Actividades del Grupo de Trabajo I de SIRGAS:

de la Torre Bilby a la Estación de Referencia de Operación Continua GNSS

J.A. Tarrío[1], *S.Alves*[2], *A. da Silva*[2],*L. Sanchez*[3], *Jesarella Inzunza*[1],*Fernando Isla*[1], *A. Martínez*[4], *Óscar Rodriguez*[5], *Emilio Aleuy*[6], *Hernán Guagni*[7],*Guido González*[8], *Gustavo Caubarrère*[9]

[1]*Universidad de Santiago de Chile, Chile*, [2] *Instituto Brasileiro de Geografía e Estatística (IBGE), Brasil*, [3] *Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut der Technischen Universität München (DGFI-TUM), Alemania*, [4] *Instituto Geográfico Militar (IGM), Ecuador*, [5] *Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), Colombia*, [6] *Instituto Geográfico Militar (IGM), Chile*, [7]*Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), México*, [8] *Instituto Geográfico Nacional (IGN), Argentina*, [9] *Instituto Geográfico Militar (IGM), Uruguay*

Organizan:
Instituto Geográfico Nacional de Perú
CONGRESO INTERNACIONAL VIRTUAL DE GEOMÁTICA 2021

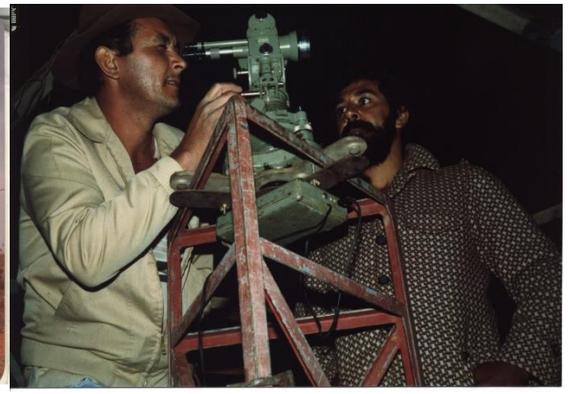
SIRGAS
www.sirgas.org

IAG

INSTITUTO PANAMERICANO DE GEOGRAFIA E HISTORIA OEA

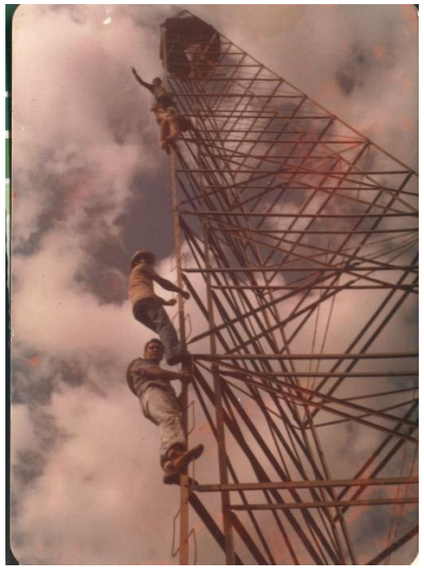
28 de abril, Perú

Contexto



Fuente: Sonia Costa 2021. Torres Bilby, IBGE.

Fuente: NOAA: https://photolib.noaa.gov/Collections/Geodesy/emodule/519/eitem/5906



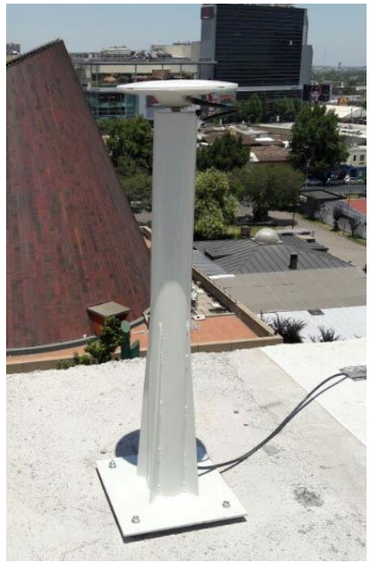
Fuente: Sonia Costa 2021. Torres Bilby, IBGE.

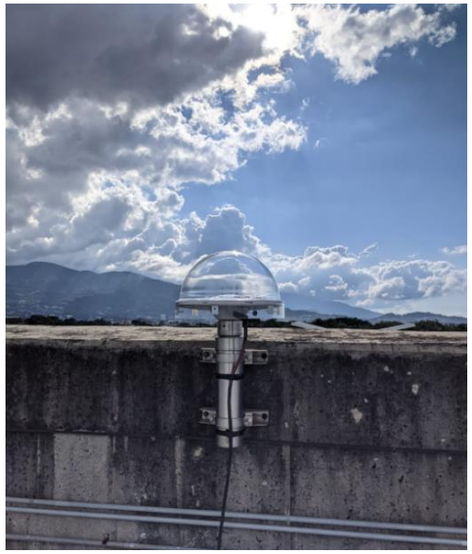
Fuente: David Cisneros 2021. Pto Pasivo,
campaña SIRGAS 2000, ciudad La Libertad, IGM Ecuador.

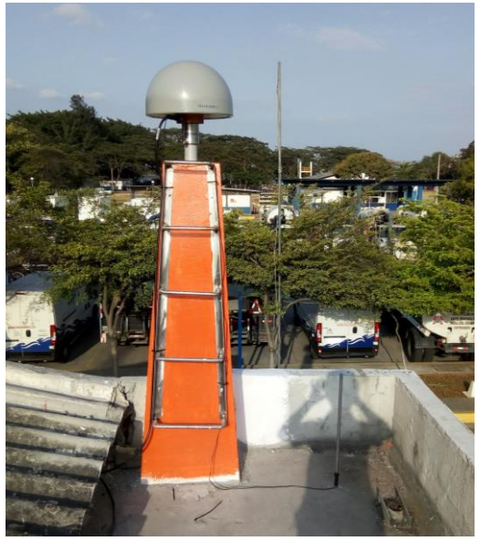
Fuente: Fernando Isla 2021. T4,
Centro Procesamiento USC

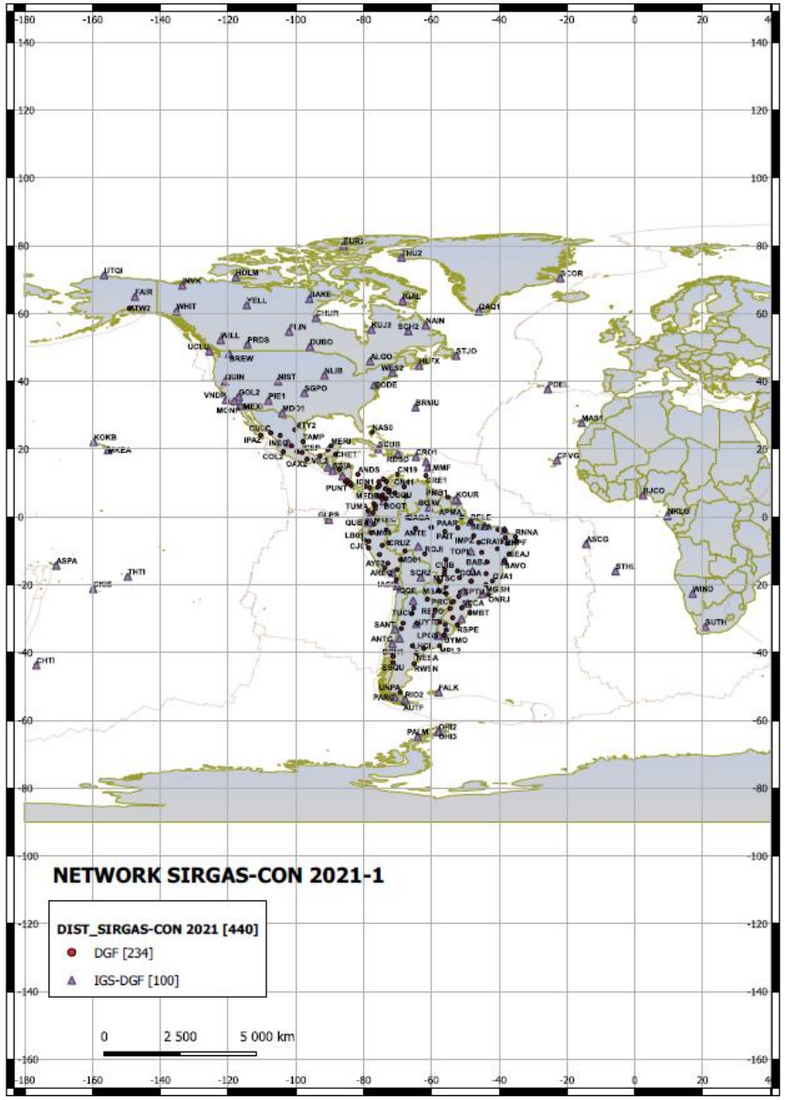
Fuente: Fisher et. al. 1969: El Geoide Sudamericano referido a varios sistemas de referencia

Contexto





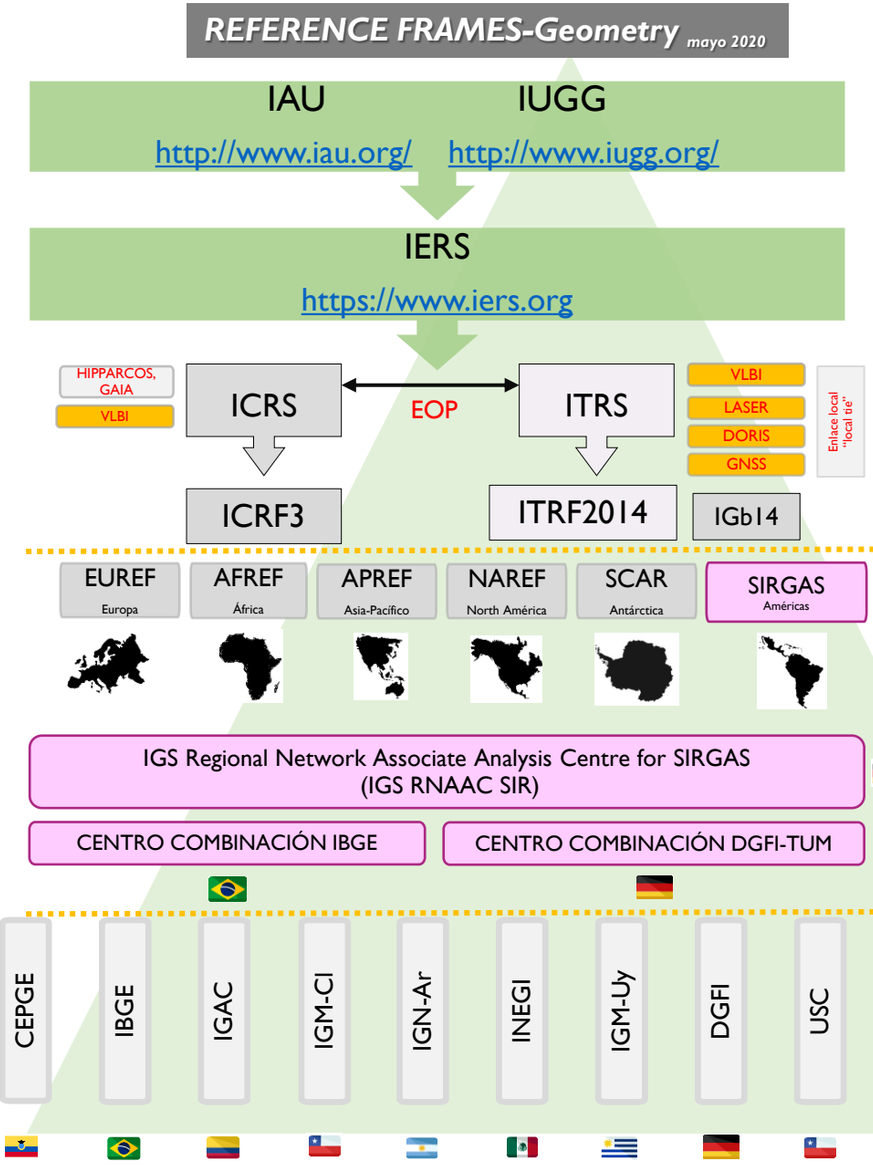



NETWORK SIRGAS-CON 2021-1
DIST_SIRGAS-CON 2021 [440]
DGF [234]
IGS-DGF [100]
0
2 500
5 000 km

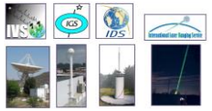
Contenidos

- Jerarquía Geodésica Mundial (Marcos de Referencia)
- Acerca de SIRGAS
- Grupo de Trabajo I. Sistema de Referencia
  - Realizaciones
  - Centros de Datos
  - Centros de Procesamiento
  - Centros de Combinación, IGS RNAAC
  - Productos

Jerarquía Geodésica Mundial(Marcos de Referencia)



GLOBAL



CONTINENTAL-SIRGAS-C

SIRGAS es una componente de la **Comisión I (Reference Frames)** de la IAG, a través de la Subcomisión 1.3 (Regional Reference Frames) y es responsable del Marco de Referencia Regional para Sur y Centro América (1.3b Regional Reference Frame for South and Central América). Igualmente, SIRGAS se desempeña como un grupo de trabajo de la **Comisión de Cartografía del IPGH**.

IGN-PER

REGIONAL-SIRGAS-N

http://www.sirgas.org/es/organization/working_groups/sirgas-wgi-reference-system/

Acerca de SIRGAS. ¿Qué es?

SIRGAS es una organización sin ánimo de lucro basada en la contribución voluntaria de organizaciones científicas y las agencias nacionales geodésicas, cartográficas o geográficas de los países miembros.

- SIRGAS fue establecido en 1993 con el propósito de reemplazar (o modernizar) los datum geodésicos clásicos con un ***marco de referencia geocéntrico unificado*** llamado SIRGAS: Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas.
- Este propósito fue extendido en 1998 para abarcar igualmente la determinación de un ***sistema vertical de referencia*** asociado al campo de gravedad terrestre.
- Actualmente, el objetivo principal de la organización SIRGAS es ***promover*** el crecimiento, desarrollo, sustentabilidad y uso adecuado del marco de referencia ***SIRGAS en América Latina***

Asunción, Paraguay, 1993

Fuente: Drewes 2019, The Role of the IAG Sub-commissions in Latin America

Río de Janeiro, Brasil, 2019

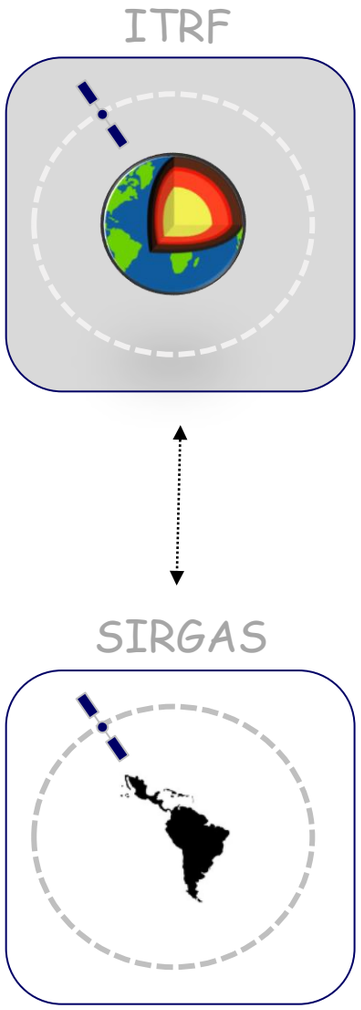
Sistema de Referencia Geocéntrico http://www.sirgas.org/es/sirgas-definition/

SIRGAS como sistema de referencia se define idéntico al Sistema Internacional de Referencia Terrestre ITRS (**International Terrestrial Reference System**) y su realización es la densificación regional del marco global de referencia terrestre ITRF (**International Terrestrial Reference Frame**) en América Latina y El Caribe. 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.

Las realizaciones o densificaciones de SIRGAS asociadas a diferentes épocas y referidas a diferentes soluciones del ITRF materializan el mismo sistema de referencia y sus coordenadas, reducidas a la misma época y al mismo marco de referencia (ITRF), *son compatibles en el nivel centimétrico.* La extensión del marco de referencia SIRGAS está dada a través de densificaciones nacionales, las cuales a su vez sirven de marcos de referencia local.

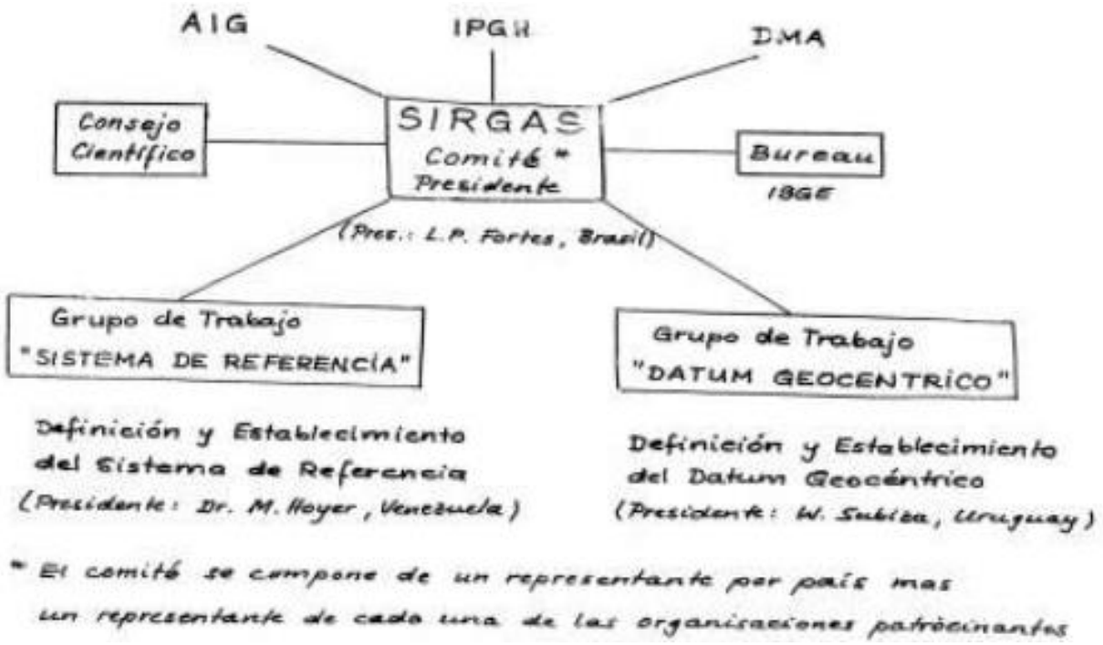
La conversión de coordenadas geocéntricas a coordenadas geodésicas se adelanta utilizando los parámetros del elipsoide *GRS80*.

Las actividades relacionadas con la realización y mantenimiento del sistema de referencia geocéntrico son coordinadas por el **SIRGAS-GTI: Sistema de Referencia**. Las actividades relacionadas con la *densificación y aprovechamiento* de SIRGAS a *nivel nacional* son coordinadas por el **SIRGAS-GTII: SIRGAS a Nivel Nacional**.

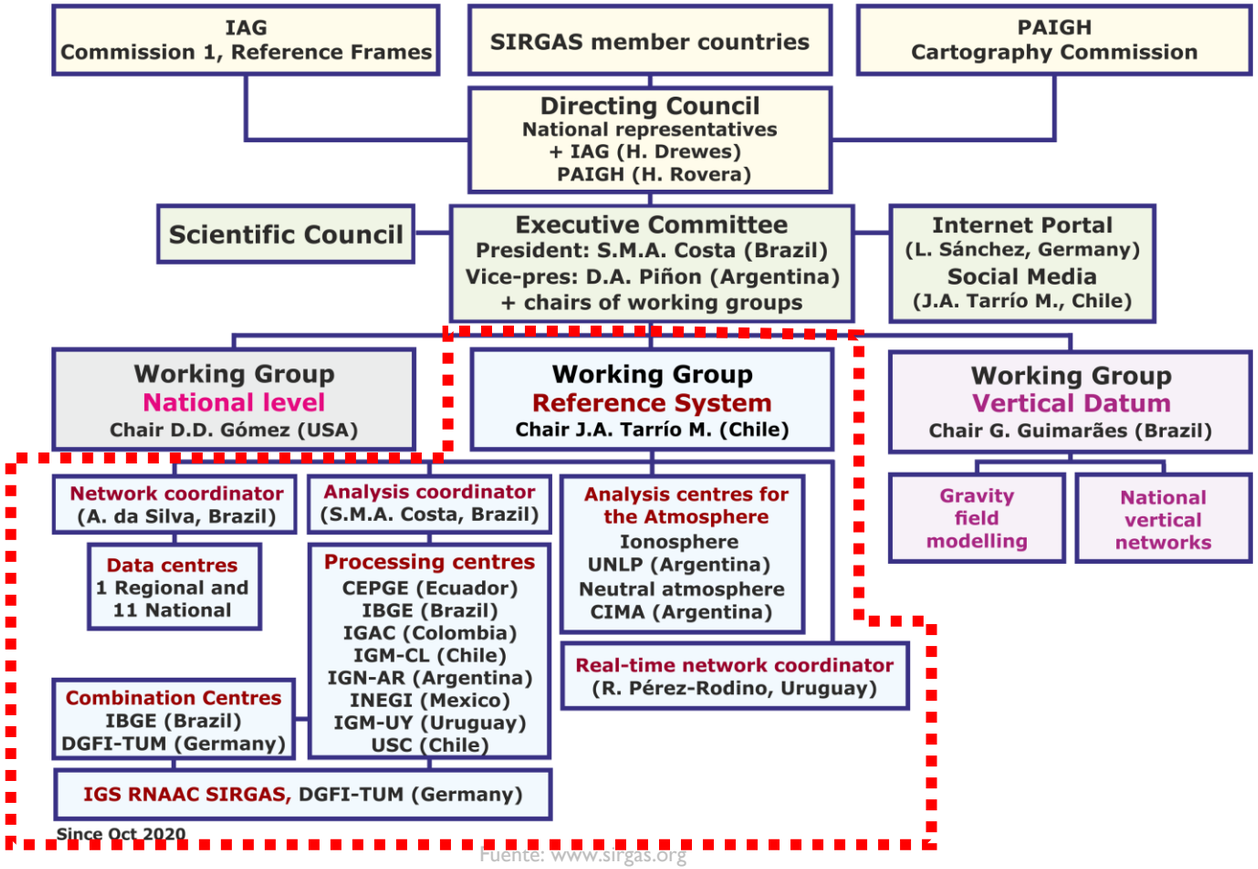


Acerca de SIRGAS. Organización

Los asuntos administrativos son coordinados por el Comité Ejecutivo, que depende del Consejo Directivo, cuerpo principal de la organización. Las políticas y recomendaciones oficiales de SIRGAS son aprobadas y emitidas por el Consejo Directivo, el cual, al estar compuesto por ***un representante de cada país miembro***, uno de la ***IAG*** y uno del ***IPGH***, también se encarga de transmitir las recomendaciones SIRGAS a las entidades nacionales responsables de los sistemas locales de referencia. Las actividades científicas y técnicas son coordinadas por los Grupos de Trabajo en colaboración con el **Consejo Científico** y los representantes de la **IAG** y el **IPGH**

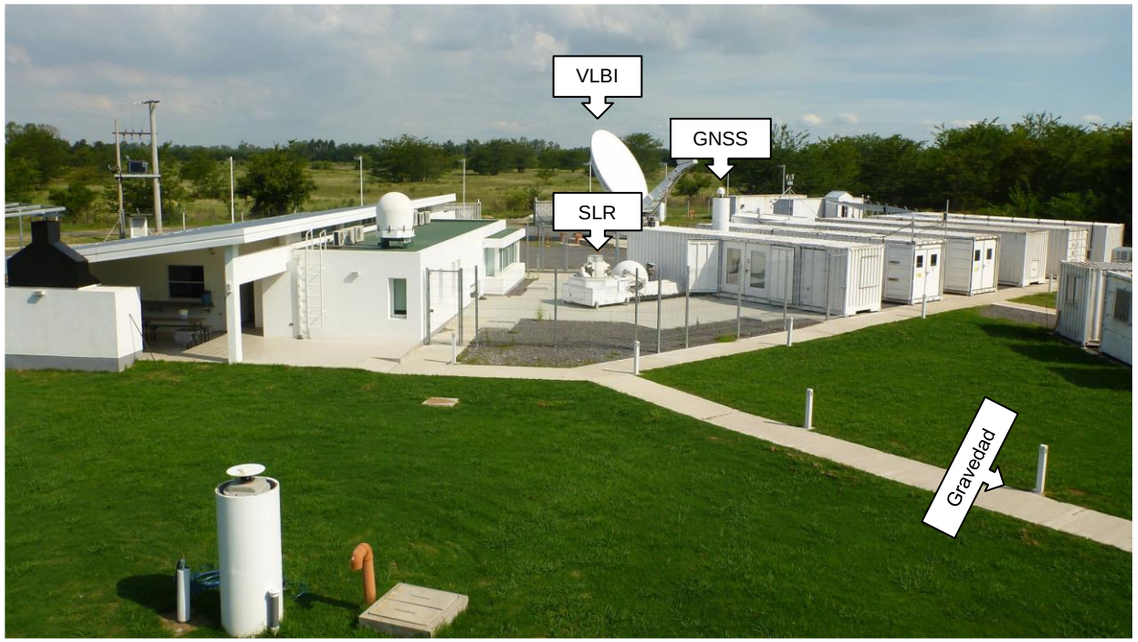


Fuente: Martinez et. al 2019, SIRGAS: The Geocentric Reference System for the Americas Report 2018-2019



Fuente: www.sirgas.org

SIRGAS provee el ***soporte necesario*** para el desarrollo y combinación de todo tipo de actividades prácticas y científicas relacionadas con la determinación precisa de ***coordenadas***, navegación, investigación en geociencias y aplicaciones multidisciplinarias. En particular, SIRGAS se constituye en la ***capa fundamental*** de la infraestructura de datos espaciales en la región y ofrece apoyo permanente al Comité Regional de las Naciones Unidas sobre la Gestión de Información Geoespacial para Las Américas (***UN-GGIM: Américas***), cuyo objetivo inmediato ***es la promoción*** de la Resolución sobre el Marco Geodésico Global de Referencia para el Desarrollo Sostenible, emanada de la Asamblea General de la Naciones Unidas el 26 de febrero de 2015.

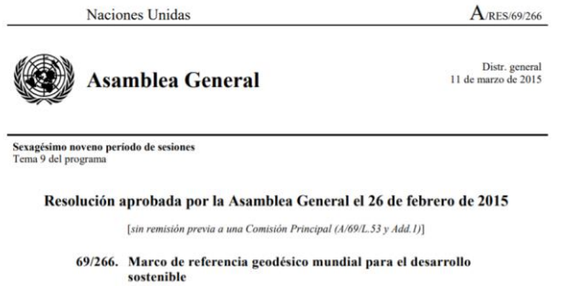


Fuente: Hase 2019, The AGGO geodetic fundamental station at La Plata

https://www.unggrf.org/

The UN-GGIM Roadmap for the Global Geodetic Reference Frame (GGRF)

Grupo Trabajo GRFA



Naciones Unidas A/RES/69/266

Asamblea General

Distr. general
11 de marzo de 2015

Sexagésimo noveno período de sesiones
Tema 9 del programa

Resolución aprobada por la Asamblea General el 26 de febrero de 2015

[*sin remisión previa a una Comisión Principal (A/69/L.53 y Add.1)*]

69/266. Marco de referencia geodésico mundial para el desarrollo sostenible

"Un marco de referencia global es clave si se desea poder comparar datos de todos los continentes; y para potenciar científicos de todas partes del mundo, para dar realmente información, para hacer del planeta un lugar mejor ". - Erik Solheim, Director Ejecutivo Programa del Medio Ambiente de las Naciones Unidas

Procesos que modifican la superficie terrestre

Toma de decisiones adecuada
Buena información Geoespacial y Soporte Geodésico preciso:

1. Cambios en el nivel del mar
2. Movimientos de la corteza
3. Subsidencia y levantamiento de superficie
4. Control de capas de hielo
5. Cambios en Glaciares

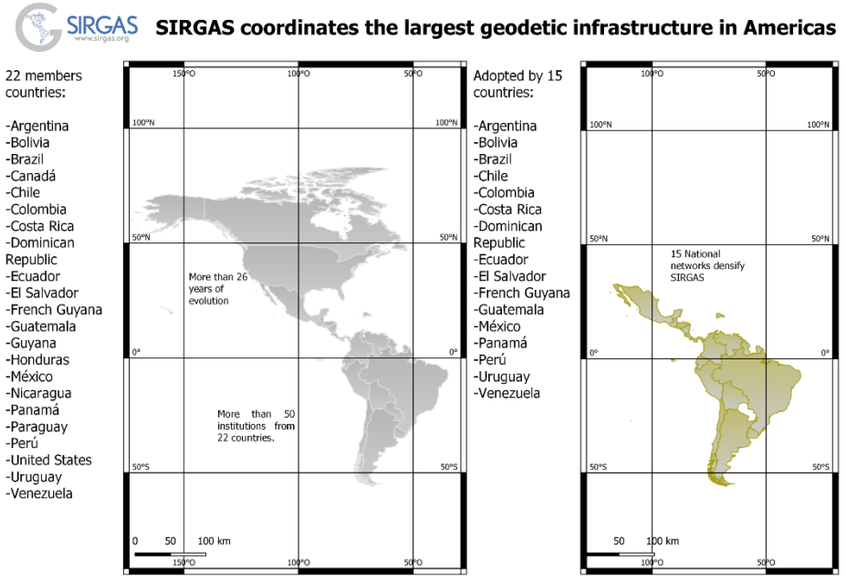
El milímetro importa:

- Cambios en el nivel del mar, masas de hielo y cambios en los glaciares
- Mitigación de desastres naturales y minimización de riesgos
  - Volcanes, terremotos, inundaciones, deslizamiento de laderas.
- Precisión del marco de Referencia en datos espaciales
  - Agricultura de precisión, minería, guiado de vehículos autónomos

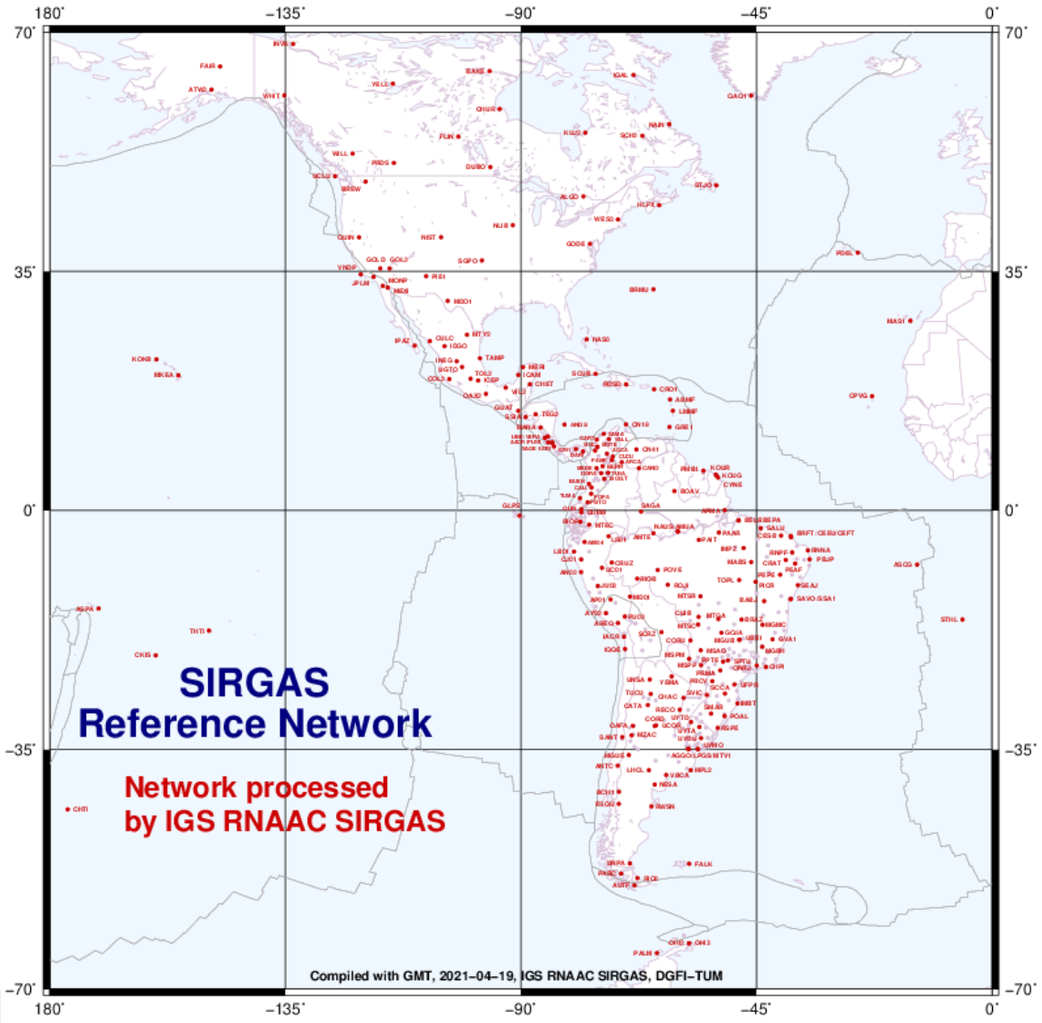
Fuente: Riddel 2020 modificado, What goes up must come down: Why is Australia sinking?

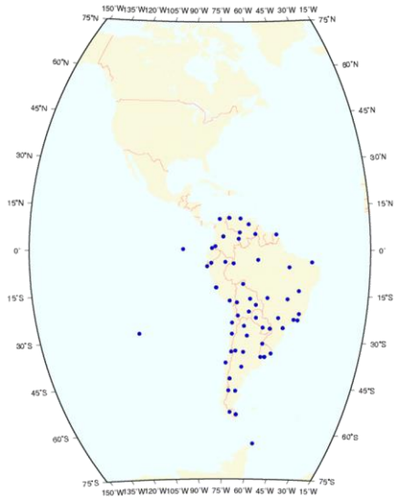
1.Una red de cobertura continental (**SIRGAS-C**), densificación primaria del ITRF en Latinoamérica, con estaciones estables, de funcionamiento óptimo, que garantizan consistencia, perdurabilidad y precisión del marco de referencia a través del tiempo.

2.Redes nacionales de referencia (**SIRGAS-N**), que densifican la red continental y proveen acceso al marco de referencia a nivel nacional y local. Tanto la red continental como las nacionales tienen las mismas características y calidad y cada estación es procesada por tres centros de análisis

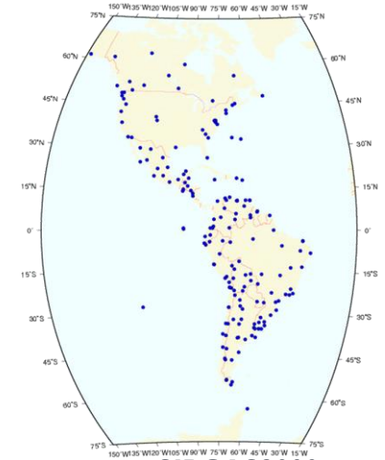


http://www.sirgas.org/es/sirgas-con-network/
http://www.sirgas.org/es/sirgas-con-network/stations/

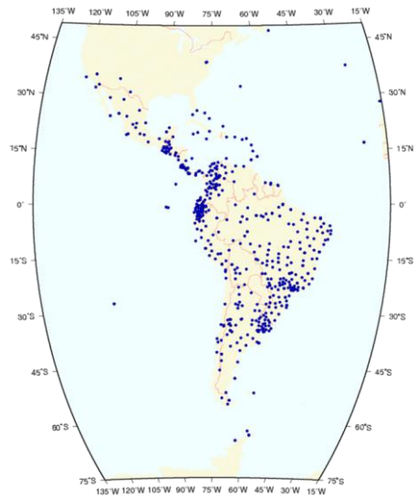




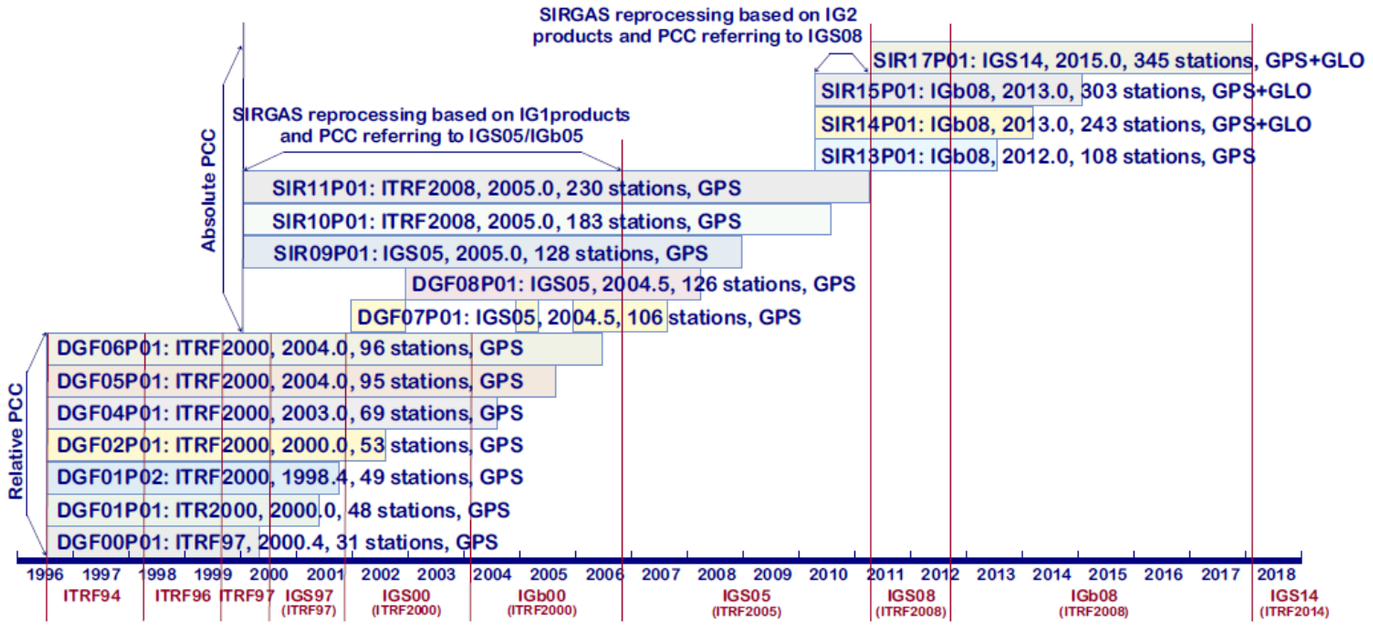
SIRGAS95
(red pasiva con 58 estaciones GPS referida al ITRF94:1995.4)



SIRGAS2000
(red pasiva con 184 estaciones GPS referida al ITRF2000:2000.0)



SIRGAS-CON
(413 estaciones GNSS)



Fuente: Sanchez 2019, SIRGAS Regional Network Associate Analysis Centre Technical Report 2018

VELOCITY MODEL	REALIZATIONS	REGION	STATIONS	TIME INTERVAL FOR USE
VEMOS2003	SIRGAS95 Y SIRGAS 2000(DGF01P01)	45°S to 12°N	48 stations 231 additional velocities	April 1995 to April 2000
VEMOS2009	SIR09P01	56°S to 20°N	96 stations 400 additional velocities	January 2, 2000 to June 30, 2009
VEMOS2015	SIR15P01	55°S, 110°W to 32°N, 35°W	456 stations	March 14, 2010 to Abril 11 2015
VEMOS2017	SIR17P01	55°S, 120°W to 32°N, 35°W,	515 stations	January 1, 2014 to January 28, 2017

Fuente: Martinez et. al 2019, SIRGAS: The Geocentric Reference System for the Americas Report 2018-2019

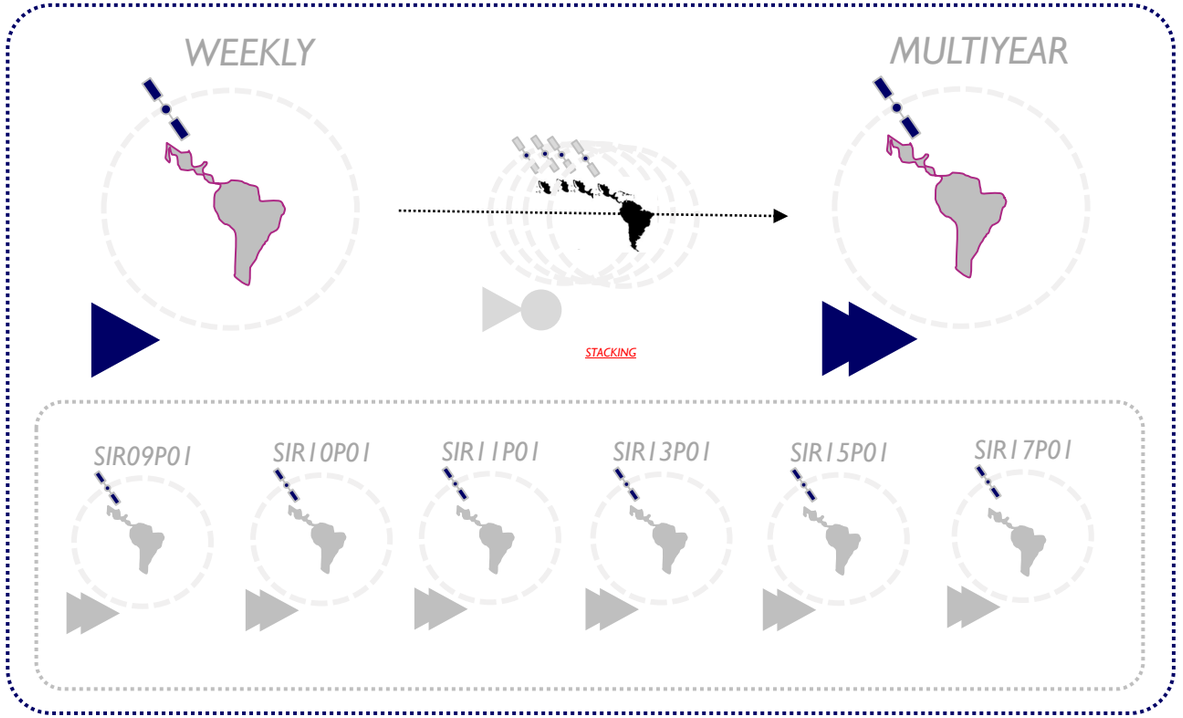
Pasive Realization

SIRGAS95

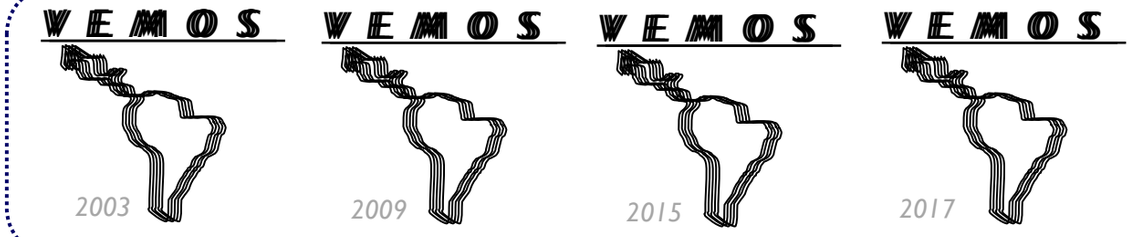
ITRF PARAMETERS

SIRGAS2000

Continuous Realization. SIRGASCON



Velocity Model for SIRGAS



📷 📹 🤦‍♀️

Realizar trabajos con GNSS NO implica directamente trabajar en 4D
Es importante incluir estaciones en SIRGAS de las redes nacionales

http://www.sirgas.org/es/sirgas-con-network/guidelines/

Actualmente, la red SIRGAS-CON está compuesta por cerca de ***440 estaciones***, de las cuales ***100*** son de la red global del ***IGS***, y las restantes pertenecen a los marcos de referencia existentes en América Latina. Estas últimas se denominan estaciones SIRGAS-CON regionales. Las observaciones de las estaciones globales IGS se encuentran disponibles en la página web del IGS, mientras que las de las estaciones regionales son administradas por:

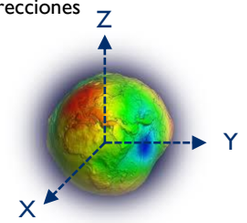
- ***Centros operadores***, responsables de la instalación y adecuado funcionamiento de las estaciones de operación continua.
- ***Centros nacionales de datos***, responsables de la administración, almacenamiento y puesta a disposición de las observaciones de las estaciones a los usuarios, incluyendo los Centros de Procesamiento de SIRGAS. En muchos casos, los Centros Operacionales coinciden con los Centros Nacionales de Datos.
- ***Centro regional de datos***, responsable del almacenamiento, a largo plazo, de las observaciones registradas por las estaciones procesadas bajo el IGS RNAAC SIRGAS (IGS Regional Network Associate Analysis Centre for SIRGAS). Desde la semana GPS 1495 (agosto 31, 2008), éste se hace cargo de almacenar las observaciones de las estaciones pertenecientes a la red continental SIRGAS-C. Las observaciones de las estaciones de densificación (SIRGAS-N) son almacenadas por los Centros Nacionales de Datos

- **Instituto Geográfico Nacional - Argentina** (IGN-Ar)
  Responsable: Sergio Cimbaro (scimbaro @ ign.gob.ar)
- **Instituto Geográfico Militar - Bolivia** (IGM-Bo)
  Responsable: Arturo Echalar Rivera (arturoechalar @ gmail.com)
- **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística** (IBGE), Brasil
  Responsable: Sonia Alves Costa (sonia.alves @ ibge.gov.br)
- **Instituto Geográfico Militar - Chile** (IGM-Cl)
  Responsable: Emilio Aleuy (sirgaschile @ igm.cl)
- **Instituto Geográfico Agustín Codazzi** (IGAC), Colombia
  Responsable: Francisco Mora (fmora @ igac.gov.co)
- **Instituto Geográfico Nacional** (IGN-Cr), Costa Rica
  Responsable: Álvaro Álvarez Calderón (aalvarezc @ rnp.go.cr)
- **Instituto Geográfico Militar del Ecuador** (IGM-Ec)
  Responsable: Oswaldo España (oswaldo.espana @ igm.gob.ec)
- **Instituto Nacional de Estadística y Geografía** (INEGI), México
  Responsable: Guido González (guido.gonzalez @ inegi.gob.mx)
- **Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia** (IGNTG), Panamá
  Responsable: Javier Cornejo (jcornejo @ anati.gob.pa)
- **Instituto Geográfico Nacional** (IGN-Pe), Perú
  Responsable: José Ramón Chire Chira (cpg @ ign.gob.pe)
- **Instituto Geográfico Militar** - Uruguay (IGM-Uy)
  Responsable: Daniel Piriz (daniel.piriz @ igm.gub.uy)

http://www.sirgas.org/es/sirgas-con-network/stations/data-centres/

Sistema de Referencia*(terrestre)*:

Un sistema de referencia (*Reference System*), es la definición teórica e ideal de una estructura geométrica para referenciar las coordenadas de puntos en el espacio, definición de tres ejes coordenados, está constituido por un conjunto de parámetros, modelos convencionales y algoritmos, y queda definido por un origen, direcciones de los ejes, escala y algoritmos para sus transformaciones espaciales y temporales, y las constantes utilizadas en las definiciones y correcciones

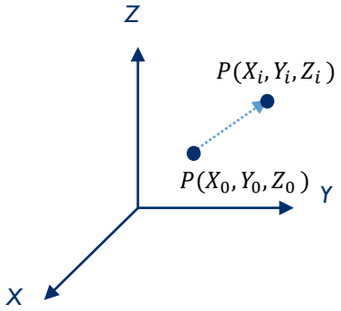


- **Origen:** Geocentro considerando masa océanos y atmósfera.
- **Orientación:** dada por el *Conventional Terrestrial Pole(Z),* luego X(Greenwich) y por último Y.
- **Escala:** Velocidad de la luz y Constante GM.

A los SGR se le asocia un elipsoide, con sus parámetros geométricos y físicos como forma, tamaño, constante gravitacional y velocidad de rotación.

Marco de Referencia:

Un marco de referencia (*Reference Frame*) es la realización práctica de un sistema, es la materialización de un sistema de referencia, es decir, el conjunto de puntos y sus coordenadas y las técnicas aplicadas en las medidas y los métodos utilizados.
Lo forman los vértices geodésicos, sean activos o pasivos, con coordenadas ECEF, dadas en una época fija (t_0) y variaciones lineales constantes $\left(\frac{dX}{dt}, \frac{dY}{dt}, \frac{dZ}{dt}\right)$



Fuente: Tarrío 2019, Fundamentos de Geodesia GNSS: Criterios de uso y aplicación de SIRGAS en Chile

Técnica GNSS

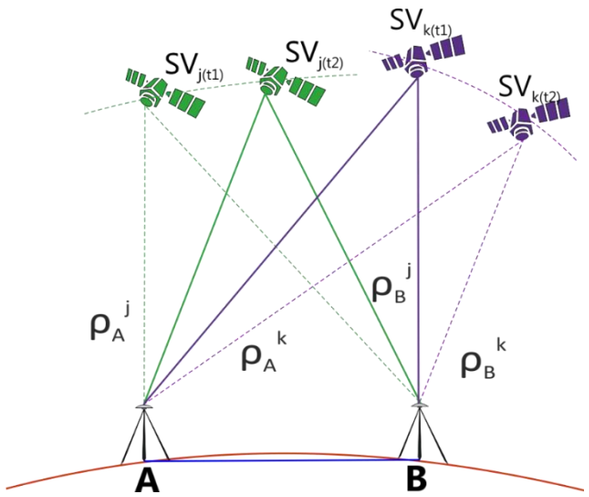
Posicionamiento: estático relativo
Observable fase de la portadora y código
Solución: postproceso

Se busca la determinación de la posición (coordenadas geocéntricas $[X, Y, Z]_R$) de un receptor estático sobre o en la cercanía de la superficie terrestre a partir de:

1. La posición del satélite (coordenadas geocéntricas $[X, Y, Z]_S$ conocidas) y
2. La distancia entre el satélite y el receptor (medida a través de los observables GNSS)

$$l_{3R}^S - \rho_{R,0}^S - \Delta\rho_R^S = \cos(\alpha_{R,0,e}^S) \cdot \Delta e_R + \cos(\alpha_{R,0,n}^S) \cdot \Delta n_R + \cos(\alpha_{R,0,v}^S) \cdot \Delta v_R - c\Delta t_R - b_{3R}^S + m_w(z_R^S) \cdot \delta\rho_{tr} + \vartheta_{3R}^S$$

- l_{3R}^S: combinación libre de ionosfera en la medida de fase.
- $\rho_{R,0}^S$: distancia entre el Satélite S y el receptor R.
- $\Delta\rho_R^S$: correcciones de reloj, relatividad, centros de fase, tropósfera, efectos de marea, EOP, etc.
- $\cos(\alpha_{R,0,x}^S)$: cosenos directores satélite-receptor.
- $\Delta e_R, \Delta n_R, \Delta v_R$: corrección a las coordenadas aproximadas del receptor.
- Δt_R: corrección al reloj del receptor.
- b_{3R}^S: sesgo de la combinación libre de ionósfera.
- $m_w(z_R^S)$: función dependiente del modelo troposférico.
- $\delta\rho_{tr}$: estimación parámetros troposféricos (corrección al modelo a priori)
- ϑ_{3R}^S: error de medición y multipath en la combinación l_3



Los centros de procesamiento de SIRGAS siguen estándares unificados para el cálculo de las soluciones semilibres(loosely constrained). Estos estándares se basan en las convenciones descritas por el IERS *(Servicio Internacional de Rotación de la Tierra y Sistemas de Referencia, Petit y Luzum (2010))* y las directrices específicas de GNSS definidas por el IGS(Johnston et al. 2017); con la excepción de que en las soluciones SIRGAS individuales, las órbitas y relojes del satélite, así como los parámetros de orientación de la Tierra (EOP) se fijan a los valores finales semanales de IGS (*SIRGAS no calcula estos parámetros*), y las posiciones para todas las estaciones están limitadas a ± 1 m (para generar las soluciones semilibres restringidas en formato SINEX).

International Earth Rotation and Reference Systems Service

https://www.iers.org/IERS/EN/Publications/TechnicalNotes/tn36.html

www.igs.org
Springer Handbook of Global Navigation Satellite Systems

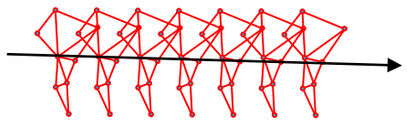
IGS INTERNATIONAL GNSS SERVICE

OBSERVACIONES	**DD**
TASA DE GRABACIÓN	30ˢ
PONDERACIÓN DE LAS OBSERVACIONES	Asignación de peso a las observaciones en función de la elevación, a menor elevación, menor peso.
PARÁMETROS CONOCIDOS A PRIORI	las órbitas satelitales, las correcciones a los relojes de los satélites y los parámetros de orientación terrestre contenidos en las soluciones finales del IGS
CORRECCIONES CENTRO DE FASE ANTENAS Y SATÉLITES	Absolutas IGS
EFECTOS DE CARGA OCEÁNICA (OCEAN TIDES):	FES2004
EFECTOS ATMOSFÉRICOS DE ORIGEN MAREAL (Cuadrículas de carga de marea atmosférica)	Representan la respuesta elástica de la corteza terrestre a la distribución variable de la presión atmosférica. En el procesamiento SIRGAS solamente se reducen los efectos generados por los cambios de presión causados por la atracción gravitacional directa (i.e. mareas) del Sol y de la Luna sobre las masas atmosféricas, especificamente las componentes mareales S1 y S2, según el modelo van Dam and Rey (2010)3. Los de origen diferente, no mareales (non-tidal), provenientes por ejemplo de cambios de temperatura, condiciones metereológicas, cambios bruscos del relieve subyacente, etc. no deben reducirse. Las reducciones de la carga atmosférica causada por las componentes mareales S1 y S2 pueden obtenerse en http://geophy.uni.lu/ggfc-atmosphere/tide-loading-calculator.html;
REFRACCIÓN TROPOSFÉRICA	Modelo Vienna Mapping Function (VMF)
SOLUCIÓN DIARIA	Ecuaciones normales, archivos NEQ
SOLUCIÓN SEMANAL	Archivos SINEX
	Para generar la solución final, se recomienda hacer que las ambigüedades de fase correspondan con un número entero;

Fuente: www.sirgas.org Guía para los Centros de Análisis SIRGAS

SIRGAS www.sirgas.org

ETAPAS PROCESADO



Creación Campaña

- Descarga de metadatos
- Descarga de datos

Preprocesamiento

- Actualización de época
- Concatenación de órbitas
- Preparación de archivos celestes
- Verificación RINEX

Procesamiento

- Cálculo SD y DD
- Procesamiento red
- Ecuaciones Normales
- Apilado y combinación
- Cálculo SD y DD
- Procesamiento red
- Ecuaciones Normales
- Apilado y combinación

Análisis

- Verificación de residuales entre soluciones diarias
- Verificación estadísticos fuera de tolerancia

Difusión

- Envío a otros centros

Mas información acerca de la descarga:
https://youtu.be/QuhuBKCmnFc
https://youtu.be/Gx9g-DVVL64

TIPO DE ARCHIVO	PAÍS U ORGANIZACIÓN	FTP/WEB/SFTP	USUARIO	CLAVE	EXT.	NOM.
RINEX v.2xx o v.3xx	VARIOS	VARIOS	XXXXX-XXXX		*.YYO	
PARÁMETROS IONOSFÉRICOS	CENTER FOR ORBIT DETERMINATION IN EUROPE (CODE)	HTTP://FTP.AIUB.UNIBE.CH/CODE/2018/	LIBRE	LIBRE	*.ION	CODWWWWD.ION
GRILLA DE VAPOR DE AGUA	VIENNA MAPPING FUNCTIONS OPEN ACCESS DATA	HTTP://VMF.GEO.TUWIEN.AC.AT/TROP_PRODUCTS/GRID/2.5X2/VMF1/VMF1_OP/	LIBRE	LIBRE	*.GRD	VMFWWWWD.GRD
EFEMÉRIDES PRECISAS	IGS	Repositorio CDDIS entre otros	LIBRE	LIBRE	*.SP3	IGSWWWWD.SP3/ IGLWWWWD.SP3
PARÁMETROS DE ROTACIÓN DE LA TIERRA	IGS	Repositorio CDDIS entre otros	LIBRE	LIBRE	*.IEP	IGSWWWW7.IEP
CARGAS ATMOSFÉRICAS	HTTPS://GEOPHY.UNI.LU/ATMOSPHERE/TIDE-LOADING-CALCULATOR/ATM1ONLINECALCULATOR/		LIBRE	LIBRE	*ATL	*.ATL
CARGAS OCEÁNICAS	CHALMERS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY	HTTP://HOLT.OSO.CHALMERS.SE/LOADING/	LIBRE	LIBRE	*.BLQ	*.BLQ
HISTÓRICOS INFORMACION ESTACIONES	SIRGAS	SERVIDOR SIRGAS	LIBRE	LIBRE	*STA	*.STA/STATION.INFO
PCV	IGS	FTP://FTP.IGS.ORG/PUB/STATION/GENERAL/	LIBRE	LIBRE	*.ATX	IgsYY_wwww.atx
COORDENADAS SEMANALES	CENTRO PROCESAMIENTO		LIBRE	LIBRE	*.CRD	*.CRD
VELOCIDADES	CENTRO PROCESAMIENTO		LIBRE	LIBRE	*.VEL	*.VEL

Fuente: Tarrío 2019, Fundamentos de Geodesia GNSS: Criterios de uso y aplicación de SIRGAS en Chile

EUREF Europa | AFREF África | APREF Asia-Pacífico | NAREF North América | SCAR Antárctica | SIRGAS Centro y South América

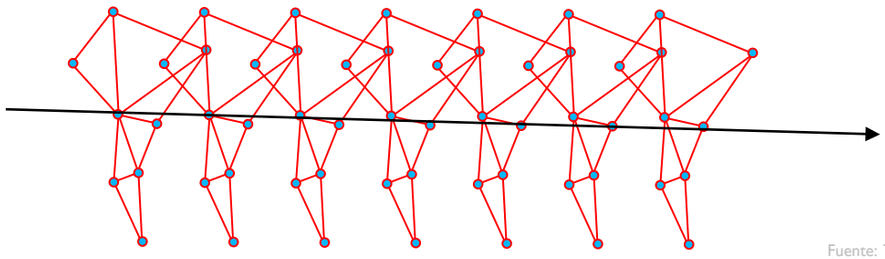
IGS Regional Network Associate Analysis Centre for SIRGAS (IGS RNAAC SIR)

CENTRO COMBINACIÓN IBGE | CENTRO COMBINACIÓN DGFI-TUM

CEPGE | IBGE | IGAC | IGM-Cl | IGN-Ar | INEGI | IGM-Uy | DGFI | USC

UNA (Universidad Nacional) From 1-2013 to 1-2019

LUZ (Universidad del Zulia) From 1-2010 to 6-2019



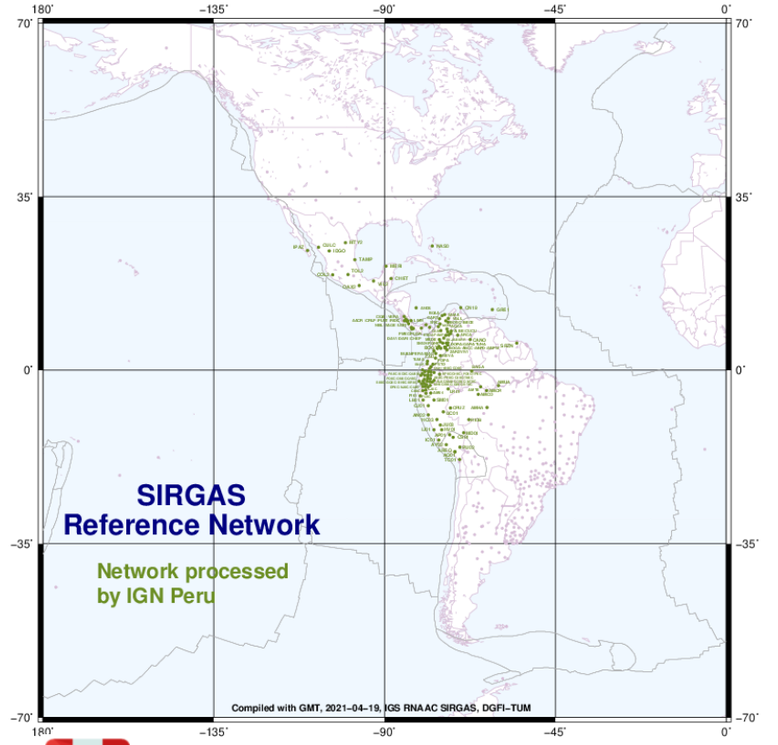
CEPGE(ECU)	IBGE(IBE)	IGAC(IGA)
Software: BERNESE	*Software: BERNESE*	*Software: BERNESE*
114 Estaciones	*209 Estaciones*	*106 Estaciones*
IGM-Cl(CHL)	IGN-Ar (GNA)	INEGI(INE)
82 Estaciones	*219 Estaciones*	*48Estaciones*
Software: BERNESE	*Software: GAMIT/GLOBK*	*Software: GAMIT/GLOBK*
IGM-Uy (URY)	USACH (USC)	IGS RNAAC SIRGAS
100 Estaciones	*208 Estaciones*	*234 Estaciones*
Software: BERNESE	*Software: BERNESE*	*Software: BERNESE*

Fuente: Tarrío 2019, Fundamentos de Geodesia GNSS: Criterios de uso y aplicación de SIRGAS en Chile, www.sirgas.org

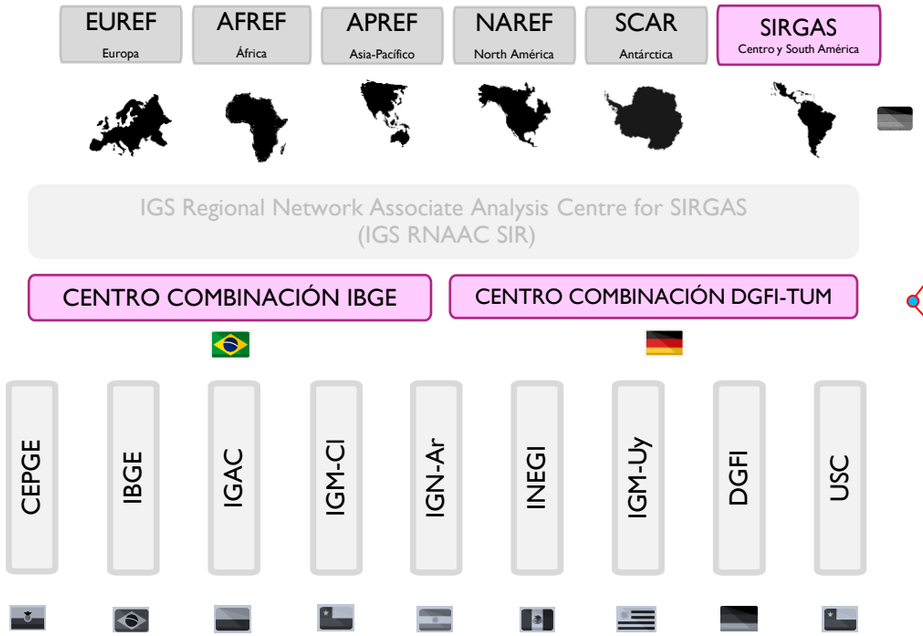
SIRGAS necesita más Centros de Procesamiento principalmente con la participación de Instituciones del Caribe y América del Norte

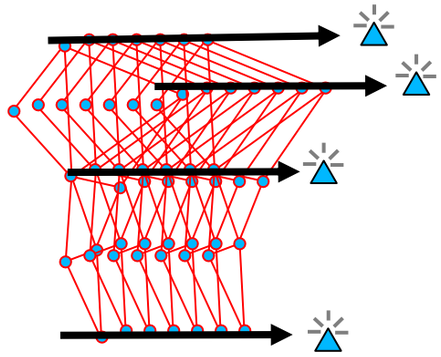
¡Aval representante Nacional¡

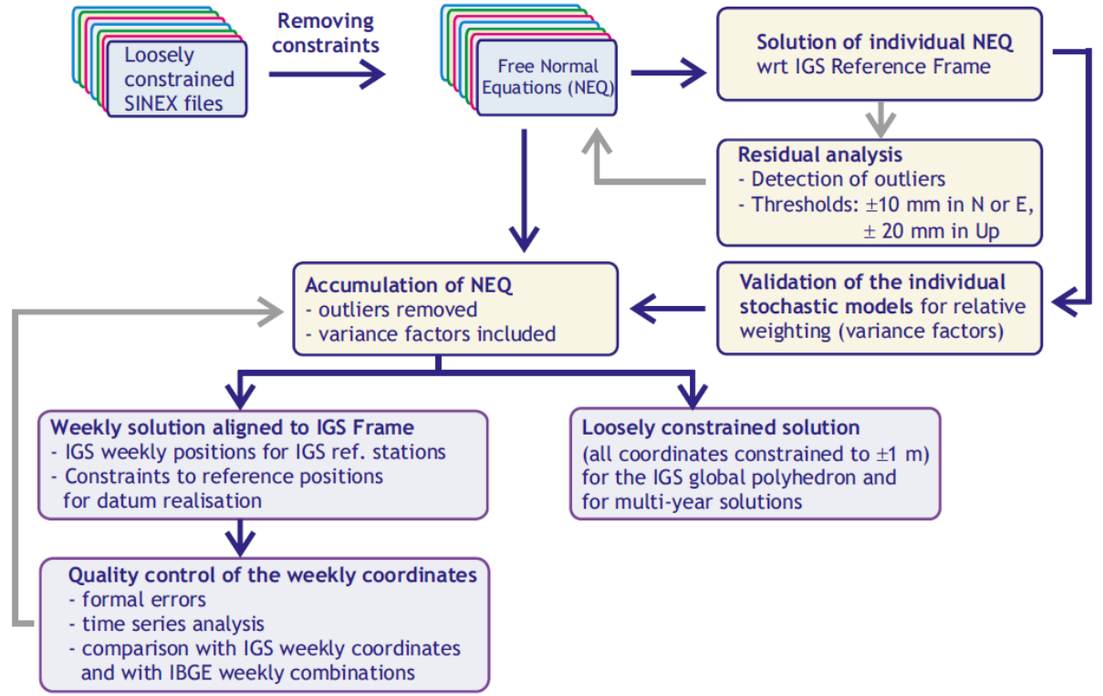
http://www.sirgas.org/es/sirgas-con-network/guidelines/



Centro Experimental PER



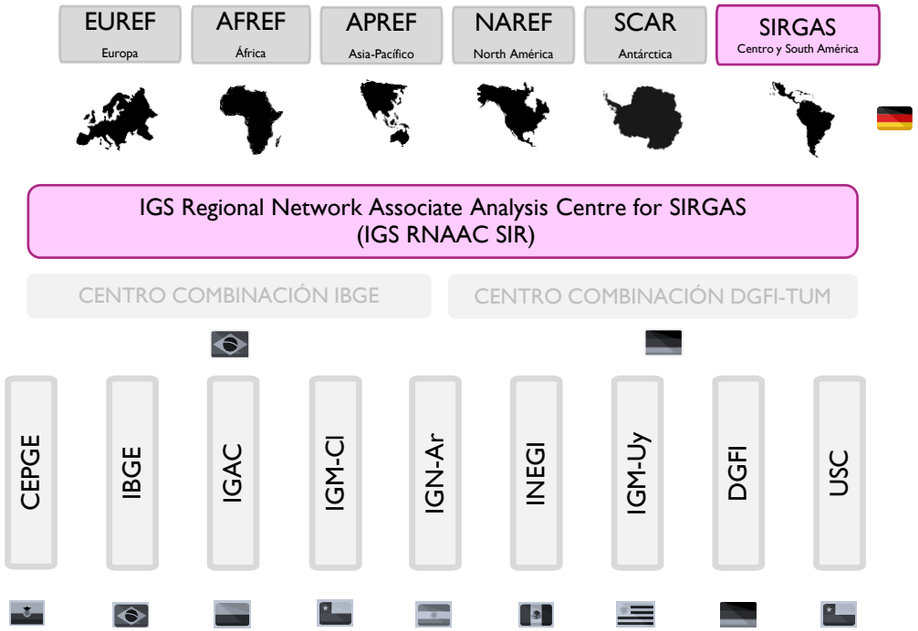


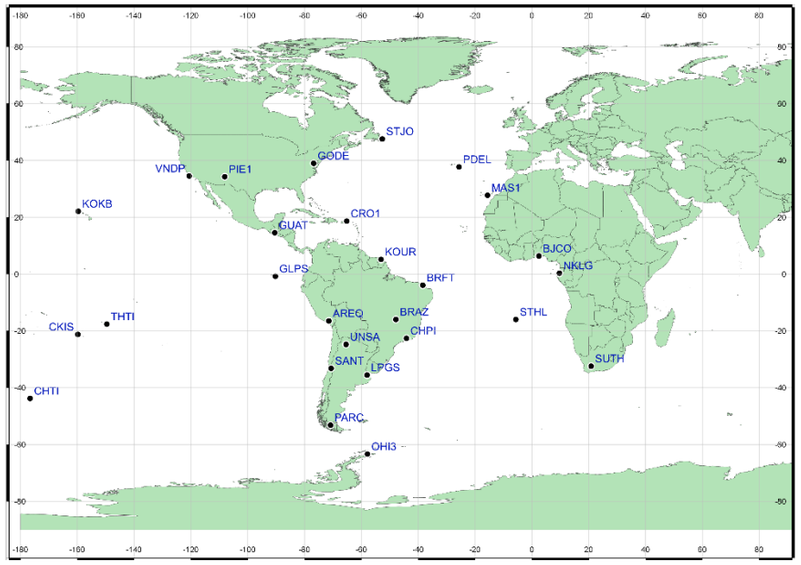


Fuente: Sanchez 2019, SIRGAS Regional Network Associate Analysis Centre Technical Report 2018

Los Centros de Combinación se encargan de integrar en una solución combinada las soluciones semanales calculadas para las redes nacionales SIRGAS-N con la solución correspondiente para la red continental SIRGAS-C. Actualmente, los Centros de Combinación SIRGAS son:

- **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatistica, IBGE** (Brazil)
- **Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut der Technischen Universität München, DGFI-TUM** (Germany)



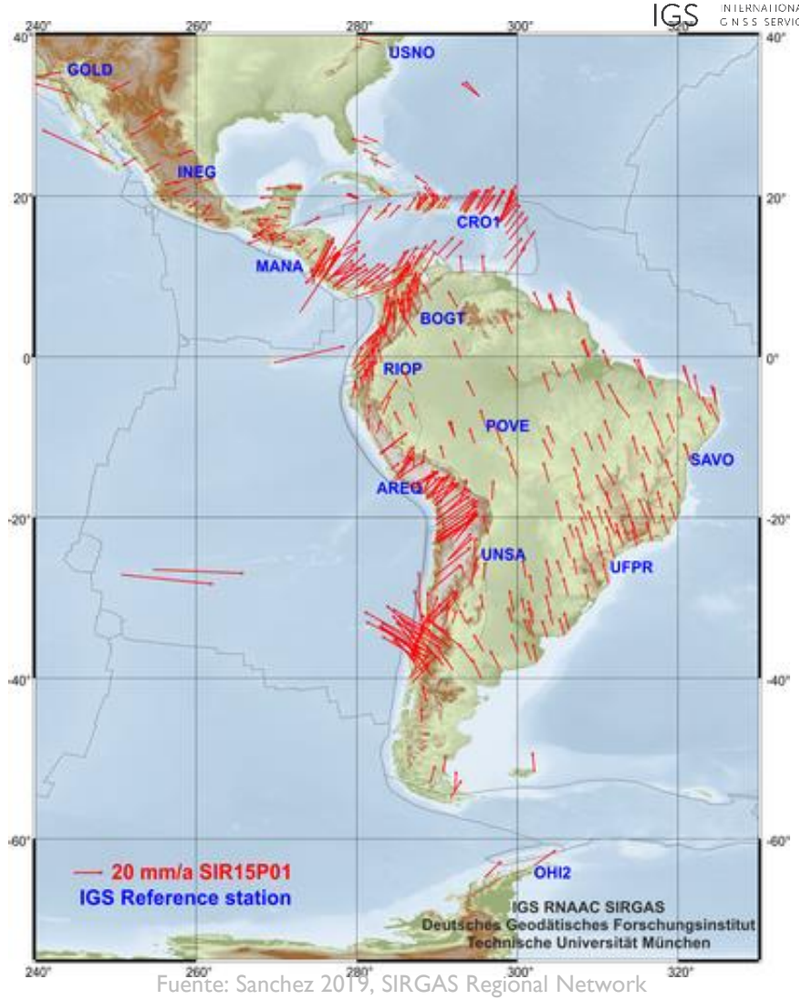


El Centro de Análisis Asociado del IGS para SIRGAS (IGS Regional Network Associate Analysis Centre for SIRGAS, IGS RNAAC SIRGAS) originalmente calculaba la totalidad de las estaciones SIRGAS-CON en un solo bloque (desde junio 1996 hasta agosto de 2008). Dado el establecimiento de los Centros Locales de Procesamiento SIRGAS, el IGS RNAAC SIRGAS está actualmente a cargo del cálculo de la red continental SIRGAS-C y de su combinación con las redes nacionales de referencia SIRGAS-N. El IGS RNAAC SIRGAS opera en el **DGFI-TUM** (Germany)

Responsable: Laura Sánchez

Estaciones procesadas

- SIRwwww7.SUM: report on the weekly combination.
- SIRwwww7.SNX: loosely constrained combination of the individual weekly solutions(This is the SIRGAS contribution to the IGS global polyhedron and input for the SIRGAS multiyear solutions)
- SIRyyPwwww.snx: constrained combination of the individual weekly solutions
- SIRyyPwwww.crd: weekly coordinates aligned to the ITRF



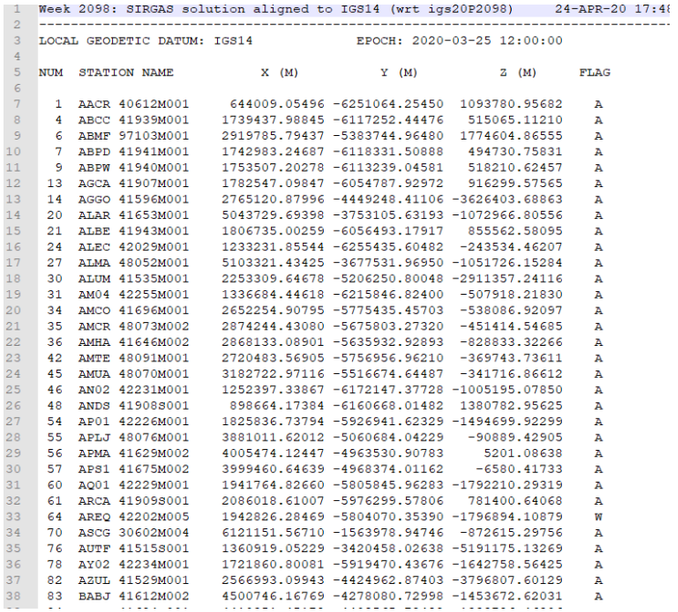
Fuente: Sanchez 2019, SIRGAS Regional Network Associate Analysis Centre Technical Report 2018

Según el IGS *"Los RNAAC contribuyen al IGS con coordenadas de estaciones y valores de velocidades para subredes regionales de estaciones de seguimiento a partir de una combinación de conjuntos de datos semanales (en formato SINEX). Los productos RNAAC deben adoptar el marco de referencia IGS actual, incluidas las efemérides GNSS apropiadas"*

https://www.dgfi.tum.de/en/international-services/igs-rnaac-for-sirgas/

SIRGAS-CON es una red de estaciones GNSS de operación continua distribuida sobre América Latina, con coordenadas ITRF (International Terrestrial Reference Frame) de alta precisión. La operabilidad de SIRGAS-CON es posible gracias a la contribución voluntaria de más de 50 organizaciones latinoamericanas que garantizan la confiabilidad y estabilidad a largo plazo de la red mediante redundancia y aplicación de directrices precisas que aseguran la calidad de las mediciones GNSS, el procesamiento científico de datos y las coordenadas obtenidas para cada estación de referencia. Con base en **SIRGAS-CON** y la **infraestructura operativa de SIRGAS**, SIRGAS proporciona los siguientes productos:

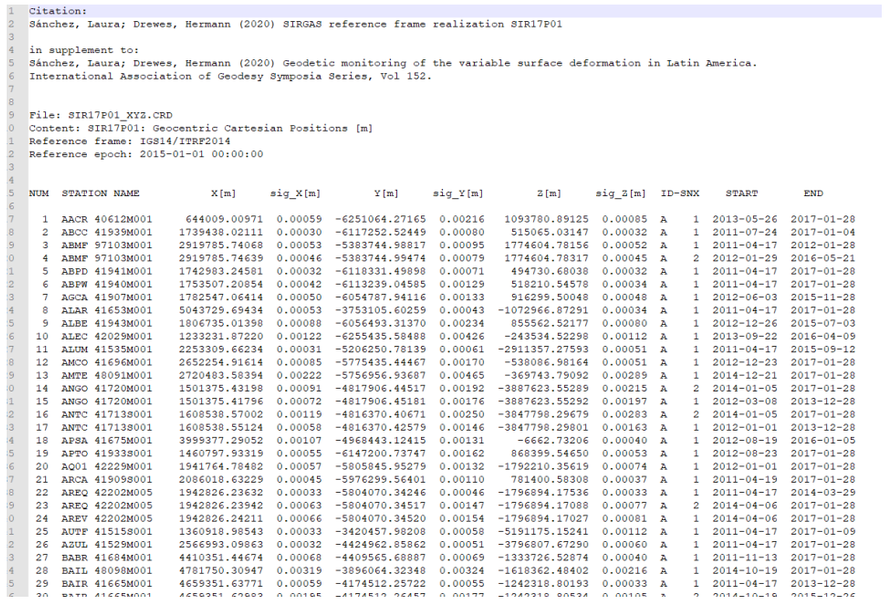
- **Coordenadas semanales de las estaciones SIRGAS-CON**
- **Soluciones multianuales (posiciones y velocidades) de SIRGAS-CON**
- **Modelo de velocidades VEMOS (Velocity Model for SIRGAS)**



```
Week 2098: SIRGAS solution aligned to IGS14 (wrt igs20P2098)     24-APR-20 17:4
--------------------------------------------------------------------------------
LOCAL GEODETIC DATUM: IGS14             EPOCH: 2020-03-25 12:00:00

NUM  STATION NAME           X (M)          Y (M)          Z (M)      FLAG

  1  AACR 40612M001     644009.05496 -6251064.25450  1093780.95682    A
  4  ABCC 41939M001    1739437.98845 -6117252.44476   515065.11210    A
  6  ABMF 97103M001    2919785.79437 -5383744.96480  1774604.86555    A
  7  ABPD 41941M001    1742983.24687 -6118331.50888   494730.75831    A
  9  ABPW 41940M001    1753507.20278 -6113239.04581   518210.62457    A
 13  AGCA 41907M001    1782547.09847 -6054787.92972   916299.57565    A
 14  AGGO 41596M001    2765120.87996 -4449248.41106 -3626403.68863    A
 20  ALAR 41653M001    5043729.69398 -3753105.63193 -1072966.80556    A
 21  ALBE 41943M001    1806735.00259 -6056493.17917   855562.58095    A
 24  ALEC 42029M001    1233231.85544 -6255435.60482  -243534.46207    A
 27  ALMA 48052M001    5103321.43425 -3677531.96950 -1051726.15284    A
 30  ALUM 41535M001    2253309.64678 -5206250.80048 -2911357.24116    A
 31  AM04 42255M001    1336684.44618 -6215846.82400  -507918.21830    A
 34  AMCO 41696M001    2652254.90795 -5775435.45703  -538086.92097    A
 35  AMCR 48073M002    2874244.43080 -5675803.27320  -451414.54685    A
 36  AMHA 41646M002    2868133.08901 -5635932.92893  -828833.32266    A
 42  AMTE 48091M001    2720483.56905 -5756956.96210  -369743.73611    A
 45  AMUA 48070M001    3182722.97116 -5516674.64487  -341716.86612    A
 46  AN02 42231M001    1252397.33867 -6172147.37728 -1005195.07850    A
 48  ANDS 419088001     898664.17384 -6160668.01482  1380782.95625    A
 54  AP01 42226M001    1825836.73794 -5926941.62329 -1494699.92299    A
 55  APLJ 48076M001    3881011.62012 -5060684.04229   -90889.42905    A
 56  APMA 41629M002    4005474.12447 -4963530.90783     5201.08638    A
 57  APS1 41675M002    3999460.64639 -4968374.01162    -6580.41733    A
 60  AQ01 42229M001    1941764.82660 -5805845.96283 -1792210.29319    A
 61  ARCA 419098001    2086018.61007 -5976299.57806   781400.64068    A
 64  AREQ 42202M005    1942826.28469 -5804070.35390 -1796894.10879    W
 70  ASCG 30602M004    6121151.56710 -1563978.94746  -872615.29756    A
 76  AUTF 415158001    1360919.05229 -3420458.02638 -5191175.13269    A
 78  AY02 42234M001    1721860.80081 -5919470.43676 -1642758.56425    A
 82  AZUL 41529M001    2566993.09943 -4424962.87403 -3796807.60129    A
 83  BABJ 41612M002    4500746.16769 -4278080.72998 -1453672.62031    A
```



```
Citation:
Sánchez, Laura; Drewes, Hermann (2020) SIRGAS reference frame realization SIR17P01

in supplement to:
Sánchez, Laura; Drewes, Hermann (2020) Geodetic monitoring of the variable surface deformation in Latin America.
International Association of Geodesy Symposia Series, Vol 152.


File: SIR17P01_XYZ.CRD
Content: SIR17P01: Geocentric Cartesian Positions [m]
Reference frame: IGS14/ITRF2014
Reference epoch: 2015-01-01 00:00:00


NUM  STATION NAME           X[m]      sig_X[m]      Y[m]      sig_Y[m]      Z[m]      sig_Z[m]  ID-SNX   START       END

  1  AACR 40612M001     644009.00971  0.00059  -6251064.27165  0.00216  1093780.89125  0.00085  A    1  2013-05-26  2017-01-28
  2  ABCC 41939M001    1739438.02111  0.00030  -6117252.52449  0.00080   515065.03147  0.00032  A    1  2011-07-24  2017-01-04
  3  ABMF 97103M001    2919785.74068  0.00053  -5383744.98817  0.00095  1774604.78156  0.00052  A    1  2011-04-17  2012-01-28
  4  ABMF 97103M001    2919785.74639  0.00046  -5383744.99474  0.00079  1774604.78317  0.00045  A    2  2012-01-29  2016-05-21
  5  ABPD 41941M001    1742983.24581  0.00032  -6118331.49898  0.00071   494730.68038  0.00032  A    1  2011-04-17  2017-01-28
  6  ABPW 41940M001    1753507.20854  0.00042  -6113239.04585  0.00129   518210.54578  0.00034  A    1  2011-04-17  2017-01-28
  7  AGCA 41907M001    1782547.06414  0.00050  -6054787.94116  0.00133   916299.50048  0.00048  A    1  2012-06-03  2015-11-28
  8  ALAR 41653M001    5043729.69434  0.00053  -3753105.60259  0.00043 -1072966.87291  0.00034  A    1  2011-04-17  2017-01-28
  9  ALBE 41943M001    1806735.01398  0.00088  -6056493.31370  0.00234   855562.52177  0.00080  A    1  2012-12-26  2015-07-03
 10  ALEC 42029M001    1233231.87220  0.00122  -6255435.58488  0.00426  -243534.52298  0.00112  A    1  2013-09-22  2016-04-09
 11  ALUM 41535M001    2253309.66234  0.00031  -5206250.78139  0.00061 -2911357.27593  0.00051  A    1  2011-04-17  2015-09-12
 12  AMCO 41696M001    2652254.91614  0.00085  -5775435.44467  0.00170  -538086.98164  0.00051  A    1  2012-12-23  2017-01-28
 13  AMTE 48091M001    2720483.58394  0.00222  -5756956.93687  0.00465  -369743.79092  0.00289  A    1  2014-12-21  2017-01-28
 14  ANGO 41720M001    1501375.43198  0.00091  -4817906.44517  0.00192 -3887623.55289  0.00215  A    2  2014-01-05  2017-01-28
 15  ANGO 41720M001    1501375.41796  0.00072  -4817906.45181  0.00176 -3887623.55292  0.00197  A    1  2012-03-08  2013-12-28
 16  ANTC 41713S001    1608538.57002  0.00119  -4816370.40671  0.00250 -3847798.29679  0.00283  A    2  2014-01-05  2017-01-28
 17  ANTC 41713S001    1608538.55124  0.00058  -4816370.42579  0.00146 -3847798.29801  0.00163  A    1  2012-01-01  2013-12-28
 18  APSA 41675M001    3999377.29052  0.00107  -4968443.12415  0.00131    -6662.73206  0.00040  A    1  2012-08-19  2016-01-05
 19  APTO 41933S001    1460797.93319  0.00055  -6147200.73747  0.00162   868399.54650  0.00053  A    1  2012-08-23  2017-01-28
 20  AQ01 42229M001    1941764.78482  0.00057  -5805845.95279  0.00132 -1792210.35619  0.00074  A    1  2012-01-01  2017-01-28
 21  ARCA 419098001    2086018.63229  0.00045  -5976299.56401  0.00110   781400.58308  0.00037  A    1  2011-04-19  2017-01-28
 22  AREQ 42202M005    1942826.23632  0.00033  -5804070.34246  0.00046 -1796894.17536  0.00033  A    1  2011-04-17  2014-03-29
 23  AREQ 42202M005    1942826.23942  0.00063  -5804070.34517  0.00147 -1796894.17088  0.00077  A    2  2014-04-06  2017-01-28
 24  AREV 42202M005    1942826.24211  0.00066  -5804070.34520  0.00154 -1796894.17027  0.00081  A    1  2014-04-06  2017-01-28
 25  AUTF 415158001    1360918.98543  0.00033  -3420457.98208  0.00058 -5191175.15241  0.00112  A    1  2011-04-17  2017-01-09
 26  AZUL 41529M001    2566993.09863  0.00032  -4424962.85862  0.00051 -3796807.67290  0.00060  A    1  2011-04-17  2017-01-28
 27  BABR 41684M001    4410351.44674  0.00068  -4409565.68887  0.00069 -1333726.52874  0.00040  A    1  2011-11-13  2017-01-28
 28  BAIL 48098M001    4781750.30947  0.00319  -3896064.32348  0.00324 -1618362.48402  0.00216  A    1  2014-10-19  2017-01-28
 29  BAIR 41665M001    4659351.63771  0.00059  -4174512.25722  0.00055 -1242318.80193  0.00033  A    1  2011-04-17  2013-12-28
```

Agradecimientos

Universidad de Santiago de Chile

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)

Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut der Technischen

Instituto Geográfico Militar (IGM), Chile

Instituto Geográfico Militar (IGM), Ecuador

Instituto Geográfico Nacional (IGN), Argentina

Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), Colombia

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), México

Instituto Geográfico Militar (IGM), Uruguay

Instituto Geográfico Nacional (IGN), Perú

Actividades del Grupo de Trabajo I de SIRGAS:

de la Torre Bilby a la Estación de Referencia de Operación Continua GNSS

***J.A. Tarrío*[1]**, *S.Alves[2], A. da Silva[2],L. Sanchez[3], Jesarella Inzunza[1],Fernando Isla[1], A. Martínez[4], Óscar Rodriguez[5], Emilio Aleuy[6], Hernán Guagni[7],Guido González[8], Gustavo Caubarrère[9]*

[1]Universidad de Santiago de Chile, Chile, [2] Instituto Brasileiro de Geografía e Estatística (IBGE), Brasil, [3] Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut der Technischen Universität München (DGFI-TUM), Alemania, [4] Instituto Geográfico Militar (IGM), Ecuador, [5 7]Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), Colombia, [6] Instituto Geográfico Militar (IGM), Chile, [7]Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), México, [8] Instituto Geográfico Nacional (IGN), Argentina, [9] Instituto Geográfico Militar (IGM), Uruguay

Muchas gracias

SIRGAS
www.sirgas.org

IAG

INSTITUTO PANAMERICANO DE GEOGRAFIA E HISTORIA OEA

www.sirgas.org