

XII Congreso Internacional de Topografía, Catastro, Geodesia y Geomática

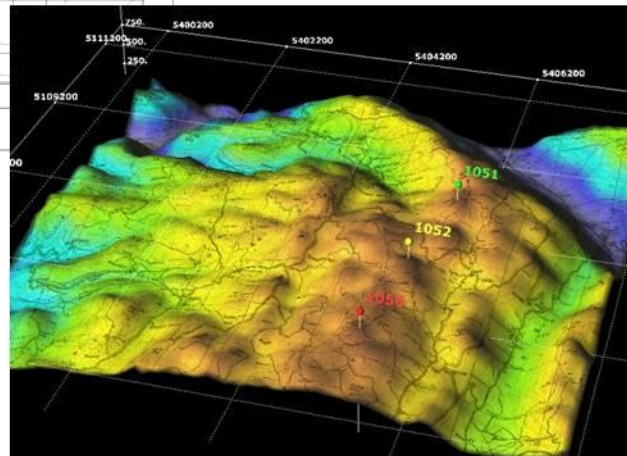
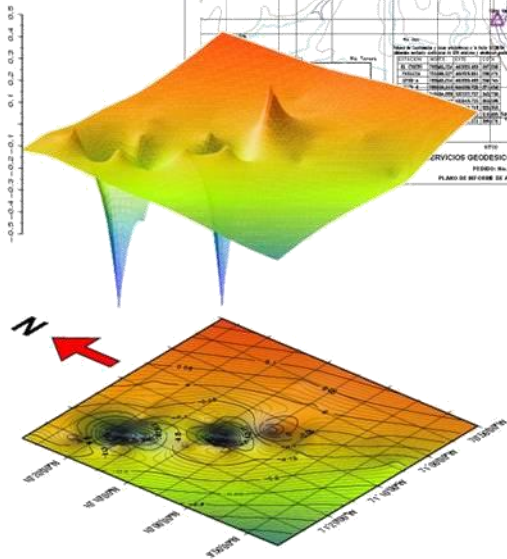
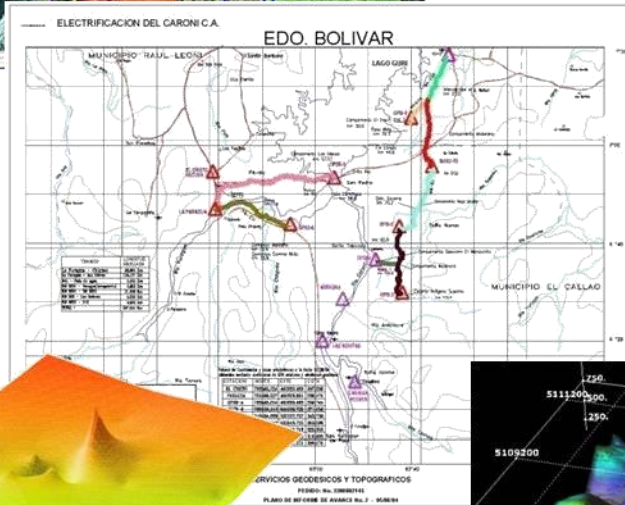
SIRGAS: Soporte para la adquisición geoespacial en Latinoamérica y El Caribe

Víctor Cioce, Claudio Brunini, Laura Sánchez, María V. Mackern,
William Martínez, Roberto Teixeira Luz
sirgas@dgfi.badw.de



IBGE

San José-Costa Rica, 20 al 22 de septiembre de 2012

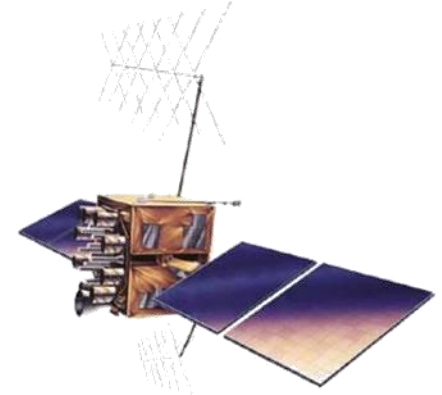
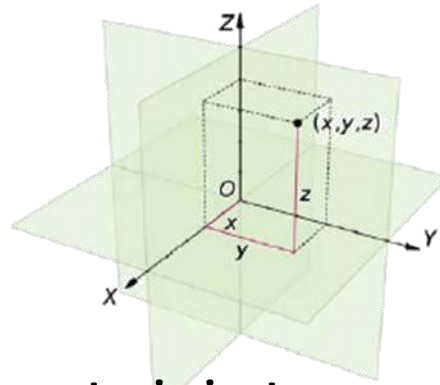


Era Digital

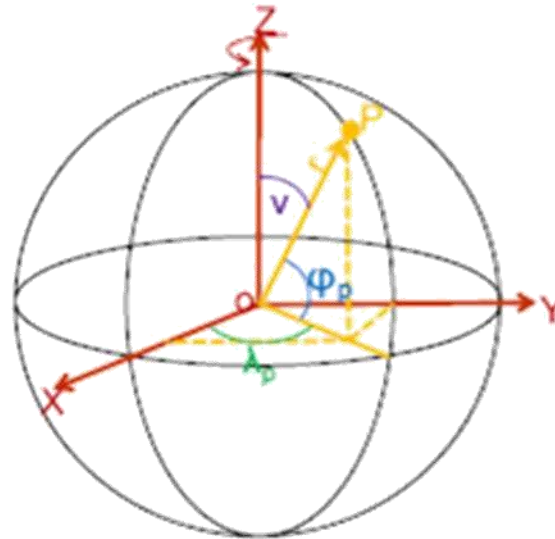
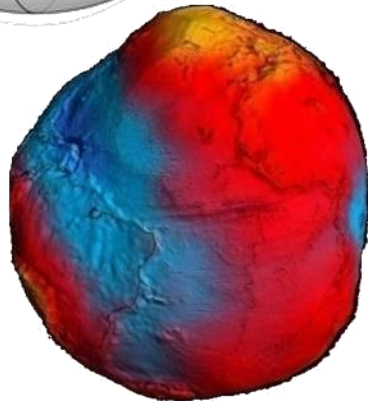
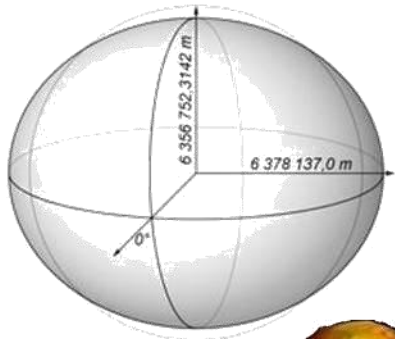


**necesidad de datos e información
espacial precisa**





la definición, mantenimiento y uso de sistemas y marcos de referencia consistentes en precisión y exactitud con las técnicas de adquisición es indispensable





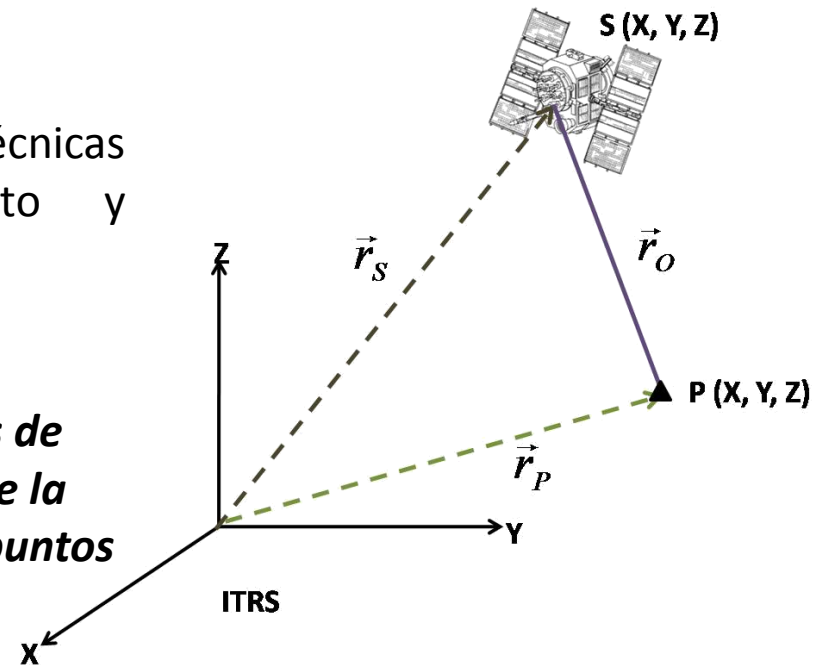
- Es quien establece las bases para la adecuada georreferenciación de todo dato e información espacial para las geociencias en Latinoamérica y El Caribe.
- Su presencia y evolución continua, se traduce en alta exactitud en su materialización y productos asociados.
- Es la referencia ideal y obligatoria para expresar coordenadas.
- Más allá de fines prácticos, SIRGAS también contribuye con el estudio y comprensión del Sistema Tierra.

SIRGAS: MOTIVACIÓN Y ESTRUCTURA

- Desde 1995 SIRGAS ha venido ofreciendo un consistente sistema y marco de referencia, útil para toda aplicación propia de las geociencias.
- Surge debido a la masificación del uso de las técnicas geodésicas satelitales para posicionamiento y navegación.



requieren de la utilización de sistemas y marcos de referencia que permitan la relación directa entre la posición de los satélites y las coordenadas de los puntos terrestres



- Seguir manteniendo los sistemas locales (e.g. Bogotá, Campo Inchauspe, SAD69, NAD27, entre otros), conllevaba a desmejorar sustancialmente la calidad del GNSS.

- Para el caso particular de la Geomática, la alta precisión requerida (nivel centimétrico a subcentimétrico) para la adquisición y administración de la información geoespacial, resulta imposible de alcanzar dentro de los sistemas de referencia clásicos, lo que otorga un mayor sentido de pertinencia a SIRGAS.
- Por otra parte, la observación y medición del Cambio Global requieren de sistemas y marcos de referencia, cuyas precisiones sean mayores que los fenómenos o efectos que se están estudiando.
- Bajo estas consideraciones:

la adopción y utilización de un sistema/marco de referencia de vanguardia (e.g. ITRS/ITRF), por parte de quienes necesitan altas precisiones en sus coordenadas (posiciones y velocidades) no es una posibilidad sino más bien una necesidad

- SIRGAS es la densificación del ITRF en Latinoamérica y El Caribe y por tanto, es la base más indicada para el desarrollo de proyectos comprometidos con la generación y utilización de información georreferenciada en la región.

- SIRGAS busca en consecuencia:

1. La definición, materialización y mantenimiento (actualización) de un sistema de referencia geocéntrico.

$$[X, Y, Z], [dx/dt, dy/dt, dz/dt]$$

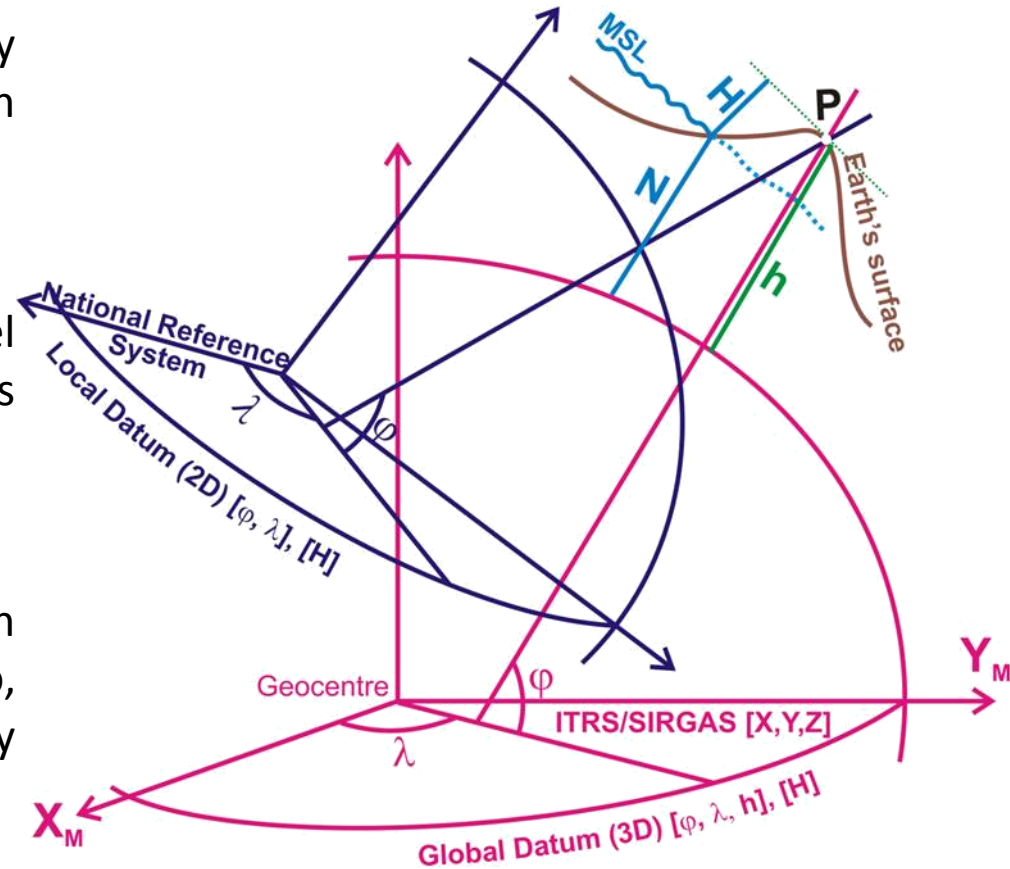
2. La densificación (adopción y uso) del marco de referencia continental en los países latinoamericanos y caribeños.

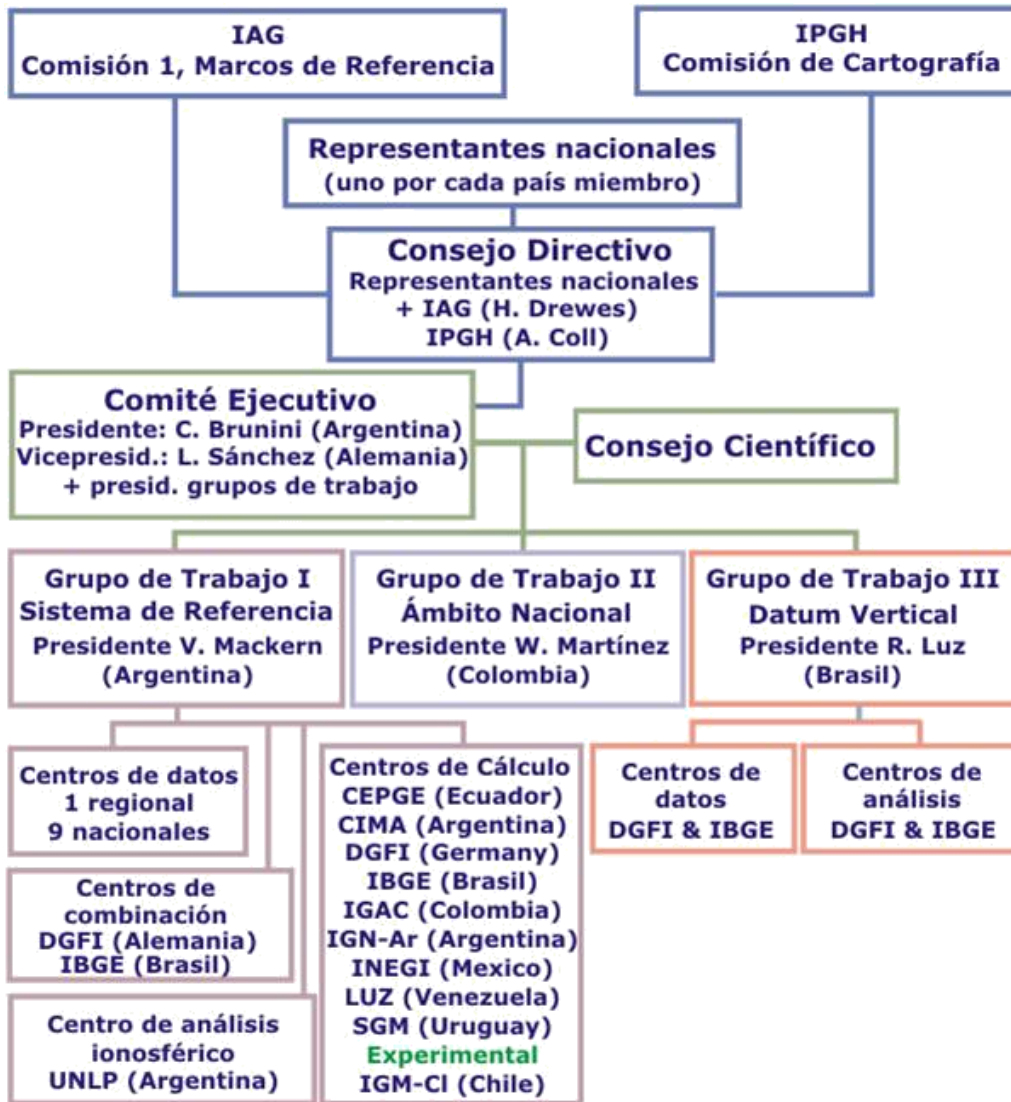
$$[\varphi, \lambda]_{\text{Local}} \rightarrow [X, Y, Z]_{\text{SIRGAS}}$$

3. La definición y materialización de un sistema de referencia vertical unificado, que soporte alturas geométricas y alturas físicas.

$$h = H + N; [dh/dt, dH/dt, dN/dt]$$

$$[H, N]_{\text{Local}} \rightarrow [H, N]_{\text{SIRGAS}}$$





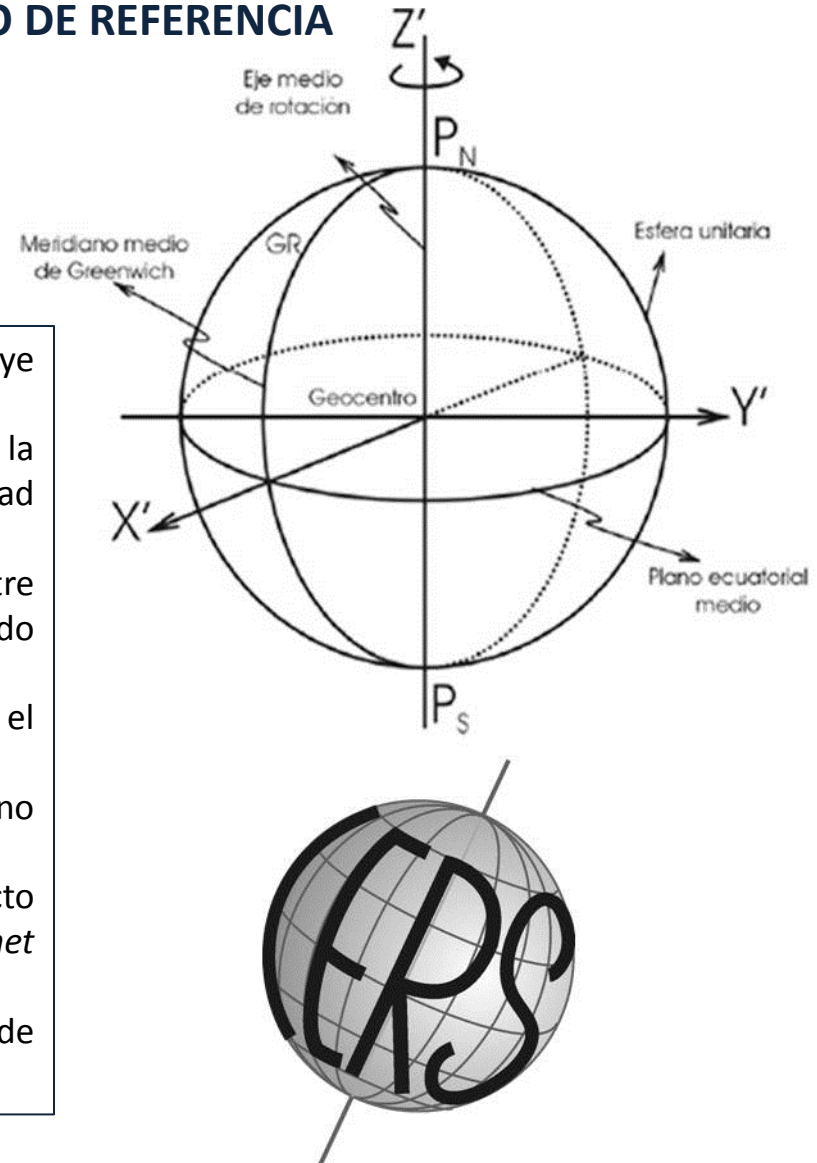
| | |
|-------------|-----------|
| Argentina | Guyana |
| Bolivia | Honduras |
| Brasil | México |
| Canadá | Nicaragua |
| Chile | Panamá |
| Colombia | Paraguay |
| Costa Rica | Perú |
| Ecuador | Uruguay |
| El Salvador | Venezuela |
| Guatemala | |

- *Sub-commission 1.3b (Regional Reference Frame for South- and Central America) de la Commission 1 (Reference Frames) de la Asociación Internacional de Geodesia (IAG).*
- *Grupo de Trabajo de la Comisión Cartográfica del Instituto Panamericano de Geografía e Historia (IPGH).*

DESCRIPCIÓN DE SIRGAS COMO SISTEMA Y MARCO DE REFERENCIA

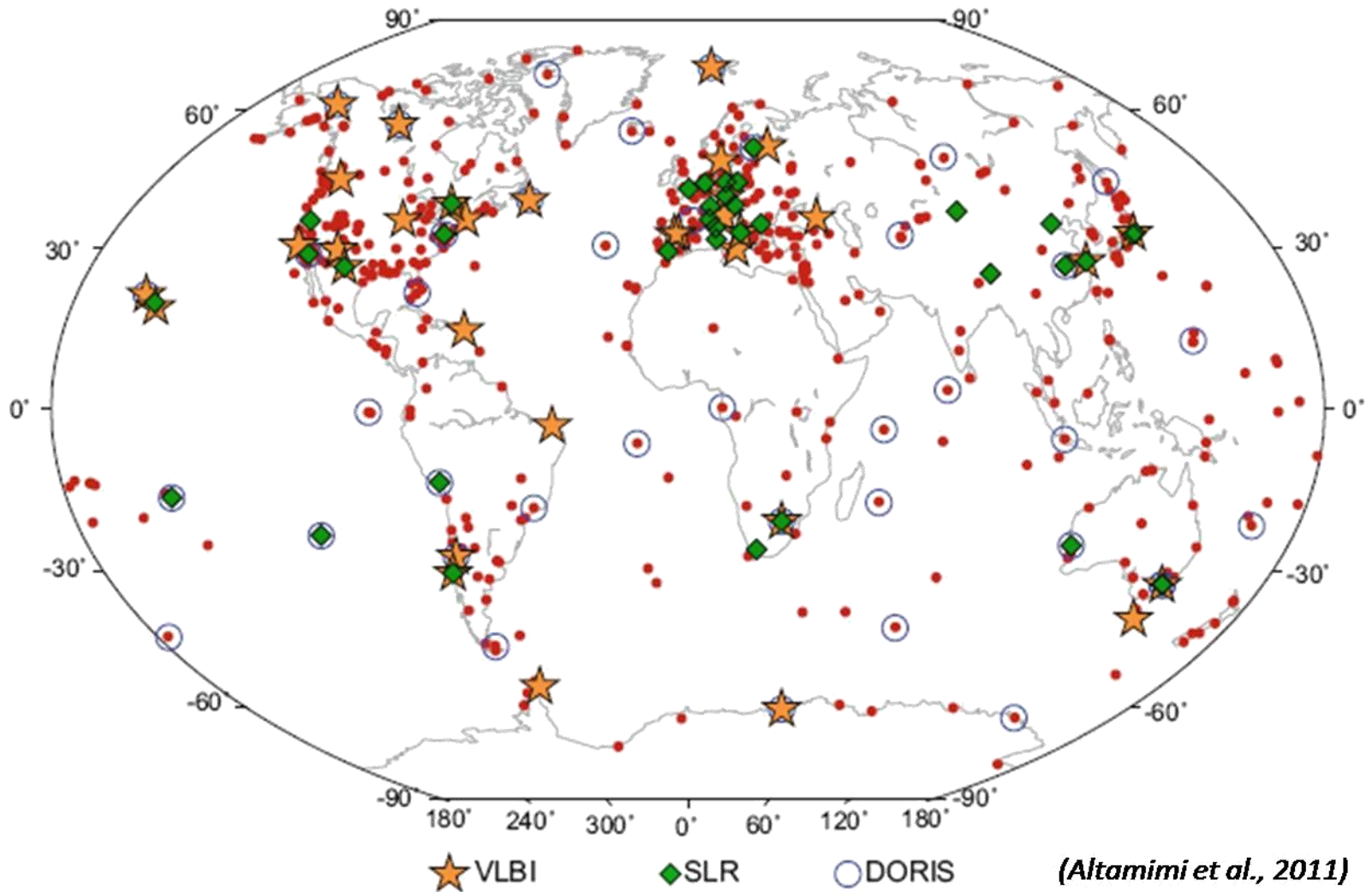
- SIRGAS como sistema de referencia queda definido de forma idéntica al *International Terrestrial Reference System (ITRS)*.

1. Sistema geocéntrico cuyo centro de masas (origen) incluye además de las terrestres, atmósfera y océanos.
2. La escala está dada localmente en el marco terrestre según la teoría gravitacional de relatividad, siendo el **metro** la unidad de longitud y el **segundo** la de tiempo, de acuerdo al SI.
3. Eje Z orientado al polo medio de rotación terrestre (*Conventional International Origin -CIO-*) para el período 1900-1905.
4. Eje X orientado al meridiano de Greenwich, compatible con el sistema BIH 1984,0 (*Bureau International de l'Heure*).
5. Eje Y ortogonal a X y Z para formar un sistema de mano derecha.
6. La evolución en el tiempo no genera residuales con respecto a la rotación global referente a la corteza terrestre (*no-net rotation condition*).
7. Elipsoide asociado GRS-80 para efectos de representación de coordenadas cartesianas X,Y,Z a elipsoidales φ, λ, h .



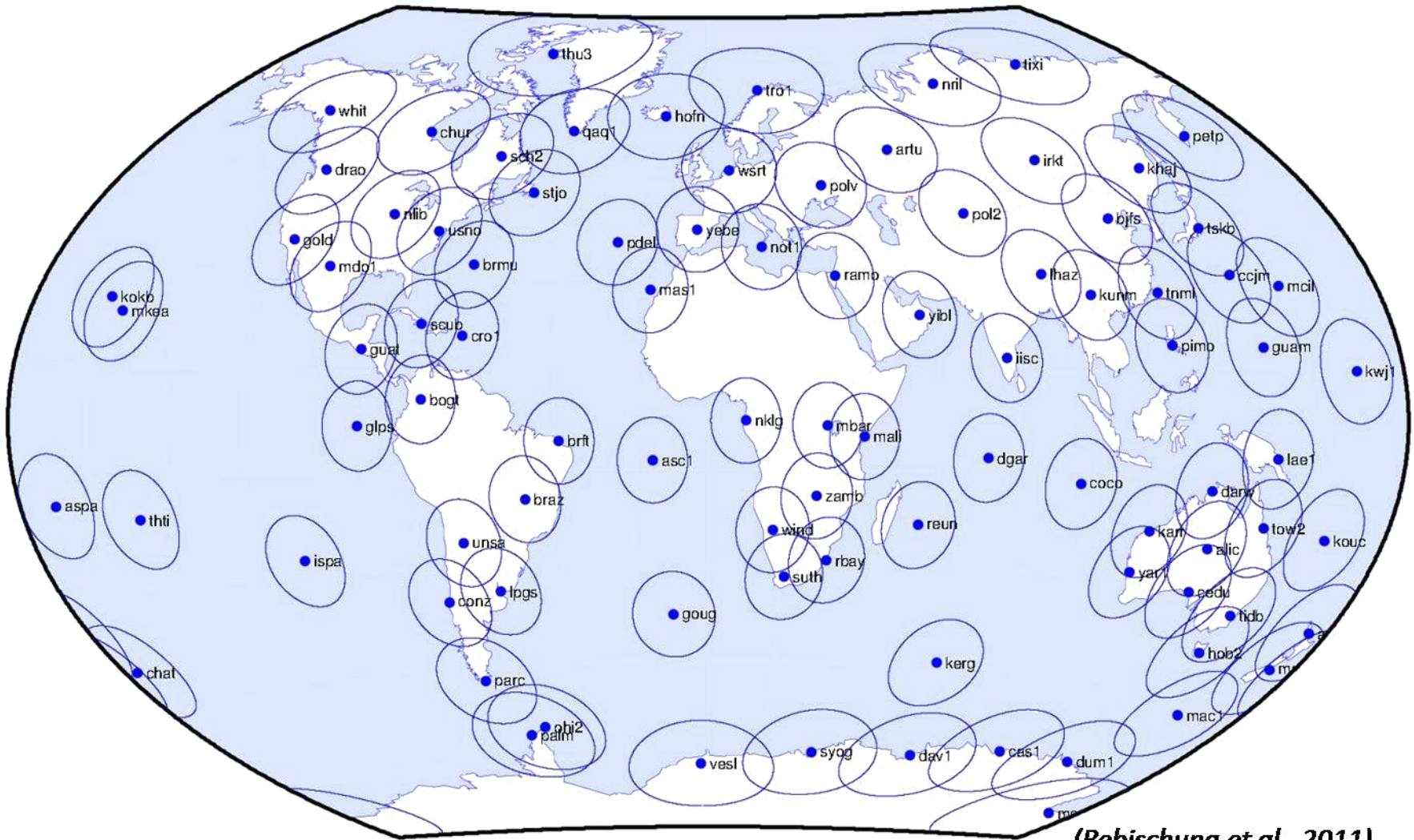


International Terrestrial Reference Frame (ITRF)



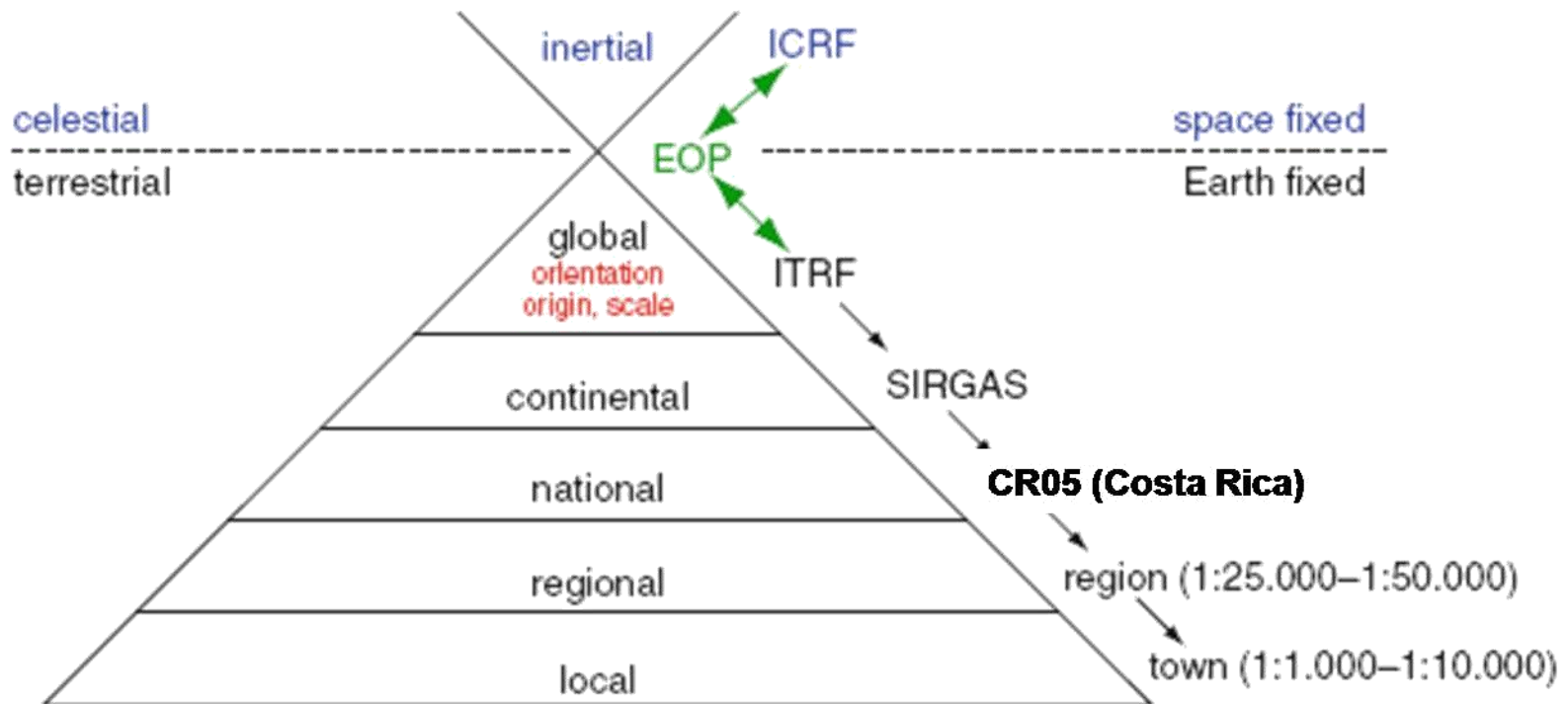


IGS08



(Rebischung et al., 2011)

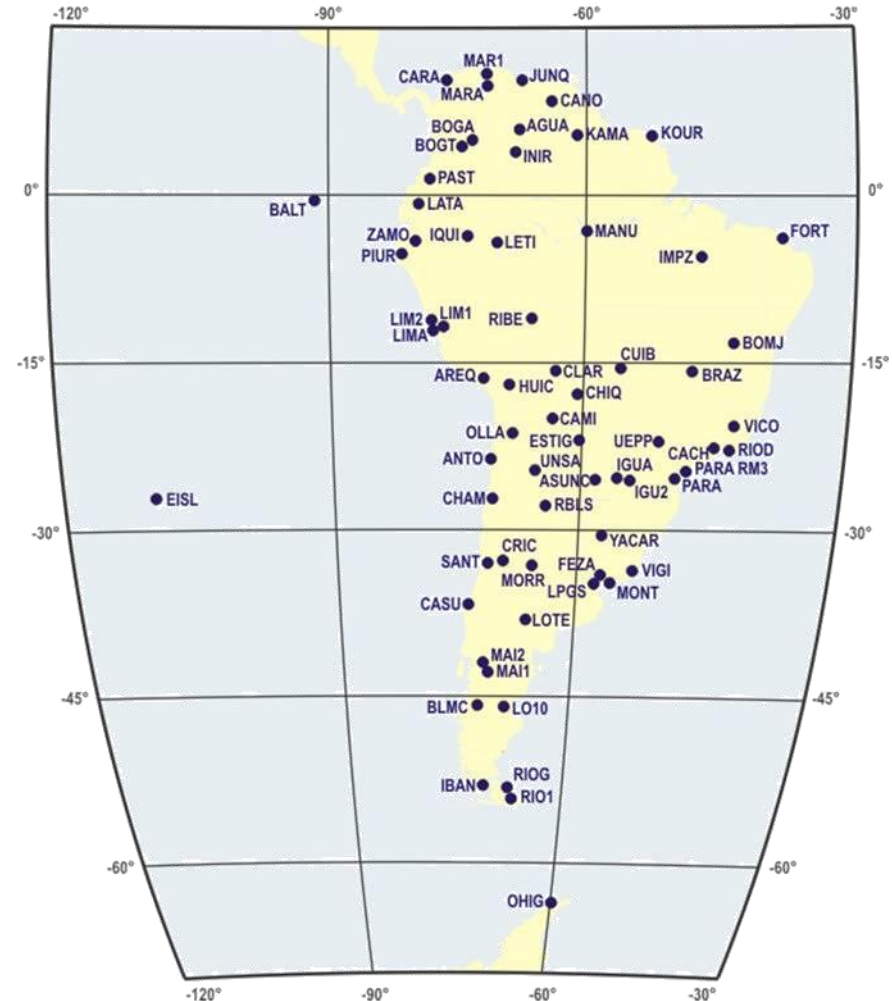
- SIRGAS corresponde a la densificación del ITRF mismo para América Latina y El Caribe.
- Las coordenadas SIRGAS están asociadas a una época específica de referencia (al igual que en el caso del ITRF) y su variación con el tiempo es tomada en cuenta.
- Tres materializaciones están a disposición.



(Adaptado de Hase, 2011)

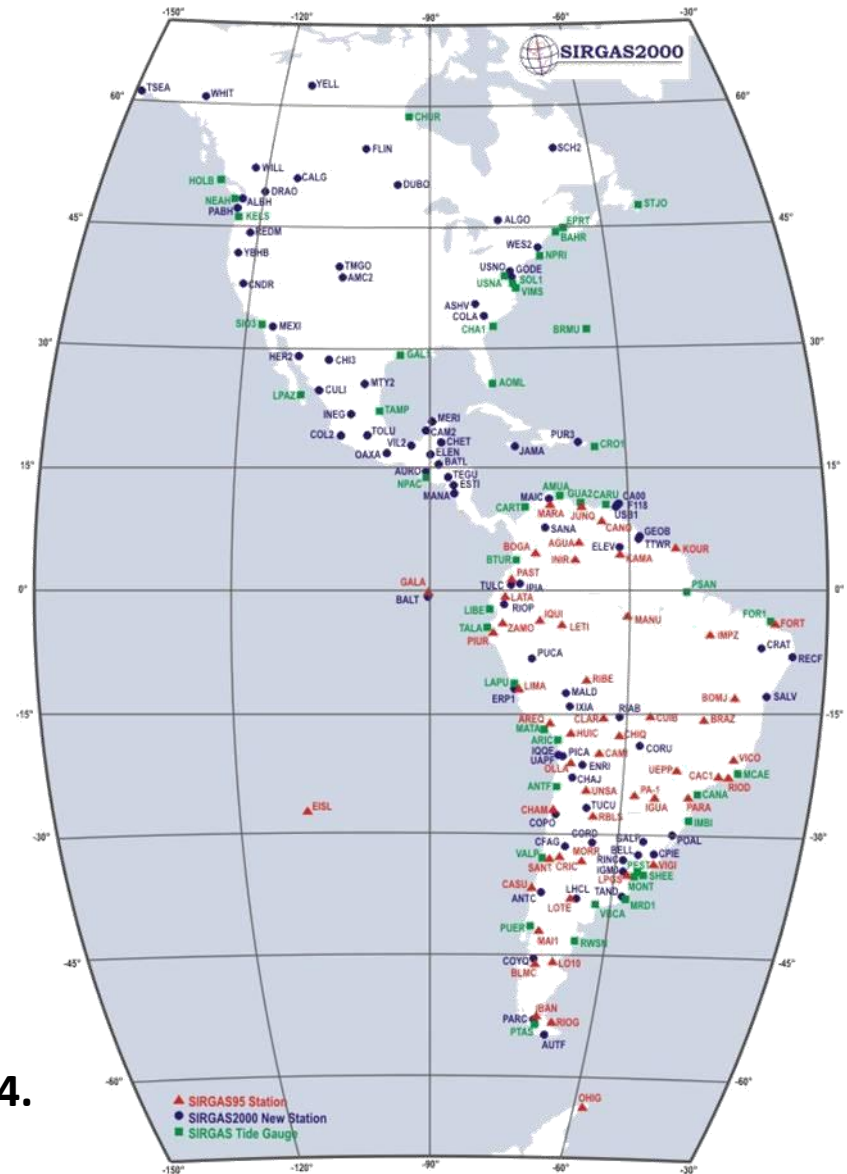
SIRGAS95:

- Medición GPS sobre 58 estaciones distribuidas solo en Suramérica.
- Campaña ejecutada del 26 de mayo al 4 de junio de 1995.
- Procesamiento de las mediciones a cargo de:
 - DGFI → **Bernese GPS Software v3.4**
 - NIMA (hoy NGA) → **GIPSY/OASIS II**
- La comparación de las soluciones arrojó como máxima diferencia 3,5cm con RMS de $\pm 1,0\text{cm}$ en X, $\pm 1,4\text{cm}$ en Y y $\pm 0,7\text{cm}$ en Z.
- **SIRGAS95** quedó referida al **ITRF94:1995,4**.



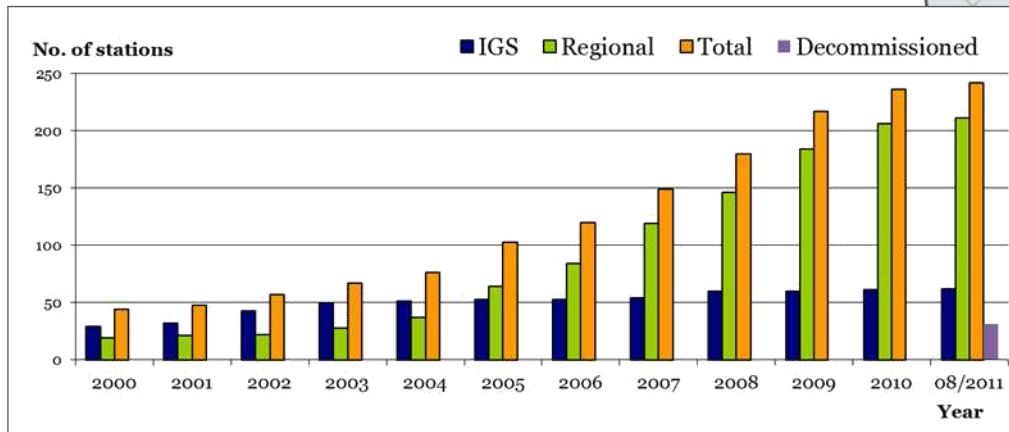
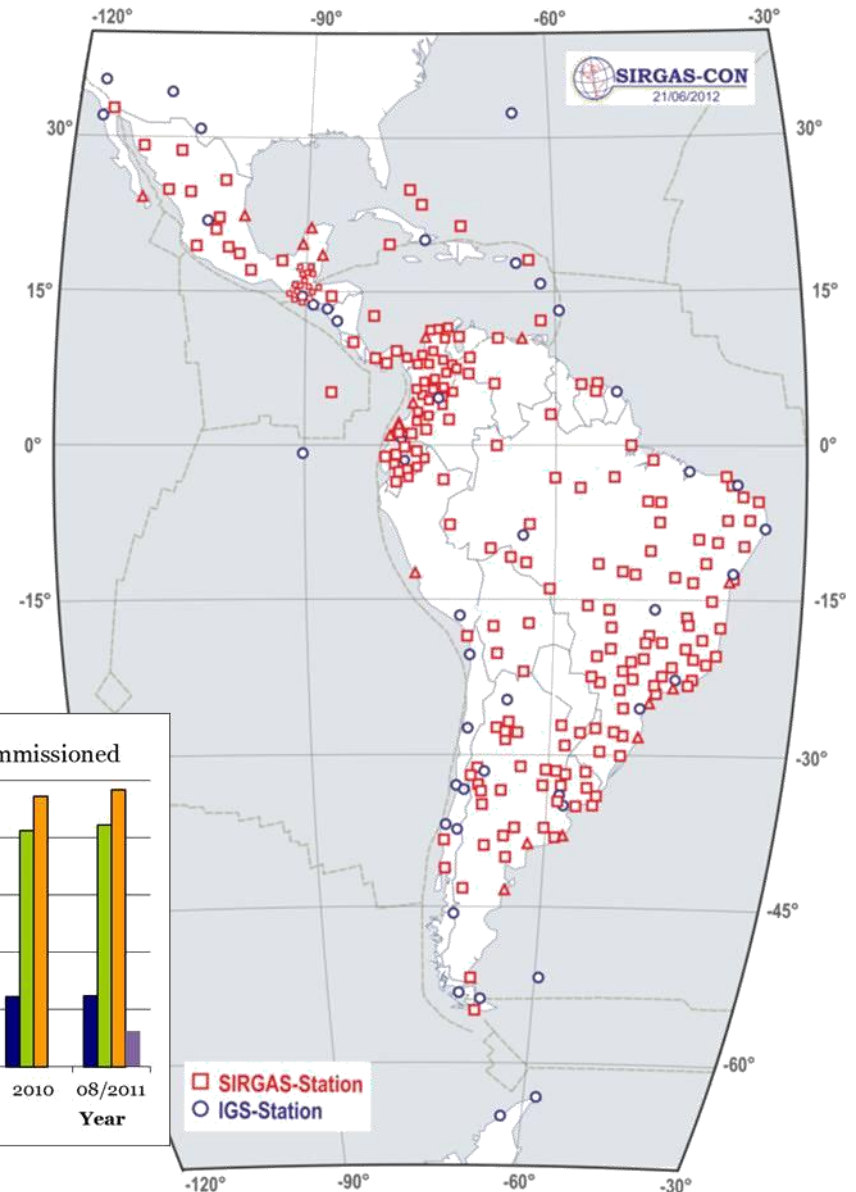
SIRGAS2000:

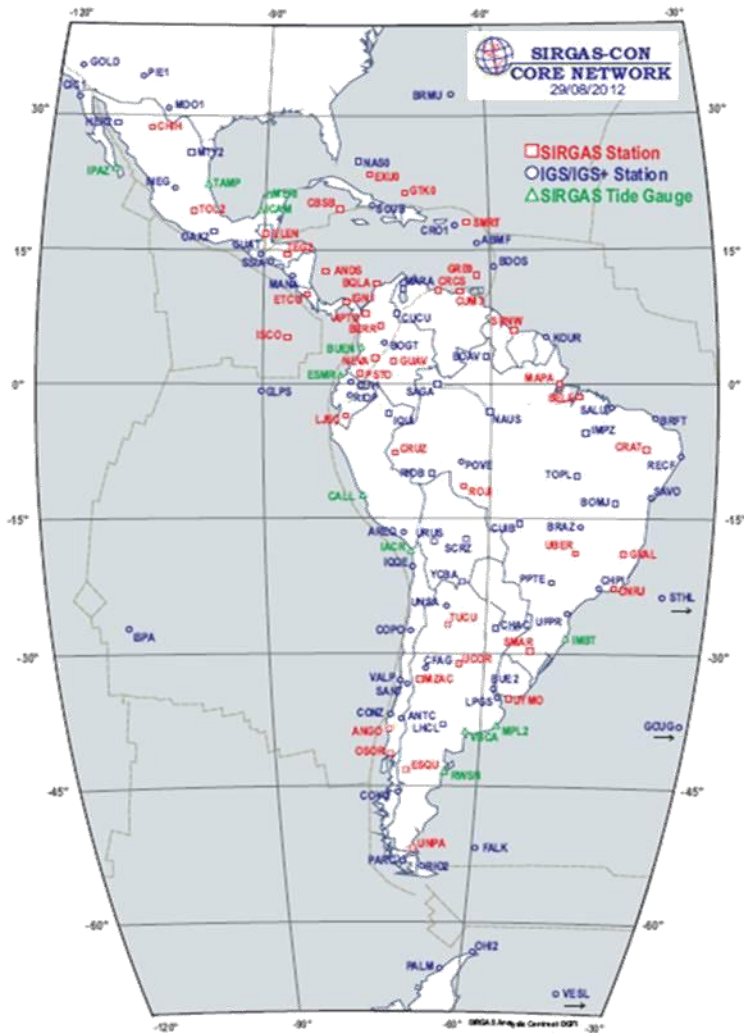
- Reocupación de las estaciones SIRGAS95 incluyendo los mareógrafos de referencia de América del Sur y algunos puntos fronterizos.
- Campaña ejecutada del 10 al 19 de mayo de 2000.
- Extensión de la red hacia Centro- y Norteamérica para un total de 184 estaciones.
- Procesamiento de las mediciones a cargo de:
 - DGFI } **Bernese GPS Software v4.0**
 - IBGE }
 - BEK → **GIPSY/OASIS II**
- Precisión estimada entre ± 3 a ± 6 mm.
- Derivación de velocidades lineales.
- **SIRGAS2000** quedó referida al **ITRF2000:2000,4**.



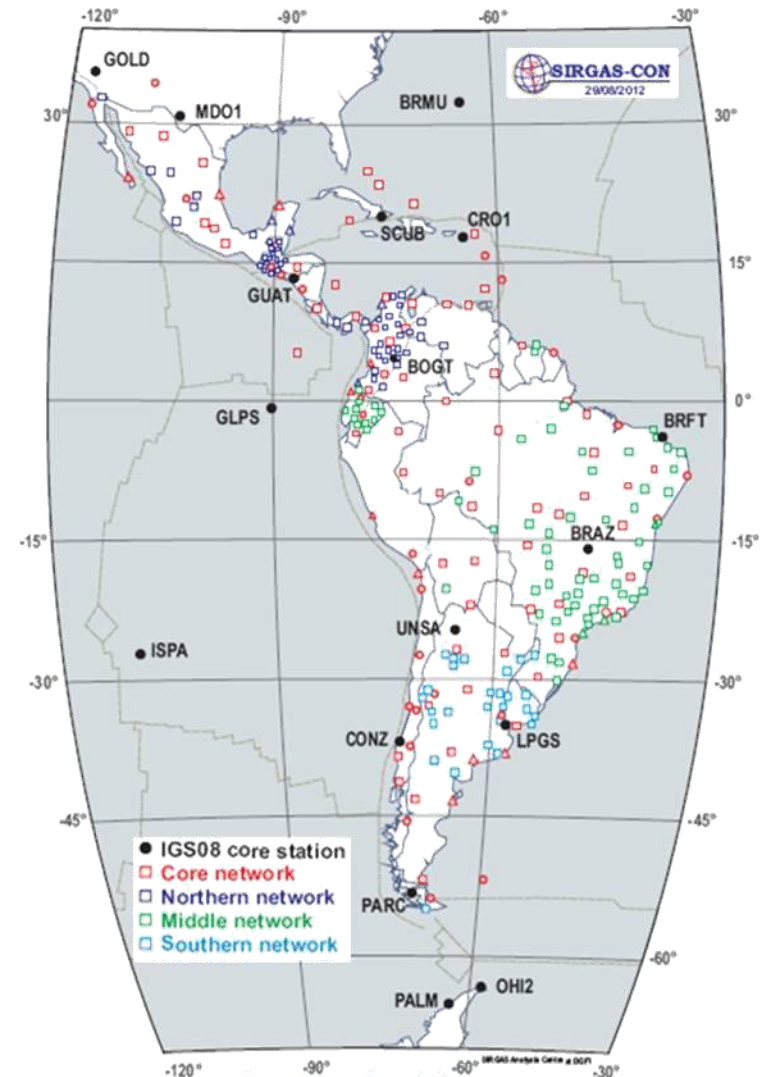
SIRGAS-CON:

- Materialización actual del sistema de referencia → red de operación continua.
- Integrada por **274** estaciones: **65** del IGS y **120** con rastreo GLONASS.
- Operatividad fundamentada en la contribución voluntaria de más de 50 entidades latinoamericanas.
- Procesamiento continuo por parte de los Centros de Análisis SIRGAS.





SIRGAS-CONC



SIRGAS-CON D

- Las observaciones de la red continua son procesadas semanalmente, ofreciendo a la comunidad de usuarios los productos primarios asociados con el mantenimiento y actualización del marco de referencia.
- El procesamiento sigue los más altos estándares internacionales tanto del IERS como del IGS, así como los propios de SIRGAS.
- El DGFI es responsable por ofrecer la solución semanal de la red SIRGAS-CON-C, por ser el *Centro Asociado de Análisis del IGS para la Red Regional SIRGAS (IGS RNAAC SIR)*.
- Las redes de densificación son procesadas por un total de nueve Centros Locales de Procesamiento (a la fecha, uno de ellos en funcionamiento experimental).
- La distribución de las estaciones entre los diferentes centros garantiza que cada una de ellas esté incluida en tres soluciones individuales.
- Un análisis riguroso de los resultados, arroja estimaciones con una calidad media de $\pm 2\text{mm}$ en posición y $\pm 4\text{mm}$ en altura.



CEPGE-Ec



CIMA-Ar



CPAGS-Ve



IBGE-Br



IGAC-Co



SGM-Uy



DGFI-De



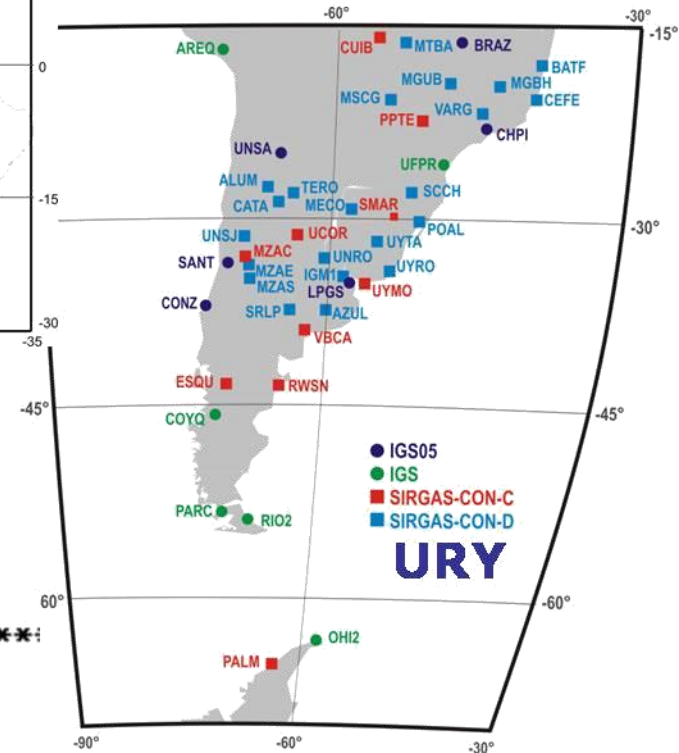
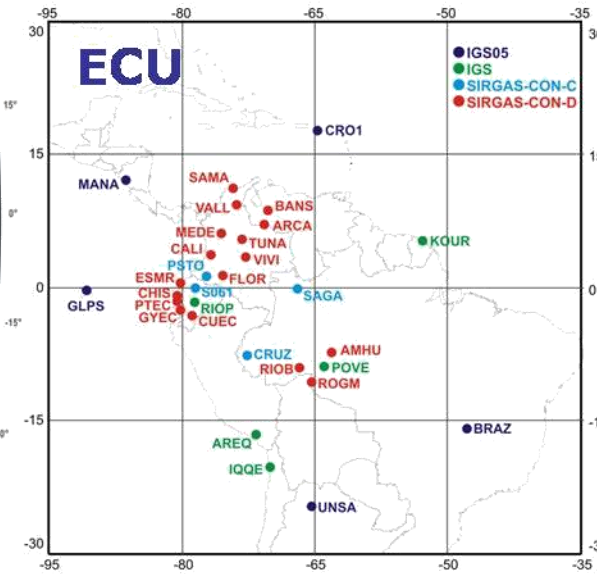
IGN-Ar



INEGI-Mx



Descripción de SIRGAS como sistema y marco de referencia



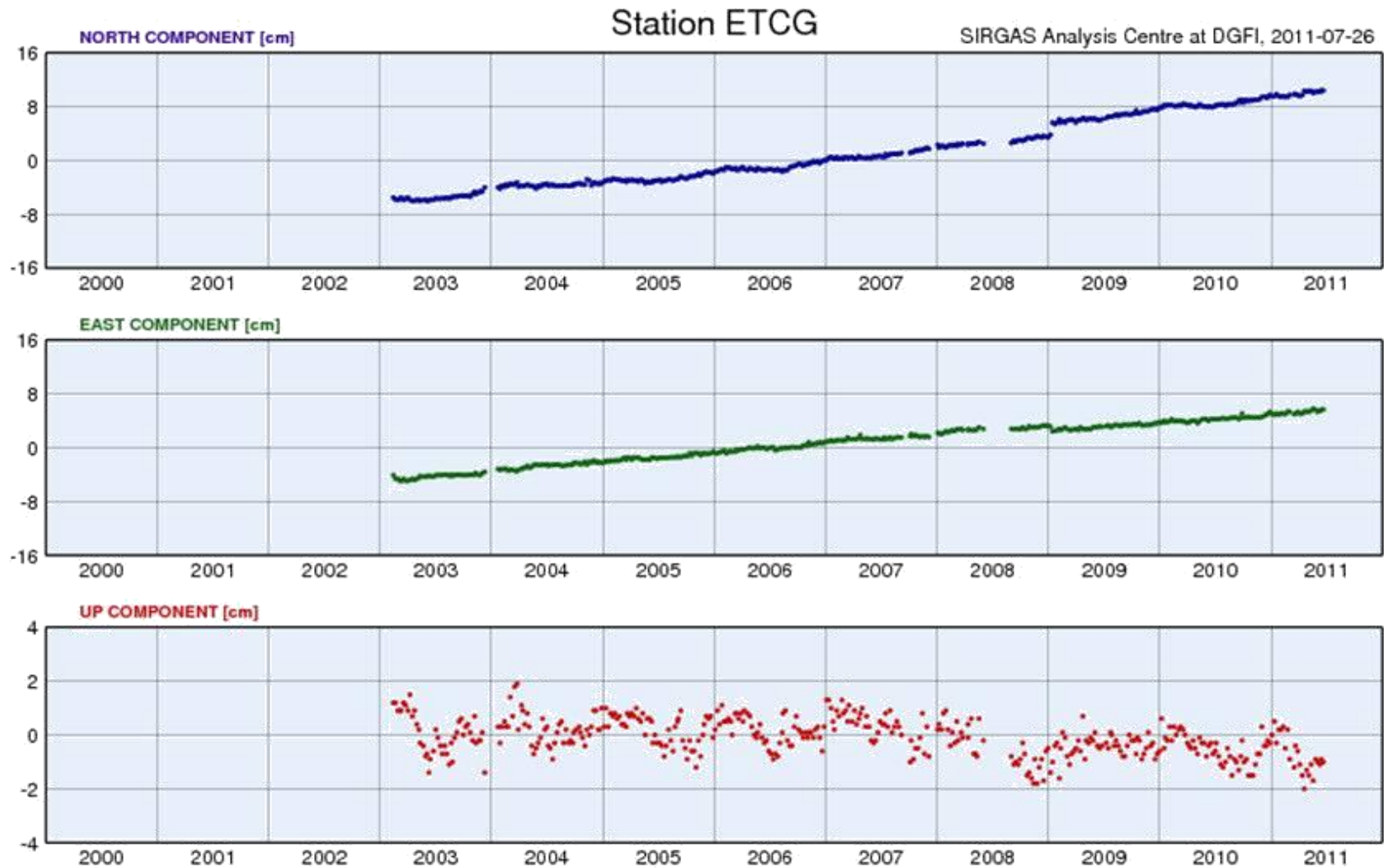
RESIDUALS AFTER A 7-PARAMETER TRANSFORMATION BETWEEN...

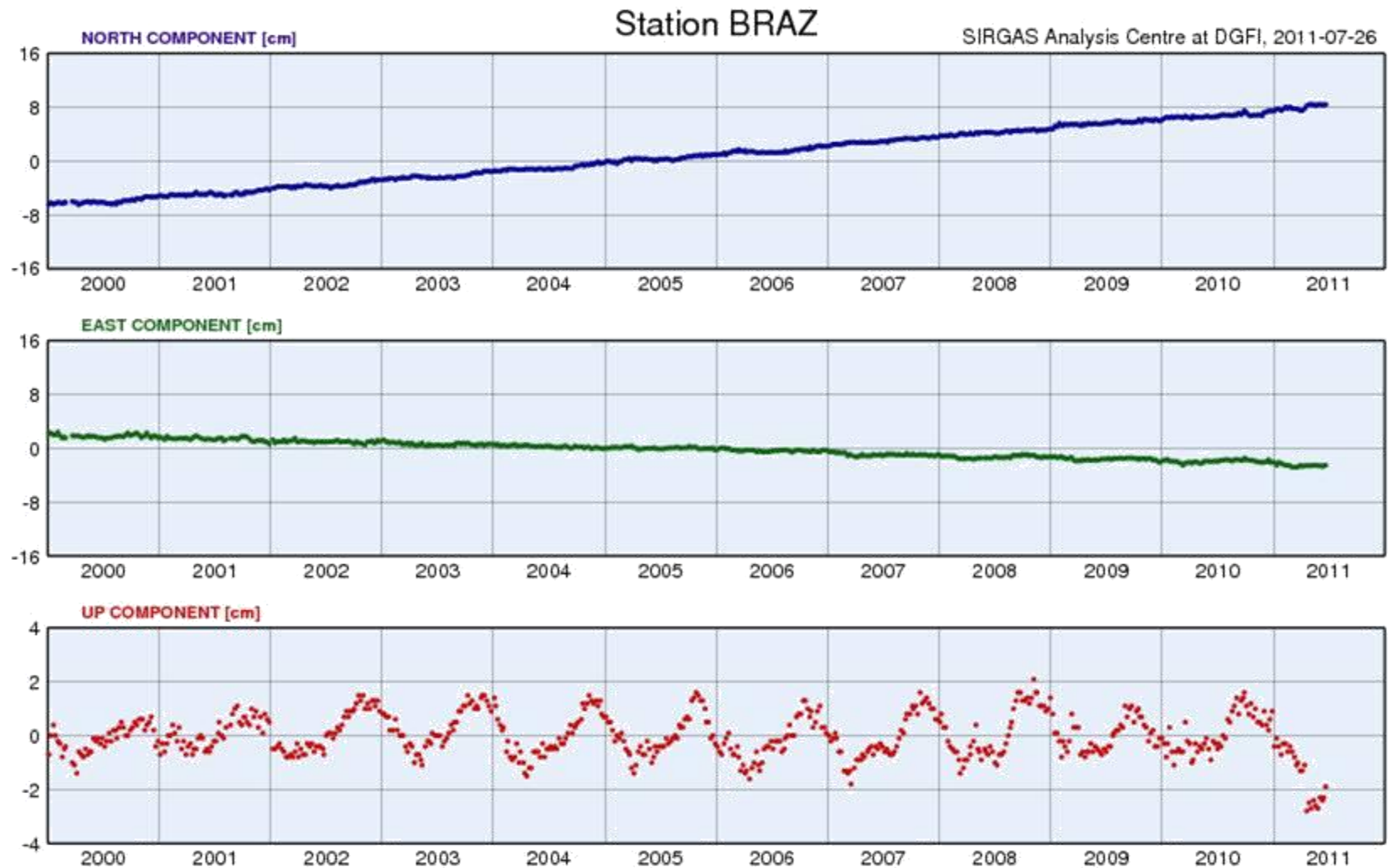
No.Stations N [mm] E[mm] Up [mm]

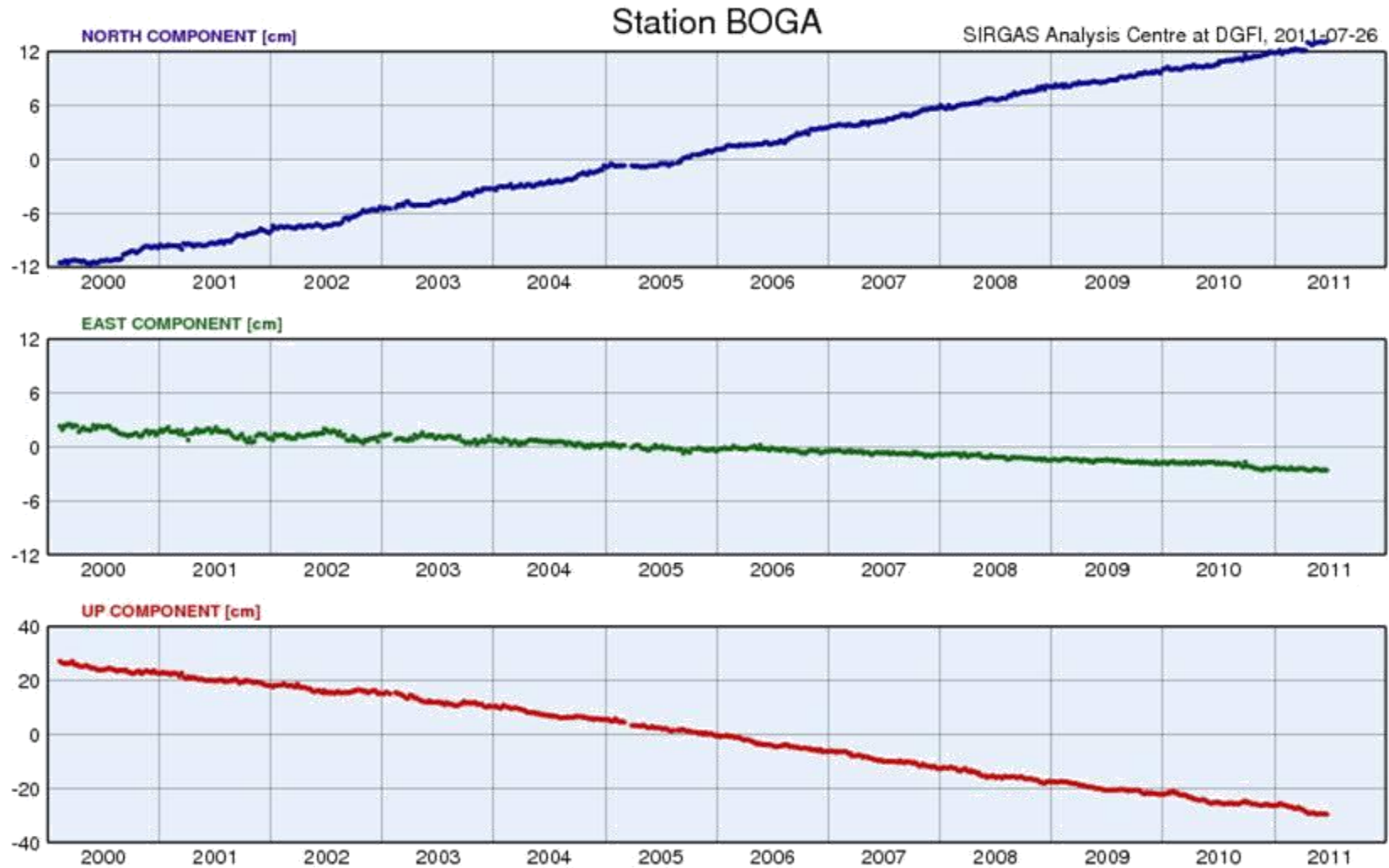
| | | | | |
|----------------|----|-----|-----|-----|
| ECU-sir09P1527 | 25 | 1.3 | 1.1 | 4.4 |
| LUZ-sir09P1527 | 71 | 0.8 | 1.1 | 3.7 |
| URY-sir09P1527 | 40 | 1.0 | 1.3 | 3.7 |



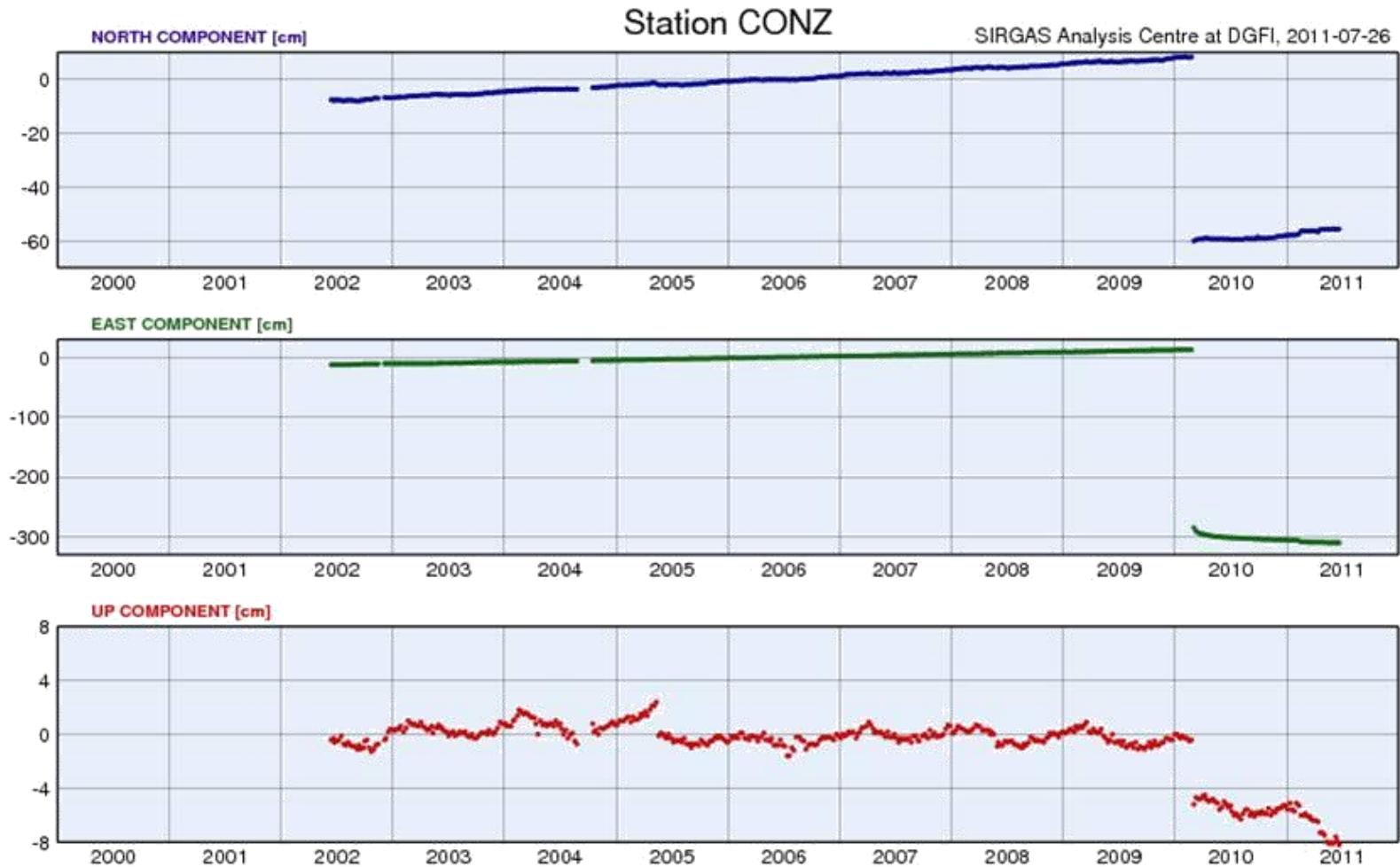
- El procesamiento semanal de la red es importante!!!











- SIRGAS ofrece a toda la comunidad de usuarios, los siguientes productos:
 1. **Coordenadas semanales semilibres (*loosely constrained*)**, estas permiten combinar la red SIRGAS-CON con otras densificaciones regionales del ITRF o bien realizar soluciones multianuales.
 2. **Coordenadas semanales ajustadas al ITRF vigente**, para aplicaciones prácticas que requieran coordenadas de referencia en América Latina, especialmente en posicionamiento GNSS diferencial, cuya precisión alcanza valores medios de 2mm para las tres componentes.
 3. **Soluciones multianuales (coordenadas+velocidades)** para aplicaciones prácticas y científicas que requieran de la variación de las coordenadas de referencia a través del tiempo.
- Los mismos están disponibles a través de nuestro portal web:

www.sirgas.org

- A la fecha, la solución multianual más reciente es la **SIR11P01**, estando referida al ITRF2008:2005,0.
- Comprende 588 semanas GPS, período: 02.01.2000 al 16.04.2011.
- Precisión de las posiciones en la época de referencia:

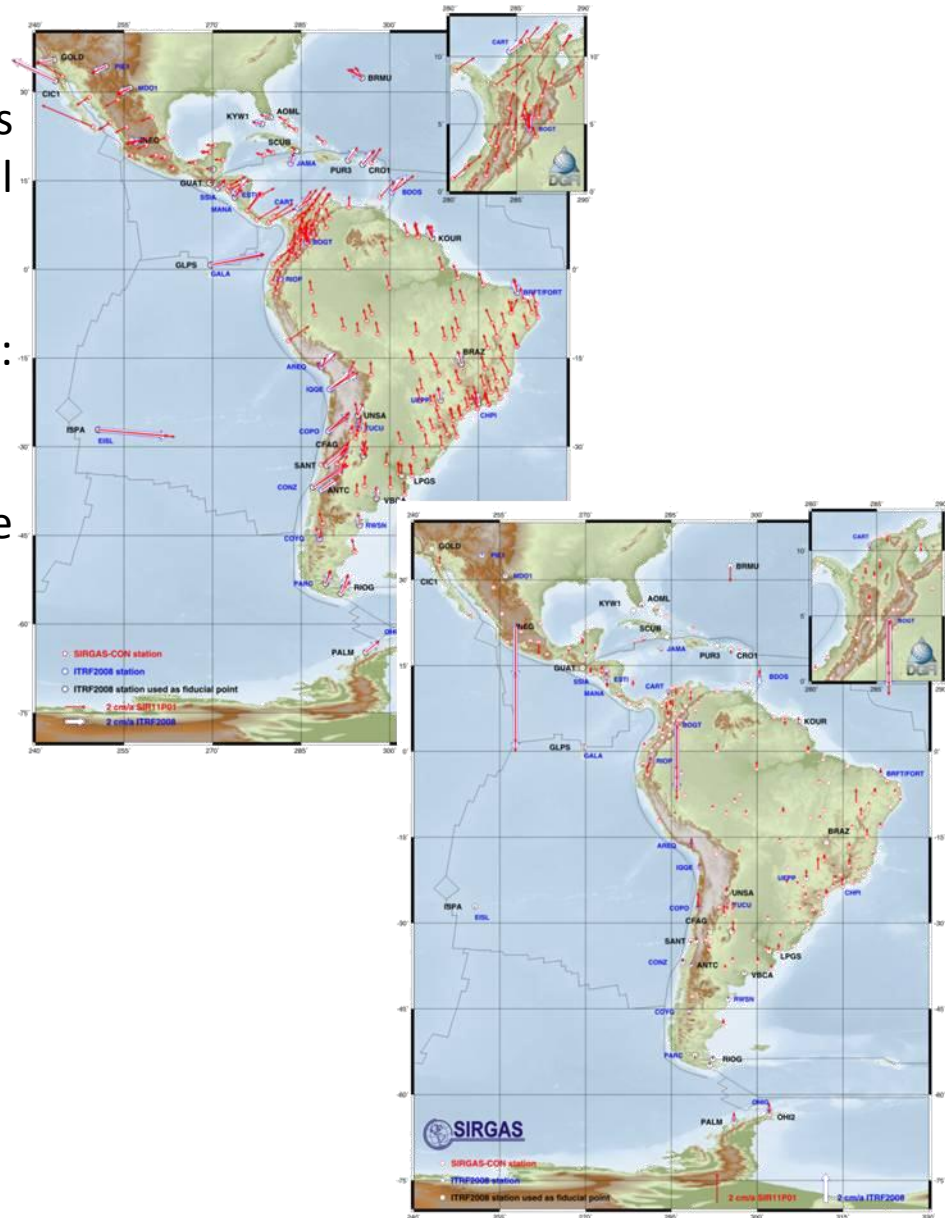
Horizontal: $\pm 1,5$ mm

Vertical: $\pm 2,4$ mm

- Precisión de las velocidades:

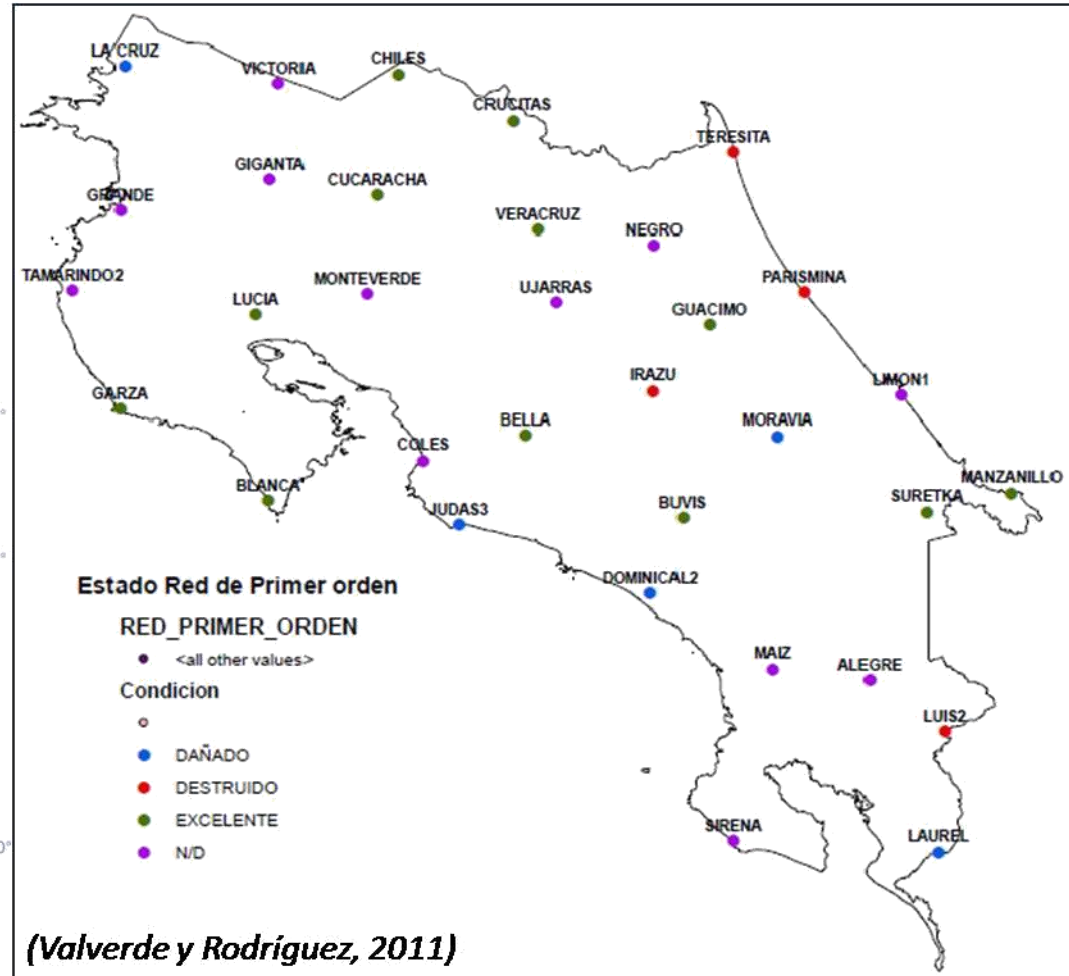
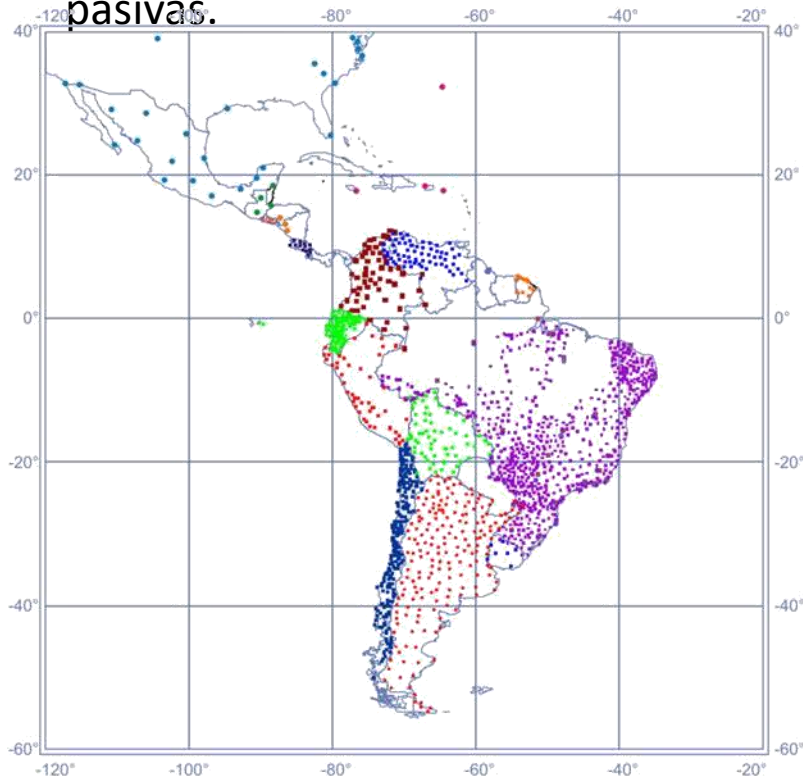
Horizontal: $\pm 0,7$ mm/a

Vertical: $\pm 1,1$ mm/a

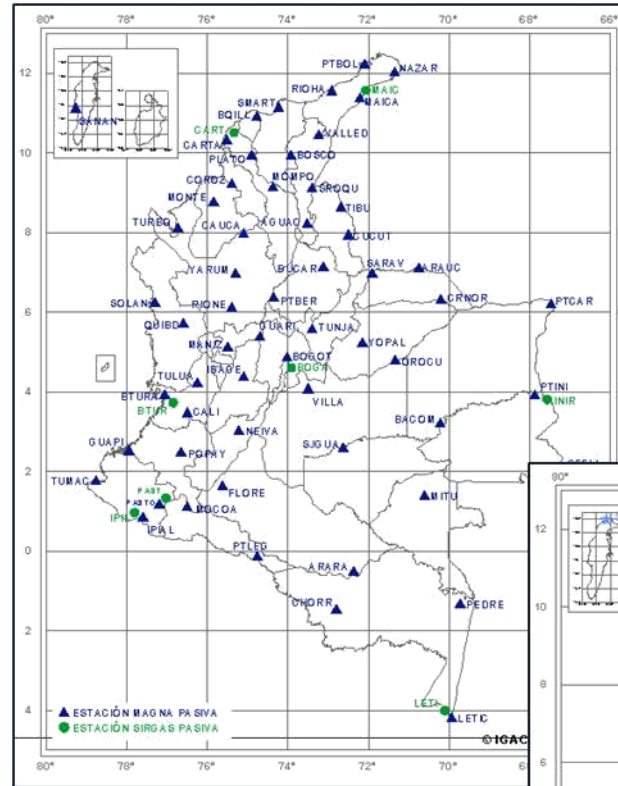


SIRGAS EN LA PRÁCTICA

- Posterior a la campaña SIRGAS95, los países de América del Sur comenzaron a modernizar sus marcos de referencia y datums geodésicos, partiendo de redes pasivas.



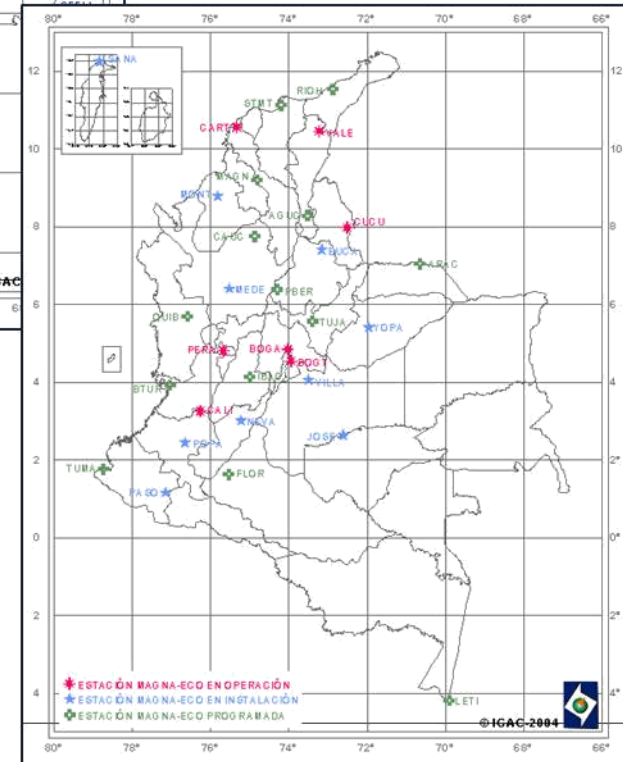
- A la fecha, ya se cuenta con redes continuas/activas que densifican a SIRGAS en los países de la región.
- Conforman los marcos de referencia nacionales, siendo la base para el desarrollo de aplicaciones propias de la navegación y posicionamiento GNSS.
- Las estaciones continuas deben ser integradas a la red SIRGAS-CON garantizando su compatibilidad con el ITRF2008/IGS08 y su consistencia.



MAGNA



MAGNA-ECO



- Al disponer en nuestros países, de marcos de referencia precisos y vinculados con SIRGAS/ITRF, el usuario encuentra la manera de apoyar sus trabajos de adquisición geoespacial, especialmente cuando se trata de levantamientos diferenciales GNSS.
- Las agencias rectoras de la Cartografía y Geodesia a nivel nacional (e.g. IGAC, IBGE, IGVS, entre otros) son las responsables por llevar al ámbito local, la presencia del marco geodésico SIRGAS a través de densificaciones de las redes nacionales.



- Con la red SIRGAS-CON se garantizan posiciones actualizadas para las estaciones destinadas a servir como control de los levantamientos GNSS y de aquellos que se deriven de estos.
- En el caso de utilizar estaciones pasivas, SIRGAS ofrece el Modelo de Velocidades para América del Sur y El Caribe 2009 (VEMOS2009).



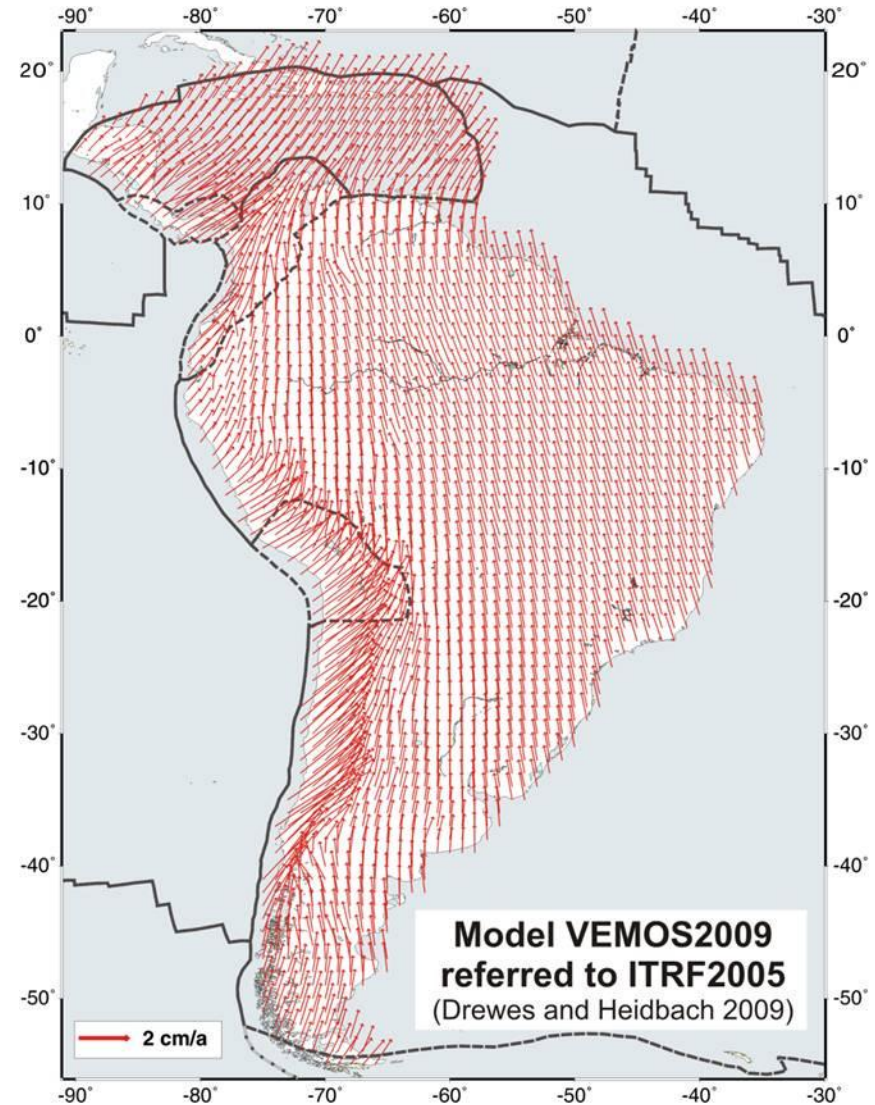
interpolación de los desplazamientos lineales de las estaciones

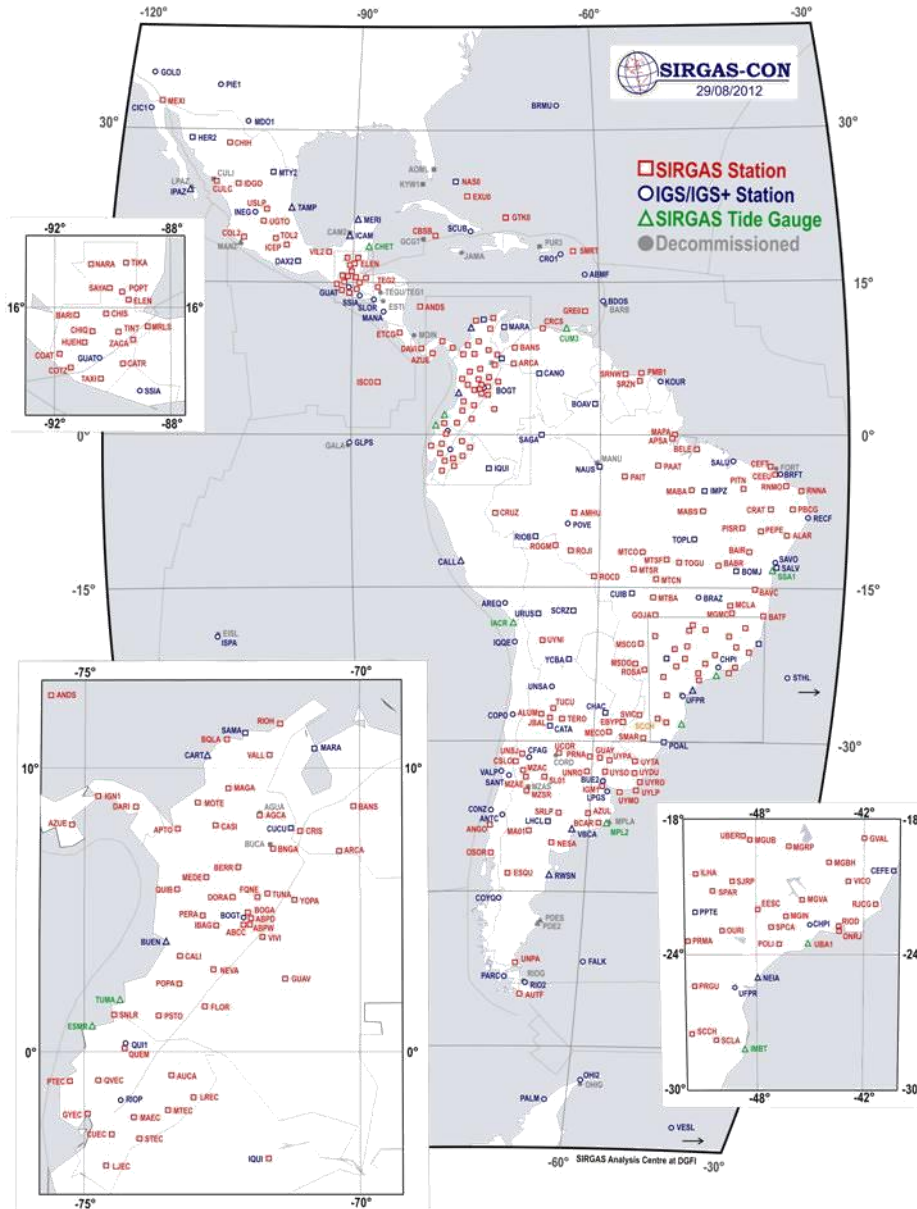


actualización de coordenadas de estaciones de control pasivas



solo en áreas sin deformación geodinámicas





- La infraestructura observacional SIRGAS también ha dado paso a una serie de investigaciones asociadas



objetivos científicos plenamente definidos

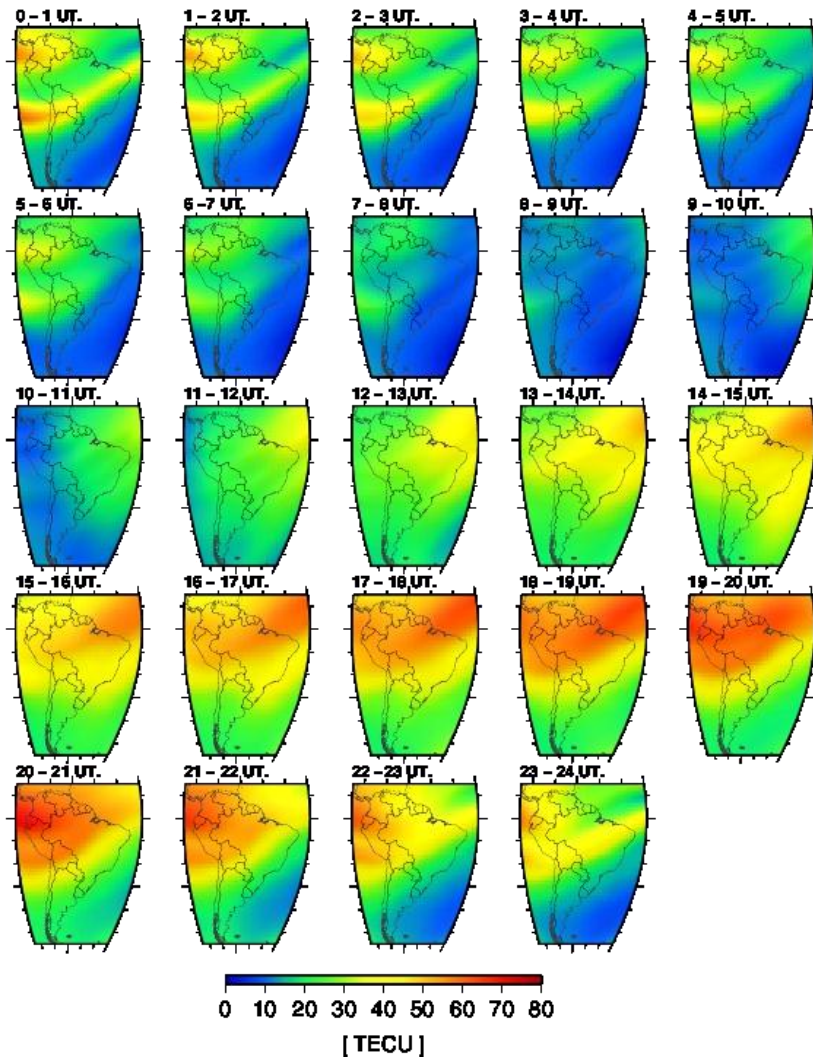


Estudio del Sistema Tierra

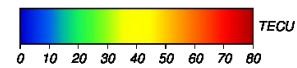
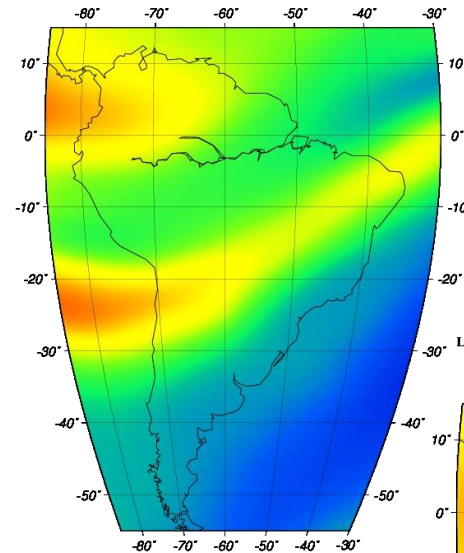
- Los resultados de estas investigaciones, bien pueden ser considerados como productos, sumamente útiles para el usuario en sus actividades cotidianas.

Mapas ionosféricos SIRGAS-UNLP

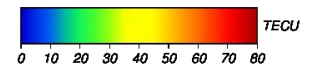
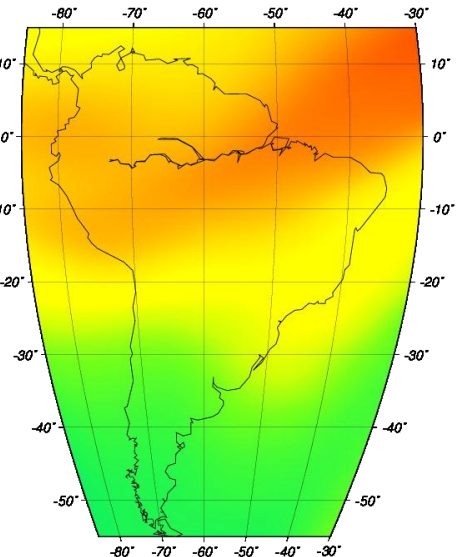
LPIM REGIONAL IONOSPHERE DAY:245, YEAR: 2012

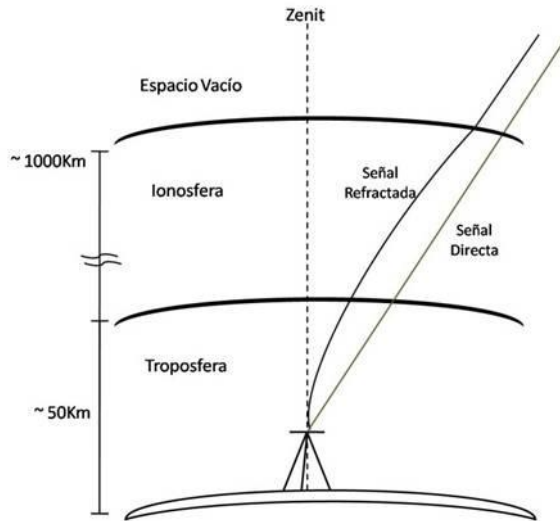


LPIM REGIONAL IONOSPHERE FOR DAY 245, 2012 - 00:00 UT



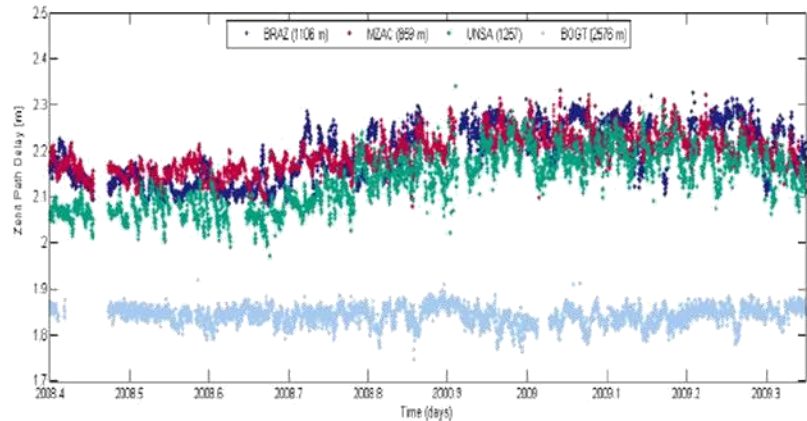
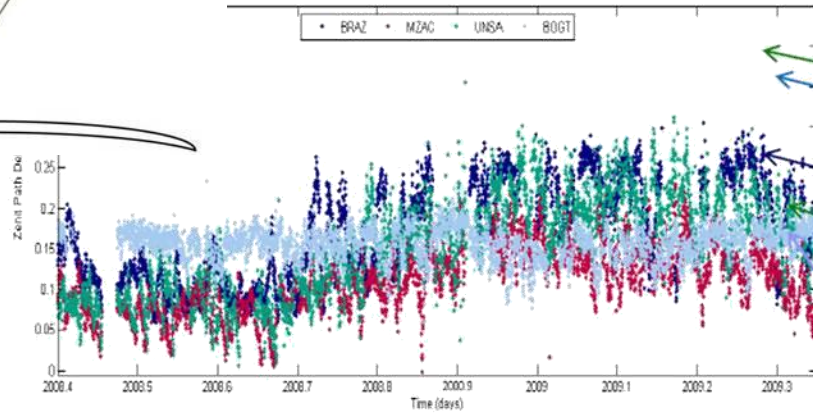
LPIM REGIONAL IONOSPHERE FOR DAY 245, 2012 - 16:00 UT





Estudios troposféricos

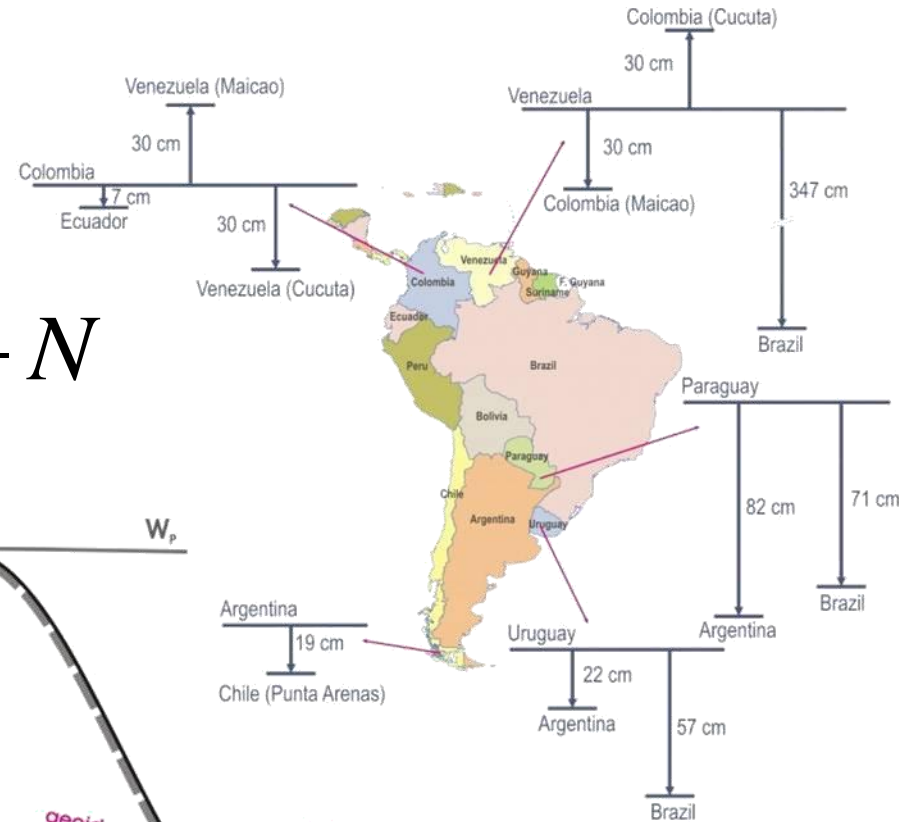
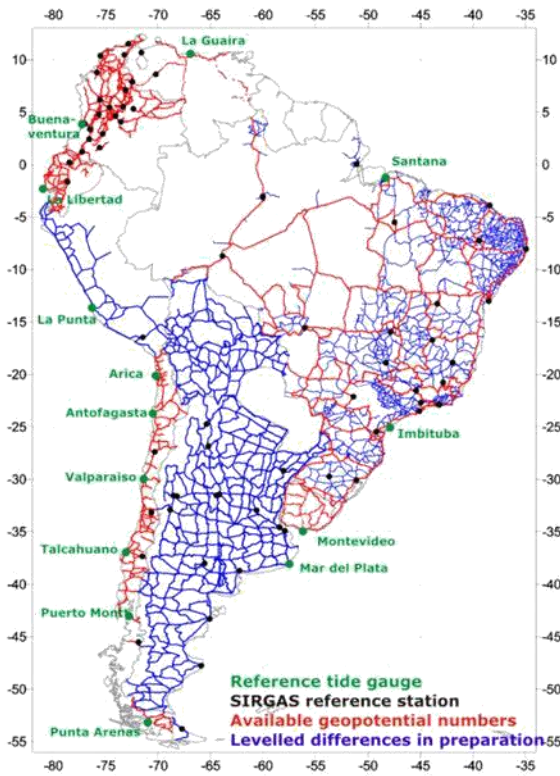
$$ZTD = ZHD + ZWD$$



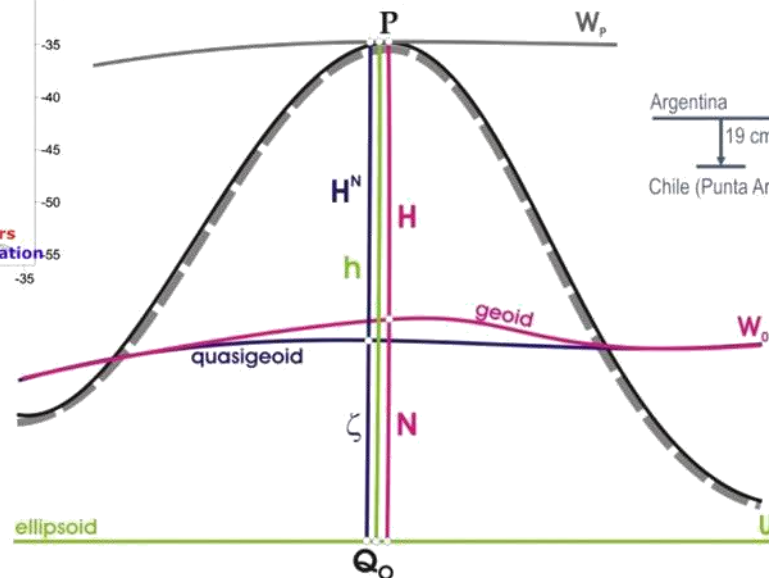
(Calori et al., 2010)



Modernización del Sistema de Referencia Vertical

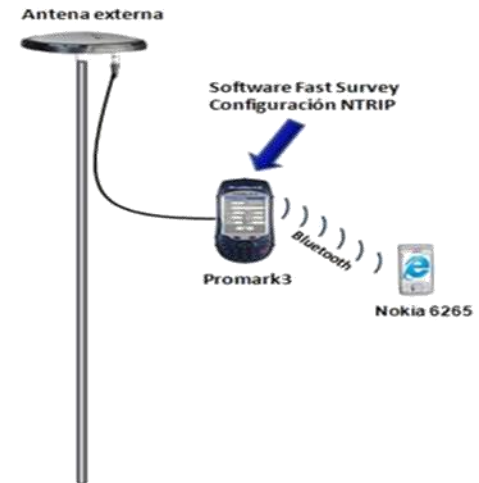
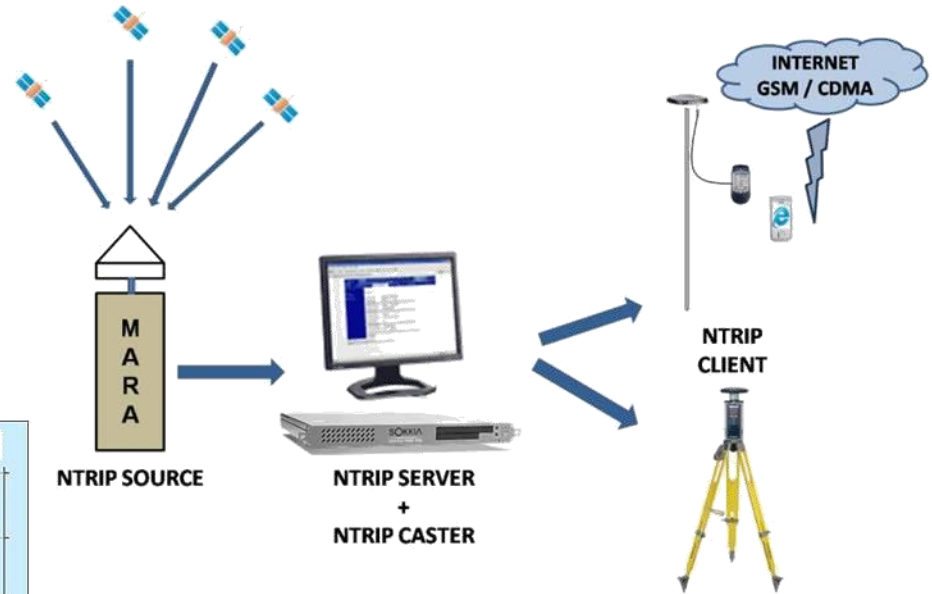
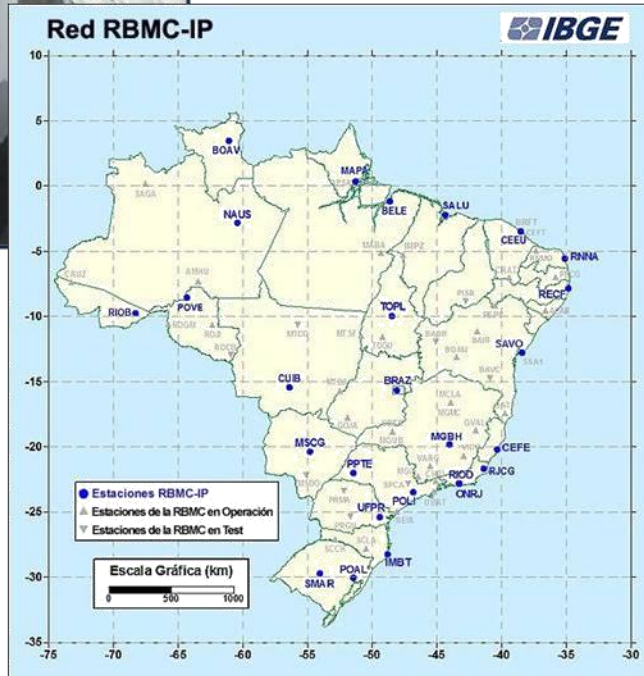
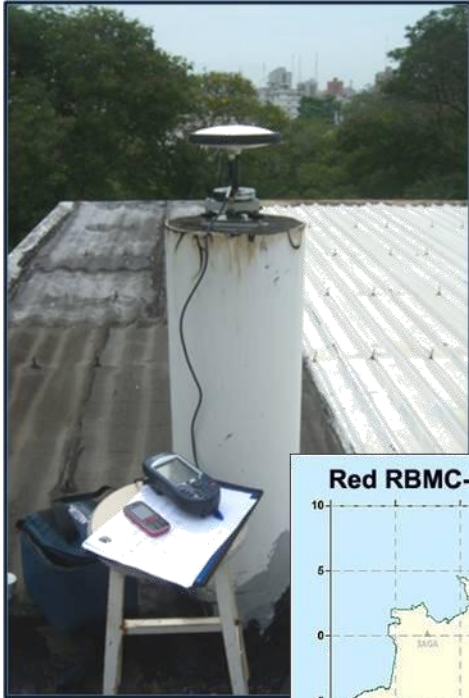


$$H = h - N$$



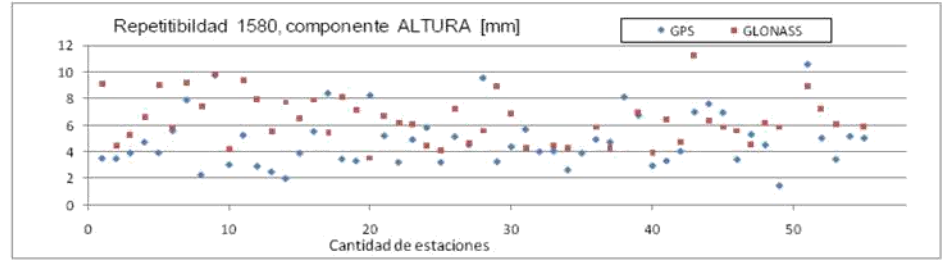
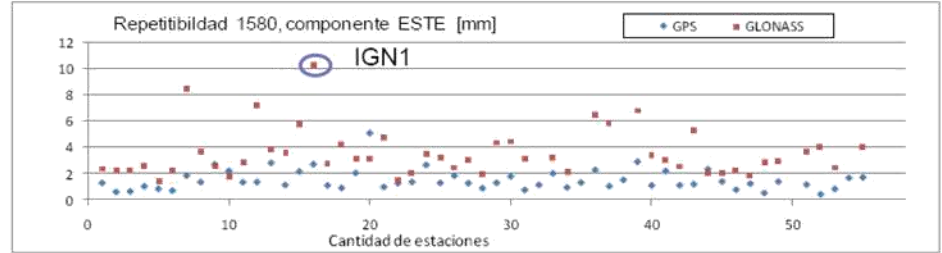
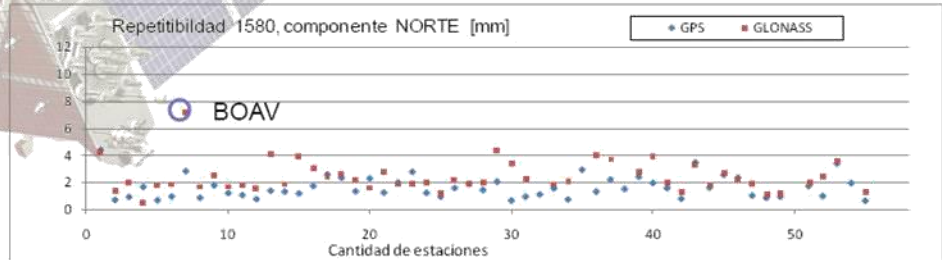
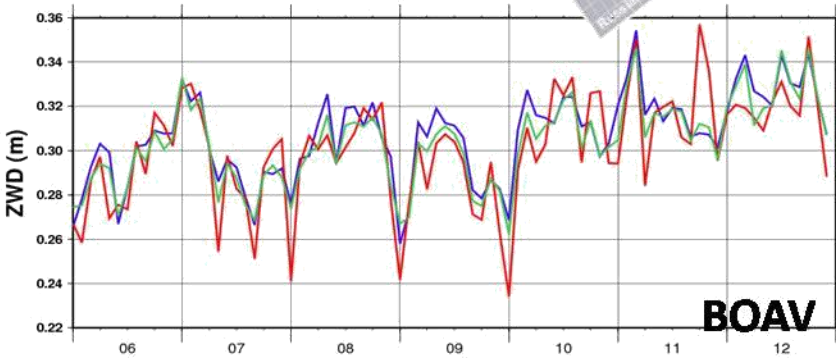
Adecuación del marco de referencia en tiempo real

*Networked
 Transport of
 RTCM via
 Internet
 Protocol*

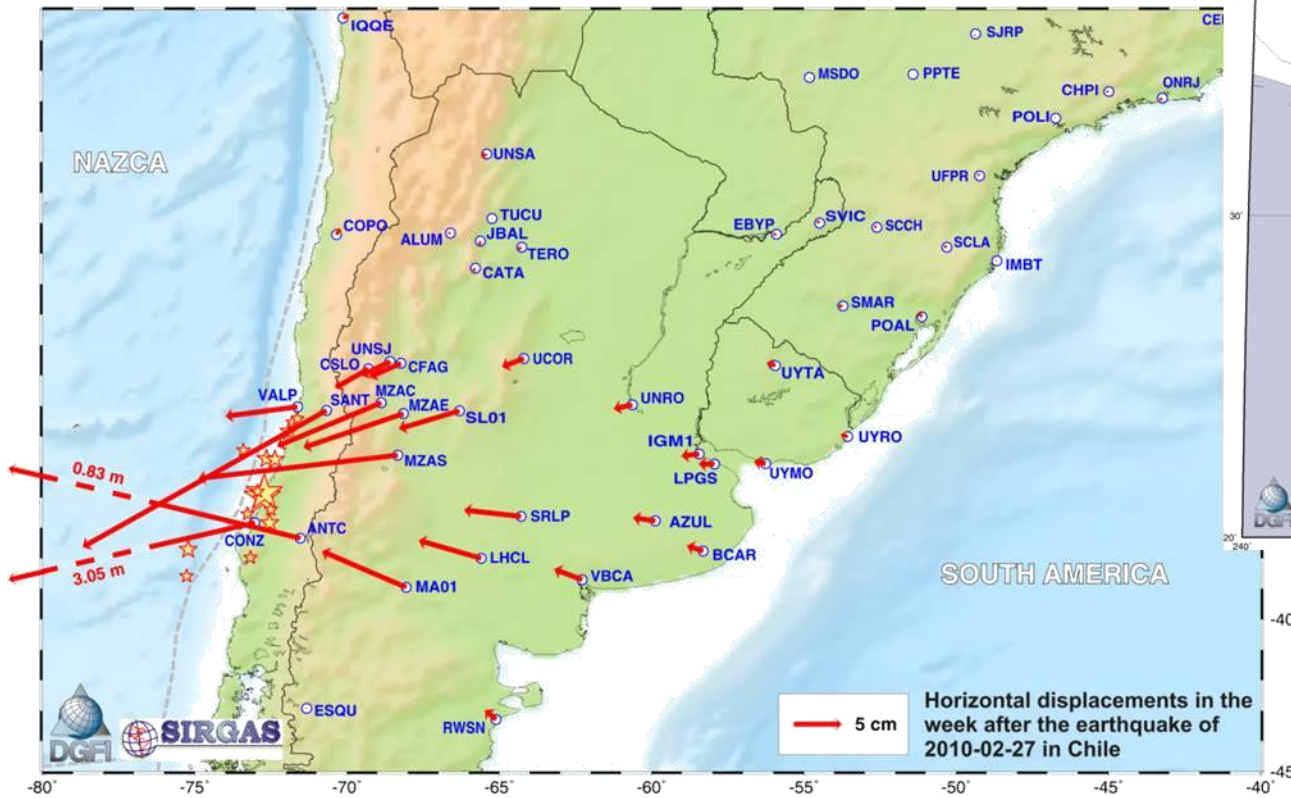


Procesamiento y evaluación de GLONASS para SIRGAS

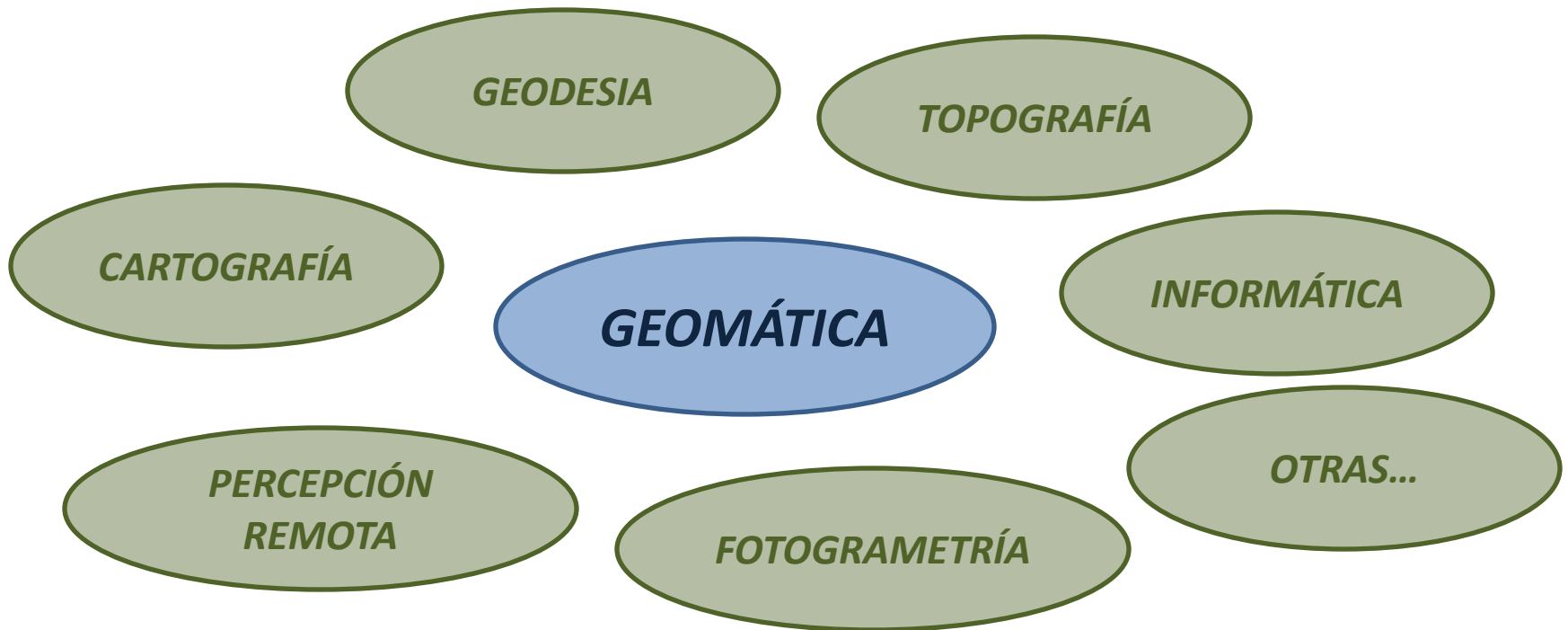
GLONASS: Global'naya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema



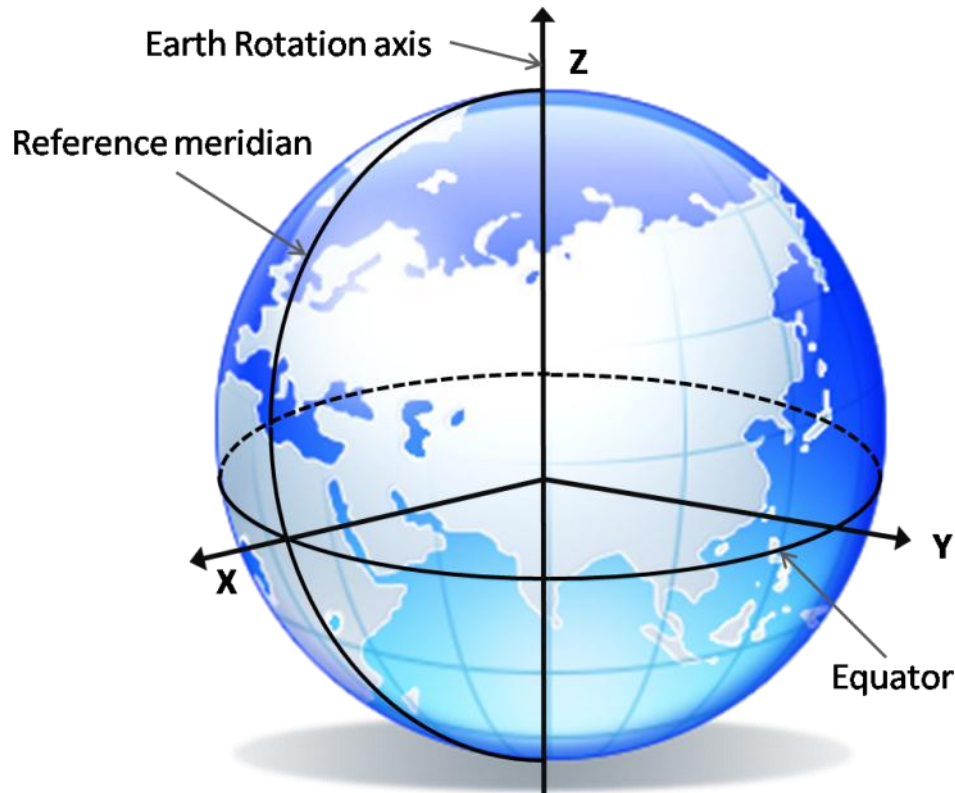
Modelado de movimientos no lineales del marco de referencia



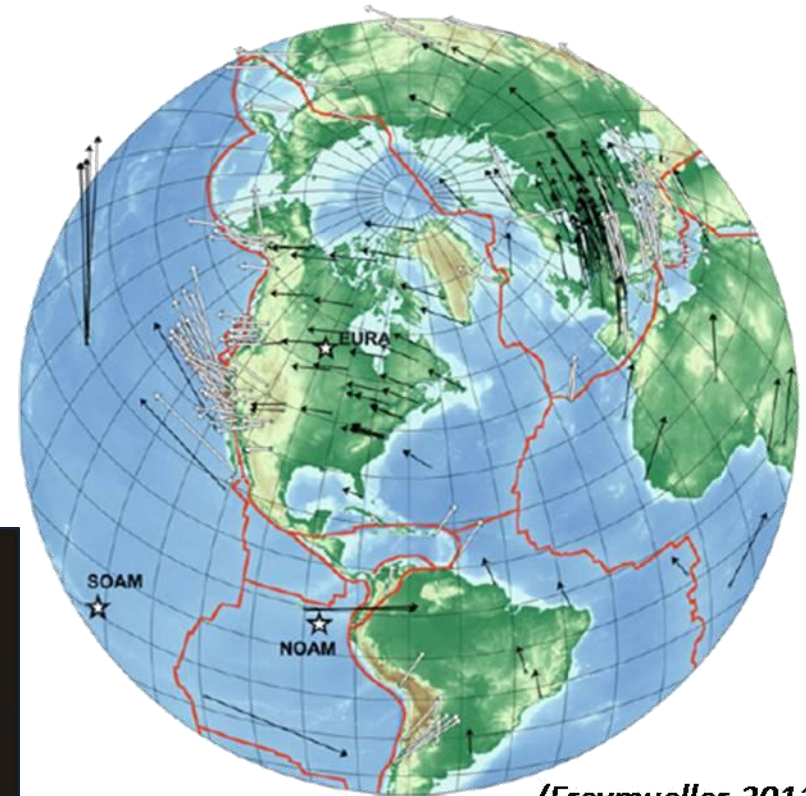
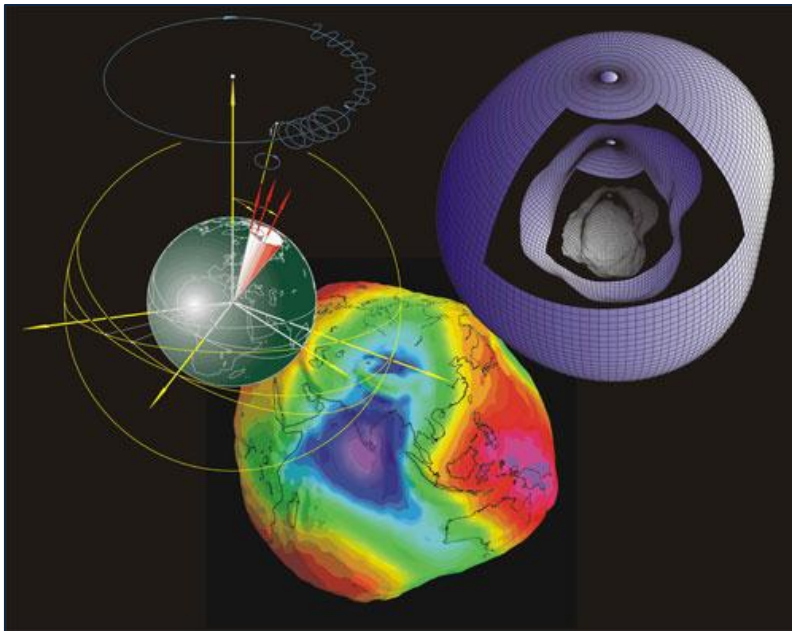
Impacto de SIRGAS en la era de la Geomática



- Las técnicas de adquisición en geociencias dependen inevitablemente del uso de **sistemas de referencia**.

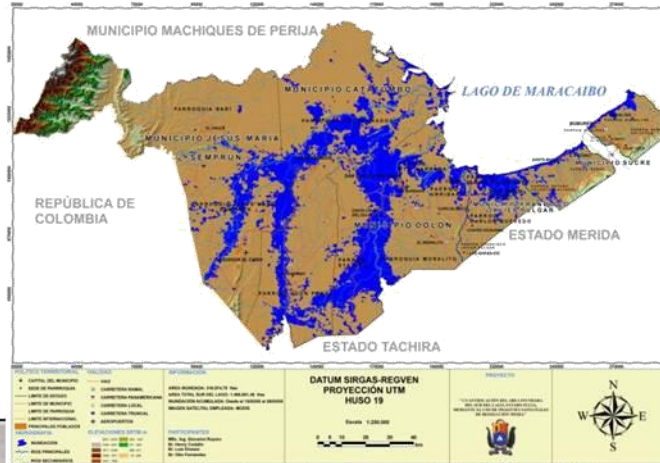


- Estos sistemas de referencia son modernos, de alta precisión y dinámicos ante los cambios del cuerpo terrestre.
- Solo la existencia y funcionamiento de redes de observación geodésica continua, garantizan que el usuario disponga de un sistema de referencia apropiado a sus necesidades.

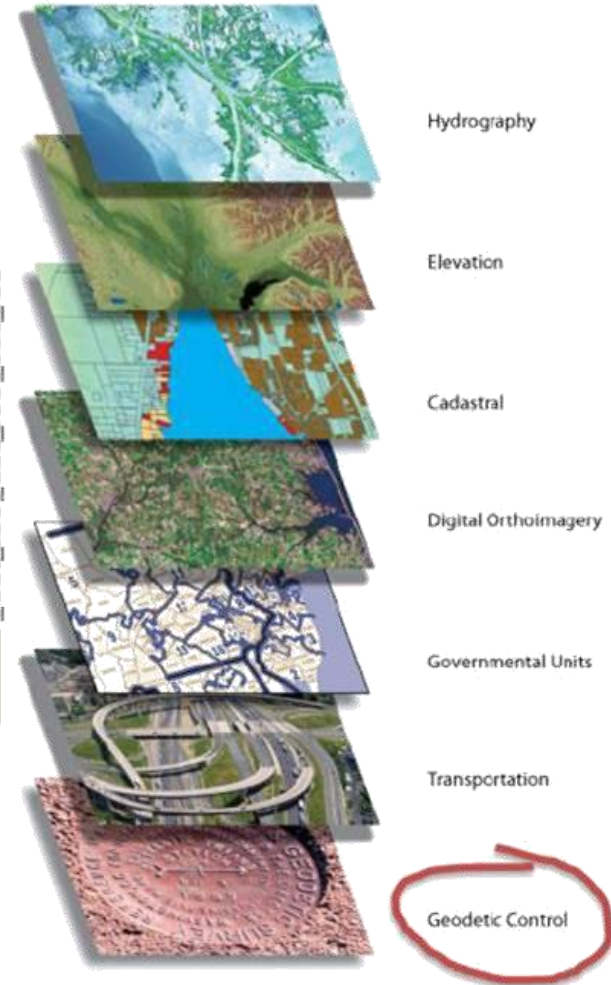


(Freymueller, 2011)

- SIRGAS es quien representa a nivel continental, la plataforma que sustenta todo proceso de observación geodésica destinada no solamente a labores vinculadas a las geociencias desde un punto de vista práctico, sino también científico.



Framework Themes



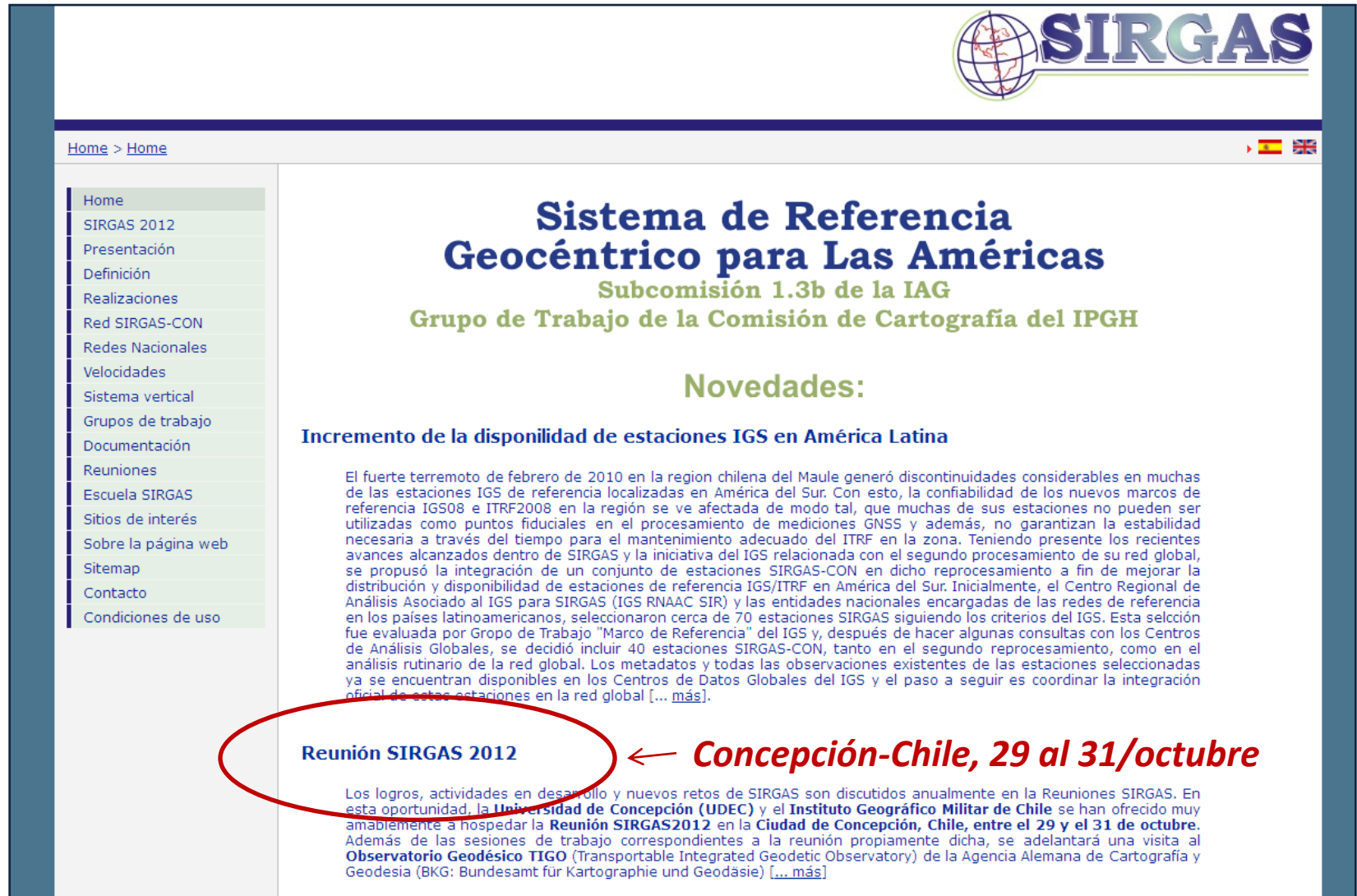
- Gracias al trabajo continuo, SIRGAS ofrece la base para la correcta localización y gestión geoespacial al permitir la descripción de la posición de elementos de interés sin ambigüedad ni incompatibilidades.
- El usuario dispone a su vez de coordenadas de referencia de alta calidad para sustentar sus levantamientos y vincularlos a los niveles jerárquicos de los marcos geodésicos mundiales.
- Un **lenguaje común** en términos de adquisición geoespacial puede ser manejado a nivel local, regional y mundial, y desde la perspectiva científica, respuestas sobre el Cambio Global pueden ser y están siendo ofrecidas.
- Los esfuerzos y logros alcanzados durante todos estos años, deben seguir incrementándose para seguir consolidando el conocimiento y la práctica de las geociencias en Suramérica y El Caribe, siendo interés del usuario final garantizar el uso y adopción de SIRGAS como estándar en lo referente a datos geoespaciales.



COMENTARIOS FINALES

- SIRGAS provee la capa fundamental para la confección y mantenimiento de infraestructuras de datos geoespaciales.
- Asegura la compatibilidad de la información a nivel local, regional y global.
- Aplicaciones cotidianas dentro del ámbito geomático tienen en SIRGAS una fuente confiable para la determinación de coordenadas.
- SIRGAS define además, una sólida base para el estudio y comprensión del Sistema Tierra, gracias a la red de observación continua y al trabajo mancomunado de sus miembros.
- Les invitamos a participar y formar parte de SIRGAS, bienvenid@!!

Visítenos!!!



The screenshot shows the SIRGAS website interface. At the top right is the SIRGAS logo, which consists of a globe with a red and blue grid and the word "SIRGAS" in large, bold, blue letters. Below the logo is a navigation bar with "Home > Home" and flags for Spain and the United Kingdom. On the left side, there is a vertical menu with the following items: Home, SIRGAS 2012, Presentación, Definición, Realizaciones, Red SIRGAS-CON, Redes Nacionales, Velocidades, Sistema vertical, Grupos de trabajo, Documentación, Reuniones, Escuela SIRGAS, Sitios de interés, Sobre la página web, Sitemap, Contacto, and Condiciones de uso. The main content area features a large heading: "Sistema de Referencia Geocéntrico para Las Américas", followed by "Subcomisión 1.3b de la IAG" and "Grupo de Trabajo de la Comisión de Cartografía del IPGH". Below this is a section titled "Novedades:" with a sub-heading "Incremento de la disponibilidad de estaciones IGS en América Latina". The text in this section discusses the impact of the February 2010 earthquake in Chile on IGS reference stations and the plan to integrate 40 SIRGAS-CON stations into the IGS network. At the bottom of the page, there is a red oval highlighting the text "Reunión SIRGAS 2012" and an arrow pointing to the text "Concepción-Chile, 29 al 31/octubre".

Home > Home

SIRGAS

Home

SIRGAS 2012

Presentación

Definición

Realizaciones

Red SIRGAS-CON

Redes Nacionales

Velocidades

Sistema vertical

Grupos de trabajo

Documentación

Reuniones

Escuela 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:

Incremento de la disponibilidad de estaciones IGS en América Latina

El fuerte terremoto de febrero de 2010 en la region chilena del Maule generó discontinuidades considerables en muchas de las estaciones IGS de referencia localizadas en América del Sur. Con esto, la confiabilidad de los nuevos marcos de referencia IGS08 e ITRF2008 en la región se ve afectada de modo tal, que muchas de sus estaciones no pueden ser utilizadas como puntos fiduciales en el procesamiento de mediciones GNSS y además, no garantizan la estabilidad necesaria a través del tiempo para el mantenimiento adecuado del ITRF en la zona. Teniendo presente los recientes avances alcanzados dentro de SIRGAS y la iniciativa del IGS relacionada con el segundo procesamiento de su red global, se propuso la integración de un conjunto de estaciones SIRGAS-CON en dicho reprocesamiento a fin de mejorar la distribución y disponibilidad de estaciones de referencia IGS/ITRF en América del Sur. Inicialmente, el Centro Regional de Análisis Asociado al IGS para SIRGAS (IGS RNAAC SIR) y las entidades nacionales encargadas de las redes de referencia en los países latinoamericanos, seleccionaron cerca de 70 estaciones SIRGAS siguiendo los criterios del IGS. Esta selección fue evaluada por Grupo de Trabajo "Marco de Referencia" del IGS y, después de hacer algunas consultas con los Centros de Análisis Globales, se decidió incluir 40 estaciones SIRGAS-CON, tanto en el segundo reprocesamiento, como en el análisis rutinario de la red global. Los metadatos y todas las observaciones existentes de las estaciones seleccionadas ya se encuentran disponibles en los Centros de Datos Globales del IGS y el paso a seguir es coordinar la integración oficial de estas estaciones en la red global [... más].

Reunión SIRGAS 2012 ← **Concepción-Chile, 29 al 31/octubre**

Los logros, actividades en desarrollo y nuevos retos de SIRGAS son discutidos anualmente en la Reuniones SIRGAS. En esta oportunidad, la **Universidad de Concepción (UDEC)** y el **Instituto Geográfico Militar de Chile** se han ofrecido muy amablemente a hospedar la **Reunión SIRGAS2012** en la **Ciudad de Concepción, Chile, entre el 29 y el 31 de octubre**. Además de las sesiones de trabajo correspondientes a la reunión propiamente dicha, se adelantará una visita al **Observatorio Geodésico TIGO** (Transportable Integrated Geodetic Observatory) de la Agencia Alemana de Cartografía y Geodesia (BKG: Bundesamt für Kartographie und Geodäsie) [... más]



Por su atención...

...muchas gracias!!!

