

LA RED ANDALUZA DE POSICIONAMIENTO (RAP).

Redondo , Miguel (1); PÁEZ JIMÉNEZ Raúl (2); TORRECILLAS LOZANO, Cristina (3)

(1) Junta de Andalucía, España
Instituto de Cartografía de Andalucía
miguel.redondo@juntadeandalucia.es

(2) Universidad de Cádiz, España
Facultad de Ciencias, Departamento de Matemáticas, Laboratorio de Astronomía y Geodesia
raul.paez@uca.es

(3) Universidad de Sevilla, España
Escuela Superior de Ingenieros, Departamento de Ingeniería Gráfica
torrecillas@us.es

RESUMEN

La Red Andaluza de Posicionamiento (RAP) será una red de 22 estaciones permanentes GPS que cubrirán homogéneamente la comunidad autónoma de Andalucía. Estas estaciones, además de crear un marco geodésico de referencia único y estable para levantamientos cartográficos y topográficos, ofrecerá servicios de descarga de ficheros de observaciones RINEX (servicio RAP-FTP) y de posicionamiento en tiempo real mediante el envío de correcciones diferenciales (servicios RAP-RTK, RAP-RDS, RAP-GSM y RAP-IP). Para llevar a cabo una correcta generación de las correcciones para los observables de fase y código en toda Andalucía, las estaciones no se distancian más allá de 100 Km. entre ellas.

Este artículo describe la composición de la RAP y de los servicios públicos que ofrecerá así como del estado a día de hoy del proyecto a falta de unos meses para su finalización.

ABSTRACT

The Andalusian Positioning Network will be a 22-permanent station network which will cover Andalusian area. The stations will make a geodetic frame to surveying and cartographic applications and will give a RINEX Internet Service (RAP-FTP Service) and a Real-Time Positioning Service with DGPS (RAP-RTK, RAP-RDS, RAP-GSM and RAP-IP). The distant between stations is about 100 km to carry out a suitable generation of the Carrier-phase and code observations correction message.

This article shows the RAP structure and the description of the future public services, just as the end of this project is near.

Key Word: Global Positioning System, GPS Permanent Networks, DGPS, RINEX FTP

Grupo temático: Topografía.

1. Introducción

La Red Andaluza de Posicionamiento, en adelante RAP, nace en el Instituto de Cartografía de Andalucía (ICA) de la Consejería de Obras Públicas de la Junta de Andalucía como proyecto de infraestructura en enero de 2.004 y verá su conclusión antes de finales de este año 2.005, aunque algunos de sus servicios públicos ya están disponibles, en fase de prueba desde finales de enero de este año, en aquellas estaciones RAP que ya están implantadas y en funcionamiento.

La RAP es una red de 22 estaciones permanentes GPS que cubren homogéneamente Andalucía con distancias máximas entre estaciones de 100 Km (Figura nº 1). Esta red crea un marco geodésico de referencia [3] único y estable para Andalucía requerido por el ICA para sus labores cartográficas, pero además ofrece un servicio de descarga de los ficheros RINEX (servicio RAP-FTP) recopilados por cada estación para cálculos de post-proceso y una serie de servicios de envío de correcciones diferenciales (servicios RAP-RTK, RAP-RDS, RAP-GSM y RAP-IP) para mejorar el posicionamiento en tiempo real de cualquier usuario (ver cuadro nº 1). Este tipo de red es única en Europa pues no existe ninguna red que albergue todos estos sistemas de envíos de correcciones simultáneamente, además cuando se comenzó este proyecto no existía ninguna estación en España que ofreciera correcciones del tipo RAP-GSM o RAP-IP.

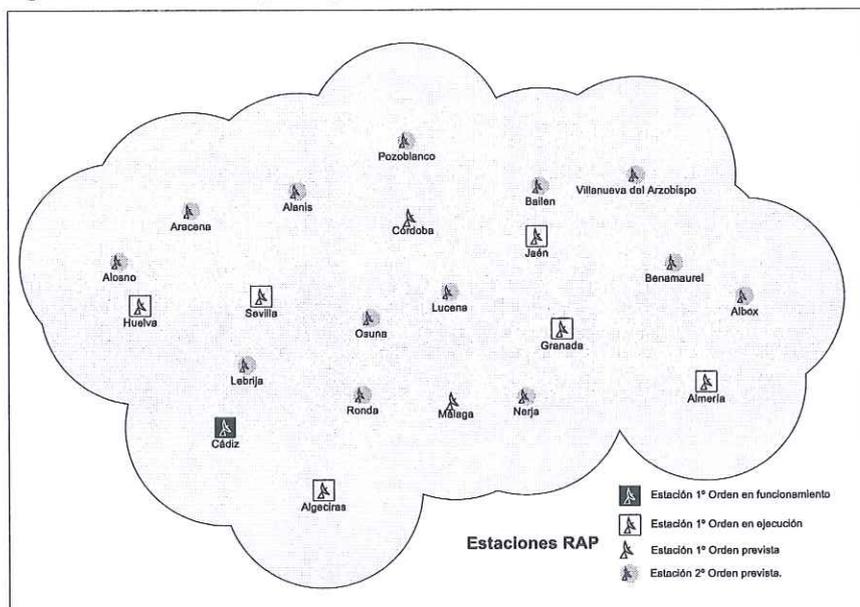


Figura nº 1: Emplazamientos de la RAP.

Los servicios en tiempo real son la clave de este servicio público que espera ayudar en la elaboración de múltiples trabajos de nivel técnico medio-alto como pueden ser el control de cultivos, conservación ambiental, protección civil o inventarios de patrimonio, además de los meramente cartográficos o geodésicos, y a todo esto hay que añadir el gran potencial de uso civil en navegación, deportes o control de flotas. La prestación de un servicio de este tipo con un carácter público, gratuito y homogéneo para toda la Comunidad Autónoma contribuirá a la cohesión territorial de Andalucía y a la extensión de la sociedad de la información, al ofrecer la infraestructura necesaria para el crecimiento de un sector económico de servicios basados en la localización.

2. Servicios que ofrece la RAP.

Se puede hablar de hasta 5 servicios que ofrecerá la red cuando este acabada. Estos servicios se pueden dividir en dos bloques: los servicios para cálculos de post-proceso y los de tiempo real. Dentro de los de post-proceso distinguimos el servicio RAP-FTP para la descarga de ficheros RINEX. RAP-RDS, RAP-GSM, RAP-RTK y RAP-IP son los servicios de envío de correcciones en tiempo real, estos servicios reciben sus distintos nombres del tipo de medio por el que se transmite la información.

	RAP	Forma de transmisión	Tipo de información
Post-proceso	RAP-FTP	Internet	RINEX
Correcciones Tiempo real	RAP- RTK	Radio modem desde estaciones de primer nivel.	RTCM Código y Fase
	RAP-IP	Internet/GPRS	RTCM Código y Fase

Cuadro nº 1. Servicios al público del sistema RAP.

2.1. Servicios para cálculos de posicionamiento en post-procesado. Sistema RAP-FTP.

El servicio *RAP-FTP* es un servicio de acceso a los datos de las observaciones de cada estación de la red RAP en formato RINEX [6].

Para acceder a estos ficheros hay que conectarse a la página Web del ICA [7] y entrar en la sección de SERVICIOS => GEODESIA (ver figura nº 2). Los ficheros que se ofrecen al usuario son de 1 y 24 horas de duración. Existen dos tipos dependiendo del tiempo de adquisición, por un lado, se almacenan ficheros de 1 hora con datos cada 5 segundos para aplicaciones cinemáticas y por otro lado, ficheros de 24 horas con datos cada 30 segundos para las aplicaciones estáticas (ver figura nº3). Además del fichero RINEX de observaciones (*.yyO) es posible descargar los ficheros de navegación (*.yyN), meteorológicos (*.yyM) y de sumario (*.yyS). Los ficheros actualmente son autodescomprimibles, aunque en breve el archivo de observaciones estará en el formato de compresión Hatanaka (*.yyd) y todos los archivos estarán reunidos en una única compresión estándar para UNIX (*.Z).

Los ficheros de observación se crean en el servicio central de la RAP a partir de los datos enviados por cada una de las estaciones RAP. En caso de fallar la conexión a las estaciones, estas disponen de un servicio de copia de seguridad hasta que la conexión sea restaurada.

JUNTA DE ANDALUCÍA
Consejería de Obras Públicas y Transportes

ACCESOS DIRECTOS

Instituto de Cartografía de Andalucía

Principal | Cartografía

R.A.P. Red de Andalucía de Posicionamiento
20/01/2005

La Red Andaluza de Posicionamiento ha iniciado su implantación el 19 de Enero de 2005. Hasta su completa instalación, se irá proporcionando al usuario datos Rinex con intervalos de registro de 1 segundo, y correcciones RTCM, 2,3 (mensajes 1,2, 20 y 21) para poder obtener precisiones de hasta 1 cm.+1ppm.

PRODUCTOS
SERVICIOS
ATLAS
DESCARGA
Contacte con nosotros

Noticias

- Introducción a la RAP
- Información Servicios RAP
- Lista de las RS instaladas
- Enlaces

INSTITUTO DE CARTOGRAFÍA DE ANDALUCÍA
Patio de Banderas, 14
C.P: 41004 Sevilla
Tef: 955 05 76 00
Fax: 954 21 90 24
e-mail: cartografia@juntadeandalucia.es
http://www.juntadeandalucia.es/obraspublicasytransportes/cartografia
Latitud: 37°13'52" N
Longitud: 5°35'32" W

Figura nº 2: Página Web de la RAP en la fecha actual.

Index of /DATOS BRUTOS RAP/UCAD/2005/03/16

Name	Last modified	Size	Description
Parent Directory		-	
ucad075a.rnx.exe	16-Mar-2005 02:02	336K	
ucad075b.rnx.exe	16-Mar-2005 03:02	319K	
ucad075c.rnx.exe	16-Mar-2005 04:02	302K	
ucad075d.rnx.exe	16-Mar-2005 05:02	280K	
ucad075e.rnx.exe	16-Mar-2005 06:02	258K	
ucad075f.rnx.exe	16-Mar-2005 07:02	285K	
ucad075g.rnx.exe	16-Mar-2005 08:02	292K	
ucad075h.rnx.exe	16-Mar-2005 09:02	299K	
ucad075i.rnx.exe	16-Mar-2005 10:02	310K	
ucad075j.rnx.exe	16-Mar-2005 11:02	305K	
ucad075k.rnx.exe	16-Mar-2005 12:02	332K	
ucad075l.rnx.exe	16-Mar-2005 13:02	363K	
ucad075m.rnx.exe	16-Mar-2005 14:02	336K	
ucad075n.rnx.exe	16-Mar-2005 15:02	358K	
ucad075o.rnx.exe	16-Mar-2005 16:02	392K	
ucad075p.rnx.exe	16-Mar-2005 17:02	395K	
ucad075q.rnx.exe	16-Mar-2005 18:02	354K	
ucad075r.rnx.exe	16-Mar-2005 19:02	338K	
ucad075s.rnx.exe	16-Mar-2005 20:02	338K	
ucad075t.rnx.exe	16-Mar-2005 21:02	293K	
ucad075u.rnx.exe	16-Mar-2005 22:02	282K	
ucad075v.rnx.exe	16-Mar-2005 23:02	251K	
ucad075w.rnx.exe	17-Mar-2005 00:02	279K	
ucad075x.rnx.exe	17-Mar-2005 01:02	344K	

Active Delivery

Please select from the list below any item(s) you want to extract, and confirm/modify the "Extract-To Path". Then, press "Extract Items" when ready.

Extract to Path: C:\Documents and Settings\PUESTO\Configuración local\Archivos temporales de Internet\Content.IE

Append Item's Path: Browse...

Password:

Items in the Self Extracting Archive

Date	Time	Size in Bytes	Attributes	Item Name
03/16/05	10:58	1394	a----	ucad075j.05m
03/16/05	10:58	17021	a----	ucad075j.05n
03/16/05	10:58	602789	a----	ucad075j.05o

Percent Done:

Progress:

Select All Extract Items Cancel Done

Figura nº 3: Acceso a ficheros RINEX.

2.2. Servicios de correcciones en tiempo real. Sistemas RAP-RDS, RAP-GSM, RAP-IP y RAP-RTK.

Se clasifican en cuatro servicios cuyos nombres están relacionados con el medio que se emplea para hacer llegar las correcciones. Así distinguimos , la RAP-IP que emplea Internet como medio de transmisión y por último la RAP-RTK cuyo nombre deriva de las técnicas RTK que emplean las marcas de equipos GPS para el envío de correcciones vía radio.

SISTEMA RAP-IP

Este sistema consiste en la transmisión vía Internet de correcciones de código y fase, además de un modelo ionosférico, troposférico y de efemérides más precisas (solución de red). Este sistema necesita de una conexión bidireccional entre el usuario y el sistema central. El esquema de transmisión consiste en el envío por parte de las estaciones RAP de los mensajes RTCM en formato nativo a un “caster”, en este caso el Sistema Central, que se encarga de la transmisión vía GPRS/UMTS/3G/Internet de las correcciones calculadas para la localización del usuario [6], ver figura nº4. El usuario necesita de una aplicación cliente y de un acceso a Internet por cualquiera de los sistemas existentes: WIFI, línea telefónica, CDPD modem, Intranet, etc. y de herramientas como un PDA o un PC portátil con conexión a Internet y que conecte con el equipo GPS. Con este acceso el usuario se conecta al “caster” y escoge la estación desde la que desea recibir datos brutos o correcciones diferenciales.

SISTEMA RAP-RTK

Este sistema de corrección local solo se empleará en las estaciones de primer nivel. Emplea radio-modems RTK que reciba correcciones en formato RTCM con los mensajes de corrección de código y fase. La emisión de correcciones es mediante dos radio-modems simultáneamente, que aseguren la recepción de la señal con la mayoría de receptores de radio empleados por los equipos GPS. El usuario necesita disponer de un GPS con radio-modem, y por lo tanto de un equipo profesional. Se define un alcance máximo de 15km para los radio-modems, el servicio está limitado por las condiciones topográficas y ambientales. Es el único servicio en el que no se genera el mensaje desde el sistema central.

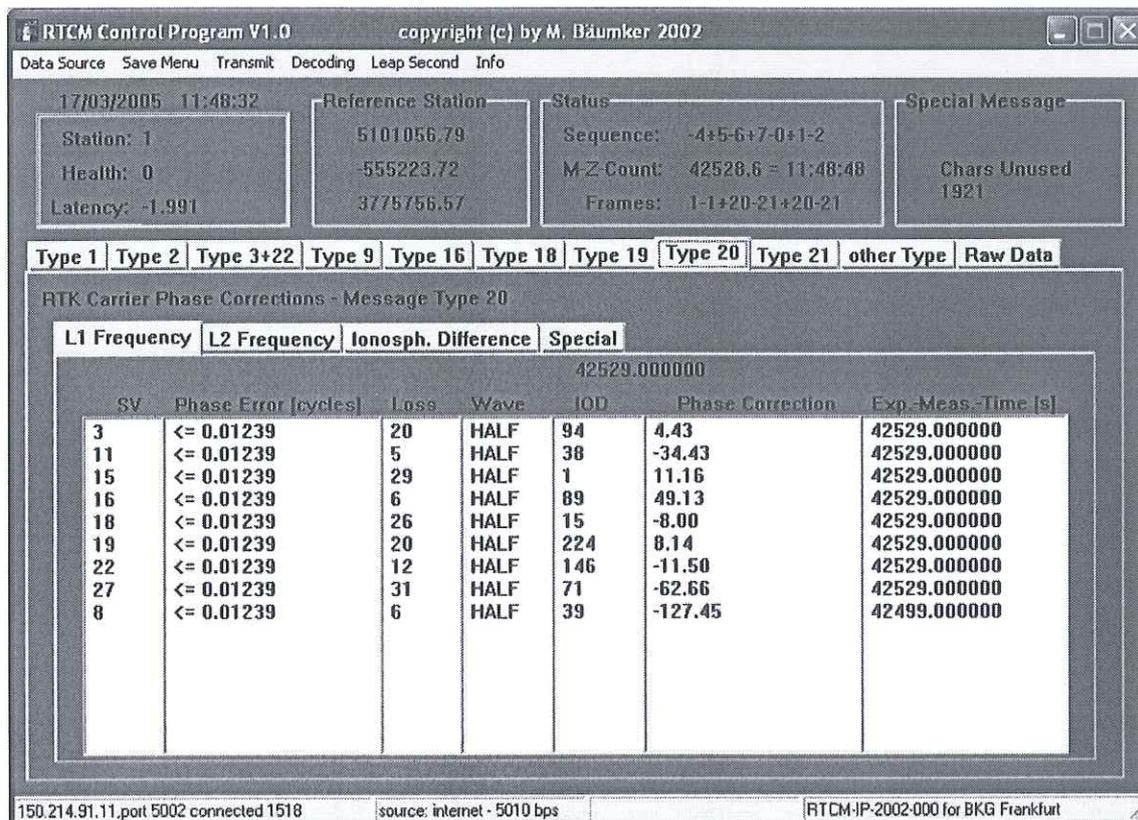


Figura nº 4: Acceso al sistema RAP-IP.

Estación de primer orden	Estación de segundo orden
GPS LEICA GRX1200Pro.	GPS LEICA GX1200.
Radio-Modem para envío de correcciones	No dispone.
RTK (servicio RAP-RTK).	
Antena geodésica tipo Choke-Ring.	Antena Geodésica
Conexión ADSL.	Conexión ADSL/telefonía
Estación meteorológica (Temperatura, humedad y presión).	No dispone.
Ubicación en capitales de provincia, edificios altos.	Ubicación en otros núcleos menores, preferiblemente en suelo.
Especificaciones IGS [2,9], EUREF [5].	Especificaciones EUREF.

Cuadro nº 2 : Principales diferencias de las estaciones de primer y de segundo nivel

3. Estructura de la RAP: Estaciones y sistema central.

Dentro de la estructura de la red podemos diferenciar dos bloques: las estaciones y el sistema de control. Además las estaciones se distinguen a su vez en estaciones de primer y segundo nivel, cuyas diferencias son la localización y la disponibilidad de un mayor número de accesorios y servicios (ver cuadro nº 2).

El número de estaciones GPS, cuando la red se halle plenamente operativa, será un total de 22, distribuidas entre 9 estaciones de primer nivel y 13 estaciones de segundo nivel. La composición técnica de cada una de las estaciones se muestra en la figura nº 5.

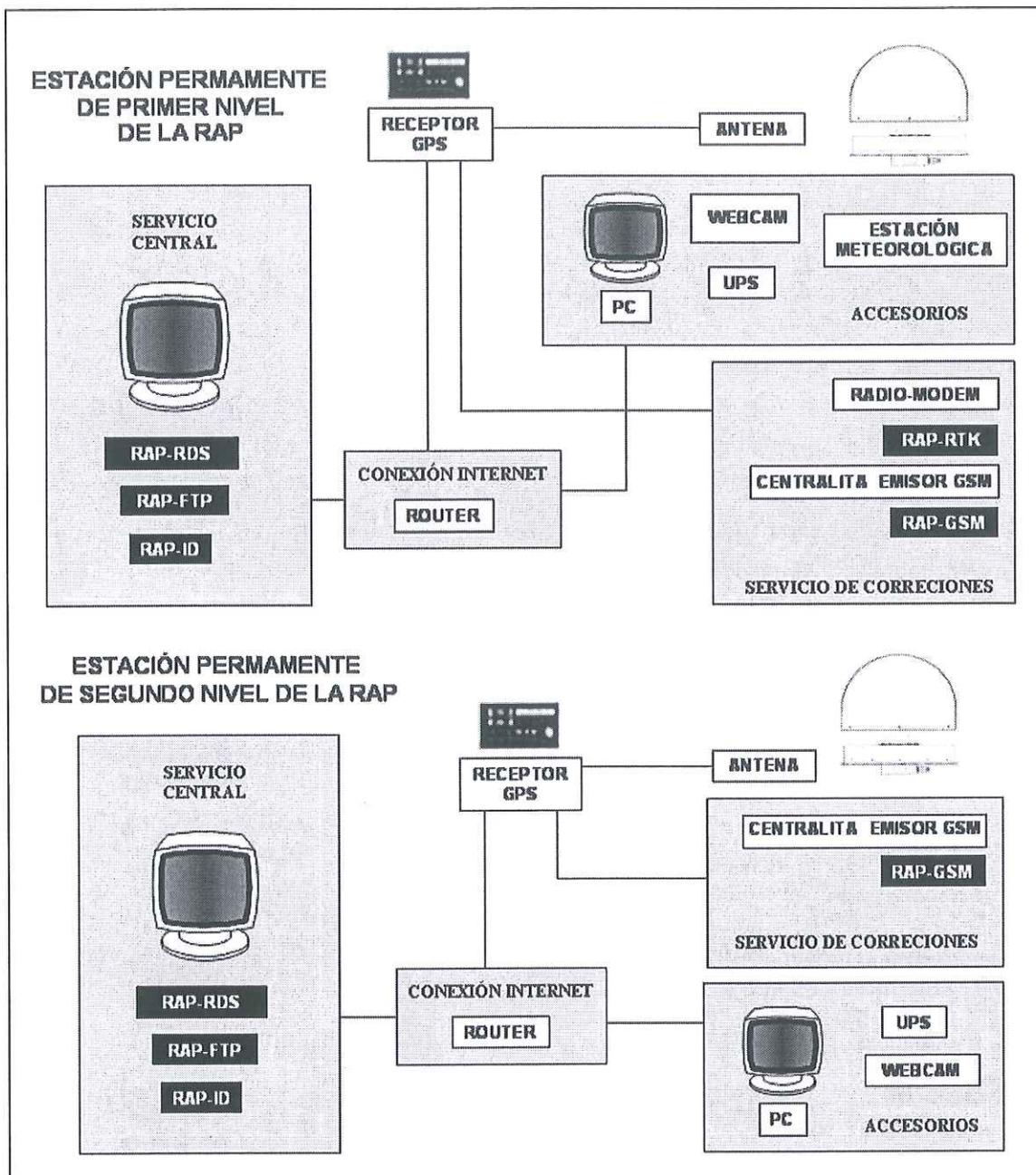


Figura nº 5. Componentes de las estaciones de primer y segundo nivel de la RAP.

El sistema central se compone de varios ordenadores interconectados con funciones de servidor Web con alojamiento de los ficheros RINEX (RAP-FTP), generador de correcciones RTCM para los servicios de RAP-IP y RAP-GSM, envío del mensaje a codificar en Canal-Sur Radio en el servicio RAP-RDS y control de la RAP mediante software Spider. El único sistema que no se genera desde el sistema central es el RAP-RTK por ser un sistema de correcciones locales.

4. Estado actual: Estaciones y servicios disponibles.

La implantación de la RAP comenzó con la ejecución de las estaciones de primer nivel. Además de las funciones propias de una estación GPS, este nivel tiene como objetivo asegurar el envío de correcciones mediante el servicio RAP-RTK lo más lejos posible en las ciudades y en su periferia, de ahí que en la elección se hayan tenido en cuenta los edificios altos, además de la posibilidad de disponer de generadores propios que ayuden ante posibles cortes del suministro de luz. Estas dos premisas se dan en el caso de los Hospitales, de ahí que estos hayan sido una de las elecciones a tener en cuenta. De esta manera se han seleccionado para cuatro de las nueve estaciones de primer nivel hospitales de Huelva, Algeciras, Sevilla y Almería. Para Jaén y Cádiz los emplazamientos han sido las Universidades y en el caso de Granada el Instituto Andaluz de Geofísica. Los emplazamientos en las ciudades de Córdoba y Málaga están a la espera de que prosperen las conversaciones con algunos organismos públicos.

En esta primera fase lo más costoso no ha sido encontrar las ubicaciones idóneas o contactar con los representantes sino el procedimiento administrativo en forma de convenios de colaboración o permisos necesarios para poder disponer de un espacio y de una conexión a Internet punto a punto.

En la fecha actual la estación de Cádiz (UCAD) ubicada en la Facultad de Ciencias del Campus Río San Pedro de la Universidad de Cádiz está operativa (ver figura nº6) y en dos semanas se espera que las estaciones de Algeciras, Sevilla y Huelva se sumen a la misma. Estas tres últimas estaciones se ubicarán en hospitales públicos pertenecientes a la Junta de Andalucía, en los que la Consejería de Sanidad ha facilitado su emplazamiento. Además la ubicación de tres estaciones más, la estación de Jaén (Edificio Domingo Savio, Universidad Politécnica), Granada (Instituto Andaluz de Geofísica) y Almería (Hospital Torrecárdenas) están casi cerrada a la espera de su instalación, quedando por decidir el emplazamiento final de las estaciones de Córdoba y Málaga.

Concluidas las cuatro primeras estaciones se pondrán en funcionamiento los servicios de envío de correcciones RAP-IP y RAP-RTK.

Las estaciones de segundo orden están comenzando a ser diseñadas. Partiendo de las zonas previstas para los emplazamientos (obtenida por un análisis entre la topografía, la densidad de población y distancia adecuada entre estaciones) es necesario buscar las localizaciones idóneas intentando en lo posible cumplir con las exigencias de EUREF además de que la mayoría de ellas se sitúen a pie de suelo para su empleo en aplicaciones de alta precisión en posicionamientos (Geodinámica).

Concluida la red, el Laboratorio de Astronomía y Geodesia realizará un cálculo preciso de la misma empleando el programa BERNESI v.4 [1], tras lo cual las coordenadas que se obtengan

serán las definitivas y las que se incluirán en las reseñas de vértices, ficheros “site log”, así como en el propio instrumental y “software”.

A la hora de escribir este artículo se espera completar una unidad básica de estaciones (5) (Cádiz, Huelva, Algeciras, Jaén y Granada) para comenzar a ofrecer los servicios de correcciones en tiempo real RAP-IP con solución de red, que es quizá la corrección más novedosas y precisa que se va a servir.

En el diseño de la RAP han colaborado el Departamento de Ingeniería Cartográfica, Geodesia y Fotogrametría de la Universidad de Jaén [15] y el Laboratorio de Astronomía y Geodesia de la Universidad de Cádiz [14].

The screenshot shows the website of the Instituto de Cartografía de Andalucía. The header includes the logo of the Junta de Andalucía and the text 'Consejería de Obras Públicas y Transportes'. Below the header, the website title 'Instituto de Cartografía de Andalucía' is displayed. The main content area features a news item titled 'R.A.P. Red de Andalucía de Posicionamiento' dated 20/01/2005. The text describes the implementation of the RAP network starting in January 2005, providing RINEX data with 1-second intervals and RTCM 2.3 corrections (messages 1, 2, 20, and 21) for a precision of up to 1 cm + 1 ppm. It specifically mentions the 'ESTACION DE REFERENCIA GPS DE CADIZ' located at the University of Cádiz, with its WGS84 coordinates: Latitude: 36° 31' 52.33156" N, Longitude: 6° 12' 42.82534" W, and an ellipsoidal height of 65.697 m. A note states that corrections are being sent to IP: 150.214.91.11 on port 5002. Below the text are three photographs: a GPS antenna on a tripod, the exterior of the station building, and an aerial view of the station site. A footer at the bottom of the page reads 'INSTITUTO DE CARTOGRAFÍA DE ANDALUCÍA' and 'Pabón de Bandejas. 14'.

Figura nº 6: Estación RAP UCAD.

6. Conclusiones y Aspectos futuros.

Cuando se comenzó este proyecto no existía en España ninguna red que ofreciera la corrección de red, tras casi un año de burocracia y unos comienzos difíciles el proyecto comienza a ser una realidad, aunque su fecha inicial de finalización de Julio de 2.005 ha tenido que ser retrasada a finales del mismo año debido a que la elección adecuada de emplazamiento obligaba a buscar

colaboración con otra entidades de la Junta, y esto pasa por más burocracia y muchísima colaboración y buena fe entre los distintos organismos.

A pesar de la ampliación de tiempo, la RAP seguirá siendo una red única en Europa y España y sus 22 estaciones constituirán un marco de referencia privilegiado en España.

Agradecimientos

Este proyecto no podría llevarse a cabo sin la colaboración de las instituciones (Universidades, Consejerías, Hospitales...) que se han mencionado a lo largo de este artículo, y a cuyos representantes de este proyecto en cada una de ellas agradecemos su gran ayuda.

Referencias (en orden alfabético)

- [1] Beutler, G., Brockmann, E., Dach, R., Fridez, P., Gurtner, W., Hugentobler, U., Johnson, J., Mervant, L., Rothacher, M., Schaer, S., Springer, T., Weber, R., (2000). *Bernese Software 4.2 Draft*. AIUB, Astronomical Institut of the University of Bern.
- [2] Beutler, G., Rothacher, M., Springer, T., Kouba, J. and Neilan, R. E. (1998). The International GPS Service (IGS): an interdisciplinary service in support of Earth Sciences. *32° COSPAR Scientific Assembly, Nagoya (Japan)*.
- [3] Boucher, C. and Altamini, Z. (1996). International Terrestrial Reference Frame. *GPS World, V7-N9, disponible en <ftp://lareg.ensg.ign.fr/pub/itrf/ITRF.TP>*
- [4]CAP. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. <http://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca>
- [5] EUREF Permanent Network. <http://www.epncb.oma.be/>
- [6] Gurtner, W. (2002). RINEX: The Receiver Independent Exchange Format Version 2.10. <ftp://igsb.jpl.nasa.gov/igsb/data/format/rinex210.txt>
- [6] González Matesanz, F.J., weber, G., Celada, J., Dalda, A., Quirós, R. (2004). El proyecto EUREF-IP. Resultados con GPRS. *4ª Asamblea Hispano – Portuguesa de Geodesia y Geofísica*.
- [7]ICA. Instituto de Cartografía de Andalucía. Junta de Andalucía. <http://www.juntadeandalucia.es/obraspublicasytransportes/cartografia>
- [8]IGN, Instituto Geográfico Nacional (2003). Proyecto RECORD (Radiodifusión Española de Correcciones Diferenciales. <http://www.geo.ign.es/servidor/geod/record/rtdgps.html>
- [9] IGS, International GPS Service. <http://igsb.jpl.nasa.gov>
- [10]Quintanilla, I., Berne, J.L., Bretos, J.J., Del Río, J. (2004). Estudio sobre transmisión de correcciones diferenciales GPS con GSM y GPRS. *4ª Asamblea Hispano – Portuguesa de Geodesia y Geofísica*.
- [11]Rebollo, J. F. (2000). La Red Española DGPS para la Navegación Marítima. *4ª Semana Geomática de Barcelona*.
- [12] Talaya, J., Bosch, E., Ortiz, M. A., Parareda, C. (2000). CATNET: Una Red de Estaciones GPS para el Posicionamiento Diferencial en Tiempo Real. *4ª Semana Geomática de Barcelona*.
- [13]Talaya, J., Mesa, J., Segarra, J., Colomina, I. (1997). El Sistema DGPS RASANT en Cataluña. <http://www.icc.es/rasant/adsr.html>
- [14]Universidad de Cádiz . <http://www2.uca.es/grup-invest/geodesia/paginas/presenta.html>
- [15]Universidad de Jaén . <http://cajal.ujaen.es/paginaW/PAGGPS/pagGPSprin/pagPrinPri.htm>