

# ID

4-2021

2040  
GLOBAL  
ECONOMY

AFGHANISTAN-ITALIA  
L'ULTIMO VOLO

LA CENTRALITA'  
DEL MARE NERO

GLI EFFETTI  
PSICOLOGICI  
DELLA PANDEMIA

**Turisti, cittadini e  
Altare della Patria**







FUTURO



# LA LOTTA ALLA STRATEGIA DEL TERRORE

Il *Global Navigation Satellite System* come rilevamento degli ordini esplosivi improvvisati (IED)

Salvatore DE MATTIA

**G**li IED (*Improvised Explosive Device*) sono annoverati tra i principali strumenti nella condotta della cd. "Asymmetric Warfare". In ambito militare l'esistenza di tale tipologia di ordigni non rappresenta, di per sé, un elemento di novità rispetto al passato. Quello che invece costituisce un fattore di discontinuità è proprio l'impiego quotidiano, diffuso e costante degli IED nelle recenti Operazioni, a dimostrazione che l'IED non è più considerato un "alternativo" mezzo di attacco, bensì lo strumento sul quale incentrare l'intera strategia del terrore.

In questo contesto il telerilevamento GNSS-R (*Global Navigation Satellite System - Reflected*) presenta diversi vantaggi se confrontato con altre tecniche esistenti con satelliti spettrometrici, radiometrici e applicazioni radar. Innanzitutto, grazie alla copertura globale e a tempo pieno fornita dai satelliti GNSS, l'impiego di questi segnali come fonti elettromagnetiche consentono misurazioni radar multi-statiche in banda "L".

Il principio di funzionamento passivo non richiede trasmettitori, essendo questi ultimi integrati nei satelliti

GNSS, permettendo così al sistema di essere leggero, compatto, ed economico: elementi fisico-costruttivi fondamentali per applicazioni di carattere militare con l'impiego di sistemi a pilotaggio remoto.

Sfruttando, altresì, le capacità di penetrazione dell'energia elettromagnetica all'interno del suolo si potrebbe implementare una possibile applicazione militare per rilevare la presenza di ordigni esplosivi improvvisati e mine, fungendo quale ulteriore capacità tecnologica per effettuare una ricognizione in specifici scenari operativi. In pratica, il segnale della banda "L" può interagire con i primi 10 cm, a seconda del livello di umidità del terreno e direzione dell'incidenza dell'onda elettromagnetica.

Un ricevitore all'uopo progettato potrebbe essere relativamente leggero e, pertanto, montato a bordo di un aereo senza pilota (UAV) controllato a distanza, evitando così la presenza umana sul campo.

I risultati scientifici dell'impiego di tale tecnica potrebbero confermare anche che, oltre ad identificare la presenza di un oggetto metallico sotto la superficie, potrebbero essere stimate le dimensioni, tramite pro-



cessing dei segnali ricevuti.

### Elaborazione del segnale

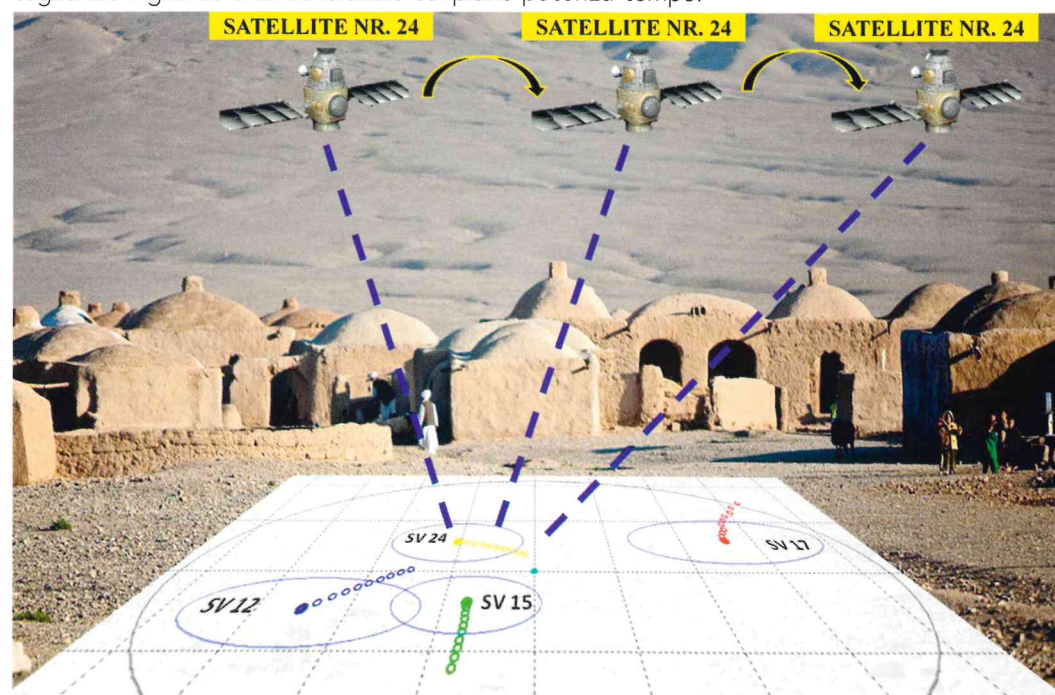
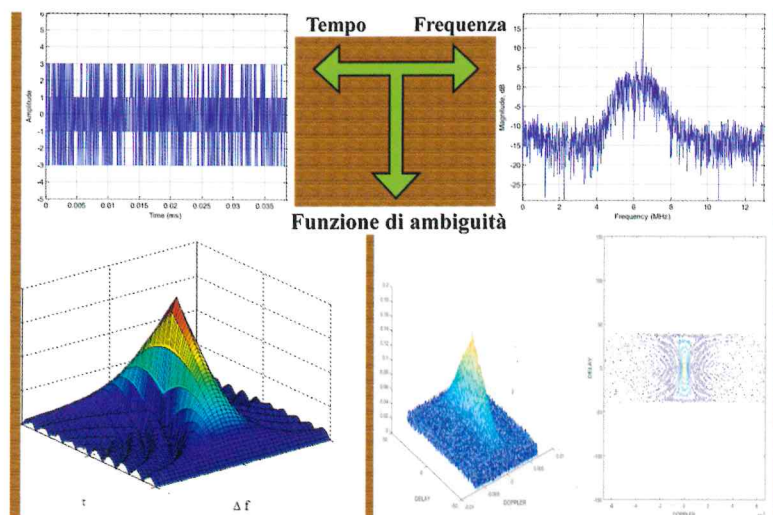
Ogni satellite GPS (*Global Positioning System*) trasmette un segnale portante a 1.575,42 MHz, modulato tramite un codice digitale (il cosiddetto codice *Coarse Acquisition* C/A). La ricezione di più segnali contemporanei non risulta un parametro critico, in quanto i segnali possono quindi essere facilmente separati sulla base del codice di rumore pseudo-casuale (PRN – *Pseudo Random Noise*) che modula la frequenza GPS L1, caratterizzante, in modo univoco, il segnale trasmesso.

Grazie alle caratteristiche di leggerezza, dimensioni ridotte e indipendenza da fonte di alimentazione esterna, può essere facilmente utilizzato come carico utile per un piccolo sistema aereo senza pilota (UAS- *Unmanned Aerial System*).

Tramite uno script in linguaggio Matlab (*Matrix Laboratory*), è possibile effettuare l'elaborazione del segnale con approccio ad anello aperto, in cui sostanzialmente vengono correlati i dati grezzi con una replica del codice C/A GPS trasmesso generato localmente da una routine software. La suddetta correlazione avviene sia nel dominio di ritardo temporale che in frequenza di traslazione Doppler. Il risultato di tale operazione consiste in un grafico tridimensionale denominato mappa di ritardo doppler (DDM – *Delay Doppler Map*).

Dalla mappa di ritardo doppler (DDM), è stata estratta la cosiddetta forma d'onda di ritardo (DW – *Delay Waveform*), ottenuta tagliando il grafico tridimensionale sul piano potenza-tempo.

Esempio di mappe in ritardo Doppler (DDM)

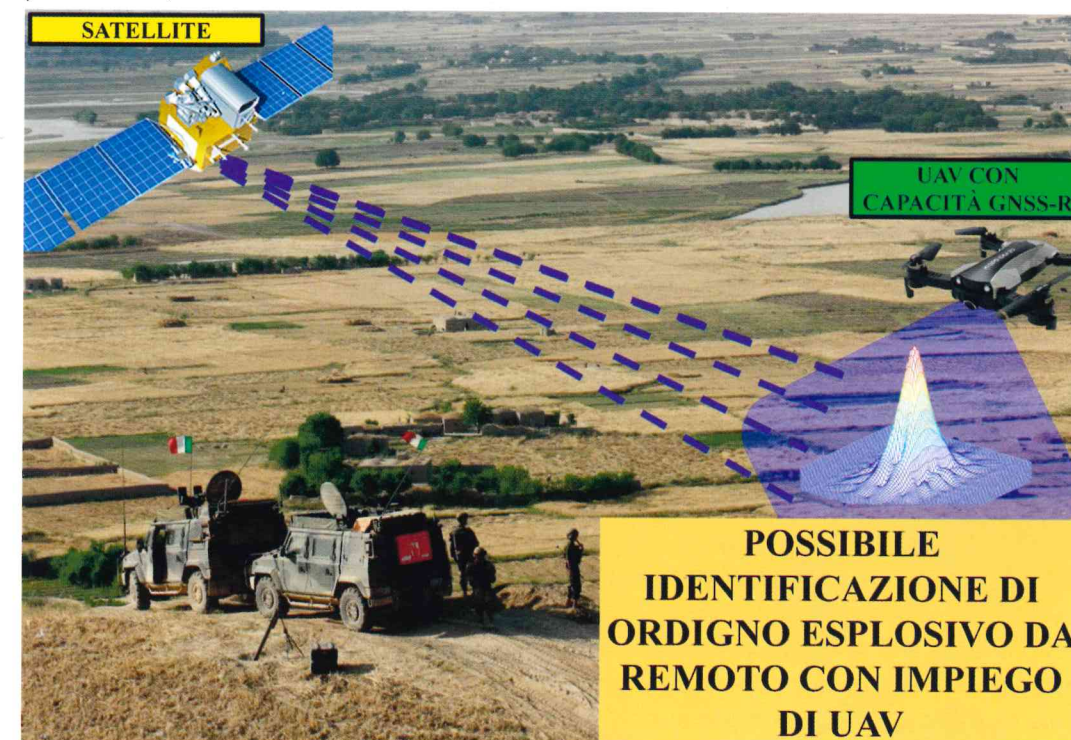


Misurazioni sperimentali effettuate per il satellite SV24

### Misurazioni sperimentali

La conferma sperimentale dell'applicabilità di tale tecnica per il rilevamento di oggetti metallici sepolti, è stata espletata tramite talune misurazioni semplificate, nell'ambito di una campagna di misura effettuata durante il lavoro di tesi di laurea magistrale. Tramite un tool Matlab possono essere predette le posizioni di tutti punti di riflessione speculari per qualsiasi segnale GPS disponibile, ricavati con la posizione del ricevitore e la previsione delle orbite dei satelliti GPS.

In ambito militare, il tool di predizione risulta fondamentale, in quanto in fase di pre-misura, la visione dei punti speculari dei satelliti GPS sulla particolare zona d'operazione, permetterebbe di massimizzare l'efficienza della ricognizione e di valorizzare in modo accurato i risultati in sede di post-analisi. Maggiore risulta essere la profondità di sepoltura dell'oggetto sotto la superficie, maggiore risulta il degrado del livello di ampiezza del segnale ricevuto. Tale esperimento ha inoltre consentito di effettuare una stima della dimensione della piastra metallica (convoluzione spaziale dell'energia riflessa dal satellite con il piatto metallico), semplicemente quantificando il tempo di salita del segnale (circa 3 s) e conoscendo la velocità di scansione (circa 0.1 m/s). I dati riportati conducono ad una stima dimensionale di circa 30 cm (a fronte del valore della stessa pari a 28 cm).



Possibili applicazioni militari: Scenario di impiego su UAV in ambiente desertico

### Possibili applicazioni operative

Il sistema proposto, derivante dall'applicabilità di una tecnica (GNSS-R) impiegata nel campo del *remote sensing*, potrebbe essere impiegato nel settore militare per il rilevamento di oggetti metallici, componenti ad esempio ordigni esplosivi improvvisati, sepolti sotto il terreno. L'esclusività della sezione ricevente potrebbe consentire al prototipo di essere di dimensioni ridotte e molto leggero, ponendosi, pertanto, quale sensore su un qualsivoglia veicolo pilotato da remoto. In tale ottica, si potrebbe effettuare la scansione di una determinata porzione del campo di battaglia, implicando un ridotto

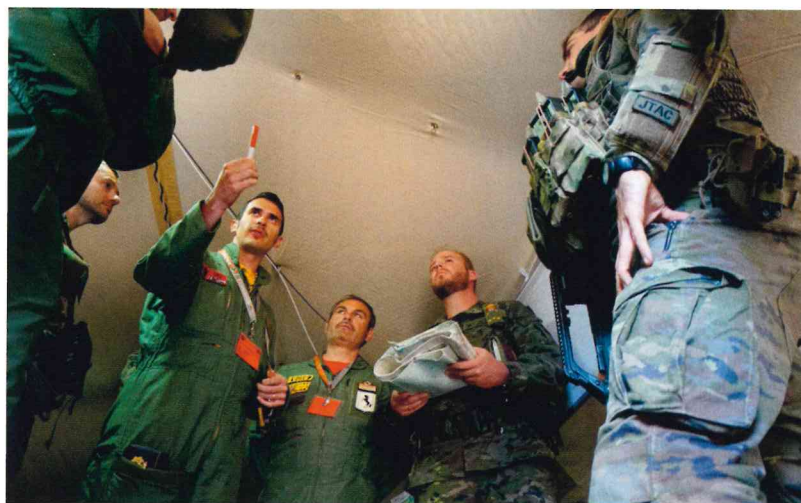


l'impatto della presenza umana nella specifica zona di operazione sottoposta a verifica. I veicoli senza pilota, inseriti in una rete comunicativa, facente capo ad un centro di comando e controllo, potrebbero operare in maniera sinergica al fine di contestualizzare maggiormente i dati collezionati durante le campagne di misurazione, per ridurre la percentuale di errore, insita nell'adozione di una tecnologia automatizzata ed elettronica. Inoltre, qualora tale tecnica risultasse potenzialmente applicabile al contesto militare, si potrebbe perfezionare la parte relativa al software deputato al *processing* dei segnali rilevati, al fine di creare una sorta di mappa 3D relativa allo strato di ciò che è presente sotto il terreno, valorizzando i dati tecnico-operativi ricevuti dagli assetti dei veicoli senza pilota impiegati in ambito militare ed estendendo, pertanto, il fondamentale concetto di ISR (*Intelligence Surveillance Reconnaissance*) sotto la dimensione del suolo.

### Prospettive future

La nuova applicazione della tecnica GNSS-R per il rilevamento di oggetti sepolti è ad oggi in fase di sperimentazione. L'applicabilità in campo militare assume una significativa valenza tecnico-operativa, dal momento che tale approccio, a differenza di altri (impiego di *geo-radar* e/o *metal detector*) minimizza la presenza umana sul terreno e non impiega alcun circuito trasmettente, caratteristiche peculiari per consentirne l'impiego su veicoli a pilotaggio remoto per effettuare la ricognizione in una specifica zona d'operazione. Tale tecnica potrebbe rappresentare una capacità ulteriore, nell'ambito della Protezione delle Forze (*Force Protection*), sebbene siano richiesti ulteriori studi e sperimentazioni sia per validarne la totale capacità funzionale in differenti scenari di impiego sia per quantificare l'adottabilità nei principali contesti operativi di prossima generazione. L'innovazione scientifica alla base del seguente studio risiede nell'adattabilità di una tecnica impiegata in campo civile per l'effettuazione del c.d. *remote sensing* al contesto militare, tramite l'approccio attraverso una geometria bi-statica, a impatto ridotto in termini dimensionali ed energetici e di pratico impiego. Tale applicazione del *remote sensing* per l'identificazione di ordigni esplosivi sepolti sotto il terreno potrebbe agevolare la *situational awareness* nell'area di operazione, valorizzata e concretizzata con l'utilizzo di sistemi RAS (*Robotics and Autonomous Systems*) sia in modalità di singola piattaforma, sia in modalità sciame (*swarm*), attraverso il processo di *sensor fusion*. L'impiego di piattaforme RAS con logiche *swarm* e/o singole è stato analizzato all'interno di un ambiente sintetico, tramite *tools* di *Modelling and Simulation*, finalizzato allo sviluppo concettuale e capacitivo di tecnologie autonome nelle future operazioni militari. L'impiego di un ricevitore con queste funzionalità su velivoli a pilotaggio remoto, potrebbe incrementare le capacità sensoristiche per la conoscenza del campo di battaglia, andando finanche ad estendere il concetto di ISR (*Intelligence Surveillance Reconnaissance*) al di sotto del livello del suolo.

Nei recenti teatri operativi contraddistinti da una minaccia di tipo asimmetrico, individuare oggetti metallici sepolti (potenzialmente mine o ordigni esplosivi improvvisati) costituirebbe un vantaggio diretto per i decisori e le unità sul terreno.





*Stretta pianificazione operativa tra assetti terrestri ed aerei*



**GIEMME**  
ARALDICA MILITARE

Dal 2013 licenziatari ufficiali delle Forze Armate italiane,  
fornitori delle missioni estere e SPEDIZIONI IN TUTTO IL MONDO.

## CONTATTI

GIEMME srl   
 Via Cuneo 33, 10044 - Pianezza (TO)  
 commerciale@giemmearaldica.it 

+39 0112344400 