

Universidad Nacional de Rosario
Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura



Tesis Doctoral

**Medición y cálculo de la Red Gravimétrica Nacional
RED ARGENTINA DE GRAVEDAD ABSOLUTA**

Eduardo Andrés Lauría

Directora: Dra. Silvia Miranda

Co-Directora: Dra. María Cristina Pacino

Miembros del Jurado:

Tesis presentada en la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, en cumplimiento parcial de los requisitos para optar al título de

Doctor en Ingeniería

Septiembre de 2017

Certifico que el trabajo incluido en esta tesis es el resultado de tareas de investigación originales y que no ha sido presentado para optar a un título de postgrado en ninguna otra Universidad o Institución.

Eduardo Andrés Lauría

Para mis Nietos: Augusto, Santino y Violeta

RESUMEN

Medición y cálculo de la Red Gravimétrica Nacional RED ARGENTINA DE GRAVEDAD ABSOLUTA (RAGA)

por Eduardo Andrés Lauría

La historia de la actividad gravimétrica en nuestro País está íntimamente vinculada al instituto Geográfico Nacional en tanto el mismo asume por Ley la responsabilidad de la instalación y mantenimiento de las Redes Geodésicas Nacionales (Ley 22963, 1983)

No obstante ello, han sido numerosas las instituciones científicas y educativas que han participado desde el mismo inicio de las tareas en esta especialidad, colaborando con el Organismo, no sólo en su establecimiento sino también en la planificación de las redes, atento a las necesidades de la comunidad en general y la ciencia en particular.

Los avances provenientes de la tecnología satelital y la explosión informática, fueron acompañados en el ámbito de la Geodesia por exigencias de precisión cada vez mayores. Si en su definición clásica, entendemos a la Geodesia como la ciencia que se ocupa de determinar la forma y dimensiones de la Tierra, deberíamos convenir que una definición moderna debería incluir la referencia a una determinación “precisa”.

Alcanzar tales precisiones requiere de un Marco de Referencia acorde a la época actual, definido con instrumental y procedimientos que se ajusten a los estándares internacionales vigentes y en capacidad de dar respuesta a los cada vez más exigentes requerimientos de la ciencia y su aplicación práctica.

La Red Gravimétrica Nacional de Orden Cero debe materializar ese Marco moderno y preciso, y será necesario que esa estructura de base sobre la cual se

comientan las demás Redes, responda con solidez a las más altas exigencias de calidad.

Lamentablemente nuestro País contaba al inicio del presente trabajo con apenas cinco puntos de gravedad absoluta medidos hace más de 30 años.

La posibilidad de transformar esos puntos escasos y dispersos en una Red moderna, sólida y confiable constituyó la motivación fundamental del Proyecto sobre el cual se fundamenta esta Tesis Doctoral.

ABSTRACT

Measurement, and calculation of the National Gravimetric Network – ARGENTINE ABSOLUTE GRAVITY NETWORK (RAGA)

by Eduardo Lauría

The history of gravimetric activity in our country is intimately linked to the National Geographic Institute, since it is responsible by law for installation and maintenance of the National Geodesic Nets (Argentinian Law 22963, 1983).

Nevertheless, a large number of scientific and academic institutions has been involved in this task since its beginning, in collaboration with said Institute, not only in the establishment of the nets but also in their planning, tending to the necessities of the general community and to science in particular.

The advances in satellite technology and the explosion in computer science paired with demands of higher precision in Geodesy. If in its classical definition we understand Geodesy as the science which determines the Earth's shape and dimensions, we should agree to a modern definition which includes a reference to a 'precise' determination.

Reaching such precisions requires a Frame of Reference which is in accordance with the current times, and which is defined with instruments and procedures which adjust to the current international standards and is in capacity of responding to the rising demands of science and its practical applications.

The National Gravimetric Zero Order Network must produce this modern and precise Frame, and a solid response to the highest quality demands is needed from this base structure upon which the rest of the nets are built.

Unfortunately, our country only had five points of absolute gravity, which had been measured over 30 years ago, when this project started. The fundamental motivation for the Project upon which this Doctoral Thesis is built is the possibility of transforming this scarce and disperse amount of points into a reliable, solid and modern Network.

AGRADECIMIENTOS

El autor desea expresar su más sincero agradecimiento al Presidente del Instituto Geográfico Nacional, Agrimensor Sergio Rubén Cimbaro por su permanente predisposición y compromiso para con el Proyecto y al Director de Geodesia, Agrimensor Diego Piñón por su estrecha y eficaz colaboración. A través suyo hago extensivo mi reconocimiento a todo el personal del área de Geodesia del IGN quienes han constituido el pilar fundamental sobre el cual he logrado llevar adelante el trabajo. En este marco debo mencionar muy especialmente mi gratitud para con el Suboficial Mayor Diego Denett, Técnico del Servicio Geográfico y Jefe de las comisiones de campo cuya participación, empeño, esfuerzo y dedicación profesional me facilitaron permanentemente todas las tareas.

A las Universidades Nacionales de San Juan, La Plata, Rosario, Buenos Aires y Tucumán, las cuales a través de sus investigadores y científicos han mantenido permanente contacto con el desarrollo del Proyecto, colaborando con iniciativas, consejos e intercambios de opiniones que me han servido para enriquecerme profesionalmente y superar los obstáculos que fueron surgiendo.

Debo expresar también mi enorme agradecimiento a las autoridades de la Universidad de San Pablo y del Instituto Brasileño de Geografía y Estadística, no sólo por la colaboración brindada al proyecto a través de la participación con sus equipos, sino fundamentalmente por la calidad profesional y humana de sus técnicos quienes nos acompañaron y participaron eficientemente en todas nuestras campañas.

En el marco internacional, debo mencionar también mi gratitud para con los Doctores Sylvain Bombalot y Germinal Gabalda del Instituto de Investigación para el Desarrollo (IRD) del Bureau Gravimétrico Internacional

por su participación en el Proyecto y muy especialmente por el asesoramiento y los valiosos intercambios de opiniones que me han permitido asegurar la calidad del trabajo.

Mi eterno agradecimiento a mi amada esposa Adriana por su compañía, colaboración, infinita paciencia , enriquecedores consejos de cada momento y a mis hijas Cielo, Julieta y Dulce por incentivar me y “empujarme” cada día con todas su fuerzas y todo su cariño para llevar adelante el trabajo.

TABLA DE CONTENIDOS

Resumen	ii
Abstract	iv
Agradecimientos	vi
Tabla de Contenidos	1
Lista de figuras	4
Lista de tablas	5
Capítulo 1	6
Introducción	6
1.1 Evolución histórica de las mediciones gravimétricas en la República Argentina	7
1.1.1 Antecedentes – Primeras mediciones	8
1.1.2 Red BACARA	11
1.1.3 Red IGSN71	12
1.2 Fundamentos del trabajo	14
1.3 Objetivos	15
1.3.1 Objetivos Específicos	15
1.4 Esquema de Presentación	16
Capítulo 2	18
Fundamentos de la gravimetría	18
2.1 Tipos de trabajos gravimétricos	20
2.2 Redes Gravimétricas	21
2.2.1 Redes Mundiales	21
2.2.2 Redes Regionales	22
2.2.3 Redes Nacionales	22
2.3 Instrumental Gravimétrico	23
2.3.1 Gravímetros Absolutos	23
2.3.1.1 Funcionamiento esquemático	26
2.3.1.2 Ecuación de Observación	27
2.3.2 Gravímetros Relativos	30
2.3.2.1 Gravímetro Lacoste&Romberg.	30
2.3.2.2 Gravímetro Scintrex CG5	32
2.4 Técnicas de observación	34
2.4.1 Gravimetría Absoluta	34
2.4.2 Gravimetría Relativa	36
2.5 Reducción de las observaciones	39

2.6	Anomalías Gravimétricas	42
2.6.1	Anomalía de Aire Libre	43
2.6.2	Anomalía de Bouguer	44
2.6.3	Anomalía Isostática	46
Capítulo 3		48
	Redes Gravimétricas Nacionales	48
3.1	Puntos de Gravedad Absoluta	48
3.2	Red Gravimétrica de 1er Orden	49
3.3	Antigua Red Gravimétrica de Primer Orden (red BACARA)	50
3.4	Redes Gravimétricas de 2do y 3er Orden	52
Capítulo 4		55
	Red Argentina de Gravedad Absoluta	55
4.1	Motivaciones y fundamentos	55
4.2	Planificación	56
4.2.1	Factores considerados	56
4.2.2	Clasificación de los puntos	58
4.2.3	Primera propuesta de análisis	60
4.2.3.1	Información de base	61
4.2.4	Análisis y Clasificación	67
4.3	Reconocimientos previos	70
4.3.1	Informes de Reconocimiento	71
4.3.1.1	Zona Norte	71
4.3.1.2	Zona Sur	74
4.4	Plan de Campaña	77
4.4.1	Zona Norte	77
4.4.2	Zona Sur	78
4.4.3	Zona Sísmica	79
4.4.4	RAGA 2016	80
4.5	Acuerdos e instrumental	81
4.6	Mediciones y resultados	82
4.6.1	RAGA Norte	82
4.6.2	RAGA Sur	158
4.6.3	RAGA Sísmica	191
4.6.4	RAGA 2016	211
4.7	Procesamiento y resultados finales	245
4.7.1	Acerca del software de procesamiento	245
4.7.2	Determinación de gradientes	247
4.7.3	Resultados Finales	251

4.8	Oficialización de la Red	254
Capítulo 5		257
	Conclusiones y recomendaciones	257
	Bibliografía	262

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura Capítulo 1-1 Red Gravimétrica hacia 1950 (Baglietto, E, 1950)</i>	9
<i>Figura Capítulo 1-2 Red IGSN 71 (Morelli, et.al, 1971)</i>	14
<i>Figura Capítulo 2-1 Gravímetros Absolutos – Funcionamiento esquemático</i>	26
<i>Figura Capítulo 2-2 Diagrama Distancia – Tiempo en caída libre</i>	27
<i>Figura Capítulo 2-3 Gravímetro Lacoste & Romberg</i>	32
<i>Figura Capítulo 2-4 Gravímetro Scintrex CG5</i>	34
<i>Figura Capítulo 2-5 Desviación de la vertical</i>	40
<i>Figura Capítulo 2-6 Placa de Bouguer y corrección del terreno</i>	45
<i>Figura Capítulo 3-1 Red Gravimétrica de 1er Orden</i>	50
<i>Figura Capítulo 3-2 Antigua Red BACARÁ</i>	52
<i>Figura Capítulo 3-3 Red Gravimétrica de 2do Orden</i>	54
<i>Figura Capítulo 4-1 Primera distribución propuesta</i>	61
<i>Figura Capítulo 4-2 Zonificación Sísmica</i>	62
<i>Figura Capítulo 4-3 Edades Geológicas</i>	63
<i>Figura Capítulo 4-4 Tipos de Suelos</i>	64
<i>Figura Capítulo 4-5 RAGA Norte</i>	77
<i>Figura Capítulo 4-6 RAGA Sur</i>	78
<i>Figura Capítulo 4-7 RAGA Sísmica</i>	79
<i>Figura Capítulo 4-8 RAGA 2016</i>	80
<i>Figura Capítulo 4-9 Placa Identificatoria puntos Red RAGA</i>	81
<i>Figura Capítulo 4-10 RAGA – Resultados Finales</i>	251
<i>Figura Capítulo 5-1 Desvios de las observaciones</i>	259

LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 1-Capítulo 1-1 Mediciones gravimétricas absolutas</i> -----	11
<i>Tabla Capítulo 2-1 Aplicaciones de la gravimetría</i> -----	19
<i>Tabla Capítulo 3-1 Coordenadas y gravedades finales de la Primera Red Gravimétrica Absoluta</i> -----	48
<i>Tabla Capítulo 4-1 Aspectos considerados en la planificación de la Red</i> -----	57
<i>Tabla Capítulo 4-2 Asignación de puntajes para la elección de puntos</i> -----	60
<i>Tabla Capítulo 4-3 Análisis de Suelos, Riesgo sísmico y Edad geológica</i> -----	65
<i>Tabla Capítulo 4-4 Clasificación de los puntos propuestos</i> -----	67
<i>Tabla Capítulo 4-5 RAGA Norte – Puntos medidos</i> -----	82
<i>Tabla Capítulo 4-6 RAGA Sur – Puntos Medidos</i> -----	158
<i>Tabla Capítulo 4-7 RAGA Sísmica – Puntos Medidos</i> -----	191
<i>Tabla Capítulo 4-8 RAGA 2016 – Puntos medidos</i> -----	211
<i>Tabla Capítulo 4-9 RAGA – Resultados finales</i> -----	252

Capítulo 1

INTRODUCCIÓN

La información proporcionada por los datos gravimétricos responde a múltiples demandas centradas básicamente en dos campos de las geociencias: la geodesia y la geofísica. La geodesia tiene por objeto la determinación de la forma y dimensiones de la Tierra. Aparentemente, éste, pareciera ser un problema meramente geométrico, sin embargo se trata de un problema que involucra en forma directa e indisoluble a una componente física: la atracción gravitacional.

El advenimiento de la tecnología satelital produjo en la ciencia en general y en la Geodesia Clásica en particular, un impacto revolucionario sin precedentes en el tiempo. La posibilidad de materializar sistemas de referencia de aplicación global, alcanzar índices de precisión impensados pocos años atrás, detectar cambios físicos en la estructura terrestre, movimientos de placas tectónicas en tiempo real y variaciones tridimensionales de la corteza son apenas algunos de los aspectos que sorprendentemente fueron “puestos a la vista” de los ojos de la ciencia que hasta entonces intentaba modelarlos con procedimientos que recurrían a hipótesis teóricas y mediciones ampliamente superadas. El objetivo fundamental de las mediciones gravimétricas, en el ámbito de la geodesia, es el de posibilitar el cálculo de los números geopotenciales y, a partir de ellos, distintos tipos de alturas (dinámicas, ortométricas, normales, etc.).

La materialización de un sistema de alturas consistente, homogéneo y preciso es la pieza indispensable para poder integrar las redes continentales. La red gravimétrica es uno de los pilares sobre los cuales debe apoyarse esta materialización.

El Instituto Geográfico Nacionalⁱ, desarrolla, ejecuta y mantiene la Red Gravimétrica Nacional que brinda soporte a las múltiples actividades que se desarrollan en nuestro País a través de observaciones ejecutadas básicamente sobre las líneas de nivelación y actualmente referidas a la Red Internacional de Estandarización Gravimétrica (IGSN71, por sus siglas en inglés International Gravity Standardization Net 71).

Sin embargo, las exigencias de la ciencia moderna han superado ampliamente la capacidad de respuesta de las redes existentes a los actuales requerimientos (Lauría, 2006). En consecuencia, el establecimiento de una nueva red nacional de gravedad se convierte en una tarea esencial y urgente para la comunidad geodésica en Argentina, y éste es el punto de partida de este trabajo

El presente capítulo expone en forma resumida los antecedentes históricos de la actividad gravimétrica en la República Argentina, sus vinculaciones a los marcos regionales e internacionales, presenta los fundamentos que sostienen el trabajo, los objetivos perseguidos y resume el esquema en que serán desarrollados los temas.

1.1 Evolución histórica de las mediciones gravimétricas en la República Argentina

En el año 1909, durante la XVI Conferencia de la Asociación Internacional de Geodesia (IAG por sus siglas en inglés, International Association of Geodesy) celebrada en ciudad de Londres, se adoptó como datum gravimétrico al Sistema Potsdam, que reemplazó hasta el entonces vigente Sistema Viena, oficializado durante la XIII Conferencia de la IAG llevada a cabo en la ciudad de París en el año 1900. La precisión del Sistema Potsdam fue estimada en +/-3 mGal y corregía al Sistema Viena en -16 mGal.

1.1.1 Antecedentes – Primeras mediciones

La actividad gravimétrica del IGM se inicia en el año 1906 con la vinculación Buenos Aires-Potsdam, llevada a cabo con el aparato cuadripendular Von Sterneck.

En 1928, el Ing. Félix Aguilar realiza una segunda vinculación utilizando un gravímetro cuadripendular Askania Werke.

En 1945 se adopta en forma provisional como punto datum gravimétrico en el Sistema Potsdam al Pilar del Observatorio Astronómico de La Plata, vinculándose con las instalaciones Belgrano del IGM.

Las mediciones con gravímetros diferenciales se iniciaron a fines de la década del 40. El estado de las mediciones gravimétricas en 1950 se muestra en la Figura 1.



Figura Capítulo 1-1 Red Gravimétrica hacia 1950 (Baglietto, E, 1950)

En 1952, con la incorporación de dos gravímetros Western (el G-45 y el G-55) se realizaron mediciones sobre líneas de nivelación de alta precisión y mediciones areales en parte de las provincias de Entre Ríos, Buenos Aires, Santa Fe y Córdoba, a razón de 1 punto cada 100 km^2 y apoyándose en los puntos de las líneas mencionadas anteriormente.

En el año 1952 comienzan a funcionar las instalaciones "Sargento Mayor Ingeniero Álvarez de Condarco", en el Partido de San Martín (Buenos Aires) y se construye el pilar del datum gravimétrico (estación Fundamental Buenos Aires A), en uno de los sótanos de las instalaciones mencionadas, y dos años más tarde se le vincula con un nuevo cuadripendular Askania con Bad Harzburg en Alemania.

Las mediciones relativas de la gravedad se continuaron ejecutando con gravímetros Worden, Frost y Lacoste & Romberg en el territorio continental y en la Antártida. En el año 1968 se ejecuta la Operación BACARA (Base de Calibración de la República Argentina) y en 1971 se mide la Red IGSN71. En el año 1988 se lleva a cabo la primera parte del Proyecto de Medición Absoluta de la Gravedad con el gravímetro interferométrico JILAG-3, del Instituto de Geodesia de la Universidad de Hannover. Este proyecto contó con el auspicio del mencionado Instituto cuyo director era el Dr. Wolfgang Torge, del Instituto de Geodesia de la Universidad de Buenos Aires cuyo director era el Ing. Ángel Cerrato y del Instituto Geográfico Militar. Es así que se mide, en forma absoluta, la gravedad en la Estación Fundamental Buenos Aires A, en Tandil y en Salta.

En el año 1991 se realiza la segunda parte del Proyecto de Medición Absoluta de la Gravedad, esta vez en una estación próxima a la Estación Fundamental Buenos Aires A (debido a un problema de napas freáticas que afecta a esa zona del Partido de San Martín no se pudo hacer estación en ese punto), en San Juan y en Comodoro Rivadavia.

En el año 1994 y a pedido del Instituto de Geodesia de la FIUBA (Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires), el IGM vincula la Estación absoluta Comodoro Rivadavia con la Red BACARA.

A partir del año siguiente prosiguieron las mediciones relativas de la gravedad con los gravímetros Lacoste & Romberg cedidos al Instituto Geográfico

Militar por la Agencia Cartográfica de Defensa de los Estados Unidos de Norteamérica. (DMA, por sus siglas en inglés Defense Mapping Agency)

Con respecto a las Vinculaciones con Potsdam (ver Tabla 1), éstas se llevaron a cabo con gravímetros pendulares y con gravímetros estáticos. De los valores de gravedad medidos en la Estación Fundamental Buenos Aires A, el Instituto Geográfico Militar adoptó como oficial el hallado por los Ings. Baglietto y Cerrato (979705.0 mGal) con el gravímetro pendular Cambridge en 1960. Mediciones absolutas de la gravedad realizadas por el Ing. Baglietto en 1958 dan como valor de g en la citada estación 979692.3 mGal.

De la comparación de este valor absoluto con el obtenido en forma relativa se obtiene una diferencia de 12.7 mGal y se concluye que Potsdam tendría un exceso en ese valor, que concuerda con otras vinculaciones entre estaciones de gravedad absoluta y Potsdam que es aproximadamente 14 mGal.

Como prueba de la bondad del valor absoluto de g en la Estación Fundamental Buenos Aires A determinado por el Ing. Baglietto sólo basta compararlo con los correspondientes de la Red IGSN71 y el obtenido con el gravímetro interferométrico JILAG-3 según muestra la siguiente Tabla.

Tabla 1-Capítulo 1-1 Mediciones gravimétricas absolutas

Medición	Valores obtenidos (mGal)	Diferencias(mGal)
BAGLIETTO	979692.300	
JILAG-3	979690.069	-2.231
RED IGSN71	979690.030	-2.270

1.1.2 Red BACARA

Tiene su antecedente en un Anteproyecto de Red Gravimétrica Nacional presentado por el Instituto Geográfico Militar en un informe elevado a la Asociación Argentina de Geofísicos y Geodestas (AAGG) en el año 1964. En los meses de junio a octubre del año 1968, Yacimientos Petrolíferos Fiscales,

el Servicio de Hidrografía Naval, el Instituto Geográfico Militar y el Instituto de Geodesia de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires, con la colaboración del Servicio Geodésico Interamericano (IAGS), llevaron a cabo la denominada Operación BACARA. Se determinaron 86 valores de gravedad en el país, 21 en Bolivia, 3 en Uruguay y 2 en Paraguay. Vale decir que el número total de puntos gravimétricos medidos en la Operación BACARA es de 112. Se utilizaron cuatro gravímetros Lacoste & Romberg y un gravímetro Worden del Instituto de Geodesia de la FIUBA. Se emplearon aviones Beechcraft C45 pertenecientes a la Aviación Naval con los cuales se volaron 35.000 *kms* en 140 horas de vuelo y la campaña duró 56 días. Se adoptó el criterio de ubicar los puntos gravimétricos en aeródromos utilizables por aviones comerciales o en puntos cercanos sobre caminos pavimentados o próximos a ellos. La calibración de los instrumentos se realizó recorriendo la Base de Calibración Argentina para gravímetros estáticos del Instituto de Geodesia de la FIUBA (son 13 estaciones: Ushuaia, Río Gallegos, San Julián, Comodoro Rivadavia, Trelew, Carmen de Patagones, Bahía Blanca, Buenos Aires, Córdoba, Santiago del Estero, San Miguel de Tucumán, Salta y Orán). La Red BACARA fue compensada 2 veces. La primera compensación fue realizada por el IGM y la otra por el Servicio de Hidrografía Naval (SHN) juntamente con el Instituto de Geodesia de la FIUBA. Ambas compensaciones fueron realizadas inmediatamente después de la medición y sus resultados fueron publicados en el Informe Nacional a la XV Asamblea General de la Unión Geodésica y Geofísica Internacional (IUGG, por sus siglas en inglés International Union of Geodesy and Geophysics) en Moscú en el año 1971. En 1988, el IGM calculó valores IGSN71 para la red BACARA.

1.1.3 Red IGSN71

IGSN71 (Figura 2) Fue adoptada en la XV Asamblea General de la IUGG en Moscú en el año 1971. Se compone de 1854 estaciones obtenidas de una compensación por mínimos cuadrados de mediciones absolutas y relativas

(Morelli et.al, 1974). Los desvíos estándar son menores de $\pm 0,1$ mGal. Esta Red reemplaza al Sistema de Gravedad Potsdam cuyo datum fuera adoptado en la Reunión de la IAG en Londres en 1909 y que a su vez reemplazaba al Sistema de Gravedad Viena adoptado en la Reunión de la IAG en París en 1900. La precisión del Sistema Potsdam fue estimada en ± 3 mGal y corregía al Sistema Viena en -16 mGal. Mediciones de gravedad absoluta como la realizada por el Ing. Baglietto en 1960 indicaban un error de $+12$ a $+16$ mGal en el valor absoluto de Potsdam. El Comité Internacional de Pesas y Medidas adoptó en 1967 una corrección de -14 mGal al valor de gravedad en Potsdam para usos metrológicos. El valor IGSN71 para POTSDAM es de $981260,19 \pm 0.02$ mGal. La Red IGSN71 incorporó 11 puntos de la Red BACARA.

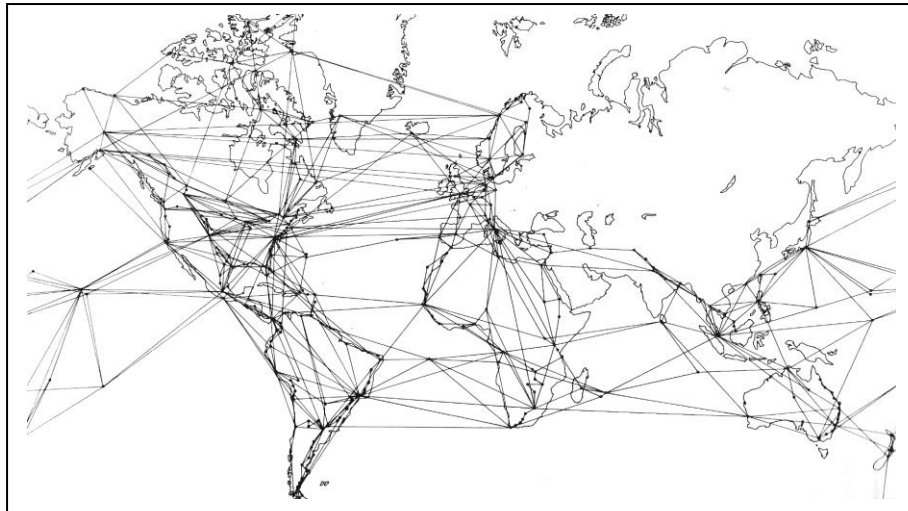


Figura Capítulo 1-2 Red IGSN 71 (Morelli, et.al, 1971)

1.2 Fundamentos del trabajo

De lo arriba expuesto se infiere claramente que la necesidad de valores de gravedad precisos y con una adecuada distribución espacial, constituye una necesidad básica de la Geodesia . Esta es una exigencia real y moderna en tanto las aplicaciones científicas y prácticas requieren máxima exactitud y confiabilidad de las redes de control gravimétrico.

Durante muchos años la actividad gravimétrica en nuestro País fue llevada adelante no sólo por el IGN en su carácter de Organismo rector, sino por numerosas empresas estatales y privadas cuyos intereses estuvieron centrados en la prospección geofísica fundamentalmente. Lamentablemente estas tareas se desarrollaron en forma descentralizada y sin una planificación integral. Por otra parte, tales actividades se redujeron a áreas de interés limitadas y que cubrieron sólo partes del territorio.

Debe sumarse a esta situación el estado de deterioro que afecta a gran parte de los puntos de la Red. Construidos acompañando las redes de nivelación, normalmente a la vera de los caminos, han sufrido las consecuencias de la ampliación de carreteras y otras obras civiles, y aunque su emplazamiento se encuentra protegido por la ley, en muchos casos un accionar rápido y poco responsable, sumado el desconocimiento de su importancia por parte de los

constructores ha originado un daño importante en la conservación de los puntos con la consecuente pérdida de la capacidad de control.

Por último, y como se mencionara en la introducción, la necesidad de definir un sistema de alturas moderno e integrado a las redes regionales y mundiales, no puede prescindir de un marco gravimétrico preciso y confiable. Este constituye la base sobre la que se cimentará una solución unívoca al problema, independientemente de la superficie de referencia adoptada.

1.3 Objetivos

El objetivo general del Proyecto consiste en obtener una nueva Red Gravimétrica Nacional de Orden 0 que satisfaga las exigencias de la ciencia moderna, entendiendo por tal:

- Una adecuación a los parámetros de precisión emergentes de las modernas metodologías de medición.
- Consistencia interna y distribución homogénea de puntos.
- Revalidación de los datos existentes y análisis de la compatibilidad de los mismos con las nuevas mediciones.

1.3.1 Objetivos Específicos

- Una nueva Red Gravimétrica Nacional de Orden 0 permitirá:
- Satisfacer las exigencias de precisión acordes a las nuevas metodologías de medición y procesamiento de datos geodésicos.
- Contribuir a la integración de las redes continentales en un marco único de acuerdo a lo propuesto y en ejecución por parte del Proyecto SIRGAS (Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas)

- Participar en la determinación de la superficie equipotencial W_0 en el orden local y regional.
- Validar y adecuar los resultados obtenidos en la determinación de los números geopotenciales de los puntos fijos de la Red Nacional de Nivelación y puntos SIRGAS.
- Contribuir a la definición del modelo de geoide nacional y modelos regionales.

1.4 Esquema de Presentación

Con la finalidad de alcanzar los objetivos antes mencionados, el material de esta tesis se presenta en cinco capítulos.

El capítulo dos resume los temas básicos relacionados con la gravimetría y las redes gravimétricas exponiendo en forma genérica la organización de las mismas a nivel internacional, regional y nacional. Se presentará el instrumental utilizado en los distintos tipos de mediciones (absolutas y relativas) y se describirán las técnicas de observación asociadas. Posteriormente, se identificarán los métodos para el procesamiento de datos y finalmente se analizarán las reducciones gravimétricas de las mediciones terrestres geodésicas, el concepto de anomalía y su aplicación a las observaciones.

El capítulo tres resume el desarrollo histórico de las actividades gravimétricas en la República Argentina y el estado de los respectivos órdenes de las Redes al momento de la publicación del presente trabajo, desarrollando las tareas llevadas a cabo por el Instituto Geográfico Nacional como responsable del mantenimiento y operación de las redes geodésicas, así como también la integración de sus actividades con distintos organismos educativos y científicos, nacionales e internacionales que han coadyuvado al cumplimiento de su misión.

El capítulo cuarto expondrá los fundamentos y necesidades que alentaron la realización de la nueva Red Argentina de Gravedad Absoluta, presentará las tareas llevadas a cabo en la planificación de la misma, los criterios tenidos en cuenta para la localización y selección de los puntos, la metodología de trabajo, los reconocimientos y acuerdos previos y sus respectivos informes que permitieron finalmente definir el plan de campaña. Se presentarán los resultados obtenidos y las monografías de cada uno de los puntos observados a lo largo de las cuatro campañas gravimétricas. Por último se detallarán las técnicas de procesamiento utilizadas y como resultado, la oficialización de la Red por parte del Instituto Geográfico Nacional como Red de orden “cero” para la República Argentina.

El capítulo quinto incluirá un resumen del presente trabajo, incluyendo las principales conclusiones y recomendaciones a tener en cuenta para futuros trabajos de investigación y utilización de los resultados presentados.

Capítulo 2

FUNDAMENTOS DE LA GRAVIMETRÍA

La gravimetría es la ciencia encargada de medir la magnitud de la aceleración de la gravedad y su gradiente sobre o cerca de la superficie de la Tierra. En consecuencia, la instrumentación, los métodos de medición y las técnicas de evaluación son los componentes principales de la gravimetría. La gravimetría tiene implementaciones directas en una amplia gama de ciencias como la física, la geofísica, la astronomía, la geodinámica y la geodesia. La Tabla 2-1 identifica algunos ejemplos de aplicaciones gravimétricas en ciencias aplicadas. El establecimiento y la medición de redes constituyen el objetivo fundamental de la ciencia gravimétrica.

En geodesia, prácticamente todas las mediciones son dependientes del campo de gravedad terrestre. Desde que Newton (1642-1727) formuló la ley de la gravitación universal, se han desarrollado extraordinarios avances en diferentes áreas relacionadas con las medidas de la gravedad y el modelado del campo gravitatorio de la Tierra. Antes de la introducción de las unidades SI, la aceleración por gravedad se expresó en términos de Gals, derivado de Galileo, donde 1 Gal se definió en el sistema CGS como una aceleración de 1 centímetro por segundo cuadrado. A continuación se presentan algunas relaciones entre las diferentes unidades utilizadas frecuentemente en medidas de gravedad.

$$1 \text{ Gal} = 1 \frac{\text{cm}}{\text{s}^2} = 1 * 10^{-2} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$1 \text{ Gal} = 1000 \text{ mGal}$$

$$1 \text{ mGal} = 1 * 10^{-5} \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 10 \frac{\text{mm}}{\text{s}^2}$$

Tabla Capítulo 2-1 Aplicaciones de la gravimetría

Ciencia	Aplicaciones
Geodesia	<p>El modelado del campo gravitatorio es indispensable para corregir datos geoméricamente definidos a partir de las observaciones geodésicas.</p> <p>Conocida la distribución de los valores de gravedad en la superficie de la Tierra, se puede determinar su forma.</p> <p>La superficie de referencia más importante para las medidas de altura, el geoide, es una superficie equipotencial del campo de gravedad terrestre.</p>
Geodinámica	<p>Las variaciones temporales de la gravedad detectadas por repetición de observaciones constituyen un dato fundamental para determinar los desplazamientos de la masa terrestre.</p>
Astronomía	<p>El campo de gravedad terrestre es necesario para los cálculos de las órbitas de los cuerpos celestes naturales y artificiales.</p>
Física	<p>La gravedad es necesaria en laboratorios físicos para la realización de estándares de fuerza y cantidades derivadas</p>
Geofísica	<p>Los datos gravimétricos tienen información esencial sobre la distribución de la densidad en las diferentes capas de la corteza superior terrestre.</p>

El valor de la gravedad en la superficie de la Tierra varía en un rango de 5000 mGal, de aproximadamente 978000 mGal en el ecuador a 983000 mGal en

los polos. Los componentes principales de esta variación son sistemáticos y pueden cuantificarse como: un aumento en el valor de la gravedad con el aumento de la latitud debido a que la superficie de la Tierra en el polo está a unos 22 km más cerca del centro de masa de la Tierra que en el ecuador y una disminución de la gravedad con la altura creciente sobre el nivel del mar puesto que el aumento en altura significa un aumento en la distancia al centro de masa de la tierra. Además de estas variaciones sistemáticas, existen variaciones aleatorias de hasta 300 mGal que reflejan la naturaleza irregular de la corteza terrestre y las variaciones en la densidad de sus materiales. Estas variaciones aleatorias justifican la necesidad de las mediciones gravimétricas.

Este capítulo resume los temas básicos relacionados con gravimetría y redes de gravedad y revisa algunas redes de gravedad a nivel nacional, regional e internacional. En primer lugar, se presentarán los tipos de mediciones de gravedad y las diferentes clasificaciones de las redes. Luego, se expondrán los instrumentos de gravedad utilizados, tanto para las mediciones absolutas como relativas y las diferentes técnicas de observación. Posteriormente, se manejarán los diferentes métodos para el procesamiento de datos por gravedad. A continuación, se analizarán las reducciones gravimétricas de las mediciones terrestres geodésicas. Finalmente, se manejarán los diferentes tipos de reducciones de gravedad y anomalías.

2.1 Tipos de trabajos gravimétricos

La tarea principal de la ciencia gravimétrica es obtener un conocimiento completo del campo gravífico de la Tierra. En consecuencia, la densidad de las mediciones es esencial para aplicaciones geodésicas y geofísicas. Por lo tanto, resultan muy apropiados los procedimientos rápidos de levantamiento, principalmente debido a consideraciones económicas. Las tres principales categorías de las mediciones de gravedad son: en la tierra, en el mar, y las que se realizan desde el aire.

Los levantamientos de gravedad en tierra, se llevan a cabo utilizando instrumentos absolutos o relativos, transportados por vehículos desde una estación a otra. Un rango de precisión entre 0,002 a 0,040 mGal se considera como de “alta precisión”. Las grandes áreas pueden ser examinadas rápidamente con gravímetros que se instalan en las plataformas móviles (buques, helicópteros, aviones). Una precisión del orden de 2 mGal se logra operando desde helicópteros, y de 5 a 10 mGal desde aviones.

En el presente estudio se emplea la técnica de levantamiento de gravedad terrestre donde todos los puntos previstos son accesibles por vehículos.

2.2 Redes Gravimétricas

2.2.1 Redes Mundiales

Las redes gravimétricas difieren respecto de su extensión espacial, la distancia entre estaciones y las precisiones definidas. Se definen para establecer conjuntos globales, regionales y locales de puntos de control de gravedad. El primer sistema de referencia gravimétrico fue la compensación realizada por Helmert y observada por Sterneck en 1884, que tuvo como punto fundamental el Instituto Geográfico Militar de Viena. Este valor fue obtenido por comparación entre dos determinaciones absolutas hechas por Oppolzer en 1884 en el Observatorio de Viena y en 1877 por von Orff en Munich. Borrass realizó una compensación conjunta de las 19 principales estaciones de referencia situadas en todo el globo en 1909. Esta compensación fue referida al punto de la Sala de Péndulos del Instituto Geodésico de Potsdam y se obtuvo para Viena el valor $g=980860$ gals. A nivel global, el sistema de gravedad de Potsdam fue válido desde 1909 hasta 1971 como el datum de gravedad global. Este sistema se basó en la medición de la gravedad absoluta realizada alrededor de 1900 utilizando péndulos reversibles en Potsdam, y se extendió a todo el mundo convirtiendo los valores de gravedad a este datum. La Red Internacional de Normalización de la Gravedad 1971 (IGSN-71) reemplazó al sistema de Potsdam constituyéndose en un marco de gravedad

mundial más preciso. Además de las redes internacionales de gravedad, existen algunas líneas de calibración internacionales que se extienden a través de amplias áreas para cubrir el mayor rango posible de valores y sus variaciones. Estas líneas se utilizan para calibrar gravímetros, es decir, para asignar una adecuada correspondencia de lecturas de escala.

2.2.2 Redes Regionales

Las redes regionales de gravedad, se establecen a partir de las redes nacionales y deben estar conectadas con la última red internacional de gravedad aprobada, a través de las estaciones de gravedad absoluta existentes en cada país en el que operará la red regional de gravedad. En los casos en los que no se disponga de estaciones de gravedad absoluta, las mismas deben establecerse a fin de conectarlas a las estaciones más cercanas de la red internacional de gravedad, existentes en países vecinos. En este sentido debe destacarse muy especialmente los esfuerzos llevados a cabo por el Proyecto SIRGAS, el cual avanza eficazmente a esta integración a nivel continental.

2.2.3 Redes Nacionales

Las redes nacionales de gravedad se dividen en cuatro órdenes: orden cero, primero, segundo y tercer orden. Las redes de orden cero están constituidas por las estaciones absolutas (objeto del presente trabajo), las de primer orden consisten su densificación en estaciones de referencia y por lo general se encuentran en los aeropuertos y en los principales observatorios astronómicos y geodésicos, de manera que sean de fácil acceso.

Las redes de gravedad de segundo orden consisten en puntos establecidos a unos 10-30 Km de distancia conectados a las redes de primer orden. Las redes de tercer orden tienen puntos más próximos entre sí, aunque su precisión es menor y, por supuesto, deben conectarse a las estaciones de segundo y primer orden.

2.3 Instrumental Gravimétrico

Los primeros instrumentos para medir gravedad aparecen en el siglo XVII, y se dividen en dos grandes tipos: los absolutos y los relativos. Los gravímetros absolutos se basan la medición de las longitudes y tiempos (pendulares) o de las aceleraciones (caída libre). Para las mediciones relativas de la gravedad, el observable es el tiempo (con la longitud constante), o una fuerza de restauración para detectar cambios de longitud.

A continuación se exponen los conceptos básicos asociados a cada tipo de instrumento.

2.3.1 Gravímetros Absolutos

Existen muchos métodos para medir de forma directa la gravedad. Podemos clasificar a los gravímetros absolutos según la técnica de medición utilizada en:

- Pendulares
- De caída libre
- De tiro vertical
- Superconductores
- Atómicos

Debe destacarse que hoy en día ya no se emplean los instrumentos pendulares dado que su grado de precisión ha sido ampliamente superado.

En el presente capítulo analizaremos exclusivamente las características de la técnica de caída libre por haber sido la utilizada para la ejecución de este trabajo.

Los primeros gravímetros de caída libre fueron diseñados en 1951 por Volet en el Bureau International des Poids et Mesures (BIPM, por sus siglas en francés) y desde entonces su desarrollo avanzó rápidamente. El principio de funcionamiento se basa en medir el tiempo que tarda en caer una masa de prueba una cierta distancia. Para lograr las precisiones requeridas se necesitan mediciones muy precisas de intervalos de tiempo muy cortos, lo que fue posible con la introducción de relojes de cuarzo en la década de 1950. Los primeros instrumentos de caída libre consistían en un interferómetro de luz blanca de Michelson, un sistema de registración fotográfico, un reloj de cuarzo y un cuerpo que era soltado en caída libre, generalmente una barra de 1 m de largo de cuarzo, acero o invar. El valor final de la gravedad era obtenido promediando 10 a 100 caídas de la barra a lo largo de varios metros. Estos primeros instrumentos tenían una resolución mayor a 1 mGal. En 1963 el empleo de retro reflectores de esquina como masa de prueba, interferómetros láser y relojes atómicos mejoró sustancialmente la sensibilidad de los instrumentos de caída libre. Un segundo retro reflector fijo era utilizado como referencia. Los retro reflectores siempre reflejan un rayo láser en la misma dirección que el rayo de incidencia, independientemente de su orientación. Un divisor o “splitter” separa el rayo en un rayo de referencia y un rayo de medición, ambos formando parte del brazo de un interferómetro de Michelson. Cada rayo se refleja de vuelta directamente desde su respectivo retro reflector y pasa nuevamente por el divisor donde se superponen para producir franjas de interferencia en un fotodetector. La frecuencia de las franjas es proporcional a la velocidad de la caída de la masa. Para principios de 1970 se mejoró notablemente la sensibilidad de los instrumentos de caída libre y las mejores mediciones se encontraban en el rango de 0,01 a 0,05 mGal. Para 1980 los péndulos fueron reemplazados por gravímetros de caída libre para mediciones absolutas de gravedad. Con el tiempo la distancia de caída fue disminuyendo y se incrementó el número de repeticiones (drops) logrando, de esta forma, que el instrumento sea más portable.

Vemos entonces que la idea simple es medir pares distancia-tiempo de una cierta masa que cae en un vacío para determinar el valor absoluto de la gravedad en una localización específica. La primera derivada de la distancia es la velocidad mientras que la segunda derivada es la producida por la aceleración por gravedad. Por supuesto, hay muchos tipos de gravímetros absolutos actualmente utilizados. El gravímetro absoluto utilizado para la ejecución del presente trabajo, es el modelo A10 de la firma Lacoste & Romberg y sobre el cual se describen a continuación sus características fundamentales:

Como arriba se mencionara, el A10 funciona utilizando el método de caída libre. Un objeto se deja caer dentro una cámara de vacío y su posición se controla con mucha precisión utilizando un interferómetro láser.

En 2004, el BIPM proclamó la caída libre balística como método oficial primario para la medición de la gravedad.

El A10 tiene una masa de prueba que se deja caer verticalmente por un dispositivo mecánico dentro de una cámara de vacío a lo largo de una distancia de 20cm. El gravímetro utiliza un interferómetro láser para medir con precisión la posición de la masa de prueba que cae libremente a medida que se acelera debido a la gravedad. El interferómetro láser genera franjas de interferencia óptica a medida que cae la masa de prueba. Múltiples pares de datos de tiempo y posición recogidos durante la caída proporcionan una solución muy precisa a la ecuación del movimiento.

Una única sesión de observación consiste en varios miles de datos recogidos. Una PC conectada al instrumento controla la adquisición de datos y realiza el procesamiento en tiempo. El A10 tiene una precisión estimada en 10 μ Gal

2.3.1.1 Funcionamiento esquemático

La siguiente figura muestra el funcionamiento esquemático genérico de un gravímetro absoluto:

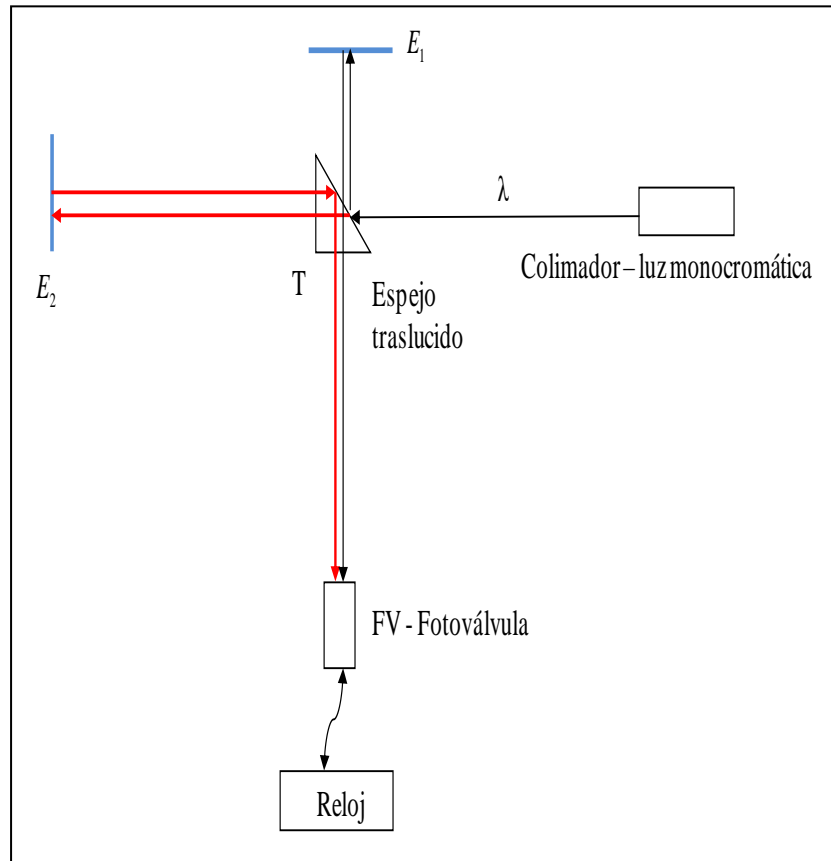


Figura Capítulo 2-1 Gravímetros Absolutos – Funcionamiento esquemático

El haz de luz monocromática ($\lambda = 10^{-9}$ m) al incidir sobre el espejo translucido T se bifurca siguiendo los caminos C-T-E₁-FV (1) y C-T-E₂-FV (2) en principio desfasados tal que:

Al desplazar E₁, el camino (1) se modifica hasta quedar en fase con (2), en ese instante de máximo brillo la fotoválvula emite un pico de luz.

Al colocarse en oposición de fase, el espejo habrá recorrido una distancia igual a $\frac{1}{2} \lambda$ y al emitir un nuevo pico de luz habrá recorrido λ .

Un contador electrónico mide los N puntos luminosos registrados durante la caída y el reloj registra el tiempo.

2.3.1.2 Ecuación de Observación

En un campo de gravedad uniforme, el movimiento de una masa m que cae libremente se puede expresar con la siguiente ecuación de movimiento:

$$m \frac{d^2 z}{dt^2} = m\ddot{z} = mg \quad (1)$$

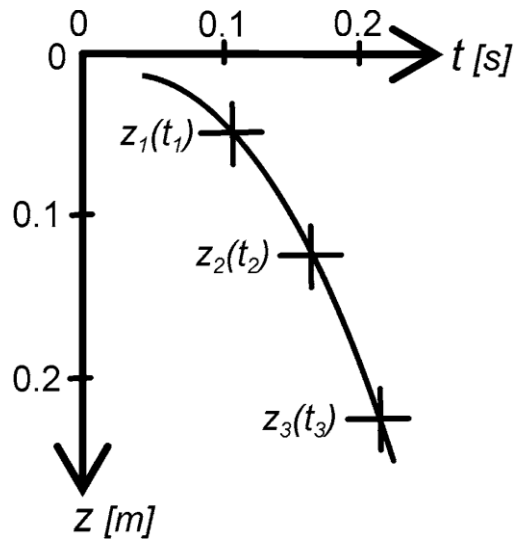


Figura Capítulo 2-2 Diagrama Distancia – Tiempo en caída libre

La figura 2 muestra el diagrama distancia-tiempo con ejes t y z donde el eje z coincide con la dirección de la gravedad. Integrando esta expresión, eliminamos m y obtenemos una ecuación para la velocidad:

$$\dot{z} = \dot{z}_0 + gt, \quad \text{con} \quad \dot{z}_0 = v_0 \quad (2)$$

Luego, la ecuación de la posición es:

$$z = z_0 + v_0 t + \frac{g}{2} t^2 \quad (3)$$

Como la aceleración de la gravedad varía con la altura (distancia al centro de masas) podemos inicialmente considerar una variación lineal a lo largo de la trayectoria adoptando un gradiente vertical constante y tal que:

$$m\ddot{z} = m \left(g_0 + \frac{dg}{dz} z \right) = m(g_0 + \gamma z) \quad (4)$$

En los gravímetros absolutos, la gravedad g_0 está definida para la posición $z = 0$ y está materializado por el centro de gravedad de la masa de prueba en reposo al inicio del experimento de caída libre. Desperciando los parámetros iniciales y aplicando una doble integración en (4) tenemos (Cook 1965):

$$z = \frac{g_0}{\gamma} \left(\cosh \sqrt{\frac{\gamma}{g_0}} t - 1 \right), \quad \text{con} \quad z_0 = v_0 = 0 \quad (5)$$

Como los parámetros z_0 y v_0 deben ser incluidos, ampliando la serie de potencias, la variable z es:

$$z = f(t) = c_0 + c_1(t - t_0) + c_2(t - t_0)^2 + c_3(t - t_0)^3 + \dots \quad (6)$$

Con $t_0 = 0$ se deducen las siguientes ecuaciones

$$z = c_0 + c_1 t + c_2 t^2 + c_3 t^3 + \dots, \quad z(t = 0) = c_0 \Rightarrow c_0 = z_0 \quad (7)$$

$$\dot{z} = c_1 + 2c_2 t + 3c_3 t^2 + \dots \quad \dot{z}(t = 0) = c_1 \Rightarrow c_1 = v_0 \quad (8)$$

$$\ddot{z} = c_2 + 6c_3 t + \dots \quad (9)$$

Insertando estas series en (4):

$$2c_2 + 6c_3 t + 12c_4 t^2 + 20c_5 t^3 + \dots = g_0 + \gamma(c_0 + c_1 t + c_2 t^2 + c_3 t^3 \dots) \quad (10)$$

Comparando los coeficientes a derecha e izquierda, las constantes se obtienen como:

$$c_2 = \frac{1}{2}g_0 + \frac{1}{2}z_0\gamma, \quad c_3 = \frac{1}{6}\gamma v_0, \quad c_4 = \frac{1}{24}\gamma g_0 + \frac{1}{24}\gamma^2 z_0, \dots \quad (11)$$

Considerando los términos hasta el orden t^4 es posible re escribir la ecuación como:

$$z(t) = z_0 \left(1 + \frac{1}{2}\gamma t^2 + \frac{1}{24}\gamma t^4\right) + v_0 \left(t + \frac{1}{6}\gamma t^3\right) + \frac{1}{2}g_0 \left(t^2 + \frac{1}{12}\gamma t^4\right) \quad (12)$$

Esta (12) es la ecuación de observación que se usa en gravimetría absoluta para derivar el valor de g de los pares de medición múltiples de tiempo-distancia en un ajuste de mínimos cuadrados. Debido a su mínima contribución, el término t^4 en z_0 puede ser descartado.

La velocidad finita de la luz c debe tomarse en cuenta añadiendo el término z/c a los valores de tiempo (crudos) observados t' antes del ajuste por mínimos cuadrados:

$$t = t' + \frac{z}{c} \quad (13)$$

La altura de referencia (z_0) depende de la configuración del instrumento y debe ser definido por los operadores con una precisión de $\pm 1mm$ para preservar la precisión del sistema de medición.

Una fórmula simple para evaluar la precisión requerida en mediciones de tiempo y distancia:(Torge 1993) es:

$$\frac{dg}{z} = \frac{dz}{z} - 2 \frac{dt}{t} \quad (14)$$

La ecuación (14) se obtiene mediante la diferenciación de (4) y el ajuste de z_0 y v_0 a cero. Para lograr una precisión relativa $\frac{dg}{g} = 10^{-9}$ ($dg = 1\mu Gal$) y

considerando una trayectoria de caída de 0,2 m con un tiempo de caída de aproximadamente 0,2 s, la precisión para las mediciones de tiempo y distancia es de 0,2 nm y 0,1 ns, respectivamente.

Para los gravímetros absolutos de vanguardia, este nivel de precisión se alcanza a través de la utilización de relojes atómicos para la medición del tiempo y las distancias medidas interferométricamente. (Timmen, L, 1990)

2.3.2 Gravímetros Relativos

En general, los instrumentos de gravedad relativa se pueden dividir en dos grupos principales basados en el método de observación. El primer método es el método dinámico, basado en la observación del tiempo de oscilación de los sensores como en el caso del conocido como péndulo relativo. Este método, introducido en 1887, ya no se utiliza excepto para tareas especiales (Torge, 1989). El segundo método es el método estático donde se mantiene un equilibrio entre la fuerza de la gravedad que actúa sobre una masa de prueba y una fuerza de restauración medida a través de un contador. Un conjunto de resortes elásticos se utilizan para generar esta contra-fuerza. Existen varios ejemplos de los instrumentos del método estático, tales como los dispositivos de muelle vertical y los gravímetros de muelle de torsión de palanca.

2.3.2.1 Gravímetro Lacoste&Romberg.

El diseño básico del gravímetro Lacoste&Romberg es el que se observa en la Figura 3. Este consta de una viga goznada mediante un muelle amortiguador, la cual va sujeta mediante un muelle de longitud cero, el cual es el elemento sensible del aparato, sobre este se actúa hasta que adquiere una posición de equilibrio. La forma de actuar sobre el muelle en este tipo de gravímetro es mediante una palanca, los movimientos que le imprimimos a la palanca son medidos por un tornillo micrométrico sobre el cual actuamos directamente, hasta que el muelle se encuentre en su posición de equilibrio. El principio de

funcionamiento de este gravímetro se conoce como astatización (Tsuboy, 1979), este consiste en igualar el momento de la gravedad con el momento del muelle lo cual produce un aumento de la sensibilidad del gravímetro y se traduce en unas mediciones muy precisas de los incrementos de la gravedad.

La lectura se obtendrá directamente a través del propio tornillo micrométrico, y consiste en determinar el número de vueltas requeridas para alcanzar la posición de equilibrio, es decir que todas las lecturas se realizaran con la viga en la misma posición lo cual se logra mediante el ajuste del muelle. Los cambios en la gravedad finalmente son hallados multiplicando las diferencias en dial por la constante del gravímetro. Esta construcción es una de las más precisas que se tiene en la actualidad, y uno de los gravímetros con menor periodo de lectura, pudiéndose obtener incrementos de la gravedad medidos con precisión de microgal.

Los gravímetros Lacoste&Romberg son construidos con metales con un bajo comportamiento térmico, y por su diseño es uno de los microgravímetros más ligeros del mercado.

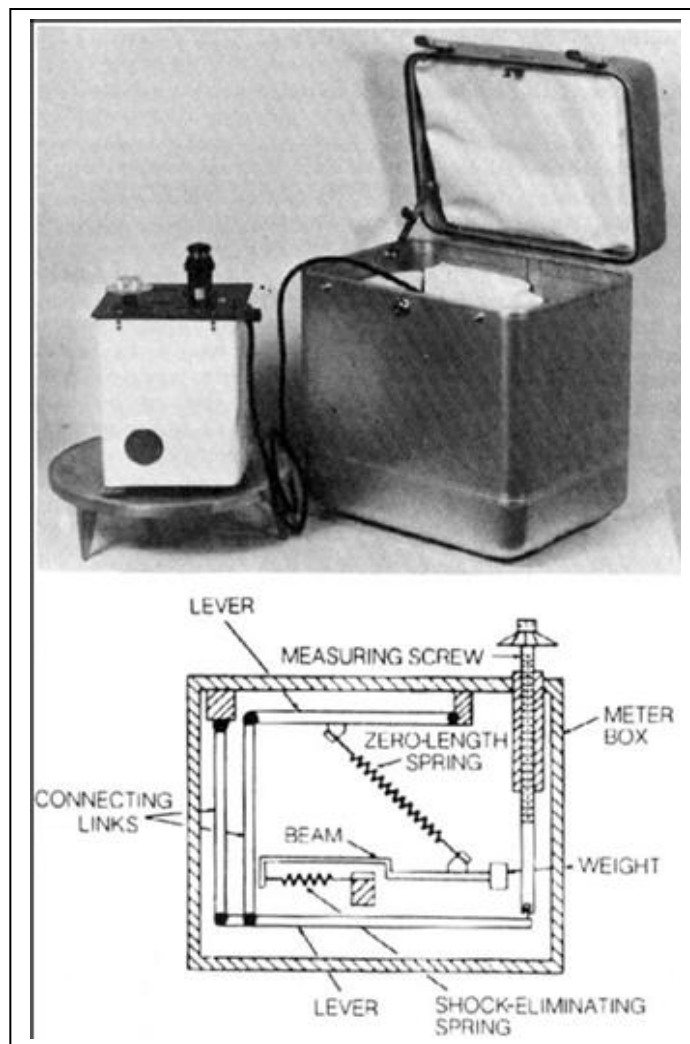


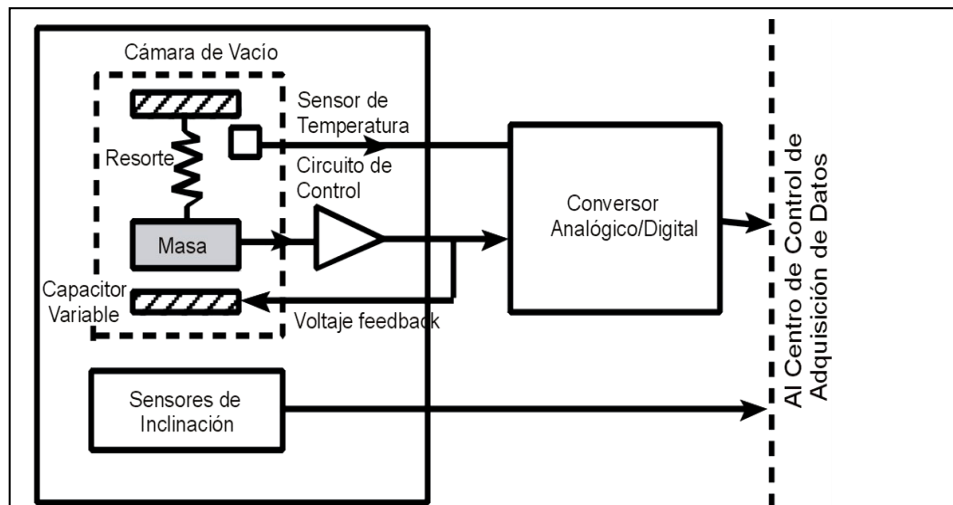
Figura Capítulo 2-3 Gravímetro Lacoste & Romberg

2.3.2.2 Gravímetro Scintrex CG5

Consiste de una masa y resorte de cuarzo montados en una cámara de vacío. La masa también actúa como parte de un transductor-capacitor variable. La fuerza gravitacional sobre la masa de prueba es balanceada por un resorte y por una pequeña fuerza electrostática de restauración. Un cambio de "g" altera la posición de la masa que se traduce en un desplazamiento capacitivo. Un circuito automático de realimentación negativa ("feedback") aplica una corriente continua a las placas del capacitor y produce una fuerza

electrostática que lleva a la masa a su posición nula. La magnitud del voltaje feedback es una medida del valor relativo de "g". Este voltaje en el sitio de medición es convertido en una señal digital y luego enviado al sector de adquisición de datos para procesamiento, exhibición y almacenamiento. El sistema entero es controlado por un microprocesador que usa las señales de un sensor de inclinación electrónico para nivelar el instrumento, ajustar el circuito feedback, y convertir el voltaje feedback en valor de gravedad relativo que es almacenado en la memoria de la computadora.

Este autogravímetro tiene un rango de 8000 mGal, una resolución de 0,001 mGal ($\sigma = \pm 0,005$ mGal), elimina el error del operador realizando lecturas automáticas que pueden ser corregidas por mareas terrestres y defectos de nivelación generando además un archivo de datos. El modelo CG3-M tiene una resolución de 0,001 mGal ($\sigma = \pm 0,005$ mGal), aunque el rango de medición es menor (205-250 mGals).



Gravímetro Automático SCINTREX CG5

Resolución: 1 mGal.

Rango de medición: mundial, 8000 mGal.

Dimensiones: 30 cm x 21 cm x 22 cm

Peso (incluyendo la batería): 8 kg

Temperatura de operación: -40°C to $+45^{\circ}\text{C}$

Deriva: menor de 0,02 mGal/día

Batería: de litio recargable: 10,8 V



Figura Capítulo 2-4 Gravímetro Scintrex CG5

2.4 Técnicas de observación

2.4.1 Gravimetría Absoluta

La gravimetría absoluta es un sistema de medición que determina el valor de la gravedad en una estación momento determinado. Este tipo de mediciones se utilizan para establecer y extender el control de las redes de gravedad. En el

contexto de una red de gravedad geodésica, una serie de mediciones absolutas en un punto de control será suficiente como para establecer un valor de gravedad absoluta para esa ubicación.

Como el valor de la gravedad en un punto depende del tiempo, está sujeto a los efectos dinámicos en la Tierra. La estabilidad gravimétrica sólo puede determinarse mediante Observaciones a lo largo de muchos años. (Federal Geodetic Control Committee Rockville, 1984).

El valor de la aceleración de la gravedad en un punto de la superficie depende de:

1. Su posición relativa respecto de la distribución de las masas terrestres y su densidad (efecto causado por la fuerza gravitatoria de las masas de la Tierra)
2. Su posición relativa respecto del eje de rotación de la Tierra (efecto causado por la fuerza de rotación de la Tierra)

Y su valor puede variar de acuerdo a:

- Variación de la distancia al el centro de masas de la Tierra (geocentro) causada por desplazamientos verticales del punto de medición provocados por deformaciones crustales, y las variaciones seculares de la posición del geocentro (efecto sutil que requiere series de mediciones de largo plazo)
- Desplazamientos y redistribuciones de la masa dentro del sistema terrestre (incluyendo atmósfera y la hidrosfera) especialmente relacionados con variaciones cercanas a la superficie dentro de la corteza (cambios en la distribución del agua subterránea, compactación de sedimentos)
- Variación de la distancia al polo de rotación de la Tierra debido a movimientos laterales (tectónica de placas) (Timmen, L, 1990)

La geometría de las redes de gravedad absoluta no puede sistematizarse. Las observaciones en un lugar específico son discretas y no están correlacionadas con otros puntos. En gravimetría absoluta, una red la puede consistir un solo punto.

Un punto de gravedad absoluta debe poseer la estabilidad que sólo las mediciones repetidas pueden determinar. Esta estabilidad gravimétrica no debe confundirse con la precisión determinada en un momento específico. Es posible determinar un valor muy precisamente en dos diferentes fechas aunque esos valores sean diferentes.

En principio, aunque la estabilidad de un punto no puede ser determinada por una sola sesión de observación, se debe intentar seleccionar los sitios que, se cree, son tectónicamente estables, suficientemente distantes y alejados de grandes extensiones de agua para minimizar las cargas de las mareas costeras (Federal Geodetic Control Committee Rockville, 1984).

No obstante ello, como el presente trabajo apunta no sólo a establecer una Red Geodésica de gravedad de Orden Cero, sino también a proporcionar elementos de juicio que brinden información de interés a otras disciplinas relacionadas como la geofísica y la geodinámica, se ha optado por completar una geometría que cubra toda la geografía del Territorio Nacional. Será de interés de la Geodesia en particular el futuro análisis de estabilidad de los puntos a través de sucesivas mediciones a fin de asignarle respectivos pesos a la hora de compensar las redes de orden inferior.

2.4.2 Gravimetría Relativa

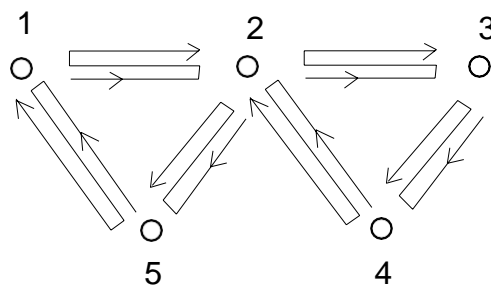
El procedimiento básico en la medición gravimétrica relativa es conocido con el nombre de “bucle”. Este procedimiento es indispensable para eliminar el error sistemático de deriva del instrumento y proporcionar observaciones redundantes en las estaciones para asegurar la calidad de la medición (Introcaso, A, 1984). Un bucle está formado por un conjunto de estaciones en

las cuales las diferencias de gravedad son observadas por el mismo observador y el mismo gravímetro. El gravímetro debe estar en su temperatura de funcionamiento durante al menos seis horas antes de las observaciones del bucle y permanece en esta condición durante el tiempo de observación para todo el bucle. El bucle debe comenzar desde una estación con valor de gravedad conocido.

Los gravímetros relativos exhiben una variación temporal en la visualización de la posición “cero”, que se denomina deriva del instrumento. La deriva es una función de varios factores, como la estructura del gravímetro, la edad y el uso del instrumento, la variación de temperatura externa durante el transporte y las mediciones, y el cambio no compensado de voltaje de la fuente de alimentación. La deriva puede determinarse mediante mediciones repetidas, las cuales deben ser distribuidas de la forma más uniforme posible durante el periodo de medición. Por lo tanto, se desarrollaron varios esquemas de medición especialmente para el control de la deriva. Los siguientes son algunos ejemplos de los métodos de observación útiles (Torge, 1989):

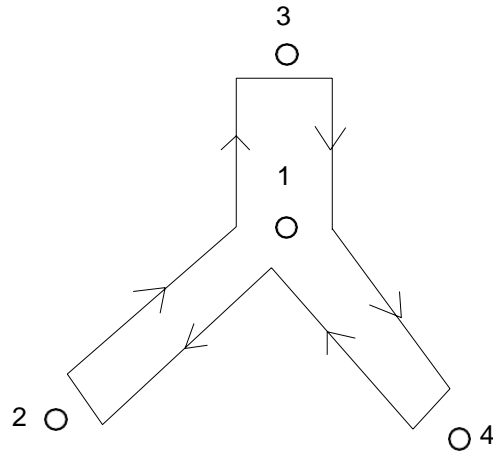
* Método de diferencia con control de deriva inmediato en el punto final de cada diferencia de gravedad:

1-2-1, 1-2-1-2, 1-2-1-2-1-2, etc.



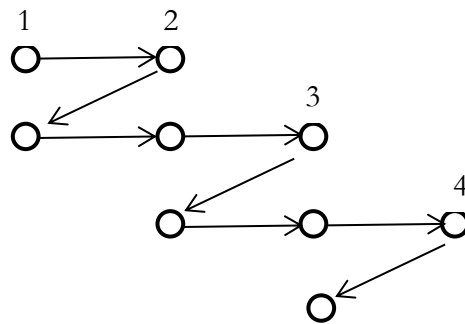
* Método estrella con vínculos a un punto central y control de deriva inmediato:

1-2-1-3-1-4-1



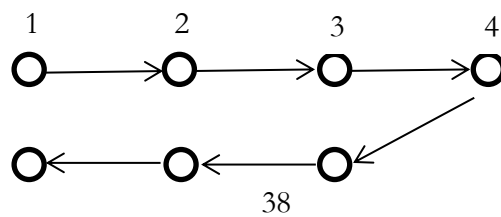
* Método de paso con ocupaciones triples de la estación en sucesiones rápidas:

1-2-1-2-3-2-3-4-3



* Método de perfil con ocupación de una sola, doble o múltiple estación:

1-2-3-4 ... 4-3-2-1



2.5 Reducción de las observaciones

En la práctica, las mediciones geodésicas terrestres se observan en relación con la vertical real de la gravedad (línea de la plomada), como consecuencia de la utilización de instrumentos que están todos nivelados por un nivel de burbuja, que siempre se ajusta y se orienta en dirección a la fuerza de atracción gravitatoria en el lugar. Estas observaciones son necesarias para el cálculo de la posición de los puntos geodésicos sobre el elipsoide de referencia, es decir, en relación con la normal al mismo. La inclinación de la vertical es la deflexión angular entre la vertical del lugar y la normal al elipsoide (Figura 3). Este ángulo se divide en dos componentes en las direcciones meridiana y primer vertical y se denotan por ξ y η respectivamente.

Las mediciones de la gravedad se utilizan para estimar los valores de la inclinación de la vertical, necesaria para reducir las observaciones terrestres. Algunos ejemplos de estos cálculos de reducción son (Nassar, 1984):

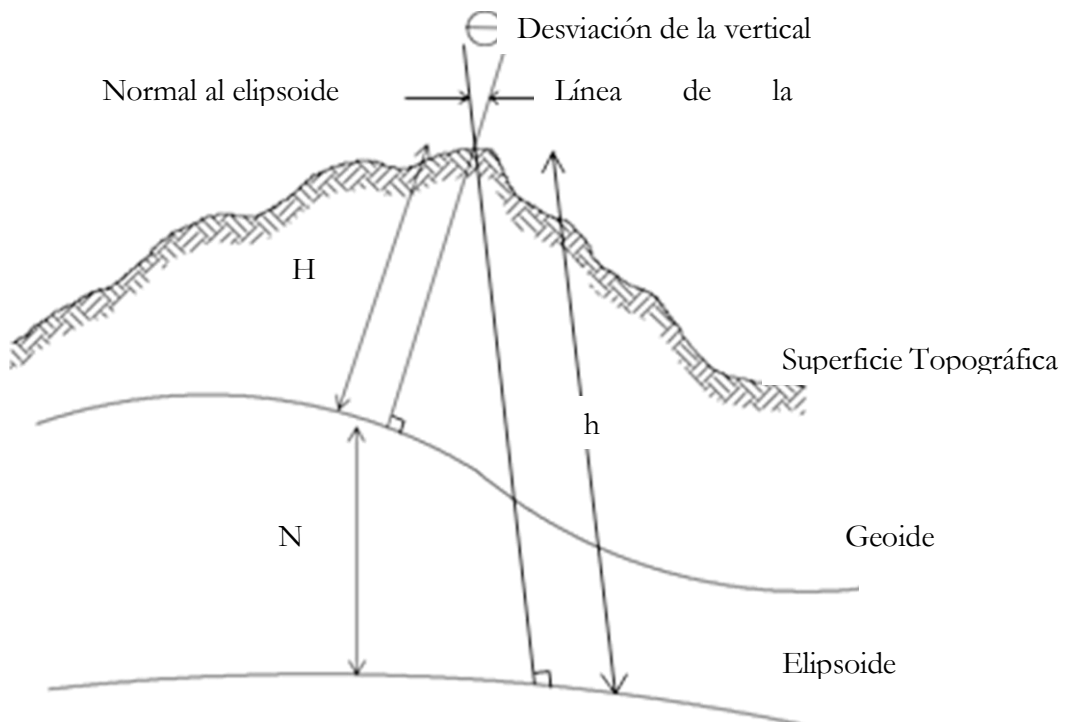


Figura Capítulo 2-5 Desviación de la vertical

(A) Reducción del azimut astronómico

La diferencia entre el azimut astronómico observado entre dos puntos del terreno, genéricamente 1 y 2 (A_{12}) y el acimut reducido en el sistema geodésico local (α_{12}) está dada por:

$$\alpha_{12} - A_{12} = -\eta_1 \tan \varphi_1 - (\xi_1 \sin \alpha_{12} - \eta_1 \cos \alpha_{12}) \tan v_{12} \quad (2-1)$$

Donde v_{12} es el ángulo vertical en el plano vertical geodésico local, y φ_1 es la latitud geodésica de la estación 1.

(B) Reducción del ángulo vertical

La diferencia entre el ángulo vertical observado en el plano vertical astronómico local del punto 1 al punto 2 (V_{12}) y el ángulo vertical reducido en el plano vertical geodésico local (v_{12}) está dada por:

$$v_{12} - V_{12} = -(\xi_1 \cos \alpha_{12} + \eta_1 \sin \alpha_{12}) \quad (2-2)$$

(C) Reducción de las direcciones horizontales

La diferencia entre la dirección observada entre dos puntos del terreno 1 y 2 (T_{12}) y la correspondiente dirección reducida del elipsoide de referencia (t_{12}) viene dada por:

$$t_{12} = T_{12} + \Delta T_{12}$$

donde,

$$\Delta T_{12} = -(\xi_1 \sin \alpha_{12} - \eta_1 \cos \alpha_{12}) \tan v_{12} + \zeta [(h_2 / 2 M_m) e^2 \sin 2\alpha_{12} \cos 2\varphi_2] - \zeta (S_{12} / N_m) 2 (e^2 / 2) \sin 2\alpha_{12} \cos 2\varphi_2$$

Con:

$$\zeta = 206265 \text{ "},$$

M_m : radio de curvatura en el plano meridiano,

N_m : radio de curvatura en el plano vertical principal, y

S_{12} : la distancia geodésica elipsoidal entre los dos puntos.

(D) La relación entre las alturas elipsóidicas y ortométricas

La relación entre la altura elipsoidal (h) y la altura ortométrica (H) es la ondulación geoidal (N):

$$N = h - H \quad (2 - 3)$$

2.6 Anomalías Gravimétricas

En la práctica, para aplicaciones geodésicas y geofísicas, normalmente no se trabaja ni con el valor de aceleración por gravedad g , ni incluso con su potencial correspondiente W . En su lugar, los cálculos se orientan a la interpolación de las irregularidades en el campo de gravedad de la tierra dentro del área de trabajo, que se conoce, en la práctica, como el campo de gravedad anómalo. Este campo anómalo es la diferencia entre el campo de gravedad real generado por la figura real de la tierra en la que vivimos y el campo de gravedad normal generado por la figura normal de la Tierra, que es una superficie teórica imaginaria tomada como un elipsoide medio de la tierra, representando la primera aproximación a la figura real de la Tierra. La mejor superficie equipotencial que describe el campo de gravedad real será el geoide, mientras que la superficie normal correspondiente es la superficie del propio elipsoide terrestre. En consecuencia, el problema de investigar el campo de gravedad anómalo puede reducirse a la comparación de los parámetros del campo de gravedad real en el geoide y a los correspondientes parámetros del campo de gravedad normal en el elipsoide de tierra promedio. Los elementos básicos del campo de gravedad anómalo incluyen: anomalías de gravedad, anomalías de altura, potencial perturbador, deflexión de la vertical, ondulaciones geoidales, etc. ... (Nassar, 1976).

La anomalía de gravedad, Δg , es la diferencia entre el valor de gravedad observado (g) reducido al geoide y un valor de gravedad calculado normal o teórico (γ_0) en el elipsoide, es decir:

$$\Delta g = g - \gamma_0 \quad (2-4)$$

La gravedad normal se calcula sobre la base de un elipsoide de referencia adoptado internacionalmente. El sistema más reciente es el GRS80 (Geodetic Reference System 1980, por sus siglas en inglés) con las siguientes constantes:

e^2 : cuadrado de la primera excentricidad = 0.00669438002290

g_e : gravedad normal en el ecuador = 978032.67715 m / s²

a : semieje mayor = 6378137 m

f : aplanamiento = 0.00335281068118

La ecuación de calcular el valor de gravedad normal en el GRS80 viene dada por (Torge, 1989):

$$\gamma_0 = g_e * ((1 + 0,001931851353 * \text{sen}^2(\varphi)) / \sqrt{(1 - e^2 * \text{sen}^2(\varphi))}) \quad (2-5)$$

En la que φ es la latitud geodésica del punto considerado.

Con el fin de obtener la anomalía de la gravedad en el geoide, es necesario eliminar el efecto de las masas que se encuentran por encima de él. De acuerdo a la forma en que se traten estas masas interpuestas entre la superficie topográfica y el geoide, existen distintos tipos de anomalías. Las anomalías de más importantes son las de aire libre, de Bouguer y la isostática. Las fórmulas simples de esas anomalías de gravedad se exponen, en el resto de esta sección (Vanicek, 1975).

2.6.1 Anomalía de Aire Libre

La reducción de aire libre se basa la simple suposición de proponer que no hay masas por encima del elipsoide, por lo que la estación de observación se piensa que está “colgando” libre en el aire. La expresión para la anomalía de aire libre viene dada por:

$$\Delta g_{FA} = g + \delta g_F - \gamma_0 \quad (2-6)$$

dónde,

δg_f : corrección de aire libre en mGal = 0,3086 H,

H: la altura ortométrica expresada en metros, y

g: valor de gravedad observado en el terreno.

γ_o : la gravedad normal calculada sobre la superficie del elipsoide medio de la tierra, a la latitud del punto.

2.6.2 Anomalía de Bouguer

La reducción de la gravedad al aire libre no describe la realidad. Obviamente, al observar la gravedad en la superficie de la tierra, su valor está influido por las masas interpuestas entre la superficie topográfica y el geoide y por las masas encerradas dentro del geoide. Esta influencia de la masa por encima del geoide debe corregirse también. Por lo general este procedimiento se realiza en dos pasos:

(I) eliminación de la influencia de una placa de espesor uniforme de H metros de altura;

(II) eliminación de la influencia de las irregularidades de la topografía; es decir, la influencia de las masas interpuestas entre la superficie topográfica y la superficie plana de la placa.

El primer paso se refiere a la conocida como *placa de Bouguer* en referencia al geodesta francés Bouguer, que utilizó por primera vez esta corrección en 1749. El segundo paso, considerado como un refinamiento de la primera, se conoce como corrección de terreno.

Asumiendo una placa de extensión y espesor H, la anomalía simple de la gravedad de Bouguer viene dada por:

$$\Delta g_{SB} = g + \delta_{gF} + \delta_{gB} - \gamma_o \quad (2-7)$$

dónde,

δ_{gB} : corrección simple de Bouguer = $- 0.1119 H$ (asumiendo la densidad de la corteza terrestre = 2.67 gramos / cm^3).

El segundo paso para evaluar la influencia de las masas interpuestas entre el geode y la superficie topográfica consiste en considerar la influencia de las masas interpuestas entre la placa de Bouguer y la superficie. Esta corrección corresponde a un corte o relleno de masas topográficas para generar el efecto que produce la placa de Bouguer (Fig. 6). En A, el exceso de masa $\Delta m +$ (positivo), que *atrae hacia arriba*, se elimina, haciendo que el valor de gravedad en el punto P aumente.

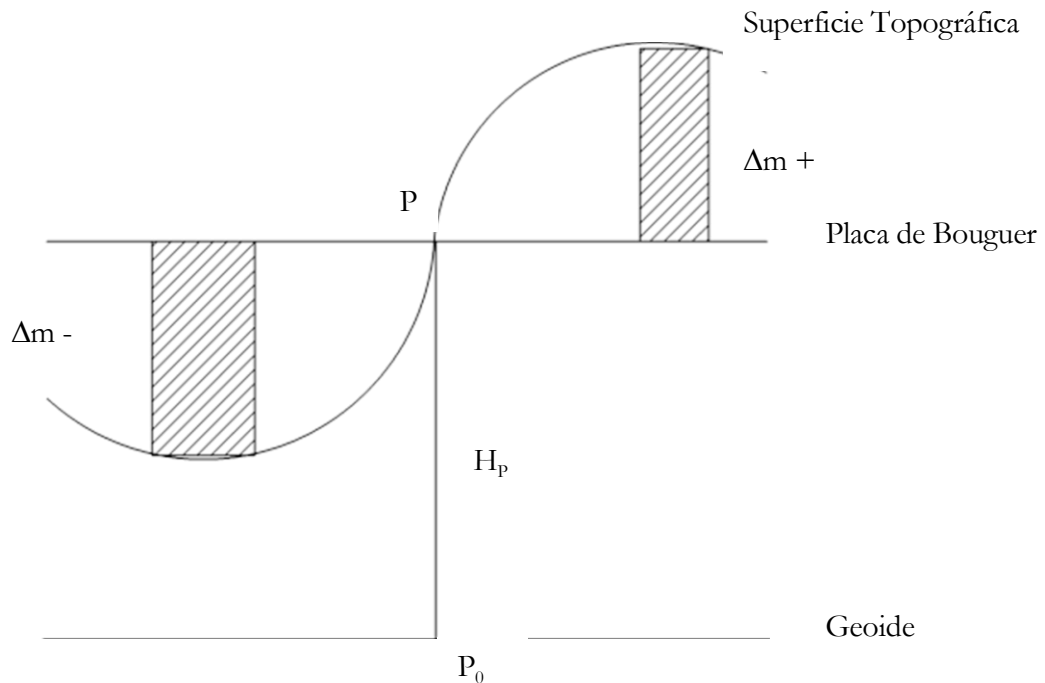
En B, la deficiencia de masa $\Delta m -$ (negativo) se elimina, haciendo que la gravedad en P aumente de nuevo. Por lo tanto, la corrección del terreno siempre es positiva. La corrección del terreno se calcula a partir de la gravedad generada por la masa de los prismas rectangulares, y puede realizarse rápidamente en el dominio espectral mediante transformadas rápidas de Fourier (FFT). La magnitud de la corrección del terreno suele ser del orden de unas pocas décimas de mGal para las áreas planas y de contornos suaves. Llega a unos pocos mGal en una zona montañosa y decenas de mGal en las montañas (Schwarz, et al, 1990). Por lo tanto, el descuido de la corrección del terreno introduce un sesgo sistemático en el cálculo de las anomalías de la gravedad.

Dicho esto, la anomalía completa de la gravedad de Bouguer es dada por:

$$\Delta g_B = g + \delta g_F + \delta g_B + \delta g_T - \gamma_o \quad (2-8)$$

donde,

δg_T : la corrección del terreno.



2.6.3 Anomalía Isostática

En una Tierra de corteza homogénea, la reducción de Bouguer eliminaría las principales irregularidades del campo gravitatorio, de modo que las anomalías de Bouguer serían pequeñas y fluctuarían aleatoriamente alrededor de cero. Sin embargo, esto no es cierto y las anomalías de Bouguer en las zonas montañosas son sistemáticamente negativas y pueden alcanzar grandes valores, aumentando en promedio en 100 mGal por 1000 metros de altura (Heiskanen y Moritz, 1967). La única explicación posible es que hay algún tipo de deficiencia de masa bajo las montañas, y que por lo tanto las masas topográficas son compensadas de alguna forma.

La isostacia es una teoría acerca del equilibrio de la corteza terrestre. El principio de isostasia fue probablemente estudiado ya por Leonardo da Vinci, pero la primera formulación matemática se puede encontrar en las teorías de

J.M. Pratt (1854) y G.B. Airy (1855). Existen varios modelos de reducciones isostáticas, pero el más realista resulta el de Vening-Meinesz. El modelo de Pratt de isostasia se basa en dividir la tierra en bloques más o menos independientes de diferente densidad, y considerar esos bloques flotando en sobre el magma que se encuentra en una cierta profundidad en un determinado nivel, conocido como *nivel de compensación*. Este modelo isostático fue utilizado por Hayford (1912) para suavizar la deflexión gravimétrica de la vertical con el propósito de determinar un elipsoide terrestre promedio. Otro modelo isostático, llamado modelo de Airy, se basa en la analogía de los bloques de la corteza terrestre con icebergs, asumiendo una densidad constante para todos los bloques individuales que se hunden de manera diferente en el magma plástico según sus alturas.

En el modelo isostático de Vening-Meinesz se asume a la corteza como una capa elástica homogénea de grosor variable. Se supone que el espesor medio es de unos 30 Km y la descripción matemática del modelo se basa en la teoría de la elasticidad, teniendo en cuenta que la corteza terrestre tiene densidad y espesor variable. La formulación matemática de los diferentes modelos de reducción isostática puede encontrarse en muchas publicaciones (Hieskanen y Moritz, 1967). La anomalía isostática de la gravedad viene dada por:

$$\Delta g_I = g + \delta g_F + \delta g_I - \gamma_o \quad (2-9)$$

dónde,

δg_I : corrección isostática.

Capítulo 3

REDES GRAVIMÉTRICAS NACIONALES

3.1 Puntos de Gravedad Absoluta

En nuestro país, las primeras mediciones absolutas de gravedad se realizaron a partir del año 1906, como se describiera en 1.1.1

En el año 1988 se lleva a cabo la primera parte del proyecto de medición absoluta de la gravedad con el gravímetro interferométrico JILAG-3, perteneciente al Instituto de Geodesia de la Universidad de Hannover. Este proyecto contó con el auspicio del mencionado Instituto (cuyo Director era el Dr. Wolfgang Torge), del Instituto de Geodesia de la Universidad de Buenos Aires y del IGM, y posibilitó la medición de la gravedad en forma absoluta sobre puntos localizados en Buenos Aires (Estación Fundamental Buenos Aires A), Tandil y Salta. En el año 1991 se ejecuta la segunda etapa del proyecto de medición absoluta de la gravedad, esta vez en una estación próxima a la Estación Fundamental Buenos Aires A (debido a un problema de napas freáticas que afecta a esa zona del Partido de San Martín no se pudo estacionar el equipo en dicho punto), en San Juan y en Comodoro Rivadavia (Torge et al., 1994). En la Tabla 1 se pueden observar las coordenadas y los valores de gravedad que fueron determinados en los años 1988 y 1991.

Tabla Capítulo 3-1 Coordenadas y gravedades finales de la Primera Red Gravimétrica Absoluta

Nombre	Latitud[°]	Longitud[°]	Grav.[mGal]
CORI	-45.824639	-67.463500	980663.759
IGN2	-34.573611	-58.519444	979690.069
IGN3	-34.573611	-58.519444	979689.141
ZOND	-31.545278	-68.684361	979141.649
SLOR	-24.721278	-65.504639	978409.410
TAN1	-37.321667	-59.082500	979904.352

3.2 Red Gravimétrica de 1er Orden

En el año 2012 el Instituto Geográfico Nacional (IGN), la Universidad Nacional de La Plata (UNLP), la Universidad Nacional de Rosario (UNR) y la Universidad Nacional de San Juan (UNSJ) iniciaron un proyecto conjunto con el propósito de materializar una nueva Red Gravimétrica de Primer Orden que permita el reemplazo de la antigua red BACARA.

Esta red está compuesta por 227 puntos que coinciden con pilares de la Red de Nivelación de Alta Precisión (en su mayoría puntos nodales). Las mediciones de los puntos fueron organizadas en seis campañas, que se llevaron a cabo entre 2012 y 2015, y ejecutadas mediante 5 gravímetros relativos: 2 LaCoste& Romberg del IGN (G-43 y G-673), 1 LaCoste& Romberg de la Universidad Nacional de Rosario (UNR) (G-69), 1 Scintrex CG-5 del IGN (#41218) y 1 Scintrex CG-5 de la Universidad Nacional de San Juan (UNSJ) (#40484).

Dichas mediciones fueron procesadas y ajustadas a la red RAGA utilizando los programas GRAVDATA (Drewes, 1995) y GRADJ (Forsberg, 1993) respectivamente. El cálculo de la corrección de marea se llevó a cabo utilizando una aproximación en armónicos esféricos del potencial de marea de 505 coeficientes propuesto por Cartwright y Edden en 1973. Los valores de gravedad finales surgen de un ajuste por mínimos cuadrados; considerando los valores de deriva (aproximación lineal), las precisiones de las lecturas y los factores de escala de los instrumentos. Los desvíos estándar de los valores gravimétricos finales son inferiores a +/-0,04 mGal para todos los puntos.

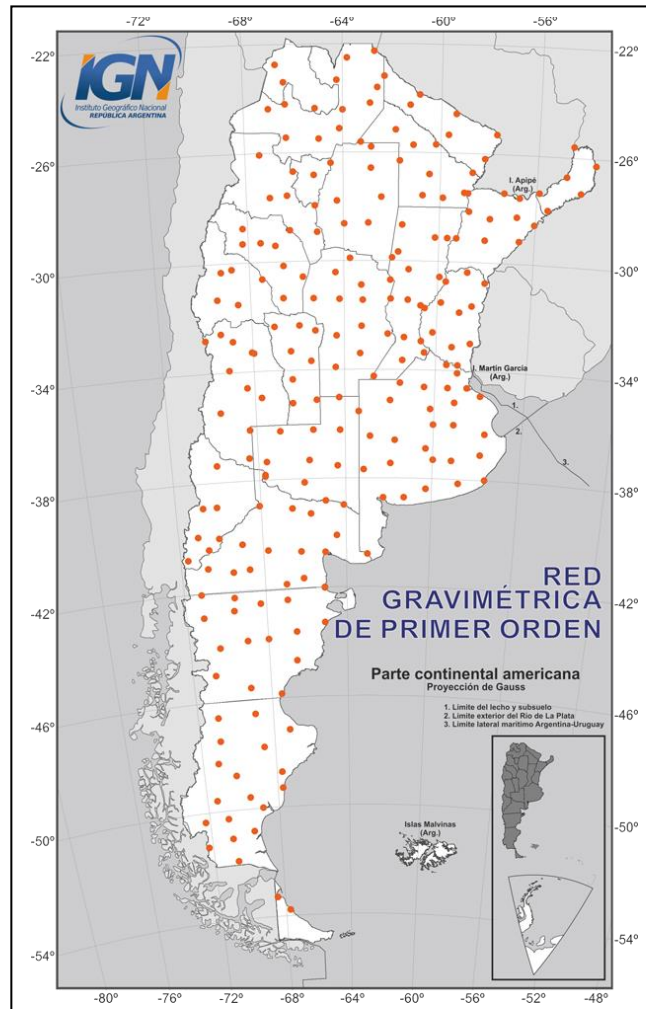


Figura Capítulo 3-1 Red Gravimétrica de 1er Orden

3.3 Antigua Red Gravimétrica de Primer Orden (red BACARA)

La Base de Calibración de la República Argentina (BACARA) constituye la Antigua Red Gravimétrica de Primer Orden de nuestro país. La denominada Operación BACARA fue llevada a cabo en el año 1968 mediante una labor conjunta del Instituto Geográfico Militar (IGM), Yacimientos Petrolífero Fiscales (YPF), el Servicio de Hidrografía Naval (SHN) y el Instituto de Geodesia (IG) de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires, con la colaboración del Servicio Geodésico Interamericano (IAGS).

La Operación BACARA permitió la determinación de 86 valores de gravedad en la Argentina, 21 en Bolivia, 3 en Uruguay y 2 en Paraguay. La medición se

llevó a cabo con cuatro gravímetros LaCoste&Romberg facilitados por el IAGS (G-56, G-57, G-145 y G-146) y un gravímetro Worden provisto por el IG. Los puntos gravimétricos se localizaron en aeródromos de uso comercial o en puntos cercanos a los mismos sobre caminos pavimentados.

La red BACARA fue compensada en 2 oportunidades al Sistema Potsdam y los desvíos estándar de sus valores gravimétricos fueron del orden de +/- 0,085 mGal. Los resultados finales del proyecto BACARA fueron publicados en el informe Nacional presentado durante la XV Asamblea General de la Unión Internacional de Geodestas y Geofísicos (IUGG) celebrada en la ciudad de Moscú en el año 1971.

En esa misma Asamblea General se adoptó a la red IGSN71 como el nuevo sistema de referencia gravimétrico internacional, quedando en desuso el Sistema Potsdam.

En el año 1988, el IGM desarrolló un nuevo programa de compensación de redes gravimétricas en lenguaje FORTRAN, basado en los trabajos realizados por el Dr. Hermann Drewes, que permitió transformar la red BACARA al sistema gravimétrico IGNS71 (Lauría, E, 1999).

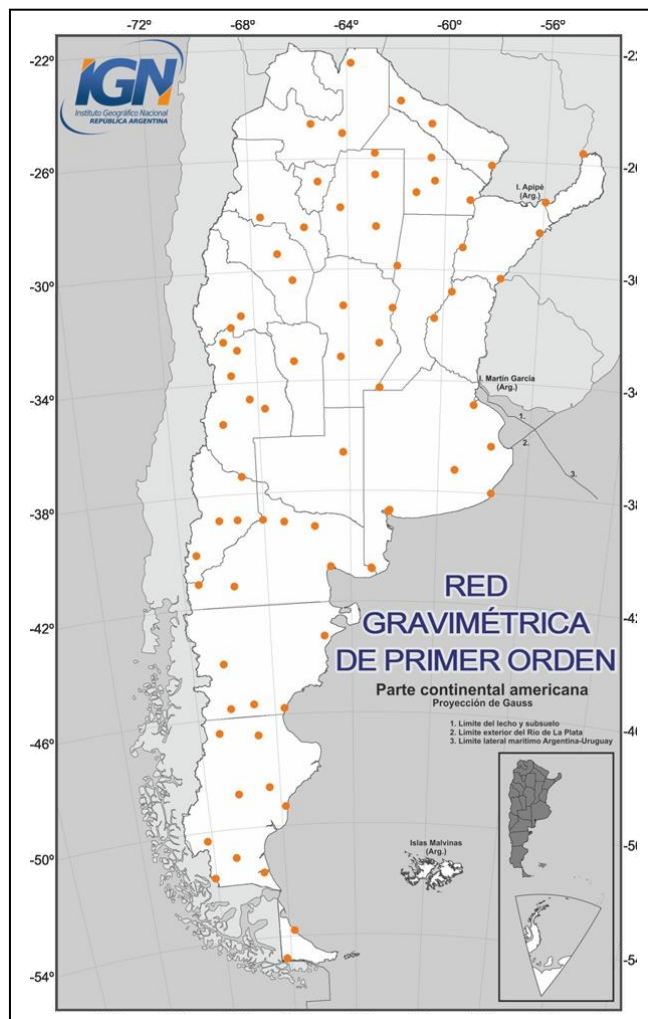


Figura Capítulo 3-2 Antigua Red BACARÁ

3.4 Redes Gravimétricas de 2do y 3er Orden

La Red Gravimétrica de Segundo Orden (RSO-Ar), está compuesta por un conjunto de pilares pertenecientes a la Red de Nivelación de Alta Precisión.

Esta red se vinculó a puntos pertenecientes a la red BACARA, determinada en el Sistema Potsdam. Sin embargo, en la XV Asamblea General de la Unión Internacional de Geodestas y Geofísicos (IUGG) se adoptó IGSN71 como el nuevo Sistema de Referencia Gravimétrico Internacional, reemplazando al

Sistema Potsdam. Para transformar los valores gravimétricos de la RSO-Ar al nuevo sistema IGSN71 se utilizó una corrección constante de -14,93 mGal.

Durante el año 2014, el Instituto Geográfico Nacional inició un nuevo proyecto con el propósito de digitalizar y reajustar las observaciones gravimétricas históricas a los valores de la Red Argentina de Gravedad Absoluta (RAGA), objeto del presente trabajo y la Red Gravimétrica de Primer Orden (RPO-Ar).

La Red Gravimétrica de Tercer Orden (RTO-Ar) está constituida por un conjunto de puntos distribuidos sobre la República Argentina y su objetivo principal es cubrir o densificar el territorio Nacional mediante observaciones gravimétricas capturadas en forma regular. Algunos de estos puntos coinciden con pilares altimétricos de la Red de Nivelación y pilares trigonométricos de la antigua Red Campo Inchauspe. Otros, en cambio, no constituyen mediciones sobre pilares materializados sino que han sido capturados sobre el terreno natural.

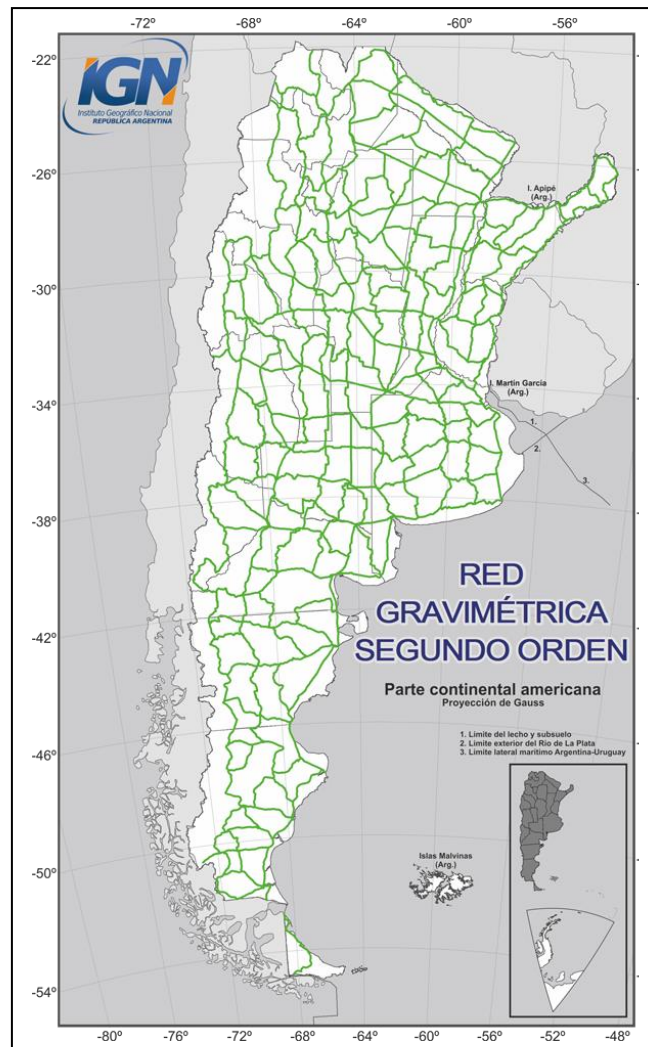


Figura Capítulo 3-3 Red Gravimétrica de 2do Orden

Capítulo 4

RED ARGENTINA DE GRAVEDAD ABSOLUTA

4.1 Motivaciones y fundamentos

Como se formulara en capítulos anteriores, en la República Argentina el proceso de determinación, establecimiento, control y mantenimiento de la red gravimétrica está bajo la responsabilidad del Instituto Geográfico Militar (IGM), hoy Instituto Geográfico Nacional (IGN), comprendiendo una Red de 5 puntos de gravedad absoluta, una Red de 1er Orden denominada BACARA (Base de Calibración de la República Argentina) conformada por 112 estaciones, una Red de 2do Orden, coincidente con la Red de Nivelación de Alta Precisión y una Red de 3er Orden constituida por puntos de densificación y mediciones arealesⁱⁱ. El recorrido total supera los cien mil kilómetros y demandó casi un siglo desde su inicio hasta su culminación en el año 2001.

Sin embargo, no fueron éstas las únicas mediciones efectuadas. Innumerable cantidad de puntos gravimétricos fueron medidos por organizaciones estatales y privadas, entes provinciales, educativos, proyectos específicos, necesidades de diferentes tipos de industria, etc.

Lamentablemente factores atribuibles a falta de coordinación y la inexistencia de medios tecnológicos que posibilitaren el intercambio fluido de datos impidieron una integración formal de toda esta información.

Consciente de la necesidad de disponer de una red gravimétrica moderna que satisfaga:

- La determinación de precisos modelos de geoide regionales y locales.

- La integración en un marco de referencia vertical único para América, concordante con los enunciados y esfuerzos del Proyecto SIRGAS.
- La materialización de un sistema de alturas consistente, homogéneo y preciso,

el IGN con la colaboración, entre otros, de la Universidad de San Pablo (Brasil), la Universidad Nacional de Rosario, Universidad Nacional de San Juan, Universidad Nacional de La Plata y el Subcomité de Geodesia del Comité Nacional de la IUGG, emprendió en el año 2012 el Proyecto de actualización, remediación y ajuste de sus redes gravimétricas, marco en el cual se encuadra el presente trabajo.

4.2 Planificación

La planificación de la Red Argentina de Gravedad Absoluta se llevó a cabo considerando no solamente el interés científico sino también todos aquellos factores de índole práctico, económico - social y geográfico que confluieran al mejor aprovechamiento de sus resultados.

A fin de definir los puntos que formarías parte de la Red, se encaró un procedimiento de clasificación y asignación de pesos que permitiera otorgar un orden de prioridad en la elección.

4.2.1 Factores considerados

Los factores considerados fueron:

- Interés científico
- Configuración de la Red
- Cercanía a zonas sísmicas
- Accesibilidad
- Conservación del punto
- Tipo de Suelo

Las consideraciones tenidas en cuenta y la clasificación correspondiente se detallan en la Tabla 1

Tabla Capítulo 4-1 Aspectos considerados en la planificación de la Red

Item	Clasificación	Descripción	
Interés	1	Alto	Alto interés científico
	2	Medio	Con posibilidad de aportar a intereses Científicos
	3	Bajo	Aporta solo a intereses del Instituto Geográfico
Configuración	1	Óptima	entre 250 a 300 km distancia Promedio a Puntos más cercanos
	2	Regular	entre 300 a 500 km distancia Promedio a Puntos más cercanos
	3	Mínima	menor a 250 km y mayor a 500 km distancia Promedio a Puntos más cercanos
Zona Sísmica	1	Muy reducida	Aceleración máxima del Suelo = 0,04 g
	2	Reducida	Aceleración máxima del Suelo = 0,10 g
	3	Moderada	Aceleración máxima del Suelo = 0,18 g
	4	Elevada	Aceleración máxima del Suelo = 0,25 g
	5	Muy Elevada	Aceleración máxima del Suelo = 0,35 g
Accesibilidad	1	Buena	Acceso sin restricción por camino pavimentado
	2	Regular	Acceso sin restricción por camino consolidado o senda
	3	Restringida	Acceso con restricción
Conservación	1	Alta	Se encuentra en un predio oficial
	2	Media	Se encuentra en las inmediaciones de un predio oficial / Nodales
	3	Baja	No se encuentra en un predio oficial
Tipo de Suelo	1	Basalto e Ígneas	Zona con un grado muy alto de estabilidad
	2	Metamórficas y Volcánicas	Zona con un grado alto de estabilidad
	3	Sedimentarias	Zona con un grado medio de estabilidad
	4	Depósitos	Zona con baja estabilidad

Establecidos los factores a considerar en la elección de los puntos, la tarea siguiente fue someter a consideración el orden de prioridad a asignar a cada uno de ellos.

Este resulta un análisis complejo en tanto cada una de las variables se encuentra relacionada con varias otras, y en algunos casos con una fuerte correlación.

Un punto puede resultar óptimo para asegurar la configuración de la red, estar ubicado en una zona donde la estabilidad del suelo no facilite las mejores condiciones desde el punto de vista geológico, pero a su vez resultar de gran interés científico. Este caso suele presentarse con frecuencia en zonas sísmicas donde el seguimiento de las variaciones temporales de los valores de gravedad resultan de trascendental importancia para los estudios geofísicos y particularmente geodinámicos. Una situación similar se presenta con los puntos ubicados en las cercanías de las grandes masas de agua y en particular próximos a la costa donde las variaciones de la carga oceánica afecta particularmente las observaciones tal como se ha discutido en 2.4.1.

A la luz de estas consideraciones se estableció el procedimiento de análisis y clasificación que se detalla en el punto siguiente.

4.2.2 Clasificación de los puntos

Los criterios empleados para clasificar los puntos potencialmente aptos de medición y su elección se basó en el siguiente criterio:

- Asignación de un orden de prioridades a los factores a considerar: teniendo en cuenta los fundamentos arriba expuestos se estableció el siguiente orden de importancia definiendo 6 categorías:

Prioridad 1

Interés Científico

Prioridad 2

Conservación del punto

Perteneciente a la red IGS

Perteneciente a la red SIRGAS

Prioridad 3

Perteneciente a la red RAMSAC (Red Argentina de Monitoreo Satelital Continuo)

Configuración de la Red

Prioridad 4

Zona Sísmica

Tipo de suelo

Prioridad 5

Distancia al mar

Prioridad 6

Accesibilidad

- Utilizando una escala de 10 a 1, dónde 10 es la mejor calificación y teniendo en cuenta las seis categorías, se asignó un puntaje decreciente según las prioridades establecidas. Aquellos factores que están incluidos en una misma categoría, tienen inicialmente un mismo puntaje.
- Dentro de cada categoría, y según se observa en la tabla 1, cada factor considerado se encuentra ordenado de acuerdo al nivel de correspondencia o aptitud con que responde a la exigencia. En función de ello, se asignó una clasificación decreciente en puntaje en tanto cumpla total o parcialmente la condición en consideración.

- Con estos criterios se elaboró la Tabla 4-2

Tabla Capítulo 4-2 Asignación de puntajes para la elección de puntos

TABLA DE PUNTAJES										
CLASIFICACIÓN	1	2	3	4	5	si	no	> 100 km	< 100 km	
Interés	10	7	5							
Conservación	8	5	3							
IGS						8	4			
SIRGAS						8	4			
Configuración	6	3	1							
RAMSAC						6	3			
Sísmica	5	4	3	2	1					
Tipo de Suelo	5	4	3	2						
Distancia al Mar								4	2	
Accesibilidad	3	2	1							

- Puede observarse que la mejor calificación posible de un potencial punto, que cumpla con todas las condiciones impuestas es de 63, de manera que a fin de homogeneizar los resultados en una calificación de 1 a 10 se estableció como criterio que el puntaje final asignado a un punto sería el resultado de la suma de las calificaciones parciales a la luz del análisis de los factores expuestos en la Tabla 1 y los puntajes establecidos en la Tabla 4-2 multiplicado por 10 y dividido por 63 ($Puntaje\ final = \frac{Suma\ de\ calificaciones\ parciales * 10}{63}$).

4.2.3 Primera propuesta de análisis

Teniendo en cuenta los factores expuestos, se procedió a confeccionar la primera potencial distribución de puntos a ser analizados según muestra la Figura 1

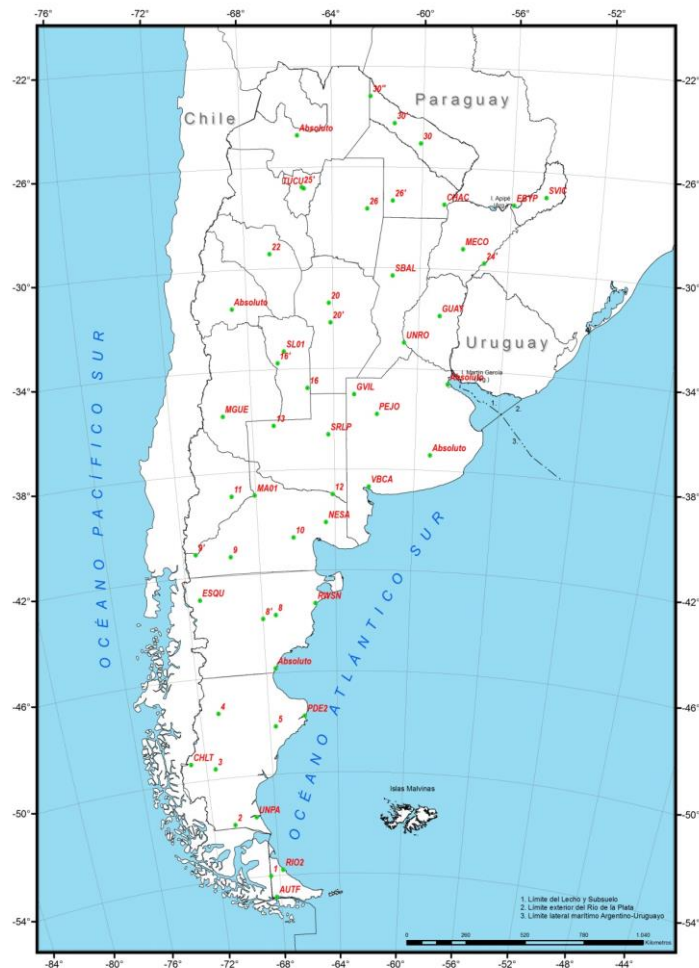


Figura Capítulo 4-1 Primera distribución propuesta

4.2.3.1 Información de base

Para la asignación de los correspondientes puntajes en los ítems Zonificación Sísmica y Tipos de Suelo, se emplearon los mapas e información adicional que se muestran a continuación proporcionados por el Instituto Nacional de Previsión Sísmica (INPRES) y el Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR) respectivamente cuyo detalle se materializa en la Tabla 3 del presente capítulo.



Figura Capítulo 4-2 Zonificación Sísmica

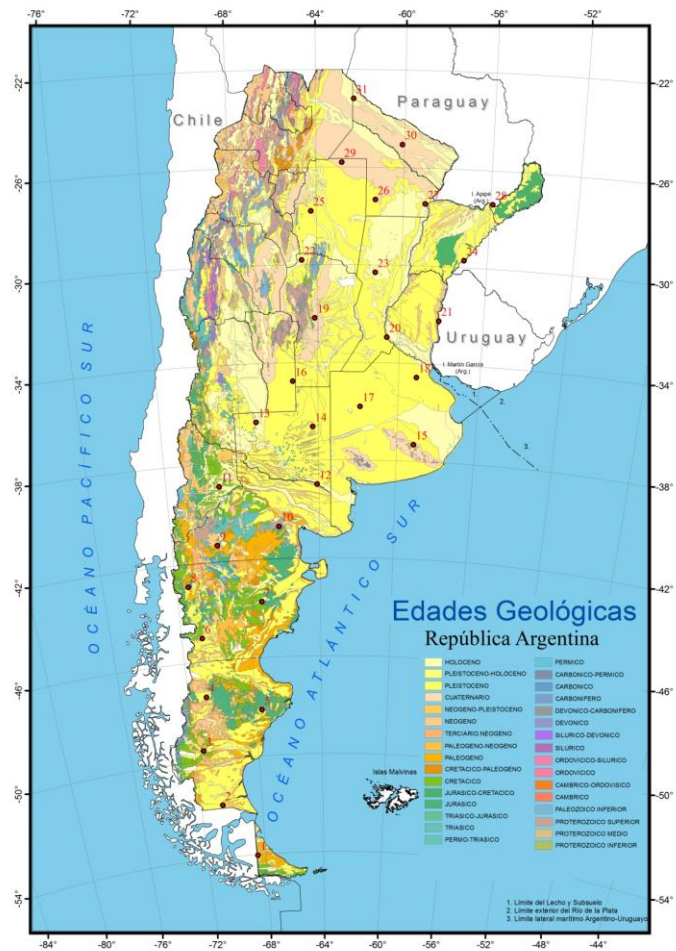


Figura Capítulo 4-3 Edades Geológicas



Figura Capítulo 4-4 Tipos de Suelos

Tabla Capítulo 4-3 Análisis de Suelos, Riesgo sísmico y Edad geológica

Punto	Localidad	Latitud	Longitud	Provincia	Tipo de Suelo	Edad Geológica	Sismicidad
1	Estancia “— “	-54.03	-68.54	Tierra de Fuego	Sedimentitas marinas y continentales epiclasticas	Paleógeno	Moderada
2	Estancia Bella Vista	-51.87	-70.60	Santa Cruz	Depósitos glaciarios	Pleistoceno	Reducida
3	Tres Lagos	-49.60	-71.45	Santa Cruz	Depósitos aluviales y coluviales	Holoceno	Reducida
4	Bajo Caracoles	-47.44	-70.93	Santa Cruz	Depósitos glaciarios	Pleistoceno	Reducida
5	Tres Cerros	-48.12	-67.64	Santa Cruz	Conglomerado	Pleistoceno	Muy reducida
6	Alto Río Senguer	-45.04	-70.82	Chubut	Conglomerado	Pleistoceno	Reducida
7	Las Plumas	-43.72	-67.28	Chubut	Volcanitas mesosilícicas	Jurasico	Muy reducida
8	Esquel	-42.92	-71.32	Chubut	Depósitos glaciarios	Pleistoceno	Moderada
9	Ing. Jacobacci	-41.33	-69.55	Río Negro	Sedimentitas continentales epi y piroclásticas	Paleogeno	Reducida
10		-40.68	-66.17	Río Negro	Volcanitas ácidas	Jurasico	Muy reducida
11	Cutral Co	-38.94	-69.23	Neuquén	Depósitos aluviales y coluviales	Holoceno	Reducida
12	Río Colorado	-38.99	-64.10	Río Negro	Depósitos aluviales y coluviales	Holoceno	Muy reducida
13	Algarrobo del Águila	-36.40	-67.14	La Pampa	Depósitos aluviales y coluviales	Holoceno	Reducida
14	Santa Rosa	-36.62	-64.29	La Pampa	Depósitos eólicos arenosos	Pleistoceno	Muy reducida
15	Tandil	-37.32	-59.13	Buenos Aires	Depósitos limo-areno-arcillosos	Cuaternario	Muy reducida
16	Buena Esperanza	-34.76	-65.25	San Luis	Depósitos eólicos arenosos	Pleistoceno	Reducida
17	Pehuajó	-35.81	-61.89	Buenos Aires	Depósitos eólicos arenosos	Pleistoceno	Muy reducida
18	Luján	-34.57	-59.11	Buenos Aires	Depósitos eólicos limo-arenosos y limosos	Pleistoceno	Muy reducida
19	Río Tercero	-32.18	-64.11	Córdoba	Depósitos limo-areno-arcillosos	Cuaternario	Reducida
20	Rosario	-32.96	-60.63	Santa Fe	Depósitos eólicos limo-arenosos y limosos	Pleistoceno	Muy reducida
21	Colón	-32.23	-58.14	Entre Ríos	Sedimentitas continentales epiclasticas y químicas	Paleogeno	Muy reducida
22	Lucio V. Mansilla	-29.81	-64.71	Córdoba	Depósitos evaporíticos	Holoceno	Reducida
23	San Cristóbal	-30.31	-61.24	Santa Fe	Depósitos eólicos limo-arenosos y limosos	Pleistoceno	Muy reducida
24	Paso de Los Libres	-29.72	-57.09	Corrientes	Basaltos tholeíticos	Jurásico-Cretácico	Muy reducida
25	Santiago	-27.79	-64.25	Santiago del	Depósitos	Pleistoceno	Reducida

Punto	Localidad	Latitud	Longitud	Provincia	Tipo de Suelo	Edad Geológica	Sismicidad
	del Estero			Estero	eólicos limo-arenosos y limosos		
26	General Pinedo	-27.33	-61.28	Chaco	Depósitos eólicos limo-arenosos y limosos	Pleistoceno	Muy reducida
27	Resistencia	-27.46	-58.99	Chaco	Depósitos aluviales y coluviales	Holoceno	Muy reducida
28	Posadas	-27.37	-55.90	Misiones	Basaltos tholeíticos	Jurásico-Cretácico	Muy reducida
29	Monte Quemado	-25.80	-62.83	Santiago del Estero	Depósitos limo-arenarcillosos	Cuaternario	Reducida
30	Estancia del Campo	-25.05	-60.09	Formosa	Depósitos limo-arenarcillosos	Cuaternario	Muy reducida
31	El Chorro	-23.18	-62.31	Formosa	Depósitos aluviales y coluviales	Holoceno	Reducida

4.2.4 Análisis y Clasificación

Sobre la base de los parámetros establecidos, la primera distribución propuesta y la información considerada, se procedió a elaborar la clasificación de los puntos cuyos resultados se visualizan en la siguiente Tabla:

Tabla Capítulo 4-4 Clasificación de los puntos propuestos

Pto.	Propuestos	Localidad	Emplazamiento	Latitud [°]	Longitud [°]	Cota [m]	Provincia	Interés	SIRGA S-CON	IGS/IGS+	RAMSAC	Configuración	Zona Sísmica	Tipo de Suelo		Distancia al mar [km]	Accesibilidad	Conservación	Puntaje
														Clasificación	Descripción				
1	1	Estancia San Justo	Gendarmería Nacional	-54,00	-68,59	95	Tierra de Fuego	3	no	no	no	1	3	3	Sedimentitas marinas y continentales epiclasticas	60	1	2	6,0
	RIO2	Río Grande	Estación Astronómica	-53,79	-67,75	19	Tierra de Fuego	1	si	si	si	1	3	3	Sed. continentales y marinas	4	1	1	9,0
	AUTF	Ushuaia	Aeropuerto	-54,84	-68,30	58	Tierra de Fuego	1	si	no	si	2	4	3	Sedimentitas marinas epiclasticas y quimicas	1	1	1	7,8
2	2	Estancia Bella Vista	Nodal 3	-51,87	-70,60	81	Santa Cruz	2	no	no	no	1	2	4	Depósitos glaciarios	110	2	2	6,2
	UNPA	Río Gallegos	Univ. Nac. de la Patagonia Austral	-51,65	-69,21	18	Santa Cruz	1	si	no	si	1	2	4	Depositos aluviales	20	1	1	8,1
3	3	Tres Lagos	Nodal 11	-49,60	-71,45	230	Santa Cruz	2	no	no	no	1	2	4	Depósitos aluviales y coluviales	200	1	2	6,3
	CHLT	El Chaltén	PF9N(387)	-49,32	-72,89	400	Santa Cruz	2	no	no	no	2	2	3	Sedimentitas marinas epiclasticas y quimicas	200	1	3	6,0
4	4	Bajo Caracoles	Nodal 20	-47,44	-70,93	612	Santa Cruz	1	no	no	no	1	2	4	Depósitos glaciarios	260	1	2	6,8
5	5	Tres Cerros	Estación de Servicio YPF	-48,12	-67,64	175	Santa Cruz	3	no	no	no	1	1	1	Conglomerado	155	1	3	6,7
	PDE2	Puerto Deseado	Centro de Investigaciones de Puerto Deseado	-47,75	-65,90	22	Santa Cruz	1	si	no	si	2	1	2	Volcanitas acidas	1	1	1	8,4
6	Absoluto	Comodoro Rivadavia	Universidad Nacional de la Patagonia	-45,82	-67,46	10	Chubut	1	no	no	no	1	1	3	Sedimentitas marinas epiclasticas	1	3	1	7,3
7	ESQU	Esquel	Nodal 40	-42,92	-71,32	560	Chubut	1	si	no	si	1	3	4	Depósitos glaciarios	125	1	2	7,8
8	8	Las Plumas	Edificio Público	-43,72	-67,28	170	Chubut	2	no	no	no	1	1	2	Volcanitas mesosilicicas	160	1	1	7,6

	8'	Cabeza de Buey	Nodal 35	-43,84	-67,99	220	Chubut	2	no	no	no	1	1	4	Depositos aluviales y coluviales	200	1	2	6,5
	RWSN	Rawson	Nodal 37	-43,30	-65,11	10	Chubut	1	si	si	si	2	1	4	Depositos aluviales	4	1	2	7,9
9	9	Ing. Jacobacci	Nodal 51	-41,32	-69,50	865	Río Negro	2	no	no	no	1	2	3	Sedimentitas continentales epi y piroclásticas	300	1	2	6,8
	9'	Bariloche	Edificio Público	-41,13	-71,31	815	Río Negro	3	no	no	no	1	3	3	Sedimentitas continentales y marinas epiclasticas	220	1	1	6,8
10	10	Valcheta	Nodal 54	-40,68	-66,17	180	Río Negro	2	no	no	no	1	1	2	Volcanitas ácidas	90	1	2	6,8
	NESA	Gral. Conesa	Nodal 59	-40,10	-64,46	62	Río Negro	1	si	no	si	3	1	4	Depositos aluviales y coluviales	85	1	2	7,0
11	11	Cutral Co	Edificio Público	-38,94	-69,23	620	Neuquén	3	no	no	no	1	2	4	Depositos aluviales y coluviales	340	3	1	6,2
	MA01	Neuquén	Nodal 62	-38,95	-68,06	290	Neuquén	1	si	no	si	2	2	4	Depositos aluviales y coluviales	330	1	2	7,5
12	12	Río Colorado	Nodal 65	-38,99	-64,10	100	Río Negro	2	no	no	no	1	1	4	Depósitos aluviales y coluviales	150	1	2	6,5
	VBCA	Bahía Blanca	Nodal 67	-38,70	-62,27	30	Buenos Aires	1	si	si	si	2	1	4	Depositos deltaicos	1	1	2	7,9
13	13	San Isabel	Nodal 92	-36,23	-66,94	315	La Pampa	2	no	no	no	1	2	4	Depositos aluviales y coluviales	500	1	2	6,3
	MGUE	Malargüe	Nodal 96	-35,77	-69,40	1550	Mendoza	1	no	si	no	2	3	4	Depositos pedemontanos	240	3	2	6,5
14	SRLP	Santa Rosa	Edificio Público	-36,62	-64,28	188	La Pampa	1	si	no	si	1	1	4	Depósitos eólicos arenosos	300	1	1	8,6
15	Absoluto	Tandil	Universidad Nacional del Centro	-37,40	-59,23	180	Buenos Aires	1	no	no	no	1	1	1	Rocas igneas y metamorficas	150	3	1	7,9
16	16	Buena Esperanza	Edificio Público	-34,76	-65,25	320	San Luis	3	no	no	no	2	2	4	Depositos eolicos arenosos	500	1	1	6,0
	16'	Beazley	Edificio Público	-33,76	-66,64	410	San Luis	3	no	no	no	1	3	4	Depositos aluviales y coluviales	460	1	1	6,3
	SL01	San Luis	Nodal 124	-33,30	-66,33	730	San Luis	1	si	no	si	2	3	4	Depositos pedemontanos areno-gravoso-limosos	490	1	2	7,3
17	GVIL	General Villegas	Edificio Público	-35,03	-63,01	114	Buenos Aires	2	no	no	si	1	1	4	Depositos eolicos arenosos	460	1	1	7,5
	PEJO	Pehuajó	Edificio Público	-35,81	-61,90	90	Buenos Aires	2	no	no	si	1	1	4	Depositos eolicos arenosos	370	1	1	7,5
18	Absoluto	Buenos Aires	Instituto Geográfico Nacional	-34,57	-58,52	8	Buenos Aires	1	no	no	no	1	1	4	Depositos eolicos limo-arenosos y limosos	250	1	1	7,5
19	Absoluto	Zonda	Instituto Sismológico Zonda	-31,55	-68,68	730	San Juan	1	no	no	no	2	5	3	Sedimentitas marinas, calizas y dolomias	275	3	1	6,5

20	20	Falda del Carmen	Comisión Nacional de Actividades Espaciales	-31,52	-64,47	698	Córdoba	1	si	si	si	1	2	2	Metamorfitas de grado alto	720	1	1	9,7
	20'	Río Tercero	Edificio Público	-32,18	-64,11	387	Córdoba	3	no	no	no	1	2	4	Depositos limo-areno-arcillosos	700	3	1	6,2
21	UNRO	Rosario	Universidad Nacional de Rosario	-32,96	-60,66	25	Santa Fe	1	si	no	si	1	1	4	Depositos eolicos limo-arenosos y limosos	520	1	2	8,6
	GUAY	Villaguay	Nodal 143	-31,87	-59,03	50	Entre Ríos	1	si	no	si	1	1	3	Sed. continentales epic. Aluviales	520	1	2	8,6
22	22	La Rioja	Nodal 169	-29,42	-66,85	503	La Rioja	2	no	no	no	1	3	4	Depositos pedemontanos areno-gravoso-limosos	435	1	2	6,2
23	SBAL	San Cristobal	Nodal 162	-30,31	-61,24	73	Santa Fe	2	no	no	si	1	1	3	Depositos eolicos limo-arenosos y limosos	780	1	2	7,5
24	MECO	Mercedes	Nodal 175	-29,18	-58,07	91	Corrientes	1	si	no	si	1	1	1	Basaltos tholeiticos	670	1	2	8,9
	24'	Paso de los Libres	Edificio Público	-29,72	-57,09	64	Corrientes	3	no	no	no	2	1	1	Basaltos tholeiticos	550	2	1	6,8
25	TUCU	U.N.T.	Universidad Nacional de Tucumán	-26,84	-65,23	420	Tucumán	1	si	no	si	1	3	4	Depositos pedemontanos areno-gravoso-limosos	545	1	1	8,3
	25'	Horco Molle	Estación Sismológica Horco Molle	-26,79	-65,33	660	Tucumán	2	no	no	no	1	3	2	Metamorfitas de grado bajo y medio	545	3	1	7,0
26	26	Quimili	Nodal 195	-27,65	-62,42	140	Stgo. del Estero	2	no	no	no	1	1	4	Depositos eolicos limo-arenosos y limosos	835	1	2	6,5
	26'	Gral. Pinedo	Edificio Público	-27,33	-61,28	97	Chaco	3	no	no	no	2	1	4	Depositos eolicos limo-arenosos y limosos	950	1	1	6,2
27	CHAC	Resistencia	Nodal 190	-27,45	-58,99	50	Chaco	1	si	si	si	1	1	4	Depositos aluviales y coluviales	900	1	2	8,7
28	EBYP	Posadas	Nodal 194	-27,37	-55,89	120	Misiones	1	si	no	si	1	1	1	Basaltos tholeiticos	650	1	2	8,9
	SVIC	San Vicente	Edificio Público	-26,99	-54,49	98	Misiones	1	si	no	si	2	1	4	Regolitos y arcillas limoniticas rojas	530	2	1	7,9
29	Absoluto	San Lorenzo	Estación Sismológica San Lorenzo	-24,73	-65,49	1500	Salta	1	si	si	si	1	4	2	Metamorfitas de grado bajo y medio	510	3	1	9,0
30	30	Estanislao del Campo	Edificio Público	-25,05	-60,09	115	Formosa	3	no	no	no	1	1	4	Depositos limo-areno-arcillosos	1050	2	1	6,5
	30'	Laguna Yema	Nodal 221	-24,25	-61,24	156	Formosa	2	no	no	no	2	1	4	Depositos limo-areno-arcillosos	940	2	2	5,9
	30''	El Chorro	Nodal 230	-23,19	-62,31	206	Formosa	2	no	no	no	2	2	4	Depositos aluviales y coluviales	820	2	2	5,7

4.3 Reconocimientos previos

Concluidas las tareas de gabinete y en función de los resultados obtenidos producto del análisis expuesto, se organizaron dos comisiones de campo (denominadas respectivamente Norte y Sur) con la finalidad de:

- Verificar en el terreno la viabilidad técnica de materialización de los puntos.
- Establecer las coordinaciones logísticas necesarias con el personal de la zona.
- Determinar las condiciones de accesibilidad.
- Materializar la ubicación prevista.
- Comprobar la estabilidad del punto mediante un primer análisis utilizando para ello un gravímetro relativo Sintrex CG5.

Como resultado del reconocimiento se elaboraron las Tablas 5 y 6 que detallan los ítems analizados y los resultados obtenidos:

4.3.1 Informes de Reconocimiento

4.3.1.1 Zona Norte

Sitio	Latitud (°)	Longitud (°)	Altura Elip. (m)	Localidad	Provincia	Ubicación - Detalles	Contactos	Teléfonos - Email
GUAY	-31,86375	-59,03441667	63	Villaguay	Entre Rios	El punto se materializó en las instalaciones de Obras Sanitarias Municipal, dentro del Depósito Clorador, está al ras del piso (cerámico) y el mismo sobre una base de hormigón.	Sec Obras Públicas Dr. CARLOS FLORENCIO MONTIEL Dir Catastro Municipal Agrim MABEL RODRIGUEZ Coordinador Of Obras Sanitarias NESTOR FERNANDEZ	Agrim. Mabel RODRIGUEZ Cel (03455) 15495648 Email mabelrosesa@hotmail.com
IGUA	-25,63866667	-54,53858333	213	Puerto Iguazú	Misiones	El punto se materializó en el centro del palco para autoridades, en la Plaza de Armas de la Escuela Militar de Monte.	Director Ea Mil Mte Tcnl Roberto Eugenio CACERES - Subdirector Tcnl Luis PARODI - J Dpto Edu Tcnl ADROGUE	Telef Fijo (03757) 422887 / 420304
ITUZ	-27,58405556	-56,68683333	113	Ituzaingo	Corrientes	El punto se materializó en la vereda de la Biblioteca Popular Carlos SPANO, domicilio calle Buenos Aires 1655. Nos autorizó el Sec de Obras Públicas de la Municipalidad.	Intendente Municipalidad Ituzaingó OSCAR PIÑON - Sec Obras Públicas Agrim EDGARDO MARIANI	Municipalidad (03786) 420780 / 420090 Edgardo MARIANI (03786) 15610242

LYEM	-24,28072222	-61,23633333	166	Laguna Yema	Formosa	El punto se materializó en la base del mástil. En las instalaciones CEDEVA Laguna Yema.	Sr. HECTOR A. TABOADA Administrador CEDEVA	Celular (03704) 613980 // (03704) 520799 - Email taboadaha@hotmail.com
MERC	-29,22658333	-58,07266667	111	Mercedes	Corrientes	El punto se materializó en la base del mástil, el mismo está en la Plaza de Armas del Batallón de Comunicaciones 121.	Jefe del B Com 121 Tcnl RUBEN ALBERTO GARCIA	B Com 121 - Fijo (03773) 422399
QUIM	-27,64486111	-62,41383333	143	Quimií	Santiago del Estero	El punto se materializó en la base de hormigón del mástil, ubicado frente a la vieja estación de ferrocarril.	Intendente Municipal Interino OMAR FANTONI - Sec de Obras Públicas ANDRÉS TOLEDO	Fijo Municipalidad (03843) 41070 - Email ajtoledo2003@hotmail.com
RESI	-27,47838889	-58,95686111	53	Resistencia	Chaco	El punto se materializó en la base del mástil, el mismo está en la Plaza de Armas de la Guarnición Militar Resistencia	Se habló con el Comandante de IIIra Brigada de Monte (NO+) GrI Br D WALTER OVIDIO TEMPERINI - 2do Comandante Cnl ROBERTO CLAUDIO ARNAIZ	Comandante IIIra Br Mte (NO+) Fijo (03624)442439 Cel (011)1522340242 2do Comandante Cel (011)1522340249
RIOJ	-29,42561111	-66,86241667	517	La Rioja	La Rioja	El punto se materializó en la base del Tanque de Agua, el mismo está en el RIM 15, en una calle interna del cuartel.	Jefe del RIM 15 Coronel PABLO EUGENIO CHORT - Encargado de Unidad Subof My NIEVE ROLANDO	RIM 15 - (0380) 4423206
SLOR	-24,72127778	-65,50463889	1526	San Lorenzo	Salta	El punto está ubicado en la Estación Sismológica San Lorenzo, esta pertenece al INPRES así que se habló con el Ing RODOLFO RECIO (Jefe de Laboratorio Sismológico).	Sr. BERDEJA Sergio Eduardo - Encargado de la Estación Sismológica San Lorenzo	Sergio BERDEJA Cel. (0387)155093691 Part (0387) 4921550 Email serberdeja@hotmail.com

SCRI	-30,30986111	-61,22683333	97	San Cristobal	Santa Fe	La marca se materializó en el descanso de la rampa para discapacitados, frente a la Biblioteca - Museo (edificio de la vieja estación de ferrocarril). Estas instalaciones pertenecen a la Escuela Nro 4 - San Cristobal - Santa Fe.	Agrim. GUILLERMO ANSORENA - Docente y Responsable de la Estación Permanente GPS	Agrim. Guillermo ANSORENA Celular (03408) 15679360 - Part (03408) 422890 - Email gansorena@cisc.net.ar
TUCU	-26,84394444	-65,23027778	428	San Miguel de Tucuman	Tucumán	El punto está ubicado en el predio de la Facultad de Ciencias Exactas UNT. En la plataforma de hormigón del edificio aulas y talleres, frente al Depósito de Geodesia y Topografía.	Agrim. LUIS ESTRADA	Celular Particular (0381) 156819199
VMAR	-32,41483333	-63,24325	204	Villa María	Cordoba	La marca se puso en la base del monumento al Bicentenario, es de hormigón.	Municipalidad de Villa Maria - Subsecretario de Servicios Públicos y Atención al Ciudadano Sr. DANIEL CLIMACO	Teléfono Municipalidad (0353) 4533343/4 Int 304 - Celular Part (0353) 154220925
ZOND	-31,54530556	-68,68413889	729	El Zonda	San Juan	El punto está ubicado en el túnel de la Estación Sismológica El Zonda	Dra. SILVIA MIRANDA	Celular Particular (0264) 154152259

4.3.1.2 Zona Sur

Sitio	Latitud (°)	Longitud (°)	Altura Elip (m)	Localidad	Provincia	Ubicación - Detalles	Contactos	Teléfonos - Email
BHBL	-38,7005833	-62,2689444	59	Bahía Blanca	Buenos Aires	Está ubicada en una plataforma de hormigón en el fondo de la Universidad Nacional del Sur de Bahía Blanca, en el sector de estacionamiento del Área de Agrimensura (en la misma se realizan las prácticas de gravimetría).	Agrim. PABLO NAPAL	(0291) 4595 101 Int 3210/6
CORI	-45,8626944	-67,4843611	4	Comodoro Rivadavia	Chubut	La marca está ubicada en el centro de la Playa de Estacionamiento del fondo del Comando de la IXna Brigada Mecanizada.	Cnl My Santiago Julio FERREYRA Comandante de la IX Br Mec	(0297) 447 2130
CPAT	-40,8025833	-62,9835	100	Carmen de Patagones	Buenos Aires	Está ubicada en el segundo descanso de la rampa para discapacitados, la misma termina en la vereda que va hacia la puerta de ingreso al edificio de la municipalidad.	Sec Obras y Serv Públicas Ing. DANIEL BENGOCHEA - Agrim. RODRIGO ZAMORA	Bengochea (02920) 469000 - Zamora (02920) 15561292 - 15528883 - agrimzamora@yahoo.com.ar

ESQU	-42,9	-71,2950556	613	Esquel	Chubut	La marca esta ubicada al pié de la base del mástil, en la Plaza de Armas del Regimiento de Caballería de Exploración 3 "Coraceros General Pacheco".	Jefe del R C Expl 3 Tcnl SERGIO ROMÁN TABOADA	(02945) 45-2464
INJB	-41,3213056	-69,5030278	857	Ingeniero Jacobacci	Río Negro	La marca está ubicada en la base del mástil, el mismo está en el fondo del Depósito de Materiales del Municipio (lo que antes era una escuela hogar).	Intendente Municipal Sr. - Secretaria del Intendente Sra. Dina SHILTRA - Cuidador Sr. Miguel CAYUMAN	Municipalidad (02940)xxxxxx Cel Sra. Dina (02940) 410226
NUQN	-38,96025	-68,0981389	265	Neuquén	Neuquén	La marca se encuentra detrás de la base del mástil, el mismo está en la Plaza de Armas del Batallón de Ingenieros de Montaña 6.	Jefe del B Ing M 6 Tcnl Walter Esteban Martin CHUK - 2do Jefe My Cristian ESPAÑOL	Fijo (0294) 4466951 Fax (0294) 4466954
PARN	-37,3386667	-59,1370833	217	Tandil	Buenos Aires	El punto PARN está ubicado en el Parque Independencia, en la ciudad de Tandil.	Instituto Geográfico Nacional - Dirección de Geodesia	(011) 4576 - 5576 Int 187
RAWS	-43,3006111	-65,1056389	2	Rawson	Chubut	La marca está ubicada en un lateral al monumento del General Julio Roca. Este está en un extremo del boulevard central de la peatonal.	Agrim. Alberto PLOS Dirección de Tierras y Catastro de la Municipalidad	Secretaría de Gobierno (Municipalidad Rawson) (0280) 4481990 Int 131

RGLL	-51,6370833	-69,2305	6	Rio Gallegos	Santa Cruz	La marca está ubicada en la base de la Gruta a la Virgen (es de hormigón), la misma está detrás del edificio de la Guardia de Prevención de la Guarnición Militar de Río Gallegos.	Comandante de la XI Br Mec - Gr1 Br D JUAN ANDRES LAGOS - Enc XI Br Mec Subof My "VGM" FELIPE LUNA	Cdo Br Mec XI (02966) 441519 - Celular Enc Br Mec XI (02966) 15562586
TRES	-49,5986667	-71,4461111	227	Tres Lagos	Santa Cruz	La marca está ubicada en la Plaza del Pueblo, al lado del mástil y distante unos 9 metros del Nodal 11.	Presidente de la Comisión Municipal Sr. Antonio Julio Suarez	Telefono: (02962) 495031 – 430148 - 495003
UNPA	-47,7563889	-65,8993056	7	Puerto Deseado	Santa Cruz	La marca estaría ubicada en la plataforma de la estación permanente de GPS, la misma es de hormigón y está en las instalaciones de la UNPA en Puerto Deseado.	Se habló con la Señora Sonia Zapata	Celular (0297) 15 4037328 - Fijo (0297) 4871012
PERI	-46,6002778	-70,9245278		Perito Moreno	Santa Cruz	Se hizo el reconocimiento y el lugar ideal para monumentar sería en el Escuadrón 39 "Lago Buenos Aires" de Gendarmería Nacional. Hay que pedir permiso mediante una Nota al Comandante General en el Edificio Centinela (Bs. As.)	Jefe de Escuadrón 39 Comandante Principal Nertor Wilson MUÑOZ	(02963) 432-860

4.4 Plan de Campaña

Sobre la base de los estudios efectuados y los resultados de los reconocimientos se estableció el Plan de Campaña para la medición, dividiendo la misma en 3 zonas: Norte, Sur y Sísmica de acuerdo a la distribución que se muestra en las Figuras 5. 6, y 7.

4.4.1 Zona Norte

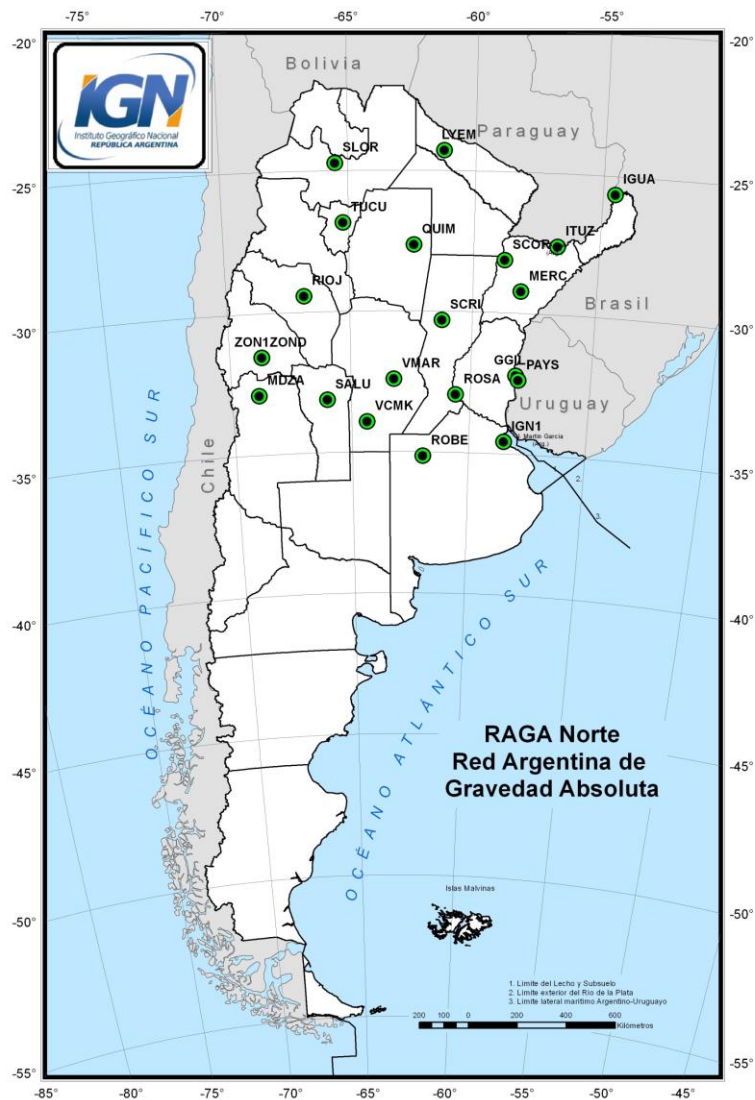


Figura Capítulo 4-5 RAGA Norte

4.4.2 Zona Sur

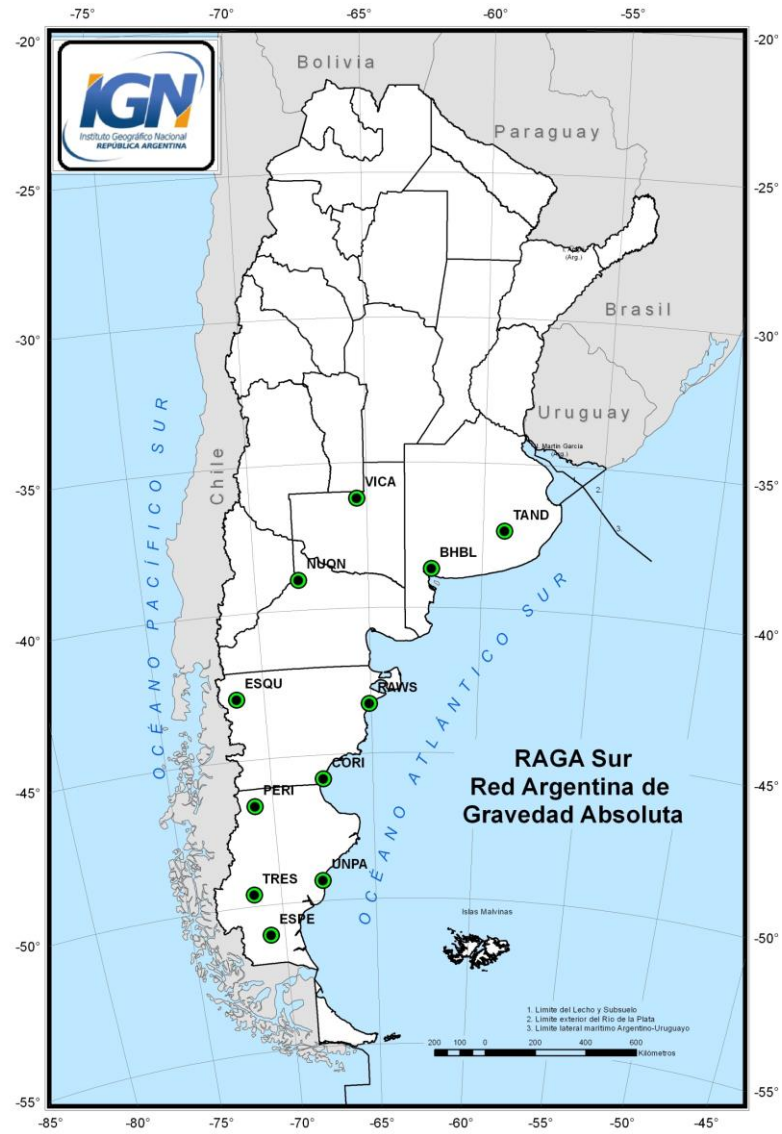


Figura Capítulo 4-6 RAGA Sur

4.4.3 Zona Sísmica

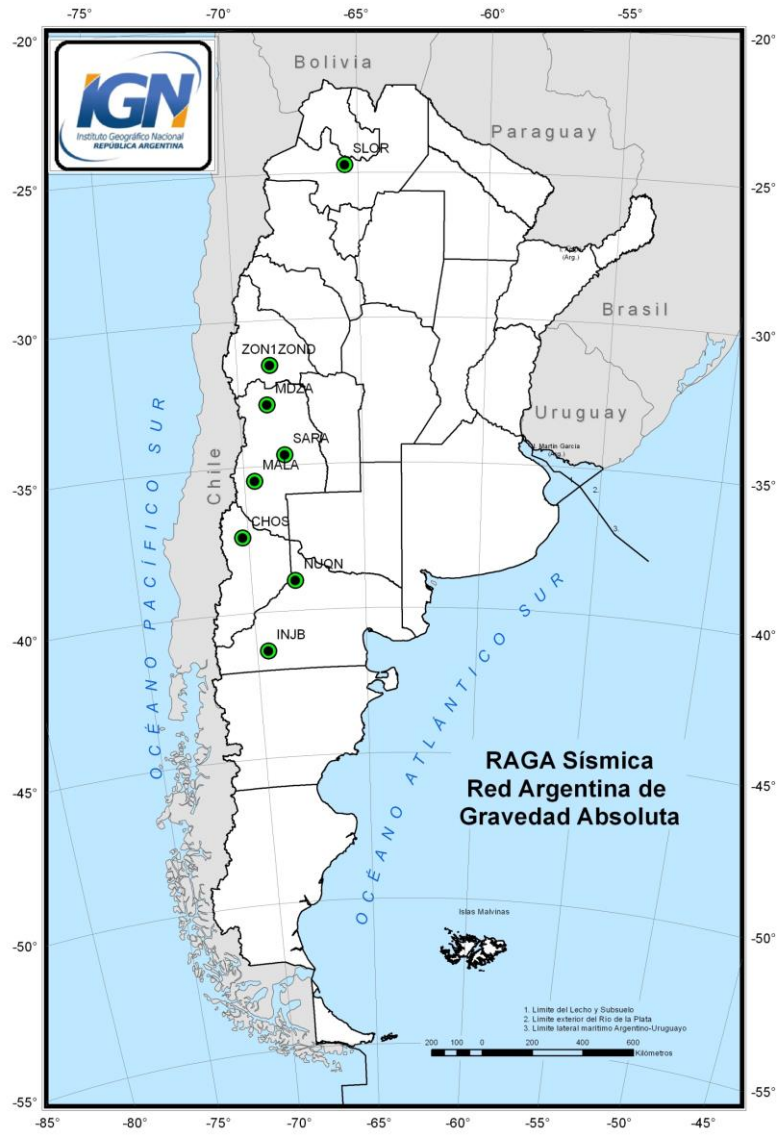


Figura Capítulo 4-7 RAGA Sísmica

4.4.4 RAGA 2016

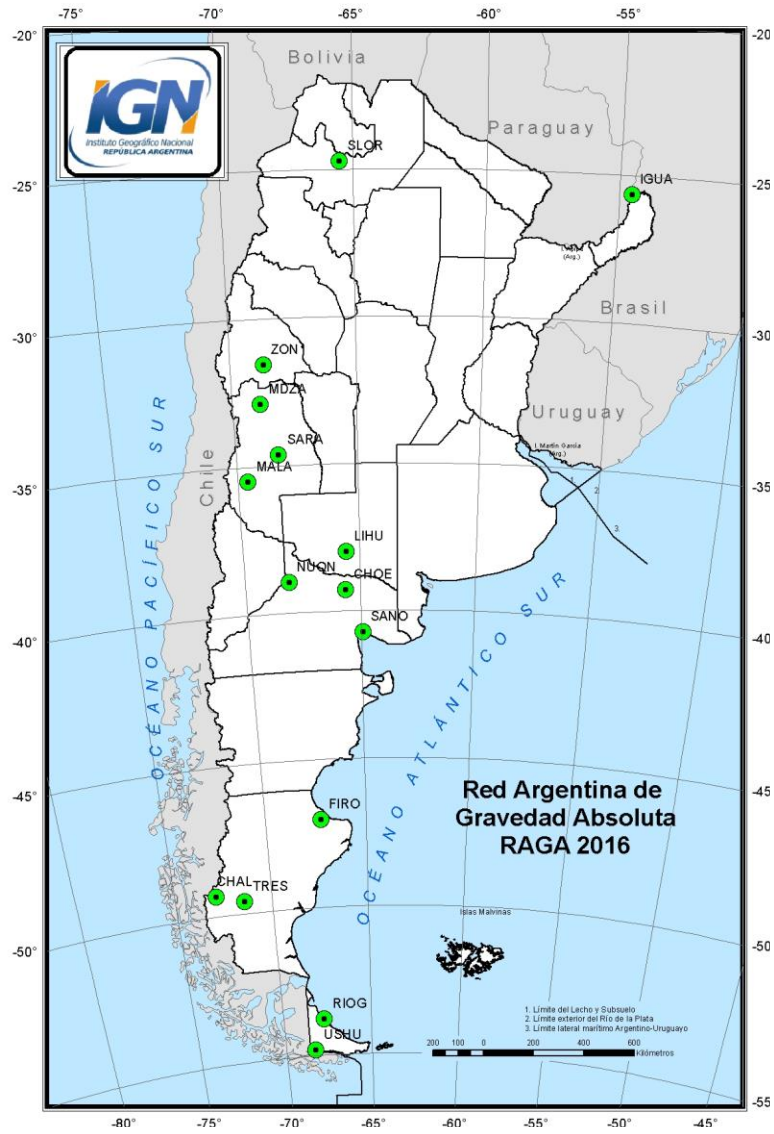


Figura Capítulo 4-8 RAGA 2016

4.5 Acuerdos e instrumental

La siguiente etapa, previa a la medición de los puntos, comprendió las tareas administrativas tendientes a:

- Establecer las pautas correspondientes para materializar la cooperación del Instituto de Transporte de la Universidad de San Pablo y del Instituto de Investigación para el Desarrollo (IRD, por sus siglas en francés, Institut de Recherche Pour Le Développement) del Bureau Gravimétrico internacional de Francia; a través de la utilización de los gravímetros absolutos Microg Lacoste A10 de su propiedad y la asistencia de personal técnico y profesional de dichas instituciones durante la ejecución de las campañas de medición.
- Establecer las coordinaciones administrativas con personal responsable de organismos públicos, asociaciones civiles y entidades educativas donde se emplazarían los puntos seleccionados a fin de asegurar los requerimientos logísticos y técnicos necesarios para la ejecución de la medición y materialización física del lugar de medición.
- Definición de la forma de materialización de los puntos a través de la respectiva placa de referencia oficializada para tal fin por el Instituto Geográfico nacional cuyo modelo se muestra en la Figura 9.




Figura Capítulo 4-9 Placa Identificatoria puntos Red RAGA

4.6 Mediciones y resultados

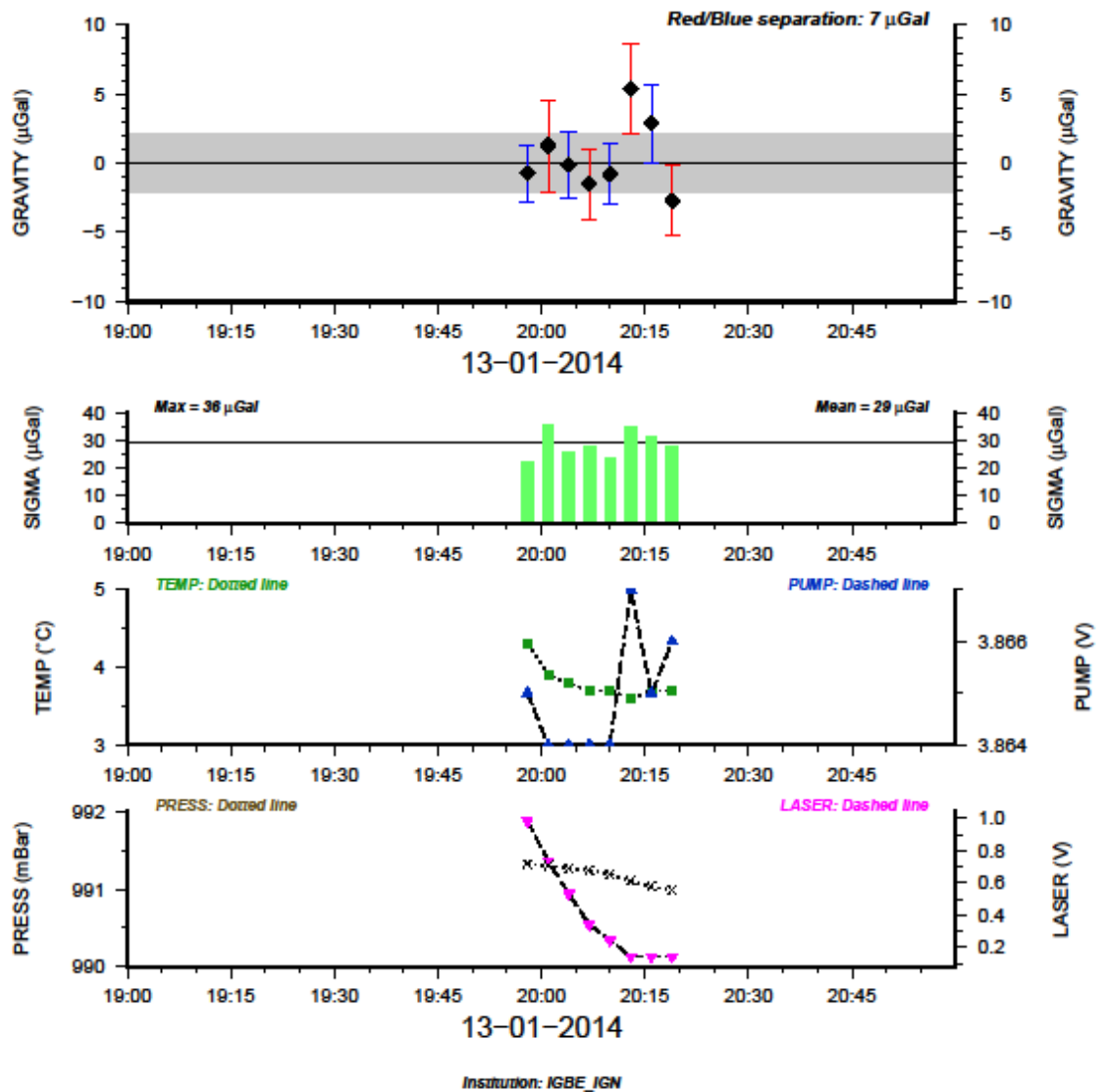
4.6.1 RAGA Norte

Tabla Capítulo 4-5 RAGA Norte – Puntos medidos ⁱⁱⁱ

	Localidad	Provincia	Denominación		Páginas
			Medición	Oficial	
1	Laguna Yema	Formosa	LYEM	LYEM	83 – 86
2	San Lorenzo	Salta	SLOR	SLOR	87 – 90
3	Iguazú	Misiones	IGUA	MISI	91 - 94
4	Ituzaingó	Corrientes	ITUZ	ITZA	95 - 98
5	Quimili	Santiago del estero	QUIM	SANE	99 – 102
6	Mercedes	Corrientes	MERC	MERS	103 – 106
7	La Rioja	La Rioja	RIOJ	RIOJ	107 – 110
8	San Cristobal	Santa Fé	SCRI	SCRI	111 – 114
9	San Juan	San Juan	ZOND	ZOND	115 – 118
10	Colón	Entre Ríos	CGIL	GGIL	119 – 122
11	Paysandú	ROU	PAYS	PAYS	123
12	Villa María	Córdoba	VMAR	VMAR	124 – 127
13	Mendoza	Mendoza	MDZA	MDZA	128 – 131
14	Rosario	Santa Fé	ROSA	ROSR	132 – 135
15	La Florida	San Luis	SALU	SALU	136 – 139
16	Vicuña Mackenna	Córdoba	VCMK	VCMK	140 -142
17	Miguelete	Buenos Aires	IGN0	IGN0	143 – 146
18	Roberts	Buenos Aires	ROBE	RBRT	147 – 150
19	Tucumán	Tucumán	TUCU	SMTU	151 – 153
20	San Lorenzo	Corrientes	SCOR	SANL	154 - 157

Site		Project		
LYEM		LYEM_Final		
				
Latitude	Longitude	Elevation	Polar Motion	Gradient
-24.28083	-61.23633	158.00 m	0.0303 * 0.3300 *	-3.000 μ Gal/cm
Instrument Data		Acquisition Settings		Processing Results
Meter Type: A10 - S/N # 032 Rubidium Freq.: 10000000.00101 Hz Red Lock: 632.99190480 nm Blue Lock: 632.99091860 nm Factory Height: 70.50 cm		Number of Drops by Set: 120 Drop Interval: 1 sec Sequence Interval: ? Red/Blue Interval: ? Setup Height: 0.00 cm		Number of Sets Collected: 8 Number of Sets Processed: 8 Total Drops Accepted: 955 Total Drops Rejected: 5 Transfer Height: 0.00 cm

Gravity: 978882645.51 μ Gal \pm 2.15 μ Gal



RAGA

Red Argentina Gravimetría Absoluta

Instituto Geográfico Nacional

LYEM

Laguna Yema

Provincia: **Formosa** Departamento: **Laguna Yema** Lugar: **Laguna Yema**

Lat: **S 24° 16' 50,9"** Long: **W 61° 14' 10,8"** Altura Elip: **158m**

Valor de Gravedad: 978882434.0 microgal

UBICACIÓN EN ZONA (Carta Imagen)



ACCESIBILIDAD

Combustible: **Laguna Yema** Alojamiento: **Laguna Yema** Energía eléctrica: **Laguna Yema**

ITINERARIO

El punto LYEM se midió sobre el piso de la Sala de Reunión, esquinero Oeste de la misma, próximo al ventanal. En las instalaciones del CEDEVA de Laguna Yema.

RAGA
Red Argentina Gravimetría Absoluta
Instituto Geográfico Nacional

LYEM
Laguna Yema

Provincia: **Formosa** Departamento: **Laguna Yema** Lugar: **Laguna Yema**

GRÁFICO DE ITINERARIO



Nro	DETALLE	Odómetro	Tiempo	Latitud	Longitud
1	Cruce RN81 y RP37.	0,0	0.00.00	-24°15'23.7"	-61°14'30.9"
2	Portón de entrada a CEDEVA.	1,490	0.10.00	-24°16'02.0"	-61°15'03.3"
3	LYEM, está en la Sala de Reunión de CEDEVA.	2,250	0.07.00	-27°16'50.9"	-61°14'10.8"

FOTO DEL PUNTO



OBSERVACIONES

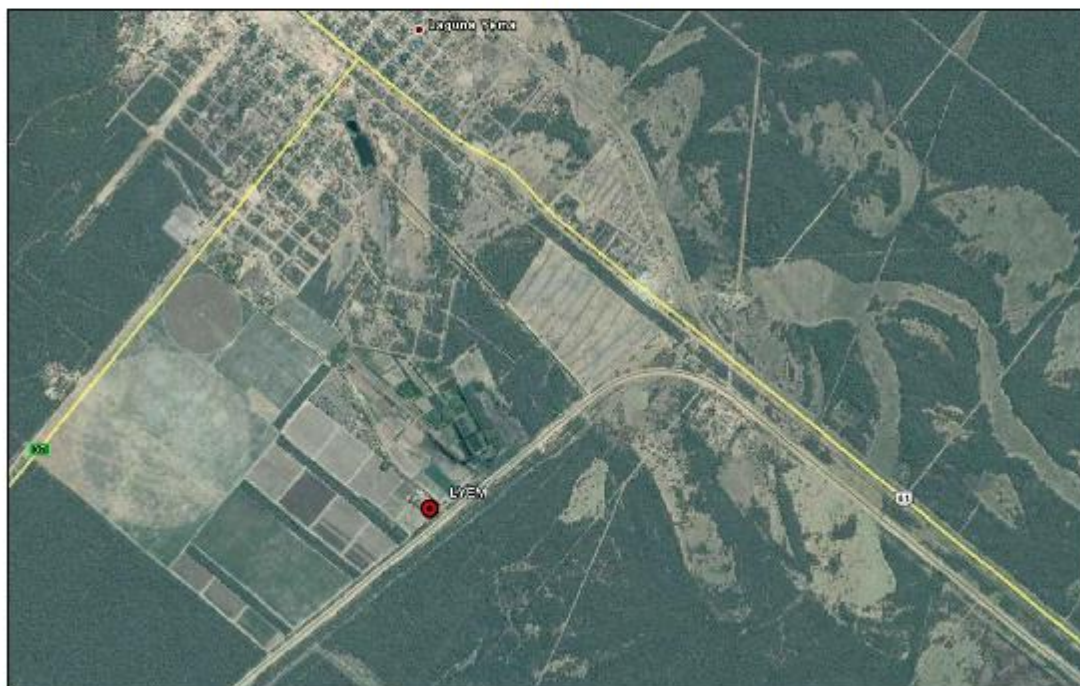
El punto LYEM se midió sobre el piso de la Sala de Reunión, esquinero Oeste de la misma, próximo al ventanal. En las instalaciones CEDEVA de Laguna Yema.

RAGA
Red Argentina Gravimetría Absoluta
Instituto Geográfico Nacional

LYEM
Laguna Yema


Provincia: **Formosa** Departamento: **Laguna Yema** Lugar: **Laguna Yema**

IMAGEN SATELITAL

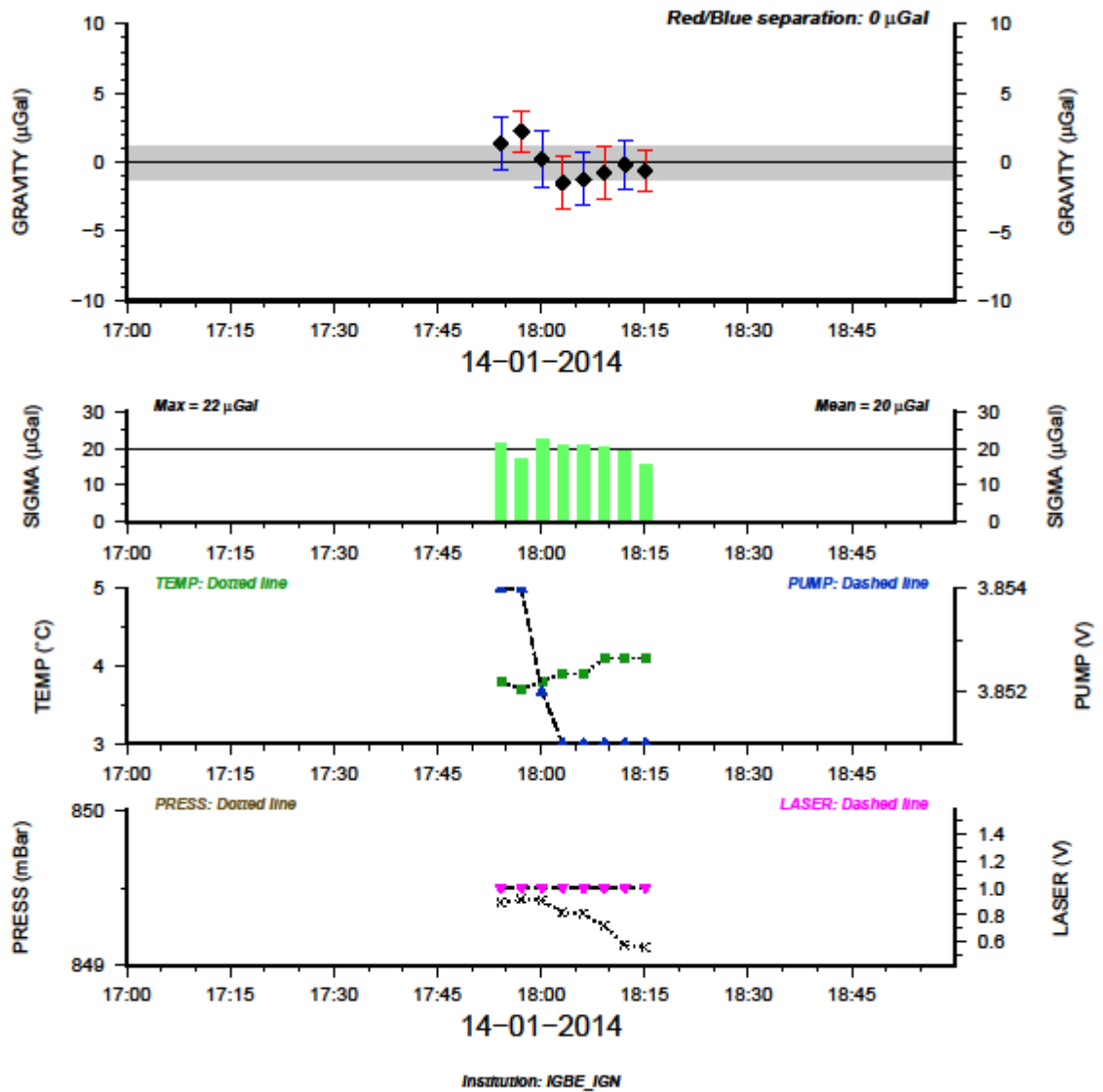


FOTOS AUXILIARES



Site		Project		
SLOR		SLOR_Final		
				
Latitude	Longitude	Elevation	Polar Motion	Gradient
-24.72131	-65.50464	1526.00 m	0.0294 " 0.3307 "	-3.000 $\mu\text{Gal}/\text{cm}$
Instrument Data		Acquisition Settings		Processing Results
Meter Type: A10 - S/N # 032 Rubidium Freq.: 10000000.00101 Hz Red Lock: 632.99190480 nm Blue Lock: 632.99091860 nm Factory Height: 70.50 cm		Number of Drops by Set: 120 Drop Interval: 1 sec Sequence Interval: ? Red/Blue Interval: ? Setup Height: 0.00 cm		Number of Sets Collected: 8 Number of Sets Processed: 8 Total Drops Accepted: 958 Total Drops Rejected: 2 Transfer Height: 0.00 cm

Gravity: 978409420.16 $\mu\text{Gal} \pm 1.18 \mu\text{Gal}$



RAGA

Red Argentina Gravimetría Absoluta

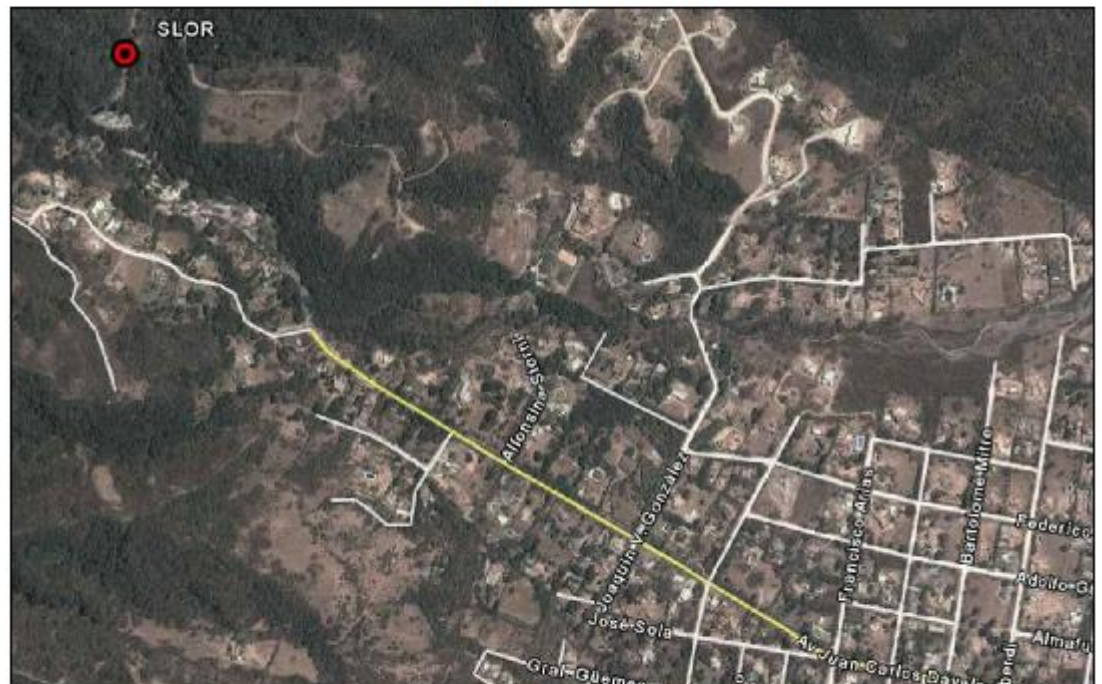
Instituto Geográfico Nacional

SLOR

San Lorenzo (Salta)

Provincia: **Salta** Departamento: **Salta** Lugar: **San Lorenzo**Lat: **S 24° 43' 16,6"** Long: **W 65° 30' 16,7"** Altura Elip: **1526m****Valor de Gravedad: 978409208.66 microgal**

UBICACIÓN EN ZONA (Carta Imagen)

**ACCESIBILIDAD**Combustible: **Salta** Alojamiento: **Salta** Energía eléctrica: **Salta****ITINERARIO**

Desde el cruce de la Av San Martín y Av Juan Dávalos se recorre una distancia de 1,5 Km por Av Dávalos, hasta llegar a un cruce con una calle de ripio. por esta se recorre una distancia de 0,750 Km hasta llegar a la Estación Sismológica San Lorenzo, esta pertenece al INPRES. El encargado de la Estación es el Sr. BERDEJA Sergio.

GRÁFICO DE ITINERARIO



Nro	DETALLE	Odómetro	Tiempo	Latitud	Longitud
1	Cruce de Av. San Martín y Av. J. C. Davalos.	0,0	0.00.00	-24°43'53.5"	-65°29'14.3"
2	Cruce entre Av. J. C. Davalos y calle secundaria.	1,500	0.07.00	-24°43'33.5"	-65°30'03.5"
3	SLOR, está dentro de la Estación Sismológica.	0,730	0.06.00	-24°43'16.6"	-65°30'16.7"

FOTO DEL PUNTO



OBSERVACIONES

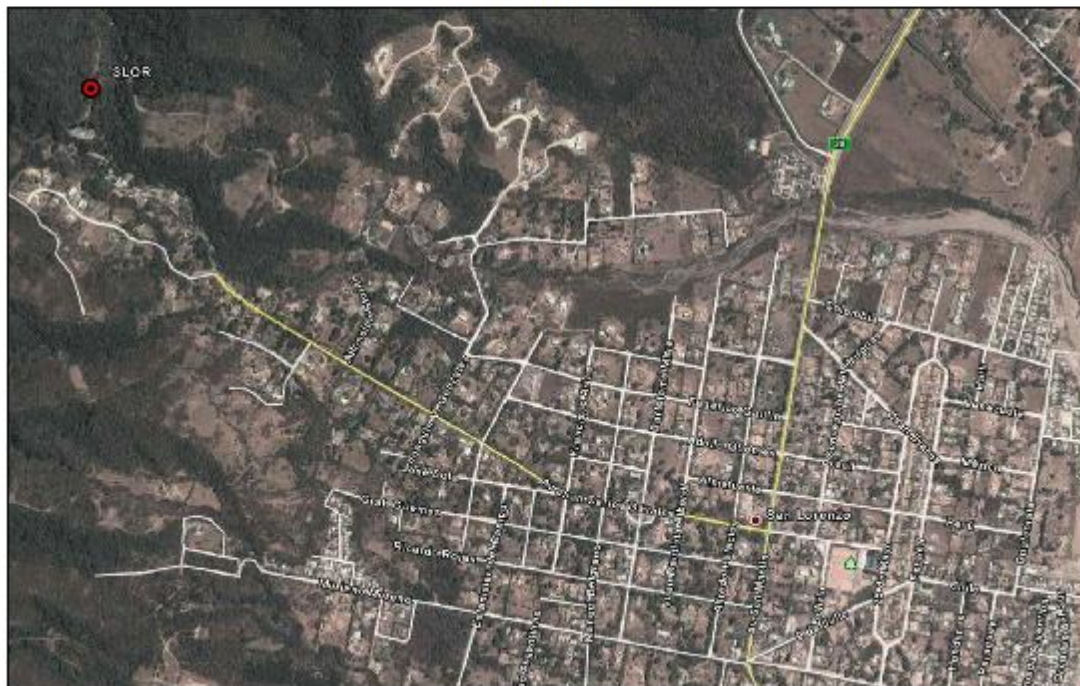
Es coincidente con el Punto de la Red Absoluta y está ubicado en la Estación Sismológica San Lorenzo, esta pertenece al INPRES. Se tomó contacto con el Ing RODOLFO RECIO (Jefe de Laboratorio Sismológico).

RAGA
Red Argentina Gravimetria Absoluta
Instituto Geográfico Nacional

SLOR
San Lorenzo (Salta)


Provincia: **Salta** Departamento: **Salta** Lugar: **San Lorenzo**

IMAGEN SATELITAL

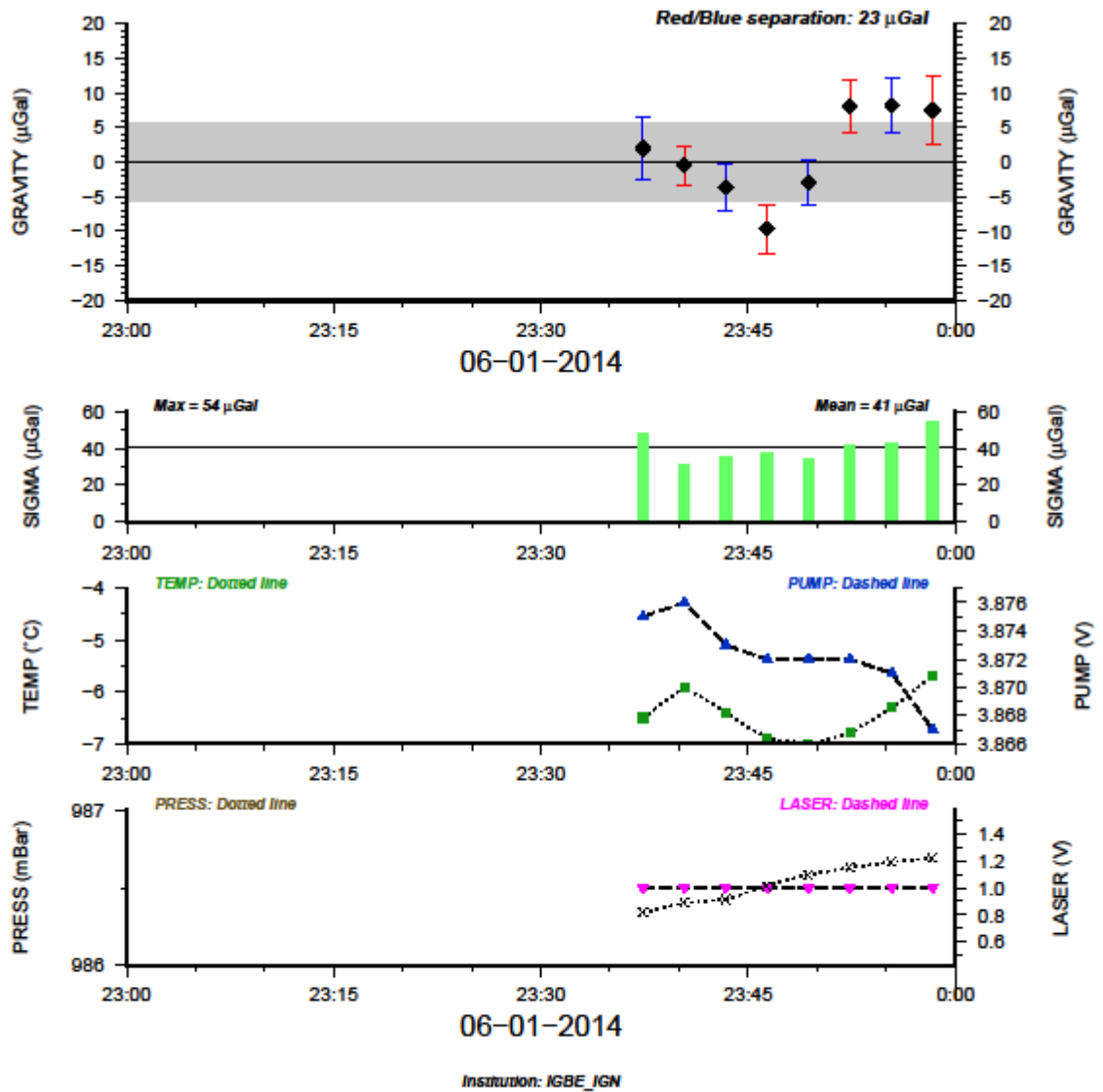


FOTOS AUXILIARES



Site		Project		
IGUA		IGUA_Final		
				
Latitude	Longitude	Elevation	Polar Motion	Gradient
-25.63833	-54.53889	223.00 m	0.0361 " 0.3219 "	-3.000 μ Gal/cm
Instrument Data		Acquisition Settings		Processing Results
Meter Type: A10 - S/N # 032 Rubidium Freq.: 10000000.00101 Hz Red Lock: 632.99190480 nm Blue Lock: 632.99091860 nm Factory Height: 70.50 cm		Number of Drops by Set: 120 Drop Interval: 1 sec Sequence Interval: ? Red/Blue Interval: ? Setup Height: 0.00 cm		Number of Sets Collected: 8 Number of Sets Processed: 8 Total Drops Accepted: 946 Total Drops Rejected: 14 Transfer Height: 0.00 cm

Gravity: 978905509.58 μ Gal \pm 5.69 μ Gal



RAGA

Red Argentina Gravimetría Absoluta

Instituto Geográfico Nacional

IGUA

Puerto Iguazú

Provincia: **Misiones**

Departamento: **Esperanza**

Lugar: **Puerto Iguazú**

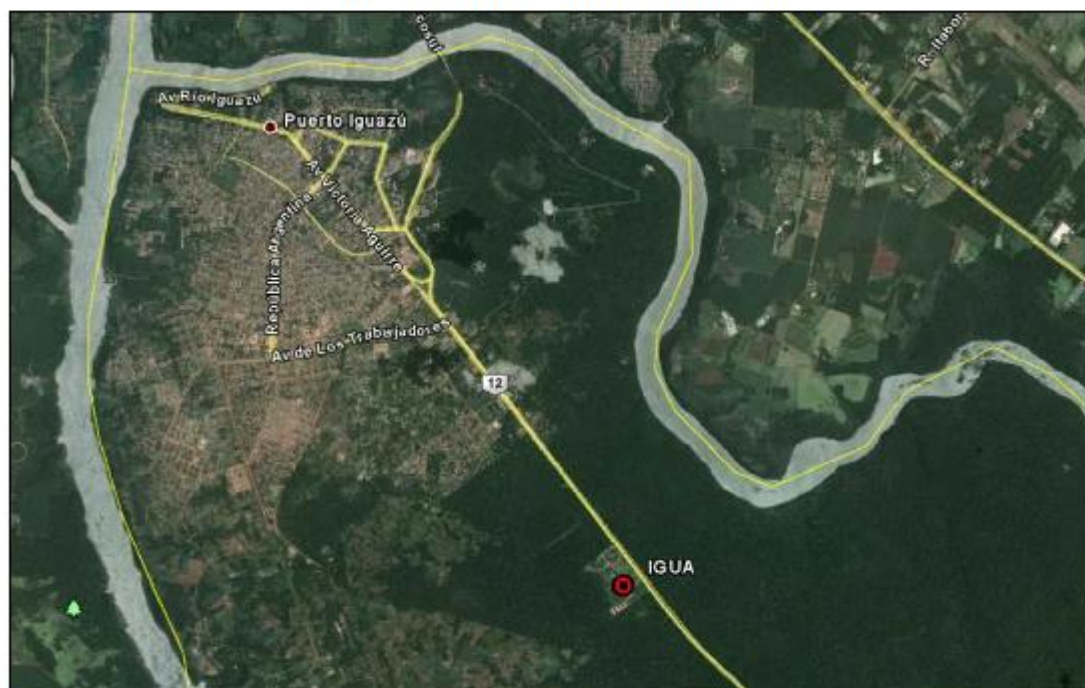
Lat: **S 25° 38' 17,6"**

Long: **W 54° 32' 20,3"**

Altura Elip: **213m**

Valor de Gravedad: 978905298.08 microgal

UBICACIÓN EN ZONA (Carta Imagen)



ACCESIBILIDAD

Combustible: **Puerto Iguazú**

Alojamiento: **Puerto Iguazú**

Energía eléctrica: **Puerto Iguazú**

ITINERARIO

Partiendo desde Plaza San Martín (Puerto Iguazú), se sigue por Av. Victoria Aguirre 2,6 Km hasta la rotonda que une la misma con RN12. Desde allí y hacia el SE se recorre 3,6 Km por RN12 llegando la calle que ingresa a las instalaciones de la Escuela Militar de Monte. Luego se recorren 0,2 Km pasando por frente a la guardia, hasta llegar a IGUA.

RAGA
Red Argentina Gravimetría Absoluta
Instituto Geográfico Nacional

IGUA
Puerto Iguazú

Provincia: **Misiones** Departamento: **Esperanza** Lugar: **Puerto Iguazú**

GRÁFICO DE ITINERARIO



Nro	DETALLE	Odómetro	Tiempo	Latitud	Longitud
1	RN 12 y Camino de Ingreso a Ea Militar de Monte.	0,0	0.00.00	-25°38'15.7"	-54°32'13.8"
2	Camino de tierra frente a la Guardia de Prevención.	0,100	0.03.00	-25°38'17.1"	-54°32'16.4"
3	IGUA	0,100	0.03.00	-25°38'17.6"	-54°32'20.3"

FOTO DEL PUNTO



OBSERVACIONES

El Punto IGUA está monumentado y medido sobre una plataforma de hormigón, en el esquinero SE, esta tiene una dimensión de 1,80m x 3,50 y 0,45m de alto. La misma está junto al edificio de la Mayoría.

RAGA
Red Argentina Gravimetría Absoluta
Instituto Geográfico Nacional

IGUA
Puerto Iguazú


Provincia: **Misiones** Departamento: **Esperanza** Lugar: **Puerto Iguazú**

IMAGEN SATELITAL

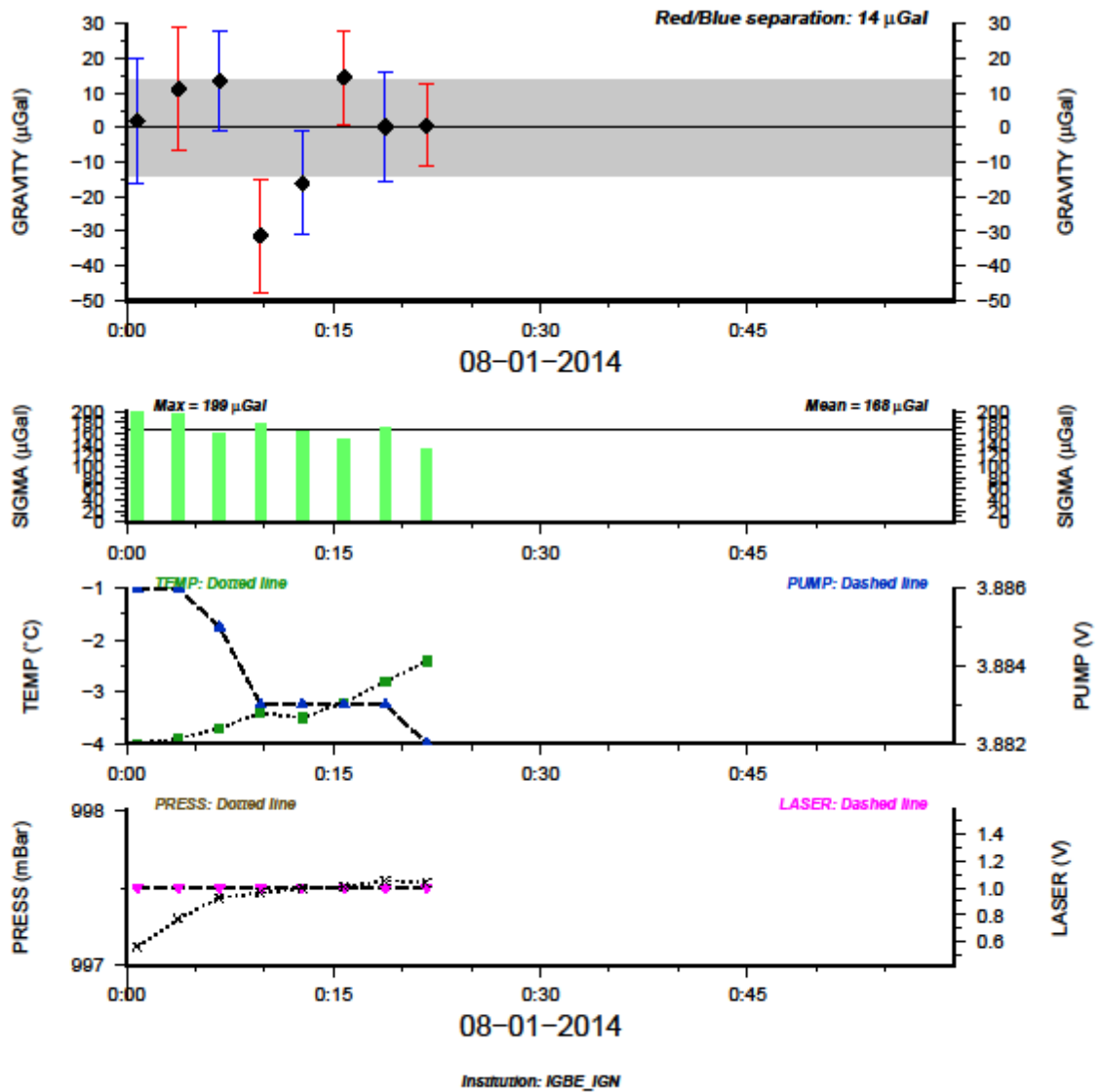


FOTOS AUXILIARES



Site		Project		
ITUZ		ITUZ_Final		
				
Latitude	Longitude	Elevation	Polar Motion	Gradient
-27.58425	-56.68681	89.00 m	0.0353 " 0.3228 "	-3.000 $\mu\text{Gal}/\text{cm}$
Instrument Data		Acquisition Settings		Processing Results
Meter Type: A10 - S/N # 032 Rubidium Freq.: 10000000.00101 Hz Red Lock: 632.99190480 nm Blue Lock: 632.99091860 nm Factory Height: 70.50 cm		Number of Drops by Set: 120 Drop Interval: 1 sec Sequence Interval: ? Red/Blue Interval: ? Setup Height: 0.00 cm		Number of Sets Collected: 8 Number of Sets Processed: 8 Total Drops Accepted: 956 Total Drops Rejected: 4 Transfer Height: 0.00 cm

Gravity: 979122766.77 $\mu\text{Gal} \pm 13.79 \mu\text{Gal}$



RAGA

Red Argentina Gravimetría Absoluta

Instituto Geográfico Nacional

ITUZ

Ituzaingó

Provincia: **Corrientes**

Departamento: **Ituzaingó**

Lugar: **Ituzaingó**

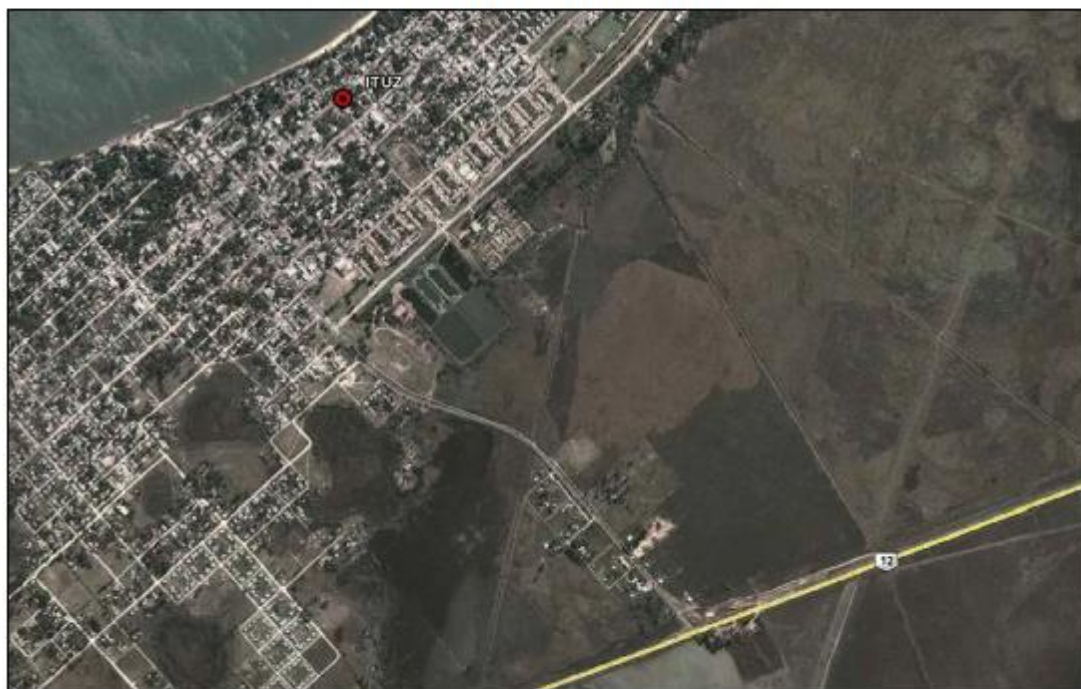
Lat: **S 27° 35' 03,3"**

Long: **W 56° 41' 17,5"**

Altura Elip: **89m**

Valor de Gravedad: 979122555.29 microgal

UBICACIÓN EN ZONA (Carta Imagen)



ACCESIBILIDAD

Combustible: **Ituzaingó**

Alojamiento: **Ituzaingó**

Energía eléctrica: **Ituzaingó**

ITINERARIO

El punto ITUZ está monumentado sobre una base escalonada, cuya estructura está levantada en hormigón y cubierta por piedras lajas. Se midió sobre el 1er escalón a 0,35m de la pared y a 0,58m del suelo. El mismo está al SW de la puerta de acceso a la Biblioteca Popular Carlos SPANO (calle Buenos Aires al 1655).

RAGA
Red Argentina Gravimetría Absoluta
Instituto Geográfico Nacional

ITUZ
Ituzaingó

Provincia: **Corrientes** Departamento: **Ituzaingó** Lugar: **Ituzaingó**

GRÁFICO DE ITINERARIO



Nro	DETALLE	Odómetro	Tiempo	Latitud	Longitud
1	Plaza (Ituzaingó).	0,0	0.00.00	-27°35'23.1"	-56°41'22.3"
2	Cruce entre las calles Centenario y Corrientes.	0,160	0.02.00	-27°35'18.5"	-56°41'24.7"
3	Cruce entre las calles Corrientes y Belgrano.	0,500	0.06.00	-27°35'06.4"	-56°41'11.3"
4	ITUZ, está a un lateral de la biblioteca municipal.	0,480	0.09.00	-27°35'03.3"	-56°41'17.1"

FOTO DEL PUNTO



OBSERVACIONES

El Punto ITUZ está monumentado sobre una base escalonada, cuya estructura está levantada en hormigón y cubierta por piedras lajas. Se midió a 0,35 m de la pared y a 0,58 m del suelo (en el primer escalón). El mismo está al costado de la entrada al edificio de la Biblioteca Municipal.

RAGA
Red Argentina Gravimetría Absoluta
Instituto Geográfico Nacional

ITUZ
Ituzaingó


Provincia: **Corrientes** Departamento: **Ituzaingó** Lugar: **Ituzaingó**

IMAGEN SATELITAL

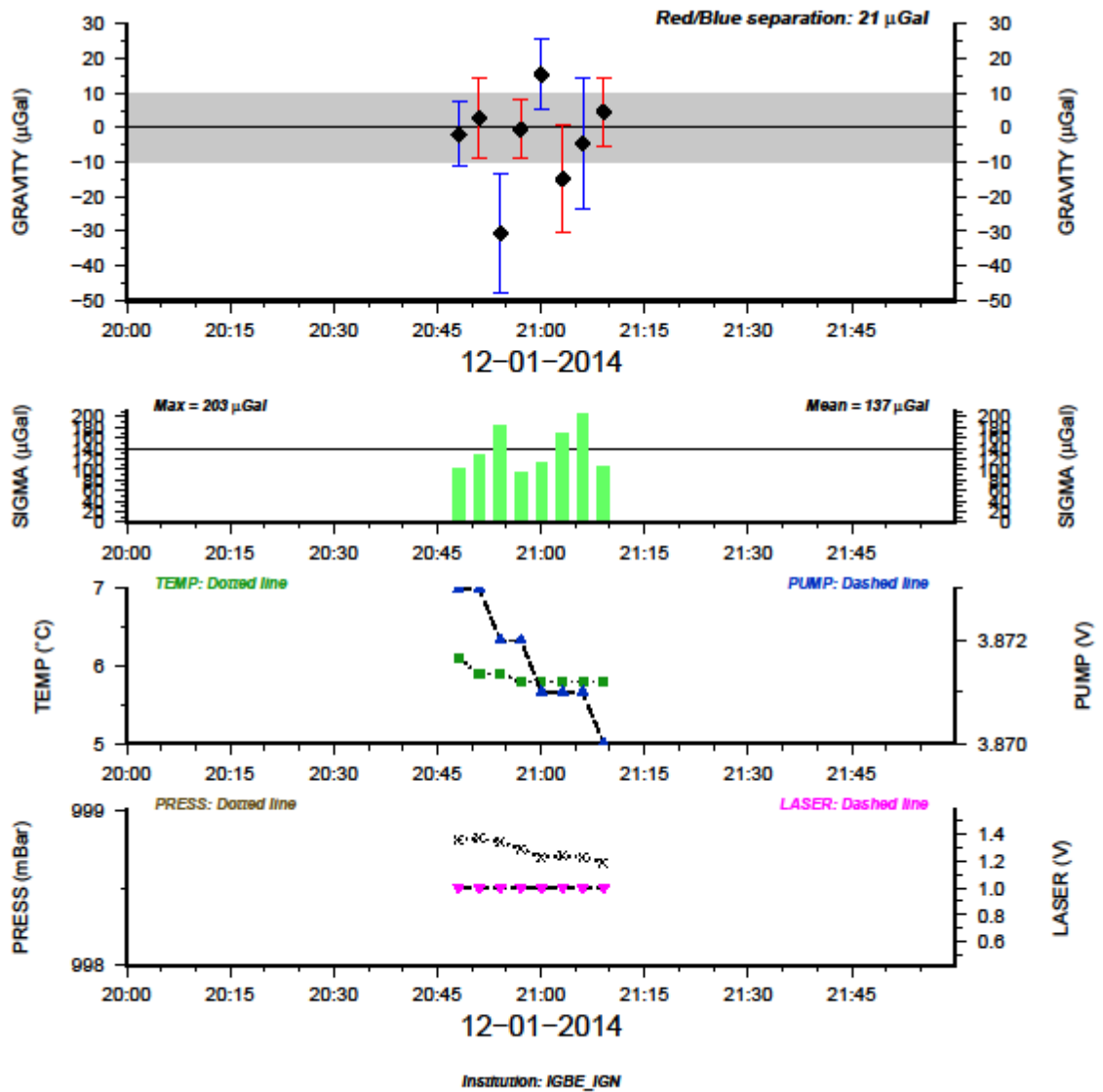


FOTOS AUXILIARES



Site		Project		
QUIM		QUIM_Final		
				
Latitude	Longitude	Elevation	Polar Motion	Gradient
-27.64492	-62.41378	131.00 m	0.0316 " 0.3289 "	-3.000 $\mu\text{Gal}/\text{cm}$
Instrument Data		Acquisition Settings		Processing Results
Meter Type: A10 - S/N # 032 Rubidium Freq.: 10000000.00101 Hz Red Lock: 632.99190480 nm Blue Lock: 632.99091860 nm Factory Height: 70.50 cm		Number of Drops by Set: 120 Drop Interval: 1 sec Sequence Interval: ? Red/Blue Interval: ? Setup Height: 0.00 cm		Number of Sets Collected: 8 Number of Sets Processed: 8 Total Drops Accepted: 938 Total Drops Rejected: 22 Transfer Height: 0.00 cm

Gravity: 979123329.79 $\mu\text{Gal} \pm 10.07 \mu\text{Gal}$



RAGA

Red Argentina Gravimetría Absoluta

Instituto Geográfico Nacional

QUIM

Quimilí

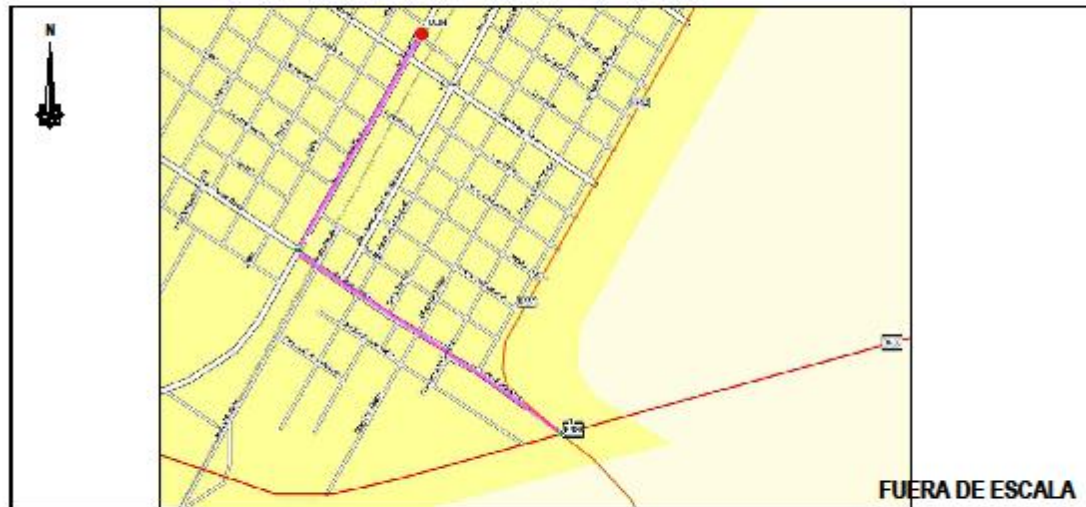
Provincia: **Santiago del Estero** Departamento: **Moreno** Lugar: **Quimilí**Lat: **S 27° 38' 41,5"** Long: **W 62° 24' 49,8"** Altura Elip: **143m****Valor de Gravedad: 979123118.36 microgal**

UBICACIÓN EN ZONA (Carta Imagen)

**ACCESIBILIDAD**Combustible: **Quimilí** Alojamiento: **Quimilí** Energía eléctrica: **Quimilí****ITINERARIO**

Partiendo desde el cruce entre la RN89 y RP116 se recorren 1,100 Km por Av Roca hasta el cruce con Av. Juan Jose Paso, por esta última en dirección NW se recorre 0.810 Km hasta llegar a QUIM, ubicado en la base del mástil de frente a la estación terminal de ómnibus.

GRÁFICO DE ITINERARIO



Nro	DETALLE	Odómetro	Tiempo	Latitud	Longitud
1	Cruce RN89 y RP116.	0,0	0.00.00	-27°39'22.8"	-62°24'32.1"
2	Cruce entre Av. Roca y Av. Juan Jose Paso.	1,100	0.10.00	-27°39'03.8"	-62°25'05.5"
3	QUIM, base del mástil frente a la terminal de ómnibus.	0,870	0.07.00	-27°38'41.5"	-62°24'49.8"

FOTO DEL PUNTO



OBSERVACIONES

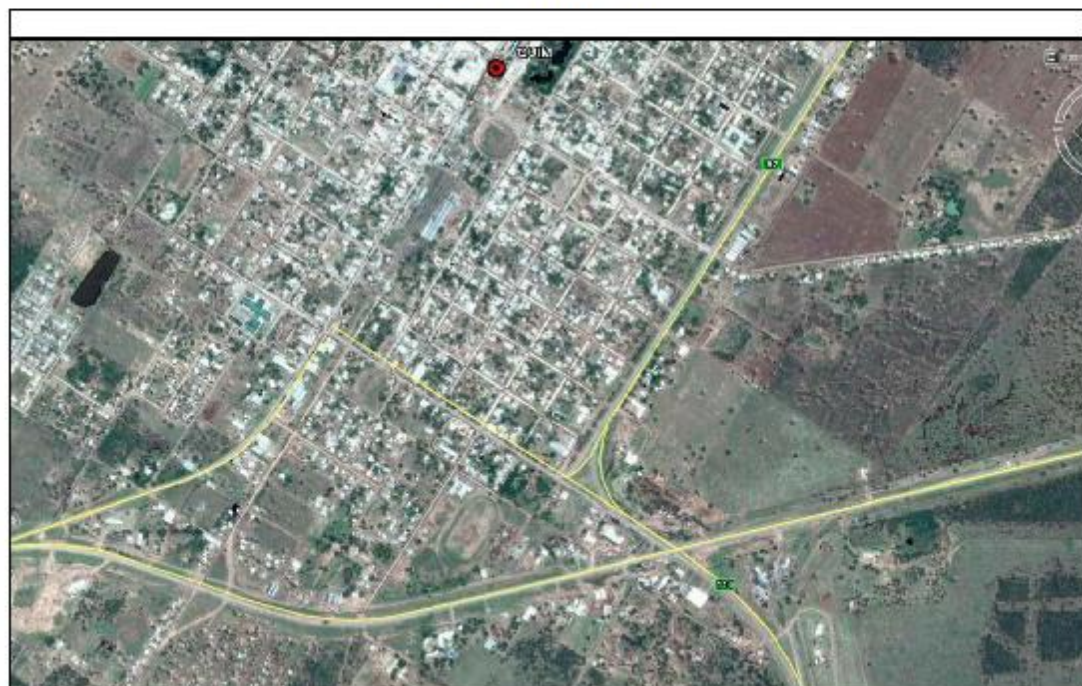
El punto se materializó y se midió en la base de hormigón del mástil, ubicado frente a la vieja estación de ferrocarril, hoy terminal de ómnibus.

RAGA
Red Argentina Gravimetría Absoluta
Instituto Geográfico Nacional

QUIM
Quimilí


Provincia: **Santiago del Estero** Departamento: **Moreno** Lugar: **Quimilí**

IMAGEN SATELITAL

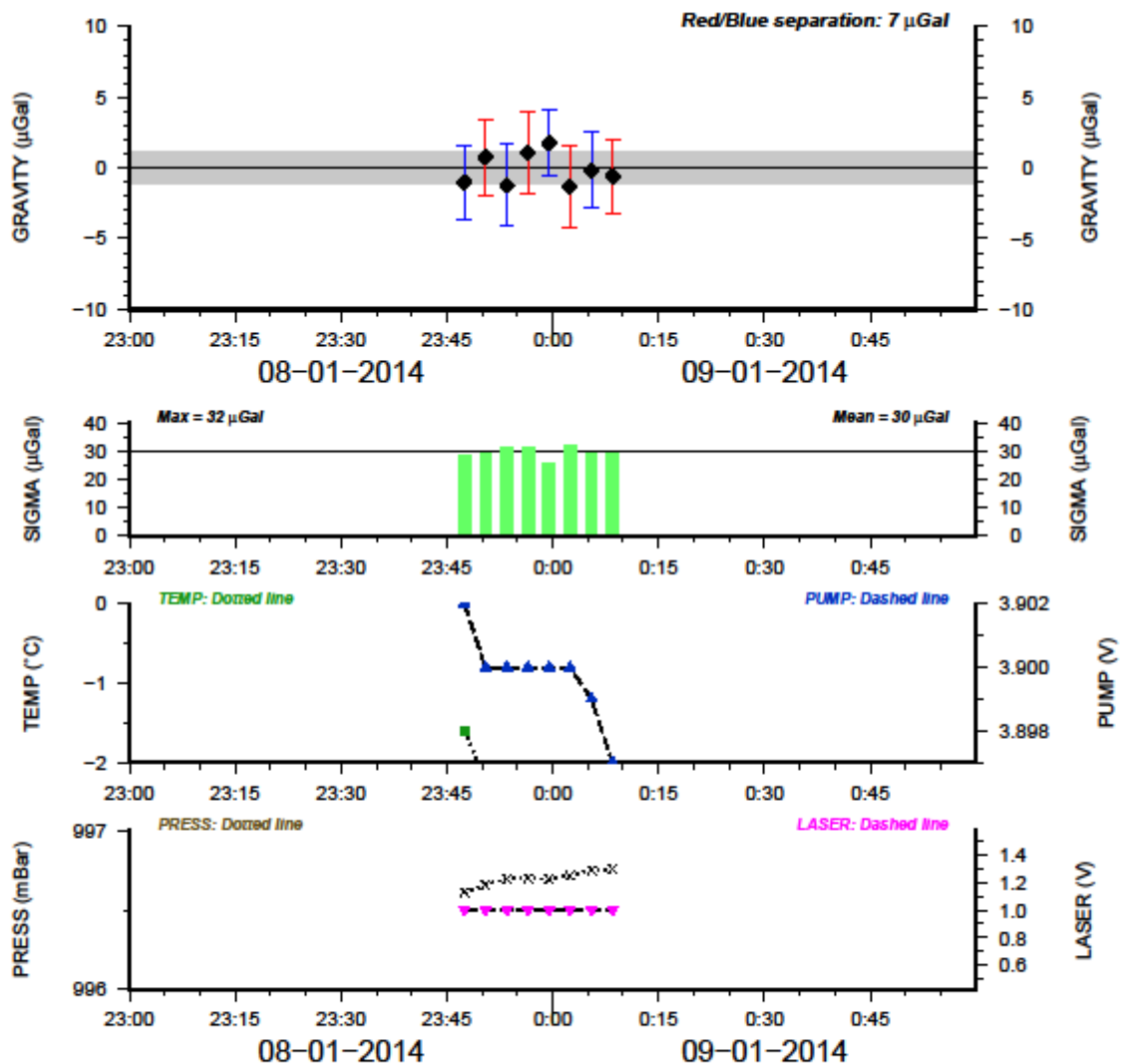


FOTOS AUXILIARES



Site		Project		
MERC		MERC_Final		
				
Latitude	Longitude	Elevation	Polar Motion	Gradient
-29.22711	-58.07256	109.00 m	0.0343 " 0.3239 "	-3.000 $\mu\text{Gal}/\text{cm}$
Instrument Data		Acquisition Settings	Processing Results	
Meter Type: A10 - S/N # 032 Rubidium Freq.: 10000000.00101 Hz Red Lock: 632.99190480 nm Blue Lock: 632.99091860 nm Factory Height: 70.50 cm		Number of Drops by Set: 120 Drop Interval: 1 sec Sequence Interval: ? Red/Blue Interval: ? Setup Height: 0.00 cm	Number of Sets Collected: 8 Number of Sets Processed: 8 Total Drops Accepted: 956 Total Drops Rejected: 4 Transfer Height: 0.00 cm	

Gravity: 979239938.27 $\mu\text{Gal} \pm 1.10 \mu\text{Gal}$



Institution: IGBE_IGN

RAGA

Red Argentina Gravimetría Absoluta

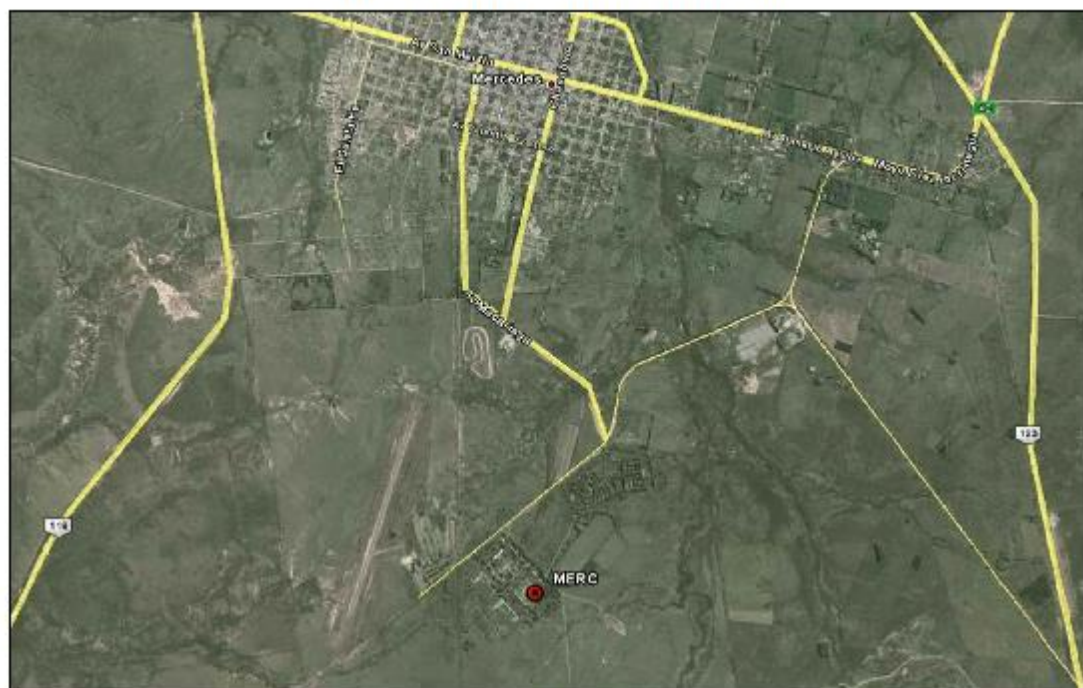
Instituto Geográfico Nacional

MERC

Mercedes

Provincia: **Corrientes** Departamento: **Mercedes** Lugar: **Mercedes**Lat: **S 29° 13' 37,6"** Long: **W 58° 04' 21,2"** Altura Elip: **108m****Valor de Gravedad: 979239726.79 microgal**

UBICACIÓN EN ZONA (Carta Imagen)



ACCESIBILIDAD

Combustible: **Mercedes** Alojamiento: **Mercedes** Energía eléctrica: **Mercedes**

ITINERARIO

Partiendo desde Plaza 25 de Mayo (punto céntrico de Mercedes), se sigue por Av. San Martín 0.45 Km hasta la calle Alvear, por esta se recorre 1,1 Km hasta cruzar con la Av. Gral. Madariaga; allí se sigue por esta última en dirección SE hasta recorrer 5,0 KM hasta llegar al Puesto de Guardia del Batallón de Comunicaciones 121. El punto MERC se midió en el umbral de la puerta que está a la izquierda del despacho del Jefe de Banda Militar.

RAGA
Red Argentina Gravimetría Absoluta
Instituto Geográfico Nacional

MERC
Mercedes

Provincia: **Corrientes** Departamento: **Mercedes** Lugar: **Mercedes**

GRÁFICO DE ITINERARIO



Nro	DETALLE	Odómetro	Tiempo	Latitud	Longitud
1	Plaza 25 de Mayo (Mercedes).	0,0	0.00.00	-29°11'04.6"	-58°04'24.1"
2	MERC, está en el umbral del despacho del jefe de Banda.	7,12	0.20.00	-29°13'37.6"	-56°04'21.2"

FOTO DEL PUNTO



OBSERVACIONES

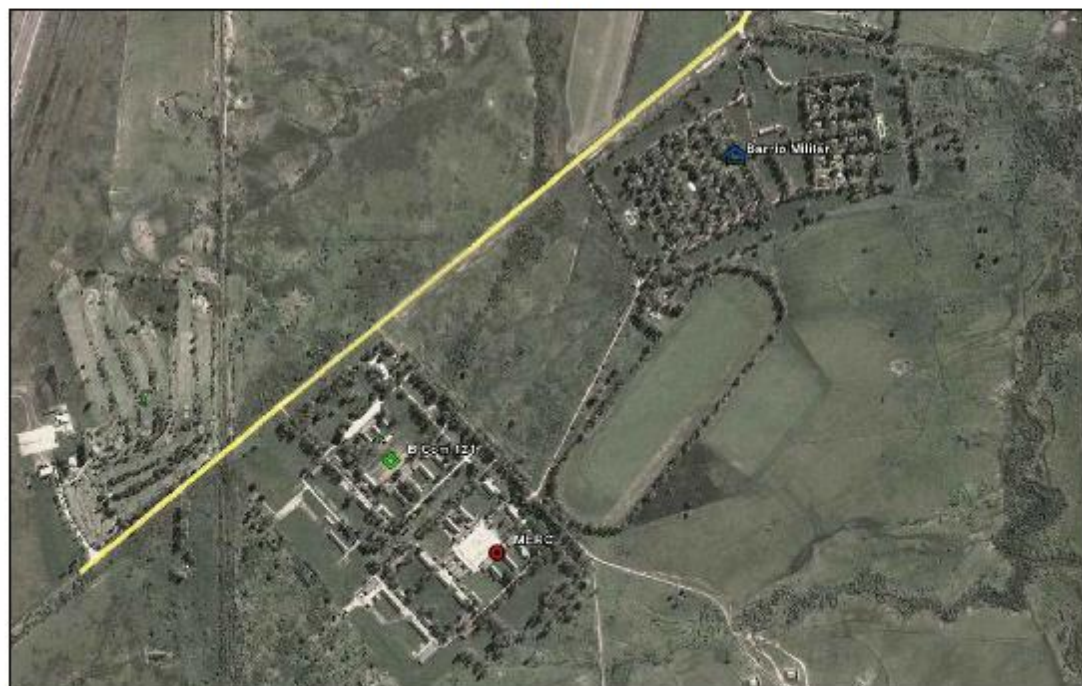
El punto fue medido en el umbral de la puerta que está a la izquierda del despacho del Jefe de la Banda de Música del Batallón de Comunicaciones 121.

RAGA
Red Argentina Gravimetría Absoluta
Instituto Geográfico Nacional

MERC
Mercedes


Provincia: **Corrientes** Departamento: **Mercedes** Lugar: **Mercedes**

IMAGEN SATELITAL

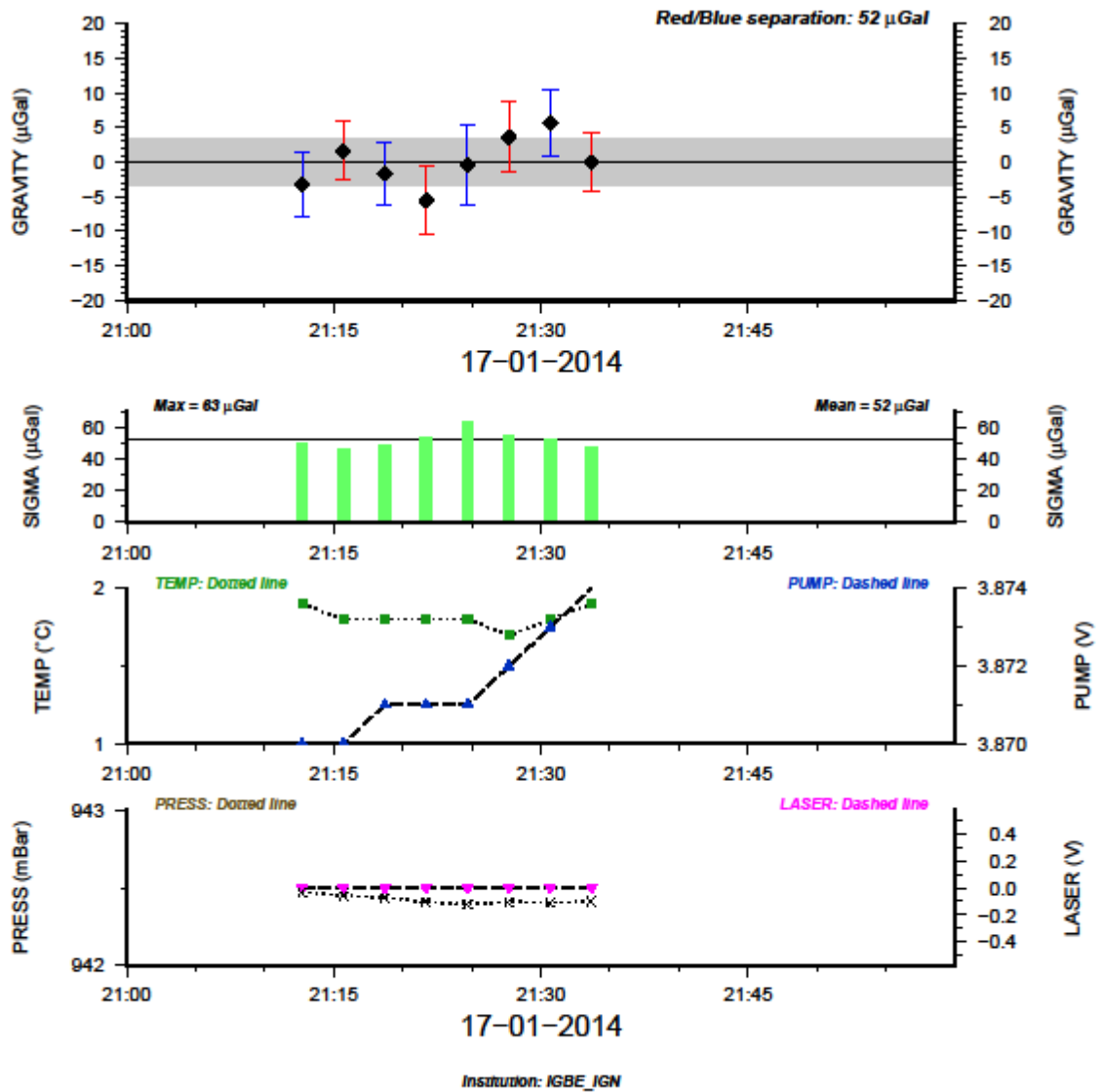


FOTOS AUXILIARES



Site		Project		
RIOJ		RIOJ_Final		
				
Latitude	Longitude	Elevation	Polar Motion	Gradient
-29.42533	-66.86225	527.00 m	0.0266 " 0.3337 "	-3.000 $\mu\text{Gal}/\text{cm}$
Instrument Data		Acquisition Settings	Processing Results	
Meter Type: A10 - S/N # 032 Rubidium Freq.: 10000000.00101 Hz Red Lock: 632.99190480 nm Blue Lock: 632.99091860 nm Factory Height: 70.50 cm		Number of Drops by Set: 120 Drop Interval: 1 sec Sequence Interval: ? Red/Blue Interval: ? Setup Height: 0.00 cm	Number of Sets Collected: 8 Number of Sets Processed: 8 Total Drops Accepted: 959 Total Drops Rejected: 1 Transfer Height: 0.00 cm	

Gravity: 979042437.66 $\mu\text{Gal} \pm 3.31 \mu\text{Gal}$



RAGA

Red Argentina Gravimetría Absoluta

Instituto Geográfico Nacional

RIOJ

La Rioja

Provincia: **La Rioja**

Departamento: **La Rioja**

Lugar: **La Rioja**

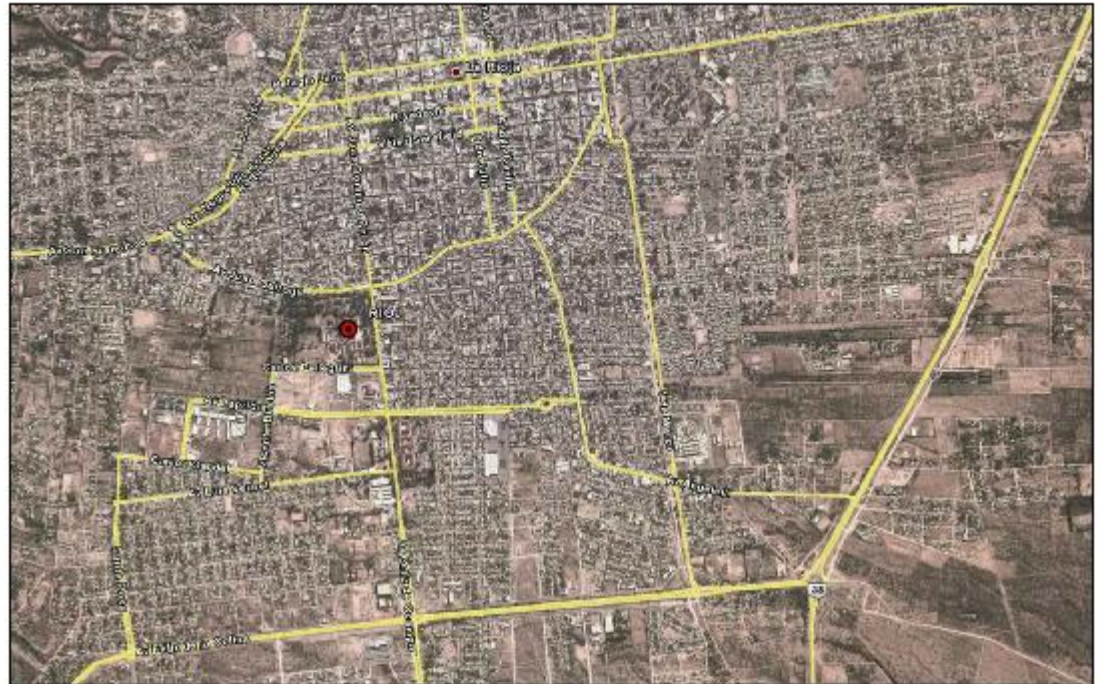
Lat: **S 29° 25' 31,2"**

Long: **W 66° 51' 44,1"**

Altura Elip: **527m**

Valor de Gravedad: 979042226.16 microgal

UBICACIÓN EN ZONA (Carta Imagen)



ACCESIBILIDAD

Combustible: **La Rioja**

Alojamiento: **La Rioja**

Energía eléctrica: **La Rioja**

ITINERARIO

El punto RIOJ, fue medido en el umbral de la puerta de acceso a la capilla (comparte edificio con el gimnasio), la misma está en las instalaciones del Regimiento de Infantería de Montaña 15, el ingreso por la Avenida Ortiz de Ocampo al 988, en la ciudad Capital de La Rioja.

GRÁFICO DE ITINERARIO



Nro	DETALLE	Odómetro	Tiempo	Latitud	Longitud
1	Rotonda, RN38 y Av Gdor. de la Colina.	0,0	0.00.00	-29°26'17.3"	-66°50'10.0"
2	Rotonda Av Gdor de la Colina y Av Ocampo.	2,300	0.08.00	-29°26'22.5"	-66°51'31.5"
3	Acceso al RIM 15, Av. Ortiz de Ocampo al 988.	1,500	0.05.00	-29°25'34.8"	-66°51'38.1"
4	RIOJ, se midió en el umbral del acceso a la capilla.	0,700	0.05.00	-29°25'34.8"	-66°51'38.1"

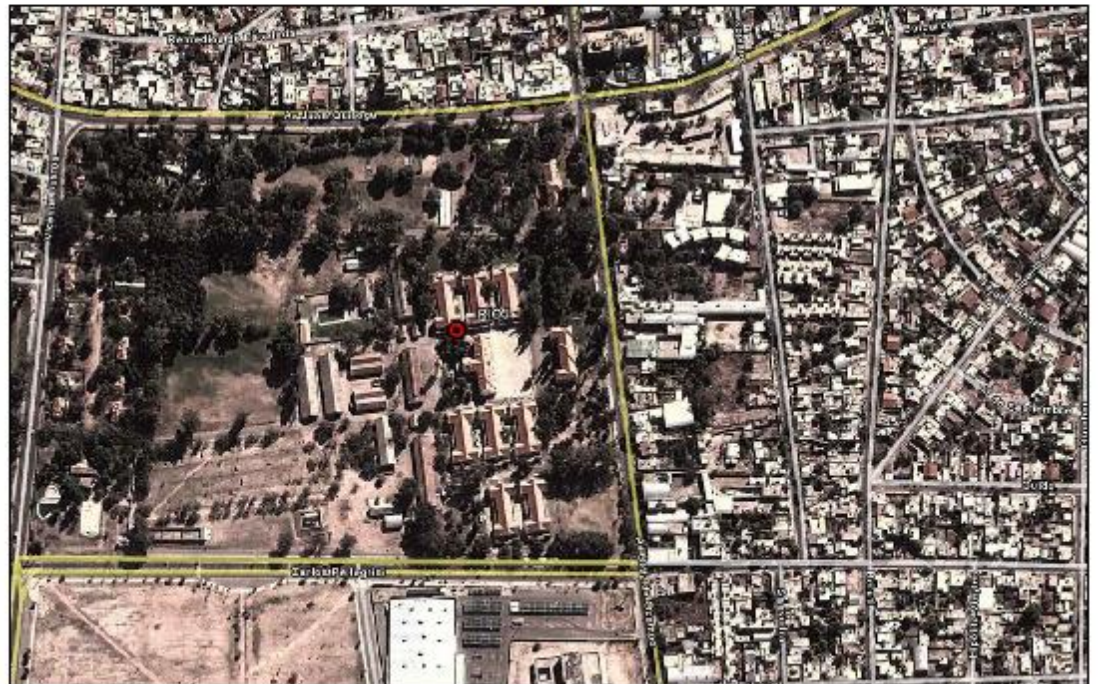
FOTO DEL PUNTO



OBSERVACIONES


El punto fue medido sobre el umbral (mármol) de la puerta de ingreso a la Capilla, la misma comparte edificio con el Gimnasio del Regimiento de Infantería de Montaña 15.

IMAGEN SATELITAL

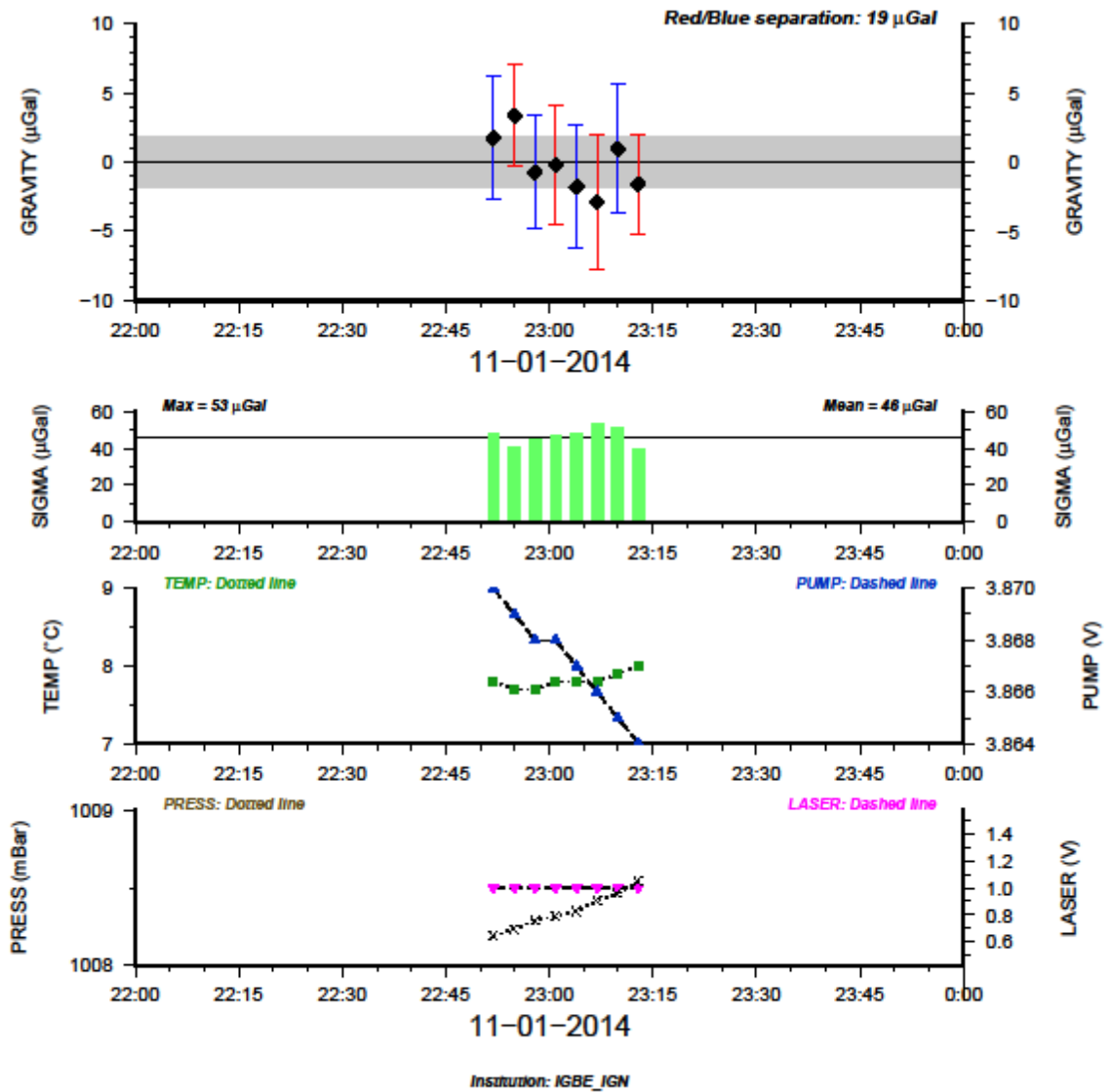


FOTOS AUXILIARES



Site		Project		
SCRI		SCRI_Final		
				
Latitude	Longitude	Elevation	Polar Motion	Gradient
-30.31000	-61.24228	45.00 m	0.0328 " 0.3278 "	-3.000 $\mu\text{Gal}/\text{cm}$
Instrument Data		Acquisition Settings		Processing Results
Meter Type: A10 - S/N # 032 Rubidium Freq.: 10000000.00101 Hz Red Lock: 632.99190480 nm Blue Lock: 632.99091860 nm Factory Height: 70.50 cm		Number of Drops by Set: 120 Drop Interval: 1 sec Sequence Interval: ? Red/Blue Interval: ? Setup Height: 0.00 cm		Number of Sets Collected: 8 Number of Sets Processed: 8 Total Drops Accepted: 958 Total Drops Rejected: 2 Transfer Height: 0.00 cm

Gravity: 979327542.83 $\mu\text{Gal} \pm 1.86 \mu\text{Gal}$



RAGA

Red Argentina Gravimetría Absoluta

Instituto Geográfico Nacional

SCRI

San Cristobal

Provincia: **Santa Fe**Departamento: **San Cristobal**Lugar: **San Cristobal**Lat: **S 30° 18' 36,0"**Long: **W 61° 14' 32,2"**Altura Elip: **85m****Valor de Gravedad: 979327331.32 microgal**

UBICACIÓN EN ZONA (Carta Imagen)

**ACCESIBILIDAD**Combustible: **San Cristobal**Alojamiento: **San Cristobal**Energía eléctrica: **San Cristobal****ITINERARIO**

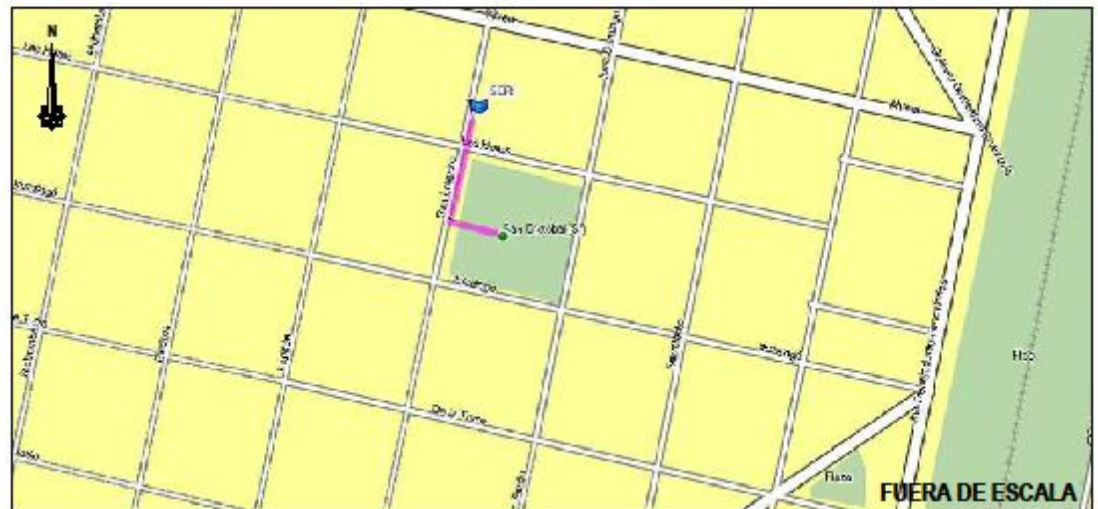
Partiendo desde el centro de la Plaza Central (San Cristobal), se recorren 60 m al Oeste hasta la calle San Lorenzo, por esta misma se recorren 0,120 Km en dirección Norte hasta San Lorenzo al 1030, hasta llegar a donde se midió SCRI. En el umbral de la puerta de acceso a una oficina de la Comisaría Regional XIII, a continuación está la entrada al garage y o depósito fiscal de vehículos.

RAGA
Red Argentina Gravimetría Absoluta
Instituto Geográfico Nacional

SCRI
San Cristobal

Provincia: **Santa Fe** Departamento: **San Cristobal** Lugar: **San Cristobal**

GRÁFICO DE ITINERARIO



Nro	DETALLE	Odómetro	Tiempo	Latitud	Longitud
1	Centro de la Plaza principal de San Cristobal.	0,0	0.00.00	-30°18'40.0"	-61°14'31.2"
2	Calle San Lorenzo al 946 (frente al centro de la plaza).	0,060	0.02.00	-30°18'39.5"	-61°14'33.3"
3	SCRI, se midió en el umbral de la puerta (San Lorenzo al 1030).	0,120	0.02.00	-30°18'36.0"	-61°14'32.2"

FOTO DEL PUNTO



OBSERVACIONES

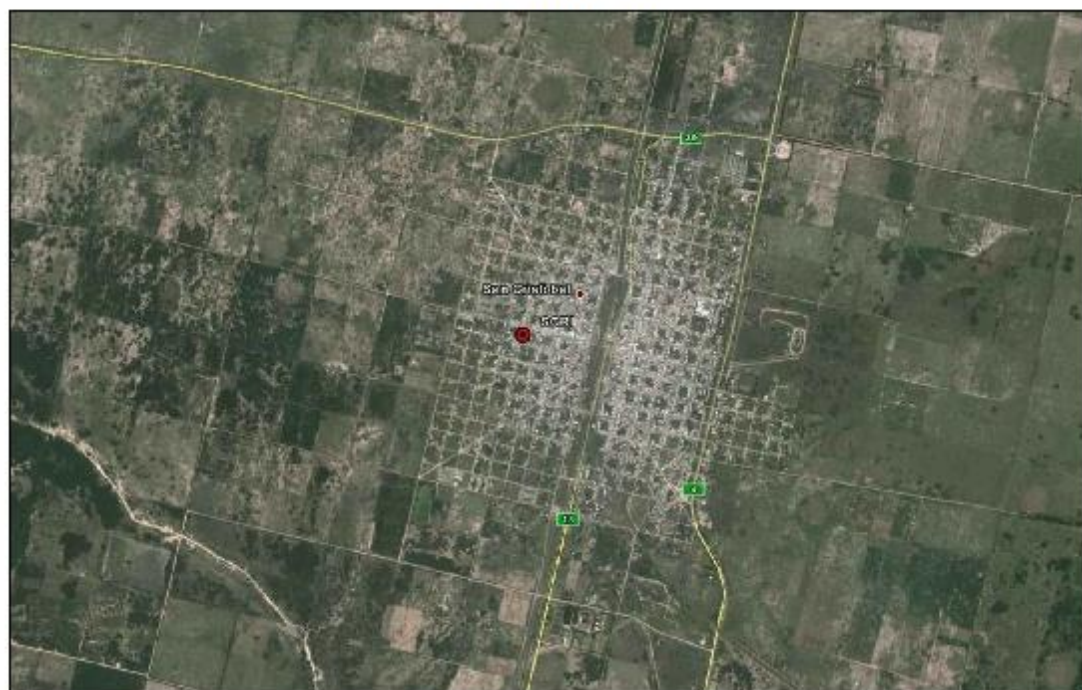
El Punto fue medido en el umbral de la puerta de acceso a una de las oficinas de la Comisaría Regional XIII San Cristobal, la misma da a la calle San Lorenzo al 1030 y está junto al portón del garage y o depósito fiscal.

RAGA
Red Argentina Gravimetría Absoluta
Instituto Geográfico Nacional

SCRI
San Cristobal


Provincia: **Santa Fe** Departamento: **San Cristobal** Lugar: **San Cristobal**

IMAGEN SATELITAL

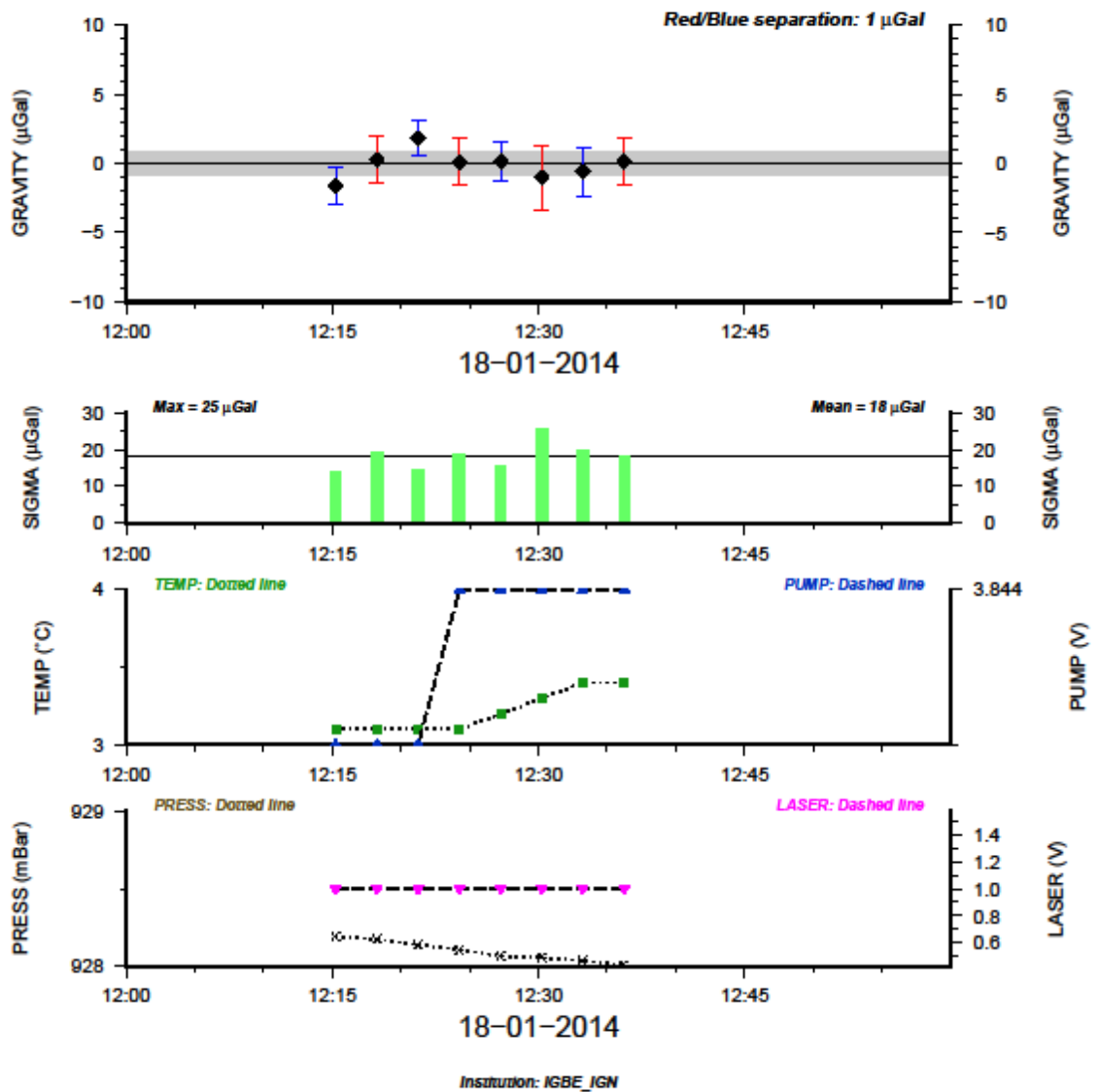


FOTOS AUXILIARES



Site		Project		
ZOND		ZOND_Final		
				
Latitude	Longitude	Elevation	Polar Motion	Gradient
-31.54531	-68.88414	744.00 m	0.0259 " 0.3351 "	-3.000 $\mu\text{Gal}/\text{cm}$
Instrument Data		Acquisition Settings	Processing Results	
Meter Type: A10 - S/N # 032 Rubidium Freq.: 10000000.00101 Hz Red Lock: 632.99190480 nm Blue Lock: 632.99091860 nm Factory Height: 70.50 cm		Number of Drops by Set: 120 Drop Interval: 1 sec Sequence Interval: ? Red/Blue Interval: ? Setup Height: 0.00 cm	Number of Sets Collected: 8 Number of Sets Processed: 8 Total Drops Accepted: 957 Total Drops Rejected: 3 Transfer Height: 0.00 cm	

Gravity: 979141724.11 $\mu\text{Gal} \pm 0.89 \mu\text{Gal}$



RAGA

Red Argentina Gravimetría Absoluta

Instituto Geográfico Nacional

ZOND

El Zonda

Provincia: **San Juan** Departamento: **Rivadavia** Lugar: **El Zonda**

Lat: **S 31° 32' 43,0"** Long: **W 68° 41' 03,7"** Altura Elip: **750m**

Valor de Gravedad: 979141512.60 microgal

UBICACIÓN EN ZONA (Carta Imagen)



ACCESIBILIDAD

Combustible: **San Juan** Alojamiento: **San Juan** Energía eléctrica: **San Juan**

ITINERARIO

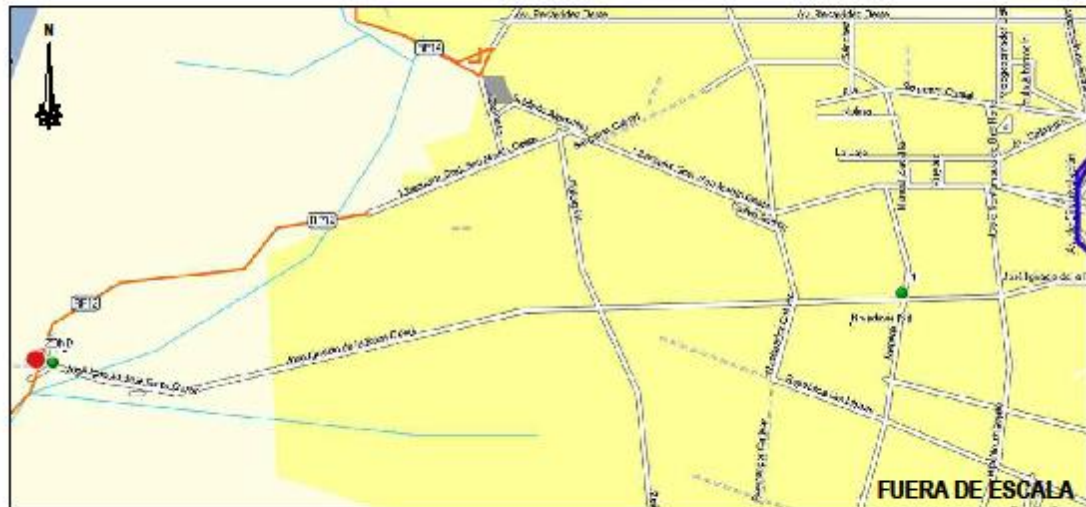
El punto está ubicado en el piso del túnel, del Instituto Geofísico Sismológico Ing. VOLPONI, en la localidad El Zonda. Entre el pilar de hormigón y la base donde se encuentran los sismógrafos.

RAGA
Red Argentina Gravimetría Absoluta
Instituto Geográfico Nacional

ZOND
El Zonda

Provincia: **San Juan** Departamento: **Rivadavia** Lugar: **El Zonda**

GRÁFICO DE ITINERARIO



Nro	DETALLE	Odómetro	Tiempo	Latitud	Longitud
1	Cruce entre Av Jose Ignacio de la Rosa y calle Meglioli.	0,0	0.00.00	-31°32'19.4"	-68°34'43.7"
2	Intersección Av J. I. de la Rosa y el Jardin de los Poetas.	10,600	0.15.00	-31°32'44.3"	-68°40'56.5"
3	ZOND, está en el túnel del Inst Geofísico Sismológico.	0,250	0.03.00	-31°32'43.0"	-68°41'03.7"

FOTO DEL PUNTO



OBSERVACIONES

El punto está ubicado en el piso del túnel, del Instituto Geofísico Sismológico Ing. VOLPONI, en la localidad El Zonda. Entre el pilar de hormigón y la base donde se encuentran los sismógrafos.

RAGA
Red Argentina Gravimetria Absoluta
Instituto Geográfico Nacional

ZOND
El Zonda


Provincia: **San Juan** Departamento: **Rivadavia** Lugar: **El Zonda**

IMAGEN SATELITAL

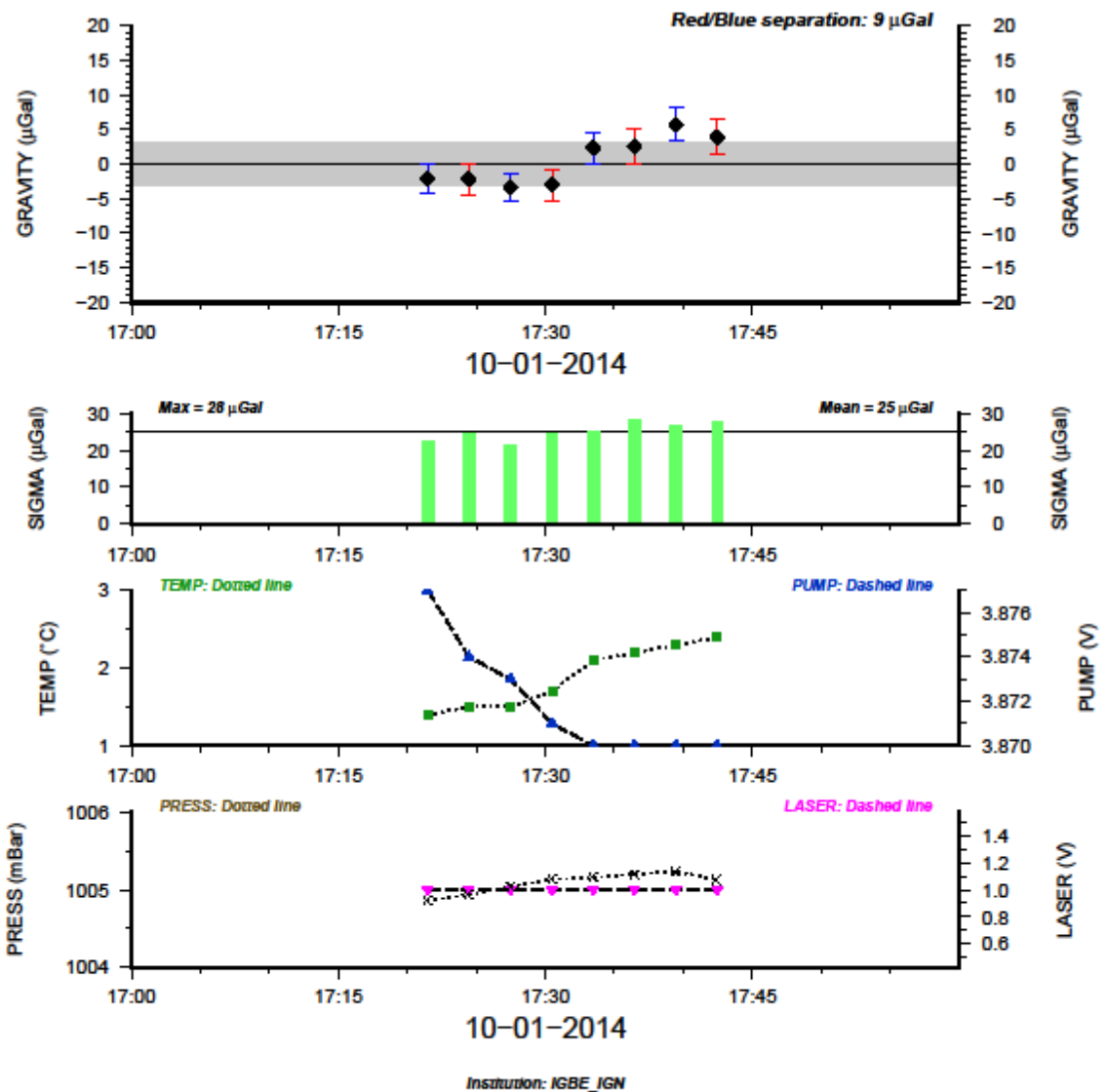


FOTOS AUXILIARES



Site		Project		
GGIL		GGIL_Final		
				
Latitude	Longitude	Elevation	Polar Motion	Gradient
-32.21656	-58.14703	26.00 m	0.0335 " 0.3264 "	-3.000 $\mu\text{Gal}/\text{cm}$
Instrument Data		Acquisition Settings		Processing Results
Meter Type: A10 - S/N # 032 Rubidium Freq.: 10000000.00101 Hz Red Lock: 632.99190480 nm Blue Lock: 632.99091860 nm Factory Height: 70.50 cm		Number of Drops by Set: 120 Drop Interval: 1 sec Sequence Interval: ? Red/Blue Interval: ? Setup Height: 0.00 cm		Number of Sets Collected: 8 Number of Sets Processed: 8 Total Drops Accepted: 950 Total Drops Rejected: 10 Transfer Height: 0.00 cm

Gravity: 979517780.83 $\mu\text{Gal} \pm 3.21 \mu\text{Gal}$



RAGA
Red Argentina Gravimetría Absoluta
Instituto Geográfico Nacional

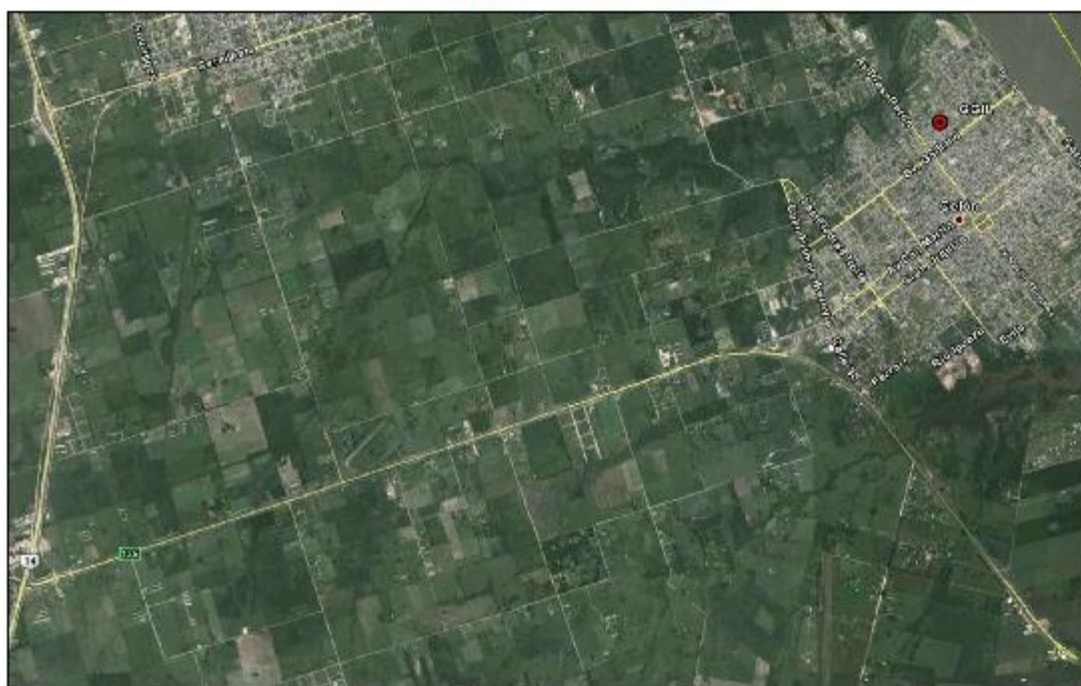
GGIL
Colón

Provincia: **Entre Ríos** Departamento: **Colón** Lugar: **Colón**

Lat: **S 32° 12' 59,6"** Long: **W 58° 08' 49,3"** Altura Elip: **26m**

Valor de Gravedad: 979517569.31 microgal

UBICACIÓN EN ZONA (Carta Imagen)



ACCESIBILIDAD

Combustible: **Colón** Alojamiento: **Colón** Energía eléctrica: **Colón**

ITINERARIO

Partiendo desde la Plaza San Martín (Colón), se recorre por la calle 12 de Abril una distancia de 0,7 Km hasta el cruce con la calle 9 de Julio. Desde allí y hacia el NW se recorren 0,9 Km por calle 9 de Julio, hasta llegar a GGIL que fué medido y monumentado en la base del monumento a los Héroes caídos en la Guerra de Malvinas.

GRÁFICO DE ITINERARIO



Nro	DETALLE	Odómetro	Tiempo	Latitud	Longitud
1	Plaza San Martín (punto céntrico de la ciudad de Colón).	0,0	0.00.00	-32°13'06.4"	-58°08'07.3"
2	Cruce de calles 12 de Abril y 9 de Julio.	0,700	0.06.00	-32°13'22.1"	-58°08'25.7"
3	GGIL	0,900	0.15.00	-32°12'59.6"	-58°08'49.3"

FOTO DEL PUNTO



OBSERVACIONES

El Punto GGIL está monumentado y medido sobre la base del monumento a los Héroes caídos en la Guerra de Malvinas. La plataforma es de hormigón, tiene una forma semicircular y al centro un muro donde están las placas recordatorias; se midió al pie de la misma.

RAGA
Red Argentina Gravimetría Absoluta
Instituto Geográfico Nacional

GGIL
Colón


Provincia: **Entre Ríos** Departamento: **Colón** Lugar: **Colón**

IMAGEN SATELITAL

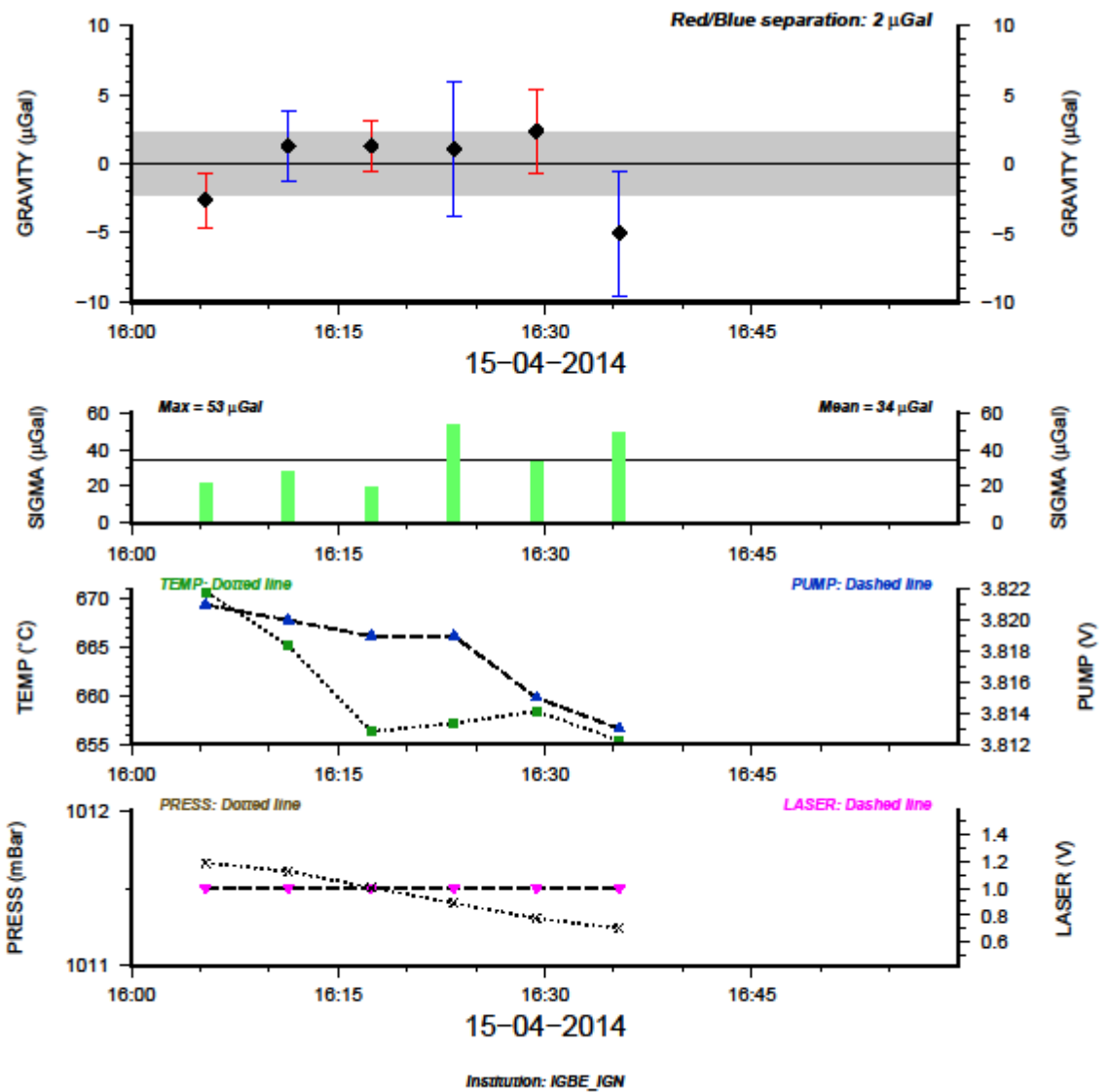



FOTOS AUXILIARES



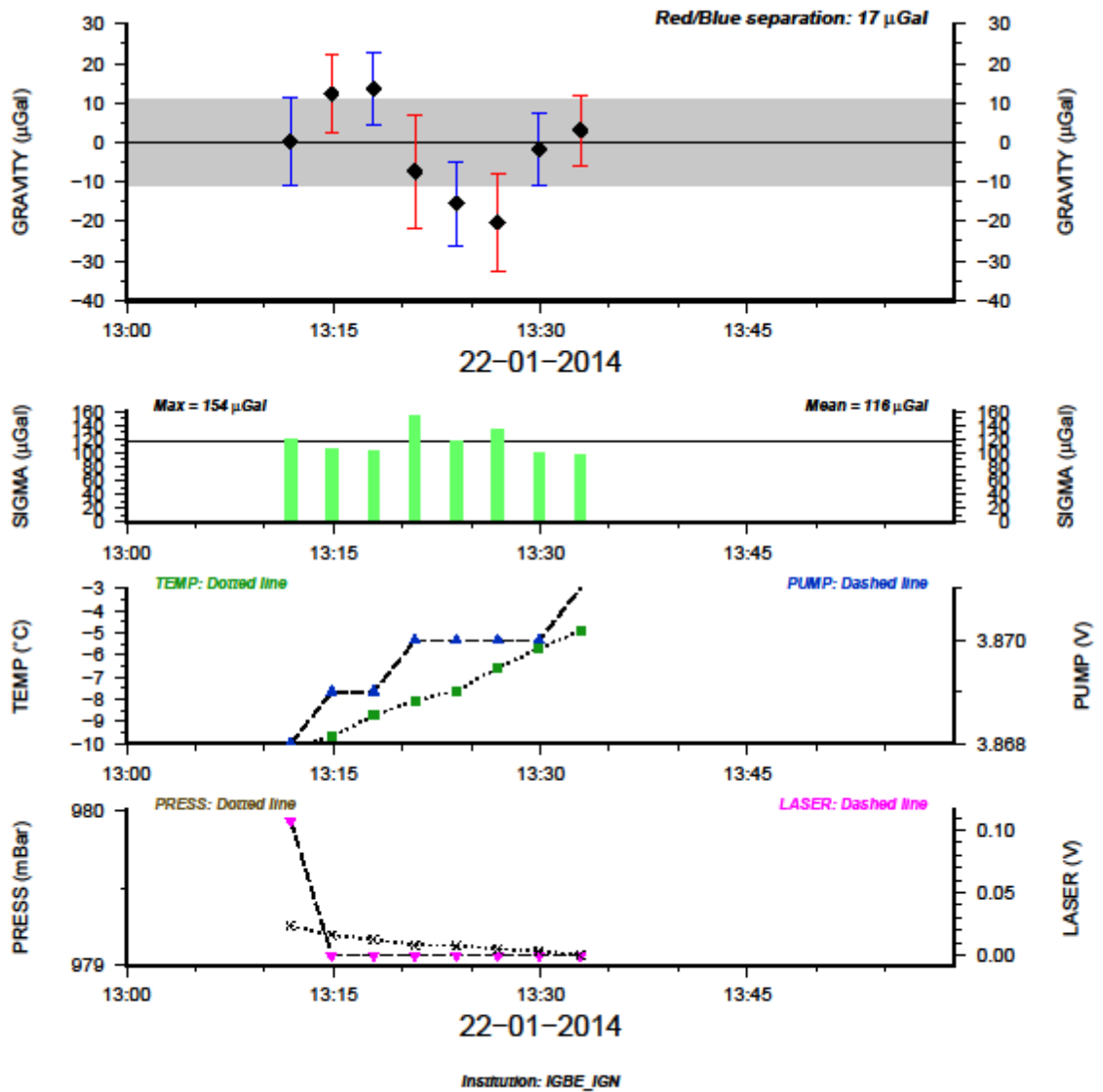
Site		Project		
PAYS		PAYS_ex_Final		
				
Latitude	Longitude	Elevation	Polar Motion	Gradient
-32.37889	-58.03056	61.00 m	0.0567 " 0.4321 "	-3.000 $\mu\text{Gal}/\text{cm}$
Instrument Data		Acquisition Settings	Processing Results	
Meter Type: A10 - S/N # 032 Rubidium Freq.: 10000000.00101 Hz Red Lock: 632.99190480 nm Blue Lock: 632.99091860 nm Factory Height: 70.50 cm		Number of Drops by Set: 120 Drop Interval: 2 sec Sequence Interval: ? Red/Blue Interval: ? Setup Height: 0.00 cm	Number of Sets Collected: 8 Number of Sets Processed: 6 Total Drops Accepted: 705 Total Drops Rejected: 15 Transfer Height: 0.00 cm	

Gravity: 979523515.02 $\mu\text{Gal} \pm 2.29 \mu\text{Gal}$



Site		Project		
VMAR		VMAR_Final		
				
Latitude	Longitude	Elevation	Polar Motion	Gradient
-32.40939	-63.21867	204.00 m	0.0241 " 0.3390 "	-3.000 $\mu\text{Gal}/\text{cm}$
Instrument Data		Acquisition Settings	Processing Results	
Meter Type: A10 - S/N # 032 Rubidium Freq.: 10000000.00101 Hz Red Lock: 632.99190480 nm Blue Lock: 632.99091860 nm Factory Height: 70.50 cm		Number of Drops by Set: 120 Drop Interval: 1 sec Sequence Interval: ? Red/Blue Interval: ? Setup Height: 0.00 cm	Number of Sets Collected: 8 Number of Sets Processed: 8 Total Drops Accepted: 957 Total Drops Rejected: 3 Transfer Height: 0.00 cm	

Gravity: 979473620.36 $\mu\text{Gal} \pm 10.91 \mu\text{Gal}$



RAGA

Red Argentina Gravimetría Absoluta

Instituto Geográfico Nacional

VMAR

Villa María

Provincia: **Córdoba** Departamento: **Villa María** Lugar: **Villa María**Lat: **S 32° 24' 33,8"** Long: **W 63° 13' 00,0"** Altura Elip: **204m****Valor de Gravedad: 979473408.84 microgal**

UBICACIÓN EN ZONA (Carta Imagen)



ACCESIBILIDAD

Combustible: **Villa María** Alojamiento: **Villa María** Energía eléctrica: **Villa María**

ITINERARIO

El punto VMAR fue medido en las instalaciones de la Universidad Tecnológica Nacional Regional Villa María, en el Sector Ala 3, junto a la 1ra columna de hormigón, ubicada antes de la puerta de ingreso a la cocina.

RAGA
Red Argentina Gravimetría Absoluta
Instituto Geográfico Nacional

VMAR
Villa María

Provincia: Córdoba Departamento: Villa María Lugar: Villa María

GRÁFICO DE ITINERARIO



Nro	DETALLE	Odómetro	Tiempo	Latitud	Longitud
1	Cruce entre Bulevar Alvear y Bulevar Sarmiento.	0,0	0.00.00	-32°24'54.3"	-63°13'58.2"
2	Acceso al predio de la UTN Villa María, VMAR está en el Sector 3.	2,000	0.10.00	-32°24'33.8"	-63°13'00.0"

FOTO DEL PUNTO



OBSERVACIONES

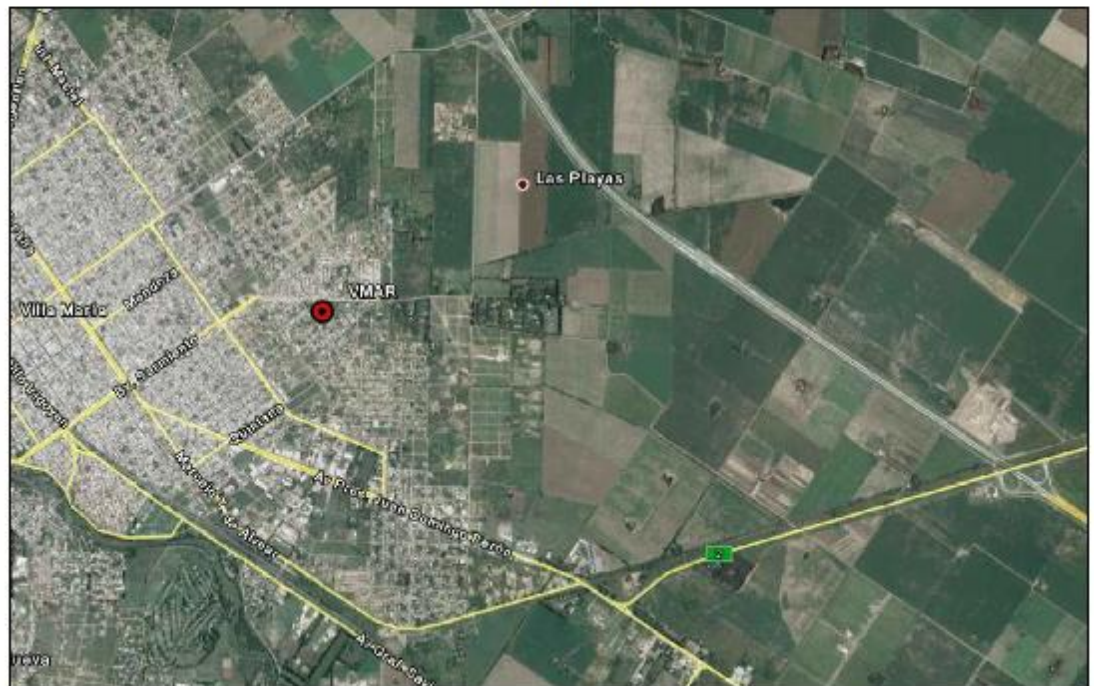
El punto fue medido en las instalaciones de la Universidad Tecnológica Nacional Regional Villa María, en el Sector Ala 3, junto a la 1ra columna de hormigón, ubicada antes de la puerta de ingreso a la cocina.

RAGA
Red Argentina Gravimetría Absoluta
Instituto Geográfico Nacional

VMAR
Villa María


Provincia: **Córdoba** Departamento: **Villa María** Lugar: **Villa María**

IMAGEN SATELITAL

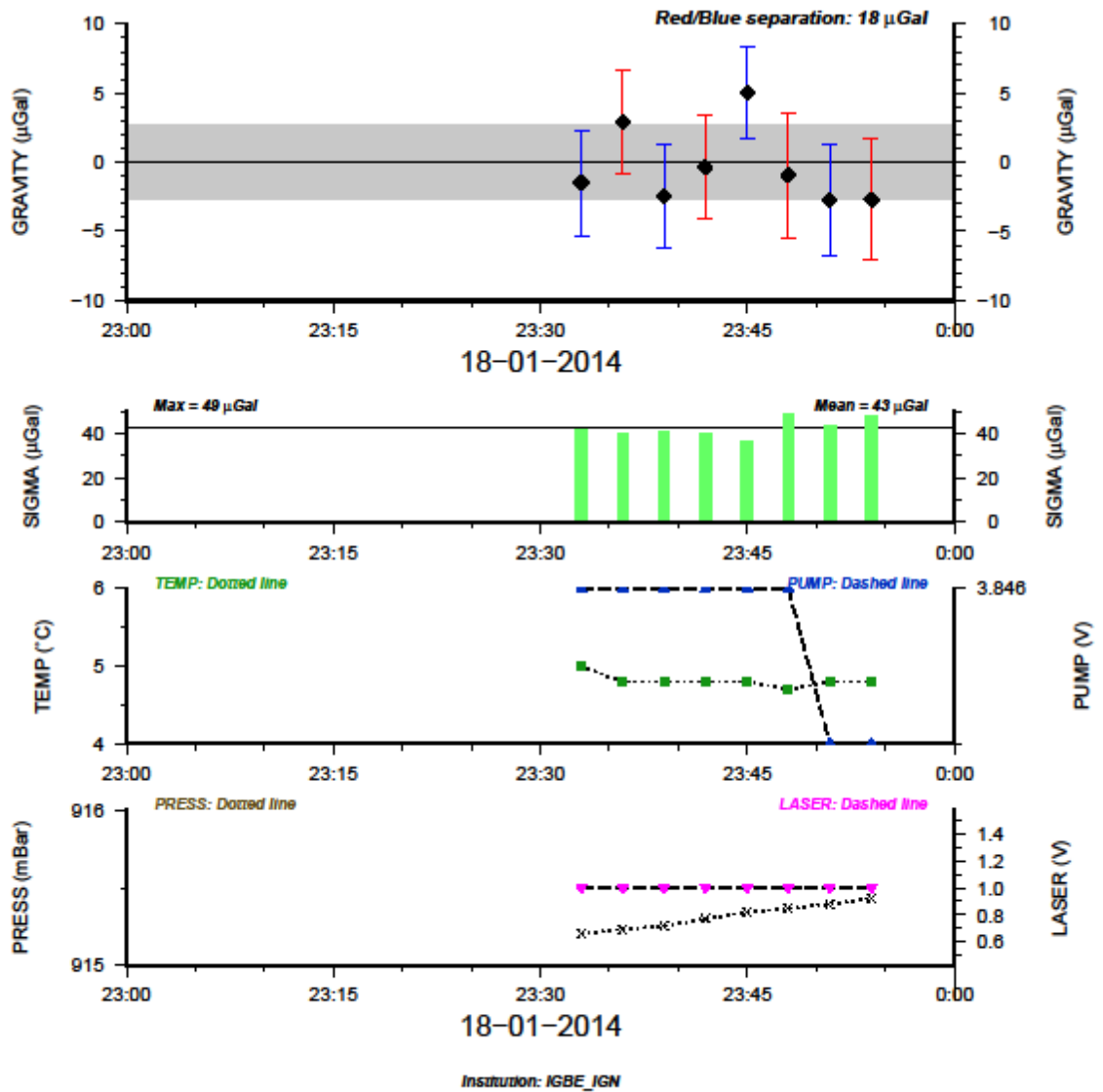


FOTOS AUXILIARES



Site		Project		
MDZA		MDZA_Final		
				
Latitude	Longitude	Elevation	Polar Motion	Gradient
-32.89361	-68.87667	835.00 m	0.0259 " 0.3351 "	-3.000 $\mu\text{Gal}/\text{cm}$
Instrument Data		Acquisition Settings	Processing Results	
Meter Type: A10 - S/N # 032 Rubidium Freq.: 10000000.00101 Hz Red Lock: 632.99190480 nm Blue Lock: 632.99091860 nm Factory Height: 70.50 cm		Number of Drops by Set: 120 Drop Interval: 1 sec Sequence Interval: ? Red/Blue Interval: ? Setup Height: 0.00 cm	Number of Sets Collected: 8 Number of Sets Processed: 8 Total Drops Accepted: 955 Total Drops Rejected: 5 Transfer Height: 0.00 cm	

Gravity: 979199569.28 μGal \pm 2.71 μGal



RAGA

Red Argentina Gravimetría Absoluta

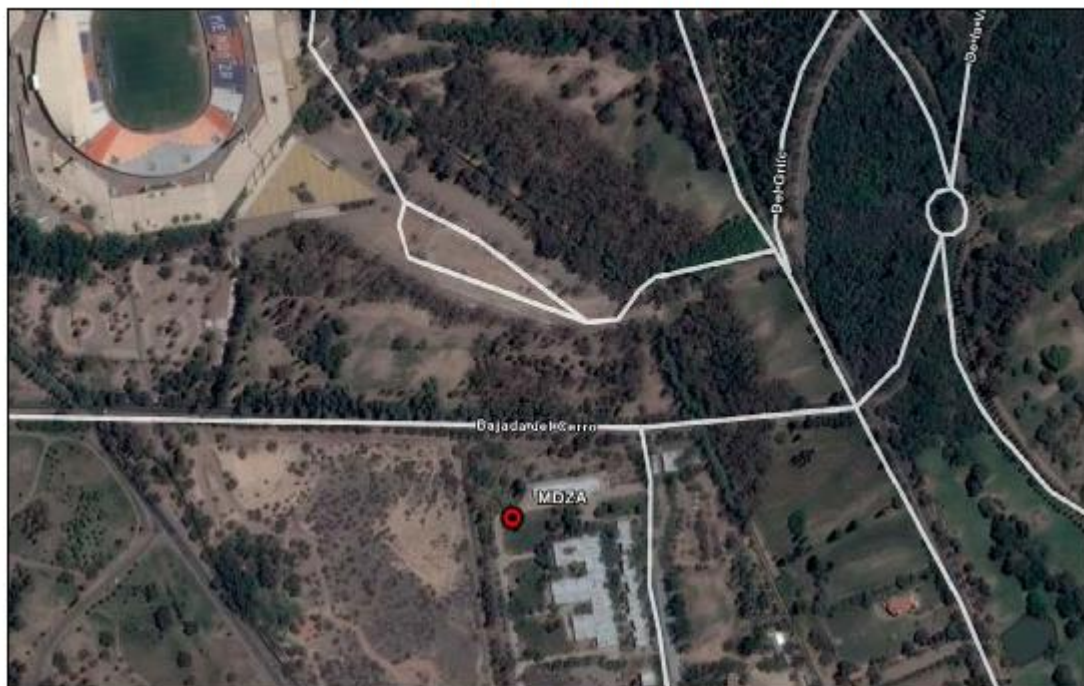
Instituto Geográfico Nacional

MDZA

Mendoza

Provincia: **Mendoza** Departamento: **Mendoza** Lugar: **Mendoza**Lat: **S 32° 53' 37,1"** Long: **W 68° 52' 34,7"** Altura Elip: **841m****Valor de Gravedad: 979199357.76 microgal**

UBICACIÓN EN ZONA (Carta Imagen)



ACCESIBILIDAD

Combustible: **Mendoza** Alojamiento: **Mendoza** Energía eléctrica: **Mendoza**

ITINERARIO

Partiendo desde el cruce entre Av Las Tipas y Av Del Libertador se recorre por esta última una distancia de 1.2 Km hasta el cruce con la calle Arquitecto Carlos Thays. Desde allí se recorre una distancia de 1.1 Km en dirección Sur hasta el cruce con la calle Dr Ruiz Dias Leal. Por esta última se recorre una distancia de 0.230 Km hasta el portón de acceso a las instalaciones del CONICET (Mendoza). El punto MDZA está ubicado detrás de la playa de estacionamiento del Cricyt.

GRÁFICO DE ITINERARIO



Nro	DETALLE	Odómetro	Tiempo	Latitud	Longitud
1	Rotonda Av Del Libertador y Av Las Tipas.	0,0	0.00.00	-32°53'10.2"	-68°51'47.0"
2	Rotonda Av Del Libertador y Av Arquitecto Carlos Thays.	1,200	0.05.00	-32°53'05.4"	-68°52'23.9"
3	Cruce Av Arquitecto Thays y Av Dr Ruiz Dias Leal.	1,100	0.05.00	-32°53'34.0"	-68°52'21.4"
4	MDZA, está detrás del estacionamiento del Cricyt.	0,230	0.03.00	-32°53'37.1"	-68°52'34.7"

FOTO DEL PUNTO



OBSERVACIONES

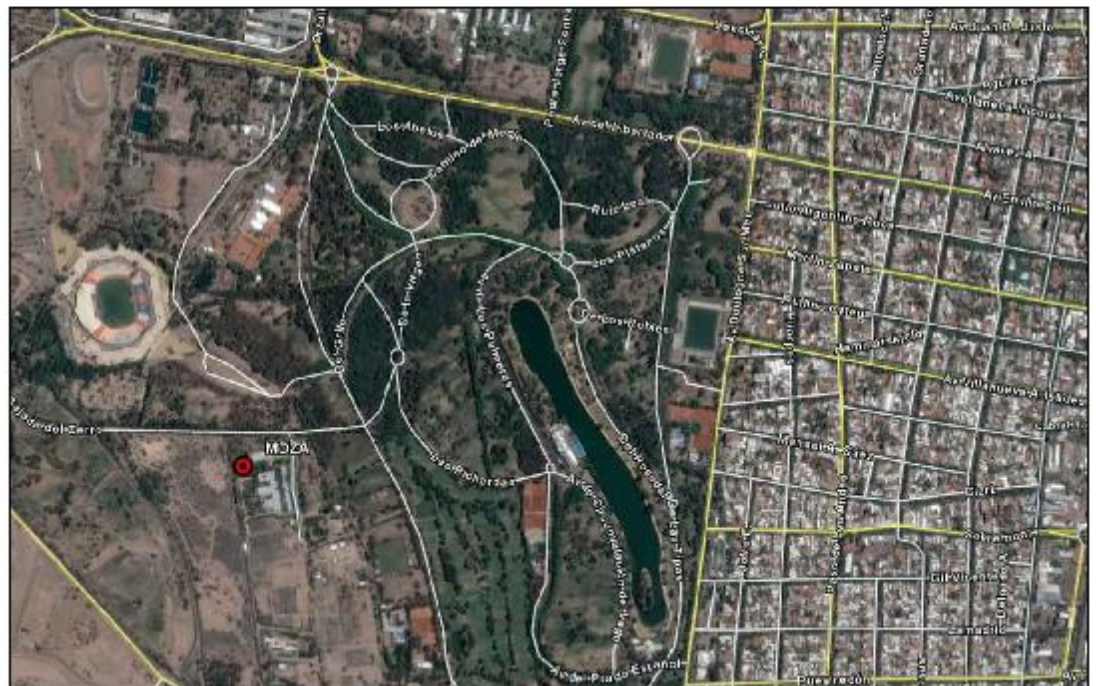
El punto MDZA está ubicado en las instalaciones del CONICET (Mendoza), detrás de la playa de estacionamiento del Cricyt.

RAGA
Red Argentina Gravimetria Absoluta
Instituto Geográfico Nacional

MDZA
Mendoza

Provincia: **Mendoza** Departamento: **Mendoza** Lugar: **Mendoza**

IMAGEN SATELITAL

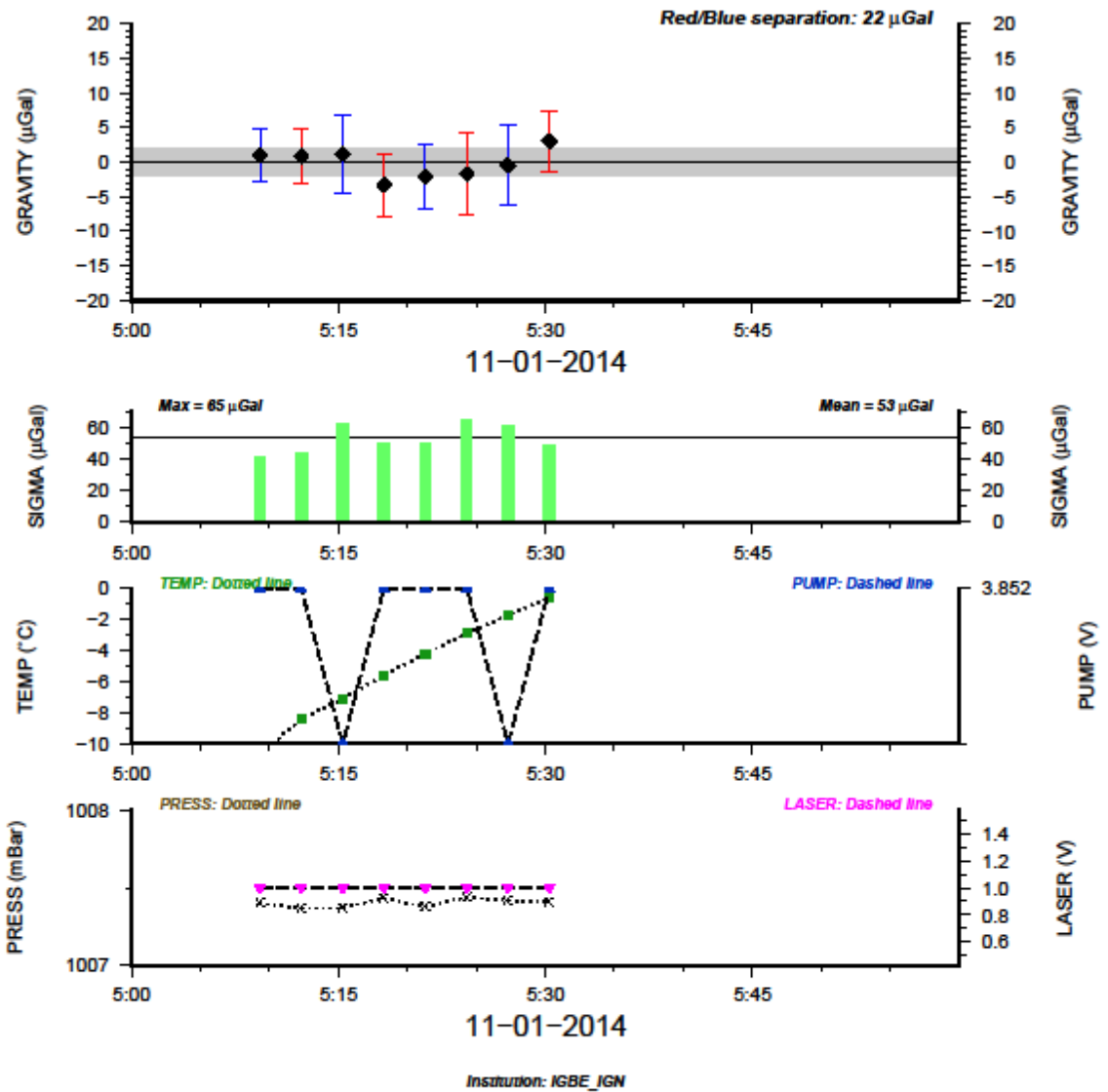


FOTOS AUXILIARES



Site		Project		
ROSA		ROSA_Final		
Latitude	Longitude	Elevation	Polar Motion	Gradient
-32.94783	-60.63058	59.00 m	0.0328 " 0.3278 "	-3.000 μ Gal/cm
Instrument Data		Acquisition Settings	Processing Results	
Meter Type: A10 - S/N # 032 Rubidium Freq.: 10000000.00101 Hz Red Lock: 632.99190480 nm Blue Lock: 632.99091860 nm Factory Height: 70.50 cm		Number of Drops by Set: 120 Drop Interval: 1 sec Sequence Interval: ? Red/Blue Interval: ? Setup Height: 0.00 cm	Number of Sets Collected: 8 Number of Sets Processed: 8 Total Drops Accepted: 949 Total Drops Rejected: 11 Transfer Height: 0.00 cm	

Gravity: 979548473.09 μ Gal \pm 1.90 μ Gal



RAGA
Red Argentina Gravimetría Absoluta
Instituto Geográfico Nacional

ROSA
Rosario

Provincia: **Santa Fe** Departamento: **Rosario** Lugar: **Rosario**

Lat: **S 32° 56' 52,2"** Long: **W 60° 37' 50,1"** Altura Elip: **22m**

Valor de Gravedad: 979548261.56 microgal

UBICACIÓN EN ZONA (Carta Imagen)



ACCESIBILIDAD

Combustible: **Rosario** Alojamiento: **Rosario** Energía eléctrica: **Rosario**

ITINERARIO

El punto ROSA fue medido sobre el descanso (mármol), de la pared lateral del monumento a la Bandera. El mismo da a la calle Colón al 556, Rosario, Santa Fe.

RAGA
Red Argentina Gravimetría Absoluta
Instituto Geográfico Nacional

ROSA
Rosario

Provincia: **Santa Fe** Departamento: **Rosario** Lugar: **Rosario**

GRÁFICO DE ITINERARIO



Nro	DETALLE	Odómetro	Tiempo	Latitud	Longitud
1	Rotonda Av. Pellegrini y Av Bulevar Oroño	0,0	0.00.00	-32°57'16.6"	-60°39'21.6"
2	Cruce entre Av. Pellegrini y calle Laprida.	1,900	0.07.00	-32°57'29.0"	-60°38'13.5"
3	Cruce entre Buenos Aires y calle Córdoba.	1,400	0.06.00	-32°56'51.4"	-60°37'57.9"
4	ROSA, se midió en un lateral del monumento.	0,204	0.03.00	-32°56'52.2"	-60°37'50.1"

FOTO DEL PUNTO



OBSERVACIONES

El punto fue medido sobre el descanso (mármol), de la pared lateral del monumento a la Bandera. El mismo da a la calle Colón al 556, Rosario, Santa Fe.

RAGA
Red Argentina Gravimetría Absoluta
Instituto Geográfico Nacional

ROSA
Rosario


Provincia: **Santa Fe** Departamento: **Rosario** Lugar: **Rosario**

IMAGEN SATELITAL

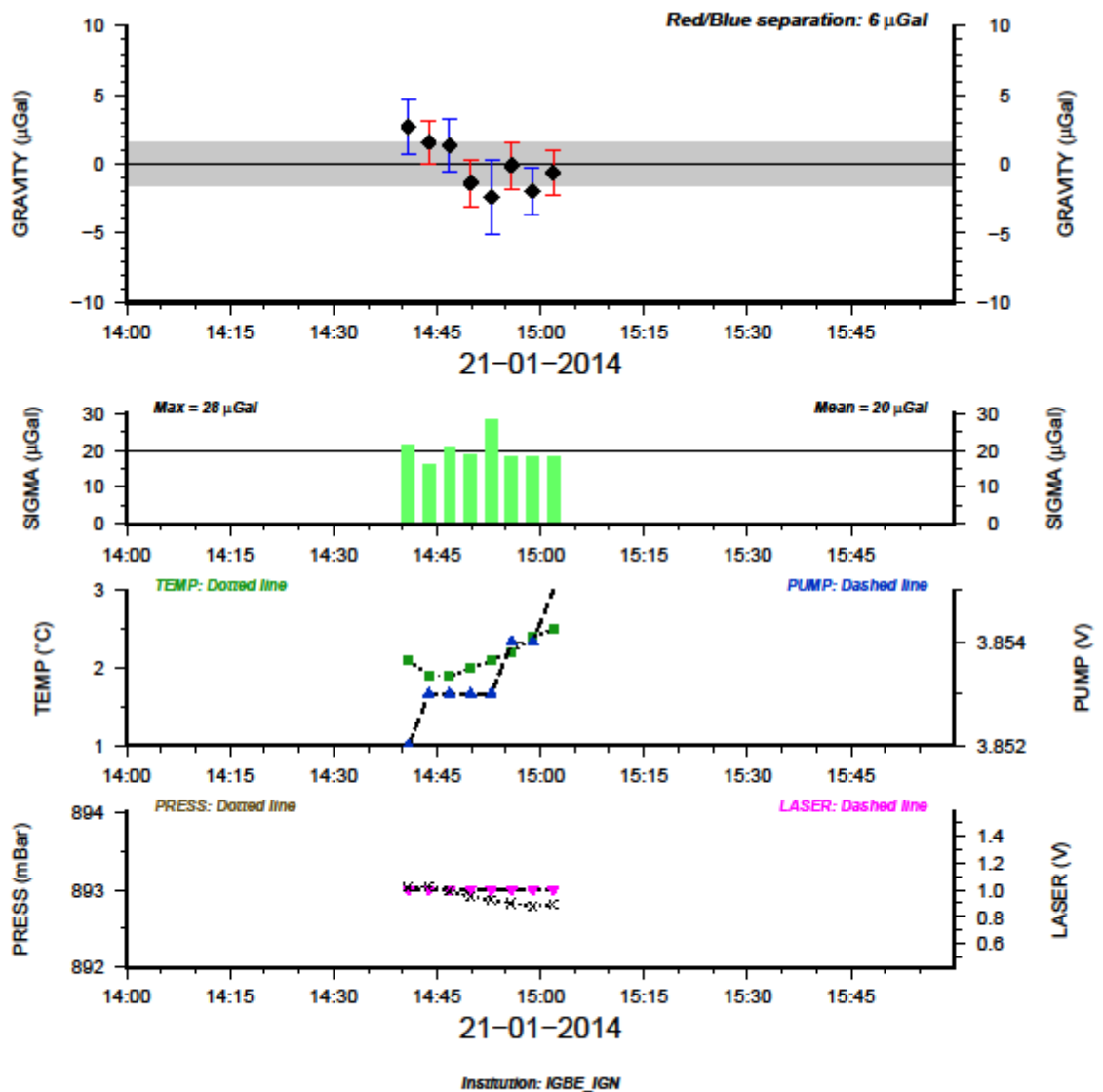


FOTOS AUXILIARES



Site		Project		
SALU		SALU_Final		
				
Latitude	Longitude	Elevation	Polar Motion	Gradient
-33.12083	-66.02528	1034.00 m	0.0237 " 0.3382 "	-3.000 $\mu\text{Gal}/\text{cm}$
Instrument Data		Acquisition Settings		Processing Results
Meter Type: A10 - S/N # 032 Rubidium Freq.: 10000000.00101 Hz Red Lock: 632.99190480 nm Blue Lock: 632.99091860 nm Factory Height: 70.50 cm		Number of Drops by Set: 120 Drop Interval: 1 sec Sequence Interval: ? Red/Blue Interval: ? Setup Height: 0.00 cm		Number of Sets Collected: 8 Number of Sets Processed: 8 Total Drops Accepted: 922 Total Drops Rejected: 38 Transfer Height: 70.50 cm

Gravity: 979316781.74 $\mu\text{Gal} \pm 1.61 \mu\text{Gal}$



RAGA

Red Argentina Gravimetría Absoluta

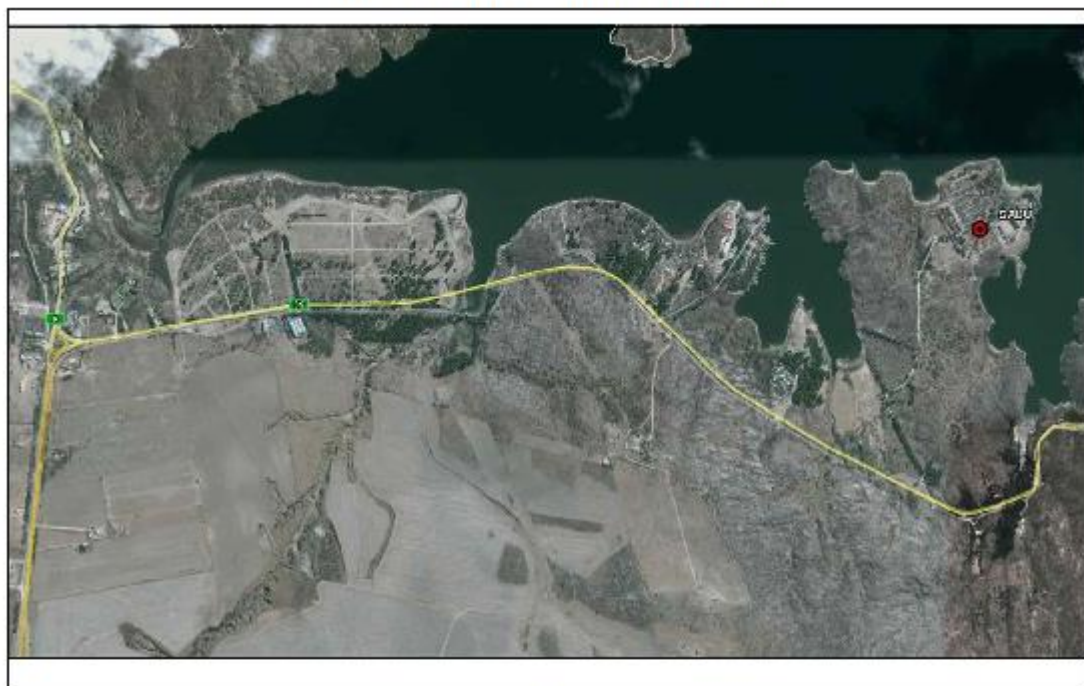
Instituto Geográfico Nacional

SALU

San Luis

Provincia: **San Luis** Departamento: **La Toma** Lugar: **El Trapiche**Lat: **S 33° 07' 15,0"** Long: **W 66° 01' 31,0"** Altura Elip: **1034m****Valor de Gravedad: 979316781.72 microgal**

UBICACIÓN EN ZONA (Carta Imagen)

**ACCESIBILIDAD**Combustible: **San Luis** Alojamiento: **San Luis** Energía eléctrica: **San Luis****ITINERARIO**

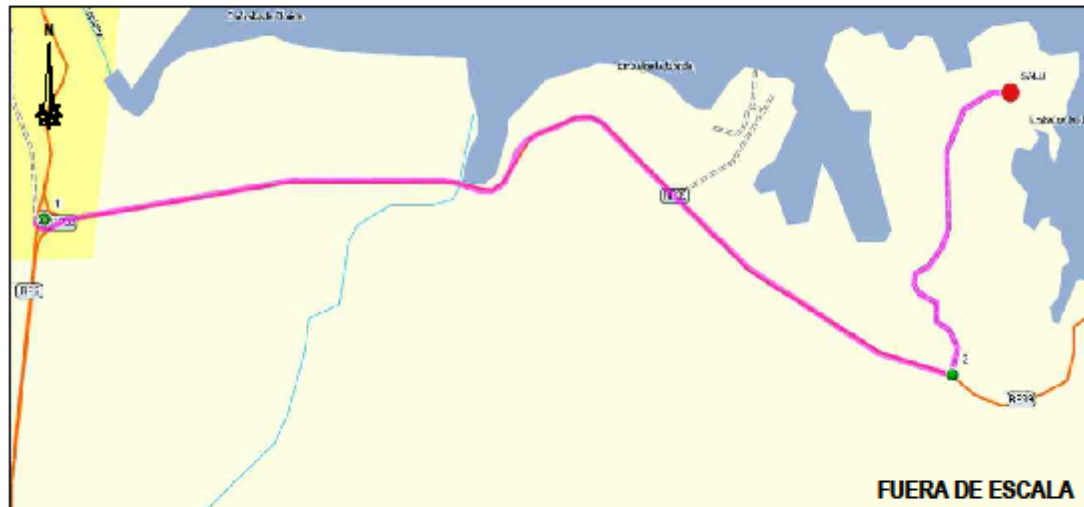
Partiendo desde el cruce entre la RP09 y RP39 se recorre por esta última una distancia de 3.7 Km hasta la entrada al predio del Camping La Florida. Se ingresa por un camino mejorado en dirección NE, se recorre una distancia de 0.8 Km hasta el portón de acceso a las instalaciones del camping, luego se recorren 0.4 Km hasta el punto SALU fue medido en el centro de la base del monumento recordatorio a las autoridades de la UNSL.

RAGA
Red Argentina Gravimetría Absoluta
Instituto Geográfico Nacional

SALU
San Luis

Provincia: **San Luis** Departamento: **La Toma** Lugar: **El Trapiche**

GRÁFICO DE ITINERARIO



Nro	DETALLE	Odómetro	Tiempo	Latitud	Longitud
1	Rotonda RP 9 y RP 39.	0,0	0.00.00	-33°07'28.8"	-66°03'40.2"
2	Acceso al Camping La Florida (predio de la UNSL).	3,700	0.05.00	-33°07'45.8"	-66°01'38.8"
3	SALU, se midió en el centro de la base del monumento.	1,200	0.08.00	-33°07'15.0"	-66°01'31.0"

FOTO DEL PUNTO



OBSERVACIONES

El punto fue medido en el centro, del monumento recordatorio a las autoridades docentes de la Universidad Nacional de San Luis. Este se encuentra en las instalaciones del Camping La Florida.

RAGA

Red Argentina Gravimetría Absoluta

Instituto Geográfico Nacional

SALU

San Luis


Provincia: **San Luis** Departamento: **La Toma** Lugar: **El Trapiche**

IMAGEN SATELITAL

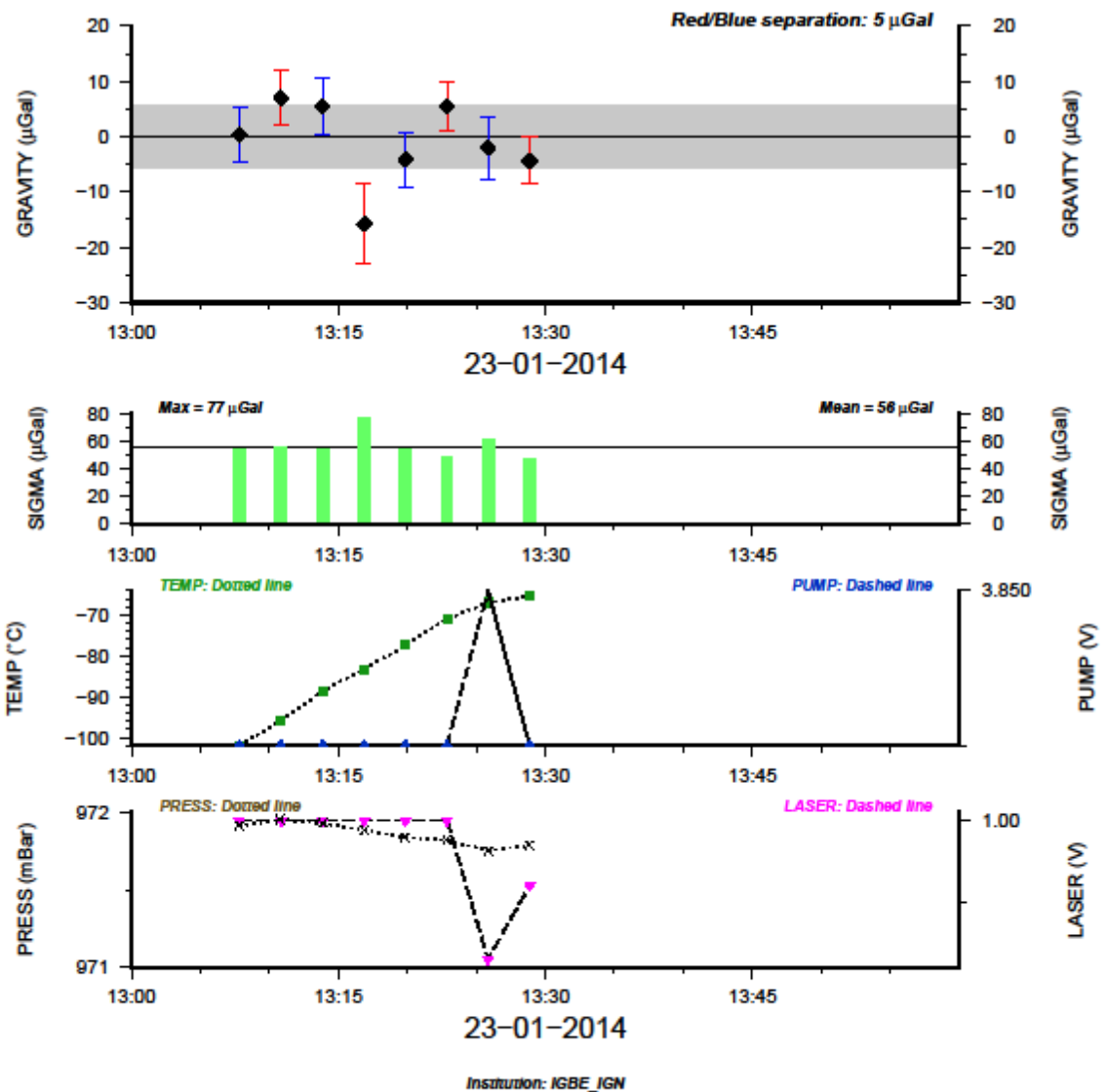


FOTOS AUXILIARES



Site		Project		
VMKA		VMKA_Final		
				
Latitude	Longitude	Elevation	Polar Motion	Gradient
-33.91650	-64.36811	237.00 m	0.0243 " 0.3399 "	-3.000 $\mu\text{Gal}/\text{cm}$
Instrument Data		Acquisition Settings	Processing Results	
Meter Type: A10 - S/N # 032 Rubidium Freq.: 10000000.00101 Hz Red Lock: 632.99190480 nm Blue Lock: 632.99091860 nm Factory Height: 70.50 cm		Number of Drops by Set: 120 Drop Interval: 1 sec Sequence Interval: ? Red/Blue Interval: ? Setup Height: 0.00 cm	Number of Sets Collected: 8 Number of Sets Processed: 8 Total Drops Accepted: 947 Total Drops Rejected: 13 Transfer Height: 0.00 cm	

Gravity: 979579999.07 $\mu\text{Gal} \pm 5.62 \mu\text{Gal}$



RAGA

Red Argentina Gravimetría Absoluta

Instituto Geográfico Nacional

VCMK

Vicuña Mackenna

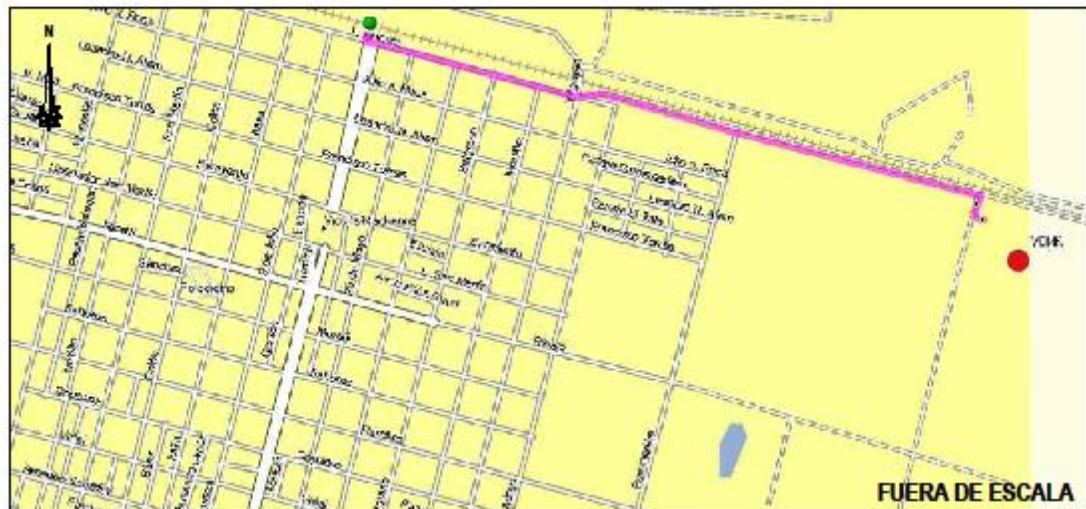
Provincia: **Córdoba** Departamento: **Río Cuarto** Lugar: **Vicuña Mackenna**Lat: **S 33° 54' 59,4"** Long: **W 64° 22' 05,2"** Altura Elip: **237m****Valor de Gravedad: 979579787.51 microgal**

UBICACIÓN EN ZONA (Carta Imagen)

**ACCESIBILIDAD**Combustible: **Vicuña Mackenna** Alojamiento: **Vicuña Mackenna** Energía eléctrica: **Vicuña Mackenna****ITINERARIO**

Se inicia un recorrido desde frente la estación de ferrocarril Vicuña Mackenna, por la calle L. Gómez en dirección Este se recorre una distancia de 1,9 Km hasta el cruce con una calle vecinal, desde allí se desplaza unos 0,03 Km hasta la tranquera de ingreso al predio del Vivero Municipal. Hay que recorrer unos 0,25 Km hasta el galpón, el punto VCMK se midió adentro, sobre la plataforma, junto a la primer columna de hormigón que está al ingresar.

GRÁFICO DE ITINERARIO




Nro	DETALLE	Odómetro	Tiempo	Latitud	Longitud
1	Cruce de calles Gómez y Tirney (frente a la Est. de Ferrocarril).	0,0	0.00.00	-33°54'39.4"	-64°23'17.7"
2	Cruce de caminos vecinales, esquinero de campos.	1,900	0.10.00	-33°54'53.4"	-64°22'09.6"
3	Tranquera y entrada al predio municipal.	0,030	0.02.00	-33°54'54.7"	-64°22'10.0"
4	VCMK, está en el galpón municipal.	0,250	0.02.00	-33°54'59.4"	-64°22'05.4"

FOTO DEL PUNTO

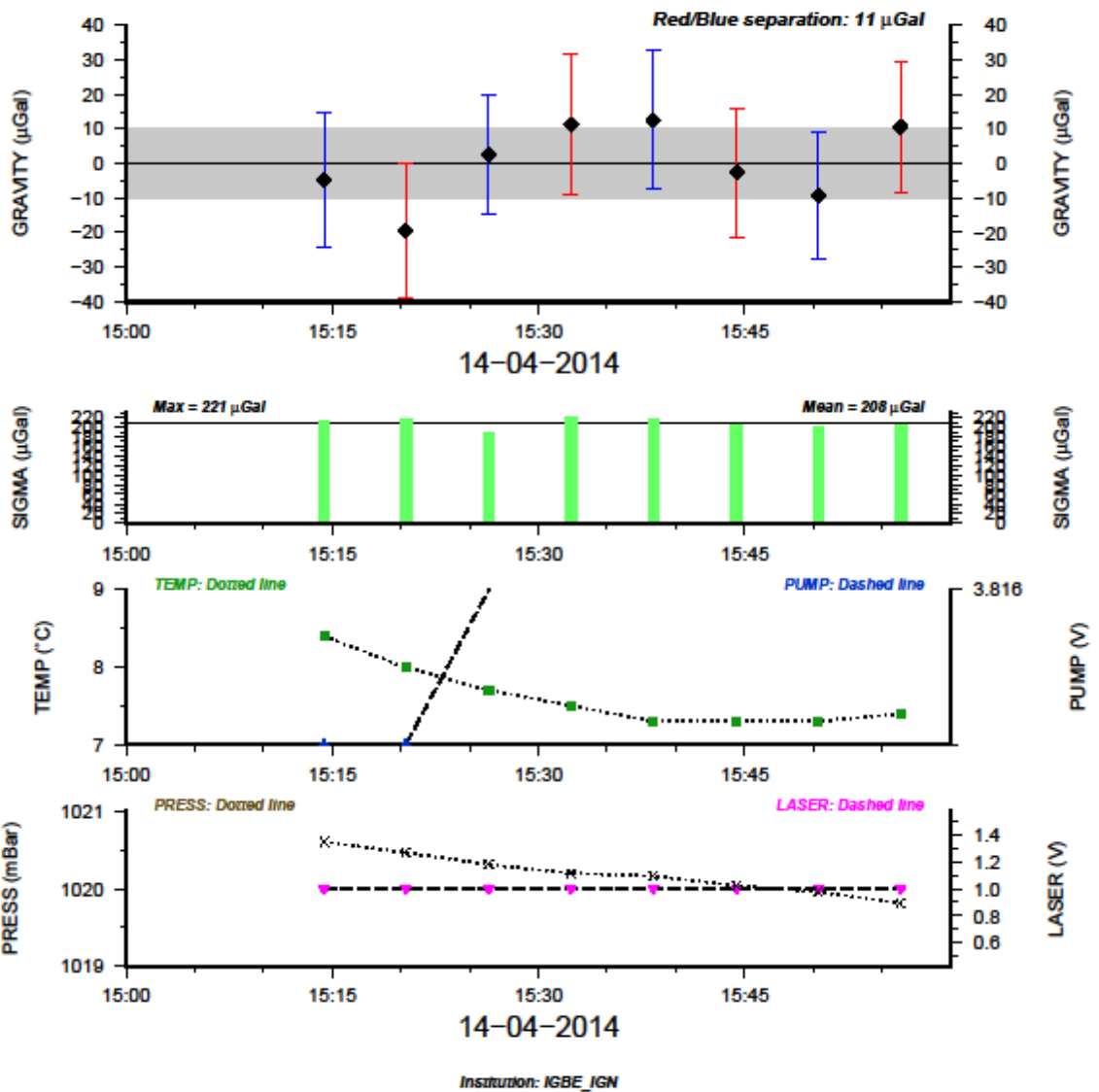


OBSERVACIONES

El punto fue medido dentro del Galpón Municipal (cuya plataforma es de hormigón armado) y está en el predio del Vivero Municipal y Sector de desagüe cloacal.

Site		Project		
IGN0		IGN0_Final		
				
Latitude	Longitude	Elevation	Polar Motion	Gradient
-34.57694	-58.51867	18.00 m	0.0558 * 0.4311 "	-3.000 μ Gal/cm
Instrument Data		Acquisition Settings		Processing Results
Meter Type: A10 - S/N # 032 Rubidium Freq.: 10000000.00101 Hz Red Lock: 632.99190480 nm Blue Lock: 632.99091860 nm Factory Height: 70.50 cm		Number of Drops by Set: 120 Drop Interval: 2 sec Sequence Interval: ? Red/Blue Interval: ? Setup Height: 0.00 cm		Number of Sets Collected: 8 Number of Sets Processed: 8 Total Drops Accepted: 957 Total Drops Rejected: 3 Transfer Height: 0.00 cm

Gravity: 979688252.65 μ Gal \pm 10.15 μ Gal



RAGA

Red Argentina Gravimetría Absoluta

Instituto Geográfico Nacional

IGN0

Instituto Geográfico Nacional

Provincia: **Buenos Aires** Departamento: **San Martín** Lugar: **Villa Maipú**Lat: **S 34° 34' 21,6"** Long: **W 58° 30' 58,8"** Altura Elip: **18m****Valor de Gravedad: 979688026.95 microgal**

UBICACIÓN EN ZONA (Carta Imagen)



ACCESIBILIDAD

Combustible: **San Martín**Alojamiento: **San Martín**Energía eléctrica: **San Martín**

ITINERARIO

Tomando como referencia el cruce entre la Av Gral Paz y Av De Los Constituyentes, se recorre por esta última una distancia de 0,27 Km hasta el cruce con la calle Roma. Desde allí se recorre una distancia de 0,75 Km en dirección SW hasta el cruce con la calle Saavedra, a continuación se recorre por esta última unos 0,12 Km hasta las instalaciones Anexo Miguelete del IGN. El punto IGN0 se midió dentro del edificio de Carpintería, a la izquierda del portón que dá con el fondo del mismo.

RAGA

Red Argentina Gravimetría Absoluta

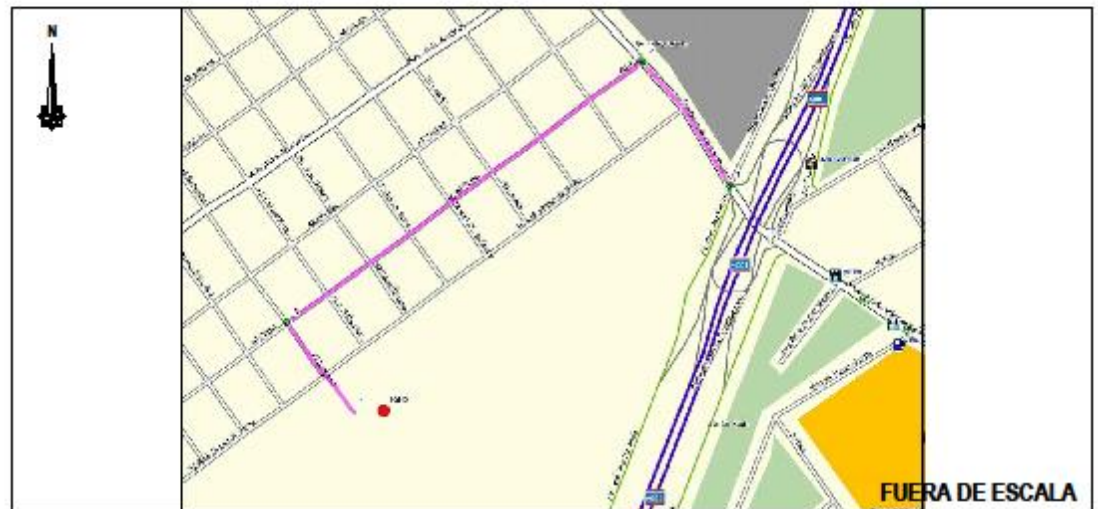
Instituto Geográfico Nacional

IGN0

Instituto Geográfico Nacional

Provincia: **Buenos Aires**Departamento: **San Martín**Lugar: **Villa Maipú**

GRÁFICO DE ITINERARIO



Nro	DETALLE	Odómetro	Tiempo	Latitud	Longitud
1	Cruce entre Av Gral Paz y Av De los Constituyentes.	0,0	0.00.00	-34°34'09.6"	-58°30'35.4"
2	Cruce entre Av De los Constituyentes y calle Roma.	0,270	0.04.00	-34°34'02.4"	-58°30'41.6"
3	Cruce entre calle Roma y calle Saavedra.	0,750	0.05.00	-34°34'16.5"	-54°32'20.3"
4	IGN0, se midió en el galpón de carpintería, miguelete.	0,250	0.03.00	-34°34'21.6"	-54°30'58.8"

FOTO DEL PUNTO



OBSERVACIONES

Se midió dentro del edificio de Carpintería, a la izquierda del portón que dá con el fondo del mismo. Este se encuentra en las instalaciones Anexo Miguelete del IGN.

Villa Maipú (Pcia. Buenos Aires). marzo de 2014.-

RAGA
Red Argentina Gravimetría Absoluta
Instituto Geográfico Nacional

IGN0
Instituto Geográfico Nacional


Provincia: **Buenos Aires** Departamento: **San Martín** Lugar: **Villa Maipú**

IMAGEN SATELITAL

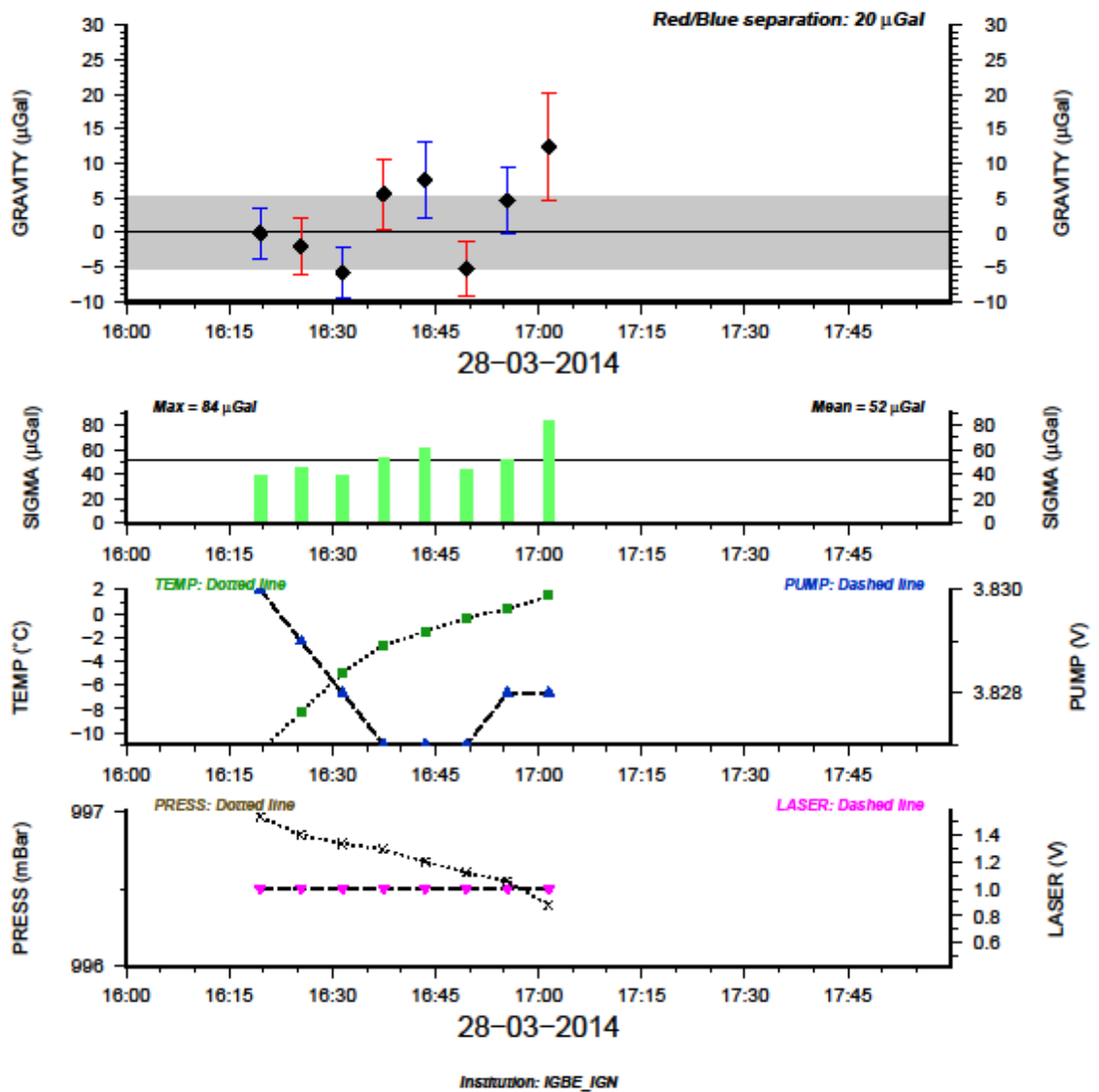


FOTOS AUXILIARES



Site		Project		
ROBE		ROBE_Final		
				
Latitude	Longitude	Elevation	Polar Motion	Gradient
-35.14083	-61.97278	115.00 m	0.0368 " 0.4160 "	-3.000 μ Gal/cm
Instrument Data		Acquisition Settings	Processing Results	
Meter Type: A10 - S/N # 032 Rubidium Freq.: 10000000.00101 Hz Red Lock: 632.99190480 nm Blue Lock: 632.99091860 nm Factory Height: 70.50 cm		Number of Drops by Set: 120 Drop Interval: 2 sec Sequence Interval: ? Red/Blue Interval: ? Setup Height: 0.00 cm	Number of Sets Collected: 8 Number of Sets Processed: 8 Total Drops Accepted: 944 Total Drops Rejected: 16 Transfer Height: 0.00 cm	

Gravity: 979723748.31 μ Gal \pm 5.28 μ Gal



RAGA

Red Argentina Gravimetría Absoluta

Instituto Geográfico Nacional

ROBE

Roberts

Provincia: **Buenos Aires** Departamento: **Lincoln** Lugar: **Roberts**

Lat: **S 35° 08' 27,3"** Long: **W 61° 58' 21,8"** Altura Elip: **115m**

Valor de Gravedad: 979723536.82 microgal

UBICACIÓN EN ZONA (Carta Imagen)



ACCESIBILIDAD

Combustible: **Roberts** Alojamiento: **Roberts** Energía eléctrica: **Roberts**

ITINERARIO

Tomando como referencia la Parroquia San Bernardo se recorre desde allí 0,06 Km hasta el cruce con la calle Belgrano; por esta última se recorre una distancia de 0,370 Km hasta el cruce con la calle Rivadavia. Desde ahí se recorren 0,070 Km hasta el sitio donde fue medido ROBE, sobre el piso, en el esquinero junto a la pared de la vieja estación de ferrocarril Roberts.

RAGA
Red Argentina Gravimetría Absoluta
Instituto Geográfico Nacional

ROBE
Roberts

Provincia: **Buenos Aires** Departamento: **Lincoln** Lugar: **Roberts**

GRÁFICO DE ITINERARIO



Nro	DETALLE	Odómetro	Tiempo	Latitud	Longitud
1	Calle Andrea Duggan 1451 (frente a la Parroquia).	0,0	0.00.00	-35°08'35.7"	-61°58'10.9"
2	Cruce de calles Andrea Duggan y Belgrano.	0,060	0.03.00	-35°08'34.4"	-61°58'09.2"
3	Cruce de calles Belgrano y Rivadavia.	0,370	0.07.00	-35°08'26.0"	-61°58'19.2"
4	ROBE, vereda del Centro Universitario Virtual Roberts .	0,370	0.07.00	-35°08'27.3"	-61°58'21.8"

FOTO DEL PUNTO



OBSERVACIONES

El punto ROBE fue medido sobre el piso, en el esquinero junto a la pared del Centro Universitario Roberts (Estación de Ferrocarril Roberts). El piso es de hormigón está en perfecto estado.

RAGA
Red Argentina Gravimetría Absoluta
Instituto Geográfico Nacional

ROBE
Roberts


Provincia: **Buenos Aires** Departamento: **Lincoln** Lugar: **Roberts**

IMAGEN SATELITAL

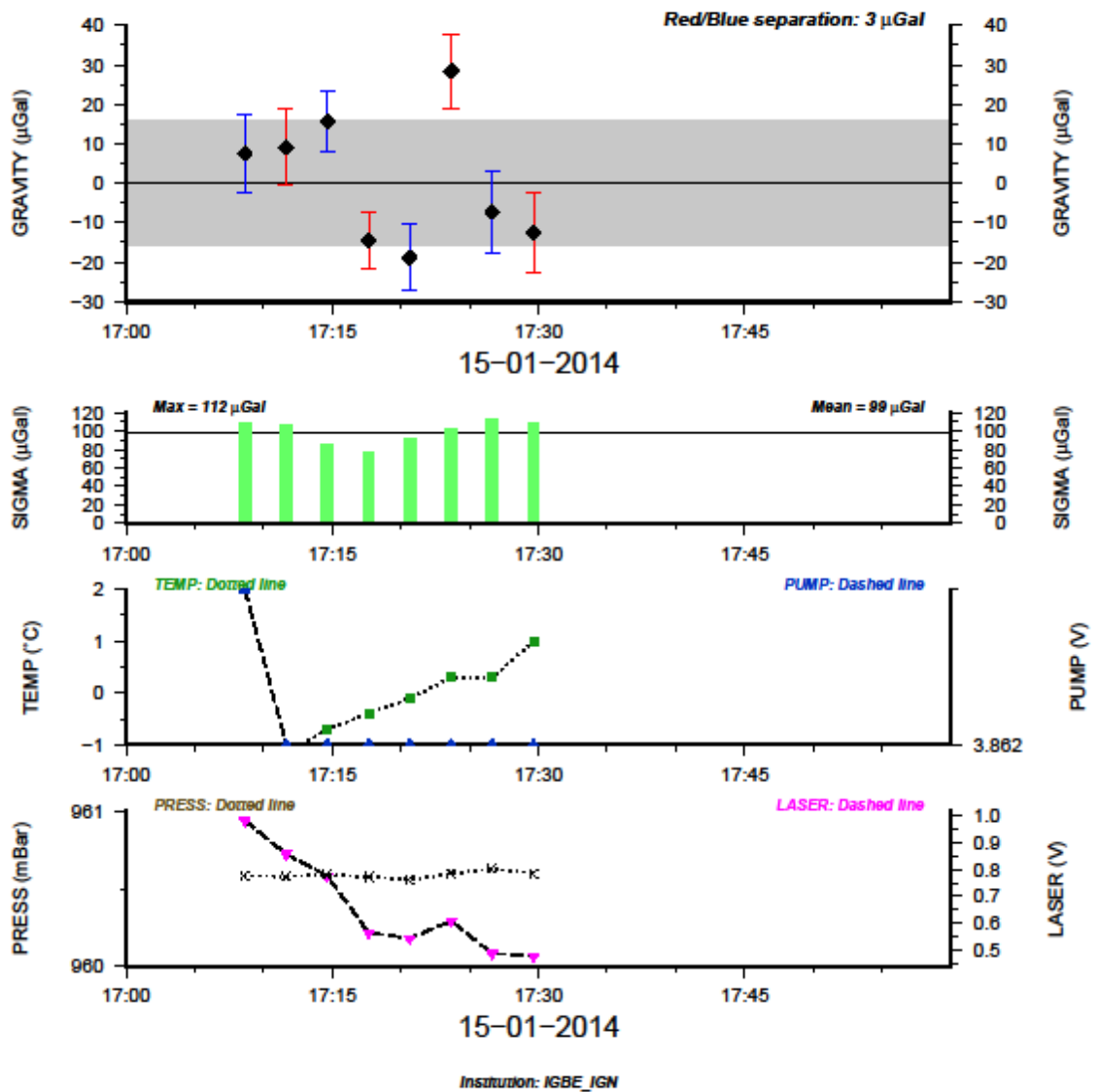


FOTOS AUXILIARES



Site		Project		
TUCU		TUCU_Final		
				
Latitude	Longitude	Elevation	Polar Motion	Gradient
-26.84342	-65.23019	436.00 m	0.0285 " 0.3317 "	-3.000 $\mu\text{Gal}/\text{cm}$
Instrument Data		Acquisition Settings	Processing Results	
Meter Type: A10 - S/N # 032 Rubidium Freq.: 10000000.00101 Hz Red Lock: 632.99190480 nm Blue Lock: 632.99091860 nm Factory Height: 70.50 cm		Number of Drops by Set: 120 Drop Interval: 1 sec Sequence Interval: ? Red/Blue Interval: ? Setup Height: 0.00 cm	Number of Sets Collected: 8 Number of Sets Processed: 8 Total Drops Accepted: 958 Total Drops Rejected: 2 Transfer Height: 0.00 cm	

Gravity: 978886051.23 μGal \pm 15.78 μGal



RAGA

Red Argentina Gravimetría Absoluta

Instituto Geográfico Nacional

TUCU

San Miguel de Tucumán

Provincia: **Tucumán**

Departamento: **Capital**

Lugar: **San Miguel de Tucumán**

Lat: **S 26° 50' 36,3"**

Long: **W 65° 13' 48,6"**

Altura Elip: **436m**

Valor de Gravedad: 978885839.76 microgal

UBICACIÓN EN ZONA (Carta Imagen)



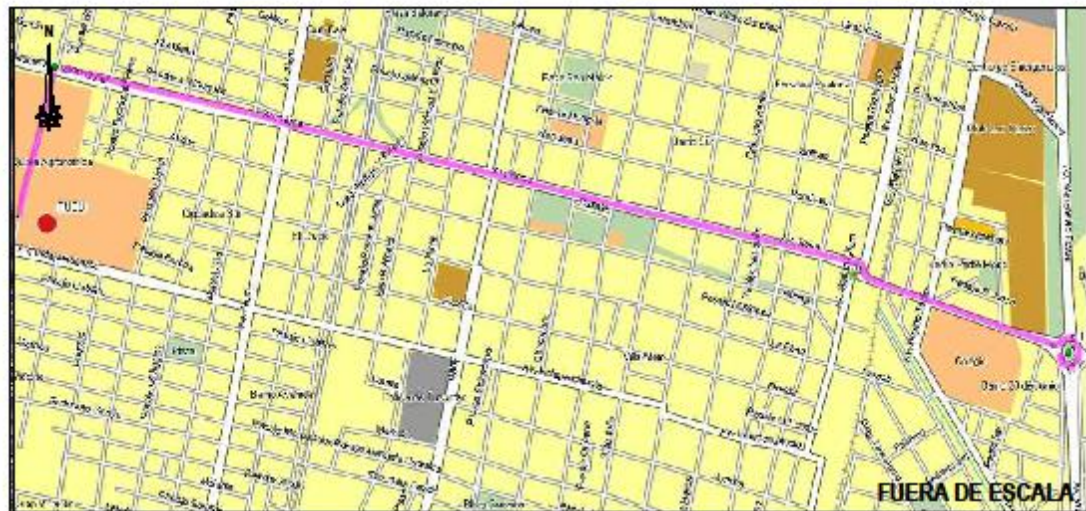
ACCESIBILIDAD

Combustible: **S. M. de Tucumán** Alojamiento: **S. M. de Tucumán** Energía eléctrica: **S. M. de Tucumán**

ITINERARIO

Partiendo desde la rotonda que está entre las Av Posse y Av Araoz se recorren por esta última una distancia de 4,1 Km hasta la calle Pellegrini, la misma está al frente del portón de acceso a las instalaciones de la Universidad Nacional de Tucumán. Se ingresa y se recorre una distancia de 0.63 Km hasta la torre de Física, el punto TUCU está en la Planta Baja. Esto es en el predio de la Facultad de Ciencias Exactas.

GRÁFICO DE ITINERARIO



Nro	DETALLE	Odómetro	Tiempo	Latitud	Longitud
1	Rotonda, cruce de Av Posse y Av Araoz.	0,0	0.00.00	-26°50'50.2"	-65°11'33.4"
2	Cruce Av Kirchner y calle Pellegrini.	4,100	0.10.00	-26°50'19.4"	-65°13'47.6"
3	TUCU, está en la UNT (en la Planta Baja de la Torre de Física).	0,630	0.05.00	-26°50'36.3"	-65°13'48.6"

FOTO DEL PUNTO



OBSERVACIONES

El punto fue medido en la Planta Baja de la Torre de Física y está ubicado en el predio de la Facultad de Ciencias Exactas - UNT. San Miguel de Tucumán.

IMAGEN SATELITAL



FOTOS AUXILIARES



RAGA

Red Argentina Gravimetría Absoluta

Instituto Geográfico Nacional

SLOR

San Lorenzo (Corrientes)

Provincia: **Corrientes** Departamento: **Saladas** Lugar: **San Lorenzo**Lat: **S 28° 08' 15,3"** Long: **W 58° 46' 07,8"** Altura Elip: **74m**Valor de Gravedad: **mgI**

UBICACIÓN EN ZONA (Carta Imagen)



ACCESIBILIDAD

Combustible: **Saladas** Alojamiento: **Saladas** Energía eléctrica: **Saladas**

ITINERARIO

Se toma como referencia el frente del edificio del municipio y se recorre una distancia de 0,24 Km en dirección W, hasta el frente de la Parroquia San Lorenzo Diácono Mártir. El punto fue medido en el umbral, de la puerta principal. Y tiene como domicilio Pasaje Jumcal 2280, San Lorenzo, Departamento de Saladas, Provincia de Corrientes.

RAGA

Red Argentina Gravimetría Absoluta

Instituto Geográfico Nacional

SLOR

San Lorenzo (Corrientes)

Provincia: **Corrientes**Departamento: **Saladas**Lugar: **San Lorenzo**

GRÁFICO DE ITINERARIO



Nro	DETALLE	Odómetro	Tiempo	Latitud	Longitud
1	Edificio de Municipio.	0,0	0.00.00	-28°08'13.4"	-58°45'58.6"
2	Cruce entre Av. J. C. Davalos y calle secundaria.	0,240	0.03.00	-28°08'15.1"	-58°46'07.2"
3	SLOR, se midió en el umbral de la puerta principal.	0,020	0.02.00	-28°08'15.3"	-58°46'07.8"

FOTO DEL PUNTO



OBSERVACIONES

El punto fue medido en el umbral, de la puerta principal de la Parroquia San Lorenzo Diácono Mártir. Pasaje Jumcal 2280, San Lorenzo, Departamento de Saladas, Provincia de Corrientes.

RAGA
Red Argentina Gravimetría Absoluta
Instituto Geográfico Nacional

SLOR
San Lorenzo (Corrientes)

Provincia: **Corrientes** Departamento: **Saladas** Lugar: **San Lorenzo**

IMAGEN SATELITAL




FOTOS AUXILIARES



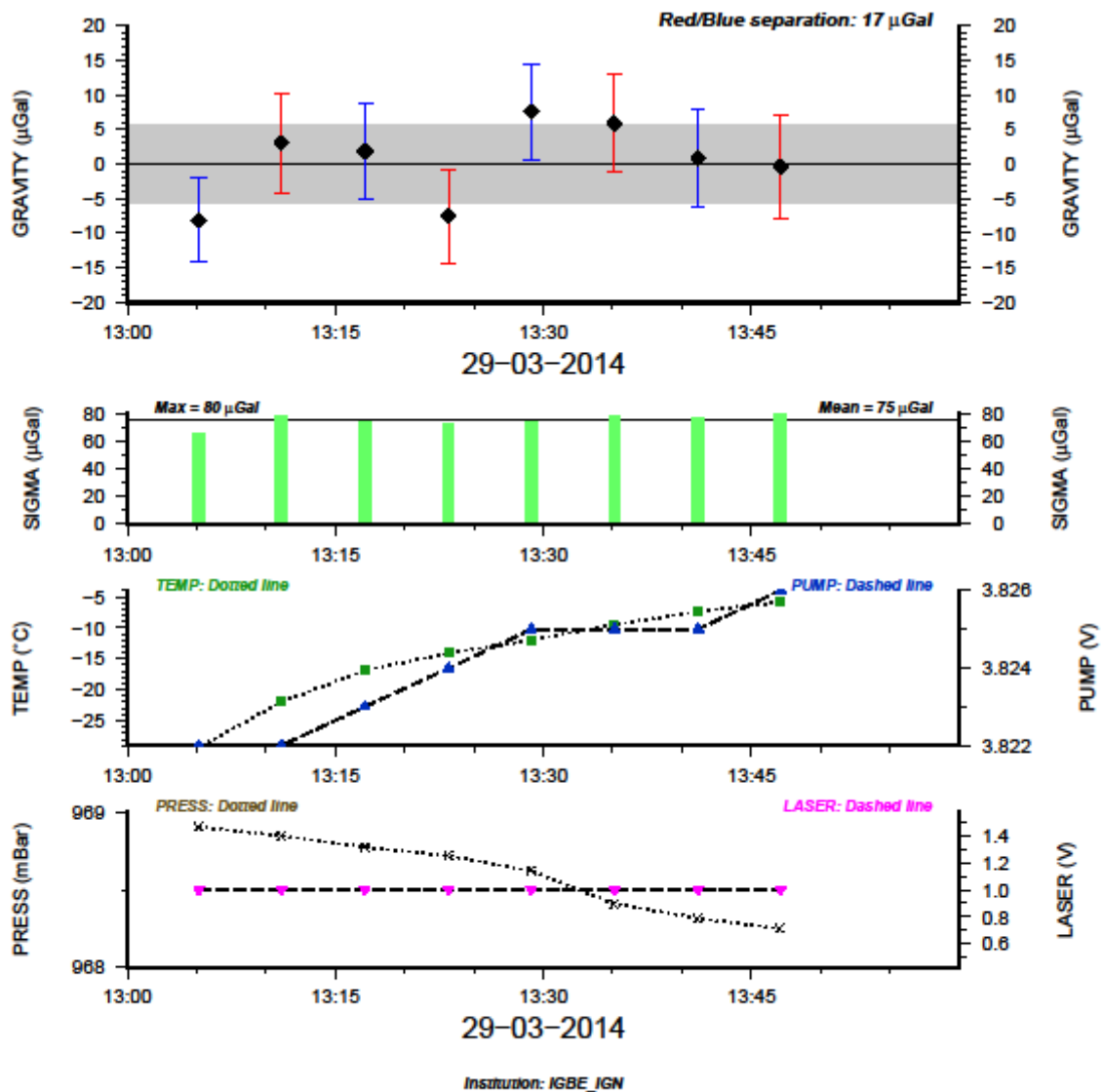
4.6.2 RAGA Sur

Tabla Capítulo 4-6 RAGA Sur – Puntos Medidos^{iv}

	Localidad	Provincia	Denominación		Páginas
			Medición	Oficial	
1	Victoria	La Pampa	VICA	VICA	159 – 162
2	Tandil	Buenos Aires	TAND	TAND	163 -166
3	Bahía Blanca	Buenos Aires	BHBL	BABL	167 – 170
4	Neuquén	Neuquén	NUQN	NUQN	171 – 174
5	Esquel	Chubut	ESQU	ESQE	175 – 178
6	Rawson	Chubut	RAWS	RAWS	179 – 182
7	Comodoro Rivadavia	Chubut	CORI	CORI	183 – 186
8	Perito Moreno	Santa Cruz	PERI	PERI	187 - 190

Site		Project		
VICA		VICA_Final		
				
Latitude	Longitude	Elevation	Polar Motion	Gradient
-36.21694	-65.43667	309.00 m	0.0385 " 0.4169 "	-3.000 $\mu\text{Gal}/\text{cm}$
Instrument Data		Acquisition Settings		Processing Results
Meter Type: A10 - S/N # 032 Rubidium Freq.: 10000000.00101 Hz Red Lock: 632.99190480 nm Blue Lock: 632.99091860 nm Factory Height: 70.50 cm		Number of Drops by Set: 120 Drop Interval: 2 sec Sequence Interval: ? Red/Blue Interval: ? Setup Height: 0.00 cm		Number of Sets Collected: 8 Number of Sets Processed: 8 Total Drops Accepted: 935 Total Drops Rejected: 25 Transfer Height: 0.00 cm

Gravity: 979752752.44 $\mu\text{Gal} \pm 5.53 \mu\text{Gal}$



RAGA
Red Argentina Gravimetría Absoluta
Instituto Geográfico Nacional

VICA
Victorica

Provincia: **La Pampa** Departamento: **Victorica** Lugar: **Victorica**

Lat: **S 36° 13' 01,1"** Long: **W 65° 26' 12,0"** Altura Elip: **309m**

Valor de Gravedad: 979752540.96 microgal

UBICACIÓN EN ZONA (Carta Imagen)



ACCESIBILIDAD

Combustible: **Victorica** Alojamiento: **Victorica** Energía eléctrica: **Victorica**

ITINERARIO

Se toma como referencia la plaza principal de la ciudad, la misma se llama Héroes de Cochicó. El punto VICA se midió sobre el umbral (de mármol) de la puerta de acceso al Consejo Deliberante (el mismo comparte edificio con la Municipalidad de Victorica) y está frente a la plaza.

RAGA

Red Argentina Gravimetría Absoluta

Instituto Geográfico Nacional

VICA

Victorica

Provincia: **La Pampa** Departamento: **Victorica** Lugar: **Victorica**

GRÁFICO DE ITINERARIO



Nro	DETALLE	Odómetro	Tiempo	Latitud	Longitud
1	Cruce entre calles 15 y 32 (frente a YPF).	0,0	0.00.00	-36°13'21.6"	-65°25'42.9"
2	Cruce entre calles 15 y 14.	1,100	0.08.00	-36°12'56.3"	-65°26'13.6"
3	Cruce entre calles 14 y 17.	0,120	0.02.00	-36°12'59.1"	-65°26'16.9"
4	Cruce entre calles 17 y 16.	0,110	0.02.00	-36°13'01.8"	-65°26'13.5"
5	VICA, puerta acceso al Consejo Deliberante.	0,060	0.07.00	-36°13'01.1"	-65°26'12.0"

FOTO DEL PUNTO



OBSERVACIONES

El punto se midió sobre el umbral (de mármol) de la puerta de acceso al Consejo Deliberante. El mismo comparte edificio con la Municipalidad de Victorica.

RAGA
Red Argentina Gravimetría Absoluta
Instituto Geográfico Nacional

VICA
Victorica


Provincia: **La Pampa** Departamento: **Victorica** Lugar: **Victorica**

IMAGEN SATELITAL

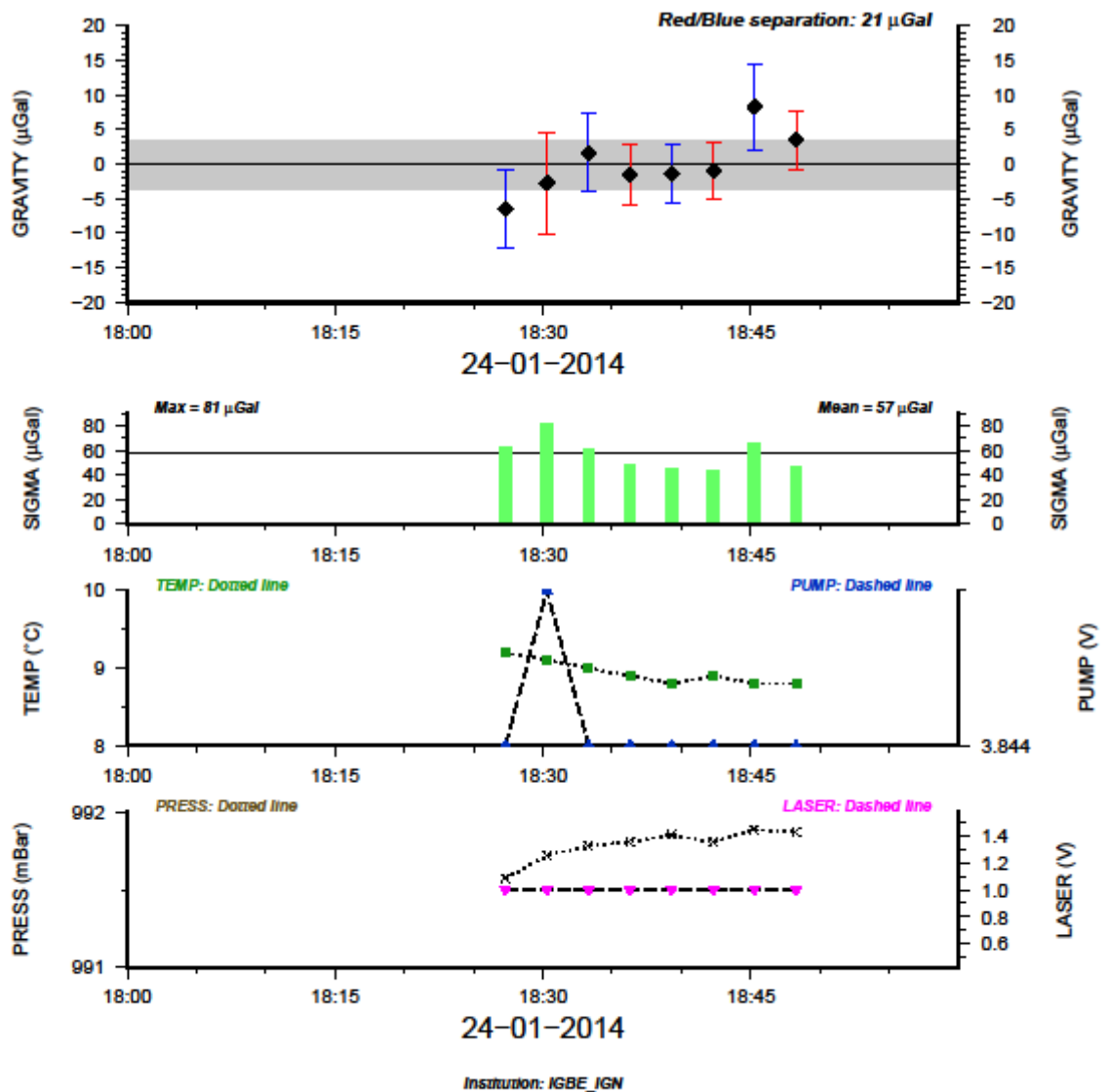


FOTOS AUXILIARES



Site TAND		Project TAND_Final			
Latitude	Longitude	Elevation	Polar Motion	Gradient	
-37.32353	-59.08200	219.00 m	0.0245 " 0.3407 "	-3.000 $\mu\text{Gal}/\text{cm}$	
Instrument Data		Acquisition Settings		Processing Results	
Meter Type: A10 - S/N # 032 Rubidium Freq.: 10000000.00101 Hz Red Lock: 632.99190480 nm Blue Lock: 632.99091860 nm Factory Height: 70.50 cm		Number of Drops by Set: 120 Drop Interval: 1 sec Sequence Interval: ? Red/Blue Interval: ? Setup Height: 0.00 cm		Number of Sets Collected: 8 Number of Sets Processed: 8 Total Drops Accepted: 940 Total Drops Rejected: 20 Transfer Height: 0.00 cm	

Gravity: 979903730.26 $\mu\text{Gal} \pm 3.53 \mu\text{Gal}$



RAGA

Red Argentina Gravimetría Absoluta

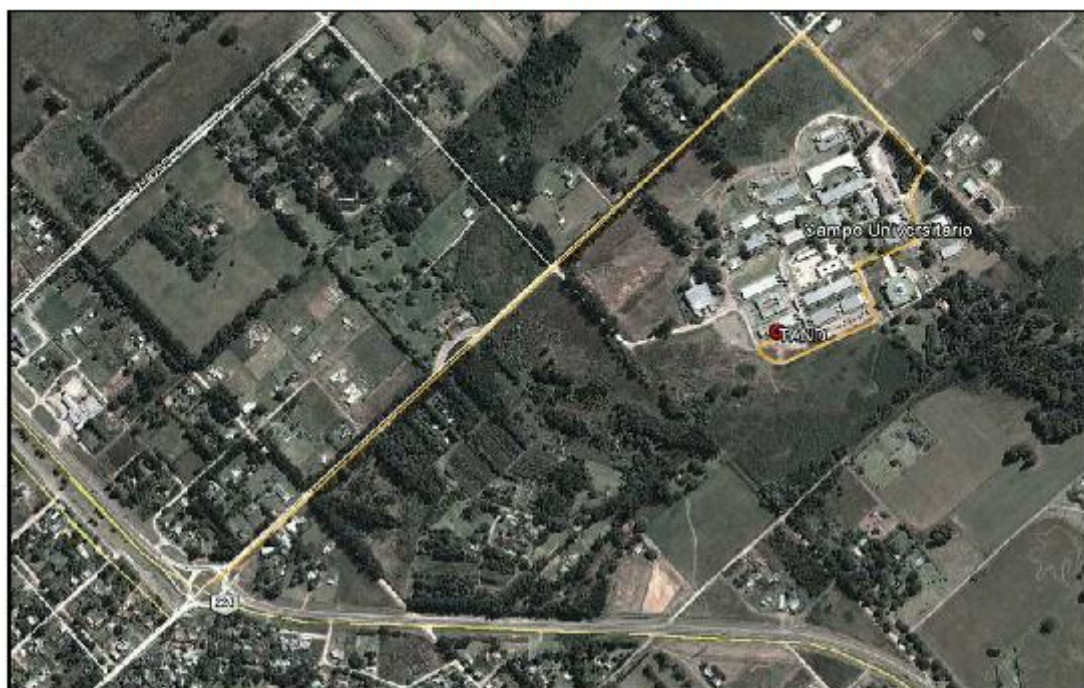
Instituto Geográfico Nacional

TAND

Tandil

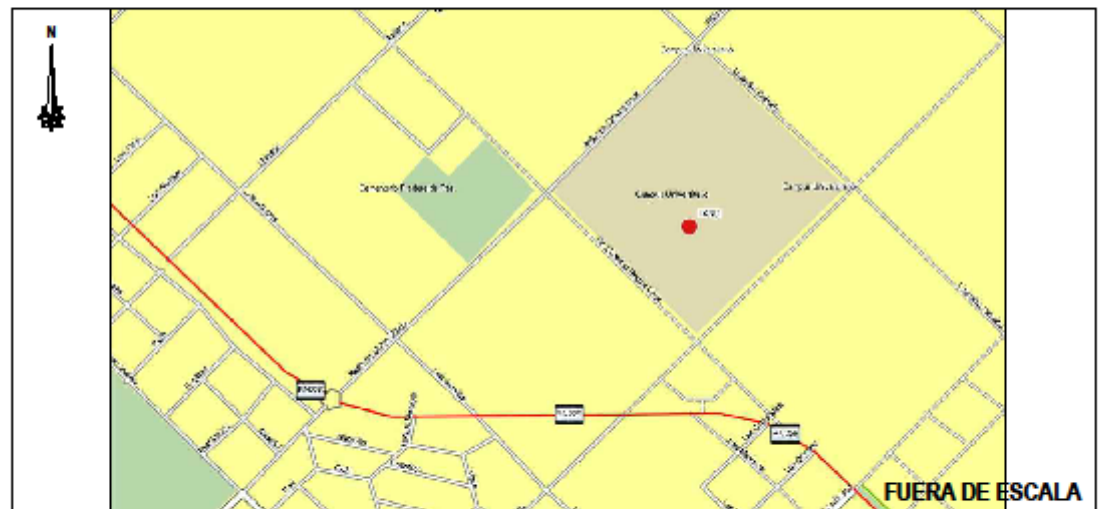
Provincia: **Buenos Aires** Departamento: **Tandil** Lugar: **Tandil**Lat: **S 37° 19' 24,7"** Long: **W 59° 04' 55,2"** Altura Elip: **219m****Valor de Gravedad: 979903518.75 microgal**

UBICACIÓN EN ZONA (Carta Imagen)

**ACCESIBILIDAD**Combustible: **Tandil** Alojamiento: **Tandil** Energía eléctrica: **Tandil****ITINERARIO**

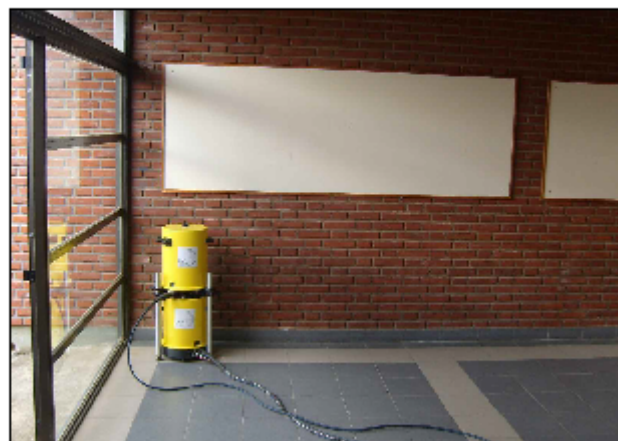
Para acceder al lugar se toma como referencia la rotonda entre RN226 y la calle Reforma Universitaria, se recorre por esta última una distancia de 1,4 Km en dirección NE, hasta el cruce con la calle Lisandro Cabaña, desde allí se recorren 0,32 Km en dirección SE hasta el acceso al predio universitario. El punto TAND se midió en el Sector de Aulas Comunes, a la Izquierda de la puerta de acceso que está entre las aulas 2 y 3 (frente a los sanitarios); del Campo Universitario Tandil.

GRÁFICO DE ITINERARIO



Nro	DETALLE	Odómetro	Tiempo	Latitud	Longitud
1	Rotonda RN226 y Reforma Universitaria.	0,0	0.00.00	-37°19'39.6"	-59°05'33.6"
2	Cruce Reforma Universitaria y Lisandro Cabaña.	1,400	0.08.00	-37°19'08.1"	-59°04'54.4"
3	Ingreso al Campo Universitario.	0,320	0.04.00	-37°19'15.1"	-59°04'45.9"
4	TAND, está en el Sector de Aulas Comunes.	0,620	0.10.00	-37°19'24.7"	-59°04'55.2"

FOTO DEL PUNTO



OBSERVACIONES

El punto fué medido en el Sector de Aulas Comunes, a la Izquierda de la puerta de acceso que está entre las aulas 2 y 3 (frente a los sanitarios); del Campo Universitario Tandil.

RAGA

Red Argentina Gravimetría Absoluta

Instituto Geográfico Nacional

TAND

Tandil


Provincia: **Buenos Aires** Departamento: **Tandil** Lugar: **Tandil**

IMAGEN SATELITAL

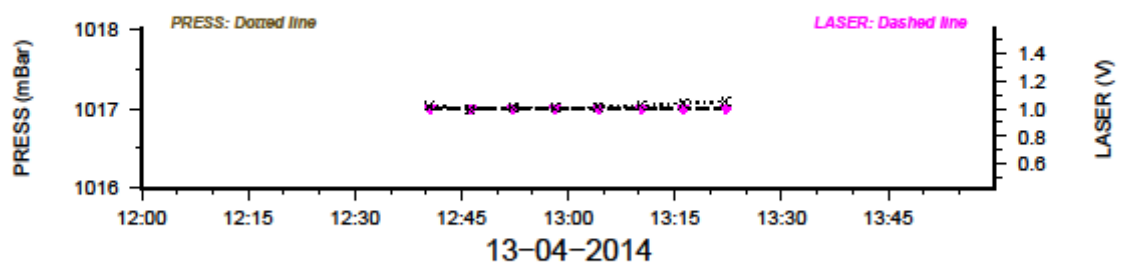
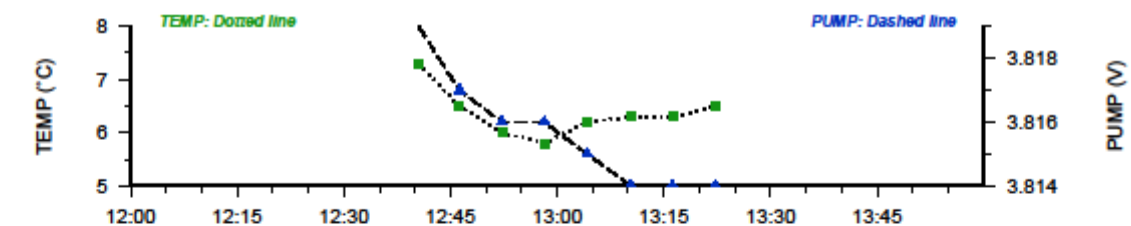
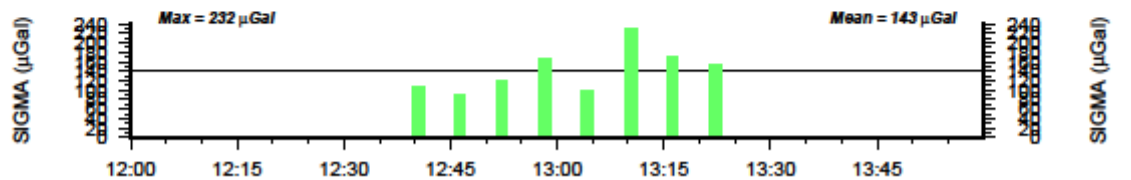
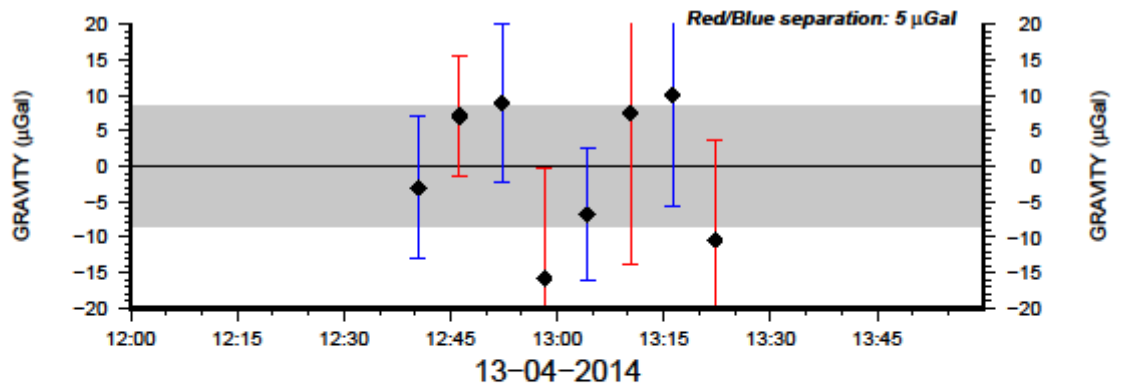


FOTOS AUXILIARES



Site BHBL		Project BHBL_Final			
Latitude	Longitude	Elevation	Polar Motion	Gradient	
-38.86750	-62.23250	60.00 m	0.0549 " 0.4308 "	-3.000 μ Gal/cm	
Instrument Data		Acquisition Settings		Processing Results	
Meter Type: A10 - S/N # 032 Rubidium Freq.: 10000000.00101 Hz Red Lock: 632.99190480 nm Blue Lock: 632.99091860 nm Factory Height: 70.50 cm		Number of Drops by Set: 120 Drop Interval: 2 sec Sequence Interval: ? Red/Blue Interval: ? Setup Height: 0.00 cm		Number of Sets Collected: 8 Number of Sets Processed: 8 Total Drops Accepted: 942 Total Drops Rejected: 18 Transfer Height: 0.00 cm	

Gravity: 980046263.53 μ Gal \pm 8.37 μ Gal



Institution: IGBE_IGN

RAGA

Red Argentina Gravimetría Absoluta

Instituto Geográfico Nacional

BHBL

Bahía Blanca

Provincia: **Buenos Aires** Departamento: **Bahía Blanca** Lugar: **Bahía Blanca**

Lat: **S 38° 40' 02,7"** Long: **W 62° 13' 56,4"** Altura Elip: **51m**

Valor de Gravedad: 980046052.08 microgal

UBICACIÓN EN ZONA (Carta Imagen)



ACCESIBILIDAD

Combustible: **Bahía Blanca** Alojamiento: **Bahía Blanca** Energía eléctrica: **Bahía Blanca**

ITINERARIO

Tomando como referencia el cruce del camino al Parque Sesquicentenario y RP 1 se recorren 0,3 Km en dirección NE hasta el camino se acceso al CONICET - UNS, desde allí se recorre una distancia de 1,25 Km hasta el galpón - depósito donde se midió el punto BHBL. Dicho galpón le pertenece al IADO (Instituto Argentino de Oceanografía).

RAGA

Red Argentina Gravimetría Absoluta

Instituto Geográfico Nacional

BHBL

Bahía Blanca

Provincia: **Buenos Aires**Departamento: **Bahía Blanca**Lugar: **Bahía Blanca**

GRÁFICO DE ITINERARIO



Nro	DETALLE	Odómetro	Tiempo	Latitud	Longitud
1	Cruce camino Parque Sesquicentenario y RP 1.	0,0	0.00.00	-38°40'33.3"	-62°13'44.9"
2	Acceso a CONICET.	0,550	0.04.00	-38°40'26.9"	-62°13'37.1"
3	Galpón - Depósito del IADO, allí se midió BHBL.	1,250	0.09.00	-38°40'02.7"	-62°13'52.4"

FOTO DEL PUNTO



OBSERVACIONES

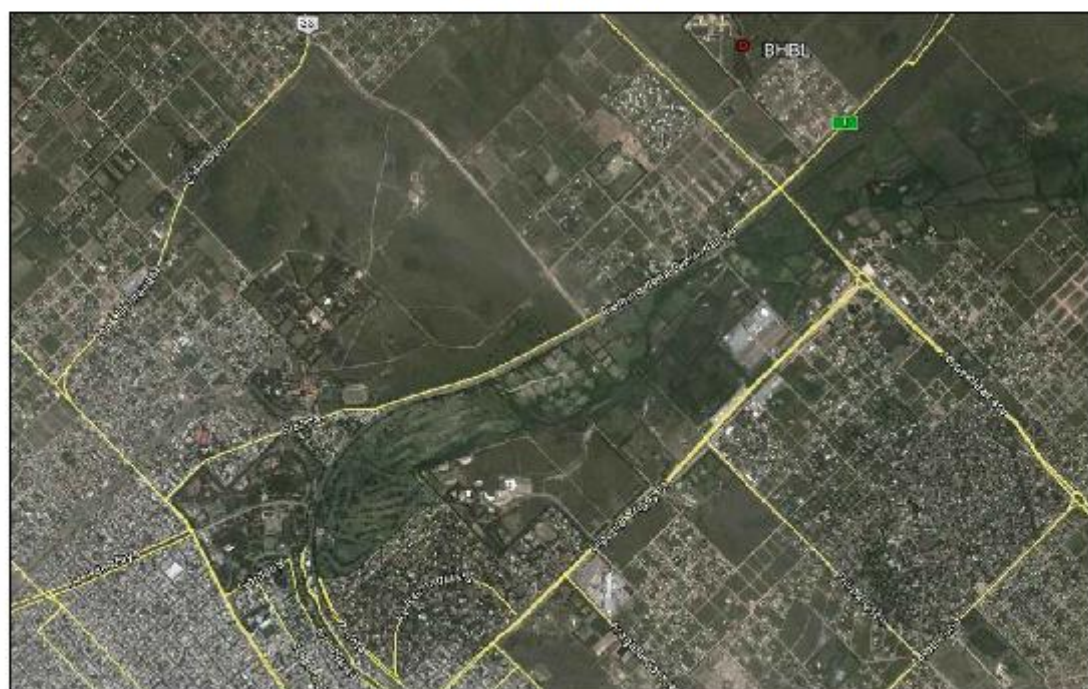
El punto está ubicado en las instalaciones del CONICET - UNS, exactamente en un galpón - depósito que le pertenece al IADO (Instituto Argentino de Oceanografía), está a la derecha del portón de acceso.

RAGA
Red Argentina Gravimetría Absoluta
Instituto Geográfico Nacional

BHBL
Bahía Blanca


Provincia: **Buenos Aires** Departamento: **Bahía Blanca** Lugar: **Bahía Blanca**

IMAGEN SATELITAL

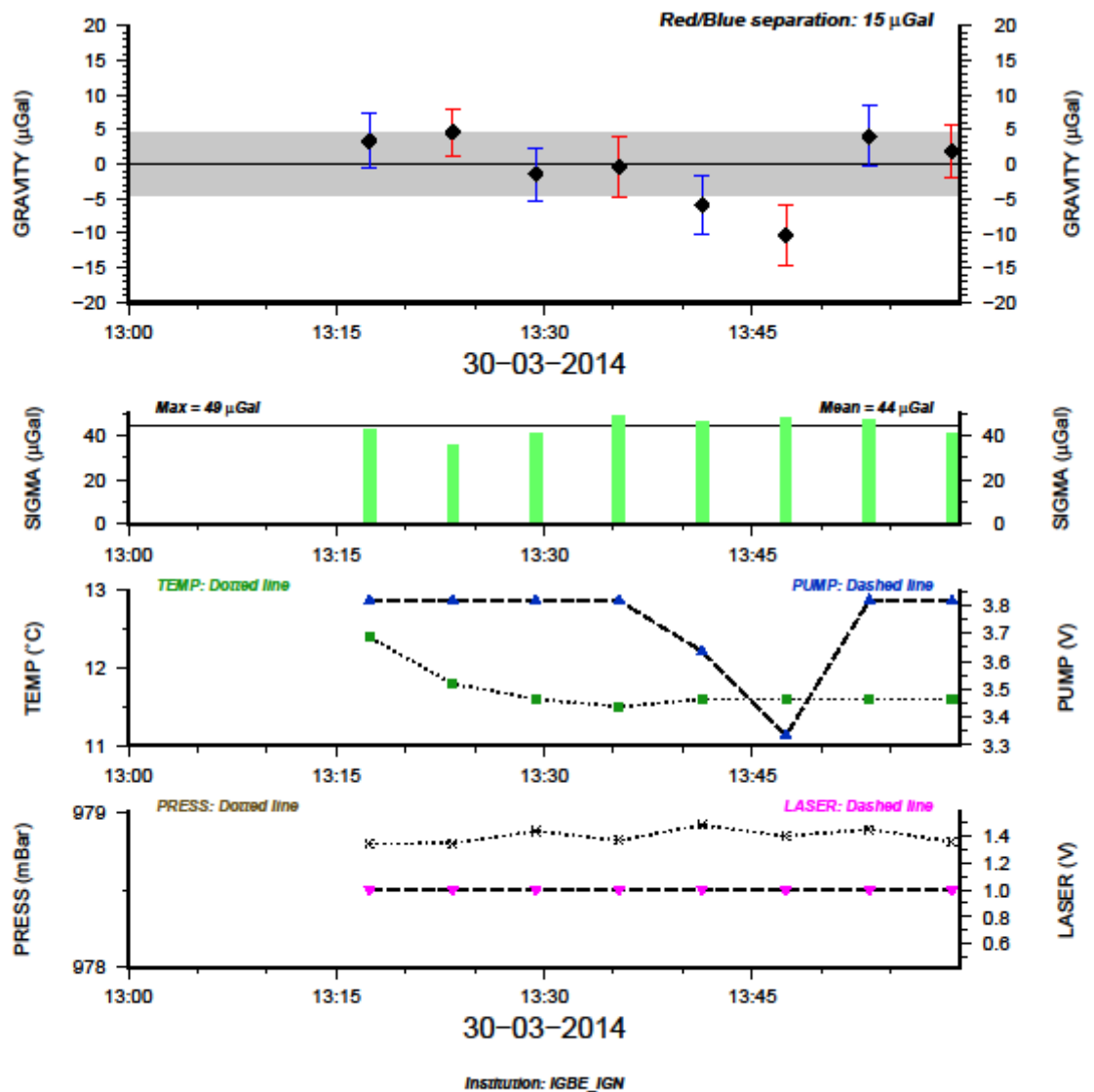


FOTOS AUXILIARES



Site		Project		
NUQN		NUQN_Final		
				
Latitude	Longitude	Elevation	Polar Motion	Gradient
-38.96278	-68.09806	267.00 m	0.0404 " 0.4180 "	-3.000 $\mu\text{Gal}/\text{cm}$
Instrument Data		Acquisition Settings		Processing Results
Meter Type: A10 - S/N # 032 Rubidium Freq.: 10000000.00101 Hz Red Lock: 632.99190480 nm Blue Lock: 632.99091860 nm Factory Height: 70.50 cm		Number of Drops by Set: 120 Drop Interval: 2 sec Sequence Interval: ? Red/Blue Interval: ? Setup Height: 0.00 cm		Number of Sets Collected: 8 Number of Sets Processed: 8 Total Drops Accepted: 941 Total Drops Rejected: 19 Transfer Height: 0.00 cm

Gravity: 979965778.27 $\mu\text{Gal} \pm 4.64 \mu\text{Gal}$



RAGA

Red Argentina Gravimetría Absoluta

Instituto Geográfico Nacional

NUQN

Neuquén

Provincia: **Neuquén** Departamento: **Neuquén** Lugar: **Neuquén**

Lat: **S 38° 57' 46,6"** Long: **W 68° 05' 53,2"** Altura Elip: **265m**

Valor de Gravedad: 979965566.78 microgal

UBICACIÓN EN ZONA (Carta Imagen)



ACCESIBILIDAD

Combustible: **Neuquén** Alojamiento: **Neuquén** Energía eléctrica: **Neuquén**

ITINERARIO

Para acceder al sitio se debe ingresar a las instalaciones del Batallón de Ingenieros de Montaña 6 y se recorre una distancia de 0,54 Km por una calle interna. El punto fue medido dentro del depósito de bombas, exactamente debajo de la escalera tipo caracol del Tanque de Agua..

GRÁFICO DE ITINERARIO



Nro	DETALLE	Odómetro	Tiempo	Latitud	Longitud
1	Portón de ingreso a la Terminal de Omnibus.	0,0	0.00.00	-38°57'32.4"	-68°06'21.6"
2	Cruce entre calles Solalique y J. Lastra.	0,060	0.03.00	-38°57'33.7"	-68°06'23.2"
3	Portón de ingreso al Batallón Ingenieros de Montaña 6.	0,770	0.06.00	-38°57'34.0"	-68°05'52.5"
4	NUQN, se midió en el depósito del tanque de agua.	0,540	0.09.00	-38°57'46.6"	-68°05'53.2"

FOTO DEL PUNTO



OBSERVACIONES

El punto fue medido dentro del depósito de bombas, exactamente debajo de la escalera tipo caracol del Tanque de Agua del Batallón de Ingenieros de Montaña 6.

RAGA
Red Argentina Gravimetría Absoluta
Instituto Geográfico Nacional

NUQN
Neuquén


Provincia: **Neuquén** Departamento: **Neuquén** Lugar: **Neuquén**

IMAGEN SATELITAL

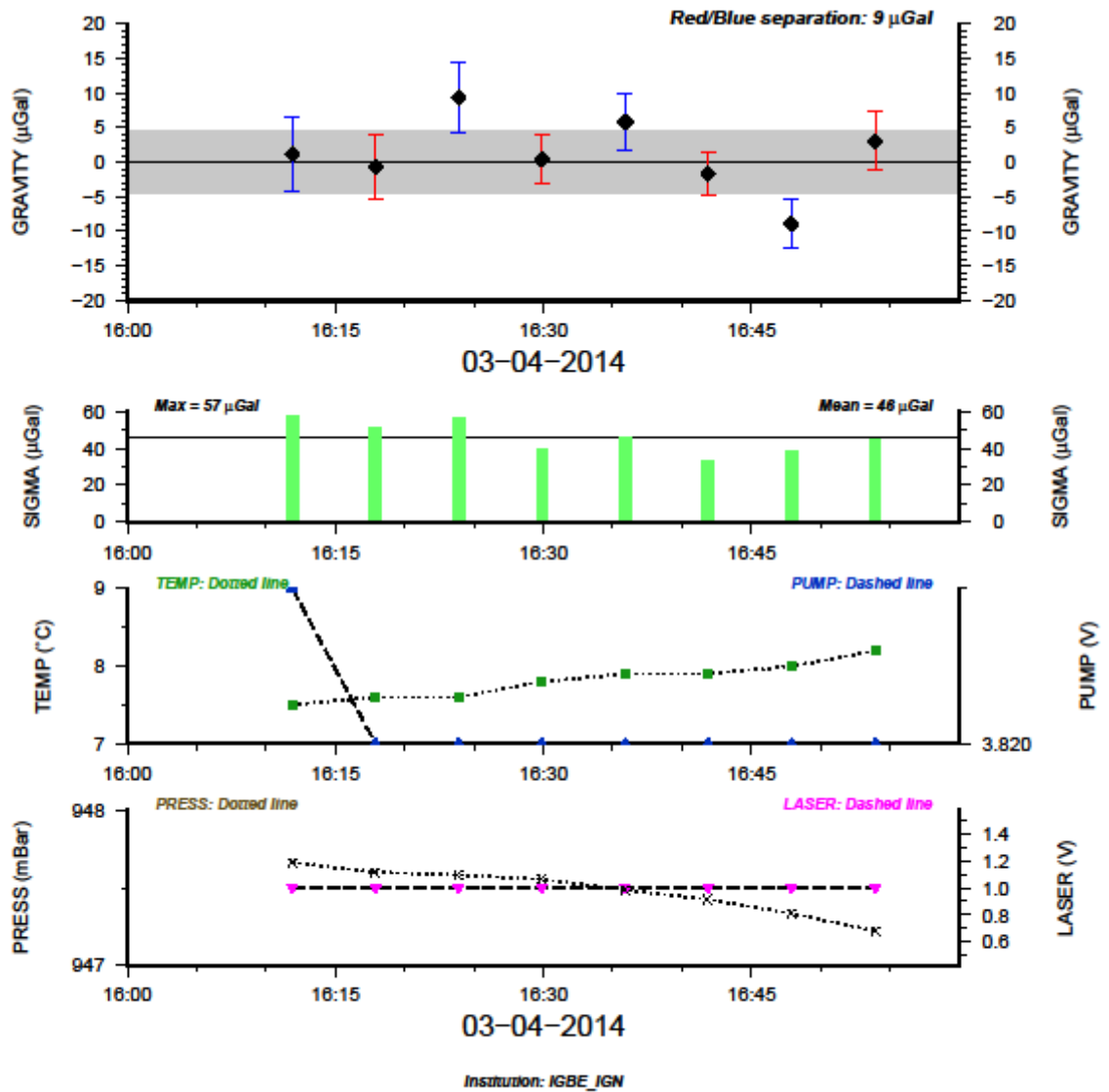


FOTOS AUXILIARES



Site		Project		
ESQU		ESQU1_Final		
				
Latitude	Longitude	Elevation	Polar Motion	Gradient
-42.89833	-71.29694	658.00 m	0.0455 " 0.4238 "	-3.000 $\mu\text{Gal}/\text{cm}$
Instrument Data		Acquisition Settings	Processing Results	
Meter Type: A10 - S/N # 032 Rubidium Freq.: 10000000.00101 Hz Red Lock: 632.99190480 nm Blue Lock: 632.99091860 nm Factory Height: 70.50 cm		Number of Drops by Set: 120 Drop Interval: 2 sec Sequence Interval: ? Red/Blue Interval: ? Setup Height: 0.00 cm	Number of Sets Collected: 8 Number of Sets Processed: 8 Total Drops Accepted: 948 Total Drops Rejected: 12 Transfer Height: 0.00 cm	

Gravity: 980231739.76 μGal \pm 4.58 μGal



RAGA

Red Argentina Gravimetría Absoluta

Instituto Geográfico Nacional

ESQU

Esquel

Provincia: **Chubut** Departamento: **Esquel** Lugar: **Esquel**Lat: **S 42° 53' 54,0"** Long: **W 71° 17' 48,8"** Altura Elip: **658 m****Valor de Gravedad: 980231528.21 microgal**

UBICACIÓN EN ZONA (Carta Imagen)

**ACCESIBILIDAD**Combustible: **Esquel** Alojamiento: **Esquel** Energía eléctrica: **Esquel****ITINERARIO**

Tomando como referencia la Plaza San Martín se recorre una distancia de 0,37 Km hasta el cruce entre la calle Mitre y la Av Ameghino, desde allí y en dirección NE se recorre una distancia de 2,7 Km hasta el cruce entre la RN 259 y el camino a La Hoya, por esta última se recorren 0,22 Km hasta la calle de ingreso al Regimiento de Caballería de Exploración 3 "Coraceros General Pacheco". El punto ESQU se midió dentro del edificio de la Guardia de Prevención. A la derecha de la puerta de ingreso a la misma (en un vértice).

RAGA

Red Argentina Gravimetría Absoluta

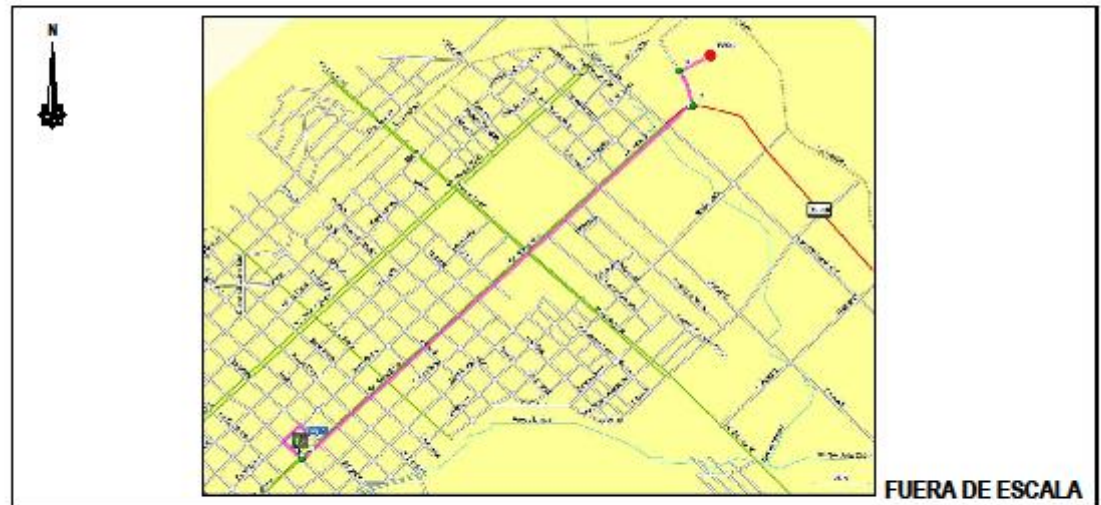
Instituto Geográfico Nacional

ESQU

Esquel

Provincia: **Chubut** Departamento: **Esquel** Lugar: **Esquel**

GRÁFICO DE ITINERARIO



Nro	DETALLE	Odómetro	Tiempo	Latitud	Longitud
1	Plaza San Martín.	0,0	0.00.00	-42°55'02.2"	-71°19'17.6"
2	Cruce entre calles Mitre y Av. Ameghino.	0,370	0.03.00	-42°55'05.6"	-71°19'17.1"
3	Cruce entre camino a La Hoya y RN 259.	2,700	0.10.00	-42°54'03.0"	-71°17'52.5"
4	Cruce entre camino a La Hoya y calle de ingreso al Regimiento.	0,220	0.03.00	-42°53'56.8"	-71°17'55.5"
5	ESQU, se midió dentro del edificio de la Guardia.	0,170	0.03.00	-42°53'54.0"	-71°17'48.8"

FOTO DEL PUNTO



OBSERVACIONES

El punto ESQU se midió dentro del edificio de la Guardia de Prevención, del Regimiento de Caballería de Exploración 3 "Coraceros General Pacheco". A la derecha de la puerta de ingreso a la misma (en un vértice).

RAGA
Red Argentina Gravimetría Absoluta
Instituto Geográfico Nacional

ESQU
Esquel


Provincia: **Chubut** Departamento: **Esquel** Lugar: **Esquel**

IMAGEN SATELITAL

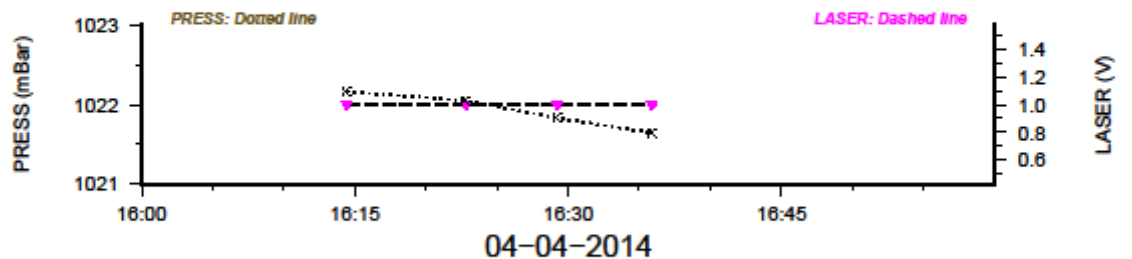
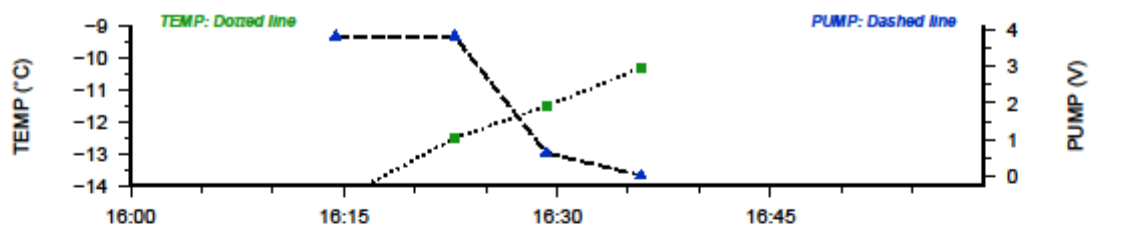
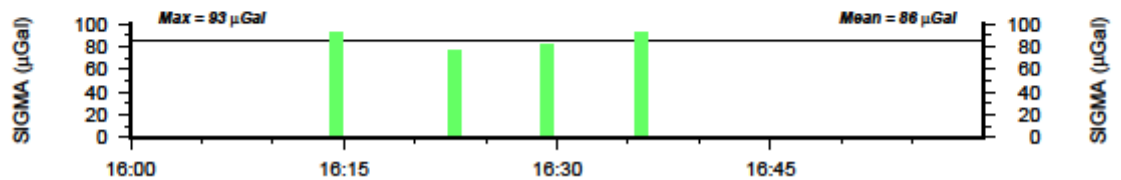
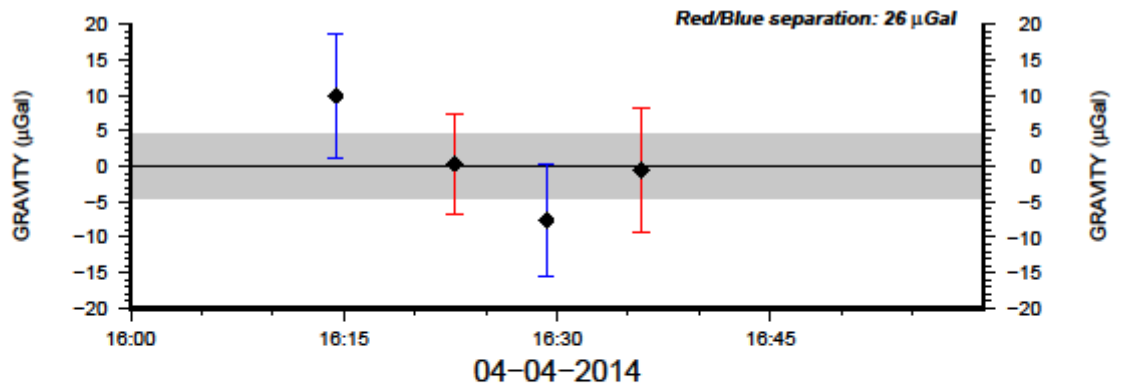


FOTOS AUXILIARES



Site RAWS		Project RAWS_Final			
Latitude	Longitude	Elevation	Polar Motion	Gradient	
-43.29944	-65.10722	10.00 m	0.0480 " 0.4249 "	-3.000 $\mu\text{Gal}/\text{cm}$	
Instrument Data		Acquisition Settings		Processing Results	
Meter Type: A10 - S/N # 032 Rubidium Freq.: 10000000.00101 Hz Red Lock: 632.99190480 nm Blue Lock: 632.99091860 nm Factory Height: 70.50 cm		Number of Drops by Set: 120 Drop Interval: 2 sec Sequence Interval: ? Red/Blue Interval: ? Setup Height: 0.00 cm		Number of Sets Collected: 4 Number of Sets Processed: 4 Total Drops Accepted: 450 Total Drops Rejected: 30 Transfer Height: 0.00 cm	

Gravity: 980458024.99 $\mu\text{Gal} \pm 4.59 \mu\text{Gal}$



Institution: IGBE_IGN

RAGA

Red Argentina Gravimetría Absoluta

Instituto Geográfico Nacional

RAWS

Rawson

Provincia: **Chubut** Departamento: **Rawson** Lugar: **Rawson**

Lat: **S 36° 13' 01,1"** Long: **W 65° 26' 12,0"** Altura Elip: **309m**

Valor de Gravedad: 980457813.63 microgal

UBICACIÓN EN ZONA (Carta Imagen)



ACCESIBILIDAD

Combustible: **Rawson** Alojamiento: **Rawson** Energía eléctrica: **Rawson**

ITINERARIO

Partiendo desde el cruce de las calles M. Moreno y Maiz A (frente a la plaza Guillermo Rawson), se recorre una distancia de 0,17 Km hasta el portón de acceso a la Escuela Nro 4 José de San Martín. El punto RAWS se midió sobre el umbral (de mármol) de la puerta de acceso a la secretaria.

RAGA
Red Argentina Gravimetría Absoluta
Instituto Geográfico Nacional

RAWS
Rawson

Provincia: **Chubut** Departamento: **Rawson** Lugar: **Rawson**

GRÁFICO DE ITINERARIO



Nro	DETALLE	Odómetro	Tiempo	Latitud	Longitud
1	Cruce entre calles M. Moreno y Maiz A (frente a la plaza).	0,0	0.00.00	-43°18'01.3"	-65°06'20.1"
2	Portón de acceso a Escuela Nro 4.	0,170	0.04.00	-43°17'56.9"	-65°06'25.8"
3	RAWS, se midió en el umbral de la puerta de secretaria.	0,060	0.02.00	-43°17'57.9"	-65°06'25.9"

FOTO DEL PUNTO



OBSERVACIONES

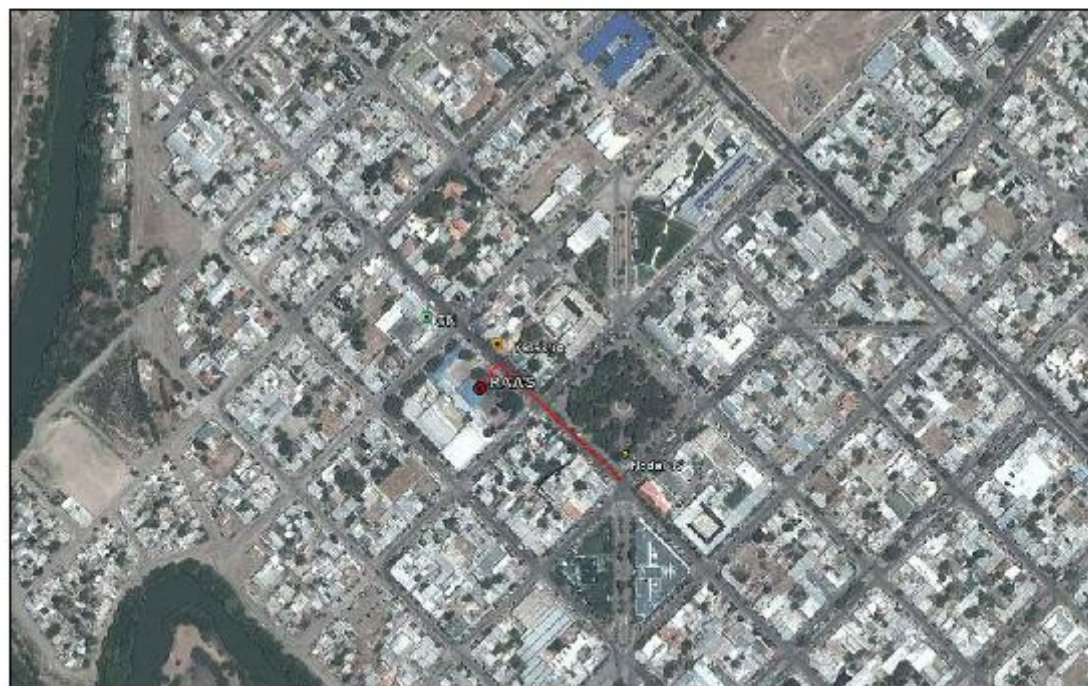
Está medido sobre el umbral (de mármol) de la puerta de acceso a la secretaria, de la Escuela Nro 4 José de San Martín, Rawson, provincia del Chubut.

RAGA
Red Argentina Gravimetría Absoluta
Instituto Geográfico Nacional

RAWS
Rawson


Provincia: **Chubut** Departamento: **Rawson** Lugar: **Rawson**

IMAGEN SATELITAL

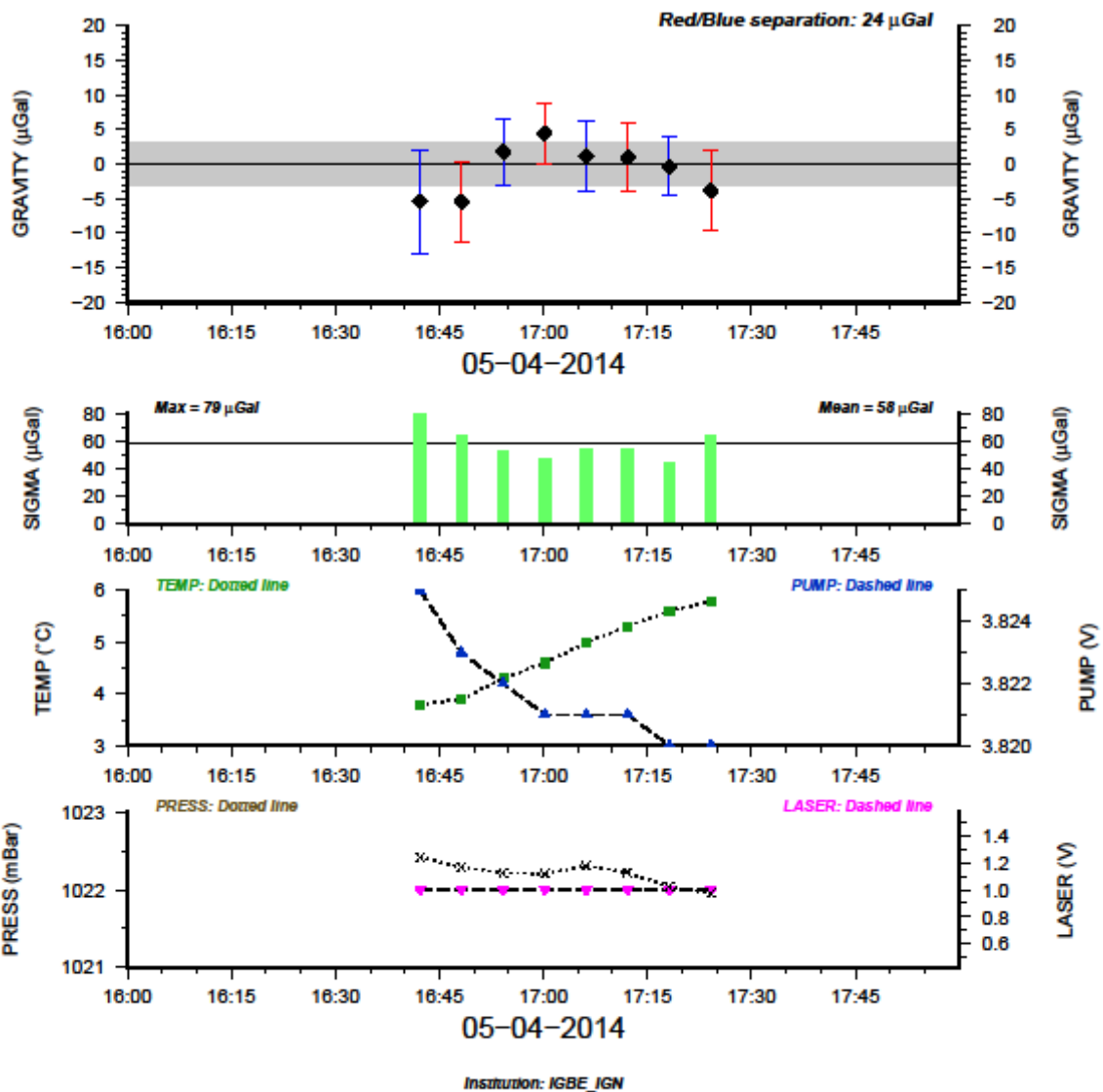


FOTOS AUXILIARES



Site		Project		
CORI		CORI_Final		
				
Latitude	Longitude	Elevation	Polar Motion	Gradient
-45.82472	-67.46361	20.00 m	0.0484 " 0.4256 "	-3.000 $\mu\text{Gal}/\text{cm}$
Instrument Data		Acquisition Settings		Processing Results
Meter Type: A10 - S/N # 032 Rubidium Freq.: 10000000.00101 Hz Red Lock: 632.99190480 nm Blue Lock: 632.99091860 nm Factory Height: 70.50 cm		Number of Drops by Set: 120 Drop Interval: 2 sec Sequence Interval: ? Red/Blue Interval: ? Setup Height: 0.00 cm		Number of Sets Collected: 8 Number of Sets Processed: 8 Total Drops Accepted: 945 Total Drops Rejected: 15 Transfer Height: 0.00 cm

Gravity: 980663777.01 $\mu\text{Gal} \pm 3.05 \mu\text{Gal}$



RAGA

Red Argentina Gravimetría Absoluta

Instituto Geográfico Nacional

CORI

Comodoro Rivadavia

Provincia: **Chubut** Departamento: **Comodoro Rivadavia** Lugar: **Comodoro Rivadavia**

Lat: **S 45° 49' 28,7"** Long: **W 67° 27' 48,6"** Altura Elip: **20 m**

Valor de Gravedad: 980663565.54 microgal

UBICACIÓN EN ZONA (Carta Imagen)



ACCESIBILIDAD

Combustible: **C. Rivadavia** Alojamiento: **C. Rivadavia** Energía eléctrica: **C. Rivadavia**

ITINERARIO

Es coincidente con el Punto de la Red Absoluta y está en la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. La chapa está ubicada en el piso del Aula -210, del Edificio de Laboratorios (2do subsuelo) y esta le corresponde a la Facultad de Ciencias Naturales. - Ciudad Universitaria Ruta Provincial Nro 1 - Km 4 - CP (9000) - Comodoro Rivadavia - Chubut.

RAGA

Red Argentina Gravimetría Absoluta

Instituto Geográfico Nacional

CORI

Comodoro Rivadavia

Provincia: **Chubut** Departamento: **Comodoro Rivadavia** Lugar: **Comodoro Rivadavia**

GRÁFICO DE ITINERARIO



Nro	DETALLE	Odómetro	Tiempo	Latitud	Longitud
1	Portón de ingreso a la Universidad.	0,0	0.00.00	-45°49'27.2"	-67°27'47.7"
2	Portón de acceso al Sector Laboratorios.	0,325	0.03.00	-45°49'30.3"	-67°27'47.2"
3	CORI, se midió en aula -210 Laboratorios (2do Subsuelo).	0,060	0.02.00	-45°49'28.7"	-67°27'48.6"

FOTO DEL PUNTO



OBSERVACIONES

El Punto CORI, de la Red Absoluta se midió en la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. Está ubicado en el piso del Aula -210 del Edificio de Laboratorios (2do subsuelo).

RAGA
Red Argentina Gravimetría Absoluta
Instituto Geográfico Nacional

CORI
Comodoro Rivadavia


Provincia: **Chubut** Departamento: **Comodoro Rivadavia** Lugar: **Comodoro Rivadavia**

IMAGEN SATELITAL

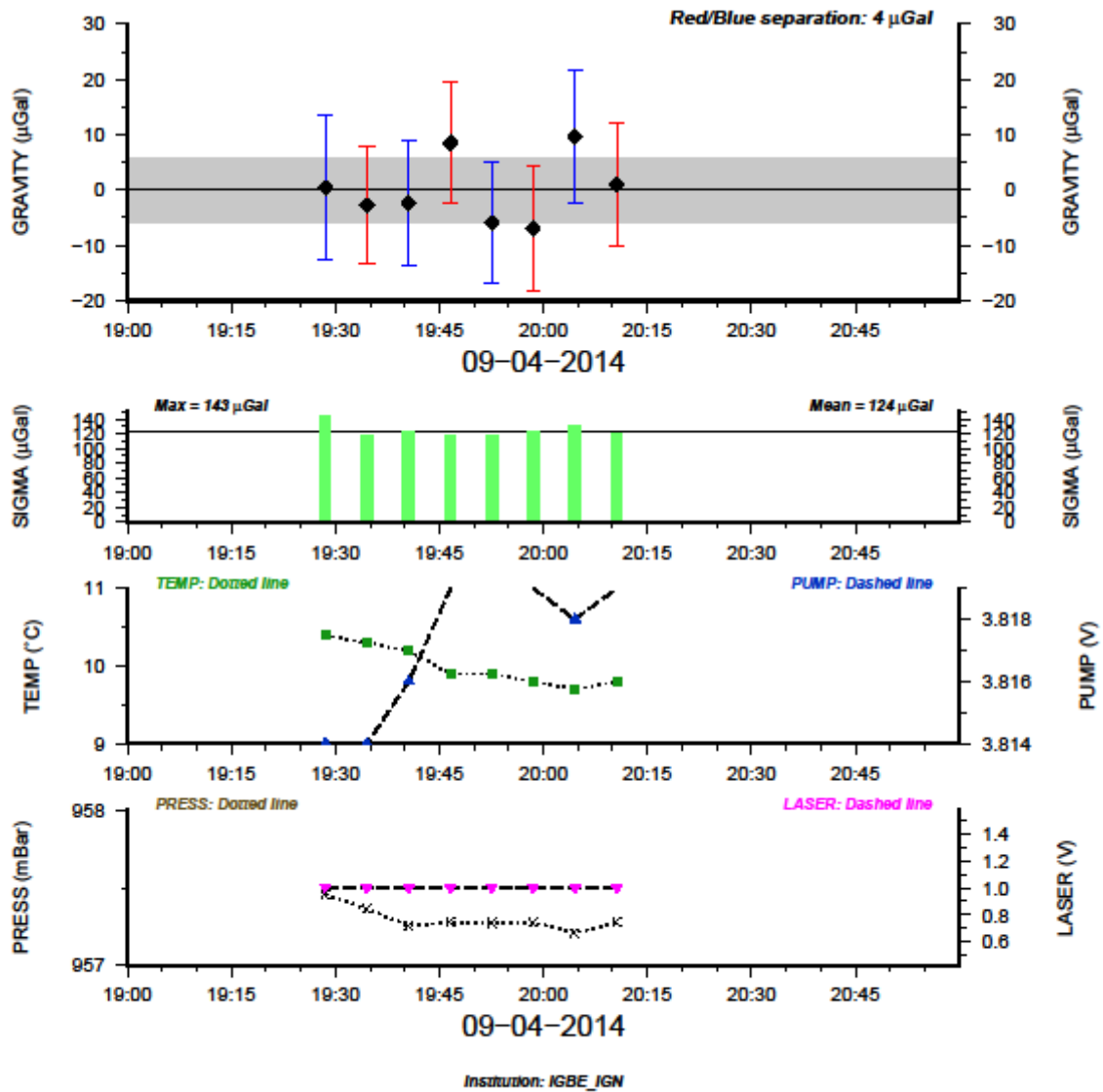


FOTOS AUXILIARES



Site		Project		
PERI		PERI_Final		
				
Latitude	Longitude	Elevation	Polar Motion	Gradient
-46.58972	-70.92639	373.00 m	0.0507 " 0.4282 "	-3.000 $\mu\text{Gal}/\text{cm}$
Instrument Data		Acquisition Settings		Processing Results
Meter Type: A10 - S/N # 032 Rubidium Freq.: 10000000.00101 Hz Red Lock: 632.99190480 nm Blue Lock: 632.99091860 nm Factory Height: 70.50 cm		Number of Drops by Set: 120 Drop Interval: 2 sec Sequence Interval: ? Red/Blue Interval: ? Setup Height: 0.00 cm		Number of Sets Collected: 8 Number of Sets Processed: 8 Total Drops Accepted: 946 Total Drops Rejected: 14 Transfer Height: 0.00 cm

Gravity: 980624561.72 $\mu\text{Gal} \pm 5.77 \mu\text{Gal}$



RAGA

Red Argentina Gravimetría Absoluta

Instituto Geográfico Nacional

PERI

Perito Moreno

Provincia: **Santa Cruz** Departamento: **Perito Moreno** Lugar: **Perito Moreno**Lat: **S 46° 35' 22,9"** Long: **W 70° 55' 34,9"** Altura Elip: **372 m****Valor de Gravedad: 980624350.25 microgal**

UBICACIÓN EN ZONA (Carta Imagen)

**ACCESIBILIDAD**Combustible: **Perito Moreno** Alojamiento: **Perito Moreno** Energía eléctrica: **Perito Moreno****ITINERARIO**

Para llegar al sitio se toma como referencia el cruce de calles Rivadavia y Belgrano (esquina NE de la plaza principal), se sigue por esta última en dirección N hasta recorrer una distancia de 0,5 Km. Desde allí se recorre por la calle Laguna del Desierto una distancia de 0,3 Km hasta la Av San Martín. A continuación se recorren 0,15 Km hasta el frente del edificio de la Municipalidad de Perito Moreno, el punto PERI exactamente se midió en el lateral derecho de la puerta de ingreso a la Secretaría de Acción Social.

Provincia: **Santa Cruz** Departamento: **Perito Moreno** Lugar: **Perito Moreno**

GRÁFICO DE ITINERARIO



Nro	DETALLE	Odómetro	Tiempo	Latitud	Longitud
1	Cruce entre calles Rivadavia y Belgrano.	0,0	0.00.00	-46°35'35.0"	-70°55'46.5"
2	Cruce entre calles Belgrano y Laguna del Desierto.	0,500	0.08.00	-46°35'19.2"	-70°55'49.4"
3	Cruce entre calles Laguna del Desierto y Av. San Martín.	0,300	0.04.00	-46°35'17.9"	-70°55'34.7"
4	PERI, se midió en el edificio de la Municipalidad de P. Moreno.	0,040	0.02.00	-46°35'22.9"	-70°55'34.9"

FOTO DEL PUNTO



OBSERVACIONES

Está medido en la Municipalidad de Perito Moreno, exactamente en el lateral derecho de la puerta de ingreso a la Secretaría de Acción Social.

RAGA
Red Argentina Gravimetría Absoluta
Instituto Geográfico Nacional

PERI
Perito MOreno

Provincia: **Santa Cruz** Departamento: **Perito Moreno** Lugar: **Perito Moreno**

IMAGEN SATELITAL



FOTOS AUXILIARES



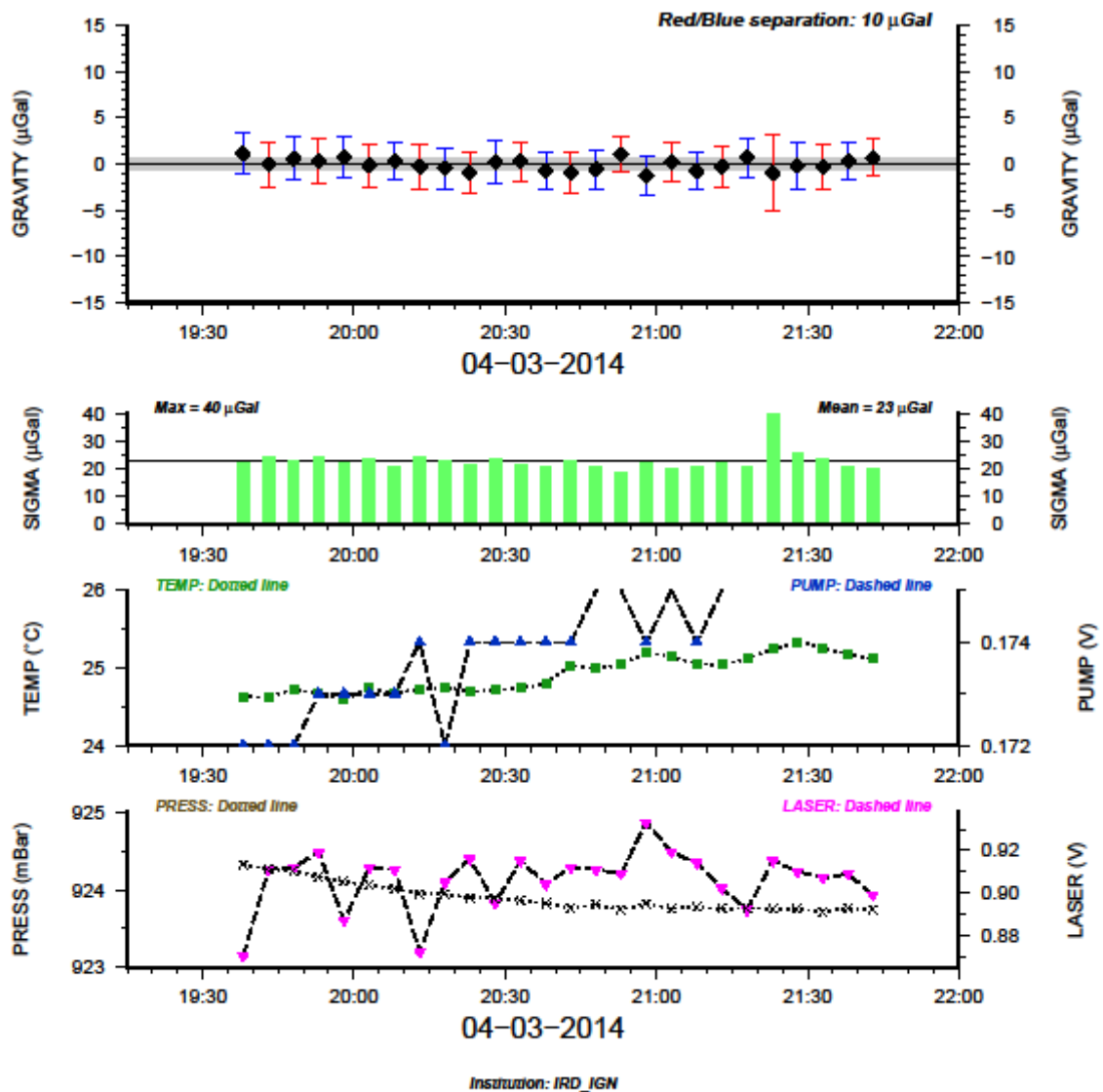
4.6.3 RAGA Sísmica

Tabla Capítulo 4-7 RAGA Sísmica – Puntos Medidos^{wvi}

	Localidad	Provincia	Denominación		Páginas
			Medición	Oficial	
1	San Juan	San Juan	ZOND	ZOND	192
2	Mendoza	Mendoza	MDZA	MDZA	193
3	San Rafael	Mendoza	SARA	SARA	194 - 197
4	Malargüe	Mendoza	MALA	MALE	198 - 201
5	Chos Malal	Neuquén	CHOS	CHAL	202 – 205
6	Neuquén	Neuquén	NUQN	NUQN	206
7	Ingeniero Jacobacci	Rio Negro	INJB	INJB	207 - 210

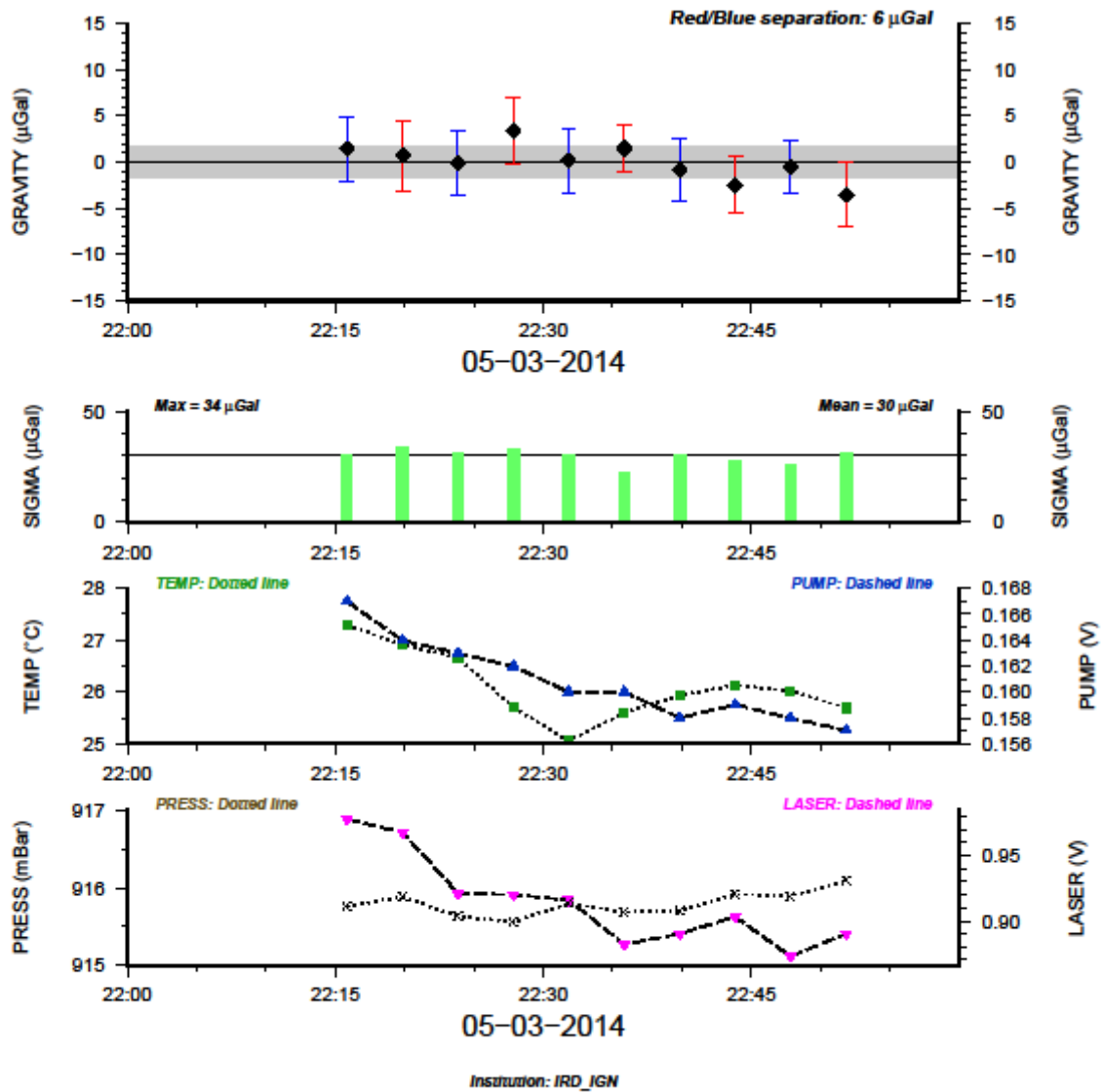
Site		Project		
ZOND		AR_ZOND_2014_063_a_Final		
Latitude	Longitude	Elevation	Polar Motion	Gradient
-31.54531	-68.68414	744.00 m	0.0205 " 0.3908 "	-3.000 μ Gal/cm
Instrument Data		Acquisition Settings		Processing Results
Meter Type: A10 - S/N # 014 Rubidium Freq.: 10000000.00000 Hz Red Lock: 632.99191380 nm Blue Lock: 632.99094080 nm Factory Height: 71.80 cm		Number of Drops by Set: 100 Drop Interval: 2 sec Sequence Interval: 10 min Red/Blue Interval: 5 min Setup Height: 8.40 cm		Number of Sets Collected: 36 Number of Sets Processed: 26 Total Drops Accepted: 2583 Total Drops Rejected: 17 Transfer Height: 0.00 cm

Gravity: 979141732.36 μ Gal \pm 0.64 μ Gal



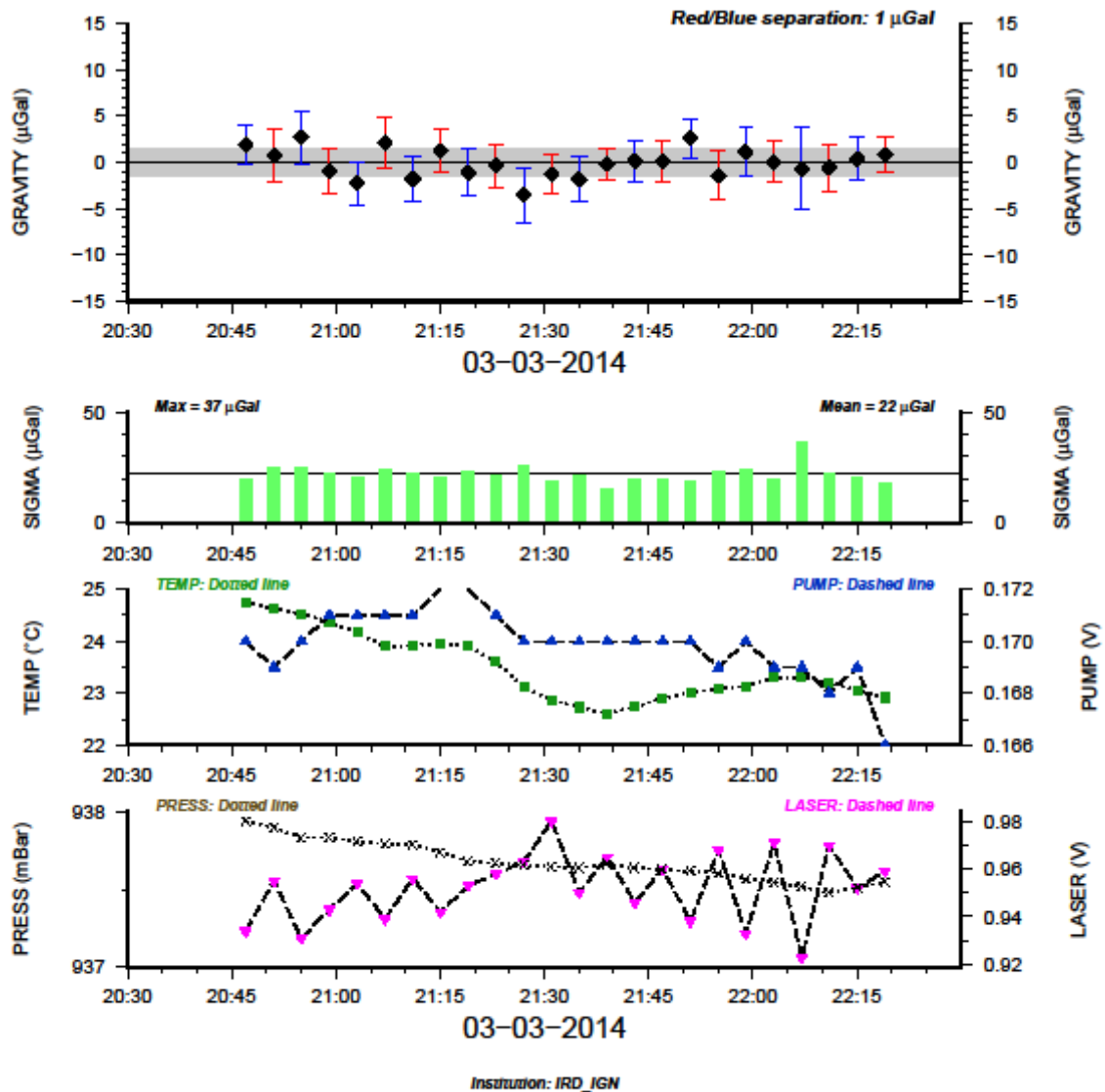
Site		Project		
MDZA		AR_MDZA_2014_064_a_Final		
Latitude	Longitude	Elevation	Polar Motion	Gradient
-32.89361	-68.87667	835.00 m	0.0204 " 0.3920 "	-3.000 μ Gal/cm
Instrument Data		Acquisition Settings		Processing Results
Meter Type: A10 - S/N # 014 Rubidium Freq.: 10000000.00000 Hz Red Lock: 632.99191380 nm Blue Lock: 632.99094080 nm Factory Height: 71.80 cm		Number of Drops by Set: 80 Drop Interval: 2 sec Sequence Interval: 8 min Red/Blue Interval: 4 min Setup Height: 7.95 cm		Number of Sets Collected: 17 Number of Sets Processed: 10 Total Drops Accepted: 792 Total Drops Rejected: 8 Transfer Height: 0.00 cm

Gravity: 979199568.63 μ Gal \pm 1.59 μ Gal



Site		Project		
SARA		AR_SARA_2014_062_a_Final		
Latitude	Longitude	Elevation	Polar Motion	Gradient
-34.63208	-68.25969	646.00 m	0.0204 " 0.3893 "	-3.000 μ Gal/cm
Instrument Data		Acquisition Settings		Processing Results
Meter Type: A10 - S/N # 014 Rubidium Freq.: 10000000.00000 Hz Red Lock: 632.99191380 nm Blue Lock: 632.99094080 nm Factory Height: 71.80 cm		Number of Drops by Set: 80 Drop Interval: 2 sec Sequence Interval: 8 min Red/Blue Interval: 4 min Setup Height: 8.35 cm		Number of Sets Collected: 28 Number of Sets Processed: 24 Total Drops Accepted: 1893 Total Drops Rejected: 27 Transfer Height: 0.00 cm

Gravity: 979495714.61 μ Gal \pm 1.43 μ Gal



RAGA

Red Argentina Gravimetría Absoluta

Instituto Geográfico Nacional

SARA

San Rafael

Provincia: **Mendoza**Departamento: **San Rafael**Lugar: **San Rafael**Lat: **S 34° 37' 55,5"**Long: **W 68° 15' 34,9"**Altura Elip: **646m****Valor de Gravedad:**

UBICACIÓN EN ZONA (Carta Imagen)

**ACCESIBILIDAD**Combustible: **San Rafael**Alojamiento: **San Rafael**Energía eléctrica: **San Rafael****ITINERARIO**

Tomando como referencia el cruce entre las RP 165 y RN 146, se recorre en dirección W una distancia de 1,29 Km, hasta el portón de acceso al Museo Histórico Militar. Luego de ingresar al mismo se recorre una distancia de 0,13 Km hasta donde se midió el punto SARA. Esto fue sobre el piso, del pasillo trasero, entre la puerta principal y la puerta de ingreso a la secretaria.

RAGA
Red Argentina Gravimetría Absoluta
Instituto Geográfico Nacional

SARA
San Rafael

Provincia: **Mendoza** Departamento: **San Rafael** Lugar: **San Rafael**

GRÁFICO DE ITINERARIO



FUERA DE ESCALA

Nro	DETALLE	Odómetro	Tiempo	Latitud	Longitud
1	Cruce entre RP 165 y RN 146.	0,0	0.00.00	-34°37'54.6"	-68°14'44.3"
2	Entrada al Museo Histórico Militar San Rafael. (x RN146).	1,290	0.09.00	-34°37'53.4"	-68°15'35.1"
3	SARA, fué medido en la galería trasera del Museo.	0,130	0.04.00	-34°37'55.2"	-68°15'34.9"

FOTO DEL PUNTO



OBSERVACIONES

El punto fue medido sobre el piso, junto a la pared trasera del edificio del Museo Histórico Militar. Entre la puerta del pasillo y la puerta de ingreso a la secretaria.

RAGA
Red Argentina Gravimetría Absoluta
Instituto Geográfico Nacional

SARA
San Rafael

Provincia: **Mendoza** Departamento: **San Rafael** Lugar: **San Rafael**

IMAGEN SATELITAL



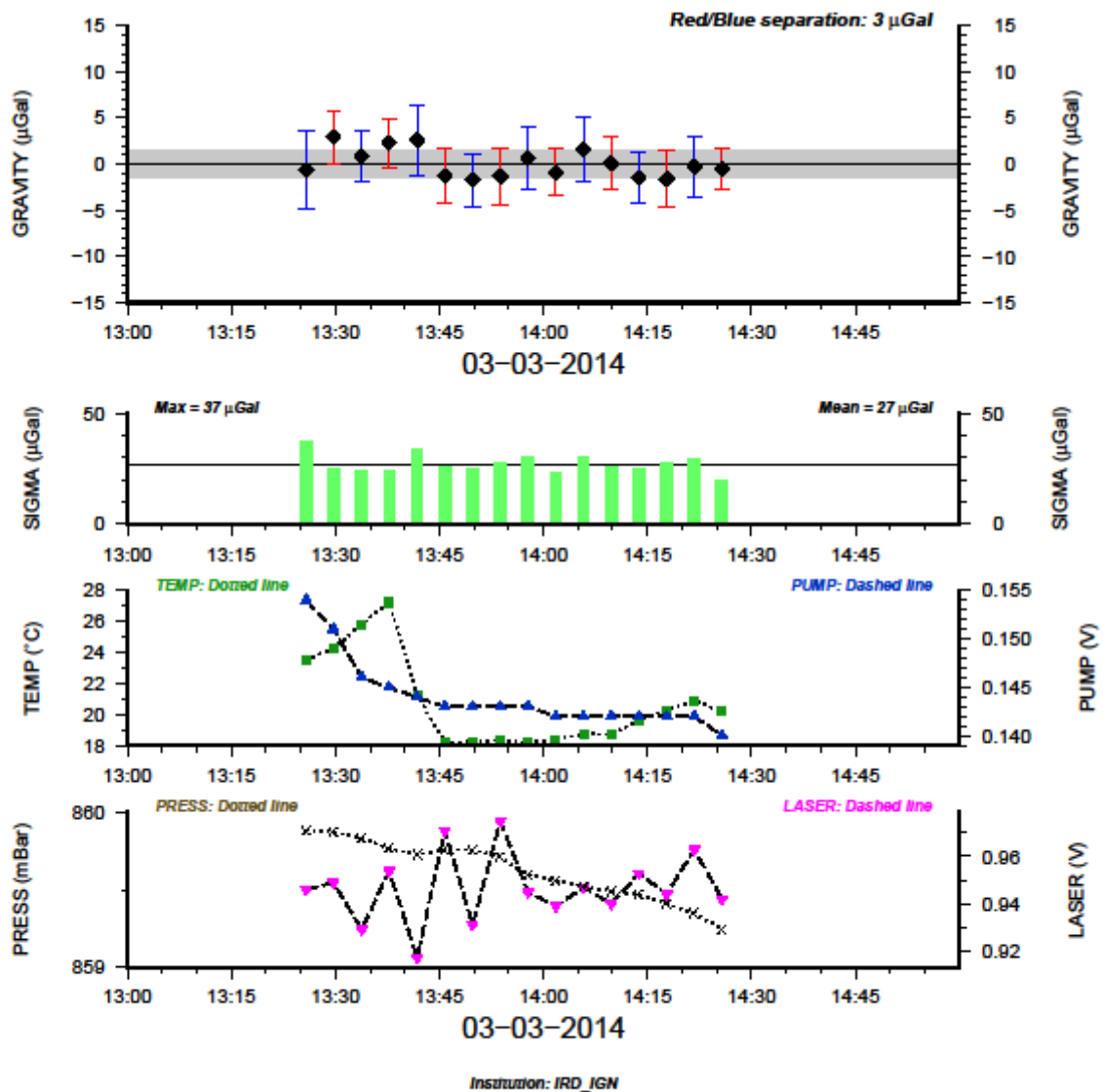
FOTOS AUXILIARES



Site		Project		
MALA		AR_MALA_2014_062_a_Final		
Latitude	Longitude	Elevation	Polar Motion	Gradient
-35.48286	-69.58569	1428.00 m	0.0204 " 0.3893 "	-3.000 $\mu\text{Gal}/\text{cm}$
Instrument Data		Acquisition Settings		Processing Results
Meter Type: A10 - S/N # 014 Rubidium Freq.: 10000000.00000 Hz Red Lock: 632.99191380 nm Blue Lock: 632.99094080 nm Factory Height: 71.80 cm		Number of Drops by Set: 80 Drop Interval: 2 sec Sequence Interval: 8 min Red/Blue Interval: 4 min Setup Height: 0.00 cm		Number of Sets Collected: 16 Number of Sets Processed: 16 Total Drops Accepted: 1272 Total Drops Rejected: 8 Transfer Height: 0.00 cm



Gravity: 979325665.58 $\mu\text{Gal} \pm 1.48 \mu\text{Gal}$



RAGA

Red Argentina Gravimetría Absoluta

Instituto Geográfico Nacional

MALA

Malargüe

Provincia: **Mendoza** Departamento: **Malargüe** Lugar: **Malargüe**

Lat: **S 35° 28' 58,3"** Long: **W 69° 35' 08,5"** Altura Elip: **1428m**

Valor de Gravedad:

UBICACIÓN EN ZONA (Carta Imagen)



ACCESIBILIDAD

Combustible: **Malargüe** Alojamiento: **Malargüe** Energía eléctrica: **Malargüe**

ITINERARIO

El punto fue medido sobre el piso, del Hall de entrada del Quincho "La Amistad", el mismo está en las instalaciones del Escuadrón 29 de Gendarmería Nacional Malargüe, Ruta Nacional 40 Sur - S/N - (5613) - Malargüe - Mendoza

RAGA
Red Argentina Gravimetría Absoluta
Instituto Geográfico Nacional

MALA
Malargue

Provincia: **Mendoza** Departamento: **Malargue** Lugar: **Malargue**

GRÁFICO DE ITINERARIO



Nro	DETALLE	Odómetro	Tiempo	Latitud	Longitud
1	Rotonda (Torre Reloj - monumento al Cincuentenario).	0,0	0.00.00	-35°28'28.3"	-69°35'07.2"
2	Portón de ingreso al Escuadrón 29 de Gendarmería.	0,880	0.07.00	-35°28'56.7"	-69°35'07.4"
3	MALA, se midió en el hall del quincho La Amistad.	0,080	0.05.00	-35°28'58.3"	-69°35'08.5"

FOTO DEL PUNTO



OBSERVACIONES

El punto fue medido sobre el piso, del Hall de entrada del Quincho "La Amistad", el mismo está en las instalaciones del Escuadrón 29 de Gendarmería Nacional Malargue.

RAGA
Red Argentina Gravimetría Absoluta
Instituto Geográfico Nacional

MALA
Malargue

Provincia: **Mendoza** Departamento: **Malargue** Lugar: **Malargue**

IMAGEN SATELITAL

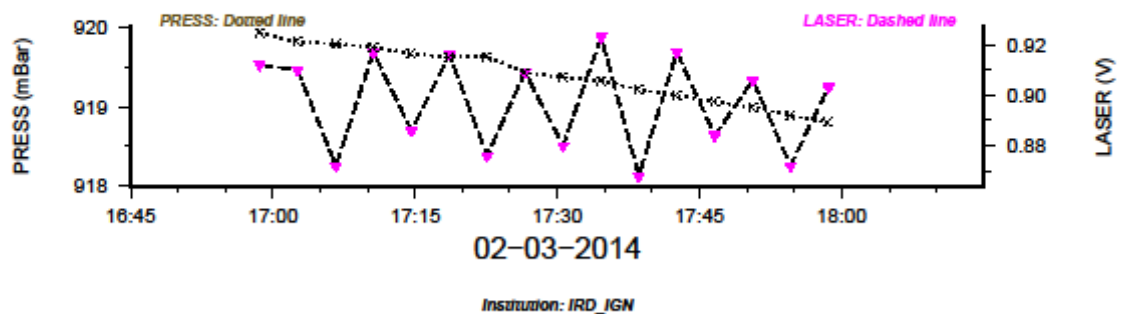
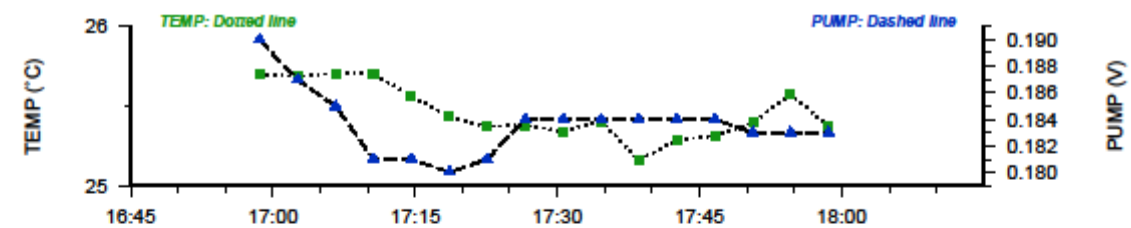
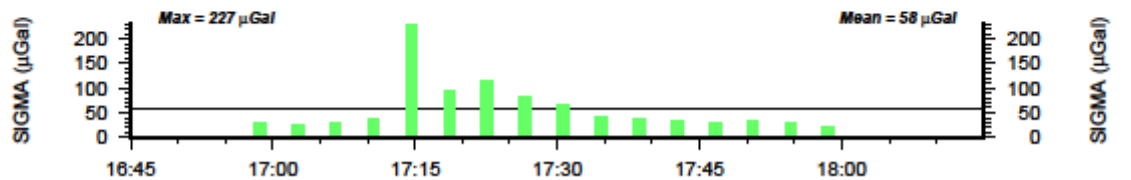
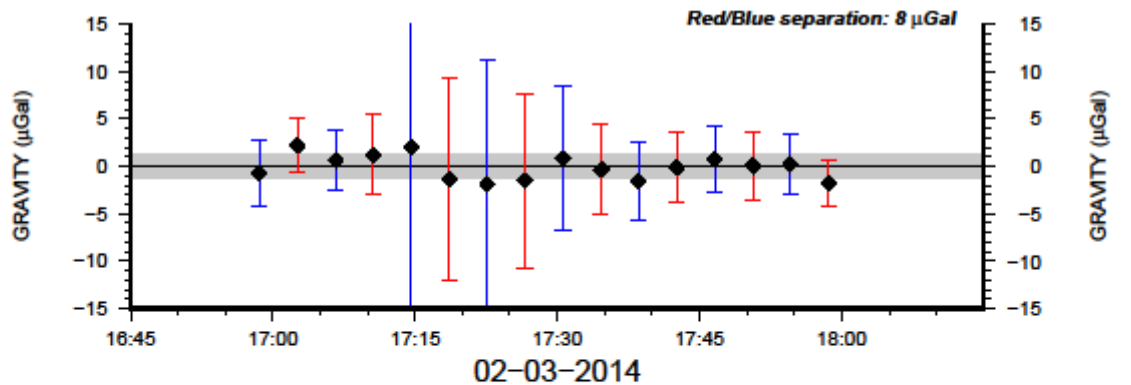


FOTOS AUXILIARES



Site		Project		
CHOS		AR_CHOS_2014_061_a_Final		
Latitude	Longitude	Elevation	Polar Motion	Gradient
-37.38900	-70.25644	844.00 m	0.0202 " 0.3893 "	-3.000 μ Gal/cm
Instrument Data		Acquisition Settings		Processing Results
Meter Type: A10 - S/N # 014 Rubidium Freq.: 10000000.00000 Hz Red Lock: 632.99191380 nm Blue Lock: 632.99094080 nm Factory Height: 71.80 cm		Number of Drops by Set: 80 Drop Interval: 2 sec Sequence Interval: 8 min Red/Blue Interval: 4 min Setup Height: 0.00 cm		Number of Sets Collected: 16 Number of Sets Processed: 16 Total Drops Accepted: 1280 Total Drops Rejected: 0 Transfer Height: 0.00 cm

Gravity: 979653662.46 μ Gal \pm 1.18 μ Gal



RAGA

Red Argentina Gravimetría Absoluta

Instituto Geográfico Nacional

CHOS

Chos Malal

Provincia: **Neuquén**

Departamento: **Chosl Malal**

Lugar: **Chos Malal**

Lat: **S 37° 23' 20,3"**

Long: **W 70° 15' 23,3"**

Altura Elip: **844m**

Valor de Gravedad:

UBICACIÓN EN ZONA (Carta Imagen)



ACCESIBILIDAD

Combustible: **Chos Malal**

Alojamiento: **Chos Malal**

Energía eléctrica: **Chos Malal**

ITINERARIO

El punto fue medido en el pasillo (al piso) de entrada al Edificio de la Estación Agrozootécnica "Tec. Agr. Victor M. Castro" - Ministerio de Desarrollo Territorial - Pcia. del Neuquen. Nos autorizó el director de la Regional Norte de Producción Sr. Pedro Genaro RIVAS.

GRÁFICO DE ITINERARIO



Nro	DETALLE	Odómetro	Tiempo	Latitud	Longitud
1	Cruce entre RN40 y RP43.	0,0	0.00.00	-37°23'22.2"	-70°15'04.8"
2	Cruce entre RP43 y camino de entrada al predio.	0,570	0.05.00	-37°23'18.4"	-70°15'27.1"
3	CHOS, se midió en el pasillo de Estación Agrozootécnica.	0,130	0.03.00	-37°23'20.3"	-70°15'23.3"

FOTO DEL PUNTO



OBSERVACIONES

El punto fue medido en el pasillo (al piso) de entrada al Edificio de la Estación Agrozootécnica "Tec. Agr. Víctor M. Castro" - Ministerio de Desarrollo Territorial - Pcia. Del Neuquen.

RAGA
Red Argentina Gravimetría Absoluta
Instituto Geográfico Nacional

CHOS
Chos Malal

Provincia: **Neuquén** Departamento: **Chos Malal** Lugar: **Chos Malal**

IMAGEN SATELITAL

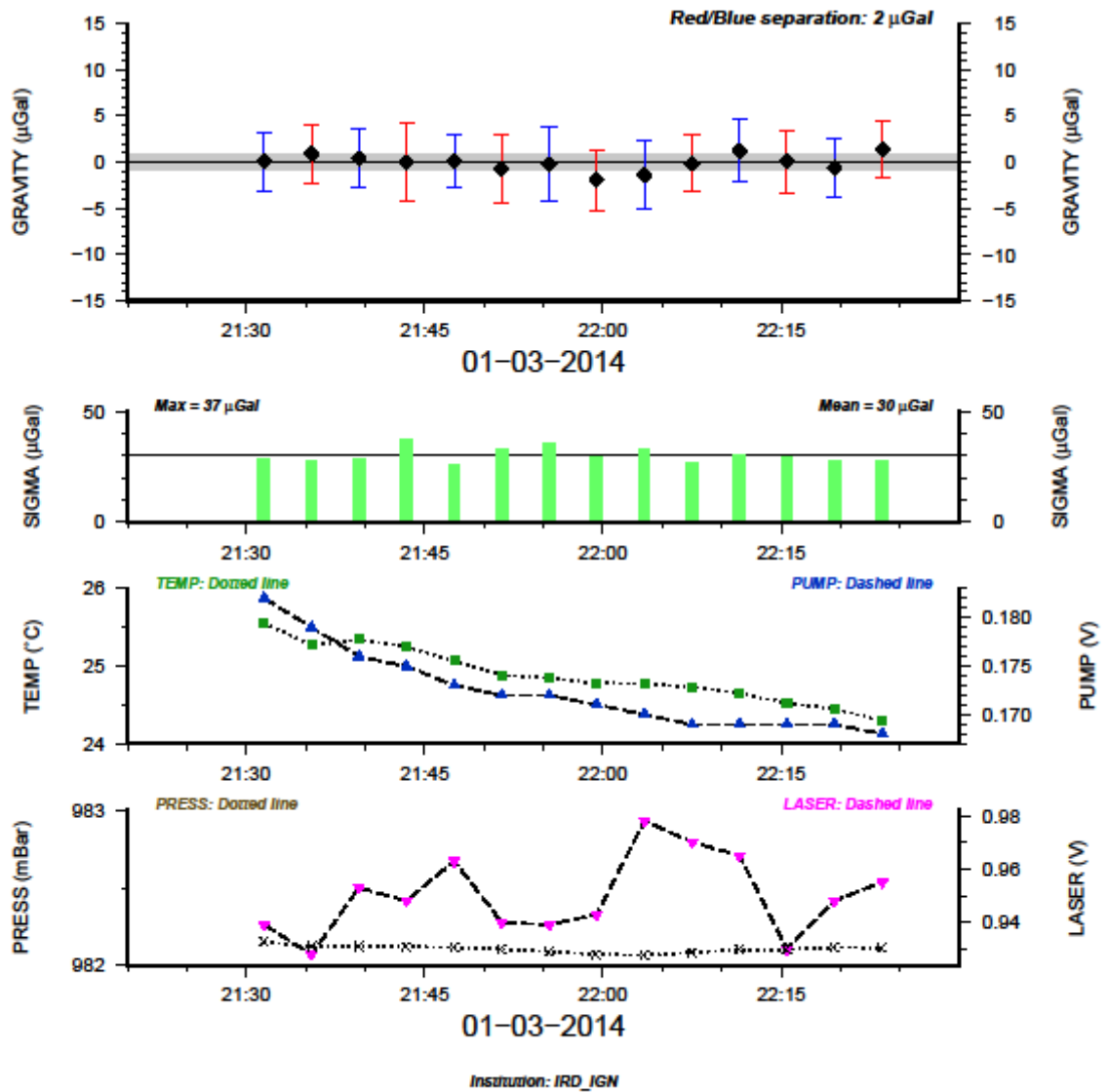


FOTOS AUXILIARES



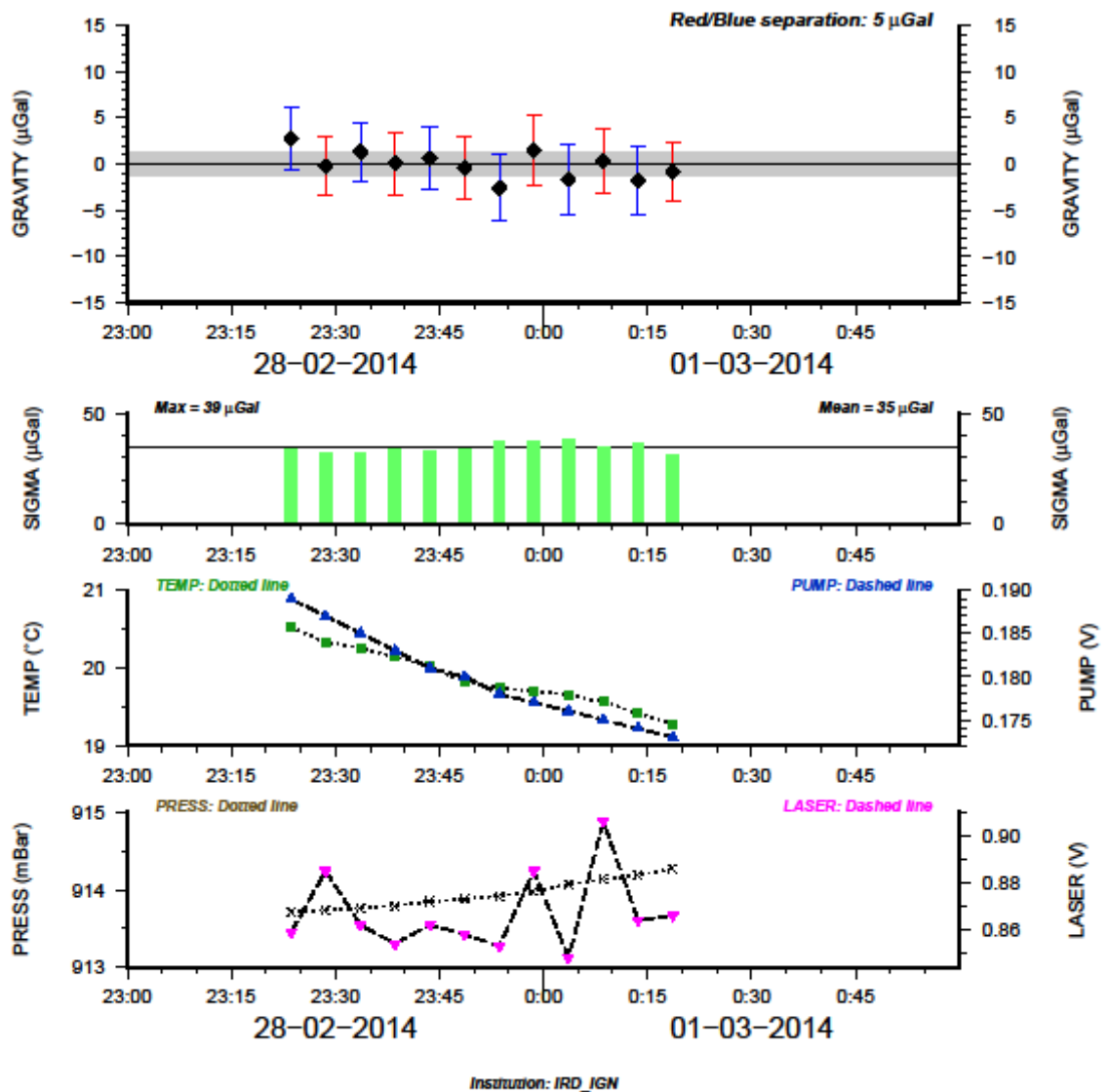
Site		Project		
NUQN		AR_NUQN_2014_060_a_Final		
Latitude	Longitude	Elevation	Polar Motion	Gradient
-38.96267	-68.09817	277.00 m	0.0198 " 0.3886 "	-3.000 $\mu\text{Gal}/\text{cm}$
Instrument Data		Acquisition Settings		Processing Results
Meter Type: A10 - S/N # 014 Rubidium Freq.: 10000000.00000 Hz Red Lock: 632.99191380 nm Blue Lock: 632.99094080 nm Factory Height: 71.80 cm		Number of Drops by Set: 80 Drop Interval: 2 sec Sequence Interval: 8 min Red/Blue Interval: 4 min Setup Height: 8.40 cm		Number of Sets Collected: 14 Number of Sets Processed: 14 Total Drops Accepted: 1119 Total Drops Rejected: 1 Transfer Height: 0.00 cm

Gravity: 979965802.99 $\mu\text{Gal} \pm 0.88 \mu\text{Gal}$



Site		Project		
INJB		AR_INJB_2014_059_a_Final		
Latitude	Longitude	Elevation	Polar Motion	Gradient
-41.32106	-69.50333	862.00 m	0.0193 " 0.3852 "	-3.000 μ Gal/cm
Instrument Data		Acquisition Settings		Processing Results
Meter Type: A10 - S/N # 014 Rubidium Freq.: 10000000.00000 Hz Red Lock: 632.99191380 nm Blue Lock: 632.99094080 nm Factory Height: 71.80 cm		Number of Drops by Set: 100 Drop Interval: 2 sec Sequence Interval: 10 min Red/Blue Interval: 5 min Setup Height: 8.35 cm		Number of Sets Collected: 12 Number of Sets Processed: 12 Total Drops Accepted: 1199 Total Drops Rejected: 1 Transfer Height: 0.00 cm

Gravity: 980021627.76 μ Gal \pm 1.30 μ Gal



RAGA

Red Argentina Gravimetría Absoluta

Instituto Geográfico Nacional

INJB

Ingeniero Jacobacci

Provincia: **Río Negro** Departamento: **Maquinchao** Lugar: **Ingeniero Jacobacci**

Lat: **S 41° 19' 16,2"** Long: **W 69° 30' 12,4"** Altura Elip: **861 m**

Valor de Gravedad:

UBICACIÓN EN ZONA (Carta Imagen)



ACCESIBILIDAD

Combustible: **Ing. Jacobacci**

Alojamiento: **Ing. Jacobacci**

Energía eléctrica: **Ing. Jacobacci**

ITINERARIO

El punto fue medido sobre el piso, dentro de lo que era una aula y solo hay materiales de construcción. El edificio corresponde al Depósito Municipal de Materiales (antes era una escuela hogar).

RAGA
Red Argentina Gravimetría Absoluta
Instituto Geográfico Nacional

INJB
Ingeniero Jacobacci

Provincia: **Río Negro** Departamento: **Maquinchao** Lugar: **Ingeniero Jacobacci**

GRÁFICO DE ITINERARIO



Nro	DETALLE	Odómetro	Tiempo	Latitud	Longitud
1	Rotonda ingreso (E), a Ing. Jacobacci.	0,0	0.00.00	-41°19'39.1"	-69°32'27.5"
2	Huella y acceso al depósito municipal de materiales.	3,200	0.15.00	-41°19'22.3"	-69°30'19.1"
3	INJB, se midió dentro del depósito municipal.	0,380	0.03.00	-41°19'16.2"	-69°30'12.4"

FOTO DEL PUNTO



OBSERVACIONES

El punto fue medido sobre el piso, dentro de lo que era un aula y hoy solo hay pocas cosas guardadas (materiales de construcción). El edificio corresponde al Depósito Municipal de Materiales (antes era una escuela hogar).

RAGA
Red Argentina Gravimetría Absoluta
Instituto Geográfico Nacional

INJB
Ingeniero Jacobacci

Provincia: **Río Negro** Departamento: **Maquinchao** Lugar: **Ingeniero Jacobacci**

IMAGEN SATELITAL




FOTOS AUXILIARES



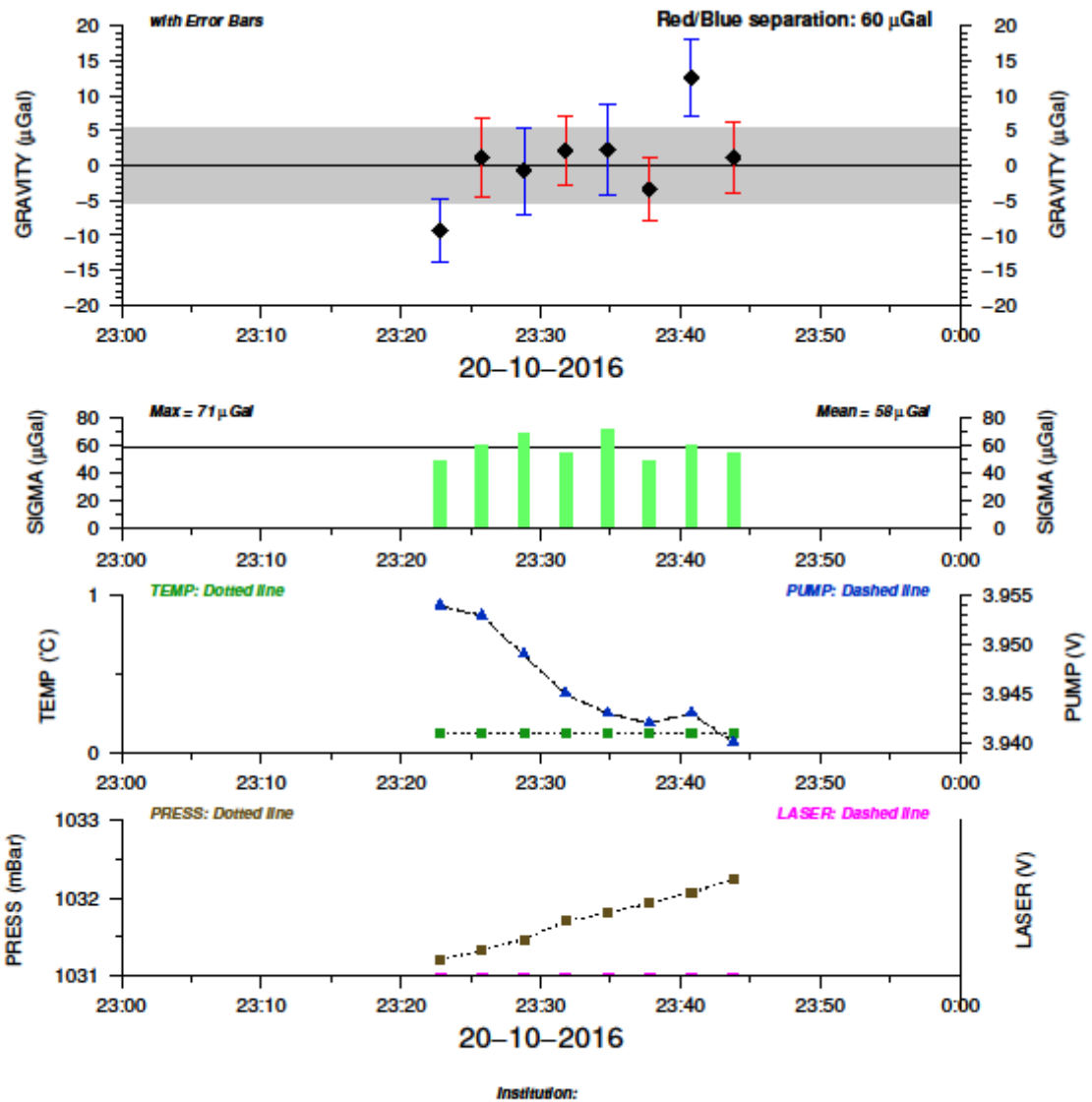
4.6.4 RAGA 2016


Tabla Capítulo 4-8 RAGA 2016 – Puntos medidos^{viii}

	Localidad	Provincia	Denominación		Páginas
			Medición	Oficial	
1	Iguazú	Misiones	IGUAZU	MISI	212
2	San Lorenzo	Salta	SALTA	SLOR	213
3	Neuquén	Neuquén	NUQN	NUQN	214
4	Fitz Roy	Santa Cruz	FITZ		215 – 218
5	Ushuaia	Tierra del Fuego	CADIC		219 – 222
6	Choele Choel	Rio Negro	CHOE		223 – 226
7	Malargüe	Mendoza	MALA	MALE	227
8	San Rafael	Mendoza	SARA	SARA	228
9	Mendoza	Mendoza	MDZA	MDZA	229
10	San Antonio Oeste	Rio Negro	SAOE		230 -233
11	El Chaltén	Santa Cruz	CHAL		234 – 237
12	Lihuel Calel	La Pampa	PNLC		238 – 240
13	Rio Grande	Tierra del Fuego	RIOG		241 - 244

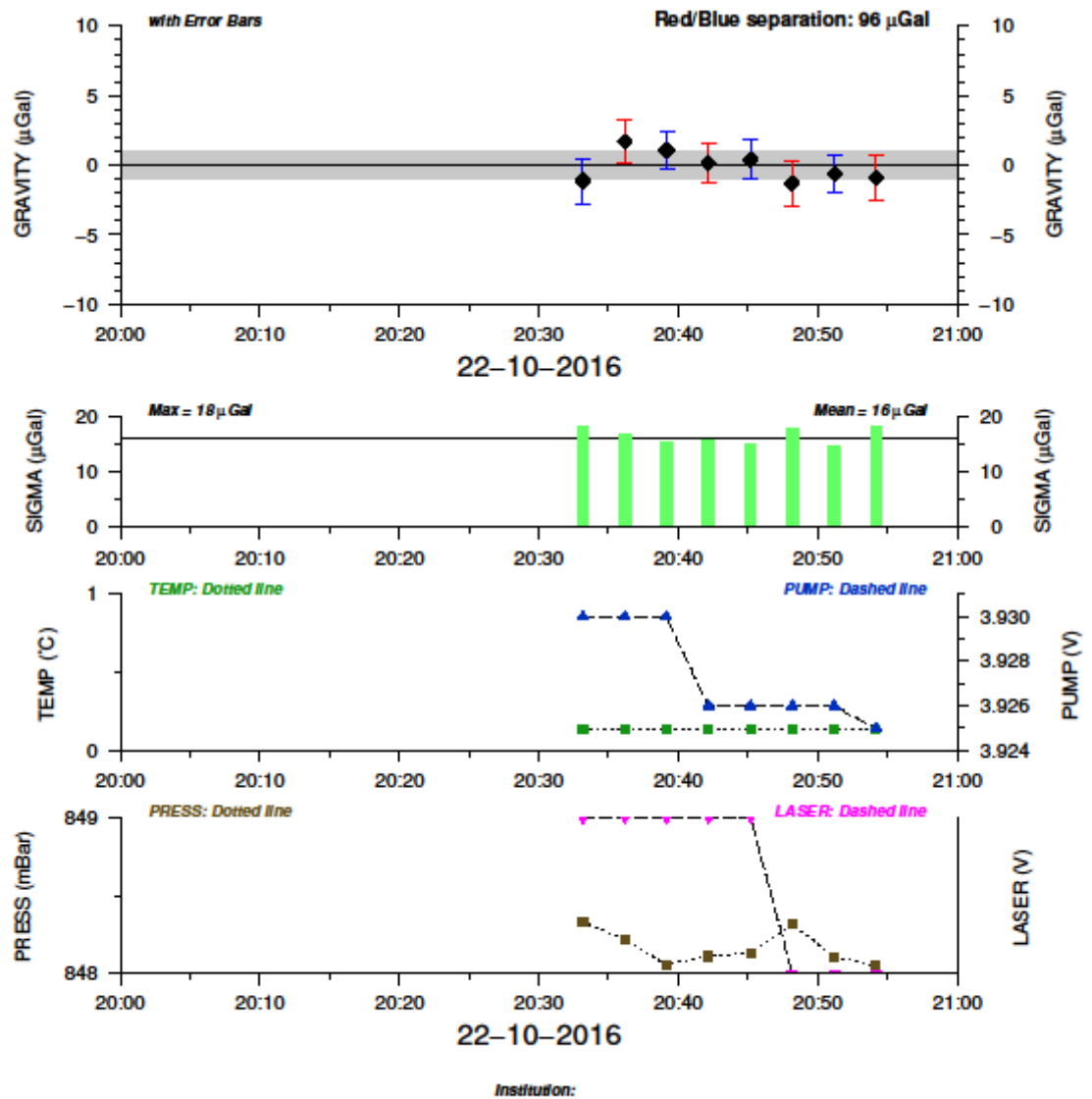
Site		Project			
S3		IGUAZU_OUT_16			
Latitude	Longitude	Elevation	Gradient	Polar Motion	
-25.63833	-54.53917	224.00 m	-3.086 μ Gal/cm	0.2129 * 0.3013 *	
Instrument Data		Acquisition Settings		Processing Results	
Meter Type	A10 - S/N # 032	Number of Drops by Sets	120	Number of Sets Collected	8
Rubidium Freq.	10000000.00101 Hz	Drop Interval	1 sec	Number of Sets Processed	8
Blue Lock	632.99091860 nm	Sequence Interval	6 min	Total Drops Accepted	948
Red Lock	632.99190480 nm	Red/Blue Interval	3 min	Total Drops Rejected	12
Factory Height	70.50 cm	Setup Height	0.00 cm	Transfer Height	0.00 cm


Gravity: 978905485.88 μ Gal \pm 5.44 μ Gal



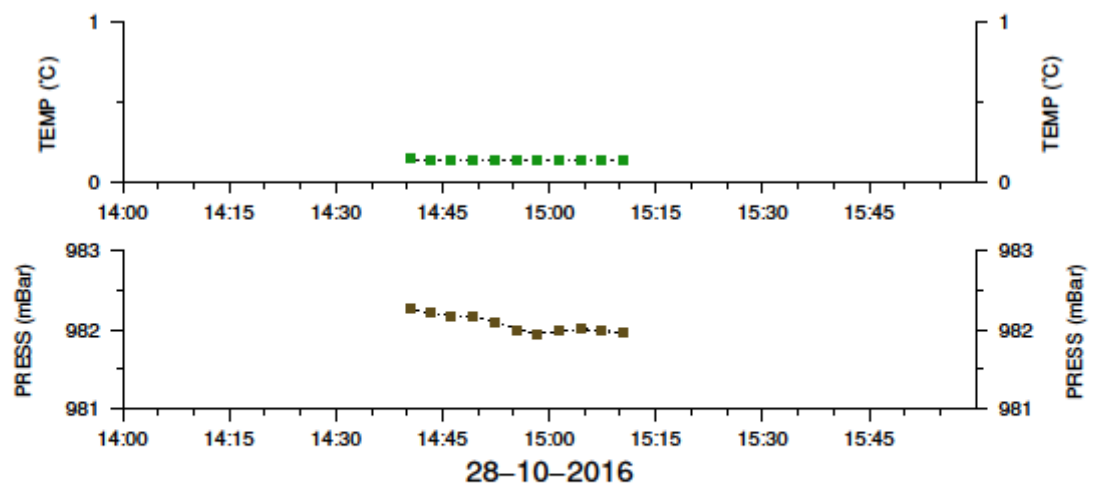
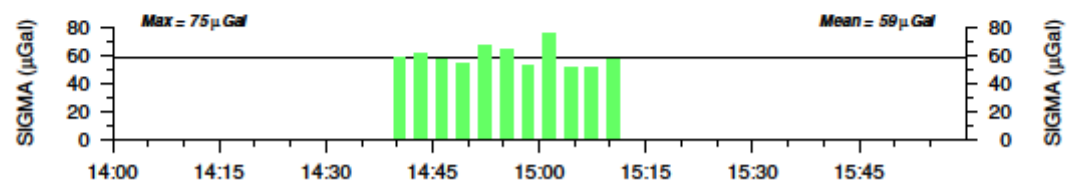
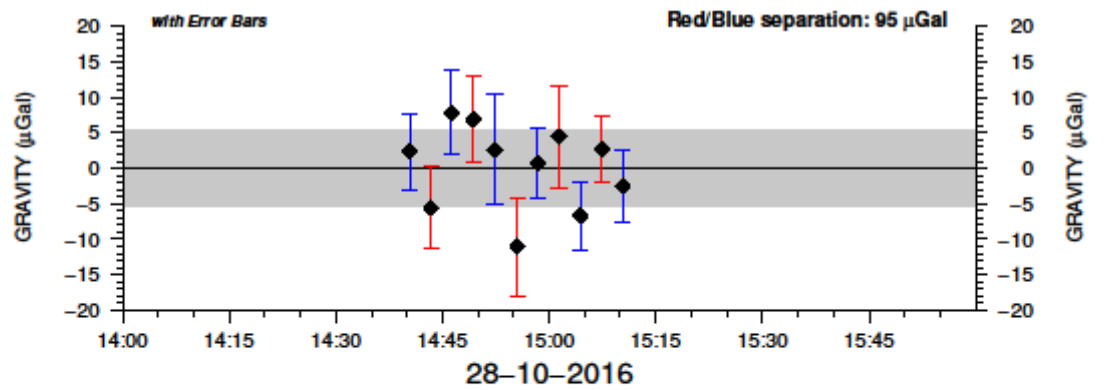
Site		Project			
S3		SALTA_OUT_16			
					
Latitude	Longitude	Elevation	Gradient	Polar Motion	
-24.72111	-65.50472	1524.00 m	-3.086 $\mu\text{Gal}/\text{cm}$	0.2048 * 0.2964 *	
Instrument Data		Acquisition Settings		Processing Results	
Meter Type	A10 - S/N # 032	Number of Drops by Sets	120	Number of Sets Collected	8
Rubidium Freq.	10000000.00101 Hz	Drop Interval	1 sec	Number of Sets Processed	8
Blue Lock	632.99091860 nm	Sequence Interval	6 min	Total Drops Accepted	960
Red Lock	632.99190480 nm	Red/Blue Interval	3 min	Total Drops Rejected	0
Factory Height	70.50 cm	Setup Height	0.00 cm	Transfer Height	0.00 cm

Gravity: 978409435.07 μGal \pm 0.98 μGal



Site		Project			
S3		NUQN_OUT_16			
					
Latitude	Longitude	Elevation	Gradient	Polar Motion	
-38.96306	-68.09806	265.00 m	-3.086 $\mu\text{Gal}/\text{cm}$	0.1955 * 0.2866 *	
Instrument Data		Acquisition Settings		Processing Results	
Meter Type	A10 - S/N # 032	Number of Drops by Sets	120	Number of Sets Collected	11
Rubidium Freq.	10000000.00101 Hz	Drop Interval	1 sec	Number of Sets Processed	11
Blue Lock	632.99091860 nm	Sequence Interval	6 min	Total Drops Accepted	1137
Red Lock	632.99190480 nm	Red/Blue Interval	3 min	Total Drops Rejected	183
Factory Height	70.50 cm	Setup Height	0.00 cm	Transfer Height	0.00 cm

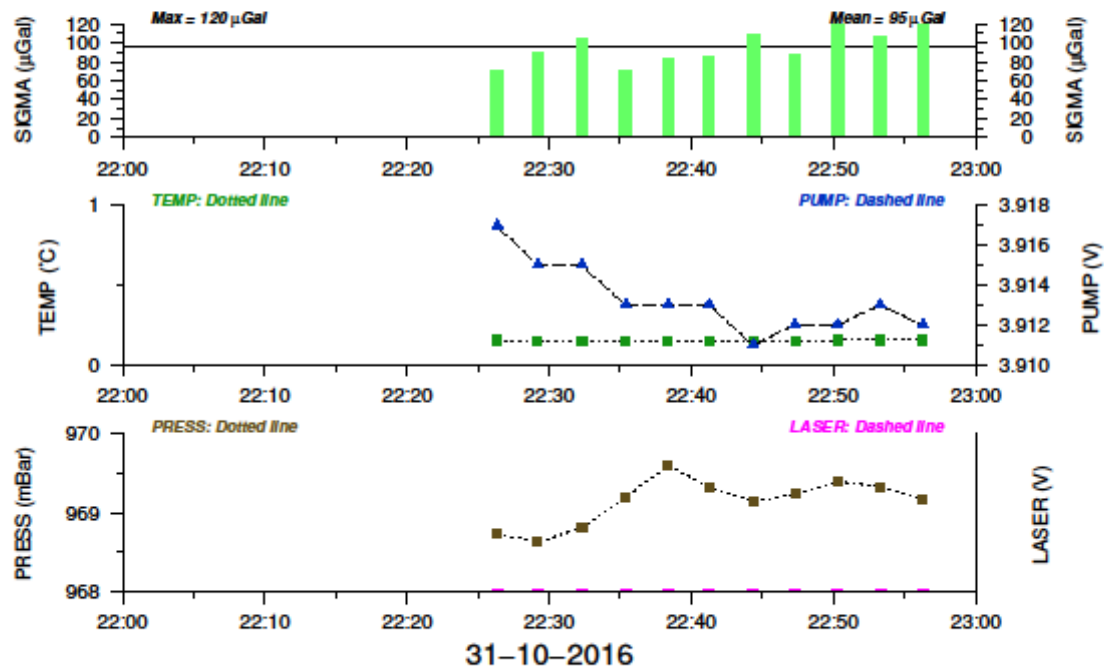
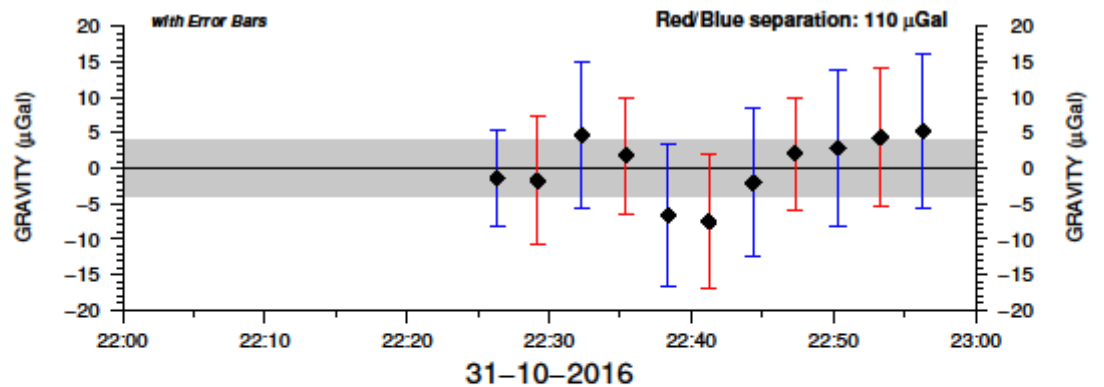
Gravity: 979965775.59 μGal \pm 5.39 μGal



Institution:

Site		Project			
S3		FITZ_OUT_16			
Latitude	Longitude	Elevation	Gradient	Polar Motion	
-47.02444	-67.24722	230.00 m	-3.086 μ Gal/cm	0.1907 * 0.2823 *	
Instrument Data		Acquisition Settings		Processing Results	
Meter Type	A10 - S/N # 032	Number of Drops by Sets	120	Number of Sets Collected	11
Rubidium Freq.	10000000.00101 Hz	Drop Interval	1 sec	Number of Sets Processed	11
Blue Lock	632.99091860 nm	Sequence Interval	6 min	Total Drops Accepted	1130
Red Lock	632.99190480 nm	Red/Blue Interval	3 min	Total Drops Rejected	190
Factory Height	70.50 cm	Setup Height	0.00 cm	Transfer Height	0.00 cm

Gravity: 980722275.01 μ Gal \pm 3.90 μ Gal



Institution:

RAGA

Red Argentina Gravimetría Absoluta

Instituto Geográfico Nacional

FITZ

Fitz Roy

Provincia: **Santa Cruz** Departamento: **Deseado** Lugar: **Fitz Roy**

Lat: **S 47° 01' 27,8"** Long: **W 67° 14' 49,6"** Altura Elip: **230 m**

Valor de Gravedad: 980722280 microgal

UBICACIÓN EN ZONA (Carta Imagen)



ACCESIBILIDAD

Combustible: **Fitz Roy** Alojamiento: **Fitz Roy** Energía eléctrica: **Fitz Roy**

ITINERARIO

Tomando como referencia la estación de servicio YPF, se recorre una distancia de 0,45 Km hasta el edificio de la Comuna de Fitz Roy, dentro de la misma se midió el punto FITZ.

Provincia: **Santa Cruz** Departamento: **Deseado** Lugar: **Fitz Roy**

GRÁFICO DE ITINERARIO



Nro	DETALLE	Odómetro	Tiempo	Latitud	Longitud
1	Estación de Servicio YPF.	0,0	0.00.00	-47°01'31.4"	-67°14'52.2"
2	FITZ, se midió dentro de las instalaciones de la Comuna.	0,450	0.09.00	-47°01'27.8"	-67°14'49.7"

FOTO DEL PUNTO



OBSERVACIONES

El punto FITZ se midió en el piso, junto a la columna de hormigón, situado en la cocina del edificio de la Comuna de Fitz Roy - Santa Cruz.

RAGA
Red Argentina Gravimetría Absoluta
Instituto Geográfico Nacional

FITZ
Fitz Roy


Provincia: **Santa Cruz** Departamento: **Deseado** Lugar: **Fitz Roy**

IMAGEN SATELITAL

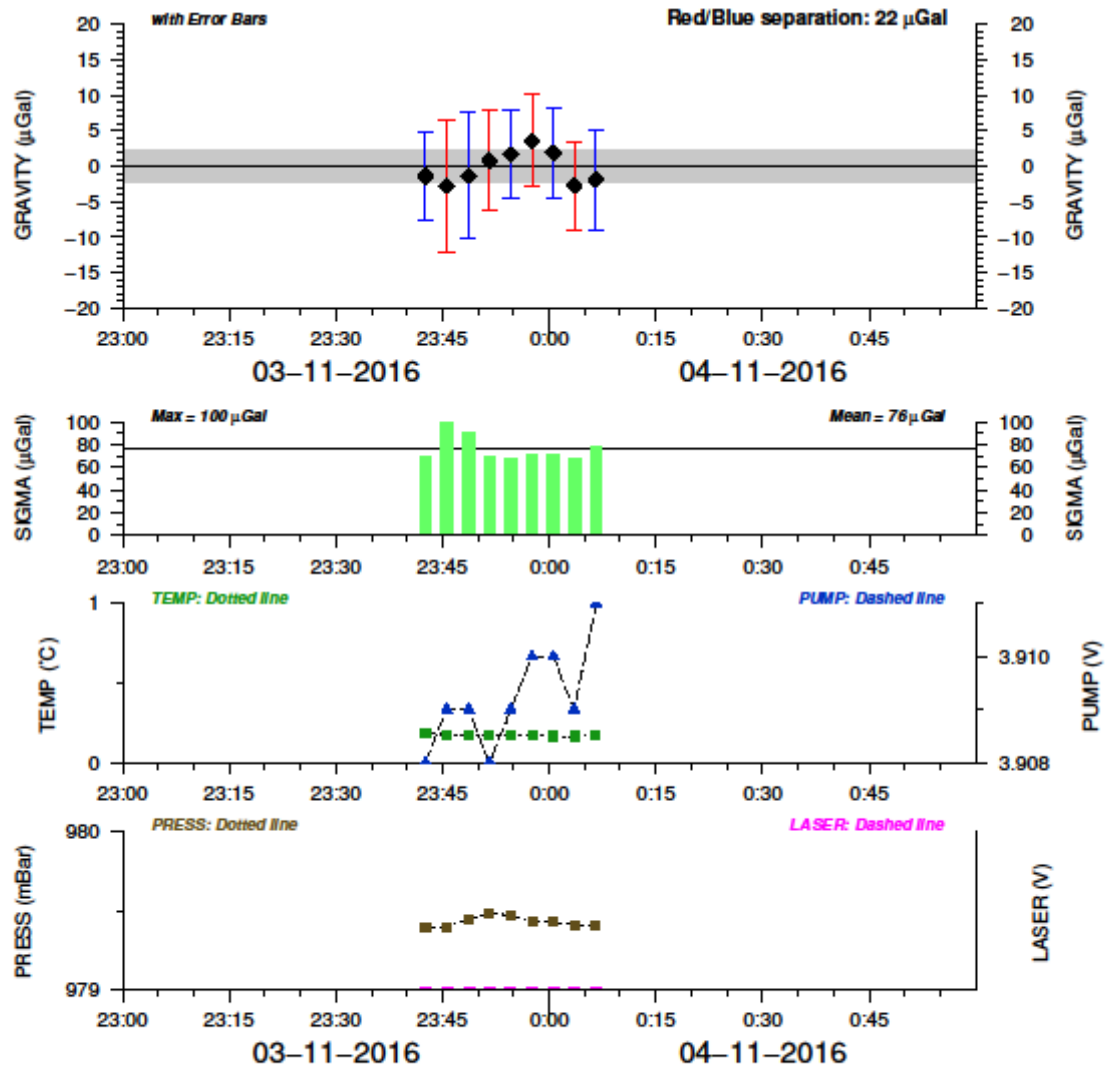


FOTOS AUXILIARES



Site		Project			
S3		CADIC_NOV_16			
Latitude	Longitude	Elevation	Gradient	Polar Motion	
-54.82194	-68.32389	26.00 m	-3.086 $\mu\text{Gal}/\text{cm}$	0.1862 * 0.2787 *	
Instrument Data		Acquisition Settings		Processing Results	
Meter Type	A10 - S/N # 032	Number of Drops by Sets	120	Number of Sets Collected	9
Rubidium Freq.	10000000.00101 Hz	Drop Interval	1 sec	Number of Sets Processed	9
Blue Lock	632.99091860 nm	Sequence Interval	6 min	Total Drops Accepted	1025
Red Lock	632.99190480 nm	Red/Blue Interval	3 min	Total Drops Rejected	55
Factory Height	70.50 cm	Setup Height	0.00 cm	Transfer Height	0.00 cm

Gravity: 981465004.36 μGal \pm 2.21 μGal



Institution:

RAGA

Red Argentina Gravimetría Absoluta

Instituto Geográfico Nacional

CADIC

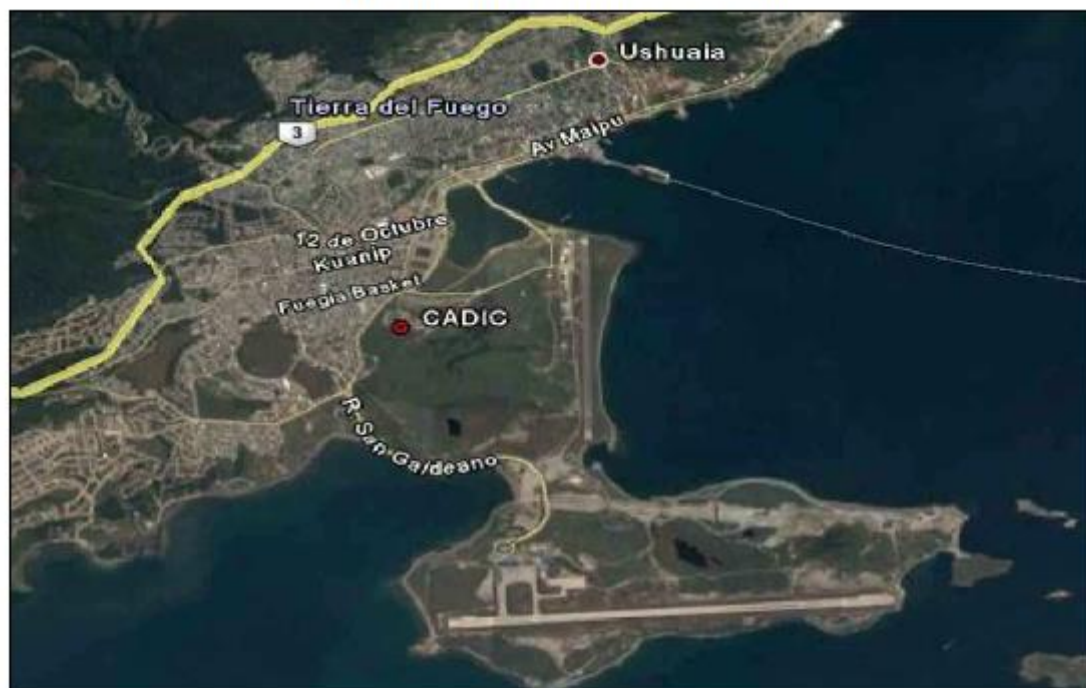
Centro Austral de Investigaciones Científicas

Provincia: **Tierra del Fuego** Departamento: **Ushuaia** Lugar: **Ushuaia**

Lat: **S 54° 49' 18,8"** Long: **W 68° 19' 25,8"** Altura Elip: **26 m**

Valor de Gravedad: 981465003 microgal

UBICACIÓN EN ZONA (Carta Imagen)



ACCESIBILIDAD

Combustible: **Ushuaia** Alojamiento: **Ashuaia** Energía eléctrica: **Ushuaia**

ITINERARIO

Tomando como referencia la plaza 25 de Mayo (donde está el PF1N(383)), se recorre una distancia de 2,35 Km hasta la entrada al predio del CONICET, se siguen unos 0,05 Km hasta el frente del edificio del CADIC Ashuaia.

RAGA

Red Argentina Gravimetría Absoluta

Instituto Geográfico Nacional

CADIC

Centro Austral de Investigaciones Científicas

Provincia: **Tierra del Fuego** Departamento: **Ushuaia** Lugar: **Ushuaia**

GRÁFICO DE ITINERARIO



Nro	DETALLE	Odómetro	Tiempo	Latitud	Longitud
1	Plaza 25 de Mayo (Cruce de calles Laserre y Maipu).	0,0	0.00.00	-54°48'27.4"	-68°18'16.6"
2	Rotonda (Cruce Av. Malvinas Argentinas y Av. Hipólito Yrigoyen).	2,000	0.19.00	-54°49'08.1"	-68°19'26.2"
3	Se continua por Av Malvinas Argentinas hasta el CONICET.	2,350	0.05.00	-54°49'16.2"	-68°19'26.7"
4	Se midió en las instalaciones del CADIC.	2,400	0.04.00	-54°49'18.8"	-68°19'25.8"

FOTO DEL PUNTO



OBSERVACIONES

El punto CADIC se midió en el piso, junto a la pared y de frente a la puerta del fondo del pasillo del edificio del CADIC Ushuaia - Tierra del Fuego.

RAGA
Red Argentina Gravimetría Absoluta
Instituto Geográfico Nacional

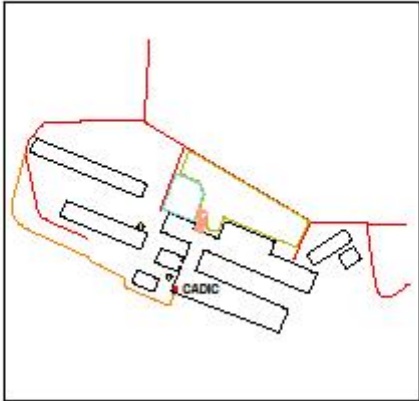
CADIC
Centro Austral de Investigaciones Científicas


Provincia: **Tierra del Fuego** Departamento: **Ushuaia** Lugar: **Ushuaia**

IMAGEN SATELITAL

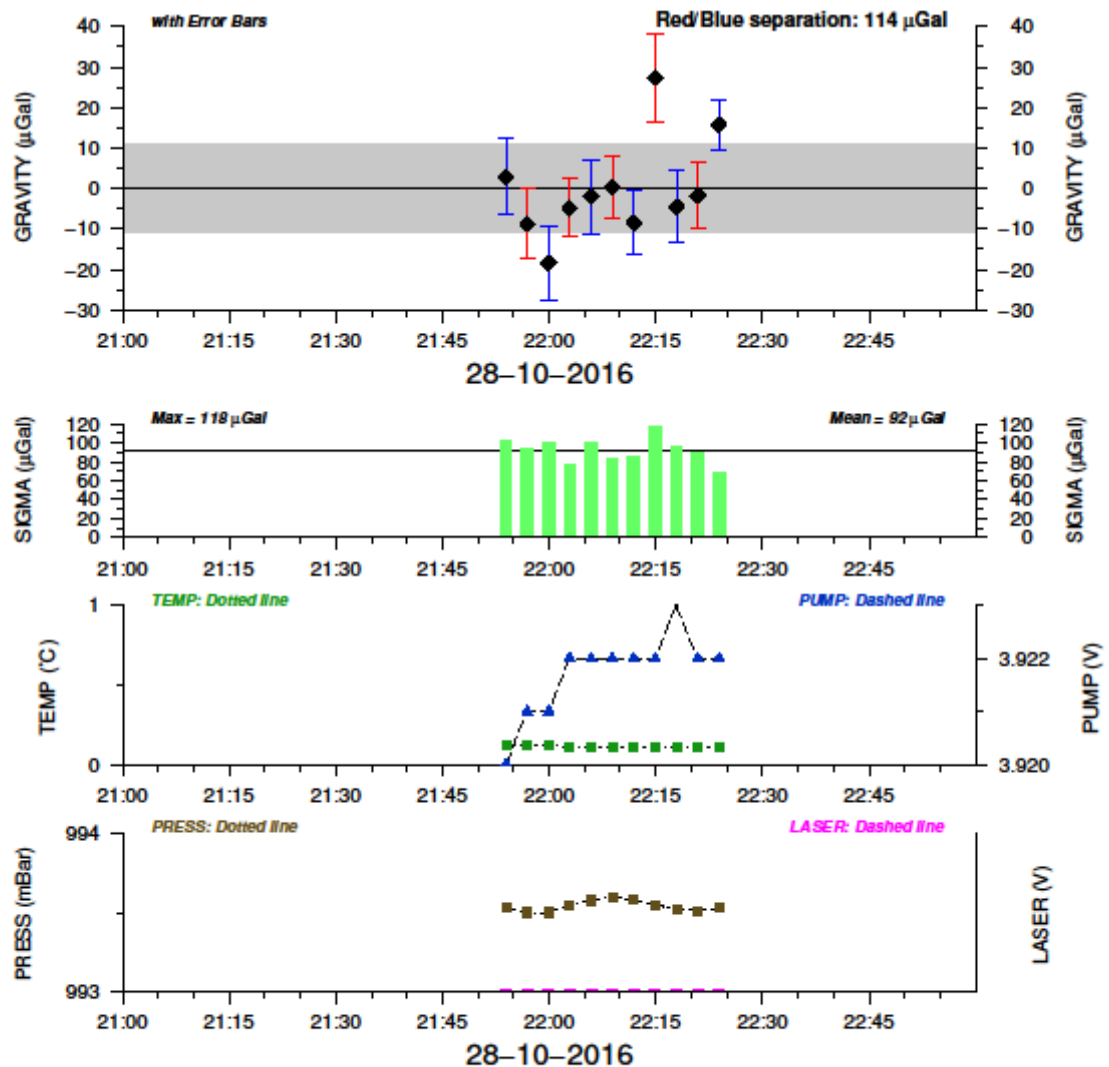


FOTOS AUXILIARES



Site		Project			
S3		CHOE_OUT_16			
Latitude	Longitude	Elevation	Gradient	Polar Motion	
-39.29694	-65.65778	127.00 m	-3.086 $\mu\text{Gal}/\text{cm}$	0.1955 * 0.2866 *	
Instrument Data		Acquisition Settings		Processing Results	
Meter Type	A10 - S/N # 032	Number of Drops by Sets	120	Number of Sets Collected	11
Rubidium Freq.	10000000.00101 Hz	Drop Interval	1 sec	Number of Sets Processed	11
Blue Lock	632.99091860 nm	Sequence Interval	6 min	Total Drops Accepted	1305
Red Lock	632.99190480 nm	Red/Blue Interval	3 min	Total Drops Rejected	15
Factory Height	70.50 cm	Setup Height	0.00 cm	Transfer Height	0.00 cm

Gravity: 980080513.35 μGal \pm 10.89 μGal



Institution:

RAGA

Red Argentina Gravimetría Absoluta

Instituto Geográfico Nacional

CHOE

Choele Choel

Provincia: **Río Negro** Departamento: **Avellaneda** Lugar: **Choele Choel**

Lat: **S 39° 17' 48,5"** Long: **W 65° 39' 27,8"** Altura Elip: **127 m**

Valor de Gravedad: 980080515 microgal

UBICACIÓN EN ZONA (Carta Imagen)



ACCESIBILIDAD

Combustible: **Choele Choel** Alojamiento: **Choele Choel** Energía eléctrica: **Choele Choel**

ITINERARIO

Tomando como referencia la estación de servicio del ACA que está en el cruce de RN22 y RN250, se recorre una distancia de 2,8 Km hasta el edificio de la Municipalidad de Choele Choel donde se midió CHOE.

RAGA

Red Argentina Gravimetría Absoluta

Instituto Geográfico Nacional

CHOE

Choele Choel

Provincia: Río Negro Departamento: Avellaneda Lugar: Choele Choel

GRÁFICO DE ITINERARIO



Nro	DETALLE	Odómetro	Tiempo	Latitud	Longitud
1	Estación de Servicio ACA.	0,0	0.00.00	-39°16'53.7"	-65°39'58.3"
2	Cruce RN22 y calle Grl Julio Roca.	1,700	0.06.00	-39°17'21.9"	-65°39'24.4"
3	Cruce de calles Grl Julio Roca y Av. Gral San Martín.	2,300	0.04.00	-39°17'36.0"	-65°39'42.4"
4	CHOE, medido en el edificio de la Municipalidad.	2,800	0.03.00	-39°17'48.5"	-65°39'27.8"

FOTO DEL PUNTO



OBSERVACIONES

El punto CHOE se midió en el piso, de lado de adentro del edificio; a la derecha de la puerta principal de ingreso a la Municipalidad de Choele Choel, Río Negro.

RAGA
Red Argentina Gravimetría Absoluta
Instituto Geográfico Nacional

CHOE
Choele Choel

Provincia: Río Negro Departamento: Avellaneda Lugar: Choele Choel

IMAGEN SATELITAL

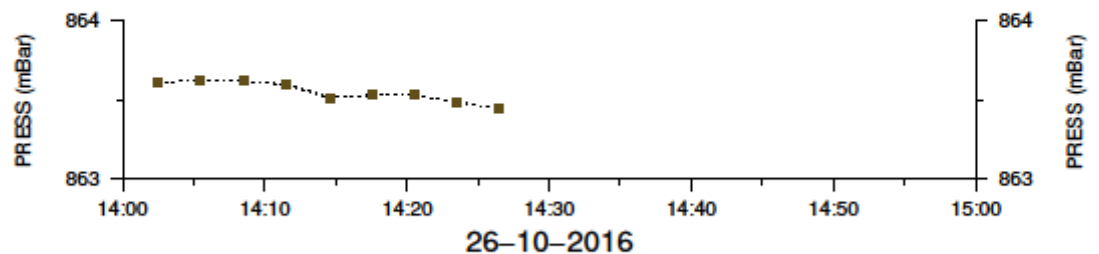
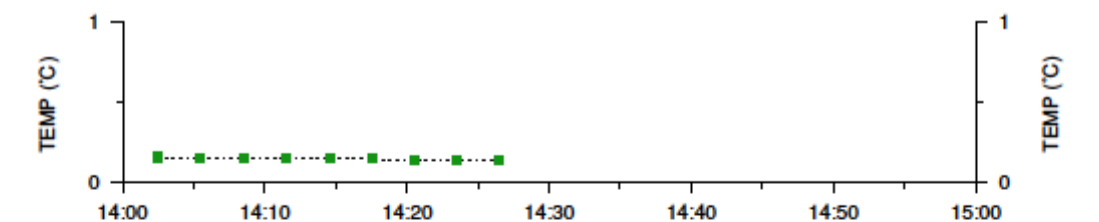
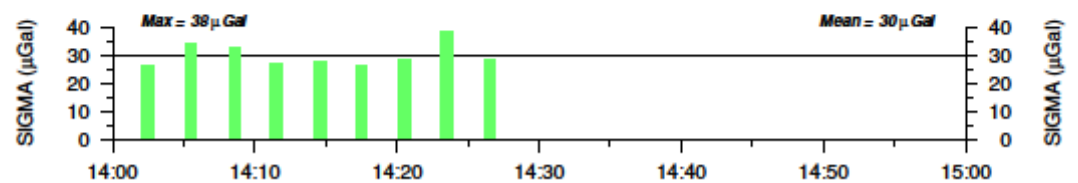
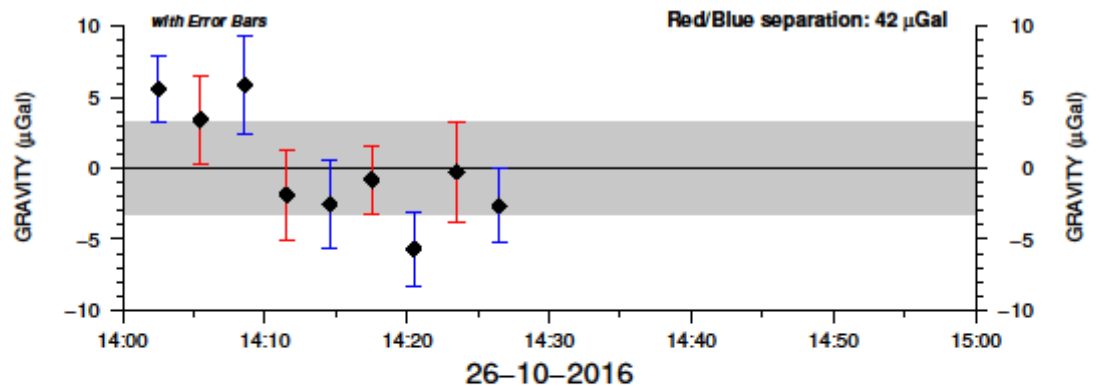


FOTOS AUXILIARES




Site		Project			
S3		MALA_OUT_16			
Latitude	Longitude	Elevation	Gradient	Polar Motion	
-35.48278	-69.58556	1428.00 m	-3.086 $\mu\text{Gal}/\text{cm}$	0.1989 * 0.2904 *	
Instrument Data		Acquisition Settings		Processing Results	
Meter Type	A10 - S/N # 032	Number of Drops by Sets	120	Number of Sets Collected	9
Rubidium Freq.	10000000.00101 Hz	Drop Interval	1 sec	Number of Sets Processed	9
Blue Lock	632.99091860 nm	Sequence Interval	6 min	Total Drops Accepted	948
Red Lock	632.99190480 nm	Red/Blue Interval	3 min	Total Drops Rejected	132
Factory Height	70.50 cm	Setup Height	0.00 cm	Transfer Height	0.00 cm

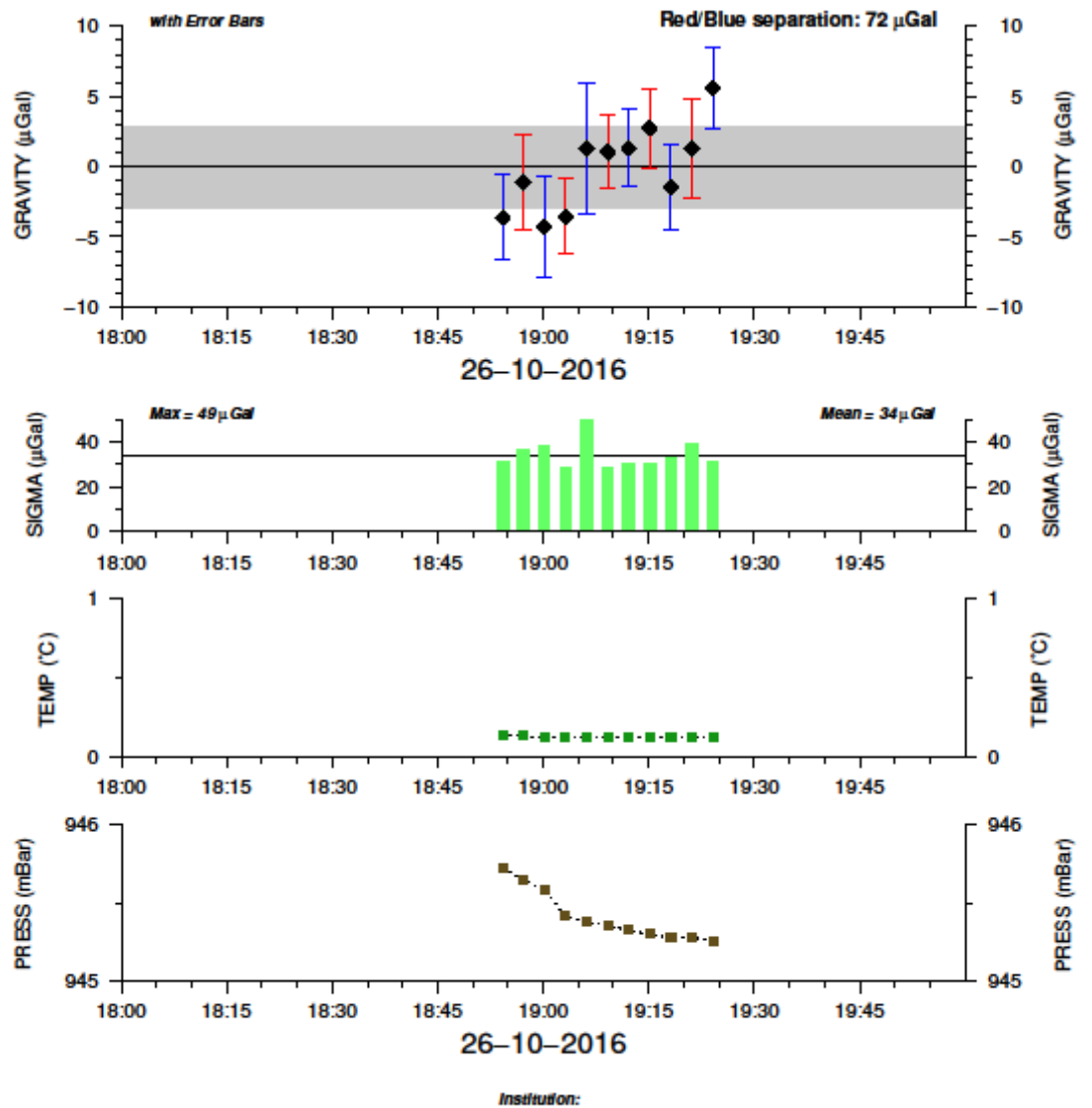
Gravity: 979325675.18 μGal \pm 3.31 μGal




Institution:

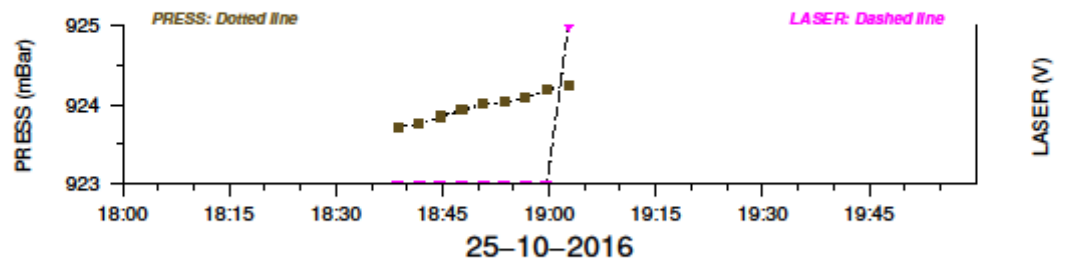
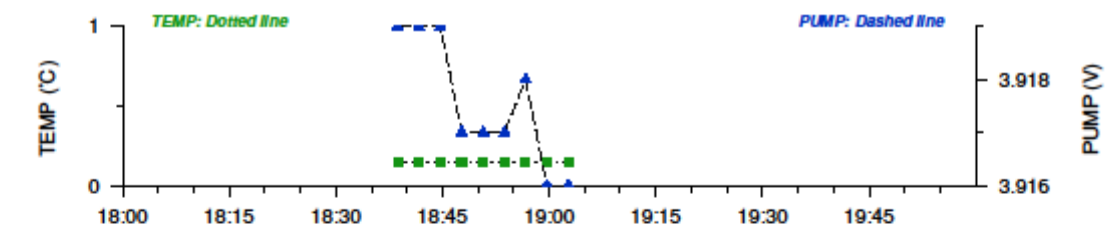
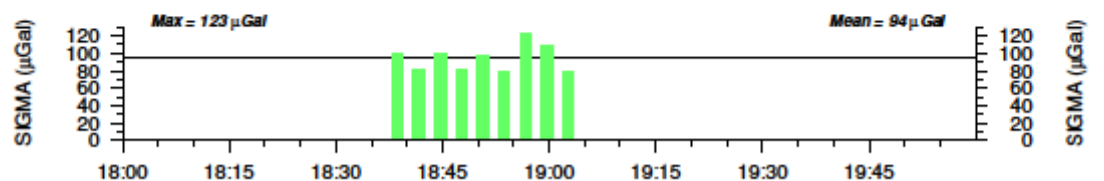
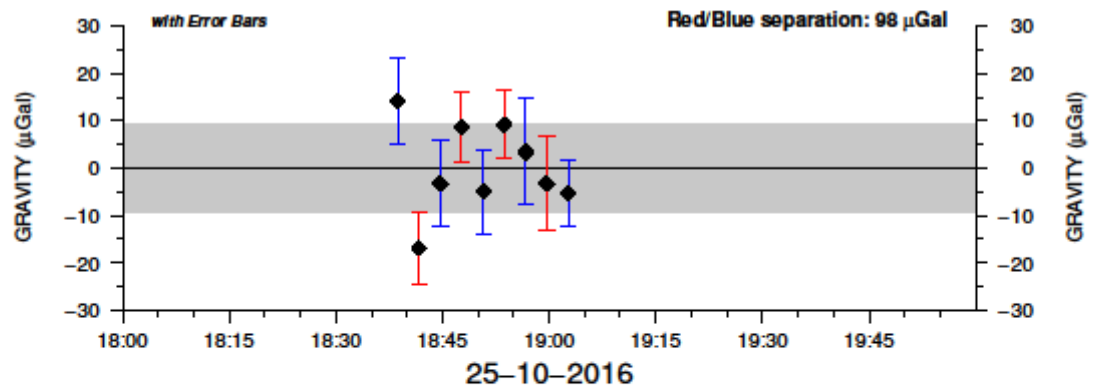
Site		Project			
S3		SARA_OUT_16			
					
Latitude	Longitude	Elevation	Gradient	Polar Motion	
-34.63194	-68.25972	646.00 m	-3.086 μ Gal/cm	0.1989 * 0.2904 *	
Instrument Data		Acquisition Settings		Processing Results	
Meter Type	A10 - S/N # 032	Number of Drops by Sets	120	Number of Sets Collected	11
Rubidium Freq.	10000000.00101 Hz	Drop Interval	1 sec	Number of Sets Processed	11
Blue Lock	632.99091860 nm	Sequence Interval	6 min	Total Drops Accepted	1279
Red Lock	632.99190480 nm	Red/Blue Interval	3 min	Total Drops Rejected	41
Factory Height	70.50 cm	Setup Height	0.00 cm	Transfer Height	0.00 cm

Gravity: 979495639.91 μ Gal \pm 2.90 μ Gal




Site		Project			
S3		MDZA_OUT_16			
Latitude	Longitude	Elevation	Gradient	Polar Motion	
-32.89361	-68.87639	841.00 m	-3.086 $\mu\text{Gal}/\text{cm}$	0.2018 * 0.2932 *	
Instrument Data		Acquisition Settings		Processing Results	
Meter Type	A10 - S/N # 032	Number of Drops by Sets	120	Number of Sets Collected	9
Rubidium Freq.	10000000.00101 Hz	Drop Interval	1 sec	Number of Sets Processed	9
Blue Lock	632.99091860 nm	Sequence Interval	6 min	Total Drops Accepted	1068
Red Lock	632.99190480 nm	Red/Blue Interval	3 min	Total Drops Rejected	12
Factory Height	70.50 cm	Setup Height	0.00 cm	Transfer Height	0.00 cm

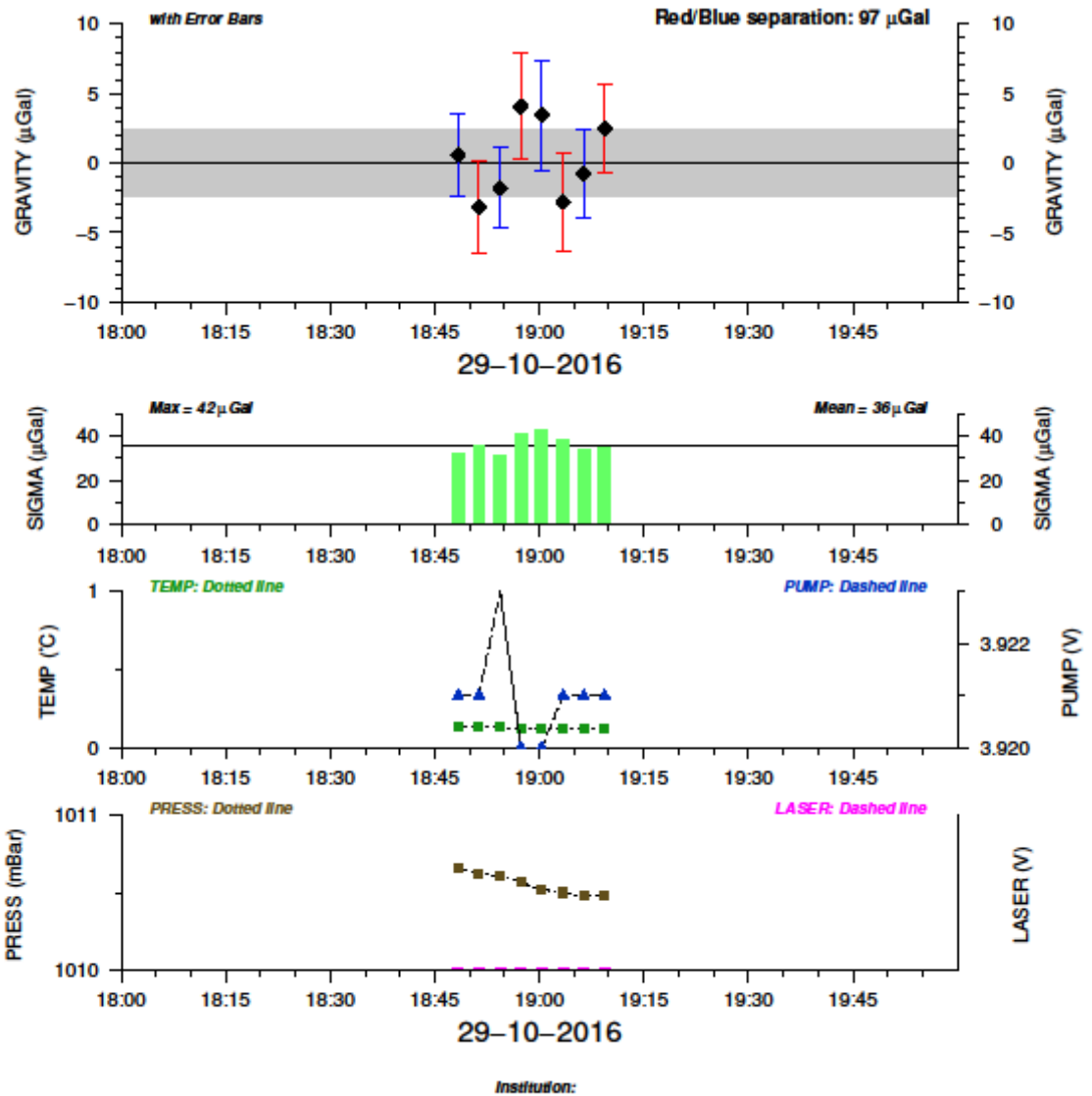
Gravity: 979199490.93 μGal \pm 9.30 μGal



Institution:

Site		Project			
S3		SAOE_OUT_16			
Latitude	Longitude	Elevation	Gradient	Polar Motion	
-40.72944	-64.93889	4.00 m	-3.086 $\mu\text{Gal}/\text{cm}$	0.1938 * 0.2851 *	
Instrument Data		Acquisition Settings		Processing Results	
Meter Type	A10 - S/N # 032	Number of Drops by Sets	120	Number of Sets Collected	8
Rubidium Freq.	10000000.00101 Hz	Drop Interval	1 sec	Number of Sets Processed	8
Blue Lock	632.99091860 nm	Sequence Interval	6 min	Total Drops Accepted	948
Red Lock	632.99190480 nm	Red/Blue Interval	3 min	Total Drops Rejected	12
Factory Height	70.50 cm	Setup Height	0.00 cm	Transfer Height	0.00 cm

Gravity: 980215206.64 μGal \pm 2.44 μGal



RAGA

Red Argentina Gravimetría Absoluta

Instituto Geográfico Nacional

SAOE

San Antonio Oeste

Provincia: **Río Negro** Departamento: **San Antonio** Lugar: **San Antonio Oeste**

Lat: **S 40° 43' 46,0"** Long: **W 64° 56' 20,0"** Altura Elip: **4 m**

Valor de Gravedad: 980215212 microgal

UBICACIÓN EN ZONA (Carta Imagen)



ACCESIBILIDAD

Combustible: **San Antonio Oeste** Alojamiento: **San Antonio Oeste** Energía eléctrica: **San Antonio Oeste**

ITINERARIO

Tomando como referencia el edificio de la Municipalidad, se recorren 0,120 Km hasta la comisaría Nro 10. Allí se midió SAGE.

Provincia: **Río Negro** Departamento: **San Antonio** Lugar: **San Antonio Oeste**

GRÁFICO DE ITINERARIO



Nro	DETALLE	Odómetro	Tiempo	Latitud	Longitud
1	Edificio de la Municipalidad de San Antonio Oeste.	0,0	0.00.00	-40°43'46.6"	-64°56'17.3"
2	SAOE, se midió en el hall de entrada de la comisaría 10ma.	0,120	0.04.00	-40°43'46.0"	-64°56'20.0"

FOTO DEL PUNTO



OBSERVACIONES

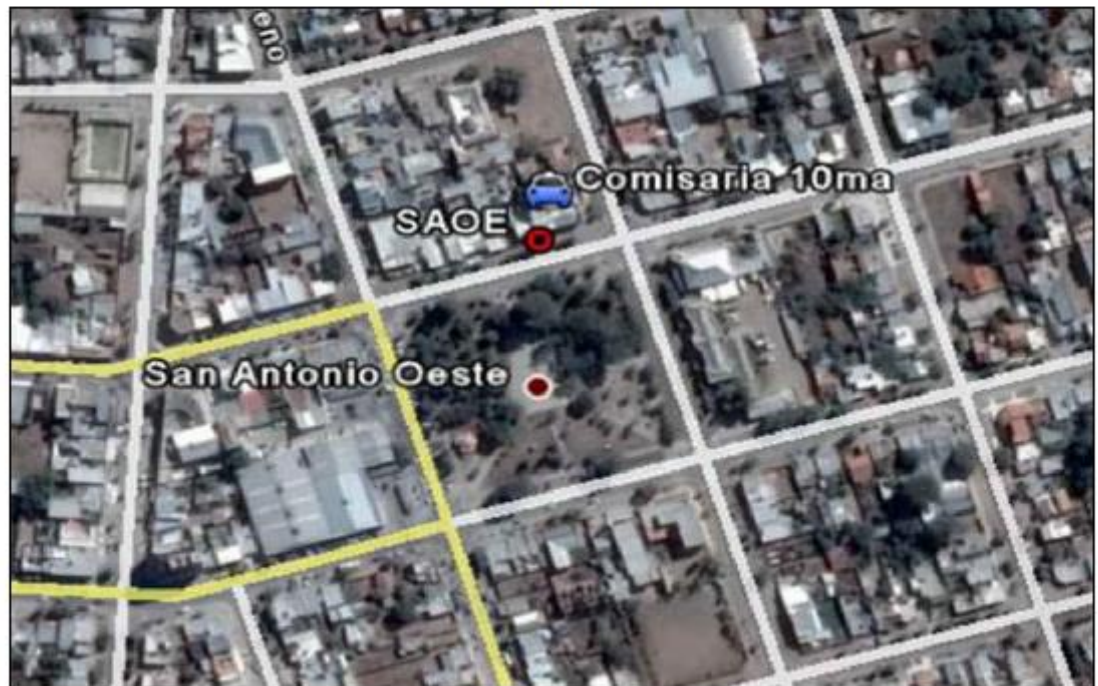
El punto SAOE se midió en el piso, junto a la pared derecha del hall de entrada a la Comisaría Nro 10 de San Antonio Oeste, Río Negro.

RAGA
Red Argentina Gravimetría Absoluta
Instituto Geográfico Nacional

SAOE
San Antonio Oeste

Provincia: **Río Negro** Departamento: **San Antonio** Lugar: **San Antonio Oeste**

IMAGEN SATELITAL

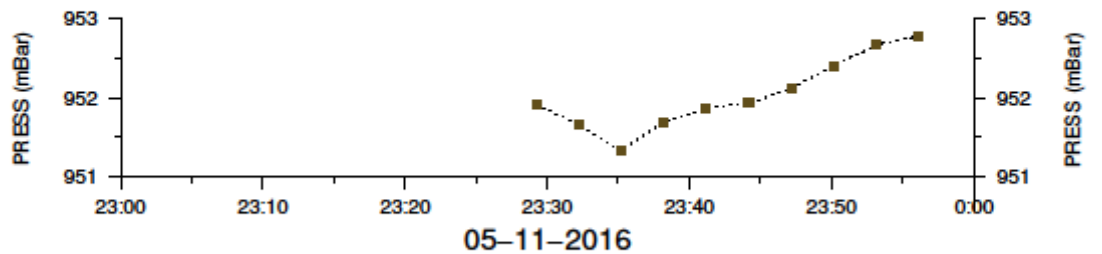
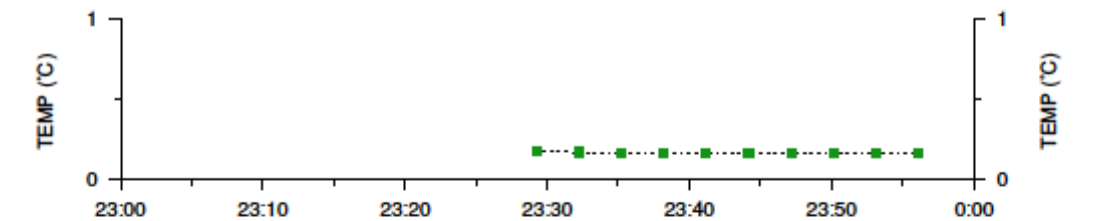
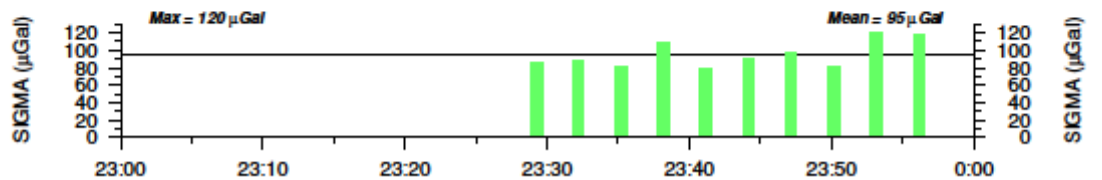
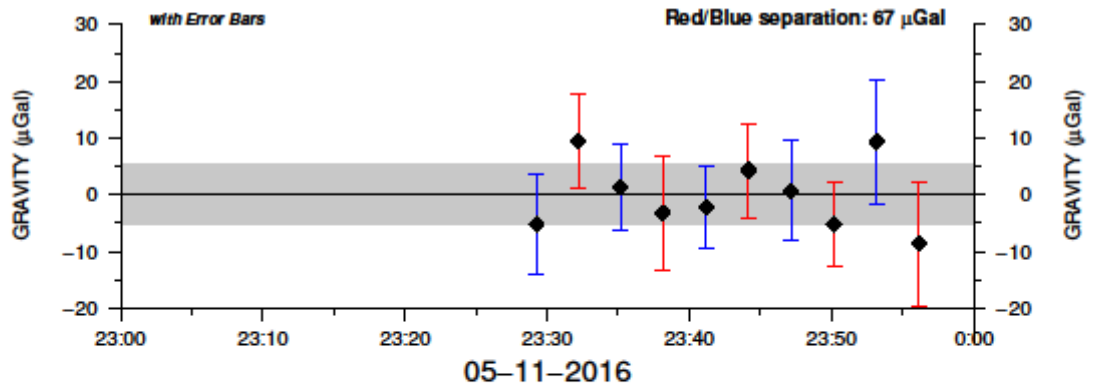


FOTOS AUXILIARES



Site		Project			
S3		CHAL_NOV_16			
Latitude	Longitude	Elevation	Gradient	Polar Motion	
-49.33611	-72.88472	400.00 m	-3.086 $\mu\text{Gal}/\text{cm}$	0.1830 * 0.2784 *	
Instrument Data		Acquisition Settings		Processing Results	
Meter Type	A10 - S/N # 032	Number of Drops by Sets	120	Number of Sets Collected	10
Rubidium Freq.	10000000.00101 Hz	Drop Interval	1 sec	Number of Sets Processed	10
Blue Lock	632.99091860 nm	Sequence Interval	6 min	Total Drops Accepted	1162
Red Lock	632.99190480 nm	Red/Blue Interval	3 min	Total Drops Rejected	38
Factory Height	70.50 cm	Setup Height	0.00 cm	Transfer Height	0.00 cm

Gravity: 980859012.08 μGal \pm 5.29 μGal



Institution:

RAGA

Red Argentina Gravimetría Absoluta

Instituto Geográfico Nacional

CHAL

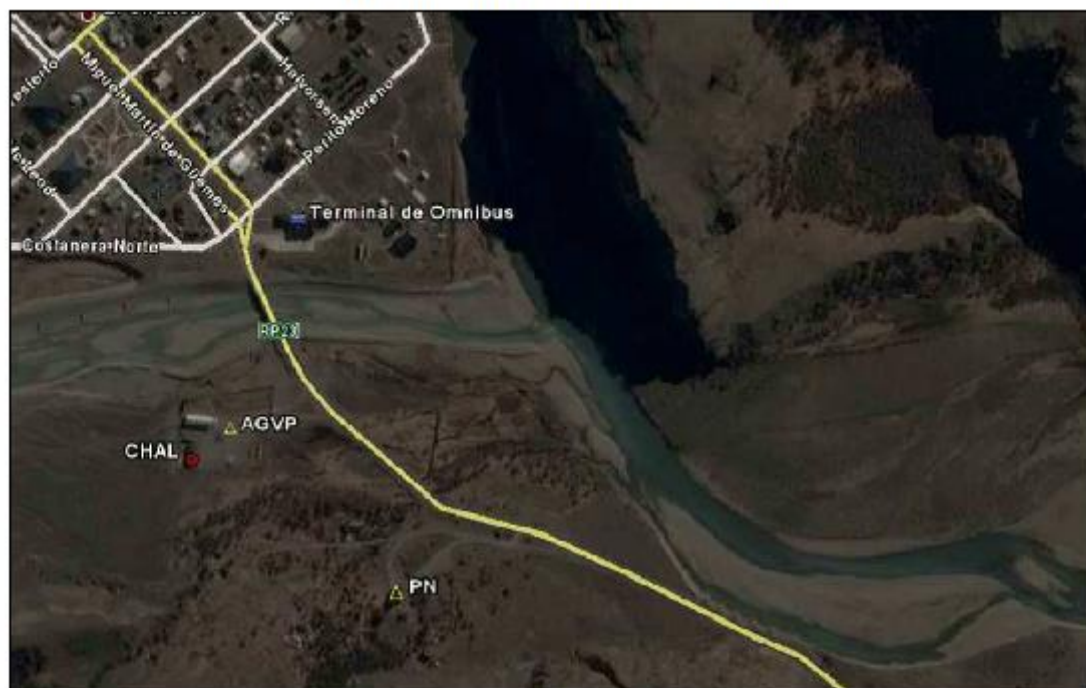
El Chalten

Provincia: **Santa Cruz** Departamento: **Lago Argentino** Lugar: **El Chalten**

Lat: **S 49° 20' 10,0"** Long: **W 72° 53' 04,6"** Altura Elip: **400 m**

Valor de Gravedad: 980858984 microgal

UBICACIÓN EN ZONA (Carta Imagen)



ACCESIBILIDAD

Combustible: **El Chalten** Alojamiento: **El Chalten** Energía eléctrica: **El Chalten**

ITINERARIO

Tomando como referencia el cruce de RN40 y RP23 , se recorre una distancia de 109 Km hasta la entrada al predio de Vialidad Provincial de la localidad El Chalten, se siguen unos 0,06 Km hasta el frente de la oficina del jefe de AGVP El Chalten.

RAGA
Red Argentina Gravimetría Absoluta
Instituto Geográfico Nacional

CHAL
El Chalten

Provincia: **Santa Cruz** Departamento: **Lago Argentino** Lugar: **El Chalten**

GRÁFICO DE ITINERARIO



Nro	DETALLE	Odómetro	Tiempo	Latitud	Longitud
1	Estación de Servicio YPF (El Chalten).	0,0	0.00.00	-49°20'21.3"	-72°52'16.5"
2	Entrada a las instalaciones de Vialidad Provincial.	1,200	0.09.00	-49°20'07.1"	-72°52'58.7"
3	CHAL, se midió dentro de la oficina del Jefe de la AGVP.	1,270	0.02.00	-49°20'10.0"	-72°53'04.6"

FOTO DEL PUNTO



OBSERVACIONES

El punto CHAL se midió en el piso, junto a la pared de frente a la puerta de ingreso de la oficina del jefe de la AGVP El Chalten - Santa Cruz.

RAGA
Red Argentina Gravimetría Absoluta
Instituto Geográfico Nacional

CHAL
El Chalten


Provincia: **Santa Cruz** Departamento: **Lago Argentino** Lugar: **El Chalten**

IMAGEN SATELITAL

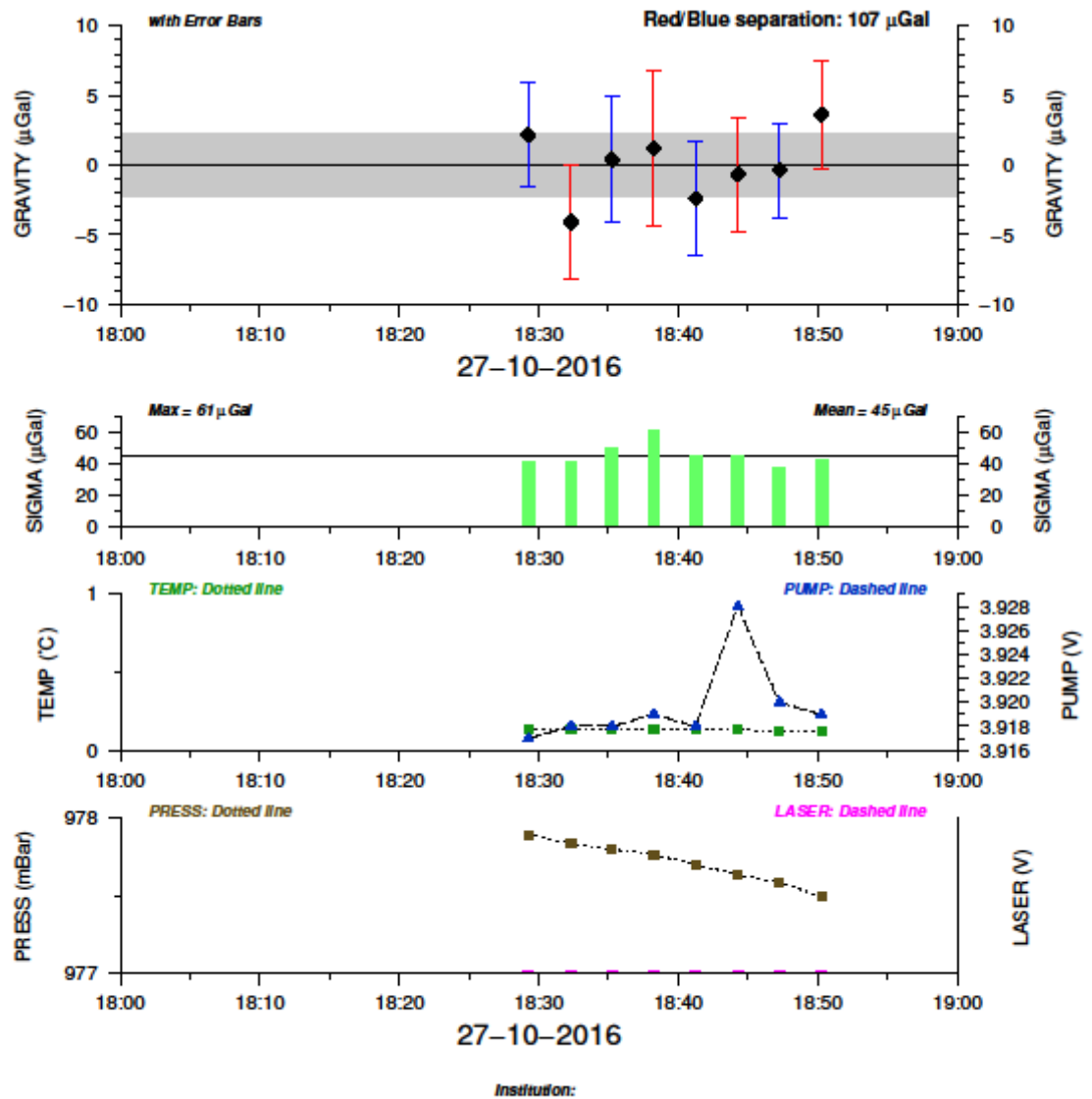


FOTOS AUXILIARES



Site S3		Project PNLC_OUT_16			
Latitude	Longitude	Elevation	Gradient	Polar Motion	
-38.00306	-65.59472	386.00 m	-3.086 $\mu\text{Gal}/\text{cm}$	0.1975 * 0.2891 *	
Instrument Data		Acquisition Settings		Processing Results	
Meter Type	A10 - S/N # 032	Number of Drops by Sets	120	Number of Sets Collected	8
Rubidium Freq.	10000000.00101 Hz	Drop Interval	1 sec	Number of Sets Processed	8
Blue Lock	632.99091860 nm	Sequence Interval	6 min	Total Drops Accepted	938
Red Lock	632.99190480 nm	Red/Blue Interval	3 min	Total Drops Rejected	22
Factory Height	70.50 cm	Setup Height	0.00 cm	Transfer Height	0.00 cm

Gravity: 979874407.48 μGal \pm 2.32 μGal



RAGA

Red Argentina Gravimetría Absoluta

Instituto Geográfico Nacional

PNLC

Parque Nacional Lihuel Calel

Provincia: **La Pampa** Departamento: **Lihuel Calel** Lugar: **Lihuel Calel**

Lat: **S 38° 00' 11,3"** Long: **W 65° 35' 40,5"** Altura Elip: **386 m**

Valor de Gravedad: 979874377 microgal

UBICACIÓN EN ZONA (Carta Imagen)



ACCESIBILIDAD

Combustible: **General Acha** Alojamiento: **General Acha** Energía eléctrica: **Pque. Nacional Lihuel Calel**

ITINERARIO

Tomando como referencia el acceso a la ciudad de Grl. Acha sobre la RN143, se recorre una distancia de 120 Km hasta el ingreso al Parque Nacional Lihuel Calel el mismo está sobre la RN152. Luego por un camino mejorado se recorren 2,4 Km hasta la oficina del Guardaparque donde se midió PNLC.

RAGA

Red Argentina Gravimetría Absoluta

Instituto Geográfico Nacional

PNLC

Parque Nacional Lihuel Calel

Provincia: **La Pampa** Departamento: **Lihuel Calel** Lugar: **Parque Nacional Lihuel Calel**

IMAGEN SATELITAL



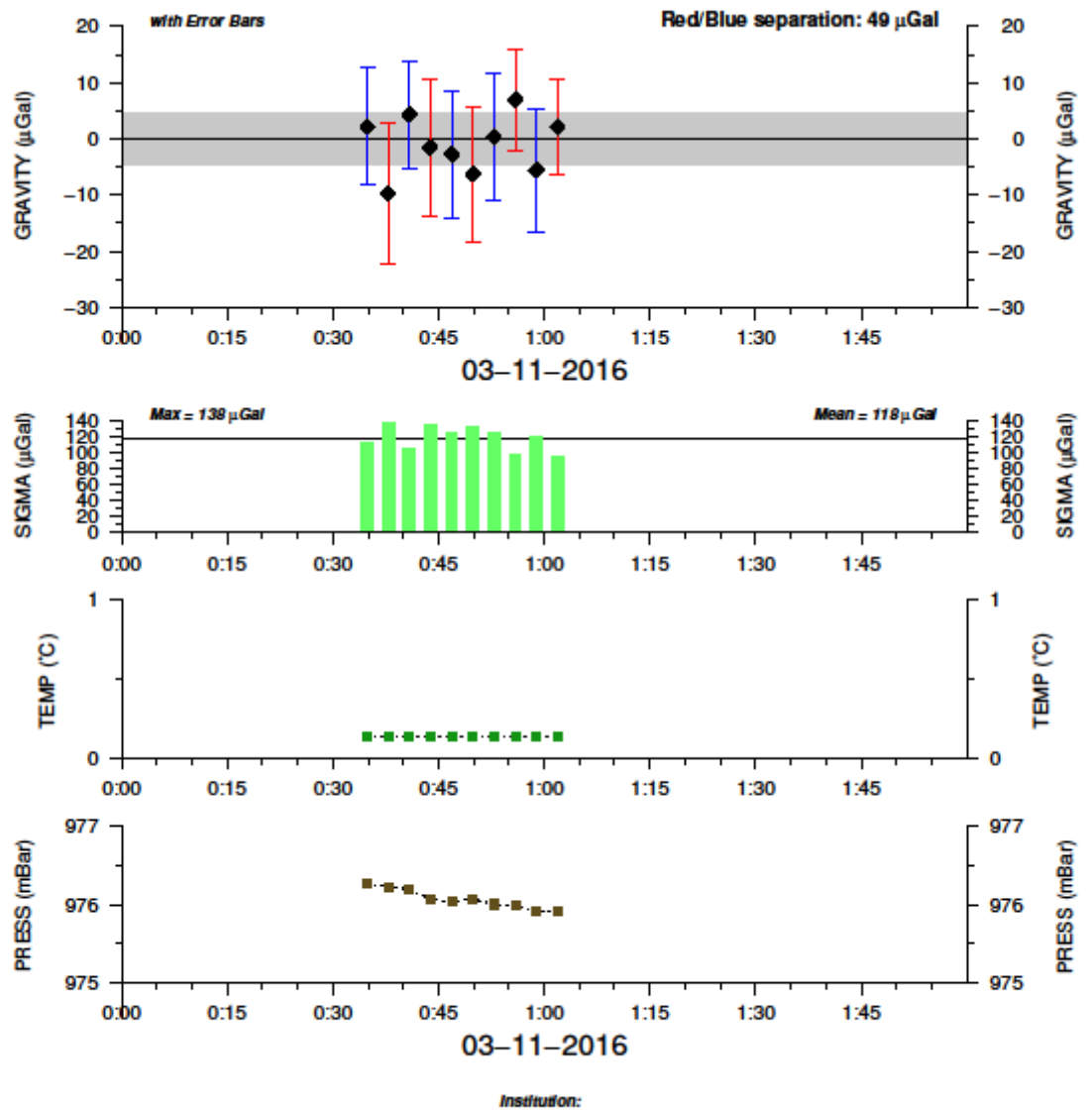
FOTOS AUXILIARES



Site		Project			
S3		RIOG_OUT_16			
Latitude	Longitude	Elevation	Gradient	Polar Motion	
-53.78583	-67.75194	23.00 m	-3.086 $\mu\text{Gal}/\text{cm}$	0.1877 * 0.2799 *	
Instrument Data		Acquisition Settings		Processing Results	
Meter Type	A10 - S/N # 032	Number of Drops by Sets	120	Number of Sets Collected	10
Rubidium Freq.	10000000.00101 Hz	Drop Interval	1 sec	Number of Sets Processed	10
Blue Lock	632.99091860 nm	Sequence Interval	6 min	Total Drops Accepted	1190
Red Lock	632.99190480 nm	Red/Blue Interval	3 min	Total Drops Rejected	10
Factory Height	70.50 cm	Setup Height	0.00 cm	Transfer Height	0.00 cm



Gravity: 981417709.06 μGal \pm 4.68 μGal



RAGA

Red Argentina Gravimetría Absoluta

Instituto Geográfico Nacional

RIOG

Río Grande

Provincia: Tierra del Fuego Departamento: Río Grande Lugar: Río Grande

GRÁFICO DE ITINERARIO



Nro	DETALLE	Odómetro	Tiempo	Latitud	Longitud
1	Cruce de RN3 y RPC.	0,0	0.00.00	-53°47'15.8"	-67°43'32.9"
2	Acceso a la Estación Sismológica Río Grande.	2,100	0.10.00	-53°47'10.1"	-67°45'08.8"
3	RIOG, se midió en el acceso lateral de la Estación Sismológica.	2,150	0.03.00	-53°47'08.9"	-67°45'07.1"

FOTO DEL PUNTO



OBSERVACIONES

El punto RIOG se midió en el piso, junto a la pared que está de frente a la puerta del acceso lateral de la Estación Astronómica Río Grande - Tierra del Fuego.

RAGA
Red Argentina Gravimetría Absoluta
Instituto Geográfico Nacional

RIOG
Río Grande

Provincia: **Tierra del Fuego** Departamento: **Río Grande** Lugar: **Río Grande**

IMAGEN SATELITAL



FOTOS AUXILIARES



4.7 Procesamiento y resultados finales

4.7.1 Acerca del software de procesamiento

Todas las mediciones fueron procesadas con el software g9-versión 7 provisto por el fabricante del gravímetro A10. El paquete de software proporciona todas las funciones requeridas para la recopilación de los datos, su procesamiento y análisis, incluyendo correcciones necesarias para la obtención de resultados con precisión de $\pm 10 \mu\text{Gal}$. y permite al usuario personalizar el programa para cada sitio.

El software g9 se comunica con la tarjeta TIA (Time Interval Analyzer) del ordenador para registrar el tiempo preciso del cruce a cero de las franjas ópticas. El trazado de la distancia en función del tiempo da como resultado la curva parabólica que responde a la fórmula:

$$z(t) = z_0 \left(1 + \frac{1}{2} \gamma t^2 + \frac{1}{24} \gamma t^4 \right) + v_0 \left(t + \frac{1}{6} \gamma t^3 \right) + \frac{1}{2} g_0 \left(t^2 + \frac{1}{12} \gamma t^4 \right)$$

Con $t = t' + \frac{z}{c}$

Las correcciones aplicables que permiten optimizar la calidad de los resultados son:

Corrección de altura de transferencia. Transfiere el valor de gravedad a la posición de inicio del movimiento (es posible modificarla para cada inicio de sesión).

Corrección de presión barométrica. La medición de gravedad se encuentra directamente afectada por la atracción superficial de la masa de aire, la cual varía local y temporalmente. Al comparar la presión al momento de la

medición con el valor local estándar, el resultado obtenido se puede corregir para estimar su mejor el valor en un día "normal".

Correcciones de la marea terrestre y de la carga oceánica.: La Tierra cambia de forma debido al efecto conocido como “atracción lunisolar”, y por la fuerza ejercida por la masa de los océanos sobre la corteza terrestre, estos factores generan variaciones de g cercanos a 0,1 de mGal. A través del empleo de fórmulas tabuladas (corrección lunisolar) y modelos empíricos (carga oceánica), estos efectos pueden minimizarse para estimar el valor medio de g en un instante determinado en el punto de medición.

Corrección de movimiento polar. En la medida que la Tierra oscila sobre su eje, el valor de la aceleración centrípeta local se verá alterado por estas fluctuaciones y consecuentemente se afectará el valor de g en el instante de medición. Este efecto puede minimizarse ingresando los parámetros relacionados con la orientación de la Tierra al momento de medición.

Esta corrección es normalmente recalculada empleando los parámetros que permiten estimar la posición del polo en el instante más cercano en tiempo al instante de observación para cada estación. La fórmula especificada por el International Absolute Gravity Basestation Network (IAGBN): para la corrección de Datos de Observaciones Absolutas – Normas de Procesamiento (1992) es la siguiente:

$$\delta g = -1,164 * 10^8 \omega^2 a^2 \sin \varphi \cos \varphi (x \cos \lambda - y \sin \lambda)$$

Donde

δg : Corrección provocada por el movimiento del polo expresada en μGal

ω : Velocidad angular de rotación terrestre (rad/s)

a: Semieje mayor del elipsoide de revolución (m)

φ : latitud geodésica (rad)

λ : longitud geodésica (rad)

x, y: coordenadas polares en sistema IERS (rad)

Las posiciones medias del polo se determinan a intervalos diarios y se emiten diariamente por el Boletín IERS. El mismo contiene las coordenadas de movimiento polar en el formato final y está disponible en la web en <http://maia.usno.navy.mil/bulletin-a.html>. Además, el sitio web de Micro-g LaCoste, <http://www.microglacoste.com>, también tiene actualizaciones diarias. (MicroG Lacoste, 2012)

4.7.2 Determinación de gradientes

En todos los puntos se utilizó un gravímetro relativo Sintrex G5 a fin de determinar en los mismos el valor del gradiente gravimétrico real.

Las observaciones fueron realizadas en el lugar de medición de gravedad absoluta y en un punto auxiliar cercano y elevado respecto al mismo.

Los resultados de campo obtenidos a través del software controlador del instrumento (g9) fueron procesados en gabinete siguiendo la siguiente técnica:

- Remover del valor medido el valor del gradiente calculado para la altura del instrumento (70,5 cm) para los puntos medidos con el Gravímetro #032. Por defecto, el programa g9 (-3 μ Gal /cm).
- Remover del valor medido el valor del gradiente calculado para la altura del instrumento (71,8 cm) para los puntos medidos con el Gravímetro #014. Por defecto, el programa g9 (-3 μ Gal /cm).
- Determinar el gradiente real del lugar mediante las observaciones relativas arriba descritas.

- Restituir el valor del gradiente real a la medición observada a fin de llevar la misma “a tierra” mediante: $G_{Abs} = G_{Obs} + grad_{obs}$

	LYEM	SLOR	IGUA	ITUZ	QUIM	MERC
G. BASE (μGal)	978882670	978409421	978905525	979122839	979123468	979240116
G. TOPO (μGal)	978882434	978409209	978905298	979122555	979123118	979239727
h (cm)	81	83	83	105	117	127
Grad Obs (μGal/cm)	2,9177	2,5622	2,7390	2,6984	2,9858	3,0656
G Obs (μGal)	978882434	978409209	978905298	979122555	979123118	979239727
Grad Obs	206	181	193	190	210	216
G Abs (μGal)	978882640	978409390	978905491	979122745	979123328	979239943

	RIOJ	SCRI	ZOND	GGIL	PAYS	VMAR
G. BASE (μGal)	979042366	979327654	979141646	980000319	980000326	979473501
G. TOPO (μGal)	979042226	979327331	979141513	980000000	980000000	979473409
h (cm)	66	109	58	107	106	37
Grad Obs (μGal/cm)	2,1263	2,9602	1,9400	2,9844	3,0786	2,4775
G Obs (μGal)	979042226	979327331	979141513	979517569	979523306	979473409
Grad Obs	150	209	137	210	217	175
G Abs (μGal)	979042376	979327540	979141648	979517779	979523523	979473584

	MDZA	ROSA	SALU	VMKA	IGNO	ROBE
G. BASE (μGal)	979199580	979548533	979316957	979580029	979688041	979723614
G. TOPO (μGal)	979199358	979548262	979316782	979579788	979687758	979723537
h (cm)	80	105	61	77	94	35
Grad Obs (μGal/cm)	2,7833	2,5873	2,8798	3,1342	3,0106	2,2095
G Obs (μGal)	979199358	979548262	979316782	979579788	979688041	979723537
Grad Obs	196	182	203	221	212	156
G Abs (μGal)	979199554	979548444	979316985	979580009	979688253	979723693

	TUCU	SLOR Ctes	VICA	TAND	BHBL	NUQN
G. BASE (μGal)	978886072	980000278	979752754	979903781	980046128	979966171
G. TOPO (μGal)	978885840	980000000	979752541	979903519	980046052	979965567
h (cm)	81	88	77	96	31	336
Grad Obs (μGal/cm)	2,8683	3,1591	2,7706	2,7361	2,4516	1,7986

G Obs (μGal)	978885840	979165187	979752541	979903519	980046052	979965567
Grad Obs	202	223	195	193	173	127
G Abs (μGal)	978886042	979165410	979752736	979903712	980046225	979965694

	ESQU	RAWS	CORI	PERI
G. BASE (μGal)	980231784	980458050	980663706	980624561
G. TOPO (μGal)	980231528	980457814	980663566	980624350
h (cm)	93	76	51	72
Grad Obs (μGal/cm)	2,7491	3,1096	2,7516	2,9306
G Obs (μGal)	980231528	980457814	980663566	980624350
Grad Obs	194	219	194	207
G Abs (μGal)	980231722	980458033	980663760	980624557

	IGUA (1)	SLOR (1)	NUQN (1)	ZOND (1)	FITZ (1)	CADIC (1)
G. BASE (μGal)	978905680	978409618	979965778	979141877	980722264	981464984
G. TOPO (μGal)	978905445	978409416	979965409	979141702	980722005	981464748
h (cm)	83	82	129	86	82	77
Grad Obs (μGal/cm)	2,8313253	2,46341463	2,86046512	2,03488372	3,15853659	3,06493506
G Obs (μGal)	978905486	978409435	979965776	979141697	980722275	981465004
Grad Obs	199,608434	173,670732	201,662791	143,459302	222,676829	216,077922
G Abs (μGal)	978905468	978409391	979965760	979141623	980722280	981465003

	CHOE (1)	MALA (1)	SARA (1)	MDZA (1)	SAOE (1)	CHAL (1)
G. BASE (μGal)	980080575	979325591	979495645	979199752	980215485	980859024
G. TOPO (μGal)	980080298	979325344	979495405	979199538	980215255	980858812
h (cm)	89	81	80	80	73	79
Grad Obs (μGal/cm)	3,11235955	3,04938272	3	2,675	3,15068493	2,6835443
G Obs (μGal)	980080513	979325675	979495640	979199491	980215207	980859012
Grad Obs	219,421348	214,981481	211,5	188,5875	222,123288	189,189873
G Abs (μGal)	980080515	979325672	979495634	979199462	980215212	980858984

	ZOND (2)	MDZA (2)	SARA (2)	MALA (2)	CHOS (2)	NUQN (2)
G. BASE (μGal)	979141474	979199580	980000133	980000285	980000147	979966171
G. TOPO (μGal)	979141341	979199358	980000000	980000000	980000000	979965567
h (cm)	58	80	46	96	59	336
Grad Obs (μGal/cm)	2,29885057	2,78333333	2,89130435	2,96875	2,48587571	1,79861111
G Obs (μGal)	979141517	979199354	979495499	979325451	979653447	979965588
Grad Obs	162	196	204	209	175	127
G Abs (μGal)	979141679	979199550	979495703	979325660	979653622	979965715
	INJB (2)					
G. BASE (μGal)	980000381					
G. TOPO (μGal)	980000000					
h (cm)	120					
Grad Obs (μGal/cm)	3,17222222					
G Obs (μGal)	980021412					
Grad Obs	224					
G Abs (μGal)	980021636					

Mediciones indicadas con **(1)** corresponden a Campaña RAGA 2016

Mediciones indicadas con **(2)** corresponden a RAGA Sísmica

4.7.3 Resultados Finales

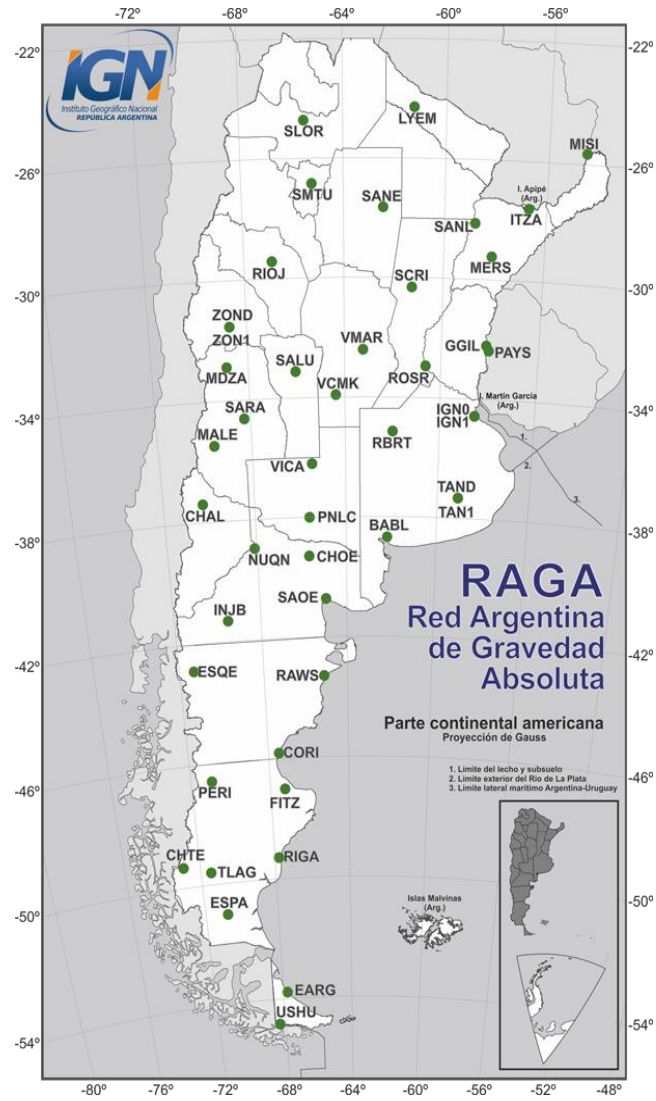


Figura Capítulo 4-10 RAGA – Resultados Finales

Tabla Capítulo 4-9 RAGA – Resultados finales

Nro	Código	Provincia	Localidad	Latitud	Longitud	h	H	Último	Gravedad	Gravedad	Gravedad	Gravedad	Gravedad	Gravedad	A. Aire	A. Bouguer
						elip	EGM2008	registro	2016	2014	2008	2006	1991	pendular	Libre	[mgal] ⁽⁷⁾
						[m]	[m]	[mgal]	[mgal] ⁽¹⁾	[mgal] ⁽²⁾	[mgal] ⁽³⁾	[mgal] ⁽⁴⁾	[mgal] ⁽⁵⁾	[mgal] ⁽⁶⁾	[mgal] ⁽⁷⁾	[mgal] ⁽⁷⁾
1	USHU	Tierra del Fuego	Ushuaia	-54,82188889	-68,32383333	26	12,76	981465,003	981465,003						-23,31	-24,74
2	RIOG	Tierra del Fuego	Río Grande	-53,78580566	-67,75197222	23	10,44	981417,701	981417,701						17,67	16,50
3	ESPA	Santa Cruz	Esperanza	-51,02963889	-70,77716667	188	177,42	981084,686		981084,686					-22,46	-42,32
4	TLAG	Santa Cruz	Tres Lagos	-49,59863889	-71,44488889	234	220,43	980959,921	980959,921						-6,57	-31,23
5	CHTE	Santa Cruz	Chaltén	-49,33611111	-72,88461111	400	383,66	980858,984	980858,984						-33,64	-76,57
6	RIGA	Santa Cruz	Río Gallegos	-49,29961111	-67,77169444	23	11,33	980993,919		980993,919					-10,34	-11,61
7	FITZ	Santa Cruz	Fitz Roy	-47,02438889	-67,24711111	230	216,83	980722,280	980722,280						-13,83	-38,10
8	PERI	Santa Cruz	Perito Moreno	-46,58969444	-70,92636111	373	355,82	980624,557		980624,557					-29,39	-69,20
9	CORI	Chubut	Comodoro Rivadavia	-45,82463889	-67,4635	20	5,84	980663,760		980663,760	980663,748		980663,759		-28,99	-29,65
10	RAWS	Chubut	Rawson	-43,29941667	-65,10719444	10	-3,35	980458,033		980458,033					-9,11	-8,73
11	ESQE	Chubut	Esquel	-42,89833333	-71,29688889	658	636,63	980231,722		980231,722					-1,71	-72,95
12	INJB	Río Negro	Ingeniero Jacobacci	-41,32116667	-69,50344444	862	840,67	980021,640		980021,640					-6,88	-100,95
13	SAOE	Río Negro	San Antonio Oeste	-40,72944444	-64,93888889	4	-10,21	980215,212	980215,212						-22,88	-21,74
14	CHOE	Río Negro	Choele Choel	-39,29680566	-65,65772222	127	110,90	980080,515	980080,515						7,40	-5,01
15	NUQN	Neuquén	Neuquén	-38,96294444	-68,09811111	267	248,82	979965,760	979965,760						-35,24	-63,08
16	BABL	Buenos Aires	Bahía Blanca	-38,66741667	-62,23233333	60	45,13	980046,225		980046,225					8,47	3,42
17	PNLC	La Pampa	Parque Nacional Lihué Calel	-38,00313889	-65,59458333	386	369,69	979874,377	979874,377						-4,77	-46,14
18	CHAL	Neuquén	Chos Malal	-37,38897222	-70,25647222	844	819,37	979653,626		979653,626					-33,02	-124,71
19	TAND	Buenos Aires	Tandil	-37,32352778	-59,0825	219	202,64	979903,712		979903,712					32,45	9,77
20	TAN1	Buenos Aires	Tandil	-37,32166667	-59,0825	180	163,64	979904,351		979904,351	979904,351		979904,352		21,21	2,90
21	VICA	La Pampa	Victoria	-36,21697222	-65,43666667	309	290,15	979752,736		979752,736					4,40	-28,06
22	MALE	Mendoza	Malargüe	-35,48286111	-69,58569444	1428	1402,13	979325,672	979325,672						-16,51	-173,41
23	RBRT	Buenos Aires	Roberts	-35,14091667	-61,97272222	115	96,88	979723,693		979723,693					7,87	-2,97
24	SARA	Mendoza	San Rafael	-34,63208333	-68,25969444	646	623,15	979495,633	979495,633						-14,64	-84,37
25	IGN2	Buenos Aires	San Martín (sótano)	-34,57361111	-58,51944444	8	-8,01	979690,060		979690,060	979690,060		979690,069	979692,300	-10,05	-9,15
26	IGN3	Buenos Aires	San Martín (estereocomparador)	-34,57361111	-58,51944444	15	-1,01	979689,132		979689,132	979689,132		979689,141		-8,81	-8,70
27	IGN1	Buenos Aires	San Martín	-34,57266667	-58,51633333	18	1,99	979688,239		979688,239					-8,70	-8,92
28	VCMK	Córdoba	Vicuña Mackenna	-33,9165	-64,36811111	237	215,03	979580,009		979580,009					3,98	-20,09
29	SALU	San Luis	Embalse La Florida	-33,12083333	-66,02527778	1034	1008,83	979316,985		979316,985					52,11	-60,78
30	ROSR	Santa Fe	Rosario	-32,94783333	-60,63058333	59	41,97	979548,444		979548,444					-0,51	-5,21
31	MDZA	Mendoza	Mendoza	-32,89363889	-68,87630556	835	812,19	979199,462	979199,462			979199,554			-107,34	-198,22
32	VMAR	Córdoba	Villa María	-32,40938889	-63,21666667	204	182,22	979473,584		979473,584					12,12	-8,27
33	PAYS	Uruguay	Paysandú	-32,37827778	-58,02994444	61	43,81	979523,523		979523,523	979523,517				21,89	16,99
34	GGIL	Entre Ríos	Colón	-32,21655566	-58,14702778	26	8,90	979517,779		979517,779					18,57	17,57
35	ZOND	San Juan	San Juan	-31,54527778	-68,68436111	744	719,19	979141,627		979141,627					-83,98	-164,45
36	ZON1	San Juan	San Juan	-31,54527778	-68,68436111	744	719,19	979141,627	979141,627						-84,00	-164,47
37	SCRI	Santa Fe	San Cristóbal	-30,31	-61,24227778	45	25,72	979327,540		979327,540					-13,71	-16,59
38	RIOJ	La Rioja	La Rioja	-29,42533333	-66,86225	527	501,26	979042,376		979042,376					-83,12	-139,22
39	MERS	Corrientes	Mercedes	-29,22711111	-58,07255566	109	93,01	979239,943		979239,943					3,74	-6,66
40	SANL	Corrientes	San Lorenzo	-28,13758333	-58,76883333	75	57,10	979165,409		979165,409					0,97	-5,42
41	SANE	Santiago del Estero	Quimilí	-27,64861111	-62,41383333	131	107,46	979123,329		979123,329					11,22	-0,81
42	ITZA	Corrientes	Ituzaingó	-27,58425	-56,88819444	89	75,12	979122,745		979122,745					5,15	-3,26
43	SMTU	Tucumán	San Miguel de Tucumán	-26,84341667	-65,23016667	436	407,32	978886,042		978886,042					-74,64	-120,22
44	MISI	Misiones	Iguazú	-25,63822222	-54,53897222	223	217,70	978905,468	978905,468						-27,45	-51,81
45	SLOR	Salta	San Lorenzo	-24,72127778	-65,50463889	1526	1491,44	978409,391	978409,391						-66,72	-233,61
46	LYEM	Formosa	Laguna Yema	-24,28080566	-61,23633333	158	134,59	978882,640		978882,640					17,81	2,75

- (1) Los valores corresponden a las gravedades de la red RAGA medida por el IGN en el año 2016 (gravímetro Micro-g LaCoste A-10 #32). Desvíos estándar de los valores de gravedad 0.02 mgal.
- (2) Los valores corresponden a las gravedades de la red RAGA medida por el IGN en el año 2014 (gravímetros Micro-g LaCoste A-10 #14 y #32). Desvíos estándar de los valores de gravedad 0.02 mgal.
- (3) Los valores corresponden a las gravedades de la antigua red absoluta medidos por la Universidad de Hannover en los años 1988 y 1991, que fueron recalculados en el año 2008 por el Bureau Gravimétrique International (BGI) (gravímetro JILAg 003)
- (4) Los valores corresponden a las gravedades de la antigua red absoluta medidos por el Institut de Recherche pour le Développement (IRD) en el año 2006 (gravímetro Micro-g LaCoste A-10 #14)
- (5) Los valores corresponden a las gravedades de la antigua red absoluta medidos por la Universidad de Hannover en los años 1988 y 1991 (gravímetro JILAg 003) (Torge et al., 1995). Desvíos estándar de los valores de gravedad 0.01 mgal.
- (6) Valor de gravedad calculado por el Ing. Baglietto con gravímetro pendular Cambridge en el año 1958
- (7) Valores calculados sobre el último registro de gravedad.

4.8 Oficialización de la Red

El día 2 de enero del año 2017, el Instituto Geográfico Nacional, adoptó oficialmente a la Red RAGA como *Red Nacional Gravimétrica de Orden Cero* según la siguiente disposición:



República Argentina - Poder Ejecutivo Nacional
Año 2017

Disposición

Número:

Referencia: Disposición Marco de Referencia Geodésico Nacional - Gravimétrico

VISTO la necesidad de la Nación de contar con un nuevo Sistema de Referencia Vertical Nacional de acuerdo a los estándares internacionales vigentes, para su utilidad en los diferentes niveles de gobierno, como así también en el ámbito privado, y

CONSIDERANDO:

Que la materialización del Sistema de Referencia Vertical Nacional se concreta con la actualización del Marco de Referencia Geodésico Nacional.

Que el Decreto N° 2101/2015, aprobatorio de la Estructura Organizativa del Organismo, establece dentro de los objetivos y funciones específicas del INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL: "Definir, actualizar y mantener el Marco de Referencia Geodésico Nacional en sus aspectos planimétrico, altimétrico y gravimétrico".

Que el Marco de Referencia Geodésico Nacional, en su aspecto gravimétrico, se manifiesta a través de los valores de aceleración de la gravedad determinados en los puntos construidos y medidos por el INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL.

Que Decreto N° 2101/2015, enuncia dentro de los objetivos y funciones específicas del INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL: "Definir, actualizar y mantener el Marco de Referencia Geodésico Nacional en sus aspectos planimétrico, altimétrico y gravimétrico".

Que en el año 1906, el Instituto Geográfico Militar (IGM) - cuya denominación fuera sustituida por la de INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL mediante el Decreto 554/2009 - inició las labores geodésicas tendientes a la definición y medición de la red gravimétrica de la REPUBLICA ARGENTINA, actividades que actualmente son parte de las misiones y funciones del organismo.

Que en el año 1968 el entonces INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR (IGM), el SERVICIO DE HIDROGRAFÍA NAVAL (SHN), YACIMIENTOS PETROLÍFERO FISCALES (YPF) y el Instituto de Geodesia de la FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES determinaron la Red Gravimétrica Nacional de Primer Orden, denominada Base de Calibración de la REPUBLICA ARGENTINA (BACARA), que fue materializada a través de 86 puntos

localizados en aeropuertos y aeródromos.

Que con el transcurso de los años gran parte de los puntos mencionados en el párrafo precedente fueron destruidos debido a modificaciones realizadas en los aeropuertos y aeródromos.

Que en el año 1994 nace un proyecto geodésico continental denominado Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas (SIRGAS), el que entre sus objetivos principales destaca "la definición y realización de un sistema unificado de referencia vertical" que contemple a todos los países miembros de SIRGAS, entre ellos la REPUBLICA ARGENTINA.

Que en el año 2000, en el seno del Subcomité de Geodesia del Comité Nacional de la Unión Geodésica y Geofísica Internacional (SCG-CNUGGI), se conformó un grupo de trabajo denominado "origen geopotencial" con el propósito de realizar aportes que contribuyan al establecimiento de un nuevo Sistema de Referencia Vertical Nacional relacionado con los objetivos de SIRGAS.

Que en el año 2011 el INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL inició un proyecto para actualizar el Marco de Referencia Geodésico Nacional en su aspecto gravimétrico, para lo cual se definió una nueva red de Orden Cero que cuenta actualmente con 42 puntos y que se denominó RED ARGENTINA DE GRAVEDAD ABSOLUTA (RAGA), con el propósito de actualizar, integrar y vincular todas las redes gravimétricas existentes en el país en concordancia con los nuevos equipamientos, metodologías de procesamiento y estándares vigentes.

Que en virtud de los nuevos estándares internacionales se redefinió y actualizó la Red Gravimétrica Nacional de Primer Orden, cuya denominación cambió por Red Gravimétrica de Primer Orden de la REPUBLICA ARGENTINA (RGPO-Ar), y consta actualmente de 227 puntos coincidentes en su mayoría con los puntos nodales de la Red de nivelación del país.

Que con motivo de alcanzar una distribución homogénea del Marco de Referencia Geodésico Nacional en su aspecto gravimétrico se definió una Red Gravimétrica de Segundo Orden de la REPUBLICA ARGENTINA (RGSO-Ar), que actualmente se compone de 13.749 puntos coincidentes en su mayoría con las redes de nivelación del país.

Que de acuerdo a los estándares propuestos por la Asociación Internacional de Geodesia, SIRGAS y el SCG-CNUGGI, el Marco de Referencia Geodésico Nacional en su aspecto gravimétrico se encuentra vinculado a nivel continental al Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas (SIRGAS).

Que la Nación necesita contar con una Red Gravimétrica actualizada de acuerdo a los mencionados estándares internacionales vigentes como parte de la infraestructura geodésica básica del país, que permita la generación de cartografía Nacional actualizada, la prospección de minerales e hidrocarburos, el desarrollo de la infraestructura civil y de las Ciencias de la Tierra, entre otras actividades.

Que la presente medida se enmarca dentro de los objetivos expuestos en el Plan de Gestión 2015-2020 del Organismo.

Que la Dirección de Asuntos Jurídicos de este Instituto ha tomado la intervención que le compete.

Que esta instancia se halla facultada para dictar la presente medida, en virtud de las previsiones contenidas en el artículo 1° del Decreto N° 2029/2012 y en el artículo 1° del Decreto N° 2101/2015.

Por ello,

EL PRESIDENTE DEL INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL

DISPONE:

ARTÍCULO 1°.- Establecer y adoptar como integrantes del Marco de Referencia Geodésico Nacional en su aspecto Gravimétrico a las siguientes redes geodésicas: la Red Argentina de Gravedad Absoluta (RAGA), como la nueva Red Gravimétrica de Orden Cero de la REPÚBLICA ARGENTINA, la Red Gravimétrica de Primer Orden de la REPÚBLICA ARGENTINA (RGPO-Ar) y la Red Gravimétrica de Segundo Orden de la REPÚBLICA ARGENTINA (RGSO-Ar).

ARTÍCULO 2°.- Establecer que el Origen Gravimétrico del Marco de Referencia Geodésico Nacional en su aspecto Gravimétrico, queda materializado con los valores pertenecientes a la nueva Red Gravimétrica de Orden Cero de la REPÚBLICA ARGENTINA, que se encuentran publicados en la página Web del INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL.

ARTÍCULO 3°.- Establecer que todas los valores de gravedad pertenecientes a las mencionadas redes y que se encuentran publicados en la página Web del INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL son valores oficiales.

ARTÍCULO 4°.- Regístrese, comuníquese y archívese.

Capítulo 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las redes gravimétricas brindan soporte a múltiples aplicaciones vinculadas a las ciencias de la Tierra. Su mantenimiento, actualización y densificación constituyen requisitos fundamentales para poder brindar una respuesta adecuada a requerimientos cada vez más exigentes en cuanto a precisión y confiabilidad.

En ese marco, la Red de Orden Cero constituye el pilar fundamental del tendido gravimétrico. De su calidad dependerá la bondad del resto de las redes y por supuesto de todos los subproductos que de ella dependen.

La República Argentina es un País particularmente extenso en latitud. Las observaciones efectuadas arrojan un valor máximo de gravedad en el punto USHU, Tierra del Fuego (-54,82188; -68,32383) de 981465,003 mGal y un mínimo de 978409,391 en SLOR, Salta (-24,72127; -65,50463) con lo cual, el rango de variación de la gravedad en todo el territorio supera los 3055 mGal con un valor medio de 979937,197 mGal.

Simultáneamente, la Cordillera de los Andes constituye un accidente geográfico particularmente relevante desde el punto de vista gravimétrico por dos motivos enunciados en el presente trabajo:

- La altura del punto respecto del nivel medio del mar constituye, en orden de magnitud, la segunda causa de variación de la fuerza de atracción gravitatoria en tanto representa un aumento de la distancia al centro de masas de la Tierra.

- Los movimientos tectónicos y los cambios en la distribución de masas en el interior de la corteza terrestre conllevan importantes variaciones temporales de la gravedad.

En tal sentido, entre dos puntos ubicados en latitudes próximas, MALE, Mendoza (-35,48286111; -69,58569444), H= 1428m, g= 979325,672mGal e IGN1, Buenos Aires (-34,57266667; -58,51633333), H=18m g= 979688,239 se observa una variación de 362,67 mGal. Este dato resulta tanto más relevante considerando que la comparación se hace sobre puntos medidos y la Cordillera de los Andes supera en amplias zonas los 6000m de altura.

De lo expuesto se infiere la necesidad de mantener activo un plan de remediación de los puntos que permita actualizar en forma periódica y permanente los valores obtenidos, detectar variaciones y analizar sus resultados, causas y consecuencias.

Más allá de las consideraciones expuestas en 4.2.1 acerca de los criterios tenidos en cuenta para la selección de las localizaciones, se priorizó la necesidad de proporcionar al menos una estación de gravedad absoluta por provincia o en zonas limítrofes muy próximas a fin de facilitar puntos de arranque y cierre de alta precisión para la ejecución de distintos tipos de trabajos en las mismas.

Subsidiariamente, esta conclusión plantea la necesidad de poseer instrumental propio. El presente trabajo ha expuesto los beneficios de disponer de interrelaciones activas y eficientes de colaboración e intercambio con organismos nacionales e internacionales que han facilitado la ejecución del mismo. No obstante ello, resulta imperioso que nuestro País posea la tecnología adecuada y el personal instruido para llevar adelante los futuros trabajos que, como queda expresado son necesarios para mantener el nivel de precisión y confiabilidad requeridos a la Red.

Hemos destacado a lo largo del trabajo que las redes de gravedad absoluta están conformadas por valores independientes, no sujetos a otras variables externas y que por lo tanto no son susceptibles de ajustes o compensaciones. No obstante ello, un análisis de las observaciones repetidas observadas sobre los mismos puntos, despreciando posibles variaciones temporales puede brindar en forma general una primera aproximación a la calidad de la Red.

En la figura 5 se muestran las variaciones de g expresadas en mGal de las estaciones observadas en más de una oportunidad respecto del valor medio calculado en la misma.

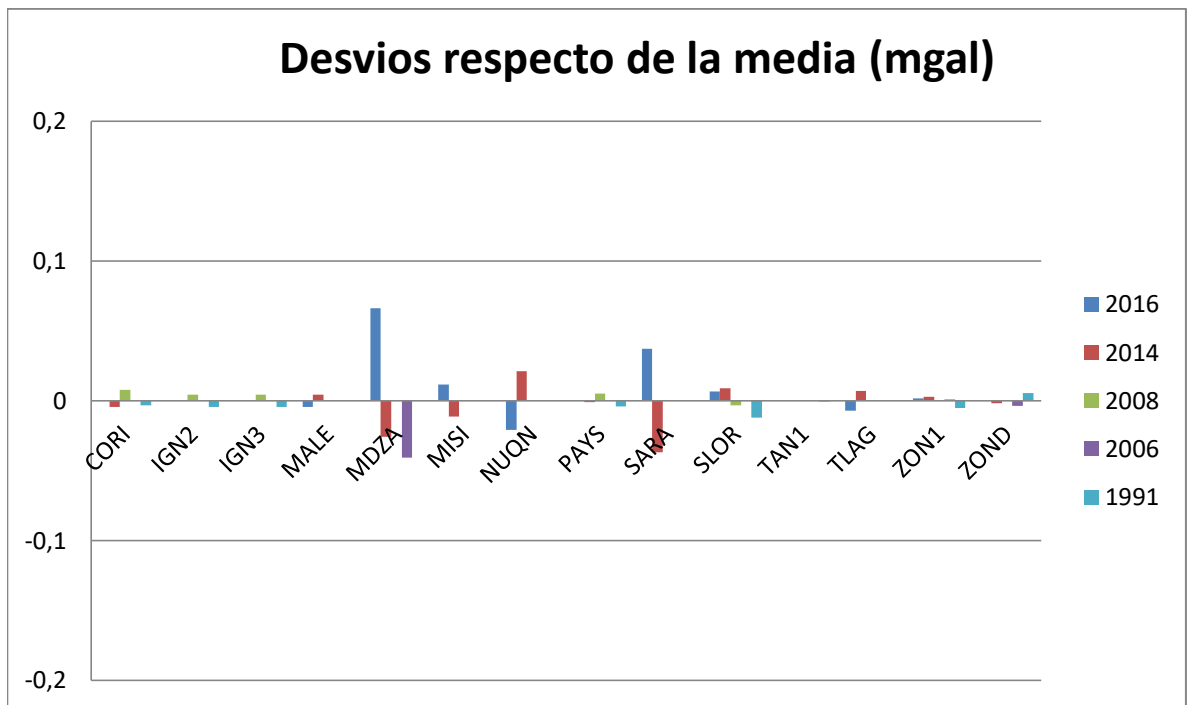


Figura Capítulo 5-1 Desvios de las observaciones

Los resultados expuestos muestran un desvío máximo en el punto MDZA de +0,066 mGal y un mínimo de 0 mGal en TAN1 con un desvío estándar de 0,018 mGal. Si bien éste puede ser considerado como un valor esperable, la escasa cantidad de remediciones disponibles hacen que consideremos apresurado asignar el mismo como error de la Red y deberá ser consignado

exclusivamente como un valor de referencia. La futura repetición de las observaciones permitirá obtener un resultado definitivo y confiable.

Asimismo queda evidenciado que las mayores desviaciones respecto de la media se registran en zonas del terreno caracterizadas por la presencia de accidentes geomorfológicos importantes. La repetición de las observaciones permitirá concluir si las mismas responden a variaciones temporales de la distribución de masas en la corteza terrestre. En principio, y por lo ya apuntado en párrafos anteriores, no resulta apropiado asignar a tal efecto estos desvíos en forma definitiva, pero sí adelantan la idea de cuáles serán los puntos sobre los cuales se deberán priorizar las futuras observaciones.

Resulta importante destacar que son esperables posibles variaciones respecto de los valores presentados y en cada caso deberá hacerse un análisis particular de los mismos ya que pueden responder a factores multicausales: relacionadas con el medio ambiente (hidrología, geodinámica, etc.), el equipo y la metodología usada.

En cuanto a la elección del lugar de medición, se comprobó la necesidad de un adecuado reconocimiento previo en los potenciales emplazamientos. Las características propias del gravímetro A10 lo hacen sumamente susceptible a las instabilidades o perturbaciones del terreno dificultando y en algunos casos impidiendo la ejecución de las mediciones. Un adecuado reconocimiento previo del lugar, apoyado por un gravímetro relativo tipo Scintrex CG5 utilizado para detectar posibles ruidos en el lugar facilitará la elección del lugar adecuado y evitará inconvenientes y demoras en la medición de gravedad absoluta.

En cuanto al instrumental, el gravímetro A10, más allá de sus bondades y calidad de las mediciones, es de funcionamiento complejo y delicado. La preparación y entrenamiento de los operadores resulta por lo tanto fundamental. No obstante ello, la falta de alarmas claras en el sistema y de un

mecanismo eficiente de detección de fallas, hace que en muchas ocasiones sea sumamente complejo determinar el origen de las mismas, y aunque en muchos casos resultan de fácil solución generan importantes demoras en la ejecución.

BIBLIOGRAFÍA

Baglietto, E, 1950, **Contribuciones a la Geodesia Aplicada**. Quinta Asamblea del Instituto Panamericano de Geografía e Historia, Chile.

Brunini, C., Font, G., Galbán, F., Lauría, E., Pacino, M. C. y Rodríguez, R., 2001. **The Vertical Reference System in the Argentine Republic**. Actas Symposium IAG: 237-242.

Brunini, C., G.Font, F.Galbán, E.Lauría, M.C.Pacino, R.Rodríguez, 2001. **The Vertical Reference System in the Argentine Republic**. Actas Symposium IAG.237-242.

Cook, A.H. ,1965. **The absolute determination of the acceleration due to gravity**. *Metrologia*, 1, 84–114

D'Onofrio, E., Fiore, M., Mayer, F., Perdomo, R. y Ramos, R., 1999. **La referencia vertical. Contribuciones a la Geodesia en la Argentina de fines del siglo XX**. Homenaje a Oscar Parachu, ISBN 950-673-201-9, pp. 99-128, UNR Editora.

D'Onofrio, E., M.Fiore, F.Mayer, R.Perdomo, R.Ramos, 1999. **La referencia vertical**. Contribuciones a la Geodesia en la Argentina de fines del siglo XX. Edit.UNR. Argentina.101-130.

Federal Geodetic Control Committee Rockville, 1984 ,**Standards and Specifications for Geodetic Control Networks**, Maryland, USA

Font, G., Brunini, C., Lauría, E., Moirano, J. y Ramos, R., 2002. **Hacia una nueva referencia vertical en Argentina**. Actas XXI RC de la AAGG: 77-80.

Heiskanen, W. H. y H. Moritz, 1967. *Physical geodesy*. W.H. Freeman and Co., San Francisco.

Heiskanen, W., and Moritz, H., 1976, **Physical geodesy**, Freeman And Company, San Francisco.

Helmert, F.R., 1890, **Die Schwerkraft im Hochgebirge, insbesondere in den Tyroler Alpen**. Veröff. Königl. Preuss. Geod. Inst., Vol. 1.

Hofmann Wellenhof B.,H. Moritz, 2005. **Physical Geodesy**. Springer Wien New York. pp 412.

Introcaso, A, 1984. **Gravimetría** UNR Editora, ISBN 950-673-128-4

LaCoste and Romberge, 1989b, **Instruction manual for model G & D gravity meter**, LaCoste and Romberge Gravity Meters, Inc., Texas, USA.

Lauría E., 2006. **Hacia un nuevo marco de referencia**. Revista Cartográfica, 82:115-136.

Lauría E., Guallart J, Ramos R, 1999, **La actividad Gravimétrica del instituto Geográfico Militar**, Revista Cartográfica Número 68, Instituto Panamericano de Geografía e Historia (IPGH).

Ley 22963, 1983, **Ley de la Carta**, República Argentina

MicroG Lacoste, 2012, **g9 User's manual**

Molodensky, M.S., 1945. **Fundamental problems of Geodetic Gravimetry (in Russian)**. TRUDY Ts NIIGAIIK 42, Geodezizdat, Moscow.

Molodensky, M.S., (1948). External gravity field and the shape of the Earth surface (in Russian).

Morelli, C. et al., 1974, **The International Gravity Standardization Net 1971 (IGSN-71)**, IUGG - IAG, Publication Special No. 4, Paris, France.

Moritz, H., 1978, **Least-squares collocation**, Review of geophysics and space physics, Vol. 16, No. 3, pp. 421-430.

Nassar, M. M., 1976, **The Earth gravity field**, Lecture notes, In the course of Physical Geodesy laboratory assignments, given at the Department of Surveying Engineering, University of New Brunswick, N.B., Canada.

Nassar, M., 1984, **Geodetic position computations in two and three dimension**, Lecture Notes No. 8, Department of Public Works, Faculty of Engineering, Ain Shams University, Cairo, Egypt.

Niebauer, T., Sasagawa, G., Faller, J., Hilt, R., Klopping, F., 1995, **A new generation of absolute gravimeters**, Metrologia, No. 32, pp. 159-180.

Pacino, M. C., 2000. **Sistemas y Marcos de Referencia**. Revista del Colegio de Profesionales de la Agrimensura (Pcia. De Santa Fe): 10-14.

Pacino, M. C., 2004. **Actividades del Grupo de Trabajo Origen Geopotencial (CNIUGG)**. Revista Electrónica El Jalón. (www.copa.org.ar)

Pacino, M. C., 2005. **Absolute Gravity Measurements and Gravity Networks in South America**. Dynamic Planet 2005 (Elsevier Ed.). En prensa.

Pacino, M. C., 2005. **Absolute Gravity Measurements and Gravity Networks in South America**. Nordic Journal of Surveying and Real Estate Research. 4 (2): 47-59. ISSN: 1459-5877

Pacino, M. C., 2007. **Absolute Gravity Measurements and Gravity Networks in South America**. Nordic Journal of Surveying and Real Estate Research. 4 (2): 47-59. ISSN: 1459-5877

Pacino, M. C., D. Del Cogliano, G. Font, J. Moirano, P. Natalí, E. Lauría, R.Ramos, S. Miranda, 2005. **Activities Related to the Materialization of a New Vertical System for Argentina**. Dynamic Planet IAG Symposium. Springer-Verlag. 671-676.

Pacino, M. C., D. Del Cogliano, G. Font, J. Moirano, P. Natalí, E. Lauría, R.Ramos and S. Miranda, 2005. **Activities Related to the Materialization**

of a New Vertical System for Argentina. Dynamic Planet 2005 (Elsevier Ed.). Vol 130. pp:671-676. ISSN: 09399585

Pacino, M. C., Del Cogliano, D., Font, G., Lauría, E., Miranda, S., Natalí, P., Ramos, R., 2005. **Activities related to the materialization of a new vertical reference system in Argentina.** Dynamic Planet 2005 (Elsevier Ed.). Vol 130. pp:671-676. ISSN: 09399585

Pacino, M. C., E.A.Lauría, J.D.Fairhead, D.Blitzkow, 2006. **New Gravity Anomaly Maps for Argentina. MAGARG.** En prensa en Revista Geofísica Internacional.

Timmen, L, 1990, **Absolute and Relative Gravimetry**, Chapter 1

Schwarz, K., Sideris, M., and Forsberg, R., 1990, **The use of FFT techniques in physical geodesy**, Geophysical Journal International, Vol. 100, pp. 485-514.

Torge, W., 1989, **Gravimetry**, Walter de Gruyter, New York. Torge, W., 1990, **Geodesy**, Walter de Gruyter, New York.

Torge,W., 1993, **Gravimetry and tectonics. Publications of the Finnish Geodetic Institute (Geodesyand Geophysics)** 115, 131–172, Helsinki

Torge, W., 1994, **Development, state of the art, and problems at large scale geoid determinations**, International Geoid Service Bulletin No. 3.

Tsuboi, C., 1979, **Gravity**, George Allen & Unwin, London.

Vanicek, P., 1975, **Physical geodesy II**, Lectures Notes, Department of Surveying Engineering, University of New Brunswick, N.B., Canada.

ⁱ El origen de este organismo descentralizado, dependiente del Ministerio de Defensa, se identifica con el nacimiento de la Oficina Topográfica Militar ocurrido el 5 de diciembre de 1879.

Fue como consecuencia de la Expedición al Desierto que Julio Argentino Roca, entonces Ministro de Guerra y Marina del Presidente Nicolás Avellaneda, creó la mencionada Oficina y puso a cargo de la misma al Tcnl. Manuel J. Olascoaga.

De este modo la Oficina Topográfica nació como respuesta a la necesidad de reconocimiento del territorio nacional creada por el avance de las fronteras.

A principios del año 1901, luego de un necesario proceso de reorganización acorde con las misiones que se le fueron asignando, adopta la denominación de Instituto Geográfico Militar.

Sus logros afirmaron la importancia de la especialidad y en 1919 el Gobierno Nacional le asignó la responsabilidad de la elaboración de la cartografía oficial del territorio nacional y la realización de los trabajos geodésicos para apoyar la actividad civil, además de la militar.

Con la promulgación de la Ley de la Carta (Ley N° 12.696), el 3 de octubre de 1941, comenzó en forma sistemática y regular, la realización de trabajos geodésicos fundamentales y los levantamientos topográficos con apoyo uniforme y homogéneo de todo el territorio nacional.

En mayo de 2009, el Instituto Geográfico Militar, fue pasado al área civil, denominándose Instituto Geográfico Nacional (IGN).

De esta manera, el ahora llamado Instituto Geográfico Nacional, se incorporó definitivamente a la política de desarrollo de la Secretaría de Planeamiento del Ministerio de Defensa.

ⁱⁱ Al momento de la presentación de este trabajo, el Instituto Geográfico Nacional ha adoptado las nuevas Redes Gravimétricas nacionales descriptas en el Capítulo 2 a partir de la utilización de los resultados que son motivo de la presente Tesis.

ⁱⁱⁱ La denominación de medición fue modificada en algunos casos por razones operativas por el IGN

^{iv} La denominación de medición fue modificada en algunos casos por razones operativas por el IGN

^v La denominación de medición fue modificada en algunos casos por razones operativas por el IGN.

^{vi} Los puntos MDZA y ZOND de RAGA Norte y el punto NUQN de RAGA Sur fueron remedidos en la campaña RAGA Sísmica. Las monografías correspondientes se encuentran en las páginas , y del presente trabajo.

^{vii} La denominación de medición fue modificada en algunos casos por razones operativas por el IGN.

^{viii} Los puntos que carecen de denominación oficial, no habían sido publicados por el Instituto Geográfico Nacional a la fecha de conclusión del presente trabajo.