



**Sistema de Referencia Geocéntrico
para las Américas**



SIRGAS en el Contexto del Marco de Referencia Geodésico Global (GGRF): Evolución, Alcances y Perspectivas

Víctor J. Cioce
William Martínez
M. Virginia Mackern
Roberto Pérez Rodino
Silvio R.C. de Freitas

Caracas, Septiembre de 2017



Esquema



1. Introducción
2. La integración regional y global a través de SIRGAS
3. El sistema y marco de referencia SIRGAS
4. Avances en el establecimiento del datum vertical
5. El rol de SIRGAS dentro del GGRF
6. Comentarios finales



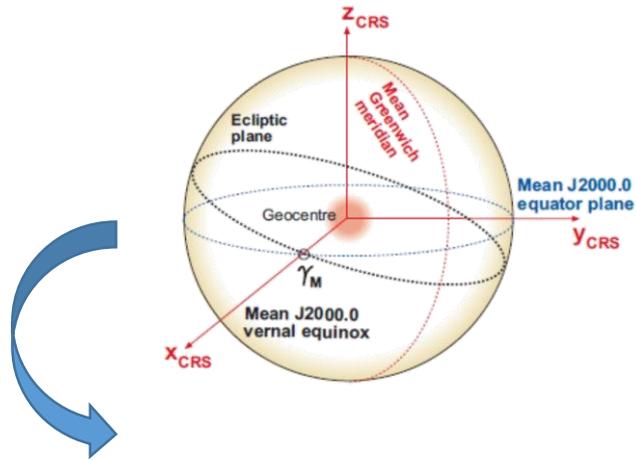


Introducción

- La geodesia define y establece sistemas y marcos de referencia imprescindibles para:
 - Garantizar consistencia entre diferentes observaciones y estimaciones.
 - Establecer la base para observar y modelar procesos globales.
 - Soportar el posicionamiento y la navegación.
 - Estudiar la rotación terrestre y la medición del tiempo.
 - Determinar órbitas satelitales.
 - Ejecutar levantamientos geoespaciales y trabajos de ingeniería.
- Estos sistemas de referencia se establecen por convención, haciéndose accesible a través de su materialización (i.e. marco de referencia).
- El IERS (International Earth Rotation and Reference Systems Service) es quien provee los dos sistemas/marcos de referencia aceptados por la geodesia, geofísica y astronomía:

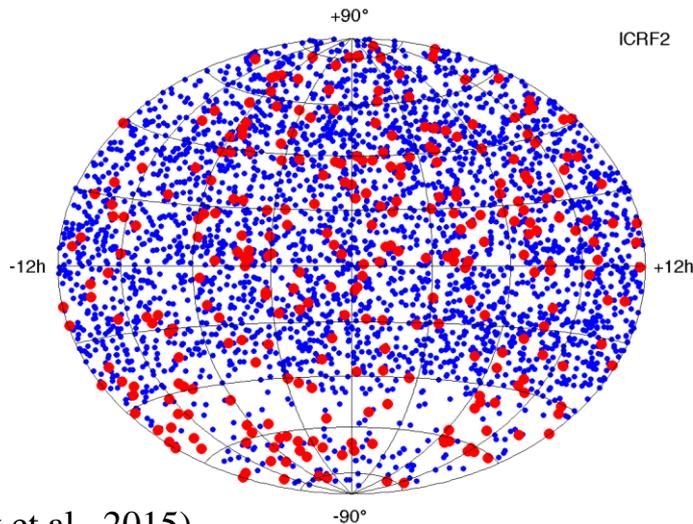
ICRS

(International Celestial Reference System)



ICRF

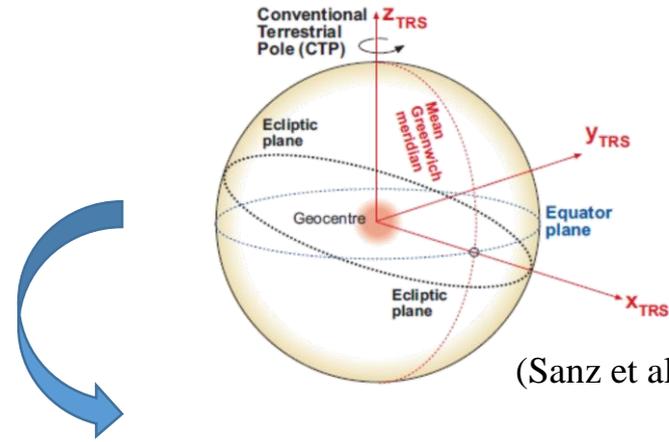
(International Celestial Reference Frame)



(Fey et al., 2015)

ITRS

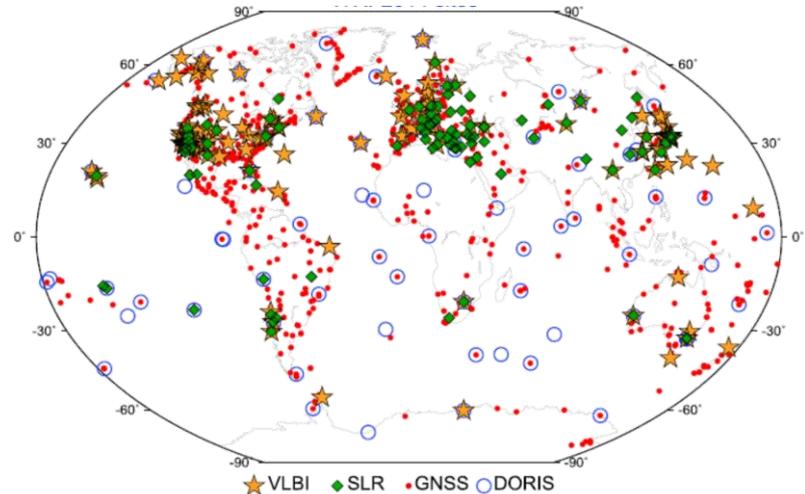
(International Terrestrial Reference System)



(Sanz et al., 2013)

ITRF

(International Terrestrial Reference Frame)



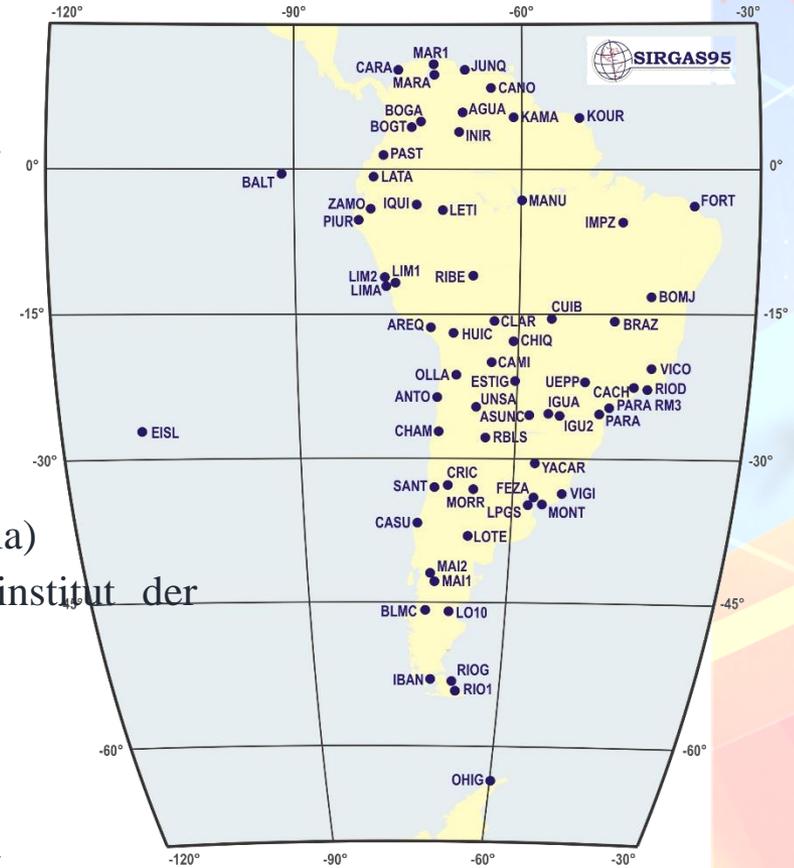
(Altamimi et al., 2016)

- Ambos sistemas/marcos de referencia cuentan con altos niveles de calidad (10^{-9} o mejor), esto debido a:
 - Incremento en la precisión y exactitud de las observaciones geodésicas.
 - Demanda actual de datos/información geoespacial más confiable.
- La temática trasciende al campo de la geodesia involucrando a la sociedad en general.
- Acciones necesarias están siendo promovidas por las Naciones Unidas.
 - Consolidación e implementación práctica de un Marco de Referencia Geodésico Global o GGRF.
- El rol de SIRGAS (Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas) es fundamental para el logro de las metas propias del GGRF en el caso de América Latina y El Caribe.

A stylized globe with various colored bands (yellow, orange, blue, red) and constellation lines (white stars and lines) overlaid on it. The globe is tilted and has a soft glow.

La integración regional y global a través de SIRGAS

- SIRGAS surge en 1993 como un proyecto de cooperación internacional entre países de la región.
- Esfuerzos tangibles en 1995 con una primera campaña de observaciones GPS.
- El éxito temprano SIRGAS contó con el apoyo de:
 - **IAG** (International Association of Geodesy)
 - **IPGH** (Instituto Panamericano de Geografía e Historia)
 - **DGFI-TUM** (Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut der Technischen Universität München)
- Las Naciones Unidas recomienda su adopción como marco de referencia oficial para todos los países del continente en 2001.



SIRGAS95



SIRGAS
es



Sub-comisión 1.3b (Marco de Referencia Regional para Sur y Centro América) de la Comisión 1 (Marcos de Referencia)



Grupo de Trabajo de la Comisión de Cartografía del IPGH



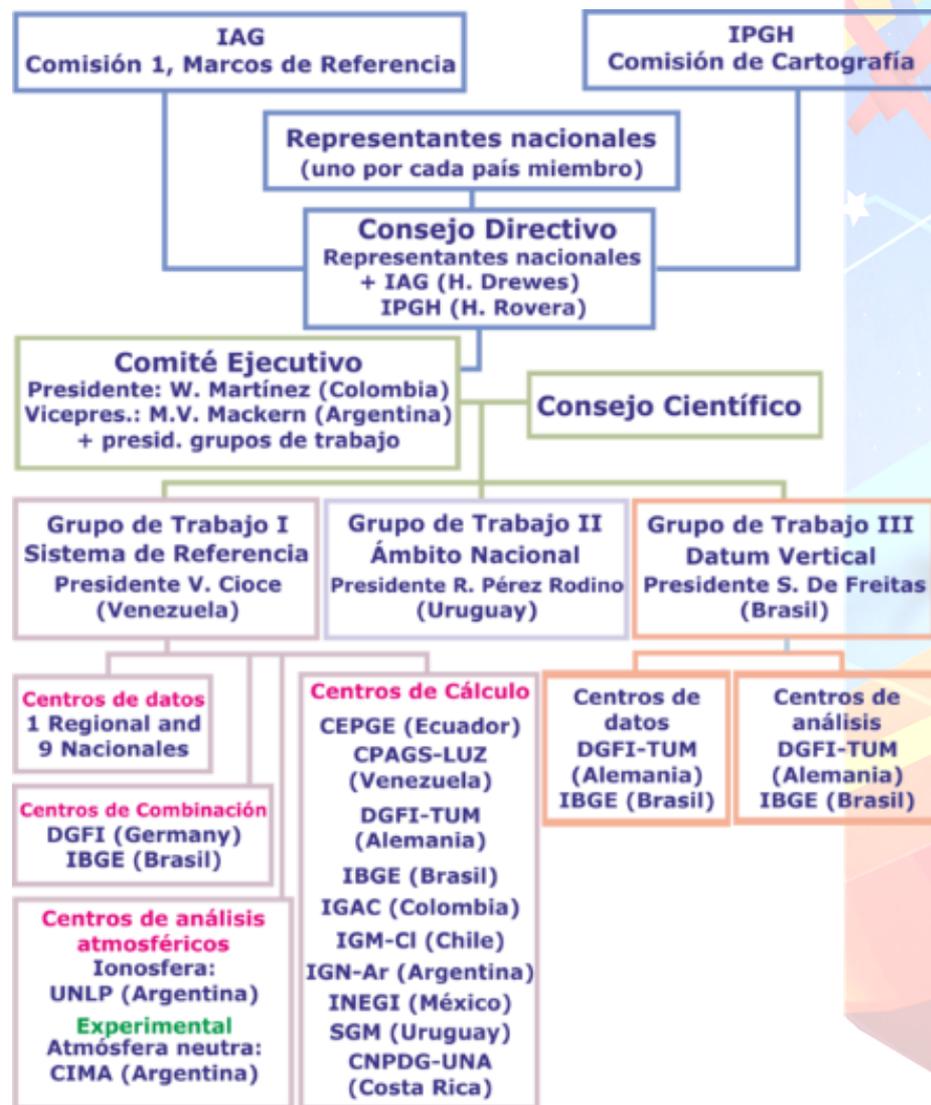
Comité Regional de las Naciones Unidas sobre la Gestión de Información Geoespacial para Las Américas (UN-GGIM: Américas)

- SIRGAS como comunidad técnica y científica de la región:

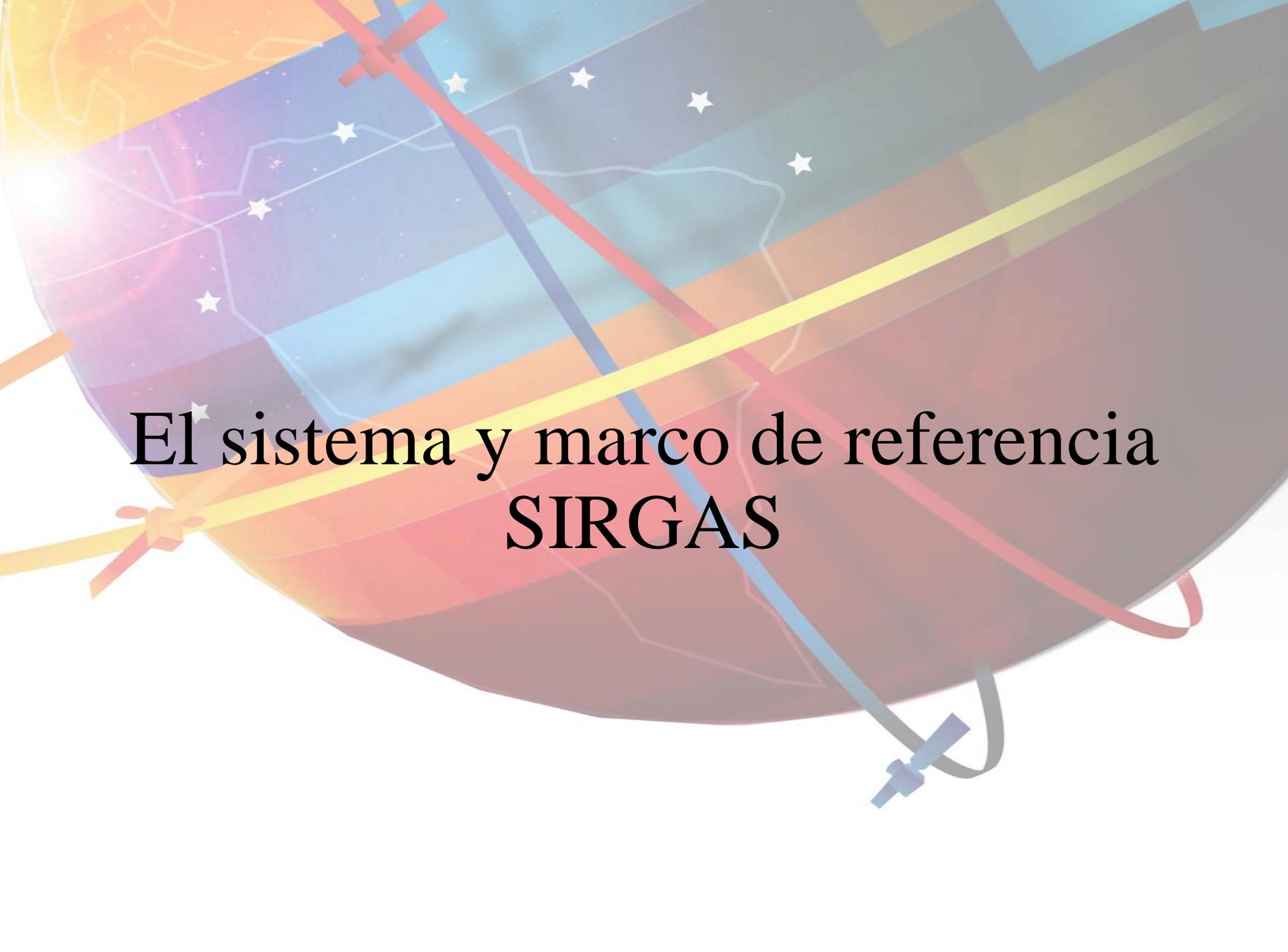
- Provee un marco de referencia geodésico (geométrico y físico) altamente confiable y consistente a nivel global.

- Implementa y mantiene la infraestructura de datos espaciales basada en SIRGAS como capa fundamental.

- Mide y modela efectos del cambio global en su área de influencia.



- 20 países y más de 50 instituciones gubernamentales, académicas y de investigación conforman el recurso humano de SIRGAS.



El sistema y marco de referencia SIRGAS

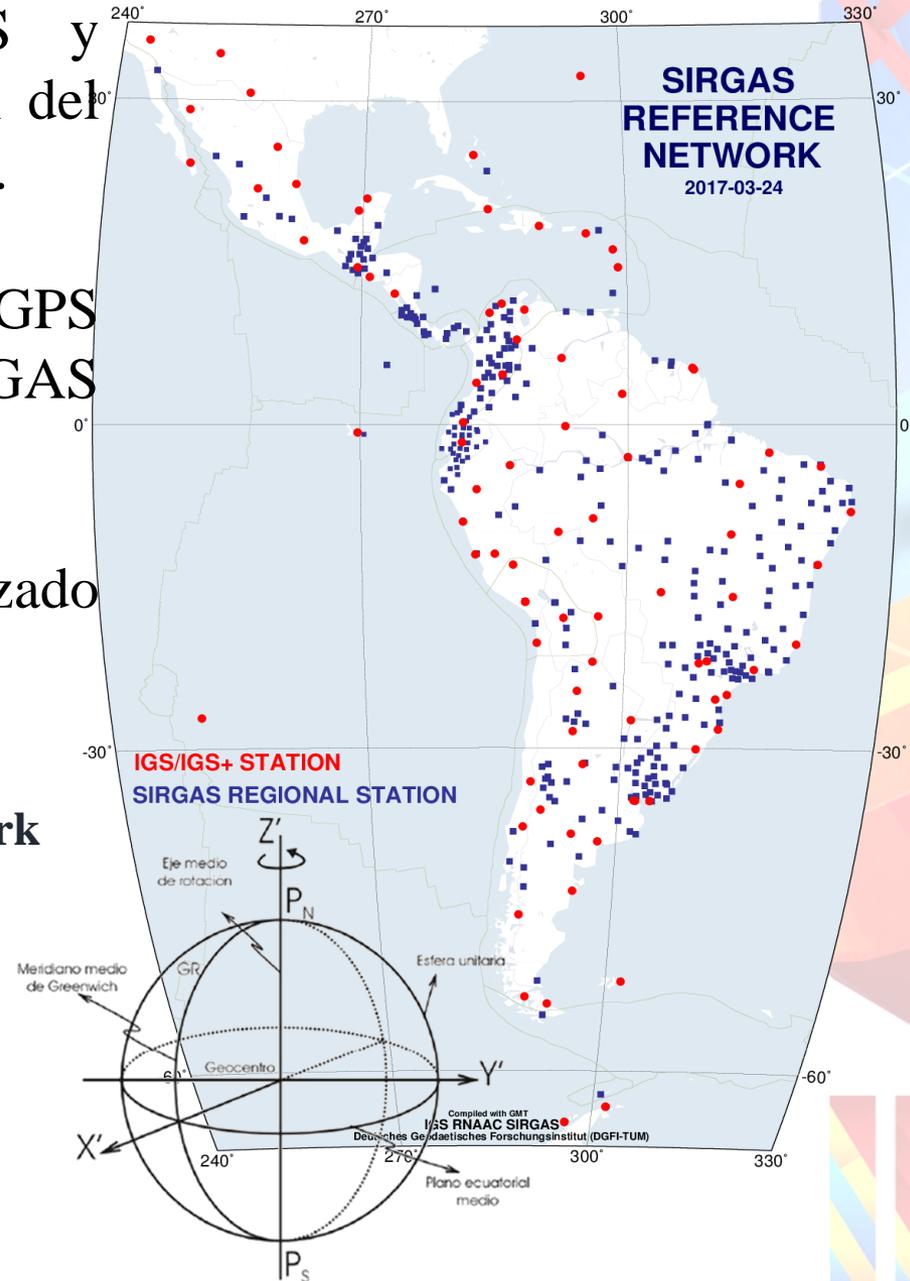
- SIRGAS es idéntico del ITRS y representa la densificación regional del ITRF en América Latina y El Caribe.

- Dos campañas de observación GPS permitieron materializar a SIRGAS (1995 y 2000).

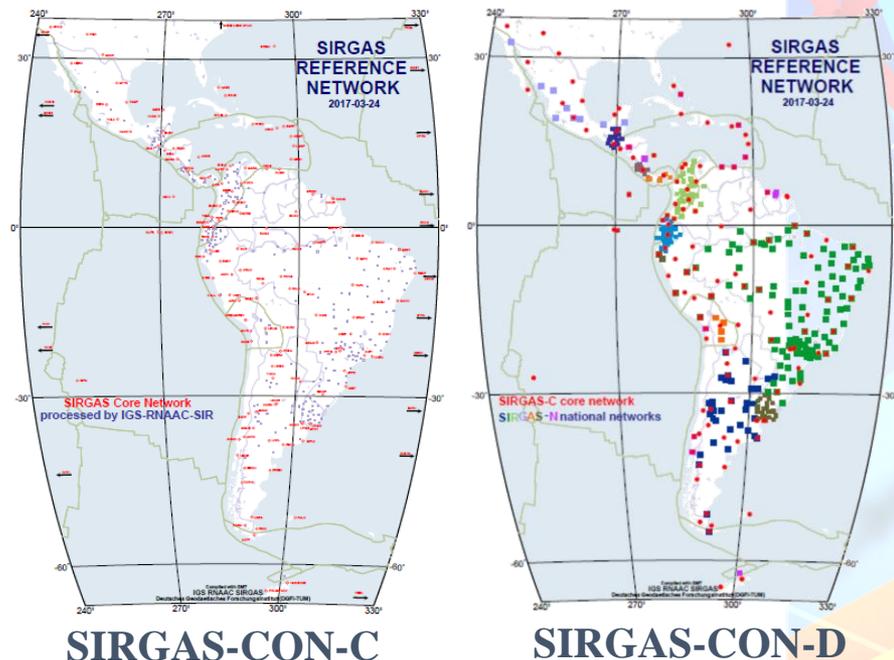
- Desde 2005 SIRGAS es materializado por una red de operación continua

↓
**SIRGAS-Continuously Operating Network
(SIRGAS-CON)**

↓
**417 estaciones GNSS
(GPS+GLONASS)**



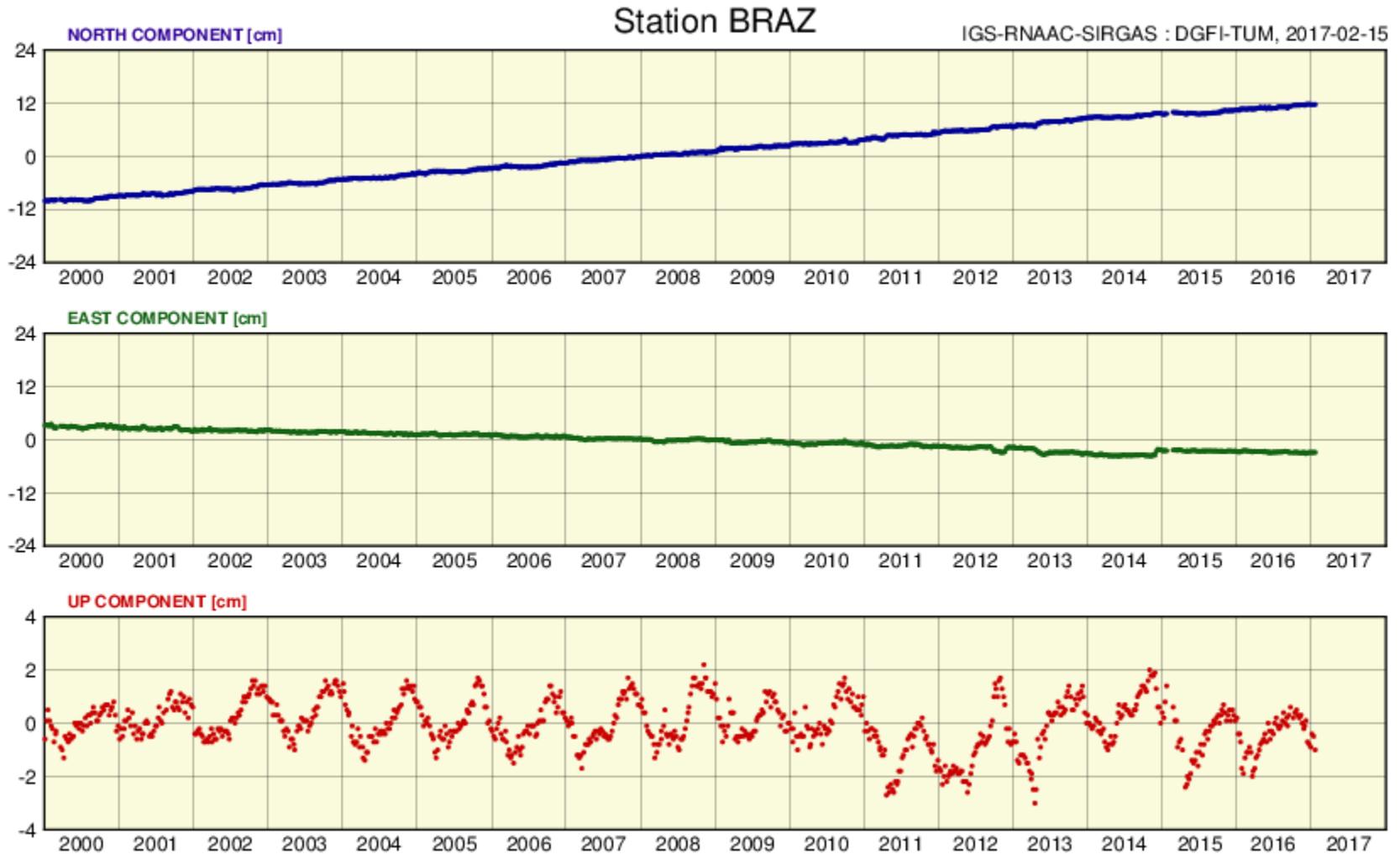
- La consistencia con el ITRF se logra gracias al procesamiento semanal del conjunto de observaciones GNSS de la red SIRGAS-CON.
- Tarea realizada por diez Centros de Análisis y dos Centros de Combinación.



- Coordenadas geodésicas son estimadas con calidad de:
 - ± 1 mm para posición horizontal
 - ± 4 mm para posición vertical

¿se justifica un procesamiento semanal?

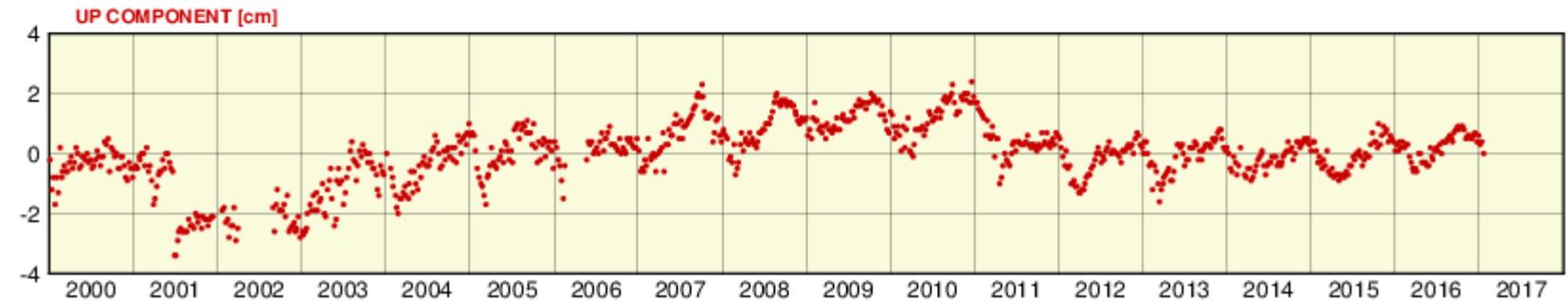
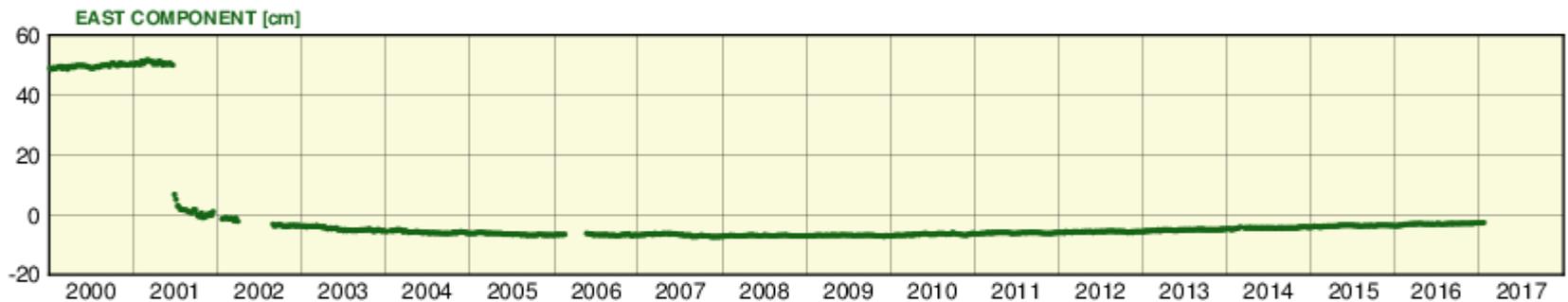
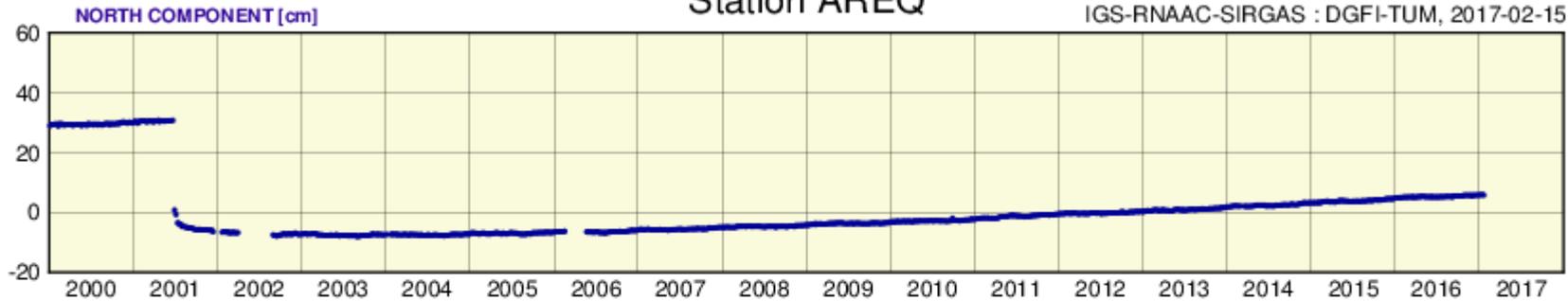
Brasilia, Brasil (BRAZ00BRA)



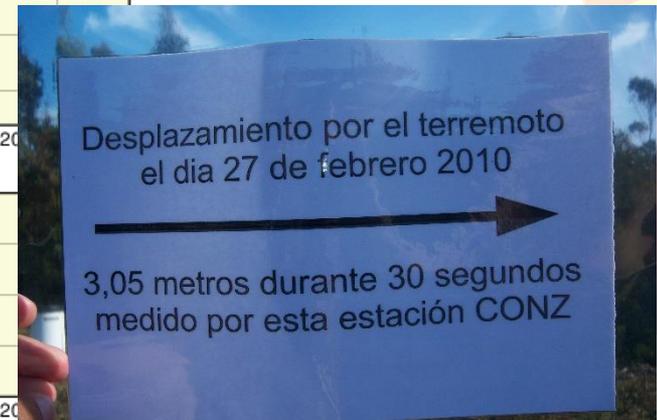
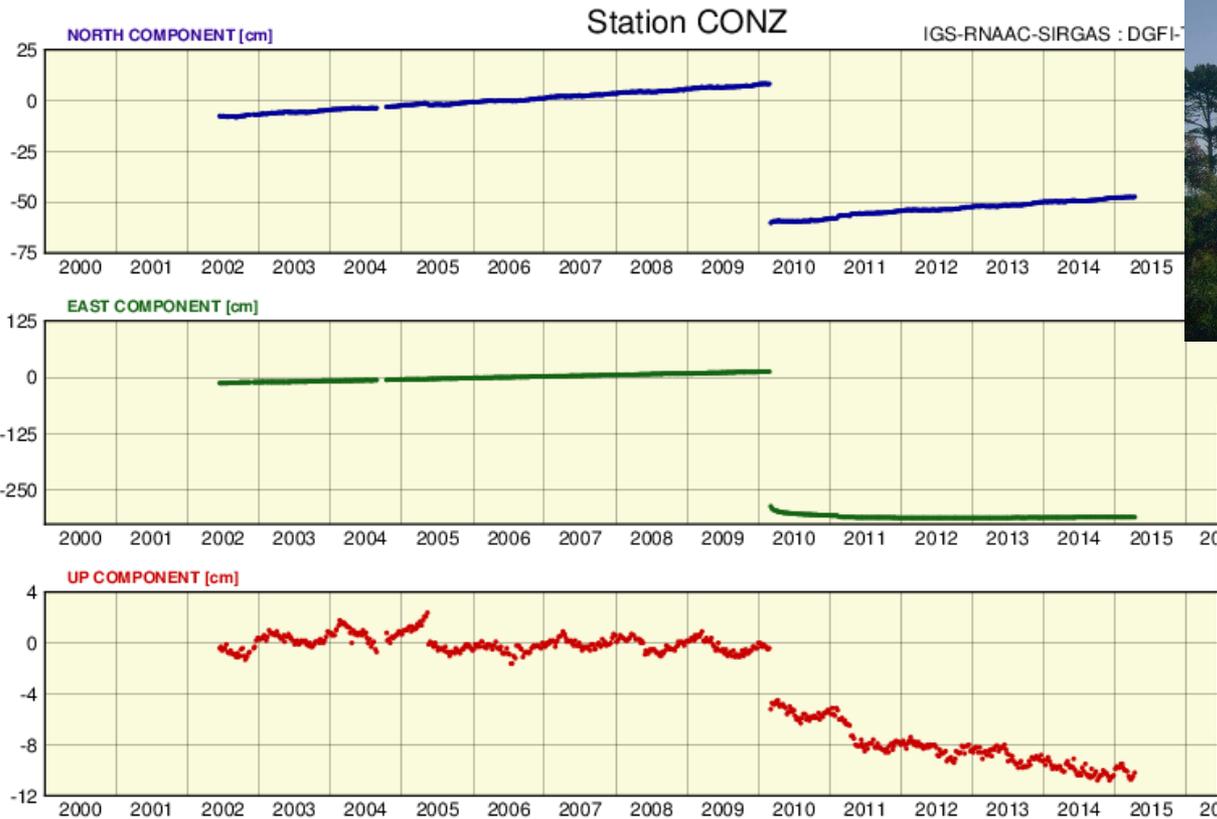
Arequipa, Perú (AREQ00PER)

Station AREQ

IGS-RNAAC-SIRGAS : DGFI-TUM, 2017-02-15

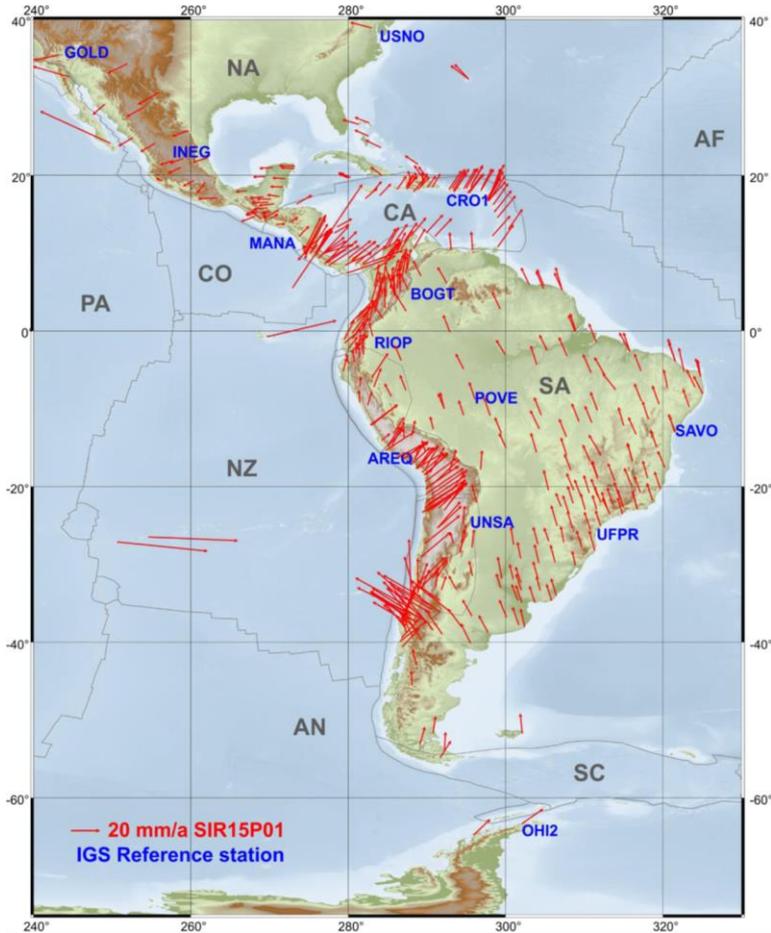


Concepción, Chile (CONZ00CHL)

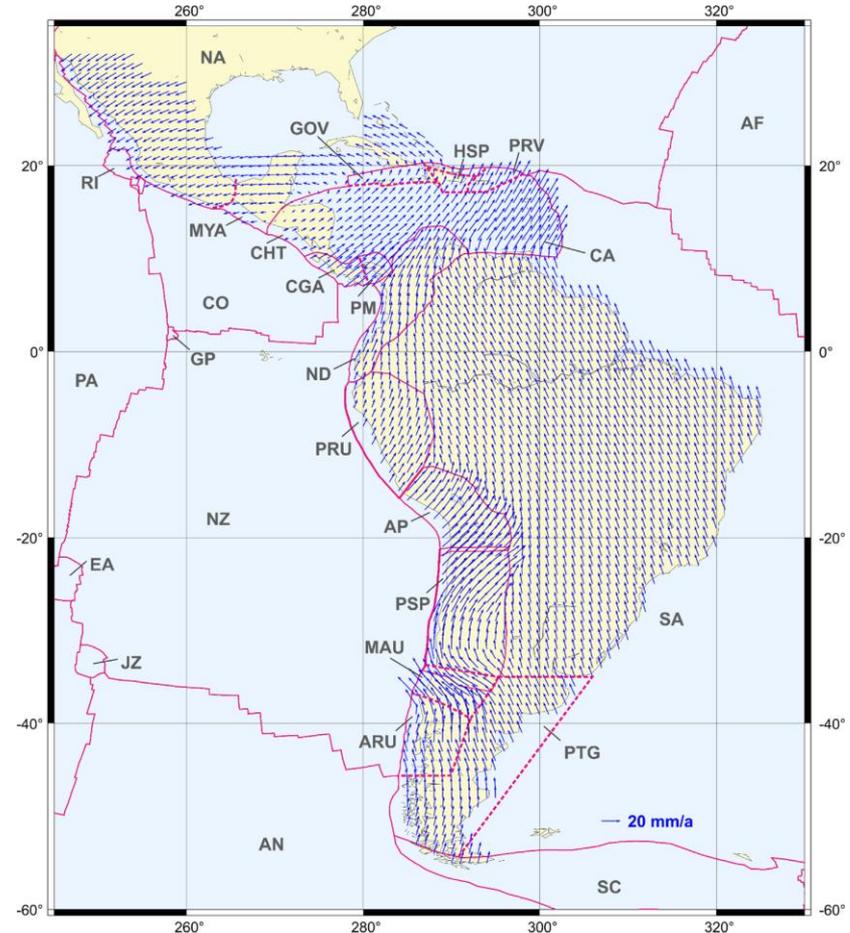


- Las soluciones SIRGAS cuentan con calidad suficiente como para detectar cambios casi imperceptibles en la posición de las estaciones.
 - Necesarias para satisfacer cualquier aplicación práctica en el campo de las geociencias.
 - Útiles para la observación de fenómenos geofísicos propios del Sistema Tierra.
- El cálculo semanal de la red es imprescindible para mantener el marco actualizado y consistente con el sistema que materializa.
- Las soluciones semanales dan paso a soluciones multianuales con las que se evalúa la cinemática del marco de referencia.
 - Se garantiza la compatibilidad de las coordenadas en el tiempo y la estabilidad del marco de referencia a largo plazo.

Solución Multianual SIR15P01



Velocity Model for SIRGAS 2015 (VEMOS2015)



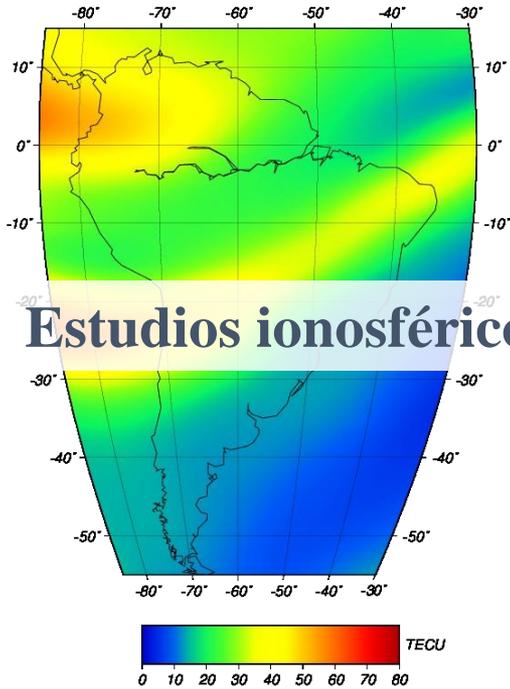
Calidad en coordenadas:

- ±0.7 mm en componente N-S
- ±0.9 mm en componente E-W
- ±3.5 mm en vertical

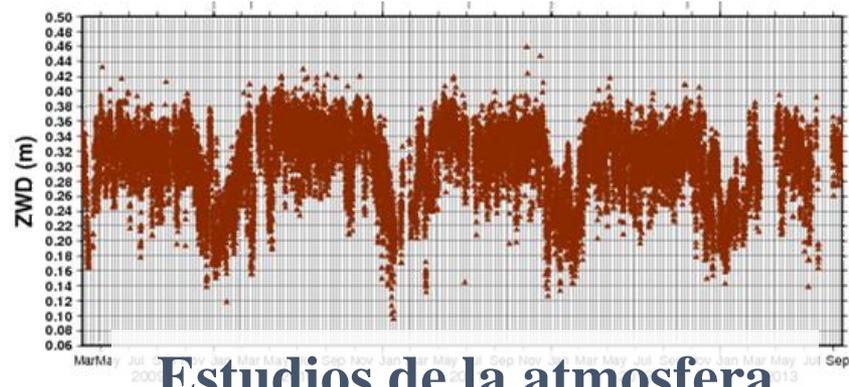
Calidad en velocidades:

- ±0.5 mm/yr en componente N-S
- ±0.8 mm/yr en componente E-W
- ±1.6 mm/yr en vertical

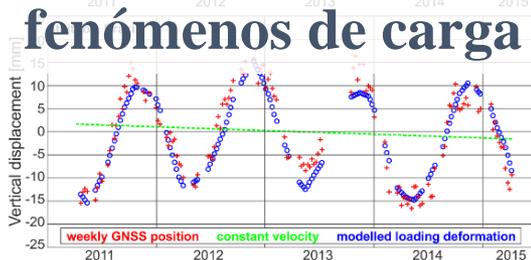
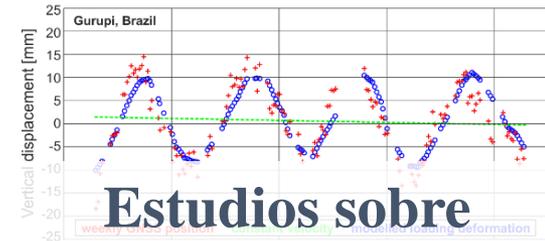
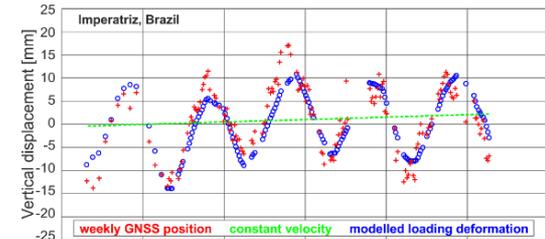
LPIM REGIONAL IONOSPHERE FOR DAY 245, 2012 - 00:00 UT



SIRGAS define una infraestructura geodésica para



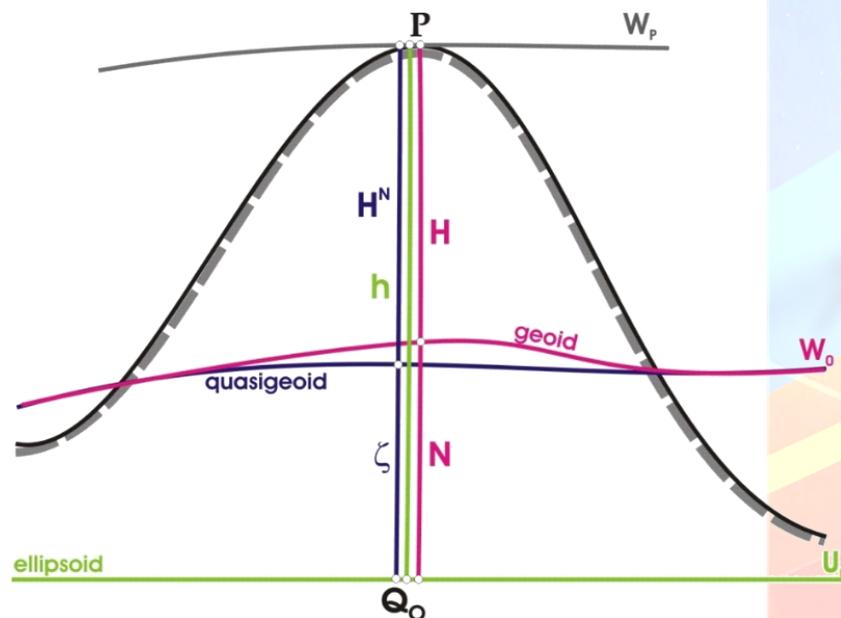
Estudios de la atmosfera neutra





Avances en el establecimiento del datum vertical

- La componente geométrica del sistema/marco de referencia geodésico continental viene dada a través de SIRGAS-CON.
- Establecer la componente física (asociada al campo gravitatorio terrestre) es un tópico de gran interés para SIRGAS.
- Un datum vertical unificado permitirá la combinación efectiva y consistente entre coordenadas verticales de uso común (i.e. H , h , N).
- Se siguen directrices de la IAG sobre
 - IHRS (International Height Reference System)
 - IGRS (International Gravity Reference System)



$$H = h - N$$

$$H^N = h - \zeta$$

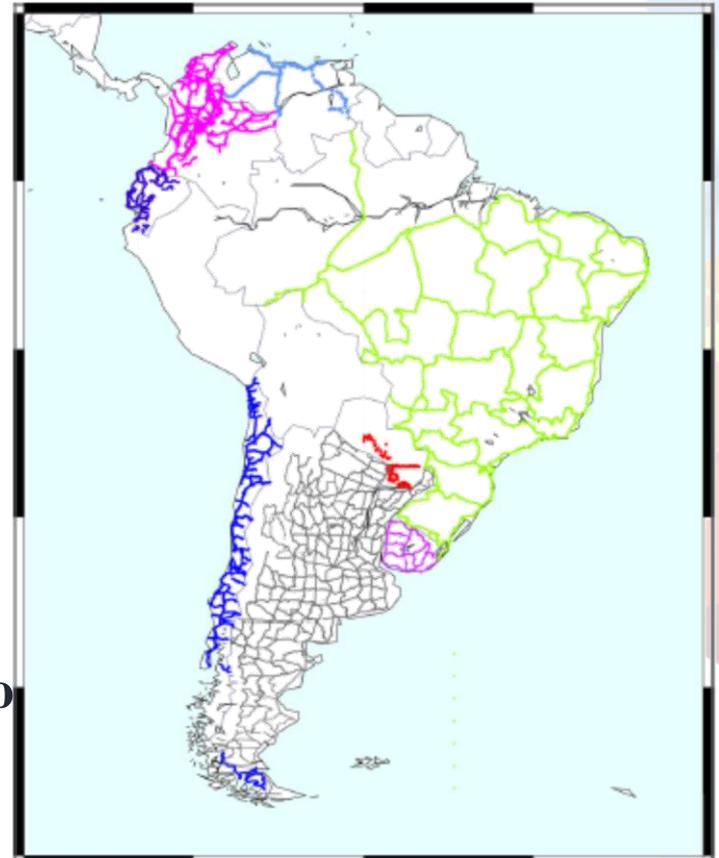
- El moderno sistema de referencia vertical (i.e. IHRF) asume:
 - Cotas geopotenciales (C_p) como coordenada vertical primaria.
 - La superficie equipotencial convencional $W_0 = 62\,636\,853.4 \text{ m}^2\text{s}^2$.
 - Referencia espacial mediante coordenadas dadas en el ITRF.

- Para SIRGAS ha sido fundamental:

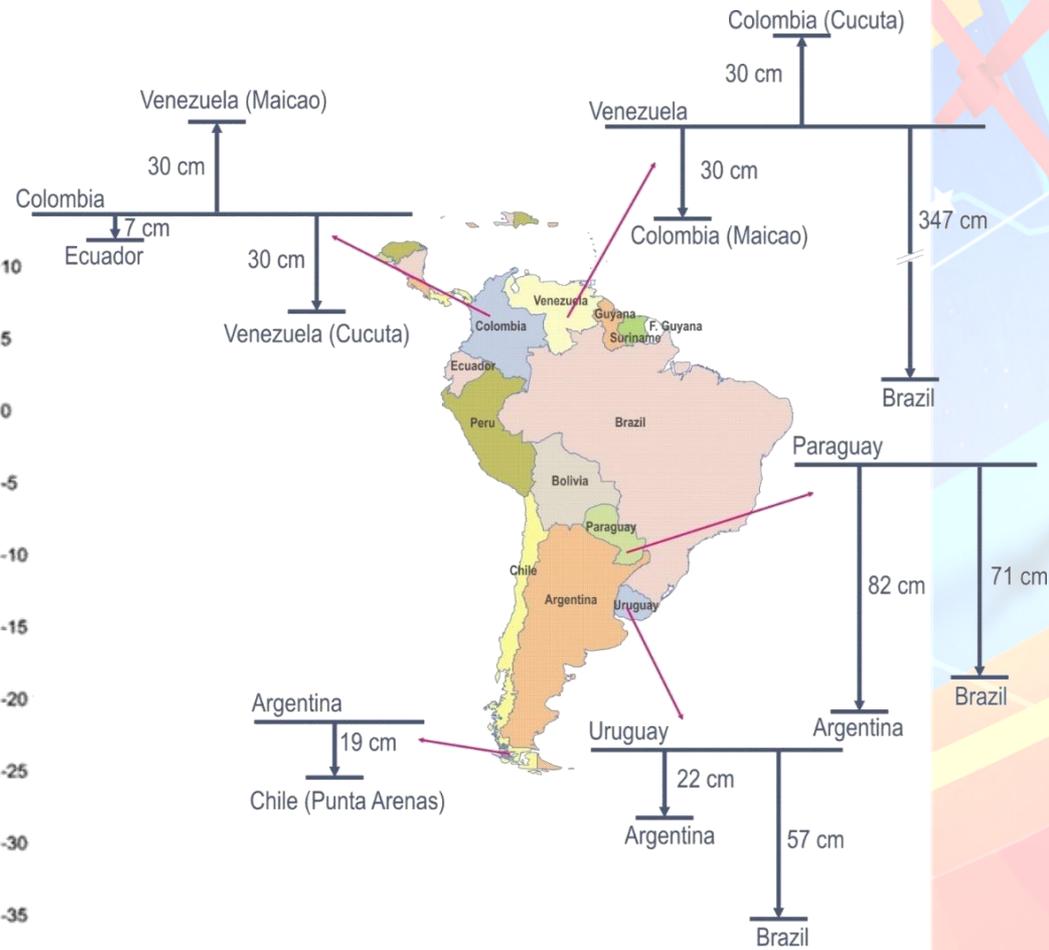
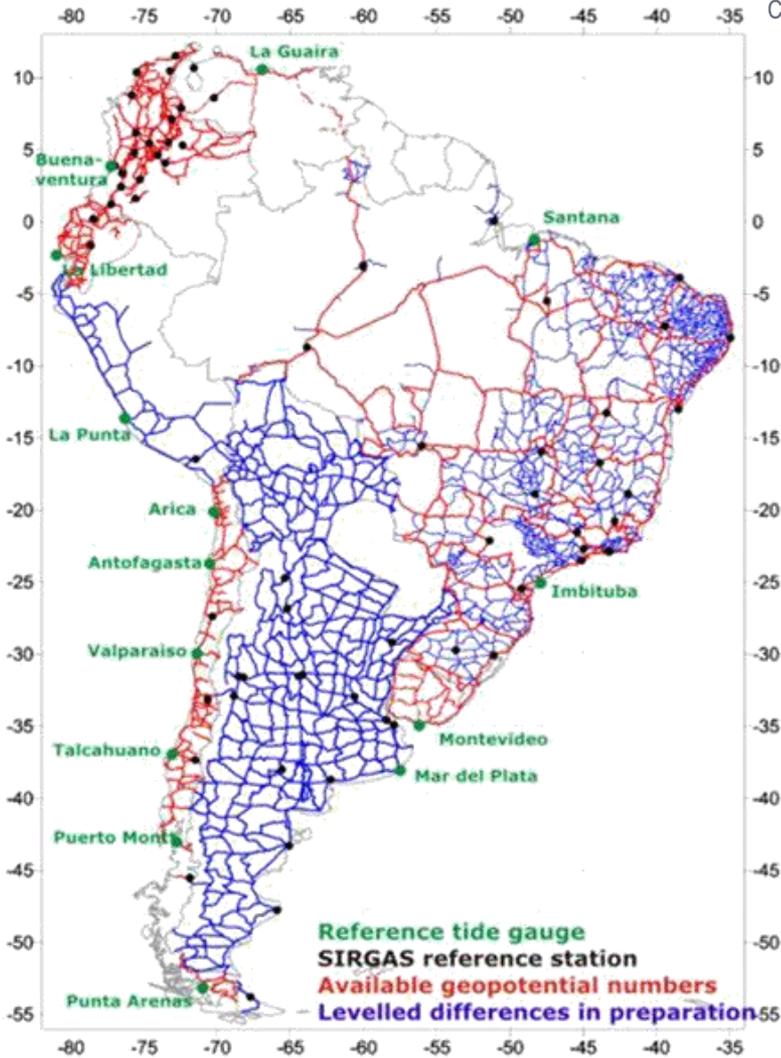
- Recuperar datos históricos de las redes de nivelación y gravimetría.
- Su integración adecuada con magnitudes geométricas, GGM, registros mareográficos, altimetría satelital.



- **Dar cumplimiento a la definición del IHRF.**
- **Establecer el correspondiente marco (IHRF) en la región.**



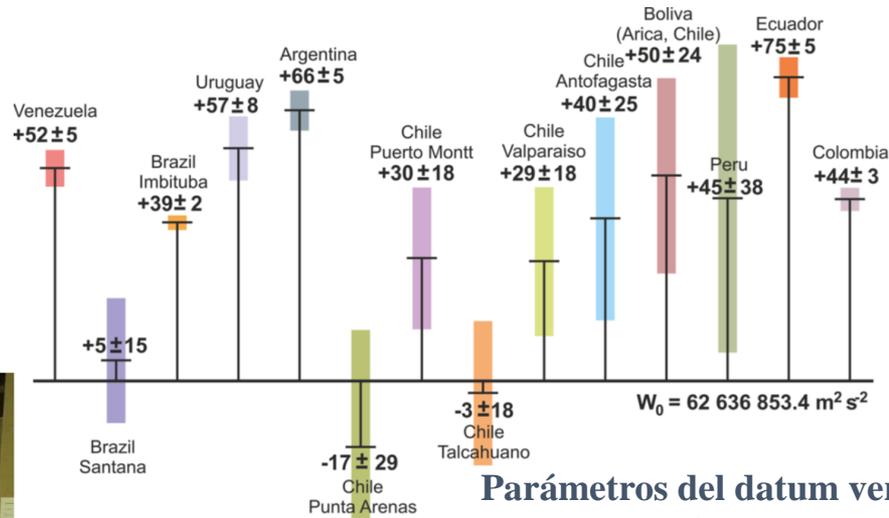
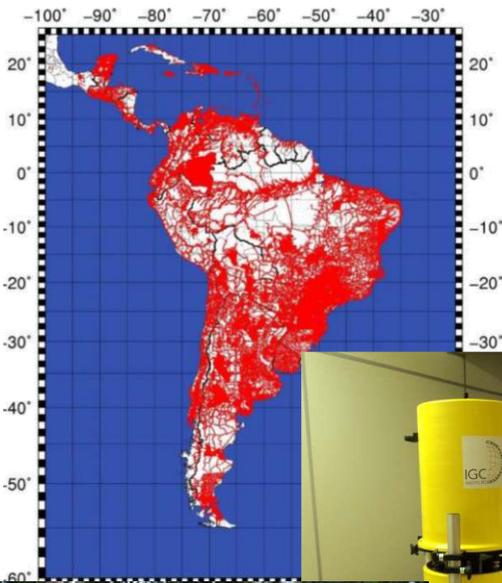
• **Retos presentados:**



Todas las acciones las coordina el SIRGAS-GTIII (Datum Vertical)

- Avances y actividades en desarrollo:

- ajuste continental de las redes verticales en términos de números geopotenciales.
- determinación de un modelo (cuasi)geoidal único para la región.
- transformación/modernización de los sistemas de altura clásicos



Parámetros del datum vertical en cm δW_{oi}
(Sánchez et al., 2017)

- A mediano (largo) plazo:



$$H = h - N$$

$$H^N = h - \zeta$$





El rol de SIRGAS dentro del GGRF

- La disponibilidad de información geoespacial precisa, autorizada y confiable para apoyar el desarrollo nacional, regional y global, es prioridad de las Naciones Unidas.



UN-GGIM

(United Nations Committee of Experts on Global Geospatial Information Management)

- Es la información geodésica la capa fundamental de la infraestructura de datos a ser conformada.



GGRF como materialización del GGRS

(Global Geodetic Reference Frame / Global Geodetic Reference System)

- Una representación espacio-temporal de la geometría, campo gravitatorio y orientación terrestre es posible con este marco geodésico único e integral.

- Mediante resolución A/RES/69/266 de febrero de 2015, las Naciones Unidas acuerdan promover la conformación del GGRF.



Diseño de políticas para el desarrollo sostenible y la detección de los cambios que ocurren en el Sistema Tierra sustentado por información geodésica

- Se reconoce a la IAG como la organización responsable de sentar las bases científicas del GGRF

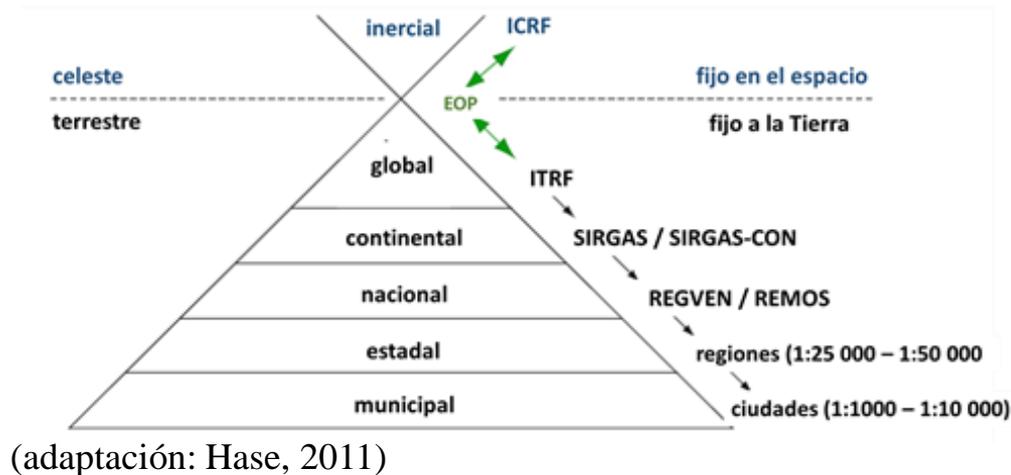


GGOS

(Global Geodetic Observing System)

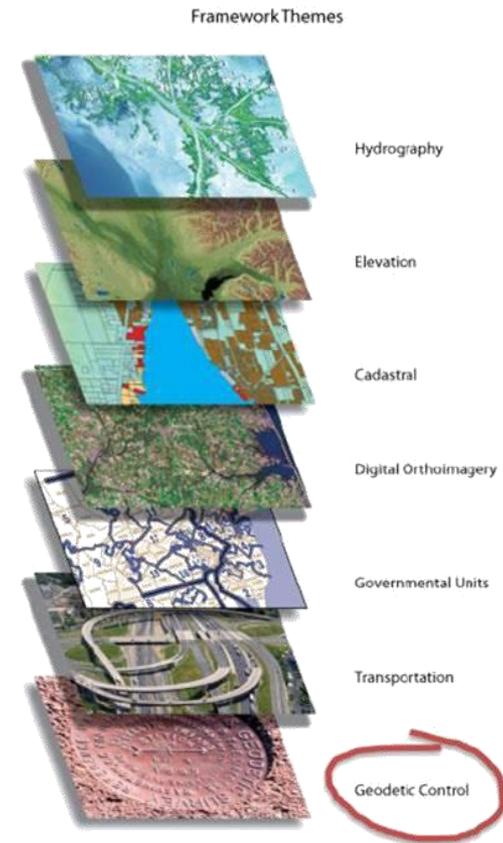
- Desde hace 24 años SIRGAS viene impulsando en la región todos los elementos que hoy son considerados para efectos del GGRF
 - **En 2014 SIRGAS es designado como representante de las Américas ante UN-GGIM.**

- SIRGAS garantiza todo proceso que derive en la conformación y mantenimiento de la infraestructura geoespacial del continente.
 - Proporciona en la región un marco de referencia altamente preciso, consistente y estable.
 - Ofrece un elevado volumen de datos geodésicos recolectados en todo el continente.
 - Brinda soporte técnico y científico.



SIRGAS {

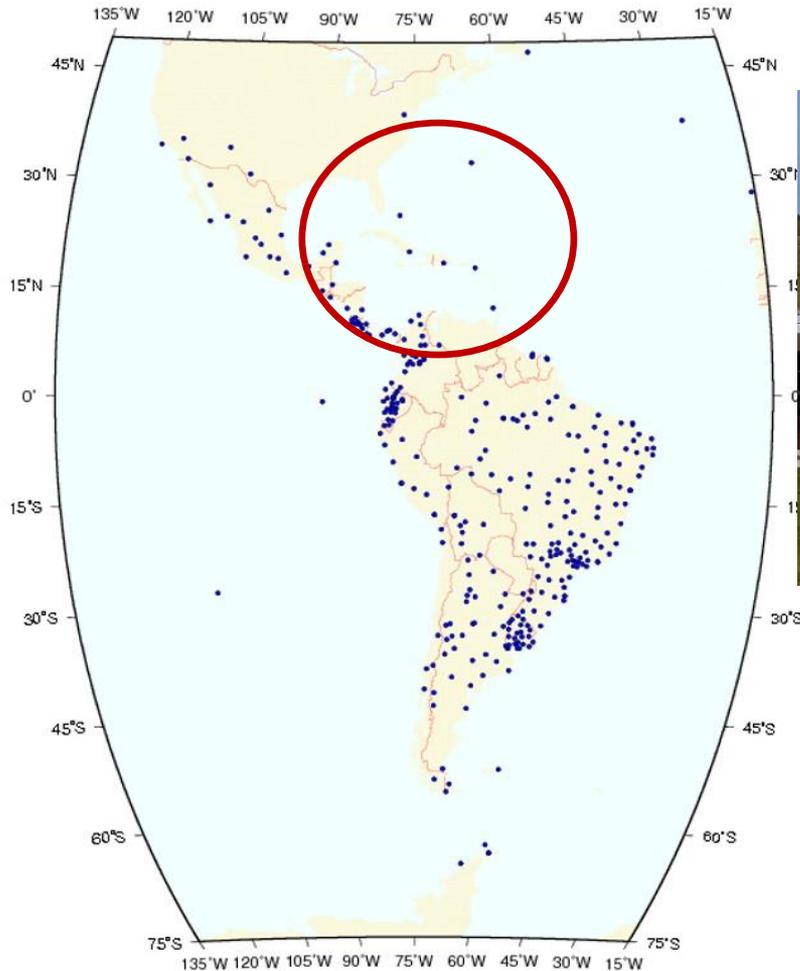
- GTI (Sistema de Referencia)**
- GTII (Ámbito Nacional)**
- GTIII (Datum Vertical)**



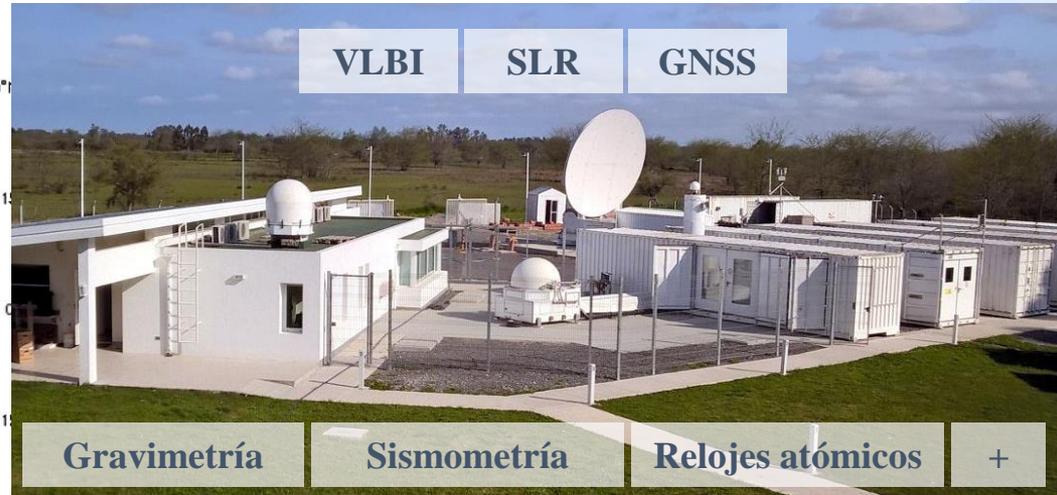
- Debe ser prioritario para los países de la región la instalación y/o adecuación de estaciones GNSS (al menos)

AGGO

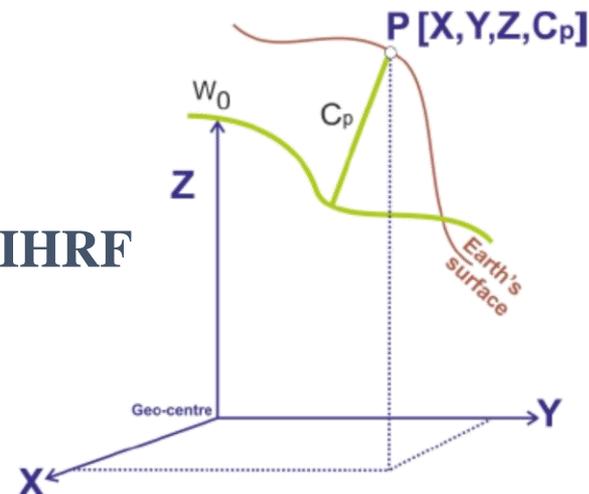
(Argentinian-German Geodetic Observatory)



Situación de la red SIRGAS-CON
(semana 1952)



IHRS/IHRF





Comentarios finales

- La demanda actual de datos/información geoespacial confiable y consistente es un factor común para la sociedad globalizada.
- Es la geodesia la disciplina capaz de proveer insumos y herramientas fundamentales para brindarla.
- En Latinoamérica y El Caribe, es SIRGAS la organización que durante las dos últimas décadas ha estado definiendo las bases de la geodesia continental.
- Gracias a la resolución de las Naciones Unidas A/RES/69/266, estos esfuerzos ahora se ven encaminados bajo una perspectiva geopolítica.
- SIRGAS cuenta ahora con mayor representatividad y pertinencia en la región, pues **SIRGAS es el GGRS/GGRF del continente.**

- Mayor información:

www.sirgas.org



Home > Home ES BR GB

- Home
- Presentación
- Definición
- Realizaciones
- Red SIRGAS-CON
- VEMOS
- Velocidades
- Redes Nacionales
- Sistema vertical
- Análisis Ionosférico
- SIRGAS-RT
- Grupos de trabajo
- Documentación
- Simposios SIRGAS
- Escuelas SIRGAS
- Sitios de interés
- Sobre la página web
- Sitemap
- Contacto
- Condiciones de uso

Sistema de Referencia Geocéntrico para Las Américas

Subcomisión 1.3b de la IAG
Grupo de Trabajo de la Comisión de Cartografía del IPGH

Novedades:

Simposio SIRGAS2017

Gracias a la cordial invitación de las Facultades de Ingeniería de la **Universidad Nacional de Cuyo** y de la **Universidad Juan Agustín Maza**, el Simposio **SIRGAS2017** se llevará a cabo en la **Ciudad de Mendoza (Argentina)** del **27 al 29 de noviembre**. Al igual que en oportunidades anteriores, el Simposio SIRGAS2017 cuenta con el respaldo de la **Asociación Internacional de Geodesia (IAG)** y del **Instituto Panamericano de Geografía e Historia (IPGH)**. El propósito central del Simposio SIRGAS2017 es convocar a la comunidad geodésica de las Américas para intercambiar experiencias en los avances actuales y formular nuevos proyectos relacionados con la implementación, mantenimiento y aprovechamiento de la infraestructura geodésica de referencia. Junto con el Simposio se desarrollarán un **Taller en Posicionamiento GNSS en Tiempo Real entre el 22 y el 24 de noviembre** y un **Taller de trabajo sobre SLR en Latinoamérica los días 30 de noviembre y 1 de diciembre**. Mayor información sobre los eventos SIRGAS2017 es proporcionada por el **Comité Organizador Local** en <http://ingenieria.uncuyo.edu.ar/sirgas2017/>.

<http://ingenieria.uncuyo.edu.ar/sirgas2017>



Por su atención...

...¡muchas gracias!