



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



MIT
MINISTERO
DELLE INFRASTRUTTURE
E DEI TRASPORTI



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



RegioneLombardia

Direzione Generale Infrastrutture e Opere Pubbliche



CODICE
COMMESSA

LIVELLO
PROGETTAZIONE

D.P.R.
207/10

PROGRESSIVO
ELABORATO

CATEGORIA
OPERA

NUMERO
OPERA

REVISIONE

SCALA

B 3 5

D

b

0 1 6

I G

0 2

R 0

IMPIANTO DI PRODUZIONE, STOCCAGGIO E DISTRIBUZIONE DI IDROGENO DI EDOLO Progetto Definitivo

Relazione Rilievi topografici, indagini georadar e allegati grafici

Revisioni		Data	Descrizione	Redatto	Controllato
	3		-		
	2		-		
	1		-		
	0	Lug. 2024	PRIMA EMISSIONE		

FERROVIENORD

APPALTATORE



Progettista



BTP INFRASTRUTTURE S.p.A.

Via di Torre Rossa 66 - 00165 ROMA
☎ (+39) 06 8710088 ✉ info@btpinfra.it
Web: www.btpinfrastrutture.com

REDATTO

L. BLESIO

CONTROLLATO

P. TURBOLENTE

APPROVATO

N. SBARIGIA

DATA

09/07/2024

CODICE ARCHIVIO COLLABORATORE

AGG.

SOMMARIO

1	PREMESSA.....	3
2	RILIEVI TOPOGRAFICI, FOTOGRAMMETRICI E LIDAR	4
2.1	Rete di caposaldi interna e aggancio a rete IGM	4
2.2	Stazione Totale	7
2.3	Strumentazione GPS.....	8
2.4	Rilievo fotogrammetrico da APR.....	10
2.4.1	Elaborazione dati e processing	14
2.5	Rilievo Lidar da APR	16
2.6	Rilievo interni con laser scanner.....	19
2.6.1	Elaborazione dati e processing	21
2.7	Restituzione dei rilievi.....	23
3	INDAGINE GEORADAR.....	26
3.1	Strumentazione e metodologia utilizzata.....	27
3.2	Elaborazione dati	28
3.3	Indagine aree esterne per ricerca sottoservizi	28
3.3.1	Risultati ottenuti.....	29
3.3.2	Radargrammi, fase1	29
3.3.3	Radargrammi, fase2	33
3.4	Indagine aree interne capannone	35
3.4.1	Documentazione fotografica.....	36
3.4.2	Risultati ottenuti.....	41
3.4.3	Radargrammi.....	42
4	VERIFICA FONDAZIONI PONTE VIA RASSICHE	47

Tavole

Tavola 1 – Ortomosaico SdF al 27/11/2023 e indagini georadar – Scala 1:500

Tavola 2a – Ortomosaico SdF e sezioni – Dettaglio capannone – Scala 1:200

Tavola 2b – Ortomosaico SdF e prospetti – Dettaglio ponte Via Rassiche – Scala 1:200

1 PREMESSA

Su incarico di BTP INFRASTRUTTURE S.p.A., la società Eurogeo Srl ed Idrogea Servizi S.r.l. hanno eseguito presso il Comune di Edolo (BS) dei rilievi topografici e delle indagini georadar a supporto della redazione della progettazione definitiva, esecutiva e modello BIM delle opere civili dell'impianto di produzione Idrogeno asservito all'erogazione di Idrogeno per treni FCEV.

In particolare le attività hanno previsto tra il 27.11.2023 e il 13.12.2023 l'esecuzione di:

- a) Rilievo topografico e fotogrammetrico tramite drone dotato di camera e sensore LiDAR su un'area di ca.35'000 mq;
- b) Rilievo con laser scanner a terra per interno capannone ed edificio adiacente da adibire a uffici;
- c) Materializzazione di 4 caposaldi nell'area di progetto (chiodi topografici su manufatti esistenti) e loro rilievo tramite ricevitore GNSS a precisione topografica e aggancio alla rete IGM tramite stazione totale;
- d) Indagine georadar per ricerca sottoservizi e manufatti presenti nelle aree indicati dalla Committente esterne al capannone e all'interno dello stesso per verifica spessore della soletta;
- e) verifica diretta dell'eventuale presenza di fondazioni per il ponte di sotto il ponte di via Rassiche infiggendo un'asta fino a -2 m di profondità;
- a) ricerca, verifica e rilievo condotta rete di acquedotto per adduzione capannone e rilievo camerette della fognatura sul lato sud del capannone.

La presente relazione sintetizza le modalità operative, i metodi e le attrezzature utilizzate per l'esecuzione dei rilievi.

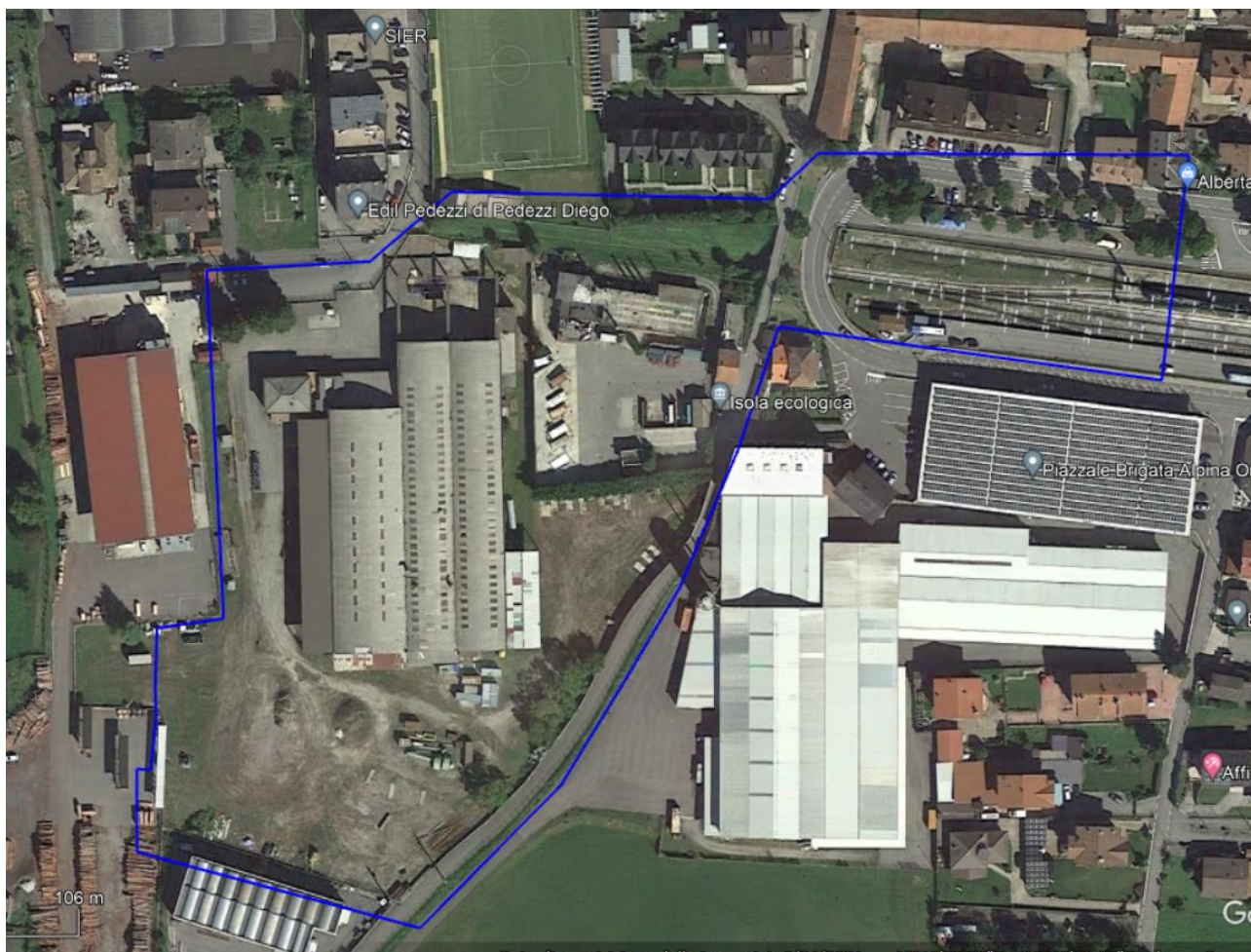


Figura 1 Inquadramento aree di rilievo

2 RILIEVI TOPOGRAFICI, FOTOGRAMMETRICI E LIDAR

Tra il 27 e 29 Novembre, 5 e 7, 12 e 13 Dicembre 2023 sono stati realizzati i rilievi topografici, fotogrammetrici e Lidar finalizzati alla definizione di dettaglio della geometria dei luoghi e alla ricostruzione 3D dell'area di interesse.

Il rilievo di tutti i locali interni del capannone, è stato effettuato tramite laser scanner, permettendo di ricreare delle nuvole di punti ad alta intensità, mentre il rilievo di contesto è stato effettuato tramite fotogrammetria e Lidar grazie ai voli effettuati da APR (Aeromobile a Pilotaggio Remoto). La georeferenziazione di tutto il rilievo è stata effettuata attraverso target posizionati a terra e battuti con un ricevitore GNSS a precisione topografica, le cui quote sono state agganciate al caposaldo di livellamento IGM "NO08_D01_001_CSO".

2.1 Rete di caposaldi interna e aggancio a rete IGM

Su richiesta della Committente è stata creata una rete di caposaldi nei pressi dell'area di interesse. Tale rete è composta da 4 nuovi caposaldi materializzati per mezzo di chiodi topografici in corrispondenza di elementi in cls presenti in sito (foto caposaldo 201 in Figura 2) e la loro ubicazione è rappresentata in Figura 3.



Figura 2 Caposaldo 201 materializzato






Figura 3 Ubicazione dei caposaldi materializzati nei pressi del sito di progetto

Le coordinate x,y dei nuovi caposaldi sono state determinate per mezzo di ricevitore GNSS a precisione topografica (vedi paragrafo 2.3), la quota, invece, è stata “agganciata” al caposaldo di livellamento IGM denominato “NO08_D01_001_CSO” per mezzo di stazione totale, garantendo precisioni millimetriche sulla quota tramite poligonale chiusa (vedi paragrafo 2.2). La posizione e la scheda monografica del punto IGM vengono rispettivamente riportate nelle seguenti immagini.



Figura 4 Caposaldo “NO08_D01_001” – stazione ferroviaria di Edolo

 ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE IGM RETE ALTIMETRICA DI ALTA PRECISIONE Geo Tools Manager Versione 2.0	Nazione: ITALIA Regione: LOMBARDIA Provincia: BRESCIA Comune: EDOLO	
	Serie 100: 019 Tirano Serie 25/N: 019 ISE Edolo Serie 50: 057 Malonno Serie 25: 057 sez I Malonno	
C: 669,5710 (CSO) - Bullone infisso sul prospetto Ovest della Stazione di Edolo.	Progressiva chilometrica: Km 0,329 dal Nodale N008#_###_#### Quotato: Il caposaldo è stato quotato nell'anno 2012 Ricognito: L'ultima ricognizione effettuata sul caposaldo risale all'anno 2022	
C: 671,4586 (CSV) - Piastra antica infissa sulla faccetta principale della Stazione di Edolo, a destra della porta d'ingresso.		
ANNOTAZIONI SGQ012 RI022 Cat 04386 SGQ924 Livellazione Geometrica Ausiliaria cat 02370 fasc. IV pag 139 Quota non omogeneizzata 671,3491 RIQ952 671,4463 RIQ012 RI022 Cat. 04386	Coordinate Geografiche ETRF2000 Roma40 φ: 46°10'37,4" φ: 46°10'35,0" λ: 10°19'45,6" λ: -02°07'21,8"	FOTOGRAFIA NON DISPONIBILE
EDOLO (Stazione Ferroviaria TRENORD)		N008#_D01_001#

È vietata la copia e la divulgazione non autorizzata. Stampata il 04/12/2023 [2003-2009] musolinoandrea@hotmail.com

Figura 5 Scheda monografica del caposaldo "N008_D01_001_CSO"

Le coordinate plano-altimetriche dei nuovi caposaldi vengono riportate nella seguente tabella.

ETRF2000-UTM32N			
Id	Est (m)	Nord (m)	Quota (m slm)
200	602209.58	5114551.84	665.665
201	602194.70	5114406.03	664.265
202	602341.11	5114482.62	665.280
203	602276.20	5114599.20	668.330

2.2 Stazione Totale

Il rilievo altimetrico dei caposaldi e quello plano-altimetrico del ponte su via Rassiche è stato effettuato per mezzo di stazione totale del tipo Nikon DTM 720, corredata di palina telescopica, prisma circolare e bipiede di supporto che ha permesso di raggiungere precisioni appena inferiori al centimetro.

La stazione totale robotizzata Nikon DTM720 usata per il rilievo presenta le seguenti caratteristiche:

Precisioni angolari	(Secondo DIN18723):	4" / 1.3 mgon
Precisioni distanze	PMSR Mode:	$\pm (3 + 3 \text{ ppm} \times D) \text{ mm}$
	MSR Mode:	$\pm (5 + 3 \text{ ppm} \times D) \text{ mm}$
Compensatore	Precisione di centramento:	$\pm 1" / \pm 0.2 \text{ mgon}$
Livella	Sensibilità livella sferica:	10' / 2 mm
	Sensibilità livella torica:	30' / 2 mm
Cannocchiale	Ingrandimento:	30x
	Diametro libero obiettivo:	45mm
	Focalizzazione:	da 1.3 m all'infinito
	Campo visivo:	1° 20' (2.3 m a 100 m)
	Metodo di messa fuoco:	anallattico a 2 velocità



Figura 6 Stazione totale usata per il rilievo montata su treppiedi

La metodologia di rilievo usata è quella della poligonale vincolata a punti noti, ovvero sono state materializzate una serie di stazioni reciprocamente collegate dalle quali sono stati misurati i caposaldi materializzati nell'intorno dell'area.

Per il rilievo di stazioni e caposaldi il prisma è stato posizionato verticalmente tramite palina telescopica dall'operatore, garantendo così una precisione nel posizionamento centimetrica in planimetria e millimetrico in quota, mentre per i punti quotati (rilievo e prospetto ponte su Via Rassiche) il prisma è stato tenuto verticalmente dall'operatore, garantendo comunque precisioni centimetriche.

2.3 Strumentazione GPS

Per la determinazione delle coordinate dei Ground Control Point (GCP), delle coordinate planimetriche dei caposaldi e di punti quotati (rilievo di supporto al georadar) è stato utilizzato un ricevitore GNSS Trimble modello R12 a 612 canali.

Il GPS è stato usato in modalità RTK di rete, che prevede l'acquisizione dei punti di interesse tramite il ricevitore mobile (GPS topografico), in comunicazione con una rete di stazioni permanenti tramite una connessione ad Internet. Il principio di funzionamento della rete di stazioni permanente si basa sulla trasmissione delle osservazioni satellitari dalle varie stazioni di riferimento al server centrale (network server), in cui è in funzione un software per la gestione delle reti RTK.

L'obiettivo della rete RTK è di minimizzare, entro i confini della rete, l'influenza degli errori sistematici dipendenti dalla distanza tra il rover e le stazioni fisse (ed esempio il ritardo atmosferico), durante il calcolo della posizione del rover stesso. Il software installato sul server centrale esegue questo processo fissando le ambiguità di fase dei satelliti (osservati dalle stazioni di riferimento) all'interno della rete ed usando i dati provenienti da tutte le stazioni di riferimento (o un sottoinsieme di esse) calcola le correzioni differenziali da inviare successivamente al rover (metodo RTK di rete (tratta da <http://it.smartnet-eu.com>)).

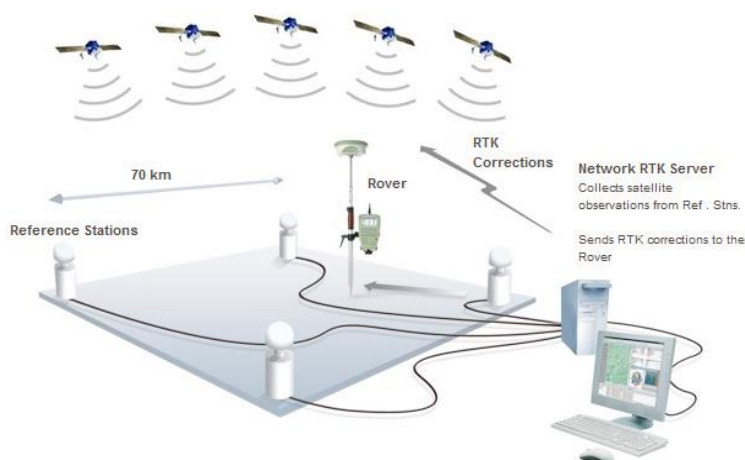


Figura 7 metodo RTK di rete (tratta da <http://it.smartnet-eu.com>)

L'acquisizione dei punti di interesse (Chiodi topografici e GCP) avviene mediando le registrazioni dello strumento rover posizionato mediante palina telescopica sul punto di interesse per un minimo di 10 minuti o sino al raggiungimento di un errore centimetrico sulla quota, mentre l'acquisizione dei punti quotati, relativi alle interferenze rilevate da georadar, vengono mediate per un minimo di 15 secondi o sino al raggiungimento di un errore centimetrico sulla quota.



Figura 8 GPS topografico usato per il rilievo di un Ground Control Point

Grazie a questa procedura è possibile ottenere per ciascun punto le coordinate ellissoidiche (latitudine, longitudine ed altezza ellissoidica) nel sistema di riferimento ETRF2000, fissato grazie alla rete di stazioni permanenti usata nelle misure GPS (Smartnet Italpos), ed i rispettivi errori di stima (in termini di deviazione standard).

La trasformazione delle altezze ellissoidiche stimate in quote geoidiche è stata realizzata attraverso l'utilizzo dei grigliati prodotti dal IGM. I grigliati IGM permettono la trasformazione fra i sistemi di riferimento sia planimetrici che altimetrici italiani, basandosi essenzialmente sulla definizione di griglie a passo regolare su tutto il territorio nazionale. Per quanto riguarda l'altimetria l'IGM ha approntato un'apposita griglia di valori dell'ondulazione del geoide nazionale (ITALGEO05) rispetto all'ellissoide di riferimento del sistema ETRF2000 (usato dalla rete di stazioni permanenti), che consente, mediante un'interpolazione bilineare, di trasformare le quote ellissoidiche in quote geoidiche (sul livello del mare), relative ai riferimenti altimetrici nazionali con precisione centimetrica.

La trasformazione delle altezze ellissoidiche stimate in quote geoidiche è stata successivamente confrontata e verificata rispetto alla quota del caposaldo di livellazione IGM "NO08_D01_001_CSO", ubicato presso la stazione ferroviaria di Edolo (scheda monografica in Figura 5), rilevato sia tramite stazione totale che GPS.

2.4 Rilievo fotogrammetrico da APR

Il rilievo aerofotogrammetrico del 27/11/2023 che ha permesso di creare l'ortomosaico dell'area di interesse è stato realizzato con un drone professionale: DJI Matrice300RTK, montato con una camera Zenmuse P1 (vedi Figura 9), le cui caratteristiche vengono riportate nelle tabelle sottostanti.

Modello APR	DJI Matrice 300 RTK
Dimensioni	Aperto, senza eliche: 810x670x430 mm
	Richiuso, incluso eliche e carrello di atterraggio: 430x420x430 mm
Peso (batterie incluse)	3600g
Capacità di carico	2700g
Peso massimo al decollo	9000g
Massima velocità in salita e discesa	6 m/s; 5m/s
Massima velocità orizzontale	23 m/s
Resistenza al vento	15 m/s
Massima autonomia di volo	55 min
GNSS	GPS+GLONAS+BEIDU+GALILEO

Nome sensore	Zenmuse P1
Dimensioni	198x166x129 mm
Peso	800g
Dimensioni sensore	35,9x24 mm (Full-frame)
Dimensioni pixel	4,4 µm
Risoluzione	45 Mpixel
Dimensione immagine	3:2 (8192x5460)
Lunghezza focale	35 mm



Figura 9 Matrice 300RTK e fotocamera Zenmuse P1

Il rilievo è stato effettuato tramite un volo di tipo nadirale in cui la camera era inclinata di 90° rispetto al suolo.

Il ricoprimento medio delle foto è stato di circa del 80% sia in direzione longitudinale, sia in direzione trasversale. La quota relativa media di volo è stata di circa 45 m dal suolo.

In Figura 10 vengono mostrate la posizione delle camere e la sovrapposizione delle immagini all'interno dell'area.

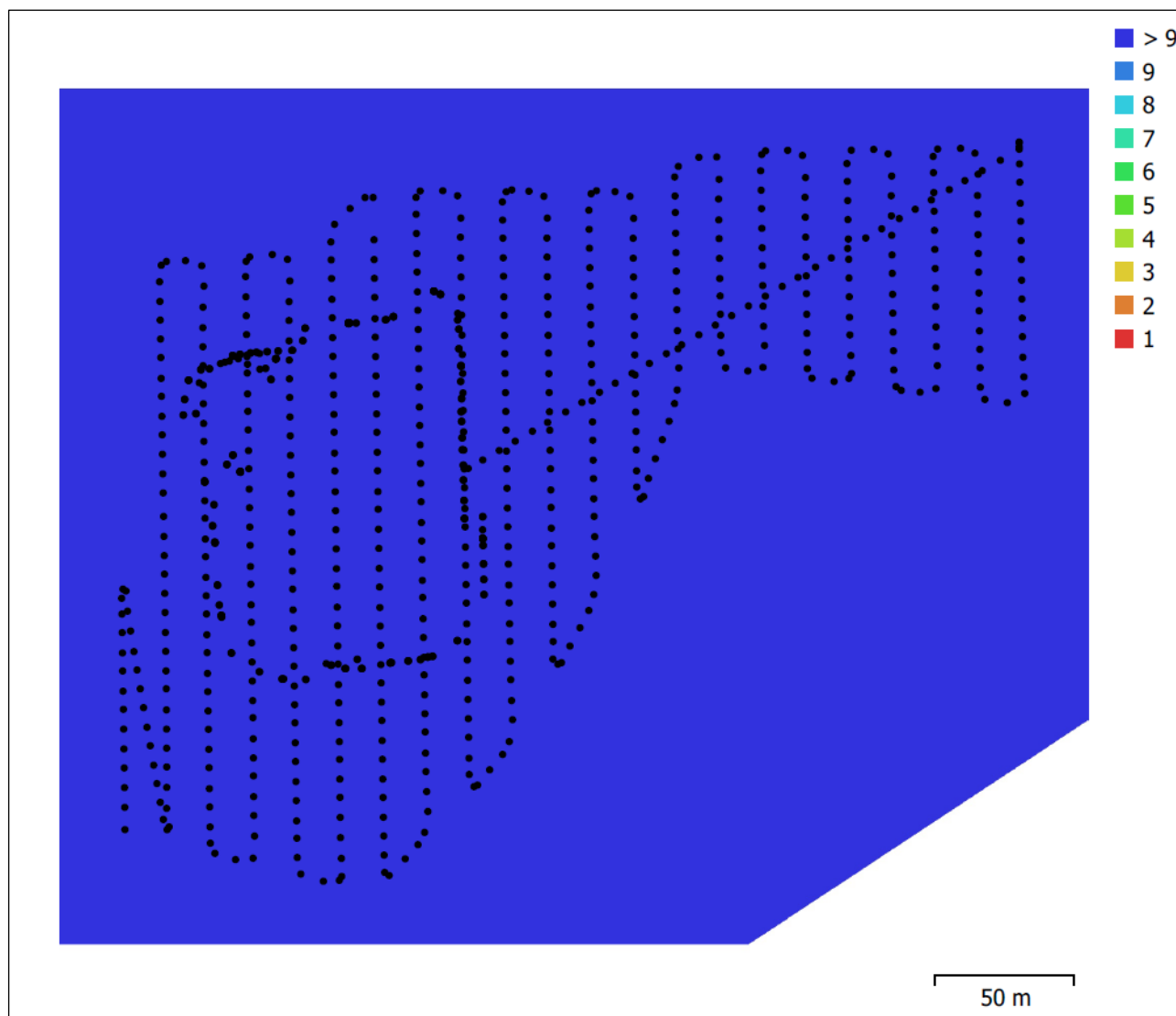


Figura 10 Posizione delle camere e sovrapposizione delle immagini sul volo effettuato

Il rilievo è stato effettuato tramite un volo di tipo nadirale che hanno permesso di creare la planimetria dell'area. In Figura 11 vengono invece mostrati 2 esempi di immagini nadirale rilevate da APR durante il rilievo.



Figura 11 Esempio di foto nadirali fatte da APR

Per la verifica della qualità del dato acquisito sono stati rilevati 11 punti di appoggio materializzati mediante markers artificiali o segni a terra (esempio di target in Figura 12) e disposti in maniera omogenea all'interno dell'area di interesse o dove era possibile posizionarli (vedi Figura 13).



Figura 12 Esempio di marker artificiale posizionato a terra

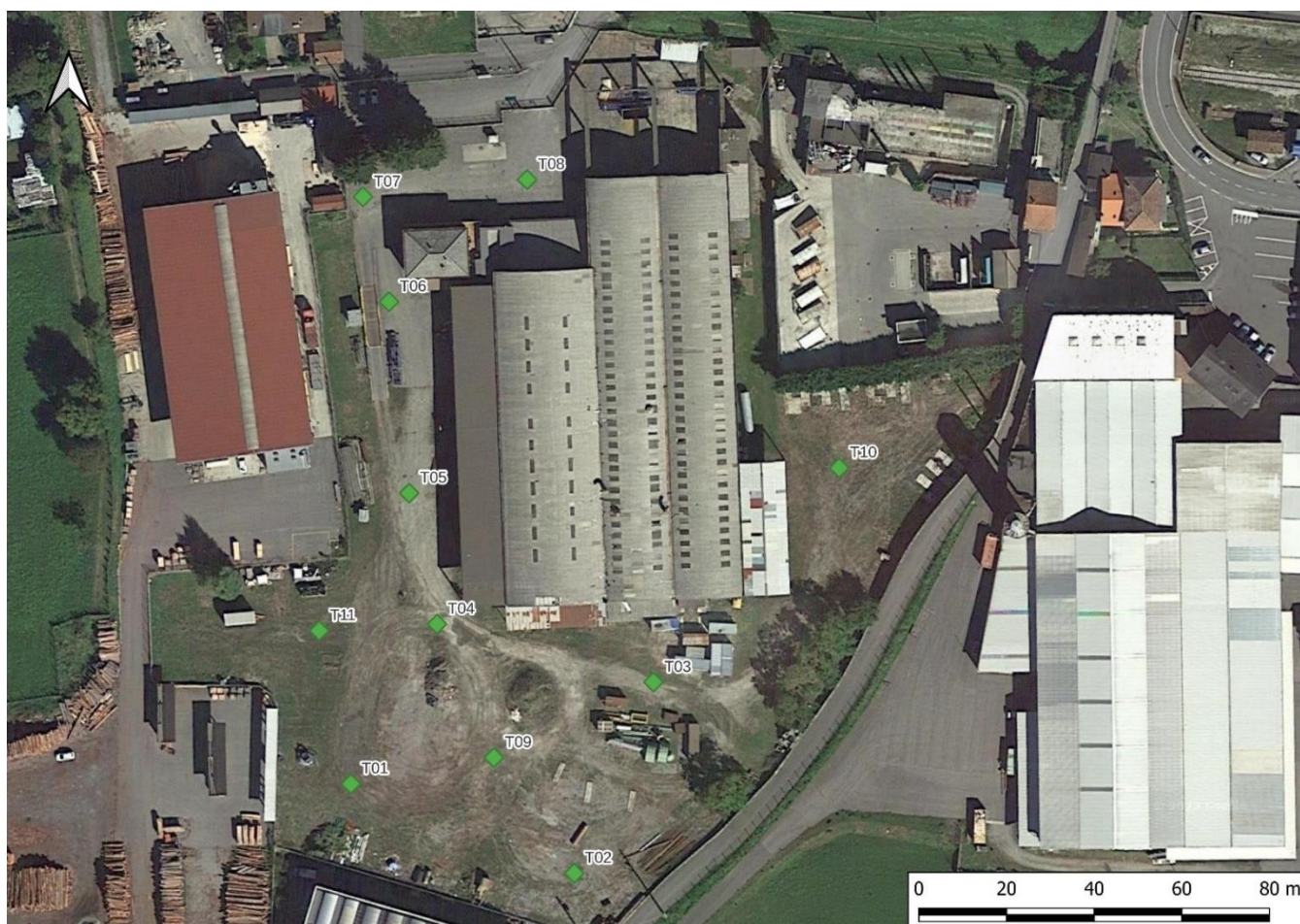


Figura 13 Ubicazione dei target all'interno del sito

Le coordinate dei Ground Control Point usati per il volo (Sistema di riferimento ETRF2000 - UTM32N) sono riportate di seguito.

ETRF2000 - UTM32N			
Id	Est (m)	Nord (m)	Quota (m slm)
T01	602210.69	5114421.54	664.02
T02	602261.66	5114401.14	663.99
T03	602279.74	5114444.78	664.41
T04	602230.34	5114458.03	664.49
T05	602223.99	5114487.93	664.88
T06	602219.40	5114531.61	665.70
T07	602213.45	5114555.56	665.40
T08	602250.88	5114559.49	665.63
T09	602243.34	5114427.54	664.14
T10	602322.10	5114493.67	665.15
T11	602203.47	5114456.51	664.11

La precisione e la corretta georeferenziazione del rilievo è inoltre garantita dal sistema RTK presente sul drone Matrice 300 RTK, che collegato alla fotocamera, consente di misurare per tutta la durata del rilievo la posizione dell'aeromobile rispetto a una base fissa, collegata in remoto tramite internet, con precisione centimetrica.

2.4.1 Elaborazione dati e processing

Il rilievo fotogrammetrico è stato elaborato secondo il seguente schema logico, attraverso l'uso del software "Structure From Motion" Agisoft Metashape:

1. Controllo e selezione delle immagini riprese da drone;
2. Orientamento esterno delle immagini e determinazione di una nuvola sparsa di punti;
3. Calibrazione della camera;
4. Generazione della nuvola densa di punti;
5. Editing della nuvola densa;
6. Generazione del DEM
7. Elaborazione dell'ortofoto nadirale.

Il rilievo è stato realizzato con 906 immagini. L'impronta media del pixel sul terreno è pari a circa 0.5 cm. La precisione del blocco è garantita da 6 punti di controllo che hanno fornito valori medi di differenze di riproiezione di 1.24, 1.55, 1.98 cm nelle 3 coordinate Est, Nord e Quota.

Il calcolo della nuvola di punti densa ha permesso di determinare in totale circa 235 milioni di punti. A partire dalla nuvola densa sono stati derivati:

- il Digital Elevation Model (DEM) con una risoluzione a terra di 2 cm/px. Questo è stato ottenuto a partire dalla nuvola densa fotogrammetrica,
- Ortofoto su piano orizzontale (proiezione planimetrica) con risoluzione di 2 cm/px.

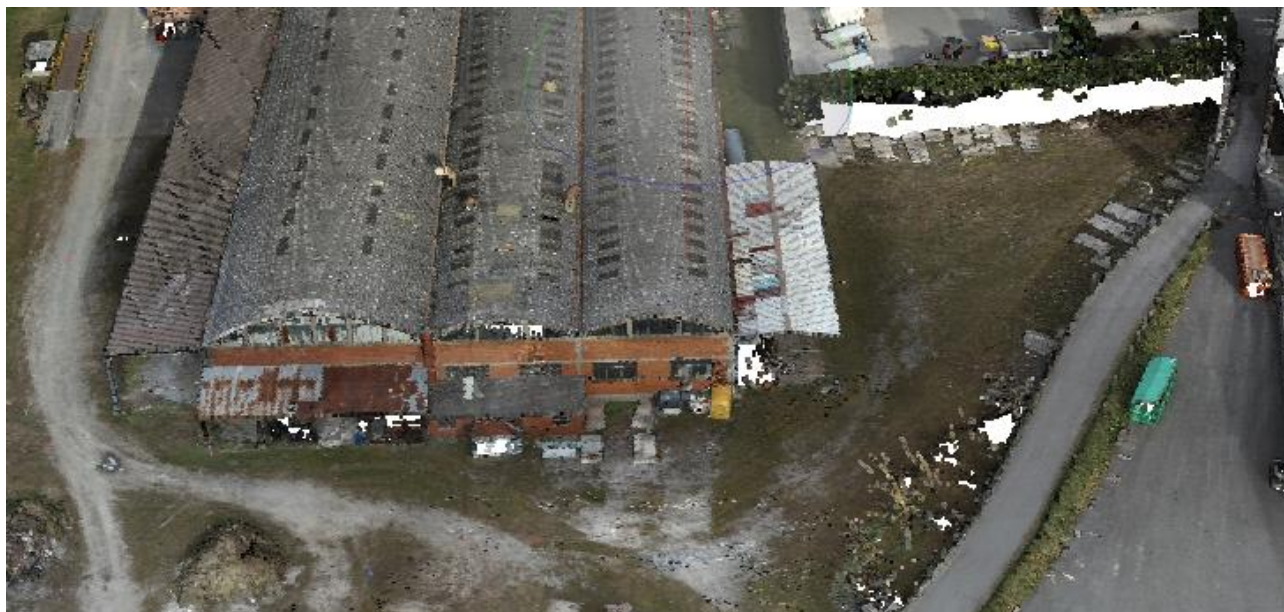


Figura 14 Estratto della nuvola densa

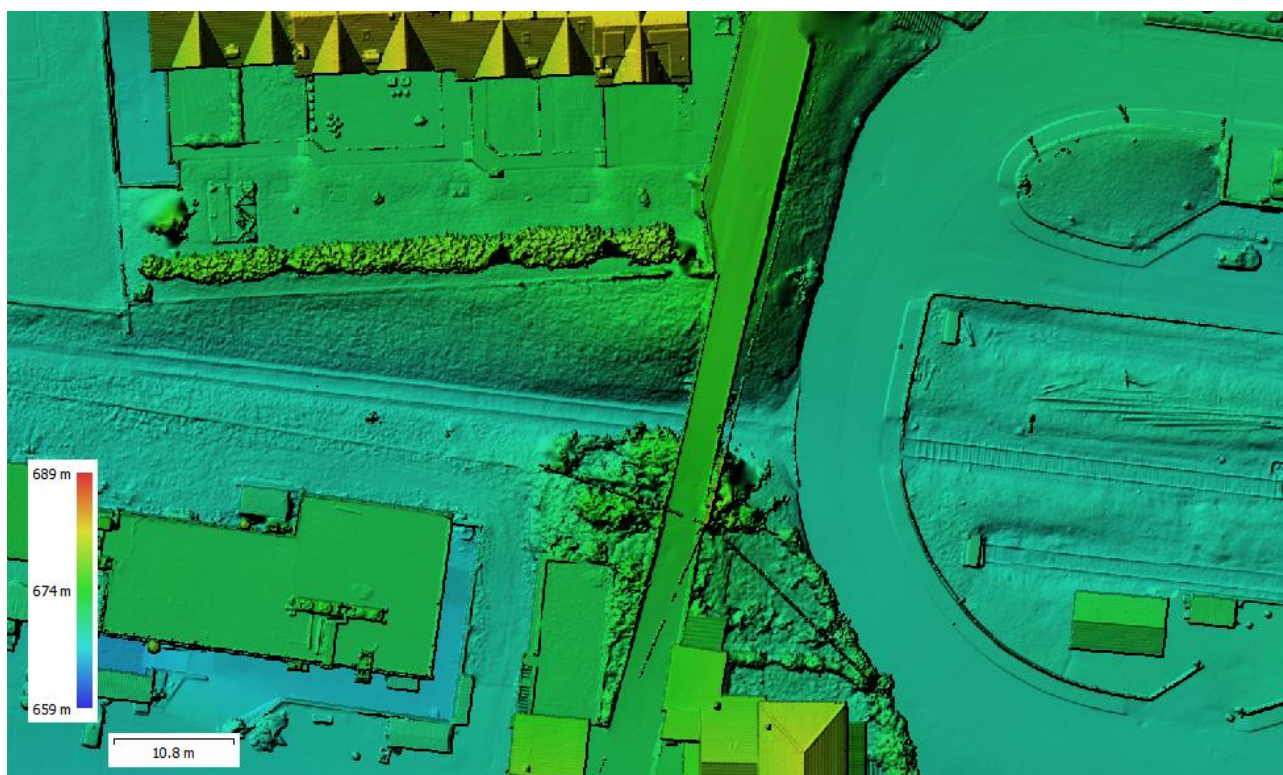


Figura 15 Estratto del DEM



Figura 16 Estratto dell'ortomosaico (proiezione planimetrica)

2.5 Rilievo Lidar da APR

Il rilievo dell'area è stato effettuato anche tramite strumentazione LiDAR (Light Detection and Ranging) Zenmuse L1 montata su un APR (Aeromobile a Pilotaggio Remoto) DJI Matrice 300 rtk, che consente di misurare, rilevare e fotografare le superfici, convertendo la scena in nuvola di punti tridimensionale che, sovrapposta ad "immagini fotorealistiche", costituisce un rilievo di immediata interpretazione e di elevato dettaglio.



Figura 17 Matrice 300RTK e LiDAR Zenmuse L1

Il LiDAR è una tecnologia di rilevamento simile al radar, che utilizza la luce anziché le onde radio. Applicando i principi della luce riflessa e della precisione dei tempi di arrivo lo strumento è in grado di misurare le distanze dagli oggetti colpiti dal laser, permettendo così di ricostruire la geometria dell'area di rilievo.

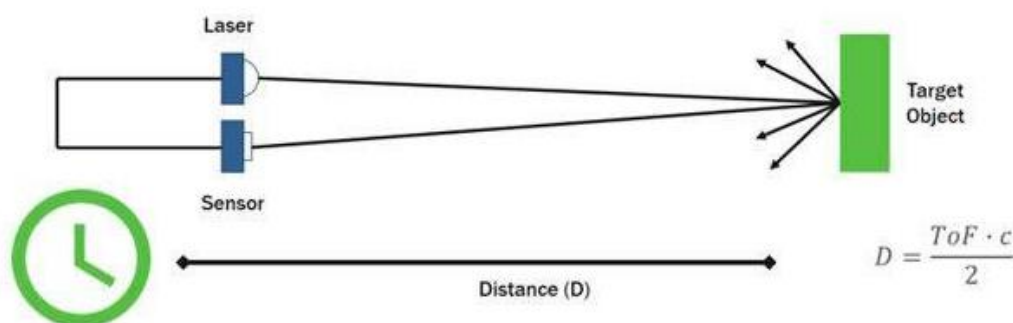


Figura 18 Esempio schematico di tempo di volo diretto (dTOF – Direct Time Of Flight), misura del tempo impiegato dalla luce per raggiungere il bersaglio e tornare indietro (tratta da <https://www.ingenio-web.it/>)

Per ambienti in cui è presente vegetazione si utilizza un approccio alternativo denominato TOF indiretto (iTOF); tale metodo determina il tempo di volo (t) dalla differenza di fase tra le forme d'onda trasmesse e riflesse.

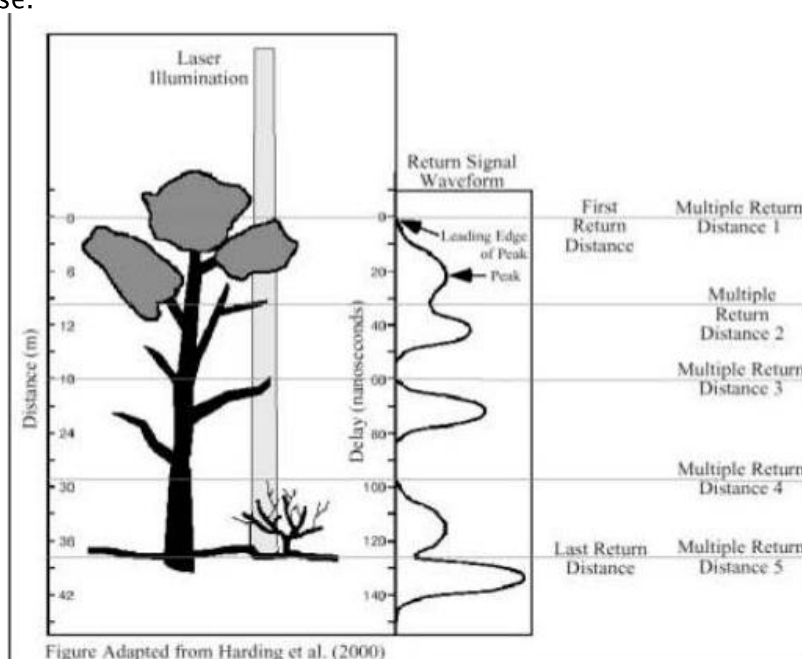


Figura 19 Esempio schematico di generazione di riflessioni multiple del raggio LiDAR nel caso di presenza di vegetazione (tratta da <https://www.ingenio-web.it/>)

Di seguito vengono riportate le caratteristiche tecniche del APR e LiDAR utilizzati nel rilievo.

Info generali sensori	
Nome Sensore	LiDAR Zenmuse L1
Dimensioni	152x110x169 mm
Peso	930±10g
Lidar	
Precisione della distanza	3 cm @ 100 m
Ritorni massimi supportati	3
fotocamera con mappatura RGB	
Dimensione sensore	1 pollice
Lunghezza focale	8.8 mm/24mm (equivalenti)

La precisione e la corretta georeferenziazione del rilievo è garantita dal sistema RTK presente sul drone Matrice 3000 RTK, che collegato al LiDAR, consente di misurare per tutta la durata del rilievo la posizione dell'aeromobile rispetto a una base a terra (rilevata anche con strumentazione GPS) con precisione centimetrica.

Il software utilizzato per il processamento dei dati è DJI Terra.

Dopo aver inserito i dati di navigazione e la corretta posizione della base, precedentemente misurata tramite strumentazione GPS, il software restituisce una nuvola di punti correttamente georeferenziata sulla base del sistema di riferimento impostato.

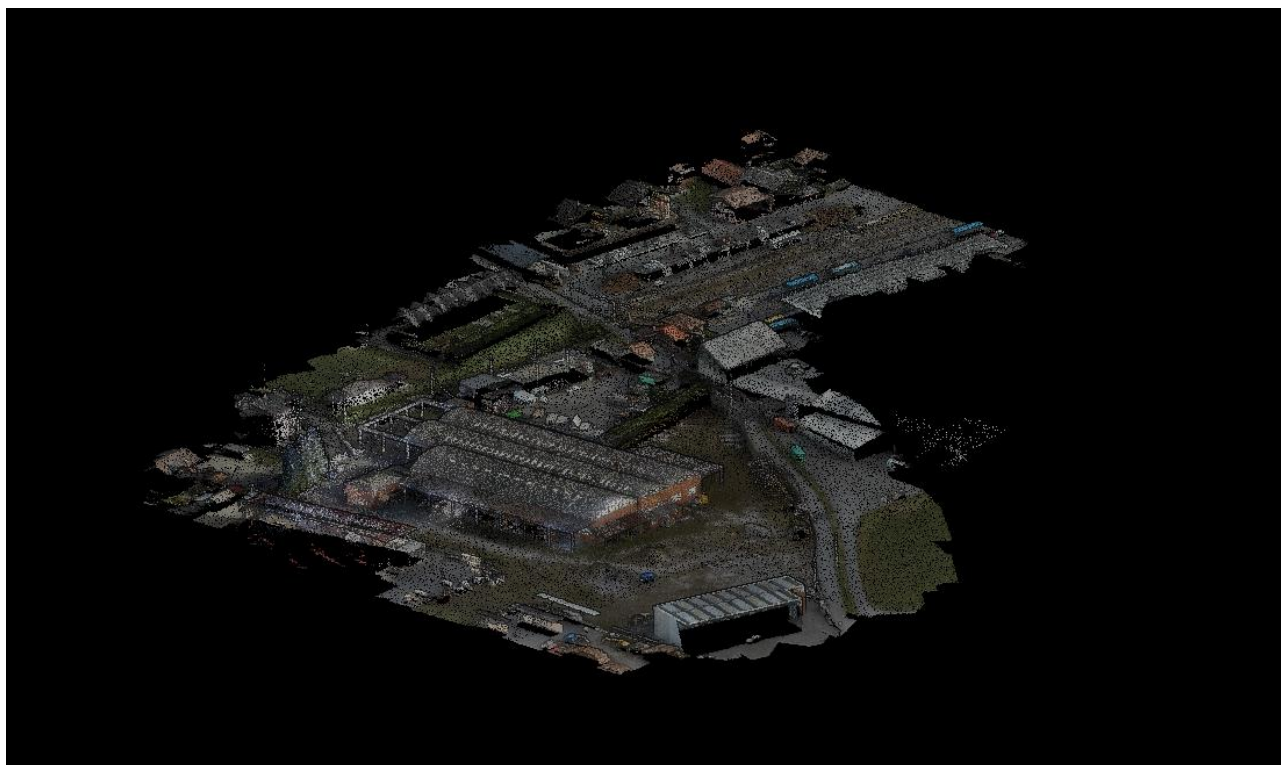


Figura 20 Estratto della nuvola creata da LiDAR

2.6 Rilievo interni con laser scanner

Il rilievo degli interni del capannone industriale sono stati eseguiti tramite laser scanner Leica BLK360 che consente di misurare, rilevare e fotografare le superfici, convertendo la scena in nuvola di punti tridimensionale che, sovrapposta ad "immagini fotorealistiche", costituisce un rilievo di immediata interpretazione e di elevato dettaglio.

Le caratteristiche tecniche del laser scanner utilizzato sono le seguenti:

- Sistema di misurazione della distanza: tempo di volo ad alta velocità potenziato dalla tecnologia Waveform Digitizing (WFD) tramite laser classe 1 (secondo IEC 60825-1: 2014) con lunghezza d'onda 830 nm;
- 3 fotocamere digitali HDR da 5 Mpx integrate;
- Campo visivo di 360° in orizzontale) e 300° in verticale;
- Intervallo misura: 0.6 – 60 m
- Velocità di misurazione del punto fino a 360'000 pts / sec con risoluzione media a terra selezionabile su tre modalità dall'utente: alta (5 mm), media (10 mm) e bassa (20 mm);
- Accuratezza di misura di 6mm a 10 m e 8 mm a 20 m (1 sigma).

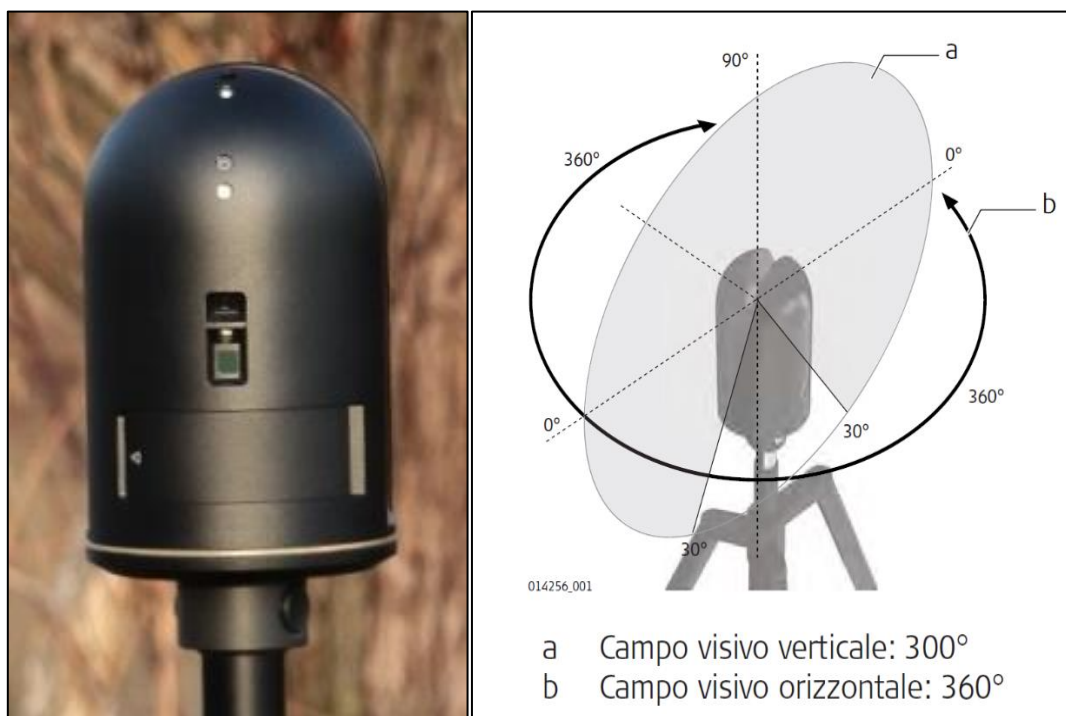


Figura 21 Laser scanner usato (foto di repertorio) e campo visivo dello strumento

Per rilevare interamente gli oggetti si è provveduto ad eseguire più scansioni da viste differenti (stazioni) per ciascun manufatto, al fine di rilevare anche le zone nascoste o in ombra rispetto ad una o più stazioni. Ad ogni stazionamento, lo strumento misura, tramite un laser proiettato da uno specchio rotante, la posizione relativa di tutti gli oggetti che lo circondano (entro la portata massima dello strumento), ottenendo così una nuvola di punti tridimensionale definita rispetto ad un sistema di riferimento con origine al centro dello strumento. Inoltre, durante la scansione viene acquisita (tramite le tre fotocamere) una fotografia panoramica sferica, usata successivamente per determinare il colore di ciascun punto ed ottenere così una nuvola di punti tridimensionale fotorealistica.

Si riportano di seguito alcune immagini dello strumento utilizzato in campo.



Figura 22 Stazione di rilievo laser scanner outdoor



Figura 23 Stazione di rilievo laser scanner (a sx) e target usato (a dx)

Successivamente è necessario unire le scansioni eseguite da diverse stazioni così da determinare una nuvola di punti unica che rappresenti il rilievo complessivo dell'oggetto. Questa operazione è detta registrazione delle scansioni ed ha lo scopo di determinare la posizione e l'orientamento nello spazio di ciascuna scansione. La registrazione viene eseguita ricercando automaticamente punti o configurazioni di punti (*feature*) presenti su due o più scansioni che vengono successivamente usati per calcolare sequenzialmente la posizione delle scansioni, una volta fissata (anche arbitrariamente) la posizione della prima.

2.6.1 Elaborazione dati e processing

Terminate le attività di scarico dei dati raw dallo strumento, si è proceduto all'elaborazione ed alla registrazione delle nuvole di punti mediante il software specializzato Leica Register 360 BLK Edition. Si riportano di seguito i risultati della registrazione delle scansioni per i due rilievi eseguiti, espressi secondo i seguenti indici calcolati dal software.

I parametri considerati sono i seguenti:

- Sovrapposizione: percentuale di *feature* in comune con tutte le altre scansioni. Un valore alto di sovrapposizione assicura la visibilità di oggetti in ombra o nascosti da altre scansioni.
- Robustezza: indica il contributo relativo delle *feature* presenti nella scansione rispetto alle tre direzioni dello spazio, ovvero quanto la scansione è ben vincolata nelle tre direzioni. Ad esempio se si sta rilevando un parcheggio con pochi oggetti tridimensionali si potrebbe ottenere una buona sovrapposizione, ma con un errore durante la registrazione delle scansioni nella direzione parallela al piano del parcheggio, in quanto le due scansioni potrebbero scorrere una verso l'altra. Un valore di equilibrio maggiore del 20% assicura che questi problemi non accadano.

Qualità globale

Risultati Errori per Gruppo 1

Conteggio dei setup: 156
Conteggio dei collegamenti: 427
Robustezza: 72 %
Sovrapposizione: 47 %

Errore gruppo 0.006 m ✓	
Sovrapposizione 47 % ✓	Robustezza 72 % ✓
Cloud to cloud 0.006 m ✓	Errore target --

Si riporta di seguito un'immagine rappresentativa del sito di indagine che riporta la posizione delle scansioni effettuate (indoor e outdoor) in cui sono evidenziati mediante linee di colore verde i collegamenti tra le varie stazioni di misura.

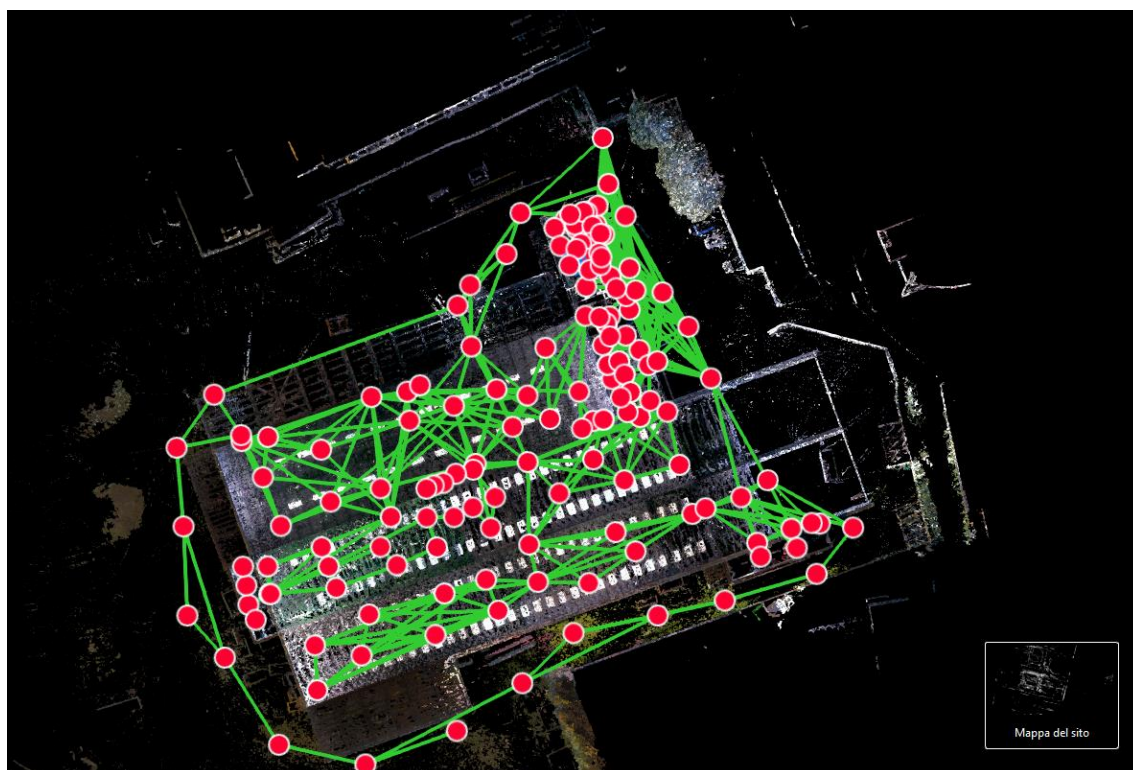


Figura 24 Mappa del sito

Le risultanze del rilievo sono state tratte elaborando un totale di 156 setup (punti di scansione) che hanno generato 427 collegamenti cloud-to-cloud tra i setup generando una nuvola di punti ad alta risoluzione con un conteggio pari 1.629.091.224 punti totali.

Dalle elaborazioni effettuate si evince che il rilievo è stato realizzato con un errore assoluto medio inferiore a 1cm.

Al termine della registrazione la nuvola di punti è stata esportata ed utilizzata in seguito per le operazioni di georeferenziazione (tramite target) e per la realizzazione delle planimetrie e delle sezioni dei manufatti rilevati.

Le nuvole di punti generate con diverse metodologie sono state unite così da ottenere un solo elemento tridimensionale, grazie all'utilizzo dei marker posizionati a terra.

2.7 Restituzione dei rilievi

La restituzione del rilievo topografico è avvenuta sottoforma di tavole grafiche consegnate in formato pdf e dwg:

- Tavola 1 – Ortomosaico SdF al 27/11/2023 e indagini georadar (scala 1:500), estratto in Figura 25;
- Tavola 2a – Ortomosaico SdF e sezioni – Dettaglio capannone (Scala 1:200), estratto in Figura 26;
- Tavola 2b – Ortomosaico SdF e prospetti – Dettaglio ponte Via Rassiche (scala 1:200), estratto in Figura 27.

Le tavole che riportano su layer separati i seguenti elementi rilevati all'interno dell'area indicata e disegnati secondo il sistema di riferimento ETRF2000 – UTM32N:

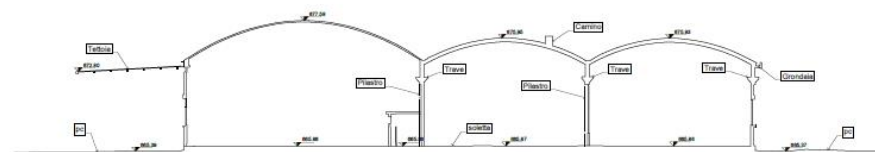
- Punti quotati estratti dal rilievo fotogrammetrico effettuato in data 27/11/2023,
- Punti quotati del rilievo georadar del 27/11/2023,
- Punti quotati del rilievo georadar del 12/12/2023,
- Punti quotati del rilievo con stazione totale effettuato in data 5-7 dicembre 2023,
- Caposaldi di nuova realizzazione,
- Sottoservizi individuati da georadar,
- Planimetria capannone,
- Sondaggi,
- Piezometro di nuova realizzazione,
- Edifici,
- Strade,
- Chiusini, muretti e manufatti,
- Ortomosaico creato dal volo fotogrammetrico.

Il rilievo è stato sovrapposto all'ortomosaico creato dal rilievo fotogrammetrico col fine di avere una visione d'insieme del contesto in cui sono inseriti gli elementi rilevati.



Figura 25 Estratto dalla Tavola 1

SEZIONE 3 (SCALA 1:200)



PLANIMETRIA DETTAGLIO CAPANNONE - SCALA 1:200

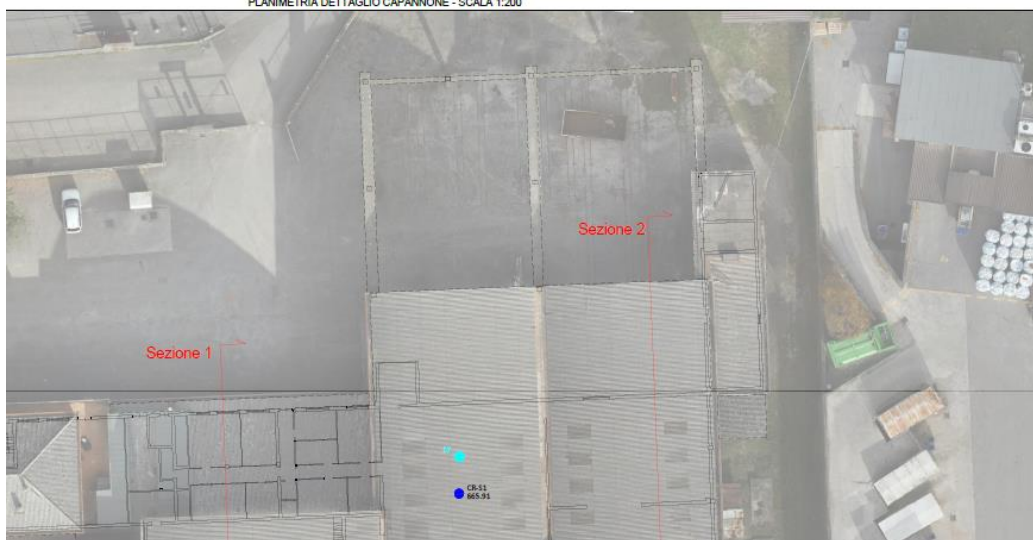


Figura 26 Estratto dalla Tavola 2a - Dettaglio capannone

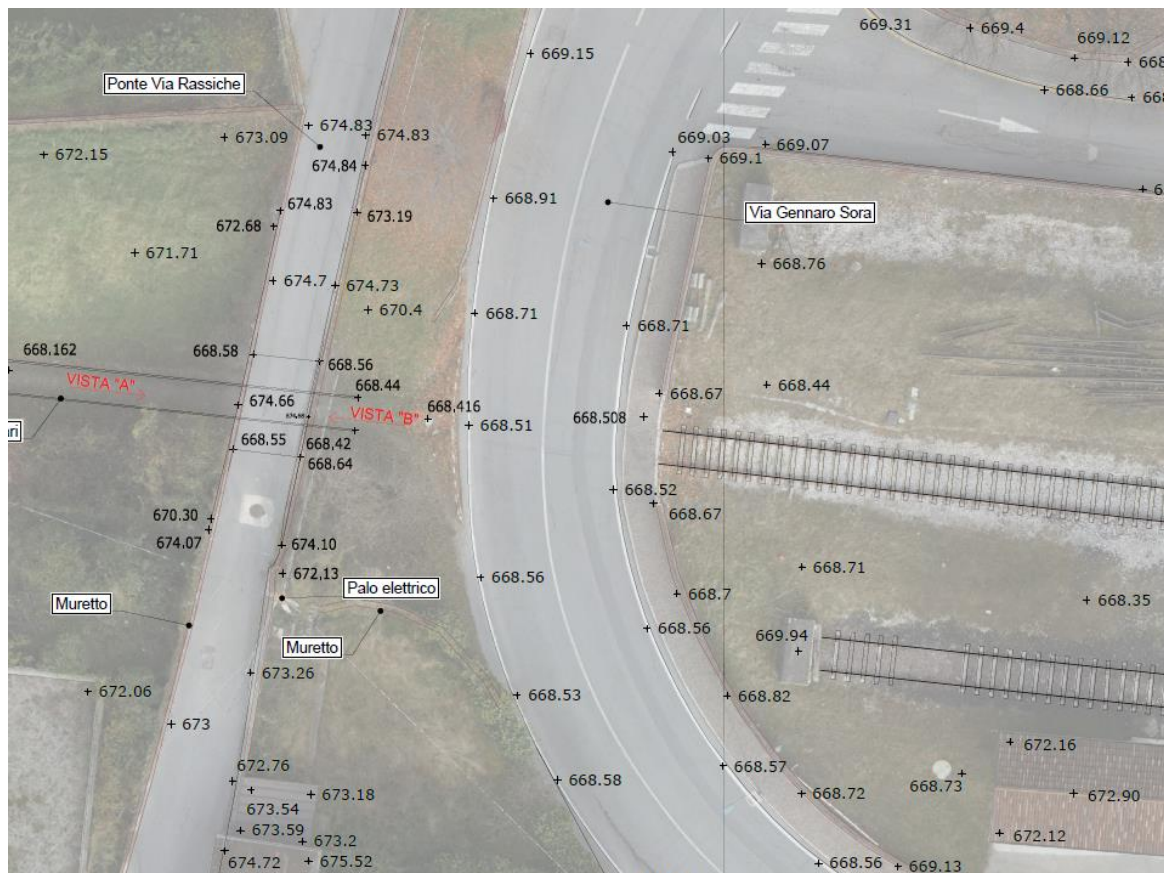


Figura 27 Estratto dalla Tavola 2b - Dettaglio ponte Via Rassiche

Sono inoltre stati consegnati le seguenti elaborazioni in formato digitale:

- Nuvola di punti (Rilievo generale ambienti esterni+ interno capannone) con risoluzione 2 cm (distanza fra punti);
- Ortomosaico di dettaglio planimetrico con risoluzione 2 cm;
- Digitale Elevation Model (DEM) estratto dall'elaborazione fotogrammetrica con risoluzione 2cm.

Tutte le nuvole sono state consegnate secondo il formato “.e57”, mentre gli ortomosaici in formato “.tiff”

3 INDAGINE GEORADAR

In data 27 e 28/11 (fase 1) e 12-13/12/2023 (integrazioni di fase 2) sono state realizzate indagini georadar finalizzata alla ricerca di sottoservizi nelle aree indicate dalla Committente e alla verifica dello spessore della soletta all'interno del capannone. Le aree oggetto di indagine sono rappresentate nella figura seguente.

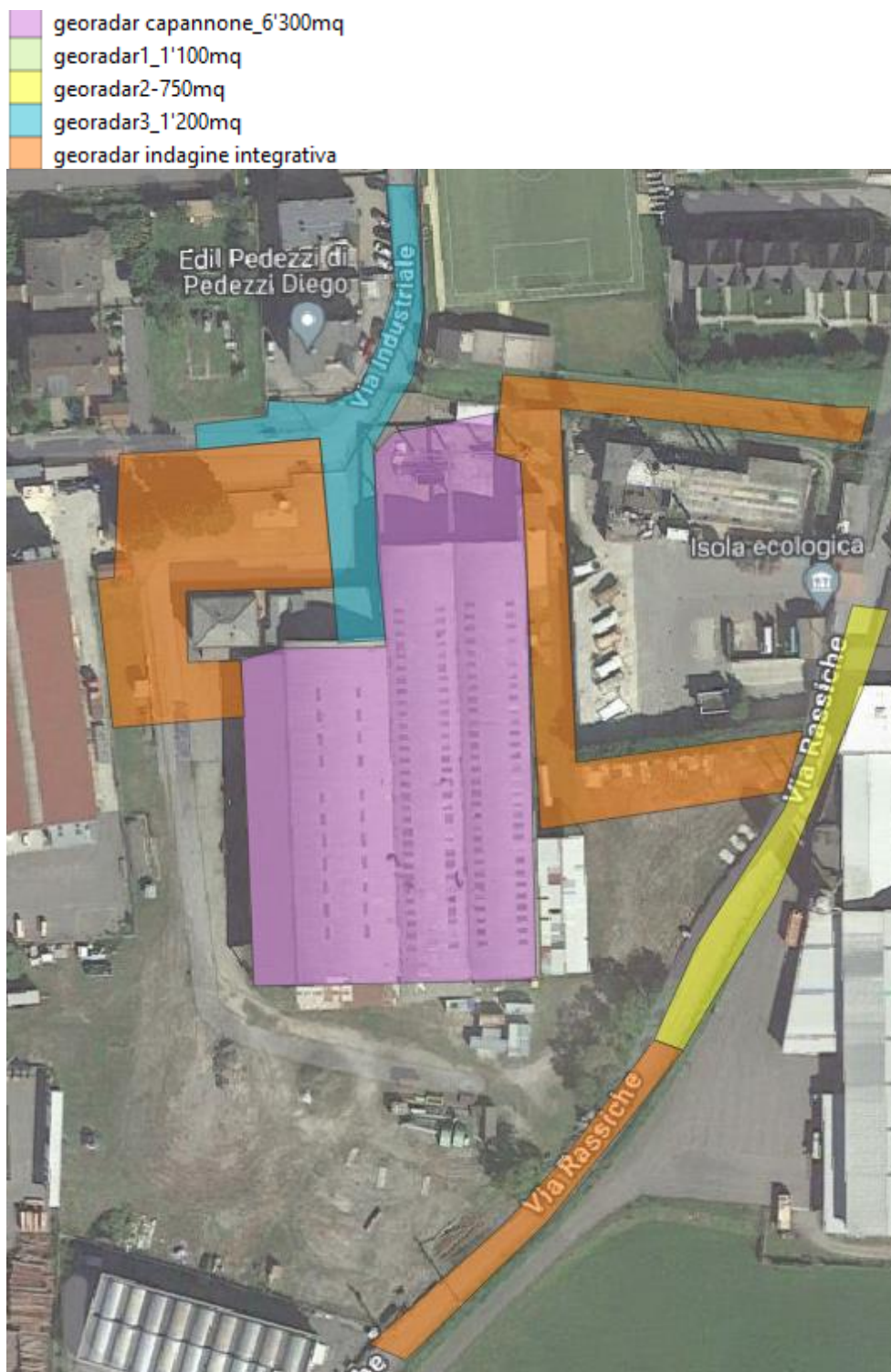


Figura 28 Aree oggetto di indagine georadar

3.1 Strumentazione e metodologia utilizzata

Il georadar ad impulso elettromagnetico è un sistema elettronico complesso e tecnologicamente avanzato, in grado di indagare i terreni ed i materiali con notevole dettaglio utilizzando la riflessione di onde elettromagnetiche appositamente prodotte.

Il risultato dell'analisi è costituito da sezioni verticali, che illustrano visivamente gli andamenti delle discontinuità presenti nel sottosuolo, permettendo così di individuare la presenza di materiali metallici, fondazioni in cemento, tubazioni, cavi, cavità e disomogeneità di varia natura.

Il georadar è costituito da un trasmettitore d'impulsi elettromagnetici a larga banda e da un ricevitore; il suo funzionamento è sintetizzabile nella rapida successione di trasmissione d'impulsi elettromagnetici e ricezione d'onde elettromagnetiche riflesse.

Il terreno è energizzato da un trasduttore (antenna), predisposto anche per ricevere i segnali riflessi dai corpi sepolti. Il segnale riflesso è campionato numericamente a 32 bit e viene immagazzinato su hard-disk. Il segnale inviato all'antenna dall'apparato trasmettente è costituito da un impulso della durata di pochi nanosecondi ed il tempo di ascolto del sistema è variabile a scelta dell'operatore (10-1000 nanosecondi), in funzione della profondità che si vuole esplorare e dell'antenna utilizzata. L'impulso riflesso è captato dall'antenna ricevente e trasformato in un segnale analogico della durata di qualche decina di millisecondo.

Tale segnale, dopo essere stato inviato all'unità di controllo, viene debitamente elaborato e, quindi, immagazzinato sull'unità principale. La registrazione avviene in modulazione di intensità di un percorso verticale delle onde elettromagnetiche e fornisce, per tutta la lunghezza di un profilo percorso dall'antenna, una sezione continua della porzione investigata, che rappresenta le variazioni della riflettività dielettrica lungo la direzione seguita.

Le indagini georadar sono state eseguite con la seguente strumentazione (foto in Figura 29):

N°	Strumentazione
1	GSSI Utility Scan system Dual Frequency
1	Antenna 300 MHz e 800 MHz
1	Survey wheel con encoder
1	GSSI Toughbook tablet computer
1	Cavo di collegamento per antenne-survey Tablet-antenne

L'acquisizione dei dati è stata effettuata utilizzando un apposito carrello con ruote sul quale sono posizionate le due antenne da 300 MHz e 800 MHz, consentendo in questo modo di acquisire contemporaneamente in multifrequenza.

Le due antenne consentono di investigare profondità differenti, ovvero l'antenna da 800 MHz indaga con estrema precisione e dettaglio la porzione più superficiale del sottosuolo (fino a circa 1.0 m), mentre quella da 300 MHz permette di distinguere oggetti posti a profondità superiori (fino a circa 2.0-2.5m).

La profondità di indagine sopra riportata è funzione delle caratteristiche litologiche dei terreni, con una diminuzione della penetrazione del segnale nel caso di terreni coesivi (limi ed argille), della percentuale di umidità presente nel sottosuolo, della presenza della falda acquifera e di eventuali disturbi esistenti (es. pavimentazioni di varia natura con/senza presenza di rete metallica).

Sulla base delle caratteristiche dell'area di investigazione, la massima profondità di indagine GPR, in base al rapporto segnale/rumore, è risultato pari a ca 2.0 m.

La campagna di indagini è stata realizzata utilizzando i seguenti parametri di acquisizione:

- Numero di scansione per metro = 100; numero di scansioni per sec=150;
- Campioni/scansione=512;
- Stack delle acquisizioni pari a 3 e filtri in acquisizione pari a 200-1500 MHz (per l'antenna da 800 MHz) e pari a 100-800 MHz (per l'antenna da 300 MHz).



Figura 29 Vista della strumentazione georadar utilizzata

3.2 Elaborazione dati

Le registrazioni dei dati sono state elaborate attraverso l'apposito programma *GSSI RADAN DF vers. 7.0*. L'elaborazione dei dati è stata redatta con delle sezioni grafiche in scala di grigi, dove ciascuna tonalità di grigio corrisponde ad un dato intervallo di ampiezza (radargramma).

I radargrammi acquisiti sono stati sottoposti alla seguente procedura di processing:

- Sottrazione della media del segnale al fine di eliminare le basse frequenze presenti nell'acquisizione (*subtract-mean*) ed ottenere il recupero delle ampiezze;
- Rimozione dell'ampiezza di riflessione media per eliminare quelle parti del segnale che si riferiscono all'arrivo delle onde dirette ed alla riflessione della superficie su cui vengono trascinate le antenne (*Background Removal*);
- Rimozione dei primi ns delle tracce, relativi all'aria interposta tra l'antenna ed il suolo (*Move Starttime*);
- Applicazione di una funzione guadagno (*gain function*) di tipo esponenziale con la profondità;
- Passaggio dalla scala dei tempi alla scala delle profondità (costante dielettrica ϵ_r utilizzata pari a 9.0).

3.3 Indagine aree esterne per ricerca sottoservizi

La campagna di indagine georadar nelle aree esterne al capannone è stata finalizzata alla mappatura dei sottoservizi interrati interferenti con il progetto fino ad una profondità massima di circa 2.0 m da p.c.. Le aree oggetto di indagine secondo le indicazioni della Committente si sono limitate ai poligoni evidenziati in Figura 28.

Le acquisizioni GPR sono state effettuate secondo una griglia ortogonale, effettuando strisciate sia in senso longitudinale, sia trasversale con spaziatura pari a circa 1.0 m, in modo da coprire interamente la superficie di investigazione nelle aree sgombre (aree esterne al capannone e su strada).

Le indagini GPR consentono di investigare con elevato dettaglio il sottosuolo rilevando eventuali "oggetti" sepolti caratterizzati da una differenza/contrasto di proprietà dielettriche ("anomalia"): per tale motivo non è possibile definire in modo univoco la natura dell'oggetto che ha generato l'anomalia (tuttavia sulla base dell'esperienza e della tipologia di anomalia rilevata è possibile fornire una prima classificazione dell'oggetto che ha generato l'anomalia GPR).

3.3.1 Risultati ottenuti

L'esecuzione delle indagini georadar ha permesso di individuare la presenza di sottoservizi in tutte le aree oggetto di indagine. In Tavola 1 (scala 1:500) si riporta la rete dei sottoservizi rilevati con GPR (con relativa profondità dell'estradosso da p.c.). L'attribuzione di un sottoservizio ad una particolare utenza (gas, acqua, fognatura, ecc...) deve essere intesa come indicativa in quanto desunta da informazioni di campo come l'apertura dei chiusini o indicazioni scritte sui chiusini).

Il tracciamento è stato effettuato tramite ricevitore GPS come descritto al paragrafo 2.3 (sistema di riferimento ETRF2000 - UTM32N).

Nella tavola si è riportato inoltre la posizione di n.3 cisterne interrate identificate nell'area pavimentata esterna a nord del capannone.

Si ricorda che la prospezione georadar costituisce un metodo di indagine indiretta e pertanto i risultati ottenuti vanno considerati in termini di probabilità di successo nell'individuazione dell'anomalia ed affetti da un errore spaziale. Inoltre l'indagine georadar non riesce a fornire in modo accurato la grandezza del sottoservizio per cui il tracciato riportato nella tavola non fornisce informazioni dimensionali.

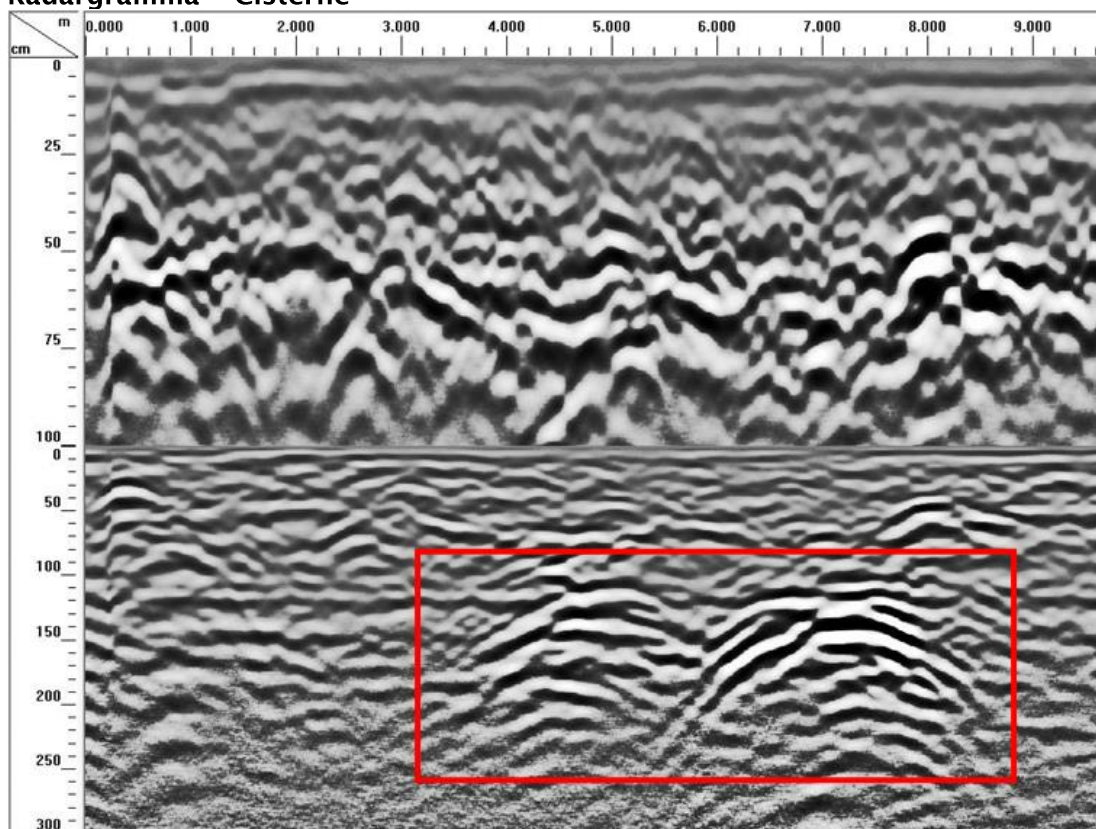


Figura 30 Rilievo GPS dei sottoservizi rilevati don GPR

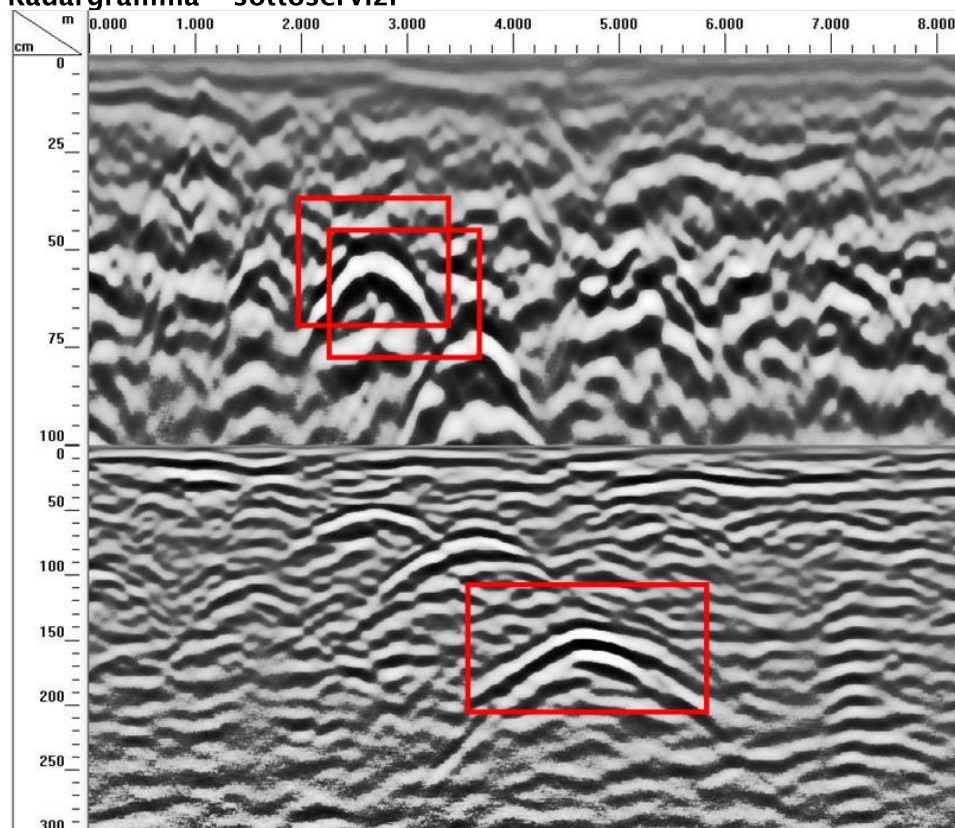
3.3.2 Radargrammi, fase1

Di seguito si mostrano alcuni esempi dei radargrammi acquisiti: il radargramma superiore corrisponde all'antenna da 800 MHz mentre il radargramma inferiore a quello da 300 MHz (con il rettangolo rosso si indica l'anomalia GPR rilevata associabile ad un sottoservizio o ad una cisterna).

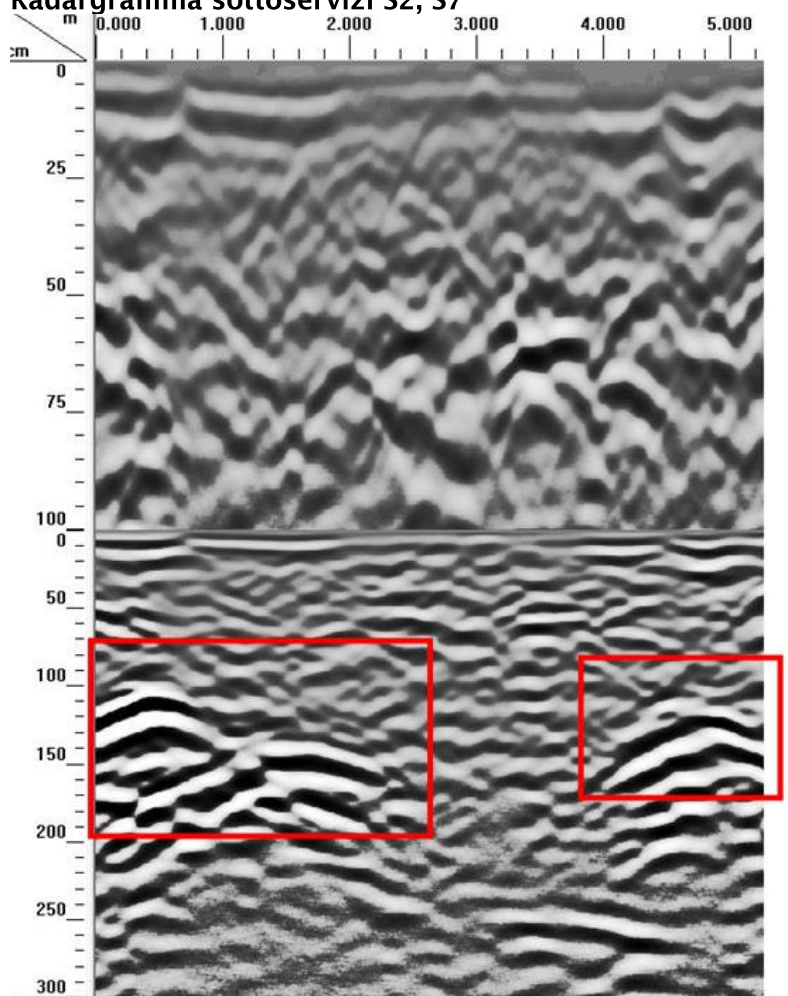
Radargramma - Cisterne



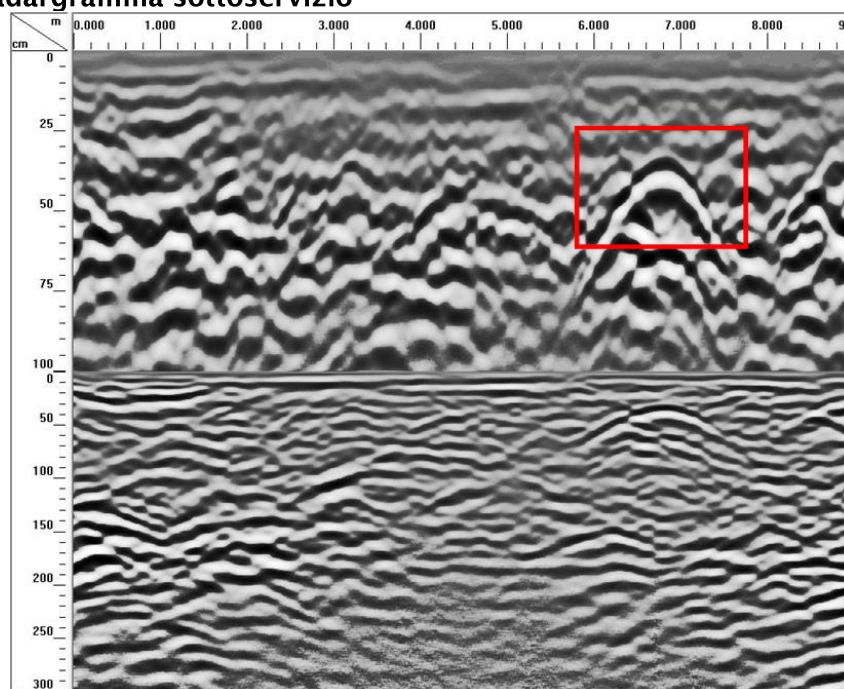
Radargramma - sottoservizi



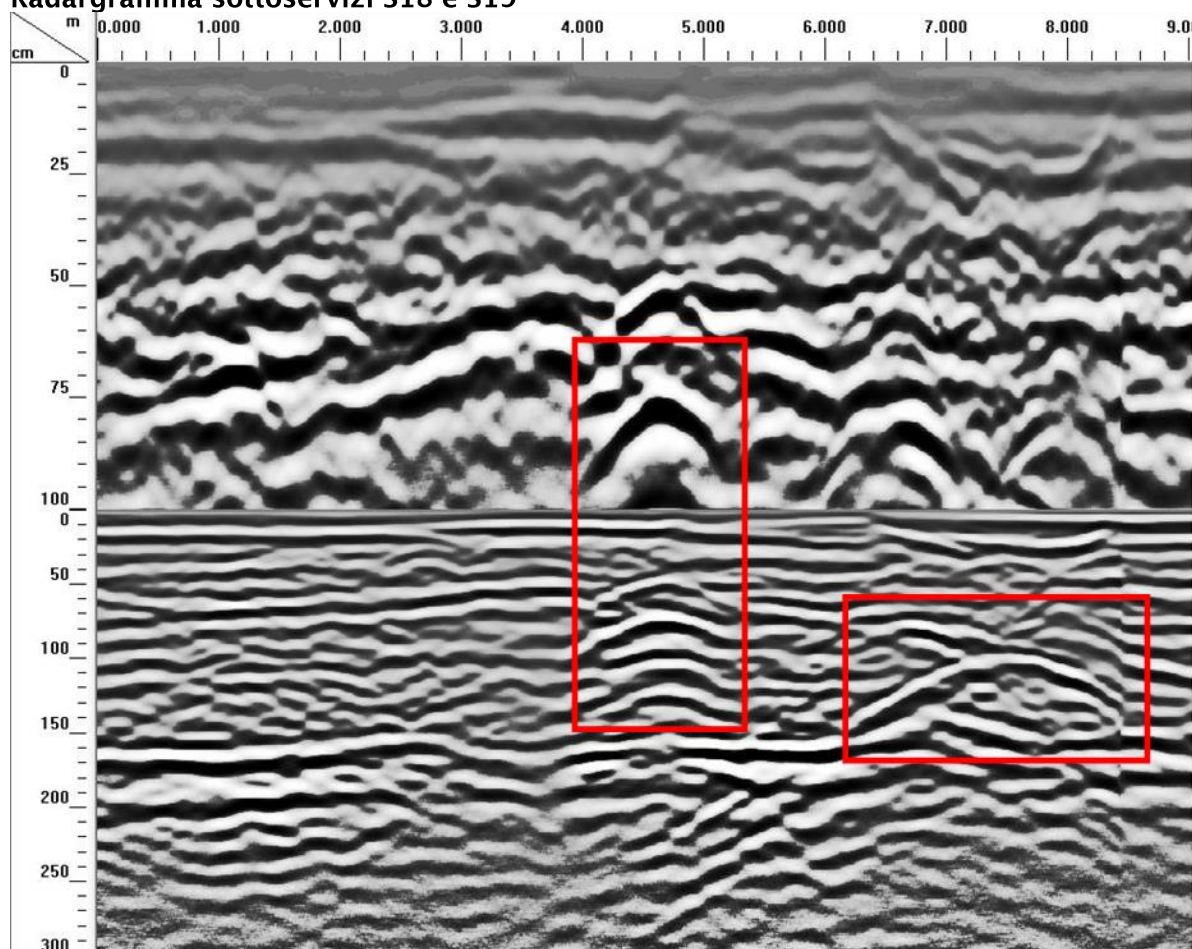
Radargramma sottoservizi S2, S7



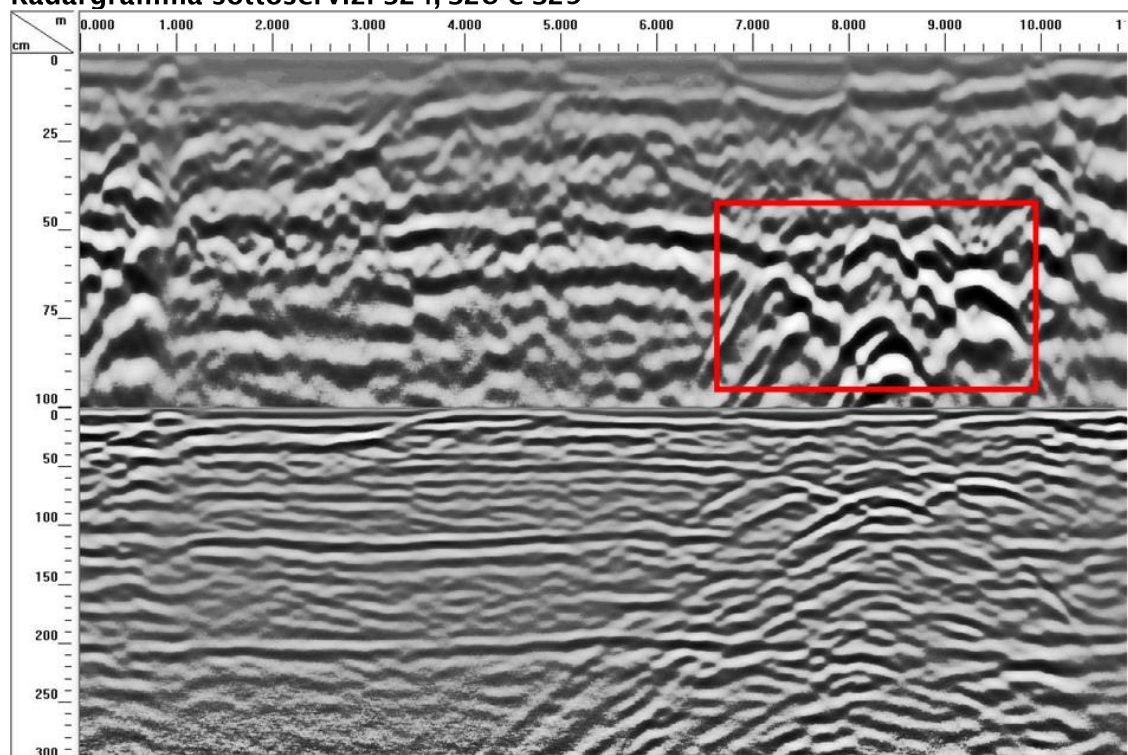
Radargramma sottoservizio



Radargramma sottoservizi S18 e S19

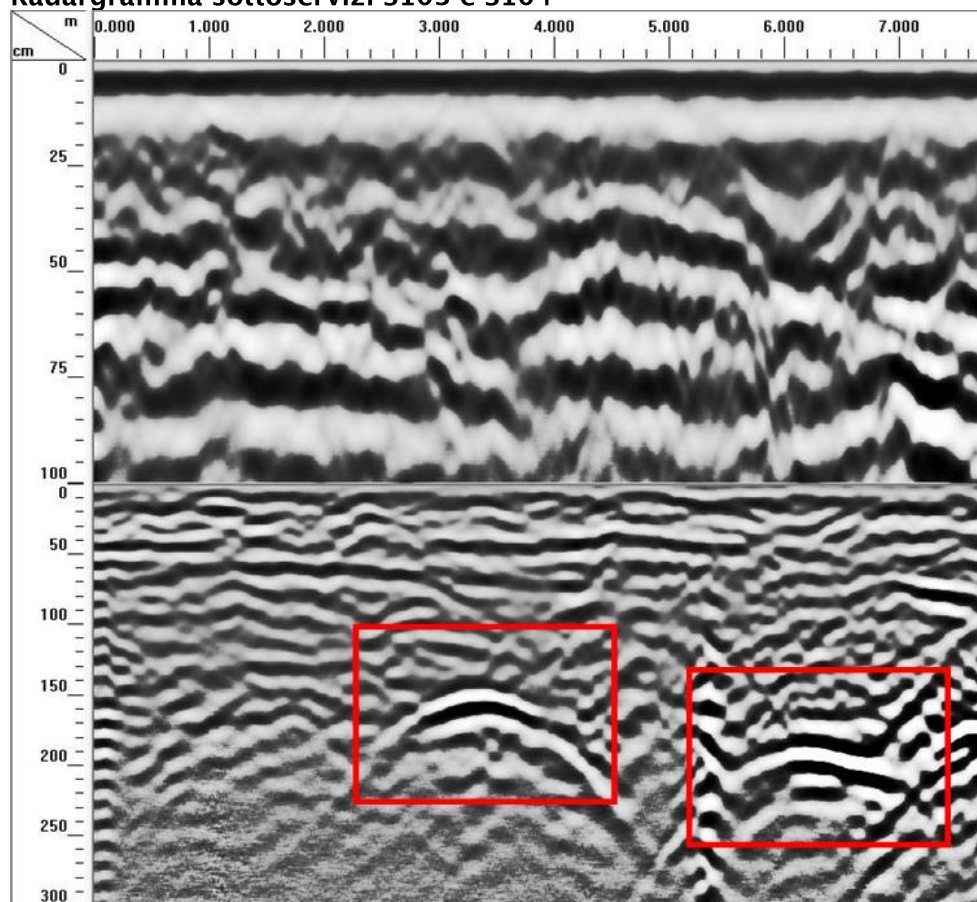


Radargramma sottoservizi S24, S28 e S29

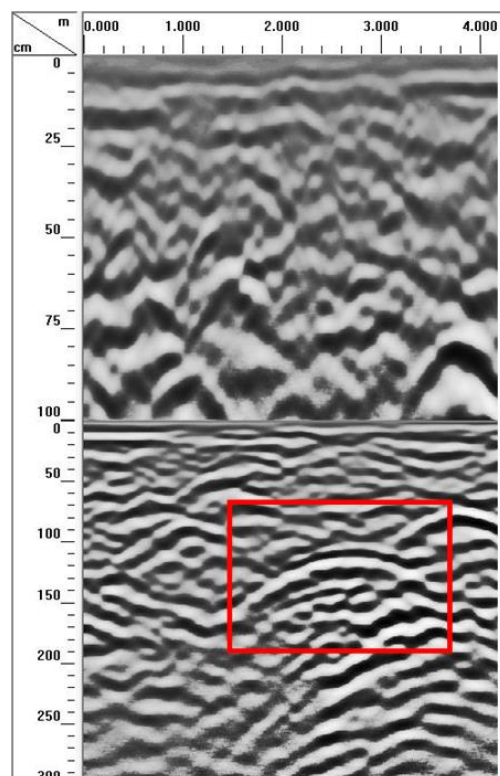
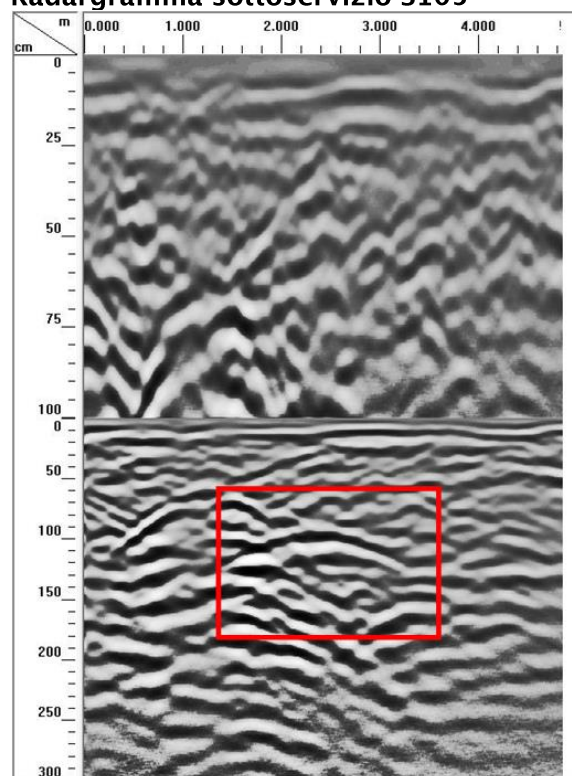


3.3.3 Radargrammi, fase2

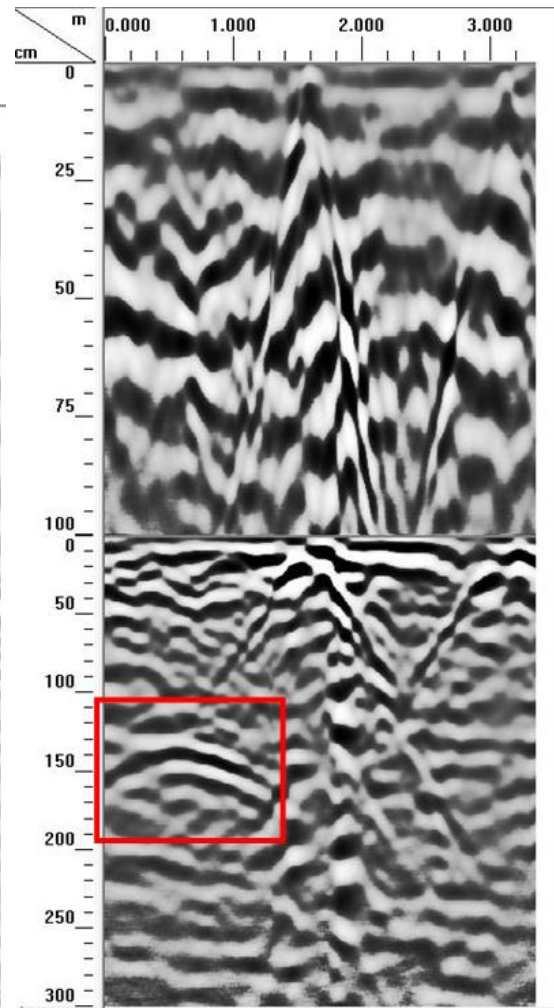
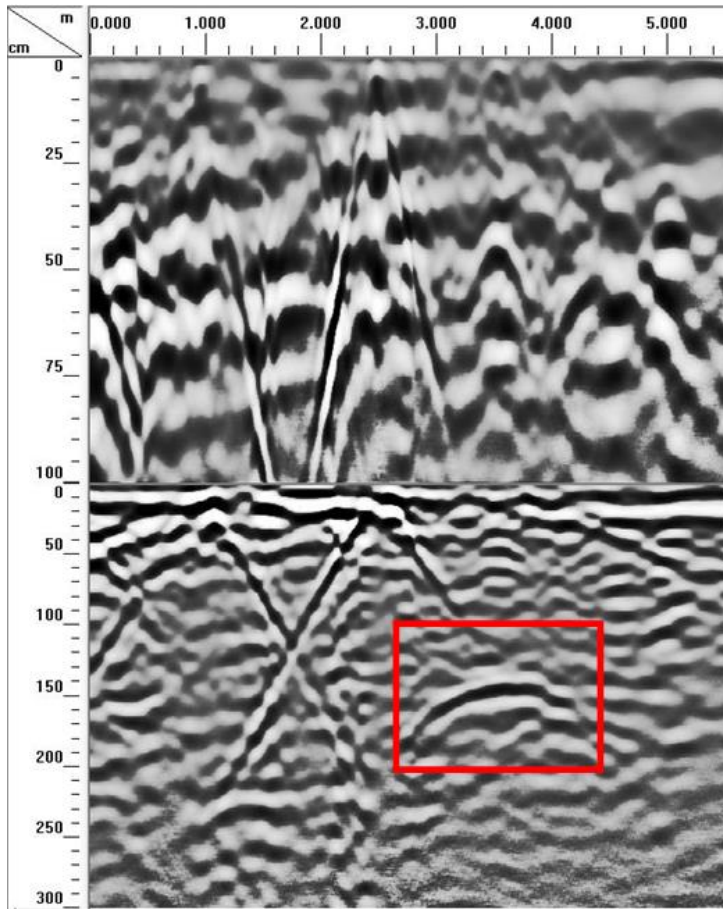
Radargramma sottoservizi S103 e S104



Radargramma sottoservizio S105



Radargramma sottoservizio S108



3.4 Indagine aree interne capannone

Le indagini georadar sono state effettuate anche all'interno dei capannoni (Ed1 ed Ed2) con l'obiettivo di valutare lo spessore della soletta esistente in cls.

Le aree di indagine sono state fortemente influenzate dagli ingombri presenti nei capannoni e verificate misurando lo spessore della soletta nei fori sondaggio effettuati in fase di caratterizzazione.

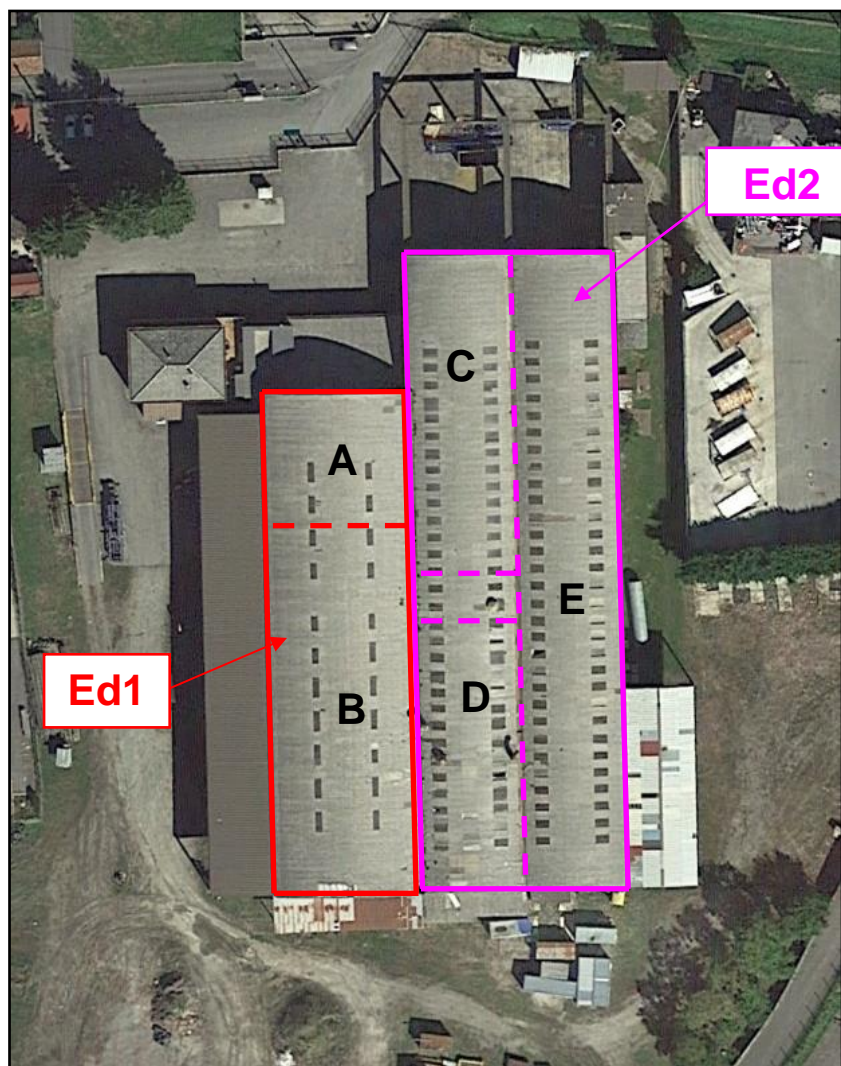


Figura 31 Suddivisione interna indicativa degli edifici (Ed1 ed Ed2)

Le acquisizioni GPR sono state effettuate secondo una griglia ortogonale, effettuando strisciate sia in senso longitudinale, sia trasversale:

- con spaziatura pari a circa 1.0 m, in modo da coprire interamente la superficie di investigazione nelle aree sgombre e in un quadrato di lato 4 m intorno ai fori di sondaggio;
- con spaziatura maggiore ove le aree non erano sgombre.

Le registrazioni dei dati sono state elaborate attraverso l'apposito programma GSSI RADAN DF vers. 7.0. L'elaborazione dei dati è stata redatta con delle sezioni grafiche in scala di grigi, dove ciascuna tonalità di grigio corrisponde ad un dato intervallo di ampiezza (radargramma).

Nel paragrafo 3.4.3 si mostrano alcuni dei radargrammi acquisiti: con la linea rossa si indica la base della soletta in cls. Il radargramma superiore corrisponde all'antenna da 800 MHz mentre il radargramma inferiore a quello da 300 MHz.

3.4.1 Documentazione fotografica

Di seguito si riportano fotografie dello stato dei luoghi che evidenziano l'impossibilità di eseguire una indagine georadar su tutte le superfici.











3.4.2 Risultati ottenuti

Ricordando che sebbene la prospezione georadar consenta di investigare con un elevato dettaglio il sottosuolo, essa costituisce pur sempre un metodo di indagine indiretta e pertanto i risultati ottenuti vanno considerati in termini di probabilità di successo, di seguito si riassumono i risultati ottenuti:

- **ED1_A**: spessore della soletta pari a circa 10-11 cm;
- **ED1_B**: lo spessore della soletta varia da 10-11 cm a 15-16 cm passando da nord verso sud;
- **ED2_C**: spessore della soletta pari a 10-11 cm;
- **ED2_D** (zona scaffali): spessore della soletta pari a 10-11 cm;
- **ED2_E**: spessore della soletta pari a 9-10 cm.

La soletta si evidenzia pertanto abbastanza omogenea su tutto l'edificio, con spessori variabili tra 9 e 16 cm.

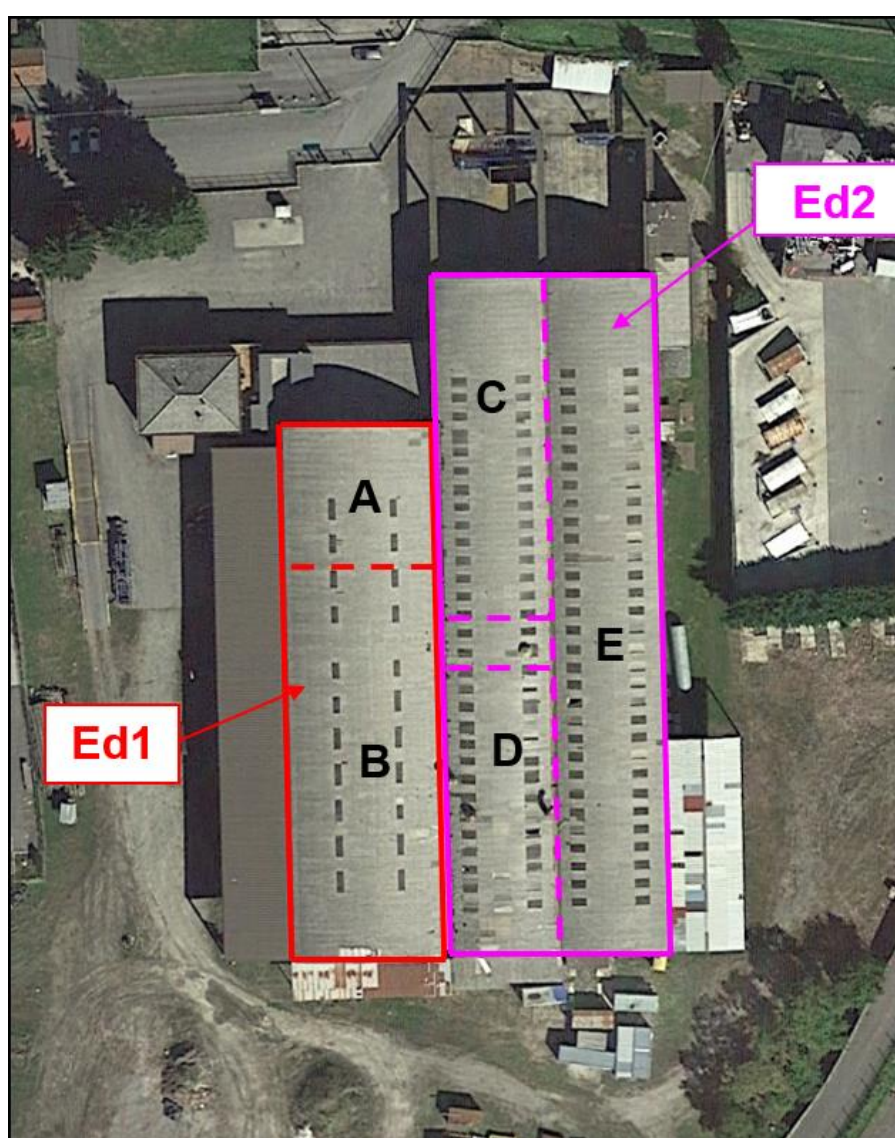
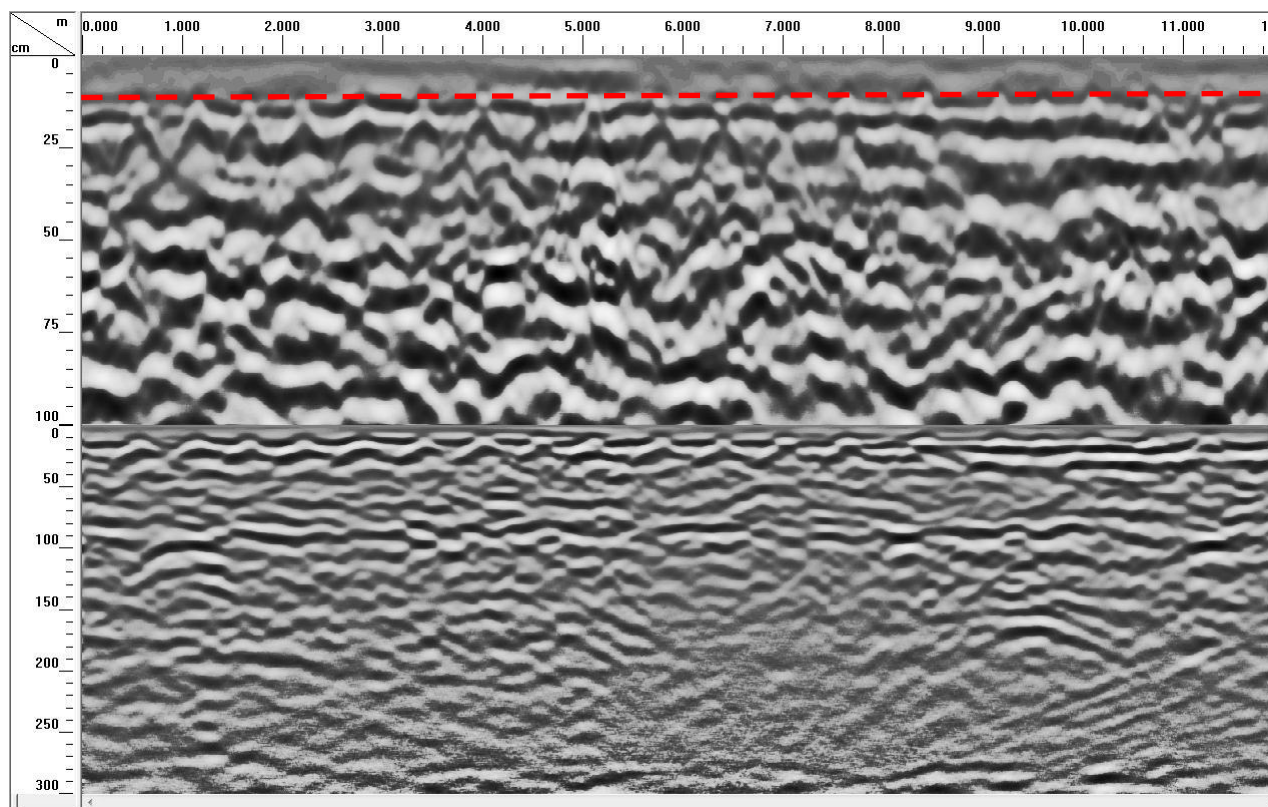


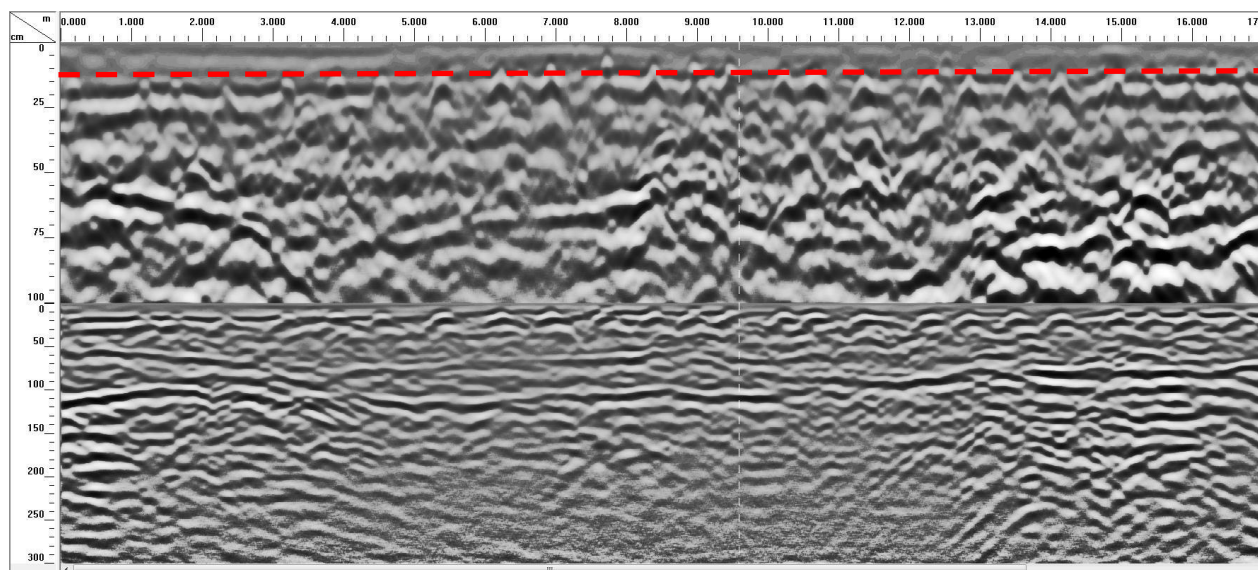
Figura 32 Suddivisione interna indicativa degli edifici per verifica soletta

3.4.3 Radargrammi

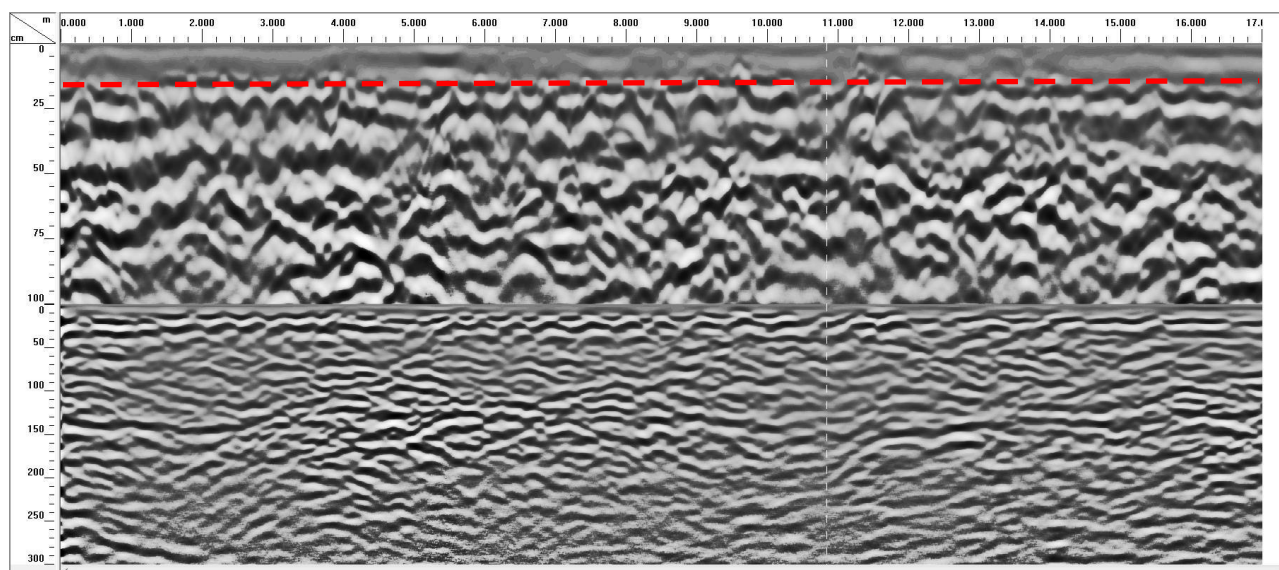
Radargramma ED1_A



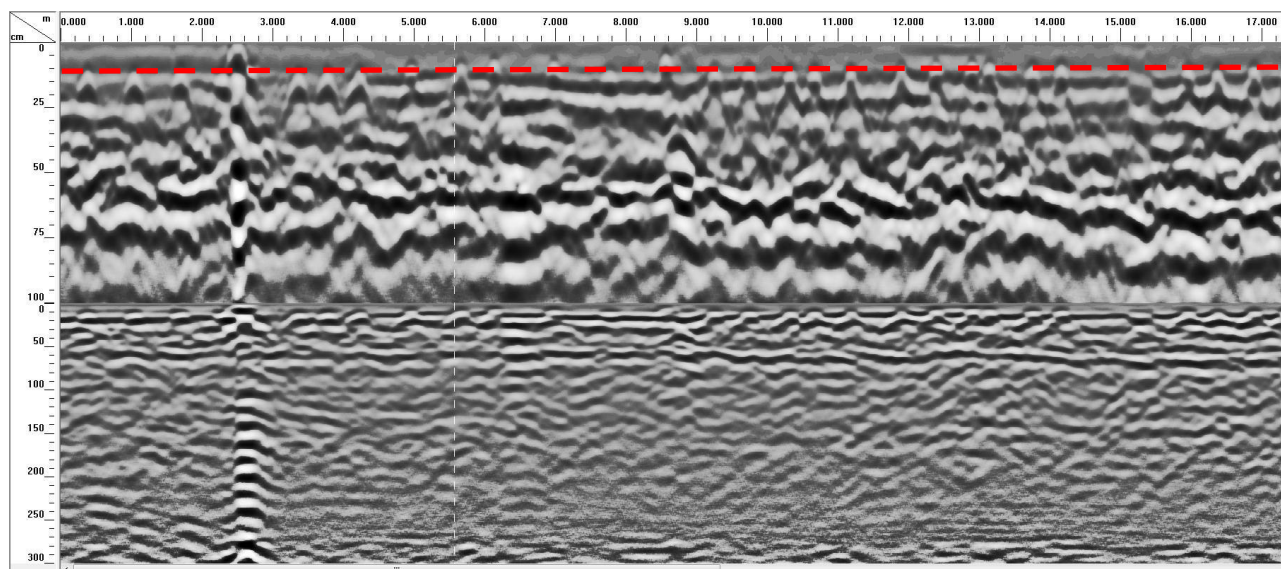
Radargramma ED1_B spessore 10 cm (S5)



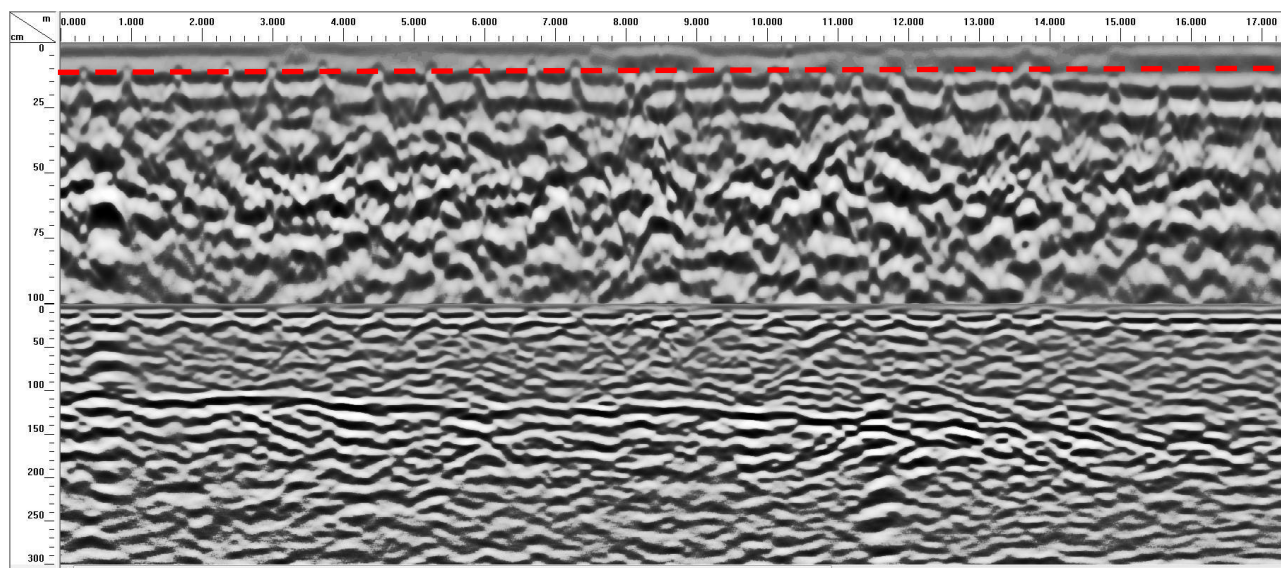
Radargramma ED1_B spessore 15 cm (S6)



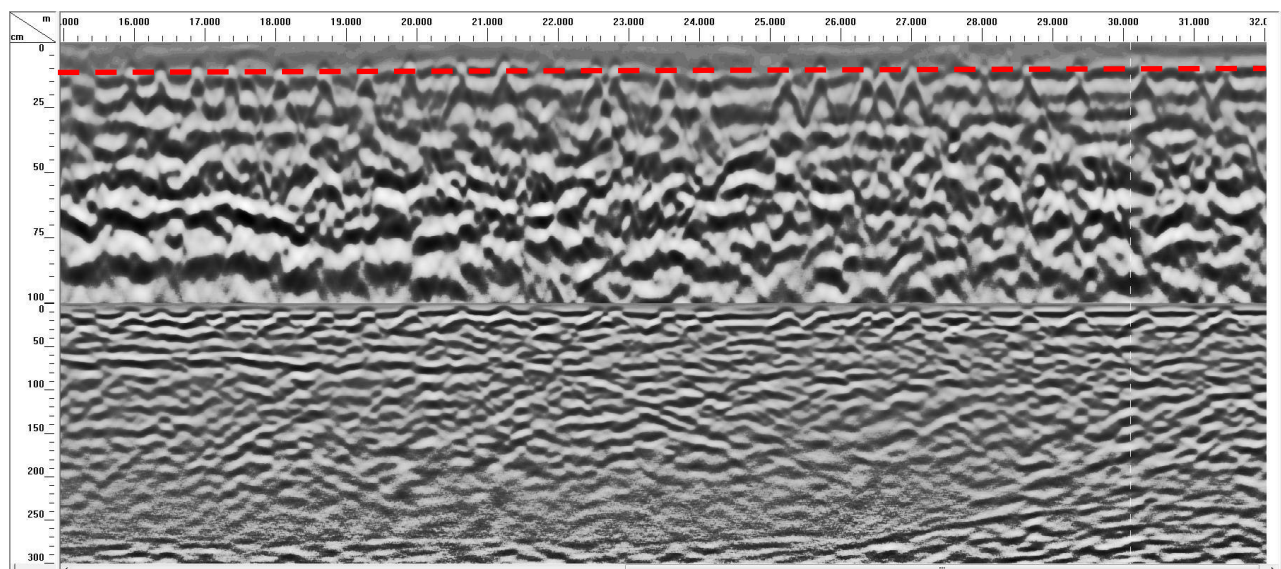
Radargramma ED2_C (S7)



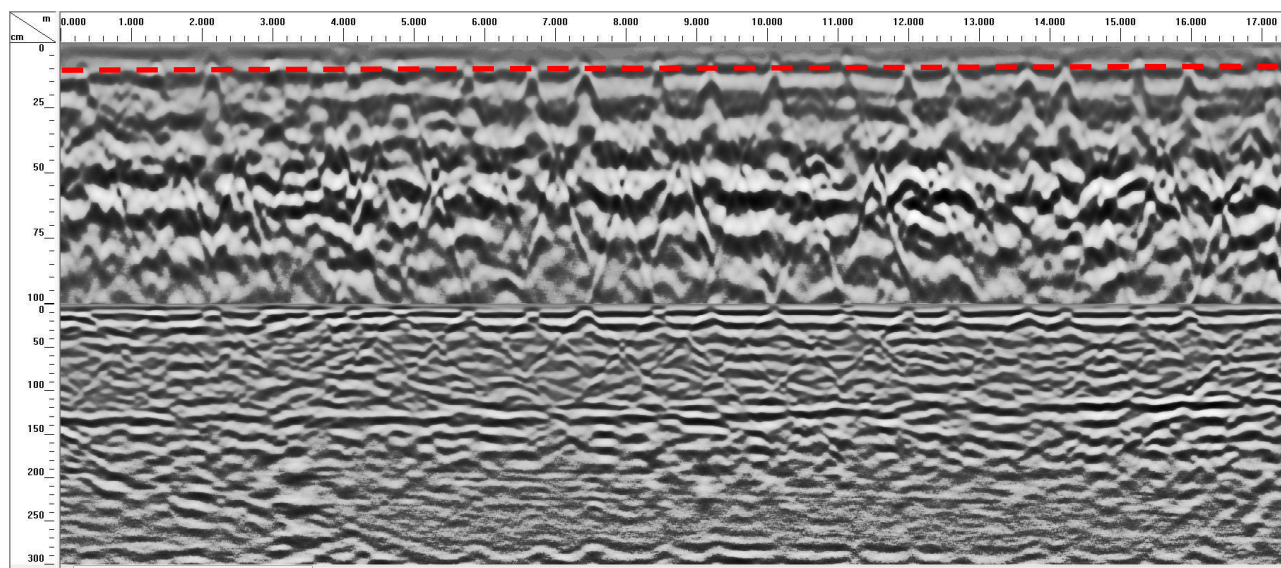
Radargramma ED2_C (S13)



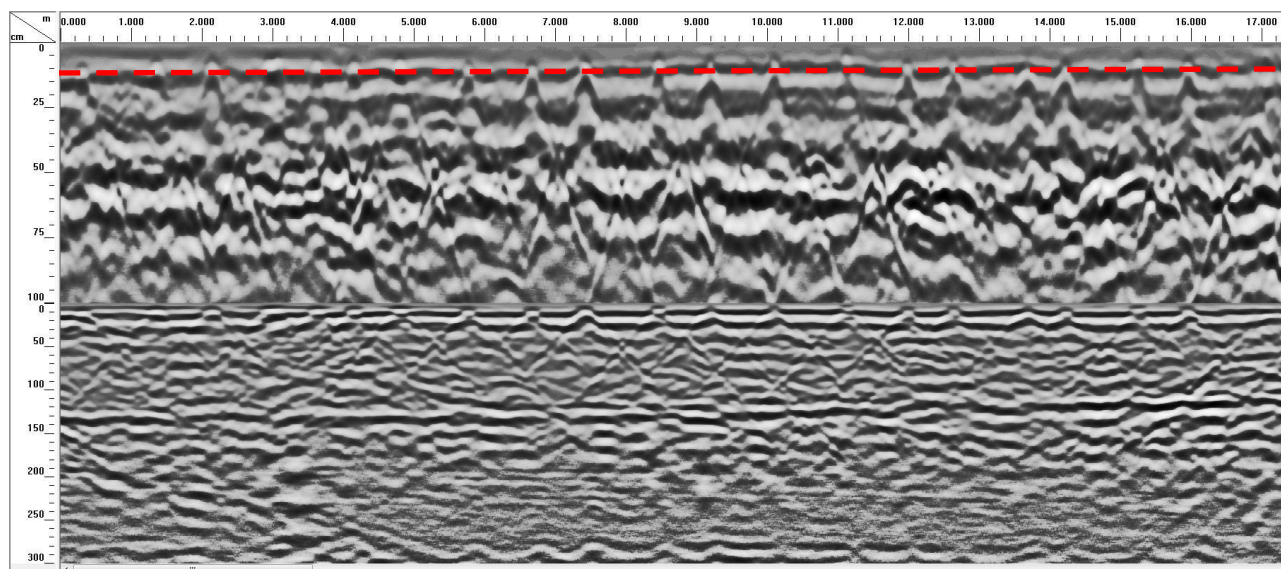
Radargramma ED2_D



Radargramma ED2_E (S14)



Radargramma ED2_E (S15)



4 VERIFICA FONDAZIONI PONTE VIA RASSICHE

Con il fine di verificare l'eventuale presenza della fondazione del ponte carrabile di via Rassiche, tramite martellone pneumatico elettrico, modello Hilti TE 3000-AV, sono state battute delle aste metalliche ai due lati del binario ferroviario dismesso.



Figura 33 foto infissione asta con martello pneumatico

Le aste sono state battute fino a -2 m di profondità senza individuare le fondazioni del ponte.
Di seguito si riporta lo schema di verifica

Le distanze della sezione del ponte sono minori di quelle nello schema della email in calce, le distanze reali a cui sono state fatte le verifiche sono le seguent

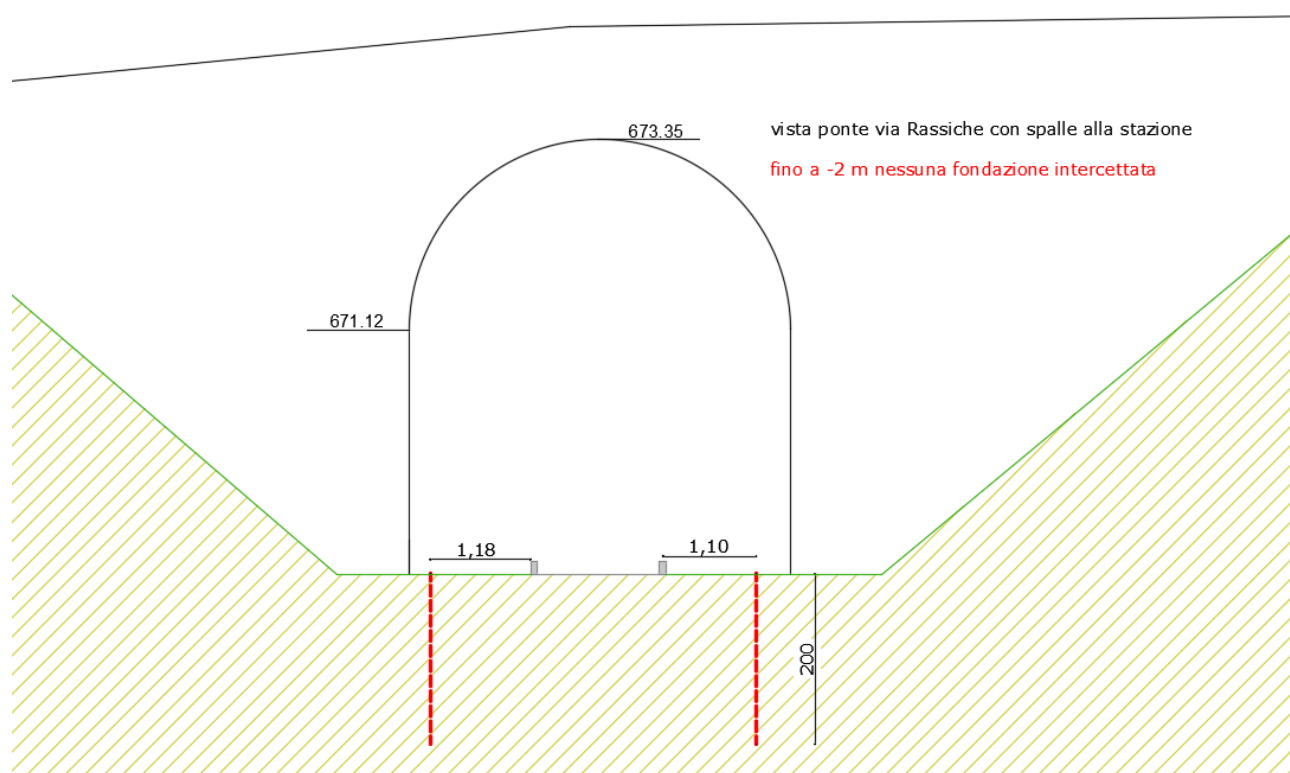
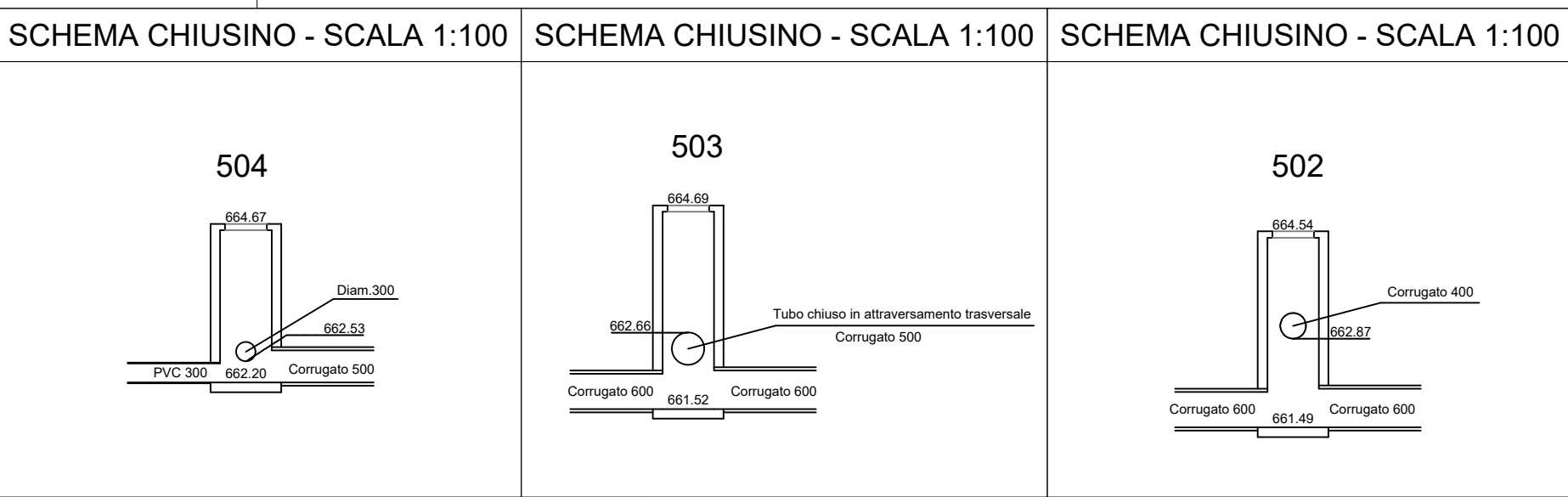
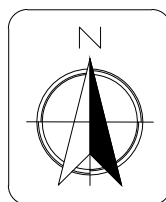


Figura 34 schema con indicazione (in rosso) della posizione di infissione delle aste

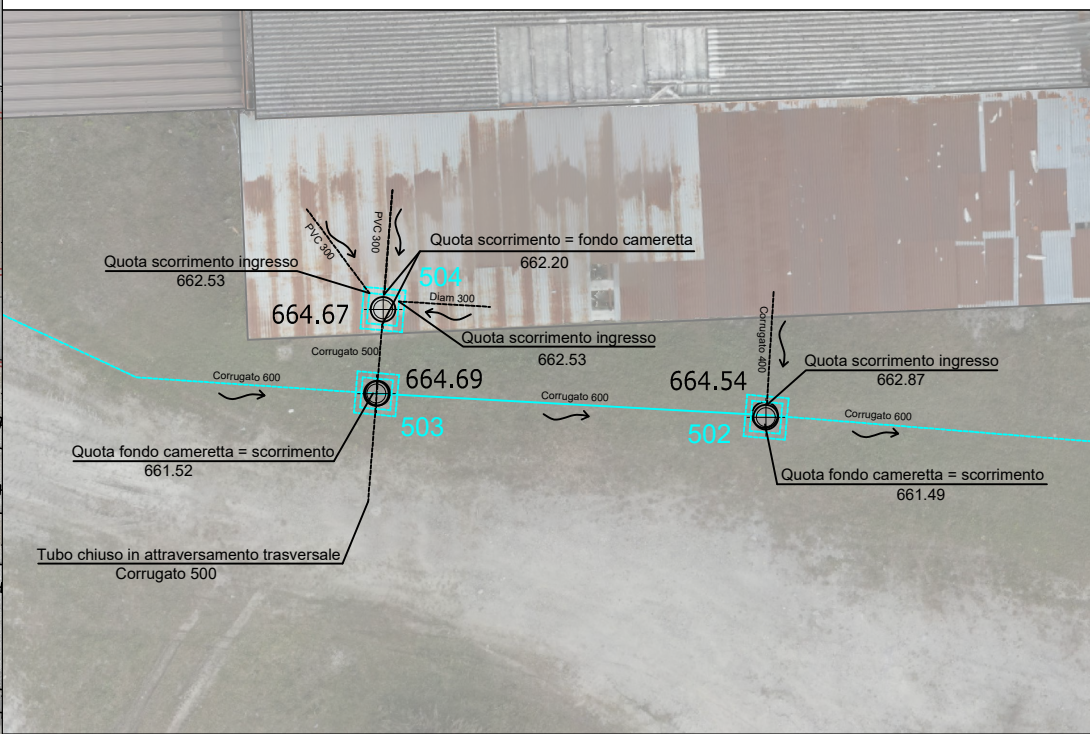
Gavirate (VA), 19/12/2023

Dr. Geol. A. Uggeri

IDROGEA SERVIZI S.r.l.
Via C. Rovera, 26
21026 GAVIRATE (VA)
Part. IVA e Cod. Fisc. 02744990127



DETTAGLIO FINESTRA 3 - SCALA 1:200



Legenda

- 203 668.33 Caposaldo con riferimento alla quota [m slm] materializzato tra il 27 e il 29 Novembre 2023
- 669.99 Punto quotato [m slm] estratto dal rilievo fotogrammetrico del 27/11/2023
- S29 50 cm Anomalia individuata da georadar con indicazione della profondità dell'estradosso rispetto al Piano Campagna [cm]
- S24 gas 80 cm Anomalia individuata da georadar con indicazione della profondità dell'estradosso rispetto al Piano Campagna [cm] - Tubazione del gas
- S108 metanodotto 100 cm Anomalia individuata da georadar con indicazione della profondità dell'estradosso rispetto al Piano Campagna [cm] - Metanodotto
- S105 fogna 80 cm Anomalia individuata da georadar con indicazione della profondità dell'estradosso rispetto al Piano Campagna [cm] - Fognatura

Finanziato dall'Unione europea NextGenerationEU

Regione Lombardia Direzione Generale Infrastrutture, Trasporti e Mobilità sostenibile

FERROVIENORD FNMGROUP FNM idee in movimento H2ise

CODICE COMMESSA	LIVELLO PROGETTAZIONE	D.P.R. 207/10	PROGRESSIVO ELABORATO	CATEGORIA OPERA	NUMERO OPERA	REVISIONE	SCALA
B35	P	d	001	IT	-	R0	1:200

IMPIANTO DI PRODUZIONE, STOCCAGGIO E DISTRIBUZIONE DI IDROGENO DI EDOLO Progetto Definitivo

Rilievi topografici e indagine georadar

Tavola 1
Ortomosaico SdF al 27/11/2023 e indagini georadar

Revisioni	Data	Descrizione	Redatto	Controllato
3		-		
2		-		
1		-		
0	19/12/2023	PRIMA EMISSIONE	AM	DS

FERROVIENORD

APPALTATORE

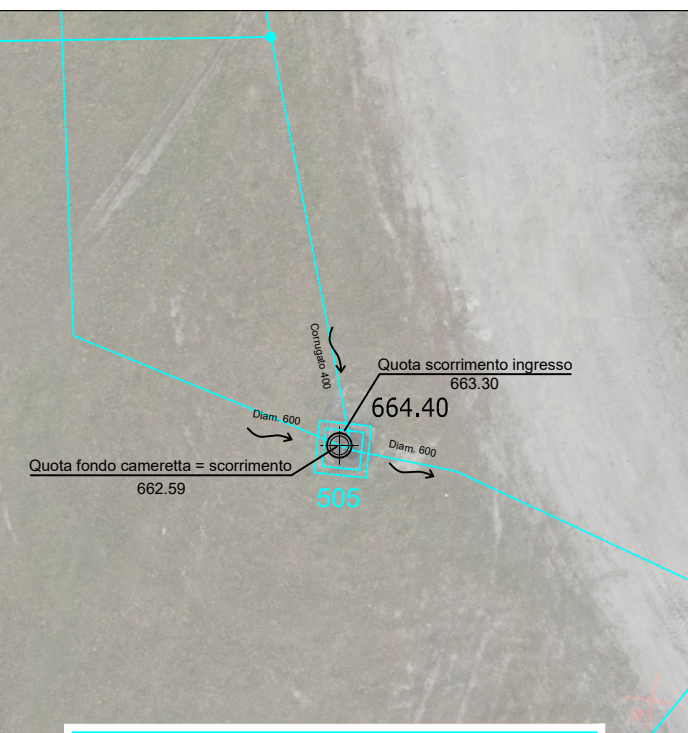
BTP INFRASTRUTTURE

COGECO

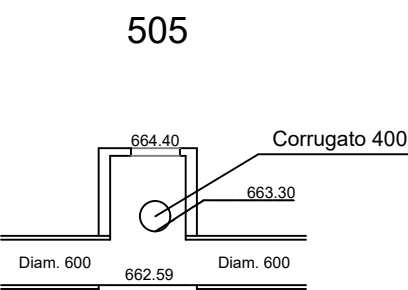
Progettista	Esecutore indagini	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO	DATA
BTP INFRASTRUTTURE					
BTP INFRASTRUTTURE S.p.A. Via di Torre Rossa 66 - 00165 ROMA Tel. (+39) 06 8710088 - (+39) 06 8710089 Web: www.btpinfrastrutture.com	EUROGEO S.r.l. Via Sertorio 10 - 20037 Piemonte (Torino) (Italia) Tel. (+39) 02 9108491 Web: www.eurogeo.com	IDROGEO SERVIZI S.r.l. Via C. Rivara 26 - 21028 Gallarate (VA) Tel. (+39) 0332 289950 Web: www.idrogeo.com			

FILE: 23-236-Tavola 1-Ortomosaico SdF generale e

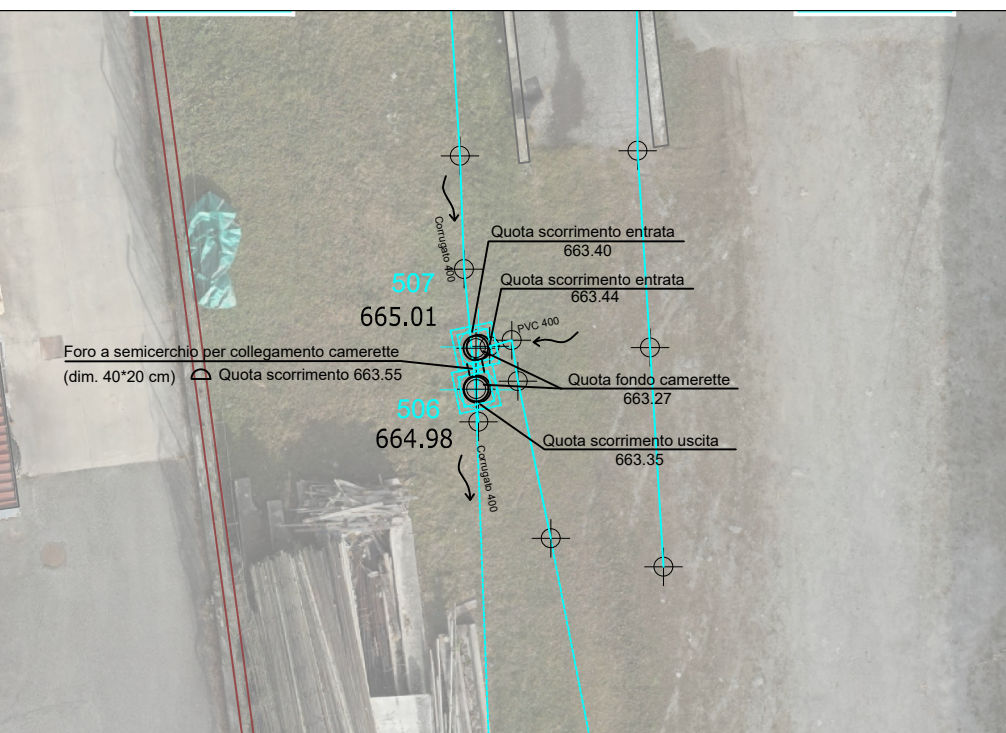
DETTAGLIO FINESTRA 2 - SCALA 1:200



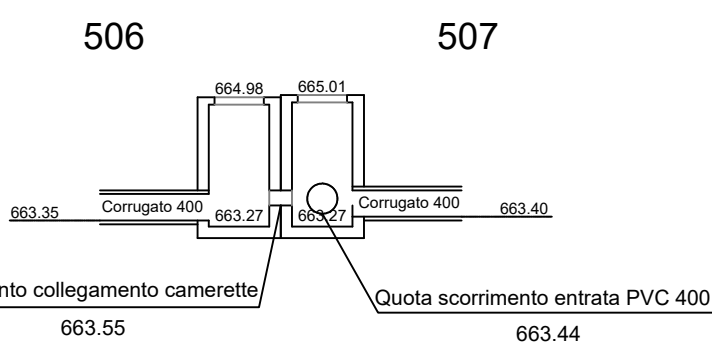
SCHEMA CHIUSINO - SCALA 1:100



DETTAGLIO FINESTRA 1 - SCALA 1:200

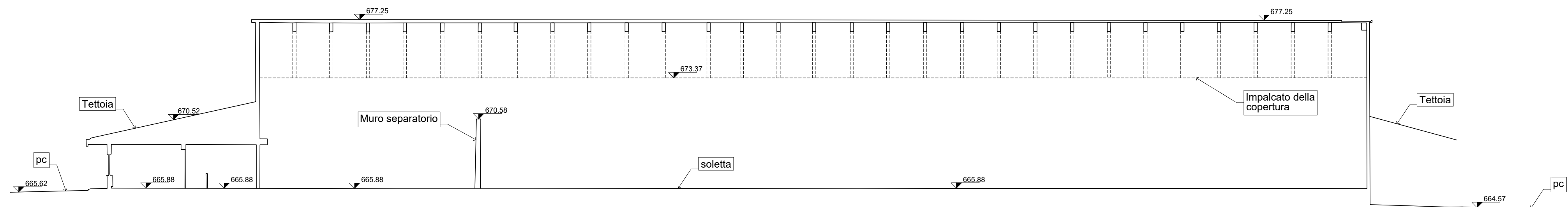


SCHEMA CHIUSINI - SCALA 1:100

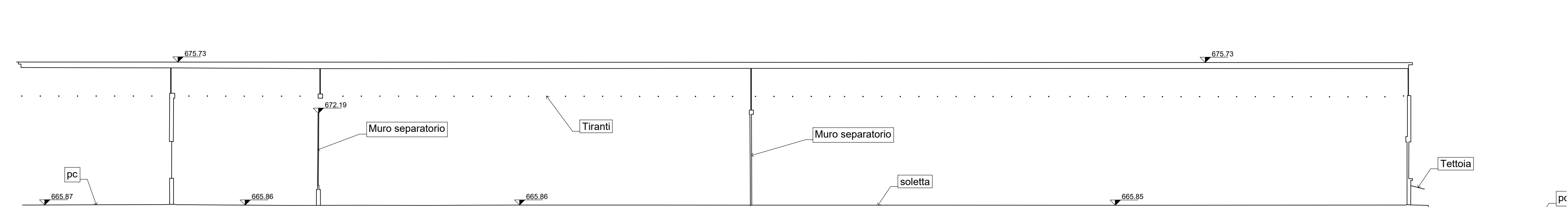


Il presente documento non potrà essere copiato, riprodotto o altrimenti pubblicato, in tutto o in parte, senza il consenso scritto del proprietario. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge.

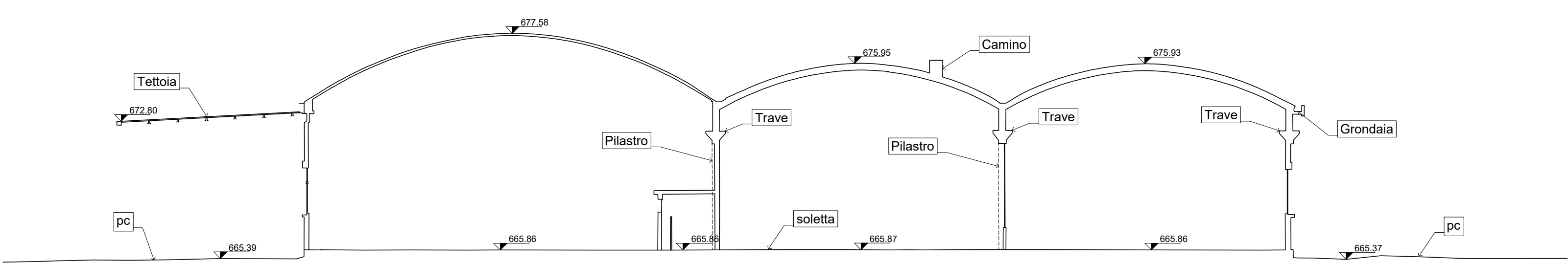
SEZIONE 1 (SCALA 1: 200)



SEZIONE 2 (SCALA 1: 200)



SEZIONE 3 (SCALA 1: 200)

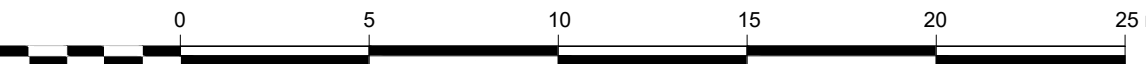
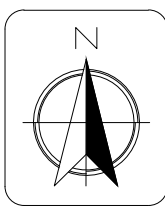


PLANIMETRIA DETTAGLIO CAPANNONE - SCALA 1:200

PLANIMETRIA ABITAZIONE SECONDO PIANO (SCALA 1: 200)

Legenda

- S14 Sondaggi relativi alle indagini ambientali preliminari
- CR-S1 665.91 Sondaggi relativi alle indagini di recente realizzazione con riferimento alla quota Piano Campagna [m slm]
- + CR-S2+P2M PC: 665.67 BP: 665.65 Piezometro di nuova realizzazione con riferimento alla quota Bocca Pozzo (BP) e Piano Campagna (PC) [m slm]
- Ubicazione delle sezioni trasversali



CODICE DOCUMENTO	CAVILLO PROGETTAZIONE	D.P.R. 201/03	PROGRESSIVO LAVORATO	CATEGORIA OPERA	NUMERO OPERA	REVISIONE	SCALA
B35	P	d	001	IT	-	R0	1:200

IMPIANTO DI PRODUZIONE, STOCCAGGIO E DISTRIBUZIONE DI IDROGENO DI EDOLO
Progetto Definitivo

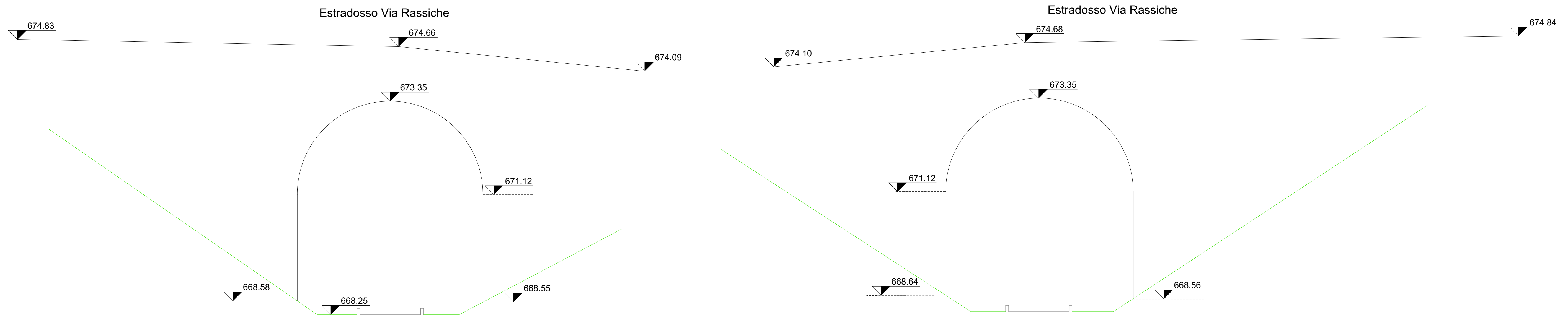
Rilievi topografici e indagine georadar

Tavola 2a
Ortomosaico SdF e sezioni - Dettaglio capannone

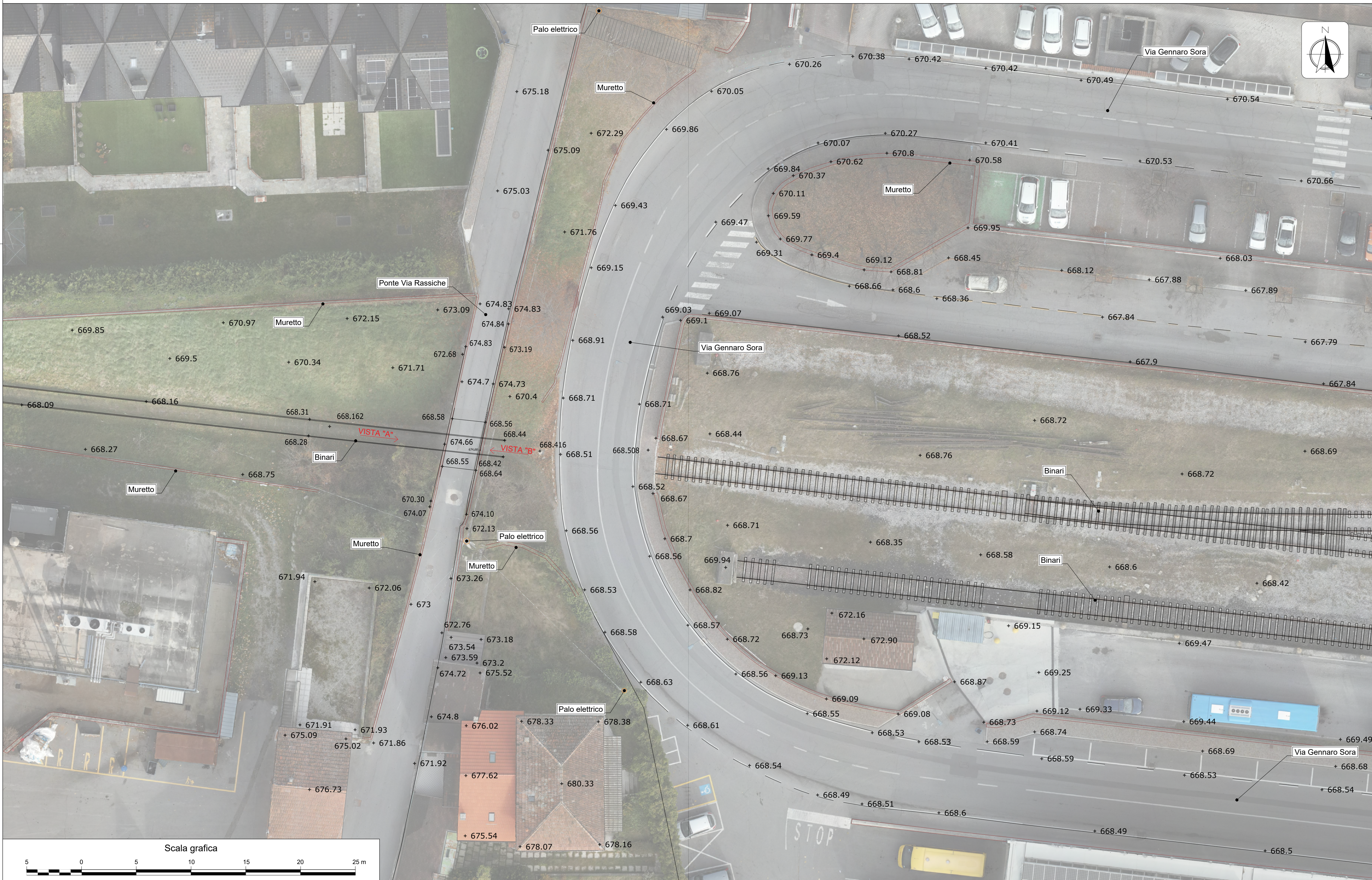
Revisions	Data	Descrizione	Redatto	Controllato
3	-	-	-	-
2	-	-	-	-
1	-	-	-	-
0	19/12/2023	PRIMA EMISSIONE	AM	DS



Progettista	Esecutore indagini	Redatto	Controllato	Approvato	Data
BTP INFRASTRUTTURE BTP INFRASTRUTTURE S.p.A. Via E. D'Adda, 10 - 20121 Milano P.le S. Stefano, 1 - 20121 Milano Web: www.btpinfrastrutture.it	Idrogea IDROGEO S.p.A. Via S. Stefano, 10 - 20121 Milano P.le S. Stefano, 1 - 20121 Milano Web: www.idrogea.it				



ORTOMOSAICO STATO DI FATTO AL 27/11/2023 - DETTAGLIO PONTE VIA RASSICHE - SCALA 1:200



CODICE COMMESSA	LIVELLO PROGETTAZIONE	D.P.R. 207/10	PROGRESSIVO ELABORATO	CATEGORIA OPERA	NUMERO OPERA	REVISIONE	SCALA
B 3 5	P	d	0 0 1	I T	- -	R 0	1:200

IMPIANTO DI PRODUZIONE, STOCCAGGIO E DISTRIBUZIONE
DI IDROGENO DI EDOLO
Progetto Definitivo

Rilievi topografici e indagine georadar

Tavola 2b
Ortomosaico SdF e prospetti - Dettaglio Ponte Via Rassiche

Revisioni		Data	Descrizione	Redatto	Controllato
	3		-		
	2		-		
	1		-		
	0	19/12/2023	PRIMA EMISSIONE	AM	DS

FERROVIENORD

APPALTATORE



Progettista

Esecutore indagini



Idrogea
servizi S.r.l.

REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO	DATA
CODICE ARCHIVIO COLLABORATORE			AGG.