



GEOGRAFÍA



PUNTOS DE VISTA



CARTA TOPOGRÁFICA



TALLERES GRÁFICOS



FOTOGRAMETRÍA

# IGN

Instituto Geográfico Nacional  
REPÚBLICA ARGENTINA



RELACIONES INSTITUCIONALES



PRODUCCIÓN

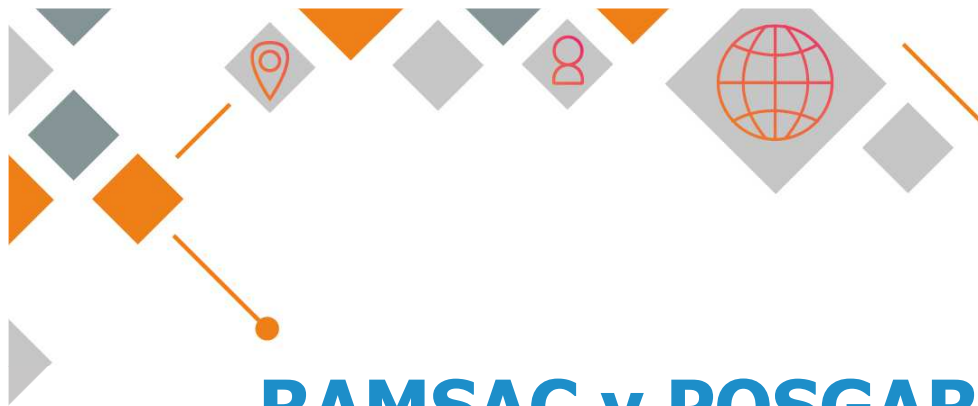


DESCARGA DE MAPAS



GEODESIA





**XII** CONGRESO  
NACIONAL DE  
AGRIMENSURA

**9, 10 y 11 | OCTUBRE 2019**  
Hotel Sheraton | Mendoza - Argentina

# **RAMSAC y POSGAR, la infraestructura necesaria para asegurar la georreferenciación en el País**

**XII Congreso Nacional de Agrimensura**

9 al 11 de Octubre de 2019, Ciudad de Mendoza, República Argentina

M.Sc. Agrim. Diego Piñón  
Director Nacional de Servicios Geográficos



## Contenido

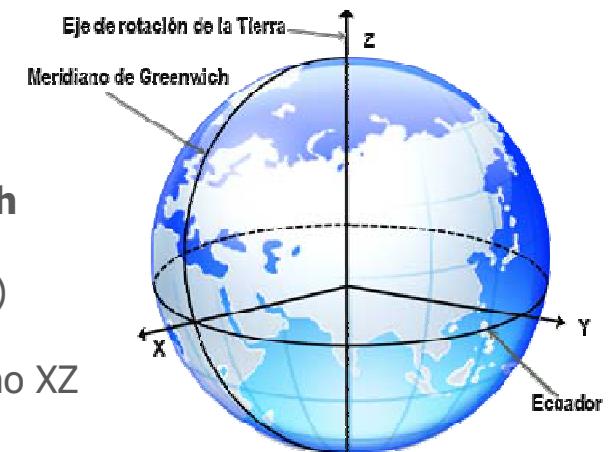


1. Introducción a los sistemas y marcos de referencia globales
2. Marcos de referencia geodésicos regionales
3. Marcos de referencia geodésicos modernos en la Argentina
4. Servicios RAMSAC y RAMSAC-NTRIP
5. Centro de procesamiento científico y modelo de trayectorias no lineales
6. Servicio PPP-Ar

- 1. Introducción a los sistemas y marcos de referencia globales**
2. Marcos de referencia geodésicos regionales
3. Marcos de referencia geodésicos modernos en la Argentina
4. Servicios RAMSAC y RAMSAC-NTRIP
5. Centro de procesamiento científico y modelo de trayectorias no lineales
6. Servicio PPP-Ar

### Sistema de Referencia Global ITRS (Sistema de Referencia Internacional Terrestre)

- Sistema fijo a la Tierra, con su **origen** coincidente con el **geocentro** (centro de masa de la Tierra)
- **Eje X**, se ubica fijo en la dirección del **Meridiano de Greenwich**
- **Eje Z**, coincidente con el eje de rotación terrestre (**dir. del polo**)
- **Eje Y**, situado sobre el **plano ecuatorial** y perpendicular al plano XZ
- Todas estas direcciones están definidas para una **época en particular** que forma parte de la definición
- Definido por el **IERS** (Servicio Internacional de Rotación Terrestre)





### Marco de Referencia Global ITRF (Marco de Referencia Internacional Terrestre)

- **Materialización** del Sistema de Referencia Internacional Terrestre (ITRS)
- **Lista de coordenadas y velocidades** para una selección de estaciones permanentes
- Se calcula periódicamente. La última publicación es el **ITRF14**
- El “**acceso**” al ITRF es a través de las **estaciones GNSS permanentes**



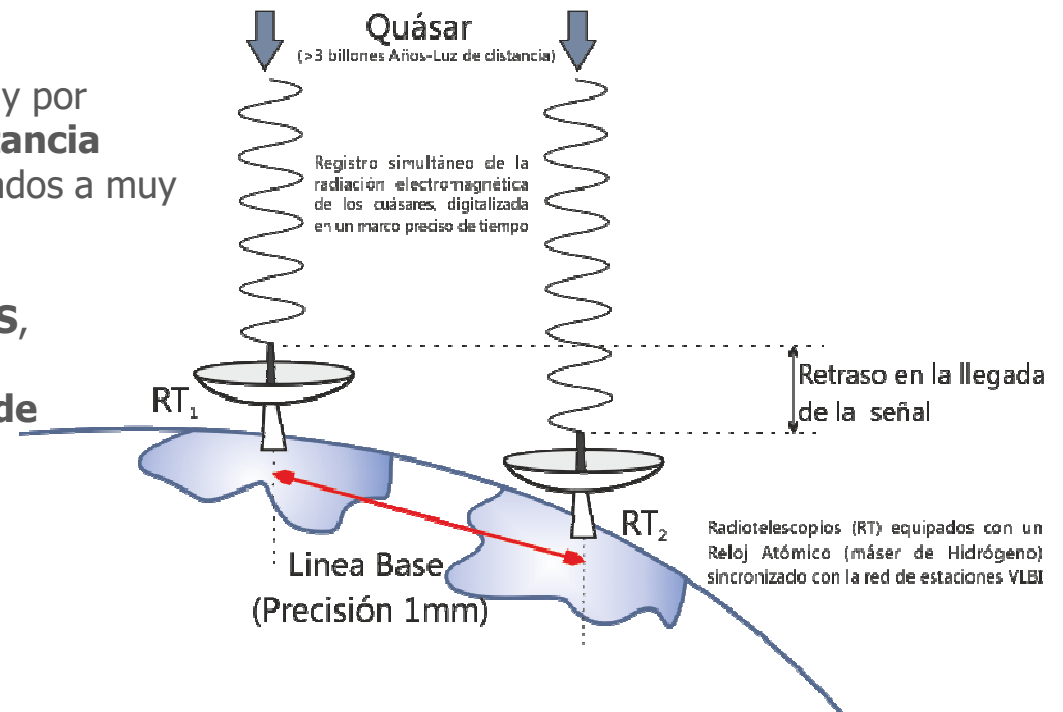
### Marco de Referencia Global ITRF (Marco de Referencia Internacional Terrestre)

Las **técnicas para la determinación** del Marco de Referencia ITRF son las siguientes:

- **VLBI:** Interferometría de Base Muy Larga
- **SLR:** Medición Láser a Satélites
- **DORIS:** Orbitografía Doppler y Posicionamiento Radial Integrado por Satélite
- **GNSS:** Sistema de navegación Satelital Global

## VLBI (Very Long Baseline Interferometry) Interferometría de base muy larga

- Realiza **mediciones hacia cuásares** y por interferometría permite calcular la **distancia entre centros de observación** ubicados a muy larga distancia en forma muy precisa
- Esta técnica permite establecer el **ITRS**, como así también contribuye a la **determinación de los parámetros de rotación terrestre**





## VLBI (Very Long Baseline Interferometry) Interferometría de base muy larga

Observatorio Argentino Alemán de Geodesia (AGGO)

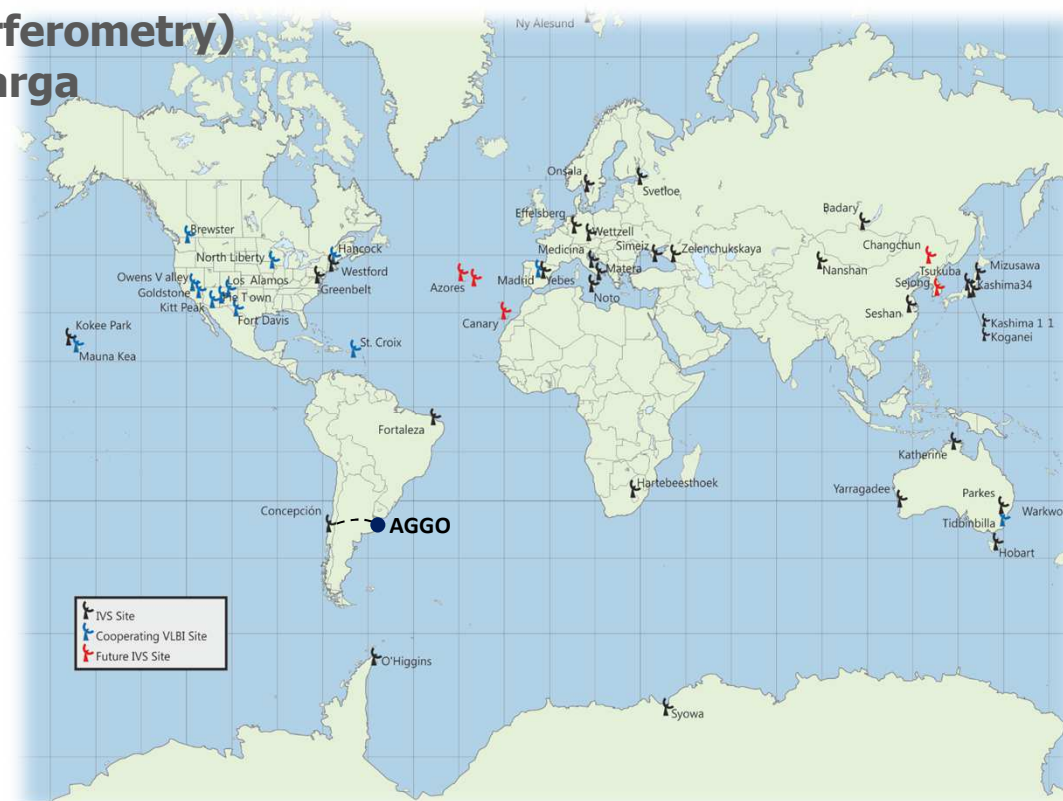


Bundesamt für  
Kartographie und Geodäsie



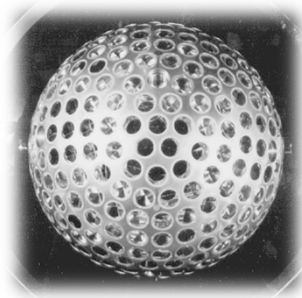
## VLBI (Very Long Baseline Interferometry) Interferometría de base muy larga

Estaciones que contribuyen con el Servicio Internacional del VLBI (IVS), Asociación Internacional de Geodesia

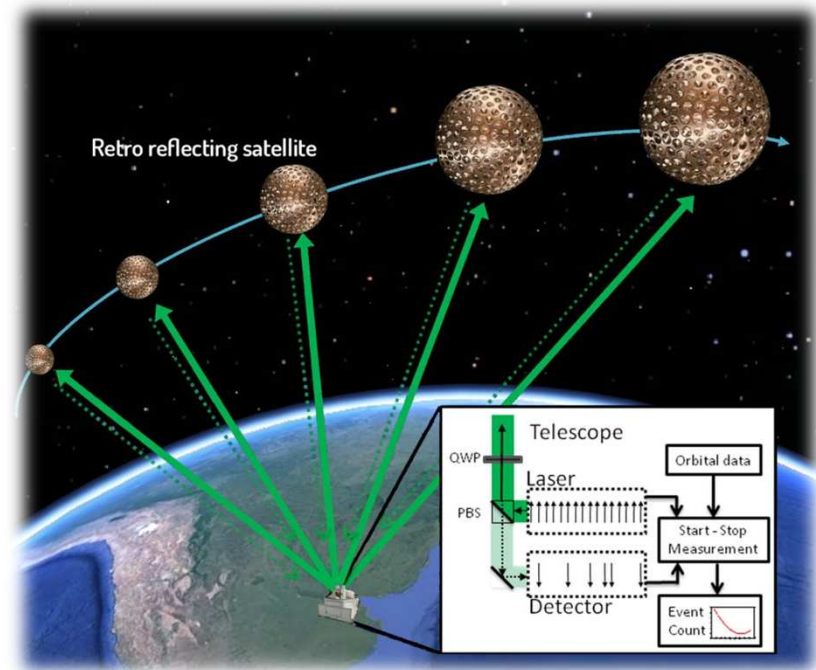


## SLR (Satellite Laser Ranging) Medición láser a satélites

- **Medición de distancias a satélites** desde observatorios sobre la superficie de terrestre
- La medición se realiza con láser, teniendo en cuenta **el tiempo que tarda la señal en llegar al satélite y regresar**



Satélite LAGEOS  
(LAsEr GEODinamics  
Satellite)



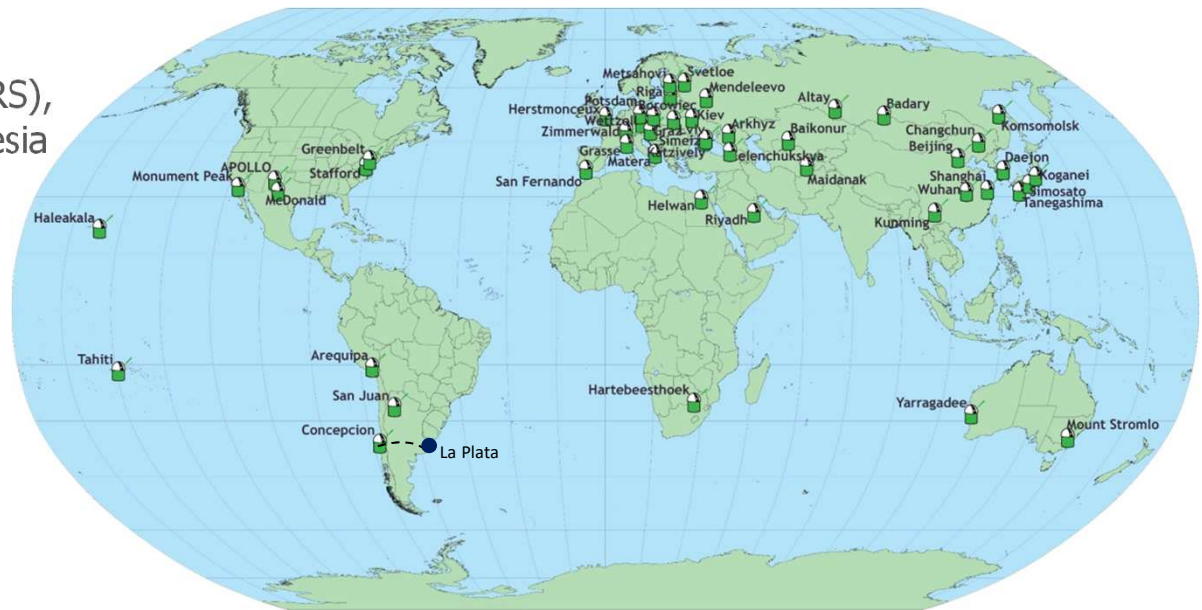
## SLR (Satellite Laser Ranging) Medición láser a satélites

Observatorio Astronómico "Félix Aguilar" (OFA)



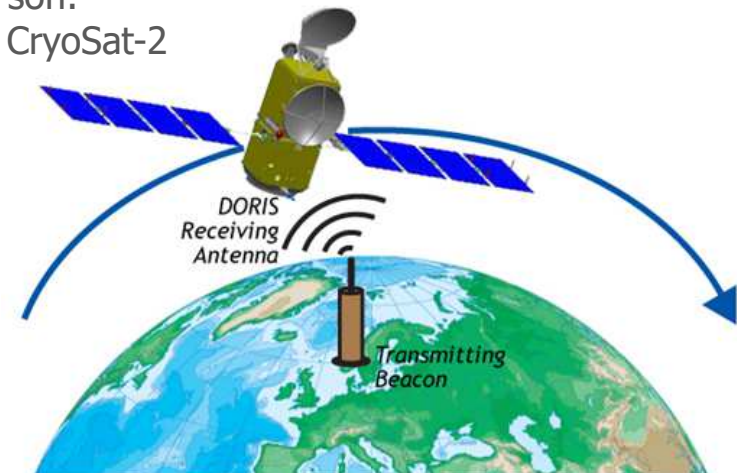
## SLR (Satellite Laser Ranging) Medición láser a satélites

Estaciones que contribuyen con el Servicio Internacional del SLR (ILRS), Asociación Internacional de Geodesia



### DORIS (Doppler Orbitography and Radio Positioning Integrated by Satellite) Orbitografía Doppler y Posicionamiento Radial Integrado por Satélite

- Permite **calcular la órbita de los satélites** con gran precisión utilizando el efecto **Doppler**
- Tanto el **satélite** como el **receptor** (beacon), **emiten y reciben las señales**
- Algunos de los satélites que tienen receptores DORIS son:  
TOPEX/Poseidon, Jason 1/23, Envisat, SPOT, HY-2A y CryoSat-2



## DORIS (Doppler Orbitography and Radio Positioning Integrated by Satellite) Orbitografía Doppler y Posicionamiento Radial Integrado por Satélite

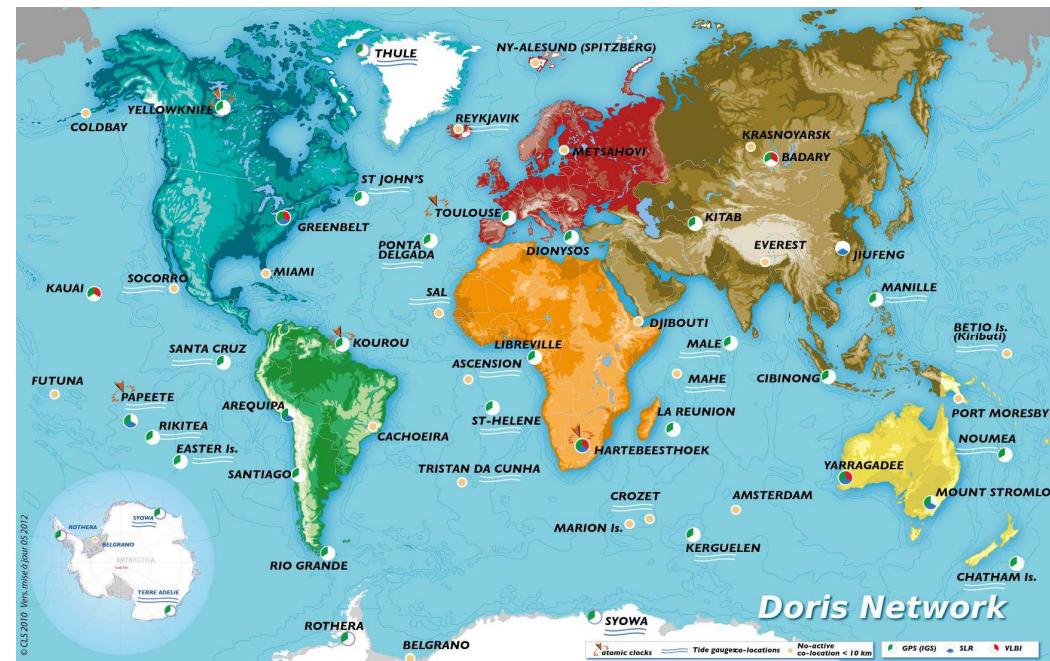
Observatorio Astronómico "Félix Aguilar" (OAFa)





## DORIS (Doppler Orbitography and Radio Positioning Integrated by Satellite) Orbitografía Doppler y Posicionamiento Radial Integrado por Satélite

Estaciones que contribuyen con el Servicio Internacional del DORIS (IDS), Asociación Internacional de Geodesia





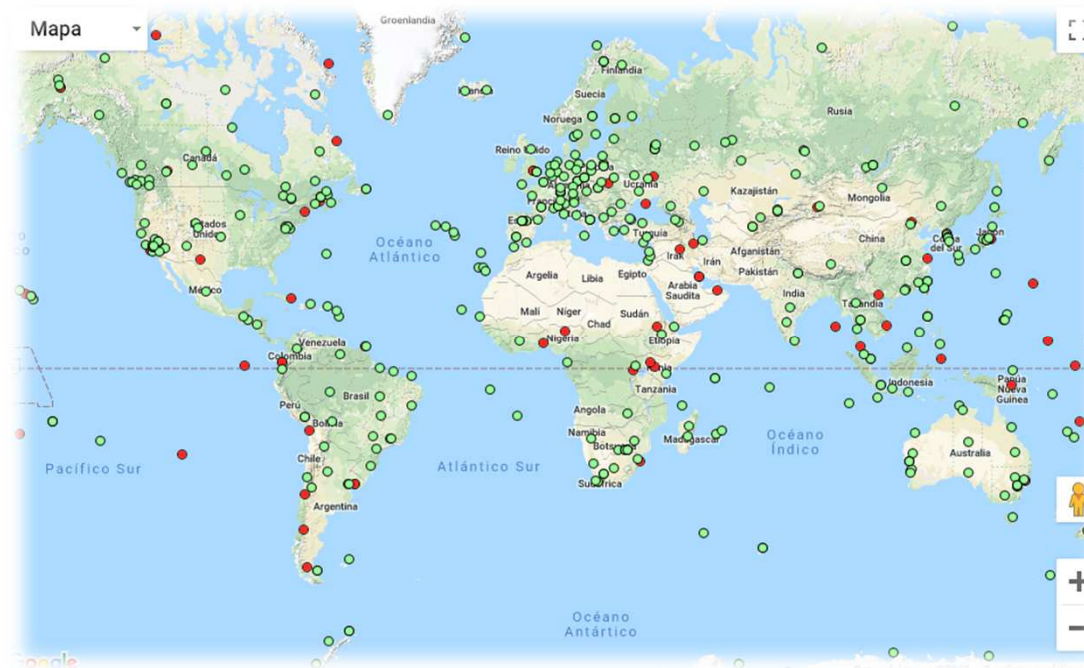
### GNSS (Global Navigation Satellite System) Sistema de Navegación Satelital Global

- Permite obtener las **coordenadas precisas de puntos** medidos sobre la **superficie terrestre**, referidas a un Marco de Referencia Global
- Para determinar su posición, un usuario utiliza **4 o más satélites**
- **Medición indirecta de distancias** a satélites, cuyas coordenadas son conocidas
- Existen distintas constelaciones de satélites: GPS, GLONASS, GALILEO...



## GNSS (Global Navigation Satellite System) Sistema de Navegación Satelital Global

Estaciones que contribuyen con el Servicio Internacional del GNSS (IGS), Asociación Internacional de Geodesia



1. Introducción a los sistemas y marcos de referencia globales
- 2. Marcos de referencia geodésicos regionales**
3. Marcos de referencia geodésicos modernos en la Argentina
4. Servicios RAMSAC y RAMSAC-NTRIP
5. Centro de procesamiento científico y modelo de trayectorias no lineales
6. Servicio PPP-Ar



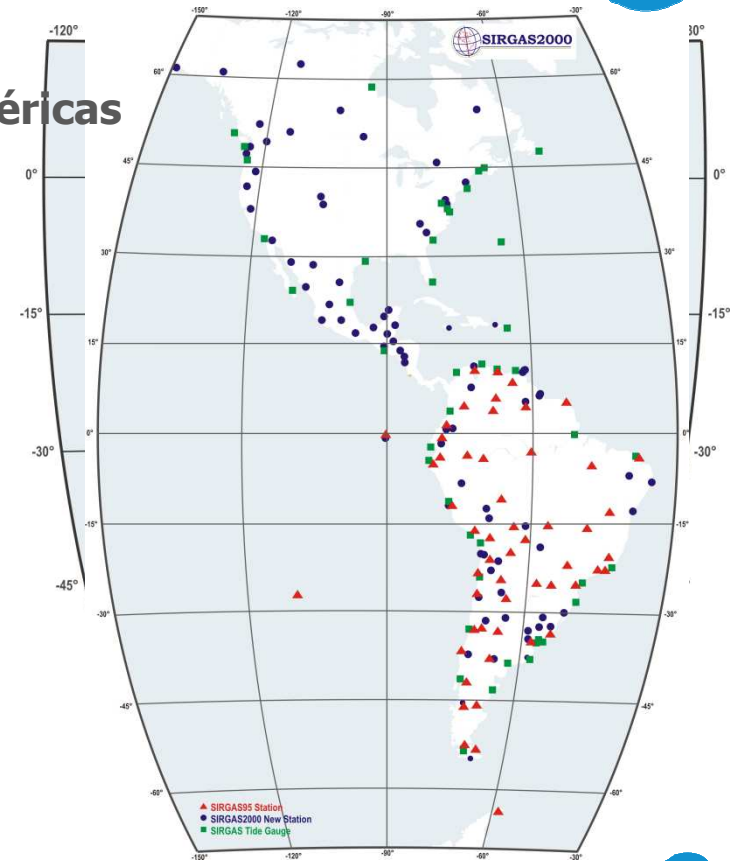
### SIRGAS Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas

- Nació en **1993**
- Es miembro de la **Subcomisión 1.3** (Marcos de Referencia Regionales) de la Comisión 1 de la **Asociación Internacional de Geodesia** y es un **Grupo de Trabajo** de la **Comisión de Cartografía del Instituto Panamericano de Geografía e Historia**
- Es un organización no gubernamental que tiene por objeto **definir, materializar y mantener el sistema de referencia geocéntrico tridimensional de las Américas** y un sistema de alturas físicas unificado y de consistencia global.
- Sus objetivos específicos abarcan (entre otros):
  - **Establecimiento y mantenimiento de un marco de referencia** geocéntrico continental: **red de estaciones** con coordenadas geocéntricas  $[X, Y, Z]$  de alta precisión y su variación con el tiempo  $[V_x, V_y, V_z]$
  - **Densificación del marco de referencia** continental en los **países de la región SIRGAS**, así como la promoción y apoyo en su utilización práctica y científica



### SIRGAS Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas

- Solución del **año 1995** (color rojo en el mapa)
  - Vinculado al **ITRF94** (época 1995.4)
  - 58 puntos
- Solución **del año 2000** (color azul)
  - Vinculado al **ITRF2000** (época 2000.4)
  - 184 puntos



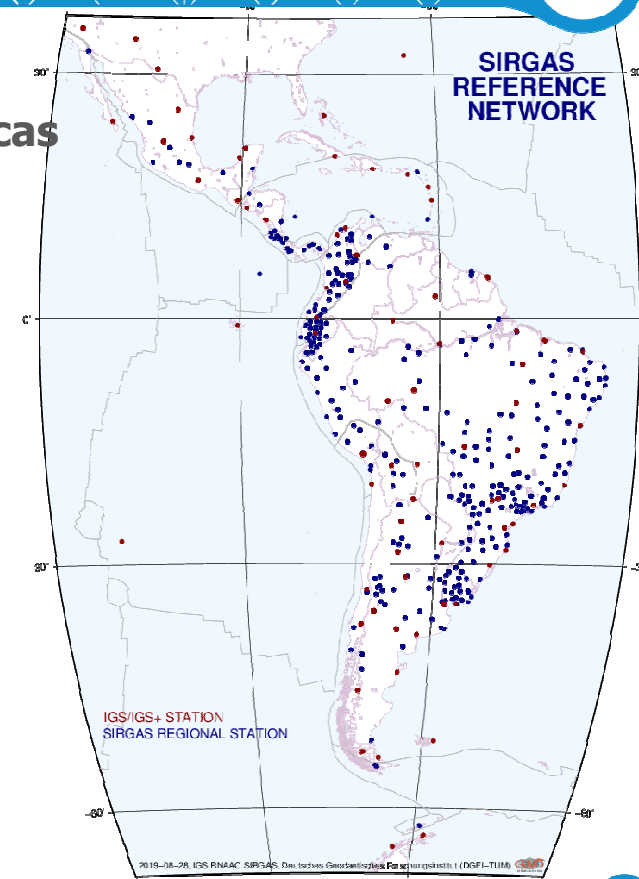
### SIRGAS Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas

- Solución del **año 1995**
  - **10 puntos** en Argentina
    - 6 puntos POSGAR
- Solución del **año 2000**
  - **20 puntos** en Argentina
    - 12 estaciones permanentes
    - 8 puntos POSGAR



### SIRGAS Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas

- Última solución disponible → **SIR17P01**
  - Ajustada al **IGS14**, época 2015.0
  - Cubre desde 2011-04-17 hasta 2017-01-28
- ~400 estaciones GNSS permanentes



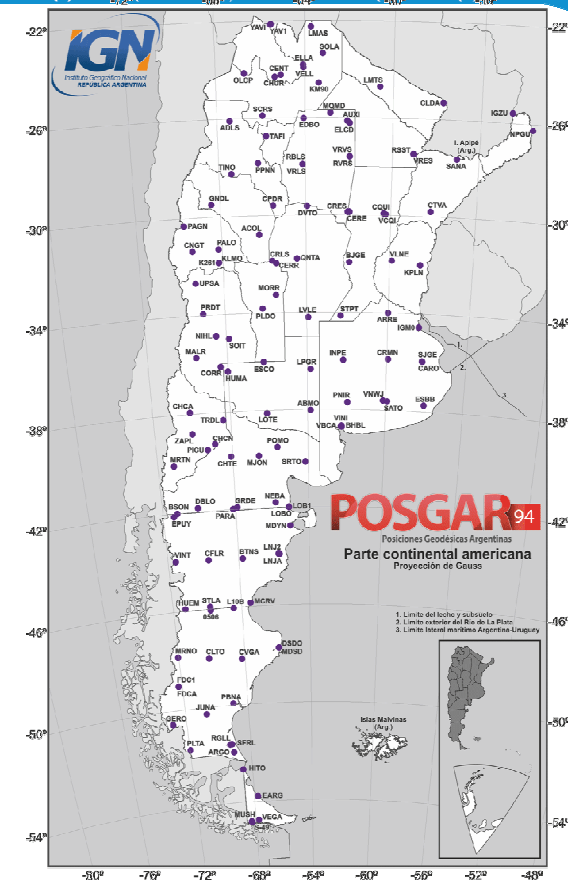
1. Introducción a los sistemas y marcos de referencia globales
2. Marcos de referencia geodésicos regionales
- 3. Marcos de referencia geodésicos modernos en la Argentina**
4. Servicios RAMSAC y RAMSAC-NTRIP
5. Centro de procesamiento científico y modelo de trayectorias no lineales
6. Servicio PPP-Ar



# POSGAR<sup>94</sup>

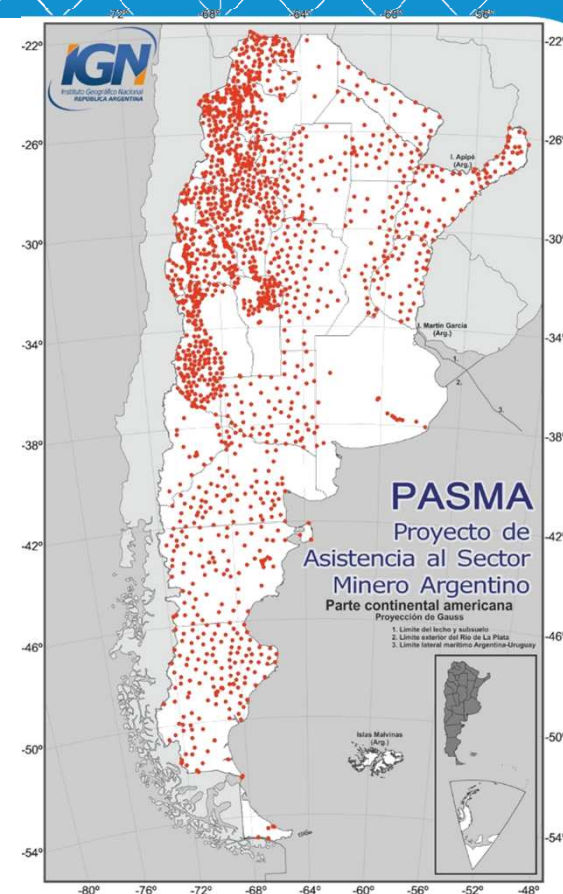
Posiciones Geodésicas Argentinas

- Medido por el IGN en **1993-1994**
- Procesado por la UNLP con **software comercial (GPPS)**
- Oficializado el **13 de mayo de 1997** (Disp.13/97)
- Primer Marco de Referencia Geocéntrico de Sudamérica
- Vinculado a **WGS84**
- 127 puntos
  - 54 puntos trigonométricos
  - 23 puntos de proyecto "Central Andes Project" (CAP)



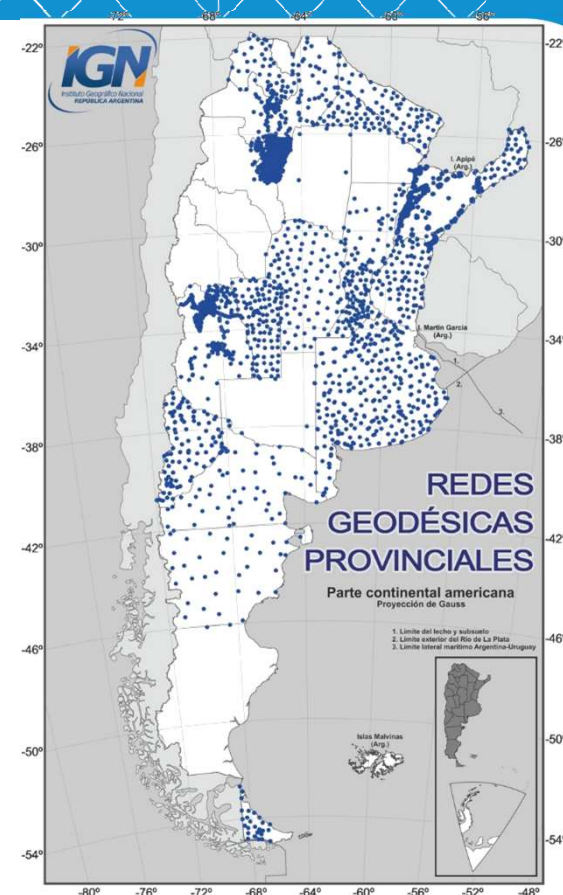
### PASMA Proyecto de Asistencia al Sector Minero Argentino

- Financiamiento para materializar redes geodésicas
- Medido en **1998-2001**
- Procesado con **softwares comerciales**
- Vinculado a **POSGAR 94**
- **~1800 puntos**



### Redes Geodésicas Provinciales Programa de Saneamiento Financiero y Desarrollo Económico de las Provincias Argentinas

- Las provincias acceden a préstamos otorgados por Organismos Financieros Internacionales (Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento, y el Banco Interamericano de Desarrollo)
- Se miden hacia **fines de 1990 y comienzos de 2000**
- Procesado con **software comercial**
- Vinculado a **diversos marcos de referencia**
- **~3000 puntos**



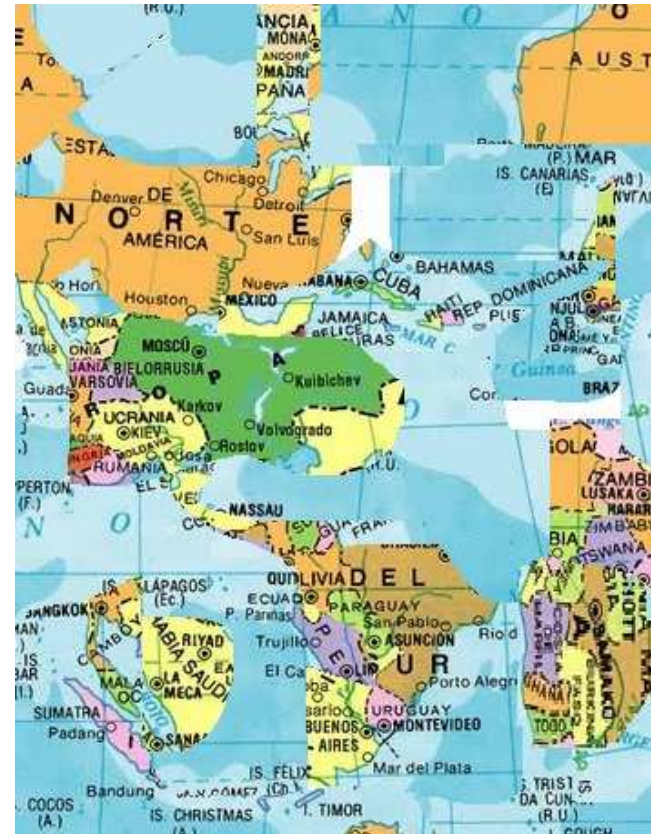
## Situación de los marcos de referencia al 2005

| PROVINCIA           | MARCO DE REFERENCIA |
|---------------------|---------------------|
| BUENOS AIRES        | POSGAR 94           |
| CÓRDOBA             | POSGAR 94           |
| CORRIENTES          | POSGAR 94           |
| ENTRE RÍOS          | POSGAR 94           |
| FORMOSA             | POSGAR 94           |
| JUJUY               | POSGAR 94           |
| MISIONES            | POSGAR 94           |
| NEUQUÉN             | POSGAR 94           |
| RÍO NEGRO           | POSGAR 94           |
| SAN JUAN            | POSGAR 94           |
| SAN LUIS            | POSGAR 94           |
| SANTIAGO DEL ESTERO | POSGAR 94           |

| PROVINCIA        | MARCO DE REFERENCIA |
|------------------|---------------------|
| CATAMARCA        | CAMPO INCHAUSPE     |
| CHACO            | CAMPO INCHAUSPE     |
| LA PAMPA         | CAMPO INCHAUSPE     |
| LA RIOJA         | CAMPO INCHAUSPE     |
| SANTA CRUZ       | CAMPO INCHAUSPE     |
| SANTA FE         | WGS 84              |
| CHUBUT           | SAGA                |
| MENDOZA          | POSGAR 98           |
| SALTA            | POSGAR 98           |
| TUCUMÁN          | POSGAR 98           |
| TIERRA DEL FUEGO | TDF 95              |
| PASMA            | POSGAR 94           |

¿Qué ocurre si no se utiliza un **Marco de Referencia Único?**

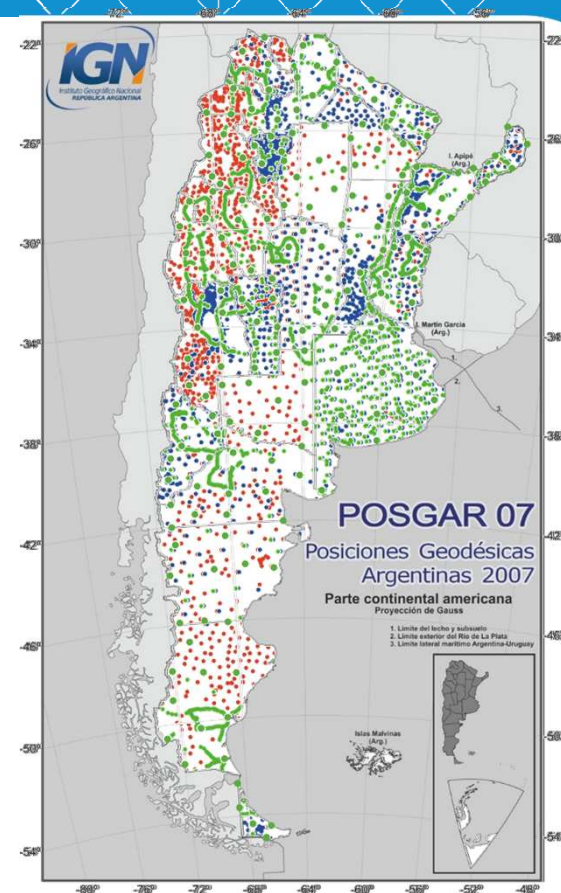
**Necesidad de unificar los marcos de referencia**



# POSGAR<sup>07</sup>

Posiciones Geodésicas Argentinas

- Medido por el IGN en **2005-2007**
- Procesado con **software científico** (GAMIT/GLOB-K)
- Oficializado el **15 de mayo de 2009** (Disp.20/09)
- Vinculado a **IGS05** en la época 2006.632
- 178 puntos de orden cero (Red POSGAR 07)
- ~3000 puntos de redes provinciales
- ~1800 puntos de la red PASMA
- >2000 puntos de la red densificación POSGAR 07



# POSGAR<sup>07</sup>

Posiciones Geodésicas Argentinas

**Parámetros de transformación para  
la red provincial de Mendoza**

|                               |               |
|-------------------------------|---------------|
| Desplazamiento en eje X [m]   | -0.333        |
| Desplazamiento en eje Y [m]   | -0.144        |
| Desplazamiento en eje Z [m]   | 0.008         |
| Rotación en eje X [arc seg]   | 0.007218      |
| Rotación en eje Y [arc seg]   | -0.010125     |
| Rotación en eje Z [arc seg]   | 0.003285      |
| Factor de escala [p.p.m.]     | -0.0029172270 |
| Desvío estándar en Este [m]   | 0.007         |
| Desvío estándar en Norte [m]  | 0.003         |
| Desvío estándar en Altura [m] | 0.007         |

**Parámetros de transformación para  
la red PASMA de Mendoza**

|                               |              |
|-------------------------------|--------------|
| Desplazamiento en eje X [m]   | -2.257       |
| Desplazamiento en eje Y [m]   | -0.107       |
| Desplazamiento en eje Z [m]   | -1.853       |
| Rotación en eje X [arc seg]   | -0.020994    |
| Rotación en eje Y [arc seg]   | -0.059860    |
| Rotación en eje Z [arc seg]   | 0.041250     |
| Factor de escala [p.p.m.]     | 0.0008138450 |
| Desvío estándar en Este [m]   | 0.035        |
| Desvío estándar en Norte [m]  | 0.017        |
| Desvío estándar en Altura [m] | 0.042        |

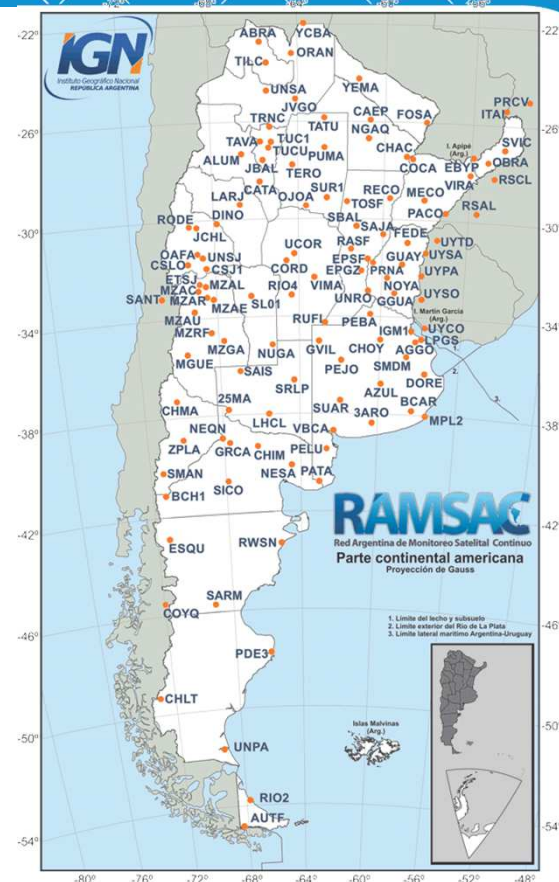
1. Introducción a los sistemas y marcos de referencia globales
2. Marcos de referencia geodésicos regionales
3. Marcos de referencia geodésicos modernos en la Argentina
- 4. Servicios RAMSAC y RAMSAC-NTRIP**
5. Centro de procesamiento científico y modelo de trayectorias no lineales
6. Servicio PPP-Ar



# RAMSAC

Red Argentina de Monitoreo Satelital Continuo

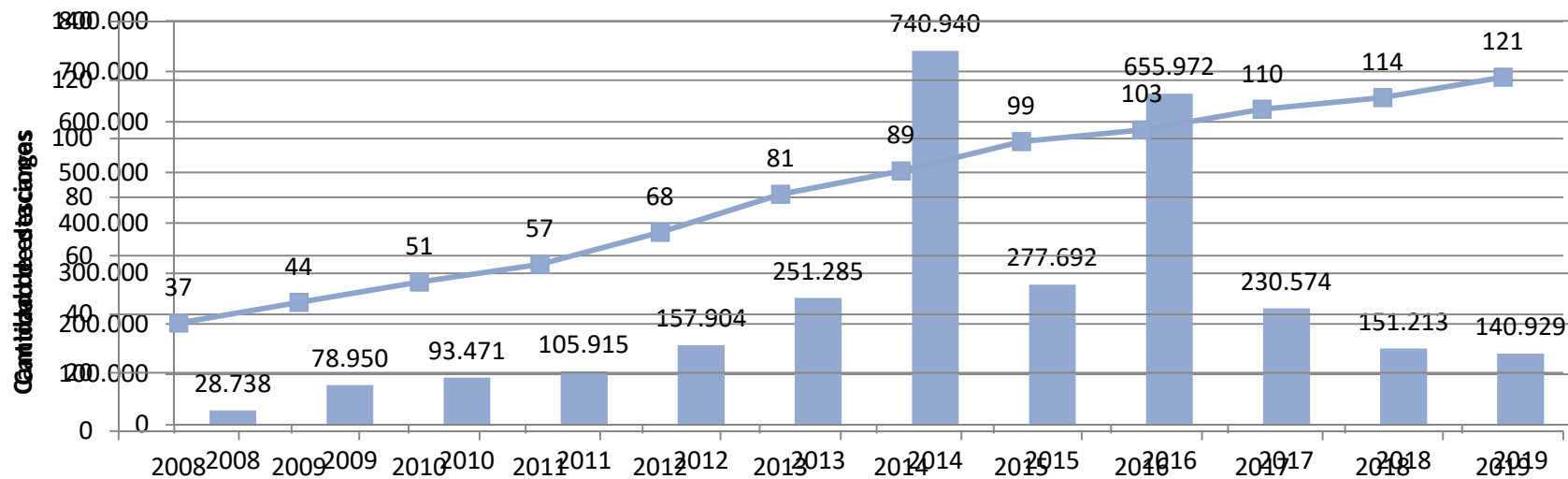
- Nació en **1998**
- **119 estaciones** GPS/GNSS permanentes (3 en Antártida), cuyas coordenadas están referidas al marco **POSGAR 07**
- Servicio **público y gratuito**
- Constituida con el apoyo de Instituciones Nacionales y Provinciales Direcciones de Catastro, Universidades, Consejos Profesionales y Empresas



# RAMSAC

Red Argentina de Monitoreo Satelital Continuo

Cantidad de Estaciones por mes y por año

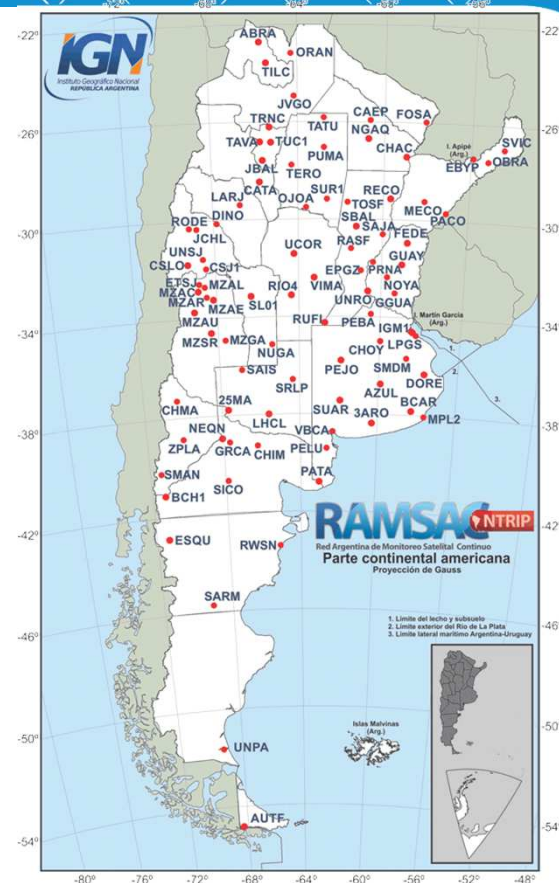


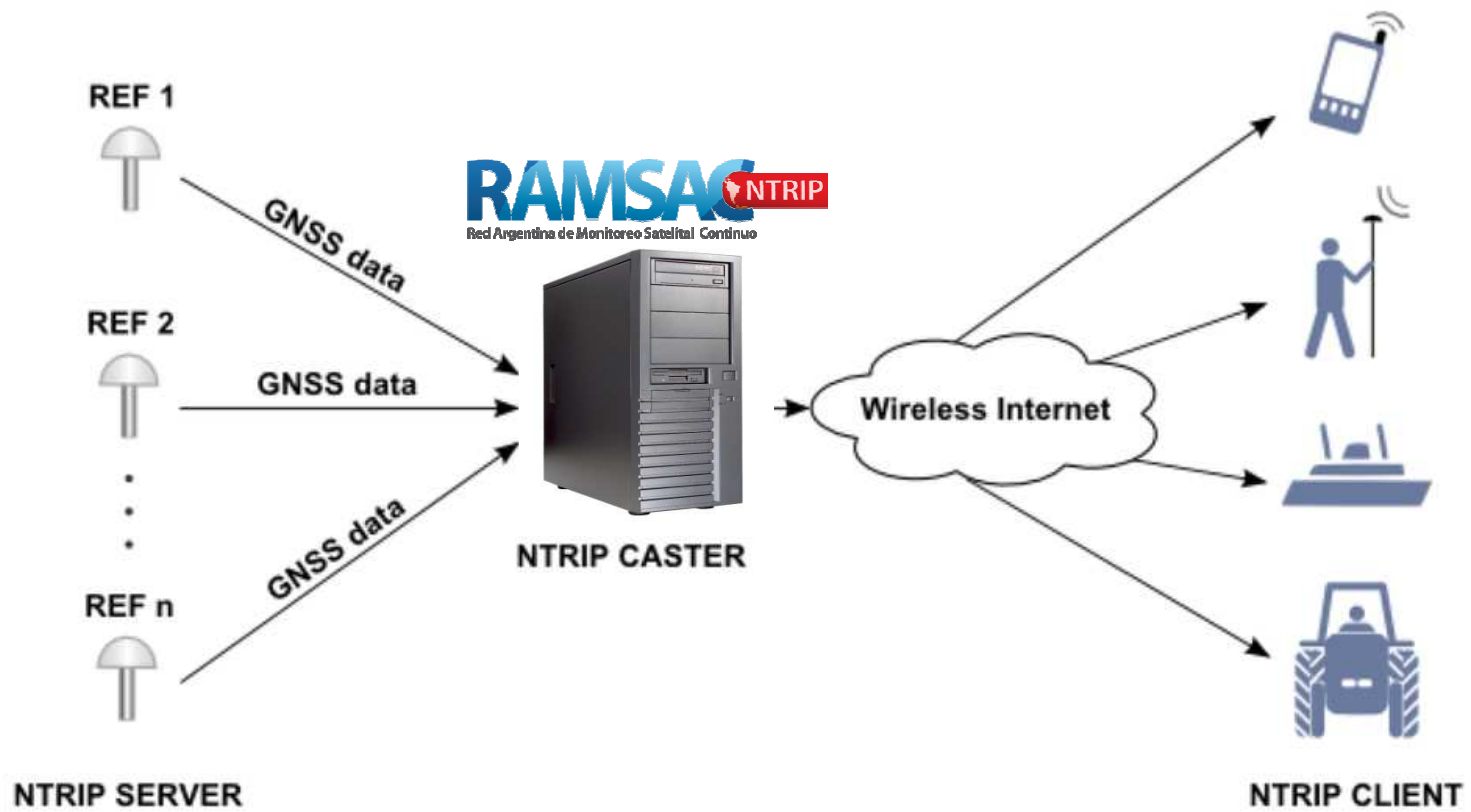


# RAMSAC NTRIP

Red Argentina de Monitoreo Satelital Continuo

- Nació en **2010**
- **91 estaciones** GPS/GNSS permanentes
- **Servicio público y gratuito** de correcciones diferenciales en tiempo real (para aplicaciones RTK)
- Correcciones están referidas al marco **POSGAR 07**

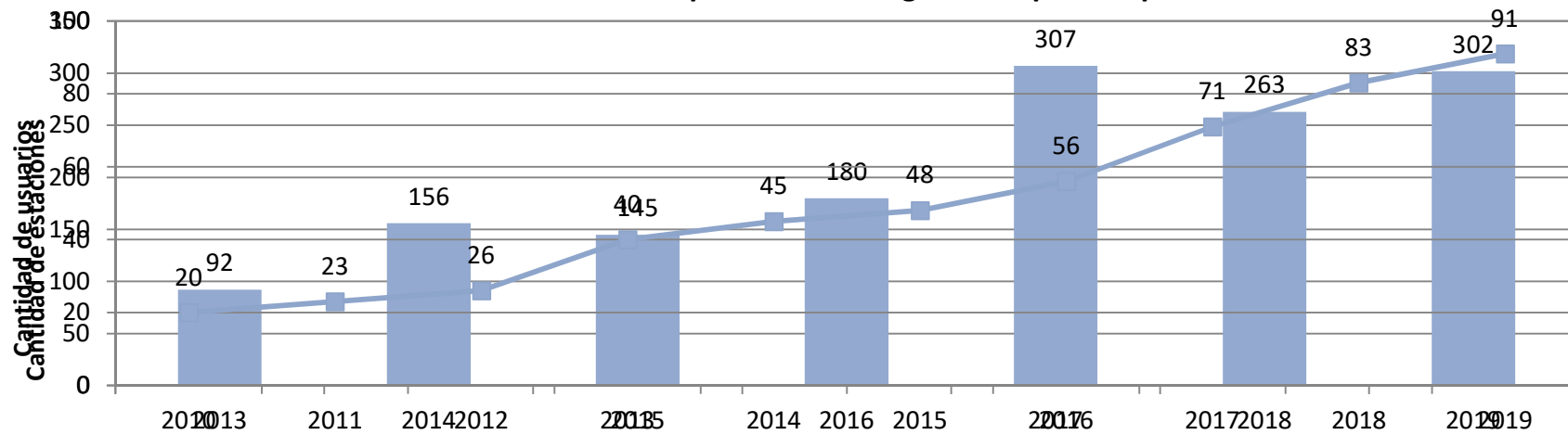




# RAMSAC NTRIP

Red Argentina de Monitoreo Satelital Continuo

Cantidad de estaciones registradas por año

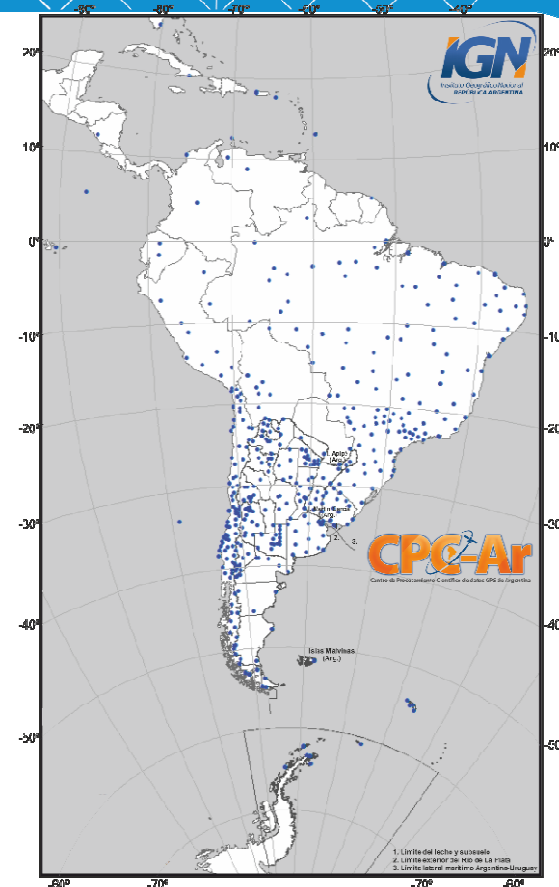


1. Introducción a los sistemas y marcos de referencia globales
2. Marcos de referencia geodésicos regionales
3. Marcos de referencia geodésicos modernos en la Argentina
4. Servicios RAMSAC y RAMSAC-NTRIP
- 5. Centro de procesamiento científico y modelo de trayectorias no lineales**
6. Servicio PPP-Ar

# CPC-Ar

Centro de Procesamiento Científico de datos GPS de Argentina

- Nació en **2005**
- A partir del **2011** funciona como **centro oficial** de SIRGAS
- Procesamiento diario de **~350 estaciones** GPS/GNSS permanentes mediante el software científico **GAMIT/GLOBK**
- Se generan **2 soluciones semanales**:
  - Constreñida al marco de referencia **POSGAR 07**
  - Una sin constreñir (*loosely-constrained*) en el marco **ITRF14** para **SIRGAS**





## Clúster de procesamiento

- Servidor con **112 núcleos** (organizado en 3 nodos)
- **256 GB de RAM** en cada nodo
- **50 TB de almacenamiento** para archivos RINEX y resultados procesados
- **Base de datos PostgreSQL** para almacenar resultados y metadatos
- Actualmente contiene **~1.4 millones de archivos RINEX**

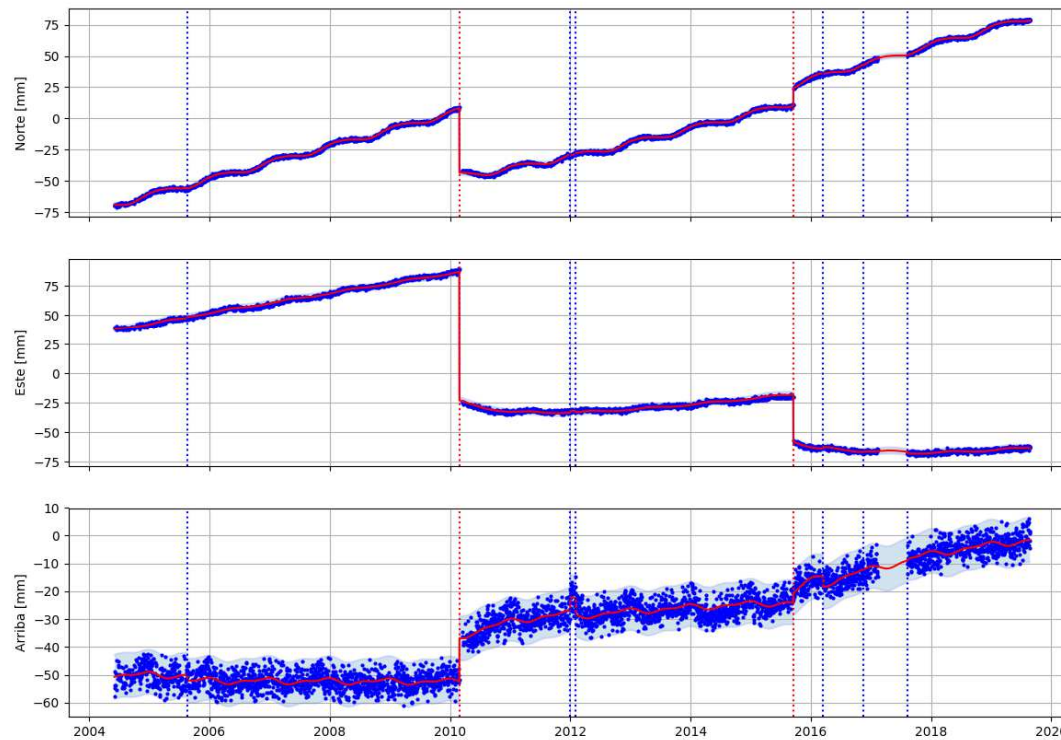




# CPC-Ar (series de tiempo)

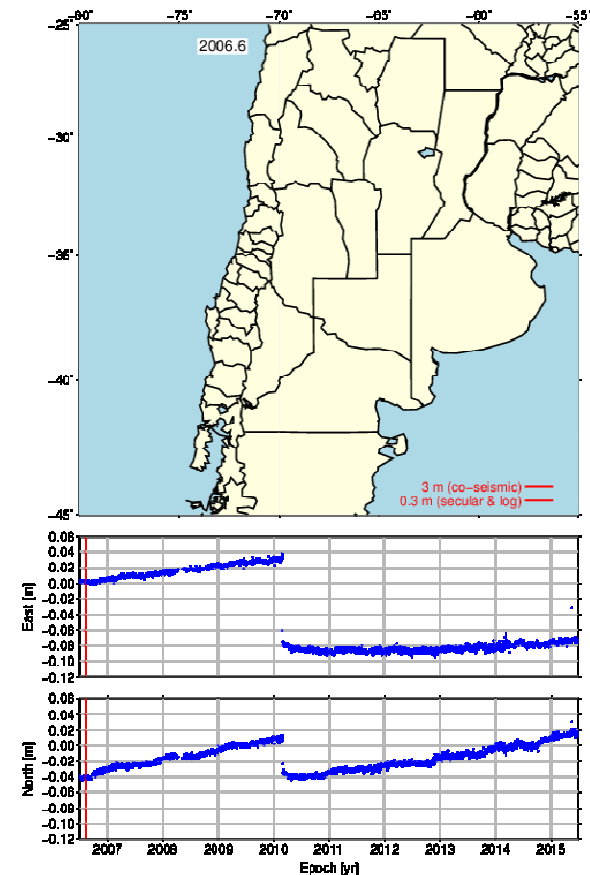


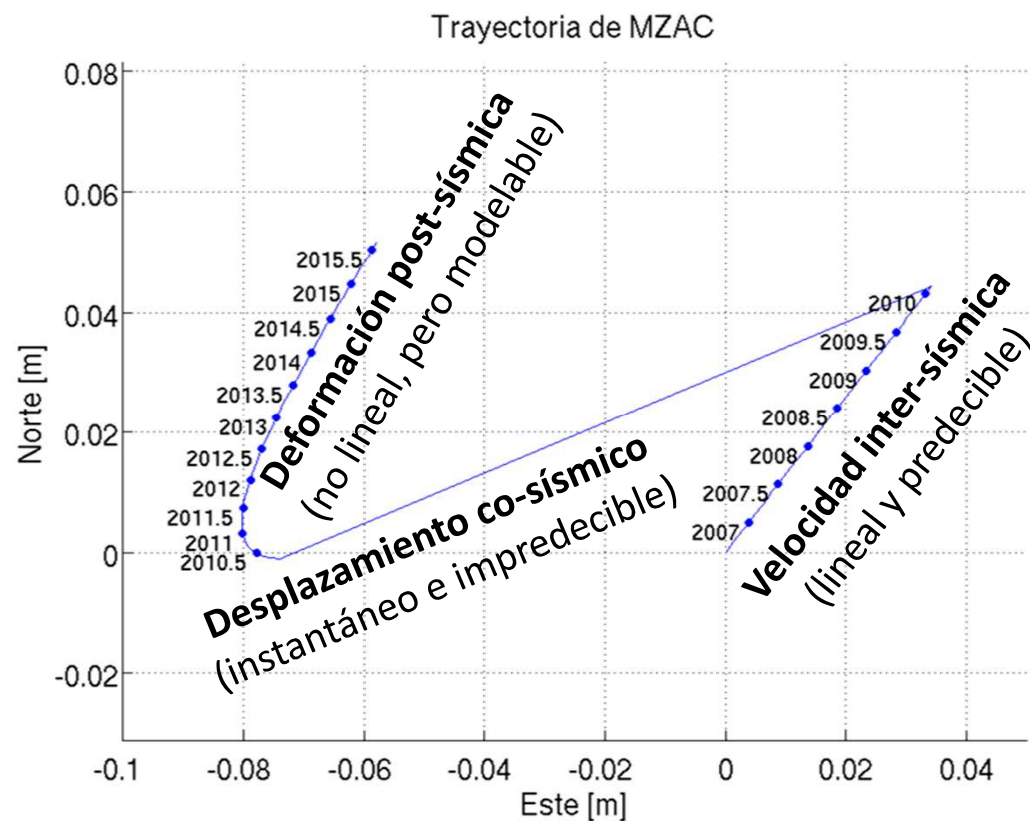
Estación rms.mzac (GAMIT 97.07%) lat: -32.89515 lon: -68.87557  
Posición de ref. (2004.422) X: 1932262.677 Y: -5001226.529 Z: -3444667.857 [m]  
Velocidad N: 13.21 E: 8.41 U: -0.08 [mm/yr]  
Amp. Periódica (1.0 yr, 0.5 yr) N: [2.3 0.2] E: [0.7 0.1] U: [0.8 0.5] [mm]  
NEU wrms [mm]: 0.81 1.12 3.20



### Sismo de Maule

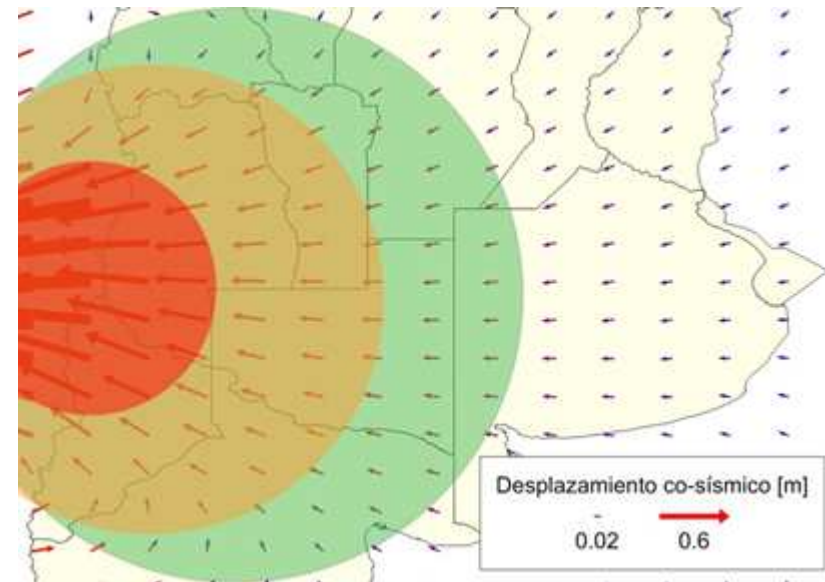
- El 27 de febrero de **2010** ocurrió un **sismo de magnitud 8.8** en la región de Maule (Chile)
- Produjo **deformaciones co- y post-sísmicas** de importante magnitud. Dichas deformaciones se ve reflejadas en las trayectorias de las estaciones GNSS de la región





### Recomendación previo al desarrollo de VEL-Ar

- En el sector color **rojo**, la máxima longitud de vector recomendada es de **50 km**
- En el sector color **amarillo**, la máxima longitud de vector recomendada es de **70 km**
- En el sector color **verde**, la máxima longitud de vector recomendada es de **120 km**



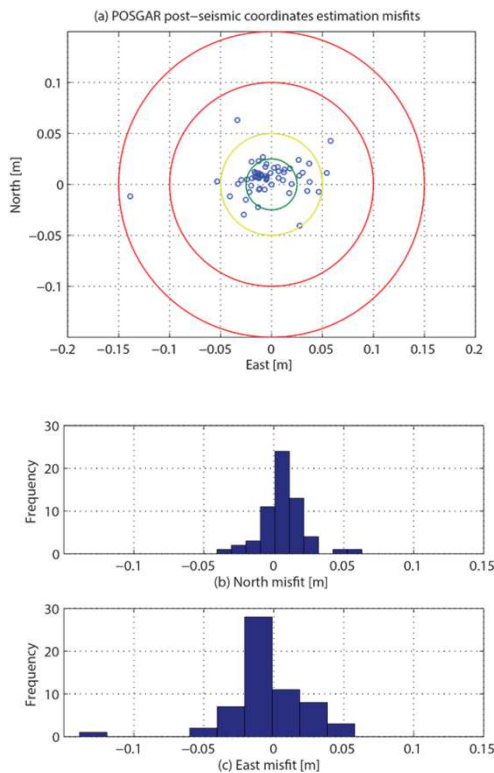
# VEL-Ar

## Modelo de Velocidades de Argentina

- Oficializado en **2017**
- Permite **acceder** (utilizar) al marco **POSGAR 07** en aquellas zonas afectadas por el sismo

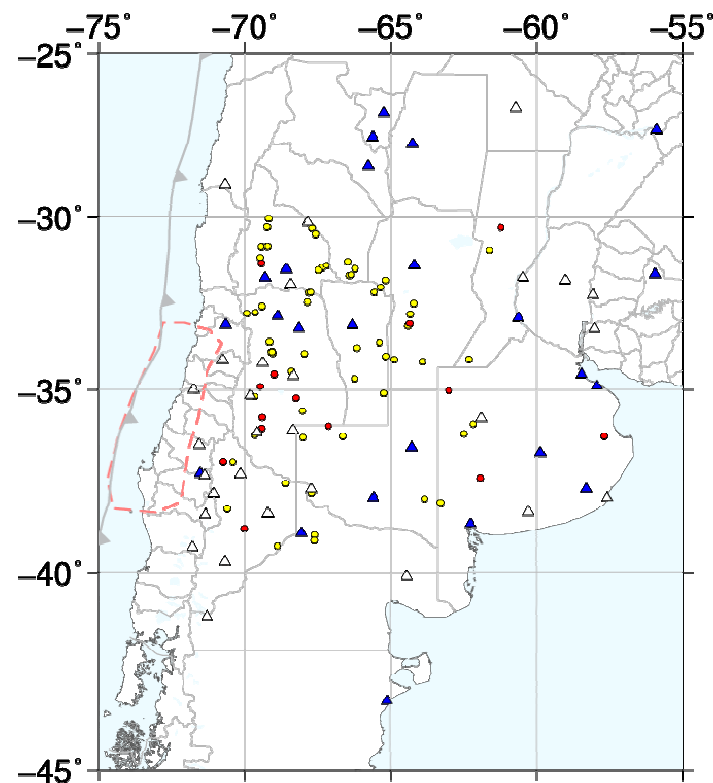


## Modelo de trayectorias no lineales VEL-Ar



**Validación:**  
60 puntos de prueba de la red POSGAR y CAP (con coordenadas anterior y posterior a Maule)

**Errores:**  
~63% < 2.5 cm  
~91% < 5.0 cm



PASO 1 PASO 2 PASO 3 PASO 4 PASO 5 **COORDENADAS POSGAR 07**

¡Gracias por utilizar VEL-Ar!  
Las siguientes coordenadas están referidas al Marco de Referencia geodésico oficial POSGAR 07 (época 2006.632)

Coordenadas POSGAR 07 (época 2006.632)

Lat: -32° 56' 32.4610''  
Lon: -69° 1' 35.4701''  
Altura: 1840.150 m

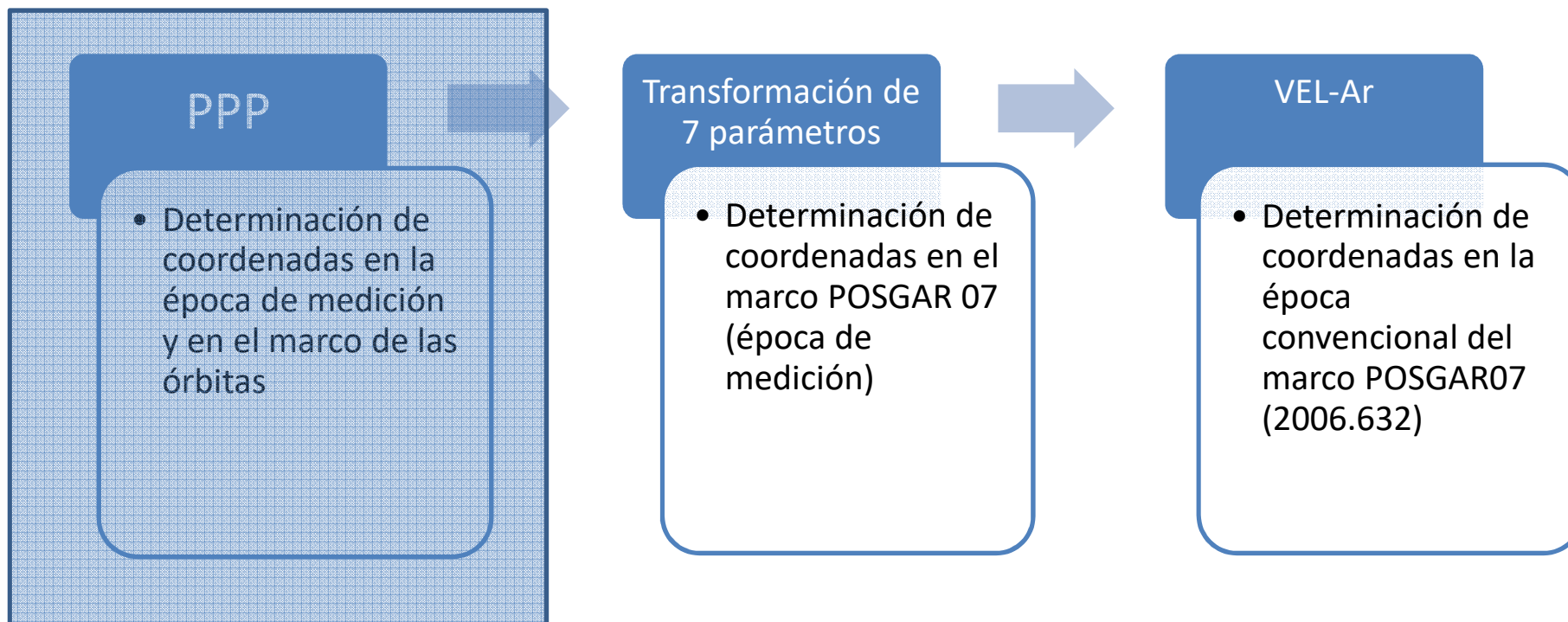
ANTERIOR **VOLVER AL PASO 1**

## Contenido

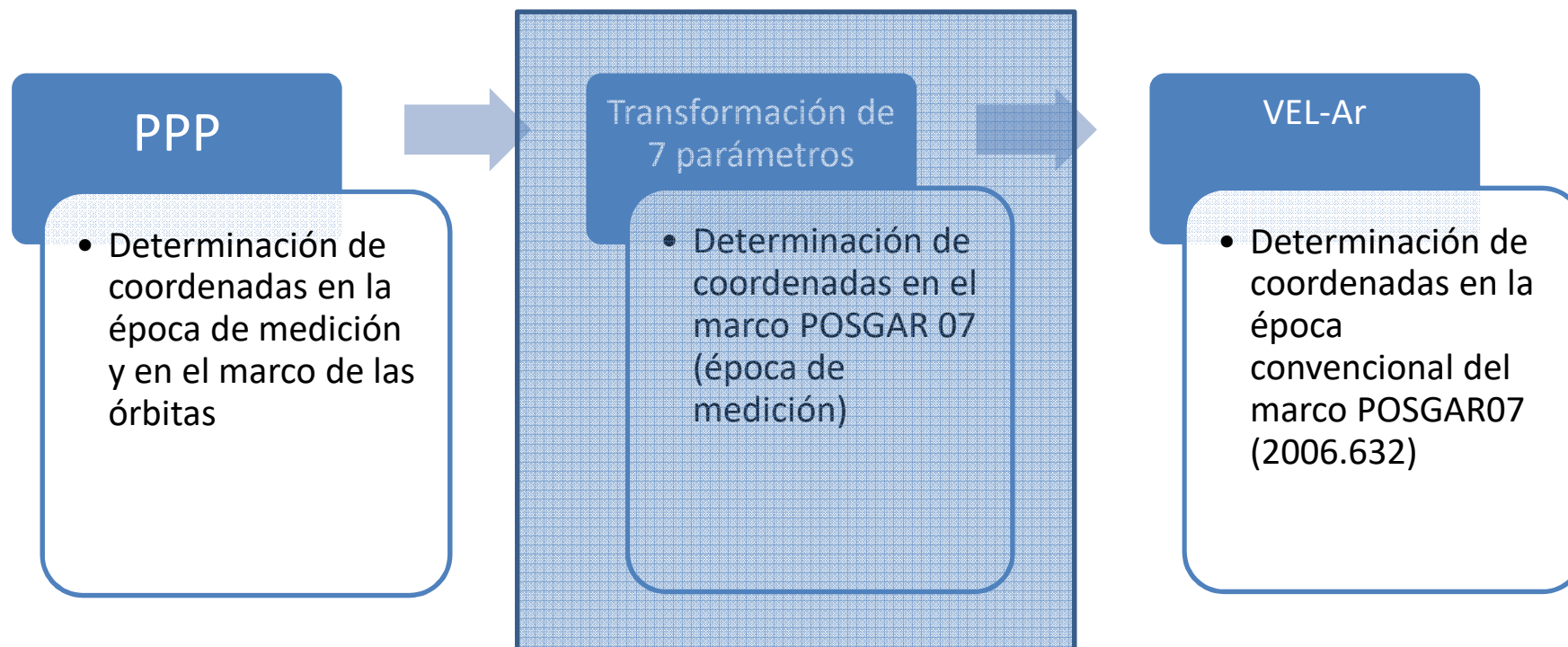
1. Introducción a los sistemas y marcos de referencia globales
2. Marcos de referencia geodésicos regionales
3. Marcos de referencia geodésicos modernos en la Argentina
4. Servicios RAMSAC y RAMSAC-NTRIP
5. Modelo de trayectorias no lineales
- 6. Servicio PPP-Ar**







- **Software** a utilizar: PPP desarrollado por *Natural Resources of Canada*
- **Estima**
  - La posición utilizando combinación libre de ionósfera
  - Reloj receptor
  - Ambigüedades de fase de la portadora
  - Corrección troposférica
- **Utiliza**
  - Órbitas (y relojes) rápidas o precisas de los satélites
  - Offset de antena
  - Marea terrestre (IERS2003)
  - Carga oceánica (FES2004)





- Coordenadas PPP de las estaciones RAMSAC (marco de las órbitas)
- Coordenadas de las estaciones en POSGAR07 (IGS05)
- A partir de estas soluciones se determinarán parámetros de transformación semanales aplicando la Transformación de Semejanza de 7 (o 6, sin factor de escala) parámetros:
  - Traslación del origen (TX,TY,TZ)
  - Rotación de los ejes (RX,RY,RZ)
  - Factor de escala ( $1+\mu$ )

**PPP**

- Determinación de coordenadas en la época de medición y en el marco de las órbitas



**Transformación de 7 parámetros**

- Determinación de coordenadas en el marco POSGAR 07 (época de medición)



**VEL-Ar**

- Determinación de coordenadas en la época convencional del marco POSGAR07 (2006.632)

# VEL-Ar

**Modelo de Velocidades de Argentina**

## Consideraciones:

- Actualmente el modelo de predicción de trayectorias VEL-Ar presenta dificultades en la zona de San Juan y norte de Mendoza debido al sismo de Illapel (Mw 8.3) ocurrido en septiembre de 2015
- VEL-Ar requiere ser actualizado para incluir este sismo

### Resultados preliminares

- Para las sesiones de 24 y 6 horas, el 90% de las diferencias entre PPP-Ar y las soluciones de POSGAR07 es  $< 5$  cm
- Para la sesión de 2 horas, el 90% de las diferencias es  $< 8$  cm





GEOGRAFÍA



PUNTOS DE VISTA



CARTA TOPOGRÁFICA

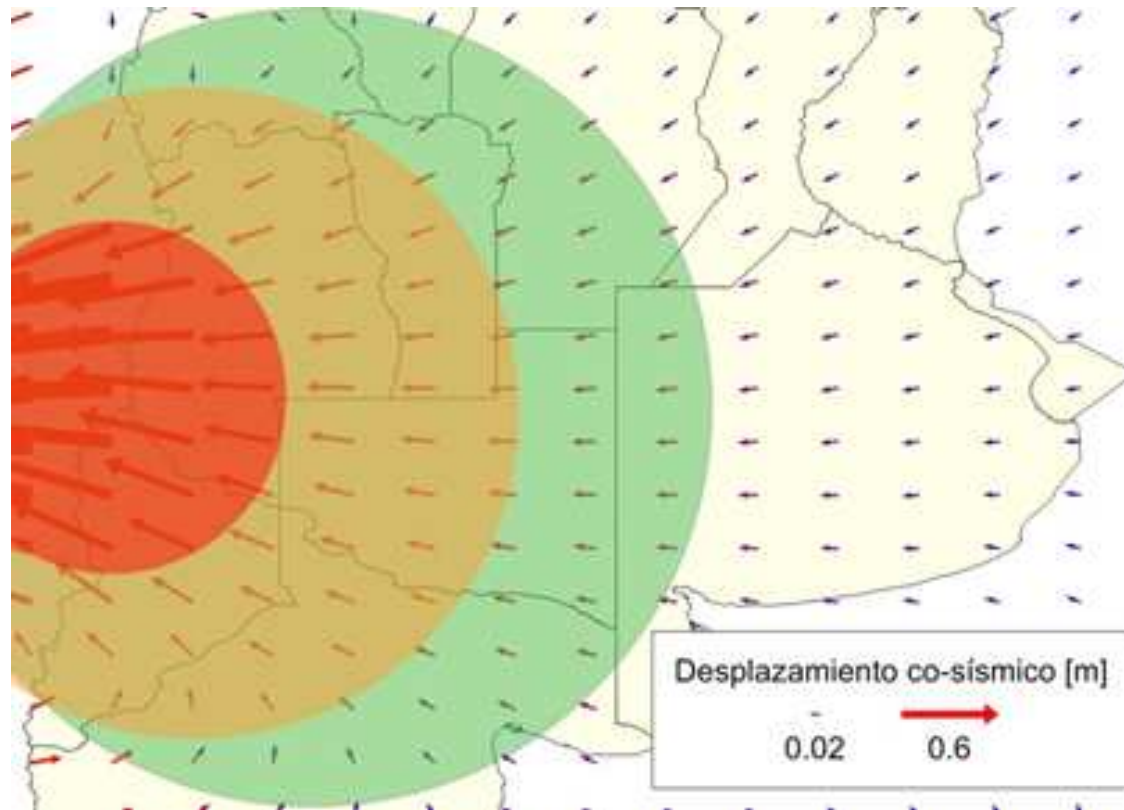


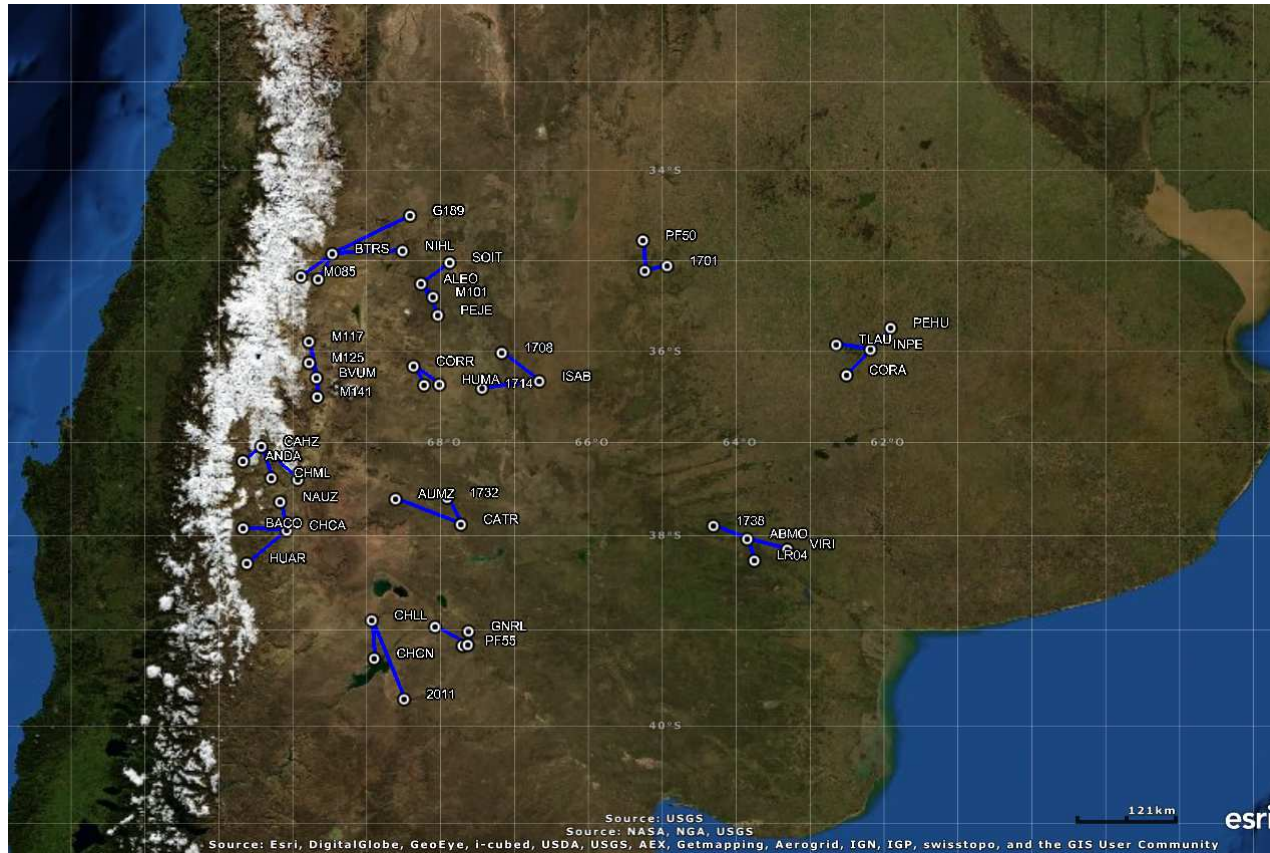
MUCHAS GRACIAS POR SU ATENCIÓN

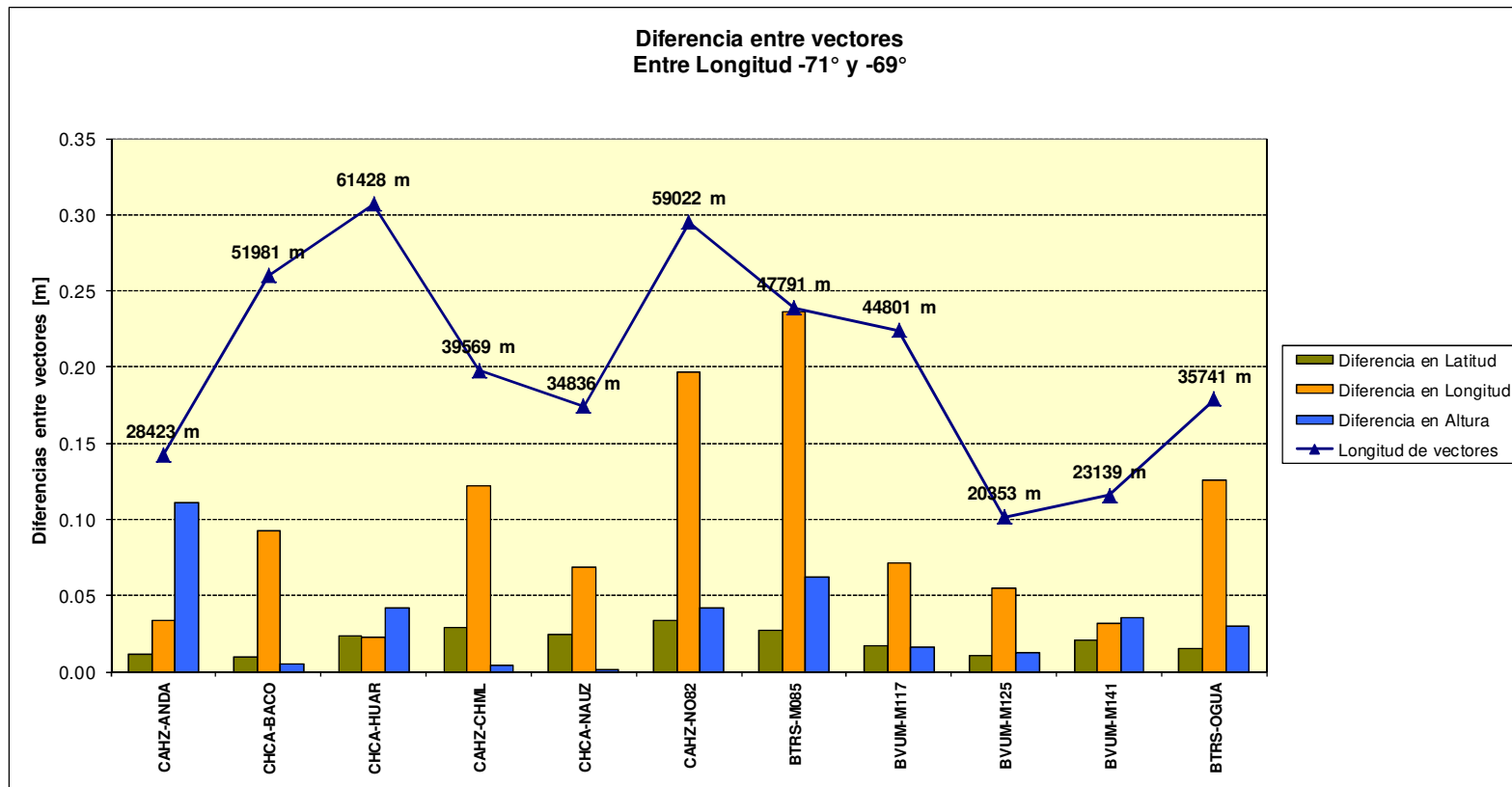


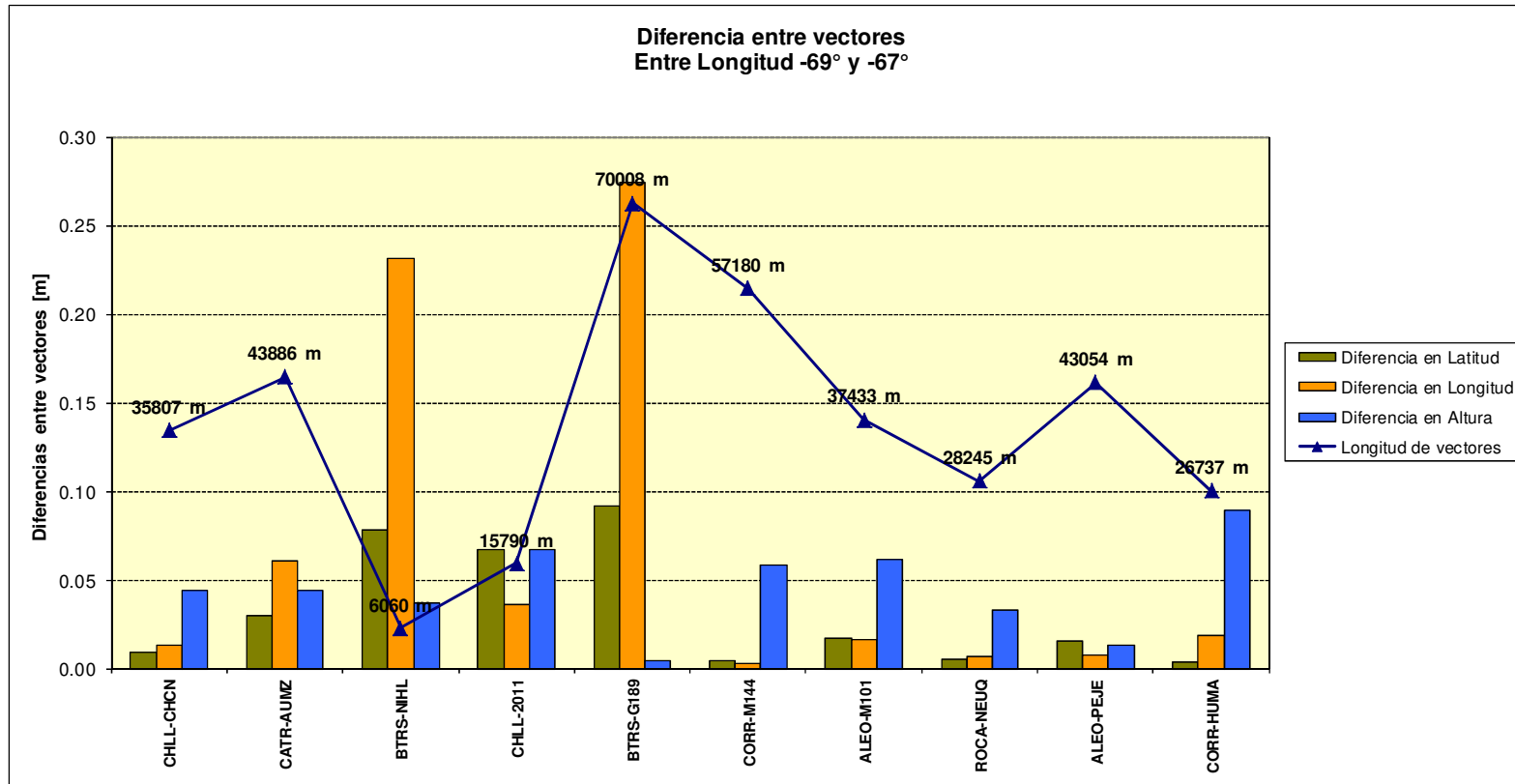
RELACIONES INSTITUCIONALES

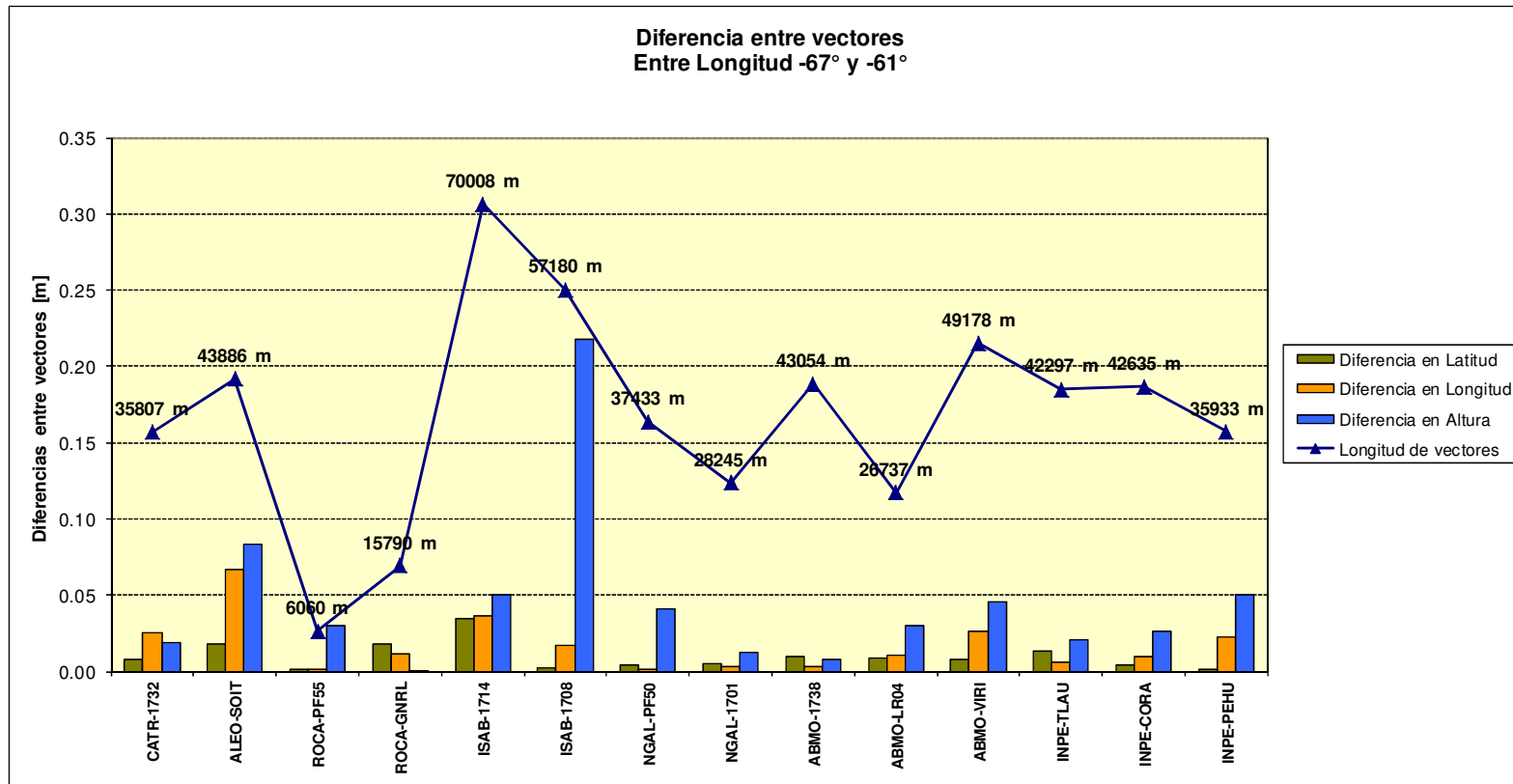












### UN-GGIM

El 27 de julio de **2011**, el **Consejo Económico y Social** (ECOSOC) reconoció la **necesidad de promover la cooperación internacional en el campo de la información geoespacial mundial**, y decidió establecer el **Comité de Expertos sobre la Gestión Global de Información Geoespacial** (UN-GGIM) mediante la Resolución ECOSOC 2011/24.

El **objetivo principal de UN-GGIM** es desempeñar un papel de liderazgo en el **establecimiento de la agenda para el desarrollo de la información geoespacial mundial** y promover su uso para hacer frente a los principales desafíos mundiales. Proporciona también un foro para el enlace y la coordinación entre los Estados Miembros, y entre los Estados Miembros y las Organizaciones Internacionales vinculadas con la producción de información geoespacial y estadística.







### Resolución

Reconoce “la **importancia económica y científica** y la creciente necesidad de contar con un marco de referencia geodésico mundial exacto y estable para la Tierra [...], como la base y referencia del lugar y la latitud para la información geoespacial, utilizada en muchas aplicaciones de la sociedad y de las ciencias de la Tierra, incluida la vigilancia del **nivel del mar** y del **cambio climático**, la **gestión de peligros naturales** y desastres, así como toda una serie de **aplicaciones industriales** (como la **minería**, la **agricultura**, el **transporte**, la **navegación** y la **construcción**, entre otras) en que la determinación precisa de la posición aumenta la eficacia”



### Objetivos de la Resolución

1. Desarrollar una **hoja de ruta geodésica global** para el GGRF
2. Lograr la **cooperación global para proporcionar asistencia técnica en el campo de la geodesia** a aquellos países que necesitan asegurar el desarrollo, la sostenibilidad y el avance de un GGRF
3. Implementar el **intercambio de datos geodésicos abierto**
4. Mejorar y mantener la **infraestructura geodésica** nacional
5. Aumentar la **cooperación multilateral que aborda las brechas y duplicaciones de infraestructura GGRF** a nivel mundial
6. Mejorar el alcance del GGRF para que sea más **visible y comprensible para la sociedad**

