

## Utilizzazione di stereo-immagini satellitari per il monitoraggio del territorio

Mauro Caprioli (\*), Francesco Mazzone (\*), Rosamaria Trizzino (\*\*)

(\*) Politecnico di Bari - Dicatech, via Orabona n.4 - 70126 Bari, m.caprioli@poliba.it

(\*\*) CNR-IRPI, via Amendola n.165 - 70126 Bari, r.trizzino@ba.irpi.cnr.it

### Abstract

Surface monitoring is essential to understand the spatial and temporal evolution of complex landscape modifications and instabilities related to road and railway infrastructures. In recent years, the terrain change detection methods have evolved particularly with the development of increasingly automatic extraction procedures of both DTM and DSM. Prevention of damages caused by natural disasters does not only concern weather forecasts, but requires constant attention and practice of monitoring and controlling human activity on territory. Practically, the problem is not knowing if and when an event will affect a determined area, but recognizing the possible damages if this event happened, by adopting adequate measures to keep them down as far as possible, and requires the necessary tools for a timely intervention. To solve such requirements, current satellite technology, with recurrent data acquisition for the timely generation of cartographic products updated and coherent to the territorial investigation, offers the possibility to fill the temporal gap between the need of urgent information and official reference information. The fundamental merits of the high resolution remote sensing methods are the ability to perform surveys at regular intervals, the characteristics of the image and the revisit times. These features are very useful in environmental monitoring especially in the event of emergency or also in medium scale cartographic production, particularly in the zones of difficult access and in developing countries. The research presented here aims at answer to the growing need of optimization and rationalization of long term monitoring systems of displacements and degradation due to the interaction of artificial artifacts of transport with such natural phenomena. To test the methodology we chose an area that presents a particular geo-morphological setting, in the municipality of Fasano (BR, Southern Italy). The area is affected by frequent hydrogeological dangerous events such as flooding and is classified as a zone of "high hydraulic hazard" in the regional Hydrogeological Structure Plan (PAI). For this area we used a GeoEye-1 stereo-pair for extracting a DTM in order to verify the usefulness of satellite techniques for the recognition of environmental risks.

### Riassunto

Il lavoro di ricerca ha indagato le potenzialità offerte dalle immagini satellitari ad alta risoluzione, sia in modalità monoscopica che stereoscopica, per la individuazione di parametri metrici (coordinate, aree, volumi, DTM, ecc.) e qualitativi sulle caratteristiche di un territorio, utili per poterne valutare le trasformazioni e le propensioni al rischio.

La possibilità di estrazione automatica di un DTM mediante la correlazione di una coppia stereo satellitare del sensore GEOEYE è stata confrontata con una restituzione della stessa zona ottenuta da riprese aeree ed anche con una recente ripresa *laser-scanning* aerea.

Nel presente lavoro vengono presentati i risultati metrici delle diverse accuratezze ottenibili in una particolare zona indicata come aerea a rischio dalla Autorità di Bacino della Puglia.

### 1. Area Test

Per poter verificare la metodologia proposta abbiamo scelto una zona nel Comune di Fasano (Br) che presenta delle particolari caratteristiche geo-morfologiche. La zona è situata al margine Sud-Est

dell'Altopiano delle Murge, altopiano carsico di forma rettangolare che occupa la parte centrale della Regione Puglia, con una elevazione che raggiunge 680 m slm (Monte Caccia). Nella zona della Selva di Fasano la quota media si mantiene attorno ai 400 m slm.

Le colline della Murgia si affacciano sul Mare Adriatico con una caratteristica serie di "gradinate" che si immergono dolcemente verso la fascia costiera, delimitando una zona di transizione localmente chiamata "cimosà costiera". Tale zona in corrispondenza dell'abitato di Fasano raggiunge un'altezza massima di circa 100 m msl con un notevole dislivello rispetto all'altopiano di circa 300 m, come risulta evidente dalla Fig. n.1, che riporta una delle due immagini stereo del sensore GEOEYE.



*Figura 1. Immagine GEOEYE.*

Si può notare la fascia di colore scuro rappresentata dalla scarpata ricoperta di vegetazione, che degrada dalle colline verso la pianura costiera.

Il territorio comunale di Fasano è attraversato dalla SS16, dalla linea ferroviaria Bari-Lecce e da altre infrastrutture lineari parallele sia alla linea di costa, che alla scarpata descritta. In vari tratti le

aree interessate dalle infrastrutture sono soggette ad alto rischio ambientale, in particolare per il ristagno di acque meteoriche in corrispondenza di opere d'arte (tombini, ponticelli, ecc....) in cattivo stato di manutenzione. Tale circostanza in corrispondenza di eventi piovosi di particolare intensità può causare allagamenti (*flood*) nelle aree limitrofe, anche a distanza di centinaia di metri dalla stessa infrastruttura.

Tali aree sono classificate nel Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) della Regione Puglia come aree ad alta pericolosità idrogeologica (aree di colore blu in Fig. 2).

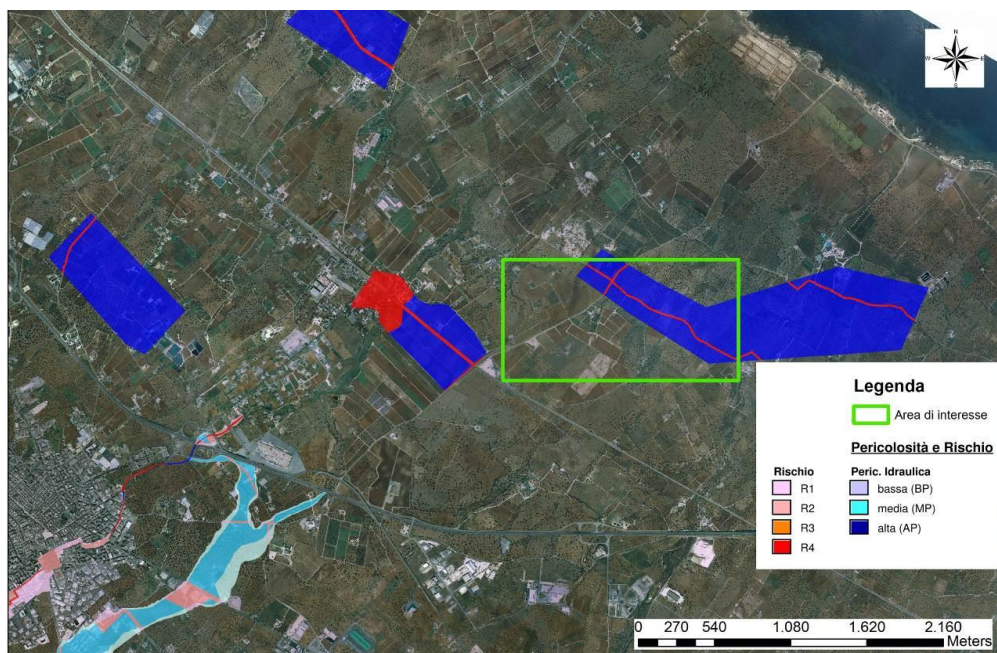


Figura 2. Perimetrazione del rischio idrogeologico a cura di AdB Puglia.

Nella zona indicata in legenda sono stati utilizzati i DTM ottenuti:

- 1) dalla ortofoto disponibile sul sito del SIT della Regione Puglia, realizzato mediante restituzione tradizionale di riprese aerofotogrammetriche (2005);
- 2) dalla restituzione di una ripresa LIDAR della stessa zona effettuata con le caratteristiche indicate (2010):

Data	08/06/2010
Sensore	RIEGL LMS-Q680i
Quota volo	4000ft
Ground speed	115 Km
Frequenza	210 Khz
Densità	2.13pt/m <sup>2</sup>

Figura 3. Dati LIDAR.

- 3) dalla restituzione effettuata mediante la coppia di immagini stereo del sensore GEOEYE di cui vengono forniti i relativi metadati (2012):

Sensor Type	Satellite
Sensor Name	GEOEYE-1
Processing Level	Standard Geometrically Corrected
Image Type	PAN/MSI
Pan Resolution	mt.0,50
MSI Resolution	mt 1,64
Interpolation Method	Cubic Convolution
Multispectral Algorithm	Projective
Map Projection	Universal Transverse Mercator
Datum	WGS84
File Format	GeoTIFF
Bits per Pixel per Band	11 bits per pixel
Multispectral Files	RGB File
Spectral range (pan)	450-800 nm
Blue	450-510 nm
Green	510-580 nm
Red	655-690 nm
Near IR	780-920 nm
Launch date	06-Sep-08
Life Cycle	7 years
Revisit Time	3 days
Orbital Altitude	681 km

Figura 4. Dati GEOEYE.

Le tre diverse tipologie di riprese, ed i tre DTM realizzati, hanno consentito la restituzione a curve di livello della zona interessata mostrata in Fig. 3, e la realizzazione dei diversi profili lungo le linee di sezione indicate.

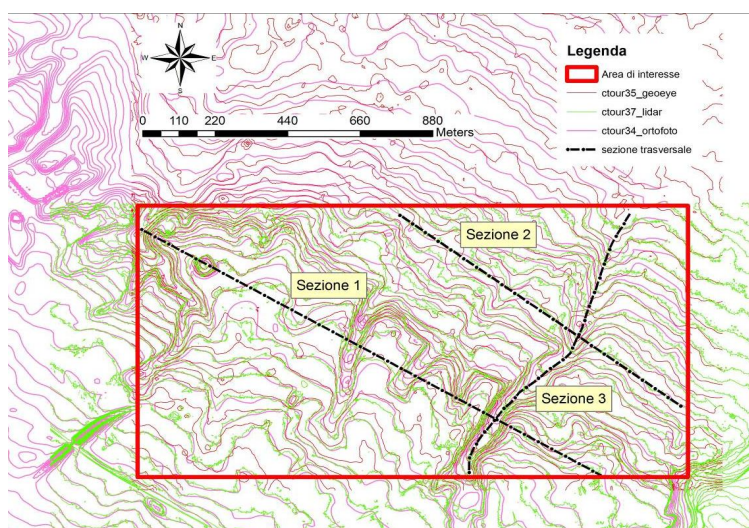
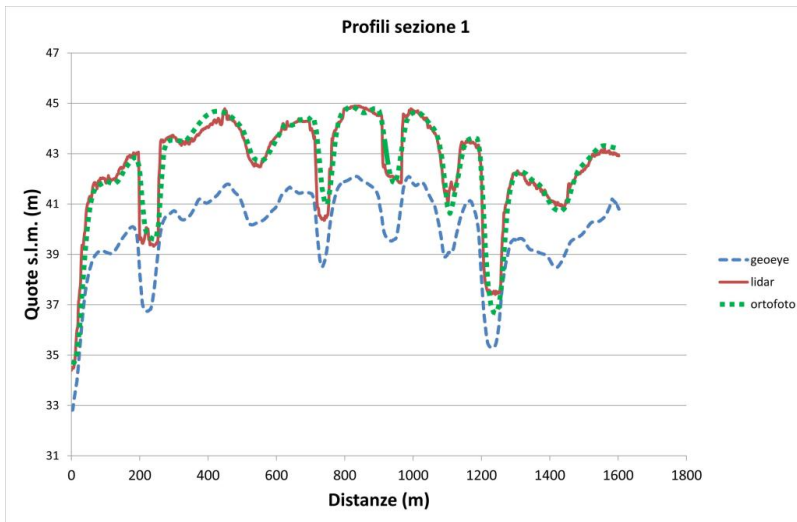
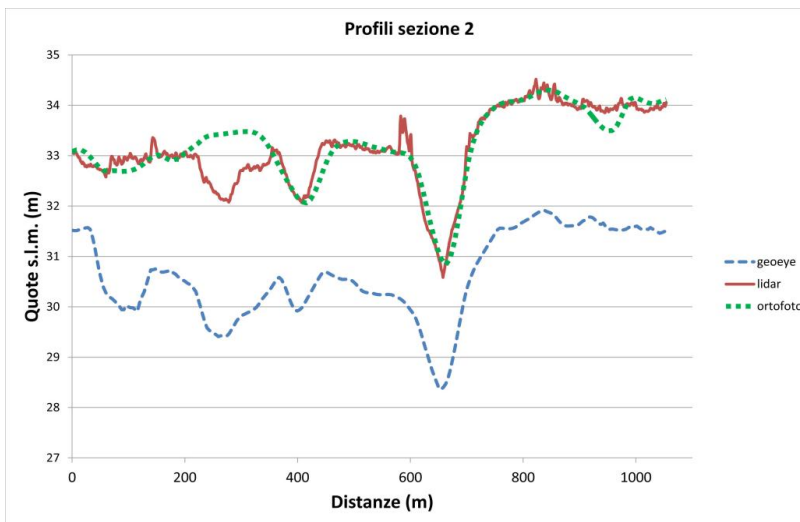


Figura 5. Traccia delle sezioni trasversali su curve di livello da DTM.



*Figura 6. Confronto tra i profili della sezione 1.*



*Figura 7. Confronto tra i profili della sezione 2.*

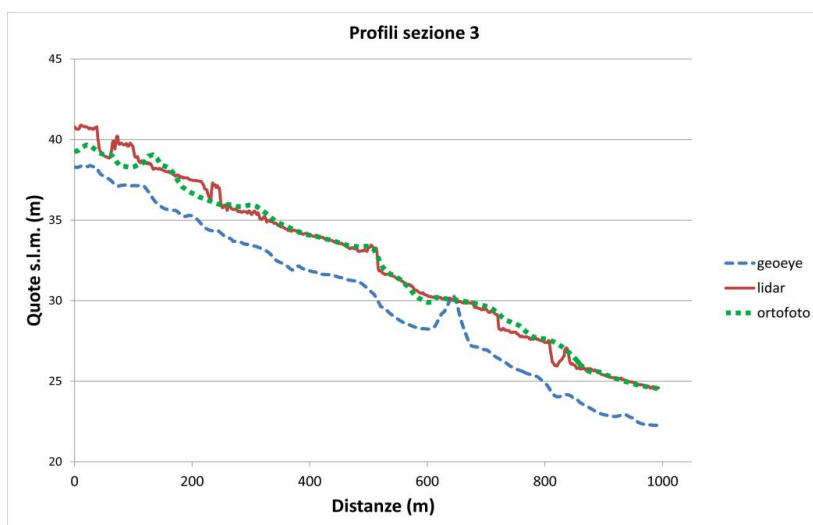


Figura 8. Confronto tra i profili della sezione 3.

## Conclusioni

Le valutazioni metriche effettuate nella zona test ed i risultati ottenuti hanno consentito le seguenti considerazioni:

- nonostante il diverso “passo” dei tre DTM utilizzati (1 m per il LASER, 4 m per GEOEYE, 8 m per l’ortofoto SIT-Puglia) i grafici mostrano una sostanziale coincidenza degli andamenti lineari, specie tra LIDAR e Ortofoto;
- i profili ottenuti dalle immagini stereo-satellitari GEOEYE mostrano una sostanziale coincidenza nelle variazioni altimetriche, con evidenza dei compluvi e delle irregolarità, pur in presenza di uno “scostamento” quasi costante di circa 1,5 m rispetto agli altri profili;
- il “sistematismo” può essere attribuito alla mancanza di GCP, relativi alle immagini satellitari, e la conseguente formazione del DTM con i soli parametri di ripresa (orientamenti, coordinate punto di presa, ecc.) con l’ausilio di software dedicato, senza intervento di operatori specializzati;
- la disponibilità di immagini stereo ad alta risoluzione dei sensori satellitari incoraggiano l’uso delle stesse, sia per la individuazione delle zone a rischio, che per la eventuale prevenzione, e soprattutto per interventi urgenti nel caso di eventi calamitosi.

Si ringrazia la Ditta SIT-Servizi di Informazione Territoriali di Noci (Ba), per la preziosa collaborazione prestata.

## Bibliografia

- Baudoin, A., Goudy, P., Rouze M. (2001.) The Pleiades Program, Joint ISPRS Workshop “High Resolution Mapping from Space 2001”, Hannover
- Caprioli M., Scognamiglio A. (2012), “Change detection methods for multi-temporal analysis of satellite data aimed at environmental risk monitoring”, F.I.G. Working Week, Roma
- Caprioli M., Scarano A., Scognamiglio A., Trizzino R., (2013) “Comparative Analysis of satellite stereo images methods and traditional techniques for environmental risk monitoring”, ISPRS WG V, Padova

Crespi M., Capaldo P., Fratarcangeli F., Nascetti A., Pieralice F. (2010) “Dsm generation from very high optical and radar sensors: problems and potentialities along the road from the 3d geometric modeling to the surface model”, Proceedings IGARSS, Honolulu, Hawaii, USA

Dial, G., Grodecki, J. (2002) “IKONOS Accuracy without Ground Control”, Pecora 15 / Land Satellite Information IV / ISPRS Com. I, Denver

Fookes, P.G., Dale, S.G., Land, J.M.( 1991) “ Some observations on a comparative aerial photography interpretation of a landslipped area”, The Quarterly Journal of Engineering Geology, 24, 249–265.

Hanley, H.B., Yamakawa. T., Fraser, C.S. (2002) “Sensor Orientation for High Resolution Imagery”, Pecora 15 / Land Satellite Information IV / ISPRS Com. I, Denver

Huising, E.J., Gomes Pereira, L.M. (1998) “ Errors and accuracy estimates of laser altimetry data acquired by various laser scanning systems for topographic applications”, ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing 53, 245–261.

Jacobsen, K. (2003) “DEM Generation from Satellite Data”, EARSeL conference, Ghent

Li Z., Zhu Q., Gold C. (2005) “Digital terrain modelling: principles and methodology”, CRC Press, Florida, USA

Pfeifer, N., Mandlbürger, G.( 2009) “ LiDAR data filtering and DTM generation” In: Shan, J., Toth, C.K. (Eds.), Topographic Laser Ranging and Scanning: Principles and Processing, Boca Raton, CRC/Taylor & Francis, 307–333.

Wechsler, S.P., Kroll, C.N., ( 2006) “Quantifying DEM uncertainty and its effect on topographic parameters”, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing 72, 1081–1091.