

## **Actividades desarrolladas por el Centro Experimental del Procesamiento y Análisis GNSS SIRGAS del LGFS-LUZ (CEPAGSIRGAS-LUZ)**

Cioce V., Hoyer M., Wildermann E., Espinosa R., Méndez T., Angarita M.

Siguiendo las recomendaciones del Proyecto SIRGAS y dentro de los lineamientos de su Grupo de Trabajo I, en Venezuela se dio inicio a un estudio de factibilidad que sustentara la instalación de un centro de procesamiento GNSS de las estaciones permanentes que integran la vigente materialización del marco de referencia del continente americano: *SIRGAS-CON*. Es así como a partir de la semana 1525 (marzo, 2009) el LGFS-LUZ comienza formalmente sus actividades como Centro Experimental, las mismas junto a otras características son presentadas a continuación.

### **Nombre del Centro de Procesamiento.**

El nombre con el cual se conoce nuestro centro es **Centro Experimental de Procesamiento y Análisis GNSS SIRGAS del LGFS-LUZ (CEPAGSIRGAS-LUZ)**. De igual forma, la denominación abreviada para fines del Proyecto SIRGAS es **LUZ**.

### **Institución que lo apoya.**

El CEPAGSIRGAS-LUZ funciona gracias al apoyo del Laboratorio de Geodesia Física y Satelital de la Universidad del Zulia (LGFS-LUZ), con sede en la ciudad de Maracaibo-Venezuela. Sus instalaciones y recursos tanto humanos como instrumentales han hecho posible el desarrollo de las diferentes actividades realizadas por el centro. Vale destacar que la estación SIRGAS-REGVEN-REMOS Maracaibo (MARA) se encuentra en el LGFS-LUZ.

### **Equipo de trabajo.**

El recurso humano del CEPAGSIRGAS-LUZ está conformado por miembros del Personal Docente y de Investigación del LGFS-LUZ y por estudiantes colaboradores cursantes de los últimos semestres de Ingeniería Geodésica. El equipo de trabajo lo integran:

- Prof.-Ing. Víctor José. Cioce P. (Responsable/Coordinador).  
vjcioce@gmail.com
- Br. Renny Espinosa (Asistente de Procesamiento).  
renny\_espinosa@hotmail.com
- Br. Tracy Méndez (Asistente de Procesamiento).  
tracy12\_669@hotmail.com
- Br. María Angarita (Asistente de Procesamiento).  
maryangelsone@hotmail.com
- Prof. Dr.-Ing. Melvin Hoyer (Asesor Científico).  
mhoyer@gmail.com
- Prof. Dr.-Ing. Eugen Wildermann (Asesor Científico).  
ewilderm2007@gmail.com

### **Fecha de inicio de actividades.**

De manera oficial las actividades del centro iniciaron a partir de la semana GPS 1525 que corresponde desde el 29.03.2009 al 04.04.2009, no obstante, desde la semana 1520 el CEPAGSIRGAS-LUZ ha venido consignando soluciones semanales al DGFI para su análisis respectivo.

### **Red procesada y plataforma de procesamiento.**

La red a cargo del CEPAGSIRGAS-LUZ corresponde a la SIRGAS-CON Norte, la cual es procesada con el *Bernese GPS Software v 5.0* en modo BPE y sistema operativo Windows, siguiendo la estrategia de cálculo y análisis definida para todos los centros de procesamiento que integran el proyecto.

### **Capacitación recibida.**

El personal del LGFS-LUZ cuenta con amplia y reconocida experiencia en el uso del *Bernese GPS Software* y en el procesamiento de redes geodésicas, pero ante las implicaciones que conlleva la instalación de un Centro de Procesamiento SIRGAS, fue necesario adquirir conocimientos adicionales, especialmente sobre el modo *Bernese Processing Engine* (BPE) ofrecido por esta plataforma de cálculo científico y además sobre la estrategia y tratamiento del procesamiento de la red continental.

En tal sentido, el CEPAGSIRGAS-LUZ ha contado desde sus inicios e inclusive previo a esto, con el apoyo y colaboración del personal responsable del Centro de Procesamiento SIRGAS del *Instituto Geográfico Agustín Codazzi* de Colombia (IGAC). Se recibió durante una visita técnica realizada el mes de agosto de 2008 la capacitación inicial en cuanto a las actividades, lineamientos, requisitos y otras consideraciones necesarias para el funcionamiento del centro.

De igual forma, el *Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut* (DGFI) a través de la Dr. Laura Sánchez, ha prestado su colaboración y asesoría en cuanto al funcionamiento del CEPAGSIRGAS-LUZ se refiere.

### **Tareas realizadas.**

1. Adecuación de la infraestructura necesaria para el óptimo funcionamiento del CEPAGSIRGAS-LUZ, i.e. espacio físico, disponibilidad y selección de computadores adecuados para soportar tanto el procesamiento como la descarga y almacenamiento de datos, actualización del software de procesamiento a su versión más reciente.
2. Familiarización y comprensión del BPE como modo de procesamiento propio del *Bernese GPS Software v 5.0*. Aun y cuando ya se contaba con experiencia en el uso del programa, la inducción recibida en el IGAC y las posteriores ayudas ofrecidas por el DGFI, permitieron el cumplimiento de esta tarea.
3. Diseño e implementación de estrategias orientadas a la adquisición, preparación, pre-análisis, almacenamiento, uso y respaldo de los datos GNSS en general, necesarios para el cálculo de la red, todo esto basado en la automatización de los procesos.
4. Procesamiento piloto de algunas semanas a partir de la 1520, esto permitió una evaluación inicial del funcionamiento del centro y a su vez la detección de los problemas comunes que suelen presentarse, lo que permitió solicitar ante el Grupo de Trabajo I, la aprobación y formalización de sus actividades como Centro Experimental; la misma fue otorgada el 24.04.2009.

5. Procesamiento formal de la red SIRGAS-CON Norte a partir de la semana 1525, analizando y comparando los resultados obtenidos con aquellas soluciones derivadas por el IGAC y DGFI respectivamente, bajo un enfoque determinístico y estocástico.
6. Seguimiento extraoficial del funcionamiento y operatividad de las estaciones que integran la *Red de Estaciones de Monitoreo Satelital GPS* de Venezuela (REMOS).
7. Ensayos destinados a la implementación del NTRIP en el país, esto gracias a la renovación instrumental en la estación permanente Maracaibo (MARA), realizándose diversas pruebas con resultados altamente satisfactorios en cuanto a las potencialidades y ventajas de este sistema de correcciones diferenciales en tiempo real.
8. Actualmente se está investigando sobre la aplicación del GPS para la estimación de información troposférica en Venezuela, orientada al estudio del cambio global. Aunque la misma se encuentra en su fase inicial, se espera lograr un aprovechamiento de la infraestructura del CEPAGSIRGAS-LUZ para esta finalidad, contando con algunos resultados preliminares sobre vapor de agua integrado (IWV) en la ciudad de Maracaibo.

## Resultados.

Las soluciones generadas por CEPAGSIRGAS-LUZ han sido entregadas al DGFI dentro de los lapsos de tiempo establecidos en un 100% de los casos.

Se presentan a continuación las comparaciones entre resultados obtenidos por el CEPAGSIRGAS-LUZ luego del procesamiento de la red SIRGAS-CON Norte, con aquellos proporcionados por el IGAC y el DGFI.

En la figura 1a y 1b se muestran los RMS de los residuales arrojados por una transformación de Helmert con siete (7) parámetros, entre las coordenadas calculadas por el CEPAGSIRGAS-LUZ y aquellas estimadas por el IGAC y DGFI.

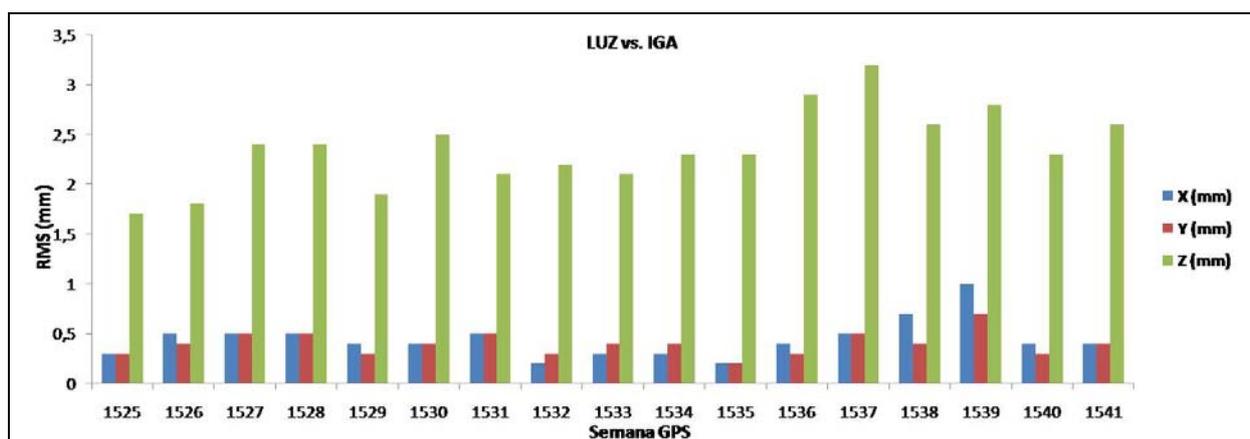


Figura 1a: RMS de los residuales obtenidos luego de una transformación de Helmert entre las soluciones LUZ vs. IGA.

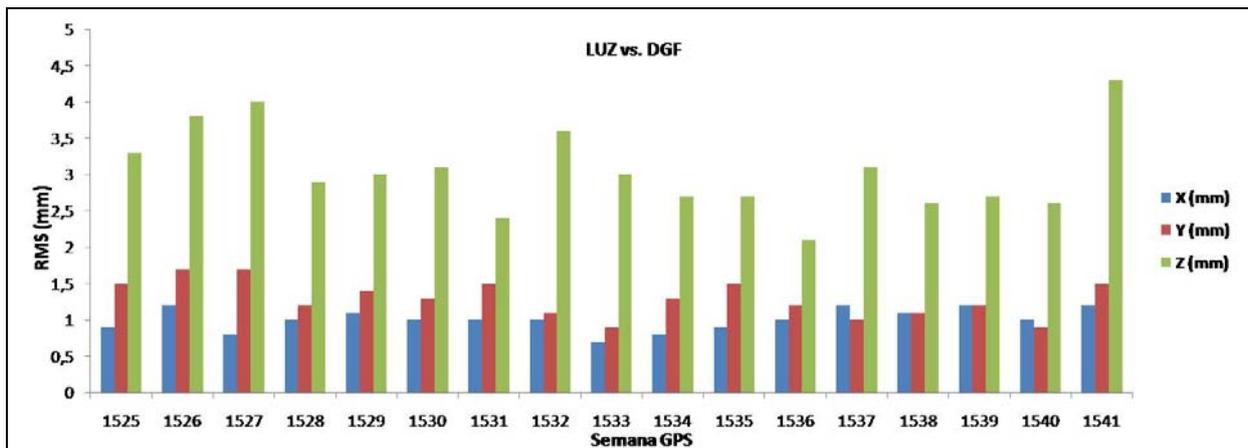


Figura 1b: RMS de los residuales obtenidos luego de una transformación de Helmert entre las soluciones LUZ vs. DGF.

En ambos casos, los RMS muestran tendencias similares para las componentes X e Y de manera individual para cada semana procesada, sus valores resultan inferiores a los 2mm en ambas transformaciones, en el caso de la componente Z, esta alcanza valores en su RMS en el orden de los 4mm. No obstante, puede inferirse sobre la buena consistencia entre la solución LUZ con la IGA y DGF, esto tomando en cuenta las características de la red procesada.

Adicionalmente, se obtuvieron diferencias de coordenadas LUZ-IGA y LUZ DGF, estas son ilustradas en las figuras 2a y 2b. Las mismas no exceden el centímetro lo que demuestra la calidad interna de las determinaciones del LUZ.

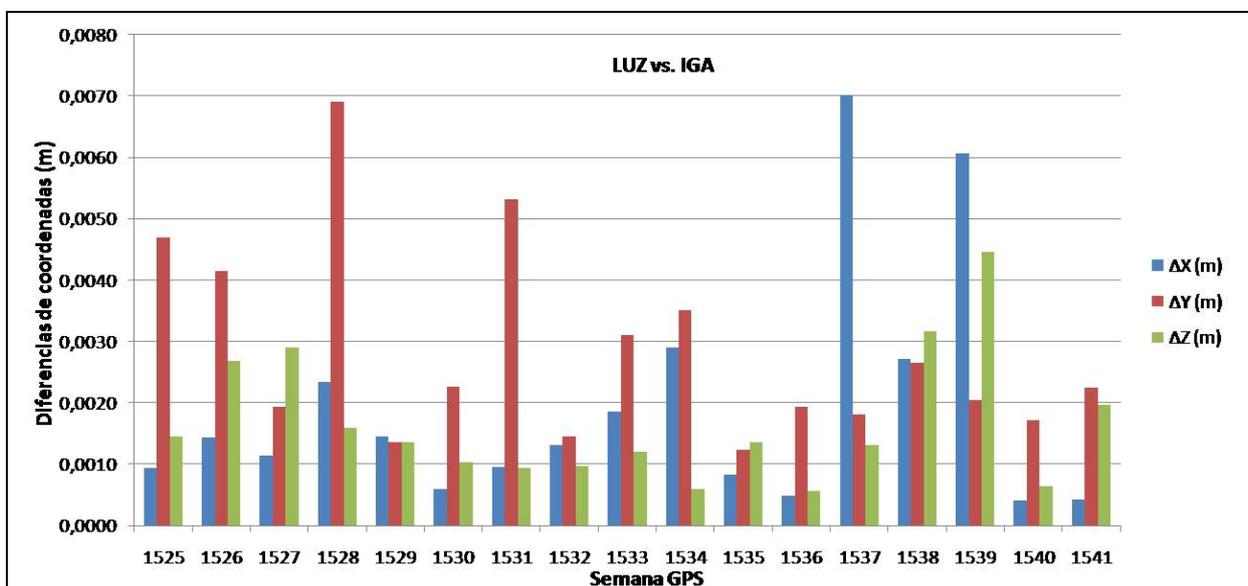


Figura 2a: Diferencias de coordenadas *loosely constrained* LUZ vs. IGA.

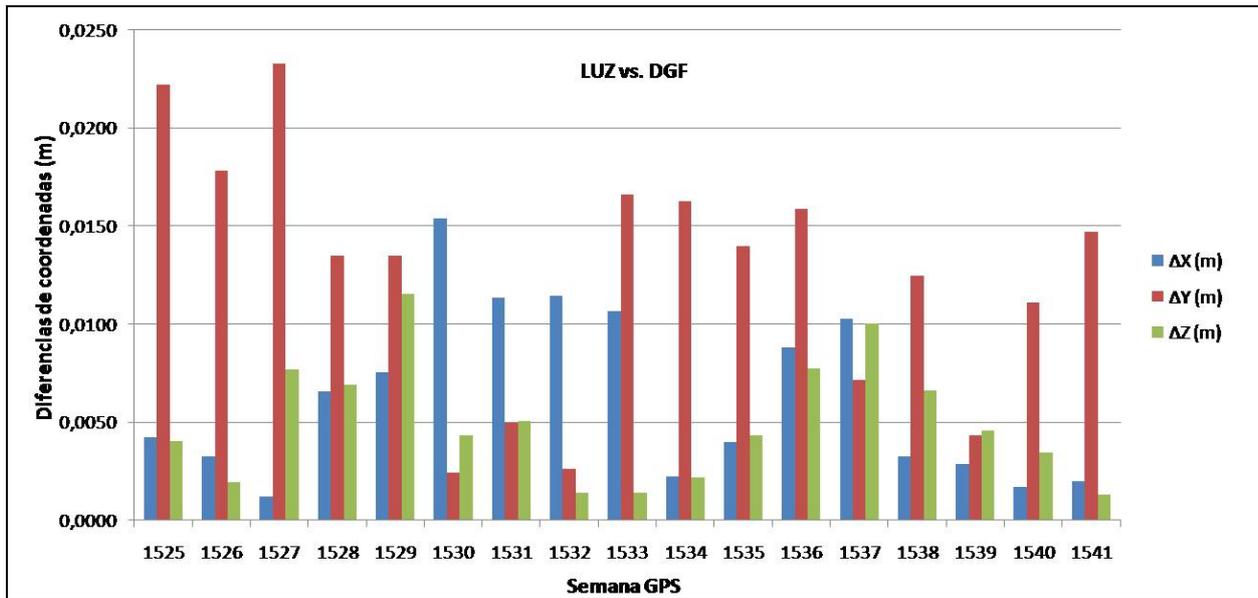


Figura 2b: Diferencias de coordenadas *loosely constrained* LUZ vs. DGF.

En el caso de la comparación LUZ-IGA, aquellos valores que se disparan bruscamente en algunas componentes, se deben a la posible falta de estaciones comunes (ambos centros están a cargo de la misma red) o bien, a la exclusión voluntaria de algunos días de observación de acuerdo al criterio propio de cada centro de procesamiento.

La comparación LUZ-DGF muestra tendencias menos uniformes en las tres componentes, lo que resulta lógico por cuanto el DGF procesa otras estaciones de la red SIRGAS-CON, tratándose de redes con diferente configuración geométrica. Una vez más, y tomando en cuenta el orden de magnitud de estas comparaciones, se confía en los resultados proporcionados por el CEPAGSIRGAS-LUZ.

Por otra parte, y como ya fue mencionado previamente, el CEPAGSIRGAS-LUZ ha realizado procesamientos GPS para la estimación del retardo zenital húmedo en la estación MARA. A partir de este parámetro se ha logrado calcular el vapor de agua integrado (IWV) y el vapor de agua precipitable (PW) para un total de ocho (8) semanas, desde la 1530 a la 1537. Estos resultados deben ser validados con fuentes externas para garantizar su confiabilidad, lo que actualmente está en proceso de ejecución.

### Problemas presentados.

En líneas generales, los problemas presentados han estado relacionados con la no disponibilidad de datos GNSS en algunas estaciones de la red y fallas locales en la conexión a Internet. Sin embargo, estos no han impedido el cumplimiento de los lapsos de entrega, debido en parte a las experiencias de otros Centros de Procesamiento y a planes de contingencia especialmente diseñados.