

ACTIVIDADES GRAVIMETRICAS EN EL IGM

Introducción.

La gravimetría como rama de la Geodesia tiene singular importancia, hoy día, en lo referente a sus aplicaciones para el conocimiento y determinación de la superficie del geoide. Asimismo brinda elementos de singular interés para la localización en magnitud y posición de las riquezas minerales de la corteza terrestre.

A pesar de esto, el tipo de instrumental utilizado y el cuidadoso uso que exigía, hizo que el

número de observaciones fuera escaso en los comienzos de su estudio. El nuevo instrumental que la técnica aportó, de cómodo traslado y mayor precisión, ha permitido multiplicar esas determinaciones. Como veremos el Instituto Geográfico Militar ha seguido plenamente esta evolución, y continúa actualizando el desarrollo de su actividad en la materia y su aplicación en el posicionamiento satelitario.

Evolución histórica.

Comienza sus actividades dentro de la disciplina gravimétrica a principios de siglo (1906), realizando una determinación en las antiguas instalaciones de Palermo, vinculándola al punto fundamental en **Potsdam** (Alemania Democrática). Se utilizó a tal fin un aparato cuadripendular Von Sterneck, cuyas constantes fueron determinadas en Potsdam en 1904. Hacia 1921, se hicieron nuevas determinaciones en Belgrano (Buenos Aires) y San Javier (Santa Fe).

En 1928, se adquiere un nuevo equipo Askania Werke con cuatro péndulos de invar, y con el que se realiza la vinculación **Potsdam-Buenos Aires** (Belgrano) (IGM), a cargo del Ing. Félix Aguilar, utilizándose además los cuatro péndulos de bronce del equipo primitivo. En ese mismo año se efectúa una determinación en el pilar del Observatorio de la Universidad de La Plata, que ya había sido vinculado en 1905, a una estación en Padua (Italia). Y más tarde, otra, en el pilar del Observatorio Nacional de Córdoba, adoptado en esa época como punto astronómico fundamental.

Desde febrero a abril de 1933, el equipo fue utilizado para la determinación de la gravedad en el extremo oeste de la base Quiñi-Huao (Río Negro). En diciembre, con origen en la estación de Belgrano se realizó una determinación en el extremo este de la base El Churcal (Jujuy) utilizando un reloj Riefler. Desde enero hasta abril de 1934, se hicieron observaciones en el extremo norte de la base Yavi (Jujuy) en inmediaciones de La Quiaca. Posteriormente se efectuaron determinaciones relativas utilizando cuadripendulares en las estaciones astronómicas Hucal Norte y Colonia Barón en La Pampa; Córdoba, General Levalle, Despeñaderos y San Francisco del Chañar, en la provincia de Córdoba; Ceres, San Jorge y Sancti Spiritu en Santa Fe y Campo Inchauspe y Campo El Porvenir en la provincia de Buenos Aires. Estas estaciones tuvieron arranque y cierre en La Plata y en la ciudad de Córdoba.

Durante 1947, se incorporó al instrumental del IGM, el gravímetro Western G 45, y luego el G 55, para ser utilizados en la determinación de la gravedad relativa en los puntos fijos de nivelación de alta precisión.

Durante el año 1952 se realizó una nueva vinculación de la red gravimétrica argentina a la red mundial, utilizando un gravímetro Worden de largo alcance. El trabajo fue realizado, tras un acuerdo previo, por un delegado de la Universidad de Wisconsin de EEUU, personal del IGM y el director del Instituto de Geodesia de la Universidad de Buenos Aires, Ingeniero Eduardo Baglietto.

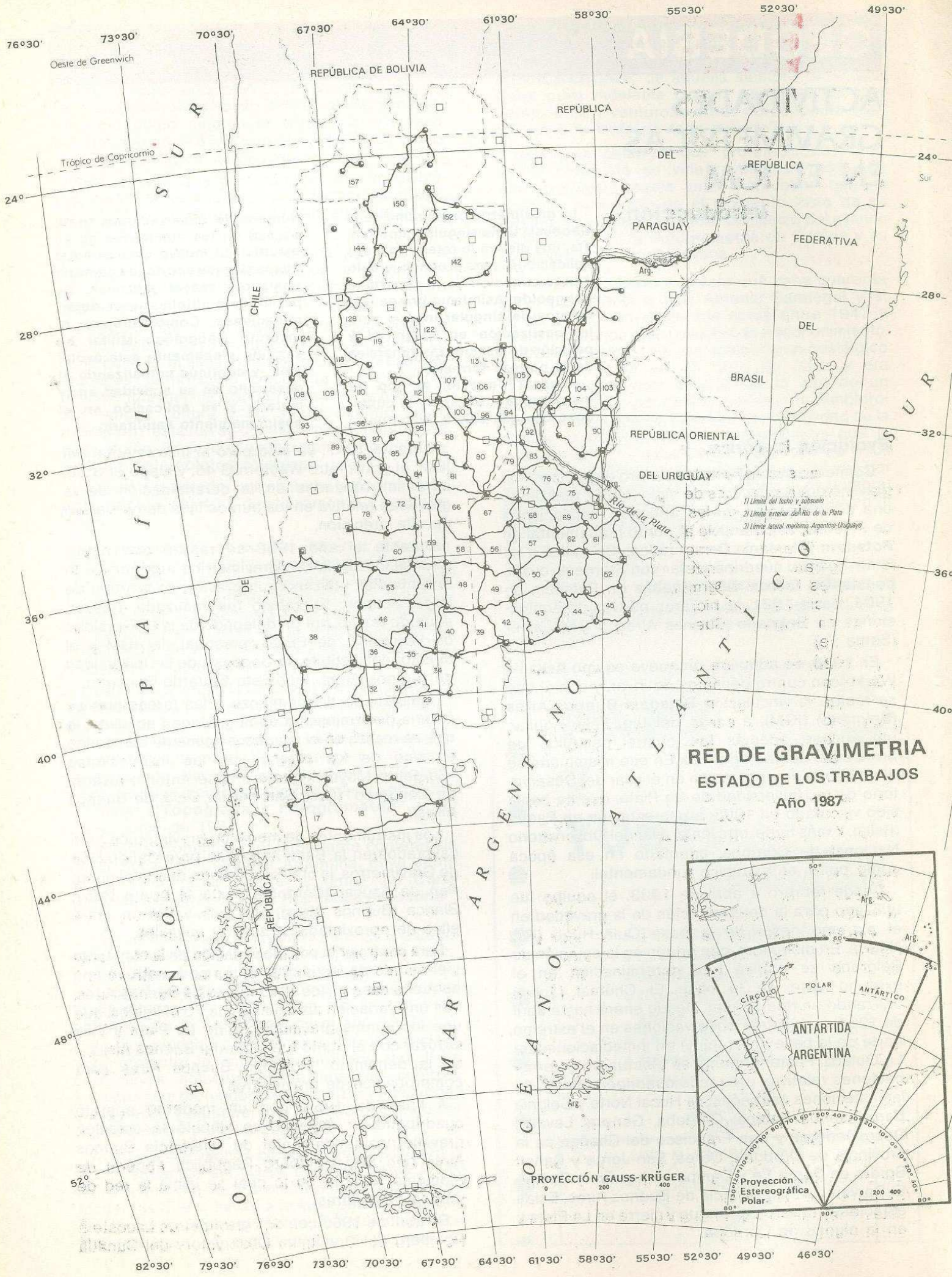
También, se dio comienzo a las tareas previas para la determinación de la gravedad absoluta, la que se realizó en el pilar especialmente construido en uno de los sótanos de las Instalaciones "Sargento Mayor Ingeniero José Antonio Alvarez de Condarco" (Gral. San Martín, Pcia. de Buenos Aires).

Los instrumentos de medición gravimétrica eran calibrados en la Base Argentina para Calibración de Gravímetros, la cual se extiende desde el punto Pan de Azúcar (Córdoba) hasta el punto Bahía Blanca (Buenos Aires), con una variación entre ellas de aproximadamente 900 miligales.

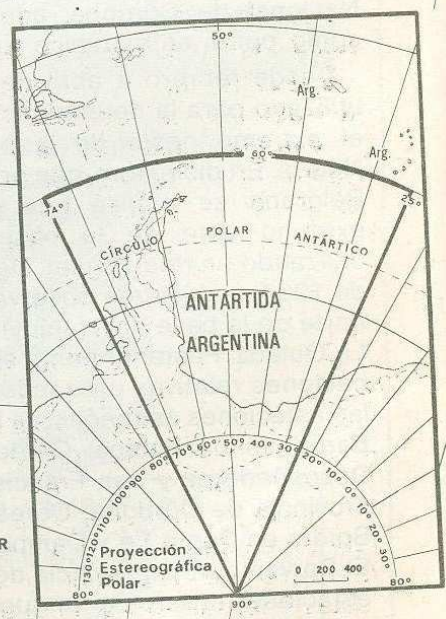
Para controlar la posible variación de la constante y el estado de los instrumentos se construyó una pequeña base en los alrededores de Buenos Aires, con una variación aproximada de 70 miligales, que une los puntos gravimétricos de La Plata y Villa Ortúzar con el punto fundamental Buenos Aires, y se la denominó "Polígono Buenos Aires para comprobación de gravímetros".

A fines de 1954, con un moderno aparato cuadripendular Askania, se vinculó la estación gravimétrica fundamental de referencia Buenos Aires con Bad Harzburg República Federal de Alemania, a partir de lo cual se inicia la red de puntos pendulares.

En abril de 1963 con dos gravímetros Lacoste & Romberg del Dominion Observatory del Canadá



RED DE GRAVIMETRIA
ESTADO DE LOS TRABAJOS
Año 1987



calibrados sobre las bases "europea" y "americana", dos gravímetros Worden (uno termostalizado) del Instituto de Geodesia de la Facultad de Buenos Aires y dos gravímetros Worden del IGM se midió desde Orán hasta Ushuaia.

En 1965 el IGM participa en la determinación de un perfil gravimétrico desde la Base General Belgrano 1 (Antártida Argentina) hasta el Polo Sur, utilizando un gravímetro Frost.

Dos años después se recibieron dos gravímetros La Coste & Romberg cedidos por el entonces Army Topographic Command (EEUU), mediante los cuales se intensificaron las determinaciones sobre líneas de nivelación de alta precisión.

El progreso en el instrumental, llevó a formular el deseo de vincular las distintas áreas con el levantamiento gravimétrico de varias reparticiones, (YPF, SHN, Fac. Ing. UBA, IGM), que se concretó en 1968 con la denominada Operación Base de Calibración de la República Argentina (BACARA) que utilizando instrumentos aerotransportados vinculó a 86 estaciones, que cubren prácticamente el país y se efectuaron vinculaciones con Bolivia y Paraguay. Los valores así determinados pasaron a constituir la Red de I Orden, como apoyo para la Red de II Orden que abarca las mediciones efectuadas sobre las líneas de Nivelación de Alta Precisión y que se completa con la Red de III Orden. Las tareas de medición se continuaron luego con ese instrumental, y así en 1973 y 1975 se llevaron a cabo mediciones en la Isla Decepción y Base Vicecomodoro Marambio (Antártida Argentina). Estas determinaciones quedaron vinculadas a la red gravimétrica BACARA, mediante la Estación "Ushuaia K" de dicha red.

Todas las nuevas mediciones se trataron de vincular a puntos de la Red de I Orden.

En 1971, en la reunión de la Unión Geodésica y Geofísica Internacional (UGGI) en Moscú, se recomendó la adopción del sistema mundial IGSN71, y surge de allí la conveniencia de reducir la red argentina a la internacional. Ambas redes tienen 15 estaciones comunes, lo que permitiría hallar nuevos valores para la Red de I Orden y sucesivamente para las de otro orden.

El conjunto de valores ya determinados en lo que se refiere a la Red de II Orden (estaciones sobre Punto Fijo (PF) de 216 líneas de Alta Precisión) alcanza a 10.013 valores y 2.175 en lo referente a la Red de III Orden que abarcan una superficie aproximada de 20.000 km². Esto se ve reflejado en el gráfico adjunto.

Con las determinaciones ya efectuadas, a las que se le agregan los resultados de las campañas sucesivas, se ha conformado un Banco de Datos donde al valor de la gravedad observada, se le agrega denominación del instrumental utilizado, fecha y operador de la medición, nomenclatura y posición geográfica. El procesamiento de estos datos permite obtener los valores de la gravedad normal, y las anomalías de aire libre y de Bouguer (sin corrección topográfica) en forma directa. Utilizando estos valores se ha logrado la publicación de las cartas de isonómalas de Bouguer:

Villa María (Córdoba), Pehuajó (Buenos Aires) y General San Martín (Buenos Aires).

Situación actual.

Las actividades descritas muestran una progresiva evolución de técnicas y objetivos de investigación, concretándose ahora en objetivos prácticos. El más importante es la aplicación al posicionamiento satelitario.

El Sistema de Posicionamiento Global (GPS), que está próximo a su etapa operativa, de acuerdo a experiencias publicadas ya proporciona coordenadas tridimensionales con precisiones del orden del decímetro, las que se reducirían al transformar dichas coordenadas a los sistemas geodésicos del país. Las mismas serán posibles de obtener en períodos de recepción de señales del orden de 3 horas, quedando así prácticamente descartados los trabajos geodésicos tradicionales de la red horizontal. Esas coordenadas son transformadas a los sistemas nacionales en latitud, longitud y altura elipsoidal. Esta última no es utilizable directamente como las dos primeras, pues debe estar referida al nivel del mar o geode, para su empleo en la cartografía.

En vista de que las alturas elipsoidales deben ser corregidas mediante las separaciones geode-elipsoide, sería deseable entonces conocer tal separación (llamada ondulación del geode) dentro del mismo nivel de exactitud (1 dm). Para la determinación de las ondulaciones del geode intervienen fundamentalmente datos gravimétricos, además de satelitarios Doppler, desviaciones de la vertical y modelo digital del terreno, actualmente utilizados en la determinación del geode europeo. Referente a este tema, W. Torge, en su presentación al Simposio Internacional sobre la Definición del Geode (Florencia, 1986) expresa que mediante los datos anteriores y técnicas de simulación, una precisión de 5 cm/100 km en la ondulación del geode puede obtenerse si las anomalías de gravedad tienen una desviación de $\pm 10^{-5}$ m/s² con estaciones separadas hasta 10 km. El mismo autor (en Maracaibo, 1975) sostiene que mediante la fórmula de Stokes (método gravimétrico) la ondulación del geode puede obtenerse con una precisión ± 10 cm usando anomalías de la misma precisión.

Pero para una precisión de $\pm 10^{-5}$ m/s² en la anomalía, la gravedad absoluta debe obtenerse con una precisión del orden de 5×10^{-6} m/s². Esto último es razonable teniendo en cuenta que en el cálculo de anomalías intervienen además de la gravedad absoluta, la gravedad teórica, afectada de error de la latitud y las reducciones afectadas de error de altura.

Lo expuesto es compatible con lo especificado en las Instrucciones para Levantamiento de Gravedad Terrestre del Servicio Geodésico Interamericano que establecen una tolerancia de 3×10^{-6} m/s² para la gravedad de las estaciones y de $\pm 0,1'$ de arco para latitud y longitud de las mismas.

La magnitud de la información reunida hace necesario la compensación de la red. Se está estudiando el criterio a aplicar para encarar esta tarea, dado que existen varias alternativas.