SIRGAS
sirgas.ipgh.org

Informe de gestión

noviembre 2

2022

Informe de gestión de las actividades realizadas por el Consejo Directivo, Comité Ejecutivo, Comité Científico y los Grupos de Trabajo durante el año 2022.

Contenido

1. Mejorar la estructura de gobernanza para desarrollar y sostener el marco de referencia geodésico SIRGAS 3

1.1. Apoyo a los países de las Américas para responder a la Resolución de la Asamblea General sobre un Marco de Referencia Geodésico Global para el Desarrollo Sostenible 3

1.2. Organización y Desarrollo del Simposio Científico SIRGAS 2022 Santiago, Chile, juntamente con el comité organizador local el Instituto Geográfico Militar de Chile – IGM-Chile 3

1.3. Coordinación del curso “Determinación de marcos de referencia geodésicos precisos, mediante el software científico de procesamiento GPS/GNSS GAMIT/GLOB-K” 5

1.4. Coordinación del taller “Sistemas de Referencias Verticales” 8

2. Promover el intercambio abierto de datos geodésicos para mejorar y desarrollar el marco de referencia geodésico de las Américas 9

2.1. Promoción de la apertura de los repositorios de datos geodésicos de los Estados Miembros 9

3. Establecer y mantener el marco de referencia geodésico de las Américas 10

3.1. Procesamiento de observaciones GNSS de la red SIRGAS-CON 10

3.1.1. Soluciones semanales 10

3.1.2. Incorporación de nuevas estaciones GNSS en la Red SIRGAS-CON 10

3.1.3. Productos troposféricos SIRGAS, estimados por Centro de Análisis SIRGAS para la Atmósfera Neutral (CIMA) 12

3.2. Establecimiento de nuevo Centro de Análisis GNSS 14

3.3. Desarrollo de un diagnóstico sobre el estado de arte de los marcos de referencia y capacidades geodésicas en los Estados Miembros 15

3.4. Desarrollo de asesorías técnica a aquellos Estados Miembros interesados en implementar el marco SIRGAS a nivel nacional 16

3.5. Desarrollo de un repositorio con las mediciones de gravedad absoluta 16

3.6. Desarrollo de asesorías técnica a aquellos Estados Miembros interesados en establecer sitios IHRF 17

3.7. Desarrollo de asesorías técnica para el cálculo de modelos de geoide nacionales y regionales 18

4. Desarrollar programas de comunicación y divulgación que permitan que el marco de referencia geodésico sea más visible y comprensible para la sociedad 18

5.1. Desarrollo del sitio web del Simposio SIRGAS 2022 19

5.2. Difusión de las actividades que desarrolla SIRGAS y de otras novedades geodésicas regionales e internacionales 19

5.3. Desarrollo de webinarios para difundir actividades geodésicas que se realizan en los Estados Miembros 19

5.4. Publicación de la edición especial del Journal of Geodetic Science (JoGS) con artículos de las exposiciones del Simposio SIRGAS2021 21

5.5. Otras actividades y participaciones 22

5.5.1. Participación en la Novena Sesión UN-GGIM:Américas – 28 a 30 de noviembre 22

5.5.2. Participación en el XVI Congresso Internacional de Topografia, Cadastro, Geodésia e Geomática – 21 a 24 de septiembre 23

5.5.3. Participación en el REFAG2022: Reference frames for applications in Geosciences – 17 – 20 de octubre 23

1. Mejorar la estructura de gobernanza para desarrollar y sostener el marco de referencia geodésico SIRGAS

1.1. Apoyo a los países de las Américas para responder a la Resolución de la Asamblea General sobre un Marco de Referencia Geodésico Global para el Desarrollo Sostenible

En el marco de la resolución "A Global Geodetic Reference Frame for Sustainable Development" de las Naciones Unidas, que invita a los Estados Miembros a lo siguiente: a) compartir abiertamente datos, normas y convenciones geodésicos; b) comprometerse a mejorar y mantener la infraestructura geodésica nacional como un medio esencial para mejorar el marco de referencia geodésico mundial; y c) establecer actividades de cooperación multilateral a fin de subsanar el déficit de infraestructura y las duplicaciones con miras a la elaboración de un marco de referencia geodésico mundial más sostenible; durante el año 2022 se desarrolló junto a las agencias responsables de la definición de los marcos de referencia geodésicos nacionales, asistencias técnicas remotas y capacitaciones sobre de la incorporación de nuevas estaciones GNSS permanentes en la Red SIRGAS y sobre levantamientos gravimétricos en torno de las estaciones IHRF.

1.2. Organización y Desarrollo del Simposio Científico SIRGAS 2022 Santiago, Chile, juntamente con el comité organizador local el Instituto Geográfico Militar de Chile – IGM-Chile

Entre los días 07 al 09 de noviembre de 2022 la comunidad SIRGAS una nueva edición del Simposio SIRGAS en la modalidad híbrida, presencial y con transmisión online. El propósito central del Simposio SIRGAS 2022 fue convocar a la comunidad geodésica de las Américas y del Caribe para intercambiar experiencias y avances, así como formular nuevos proyectos relacionados con la implementación, mantenimiento y aprovechamiento de la infraestructura geodésica de referencia de la región.

En el Simposio SIRGAS 2022 se contó con un servicio de traducción simultánea al idioma inglés y español conforme la nueva regulación de los simposios SIRGAS.

Las actividades del Simposio SIRGAS 2022 están planeadas en 5 sesiones al largo de los tres días:

1. 07 de noviembre – Reporte de las autoridades de SIRGAS: Presidente de SIRGAS, Presidentes de los Grupos de Trabajo de SIRGAS y actualización del GRFA de UN-GGIM: Américas;
2. 07 y 08 de noviembre – Desarrollo y mantenimiento del marco de referencia SIRGAS: Reportes de los Centros de Análisis SIRGAS, revisión y actualización de las estrategias de procesamiento y combinación, análisis y modelado de las deformaciones del marco de referencia, procesamiento de observaciones GNSS;
3. 08 de noviembre – Modelado del campo de gravedad terrestre: Avances y actividades necesarias para apoyar el desarrollo del sistema de referencia vertical unificado, modelado del campo de gravedad terrestre y gravedad absoluta en los países de SIRGAS;
4. 09 de noviembre – Aplicaciones del marco de referencia SIRGAS: Reportes de los países miembros de SIRGAS, avances en la adopción de SIRGAS, uso y disponibilidad de los productos SIRGAS; y

5. 09 de noviembre – Contribuciones de SIRGAS al modelado del Sistema Tierra: Monitoreo geodinámico, estudios atmosféricos, determinación de cambios en el nivel medio del mar, estudios geofísicos basados en la infraestructura SIRGAS.

La organización del Simposio SIRGAS 2022 estuvo bajo la coordinación del Comité Organizador Local, el cual estuvo conformado por el Comité Ejecutivo de SIRGAS y representantes del Instituto Geográfico Militar de Chile. Al igual que en oportunidades anteriores, se cuenta con el valioso respaldo de la Asociación Internacional de Geodesia y del Instituto Panamericano de Geografía e Historia apoyando la participación de algunos expositores en el Simposio. Para más detalles, visitar el sitio web del evento https://sirgas.ipgh.org/simposio/. Fueron realizadas 59 exposiciones de trabajos provenientes de los siguientes países: Alemania, Argentina, Canadá, Estados Unidos, Costa Rica, Colombia, Brasil, Ecuador, Bolivia, Chile y Uruguay. El promedio de asistentes durante los 3 días fue de 90 participantes en forma presencial y 130 en forma remota. Al Instituto Geográfico Militar de Chile, SIRGAS agradece por la organización y toda la infraestructura del Taller de Sistema de Referencia Vertical y el Simposio, en especial Lautaro Rivas, Pablo Hidalgo, Sergio Rozas, Ignacio Parada, Coralí González, Luis Troncoso y Claudio Reyes. La siguiente tabla detalla las asistencias presenciales y remotas en los tres días:

NOVIEMBRE	Asistentes Presenciales	Asistentes remotos
DÍA 07	108	140
DÍA 08	80	120
DÍA 09	80	140

Asistencias presenciales y remotas en el Simposio

Las presentaciones y grabaciones del Simposio se encuentran en el enlace:
https://sirgas.ipgh.org/eventos-sirgas/simposios/symp_2022/

Asistentes al Simposio SIRGAS 2022

Este año la principal resolución sometida a aprobación, trata sobre el avance en la implementación de la Resolución de la Asamblea General de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) sobre el Marco de Referencia Geodésico Global (UN-GGRF) para el Desarrollo Sostenible. Uno de los objetivos es apoyar y fomentar el desarrollo de las capacidades geodésicas dentro de las Américas y El Caribe para el establecimiento y mantenimiento de una red geocéntrica de alta precisión como densificación del ITRF, IHRF e ITGRF en el continente y el enlace para las infraestructuras geodésicas nacionales apropiadas de la región, así como la conexión de los marcos de referencia nacionales hacia el ITRF, IHRF e ITGRF. Las resoluciones completas del Simposio se encuentran disponibles en el enlace: https://sirgas.ipgh.org/wp-content/uploads/2022/12/Resoluciones-2022.pdf

1.3. Coordinación del curso "Determinación de marcos de referencia geodésicos precisos, mediante el software científico de procesamiento GPS/GNSS GAMIT/GLOB-K"

En el mes de julio del año 2022 en las instalaciones de la Escuela de Ingeniería Topográfica de la Universidad de Costa Rica, se llevó adelante el curso denominado “Determinación de marcos de referencia geodésicos precisos, mediante el software científico de procesamiento GPS/GNSS GAMIT-GLOBK”. El curso fue organizado por la Escuela de Ingeniería Topográfica de la Universidad de Costa Rica, el Instituto Geográfico Nacional de Costa Rica, el Colegio de Ingenieros Topógrafos de Costa Rica y SIRGAS y fue dictado en idioma español por el Dr. Demián Gómez (Division of Geodetic Science, The Ohio State University). Dicho curso estuvo orientado a técnicos y profesionales de las Américas que participan en la definición y actualización de los marcos de referencia geodésicos nacionales a partir del procesamiento de información GPS/GNSS, o que pertenecen a instituciones que contribuyen con las actividades que desarrolla SIRGAS. El mismo tuvo una duración de 5 días y contó con la participación de 22 profesionales provenientes de Costa Rica, Bolivia, Perú, Ecuador y República Dominicana.

A continuación, se detalla el programa del curso:

Día 1

Teoría

- Concepto de geometría interna y externa
- Coordenadas APR y resolución de ambigüedades
- Iteración de soluciones

Práctica

- Instalación de GAMIT-GLOBK
- Obtención de órbitas y archivos necesarios para el procesamiento de datos GNSS

Día 2

Teoría

- Archivos de configuración de GAMIT
- Metadatos GNSS

- GLOB-K: Combinación de múltiples redes diarias

Práctica

- Cómo invocar el script sh_gamit
- Diagnóstico de problemas

Día 3
Teoría

- Modelos de trayectorias GNSS y parametrización de series de tiempo
- Velocidades, oscilaciones, co- y post-sísmica: cómo mitigar efectos

Práctica

- Procesamiento de una red GNSS de ejemplo
- Combinación con GLOB-K

Día 4
Teoría y Práctica

- Apilamiento de poliedros GNSS
- Época de medición y época convencional

Día 5
Teoría y Práctica

- Consultas, preguntas y análisis de casos particulares

Figura 1. Foto de grupo en la Universidad de Costa Rica con los participantes del curso de capacitación en GAMIT/GLOBK.

Con un total de 22 estudiantes, en promedio la calidad del curso fue calificada en 4.76 / 5 puntos, los participantes sintieron que su conocimiento de GAMIT / GLOBK aumentó en 4.52 / 5 y que sus conocimientos sobre marcos de referencia aumentaron en 4.7 / 5 puntos.

1.4. Coordinación del taller "Sistemas de Referencias Verticales"

Durante la semana previa al Simposio, es decir del 02 al 04 de noviembre, se realizó el Taller Sistema de Referencia Vertical, en el cual se desarrollaron temas relacionados con la unificación del datum vertical para los países miembros de SIRGAS, como los lineamientos y acciones encaminadas para la materialización del IHRS (International Height Reference System).

El objetivo principal del taller fue contribuir con el proceso de formación de investigadores, profesionales y técnicos de las Américas que participan en la investigación, definición y actualización de los marcos y sistemas de referencia verticales nacionales a partir del procesamiento de información gravimétrica y de nivelación geométrica clásica. Para ello se capacitará a los asistentes en el uso de un paquete de programas desarrollados por la Asociación Internacional de Geodesia y SIRGAS, que es de libre distribución para aquellas organizaciones que se dedican a la materialización de los marcos de referencia geodésicos nacionales o que contribuyen con las actividades e investigaciones que desarrolla SIRGAS.

Este taller fue coordinado conjuntamente con el Instituto Geográfico Militar de Chile – IGM-Chile en las instalaciones de la Universidad Bernardo O'Higgins y fue dictado en idioma español por el Dr. Gabriel do Nascimento Guimarães (Universidade Federal de Uberlândia) y Hernán Javier Guagni del Instituto Geográfico Nacional de Argentina. Participaron del Taller 14 profesionales de 7 países del área. A continuación, se puede observar el programa del Taller Sistema de Referencia Vertical.

Resoluciones 2021.pdf (ipgh.org)

Taller SIRGAS 2022
"Sistema de Referencia Vertical"
2 al 4 de noviembre de 2022

	Miércoles 02/11/2022	Jueves 03/11/2022	Viernes 04/11/2022
08:30 – 09:00	Apertura e Introducción – Autoridades IGM y SIRGAS	Organización de bases de datos	Actividades Prácticas
09:00 – 10:00	Introducción a la Teoría del Potencial	Actividades Prácticas	Actividades Prácticas
10:00 – 10:30	Café	Café	Café
10:30 – 11:15	Geopotencial y Gravimetría	Actividades Prácticas	Actividades Prácticas
11:15 -12:00	Cálculo de números geopotenciales	Actividades Prácticas	Actividades Prácticas
12:00 – 13:30	Almuerzo	Almuerzo	Almuerzo
13:30 – 14:15	Alturas y Sistemas Verticales de Referencia Modernos	Ajuste de las redes de Argentina y Brasil	Análisis de resultados
14:15 – 15:00	Nivelación y Estructuras Altimétricas	Actividades Prácticas	Análisis de resultados
15:00 – 15:30	Café	Café	Café
15:30 – 16:15	Cálculo y compensación en RVR	Actividades Prácticas	Análisis de resultados
16:15 – 17:00	El IHRS/IHRF. Cálculo de valores de potencial para estaciones IHRF	Actividades Prácticas	Propuestas y cierre

2. Promover el intercambio abierto de datos geodésicos para mejorar y desarrollar el marco de referencia geodésico de las Américas

2.1. Promoción de la apertura de los repositorios de datos geodésicos de los Estados Miembros

De acuerdo con los "Planes de trabajo GRFA 2021 y 2022" y la "Hoja de ruta para el marco de referencia geodésico global para el desarrollo sostenible" (que recomienda que "los Estados miembros compartan más abiertamente sus datos"). Las autoridades de SIRGAS trabajaron junto a los miembros del grupo de trabajo GRFA en el desarrollo de una propuesta de resolución de UN-GGIM Américas para promover la apertura de repositorios GNSS en las Américas. Esta propuesta fue aprobada por el Consejo Directivo de SIRGAS en el Simposio 2021 así como en la Octava Sesión del Comité Regional UN-GGIM Américas. Esta resolución se encuentra disponible en el siguiente enlace: https://sirgas.ipgh.org/docs/Boletines/Bol26/Resoluciones%202021.pdf

3. Establecer y mantener el marco de referencia geodésico de las Américas

En el marco de la misión de SIRGAS (definido en el Art.1 del estatuto aprobado por el Consejo Directivo de SIRGAS el 19 de noviembre de 2020) y el Plan de Acción Conjunto (elaborado y suscrito por SIRGAS, IPGH, UN-GGIM: Américas, CEPAL y AmeriGEO), y en concordancia con la resolución "A Global Geodetic Reference Frame for Sustainable Development" (A/RES/69/266) adoptada por la Asamblea General de las Naciones Unidas en el año 2015, que 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, durante el año 2022 se llevaron adelante las siguientes actividades:

3.1. Procesamiento de observaciones GNSS de la red SIRGAS-CON

3.1.1. Soluciones semanales

Las soluciones semanales de la red SIRGAS-CON presentan los siguientes valores de precisión:

- La precisión interna de la red se establece en 1.0 mm, 1.0 mm y 3.0 mm, en las componentes E, N y U respectivamente.
- La precisión externa de la red, por ser una densificación de ITRF (IGS), se establece en: 2.0 mm, 2.0 mm y 5.5 mm, en las componentes E, N y U respectivamente.

La red es operada, procesada mediante el trabajo coordinado y continuo de 13 centros de datos, 10 centros de procesamiento y 2 centros de combinación. Actualmente SIRGAS dispone también de 1 centro de procesamiento en fase experimental, el Instituto Geográfico Nacional de Costa Rica. Adicionalmente, se incorporan con fines de investigación atmosférica el centro de análisis de la atmósfera neutra de la Universidad Nacional de Cuyo y UNCuyo/Universidad Juan Agustín Maza.

En la actualidad los productos generados por el GT I son los siguientes:

- Soluciones semanales semilibres mediante archivos en formato SNX.
- Posiciones de las estaciones SIRGAS-CON en formato CRD alineadas a la solución IGS semanal (i.e. IGb14 desde la semana 2106).
- Retardos troposféricos cenitales (ZPD) con una frecuencia horaria de muestreo.

Los productos generados por el GTI son principalmente las soluciones semanales semilibres, normalmente empleadas en cálculos de combinación y determinación de soluciones multianuales) y las soluciones semanales ajustadas (i.e. IGb14 desde la semana 2106), las cuales se disponen como valores de referencia para los usuarios de las Américas. A partir de la semana GPS 2238 los centros empezaron a procesar con los productos y modelos del nuevo marco de referencia glocal GNSS, IGS20 (https://igs.org/news/igs20/).

3.1.2. Incorporación de nuevas estaciones GNSS en la Red SIRGAS-CON

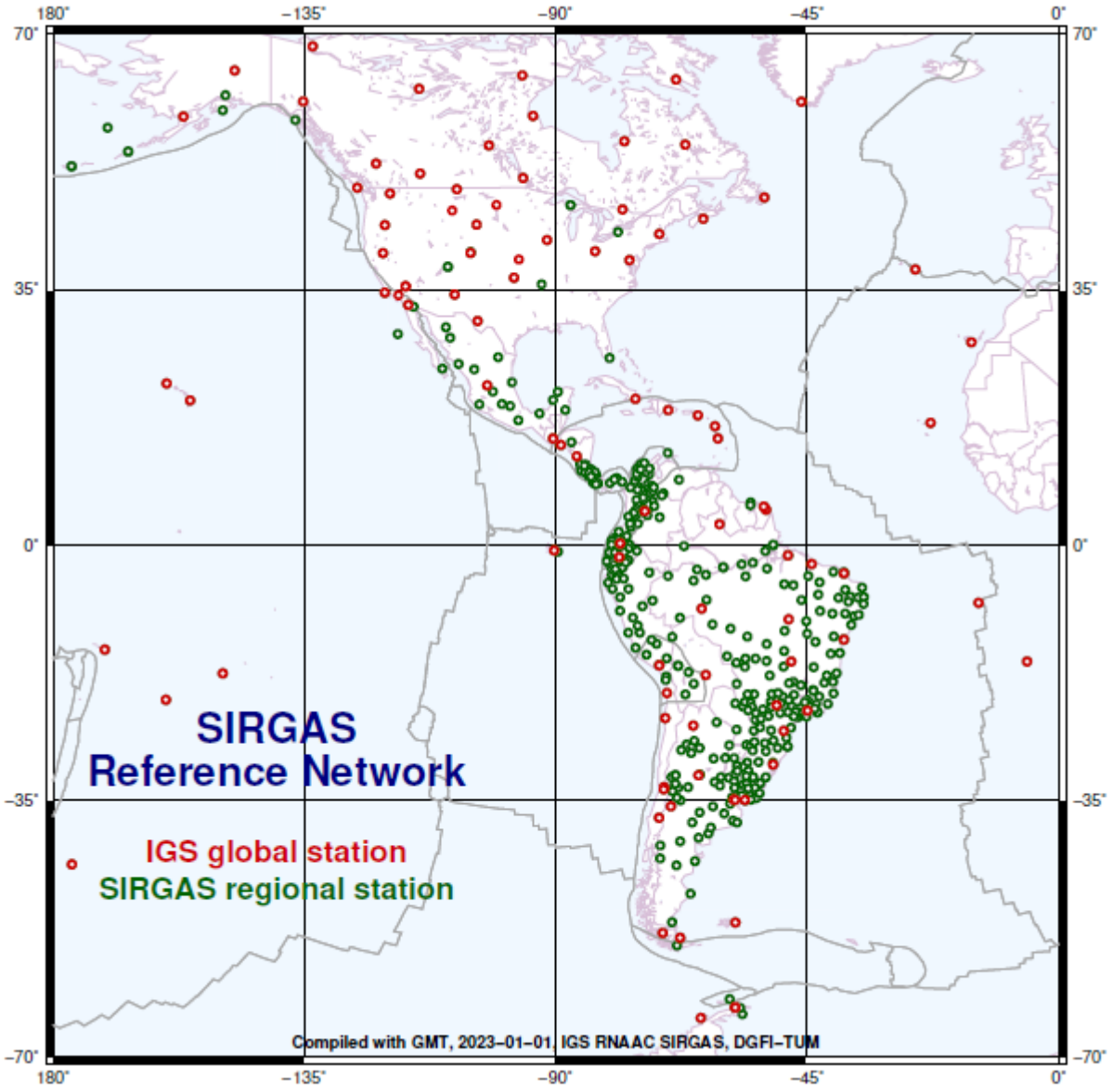
En el ámbito del sistema de referencia, SIRGAS se han incorporado las siguientes 28 estaciones de operación continua a la red SIRGAS-CON:

1. BRBR00CRI BRBR 40627M001
2. CHLS00CRI CHLS 40625M001
3. LCRZ00CRI LCRZ 40624M001
4. QUEP00CRI QUEP 40626M001
5. ALTA00ARG ALTA 47988M001

6. LROS00ARG LROS 47007M001
7. OBRA00ARG OBRA 47987M001
8. PDE300ARG PDE3 41524M003
9. PELU00ARG PELU 47004M001
10. PY0100PRY PY01 42101M001
11. SICO00ARG SICO 47002M001
12. SMDM00ARG SMDM 47001M001
13. SPRZ00ATA SPRZ 41576M001
14. TGTA00ARG TGTA 47006M001
15. TOSF00ARG TOSF 47005M001
16. MBIO00ATA MBIO 41577M001
17. MSGR00BRA MSGR 41649M002
18. UYRB00URY UYRB 42326M001
19. SCIM00BRA SCIM 41638M002
20. ESEC00ECU ESEC 42011M002
21. JNEC00ECU JNEC 42034M002
22. LAEC00ECU LAEC 42052M001
23. MUEC00ECU MUEC 42054M001
24. PIEC00ECU PIEC 42053M001
25. ANTF00CHL ANTF 41780M001
26. CAPO00CRI CAPO 40628M001
27. LBRA00CRI LBRA 40631M001
28. PJMZ00CRI PJMZ 40629M001

Alcanzando hacia fines de 2022 la cifra de 496 estaciones GNSS (red SIRGAS-CON), de las cuales 109 están incluidas en la solución del Servicio Internacional de los GNSS (IGS).

Esta red materializa el marco de referencia geocéntrico de la región y es consistente con el Marco de Referencia Terrestre Internacional (ITRF).



Red de Referencia SIRGAS y su configuración en diciembre de 2022

3.1.3. Productos troposféricos SIRGAS, estimados por Centro de Análisis SIRGAS para la Atmósfera Neutral (CIMA)

Durante el 2022 se ha mantenido el ajuste ponderado de los ZTD provenientes de los centros de procesamiento SIRGAS (tabla 1), hasta la semana 2230 (8/10/2022).

SIRGAS AC	Country	Institution	Software used	Start	End
DGF	Germany	Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut der Technischen Universität München	BSW52	27 Apr. 2014	-
ECU	Ecuador	Instituto Geográfico Militar	BSW52	21 Dec. 2014	-
IBG	Brasil	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatistica	BSW52	27 Apr. 2014	-
IGA	Colombia	Instituto Geográfico Agustín Codazzi	BSW52	21 Dec. 2014	-
CHL	Chile	Instituto Geográfico Militar	BSW52	27 Apr. 2014	-
URY	Uruguay	Instituto Geográfico Militar	BSW52	27 Apr. 2014	-
USC	Chile	Universidad de Santiago de Chile	BSW52	1 May. 2019	-
GNA	Argentina	Instituto Geográfico Nacional	Gamit	1 Jan. 2022	-
LUZ	Venezuela	Universidad de Zulia	BSW52	14 Dec. 2014	9 Feb. 2019
UNA	Costa Rica	Universidad Nacional de Costa Rica	BSW52	1 Jan. 2014	29 Dec.2018

- Se sumaron los ZTD obtenidos del Repro2 en IGS14 estimados por:
  DGF: 12 años, semanas 1148 (2/1/2002) a 1772(28/12/2013)
  GNA: 16 años, semanas 0939 (4/1/1998) a 1772(28/12/2013)

- Y se sumaron los ZTD obtenidos por CRI, CP experimental:
  15 meses, semanas 2166 (11/7/2021) a 2230(8/10/2022)

Tareas realizadas desde CIMA durante el 2022:

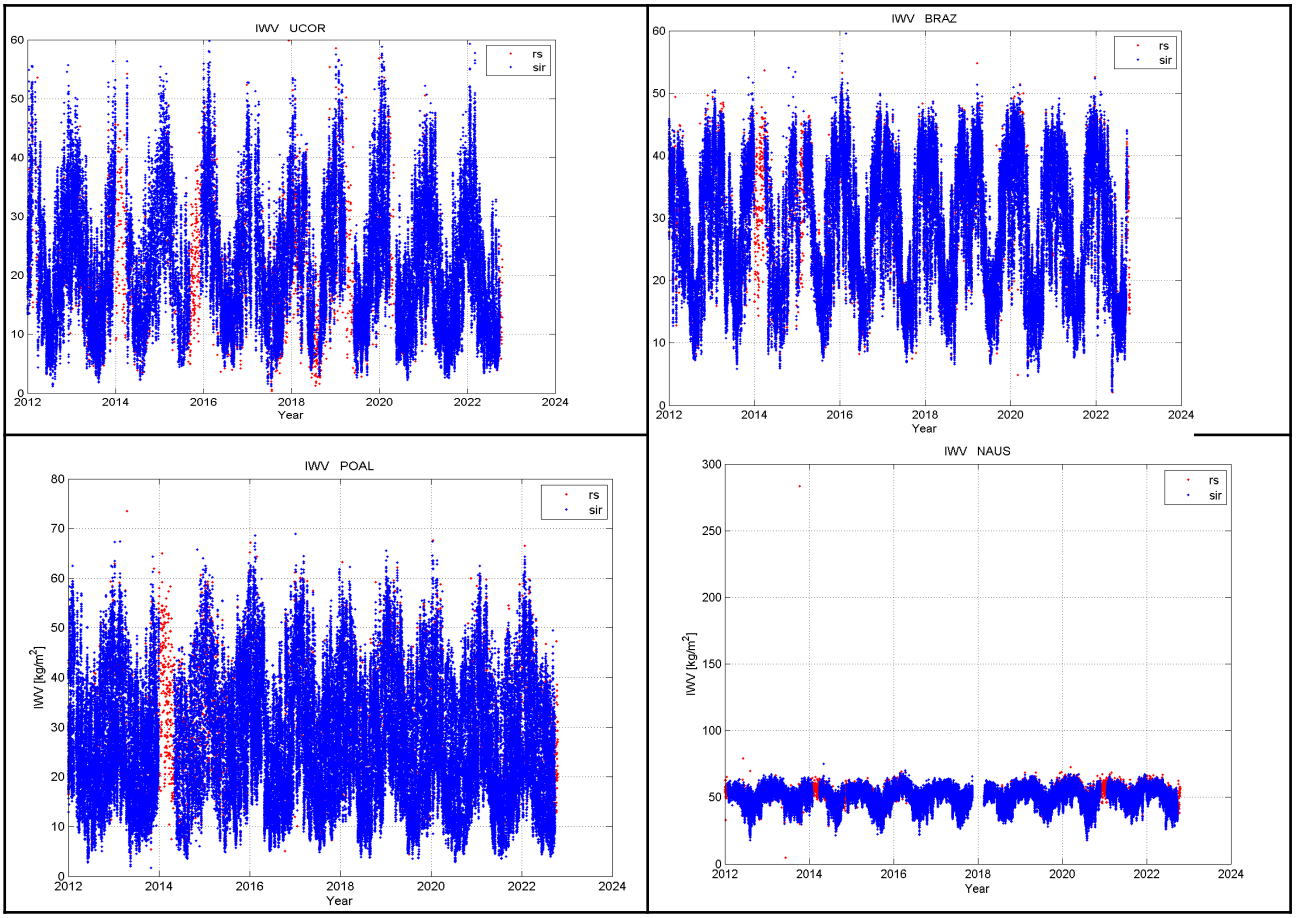
1) **Re-combinación de los ZTD, incorporando productos estimados por GNA (con Gamit)** y del reprocesamiento en IGS14, estimados tanto por GNA como por DGF. Período 2014 a 2021, ya que el 2022 ya incluye los productos de GNA.

   Contando con la incorporación de los ZTD estimados por GNA (en gran medida parámetros de las estaciones de América del SUR, se resolvió re-combinar los parámetros del total de la serie, incorporando los estimados por GNA, tratando de brindar parámetros que reemplazaran a los que habían sido excluidos del 2019, 2020 y 2021 de USC, CHL y/o URY, principalmente.

   Esta re-combinación se llevó a cabo, aplicando un filtro más exigente previamente testeado (sigma<0.01m, previamente era 0.02m), se presentarán en el Simposio SIRGAS2022 los resultados de este nuevo ajuste.

2) **Se combinaron los productos ZTD obtenidos del Repro2 en IGS14** estimados por DGF y GNA, para el período de dos años entre las semanas 1669 (1/1/2012) y 1771 (21/12/2013). En este caso fue necesario adaptar los formatos para la lectura automática del script que realiza el ajuste y se combinaron a modo de prueba 2 años (2012 y 2013 completos), estos valores se sumaron a las series anuales acumuladas y se realizó un análisis de las mismas. En un importante número de estaciones, este reprocesamiento permitió recuperar parámetros que antes se habían eliminado.

3) **Cálculo del vapor de agua (IWV) en cada sitio desde el ZTD y validación de las series reprocesadas (2012-2013):** Con las series acumuladas del ZTD, obtenidas de 1) y 2) se realizó el cálculo del IWV para cada época y la validación de tales productos. Se utilizaron para comparar los valores de “agua precipitable”, índices estimados de los perfiles de radiosondeos. Esto se realizó en un total de 42 estaciones (elegidas por contar con una estación de radiosondeo en un radio de 15 km, máximo 30 km).



Se está a la espera de sumar una tercera solución "Repro2" antes de continuar combinando semanas hacia atrás (se espera la resolución de este tema en la reunión de GT 1 a llevarse a cabo en el próximo mes de noviembre). Los resultados de esta validación se presentarán en el Simposio SIRGAS2022.

4) **Validación de los ZTD obtenidos por el Centro experimental de procesamiento de Costa Rica:** Se consideró paralelamente una combinación del ZTD incluyendo los productos de CRI (estos resultados se obtuvieron sólo a los fines de su análisis, no se incluyen en los productos finales). Se analizaron 6 meses, entre las semanas 2166 (11/7/2021) a 2190(1/1/2022). Los resultados de esta validación se presentarán en el Simposio SIRGAS2022.
5) **Publicación de una contribución en el Journal of Geodetic Science** (JoGS) con los resultados del análisis de precisión realizado en el 2021, sobre los productos finales del ZTD de SIRGAS. Título "Quality control of SIRGAS ZTD products", https://doi.org/10.1515/jogs-2022-0136.

3.2. Establecimiento de nuevo Centro de Análisis GNSS

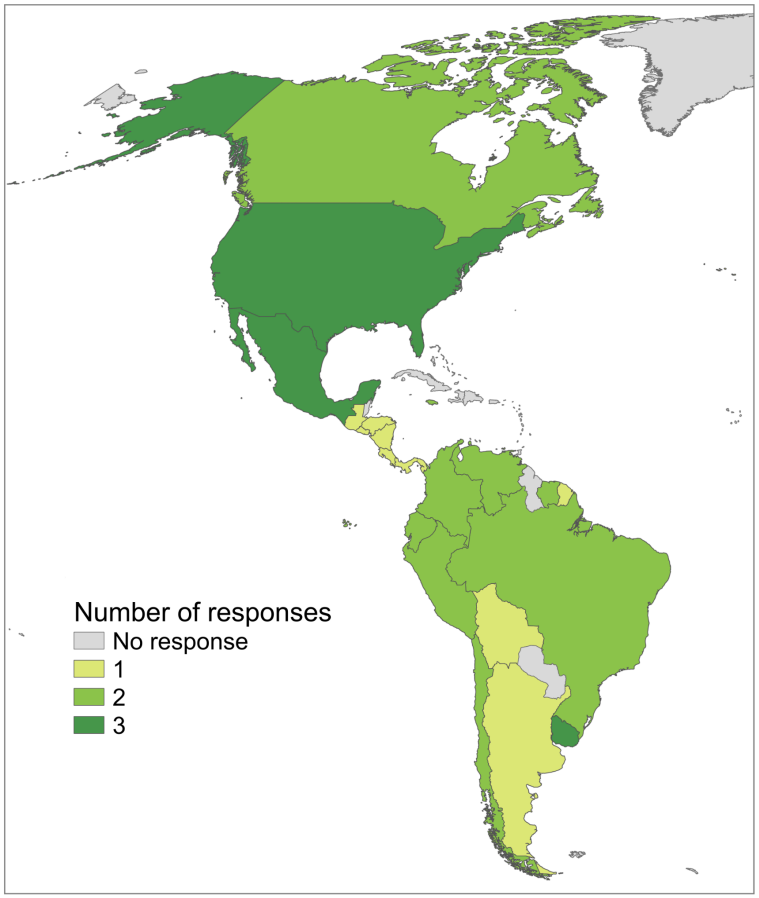
Durante el período 2022 se realizaron las gestiones para poner en operación un Centro Experimental de Procesamiento (CEP) de la red SIRGAS-CON. A partir de la semana GPS 2160, opera en el Instituto Geográfico Nacional de Costa Rica el centro CRI.

En virtud de la consistencia de los resultados obtenidos y el cumplimiento riguroso de los plazos de entrega establecidos para el envío de soluciones semanales, el centro CRI se convertirá en Centro de

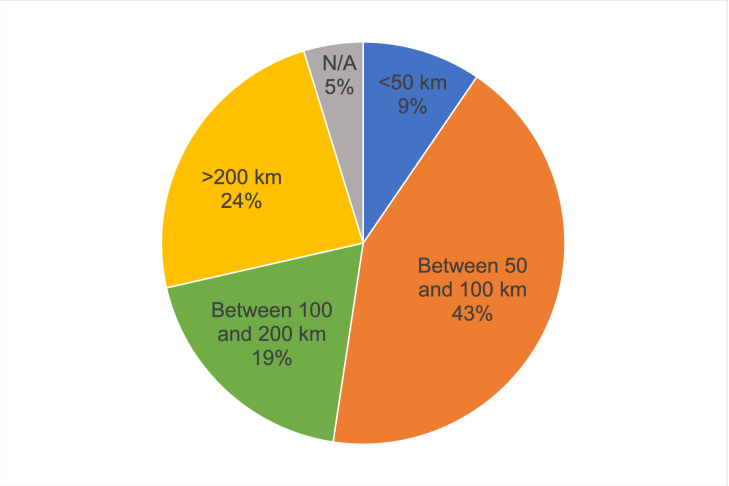
Análisis oficial de SIRGAS a principios del año 2023. Esto implica que sus resultados serán incluidos en el cálculo semanal de las soluciones finales de la red SIRGAS-CON, así como serán designadas más estaciones para su procesamiento.

3.3. Desarrollo de un diagnóstico sobre el estado de arte de los marcos de referencia y capacidades geodésicas en los Estados Miembros

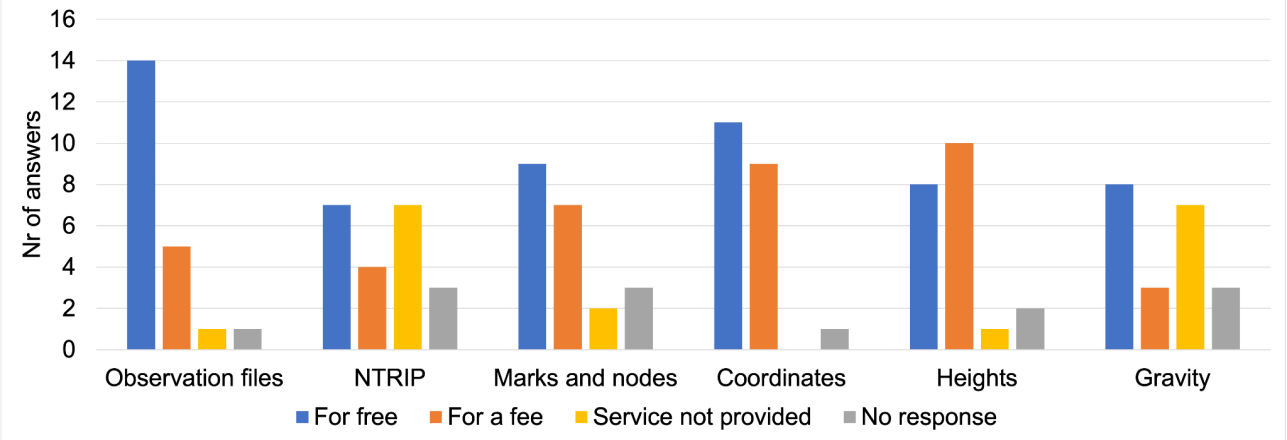
Durante el 2021 se diseñó y diseminó a través del Grupo de Trabajo ETCB (Education, Training, and Capacity Building) del Subcomité de Geodesia de UN-GGIM una encuesta para la evaluación de las capacidades geodésicas de los estados miembros. Aunque el foco de la encuesta fue global, el GT 2 de SIRGAS participó en el diseño de la encuesta para reflejar las necesidades de información de UN-GGIM: Américas. La encuesta se puso a disposición de la comunidad a mediados de 2021 y, debido a retrasos administrativos en los diferentes Estados Miembros, permaneció abierta hasta agosto del 2022. Luego de cerrar la encuesta, se comenzó con el análisis preliminar de los datos recolectados. La siguiente figura muestra el resultado de la colección de datos en la región SIRGAS:



Dentro de esta evaluación, se incluyeron preguntas sobre el estado de las redes de monitoreo GNSS continuo, en donde más del 40% de los Estados Miembros reportaron una distancia promedio entre CORS de entre 50 km y 100 km, y casi el 20% declara tener una distancia entre CORS mayor a 200 km. Mientras tanto, solo el 9% de los Estados respondieron que tienen CORS con distancias promedio de menos de 50 km entre ellas.



Uno de los puntos más importantes de la encuesta que impacta la resolución 4/2021 sobre la adopción de datos abiertos, es la respuesta relacionada a la apertura de repositorios de datos GNSS de los Estados Miembros. De las respuestas totales afirmativas (sí poseen un repositorio de datos GNSS), cinco Estados Miembros manifestaron contar con un servicio pago (no de libre acceso).



Como tarea siguiente, se evaluará el impacto de la remoción de este pago por datos en conjunto con cada uno de los estados miembros que se manifestará de esta forma.

3.4. Desarrollo de asesorías técnica a aquellos Estados Miembros interesados en implementar el marco SIRGAS a nivel nacional

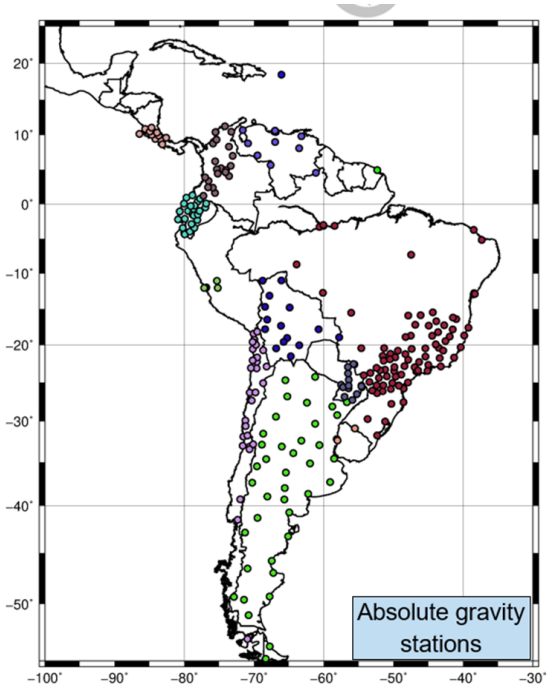
Durante 2022 se proveyó asesoría técnica al Instituto Geográfico Nacional de República Dominicana (IGN-RD). El objetivo principal de la asesoría fue la implementación de servidores FTP para la distribución de datos sobre las estaciones GNSS permanentes. Hasta la fecha, no se han dado pasos adicionales. También se ha brindado apoyo remoto a IGN-Perú con el procesamiento en GAMIT/GLOBK (mayoritariamente vía un grupo de WhatsApp).

3.5. Desarrollo de un repositorio con las mediciones de gravedad absoluta

Durante el año 2022 se continuó desarrollando junto a las agencias responsables de la definición de los marcos de referencia geodésicos nacionales de los Estados Miembros un inventario continental de redes

gravimétricas nacionales que puede consultarse a través del sitio web de SIRGAS: https://sirgas.ipgh.org/densificaciones-nacionales/

En el año 2022, mediciones absolutas de gravedad fueron establecidas en Colombia (por el Instituto Geográfico Augustín Codazzi de Colombia - IGAC en conjunto con el Bureau Gravimetrique International - BGI), en Paraguay (por el Centro de Estudios de Geodesia - CENEGEO de Brasil en conjunto con la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Asunción - FIUNA) y en el estado de Paraná, en Brasil por el CENEGEO. La Figura elaborada por la Dra. Ana Cristina Matos, coordinadora de modelos geoidales del GT-III, presenta las estaciones absolutas existentes en parte de la región SIRGAS.



3.6. Desarrollo de asesorías técnica a aquellos Estados Miembros interesados en establecer sitios IHRF

Durante el año 2022, el GT III organizó dos capacitaciones remotas sobre “Procesamiento y Ajuste de Redes Gravimétricas”. Entre los días 21 al 23 de septiembre de 2022 se proveyó asesoría técnica al Instituto Geográfico Militar de Bolivia. La capacitación fue dictada por el Coordinador de Redes Gravimétricas del GT-III, Dr. Ezequiel D. Antokoletz y por el Presidente del GT-III, Dr. Gabriel Guimarães. Además, se discutió sobre el modelo de geoide de Bolivia y procedimientos para campañas sobre gravimetría. Entre los días 06 y 07 de octubre se llevó a cabo la capacitación para el Instituto Geográfico Nacional de Costa Rica que fue dictada por el Dr. Gabriel Guimarães. Además, se discutió sobre las mediciones gravimétricas en una futura estación IHRF de Costa Rica.

En agosto de 2022, el presidente del GT-III visitó las instalaciones del Instituto Geográfico Militar (IGM) de Uruguay para una reunión en la que se discutió el establecimiento de mediciones gravimétricas en Uruguay, la evaluación y análisis para el establecimiento del IHRF en Uruguay y el cálculo del modelo geoide del Uruguay.

3.7. Desarrollo de asesorías técnica para el cálculo de modelos de geoide nacionales y regionales

Durante el año 2022 se desarrolló junto al Instituto Geográfico Augustín Codazzi (IGAC) de Colombia la asesoría técnica para el cálculo de un modelo geoidal para Colombia. Desde agosto hasta noviembre reuniones quincenales fueron hechas para capacitar a las personas del IGAC para calcular un nuevo modelo geoidal para el país. Desde septiembre, una asesoría al Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) ha empezado visando el cálculo de un nuevo modelo geoidal para Brasil. En las dos asesorías las reuniones están siendo manejadas por el Dr. Gabriel Guimarães.

4. Desarrollar programas de comunicación y divulgación que permitan que el marco de referencia geodésico sea más visible y comprensible para la sociedad

En el marco de la resolución “A Global Geodetic Reference Frame for Sustainable Development” de las Naciones Unidas que a) invita a los Estados Miembros a elaborar programas de divulgación que den mayor visibilidad al marco de referencia geodésico mundial y lo hagan más comprensible para la sociedad, durante, y b) alienta a los Estados Miembros y a las organizaciones internacionales a que refuercen la cooperación mundial para el fomento de la capacidad en materia de geodesia, con el objeto de asegurar el desarrollo, la sostenibilidad y la promoción de un marco de referencia geodésico mundial.

Durante el año 2022, se realizaron las siguientes actividades:

5.1. Desarrollo del sitio web del Simposio SIRGAS 2022

En mayo de 2022, el Comité Ejecutivo de SIRGAS implantó el sitio web del Simposio 2022 con las informaciones de toda parte organizativa del Simposio. Este sitio está siendo actualizado hasta octubre con el programa del Simposio y los resúmenes de las ponencias de tal evento científico.

5.2. Difusión de las actividades que desarrolla SIRGAS y de otras novedades geodésicas regionales e internacionales

Durante el año 2022 el Comité Ejecutivo de SIRGAS continuó con la difusión de novedades geodésicas a través de los canales oficiales de @SirgasAmericas

Seguidores: Año 2020: 1158 Año 2021: 1769 Año 2022: 2525	Seguidores: Año 2020: 419 Año 2021: 703 Año 2022: 979	Seguidores: Año 2020: 0569 Año 2021: 1279 Año 2022: 2824	Seguidores Año 2020: 422 Año 2021: 644 Año 2022: 1110

5.3. Desarrollo de webinarios para difundir actividades geodésicas que se realizan en los Estados Miembros

Durante el año 2022, SIRGAS organizó junto a instituciones académicas e internacionales los siguientes webinarios:

- El Taller sobre Sistemas de Referencia, de 7 al 11 de febrero, presentado por el Prof. Hermann Drewes (IAG y DGFI-TUM, Alemania) . El objetivo de este taller fue capacitar sobre los sistemas de referencia, modelación de deformaciones y uso de marcos de referencia en la práctica;
- “Taller Sistemas de Alturas y Gravedad” presentado por varios académicos y profesionales de la región. Este taller fue dirigido a la comunidad SIRGAS y el objetivo fue capacitar sobre los sistemas de alturas

(IHRS/IHRF), sistema de gravedad (IGRS/IGRF) y actualizar las actividades prácticas acerca de las alturas, gravedad y geoide en SIRGAS. A continuación, se presenta la programación del Taller durante el período del 02 al 06 de mayo de 2022.

Día	Expositor	Tema
02/05	**Laura Sánchez** Technische Universität München – TUM/Alemania	Sistema internacional de alturas: definición (IHRS), realización (IHRF), estado actual
03/05	**Gabriel do N. Guimarães** Universidade Federal de Uberlândia – UFU/Brasil	Estado del IHRF en la región SIRGAS
04/05	**Denizar Blitzkow** Centro de Estudos de Geodesia – CENEGEO/Brasil Universidade de São Paulo – USP/Brasil **Ana Cristina O. C. de Matos** Centro de Estudos de Geodesia – CENEGEO/Brasil	Gravimetría y Geoide en la región SIRGAS
05/05	**Ezequiel D. Antokoletz** Universidad Nacional de La Plata – UNLP/Argentina Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas – CONICET/Argentina	Definición del Sistema de Referencia Internacional de Gravedad (IGRS) y su materialización
06/05	**Roberto T. Luz** Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE/Brasil	Nivelación, números geopotenciales y la evaluación y propagación del IHRF

- "Taller - Instalación y operación de estaciones GNSS permanentes. ¿Cómo incluirlas en SIRGAS-CON?" presentado por varios académicos y profesionales de la región. Este taller está dirigido a la comunidad geodésica de SIRGAS y del Caribe, principalmente a los actuales y futuros centros de datos GNSS y el objetivo central es capacitar a los participantes sobre la instalación y operación de las estaciones GNSS permanentes, realizando una serie de actividades prácticas acerca de los metadatos, formatos y

contribución de SIRGAS a los productos y marco de referencia IGS. A continuación se presenta la programación del Taller durante el período de 26 a 31 de agosto del 2022.

A continuación, se pueden observar los flyer que se difundieron para promocionar los eventos:

Todas las presentaciones y grabaciones hechas en estos webinarios están disponibles en el portal SIRGAS.

5.4. Publicación de la edición especial del Journal of Geodetic Science (JoGS) con artículos de las exposiciones del Simposio SIRGAS2021

SIRGAS en colaboración con el Journal of Geodetic Science (JoGS) invitó a los investigadores de primera línea y a la comunidad tecnológica a enviar trabajos originales y artículos centrados en Geodesia y Ciencias de la Tierra para que se incluyan en un número especial de la revista. Se presentaron 8 contribuciones al special issue del JoGS- SIRGAS2021, las cuales llegaron a María Virgínia Mackern editora asociada en representación de SIRGAS. Siete contribuciones recibieron observaciones y sugerencias de revisores y del editor. Para mediados de septiembre fueron aprobadas 4 contribuciones las cuales entre septiembre y octubre pasaron la prueba de galera correspondiente.

Autor de correspondencia	*Título*
Hermann Drewes	The Historical Development of SIRGAS
Laura Sanchez	SIRGAS reference frame analysis at DGFI-TUM
Claudia Noemí Tocho	Analysis of high resolution Global Gravity Field Models for the estimation of International Height Reference System (IHRS) coordinates in Argentina
María Virginia Mackern	Quality control of SIRGAS ZTD products

Disponibles a la fecha los DOI de tres contribuciones:

https://doi.org/10.1515/jogs-2022-0137

https://doi.org/10.1515/jogs-2022-0139

https://doi.org/10.1515/jogs-2022-0136

5.5. Otras actividades y participaciones

5.5.1. Participación en la Novena Sesión UN-GGIM:Américas – 28 a 30 de noviembre

Desde 2020 con la creación del Grupo de Trabajo Marco de Referencia Geodésico para las Américas del comité regional de Expertos de las Naciones Unidas sobre Geoespacial Global Gestión de la Información (GT GRFA- Global Reference Frame for Americas) en la estructura del comité regional UN-GGIM:Américas, la presidencia de SIRGAS también ocupa la responsabilidad de "cochair" en este grupo de trabajo. El principal objetivo del GT-GRFA es asistir y recomendar a las Naciones de las Américas estructuras de gobernanza apropiadas para implementar el UN-GGRF-Global Geodetic Reference Frame. De este modo, las actividades realizadas por SIRGAS siguen alineadas con la Resolución de la Asamblea General de la ONU del 26 de febrero de 2015, que trata del Marco Geodésico Global de Referencia para el Desarrollo Sostenible, a través de la modernización y unificación del Sistema Geodésico de las Américas.

A través de la Hoja de Ruta del GGRF son definidos los puntos claves y estratégicos a ser seguidos en la implementación del GGRF. En el año pasado, 2021, fue aprobado por el Consejo Directivo la resolución que trata de la apertura de los repositorios de datos GNSS. Esta misma resolución fue aprobada en la Octava Sesión UN-GGIM:Américas.

Este año, 2022, la resolución propuesta, sometida a aprobación, trata sobre el avance en la implementación del UN-GGRF en la región y apoyar el Centro de Excelencia Geodésica Global (GGCE). Uno de los objetivos es apoyar y fomentar el desarrollo de las capacidades geodésicas dentro de las Américas y El Caribe para el establecimiento y mantenimiento de una red geocéntrica de alta precisión como densificación ITRF (International Terrestrial Reference Frame), IHRF (International Height Reference Frame) e ITGRF (International Terrestrial Gravity Reference Frame) en el continente y el enlace para las infraestructuras geodésicas nacionales apropiadas de la región, así como la conexión de los marcos de referencia nacionales hacia el ITRF, IHRF e ITGRF. Las resoluciones propuestas fueron aprobadas en la novena sesión y están disponibles en el Anexo A de este informe.

5.5.2. Participación en el XVI Congresso Internacional de Topografia, Cadastro, Geodésia e Geomática – 21 a 24 de septiembre

SIRGAS participó del "XVI Congresso Internacional de Topografia, Cadastro, Geodésia e Geomática", durante los días 22, 23 y 24 de setiembre, en San José, Costa Rica, evento organizado por el Colegio de Ingenieros Topógrafos de Costa Rica. En esta oportunidad fue hecha la presentación Contribuciones de la Tecnología para la construcción de una Geodesia Global, disponible en la página https://sirgas.ipgh.org/recursos/presentaciones/.

Fue una buena oportunidad para mantener los contactos con las instituciones de este país que tienen apoyo de SIRGAS en sus capacitaciones.

5.5.3. Participación en el REFAG2022: Reference frames for applications in Geosciences – 17 – 20 de octubre

SIRGAS a través de la Dra. Laura Sanchez participó, durante los días 17 a 20 de octubre del REFAG2022: Reference frames for applications in Geosciences, organizado por la Universidad Aristotle de Thessalonik, Grecia y por la Comisión 1 de la Asociación internacional de Geodésia (IAG). En este evento científico fue hecha la presentación “Status of the SIRGAS reference frame: recent developments and new challenges”, como coautores: S.M. Alves-Costa, L. Sánchez, D. Piñon, J.A. Tarrío-Mosquera, G. Guimarães, D. Gómez, H. Drewes, M.V. Mackern, E. Antokoletz, A.C.O.C de Matos, D. Blitzkow, A.L. da Silva, , J. Inzunza, D. España, O. Rodríguez, S. Rozas-Bornes, H. Guagni, G. González, O. Paucar-Llaja, J.M. Pampillón, A. Alvarez-Calderon. Esta presentación está disponible en la página SIRGAS en https://sirgas.ipgh.org/recursos/presentaciones/.

Avanzar en la implementación de GGRF en las naciones de las Américas

Reafirma la resolución 69/266 "Un marco de referencia geodésico global para el desarrollo sostenible", aprobada por la Asamblea General de las Naciones Unidas el 26 de febrero de 2015, que 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. El GGRF permite la interrelación de las mediciones realizadas en cualquier lugar de la Tierra y en el espacio, combinando la determinación geométrica de la posición y las observaciones relativas al campo gravitacional, como la base y referencia del lugar y la altitud 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, desastres y una serie de aplicaciones industriales (incluyendo minería, agricultura, transporte, navegación y construcción) que el posicionamiento preciso introduce eficiencias;

Reconoce que la realización de los sistemas de referencia ITRS, IHRS e ITGRS, base del GGRF está dada por sus marcos de referencia respectivos ITRF (International Terrestrial Reference Frame), IHRF (International Height Reference Frame) e ITGRF (International Terrestrial Gravity Reference Frame);

Reconoce que la forma más común en que las personas acceden al GGRF para la determinación geométrica de la posición es a través del Global Navigation Satellite Systems (GNSS) y sus receptores, que ahora están integrados en teléfonos celulares y dispositivos móviles en todo el mundo;

Reconoce el acceso limitado al marco de referencia WGS84 (World Geodetic System) y su escasa compatibilidad geométrica (a nivel decimétrico) con respecto al ITRF, el marco de referencia adoptado para el GGRF;

Reconoce que para mejorar la precisión y el acceso al GGRF, se necesitan más y mejores instrumentos, y una financiación sostenible para el procesamiento y análisis de los datos que posibiliten la generación de productos y servicios;

Insta a los Estados Miembros a desarrollar las capacidades geodésicas dentro de las Américas y El Caribe para el establecimiento y mantenimiento de una red geocéntrica de alta precisión como densificación del ITRF, IHRF y ITGRF en el continente.

Insta a los Estados Miembros a realizar los esfuerzos necesarios para vincular y alinear sus infraestructuras geodésicas nacionales hacia el ITRF, IHRF y ITGRF, con el objeto de asegurar el desarrollo, la sostenibilidad y la promoción del GGRF;

Alienta a los países de la región para incrementar la incorporación de estaciones GNSS a la red de operación continua de SIRGAS, así como estaciones de altura y gravedad en toda América y el Caribe, con el objetivo de alcanzar la implementación del GGRF en todos los Estados Miembros;

Resolución del Centro de Excelencia Geodésica Global (GGCE) de UN-GGIM: Américas

Tomó nota de las decisiones 11/104 y 12/106 de las sesiones 11 y 12 respectivamente, del Comité de Expertos sobre la Gestión Global de la Información Geoespacial (UN-GGIM), acerca de la importancia de la

creación y fortalecimiento de un Centro de Excelencia Geodésico Global (GGCE) de las Naciones Unidas, con el objeto de alcanzar la implementación del GGRF a nivel mundial.

Reconoce el esfuerzo que realizan SIRGAS y los Estados Miembros para implementar el GGRF en cada uno de los países, a partir de las capacitaciones y trabajo conjunto de los profesionales y técnicos de todos los países que mantienen el marco de referencia geodésico más actualizado para la región.

Insta a los Estados Miembros y a las organizaciones regionales relevantes a apoyar el fortalecimiento del Centro de Excelencia Geodésica Global (GGCE) de las Naciones Unidas, ubicado en Bonn, Alemania, y participar activamente para garantizar el intercambio de experiencias y mejores prácticas que faciliten la implementación del GGRF en los países de las Américas y el Caribe, como así también a nivel mundial.