

Estación permanente UCOR: datos GNSS y meteorológicos

M. Soledad Souto^{1,3,4}, Maximiliano Eschoyoz^{2,4}, Marcelo Cebollada²,
Luis Antonio Bosch¹, Nicolás Morales²

¹ *Departamento de Ingeniería en Agrimensura - Universidad Nacional de Córdoba - Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales - Av. Vélez Sarsfield 1611, Córdoba.*

² *Laboratorio de Arquitectura de Computadoras (LAC), Universidad Nacional de Córdoba - Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales - Av. Vélez Sarsfield 1611, Córdoba.*

³ *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)*

⁴ *Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional de Córdoba - SECyT - UNC.*

Fecha de recepción del manuscrito: 12/08/2016

Fecha de aceptación del manuscrito: 17/02/2017

Fecha de publicación: 15/03/2017

Resumen- La estación permanente UCOR forma parte de la red RAMSAC (Red Argentina de Monitoreo Satelital Continuo) del Instituto Geográfico Nacional (IGN), a nivel transnacional, es integrante de la Red SIRGAS (Sistema de Referencia para las Américas) e IGS (Servicio Internacional de GNSS) y brinda servicio GNSS a la comunidad. Funciona en las instalaciones del Departamento de Agrimensura de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba. En su etapa inicial funcionó a modo experimental y en la actualidad se ha convertido en el servicio de datos GNSS más consultado de la Provincia de Córdoba. La creciente demanda hizo necesario que se mejore su configuración para poder brindar un mejor servicio. Actualmente, además del servicio de descarga de datos GNSS en formato Rinex y NTRIP, la estación cuenta con el servicio web para descarga de información meteorológica, información que no se encuentra disponible en la mayoría de las estaciones permanentes de Argentina y del mundo. En este trabajo se presentan las características más relevantes de la Estación UCOR en cuanto a los servicios que brinda y como se almacena, procesa y resguarda la información.

Palabras claves - GNSS, estación permanente, integridad, precisión.

Abstract— UCOR GNSS station is part of the RAMSAC (Red Argentina de Monitoreo Satelital Continuo) network of the Instituto Geográfico Nacional de la República Argentina (IGN), and is an international member of SIRGAS (Reference System for the Americas) and IGS (International GNSS Service), and provides GNSS community service. UCOR works in Departamento de Agrimensura (*Surveying Department*) facilities of the Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales of the Universidad Nacional de Córdoba. In its initial stage it worked experimentally and today has become the GNSS data service most consulted of the Córdoba Province. The growing demand made it necessary to improve its configuration to provide better service. Currently, in addition to the download service of GNSS Rinex and NTRIP data, the station has a web service to download weather information, information that is not available in most of the permanent stations of Argentina and the world.

In this paper, the most important characteristics of the UCOR station are presented in terms of the services it provides and how it stores, processes and protects information.

Keywords— GNSS, permanent station, integrity, precision.

INTRODUCCIÓN

La principal función de la Estación Permanente (EP) UCOR es la materialización del Marco de Referencia Geodésico Nacional con alta precisión para brindar apoyo a todos los levantamientos topo-geodésicos realizados en la provincia de Córdoba. Para ello, la EP UCOR realiza la recopilación constante de observaciones GNSS,

verificación de la calidad de los datos, conversión de las observaciones a un formato convencional, almacenamiento y difusión de la información a través de Internet.

La antena de la estación UCOR está situada en la parte más elevada del edificio que constituye la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la UNC, con horizonte despejado en la vuelta completa. Sus coordenadas geográficas son latitud de 31°26'05.85595"S, longitud 64°11'36.62015"W y altura elipsoidal 462.779 m.s.n.m. La estación dispone de un receptor geodésico de 12+12 canales (L1/L2), marca Sokkia, modelo GSR2700 RSX. Este equipo opera con código C/A sobre L1 y código P sobre L1/L2. Al receptor está conectada una antena geodésica

Dirección de contacto:

Maximiliano Eschoyoz, Av. Vélez Sarsfield 1611 Ciudad Universitaria,
X5016 CGA. Tel: 5353800 interno 29050,
maximiliano.eschoyoz@unc.edu.ar

modelo NovAtel 702 GG, sobre mástil con especificaciones IGS y horizonte de 360° despejado.

Dadas las características de la EP UCOR, la misma constituye un punto fundamental para la provincia de Córdoba, ya que proporciona un punto con coordenadas conocidas y determinadas con alta precisión, materializa el marco de referencia oficial de la República Argentina, proporciona datos GNSS en tiempo real y para postproceso y sirve de apoyo a todos los levantamientos topográficos y geodésicos realizados en su proximidad.

No obstante, para que la EP cumpla estas funciones de forma adecuada, es necesario garantizar ciertos estándares de precisión que tienen que ver con la seguridad de la EP, la integridad y redundancia de datos, su libre disponibilidad y continuidad en el tiempo (Pozo-Ruz, et. al., 2000). Para ello, es necesario realizar un análisis de situación de la EP a los fines de detectar aquellos inconvenientes que surjan de su actual funcionamiento y que atenten contra los estándares de precisión impuestos.

METODOLOGÍA

Un completo análisis de situación comprende varios aspectos, desde el estudio de la infraestructura hasta el análisis de la calidad de los datos GNSS. El análisis de la calidad de los datos GNSS se realizó en una primera investigación (Souto, 2014), arrojando como resultado una regularidad de los índices estudiados que da cuenta de la integridad de los datos GNSS, bajo número de pérdida de observaciones (Fig.1), que no se han producido cambios en el medio ambiente de la antena UCOR y, en general, que el desempeño del receptor UCOR es muy bueno y el ruido del medio ambiente de la estación es muy bajo.

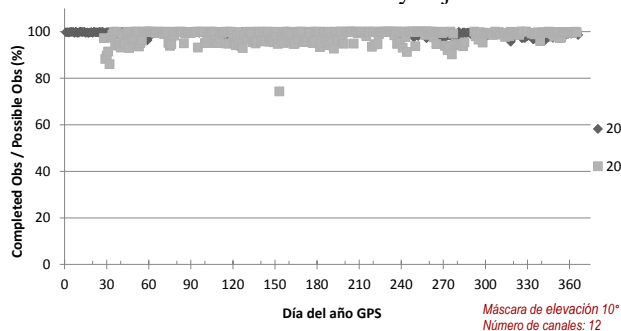


Fig. 1. Número de observaciones completas / posibles (%) para la estación UCOR entre las semanas GPS 1617 y 1721.

Esta segunda investigación se focaliza en la infraestructura de la EP y los diferentes servicios de difusión de datos, a fines de solucionar los inconvenientes detectados, y completar y ampliar los servicios disponibles.

Se procedió a realizar un estudio completo de la EP UCOR que comprende un relevamiento del sistema y configuración de una nueva red de datos. Se determinó proveer una herramienta de descarga de datos más amigable a los usuarios a partir del diseño de un calendario mensual para la publicación de los datos GNSS, un servicio de descarga por pedido y un servicio FTP. También, se realizó una nueva configuración del servidor Cáster para adaptarlo a los nuevos estándares internacionales. Además, se decidió incorporar la facilidad de generación y publicación de datos

meteorológicos como servicio agregado a los datos de posicionamiento.

A partir del trabajo realizado sobre la EP UCOR se pretende establecer un protocolo de instalación y funcionamiento de las estaciones permanentes de alta precisión, que satisfaga todos los requerimientos de estabilidad, seguridad, integridad de datos y acceso garantizado a los mismos.

DISEÑO DE LA RED

La red de datos inicial presentaba una configuración básica en cuanto a seguridad (Fig. 2). El receptor estaba conectado al servidor con dirección IP pública 200.16.19.17 bajo el sistema operativo Windows XP. El receptor estaba conectado directamente a la red Internet, de forma tal que todos los usuarios podían acceder al receptor para descargar los datos. A su vez, el receptor enviaba una copia de los datos a un servidor de respaldo con dirección IP pública 200.16.19.97. Esta configuración da lugar a un alto nivel de vulnerabilidad de la EP, que deja abierta la puerta a posibles ataques de seguridad contra los datos y el servicio.

La nueva configuración de red (Fig. 3) se diseñó atendiendo los requisitos de seguridad, integridad y redundancia de datos. Actualmente, las direcciones IP públicas IP 200.16.19.17 y 200.16.19.97 de los servicios de la EP corresponden a un servidor *frontend* que corre un sistema operativo FreeBSD e implementa un firewall para protección de la red interna y jaulas para virtualización de los servicios web. Los servicios se encuentran encapsulados en jaulas para evitar el acceso a la red interna y facilitar su restauración en caso de falla. De esta forma, el receptor Sokkia no se puede acceder directamente desde Internet. Dentro del servidor *frontend* se diseñó un sistema de cuatro jaulas para el servicio web, Cáster NTRIP, base de datos y FTP. Estas jaulas crean un entorno seguro e independiente del resto del sistema, de forma tal que si un atacante logra comprometer un servicio que se ejecuta en un entorno de jaula se le impide el acceso al resto del sistema y se puede restaurar de forma simple a su estado correcto anterior.

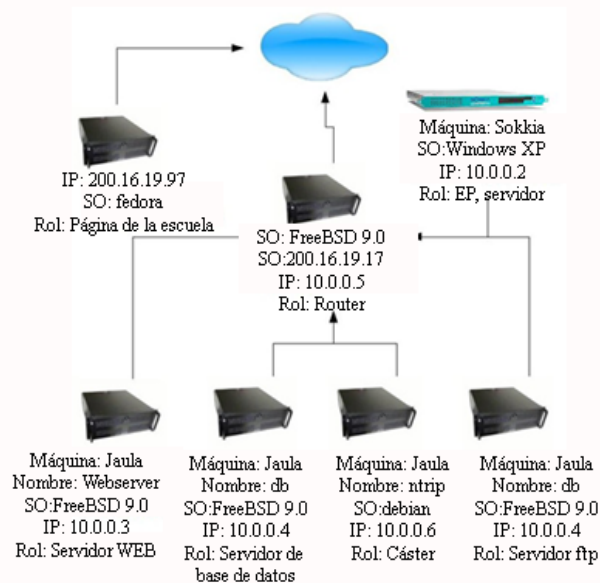


Fig. 2. Red inicial de la estación permanente UCOR.

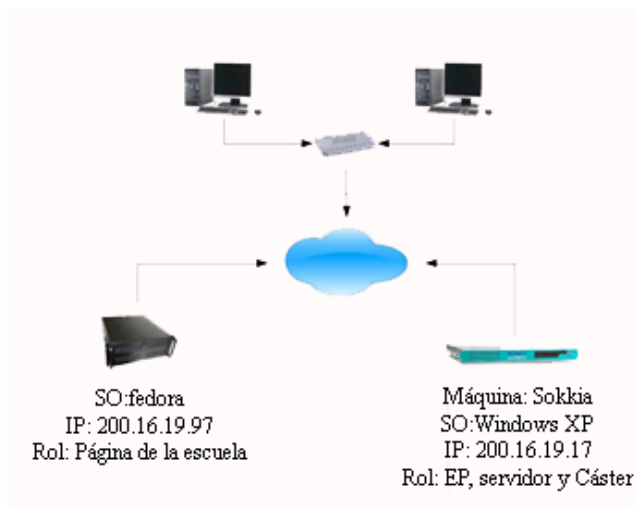


Fig. 3. Red actual de la estación permanente UCOR.

Todos los servidores se encuentran conectados a una UPS (*Uninterruptible Power Supply*), capaz de soportar al menos 2 horas de alimentación en caso de ocurrir un corte energético. Además, permite filtrar las subidas y bajadas de tensión, muy frecuentes en los meses de verano, que ocasionan el deterioro de los dispositivos y la integridad de los datos.

SERVICIO DE DIFUSIÓN DE DATOS NTRIP

La EP UCOR genera correcciones en el protocolo RTCM en las versiones 2.3 y 3.0. Este protocolo fue creado por la Comisión Técnica para Servicios Marítimos de Estados Unidos y actualmente se ha transformado en uno de los estándares para posicionamiento en tiempo real. Estas correcciones permiten eliminar la influencia de errores debidos a la propagación de las señales a través de la ionósfera y la tropósfera, errores en la posición del satélite y errores producidos por problemas en el reloj del satélite (Hoyer, et. al., 2010). Las correcciones se generan en función de las coordenadas de cada una de las estaciones permanentes, por ello, la utilización de dicho servicio sólo será útil si los usuarios trabajan en el Marco de Referencia Nacional POSGAR 07 (Posiciones Geodésicas Argentinas 2007).

Las correcciones que genera el receptor Sokkia se envían al servidor Cáster NTRIP, servicio encapsulado en una jaula del servidor *frontend*. Los usuarios que deseen recibir las correcciones deben acceder al Cáster NTRIP de la EP UCOR a través del host 200.16.19.17, puerto 2101. El uso del sistema es libre y gratuito, siendo necesario para acceder al servicio autenticarse como usuario *ucor_ntrip* y contraseña *ucor_acceso*. De este modo, el usuario podrá hacer uso del servicio para poder posicionarse en tiempo real con precisiones centimétricas.

Inicialmente, los servidores NTRIP Server y Cáster funcionaban en la misma máquina con el software de la firma Sokkia (Fig. 7). Para mejorar el servicio, se fijó como objetivo que el Cáster NTRIP corra en un servidor independiente y utilice el software libre NTRIP Cáster desarrollado por el BKG (*Federal Agency for Cartography and Geodesy*). Este software libre es un requisito para

poder formar parte de la red SIRGAS. La nueva disposición del Cáster NTRIP se muestra en la Fig. 8. Este servicio corre sobre una jaula Debian porque requiere el sistema operativo Linux para su funcionamiento.

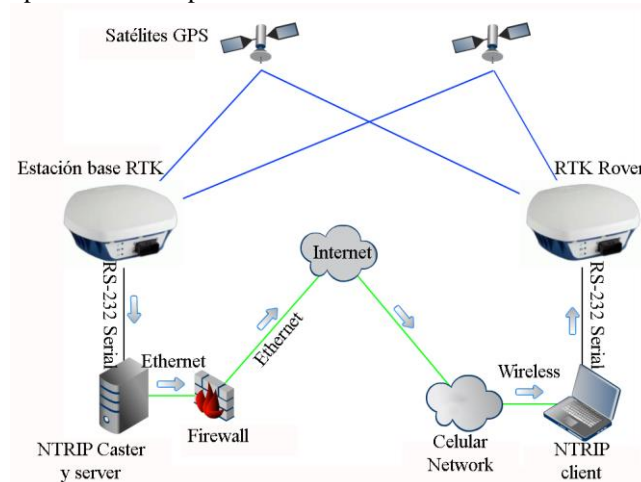


Fig. 4. Disposición inicial del Cáster NTRIP.

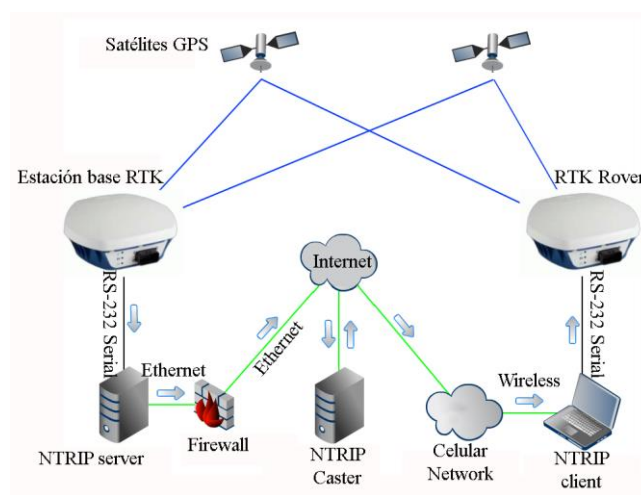


Fig. 5. Nueva disposición del Cáster NTRIP.

SERVICIO DE DIFUSIÓN DE DATOS METEOROLÓGICOS

En el Gabinete de Cálculo del Departamento de Agrimensura de la FCEFYN funciona junto a la EP UCOR una estación meteorológica VantagePro2. La estación realiza mediciones de temperatura, presión, humedad, precipitaciones, vientos, punto de rocío, sensación térmica, etc. Los datos en tiempo real están disponibles en la página web y, además, se genera un archivo de datos meteorológicos diario que se puede descargar de forma libre.

Esta información meteorológica es de gran utilidad para estudiar el comportamiento de la atmósfera y generar correcciones a las mediciones GPS, además, de la gran cantidad de aplicaciones que requieran el conocimiento de las condiciones climáticas.

Para la descarga de datos se utilizó el software libre Weewx, de código abierto escrito en Python, que puede interactuar con diferentes estaciones meteorológicas para producir gráficos, reportes y páginas web (HTML). Para

ello, se creó una nueva jaula donde se instaló el software necesario.

SERVICIO DE DIFUSIÓN DE DATOS GNSS

Los datos registrados por la EP están a disposición del público en general para trabajos de cartografía, topografía, ingeniería y posicionamiento en general. Al conocerse con muy alta precisión la posición de la estación, se pueden determinar en postproceso los errores inherentes al sistema de navegación GPS. Estos datos se pueden acceder a través de los siguientes servidores:

- **Servidor GNSS y Cáster (IP 200.16.19.17) y Esc. Agrimensura (IP 200.16.19.97):** Se archivan y publican los siguientes datos en formato RINEX comprimido en ZIP:
 - 2 hs. de duración en intervalo de 1 segundo.
 - 2 hs. de duración en intervalo de 5 segundos.
 - 2 hs. de duración en intervalo de 15 segundos.
 - 24 hs. de duración en intervalo de 15 segundos.

- **Servidor del Instituto Geográfico Nacional de la República Argentina - RAMSAC:** Se publican los archivos Rinex de 24 hs. de duración con intervalo de 15 segundos y RINEX de 2 hs. de duración con intervalo de 1 segundo, en formato de compresión Hatanaka.

March 2017

GPS Week	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	DOM
1938				1. ⁶⁰ Rinex 24 hs Rinex 2hs1s Rinex 2hs15s	2. ⁶¹	3. ⁶²	4. ⁶³
1939	5. ⁶⁴	6. ⁶⁵	7. ⁶⁶	8. ⁶⁷	9. ⁶⁸	10. ⁶⁹	11. ⁷⁰
1940	12. ⁷¹	13. ⁷²	14. ⁷³	15. ⁷⁴	16. ⁷⁵	17. ⁷⁶	18. ⁷⁷
1941	19. ⁷⁸	20. ⁷⁹	21. ⁸⁰	22. ⁸¹	23. ⁸²	24. ⁸³	25. ⁸⁴
1942	26. ⁸⁵	27. ⁸⁶	28. ⁸⁷	29. ⁸⁸	30. ⁸⁹	31. ⁹⁰	

Fig. 6. Calendario de descarga de datos GNSS.



Fig. 7. Descarga de datos GNSS a pedido.

Índice de /

Nombre	Tamaño	Fecha de modificación
1356/		29/5/15 0:00:00
1619/		29/5/15 0:00:00
1620/		29/5/15 0:00:00
1621/		29/5/15 0:00:00
1622/		29/5/15 0:00:00
1623/		29/5/15 0:00:00
1624/		29/5/15 0:00:00
1625/		29/5/15 0:00:00
1626/		29/5/15 0:00:00
1627/		29/5/15 0:00:00
1628/		29/5/15 0:00:00
1629/		29/5/15 0:00:00
1630/		29/5/15 0:00:00
1631/		29/5/15 0:00:00

Fig. 8. Descarga de datos GNSS FTP.

En este proceso de mejora de la red interna y servicios web se realizó una importante mejora en el servidor GNSS y Cáster (IP 200.16.19.17) al implementar una herramienta de descarga de datos más amigable para los usuarios que permite la descarga opcional de datos en un formato calendario mensual, por pedido o a través de FTP.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece la colaboración como fuente de financiamiento de este trabajo de investigación a la Secretaría de Ciencia y Técnica – SECyT – de la Universidad Nacional de Córdoba, a través del proyecto tipo B N° 30820130100242CB, al Laboratorio de Arquitectura de Computadoras (LAC) y al Dpto. de Agrimensura de la UNC.

CONCLUSIONES

Se ha trabajado exhaustivamente en la actualización y mantenimiento de la Estación Permanente UCOR. El conjunto de servicios disponibles revisten a la EP de gran importancia para la provincia de Córdoba y permiten incrementar la cantidad de aplicaciones que hacen uso de los datos GNSS, NTRIP y meteorológicos.

Es importante resaltar que todo el trabajo realizado sobre la EP UCOR puede hacerse extensivo para la instalación de nuevas estaciones permanentes, de esta manera se cumple con uno de los objetivos propuestos consistente en diseñar un prototipo de EP que cumpla con los estándares de precisión establecidos.

REFERENCIAS

- [1] Souto, M. S. (2014). Análisis de calidad y preprocesamiento de datos GNSS de la estación permanente UCOR (Córdoba, Argentina). Revista de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 1(1), 91.
- [2] Hoyer, M., Pérez, R., Da Costa, S., Ciose, V., Cimbaro, S., Noguerra, G., & Rezza, R. (2010). Avances en la Materialización del Marco de Referencia SIRGAS en Tiempo Real Mediante NTRIP. Presentado en la Reunión SIRGAS.
- [3] Pozo-Ruiz, A., Ribeiro, A., García-Alegre, M. C., García, L., Guinea, D., & Sandoval, F. (2000). Sistema de posicionamiento global (GPS): Descripción, análisis de errores, aplicaciones y futuro. ETS Ingenieros de Telecomunicaciones. Universidad de Málaga.