



GEOGRAFÍA



FOTOGRAMETRÍA



RELACIONES INSTITUCIONALES



PRODUCCIÓN

# IGN

Instituto Geográfico Nacional  
**REPÚBLICA ARGENTINA**



PUNTOS DE VISTA



CARTA TOPOGRÁFICA



TALLERES GRÁFICOS



DESCARGA DE MAPAS



GEODESIA



# El Sistema de Referencia Vertical de la República Argentina (**SRVN16**) y su integración regional

Simposio SIRGAS 2020  
Cuarta sesión: Sistemas de altura

Ing. Agrim. Hernán J. Guagni

23 de octubre de 2020



## Temario:

- **Antecedentes RN-Ar**
- **Sistema de Referencia Vertical Nacional 2016 (SRVN16)**
  - Características técnicas
  - Accesibilidad y productos
- **Integración regional en el ámbito SIRGAS**
  - Vinculaciones altimétricas internacionales
  - IHRF
- **Conclusiones**

# Antecedentes de la Red de Nivelación Argentina (**RN-Ar**)

Simposio SIRGAS 2020  
Cuarta sesión: Sistemas de altura

Instituto Geográfico Nacional  
República Argentina

No existía en la Argentina un **ajuste integral** de la red de nivelación.

Las alturas antiguas provenían de un ajuste de **desniveles geométricos**.

Los organismos internacionales vinculados con la Geodesia recomiendan el uso de alturas físicas (**números geopotenciales**).

Contribución con **SIRGAS** en la generación de un sistema altimétrico regional unificado basado en números geopotenciales.



Red de Nivelación Argentina

- **179** líneas de nivelación de Alta Precisión
  - ~ 27.300 km de nivelación.
- Se entregaron 2 ajustes diferentes:
  - Ortométrico
  - Geométrico → **Oficializado por el IGM**
- A partir de ese momento se ajustaron las nuevas líneas construidas y medidas a la malla original del año 1969 (~ 31.700 km)





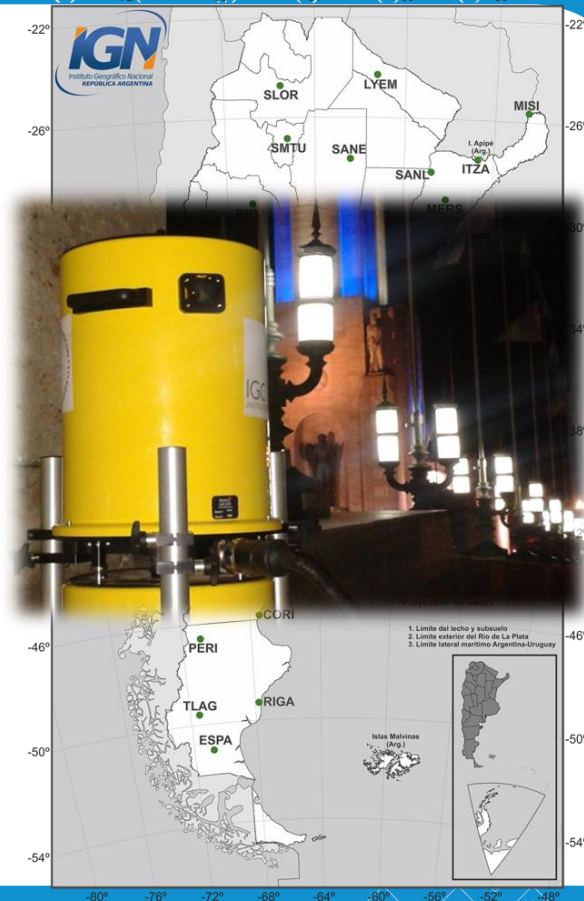
Red de Nivelación Argentina

- **393** líneas de nivelación de Alta Precisión
  - ~ 59.000 km de nivelación.
  - ~ 18.000 pilares
  - Valores gravimétricos (~ 83%)
- **230** puntos nodales
- 414 tramos de nivelación (considerando 243 nodos).
- **256** polígonos.





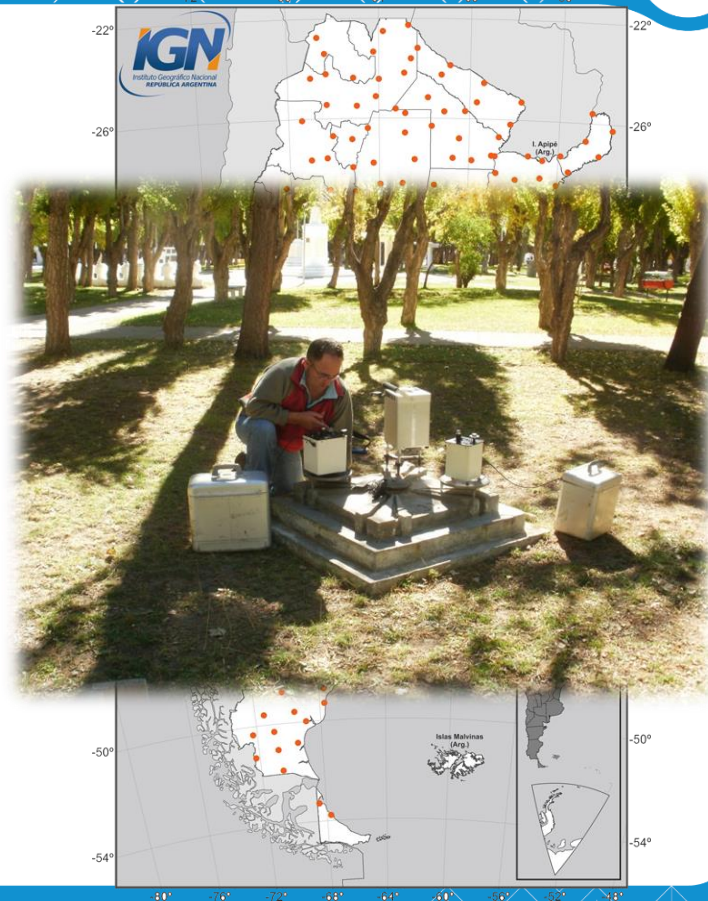
- Originalmente compuesta por **5 puntos** medidos en **1989-1991** por el *Institut für Erdmessung* (Instituto de Geodesia de la Universidad de Hannover)
- Medida entre **2014-2015** por el IGN en colaboración con el *Institut de recherche pour le développement* y la Universidad de São Paulo
- Se midieron **43 sitios** con 2 gravímetros absolutos **Micro-g LaCoste A-10**





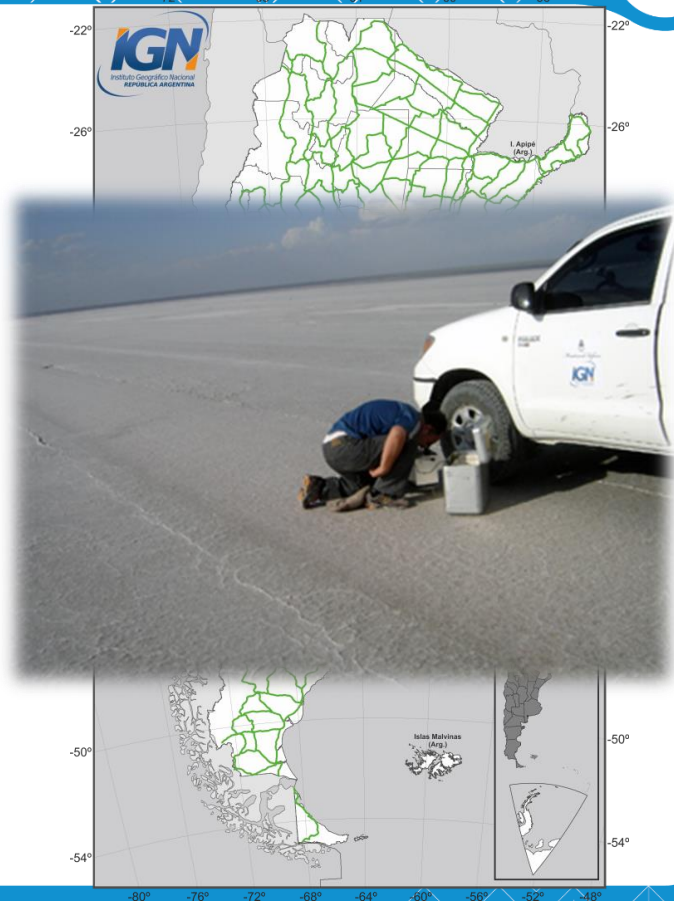


- Medida por el IGN entre **2012-2015** en colaboración con las Universidades Nacionales de Rosario, San Juan y La Plata
- Se midieron **230 sitios** con 5 gravímetros relativos:
  - 2 Scintrex CG-5
  - 3 LaCoste & Romberg model G





- Medida por el IGN entre **1950-2018** (y continua...)
- Compuesta por **>14.000 puntos**
- El reajuste de la red se inició en el año **2014** y los nuevos valores se oficializaron en **2017**



- Un número geopotencial ( $C_P$ ) es la diferencia en unidades de potencial ( $\text{m}^2\text{s}^{-2}$ ) entre la superficie geopotencial  $W_0$  (geoide) y la superficie geopotencial de interés ( $W_P$ ):

$$W_0 - W_P = C_P$$

- Para determinar el valor del número de geopotencial se aplica la siguiente fórmula:

$$C_P = \int_0^H g \, dh \quad \rightarrow \quad C_P = \sum_{i=1}^n \frac{g_i + g_{i+1}}{2} \delta h_i$$

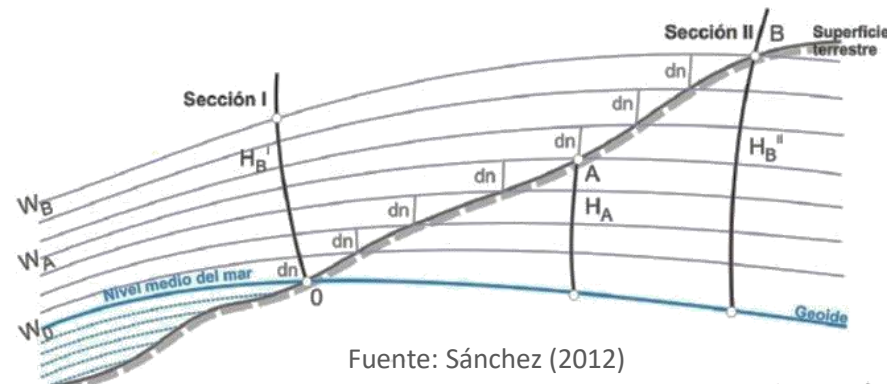
$$H = \frac{C}{g}$$

## Altura ortométrica de **Helmert** (1890)

- La altura ortométrica ( $H$ ) es la distancia medida a lo largo de la línea de la plomada (curva) desde el geoide ( $W_0$ ) hasta el punto de interés, y está dado por:

$$H = \frac{C}{\bar{g}} \rightarrow \bar{g} = \frac{1}{H} \int_0^H g(h) dh \rightarrow \bar{g} = g + 0.0424 H$$

$$H = \frac{C}{g + 0.0424 H}$$



Fuente: Sánchez (2012)

## Altura ortométrica de **Mader** (1954)

- Es posible considerar el efecto de la topografía del terreno sobre la placa de Bouguer, denominado corrección topográfica ( $C_T$ ) y expresado (Moritz, 1968):

$$C_T = \frac{G\rho}{2} \iint_{\sigma} \frac{(H - H_P)^2}{l^3} d\sigma$$

- Mader propone una altura ortométrica refinada que está dada por:

$$H = \frac{C}{g + 0.0424 H + \frac{C_T}{2}}$$

## Corrección topográfica – Método de **Bott** (1959)

- Modelo Digital de Elevaciones (MDE) → SRTM\_v4.1 (Jarvis et al., 2008)

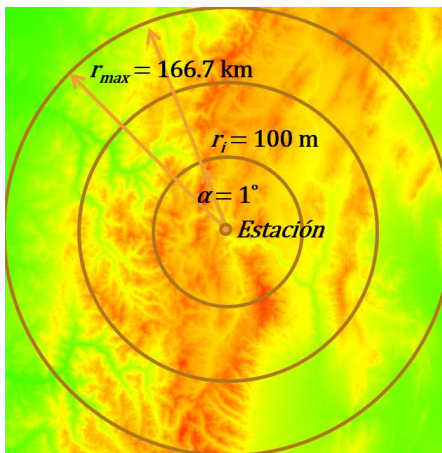
$$C_T = \sum_{i=0}^n \rho \frac{2\pi}{n} G \left( r_{i+1} - r_i + \sqrt{r_i^2 + \Delta h_i^2} - \sqrt{r_{i+1}^2 + \Delta h_i^2} \right)$$

□ Densidad →  $\rho = 2.67 \text{ [g cm}^{-3}\text{]}$ :

□ Paso angular →  $\alpha = \frac{2\pi}{n=360^\circ} = 1^\circ$

□ Paso lineal →  $r_i = 100 \text{ [m]}$

□ Radio máximo →  $r_{max} = 167 \text{ [km]}$



# Sistema de Referencia Vertical de la República Argentina (**SRVN16**)

Simposio SIRGAS 2020  
Cuarta sesión: Sistemas de altura

Instituto Geográfico Nacional  
República Argentina

### Digitalización de planillas de observación



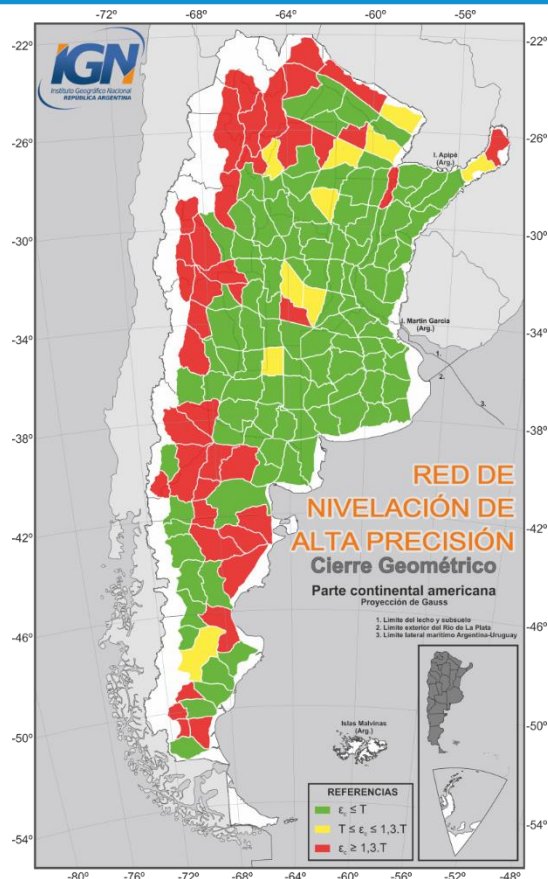


## Planillas de observación en formato digital

Línea N(393) - DESDE PF10N(391) - HASTA PASO JAMA  
Año de medición: 2012 - Operador: Ricardo Torres

| NÚMERO<br>DE PF | DESNIVELES |               |                |                 |              | DISTANCIAS |            |                |             |             | COORDENADAS |     |      |          |     |      |       | ESTADO<br>DEL<br>PUNTO<br>FIJO | GRAV.<br>[mgal] |
|-----------------|------------|---------------|----------------|-----------------|--------------|------------|------------|----------------|-------------|-------------|-------------|-----|------|----------|-----|------|-------|--------------------------------|-----------------|
|                 | IDA<br>[m] | VUELTA<br>[m] | IDA-VUE<br>[m] | PTO. DE<br>REF. | PROM.<br>[m] | IDA<br>[m] | VTA<br>[m] | IDA-VUE<br>[m] | PROM<br>[m] | SUMA<br>[m] | Latitud     |     |      | Longitud |     |      | PREC. |                                |                 |
|                 |            |               |                |                 |              |            |            |                |             |             | Grad        | Min | Seg  | Grad     | Min | Seg  |       |                                |                 |
| PF10N(391)      | 0.00000    | 0.00000       | 0.00000        | P               | 0.00000      | 0          | 0          | 0              | 0           | 0           | -23         | 36  | 11.3 | -66      | 46  | 18.5 | GPS   | S/N                            | 977706.55       |
| 1               | 31.11117   | -31.11571     | -0.00454       | P               | 31.11344     | 3033       | 3038       | -5             | 3035        | 3035        | -23         | 36  | 51.9 | -66      | 47  | 52.6 | GPS   | S/N                            | 977702.26       |
| 2               | 60.03972   | -60.04410     | -0.00438       | P               | 60.04191     | 5694       | 5695       | 0              | 5694        | 8729        | -23         | 37  | 36.9 | -66      | 50  | 50.8 | GPS   | S/N                            | 977691.19       |
| 3               | 64.49236   | -64.49532     | -0.00296       | P               | 64.49384     | 6476       | 6477       | -2             | 6477        | 15206       | -23         | 35  | 31.2 | -66      | 53  | 33.7 | GPS   | S/N                            | 977667.37       |
| 4               | 36.51286   | -36.51460     | -0.00174       | P               | 36.51373     | 6104       | 6102       | 2              | 6103        | 21309       | -23         | 32  | 48.9 | -66      | 55  | 26.0 | GPS   | S/N                            | 977650.71       |
| 5               | 3.78706    | -3.78406      | 0.00300        | P               | 3.78556      | 6082       | 6083       | -1             | 6083        | 27392       | -23         | 29  | 42.2 | -66      | 56  | 28.2 | GPS   | S/N                            | 977648.88       |
| 6               | 3.27787    | -3.27985      | -0.00198       | P               | 3.27886      | 6033       | 6032       | 1              | 6032        | 33424       | -23         | 26  | 33.8 | -66      | 57  | 8.9  | GPS   | S/N                            | 977643.18       |
| 7               | 6.73807    | -6.73581      | 0.00226        | P               | 6.73694      | 5789       | 5787       | 1              | 5788        | 39212       | -23         | 23  | 29.1 | -66      | 57  | 20.3 | GPS   | S/N                            | 977641.81       |
| 8               | -9.81077   | 9.80654       | -0.00423       | P               | -9.80866     | 6152       | 6149       | 3              | 6150        | 45362       | -23         | 20  | 28.9 | -66      | 58  | 48.1 | GPS   | S/N                            | 977636.78       |
| 9               | -26.31098  | 26.30990      | -0.00108       | P               | -26.31044    | 6455       | 6458       | -3             | 6457        | 51819       | -23         | 17  | 31.7 | -67      | 0   | 34.2 | GPS   | S/N                            | 977637.89       |
| 10              | -3.30268   | 3.30351       | 0.00083        | P               | -3.30310     | 5996       | 5991       | 5              | 5994        | 57813       | -23         | 14  | 29.8 | -67      | 0   | 47.1 | GPS   | S/N                            | 977634.67       |
| 11              | 185.91755  | -185.91527    | 0.00228        | P               | 185.91641    | 6059       | 6060       | -1             | 6060        | 63873       | -23         | 13  | 34.6 | -67      | 3   | 45.6 | GPS   | S/N                            | 977602.50       |

# Control de cierre de los polígonos



$$T[\text{mm}] = 3 \times \sqrt{L[\text{km}]}$$



$$\epsilon_c \leq T$$



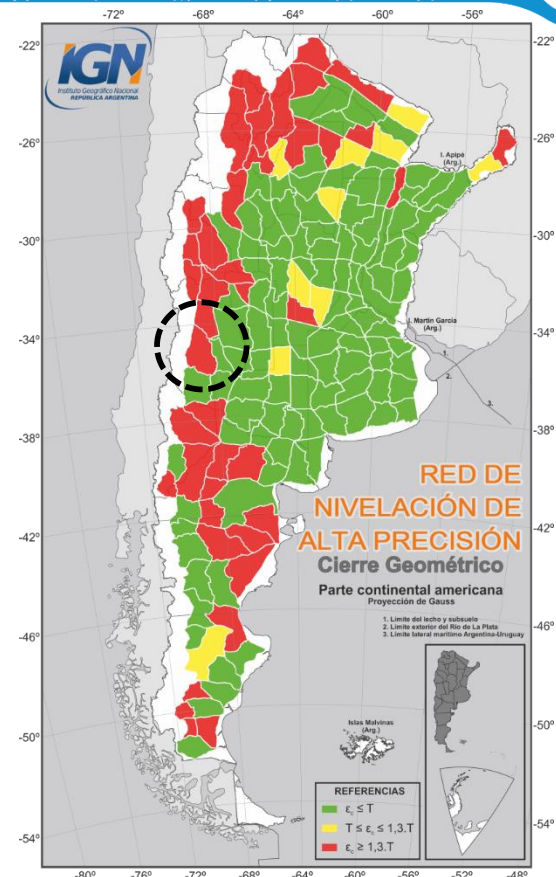
$$T < \epsilon_c \leq 1.3 T$$



$$\epsilon_c \geq 1.3 T$$

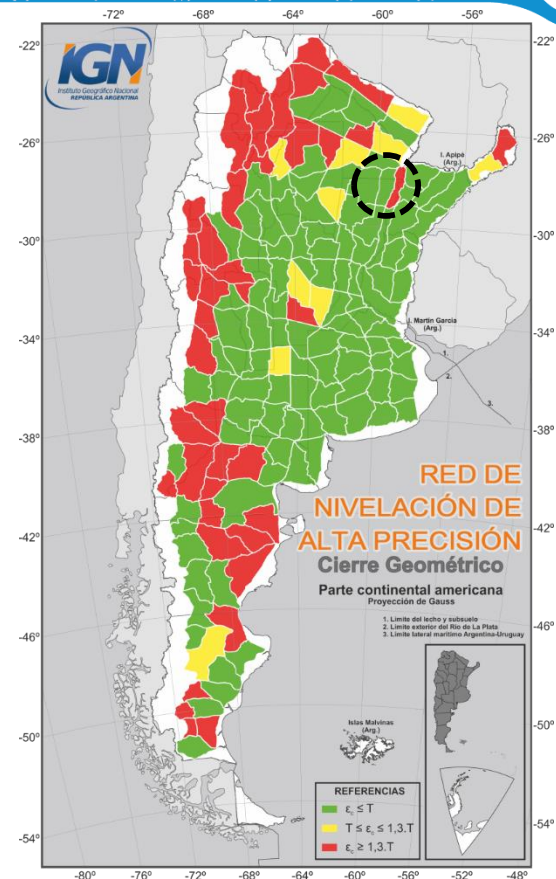
## Polígono 108 – Provincia de San Juan

| Línea           | Desde     | Hasta     | $\Delta H$ Geom [m] | $\Delta H$ Ortom [m] | Distancia [km] |
|-----------------|-----------|-----------|---------------------|----------------------|----------------|
| 349             | Nodal 153 | Nodal 145 | -719.059            | -719.094             | 132            |
| 322             | Nodal 145 | Nodal 163 | 526.913             | 526.952              | 159            |
| 345             | Nodal 163 | Nodal 181 | 659.421             | 659.329              | 60             |
| 348             | Nodal 181 | Nodal 153 | -467.176            | -467.195             | 135            |
| Cierre          |           |           | 0.099               | -0.008               | 486            |
| Máximo admitido |           |           | 0.066               |                      |                |



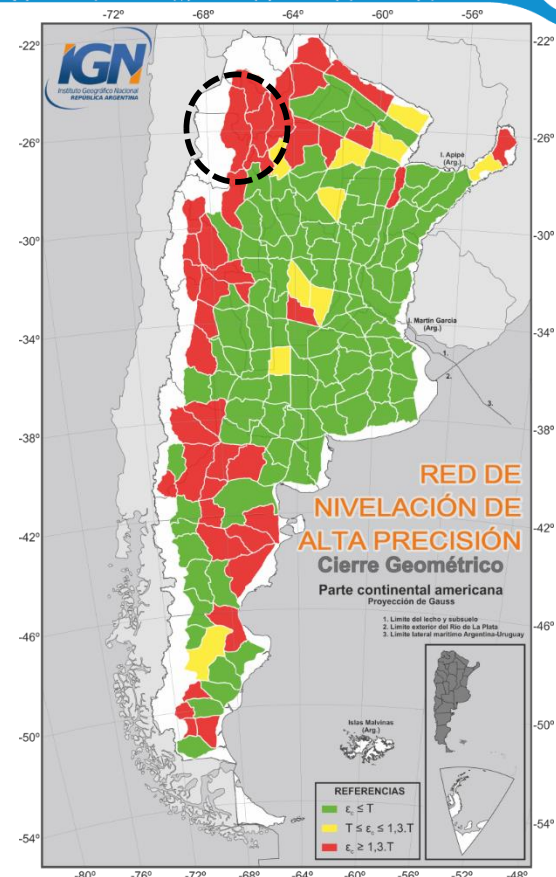
## Polígono 135 – Provincias de Santa Fe y Chaco

| Línea           | Desde     | Hasta     | $\Delta H$ Geom [m] | $\Delta H$ Ortom [m] | Distancia [km] |
|-----------------|-----------|-----------|---------------------|----------------------|----------------|
| 94              | Nodal 172 | Nodal 173 | -15.408             | -15.408              | 56             |
| 136             | Nodal 173 | Nodal 190 | 8.691               | 8.692                | 225            |
| 146             | Nodal 190 | Nodal 189 | 12.007              | 12.007               | 101            |
| 147             | Nodal 189 | Nodal 172 | -5.339              | -5.338               | 176            |
| Cierre          |           |           | -0.049              | -0.047               | 557            |
| Máximo admitido |           |           | 0.071               |                      |                |

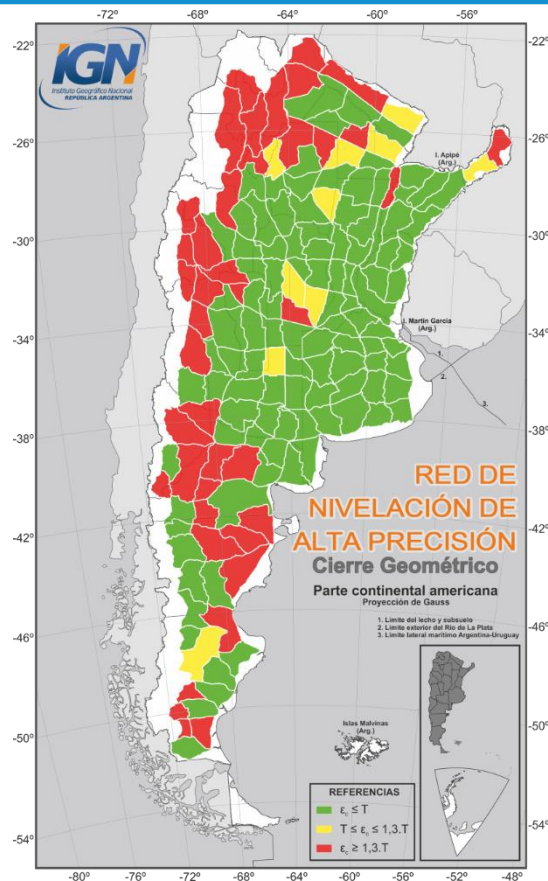


## Polígono 144 – Provincias de Catamarca y Salta

| Línea           | Desde      | Hasta      | $\Delta H$ Geom [m] | $\Delta H$ Ortom [m] | Distancia [km] |
|-----------------|------------|------------|---------------------|----------------------|----------------|
| 355             | Nodal 220  | Nodal 222  | 82.779              | 82.752               | 109            |
| 356             | Nodal 222  | PF89N(215) | -1647.979           | -1647.425            | 173            |
| 215             | PF89N(215) | Nodal 211  | -60.287             | -60.293              | 183            |
| 199             | Nodal 211  | Nodal 199  | -159.730            | -159.700             | 194            |
| 196             | Nodal 199  | Nodal 187  | -810.163            | -810.312             | 143            |
| 357             | Nodal 187  | Nodal 186  | 185.283             | 185.270              | 86             |
| 353             | Nodal 186  | Nodal 204  | 2109.904            | 2110.334             | 267            |
| 354             | Nodal 204  | Nodal 220  | 299.120             | 299.162              | 210            |
| Cierre          |            |            | -1.073              | -0.212               | 1200           |
| Máximo admitido |            |            | 0.104               |                      |                |



# Cierre de los polígonos (geométrico vs ortométrico)



$$T[\text{mm}] = 3 \times \sqrt{L[\text{km}]}$$



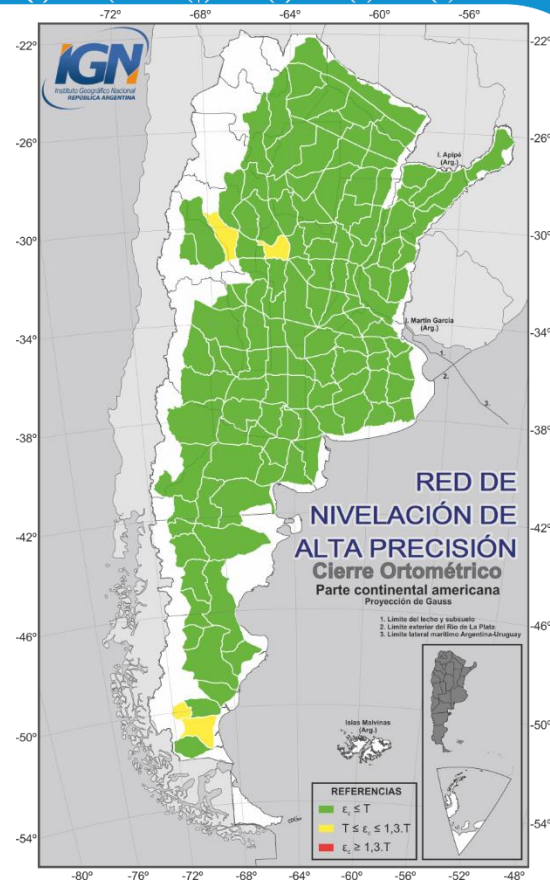
$$\epsilon_c \leq T$$



$$T < \epsilon_c \leq 1.3T$$



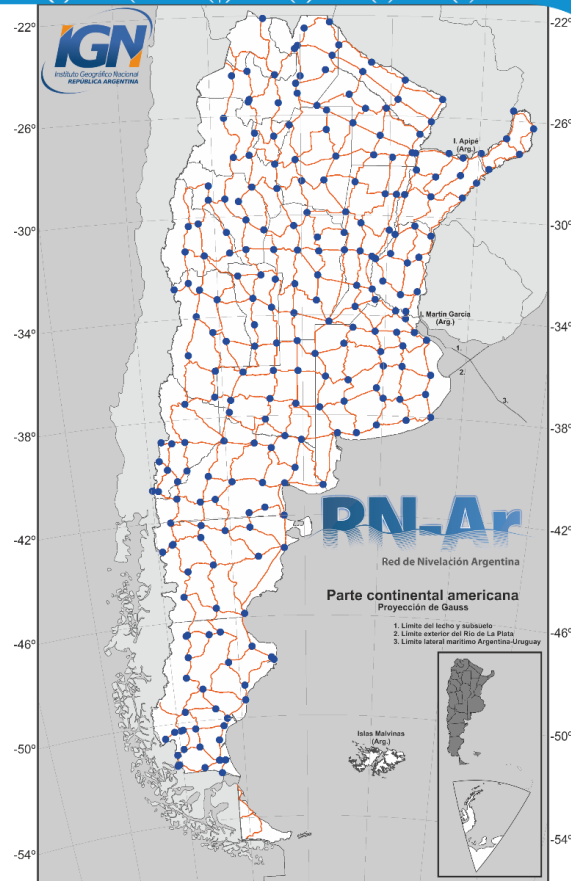
$$\epsilon_c \geq 1.3T$$





## Ajuste por el método de mínimos cuadrados

- **Red continental (ajuste principal)**
  - 362 desniveles geopotenciales
  - Punto fiducial → **NODAL 71**, Mar del Plata
  - $C_{\text{NODAL71}} = 121.649780 \text{ m}^2\text{s}^{-2} = 12.413 \text{ m}$
- **Red continental (ajuste secundario)**
  - 27 desniveles geopotenciales → fuera de tolerancia
  - 21 desniveles geopotenciales → líneas sin cierre
- **Isla Grande de Tierra del Fuego**
  - 4 desniveles geopotenciales
  - Punto fiducial → **PF1N(383)**, Ushuaia
  - $C_{\text{PF1N(383)}} = 38.427000 \text{ m}^2\text{s}^{-2} = 3.915 \text{ m}$



# Acceso a **SRVN16** y productos

Simposio SIRGAS 2020  
Cuarta sesión: Sistemas de altura

Instituto Geográfico Nacional  
República Argentina





The screenshot shows the IGN website interface. The top navigation bar includes the IGN logo, the text 'Argentina Ministerio de Defensa', and links for 'Nuestro Instituto', 'Nuestras Actividades', and 'Nuestros Servicios'. Social media icons for Facebook, Twitter, Instagram, YouTube, Email, and WhatsApp are also present.

The main content area is titled 'HERRAMIENTAS DE BÚSQUEDA'. It contains the following text:

A continuación se podrá acceder a las herramientas de búsqueda de pilares pertenecientes a la Red de Nivelación Argentina (RN-Ar).

Las alturas de los pilares pertenecientes a la RN-Ar son ortométricas (Mader, 1954) y materializan el nuevo Sistema Vertical de la República Argentina (SRVN16). En aquellos casos donde se requieran los valores de altura en el antiguo sistema SRVN71, se deberá enviar un correo electrónico a la siguiente dirección [hguagni@ign.gob.ar](mailto:hguagni@ign.gob.ar) (Ing. Agrim. Hernán Guagni).

The left sidebar contains a menu with the following items:

- INSTITUTO
  - Institucional
  - Representaciones Internacionales
  - Administración
  - Marco Legal
- ACTIVIDADES
  - Geodesia
    - Introducción
    - RAMSAC
    - RAMSAC-NTRIP
    - POSGAR 07
    - POSGAR 94
    - CPC-Ar
    - VEL-Ar
    - GEOIDE-Ar16
    - Red de Nivelación**
      - Introducción
      - Herramientas de búsqueda**
      - Mapa de la red

The main content area lists the following search tools:

- SECTOR
- PROXIMIDAD
- NOMENCLATURA DEL PUNTO
- CARTA TOPOGRÁFICA
- PROVINCIA, DEPARTAMENTO / PARTIDO
- LINEA

<https://www.ign.gob.ar/NuestrasActividades/Geodesia/Nivelacion/Busqueda>

**Argentina** Ministerio de Defensa

[Nuestro Instituto](#) [Nuestras Actividades](#) [Nuestros Servicios](#) [Facebook](#) [Twitter](#) [Instagram](#) [YouTube](#) [Email](#) [WhatsApp](#)

**INSTITUTO**  
Institucional  
Representaciones Internacionales  
Administración  
Marco Legal

**ACTIVIDADES**  
Geodesia  
Introducción  
RAMSAC  
RAMSAC-NTRIP  
POSGAR 07  
POSGAR 94  
CPC-Ar  
VEL-Ar  
GEOIDE-Ar16  
**Red de Nivelación**  
Introducción  
**Herramientas de búsqueda**  
Mapa de la red  
Escala y mareógrafos  
Consultas frecuentes  
Documentación técnica

## HERRAMIENTAS DE BÚSQUEDA

A continuación se podrá acceder a las herramientas de búsqueda de pilares pertenecientes a la Red de Nivelación Argentina (RN-Ar).

Las alturas de los pilares pertenecientes a la RN-Ar son ortométricas (Mader, 1954) y materializan el nuevo Sistema Vertical de la República Argentina (SRVN16). En aquellos casos donde se requieran los valores de altura en el antiguo sistema SRVN71, se deberá enviar un correo electrónico a la siguiente dirección [hguagni@ign.gov.ar](mailto:hguagni@ign.gov.ar) (Ing. Agrim. Hernán Guagni).

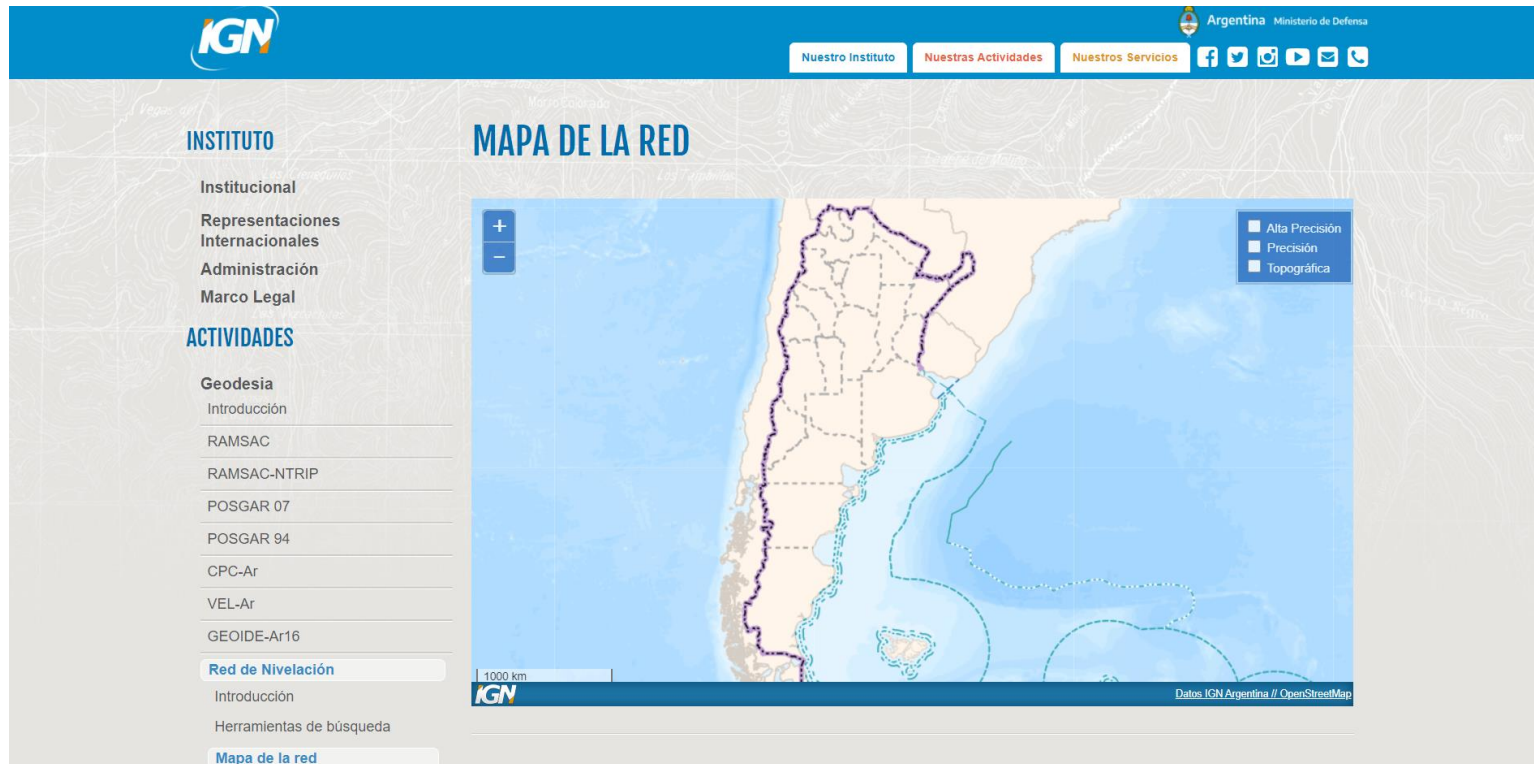
|            |                |                |       |      |        |                     |
|------------|----------------|----------------|-------|------|--------|---------------------|
| PF58N(123) | -39° 25' 14.0" | -65° 41' 40.6" | 500 m | 3212 | 183009 | <a href="#">Ver</a> |
| PF59N(123) | -39° 23' 44.9" | -65° 42' 15.3" | 500 m | 3335 | 186344 | <a href="#">Ver</a> |
| PF60N(123) | -39° 22' 07.3" | -65° 42' 42.8" | 15 m  | 3055 | 189399 | <a href="#">Ver</a> |
| PF61N(123) | -39° 20' 29.5" | -65° 43' 10.2" | 15 m  | 3118 | 192517 | <a href="#">Ver</a> |
| PF62N(123) | -39° 19' 02.8" | -65° 42' 10.4" | 15 m  | 3369 | 195886 | <a href="#">Ver</a> |
| PF63N(123) | -39° 17' 40.9" | -65° 41' 01.4" | 15 m  | 3176 | 199062 | <a href="#">Ver</a> |
| NODAL 60   | -39° 17' 49.4" | -65° 39' 25.4" | 500 m | 3407 | 202469 | <a href="#">Ver</a> |

[Exportar Excel](#) [Exportar Google Earth](#) [Exportar MapSource](#) [Exportar OziExplorer](#) [Exportar Shape](#)

[Volver a Buscar](#)

Filtros utilizados  
**Tipo Línea:** Alta Precisión  
**Número Línea:** 123  
**Ant. Ley de la Carta:** No

[Términos y Condiciones](#)



**IGN**

Argentina Ministerio de Defensa

Nuestro Instituto Nuestras Actividades Nuestros Servicios

**INSTITUTO**

- Institucional
- Representaciones Internacionales
- Administración
- Marco Legal

**ACTIVIDADES**

- Geodesia
  - Introducción
  - RAMSAC
  - RAMSAC-NTRIP
  - POSGAR 07
  - POSGAR 94
  - CPC-Ar
  - VEL-Ar
  - GEOIDE-Ar16
  - Red de Nivelación**
    - Introducción
    - Herramientas de búsqueda
    - Mapa de la red**

**MAPA DE LA RED**

1000 km

Alta Precisión  
Precisión  
Topográfica

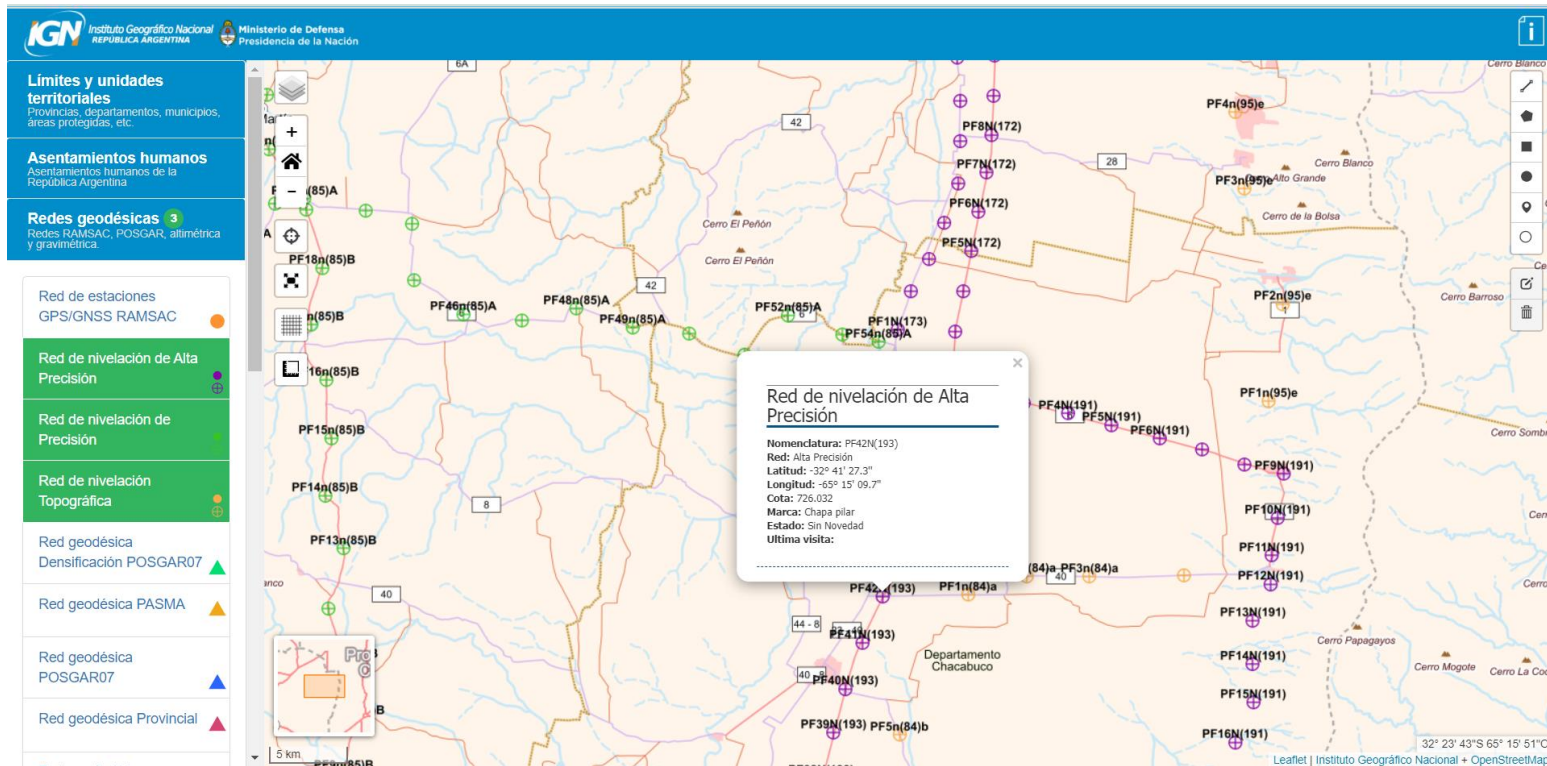
Datos IGN Argentina // OpenStreetMap

<https://www.ign.gov.ar/NuestrasActividades/Geodesia/Nivelacion/Mapa>



<http://mapa.ign.gov.ar/>



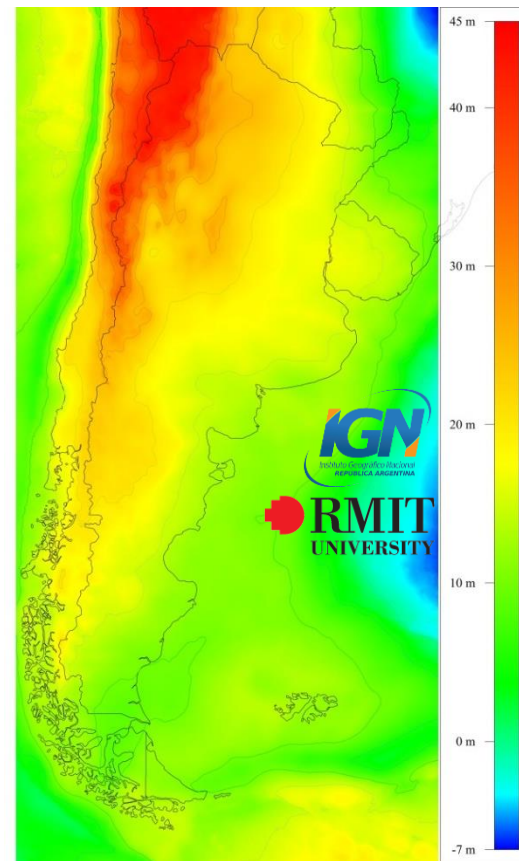


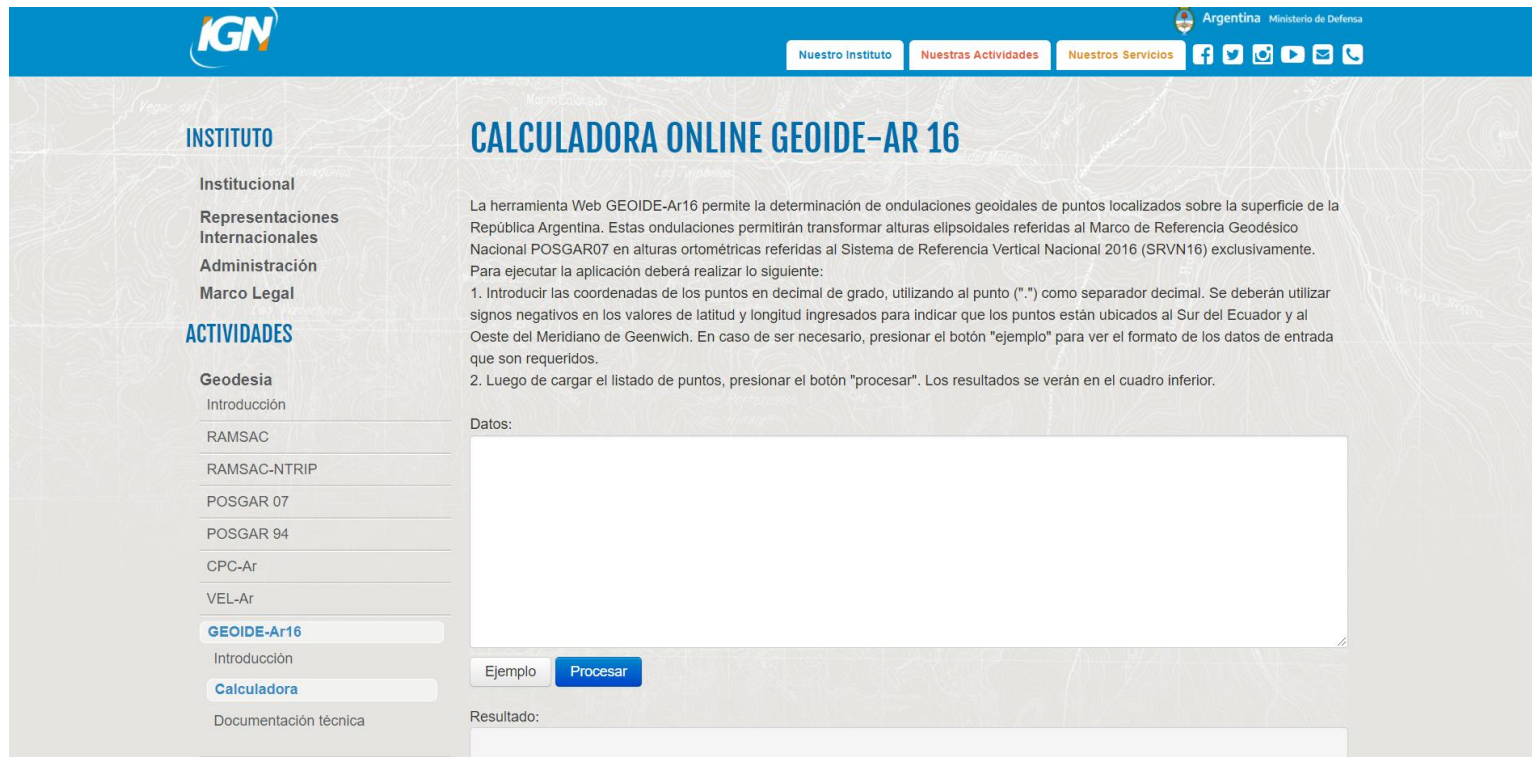
<http://mapa.ign.gob.ar/>

# GEOIDE-Ar16

Modelo de Geoide Argentino

- Publicado en el año **2017**
- Relaciona alturas elip. referidas al marco **POSGAR 07** en alturas ortom. referidas al sistema **SRVN16**
- Determinado a partir de la **técnica RCR** en el esquema **Helmert-Stokes**
  - GGM → GOCO05S
  - ~**650.000 observaciones gravimétricas**
  - Modelo gravimétrico DTU13
- Se continúan realizando mediciones **GNSS y gravimétricas** para mejorar las futuras versiones del geoide argentino
- Es el modelo de geoide gravimétrico de la República Argentina **más preciso hasta el momento**





The screenshot shows the IGN website with a blue header. The header includes the IGN logo, the text 'Argentina Ministerio de Defensa', and navigation links: 'Nuestro Instituto', 'Nuestras Actividades', and 'Nuestros Servicios'. There are also social media icons for Facebook, Twitter, Instagram, YouTube, and Telegram.

**INSTITUTO**

- Institucional
- Representaciones Internacionales
- Administración
- Marco Legal

**ACTIVIDADES**

- Geodesia
  - Introducción
  - RAMSAC
  - RAMSAC-NTRIP
  - POSGAR 07
  - POSGAR 94
  - CPC-Ar
  - VEL-Ar
  - GEOIDE-Ar16**
    - Introducción
    - Calculadora**
    - Documentación técnica

**CALCULADORA ONLINE GEOIDE-AR 16**

La herramienta Web GEOIDE-Ar16 permite la determinación de ondulaciones geoidales de puntos localizados sobre la superficie de la República Argentina. Estas ondulaciones permitirán transformar alturas elipsoidales referidas al Marco de Referencia Geodésico Nacional POSGAR07 en alturas ortométricas referidas al Sistema de Referencia Vertical Nacional 2016 (SRVN16) exclusivamente. Para ejecutar la aplicación deberá realizar lo siguiente:

1. Introducir las coordenadas de los puntos en decimal de grado, utilizando al punto (".") como separador decimal. Se deberán utilizar signos negativos en los valores de latitud y longitud ingresados para indicar que los puntos están ubicados al Sur del Ecuador y al Oeste del Meridiano de Geenwich. En caso de ser necesario, presionar el botón "ejemplo" para ver el formato de los datos de entrada que son requeridos.
2. Luego de cargar el listado de puntos, presionar el botón "procesar". Los resultados se verán en el cuadro inferior.

Datos:

Ejemplo Procesar

Resultado:

<https://www.ign.gob.ar/NuestrasActividades/Geodesia/Geoide-Ar16/calculadora>



The screenshot shows the IGN Argentina website. The header includes the IGN logo, the text 'Argentina Ministerio de Defensa', and navigation links: 'Nuestro Instituto', 'Nuestras Actividades', and 'Nuestros Servicios'. Social media icons for Facebook, Twitter, Instagram, YouTube, and Telegram are also present.

The main content area is titled 'DOCUMENTACIÓN TÉCNICA' and is set against a topographic map background. It features a left sidebar with a navigation menu and a main content area with two sections:

**INSTITUTO**

- Institucional
- Representaciones Internacionales
- Administración
- Marco Legal

**ACTIVIDADES**

- Geodesia
  - Introducción
  - RAMSAC
  - RAMSAC-NTRIP
  - POSGAR 07
  - POSGAR 94
  - CPC-Ar
  - VEL-Ar
  - GEOIDE-Ar16**
    - Introducción
    - Calculadora
    - Documentación técnica

**USO DE GEOIDE-AR16 EN PROGRAMAS Y CONTROLADORAS**

- Instructivo para utilizar GEOIDE-Ar16 en el programa TBC
- Instructivo para utilizar GEOIDE-Ar16 en controladoras Trimble
- Instructivo para utilizar GEOIDE-Ar16 en el programa Topcon Magnet Tools
- Instructivo para utilizar GEOIDE-Ar16 en controladoras Topcon

**GRILLA DEL MODELO GEOIDE-AR16**

- GEOIDE-Ar16.ggf (Trimble)
- GEOIDE-Ar16.gff (Topcon)
- GEOIDE-Ar16.img (Erdas Imagine)
- GEOIDE-Ar16.gri

<https://www.ign.gob.ar/NuestrasActividades/Geodesia/Geoide-Ar16/DocumentacionTecnica>



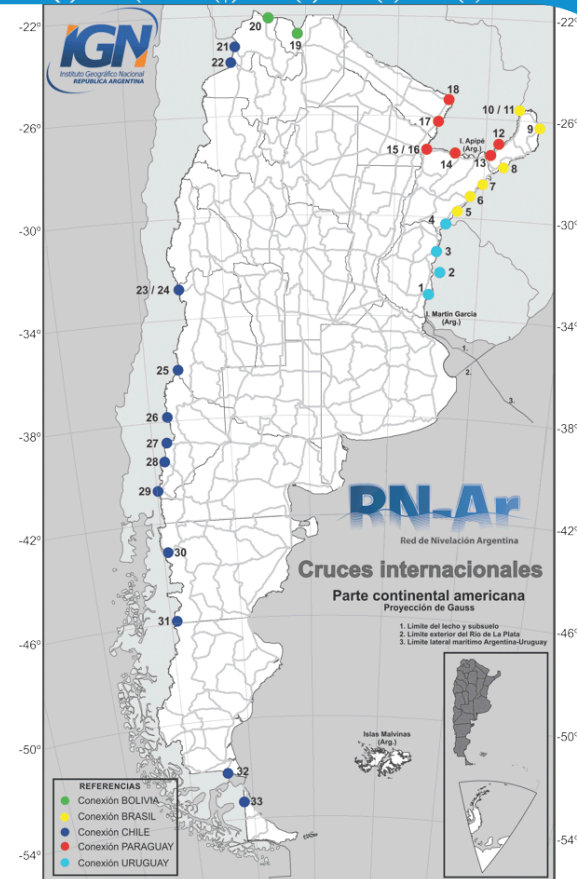
# Integración regional en el ámbito **SIRGAS**

Simposio SIRGAS 2020  
Cuarta sesión: Sistemas de altura

Instituto Geográfico Nacional  
República Argentina

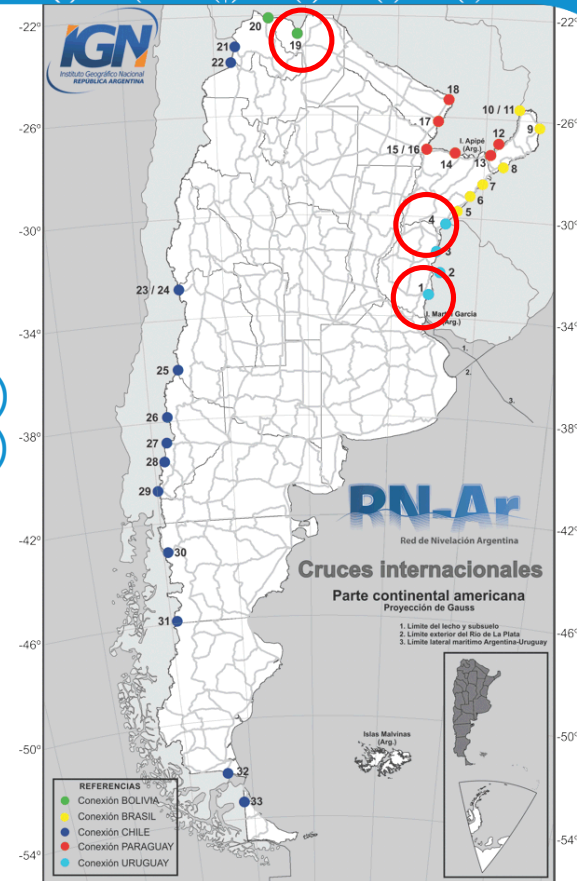
## Conexiones altimétricas internacionales

- **33 vinculaciones altimétricas**
  - Bolivia (2)
  - Brasil (6)
  - Chile (12)
  - Paraguay (5)
  - Uruguay (4)



## Conexiones altimétricas internacionales

- **Bolivia**
  - Aguas Blancas (29/10/2018)
- **Uruguay**
  - Monte Caseros (Ar) – Bella Unión (Ur). (26/11/2018)
  - Gualeguaychú (Ar) – Fray Bentos (Ur). (30/11/2018)





[Nuestro Instituto](#)[Nuestras Actividades](#)[Nuestros Servicios](#)



## INSTITUTO

- Institucional
- Representaciones Internacionales
- Administración
- Marco Legal

## ACTIVIDADES

- Geodesia
- Cartografía
- Información Geoespacial
- Sensores remotos
- Geografía
- I+D

## SERVICIOS

- Servicios Web de Mapas
- Publicaciones
- Capacitación
- Museo Geográfico
- Biblioteca

## VINCULACIONES ALTIMÉTRICAS INTERNACIONALES

Comúnmente, el **origen vertical** (o *datum* vertical) de las redes altimétricas (o redes de nivelación), que materializan el sistema de referencia vertical de cada País, se define mediante observaciones del nivel del mar utilizando mareógrafos para determinar el nivel medio del mar para cierto periodo de tiempo. Debido a diversos factores locales del sitio donde se encuentran los mareógrafos de referencia (tales como la topografía del mar, las mareas, las corrientes oceánicas y la salinidad del agua) la diferencia de altura entre los niveles medios del mar definidos puede alcanzar los 2 metros, y por lo tanto, este factor atenta contra la integración regional de las redes de nivelación.

Para el caso de la **República Argentina**, el origen vertical de la **Red de Nivelación Nacional (RN-Ar)** fue definido a partir de una serie de observaciones realizadas con un mareógrafo localizado en el Puerto de Mar del Plata durante la década de 1920. Asimismo, los países limítrofes han realizado procedimientos similares para definir el origen vertical de sus redes altimétricas.

Con respecto al origen vertical de la red de nivelación de la **República Oriental del Uruguay**, denominado "cero Wharton", el mismo fue establecido mediante un Decreto firmado en el 20 de marzo de 1948 y determinado a partir de una serie de observaciones del nivel del mar realizadas mediante un mareógrafo en el Puerto de Montevideo.

Para el caso de la **República Federativa del Brasil**, el origen vertical de la red de nivelación fue definido en el año 1958 y determinado a partir de una serie de observaciones del nivel del mar realizadas mediante un mareógrafo en el Puerto de Imbituba, localidad del estado de Santa Catarina.

Con respecto al origen vertical de la **República de Chile**, debido a su compleja geografía y gran extensión a lo largo de la costa pacífica, se han establecido seis orígenes verticales a partir de observaciones mareográficas en los puertos Arica, Antofagasta, Valparaíso, Talcahuano, Puerto Montt y Punta Arenas.

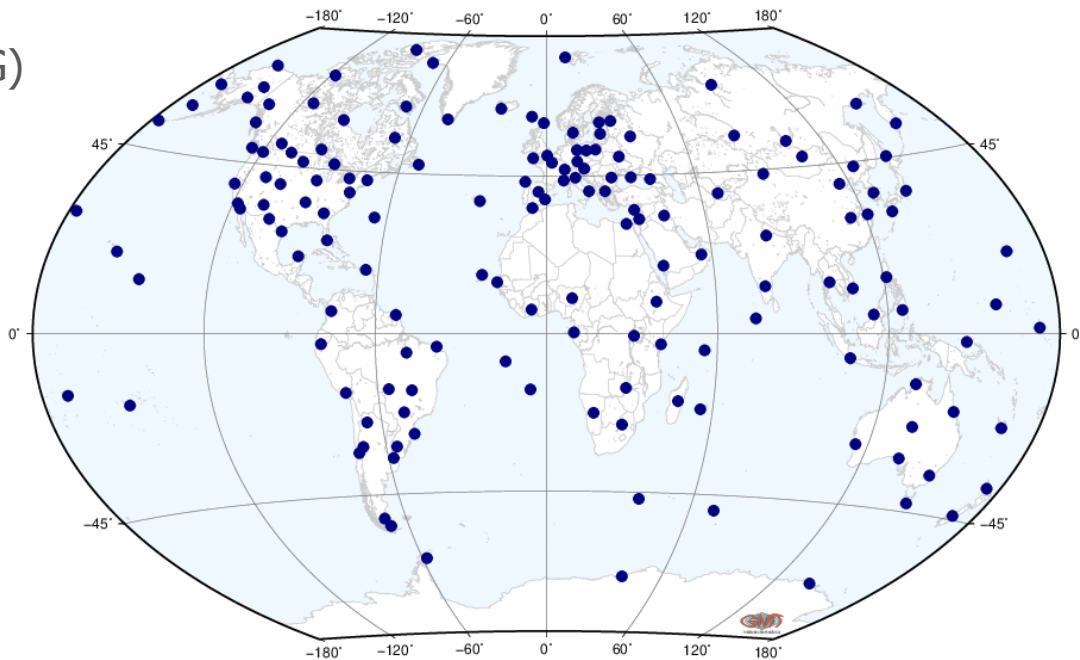
Para el caso de la **República Plurinacional de Bolivia**, debido a que este País no cuenta con una salida al océano, el origen vertical de la red de nivelación fue determinado a partir de observaciones del nivel del mar realizados mediante un mareógrafo en el Puerto de Arica, República de Chile.

Por último, con respecto al origen vertical de la **República del Paraguay**, actualmente no se cuenta con información oficial acerca del

Sitio Web en construcción

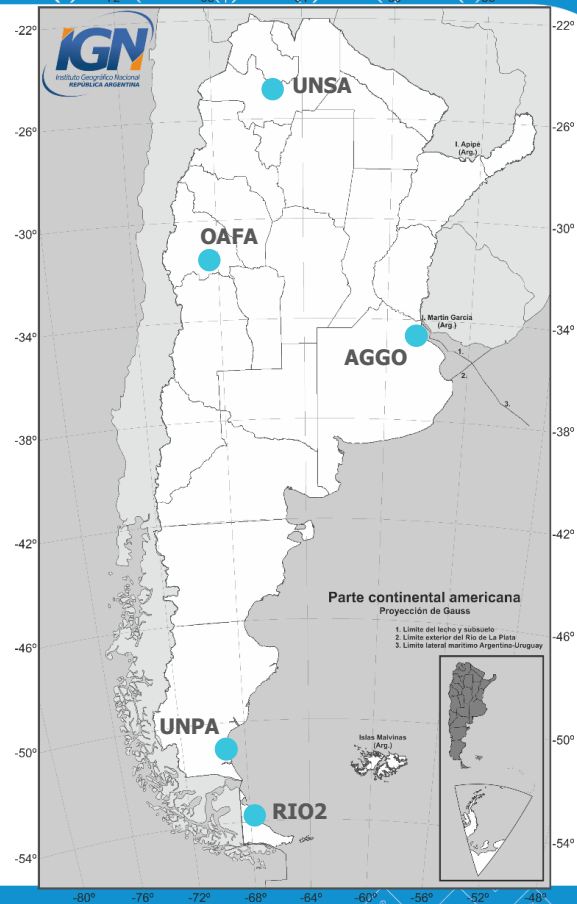
## Propuesta de Argentina para IHRF

- **5 estaciones**
  - **AGGO** (VLBI, SLR, GNSS, FG5, SG)
  - **OAFA** (SLR, DORIS, GNSS)
  - **RIO2** (DORIS, GNSS)
  - **UNPA** (GNSS)
  - **UNSA** (GNSS)



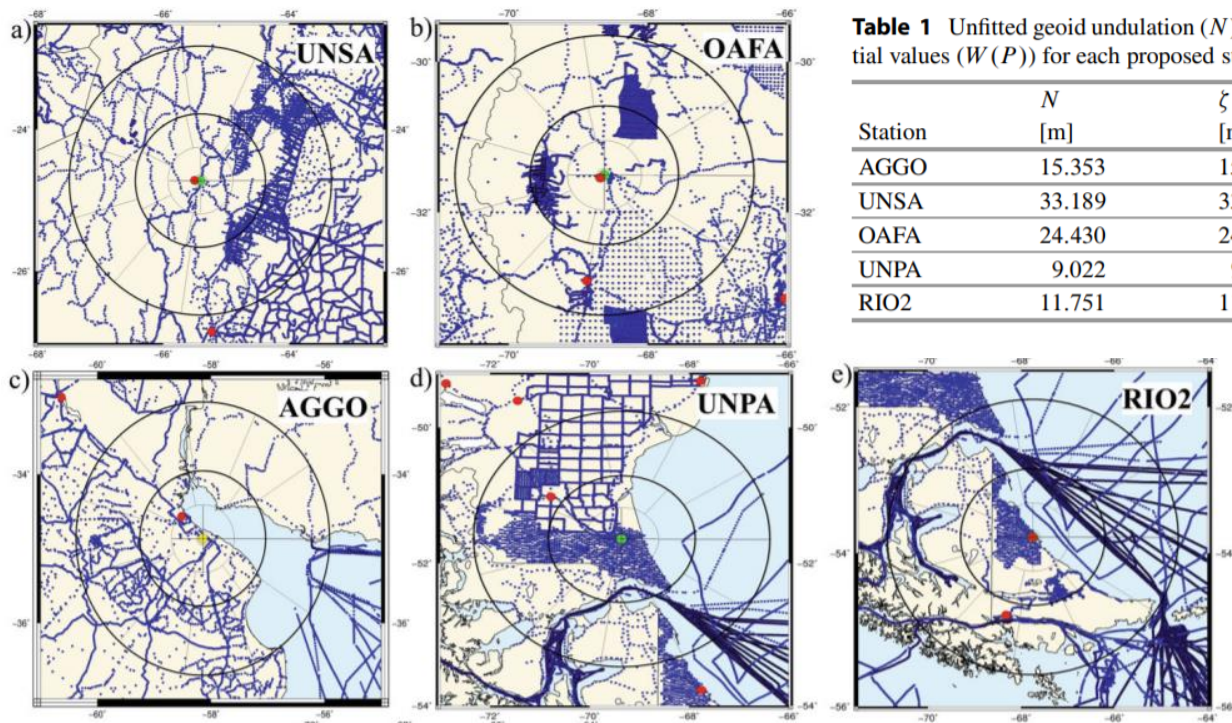
## Propuesta de Argentina para IHRF

- **5 estaciones**
  - **AGGO** (VLBI, SLR, GNSS, FG5, SG)
  - **OAFA** (SLR, DORIS, GNSS)
  - **RIO2** (DORIS, GNSS)
  - **UNPA** (GNSS)
  - **UNSA** (GNSS)





Claudia Tocho , Ezequiel Antokoletz, Diego Piñón (2020)



**Table 1** Unfitted geoid undulation ( $N$ ), height anomaly ( $\zeta$ ) and potential values ( $W(P)$ ) for each proposed station applying Eq. (7)

| Station | $N$<br>[m] | $\zeta$<br>[m] | $W(P)$<br>[m <sup>2</sup> s <sup>-2</sup> ] |
|---------|------------|----------------|---------------------------------------------|
| AGGO    | 15.353     | 15.352         | 62636622.44                                 |
| UNSA    | 33.189     | 33.413         | 62624879.30                                 |
| OAFA    | 24.430     | 24.535         | 62629978.70                                 |
| UNPA    | 9.022      | 9.022          | 62636607.04                                 |
| RIO2    | 11.751     | 11.751         | 62636662.28                                 |



## Towards the Realization of the International Height Reference Frame (IHRF) in Argentina

Claudia Noemi Tocho, Ezequiel Dario Antokoletz,  
and Diego Alejandro Piñón

### Abstract

This paper describes a practical implementation of the International Height Reference System (IHRF) in Argentina. The contribution deals with the determination of potential values  $W(P)$  at five Argentinean stations proposed to be included in the reference network of the International Height Reference Frame (IHRF). All sites are materialized with GNSS stations of the Argentine continuous satellite monitoring network and most of them are included in the SIRGAS Continuously Operating Network. Not all the stations are connected to the National Vertical Reference System 2016 and most of them are near to an absolute gravity station measured with an A10 gravimeter.

This paper also discusses the approach for the computation of  $W(P)$  at the IHRF stations using the Argentinean geoid model GEOIDE-Ar 16 developed by the Instituto Geográfico Nacional, Argentina together with the Royal Melbourne Institute of Technology (RMIT) University, Australia using the remove-compute-restore technique and the GOCO05s satellite-only Global Gravity Model. Then, geoid undulations ( $N$ ) were transformed to height anomalies ( $\zeta$ ) in order to infer  $W(P)$  at the stations located on the Earth's surface. The transformation from  $N$  to  $\zeta$  must be consistent with the hypothesis used for the geoid determination. Special emphasis is made on the standards, conventions and constants applied.

### Keywords

Argentinean stations to the IHRF reference network · GEOIDE-Ar 16 · International

<http://ign.gob.ar/content/hacia-la-realizaci%C3%B3n-del-marco-internacional-de-referencia-de-altura-ihrf-en-argentina>

### Tercer taller SIRGAS GT-III 2015 (Curitiba, Brasil)



### Cuarto taller SIRGAS GT-III 2016 (Quito, Ecuador)





### Sexto taller SIRGAS GT-III 2018 (Aguascalientes, México)



# Conclusiones

Simposio SIRGAS 2020  
Cuarta sesión: Sistemas de altura

Instituto Geográfico Nacional  
República Argentina

- Se ha determinado un nuevo Sistema de Referencia Vertical para la República Argentina basado en números geopotenciales, de acuerdo a las recomendaciones internacionales.
- Se han adoptado alturas ortométricas (Mader, 1954) para los puntos de la Red de Nivelación Argentina (**RN-Ar**).
- Se ha determinado un modelo de geoide gravimétrico para la República Argentina.
- De acuerdo a los resultados obtenidos, GEOIDE-Ar16 es el modelo más preciso para la Argentina (del que se dispone actualmente).







GEOGRAFÍA



PUNTOS DE VISTA



CARTA TOPOGRÁFICA



GRACIAS POR SU ATENCIÓN  
¿PREGUNTAS?



GEODESIA

Ing. Agrim. Hernán J. Guagni  
[hguagni@ign.gob.ar](mailto:hguagni@ign.gob.ar)



RELACIONES INSTITUCIONALES