

## Estrazione di DTM da immagini satellitari WorldView-1: procedure per la classificazione degli edifici

Eleonora Bertacchini, Alessandro Capra, Isabella Toschi

Università di Modena e Reggio Emilia, DIMeC, Strada Vignolese 905, 41125 Modena (MO)

### Abstract esteso

L'utilizzo di immagini satellitari ad alta risoluzione per l'estrazione di Modelli Digitali tridimensionali del Terreno (DTM) e della Superficie (DSM) offre oggi allettanti potenzialità, legate soprattutto a vantaggi quali tempi di acquisizione e costi di realizzazione abbastanza contenuti. Perché tale metodologia possa rispondere pienamente alle esigenze di molti settori applicativi, in primis a quella di conoscere e monitorare nel tempo la morfologia del terreno, è necessario che l'informazione altimetrica estratta presenti almeno due requisiti basilari: un'adeguata accuratezza del dato metrico e la rimozione dallo stesso del "rumore" dovuto agli elementi in elevazione. La presente sperimentazione, volta a testare entrambe le suddette condizioni, nasce in collaborazione con Planetek Italia, che ha gentilmente fornito al Laboratorio di Geomatica due immagini pancromatiche WorldView-1 (risoluzione spaziale media di circa 0.60 m) acquisite in modalità stereoscopica e la suite ERDAS Imagine 2011. L'area di studio scelta si estende per circa 100 km<sup>2</sup> nella zona dei colli Albani, a Sud-Est di Roma: si tratta di un territorio nel quale, a una copertura del suolo varia e complessa, si associa anche un interessante assetto morfologico.

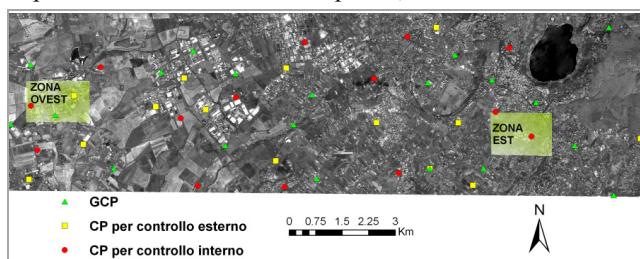


Figura 1 – L'area di studio, GCP e CP.

I 48 punti necessari per l'orientamento e la valutazione dell'accuratezza ottenuta (Figura 1) sono stati acquisiti con sistema GPS (*Global Positioning System*) in modalità RTK (*Real Time Kinematic*) con correzioni derivate dalla rete di stazioni permanenti ITALPOS della Regione Lazio. Sono state così ottenute le coordinate ETRF2000 (*European Terrestrial Reference Frame*) con precisione centimetrica; le quote ortometriche sono state calcolate con il software Verto2mila (ITALGEO99), fornito dall'IGM (Istituto Geografico Militare). La correzione geometrica delle immagini, necessaria per eliminare le deformazioni spaziali dovute al sistema e all'oggetto dell'acquisizione (Toutin, 2004), è stata condotta con ERDAS-LPS, utilizzando sia il modello rigoroso (*Orbital Pushbroom modeling*) che quello polinomiale in esso implementati. Per entrambi sono stati effettuati 4 test di orientamento, utilizzando di volta in volta un numero crescente (5-10-15-20) di *Ground Control Points*, GCP, cercando sempre di ottenerne una distribuzione omogenea nello spazio. Sono stati quindi analizzati i RMSE (*Root Mean Square Errors*) su 14 *Check Points* (CP di colore rosso in Figura 1) a partire dai report generati dal software in ciascun test eseguito. I risultati hanno mostrato che, già a partire dall'utilizzo di 5 GCP, entrambi i modelli sono caratterizzati da un'accuratezza plano-altimetrica confrontabile con la risoluzione spaziale delle immagini (c.a. 0.60 m); in particolare, l'impiego di 20 GCP permette una stabilizzazione dei residui su valori intorno a 0.40 m. È stata inoltre effettuata una convalida a posteriori dell'accuratezza del modello fotogrammetrico orientato con 20 GCP: a tale scopo, sono stati riconosciuti su di esso ulteriori 14 CP (di colore giallo in Figura 1),

confrontando le coordinate degli stessi con quelle misurate tramite rilievo GPS. Il modello rigoroso è apparso maggiormente accurato (RMSE inferiori a 0.50 m), nonostante anche la correzione polinomiale abbia mostrato residui di orientamento confrontabili con la risoluzione spaziale media delle immagini. L'estrazione automatica del DSM è stata effettuata con il modulo ERDAS-eATE a partire dal modello fotogrammetrico orientato con 20 GCP. Il DSM estratto in formato GRID con risoluzione pari a 1 m (Cilloccu et al., 2009) è stato quindi convalidato tramite il software Surfer 9.0, stimando la differenza altimetrica tra le quote del modello digitale estratto e le corrispondenti quote dei restanti punti. Le statistiche hanno evidenziato RMSE in quota pari a circa il doppio della dimensione media del pixel immagine ed ulteriormente ridotti (RMSE inferiori a 0.80 m) se non vengono presi in considerazione punti sui bordi dell'immagine (Crespi et al., 2009).

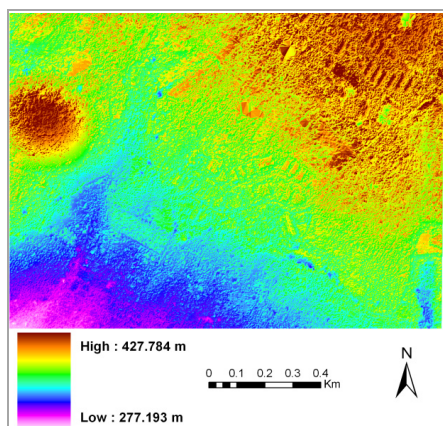


Figura 2 – Il DSM della zona Est

Inoltre, si sono sperimentati gli algoritmi per la classificazione degli edifici disponibili nel software ERDAS con quelli di un software dedicato alla classificazione *object oriented* delle immagini satellitari (eCognition Developer vs. 8.64.1), utilizzando per l'orientamento 20 GCP e il modello rigoroso, fisicamente basato. A questo scopo, sono state individuate due aree campione: la “zona Ovest” con carattere prevalentemente industriale e la “zona Est” di vocazione residenziale (Figura 1). Il primo approccio è stato condotto utilizzando l'algoritmo di classificazione automatica di ERDAS-eATE, agente contestualmente alla fase di estrazione del DSM. Esso si basa sulla definizione da parte dell'utente di parametri di forma, quali area, altezza e angolo di discontinuità, diversificati nei due casi in esame, per meglio rispondere alle specificità di ciascuno di essi. La seconda metodologia valutata ha richiesto una fase preliminare di classificazione *object oriented* delle due immagini originali, prima dell'estrazione del DSM. Impostati i parametri desiderati e realizzata la classificazione, ai fotogrammi è stata applicata una maschera in corrispondenza degli oggetti riconosciuti quali “edifici”; dopo la fase di orientamento con metodo rigoroso, dalle immagini mascherate è stato infine estratto il modello digitale 3D con ERDAS-eATE. I risultati ottenuti con i due approcci sono stati confrontati dopo aver effettuato una differenziazione altimetrica tra il DSM delle due zone campione (in Figura 2 quello della zona Est) e i due modelli digitali “depurati” dagli edifici. Sovrapponendo i raster delle differenze (DSM - DTM) sull'ortofoto realizzata a partire dal DSM convalidato, è stato possibile valutare qualitativamente gli edifici riconosciuti e gli errori commessi dalle due procedure. Tale analisi ha evidenziato che entrambi gli approcci mostrano potenzialità interessanti e ulteriormente migliorabili. Sicuramente, poter utilizzare un classificatore nella fase di estrazione del modello digitale tridimensionale, agevola e snellisce notevolmente il processo complessivo di estrazione del DTM. Abbinare all'estrazione del modello una preliminare classificazione degli oggetti in elevazione con software dedicato, richiede uno sforzo maggiore in termini di costi e tempo, ma potenzialmente può portare a risultati migliori.

## Bibliografia

- Cilloccu F., Dequal S., Brovelli M.A., Crespi M., Lingua A. (2009), *Ortoimmagini 1:10.000 e modelli altimetrici – Linee Guida*, Collana di documenti CISIS
- Crespi M., Colosimo G., Fratarcangeli F., Jacobsen K., Pieralice F. (2009), “Valutazione dell'accuratezza del DSM estratto da una stereo coppia WorldView-1”, *Atti XIII Conferenza Nazionale ASITA*, Bari 1-4/12/2009, 815-820
- Toutin T. (2004), “Geometric processing of remote sensing images: models, algorithms and methods (review paper)”, *International Journal of Remote Sensing*, 10: 1893-1924