

Actividades del Centro de Procesamiento y Análisis GNSS SIRGAS de la Universidad del Zulia, periodo 2014-2015

¹Víctor Cioce, ¹María F. Rincón, ¹Rixio Morales, ¹Dhanniela Espinoza, ¹Eugen Wildermann, ¹Giovanni Royero, ¹Rodbher Ceballos, ²Laura Sánchez

¹Centro de Procesamiento y Análisis GNSS SIRGAS de la Universidad del Zulia (CPAGS-LUZ), Maracaibo-Venezuela

²Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut der Technischen Universität München (DGFI-TUM), München-Alemania

RESUMEN

Luego de un cese temporal, desde enero de 2015 el Centro de Procesamiento y Análisis GNSS SIRGAS de la Universidad del Zulia (CPAGS-LUZ) ha retomado nuevamente sus actividades dentro del Grupo de Trabajo I (Sistema de Referencia) de SIRGAS, orientadas principalmente al cálculo y ajuste semi-libre del segmento de la red continental asignada, formada por un aproximado de 100 estaciones GNSS (Global Navigation Satellite Systems), esto gracias a la adquisición del Bernese GNSS Software en su versión 5.2 (BSW52) lograda con el apoyo del Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut der Technischen Universität München (DGFI-TUM), permitiendo realizar el procesamiento según los actuales estándares y convenciones del IERS (International Earth Rotation and Reference Systems Service) e IGS (International GNSS Service). Se describen de esta manera, las labores que al respecto han venido siendo desarrolladas entre las semanas 1824 a 1864.

ACERCA DEL CPAGS-LUZ

El CPAGS-LUZ se encuentra adscrito al Departamento de Geodesia Superior de la Escuela de Ingeniería Geodésica de la Universidad del Zulia, en Maracaibo-Venezuela, integrado por personal docente y estudiantes de esta casa de estudios.

Inicia actividades con carácter experimental a partir del 29.03.2009 y oficiales desde el 01.01.2010. Durante el año 2014 un cese temporal tuvo lugar debido al proceso de adquisición de la plataforma de procesamiento GNSS utilizada.

A la fecha 108 estaciones de la red SIRGAS de operación continua (SIRGAS-CON) están asignadas al CPAGS-LUZ (ver Figura 1), consignando a los Centros de Combinación soluciones diarias y semanales semi-libres, así como estimaciones del retardo troposférico no-hidrostatístico (ZWD) por sus siglas en inglés).

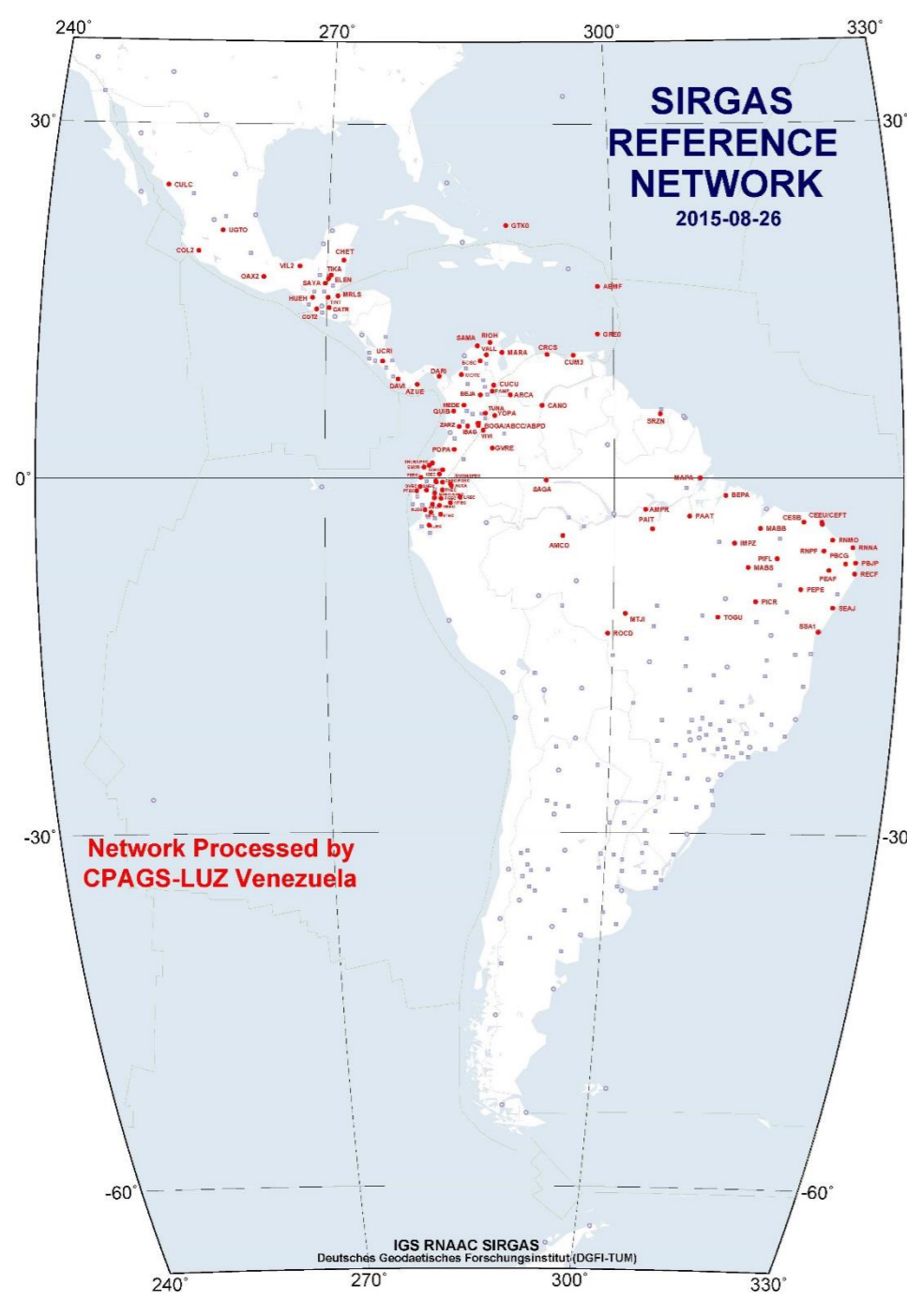


Figura 1. Estaciones SIRGAS-CON asignadas al CPAGS-LUZ (www.sirgas.org).

Actividades de investigación también han venido siendo desarrolladas por el grupo de trabajo del CPAGS-LUZ, vinculadas con el mejoramiento del marco de referencia a nivel nacional, incorporación de observaciones GLONAV (Global'naya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema) a la red SIRGAS, estimación de variables troposféricas a partir del procesamiento GNSS y otras.

ACTIVIDADES ASOCIADAS CON EL PROCESAMIENTO DE LA RED

El procesamiento de la red efectuado por el CPAGS-LUZ es realizado con el Bernese GNSS Software v5.2 (Dach et al., 2007), siguiendo las directrices establecidas por SIRGAS para el cálculo y ajuste de la red de operación continua que a su vez están apegadas a las actuales convenciones del IERS (Petit y Luzum, 2010) y estándares del IGS (SIRGAS, 2013).

Estrictos controles de calidad son implementados para asegurar la consistencia interna y externa de los resultados ofrecidos, i.e. soluciones semi-libres diarias y semanales en formato SINEX (Solution Independent Exchange Format) y retardo zenital no-hidrostatístico para las estaciones procesadas.

De un total de 108 estaciones asignadas, un promedio de 67 han estado disponibles durante el periodo comprendido entre las semanas 1825 a 1864 (diciembre 2014 a septiembre 2015); la cantidad de estaciones incluidas por solución es presentada en la Figura 2.

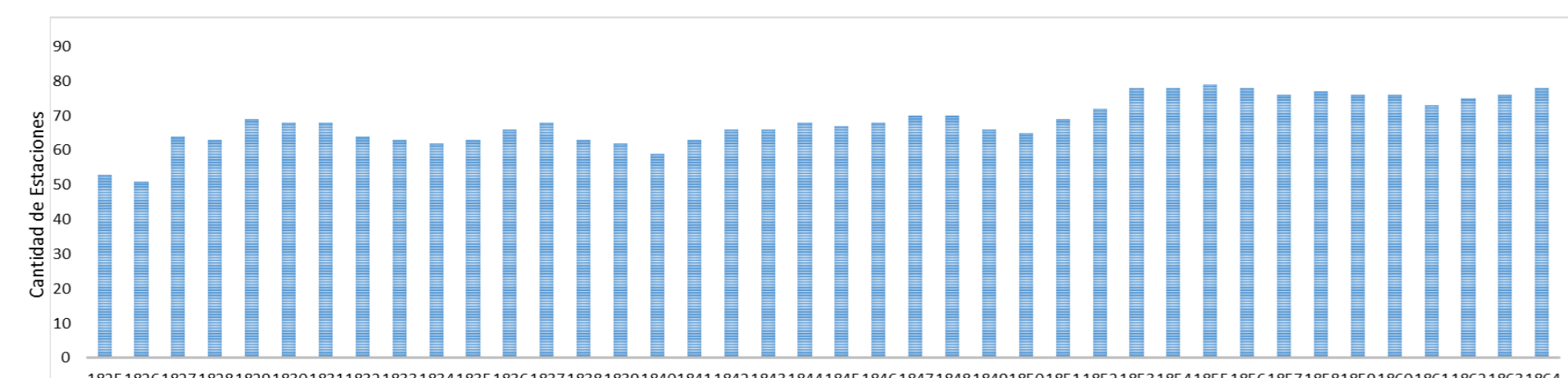


Figura 2. Cantidad de estaciones incluidas en cada solución semanal.

Durante el periodo reportado, los resultados mantienen consistencia interna (precisión) dada por la repetibilidad de las soluciones individuales respecto a las semanales ajustadas en forma semi-libre. En la Figura 3 se aprecia lo indicando, con valores medios de ± 2 mm en componentes horizontales y ± 5 mm para altura.

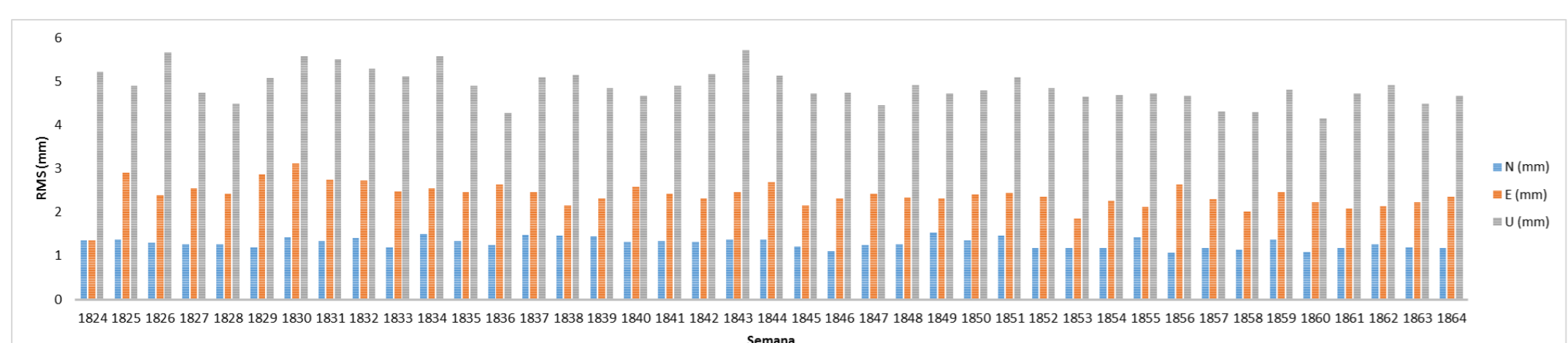


Figura 3. Repetibilidad de la solución semanal del CPAGS-LUZ, periodo comprendido entre semanas 1824 a 1864.

Las soluciones semi-libres, una vez consignadas y analizadas por los Centros de Combinación, arrojan un RMS a posteriori medio para el periodo reportado de 1.65 mm, la relación adimensional entre el χ^2 y los grados de libertad resulta igual a 0.68, esto luego de alinear las respectivas soluciones al marco de referencia. En la Figura 4 se presentan estos parámetros por semana.

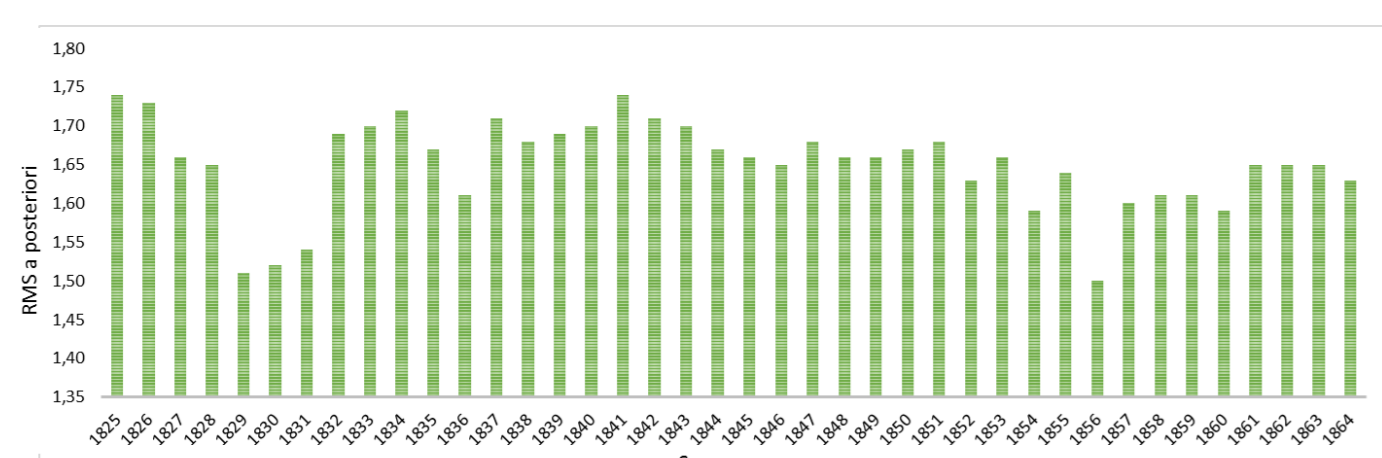


Figura 4. RMS a posteriori (arriba) y relación χ^2 respecto a los grados de libertad (abajo) luego de alinear las soluciones semanales al marco de referencia IGS08.

Desde el punto de vista de los resultados y su calidad asociada, el CPAGS-LUZ al dar inicio a la implementación de los estándares y convenciones vigentes para la estimación rigurosa GNSS, hace aportes homogéneos y consistentes con los ofrecidos por otros Centros de Análisis, contribuyendo así con el mantenimiento del marco de referencia continental y la generación de productos asociados.

AGRADECIMIENTO

El equipo de trabajo del CPAGS-LUZ agradece al Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut der Technischen Universität München (DGFI-TUM) y al Astronomisches Institut Universität Bern (AIUB) por la colaboración prestada para la adquisición del Bernese GNSS Software v5.2.

SIRGAS EN LA ALTA GUAJIRA VENEZOLANA

Con la finalidad de brindar apoyo a trabajos multidisciplinarios adelantados por el Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC) en la zona de Castilletes, Alta Guajira Venezolana (ver Figura 5), estudios sobre la geodinámica local están en desarrollo.

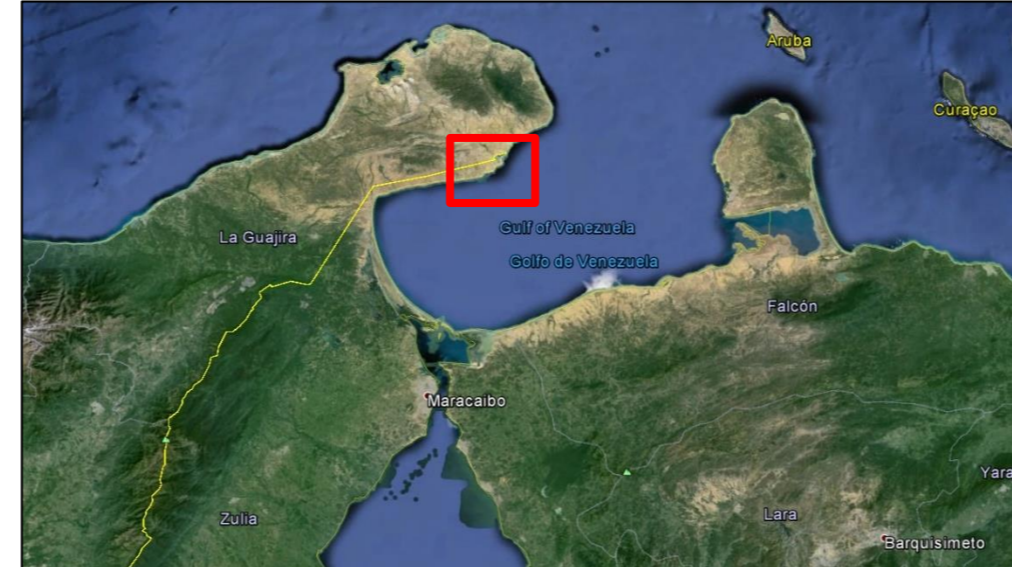


Figura 5. Alta Guajira Venezolana (Google Earth, 2015).

Una red de control geodésico fue establecida en sitios estratégicos alrededor de la Laguna de Cocinetas mostrada en la Figura 6, trabajo realizado por Izarra y González (2015). Esta red ha sido vinculada al marco de referencia SIRGAS al incluir una de sus estaciones (CAMP) en el procesamiento semanal propio del CPAGS-LUZ, considerando además estaciones cercanas de la COCONet (Continuously Operating Caribbean GPS Observational Network), configuración que se presenta en la Figura 7.



Figura 6. Red geodésica de la Laguna de Cocinetas, vinculada al marco de referencia continental SIRGAS.

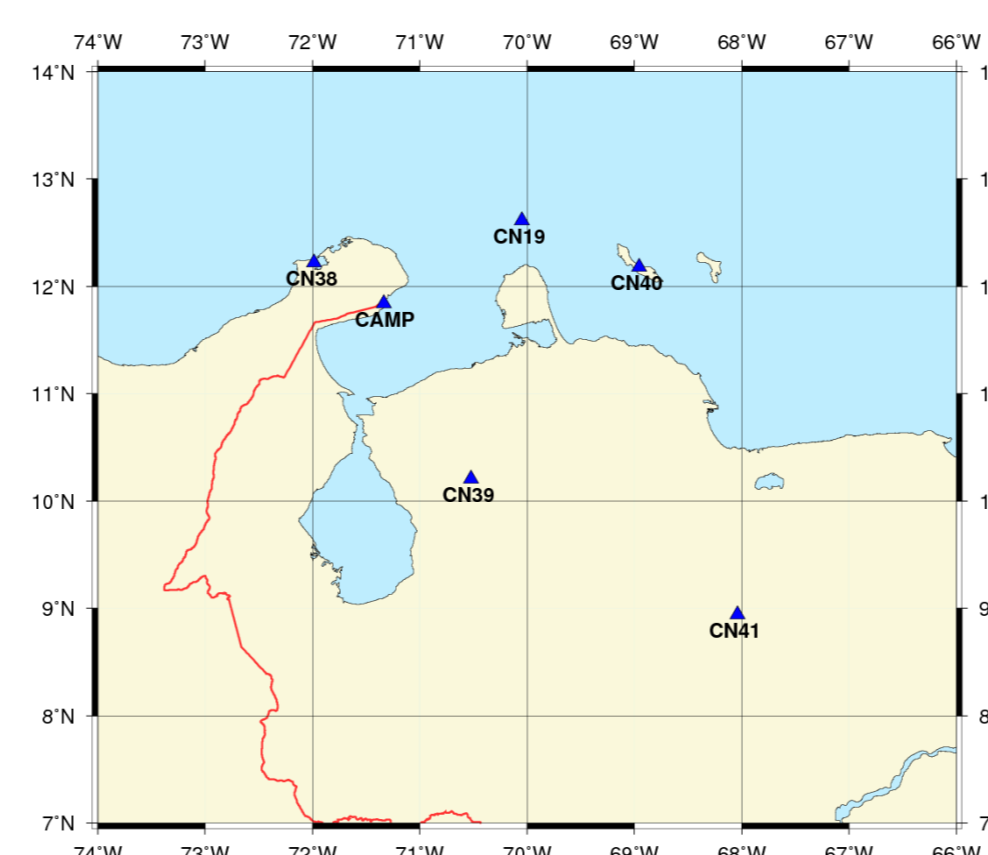


Figura 7. Estaciones COCONet incluidas en el ajuste de la red SIRGAS-CON asignada a LUZ, la estación CAMP integra la red de control de la laguna.

La zona de estudio presenta una actividad sísmica de especial interés, representada por la Falla de Cuiza que atraviesa la Laguna de Cocinetas. Existen evidencias tangibles de dicha actividad con impactos a nivel socioeconómico, medioambiental y geopolítico.

Ocupaciones episódicas de la red están previstas por parte del IVIC, lo que permitirá a mediano y largo ofrecer respuestas desde el punto de vista geodésico y geofísico. Vale destacar que en la zona se encuentra el vértice Castilletes (CAST) perteneciente a la REGVEN (Red Geocéntrica de Venezuela) y también a la red de control establecida.

Este trabajo inicial que permitió establecer la época inicial para la monitorización geodésica de Castilletes entre el IVIC y el CPAGS-LUZ, contó con el apoyo técnico y logístico del IGVSB (Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar), del Ejército de la República Bolivariana de Venezuela y de la comunidad wayú que hace vida en la zona.

UNA PROPUESTA DE INCLUSIÓN

Como consecuencia de la modernización a nivel instrumental (receptor y antena) en las tres estaciones GNSS de operación continua pertenecientes a la REMOS (Red de Monitoreo Satelital GNSS), a saber: Maracaibo (MARA), Caracas (CRCS) y Cumaná (CUM3), desde el pasado año 2014 estas dejaron de ser consideradas en el procesamiento y ajuste semanal SIRGAS al no cumplir con los estándares del IGS. La Figura 8 refleja la sustitución de la antena en el caso de MARA.



Figura 8. Situación de la antena receptora en la estación MARA.

Además de no seguir contribuyendo con el mantenimiento del marco de referencia continental, otras implicaciones surgen, como por ejemplo la ruptura en la serie de tiempo de la posición para estas estaciones, destacando el caso de MARA que venía siendo incluida para la generación de productos del IGS desde 2012. Su serie histórica, interrumpida en 2014, es presentada en la Figura 9.

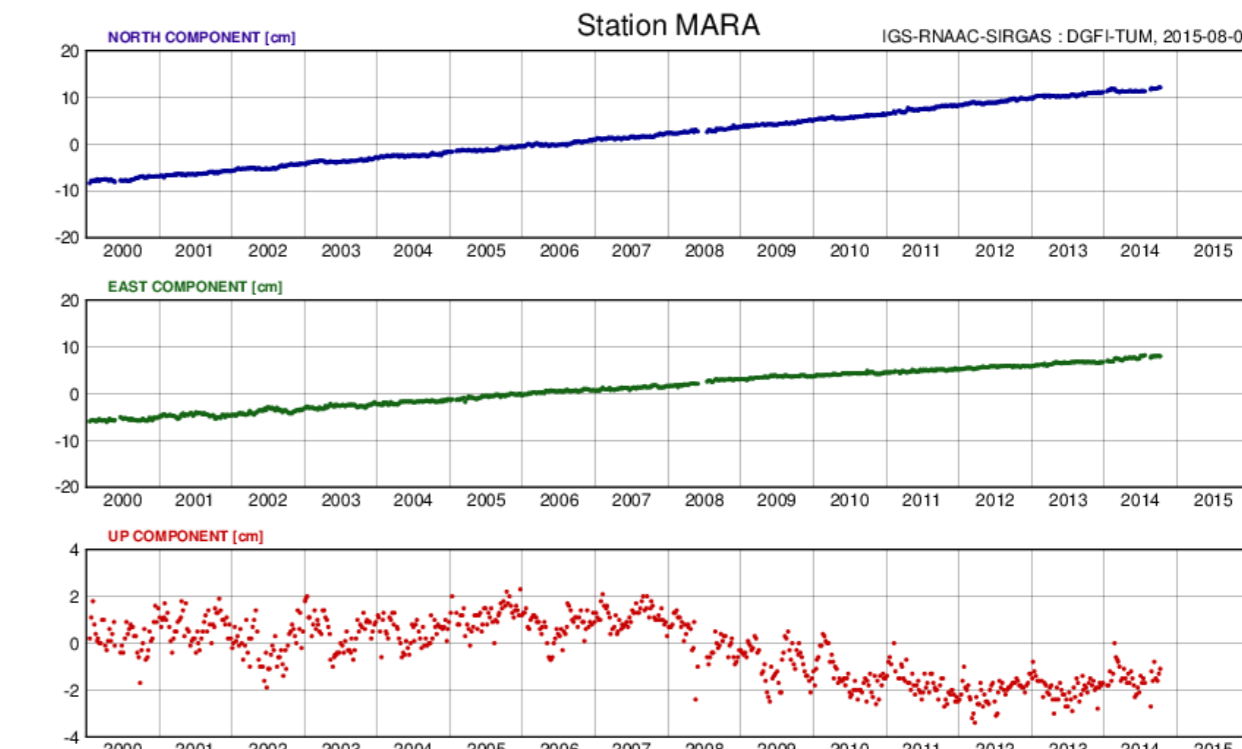


Figura 9. Serie de tiempo para la posición de la estación Maracaibo (www.sirgas.org).

Con la instalación y funcionamiento en territorio venezolano de cinco estaciones COCONet y de dos más por parte del ISTERRE (Institut des Sciences de la Terre) - Université Savoie Mont-Blanc (Francia), con la cooperación de FUNVISIS (Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas), se presenta una alternativa que pudiera solventar la falta temporal de estaciones continuas en Venezuela para los efectos de las actividades propias de SIRGAS.

No se trata de una sustitución de REMOS, sino más bien de un reforzamiento de la misma mientras el tema de la calibración de las antenas GNSS logra resolverse. Se espera poder contar con una red como la mostrada en la Figura 10.

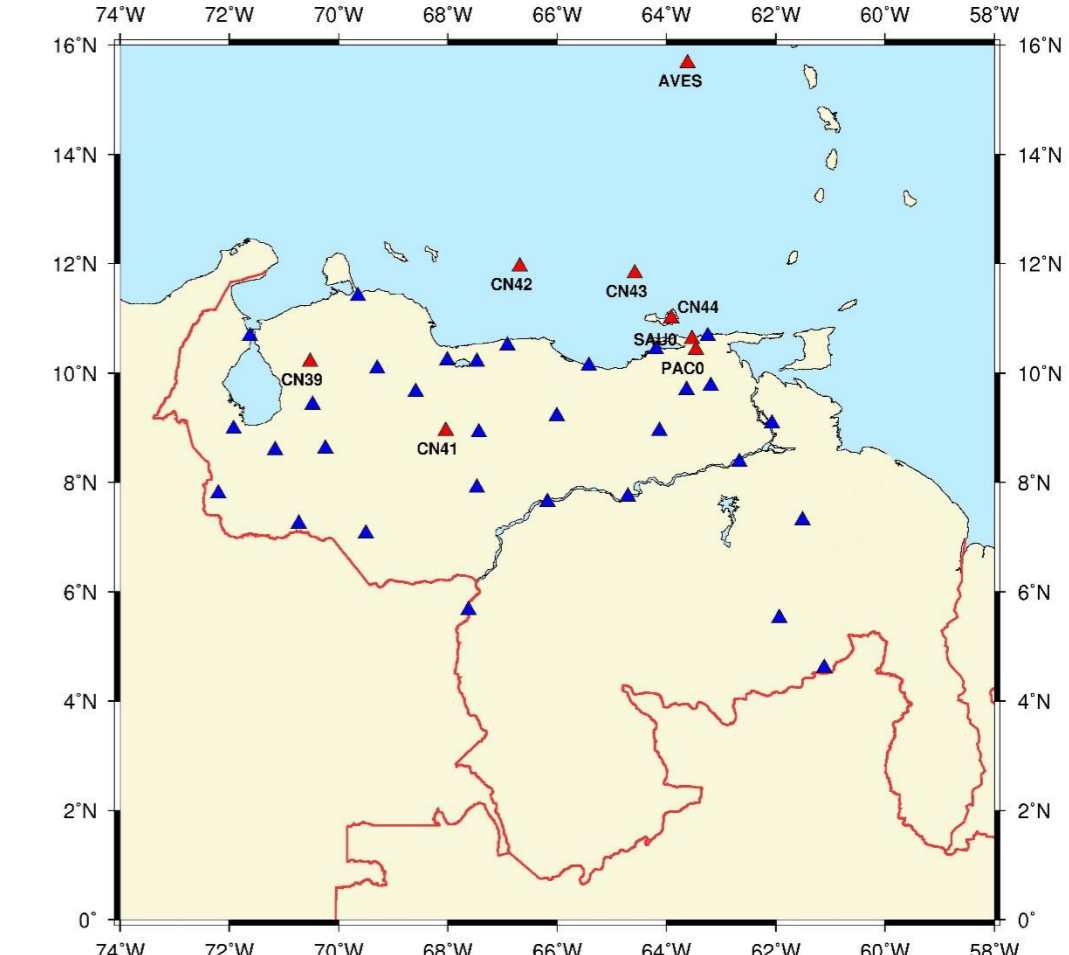


Figura 10. Estaciones REMOS y COCONet.

Mayores detalles al respecto se exponen en la ponencia "Una alternativa para el mantenimiento del marco de referencia SIRGAS en Venezuela" por Cioce et al. (2015) en este simposio.

EVALUANDO MODELOS CLIMÁTICOS GLOBALES

El ERA-Interim es un modelo climático global desarrollado por el ECMWF (European Centre for Medium-range Weather Forecast, www.ecmwf.int), ampliamente reconocido y empleado por la comunidad científica dedicada a diversas geociencias entre ellas climatología, meteorología, oceanografía, geofísica y geodesia.

Los primeros pasos de su implementación en Venezuela para la cuantificación del vapor de agua troposférico a partir del retardo zenital no-hidrostatístico (ZWD) proveniente de la estimación GNSS, vinieron dados por Barroso y Estrada (2015), al efectuar comparaciones entre las variables meteorológicas fundamentales (presión atmosférica y temperatura) ofrecidas por el ERA-Interim respecto a registros de sensores dispuestos in situ en locaciones seleccionadas, entre ellas la estación Maracaibo.

Comparaciones diarias, semanales, mensuales y anuales fueron realizadas verificando la bondad del modelo; se presentan en las Figuras 11 a 14 los valores de presión y temperatura para periodos específicos del ensayo tomando datos para la estación Maracaibo.

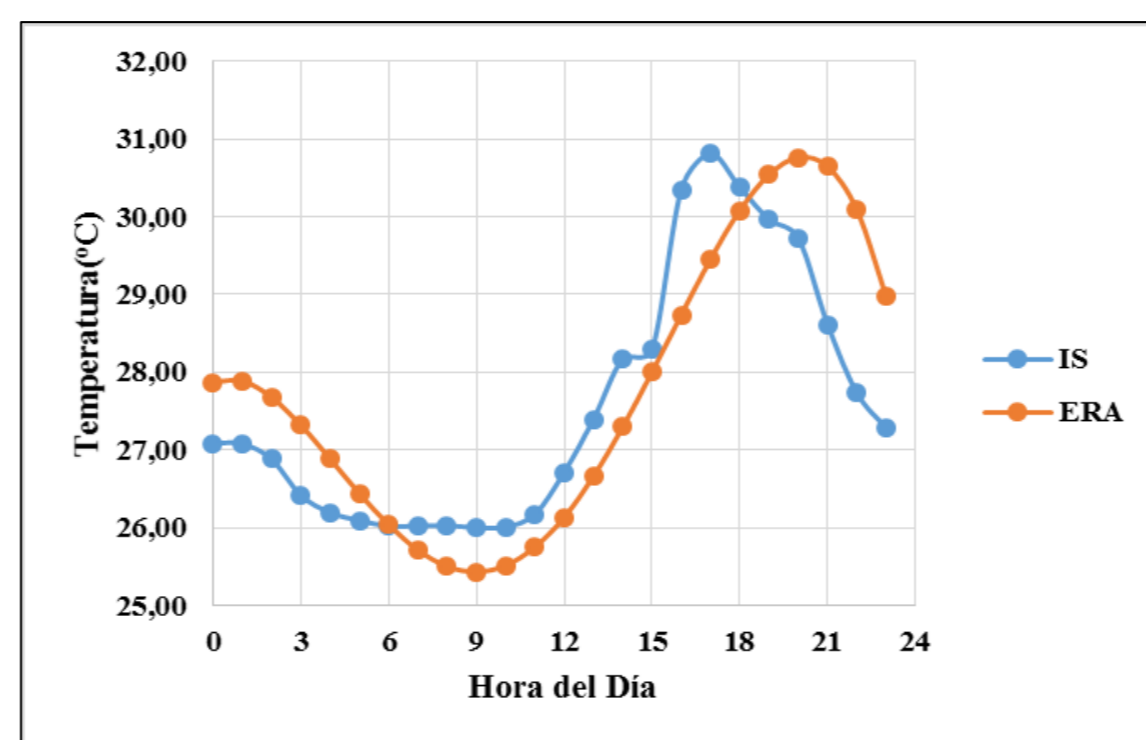


Figura 11. Temperatura registrada in situ (IS) y ofrecida por el ERA-Interim (ERA) para el 21.03.2009 en MARA.

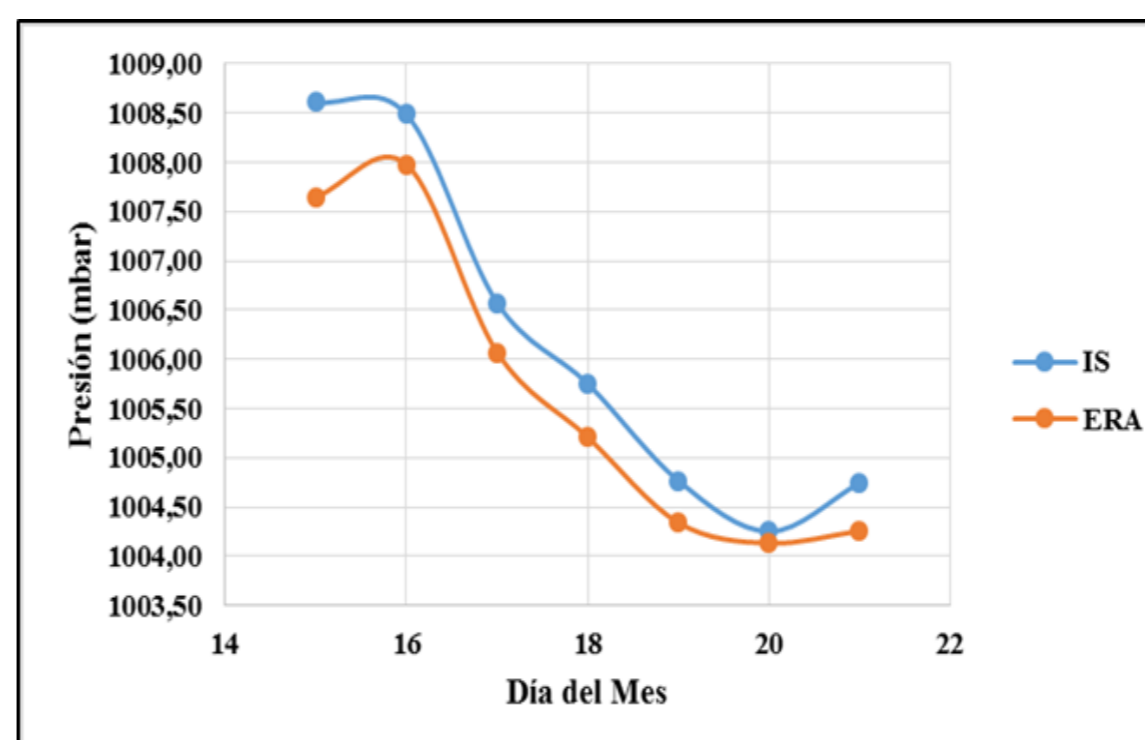


Figura 12. Presión atmosférica registrada in situ (IS) y ofrecida por el ERA-Interim (ERA) para una semana en MARA.

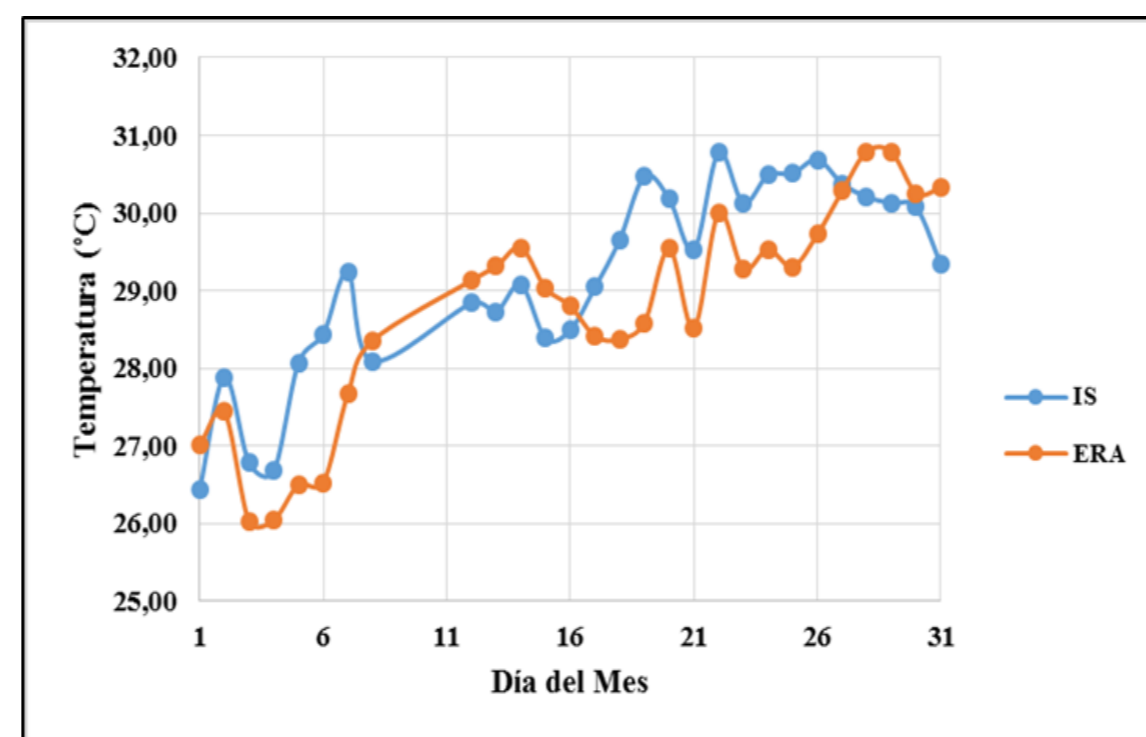


Figura 13. Temperatura registrada in situ (IS) y ofrecida por el ERA-Interim (ERA) para mayo de 2009 en MARA.

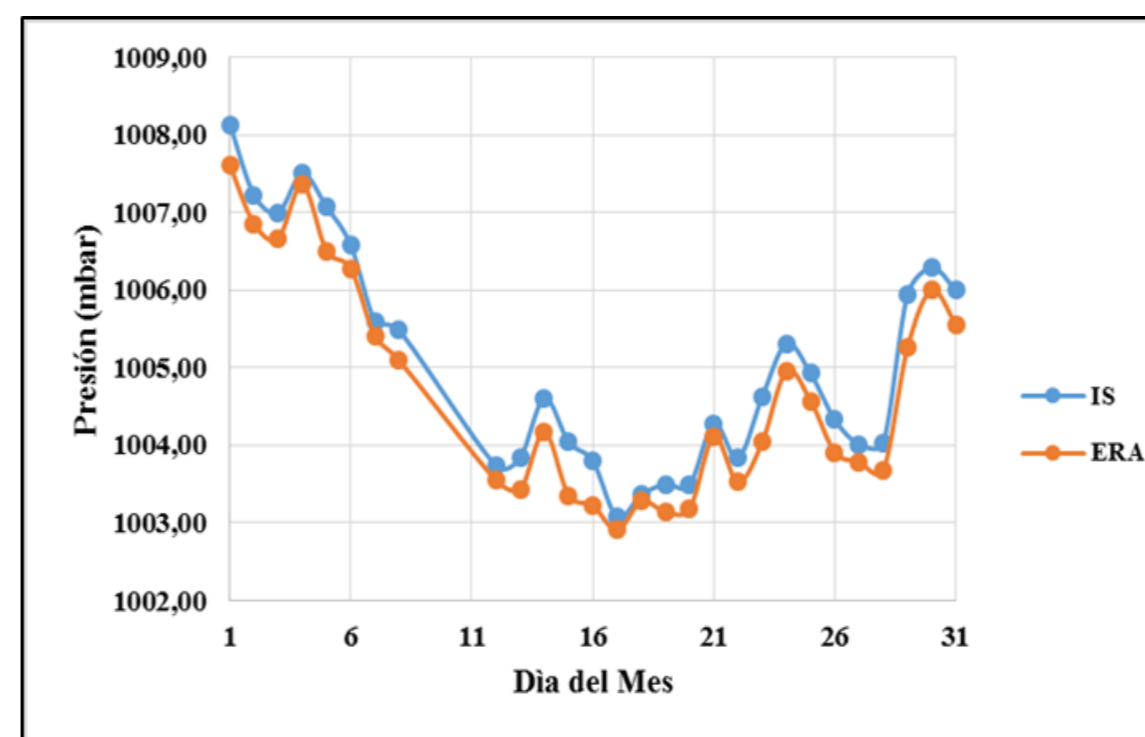


Figura 14. Presión atmosférica registrada in situ (IS) y ofrecida por el ERA-Interim (ERA) para mayo de 2009 en MARA.

En todas las pruebas y comparaciones realizadas, en las que intervinieron datos registrados entre 2009 y 2010 para la estación Maracaibo así como algunos meses de 2014 para estaciones COCONet ubicadas en Panamá y Colombia, se pudo constatar el buen ajuste del modelo a los registros in situ existentes.

Las diferencias medias entre los valores de presión y temperatura tomados del ERA-Interim respecto a los observados, se ubicaron en ± 0.43 mbar y $\pm 0.66^\circ\text{C}$ respectivamente.

Tratándose de un modelo altamente confiable, queda abierta la posibilidad para su uso continuo en el tratamiento del retardo troposférico y conversión a vapor de agua integrado o precipitable, especialmente sobre series de tiempo como la mostrada en la Figura 15.

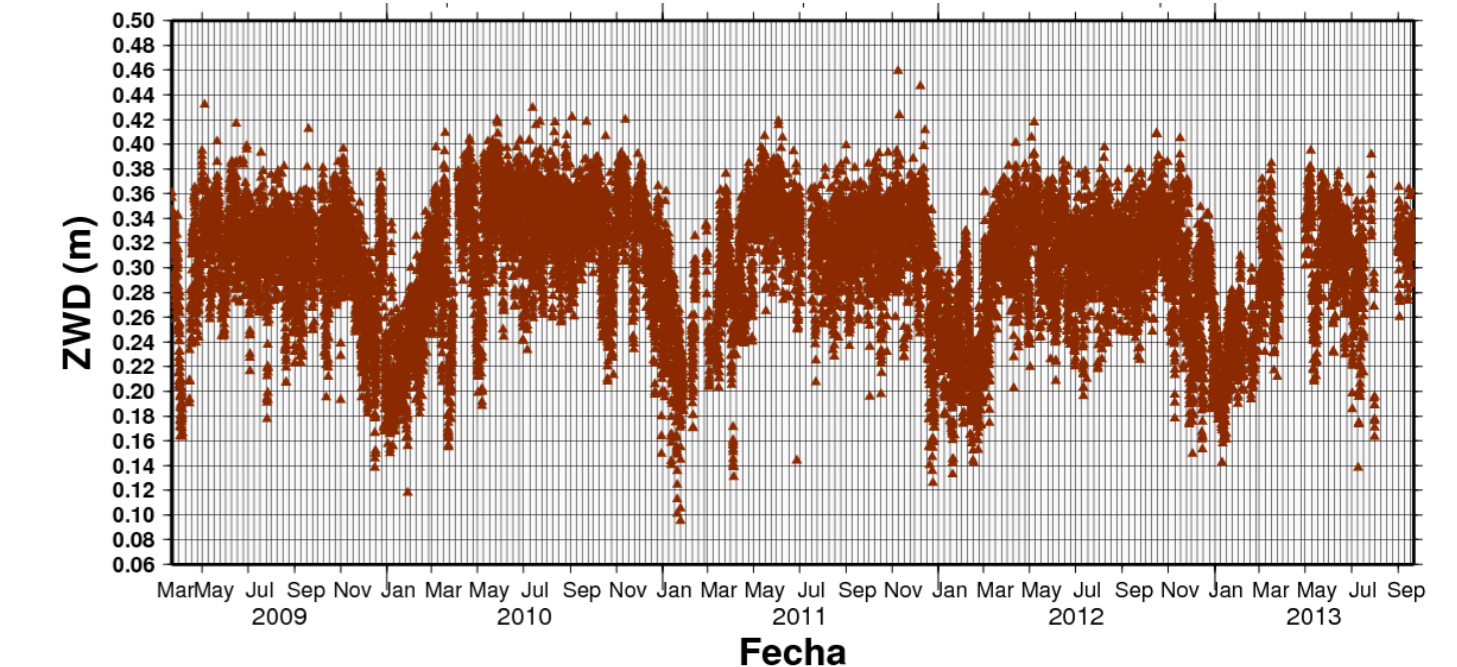


Figura 15. Retardo zenital no-hidrostatístico para MARA, 2009 a 2013.

Una caracterización del ZWD en el territorio nacional está siendo realizada por Valecillos y Alvarado (2015), se espera mostrar avances próximamente.

COMENTARIOS FINALES

A pesar del temporal cese de actividades, el CPAGS-LUZ mantiene su compromiso dentro del Grupo de Trabajo I (Sistema de Referencia) de SIRGAS, en lo referente al mantenimiento del marco de referencia geodésico en América Latina y la obtención de productos de utilidad práctica para la comunidad de usuarios de las geociencias. Para ello, docentes y estudiantes que conforman su recurso humano quedan a disposición de la familia SIRGAS.

El procesamiento de la red a cargo del CPAGS-LUZ, una vez que está siendo efectuado dentro de los estándares y convenciones adoptados por SIRGAS, muestran la confiabilidad necesaria para su adecuada inclusión en el ajuste semanal del arreglo continental.

Otras actividades han venido siendo ejecutadas, complementando así las tareas del centro. Al respecto, investigaciones de gran interés están en desarrollo, resaltando la colaboración con otros entes nacionales como el IVIC y FUNVISIS.

REFERENCIAS

- Barroso A. y Estrada K. (2015). *Implementación del modelo climático ERA-Interim para la estimación de parámetros troposféricos a partir de observaciones GPS*. Trabajo Especial de Grado. Escuela de Ingeniería Geodésica, Facultad de Ingeniería, Universidad del Zulia. Maracaibo-Venezuela.
- Valecillos D. y Alvarado J. (2015). *Caracterización del retardo troposférico en estaciones de la red geodésica nacional de operación continua mediante observaciones GNSS*. Trabajo Especial de Grado. Escuela de Ingeniería Geodésica, Facultad de Ingeniería, Universidad del Zulia. Maracaibo-Venezuela. En publicación.
- Izarra A. y González I. (2015). *Establecimiento de la red de control geodésico de la Laguna de Cocinetas en la zona de Castilletes del Estado Zulia*. Trabajo Especial de Grado. Escuela de Ingeniería Geodésica, Facultad de Ingeniería, Universidad del Zulia. Maracaibo-Venezuela. En publicación.
- Dach R., Hugentobler U., Frídez P., Meindl M., Eds. (2007). *User manual of the Bernese GNSS Software version 5.0*. Astronomical Institute of the University of Bern (AIUB). Berna-Suiza. Disponible en: <http://www.berne.se.unibe.ch>
- Petit G. y Luzum B., Eds. (2010). *IERS Conventions 2010*. IERS Technical Note 36. Verlag des Bundesamt für Kartographie und Geodäsie. Frankfurt a.M.-Alemania.179p.
- SIRGAS (2013). Guía para los Centros de Análisis SIRGAS v2.1. Disponible en: <http://www.sirgas.org>
- Cioce V., Wildermann E., Royero G., Rincón M.F., Morales R., Reinaza C., Audemard F., Sánchez L. (2015). *Una alternativa para el mantenimiento del marco de referencia SIRGAS en Venezuela*. Simposio SIRGAS. Santo Domingo-República Dominicana, 18 al 20 de nov. Próximamente disponible en: <http://www.sirgas.org>