

## Servizio WPS di planning realistico GNSS per l'intero territorio italiano

Tiziano Cosso (\*), Bianca Federici (\*\*), Damiano Natali (\*\*), Domenico Sguerso (\*\*)

(\* Gter srl, Innovazione in Geomatica, GNSS e GIS

Via Greto di Cornigliano 6r, 16152 Genova, Tel. +39 010 8694830, Fax +39 010 8694737

(\*\*) DICAT: Dip. di Ingegneria delle Costruzioni, dell'Ambiente e del Territorio, Università degli Studi di Genova  
Via Montallegro 1, 16145 Genova, Tel. 0103532421, Fax 0103532546

tiziano.cosso@gter.it, bianca.federici@unige.it, damiano.natali@dicat.unige.it, domenico.sguerso@unige.it

### Sommario

A supporto dei rilievi GNSS è generalmente utile, per ottimizzare i tempi di rilievo, effettuare una attenta analisi della visibilità satellitare al fine di individuare la finestra oraria nella quale effettuare le misure (planning satellitare). Numerosi applicativi, disponibili anche sul web [1], consentono tale operazione su singoli punti e senza tenere in conto delle ostruzioni naturali o artificiali al segnale, se non implementate manualmente dall'utente previa ricognizione in sito particolarmente onerosa.

Di recente è stato studiato ed implementato un servizio WPS (*Web Processing Service*) basato su tecnologia *Open Source* che consente di effettuare un planning satellitare realistico su area, tenendo conto delle reali ostruzioni al segnale date dalla morfologia del terreno o del costruito mediante l'utilizzo di DTM o DSM (Federici et al., 2010). Il calcolo delle ostruzioni e della visibilità satellitare è effettuato da appositi moduli implementati all'interno di GRASS (*r.obstruction ed r.planning.static*) mentre per l'integrazione del WPS in un WebGIS è stato utilizzato PyWPS (*Python Web Processing Service*). Lo sviluppo di tale servizio prototipale è stato curato in stretta sinergia con il DICA dell'Università degli Studi di Trento, nell'ambito delle attività del progetto PRIN 2007 "Interoperabilità e gestione cooperativa di dati geografici dinamici multidimensionali e distribuiti con strumenti GIS liberi ed *Open Source*" con coordinatore nazionale l'Ing. Paolo Zatelli, ed è stato applicato alla provincia di Trento e alla regione Liguria. Si intende qui presentare la sua estensione all'intero territorio nazionale [2], utilizzando il modello digitale del terreno *Global DEM ASTER*, riproiettato con risoluzione 40 metri sulla proiezione cartografica UTM.

Tenendo conto delle attuali approssimazioni intrinseche alla procedura implementata, di quelle introdotte dall'almanacco satellitare e dal GDEM (Federici & Sguerso, 2009), l'utente potrà richiedere planning realistici per aree di estensione dell'ordine della decina di chilometri. Si sottolinea inoltre come, analogamente al servizio di *planning* areali, è disponibile un servizio di planning cinematico lungo traiettorie individuate dall'utente, particolarmente utile a supporto delle operazioni di *car-mapping*.

## Abstract

The spread presence of GNSS Permanent Station Networks makes satellite surveys simpler, quicker and cheaper, and the achievement of high precisions easier. However, the result of a GNSS campaign benefits from an accurate planning, especially in presence of natural or artificial obstructions that make satellite observations difficult. Most of the GNSS office suites provide planning tools to analyze the satellite's visibility; visibility plots, sky plots and DOP charts are commonly built from the GNSS almanac without taking into account the natural or artificial obstructions to the signal, if not manually implemented by the user after a survey on site.

Recently it has been studied and implemented a WPS (Web Processing Service) based on open source technology that allows to make a realistic planning of satellite area, taking into account the real obstructions to the signal given by the morphology of the land using of the DTM or DSM (Federici et al., 2010). The calculation of satellite visibility obstruction is performed by special modules implemented within GRASS (`r.obstruction` and `r.planning.static`), while inclusion of the WPS in a WebGIS was performed by PyWPS (Python Web Processing Service). The development of this service has been edited in close synergy with the DICA dell'Università di Trento, as part of the project PRIN 2007 "Interoperability and cooperative management of geographic data and multi-dimensional dynamic distributed with free and Open GIS Source "national coordinator Eng. Paolo Zatelli, and was applied to the province of Trento and the Liguria region.

Here we mean to present its extension to the whole country [2], using the digital terrain model ASTER Global DEM, reprojected resolution on 40 meters UTM map projection. Taking into account the current approximations inherent to the procedure implemented, those introduced by the satellite and by GDEM (Federici & Sguerso, 2009), the user can ask for realistic planning areas of extension of the order of tens of kilometers. It also highlights how, like the areal planning service, planning service is available along kinematic trajectories identified by the user, particularly useful in support of operations car-mapping.

## 1 Introduzione

L'uso della tecnologia satellitare nelle operazioni di rilievo in molteplici campi è sempre più diffusa e sempre più funzionale, anche in conseguenza dei crescenti servizi e tecnologie messe a disposizione degli utenti.

La pianificazione di un rilievo GNSS è di norma utile per poter valutare a priori le condizioni di visibilità satellitare per un determinato punto in cui si prevede di effettuare il rilievo. Come noto, la fattibilità di un rilievo satellitare e la possibilità di ottimizzare le precisioni del posizionamento è funzione del numero di satelliti visibili e della loro configurazione geometrica nel cielo. Poiché le orbite satellitari sono note con sufficiente precisione mediante parametri di orbita raccolti all'interno dell'almanacco satellitare, conoscendo ora, durata e posizione del punto in cui si effettuerà il rilievo è possibile prevedere le condizioni di visibilità satellitare.

Se è vero infatti che con strumenti in grado di ricevere segnali GLONASS in genere la minima visibilità satellitare è quasi sempre ampiamente garantita, è altrettanto vero che numerose applicazioni e situazioni richiedono precisioni ottenibili solo con un ampio numero di satelliti visibili. Basti pensare a rilievi effettuati in ambiente cittadino (all'interno dei cosiddetti "canyon urbani"), per applicazioni legate al car-mapping oltreché in ambienti in cui il segnale satellitare risulta facilmente disturbato come ad esempio in corrispondenza di aree boschive. Ricevere il maggior numero di satelliti consente quindi di ottenere una ridondanza di osservazioni molto utile in termini di accuratezza del risultato finale sia in caso di rilievi RTK (Real Time Kinematic) sia in caso di rilievi tradizionali da elaborarsi in PP (Post-Processing).

Sono da tempo disponibili moduli dedicati all'interno di pacchetti *software* di elaborazione dati GNSS oltre che alcuni applicativi online [1], che consentono di scegliere il punto in cui effettuare il rilievo, i satelliti da utilizzare, l'angolo di *cut-off*.

Punto debole di tali applicativi è la gestione delle eventuali ostruzioni presenti. Infatti è evidente

come un calcolo della visibilità satellitare che tenga in conto soltanto della posizione reciproca di punto a terra e satelliti possa risultare fortemente inattendibile a causa della totale assenza di informazioni legate alla morfologia del terreno circostante e alla presenza di edifici e altre strutture antropiche. Quasi tutti gli applicativi suddetti consentono l'inserimento da parte dell'utente delle ostruzioni presenti attorno al punto in oggetto, ma ciò presuppone un precedente sopralluogo si consideri però come un'operazione di questo tipo sia però estremamente dispendiosa in termini di tempo a tale punto da rendere l'intera operazione di planning poco conveniente nella maggior parte dei casi.

La procedura innovativa, già descritta in [2], prevede una procedura in ambiente GIS-GRASS che consente di effettuare un planning satellitare sia su di un punto che su di un'area tenendo conto delle ostruzioni date dalla morfologia del terreno o da altri manufatti mediante l'utilizzo di modelli quali DEM e DSM. Viene infatti definito planning areale realistico proprio perchè consente di effettuare una valutazione della visibilità satellitare aderente alla realtà considerando in automatico, senza la necessità di sopralluoghi preliminari, le ostruzioni presenti nell'area di interesse.

Nel presente articolo si presenta l'applicativo web con cui viene messo a disposizione gratuitamente su tutto il territorio nazionale il servizio di planning satellitare "realistico".

## **2 L'implementazione del servizio WPS prototipale**

Si è ritenuto che una funzione di planning satellitare potesse essere di maggiore fruibilità se veicolata da un servizio Web ad-hoc, con un interfaccia grafica che renda facilmente individuabile l'area di interesse e il settaggio dei parametri necessari. Per tale motivo si è studiato ed implementato un servizio WPS basato su tecnologia Open Source in stretta sinergia con il DICA dell'Università degli Studi di Trento, nell'ambito delle attività del PRIN 2007 "Interoperabilità e gestione cooperativa di dati geografici dinamici multidimensionali e distribuiti con strumenti GIS liberi ed Open Source" con coordinatore nazionale l'Ing. Paolo Zatelli, ed è stato applicato alla provincia di Trento e alla regione Liguria [2] (Federici et al., 2011).

Il servizio prototipale consente di effettuare una pianificazione della visibilità satellitare GNSS su una determinata area tenendo conto delle reali ostruzioni al segnale date dalla morfologia del terreno o del costruito, offrendo un'interfaccia grafica che ne permetta l'uso anche ad utenti non specialisti GIS. In generale, la funzione dell'applicazione WPS è quella di integrare le pagine Web con funzionalità proprie dei software GIS, in particolare se queste richiedono dati di input o operazioni preliminari di non immediata comprensione. Il calcolo che permette la creazione delle mappe di visibilità realistica è effettuato mediante due moduli di GRASS implementati, ottimizzati e validati nel corso di alcune tesi di laurea presso le Università degli Studi di Trento e di Genova a partire dal 1998. Il primo modulo (r.obstruction) determina le ostruzioni reali insistenti sulle aree in esame a partire da modelli tridimensionali della superficie orografica (DTM) e/o dell'edificio (DSM). In seguito, utilizzando gli almanacchi delle costellazioni GNSS a disposizione, il secondo modulo (r.planning.static) crea le carte sia della visibilità satellitare realistica che dell'indice PDOP (Positioning Dilution Of Precision), entrambi valutati per singoli istanti o per una finestra temporale sull'area definita dall'operatore. Qualora le interrogazioni siano effettuate per intervalli temporali, le valutazioni riportate rappresentano la peggiore situazione riscontrabile in quel punto nell'intero intervallo temporale, corrispondenti cioè alla minima numerosità satellitare ed al massimo indice PDOP. Inoltre, questo secondo modulo permette il calcolo dell'indice di visibilità percentuale giornaliero, come fornito dal software TEQC dell'UNAVCO per i controlli di qualità, di utilità alla individuazione di siti idonei ad ospitare Stazioni Permanenti GNSS.

L'integrazione della procedura WPS all'interno del WebGIS è stata effettuata mediante il programma PyWPS, scelto perchè da un lato garantisce il supporto nativo a GRASS, dall'altro risulta facile l'implementazione in linguaggio Python delle sequenze di comandi GRASS che si intendono eseguire lato server. Il sistema utilizza Apache quale web server per la pubblicazione delle pagine web in Internet ed il WebGIS Geoserver per la creazione dei layer grafici a partire da

informazioni spaziali (nel nostro caso il DTM ASTER della regione Liguria). Per la realizzazione dell'interfaccia grafica e la gestione dei layers nonché delle finestre di scelta sono invece state utilizzate le librerie MapFish (unione delle librerie [ExtJS](#), [OpenLayers](#), [GeoExt](#)).

### **3 Il servizio WPS sull'intero territorio nazionale**

L'estensione dello stesso servizio all'intero territorio nazionale, curata da Gter srl, spin-off dell'Università degli Studi di Genova, è oggetto del presente lavoro [3].

Per la valutazione delle ostruzioni viene utilizzato il Global DEM ASTER, reso disponibile dalla NASA per tutta la superficie terrestre tra le latitudini 83N e 83S con risoluzione 1' x 1' [5], e la cartografia del progetto OpenStreetMap [6] come layer di base. Il calcolo viene effettuato nel sistema di riferimento WGS84 e proiezione cartografica Sferica di Mercatore, identificato dal codice EPSG (European Petroleum Survey Group [7]) 900913 per evitare la separazione del territorio italiano in due differenti fusi. Tenendo conto delle attuali approssimazioni intrinseche alla procedura implementata e quelle introdotte dall'almanacco satellitare oltre che dal GDEM (Federici & Sguerso, 2009), la risoluzione spaziale delle mappe risultanti è pari a 40 metri. La risoluzione spaziale delle mappe è anche il risultato di un compromesso tra precisione e tempi di calcolo, infatti se l'utente richiede planning realistici per aree di estensione dell'ordine della decina di chilometri, per limitare i tempi di calcolo, le mappe risultanti avranno risoluzione spaziale dell'ordine dei cento metri, con tempi di attesa di pochi minuti.

### **4 La funzione Multistation**

Sempre più frequentemente i rilievi satellitari di precisione vengono effettuati in appoggio a servizi, siano essi per il tempo reale o per il post processing, basati su infrastrutture di rete. Per tale motivo si è ritenuto particolarmente utile implementare una nuova funzionalità per il *planning multistation*. Infatti il numero di satelliti utilizzabili, e conseguentemente anche la loro dislocazione geometrica, nel caso ci si appoggi a servizi di rete non è solo funzione dei satelliti visibili dal rover, ma piuttosto dai satelliti visibili in comune tra il rover e le stazioni permanenti costituenti la rete.

La funzionalità multistation consente di selezionare le stazioni permanenti a cui ci si appoggia oltre all'area di proprio interesse analogamente a quanto descritto per la funzionalità base. In questo modo la visibilità satellitare tutti i parametri conseguenti terranno automaticamente in conto soltanto dei satelliti effettivamente utilizzabili per dal rover e dalla rete di stazioni permanenti

### **5 Fruizione del servizio**

Il servizio prevede una unica interfaccia grafica dalla quale è possibile inserire tutti i i parametri necessari all'elaborazione (Fig. 1).

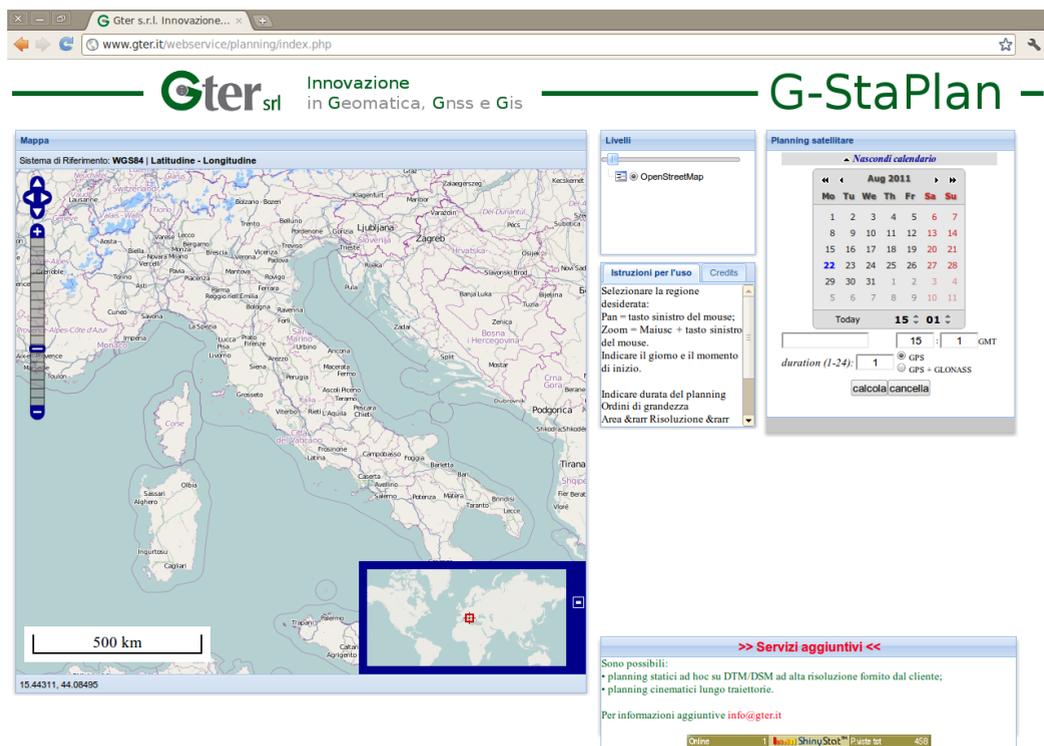


Figura 1 – Pagina Web del servizio di planning satellitare realistico.

Per prima cosa è necessario individuare l'area di interesse su cui effettuare il calcolo, mediante la finestra “mappa” su cui viene visualizzato come layer informativo la cartografia di Openstreetmap mediante un servizio WMS. In questa fase si deve tenere presente che in funzione dell'area scelta cambieranno i tempi di calcolo e la risoluzione delle carte in output. Individuando delle aree di circa 100 metri di lato la risoluzione delle carte in output sarà di 40 x 40 metri e i tempi di calcolo di pochi secondi; qualora si individuino aree di 10 km o più di lato verranno restituite carte con una risoluzione di 100 x 100 metri e si avranno dei tempi di calcolo di pochi minuti. La finestra “planning satellitare”, individuabile alla destra della schermata consente di inserire tutti i parametri di input:

- data del rilievo
- ora del rilievo
- durata del rilievo
- uso di satelliti GPS o GPS/GLONASS

Con il tasto “calcola” si lancia la procedura che restituisce, con i tempi e modi descritti in precedenza, 5 layer raster che possono essere accesi e spenti all'occorrenza sopra la mappa principale Tali mappe raster indicano rispettivamente:

- il numero di satelliti visibili all'istante iniziale;
- l'indice PDOP all'istante iniziale;
- il minimo numero di satelliti visibili durante la finestra temporale del rilievo;
- il massimo indice PDOP durante la finestra temporale del rilievo;
- l'indice di visibilità percentuale giornaliero.

Tali mappe raster vengono inoltre rese disponibili in formato ASCII GRID in un unico file .zip scaricabile, per poter essere caricate direttamente sul proprio *software desktop* GIS.

Il servizio così configurato è liberamente accessibile a chiunque lo desideri al link segnalato [3].

Ulteriori servizi aggiuntivi sono previsti mettendosi in contatto via email, con risultati personalizzati, senza l'utilizzo dell'interfaccia Web.

In particolare, qualora l'utente sia in possesso di DEM o DSM a più alta risoluzione, può richiedere un planning specifico utilizzando i medesimi modelli digitali.

Inoltre è disponibile una procedura parallela, basata sugli stessi principi descritti ma non veicolata da un servizio WPS, che consente di effettuare planning cinematici lungo un assegnato percorso, in aderenza al terreno (DTM) o ad una prefissata quota. Il primo caso è pensato principalmente per il car-mapping, il secondo è particolarmente utile per pianificare voli fotogrammetrici o per il monitoraggio ambientale. Il planning cinematico richiede in input il DTM/DSM dell'area in esame, la traiettoria del mezzo, l'angolo di cut-off, l'almanacco GNSS, data ed ora dell'istante di partenza e la velocità media del mezzo. Esso fornisce in output tutti i parametri descritti in precedenza (numero di satelliti, PDOP...) per le sole celle appartenenti alla traiettoria considerata, ma in differenti tempi funzione dell'istante di partenza e della velocità del mezzo.

## 6 Conclusioni

Nel presente lavoro è stato descritto il nuovo servizio WPS di planning satellitare realistico esteso all'intero territorio nazionale, oltre alla nuova funzionalità multistation che consente di ottenere informazioni relative ai satelliti visibili e realmente utilizzabili durante un posizionamento in appoggio ad una rete di stazioni permanenti GNSS.

Tale servizio, basato su di una procedura implementata in ambiente GIS-GRASS, nasce da una collaborazione tra il DICAT dell'Università degli studi di Genova e il DICA dell'Università degli Studi di Trento, nell'ambito delle attività del PRIN 2007 "Interoperabilità e gestione cooperativa di dati geografici dinamici multidimensionali e distribuiti con strumenti GIS liberi ed Open Source" con coordinatore nazionale l'Ing. Paolo Zatelli, ed è stato applicato alla provincia di Trento e alla Regione Liguria [2] (Federici et al., 2011).

L'estensione all'intero territorio nazionale è stata curata da Gter srl, Spin-off dell'Università degli studi di Genova, che rende disponibile sul proprio sito il servizio con l'utilizzo di dati liberi. Inoltre può fornire, previo accordo specifico con singoli clienti, planning statici più dettagliati, qualora i clienti stessi siano in possesso di DTM o DSM ad alta risoluzione o planning cinematici lungo traiettorie concordate, particolarmente utili ad esempio per la progettazione di campagne di misura con veicoli in movimento.

## Riferimenti bibliografici:

Federici B., Giacomelli D., Sguerso D., Vitti A., Zatelli P., 2011. A Web Processing Service for GNSS realistic planning. Applied Geomatics, ed. Springer, DOI: 10.1007/s12518-011-0058-9. Presented also at WebMGS 2010, 1st International Workshop on Pervasive Web Mapping, Geoprocessing and Services [http://www.isprs.org/proceedings/XXXVIII/4-W13/ID\\_10.pdf](http://www.isprs.org/proceedings/XXXVIII/4-W13/ID_10.pdf)  
Federici B., Sguerso D., 2009. Planning GNSS realistico per applicazioni statiche e cinematiche. Bollettino SIFET – sessione scientifica, ISSN: 1721-971X, n. 1, pp. 79-93.

## Web sites:

- [1] <http://www.ashtech.com/web-mission-planning-2712.kjsp>
- [2] <http://www.dicat.unige.it/geomatica/lab/wps>
- [3] <http://www.gter.it/webservice/planning>
- [4] <http://asterweb.jpl.nasa.gov/gdem.asp>
- [5] <http://www.openstreetmap.org/>
- [6] <http://spatialreference.org/ref/epsg/>