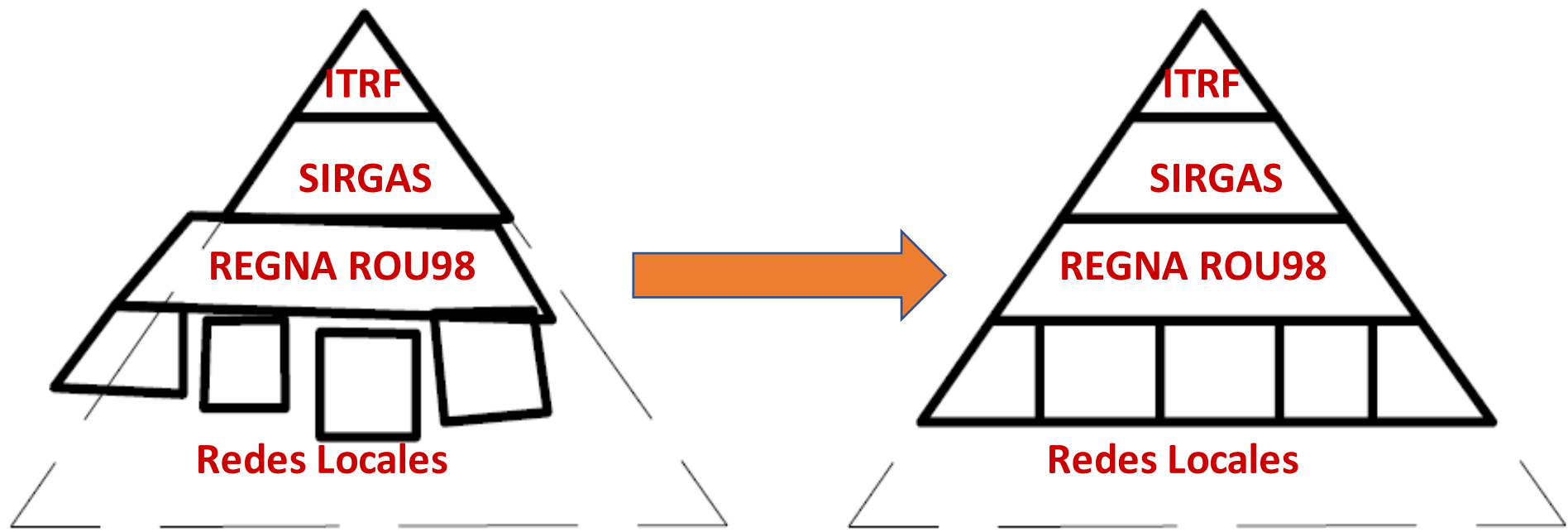
Materialización del ITRS por estaciones en la superficie terrestre (más de 900 puntos en más de 500 sitios) con coordenadas dadas para una época fija y sus variaciones en el tiempo (velocidades).

Sirve también para la determinación de las órbitas precisas de los satélites GPS por el Servicio GNSS Internacional (IGS).

Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas (SIRGAS):

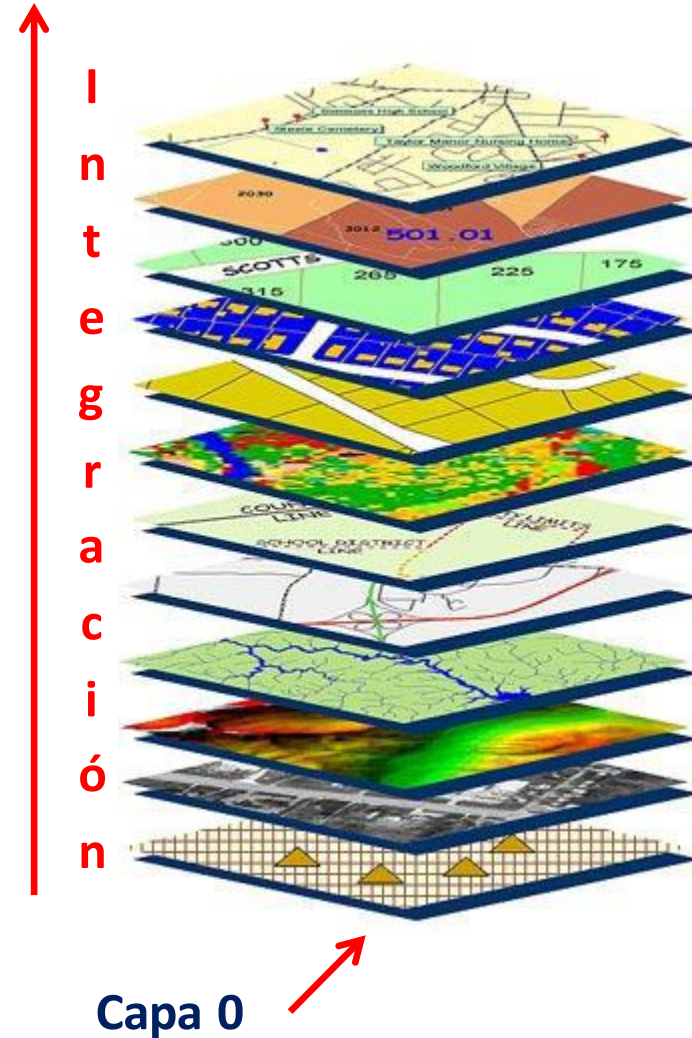
Densificación del ITRF, inicialmente establecido para América del Sur por 58 estaciones en campaña de 1995 y extendido al Caribe, Norte y Centroamérica en 2000 con 184 estaciones.

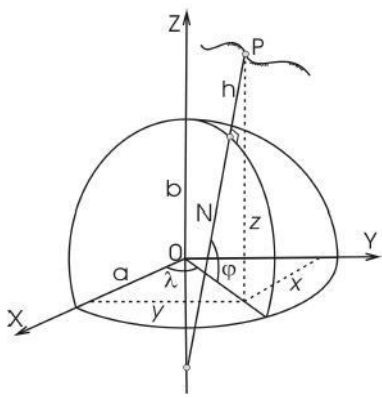
Actualmente tiene más de 400 estaciones permanentes.



Porque son importante los Sistemas /Marcos de referencia

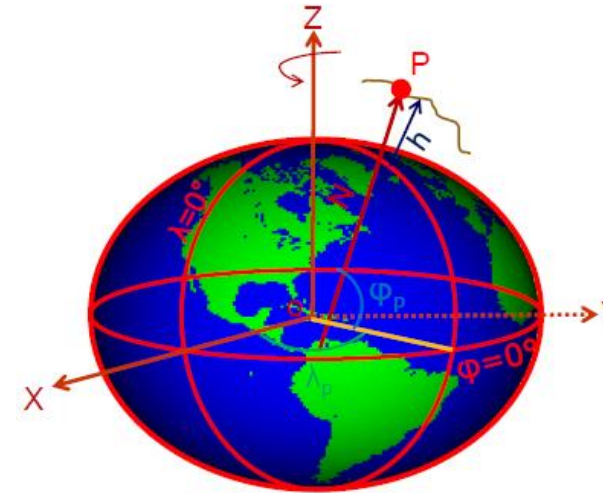
- Los fundamentos de **los sistemas de coordenadas** se encuentran en las matemáticas y la geometría analítica y diferencial.
- Su **implementación** geoespacial es responsabilidad fundamental de la **geodesia**.
- De igual modo, son un tema importante en astronomía, geociencias y los diversos métodos para capturar **información geoespacial**.
- Los sistemas de coordenadas son la **capa más básica** (principal) dentro de los datos fundamentales que constituyen las **Infraestructuras de Datos Espaciales** (IDE's: Permitir la colección, acceso y uso de la información geoespacial)



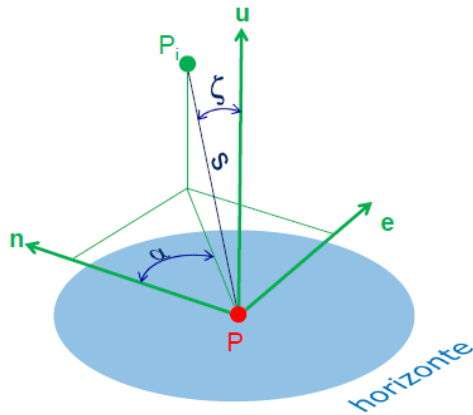


Coordenadas cartesianas tridimensionales [X, Y, Z]

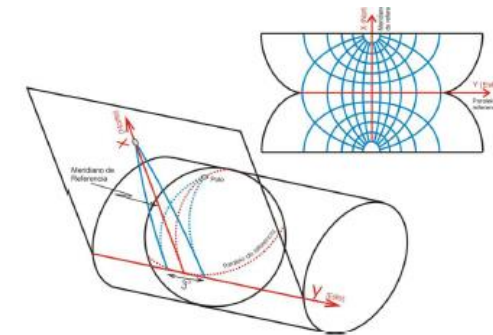
Coordenadas elipsoidales [lat, lon, h]



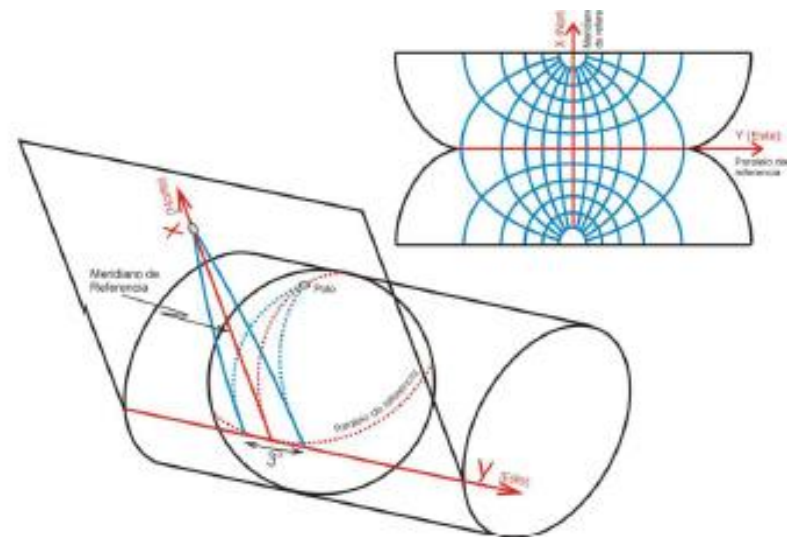
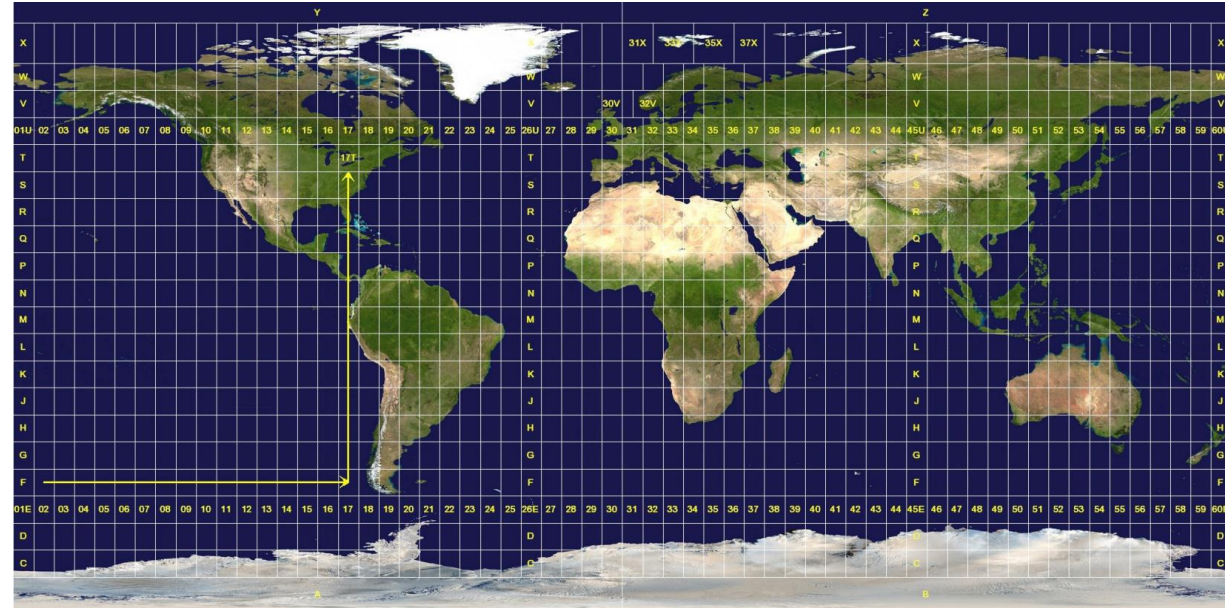
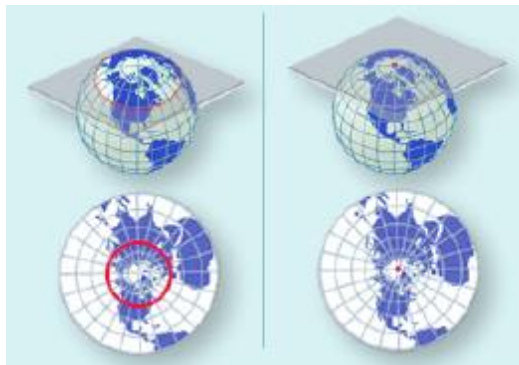
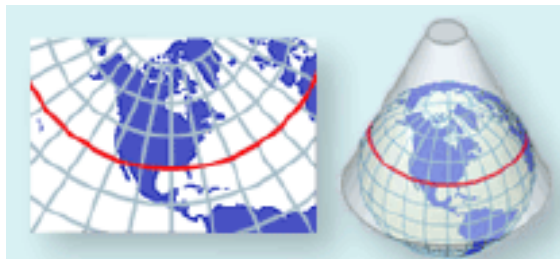
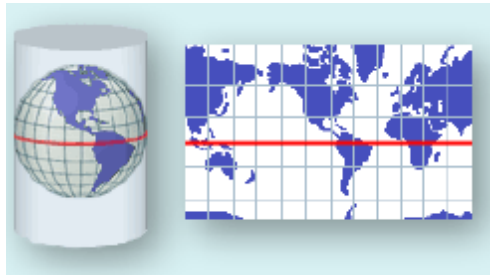
Coordenadas locales (topocéntricas) [n, e, u]



Sistemas de coordenadas planas (cartográficas) [N, E]

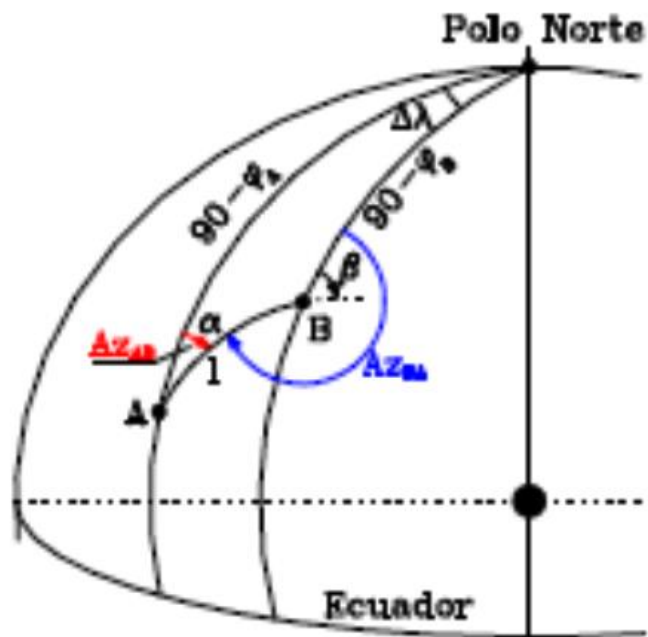


Sistemas de coordenadas planas (cartográficas) [N, E]



Acimut

Acimut Geodésico

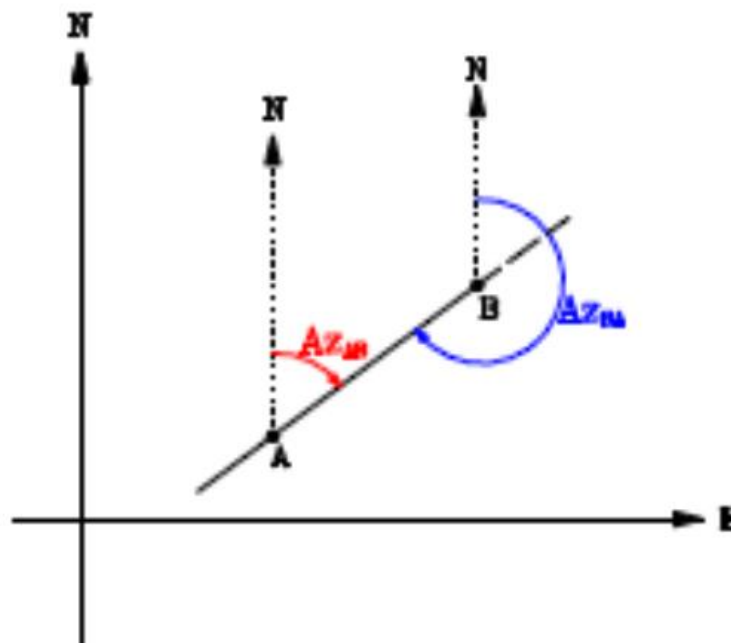


$$\beta - \alpha = \Delta \lambda * \text{sen} \varphi_B$$

$$\beta - \alpha = l * \text{sen} \alpha * \text{tg} \varphi_B$$

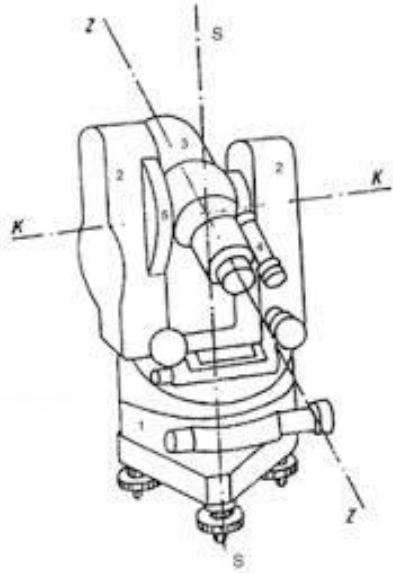
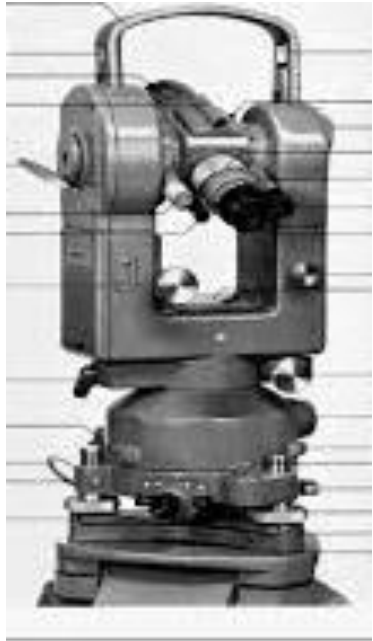
Convergencia de los Meridianos

Acimut Topográfico



$$Az_{BA} = Az_{AB} + 180^\circ$$

$$Az_{BA} - Az_{AB} = 180^\circ$$



EVOLUCIÓN DE LOS TEODOLITOS

ANTIGUO TEODOLITO CON CÍRCULOS GRADUADOS METÁLICOS	TEODOLITO ÓPTICO MECÁNICO AFD F-18	TEODOLITO ELECTRÓNICO SONIXA SERIE 01

IngenieríaTeat.com







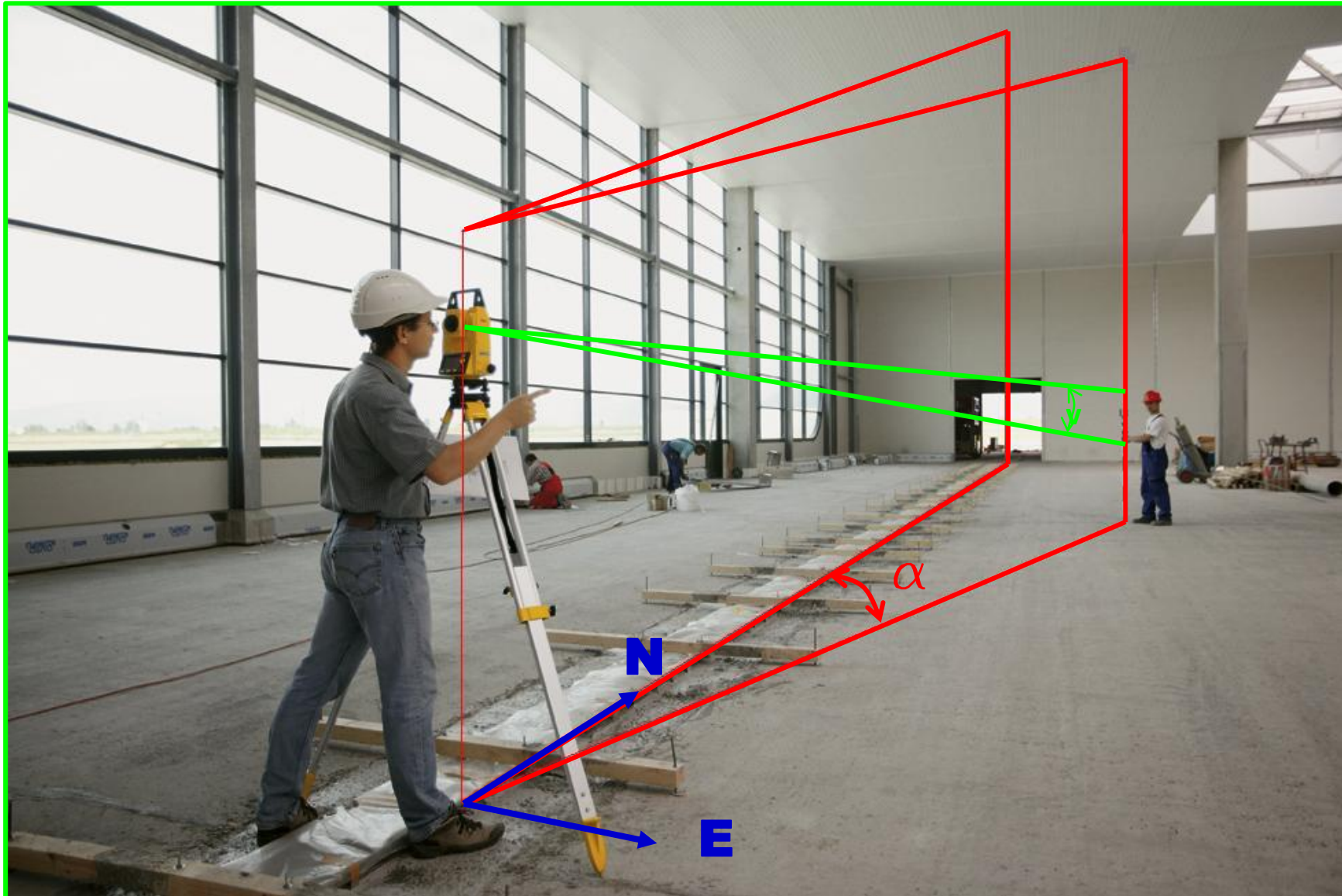
Figure 2.8. Sextant





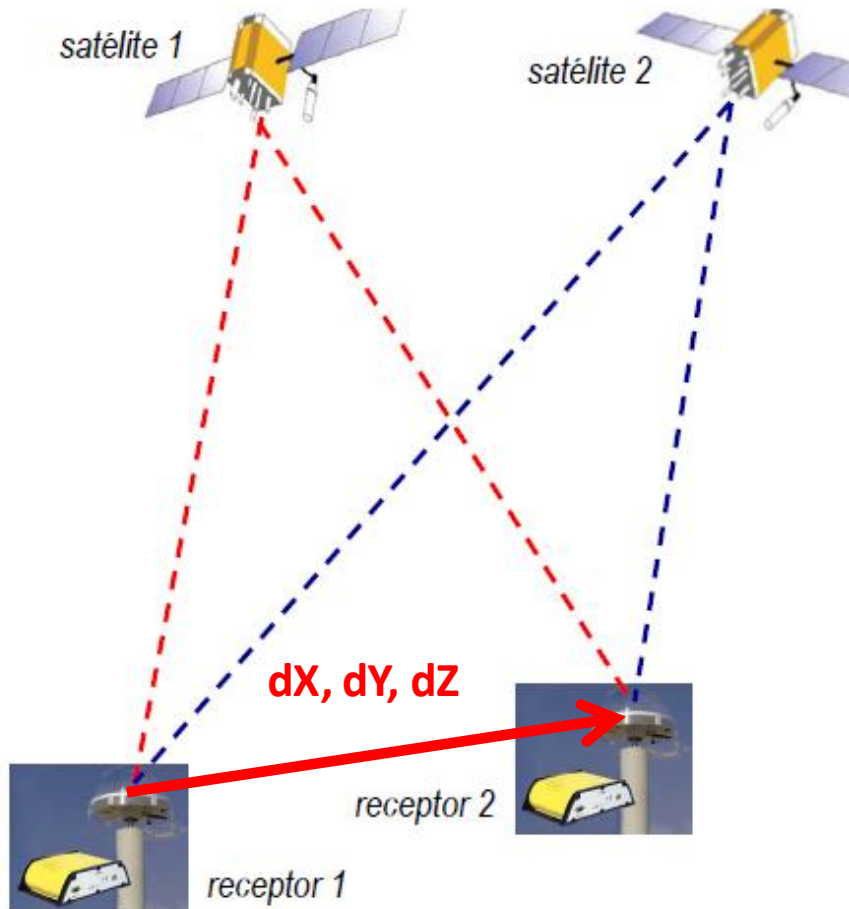
Mediciones Clásicas

Ángulos (rectilíneo del diedro) y Acimut Angulo de altura o cenital

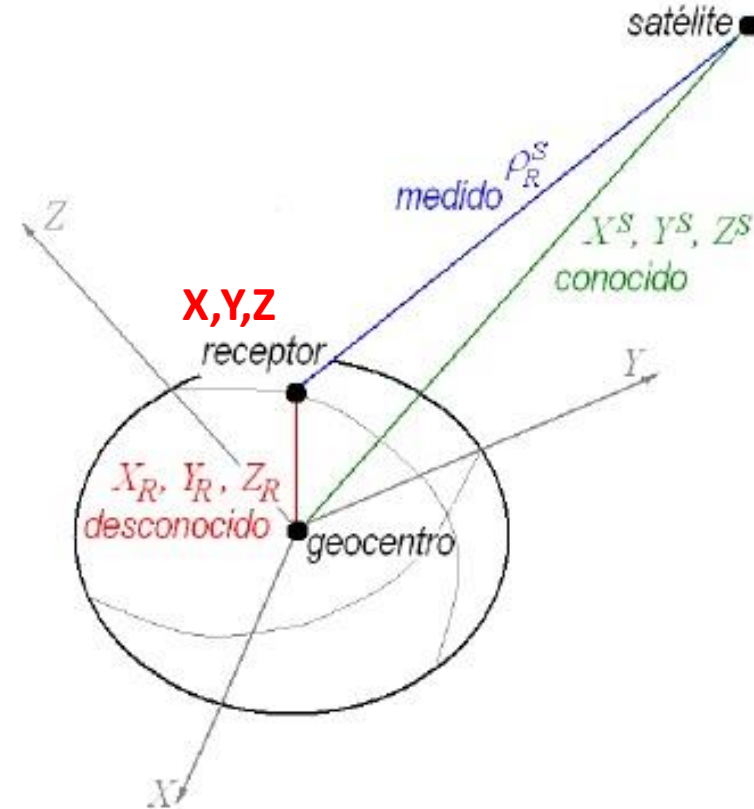


Mediciones GNSS

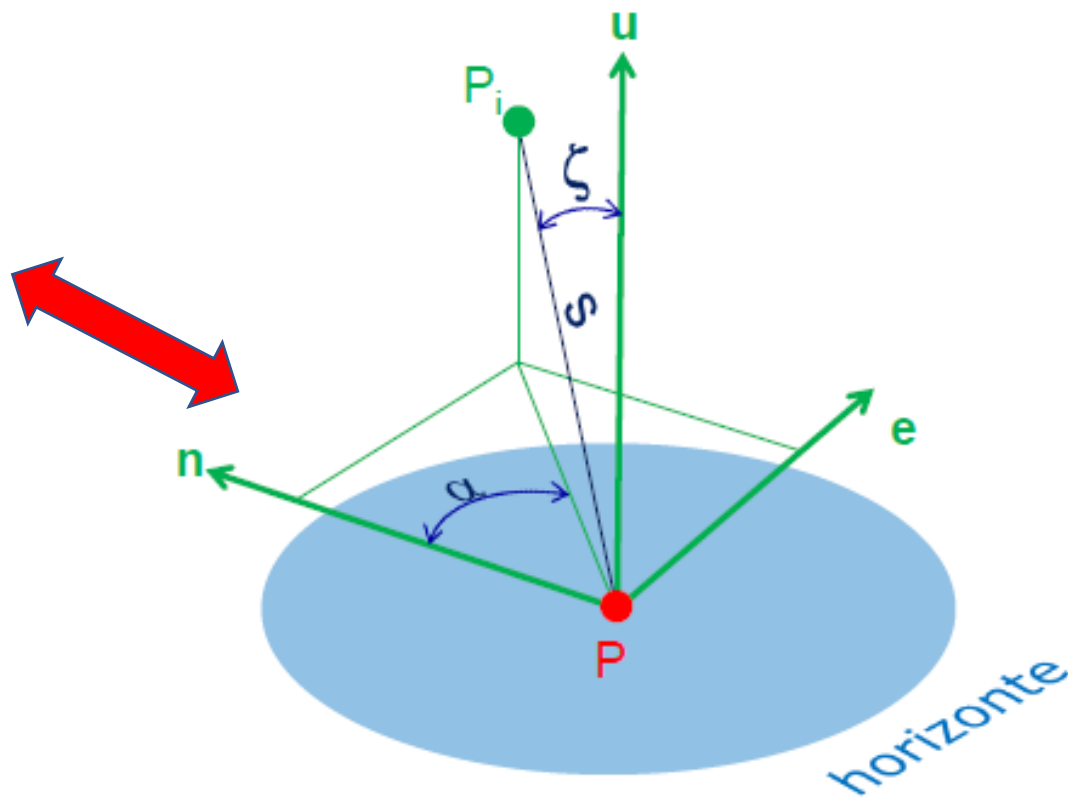
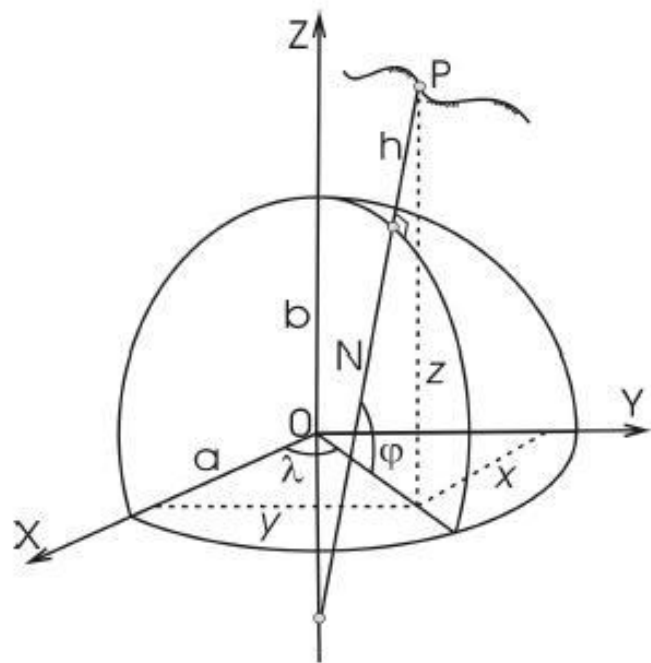
GNSS relativo /diferencial



GNSS absoluto/ autónomo



Origen del problema de incompatibilidad



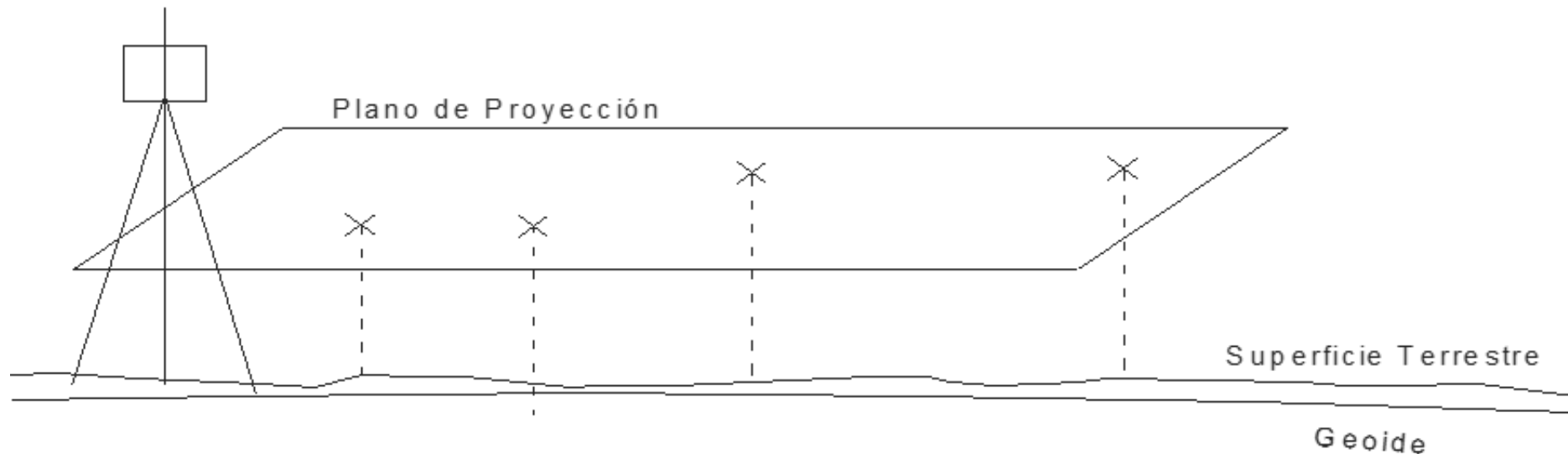
¿Cómo medimos? En forma clásica

En Relevamientos Topográficos en zonas reducidas, al tomar diferentes puntos utilizando *estación total*, *antes teodolito y cinta*, a la hora de procesar los datos, lo que realizamos es una Proyección Cartográfica (muy particular) en la que nos consideramos planos perpendiculares al eje principal del equipo de medición.

Luego consideramos todos los ejes de estación paralelos

Lo que se hace es proyectar de forma ortogonal, los puntos de la superficie terrestre, sobre ese plano de referencia.

En estas proyecciones, se mantienen las distancias, mientras que las cotas “pasan a ser un atributo”, debido a las diferencias presentes entre las superficies relevadas y los planos de proyección considerados.

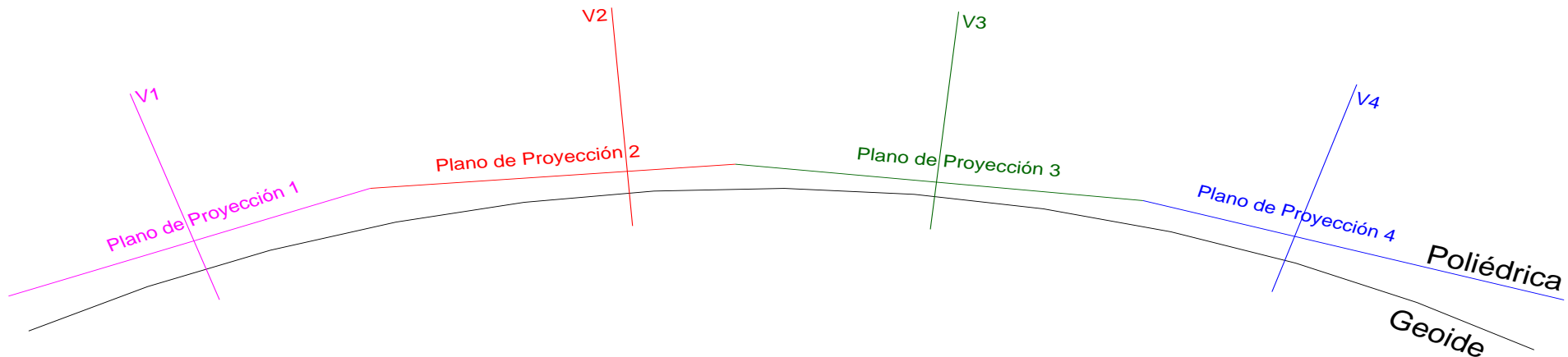


¿Cómo medimos?

En forma clásica relevamientos lineales

En un relevamiento lineal realizo más de una estación, eso genera nuevos planos de proyección, de esta forma obtenemos un mosaico de planos, en el que volcamos nuestras medidas. En definitiva, nos estamos generando una poliédrica, y con ello lo que hacemos es una rectificación del geoide.

A los efectos de la representación en “un plano”, desarrollamos dicho poliedro (sin darnos cuenta)



En estas proyecciones, se mantienen las distancias, mientras que las cotas “son sólo un atributo”, puesto que las cotas que usamos son físicas, es decir las alturas que medimos son relativas al geoide, y no al plano de proyección

¿Cómo medimos? Con GNSS (hoy también en forma clásica)

Aramos, dijo
el mosquito



Calculamos vector dX dY dZ
Sumamos ese vector a la posición de
la base X_0 Y_0 Z_0
Corregimos por altura de aparato y
altura de bastón; **(H)** ojo las
alturas son vectores que también
tienen componentes X, Y, Z

Esto en realidad es transparente para el
usuario.

El equipo solo presenta coordenadas E, N, h
En una **proyección cartográfica** determinada
(yo la puedo configurar)

También pueda presentar φ, λ, h
o también X, Y, Z (cartesianas geocéntricas)



¿Cómo medimos? Con GNSS

¿Que proyección adoptamos?

Hoy generalmente adoptamos una Mercator Trasversa

Con **Meridiano Central (MC)** en la zona del relevamiento

Escala en meridiano central =1

Falso Este y Falso Norte de acuerdo a nuestras preferencias

Ventajas:

Fácil desarrollo (matemático)

Esta en todos los programas de los GNSS

Es de similares características al trabajo que realizo cuando hago mediciones clásicas

Se puede usar en zonas bastante amplias sin gran deformación

Los datos están con el norte verdadero (cuadrícula en MC)

Pero estos ejes pueden ser rotados, compatibilizando con relevamiento anteriores realizados en forma clásica

Hay programas que lo hacen en forma transparente para el usuario

¿Cómo medimos? Con GNSS

¿Que proyección adoptamos?

Desventajas

Cada relevamiento tiene una proyección diferente

Hay que dar los datos de esa proyección cada vez que se intercambian datos con terceros

A medida que me alejo del meridiano central comienzan las deformaciones por cambio de escala (distancia) y convergencia de los meridianos (acimutes)

No funciona bien (en general) en relevamiento lineales si se toman como datos clásicos

No es un estándar y en general las empresas internacionales usan sistemas y proyecciones estándar p.e. UTM

Datos Obtenidos usando GNSS

Coordenadas Este y Norte

Alturas elipsoidales

Fecha y hora del relevamiento

¿Cómo medimos? Con GNSS

¿Que proyección adoptamos?

Proyección UTM

En Uruguay Zona 21 Sur y Zona 22 Sur

Ventajas:

Es un estándar

Esta en todos los programas de los GNSS

Hay programas que lo hacen en forma transparente al usuario

Las empresas internacionales usan generalmente esta proyección

Es usado en GIS, Google Earth, etc.

Desventajas

El factor de escala en general es distinto de 1 por lo que no reproduce la forma clásica de relevar

Deformaciones; hay que tener en cuenta este ítem

Calculo del coeficiente de anamorfosis

Ejemplos numéricos

Proyección

Mercator Transversa

Datum WGS84

Meridiano central por punto 1

Escala en Meridiano central = 1

1 (10000,10000) - (34° 50' 00" S ; 56° 10' 00" W)

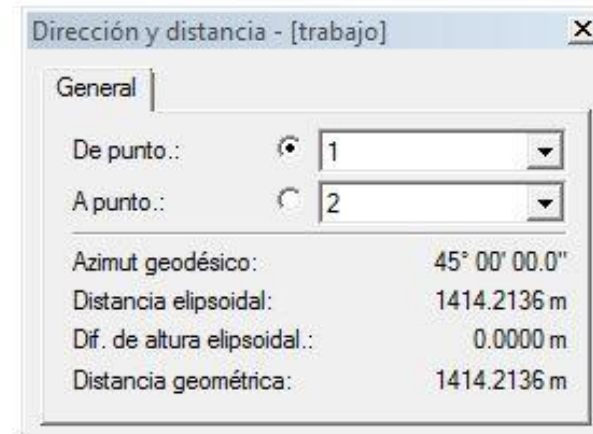
2 (11000,11000) 1Km del meridiano central

Error acimut:

por convergencia meridiana **0.0"**

Error por escala en la zona **0.0 ppm**

Factor de escala en la zona **1**



Dirección y distancia - [trabajo]

General

De punto.: 1

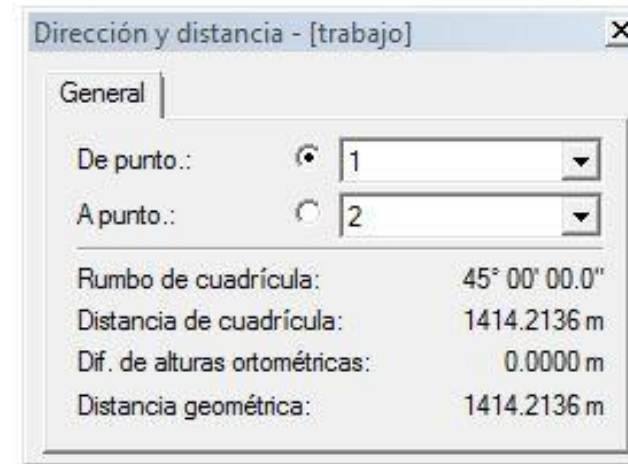
A punto.: 2

Azimut geodésico: 45° 00' 00.0"

Distancia elipsoidal: 1414.2136 m

Dif. de altura elipsoidal.: 0.0000 m

Distancia geométrica: 1414.2136 m



Dirección y distancia - [trabajo]

General

De punto.: 1

A punto.: 2

Rumbo de cuadrícula: 45° 00' 00.0"

Distancia de cuadrícula: 1414.2136 m

Dif. de alturas ortométricas: 0.0000 m

Distancia geométrica: 1414.2136 m

