

# GNSS User Technology Report 2020

di Marco Lisi



**Un riferimento indispensabile per tecnici ed operatori del settore geomatico**

L'anno 2020, seppur tragicamente segnato dalla pandemia, è stato caratterizzato, per quanto riguarda il mondo GNSS, da eventi importanti, sia a livello di sistemi globali che di nuovi, fondamentali servizi.

Il rapporto della GSA inizia appunto con visione d'insieme dei più recenti sviluppi e delle tendenze future. È ormai consolidata la situazione dei quattro sistemi globali: GPS, GLONASS, Galileo e Beidou (figura 1).

Sia Galileo che Beidou sono di fatto entrati nella piena operatività e con essi ci sono attualmente più di 100 satelliti GNSS in orbita MEO ("Medium Earth Orbit"), con la conseguente disponibilità per ciascun utente ovunque nel mondo di un numero elevato di satelliti in visibilità.

Questa situazione non è tuttavia statica: mentre i due GNSS storici, GPS e GLONASS, proseguono la loro modernizzazione (GPS con il lancio dei satelliti GPS-III di terza generazione, GLONASS con il dispiegamento dei satelliti GLONASS-K, funzionanti anche in modalità

È stata recentemente pubblicata dalla European Global Navigation Satellite Systems Agency (GSA), che cambierà presto il suo nome in EuSPA (European Space Programme Agency), la terza edizione dello "GNSS User Technology Report" (2020). Il documento è liberamente scaricabile dal sito della GSA: [https://www.gsa.europa.eu/sites/default/files/uploads/technology\\_report\\_2020.pdf](https://www.gsa.europa.eu/sites/default/files/uploads/technology_report_2020.pdf)

Il rapporto è un'autentica miniera di informazioni, sia sui sistemi GNSS attualmente in operazione (con i loro più recenti sviluppi) che sulle tecnologie dei ricevitori, nei vari mercati (governativo, professionale, "consumer"). Più di cento pagine dense di aggiornamenti tecnici, statistiche sui differenti mercati, informazioni sui fornitori di circuiti integrati, ricevitori e servizi ad essi associati, distinti per tipologia di applicazione e di settore merceologico.

Questo documento era nato nel 2016 per complementare un precedente rapporto, il "GSA GNSS Market Report", pubblicato per la prima volta nell'ormai lontano 2010 ed attualmente alla sua sesta edizione (anche questo rapporto è scaricabile gratuitamente dal sito GSA: [https://www.gsa.europa.eu/system/files/reports/market\\_report\\_issue\\_6.pdf](https://www.gsa.europa.eu/system/files/reports/market_report_issue_6.pdf)).

I due documenti vengono aggiornati ad anni alterni, per cui il prossimo Market Report sarà emesso nel 2021.

Nati per documentare lo sviluppo delle applicazioni Galileo ed EGNOS in Europa, le due pubblicazioni sono di fatto diventate un riferimento a livello internazionale sullo stato dei sistemi GNSS e dell'infrastruttura mondiale PNT ("Positioning, Navigation and Timing), nonché delle tecnologie ad esse collegate.

CDMA e quindi maggiormente compatibili con le altre costellazioni), la Commissione Europea e l'ESA hanno intrapreso gli sviluppi della seconda generazione di Galileo, G2G (per "Galileo Second Generation").

Fanno parte essenziale dell'infrastruttura PNT ("Positioning, Navigation, and Timing") mondiale anche i sistemi regionali (l'indiano NavIC ed il giapponese QZSS) ed i numerosi sistemi SBAS ("Satellite-Based Augmentation Systems"), cioè quei sistemi che trasmettono da satellite su base regionale informazioni atte a migliorare le prestazioni (accuratezza, continuità, integrità) dei ricevitori GNSS (figura 2).

Per quanto riguarda i servizi, una prima affermata tendenza, ben sottolineata nel rapporto, è quella di fornire, da parte di ciascun GNSS, almeno due segnali "Open" (cioè accessibili a tutti e gratuiti), permettendo quindi la diffusione di ricevitori multi-frequenza per applicazioni civili, anche "mass market", con notevoli vantaggi in termini di accuratezza e di resistenza alle interferenze. Molti degli smartphone di classe medio-alta di ultima generazione già oggi funzionano in modalità multi-frequenza e multi-costellazione ("Dual-Frequency, Multi-Constellation", DFMC), offrendo accuratezze di posizionamento dell'ordine del metro. Si parla a ragione di una "democratizzazione" della "High Accuracy", una volta riservata solo al mondo militare e ad alcune applicazioni civili molto di nicchia.

Ma la richiesta per una sempre maggiore accuratezza, motivata da nuove applicazioni (per esempio, l'agricoltura di precisione) e da nuove tecnologie (veicoli a guida autonoma, robot mobili, "outdoor

augmented reality"), ha anche giustificato l'introduzione di nuovi servizi a livello di sistema, quali il servizio Galileo HAS ("High Accuracy Service") ed il servizio CLAS ("Centimeter-Level Augmentation Service" del sistema QZSS. Il servizio HAS di Galileo è di fatto basato sul concetto di "Precise Point Positioning" (PPP), cioè sulla distribuzione

di correzioni di sistema agli utenti (essenzialmente sulle orbite e sugli orologi di bordo). La novità è che queste correzioni saranno distribuite dai satelliti Galileo stessi e non da altre costellazioni come nei servizi PPP commerciali, attraverso il segnale E6-B. Il servizio, completamente gratuito, completerà l'"Open Service" di Galileo, permettendo accuratez-

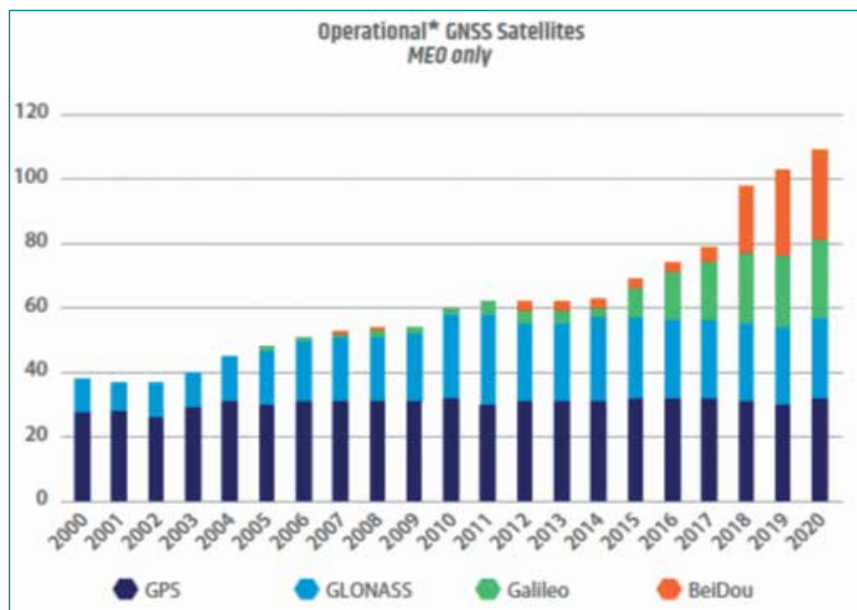


Fig. 1 - Evoluzione nel tempo delle costellazioni GNSS.

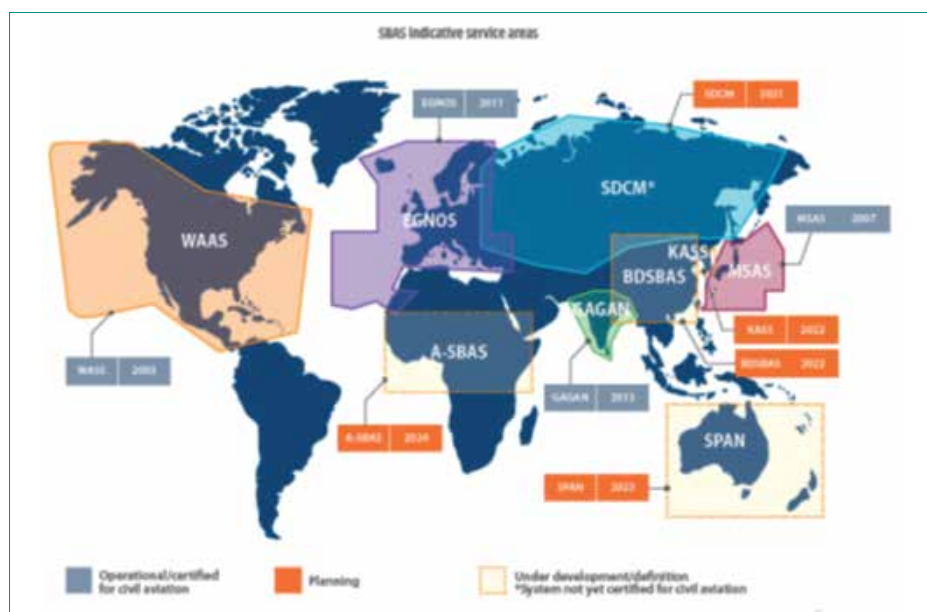


Fig. 2 - Situazione aggiornata dei sistemi SBAS.

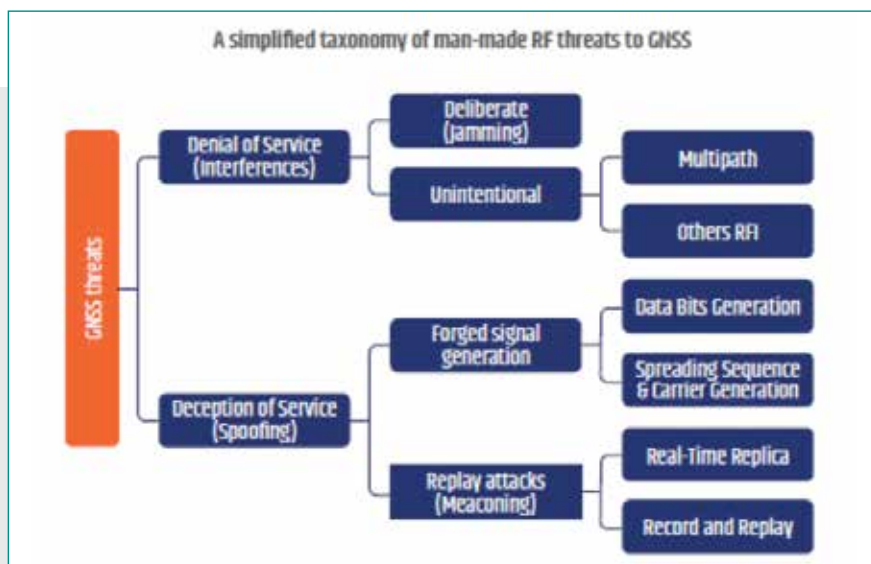


Fig. 3 - Le possibili minacce (non di origine naturale) ai sistemi GNSS

ze sul posizionamento assoluto dell'ordine di 20 centimetri. Insieme alla richiesta di maggiore accuratezza, è anche sempre più pressante l'esigenza di

sistemi GNSS più resistenti al "jamming" (interferenze, intenzionali e non) ed allo "spoofing" (diffusione di segnali contraffatti), nonché in grado di autenti-

care sé stessi (figura 3).

Quest'ultima esigenza è particolarmente sentita nel mondo delle transazioni commerciali, delle operazioni finanziarie e nelle applicazioni istituzionali.

Da qui l'introduzione in Galileo di due nuovi servizi, l'"Open Service Navigation Message Authentication" (OS-NMA) ed il "Commercial Augmentation Service" (CAS).

Il servizio OS-NMA (figura 4) opera sul segnale E1-B ("Open Service") ed è basato su una protezione a livello dei dati (il messaggio di navigazione) e sulla distribuzione di chiavi pubbliche ai ricevitori degli utenti.

Il servizio di autenticazione CAS opererà invece sul segnale E6-B ("Commercial Service") ed è basato su una protezione ("encryption") a livello del segnale, permettendo non solo la autenticazione del messaggio ma anche quella della misura di "ranging" (distanza dell'utente dal satellite).

Un'ampia parte del rapporto GSA è comprensibilmente dedicato alla tecnologia dei ricevitori GNSS, sempre più specializzati sulla base del tipo di applicazione e sulla integrazione con altre piattaforme di navigazione (per esempio quelle basate sulla navigazione inerziale, "Inertial Mobile Unit", IMU – figura 5) o con altri sistemi (5G, eLoran). Non deve essere poi sottovalutata la grande varietà di sensori attualmente disponibili in ogni smartphone, i quali possono tutti potenzialmente contribuire ad integrare e rendere più affidabili le informazioni del ricevitore GNSS (figura 6).

I ricevitori GNSS, miniaturizzati e spesso compresi in un unico circuito integrato ("chip"), si basano sempre più sul processamento digitale del segnale ("Digital Signal Processing", DSP) per la decodifica e la de-

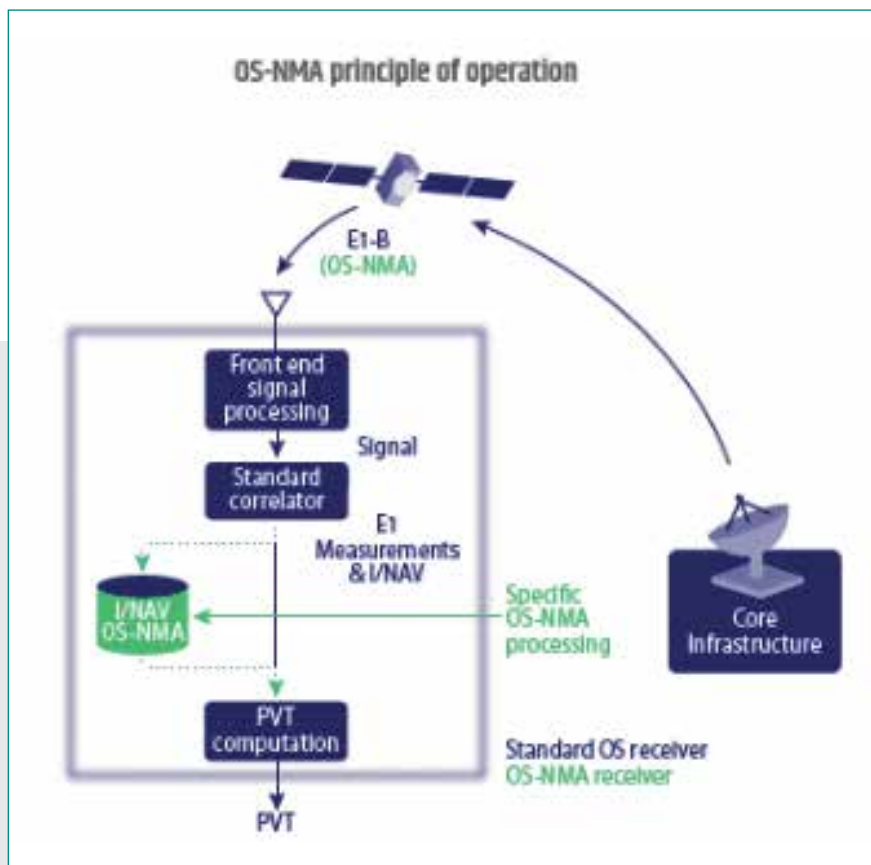


Fig. 4 - Architettura del servizio OS-NMA

modulazione (figura 7).  
 Il rapporto dedica un'approfondita analisi alle caratteristiche tecniche dei vari ricevitori disponibili in funzione delle loro applicazioni e del settore industriale al quale sono diretti che, a seconda dei casi, richiedono maggiore enfasi al requisito di basso consumo, ovvero a quello di accuratezza o di resistenza alle interferenze. Una sezione dedicata viene riservata al mondo sempre più strategico delle applicazioni che utilizzano i sistemi GNSS come riferimento di Tempo Universale (UTC), che si estendono dalle telecomunicazioni alle reti di distribuzione dell'energia elettrica, dalle reti finanziarie ai trasporti. Due dei sistemi attualmente più utilizzati per la sincronizzazione di stazioni (ad esempio, due nodi di una rete 5G) nel tempo e nella frequenza sono basati sulla ricezione di segnali da satelliti GNSS: il metodo "One-Way" (figura 8a) ed il più complesso metodo "Common View" (figura 8b).

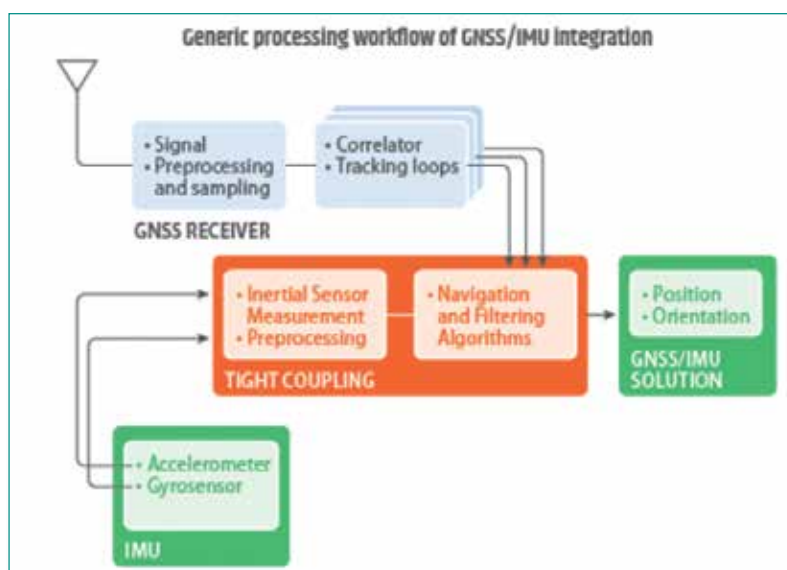


Fig. 5 - Integrazione del ricevitore GNSS con piattaforme di navigazione inerziale.

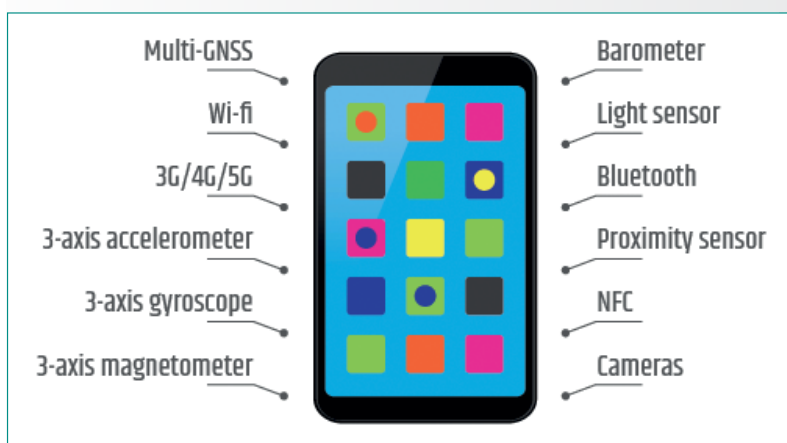


Fig. 6 - varietà di sensori disponibili in uno smartphone.

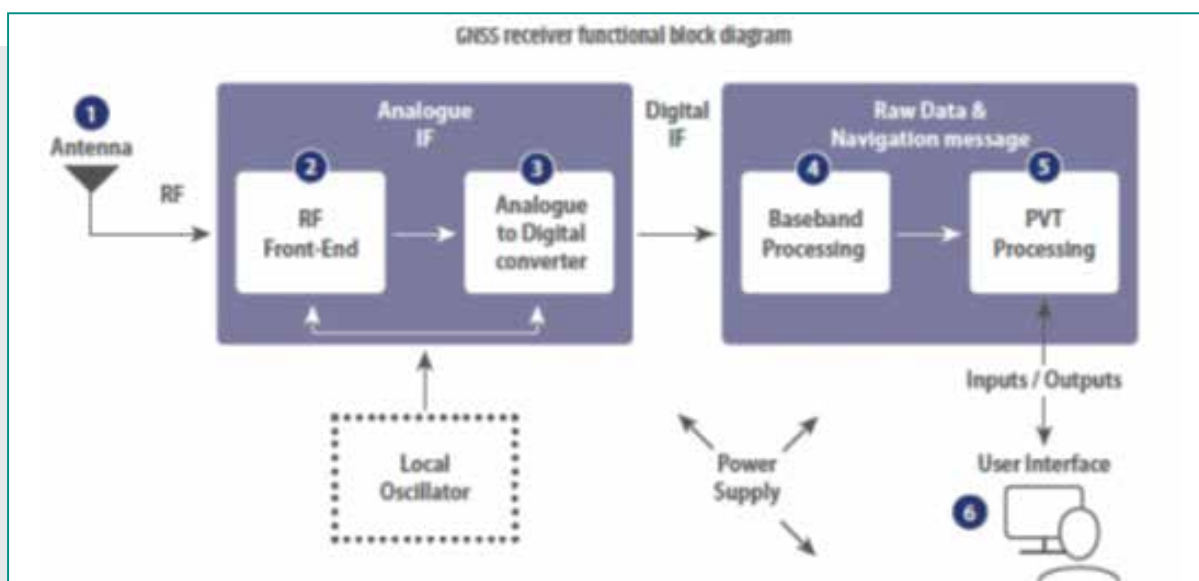


Fig. 7 - Architettura di un ricevitore GNSS.

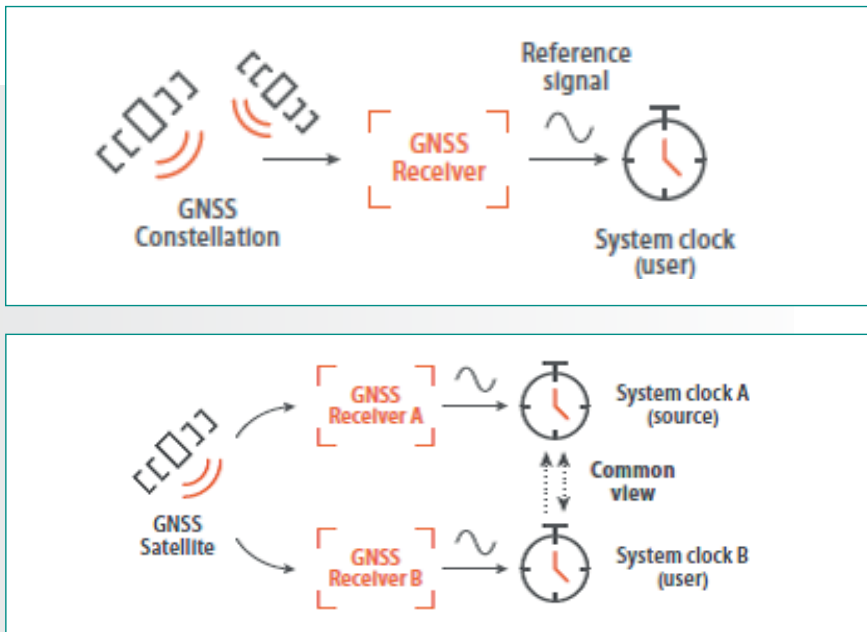


Fig. 8 -Metodo di sincronizzazione del tempo “One-Way”(a)e “Common View” (b).

Da notare che, con l'introduzione del servizio HAS di Galileo, che fornisce correzioni accurate sui vari parametri di riferimento del sistema, il metodo “One-Way”, più semplice, ma finora considerato meno accurato, potrebbe diventare molto interessante in varie applicazioni.

L'ultima sezione del rapporto GSA è dedicata al futuro dell'Agenzia stessa, cioè al suo nuovo ruolo di gestore di tutti i programmi spaziali dell'Unione Europea. La sfida principale sarà quella di sviluppare una sempre maggiore integrazione e sinergia fra i due programmi principali, Copernicus e Galileo (figura 9).

**Data from EU Space Programmes**

**GALILEO satellites** Broadcast signals including four different Galileo navigation messages that contain all the parameters that enable the receiver to compute the users location or a precise timing information.

**EGNOS satellites** Broadcast corrections and Integrity information for GPS satellites

**SENTINEL-1 Radar Mission**  
All-weather, day-and-night radar imaging satellite for land and ocean services

**SENTINEL-2 HR Optical Mission**  
Medium Res Multispectral optical satellite for observation of land, vegetation and water

**SENTINEL-3 MR Optical and Altimetry Mission**  
Measures sea-surface topography with a resolution of 300m, sea and land surface temperature and colour with a resolution of 1 km

**SENTINEL-4 GEO Atmospheric Chemistry Mission**  
Provides hourly updates on air quality with data on atmospheric aerosol and traces gas concentrations

**SENTINEL-5 LEO Atmospheric Chemistry Mission**  
Measures air quality and solar radiation, monitors stratospheric ozone and the climate

**SENTINEL-6 Altimetry Mission**  
Observes changes in sea surface height with an accuracy of a few centimeters

**SENTINEL-5P LEO Atmospheric Chemistry Mission**  
Global observation of key atmospheric constituents, including ozone, nitrogen, dioxide, sulphur dioxide and other environmental pollutants








Fig. 9 -Ipilastri dell'iniziativa spaziale dell'Unione Europea.

**PAROLE CHIAVE**

GNSS; GSA USER TECHNOLOGY REPORT; EUSPA; GPS; GLO-NASS; GALILEO; BEIDOU; QZSS; NAVIC; HAS; OS-NMA

**ABSTRACT**

The article introduces and summarizes the GNSS User Technology Report - 3rd Edition, recently issued by the European GNSS Agency (GSA). The report is a true mine of information about the Global Navigation Satellite Systems presently operational, their major services and applications, and the state-of-the-art of the user receivers.

**AUTORE**

MARCO LISI  
INGMARCOLISI@GMAIL.COM  
INDEPENDENT CONSULTANT  
AEROSPACE & DEFENSE

FAST & SIMPLE

## VERIFICA DELLE COSTRUZIONI

Presentazione del GTL-1000



TRACCIAMENTO/  
SCANSIONE

ELABORAZIONE

VERIFICA

Un dispositivo rivoluzionario per i tracciamenti di cantiere e la scansione, in una singola configurazione. In combinazione con MAGNET Collage e ClearEdge3D Verity, il nuovo GTL-1000 fissa un nuovo standard nella verifica delle costruzioni, assicurando maggiore rapidità e qualità ai processi costruttivi.

 **TOPCON**