

Marcos de Referencia Dinámicos

José Antonio Tarrío Mosquera^{1,2}

¹Centro de Procesamiento y Análisis Geodésico USC

Universidad de Santiago de Chile

²GT I SIRGAS

Geodesia Moderna

y Sistemas Globales de Referencia

21 al 24 de abril 2026



Quien Soy

- Director Centro de Procesamiento y Análisis Geodésico USC, asociado a SIRGAS
- Miembro Junta de Gobierno del IGS
- Presidente SC 1.3b IAG para Sur y Centro América- Marcos de Referencia
- Presidente WG I de SIRGAS - Sistema de Referencia
- Miembro WG 1.3.1 IAG Time Dependent Transformations between Reference Frames
- Representante de IPGH en ISO/TC 211 para Registros Geodésicos
- Director proyecto Desarrollo e implementación de un marco de referencia geodésico cinemático para la Minería de Chile, orientado a la optimización de sistemas globales de navegación por satélite (GNSS) en tiempo real y postproceso. Generación Modelo Deformación ADELA





INDICE

1. *Introducción a los Marcos de Referencia Dinámicos (MRD)*
2. *Perspectiva de SIRGAS*
3. *Ventajas y desventajas de los MRD*
4. *Estrategias y desafíos en la implementación del MRD*
 1. *Ejemplo de aplicación. REDGEOMIN: Proyecto IDEA de I+D 2023 ID23110147*
5. *Es extrapolable a otros países de la REGIÓN SIRGAS*
6. *Conclusiones*



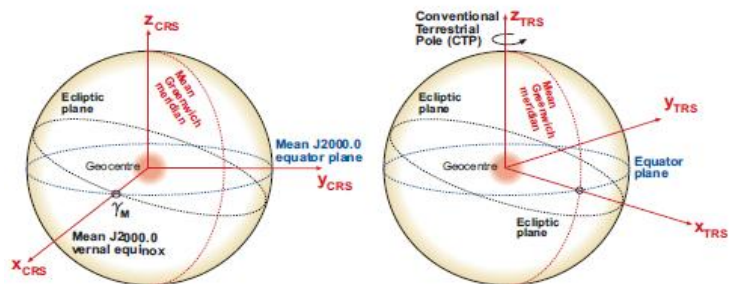


I. Introducción a los Marcos de Referencia Dinámicos (MRD)

(Drewes, 2012), How to Fix the Geodetic Datum for Reference Frames in Geosciences Applications?
(IAU, 2006), IAU 2006 NFA GLOSSARY, https://syrtte.obspm.fr/iauWGnfa/NFA_Glossary.html

Sistema de Referencia:

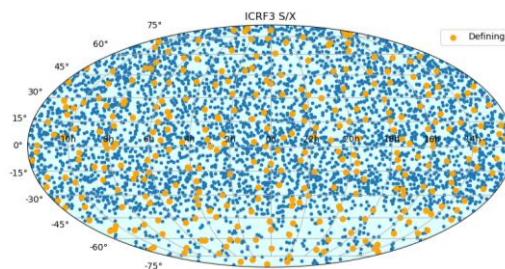
Un sistema de referencia (*Reference System*), es la definición teórica e ideal de una estructura geométrica para referenciar las coordenadas de puntos en el espacio, está constituido por un conjunto de parámetros, modelos convencionales y algoritmos; queda definido por un origen, direcciones de los ejes, escala y algoritmos para sus transformaciones espaciales y temporales. (Drewes, 2012)



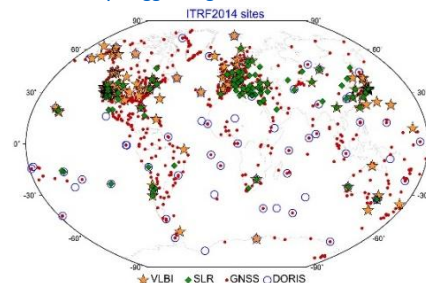
Fuente: ESA, GNSS DATA PROCESSING Volume I: Fundamentals and Algorithms

Marco de Referencia:

Un marco de referencia (*Reference Frame*) es la realización práctica de un sistema de referencia (IAU, 2006), es decir, el conjunto de puntos en la superficie terrestre o en la esfera celeste junto con sus coordenadas y las técnicas aplicadas en las medidas y métodos utilizados.



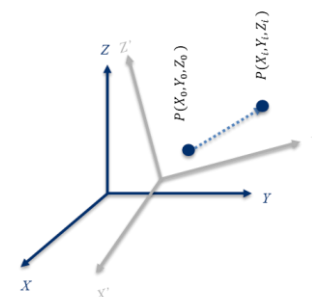
Fuente: GGOS, <https://ggos.org/item/celestial-reference-frame/>



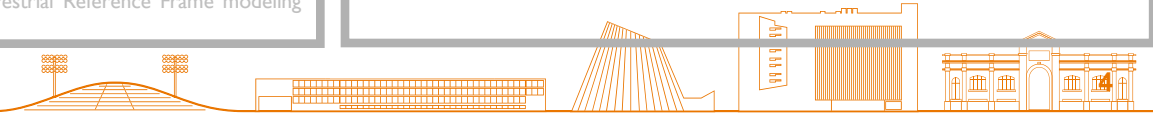
Fuente: ITRF2014: A new release of the International Terrestrial Reference Frame modeling nonlinear station motions, 2016

Datum Geodésico:

Datum geodésico es el conjunto de parámetros que definen la situación y orientación de un sistema de coordenadas geodésicas. Se asocia a la posición, orientación, tamaño y forma de una figura geométrica (elipsoide) lo más coincidente con la figura física de la Tierra (geoide). Generalmente el datum se define a nivel local o regional, y el sistema de referencia a nivel global. Erróneamente se asocia el datum al punto astronómico fundamental, que es aquel punto que coincide elipsoide y geoide, donde la desviación de la vertical es nula. (Drewes, 2012)



Fuente: Centro USC





I. Introducción a los Marcos de Referencia Dinámicos (MRD)

Antes de la era de la geodesia espacial moderna, se asumía que las coordenadas de una estación geodésica eran constantes en el tiempo. Este enfoque era suficiente mientras las técnicas de posicionamiento no podían detectar movimientos tectónicos con precisión. Sin embargo, con la aparición de tecnologías como VLBI, SLR y GPS en los años 80, se hizo evidente que la Tierra no es estática y que las estaciones geodésicas se mueven a lo largo del tiempo

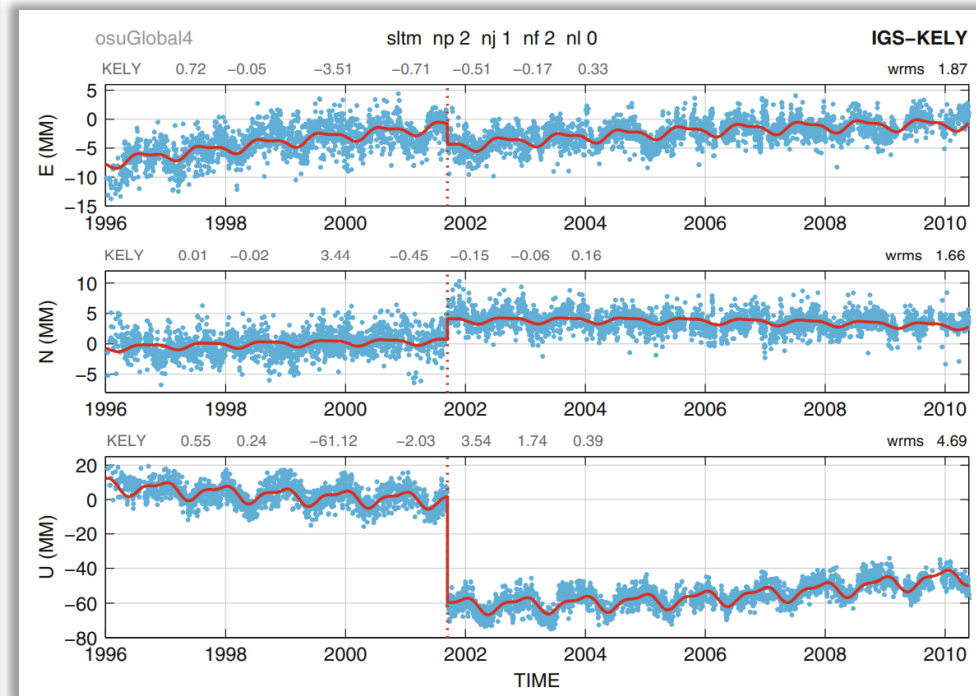
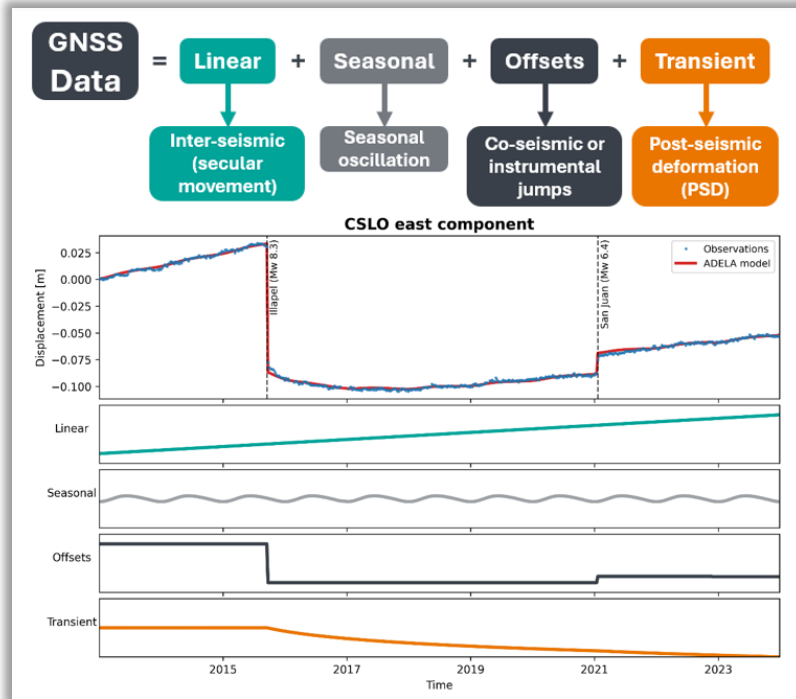


Figura I. La serie de tiempo del desplazamiento de la corteza en la estación KELY ubicada al oeste de Groenlandia, se encuentra ajustada por SLTM con una tendencia cuadrática, un simple salto Heaviside y cuatro términos de la serie de Fourier (curva roja).

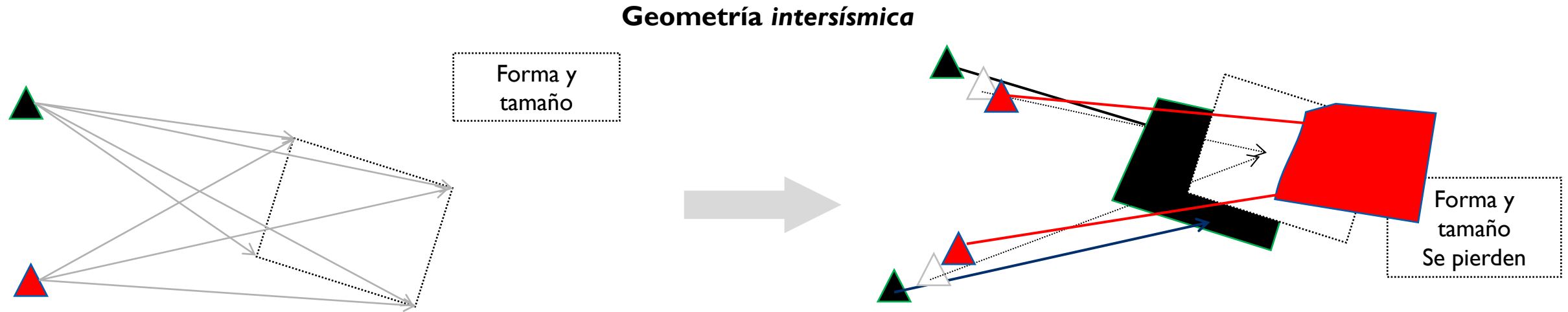




I. Introducción a los Marcos de Referencia Dinámicos (MRD)

Marco de Referencia Geodésico

Marco de referencia es la materialización de un sistema de referencia geodésico a través de observaciones, es decir, se trata de un conjunto de puntos (lugares localizados en la superficie terrestre) con **coordenadas y velocidades conocidas** en ese sistema de referencia convencional y que sirven para materializar en el espacio el sistema de referencia. *Permite a los usuarios determinar y expresar con precisión ubicaciones en la Tierra, así como cuantificar los cambios de la Tierra en el espacio y el tiempo.*



Escala en análisis e información geoespacial

Earth-Science Reviews

Volume 197, October 2019, 102897

La escala se refiere a la relación (o ratio) entre el tamaño de un proceso o fenómeno geográfico en la realidad y en su generalización en un SIG, mapa, etc. Para el análisis de procesos a partir de la información geoespacial **debe tenerse en cuenta la escala y el tiempo como variable** para poder dimensionar el uso del producto (Ge et al., 2019)



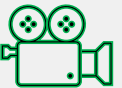




I. Introducción a los Marcos de Referencia Dinámicos (MRD)

El sistema de coordenadas cartesianas geocéntricas puede alinearse con la Tierra de dos maneras (ISO 19111, 2019) :

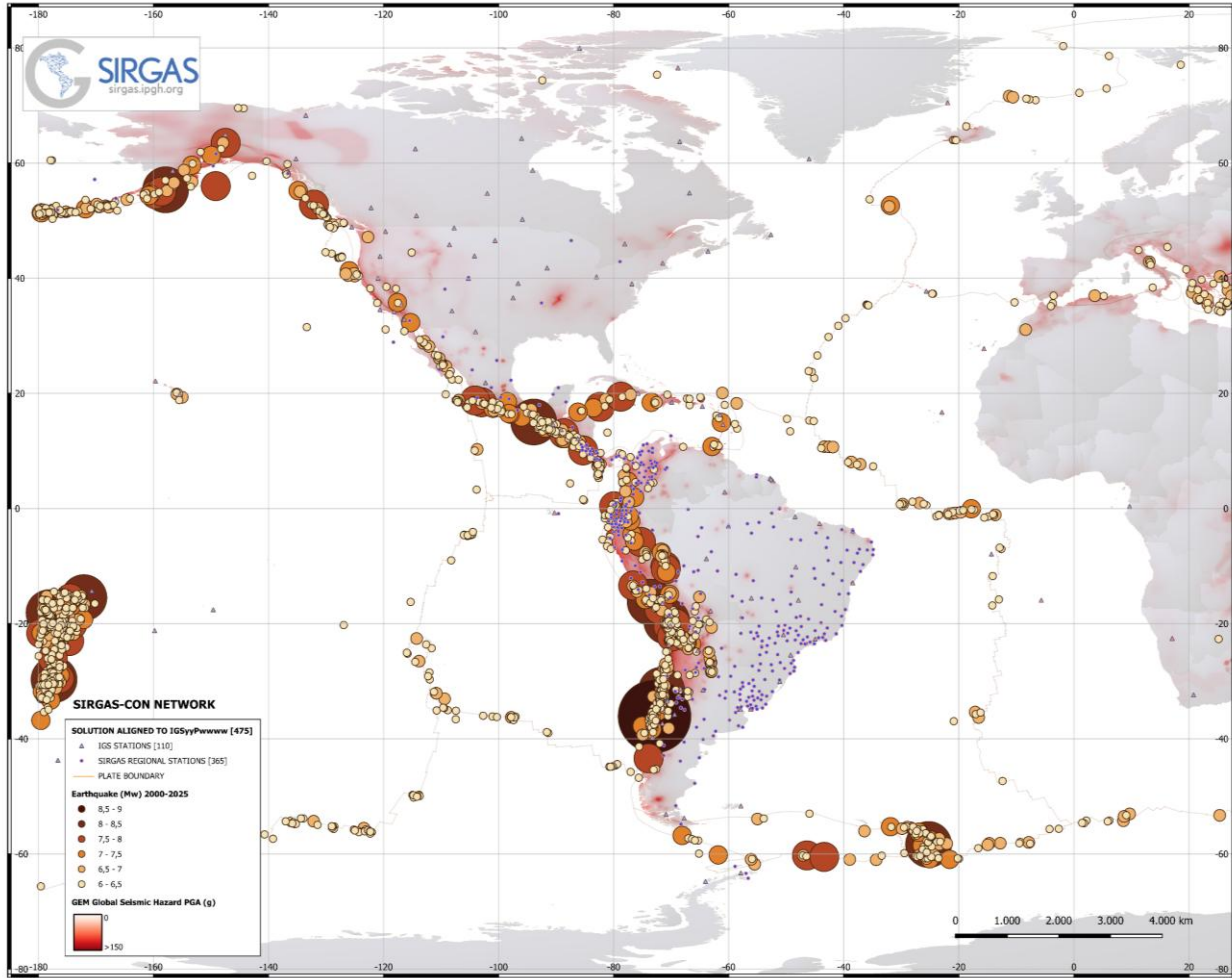
- Fijado a una de las placas tectónicas de la tierra.** Las coordenadas de los puntos se muevan con dicha placa y para el observador situado en la placa las coordenadas parecen no cambiar en el tiempo, a esto se le denomina **Marco Estático**. *SIRGAS95 Y SIRGAS2000 son marcos estáticos.*
 - Fijado a una placa tectónica específica, pero con actualizaciones periódicas** que incorporan los desplazamientos acumulados debido a movimientos de la corteza. En este sistema, las coordenadas permanecen constantes durante periodos definidos, y se ajustan tras cada actualización para reflejar los cambios acumulados. Este tipo de marco es útil para aplicaciones que requieren una precisión mejorada sin la necesidad de recalcular continuamente las coordenadas, y se denomina **Marco Semicinémático**. *POSGAR07 es un marco semicinemático.*
- Fijado con respecto a la tierra en conjunto, co-rotando con ella en movimiento en el espacio.** Dentro de este sistema las placas tectónicas se mueven (lentamente, unos cm al año). Para un observador situado en una placa tectónica las coordenadas de su ubicación en el sistema de coordenadas cartesianas geocéntricas cambian ligeramente con el tiempo, a esto se le llama **Marco Dinámico.(Cinemático)** *SIRGAS-CON es un sistema cinemático.*

Característica	Definición	Ámbito	Actualización Coordenadas	Época de referencia	Foco	Ejemplos
Estático 	Fijo en relación con una placa tectónica.	Regiones estables de las placas tectónicas.	No varían con el tiempo.	Coincide con el dinámico solo en la época de definición.	Catastro, planificación territorial, infraestructura en zonas tectónicamente estables.	ETRS89 SIRGAS95 SIRGAS2000
Semicinémático 	Fijado a una placa tectónica específica, pero con actualizaciones periódicas	Áreas con actividad tectónica moderada, con necesidad de ajustes periódicos.	No cambian, se aplican correcciones a la época de ajuste con modelos.	Coincide con el dinámico tras cada actualización periódica.	Catastro, planificación territorial, infraestructura en zonas tectónicamente moderadas.	POSGAR07
Dinámico(Cinemático) 	Fijo con respecto a la tierra en su conjunto	Áreas con alta actividad tectónica o deformaciones significativas.	Cambian continuamente con el tiempo (cm/año).	Coincide con el estático solo en la época de definición.	Monitoreo geodinámico, gestión de riesgos sísmicos, planificación territorial en zonas tectónicamente activas...y heterogéneas.	ITRF2020, SIRGAS-CON





2. Perspectiva de SIRGAS



- Las regiones sísmicamente activas (es decir, el Anillo de Fuego del Pacífico) desafían la estabilidad a largo plazo de los marcos de referencia geodésicos.
- Los grandes terremotos y la deformación postsísmica generan desplazamientos superficiales no lineales.
- La heterogeneidad espacial en la distribución de estaciones GNSS complica aún más la propagación consistente de coordenadas.
- Existe heterogeneidad en la ubicación de las estaciones geodésicas GNSS.

Estas condiciones afectan directamente a la trazabilidad geodésica, a la práctica de la topografía y a las aplicaciones operativas de GNSS, lo que motiva la necesidad de un marco de referencia que integre esas variables






2. Perspectiva de SIRGAS

- Los sistemas de referencia cinemáticos incorporan explícitamente el componente temporal del movimiento cortical. (GGRF)
- En muchos lugares cerca de los límites de placas tectónicas, como los estados occidentales de los EE. UU., Chile, Japón, Indonesia, China, Papúa Nueva Guinea, Nueva Zelanda, Grecia, Pakistán y el norte de África, **la suposición de un datum estático a nivel nacional es inadecuada**. En estos lugares, la magnitud de la deformación en el límite de placa puede ser de algunos cm/año entre dos estaciones geodésicas en la red nacional, con una posible deformación de metros después de grandes terremotos. (FIG Comm 5)
- Este enfoque es esencial para preservar la trazabilidad geodésica en regiones sísmicas. (Resolución n° 13-2024 para Marcos de Referencia Cinemática en SIRGAS)

United Nations A/RES/69/266

 **General Assembly** Date: General
11 March 2015

Sixty-ninth session
Agenda item 9

Resolution adopted by the General Assembly on 26 February 2015
[without reference to a Main Committee (A/69/L.53 and Add.1)]

69/266. A global geodetic reference frame for sustainable development

The General Assembly,
Reaffirming the purposes and principles of the Charter of the United Nations,
Reaffirming also its resolution 54/68 of 6 December 1999, in which it endorsed the resolution entitled "The Space Millennium: Vienna Declaration on Space and Human Development",¹ which included, inter alia, key actions to improve the efficiency and security of transport, search and rescue, geodesy and other activities by promoting the enhancement of, universal access to and compatibility of space-based navigation and positioning systems, including Global Navigation Satellite systems,
Reaffirming further its resolution 57/253 of 20 December 2002, in which it endorsed the Plan of Implementation of the World Summit on Sustainable Development (Johannesburg Plan of Implementation),² and means of implementation, which included, inter alia, strengthening cooperation and coordination among global observing systems and research programmes for integrated global observations, taking into account the need for building capacity and sharing of data from ground-based observations, satellite remote sensing and other sources among all countries,
Reaffirming its resolution 66/288 of 27 July 2012, in which it endorsed the outcome document of the United Nations Conference on Sustainable Development, entitled "The future we want", in which Heads of State and Government recognized the importance of space-technology-based data, in situ monitoring and reliable geospatial information for sustainable development policymaking, programming and project operations,
Noting Economic and Social Council resolution 2011/24 of 27 July 2011, by which the Council established the Committee of Experts on Global Geospatial Information Management, encouraged Member States to hold regular high-level,

¹ Adopted by the Third United Nations Conference on the Exploration and Peaceful Uses of Outer Space (UNISPACE III), held in Vienna from 19 to 30 July 1999 (A/CONF.184/6, chap. I, resolution 1).
² Report of the World Summit on Sustainable Development, Johannesburg, South Africa, 26 August–4 September 2002 (United Nations publication, Sales No. E.03/II.A.1 and corrigendum, chap. I, resolution 2, annex).

15.02936 (E)




 




FIG FIG GUIDE


FIG PUBLICATION
NO 64

Reference Frames in Practice Manual



Commission 5 Working Group 5.2 Reference Frames
2nd Edition

 **SIRGAS**
sirgas.sph.org

Resolución SIRGAS 2024 No. 13 del 21 de noviembre de 2024
Sobre la adopción de marcos de referencia cinemáticos para mantener la exactitud

Considerando:

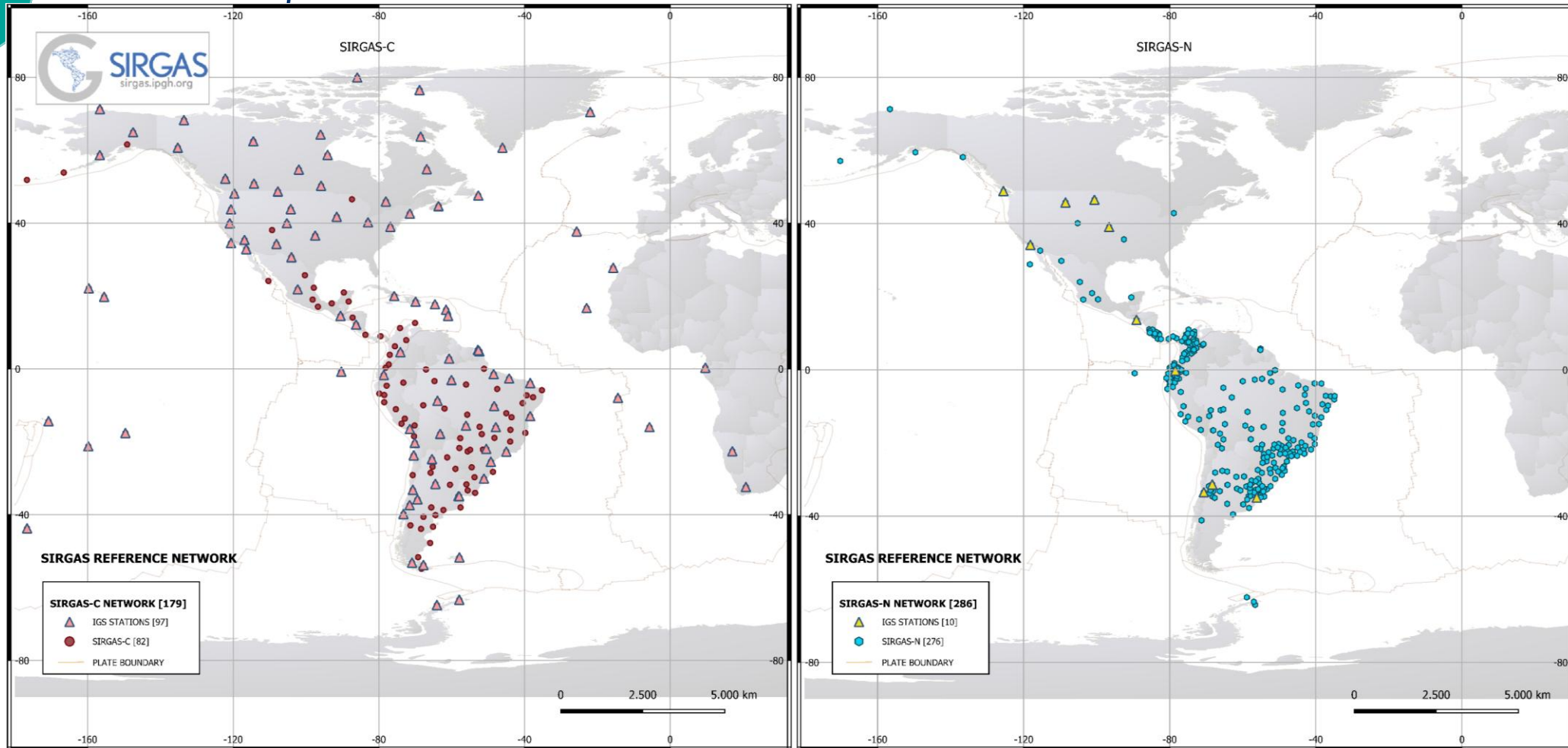
1. La Resolución No. 2 de 2007 de la Unión Internacional de Geodesia y Geofísica (IUGG - International Union of Geodesy and Geophysics) que apoya la definición de un Sistema de Referencia Terrestre Geocéntrico (GTRS) de acuerdo con la resolución B1.3 de la IAU de 2000, y adopta el Sistema Internacional de Referencia Terrestre (ITRS) como el GTRS preferido para aplicaciones científicas y técnicas;
2. Que los asuntos de la Subcomisión 1.3b de la IAG (Regional Reference Frames South and Central America) son coordinados dentro de SIRGAS por su Grupo de Trabajo I (Sistema de Referencia), que a su vez lidera el mantenimiento y apropiado funcionamiento de los marcos de referencia geocéntricos en las Américas, gestionando la red GNSS (Global Navigation Satellite Systems) de operación continua que es la base del marco de referencia americano y a su vez enlace al marco global;
3. Que los marcos de referencia cinemáticos aumentan la precisión de las coordenadas geográficas a través del tiempo, lo que incrementa el valor al usuario de las coordenadas geográficas producidas por marcos de referencia modernos, aumentando así el valor de la geodesia y la infraestructura geodésica para el sector privado y los tomadores de decisiones.

Se resuelve:

1. Estimular a los países miembros de SIRGAS a iniciar los esfuerzos necesarios para la adopción de marcos de referencia cinemáticos, incorporando la evolución temporal del marco de referencia causado por eventos tectónicos y sísmicos.
2. Promover la colaboración entre las instituciones geodésicas nacionales y SIRGAS para garantizar el mantenimiento de redes GNSS y la disponibilidad de productos geodésicos que permitan la implementación de marcos de referencia más modernos.
3. Difundir los beneficios de los marcos de referencia cinemáticos entre los tomadores de decisiones, con énfasis en su utilidad para la gestión de riesgos naturales, la planificación territorial y el desarrollo sostenible.



2. Perspectiva de SIRGAS



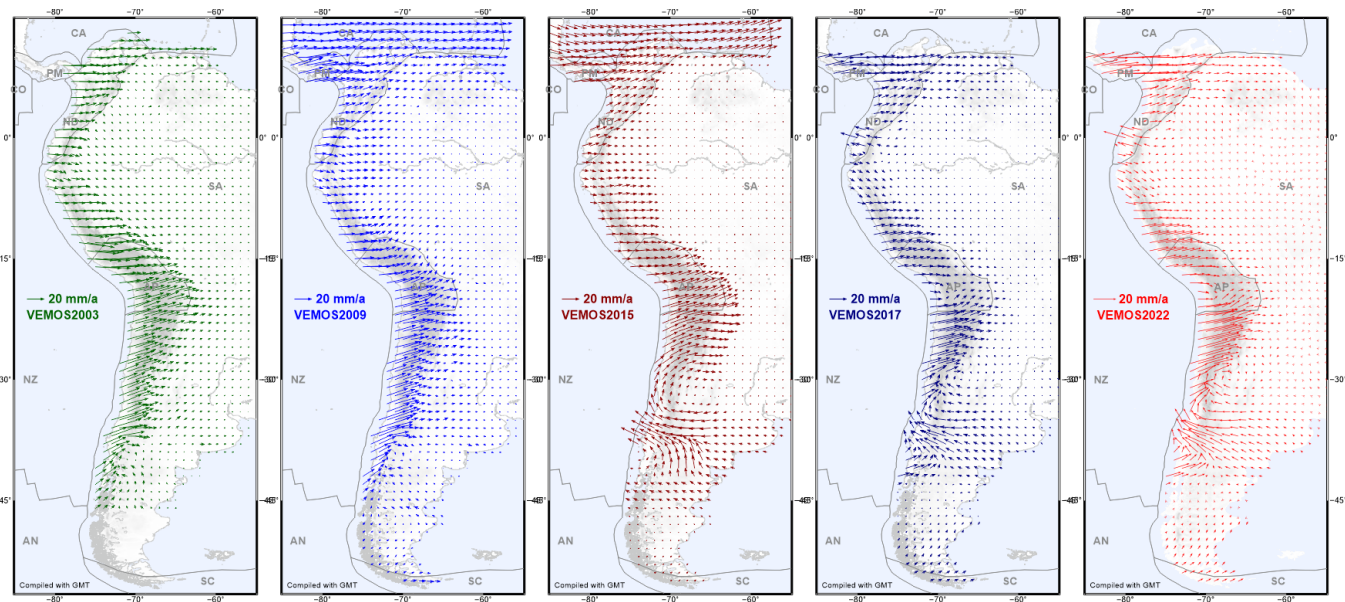
- The weekly processing is carried out by the SIRGAS **Analysis Centers**:
 - **Local Processing Centers** → in charge of national densifications
 - **Combination Centers** → generate the final results after the routine analysis (IBGE² y DGFI-TUM¹)

- Final Results:
 - 1) Loosely constrained weekly solutions
 - 2) Multi-year solutions
 - 3) Solutions aligned to the ITRF

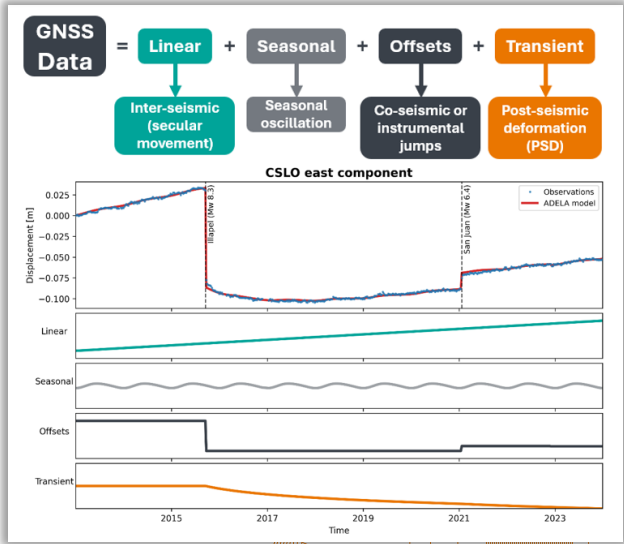
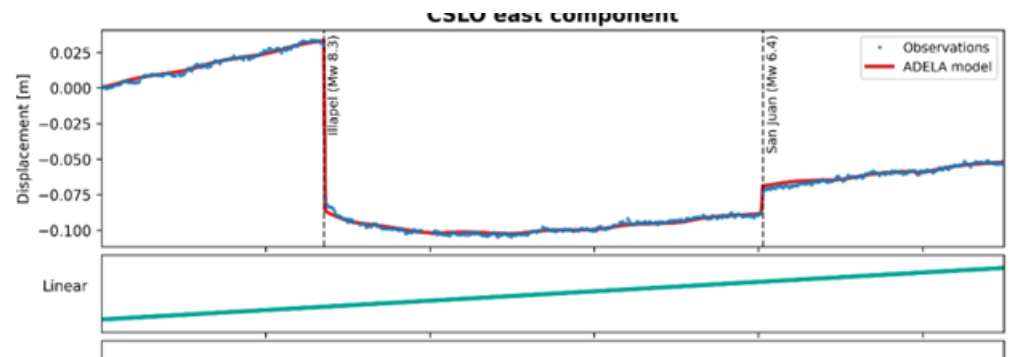


2. Perspectiva de SIRGAS

<https://adela.usach.cl/SIRGAS>



<https://www.sirgas.org/es/velocity-model/>





3. Ventajas y Desventajas de los MRD

Estático

Ventajas:

- Simplifica la gestión
- Ideal para regiones
- Bajo costo de mant
- **Normativa jurídica**

Semicinemático

Ventajas:

- Refleja deformación
- Mantiene coherencia
- Balance entre simplicidad y **moderada.**

Dinámico (Cinemático)

Ventajas:

- Monitoreo continuo
- Alta precisión para
- Compatible DIRECTAMENTE con sistemas globales como ERP y SIGMA CONV.



es:
es.
ca.
OS.

s:
s.
al.
s.
e.

onvenientes:
os complejos.
ocesamiento.

NECESIDAD DE NUEVAS NORMATIVAS



4. Estrategias y desafíos en la implementación del MRD

Para implementar una RF moderna, es necesario considerar ([Pascal Kierulf et al. 2019](#))

1. Modelos de deformación con suficiente precisión para trabajar en coordenadas de diferentes épocas.
2. Repositorios geodésicos abiertos que pueden emplear marcos de referencia dinámicos
3. Una forma de distribuir el marco de referencia a los usuarios, por ejemplo, servicios de posicionamiento, y/o calculadoras.
4. Transformaciones a otros marcos de referencia.
5. La base legal de los marcos de referencia cinemáticos.
6. Formación y capacitación de geomensores y usuarios de SIG.
7. Una infraestructura geodésica activa suficientemente densa, como las estaciones de referencia de operación continua (CORS) con coordenadas conocidas en un marco de referencia global (por ejemplo, ITRF).
8. Manejo en los sistemas SIG y GNSS de MR DINÁMICOS
9. La disposición de los usuarios a utilizar dicho sistema.



Ejemplo de aplicación. REDGEOMIN: Proyecto IDEA de I+D 2023 ID23110147

RESOLUCION EXENTO N°: 10056/2023 Santiago 16/11/2023 ADJUDICACIÓN ID23110147

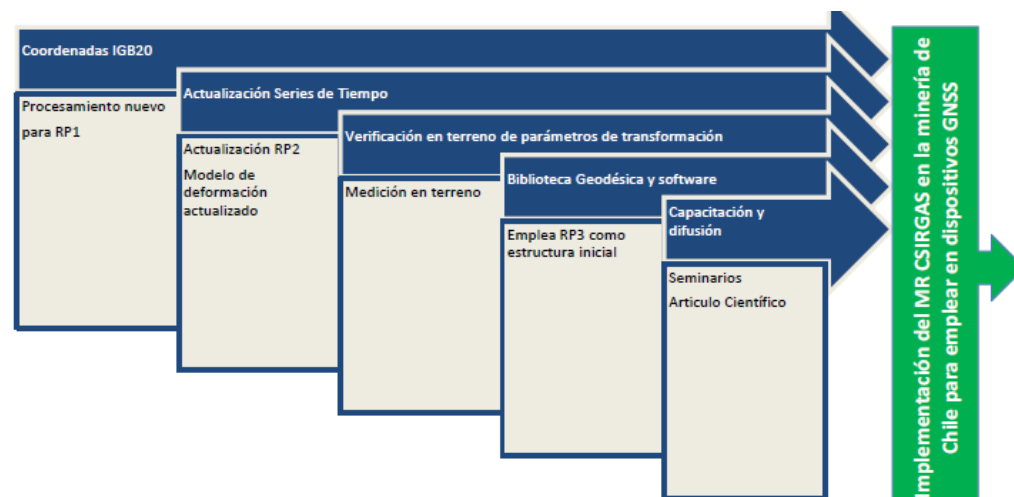
Desarrollo e implementación de un **marco de referencia geodésico cinemático** para la **Minería de Chile**, orientado a la optimización de sistemas globales de navegación por satélite (**GNSS**) en tiempo real y postproceso.

Resultados tecnológicos

- **Coordenadas de estaciones GNSS entre 2009 y 2024 (se continúa semanalmente)**
- **Actualización series de tiempo**
- **Verificación parámetros transformación sistema antiguo a modernos**
- **Creación biblioteca geodésica ISO**

Resultados de colaboración

- **Convenio específico entre SNGM y USACH para en la puesta en marcha de MRC en la minería.**
- **Se realizarán 2 seminarios sobre la temática para implementar y utilizar los productos del proyecto.**





Ejemplo de aplicación. REDGEOMIN: Proyecto IDEA de I+D 2023 ID23I10147

1. Modelos de deformación con suficiente precisión para trabajar en coordenadas de diferentes épocas.
2. Repositorios geodésicos abiertos y que pueden emplear marcos de referencia cinemáticos

Las coordenadas obtenidas tiene un fin académico, docente y de investigación.;

/IGS20/

USC15137_2009_00.CRD	14-Aug-2024 20:03	3816
USC15397_2009_50.CRD	14-Aug-2024 19:50	4909
USC15557_2010_00.CRD	14-Aug-2024 20:01	6296
USC15907_2010_50.CRD	14-Aug-2024 19:59	7391
USC16167_2011_00.CRD	14-Aug-2024 19:32	9873
USC16437_2011_50.CRD	14-Aug-2024 19:34	7829
USC16697_2012_00.CRD	14-Aug-2024 19:52	10663
USC16957_2012_50.CRD	14-Aug-2024 19:46	10676
USC17217_2013_00.CRD	14-Aug-2024 19:20	14036
USC17477_2013_50.CRD	14-Aug-2024 18:08	12355
USC17737_2014_00.CRD	14-Aug-2024 18:05	13523
USC17997_2014_50.CRD	14-Aug-2024 15:46	13815
USC18267_2015_00.CRD	14-Aug-2024 15:43	15932
USC18787_2016_00.CRD	14-Aug-2024 15:38	17175
USC19077_2016_50.CRD	14-Aug-2024 15:07	15713
USC19307_2017_00.CRD	14-Aug-2024 15:03	15859
USC19827_2018_00.CRD	14-Aug-2024 14:54	16443
USC20087_2018_50.CRD	14-Aug-2024 14:51	16297
USC20347_2019_00.CRD	14-Aug-2024 14:49	18052
USC20607_2019_50.CRD	14-Aug-2024 14:47	14107
USC20867_2020_00.CRD	14-Aug-2024 14:44	17246
USC21127_2020_50.CRD	14-Aug-2024 14:18	17465
USC21397_2021_00.CRD	14-Aug-2024 13:42	18341
USC21647_2021_50.CRD	14-Aug-2024 14:55	14837
USC21917_2022_00.CRD	14-Aug-2024 14:55	17906
USC22177_2022_50.CRD	26-Sep-2024 19:45	18414
USC22437_2023_00.CRD	13-Aug-2024 15:54	20022

<https://geodesyusach.cl/productos/solutions>

ADELA: Analysis of DEformation beyond Los Andes(2009-2024)

<https://geodesyusach.cl/modelodeformacion>



Ejemplo de aplicación. REDGEOMIN: Proyecto IDEA de I+D 2023 ID23110147

- Una forma de distribuir el marco de referencia a los usuarios, por ejemplo, servicios de posicionamiento, y/ calculadoras

≡ ADELA: Analysis of DEformation beyond Los Andes(2009- 2022)



1 Seleccionar fecha de medición

2 Seleccionar estación

3 Ingresar puntos

4 Resultado

Paso 1

ATRÁS

SIGUIENTE



Ejemplo de aplicación. REDGEOMIN: Proyecto IDEA de I+D 2023 ID23110147

4. Transformaciones a otros marcos de referencia.

Open Access Published by De Gruyter Open Access May 15, 2024

Geodetic innovation in Chilean mining: The evolution from static to kinematic reference frame in seismic zones

José Antonio Tarrío, Catalina Cáceres, Valeria Vásquez, Miguel Marten, Jesarella Inzunza, Fernando Isla, Marcelo Caverlotti, Gabriel Jeldres, Rodrigo Urrutia, Cristian Mardones and Rui Fernandes

From the journal *Journal of Geodetic Science*
<https://doi.org/10.1515/jogs-2022-0173>

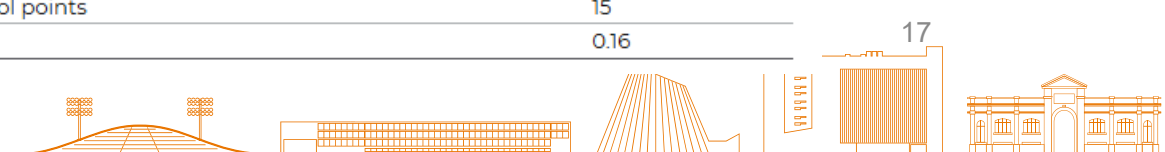
Cite this Share this Citations 1

Abstract

The use of regional kinematic reference frames (mRFs) in seismic zones is uncommon worldwide. This article proposes a solution implemented for Chilean mining, whose current projects are based on the classic reference frames (PSAD56 and SAD69). The approach is to move from a classic reference frame to an mRF in seismic countries where earthquakes constantly alter the frame. Our research group calculated an mRF (REDGEOMIN) that includes interseismic, coseismic, and postseismic deformation using CORS with open data from 2009 to 2022 and processed with scientific standards global navigation satellite system. REDGEOMIN consists of a deformation model (ADELA) with an interpolation approach through thin plate spline, allowing the greatest deformation to be modelled at campaign points. The relationship between classical and modern systems was explored with conformal transformations and NTV2 grids to include deformations, especially coming from PSAD56 and SAD69. The results demonstrate that REDGEOMIN aligns with the IGB14 reference frame (<1.0 mm), SIRGAS (ENU = 1.0, 1, 0, 2.0 mm), and the Chilean national reference frame SIRGASChile@2021.00 (ENU = 1, 2, 1, 6, 4.3 mm) aligns with millimetric precision. ADELA deformation model accurately models period locations to within 5 mm. Densification of REDGEOMIN@2022.00 at passive points PSAD56/SAD69 shows centimetric precision. PSAD56/SAD69, adjusted in the 1970s, are outdated due to crustal movement and seismic events and have metric errors. Therefore, different types of transformations were evaluated between PSAD56/SAD69 and REDGEOMIN@2022, whose RMS is between 1.57 and 1.69 m, and national grid transformations (NTV2) with an RMS of 0.23 and 0.16 m for PSAD56 and SAD69, respectively. The relationship between the classic systems and REDGEOMIN allows the transformation of the entire Chilean mining cadastre to epoch 2022.00. Starting in 2022.00, REDGEOMIN/ADELA offers millimetre precision, which is crucial in seismic zones. Furthermore, it paves the way to implement an updated national-level mRF in case of seismic events. Currently, Chilean mining laws are rigid, geodesically speaking. Therefore, legal-technical suggestions for implementing REDGEOMIN are also included in this article.

NTV2 grid residuals

NTV2 Grid PSAD56-REDGEOMIN		NTV2 Grid SAD69-REDGEOMIN	
Maximum residuals	1.00 m	Maximum residuals	1.00 m
total points	157	total points	20
accepted control points	143	accepted control points	15
RMS (m)	0.23	RMS (m)	0.16





Ejemplo de aplicación. REDGEOMIN: Proyecto IDEA de I+D 2023 ID23110147

5. La base legal de los marcos de referencia cinemáticos.

Impacto regulatorio e institucional

Se mantuvieron conversaciones formales con la Comisión de Minería y Energía del Congreso de Chile.

Presentaciones técnicas en talleres de derecho minero que abordan la transición de marcos de referencia estáticos a cinemáticos.

Publicaciones revisadas por pares en revistas jurídicas y administrativas que respaldan la implementación regulatoria.

Comisión de Minería y Energía
Tipo de Comisión: Permanente

Resultados Sesión N°50

[Ver Sesión](#)

Citación	Resultado
Esta sesión tiene por objeto tratar la siguiente Tabla.	
1. Continuar la discusión general y votar en general, el proyecto de ley, iniciado en mesa, que modifica disposiciones del Código de Minería, la Ley N° 21.420, que reduce y elimina exenciones tributarias que indica la ley orgánica constitucional de Concesiones Mineras, la Ley N° 18.097 y el decreto ley N° 3.525, de 1980, que crea el Servicio Nacional de Geología y Minería, correspondiente al boletín N° 15.510-08, en primer trámite constitucional y reglamentario y con urgencia calificada de "voto". El plazo para presentar indicaciones vence el día jueves 22 de junio a las 12:00 horas.	La Comisión aprobó en general (10-0-5) el proyecto de ley correspondiente al boletín N° 15.510-08. Exposaron: - El Director del Instituto Geográfico Militar, Coronel Carlos Pablo Casanova; - El Presidente de la Asociación Gremial Nacional de la Pequeña Minería de Chile, señor Rubén Salinas Bustamante, quien asistió junto al señor Marcelo Deroso Álvarez. Asistieron, además la Ministra de Minería, señora Marcela Ferrando Pérez, junto al Jefe del Departamento de Asuntos Legislativos y Regulatorios de dicha Cartera de Estado, señor Felipe Curia Miranda y el abogado, señor Gonzalo Gutiérrez Gallardo, el Director Nacional del Servicio Nacional de Geología y Minería (Sernageomin), señor Patricio Aguilera Poblete, junto al Jefe del Departamento de Privatización Minera, señor Gabriel Andrés Vergara, al Asesor Externo de Sernageomin, señor José Tarrio Villalón, y al Ingeniero de Proyectos, señor Rodrigo Urribe Vidal.
2. Recibir al Ministro de Hacienda, a la Ministra de Minería y al Vicepresidente Ejecutivo de Codelco, a fin de que expongan sobre la implementación de la Estrategia Nacional del Litio del gobierno.	Se acordó instarlos a una próxima sesión. Diputados asistentes: Ahumada, Yvonne; Carter, Álvaro; Castro, José Miguel; Ibáñez, Diego; Marabon, Christian; Muñoz, Jaime; Riquelme, Marcelo; Salazar, Marco Antonio; Tapia, Cristián; Vergara, Nelson; Violeta, Sebastián.

XVIII JORNADAS DE DERECHO DE MINERÍA
"Perspectivas y Desafíos del Derecho Minero actual"

Viernes 25 de octubre de 2024
Modalidad Presencial (transmisión por YouTube)
(Lugar: Universidad de Atacama UDA, Salón de Juicio Oral, Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales, Copayapu 485, Área Sur, Copiapó)

INAUGURACIÓN:
8:30 – 8:40 Bienvenida (Autoridades UDA: Rector Universidad de Atacama)

8:40 – 8:50 Secretario Regional Ministerial de Minería, Sr. Juan Carlos Peña, en representación de la Ministra Williams.

8:50 – 9:10 Conferencia de apertura. **Mario Maturana Claro:** "Reseña sobre la génesis de los Estudios de Derecho de Minería en Chile y sus inicios en Atacama".

9:10 – 9:30 Clase Magistral. **Director PDAE – Alejandro Vergara Blanco:** "Actualidad jurisprudencial de Derecho minero: autorizaciones como requisito de la servidumbre."

15:30 -16:30 PANEL 4: MODIFICACIONES AL CÓDIGO DE MINERÍA: DESAFÍOS

Manuel Ponce Delgado	Vigencia de concesiones de exploración
Alfonso Santini Zañartu y José Antonio Tarrío	Desafíos legales en torno a la transición desde los marcos de referencia geodésicos PSAD56-SAD69 al sistema SIRGAS.
José Manuel Correa Grez	Análisis crítico del procedimiento de acreditación de trabajo minero, conforme las modificaciones al Código de Minería por las leyes 21.420 y 21.649

Desafíos legales en torno a la transición desde los marcos de referencia geodésicos PSAD56 y SAD69 al sistema SIRGAS en las concesiones del Código de Minería de 1983 y sus modificaciones

Legal challenges regarding the transition from geodetic reference frames PSAD56 and SAD69 towards SIRGAS system within mining concessions in the Chilean Mining code of 1983 and its amendments

José Antonio Tarrío Mosquera*
Alfonso Santini Zañartu**

Introducción

El pretendido cambio de datum de las coordenadas UTM de las concesiones mineras de la Ley N° 21.420 no ha pasado desapercibido y, por involucrar a disciplinas como geodesia y cartografía, se torna indispensable buscar un acercamiento conceptual al mundo jurídico que permita apreciar en propiedad sus desafíos y alcances.

Es por lo que, en un primer capítulo, se abordarán conceptos básicos de estas materias, entre ellos los marcos de referencia vigentes, PSAD56 y SAD69, de suyo estáticos, y el SIRGAS ("Sistema de Referencia Geodésico para Las Américas"), de carácter dinámico y al cual se pretende migrar. Acto seguido se hará mención al proyecto de investigación ID23110147, liderado por la Universidad de Santiago, y que se encuentra desarrollando los parámetros de transformación entre estos datums, así como el modelo de deformación, para luego analizar las ventajas y desventajas que implica trasladarse a un nuevo sistema, y los mitos y verdades del proyecto en cuestión.

En segundo término, el trabajo se adentrará en los aspectos legales asociados al cambio de datum, partiendo por los objetivos de este, la matriz de sujetos interesados o afectados por el mismo, y tópicos relevantes desde el punto de vista del derecho internacional como nacional. En lo que respecta a este último, se efectuará un análisis del impacto del cambio desde las perspectivas de la Constitución Política, las leyes que se han tratado de esta materia y, finalmente, las principales modificaciones que habría que efectuar a nivel reglamentario.

I. Desarrollo

1. Aspectos geodésicos

- a. *Conceptos básicos de geodesia y posicionamiento GPS (Global Positioning System)*

La geodesia es la ciencia que estudia la forma, el tamaño, la orientación y el campo de gravedad de la Tierra, así como sus variaciones a lo largo del tiempo. Su aplicación permite responder a la pregunta de dónde ocurre un evento, es decir, asignarle una referencia espacial con alta precisión, lo que se conoce como *georreferenciación*.

La georreferenciación es especialmente relevante en Chile debido a la alta sismicidad que caracteriza al territorio chileno y que provoca desplazamientos de la corteza terrestre. Estos movimientos afectan directamente a las coordenadas georreferenciadas, ya que tanto el paso del tiempo como el dinamismo de la

* Doctor en I+D en Geotecnologías por la Universidad de Salamanca, España (Área GNSS y Geodesia), magíster en Geotecnología Cartográfica en Ingeniería y Arquitectura por la misma universidad, Director del Departamento de Ingeniería Geoespacial y Ambiental de la Universidad de Santiago y líder del proyecto ANID ID23110147. Correo electrónico jose.tarrio@usach.cl.

** Abogado de la Pontificia Universidad Católica de Chile, profesor del Programa de Sostenibilidad Corporativa de la misma casa de estudios, magíster del Centre for Energy, Petroleum, and Mineral Law and Policy (CEPMLP), de la Universidad de Dundee, Escocia, Reino Unido. Correo alfonso.santini@acevedosantini.com.



Ejemplo de aplicación. REDGEOMIN: Proyecto IDEA de I+D 2023 ID23110147

6. Formación y capacitación topógrafos-agrimensores-geomensuradores

PROYECTO ANID IDeA I+D_ID23110147

Guía Técnica para uso de SIRGAS y GNSS en la minería de Chile: REDGEOMIN y épocas de referencia

Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo
 Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación
 Gobierno de Chile

USACH

SIRGAS
 Ministerio de Minería
 Gobierno de Chile

GEOMIC

CÁMARA MINERA DE CHILE

Trimble

Versión 1.0
 Centro de Procesamiento y Análisis Geodésico USC
 14 de julio de 2025

<https://doi.org/10.60547/USACH/VIMDCI>

SIRGAS
 sigras.iggh.org

GEOMIC

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA GEOSPACIAL Y AMBIENTAL

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA GEOSPACIAL Y AMBIENTAL

Inscríbete aquí

Postulaciones abiertas hasta el 13 de marzo de 2025

@digeo_usach

<https://geodesychile.usach.cl/>

PROCESING CENTER AND GEODETIC ANALYSIS USC
 UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE

Diplomado Internacional en Geodesia, GNSS y SIRGAS para Minería, Ingeniería y Geodinámica.

Modalidad Online

Inicia el 6 de abril de 2025

Inscríbete hasta el 13 de marzo de 2025

USACH



Ejemplo de aplicación. REDGEOMIN: Proyecto IDEA de I+D 2023 ID23110147

- 7. Una infraestructura geodésica activa suficientemente densa, como las estaciones de referencia de operación continua (CORS) con coordenadas conocidas en un marco de referencia global (por ejemplo, ITRF).



Geodesy and Geodynamics

Available online 7 October 2024

In Press, Uncorrected Proof [What's this?](#)



Research Paper

Integrating geodetic infrastructures for GNSS displacements analysis in Chile: A case study with REDGEOMIN (2019–2022)

José Antonio Tarrío Mosquera ^a , Valeria Vásquez Tejo ^a, Catalina Cáceres Venegas ^a, Miguel Marten-Allendes ^a, Juan Giglio Gutierrez ^a, Fernando Isla Rodríguez ^a, Marcelo Caverlotti Silva ^a, Gabriel Jeldres Vergara ^b, Rodrigo Urrutia Vidal ^b, Cristian Mardones Castro ^b

Show more

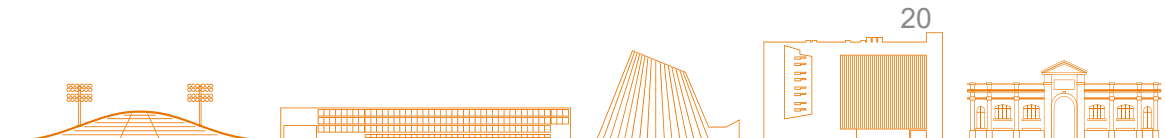
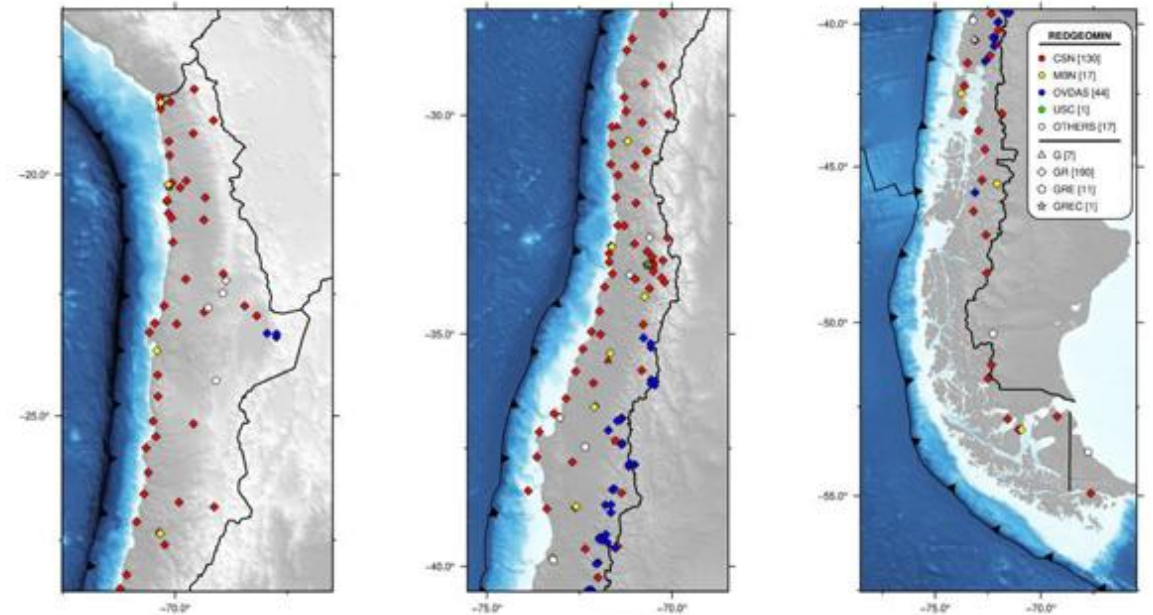
[+](#) Add to Mendeley [Share](#) [Cite](#)

<https://doi.org/10.1016/j.geog.2024.09.002>

[Get rights and content](#)

Under a Creative Commons [license](#)

open access





Ejemplo de aplicación. REDGEOMIN: Proyecto IDEA de I+D 2023 ID23110147

8. Manejo en los sistemas SIG y GNSS de MR dinámicos.

The screenshot shows a GIS application interface with a sidebar on the left containing menu items like 'Proyecto usach', 'Trabajo js', 'Favoritos', 'Datos de trabajo', 'Topografía General', 'Teclar', 'Cogo', 'Medir', 'Replant', 'Instrumento', 'Configuraciones', 'Ayuda', and 'Acerca de'. The main area is divided into three panels: 'Revisar trabajo' (Work review) showing a list of work items with details like 'Trabajo js', 'Config sistema Unidades', 'Codificación << No hay bibli...', 'Config sistema Configuracione...', 'Elipsoide', 'Proyección Factor de escal...', 'Trans datum Ninguna', 'Ajuste h. No hay ajuste', 'Ajuste v. No hay ajuste', 'Propiedades trabajo', 'Config sistema Configuracione...', 'Elipsoide 6378137.000m', 'Proyección Mercator trans...', 'Trans datum Tres parámetros', and 'Ajuste v. Modelo geoidal'; 'Sistema de coordenadas' (Coordinate system) showing details for 'Chile/REDGEOMIN 2024' such as 'Zona UTM zone 18S', 'Datum local REDGEOMIN 2024', 'Datum de referencia global REDGEOMIN 2024', 'Epoca de referencia global 2024.00', 'Modelo de desplazamiento REDGEOMIN 2024', and 'Tipo de cuadrícula Cuadrícula'; and a third panel on the right. Below this is a screenshot of the ISO Geodetic Registry website showing a search for 'New REDGEOMIN datum. Submitted by Jose Tarrío Mosquera, Universidad de Santiago de Chile & Jorge Munoz, SERNAGEOMIN.' The search results list several entries, including 'Geodetic Datum 1292 Red Geodesica para la Minería en Chile'. A 'Meta' panel on the right shows the proposal details, including the author 'Michael Craymer (owner, manager)', the register version '92ee8fa5-ca78-443e-b577-1036af56b895', and a 'Transitions' section with buttons for 'Create', 'Propose', 'Submit for control body review', and 'Accept'.



<https://github.com/opengeospatial/CRS-Deformation-Models/blob/master/products/specification/abstract-specification-deformation-model-functional-model.pdf>





Ejemplo de aplicación. REDGEOMIN: Proyecto IDEA de I+D 2023 ID23110147

9. La disposición de los usuarios a utilizar dicho sistema.

INNOVACIÓN GEODÉSICA EN LA MINERÍA DE CHILE

DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MARCO DE REFERENCIA GEODÉSICO CINEMÁTICO PARA LA MINERÍA DE CHILE, ORIENTADO A LA OPTIMIZACIÓN DE SISTEMAS GLOBALES DE NAVEGACIÓN POR SATÉLITE (GNSS) EN TIEMPO REAL Y POSTPROCESO.

Logos: USACH, Centro de Investigación y Desarrollo en Geodesia y Geomatica, Trimble, GEOCOM, IGM, IAG, NASA, IGS.

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA GEOESPACIAL Y AMBIENTAL

INVITACIÓN

Evento cierre del proyecto
IDEA DE I+D 2023 ID23110147
Desarrollo e Implementación de un Marco de Referencia Geodésico Cinemático para la Minería de Chile, Orientado a la Optimización de Sistemas Globales de Navegación por Satélite (GNSS) en Tiempo Real y Postproceso.

Logos: USACH, Universidad de Chile, Proceso de Innovación y Desarrollo, Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo.

Con la presentación del Dr. Richard Gross
 President of the International Association of Geodesy (IAG)
 Senior Research Scientist of NASA's Jet Propulsion Laboratory.

Logos: IGS, INTERNATIONAL GNSS SERVICE, IAG, NASA.

Marcos de Referencia Terrestres: La visión de la Asociación Internacional de Geodesia
 La importancia del Servicio Internacional de Referencia Terrestre

10 de noviembre
 Edificio CEPEC U...
 Cruz del sur N° 77...

Internacional: S Service 2026
 bora Igm Instituto Geográfico Militar Desde 1922
 2026.com

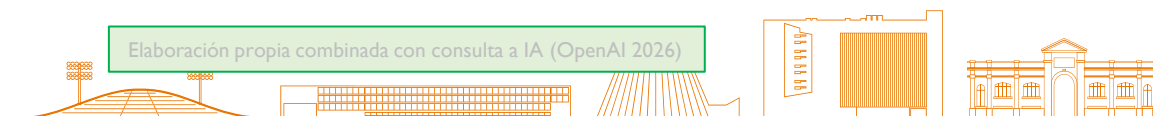
INSCRIPCIÓN





5. ¿Es extrapolable a otros países de la REGIÓN SIRGAS?

País	Marco geodésico	Tipo geodésico operativo	Modelo de deformación	Época	Antigüedad (años)	Fuente	Contexto sísmico
Canadá	NAD83(CSRS) v7	Semicinemático	NAD83v80VG / TRX	2010	16.3	NRCan (CSRS-SCRS)	Sí — Pacífico activo en el margen occidental; no dominante en todo el país (USGS)
Estados Unidos	NAD83(2011)	Semicinemático	HTDP	2010	16.3	NOAA / NGS (Geodesy NOAA)	Sí — Pacífico activo en costa oeste y Alaska (USGS)
México	ITRF2008 (RGNA)	Estático con propagación temporal oficial	TRANITRF / procesamiento en ITRF2008	2010	16.3	INEGI (INEGI)	Sí — Cinturón de Fuego / margen pacífico activo (USGS)
Costa Rica	CR-SIRGAS / ITRF14 (snapshot operativo)	Snapshots multiepoch oficiales	Parámetros DIG-001-2020 para 2014.59↔2019.24	2019.24	7.1	IGN-Registro Nacional / NTIG 2023 (SNIT)	Sí — margen pacífico activo y sismicidad relevante (USGS)
El Salvador	SIRGAS-ES2007	Estático	No identificado en la fuente abierta revisada	2007.8	18.5	SIRGAS (SIRGAS)	Sí — Cinturón de Fuego / margen pacífico activo (USGS)
Guatemala	RGN: IGb14	Estático	No identificado en la fuente abierta revisada	2015	11.3	SIRGAS (SIRGAS)	Sí — Pacífico activo; además interacción Caribe/Norteamérica (USGS)
Honduras	SIRGAS-HN: ITRF14	Estático	No identificado en la fuente abierta revisada	s/d	s/d	SIRGAS (SIRGAS)	Sí — afectado por sismicidad regional del Caribe/Mesoamérica, no Cinturón estricto (USGS)
Nicaragua	Red Básica Nacional: ITRF92	Estático	No identificado en la fuente abierta revisada	1996.1	30.2	SIRGAS (SIRGAS)	Sí — Cinturón de Fuego / margen pacífico activo (USGS)
Panamá	Marco Geodésico Nacional: ITRF2008	Estático	No identificado en la fuente abierta revisada	2011.6	14.7	SIRGAS / IGNTG-ANATI (SIRGAS)	Sí — margen pacífico activo, aunque no siempre se mencione como Cinturón estricto (USGS)
República Dominicana	IGb08	Estático	No identificado en la fuente abierta revisada	2016.4	9.9	SIRGAS (SIRGAS)	Sí — Caribe activo, fuera del Cinturón de Fuego (USGS)
Argentina	POSGAR07	Semicinemático	VEL-Ar v2.0 / POSGAR07b	2006.632	19.7	IGN Argentina (SIRGAS)	Sí — Andes y margen de subducción al oeste; efecto no uniforme nacionalmente (USGS)
Bolivia	MARGEN: SIRGAS95	Estático	No identificado en la fuente abierta revisada	1995.4	30.9	SIRGAS (SIRGAS)	Sí — sismicidad andina/intraplaca profunda asociada a la subducción (USGS)
Brasil	SIRGAS2000	Estático	Modelo de velocidades IBGE/SIRGAS no verificado como capa nacional abierta para usuario general	2000.4	25.9	SIRGAS / IBGE (SIRGAS)	No principal — sismicidad relativamente menor en esta revisión (ScienceDirect)
Chile	RGN SIRGAS-Chile	Estático	No identificado en la fuente abierta revisada	2025.0	1.3	IGM / SIRGAS-Chile (SIRGAS Chile)	Sí — Cinturón de Fuego / subducción Nazca-Sudamérica (USGS)
Colombia	MAGNA-SIRGAS	Semicinemático	VEMOS2017	2018.4	7.9	IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi)	Sí — margen pacífico activo y sistema andino-caribeño (USGS)
Ecuador	SIRGAS-Ecuador / ITRF2008	Estático	No identificado en la fuente abierta revisada; actualización post-sismo 2016	2016.4	9.9	IGM Ecuador / SIRGAS (SIRGAS)	Sí — Cinturón de Fuego / subducción Nazca-Sudamérica (USGS)
Perú	REGPMOC / SIRGAS2000	Estático	No identificado en la fuente abierta revisada	2000.4	25.9	SIRGAS / IGN Perú (SIRGAS)	Sí — Cinturón de Fuego / subducción Nazca-Sudamérica (USGS)
Uruguay	SIRGAS-ROU98 / SIRGAS95	Estático	No identificado en la fuente abierta revisada	1995.4	30.9	SIRGAS / IDEuy-IGM (SIRGAS)	No principal en esta revisión (USGS)
Venezuela	SIRGAS-REGVEN (base legal) / REMOS-ITRF2020 (producto operativo)	Estático legal + productos operativos multiepoch	VEMOS en la reducción a la época oficial, según la fuente revisada	1995.4 / 2025.759	30.9 / 0.5	IGVSB / SIRGAS (SIRGAS)	Sí — Caribe activo, fuera del Cinturón de Fuego (Publications Warehouse)





5. ¿Es extrapolable a otros países de la REGIÓN SIRGAS?

The following products have been

1. Tools (Geodetic Calculator)
2. Technical material or guidelines.
3. Capacity building.
4. Outreach and democratization of geodesy



Resolución SIRGAS 2024 No. 13 del 21 de noviembre de 2024

Sobre la adopción de marcos de referencia cinemáticos para mantener la exactitud

Considerando:

1. La Resolución No. 2 de 2007 de la Unión Internacional de Geodesia y Geofísica (IUGG - International Union of Geodesy and Geophysics) que apoya la definición de un Sistema de Referencia Terrestre Geocéntrico (GTRS) de acuerdo con la resolución B1.3 de la IAU de 2000, y adopta el Sistema Internacional de Referencia Terrestre (ITRS) como el GTRS preferido para aplicaciones científicas y técnicas;
2. Que los asuntos de la Subcomisión 1.3b de la IAG (Regional Reference Frames South and Central America) son coordinados dentro de SIRGAS por su Grupo de Trabajo I (Sistema de Referencia), que a su vez lidera el mantenimiento y apropiado funcionamiento de los marcos de referencia geocéntricos en las Américas, gestionando la red GNSS (Global Navigation Satellite Systems) de operación continua que es la base del marco de referencia americano y a su vez enlace al marco global;
3. Que los marcos de referencia cinemáticos aumentan la precisión de las coordenadas geográficas a través del tiempo, lo que incrementa el valor al usuario de las coordenadas geográficas producidas por marcos de referencia modernos, aumentando así el valor de la geodesia y la infraestructura geodésica para el sector privado y los tomadores de decisiones.

Se resuelve:

1. Estimular a los países miembros de SIRGAS a iniciar los esfuerzos necesarios para la adopción de marcos de referencia cinemáticos, incorporando la evolución temporal del marco de referencia causado por eventos tectónicos y sísmicos.
2. Promover la colaboración entre las instituciones geodésicas nacionales y SIRGAS para garantizar el mantenimiento de redes GNSS y la disponibilidad de productos geodésicos que permitan la implementación de marcos de referencia más modernos.
3. Difundir los beneficios de los marcos de referencia cinemáticos entre los tomadores de decisiones, con énfasis en su utilidad para la gestión de riesgos naturales, la planificación territorial y el desarrollo sostenible.



Ref: Guía 03
Rev: 3.1
Fecha: 17.01.2025

Revisado: Enero 2025

GUÍA03 DIRECTRICES DE PROCESAMIENTO PARA LOS CENTROS DE PROCESAMIENTO SIRGAS-CON

GUÍA08 C... PARA DEN... GNSS A E...

GUÍA03 DIRECTRICES DE PROCESAMIENTO PARA LOS CENTROS DE PROCESAMIENTO SIRGAS-CON. GT1 SIRGAS. DOI: https://doi.org/10.60347/USACH/151124

Ors: José Antonio Tamío, Catalina Cárdenas, Albaro de Silva, Sonia Alvarado (2025). GUÍA03 DIRECTRICES DE PROCESAMIENTO PARA LOS CENTROS DE PROCESAMIENTO SIRGAS-CON. GT1 SIRGAS. DOI: https://doi.org/10.60347/USACH/151124

#SOMOSUSACH



PROCESAMIENTO AVANZADO DE DATOS DE GEODESIA ESPACIAL CON BSW 5.4: TÉCNICAS GNSS Y MODELOS NO LINEALES

Del 14 al 18 de julio de 2025
Lugar: Universidad de Costa Rica en San José, Costa Rica

Forma: Presencial
Únicamente en Español.

Organizadores: OAIICE, REGISTRO NACIONAL, EIT, UCR, USACH, IAG, SIRGAS





5. ¿Es extrapolable a otros países de la REGIÓN SIRGAS?



Modelo de Deformación SIRGAS



Cambio de época

- 1 Seleccionar fecha de medición
- 2 Seleccionar estación
- 3 Ingresar puntos
- 4 Resultado

Paso 1

Fecha de medición

Época de referencia

ATRÁS

SIGUIENTE





6. Conclusiones (I de II)

Urgencia crucial para

Reducción demostrada

Rol Clave fundamental no es suficiente

Contribución desastres **nuestro M**

Integración como aboga



(temáticos) es ordenadas.

mo MRD, ha

es GNSS son científico ya

El impacto de **de escala es**

profesionales tación.





6. Conclusiones (II de II) ver Exposición de SIRGAS en REFAG 2026

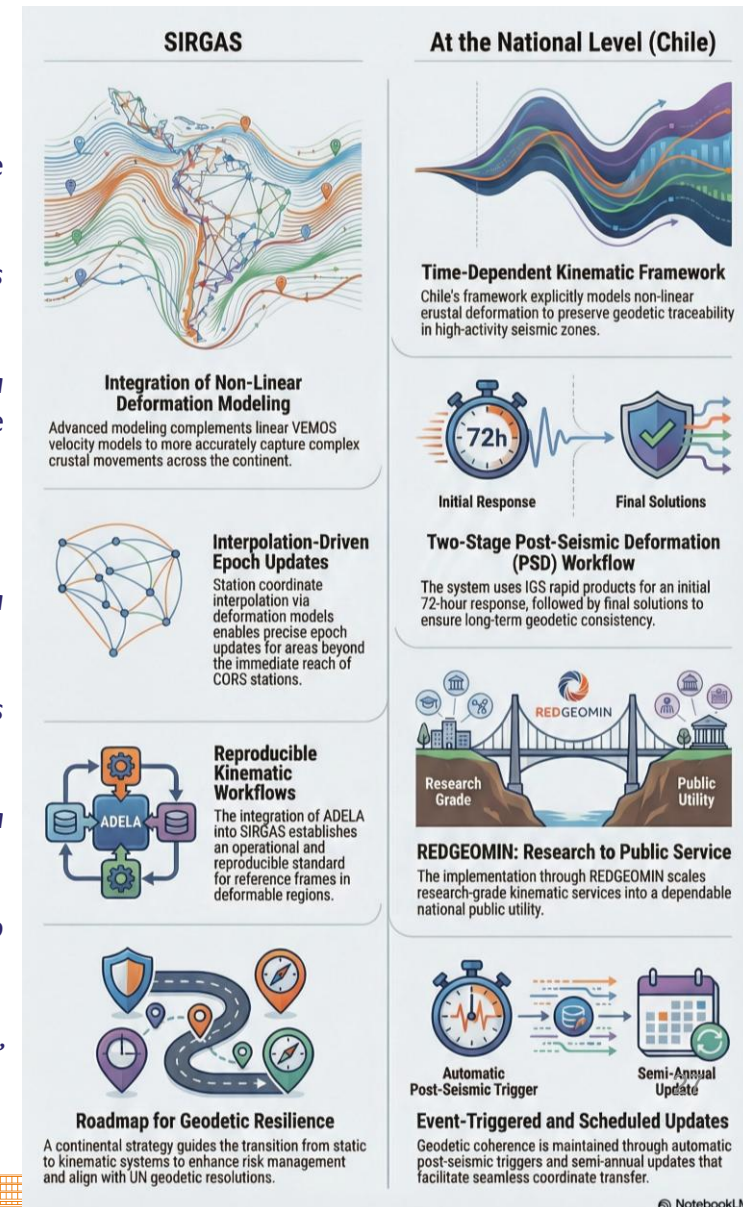
ADELA Project: Products, tools, and operational guidelines for the use of kinematic reference frames in the SIRGAS region

1. Para SIRGAS:

1. La propuesta podría complementar los modelos lineales de velocidad VEMOS incorporando modelado de deformación no lineal.
2. Permite actualizaciones de épocas más allá de las estaciones CORS, interpolando las coordenadas de estación a través del modelo de deformación.
3. La integración de ADELA en SIRGAS proporciona un flujo de trabajo operativo y reproducible para sistemas de referencia cinemáticos en regiones deformables.
4. Se proporciona una hoja de ruta continental para la transición de sistemas de referencia estáticos a sistemas de referencia cinemáticos, fortaleciendo la resiliencia geodésica, la gestión de riesgos y la gobernanza territorial en toda la región SIRGAS, de acuerdo con las resoluciones geodésicas de las Naciones Unidas.

2. At the national level (Chile):

1. ADELA implementa un sistema de referencia cinemático dependiente del tiempo dentro de SIRGAS, modelando explícitamente la deformación no lineal de la corteza para preservar la trazabilidad geodésica en regiones sísmicamente activas.
2. El flujo de trabajo PSD en dos etapas (productos IGS rápidos para respuesta de ~72 horas seguidos de refinamiento con soluciones finales e interpolación TPS) garantiza tanto una entrega rápida como una consistencia a largo plazo.
3. Las actualizaciones semestrales, los productos postsísmicos desencadenados por eventos y las utilidades de cambio de época permiten colectivamente una transferencia coherente de coordenadas entre épocas.
4. La implementación chilena a través de REDGEOMIN demuestra la viabilidad de escalar un dato dinámico nacional en un servicio cinemático continental reproducible.
5. Esta implementación cierra la brecha entre la investigación y el servicio público mediante actualizaciones semestrales programadas, desencadenantes automáticos post-sísmicos, control cuantitativo de calidad y difusión de acceso abierto.





Biography

Dr. Zuheir Altamimi is a Research Director at Institut National de l'Information Géographique et Forestière (IGN), and Institut de Physique du Globe de Paris (IPGP), France. His principal research focuses are space geodesy, theory and realization of terrestrial



Zuheir Altamimi <zuheir.altamimi@ign.fr>

para mí ▾

Dear José Antonio,

Thank you for your email and for your nice presentation the other day.

In my opinion the Kinematic Reference Frame for Chile you have presented is the most appropriate option given the seismic situation in Chile and I hope you will not have any problem for its implementation.

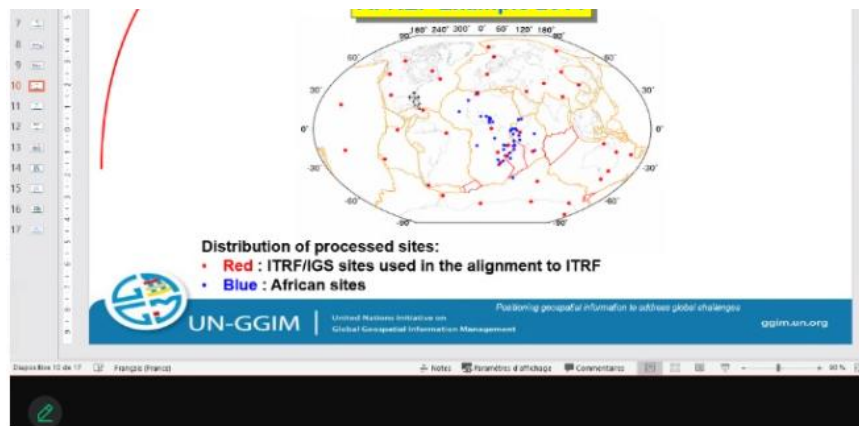
Kind regards

Zuheir

vie, 21 jul 2023, 4:20



**Desafíos futuros:
Capacitación
software
CATREF.**



Marcos de Referencia Dinámicos

José Antonio Tarrío Mosquera^{1,2}

¹Centro de Procesamiento y Análisis Geodésico USC

Universidad de Santiago de Chile

²GT I SIRGAS

Geodesia Moderna

y Sistemas Globales de Referencia

21 al 24 de abril 2026