

**ACTA DE LA 52ª REUNION DE SUBCOMITE DE GEODESIA
31 DE MAYO DE 2005**

Siendo las 10.00 hs, da comienzo la 52º reunion de Subcomité de Geodesia que tiene lugar en el segundo piso del edificio técnico del Instituto Geográfico Militar.

Durante el transcurso de la misma se ha previsto el desarrollo del siguiente temario:

- Lectura y aprobación del acta de fecha 15 de diciembre de 2004.
- Informe de los Grupos de Trabajo.
- Remediación Posgar.
- Consideraciones sobre nuevos miembros.
- Varios.

Se encuentran presentes:

Presidente: Fernando Miguel Galbán

Secretario: Rubén Carlos Ramos

Prosecretario: Andrés Zakrajsek

Y los siguientes miembros del Subcomité:

Sergio Rubén Cimbaro

Oswaldo Della Palma

Graciela Font

Eduardo Goldar

Eduardo Andrés Lauría

Federico Mayer

Inocencio Alejandro Mombello

Ezequiel Pallejá

Jorge Pardo

Pablo Ramírez

Viviana Rojas

Oscar Schvarzer

Ricardo Soto

José María Suberviola

Ausentes con aviso:

Felicitas Arias

Antonio Luis D' Alvia

Claudio Brunini

Virginia Mackern

Víctor Mazzini

Juan Francisco Moirano

María Cristina Pacino

María Inés Pastorino

Rubén Rodríguez

Claudia Tocho

- **LECTURA Y APROBACIÓN DEL ACTA DE FECHA 15 DE DICIEMBRE DE 2004**

La Doctora Virginia Mackern se disculpa por no poder asistir a la presente reunión del Subcomité de Geodesia y solicita se haga llegar al Subcomité los siguientes comentarios:

- *Leí las Actas de la Reunión anterior y el Informe del Dr. Brunini sobre las actividades del Grupo de Trabajo Estaciones Permanentes GPS (GTEP) y en ninguno de los dos casos se menciona la conformación del Comité Coordinador de Estaciones Permanentes, desconozco si esto ha quedado informado en alguna otra oportunidad. En lo contrario te pediría si puede ser agregado en el Informe del Dr. Brunini el siguiente párrafo:*

“En el Taller Nacional de Estaciones GPS Permanentes (ver acta del taller) a solicitud de algunos representantes de las Estaciones Permanentes se estableció el comité coordinador de las mismas con el objeto de tener en el mismo cierta representación por parte de los responsables del mantenimiento de dichas estaciones. El mismo quedó integrado con Eduardo Lauría, Claudio Brunini y Rubén Rodríguez, como miembros permanentes, y dos representantes de las estaciones que se renovarían anualmente. Para el primer año, y a partir del II Taller Nacional, fueron elegidos Luis Lenzano y Blanca Agudiak.”

María Virginia Mackern

El Anexo sobre Informe de las actividades desarrolladas entre septiembre y diciembre de 2004 elaborado por el Dr Claudio Brunini, quedará integrado dentro del Informe del Grupo de Trabajo Estaciones Permanentes GPS del acta de la Reunión de fecha 15 de diciembre de 2004.

- **INFORME DE LOS GRUPOS DE TRABAJO**

GRUPO DE TRABAJO ORIGEN GEOPOTENCIAL

El presente informe abarca las actividades desarrolladas desde Junio de 2004.

Integrantes: Claudio Brunini, Daniel Del Cogliano, Graciela Font, Eduardo Lauría, Silvia Miranda, Paula Natalí, María Cristina Pacino, Rubén Carlos Ramos.

Se continuó con el desarrollo de tareas siguiendo cuatro líneas de trabajo:

- 1) Mareógrafos (Dátum)
- 2) Números geopotenciales
- 3) Vinculaciones
- 4) Compensación

1) Dátum:

El origen del sistema de referencia vertical de Argentina está definido por medio de registros mareográficos. Desde 1998 se viene desarrollando un proyecto para determinar la superficie topográfica del mar en los sitios donde se ubican los

mareógrafos. Los registros mareográficos, corregidos por los movimientos verticales determinados por observaciones GPS permitieron obtener las primeras estimaciones del ascenso del nivel del mar en dichas posiciones.

Las tareas que se llevaron a cabo e el monitoreo de movimientos verticales en los sitios de emplazamiento de los mareógrafos son las siguientes:

- Se trabajó en conjunto con el Servicio de Hidrografía Naval, y se determinó el nivel medio absoluto del mar en el mareógrafo de Mar del Plata, corrigiendo los movimientos verticales a partir de determinaciones con GPS, estos resultados fueron presentados en la XXII Reunión Científica de la Asociación Argentina de Geofísicos y Geodestas.
- En mayo de 2005 se instaló una nueva estación permanente GPS en el mareógrafo de Puerto Deseado.
- Durante los años 2004 y 2005 se continúa el monitoreo GPS permanente del mareógrafo de Mar del Plata.
- Continúa en ejecución el monitoreo episódico de los mareógrafos de Puerto Madryn y Base Belgrano. Para asegurar el éxito de esta tarea se continúa el monitoreo GPS permanente en Bahía Blanca y Rawson.

2) Números geopotenciales:

La base de datos consiste en unos 16.000 valores de diferencias de nivel distribuidos a lo largo de 90.000 km de líneas de nivelación de alta precisión. El 20% de los puntos fijos que constituyen la red no tiene información gravimétrica. Se está trabajando para completar la base con la información faltante a partir de las cartas gravimétricas (Anomalías de Bouguer y de Aire Libre) desarrolladas el pasado año por integrantes de este grupo. Se incorporó para el desarrollo de esta tarea el Agrim. Juan Vilella, doctorando de la U.N.R.

Se prosigue con el propósito de obtener los desniveles geopotenciales en todas las líneas de nivelación de la República Argentina que cuentan con determinaciones de gravedad, con la revisión y tratamiento de las Redes de Nivelación de Primer Orden y Gravimétrica del IGM para:

- Calcular el cierre de todos los polígonos de la Red en base a "desniveles brutos";
- Calcular las correcciones ortométrica y normal con el fin de establecer los desniveles en ambos sistemas y sus diferencias con los obtenidos en el punto anterior;

Se confeccionó un programa que permite controlar la definición de los circuitos de toda la red y luego calcular los respectivos cierres a fin de controlar la consistencia de todos los datos de nivelación que pertenezcan a polígonos cerrados.

La Red Geodésica que cuenta la Provincia de Buenos Aires, apoyada en puntos de la Red de Nivelación de Primer Orden del Instituto Geográfico Militar, permitió evaluar en ese ámbito los números geopotenciales y comparar mediante un modelo de transformación de alturas las ondulaciones del geoide y cuasigeoide sobre los puntos de la mencionada Red.

3) Vinculaciones de redes altimétricas con países vecinos

Fue desarrollado un nuevo modelo de geoide para la Isla Grande de Tierra del Fuego por medio de nivelación GPS y la superficie de nivel del Lago Fagnano (54° S, 67° W). El lago tiene una extensión de 105 km en dirección Este-Oeste y vincula los países de

Argentina y Chile. La determinación de la superficie de nivel del lago se basó en mediciones con una boya GPS y la operación permanente de tres mareógrafos de presión durante dos años. El próximo objetivo es vincular la red altimétrica Chilena con un punto fijo próximo al lago para comparar ambas redes nacionales en la zona más austral del continente Americano.

Se transcribe a continuación resumen y conclusiones de un trabajo enviado para su publicación:

Regional geoid determination in Tierra del Fuego Including GPS levelling

D. Del Cogliano¹, R. Dietrich², A. Richter², R. Perdomo¹, J.L. Hormaechea³, G. Liebsch²², M. Fritsche²

¹Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, Argentina.

Email: daniel@fcaglp.unlp.edu.ar

²Technische Universität Dresden, Institut für Planetare Geodäsie, Germany,

Email: richter@ipg.geo.tu-dresden.de

³Estación Astronómica Río Grande, Argentina, email: jlhor@earg.gov.ar

²²now: Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, Außenstelle Leipzig, Germany.

ABSTRACT

A regional geoid model for the Argentine part of the Isla Grande de Tierra del Fuego established in previous works on the base of GPS levelling suffers a lack of observation data in the remote south-western investigation area. In order to improve the data distribution in this region, the mean lake level of Lago Fagnano has been regarded as a natural indicator for the local geoid.

Using a GPS buoy and pressure tide gauges, a method has been developed to determine the mean lake surface topography with respect to the ellipsoid. It is shown, that the obtained lake level geometry is essentially controlled by the regional gravity field. The derived information on the mean lake level has been included in the geoid model which results in a more detailed and plausible representation of the regional geoid.

CONCLUSIONS

A regional geoid model has been established for the Argentine portion of Isla Grande de Tierra del Fuego based on classical GPS levelling and gravimetric data. This method, however, is restricted to areas accessible by roads and results in an incomplete data coverage in the remote parts of the Island.

In the present work, an experiment has been carried out successfully to determine the equilibrium water surface topography of Lago Fagnano and to use this information as a complement for the existing geoid model. A suitable method has been developed to measure the ellipsoidal mean surface heights of a water body using a GPS buoy and tide gauges. In our study, an accuracy of a few centimetres has been achieved.

The use of a natural water surface for the determination of an equipotential surface is an appropriate alternative in remote areas difficult to access for gravimetric observations, as in the present case. The obtained accuracy is comparable with that of the existing GPS levelling results, and the good agreement found between both methods allows incorporating the lake level information in the regional geoid model.

The integration of the MLL information contributes notably to the representation of the local geoid.

The derived geoid undulations show a strong correlation with the local mountainous and the lake floor (Lodolo et al, 2002) topography.

- 4) La Universidad de San Juan continúa experimentando distintos softwares y alternativas para la compensación de redes. En diciembre de 2004 se remidió una red gravimétrica de alta precisión, vinculada con la estación absoluta de gravedad San Juan. El procesamiento de compensación está actualmente en proceso.

Otras consideraciones generales:

- Durante el primer semestre de 2004 se dictó en el Instituto Geográfico Militar el curso **GEODESIA FISICA: LA SOLUCION DEL PROBLEMA ALTIMETRICO** que trata sobre todos los tópicos que aborda el Grupo de Trabajo. El curso fue dictado por integrantes del grupo y contó con la presencia de 20 profesionales y alumnos de diversas instituciones del país. Se está analizando la reedición del curso durante el corriente año.
- Se realizó una presentación de carácter integral de las actividades del Grupo de Trabajo en la XXII Reunión Científica de la AAGG (Septiembre de 2004).

ACTIVIDADES DESARROLLADAS POR EL GRUPO DE TRABAJO "ORIGEN GEOPOTENCIAL" DEL SUBCOMITE DE GEODESIA DEL CNUGGI

Claudio Brunini - Daniel Del Cogliano - Eduardo Lauría - Silvia Miranda - Juan Moirano - M. Cristina Pacino y Rubén Ramos

- Se realizará una presentación de carácter integral de las actividades del Grupo de Trabajo en la Scientific Assembly de la International Association of Geodesy (Australia, Agosto de 2005):

ACTIVITIES RELATED TO THE MATERIALIZATION OF A NEW VERTICAL SYSTEM FOR ARGENTINA

D. Del Cogliano, G. Font, E. Lauría, P. Natali, C. Pacino, R. Ramos

- Se presentarán dos trabajos vinculados con el tema en la Scientific Assembly de la International Association of Geodesy (Australia, Agosto de 2005):

ABSOLUTE GRAVITY MEASUREMENTS IN SOUTH AMERICA

María Cristina Pacino

DIFFERENCES BETWEEN GEOID HEIGHT, HEIGHT ANOMALY AND HEIGHT ANOMALY AT SEA LEVEL IN ARGENTINA

M.C. Pacino and E.A. Lauría

- Se presentaron trabajos vinculados con el tema en la XXII Reunión Científica de la AAGG (Buenos Aires, Septiembre de 2004):

ALTURA DEL GEOIDE Y CUASI GEOIDE EN LA RED GPS DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

Graciela Font y Raúl Perdomo

GRUPO DE TRABAJO MODELADO DEL GEOIDE

ACTIVIDADES DEL GRUPO DE TRABAJO MODELADO DEL GEOIDE (GTMG) **Subcomité de Geodesia del CNUGGI – Diciembre de 2004**

El presente informe contempla las actividades realizadas durante el corriente año por los diferentes grupos de investigación que aportan a los intereses y objetivos fijados para el Grupo Modelado del Geoide. Se hace mención también de las actividades programadas a futuro.

1. Actividades de Campo.

Remediación de la Red Geodésica en Tierra del Fuego incluyendo los nuevos puntos de densificación en torno del Lago Fagnano.

Se midieron 11 puntos en la zona del Lago durante el verano 2004, 9 de los cuales fueron construídos y observados por primera vez en el verano de 2003. Se ubicaron dos nuevos puntos (febrero de 2004) en el sector Este de la Falla principal del Fagnano (50 Km al Este de la cabecera del lago) donde se trata de definir la ubicación y orientación de la misma. Es necesario remedir anualmente hasta determinar el modelo de velocidades. Un desplazamiento promedio en el rango de 7 mm/ año entre las placas de Scotia y Sudamericana fue detectado por este grupo de trabajo.

2. Análisis de datos e interpretación de resultados.

Procesamiento de los mareógrafos y boya GPS.

Se ha completado esta etapa y se están analizando los resultados.

Ver Publicaciones, n°6.

Comparación de las redes de nivelación chilena y argentina.

Se ha elaborado la publicación n°1 con todo lo concluído hasta el momento.

Cálculo de un nuevo modelo de geoide a partir de la información existente (nivelación GPS y gravimétrica), las nuevas líneas de nivelación y la superficie equipotencial del Lago Fagnano.

En elaboración. Ver Publicaciones, n°5.

Procesamiento de las observaciones GPS de la remediación y cálculo de un nuevo modelo de velocidades.

En elaboración. Ver Publicaciones, n°7.

3. Pcia. de Buenos Aires

Procesamiento de la Red GPS observada.

Esta etapa está completada, se han incorporado nuevos datos, y se proyecta densificar zonas de interés específico (inundables). Para ello se cuenta con un proyecto aprobado por la CIC.

Cálculo de un nuevo modelo de transformación de alturas.

En elaboración. Se han realizado aplicaciones del nuevo modelo en pequeñas regiones (partido de Gral. Lavalle y partido de La Plata). Ver Publicaciones, n°8.

Correlación del modelo de alturas con estructuras geológicas.

4. Procesamiento de un modelo geoidal gravimétrico.

Adaptación del soft para el procesamiento y modelado del geoide.

Generación de un modelo de geoide de precisión (actividad desarrollada por la Geof. C. Tocho en la parte final de su Tesis Doctoral).

Se continuó con los estudios preliminares realizados durante el año 2003 sobre la determinación de geoides marinos en el océano Atlántico próximo a Argentina, utilizando datos de altimetría satelital y de gravedad marina. Los datos correspondientes a la misión espacial de altimetría satelital ERS1 y los datos de gravedad medidos en barco permitieron determinar un geoide altimétrico puro y un geoide gravimétrico puro en el océano Atlántico argentino utilizando la técnica remover-restaurar.

Durante el procesamiento de las diferentes soluciones se tuvieron en cuenta el efecto de la componente casi estacionaria de la topografía del mar y el efecto de la variabilidad de la superficie del mar. Con el fin de mejorar la exactitud del geoide gravimétrico puro y del geoide altimétrico puro, especialmente en las zonas próximas a la costa, se obtuvo una solución combinada utilizando la Teoría de Múltiple Entrada-Múltiple Salida, conocida como MIMOST que permite la óptima combinación de datos heterogéneos en el dominio espectral.

La exactitud de los modelos de geoide finales se evalúa a través de comparaciones con datos de altura de la superficie del mar medidos por la misión TOPEX/POSEIDÓN (T/P) SSHs, conocidas por su gran precisión.

De los resultados obtenidos, se concluye que el geoide altimétrico puro tiene una exactitud de 5-8 centímetros en algunas áreas mientras que los resultados de la solución gravimétrica pura son más pobres

La combinación de la solución satelital pura con la solución obtenida a partir de los datos de gravedad marina utilizando el algoritmo propuesto, mejoraron la exactitud, comparada con el geoide gravimétrico puro, en aproximadamente 2 centímetros.

De este estudio preliminar se concluyó que el modelado del geoide marino en la región costera del Océano Atlántico de Argentina es problemático debido a la escasez de datos gravimétricos marinos y a la presencia de corrientes oceánicas muy fuertes que afectan la calidad de los datos altimétricos, produciendo un geoide altimétrico muy ruidoso. Así durante el transcurso del año 2004, se obtuvieron nuevas estimaciones tanto de geoides altimétricos puros como de geoides gravimétricos puros y soluciones combinadas (usando el método IOST) y empleando el nuevo modelo de anomalías de aire libre (KMS02) y los recientes modelos de gravedad terrestres (EGMs) obtenidos a partir de las misiones CHAMP y GRACE. Estas nuevas estimaciones permitieron mejorar las soluciones preliminares, pero de todas formas y como meta futura es necesario e imperioso realizar un análisis detallado sobre la combinación de datos terrestres y marinos en las costas para la determinación de un geoide marino óptimo en el área de estudio.

Con respecto al geoide gravimétrico de Argentina (marino y terrestre) se han realizado y aún se deberán realizar estudios que permitirán obtener un geoide gravimétrico puro y preciso. Tales mejoras abarcan el uso de las nuevas misiones de gravedad globales tales como CHAMP Y GRACE, datos de modelos de terrenos nuevos como el SRTM, actualizaciones de la base de datos gravimétricos y la óptima combinación de datos heterogéneos (datos de gravedad marinos, anomalías de gravedad derivadas altimétricamente y datos terrestres así como la inclusión de datos de GPS/ nivelación). Ver Publicaciones nº3, nº 4, nº 10 y nº 13.

Control de Bases de Datos.

Control de la información gravimétrica existente. Permanente.

Control de la Base Altimétrica del IGM. Permanente.

Análisis de la información gravimétrica faltante en la Red Gravimétrica de nuestro país a efectos de establecer el mejor criterio para su recubrimiento al momento del cálculo de las alturas geopotenciales;

Resultados esperables y propuesta para el próximo período.

Comparación de líneas altimétricas en el sur de Argentina y Chile.

Lo deseable para el período sería avanzar en la vinculación altimétrica directa entre la líneas altimétricas del continente y de la Isla de Tierra del Fuego en la angostura del Canal de Magallanes. No se dispone todavía de financiación para este trabajo. Sin embargo un logro reciente lo constituyen el contenido de los trabajos (1) y (2) sobre el tema.

Una meta concreta que se espera alcanzar es la integración de la información de este subproyecto con el siguiente: "Primera aproximación de la ondulación del geoide en el sentido Este Oeste a lo largo del lago Fagnano".

El Lago alcanza el territorio Chileno y la superficie de nivel del mismo se comporta como una nueva línea de nivelación entre ambos países. Corresponde al punto c) del que sigue.

Geodesia-Geodinámica en la zona del Lago Fagnano:

Los resultados esperables, en proceso, están asociados a la actividad ya realizada en el Proyecto de cooperación entre Argentina-Alemania aprobado por las Agencias de Investigación de ambos países: Geodetic-Geodynamic investigations in the Lago Fagnano area - Código: AL/PA01-UVII/01) (2002-2004), a saber:

- a) primeros resultados de movimientos tectónicos en la zona de la Falla del Lago Fagnano;
- b) primeros resultados sobre el comportamiento del lago determinado con los mareógrafos sumergidos a lo largo de un año;
- c) primera aproximación de la ondulación del geoide en el sentido Este Oeste a partir del análisis de la superficie del lago con los mareógrafos y la boya GPS;
- d) primera integración de estos resultados con modelos preliminares de geoide en la Isla.

La campaña de observación en el verano 2005 permitirá validar los resultados preliminares que se están elaborando en este momento y que se presentarán por primera vez durante el Simposio Int. GeoSur2004 (<http://www.ogs.trieste.it/GeoSur2004/GeoSur2004.html>). El evento está organizado por el OGS – Trieste, Italia..

Transformación de alturas en Buenos Aires:

Se proyecta continuar con:

- a) la aplicación del modelo de transformación de alturas para estudios altimétricos en zonas extendidas (en marcha el estudio de la cuenca del Arroyo El gato en el partido de La Plata) (Finalizado, ver publicaciones).
- b) el desarrollo de estrategias de aplicación y control del modelo para posibilitar su utilización por terceros.

Se consiguió financiación para concretar el punto b. Fue recientemente aprobado y subsidiado por la CIC el proyecto "GPS para Nivelación Precisa" (modelo regional para la transformación de alturas elipsoidales en alturas sobre el nivel del mar en municipios inundables). Participan los Municipios de Bragado, Pinto, Ameghino, Trenque Lauquen, Casares, Viamonte y Tejedor.

Este proyecto permitirá mejorar, validar y librar al uso público a través de los organismos técnicos de los Municipios mencionados el modelo de transformación de alturas existente en Pcia. de Buenos Aires.

Nuevas líneas íntimamente ligadas a este proyecto:

Integración de información gravimétrica y de GPS para el mejoramiento del geode regional por el método de fuentes equivalentes (desarrollo de la tesis doctoral del Lic. D. Del Cogliano)..

La ondulación del geode puede ser obtenida en forma precisa a partir de posicionamiento geodésico GPS en puntos de nivelación. En muchos casos, la interpolación puramente matemática entre estos valores discretos no es satisfactoria. El método de las Fuentes Equivalentes permite incorporar información diversa del campo de gravedad. En nuestro caso se incorpora la derivada vertical del campo de gravedad a través de las anomalías gravimétricas. Finalmente, un conjunto artificial de masas puntuales distribuidas convenientemente, da cuenta de ambas observaciones del campo: ondulación del geode y anomalía de la gravedad. El resultado es una suerte de interpolación basada en información del campo de gravedad.

Los avances en la temática fueron presentados en última Reunión Científica de la AAGG.

Publicaciones, n^a 9.

Medición del "Squat" de barcos de carga en la zona del Río de La Plata (a concretarse una primera experiencia con la Universidad de Oldenburg en Octubre de 2004):

Se trata nuevamente de una aplicación precisa de nivel centimétrico del sistema vertical en Argentina que permitirá investigar el grado de hundimiento de barcos de gran porte en movimiento.

Anomalía de altura y cuasi-geode.

A partir de la determinación de los números geopotenciales, uno de los objetivos del Grupo de Trabajo Origen Geopotencial, es posible interesarnos en la determinación del *cuasi-geode* y por ende en la obtención de las *alturas normales* para los puntos donde se cuente con altura elipsóidica.

El vocablo cuasi-geode fue inicialmente utilizado por Molodensky. Conceptualmente consiste en la obtención de un nivel de referencia *sin realizar hipótesis* sobre la densidad de la corteza, la topografía, ó el comportamiento isostático. Vale decir que se parte del valor geopotencial

$$W_0 - W = \sum \frac{g_i + g_j}{2} \Delta h_{ij}$$

desde la determinación costera del nivel medio del mar, dividiéndoselo por una gravedad teórica que es función de la latitud y de la altura, ver Publicaciones n^o 11. El concepto de cuasi geode está íntimamente relacionado con el de altura normal.

Alturas normales. Consideraciones para su evaluación.

Es su esencia es un concepto similar al de alturas ortométricas pero adoptando la *gravedad media del campo normal*, o sea:

$$H^* = \frac{C}{\gamma} \quad (1)$$

donde C es el valor geopotencial y el valor de $\bar{\gamma}$ debe calcularse a partir de la gravedad normal y su gradiente vertical:

$$\bar{\gamma} = \gamma_0 \left[1 - \frac{1}{a} (1 + 1f + m - 2f \text{sen}^2 \varphi) H^* \right] \text{ donde:}$$

La expresión para el Sistema de Referencia GRS80 resulta:

$$\bar{\gamma} = \gamma_0 \left(1 - \frac{1.006852597 - 0.006705622 \text{sen}^2 \varphi}{6378137} \right) \cdot H^*$$

Uno de los problemas que se plantea para usar este tipo de alturas es la necesidad de contar con la *latitud geodésica* de los puntos a procesar. Por ello, se analizará en el noroeste de nuestro país el *error que introduce un error $d\varphi$ en el cálculo de la altura*.

En principio, salvo áreas muy particulares, puede estimarse que los valores extraídos de la cartografía de base 1:100.000 ó mayor estarán dentro del error permitido.

En efecto, admitiendo la parte principal de (1) resulta:

$$d\varphi \approx - \frac{0.000019}{\text{sen} 2\varphi}$$

Para elevaciones del orden de 1000 metros y $\varphi \approx 20^\circ$, sería suficiente contar con latitudes con error equivalente a $d\varphi \approx -0.00003$ (décima de minuto sexagesimal). Ver Publicaciones, nº12.

TESIS EN DESARROLLO.

Título: Modelo de geoide con GPS y su aplicación a la caracterización de estructuras geológicas. UNR.

Candidato: Lic. Daniel Del Cogliano (FCAG-UNLP)

Director: Dr. Ing. Antonio Introcaso (FCEIA-UNR)

Título: Determinación del geoide gravimétrico preciso para la República Argentina.

Candidato. Geof. Claudia Tocho

Director: Prof. Dr. Michael Sideris

Co-director: Geof. Graciela Font

Con el fin de discutir y analizar aspectos teóricos y resultados prácticos relacionados con la determinación del geoide gravimétrico preciso para la República Argentina así como para cumplimentar el procesamiento final del modelo, la Geof. Claudia Tocho ha sido invitada una vez más el Departamento de Ingeniería Geomática de la Universidad de Calgary, Canadá donde trabajará con el grupo de Gravimetría y Altimetría Satelital bajo la supervisión del Dr. Prof. Michael Sideris entre los meses de marzo, abril y mayo de 2005. A su regreso defenderá la Tesis Doctoral.

PUBLICACIONES.

Revistas.

C. Tocho, M. Sideris y G. Font, 2003. Different topographic reduction methods in practical gravimetric geoid determination. Geoacta. Vol. 28 ISSN 0326-7237. Págs. 73-78. Con referato.

Difusión en Congresos/Simposios/Reuniones Científicas.

1) Del Cogliano, D., Lauría, E., Perdomo, R., D'Onofrio, E., Hermosilla, A., Maturana, R., Hormaechea, J., Rubio, W., Cimbaro, S., Mendoza, L. Aporte a la definición del sistema vertical en el extremo sur de América del Sur. Cap. Del libro Tópicos de Geociencias. Ed. Fundación Univ. Nac. De San Juan (2004).

2) D. Del Cogliano, J. Moirano, P. Natali, F. Galbán, E. Lauría, S. Miranda, C. Pacino.

Activities Related to The Materialization of a New Vertical System for Argentina.

XXIII General Assembly of The IUGG 2003. Sapporo, Japan. Resumen. 2003.

- 3) Tocho, C., G.S. Vergos, M.G.Sideris. Optimal marine geoid determination in the Atlantic Coastal region of Argentina. XXIII Reunión de la Asociación Internacional de Geodesia y Geofísica (IUGG03). Sapporo. Japón Julio 2003. Aceptado para publicar en el Proceeding. Con referato.
- 4) Tocho, C., M. Sideris y G. Font. Gravimetric geoid computation in the Andes. XXIII Reunión de la Asociación Internacional de Geodesia y Geofísica (IUGG03). Sapporo, Japón. Julio 2003. Aceptado para publicar en el Proceeding. Con referato.
- 5) Del Cogliano, D., R. Dietrich, A. Richter, R. Perdomo, J. L. Hormaechea, G. Liebsch, M. Fritsche. Regional geoid determination in Tierra del Fuego including GPS levelling. GeoSur2004. Enviado, 2004.
- 6) Richter, A., R. Dietrich, J. L. Hormaechea, D. Del Cogliano, R. Perdomo, G. Liebsch, M. Fritsche. Hydrodynamics of Lago Fagnano, Tierra del Fuego. GeoSur2004. Enviado, 2004.
- 7) Hormaechea, J.L., D. Del Cogliano, R. Perdomo, R. Dietrich, G. Liebsch, A. Richter, M. Fritsche. Horizontal displacements in the Magallanes-Fagnano Fault zone determined by repeated GPS observations. GeoSur2004. Enviado, 2004.
- 8) Perdomo, R., L. Mendoza, D. Del Cogliano. Una Aplicación del modelo de transformación de alturas de la Prov. De Bs. As. (Altimetría con GPS en el Partido de Gral. Lavalle). Reunión Científica AAGG, Bs. As. Presentado en la reunión, y enviado el manuscrito, 2004.
- 9) Del Cogliano D., Introcaso A. Anomalías de gravedad y altura para el análisis del geoide en Tandil. Reunión Científica AAGG, Bs. As. Presentado en la reunión y resumen enviado. Septiembre de 2004.
- 10) Tocho, C., G.S. Vergos y M.G. Sideris. Geoide Marino en Argentina. XXII Reunión Científica de la Asociación Argentina de Geofísicos y Geodestas. IGM, Buenos Aires, septiembre 2004. Sesión de Posters y trabajo completo enviado para publicar. Con referato.
- 11) Font, G., J. Moirano y R.Ramos. Análisis de la red altimétrica del país para la futura obtención de las respectivas cotas geopotenciales. XXII Reunión Científica de la Asociación Argentina de Geofísicos y Geodestas. IGM, Buenos Aires, septiembre 2004. Presentado en la reunión y trabajo completo enviado para publicar.
- 12) Font G. y R. Perdomo. Altura del geoide y cuasi geoide en la red GPS de la Pcia. de Buenos Aires. XXII Reunión Científica de la Asociación Argentina de Geofísicos y Geodestas. IGM, Buenos Aires, septiembre 2004. Presentado en la reunión y trabajo completo enviado para publicar.
- 13) Tocho, C., G.S.Vergos y M. G. Sideris. A new marine geoid model for Argentina combining altimetry, shipborne gravity data and CHAMP/GRACE-type EGMs. Simposio Internacional organizado por IAG: GGSM04 Gravity, Geoid and Space Missions. Oporto, Portugal. Septiembre 2004. Trabajo completo enviado para publicar en el Proceeding. Con referato.

ACTIVIDADES DEL GRUPO DE TRABAJO MODELADO DEL GEOIDE (GTMG)
Subcomité de Geodesia del CNUGGI – Mayo de 2005

El presente informe corresponde al período enero-mayo de 2005 y complementa la presentación detallada de las actividades del grupo que fueran presentadas en diciembre de 2004, a saber:

1) Como parte de la actividad realizada para el Proyecto de cooperación entre Argentina y Alemania aprobado por las Agencias de Investigación de ambos países se realizó en el verano de 2005 la campaña de observación en la zona del lago Fagnano. Los integrantes de este grupo de trabajo participaron en el Simposio Internacional GeoSur2004. Se adjunta el Abstract correspondiente al cálculo de un nuevo modelo de geoides a partir de la información existente (nivelación GPS y gravimétrica), las nuevas líneas de nivelación y la superficie equipotencial del Lago Fagnano: **Regional geoid determination in Tierra del Fuego including GPS levelling**, D. Del Cogliano, R. Dietrich, A. Richter, R. Perdomo, J. L. Hormaechea, G. Liebsch, M. Fritsche.

2) La Dra. María C. Pacino y colaboradoras de la Universidad Nacional de Rosario están ordenando la base de los datos GPS/Nivelación que provienen de diferentes fuentes, especialmente de los catastros. En la mencionada base se consigna toda información vinculada con la precisión del dato, su marco de referencia y época de medición para lograr consistencia al momento de su comparación con el geoides gravimétrico.

3) La Geof. Graciela Font se encuentra reprocesando la información gravimétrica de Tierra del Fuego para obtener un geoides preciso mediante el uso de la Transformada Rápida de Fourier.

El modelo existente logrado años atrás estuvo realizado sobre la base de valores medios de anomalías sin un acompañamiento acabado en el tratamiento de la topografía ni una determinación del efecto indirecto.

En esta oportunidad, la topografía se trabaja con el Modelo Digital Gtopo30 computándose el efecto indirecto sobre las ondulaciones del geoides debidos al segundo método de condensación de Helmert.

Asimismo, a partir de la determinación de los números geopotenciales como parte de los objetivos del Grupo de Trabajo Origen Geopotencial, nos interesamos en la determinación del *cuasi-geoides* y por ende en la obtención de las *alturas normales* para los puntos donde se contaba con altura elipsoidal. Mediante un modelo de transformación de alturas dejamos establecido la diferencia entre las alturas del geoides y del cuasi-geoides para la Pcia. de Buenos Aires. Esta metodología extendida al resto del país pretende aportar al momento de optar por algún sistema de alturas.

4) La Geof. Claudia Tocho se encuentra cumpliendo una estadía de dos meses (mayo y junio del corriente año) en la Universidad de Calgary. En la última etapa ha utilizado las nuevas misiones de gravedad globales (CHAMP y GRACE) y datos de modelos de terrenos recientes como el SRTM. Su permanencia la dedica al procesamiento final del geoides gravimétrico preciso para nuestro país. En el tratamiento de la parte oceánica (con datos de gravedad medidos y de altimetría satelital ERS1) se tuvo en cuenta el efecto de la componente casi estacionaria de la topografía del mar y el efecto de la variabilidad de la superficie del mar. Utilizando la Teoría de Múltiple Entrada-Múltiple Salida, conocida como MIMOST que permite la óptima combinación de datos heterogéneos en el dominio espectral, se logró una solución combinada en particular para las zonas costeras.

A su regreso defenderá la Tesis Doctoral.

- 5) Como actividad permanente se realiza el:
- control de la información gravimétrica existente.
 - control de la Base Altimétrica del IGM.

Esta tarea es de carácter conjunto entre los diferentes grupos de trabajo del Subcomité.

- 6) Continúan, como se mencionara en el informe previo, dos tesis doctorales en desarrollo.

Dra. María Cristina Pacino

Geof Graciela Font

A continuación, la Geof Graciela Font comenta que los integrantes del Grupo de Trabajo Modelado del Geoide participaron en el Simposio Internacional GEOSUR 2004. En ese sentido, se agrega a continuación el abstract del trabajo presentado, que ya fuera comentado en el informe del Grupo de Trabajo Origen Geopotencial.

Regional geoid determination in Tierra del Fuego including GPS levelling

D. Del Cogliano¹, R. Dietrich², A. Richter², R. Perdomo¹, J. L. Hormaechea³, G. Liebsch^{2,2}, M. Fritsche²

¹Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, Argentina. email: daniel@fcaglp.unlp.edu.ar

² Technische Universität Dresden, Institut für Planetare Geodäsie, Germany, email: richter@ipg.geo.tu-dresden.de

³ Estación Astronómica Rio Grande, Argentina, email: jlhor@earg.gov.ar

^{2,2} now: Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, Außenstelle Leipzig, Germany

ABSTRACT

A regional geoid model for the Argentine part of the Isla Grande de Tierra del Fuego established in previous works on the base of GPS levelling suffers a lack of observation data in the remote south-western investigation area. In order to improve the data distribution in this region, the mean lake level of Lago Fagnano has been regarded as a natural indicator for the local geoid. Using a GPS buoy and pressure tide gauges, a method has been developed to determine the mean lake surface topography with respect to the ellipsoid. It is shown, that the obtained lake level geometry is essentially controlled by the regional gravity field. The derived information on the mean lake level has been included in the geoid model which results in a more detailed and plausible representation of the regional geoid.

CONCLUSIONS

A regional geoid model has been established for the Argentine portion of Isla Grande de Tierra del Fuego based on classical GPS levelling and gravimetric data. This method, however, is restricted to areas accessible by roads and results in an incomplete data coverage in the remote parts of the island.

In the present work, an experiment has been carried out successfully to determine the equilibrium water surface topography of Lago Fagnano and to use this information as a complement for the existing geoid model. A suitable method has been developed to measure the ellipsoidal mean surface heights of a water body using a GPS buoy and tide gauges. In our study, an accuracy of a few centimetres has been achieved.

The use of a natural water surface for the determination of an equipotential surface is

an appropriate alternative in remote areas difficult to access for gravimetric observations, as in the present case.

The obtained accuracy is comparable with that of the existing GPS levelling results, and the good agreement found between both methods allows incorporating the lake level information in the regional geoid model.

The integration of the MLL information contributes notably to the representation of the local geoid.

The derived geoid undulations show a strong correlation with the local mountainous and the lake floor (Lodolo et al, 2002) topography.

GRUPO DE TRABAJO ESTACIONES GPS PERMANENTES

Informe de las actividades desarrolladas entre septiembre de 2004 y mayo de 2005. El presente informe describe las tareas realizadas con posterioridad al último reporte presentado por el Grupo de Trabajo Estaciones GPS Permanentes (GTEP) al Subcomité de Geodesia.

- Entre los días 21 y 22 de abril se llevó a cabo el Segundo Taller Regional de Usuarios de Estaciones GPS Permanentes NOA 2005. El mismo se realizó en la ciudad de Corrientes y convocó cerca de 200 profesionales de la región noreste del país. La organización local estuvo a cargo de la Dirección General de Catastro y Cartografía y del Colegio de Agrimensores de la Provincia de Corrientes. El programa detallado del Taller Regional y las presentaciones se hallan disponibles en la siguiente página web:
www.catastrocorrientes.gov.ar/tallerreggps
- Simultáneamente con el Taller Regional NOA 2005, tuvo lugar la inauguración de la Estación GPS Permanente de la Dirección General de Catastro y Cartografía de la provincia de Corrientes. Dicha estación se ha sumado a la Red Nacional y ha comenzado recientemente a remitir sus datos al servidor del IGM.
- Entre los días 30 de abril y 13 de mayo se realizaron las tareas necesarias para instalar y poner en funcionamiento una nueva estación gps permanente en la ciudad de Puerto Deseado, la que ya se halla integrada a la Red Nacional y remite sus datos al servidor del IGM. La misma es operada y mantenida mediante cooperación entre la Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas de la Universidad Nacional de La Plata, el Servicio de Hidrografía Naval y el DGFI de Alemania.
- Se avanzó en la organización del Tercer Taller Nacional de Estaciones GPS Permanentes, que tendrá lugar en la ciudad de Mar del Plata - Provincia de Buenos Aires, con el apoyo local de la estación permanente MPLA y de las instituciones que respaldan su funcionamiento. Dicho Taller se llevará a cabo entre los días 8 y 9 de septiembre de 2005.
- El Instituto Geográfico Militar y la Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas de la Universidad Nacional de La Plata avanzan en planes conjuntos para la instalación de Centros de Procesamiento de la Red Nacional de Estaciones GPS Permanentes.

- **REMEDIACIÓN POSGAR**

El Jefe de la División Geodesia del Instituto Geográfico Militar Tcnl Eduardo Andrés Lauría, comenta que conjuntamente con el Agrim. Sergio Cimbaro se encuentran realizando una campaña de difusión lo más amplia posible de este tema.

Dada la función de asesoramiento científico-técnico del Subcomité de Geodesia del CNUGGI, se ha querido realizar una presentación ante el mismo para su consenso o disenso.

A continuación se realiza una presentación del tema "Remediación POSGAR" en placas power point con el acompañamiento que en primer término lleva a cabo el Tcnl Lauría.

El Instituto Geográfico Militar es el responsable del Sistema de Referencia Geodésico Nacional.

Hasta el año 1997, nuestro Sistema de Referencia Geodésico fue el denominado "Campo Inchauspe 69". Un Sistema Local que utiliza al elipsoide internacional de Hayford y cuyo punto dátum se encuentra ubicado en la provincia de Buenos Aires - Partido de Pehuajó.

En 1997, el IGM adopta el Sistema de Referencia Geocéntrico WGS 84 en forma oficial, cuya red de puntos se denomina POSGAR 94. Fuimos el primer país de América que adoptó como Sistema de Referencia Geodésico a uno Geocéntrico.

En 1998 la Universidad Nacional de La Plata calcula con las mismas mediciones de POSGAR 94 y con el programa Bernesse a POSGAR 98 con Sistema de Referencia ITRS 94, época 1993.8 ajustado a SIRGAS 95 con Sistema de Referencia ITRS 94, época 1995.4.

POSGAR 94 fue reconocido como Marco de Referencia Geodésico Nacional a través del asesoramiento del Subcomité de Geodesia. Se recomendó la utilización de POSGAR 98 en casos de necesidades científicas que requirieran mayor precisión.

En 1998, el Instituto Geográfico Militar decide iniciar el Proyecto Red Argentina de Monitoreo Satelital Continuo con las pocas estaciones que se tenían en ese momento, aportadas por la Universidad de Memphis y que actualmente ascienden al número de 16.

Actualmente estamos en condiciones de decir que POSGAR 94 es un Sistema de Referencia Geocéntrico que responde adecuadamente a la mayoría de las exigencias de los usuarios, pero también debemos decir que el mismo es un Sistema de Referencia desactualizado, pues no se ajusta a las recomendaciones internacionales, no tiene niveles de precisión compatibles con los Sistemas de Referencia Modernos, no responde a estudios científicos de alta precisión y no permite transformaciones de coordenadas confiables a otros Sistemas Globales.

Por estas razones decimos hoy que POSGAR 94 es un marco de referencia desactualizado y que necesitamos cambiar el marco de referencia.

El cambio de un marco de referencia tiene un enorme impacto en la cartografía, sistemas de información geográfica, productos catastrales, etc., pero estamos seguros que este cambio no será tan traumático como lo fue pasar de Campo Inchauspe 69 a POSGAR 94, pues hoy en día los usuarios se encuentran mas acostumbrados a trabajar con Sistemas de Referencia Geocéntricos.

Hoy en nuestro país siguen conviviendo distintos marcos de referencia: Campo Inchauspe, POSGAR 94, POSGAR 98, Sistemas Locales, Sistemas de Límites y el Sistema actual de las Estaciones GPS Permanentes que dan coordenadas en el

"Sistema Hoy" (actuales) y las coordenadas que estamos publicando no son compatibles con el Sistema de Referencia Geodésico Mundial ITRS 2000.

A nivel global, ITRF define el Marco de Referencia Geodésico en base a las mediciones de la red IGS. En principio, el Sistema WGS 84 e ITRS no eran coincidentes. En el año 1993, la diferencia entre los geocentros de ambos sistemas era de aproximadamente 30 cm, pero la actividad creciente de IGS hizo que ambos sistemas se fueran acercando (sus geocentros) a medida que transcurría el tiempo. En 1997, la diferencia entre los geocentros era de unos 5 cm. En el año 2000, ambos geocentros son coincidentes.

En el año 2001, el Sistema de Referencia Geocéntrico WGS 84 adopta oficialmente como Marco de Referencia a ITRF 2000. Esto equivale a decir que actualmente, el que mide en WGS 84 lo hace también en ITRS pues son coincidentes. Este es un punto trascendente y justifica el cambio de marco de referencia.

En 1992 se crea el Proyecto SIRGAS. En 1995 se realiza la primera campaña y en 2000 la segunda campaña y en el 2001, la Séptima Conferencia Cartográfica de las Naciones Unidas para las Américas recomienda para los países de la región la adopción de SIRGAS como Marco de Referencia.

En 2001, el proyecto SIRGAS deja de llamarse Sistema de Referencia Geocéntrico para América del Sur, conserva las siglas llamándose Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas al incorporarse los países de América Central y Norte.

Como conclusión:

- Nuestro país tiene un marco de referencia confiable para la mayoría de las aplicaciones pero se encuentra desactualizado.
- Existe un consenso general en la región para que los países tengan su marco de referencia ajustado a SIRGAS.
- Tenemos actualmente la capacidad técnica y los recursos científicos y humanos para poder definir y procesar un nuevo marco.
- Este cambio de marco de referencia es el último, ya que WGS 84 e ITRS 2000 son coincidentes.
- La densificación de las redes geodésicas avanza al establecimiento de estaciones GPS permanentes.
- Son las estaciones GPS permanentes la base para la definición de los nuevos marcos de referencia.
- Importancia de la definición de un modelo de velocidades asociado a un marco fijo, cubre todas las exigencias de los usuarios considerando aplicaciones legales, prácticas y científicas.
- A partir de ahora se dispondrá de un marco de referencia con coordenadas fijas e inamovibles, pero con un modelo de velocidades de puntos. Aquella persona que desee medir en el año 2008 y procesar en ese año, podrá llevar las coordenadas fijas (en el año en el que se fijen, probablemente 2006) a dicho año. Si quiere volverlas al 2006, también podrá hacerlo.

Por último, el cambio del marco de referencia implica remedir la red POSGAR. Se medirán un total de 161 puntos y procesar con un software científico (el IGM lo hará con GAMIT y la FCAGLP con Bernesse, obteniendo la mejor solución combinada). Se ajustará el nuevo marco de referencia al nuevo ITRF (200?) y en el marco de SIRGAS 2000 para la época 2000.4.

Continúa la exposición el Agrim. Sergio Cimbaro.

La idea es que el nuevo marco de referencia se adaptará a las estaciones GPS permanentes que se encuentran actualmente en funcionamiento. Como 16 estaciones es un número bajo para definir un marco de referencia nacional, se necesita remedir y densificar la red POSGAR.

Hoy en día tenemos 16 estaciones GPS permanentes. Se agregarán tres más en poco tiempo. Una de ellas se encuentra en Corrientes, la otra en Puerto Deseado y próximamente habrá otra en San Luis. Dos posibles estaciones GPS permanentes futuras son una que ya se encuentra funcionando en Santa Cruz y otra prevista colocar en Esquel.

Todas estas estaciones formarán parte del procesamiento del marco de referencia.

Todo comenzó con siete estaciones en 1998 hasta llegar a las 16 estaciones en 2005. Con las tres estaciones mencionadas pasarán a ser 19 y así va aumentando el número con el correr del tiempo. Estas estaciones permitirán definir el marco de referencia futuro.

El procesamiento del nuevo marco de referencia estará vinculado a las estaciones GPS permanentes. Se procesarán al menos dos años de datos de la Red RAMSAC. En Abril de 2004 se comenzaron a recibir datos de las estaciones permanentes y estamos teniendo datos de 2005. La idea es procesar los datos con GAMIT en el IGM y con Bernesse en la FCAGLP, para definir el nuevo marco. Los dos años de procesamiento de la Red RAMSAC permitirá obtener velocidades puntuales en cada una de las estaciones GPS permanentes que actualmente no tenemos. Si bien se dispone de velocidades de puntos de IGS, no tenemos velocidades en los puntos de la red de estaciones permanentes.

El marco de referencia será por ahora ITRF 2000 y la época se definirá cuando se tenga todo procesado. Posiblemente sea 2006 y estará vinculada a lo que disponga SIRGAS que es el marco regional al cual nos encontramos vinculados.

La definición del marco no tendría sentido si no se hacía una remediación de POSGAR, pues el número de estaciones POSGAR existentes de aproximadamente 130 es pobre y se piensa en densificar a 161, lo que permitirá disponer de una red uniforme en toda el país, mejorando POSGAR 94. Este nuevo marco de referencia vinculará a todos los puntos y redes existentes en el país : POSGAR 94, POSGAR 98, CAMPO INCHAUSPE 69, PASMA, REDES PROVINCIALES DE CATASTRO, etc., lo que permitirá hallar los parámetros de transformación entre estas redes y el nuevo marco de referencia.

De esta forma, todas las provincias estarán vinculadas al nuevo marco de referencia. Vale decir que el nuevo marco se remedirá, se procesará y vinculará con las redes existentes, de forma tal de lograr una homogeneidad en todo el país.

En un gráfico se muestra un gráfico con la ubicación de 7 puntos ITRF del IGS que son estaciones permanentes con velocidades conocidas. Por otro lado y con otro color la ubicación de las 16 estaciones gps permanentes nacionales existentes.

Se vincularán las 16 estaciones gps permanentes nacionales a las 7 estaciones permanentes IGS que se encuentran actualmente en ITRF 2000 durante dos años de mediciones. De esta forma, al cabo de dos años de mediciones continuas, se procesarán las mediciones, obteniéndose una red nacional de orden 0 conformada con las mencionadas 16 estaciones gps permanentes.

Se remedirán los puntos POSGAR 94 y se agregarán a los 130 existentes otros 31 puntos que no se construirán, sino que estarán constituidos por puntos ya existentes y pertenecientes a otras redes nacionales, constituyendo un nuevo marco de referencia

con un total de 161 puntos en ITRF y la época se definirá cuando se tenga todo procesado. Las velocidades para las 16 estaciones gps permanentes se definirán al cabo de los dos años de mediciones continuas de vinculación con las 7 estaciones ITRF permanentes con velocidades IGS. Para los puntos del nuevo marco de referencia que estarán medidos en diferentes épocas, se utilizará el modelo de velocidades SIRGAS.

En principio se piensa en un total de 161 puntos integrantes del nuevo marco de referencia (los 127 puntos POSGAR 94 originales más otros 3 que se midieron con posterioridad a POSGAR 98 y 31 puntos más pertenecientes a redes ya existentes), pero dicho número puede ser mayor, ya que se tendrá especial cuidado de brindar a cada una de las provincias argentinas un total aproximado de 7 puntos (el número de puntos no es fijo ya que variará en función de la superficie de la provincia), de forma tal de tener la mejor distribución.

Ya comenzó la campaña de medición, comenzando por el sector que actualmente se encuentra más desfavorecido que es el noreste, donde tenemos actualmente solo 1 o 2 puntos por provincia. En la zona sur y oeste el número actual de puntos por provincia es mayor. El nuevo marco de referencia nacional estará vinculado a las 16 estaciones gps permanentes, las que a su vez se encuentran vinculadas a las 7 estaciones permanentes ITRF del IGS.

Cada punto del nuevo marco de referencia nacional estará medido por un total de 36 horas (1 día y medio de medición). Serán vectores independientes con cambio de estación. En el lapso de medición de 36 horas continuas, otro receptor gps hará estación en puntos PASMA o de REDES PROVINCIALES DE CATASTRO por un lapso de 2 horas, vinculándose de este modo al nuevo marco de referencia un número mayor de puntos, lo que a su vez permitirá también determinar los parámetros de transformación. Es de destacar que dado que hoy en día la mayoría de los Sistemas de Referencia nacionales son geocéntricos, será mucho más sencilla la determinación de los parámetros de transformación.

Se determinarán parámetros de transformación para cada provincia, y en función de cómo hayan sido medidas las redes originalmente, se establecerán ordenes de precisión para las mismas.

Se entregarán a las Direcciones de Catastro provinciales un nuevo conjunto de coordenadas en el nuevo marco de referencia con un error propio. Las Direcciones de Catastro provinciales fijarán luego una ordenanza para oficializar el nuevo marco de referencia.

En definitiva, tanto las estaciones gps permanentes como la red POSGAR y los puntos provinciales, se encontrarán todos con coordenadas en el nuevo marco de referencia.

Se efectuó un cálculo provisorio de 30 días de observación correspondientes al año 2004, de todas las estaciones gps permanentes y se obtuvo un promedio de las coordenadas para conocer en primera instancia la consistencia de las mismas. Se obtuvieron también, los desvíos en las coordenadas XYZ geocéntricas. La mayoría de estos desvíos no supera los 5 milímetros. Esto da la pauta que el procesamiento diario del vector de punto a punto con las 7 estaciones ITRF del IGS (con miles de kilómetros de extensión cada uno de ellos) es muy consistente y es lo que va a permitir determinar coordenadas precisas para el nuevo marco.

Por último, se muestra cómo ha ido evolucionando el marco de referencia. Se tomaron 9 días del año 2003 de la estación IGM0 y se usaron los datos del 2003 para procesarlos con toda la red IGS y se obtuvo una coordenada que se comparó con POSGAR 94. La diferencia se encuentra en el orden de poco más de 60 centímetros en latitud y longitud y unos 45 centímetros en altura. Esto se debe a que los datos del

2003 de la estación IGM0 corresponden a un momento en que había una diferencia del orden de 1 metro entre los geocentros de los Sistemas de Referencia WGS 84 e ITRS. Actualmente esta diferencia geocéntrica prácticamente no existe.

Todo el mundo habla de POSGAR 94 y POSGAR 98 y del porqué de las diferencias entre las coordenadas de ambas redes de puntos. La respuesta esta dada por la diferencia en la ubicación de sus geocentros respecto del geocentro del Sistema ITRS. Si comparamos las coordenadas del punto IGM0 procesada en el año 2003, con la obtenida por POSGAR 98 en ITRF 94 para la época de 1995 en que fue definido, vemos que la diferencia es mucho menor, lo que demuestra que POSGAR 98 se encontraba definido en un momento en el cual el geocentro del Sistema WGS 84 se hallaba más cerca del geocentro del Sistema ITRS con respecto a su ubicación en momentos de medirse POSGAR 94.

Si comparamos las coordenadas de IGM0 del año 2003 con las obtenidas de su procesamiento con SIRGAS 2000, vemos que aumenta más la precisión con respecto a POSGAR 98. Si usamos velocidades IGS para transportar coordenadas del punto IGM0 en POSGAR 98 a la época de 2003, vemos que las diferencias disminuyen.

La época de definición de ITRF 2000 es 1997.0. Hoy en día se está hablando de definir un ITRF 2004 (posiblemente a fines del año 2005 salga publicado). El año próximo, veremos si el marco de referencia será ITRF 2000 o ITRF 2004.

La idea es buscar el mejor marco de referencia, para obtener el mejor resultado. Sin embargo, el paso de ITRF 2000 a ITRF 2004 es trivial ya que disponemos de suficientes estaciones gps permanentes con velocidades conocidas y la diferencia entre parámetros de transformación será por lo tanto muy pequeña.

FIN DE LA EXPOSICION

A continuación, el Ing Soto pregunta sobre cómo se está efectuando la medición física de los puntos.

En los puntos astronómicos se está realizando con base fija y en los puntos PASMA con trípode contrastado, con base nivelante corregida.

Los Sistemas Geodinámicos tienen sistemas de monumentación muy precisos. La monumentación que disponemos es la correspondiente a PASMA, que es mejor que la existente anteriormente.

En los Sistemas Geodinámicos, además del punto central se fijan tres soportes con monumentación estable que no permite movimientos. Pero eso corresponde a un nivel de precisión que excede a la de un marco de referencia. Tenemos un marco de referencia prácticamente estable con las estaciones permanentes. Para la densificación de la red POSGAR, se pensó excesivo definir un sistema de monumentación particular. Se dispone de buenos trípodes y de bases nivelantes contrastadas, y se realizan dos sesiones independientes para evitar un posible error sistemático, con el fin que la medición sea lo más precisa posible.

El Agrim Della Palma cree que el cambio del marco de referencia tendrá poco impacto sobre la cartografía y los SIG.

La respuesta es que el impacto sobre los SIG será importante, pues carece de escala y se notará el cambio de coordenada. Tal vez en cartografía el impacto será menor, sobre todo con escalas chicas.

El Dr. Ing. Pallejá cree que éste es el momento más adecuado para realizar un proyecto como el que se acaba de exponer. Desde un punto de vista particular, felicita la exposición, ya que es una presentación impecable sobre lo que hay que hacer en este momento. Esta es la oportunidad. No lo era antes y probablemente sea tarde después. Han pasado diez años desde 1994 y cosas importantes que se destacaron en las exposiciones. Probablemente el impacto mayor haya sido en el año 1997, el

pasar de un Sistema de Referencia Local a uno Geocéntrico. Este será numéricamente un impacto menor, pero desde un punto de vista científico y organizativo e integrador, es el momento y la tecnología que se debe usar y teniendo un modelo de desplazamiento, se puede prever un futuro libre de problemas.

También está de acuerdo en dejar los puntos preexistentes y no de monumentalizar nuevos, pues si bien estamos virando hacia un sistema de estaciones permanentes, en el futuro van a coexistir las mismas con las redes de puntos materializados en el terreno. Sabemos de los problemas de comunicación, de almacenamiento en Internet y técnicos que tienen las estaciones gps permanentes, lo que hace que el día menos pensado no se disponga del dato correspondiente. Por lo tanto, es necesario mantener el sistema de puntos terrestres y en ese sentido sugiere se agregue a las exposiciones en forma numérica lo importante que fue en su momento el proyecto PASMA que dejó más de 1500 puntos materializados; sin duda alguna un esfuerzo monumental que permitirá disponer para cualquier proyecto de ingeniería de un punto cercano de apoyo al trabajo.

Desde su punto de vista, ve sólido al proyecto de remediación de POSGAR y establecimiento de un nuevo marco de referencia.

Como la cantidad de datos que se manejarán es grande, se debe solicitar ayuda de todas las instituciones posibles y se compromete a prestarla a través del Instituto de Geodesia de la Universidad de Buenos Aires.

También compromete su colaboración al proyecto el Ing Soto.

El Ing Mayer, sostiene que se debe ir pensando en reformular los estándares geodésicos con respecto a las estaciones gps permanentes. Ahora están apareciendo elementos muy importantes. Por ejemplo, cuando se mide una red se debe procesarla para la época en que se mide la misma y luego llevarla a la época de referencia. Ese tema así como otros, deben encontrarse perfectamente clarificados.

En el futuro, se dispondrá de un número mayor de estaciones gps permanentes que las actuales, lo que permitirá trabajar con un solo receptor gps y tomando los datos de la estación permanente más cercana a los fines del procesamiento.

Otro tema que es muy importante es el de intensificar la vinculación de las mediciones gps con puntos de la red altimétrica del IGM.

El Agrim Cimbaro acota que en la medición del nuevo marco de referencia, está prevista la vinculación con puntos altimétricos del IGM.

El jefe de la División Geodesia Tcnl Lauría, está de acuerdo con la opinión del Ing Mayer en la actualización de los estándares geodésicos. El Instituto Geográfico Militar no adoptó oficialmente los mismos y se compromete a realizar las gestiones necesarias para su oficialización.

- **CONSIDERACIONES SOBRE NUEVOS MIEMBROS**

Se nombra miembro honorario del Subcomité de Geodesia al Dr Hermann Drewes y miembro emérito al Agrim. Mario Orstein.

- **VARIOS**

El Presidente del Subcomité de Geodesia Ing Fernando Galbán comentó la existencia de dos primeros documentos emitidos por el Grupo Coordinador de Estaciones Permanentes titulados: "Funciones del Comité" y "Requisitos básicos para una estación permanente"

Sorprendió al Presidente del CNUGGI la existencia del Comité Coordinador de Estaciones Permanentes, ya que no tenía conocimiento de la misma.

Dicho Comité Coordinador hace su presentación oficial en el Taller Regional de Estaciones GPS Permanentes realizado en Corrientes en abril de 2005 y fue creado en el 2º Taller Nacional de Estaciones GPS Permanentes llevado a cabo los días 6 y 7 de septiembre de 2004 en el Instituto Geográfico Militar, en concordancia con la realización de la XXII Reunión Científica de la Asociación Argentina de Geofísicos y Geodestas.

El Dr Ing Ezequiel Pallejá formula la siguiente pregunta: ¿puede una comisión creada en el seno de otra que a su vez forma parte del CNUGGI, publicar normas sobre algo si no tiene la aprobación del Subcomité de Geodesia?. El Dr Pallejá hace la comparación con la publicación de los Estándares Geodésicos que llevó más de un año de trabajo consensuado.

El Tcnl Eduardo Andrés Lauría como parte integrante del Comité Coordinador de Estaciones GPS Permanentes conjuntamente con el Dr Claudio Brunini y el Agrim Rubén Rodríguez, toma la palabra.

Cuando se creó el Grupo de Trabajo Estaciones GPS Permanentes (GTEP) en el marco del Subcomité de Geodesia del CNUGGI, se pensó que el mismo constituyera una guía de normas para todas las actividades futuras relacionadas con estaciones gps permanentes. Paralelamente, se hicieron los Talleres Nacionales de Estaciones GPS Permanentes organizados por el Instituto Geográfico Militar y por la Universidad Nacional de La Plata, pero no enmarcados dentro de las actividades del Subcomité de Geodesia y tampoco relacionados con las actividades del Grupo de Trabajo Estaciones GPS Permanentes (GTEP) del mencionado Subcomité. Son dos organizaciones que nacen paralelamente y sin vinculación, aunque hay miembros comunes.

Cuando en el Taller Nacional de Estaciones GPS Permanentes realizado en septiembre de 2004 se realizaron las exposiciones, hubo una presentación por parte de los responsables de algunas de las estaciones permanentes, solicitando algún grado de mayor participación en el proyecto y en la toma de decisiones. Hubo mayoría en la aceptación de la citada solicitud y decidió integrarse un Comité Coordinador de Estaciones GPS Permanentes incorporando algunos miembros responsables de dichas Estaciones. Ese Comité Coordinador continuó trabajando en forma paralela a lo que es el Grupo de Trabajo Estaciones GPS Permanentes.

El Tcnl Lauría sostiene que hace falta una coordinación entre todos porque no debe olvidarse que las Estaciones GPS Permanentes empezaron en el país cuando el Instituto Geográfico Militar decidió encarar el Proyecto RAMSAC. Hoy pareciera que son todas cosas distintas: por un lado el citado Proyecto RAMSAC, por otro el Taller de Estaciones GPS Permanentes y por otro el Grupo de Trabajo de Estaciones GPS Permanentes y en realidad estamos hablando de una sola cosa.

Existe un Grupo de Trabajo de Estaciones GPS Permanentes con peso científico para fijar pautas y lineamientos de trabajo y una autoridad ejecutora claramente definida que es el Instituto Geográfico Militar. De esa forma se trabajó siempre y es la metodología a seguir. Por falta de coordinaciones internas se está generando este tipo de problemas.

Hace falta alguien que oficie de asesor, de fijador de línea de trabajo y alguien que tome las decisiones. Esta situación es difícil de consensuar.

El Grupo de Trabajo Estaciones GPS Permanentes del Subcomité de Geodesia debe ser el coordinador del tema.

El Ing Soto agrega que el hecho que sean las mismas personas las integrantes de estos organismos , tiende a confundir quien toma las determinaciones, como se toman las mismas y con que consideración. Esta situación favorece que aparezcan en Internet publicaciones sin que algunos de los integrantes comunes a dichos organismos se enteren de la existencia de las mismas. Por otro lado, se publican normas científico-técnicas sin pasar por el debido asesoramiento del Subcomité de Geodesia.

El Presidente del Subcomité de Geodesia comenta que actualmente existen: Talleres Nacionales, Talleres Regionales, Grupo de Trabajo Estaciones GPS Permanentes, Grupo RAMSAC, Red Argentina de Estaciones Permanentes y Comité Coordinador de Estaciones GPS Permanentes. Cada uno de estos grupos se maneja de una forma diferente y no están claras las funciones de cada uno de los mismos. La confusión es cada vez mayor.

El Agrim. Sergio Cimbaro agrega que el Grupo de Trabajo de Estaciones GPS Permanentes desarrolla todos los temas científicos y técnicos relacionados con las estaciones permanentes y el Comité Coordinador de Estaciones GPS Permanentes nació para organizar la realización de los Talleres de estaciones GPS permanentes, una cuestión meramente administrativa. Se forma el Comité Coordinador para unificar el tema de la organización de los talleres. No debería el citado Comité Coordinador difundir información. La difusión de lo que ocurre científica y técnicamente con las estaciones gps permanentes es patrimonio exclusivo del Grupo de Trabajo Estaciones GPS Permanentes.

El Ing Federico Mayer comenta que ampliando lo comentado por el Ing Pallejá, cuando se hicieron los Estándares Geodésicos, los mismos fueron aprobados por el Subcomité de Geodesia y luego publicados por el Instituto Geográfico Militar y el Comité Nacional de la Unión Geodésica y Geofísica Internacional. Este último organismo es el responsable ante los organismos internacionales como la UGGI, de una trascendencia importante. Las normas deben ser elaboradas por el Grupo de Trabajo Estaciones GPS Permanentes y luego homologadas por el Subcomité de Geodesia para su posterior difusión por parte del CNUGGI a otros organismos nacionales e internacionales.

El Dr Ing Pallejá agrega a lo dicho por el Ing Mayer que el Subcomité de Geodesia del CNUGGI tiene la misión de asesorar en el máximo nivel y no ocuparse de organizar los distintos eventos que traten temas científico técnicos. No se está juzgando la calidad de las normas establecidas por otros organismos, pero siendo el Subcomité de Geodesia la última instancia de asesoramiento científico, toda norma debe pasar por el tamiz del citado Subcomité para su posterior difusión. No se deben emitir normas en nombre del Subcomité de Geodesia sin haber pasado las mismas por dicho organismo para su tratamiento, homologación y posterior difusión.

El Tcnl Lauría comenta que SIRGAS se encuentra elaborando la determinación de estándares para las estaciones GPS permanentes del continente americano y el citado organismo pidió la colaboración de todos los países para esta determinación.

El Presidente del Subcomité de Geodesia agrega que debe ser el organismo que preside el encargado de prestar esa colaboración a través del Grupo de Trabajo Estaciones GPS Permanentes (GTEP). El Subcomité de Geodesia da al GTEP autoridad para normar en el tema "Estaciones GPS Permanentes".

Siendo las 13.15 horas, se da por finalizada la 52ª Reunión del Subcomité de Geodesia del Comité Nacional de la UGGI.