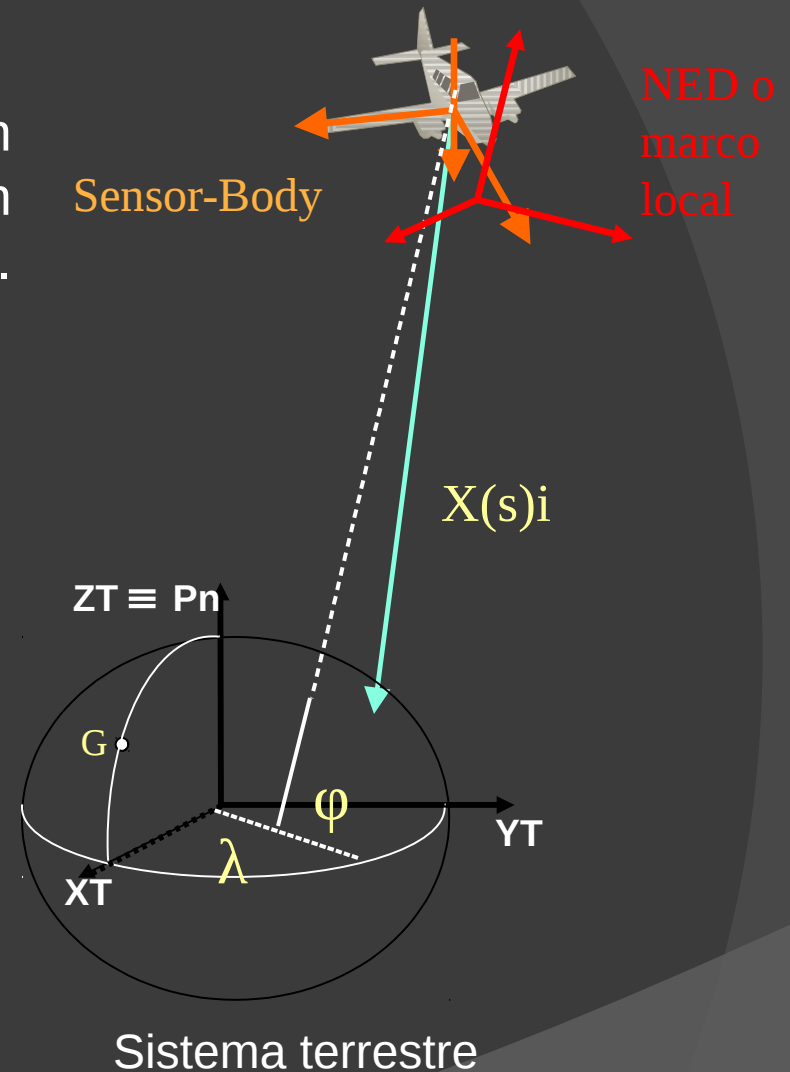
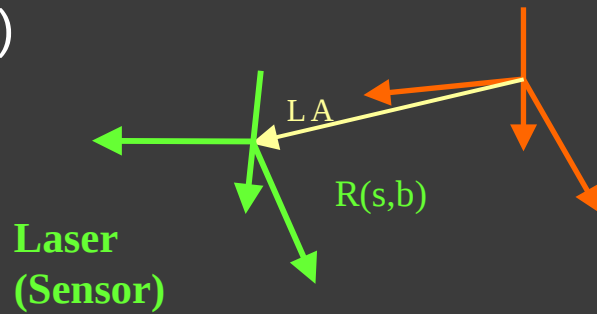


Sistemas de referencia

Seminario LIDAR – 21/8/2015

Objetivo:

Vincular la medición realizada por un escáner laser (fijo o móvil) con un sistema de referencia terrestre (ej. ITRF)



Definición actual de un sistema de referencia terrestre

ITRS: constituye un set de convenciones conjuntamente con el modelado necesario para la definición del origen, escala, orientación y **evolución temporal (4D)**.

- ✓ Origen: centro de masas de la Tierra incluyendo a los océanos y la atmosfera
- ✓ Escala: el metro (SI) es la unidad de medida. Consistente con las resoluciones IAU y IUGG (1991). Obtenida mediante modelos relativísticos.
- ✓ Orientación: eje Z próximo al eje instantáneo de rotación
- ✓ La evolución temporal de la orientación se garantiza mediante una condición de NNR (no net rotation) con respecto a movimientos tectónicos horizontales sobre toda la tierra.

ITRF: representa la realización del ITRS. Esta constituido por las coordenadas y velocidades de un conjunto de estaciones las que involucran distintas técnicas de observación (GPS, Doris, VLBI, SLR, LLR)

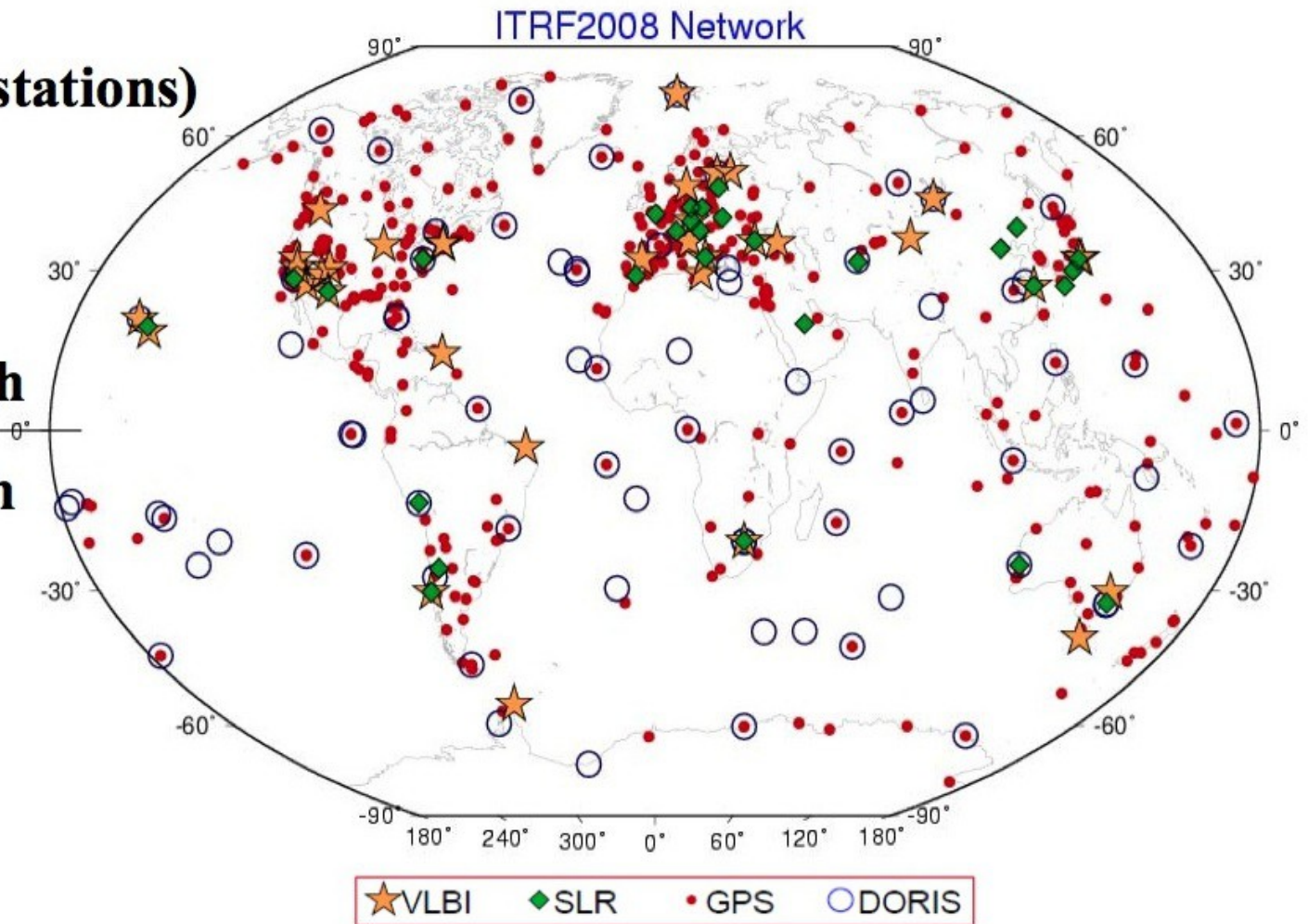
Cada realización del ITRS se denota como ITRF_{yy} (donde yy, indica el año correspondiente a las ultimas observaciones).

ITRF2008

579 sites (920 stations)

461 Sites North

118 Sites South



SIRGAS

“**SIRGAS** es el **Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas**. Su definición es idéntica a la del [ITRS](#) y su realización es una densificación regional del [ITRF](#).”

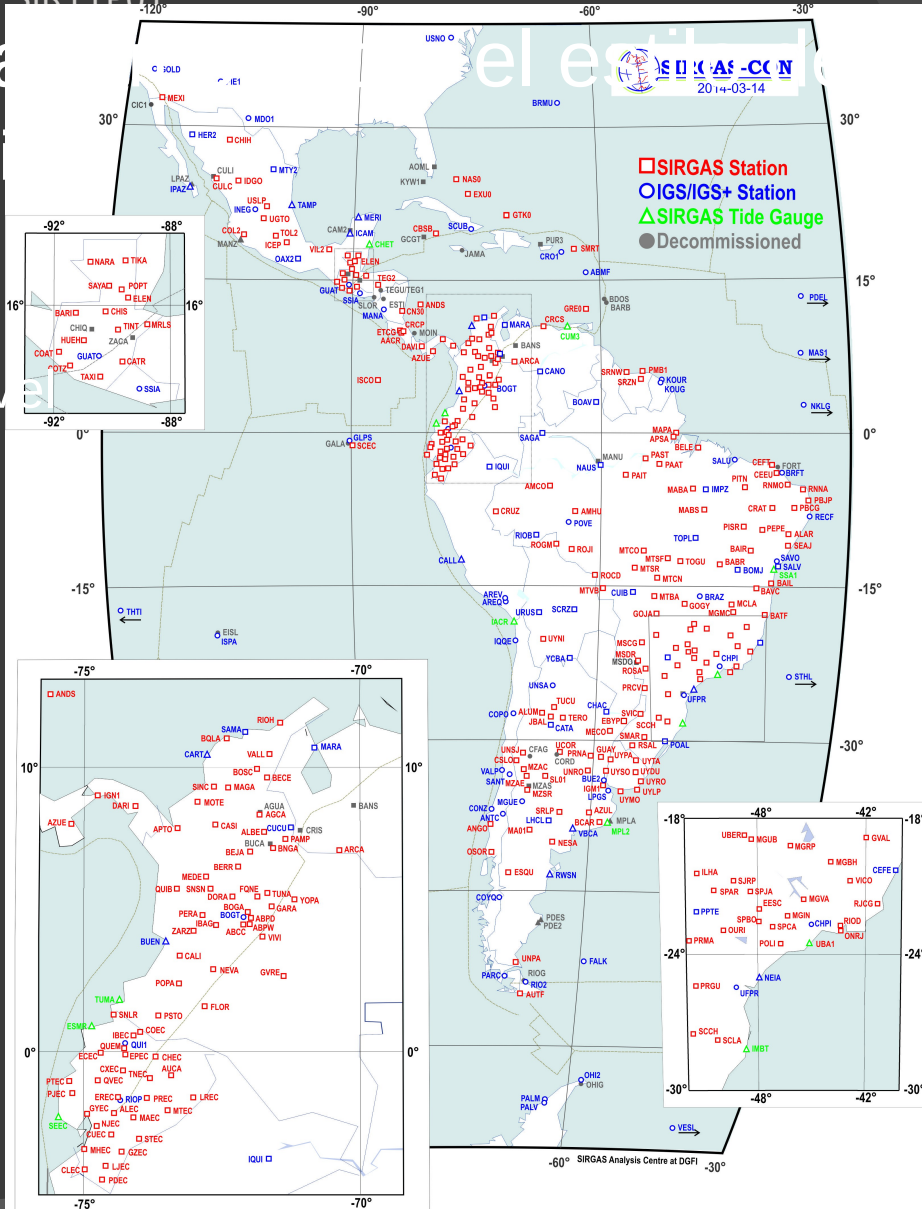
“Las coordenadas SIRGAS están asociadas a una época específica de referencia y su variación con el tiempo es tomada en cuenta ya sea por las velocidades individuales de las estaciones SIRGAS o mediante un [modelo continuo de velocidades](#) que cubre todo el continente.”

Brinda soluciones semanales, anuales y multianuales. Dentro de las últimas: SIR11P01, densifica a ITRF2008, época 2005.0.



Haga clic pa

- Segundo nivel
- Tercer nivel
- Cuarto nivel
- Quinto nivel



el este de

exto de

Marcos Nacionales: ej. POSGAR07

“Basado en **ITRF 05 Época 2006.632** constituye la materialización sobre el territorio nacional del más moderno sistema de referencia a nivel mundial **compatible** con el **marco regional SIRGAS** (Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas) y responde a los más estrictos estándares de precisión y ajuste en vigencia.

“POSGAR 07 incorpora las más importantes redes geodésicas en uso, con sus respectivos parámetros de transformación, a fin de facilitar una geo-referenciación unívoca en toda la República Argentina”

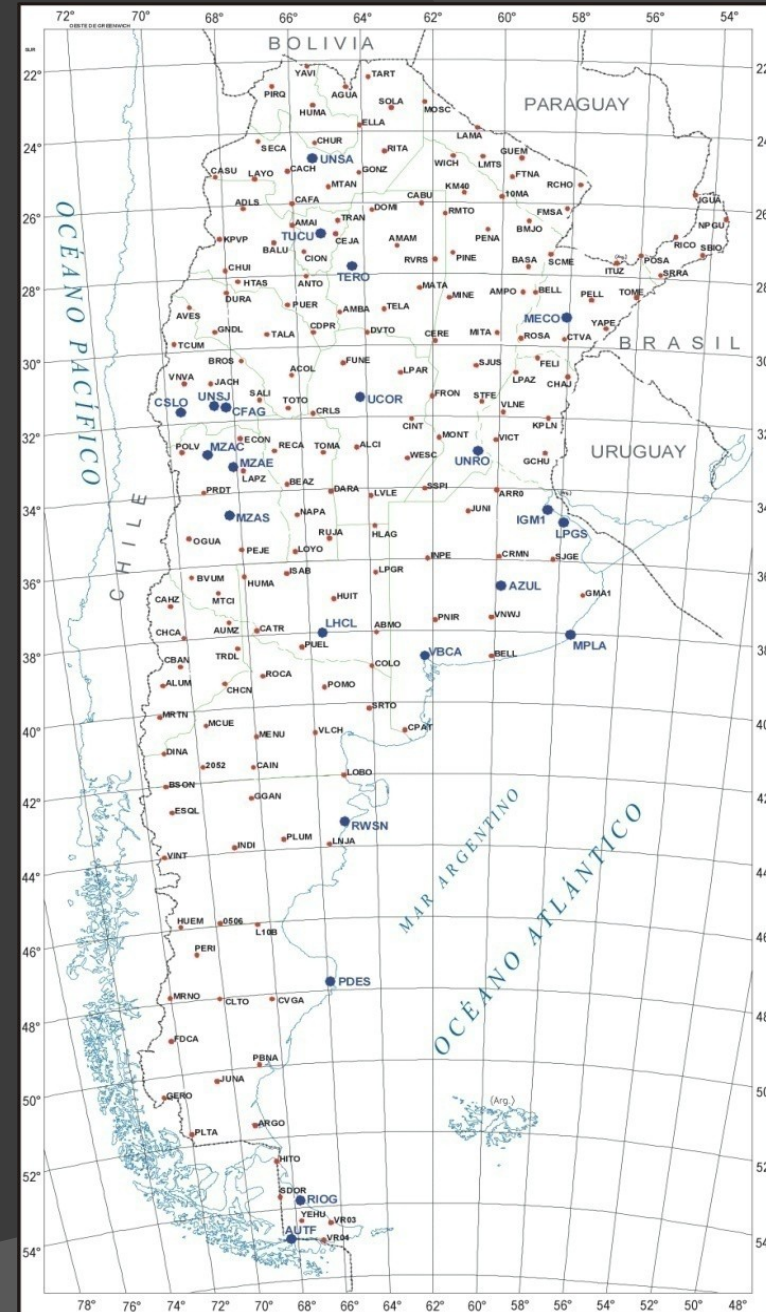
POSGAR07

(época 2006.632)

436 puntos, de los cuales:

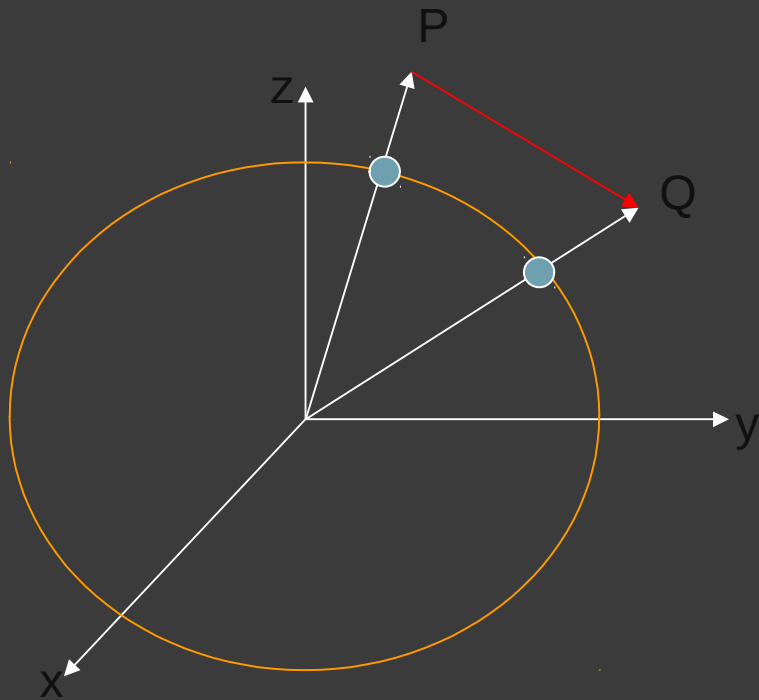
*178 son comunes con SIRGAS,

*35 son estaciones permanentes
comunes con SIRGAS

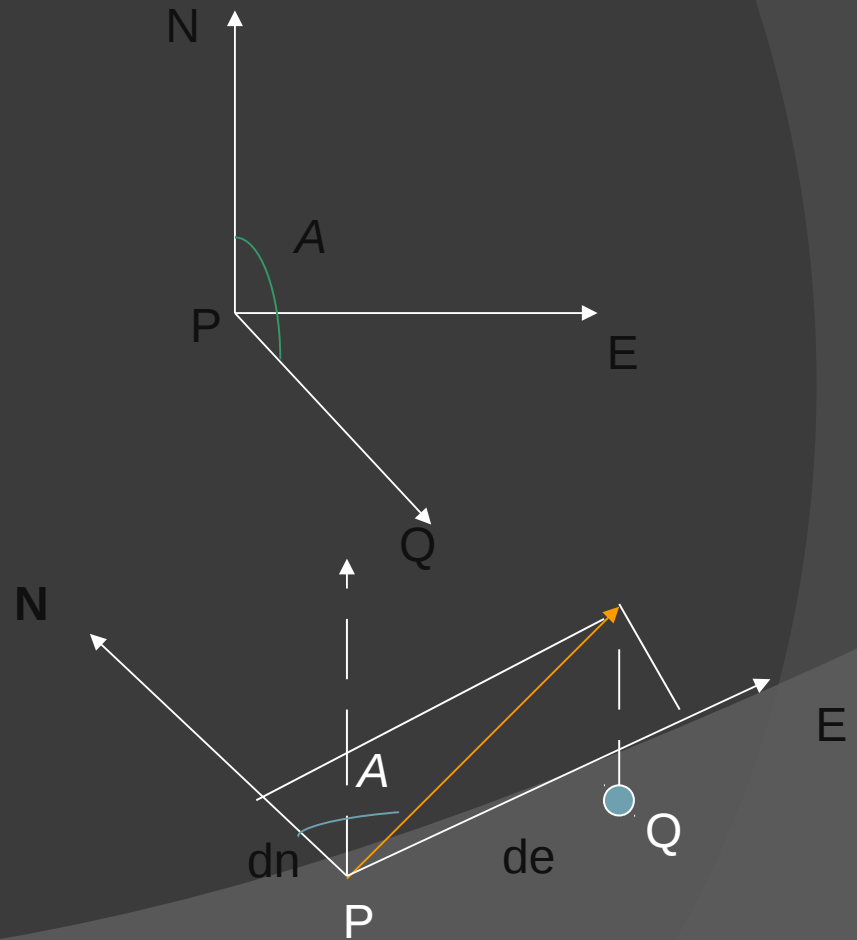


Transformaciones entre sistemas

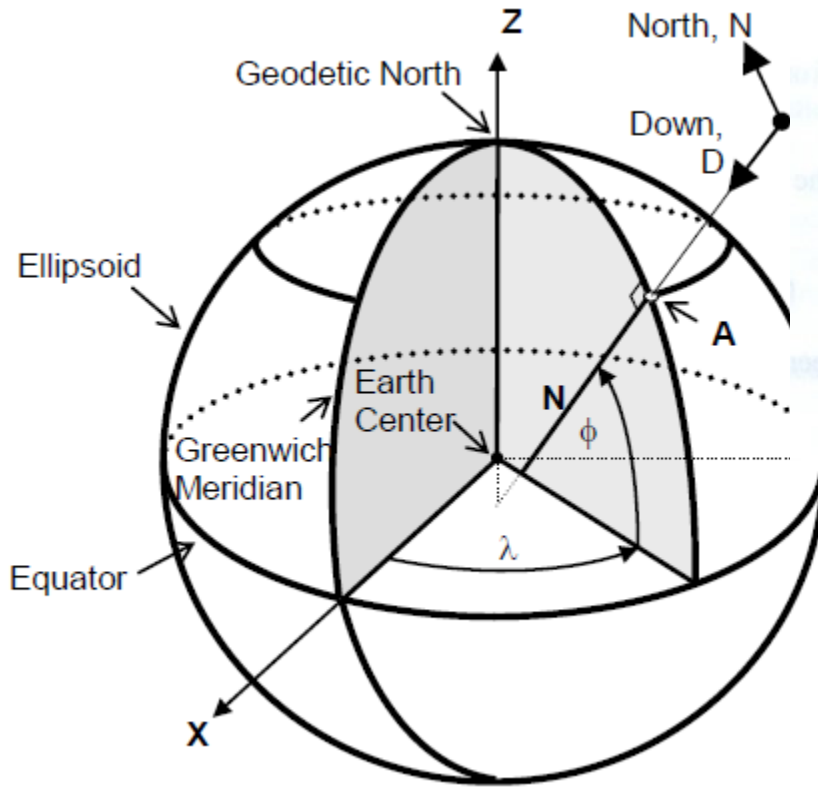
Vector “línea de base”



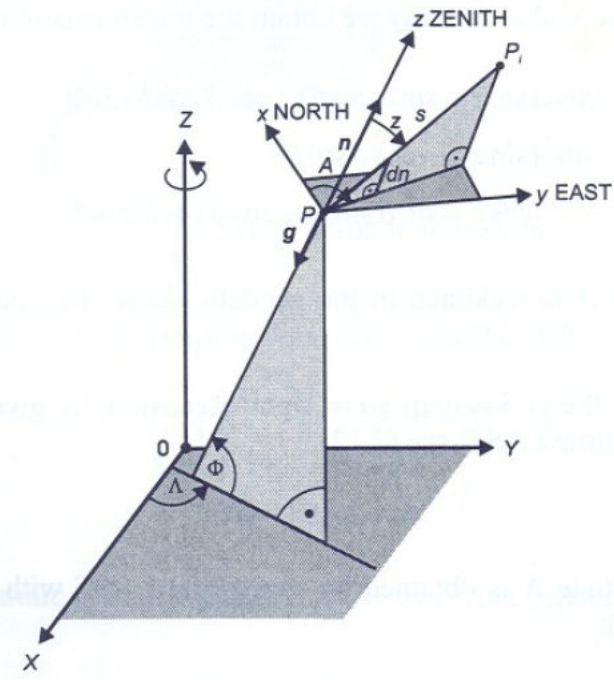
$$|\vec{P-Q}| = \sqrt{(x_P - x_Q)^2 + (y_P - y_Q)^2 + (z_P - z_Q)^2}$$



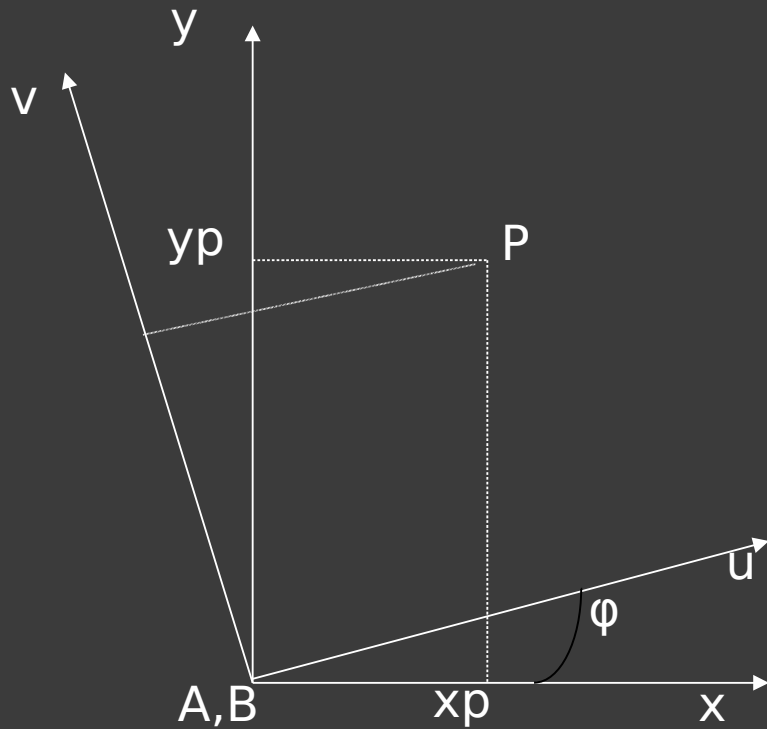
Sistema local de coordenadas y su relación con uno glo



ϕ Latitude
 λ Longitude



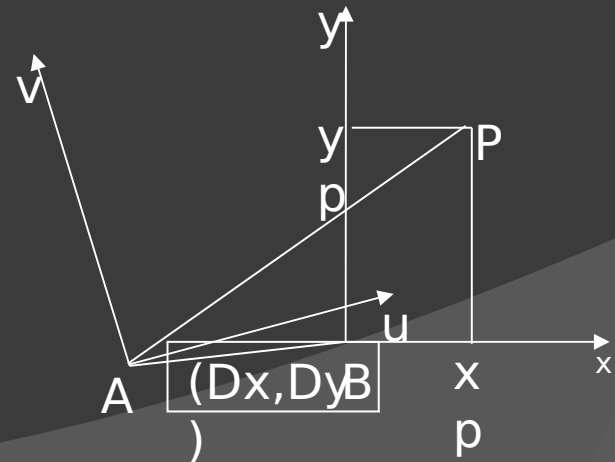
En el plano



$$U = i \cos(\Phi) + j \sin(\Phi)$$

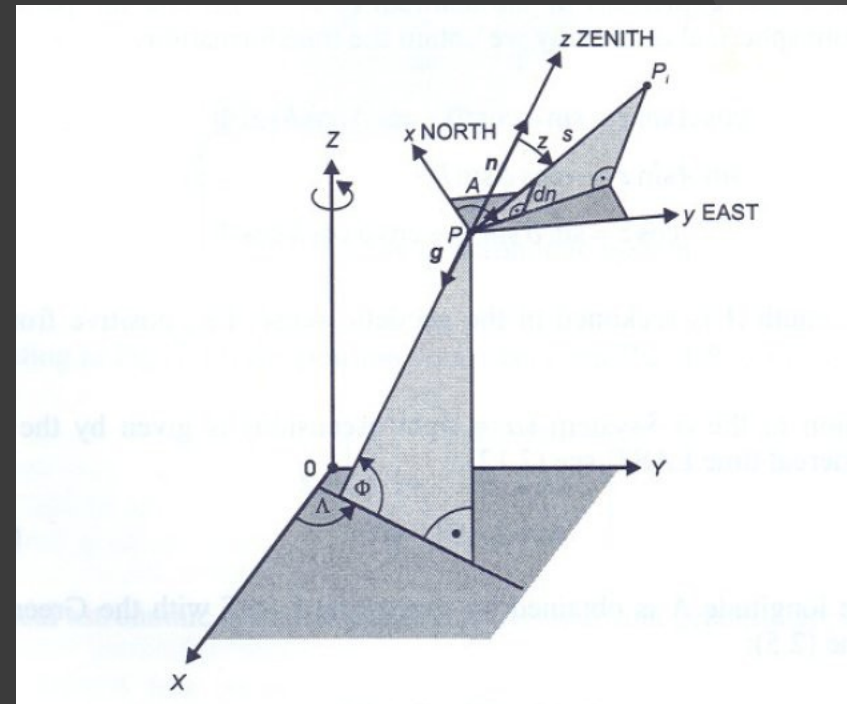
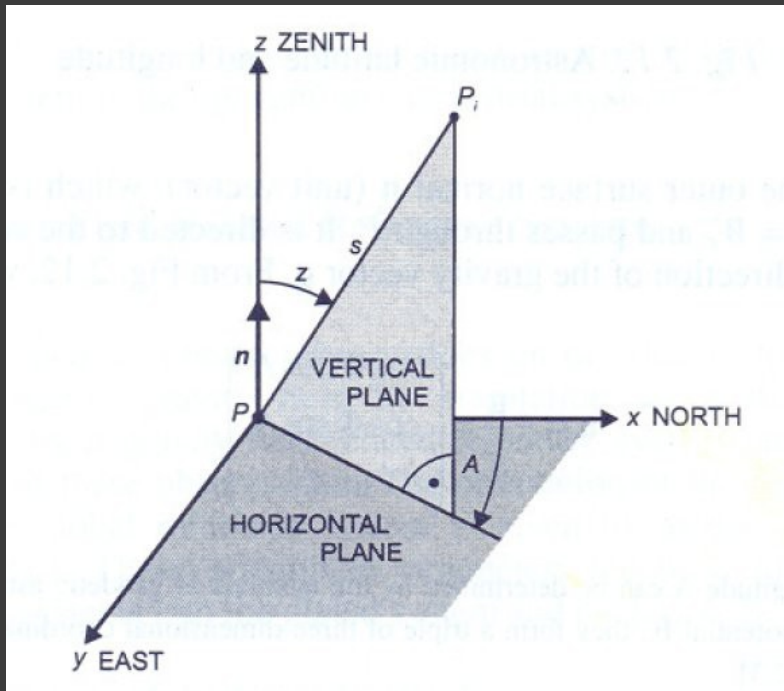
$$V = -i \sin(\Phi) + j \cos(\Phi)$$

$$\begin{pmatrix} u \\ v \end{pmatrix} = R_z(\Phi) \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$$



$$\begin{pmatrix} u \\ v \end{pmatrix} = D + R_z(\Phi) \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$$

Sistema local de coordenadas y su relación con uno global



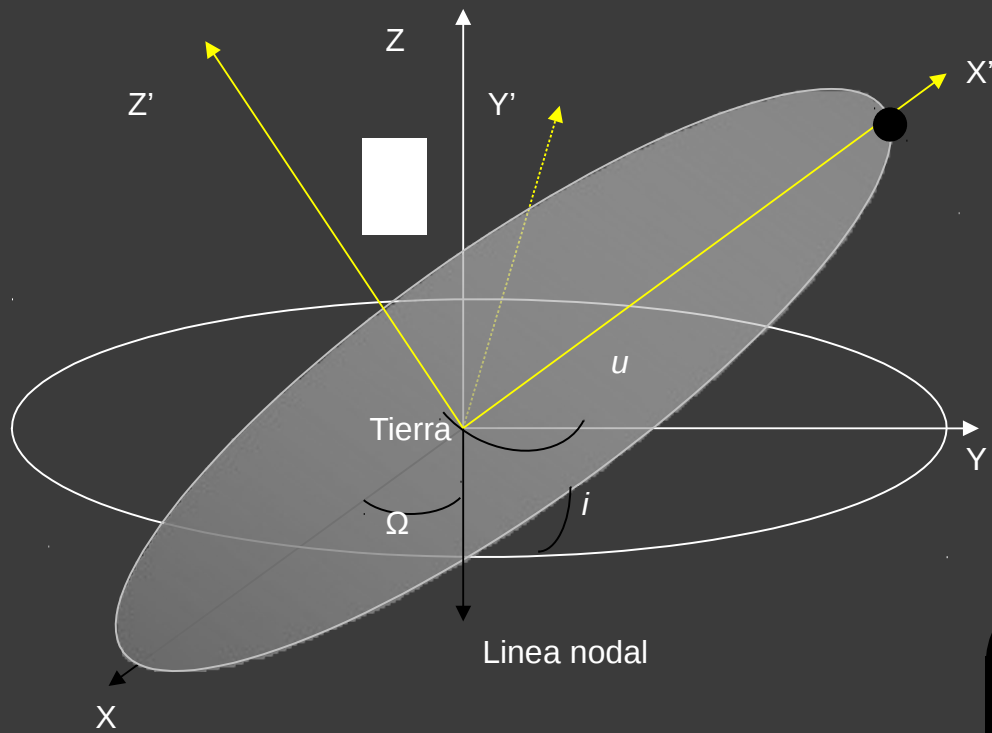
$$\mathbf{x} = \mathbf{A}^{-1} \Delta \mathbf{X}$$

$$\mathbf{A} = \mathbf{R}_3(180^\circ - \Lambda) \mathbf{R}_2(90^\circ - \Phi) \mathbf{S}_2 =$$

$$\begin{pmatrix} -\sin \Phi \cos \Lambda & -\sin \Lambda & \cos \Phi \cos \Lambda \\ -\sin \Phi \sin \Lambda & \cos \Lambda & \cos \Phi \sin \Lambda \\ \cos \Phi & 0 & \sin \Phi \end{pmatrix}$$

$$\mathbf{S}_2 = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

En 3D



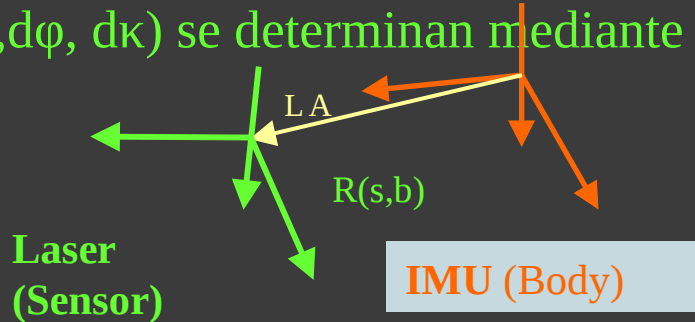
$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \\ z' \end{pmatrix} = R_z(u)R_x(i)R_z(\Omega) \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix}$$

Modo de vincular los sistemas de referencia

A priori, el sistema del móvil y el del laser están alineados. Pero...

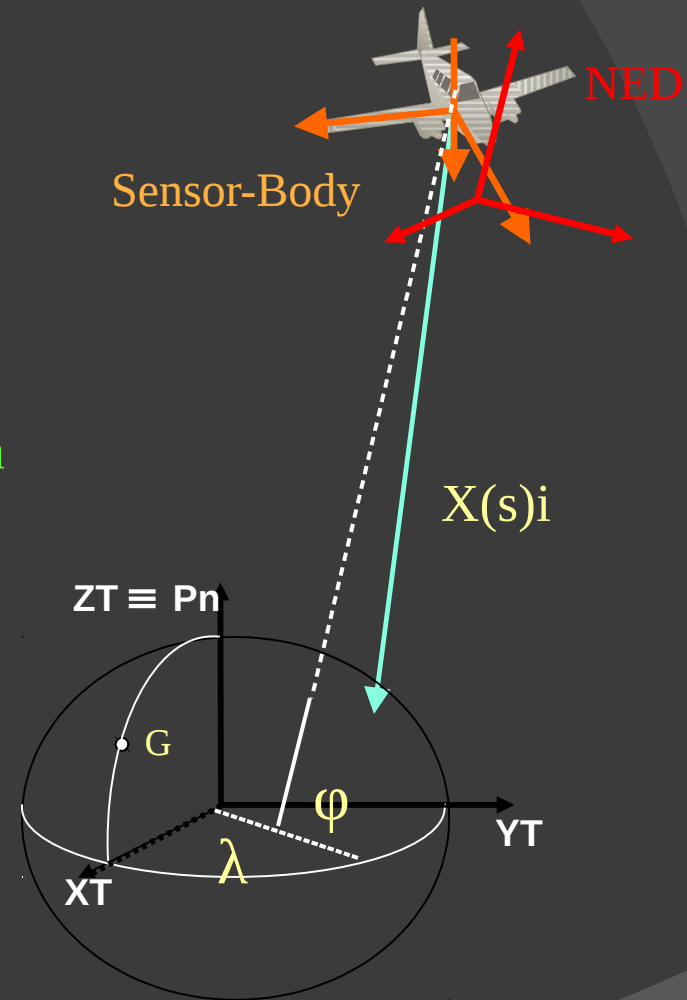
$$X(b)_i = \text{Lever Arm} + R(d\omega, d\phi, d\kappa) \cdot X(s)_i$$

$(d\omega, d\phi, d\kappa)$ se determinan mediante calibración



2 y 3 (Body and NED Frame)

$$X(\text{NED})_i = R(Y, P, R)_i \cdot X(b)_i$$



3 y 4 (NED y Marco terrestre)

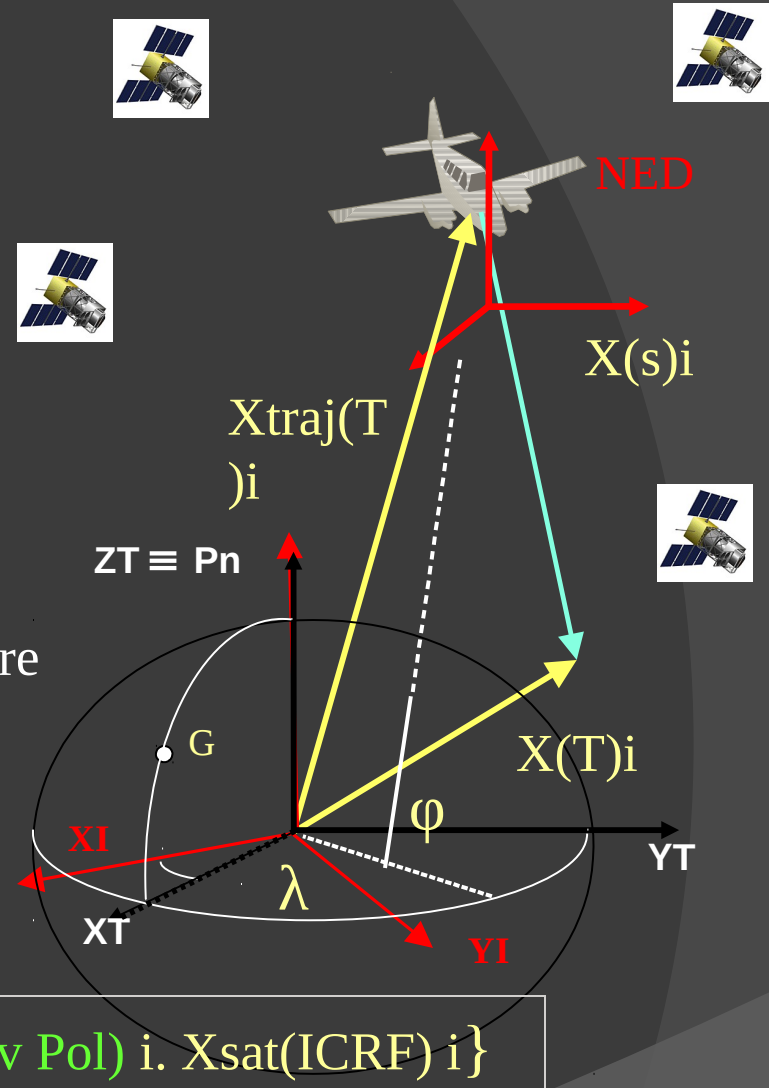
Depende de las coordenadas geodesicas del avion

$$X(T)_i = X_{traj}(T)_i + R(\varphi, \lambda)_i \cdot X(NED)_i$$

$X_{traj}(T)$: posicion del objeto en el sist. terrestre

4 y 5 (Marco terrestre e Inercial)

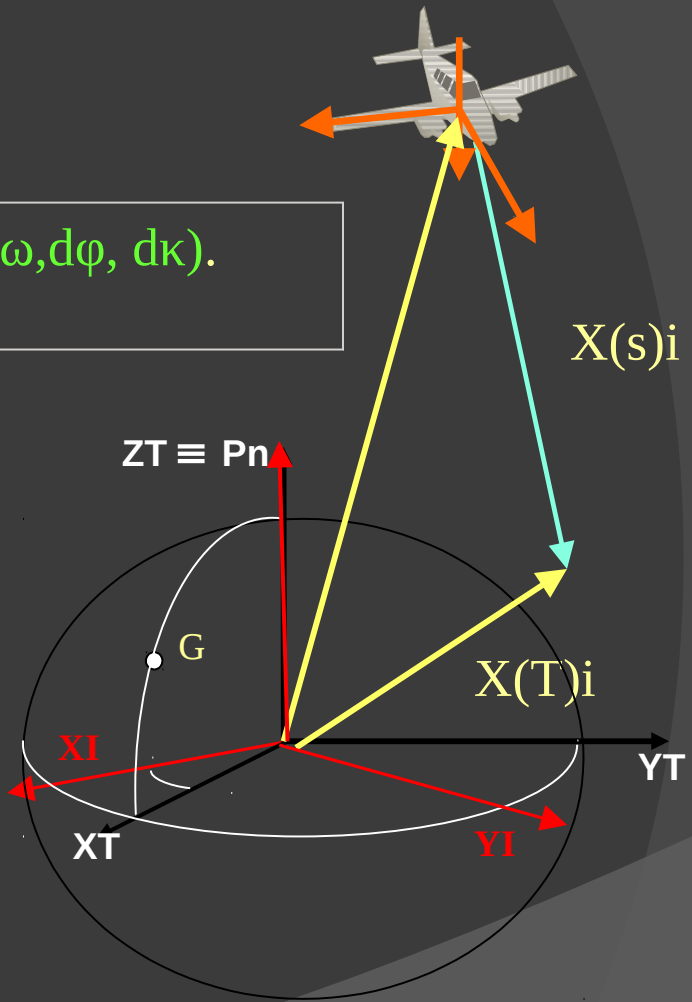
$$X_{traj}(T) = \text{Func} \{ R(\text{Prec}, \text{Nut}, \text{TS}, \text{LOD}, \text{Mov Pol})_i \cdot X_{\text{sat}}(\text{ICRF})_i \}$$



Las coordenadas de cada punto reflejado en el marco de referencia terrestre seran..

$$X(T) i = X_{traj} (T) + R(\varphi, \lambda). R(Y, P, R) i (LA+ R(d\omega, d\varphi, d\kappa). X(s) i)$$

En Argentina, el marco natural para expresar las coordenadas es POSGAR07



Y si lo queremos referir al NMM..?

Sistemas de Altura

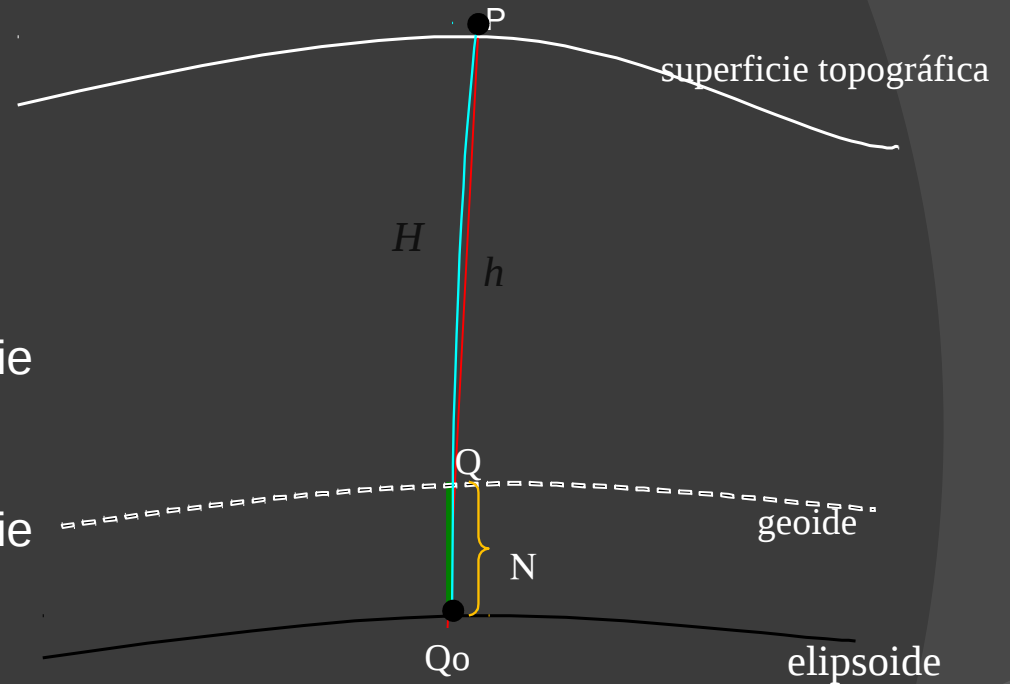
Por definición,

$$N \neq H-h$$

N se mide sobre la normal a la superficie del elipsoide que pasa por P

H se mide sobre la normal a la superficie del geoides

h se mide normal a la superficie del elipsoide, que pasa por Q



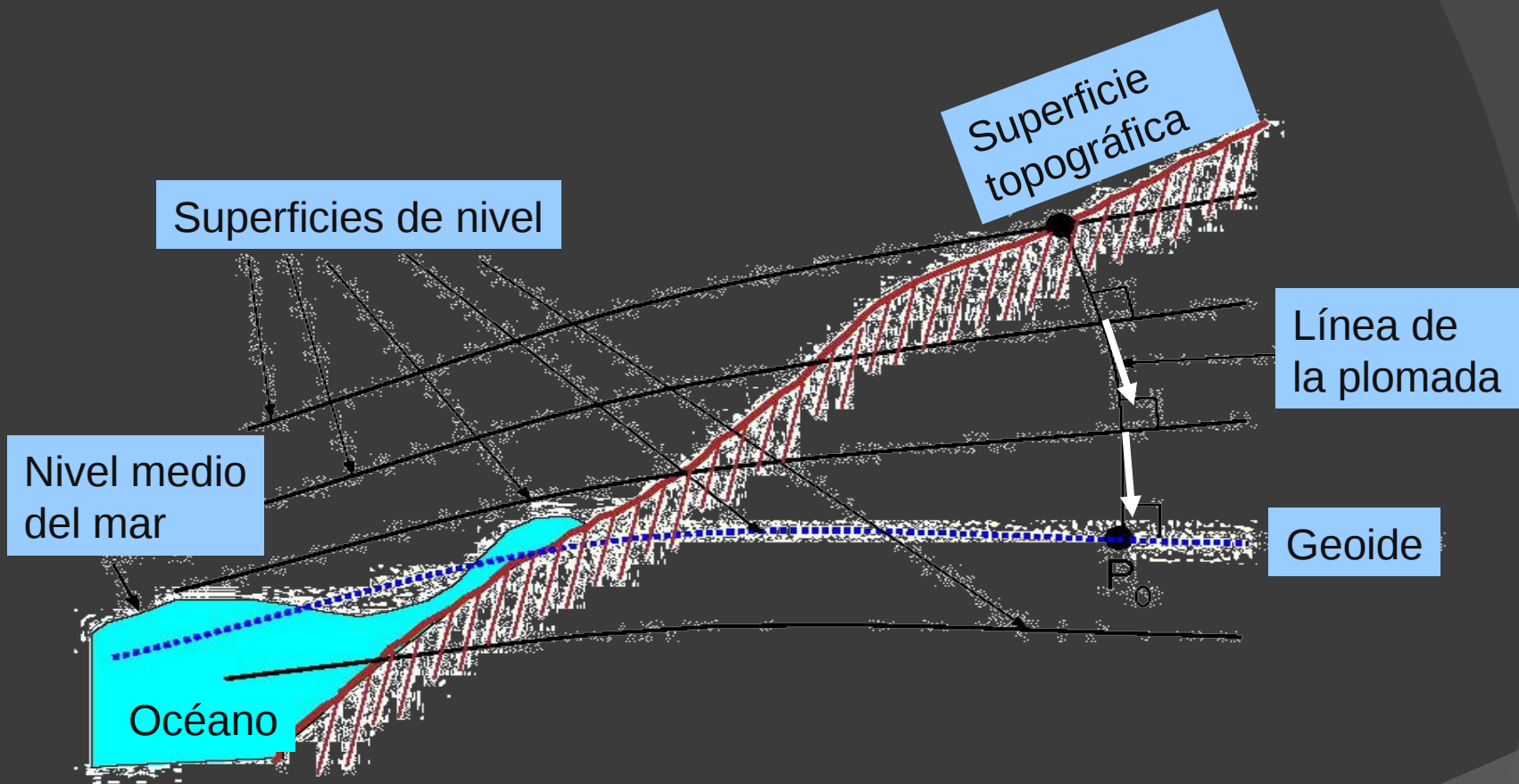
La determinación de las superficies de estos tres tipos de altura también es diferente.

□ Suponiendo una región de poca pendientes $\longrightarrow N=h-H.$

□ Es decir, asumimos que las direcciones perpendicular al geoide, y perpendicular al elipsoide son coincidentes.

□ $|N| \leq 100 \text{ m.}$

□ Nota: $H \neq H_{snmm}$!!!!!!!



Las superficies de nivel = superficies equipotenciales

Modelo geoidal y Modelo de transformación de alturas

- Este mismo modelo, puede servir para transformar alturas elipsoidales en ortométricas, en puntos ubicados en la región donde el modelo de geoide sea válido.

