

GPS vs EGNOS. ANÁLISIS COMPARATIVO DE PRECISIONES CON DIFERENTES RECEPTORES

I Quintanilla García⁽¹⁾, J. Irimia Cervera⁽¹⁾, J.L. Berné Valero⁽¹⁾, P. Fortuny López⁽¹⁾

⁽¹⁾ Dpto. de Ingeniería Cartográfica. Universidad Politécnica de Valencia.

iquinta@cgf.upv.es, jaircer@upvnet.upv.es, jlberne@cgf.upv.es, pauforlp@topo.upv.es

Palabras Claves: GPS, GNSS, EGNOS, Precisión.

Resumen

En este artículo se realiza un análisis comparativo entre los sistemas de navegación global por satélite (GNSS) y los sistemas clásicos de posicionamiento por satélite (GPS), de forma que se realiza un estudio sobre las precisiones obtenidas con EGNOS (European Satellite Based Augmentation System) y las obtenidas mediante GPS monofrecuencia en tiempo real.

Para ello se realizaron diferentes tipos de mediciones, en diferentes momentos del tiempo y con distintas configuraciones de toma de datos, con el fin de detectar la mejora de precisiones debido al empleo de las correcciones diferenciales ofrecidas por el sistema de aumentación EGNOS, frente a la utilización únicamente de las señales recibidas de los satélites de la constelación NAVSTAR. Las conclusiones obtenidas nos muestran mejoras en los errores horizontales calculados y unas importantes mejoras cuando hablamos de errores verticales de los resultados obtenidos con EGNOS frente a los obtenidos sin dicho sistema.

1. Introducción

EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Service) es un sistema de navegación basado en el posicionamiento diferencial GPS para aumentar las precisiones nominales de este sistema y proporcionar los criterios de integridad, continuidad y disponibilidad con los que un sistema de navegación fiable debe contar. El sistema utiliza las señales de las constelaciones de satélites de los sistemas estadounidense GPS y ruso GLONASS pero, a diferencia de estos últimos, su finalidad es puramente civil. Está formado por un segmento espacial que cuenta con tres satélites en órbita –un Inmarsat-3 AOR-E, un Inmarsat-3 IOR-W y el Artemis de la Agencia Espacial Europea– y de una red terrestre de estaciones de posicionamiento y centros de control, todo ello interconectado.

El sistema aumenta la fiabilidad de los servicios ofrecidos por las señales de GPS y GLONASS en una zona geográfica que cubre Europa, los océanos Atlántico e Índico, Sudamérica, África, Oriente Medio y Asia central.

La necesidad de desarrollar los sistemas de aumentación surge porque, si bien el posicionamiento global con los actuales sistemas es suficiente para determinadas aplicaciones, para muchas otras se requiere una mejora de la precisión, lo que se consigue con el posicionamiento diferencial, con el que la posición con respecto a una base o referencia puede establecerse de forma muy precisa.

Con una precisión submétrica, como se ha podido comprobar con las mediciones realizadas, y que se describen en el presente artículo, EGNOS permite prestar unos servicios parecidos a los que prestará Galileo en un futuro, básicamente mediante la emisión de mensajes de integridad. No obstante, depende del sistema GPS.

2. Objetivos

Se han llevado a cabo diferentes mediciones de campo con el objetivo de observar la mejora de precisiones obtenida mediante el empleo de las correcciones diferenciales ofrecidas por el sistema de aumentación EGNOS, frente a la utilización únicamente de las señales recibidas de los satélites de las constelaciones NAVSTAR GPS y GLONASS. En líneas generales, se trata de una comparativa entre GPS y GNSS –concretamente GNSS-1–.

Es de destacar que esta comparación de precisiones es *actual*, puesto que en un futuro, en la comparación podrá emplearse también el sistema Galileo, lo que actualmente todavía no es posible.

3. Especificaciones generales de la Observación

La observación se llevó a cabo en la Universidad Politécnica de Valencia, en una serie de vértices de coordenadas conocidas situados en los jardines, de los que se emplearon varios de ellos durante las pruebas.

Se realizaron diferentes pruebas durante los meses de junio y julio de 2007, y la observación definitiva tuvo lugar los días 11 y 12 de septiembre del mismo año.

La siguiente tabla contiene las coordenadas –latitud y longitud geográficas y altitud elipsoidal– de los vértice empleados en el análisis:

	Vértice 102	Vértice 103
Latitud (°)	39.4795198445	39.4795559403
Longitud (°)	-0.3378361988	-0.3379408917
Altitud (m)	55.516835	55.588336

Tabla 1 – Coordenadas ETRS89 geográficas de los vértices

En relación con los receptores empleados durante las mediciones, se emplearon diferentes navegadores de mano, posicionando su antena directamente sobre el vértice de observación. La obtención de la posición a partir de los satélites de GPS se realizó con un navegador *Garmin GPS III plus*, conectado a un ordenador portátil a través de un cable serie. Para obtener la posición a partir de las señales de los satélites de EGNOS y GPS se empleó un navegador *GeoExplorer XT 2005 series* de la casa *Trimble*.

4. Metodología Operativa

Se describe a continuación la metodología seguida en todas las pruebas y mediciones realizadas. Situando el navegador en un punto de coordenadas conocidas, se conectó a un ordenador portátil para poder así procesar los resultados obtenidos en tiempo real. El navegador se conectó al ordenador a través de un cable serie, en el caso del navegador *Garmin*, para ello hizo falta emplear un conversor de puerto serie a USB. El *GeoExplorer* se conectó al ordenador a través de Bluetooth.

Una vez se consigue que los datos sean transmitidos, el siguiente paso será el procesamiento estadístico en tiempo real de los mismos, para lo que se empleó el software *Evaluate*, en el que se introdujeron el tamaño de los anillos de error y las coordenadas del vértice –para su comparación con las obtenidas por el receptores y el posterior cálculo de los errores–. Los datos generados se almacenan en ficheros de extensión *.log* a intervalos o épocas, en nuestro caso, de 2 segundos de duración.

La duración de las mediciones fue de entre 45 minutos y una hora, en todos los casos. No obstante, se observó que superado un umbral de tiempo, de aproximadamente 30 minutos, los resultados se estabilizaban y los errores no variaban en gran medida, con lo que las observaciones realizadas pueden considerarse representativas.

Dicho procedimiento se repitió en las diferentes pruebas para los dos casos estudiados: para la recepción de las señales únicamente de GPS y para la obtención de las señales de los satélites de EGNOS.

Las mediciones fueron realizadas de manera simultánea, con el objetivo de que la comparación fuera lo más homogénea posible. Se evita de esta manera que las diferencias entre los resultados obtenidos sean debidas al número de satélites disponibles, a la geometría de los mismos o a posibles errores ionosféricos y/o troposféricos.

5. Procesamiento de la Información

Para la correcta comunicación entre el navegador GPS y el programa de tratamiento estadístico de datos empleado por el ordenador, es necesario que la salida de datos se haga en un formato que el software reconozca y que previamente deberemos especificar en el dispositivo GPS como formato de salida. Para ello se emplea el formato NMEA (National Marine Electronics Association).

Además de emplear un formato de salida de datos que ambos dispositivos interpreten –ordenador y navegador–, es necesario especificar los puertos COM tanto de salida (navegador) como de entrada (portátil) a través de los cuales se realizará la transferencia de información.

En el caso del navegador *Garmin* únicamente debe indicarse en la pestaña Interface que el formato de salida es NMEA y que el *Baud Rate* es 4800, sin necesidad de indicar el puerto COM. En el *GeoExplorer* sí deberá indicarse el puerto, además del número de baudios. En ambos casos se deberá seleccionar el Map Datum de referencia –que será WGS84–.

En el ordenador deberemos, en primer lugar, averiguar –en el administrador de dispositivos del sistema– cuál es el puerto COM que va a emplearse para realizar la transferencia de información y cuáles son los parámetros básicos asociados a él –tasa de baudios, paridad, etc.; y en segundo lugar, seleccionar dicho puerto en el programa

informático y comprobar que los parámetros del puerto son los correctos. Pese a ser aparentemente sencilla, esta es una de la partes que más dificultades supone a la hora de realizar una observación, pues la disparidad de alguno de los parámetros hace imposible la transmisión de datos.

Se realizaron diferentes observaciones, primero de manera independiente con cada uno de los navegadores, con el objetivo de probar la correcta recepción y almacenamiento de los datos; y más adelante de manera simultánea, para poder así comparar los resultados obtenidos. Se han llevado a cabo varios análisis diferentes –una medición con GPS y otra con EGNOS en cada uno de los análisis– realizados en diferentes días y en distintos momentos del día, con el fin de que los resultados fueran más representativos. Se incluyen a continuación los resultados de una de las observaciones llevadas a cabo, cuyos datos serán tomados como referencia para el análisis de las precisiones, objetivo final del estudio. Como puede observarse en la ventana de resultados de la observación, los anillos de error han sido acotados en 1 y 5 metros, con el objetivo de facilitar la interpretación de la dispersión de puntos en el diagrama.

Se ha obtenido un error medio cuadrático horizontal de 2.191 metros, con una fiabilidad del 39%; el 50% de los puntos se encuentran dentro de un radio horizontal de 2.510 metros (CEP); y el 95% de ellos en un radio de 2.513 metros. Por su parte, el error medio cuadrático vertical es de 4.391 metros, siendo su fiabilidad del 68%.

Los errores medios –teóricamente deben ser próximos a cero– están próximos al metro y medio en longitud, 80 centímetros en latitud y tres metros en altitud.

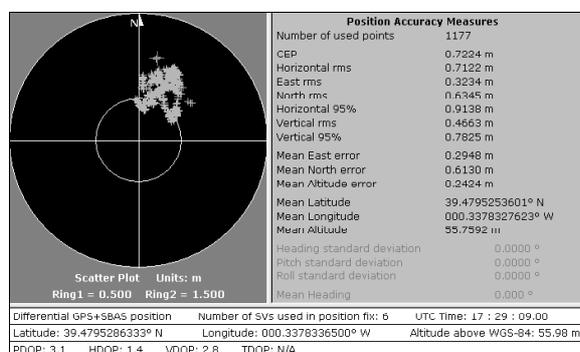


Figura 1 – Resultados de la observación con GPS

Es de destacar que, en las mediciones realizadas con navegadores *Garmin GPS III* los puntos registrados se distribuyen en el diagrama dispersión en forma de cuadrícula debido a la existencia, en este tipo de navegadores, de un filtros de velocidad –*filtros de Kalman*– que hacen que el navegador aplique unos algoritmos matemáticos que tienen fijados dos variables, tiempo y distancia, para el cálculo de la posición. Estos algoritmos mantienen la misma posición siempre que en un tiempo determinado no se modifique la distancia fijada, motivo por el cual el aspecto de las posiciones medidas –que se muestra en el diagrama de dispersión– es el de una cuadrícula. No obstante, para el análisis realizado la visualización obtenida es suficiente, y las posiciones de cada uno de los punto son almacenadas con normalidad.

La situación de los satélites (figura 2), mapa del cielo o *sky chart*. Para esta observación había ocho satélites visibles, de los cuales el número 5 no se empleo en el posicionamiento, por no llegar a fijar su posición. Por su parte, la distribución espacial de los satélites durante la observación, como se observa en el gráfico, era bastante uniforme.

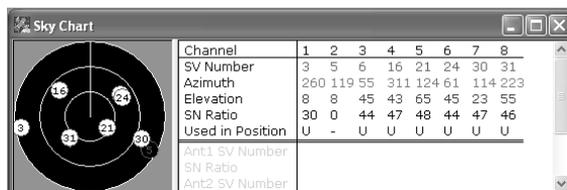


Figura 2 – Mapa del cielo para la observación con GPS.

En la figura 3 se muestran los resultados obtenidos para la observación realizada con un navegador recibiendo la señal conjunta de los satélites de GPS y de EGNOS.

Los anillos de error se encuentra acotados en 0.5 y 1.5 metros, como se aprecia en *Figura 3*. El 50% de los puntos se encuentran dentro de un radio de 0.722 metros (CEP); el radio del círculo que contiene el 95% de las

mejores posiciones horizontales es de 0.914 metros; y el error medio cuadrático horizontal ha sido de 0.712 metros, con una fiabilidad del 39%.

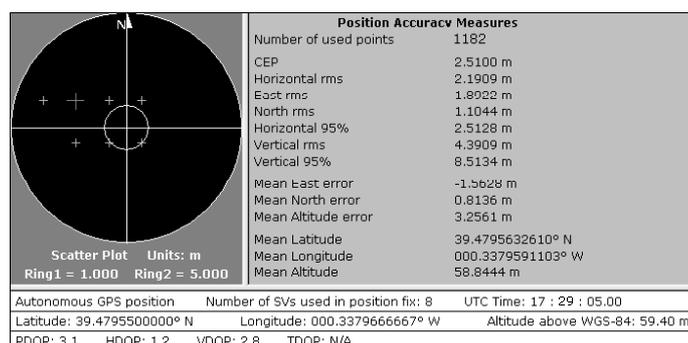


Figura 3 – Resultados de la observación con EGNOS.

En cuanto al plano vertical, el error medio cuadrático ha sido de 0.466 m y en un radio de 0.783 metros se encuentran el 95% de los puntos. Los errores medios en latitud, longitud y altitud son en los tres casos submétricos -0.613 m, 0.295 m y 0.242 m, respectivamente–.

Al igual que para la observación anterior, se muestra el mapa del cielo obtenido con el software *Evaluate*. Durante esta medición había 7 satélites disponibles. De ellos, el número 39 se corresponde con uno de los satélites de aumentación de EGNOS, concretamente se trata del Inmarsat-3 IOR-W, que puede reconocerse por su número NMEA.

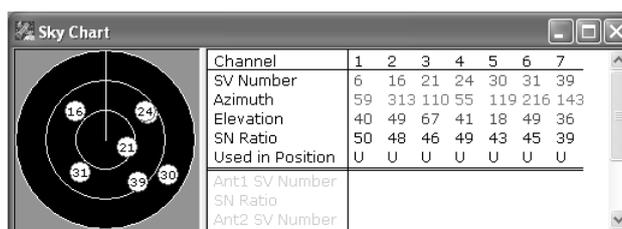


Figura 4 – Mapa del cielo para la observación con EGNOS.

6. Análisis de resultados y conclusiones

Con los resultados obtenidos en ambas mediciones procedemos al estudio de los valores obtenidos en cada caso. Se observa que las precisiones en el cálculo del posicionamiento con la aplicación de correcciones diferenciales proporcionadas por los satélites de aumentación son mejores a las obtenidas con un navegador que únicamente recibe las señales de GPS, tal y como se esperaba.

En la *Tabla 2* se han calculado los errores medios cuadráticos horizontal y vertical para una fiabilidad del 95%. Además se incluyen los errores con las fiabilidades que ya nos mostraba el programa –fiabilidad del 39% en el error horizontal y 68% en el vertical–.

	GPS	GNSS (EGNOS)
CEP (50%) (m)	2.510	0.722
Horizontal rms 39% (m)	2.191	0.712
Horizontal rms 95% (m)	5.477	1.781
Vertical rms 68% (m)	4.391	0.466
Vertical rms 95% (m)	8.782	0.933
Error medio en longitud (m)	-1.563	0.295
Error medio en latitud (m)	0.814	0.613
Error medio en altitud (m)	3.256	0.242

Tabla 2 – Errores obtenidos con GPS y con EGNOS

De manera general, se obtienen errores horizontales submétricos cuando la fiabilidad es del 68%, que se incrementan con el aumento de la fiabilidad hasta el 95%. Para esta observación, el error medio cuadrático con un 95% de fiabilidad es de 1.78 metros; No obstante, para esta misma fiabilidad el resultado obtenido con GPS fue superior a cinco metros. Es muy destacable la importante mejora que supone el empleo de las aumentaciones proporcionadas por el sistema de aumentación en el plano vertical donde, por ejemplo, para una fiabilidad del 95% se reduce de casi 9 metros a menos de un metro.

Decir, asimismo, que la mejora de precisión que actualmente supone el empleo de las correcciones diferenciales proporcionadas por EGNOS es sólo un pequeño avance de lo que será capaz de proporcionar el sistema EGNOS cuando esté en pleno funcionamiento. De ello son muestra la multitud de aplicaciones en las que su empleo supondrá una sustancial mejora. De entre las que destacan todas las relacionadas con la salvaguardia de la vida –*Safety of Life*– para las que los sistemas SBAS han sido especialmente diseñados.

7. Referencias

F. Toran, J. Ventura-Traveset, J.P. Lam and P. Michel. (2007): “The European EGNOS Project: Mission, Program and System Description”. Location Magazine.

J. Ventura-Traveset (2003): “EGNOS: European Geostationary Navigation Overlay Service”. ESA. EGNOS Receiver Manufacturers Workshop (Paris 3 July 2003)

Magellan Corporation. Evaluate User's Guide. 1998

<http://pro.magellangps.com/en/products/evaluate_download.asp>