

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

MANDATARIA:

MANDANTE:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:

MANDANTI:



PROGETTO ESECUTIVO

LINEA FERROVIARIA NAPOLI - BARI, TRATTA NAPOLI-CANCELLO, IN VARIANTE TRA LE PK 0+000 E PK 15+585, INCLUSE LE OPERE ACCESSORIE, NELL'AMBITO DEGLI INTERVENTI DI CUI AL D.L. 133/2014, CONVERTITO IN LEGGE 164 / 2014

RELAZIONE

INFRASTRUTTURA

PLANIMETRIE E PROFILI

PLANIMETRIE E PROFILI GENERALE

CAMPAGNA TOPOGRAFICA

Relazione Tecnica

APPALTATORE	PROGETTAZIONE	
DIRETTORE TECNICO Ing. M. PANISI	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE Ing. A. CHECCHI	

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV SCALA:

I	F	1	M	0	0	E	Z	Z	R	T	I	F	0	0	0	9	0	0	1	A	-
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	EMISSIONE SECUTIVA	BINCI	14/06/18	CERAUDO	15/06/18	PIAZZA	15/06/18	LACOPO	
									30/06/2018



Sistemi Cartografici S.a.s.

NACAV S.c.a.r.l.

**Progettazione Esecutiva della linea ferroviaria Napoli-Bari, tratta Napoli-Cancello.
Rilievi topografici scala 1:500, redazione della cartografia scala 1:1.000 e ortofoto.**

Relazione Tecnica

FASI TOPOGRAFICHE:

Le attività topografiche finalizzate alla formazione della cartografia aerofotogrammetrica numerica alla scala 1:1.000 e dei rilievi celerimetrici alla scala 1:500, a supporto della progettazione esecutiva della linea ferroviaria Napoli – Bari, tratta Napoli - Cancello, sono state eseguite nei mesi compresi fra gennaio e maggio 2018 utilizzando:

- **GPS Leica RX 1250X e Leica GS18:**

Ricevitori GPS geodetici a doppia frequenza in assetto RTK-UMTS con i seguenti parametri: costellazione satellitare minima pari a 4 satelliti (evento mai verificato nel corso dei rilievi), GDOP massimo pari a 8, elevazione minima (cut-off) dei satelliti sull'orizzonte pari a 15°.

I ricevitori rispettano le seguenti tolleranze:

- in modalità statica: 3 mm + 0.5 ppm (orizzontale), 5 mm + 0.5 ppm (verticale).
- in modalità RTK: 8 mm + 1.0 ppm (orizzontale) e 15 mm + 1.0 ppm (verticale).

■ Via della Tenuta di Torrenova, 142/C - 00133 Roma
Tel e Fax: 06.44242888
P.I. 02014001008
CF 08295410586
C.C.I.A.A. 655697

■ Roberto Binci
Mobile: 339.7645591
dati@sistemicartografici.it
sistemi.cartografici@legalmail.it
roberto.binci@sistemicartografici.it





Sistemi Cartografici S.a.s.

- **GeoMax Zoom90R e Total Station Leica TCR805 ultra:**

Per la realizzazione della poligonale a lati corti è stata utilizzata la Total Station robotizzata della GeoMax Zoom90R con precisione angolare di 1 secondo. Durante la fase dei rilievi celerimetrici per poter rilevare gli elementi non raggiungibili dagli operatori (ad esempio intradossi di cavalcavia e viadotti) si è utilizzata la modalità Laser dello strumento Total Station Leica TCR805 ultra. Tale metodologia permette di acquisire gli elementi presenti senza utilizzare il prisma su palina (non risultando così necessaria la presenza di un canneggiatore durante queste fasi) ma riesce a rilevare il punto direttamente dalla superficie che lo riflette non variando comunque il livello di precisione dello strumento.

- **Livello Leica DNA03:**

Livello elettronico con stadia a lettura a barre codificate e livella sferica per la bolla verticale possiede le seguenti caratteristiche:

- Standard deviation height measurement per 1 Km double-run: 0.3 mm con Invar staffs.
- Standard deviation distance measurement: 1cm/20m (500ppm).
- Resolution height measurement: 0.01 mm.
- Compensator setting accuracy: 0.3"

■ Via della Tenuta di Torrenova, 142/C - 00133 Roma
Tel e Fax: 06.44242888
P.I. 02014001008
CF 08295410586
C.C.I.A.A. 655697

■ Roberto Binci
Mobile: 339.7645591
dati@sistemicartografici.it
sistemi.cartografici@legalmail.it
roberto.binci@sistemicartografici.it





Sistemi Cartografici S.a.s.

Le attività si sono articolate attraverso le seguenti fasi:

- ❑ **Materializzazione e acquisizione dei vertici della Rete GPS nel sistema geografico di riferimento ETRF2000.**
- ❑ **Materializzazione e acquisizione dei vertici della Poligonale principale GPS nel sistema geografico di riferimento ETRF2000.**
- ❑ **Materializzazione e acquisizione dei vertici della Poligonale a lati corti attraverso TOTAL STATION nel sistema rettilineo.**
- ❑ **Livellazione di precisione dei vertici delle due Poligonali.**
- ❑ **Acquisizione Punti Fotografici di Controllo nel sistema geografico di riferimento ETRF2000 utili alla redazione della cartografia scala 1:1.000.**
- ❑ **Rilievo celerimetrico alla scala 1:500.**

- Rete GPS:

La rete GPS è stata eseguita materializzando n. 8 vertici, lungo il perimetro dell'area oggetto del rilievo, distribuiti con un maglia entro i 5 km di distanza e sono stati materializzati utilizzando borchie metalliche cementate su manufatti che possano garantirne la durata nel tempo. 3 degli 8 vertici materializzati coincidono con i capisaldi della rete Italferr esistente, consegnata nei dati di base, che sono stati inseriti nel calcolo come Reference dopo averne verificato l'attendibilità. I vertici interessati sono i seguenti: R02 che coincide con il CN12, R03 che coincide con il CN04 e R07 che coincide con il CN01. Per aver il più alto numero possibile di misure di controllo sono stati inseriti nel calcolo ulteriori 3 capisaldi della rete di Italferr (CN02, CN06 e CN11) che misurano ulteriori 5 baselines sui vertici R01, R04, R06 e R08. Ultima misura di controllo è stata quella di acquisire una baseline, con durata di 1 ora, fra il caposaldo dell'Istituto Geografico Militare IGM n° 172902 Ponti della Valle e l'R08.


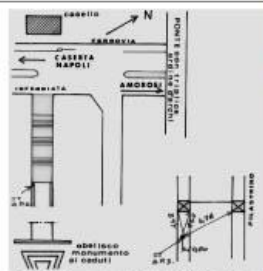



■ Via della Tenuta di Torrenova, 142/C - 00133 Roma
Tel e Fax: 06.44242888
P.I. 02014001008
CF 08295410586
C.C.I.A.A. 655697

■ Roberto Binci
Mobile: 339.7645591
dati@sistemicartografici.it
sistemi.cartografici@legalmail.it
roberto.binci@sistemicartografici.it





Sistemi Cartografici S.a.s.

 <p>IGM 25 ETRF 2000</p>	<p>Ponti Della Valle</p> <p>Nazione: Italia Regione: Campania Provincia: Caserta Comune: Valle Di Maddaloni Carabinieri: Caserta</p>	<p>172902</p>	<p>431 sez III, 172 II SE</p>
	<p>Materializzazione: <i>Centrino di tipo GPS C fissato sul cordolo di destra che delimita il vialetto di accesso all'obelisco e adiacente al pilastro terminale della ringhiera volta a sud.</i></p>	<p>Roma40 Piane (Gauss-Boaga) ETRF2000 Piane (UTM-ETRF2000) ϕ 41° 03' 28" N: ϕ 41° 03' 31" N: λ 01° 56' 59" E: λ 14° 24' 06" E: Δ N: 4 545 440 Δ N: 4 545 430 Δ E: 2 469 750 Δ E: 449 740 Quota s.l.m.: 160 Quota ell.: 210 Coord. determinate nel 1996</p>	<p>Rete primaria di inquadramento (IGM95) Con quota derivata dal modello del geoida (ITALGEO2005) Produttore: IGM</p>
<p>Accesso: <i>Prima del ponte con triplice ordine d'archi, procedendo verso la direzione Amorosi, dopo l'accesso sbarrato da un cancello si trova una strada laterale che conduce all'ingresso.</i></p>			<p>Attenzione: le coordinate geografiche sono approssimate al secondo. Le coordinate piane e le quote hanno cifre significative fino al decimetro</p> <p>IGM - Servizio Geodetico - Via di Novelli, 03 - 50127 FIRENZE - Tel. 055 2752442 - Fax 055 417900 - email: servizio.geodetico@igmi.101.it</p>
<p>Informazioni: <i>Il punto è situato presso la località detta I ponti della Valle, di fronte al monumento ai caduti dell'Ottobre 1860.</i></p>			
<p>Segnalizzato: 26/07/1994 Ultima ricognizione: 23/09/1999</p>	<p>Questa scheda è di proprietà dell' ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE. Stampata il 20/05/2013, db: 20/00/2012</p>		

Per l'acquisizione delle coordinate dei vertici sono stati utilizzati 3 ricevitori GPS Leica Rx 1250X. Sono state misurate 19 baselines, con tempi di stazionamento mai inferiori ai 30 minuti per ciascuna misura (in alcuni casi fino a raggiungere quasi un'ora di misurazione), per permettere la creazione di 6 poligoni chiusi. I capisaldi utilizzati per le misure di verifica invece non hanno partecipato alla costruzione dei poligoni.

Le 19 baselines misurate permettono di rispettare la prescrizione nelle norme tecniche di Italferr che prevede la ridondanza sulla rete GPS sia maggiore di 2.

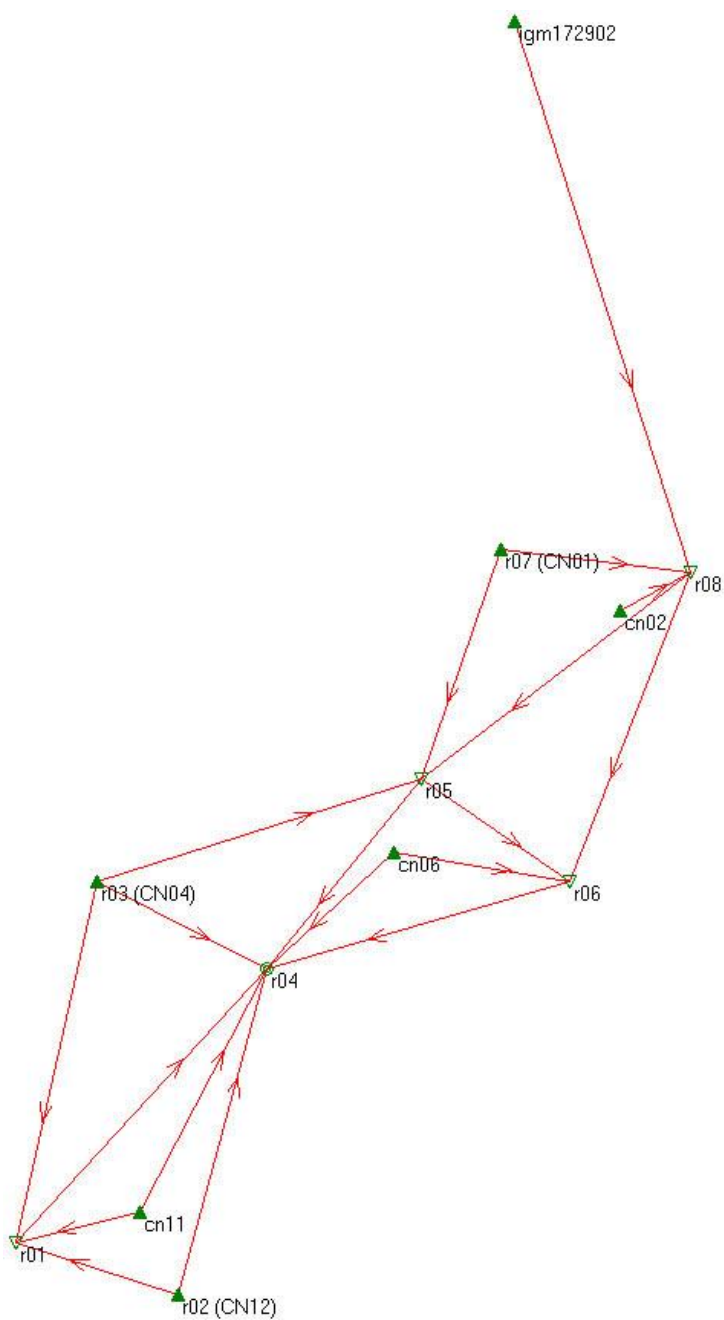
■ Via della Tenuta di Torrenova, 142/C - 00133 Roma
 Tel e Fax: 06.44242888
 P.I. 02014001008
 CF 08295410586
 C.C.I.A.A. 655697

■ Roberto Binci
 Mobile: 339.7645591
 dati@sistemicartografici.it
 sistemi.cartografici@legalmail.it
 roberto.binci@sistemicartografici.it





Sistemi Cartografici S.a.s.



■ Via della Tenuta di Torrenova, 142/C - 00133 Roma
Tel e Fax: 06.44242888
P.I. 02014001008
CF 08295410586
C.C.I.A.A. 655697

■ Roberto Binci
Mobile: 339.7645591
dati@sistemicartografici.it
sistemi.cartografici@legalmail.it
roberto.binci@sistemicartografici.it





Sistemi Cartografici S.a.s.

La rete è stata acquisita in coordinate WGS84, che ne determinano anche l'ellissoide, con Datum ETRF2000. Le misure realizzate sono state processate e compensate attraverso il software topografico Leica LGO 8.4.

La rete è stata elaborata in modo tale che ciascun vertice di nuova istituzione avesse una chiusura (mean) poiché vincolato da almeno altri due caposaldi, generando così una media di coordinate. Le differenze plano-altimetriche ottenute fra le varie misure su ciascun vertice sono le seguenti:

- R01: 0.0305 mt.
- R04: 0.0280 mt.
- R05: 0.0410 mt.
- R06: 0.0131 mt.
- R08: 0.0162 mt.

Per il passaggio di coordinate fra le WGS84 e il sistema Gauss-Boaga e la trasformazione dalle quote ellissoidiche alle ortometriche si è utilizzato il del software Verto2K dell'Istituto Geografico Militare. Questo software è stato creato appositamente per ottenere la massima precisione quando si effettuano passaggi fra sistemi di coordinate e trasformazioni di quote. Il software Verto2K è stato utilizzato assieme al grigliato GK2 n° 448 corrispondente al foglio di cartografia 1:50.000 IGM in cui ricade l'area interessata dalla cartografia. Lo scarto massimo garantito da questo grigliato è pari a +/- 4 cm rispetto alle quote determinate a partire da capisaldi della linea I.G.M. mediante livellazione di precisione.

■ Via della Tenuta di Torrenova, 142/C - 00133 Roma
Tel e Fax: 06.44242888
P.I. 02014001008
CF 08295410586
C.C.I.A.A. 655697

■ Roberto Binci
Mobile: 339.7645591
dati@sistemicartografici.it
sistemi.cartografici@legalmail.it
roberto.binci@sistemicartografici.it





Sistemi Cartografici S.a.s.

Successivamente alla fase di elaborazione della rete GPS si è proceduto alla generazione del sistema rettilineo. Il sistema è stato generato utilizzando i parametri forniti da Italferr con cui fu redatta anche la cartografia del 2009, ciò ha permesso di mantenere congruenti e sovrapponibili i dati già in possesso di Italferr con quelli di nuova produzione. E' stato utilizzato il software Leica LGO 8.4 per la trasformazione delle coordinate dal sistema WGS84 a quello rettilineo applicando i seguenti parametri di trasformazione:

- Trasformazione Classical3D
- Modello Bursa Wolf
- 7 parametri di trasformazione con valore 0
- False Easting: 10076,518
- False Northing: 28888,4511
- Zone Width: 0° 20' 0.0"
- Scale Factor at Origin: 1.0

- **Poligonale principale GPS:**

La poligonale GPS è stata eseguita materializzando n. 14 vertici lungo l'asse di progetto, o lungo le strade principali, distribuiti con una distanza di circa 1 km uno dall'altro. Per la materializzazione sono stati utilizzate borchie metalliche cementate su manufatti che possano garantirne la durata nel tempo. Per l'acquisizione delle coordinate dei vertici sono stati utilizzati 3 ricevitori GPS Leica Rx 1250X. Sono state misurate 19 baselines, con tempi di stazionamento non inferiori a 20 minuti ognuna. La poligonale è stata vincolata ai capisaldi di rete R01, R03, R05 e R08.

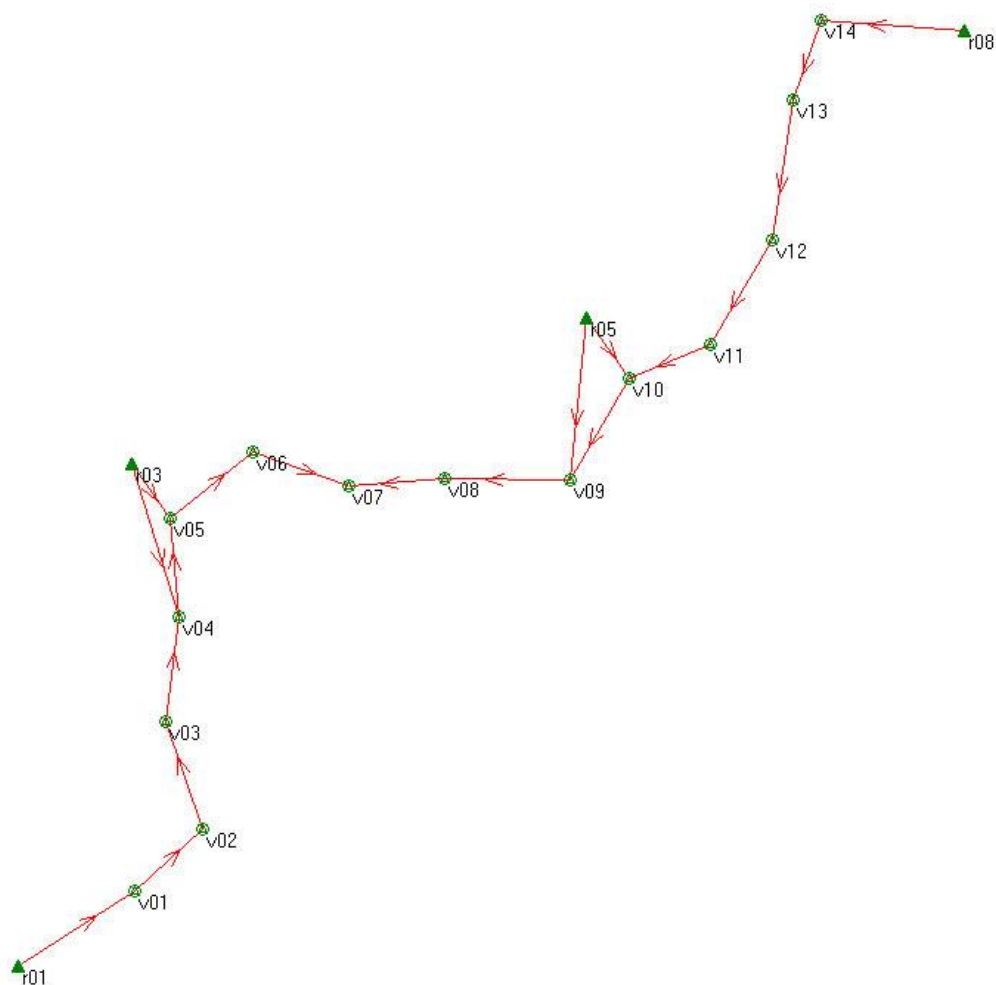
■ Via della Tenuta di Torrenova, 142/C - 00133 Roma
Tel e Fax: 06.44242888
P.I. 02014001008
CF 08295410586
C.C.I.A.A. 655697

■ Roberto Binci
Mobile: 339.7645591
dati@sistemicartografici.it
sistemi.cartografici@legalmail.it
roberto.binci@sistemicartografici.it





Sistemi Cartografici S.a.s.



La poligonale calcolata e compensata, sempre attraverso il software Leica LGO 8.4, ha prodotto diverse chiusure (Mean). I mean si generano sui vertici in cui convergono almeno due baselines provenienti da altri vertici che a loro volta sono vincolati da un'altra chiusura. La chiusura principale è quella sul vertice 07, baricentrico all'intera poligonale, poiché è il vertice di chiusura dei due rami di poligonale provenienti dal l'R01 e l'R08. Per vincolare maggiormente la poligonale GPS sono stati utilizzati anche altri due vertici di rete intermedi (R03 e R04) che hanno prodotto chiusure sull'R04, R05, R09 e R10.

■ Via della Tenuta di Torrenova, 142/C - 00133 Roma
Tel e Fax: 06.44242888
P.I. 02014001008
CF 08295410586
C.C.I.A.A. 655697

■ Roberto Binci
Mobile: 339.7645591
dati@sistemicartografici.it
sistemi.cartografici@legalmail.it
roberto.binci@sistemicartografici.it





Sistemi Cartografici S.a.s.

Gli scarti plano-altimetrici prodotti sono i seguenti:

- V04: 0.0228 mt.
- V05: 0.0059 mt.
- V09: 0.0087 mt.
- V10: 0.0120 mt.
- V07: 0.0209 mt.

Le coordinate geodetiche WGS84 ottenute sono state successivamente trasformate nel sistema Gauss-Boaga e nel sistema rettilineo come già descritto nel paragrafo precedente. Le quote sono state trasformate da quelle ellissoidiche a quelle ortometriche (sul il livello del mare) attraverso la livellazione di precisione.

- Poligonale a Lati Corti con Total Station:

La poligonale a lati corti è stata eseguita materializzando dei vertici intervisibili fra loro collegandoli alla poligonale GPS principale. Questi vertici sono costituiti da centrini metallici a testa sferica ubicati lungo l'asse di progetto indicato dalla Committenza e sono stato infissi lungo strade e manufatti stabili. Per percorrere l'intero asse di progetto si è reso necessario materializzare 66 vertici che sono andati a raffittire i 14 vertici materializzati per la poligonale principale, per un totale di 80 vertici. E' stato necessario materializzare un così alto numero di vertici poiché il tracciato di progetto spesso non si trovava in prossimità di strade o di luoghi dove fossero presenti elementi stabili su cui poter installare i centrini, per cui si è reso necessario deviare la poligonale su percorsi alternativi mantenendo sempre

■ Via della Tenuta di Torrenova, 142/C - 00133 Roma
Tel e Fax: 06.44242888
P.I. 02014001008
CF 08295410586
C.C.I.A.A. 655697

■ Roberto Binci
Mobile: 339.7645591
dati@sistemicartografici.it
sistemi.cartografici@legalmail.it
roberto.binci@sistemicartografici.it





Sistemi Cartografici S.a.s.

l'intervisibilità fra i capisaldi. Per tale motivo non sempre è stato possibile rispettare la prescrizione tecnica che dichiara una distanza quanto più vicina ai 300 metri fra due caposaldi consecutivi; infatti a volte si è reso necessario aumentare questa distanza mentre in altri casi si è dovuto ridurla notevolmente. L'intervisibilità ha permesso la rilevazione dei vertici tramite Total Station robotizzata della GeoMax Zoom90R con precisione angolare di 1 secondo. La poligonale a lati corti possiede le caratteristiche prescritte dal capitolato Italferr: la poligonale risulta aperta, non compensata né vincolata ad alcun vertice di riferimento. In questo modo le misure risultano il più reali possibili senza che il calcolo sia influenzato da correzioni per eventuali errori di chiusura. Sono state effettuate tre strati di lettura per ciascuna stazione e sono stati mediati i risultati ottenuti. Una volta calcolata la poligonale si è provveduto a rototraslare, attraverso il software Leica LGO, i dati elaborati sulle coordinate note dei 14 vertici della poligonale principale GPS. Non essendo una poligonale chiusa e vincolata non possiede un vero punto di partenza e di chiusura e per tale motivo gli scarti riscontrati sono relativi in base al tipo di rototraslazione applicata dal software Leica LGO 8.4 che lavora in modo da produrre scarti più bassi e uniformi possibili senza compensare gli errori rilevati. Sono stati prodotti i seguenti elaborati: un foglio di "Relazione di Calcolo" contenente tutte le misurazioni realizzate, un foglio "Calcolo Stazioni" contenente gli angoli misurati e le medie della distanza e dislivello ottenute dalle letture realizzate e un foglio di "Rototraslazione". Quest'ultimo elaborato contiene gli scarti riscontrati dopo la rototraslazione sui 14 vertici della poligonale principale GPS in coordinate rettilinee con le stesse misure effettuate sul terreno (documento di seguito riportato). Le coordinate prodotte da questa rototraslazione sono le coordinate finali del sistema rettilineo.

■ Via della Tenuta di Torrenova, 142/C - 00133 Roma
Tel e Fax: 06.44242888
P.I. 02014001008
CF 08295410586
C.C.I.A.A. 655697

■ Roberto Binci
Mobile: 339.7645591
dati@sistemicartografici.it
sistemi.cartografici@legalmail.it
roberto.binci@sistemicartografici.it





Sistemi Cartografici S.a.s.

ROTOTRASLAZIONE RILIEVO								Pagina nr. 1	
Angolo	399.99883c	Scala	1.00000000	Stand.Dev.	0.0294	Stand.Dev. Q	0.0188		
Punto	Punto di riferimento			Punto calcolato			Errore		
	E	N	Q	E	N	Q	E	N	Q
V1	9736.603	26952.411	24.798	9736.612	26952.490	24.872	0.009	0.079	0.073
V2	10497.900	27665.173	21.394	10497.916	27665.197	21.455	0.016	0.024	0.061
V3	10076.554	28888.478	52.231	10076.571	28888.497	52.270	0.017	0.019	0.039
V4	10235.442	30067.359	32.604	10235.461	30067.411	32.629	0.019	0.052	0.025
V5	10131.978	31187.706	24.748	10132.017	31187.701	24.723	0.039	-0.005	-0.025
V6	11073.766	31953.083	25.471	11073.777	31953.111	25.482	0.011	0.028	0.012
V7	12157.640	31562.933	25.062	12157.643	31562.947	25.058	0.003	0.014	-0.004
V8	13255.340	31642.693	25.982	13255.350	31642.676	25.963	0.010	-0.017	-0.019
V9	14675.489	31627.293	27.483	14675.577	31627.232	27.463	0.088	-0.061	-0.020
V10	15353.622	32795.562	25.227	15353.667	32795.529	25.181	0.045	-0.033	-0.045
V11	16267.858	33176.058	25.991	16267.837	33176.044	25.961	-0.021	-0.014	-0.030
V12	16965.809	34365.952	33.376	16965.742	34365.915	33.365	-0.067	-0.037	-0.011
V13	17214.590	35955.453	29.026	17214.505	35955.423	29.008	-0.085	-0.030	-0.018
V14	17531.926	36857.653	31.441	17531.842	36857.633	31.404	-0.084	-0.020	-0.037

Gli scarti ottenuti dalla rototraslazione sono più che soddisfacenti per una poligonale lunga 24 km e costituita da 80 vertici che mette in relazione misure GPS con misure effettuate direttamente sul terreno senza l'applicazione di vincoli e compensazioni.

- Livellazione di precisione:

La livellazione di precisione è stata eseguita, in andata e ritorno, lungo tutta poligonale GPS principale e quella a lati corti partendo dalla quota del caposaldo IGM 11304 e del 11305. E' stato utilizzato il livello Leica DNA03 con due stadi e lettura a barre codificate. Sono state rispettate tutte le tolleranze prescritte e in particolar modo i seguenti parametri (riportati anche sul Libretto di Livellazione):

- Misclosure (errore in lettura andata e ritorno): 0.0009 m.
- Compensazione per distanza: 0.0000 m.
- Distanza bilanciata (somma delle differenze letture avanti/indietro): -6.0418 m.

■ Via della Tenuta di Torrenova, 142/C - 00133 Roma
 Tel e Fax: 06.44242888
 P.I. 02014001008
 CF 08295410586
 C.C.I.A.A. 655697

■ Roberto Binci
 Mobile: 339.7645591
 dati@sistemicartografici.it
 sistemi.cartografici@legalmail.it
 roberto.binci@sistemicartografici.it





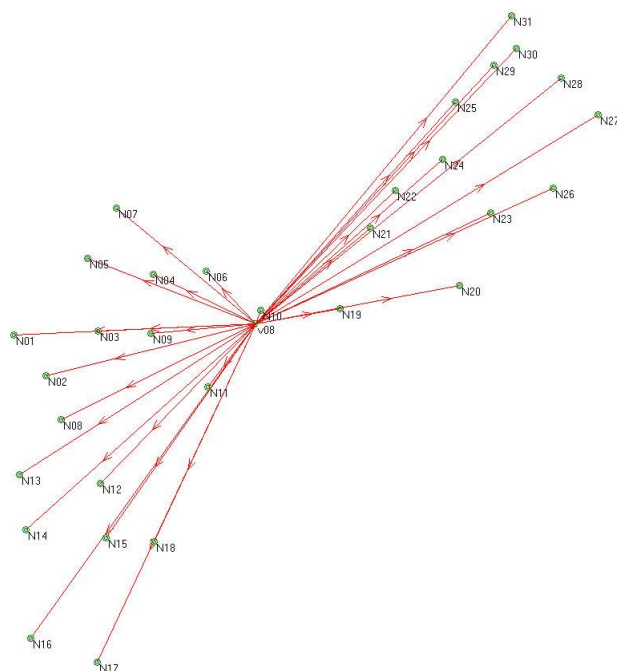
Sistemi Cartografici S.a.s.

- **Punti fotografici di appoggio:**

Ad integrazione dei centri di presa rilevati dal sistema Applanix (installato sull'aeromobile) nella fase di ripresa aerea, sono stati determinati n. 31 punti fotografici di appoggio plano-altimetrico ben definiti e di sicura collimazione stereoscopica, lungo tutta l'area interessata dalla produzione cartografica. La maggior parte dei punti è stata determinata da spigoli di pozzetti dei sotto servizi e di linee di segnaletica orizzontale e comunque tutti i punti sono stati acquisiti con quota a livello terreno.

Tali punti sono stati acquisiti sempre tramite ricevitori Leica RX 1250X con l'assetto RTK UMTS con il ricevitore GPS Reference posizionato sui vertici della poligonale V08 baricentrico a tutta la poligonale.

Analoghe alle altre fasi le procedure di elaborazione e i software utilizzati per la trasformazione dei punti acquisiti nel sistema Gauss-Boaga e rettilineo.



■ Via della Tenuta di Torrenova, 142/C - 00133 Roma
Tel e Fax: 06.44242888
P.I. 02014001008
CF 08295410586
C.C.I.A.A. 655697

■ Roberto Binci
Mobile: 339.7645591
dati@sistemicartografici.it
sistemi.cartografici@legalmail.it
roberto.binci@sistemicartografici.it





Sistemi Cartografici S.a.s.

- **Rilievo celerimetrico alla scala 1:500:**

I rilievi celerimetrici sono stati realizzati tramite l'utilizzo di ricevitori GPS e di Total Station. I rilievi sono stati realizzati attenendosi alle norme tecniche previste nel capitolato di Italferr. In particolar modo sono stati rilevati: cigli asfalto e principali manufatti presenti lungo la sede stradale (guard-rail, pozzetti dei sotto servizi, tombini, muri, cordoli, recinzioni, pali di illuminazione ed elettrici ecc...), scarpate lungo i bordi delle strade, fossi, scoline, fabbricati e tutte le variazioni di pendenza del terreno. Il rilievo è stato realizzato in maggioranza tramite l'utilizzo della strumentazione GPS poiché l'area oggetto del rilievo era ubicata per la maggioranza su zone aperte e senza ostacoli (tipo alberature o fabbricati) che potessero ostacolare l'acquisizione del segnale dei satelliti necessario al corretto funzionamento della strumentazione. Nelle aree che presentavano criticità si è utilizzata la Total Station. Nelle zone con presenza di vegetazione o di altri ostacoli si è utilizzata la modalità prisma, mentre per il rilievo della galleria (situata ad inizio rilievo) e delle altre opere è stata utilizzata la funzione Laser utile per raggiungere i punti non accessibili come gli intradossi ed estradossi. Attraverso il fitto piano quotato rilevato sul campo è stato possibile generare le curve di livello con intervalli di mezzo metro (come prescritto per i rilievi a scala 1:500).

■ Via della Tenuta di Torrenova, 142/C - 00133 Roma
Tel e Fax: 06.44242888
P.I. 02014001008
CF 08295410586
C.C.I.A.A. 655697

■ Roberto Binci
Mobile: 339.7645591
dati@sistemicartografici.it
sistemi.cartografici@legalmail.it
roberto.binci@sistemicartografici.it





Sistemi Cartografici S.a.s.

FASI DELLA PRODUZIONE CARTOGRAFICA

Per l'esecuzione della cartografia a scala 1:1.000 sono state rispettate le modalità e le tolleranze previste dalle specifiche tecniche di Italferr.

Le attività cartografiche per la produzione del rilievo aerofotogrammetrico sono state svolte nei mesi fra febbraio e aprile 2018 e sono state suddivise nelle seguenti fasi:

- ❑ **Ripresa aerofotogrammetrica.**
- ❑ **Triangolazione aerea.**
- ❑ **Restituzione dei modelli digitali stereoscopici e produzione della Cartografia alla scala 1:1.000.**
- ❑ **Produzione delle Ortofoto**
- ❑ **Editing e produzione degli elaborati finali.**

I software utilizzati per le varie fasi sono i seguenti:

- MATCH AT 4.0 della INPHO.
- G-CARTO 5.0 della GEOSOFT.
- GEOBIT 9.0.
- LEICA PHOTOGRAMMETRY SUITE 9.0.
- AUTOCAD 2012.
- GLOBAL MAPPER 13.2
- Pacchetto OPK di Menci Software
- STEREOCAD di Menci Software
- MICROMAP di Geolnn

■ Via della Tenuta di Torrenova, 142/C - 00133 Roma
Tel e Fax: 06.44242888
P.I. 02014001008
CF 08295410586
C.C.I.A.A. 655697

■ Roberto Binci
Mobile: 339.7645591
dati@sistemicartografici.it
sistemi.cartografici@legalmail.it
roberto.binci@sistemicartografici.it





Sistemi Cartografici S.a.s.

- **Ripresa Aerofotogrammetrica:**

La ripresa aerofotogrammetrica è stata realizzata sabato 16 febbraio 2018. La ripresa è stata effettuata nelle ore centrali di una giornata soleggiata e in assenza di nuvolosità. La ripresa è risultata quindi di qualità ottimale in nitidezza e luminosità e con minima presenza di ombre. Altro fattore rilevante per la qualità del volo è stata l'acquisizione delle immagini con una risoluzione al suolo pari a 8 cm\pixel. Tale risoluzione ha garantito un alto dettaglio del terreno e di tutti gli elementi presenti su di esso con una elevata precisione in quota tale da renderla perfettamente idonea alla produzione di cartografia alla scala 1:1.000.

La camera da presa utilizzata per l'acquisizione delle immagini è stata la VEXCEL ULTRACAM EAGLE. Questa camera possiede 8 obiettivi: 3 per l'acquisizione delle immagini in RGB, 1 per il NIR ovvero l'infrarosso e ulteriori 4 per le immagini pancromatiche. La camera possiede le seguenti specifiche tecniche:

- Virtual Focal Length [mm]: 79.800
- Virtual Sensor Size [Pixel]: 13080 x 20010
- Virtual Pixel Size [micron]: 12
- Virtual Principle Point [mm] X = 0.0 Y = 0.0
- Distortion Parameter: less than 0.002 mm

Sono state acquisite 5 strisciate per un totale di 205 immagini, con una sovrapposizione fra i fotogrammi del 70%.

Durante il volo sono stati acquisiti anche i dati Applanix dei centri di presa per ciascuna immagine. Questi dati, triangolati in post processing con le basi permanenti presenti in zona, permettono di avere un primo posizionamento plano-altimetrico di

■ Via della Tenuta di Torrenova, 142/C - 00133 Roma
Tel e Fax: 06.44242888
P.I. 02014001008
CF 08295410586
C.C.I.A.A. 655697

■ Roberto Binci
Mobile: 339.7645591
dati@sistemicartografici.it
sistemi.cartografici@legalmail.it
roberto.binci@sistemicartografici.it





Sistemi Cartografici S.a.s.

ciascuna immagine. I dati ottenuti sono stati successivamente affinati, in fase di triangolazione, elaborandoli insieme ai punti rilevati direttamente sul terreno durante le fasi di campagna topografica.

- Triangolazione aerea:

La fase di triangolazione aerea è stata eseguita il 23 febbraio 2018, con modalità automatica, attraverso l'utilizzo del software della INPHO MATCH AT 4.0. Per poter georeferenziare i modelli digitali sono stati utilizzati i centri di presa Applanix forniti dalla società esecutrice della ripresa aerea, unendoli ai dati della poligonale e dei punti fotografici d'appoggio acquisiti direttamente sul terreno. Nel calcolo sono stati inseriti i 31 punti fotografici di appoggio e i 14 vertici di poligonale determinati durante le fasi di campagna. La triangolazione aerea ha prodotto risultati ottimali per produrre una cartografia a scala 1:1.000. Sono state triangolate tutte le 205 immagini della ripresa aerea.

- Restituzione e produzione della cartografia:

La fase di restituzione è stata eseguita dagli operatori tramite l'utilizzo dei software G-CARTO 5.0, STEREOCAD e MICROMAP. Questo software accoppia le immagini della ripresa aerea, che essendo scattate con una sovrapposizione fra loro del 70%, riescono ad essere visualizzate in coppie stereoscopiche digitali nelle tre dimensioni. Da questi modelli i tecnici addetti alla restituzione hanno acquisito tutti gli elementi plano-altimetrici necessari alla produzione della cartografia alla scala 1:1.000.

■ Via della Tenuta di Torrenova, 142/C - 00133 Roma
Tel e Fax: 06.44242888
P.I. 02014001008
CF 08295410586
C.C.I.A.A. 655697

■ Roberto Binci
Mobile: 339.7645591
dati@sistemicartografici.it
sistemi.cartografici@legalmail.it
roberto.binci@sistemicartografici.it





Sistemi Cartografici S.a.s.

Attraverso l'acquisizione dei punti al piede degli edifici e dei manufatti in genere è stato possibile ricostruire in modo automatico i piedi di tutti questi elementi. Le curve di livello, con intervallo di 1 metro fra ciascuna come da prescrizione, sono state tracciate manualmente dagli operatori.

- Elaborazione del modello digitale del terreno e produzione Ortofoto:

Per realizzare il modello digitale del terreno è stata utilizzata la suite OPK di Menci Software che attraverso una procedura automatizzata restituisce elaborati di estrema precisione con elaborazione molto veloci. Al software sono stati inseriti i dati necessari per avviare le elaborazioni: le immagini del volo, i parametri della macchina da presa, i centri di presa di ciascuna immagine elaborati dopo la fase di triangolazione aerea e l'area limite di intervento del lavoro. Una volta impostata la maglia di generazione dei punti (nel nostro caso 1 m x 1 m) il software provvede alla generazione di un Point Cloud. Il Point Cloud è composto da punti con coordinate e quote reali e le stesse proprietà di colore dello specifico punto del fotogrammi da cui sono stati generati. Da questi punti il software crea il Build DSM ovvero un GeoTiff che è un immagine totale dell'area con l'informazione della quota. Creato il Geotiff si è provveduto alla verifica di quest'ultimo e all'editing delle aree dove il software in automatico non è riuscito a creare una maglia corretta. Le criticità evidenziate sono fondamentalmente due: zone di "buco" dove il software non riesce a collimare le immagini creando delle zone vuote oppure dove il software collima in modo non soddisfacente generando zone con picchi di quota molto visibili ad un primo controllo visivo. La suite OPK offre all'utente diversi metodi di editing per poter correggere questi errori (riscontrati in minima quantità). Per poter risolvere queste

■ Via della Tenuta di Torrenova, 142/C - 00133 Roma
Tel e Fax: 06.44242888
P.I. 02014001008
CF 08295410586
C.C.I.A.A. 655697

■ Roberto Binci
Mobile: 339.7645591
dati@sistemicartografici.it
sistemi.cartografici@legalmail.it
roberto.binci@sistemicartografici.it





Sistemi Cartografici S.a.s.

criticità in maniera accurata senza effettuare interpolazioni si è proceduto circoscrivendo le aree affette da errori, tagliandole ed eliminando i dati errati. Si è estrapolato dalla cartografia i dati tracciati manualmente dagli operatori nelle zone critiche inserendole nel software. A questo punto si è generato un nuovo Point Cloud, circoscritto alle aree interessate utilizzando i dati vettoriali inseriti. Il software automaticamente ha generato i nuovi punti e il relativo Geotiff corretto.

Tramite sempre l'utilizzo del pacchetto software di Menci "OPK" si è proceduto alla ortorettifica e fotomosaicatura dei modelli digitali. Per la realizzazione di queste fasi è stata utilizzata la procedura automatica che ha provveduto anche ad effettuare il bilanciamento cromatico e la correzione della luminosità per tutte le 205 foto del volo. L'operatore ha inserito nel software le immagini della ripresa aerea, il modello digitale del terreno precedentemente creato e il quadro di unione per il taglio in tavole. La risoluzione delle immagine dell'ortofoto ha mantenuto la stessa qualità della ripresa aerea e quindi con risoluzione al suolo pari a 8 cm\pixel. Una volta generato l'ortofoto, si è provveduto a verificare la precisione planimetrica e le variazioni di luminosità all'interno dell'immagine. Si è verificata la corrispondenza dei dati vettoriali con le ortofoto digitali, la presenza d'altri errori, come la distorsione nei ponti, sottopassi, edifici e così via. L'unica criticità evidenziata è stata che in presenza di alcune opere molto alte rispetto alla quota terreno, la prospettiva che si è generata sulle immagine non ha permesso sempre il perfetto accoppiamento delle di queste ultime ai dati vettoriali (riscontrato soprattutto su viadotti ed edifici a molti piani). L'elaborato finale prodotto è stato suddiviso in 34 distinte tavole.

■ Via della Tenuta di Torrenova, 142/C - 00133 Roma
Tel e Fax: 06.44242888
P.I. 02014001008
CF 08295410586
C.C.I.A.A. 655697

■ Roberto Binci
Mobile: 339.7645591
dati@sistemicartografici.it
sistemi.cartografici@legalmail.it
roberto.binci@sistemicartografici.it





Sistemi Cartografici S.a.s.

- Editing e produzione elaborati finali:

L'editing dei modelli stereoscopici, eseguita al termine della fase di restituzione, è stato realizzato utilizzando i software G-CARTO 5.0 e GEOBIT 9.0 con i quali si è anche proceduto alla verifica della omogeneità di tutti gli elaborati in tutte le fasi di elaborazione.

La fase di editing prevede le seguenti verifiche:

- Controllo dei codici utilizzati attraverso la trasformazione della codifica di lavoro in quella finale che evidenzia eventuali discrepanze nella codifica finale.
- Controllo visivo su tutta la simbologia e la vestizione degli elementi rappresentati.
- Controllo sulla corretta rappresentazione di tutti gli elementi, in particolare sui muri, edificati e manufatti.
- Controllo e correzione degli eventuali errori in quota: punti o elementi a quota zero o con picchi anomali.
- Verifica di tutti gli elaborati realizzati con i software con procedure automatizzate.

■ Via della Tenuta di Torrenova, 142/C - 00133 Roma
Tel e Fax: 06.44242888
P.I. 02014001008
CF 08295410586
C.C.I.A.A. 655697

■ Roberto Binci
Mobile: 339.7645591
dati@sistemicartografici.it
sistemi.cartografici@legalmail.it
roberto.binci@sistemicartografici.it





Sistemi Cartografici S.a.s.

Al completamento delle fasi gli elaborati finali prodotti sono stati i seguenti:

- Relazione tecnica in formato PDF.
- Progetti, dati grezzi ed elaborazioni delle operazioni effettuate in campagna: rete, poligonale principale e lati corti, livellazione e punti fotografici.
- Files in formato PDF delle monografie dei vertici della rete, della poligonale principale e a lati corti e dei punti fotografici di appoggio.
- Files in formato DWG del rilievo celerimetrico in 2D e 3D in coordinate Rettilinee alla scala 1:500.
- Files in formato DWG contenenti la cartografia numerica in 2D e 3D in coordinate Rettilinee alla scala 1:1.000.
- 34 tavole delle Ortofoto in formato TIFF in coordinate rettilinee.

Roma, giugno 2018

Sistemi Cartografici s.a.s.

Roberto Binci

■ Via della Tenuta di Torrenova, 142/C - 00133 Roma
Tel e Fax: 06.44242888
P.I. 02014001008
CF 08295410586
C.C.I.A.A. 655697

■ Roberto Binci
Mobile: 339.7645591
dati@sistemicartografici.it
sistemi.cartografici@legalmail.it
roberto.binci@sistemicartografici.it

