

## **Evolución y estado actual del sistema de referencia geocéntrico en Venezuela**

*José Napoleón Hernández*

*Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales*

*Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar*

*Av. Este 6, CSB, edificio Camejo, Camejo a Colón*

*Caracas 1010, Venezuela*

*Email: jhernandez@igvsb.gov.ve*

### **Resumen**

El Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar, como organismo rector en materia de geodesia de Venezuela, ha venido desarrollando un conjunto de programas y proyectos con el fin de establecer y mantener un sistema geodésico, acorde con las nuevas técnicas de medición satelital GPS.

Se presenta de esta manera, el desarrollo del proyecto Red Geocéntrica Venezolana REGVEN, ejecutado durante dos campañas GPS, 1995 y 2000. También se presenta la realización en Venezuela del Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas SIRGAS, en cuyas campañas de medición GPS se lograron establecer 5 y 11 estaciones, en 1995 y 2000; durante esta última campaña, se posicionaron las principales estaciones mareográficas de Venezuela. Posteriormente de forma continua se ha venido ejecutando un proyecto de densificación de REGVEN.

### **Summary**

The Instituto Geográfico de Venezuela Simon Bolívar (IGVSB) as the main national authority on Geodesy and Cartography, has been developing a series of programs and projects in order to establish and keep a national geodetic network, according to the new techniques based on the GPS satellite system.

In this way, we introduced the development of the project Red Geocéntrica Venezolana REGVEN, that has been set up by two GPS field campaigns: may - june 1995 and may 2000. Also, we will show the work done in Venezuela on the SIRGAS project (Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas), in which main GPS field campaigns, set up 5 SIRGAS stations on the 1995 campaign, and 11 stations on the latest campaign of 2000. It was in this campaign that, together with the GPS observations, positions were given to the Venezuelan tide gauge stations.

### **Introducción**

El sistema de referencia geocéntrico en Venezuela se encuentra materializado por la Red Geocéntrica Venezolana REGVEN, como una densificación del sistema

SIRGAS en el país, adoptando el sistema de referencia SIRGAS, IERS (International Earth Rotation Service) Terrestrial Reference Frame (ITRF) y parámetros del elipsoide Geodetic Reference System (GRS) de 1980, en la solución ITRF 94, época 1995.4.

El objetivo de este trabajo es presentar la evolución y estado actual del sistema de referencia geocéntrico, a través del establecimiento de la Red Geocéntrica Venezolana REGVEN, durante sus dos campañas de medición GPS, su densificación y la elaboración de la normativa geodésica venezolana.

A partir de la Primera Campaña GPS del proyecto SIRGAS 1995, se realizaron simultáneamente en nuestro país las mediciones GPS de la Red Geocéntrica Venezolana REGVEN, durante las cuales se establecieron 67 estaciones GPS distribuidas por todo el territorio nacional, exceptuando la región del Amazonas.

Este proyecto produjo la densificación de SIRGAS en Venezuela, vinculado a las cinco estaciones establecidas en 1995. La exactitud final de los vértices REGVEN 95 es de 2 centímetros. Posteriormente en el año 2000, se realizó la segunda campaña de medición GPS del proyecto SIRGAS extendiéndose hasta Centro y Norteamérica; ejecutándose en dicha campaña la remediación de la Red Geocéntrica Venezolana REGVEN 2000, desde el 1 al 31 de mayo de ese año; durante la cual se logró extender a la región del Amazonas. En esta oportunidad se establecieron 89 vértices con una exactitud final de 2 centímetros. Ambas campañas REGVEN se procesaron utilizando el software BERNES con efemérides precisas.

Con el objetivo de poseer un mejor cubrimiento de REGVEN en todo el territorio nacional, se ha venido ejecutando varios proyectos de densificación de REGVEN, así mismo se ha elaborado la normativa geodésica para su establecimiento en sus diferentes órdenes de exactitud.

### **SISTEMA DE REFERENCIA GEOCÉNTRICO PARA LAS AMERICAS SIRGAS**

## Estado actual del Sistema de Referencia Geocéntrico en Venezuela

REGVEN materializa la densificación de SIRGAS en Venezuela, la cual fue establecida simultáneamente en los años 1995 y 2000.

El proyecto SIRGAS se inicia en la Conferencia Internacional para la definición de un datum geocéntrico para América del Sur, realizada en La Asunción, Paraguay, auspiciado por la Asociación Internacional de Geodesia, Instituto Panamericano de Geografía e Historia y la Agencia Nacional de Mapas e Imágenes. En aquella oportunidad los objetivos del proyecto SIRGAS eran:

- ✓ definir un sistema de referencia para las Américas;
- ✓ establecer y mantener una red de referencia; y
- ✓ definir y establecer un datum geocéntrico.

Para lograr los objetivos propuestos se han llevado a cabo dos campañas GPS, en 1995, con el establecimiento de 57 estaciones cubriendo la región de América del Sur; y durante el 2000, aproximadamente 180 estaciones distribuidas por toda América. Durante esta última campaña se posicionaron, además, las principales estaciones mareográficas que definen las superficies de referencia verticales en los diferentes países, así como dos conexiones de redes verticales con Brasil y Colombia.

Posteriormente durante el Simposium Internacional sobre Sistemas de Referencia Verticales, realizado en Cartagena, Colombia, se resolvió adoptar el significado de SIRGAS como Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas.

### CAMPAÑA DE MEDICION GPS REGVEN 1995

Las mediciones GPS de la campaña REGVEN 1995, se llevaron a cabo desde el 20 de mayo al 16 de junio de 1995, simultáneamente a la campaña SIRGAS ( 26 de mayo al 4 de junio ).

En esta oportunidad se utilizaron 13 receptores GPS doble frecuencia, marca Trimble y Leica, en sesiones de medición de 6 horas, ocupando cada estación al menos dos veces.

En esta oportunidad se ocuparon de manera permanente ( 24 horas ), 3 estaciones fiduciales durante la campaña y las 5 estaciones SIRGAS en la etapa común de medición a ambos proyectos. La separación de vértices se hallan entre 80 y 120 kilómetros aproximadamente.

Para el procesamiento de datos GPS se utilizó el software BERNESE versión 3.4 con efemérides precisas IGS.

Como resultado se establecieron 67 estaciones distribuidas por todo el territorio nacional, al norte del paralelo 5°, con exactitudes de más o menos 2 centímetros.

### CAMPAÑA DE MEDICION GPS REGVEN 2000

Los objetivos de la campaña GPS REGVEN 2000 son:

- ✓ extender REGVEN hasta la región Amazónica,
- ✓ remedir los vértices a la campaña REGVEN 1995;
- ✓ realizar la campaña simultánea a SIRGAS 2000.

La campaña de medición GPS se llevó a cabo desde el 1 al 31 de mayo, mientras que SIRGAS 2000 se realizó desde el 10 al 19 del mismo mes.

En esta oportunidad se utilizaron 18 receptores doble frecuencia. Se planificaron sesiones dobles de 8 horas cada una para cada vértice, utilizando durante el proyecto 3 estaciones fiduciales permanentes ( 24 horas ), mientras que durante la fase común a ambas campañas se ocuparon 11 estaciones permanentes, con intervalo de captura de 15 segundos; con receptores GPS marcas Ashtech, Leica y Trimble.

Para el procesamiento de la información GPS se utilizó el software BERNESE versión 4.2 , calculando con efemérides precisas del International GPS Service ( IGS ).

Como resultado se establecieron 89 vértices en todo el territorio nacional, con una exactitud de más o menos 2 centímetros y referidos a SIRGAS.

### DENSIFICACION DE REGVEN

Debido a la necesidad de aumentar la cantidad de vértices referidos al sistema geocéntrico global, se ha venido ejecutando varios trabajos para lograr la densificación de REGVEN en un orden inferior de exactitud, para lo cual se realizó una nueva clasificación del Control Geodésico Nacional, reproduciendo una clasificación de la manera siguiente:

#### CLASIFICACIÓN DE LA RED GEOCENTRICA VENEZOLANA REGVEN. VERSION 2000

**ORDEN A:** Representado por aquellos vértices o estaciones que materializan en nuestro país el Sistema de Referencia Geocéntrico para Las Américas SIRGAS y las estaciones GPS permanentes que sean certificadas por el IGVSB.

**ORDEN B:** Representado por los vértices medidos en las campañas REGVEN 95 y REGVEN 2000, así como aquellos que el IGVSB considere convenientes y cuya exactitud sea superior a más o menos 2 centímetros.

**ORDEN C:** Aquellos vértices que representan la densificación de los ordenes A y/o B de REGVEN, y cuya exactitud sea mejor o igual a más o menos 5 centímetros.

Por esta razón se ha venido ejecutando el establecimiento de nuevos vértices REGVEN orden C, como una

## Estado actual del Sistema de Referencia Geocéntrico en Venezuela

densificación de los órdenes A y/o B, para aumentar la cantidad de vértices distribuidos por el territorio nacional.

Es importante señalar que se han incorporado además al orden B, aquellos vértices pertenecientes al proyecto CASA – Central and South América, proyecto de carácter geodinámico de monitoreo de las placas tectónicas del Caribe y Sudamérica, ejecutando conjuntamente con el Instituto Alemán de Investigaciones Geodésicas DGFI.

Al orden C se han agregado aquellos vértices que se han establecido dentro del proyecto de determinación del geoide para Venezuela, posicionados sobre Bench Marks o BMs de nivelación, estudio que ha venido siendo ejecutado conjuntamente con el Laboratorio de Geodesia Física y Satelital de la Escuela de Ingeniería Geodésica de La Universidad del Zulia.

En este sentido, también es importante señalar el proyecto de densificación que adelanta actualmente la empresa Petróleos de Venezuela S.A., en sus áreas operativas, donde además participa el IGVS, con el establecimiento de más de 500 vértices REGVEN.

### SITUACIÓN ACTUAL DE REGVEN

Actualmente la Red Geocéntrica Venezolana REGVEN se encuentra en un proceso continuo de densificación, con una distribución de vértices cubriendo todo el territorio nacional. Se han determinado los parámetros de transformación entre los sistemas PSAD 56 La Canea y SIRGAS - REGVEN. Asimismo se ha elaborado la normativa geodésica para el establecimiento del control geodésico básico nacional.

### Resultados

REGVEN representa la materialización del sistema geocéntrico de referencia en Venezuela, que debido a la ejecución de los programas para su establecimiento y densificación, ha producido la cantidad de 165 vértices en sus diferentes órdenes, distribuidos por todo el territorio nacional. Además, próximamente se estarán incorporando al sistema, aproximadamente 500 vértices que han resultado de los trabajos de densificación de REGVEN de PDVSA.

### Conclusiones

Los resultados de establecimiento de REGVEN vienen definidos por la creación de una red de alta exactitud, confiable y adecuada a las nuevas tecnologías de medición geodésica que como el GPS, siendo su uso continuo y constante en nuestro país. Esta red viene a proporcionar al país de un control geodésico básico nacional, de uso común entre los diferentes usuarios que cada día requieren de un

posicionamiento geodésico preciso y adecuado a las nuevas técnicas, métodos y procedimientos.

### Referencias Bibliográficas

.- La nueva red geodésica venezolana REGVEN, J. N. Hernández, H. Drewes, H. Tremel, Servicio Autónomo de Geografía y Cartografía Nacional, Caracas, 2000.

.- GPS for geodesy, P. J. G. Teunissen, A. Kleusberg, Springer Verlag, New York, 1998.

.- SIRGAS Relatorio Final, Instituto Brasileiro de Geografia e estatística-IBGE, Río de Janeiro, 1997.

.- GPS Positioning Guide, Geodetic Survey División, Canadá, 1995.

.- Satellite Geodesy, Gunter Seeber, Walter de Gruyter, New York, 1993.

.- Parámetros de transformación entre el datum venezolano convencional La Canea y REGVEN, M. Hoyer, G. Acuña, E. Wildermann; informe técnico, Maracaibo, 1998.

## Estado actual del Sistema de Referencia Geocéntrico en Venezuela

