

## **CIENT AÑOS DE GEODESIA EN EL URUGUAY**

### Resumen

El presente artículo reseña la historia de los trabajos geodésicos en nuestro país, los que comenzaron recién a desarrollarse sistemáticamente en los albores del siglo XX, mas precisamente con la triangulación clásica, en 1908 y en el departamento de Durazno. Su cometido inicial fue apoyar al catastro departamental, pero pronto cambió su enfoque para apuntar a una aplicación mas trascendente, como equipamiento tecnológico básico, de la cartografía de uso civil y militar, la ingeniería en general y el conocimiento científico de la geodesia en si misma.

### Consideraciones preliminares

Uno de los pilares básicos para la existencia del estado, es su territorio, de ello se desprende que su conocimiento detallado permite una correcta y eficiente administración, como fundamento del ordenamiento territorial. Para su conocimiento científico concurre la cartografía y su basamento estructural, su apoyo, la geodesia, sin dejar de considerar que este enfoque, aunque sumamente importante, apunta sólo a los aspectos utilitarios del conocimiento.

No es casual, que la geodesia geométrica, comience en nuestro país, poco después del inicio del siglo XX, la organización del espacio geográfico, no puede ni siquiera intentarse, si no se dispone de una base de datos homogéneos y registrados referente a la propiedad, tanto pública como privada, tarea ardua y poco conocida por la opinión pública, que sólo puede realizarse en un entorno pacífico y ordenado.

En el siglo XIX, sufrimos las crisis institucionales producidas por la inestabilidad política de un país en formación, situación semejante a casi todos las demás países Iberoamericanos, en el último cuarto de ese siglo, comenzaron a producirse algunos cambios propicios, entre los que se destaca, el advenimiento del Código Rural, con el registro obligatorio de los planos de mensura, importantísimo aporte de los agrimensores, que con su esfuerzo profesional nutrieron los archivos gráficos de la Dirección de Topografía, a ello se sumó el desarrollo del ferrocarril, la delimitación material de la propiedad con alambrado, así como otros aspectos que no son del caso analizar, fueron estableciendo lentamente, los datos geográficos de la estructura básica civilizadora, de la nación.

Los intentos citados, de apuntar a un ordenamiento territorial, entre los que se destaca con perfiles propios la racionalización del registro de la tierra, nacieron con la patria, así nos lo hace saber el historiador Juan E. Pivel Devoto, al prologar el tomo 7 de la "Colección de Clásicos Uruguayos", con un esbozo biográfico sobre nuestro primer geógrafo, el general de ingenieros Don José María Reyes<sup>1</sup>, donde dice textualmente:

---

<sup>1</sup> Descripción Geográfica de la República Oriental del Uruguay. Colección de Clásicos Uruguayos. Vol. 7

*“Después de la paz de 1828, Reyes que se había casado con una uruguaya nacida en San Carlos<sup>2</sup>, decidió radicarse en la República a cuya libertad había contribuido y cuya naturaleza geográfica atraía su curiosidad de hombre de ciencia.*

*Ostentaba entonces el grado de Sargento Mayor. La madurez de sus conocimientos y sus ideas sobre los distintos esfuerzos que debían armonizarse para organizar el país, está reflejadas en la memoria que en 1829 presentó al Ministro Juan F. Giró, Acerca de los fundamentos que debían presidir la creación y el funcionamiento de un Departamento Topográfico<sup>3</sup>. En ese proyecto que el gobierno aprobó en 1830, está el programa de toda su obra futura: el plan para determinar la extensión de las propiedades públicas y privadas, su ubicación y la naturaleza de las mismas, como medio de llegar a conocer la extensión y fisonomía del país; los trabajos estadísticos, el catastro y la formación de la carta geográfica del Estado. La época era incierta y no abundaban las capacidades para emprender una labor de este carácter.*

*Reyes , que comprendía como pocos en que grado el conocimiento de los rasgos podría ser útil para la consolidación de sus instituciones, fue designado para presidir la Comisión que regenteó el Departamento Topográfico, cargo que compartió con el de Oficial Mayor del Ministerio de Gobierno y Relaciones Exteriores”*

Como vemos, ya en esa época se entendía que la planificación adecuada del estado, implica entre otros muchos aspectos, la organización del espacio y afecta intereses tales como la tenencia de la tierra y sus servidumbres, que el uso común impone. Para que estos altos fines de convivencia se concreten en forma justa y constituyan la base firme del progreso, se deben alcanzar en armonía, sin rispideces, para lo cual deben fundamentarse sobre bases éticas, sostenidas por procedimientos técnicos y jurídicos inobjectables.

El siglo XIX, con los conflictos regionales, como la guerra grande, y luego la de la triple alianza, mas todos los avatares políticos posteriores, que son de conocimiento de todos y dominio de los historiadores, no proporcionaron en ningún momento, el escenario propicio para el conocimiento estadístico de los datos geográficos, indispensables a la planificación del estado.

### Etapa básica

Fue por todo lo anteriormente expuesto, que recién en los comienzos del siglo XX, muy poco después de la revolución de 1904, apenas logrados los acuerdos que propiciaron la estabilidad política, se dio paso a las crecientes necesidades de información geográfica, por entonces se acumulaban de cartas por noticias, carentes por lo tanto de sustento astro – geodésico homogéneos, editadas en escalas mayores y con diversos fines. Las limitaciones de esos documentos, sus incompatibilidades recíprocas y su escasa precisión no hacía mas que demostrar la necesidad de homogeneizar la información, sobre bases

---

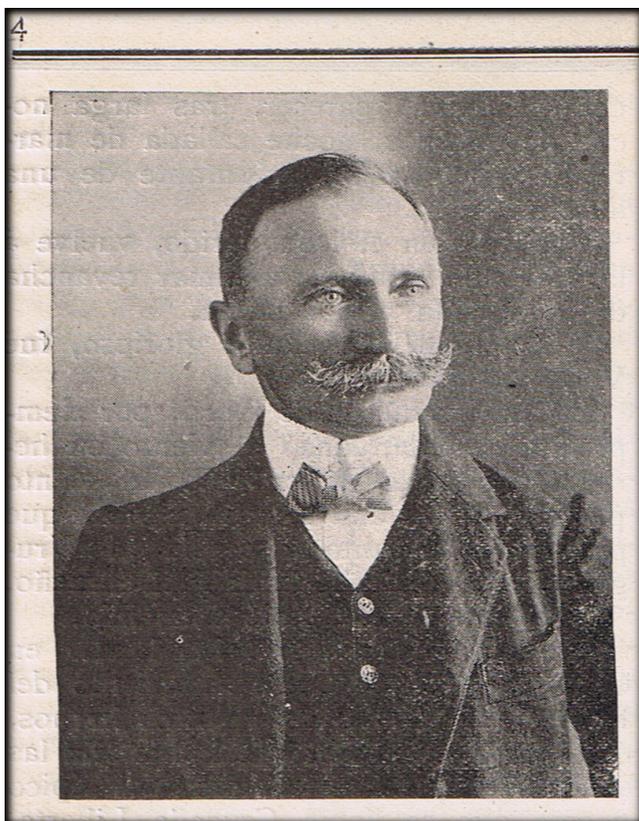
<sup>2</sup> Reyes contrajo matrimonio en San Carlos el 26 de julio de 1827 con Manuela Petrona Villar

<sup>3</sup> Véase el Proyecto de Reyes para la creación del Departamento Topográfico presentado al ministro Giró en 1830, publicado por Carlos Pérez Montero en “La calle del 18 de Julio”, págs. 159 y 357 a 361, Montevideo, 1942.

geométricas coherentes, a fin de ordenar el catastro parcelario por un lado y la planificación de las obras públicas por otro.

La redefinición demarcatoria de nuestra frontera con Brasil, resultante del nuevo Tratado de Límites celebrado en Río de Janeiro el 30 de octubre de 1909, modificó el régimen de la Laguna Merín y del río Yaguarón y estableció a texto expreso, en su artículo V, la realización “*de las operaciones topográficas y geodésicas indispensables para la determinación de la nueva frontera, y abalanzándola en la laguna según los procedimientos mas convenientes*”.<sup>4</sup>

Todas estas necesidades perentorias, planteaban los diversos aspectos que la aplicación práctica que un sostén geodésico, preciso y homogéneo brindaría, como antecedentes, además de los que ya hemos citado al pasar, se destacan los esfuerzos, de astronomía geodésica de posición, así como algunas pequeñas triangulaciones, tanto para la confección de la primera carta geográfica, como para llevar a feliz término la primera demarcación de nuestros límites con el Brasil.



**Fotografía del capitán Paul Gros,  
tomada del quicenario Rivera.<sup>5</sup>**

La geodesia clásica, encarada en forma sistemática, comenzó formalmente en nuestro país, a partir de la contratación del capitán de artillería, geodesta, del ejército francés D. Pablo Gros, refrendado por decreto de fecha 2

<sup>4</sup> Tratados y Convenios Internacionales – República Oriental del Uruguay – Secretaría del Senado Tomo IV Montevideo 1994. Pág. 339

<sup>5</sup> Rivera, Publicación Quincenal, del Club Rivera 15 de febrero de 1911, Pág. 4

de enero de 1908<sup>6</sup>, que creaba la División de Catastro, en el Ministerio de Obras Públicas, bajo la dirección del ilustre agrimensor D. Melitón González. Por otro decreto de fecha 4 de febrero se disponía la cooperación del ejército, en las operaciones catastrales, con la ejecución de la carta militar incluida.

En un artículo sobre la triangulación, del quicenario del Club Rivera, N° 89, de fecha 15 de febrero de 1911, se comenta un folleto remitido por el capitán Paul Gros, donde se hace una descripción de los motivos por los cuales, dicha tarea comenzó por regiones o departamentos y como hubo de abandonarlos, con la creación de la Comisión Geográfica Militar, también el citado folleto expresa los procedimientos seguidos, tolerancias en la medida de bases, errores que han de temerse y todo un conjunto de normas técnicas típicas de estas tareas.

La triangulación que había comenzado en el departamento de Durazno, con una cadena de triangulación sobre el ramal de la cuchilla Grande, que separa aguas entre los ríos Yí y Negro, con sus respectivas bases medidas con hilos invar, desde Cerro Chato desde donde se desprende de dicha cuchilla, hasta Molles, casi donde confluyen los citados cursos de agua. Luego la triangulación se prolongó luego hacia el sur, abarcando el departamento de Florida.

Como se puede deducir, de la exposición de motivos que fundamentaron los primeros pasos de la geodesia, estos inicialmente estaban destinados a sustentar solamente el catastro, con el agravante que se limitaba a los límites departamentales, haciéndole perder su función nacional integradora.

Las inquietudes manifestadas tuvieron su efecto, cuando por decreto del 16 de febrero de 1909, se creó la Comisión Geográfica, anexa al Estado Mayor, para que construyera la carta topográfica. Casi inmediatamente esta Comisión editó lo que sería la última carta por noticias, en 1910, documento muy bueno para la época, bien recibido a nivel nacional tanto en el ámbito castrense como en medios civiles, pero con las carencias propias del método, tal como lo expresa en sus referencias el propio documento, al considerar las limitaciones que aparejan la falta de sostén geométrico general.

Vale la pena rescatar del olvido los nombres de todos los funcionarios que integraron esa comisión, algunos de ellos muy ilustres y los otros, aunque no tan conocidos en nuestras tradiciones castrenses, igualmente muy meritorios, para lo cual transcritos textualmente una llamada a pié de página del Boletín N° 1, del Servicio Geográfico Militar, a saber: *Jefe Sargento Mayor Ingeniero Geógrafo, Silvestre Mato – Operadores, Tenientes 1.ros Juan Sicco, Julio A. Roletti y Teniente 2º Ernesto Vigil – Encargado de los trabajos de gabinete, Teniente 1º Celestino C. Bové – Teniente 2º Elbio P. Quinteros, Alféreces Eduardo F. Zubía y Carlos Quiñones – Dibujantes, Amalio López y Pedro M. Ferrari.* Todos ellos pasaron luego a integrar el Servicio Geográfico.

Al finalizar la primera década del siglo XX, en el ámbito regional internacional, la política exterior del entonces canciller de la hermana República Argentina, Dr Etanislao Zeballos, desembocó en una delicada situación que adquirió marcada relevancia en el área focal del Río de la Plata, en éstas circunstancias la descollante actuación diplomática del Barón de Río Branco,

---

<sup>6</sup> Servicio Geográfico Militar. Boletín N° 1. 1924 Imprenta del Estado Mayor del Ejército. Montevideo. Pág. 6.

condujo a la modificación de nuestros límites con el Brasil, compartiendo las aguas sobre la Laguna Merín y el río Yaguarón, modificación plasmada en el Tratado de Límites de 1909 con el vecino norteño y que tienen como contrapartida el “Protocolo del Río de la Plata de 1910”, Ramírez – Saenz Peña, acuerdo internacional que al mantener el statu quo, reconoce la soberanía compartida sobre el Río de La Plata.

El adecuado tratamiento de los hechos políticos internacionales concurrió a subsanar esta delicada situación, pero establecieron la necesidad de realizar operaciones técnicas tendientes a señalar en el terreno los hitos que demarcaran las nuevas definiciones de nuestra soberanía territorial.

En 1912, la Dirección de Catastro, pasa al Ministerio de Hacienda, reafirmando sus fines recaudadores, descuidando como secuela los aspectos geométricos; desde entonces el estado ha mantenido, una política preponderantemente fiscalista de esa actividad, que se demuestra por la permanencia de una función tan importante para la sociedad toda, en manos del área recaudadora y como consecuencia, separada funcionalmente de la Dirección de Topografía, de la de Hidrografía y de todas aquellas actividades que se vinculan a los aspectos de equipamiento de la ingeniería y los fines estratégicos de los recursos básicos de la nación.

Todo lo que antecede llevó inexorablemente a la creación del Servicio Geográfico Militar, por ley de 30 de mayo de 1913, como sección anexa al Estado Mayor, teniendo *“como misión única, la preparación de la carta topográfica completa, con todas las indicaciones planimétricas y altimétricas y declarando que la propiedad privada se hallaba sujeta a los servidumbres de estudio, tránsito, ocupación y temporaria, con el objeto de facilitar las operaciones Geodésicas, Topográficas y Catastrales”*.<sup>7</sup>

Apenas fundado, el Servicio se dedicó a la planificación de las tareas de campo, así como a la elaboración de un reglamento técnico, para oficiales y personal, mientras se ejecutaban las dichas tareas y la triangulación limítrofe en la zona de la Laguna Merim, todo ello detalladamente expuesto en el citado Boletín Nº 1, así como los proyectos de la triangulación nacional, con gráficos demostrativos del desarrollo, tanto de la ya realizada como de la proyectada para todo el país.

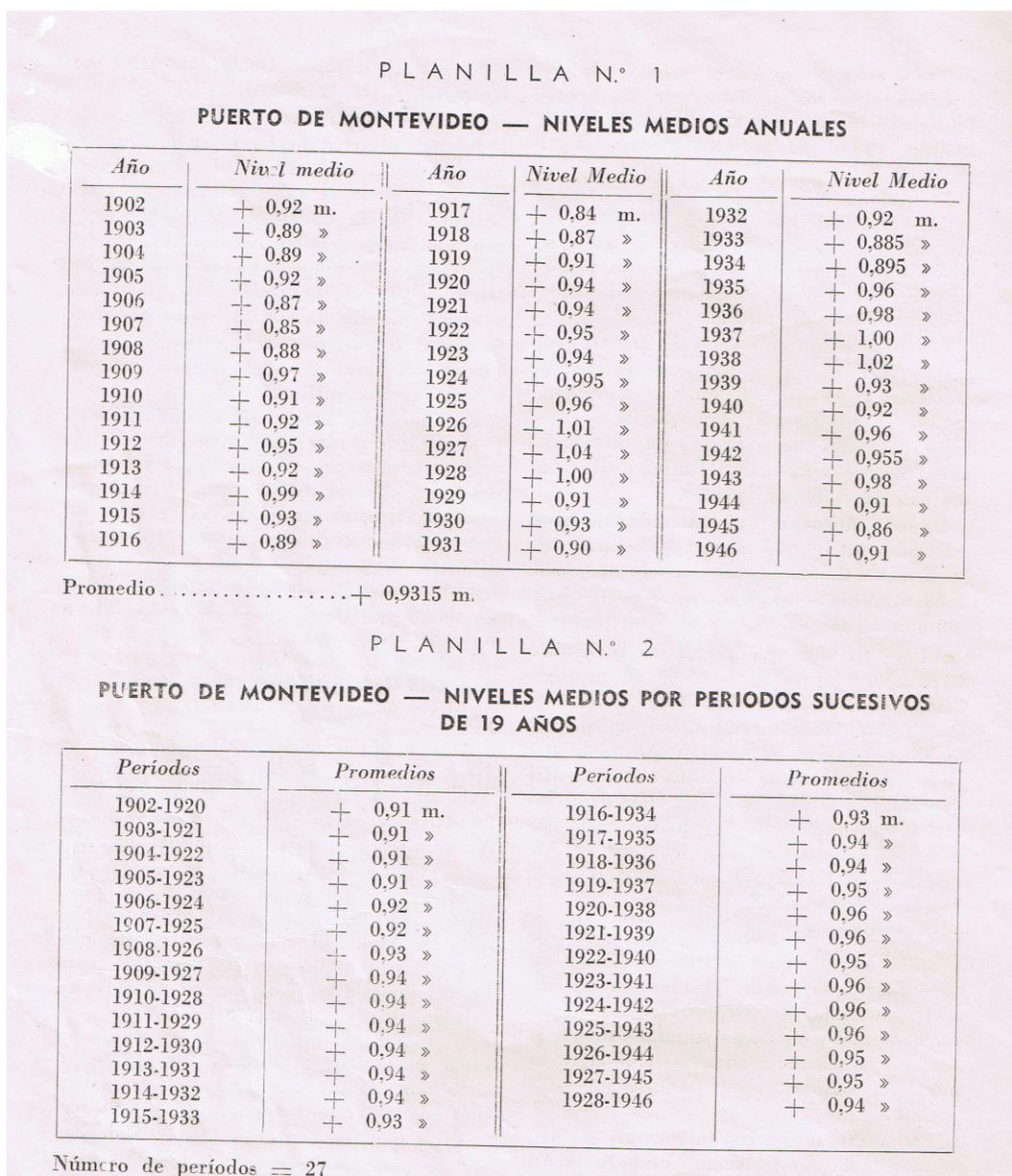
En el intento de resolver el problema limítrofe pendiente sobre el río Uruguay, con nuestra hermana República Argentina, se aprobó el tratado Brum – Moreno de 1918, pero aunque este intento de solución no fue ratificado por los órganos legislativos de ambas naciones, de esta gestión, quedó derivada y aprobada, “La Convención para la Triangulación del Río Uruguay” de fecha 11 de abril de 1918, la que creó una Comisión Internacional para dirigir esos trabajos. En 1935 se dispuso que la Comisión Mixta y de Caracterización de la frontera Uruguay – Brasil, pasara a depender del Servicio Geográfico, teniendo su director las funciones de Delegado Jefe.<sup>8</sup>

En los Boletines siguientes del Servicio, se constata un permanente avance de los trabajos y la aparición de otros nuevos. En particular en la medida de bases, se utilizaron para la reducción al nivel del mar de esas tareas geodésicas, las cotas transportadas del ferrocarril, desarrolladas con el fin de sustentar la ingeniería de esa obra, por el ingeniero Juan B. Zanetti.

---

<sup>7</sup> Ibídem. Pág. 9

<sup>8</sup> Servicio Geográfico Militar. Boletín Nº 3. Pág. 3 Montevideo. 1944



**Fig. 2 Imagen facsimilar de la publicación – Tomado de: Planos Básicos de la Cartografía: Nivel Medio y cero de Wharton.<sup>9</sup>**

El punto que materializa el origen de las altitudes, se halla ubicado en el atrio del Cabildo de Montevideo y fue provisoriamente determinado en 1883, por el Capitán Wharton del buque inglés Sylvia<sup>10</sup>, adoptado por el Ministerio de Fomento en 1899, adjudicándole el valor de 23,88 m sobre el nivel, relacionado con el plano de “Mayores bajamares teóricas”, encontrándose 0.755<sup>11</sup> por

<sup>9</sup> Seuánez y Olivera, Raúl. Ingeniero y Agrimensor. Instituto Nacional de Investigaciones de la Universidad de la República. Apartado de la “Revista de Ingeniería”. Asociación de Ingenieros del Uruguay. N.º 474 – Octubre de 1947

<sup>10</sup> Ibídem. Pág. 9. Se aplica a la cartografía náutica

<sup>11</sup> Ibídem. Pág. 6

debajo del cero determinado por el ingeniero Zanetti<sup>12</sup>. Recién en el año 1949, se establece por decreto del 20 de marzo de 1948 y su modificativo de 20 de mayo de 1949 el “cero oficial”. Este último que rige desde entonces las cotas cartográficas, así como las jurídicas aplicables al Código de Aguas, deberá ser redefinido por los órganos competentes. La red de nivelación fundamental de alta precisión, referida a dichos ceros, fue completada y compensada en 1968 y se ha aplicado a obras internacionales como Salto Grande, los puentes internacionales y el estudio de la cuenca de la Laguna Merín, también implica una correcta y común definición altimétrica. Es de todos sabido el alto costo que significa la carencia de estos sustentos tecnológicos, tanto en su mantenimiento como en su extensión, si bien la geodesia satelital ha alcanzado valores excelentes en posición, tanto en coordenadas geográficas como planas UTM, el equipamiento altimétrico, no ha llegado aún a la alta precisión requerida y aplicables a la ingeniería micro – geodésica; éstas disquisiciones técnicas que acabo de exponer, surgen como una inquietud natural del análisis que estos temas, ya que no están aún definitivamente resueltos en el ámbito nacional y menos aún en el regional.

La primera mitad del siglo XX, fue escenario de los progresos de la triangulación clásica, con sus bases medidas con hilos invar y puntos astronómicos fundamentales, para orientar la red, los primeros ajustes parciales se realizaron en el elipsoide de Clarke 1880, luego en el internacional de Hayford, hasta llegar al primer ajuste total. En este período se realizaron varias aplicaciones tanto a la ingeniería, como a la investigación geológica y a los límites internacionales, entre las que se destacan la cadena de triangulación de la Comisión de Límites Uruguay – Brasil, la del río Uruguay con aplicación al estudio de Salto Grande, el valle inferior del río Negro, para su explotación hidroeléctrica. Los cálculos se realizaban con máquinas electromecánicas, que sólo realizaban las cuatro operaciones fundamentales y se complementaba manualmente, sobre grandes planillas de papel cuadriculado, para formar los sistemas de ecuaciones normales.

En el año 1959, se lleva a cabo un convenio de apoyo cartográfico con el gobierno departamental de Montevideo, entonces denominado por su formación colegiada, “Consejo Departamental de Montevideo”, para ese fin se comienza por agregar dos bases medidas con “invar”, una al este del departamento próxima a la zona del aeropuerto de Carrasco y la otra al oeste, sobre el camino Segundo Sanguinetti, se remidieron los triángulos de 1º, 2º, 3º y 4º orden, logrando una red muy densa y precisa, tanto que en muchos casos, los puntos de orden inferior, calculados por intersección de lugares geométricos, se cortaban en un punto a escala natural. Simultáneamente se construyó una red de nivelación de alta precisión, todo lo que permitió apoyar tanto obras de saneamiento urbano, como catastro departamental e ingeniería urbana en general. Cabe acotar que este sistema de coordenadas, denominado CDM, difiere del ROUS-USAMS, se hallaba desplazado y girado con respecto a este último, por lo cual debió recalcularse luego del ajuste general de 1963, a fin de compatibilizar sus aplicaciones con los departamentos limítrofes.

---

<sup>12</sup> El punto determinado por Zanetti, se encontraba a 125 m al este del primitivo Templo Inglés. *Hoy presumible y casi seguramente desaparecido*

## Primer ajuste y aplicaciones recientes



Recién en la segunda mitad del siglo pasado, en 1963, se pudo realizar la primera compensación de la red fundamental, con el apoyo del Army Map Service, lo que se tradujo en el sistema denominado ROU-USAMS (República Oriental del Uruguay – United States Army Map Service), como en este ajuste se incluían observaciones de diferentes épocas e instrumentos, se decidió remedir la cadena de Durazno, que había sido medida por el geodesta Pablo Gros, con teodolito Huezt N° 11, de cuatro microscopios.

Nos tocó abocarnos a esa tarea, que compartimos con el hoy fallecido coronel Jorge E. Fernández, llevada a cabo con teodolito Wild T3 y para tranquilidad de todos, los cierres de triángulos dieron prácticamente los mismos valores al segundo, razón por la cual y por el debido respeto a nuestros

mayores, se decidió compensar con los datos de la primera medición realizada por el capitán Pablo Gros. Casi inmediatamente, Irene Fischer estableció el Datum Sudamericano 1969, con origen Chuá Brasil, integrando las redes de Argentina, Brasil y Uruguay, este sistema de coordenadas en nuestro país, fue usado casi exclusivamente para los límites con nuestro vecino norteño.

En 1966, el Ministerio de Ganadería, licitación mediante, contrata dos vuelos fotogramétricos, a escala 1/40000 y 1/200000, realizados el primero por un consorcio francés SOFRATOP, y el segundo por la Cruceiro Do Sul. Basados en el apoyo geodésico, se ajustaron y rectificaron las fotografías 1/40000, obteniendo a partir de ellas, el primer documento cartográfico planimétrico y expeditivo, el fotoplano, con cobertura en todo el territorio nacional. A este documento se le incorporó gráficamente el parcelario rural y la clasificación de suelos realizada en el Ministerio de Ganadería, todo en coordinación con la Comisión de Estudios Agro - Económicos de la Tierra, conocida por su sigla CONEAT, que diera lugar a lo que hoy conocen y usan como valor indicativo de la calidad de los predios rurales, el índice "CONEAT".

En la década de los años setenta, se apoyaron las explotaciones hidroeléctricas, de paso Palmar sobre el río Negro y Salto Grande sobre el Uruguay, la bondad del sustento brindado por la red de triangulación, quedó demostrada en particular, con los trazados de las líneas de alta tensión desde las usinas generadoras, en Salto Grande y Palmar hasta el anillo colector de Montevideo. Dichos trazados se calcularon en coordenadas planas ROU-USAMS, logrando en los cruces de obstáculos importantes, como los montes naturales de los grandes ríos, valernos de la ecuación de la recta en el plano de proyección, para abrir picadas, en algunos casos de varios kilómetros y emerger del monte indígena ribereño, exactamente alineados con el resto del trazado proyectado. Además de estos trabajos de apoyo a la ingeniería nacional y regional se cartografiaron los límites internacionales, extensivos al mar territorial, sin olvidar el uso general civil y militar de la cartografía.

#### La Geodesia Global

La era espacial, trajo el desarrollo tecnológico, en el área de los datos geográficos, apoyado en las imágenes multispectrales. Los satélites de navegación terminaron con las limitaciones de la geodesia clásica reducida a los continentes, primero fueron los basados en el efecto Doppler, luego los GPS, propiciando sucesivos sistemas geodésicos regionales, como el SAD 69, el WGS84, o el SIRGAS, por mencionar a los que más nos interesan en esta parte del mundo. Pero todo esto es historia reciente, si es que, por tan reciente le podemos llamar historia. Dejaremos estos temas en manos de técnicos más actualizados, sólo señalaremos que esta globalización ha traído dos cambios inevitables.

El primero en el plan cartográfico, cambio impuesto por la globalización, con el uso de los navegadores satelitales, asociados al elipsoide WGS84 y al sistema de proyección UTM, por lo que paulatinamente deberemos abandonar la proyección Gauss Krüger, e introducirlos en nuestra cartografía, aunque por un tiempo mas o menos prolongado deberán coexistir, tal como ha sucedido en situaciones anteriores semejantes.

El segundo afectará las mensuras prediales, donde la practicidad, precisión y rapidez de estas nuevas tecnologías, así como su vinculación directa a las coordenadas geodésicas y planas, han impuesto un sistema global usado tanto por militares, ingenieros agrimensores, agrónomos, forestales,

ingenieros civiles, usuarios diversos del manejo de la tierra y los recursos agropecuarios, así como pilotos navegantes e idóneos en general.

En consecuencia los órganos competentes del estado, tales como la Dirección de Catastro, de Topografía, de Hidrografía, de Suelos, de Minería y Geología, entre otras, deberán adecuarse a la geodesia global, puesto que esta tecnología ha llegado para quedarse y se ha instalado definitivamente en el mundo globalizado.

Nos queda a los que vivimos la transición, de la triangulación clásica a la satelital espacial, de las enormes tablas de logaritmos de diez decimales pasando primero a las calculadoras electrónicas y a las modernas computadoras después, los recuerdos casi románticos de aquella época, de las brigadas con los traslados en carro y charrete tirados por caballos, de campamentos estables, de los heliotropos y sus comunicaciones con medios lumínicos, de las largas noches de invierno sobre torres Bylby de 30 metros de altura, todo lo cual encierra anécdotas y vivencias que quisimos dejar pintadas en esta brochazo.

Al culminar el resumen no podemos dejar de mencionar que tras esta breve síntesis de tareas cumplidas durante un siglo, se encuentra el esfuerzo y la dedicación de varias generaciones de jefes, oficiales y personal de tropa del Servicio Geográfico