

Nuovi orizzonti nel controllo del traffico aereo

ENAV affronta la sfida satellitare

A cura di Giovanni Del Duca

L'evoluzione dei sistemi GNSS, è ormai evidente, copre diversi ambiti applicativi a diversi livelli: si va dall'utilizzo personale del posizionamento satellitare fino a quello, molto più critico, del posizionamento nell'ambito della gestione del traffico aereo. Proprio in questo settore, in grande crescita visto il grande aumento della domanda di spostamenti aerei in ambito commerciale e civile, si è attivata ENAV - La società nazionale per l'assistenza al volo che, anche tramite la ricezione dei nuovi progetti europei sul GNSS, si pone in una posizione assolutamente all'avanguardia.



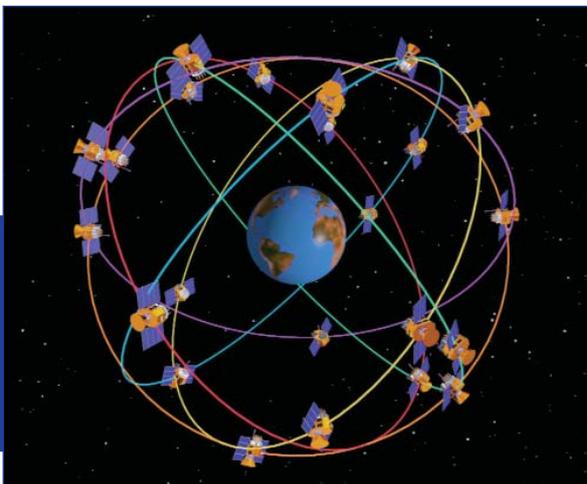
Oggi per gestire il traffico aereo e per identificare la posizione degli aeromobili si usano delle testate radar posizionate sul territorio. I segnali radar arrivano sui monitor dei Centri di controllo del traffico aereo e oltre a segnalare al controllore posizione, quota e velocità, è anche possibile visualizzare il codice dell'aereo in cui sono sintetizzati tutti i dettagli del volo: ovvero tipo di aeromobile e compagnia aerea. Nel prossimo futuro, visto l'esponenziale aumento delle movimentazioni aeree si renderà necessario un sistema che sia ancora più preciso ed immediato rispetto alla rete radar. Il sistema satellitare è la soluzione. In questo modo le distanze di sicurezza tra gli aeromobili, previste dai regolamenti internazionali, potranno essere diminuite così da consentire un traffico più fluido con gli stessi standard di sicurezza. In realtà il mondo aeronautico è in continua evoluzione dal punto di vista delle sperimentazioni legate sia a progetti satellitari che alla riorganizzazione dello spazio aereo e delle rotte: in questo contesto rientra l'utilizzo dell'attuale costellazione GPS.

La componente spaziale del sistema GPS è costituita da 24 satelliti operativi disposti in 6 piani orbitali ognuno dei quali ne contiene 4. I piani orbitali hanno un'inclinazione rispetto all'equatore di 55°, l'altezza orbitale è di 20.200 chilometri ed il periodo orbitale di ogni satellite è di circa 1 ora e 58 minuti. Tutti i satelliti trasmettono i propri segnali, caratterizzandoli con un particolare codice di identificazione, alle stesse 2 frequenze L1 ed L2 (rispettivamente 1.575,42 MHz e 1.227,6 MHz). I satelliti adottati sono a tre assi stabilizzati, sono dotati di pannelli solari e di una batteria per i periodi di eclissi e sono equipaggiati fra l'altro con un orologio atomico. La vita media dei satelliti del Blocco II GPS (II, II A e II R) varia dai 7,5 ai 10 anni.

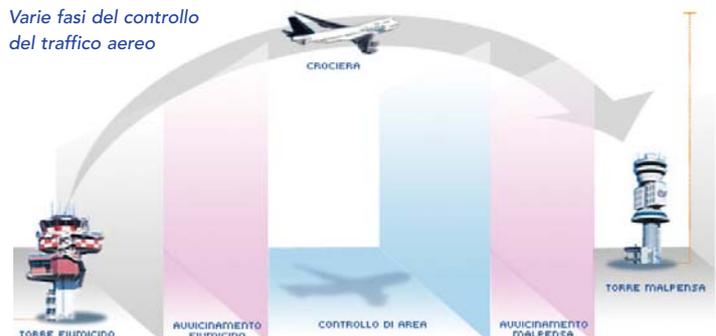
Il ruolo di ENAV

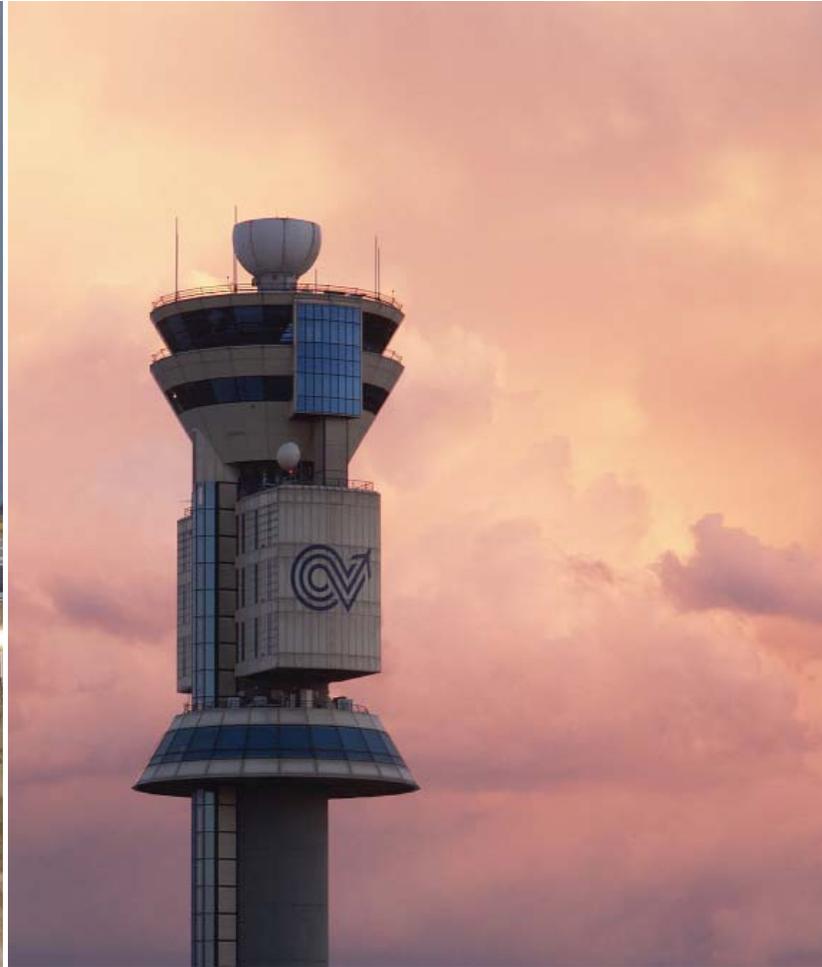
In Italia il controllo del traffico aereo è affidato ad ENAV S.p.A., la Società nazionale per l'assistenza al volo che, con i suoi 3300 dipendenti - due terzi dei quali impegnati in attività operative - fornisce i servizi di terminale (avvicinamento, decollo, atterraggio) dalle Torri di Controllo di 39 aeroporti sparsi su tutto il territorio nazionale, compresi i servizi di rotta dai 4 Centri di Controllo d'Area di Roma, Milano, Padova, Brindisi. Attraverso queste complesse unità operative la società fornisce ogni giorno, 24 ore su 24, i

Schematizzazione della costellazione satellitare GPS



Varie fasi del controllo del traffico aereo





Divisione degli spazi aerei

servizi del traffico aereo assicurando la fluidità e la regolarità del traffico, in assoluta sicurezza.

ENAV gestisce attualmente più di 2 milioni di voli l'anno, in media oltre 6000 al giorno. Ma questo è un dato destinato a crescere nel medio e lungo periodo.

Le previsioni di crescita dell'aviazione commerciale e del traffico aereo indicano, infatti, che la domanda continuerà a crescere nel prossimo secolo in modo significativo sino ad un punto in cui essa non potrà essere soddisfatta dagli attuali sistemi, schemi e concetti operativi dell'ATM (Air Traffic Management).

Lo scenario europeo previsto a

medio termine, indica che entro il 2020 si avrà complessivamente un raddoppio della domanda di traffico rispetto ai livelli di traffico del 1995.

ENAV, in un impegno congiunto con molti partner e sotto l'egida di organizzazioni internazionali, si è attivata per trasformare in realtà il consistente lavoro svolto dall'ICAO (International Civil Aviation Organization).

Più in particolare, il Centro Simulazione e Sperimentazione (CSS) di ENAV conduce attività di Ricerca e Sviluppo a livello nazionale e internazionale, fornendo supporto alle varie Funzioni dell'Area Operativa nelle fasi di sperimentazione e validazione pre-operativa di nuovi concetti ATM, procedure e sistemi. Il Centro si avvale dell'esperienza di un team qualificato di ingegneri, tecnici e controllori del traffico aereo attraverso cui la società partecipa attivamente a tutte le fasi di sviluppo dei sistemi di controllo del traffico aereo.

Il team del CSS ha, inoltre, maturato importanti esperienze e capacità di simulazione e sperimentazione in tutti i settori e lavora in cooperazione con gli analoghi Centri di Ricerca e Sviluppo europei, come l'Experimental Centre a Bretigny di EUROCONTROL (Organizzazione europea per la sicurezza della navigazione aerea), CENA (Francia), NLR (Olanda), DLR (Germania), con enti intergovernativi e le più importanti realtà industriali del settore.

La Società italiana per l'assistenza al volo è, infatti, partner e talvolta leader in numerosi progetti internazionali tesi a modificare l'attuale assetto delle *strade del cielo*.

E' notizia recente la conclusione della prima fase del programma SESAR (Single European Sky ATM Research), un'iniziativa lanciata dalla Commissione Europea per fornire al Cielo Unico tutti gli elementi innovativi in grado di permettere la realizzazione di un nuovo sistema di gestione del traffico aereo pan-europeo ed interoperabile. Il progetto si propone infatti di unire aspetti tecnologici, operativi ed economici, accogliendo la crescente domanda di traffico, mantenendo i record di sicurezza odierni, dimezzando i costi e sviluppando una forte sensibilità alle problematiche ambientali. In particolare entro il 2020 si calcola un risparmio totale per il sistema di circa 40 miliardi di euro così suddivisi: 9 miliardi in meno grazie all'aumento di capacità dello spazio aereo, 8 miliardi di euro risparmiati per una maggior efficienza del servizio di gestione del traffico, una riduzione di 50 milioni di tonnellate di carburante (pari a 8 miliardi in meno), 2 miliardi risparmiati per il contenimento degli effetti dovuti alle avverse condizioni meteo. Inoltre la riduzione dei ritardi dovuti ad una maggior efficienza del sistema si tradurrà in un risparmio di quasi 13 miliardi di euro per i passeggeri.

Immagine dal Centro di Controllo d'Area di Roma, il più grande d'Europa



I progetti satellitari di ENAV

Per quanto riguarda, invece, i progetti satellitari, ENAV per prima è stata promotrice di una piattaforma comune in Europa; ha contribuito fin dall'inizio all'*European Geostationary Navigation & Overlay Service* – EGNOS – il sistema di potenziamento sviluppato dall'Europa e che avrà un margine di errore più basso rispetto al GPS.



Il sistema di potenziamento o EGNOS - European Geostationary Navigation & Overlay Service

ENAV infatti ospita, nell'aeroporto di Ciampino, uno dei quattro Mission Control Centre (MCC) europei di EGNOS, ed ha, tra l'altro, concentrato i propri sforzi verso la Commissione Europea e l'Agenzia Spaziale Europea per dimostrare la possibile estensione del servizio EGNOS all'area est del Mediterraneo, con il progetto MIDAN. Inoltre il personale ENAV fornisce, con la propria partecipazione, un costante contributo alle attività di Eurocontrol, finalizzate a garantire la sicurezza delle operazioni GNSS.

Il Global Navigation Satellite System è un impianto globale di navigazione satellitare composto dallo statunitense GPS (Global Positioning System), dal russo GLONASS (Global Navigation Satellite System) e in futuro dal sistema europeo Galileo, oltre a sistemi per il miglioramento del segnale come EGNOS, GBAS, etc.

Il messaggio EGNOS è trasmesso sulla stessa frequenza del GPS L1 ossia 1575,42 MHz. Esso contiene sia correzioni di tipo *fast*, relative ad errori che cambiano rapidamente, sia di tipo *slow*.

L'ENAV ha finanziato direttamente il programma europeo per la navigazione satellitare (EGNOS) ed altri programmi di ESA correlati ad esso, per un totale di circa 78 milioni di euro. Di notevole importanza, in aggiunta, anche un progetto nazionale denominato SENECA, condotto insieme ad ASI – per un costo totale di circa 38 milioni di euro derivati dai fondi della legge 10/2001 – allo scopo di realizzare a livello nazionale un'infrastruttura per il monitoraggio del segnale satellitare nello spazio aereo nazionale.

Il sistema GNSS permetterà atterraggi con ridotta visibilità, questo grazie anche ad ENAV che farà presto delle sperimentazioni nell'aeroporto di Linate. EGNOS sarà disponibile entro il 2015.

La sfida di Galileo

Il sistema GALILEO, iniziativa della Unione Europea (EU) e della European Space Agency (ESA), costituisce il sistema di Navigazione Satellitare Europeo dedicato ad usi civili. Per quel che riguarda le applicazioni aeronautiche, tale sistema è previsto poter supportare tutte le operazioni sino ad avvicinamenti CAT I (il termine CAT fa riferimento alla categoria di aeroporto; con le categorie vengono identificati gli aeroporti attrezzati agli avvicinamenti con bassa visibilità: la CAT III è la più avanzata, in cui è possibile atterrare anche in condizioni di visibilità molto ridotta. *NdR*).

ENAV è impegnata in diverse attività collegate allo sviluppo di tecnologie satellitari ed in particolare nella realizzazione delle condizioni per un'efficace utilizzazione de sistemi di posizionamento satellitare per la navigazione aerea, oltre a garantire condizioni ottimali nel processo di transizione da EGNOS a GALILEO.

Il segmento spaziale del sistema GALILEO è progettato per essere composto da una costellazione di 30 satelliti (27 operativi e 3 spares) disposti su 3 piani orbitali inclinati 56° rispetto all'equatore orbitanti ad una altitudine di circa 23.222 Km. È previsto che il satellite trasmetta in banda L, il suo payload è ridondato. La posizione del satellite nell'orbita è stata studiata in modo tale da consentire ai pannelli solari di essere perennemente esposti ai raggi diretti del sole.

Il segmento terrestre del sistema GALILEO Ground Control System è composto da un *Navigation System Control Center* (NSCC), una rete globale di Stazioni di Orbitografia e Sincronizzazione (OSS) ed una serie di stazioni di tracking remoto, telemetria e comando (TT&C). Ogni OSS effettua delle misurazioni che vengono inviate al NSCC insieme ai navigation messages provenienti dai satelliti GALILEO, ad informazioni meteorologiche ed altri dati.

Altri componenti del NSCC sono: le *Satellite Control Facilities* (SCF) che effettuano la manutenzione dei satelliti, controllano le orbite ed operano telemetria e controllo a distanza tramite le stazioni TT&C; le *Orbitography and Synchronisation Processing Facility* (OSPF), che calcolano le effemeridi per ogni satellite, l'offset degli orologi a bordo, ed effettuano una predizione di questi parametri per generare il SISA (*signal in-space accuracy*); le *Precision Timing Station* (PTS), che, comprendendo gli orologi atomici ad alta precisione, generano il *GALILEO System Time* (GST), cioè il riferimento di tempo del sistema ed infine la *Navigation Control Facility* (NCF), che si occupa di controllare, monitorare e gestire gli OSPF, OSS, PTS ed NCF. Esiste inoltre un'interfaccia esterna al sistema, la *Service Centres Interface*, che si occupa di gestire la comunicazione con entità esterne.

Il sistema è progettato per trasmettere 10 tipi di segnale. Sei segnali saranno accessibili a tutti gli utenti sulle frequenze portanti E5a (1176,45 MHz), E5b (1207,14 MHz) ed L1 (1575,42 MHz). Offriranno l'*Open Service* (OS) ed il servizio *Safety of Life* (SoL). Due segnali saranno criptati e trasmessi sulla frequenza portante E6 (1278,75 MHz) ed offriranno il *Commercial Service* (CS). Infine 2 segnali saranno criptati e trasmessi sulle 2 frequenze portanti E6 (1278,75 MHz) ed E2-L1-E1 (1575,42 MHz) ed offriranno il così denominato *Public Regulated Service* (PRS).

GBAS: Ground Based Augmentation System

Il *Ground Based Augmentation System* – GBAS – è un sistema di potenziamento locale del GPS previsto complementariamente alle prestazioni GPS/EGNOS/GALILEO, allo scopo di consentire le più spinte applicazioni in fase di atterraggio di precisione. Esso è composto di 2 sottosistemi: il sottosistema di terra e quello di bordo.

Per quanto riguarda il primo è costituito da 2 o più ricevitori GNSS di riferimento, da una stazione di processamento dati ed una o più antenne VDB per la diffusione agli utenti dei dati in VHF. I ricevitori GNSS calcolano gli *pseudo-ranges* per i satelliti in vista, la stazione di processamento calcola le correzioni differenziali basandosi sulle posizioni note delle antenne dei ricevitori ed invia tramite le antenne VDB il messaggio di correzione al ricevitore di bordo. Il trasmettitore diffonde inoltre i parametri di integrità e altri dati di diversa natura, ad esempio il modello atmosferico e i dati in WGS84 sul FAS – *Final Approach Segment* (includendo la soglia di atterraggio e la soglia di attraversamento verticale), in modo da definire la traiettoria nello spazio da perseguire per effettuare un avvicinamento di precisione.

ENAV, nell'ambito del programma GFTI (*GBAS Flight Trials in Italy*), ha installato presso l'aeroporto di Linate un sistema GBAS, al momento in fase di upgrading presso Stoccarda. L'upgrading HW/SW è finalizzato al soddisfacimento del requisito di accuratezza per avvicinamenti CAT 1 ed ai requisiti di *ranging source monitoring*, come prescritti dall'annesso 10 ICAO emendamenti 76-77.

Il sistema aggiornato sarà installato presso l'aeroporto di Palermo Punta Raisi per la sperimentazione.

Per quanto riguarda invece il sottosistema di bordo, esso è costituito da un ricevitore GNSS che riceve e decodifica i segnali dai satelliti, un ricevitore VDB che riceve e decodifica i messaggi trasmessi dal sottosistema di terra GBAS e da un processore che elabora i dati ricevuti dai 2 ricevitori di cui



sopra e fornisce la nuova posizione corretta al pilota.

Il sistema GBAS è previsto che debba fornire – in vari step – prestazioni atte a supportare avvicinamenti di precisione sino alla CAT III. In particolare GBAS operativi capaci di

avvicinamenti CAT I sono previsti nel 2010, GBAS CAT II e III sono previsti operativi intorno al 2012. È previsto che a medio-lungo termine il GBAS possa supportare procedure avanzate quali avvicinamenti curvilinei e su runway parallele così come applicazioni di navigazione A-SMGCS e di sorveglianza ADS-B. In particolare le tipologie di servizio che possono essere fornite dal GBAS sono le seguenti:

GBAS Approach Service

L'Approach Service provvede alla guida fornendo le deviazioni orizzontale e verticale rispetto a un definito FAS (*Final Approach Segment*).

GBAS Positioning Service

Il Positioning Service fornisce informazioni di posizione orizzontale, velocità e tempo per supportare l'operazione di navigazione in varie fasi del volo (in rotta, segmento iniziale, intermedio e partenze) ed altre applicazioni (ad esempio sorveglianza ADS, supporto alla navigazione su superficie aeroportuale).

Naturalmente il servizio GBAS dipende dalla presenza nella zona di servizio di un sistema GNSS operante sia esso GPS, EGNOS o GALILEO.

La copertura del sistema – che comunque è locale – dipende dal servizio che il GBAS è chiamato a supportare. Il GBAS nel suo volume di servizio può servire contemporaneamente un numero di utenti illimitato.

La cartografia digitale aeroportuale

Il GPS in campo aeronautico attualmente è utilizzato anche per produrre la cartografia digitale sugli aeroporti. Il sistema realizzato dall'ENAV per costruire queste mappe utilizza una nuova tecnologia interamente italiana. Il processo si articola in due fasi: quella della raccolta dati e quella della loro elaborazione e gestione.

Nella prima fase si utilizzano due aeromobili – il primo dei quali è munito di camera fotogrammetrica, ossia uno strumento in grado di produrre immagini aeree con alta precisione. L'altro veicolo è invece equipaggiato con un laser-scanner ad alta risoluzione per il rilievo morfologico del terreno. Questo laser non solo ha la capacità di rilevare l'andamento del suolo, ma anche di ciò che di artificiale o di naturale si trova sopra l'area scansionata (alberi, edifici, e così via).

Durante il volo le coordinate degli apparecchi sono costantemente controllate attraverso sistemi di rilevazione GPS, mentre ulteriori rilievi altimetrici e di posizione sono effettuati dal suolo. La precisione che si ottiene è molto

interessante, con mappe che hanno una approssimazione massima di 50 cm.

Questa precisione migliora mano a mano che ci si avvicina all'aeroporto, raggiungendo i pochi centimetri all'interno dell'aerospazio o nelle sue immediate vicinanze.

Il sistema di scansione con i due aerei è già predisposto per il trattamento e la diffusione telematica dei dati consentendo quindi la navigazione tridimensionale. Ottenere rappresentazioni in 3D con questa precisione è un'operazione estremamente complessa, al punto tale che per la realizzazione della mappa di un solo aeroporto e dei suoi dintorni occorrono in media fra le 30 e le 50 settimane. I dati, una volta raccolti, confluiscono in un database chiamato TOD, acronimo di *Terrain Obstacle Database*, che li amministra e li etichetta.

Il tutto può però essere gestito da una workstation o anche da un normale PC.

Tra l'altro, è proprio nel trattamento delle informazioni che la tecnologia ENAV si distingue in quanto l'unicità non sta nella raccolta dei dati, ma nella loro gestione. Il sistema informatico, infatti, anche quando la mappa è stata realizzata continua a configurare, aggiornare e conservare tutti i dati e le varie informazioni correlate. Inoltre ogni dato è protetto da un particolare algoritmo in grado di individuare possibili errori.

Conclusioni

Come desunto dall'articolo, è chiaro quanto ENAV si stia impegnando nel mettere in campo tutte le risorse possibili per favorire il sistema di navigazione aerea basato sui satelliti. L'inizio di questa *nuova era* nel controllo del traffico aereo porterà benefici a tutto il comparto aereo, ai service provider, alle compagnie aeree ed ai passeggeri.

I molti vantaggi del sistema satellitare rispetto a quello di sorveglianza radar si traducono dunque in una maggiore capacità e fruibilità dello spazio aereo senza per questo pregiudicare i fondamentali standard di sicurezza. **G**

Autore

GIOVANNI DEL DUCA - Responsabile dei progetti satellitari di ENAV S.p.A Roma
tel.06.81.66.1 - ufficiostampa@enav.it

Abstract

New horizons in flight control management: ENAV faces GNSS

ENAV – the Italian company for air navigation services – is operating on various satellite projects dedicated to flight traffic management, together with other European providers, to resolve increasing flight movements. The actual GNSS – GPS, Glonass and Galileo – already used for maritime, ground and aerial transportation, is ENAV's working objective. ENAV is also active on EGNOS (European Geostationary Navigation & Overlay Service), the satellite augmented system developed by the EU that will provide a lower GPS error margin.

Immagine satellitare del terreno in prossimità dell'aeroporto di Malpensa

