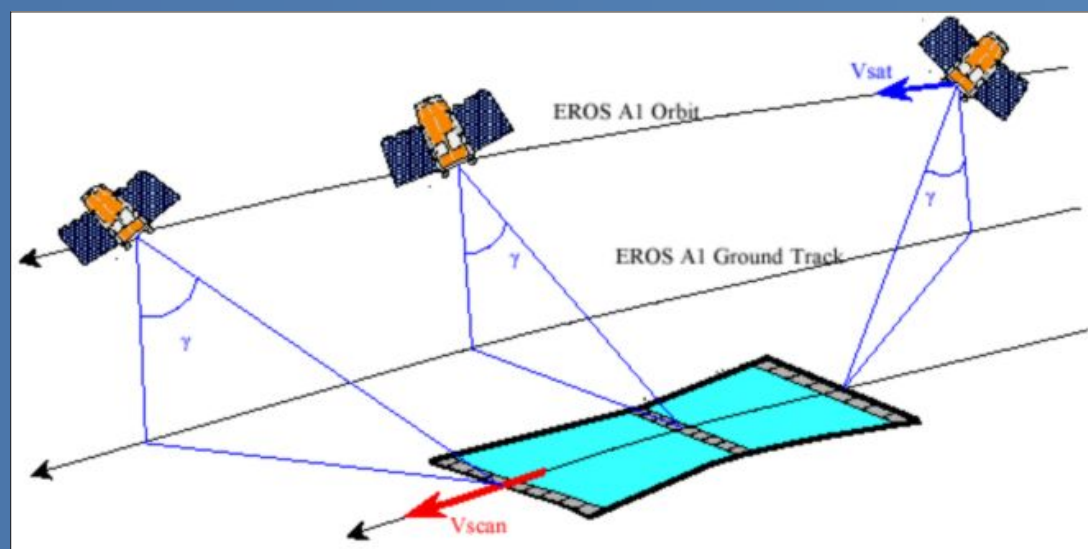


CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLE IMMAGINI EROS ESEMPIO D ESTRAZIONE DI UN DSM

Francesco MANCINI, Michela ZANNI

DISTART - Università di Bologna, viale Risorgimento 2, 40136, Bologna +39 051 2093109
e-mail: fmancini@racine.ra.it michela.zanni@mail.ing.unibo.it

Caratteristiche dell'orbita e modalità di acquisizione delle immagini



Altezza dell'orbita	480 km
Periodo orbitale	94.205 min
Inclinazione	97.3°
Tipo di sensore	Pancromatico
Risoluzione nominale al nadir	1.8 m
IFOV	3.75 µrad
Modalità di acquisizione stereo	Push-broom asincrona

Il sensore a bordo del satellite EROS acquisisce in modalità push-broom asincrona. Tale modalità di acquisizione implica una velocità di scansione del terreno inferiore alla velocità al suolo del satellite. Il sensore, solidale alla piattaforma, ruota all'indietro mentre il satellite si muove lungo l'orbita, consentendo un tempo di stazionamento sull'area da acquisire più lungo e, quindi, l'incremento del tempo necessario alla scansione (*dwell time* o tempo di integrazione). Questa modalità di acquisizione introduce distorsioni nelle immagini poiché comporta un angolo di scansione variabile per ogni linea e, quindi, una dimensione dei pixel anch'essa variabile lungo la direzione di movimento del sensore.

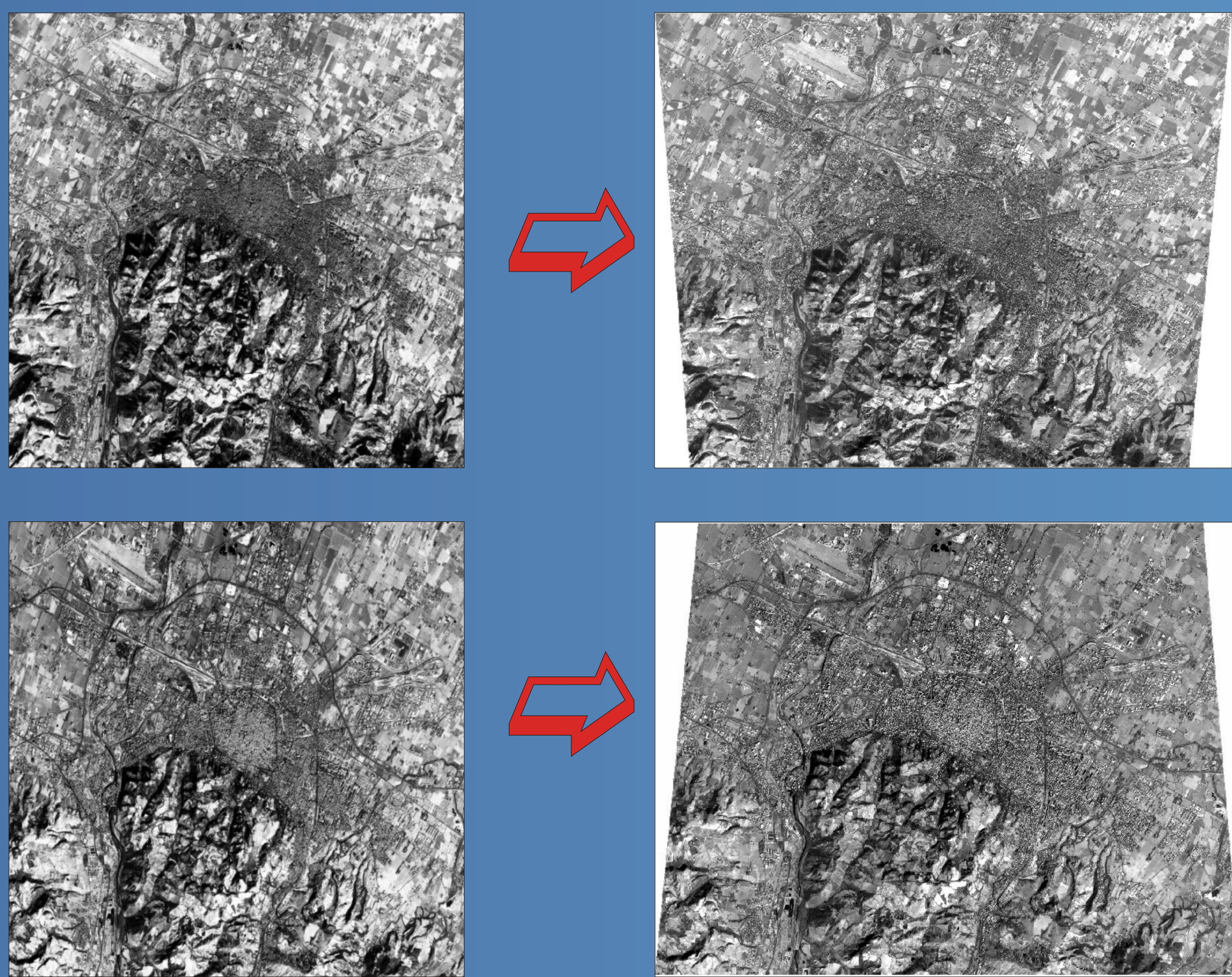
Le immagini a disposizione per la sperimentazione, del tipo raw 1A, sono state acquisite in modalità stereo lungo la stessa orbita nel febbraio 2003 e sono relative ad una vasta porzione della città di Bologna, comprendente una parte collinare con quote variabili fino a 500 m s.l.m. ed una prevalentemente pianeggiante ad alta densità abitativa. La stagione invernale fa sì che nelle aree collinari ed in corrispondenza di alti edifici sia evidente la presenza di ombre. I campi e il suolo sono generalmente spogli ed i versanti esposti al sole presentano una forte riflettività.

Immagine	ITA1-e1123941	ITA1-e1123943
Data di acquisizione	24/02/2003 9:34:16	24/02/2003 9:35:36
Angolo along-track	30.2°	30.6°
Angolo across-track	8.0°	198.0°
Dimensioni della scena	12.9048 × 17.9760 km	12.8928 × 17.9760 km

Estrazione ed analisi del DSM

1) Dalle immagini EROS 1A alle immagini EROS 1B

Le immagini raw sono state corrette geometricamente con il *Camera Model* fornito unitamente ai dati. Si ottengono in tal modo due immagini corrette geometricamente in formato 1B (geotiff), di forma trapezoidale, con pixel ricampionati ad un valor medio sull'intera immagine, pari rispettivamente a 2.27 m e 2.29 m.



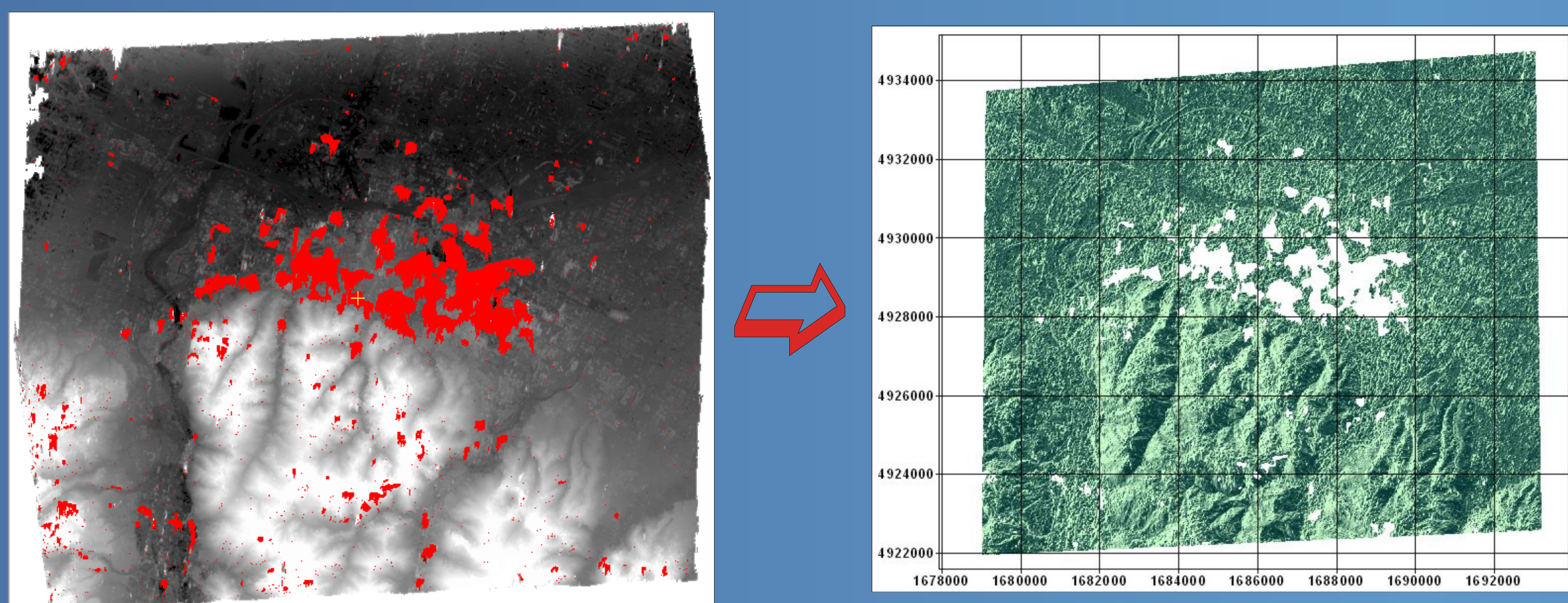
2) Procedura di estrazione del DSM

Il modello utilizzato è un modello fisico 3D realizzato presso il *Canada Centre for Remote Sensing* adattato a diversi sensori, tra cui quelli ad alta risoluzione. Il modello geometrico è basato sulle equazioni di collinearità e di complanarità per il modello stereoscopico, e prende in considerazione le diverse distorsioni indotte dalla geometria di presa nel loro complesso. I passi per l'estrazione del DSM sono i seguenti:

- * Inserimento delle immagini corrette geometricamente (formato 1B) e pre-processamento dei dati ricavati dal metadato per determinare un valore approssimato dei parametri del modello fisico 3D. Questo passo è eseguito per ciascuna immagine;
- * Scelta ed inserimento di un certo numero di punti di controllo GCP di cui siano note le due coordinate immagine e le tre coordinate terreno nel sistema di riferimento prescelto;
- * Calcolo del modello stereo tramite una procedura iterativa di compensazione ai minimi quadrati per mezzo dei GCP introdotti e utilizzando come valori iniziali i parametri approssimati del modello fisico; vengono utilizzate sia le equazioni di collinearità che quelle di complanarità;
- * Estrazione delle parallassi d'altezza per mezzo di una tecnica di matching basata sulla massimizzazione del coefficiente di correlazione tra immagini multirisoluzione;
- * Calcolo delle coordinate nel sistema cartografico prescelto a partire dalle parallassi d'altezza usando il modello stereo precedentemente calcolato;
- * Generazione del DSM in corrispondenza di una griglia a maglia regolare.

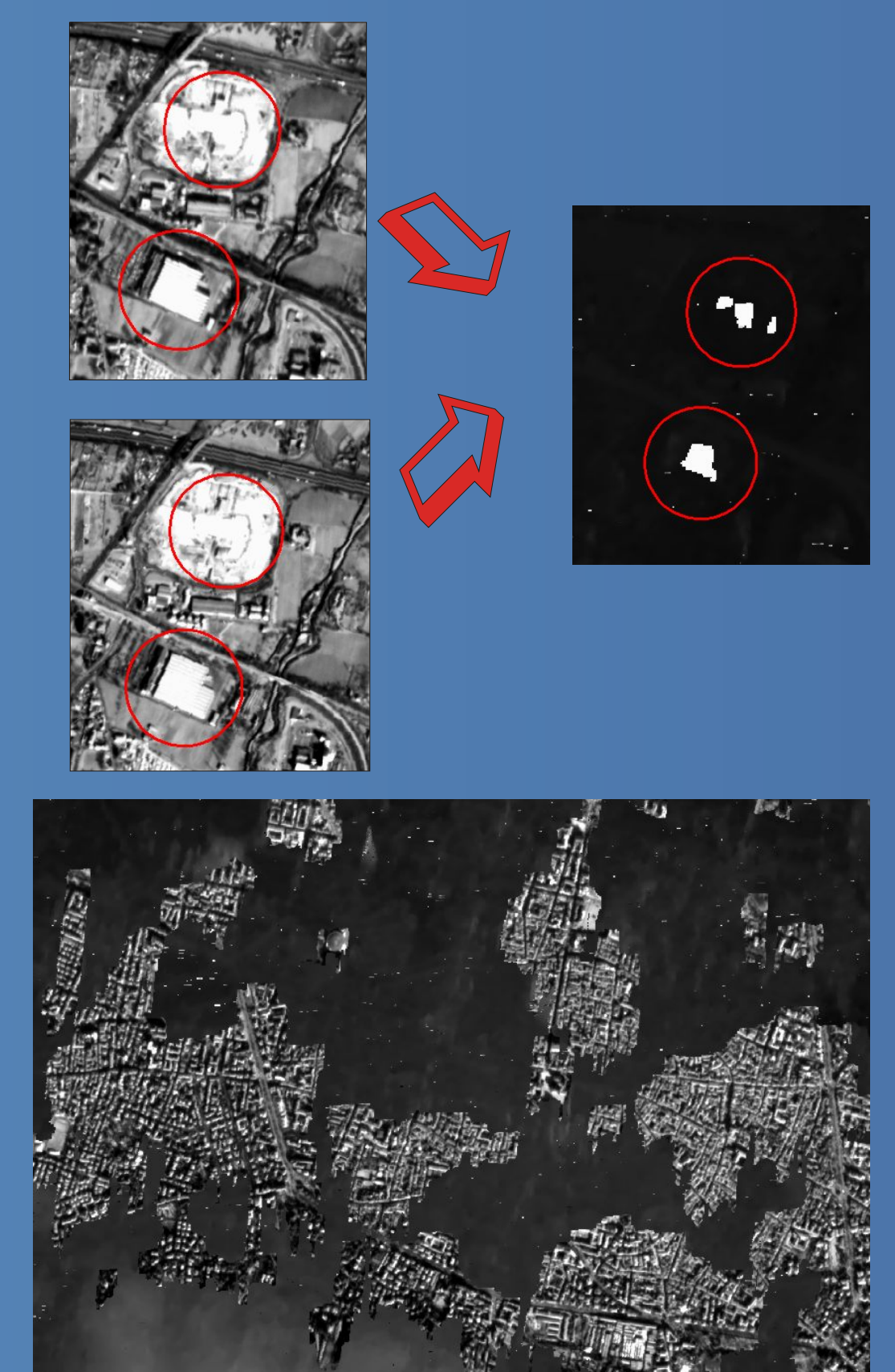
3) Estrazione del DSM

Per l'estrazione del DSM è stato scelto il passo minimo della griglia, corrispondente a 2 pixel ed equivalente ad un campionamento di circa 4.5 m, data la risoluzione media delle due immagini rispettivamente di 2.26 e 2.29 m. Il modello risultante è composto da 4370500 punti. Al fine di ottenere un file più facilmente gestibile nella successiva fase di validazione, il DSM è stato ricampionato ottenendo un prodotto costituito da 2267393 punti con passo di campionamento di 9 m. Il range delle quote è compreso fra 15 a 490 m s.l.m.



4) Analisi qualitativa del DSM

Da un punto di vista puramente qualitativo il DSM risultante sembra rappresentare con fedeltà la morfologia del terreno nell'area collinare, mentre in quella urbana a maggior densità di edificato i dati sono mancanti. Sono chiaramente distinguibili gli alvei dei fiumi principali, le strade sopraelevate di grandi dimensioni e le depressioni improvvise (cave in pianura). Dall'analisi dei livelli radiometrici delle immagini di partenza si nota che le aree isolate in cui mancano i dati sono per lo più in corrispondenza di edifici con coperture ad alta riflettività, suoli nudi esposti al sole e, in alcuni casi, specchi d'acqua.



Validazione del DSM

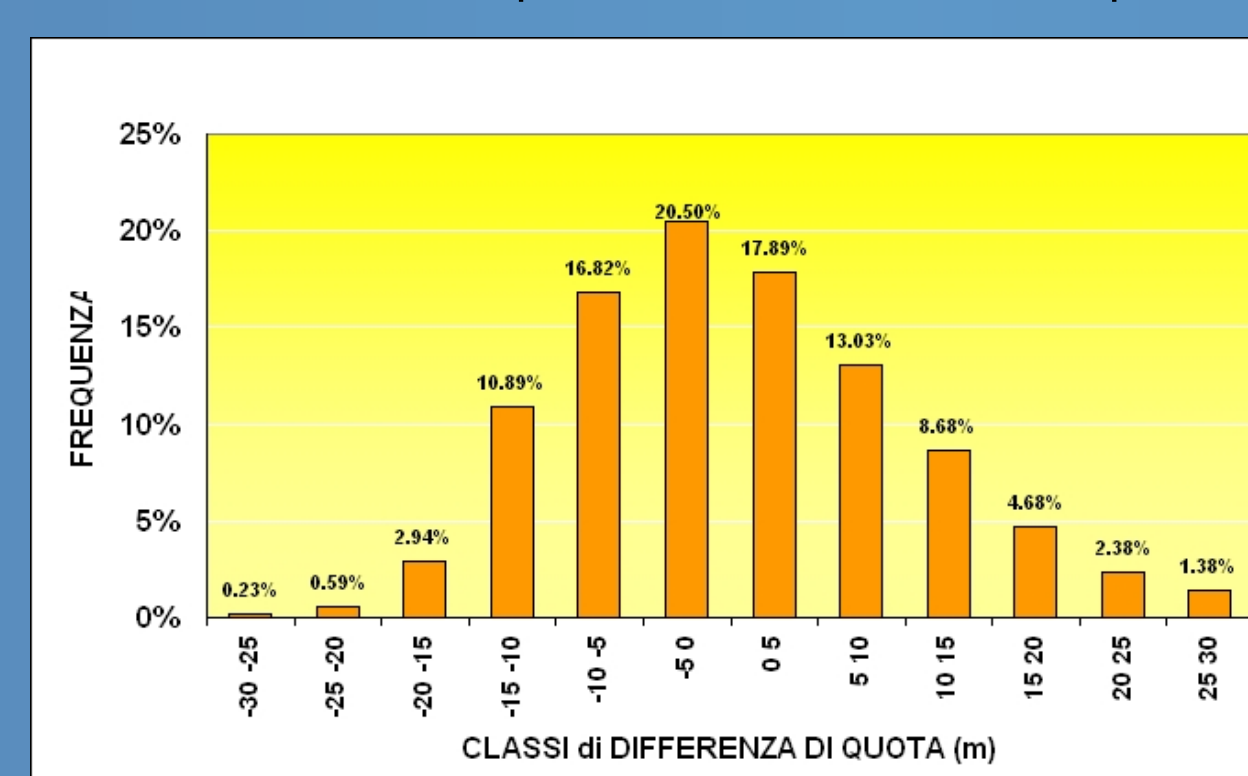
La validazione del DSM è ottenuta mediante il confronto con un DTM di riferimento ottenuto dalla digitalizzazione della CTR10 e disponibile con passo di campionamento di 10 m. Il DTM rappresenta effettivamente la morfologia del terreno, mentre il DSM descrive l'andamento delle superfici presenti nelle immagini e quindi rappresenta il terreno solo in corrispondenza di suoli nudi, mentre nelle aree urbanizzate descrive l'ingombro degli edifici e in aree boschive la sommità delle chiome degli alberi.

Per procedere al confronto è stato creato un grigliato di quote con un passo di 10 metri per entrambi i modelli del terreno. Il numero finale di nodi della griglia interpolati è pari a 1968115.

I valori di quota corrispondenti agli stessi punti planimetrici nei due prodotti sono stati confrontati eseguendone la differenza e sono stati eliminati i valori corrispondenti alle zone prive di dati.

I restanti 1568093 punti sono compresi in un range di differenze di quote variabili tra -30 e +30 m.

Le differenze negative (quote del DSM EROS inferiori a quelle del DTM cartografico), visualizzate in blu-azzurro nella figura accanto, sono concentrate soprattutto nell'area di pianura e lungo le valli, quelle positive, nelle tonalità rosso-arancio, nelle aree collinari e in prossimità delle aree prive di dati.



Tali differenze non sono imputabili unicamente agli errori nella generazione del DSM, ma anche alla differente natura delle superfici confrontate.

