

GRAVIMETRÍA SUPERCONDUCTORA EN ARGENTINA

SUPERCONDUCTING GRAVIMETRY IN ARGENTINA

Claudia N. Tocho

Departamento de Gravimetría, Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, Universidad Nacional de La Plata,
Paseo del Bosque s/n, 1900 La Plata, Argentina
Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires, Argentina
E-mail: ctocho@fcaglp.unlp.edu.ar

NOTA TÉCNICA

El 23 de julio de 2015, el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas (CONICET) y la Agencia Federal de Cartografía y Geodesia de Alemania (BKG, por sus siglas en alemán) han inaugurado el Observatorio Argentino Alemán de Geodesia (AGGO, por sus siglas en inglés de Argentine Germany Geodetic Observatory) en las cercanías de la Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas de la ciudad de La Plata. Entre la gran variedad de instrumentos científicos de última generación que opera AGGO, se destaca la unidad de Gravimetría en donde se ha instalado el gravímetro superconductor SG038 y próximamente se instalará un gravímetro absoluto FG5. En el mencionado predio también se han instalado sensores de humedad del suelo, una estación meteorológica y piezómetros en pozos de monitoreo. Estos datos hidro-meteorológicos combinados con los datos provistos por el gravímetro superconductor permitirán realizar aportes al conocimiento hidrológico de la región.

En la actualidad existen, principalmente, dos técnicas para realizar mediciones terrestres de la gravedad: las mediciones absolutas y las mediciones relativas. Las mediciones gravimétricas absolutas utilizan el principio de caída libre, FG5 y A10 son ejemplos de gravímetros absolutos. Las mediciones gravimétricas relativas se realizan con gravímetros de masa-resorte o gravímetros superconductores (Prothero y Goodkind, 1968, 1972, Hinderer et al., 2007; Neumeyer et al., 2008). El gravímetro superconductor SG038 fue instalado en AGGO el 16 de diciembre de 2015, luego de ser trasladado desde el Observatorio Geodésico Integrado Transportable (TIGO) de Concepción (Chile) y a partir de ese momento viene realizando mediciones de gravedad en forma ininterrumpida. Este tipo de gravímetros mide variaciones temporales de gravedad y, debido al bajo nivel de ruido alcanzado en las diferentes bandas espectrales, permite estudiar nuevas señales de amplitudes muy pequeñas que no pueden ser detectadas con otros gravímetros. Cabe destacar que en ningún otro lugar de América Latina o el Caribe existen esta clase de instrumentos. AGGO es una nueva estación gravimétrica de referencia en América del Sur y una de las cinco estaciones que integra la red internacional de gravímetros superconductores GGP/IGETS en este hemisferio (Global Geodynamics Project / International Geodynamics and Earth Tide Service) de la Asociación Internacional de Geodesia. Esta red mundial consta de aproximadamente 30 gravímetros superconductores estando concentrados la mayoría de ellos en Europa y Japón (Crossley et al., 1999).

El estudio de la Gravimetría Superconductora es un tema novedoso en Argentina y es actualmente la herramienta más precisa y efectiva para investigar las variaciones temporales del campo de gravedad terrestre. Tales variaciones pueden ser causadas por diferentes procesos geofísicos y/o geodinámicos, como por ejemplo, mareas terrestres, variaciones de la rotación terrestre, modos sísmicos normales, cargas atmosférica, oceánica e hidrológica, etc. La identificación y el modelado de los efectos ambientales sobre la gravedad es esencial para la extracción de señales geodinámicas significativas a partir de las series temporales de gravedad registradas.

Un gravímetro superconductor pertenece a la familia de gravímetros relativos tipo masa-resorte pero, al contrario que los gravímetros clásicos, estos no poseen un resorte. Éste es reemplazado por una esfera hueca superconductora de niobio que levita en un campo magnético estable y persistente generado por una serie de bobinas. El sistema busca lograr el equilibrio de la esfera entre dos fuerzas: una debida a la acción de su peso y la otra debida a la acción de una fuerza de levitación magnética. La fuerza de levitación magnética es generada por una serie de bobinas, las cuales a partir de una corriente eléctrica, generan un campo magnético. La esfera y bobinas son superconductoras (resistencia eléctrica nula) gracias a que el sistema está inmerso en un baño de helio líquido a una temperatura criogénica de 4.2 K (temperatura del Helio líquido). Es un instrumento de alta sensibilidad ya que detecta variaciones en la posición vertical de la esfera del orden de 10^{-11} m. Una variación de

la gravedad genera un cambio de posición de la esfera que origina un voltaje con un ciclo de retroalimentación que se registra con muy alta precisión. Los gravímetros superconductores pueden llegar a medir con una precisión de 0.01 μgal ($1\mu\text{gal}=10^{-8}\text{ ms}^{-2}$).

Entre las principales ventajas de los gravímetros superconductores, se pueden mencionar: su alta sensibilidad y alta estabilidad en el tiempo que permiten detectar señales geofísicas con períodos de segundos a varios años, su capacidad de realizar mediciones en forma continua y su baja deriva o drift que además puede modelarse y corregirse. Entre las principales desventajas, se destacan, que al ser instrumentos relativos necesitan de calibración y requieren mantenimiento porque se necesita una temperatura muy baja para el funcionamiento. Otra desventaja es que no son transportables.

Debido a que un gravímetro registra la suma de todas las variaciones de la gravedad en su entorno cercano y lejano, el estudio/análisis de un único efecto de gravedad requiere de la reducción de todos los demás efectos de los datos crudos. Por ejemplo, si se quiere estudiar el efecto de la marea terrestre debido a la atracción gravitatoria inducida por el Sol y la Luna, debe tenerse en cuenta que los registros gravimétricos también incluyen la atracción debida a otros cuerpos celestes y los efectos inducidos por varias fuentes geofísicas y geodinámicas a escalas regionales y globales. Para la separación de los distintos constituyentes de los datos crudos será necesario realizar un modelado de los procesos geofísicos que les dan origen. Entre éstos se destacan: las mareas terrestres, las variaciones de presión atmosférica, los procesos hidrológicos, la carga de marea oceánica, el movimiento del polo. Para realizar estas correcciones se deberá contar con información adicional como, por ejemplo, datos meteorológicos e hidrológicos.

Las variaciones temporales del campo de gravedad terrestre permiten resolver problemas para distintos tipos de aplicaciones y disciplinas (Crossley et al., 1999). Por ejemplo, la combinación de la Hidrología y de la Gravimetría ha dado lugar a un área de investigación específica denominada "Hidrogravimetría". Desde una perspectiva hidrológica la estimación del almacenamiento de agua terrestre total es importante porque permite cuantificar balances de agua para el uso y manejo efectivo de este recurso. Desde el punto de vista de la Gravimetría, las mediciones de gravedad se ven afectadas por las variaciones del almacenamiento total de agua, las cuales deben ser modeladas en de los registros gravimétricos.

Un modelo preliminar de mareas terrestres utilizando los datos registrados durante los seis primeros meses desde la instalación del SG038 y el cálculo de la función de transferencia del gravímetro superconductor fueron presentados en el simposio internacional GGHS2016 "Gravity, Geoid and Height Systems 2016" Symposium, que se desarrolló en Thessaloniki, Grecia en septiembre de 2016 (Tocho et al., 2016).

Con la puesta en funcionamiento de este gravímetro se inicia una nueva página de la Gravimetría nacional con nuevos desafíos y oportunidades que se abren a una amplia gama de temas y disciplinas geofísicas. En los próximos meses, los datos del gravímetro superconductor SG038 estarán disponibles en la base de datos del International Geodynamics and Earth Tide Service IGETS del centro localizado en el German Research Centre for Geosciences (GFZ), Potsdam, Alemania.

BIBLIOGRAFÍA

- Crossley, D., J. Hinderer, G. Casula, O. Francis, H.T Hsu, Y. Imanishi, G. Jentzsch, J. Kääriänen, J. Merriam, B. Meurers, J. Neumeyer, B. Richter, K. Shibuya, T. Sato (1999): Network of superconducting gravimeters benefits a number of disciplines, EOS, Trans. Am. Geophys. U., 80, 121-126.
- Hinderer, J., D. Crossley, R. Warburton (2007): Superconducting gravimetry. Treatise on Geophysics. Amsterdam: Elsevier, Vol. 3, pp. 65-122.
- Neumeyer, J. (2010): Superconducting gravimetry, in Sciences of Geodesy-I, edited by G. Xu, pp. 339-413, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg Germany, doi:10.1007/978-3-642-11741-1_10.
- Prothero, W.A. and Goodkind, J.M. (1968) A Superconducting Gravimeter. Review of Scientific Instruments, 39, 1257-1262. <http://dx.doi.org/10.1063/1.1683645>.
- Prothero, W.A. and Goodkind, J.M. (1972) Earth tide measurements with the superconducting gravimeter. Journal of Geophysical Research 77: 926-932.
- Tocho, C., E. Antokoletz, H. Wziontek, H. (2016): First six months of Superconducting Gravimetry in Argentina, presentado en el International Symposium on Gravity, Geoid and Height Systems 2016 que se realizó en Thessaloniki, Greece entre el 19 y 26 de setiembre de 2016.

Recibido: 06-06-2016

Aceptado: 08-07-2016