Soluciones RTK de red con estaciones SIRGAS-CON, ventajas frente a las soluciones puntuales

M. F. Camisay [1,2,4]; R. D. Yelicich [3]; E. Striewe[3]; R. G. Pérez Rodino [3] y M. V. Mackern [1,4]

(1) Facultad de Ingeniería. Universidad Juan A. Maza. (2) C.O.N.I.C.E.T. (3) Facultad de Ingeniería. Universidad de la República, Uruguay. (4) Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Cuyo (GGG-CIMA).

Hipótesis: utilizar correcciones provenientes de una red de estaciones GNSS permanentes (soluciones RTK de red) proporcionan estabilidad e integridad a los servicios de posicionamiento a tiempo real. Además su área de aplicación es mayor respecto a las correcciones puntuales (provenientes de una única estación) ya que estas permiten modelar y corregir los errores atmosféricos y orbitales del posicionamiento satelital.

Objetivos:

- Evaluar el uso de modelos atmosféricos y orbitales en el cálculo y procesamiento de correcciones en una red de estaciones GNSS en Tiempo Real.
- Cuantificar la precisión y alcance de las soluciones RTK en red y sus ventajas frente a las soluciones puntuales.
- Estimar la influencia de la geometría de la red (cantidad de estaciones, distribución y área de la sub-red) en la precisión final del usuario.

Metodología:

Parámetros de procesamiento y generación de soluciones RTK de red:

- Se seleccionaron e incorporaron las estaciones SIRGAS-CON que formaron parte de la Red, como **sitios** pasivos provenientes de otros servidores casters (fig. 1).
- Se analizaron y ensayaron los **parámetros de procesamiento** de la Red disponibles en el software de cálculo y generación de soluciones (Leica GNSS Spider).
- Se trabajó con la **solución** MAX (Master Auxiliary Corrections) asociada a las tres celdas o sub-redes fijas, variando la cantidad de estaciones que participan de la solución:

* SIR: 2 estaciones argentinas (BCAR, IGM1) y 2 uruguayas (UYLP, UYDU).

* ROU: 3 estaciones uruguayas (UYMO, UYLP, UYDU).

* Litoral: 2 estaciones argentinas (UNRO, IGM1) y una uruguaya (UYPA).

- Se generó también una solución MAX asociada a una celda automática, donde el programa asigna en función de la posición del usuario, la estación Maestra y las auxiliares.

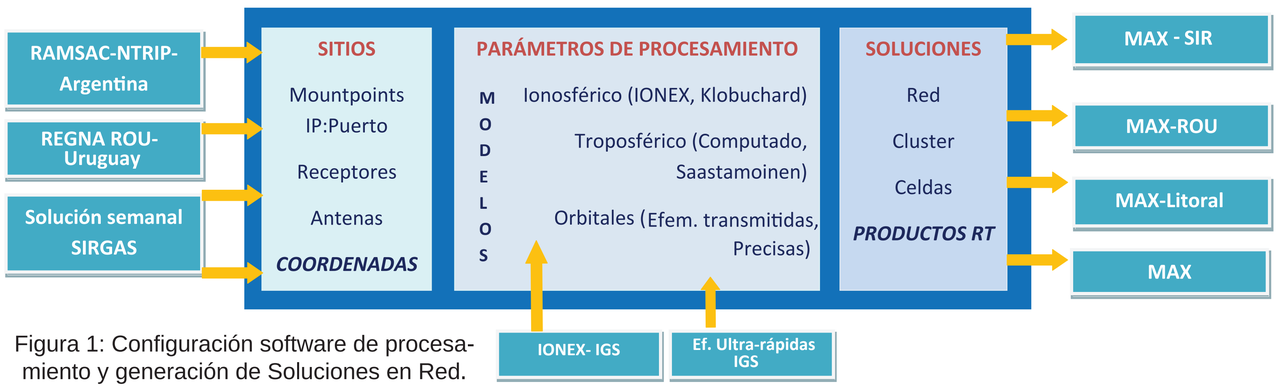

Figura 1: Configuración software de procesamiento y generación de Soluciones en Red.

Posicionamiento RTK en red con estaciones SIRGAS-CON:

Experiencia UdelaR: Se ensayaron las distintas configuraciones y soluciones creadas con un receptor doble frecuancia RTK sobre un pilar instalado en la azotea de la Facultad de Ingeniería, Univ. de la República (Uruguay). Se trabajó con las soluciones MAX-SIR y MAX-ROU, variando la elección de la estación Maestra (fig. 2). Además se utilizó la celda automática para evaluar la estabilidad del servicio, frente a posibles fallas de alguna de las estaciones.

Experiencia Litoral: Se realizó una experiencia de aplicación en Las Cañas, zona limítrofe Uruguay-Argentina. Se utilizó la solución MAX- Litoral creada (fig.2):

**Estación Maestra: UYPA*

**Estaciones Auxiliares: UNRO, IGN1*

**Marco de referencia: SIRGAS-1741*

- En la campaña de medición primero se seleccionó el stream puntual de UYPA publicado por el Servicio Geográfico Militar *(Marco de Referencia ROU98).* Luego se utilizó la solución de Red creada.

-Simultáneamente se grabaron datos crudos, para realizar pos-procesamiento de control.

-Las posiciones RT obtenidas se compararon con la coordenada posprocesada vinculada a la solución SIRGAS de la semana 1741.

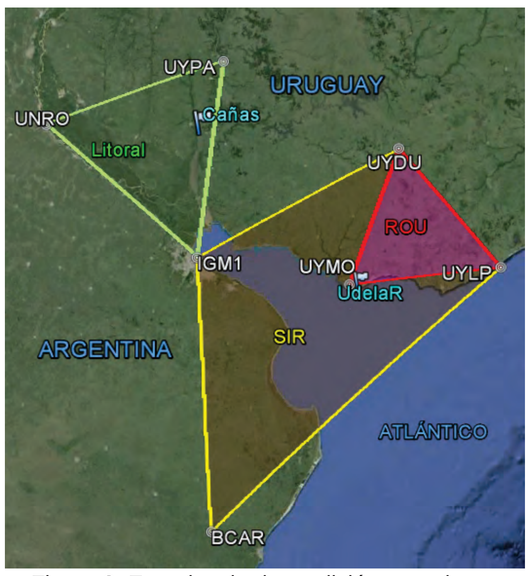

Figura 2: Experiencia de medición en red con estaciones SIRGAS-CON.

Resultados

- **Parámetros de procesamiento**

A partir de las experiencias realizadas en Fing-Udelar, se eligieron los siguientes modelos para la generación de las soluciones de red:

-**Modelo Ionosférico**: valores de estimación vertical de TEC generado diariamente por el IGS (archivo IONEX).

-**Modelo Troposférico**: Calculado, estimado por el mismo software.

-**Modelo Orbital**: Efemérides precisas ultrarápidas calculadas por el IGS.

- **Análisis de la precisión de las soluciones de red respecto a las puntuales**

Experiencia UdelaR: Para los casos en que la estación Maestra elegida fue UYLP, existiendo una distancia base móvil mayor a 195 km, se observó una notable disminución de los residuos utilizando las soluciones MAX (fig. 3).

No se observaron grandes diferencias cuando se compararon las mismas soluciones (MAX) aplicadas en diferentes celdas, es decir reduciendo la cantidad de estaciones y área de cobertura de la sub-red.

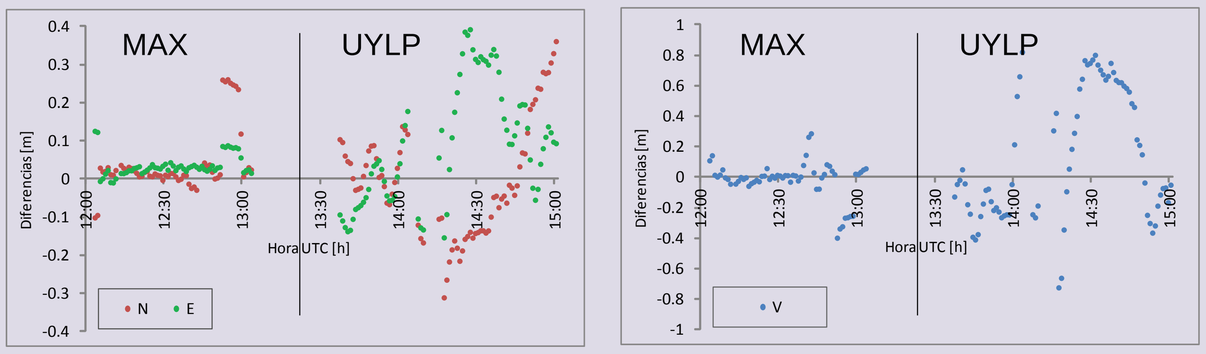

Fig. 3: Residuos posicionamiento MAX y solución puntual UYLP respecto a coordenada control.

Utilizando la estación UYMO como Maestra, distancia menor a 10 km de la estación de referencia, no se observaron mejoras de la solución de red respecto a la solución puntual.

Experiencia Litoral:

Se observa que la solución MAX-Litoral creada ofrece mejores precisiones que la solución puntual UYPA. Los residuos para la solución puntual (más de 100 km entre base y móvil) fueron mayores a 20 cm en planimetría y alcanzaron los 40 cm en altura. Luego, al utilizar la solución de red MAX creada, se aprecia una notable mejoría, principalmente en planimetría con residuos menores a 2 cm (fig.4).

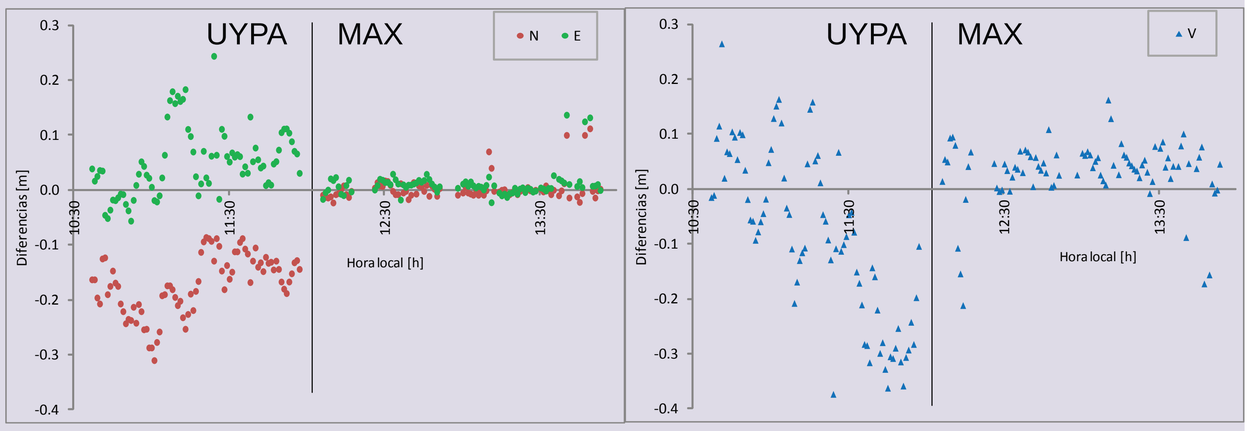

Figura 4: Residuos posicionamiento solución puntual UYPA vs MAX-Litoral

Debido a que la solución puntual UYPA es calculada en base a las coordenadas ROU98 del sitio, se realizó un nuevo cálculo de residuos utilizando una coordenada de control vinculada a dicho marco de referencia.

En este caso se observó una disminución del 50% en los residuos planimétricos (fig.5). Debido a ya que se eliminó la influencia de utilizar coordenadas desactualizadas en el stream UYPA (época de referencia 1995.4).

Sin embargo dichos residuos siguen siendo mayores a los resultantes de la solución de red.

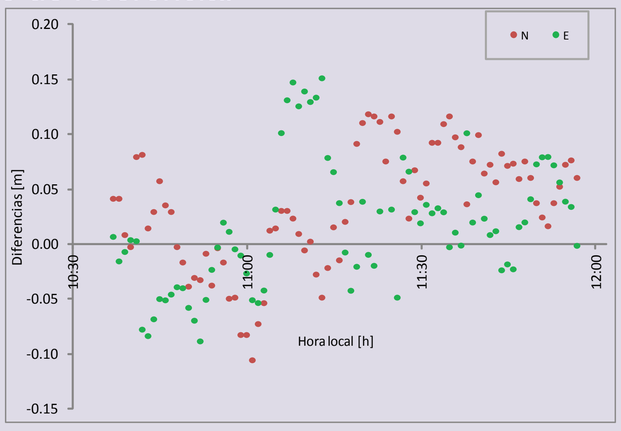

Figura 5: Residuos posicionamiento solución puntual UYPA en ROU 98

CONCLUSIONES

- Se recomienda utilizar órbitas y modelos ionosféricos calculados por el IGS para el procesamiento y generación de soluciones de red.
- Las soluciones de Red permiten garantizar y dar estabilidad a los servicios de posicionamiento RT, ya que en el caso de que alguna estación deje de prestar su servicio esta es reemplazada por la estación más cercana disponible.
- Respecto a la precisión que ofrecen, resultan ser más estables y exactas que las puntuales principalmente cuando la distancia base-móvil es mayor a 100 km.
- Las coordenadas de referencia utilizadas en los streams influyen en la posición final del usuario, por lo que se recomienda utilizar coordenadas actualizadas y consistentes con ITRF.