Agea
Agenzia
per le Erogazioni
in Agricoltura

REGIONE ABRUZZO

REGIONE
ABRUZZO

“Specifiche Tecniche

Produzione di Ortofoto Digitali a 20 cm

Territorio della Regione Abruzzo”

1. MATERIALE FORNITO DALL'ENTE

Al fine della produzione delle ortofoto la Regione Abruzzo fornirà:

- Modello digitale del terreno con le seguenti carateristiche:
  formato raster IGM;
  sistema di riferimento UTM-WGS84;
  risoluzione 10x10metri.

- Dati provenienti dalla rete GPS Regionale con frequenza ad 1sec. Le modalità di consegna saranno discusse e concordate con il referente tecnico della società incaricata;

- Carta tecnica regionale scala 1:5000 nel sistema di riferimento UTM-WGS84, in un formato da concordare;

- Monografie della rete planoaltimentrica regionale, in un formato da concordare.

- Riferimenti peri il taglio delle ortofoto in scala 1:5.000

Il materiale fornito sarà tale da garantire le stesse precisioni planoaltimetriche previste per la Carta Tecnica Regionale scala 1:5000 dal quale deriva. In particolare si ha:

< 0.90m in quota per i punti quotati;
< 2.00m in quota per le curve di livello;
< 3.00m in quota per le altre entità;
< 3.00m in planimetria.

I prodotti forniti dall'Ente avranno caratteristiche tali da garantire il rispetto dei requisiti tecnici descritti nei paragrafi successivi. Il rispetto di tali requisiti tecnici sarà pertanto strettamente dipendente dalle caratteristiche dei dati sopra indicati.

2. CARATTERISTICHE DELL'ORTOFOTO

Le ortofoto dovranno avere le seguenti caratteristiche:

RISOLUZIONE GEOMETRICA
Parametro definito: 20 cm (risoluzione al suolo orizzontale; zona della terra rappresentata in ogni pixel nei componenti di y e di x).

Parametro dell'immagine raster riferita alle dimensioni del pixel al suolo. Viene qui definita in termini di dimensione laterale di una cella di pari lati (quadrata).

RISOLUZIONE RADIOMETRICA
Parametro definito: 4 bande spettrali blu-verde-rosso-infrarosso vicino (per sintesi RGB colori naturali/IR falso colore) = 8 bit/banda;

Parametro di qualità dell'immagine raster riferito al numero di intervalli in cui può essere rappresentata l'intensità radiometrica di ogni píxel.

TOLLERANZA PLANIMETRICA

Parametro definito: 2.00 m CE95% in planimetria; (compatibilmente con i valori di input del DTM e della rete di appoggio)

La tolleranza planimetrica è 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, 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 si intendono come differenza fra la posizione di un punto in cui le coordinate N'(p) e E'(p) sono relative ad un punto P' individuato sull'ortofoto e le coordinate N(p) e E(p) relative allo stesso punto P misurate sul terreno.

Esse dovranno soddisfare la seguente relazione:

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

SISTEMA DI RIFERIMENTO NATIVO

Parametro definito: ETRF89 (WGS84)

Nella generazione dell'ortofoto si considera il sistema di riferimento "*nativo*", quello utilizzato nei singoli processi di produzione quali l'acquisizione dei dati, il rilievo sul terreno, la Triangolazione Aerea.
Il sistema di riferimento geodetico da utilizzarsi per la georeferenziazione dei fotogrammi aerei, è il sistema ETRF89, denominato anche WGS84(ETRF89); rappresentazione conforme UTM (*coordinate cartografiche UTM/WGS84*).

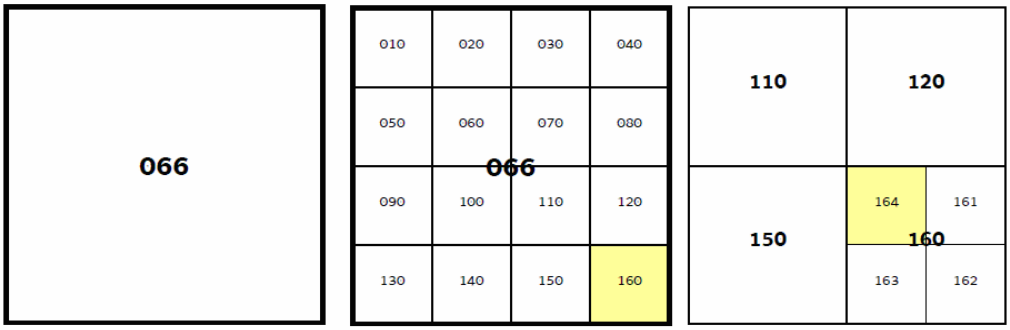
DIMENSIONE E TAGLIO

Parametro definito: modulo minimo pari ad una sezione identificata come sottomultiplo di un foglio della serie IGM 1:50.000

La dimensione dell'ortofoto identifica l'estensione di territorio rappresentato. Il modulo minimo di produzione della ortofoto dovrà essere costituito dalla porzione di territorio, coperta da una sezione a scala 1:5.000, inquadrato nella cartografia IGM a scala 1:50.000 come sottomultiplo, denominato sezione in analogia alle definizioni della Commissione Geodetica Italiana. Le ortofoto dovranno essere consegnate secondo una suddivisione in *file* corrispondenti a rettangoli. La loro squadratura dovrà essere tale da far si che siano sottomultipli di quella della carta al 50000 dell'IGM. L'enunciata squadratura dovrà essere tale che si abbiano 64 elementi al 5000 derivati per suddivisione delle 16 sezioni al 10000, che costituiscono un foglio al 50000 IGM. Ogni elemento al 5000 dovrà essere designato da un numero di 6 cifre, del tipo XXXYYZ, delle quali:

- le prime tre cifre XXX designano il foglio al 50000 cui la sezione o elemento appartengono;
- la quarta e quinta cifra YY (da 01 a 16) designano la posizione della sezione al 10000 entro il suddetto foglio al 50000.
- la sesta cifra Z (da 1 a 4) designa la posizione dell'elemento al 5000 entro la suddetta sezione al 10000. Se essa è zero ovvero manca, resta designata la sezione al 10000.

Inoltre dovranno essere garantite lungo i bordi fasce di sovrapposizione ai fini di un più agevole accesso ai dati secondo il formato di taglio fornito dalla Regione Abruzzo.



Foglio al 50000
066

Sezione al 10000
066160

Elemento al 5000
066164

FORMATO DEI DATI DIGITALI

Parametro definito: GeoTiff *o Tiff+tfw*

Viene inteso come organizzazione fisica di dati elementari in un insieme di dati. Il formato richiesto è il formato standard GeoTiff (o in alternativa il formato Tiff + tfw) non compressi.

METADATI

I metadati sono parte integrante dei dati che caratterizzano il prodotto finale e quelli intermedi. Per la strutturazione delle informazioni inerenti i metadati si rinvia a quanto prescritto nel documento: "Repertorio Nazionale dei Dati Territoriali" – CNIPA.

3. LA RIPRESA AEREA

Il servizio deve essere eseguito nel rispetto della normativa vigente.
Le riprese aeree fotogrammetriche devono essere eseguite sulla base dei piani di volo predisposti con l'eccezione del rispetto delle variazioni di livello imposti dagli Enti di assistenza al volo, civili e militari.

GLI AEROMOBILI

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 e successive integrazioni.

CAMERE DA PRESA

Per le acquisizioni dovranno essere impiegate camere fotogrammetriche digitali che dovranno garantire:

- L'acquisizione di immagini calibrate multispetrali in formato digitale;
- La presenza di un certificato di calibrazione valido o in sua assenza un certificato di rettifica e/o revisione rialsciato dal fornitore non anteriori ai due anni.

Il sistema di presa deve, inoltre, essere debitamente installato e dotato di sistema IMU e GNSS così da poter garantire procedure di fotogrammetria diretta.

STRUMENTAZIONE GPS A BORDO E RELATIVE MISURE

Durante la ripresa è prescritto l'uso di un ricevitore GPS, 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.
L'acquisizione dei dati GPS deve essere eseguita con una frequenza di misura superiore o uguale a 1 Hertz, con ricezione continua di almeno 5 satelliti e GDOP ≤ 5.
Il rilievo dovrà essere corredato da una relazione che illustri le modalità di misura impiegate per la determinazione, con camera in assetto normale (ω, φ e κ nulli), del vettore congiungente il centro di presa e il centro di fase dell'antenna GPS, le componenti del vettore nel sistema immagine e i relativi sqm.
Le componenti planimetriche relative alla posizione del centro di fase dell'antenna rispetto al centro di presa della camera fotogrammetrica devono essere $\leq 0{,}50$ m.
Per la validità del volo di ripresa di ciascun blocco occorre che, per almeno il 90% dei fotogrammi, sia possibile ricostruire la posizione del centro di fase dell'antenna all'istante di scatto dal trattamento GPS delle misure di fase. In nessun caso è ammissibile che per una strisciata di bordo di un blocco risultino indeterminati più di cinque fotogrammi consecutivi e più del 30% delle posizioni.

Qualora le condizioni di cui sopra non siano rispettate, 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 (determinazione dei centri di presa per space resection o T.A.).

CARATTERISTICHE DEL VOLO

Il volo fotogrammetrico dovrà essere progettato ed eseguito in modo da garantire una coretta produzione di ortofoto. In particolare:

- le riprese devono essere eseguite con camere da presa che rispetti le specifiche riportate in questo sudetto capitolato tecnico;

- la direzione di volo deve essere tale da ottenere la migliore qualità della ripresa aerea, soprattutto tenendo presente il particolare andamento orografico del territorio regionale;

- In aggiunta alla copertura di base è importante che vengano realizzate strisciate aventi l'asse parallelo all'andamento medio della linea di costa in concomitanza di un'inclinazione di quest'ultima, rispetto alla normale alla direzione di volo, compresa tra i 30 e i 60 gradi sessagesimali; dette strisciate vanno effettuate in modo che almeno l'80% di ciascun fotogramma abbracci la parte di terra;

- all'inizio e alla fine di ogni strisciata, oltre i limiti del blocco interessato dal volo, devono essere effettuati tre scatti ulteriori; inoltre le strisciate superiore ed inferiore del blocco devono smarginare dal limite dell'area da rilevare per almeno 1/3 del loro abbracciamento trasversale;

- le variazioni, in valore assoluto, degli elementi angolari di orientamento dei fotogrammi adiacenti lungo ciascuna strisciata ($\Delta\omega,\Delta\varphi,\Delta\kappa$) non dovranno mai superare 5 gradi centesimali;

- In ogni strisciata lo scostamento massimo del punto principale dall'asse della strisciata medesima, come indicato sul piano di volo, non deve superare il 10% del lato del fotogramma in zone pianeggianti o collinose e il 5% in zone di montagna;

- il ricoprimento longitudinale fra fotogrammi di una stessa strisciata dovrà essere di 70% ±5%;

- il ricoprimento trasversale tra strisciate adiacenti dovrà essere di 40% ±5%;

- il ricoprimento trasversale fra fotogrammi consecutivi della stessa strisciata non dovrà essere inferiore al 90%.

- i fotogrammi potranno avere una copertura nuvolosa, di fumi e di foschia per un totale complessivo massimo pari al 5% dell'intera strisciata mentre sulla singola scena sarà consentita una copertura massima complessiva del 15%. In ogni caso la presenza di nuvole o fumi deve essere tale da non presentare problemi in fase di produzione di ortofoto che ne dovranno essere esenti;

- I voli dovranno essere eseguiti nelle ore a cavallo del mezzogiorno solare, in presenza di raggi solari con elevazione non inferiore a 37° su tutte le aree urbane con una tolleranza fino a 35° per le restati aree;

- Per la progettazione del piano di volo si dovrà utilizzare il DTM relativo all'area da rilevare ed idonei strumenti *software* di progetto;

- Si dovranno determinare i centri di presa con GPS cinematica;

- Di tutto il territorio dovrà essere possibile la visione stereoscopica. In ogni caso non sono ammesse soluzioni di continuità nella copertura stereoscopica del territorio;

- In ogni caso, l'immagine originale acquisita dovrà essere caratterizzata da un valore medio di GSD, per ogni immagine, mai superiore al valore del pixel finale. Si consiglia di adottare per la produzione di ortofoto un GSD nominale compreso tra i 9/10 e i 10/10 di quello del pixel finale dell'ortofoto.

4. PRE-PROCESSAMENTO

GENERAZIONE DELLE IMMAGINI DIGITALI DA PROCESSARE

Il processo per passare dal dato acquisito dalla camera alle singole immagini finali dovrà essere gestito secondo le seguenti indicazioni:

- assemblaggio di output da diversi obiettivi per la generazione di un'unica immagine;

- data fusion tra bande multispettrali e immagine pancromatica;

- processamento radiometrico per esaltare la leggibilità delle immagini.

Le immagini generate devono essere caratterizzate da una codifica univoca. Qualsiasi dato associato all'immagine (ad esempio i parametri di orientamento) deve essere in linea con la codifica definita. Non è ammesso che una stessa immagine, appartenente allo stesso progetto, abbia codici differenti.

DATA FUSION

In fase di produzione delle immagini pansharpening il datafusion tra dato multispetrale e pancromatico dovra essere realizzato con più di un algoritmo privilegiando maggiormente l'aspetto geometrico a quello radiometrico. In ogni caso, la procedura di data fusion dovrà:

- preservare i colori delle immagini multispettrali;
- non introdurre saturazioni che alterino la leggibilità dell'immagine;
- non presentare viraggi verso tonalità diverse da quelle originali (in particolare viraggi verso il blu della vegetazione);
- non introdurre differenze radiometriche significative tra immagini consecutive della stessa strisciata;
- non degradare la risoluzione geometrica originaria dell'immagine pancromatica.

PROCESSAMENTO RADIOMETRICO

Si deve garantire la realizzazione di immagini, da 8 bit, di input per la fase di ortoproiezione e mosaicatura. Le immagini devono essere processate in modo da aumentarne la leggibilità e 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 a 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 singole immagini.

PROCESSAMENTO DATI GNSS/IMU

Nel caso si decida di utilizzare tecniche di georeferenziazione diretta come ausilio 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.
L'obiettivo finale, in accordo con quanto scritto in precedenza, bisognerà presentare una documentazione in cui siano disponibili, per ogni istante di acquisizione della fotocamera:

- le coordinate del centro di presa E,N,H dovranno avereaccuratezza $\leq \pm 0{,}20$ m;

- i parametri di orientamento dei fotogrammi dovranno avere accuratezza $\varphi\ \omega \leq \pm 5$ mgon e $k \leq \pm 8$ mgon.

5. PRODUZIONE DELL'ORTOFOTO E MOSAICATURA

La produzione delle ortofoto digitali dovrà avvenire mediante tecniche che operano per ricampionamento su ogni singolo pixel dell'immagine ortoproiettata da produrre.
I valori di quota da associare ad ogni singolo pixel dovranno essere ricavati dal DTM fornito.
La radiometria delle immagini utilizzate dovrà essere corretta per riequilibrare i colori nelle zone di contorno di ciascuna di esse nei confronti di quelle adiacenti, e rendere visibili i contenuti delle zone d'ombra.
Dovrà inoltre essere garantita una precisione sui punti di controllo pari a:

- 2.00 m CE95% in planimetria

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 i fotogrammi 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.

ORTOPROIEZIONE

Il processo di ortoproiezione 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.

Particolare attenzione dovrà essere posta nell'ortorettificazione di quei fotogrammi in cui sono rappresentati ponti e viadotti che per la loro altezza rispetto al suolo rischierebbero di essere deformati.

Il processo di orto proiezione è sempre basato su modelli rigorosi di presa.

MOSAICATURA

La mosaicatura, effettuata attraverso la fase di assemblaggio delle singole immagini 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. E' ammesso che, lungo la linea di taglio, ci possa essere disallineamento tra le due immagini da mosaicare non superiore alla metà della precisione geometrica richiesta per il prodotto finale

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 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;
- in generale, dovranno essere definite in modo da impiegare preferibilmente le parti centrali dei fotogrammi, che presentano in maniera meno evidente deformazioni prospettiche residue.

E' ammessa l'applicazione, a cavallo della linea di taglio, di filtri di *smoothing* che si estendano per non più di 20 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.

GENERAZIONE DELL'ORTOFOTO FINALE

Al termine della fase di mosaicatura o contestualmente ad essa, va effettuata la creazione dell'ortofoto finale secondo il taglio indicato.
Il prodotto finale dovrà essere fornito:

- In formato tiff + tfw, 8 bit, non compresso, 4 bande spettrali in un singolo *file*;
- in formato Ecw, con compressione variabile da 1 a 4, in file distinti, relativi ai prodotti generati per sintesi.

VERIFICHE DI QUALITÀ

Il prodotto finale debe essere sottoposto a verifiche di tipo sia geometrico che radiometrico.
Le verifiche geometriche vanno effettuate selezionando almeno il 10 % delle sezioni generate (siano esse corrispondenti alle sezioni 1:5.000 o altro).
Per ogni sezione devono essere:

- verificate le coordinate di almeno 3 dettagli planimetrici sul terreno, ciascuno identificato da un codice univoco, confrontandole con le coordinate degli stessi punti misurati con accuratezza di almeno tre volte superiore rispetto a quella dell'ortofoto prodotta. Non è ammesso l'impiego di punti già usati per l'orientamento delle immagini. Dovranno sussistere, per il 95% dei punti controllati, le relazioni di cui ai paragrafi precedenti;
- analizzate le linee di taglio presenti. In particolare ne dovrà essere analizzata la rilevabilità e l'eventuale presenza di disallineamenti tra le due immagini oggetto di mosaicatura.

Le verifiche radiometriche, dovranno appurare che:

- l'intera area presenti delle caratteristiche radiometriche il più possibile omogenee;
- le area sature, che compromettano la leggibilità dell'immagine, devono essere in misura massima dello 0.5% della superficie totale dell'immagine;
- i colori siano fedeli in relazione alle bande spettrali adottate;
- non vi sia presenza di nubi, né di ombre da esse riportate;
- siano assenti fumi e foschia, se non in zone industriali ove tale presenza è perenne.

6. COLLAUDO

Le operazioni di collaudo devono comprendere il collaudo dei parametri caratterizzanti le fasi intermedie (collaudo in corso d'opera) e di quelli stabiliti per il prodotto finale (collaudo finale). Devono inoltre comprendere il controllo della strumentazione utilizzate e delle modalità operative.

La validazione dovrà essere effettuata, pertanto, attraverso:

- un controllo di qualità sulle fasi intermedie (Collaudo in corso d'opera);
- un controllo di qualità sul prodotto finale (Collaudo Finale).

Qualora non sia possibile eseguire da parte della committente la fase dei collaudi previsti in corso d'opera (collaudi sulle fasi intermedie), il prodotto verrò accettato esclusivamente sulla base dei controlli di qualità sul prodotto finale.

Saranno oggetto di collaudo:

- Collaudi in corso d'opera (qualità delle fasi intermedie)
    - volo (piano di volo, calibrazioni dei sensori, completezza della copertura stereoscopica, rispetto del piano di volo, …);
    - orientamento dei fotogrammi, con controllo dei tabulati di triangolazione
    - qualità geometrica e radiometrica delle singole immagini;

- la qualità del prodotto finale
    - risoluzione geometrica e radiometrica dell'ortofoto prodotta;
    - tolleranze planimetriche;
    - sistema di riferimento;
    - dimensione e taglio;
    - formato dei dati digitali;
    - consistenza e correttezza dei metadati del prodotto finale.

Le verifiche saranno effettuate attraverso l'esame delle relazioni tecniche relative alla strumentazione, alle elaborazioni e ai risultati ottenuti, nonché effettuando nuove misure *ad hoc*.

COMPLETEZZA DATI

Il collaudo verificherà che:

- tutta l'area sia coperta da dati immagine;
- tutta la documentazione a corredo di ciascun immagine sia stata prodotta;
- tutta la documentazioni ausiliaria richiesta (esempio: certificati di calibrazione, piani e grafici di volo, ecc.) siano stati consegnati;
- la nomenclatura sia esatta e univoca;

- i formati adottati siano quelli previsti.

CONTROLLO VOLO E IMMAGINI DI PARTENZA

In corso d'opera si verificherà che:

- il formato del dato sia quello previsto;
- la codifica sia univoca;
- esista corrispondenza tra immagini acquisite e piano di volo;
- per tutte le immagini sia disponibile la data di presa;
- per tutto il territorio sia completa la copertura stereoscopica;
- i certificati di calibrazione siano disponibili e aggiornati;
- le variazioni dei parametri di orientamento dei fotogrammi siano in linea con le prescrizioni;
- il volo sia stato effettuato in periodi idonei.
- Possono anche essere effettuati controlli su singoli modelli, mediante orientamento interno e relativo su stereo restitutore analitico o digitale, allo scopo di verificare:
- i parametri relativi di presa (orientamento relativo);
- le parallassi residue nella formazione del modello, che non devono superare in nessun punto ± 10 µm.

CONTROLLO DEI DATI GNSS/IMU

In corso d'opera si verificherà:

- la qualità dei dati grezzi di navigazione mediante:
    - analisi dei dati IMU (ricerca di eventuali *data-gap*);
    - analisi dei dati GNSS (ricerca di eventuali *data-gap* o errate temporizzazioni, numero e affidabilità dei satelliti osservati);
    - analisi dei *file* ancillari dove vengono memorizzati gli istanti di acquisizione delle immagini registrate (ricerca di eventuali *data-gap* o errate temporizzazioni);
    - i *report* delle misure delle *baseline* effettuate in campagna e le relative schede di stazione;
- la qualità dell'*output* prodotto durante la fase di *DGNSS processing*:
    - analisi dei dati GNSS di *input* ;
    - numero e affidabilità dei satelliti impiegati;
    - verifica delle misure delle *baseline* utilizzate;
    - analisi dell'accuratezza del dato ricostruito di *output;*
    - le accuratezze delle coordinate dei centri di presa della camera fotogrammetrica;
    - il calcolo di compensazione.

CONTROLLO DEL PROCESSAMENTO GEOMETRICO

In corso d'opera si verificheranno:

- gli algoritmi adoperati;
- le operazioni di orientamento, tramite l'analisi dei residui dei punti di appoggio e di controllo.

CONTROLLO DEI PUNTI DI APPOGGIO IMPIEGATI

In corso d'opera si verificheranno, su un numero di blocchi pari almeno al 20% dei blocchi impiegati:

- il numero di punti di appoggio (GCP) adoperati per blocco/scena;
- la posizione dei GCP all'interno del blocco/scena;
- gli scarti per blocco/scena.

COLLAUDO GEOMETRICO DEL PRODOTTO

Il collaudo verrà effettuato su almeno il 5% delle sezioni, anche servendosi dei tabulati di controllo generati in fase di produzione. Esso dovrà verificare, per ogni sezione, che:

- i punti di controllo adottati rispettino gli standard di precisione del prodotto finale;
- lungo le linee di mosaicatura non siano presenti spostamenti superiori a quanto prescritto;
- i bordi fra sezioni adiacenti siano definiti analiticamente, con calcolo rigoroso.

COLLAUDO RADIOMETRICO DEL PRODOTTO

Il collaudo, effettuato su almeno il 5% delle sezioni, verificherà che:

- la sezione sia omogenea dal punto di vista radiometrico, e che eventuali discontinuità siano localizzate seguendo l'andamento di elementi naturali;
- non risultino presenti predominanti di colore;
- le saturazioni, se presenti, non compromettano la leggibilità degli elementi territoriali;
- non vi sia presenza di nuvole, né di ombre da esse riportate;
- la presenza di fumi e foschie sia limitata e giustificata.

RELAZIONI DI COLLAUDO IN CORSO D'OPERA E COLLAUDO FINALE

Al termine di ciascuna operazione di collaudo il Collaudatore invierà alla DL (o figura equivalente), che ne trasmetterà copia alla Ditta appaltatrice, una relazione dettagliata delle risultanze positive o negative delle verifiche eseguite.

Eventuali risultanze negative dei collaudi effettuati in corso d'opera saranno comunicate contestualmente all'operazione di verifica al fine di permettere per tempo e senza ulteriori oneri l'adeguamento della fase in corso d'opera.

Successivamente alla consegna definitiva e al collaudo positivo di tutti gli elaborati relativi alle singole fasi operative, verrà redatto il verbale di collaudo finale.

Il Collaudatore provvederà anche a misurare, in contradditorio con la Ditta esecutrice, la superficie totale effettivamente rilevata.