

Provincia di Cuneo  
S.S. 28 del Colle di Nava  
Lavori di realizzazione della Tangenziale di Mondovì con collegamento alla S.S. 28 Dir – 564 e al casello A6 "Torino–Savona" – III Lotto (Variante di Mondovì)

**PROGETTO DEFINITIVO**

COD. T008

<b>PROGETTAZIONE:</b> RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO PROGETTISTI	<b>MANDATARIA:</b> 	<b>MANDANTI:</b>  <b>MATILDI+PARTNERS</b>
<b>IL RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:</b>  <i>Ing. Andrea Renso – TECHNITAL Ordine Ingegneri Provincia di Verona n. A2413</i>	<b>IL PROGETTISTA:</b> <i>Ing. Carlo Vittorio Matildi Bologna–n.A6457</i>	
<b>IL GEOLOGO:</b>  <i>Geol. Emanuele Fresia – TECHNITAL Ordine Geologi Veneto n. A501</i>	<b>GRUPPO DI PROGETTAZIONE:</b> <b>COORDINAMENTO PROGETTAZIONE E PROGETTAZIONE STRADALE:</b> <i>Ing. Carlo Vittorio Matildi – MATILDI + PARTNERS Ordine Ingegneri Provincia di Bologna n. 6457/A</i> <b>COORDINAMENTO PROGETTAZIONE E COORDINATORE STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE:</b> <i>Ing. Edoardo Piccoli – TECHNITAL Ordine Ingegneri Provincia di Verona n. A3381</i>	
<b>IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:</b>  <i>Ing. Paolo Barrasso – MATILDI + PARTNERS Ordine Ingegneri Provincia di Bologna n. A9513</i>	<b>OPERE D'ARTE MAGGIORI GALLERIA:</b> <i>Ing. Corrado Pesce – TECHNITAL Ordine Ingegneri Provincia di Verona n. A1984</i> <b>OPERE D'ARTE MAGGIORI PONTI E MINORI:</b> <i>Ing. Stefano Isani – MATILDI + PARTNERS Ordine Ingegneri Provincia di Bologna n. A4550</i>	
<b>VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO:</b>  <i>Ing. Giuseppe Danilo Malgeri</i>	<b>GEOTECNICA:</b> <i>Ing. Alessandro Rizzo – TECHNITAL Ordine Ingegneri Provincia di Milano n. A19598</i> <b>IDROLOGIA ED IDRAULICA:</b> <i>Ing. Simone Venturini – TECHNITAL Ordine Ingegneri Provincia di Verona n. A2515</i>	
<b>PROTOCOLLO:</b>	<b>DATA:</b>	

## 02 – RILIEVI E INDAGINI GEOTECNICHE

### Relazione sui rilievi planoaltimetrici

CODICE PROGETTO <b>DPT00008D16</b>		NOME FILE 02.01_P00_SG01_GEN_RE01_A		PROGR. ELAB. 02.01	REV.	SCALA:
		CODICE ELAB. <b>P00SG01GENRE01</b>			<b>B</b>	/
D						
C						
B	<i>Istruttoria ANAS</i>	<i>Maggio 2020</i>	<i>Matildi+Partners</i>	<i>Barrasso</i>	<i>Isani</i>	<i>Matildi</i>
A	<i>EMISSIONE</i>	<i>Marzo 2020</i>	<i>Matildi+Partners</i>	<i>Barrasso</i>	<i>Isani</i>	<i>Matildi</i>
REV.	DESCRIZIONE	DATA	SOCIETA'	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO



Geomar.it s.n.c. Via Matteotti, n°5 - 12084, Mondovì (CN) - P.I.V.A. 02806830044 amministrazione@geomar.it  
Tel +39 0174 45920 Fax +39 0174 360000

## Rilievo Tangenziale MONDOVI'

Il rilievo topografico per l'esecuzione della progettazione esecutiva dell'ultimo lotto della tangenziale di Mondovì è stato eseguito unendo tecnologie con laser scanner e camera aviotrasportati con rilievi a terra con l'ausilio di stazioni totali e Gps a doppia frequenza

Il volo è stato eseguito con elicottero per strisciate parallele E/W con prua 96° ed con equidistanza di circa 180m, da circa 170m AGL, Strisciate di calibrazione e orientamento sono state eseguite con andamento sub-ortogonale, da pari quota e con equidistanza inferiore (circa 120m).

All'elicottero era ancorato un payload per contenere una camera e un laser scanner dotato di IMU.

E' stata impiegata una fotocamera Hasselblad H5D-50C con obiettivo da 50mm, per una GSD in raccolta pari a 20mm.

E' stato impiegato un laser Riegl VUX-1-LR con apertura pari a 130° e PRR impostato a 400KHz.

Il volo è stato ancorato attraverso il rilievo di punti naturali e riconoscibili inseriti nel sistema di coordinate dei punti di appoggio.

I punti di appoggio a terra sono stati materializzati con chiodi topografici in acciaio evidenziati con vernice rossa; sono stati materializzati complessivamente sette caposaldi (quattro lungo il tracciato della tangenziale e tre per la zona del Borgato). Tutti i caposaldi sono stati misurati con strumentazione GNSS a quattro costellazioni a doppia frequenza (Geomax Zenith 40) con la funzione master point e verificati con l'ausilio di tre caposaldi IGM ad essi perimetrici.

Per le correzioni differenziali è stata utilizzata la rete HxGN Smartnet

Le immagini a 50Mpix sono state accoppiate agli eventi e quindi agli orientamenti esterni per come calcolati con Inertial Explorer, dopo aver applicato la correzione di rete e l'integrazione delle soluzioni GNSS e inerziale.

Le immagini TIFF, i relativi orientamenti esterni e gli orientamenti interni noti della fotocamera sono stati utilizzati come input per 3 progetti coordinati utilizzando PIX4D Enterprise.

Dopo rifinitura delle calibrazioni, ai progetti coordinati sono state applicate le coordinate note dei punti di controllo e quindi si è provveduto al calcolo della nuova soluzione coordinata e all'esportazione delle immagini finali in formato TIFF+TFW ed ECW

La prima fase della lavorazione delle nuvole di punti è stata l'identificazione del ground con procedura supervisionata: gli output delle routine di Terrasolid sono stati controllati, corretti manualmente ove necessario (muretti, edifici, ecc) e successivamente è stato ripetuto



Geomar.it s.n.c. Via Matteotti, n°5 -12084, Mondovì (CN)- P.I.V.A. 02806830044 amministrazione@geomar.it  
Tel +39 0174 45920 Fax +39 0174 360000

l'allineamento delle adiacenze. Il rumore di misura e classificazione è stato filtrato per  $\Delta Z > 3 \cdot \text{std\_dev}$ .

Si è esportato in formato .asc il punto medio a celle di 25cm, con riempimento mediato automatico fino a 15m (misura in funzione delle dimensioni medie degli edifici); si è quindi proceduto alla media focale a passo 0,75m ed esportazione a passo 0,5m

Le isoipse sono state estratte con equidistanza 0,5m e quindi classificate.

I rilievi celerimetrici sono stati effettuati utilizzando sia una strumentazione GNSS a doppia frequenza Geomax Zenith 40 e Leica GS10 in modalità RTK (per le correzioni è stata utilizzata la rete HxGN Smartnet) sia con strumentazione topografica robotica Leica TS16 (precisione angolare 1" ; precisione su prisma e reflectorless 2 mm).

La realizzazione degli elaborati grafici è stata ottenuta mediante l'utilizzo congiunto delle tecnologie di rilievo sopra descritte utilizzando sia la nuvola di punti sia il rilievo celerimetrico in modo da poter rispondere alle specifiche richieste nelle varie zone del rilievo.

Per Geomar.it

Alberto Raschieri

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Alberto Raschieri', with a long, sweeping flourish at the end.

**S.S. 28 del Colle di Nava - Lavori di realizzazione della Tangenziale di Mondovì con collegamento alla S.S.28Dir - 564 ed al Casello A6 "Torino-Savona" - III Lotto (Variante di Mondovì).**

## **PROCEDURA COLLAUDO TECNICO PRODOTTI CARTOGRAFICI**

La scrivente società, ricevuta la nomina a collaudatore delle opere a margine, ha provveduto ad acquisire tutta la documentazione relativa al lavoro svolto da Geomar S.n.c. con sede in Mondovì (CN) in via Matteotti n.5.

La sessione di verifiche di campagna è stata portata a termine durante i giorni 13 e 14 febbraio 2020, ed elaborata e valutata nei giorni immediatamente successivi.

Di seguito vengono riassunti dettagli e conclusioni.

## **DESCRIZIONE METODOLOGIE DI PRODUZIONE**

**RIPRESE AEREE:** Il volo è stato eseguito per strisciate parallele E/W con prua 96° ed con equidistanza di circa 180m, da circa 170m AGL. Strisciate di calibrazione e orientamento sono state eseguite con andamento sub-ortogonale, da pari quota e con equidistanza inferiore (circa 120m).

E' stata impiegata una fotocamera Hasselblad H5D-50C con obiettivo da 50mm, per una GSD in raccolta pari a 20mm.

E' stato impiegato un laser Riegl VUX-1-LR con apertura pari a 130° e PRR impostato a 400KHz.

**PUNTI APPOGGIO A TERRA:** I punti di appoggio a terra sono stati materializzati con chiodi topografici in acciaio evidenziati con vernice rossa; sono stati misurati con strumentazione GNSS a quattro costellazioni a doppia frequenza (Geomax Zenith 40) con la funzione master point e verificati con l'ausilio di tre caposaldi IGM ad essi baricentrici. Per le correzioni è stata utilizzata la rete HxGN Smartnet.

**ORTOFOTO E MATERIALE FOTOGRAFICO:** Le immagini a 50Mpix sono state accoppiate agli eventi e quindi agli orientamenti esterni per come calcolati con Inertial Explorer, dopo aver applicato la correzione di rete e l'integrazione delle soluzioni GNSS e inerziale.

Le immagini TIFF, i relativi orientamenti esterni e gli orientamenti interni noti della fotocamera sono stati utilizzati come input per 3 progetti coordinati utilizzando PIX4D Enterprise.

Dopo rifinitura delle calibrazioni, ai progetti coordinati sono state applicate le coordinate note dei punti di controllo e quindi si è provveduto al calcolo della nuova soluzione coordinata e all'esportazione delle immagini finali in formato TIFF+TFW ed ECW.

**REALIZZAZIONE MODELLI DTM E RESTITUZIONI GRAFICHE:** La prima fase della lavorazione delle nuvole di punti è stata l'identificazione del ground con procedura supervisionata: gli output delle routine di Terrasolid sono stati controllati, corretti manualmente ove necessario (muretti, edifici, ecc) e successivamente è stato ripetuto l'allineamento delle adiacenze. Il rumore di misura e classificazione è stato filtrato per  $\Delta Z > 3 \cdot \text{std\_dev}$ .

Si è esportato in formato .asc il punto medio a celle di 25cm, con riempimento mediato automatico fino a 15m (misura in funzione delle dimensioni medie degli edifici); si è quindi proceduto alla media focale a passo 0,75m ed esportazione a passo 0,5m.

Le isoipse sono state estratte con equidistanza 0,5m e quindi classificate.

**RILIEVI CELERIMETRICI INTEGRATIVI:** I rilievi celerimetrici sono stati effettuati sia con strumentazione GNSS a doppia frequenza (Geomax Zenith 40 e Leica GS10) in modalità RTK, per le correzioni è stata utilizzata la rete HxGN Smartnet, sia con strumentazione topografica robotica Leica TS16 (precisione angolare 1" ; precisione su prisma e reflectorless 2 mm).

## VERIFICHE

**VOLO AEROFOTOGRAMMETRICO:** Si è proceduto alla verifica dei fotogrammi, analizzandoli singolarmente e certificando l'assenza di corpi nuvolosi che potessero disturbare la restituzione. Le strisciate e la stesa dei fotogrammi coprono longitudinalmente e trasversalmente la fascia d'intervento prevista.

**RETE DI RAFFITTIMENTO:** Si è proceduto al rilievo con ausilio GPS di tutti i capisaldi/vertici di raffittimento utilizzati per l'appoggio a terra, verificando il collegamento ai vertici della rete IGM. Si è controllata la collocazione dei punti scelti, constatandone l'equidistanza e l'uniforme distribuzione (compatibilmente con la morfologia del terreno) lungo tutto lo sviluppo longitudinale. Si valuta idonea la materializzazione dei punti sul terreno e la relativa compilazione delle schede monografiche.

Dalla successiva elaborazione dati e confronto con quanto prodotto, emerge che gli scarti rientrano nelle tolleranze planimetriche e altimetriche (di seguito tabella riepilogativa).

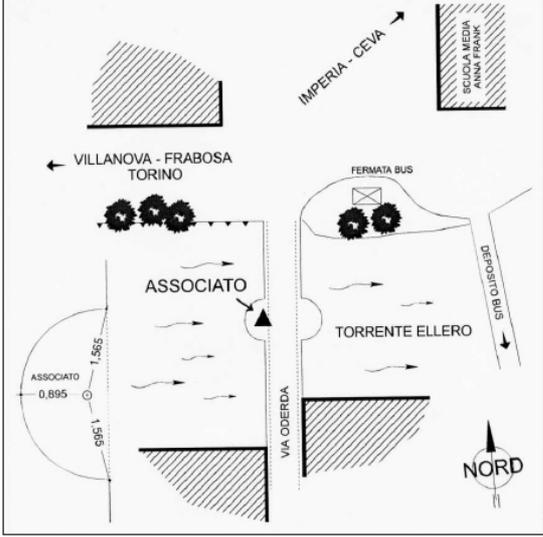
Tabella 1: Punti appoggio – Dati di verifica

	Dati di verifica			Dati da monografie			scarti		
	est	nord	quota	est	nord	quota	$\Delta e$	$\Delta n$	$\Delta q$
IGM									
080801	406006,325	4915259,786	400,559	406006,325	4915259,786	400,559			
CSP1	404239,100	4913426,967	473,709	404239,095	4913426,963	473,713	0,005	0,004	-0,004
CSP2	405411,538	4913387,092	457,308	405411,529	4913387,100	457,299	0,009	-0,008	0,009
CSP3	406186,804	4913425,358	569,387	406186,812	4913425,360	569,386	-0,008	-0,002	0,001
CSP4	406852,173	4913653,624	456,215	406852,168	4913653,612	456,207	0,005	0,008	0,008

Tabella 2: Punti appoggio – Caratteristiche geometriche

	Dati da monografie			Distanza/dislivello relativo vertici	
	est	nord	quota	do	dq
CSP1	404239,095	4913426,963	473,713	0,000	0,000
CSP2	405411,529	4913387,100	457,299	1173,226	-16,414
CSP3	406186,812	4913425,360	569,386	784,277	112,087
CSP4	406852,168	4913653,612	456,207	665,356	-113,179

Tabella 3: Punti appoggio - Caposaldo Rete IGM

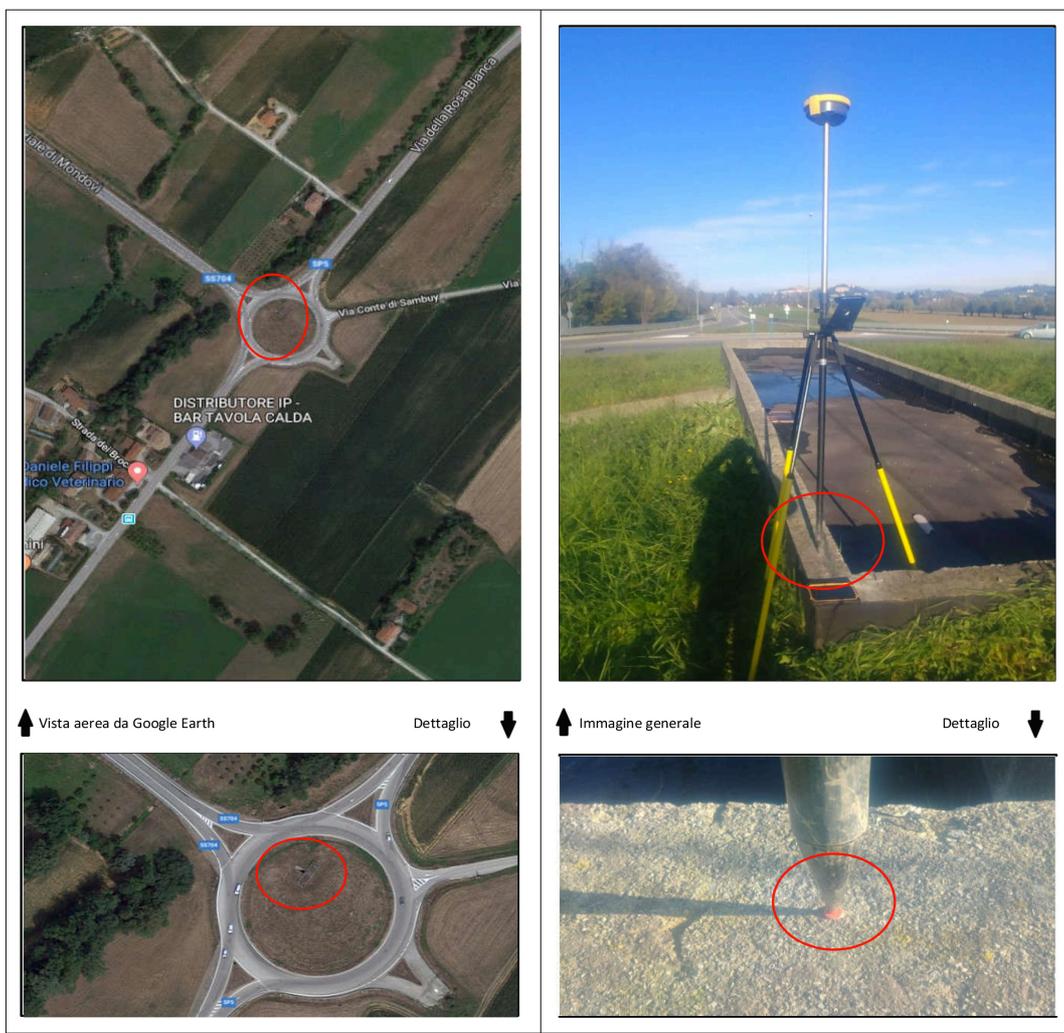
	<b>A MONDOVI (Associato n.2 - Ponte del Borgato)</b>		<b>080801</b>	<b>227 sez IV</b>	<b>080 IISO</b>
	<b>Nazione:</b> ITALIA <b>Provincia:</b> CUNEO <b>Comune:</b> MONDOVI <b>Carabinieri:</b> MONDOVI		<b>Proprietà:</b> Comune di Mondovì <b>Indirizzo:</b> Corso Statuto, 13 <b>Comune:</b> MONDOVI <b>Cap:</b> 12084 <b>Tel:</b> 0174559200 <b>Fax:</b> 0174551271 <b>Provincia:</b> CUNEO		
<b>Materializzazione:</b> Centrino del tipo "GPS C" infisso, in posizione pressochè centrale, nella pavimentazione del terrazzino semicircolare posto sulla sponda rivolta a monte del ponte sul Torrente Ellero, che conduce nel quartiere Borgato.		<b>Geografiche (Roma40)</b> $\phi$ : 44°23'01,9819" $\lambda$ : -04°37'55,0103"	<b>Piane (Gauss-Boaga)</b> $\phi$ : N: 4.915.278,592 $\lambda$ : E: 1.406.032,911	<b>Geograf. (ETRF2000)</b> $\phi$ : 44°23'04,2928" $\lambda$ : 07°49'11,9451"	<b>Piane (UTM-ETRF2000)</b> $\phi$ : N: 4.915.259,786 $\lambda$ : E: 406.006,325
<b>Accesso:</b>		<b>Quota s.l.m.:</b> 400,559 <b>Quota ell.:</b> 449,562 <small>La quota s.l.m. è stata calcolata dalle coordinate ETRF2000, tramite algoritmo di trasformazione.</small>			
<b>Informazioni ausiliarie:</b> Variazione d'archivio in data 15/03/2011; variata quota s.l.m.					
<b>Vertici collegati:</b> R 0066# ## 076# Bullone a muro (CSO) DH = -6,804		<b>Stazioni astronomiche:</b> Rete primaria di inquadramento (IGM95) Con quota derivata da caposaldo di livellazione (Rete Fond.) Produttore: IGM			
<b>Segnalizzato:</b> 11/06/1998 G3-1998 Funz.Tec.Cart. Andrea Musolino <b>Ultimo intervento:</b> 10/03/2008 F5-2008 Coll. Tec. Berti Andrea					

MONOGRAFIE VERTICI: L'esame delle monografie prodotte a supporto della cartografia, evidenzia come esse riportino in maniera chiara e corretta tutti gli elementi previsti, e siano completate con tutte le necessarie informazioni per l'individuazione dell'ubicazione dei caposaldi, e per il loro utilizzo (di seguito un esempio).

Tabella 4: Punti appoggio – Monografia caposaldo CPS1

	<b>GEOMAR.IT s.n.c.</b> Via Matteotti n° 5 <b>12084 MONDOVI'</b> <a href="mailto:amministrazione@geomar.it">amministrazione@geomar.it</a>	CODICE LAVORO:	2506
		DATA	13 novembre 2019

CAPOSALDO	Coordinate geografiche ellissoidiche		Coordinate geografiche piane	
<b>CPS1</b>	WGS84:		Geocentriche:	
	LATITUDINE:	44° 22' 04,0704"	X:	4525128,795
	LONGITUDINE:	7° 47' 53,3074"	Y:	619715,960
	QUOTA ELL.	522,993	Z:	4437764,055
	UBICAZIONE:	Muretto cemento armato	MATERIALIZZAZIONE:	Chiodo topografico rosso
COORDINATE LOCALI	X:	404239,095	Y:	4913426,963
	Z:	473,713	CO3D	0,015
	Strumenti utilizzati:	Reference: G.P.S. GEOMAX Zenit 40 series con antenna GeoMax-GNSS Zenith 40		Rover: servizio reti Italpos I-max 3.0
	Software utilizzato:	Sierrasoft Topko M vs 2011 con grigliati I.G.M.		Tecnico: Raschieri Alberto
			SISTEMA DI COORDINATE:	SISTEMA DI COORDINATE:
			GRUPPO: Italian Coordinate System	GRUPPO: Italian Coordinate System
			SISTEMA: ETRF-89 - Zona 32N (da 6E a 12E)	SISTEMA: Roma40 Gauss-Boaga West Fuse
			DATUM: ETRF-89 Italia Griglia IGM	DATUM: Roma40 Italia Griglia IGM
			ELLISSOIDE: Internazionale Italia	ELLISSOIDE: Internazionale Italia
			PROIEZIONE: Traversa di Mercatore	PROIEZIONE: Traversa di Mercatore



ORTOFOTO ORIGINALI E CORRISPONDENZA CARTOGRAFIA: Si è esaminata la relazione descrittiva concernente la procedura svolta per l'esecuzione dei lavori, ritenendo le varie fasi di lavoro sostanzialmente corrette.

Per il controllo delle ortofoto, si è proceduto alla misurazione di un congruo numero di punti ben riconoscibili sul terreno, distribuiti uniformemente e posti a diverse distanze rispetto ai punti appoggio. Le misurazioni effettuate con strumentazione GPS sono state comparate con i corrispondenti dati cartografici al fine di determinare ed acquisire una statistica degli scarti, che risultano in tolleranza (di seguito alcuni esempi).

Tabella 5 e 6: Esempi verifica cartografia prodotta

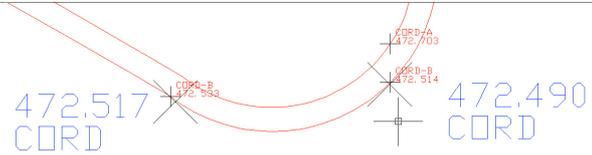
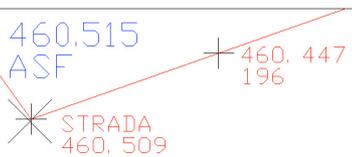
 <p>Raffronto coordinate: Rosso: prodotto – Blu: verifica</p> <p>X=404696.711 Y=4913249.746 Z=466.149 X=404696.694 Y=4913249.743 Z=466.136</p> <p>dX=0.017      dY=0.003      dZ=0.013</p>	 <p>Raffronto coordinate: Rosso: prodotto – Blu: verifica</p> <p>X=404291.213 Y=4913376.945 Z=472.533 X=404291.240 Y=4913376.919 Z=472.517 X=404292.629 Y=4913377.035 Z=472.514 X=404292.626 Y=4913377.027 Z=472.490</p> <p>dX=0.015      dY=0.017      dZ=0.020</p>
---	--

Tabella 7 e 8: Esempi verifica cartografia prodotta

 <p>Raffronto coordinate: Rosso: prodotto – Blu: verifica</p> <p>X=404997.558 Y=4913307.153 Z=443.838 X=404997.486 Y=4913307.528 Z=443.846</p> <p>dX= n.s.      dY= n.s.      dZ=0.008</p>	 <p>Raffronto coordinate: Rosso: prodotto – Blu: verifica</p> <p>X=406877.638 Y=4913423.052 Z=460.509 X=406877.628 Y=4913423.044 Z=460.515</p> <p>dX=0.010      dY=0.008      dZ=0.006</p>
---	--

RESTITUZIONE GRAFICA: Per quanto concerne il rispetto dei contenuti minimi per la produzione della cartografia si sono verificati i seguenti punti:

- 1) Le curve di livello pongono in evidenza un'equidistanza pari a 1mt. e non risultano dalla cartografia curve ausiliarie.
- 2) Le quote dei punti caratteristici del terreno risultano nella media, ed il controllo del posizionamento dei punti caratteristici appare corretto.
- 3) La cartografia restituita riporta le quote ogni 8-10 mt. in corrispondenza delle piattaforme asfaltate, ed ogni 20-25 mt. in corrispondenza di zone di campagna.
- 4) Risultano assenti le quote sulle sommità dei fabbricati o parti di essi.
- 5) Si è provveduto a verificare "a campione" direttamente in loco e con ausilio di Total Station, parti di opere stradali e manufatti presenti sul tracciato, riscontrando una buona corrispondenza con quanto riportato in cartografia. Si è riscontrato che praticamente tutte le parti dell'area di intervento interessate dalla presenza di strade o manufatti è stata oggetto di integrazione tramite rilievo celerimetrico/GPS.
- 6) Si è verificata la corretta rappresentazione tramite curve di livello, barbette od altri elementi grafici, di eventuali particolarità orografiche presenti sul terreno, quali per esempio: scarpate, fossi o canali, dirupi, corpi franosi, ecc.
- 7) Si è verificata la corretta toponomastica presente in cartografia.

## CONCLUSIONI

Il prodotto esaminato, nel complesso, rispetta i requisiti minimi richiesti.

Salò', 28/02/2020



s.r.l.  
**applicazioni tecniche topografiche**  
Via C. Golgi, 4 - 25087 SALÒ (BS)  
Tel. 0365 43435 - Fax 0365 520576  
C.F. 02878630173 - P. IVA 00700220981