



TÍTULO	AUTORES	RESUMEN
Sesión 1: Reporte de las autoridades de SIRGAS y actualización del GRFA de UN-GGIM: Américas		
Reporte SIRGAS 2020-2022	<i>Sonia Costa, Diego Piñón</i>	Con el objetivo de fomentar, apoyar y colaborar con la implementación de los sistemas de referencia modernos SIRGAS he pasado por algunos cambios en los últimos 4 años para los avances del GGRF (Global Geodetic Reference Frame) en la región de las Américas. En este sentido, se presenta un reporte sobre la gestión de SIRGAS entre los años 2020 a 2022, actividades realizadas y propuestas para el año 2023.
GT 1 SIRGAS: Informe anual(2021-2022).	<i>Jose Antonio Tarrío</i>	SIRGAS (Sistema de Referencia Geodésica para las Américas) proporciona la infraestructura geodésica continental necesaria para la administración, generación, gestión y todo intercambio de información geoespacial necesaria en los estados miembros de las Américas. Para ello, utiliza cerca de 500 estaciones geodésicas GNSS (Global Navigation Satellite System) en funcionamiento continuo distribuidas por todo el continente, que materializan la red geodésica SIRGAS-CON (Continuously Operating Network). Sus soluciones están alineadas con ITRF (Marco de Referencia Terrestre Internacional) a través del marco actual IGS (Servicio GNSS Internacional), siendo SIRGAS-CON una densificación primaria del ITRF. El objetivo de esta presentación es ofrecer una descripción general del proceso que permite la implementación de SIRGAS RF (Reference Frame) a través de la red SIRGAS-CON, mostrando aspectos e información técnica que van desde una red de estaciones hasta la estrategia de procesamiento utilizada, para terminar con los productos finales. La presentación especifica las acciones de armonización realizadas por el SIRGAS-WG (Grupo de Trabajo) I (sistema de referencia), cuya misión es coordinar las actividades de los miembros de SIRGAS para la puesta en marcha y procesamiento de la red, que materializa el marco geodésico regional en la región.
GT 2 SIRGAS: Informe anual(2021-2022).	<i>Demián Gomes</i>	En esta presentación, se expondrán las actividades del GT2 de SIRGAS. Presentamos las conclusiones preliminares obtenidas del análisis de la encuesta de UN-GGIM sobre capacidades geodésicas y discutimos algunas de las acciones futuras relacionadas con la evaluación de la capacidad de los estados miembro. Finalmente, se presentará el plan de trabajo 2023.
GT 3 SIRGAS: Informe anual(2021-2022).	<i>Gabriel Guimarães</i>	En el año 2022 en GT-III desarrolló capacitaciones relacionadas con el establecimiento y determinación del International Height Reference Frame (IHRF) y con el International Terrestrial Gravity Reference Frame (ITGRF). Un ejemplo fue el Taller "Sistema de Referencia Vertical" cuyo el objetivo principal del taller es 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. Durante el año 2022, se siguió con el desarrollo de un repositorio con las mediciones de gravedad absoluta y con las actividades de asesorías técnica a aquellos Estados Miembros interesados en establecer sitios IHRF y asesoría técnica para el cálculo de modelos de geoides nacionales y regionales.
The ISO Geodetic Register	<i>Michael Craymer (Canadian Geodetic Survey) and Larry Hothem (USGS)</i>	The ISO Geodetic Register (ISGR) is a structured database of international coordinate reference systems and transformations that is freely accessible through an on-line registry system. Such a register is needed primarily by, e.g., GIS software to unambiguously define the various reference frames and transformations used to manage geospatial data. The ISGR is provided by the ISO Technical Committee on Geographic Information/Geomatics (ISO TC-211) and conforms to ISO standards. The main purpose of the ISGR is to serve as the primary source of authoritative information on reference systems and transformations that can be used not only by end users but also other registers, including the ubiquitous EPSG registry. Unlike many other registers, the information contained the ISGR has been either directly entered or approved by the agencies responsible for defining and maintaining the reference systems and transformations, through a "Control Body" of geodetic experts chaired by representatives of the IAG. The ISGR is not meant to compete with or replace other registries but, rather, to complement them as an authoritative source for their content. The ISGR also aims to support the implementation of the Global Geodetic Reference Frame (GGRF) under the auspices of the UN GGIM Sub-Committee on Geodesy and the new Global Geodetic Centre of Excellence. The GGRF Implementation Plan has recommended the use of the ISGR as the authoritative source of information on geodetic reference systems and transformations in order to foster the interoperability of geodetic data and products among UN Member States. To this end, the ISGR presently has included all realizations of the SIRGAS reference frames and transformations. It further seeks to also include the various national realizations of SIRGAS and the incorporation of the Colombian MAGNA-SIRGAS ITRF2014 Epoch 2018.0 is presently underway.
UN Subcommittee on Geodesy Update	<i>Daniel Roman, Alvaro Alvarez, Federico Arpe, Gustavo Fabián Caubarrere Diab, Calvin Klatt, Francisco Javier Medina Parra, and Nolan Aikens</i>	The United Nations regional committee on Global Geospatial Information Management for the Americas (UN-GGIM: Americas) has seven representatives on the UN Subcommittee of Geodesy. These representatives (the authors) advocate for the interests of the Americas at the global level and bring developments back to the Americas to inform groups such as SIRGAS. This presentation will provide an update from the twelfth session of the global United Nations committee of experts on Global Geospatial Information Management (UN GGIM). This presentation will also communicate efforts in the Americas related to geodetic infrastructure, standards & policies, education, training and capacity development. It will also touch on efforts related to UN-IGIF and UN GGCE.
Centro de Procesamiento y Análisis Geodésico, USACH, trienio 2019 -2022	<i>José Antonio Tarrío</i>	El centro de procesamiento y análisis geodésico USC, es uno de los 10 centros de procesamiento que SIRGAS tiene en Las Américas. En la exposición se dará un contexto de los inicios del centro, los proyectos actuales que está desarrollando a nivel nacional e internacional, y los desafíos que debe abordar. Se dará especial énfasis en el trienio 2019-2022 y como en esos tres años se han articulado iniciativas de investigación con proyectos de transferencia tecnológica y asistencia técnica. Actualmente el centro de procesamiento USC está liderando junto al Ministerio de Minería la transición en Chile, de marcos de referencia clásicos a modernos, siendo este su proyecto más importante. Además se mostrará el procesamiento semanal SIRGAS y la labores de articulación y asistencia que desarrolla como presidencia del GT1 de SIRGAS.
Primer año del Centro de Procesamiento Experimental de Costa Rica (CRI)	<i>Álvarez Calderón, A.; Gómez Salazar, C.; Mora Rivas, M.; Sanabria Coto, I.</i>	En el año 2021 el Registro Nacional de Costa Rica a través de un Memorando de Entendimiento con SIRGAS se une a las labores de procesamiento de datos GNSS que realizan instituciones de otros países estableciendo un Centro de Procesamiento Experimental en Costa Rica denominado CRI. Este centro experimental se ubica en el Instituto Geográfico Nacional (IGN) dentro del Departamento de Geodinámica en el Laboratorio de Análisis de Datos Geodinámicos (Land-Geo) pasando a ser la primera actividad operacional. La labor de procesamiento experimental así como otras que se están iniciando en el análisis interferométrico se desarrollan por un grupo de profesionales en las áreas de topografía, geodesia y geología. Estas se realizan de manera presencial y principalmente de forma remota a través de un acceso vía VPN, gracias quizá a las implementaciones institucionales en torno al COVID19 que en gran medida han facilitado este tipo de tareas. El laboratorio experimental CRI ejecuta los requerimientos técnicos y científicos de SIRGAS mediante el software Bernese GNSS 5.2 adquirido por el IGN en 2018. El procesamiento científico se hace de manera semanal realizando la combinación de soluciones diarias en las que se emplean las constelaciones satelitales GPS y GLONASS en modo cluster para más 500 épocas y se utilizan diferentes estrategias para solución de ambigüedades en código y fase a distintas distancias. Esta configuración parte de implementadas en el archivo de control de proceso (PCF de sus siglas en inglés) que fue brindado por la Doctora Laura Sánchez luego de la postulación del IGN para iniciar la tarea de centro de procesamiento. Las labores en la modalidad experimental se llevan a cabo de miércoles a viernes como una más de otras tareas que son atendidas en el IGN y en estas se han logrado optimizar en las tareas preliminares para la descarga de datos que se realiza mediante un programa desarrollado casi en su totalidad en el lenguaje de programación R con algunas líneas que internamente utilizan compiladores de Python y que permiten la descarga de los archivos de observación, parámetros atmosféricos, ionosféricos y órbitas de satélites. Además el programa se encarga de la descompresión, la conversión a rinex en los archivos de observación y el formateo de acuerdo a la estructura que requiere Bernese. En 2022 la tarea de procesamiento se vino a optimizar también gracias al soporte del Presidente del Grupo de Trabajo I y su grupo de apoyo, con quienes implementaron las configuraciones de procesamiento en paralelo en la instalación de Bernese del centro CRI y esto vino a reducir a menos de tercio el tiempo máquina que antes se requería para el procesamiento semanal. El Centro de Procesamiento Experimental CRI inicia sus labores a partir de la semana 2154 con una red de entrenamiento de 52 estaciones distribuidas principalmente en Norteamérica, Centroamérica, el Caribe y Colombia. A partir de la semana 2166 se empieza a enviar soluciones a SIRGAS y en la semana 2172 luego de haber superado la primera fase de entrenamiento se asigna a CRI una red de procesamiento compuesta por 58 estaciones, distribuidas entre México, Centroamérica, el Caribe, Colombia, Ecuador, Perú, Brasil y Venezuela. Al inicio de 2022 en la semana 2191 se incorporan cuatro estaciones GNSS en Costa Rica que se suman al procesamiento semanal de CRI para un total de 62 estaciones de la red SIRGAS-CON. La disponibilidad de archivos rinex brindados por las agencias que comparten los datos de sus estaciones GNSS a SIRGAS permitió al inicio un procesamiento de un aproximado de 46 estaciones GNSS y a partir de 2022 este número se ha incrementado a 54 llegando como máximo a procesar un total de 58 estaciones GNSS de las 62 asignadas. Lo anterior corresponde casi con un 90% de los datos que se pueden procesar y esto representa un espacio en discos duros cercano a 7Gb por campaña semanal para un espacio total de unos 600 Gb a lo largo del primer año de procesamiento.
GNSS Interference - Impact, Detection, and Mitigation	<i>Youssef Tawk</i>	Today, most Continuously Operating Reference Stations (CORS) receivers track several constellations on several frequencies. To achieve that, modern GNSS receivers and antennas are designed with wide Radio Frequency (RF) passbands. At the same time, the increasing amount of ground wireless communication infrastructure results in interference-affected environments, which could significantly degrade both GNSS signal tracking and positioning capabilities. CORS operators often ask the questions: Can my GNSS receiver operate effectively in presence of interference? Is interference the cause of certain temporary failures or inaccuracies in my receiver, which I am not able to explain? To answer these questions, this presentation shows how permanent or temporary interference can alter the quality of the GNSS reference station measurements and impact the performance in positioning. Furthermore, it will highlight the necessity of equipping a GNSS CORS receiver with advanced interference mitigation technologies to detect and mitigate interference to provide high-quality GNSS measurements. In this context, the presentation will introduce the Leica SmartTrack+ Interference Toolbox that provides the possibility to configure digital radio-frequency filters and the usage of High Dynamic Range (HDR) mode. The HDR mode removes distortions from the spectrum, working efficiently against wide-band and out-of-band interference generators (either intentional ones – jamming –, or interferences generated by normal operation of communication systems) by optimizing the Automatic Gain Control (AGC) to avoid losing GNSS-relevant signal content. Furthermore, programmable digital filters, such as bandpass and notch filters, are introduced to remove near-band and in-band interferences respectively. This presentation will assess the benefits of using interference mitigation techniques and how this will help the GNSS CORS receiver to improve its measurement's accuracy, reliability, and availability.
An Analysis of Online GNSS Postprocessing Services for Short Occupation Times in Bolivia and Colombia	<i>Ben Kurtz, Mike Bevis</i>	Several online GNSS data processing services are available as an alternative solution to expensive and time consuming scientific and commercial GNSS post-processing tools. These alternatives are typically free and simple to use with centimeter to decimeter-level accuracy. To utilize these online services for static processing, occupation times typically need to be at least two hours long to produce acceptable accuracies. This requirement presents logistical and financial constraints for surveyors and scientists when planning for GNSS field campaigns. This study focuses on assessing the parameters that influence the accuracy of some of the more popular of these services, namely AUSPOS, APPS, CSRS-PPP, GAPS, OPUS, and SCOUT. The data set used in this study consists of 2-4 hour occupation times that come from geodetic surveys conducted in Bolivia and Colombia that span from 2010 to 2020. To measure against a benchmark, the results from each service were evaluated against the high-accuracy scientific software, GAMIT. The estimated coordinates of each service were differenced with the those obtained from GAMIT to determine the accuracy of each service. The standard deviations of each service were quantified to determine their respective precision.
Deformation analysis of a GNSS network through global congruence test based on theory of generalized likelihood ratio test	<i>Felipe Carvajal, Ivandro Klein, Luis Veiga, Samir, Alves, John Fierro</i>	The use of GNSS networks for artificial or natural structure monitoring allows the detection of deformations by displacements of three-dimensional points. Different approaches are applied to detect a GNSS network deformation, such as the implicit global congruence test by the traditional Pelzer and Karlsruhe models or through its explicit variant. The global congruence test is based on observations measured in two epochs, enabling the detection and identification steps in deformed points as an iterative process, which uses congruence in both samples. Thus, the equivalent points in each epoch are considered stable if the estimated positions are statistically the same, defined as an evaluation criterion to detect a deformation, based on a hypothesis test. In the case of the explicit approach, after the deformed point identification, this one must be removed from the mathematical model. Then, the detection stage will be applied again, evaluating the congruence between both epochs until both are congruent, in other words, if there is non-deformation. For the implicit approaches, an adaptation stage is defined after the point identification; this does not imply removing the deformed point from the mathematical model, but an adaptation and parameterization of the deformed point. The second method considers a complex implementation in the Karlsruhe or Pelzer model. In this context, an algorithm based on outlier detection theory allows more efficient implementation of detection, identification, and adaptation (DIA) criteria, the latter developed by a generalized likelihood ratio test. In this work, we present the implementation of the algorithm for the GNSS network designed by active stations in Chile's central region, associated with SIRGAS and CORS stations belonging to the National Seismological Center (NSC), which makes up a test polyhedron (USCL, SMAR, UAIB and SANT). Initially, our results show that the algorithm correctly performs the detection and identification, and adaptation stages of simulated deformation scenarios. Finally, a test was carried out with data obtained during January and February of 2022. Our results show that for the stations evaluated on the GNSS network, the algorithm detects a deformation on the network and identifies deformations on GNSS points. For the adaptation stage, the process is automated, namely, the process takes a few minutes to complete all the stages.
ITRF-consistent continental-scale geodetic reference frames utilizing inheritance of seasonal displacement parameters	<i>Demián D. Gómez, Michael G. Bevis, and Dana J. Caccamise II</i>	Although modern global geometric reference frames (GRFs) such as the International Terrestrial Reference Frame (ITRF) can be used anywhere on Earth, regional reference frames (RRFs) are still used to densify geodetic control and optimize solutions for continental-scale areas and national purposes. Such RRFs can be formed by densifying the ITRF, utilizing GPS / GNSS stations common to both the ITRF and the RRF. It is possible to attach a RRF to a GRF by ensuring that some or all of the coefficients of the trajectory models in the RRF are 'inherited' from the trajectory models that define the GRF. This can be done on an epoch-by-epoch basis, or (our preference) via transformations that operate simultaneously in space and time. This paper documents inconsistencies in the densification of ITRF that arise when the common stations' trajectory models ignore periodic displacements. This results in periodic coordinate biases in the RRF. We describe a generalized procedure to minimize this inconsistency when realizing any RRF aligned to the ITRF or any other 'primary' frame. We show the method used to realize the Argentine national frame Posiciones Geodésicas Argentinas (POSGAR) and discuss our results. Discrepancies in the periodic motion amplitudes in the vertical were reduced from 4 mm to less than 1 mm for multiple stations after applying our technique. We also propose adopting object-oriented programming terminology to describe the relationship between different reference frames, such as a regional and a global frame. This terminology assists in describing and understanding the hierarchy in geodetic reference frames.
Infraestructura geodésica moderna del Instituto Geográfico Militar de Ecuador	<i>Luis Francisco Galárraga Benavides, José Luis Carrión Sánchez</i>	Con el objetivo de disponer de una infraestructura geodésica moderna y basada en los preceptos y estándares establecidos por la Asociación Internacional de Geodesia (IAG) y replicados a nivel continental/regional por SIRGAS, el Instituto Geográfico Militar viene desarrollando diferentes actividades orientadas al establecimiento de los marcos geodésicos de referencia en Ecuador. Se presentan los avances conseguidos en el ámbito de la actualización y mantenimiento de las redes geodésicas a nivel nacional, mediante la realización de las siguientes actividades: - Mantenimiento de las estaciones GNSS de monitoreo continuo pertenecientes a la REGME (Red GNSS de monitoreo continuo de Ecuador). - Campañas GNSS sobre las estaciones de la red pasiva (RENAGE). - Mantenimiento de las estaciones de la red GNSS pasiva. - Ajuste de las redes de control horizontal (REGME, RENAGE) - Implementación del servicio NTRIP para posicionamiento en tiempo real. - Campañas de nivelación geométrica y gravimétrica sobre la red de control vertical. - Campañas de densificación gravimétrica para establecimiento de una estación IHRF. Las actividades antes mencionadas permitirán contar con un marco geodésico de referencia consolidado y referido a un sistema de referencia horizontal y vertical con características globales.

<p>Marco de Referencia Geodésico en Colombia: Una vista desde el diseño y materialización de estaciones CORS hasta el almacenamiento y disposición de información a la comunidad en general.</p>	<p><i>Caro-Ordoñez, C., Hurtado-Jaimes J.D., Cortes-Bolívar, D.A.</i></p>	<p>Durante los últimos años, el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) ha unido esfuerzos con diversas instituciones nacionales al igual que privadas e implementado diferentes herramientas, con el fin de fortalecer tanto la información geodésica que se genera, como la que se dispone a los usuarios en general, fruto de estas alianzas y herramientas se ha logrado aumentar la cobertura de servicios geodésicos en el territorio nacional, dado que ahora se cuenta con una red de estaciones CORS de aproximadamente 207, de las cuales 52 hacen parte de la red SIRGAS-CON.</p> <p>Durante los últimos cuatro años, el IGAC junto con el Servicio Geológico Colombiano (SGC), ha logrado instalar alrededor de 32 estaciones CORS que cumplan con diferentes propósitos; es decir, que por medio de estas se pueda realizar trabajos de georreferenciación, necesarios para el desarrollo de procesos cartográficos y catastrales (catastro multipropósito), hasta procesos geocientíficos como la determinación del Marco de Referencia Nacional o el análisis geodinámico del país, entre otros usos.</p> <p>Los sitios seleccionados obedecen a un plan o diseño de estaciones CORS que permite a la entidad prestar servicios geodésicos en cualquier parte del territorio nacional, no solo para post procesamiento de información, sino servicios que permitan tomar decisiones en tiempo real. Es por esto que las estaciones ahora cuentan con servicios NTRIP, VRS y algunas con servicios de RTK, con una distancia entre estaciones de 30 a 50 km; dichos servicios serán dispuestos al público a finales del presente año.</p> <p>Una vez se materialice el diseño de la red CORS, que contará con alrededor de 300 estaciones operativas en todo el país, se espera obtener un alto volumen de información, razón por la cual, desde el año 2021 se viene implementando un “centro de control geodésico” que permitirá operar y monitorear los sistemas de energía, la seguridad y por supuesto las estaciones CORS in situ, a la vez que se podrá mantener un control de la información de posición horizontal, vertical y/o valor de gravedad tomados sobre vértices geodésicos y su almacenamiento para futuras consultas y/o proyectos que requieran dicha información.</p> <p>En el momento, la información geodésica se encuentra dispuesta a través de un portal denominado “Colombia en Mapas”, no obstante se espera que desde el centro de control se permita la disposición de información de una manera más eficiente, amplia y amigable con el usuario, integrando diferentes tecnologías y herramientas de procesamiento en línea y servicios en tiempo real, que permitan al país estar a la vanguardia en la generación y disposición de información geodésica, teniendo como base estándares de calidad nacionales e internacionales que se encuentren encaminados a la consecución de los objetivos de desarrollo sostenible planteados por la Organización de Naciones Unidas (ONU) en cuanto a la conformación del Marco de Referencia Geodésico Global (GGRF) y la generación de información y/o conocimiento geocientífico para el desarrollo de las naciones.</p>
<p align="center">Sesión 2: 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</p>		
<p>SIRGAS Reference Frame Analysis at DGFI-TUM</p>	<p><i>Laura Sánchez, Hermann Drewes, Alexander Kehm, Manuela Seitz</i></p>	<p>The Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut (DGFI) has been involved in the research activities of the Latin American Reference Frame SIRGAS since its establishment in 1993. DGFI coordinated the SIRGAS GPS campaigns of 1995 and 2000 and acted as an analysis centre for both campaigns contributing to the first two SIRGAS realisations known as SIRGAS95 and SIRGAS2000. In 1996, DGFI established the Regional Network Associate Analysis Centre for SIRGAS of the International GNSS Service (IGS RNAAC SIRGAS) and took on responsibility for processing the SIRGAS continuously operating stations and generating weekly position solutions. Later followed the determination of cumulative (multi-year) solutions, consisting of station positions and constant velocities, providing accurate solutions for the SIRGAS reference frame. DGFI was integrated into the Technical University of Munich (TUM) in 2015, becoming DGFI-TUM, and based on the SIRGAS operational analyses, it continues investigating strategies to guarantee the reliability of the reference frame through time. This includes the estimation of the reference frame kinematics, evaluation, modelling and reduction of seismic and post-seismic deformations on the reference frame, and modelling crustal kinematics in the SIRGAS region by continuous velocity models. This paper summarises analysis strategies and science data products developed by DGFI-TUM as a SIRGAS analysis centre and as the IGS RNAAC SIRGAS.</p>
<p>SIRGAS2022: Reference frame solution based on the homogeneous reprocessing of the SIRGAS historical data since January 2000</p>	<p><i>Laura Sánchez, Hermann Drewes, Alexander Kehm, Manuela Seitz</i></p>	<p>The operational SIRGAS products refer to the IGS reference frame valid at the time when the GNSS data are routinely processed. A first reprocessing campaign of the SIRGAS reference network was performed in 2010 in order to determine SIRGAS coordinates based on absolute corrections for the GPS antenna phase centre variations and referring to the IGS05 reference frame. A reprocessing referring to the IGS08/IGb08 frame was not undertaken. In this way, the SIRGAS weekly normal equations presently refer to: IGS05 – from the GPS week 1042 (Jan 2, 2000) until week 1631 (Apr 16, 2011); IGS08 – from week 1632 (Apr 17, 2011) to week 1708 (Oct 6, 2012); IGb08 – from week 1709 (Oct 7, 2012) to week 1933 (Jan 28, 2017); IGS14 – from week 1934 (Jan 29, 2017) to week 2105 (May 16, 2020) and IGb14 – since the GPS week 2106 (May 17, 2020). In order to evaluate the long-term stability of the SIRGAS reference frame, a new reprocessing of the SIRGAS GNSS historical data from Jan 2000 to Dec 2021 based on the IGS14/IGb14 reference frame was accomplished by the Regional Network Associate Analysis Centre for SIRGAS (IGS RNAAC SIRGAS) of the International GNSS Service (IGS). This contribution presents a performance evaluation of the SIRGAS stations, a new multi-year solution covering 22 years of SIRGAS observations, and the main features gained from this reprocessing.</p>
<p>Funcionamiento Red RTK KollNET Chile</p>	<p><i>Sebastian Kollner</i></p>	<p>Funcionamiento, alcances y resultados obtenidos usando una Red RTK NTRIP con 13 estaciones CORS instaladas a lo largo de Chile, cuyas coordenadas están referenciadas a SIRGAS y permiten trabajar en modo RTK a una estación de referencia única o en modo VRS. Comunicación vía protocolo NTRIP con información y datos procesador por los servidores de la Red RTK KollNET.</p>
<p>Tres ideas en torno a la reproducibilidad de los resultados geodésicos.</p>	<p><i>Javier José Clavijo</i></p>	<p>El trabajo que se presenta está motivado por tres observaciones fundamentales sobre el manejo de datos geodésicos y la publicación y re-utilización de productos en ellos basados. En la geodesia intervienen gran cantidad de tipos de datos y procesos. En casi todos los flujos de trabajo intervienen modelos, algunas veces paramétricos, y muchas veces ajustados a algún tipo de observación. Estas observaciones que dan sustento a los modelos pueden ser independientes a los datos que se están analizando en un flujo de trabajo particular, pero esto no es una condición requerida en la mayor parte de los casos.</p> <p>Por otra parte, muchos de los algoritmos utilizados como pasos en un proceso dependen de hiperparámetros que varían entre múltiples implementaciones, y esto puede pasar sin que el usuario final de un producto lo note. Finalmente, las particularidades en la distribución geográfica de los datos geodésicos dificultan en muchas situaciones la construcción de conjuntos de datos independientes que permitan una validación de un resultado particular.</p> <p>Estas tres observaciones llevan a plantear la necesidad de profundizar la conversación sobre conceptos como replicabilidad, reproducibilidad, robustez, validación y rastreo de origen de los datos. Es recomendable el trabajo de (Ballari, 2019) como una introducción al tema.</p> <p>Sin entrar en la discusión conceptual, el trabajo se centra en tres ejemplos para ilustrar algunos de los puntos sobresalientes de la cuestión, al mismo tiempo que bosqueja herramientas que podrían incorporarse a los flujos de trabajo para beneficio de la comunidad.</p> <p>Como primer ejemplo está la necesidad de poder garantizar la independencia de los procesamientos y a su vez poder comparar distintos flujos de trabajo. Para ello se propone incorporar ideas de rastreo de origen de los datos, y el uso de un registro metodológico que sea comparable, independiente del software utilizado y que registre tanto los datos utilizados como los algoritmos aplicados y los hiperparámetros intervinientes.</p> <p>El siguiente ejemplo se basa en el uso de funciones de hash sobre datos GNSS. Examinando los formatos de almacenamiento de datos y resultados, como el RINEX y el SINEX, se discute la utilidad de contar con herramientas de comparación y validación de los datos por bloques. El objetivo es poder garantizar un adecuado registro del origen de los datos y las ediciones que puede haber sufrido un archivo de datos en particular. Adicionalmente en este punto aparece la potencial utilidad de diferentes formas de almacenamiento y transmisión de los datos para aplicaciones específicas.</p> <p>Finalmente, para ejemplificar las ideas que rodean la validación, y particularmente la validación cruzada, se toman como ejemplo los productos SIRGAS e IGS, se proponen formas de utilizar los productos y registrar su uso que faciliten la comparación de resultados obtenidos por diferentes estudios y garanticen la posibilidad de decidir sobre su independencia.</p>
<p>Materialización de estaciones CORS utilizando telemetría</p>	<p><i>E. Hidalgo, F. Bolívar, E. Bolívar, F.J Mora</i></p>	<p>Las redes geodésicas han sido un pilar fundamental para el desarrollo económico, social y tecnológico de los países, en Colombia este último año, se ha fortalecido la red MAGNA a partir de la densificación mejorando la puesta en funcionamiento de la misma, lo cual ha generado que se implemente estrategias y diseños que permitan brindar un mayor soporte en la instalación y transmisión de datos. Por lo tanto, desde cuatro conceptos se diseñó un modelo de telemetría para las estaciones CORS, que fue implementado y aprobado para la puesta en funcionamiento de 13 estaciones CORS.</p> <p>Este diseño abarca una conexión entre un centro de control y las estaciones, lo que permite un monitoreo continuo de las mismas, garantizando así la fiabilidad de los datos. Un diseño ajustado a los cambios tecnológicos vigentes en comunicación y transmisión de información inalámbrica. Con esta disposición se emprendió a colocar las propuestas técnicas y darles alcance a las ideas de construir la telemetría de las trece estaciones que fueron ubicadas en lugares apartados de Colombia.</p> <p>La elaboración del diseño fue una revisión primera de los componentes básicos de un sistema de comunicación inalámbrico y en esta perspectiva se consideraron los equipos que se deben utilizar e ir siguiendo el paso a paso en la construcción en conjunto de todos los elementos requeridos. La conjugación de las ideas de los ingenieros permitió establecer un referente de comunicación, pero sin algunos controles, lo que propició empezar a adicionar equipos de control y seguimiento para optimizar la transmisión de datos.</p> <p>Siguiendo un orden eléctrico y electrónico para mantener en funcionamiento los equipos se evidenciaron cambios que según la alternancia de opciones compatibles permitió, de una manera u otra manera, darse la libertad de escoger la mejor solución para construir un buen sistema para realizar la transmisión de la información de las CORS al centro de control del IGAC. La disposición e instalación de equipos, pruebas, análisis y seguimiento arrojaron resultados para su validación y aprobar así, el mejor funcionamiento de comunicación permanente.</p> <p>Es una solución acorde a los últimos avances en equipos de comunicación inalámbrica que han permitido generar una comunicación de internet satelital para la instalación y puesta en funcionamiento de las CORS, pues los lugares asignados son lugares recónditos de nuestro país, donde no hay una infraestructura adecuada de servicios para la comunidad, por lo que fue un indicador para colocar el ingenio técnico en un eficiente componente de comunicación de transmisión de datos.</p> <p>El diseño de la estación de telemetría consta de un servicio de comunicación sobre internet satelital para la transmisión de datos entre el servidor de software Leica Spider y cada una de las estaciones Leica GR50. Adicionalmente, se tiene el monitoreo complementario de la infraestructura del sistema de comunicaciones, sistema de energía solar y del entorno de la antena GNSS, mediante el software PRTG Network Monitor y una cámara IP en sitio.</p> <p>La estación de telemetría es autónoma en energía, mediante un sistema de energía solar que soporta la operación de todos los equipos: la estación Leica GR50, el sistema de comunicación satelital y los consumos propios. El sistema incluye un regulador solar MPPT con pantalla local y puerto de comunicación que permite integrar el monitoreo del sistema de energía y la temperatura de funcionamiento de los equipos.</p> <p>La estructura de soporte de la estación de telemetría es modular y se ensambla in situ, tiene una alta resistencia y rigidez que permite instalar la antena satelital a la estructura y apuntarla a la dirección de satélite en el cielo, sin generar sombra sobre los paneles fotovoltaicos. En la figura 1, se observa el diagrama conceptual utilizado para el modelo de telemetría, que representa los módulos de funcionamiento de la estación. Este diseño es probado en las instalaciones de 4C ubicada en Bogotá, dónde se implementó una estación prototipo para la verificación y afinamiento del funcionamiento del diseño planteado. Una vez aprobado el diseño por el grupo técnico, se establece el modelo referencia de la estación de telemetría para la implementación en los 13 sitios del proyecto. Estación de telemetría Norosi, Bolívar.</p>
<p>Extendiendo la Geodesia Espacial en el currículo de la Universidad Distrital, Bogotá-Colombia.</p>	<p><i>Edilberto Suárez Torres, Miguel Ángel Molina Nova, Daniel Alejandro Rico</i></p>	<p>El punto uno del acuerdo de la Habana enmarcado en el proceso de paz en Colombia, ha impulsado el fortalecimiento de la red geodésica nacional, la cual ha sido densificada gracias a la articulación de las redes activas del IGAC y el Servicio Geológico Colombiano (Conpes 3958, 2019), esto ha permitido pasar en pocos años de 46 a más de 200 estaciones CORS, mostrando que el desarrollo GNSS y sus diferentes aplicaciones en especial el procesamiento en tiempo real y aplicaciones geocientíficas en el país, estas van por buen camino y se están formando profesionales con las competencias adecuadas.</p> <p>Sin embargo se resalta el hecho de que los currículos actuales afines a la Geodesia en Colombia, no cuentan con espacios académicos en otras técnicas de geodesia espacial, como la interferometría de línea de base p.e. VLBI, SLR, LLR; en este contexto se plantea la creación de la línea de desarrollo e investigación en esta área para el programa de Ingeniería Catastral y Geodesia de la Universidad Distrital de Bogotá, con una primera etapa orientada a la creación de una guía metodológica de procesamiento de datos VLBI, la cual involucra la utilización de distintos softwares, seguido del mismo ejercicio para SLR y LLR, y finalmente la consolidación de una electiva intrínseca en Geodesia Espacial.</p> <p>Esta primera etapa considera trabajar con los software Vienna VLBI and Satellite Software (ViVeS), Bernese GNSS Software y Gamit-Globk, comparando rutinas y estableciendo la línea académica de formación, en paralelo se iniciará con programas de divulgación GGRF que visibilicen la necesidad y pertinencia de trabajar en Geodesia Espacial, aportando aquí un desarrollo propio que muestre de manera gráfica y práctica aspectos geográficos y técnicos de la infraestructura mundial VLBI a través de un cuadro de mando.</p>
<p>Transformación de coordenadas entre las realizaciones SIRGAS-Chile “Modelamiento de la deformación cortical por GNSS y Krigeage implementado en cuadrículas NTV2”</p>	<p><i>César Ocares Brantes</i></p>	<p>El advenimiento del Sistema de Referencia SIRGAS-Chile el año 2003 como el nuevo Datum oficial para Chile, supuso un importante cambio y altas expectativas de una mejor precisión en el posicionamiento y determinación de coordenadas en dicho sistema de referencia en comparación con los vigentes Provisional South American Datum 1956 (PSAD56) y South American Datum 1969 (SAD69), esto debido al empleo masivo de la tecnología GPS/GNSS y a la condición de estar basado en un Sistema y Marco de referencia global y geocéntrico como lo es ITRS/ITRF.</p> <p>Sin embargo, Chile se ubica sobre la subducción entre las placas tectónicas de Nazca y Sudamericana y como consecuencia se presentan importantes desplazamientos y deformaciones temporales sobre la superficie (corteza). Lo anterior conlleva a una pérdida progresiva en el tiempo de la conformidad en la geometría y coordenadas calculadas y ajustadas a una determinada época para los marcos de referencia terrestres.</p> <p>En efecto, producto de la deformación co-sísmica y post-sísmica generada por los mega terremotos ocurridos en Chile a partir del Maule el año 2010, Iquique el año 2014, Illapel el año 2015 y Chiloé el año 2016, se generaron deformaciones que llegaron a varios metros lo que obliga a analizar otras alternativas que modelen y absorban de mejor forma dicha deformación permitiendo una transformación de coordenadas más precisa en cuanto a los altos residuales o error estimado que se verifican al usar Helmert de 7 parámetros en 3D (H7P).</p> <p>Por ello, la sola definición de ser SIRGAS-Chile una densificación nacional de otra regional como lo es hoy SIRGAS-CON y el empleo de tecnología GPS/GNSS, no asegura necesariamente el cumplimiento de la premisa de precisión, toda vez que la variable geodinámica asociada a la condición sísmica de Chile tiene relevancia vital y decidora a la hora del cálculo, validez en el tiempo y transformación de coordenadas entre las distintas realizaciones de SIRGAS-Chile.</p> <p>Urge entonces avanzar en soluciones acordes a esta condición, dando continuidad y consistencia en el tiempo a las transformaciones de coordenadas entre las distintas épocas de ajuste de las realizaciones del Marco de Referencia Nacional SIRGAS-Chile.</p> <p>Esta ponencia muestra los resultados obtenidos de la aplicación de transformaciones de coordenadas usando una cuadrícula en formato NTV2 basada en modelos de deformación creados mediante soluciones de coordenadas GNSS e interpolación por Krigeage Empirical Bayesian Kriging (EBK) para etapas co-sísmicas y post-sísmicas en la zona afectada al terremoto del Maule Mw8.8 del 27 de febrero del 2010 entre los 33° y 39° de latitud sur en territorio Chileno y entre las épocas de ajuste 2010.0 a 2021.0.</p> <p>NTV2 fue creado por la Natural Resources of Canada (NRCAN) el año 1987. Esta transformación de naturaleza bidimensional, se materializa a través de un archivo de tipo binario de extensión “GSB” (Grid Shift Binary) que se genera desde un archivo en formato ASCII, el cual contiene los desplazamientos en Latitud y Longitud expresados en cantidades sexagesimales desde cuyos valores se realiza la interpolación Bi-lineal al interior de cada cuadrícula para calcular la corrección que se ha de aplicar a un valor de origen. Este tipo de transformación está ampliamente distribuida y aplicada en el mundo de los Sistemas de Información Geográficos (SIG), los que soportan e implementan sin inconveniente esta forma de transformación de coordenadas.</p> <p>Las soluciones de coordenadas de las 93 Estaciones de Referencia GNSS usadas, fueron extraídas de forma libre desde el Laboratorio Geodésico de Nevada (NGL) y dada la extensión temporal de los datos analizados están referidas a IGS08, IGb08 e IGS14, manteniendo en vínculo con ITRF y siendo compatibles con las distintas épocas de ajuste de las realizaciones de SIRGAS-CHILE consideradas en el estudio.</p> <p>En la creación de los modelos de deformación, se utilizó la técnica de interpolación EBK. Existen otras variantes técnicas en la familia Kriging, un análisis de sus características y condiciones determino que EBK es la más adecuada para el tipo de fenómeno en estudio (deformación de la corteza) al comparar resultados preliminares entre ellas.</p> <p>Cada modelo abarca el tiempo entre 4 de las 5 realizaciones de SIRGAS-Chile, comenzando con la época 2010.0 y hasta la época 2021.0, y considera 3 periodos co-sísmicos y 15 periodos interanuales para la conformación final de 3 modelos inter SIRGAS-Chile. Los errores promedio 2D derivados de las validaciones cruzadas de los modelos de deformación iniciales por EBK entre los 3 periodos inter SIRGAS-Chile llegan a los 23cm entre las épocas 2010.0-2013.0; 1.9cm entre épocas 2013.0-2016.0 y 3.8cm entre épocas 2016.0-2021.0. Las transformaciones de coordenadas 2D por cuadrícula en formato NTV2 basadas en el modelamiento de la deformación estudiada, se implementó en software SIG como ArcGIS Desktop y Pro para cada uno de los 3 periodos entre realizaciones de SIRGAS-Chile, 2010.0 a 2013.0; 2013.0 a 2016.0 y 2016.0 a 2021.0 verificándose un funcionamiento correcto conforme a las precisiones de cada modelo.</p> <p>En el caso que las transformaciones de coordenadas 2D entre 4 de las 5 realizaciones actuales de SIRGAS-Chile se calcule mediante H7P, no se podrá lograr sin asumir los altísimos residuales que resultan producto de la deformación sísmica que media entre las fechas de las distintas épocas de ajuste.</p> <p>Para el co-sísmico del terremoto del Maule los residuales promedio 2D llegan a 1.04m. y con residuos extremos de hasta 3.4m en la zona costera cercana al epicentro del terremoto (ciudad de Constitución) y que van disminuyendo desde la costa hacia la cordillera (Oeste-Este), llegando a valores cercanos a los 19cm. Por tal razón, este error residual se irradia diferencialmente a las coordenadas motivo de una transformación H7P.</p> <p>Si analizamos los periodos inter realizaciones de SIRGAS-Chile desde la época 2010.0 a la 2021.0, los residuales y desviaciones estándar promedio por componente uno (east, north, up) son significativamente menores en el modelo de deformación EBK respecto del uso de parámetros de transformación por H7P. Así, el error promedio en 2D en el periodo 2010.0-2013.0 para EBK llega a los 23cm y para H7P a los 122cm; en el periodo 2013.0-2016.0 es de 1.9cm en EBK y 5.0cm en H7P, finalmente en el periodo 2016.0-2021.0 el error promedio 2D en EBK es de 3.6cm y de 7.0cm en H7P.</p> <p>La transformación de coordenadas 2D en el tiempo y cursando periodos de deformación co-sísmico y decaimiento temporal post-sísmico se propone realizarlo bajo un marco de referencia Semi-Cinemático, el cual implementa modelos de deformación en formato NTV2 para los periodos inter realizaciones de SIRGAS-Chile disminuyendo considerablemente el error de la transformación de coordenadas en comparación con la aplicación de H7P en específico en periodos de ocurrencia de mega terremotos, evaluando en el tiempo la magnitud de la deformación post-sísmica para efectos de habilitar un cambio hacia transformaciones de coordenadas en base a H7P.</p>

		<p>Los 17 modelos de deformación interanuales y co-sísmicos creados permiten predecir la deformación 2D con un error promedio máximo acumulado de ~30cm para el período entre las épocas 2010.0 y 2021.0. No obstante, solo el período del salto co-sísmico del 27 de febrero 2010 (27F) con un error cercano a los 15cm representa el 50% del error total acumulado entre las épocas 2010.0 y 2021.0.</p> <p>Estos errores para el co-sísmico del 27F, se irradian también a la solución inter realización de SIRGAS-Chile entre las épocas 2010.0-2013.0 el cual tiene un error promedio acumulado de 23cm en 2D. Estos errores son ampliamente superiores a los errores promedio acumulados de los períodos 2013.0-2016.0 con 1.9cm y 3.9cm para el período 2016.0-2021.0 en 2D. Los errores promedio de los modelos de deformación EBK para épocas post-sísmicas no son mayores a los 4.4cm en 2D, por lo tanto, compatibles con escalas cartográficas grandes como 1:250 o menores. Para el período del salto co-sísmico del terremoto del Maule el error promedio llega a los 15cm en 2D, lo que permite aplicar el modelo para escalas cartográficas 1:3.000 o menores.</p> <p>Para los 3 períodos inter realizaciones SIRGAS-Chile las escalas de aplicación para los modelos compuestos que se crean a partir de los 17 modelos interanuales y co-sísmicos son similares, 1:4.000 entre las épocas 2010.0-2013.0, 1:200 entre las épocas 2013.0-2016.0 y 1:300 entre las épocas 2016.0-2021.0.</p> <p>Es un hecho que el empleo de parámetros de transformación por ecuaciones como H7P, no es adecuado para modelar las deformaciones producto de un terremoto y su post-sísmico inmediato, sin embargo, a medida que el período post-sísmico avanza y las deformaciones vuelven a una dirección y magnitud compatibles con un período inter-sísmico, los parámetros de transformación por ecuaciones entregan errores residuales de similaridad al modelado por EBK.</p> <p>Para el año 2019 el ratio entre el error EBK y H7P es 1:1.2 pero se debe considerar que los residuos son centimétricos a esa fecha (~1.1cm promedio en 2D). Esto permite usar H7P como método de vinculación temporal práctico de los modelos de deformación desde la época 2021.0 con las épocas de medición posteriores para el área de estudio de este trabajo bajo la condición de no existir un terremoto de magnitudes cercanas a Mw7.</p> <p>Se evaluó que terremotos de magnitud cercanos a Mw7 producen deformaciones de valores centimétricos (~5cm), por lo cual eventos cercanos a esta magnitud y superiores deben ser analizados en sus componentes enu para decidir si constituye un periodo a ser considerado como etapa co-sísmica dentro del modelo de deformación, especialmente si el epicentro de dicho terremoto ocurre en el campo cercano o dentro de la zona de ruptura del área de estudio.</p> <p>Soluciones como los modelos de velocidades no son adecuados para la condición tectónica de Chile continental, las deformaciones y desplazamientos inter, co y post sísmicos no tienen una tendencia homogénea y constante a través del tiempo en el territorio, por lo cual este tipo de modelos tiende a fallar en su predicción.</p> <p>Finalmente, se debe seguir profundizando e investigando en temáticas de modelamiento y transformaciones de coordenadas acordes a las características geodinámicas de Chile, la ocurrencia en el tiempo de grandes terremotos y deformación continua de la corteza obliga a una permanente mantención de los marcos de referencia geocéntricos y requiere herramientas accesibles y rápidas de implementar en los flujos de trabajo de la comunidad geodésica del país, tanto pública como privada.</p>
<p>Evolução dos sistemas altimétricos no âmbito do SIRGAS: Contextualização histórica e contribuições</p>	<p><i>Mariana Eiko Borba Inoue; Gabriel do Nascimento Guimarães</i></p>	<p>O Grupo de Trabalho III: Datum Vertical (GT-III) foi criado em 1997 durante a Assembleia Geral da Associação Internacional de Geodésia (International Association of Geodesy – IAG) com a missão de definir e implantar um sistema altimétrico único para o continente sul-americano. Nesse sentido, ao longo dos anos o GT-III auxilia os países no ajuste dos sistemas altimétricos clássicos existentes em um sistema moderno, bem como na elaboração de documentos, capacitações e assistências técnicas. Tendo em vista a problemática de se ter inúmeros sistemas altimétricos com diferentes origens locais baseadas nas observações do nível médio do mar, torna inviável a troca de informações entre os países e a determinação consistente das altitudes físicas. Na América do Sul as discrepâncias chegam em até ± 82 cm e estão em uso 15 Data altimétricos com origem em distintos marégrafos, sendo dois no Brasil, seis no Chile e um no Uruguai, Argentina, Venezuela, Colômbia, Equador, Peru e Paraguai. Atentando-se a esses fatos, a IAG estabeleceu, em 2015, o International Height Reference System (IHRF), com o objetivo de se ter a integração entre sistemas de altitude existentes a uma mesma superfície de referência, definiu que as coordenadas verticais são baseadas em número geopotencial. Logo, o objetivo desse trabalho é apresentar uma contextualização histórica dos sistemas altimétricos na região do SIRGAS, apresentar o estado da arte sobre os sistemas verticais e apontar perspectivas futuras sobre a temática. Nesse trabalho serão abordados a criação de documentos para definição de um sistema vertical e de altitudes físicas, o cálculo dos números geopotenciais e a situação do International Height Reference Frame (IHRF) na região do SIRGAS. Além disso, será apresentado a situação dos países, em relação aos esforços para atender as diretrizes rumo a primeira realização do IHRF e também os recentes cálculos de valores de potencial a partir dos Modelos Globais do Geopotencial e modelos geoidais.</p>
<p>Sesión 3: 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</p>		
<p>Perspectivas de la red de gravedad boliviana</p>	<p><i>M. Bevis, A. Echalar, F. Sombrero, D. Gómez, K. Alhgren, J. Heck, P.A. Montenegro, L. Contreras, C. Jekeli, J.Y. Guo, E. Kendrick W. Espejo</i></p>	<p>La red gravimétrica boliviana, esta compuesta de aproximadamente 2400 estaciones de gravedad absoluta y 15 estaciones de gravedad absoluta, se ha determinado la aceleración de la gravedad en cada estación con un nivel típico de incertidumbre de 0,1 a 0,15 mgals. Se asegura esta precisión en el ajuste, en razón al protocolo de medición implementado para las mediciones de campo, que implican un grado muy inusual de redundancia, lo cual lleva a un proceso de ajuste de mínimos cuadrados en el que la cantidad de residuales de gravedad es mayor que la cantidad del número de estaciones.</p> <p>Esto significa que las barras de error asociadas con cada valor de gravedad ajustado están inusualmente bien restringidas. El software de análisis y ajuste de la gravedad desarrollado y empleado por el equipo de trabajo de OSU, explota a fondo y se adecua completamente al protocolo de medición establecido para la colección de datos en campo, sin embargo es necesario enfatizar que el protocolo empleado es el principal impulsor del excelente resultado alcanzado, no precisamente el software del OSU.</p> <p>Asimismo, habiendo construido una red de gravedad de alta precisión en los Andes Centrales y las tierras bajas adyacentes, se han utilizado los resultados de esta red, para valorar el nivel típico de predicción asociado con el EGM2008 mediante la evaluación de este modelo en cada estación de gravedad. En ese sentido, el presente estudio también describe la magnitud y la fenomenología del error de predicción y extrae algunas inferencias sobre cómo mejorar aún más los modelos gravitacionales globales.</p>
<p>Actualización de información de Bancos de Nivel Costa Rica</p>	<p><i>Gabriel Cordero</i></p>	<p>En Costa Rica existió una gran cantidad de bancos de nivel que se establecieron en los años 40, 50 y 60, por lo cual se desarrolló un proyecto para la ubicación de los mismos, en el desarrollo se identificaron muchos puntos que constituyen parte de la red vertical de nuestro país por medio de descripciones literales suministradas en las fichas análogas del Instituto Geográfico Nacional (IGN); sin embargo, se concluyó que, la información que se brinda en las fichas del IGN tiene ubicación geográfica incorrecta. Por lo cual se desarrolla un proyecto actualmente con el objetivo de suministrar la información de coordenadas con técnica GNSS y gravimetría relativa.</p> <p>La implementación del proyecto ha tenido la importancia de rescatar los puntos existentes y solventar la necesidad de brindarles información veraz y actualizada que permita a las partes interesadas obtener información pertinente de acuerdo con sus necesidades que contenga datos geodésicos de los puntos existentes a la fecha de medición, facilitando de esa manera por primera vez en el país, una red de nivelación elipsoidal actualizada y con la incorporación de valores de gravedad en cada uno de los Bancos de Nivel localizados.</p>
<p>Validación del método de nivelación GPS mediante el análisis de gradiente de ondulación geoidal. Caso de estudio: Ecuador.</p>	<p><i>Dennys Enríquez Hidalgo, César Leiva, Santiago Cárdenas, José Carrión, Theofilos Toulkerdis</i></p>	<p>Validamos la nivelación GPS como alternativa al método tradicional de nivelación geométrica, comparando pendientes geométricas derivadas de la técnica de posicionamiento GNSS, alturas resultantes de campañas de nivelación geométrica y ondulaciones geoidales extraídas del Modelo Geopotencial Global EGM08. Este análisis se realizó en el continente ecuatoriano, donde se identificaron áreas en las que el gradiente de la ondulación geoidal es menos pronunciado. La especialización del gradiente o variación permitió analizar el desempeño del método de nivelación GPS, bajo la hipótesis de que una menor variabilidad en la ondulación geoidal implica menos discrepancias en el desnivel del GPS. Las observaciones GNSS se determinaron sobre placas niveladas pertenecientes a la Red Básica de Control Vertical de Ecuador. Los resultados del estudio se dan con base al error relativo resultante de la comparación del método tradicional de nivelación diferencial con los valores correspondientes obtenidos del posicionamiento GNSS, considerando diferentes distancias para la extensión del desnivel.</p>
<p>Ajuste de la Red de Control Vertical de Colombia en términos de números geopotenciales.</p>	<p><i>L.J Moisés Sepúlveda, F.A Espejo Alfonso</i></p>	<p>La Red de Nivelación Geodésica de Colombia actualmente cuenta con más de 20 000 vértices de nivelación, distribuidos sobre el territorio nacional. En el año 2021, se realizó el ajuste geométrico de dicha red a partir del vértice C70-W-2 referido al datum vertical de Buenaventura, aplicando el método de mínimos cuadrados y garantizando una precisión de 2mmvD y 4mmvD. (D= distancia nivelada en kilómetros). Para dicha actividad se realizó la revisión y control de calidad de los desniveles garantizando así la calidad de la información.</p> <p>A partir de la información depurada, revisada y analizada de los desniveles medidos sin ningún tipo de corrección, Colombia da inicio al ajuste de la red en términos de números geopotenciales, con el fin de empezar la actualización del sistema vertical de referencia y así mismo brindar insumos para la actualización del modelo geoidal, implementación del Sistema Internacional de Alturas IHRF (International Height Reference System), garantizando el cálculo de alturas físicas para Colombia.</p> <p>Para el ajuste de la Red de Nivelación de Colombia se definieron 13 circuitos (Figura 1), que cumplen entre los cuales se encuentran doce (12) de 2mmvD y uno (1) de 4mmvD. Estos circuitos cuenta con información de gravedad observada e interpolada, dicha interpolación se realizó por ajuste de mínimos cuadrados, teniendo en cuenta las precisiones mínimas requeridas para sugeridas por SIRGAS.</p> <p>Finalmente se realiza el cálculo de los números geopotenciales a partir del C70-W-2, con un valor geopotencial de 90,345 m² s⁻², posteriormente se realiza la compensación de la red de los números geopotenciales calculados, para obtener las alturas físicas.</p> <p>Para la migración de alturas físicas se realizó el análisis previo de la los diferentes tipos de aturas, encontrando que las más óptimas para Colombia son las alturas normales, las cuales también son sugeridas por SIRGAS, definiendo así el tipo de alturas físicas.</p>
<p>Linkage of normal heights obtained from GNSS and refined XGM2019 GGM to Imbituba Brazilian Vertical Datum using parametrical and geostatistical approaches</p>	<p><i>Tiago Lima Rodrigues, Rodrigo Evangelista Delgado</i></p>	<p>This work aimed to analyze the use of parametrical and geostatistical approaches to link normal heights obtained via GNSS and XGM 2019e_2159 GGM to the Imbituba Brazilian Vertical Datum. In the parametric modeling approach three different models have been tested: 3-parameters (3p - tilted plane), 4-parameters (4p - tilted plane+scale) and 7-parameters (7p - tilted plane+scale+2nd order variations). In the geostatistical context, simple and universal kriging have been tested in four setups. For numerical tests, we have used 102 Brazilian Geodetic System stations of leveling co-located with GNSS in São Paulo state. To minimize the omission errors the RTM technique has been used. In addition, the local modeling idea has been investigated, as in Delgado and Rodrigues (2022). In the regional modelling, the better result has been obtained with the simple kriging using maximum number of nearest points and quadrants (0.125 m in RMSE). In the context of the parametrical approach, the 3p model proposes better result (0.172 m). In the local modeling, two sub regions have been defined, evidencing the presence of different local systematic effects. The first one called SP1 is located at southeast of São Paulo, in a coastal and mountain area. The so called SP2 sub region is a relatively flatter area. For the SP1 sub region the geostatistical approach was not possible to be calculated due to the low number of stations. Using parametrical approach, the 3p model proposes better result (0.114 m). For SP2, simple and universal kriging propose concordant results at the millimeter level (0.073 m). Using the parametric approach, the better result has been reached with 7p model (0.051 m), evidencing the differences in systematic effects in relation to SP1 sub region. The better results reached with kriging in the regional modeling shows that this approach better deals with the heterogeneities of systematic effects. In both approaches the use of local modeling has proposed improvements.</p>
<p>Implementación de la Red de Gravedad Absoluta para Colombia</p>	<p><i>J. C. Matiz-León, L. J. Moisés-Sepúlveda, G. Gabalda, D. A. Hernandez-Beltrán, Y. J. Pardo-López, D. A. Cortes-Bolívar, S. Bonvalot</i></p>	<p>La implementación de la Red de Gravedad Absoluta para Colombia (RGAC) se llevó a cabo durante febrero-marzo de 2022, mediante la adquisición de 26 estaciones en 21 ciudades del territorio nacional. Los objetivos de la RGAC consistió en densificar vértices absolutos a lo largo del país para mejorar la adquisición de información gravimétrica en diversos campos de aplicación tales como: (i) densificación y ajuste de las redes de gravedad de orden 1, 2 y 3, (ii) generación de líneas de calibración con gravímetros relativos; (iii) disponibilidad de valores de gravedad absoluta en las inmediaciones de áreas de exploración de recursos del subsuelo tales como recursos geotérmicos, hidrocarburos, minerales, entre otros; (iv) obtención de valor de gravedad en estaciones CORS utilizadas en el Marco Internacional de Referencia de Altura (IHRF), contribución al establecimiento del Marco Internacional de Referencia de Gravedad; (v) disminución de la incertidumbre en el cálculo de los números geopotenciales y actualización del modelo geoidal.</p> <p>Para cumplir estos objetivos, se realizaron las mediciones en lugares que cumplieran con las siguientes condiciones: posibilidad de permanencia a largo plazo, estabilidad del sitio, fácil acceso para diferentes usuarios de la academia y la industria, reducción de errores aleatorios en los ajustes de la red gravimétrica, entre otros. Los vértices se ubicaron en universidades, un museo, una empresa privada y dos entidades gubernamentales (en diferentes sedes), cercanas a 19 estaciones CORS, un mareógrafo, tres estaciones seleccionadas para conformar el IHRF y una nueva línea de calibración entre las estaciones ubicadas en el casco urbano de la ciudad de Bogotá en el Observatorio Astronómico Nacional a 2556 m y la estación Guadalupe a 3270 m. La cobertura de la RGAC se enfoca en los Andes (Cordilleras Oriental, Central y Occidental), parte del Pacífico y un gran sector de la costa atlántica, abarcando una superficie de 400.000 kilómetros cuadrados aproximadamente.</p> <p>La RGAC fue implementada por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), el Servicio Geológico Colombiano (SGC) a través de su Grupo de Investigación en Geotermia y el Instituto Francés de Investigación para el Desarrollo (IRD) con el apoyo de Bureau Gravimétrique International (BGI). Las mediciones de gravedad absoluta se realizaron con el Micro-g Lacoste A10 #014 de IRD/GET/BGI, y los gradientes de gravedad vertical se determinaron con dos gravímetros Scintrex CG-6 del IGAC y SGC.</p>
<p>Estudo do efeito RTM em anomalias de altura nas estações IHRF no Brasil usando diferentes abordagens e um modelo de densidades lateral</p>	<p><i>1 - Thiago Kerr Padilha. 2 - Tiago Lima Rodrigues</i></p>	<p>The modeling of the short-wavelength spectral properties of the gravity field can be obtained using the Residual Terrain Modeling (RTM) technique, which is currently an open problem for the implementation of the IHRF (Sánchez et al., 2021). Therefore, the present work aimed to evaluate different approaches to provide RTM height anomaly at future IHRF stations in Brazil, these being the prisms, tessieroids, polyhedrons and point mass. Furthermore, for the density information, in order to use more realistic values than the constant value of 2670 kg/m³ for the crystalline rock proposed by Harkness, the "UNB TopoDens" model with 900 m resolution has been used. For the numerical tests, MERIT Digital Surface Model (DSM) has been used, which is corrected of tree height bias. In the case of coastal stations, bathymetric data from the SRTM15+ have also been used. The routines were built in a MATLAB environment, using a 210 km integration radius and a resolution of 4 km for the reference DSMs, obtained by filtering the detailed DSMs. For accuracy analysis, with the exception of the IMBT station, height anomaly values from the Brazilian Geodetic System have been used. As a result, it was found that for the stations BRAZ, PPT, CUB and MABA all approaches proposed concordant values at the submillimeter level. For the CEFT and IMBT stations, the polyhedron and point mass approaches presented discordant values from the other approaches, and in the case of the CEFT station they proposed more accurate results. As a result, the point mass approach proved to be the most advantageous, since the computational time for processing is significantly lower compared to the other approaches. In the context of density values, the divergences reached up to 5 mm in the final result. This highlights the importance of using an adequate density model for the application of this technique.</p>
<p>Del Experimento del Colorado al cálculo de coordenadas IHRF en la Región SIRGAS</p>	<p><i>Gómez, Agustín R. (1,2), Tocho, Claudia N. (1,2), Piñón, Diego A. (3), Antokoletz, Ezequiel D. (1,2)</i></p>	<p>El Experimento de Colorado, organizado por los grupos de trabajo de la Asociación Internacional de Geodesia (IAG) JWG 0.1.2 Strategy for the Realization of the International Height Reference System (IHRF) y JWG 2.2.2: The 1 cm geoid experiment, fue un intento muy importante de cuantificar la eficacia de diversas metodologías, utilizadas por equipos de investigación de todo el mundo, para el cálculo de geoides/cuasigeoides en una zona de alta variabilidad topográfica. El horizonte motivador de este experimento es uno que a su vez es un objetivo actual de la Geodesia Física: la estandarización de un método de cálculo para obtener un modelo de geoides/cuasigeoides con precisión de 1 cm.</p> <p>En el año 2021, se presentó la primera solución preliminar de las coordenadas IHRF en América Latina, que fueron obtenidas utilizando los observables geodésicos disponibles en la región. Los resultados mostraron que existen diferencias significativas entre las coordenadas obtenidas entre distintos modelos de geoides en la región, en comparación con otros modelos de geoides en otras regiones del mundo. Esto motivó el análisis de distintas metodologías para el cálculo de geoides/cuasigeoides y, consecuentemente, que los diversos países de la región SIRGAS realicen el Experimento de Colorado. En este trabajo se presentan resultados preliminares de geoides, cuasigeoides y valores de potencial de gravedad obtenidos, y comparados con aquellos alcanzados por los grupos JWG 0.1.2 y 2.2.2.</p>
<p>Modelo geoidal de Colorado utilizando el paquete computacional SHGEO</p>	<p><i>Ana Cristina Oliveira Cancoro de Matos (1,2) Gabriel do Nascimento Guimarães (3) Denizar Blitzkow (1,2)</i></p>	<p>Este artículo presenta un esfuerzo particular para establecer el modelo geoidal para el Colorado (EE. UU.), limitado por 38,5°N y 36,5°N de latitud y 108,5°W y 103,5°W de longitud. SE utilizó el software de geoides de Stokes-Helmert (SHGEO), que es un paquete científico preciso para la determinación gravimétrica del geoides basado en el enfoque de Stokes-Helmert. Los siguientes conjuntos de datos se utilizaron para el cálculo del geoides gravimétrico y su validación en el área: (1) grilla de anomalía terrestre común de aire libre (GCOFA_21A3_1m.csv); (2) modelo de geopotencial XGM2019e (grado y orden 300) para calcular los componentes de onda larga y media de la anomalía de gravedad y para obtener el co-geoides; (3) Datos de SRTM v4.1. Este DTM de alta resolución se utilizó para el cálculo de efectos topográficos y continuación descendente; (4) GNSS/nivelación fueron utilizados como puntos de control. El componente de longitud de onda corta fue estimada por dos métodos, a saber: a Transformada Rápida de Fourier (FFT), con la modificación del Kernel propuesta por Vaníček y Kleusberg, y por el método de colocación por mínimos cuadrados.</p>
<p>Esfuerzos para el establecimiento regional del IHRF en el estado de São Paulo</p>	<p><i>Denizar Blitzkow (1,2) Valéria Cristina Silva (1) Ana Cristina Oliveira Cancoro de Matos (1,2) Gabriel do Nascimento Guimarães (3) Edvaldo Simões da Fonseca Junior (1) Flávio Guilherme Vaz de Almeida Filho (1)</i></p>	<p>Para implementar el International Height Reference Frame (IHRF) regional en el estado de São Paulo, se seleccionaron cuatro estaciones de la Red Brasileña de Monitoreo Continuo de los Sistemas GNSS (RBMC). Están ubicados en las ciudades de Botucatu (SOBOP), Presidente Prudente (PPT), São Carlos (EESC) y São José do Rio Preto (SJR). Las observaciones de gravedad absoluta se han realizado con el gravímetro A-10/032 en todas las estaciones. El gravímetro A-10 utilizado para los levantamientos pertenece al Instituto Geográfico e Cartográfico do Estado de São Paulo (IGC) y los esfuerzos para la recopilación de datos están siendo promovidos por el Centro de Estudios de Geodesia (CENEGEO). El estado tiene alrededor de 9,257 puntos gravimétricos. Los primeros levantamientos fueron realizados en la década de 1970 por instituciones como el Instituto de Astronomía, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo (IAG-USP), el Observatorio Nacional (ON), Petrobrás y el Anglo-Brazilian Gravity Project, realizados en conjunto con la Universidad de Leeds y el Instituto Brasileño de Geografía e Estatística (IBGE). Años después, se llevó a cabo el proyecto temático número 06/04008-2, de la Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), que tenía como uno de los objetivos la densificación gravimétrica. Para este trabajo, el potencial perturbador se calculó por el método de Hotine utilizando el procedimiento de integración numérica. El modelo de geopotencial GOCO05s (n=m=200 y 100) fue adoptado como campo gravitacional de referencia. En este estudio, es posible observar que las estaciones, como PPT, presentan una variación acentuada de la perturbación gravitatoria entre los 100 km y los 200 km de la estación, siendo importante trabajar con MGG (d/o 100). Entonces, se calcula la integración de Hotine con un radio de hasta 200 km y estas variaciones se incluyen en el cálculo del potencial perturbador. Esto se debe a que las longitudes de onda media y larga del MGG (d/o 200) aún no detectan estas variaciones y la integración con un radio de hasta 100 km no incluye también estas variaciones, pero sí el potencial perturbador de la estación. Se ve afectado por esta masa.</p>

Modelo Geoidal para Bolivia como Sistema de Referencia Vertical	<i>Juan Carlos Vidal Seijas</i>	El geode está definido como una superficie equipotencial que mejor se ajusta al nivel medio del mar, siendo la superficie que utilizamos como referencia para determinar las altitudes ortométricas del terreno. Si dispusiéramos de un geode local que sería la superficie equipotencial de referencia como datum altimétrico, entonces podríamos determinar las alturas ortométricas a partir de las alturas elipsoidales proporcionadas por el Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS). En los últimos años la Geodesia ha recibido un gran aporte con la introducción de los GNSS, su utilización es cada vez más frecuente y necesaria. Esto, debido en gran parte, a sus resultados rápidos y precisos; pero, pese a todas sus ventajas, esta tecnología es utilizada a nivel planimétrico. Dejando muchas veces de lado la componente altimétrica obtenida por el receptor. En Bolivia el empleo de los GNSS está ampliamente difundidos, pero no así la componente vertical por la falta de un Modelo Geoidal Local que proporcione datos de la ondulación del geode y que permita obtener alturas ortométricas que minimizarían en tiempo y costos a los usuarios de estos sistemas vinculados a distintos proyectos de ingeniería. Aseverando que uno de los problemas de la geodesia es la carencia de un datum vertical o altimétrico y al no existir en Bolivia un modelo que nos permita obtener los valores de la ondulación del geode con la precisión requerida para que funcione como un datum vertical, es necesario utilizar modelos geoidales globales como una alternativa de solución que por sus características no conlleva la precisión requerida para convertirse en un datum de referencia altimétrica. Para el desarrollo del modelo geoidal para Bolivia es necesario implementar una metodología que nos permita analizar y procesar los datos de los valores de ondulación del geode y alturas ortométricas obtenidas con mediciones gravimétricas y con los datos altimétricos (Bancos de Nivel) de nuestra red de nivelación nacional que se extienden por todo el territorio Boliviano.
Avances en la actualización del modelo geoidal de Uruguay	<i>Walter Subiza</i>	El Instituto Geográfico Militar, como órgano oficial de la cartografía en Uruguay, ha estado siempre preocupado en ofrecer a la comunidad los mejores productos y servicios. En ese sentido el pleno aprovechamiento de las capacidades ofrecidas por los receptores GNSS, obliga a disponer de un modelo geoidal, o de transformación de las alturas elipsoidales en altitudes con significado físico. Con este objetivo en el año 2000 fue calculado el primer modelo geoidal de precisión, denominado de UruGeoide2000, el cual se adaptó a la red vertical establecida por el Datum oficial Cabildo. La precisión obtenida luego de la adaptación a la red vertical fue de 0,25 m en término absoluto y de 1,3 ppm en forma relativa para distancias superiores de 30 km. En 2007 nuevos modelos geopotenciales, datos gravimétricos y de terreno, llevaron a un segundo cálculo, denominado de UruGeoide2007. Aunque el método y la técnica de cálculo fueron semejantes al anterior modelo, en esta oportunidad se generó primeramente un modelo de cuasi-geode para después calcular el geode y el modelo de transformación de altitudes. Con esto se dispuso de dos modelos para obtener altitudes normales y ortométricas y se contribuyó con las discusiones de la adopción de un nuevo sistema de altitudes para el país, acorde a lo recomendado por el proyecto SIRGAS. La precisión absoluta obtenida luego de la adaptación a la red vertical fue de 0,02 m en puntos seleccionados e inferior a 0,10 m en todo el territorio nacional. En 2022, se estableció un proyecto para actualizar el modelo geoidal y de transformación de altitudes, ya que nuevos modelos del geopotencial de alta resolución (grado 2190), de batimetría y de anomalías marítimas fueron determinados en los últimos años, así como nuevos datos gravimétricos terrestres fueron medidos, tanto en Uruguay como en nuestros países vecinos. Dos modelos del geopotencial disponibles han sido inicialmente seleccionados y testeados con datos gravimétricos terrestres, ellos son el EIGEN-6C4 y el SSG-UGM-2. Los datos gravimétricos de fuentes abiertas han comenzado a ser recolectados y de contactos hechos con las instituciones oficiales responsables de los países vecinos ha sido posible obtener datos actualizados. En relación al modelo de terreno se dispone del SRTM90, siendo el desafío encontrar la mayor resolución espacial disponible compatible con la capacidad de procesamiento de los programas y de los equipos a ser usados. El método y técnica de cálculo será semejante al del modelo 2007, obteniéndose así tanto un cuasi-geode como el geode correspondiente y un modelo de transformación de altitudes. La precisión esperada del nuevo modelo es, basada en resultados anteriores, de algunos centímetros. En este trabajo se presenta el estado actual del proyecto.
Modernización de la red geodésica vertical de Uruguay	<i>Juan Croquis, Walter Humberto Subiza Piña, Jorge Faure</i>	El Instituto Geográfico Militar ha comenzado un proyecto de modernización de la red vertical de Uruguay, en el marco de los Proyectos SIRGAS e IHR5 de la Asociación Internacional de Geodesia. El mencionado proyecto tendrá una duración aproximada de 3 años (2022-2024), e incluye las siguientes actividades: 1-Reajuste de la red gravimétrica La red fundamental gravimétrica fue establecida al final de la década de 1960, habiendo sido densificada en la década de 1980. En 1995 fue ajustada en forma simultánea la red gravimétrica, en conjunto con la Universidad Leibnitz de Hannover - IFE. Dicho ajuste incluyó un total de 2376 estaciones relativas, 4 estaciones absolutas, 5 enlaces relativos con Brasil y 4 con Argentina, resultando una desviación estándar 0,26 µm-2 para las estaciones relativas. El datum quedó determinado por el gravímetro absoluto de caída libre JILAg-3. En esta actividad, que será ejecutada en conjunto con la Universidad Leibnitz de Hannover, participarán del ajuste las nuevas mediciones gravimétricas relativas de densificación y del proyecto IHR5 medidas en Uruguay, así como nuevas mediciones absolutas en las estaciones anteriormente determinadas por el gravímetro JILAg-3. Este instrumento participó de diversas campañas internacionales de comparación y sus resultados permiten actualizar los valores medidos en 1989-1991. Para el ajuste se estima un total de aproximadamente 2500 estaciones habiendo comenzado los trabajos este año y estando prevista su finalización para 2023. 2-Reajuste de la red vertical en números geopotenciales. El datum oficial Cabildo fue establecido en 1949, siendo que la red de nivelación de primer orden fue medida y compensada, teniendo una extensión de 3883 km. Posteriormente hubo densificaciones de 2o. y 3er. Orden, siendo una red geoméricamente corregida por gravedad normal. En 2015 fue efectuado un ajuste de la red de primer orden en números geopotenciales. En 2017 comenzaron los trabajos para establecer una estación IHRF en Uruguay. Está previsto realizar un nuevo ajuste simultáneo en números geopotenciales de la red de primer orden, seguido de la introducción del segundo y tercer orden. El software de ajuste será GHOST y el inicio de la actividad será en 2022, con conclusión prevista para 2023-2024. 3-Actualización del modelo geoidal UruGeoide-2007 Como último elemento de la red vertical, será calculado un modelo de transformación de altitudes elipsoidales en ortométricas normales (Datum Cabildo) El modelo será determinado a partir de la actualización del modelo geoidal UruGeoide-2007 e incluirá la adopción de modelos del geopotencial de alta resolución (grado y orden de 2190) y nuevos modelos globales de anomalías gravimétricas aire libre y batimetría, así como la incorporación de nuevas mediciones gravimétricas relativas y absolutas, provenientes del reajuste de la red gravimétrica señalado en el punto 1.
Sesión 4: 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		
A small scale InSAR view of the Mw8.3, 2105 Illapel Earthquake	<i>Robert Smalley, Jr.</i>	It is common for GNSS technology to observe wide, >1000 km, deformation fields from megathrust earthquakes. We show here that the Illapel earthquake produced such a wide deformation field that is observable, with campaign and continuous GNSS data and for the first time Sentinel-1A InSAR data, across the whole of the main Andes, the Precordillera, and into the Sierras Pampeanas. Clear fringes are observed in the InSAR tracks east of the track with the epicentral deformation and the fringes match across the tracks, extending the deformation field observed by InSAR continuously across the Andes. The InSAR data is compatible with the GNSS data and together they can provide an improved image of the effects of megathrusts on the tectonics over a broader region. These results will be important for providing a better understanding of regional geodynamics, both kinematically and dynamically, that will allow improved access to the SIRGAS reference frame.
U.S. Country briefing: Abstract D J C United States National Spatial Reference System modernization update	<i>Dana J Caccamise II</i>	U.S. Country briefing 2022: The U.S. National Geodetic Survey (NGS) under the National Ocean Service (NOS) within the National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) mission is "to define, maintain and provide access to the National Spatial Reference System (NSRS) to meet our nation's economic, social, and environmental needs." The NSRS is an assemblage of geophysical and geodetic models, tools, and data. The most-visible components are the North American Datum of 1983 (NAD83) and the North American Vertical Datum of 1988 (NAVD88), which provide a consistent spatial reference framework for numerous geospatial applications and positioning requirements throughout the United States. NGS's comprehensive multi-year project to modernize the NSRS is ongoing. Technological developments and user accuracy requirements necessitate the modernization makeover to provide a modern, accurate, accessible, and globally aligned national positioning framework exploiting the substantial power and utility of the Global Navigation Satellite System - of both today and tomorrow. The modernized NSRS will include four new-generation geometric terrestrial reference frames (replacing NAD83) and a technically unprecedented geopotential datum (replacing NAVD88), all to be released in 2022 (anticipated). The briefing will provide an update on the multi-year project of modernizing the United States National Spatial Reference System (NSRS), NGS activities and motivations for these efforts. Overview of projects such as the Gravity for the Redefinition of the American Vertical Datum (GRAV-D) and other ancillary tasks. These activities form the framework and tools that ease transitioning to the upcoming reference frames and geopotential datums. The focus will be on the planned evolution of the NSRS as outlined in the "National Geodetic Survey Ten-Year Strategic Plan, 2013-2023."
Expansion de estaciones GNSS permanentes en Canada	<i>Sandra Bolanos, Michael Craymer, Brian Donahue</i>	El Servicio Geodesico de Canada esta actualmente ejecutando un proyecto de 5 años para densificar la red GNSS del Sistema de control activo canadiense (CACS) con 22 estaciones de muy alta precision (algunas con relojes atomicos), alta frecuencia y fiabilidad. Además de contribuir a la realizacion del Marco de Referencia Internacional (ITRF) y ser la base para el posicionamiento en Canadá, estas estaciones se utilizan para crear un modelo de velocidad que describe el movimiento de la placa norteamericana. Los datos de estas estaciones contribuyen al monitoreo del clima espacial, estudios de aumento del nivel del mar y sistemas de alerta temprana para peligros naturales. Esta presentación mostrara las ubicaciones probables de estas estaciones, y los desafíos que hemos afrontado al expandir estas áreas remotas. Estamos abiertos a recibir aportes sobre cómo se pueden ubicar mejor nuestros sitios para maximizar los beneficios con fines científicos y creemos que este forum sería una gran oportunidad para recibir comentarios. Esta presentación también explicará el contexto histórico de expansión de la red canadiense de estaciones GNSS, sus beneficios y principales usos
Marco de referencia geodésico nacional - Red de operación continua 2022	<i>Cap. DIM. Hernan Jose Guerra Trigo</i>	La Red de Operaciones Continuas, componente del Marco de Referencia Geocéntrico Nacional (MARGEN), es parte de la Red SIRGAS (Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas), que a su vez está enlazado al Marco Internacional de Referencia Terrestre (ITRF: International Terrestrial Reference Frame). Además del sistema de referencia geométrico, se ocupa de la definición y representación física de un sistema vertical de referencia basado en alturas elipsoidales y en números geopotenciales. La Red de Operaciones Continuas del Estado Plurinacional que forma parte de esta iniciativa, es la base para el desarrollo de proyectos comprometidos con la generación y utilización de información georeferenciada en la región, tanto a nivel nacional como internacional. Además de proveer las coordenadas de referencia para aplicaciones prácticas como proyectos de ingeniería, administración digital de información geográfica, infraestructuras de datos espaciales, etc.; MARGEN-ROC es la plataforma para una variedad amplia de aplicaciones científicas como observación de deformaciones de la corteza terrestre, movimientos verticales, variación del nivel del mar, estudios atmosféricos, etc. El Marco de Referencia Geodésico Nacional (MARGEN) de Bolivia está conformado por una red GPS y GNSS de operación continua de 28 estaciones, una red GPS semi-continua de 2 estaciones y una red GPS pasiva de 125 vértices. Las Coordenadas de Posición de las Estaciones Continuas con conexión a Internet, son almacenadas en el servidor del Instituto Geográfico Militar por el CEPAG - Centro Experimental de Procesamiento y Análisis GNSS (Sistema Global de Navegación por Satélite), que a su vez es compartida a la comunidad SIRGAS para su respectivo procesamiento.
Toward a kinematic reference frame for mining in Chile.	<i>José Antonio Tarrío Mosquera, Jesarella Inzunza Muchoz, Catalina Cáceres Venegas, Marcelo Caverlotti Silva, Valeria Vásquez Tejo Fernando, Isla Rodríguez, Gabriel Jeldres, Rodrigo Urrutia, Cristian Mardones</i>	In February 2022, Law 21420 established that the agency that regulates mining concessions in Chile, Servicio Nacional de Geología y Minería de Chile (SERNAGEOMIN), in English, National Service of Geology and Mining of Chile, must employ SIRGAS (Sistema de Referencia Geodésico para Las Américas) since 2023 as a modern reference frame (RF). Law replaced PSAD56 (Provisoria South American Datum 1956) and SAD69 (South American Datum 1969) with SIRGAS to manage mining geospatial information in Chile. In this project, the SIRGAS geodetic processing and analysis centre of the University of Santiago (USC-SIRGAS) shows how it developed the strategy to allow SERNAGEOMIN to implement law 21420, transitioning from a classic RF to the modern RF called REDGEOMIN (Red Geodésica para Minería) which is aligned with SIRGAS. REDGEOMIN is a kinematic RF, where a deformation model called ADELA (Analysis of Deformation beyond Los Andes) has also been generated. The classic geodetic infrastructure is highly deteriorated in Chile and doesn't have maintenance. It has poor densification and information, and the coordinates have metric errors. Military Geographic Institute must maintain the national geodetic network to generate cartography in Chile. For this reason, in 2008, it changed from PSAD56/SA69 to SIRGAS, specifically to one static densification called SIRGASChile. Because its objective is purely cartographic, the parameters obtained do not have the necessary precision for engineering and mining. This project has two motivations, the first to obtain transition parameters between both systems and the second to implement a kinematic RF that includes seismic events. The study consists of three phases: first, calculation of REDGEOMIN-ADELA, and second, calculation of transformation parameters. By law, the parameters must maintain the mining concessions' size, shape and dimensions. The last step is the implementation of REDGEOMIN as a kinematic reference frame, leaving PSAD56-SAD69 behind.
Desarrollo de la aplicación RT-VPP (Real Time Vertical Precise Positioning) para la zona urbana de Quito, Ecuador.	<i>Apolo Matamoros, Kevin Jose; García Guamangallo, Stephany Carolina; Leiva González, César Alberto</i>	La determinación de las alturas referidas al nivel medio del mar en el Ecuador se las ha obtenido, tradicionalmente, por medio de nivelación geométrica, la cual es muy precisa pero no es viable para varios proyectos de ingeniería debido al tiempo requerido, su alto costo y dificultad al ejecutar. La interacción entre los smartphones y los métodos vanguardistas de posicionamiento GNSS (Global Navigation Satellite System), que trabajan en conjunto con el internet han permitido el desarrollo de la presente investigación que propone la generación de una aplicación Android, que facilita la obtención de alturas niveladas en tiempo real de puntos de forma rápida y precisa a través del método de nivelación GPS. En esta investigación se trabajó con posicionamiento NTRIP (Networked Transport of RTCM via Internet Protocol) de la Red SIRGAS-CON y la IDE (Integrated Development Environment) de Android Estudio, para obtener alturas de acuerdo con el plano de referencia oficial del Ecuador. Los insumos para la generación de esta APP fueron las coordenadas GPS obtenidas a partir del posicionamiento estático rápido, enlazadas a la red SIRGAS-CON, y las alturas oficiales IGM de 20 placas de control básico vertical localizadas en la zona urbana de Quito; así como, el modelo gravimétrico EGM08 (Earth Gravitational Model 2008). El resultado de la APP son alturas niveladas referidas al datum vertical oficial del Ecuador, una vez ingresadas las coordenadas GPS (Este, Norte y Altura Elipsoidal) del punto de interés, la aplicación ejecuta el método de nivelación GPS a partir del control básico vertical incluido en la APP. La aplicación que se la denomina RT-VPP (Real Time Vertical Precise Positioning) que fue validada en 21 placas de control básico vertical del IGM, a partir de posicionamiento GNSS NTRIP, dando como resultado una exactitud posicional de 11.20 cm, según la metodología propuesta por la NSSDA (National Standard for Spatial Data Accuracy).
Implementación del servicio PPP-Ar en la República Argentina	<i>Hernán J. Guagni, Federico J. Fernández, Franco M. Rocca, Facundo I. Cordero</i>	En la actualidad, existen diferentes servicios online para el cálculo de coordenadas GNSS de alta precisión basados en la técnica de posicionamiento puntual preciso (PPP). Por lo general, estos servicios expresan sus resultados en dos marcos de referencia: 1) en el marco de referencia global dado por las órbitas GNSS (por ejemplo IGS14); 2) en el marco de referencia oficial del país que brinda el servicio PPP. Por ende, la utilización de servicios brindados por otros países para el posicionamiento en el marco de referencia geodésico nacional de la República Argentina requiere de la posterior transformación de las coordenadas obtenidas mediante PPP al marco POSGAR07. Además, en la mayoría de los casos, se necesita que las coordenadas resultantes se encuentren expresadas en la época de referencia de POSGAR07 (2006.632) para lo cual es necesaria la aplicación del modelo de predicción de trayectorias VEL-Ar. Es decir, que a pesar de las ventajas prácticas de la técnica PPP, estos pasos adicionales desalientan la utilización de coordenadas basadas en dicha técnica debido a la falta de automatización (y la consecuente posibilidad de introducir errores) para transformar coordenadas PPP al marco POSGAR07. En esta presentación se detallará la implementación del nuevo servicio PPP del Instituto Geográfico Nacional para la República Argentina (PPP-Ar) publicado durante el año 2022, el cual brinda la posibilidad de obtener en forma automática coordenadas en el marco global vigente, así como también en el marco geocéntrico oficial de la República Argentina.
Investigação da performance de material atenuante do efeito do multicaminho no posicionamento	<i>Allan Gomes, Luis Fernando Ditzel Ferraro, Claudia Pereira Krueger y Paulo Sergio de</i>	O efeito do multicaminho provoca descontinuidades nas observações da fase da onda portadora, isso pode provocar erros de dezenas de metros no posicionamento GNSS. Por se tratar de um efeito aleatório e diretamente relacionado com a característica da área de coleta este erro não pode ser modelado, porém pode ser minimizado com a utilização de antenas modernas, como por exemplo as antenas modelo ChokeRing 3D e antenas com abas largas. Entre as diversas tecnologias e ferramentas relacionadas ao posicionamento GNSS, deve ser destacada a possibilidade de aquisição de dados brutos via dispositivos móveis com sistema operacional Android. Embora essa ferramenta contribua com a melhoria significativa da qualidade do posicionamento via smartphones, há desafios relacionados, sobretudo, devido as interferências provocadas pelo multicaminho dos sinais. Assim, além de avaliar a qualidade dos sinais L1 e L5 coletadas via o smartphone Xiaomi Mi 8, essa pesquisa busca apresentar resultados referentes a efetividade do material desenvolvido no Laboratório de Geodésia Espacial e Hidrografia (LAGEH) da Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, Brasil, denominado Atenuador do Efeito do Multicaminho (AEM-LAGEH), com a premissa de obter coordenadas geodésicas via GNSS a partir de smartphone Android minimizadas do efeito do multicaminho. Na área de estudo, que corresponde ao terreno do edifício anexo ao LAGEH, foi posicionada uma telha de alumínio com o intuito de induzir a reflexão dos sinais GNSS, a telha foi colocada a aproximadamente 1,40 m em relação ao pilar UFPR 1000, no qual o smartphone Xiaomi Mi 8 foi posicionado. Foram realizadas duas campanhas (A e B), cada uma contendo 19 arquivos RINEX com duração de 1 hora, realizadas entre os dias 13 e 16 de junho de 2022. O material AEM-LAGEH foi utilizado apenas na campanha B. Destaca-se que a época inicial de cada arquivo RINEX foi similar entre campanhas visando preservar a geometria dos satélites. Assim, pode-se realizar a análise da qualidade dos sinais L1 (1575,42 MHz) e L5 (1176,45 MHz) através da combinação linear entre as ondas portadoras por meio do processamento no software TEQC, o qual possibilitou obter valores MP1 (L1) e MP5 (L5). As coordenadas geodésicas no sistema SIRGAS (época 2000.4) foram obtidas mediante o pós-processamento pelo método de posicionamento Por Ponto Preciso (PPP) realizado pelo serviço online do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), denominado IBGE-PPP.

GNSS via smartphone Xiaomi Mi 8	Oliveira Junior	Por conseguinte, mediante as coordenadas geodésicas de referência do pilar, foi realizado o cálculo da acurácia posicional (Root Mean Square – RMS). Após o processamento dos arquivos no software TEQC, pode-se analisar a qualidade das ondas portadoras L1 e L5 nos dois cenários, sem e com a utilização do AEM-LAGEH. Na campanha A a média dos valores MP1 e MP5, entre os 19 arquivos, foi de 3.98 e 0.61 respectivamente, enquanto que na campanha B (com AEM-LAGEH) a média foi de 2.53 e 0.68 para os valores MP1 e MP5, respectivamente. Analisando os valores médios de MP1 obteve-se melhora de aproximadamente 36% com o emprego do AEM-LAGEH. Por outro lado, verifica-se que o material não contribuiu com a qualidade da onda portadora L5. O serviço online IBGE-PPP ainda não é compatível com a onda portadora L5, por isso, foram processados dados a cada 1 segundo utilizando as contelações GPS e GLONASS e a onda portadora L1 apenas. Vale destacar que as campanhas A e B foram processadas utilizando as efemérides Rápidas. As acurácias planimétricas (2D) referente às campanhas A e B resultaram em 1,17 m, 0,16 m, respectivamente, enquanto que a acurácia tridimensional foi de 1,54 m, 0,28 m nas campanhas A e B, respectivamente. Portanto, houve melhora ao empregar o AEM-LAGEH em aproximadamente 86% na acurácia planimétrica e 82% na acurácia planialtimétrica. Diante dos resultados apresentados referente aos valores de MP1 e MP5, pode-se identificar duas características interessantes. A primeira diz respeito a eficiência da onda portadora L5 em relação a L1, o que pode indicar que pode-se obter coordenadas mais acuradas ao utilizar a frequência L5, e de acordo com a média dos valores MP1 e MP5 a onda L5 foi superior em cerca de 85% e 73% no cenário sem e com a utilização do AEM-LAGEH, respectivamente. A segunda consideração diz respeito a efetividade do AEM-LAGEH em minimizar o efeito do multicaminho sobre a onda portadora L1. Neste sentido, ao analisar a qualidade posicional fica evidente que a qualidade do sinal interfere na qualidade do posicionamento. Assim, observa-se que o AEM-LAGEH proporcionou melhora significativa na acurácia posicional obtida via o smartphone Xiaomi Mi 8. Por fim, ao empregar o AEM-LAGEH pode-se obter acurácia planimétrica, a partir do método PPP, de aproximadamente 16 cm.
Desarrollo de mapas de alta resolución de ZTD para aplicar en DinSAR a partir de los productos troposféricos de SIRGAS	Mackern M.V.; Rosell, P.; Mateo, M.L.; Camisay M.F.	DinSAR es una técnica utilizada para identificar y monitorear deformaciones sobre la superficie terrestre. Se basa en la variación detectada entre dos pasadas del satélite de épocas distintas, de la distancia satélite-terreno, medida en función del tiempo. Sin embargo, en muchos casos el desplazamiento que se quiere detectar se pierde dentro de la precisión de los interferogramas, debido a retardos de la señal producidos por la mayor o menor presencia de vapor de agua en la atmósfera entre las épocas combinadas. Desde las estaciones GNSS de la red SIRGAS-CON se cuenta con retardos troposféricos estimados cada una hora, provenientes del procesamiento de la señal GNSS. La distribución de estaciones SIRGAS y la disponibilidad temporal (2014-2022) de ZTD ha permitido que desarrollemos una estrategia de interpolación del ZTD, con el objeto de lograr mapas de alta resolución factibles de ser utilizados en el cálculo de la corrección atmosférica a aplicar a los interferogramas. En este trabajo se presenta la metodología de interpolación utilizada, la validación de los mapas de ZTD y algunos resultados de su aplicación en la corrección atmosférica de DinSAR sobre distintas regiones de América del SUR
Implementación del centro de control geodésico de Colombia	Hoyer Melvin, Hurtado Juan David, Romieu Cyril, Mayorga Pamela, Johnson Jill, Fages Romain, Montealegre Catherine, Gutiérrez Nancy, Cardona Leonardo, Martínez Gina	En el marco del proyecto "Establecimiento y puesta en operación de estaciones de referencia de operación continua CORS y fortalecimiento del centro de control de la red geodésica de la República de Colombia" ejecutado por el consorcio internacional IGN FI – Leica Geosystem para el IGAC y SGC en Colombia se diseñó e implementó un centro de control geodésico con la finalidad de centralizar, gestionar, visualizar y permitir el acceso a los usuarios de toda la información geodésica disponible en el país y servicios en línea y en tiempo real para mejorar el desempeño de los técnicos y profesionales de la topografía, geodesia, cartografía y disciplinas afines. Las siguientes funciones: - Administrar los receptores de referencia de la red geodésica nacional CORS - Recibir los datos de las estaciones de la red geodésica nacional CORS - Realizar el análisis, procesamiento, distribución y archivo del control de calidad de los datos - Proporcionar servicios de procesamiento en línea de tipo diferencial - Proporcionar servicios de posicionamiento en tiempo real vía caster NTRIP son realizadas a través del software Leica Spider Suite. Mientras que las tareas siguientes: - Gestionar la Base de Datos de la Red Pasiva del IGAC y permitir acceso al usuario mediante un portal web - Proporcionar servicios de procesamiento en línea mediante el método de PPP se manejan con software elaborado o gestionado por IGAC. La función de monitoreo automático de los sitios se hace a través del software Bernese con tareas automáticas desarrolladas específicamente por IGAC y la función de monitoreo de las comunicaciones y el suministro de energía se lleva a cabo a través de la implementación del software PRGT Network Monitor. El trabajo presenta la descripción estructural y funcional de este centro de control, incluyendo los tipos de software utilizados y los servicios que ofrece.
Aplicación de Sirgas en sector minería	Ignacio Salas	En la presentación se mostrará como se implementa una Estación de Referencia de Operación Continua (CORS) en una faena minera del sector privado y su vinculación con Sirgas mediante Certificado de Coordenadas Oficiales emitido por el Instituto Geográfico Militar (IGM).
Diseño, observación y vinculación a SIRGAS de una red GNSS según el manual de carreteras Chileno	Felipe Carvajal, José Carrasco, Juan Nuñez, Ariel Silva, Cristian Inostroza, Luis Muñoz, César Canto	En Chile, el uso de redes GNSS en proyectos viales está normado mediante el Manual de Carreteras (MC), el cual establece los lineamientos técnicos y operativos para el diseño, observación, procesamiento y análisis de redes GNSS. En sus especificaciones relacionadas a GNSS, el MC define una red de mayor jerarquía llamada referencia principal (RRP), la cual debe ser vinculada a SIRGAS y considerar toda la extensión del proyecto vial, además de especificaciones relacionadas a tiempos de observación y criterios de visibilidad. Posteriormente, considerando los vértices de la red principal como referencia, se debe desarrollar el sistema de transporte de coordenadas (STC) a lo largo del proyecto vial, este último definido por redes terrestres o mediante densificación GNSS en modalidad diferencial. Para este trabajo se presenta la implantación de una RRP y el desarrollo de STC mediante GNSS bajo la normativa del MC, además, se presenta un análisis de metodologías alternativas basadas en principios del pre-análisis tanto para la implantación de RRP y el STC. Los resultados obtenidos muestran precisiones de acuerdo a las exigencias técnicas del MC, manteniendo aspectos operacionales normados por el mismo manual. Finalmente, se presentan diferentes estrategias para el procesamiento de datos GNSS considerando alternativas a lo establecido por el MC.
On the geodetic capacity assessment in the Americas	Franco S. Sobrero, Demian D. Gomez, Mara A. Figueroa, Dana J. Caccamise II, Alvaro Alvarez and M. Virginia Mackern	Three working groups organize the technical support activities of Geodetic Reference System for the Americas (SIRGAS). Working Group II (WGII) focuses on education, training, and capacity building of the SIRGAS member states, and one goal is to promote the adoption of the SIRGAS geometric (ITRF/SIRGAS) and vertical (IHRF) frames. The workgroup directs these efforts by assessing each member state's status of the "geodetic capacity". In 2021, WGII took a significant step in this direction by participating in the design and worldwide deployment of a comprehensive survey carried out by the United Nations Subcommittee on Geodesy of the Committee of Experts on Global Geospatial Information Management (UNGIM). The questions included in the survey were based on branching eLearning scenarios. The survey topics were organized around three main themes: (1) geodetic infrastructure and human resources, (2) geodetic horizontal reference frames, and (3) geodetic vertical reference frames. This work presents the general status of the SIRGAS member states and a preliminary analysis of the global and regional trends along these three axes. This comprehensive analysis of the survey results will be crucial to identifying the primary aspects of the WGII action plan in the coming years.
Comparación posicional de 31 puntos GNSS obtenidos mediante la técnica NTRIP a los 5, 15 y 30 segundos en la localidad de Tabacundo, Ecuador	Alejandro Martínez	El objetivo del presente estudio es comparar los resultados obtenidos mediante el método de posicionamiento en tiempo real NTRIP (Network Transport of RTCM via Internet Protocol) considerando diferentes intervalos de grabación, con el fin de identificar mejoras en la precisión en función del tiempo de rastreo GNSS para un posicionamiento en tiempo real en relación a las precisiones obtenidas a través de un posicionamiento estático diferencial. Se realizó el posicionamiento de 31 puntos empleando la técnica NTRIP y con intervalos de grabación de 5, 15 y 30 segundos. Las coordenadas obtenidas fueron comparadas con las obtenidas por el Instituto Geográfico Militar – IGM mediante posicionamiento estático diferencial. Los resultados obtenidos muestran que con un mayor intervalo de registro (30 segundos), en un posicionamiento en tiempo real, se logra un posicionamiento de mayor exactitud. Del análisis realizado, se evidencia que para el máximo aprovechamiento del método NTRIP se realice un estudio de cobertura de internet ya que de esto depende los resultados obtenidos para los diferentes intervalos de grabación.
Sesión 5: Contribuciones de SIRGAS al modelado del Sistema Tierra: Monitoreo geodinámico, estudios atmosféricos, deteminación de cambios en el nivel medio del mar, estudios geofísicos basados en la infraestructura SIRGAS		
Estimativa do vapor d'água atmosférico utilizando o software Bernese 5.2 por meio de dados multi-GNSS	Viviane Aparecida dos Santos	O sinal GNSS (Global Navigation Satellite Systems) ao passar pela atmosfera eletricamente neutra, a qual se estende da superfície até aproximadamente 50 km de espessura, pode sofrer um atraso em sua velocidade de propagação. Na direção vertical esse atraso é denominado ZTD (Zenith Total Delay) e o mesmo pode ser dividido em duas componentes: hidrostática (ZHD-Zenith Hydrostatic Delay), e úmida (ZWD-Zenith Wet Delay), a qual é diretamente proporcional pelo conteúdo de vapor d'água contido na atmosfera. Através de uma metodologia de processamento adequada dos dados GNSS, e utilizando medidas de pressão atmosférica junto a antena, é possível quantificar o ZWD com razoável precisão. Estimativas do ZWD podem ser convertidas em PWV (Precipitable Water Vapor - Vapor D'água Precipitável), que é uma forma de medir e monitorar o comportamento da umidade na atmosfera. O vapor d'água é um importante constituinte da atmosfera por interferir na distribuição de temperatura, uma vez que participa ativamente dos processos de absorção e emissão de calor sensível para a atmosfera, e principalmente por ser o combustível para os mais severos eventos de tempestades, com grande impacto para a população mais vulnerável, gerando perdas de vidas e de propriedade. Estimativas de PWV podem ser utilizadas como ferramentas de predição imediata desses eventos em uma metodologia batizada de PWV-JUMP. O presente trabalho tem por objetivo estimar valores de ZTD por meio do software Bernese 5.2 no modo pós-processado, a partir do qual serão obtidos os valores do PWV-GNSS. Diferentes estratégias de processamento serão testadas visando obter estimativas do PWV mais eficientes para prever tempestades, ao explorar dados multi-GNSS no Bernese, até então não explorados e avaliados nessa aplicação. Espera-se aumentar a confiabilidade da estimativa do PWV e consequentemente o desempenho do PWV-JUMP em aplicações nowcasting de tempestades.
Vapor de agua atmosférico. Monitoreo y análisis en estaciones GNSS de SIRGAS	Mackern M.V.; Rosell, P.; Mateo, M.L.; Camisay M.F.	La red SIRGAS-CON, cuenta actualmente con más de 400 estaciones GNSS continuas operativas, las cuales son en primer lugar utilizadas como estaciones de georreferenciación. Desde hace más de una década también brindan productos troposféricos. Los retardos cenitales troposféricos, ZTD, a intervalos horarios, estimados como parte del procesamiento de la red continua, son considerados una variable adicional que suma valor agregado a esta red geodésica. Desde el Centro de Análisis SIRGAS para la Atmósfera Neutral (CIMA) se generan a partir del ajuste ponderado, los productos troposféricos finales de SIRGAS, los cuales se publican en archivos diarios en la página oficial de SIRGAS, desde el 2014 a la fecha. Estos productos troposféricos ya han sido validados (Mackern et al., 2020) y son utilizados para calcular el contenido de vapor de agua integrado en la columna atmosférica, en la dirección del cenit, sobre cada estación SIRGAS-CON. Se incorporan en ese cálculo la temperatura y presión atmosférica horaria del sitio, provenientes de ERAS. En este trabajo mostraremos la metodología aplicada para el cálculo del IWV. El análisis realizado sobre las series temporales de IWV en distintas regiones climáticas de América, en base a los indicadores estadísticos: valor medio, desvío estándar y amplitud. También se muestra la validación de las series de IWV mediante su comparación con los valores de índice de agua precipitable, calculados a partir de los perfiles verticales obtenidos en 42 estaciones de radiosondeo, sobre la región.
Modelado de la respuesta elástica superficial a los diferentes procesos de carga en el Ecuador Continental a través de datos GPS	Christian Pilapanta & Claudia Krueger	Es bien conocido que, en escalas de tiempo prolongadas, la mayor redistribución de masas sobre la superficie terrestre, ocurre como parte del denominado ciclo hidrológico. Dicho proceso carga y deforma la Tierra, dando lugar a diversos subprocesos que impactan de forma directa en la definición y conceptualización de las diferentes señales y parámetros geodésicos. Alteraciones en el campo gravitacional terrestre, cambios en el momento angular y de inercia de la atmósfera, océanos e hidrosfera terrestre, así como en su movimiento de rotación, son algunos de los principales problemas ocasionados por dichos procesos. Con base en esto, diversos estudios han sido desarrollados en los últimos años con el objetivo principal de identificar y modelar los diferentes efectos de carga gobernados por el llamado "Principio de Conservación de Masas". El principal enfoque utilizado para esto implica la convolución de las llamadas Funciones elásticas de Green y los diferentes modelos de distribución de masas. Sin embargo, estos modelos en particular, no conservan su masa global y la estimación de una respuesta total mediante su simple combinación no puede ser considerada auto consistente debido a que en principio el contenido mundial de agua no es un proceso conservativo y por consiguiente es necesario incluir una respuesta pasiva de los océanos, capaz de considerar el intercambio de masas en un modelo gravitacionalmente integrado. En otras palabras, es necesario incluir una respuesta espacialmente variable, capaz de mantener la superficie de los océanos en una superficie equipotencial media sin modificar su masa total. Basados en este precepto, la presente investigación tiene como objetivo general, calcular y modelar la respuesta elástica de la superficie terrestre en un sistema dinámico terrestre, producto de la deformación producida por los diferentes procesos de carga en 47 sitios GPS localizados en el Ecuador Continental y pertenecientes a la Red GNSS de Monitoreo Continuo del Ecuador, REGME. Los resultados obtenidos indican una correlación moderada entre todas las alturas de las estaciones analizadas y sus señales de carga, así como una reducción del WRMS en 33 de las 47 estaciones después de ser filtradas dichas señales, siendo mayor su reducción en aquellas estaciones con alturas inferiores a los 2000 metros.
Evaluación de magnitudes de los tensores de estrés en el Volcán Villarrica(Chile) mediante GNSS entre el año 2016 y 2022, empleando soluciones semanales SIRGAS.	José Antonio Tarrío	El monitoreo del volcán Villarrica a cargo del Observatorio Vulcanológico de los Andes del Sur (OVDAS) cuenta con 5 estaciones GNSS de operación continua: LLFN, LOMO, VTDO, TRAL, VNV2. Desde el año 2016 el Centro de procesamiento y análisis geodésico USC, colabora con el OVDAS mediante campañas GNSS, por medio de observaciones con estaciones continuas y campañas pasivas en puntos ubicados en las cercanías del volcán, monitoreando el desplazamiento, la magnitud y dirección. Para lo anterior se emplean como puntos fiduciales coordenadas semanales de las estaciones SIRGAS-CON, alejadas de la zona de deformación local. Los tensores de estrés están compuestos por las líneas LOMO-VTDO; VNV2-TRAL, quedando la estación LLFN fuera de la zona de afectación de los movimientos, la cual se emplea para extraer el movimiento global del local. El vector conformado por LOMO-VTDO(norte-sur) presentó una disminución constante entre 2018.5 y 2019.5 de 12.7mm, de igual manera el desplazamiento de estas estaciones se generó hacia el suroeste, por parte de LOMO y hacia el norte en el caso de VTDO; luego entre 2019.5 y 2020.0 aumenta 12mm, con desplazamiento hacia el norte en ambos puntos, manteniendo cierto paralelismo. Desde 2020.0 en adelante los puntos vuelven al sentido y trayectoria del período 2018.5-2019.5, lo que podría indicar una eventual disminución en la magnitud del tensor. Para el tensor TRAL-VNV2, (este-oeste) se detecta mayor variabilidad, aumentando en 19.7mm durante el período 2019.0-2019.5 como consecuencia de un desplazamiento hacia el este en ambas estaciones. Desde 2019.5 y hasta 2020.5, el desplazamiento en TRAL hacia el oeste junto VNV2 hacia el este, influyen en la disminución de 15.1mm del tensor. Finalmente, el movimiento de VNV2 en dirección oeste se condice con el aumento en 18.5mm entre 2020.5 y hasta 2021.0. A nivel general, las 4 estaciones presentan un desplazamiento constante hacia el noreste cambiando luego la dirección hacia el noroeste, generando una torsión en la trayectoria. El empleo de las soluciones semanales SIRGAS-CON complementado con observaciones locales permitió evaluar y cuantificar los tensores, y generar una rutina de trabajo semestral de los mismos, en base a campañas pasivas.
		A Rede Maregráfica Permanente para Geodésia - RMPG é formada por um conjunto de estações maregráficas, instaladas e operadas pelo IBGE, que visam monitorar a relação entre o Datum Vertical Brasileiro (definido em Imbituba, em Santa Catarina, e Santana, no Amapá) e outros níveis de referência maregráficos, subsidiando, ainda, estudos sobre a modernização das altitudes brasileiras e a variação do nível médio do mar. A RMPG também integra o programa GLOSS-Brasil (Global Sea Level Observing System), sub-programa do GOOS-Brasil (Global Observing Ocean System), organizado na forma de uma rede de instituições que operam e mantêm mareógrafos e que, cooperativamente, participam do programa de aquisição e disseminação de dados a comunidade e instituições internacionais reconhecidas pela Comissão Oceanográfica Intergovernamental (Intergovernmental Oceanographic Commission - IOC) da Unesco. A atual configuração da rede conta com seis estações maregráficas ativas nas cidades de Santana – AP, Belém – PA, Fortaleza – CE, Salvador – BA, Arrial do Cabo – RJ e Imbituba – SC e uma inativa em Macaé – RJ. Recentemente, a RMPG passou por profundo processo de modernização de seus equipamentos de coleta e aplicação de métodos de controle geodésico mais rigorosos e aderentes aos requisitos fundamentais da Geodésia moderna. O objetivo desse estudo é apresentar um panorama atual da RMPG, com um minucioso detalhamento de suas mais recentes inovações e dos procedimentos adotados para o tratamento e a análise das observações coletadas pelas estações maregráficas que a integram. Serão apresentados os resultados da variação do nível médio do mar obtidos no período de julho de 2001 a dezembro de 2020, além dos resultados do controle geodésico utilizados para a correlação de níveis de referência e detecção e quantificação de movimentos não oceânicos que possam influenciar as observações maregráficas. As observações do nível do mar nas estações da RMPG são coletadas atualmente por dois tipos de sensores de nível: radar e um codificador de eixo angular (shaft encoder), com seus movimentos regidos pelo sistema de contrapeso e boia. Anteriormente eram utilizados sensores tipo pressão e linígrafos analógicos. Além disso, foram adicionadas as estações, exceto Salvador e Fortaleza, sensores meteorológicos auxiliares para quantificar direção e velocidade do vento, temperatura e umidade, pressão atmosférica e pluviosidade. O sistema de telemetria, assim como os sensores de nível, também possui redundância, onde os dados são enviados a cada 5 minutos por dois métodos distintos. O primeiro método de envio é através do satélite GOES (Geostationary Operational Environmental Satellite) e outro utilizando a telefonia móvel através do GPRS (General Packet Radio Service). Se ainda assim, houver falhas nas transmissões, os mareógrafos ainda contam com cartões de memória para a recuperação de dados através de descarga direta. Nesse sentido, a qualidade das observações coletadas é uma preocupação dos órgãos que trabalham com o monitoramento da variação do nível do mar. Esses órgãos têm coordenado esforços no sentido de prover um intercâmbio de informações e padronizações para que os bancos de dados oceanográficos e geodésicos possam fornecer informações confiáveis e de fácil entendimento, sobretudo em relação aos metadados.

<p>Determinação do nível médio do mar na Rede Maregráfica Permanente para Geodésia (RMPG), 2001-2020</p>	<p><i>Salomão Soares ; Everton Gomes dos Santos</i></p>	<p>Os erros e as inconsistências apresentados nas observações de nível do mar podem ser originados de diversas formas. As causas mais frequentes são: falha na transmissão dos dados; picos provocados por ruído eletrônico; alteração da posição do sensor; enganchamento da corda do contrapeso e boia; objetos posicionados temporariamente na linha do feixe do radar; entupimento do poço de tranquilização; deriva instrumental; e problemas de alimentação da estação maregráfica. Os critérios utilizados para controle de qualidade de observações da altura do nível do mar focado nos cálculos da variação do nível médio do mar nas estações maregráficas da RMPG estão em concordância com o que é preconizado no manual de qualidade da IOC n. 83. Os principais procedimentos de controle de qualidade desenvolvidos e empregados atualmente na RMPG são: determinação e análise das componentes harmônicas das previsões; inspeção dos resíduos oceânicos e não oceânicos; correção de eventual mau funcionamento dos equipamentos; detecção e preenchimento de lacunas de observações, quando possível e com critério específico, nas séries maregráficas; averiguação e controle do posicionamento dos sensores da estação maregráfica; aplicação de estatísticas adequadas de análise das informações; e conservação e manutenção do local e dos componentes das estações.</p> <p>Para garantir que erros sejam mitigados ou eliminados são empregados os seguintes procedimentos: gerenciamento e análise preliminar das observações – para essa atividade utiliza-se o programa de gerenciamento Maregraf; crítica rigorosa das observações, identificando possíveis inconsistências e reformatação em arquivos com períodos anuais - realizados por meio do programa CRITNM. Nessa etapa, apura-se também, a verificação e correção de "saltos" que acontecem na posição dos sensores (detectados no Teste de Van de Castele realizado junto ao controle geodésico de estações maregráficas – CGEM; processamento de dados horários e controle de qualidade geral, isto é, gerar os gráficos das observações mostrando, assim, onde podem estar ocorrendo observações discrepantes (erros grosseiros e/ou outliers), análise rigorosa das componentes harmônicas e dos resíduos anuais (diferenças entre a previsão e a observação) – realizado com o programa SLP64; filtragem das componentes de alta frequência das observações do nível do mar por meio da aplicação de um filtro de 168 horas para a eliminação das componentes harmônicas mais significativas, como preparação para a obtenção de dados sobre o nível médio do mar mensais e anuais das estações, os quais são posteriormente organizados e analisados – utiliza-se o programa SLPAC para executar essa etapa. A determinação das tendências é executada por meio de regressão linear simples aplicada as médias mensais do nível do mar. Soma-se a essa análise, com a finalidade de determinar e acompanhar as evoluções temporal e espacial dos referenciais altimétricos do SGB, o CGEM. Ele possibilita o controle temporal e de precisão da correlação entre diversas superfícies físicas e geométricas de referência altimétrica. A periodicidade do CGEM é essencial para a vinculação temporal e espacial dos Data Verticais Brasileiros – DVB, em Imbituba – SC e Santana – AP, aos demais níveis de referência maregráficas utilizados na Cartografia Náutica e na Engenharia Costeira. Suas principais atividades compreendem a aferição dos sensores de nível (Teste de Van de Castele), o nivelamento geométrico científico, e o rastreo GNSS. O principal produto do CGEM é a ficha de correlação de níveis atualizada de cada estação maregráfica. A correta compreensão dessas relações de níveis auxilia na utilização dos dados disponibilizados pela RMPG, já que os valores apresentados para o nível d'água são relativos, ou seja, utilizam um referencial próprio do IBGE. Apenas as variações do nível devem ser consideradas como informações absolutas. Para vinculação com o Datum Vertical Brasileiro – DVB, com o nível de redução – NR informado pela Diretoria de Hidrografia e Navegação – DHN, da Marinha do Brasil, ou com o elipsoide de referência GNSS, é necessário utilizar as constantes disponíveis na ficha de correlação de níveis. O nivelamento geométrico científico adotado no CGEM possui diversos critérios rigorosos, tais como, equipamento com precisão nominal de 0,3 mm para 1 km de duplo nivelamento com mira de invar, tripé não extensível, comprimento de visada máxima de 30 m, erro máximo para fechamento de circuito de 1mm/km com o intuito de atingir precisão compatível com o fenômeno analisado. Para a conexão geocêntrica das observações maregráficas foram inseridos nos circuitos de nivelamento, dispositivos de centragem forçada que são medidos com nível e GNSS.</p> <p>Esses dispositivos minimizam erros relacionados à altura e centragem da antena. O processo de medição GNSS está de acordo com as especificações e normas de levantamento geodésico definidas em manual elaborado pelo IBGE, onde os rastreios ocorrem em no mínimo 3 estações geodésicas com 4 sessões de 6 horas de duração. O pós-processamento para a solução final desenvolvida no presente estudo, para acompanhamento de longo prazo, difere um pouco das especificações nos casos em que a estação da Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas GNSS – RBMC se encontra numa distância inferior a 10 km. Nestes casos, adotou-se o posicionamento relativo estático, sendo as coordenadas da estação da RBMC oriundas das soluções semanais SIRGAS-CON, já que a época do levantamento é essencial para a análise temporal. Realizada a aplicação dos métodos de controle de qualidade das observações maregráficas ora citadas, obteve-se como resultados do nível do mar, de acordo com a referência do sensor mareográfico radar, a tendência e erro padrão da série temporal respectivamente para cada estação: Imbituba (SC) 1,580 m, 5,1 ± 0,9 mm/ano, 2001-2020; Macaé (RJ) 1,341 m e 4,9 ± 1,2 mm/ano, 2001-2015; Salvador (BA) 7,284 m e 2,7 ± 0,7 mm/ano, 2004-2020 e ; Fortaleza (CE) 6,343 m e 1,3 ± 0,4 mm/ano, 2008-2019; Santana (AP) 2,550 m e 2,9 ± 4,2 mm/ano, 2005-2020. As estações de Arraial do Cabo (RJ), 2017-2020 e Belém (PA), 2019-2020 possuíam uma quantidade pouco significativa de anos de observação, sendo os valores das tendências pouco representativos, e nesse caso os valores foram negligenciados, sendo assim, foram obtidos apenas os respectivos valores do nível do mar para a referência do sensor radar, isto é, 1,780 m e 3,603 m. É importante informar que os resultados acerca da variação do nível do mar apresentados neste estudo não estão corrigidos dos movimentos verticais de origem não oceânica e dos sinais meteorológicos. Tais resultados são agregados às informações do CGEM fornecendo séries temporais consolidadas, ou seja, séries de observações maregráficas com correções de saltos, derivas, ausência de dados e anomalias diversas e com suas respectivas fichas de correlação de níveis atualizadas, possibilitando utilizar os resultados de acordo com o sistema de referência de interesse. Como exemplo, cita-se a conexão do nível médio do mar (NMM) local, do Datum Vertical Brasileiro (DVB) e do Nível de Redução (NR) ao referencial geocêntrico SIRGAS em cada estação maregráfica. Imbituba: NMM = 1,423 m, DVB = 1,282 m e NR = 0,879 m; Arraial do Cabo: NMM = -5,660 m, DVB = -5,918 m e NR = -6,440 m; Macaé: NMM = -6,778 m, DVB = -6,836 m e NR = -7,372 m; Salvador: NMM = -10,726 m, DVB = -11,130 m e NR = -11,987 m; Fortaleza: NMM = -8,745 m, DVB = -9,239 m e NR = -10,334 m; Belém: NMM = -24,701 m, DVB = -25,785 m e NR = -26,663 m; Santana: NMM = -22,730 m, DVB = -23,050 m e NR = -24,392 m. Percebe-se que com a exceção de Imbituba, em todas as demais estações o referencial geocêntrico SIRGAS encontra-se acima dos respectivos níveis de referência. Por seu caráter multidisciplinar, os resultados ora divulgados são essenciais para a correta utilização e o refinamento da componente vertical do Sistema Geodésico Brasileiro – SGB, bem como para o desenvolvimento de atividades inerentes ao gerenciamento costeiro, aos estudos ambientais, ao monitoramento e alerta a eventos extremos, entre outros aspectos de interesse relacionados ao tema. Maiores detalhes estão disponíveis em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101890.pdf As séries temporais das estações maregráficas e as fichas atualizadas de correlação de níveis dessas estações são publicadas anualmente, com a inclusão da conexão geocêntrica e os arquivos de suas respectivas constantes harmônicas, considerados indispensáveis para as previsões anuais.</p>
<p>Avances en la actualización del modelo geoidal de Uruguay</p>	<p><i>Dr. Walter Subiza.</i></p>	<p>El Instituto Geográfico Militar, como órgano oficial de la cartografía en Uruguay, ha estado siempre preocupado en ofrecer a la comunidad los mejores productos y servicios. En ese sentido el pleno aprovechamiento de las capacidades ofrecidas por los receptores GNSS, obliga a disponer de un modelo geoidal, o de transformación de las alturas elipsoidales en altitudes con significado físico. Con este objetivo en el año 2000 fue calculado el primer modelo geoidal de precisión, denominado de UruGeoid2000, el cual se adaptó a la red vertical establecida por el Datum oficial Cabildo. La precisión obtenida luego de la adaptación a la red vertical fue de 0,25 m en término absoluto y de 1,3 ppm en forma relativa para distancias superiores de 30 km.</p> <p>En 2007 nuevos modelos geopotenciales, datos gravimétricos y de terreno, llevaron a un segundo cálculo, denominado de UruGeoid2007. Aunque el método y la técnica de cálculo fueron semejantes al anterior modelo, en esta oportunidad se generó primeramente un modelo de cuasi-geoida para después calcular el geoida y el modelo de transformación de altitudes. Con esto se dispuso de dos modelos para obtener altitudes normales y ortométricas y se contribuyó con las discusiones de la adopción de un nuevo sistema de altitudes para el país, acorde a lo recomendado por el proyecto SIRGAS. La precisión absoluta obtenida luego de la adaptación a la red vertical fue de 0,02 m en puntos seleccionados e inferior a 0,10 m en todo el territorio nacional.</p> <p>En 2022, se estableció un proyecto para actualizar el modelo geoidal y de transformación de altitudes, ya que nuevos modelos del geopotencial de alta resolución (grado 2190), de batimetría y de anomalías marítimas fueron determinados en los últimos años, así como nuevos datos gravimétricos terrestres fueron medidos, tanto en Uruguay como en nuestros países vecinos. Dos modelos del geopotencial disponibles han sido inicialmente seleccionados y testeados con datos gravimétricos terrestres, ellos son el EIGEN-6C4 y el SSG-UGM-2. Los datos gravimétricos de fuentes abiertas han comenzado a ser recolectados y de contactos hechos con las instituciones oficiales responsables de los países vecinos ha sido posible obtener datos actualizados. En relación al modelo de terreno se dispone del SRTM90, siendo el desafío encontrar la mayor resolución espacial disponible compatible con la capacidad de procesamiento de los programas y de los equipos a ser usados. El método y técnica de cálculo será semejante al del modelo 2007, obteniéndose así tanto un cuasi-geoida como el geoida correspondiente y un modelo de transformación de altitudes. La precisión esperada del nuevo modelo es, basada en resultados anteriores, de algunos centímetros. En este trabajo se presenta el estado actual del proyecto.</p>
<p>Determinação do nível médio do mar na Rede Maregráfica Permanente para Geodésia (RMPG), 2001-2020</p>	<p><i>Salomão Soares ; Everton Gomes dos Santos</i></p>	<p>A Rede Maregráfica Permanente para Geodésia - RMPG é formada por um conjunto de estações maregráficas, instaladas e operadas pelo IBGE, que visam monitorar a relação entre o Datum Vertical Brasileiro (definido em Imbituba, em Santa Catarina, e Santana, no Amapá) e outros níveis de referência maregráficos, subsidiando, ainda, estudos sobre a modernização das altitudes brasileiras e a variação do nível médio do mar. A RMPG também integra o programa GLOSS-Brasil (Global Sea Level Observing System), sub-programa do GOOS-Brasil (Global Observing Ocean System), organizado na forma de uma rede de instituições que operam e mantêm marégrafos e que, cooperativamente, participam do programa de aquisição e disseminação de dados a comunidade e instituições internacionais reconhecidas pela Comissão Oceanográfica Intergovernamental (Intergovernmental Oceanographic Commission - IOC) da Unesco. A atual configuração da rede conta com seis estações maregráficas ativas nas cidades de Santana – AP, Belém – PA, Fortaleza – CE, Salvador – BA, Arraial do Cabo – RJ e Imbituba – SC e uma inativa em Macaé – RJ. Recentemente, a RMPG passou por profundo processo de modernização de seus equipamentos de coleta e aplicação de métodos de controle geodésico mais rigorosos e aderentes aos requisitos fundamentais da Geodésia moderna. O objetivo desse estudo é apresentar um panorama atual da RMPG, com um minucioso detalhamento de suas mais recentes inovações e dos procedimentos adotados para o tratamento e a análise das observações coletadas pelas estações maregráficas que a integram. Serão apresentados os resultados da variação do nível médio do mar obtidos no período de julho de 2001 a dezembro de 2020, além dos resultados do controle geodésico utilizados para a correlação de níveis de referência e detecção e quantificação de movimentos não oceânicos que possam influenciar as observações maregráficas. As observações do nível do mar nas estações da RMPG são coletadas atualmente por dois tipos de sensores de nível: radar e um codificador de eixo angular (shaft encoder), com seus movimentos regidos pelo sistema de contrapeso e boia. Anteriormente eram utilizados sensores tipo pressão e linigrafos analógicos. Além disso, foram adicionados as estações, exceto Salvador e Fortaleza, sensores meteorológicos auxiliares para quantificar direção e velocidade do vento, temperatura e umidade, pressão atmosférica e pluviosidade. O sistema de telemetria, assim como os sensores de nível, também possui redundância, onde os dados são enviados a cada 5 minutos por dois métodos distintos. O primeiro método de envio é através do satélite GOES (Geostationary Operational Environmental Satellite) e outro utilizando a telefonia móvel através do GPRS (General Packet Radio Service). Se ainda assim, houver falhas nas transmissões, os marégrafos ainda contam com cartões de memória para a recuperação de dados através de descarga direta. Nesse sentido, a qualidade das observações coletadas é uma preocupação dos órgãos que trabalham com o monitoramento da variação do nível do mar. Esses órgãos têm coordenado esforços no sentido de prover um intercâmbio de informações e padronizações para que os bancos de dados oceanográficos e geodésicos possam fornecer informações confiáveis e de fácil entendimento, sobretudo em relação aos metadados. Os erros e as inconsistências apresentados nas observações de nível do mar podem ser originados de diversas formas. As causas mais frequentes são: falha na transmissão dos dados; picos provocados por ruído eletrônico; alteração da posição do sensor; enganchamento da corda do contrapeso e boia; objetos posicionados temporariamente na linha do feixe do radar; entupimento do poço de tranquilização; deriva instrumental; e problemas de alimentação da estação maregráfica. Os critérios utilizados para controle de qualidade de observações da altura do nível do mar focado nos cálculos da variação do nível médio do mar nas estações maregráficas da RMPG estão em concordância com o que é preconizado no manual de qualidade da IOC n. 83.</p> <p>Os principais procedimentos de controle de qualidade desenvolvidos e empregados atualmente na RMPG são: determinação e análise das componentes harmônicas das previsões; inspeção dos resíduos oceânicos e não oceânicos; correção de eventual mau funcionamento dos equipamentos; detecção e preenchimento de lacunas de observações, quando possível e com critério específico, nas séries maregráficas; averiguação e controle do posicionamento dos sensores da estação maregráfica; aplicação de estatísticas adequadas de análise das informações; e conservação e manutenção do local e dos componentes das estações. Nessa etapa, apura-se também, a verificação e correção de "saltos" que acontecem na posição dos sensores (detectados no Teste de Van de Castele realizado junto ao controle geodésico de estações maregráficas – CGEM; processamento de dados horários e controle de qualidade geral, isto é, gerar os gráficos das observações mostrando, assim, onde podem estar ocorrendo observações discrepantes (erros grosseiros e/ou outliers), análise rigorosa das componentes harmônicas e dos resíduos anuais (diferenças entre a previsão e a observação) – realizado com o programa SLP64; filtragem das componentes de alta frequência das observações do nível do mar por meio da aplicação de um filtro de 168 horas para a eliminação das componentes harmônicas mais significativas, como preparação para a obtenção de dados sobre o nível médio do mar mensais e anuais das estações, os quais são posteriormente organizados e analisados – utiliza-se o programa SLPAC para executar essa etapa. A determinação das tendências é executada por meio de regressão linear simples aplicada as médias mensais do nível do mar. Soma-se a essa análise, com a finalidade de determinar e acompanhar as evoluções temporal e espacial dos referenciais altimétricos do SGB, o CGEM. Ele possibilita o controle temporal e de precisão da correlação entre diversas superfícies físicas e geométricas de referência altimétrica. A periodicidade do CGEM é essencial para a vinculação temporal e espacial dos Data Verticais Brasileiros – DVB, em Imbituba – SC e Santana – AP, aos demais níveis de referência maregráficas utilizados na Cartografia Náutica e na Engenharia Costeira. Suas principais atividades compreendem a aferição dos sensores de nível (Teste de Van de Castele), o nivelamento geométrico científico, e o rastreo GNSS. O principal produto do CGEM é a ficha de correlação de níveis atualizada de cada estação maregráfica. A correta compreensão dessas relações de níveis auxilia na utilização dos dados disponibilizados pela RMPG, já que os valores apresentados para o nível d'água são relativos, ou seja, utilizam um referencial próprio do IBGE. Apenas as variações do nível devem ser consideradas como informações absolutas. Para vinculação com o Datum Vertical Brasileiro – DVB, com o nível de redução – NR informado pela Diretoria de Hidrografia e Navegação – DHN, da Marinha do Brasil, ou com o elipsoide de referência GNSS, é necessário utilizar as constantes disponíveis na ficha de correlação de níveis. O nivelamento geométrico científico adotado no CGEM possui diversos critérios rigorosos, tais como, equipamento com precisão nominal de 0,3 mm para 1 km de duplo nivelamento com mira de invar, tripé não extensível, comprimento de visada máxima de 30 m, erro máximo para fechamento de circuito de 1mm/km com o intuito de atingir precisão compatível com o fenômeno analisado. Para a conexão geocêntrica das observações maregráficas foram inseridos nos circuitos de nivelamento, dispositivos de centragem forçada que são medidos com nível e GNSS. Esses dispositivos minimizam erros relacionados à altura e centragem da antena. O processo de medição GNSS está de acordo com as especificações e normas de levantamento geodésico definidas em manual elaborado pelo IBGE, onde os rastreios ocorrem em no mínimo 3 estações geodésicas com 4 sessões de 6 horas de duração.</p> <p>O pós-processamento para a solução final desenvolvida no presente estudo, para acompanhamento de longo prazo, difere um pouco das especificações nos casos em que a estação da Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas GNSS – RBMC se encontra numa distância inferior a 10 km. Nestes casos, adotou-se o posicionamento relativo estático, sendo as coordenadas da estação da RBMC oriundas das soluções semanais SIRGAS-CON, já que a época do levantamento é essencial para a análise temporal. Realizada a aplicação dos métodos de controle de qualidade das observações maregráficas ora citadas, obteve-se como resultados do nível do mar, de acordo com a referência do sensor mareográfico radar, a tendência e erro padrão da série temporal respectivamente para cada estação: Imbituba (SC) 1,580 m, 5,1 ± 0,9 mm/ano, 2001-2020; Macaé (RJ) 1,341 m e 4,9 ± 1,2 mm/ano, 2001-2015; Salvador (BA) 7,284 m e 2,7 ± 0,7 mm/ano, 2004-2020 e ; Fortaleza (CE) 6,343 m e 1,3 ± 0,4 mm/ano, 2008-2019; Santana (AP) 2,550 m e 2,9 ± 4,2 mm/ano, 2005-2020. As estações de Arraial do Cabo (RJ), 2017-2020 e Belém (PA), 2019-2020 possuíam uma quantidade pouco significativa de anos de observação, sendo os valores das tendências pouco representativos, e nesse caso os valores foram negligenciados, sendo assim, foram obtidos apenas os respectivos valores do nível do mar para a referência do sensor radar, isto é, 1,780 m e 3,603 m. É importante informar que os resultados acerca da variação do nível do mar apresentados neste estudo não estão corrigidos dos movimentos verticais de origem não oceânica e dos sinais meteorológicos. Tais resultados são agregados às informações do CGEM fornecendo séries temporais consolidadas, ou seja, séries de observações maregráficas com correções de saltos, derivas, ausência de dados e anomalias diversas e com suas respectivas fichas de correlação de níveis atualizadas, possibilitando utilizar os resultados de acordo com o sistema de referência de interesse. Como exemplo, cita-se a conexão do nível médio do mar (NMM) local, do Datum Vertical Brasileiro (DVB) e do Nível de Redução (NR) ao referencial geocêntrico SIRGAS em cada estação maregráfica. Imbituba: NMM = 1,423 m, DVB = 1,282 m e NR = 0,879 m; Arraial do Cabo: NMM = -5,660 m, DVB = -5,918 m e NR = -6,440 m; Macaé: NMM = -6,778 m, DVB = -6,836 m e NR = -7,372 m; Salvador: NMM = -10,726 m, DVB = -11,130 m e NR = -11,987 m; Fortaleza: NMM = -8,745 m, DVB = -9,239 m e NR = -10,334 m; Belém: NMM = -24,701 m, DVB = -25,785 m e NR = -26,663 m; Santana: NMM = -22,730 m, DVB = -23,050 m e NR = -24,392 m. Percebe-se que com a exceção de Imbituba, em todas as demais estações o referencial geocêntrico SIRGAS encontra-se acima dos respectivos níveis de referência. Por seu caráter multidisciplinar, os resultados ora divulgados são essenciais para a correta utilização e o refinamento da componente vertical do Sistema Geodésico Brasileiro – SGB, bem como para o desenvolvimento de atividades inerentes ao gerenciamento costeiro, aos estudos ambientais, ao monitoramento e alerta a eventos extremos, entre outros aspectos de interesse relacionados ao tema. Maiores detalhes estão disponíveis em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101890.pdf As séries temporais das estações maregráficas e as fichas atualizadas de correlação de níveis dessas estações são publicadas anualmente, com a inclusão da conexão geocêntrica e os arquivos de suas respectivas constantes harmônicas, considerados indispensáveis para as previsões anuais.</p>
<p>Monitoreo Geodésico Volcánico Binacional</p>	<p><i>Gemma Acosta, Cristian Mardones</i></p>	<p>Debido a erupciones sucedidas en volcanes activos en los Andes del Sur, que afectaron los territorios de Chile y Argentina; en el año 2016 se firmó un acuerdo entre el Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN) de Chile, y el Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR) para trabajar de manera conjunta en el monitoreo de los volcanes limitrofes. Desde ese entonces los observatorios pertenecientes a ambas instituciones, OVDAS (Observatorio Vulcanológico de los Andes del Sur), y OAVV (Observatorio Argentino de Vigilancia Volcánica) trabajan de manera conjunta con énfasis en, la instalación de redes geodésicas y procesamiento de los datos resultantes de las mismas. Estos estudios nos permiten detectar deformaciones en los sistemas volcánicos atribuibles a instrucciones magmáticas que puedan derivar en alguna manifestación superficial (erupción volcánica) en los volcanes monitoreados conjuntamente y que revisten peligros y/o amenazas a las poblaciones cercanas. Las redes de monitoreo geodésico envían los datos a los servidores de ambas instituciones, donde son procesados por los dos grupos de deformación, con el software científico Gamit Glob-K, vinculando los datos a las redes geodésicas locales y regionales, utilizando para ello estaciones pertenecientes a la Red SIRGAS-CON. Además de localizar los datos dentro del marco de referencia internacional, se utilizan dichas estaciones para buscar disminuir o eliminar la influencia de la tectónica para así obtener la deformación volcánica sin ésto efecto. Actualmente se realiza el monitoreo geodésico de tres volcanes limitrofes activos, Copahue, Lanin y el Complejo Volcánico Laguna del Maule. Se encuentra previsto para fines del 2022 iniciar el monitoreo en el complejo volcánico Planchón-Peteroa.</p>
<p>Coseismic deformation models in low-density GNSS networks: A new methodology to provide access to reference frame conventional epochs</p>	<p><i>Franco S. Sobrero, Demian D. Gomez, Mara A. Figueroa, Dana J. Caccamise II, Alvaro Alvarez and M. Virginia Mackern</i></p>	<p>Three working groups organize the technical support activities of Geodetic Reference System for the Americas (SIRGAS). Working Group II (WGII) focuses on education, training, and capacity building of the SIRGAS member states, and one goal is to promote the adoption of the SIRGAS geometric (ITRF/SIRGAS) and vertical (IHRF) frames. The workgroup directs these efforts by assessing each member state's status of the 'geodetic capacity'. In 2021, WGII took a significant step in this direction by participating in the design and worldwide deployment of a comprehensive survey carried out by the United Nations Subcommittee on Geodesy of the Committee of Experts on Global Geospatial Information Management (UNGGM). The questions included in the survey were based on branching eLearning scenarios. The survey topics were organized around three main themes: (1) geodetic infrastructure and human resources, (2) geodetic horizontal reference frames, and (3) geodetic vertical reference frames. This work presents the general status of the SIRGAS member states and a preliminary analysis of the global and regional trends along these three axes. This comprehensive analysis of the survey results will be crucial to identifying the primary aspects of the WGII action plan in the coming years.</p>

<p>Monitoramento das deformações verticais na bacia do Rio São Francisco com base em observações geodésicas temporais</p>	<p><i>Julia Isabel Pontes/ Dr. Henry Montecino/ Dr. Rodrigo Mikosz</i></p>	<p>As observações contínuas obtidas com diferentes sensores geodésicos podem ser utilizadas para a investigação de eventos extremos associados à movimentação da crosta. As séries temporais observadas em estações de monitoramento GNSS (Sistema Global de Navegação por Satélite) muitas vezes desvendam sinais sazonais e mudanças de massa regionais ao longo do tempo. Esta contribuição busca compreender os mecanismos e parâmetros que possam influenciar no movimento de massa d'água, ocasionando deformações verticais ao longo da bacia do Rio São Francisco. Como materiais foram utilizados: (i) as soluções semanais da Rede SIRGAS de monitoramento contínuo para a componente Up de oito estações da RBMC (Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo); (ii) as séries temporais do armazenamento total de água (TWS) oriundas dos satélites Gravity Recovery and Climate Experiment (GRACE); (iii) séries temporais das variações de águas subterrâneas e (iv) dados de precipitação (in situ). Como resultados foi possível verificar que as estações localizadas ao sul da bacia, em áreas caracterizadas majoritariamente por rochas sedimentares, apresentaram valores maiores de amplitude do deslocamento vertical. Nestas estações foram encontradas maiores correlações entre os movimentos de soerguimento e nível de água elevado registrados nos poços de monitoramento. Também foi identificada uma anticorrelação com os dados de precipitação, ou seja, em períodos com maiores registros de precipitação foram observados processos de subsidência. Nas estações localizadas na região ao norte da bacia, foram encontrados menores valores para a amplitude do deslocamento vertical que podem ser associados a topografia e geologia local. Os resultados deste trabalho indicam a importância das observações geodésicas temporais para estudos relacionados ao meio ambiente.</p>
<p>Uso de Sensores Satelitales GPS para un Sistema de Monitoreo Geotécnico en Tranque de Relave</p>	<p><i>Werner Ibañez</i></p>	<p>Luego del desastre en el Tranque de Relave en la Minera SAMARCO en Mina Gerais Brasil, es que se ha vuelto una constante preocupación y debate sus instalaciones, operaciones y eventual cercanía con algunos poblados. La discusión en torno a estas estructuras contenedoras de relaves mineros ha tendido a incrementarse en el tiempo, por un lado debido a la existencia de depósitos abandonados, de los cuales nadie se hace responsable y a la creciente falta de terrenos donde dejar estos residuos, cuyo volumen va en aumento por la menor ley del mineral. Sin embargo, y a pesar de que estas discusiones están siendo desarrolladas en términos operativos, se ha dejado de lado un aspecto muy importante que dice relación con el seguimiento estructural o Monitoreo del tranque. A esto se debe tener presente que en el último tiempo estas estructuras se han visto expuestas a inclemencias climáticas producto de fuertes eventos de lluvia, aluviones y eventos de terremotos que han afectado principalmente al norte de nuestro país. Por lo anterior, es que las autoridades competentes deberán fiscalizar el cumplimiento de las diversas exigencias establecidas en el marco legal vigente establecido en "el Decreto Supremo N°248 del Ministerio de Minería, el cual indica que debe presentarse al Sernageomin un proyecto de depósitos de relaves para su aprobación, junto con un informe trimestral del manejo del depósito (Formulario E-700) a lo largo de su operación". En este sentido y de acuerdo a las opiniones de expertos, se sugiere que en su etapa de construcción se realicen operaciones de controles constructivos, en donde, uno de los principales es la granulometría de la arena de relave con la que se construye el muro contenedor. Además se recomienda el control de la geometría de edificación y la compactación del muro, estableciendo procedimientos auditables para controles operacionales, constantes y periódicos.</p>