

## **EL ELIPSOIDE DE REFERENCIA PARA AMERICA DEL SUR**

**RAFAEL N. SANCHEZ**

Instituto de Geodesia y Geofísica - Facultad de Ciencia y Tecnología  
Universidad Nacional de Rosario

Se analiza y se comenta la publicación Nº 325.2 por I. Fisher, de la Comisión de Cartografía del Instituto Panamericano de Geografía e Historia, sobre la determinación de un punto "datum" y elipsoide de referencia para la América del Sur, señalando algunas discrepancias con las opiniones de la autora.

The paper by I. Fisher on the subject, published by The Cartography Commission of the Panamerican Institute of Geography and History, is discussed and commented, in relation with the determination of a point "datum" and a reference ellipsoid for South America, pointing out some discrepancies with statements of the author.

Este importante tema está siendo tratado por un grupo dirigido por la Dra. Irene Fischer, prestigiosa geodesta del Topographical Command – AMS de Estados Unidos, por encargo del Instituto Panamericano de Geografía e Historia. Un primer informe de las tareas iniciales apareció en la publicación Nº 325.2 de la Comisión de Cartografía del IPGH, I. Fisher 1970, con la evidente intención de difundir los conceptos básicos del problema y su enfoque por el grupo de trabajo.

En lectura atenta de este trabajo decidió el autor de éste a poner en claro algunas operaciones geodésicas no bien explicitadas y exponer sus puntos de vista en cuestiones que, sin duda por falta de revisión de la versión española, podrían malinterpretarse como equivocaciones.

En los últimos tiempos enlaces trigonométricos han permitido vincular los sistemas argentinos, pacífico y brasileño: esas conexiones han sido elaboradas por la Dra. Fischer y en la publicación que aquí se comenta aparecen algunas cartas del geoide sudamericano obtenido por nivelación astronómica.

Una expresión de la Autora refiriéndose a América del Sur: “. . . un continente geodésicamente desconocido . . .” es injusta. En relación con estos temas, ya en 1945 Mateo y Levin habían calculado el aplastamiento de la Tierra aplicando la fórmula completa de Clairaut a los resultados de 133 estaciones pendulares realizadas por ellos en territorio argentino entre 22º y 55º de latitud sur. El trabajo aconsejaba para la Argentina un elipsoide más aplastado que el internacional lo que se verifica si se observa en la contribución que se comenta el mapa del geoide en el datum Campo Inchauspe realizado sobre los datos del Instituto Geográfico Militar. Asimismo, en su serie “Contribuciones a la Geodesia aplicada”, el profesor Ing. Baglietto (1952) había expuesto sus experiencias en la cordillera mendocina en relación con la corrección a los ángulos medidos en la triangulación debida a desviación relativa de la vertical (DRV) mientras que Roy Smith (1961) del AMP publicaba en la revista Cartografía Nº 12 un trabajo prescindible sobre ese tema en el que, entre otras cosas, sostenía que la gravedad es constante en el geoide.

La Autora se extiende en el cálculo de coordenadas geodésicas en una gran triangulación y pone de relieve los riesgos del procedimiento usual de cálculo frente a la proyección, aunque no menciona si la de Helmert o la de Pizzetti. Es bueno que la Dra. Fischer nos recuerde que el desarrollo o propagación de la red (“Netzausbreitung”) no afecta la escala. Dice: “Los ángulos y distancias están medidos sobre la superficie física de la Tierra y luego reducidos rutinariamente al nivel del mar (geoide)”. Hay que aclarar que las bases geodésicas sí se reducen pero los ángulos no sufren reducción alguna. Sólo, a veces, las sutiles correcciones debidas a la no coplanaridad de las normales al elipsoide. La compensación y el cálculo de la red no exigen la adopción de un datum: éste es necesario para calcular coordenadas geodésicas y eventualmente para investigar la forma del geoide (G) el que se levanta integrando la DRV cuando hay una densidad suficiente de estaciones astronómicas de desviación o se usa la fórmula de Vening Meinsz para interpolar gravimétricamente entre estaciones de DRV astrogeodésicas. Sólo en ese estado de cosas se puede intentar la proyección de la triangulación, analizar la calidad del datum y eventualmente optimizarlo mediante una compensación astronómico-geodésica (“Lo tabweichungsausgleichung”).

La Autora presenta un mapa de las desviaciones topográfico isostáticas de la vertical para América del Sur y dice: Aunque los vectores están referidos al

cogeoide de la hipótesis isostática particular ". . . De ello podría interpretarse que diferentes hipótesis isostáticas originan diferentes cogeoides en un modelo teórico. Por definición de un modelo isostático las anomalías correspondientes son cero y el cogeoides coincide con el esferoide normal. En tales casos según cómo se transfieran las masas topográficas abajo del nivel del mar (Pratt, Airy, etc.) el efecto indirecto dará el respectivo G que sí dependerá de la hipótesis utilizada.

En otro párrafo del trabajo que se comenta se lee: "Los dos rasgos precedentes fijaron cuatro de las cinco condiciones necesarias para definir un datum: dos para los parámetros de un elipsoide y dos de las tres para su posición en el espacio en relación al G . . ." Hagamos un cuadro comparativo entre el problema general de ubicar y orientar en el espacio un cuerpo definido por dos parámetros y el caso de datum geodésico:

	Problemas generales	Datum geodésico
1	dos parámetros	semiejes del elipsoide de referencia (ER)
2		
3	coordenadas de un punto	elevación de la marca geodésica en
4	del espacio donde se	cuya vertical coincidiera un punto
5	ubica una del cuerpo	del ER de $\xi_0$ y $\eta_0$ dadas. cota del ER respecto del G.
6	tres rotaciones para	identificación de la vertical en
7	orientar al cuerpo en	P con la normal al ER
8	el espacio	identificación del meridiano astr. en P con el meridiano del ER

La identificación (6, 7) de la vertical en P con la normal al ER se logra haciendo coincidir:

latitud geodésica con latitud astronómica

longitud geodésica con longitud astronómica

(éso sería así en el caso más simple; podría convenir introducir  $\xi_0$   $\eta_0$  como componente de la DRV en el origen).

La identificación (8) de los meridianos se alcanza haciendo coincidir: acimut geodésico de una dirección con acimut astronómico observado de la misma (en caso de existir  $\eta_0$  no será posible identificar los meridianos y habrá que aplicar  $\eta_0$  sen  $\varphi$  acimut observado de modo que queden siempre paralelos al eje medio de rotación de la Tierra y eje de la figura del ER).

Como se ve, en rigor, las condiciones del datum son ocho. Como suelen no computarse en geodesia las dos correspondientes a la elección del origen P, podríamos admitir que se hable de seis, nunca cinco.

Dejando también de lado los parámetros del ER, la posición del ER respecto del G exige:

3 condiciones para orientación

1 condición de altura

es decir cuatro condiciones y no tres.

La Dra. Fischer propone que el ER para América del Sur coincida con el G en el origen Brasileño Chua y en el Argentino Campo Inchauspe, como un compromiso de geodesia política. El G argentino tendría cotas entre +30m en el extremo

noroeste y presuntamente -40m en Río Gallegos.

El encomiable trabajo del grupo dirigido por la Dra. Fischer podría explotar los últimos resultados de la geodesia empleando satélites: en el Journal of Geophysical Research, Gaposchkin y Lambeck (1971), muestran que las coordenadas geocéntricas de Comodoro Rivadavia, Villa Dolores, Natal, Arequipa y Curacao han quedado determinadas con una precisión de 15, 9, 12, 7 y 7 m respectivamente. La orientación geográfica de esa serie de cuerdas terrestres debería ser aprovechada para orientar al ER para América del Sur con mayor seguridad que el acimut de una corta visual terrestre y la corrección derivada de una compensación geodésica-astronómica.

## BIBLIOGRAFIA

- BAGLIETTO, E.E. (1952):** *"Contribuciones a la Geodesia Aplicada"*. Bs.As., Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires.
- FISCHER, I. (1970):** *"El Geoide Sudamericano Referido a Varios Sistemas de Referencia"*. Publicación Nº 325.2 de la Comisión de Cartografía. Separata de la Revista Cartográfica Nº 18, Año XVIII - (1969).
- GASPOSCHKIN, E.M. y LAMBECK, K. (1971):** *"Earth's Gravity Field to the Sixteenth Degree and Station Coordinates from Satellite and Terrestrial Data"*. Jour Geoph. Res. 76 (20), 4855-4883.
- MATEO, J. y LEVIN, E. (1945):** *"Observaciones Gravimétricas Pendulares (años 1936-1941)"*. Serie geodésica. Tomo IV. La Plata, 1945.
- SMITH, R.A. (1961):** *"The Effect of the Deflection of the Vertical on Observed Directions of Triangulation"*. Presented to IX Pan American Consultation on Cartography (PAIGH). Army Map Service, Washington.