

# GEO MEDIA

[www.rivistageomedia.it](http://www.rivistageomedia.it)

Rivista bimestrale - anno 14 - Numero 4/2010  
Sped. in abb. postale 70% - Filiale di Roma

La prima rivista italiana di  
geomatichia e geografia intelligente

N°4  
2010



## GENERAZIONE PDA USABILITÀ E TECNOLOGIE

- ▶ La gestione del Rischio nei Trasporti  
Scenari e Strumenti per la Mitigazione  
del Rischio
- ▶ iPhone e Applicazioni Geomatiche  
Una Guida alle Applicazioni più  
Interessanti
- ▶ L'eccellenza Cartografica è Marchigiana  
Il Premio Geoportali 2009 va  
al Comune di Jesi
- ▶ MDVLab e INGV: in volo sull'Antartide  
Droni e Telerilevamento al Servizio  
dell'ambiente

# EGNOS: il GPS Augmenting System per l'Europa

di Gianluca Pititto

Proseguiamo la serie di articoli dedicati allo stato dell'arte dei sistemi GNSS attualmente operativi e di quelli in via di realizzazione. Un ambito tecnologico ed applicativo di grande interesse è costituito dai sistemi SBAS (*Satellite Base Augmentation Systems*), ovvero le infrastrutture satellitari il cui scopo è quello di aumentare le performance dei sistemi GNSS attualmente in funzione. Questi sistemi aprono il campo a tutta una serie di nuove applicazioni, fino ad oggi irrealizzabili a causa della insufficiente precisione ed affidabilità dei segnali GPS. Dopo aver offerto nell'articolo precedente un'esauriente panoramica delle costellazioni GNSS attualmente orbitanti attorno alla Terra, con questo secondo articolo ci proponiamo di presentare le caratteristiche essenziali dei sistemi SBAS, focalizzando l'attenzione sul sistema EGNOS (*European Geostationary Navigation Overlay System*), precursore del GNSS europeo GALILEO ed alla base di un imminente salto di qualità dei servizi di posizionamento satellitare sul territorio europeo.

Allo scopo di aumentare le performance del segnale GPS sono stati introdotti da tempo sistemi cosiddetti 'differenziali' (DGPS). Si tratta di tecnologie real-time che prevedono l'impiego di una rete di stazioni di riferimento fisse (e dunque di posizione nota a priori), che sono in grado di stimare varie componenti d'errore del segnale GPS all'interno della propria area di copertura. Ogni stazione calcola costantemente la propria posizione GPS e la confronta con la posizione reale nota, deducendo così vari parametri di correzione (detti *correzioni differenziali*), che vengono trasmessi via radio ai ricevitori GPS mobili che si trovano dentro i confini dell'area di copertura della stazione. Le correzioni riguardano tipicamente: orbite dei satelliti, sincronizzazione temporale, ritardi troposferici e ionosferici; viceversa, tali correzioni non hanno a che fare con errori legati al singolo ricevitore, derivanti tipicamente da multipath (errore del segnale che si verifica quando l'antenna del ricevitore è posizionata vicino ad un'ampia superficie riflettente), oppure dal rumore interno del dispositivo. I ricevitori mobili possono così affinare il calcolo dei cosiddetti *pseudorange* satellitari e meglio approssimarli alla reale distanza geometrica ricevitore-satellite. Il risultato è un miglioramento significativo dell'accuratezza del calcolo della posizione all'interno dell'area di copertura. Naturalmente è richiesto che il ricevitore mobile sia tecnologicamente equipaggiato per ricevere ed elaborare i segnali di correzione differenziale.

I sistemi DGPS sono stati implementati in varie modalità, orientate alle applicazioni specifiche (terrestri, marittime, aeronautiche). Nei casi più delicati, come quello aeronautico, sono in corso procedure di standardizzazione dei sistemi da parte degli enti preposti, quale ad esempio l'ICAO (*International Civil Aviation Organization*).

In realtà, già a partire dagli Anni '80, oltre ai sistemi differenziali basati su infrastrutture a terra si iniziò a pensare alla possibilità di implementare sistemi differenziali basati su un'infrastruttura spaziale, mediante l'uso di satelliti artificiali. I primi studi del CNES (l'agenzia spaziale francese) e del DGAC (l'Autorità Francese per l'Aviazione Civile) gettarono in pratica le basi del progetto europeo EGNOS.

A partire dall'ottobre del 1994 ci fu un vero e proprio balzo in avanti degli sforzi di sviluppo, grazie alla decisione del Governo degli Stati Uniti di rilasciare alle aviazioni civili la possibilità di impiego gratuito del GPS. A quel punto in ambito aeronautico l'ICAO avviò studi su sistemi complementari al GPS per compensare i limiti in relazione all'accuratezza (soprattutto verticale), all'integrità ed alla continuità del servizio di posizionamento. Vale la pena ricordare che il segnale GPS non risponde *as it is* ai requisiti stringenti imposti sui precedenti parametri dalle normative aeronautiche internazionali (in particolare nelle fasi più delicate del volo come l'avvicinamento e l'atterraggio). Si è così dato vita al concetto di SBAS, includendo in esso i necessari processi di standardizzazione dei requisiti.

## I sistemi SBAS

Il concetto di SBAS si basa sulla trasmissione via satellite di messaggi di correzione differenziale e di integrità relativi ai satelliti GPS visibili all'interno di una certa area geografica. L'area è delimitata da una rete di stazioni a terra appositamente realizzate: queste stazioni raccolgono istante per istante il segnale GPS dai satelliti che sono in visibilità e sulla base della posizione - nota - di ciascuna stazione, calcolano i messaggi di correzione differenziale e di integrità per ciascun satellite. Queste informazioni vengono trasmesse ai satelliti dell'infrastruttura SBAS che si trovano in orbita geostazionaria e che, a loro volta, ritrasmettono a terra verso i ricevitori mobili GPS all'interno dell'area di



Correzioni differenziali e di integrità trasmesse dai satelliti EGNOS.



copertura delimitata dalle stazioni di terra. I ricevitori mobili possono in tal modo usufruire in tempo reale di tali segnali, incrementando le performance del segnale GPS in termini di accuratezza e di integrità. La banda di frequenza e la modulazione dei segnali inviati a terra sono identici a quelli adottati dal segnale GPS-L1, fatto che ne facilita l'impiego da parte dei ricevitori. Come è evidente, i sistemi SBAS sono infrastrutture tipicamente regionali, la cui estensione geografica

è fissata dalla distribuzione sul territorio delle stazioni di ricezione ed elaborazione dei segnali GPS. A tutt'oggi nel mondo esistono quattro diverse implementazioni SBAS, che risultano tuttavia concepite per essere tra loro compatibili ed interoperabili, obbedendo a tutta una serie di standard comuni (vedi [www.rtca.org](http://www.rtca.org)). Queste infrastrutture sono: il WAAS (*Wide Area Augmentation System*), la cui copertura interessa gli Stati Uniti, il Canada ed il Messico; EGNOS, la cui copertura interessa i paesi europei dell'ECAC (*European Civil Aviation Conference*) con ipotesi di estensione a regioni limitrofe; il MSAS (*Multifunctional Satellite Augmentation System*) la cui copertura interessa il Giappone; il GAGAN (*GPS And Geo Augmented Navigation*) in via di sviluppo per il sub-continente indiano.

### EGNOS, l'infrastruttura SBAS dell'Europa

EGNOS può essere considerata la prima importante infrastruttura europea GNSS e rende disponibile sull'intero continente un segnale di posizionamento permanente in accordo con standard condivisi. Il progetto è nato da una partnership trilaterale (*Tripartite Group*) costituita dall'Agenzia Spaziale Europea (ESA), dalla Commissione Europea e da Eurocontrol (l'ente europeo per la sicurezza nella navigazione aerea). Dopo oltre dieci anni di sviluppo, il sistema è entrato nella fase operativa nel 2005 e già dalla fine del 2007 ha iniziato ad offrire eccellenti performance in termini di accuratezza ed integrità nel segnale di posizionamento. Nell'ottobre del 2009 è stato ufficialmente dichiarato operativo il servizio *Open Service* destinato all'utenza *consumer*, mentre sono in via di certificazione i servizi dedicati alle utenze professionali ed al comparto dell'aviazione civile. Tutti i servizi sono gratuiti.

L'architettura del sistema prevede: uno *Space Segment*, un *Ground Segment* ed uno *User Segment*. Il *Ground Segment* è costituito da circa quaranta stazioni riceventi sparse principalmente sul territorio europeo, chiamate RIMs (*Ranging and Integrity Monitoring Station*).

| Tipologia Errore                                 | GPS   | EGNOS |
|--|-------|-------|
| orbita e sincroniz. temporale                    | 1m    | 0,5m  |
| errore ionosferico                               | 2m    | 0,3m  |
| somma quadratica degli errori                    | 2,31m | 0,83m |
| accuratezza media sul posizionamento orizzontale | 5,08m | 1,84m |

Tipici ordini di grandezza di alcune componenti di errore per GPS ed EGNOS.

| Performance GNSS |  |
|------------------|--|
| ACCURATEZZA      | Corrisponde alla differenza tra la posizione misurata e la posizione reale del ricevitore  |
| INTEGRITA'       | Grado di confidenza che al pub assumere in ricezione sulla affidabilità del calcolo della posizione (necessita di soglie di confidenza ed allarmi in caso di anomalie) |
| CONTINUITA'      | Capacità del sistema di funzionare senza interruzione per l'intera durata dell'operazione che l'utente deve condurre (ad esempio: l'atterraggio di un aeromobile)      |
| DISPONIBILITA'   | Percentuale di tempo in cui, su una certa area geografica, sono pienamente garantiti i livelli nominali di Accuratezza, Integrità e Continuità                         |

Parametri di performance di un Global Navigation Satellite System (GNSS)

di raccogliere i segnali provenienti dai satelliti GPS in vista e trasmetterli via radio ad un gruppo di cinque altre stazioni chiamate CPF (*Central Processing Facility*), dislocate presso quattro località dette MCC (*Mission Control Centre*), una delle quali si trova a Ciampino, in Italia (le altre sono in Germania, Regno Unito e Spagna). Le CPF hanno il compito, tramite complessi calcoli, di generare i segnali di correzione differenziale e le informazioni di integrità per ciascun satellite sotto osservazione. Da notare che EGNOS utilizza un proprio riferimento temporale chiamato ENT (*EGNOS Network Time*), agganciato all'UTC (*Universal*



La vostra soluzione  
**GIS mobile** ad un  
prezzo mai visto.

## Trimble Juno SC

**Numero di canali**  
12 GPS L1 Codice (EGNOS incluso)

**Comunicazioni**  
Wi-fi, Bluetooth, microSD, USB,  
data modem 3.5G

**Processore**  
533MHz

**Memoria interna**  
128 Mb RAM / 128Mb Flash non volatile

**Fotocamera**  
3 Megapixel

**Batteria**  
8 - 14 ore

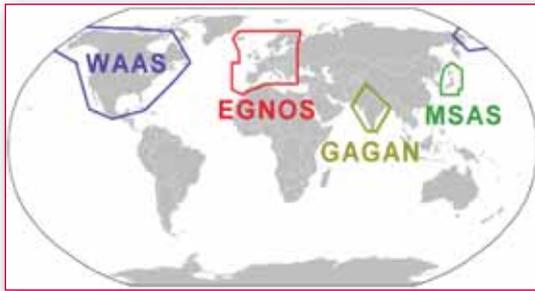
**Peso**  
230 grammi



Vostro a  
**€ 883**  
(IVA esclusa)



Par informazioni e disponibilità:  
Crisel srl - Clivo di Cinna, 196 00136 Roma  
Tel. 06 35498681 Fax 06 35498686  
info@crisel.it www.crisel.it  
www.criselsurvey.it



Le infrastrutture SBAS regionali attualmente esistenti al mondo.

Time Coordinated): dunque, tutte le correzioni differenziali trasmesse da EGNOS sono riferite al sistema ENT. Una volta prodotte, queste informazioni vengono inviate – sempre via radio (con un data rate di 1Hz) – ad un ulteriore gruppo di sei stazioni di terra chiamate NLES (Navigation Land Earth Stations), il cui compito è di trasmettere i segnali ricevuti allo Space Segment. Lo Space Segment è costituito (a differenza di quanto accade per il GPS) da semplici *transponder* installati a bordo di tre satelliti per telecomunicazioni geostazionari, orbitanti a 36.000 km di quota: si tratta di due *Inmarsat-3* (rispettivamente collocati sull'Oceano Atlantico orientale e sull'Africa) e del satellite *Artemis* dell'ESA (collocato sull'Africa). Ciascun satellite è caratterizzato, come i satelliti GPS, da un codice PRN (*PseudoRandom Noise*) univoco e da un identificatore NMEA univoco, in modo tale da poter essere identificati senza ambiguità dai ricevitori di terra. La loro posizione è sul piano equatoriale a tre differenti longitudini, tali da garantire la diffusione dei segnali sull'intera area dei paesi dell'ECAC. I tre satelliti non fanno altro che ritrasmettere verso terra, direttamente ai ricevitori mobili, i segnali di correzione ed integrità ricevuti dal Ground Segment. In realtà il lavoro è svolto da soli due dei tre satelliti citati: il terzo è infatti utilizzato come riserva e per operazioni di test e di validazione. I segnali raggiungono così lo User Segment costituito dai ricevitori mobili GPS, che dovranno avere a bordo una componente tecnologica aggiuntiva per la gestione dei segnali di EGNOS (attualmente molti dei ricevitori in commercio implementano già questa compatibilità).

L'ESA ha pensato di offrire anche un servizio, sempre gratuito, di accesso ai dati di EGNOS scaricabili dalla Rete. Il servizio, denominato SISNet (*Signal In Space through the interNET*), operativo già dal 2006, permette l'impiego di EGNOS anche in aree dove i satelliti geostazionari sono mascherati, oppure quando il ricevitore non possiede la compatibilità con EGNOS (deve comunque essere in grado di integrare le correzioni differenziali e le informazioni di integrità). Per usufruire del servizio bisogna ovviamente avere a disposizione una connessione internet tipicamente di tipo mobile (GSM, GPRS, ecc.). La Commissione Europea ha varato un ulteriore progetto denominato EDAS (*EGNOS Data Access System*) che integra le funzionalità del sistema SISNet e le estende con servizi di trasmissione radio dei dati di EGNOS in varie modalità.

Un breve cenno alle performance del sistema EGNOS sarà oggetto di approfondimenti successivi in relazione ai vari ambiti applicativi. In termini di accuratezza, infatti, EGNOS consente un miglioramento sensibile rispetto al GPS *standalone* (cioè un errore medio inferiore ai 2 m, come ordine di grandezza). Inoltre, il sistema fornirà le informazioni di integrità necessarie alla validazione dei segnali GPS: soglie di confidenza (affidabilità) del calcolo di posizione e sistema di alert (in meno di 6 secondi)



Schema generico di un sistema di controllo multifunzione terrena, area, civile e militare.



Dislocazione delle infrastrutture del WAAS, il sistema SBAS del Nord America.

per ogni eventuale problema di decadimento sottosoglia dell'integrità del segnale (requisiti imprescindibili in campo aeronautico). EGNOS fornirà poi miglioramenti nell'accuratezza e sincronizzazione temporale con l'UTC. Tutte queste caratteristiche consentiranno un ulteriore incremento della disponibilità e della qualità dell'informazione di posizionamento.

**Abstract**

**EGNOS: Europe's GPS Augmenting System**

Today, the actual positioning satellite technology allows a great number of civil applications for our life, but many of them are not yet achievable due to the low level of performance of the positioning service actually available. To use GPS for specific applications for which it was not initially designed, industry and researchers have been designing and implementing technologies to improve its performances. This complementary systems, known as "augmentation systems", are made up of ground-base (GBAS), space-based (SBAS) or receiver-level infrastructures and technologies. In this second article we continue to explore the GNSS technologies, presenting a summary of the existing SBAS infrastructures, with the focus on EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay System).

**Autore**

GIANLUCA PITITTO  
GPITITTO@RIVISTAGEOMEDIA.IT



La distanza più breve fra due punti  
non è quella per tornare ai treppiedi.

## STAZIONE TOTALE TRIMBLE S8



"Avanti e indietro dall'ufficio": probabilmente l'aspetto più odiato dai topografi. Insieme, forse, all'esclamazione "di nuovo".

La tecnologia Trimble® VISION™ aumenta il livello di produttività della stazione totale Trimble S8 riducendo drasticamente la necessità di tornare ai treppiedi. Ora dal controller potete vedere tutto ciò che vede lo strumento.

Perché tornare indietro? Con l'EDM dalla portata più lunga potete restare fermi, mantenere i piedi all'asciutto e usare il vostro controller per mirare e acquisire le misurazioni su superfici senza riflesso, a più del doppio della distanza a cui eravate abituati.

Trimble S8 vi mette a disposizione anche lo streaming video dal vivo con i dati rilevati sullo schermo, a supporto del vostro lavoro. Grazie alla documentazione fotografica avete la verifica visiva di tutti i dati prima di lasciare il cantiere, eliminando il costo di dover fare avanti e indietro.

Trimble VISION è l'ultima di una lunga serie di innovazioni, studiate per rendere più produttivo il vostro lavoro in campagna: sul campo, in ufficio e ovunque vi conducano le possibilità.

