COMUNE DI CERIALE

PROVINCIA DI SAVONA

Committente:
Comune di Ceriale

Livello di Progetto:
Definitivo

Codice Progetto:
P107-21

Nome File:
P107-21-D-RE-STR-002-B.DOCX

Titolo:

INTERVENTI DI ADEGUAMENTO IDRAULICO DEL TRATTO TERMINALE DEL RIO SAN ROCCO

Oggetto:

- **Relazione illustrativa sul piano di monitoraggio dei manufatti esistenti**

Firme:

ORDINE DEGLI INGEGNERI PROVINCIA DELLA SPEZIA
DANIELE GUERRIERI
INGEGNERE
Civile ed Ambientale
Industriale
dell'Informazione
A 958

Firmato digitalmente da

daniele guerrieri

CN = guerrieri daniele
O = Ordine degli Ingegneri della Provincia di La Spezia
C = IT

Rev.	Modifiche/Revisioni	Redatto	Data	Contr./Appr.	Data
A	PRIMA EMISSIONE	MIN	21/04/2022	DG	21/04/2022
B	SECONDA EMISSIONE	MIN	18/05/2022	DG	18/05/2022

itec ENGINEERING
info@itec-engineering.it
www.itec-engineering.it
19038 SARZANA (SP)
Via B. P. U. Muccini, 54 A
TEL. +39 0187 610532
16129 GENOVA
Via Antonio Cecchi, 7/9-10
TEL. +39 010 5959690

ASSOCIATO oice CONFINDUSTRIA
efca
FIDIC
apave Certification
ISO 9001 - N° SC 10-2588/IAF 34
ISO 14001 - N° SCA 19-3491/IAF 34
ISO 45001 - N° SCS 20-336/IAF 34

È vietata a norma di legge la riproduzione, anche parziale, non autorizzata di questo documento

INDICE

1 PREMESSA 1
1.1 AMBITO DELLE ANALISI 2
1.2 REGISTRAZIONE DEI DATI DI MISURA 2
1.3 OPERAZIONI CONSEGUENTI 3
2 RILIEVO DELLO STATO DI CONSISTENZA DEI FABBRICATI LIMITROFI ALLA ZONA DELLE LAVORAZIONI 4
3 PIANO DI MONITORAGGIO 5
3.1 RESPONSABILE DEL MONITORAGGIO 5
3.2 SISTEMI DI MONITORAGGIO 6
4 SISTEMA DI MONITORAGGIO TOPOGRAFICO 10
4.1 INDICAZIONE DELL'UBICAZIONE DELLE MIRE ALL'INTERNO DEL CANTIERE 12
5 SISTEMA DI MONITORAGGIO STATICO/STRUTTURALE 20
5.1 INDICAZIONE DELL'UBICAZIONE DEI CLINOMETRI ALL'INTERNO DEL CANTIERE 21
6 SISTEMA DI MONITORAGGIO DINAMICO 28
6.1 INDICAZIONE DELL'UBICAZIONE DEI VIBROMETRI ALL'INTERNO DEL CANTIERE 30
7 SISTEMA DI MONITORAGGIO IDROGEOLOGICO 37

Allegati:

Appendici:

1 PREMESSA

La presente relazione tecnica viene redatta nell'abito del progetto esecutivo inerente gli interventi *di adeguamento idraulico del tratto terminale del Rio Maggio* da effettuarsi nel Comune di Arcola, in località Romito Magra.

Essa ha lo scopo di illustrare i sistemi di monitoraggio che dovranno essere utilizzati nell'ambito dei lavori previsti, affinché siano costantemente controllati eventuali cedimenti degli edifici limitrofi ed il livello di vibrazioni, indotti dalle operazioni di cantiere, per l'intera durata delle lavorazioni; oltre agli edifici, il monitoraggio sarà esteso anche alle infrastrutture viarie limitrofe.

In particolare, all'interno di tutte le fasi di cantiere, le lavorazioni più critiche che possono avere ripercussioni più o meno tollerabili, sullo stato in essere delle opere esistenti, sono le seguenti:

- Operazione di perforazione per l'esecuzione dei pali di fondazione;
- Esecuzione degli scavi per lo spostamento e ricollocamento sottoservizi;
- Operazioni di demolizione del canale attuale in c.a.;
- Esecuzione dello scavo per l'adeguamento idraulico delle sezioni del Rio;

Si sottolinea che per garantire il mantenimento del fondo scavo asciutto durante le operazioni propedeutiche alla realizzazione della soletta e il getto del calcestruzzo della stessa non si prevede alcun abbassamento del livello della falda, bensì il pompaggio dell'acqua che eventualmente potrebbe essere presente a livello del fondo scavo. Tuttavia, qualora si verifichino difficoltà nel pompaggio si adotteranno delle ture provvisorie. Al fine di garantire il monitoraggio di eventuali escursioni del livello della falda sono presenti due piezometri.
Va comunque sottolineato, che le operazioni di cantiere più critiche, andranno condotte con la massima accortezza e precisione, mettendo in atto tutte le precauzioni del caso per ridurre al minimo il disturbo indotto sugli edifici limitrofi alle aree interessate dall'intervento.

1.1 AMBITO DELLE ANALISI

Per tutta la durata dei lavori, e più specificatamente per tutto il periodo compreso fra la fase

di allestimento del cantiere, e l'ultimazione delle opere previste, è da prevedere un monitoraggio "geotecnico/strutturale" programmato degli edifici limitrofi, che risultano interferenti con le opere previste in progetto.

Si possono classificare le criticità che saranno oggetto del monitoraggio:

- Cedimenti degli edifici esistenti;
- Effetti delle vibrazioni e di azioni dinamiche indotte dalle lavorazioni sugli edifici esistenti e sulle infrastrutture viarie limitrofe.

1.2 REGISTRAZIONE DEI DATI DI MISURA

Prima dell'inizio dei lavori si dovrà predisporre un adeguato numero di libretti di misura che dovranno essere firmati e numerati dal Responsabile del Monitoraggio, numerando progressivamente le pagine e i libretti stessi.

Sui libretti riempiti senza pagine bianche, i dati dovranno essere riportati in maniera indelebile e senza cancellazioni non visibili.

Nel caso di registrazione su supporti magnetici o registratore dati, la memorizzazione avverrà di norma per punti con record o lunghezza fissa contenenti i dati di lettura: in quest'ultimo caso i dati registrati andranno stampati a fine di ogni giornata di rilevazione e dovrà essere predisposta una copia di sicurezza degli stessi su supporto informatico adeguato.

Per il monitoraggio automatico si valuterà, di concerto con la Direzione Lavori, l'opportunità di accesso ai dati via rete Internet con pagine dedicate ed in tali pagine saranno riportati anche le misure manuali effettuate periodicamente da personale qualificato.

Alcune misure dovranno comunque essere mantenute in manuale per garantire la presenza in sito di operatori esperti in grado di valutare l'evolversi dei fenomeni.

Al fine di garantire la funzionalità statica delle strutture esistenti, l'apparato di monitoraggio dovrà poter tempestivamente segnalare ai responsabili il raggiungimento di variazioni plano altimetriche corrispondenti alla soglia di attenzione, rispetto allo stato precedente, in modo da poter adottare gli opportuni provvedimenti operativi.

1.3 OPERAZIONI CONSEGUENTI

La sola installazione e messa in esercizio dei sistemi di monitoraggio non esaurisce la funzionalità e lo scopo del controllo. Viene prescritto infatti che alla lettura dei dati faccia seguito l'interpretazione immediata dei medesimi da parte dell'Impresa ed il controllo con gli obiettivi/limiti fissati. I tecnici dell'Impresa dovranno avere un grado di qualificazione tale da poter garantire in successione i seguenti interventi:

- Interfaccia per gli aspetti tecnici con la Direzione Lavori;
- Controllo cotante dell'efficienza dei vari sistemi di monitoraggio, valutando in tempo reale l'attendibilità dei dati forniti dagli strumenti;
- Valutazione in tempo reale dei dati ricavati dal monitoraggio, in particolare il loro
- sviluppo, al fine di stabilire se le procedure di lavorazione risultano coerenti con i limiti posti dal progetto o dalle caratteristiche del sito;
- Definizione del dettaglio, in casi specifici e sempre in sintonia con il Direttore dei
- Lavori, degli interventi, delle azioni cantieristiche correttive e delle procedure da attuare in relazione ai risultati dei parametri monitorati;
- Gestione in tempo reale delle maestranze, attraverso ordini e procedure preventivamente concordate con il direttore dei lavori per gli adattamenti necessari ed i provvedimenti cantieristici da assumere allorquando il monitoraggio fornisca dei dati che si scostano da quelli preventivati.

Si precisa che all'interno del presente documento, saranno illustrati i sistemi di controllo necessari da utilizzare, per mantenere sotto sorveglianza continua il comportamento degli edifici limitrofi alle zone di lavoro, durante tutte le fasi di cantiere previste. L'utilizzo di ulteriori sistemi di controllo oltre a quelli previsti sarà oggetto di miglioria per l'imprese concorrenti in fase di gara.

Le indicazioni relative alle frequenze per l'esecuzione delle misurazioni, e per la definizione dei valori soglia sulle grandezze monitorate (soglia di attenzione, soglia di allarme), saranno specificatamente definite nel piano di monitoraggio redatto dall'impresa in fase di gara.

2 RILIEVO DELLO STATO DI CONSISTENZA DEI FABBRICATI LIMITROFI ALLA ZONA DELLE LAVORAZIONI

Considerato che all'interno degli interventi previsti in progetto, sono previsti interventi di sottomurazione immediatamente a ridosso delle fondazioni di edifici esistenti in gran parte vetusti, risulta prioritario definire tecniche di monitoraggio atte a garantire un controllo continuo dello stato di deformazione degli stessi al di sotto dei quali si interviene.

A tal proposito, risulta di fondamentale importanza a livello preliminare, ovvero prima dell'inizio delle lavorazioni previste, di procedere alla redazione di testimoniali di stato per tutti gli edifici interessati o potenzialmente influenzati dalle opere in progetto.

I testimoniali dovranno essere redatti in contraddittorio con i proprietari a seguito di sopralluogo con trascrizione in apposito verbale, nel quale verranno riportate tutte le indicazioni utili a caratterizzare l'attuale stato di conservazione delle costruzioni indagate. In particolare dovranno essere annotate, fotografate e rilevate tutte le lesioni già presenti, tale da avere un dettagliato quadro fessurativo degli edifici ante inizio lavori.

Tra tutte le lesioni rilevate, per quelle ritenute maggiormente significative, sarà opportuno monitorarne l'andamento dell'ampiezza nel tempo, prevedendo quindi, l'installazione di uno o più fessurimetri lungo lo sviluppo delle fessure considerate.

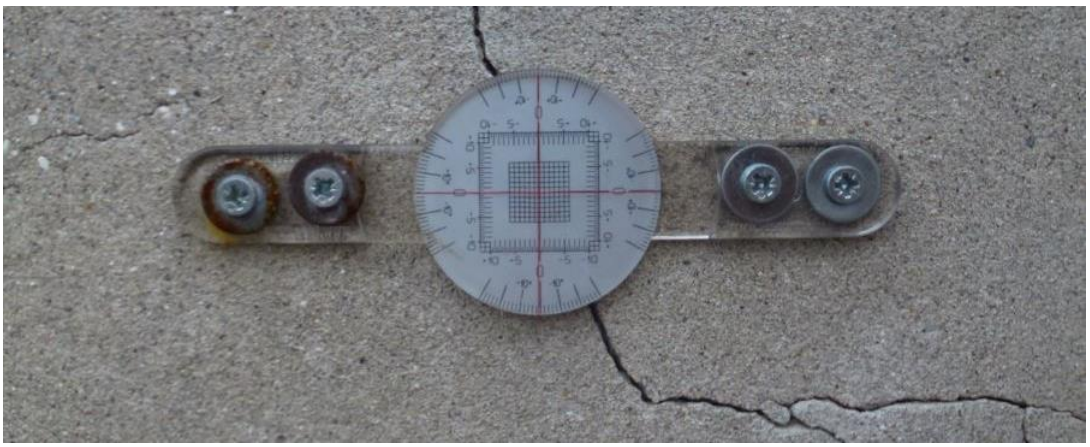


Figura 2.1 – Fessurimetro, per il monitoraggio dell'ampiezza delle fessure nel tempo.

La frequenza con la quale eseguire le letture, dovrà essere concordata con la D.L., in sede di esecuzione delle lavorazioni.

Le tecniche di monitoraggio da utilizzare devono risultare particolarmente efficaci in quanto estremamente sensibili ed in grado di allertare immediatamente la Direzione

Lavori qualora si manifestassero movimenti difformi rispetto alle soglie assunte come riferimento nel piano di monitoraggio approvato prima dell'inizio delle lavorazioni.

3 PIANO DI MONITORAGGIO

Il piano di monitoraggio prevede l'installazione e la messa in esercizio di più sistemi di controllo, per mantenere sotto sorveglianza continua il comportamento degli edifici e le infrastrutture interessate dalle diverse lavorazioni previste, durante l'intera durata di tutte le fasi del cantiere.

La strumentazione che verrà utilizzata sarà finalizzata a misure puntuali o misure globali; per misure puntuali si intendono misure di parametri specifici eseguite in punti particolari e significativi del terreno o dell'opera da monitorare, i cui valori devono essere considerati validi quasi esclusivamente per i punti in cui sono montati gli strumenti e quindi non estendibili a aree o volumi maggiori di quelli coperti dai singoli strumenti.

Per misure globali si intendono le misure eseguite con strumenti che forniscono valori che rappresentano la risultante dei fenomeni in atto e quindi indicano la risposta che questa assume nel tempo.

Alla prima categoria appartengono le misure dei cedimenti, le misure di livello con sistemi

topografici, alla seconda categoria appartengono le misure dei cedimenti relativi.

La frequenza delle letture viene prescritta in relazione al sistema operante; sarà comunque necessario da parte dei Responsabili valutare l'opportunità di aumentare o meno le frequenze di lettura in relazione all'evolversi dei fenomeni in atto.

Tutta la strumentazione impiegata sarà di ultima generazione, di grande affidabilità, marcata CE e fabbricata in Italia presso gli stabilimenti di fornitori qualificati.

3.1 RESPONSABILE DEL MONITORAGGIO

Tutte le misure manuali saranno eseguite unicamente da personale qualificato di cui saranno dichiarati i nominativi e le relative qualifiche, prima dell'inizio dei lavori; sarà inoltre nominato un Responsabile del Monitoraggio che provvederà alla programmazione, controllo ed elaborazione di tutte le misure previste nell'ambito del presente Piano di Monitoraggio.

- Controllo preventivo della strumentazione da installare;

- Supervisione nel corso delle letture di zero di tutte le strumentazioni installate, con l'ausilio dei responsabili delle Ditte specializzate che provvederanno all'installazione e manutenzione della strumentazione;
- Stesura di un report settimanale da trasmettere alla Committenza e alla Direzione Lavori in merito allo stato in essere delle misure, corredato da opportuni diagrammi esplicativi ed eventuali documentazioni fotografiche;
- Interfaccia con struttura operativa (Direzione di cantiere) per la segnalazione di eventuali anomalie, siano esse dovute al superamento di soglie oppure a malfunzionamenti della strumentazione;
- Valutazione preventiva, di concerto con la struttura operativa di cantiere e la Direzione Lavori, relativamente alle procedure da applicare nel caso di superamento delle soglie di allarme previste nel sistema di monitoraggio e le conseguenti azioni da intraprendere; da tale analisi preventiva sarà redatto di concerto un apposito verbale. In particolare verranno preliminarmente messi in evidenza i limiti di tolleranza ammissibili in relazione alle previsioni di progetto e quelli per cui dovranno dichiararsi sospese le lavorazioni in atto.

3.2 SISTEMI DI MONITORAGGIO

La strumentazione da utilizzare per il monitoraggio degli edifici e delle infrastrutture viarie interessate dalle lavorazioni, è descritta ai punti seguenti:

- Sistema di monitoraggio topografico;
- Sistema di monitoraggio statico/strutturale;
- Sistema di monitoraggio dinamico;
- Sistema di monitoraggio idrogeologico.

L'intervento di progetto, ai fini della cantierizzazione è stato suddiviso in due parti, quella tombinata, ubicata nell'area più edificata ed il tratto a cielo aperto, posizionato a valle del primo ed in corrispondenza di un'area avente destinazione d'uso a parco pubblico, con assenza di costruzioni.
Le attività di monitoraggio, saranno pertanto previste soltanto in corrispondenza del primo tratto, vista la presenza di edifici e di infrastrutture viarie in fregio al corso d'acqua, mentre il tratto successivo di valle, non essendo presente alcuna costruzione

lungo le sponde, non sarà interessato dalle attività di monitoraggio, in quanto non sussistono rischi specifici di cedimenti e lesioni alle opere limitrofe.
I vari sistemi di monitoraggio elencati sopra, saranno descritti nei paragrafi successivi; per ciascun sistema, saranno fornite delle indicazioni qualitative circa l'ubicazione della strumentazione da predisporre sulle facciate degli edifici ritenuti sensibili per le operazioni di cantiere, ed in corrispondenza dei manufatti (muri ecc).
Nell'immagine di seguito sono indicati gli edifici da inserire all'interno del piano di monitoraggio.
I manufatti considerati, risultano tutti prossimi al cantiere, e pertanto potrebbero essere interessati da cedimenti o lesioni durante le operazioni di perforazione e scavo per l'adeguamento del canale di progetto.
Oltre agli immobili considerati, potrebbe verificarsi la necessità di installare alcuni sensori di misura aggiuntivi lungo muri e manufatti presenti per monitorarne la stabilità.

Gli strumenti impiegati per il monitoraggio delle strutture esistenti sono indicati per ciascuna delle fasi di lavoro ipotizzate (per tutti i dettagli si rimanda agli elaborati grafici) in modo tale che, se possibile, possono essere riutilizzati tra una fase e l'altra.

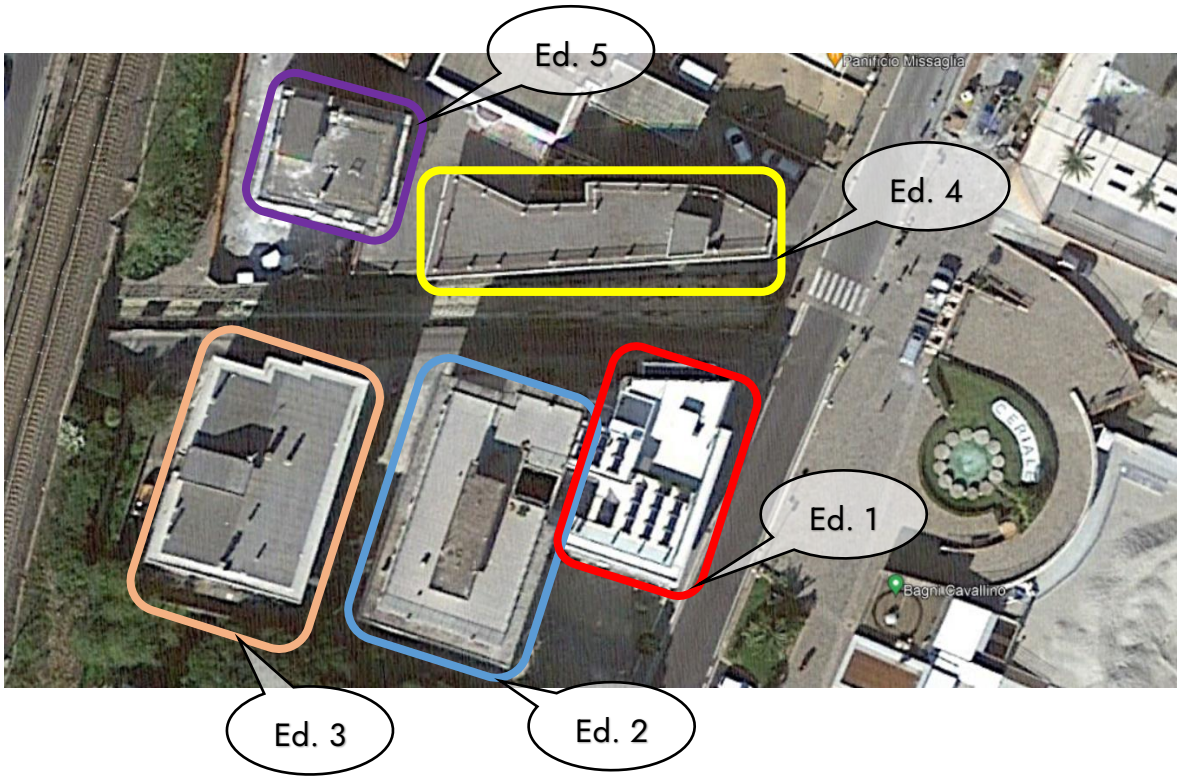


Figura 3.1 – Numerazione edifici da mare fino al ponte di FF.SS

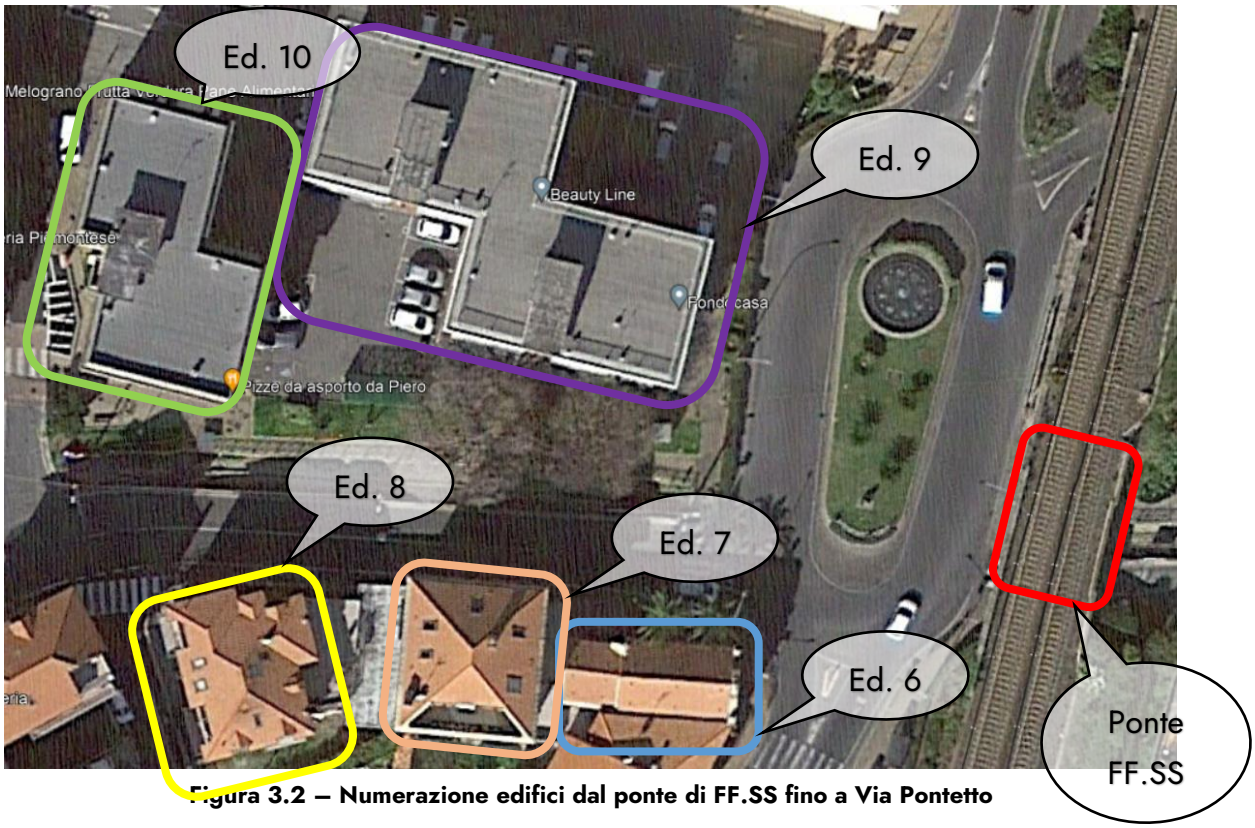


Figura 3.2 – Numerazione edifici dal ponte di FF.SS fino a Via Pontetto



Figura 3.3 – Numerazione edifici da Via Pontetto fino a Via Sole e Mare

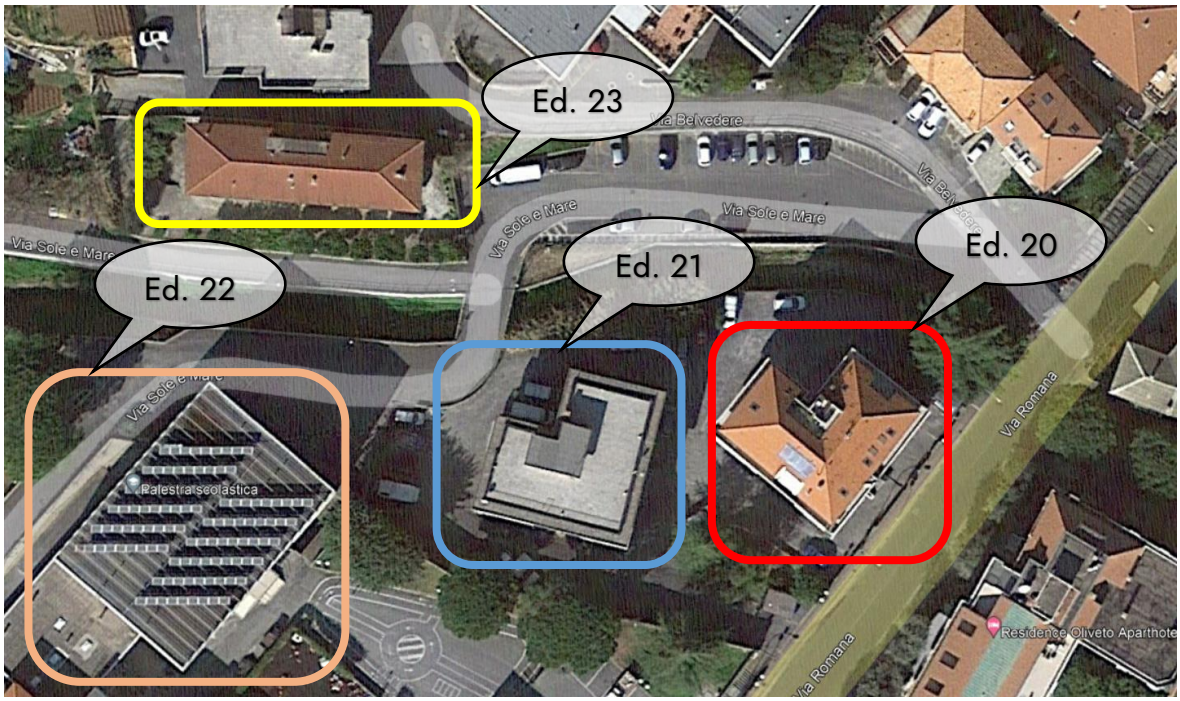


Figura 3.4 – Numerazione edifici lungo Via Sole e Mare

4 SISTEMA DI MONITORAGGIO TOPOGRAFICO

Il monitoraggio topografico fisso viene realizzato disponendo dei prismi a livello della copertura degli edifici, o sulla facciata e comunque in posizione visibile dalle stazioni di misura, in corrispondenza dei punti ritenuti sensibili in conseguenza alla realizzazione di micropali o di scavi. Sarà opportuno predisporre almeno tre prismi situati in punti di riferimento ritenuti fissi. Gli spostamenti nelle tre direzioni dei suddetti prismi verranno misurati da punti di stazione opportunamente scelti, tale che, sia possibile osservare tutti i punti considerati; se per la presenza di ostacoli fissi che impediscano la collimazione di tutti i punti da una singola stazione, dovranno essere predisposte più stazioni di misura visibili tra loro tali da consentire la continuità della rete di misura. Le stazioni da cui effettuare le misure saranno costituite da una stazione totale, dotata di database per l'acquisizione e la memorizzazione delle misurazioni effettuate per ogni mira prevista. Nell'esecuzione delle misure, una volta verificata la posizione della stazione rispetto ai punti di riferimento, sarà necessario determinare un fattore di scala per la correzione delle distanze misurate a seguito del cambiamento dei fattori ambientali (temperatura, pressione). Successivamente a tale operazione, sarà possibile eseguire la misurazione dei punti da verificare; al termine della sessione di misura dovrà essere generato un report, nel quale, per ogni punto collimato viene indicata la posizione Nord, Est e altimetrica e le rispettive variazioni rispetto al punto zero.

Di seguito si riportano le immagini illustrative, relative alle strumentazioni da utilizzare per il sistema di monitoraggio topografico.



Figura 4.1 – Stazione totale per le misurazioni.

I target che saranno collimati dalla stazione totale, sono costituiti da micromire da monitoraggio, costituite da prismi riflettenti. Le mire saranno collocate o in corrispondenza della copertura degli edifici oppure lungo la facciata, purché risultino visibili per l'osservazione; di seguito, a titolo illustrativo si riporta un'immagine esplicativa della strumentazione descritta.



Figura 4.2 – Micromira da monitoraggio.

Le indicazioni relative all'ubicazione delle mire da predisporre nei vari cantieri è riportata nei paragrafi seguenti.

4.1 INDICAZIONE DELL'UBICAZIONE DELLE MIRE ALL'INTERNO DEL CANTIERE

Nell'ambito di tale cantiere, l'ubicazione qualitativa delle mire da predisporre per il monitoraggio degli edifici è indicata nella figure riportate di seguito, per ciascuna fase prevista nell'ambito dell'intervento.

Fase 2 (per la fase 1 non sono previste mire)

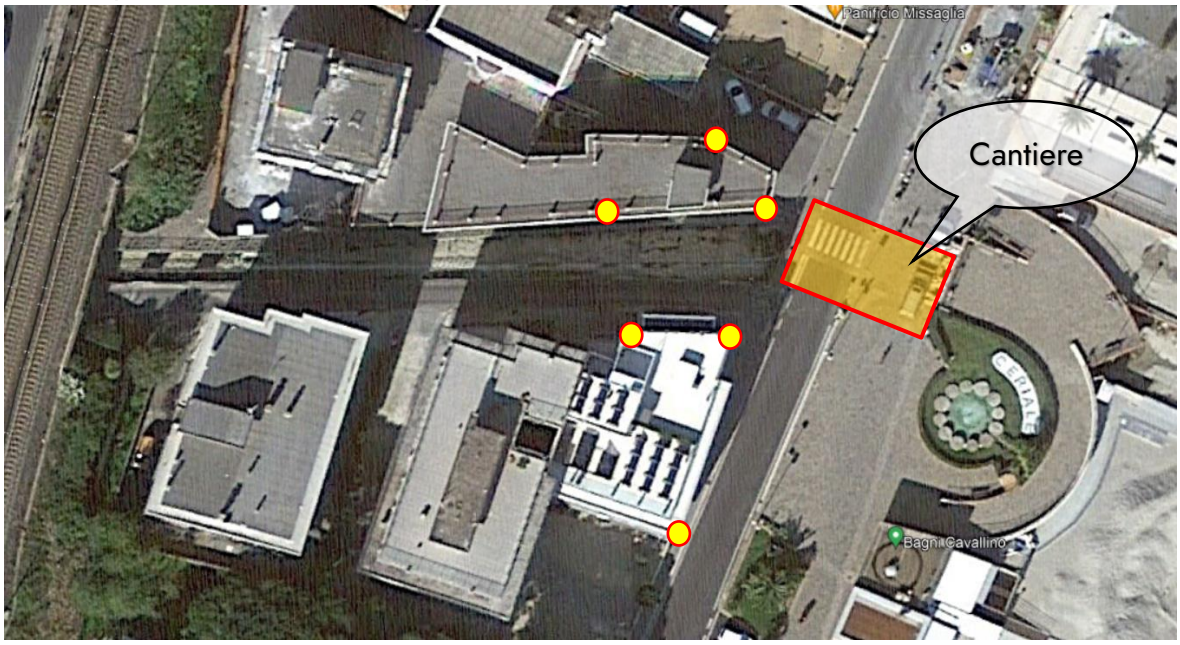


Figura 4.3 – Ubicazione qualitativa mire all'interno del cantiere – Fase 2.

Per il cantiere considerato, abbiamo:

- Mire previste in sponda sinistra:
  - 3 mire in corrispondenza dell'edificio 4;
- Mire previste in sponda destra
  - 3 mire in corrispondenza dell'edificio 1;

Fase 3

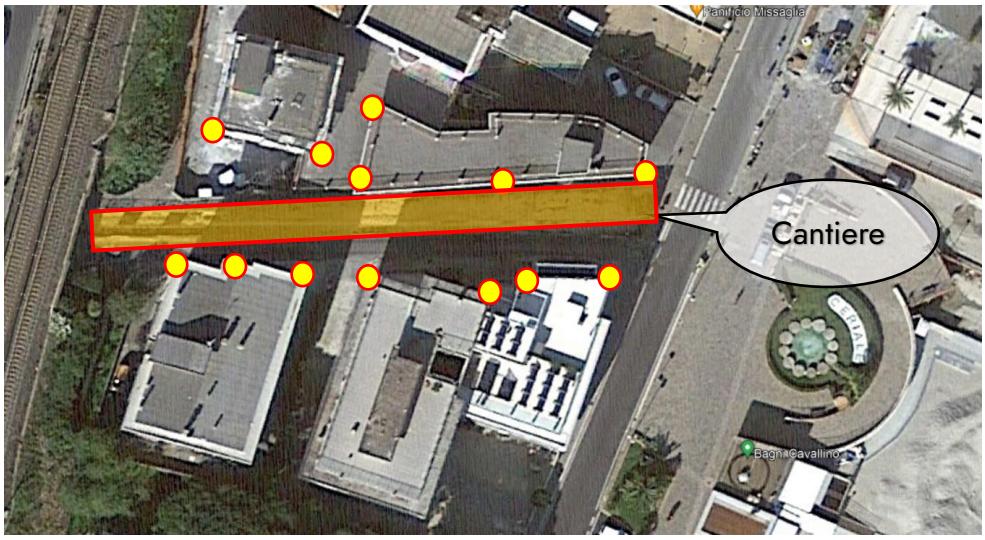


Figura 4.4 – Ubicazione qualitativa mire all'interno del cantiere – Fase 3.

Per il cantiere considerato, abbiamo:

- Mire previste in sponda sinistra:
  - 4 mire in corrispondenza dell'edificio 4;
  - 2 mire in corrispondenza dell'edificio 5;
- Mire previste in sponda destra
  - 2 mire in corrispondenza dell'edificio 1;
  - 3 mire in corrispondenza dell'edificio 2;
  - 3 mire in corrispondenza dell'edificio 3;

Fase 4

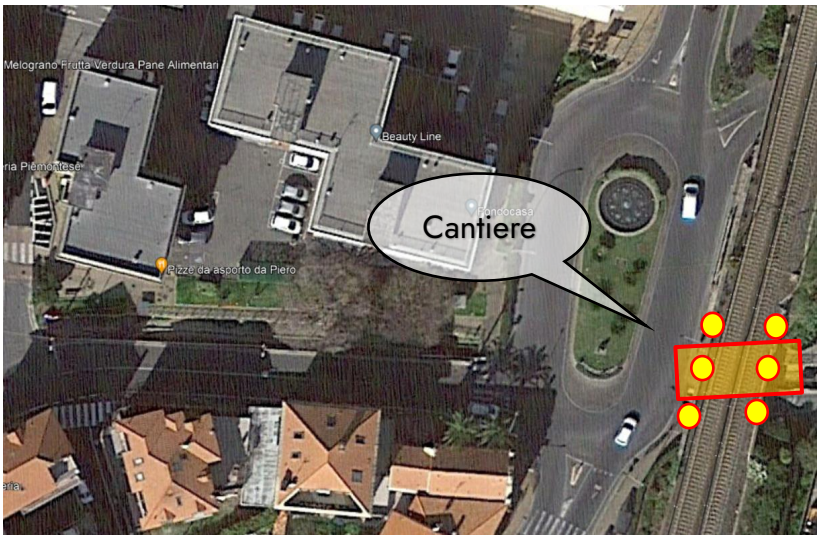


Figura 4.5 – Ubicazione qualitativa mire all'interno del cantiere – Fase 3.

Per il cantiere considerato, abbiamo:

- Mire previste:
    - 2 mire sulla spalla sinistra;
    - 2 mire sulla spalla destra;
    - 2 mire sulla chiave dell'arco;

Fase 5a



Figura 4.6 – Ubicazione qualitativa mire all'interno del cantiere – Fase 5a.

Per il cantiere considerato, abbiamo:

- Mire previste:
    - 2 mire sulla spalla sinistra;
    - 2 mire sulla spalla destra;
    - 2 mire sulla chiave dell'arco;

Fase 5b

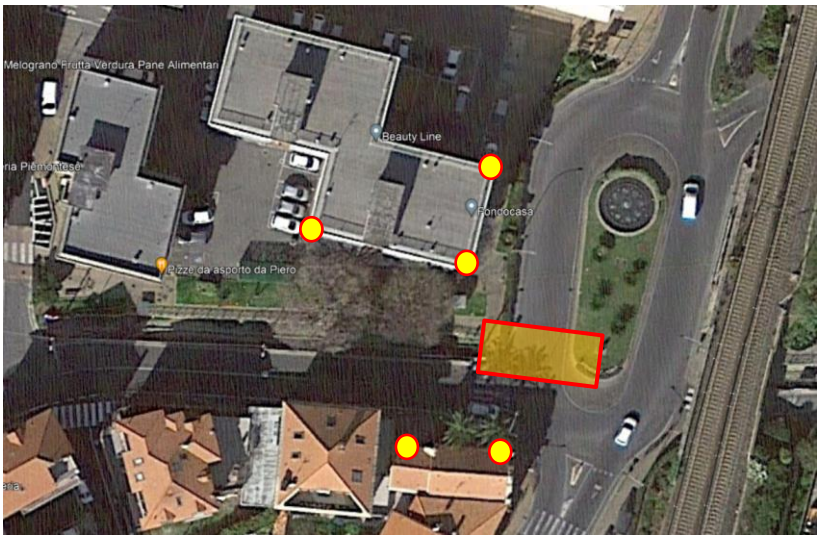


Figura 4.7 – Ubicazione qualitativa mire all'interno del cantiere – Fase 5b.

Per il cantiere considerato, abbiamo:

- Mire previste in sponda sinistra:
  - 3 mire in corrispondenza dell'edificio 9;
- Mire previste in sponda destra
  - 2 mire in corrispondenza dell'edificio 6;

Fase 6

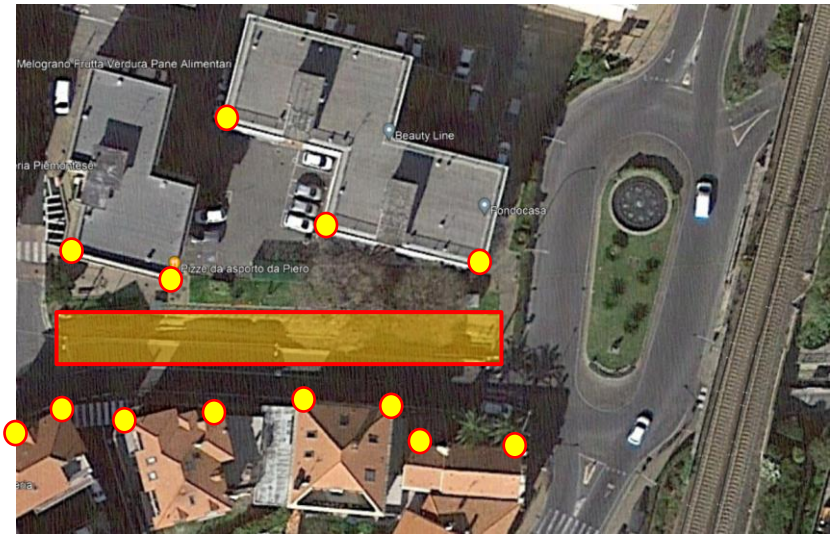


Figura 4.8 – Ubicazione qualitativa mire all'interno del cantiere – Fase 6.

Per il cantiere considerato, abbiamo:

- Mire previste in sponda sinistra:
  - 3 mire in corrispondenza dell'edificio 9;

- 2 mire in corrispondenza dell'edificio 10

- Mire previste in sponda destra
  - 2 mire in corrispondenza dell'edificio 6;
  - 2 mire in corrispondenza dell'edificio 7;
  - 2 mire in corrispondenza dell'edificio 8;

Fase 7

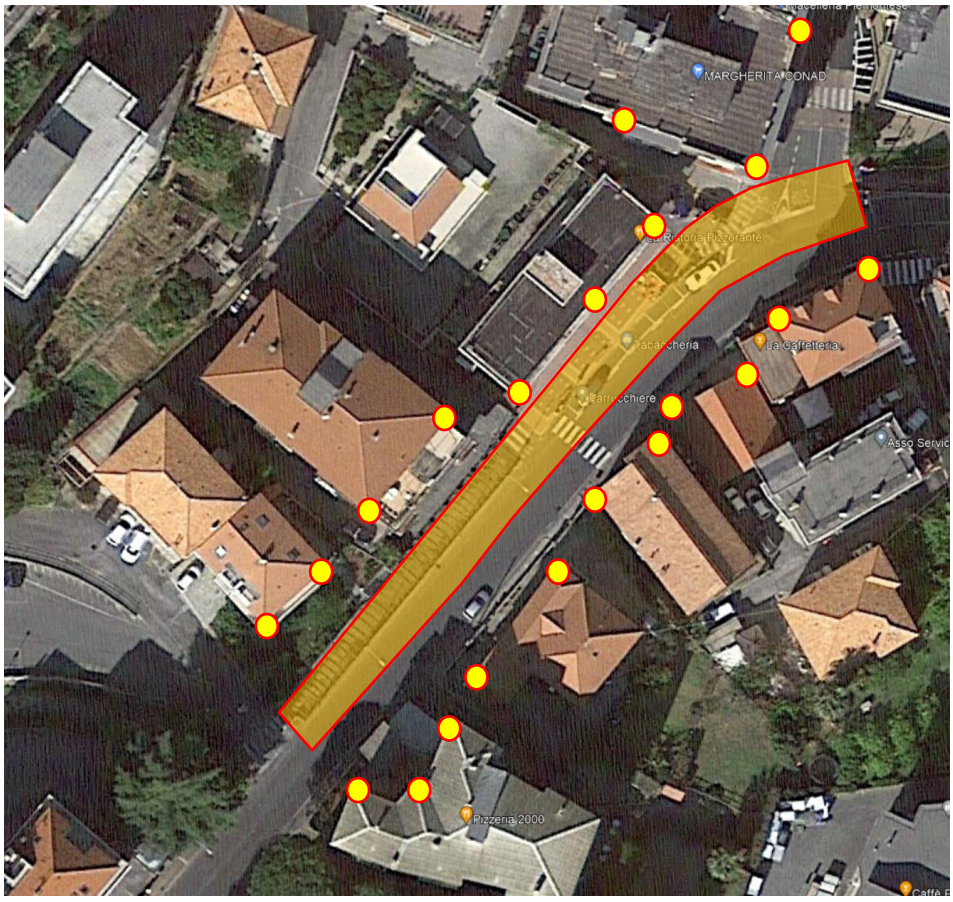


Figura 4.9 – Ubicazione qualitativa mire all'interno del cantiere – Fase 7.

Per il cantiere considerato, abbiamo:

- Mire previste in sponda sinistra:
  - 2 mire in corrispondenza dell'edificio 19;
  - 2 mire in corrispondenza dell'edificio 18;
  - 3 mire in corrispondenza dell'edificio 17;
  - 3 mire in corrispondenza dell'edificio 16;
- Mire previste in sponda destra
  - 3 mire in corrispondenza dell'edificio 15;
  - 2 mire in corrispondenza dell'edificio 14;

- 2 mire in corrispondenza dell'edificio 13;
- 2 mire in corrispondenza dell'edificio 12;
- 2 mire in corrispondenza dell'edificio 11;

Fase 8

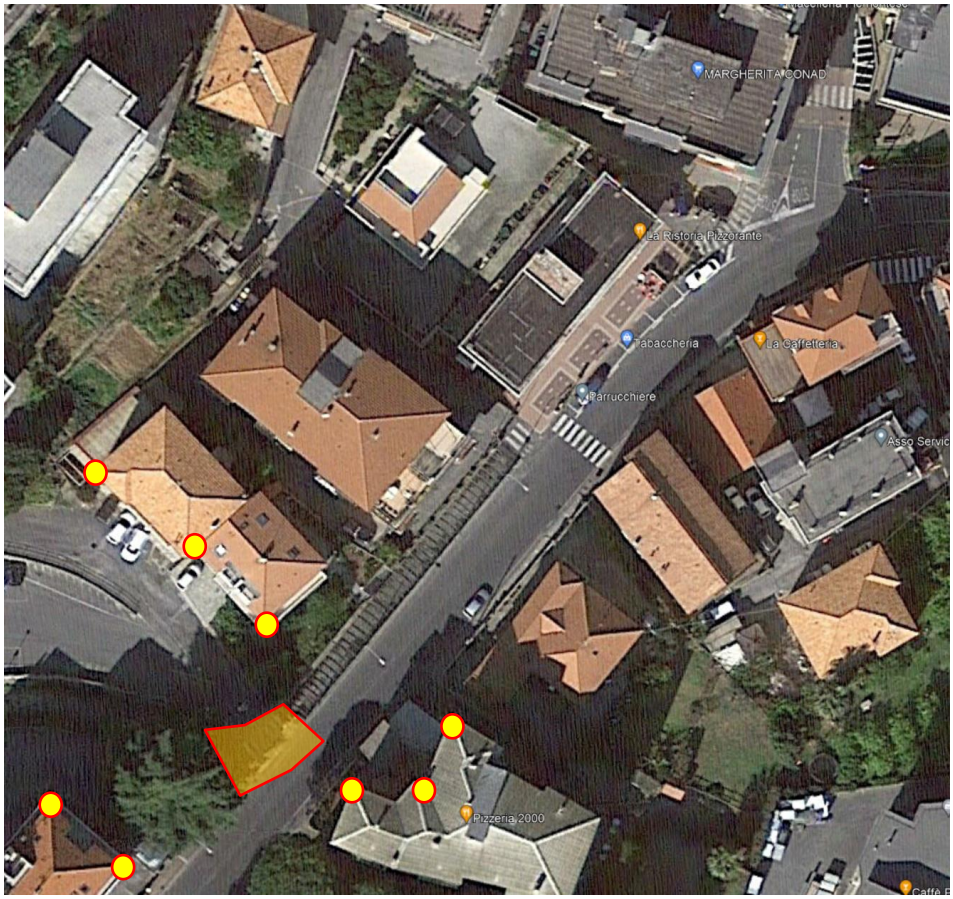


Figura 4.10 – Ubicazione qualitativa mire all'interno del cantiere – Fase 8.

Per il cantiere considerato, abbiamo:

- Mire previste in sponda sinistra:
  - 3 mire in corrispondenza dell'edificio 19;
- Mire previste in sponda destra
  - 3 mire in corrispondenza dell'edificio 20;
  - 3 mire in corrispondenza dell'edificio 15;

Fase 9

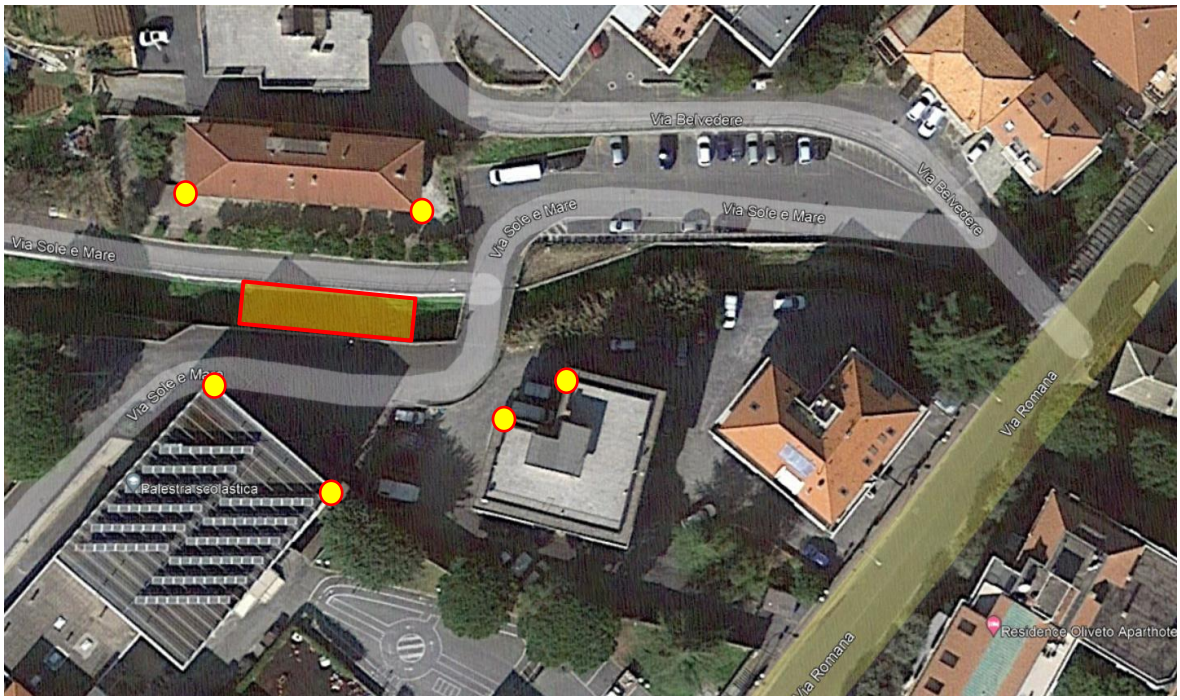


Figura 4.11 – Ubicazione qualitativa mire all'interno del cantiere – Fase 9.

Per il cantiere considerato, abbiamo:

- Mire previste in sponda sinistra:
  - 2 mire in corrispondenza dell'edificio 23;
- Mire previste in sponda destra
  - 2 mire in corrispondenza dell'edificio 22;
  - 2 mire in corrispondenza dell'edificio 21;

Oltre a quanto previsto, sarà necessario considerare almeno 3 mire posizionate in punti di riferimento ritenuti fissi. Per ciascuna fase di cantiere prevista il numero totale di mire è pari a:

- Fase 1: 0;
- Fase 2: 6;
- Fase 3: 14;
- Fase 4: 6
- Fase 5°: 6;
- Fase 5b: 6;
- Fase 6: 5;
- Fase 7: 13;

- Fase 8: 21;
- Fase 9: 12.

All'interno del tratti considerato, saranno previste almeno 2 stazioni di misura, per consentire la collimazione di tutti i target nel qual caso non fossero visibili da una sola stazione.

5 SISTEMA DI MONITORAGGIO STATICO/STRUTTURALE

Il monitoraggio statico strutturale viene realizzato mediante l'installazione di sistemi di clinometri da parete posizionati in corrispondenza dei punti ritenuti sensibili.
Tali tipo di strumentazione può essere predisposta in corrispondenza dei piani alti degli edifici, dei muri d'argine, ubicata altimetricamente in una posizione idonea, tale che risulti protetta dalle piene.
Per quanto riguarda tali misure, queste vengono realizzate mediante l'installazione di inclinometri wireless biassiali che garantiscono una precisione di 0.01°, dotati di datalogger indipendente, munito di ulteriore canale per la misura della temperatura ambientale.
Tale sistema è controllato da una centralina che gestisce i parametri di monitoraggio per ogni sensore (intervalli di acquisizione, soglie di allarme, diagnostica di funzionamento): tale centralina si collega via radio ad ogni datalogger a intervalli prestabiliti (tipicamente 1 ora) lo interroga; qualora nel datalogger vi siano dati nuovi essa acquisisce tali dati e li invia tramite internet ad un centro servizi remoto.
Di seguito si riportano le immagini illustrative, relative alle strumentazioni da utilizzare per il sistema di monitoraggio statico/strutturale.



Figura 5.1 – Clinometro.

Le indicazioni relative all'ubicazione dei clinometri da predisporre nei vari cantieri è riportata nei paragrafi seguenti.

5.1 INDICAZIONE DELL'UBICAZIONE DEI CLINOMETRI ALL'INTERNO DEL CANTIERE

Nell'ambito di tale cantiere, l'ubicazione qualitativa dei clinometri da predisporre per il monitoraggio degli edifici è indicata nella figura riportata di seguito.

Fase 2 (per la fase 1 non sono previste mire)

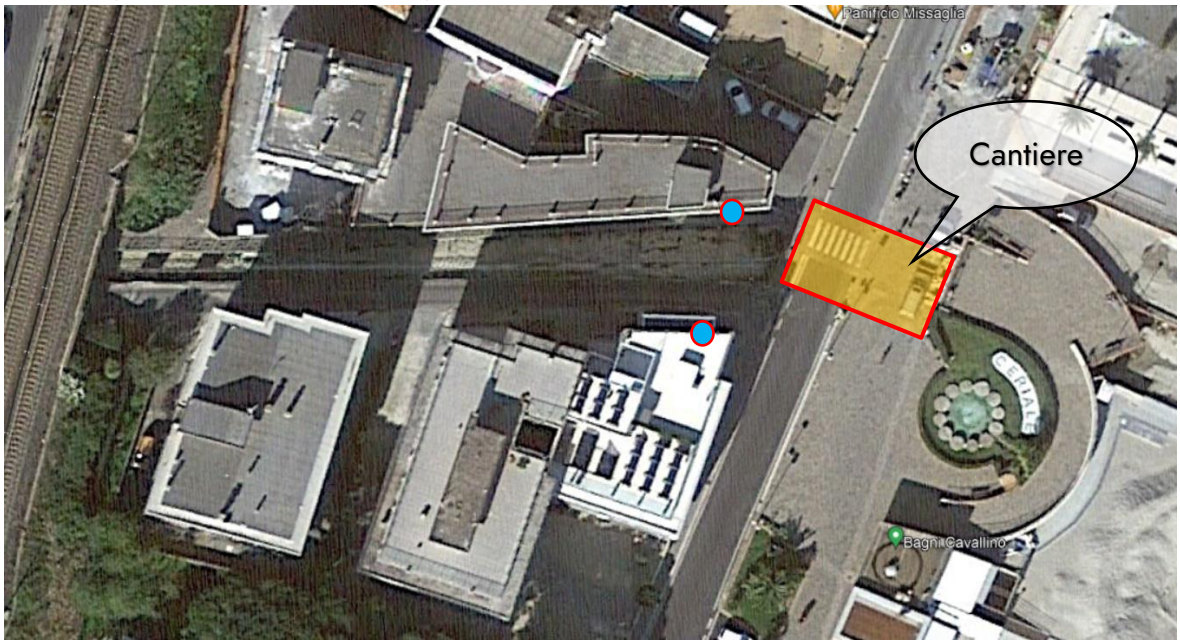


Figura 5.2 – Ubicazione qualitativa mire all'interno del cantiere – Fase 2.

Per il cantiere considerato, abbiamo:

- Clinometri previsti in sponda sinistra:
  - 1 clinometri in corrispondenza dell'edificio 4;
- Clinometri previsti in sponda destra
  - 1 clinometri in corrispondenza dell'edificio 1;

Fase 3

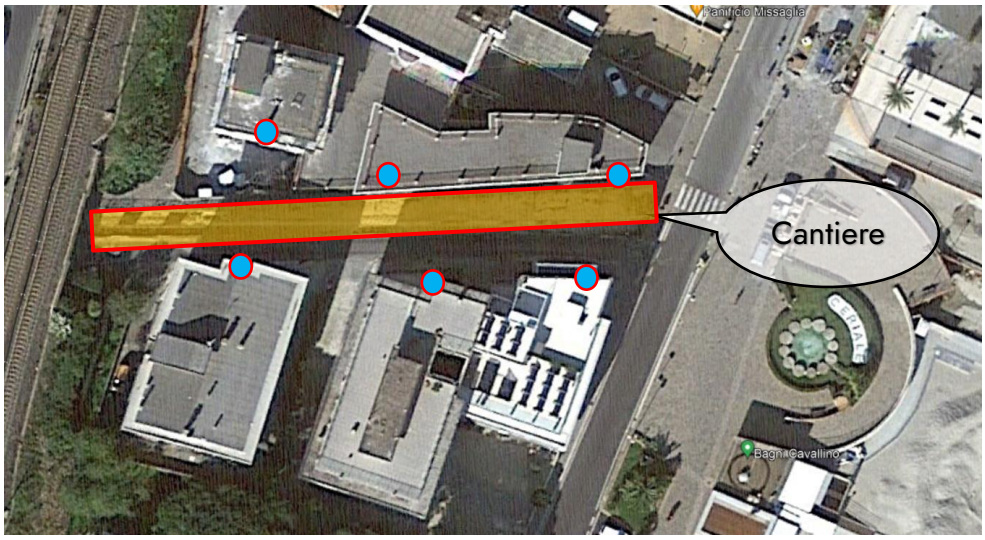


Figura 5.3 – Ubicazione qualitativa mire all'interno del cantiere – Fase 3.

Per il cantiere considerato, abbiamo:

- Clinometri previsti in sponda sinistra:
  - 2 clinometri in corrispondenza dell'edificio 4;
  - 1 clinometri in corrispondenza dell'edificio 5;
- Clinometri previsti in sponda destra
  - 1 clinometri in corrispondenza dell'edificio 1;
  - 1 clinometri in corrispondenza dell'edificio 2;
  - 1 clinometri in corrispondenza dell'edificio 3;

Fase 4

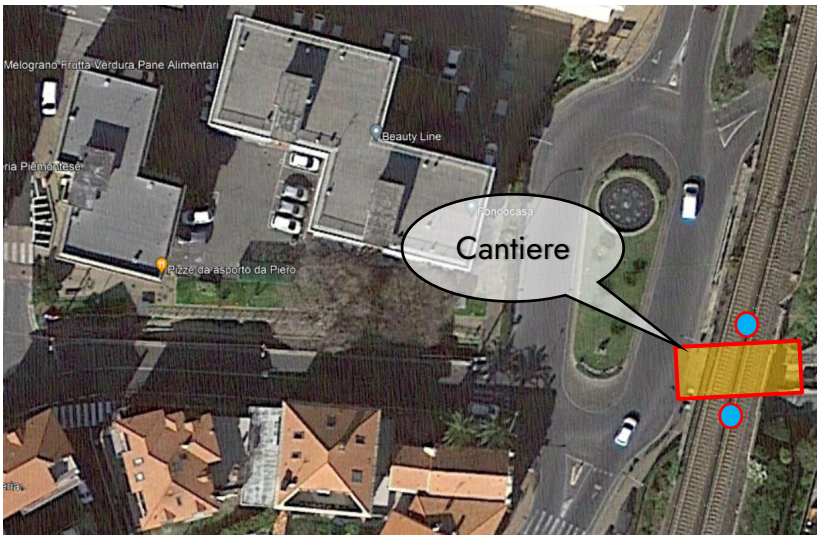


Figura 5.4 – Ubicazione qualitativa mire all'interno del cantiere – Fase 3.

Per il cantiere considerato, abbiamo:

- Clinometri previsti:
    - 1 clinometri sulla spalla sinistra;
    - 1 clinometri spalla destra.

Fase 5a



Figura 5.5 – Ubicazione qualitativa mire all'interno del cantiere – Fase 5a.

Per il cantiere considerato, abbiamo:

- Clinometri previsti:
    - 1 clinometri sulla spalla sinistra;
    - 1 clinometri spalla destra.

Fase 5b



Figura 5.6 – Ubicazione qualitativa mire all'interno del cantiere – Fase 5b.

Per il cantiere considerato, abbiamo:

- Clinometri previsti in sponda sinistra:
  - 1 clinometri in corrispondenza dell'edificio 9;
- Clinometri previsti in sponda destra
  - 1 clinometri in corrispondenza dell'edificio 6;

Fase 6

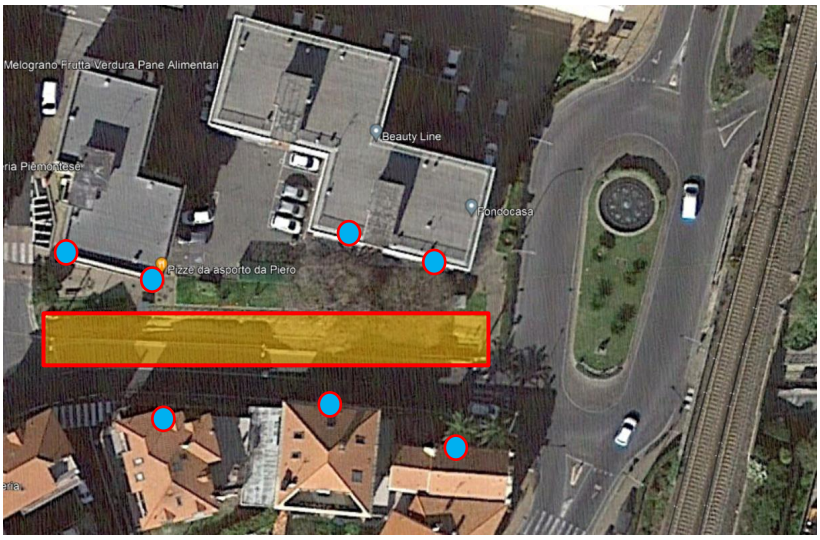


Figura 5.7 – Ubicazione qualitativa mire all'interno del cantiere – Fase 6.

Per il cantiere considerato, abbiamo:

- Clinometri previsti in sponda sinistra:
  - 2 clinometri in corrispondenza dell'edificio 9;
  - 2 clinometri in corrispondenza dell'edificio 10
- Clinometri previsti in sponda destra
  - 1 clinometri in corrispondenza dell'edificio 6;
  - 1 clinometri in corrispondenza dell'edificio 7;
  - 1 clinometri in corrispondenza dell'edificio 8;

Fase 7

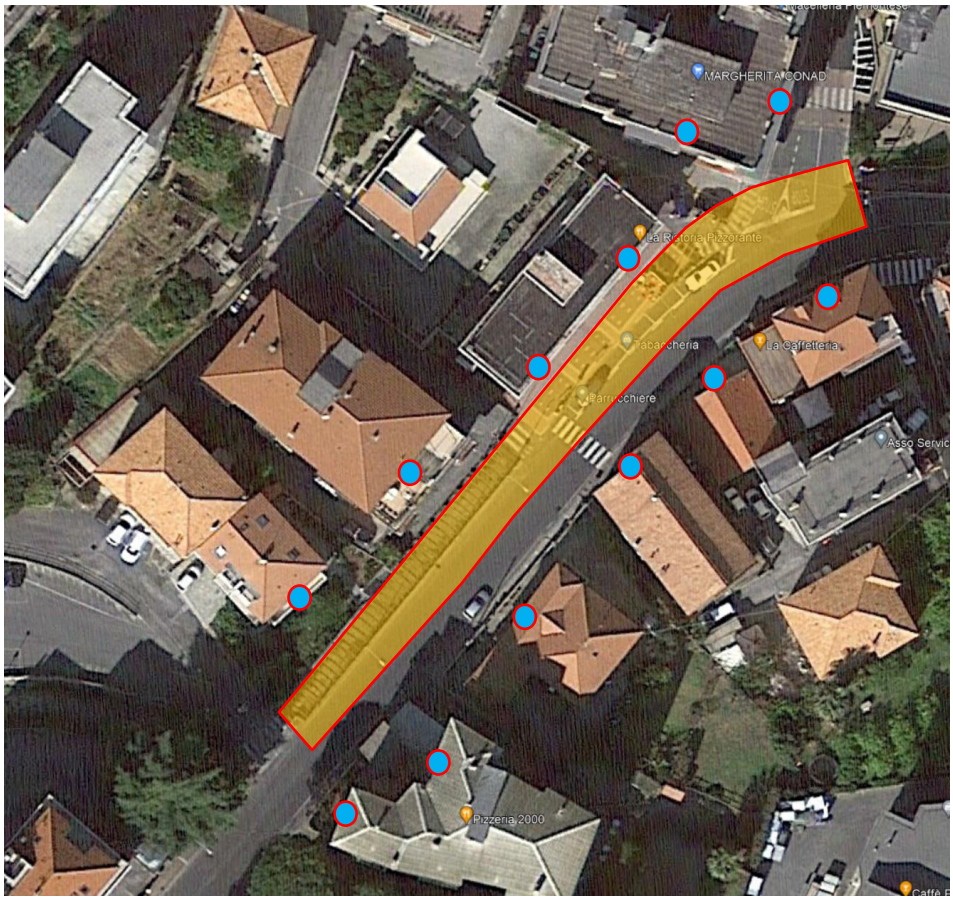


Figura 5.8 – Ubicazione qualitativa mire all'interno del cantiere – Fase 7.

Per il cantiere considerato, abbiamo:

- Clinometri previsti in sponda sinistra:
  - 1 clinometri in corrispondenza dell'edificio 19;
  - 1 clinometri in corrispondenza dell'edificio 18;
  - 2 clinometri in corrispondenza dell'edificio 17;
  - 2 clinometri in corrispondenza dell'edificio 16;
- Clinometri previsti in sponda destra
  - 2 clinometri in corrispondenza dell'edificio 15;
  - 1 clinometri in corrispondenza dell'edificio 14;
  - 1 clinometri in corrispondenza dell'edificio 13;
  - 1 clinometri in corrispondenza dell'edificio 12;
  - 1 clinometri in corrispondenza dell'edificio 11;

Fase 8



Figura 5.9 – Ubicazione qualitativa mire all'interno del cantiere – Fase 8.

Per il cantiere considerato, abbiamo:

- Clinometri previsti in sponda sinistra:
  - 1 clinometri in corrispondenza dell'edificio 19;
- Clinometri previsti in sponda destra
  - 1 clinometri in corrispondenza dell'edificio 20;
  - 1 clinometri in corrispondenza dell'edificio 15;

Fase 9

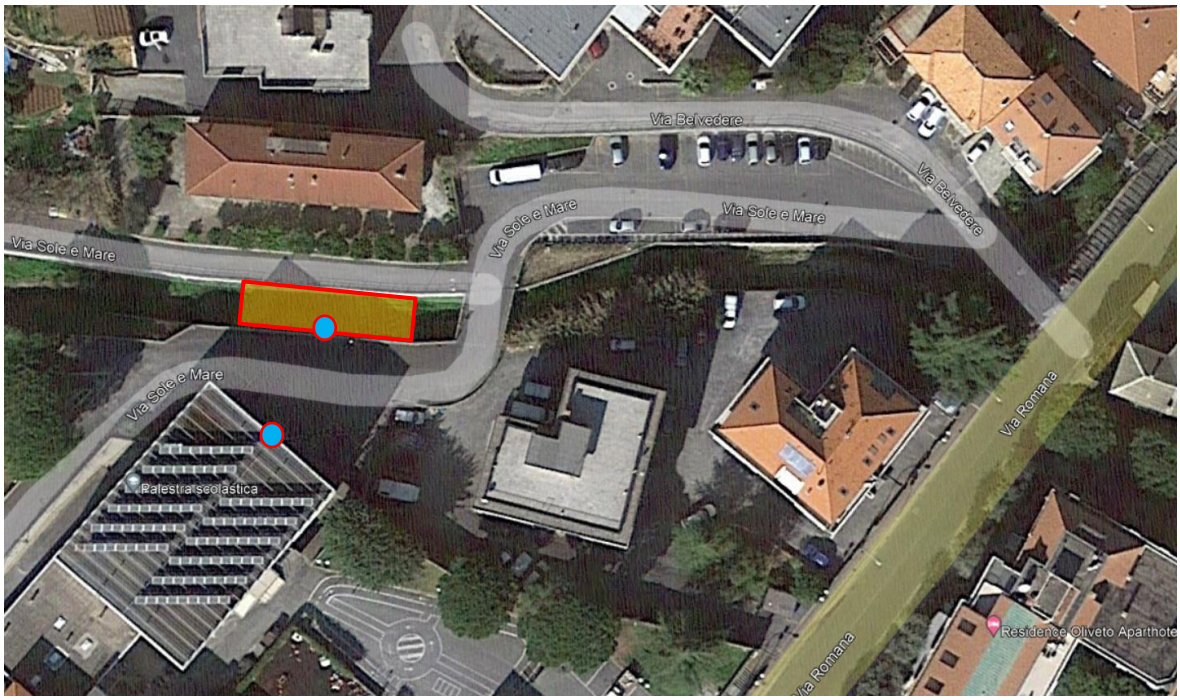


Figura 5.10 – Ubicazione qualitativa mire all'interno del cantiere – Fase 9.

Per il cantiere considerato, abbiamo:

- Clinometri previsti in sponda sinistra:
  - 1 clinometri in corrispondenza dell'edificio 23;
- Clinometri previsti in sponda destra
  - 1 clinometri in corrispondenza dell'edificio 22;

Per ciascuna fase di cantiere prevista, il numero totale di clinometri è pari a:

- Fase 1: 0;
- Fase 2: 2;
- Fase 3: 6;
- Fase 4: 2
- Fase 5°: 2;
- Fase 5b: 2;
- Fase 6: 7;
- Fase 7: 12;
- Fase 8: 3;
- Fase 9: 2.

6 SISTEMA DI MONITORAGGIO DINAMICO

Per quanto riguarda il monitoraggio dinamico, questo viene realizzato mediante l'installazione di centraline vibrometriche con geofono triassiale, in punti ritenuti sensibili, ossia in corrispondenza degli edifici e dei muri arginali interessati dalle vibrazioni indotte dalle operazioni di perforazione per la realizzazione dei micropali.

La disposizione della strumentazione sarà prevista in corrispondenza del livello strada, in una posizione idonea, tale che, detti sensori risultino protetti da eventuali piene del torrente.

Tali dispositivi si basano sul funzionamento a superamento di trigger; vista la notevole mole di dati che caratterizza un monitoraggio dinamico, la centralina è progettata per rimanere in standby qualora i livelli di vibrazione non superino il trigger impostato e registrare per alcuni secondi qualora tale livello venga superato. Il livello da imporre può essere dettato dalla norma UNI 9916—2014 "Effetti delle vibrazioni sugli edifici", che prevede come soglia minima per edifici ritenuti "sensibili", una velocità di 3 mm/s: in base a tali considerazioni, si ritiene equo fissare il trigger dei geofoni a tale velocità. In questo modo le vibrazioni che superano tale valore vengono registrate su file dalla centralina. Tali centraline sono dotate di modem GSM per il collegamento e lo scarico dati da remoto.

Di seguito si riportano le immagini illustrative, relative alla strumentazione da utilizzare per il sistema di monitoraggio statico/strutturale.



Figura 6.1 – Vibrometro.

Le indicazioni relative all'ubicazione dei vibrometri da predisporre nei vari cantieri è riportata nei paragrafi seguenti.

6.1 INDICAZIONE DELL'UBICAZIONE DEI VIBROMETRI ALL'INTERNO DEL CANTIERE

Nell'ambito di tale cantiere, l'ubicazione qualitativa delle centraline vibrometriche da predisporre per il monitoraggio degli edifici è indicata nella figura riportata di seguito.

Fase 2 (per la fase 1 non sono previste mire)

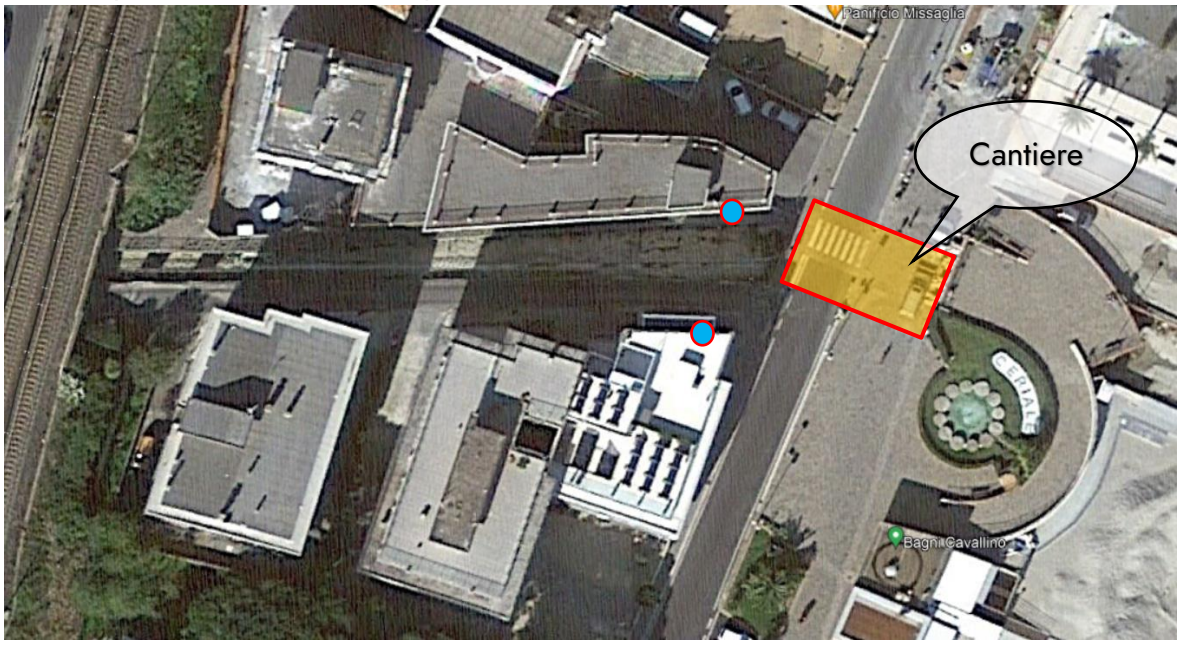


Figura 6.2 – Ubicazione qualitativa mire all'interno del cantiere – Fase 2.

Per il cantiere considerato, abbiamo:

- Vibrometri previsti in sponda sinistra:
  - 1 vibrometri in corrispondenza dell'edificio 4;
- Vibrometri previsti in sponda destra
  - 1 vibrometri in corrispondenza dell'edificio 1;

Fase 3

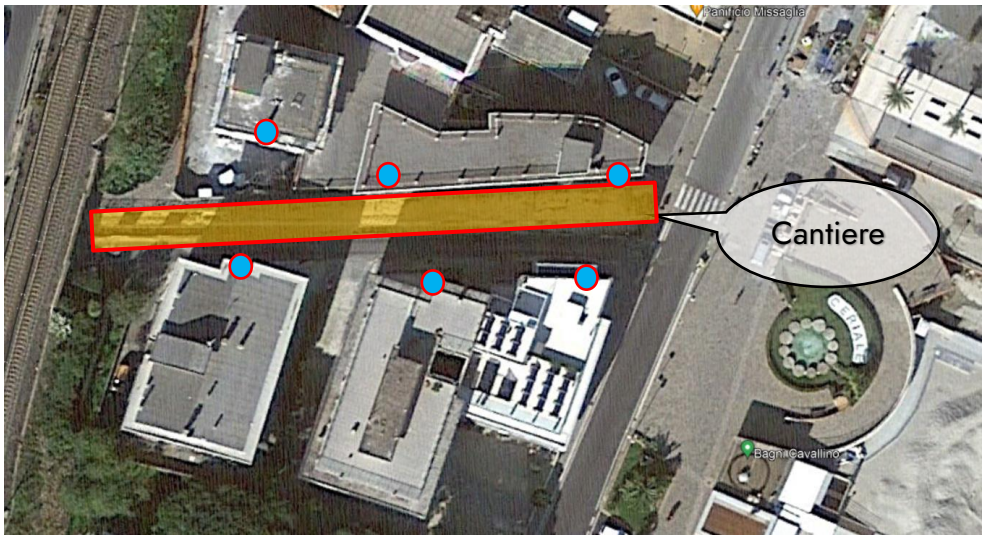


Figura 6.3 – Ubicazione qualitativa mire all'interno del cantiere – Fase 3.

Per il cantiere considerato, abbiamo:

- Vibrometri previsti in sponda sinistra:
  - 2 vibrometri in corrispondenza dell'edificio 4;
  - 1 vibrometri in corrispondenza dell'edificio 5;
- Vibrometri previsti in sponda destra
  - 1 vibrometri in corrispondenza dell'edificio 1;
  - 1 vibrometri in corrispondenza dell'edificio 2;
  - 1 vibrometri in corrispondenza dell'edificio 3;

Fase 4



Figura 6.4 – Ubicazione qualitativa mire all'interno del cantiere – Fase 3.

Per il cantiere considerato, abbiamo:

- Vibrometri previsti:
    - 1 vibrometri sulla spalla sinistra;
    - 1 vibrometri spalla destra.

Fase 5a



Figura 6.5 – Ubicazione qualitativa mire all'interno del cantiere – Fase 5a.

Per il cantiere considerato, abbiamo:

- Vibrometri previsti:
    - 1 vibrometri sulla spalla sinistra;
    - 1 vibrometri spalla destra.

Fase 6



Figura 6.6 – Ubicazione qualitativa mire all'interno del cantiere – Fase 6.

Per il cantiere considerato, abbiamo:

- Vibrometri previsti in sponda sinistra:
  - 2 vibrometri in corrispondenza dell'edificio 9;
  - 2 vibrometri in corrispondenza dell'edificio 10
- Vibrometri previsti in sponda destra
  - 1 vibrometri in corrispondenza dell'edificio 6;
  - 1 vibrometri in corrispondenza dell'edificio 7;
  - 1 vibrometri in corrispondenza dell'edificio 8;

Fase 7

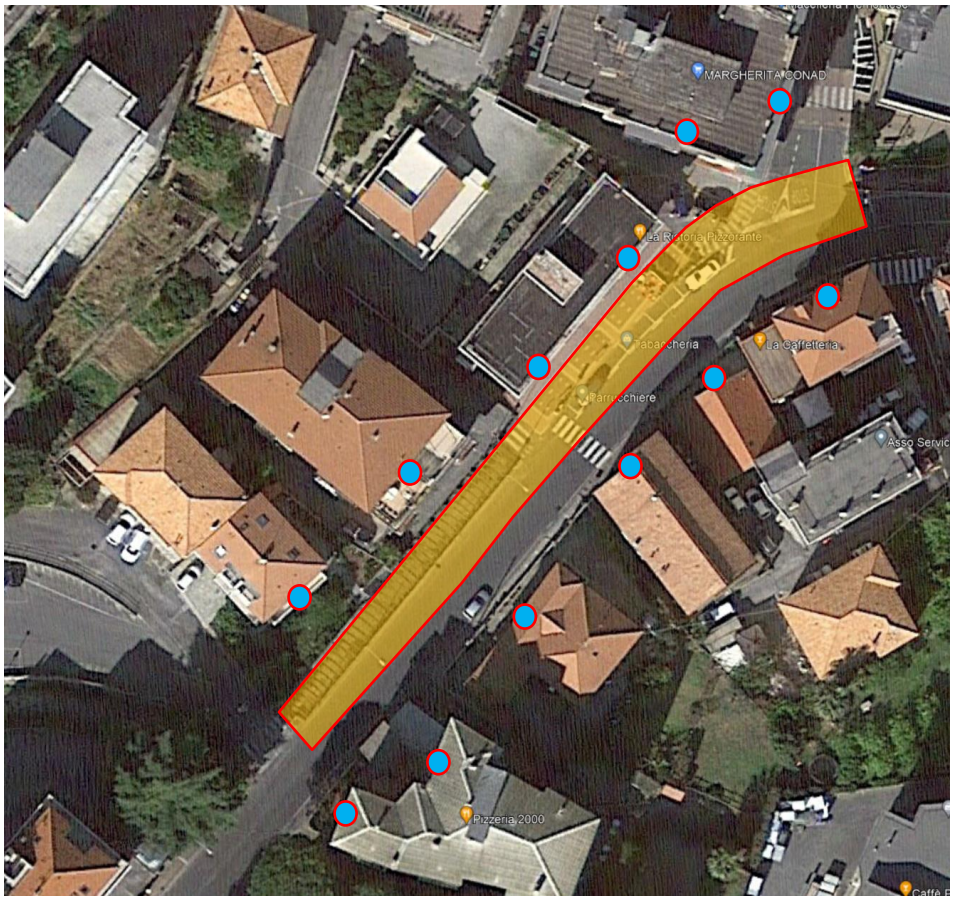


Figura 6.7 – Ubicazione qualitativa mire all'interno del cantiere – Fase 7.

Per il cantiere considerato, abbiamo:

- Vibrometri previsti in sponda sinistra:
  - 1 vibrometri in corrispondenza dell'edificio 19;
  - 1 vibrometri in corrispondenza dell'edificio 18;
  - 2 vibrometri in corrispondenza dell'edificio 17;
  - 2 vibrometri in corrispondenza dell'edificio 16;

- Vibrometri previsti in sponda destra
    - 2 vibrometri in corrispondenza dell'edificio 15;
    - 1 vibrometri in corrispondenza dell'edificio 14;
    - 1 vibrometri in corrispondenza dell'edificio 13;
    - 1 vibrometri in corrispondenza dell'edificio 12;
    - 1 vibrometri in corrispondenza dell'edificio 11;

Fase 8



Figura 6.8 – Ubicazione qualitativa mire all'interno del cantiere – Fase 8.

Per il cantiere considerato, abbiamo:

- Vibrometri previsti in sponda sinistra:
  - 1 vibrometri in corrispondenza dell'edificio 19;
- Vibrometri previsti in sponda destra
  - 1 vibrometri in corrispondenza dell'edificio 20;
  - 1 vibrometri in corrispondenza dell'edificio 15;

Fase 9

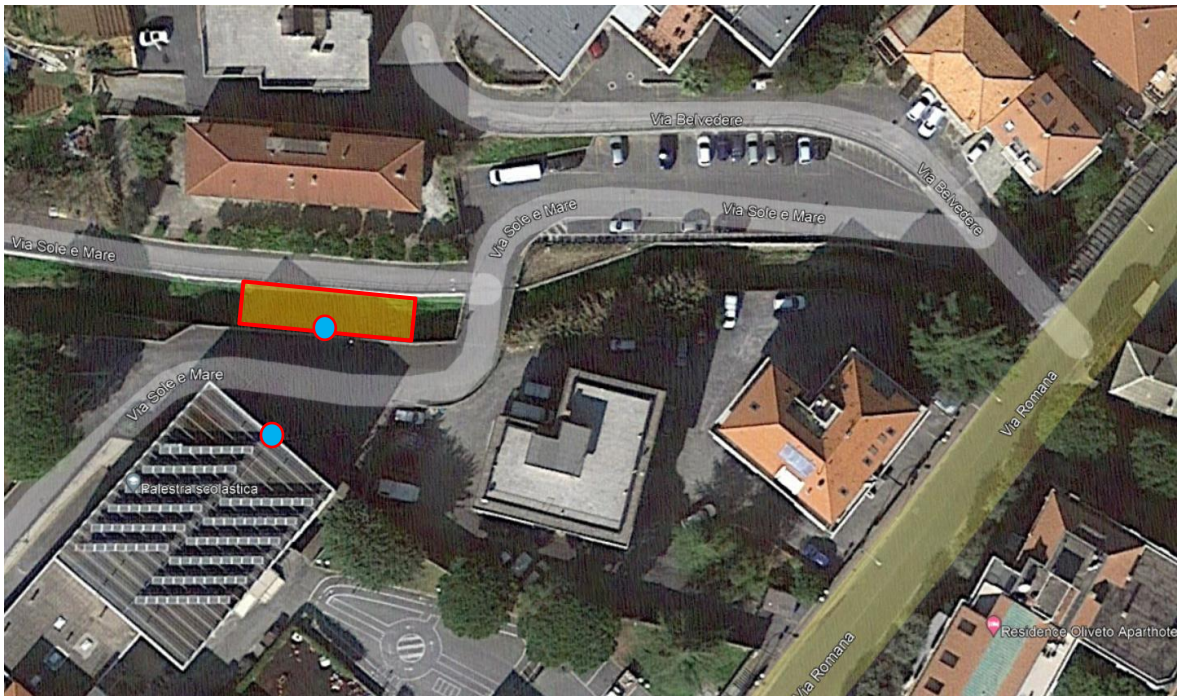


Figura 6.9 – Ubicazione qualitativa mire all'interno del cantiere – Fase 9.

Per il cantiere considerato, abbiamo:

- Vibrometri previsti in sponda sinistra:
  - 1 vibrometri in corrispondenza dell'edificio 23;
- Vibrometri previsti in sponda destra
  - 1 vibrometri in corrispondenza dell'edificio 22;

Per ciascuna fase di cantiere prevista, il numero totale di vibrometri è pari a:

- Fase 1: 0;
- Fase 2: 2;
- Fase 3: 6;
- Fase 4: 2
- Fase 5°: 2;
- Fase 5b: 2;
- Fase 6: 7;
- Fase 7: 12;
- Fase 8: 3;
- Fase 9: 2.

7 SISTEMA DI MONITORAGGIO IDROGEOLOGICO

Il monitoraggio idrogeologico risulterà necessario per la misurazione delle escursioni dei livelli della falda ed eventualmente per il prelievo di campioni di acqua da sottoporre ad analisi chimiche per le analisi ambientali.

Di seguito si riporta un'immagine illustrativa, relativa alla strumentazione da utilizzare per il sistema di monitoraggio idrogeologico.

Indipendentemente da eventuali accordi l'impresa dovrà predisporre un piezometro all'interno di un foro spinto ad una profondità di 10m dal piano di campagna.



Figura 7.1 – Piezometro.

Per il monitoraggio della falda, dovranno essere predisposti almeno 3 piezometri lungo tutto lo sviluppo dell'intervento all'interno dei quali verranno prelevati, almeno una volta al mese, campioni d'acqua per essere analizzati in modo da verificare eventuali cambiamenti e/o anomalie nella composizione chimica.