

# *Proyecto regente*

## *Una nueva red geodésica Nacional*

Antonio BARANDILLO FERNÁNDEZ y Rafael QUIRÓS DONATE  
Instituto Geográfico Nacional. Área de Geodesia

### **ANTECEDENTES**

Desde finales de la década de los ochenta ha venido creciendo ininterrumpidamente el empleo de equipos de observación geodésica y topográfica basada en el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) mediante los satélites de la constelación NAVSTAR del Departamento de Defensa de los Estados Unidos.

El Área de Geodesia del Instituto Geográfico Nacional (IGN), comprobadas las grandes posibilidades de aplicación geodésica del citado sistema de navegación, emprendió, con cuatro receptores de doble frecuencia adquiridos en 1988, la realización de diversos trabajos geodésicos cuya ejecución se apoyaba en las nuevas técnicas espaciales. En este sentido se realizó, al final de ese año, una pequeña campaña para comprobación del equipo y entrenamiento del personal a la que siguieron en 1989 una campaña de enlace con la Península Ibérica de la Estación VLBI de Maspalomas, isla de Gran Canaria, abril 1989; la participación en la campaña EUREF 89 (Red de Referencia Europea), con 11 vértices en la Península y 3 en Baleares, mayo 1989, y la ampliación de la Red Geodinámica del Estrecho de Gibraltar en octubre de ese mismo año, en la que se contó además con otros cuatro receptores monofrecuencia adquiridos poco antes. A partir de ese año y hasta 1994 se realizaron diversos trabajos, utilizando la nueva tecnología GPS, como fueron la finalización de la observación de la Red de Primer Orden (RPO); la observación de la Red de Orden Inferior (ROI), en zonas con problemas de intervisibilidad entre vértices, y en el capítulo de los proyectos internacionales, la participación en el proyecto geodinámico transatlántico TANGO, ocupando diversas estaciones

en las Islas Canarias en octubre de 1991; y la aportación al proyecto EURO-GAUGE (utilización del GPS para seguir los cambios absolutos de nivel medio del mar: concepto, validación y primera época de medidas en los mareógrafos seleccionados de la costa atlántica europea), con dos campañas de observación en noviembre de 1993 y mayo de 1994.

En los últimos años, vista la creciente necesidad de los usuarios nacionales GPS y la amplia experiencia adquirida para entonces por el personal del Área de Geodesia del IGN en trabajos de observación y cálculo de campañas GPS, se decidió el establecimiento, a nivel nacional, de una red basada en dicha tecnología, lo que dio lugar al proyecto REGENTE.

REGENTE quedará perfectamente enlazada con la red de referencia europea ETRF-89 por medio de la red ibérica de orden cero IBERIA-95, recientemente observada, y compuesta por 28 estaciones en el territorio peninsular español, incluidas la estación VLBI de Robledo (Madrid) y la estación SLR del Real Observatorio de la Armada en San Fernando (Cádiz).

Para apoyo de la red REGENTE en Baleares, se prevé la ampliación posterior de IBERIA-95 a dicho archipiélago. En Canarias, REGENTE se apoya, como estación de referencia, en la estación VLBI de Maspalomas (isla de Gran Canaria), incluida en la red mundial del Servicio Internacional Geodinámico (IGS).

## **1. OBJETIVOS**

La idea del proyecto REGENTE surge para alcanzar los siguientes objetivos:

- Materialización, observación y cálculo de coordenadas, para toda España, de una red geodésica básica tridimensional de Primer Orden, con precisión absoluta, fijada previamente para cada coordenada, menor o igual que 5 centímetros.
- Obtención de parámetros precisos de transformación entre el sistema de referencia de la Red Geodésica Nacional (ED-50) y el de REGENTE (ETRF-89).
- Facilitar datos válidos para la obtención de un geoide español con precisión centimétrica. A tal efecto se efectúan observaciones gravimétricas, por el método de relativas con dos gravímetros Lacoste-Romberg, en cada uno de los puntos de REGENTE.
- Facilitar apoyo a un número creciente de usuarios de la técnica GPS, de modo que un punto cualquiera del territorio nacional se encuentre dentro de un radio máximo de 15 km a partir de un vértice REGENTE.

- Servir de marco de referencia a redes locales utilizadas para controles geodinámicos o geofísicos en relación con movimientos relativos de fallas y placas tectónicas.

## 2. ESTRUCTURA

REGENTE queda constituida por aproximadamente 1.078 vértices en la Península y Baleares, uno por hoja del Mapa Topográfico Nacional (MTN) a escala 1:50.000, lo cual supone una distancia de 20 a 25 km entre cada punto REGENTE.

En Canarias, REGENTE está constituido por 72 vértices repartidos entre las siete islas con un máximo de 21 en Tenerife y un mínimo de 5 en cada una de las Islas de Hierro y Gomera.

Los vértices REGENTE han de cumplir las siguientes condiciones:

- Pertener, salvo raras excepciones, a la Red Geodésica Nacional, o ser una estación VLBI o SLR.
- Reunir las características comunes a una estación GPS: Fácil acceso con vehículo automóvil. Horizonte totalmente despejado por encima de los 10 grados sexagesimales de elevación. Alejado de toda fuente de radiofrecuencia. Alejado de elementos que puedan causar multitraectorias.
- Dado que REGENTE constituye una red geodésica tridimensional con altitudes observadas elipsoidales referidas a WGS84 y que debe quedar perfectamente ligada a la Red Geodésica Nacional ED-50, cuyas altitudes están referidas al nivel del mar, se ha establecido que al menos un 10% de los vértices estén dotados, con precisión subcentimétrica, de altitud ortométrica a través de la red de nivelación de alta precisión.
- Siempre que reúnan las características necesarias a una estación GPS, serán incluidos en REGENTE los puntos Laplace y las estaciones astronómicas de 2º orden pertenecientes a la Red Geodésica Nacional ED-50.
- Debido a que la red de apoyo para REGENTE es la red IBERIA-95, ampliada a Baleares, cada uno de los vértices pertenecientes a dicha red pertenece a su vez a REGENTE.

Del mismo modo, en REGENTE-Canarias, observada en 1994, han sido incluidos los doce vértices que integran la Red de Enlace de las Islas Canarias, observada inmediatamente antes que REGENTE, y cuyo punto fundamental es la Estación Espacial de Maspalomas en la isla de Gran Canaria.

### 3. RECONOCIMIENTO Y OBSERVACIÓN

El método de observación de REGENTE es el “estático”.

Se observan simultáneamente bloques de nueve vértices, con nueve receptores de doble frecuencia (código P, o 6º observable cuando el código está encriptado) constituyendo polígonos adosados con tres estaciones comunes, de manera que cada estación se observa en dos bloques diferentes.

Previamente a la observación en campo de los bloques, se lleva a cabo, en gabinete, la selección de los vértices geodésicos que van a componer REGENTE. Dentro de cada hoja del MTN a escala 1:50.000, se estudian, a partir de los datos obtenidos del archivo de vértices del Área de Geodesia, aquellos que pueden reunir las condiciones requeridas para ser integrados en la red. De todos ellos, se comprueba si alguno es punto astronómico, estación Doppler, vértice RPO y, muy importante, su proximidad a alguna señal de la Red Nacional de Nivelación de Alta Precisión (NAP). Con todos estos antecedentes, se selecciona uno de los vértices de la hoja como punto de REGENTE, el cual en la fase siguiente, previa a la observación GPS, es reconocido en campo, para confirmar que se cumplen, en ese momento, las condiciones necesarias para una buena observación. Si no es así, se procede a reconocer otros vértices de la misma hoja, de los anteriormente seleccionados, hasta conseguir encontrar uno que cumpla con las condiciones requeridas. Una vez seleccionado de manera definitiva el punto REGENTE correspondiente a la hoja del MTN, se procede a la instalación, en la cara superior del pilar de observación del vértice, de un dispositivo de centrado forzado para la basada-soporte de la antena del receptor, de forma que se elimine prácticamente el error de estacionamiento en las sucesivas veces que haya que ocupar el vértice.

Una vez finalizada la fase de reconocimiento, se actualizan las reseñas de los vértices que van a ser ocupados y se procede a la programación de los bloques. Cada bloque se observa en dos sesiones diferentes, de tres horas de duración cada una, imponiendo, salvo raras excepciones, que una de las dos sesiones sea matutina y la otra vespertina, para obtener en cada una geometrías de la constelación totalmente diferentes. Una semana normal, cinco días laborables, incluye la observación de tres bloques, con un total de seis sesiones de observación.

La programación de cada receptor, preparada en el Área de Geodesia, es inyectada de forma semanal a cada equipo por medio de un ordenador portátil en la misma zona de trabajo. También de forma semanal se recoge a cada operador la documentación correspondiente a cada semana. Dicha documentación está compuesta por seis fichas de observación, una por cada sesión, y por tres discos de 1,44 Mb, uno por cada bloque con los datos de las seis sesiones

observadas. En total se conservan tres copias de los datos, dos originales, una en disco duro y otra en “disquete”, obtenidas por transmisión directa receptor-ordenador, y otra copia de seguridad en “disquete” a partir de la copia original del disco duro.

Al principio y final de cada sesión y durante la misma, con periodicidad de treinta minutos, se toman datos meteorológicos (presión atmosférica, temperatura seca y húmeda), así como información acerca de la constelación en ese momento (satélites a la vista, situación de los mismos sobre el horizonte, etc.).

Para cada bloque, al menos un vértice ha de estar unido a la red de Nivelación de Alta Precisión (NAP) mediante un ramal de nivelación geométrica. En caso de no ser así, se proyecta una puesta GPS en la que se ocupan, junto al vértice geodésico de REGENTE, dos señales NAP suficientemente próximas, o bien, si estas señales no son estacionables por GPS, se destacan a partir de ellas, mediante un ramal de nivelación geométrica, dos clavos a los que se dota de nivelación de precisión. La distancia entre el vértice geodésico y dichos clavos de nivelación varía entre dos y cuatro kilómetros. Esta observación mixta clavos de nivelación-vértice geodésico, se efectúa simultáneamente con la observación de cada bloque, colocándose dos receptores monofrecuencia en cada una de las señales NAP, o en los clavos complementarios cercanos, si las señales NAP no son estacionables por GPS.

Paralelamente a la observación geodésica, se efectúan observaciones gravimétricas en cada uno de los vértices de REGENTE, así como en todos los puntos de apoyo de nivelación. Estas observaciones gravimétricas se realizan con dos gravímetros de relativas, y consisten en poligonales gravimétricas con origen y final en puntos pertenecientes a la Red Gravimétrica Fundamental.

Con todo ello se persiguen dos objetivos fundamentales, por un lado disponer de una red de puntos que tienen precisión centimétrica en sus coordenadas geodésicas, y que disponen además de altitud ortométrica suministrada por la red NAP, como una herramienta muy eficaz para el control de un geoide gravimétrico de precisión, aunque estos puntos, al tratarse de clavos y no de hitos de hormigón, tengan una menor perdurabilidad en el tiempo. Por otra parte se podrá dotar a toda la red REGENTE, por medio de los apropiados algoritmos de interpolación, de valores ortométricos, con precisión subdecimétrica, y en conjunción con un geoide gravimétrico dar cotas ortométricas a cualquier punto de observación.

#### 4. PROCESO DE CÁLCULO

Como ya se ha dicho, semanalmente se recogen los datos tomados en campo, que normalmente serán seis sesiones (se realizan por sesión dos

descargas directas desde el receptor, una en “disquete” y otra en el disco duro del ordenador portátil) con sus respectivas hojas de observación. La copia sobre “disquete” se almacena sin ningún tipo de manipulación posterior y la descarga del disco del portátil se vuelca en un servidor de la red de área local de Geodesia en la que se tiene definida la estructura de datos de la campaña.

Los archivos y las hojas de observación se someten a revisión para prepararlos para su posterior procesamiento por las diferentes estaciones de trabajo. Una vez terminado dicho proceso, se compactan los datos por días, se almacenan en cinta magnética y pasan a formar los distintos proyectos de cálculo.

Hasta pasadas dos semanas después de la observación, no se dispone de las efemérides de precisión y durante este intervalo de tiempo, se hace un análisis previo de la calidad de la observación. En el cálculo de los vectores se utilizan las efemérides de precisión generadas por CODE (Centro para la Determinación de Órbitas en Europa), que utiliza parte de la red mundial de estaciones permanentes del IGS. Las efemérides se obtienen a través de la red Internet.

Se definen proyectos de cálculo, coincidiendo con los bloques de campo observados. Estos proyectos se calculan en diferentes estaciones de trabajo, conectadas a un servidor de datos por medio de una red de área local. Las estaciones de trabajo adquieren los datos brutos del servidor, generan sus respectivos proyectos y devuelven los resultados a la red.

El resultado final que cada estación de trabajo deja en la red, es un archivo de “backup” completo del proyecto así como dos archivos sumario uno de los cuales recoge todo el proceso de cálculo y el otro consiste en un resumen de todos los archivos generados (uno por cada vector calculado), en el que aparecen el nombre del archivo, las estaciones afectadas, la distancia geométrica, parámetros estadísticos y las alturas de antena. Este último listado es el que se utiliza para seleccionar los vectores que entrarán en la compensación. Por último, se genera un archivo en el que se encuentran compactados todos los archivos de los vectores que se han calculado.

Una vez procesado un bloque y disponibles los vectores correspondientes, se realiza una compensación previa como red libre, en la cual se analizan la concordancia de las soluciones entre las distintas sesiones, el cierre de los vectores y, por último, se les asigna peso. Cuando algún vector se sale de la tolerancia, es de nuevo procesado para mejorar la solución.

Al final del proceso se guardan en base de datos las componentes de los vectores con su matriz de varianza-covarianza, el peso que se les ha asignado y las coordenadas calculadas. Asimismo se actualizan en la base de datos aquellos que figuran en la reseña de cada vértice.

## 5. ESTADO ACTUAL DEL PROYECTO

Los trabajos de campo de REGENTE debían, en principio, comenzar en 1994 y finalizar en 1997. Por ello se dividió el conjunto del proyecto en cuatro campañas anuales, aproximadamente iguales cada una en número de vértices y valoración económica. De estas cuatro campañas, ya ha sido observada la primera en su totalidad, correspondiente a 1994. REGENTE-94 se dividió en dos zonas muy alejadas entre sí, REGENTE-Centro y REGENTE-Canarias.

**REGENTE-Centro:** con esta campaña, se dio comienzo a la ejecución del proyecto. Fue observada entre los meses de abril y junio de 1994 y abarca la totalidad de las provincias de Ávila, Segovia, Guadalajara, Cuenca, Toledo y Madrid, así como algunas zonas del sur de las provincias de Valladolid, Burgos y Soria. Está cubierta por un total de 141 hojas del M.T.N. a escala 1:50.000, lo que equivale a 141 vértices, de los cuales algunos ya pertenecían a anteriores campañas GPS (Robledo, IGN-Madrid, Carbonera). Estos vértices actúan como puntos fijos para los cálculos previos, al disponerse para ellos, en el Área de Geodesia, de buenas coordenadas procedentes de las compensaciones de las campañas citadas.

La observación de la campaña REGENTE-Centro se dividió en 24 bloques o puestas, con nueve receptores de doble frecuencia estacionados simultáneamente en cada bloque, y dos receptores monofrecuencia para los clavos de nivelación. Se dispone del doble sistema de altura en 44 clavos de nivelación, cercanos a 22 vértices de la red REGENTE, así como en otros ocho vértices que disponen de señal NAP.

Los veinticuatro bloques ya han sido procesados, pero la finalización de su análisis ha tenido que ser postergada, en beneficio del cálculo de REGENTE-Canarias, debido a la urgente demanda que había de disponer de nuevas coordenadas para dichas islas.

En la actualidad están procesados todos los bloques y pesados veinte de ellos. Se ha realizado su compensación conjunta con constreñimiento de tres vértices con coordenadas EUREF89, dichos vértices son Robledo, IGN-Madrid y Carbonera.

Estas coordenadas serán provisionales hasta que se disponga de las nuevas coordenadas proporcionadas por los trabajos de la nueva red de referencia IBERIA95 recientemente observada.

A medida que avance la observación del proyecto REGENTE se irán haciendo sucesivas compensaciones parciales, acometiéndose al final del proyecto la compensación conjunta de toda la red, constreñida a IBERIA95, la cual proporcionará un juego de coordenadas uniforme para toda España (excepto Canarias).

**REGENTE-Canarias:** una vez finalizada la observación de la zona centro de España y adquirida una experiencia muy valiosa, se comenzó la planificación de la campaña de observación de REGENTE-Canarias. Previamente se llevó a cabo, por parte del personal del Servicio Regional del IGN en las islas, la labor de reconocimiento de los vértices geodésicos que el Área de Geodesia señaló como potenciales vértices de REGENTE.

Después de diseñada, a partir del resultado del reconocimiento, la red REGENTE en cada isla, fueron enviados a Canarias, a principios del mes de septiembre, dos equipos para la instalación de los dispositivos de centrado forzado, así como para la construcción de tres nuevos vértices en Tenerife. La red quedó definitivamente constituida por 72 vértices.

En el caso de Canarias, la densidad de vértices REGENTE es superior a la de la Península, obteniéndose en el caso mas desfavorable, islas de Gran Canaria y Fuerteventura, una distancia media entre puntos de trece kilómetros.

Se han definido las siguientes redes GPS insulares:

- Red GPS de Lanzarote-Fuerteventura ..... 20 vértices
- Red GPS de Gran Canaria ..... 12 vértices
- Red GPS de Tenerife-Gomera ..... 26 vértices
- Red GPS de La Palma ..... 9 vértices
- Red GPS de Hierro ..... 5 vértices

Con el fin de poder apoyar las diferentes redes GPS geodésicas insulares, se proyectó una red de unión de todas las islas de forma que en cada una de dichas redes se dispusiera de, al menos, dos vértices de dicha Red de Enlace de las Islas Canarias (REIC).

La Red de Enlace de las Islas Canarias consta de 12 vértices que son:

GPS	ROI	Nombre	Red Insular	Isla
C351	111420	Inta-Maspalomas	Gran Canaria	Gran Canaria
C231	110143	Cardones	Gran Canaria	Gran Canaria
C161	109400	Teide GPS	Tenerife-Gomera	Tenerife
C041	108242	Arrecife	Lanzarote-Fuerteventura	Lanzarote
C051	108331	Roque de los Muchachos	La Palma	La Palma
C371	111583	Mapaso	El Hierro	El Hierro
C191	109721	Garajonay	Tenerife-Gomera	Gomera
C341	111247	Bejiga	El Hierro	El Hierro
C101	108843	San Antonio	La Palma	La Palma
C291	110737	Bocinegro	Tenerife-Gomera	Tenerife
C121	109048	Chinobre	Tenerife-Gomera	Tenerife
C241	110241	Baja del Trabajo	Lanzarote-Fuerteventura	Fuerteventura

Los trabajos de campo de REIC se hicieron coincidir en el tiempo con la semana de observación del proyecto internacional SUPERTANGO (Scientific Update and Extended Research for Transatlantic Net for Geodynamyc and Oceanography), de manera que cuatro de los vértices de REIC pertenecen al proyecto SUPERTANGO, dichos vértices son: INTA-Maspalomas (Gran Canaria), Arrecife (Lanzarote), Roque de los Muchachos (La Palma), Malpaso (Hiero).

En el vértice INTA-Maspalomas del IGN, situado dentro del recinto de la Estación Espacial de Maspalomas, ha estado colocado un receptor GPS de manera permanente hasta septiembre de 1994. A partir de esa fecha el receptor ha sido desplazado a un pilar situado a menos de 30 metros del pilar del IGN, para quedar estacionado en él definitivamente.

Durante un periodo de dos meses, anterior a septiembre de 1994, se han realizado observaciones permanentes y simultáneas en ambos pilares, con lo que el pilar del IGN ha quedado perfectamente referido a la estación definitiva del receptor permanente. Este receptor está incluido en diversas redes globales y es utilizado en la obtención de órbitas precisas por el Servicio Internacional Geodinámico (IGS), así como para definir los diferentes Marcos Internacionales de Referencia Terrestre (ITRF92, ITRF93, etc.).

Para definir el nuevo Sistema de Referencia de las islas Canarias se han utilizado las coordenadas del vértice INTA-Maspalomas en el sistema ITRF93, época 1993.0 (Publicación Técnica del IERS nº 18 de Octubre-94, Tabla 5), transportadas a la época de observación 1994.9 por medio de su campo de velocidades (misma publicación, Tabla T6) y las efemérides de precisión generadas por CODE en el mismo sistema y para la misma época, 1994.9.

La observación de las redes GPS insulares comenzó el 18 de octubre, una vez finalizada el día 16 del mismo mes la observación de la red de enlace entre islas. A diferencia de REGENTE-Centro, en Canarias se redujo el tiempo de observación para cada bloque a cinco horas, manteniendo dos sesiones de observación por bloque. Se consideró que esta reducción del tiempo de observación no afectaría a la precisión final de la red, dada la menor distancia entre vértices comparada con la red peninsular. Además de esta razón principal, el acortamiento de las sesiones permitió planificar los traslados de los operadores, 16 personas en total, entre unas islas y otras de forma que la campaña REGENTE pudiera quedar encajada en medio de los otros dos proyectos de observación GPS en Canarias, SUPERTANGO-REIC (10-16 octubre) y RESCATE (14-17 de noviembre).

La observación de REGENTE dio comienzo por la red de Lanzarote-Fuerteventura y se continuó con la de Gran Canaria. En estas islas los bloques se formaron con ocho vértices cada uno, quedando el noveno receptor estacio-

nado permanentemente en Maspalomas, con observación simultánea con los otros ocho durante las sesiones de observación. Esta medida se tomó debido a que en estas tres islas orientales, la densidad de la red de enlace es sensiblemente menor que en las cuatro islas occidentales. De los 12 vértices de la red de enlace, sólo cuatro se encuentran en la zona oriental, dos en Gran Canaria, uno en Lanzarote y uno en Fuerteventura.

Se continuó la observación de REGENTE con la red de La Palma, Hierro y Tenerife-Gomera, finalizando el 12 de noviembre con un bloque perteneciente a las red GPS de Tenerife-Gomera.

En cuanto al apoyo de nivelación, hay que decir que de todo el archipiélago, sólo en Tenerife existe un anillo de NAP que rodea la isla por la costa. En esta isla quedaron incorporados a REGENTE cuatro vértices que están incluidos en ese anillo y disponen de clavo NAP. En el resto de las islas fueron dejados clavos que actuaron como puntos de apoyo para nivelación y que habrán de ser nivelados en campañas posteriores. A nuestro juicio las líneas NAP que se nivelen en el futuro deberán adentrarse en el interior de las islas para atravesar las zonas mas elevadas de las mismas y no limitarse a un anillo bordeando la costa.

Las diferentes redes GPS insulares fueron compensadas fijando los correspondientes vértices de REIC. Cada una de estas redes sirvió para ajustar de nuevo las observaciones clásicas de la ROI en cada una de las islas.

Por último, cabe decir, que debido a que con el programa actualmente disponible en el Área de Geodesia para el cálculo de vectores no se consigue obtener la precisión que puede dar la alta calidad de REIC, estos datos serán de nuevo procesados cuando se disponga del programa "Bernese" actualmente en trámite de adquisición.

## **6. TRABAJOS PREVISTOS PARA 1995**

En la planificación previa que se realizó para REGENTE se calculaba tener observada toda la red a finales de 1997 y se proyectó, para 1994, la observación de la zona Centro y de Canarias, lo cual se llevó a efecto en el plazo previsto. Para el presente año, 1995, se había proyectado la observación de todo el cuadrante noreste peninsular, a partir del paralelo de Valencia por el sur hasta la frontera Pirenaica por el norte y el meridiano de San Sebastián por el oeste. Esta zona representaba un total de unas 270 hojas y un tiempo de observación de cinco meses aproximadamente. Asimismo se había planeado la ocupación de la última línea de la red básica GPS francesa, su equivalente a REGENTE, al otro lado de la frontera, con el propósito de realizar un perfecto enlace entre las dos redes nacionales.

Desafortunadamente, y a consecuencia de los reajustes presupuestarios sufridos en el presente año, se ha tenido que revisar a la baja el trabajo a realizar en 1995, de forma que REGENTE-Noreste no llegará hasta el Pirineo en el presente año y la observación quedará interrumpida, por el norte, a la altura del paralelo de Gerona-Huesca. El total de vértices que se prevé observar es de 150, sin contar con los colindantes de REGENTE-Centro, los cuales volverán a ser ocupados para enlazar las dos zonas en puntos comunes para el cálculo. El tiempo previsto para la observación es de dos meses y medio. En la porción de REGENTE-Noreste, que va a ser observada este año, se dispone de dos vértices con observaciones previas GPS y con coordenadas de alta precisión que puedan servir como puntos fijos en la fase de cálculo, estos vértices son: Salou (Tarragona) al este, perteneciente a EUREF-89, y Loma Negra (Navarra) al noroeste que fue ocupado durante la observación de EURO-GAUGE en noviembre de 1993.

El recorte presupuestario antes mencionado dilata el final previsto de la observación de REGENTE hasta el año 1998, y esto en el supuesto de que no se produzcan, en próximos ejercicios, nuevos recortes de tipo económico. Contamos con que, siendo pesimistas, el proyecto REGENTE pueda quedar finalizado para el año 2000.

**AGRADECIMIENTOS.** Queremos expresar aquí, nuestro agradecimiento al Servicio Geográfico del Ejército, por su valiosa ayuda durante la campaña, aportando uno de los nueve equipos bifrecuencia de observación, así como el personal necesario para su manejo.

## 7. GRÁFICOS QUE SE ACOMPAÑAN

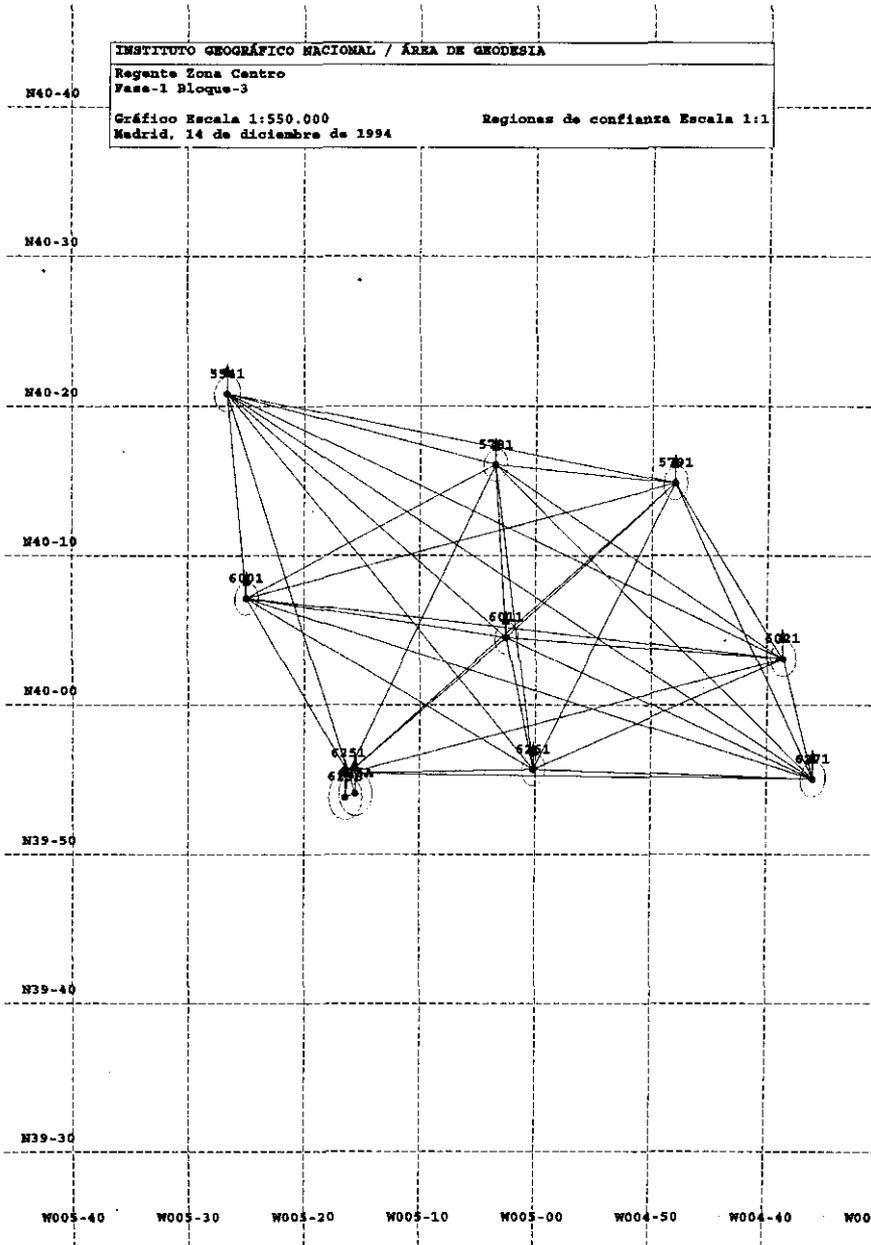
REGENTE-Centro: Gráfico de la observación. Gráfico de la red con elipses de error. Histograma de los observables y test. Tablas de las elipses de error.

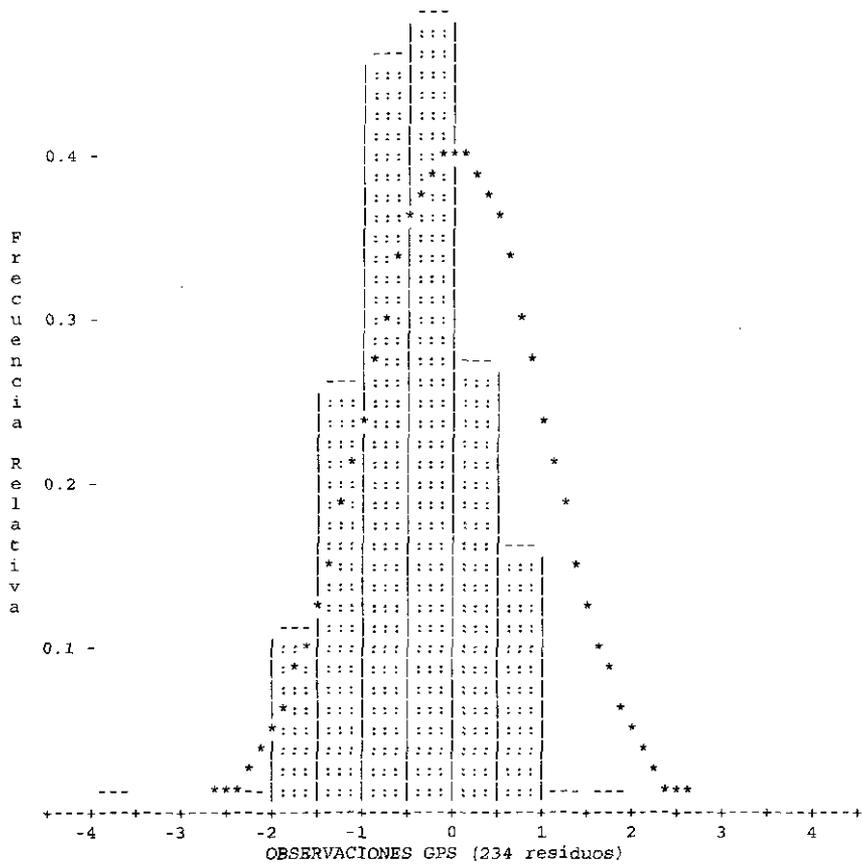
Madrid, 29 de mayo de 1995.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

AUGATH, W. (1993). The Future of GPS-Technology in Control Networks. Reports on the Symposium of the IAG Subcommission for EUREF. Other Contributions. Budapest.

- BAUCH, A. y otros. (1993). Establishment of a Modern National Geodetic Fundamental Network for the Grand-Duchy of Luxembourg. National Reports. Budapest.
- BOUCHER, C. (1993). Reference Frames Expressed in ETRS89. Reports of the EUREF Technical Working Group (TWG). Budapest.
- GURTNER, W. (1993). The Use of IGS Products for Densifications of Regional/Local Networks. Reports on the Symposium of the IAG Subcommision for the European Reference Frame (EUREF). Other Contributions. Budapest.
- HOFFMANN-WELLENHOF, B. y otros. (1992) GPS theory and Practice Springer-Verlag. Wien, New York.
- LEICK, A. (1993) GPS Satellite Surveying. Willey, New York, Chichester, Brisbane, Toronto, Singapore.
- SURACE, L. (1993). The IGM95 project. Report on the Symposium of the IAG. Subcommisiom European Reference Frame (EUREF). National Reports. Budapest.
- WELLS, D. y otros. (1986) Guide to GPS positioning. Canadian GPS Associates.
- ZIELINSKI, J. B. y otros. (1993). EUREF-POL 1992 GPS Observation Campaign and Data processing. Reports of the International Computing Centers. Budapest.







Regente Zona Centro Fase 1 Bloque 3							
GeoLab V2.3d		WGS 84		UNIDADES: m, GRAD		Página 0030	
Regiones de Confianza Relativa entre Estaciones 2-D y 1-D (95.000 %):							
DESDE	A	SEM-MAY	AZ	SEM-MEN	VERTICAL	DISTANCIA	PPM
5541	5781	0.004	6	0.003	0.007	34201.448	0.12
5541	5791	0.004	6	0.003	0.007	56207.287	0.08
5541	6001	0.004	5	0.003	0.007	25566.774	0.15
5541	6011	0.004	5	0.003	0.007	45886.048	0.09
5541	6021	0.004	6	0.003	0.007	75772.775	0.06
5541	6251	0.004	5	0.003	0.007	49508.847	0.08
5541	6261	0.004	5	0.003	0.007	59964.491	0.07
5541	6271	0.004	6	0.003	0.008	86291.620	0.05
5781	5791	0.004	6	0.003	0.006	22194.375	0.16
5781	6001	0.004	6	0.003	0.006	34740.567	0.10
5781	6011	0.003	6	0.002	0.006	21489.442	0.16
5781	6021	0.004	7	0.003	0.006	42615.951	0.09
5781	6251	0.004	6	0.003	0.006	42308.304	0.09
5781	6261	0.004	6	0.003	0.006	38008.286	0.09
5781	6271	0.004	7	0.003	0.006	54928.845	0.07
5791	6001	0.004	6	0.003	0.006	54525.723	0.07
5791	6011	0.003	6	0.002	0.006	28228.921	0.12
5791	6021	0.004	6	0.003	0.006	25390.732	0.14
5791	6251	0.004	6	0.003	0.006	53920.933	0.07
5791	6261	0.004	6	0.003	0.006	39527.735	0.09
5791	6271	0.004	6	0.003	0.006	40257.143	0.09
6001	6011	0.004	6	0.003	0.006	32318.082	0.11
6001	6021	0.004	6	0.003	0.007	66237.816	0.06
6001	6251	0.004	5	0.003	0.006	25095.433	0.14
6001	6261	0.004	6	0.003	0.006	41116.331	0.09
6001	6271	0.004	6	0.003	0.007	72918.754	0.05
6011	6021	0.004	6	0.003	0.006	33973.631	0.11
6011	6251	0.004	6	0.003	0.006	25700.912	0.14
6011	6261	0.003	6	0.002	0.006	16608.628	0.20
6011	6271	0.004	6	0.003	0.006	41315.120	0.09
6021	6251	0.004	6	0.003	0.007	55207.521	0.07
6021	6261	0.004	6	0.003	0.006	33568.456	0.11
6021	6271	0.004	7	0.003	0.006	15322.648	0.24
6251	625A	0.005	179	0.004	0.008	2584.220	1.95
6251	625B	0.005	179	0.004	0.008	2962.748	1.70
6251	6261	0.004	6	0.003	0.006	22718.294	0.16
6251	6271	0.004	6	0.003	0.007	56916.116	0.07
625A	625B	0.005	179	0.003	0.008	1338.109	3.37
6261	6271	0.004	6	0.003	0.006	34219.467	0.11