

**Titolo: Ortofotopiani della fascia costiera della Regione Emilia-Romagna alla scala nominale 1:10.000**

**Anno di pubblicazione**

2007

**Rivista/Archivio**

Relazione di attività SGSS

*Autori documento*

Paolo Luciani (1)

*Elaborazione dati*

Paolo Luciani (1), Giuseppe Ali

*Livelli informativi webgis/sic:*

VOLO COSTA 2005

VOLO IT 2000 (anno di volo 1998)

VOLO COSTA 1992

VOLO COSTA 1991

VOLO COSTA 1982

VOLO RER 1976-78

VOLO GAI 1954-55

VOLO RAF 1943-44

*Progetti e/o attività di riferimento*

Sistema Informativo Costa (SIC): coord. Perini L. (1)

Cadsealand (attività 4.14): coord. Perini (1), Cibin (1)

(1) SGSS – *Area Costa*



## Introduzione

Lo scopo del nostro lavoro è stato quello di recuperare tutti i rilievi aerofotogrammetrici eseguiti lungo la costa emiliano-romagnola nel corso dei diversi anni, per renderli disponibili in ambiente GIS. Sono stati acquisiti voli aerei storici quali il Volo RAF (1943-44) ed il Volo GAI (1954-55) presso Enti d'archiviazione fotografica, mentre i voli del 1976-78, 1982, 1991, 1992 e 2005 erano stati eseguiti su commissione della Regione Emilia-Romagna.

Nel presente documento sono messe in evidenza le caratteristiche e le procedure seguite per la creazione delle "ortofoto digitali in scala nominale 1:10 000" rinviando a specifica documentazione (metadati) gli approfondimenti per ogni singolo volo aereo.

## 1. PROCEDURA

### 1.1. Scansione

Il trasferimento del contenuto informativo dai fotogrammi al supporto informatico è un'operazione fondamentale che condiziona in modo determinante il processo d'elaborazione dell'ortoimmagine sia per l'aspetto geometrico che radiometrico.

Lo scanner utilizzato per la scansione dei fotogrammi è caratterizzato da elevate precisione e risoluzione geometrica, ed è adatto alla scansione unitaria di tutto il fotogramma.

I parametri minimali di riferimento sono:

~ accuratezza geometrica della scansione  $\leq 2 \mu\text{m}$

~ risoluzione ottica della scansione da  $\leq 15$  a  $21 \mu\text{m}$

(<http://geomatica.como.polimi.it/corsi/fotogrammetria/acquisizione1.pdf>)

La verifica radiometrica durante l'acquisizione dell'immagine (dodging) viene realizzata abitualmente per migliorare la qualità e l'uniformità dell'immagine stessa. I valori di luminosità dell'immagine possono deviare dai valori originali per interpolazione dei valori di luminosità durante i processi di rettifica e di scansione. In ogni caso è stata mantenuta il più possibile la corrispondenza radiometrica tra l'immagine digitale e l'originale.

### 1.2. Generazione dell'ortofoto e mosaicatura

L'ortorettifica è stata realizzata adottando, per la georeferenziazione, come base cartografica le Carte Tecniche Regionali scala 1:5.000 (fig.1) e per la correzione geometrica il DEM Regionale 5X5 metri (fig.2).

Il metodo di ricampionamento adottato è quello della "convoluzione cubica". Nel caso in cui vi erano delle significative variazioni di luminosità e contrasto tra fotogrammi adiacenti sono state eseguite delle operazioni di stretching che hanno omogeneizzato le radiometrie di fotogrammi da mosaicare. La mosaicatura (fig.3) è stata effettuata attraverso la fase d'assemblaggio dei dati digitali delle singole immagini allo scopo di ottenere le dimensioni stabilite per l'ortofoto, garantendo la congruenza radiometrica e geometrica interna. Essa è stata realizzata con l'istituzione di "cut line" che garantiscono la continuità degli elementi topografici tra i fotogrammi adiacenti.

E' opportuno, in questa fase, scegliere le "cut line" tra linee naturali che delimitano il passaggio netto tra superfici ad elevata differenza radiometrica, consentendo quindi di mascherare l'abbinamento d'immagini con diverse caratteristiche di contrasto. Qualora non fosse possibile



eseguire tale scelta (riflesso della luce solare sulla superficie marina), le linee di sovrapposizione, sono state comunque individuate in modo da minimizzare le variazioni di tonalità.

In alcuni casi è stato applicato un filtraggio di smoothing lungo una predefinita fascia di sovrapposizione delle immagini al fine di rendere più omogeneo e graduale l'accostamento tra le immagini oggetto della mosaicatura. Tale miglioramento dei valori radiometrici è stato localizzato e mirato esclusivamente a ridurre le differenze di tonalità nelle aree d'unione tra le zone. In fase di mosaicatura è stato utilizzato il più possibile solo le parti centrali dei fotogrammi, in quanto presentano in maniera meno evidente le deformazioni provocate dalle distorsioni d'altezza. Nelle zone d'unione dei fotogrammi è stata eseguita una registrazione localizzata dei valori di luminosità al fine di ridurre differenze sensibili di tonalità.

Infine i mosaici così ottenuti sono stati tagliati sulla base del territorio rappresentato da un elemento cartografico (sezione) alla scala 1:10.000.

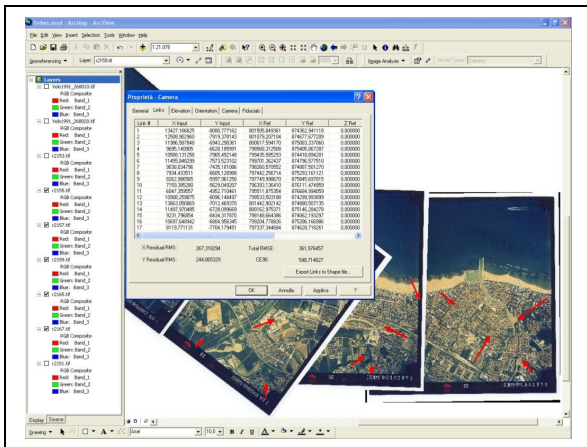


Fig.1: Assegnazione dei punti di controllo

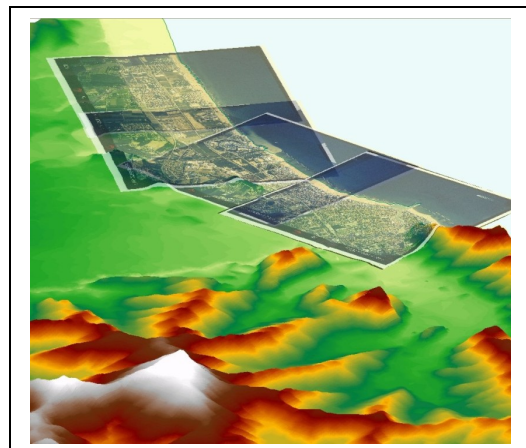


Fig.2. Ortorettifica utilizzando il DEM regionale 5X5 metri



Fig. 3: Mosaico



### 1.3 Collaudo

Le verifiche di qualità comprendono il collaudo dei parametri stabiliti per il prodotto finale e quelli caratterizzanti le fasi intermedie.

Sono quindi oggetto di validazione (dove è stato possibile):

- i requisiti geometrici, radiometrici e di completezza delle immagini di partenza (geometria del sensore, l'omogeneità radiometrico delle immagini, copertura monoscopica e/o stereoscopica dell'area);
- I valori degli scarti su MCP (Map Control Point) misurati in fase di ortorettifica;
- Le procedure di produzione del DEM verificate attraverso i relativi metadati; ([www.intesagis.it/specifiche/Doc\\_wg03/DTM16I\\_Spec\\_Apr01\\_it.pdf](http://www.intesagis.it/specifiche/Doc_wg03/DTM16I_Spec_Apr01_it.pdf))
- Le caratteristiche geometriche e radiometriche dell'ortofoto (risoluzione geometrica e radiometrica, tolleranze planimetriche, sistema di riferimento nativo, dimensione e taglio, formato dei dati digitali e consistenza dei metadati);

## 2. CARATTERISTICHE DEL DATO (ORTOFOTOPIANO)

### 2.1 Risoluzione geometrica

Parametro dell'immagine raster riferita alle dimensioni a terra del pixel. Viene qui definita in termini di dimensione laterale di una cella di pari lati (quadrata). La risoluzione geometrica, o spaziale, delle ortofoto è definita in funzione di una serie di fattori tra i quali l'acquisizione dei dati, l'accuratezza geometrica e il contenuto informativo richiesti. I valori devono essere compresi tra 0,5 e 1 metro (il valore di riferimento di 1 metro è tra quelli attualmente più in uso per scale 1:10.000 in Italia), nel nostro caso è stato scelto il valore di 0,5 metri motivato dal fatto che le ortofoto sono utilizzate per applicazioni di tipo cartografico. La risoluzione è intesa come dimensione del pixel al suolo.

### 2.2 Risoluzione radiometrica

Parametro di qualità dell'immagine raster riferito al numero d'intervalli in cui può essere rappresentata l'intensità radiometrica d'ogni pixel. La risoluzione radiometrica è stabilita in funzione delle esigenze geometriche o tematiche dell'utilizzatore e della tipologia del dato spettrale (pancromatico, colore o multispettrale). I valori di riferimento considerati sono: 8bit per pixel per le ortofoto B/N (256 livelli di grigio) e 24 bit per pixel (8 bit per banda) per le immagini a colori RGB. I voli RAF, GAI e 1992 sono in B/N mentre tutti gli altri sono a colori.



### 2.3 Tolleranza planimetrica

La tolleranza planimetrica, definita come incertezza posizionale massima ammessa per un particolare puntuale individuato nel piano della rappresentazione.

La tolleranza massima richiesta è funzione di diversi fattori quali l'acquisizione delle immagini originali, le caratteristiche di scansione, la qualità della georeferenziazione, l'accuratezza del DEM ecc. per i quali devono pertanto essere rispettati valori di riferimento atti a garantire la tolleranza finale qui definita.

Le tolleranze per le posizioni planimetriche dei punti delle ortofoto s'intendono come differenza fra la posizione di un punto in cui le coordinate  $N'(p)$  ed  $E'(p)$  sono relative ad un punto  $P'$  individuato sull'ortofoto e le coordinate  $N(p)$  ed  $E(p)$  relative allo stesso punto  $P$  sul terreno o individuato sulla mappa.

Nel nostro caso si è ritenuto che per i voli RAF e GAI essi dovevano soddisfare la seguente relazione:

$$([N'(p) - N(p)]^2 + [E'(p) - E(p)]^2)^{1/2} \leq 6m.$$

Mentre per tutti gli altri voli (a grande scala) essi dovevano soddisfare la relazione:

$$([N'(p) - N(p)]^2 + [E'(p) - E(p)]^2)^{1/2} \leq 3m.$$

### 2.4 Sistema di riferimento

Nella generazione dell'ortofoto si è utilizzato il sistema di riferimento cartografico regionale UTM-ED50\*

([http://demetra.regione.emilia-romagna.it/stampa/delibere\\_pdf/vii%20legislatura/2003/0484-ogg4386.pdf](http://demetra.regione.emilia-romagna.it/stampa/delibere_pdf/vii%20legislatura/2003/0484-ogg4386.pdf))

L'ortofoto, generata quindi nel sistema di riferimento geodetico-cartografico nativo, potrà essere successivamente sottoposta a passaggi in altri sistemi di riferimento, utilizzando i software di trasformazione ufficiali (come ad es. il VERTO3 dell'IGM). Sono dunque disponibili anche gli ortofotopiani nei vari sistemi di riferimento nazionali ed internazionali (Gauss-Boaga, UTM-ED50 ed UTM-WGS84).

### 2.5 Dimensione, taglio e formato digitale dei dati

La dimensione dell'ortofoto identifica l'estensione di territorio rappresentato, può variare in funzione dell'area ricoperta dal volo aereo, comunque il modulo minimo di produzione dell'ortofoto è costituito dalla porzione di territorio coperta da una Sezione della C.T.R. a scala 1:10.000, ogni Sezione corrisponde alla sedicesima parte di un foglio della serie IGM a scala 1:50.000 ed è contraddistinta da un codice a sei cifre. Nel caso di cartografia raster sono utilizzati una serie di formati standard, il formato da noi utilizzato è lo standard Geo-Tiff (o in alternativa il formato Tiff + tfw) non compressi.



## 2.6 Metadati

Ogni volo aereo è corredato dal rispettivo metadato che descrive un insieme d'informazioni quali proprietà, formato, qualità, fonte, genealogia, utilizzabilità, oggetti e relativi attributi, sistema di riferimento ecc.

La definizione classica di metadati è "dati sui dati": i metadati sono una documentazione dei dati principalmente destinata a fornire informazioni utili ad un utente per comprendere, confrontare e scambiare il contenuto dei dati descritti. I metadati sono parte integrante dei dati che caratterizzano il prodotto finale e quelli intermedi. Per la strutturazione delle informazioni inerenti ai metadati si rinvia a quanto prescritto nel documento: "Repertorio Nazionale dei Dati Territoriali.

- Linee guida per l'applicazione dello Standard ISO 19115 *Geographic Information – Metadata* " – CNIPA ([http://www.cnipa.gov.it/site/\\_files/Repertorio2\\_LineeGuida\\_ISO19115\\_v02.zip](http://www.cnipa.gov.it/site/_files/Repertorio2_LineeGuida_ISO19115_v02.zip))

