



**REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA**

**ASSESSORADU DE SOS ENTES LOCALES, FINÀNTZIAS E URBANÌSTICA
ASSESSORATO DEGLI ENTI LOCALI, FINANZE E URBANISTICA**

Direzione generale della pianificazione urbanistica territoriale e della vigilanza edilizia

Servizio Pianificazione paesaggistica e urbanistica

**PROCEDURA APERTA, AI SENSI DELL'ART. 71 DEL D.LGS. 36/2023,
PER L'AFFIDAMENTO DEL SERVIZIO DI
"AGGIORNAMENTO DELLE BANCHE DATI DEL SITR"**

Allegato T.1

Specifiche tecniche per la realizzazione delle foto aeree, delle orotofoto e dei mosaici sull'intero territorio regionale, sulla base di voli aerei da effettuare negli anni 2027 e 2029

CUI S80002870923202500566 - CUP E71C24000260001 - CIG: BA75F34314



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

ASSESSORADU DE SOS ENTES LOCALES, FINÀNTZIAS E URBANÌSTICA
ASSESSORATO DEGLI ENTI LOCALI, FINANZE E URBANISTICA

Direzione generale della pianificazione urbanistica territoriale e della vigilanza edilizia

Servizio Pianificazione paesaggistica e urbanistica

SOMMARIO

Art. 1	Oggetto.....	3
Art. 2	Organizzazione e personale impiegato dall'Impresa aggiudicataria.....	3
Art. 3	Modalità tecniche d'esecuzione	3
Art. 4	Elaborati da consegnare da parte dell'Impresa aggiudicataria	8



**REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA**

ASSESSORADU DE SOS ENTES LOCALES, FINÀNTZIAS E URBANÌSTICA
ASSESSORATO DEGLI ENTI LOCALI, FINANZE E URBANISTICA

Direzione generale della pianificazione urbanistica territoriale e della vigilanza edilizia

Servizio Pianificazione paesaggistica e urbanistica

Art. 1 Oggetto

Il presente documento contiene le specifiche tecniche di cui al Servizio di "Aggiornamento delle banche Dati del SISTR" relative alla realizzazione delle foto aeree, delle ortofoto e dei mosaici sull'intero territorio regionale, sulla base di voli aerei da effettuare negli anni 2027 e 2029.

La realizzazione del suddetto servizio dovrà essere suddivisa nelle seguenti attività:

- progettazione delle riprese aerofotogrammetriche stereoscopiche su una superficie pari a 24100 Km² circa comprese isole minori e scogli, per ciascun anno indicato in oggetto;
- esecuzione delle riprese aeree RGB+NIR;
- raccolta dei punti di appoggio e di controllo ed esecuzione delle triangolazioni aeree (TA);
- produzione di ortofoto RGB+NIR con risoluzione ≤ 20 cm;
- produzione dei mosaici sull'intero territorio regionale;
- compilazione del metadato.

Art. 2 Organizzazione e personale impiegato dall'Impresa aggiudicataria

Per lo svolgimento dei servizi richiesti, l'Impresa aggiudicataria dovrà garantire la presenza delle seguenti figure professionali con le responsabilità e funzioni specificate:

Figura Professionale	Requisiti Professionali	Responsabilità e Funzioni
1 Capo Progetto	Con minimo 10 anni di esperienza negli ultimi 10 anni in progetti GIS o rilievi territoriali complessi gestione progetti complessi, normativa sugli appalti pubblici, coordinamento tecnico-amministrativo, pianificazione temporale ed economica	Coordinamento e controllo delle attività, progettazione concettuale e tecnica, controllo qualità prodotti
1 pilota voli aerei	Con minimo 2 anni di esperienza negli ultimi 10 anni in voli per rilievi aerofotogrammetrici anche non consecutivi	Conduzione del vettore aereo per le operazioni di volo fotogrammetrico
1 Operatore di volo	Con minimo 2 anni di esperienza specifica nel profilo negli ultimi 10 anni	Responsabile della strumentazione aviotrasportata per i rilievi fotogrammetrici
2 esperti elaborazioni ortofoto	Con minimo 2 anni di esperienza negli ultimi 10 anni nell'ambito della elaborazione dei dati per il trattamento delle immagini e per la produzione di ortofoto	Elaborazione, ortorettifica, correzioni radiometriche, controllo qualità delle ortofoto

Art. 3 Modalità tecniche d'esecuzione

Le seguenti specifiche sono state redatte in conformità del DECRETO 10 novembre 2011 "Regole tecniche per la formazione, la documentazione e lo scambio di ortofoto digitali alla scala nominale 1:10000" e delle Linee Guida "Ortoimmagini 1: 10.000 e modelli digitali altimetrici" predisposte dal Centro Interregionale per i SISTemi informatici, geografici e statistici, (CISIS) https://www.sardegna.territorio.it/documenti/6_288_20120316125918.pdf, alle quali si rimanda per le parti non espressamente indicate.

Sistema di riferimento



**REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA**

ASSESSORADU DE SOS ENTES LOCALES, FINÀNTZIAS E URBANÌSTICA
ASSESSORATO DEGLI ENTI LOCALI, FINANZE E URBANISTICA

Direzione generale della pianificazione urbanistica territoriale e della vigilanza edilizia

Servizio Pianificazione paesaggistica e urbanistica

I dati dovranno essere acquisiti nel Sistema di riferimento geodetico nazionale ETRF2000 epoca 2008.0, realizzazione del sistema globale ETRS89, materializzato dalla rete RDN secondo il DM 10 novembre 2011, con rappresentazione UTM (RDN2008/UTM zone 32N) di seguito RDN2008.

Progettazione delle riprese aerofotogrammetriche

Come indicato dall'art. 8 del Capitolato Speciale (CS), l'Impresa aggiudicataria, entro 20 gg solari e consecutivi dall'avvio del servizio, dovrà predisporre il Piano operativo delle attività (POA) contenente, in allegato, il Progetto del rilievo aereo, che sarà sottoposto a verifica da parte del DEC.

La progettazione dovrà prevedere blocchi di volo il più regolari possibili con strisciate trasversali di irrigidimento in corrispondenza agli estremi delle strisciate.

Le riprese aerofotogrammetriche, per ciascun anno, dovranno essere realizzate in più campagne di rilevazione su tutto il territorio regionale, con la possibilità di svolgere ogni campagna in più giorni.

Le campagne di rilevazione saranno realizzate tenendo conto delle condizioni meteorologiche e dell'elevazione solare, in particolare nelle ore a cavallo del mezzogiorno solare e comunque in presenza di raggi solari con altezza non inferiore a 30 gradi, e possibilmente nello stesso periodo.

Il Progetto del rilievo aereo dovrà contenere

a) i seguenti documenti del velivolo utilizzato:

- disciplinare di lavoro aereo;
- estremi della licenza ministeriale;
- certificati per l'esecuzione di riprese aeree fotogrammetriche;
- fabbricante con tipo ed estremi di immatricolazione; potenza; quota massima e minima operative;
- velocità di crociera operativa.

b) Il piano di volo generale in formato vettoriale con l'indicazione, per ogni strisciata, dei seguenti elementi:

- asse della strisciata, con i limiti (inizio e fine) della copertura stereoscopica;
- la sua codifica ipotizzata;
- la quota assoluta di volo prevista;
- la quota minima e la quota massima del terreno sorvolato;
- le corrispondenti scale minima e massima;
- il GSD (Ground Sample Distance) minimo e massimo corrispondenti.

c) La documentazione relativa alla camera fotogrammetrica digitale utilizzata:

- marca;
- tipo;
- certificato di taratura e calibrazione non anteriore a 24 mesi dal momento di ciascuna campagna di rilevazione;

d) La documentazione relativa alle stazioni GNSS a terra, alla rete plano-altimetrica e ai punti fotografici di appoggio;

- posizione in formato shp;
- monografie dei punti in formato PDF;

e) Il cronoprogramma delle riprese aeree.

Per le riprese aeree dovranno essere utilizzati velivoli adeguati dei quali sia garantita, in modo assoluto, la libera e completa disponibilità da parte dell'Impresa aggiudicataria per tutto il periodo necessario alla realizzazione dell'appalto. I velivoli dovranno essere regolarmente abilitati alla specifica attività ed essere



**REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA**

ASSESSORADU DE SOS ENTES LOCALES, FINÀNTZIAS E URBANÌSTICA
ASSESSORATO DEGLI ENTI LOCALI, FINANZE E URBANISTICA

Direzione generale della pianificazione urbanistica territoriale e della vigilanza edilizia

Servizio Pianificazione paesaggistica e urbanistica

in possesso delle autorizzazioni all'effettuazione di sorvolo nelle aree oggetto del Servizio, rilasciate dall'Ente Nazionale per l'Aviazione Civile.

Sono ammesse esclusivamente le camere fotogrammetriche digitali a frame, dotate di sistemi per la compensazione del trascinamento, integrate con sistemi GNSS/IMU in grado di memorizzare gli impulsi della camera al momento dello scatto con incertezza non superiore a 1 msec.

La camera dovrà essere in grado di acquisire immagini RGB e infrarosso vicino NIR e dovrà avere una profondità colore non inferiore ai 12 bit (4096 livelli per ogni banda) e il pixel dovrà essere di dimensione non superiore ai 12 micron.

Nel progetto del rilievo aereo dovranno essere riportate le scelte operative effettuate, con particolare riferimento alla strumentazione ausiliaria di navigazione, alla sua calibrazione, posizionamento e assetto, all'interfacciamento con la camera da presa, alla disposizione dei ricevitori GNSS (Global Navigation Satellite Systems) a terra, alla procedura di trattamento dei dati ausiliari.

Il sistema GNSS dovrà essere di tipo doppia frequenza multi-costellazione e dovrà acquisire dati con una frequenza non inferiore a 1 Hz, con ricezione continua di almeno 5 satelliti e PDOP ≤ 5 .

Il sistema IMU dovrà avere un'accuratezza migliore di 5 mdeg per gli angoli ϕ e ω (pitch e roll) e di 8 mdeg per l'angolo κ (heading). Quest'ultimo dovrà avere una deriva inferiore a 0.1 deg/ora.

La distanza planimetrica tra il centro di fase dell'antenna del sistema GNSS e il centro di presa della camera fotogrammetrica dovrà essere $\leq 0,5$ m.

L'Impresa aggiudicataria dovrà provvedere alla selezione delle stazioni GNSS permanenti presenti sul territorio della Sardegna, e/o al posizionamento delle stazioni GNSS fisse, da utilizzare durante le riprese.

La rete delle stazioni GNSS a terra dovrà essere progettata in modo tale da avere i ricevitori posti su vertici della rete geodetica nazionale IGM o su vertici determinati mediante la misura di almeno due linee di base, che li colleghino ai più vicini vertici della suddetta rete o a stazioni permanenti o a punti della rete a 7 km predisposta dall'Amministrazione durante precedenti rilievi.

Le stazioni GNSS dovranno essere posizionate tra di loro ad una distanza massima di 25 km in modo da contenere gli effetti spaziali degli errori atmosferici e garantire la validità delle correzioni differenziali.

Dovranno inoltre ricevere il segnale da almeno 5 satelliti in comune con quelli osservati contemporaneamente dal ricevitore GNSS installato sul velivolo.

I dati delle stazioni GNSS a terra dovranno essere utilizzati per il calcolo della posizione del GPS a bordo del velivolo. Durante l'esecuzione delle misure con la tecnica di misura differenziale, dovranno risultare funzionanti almeno due stazioni GNSS a terra.

Inoltre dovrà essere progettata e realizzata la rete di appoggio plano-altimetrica di raffittimento contenente oltre i punti della rete geodetica nazionale, ricadenti nella zona d'intervento, e i punti di nuova istituzione (di dettaglio), omogeneamente distribuiti sul territorio, con densità tale che la distanza fra essi risulti mediamente dell'ordine di 7 km (un punto ogni 50 kmq), i punti della rete di raffittimento materializzati, di norma, in luoghi facilmente accessibili, su manufatti già presenti in loco ed aventi dimensioni, consistenza e destinazione d'uso tali da garantire una adeguata stabilità nel tempo, e contrassegnati, secondo le specifiche di cui al DECRETO 10 novembre 2011. Nel caso in cui la rete da realizzare sia adiacente o si sovrapponga alla rete predisposta dall'Amministrazione in altri appalti, si potrà utilizzare la rete preesistente, anche ai fini della compensazione.

Per ognuno dei vertici, sia di raffittimento sia di dettaglio, dovrà essere redatta una esauriente monografia che contenga il riconoscimento grafico del vertice stesso, la sua individuazione con coordinate geografiche



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

ASSESSORADU DE SOS ENTES LOCALES, FINÀNTZIAS E URBANÌSTICA
ASSESSORATO DEGLI ENTI LOCALI, FINANZE E URBANISTICA

Direzione generale della pianificazione urbanistica territoriale e della vigilanza edilizia

Servizio Pianificazione paesaggistica e urbanistica

e piane nel datum RDN2008, la sua quota ellissoidica, nel datum RDN2008 e la relativa quota ortometrica sul livello medio del mare.

Dovrà essere progettata un'ulteriore rete di punti fotografici di appoggio (GCP), necessaria per irrigidire i blocchi di triangolazione aerea (TA). Ogni punto fotografico di appoggio dovrà essere collegato a due vertici della rete di raffittimento di cui al punto precedente con almeno due basi indipendenti. Di ogni punto fotografico dovrà essere redatta accurata monografia che ne consentirà il ritrovamento sul terreno. A supporto dell'individuazione dei GCP l'Amministrazione fornirà l'archivio dei punti di appoggio a terra in proprio possesso.

Nel modello stereoscopico, in sede di esecuzione della triangolazione aerea, dovranno essere individuati i punti di legame per consentire la connessione tra le varie immagini appartenenti alla stessa strisciata, e tra strisciate adiacenti, al fine della compensazione in blocco della triangolazione aerea.

L'Impresa aggiudicataria è tenuta ad adempiere a tutti gli obblighi di legge circa le autorizzazioni da chiedersi alle Autorità civili e militari.

Tutta la documentazione sui rapporti intercorsi tra Ditta aggiudicataria e Autorità dovrà essere trasmessa per conoscenza alla DEC.

Esecuzione delle riprese aeree RGB+NIR

La realizzazione delle riprese aeree potrà avere inizio soltanto dopo l'approvazione del POA da parte del DEC. Poiché, come indicato precedentemente, le campagne di rilevazione dovranno essere realizzate tenendo conto delle condizioni meteorologiche e dell'elevazione solare, qualora l'Impresa aggiudicataria incontri impedimenti all'esecuzione del volo, non risolvibili, legati alle condizioni meteorologiche o ad altre cause (divieti temporanei di sorvolo, ecc.), provvederà a segnalarlo tempestivamente al DEC.

Le riprese aeree stereoscopiche dovranno essere sia in RGB che NIR con valore medio di dimensione del pixel al suolo (GSD) di 0,15 m con una variabilità tra 0,12 e 0,16 m.

Il ricoprimento trasversale tra fotogrammi consecutivi dovrà essere in ogni caso pari o superiore al 60%.

La sovrapposizione laterale fra strisciate contigue dovrà essere pari o superiore al 20%.

Le riprese dovranno essere suddivise in blocchi di volo opportunamente organizzati in strisciate in funzione dell'andamento plano-altimetrico della superficie di rilevazione. Dovrà, inoltre, essere previsto un adeguato irrigidimento dei blocchi di strisciate di analogo sviluppo longitudinale, con l'inserimento di strisciate trasversali in testa e coda. Le immagini derivanti dalle riprese aeree dovranno presentarsi nitide e assolutamente prive di foschia e nubi. Nelle aree in ombra dovrà comunque essere garantito un contrasto che permetta l'osservazione e la corretta interpretazione degli elementi sul terreno.

Qualora, per cause di varia natura, da una analisi delle immagini, vengano riscontrate anomalie del volo e/o vuoti nella copertura, dovranno essere integralmente acquisite ex-novo le strisciate che risultino difettose.

Entro 10 gg. dalla conclusione di ciascuna campagna di rilevazione, dovranno essere consegnate, anche via web, le anteprime delle immagini che saranno sottoposte a verifica da parte del DEC.

Al termine di ciascuna campagna di rilevazione i fotogrammi e la relativa documentazione dovranno essere consegnati al DEC e all'Amministrazione su HD.

Misura e calcolo delle triangolazioni aeree (TA)



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

ASSESSORADU DE SOS ENTES LOCALES, FINÀNTZIAS E URBANÌSTICA
ASSESSORATO DEGLI ENTI LOCALI, FINANZE E URBANISTICA

Direzione generale della pianificazione urbanistica territoriale e della vigilanza edilizia

Servizio Pianificazione paesaggistica e urbanistica

Il calcolo della TA deve essere eseguito con programma rigoroso ai minimi quadrati per stelle proiettive, considerando i più diffusi software di triangolazione aerea. Dal report di elaborazione della TA dovranno risultare i seguenti elementi:

- le coordinate immagine fotografica di ciascun punto misurato; una serie di dati riassuntivi che indichino il numero di collimazioni eseguite per ciascun punto;
- le coordinate compensate dei punti ed i relativi sqm;
- gli scarti residui su tutti i punti d'appoggio riferiti al terreno e riferiti all'immagine;
- gli scarti residui dei punti di legame utilizzati, sull'immagine e gli sqm sui punti di legame; i punti d'appoggio eventualmente scartati in fase di elaborazione.
- Il risultato della TA sarà considerato positivo se per il 95% dei casi:
- gli scarti residui sui punti d'appoggio saranno uguali o inferiori a: 25 cm in planimetria e a 20 cm in quota;
- gli sqm dei punti di legame nelle tre componenti (x,y,z) dovranno risultare uguali o inferiori a 15 cm.
- Potranno essere richiesti specifici documenti quali:
- la carta delle differenze massime (in valore assoluto) tra le quote dei punti relative a due strisciate nelle zone di ricoprimento e le crossline.
- la tabella contenente le statistiche del confronto tra tutte le strisciate nelle aree di ricoprimento; in particolare dovranno essere riportati: identificativi delle strisciate, minimo, massimo, media, mediana e deviazione standard delle differenze;
- la carta del numero di misure per ogni cella della griglia corrispondente al prodotto finale.

Produzione di ortofoto RGB+NIR

Le ortofoto dovranno essere realizzate in formato TIFF non compresso con il file TFW di georeferenziazione e con pixel pari a 0,20 m e dovranno avere 4 bande (RGB + NIR) con profondità colore pari a 8 bit.

Il taglio verrà effettuato sulla base del quadro d'unione alla scala 1:2.000 in formato shape fornito dall'Amministrazione e saranno denominate sulla base delle denominazioni contenute nel suddetto file.

Per l'ortorettifica l'Amministrazione metterà a disposizione i modelli digitali del terreno (DTM e DSM) passo 1 m derivanti dai rilievi LiDAR realizzati in precedenti rilievi, eventuali altri DTM acquisiti successivamente alla pubblicazione del bando di gara e tutti i punti acquisiti durante precedenti campagne di rilievo con le relative monografie.

Le ortofoto dovranno essere il prodotto finale del raddrizzamento delle immagini digitali ricavate dalla ripresa aerea, georeferenziate e ortorettificate in base al DTM con passo di ricampionamento uguale o inferiore a 5 metri.

L'algoritmo di ricampionamento dovrà essere di tipo bi-cubico.

Ciascuna ortofoto dovrà avere una estensione, oltre il limite del taglio, non inferiore a 10 m, creando una zona di sovrapposizione tra ortofoto contigue.

Relativamente alle tolleranze planimetriche delle ortofoto dovranno essere tali per cui:

- a) le coordinate planimetriche memorizzate (E'P, N'P) di un punto P della ortofoto e le coordinate (EP, NP) dello stesso punto ricavate, con operazioni topografiche dirette sufficientemente precise che lo colleghino ai vertici della rete di inquadramento o raffittimento più vicini, dovranno soddisfare la relazione:

$$[(E'P - EP)^2 + (N'P - NP)^2]^{1/2} = 0,80 \text{ m.}$$



**REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA**

ASSESSORADU DE SOS ENTES LOCALES, FINÀNTZIAS E URBANÌSTICA
ASSESSORATO DEGLI ENTI LOCALI, FINANZE E URBANISTICA

Direzione generale della pianificazione urbanistica territoriale e della vigilanza edilizia

Servizio Pianificazione paesaggistica e urbanistica

- b) La distanza orizzontale d' fra due punti, calcolata in base alle loro coordinate memorizzate, e la distanza orizzontale d fra gli stessi due punti, misurata direttamente sul terreno con operazioni sufficientemente precise, dovranno soddisfare le seguenti relazioni:

$$|d' - d| \leq (0,50 + d'/2000) \text{ m quando } d' \leq 600 \text{ m;}$$

$$|d' - d| \leq 0,80 \text{ m quando } d' > 600 \text{ m.}$$

Produzione dei Mosaici sull'intero territorio regionale

In fase di mosaicatura delle ortofoto in formato TIFF non compresso dovranno essere applicati gli algoritmi per il bilanciamento della luminosità e del colore in modo che il prodotto finale risulti cromaticamente omogeneo.

I mosaici dovranno essere prodotti sia in formato TIFF che in formato ecw con compressione 1 e dovranno essere predisposti sia per le bande RGB che per la banda NIR.

Compilazione del metadato

Per ciascun set di foto aeree, ortofoto, e mosaici dovrà essere predisposto il metadato secondo le specifiche e il modello consultabili al seguente link:

<https://www.sardegnageoportale.it/index.php?xsl=2425&s=331080&v=2&c=14412&t=1&tb=14401>

al fine di pubblicare i metadati sul catalogo regionale dei dati e sul Catalogo RNDT.

Art. 4 Elaborati da consegnare da parte dell'Impresa aggiudicataria

La consegna degli elaborati derivanti dall'esecuzione del Servizio dovrà contenere un file TXT che indichi il contenuto della consegna stessa, la data di predisposizione e ogni altro elemento che serva ad inquadrarlo nello sviluppo temporale e sequenziale delle attività.

L'Impresa aggiudicataria dovrà fornire tutti gli elaborati, esito delle attività di cui all'art. 3, in duplice copia su Hard Disk esterni, adeguati in numero e in capacità di memoria. Tutti i supporti forniti rimarranno di proprietà dell'Amministrazione.

Gli elaborati oggetto della consegna, per ciascun anno di volo, dovranno essere:

- Progetto del rilievo aereo in formato PDF;
- I dati delle stazioni GNSS e delle misure effettuate, della rete plano-altimetrica dei punti d'appoggio dei punti fotografici in formato vettoriale con le relative monografie in formato pdf;
- Immagini digitali RGB-NIR in formato tiff non compresso;
- Ortofoto digitali RGB-NIR in formato tiff non compresso;
- Ortofoto digitali RGB in formato ECW con compressione 1;
- Ortofoto digitali NIR in formato ECW con compressione 1;
- Mosaici RGB in formato in formato tiff non compresso;
- Mosaici NIR in formato in formato tiff non compresso;
- I metadati delle immagini digitali, delle ortofoto e dei mosaici.