1.1.1.1.1

COMUNE DI GENOVA

Committente:
Comune di Genova

Livello di Progetto:
Esecutivo

Titolo:

OPERE DI ADEGUAMENTO IDRAULICO DEL TORRENTE CHIARAVAGNA – ULTIMO LOTTO

Oggetto:

RELAZIONE ILLUSTRATIVA SUL PIANO DI MONITORAGGIO DEGLI EDIFICI ESISTENTI

Codice Progetto:
P075-18

Nome File:
P075-18-E-RE-STR-003-A.DOCX

Firme:





Rev.	Modifiche/Revisioni	Redatto	Data	Contr./Appr.	Data
A	Prima emissione	RS	31/05/19	RV	31/05/19

ITEC engineering S.r.l.
19038 SARZANA (SP)
Via Variante Aurelia, 98
TEL. +39 0187 610532
info@itec-engineering.it

16129 GENOVA
Via Antonio Cecchi 7/9-10
TEL. +39 010 5959690
www.itec-engineering.it

ASSOCIATO oice CONFINDUSTRIA

efca FIDIC

ACCREDIA

apave Certification
ISO 9001
N° SC 10-2588/IAF 34

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

INDICE

1 PREMESSA 2

1.1 AMBITO DELLE ANALISI 2
1.2 REGISTRAZIONE DEI DATI DI MISURA 3
1.3 OPERAZIONI CONSEGUENTI 3

2 RILIEVO DELLO STATO DI CONSISTENZA DEI FABBRICATI LIMITROFI ALLA ZONA DELLE LAVORAZIONI 4

3 PIANO DI MONITORAGGIO 4

3.1 RESPONSABILE DEL MONITORAGGIO 5
3.2 SISTEMI DI MONITORAGGIO 6

4 SISTEMA DI MONTORAGGIO TOPOGRAFICO 6

4.1 CANTIERE A 8
4.2 CANTIERE B 9
4.3 CANTIERE C 10
4.4 CANTIERE D 11

5 SISTEMA DI MONITORAGGIO STATICO/STRUTTURALE 12

5.1 CANTIERE A 13
5.2 CANTIERE B 13
5.3 CANTIERE C 14
5.4 CANTIERE D 15

6 SISTEMA DI MONITORAGGIO DINAMICO 16

6.1 CANTIERE A 17
6.2 CANTIERE B 18
6.3 CANTIERE C 19
6.4 CANTIERE D 19

7 SISTEMA DI MONITORAGGIO IDROGEOLOGICO 20

2 PREMESSA

La presente relazione tecnica viene redatta nell'abito del progetto esecutivo inerente gli interventi *di adeguamento idraulico delle sezioni d'alveo del torrente Chiaravagna - ultimo lotto* da effettuarsi nel Comune di Genova.

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 dello scavo per l'adeguamento idraulico delle sezioni del torrente;
- Demolizione e rifacimento del nuovo muro d'argine in corrispondenza del civico n° 1 di Via Sestri;
- Esecuzione della platea di fondazione all'interno del fornice di levante ricavato al di sotto dell'edificio Leonardo, con taglio parziale delle travi di collegamento dei plinti di fondazione dei pilastri in alveo.

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.

2.1 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.

2.2 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.

2.3 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.

3 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.
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.

4 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 fase 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.

4.1 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.

4.2 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 quattro cantieri consecutivi, denominati procedendo da valle verso monte come segue:

- Cantiere A;
- Cantiere B;
- Cantiere C;
- Cantiere D.

I vari sistemi di monitoraggio elencati saranno descritti nei paragrafi successivi; per ogni sistema saranno fornite delle indicazioni sommarie circa l'ubicazione della strumentazione da predisporre nei vari cantieri considerati.

5 SISTEMA DI MONTORAGGIO TOPOGRAFICO

Il monitoraggio topografico fisso viene realizzato disponendo dei prismi a livello di copertura degli edifici, o comunque in posizione visibile, in corrispondenza dei punti ritenuti sensibili in conseguenza di 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. Le stazioni da cui effettuare le misure saranno costituite da una stazione totale, dotata di database per l'acquisizione delle misurazioni. 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 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 5.1 – Stazione totale per le misurazioni.



Figura 5.2 – Micromira da monitoraggio.

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

5.1 CANTIERE A

Il cantiere A e compreso tra il ponte stradale di Via Albareto, fino alla zona della confluenza tra il torrente Chiaravagna ed il Rio Ruscarolo, in corrispondenza del muro curvo che delimita a monte la confluenza tra i due corsi d'acqua, realizzato a ridosso dell'edificio ubicato al civico n° 20 di via Giotto.
Nell'ambito di tale cantiere, l'ubicazione qualitativa delle mire da predisporre è indicata in figura.

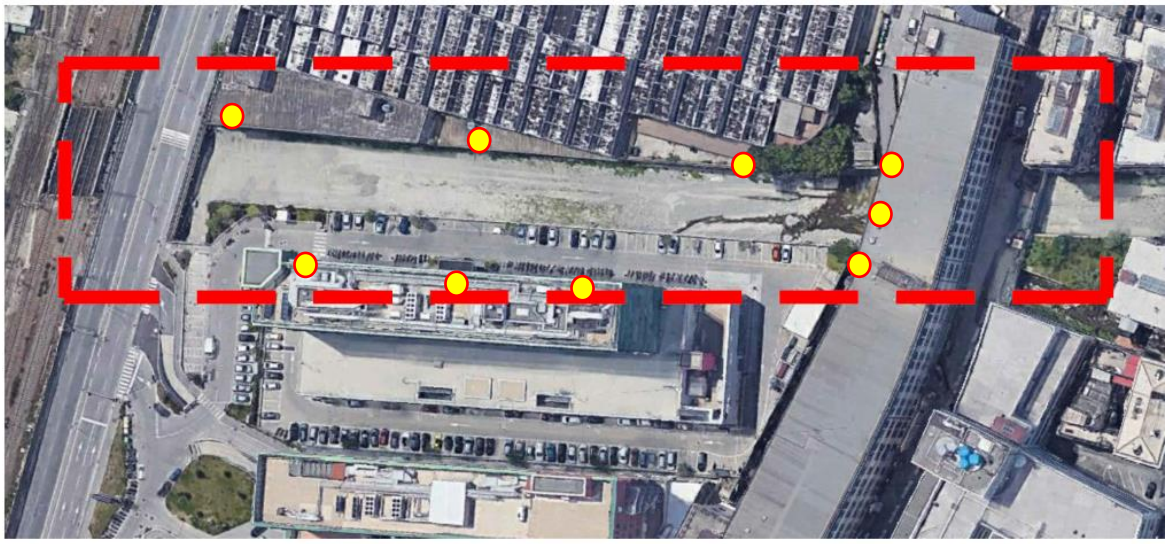


Figura 5.3 – Ubicazione qualitativa mire all'interno del cantiere A.

In particolare sono state previste:

- 3 mire in corrispondenza della facciata di valle dell'edificio Leonardo;
- 3 mire ubicate in sponda destra, installate sugli edifici ex Cognetex;
- 3 mire in corrispondenza della facciata dell'edifico ABB;
- Inoltre, sarà necessario prevedere almeno 3 mire posizionate in punti riferimento ritenuti fissi.
- All'interno di tale tratto sono state previste almeno 2 stazioni di misura.

5.2 CANTIERE B

Il cantiere B sarà ubicato in prosecuzione del cantiere A; risulta compreso tra la zona della confluenza tra il torrente Chiaravagna ed il Rio Ruscarolo, fino alla passerella pedonale di Via Leonardi.Nell'ambito di tale cantiere, l'ubicazione qualitativa delle mire da predisporre è indicata in figura.

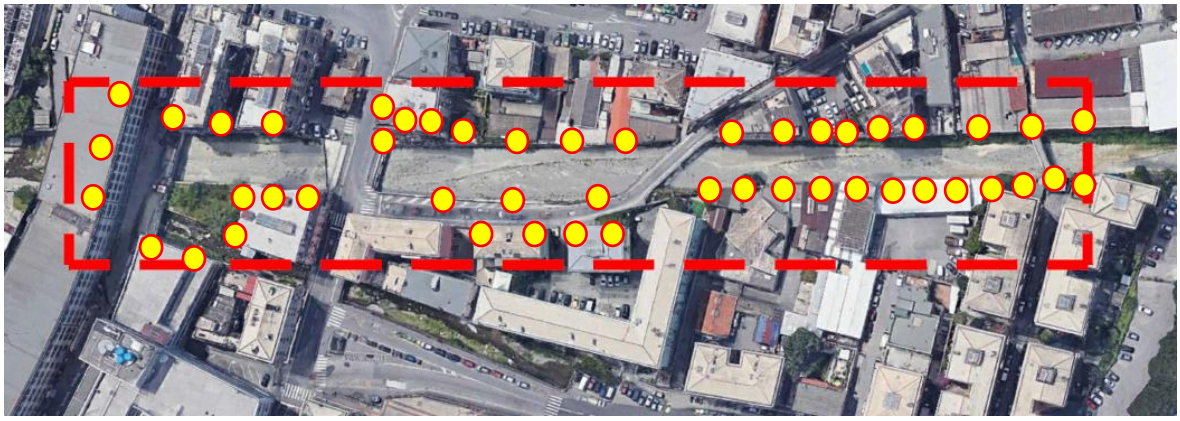


Figura 5.4 – Ubicazione qualitativa mire all'interno del cantiere B.

Tratto di cantiere compreso tra ed. Leonardo e Ponte di via Giotto:

- 3 mire in corrispondenza della facciata nord dell'edificio Leonardo;
- 3 mire ubicate in sponda destra, installate sull'edificio di via Hermada n° 24;
- 4 mire in corrispondenza dell'edificio di via Giotto n° 20;
- 2 mire in corrispondenza dell'edificio Bergese;
- Inoltre, sarà necessario prevedere nella zona della confluenza, almeno 3 mire posizionate in punti riferimento ritenuti fissi.
- All'interno di tale tratto sono state previste almeno 2 stazioni di misura.

Tratto di cantiere compreso tra Ponte di via Giotto e Ponte Obliquo:

- 5 mire in corrispondenza dell'edificio di via Sestri civico n° 1 in sponda destra;
- 3 mire in corrispondenza della sponda destra, a monte del civico n° 1 di via Sestri;
- 3 mire in corrispondenza della sponda sinistra, a del ponte obliquo;
- 4 mire in corrispondenza dei due edifici in sponda sinistra, lungo via Chiaravagna;
- All'interno di tale tratto sono state previste almeno 2 stazioni di misura.

Tratto di cantiere compreso tra Ponte Obliquo e passerella Pedonale di Via Leonardi:

- 2 mire in corrispondenza dell'edificio di via Chiaravagna (civico n° 19-17) in sponda destra;
- 2 mire in corrispondenza del parcheggio in sponda destra, a monte del civico n° 19-17 di via Chiaravagna;
- 2 mire in corrispondenza dell'edificio di via Chiaravagna (civico n° 21-25) in sponda destra;
- 3 mire in corrispondenza degli edifici industriali a monte dell'ed di via Chiaravagna (civico n° 21-25) in sponda destra;
- 12 mire distribuite in sponda sinistra;
- Inoltre, sarà necessario in tale zona, almeno 4 mire posizionate in punti riferimento ritenuti fissi.
- All'interno di tale tratto sono state previste almeno 2 stazioni di misura.

5.3 CANTIERE C

Il cantiere C sarà ubicato in prosecuzione del cantiere B; risulta compreso tra la passerella pedonale di Via Leonardi, ed il ponte stradale di via Bissone, come di seguito riportato, l'ubicazione qualitativa delle mire da predisporre è indicata in figura.

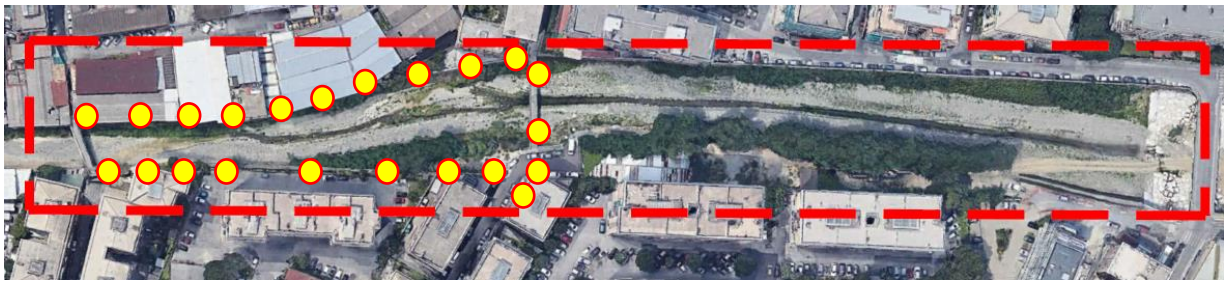


Figura 5.5 – Ubicazione qualitativa mire all'interno del cantiere C.

Tratto di cantiere compreso tra Passerella Pedonale di via Leonardi e passerella pedonale di Via VIII Società case:

- 10 mire distribuite in sponda destra;
- 3 mire ubicate in sponda sinistra installate sull'edificio a monte passerella pedonale di via Leonardi;
- 3 mire in corrispondenza del muro d'argine in sponda sinistra;
- 2 mire sull'edificio in sponda sinistra nei pressi della passerella di Via VIII Società case;
- 2 mire sull'edificio in sponda sinistra di fronte alla passerella di Via VIII Società case;
- 2 mire sulla passerella pedonale di Via VIII Società case;
- Inoltre, sarà necessario prevedere nella zona della confluenza, almeno 3 mire posizionate in punti riferimento ritenuti fissi.
- All'interno di tale tratto sono state previste almeno 2 stazioni di misura.

5.4 CANTIERE D

Il cantiere D sarà ubicato in prosecuzione del cantiere C; il suo sviluppo e circa 70 m verso nord, partendo da valle del viadotto autostradale, l'ubicazione qualitativa delle mire da predisporre è indicata in figura.

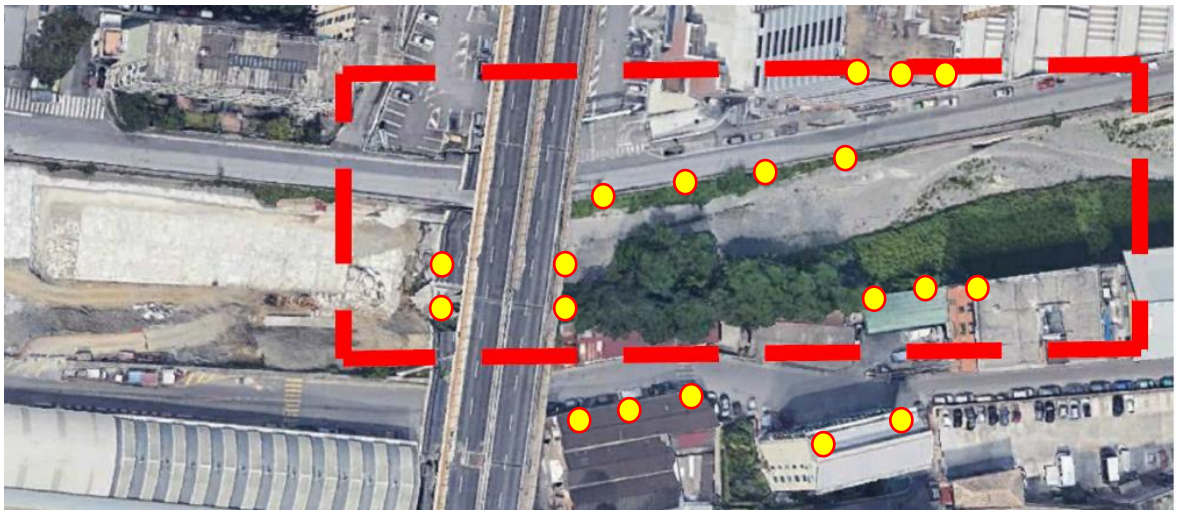


Figura 5.6 – Ubicazione qualitativa mire all'interno del cantiere D.

- 3 mire sulla facciata dell'edificio PAM in sponda destra;
- 4 mire distribuite sul muro d'argine in sponda destra;
- 2 mire sulla pila autostradale (tratto di valle);
- 2 mire sulla pila autostradale (tratto di monte);
- 5 mire sugli edifici in sponda sinistra lungo via Gaggero;
- 3 mire in corrispondenza dell'edificio all'inizio dell'intervento in sponda sisnstra;
- Inoltre, sarà necessario prevedere nella zona della confluenza, almeno 3 mire posizionate in punti riferimento ritenuti fissi.
- All'interno di tale tratto sono state previste almeno 3 stazioni di misura.

L'indicazione dell'ubicazione delle mire previste è qualitativa, l'esatta collocazione delle stesse sarà stabilita nel piano di monitoraggio redatto dall'impresa aggiudicataria dei lavori, prima dell'inizio delle lavorazioni.

6 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 6.1 – Clinometro.

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

6.1 CANTIERE A

Il cantiere A e compreso tra il ponte stradale di Via Albareto, fino alla zona della confluenza tra il torrente Chiaravagna ed il Rio Ruscarolo, in corrispondenza del muro curvo che delimita a monte la confluenza tra i due corsi d'acqua, realizzato a ridosso dell'edificio ubicato al civico n° 20 di via Giotto.
Nell'ambito di tale cantiere, l'ubicazione qualitativa dei clinometri da predisporre è indicata in figura.



Figura 6.2 – Ubicazione qualitativa clinometri all'interno del cantiere A.

In particolare sono state previste:

- 1 inclinometro in corrispondenza dell'edificio Leonardo;
- 1 inclinometro in corrispondenza dell'edificio ABB;

6.2 CANTIERE B

Il cantiere B sarà ubicato in prosecuzione del cantiere A; risulta compreso tra la zona della confluenza tra il torrente Chiaravagna ed il Rio Ruscarolo, fino alla passerella pedonale di Via Leonardi. Nell'ambito di tale cantiere, l'ubicazione qualitativa dei clinometri da predisporre è indicata in figura.

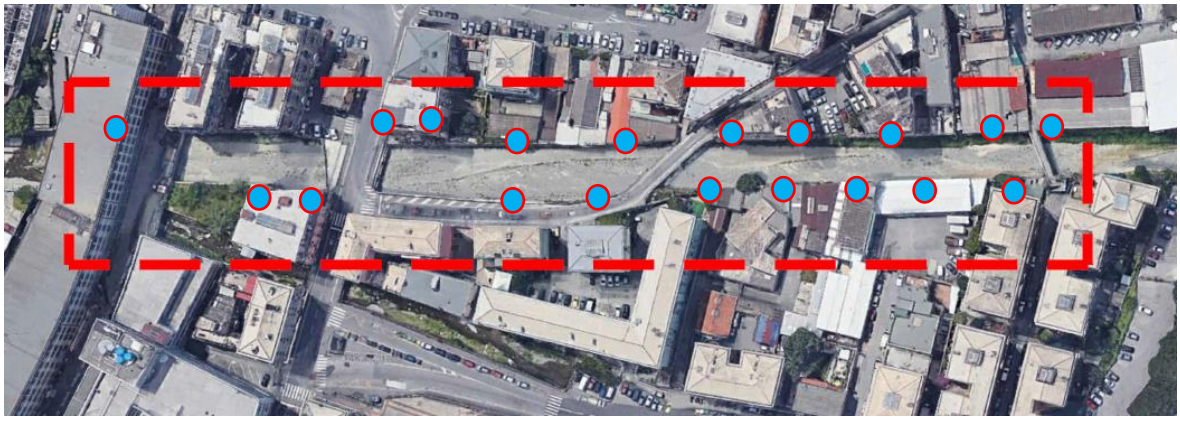


Figura 6.3 – Ubicazione qualitativa clinometri all'interno del cantiere B.

Tratto di cantiere compreso tra ed. Leonardo e Ponte di via Giotto:

- 1 inclinometro in corrispondenza dell'edificio Leonardo;
- 2 inclinometri, installati sull'edificio di Via Giotto n° 20;

Tratto di cantiere compreso tra Ponte di via Giotto e Ponte Obliquo:

- 2 inclinometri in corrispondenza dell'edificio di via Sestri civico n° 1 in sponda destra;
- 2 inclinometri in corrispondenza della sponda destra, a monte del civico n° 1 di via Sestri;
- 2 inclinometri in corrispondenza della sponda sinistra, a valle del ponte obliquo;

Tratto di cantiere compreso tra Ponte Obliquo e passerella Pedonale di Via Leonardi:

- 5 inclinometri distribuiti in sponda destra;
- 5 inclinometri distribuiti in sponda sinistra.

6.3 CANTIERE C

Il cantiere C sarà ubicato in prosecuzione del cantiere B; risulta compreso tra la passerella pedonale di Via Leonardi, ed il ponte stradale di via Bissone, come di seguito riportato, l'ubicazione qualitativa dei clinometri da predisporre è indicata in figura.

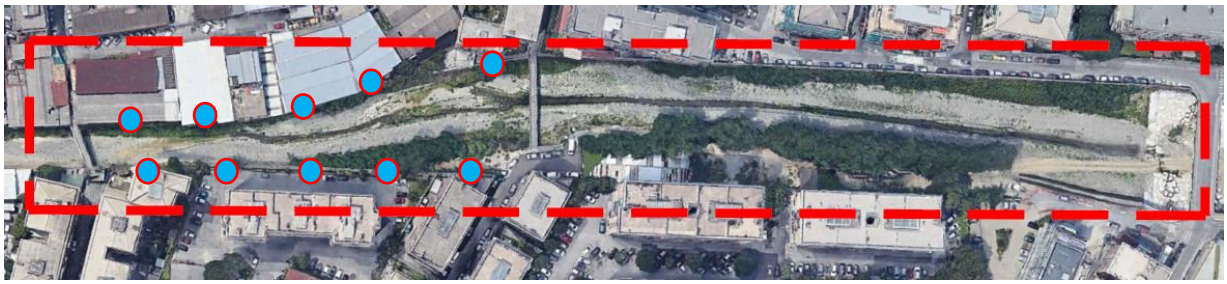


Figura 6.4 – Ubicazione qualitativa clinometri all'interno del cantiere C.

Tratto di cantiere compreso tra Passerella Pedonale di via Leonardi e passerella pedonale di Via VIII Società case:

- 5 inclinometri distribuiti in sponda destra;
- 5 inclinometri distribuiti in sponda sinistra.

6.4 CANTIERE D

Il cantiere D sarà ubicato in prosecuzione del cantiere C; il suo sviluppo e circa 70 m verso nord, partendo da valle del viadotto autostradale, l'ubicazione qualitativa dei clinometri da predisporre è indicata in figura.

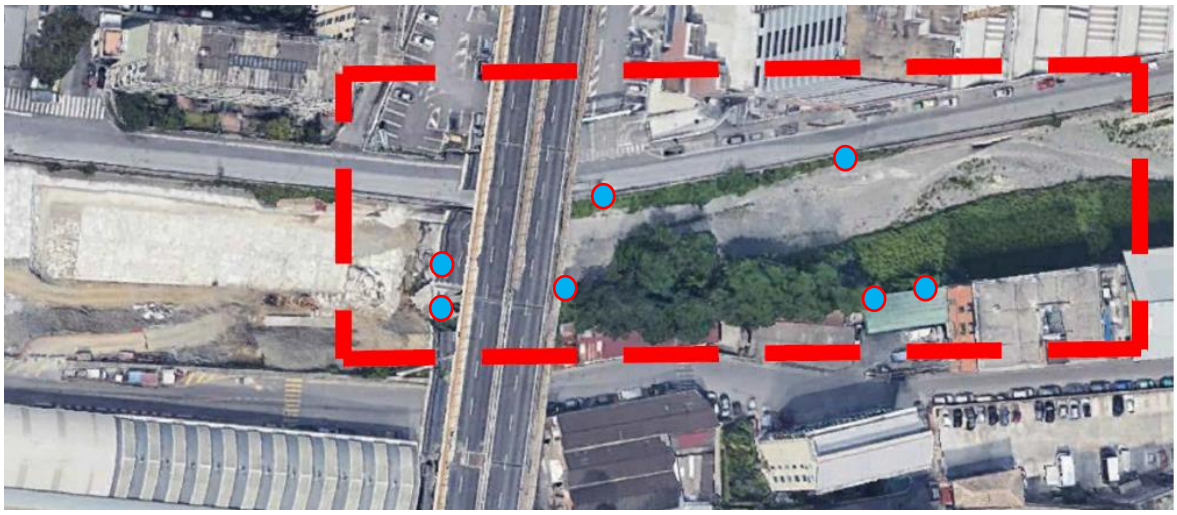


Figura 6.5 – Ubicazione qualitativa clinometri all'interno del cantiere D.

- 2 inclinometri sul muro d'argine in sponda destra;
- 2 inclinometri in corrispondenza dell'edificio in sponda sinistra;
- 3 inclinometri sulla pila autostradale;

L'indicazione dell'ubicazione dei clinometri previsti è qualitativa, l'esatta collocazione delle stesse sarà stabilita nel piano di monitoraggio redatto dall'impresa aggiudicataria dei lavori, prima dell'inizio delle lavorazioni

7 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.
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 7.1 – Vibrometro.

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

7.1 CANTIERE A

Il cantiere A e compreso tra il ponte stradale di Via Albareto, fino alla zona della confluenza tra il torrente Chiaravagna ed il Rio Ruscarolo, in corrispondenza del muro curvo che delimita a monte la confluenza tra i due corsi d'acqua, realizzato a ridosso dell'edificio ubicato al civico n° 20 di via Giotto.
Nell'ambito di tale cantiere, l'ubicazione qualitativa dei vibrometri da predisporre è indicata in figura.



Figura 7.2 – Ubicazione qualitativa vibrometri all'interno del cantiere A.

In particolare sono stati previsti:

- 3 vibrometri in corrispondenza dell'edificio Leonardo;
- 3 vibrometri ubicate in sponda destra, installate sugli edifici ex Cognetex;
- 3 vibrometri in corrispondenza del fornice parcheggio ABB;

7.2 CANTIERE B

Il cantiere B sarà ubicato in prosecuzione del cantiere A; risulta compreso tra la zona della confluenza tra il torrente Chiaravagna ed il Rio Ruscarolo, fino alla passerella pedonale di Via Leonardi. Nell'ambito di tale cantiere, l'ubicazione qualitativa dei vibrometri da predisporre è indicata in figura.

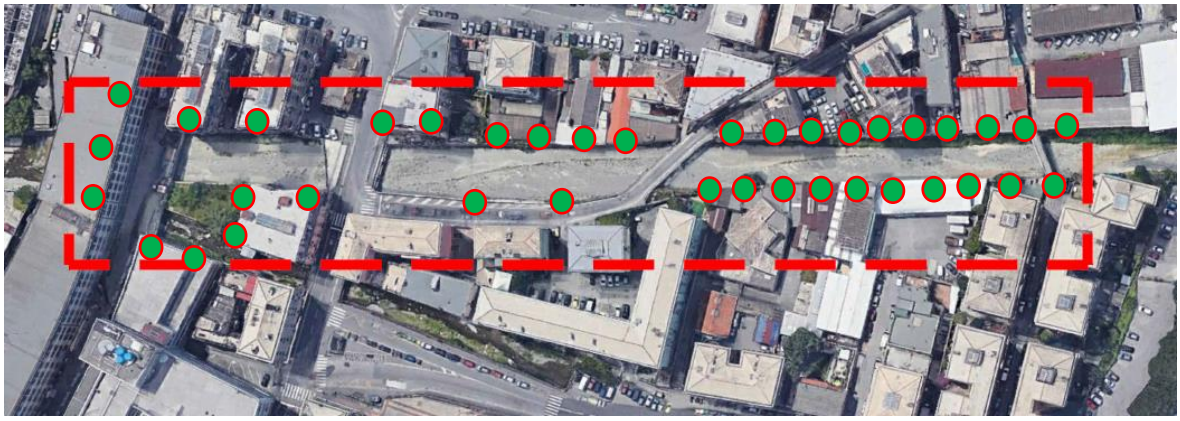


Figura 7.3 – Ubicazione qualitativa vibrometri all'interno del cantiere B.

Tratto di cantiere compreso tra ed. Leonardo e Ponte di via Giotto:

- 3 vibrometri in corrispondenza dell'edificio Leonardo (lato nord);
- 2 vibrometri installati sull'edificio di via Hermada n° 24 in sponda destra;
- 3 vibrometri installati sull'edificio di via Giotto n° 20;
- 2 vibrometri installati sull'edificio Bergese;

Tratto di cantiere compreso tra Ponte di via Giotto e Ponte Obliquo:

- 2 vibrometri installati sull'edificio di via Sestri civico n° 1 in sponda destra;
- 4 vibrometri installati sul muro d'argine in sponda destra, a monte del civico n° 1 di via Sestri;
- 2 vibrometri installati sul muro d'argine in sponda sinistra, a valle del ponte obliquo;

Tratto di cantiere compreso tra Ponte Obliquo e passerella Pedonale di Via Leonardi:

- 10 vibrometri distribuiti in sponda destra;
- 10 vibrometri distribuiti in sponda sinistra.

7.3 CANTIERE C

Il cantiere C sarà ubicato in prosecuzione del cantiere B; risulta compreso tra la passerella pedonale di Via Leonardi, ed il ponte stradale di via Bissone, come di seguito riportato, l'ubicazione qualitativa dei vibrometri da predisporre è indicata in figura.

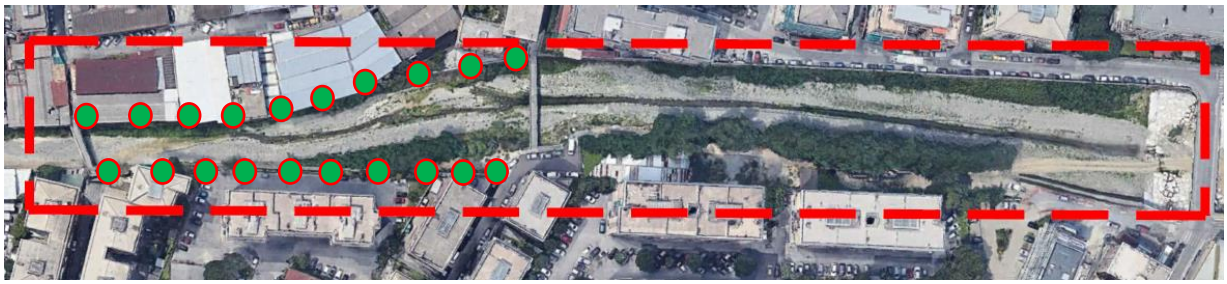


Figura 7.4 – Ubicazione qualitativa vibrometri all'interno del cantiere C.

Tratto di cantiere compreso tra Passerella Pedonale di via Leonardi e passerella pedonale di Via VIII Società case:

- 10 vibrometri distribuiti in sponda destra;
- 10 vibrometri distribuiti in sponda sinistra;

7.4 CANTIERE D

Il cantiere D sarà ubicato in prosecuzione del cantiere C; il suo sviluppo e circa 70 m verso nord, partendo da valle del viadotto autostradale, l'ubicazione qualitativa dei vibrometri da predisporre è indicata in figura.

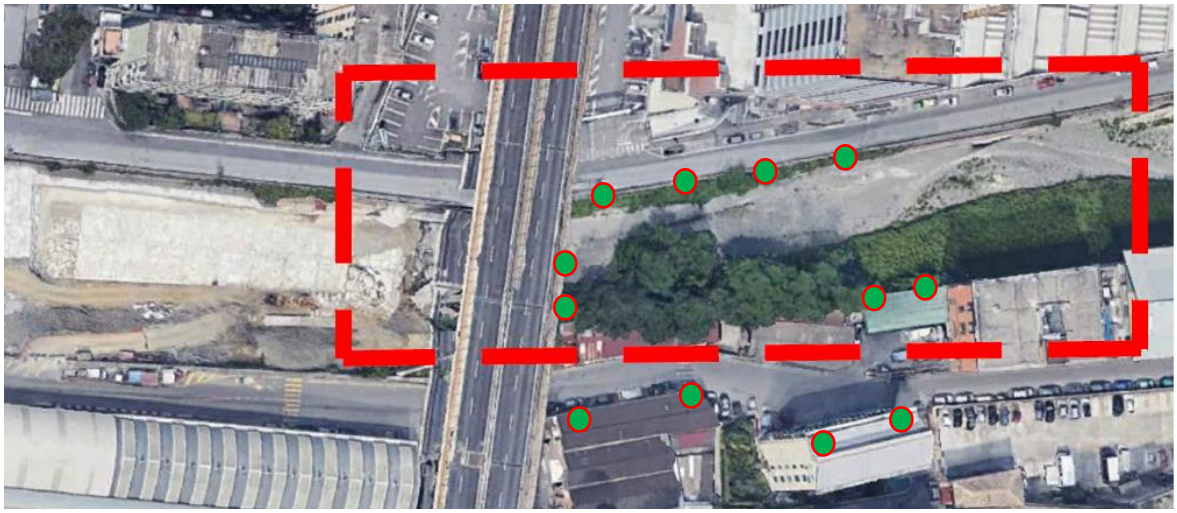


Figura 7.5 – Ubicazione qualitativa vibrometri all'interno del cantiere D.

- 4 vibrometri distribuiti sul muro in sponda destra;
- 4 vibrometri sugli edifici adiacenti in via Gaggero, sponda sinistra;
- 2 vibrometri su edificio inizio intervento, sponda sinistra;
- 2 vibrometri su pila viadotto autostradale.

L'indicazione dell'ubicazione dei vibrometri previsti è qualitativa, l'esatta collocazione degli stessi sarà stabilita nel piano di monitoraggio redatto dall'impresa aggiudicataria, prima dell'inizio delle lavorazioni.

8 SISTEMA DI MONITORAGGIO IDROGEOLOGICO

Il monitoraggio idrogeologico è costituito dall'installazione di 12 piezometri distribuiti lungo lo sviluppo longitudinale dell'intervento, per la misurazione del livello di falda. I piezometri sono costituiti da una sonda immersa in acqua che misura la pressione determinata dal battente d'acqua che grava su questa: anche tali sensori sono disposti all'interno di un tubo e collegati ad un datalogger wireless analogo ai precedenti.
Anche 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 riporta un'immagine illustrativa, relativa alla strumentazione da utilizzare per il sistema di monitoraggio idrogeologico.



Figura 8.1 – Piezometro.