



**ATTO ESECUTIVO**  
**TRA**  
**LA REGIONE AUTONOMA DELLA VALLE D'AOSTA**  
**E**  
**L'AGENZIA PER LE EROGAZIONI IN AGRICOLTURA**

PER LA REALIZZAZIONE DI "ORTO FOTO DIGITALI A COLORI A 20 CM DI RISOLUZIONE SU PARTE DEL TERRITORIO DELLA REGIONE AUTONOMA DELLA VALLE D' AOSTA"

**ALLEGATO 1**

**Specifiche tecniche per la produzione di ortofoto  
tematiche 20 cm in scala 1 :5.000**



1 INTRODUZIONE .....	3
1.1 DESCRIZIONE DELLA FORNITURA .....	3
1.2 RISOLUZIONE RADIOMETRICA .....	3
1.3 TOLLERANZA PLANIMETRICA .....	4
1.4 SISTEMA DI RIFERIMENTO .....	4
1.5 DIMENSIONE E TAGLIO .....	4
2 RIPRESA AEREA .....	5
2.1 SISTEMA DI RIPRESA .....	5
2.2 STRUMENTAZIONE DI BORDO .....	5
2.2.1 Strumentazione GNSS .....	5
2.2.2 Sistemi Inerziali .....	6
2.2.3 Strumentazione di terra .....	6
2.3 CARATTERISTICHE DELLA RIPRESA AEREA .....	7
2.4 DELIVERABLE .....	8
3 PROCESSAMENTO RADIOMETRICO .....	9
3.1 PROCESSAMENTO DATI GNSS/IMU .....	9
3.2 DATI AUSILIARI .....	10
3.3 DELIVERABLES .....	10
4 PROCESSAMENTO .....	11
4.1 TRIANGOLAZIONE AEREA .....	11
4.2 PROCESSAMENTO RADIOMETRICO .....	11
4.3 ORTOPROIEZIONE .....	12
4.4 MOSAICATURA .....	12
4.5 GENERAZIONE DELL'ORTOFOTO FINALE .....	13
4.6 CONTROLLO DI QUALITÀ .....	13
4.6.1 Collaudo Geometrico .....	13
4.6.2 Collaudo Radiometrico .....	13
4.7 DELIVERABLES .....	14



## 1 INTRODUZIONE

Scopo del presente documento è illustrare le caratteristiche del prodotto ortofoto con passo 20 cm a scala di riferimento 1 :5.000 da fornire alla Regione Autonoma della Valle d'Aosta (in seguito RVA).

L'area di interesse da fornire è quella relativa all'intera RVA per un totale di 3.263 km<sup>2</sup>.

Nei paragrafi seguenti saranno descritte le modalità di acquisizione (ripresa aerea), di processamento e di collaudo del suddetto prodotto.

### 1.1 DESCRIZIONE DELLA FORNITURA

Le ortofoto prodotte da telerilevamento aereo che sono oggetto della fornitura avranno le seguenti caratteristiche:

- 20 cm pixel size
- Colori naturali + infrarosso
- 8 bit/band/pixel
- Bilanciamento dei colori
- Tiling in elementi 1 :5.000
- Tolleranza planimetrica 2 metri

Il taglio delle immagini sarà effettuato:

- In elementi 1 :5.000 secondo il Quadro di Unione delle ortofoto fornito dal Committente.
- Nel rispetto dei sistemi di riferimento richiesti dal Committente.

### 1.2 RISOLUZIONE RADIOMETRICA

La "risoluzione radiometrica" è il parametro di qualità dell'immagine raster che indica il numero di intervalli in cui può essere rappresentata l'intensità radiometrica di 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 standard adottati sono 8 bit per pixel per ciascuna delle bande RGB per le immagini a colori naturali + infrarosso.

Nelle immagini a colori, i valori 0 e 255 rappresentano, per ciascuna banda, l'assenza o la saturazione del colore.

Il recente affermarsi della tecnologia digitale ha reso praticamente esclusiva la richiesta di sole immagini a colori.



### 1.3 TOLLERANZA PLANIMETRICA

La tolleranza planimetrica è definita come l'errore massimo di posizione ammesso per un particolare puntuale individuato sull'ortofoto, espresso in metri. Il valore della tolleranza planimetrica non deve essere superato da più del 5% dei punti dell'ortofoto.

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

L'errore di posizione planimetrica di un punto P chiaramente individuato sull'ortofoto si determina come differenza fra la posizione del punto, definita dalle sue coordinate N'P e E'P lette sull'ortofoto, e le coordinate NP ed EP relative allo stesso punto P, misurate con tecniche che garantiscano un'accuratezza adeguata a quella del prodotto che si intende realizzare.

Per il rispetto della tolleranza dovrà risultare (almeno nel 95% dei casi), con verifiche da effettuarsi esclusivamente su punti al suolo:

$$([N'P - NP]^2 + [E'P - EP]^2)^{1/2} \leq 2 \text{ m}$$

### 1.4 SISTEMA DI RIFERIMENTO

Le ortofoto dovranno essere prodotte nel sistema di riferimento UTM-WGS84 Fuso 32.

### 1.5 DIMENSIONE E TAGLIO

Il taglio delle immagini sarà effettuato in elementi 1 :5000 secondo il Quadro di Unione delle ortofoto fornito dalla Regione Valle D'Aosta.

Il modulo minimo di produzione delle ortofoto dovrà essere costituito dalla porzione di territorio, coperta da una tavola a scala 1:5.000, inquadrato nel taglio regionale della Valle D'Aosta 1:10.000. Le ortofoto dovranno essere consegnate secondo una suddivisione in file corrispondenti ai quadrati. La squadratura dovrà essere tale che si abbiano 4 tavole al 5.000 derivati per suddivisione di una sezione al 10.000. Ogni tavola al 5.000 dovrà essere designata da un numero di 4 cifre, del tipo XXYY, delle quali:

- le prime due cifre XX designano le centinaia e decina di migliaia della coordinata Est nel Sistema di riferimento UTM-ED50, riferita al acentro della tavola;
- le terza e quarta cifra YY designano le centinaia e decina di migliaia della coordinata NORD nel Sistema di riferimento UTM-ED50, riferita al acentro della tavola;
- inoltre dovranno essere garantite lungo i bordi le fasce di sovrapposizione ai fini di un più agevole accesso ai dati secondo il formato di taglio fornito dalla Regione Valle D'Aosta.



## 2 RIPRESA AEREA

Gli aeromobili devono essere in grado di operare a quote operative idonee a garantire l'esecuzione di riprese aeree compatibili con la scala e la risoluzione del prodotto da ottenere, in funzione del dispositivo di acquisizione adottato.

Essi devono essere regolarmente abilitati alla specifica attività ed essere in possesso delle Autorizzazioni all'effettuazione di sorvolo delle zone oggetto dell'appalto, rilasciate dall'Ente Nazionale per l'Aviazione Civile - Servizio Licenze - ai sensi degli ART. 788 e 793 del Codice di Navigazione, così come modificato dai par. 3 e 4 del D.P.R. 29 settembre 2000, n. 367.

### 2.1 SISTEMA DI RIPRESA

I sistemi di ripresa utilizzati dovranno essere di tipo digitale "push-broom".

Le camere utilizzate dovranno essere dotate di certificati di taratura di data non anteriore a due anni dalla data della ripresa.

L'immagine originale acquisita dovrà essere caratterizzata da un valore di GSD medio di 20 cm, e potrà essere superiore a questo valore in tutti quei casi, limitati nello spazio, in cui la particolare morfologia del territorio non assicurasse il mantenimento dei parametri di sicurezza dell'aeromobile in volo; pertanto, dovranno essere realizzate le riprese ad una quota tale da garantire comunque una adeguata separazione dagli ostacoli. Poiché la quota relativa per acquisire pixel con dimensione al suolo di 20 cm è di circa 1930 metri, appare chiaro che i voli in montagna, oltre a difficoltà tecniche, comportano anche molti problemi di carattere operativo, che rendono particolarmente rischiose le missioni.

### 2.2 STRUMENTAZIONE DI BORDO

#### 2.2.1 Strumentazione GNSS

Durante la ripresa è prescritto l'uso di un ricevitore GNSS, a doppia frequenza, dotato di input fotogrammetrico capace di memorizzare, tramite opportuna interfaccia, un impulso emesso dalla camera all'istante di scatto; quest'ultimo va determinato con incertezza non superiore al millesimo di secondo. Tale ricevitore GNSS non è obbligatorio, ma consigliato.

In tutti i sensori digitali inoltre, inglobato rigidamente nel corpo del sensore, troviamo l'IMU, l'Unità di Misure Inerzia li, del sistema GNSS, che è solidale con lo stesso sensore. La misura dell'eccentricità interna (lever arm) tra il punto principale o centro di presa e l'IMU, è molto accurata perché viene misurata direttamente nel laboratorio meccanico della ditta costruttrice. In particolare nei sensori push-broom, l'IMU è rigidamente bloccato sul piano focale per cui misura in modo diretto i movimenti angolari  $\omega$ ,  $\phi$  e  $\kappa$  del piano sul quale sono fissati i sensori CCD lineari che acquisiscono le immagini; questo accorgimento migliora ulteriormente anche la qualità delle misure angolari che non sono eccentriche perché vengono eseguite direttamente sul piano focale. Come già sottolineato, l'acquisizione dei dati GNSS deve essere eseguita con una frequenza di misura superiore o uguale a 1 Hertz, con ricezione continua di almeno 5 satelliti e PDOP  $\leq 5$ .

Sia nel caso di determinazione diretta che indiretta dei centri di presa, il rilievo dovrà essere corredato da una relazione che illustri le modalità di misura impiegate per la



determinazione, con camera in assetto normale ( $\omega$ ,  $\phi$  e  $k$  nulli), del vettore congiungente il centro di presa e il centro di fase dell'antenna GNSS, le componenti del vettore nel sistema immagine e i relativi s.q.m. la distanza delle componenti planimetriche relative alla posizione del centro di fase dell'antenna rispetto al centro di presa della camera fotogrammetrica non deve mai essere superiore ai 0.80 m, se la camera fotogrammetrica è abbinata a una piattaforma stabilizzatrice.

Per la validità del volo di ripresa di ciascun blocco occorre che, per almeno il 90% delle strisciate, sia possibile ricostruire la posizione del centro di fase dell'antenna all'istante di scatto dal trattamento GNSS delle misure di fase. Tale requisito è intrinseco nel sistema push broom. Qualora la condizione di cui sopra non sia rispettata, il volo dovrà essere ripetuto per le strisciate con le lacune più numerose, fino a rientrare nei limiti di cui sopra, ovvero si dovranno effettuare le operazioni di appoggio a terra necessarie per l'integrazione dei dati mancanti.

### 2.2.2 Sistemi Inerziali

Come già anticipato nel paragrafo precedente, in tutti i sensori digitali è inglobato rigidamente nel corpo del sensore l'IMU, ovvero l'Unità di Misure Inerziali, del sistema GNSS, che è solidale con lo stesso sensore.

Dal trattamento dei dati rilevati dai sensori inerziali deve essere possibile la determinazione dei parametri angolari di orientamento esterno nel rispetto delle percentuali std definite per le coordinate dei centri di presa, o dalle traiettorie nel caso di push broom

Il complesso delle attrezzature fotogrammetriche (camera da presa) deve essere sottoposto a calibrazione geometrica e radiometrica in data non anteriore a due anni dall'esecuzione della ripresa.

Il rilievo dovrà essere corredato da una relazione che illustri le modalità di misura impiegate nella calibrazione del sistema inerziale.

### 2.2.3 Strumentazione di terra

Durante le riprese devono essere attivati ricevitori con le medesime caratteristiche di quello a bordo. Le distanze tra il vettore aereo e il ricevitore fisso più vicino non devono superare i 50 Km. eventuali ricevitori ad integrazione di quelli esistenti (laddove necessari) dovranno essere in stazione su vertici IGM95 (per i quali siano disponibili le coordinate nel sistema di riferimento ETRF2000 - epoca 2008.0 - materializzato dalla RDN), o su vertici determinati mediante la misura di almeno due linee di base che li colleghino ai vertici della rete IGM95 o stazioni permanenti possibilmente inquadrare nella RDN; ciascuno deve tracciare almeno 5 satelliti tra quelli ricevuti sull'aereo. Nel caso in cui i dati dei sistemi inerziali siano utilizzati come semplice ausilio per la fase di triangolazione aerea, l'organizzazione della strumentazione a terra non è soggetta a prescrizioni particolari.



## 2.3 CARATTERISTICHE DELLA RIPRESA AEREA

Prima di procedere all'esecuzione delle riprese aeree fotogrammetriche, dovrà essere predisposto il piano di volo su base cartografica a scala adeguata sul quale, per ogni strisciata, dovranno essere indicati:

- l'effettiva copertura delle strisciate, con la loro codifica ipotizzata;
- l'asse della strisciata, con i limiti (inizio e fine) della copertura stereoscopica.

In una tabella allegata dovranno inoltre essere indicate, per ogni strisciata:

- numerazione della strisciata
- coordinate inizio e fine strisciata (lat long e WGS)
- la quota assoluta di volo prevista;
- lunghezza strisciata
- la quota minima e la quota massima del terreno sorvolato;

Per la progettazione del piano di volo si consiglia l'impiego di un DTM di livello 0 o 1 relativo all'area da rilevare e di idonei strumenti software di progetto per la verifica delle deformazioni delle strisciate.

Le caratteristiche del volo sono funzione degli strumenti di acquisizione impiegati, per ciascuno dei quali devono essere definite apposite prescrizioni di dettaglio atte a garantire la correttezza del processo.

Data la morfologia del territorio da rilevare, la presenza di vallate strette e rapide variazioni di quota, non è possibile vincolare le strisciate a direzioni prestabilite. Fermo restando che, laddove possibile, il piano di volo sarà mirato alla ricerca di aree omogenee sulle quali eseguire strisciate rettilinee e parallele, ovviamente nel rispetto della sicurezza e delle caratteristiche tecniche da fornire.

Nel caso di utilizzo di strumentazione INS/IMU per la navigazione, la durata del volo sulla singola strisciata deve essere tarata in modo da limitare il drift dell'IMU, e quindi la strisciata avrà lunghezza non superiore a 80 km o comunque di durata inferiore a 20 minuti.

Per ottenere un irrigidimento del blocco ed una continuità tra strisciate con prua differente, è opportuno che vi sia una sovrapposizione adeguata tra strisciate intersecanti.

In ogni caso il piano di volo dovrà essere sottoposto all'approvazione del Committente, prima della realizzazione delle riprese.

Le riprese fotogrammetriche del territorio da rilevare devono possedere tutti i requisiti richiesti dalla tecnica più aggiornata per l'esecuzione dei rilievi a grande scala.

In particolare l'esecuzione delle riprese aerofotogrammetriche deve garantire:

- la totale copertura stereoscopica dell'area d'interesse;
- il rispetto dei parametri previsti dal piano di volo (altezza di volo, assi delle strisciate, ricoprimenti, ...) compatibilmente con i vincoli imposti dagli Enti di assistenza al volo, civili e militari;
- Il ricoprimento trasversale (sidelap) delle strisciate adiacenti deve essere non inferiore al 35%  $\pm$ 10% in funzione della morfologia di terreno.



- In ogni strisciata lo scostamento orizzontale massimo dall'asse della strisciata medesima, come indicato sul piano di volo, non deve superare 200 m, e deve garantire comunque il valore minimo ammesso per il ricoprimento trasversale . Lo scostamento verticale deve essere contenuto in modo da garantire il rispetto del GSD di progetto.

Le riprese vanno eseguite in ore a cavallo del mezzogiorno solare, in modo da ridurre al minimo le ombre: l'angolo di elevazione del sole deve essere maggiore di 30° in zone pianeggianti e collinari, e maggiore di 35° in montagna.

Non deve essere presente neve, ad eccezione delle zone di quota superiore a 2000 m.

Non devono essere presenti foschia , nubi. In virtù della richiesta di "bassa nuvolosità residua", è tollerata la copertura di nubi su un numero di elementi non superiore al 2% del blocco di acquisizione e per una superficie non superiore al 5% per strisciata. Deve comunque essere garantito che tutto il territorio interessato sia copribile mediante una ortofoto senza presenza di nubi, foschia.

Per garantire un corretta copertura del blocco di acquisizione oggetto di ripresa aerea, si dovrà prevedere una opportuna estensione all'inizio ed alla fine di ogni strisciata, oltre il limite del blocco interessato dal volo .

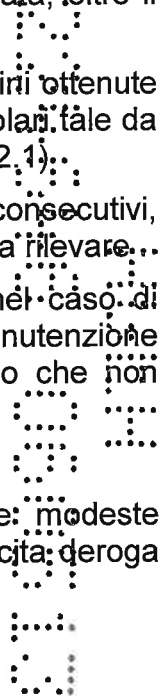
La quota di volo relativa deve essere tale da garantire che il pixel delle immagini ottenute sia quello previsto di 20 cm medio, fatte salve le situazioni morfologiche particolari, tale da evitare situazioni che possano mettere a rischio la sicurezza del volo (vedi par. 2.1).

I voli devono essere completati entro un ristretto numero di giorni consecutivi, compatibilmente con le condizioni meteorologiche e con l'estensione dell'area da rilevare.

Dovrà essere prodotta opportuna documentazione della situazione meteo nel caso di giorni di stand-by. E' cura di chi effettua il volo programmare gli interventi di manutenzione dell'aeromobile e della strumentazione di bordo, incluso il sensore, in modo che non interferiscano con le tempistiche di volo.

Ciascuna a strisciata dovrà essere identificata da un codice univoco.

Prescrizioni diverse da quelle sopraccitate, quali ad esempio il tollerare modeste percentuali di copertura nuvolosa o nevosa, dovranno essere oggetto di esplicita deroga concessa dalla Direzione Lavori.



## 2.4 DELIVERABLE

RCP ID Deliverables	Descrizione del Deliverable
1	Immagini in formato nativo digitale
2	Relazione descrittiva delle procedure eseguite per la misura dei lever arm
3	Certificazione della data di volo
4	Certificato di taratura della camera fotogrammetrica
5	Relazione sulla verifica di completezza della copertura stereoscopica, in forma grafica e tabellare
6	Piano di volo





7	Grafico delle strisciate. allestito per ciascuna giornata di volo, in formato DXF o SHP. con indicazione del codice identificativo delle singole strisciate e della sua copertura
---	---

### 3 PROCESSAMENTO RADIOMETRICO

Il processamento radiometrico ha come obiettivo la realizzazione di immagini a 8 bit, di input per la fase di ortoproiezione e mosaicatura . Le immagini devono essere processate in modo da aumentarne la leggibilità, ridurre e compensare le differenze sia radiometriche che di illuminazione tra le varie immagini appartenenti alla stessa strisciata o volati nel corso della stessa missione di acquisizione.

Essendo il processamento radiometrico applicabile anche in sede di mosaicatura, in questa fase esso potrà essere più o meno spinto.

In ogni caso, il processamento radiometrico in generale dovrà:

- non introdurre saturazioni verso i valori più alti che compromettano irreversibilmente la leggibilità dell'immagine e quindi della risultante ortofoto;
- consentire la corretta discriminazione di elementi territoriali all'interno delle zone più scure, quali quelle d'ombra, senza saturare su valori bassi l'immagine;
- mantenere il più possibile inalterati i colori delle immagini, limitandosi alle sole modifiche della luminosità e del contrasto, e correggendo solo eventuali viraggi verso una tonalità dominante;
- non appiattire eccessivamente la dinamica delle immagini.

#### 3.1 PROCESSAMENTO DATI GNSS/IMU

Nell'ipotesi in cui si utilizzino i metodi di georeferenziazione diretta per la fase successiva di aerotriangolazione, una volta terminata la fase di acquisizione dei fotogrammi è di primaria importanza il corretto processamento dei dati di navigazione (GNSS/IMU) registrati a bordo.

In particolare, questa fase può essere sinteticamente suddivisa attraverso l'esecuzione di tre step consecutivi:

1. Raw data ingestion (GNSS/IMU di bordo e GNSS di terra): download e analisi di qualità dei dati grezzi di navigazione registrati a bordo e a terra durante l'acquisizione;
2. DGNSS processing: elaborazione DGNSS dei dati GNSS di bordo mediante la rete di stazioni di riferimento a terra;
3. DGNSS/IMU data fusion: fusione dei dati DGNSS e IMU.

L'obiettivo finale è la generazione delle traiettorie per singole missioni, processate al fine di utilizzarle in fase di triangolazione aerea.

Il formato di consegna del file delle traiettorie sarà ".sol".



Nel caso in cui i dati da sistemi inerziali siano utilizzati come semplice ausilio per la fase di triangolazione aerea, l'accuratezza della traiettoria originale non è soggetta a prescrizioni particolari.

### 3.2 DATI AUSILIARI

I Dati ausiliari necessari alla produzione del ortofoto sono:

- DTM
- Punti di Appoggio
- CTR vettoriale

Sarà compito del Committente fornire dei dati ausiliari che consentano la produzione del prodotto richiesto.

### 3.3 DELIVERABLES

RCP ID Deliverables	Descrizione del Deliverable
8	Immagini in formato TIFF e TFW non compresso, a 8 bit, 4 bande
9	Report di Qualità in formato tabellare delle immagini che riporti, per ciascuna immagine:  - eventuale presenza di nuvole e neve;  - problemi radiometrici
10	Grafico di volo in formato shapefile, con riportati l'identificativo di ciascuna strisciata e il suo abbracciamento al suolo
11	File in formato binario relativo alle traiettorie compensate dopo la triangolazione aerea
12	Descrizione e documentazione della stazioni GNSS a terra
13	Descrizione e documentazione dei punti di appoggio (GCP o MCP) e di controllo  (CP) – Vedasi punti forniti dalla Regione



## 4 PROCESSAMENTO

### 4.1 TRIANGOLAZIONE AEREA

La Triangolazione Aerea (TA) avrà come input le strisciate di immagini preprocessate radiometricamente, corredate dal file delle traiettorie divise per singole strisciate.

La metodologia di calcolo che dovrà essere adottata è quella rigorosa a fasci proiettivi o a modelli indipendenti.

Il risultato della compensazione di un blocco, in fase di AT, è ritenuto accettabile quando gli scarti sui punti sono inferiori ai seguenti valori:

- scarti residui sui punti di appoggio (GCP):
  - 0.8 metri in planimetria CE95%;
  - 0.9 metri in altimetria LE95%;
- scarti residui sui punti di controllo (CP):
  - 1.5 metri in planimetria CE95%
  - 1.8 metri in altimetria LE95%

Devono essere presenti su un blocco di AT almeno 5 punti di controllo (Check Points);

Per l'appoggio del blocco deve essere generato un numero adeguato di punti di legame (TIE) e di punti di appoggio (GCP).

In particolare, il numero di TIE non deve mai essere inferiore ai 6 per stereo coppia; distribuiti nei punti di von Gruber; un numero superiore a 10 di punti ben distribuiti per stereo coppia è però fortemente consigliato. Per i GCP vanno seguite le consolidate modalità tradizionali di elaborazione ed in particolare è opportuno misurare, almeno di particolari modificati o non visibili, tutti i GCP fomitì. In generale, è buona norma misurare non meno di 10 punti per blocco di calcolo compresi i check points nel caso in cui non si proceda per orientamento diretto.

In questo caso, ferme restando le indicazioni relative al numero ed alla distribuzione dei TIE, è consentito di ridurre notevolmente il numero di GCP.

Per la verifica della precisione, è richiesta la misurazione di punti di verifica ( $\checkmark$ ), posizionati con distribuzione omogenea lontani dai GCP. Il numero dei punti di verifica non deve essere inferiore a 5 per blocco.

Nel caso in cui il calcolo sia suddiviso in sotto-blocchi di dimensione inferiore all'estensione del territorio provinciale, i blocchi adiacenti devono avere almeno 2 strisciate (per sensore push broom) e/o 3 stereo coppie in comune.

### 4.2 PROCESSAMENTO RADIOMETRICO

Qualora esistano significative variazioni di luminosità e contrasto tra fotogrammi adiacenti, anche se già pre-processati radiometricamente, devono essere eseguite delle operazioni di elaborazione della radiometria che minimizzino le differenze di colore, tonalità e contrasto tra le strisciate da mosaicare, ma senza alterare la leggibilità dell'informazione.

Questa operazione può essere effettuata con strategie diverse, basate su strumenti automatici o interattivi. L'operazione non è richiesta nel caso in cui la mosaicatura da



effettuare riguardi specchi d'acqua. Il processamento deve preservare il più possibile la dinamica radiometrica delle immagini interessate, e gli algoritmi applicati non devono saturare (verso l'alto o verso il basso) parti delle immagini.

### 4.3 ORTOPROIEZIONE

Il processo di orto proiezione prevede l'elaborazione geometrica delle immagini orientate, impiegando un idoneo modello digitale del terreno per tener conto della morfologia dell'area.

Il metodo di ricampionamento da adottare è quello della convoluzione cubica, in modo da eliminare effetti di scalettatura dell'immagine senza grossi impatti sulla risoluzione effettiva. Qualora le immagini siano state acquisite in direzione prossima a E-W o N-S, è ammesso anche l'impiego dell'interpolazione bilineare. Non è ammesso il ricampionamento di tipo nearest neighbour.

### 4.4 MOSAICATURA

La mosaicatura, effettuata attraverso la fase di assemblaggio delle singole strisciate native allo scopo di ottenere un'immagine unica, deve garantire la congruenza radiometrica e geometrica interna. Essa viene effettuata attraverso la preventiva creazione di linee di taglio tra le varie immagini da mosaicare, che garantiscano la continuità degli elementi topografici tra immagini originali adiacenti. Le linee di taglio:

- vanno scelte in modo da ridurre al minimo il loro impatto sulla qualità del prodotto. Non è ammessa, quindi, la mosaicatura secondo linee di taglio rettilinee, a meno che non esista alcuna differenza radiometrica/geometrica tra le parti da mosaicare, e la linea di taglio non sia visibile sul mosaico finale;
- in generale, dovranno essere digitalizzate seguendo preferibilmente particolari naturali, quali fossi, siepi, ecc, o lungo discontinuità radiometriche marcate del territorio, in modo che le linee di taglio nell'immagine finale risultino il più possibile mascherate;
- qualora non sia possibile seguire elementi naturali o zone di forte contrasto, le linee di taglio dovranno essere comunque individuate in modo da minimizzare le variazioni di tonalità;
- non dovranno mai tagliare edifici, in modo da evitare l'introduzione di discontinuità dovute alla differente prospettiva delle immagini interessate;

E' ammessa l'applicazione, a cavallo della linea di taglio, di filtri di smoothing che si estendano per non più di 10 pixel da una parte e dall'altra della linea, al fine di mascherare il più possibile piccole imperfezioni in prossimità della linea di taglio. E' raccomandato anche l'impiego di algoritmi di feathering per rendere più graduale e omogeneo dal punto di vista radiometrico l'accostamento tra le immagini adiacenti. In ogni caso, comunque, non dovrà essere alterata la leggibilità e la qualità percepita dell'immagine.

L'accuratezza geometrica dell'ortomosaico deve essere la seguente:

- le coordinate planimetriche (N e E) di un punto P sull'ortofoto e le coordinate planimetriche (N' e E') di un punto di alta precisione, devono soddisfare la seguente relazione :



$$[(E' - E)^2 + (N' - N)^2]^{1/2} \leq 1 * R_p$$

- Non devono essere presenti in nessun caso distorsioni delle immagini che ne compromettano la leggibilità.
- Il valore da utilizzare come riferimento per l'accuratezza planimetrica è il seguente:  $R_p = 2$  metri. Tale tolleranza sarà rispettata nel caso di utilizzo di DTM ottenuto da ripresa lidar.

#### 4.5 GENERAZIONE DELL'ORTOFOTO FINALE

Al termine della fase di mosaicatura o contestualmente ad essa, va effettuata la creazione dell'ortofoto in formato Tiff, non compresso, 4 bande colori naturali + infrarosso in un singolo file.

#### 4.6 CONTROLLO DI QUALITÀ

Il controllo di qualità dovrà essere effettuato con lo scopo di verificare la radiometria e la geometria delle immagini prodotte.

##### 4.6.1 Collaudo Geometrico

I controlli geometrici vengono eseguiti comparando le coordinate di punti noti di precisione più elevata rispetto al dato da verificare (es. monografie IGM, punti di controllo forniti) con le corrispondenti coordinate dello stesso punto, sull'ortofoto e verificandone lo scostamento x-y. Il quantitativo di punti utilizzati per il collaudo varia a seconda del numero di GCP di certa rintracciabilità sull'ortofoto messi a disposizione.

Il collaudo viene fatto caricando a video attraverso uno strumento GIS ciascun punto noto facente parte del campione selezionato e la corrispondente ortofoto. I punti devono essere presi a quota terreno.

L'operatore procede individuando sull'ortofoto l'oggetto corrispondente al punto noto ben identificabile attraverso la monografia descrittiva del punto e ne memorizza le coordinate X1 e Y1; verifica la posizione dello stesso oggetto sul punto di riferimento, memorizzandone le relative coordinate X e Y.

Le tolleranze per le posizioni planimetriche dei punti delle ortofoto si intendono come differenza fra la posizione di un punto in cui le coordinate X e Y sono relative ad un punto individuato sull'ortofoto e le coordinate X1 e Y1 relative allo stesso punto noto. Esse devono soddisfare, per il 95% dei punti la seguente relazione:

$$[(Y1 - Y)^2 + (X1 - X)^2]^{1/2} \leq 2m$$

##### 4.6.2 Collaudo Radiometrico

Il controllo radiometrico deve essere effettuato sul 100% delle immagini prodotte. Dovrà essere consegnato un report tabellare per ciascuna ortofoto che riporta l'esito dei seguenti controlli effettuati:

1. Assenza di disallineamenti lungo le linee di taglio



2. Assenza di "sdoppiamenti" di immagine
3. Assenza "stiramenti" dovuti all'orografia
4. Assenza di aree non coperte da immagini
5. Assenza saturazioni radiometriche
6. Assenza nubi
7. Assenza stacchi radiometrici lungo le linee di taglio
8. Indicazione (qualitativa) della gamma radiometrica
9. Verifica uniformità interna (singolo mosaico)
10. Verifica uniformità globale (intera regione)

#### 4.7 DELIVERABLES

RCP ID Deliverables	Descrizione del Deliverable
14	File delle ortofoto secondo il taglio e il formato prestabiliti
15	Tabulato contenente per ciascuna ortofoto: - l'elenco delle strisciate impiegate; - relazione con i risultati delle verifiche di qualità geometrica; - relazione con i risultati delle verifiche di qualità radiometrica;
16	Tabulato con riportato, per ciascuna strisciata: - codice identificativo della strisciata: - file binari formato .odf e .odf.adj, dopo la T.A. contenente nel nome dei file la data di acquisizione
17	Tabulato dei report della triangolazione aerea
18	Mosaico regionale in formato ECW e JPEG2000
19	Descrizione del metodo di ortoproiezione applicato





**ATTO ESECUTIVO**  
**TRA**  
**LA REGIONE AUTONOMA DELLA VALLE D'AOSTA**  
**E**  
**L'AGENZIA PER LE EROGAZIONI IN AGRICOLTURA**

PER LA REALIZZAZIONE DI "ORTO FOTO DIGITALI A COLORI A 20 CM DI RISOLUZIONE SU PARTE DEL TERRITORIO DELLA REGIONE AUTONOMA DELLA VALLE D' AOSTA"

**ALLEGATO 2**  
**Piano di volo**



teiaer S.r.l. - Sistema di Telerilevamento Avanzato

# Accordo Quadro AGEA/Regione Autonoma Valle d'Aosta - Fornitura ortofoto 2012

Piani di volo

25/09/2012





**Sommario**

Piano di volo con GSD 20 cm..... 3  
Elaborati grafici..... 9

TEIAER S.r.l.

TEIAER S.r.l.



Piano di volo con GSD 20 cm

STRIP	QUOTA VOLO (m)	LUNGHEZZA (m)
1	5259.00	4873.69
2	5109.00	12293.81
3	5077.00	16771.12
4	4956.00	22007.24
5	4849.00	22154.50
6	4737.00	24140.30
7	4795.00	7500.99
8	4889.00	8428.51
9	4700.00	24173.26
10	5594.00	12707.14
11	4715.00	9148.34
12	4829.00	15531.11
13	4611.00	23248.74
14	5634.00	15810.17
15	4579.00	9310.59
16	4805.00	16436.65
17	4522.00	24727.39
18	5238.00	17612.29
19	4508.00	9485.31
20	4683.00	16607.39
21	4375.00	25775.70
22	4939.00	18221.79
23	4371.00	33936.09
24	4354.00	28063.54
25	4567.00	18999.04
26	4193.00	59550.56
27	4429.00	18329.64
28	4210.00	48382.44
29	4329.00	18612.67
30	4073.00	29976.95
31	4388.00	14848.20
32	4199.00	27393.10
33	3947.00	28597.16
34	4277.00	14354.01
35	4144.00	28316.64
36	3689.00	24471.28
37	4141.00	41110.60
38	3578.00	20378.34
39	4130.00	40778.17



STRIP	QUOTA VOLO (m)	LUNGHEZZA (m)
40	4154.00	11657.82
41	3506.00	14689.97
42	4069.00	42932.70
43	4263.00	12690.67
44	3668.00	15689.36
45	4050.00	42788.42
46	4222.00	15640.95
47	3772.00	41607.83
48	4316.00	14130.35
49	4104.00	20210.12
50	3651.00	41142.57
51	4212.00	13845.32
52	3946.00	22264.32
53	3427.00	39838.17
54	4187.00	16602.91
55	3717.00	26107.16
56	3094.00	37001.69
57	3896.00	16641.82
58	3620.00	27096.09
59	2922.00	35652.38
60	3837.00	20191.16
61	3791.00	10276.04
62	3549.00	20171.66
63	2349.00	35650.86
64	3744.00	22653.68
65	3845.00	11989.29
66	3397.00	19336.53
67	2347.00	38677.50
68	3747.00	23462.89
69	3824.00	14906.60
70	3148.00	16610.39
71	2764.00	36109.64
72	3665.00	23665.57
73	3995.00	12981.70
74	3202.00	39616.01
75	4204.00	8537.82
76	3790.00	10394.85
77	4125.00	13028.62
78	3052.00	20289.97
79	3443.00	39528.66
80	4043.00	8400.53
81	3792.00	10682.38
82	4342.00	11656.32

TEIAER S.r.l.



STRIP	QUOTA VOLO (m)	LUNGHEZZA (m)
83	3241.00	20222.59
84	3639.00	39209.16
85	3861.00	16608.40
86	4146.00	11052.79
87	3436.00	20169.18
88	3826.00	39070.37
89	3984.00	8410.03
90	3840.00	10859.09
91	3594.00	20331.91
92	3848.00	39151.25
93	3844.00	39372.41
94	3803.00	15507.66
95	4494.00	12169.51
96	4019.00	32016.69
97	3907.00	41977.22
98	3823.00	24004.03
99	4138.00	23883.23
100	4193.00	11250.97
101	4126.00	31282.38
102	3812.00	24670.46
103	3801.00	15595.50
104	4448.00	10505.18
105	4138.00	23614.16
106	3813.00	23647.09
107	3811.00	24805.74
108	4319.00	9832.25
109	4207.00	24196.22
110	3812.00	24103.39
111	4268.00	23682.53
112	3811.00	26979.77
113	4366.00	24724.87
114	3805.00	25902.00
115	4227.00	20533.09
116	3803.00	23090.50
117	3805.00	22312.75
118	4702.00	37528.34
119	3803.00	24446.81
120	3747.00	51130.06
121	4474.00	20317.44
122	4449.00	24637.52
123	3736.00	50973.81
124	4298.00	28037.85
125	2939.00	20158.69

020305000



STRIP	QUOTA VOLO (m)	LUNGHEZZA (m)
126	3419.00	30524.60
127	4553.00	50289.91
128	3566.00	25174.06
129	4414.00	47390.06
130	3566.00	28086.97
131	3579.00	22917.78
132	4423.00	41950.78
133	3524.00	20912.99
134	4462.00	34676.94
135	3611.00	20565.56
136	4533.00	34440.31
137	3866.00	18623.15
138	4590.00	34449.80
139	3851.00	12240.37
140	4667.00	20598.00
141	4783.00	16165.09
142	4725.00	20665.37
143	4947.00	13710.03
144	4762.00	20806.66
145	5117.00	12439.07
146	4753.00	20771.22
147	4750.00	20539.09
148	4774.00	17570.84
149	4808.00	17620.26
150	5383.00	4156.39
151	5513.00	6974.41
152	5538.00	10853.16
153	5309.00	14060.04
154	5067.00	24867.53
155	4753.00	26993.81
156	4163.00	28358.63
157	3658.00	24829.90
158	3658.00	24410.24
159	4049.00	26711.61
160	4267.00	24835.27
161	4267.00	25489.80
162	4267.00	25595.27
163	4005.00	25986.07
164	3815.00	15084.19
165	4261.00	26210.44
166	4325.00	23040.63
167	4432.00	23048.98
168	4588.00	21584.07

0098500200

Accordo Circolo AGEA/Telefono Autonoma Valle d'Aosta - Fornitura orofoto 2012



STRIP	QUOTA VOLO (m)	LUNGHEZZA (m)
169	4728.00	21535.54
170	4834.00	18843.32
171	4775.00	19605.29
172	4807.00	19855.50
173	4670.00	24282.00
174	4558.00	24367.00
175	4506.00	24108.50
176	4191.00	14586.50
177	4104.00	14231.00
178	4128.00	14491.00
179	3791.00	62757.94
180	3695.00	15876.04
181	4038.00	11547.38
182	4625.00	10273.89
183	4894.00	18819.53
184	4846.00	18665.05
185	3189.00	17669.68
186	4338.00	18456.81
187	4326.00	18668.58
188	2953.00	10922.83
189	2484.00	16505.00
190	3073.00	11743.13
191	4206.00	20118.06
192	4260.00	15067.35
193	2899.00	14078.76
194	5110.00	8730.20
195	3322.00	20050.51
196	3863.00	10696.94
197	4039.00	9266.13
198	4477.00	10177.23
199	4596.00	10378.50
200	4631.00	15314.45
201	4477.00	8996.58
202	4220.00	13870.79
203	4063.00	13108.58
204	4462.00	14648.11
205	2193.00	20203.56
206	2196.00	20444.80
207	2880.00	13952.62
208	2275.00	14855.47
209	2810.00	14111.04
210	3108.00	12545.18
211	3983.00	13379.54

TEIAEL S.p.A.



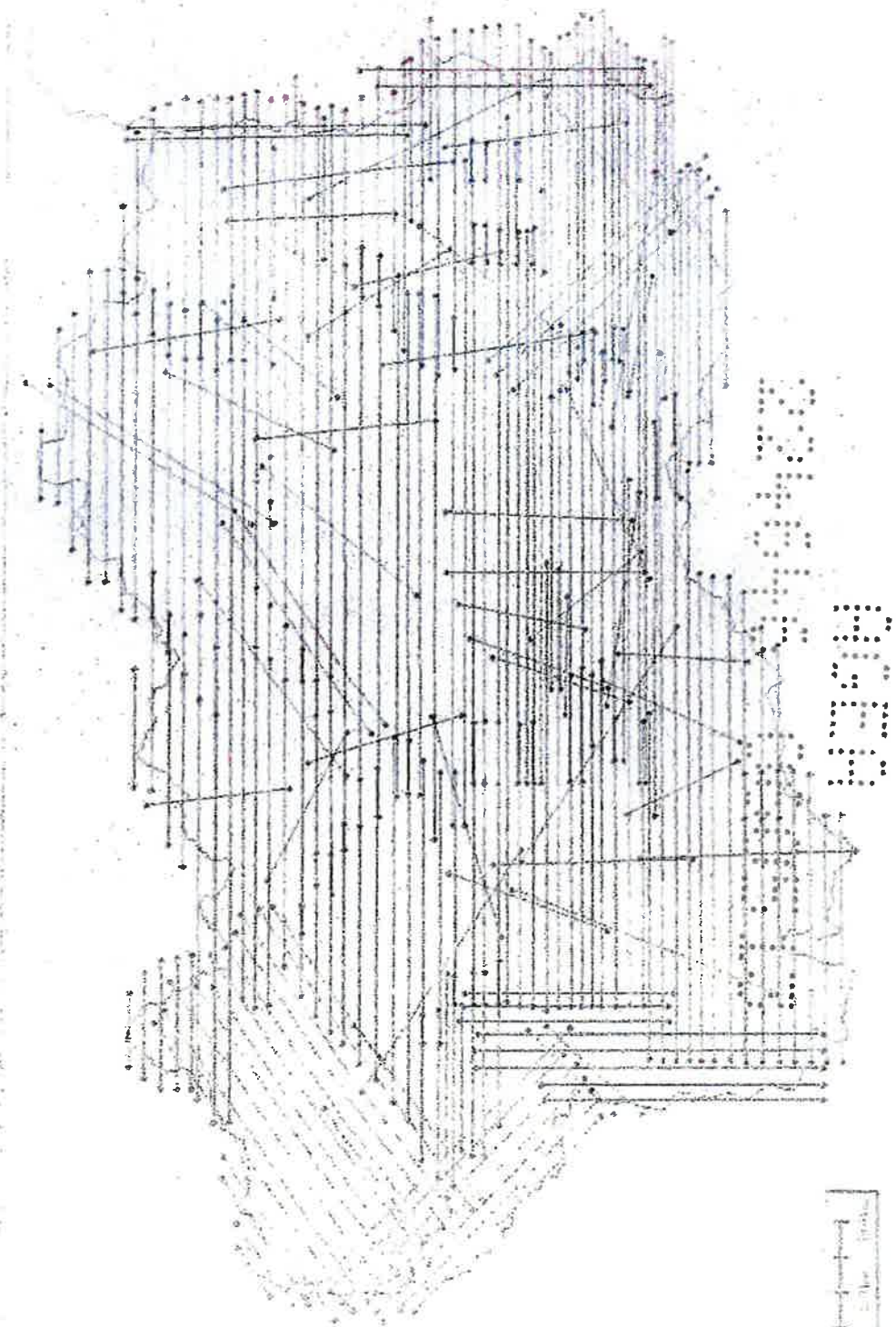
STRIP	QUOTA VOLO (m)	LUNGHEZZA (m)
212	4556.00	6754.29
213	4426.00	10681.04
214	4640.00	13486.42
215	4513.00	11786.25
216	3552.00	11396.58
217	3385.00	10167.25
218	4389.00	16162.96
219	3140.00	15971.43
220	2916.00	13074.80
221	2711.00	13017.69
222	2255.00	21046.40
223	4874.00	19723.56
224	4753.00	20908.90
225	3929.00	19107.29
226	4048.00	19694.29
227	4996.00	5212.14
228	4169.00	6454.67
229	4374.00	28044.57
230	4724.00	17936.26
231	3146.00	47072.06
232	4278.00	10254.27
233	5475.00	5970.92
234	3964.00	13037.73
235	4488.00	34660.96
236	4751.00	10117.26
237	4838.00	8369.57
238	4763.00	19689.44
239	4861.00	9159.22
240	4923.00	8473.88
241	3151.00	12061.22
242	2714.00	18139.97
243	2774.00	8287.22
244	2600.00	20325.37
245	4015.00	25623.95
246	4008.00	25863.06
247	4021.00	31636.29
248	4008.00	31838.47
249	4064.00	29617.54
250	4155.00	30694.82
251	4161.00	30635.57

N  
 O  
 T  
 E  
 S  
 T  
 I  
 T  
 O  
 R  
 I  
 E  
 S  
 I



**telaer s.r.l. - Sistema di Teleirrigamento Avanzato**

Analisi servizi





ALBA

telar s.r.l. - Sistema di Telelevazione Ite Avanzato



ALBA



Accordo Quadro ASIA/Regione Autonoma Valle d'Aosta - Forniture ortoforo 2012