

AUTOSTRADA (A14) BOLOGNA – BARI - TARANTO

TRATTO: BOLOGNA BORGO PANIGALE – BOLOGNA SAN LAZZARO

POTENZIAMENTO IN SEDE DEL SISTEMA AUTOSTRADALE E TANGENZIALE DI BOLOGNA INTERVENTI DI COMPLETAMENTO DELLA RETE VIARIA DI ADDUZIONE LUNGO SAVENA LOTTO 3

PROGETTO DEFINITIVO

DOCUMENTAZIONE GENERALE

PIANO DI MONITORAGGIO GEOTECNICO - STRUTTURALE

MONITORAGGIO GEOTECNICO E STRUTTURALE RELAZIONE GENERALE

IL PROGETTISTA SPECIALISTICO

Ing. Roberto Acerbis
Ord. Ingg. Bergamo N 3611
Responsabile Monitoraggio Strutturale e
Geotecnico

IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE


Ing. Fabio Serrau
Ord. Ingg. Bologna n. 6007/A

IL DIRETTORE TECNICO

Ing. Piero Bongio
Ord. Ingg. Sondrio N. A5384
T.A. – Geologia e Geotecnica

CODICE IDENTIFICATIVO

RIFERIMENTO PROGETTO		RIFERIMENTO DIRETTORIO					RIFERIMENTO ELABORATO				Ordinatore --
Codice Commessa	Lotto, Sub-Prog, Cod. Appalto	Fase	Capitolo	Paragrafo	WBS	PARTE D'OPERA	Tipo	Disciplina	Progressivo	Rev.	
111454	0000	PD	DG	PMG	00000	00000	R	MON	0001	0	SCALA -

	PROJECT MANAGER:		SUPPORTO SPECIALISTICO:				REVISIONE	
	Ing. Fabio Serrau Ord. Ingg. Bologna n. 6007/A						n.	data
							0	SETTEMBRE 2022
	REDATTO:		VERIFICATO:					

VISTO DEL COMMITTENTE



IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO
Ing. Fabio Visintin

VISTO DEL CONCEDENTE



Ministero delle Infrastrutture e della mobilità sostenibili
DIPARTIMENTO PER LA PROGRAMMAZIONE, LE INFRASTRUTTURE DI TRASPORTO A RETE
E I SISTEMI INFORMATIVI

Sommario

1. PREMESSA.....	3
2. DOCUMENTAZIONE, NORMATIVE E BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO	5
2.1 DOCUMENTAZIONE DI PROGETTO	5
2.2 RIFERIMENTI NORMATIVI	5
2.2.1 <i>Normativa Cogente</i>	5
2.2.2 <i>Riferimenti Tecnici</i>	5
2.2.3 <i>Istruzioni Tecniche Tecne per l'esecuzione delle indagini e prove</i>	6
2.2.4 <i>D.M. 17/01/2018 "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni"</i>	6
3. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	8
3.1 TEMPISTICHE LAVORAZIONI	10
4. CARATTERISTICHE GENERALI DEL MONITORAGGIO.....	12
5. MONITORAGGIO GEOTECNICO E DELLE OPERE.....	13
5.1 VALORI DI RIFERIMENTO PER IL MONITORAGGIO GEOTECNICO E DELLE OPERE	18
6. MONITORAGGIO STRUTTURALE EDIFICI	20
6.1 EDIFICI POTENZIALMENTE IMPATTATI	21
6.2 ATTIVITA' PREVISTE DAL PIANO DI MONITORAGGIO STRUTTURALE	28
6.2.1 PIANO DI MONITORAGGIO PER GLI EDIFICI	31
6.3 VALORI DI RIFERIMENTO PER IL MONITORAGGIO STRUTTURALE DEGLI EDIFICI	42
7. RACCOLTA E GESTIONE DEI DATI, INSTALLAZIONE STRUMENTAZIONE	43
7.1 SISTEMI DI RACCOLTA E GESTIONE DEI DATI	43
7.1.1 <i>Elaborazione dei dati e unità operative</i>	43
7.1.2 <i>Piattaforma di gestione dei dati</i>	43
7.1.3 <i>Controllo e trasmissione dei dati e gestione delle attività di monitoraggio</i>	44
7.2 STRUMENTAZIONE PER IL MONITORAGGIO GEOTECNICO E STRUTTURALE	45
7.2.1 <i>Prescrizioni generali relative alle installazioni</i>	45

Indice dei Documenti, delle Tabelle e delle Figure

FIGURA -1: COROGRAFIA IN GIALLO, L'ASSE LUNGOSAVENA, IN ROSSO, IL TRATTO IN ESAME.	3
Doc 1 111454 0000 PE DG PMG 00000 00000 D MSG0002 0 - MONITORAGGIO GEOTECNICO E DELLE OPERE	5
Doc 2 111454 0000 PE DG PMG 00000 00000 D MSG0003 0 - MONITORAGGIO STRUTTURALE EDIFICI.....	5
Doc 3 111454 0000 PE IN GTA GE000 00000 R APE0002 0 - GEOTECNICA - RELAZIONE DI CALCOLO – INTERVENTI DI CONSOLIDAZIONE.....	5
Doc 4 111454 0000 PE DG PMA 00000 00000 R MAM0010 0 - PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	5
Doc 5 111454-0000-PE-DG-GEN-00000-00000-S-SIC5001-0 - DIAGRAMMA LAVORI.....	5
FIGURA -2: PLANIMETRIA SCHEMATICA DELLA STRADA LUNGO SAVENA III LOTTO E DEGLI INTERVENTI CONNESSI	9
FIGURA -3: PLANIMETRIA SCHEMATICA DELL'ITINERARIO CICLABILE.	10
TABELLA 1 –MONITORAGGIO GEOTECNICO E DELLE OPERE	14

FIGURA -4 PLANIMETRIA DEL VIADOTTO MATTEI DI NUOVA COSTRUZIONE CON INDICATI GLI EDIFICI OGGETTO DI MONITORAGGIO STRUTTURALE. IN GIALLO L'EDIFICIO PER IL QUALE È PREVISTA LA DEMOLIZIONE	23
FIGURA -5 STRALCIO DEL RILEVATO DI NUOVA COSTRUZIONE A SUD CON RELATIVI EDIFICI OGGETTO DI MONITORAGGIO, IN CORRISPONDENZA DELL'AREA DI VICOLO DEI PRATI.	24
FIGURA ERRORE. NEL DOCUMENTO NON ESISTE TESTO DELLO STILE SPECIFICATO. -6 STRALCIO DEL RILEVATO DI NUOVA COSTRUZIONE A NORD CON RELATIVI EDIFICI OGGETTO DI MONITORAGGIO, IN CORRISPONDENZA DELL'AREA S. CATERINA.	24
FIGURA -7 STRALCIO DEL RILEVATO DI NUOVA COSTRUZIONE TRA LA SPALLA B E IL RILEVATO NORD CON RELATIVI EDIFICI INDUSTRIALI OGGETTO DI MONITORAGGIO.	25
FIGURA -8 EDIFICI OGGETTO DI MONITORAGGIO IN CORRISPONDENZA DEL RILEVATO SUD DA GOOGLE EARTH®.....	26
FIGURA -9 EDIFICI OGGETTO DI MONITORAGGIO IN CORRISPONDENZA DEL RILEVATO NORD DA GOOGLE EARTH®	26
FIGURA -10 EDIFICI OGGETTO DI MONITORAGGIO IN CORRISPONDENZA DELLA SPALLA A E DELLE PILE 1 E 2 DEL VIADOTTO MATTEI DA GOOGLE EARTH®	27
FIGURA -11 EDIFICI OGGETTO DI MONITORAGGIO IN CORRISPONDENZA DELLE PILE 3, 4, 5 E 6 E DELLA SPALLA B DA GOOGLE EARTH®	27
FIGURA -12 EDIFICI INDUSTRIALI OGGETTO DI MONITORAGGIO IN CORRISPONDENZA DELLA SPALLA B E DEL RILEVATO DA GOOGLE EARTH®	28
TABELLA 3 – STRUMENTAZIONE DI MONITORAGGIO PREVISTA PER GLI EDIFICI OGGETTO DI MONITORAGGIO	29
FIGURA -13 SCHEMA SINTETICO DELLE ATTIVITÀ PREVISTE DALLA TIPOLOGIA DI MONITORAGGIO 1 E 2.	31
FIGURA -14 - SCHEMA SINTETICO DELLE ATTIVITÀ PREVISTE DALLA TIPOLOGIA DI MONITORAGGIO 3 E 4	32
FIGURA -15 - SCHEMA SINTETICO DEL POSIZIONAMENTO DEI SENSORI PER LA CAMPAGNA DI MISURE DI VIBRAZIONE AMBIENTALE. ...	33
FIGURA -16 - SCHEMA SINTETICO A TITOLO ESEMPLIFICATIVO DEL POSIZIONAMENTO DEI SENSORI PER IL MONITORAGGIO TOPOGRAFICO (MIRE TOPOGRAFICHE) E DELLE ROTAZIONI (CLINOMETRI)	34
TABELLA 4 – FREQUENZA DI LETTURA PER LA STRUMENTAZIONE DI MONITORAGGIO	35

1. PREMESSA

Nell'ambito del più esteso intervento di potenziamento del sistema autostradale e tangenziale di Bologna sono previsti interventi di completamento della rete viaria di adduzione a scala urbana – metropolitana. Rientra in quest'ambito il progetto del III lotto della strada Lungosavena, strada di scorrimento appartenente alla “grande rete” viabilistica definita dal Piano Regionale dei Trasporti (PRIT) 1998 – 2010, che, in prosecuzione verso nord dell'asse costituito dalla Strada di Fondovalle Savena (FVS) Loiano – Rastignano, dalla Variante alla SP 65 per l'attraversamento dell'abitato di Rastignano, dalla Strada IN870, e dai viali Vighi e Cavina, collega l'uscita 12 della Tangenziale di Bologna (quartiere Mazzini) con la Trasversale di Pianura in comune di Granarolo, permettendo il collegamento diretto con la tangenziale di vari poli generatori e attrattori di traffico, quali il centro commerciale Centronova, la Poligrafici Editoriale (Resto del Carlino), la zona industriale di via dell'Industria, l'insediamento polifunzionale CAAB, e gli abitati di Castenaso (in particolare la Frazione Villanova) e di Granarolo.

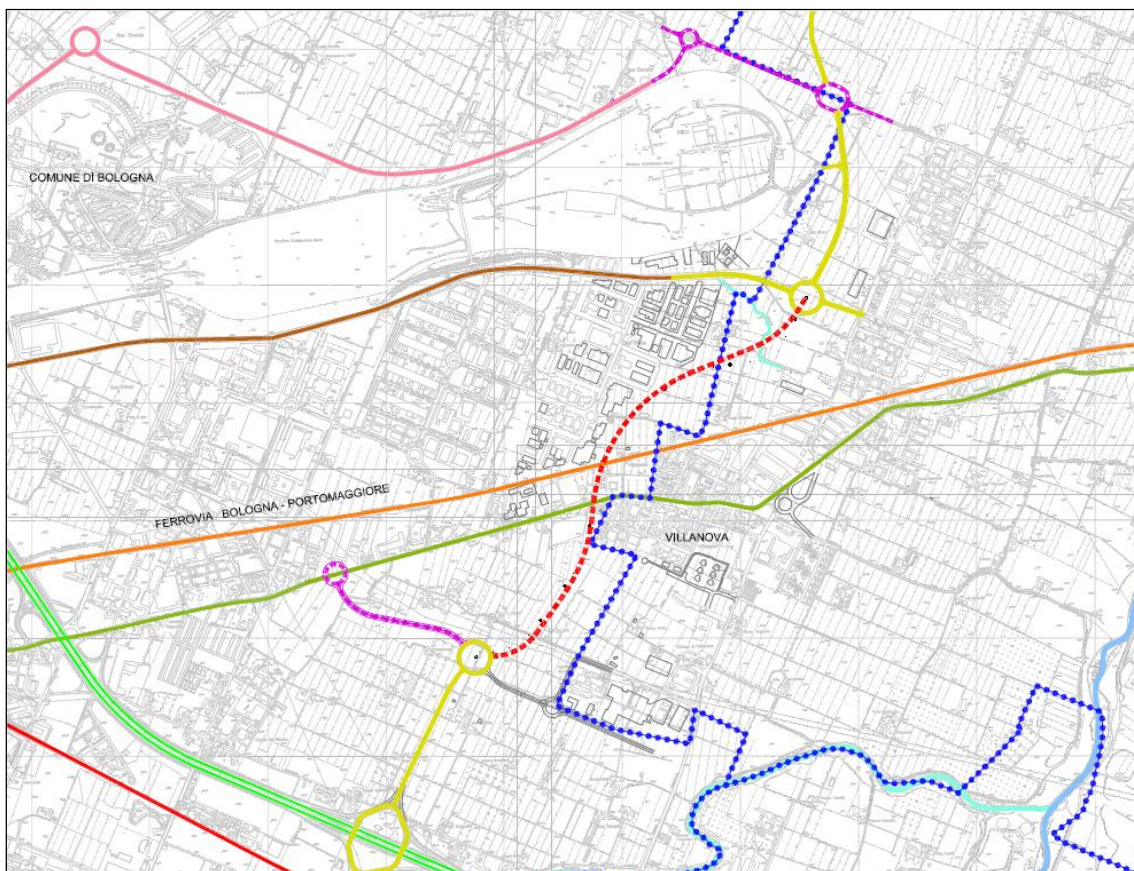


Figura -1: corografia in giallo, l'asse Lungosavena, in rosso, il tratto in esame.

Oltre all'asse principale, il progetto comprende, quale opera compensativa, anche la realizzazione di un itinerario ciclabile che partendo dalla rotonda Giovanni Sabadino degli Arienti, in continuità con un percorso già esistente, raggiunge la rotonda Santilli (Via del Bargello) con un tracciato prima parallelo alla nuova viabilità quindi lungo la direttrice Via Mattei – Via Tosarelli – Via Ca' dell'Orbo – Via del Bargello connettendo porzioni già realizzate ma a tutt'oggi isolate. Lungo Via del Bargello, la realizzazione dell'itinerario ciclabile comporterà la riorganizzazione della sede stradale con adeguamento della sezione allo standard tipo E del DM 05/11/2001.

La presente relazione illustra le attività di monitoraggio previste nella zona interessata dal progetto del III lotto della strada Lungosavena.

La relazione si articola come segue:

- il capitolo 2 elenca i documenti e le normative di riferimento;
- il capitolo 3 descrive le caratteristiche generali progetto;
- il capitolo 4 descrive le caratteristiche generali del monitoraggio previsto;
- il capitolo 5 descrive il monitoraggio geotecnico e delle opere;
- il capitolo 6 descrive il monitoraggio strutturale degli edifici;
- il capitolo 7 le tipologie di raccolta e gestione dei dati, l'installazione e le prescrizioni generali relative alle installazioni della strumentazione

Nei documenti: **Doc 1** e **Doc 2**, sono riportati le planimetrie di monitoraggio in cui sono indicati i monitoraggi.

2. DOCUMENTAZIONE, NORMATIVE E BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

2.1 DOCUMENTAZIONE DI PROGETTO

Nella stesura della relazione si è fatto riferimento al progetto definitivo dell'opera ed in particolare alla seguente documentazione:

Doc 1 111454 0000 PD DG PMG 00000 00000 D MSG0002 0 - *MONITORAGGIO GEOTECNICO E DELLE OPERE*

Doc 2 111454 0000 DE DG PMG 00000 00000 D MSG0003 0 - *MONITORAGGIO STRUTTURALE EDIFICI*

Doc 3 111454 0000 PD IN GTA GE000 00000 R APE0002 0 - *GEOTECNICA - RELAZIONE DI CALCOLO – INTERVENTI DI CONSOLIDAZIONE*

Doc 4 111454 0000 PD DG PMA 00000 00000 R MAM0010 0 - *PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE*

Doc 5 111454-0000-PD-DG-GEN-00000-00000-S-SIC5001-0 - *DIAGRAMMA LAVORI*

2.2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Di seguito sono riportate le normative di riferimento per il monitoraggio geotecnico, analoghi a quelle relative alla pianificazione ed esecuzione delle indagini geognostiche nell'ambito della progettazione di una infrastruttura stradale.

2.2.1 Normativa Cogente

- Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - D.M. 17/01/2018: "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni".
- Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - Circolare n.7 C.S.LL.PP. del 21/01/2019: "Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018".
- Circolare 8 settembre 2010, n. 7617/STC – Criteri per il rilascio dell'autorizzazione ai Laboratori per l'esecuzione e certificazione di prove sui materiali da costruzione di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001"
- Circolare 8 settembre 2010, n. 7618 / STC – "Criteri per il rilascio dell'autorizzazione ai Laboratori per l'esecuzione e certificazione di prove su terre e rocce di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001"

2.2.2 Riferimenti Tecnici

- Associazione Geotecnica Italiana (1977) – "Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche"
- Associazione Geotecnica Italiana (1994) – "Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio"
- ISMR (1977) - Suggested Methods for Monitoring Rock Movements Using Inclinedometers and Tiltmeters

- ISRM (2007) – The Complete ISRM Suggested Methods for Rock Characterisation, Testing and Monitoring: 1974-2006
- SNPA: Sistema Nazionale per la Protezione dell’Ambiente (2021) - Linee Guida per il monitoraggio delle frane
- UNI EN 1997 “Progettazione geotecnica”:
 - UNI EN 1997-1:2013: “Parte 1: Regole generali”.
 - UNI EN 1997-2:2007: “Parte 2: Indagini e prove nel sottosuolo”.

2.2.3 Istruzioni Tecniche Tecne per l’esecuzione delle indagini e prove

- Lavori di Indagine Geotecnica - Norme Tecniche d’Appalto Indagini in Sito (doc. IT-PPR1-GEO-003 rev.0 - 05/07/2021).
- Lavori di Indagine Geotecnica - Norme Tecniche d’Appalto - Prove di Laboratorio (doc. IT-PPR1-GEO-004 rev.0 - 05/07/2021).

2.2.4 D.M. 17/01/2018 “Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni”.

Le NTC 2018, al punto 6.2.6. Monitoraggio del complesso opera-terreno definiscono il monitoraggio come l’installazione di un’appropriata strumentazione e nella misura di grandezze fisiche significative - quali spostamenti, tensioni, forze e pressioni interstiziali - prima, durante e/o dopo la costruzione del manufatto, con lo scopo di verificare la corrispondenza tra le ipotesi progettuali e i comportamenti osservati e di controllare la funzionalità dei manufatti nel tempo.

Nell’ambito del metodo osservazionale, a cui la progettazione può fare ricorso nei casi in cui, a causa della particolare complessità della situazione geologica e geotecnica e dell’importanza e impegno dell’opera, dopo estese ed approfondite indagini permangono documentate ragioni di incertezza risolvibili solo in fase di esecuzione dell’opera, il monitoraggio ha lo scopo di confermare la validità della soluzione progettuale adottata o, in caso contrario, di individuare la più idonea tra le altre soluzioni previste in progetto.

Se previsto, il programma di monitoraggio deve essere definito e illustrato nella relazione geotecnica.

In particolare, secondo le NTC 2018, il piano di monitoraggio deve essere previsto nei seguenti casi:

Interventi di stabilizzazione di pendii naturali (cfr. punto 6.3.6)

Il monitoraggio di un pendio o di una frana interessa le diverse fasi che vanno dallo studio al progetto, alla realizzazione e gestione delle opere di stabilizzazione e al controllo della loro funzionalità e durabilità. Esso è riferito principalmente agli spostamenti di punti significativi del pendio, in superficie e/o in profondità, al controllo di eventuali manufatti presenti e alla misura delle pressioni interstiziali, da effettuare con periodicità e durata tali da consentire di definirne le variazioni periodiche e stagionali.

Il controllo dell’efficacia degli interventi di stabilizzazione deve comprendere la definizione delle soglie di attenzione e di allarme e dei provvedimenti da assumere in caso del relativo superamento.

Opere di sostegno (cfr. punto 6.5.1)

Devono essere valutati gli effetti derivanti da parziale perdita di efficacia di dispositivi particolari quali sistemi di drenaggio superficiali e profondi, tiranti ed ancoraggi. Per tutti questi interventi deve essere predisposto un dettagliato piano di controllo e monitoraggio nei casi in cui la loro perdita di efficacia configuri scenari di rischio.

Tiranti di ancoraggio (cfr. punto 6.6.1)

Nel progetto deve essere definito un programma di manutenzione ordinaria che può comprendere anche successivi interventi di regolazione e/o sostituzione dei dispositivi di ancoraggio. Deve inoltre essere predisposto un piano di monitoraggio per verificare il comportamento dell'ancoraggio nel tempo.

Opere in sotterraneo (cfr. punto 6.7.6)

Il monitoraggio deve permettere di verificare la validità delle previsioni progettuali in relazione al comportamento dell'opera in fase di costruzione e in esercizio, per il periodo di tempo indicato in progetto. Esso deve essere predisposto in modo da permettere la valutazione del comportamento del terreno o dell'ammasso roccioso interessato, delle strutture di rivestimento per ogni fase di scavo e costruzione e a opera ultimata, nonché del comportamento dei manufatti esistenti. In presenza di fenomeni franosi, potenziali o in atto, il monitoraggio deve riguardare le grandezze significative (tensioni, spostamenti e pressioni interstiziali) e gli effetti sulle opere per il controllo del fenomeno.

Nel caso di applicazione del metodo osservazionale, il monitoraggio deve essere specificamente progettato per consentire il controllo delle grandezze rappresentative del comportamento del complesso opera-terreno ai fini della scelta fra le soluzioni alternative previste.

Opere di materiali sciolti e fronti di scavo (cfr. punto 6.8.5)

Durante la costruzione devono essere eseguite prove di controllo secondo un programma di prove commisurato alla tipologia ed importanza del manufatto, in modo da assicurare un congruo numero di misure significative. Con il monitoraggio si deve accertare che i valori delle grandezze misurate, quali ad esempio spostamenti e pressioni interstiziali, siano compatibili con i requisiti di sicurezza e funzionalità del manufatto e di quelli delle costruzioni contigue.

Miglioramento e rinforzo dei terreni e degli ammassi rocciosi (cfr. punto 6.9.2)

Il monitoraggio ha lo scopo di valutare l'efficacia degli interventi e di verificare la rispondenza dei risultati ottenuti con le ipotesi progettuali. Ha inoltre lo scopo di controllare il comportamento nel tempo del complesso opera-terreno trattato.

Il monitoraggio deve essere previsto nei casi in cui gli interventi di miglioramento e di rinforzo possano condizionare la sicurezza e la funzionalità dell'opera in progetto o di opere circostanti.

Consolidamento geotecnico di opere esistenti (cfr. punto 6.10.4)

Il controllo dell'efficacia del consolidamento geotecnico è obbligatorio quando agli interventi consegue una ridistribuzione delle sollecitazioni al contatto terreno-manufatto. I controlli assumono diversa ampiezza e si eseguono con strumentazioni e modalità diverse in relazione all'importanza dell'opera, al tipo di difetto del manufatto e ai possibili danni per le persone e le cose.

Il monitoraggio degli interventi di consolidamento deve essere previsto in progetto e descritto in dettaglio – indicando le grandezze da misurare, gli strumenti impiegati e la cadenza temporale delle misure – nel caso di ricorso al metodo osservazionale. Gli esiti delle misure e dei controlli possono costituire elemento di collaudo dei singoli interventi.

Discariche controllate (cfr. punto 6.11.1.5)

Il monitoraggio geotecnico del complesso discarica-terreno deve in generale comprendere la misura di grandezze significative – quali, ad esempio, spostamenti, pressioni interstiziali, caratteristiche del percolato e di eventuale biogas.

Depositi di inerti (cfr. punto 6.11.2.2)

Il monitoraggio geotecnico del complesso deposito-terreno consiste nella installazione di appropriata strumentazione e nella misura di grandezze significative – quali, ad esempio, spostamenti e pressioni interstiziali.

Deve essere altresì effettuato un controllo delle acque di ruscellamento superficiale al fine di limitarne la penetrazione nel corpo del deposito.

3. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

Il progetto, nel suo complesso, può considerarsi composto dai seguenti elementi funzionali:

- 1) **Asse stradale principale** ovvero il III lotto dell'asse Lungo Savena inquadrata come strada urbana di scorrimento (tipo D del DM 05/11/2001);
- 2) **Viabilità di ricucitura** inquadrata come strade a destinazione particolare:
 - o VL001 Collegamento all'abitazione di Vicolo dei Prati;
 - o VL002 Viabilità di ricucitura per soppressione passaggio a livello privato n°12 della ferrovia Bologna – Portomaggiore;
 - o VL003 Viabilità di ricucitura per soppressione passaggio a livello n°13 (Via Fratelli Bandiera) della ferrovia Bologna – Portomaggiore;
 - o VL004 Collegamento all'abitazioni di Via Santa Caterina.
- 3) **Adeguamento della rotonda** Giovanni Sabadino degli Arienti.
- 4) **Itinerario ciclabile** dalla rotonda Giovanni Sabadino degli Arienti alla rotonda Santilli composto dai seguenti tratti:
 - o BK001 da rotonda Giovanni Sabadino degli Arienti a Via Mattei: pista ciclabile in sede riservata di 2,50m di larghezza;
 - o BK002 da Via Mattei a via Ca' dell'Orbo: itinerario ciclabile su marciapiede destinato ad uso promiscuo pedonale ciclabile di larghezza generalmente pari a 2,5m realizzato in parte su marciapiedi di nuova costruzione, in parte ricavato su marciapiedi esistenti. Alcuni tratti sono stati già realizzati a cura del Comune di Castenaso;
 - o BK003 via del Bargello: itinerario ciclabile su marciapiede destinato ad uso promiscuo pedonale ciclabile di larghezza minima pari a 2,5m realizzato su marciapiedi di nuova costruzione con contestuale adeguamento del tracciato e della sezione di via del Bargello alla tipologia E del DM 05/11/2001.

Relativamente al punto 3 si precisa che la rotonda Giovanni Sabadino degli Arienti, la cui realizzazione è di gran lunga antecedente all'emissione del D.M. 19/04/2006: "*Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali*" presenta caratteristiche geometriche tali (diametro sul ciglio 145m) da essere considerata uno svincolo a circolazione rotonda e non una rotonda ai sensi del suddetto DM. Partendo da questa constatazione, le modifiche introdotte in progetto hanno lo scopo di rendere l'opera funzionale ai nuovi flussi di traffico conseguenti all'apertura del tratto funzionale adottando le geometrie tipiche dei tronchi di scambio.

Le due figure seguenti illustrano la planimetria schematica dei punti 1, 2 e 3, e, a seguire, dell'itinerario ciclabile distinguendo fra i tratti di progetto e quelli esistenti.

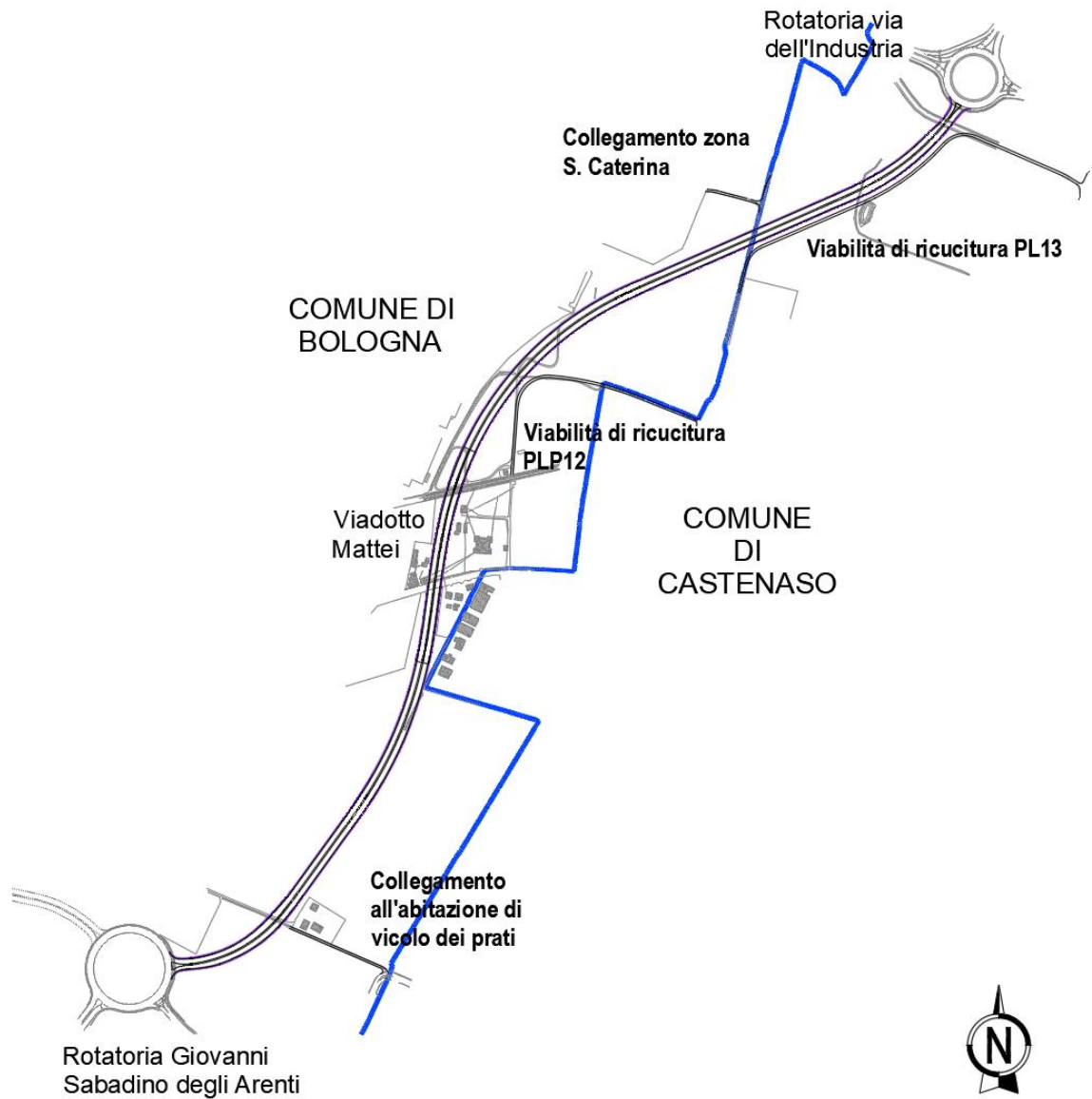


Figura -2: Planimetria schematica della strada Lungo Savena III lotto e degli interventi connessi

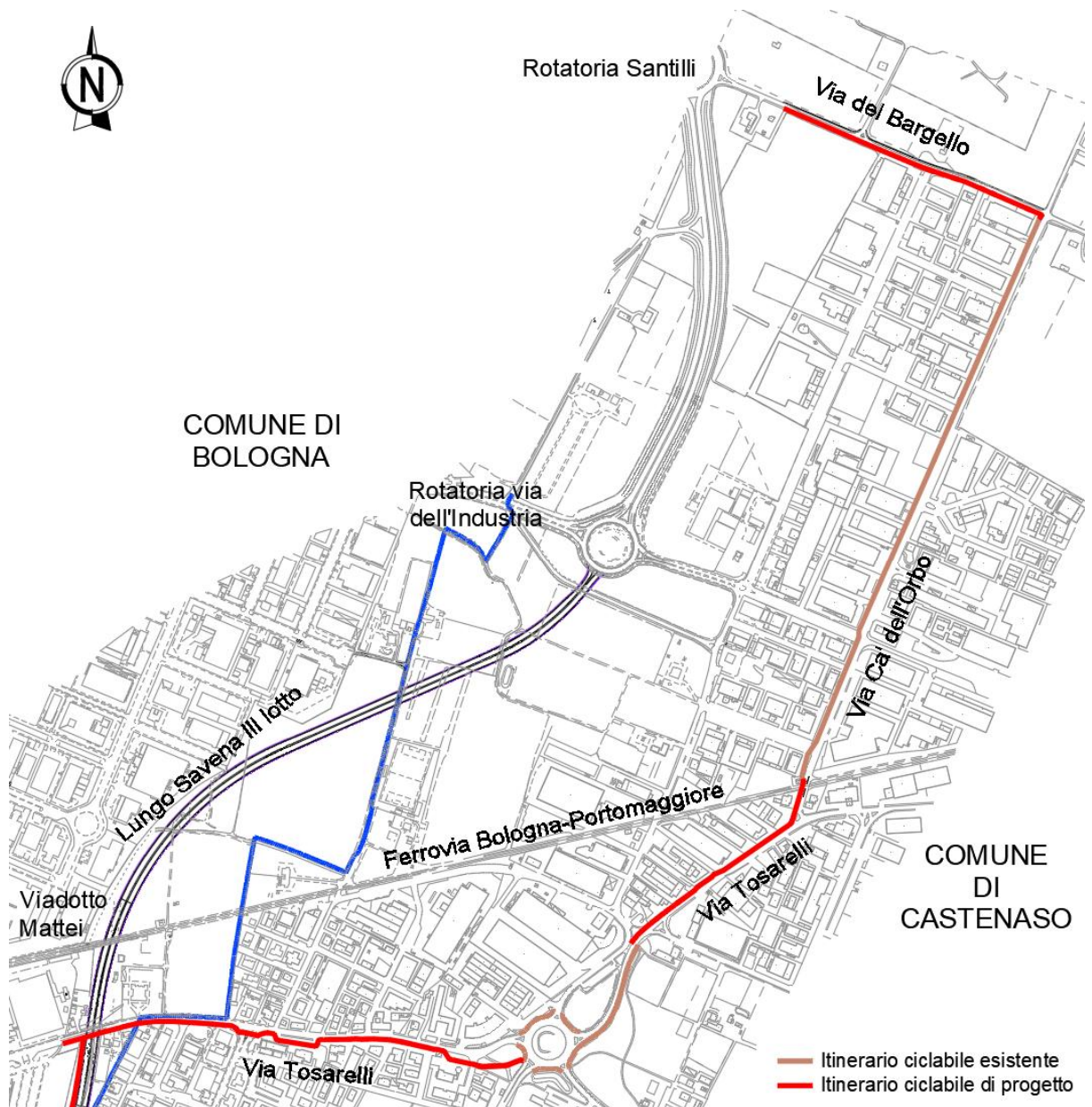


Figura -3: Planimetria schematica dell'itinerario ciclabile.

3.1 TEMPISTICHE LAVORAZIONI

Nell'elaborato SIC0005 contenente il Diagramma Lavori, si evincono le tempistiche previste per la realizzazione delle opere in progetto.

Le tempistiche previste per il Viadotto Mattei sono pari a 707 g e vanno indicativamente dal mese M4 al mese M27.

Entrando nel dettaglio si osserva che le lavorazioni della Spalla A (sud) e delle pile interessa i mesi da M4 a M16 compreso per un totale quindi di circa 13 mesi. Dal mese M4 al mese M12 sono previste le lavorazioni per la realizzazione dei pali, fondazioni ed elevazioni. Dal mese M12 al mese M16 è previsto un periodo di assestamento per 4 mesi.

Per la Spalla B le lavorazioni sono previste indicativamente a partire dal mese M5 al mese M27 per un totale di 22 mesi. Dal mese M5 al mese M8 è previsto un rilevato provvisorio per permettere gli assestamenti dell'opera. Il muro ad U della Spalla B sarà realizzato dal mese 16 al mese M22 Dal mese M23 al mese M27 su tale Spalla è previsto un periodo di assestamento per 4 mesi.

Le tempistiche previste per il corpo stradale (WBS CS001) sono pari a 423 g e vanno indicativamente dal mese M12 al mese M26 per un totale quindi di circa 14 mesi. Quindi per i tratti nord e sud del tracciato si considera un periodo di esecuzione dei lavori pari a circa 7 mesi per ciascuna parte di tracciato.

4. CARATTERISTICHE GENERALI DEL MONITORAGGIO

Considerando le opere che sono in realizzazione si prevede il monitoraggio dell'asse stradale principale, ovvero il III lotto dell'asse Lungo Savena inquadrata come strada urbana di scorrimento (tipo D del DM 05/11/2001); con particolare riferimento alla realizzazione del Viadotto Mattei. Data l'importanza dell'altezza dei rilevati in approccio al viadotto Mattei e data la cedevolezza media della stratigrafia di progetto, considerando gli interventi di contenimento dei cedimenti si è previsto di effettuare il monitoraggio delle strutture in costruzione del viadotto Mattei, dei rilevati in approccio e delle spalle per verificare che le ipotesi progettuali siano confermate. In particolare, lo scopo del sistema di monitoraggio del Viadotto Mattei, è quello di valutare i movimenti e le rotazioni delle strutture in costruzione, i movimenti del terreno in prossimità delle opere geotecniche più importanti e la valutazione delle sovrappressioni interstiziali a seguito della realizzazione delle 2 spalle. Inoltre, considerando che tali opere verranno realizzate in prossimità di edifici preesistenti, si prevederà anche il monitoraggio strutturale degli edifici per tenere sotto controllo lo stato di salute degli edifici presenti sul territorio e potenzialmente soggetti a danni strutturali per effetto dei movimenti indotti dalle opere in realizzazione e per effetto delle vibrazioni indotte dagli scavi e dalle lavorazioni in generale.

Nel seguito sarà descritto al capitolo 5 il monitoraggio geotecnico e delle opere e al capitolo 6 il monitoraggio strutturale degli edifici.

5. MONITORAGGIO GEOTECNICO E DELLE OPERE

Il piano di monitoraggio geotecnico e delle opere prevede i seguenti monitoraggi:

- **Monitoraggio della Spalla A (sud) e del muro in approccio ad essa**
- **Monitoraggio della Spalla B (Nord) e del muro in approccio ad essa**
- **Monitoraggio delle Pile**
- **Monitoraggio delle opere provvisionali nelle pile 2 e 3**
- **Monitoraggio dei binari ferroviari**

Monitoraggio Spalla A (sud) e muro in approccio ad essa:

Per il monitoraggio della Spalla A e del muro in approccio ad essa è previsto il monitoraggio topografico manuale periodico di una serie di mire posizionate sulla parte superiore del muro e sulla spalla nel lato viadotto (come indicato nella tavola di monitoraggio **Doc 1**). Per avere un controllo automatico posizionato sulla spalla si è previsto di posizionare dei clinometri biassiali a barra posizionati sempre sulla parte superiore del muro della spalla: Tale strumentazione permetterà di valutare in automatico eventuali rotazioni dei muri. Per monitorare i movimenti del terreno si prevede di installare una serie di mire in prossimità delle recinzioni con le case più prossime e si prevede di installare 2 sezioni di assestimetri idraulici multipunto da posizionare al di sotto della spalla. Tale strumentazione permette di valutare i cedimenti al di sotto della spalla in una serie di punti. Sul lato confinante con le case si prevede inoltre di installare un estenso-inclinometro con lunghezza pari a 40 m che permetta di valutare sia i cedimenti sia gli spostamenti del suolo lungo l'asse della tubazione. Sugli assestimetri idraulici di riferimento saranno installate delle mire e analogamente sulla testa dell'estenso-inclinometro per verificare i movimenti in maniera assoluta. Infine ai 2 lati della spalla saranno installati dei piezometri elettrici con le seguenti posizioni (indicative) delle celle: 7, 22 e 29 m da p.c. Tale strumento permetterà di valutare l'andamento delle sovrappressioni interstiziali a seguito della realizzazione della spalla. La posizione della strumentazione indicata nella tavola di monitoraggio (**Doc 1**) è da considerarsi indicativa. La posizione finale dovrà essere valutata in sede esecutiva dell'opera in accordo con la Direzione Lavori in modo che sia garantito il monitoraggio e sia limitato il disturbo alle lavorazioni.

Monitoraggio Spalla B (nord) e muro in approccio ad essa:

Per il monitoraggio della Spalla B e del muro in approccio ad essa è previsto il monitoraggio topografico manuale periodico di una serie di mire posizionate sulla parte superiore del muro e sulla spalla nel lato viadotto (come indicato nella tavola di monitoraggio **Doc 1**). Per avere un controllo automatico posizionato sulla spalla si è previsto di posizionare dei clinometri biassiali a barra posizionati sempre sulla parte superiore del muro della spalla: Tale strumentazione permetterà di valutare in automatico eventuali rotazioni dei muri. Per monitorare i movimenti del terreno si prevede di installare una serie di mire in prossimità delle recinzioni con gli edifici industriali più prossimi e si prevede di installare 2 sezioni di assestimetri idraulici multipunto da posizionare al di sotto della spalla. Tale strumentazione permette di valutare i cedimenti al di sotto della spalla in una serie di punti. Sul lato confinante con gli edifici industriali si prevede inoltre di installare un estenso-inclinometro con lunghezza pari a 40 m che permetta di valutare sia i cedimenti sia gli spostamenti del suolo lungo l'asse della tubazione. Sugli assestimetri idraulici di riferimento saranno installate delle mire e analogamente sulla testa dell'estenso-inclinometro per verificare i movimenti in maniera assoluta. Infine ai 2 lati della spalla saranno installati dei piezometri elettrici con le seguenti posizioni (indicative) delle celle: 20, 33 e 38 m da p.c.. Tale strumento permetterà di valutare l'andamento delle sovrappressioni interstiziali a seguito della realizzazione della spalla. La posizione della strumentazione indicata nella tavola di monitoraggio (**Doc 1**) è da considerarsi indicativa. La posizione finale dovrà essere valutata in sede esecutiva dell'opera in accordo con la Direzione Lavori in modo che sia garantito il monitoraggio e sia limitato il disturbo alle lavorazioni.

Monitoraggio Pile:

Per il monitoraggio delle pile è previsto il monitoraggio topografico manuale periodico di 4 mire installate su ogni singola pila. La posizione della strumentazione indicata nella tavola di monitoraggio (**Doc 1**) è da considerarsi indicativa. La posizione finale dovrà essere valutata in sede esecutiva dell'opera in accordo con la Direzione Lavori in modo che sia garantito il monitoraggio e sia limitato il disturbo alle lavorazioni.

Monitoraggio delle opere provvisorie nelle pile 2 e 3:

Per il monitoraggio della Pila 2 e sulla Pila 3, dove è prevista la realizzazione di opere provvisorie si prevede un monitoraggio topografico con delle mire posizionate su testa dell'opera e dei clinometri biassiali a barra posizionati a lettura automatica sempre posizionati sulla parte superiore dell'opera provvisoria. La posizione della strumentazione indicata nella tavola di monitoraggio (**Doc 1**) è da considerarsi indicativa. La posizione finale dovrà essere valutata in sede esecutiva dell'opera in accordo con la Direzione Lavori in modo che sia garantito il monitoraggio e sia limitato il disturbo alle lavorazioni.

Monitoraggio dei binari ferroviari:

I binari ferroviari sono posizionati tra la Pila 5 e la Pila 6, in una zona quindi dove non sono previste particolari lavorazioni in prossimità dei binari (viene rispettata la prescrizione richiesta in sede di CDS si rimanda alla relazione di calcolo del Viadotto Mattei). Tuttavia, si prevede un monitoraggio topografico manuale periodico di controllo con delle mire posizionate ai lati del rilevato ferroviario per valutare eventuali movimenti del terreno e un monitoraggio con clinometri biassiali a lettura automatica installati sui binari ad una distanza di 9 m per valutare eventuali rotazioni trasversali e longitudinali dei binari ferroviari. La posizione della strumentazione indicata nella tavola di monitoraggio (**Doc 1**) è da considerarsi indicativa. La posizione finale dovrà essere valutata in sede esecutiva dell'opera in accordo con la Direzione Lavori in modo che sia garantito il monitoraggio e sia limitato il disturbo alle lavorazioni.

Le tipologie di monitoraggio definite, i numeri di strumenti e le frequenze di lettura, o in alternativa la durata del monitoraggio, sono indicate nella seguente tabella.

Tabella 1 –monitoraggio geotecnico e delle opere

Struttura monitorata	Descrizione tipo di monitoraggio	N. strumenti	Frequenza di lettura Ante operam	Frequenza di lettura In corso d'opera	Frequenza di lettura Post operam	Tot. Letture/mesi
Spalla A (Sud) e muro in approccio ad essa	Monitoraggio topografico parte superiore muro (mire su struttura)	10 mire	-	lettura manuale 1 volta ogni 15 gg (per 4 mesi da M12 a M16)	lettura manuale 1 volta al mese (per 24 mesi)	32 letture
	Monitoraggio topografico spalla lato viadotto (mire su struttura)	4 mire	-	lettura manuale 1 volta ogni 15 gg (per 4 mesi da M12 a M16)-	lettura manuale 1 volta al mese (per 24 mesi)	32 letture

Struttura monitorata	Descrizione tipo di monitoraggio	N. strumenti	Frequenza di lettura Ante operam	Frequenza di lettura In corso d'opera	Frequenza di lettura Post operam	Tot. Letture/mesi
	Monitoraggio topografico recinzioni case (mire su pilastri o su recinzione)	8 mire	lettura manuale 1 volta al mese (per 3 mesi)	lettura manuale 1 volta ogni 15 gg (per 13 mesi da M4 a M16)	lettura manuale 1 volta al mese (per 24 mesi)	53 letture
	Monitoraggio topografico testa estenso inclinometro	1 mira	lettura manuale 1 volta al mese (per 3 mesi)	lettura manuale 1 volta ogni 15 gg (per 13 mesi da M4 a M16)	lettura manuale 1 volta al mese (per 24 mesi)	53 letture
	Monitoraggio topografico mire su assestimetri idraulici di riferimento	2 mire	lettura manuale 1 volta al mese (per 3 mesi)	lettura manuale 1 volta ogni 15 gg (per 13 mesi da M4 a M16)	lettura manuale 1 volta al mese (per 24 mesi)	53 letture
	Clinometro biassiale a barra posizionati su parte superiore muro	8 clinometri	-	lettura automatica 12 letture al giorno (per 4 mesi da M12 a M16)-	lettura automatica 12 letture al giorno (per 24 mesi)	28 mesi
	Assestimetri idraulici multipunto	2 gruppi con 6 assestimetri + 1 di riferimento ciascun gruppo	lettura automatica 4 letture al giorno (per 3 mesi)	lettura automatica 12 letture al giorno (per 13 mesi da M4 a M16)	lettura automatica 12 letture al giorno (per 24 mesi)	40 mesi
	Piezometro elettrico (posizione indicativa celle = 7 - 22 - 29 da p.c.)	2 fori con 3 strumenti ciascun foro	lettura manuale 1 volta al mese (per 3 mesi)	lettura manuale 1 volta ogni 15 gg (per 13 mesi da M4 a M16)	lettura manuale 1 volta al mese (per 24 mesi)	53 letture
	Estenso inclinometro	Lunghezza 40 m	lettura manuale 1 volta al mese (per 3 mesi)	lettura manuale 1 volta ogni 15 gg (per 13 mesi da M4 a M16)	lettura manuale 1 volta al mese (per 24 mesi)	53 letture
Pila 1	Monitoraggio topografico pila (mire su struttura)	4 mire	-	-	lettura manuale 1 volta al mese (per 24 mesi)	24 letture
Pila 2	Monitoraggio topografico pila (mire su struttura)	4 mire	-	-	lettura manuale 1 volta al mese (per 24 mesi)	24 letture

Struttura monitorata	Descrizione tipo di monitoraggio	N. strumenti	Frequenza di lettura Ante operam	Frequenza di lettura In corso d'opera	Frequenza di lettura Post operam	Tot. Letture/mesi
	Monitoraggio topografico testa opera provvisoria (mire su struttura)	2 mire	-	lettura manuale 1 volta ogni 15 gg (per 11 mesi)	lettura manuale 1 volta al mese (per 24 mesi)	46 letture
	Clinometro biassiale a barra posizionati su testa opera provvisoria	2 clinometri	-	lettura automatica 12 letture al giorno (per 11 mesi)	lettura automatica 12 letture al giorno (per 24 mesi)	35 mesi
Pila 3	Monitoraggio topografico pila (mire su struttura)	4 mire	-	-	lettura manuale 1 volta al mese (per 24 mesi)	24 letture
	Monitoraggio topografico testa opera provvisoria (mire su struttura)	4 mire	-	lettura manuale 1 volta ogni 15 gg (per 11 mesi)	lettura manuale 1 volta al mese (per 24 mesi)	35 letture
	Clinometro biassiale a barra posizionati su testa opera provvisoria	2 clinometri	-	lettura automatica 12 letture al giorno (per 11 mesi)	lettura automatica 12 letture al giorno (per 24 mesi)	35 mesi
Pila 4	Monitoraggio topografico pila (mire su struttura)	4 mire	-	-	lettura manuale 1 volta al mese (per 24 mesi)	24 letture
Pila 5	Monitoraggio topografico pila (mire su struttura)	4 mire	-	-	lettura manuale 1 volta al mese (per 24 mesi)	24 letture
Monitoraggio ferrovia	Monitoraggio topografico rilevato ferroviario (su paletti o pilastri)	10 mire	lettura manuale 1 volta al mese (per 3 mesi)	lettura manuale 1 volta ogni 15 gg (per 11 mesi)	lettura manuale 1 volta al mese (per 24 mesi)	49 letture
	Monitoraggio binari con clinometri biassiali	6 clinometri	lettura automatica 4 letture al giorno (per 3 mesi)	lettura automatica 12 letture al giorno (per 11 mesi)	lettura automatica 12 letture al giorno (per 24 mesi)	38 mesi
Pila 6	Monitoraggio topografico pila (mire su struttura)	4 mire	-	-	lettura manuale 1 volta al mese (per 24 mesi)	24 letture

Struttura monitorata	Descrizione tipo di monitoraggio	N. strumenti	Frequenza di lettura Ante operam	Frequenza di lettura In corso d'opera	Frequenza di lettura Post operam	Tot. Letture/mesi
Spalla B (Nord) e muro in appoggio ad essa	Monitoraggio topografico parte superiore muro (mire su struttura)	10 mire	-	lettura manuale 1 volta ogni 15 gg (per 5 mesi da M22 a M26)	lettura manuale 1 volta al mese (per 24 mesi)	34 letture
	Monitoraggio topografico spalla lato viadotto (mire su struttura)	4 mire	-	lettura manuale 1 volta ogni 15 gg ((per 5 mesi da M22 a M26)	lettura manuale 1 volta al mese (per 24 mesi)	34 letture
	Monitoraggio topografico recinzioni edifici industriali (mire su pilastri o su recinzione)	8 mire	lettura manuale 1 volta al mese (per 3 mesi)	lettura manuale 1 volta ogni 15 gg (per 22 mesi da M5 a M26)	lettura manuale 1 volta al mese (per 24 mesi)	71 letture
	Monitoraggio topografico testa estenso inclinometro	1 mira	lettura manuale 1 volta al mese (per 3 mesi)	lettura manuale 1 volta ogni 15 gg (per 22 mesi da M5 a M26)	lettura manuale 1 volta al mese (per 24 mesi)	71 letture
	Monitoraggio topografico mire su assestimetri idraulici di riferimento	2 mire	lettura manuale 1 volta al mese (per 3 mesi)	lettura manuale 1 volta ogni 15 gg (per 22 mesi da M5 a M26)	lettura manuale 1 volta al mese (per 24 mesi)	71 letture
	Clinometro biassiale a barra posizionati su parte superiore muro	8 clinometri	-	lettura automatica 12 letture al giorno (per 5 mesi da M22 a M26)	lettura automatica 12 letture al giorno (per 24 mesi)	29 mesi
	Assestimetri idraulici multipunto	2 gruppi con 5 assestimetri + 1 di riferimento ciascun gruppo	lettura automatica 4 letture al giorno (per 3 mesi)	lettura automatica 12 letture al giorno (per 22 mesi da M5 a M26)	lettura automatica 12 letture al giorno (per 24 mesi)	49 mesi
	Piezometro elettrico (posizione indicativa celle = 20 - 33 - 38 da p.c.	2 fori con 3 strumenti ciascun foro	lettura manuale 1 volta al mese (per 3 mesi)	lettura manuale 1 volta ogni 15 gg (per 22 mesi da M5 a M26)	lettura manuale 1 volta al mese (per 24 mesi)	71 letture

Struttura monitorata	Descrizione tipo di monitoraggio	N. strumenti	Frequenza di lettura Ante operam	Frequenza di lettura In corso d'opera	Frequenza di lettura Post operam	Tot. Letture/mesi
	Estenso inclinometro	Lunghezza 40 m	lettura manuale 1 volta al mese (per 3 mesi)	lettura manuale 1 volta ogni 15 gg (per 22 mesi da M5 a M26)	lettura manuale 1 volta al mese (per 24 mesi)	71 letture

Le frequenze delle letture indicate nella tabella superiore sono comunque da concordare con la Direzione Lavori e sono da intendersi indicative e legate alla rispondenza tra comportamento atteso in fase di progettazione ed in esercizio dell'opera. In qualsiasi caso le letture saranno valutate sulla base delle evidenze di monitoraggio e dovranno essere intensificate, rispetto a quelle ordinarie, nel caso di superamento dei limiti di attenzione. Coerentemente anche la durata dei mesi sono da considerarsi indicativi in funzione delle reali tempistiche di lavorazione: qualora le tempistiche siano differenti anche i mesi di monitoraggio dovranno essere ridefiniti. Infine, i 24 mesi di postoperam, dovranno essere aumentati qualora si osservino movimenti discordanti rispetto a quanto definito in fase progettuale.

Per gli strumenti indicati, analogamente, il numero è da considerarsi indicativo ed è stato definito sulla base delle conoscenze attuali. Il numero definitivo dovrà essere definito e concordato con la Direzione Lavori a seguito dei sopralluoghi in fase esecutiva.

5.1 VALORI DI RIFERIMENTO PER IL MONITORAGGIO GEOTECNICO E DELLE OPERE

I valori di riferimento da considerare per il monitoraggio geotecnico e delle opere sono definiti nella Relazione di calcolo geotecnica (**Doc 3**) e sono stati definiti con lo scopo di convalidare le ipotesi fatte in sede progettuale. Sulla base dei risultati ottenuti dal monitoraggio, qualora molto diversi dalle previsioni attese, potranno essere valutate eventuali azioni e/o considerazioni da mettere in atto in contraddittorio con la DL e l'impresa.

Le soglie dichiarate di seguito interessano le opere sottoelencate e i relativi monitoraggi:

- *Monitoraggio della Spalla A e muro in appoggio ad essa (sud)*
- *Monitoraggio della Spalla B e muro in appoggio ad essa (Nord)*
- *Monitoraggio delle Pile*
- *Monitoraggio delle opere provvisionali nelle pile 2 e 3*

Monitoraggio Spalla A (sud) e muro in appoggio ad essa:

Spalla A (Sud)

Corpo spalla – cedimento entrata in esercizio (inferiore a 2-5cm).

Muro in appoggio alla Spalla A (Sud):

Rotazioni –

Soglia1 $q=1/700$;
 Soglia2 $q=1/600$;
 Soglia3 $q=1/500$.

Monitoraggio Spalla B (nord) e muro in appoggio ad essa:

Spalla B (Nord)

Corpo spalla – cedimento entrata in esercizio (inferiore a 2-5 cm).

Muro in appoggio alla spalla B (Nord):

fase provvisoriale – rilevato provvisoriale:

Stime di progetto

Velocità stimata in progetto in 4 mesi $v = \sim 3.0$ cm/mesi;
 Diminuzione percentuale delle sovrappressioni interstiziali
 x ($P_{\text{finale}} = P_{\text{iniziale}} x$) in 4 mesi: $x = \sim 70\%$;

Valori di riferimento:

Velocità stimata in progetto in 4 mesi $v < \sim 3.0$ cm/mesi;
 Diminuzione percentuale delle sovrappressioni interstiziali
 x ($P_{\text{finale}} = P_{\text{iniziale}} x$) in 4 mesi: $x < \sim 70\%$;

Azioni:

Possibile riprogrammazione dei tempi di cantiere in relazione ai 4 mesi di attesa del rilevato.

Rotazioni –

Soglia1 $q=1/700$;
 Soglia2 $q=1/600$;
 Soglia3 $q=1/500$.

Monitoraggio Pile:

Pile – cedimento entrata in esercizio (inferiore a 1 cm).

Monitoraggio delle opere provvisoriale nelle pile 2 e 3:

Soglia spostamento orizzontale a testa paratia:

Soglia 1: 3 cm ;
 Soglia 2: 5 cm;
 Soglia 3: 10 cm.

6. MONITORAGGIO STRUTTURALE EDIFICI

Il Piano di Monitoraggio Strutturale degli edifici è stato redatto e strutturato sulla base degli effetti stimati nella Relazione di calcolo geotecnica con l'analisi dei cedimenti per le opere in progetto (**Doc 3**), anche tenendo conto delle informazioni presenti nello Studio di Impatto Ambientale (SIA) del progetto in esame e percependo anche quanto indicato nel Piano di Monitoraggio Ambientale (**Doc4**).

Il Piano di seguito descritto ha come scopo quello di tenere sotto controllo lo stato di salute degli edifici presenti sul territorio e potenzialmente soggetti a danni strutturali per effetto dei movimenti indotti dalle opere in realizzazione e per effetto delle vibrazioni indotte dagli scavi e dalle lavorazioni in generale.

Presso questi siti si provvederà ad eseguire le opportune verifiche testimoniali prima dell'inizio dei lavori. Sulla base di quanto verrà verificato si dovrà valutare se approfondire ed integrare l'attuale piano di monitoraggio di progetto. In particolare, sugli edifici adibiti a civile abitazione e sulla villa monumentale si dovranno valutare le tipologie costruttive adottate e lo stato di conservazione. Per gli edifici ad uso industriale si dovrà valutare anche se sono presenti macchinari sensibili alle rotazioni per evitare di creare eventuali disagi.

In dettaglio, il Piano di Monitoraggio Strutturale si articola secondo le seguenti fasi:

- Analisi delle condizioni ante operam;
- Analisi delle condizioni in corso d'opera;
- Analisi delle condizioni post operam.

6.1 EDIFICI POTENZIALMENTE IMPATTATI

I criteri utilizzati per la determinazione degli edifici potenzialmente impattati dai fronti di avanzamento, in quanto esposti a possibili movimenti e livelli rilevanti di vibrazioni nella tratta di intervento sono:

1. Costruzioni civili ed Aree critiche (infrastrutture sanitarie, infrastrutture di istruzione, aree archeologiche storico monumentali) ad alta e molto alta classe di sensibilità.
2. Distanza dalle pile e dalle spalle del viadotto Mattei di nuova costruzione inferiore ai 40 m, anche in accordo a quanto emerge negli elaborati relativi al censimento dei ricettori svolto per gli studi acustici e a quanto riportato nel Piano di Monitoraggio Ambientale;
3. Estensione dei criteri sopra riportati anche alle costruzioni a ridosso del rilevato stradale, anche tenendo conto del pregio dei manufatti potenzialmente impattati.

Gli edifici individuati come potenzialmente impattati e su cui si eseguiranno le attività di monitoraggio strutturale sono pari a 28.

Di seguito si riporta l'elenco completo degli edifici, con indicata la posizione rispetto alla parte di opera di nuova costruzione e la distanza minima dal fronte autostradale. Nell'ultima colonna, per agevolare l'identificazione degli edifici negli elaborati complementari al progetto definitivo, è riportata l'informazione sulla presenza o meno dell'edificio nel Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA), dove RUM=prove di rumore, VIBR=prove di vibrazione e ATM=prove di componente atmosferica. Nei fabbricati per i quali non sono previste misurazioni dal PMA, è riportata la dicitura "NO".

Tabella 2 - Edifici potenzialmente impattati dagli interventi del tracciato autostradale.

POSIZIONE RISPETTO NUOVA OPERA	#	DENOMINAZIONE	INDIRIZZI	Distanza dal fronte (m)	Prove MAM
RILEVATO SUD	1	EDIFICIO VICOLO DEI PRATI	Vicolo dei Prati	18	SI (RUM-VIBR)
RILEVATO SUD	2	EDIFICIO VICOLO DEI PRATI Cod.PE 90	Vicolo dei Prati	22	SI (ATM)
RILEVATO SUD	3	EDIFICIO VICOLO DEI PRATI Cod.PE 89	Vicolo dei Prati	37	NO
RILEVATO NORD	4	EDIFICIO ZONA S.CATERINA Cod. PE 11	Via Fratelli Bandiera	81	SI (RUM)
RILEVATO NORD	5	EDIFICIO ZONA S.CATERINA CON PISCINA Cod.PE 18	Via Fratelli Bandiera	70	NO
RILEVATO NORD	6	EDIFICIO ZONA S.CATERINA Cod.PE 17	Via Fratelli Bandiera	110	NO
RILEVATO NORD	7	EDIFICIO ZONA S.CATERINA Cod.PE 13	Via Fratelli Bandiera	80	SI (RUM)
SPALLA A	8	Edificio Cod.PE 81 (Spalla A)	Via Don Minzoni, 1	18.5	NO
SPALLA A	9	Edificio Cod.PE 79 (vicino Spalla A)	Via Don Minzoni, 10	19.5	SI (RUM-VIBR)
SPALLA A	10	Edificio Cod.PE 75 (vicino Spalla A)	Via Don Minzoni, 14	31	NO
PILA 2	11	Edificio Cod.PE 67 (Pila 2)	Via Enrico Mattei, 55	25	SI (VIBR)
PILA 2	12	Edificio Cod.PE 69 (Pila 2)	Via Enrico Mattei, 57	10	SI (RUM)
PILA 2	13	Edificio Cod.PE 73 (Pila 2)	Via Enrico Mattei	12	NO
PILA 2-3	14	Edificio Cod.PE 60	Via Enrico Mattei, 59	41.5	SI (V1-V2-05)
PILA 4	15	Edificio Cod.PE 56 (Villa Monumentale)	Via Enrico Mattei, 110	43	NO
PILA 3	16	Edificio Cod.PE 68	Strada privata (Via Enrico Mattei)	25	SI (VIB)
PILA 2-3	17	EDIFICIO Cod. PE 72	Via Enrico Mattei, 110	24	NO
PILA 2-3	18	EDIFICIO Cod. PE 74	Via Enrico Mattei, 110	16	NO
PILA 3	19	Edificio Magazzino Cod.PE 66 (Pila 3)	Strada privata (Via Enrico Mattei)	5	SI (RUM)
PILA 4	20	Edificio via Mattei (Pila 4)	Via Enrico Mattei	9	NO
PILA 5	21	Edificio Cod.PE 53 (Pila 5)	Via Enrico Mattei	10	NO
PILA 2-3	22	Magazzino via Tosarelli 277	Via Bruno Tosarelli 277	35	NO
PILA2-3	23	Magazzino via Tosarelli 279	via Bruno Tosarelli 279	39	NO
SPALLA B	24	Edificio industriale Minerva Omega Group	Via del vetraio	29	NO
SPALLA B	25	Edificio industriale via del Vetraio	Via del vetraio	26	NO
RIL. NORD SP.B	26	Edificio industriale ARIS	Via del vetraio	27	NO
RIL. NORD SP.B	27	Edificio industriale LE. MA. S.r.l.	Via del vetraio	27	NO
RIL. NORD SP.B	28	Edificio industriale Grandi s.r.l.	Via Stefani	29	NO

Nel seguito, si riportano stralci dell'intera tratta per permettere la localizzazione planimetrica degli edifici elencati nella tabella (riconoscibili nella sagoma dalla campitura e dall'etichetta identificativa). In giallo nella planimetria è riportato anche l'edificio che deve essere demolito, di interesse in quanto richiederà durante la fase di demolizione, delle prove di vibrazione negli edifici limitrofi.



Figura -4 Planimetria del Viadotto Mattei di nuova costruzione con indicati gli edifici oggetto di monitoraggio strutturale. In giallo l'edificio per il quale è prevista la demolizione

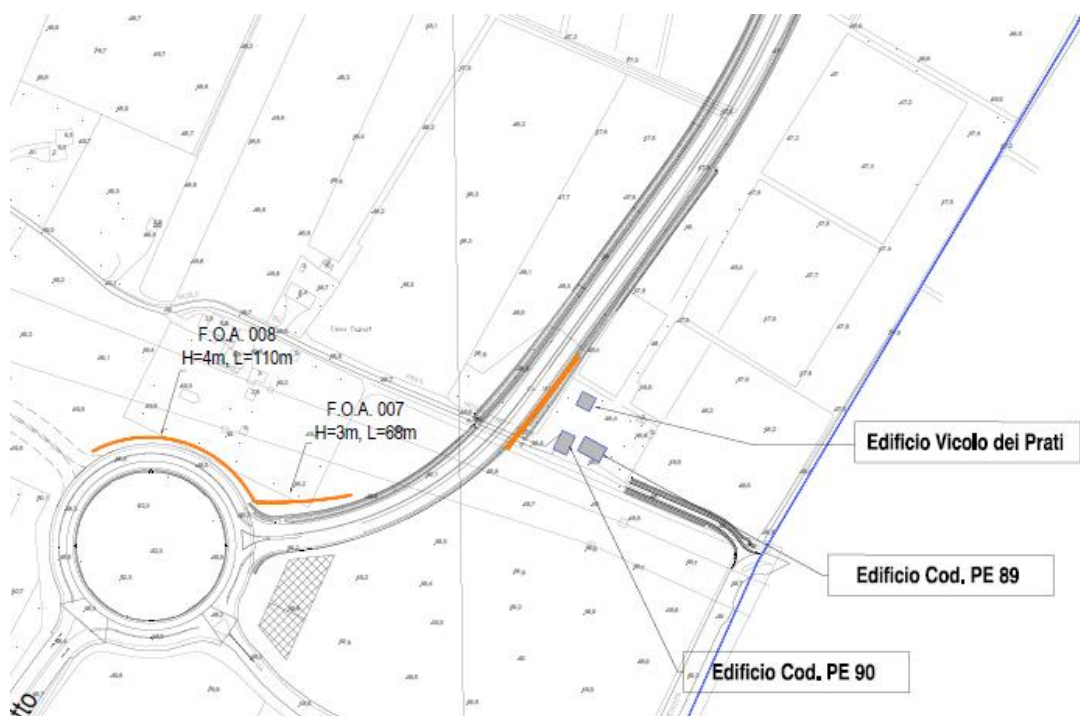


Figura -5 Stralcio del rilevato di nuova costruzione a Sud con relativi edifici oggetto di monitoraggio, in corrispondenza dell'area di Vicolo dei Prati.

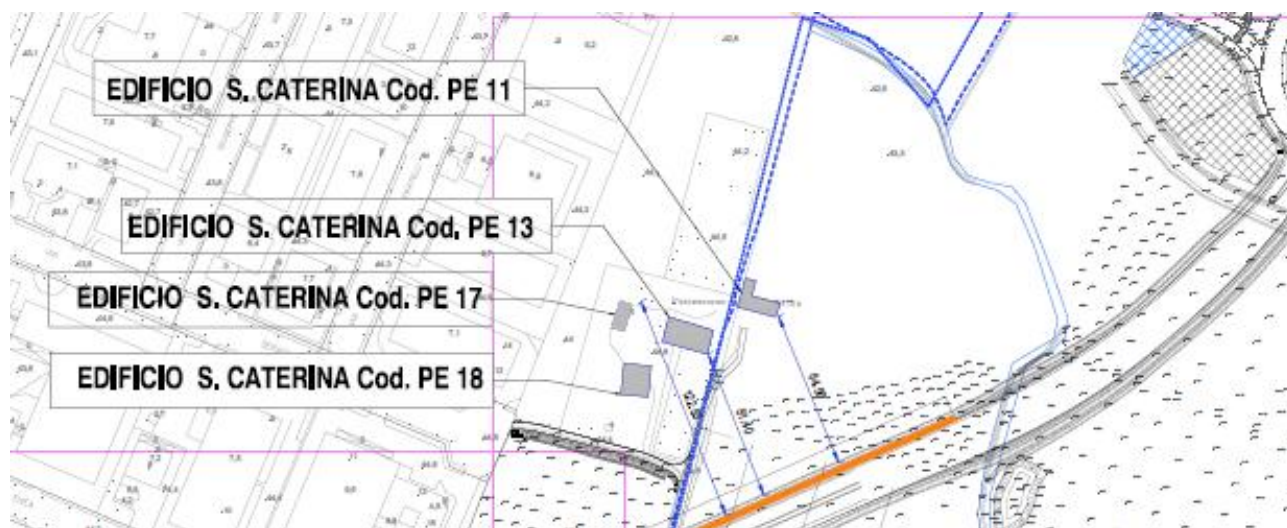


Figura **Errore. Nel documento non esiste testo dello stile specificato.**-6 Stralcio del rilevato di nuova costruzione a Nord con relativi edifici oggetto di monitoraggio, in corrispondenza dell'area S.Caterina.

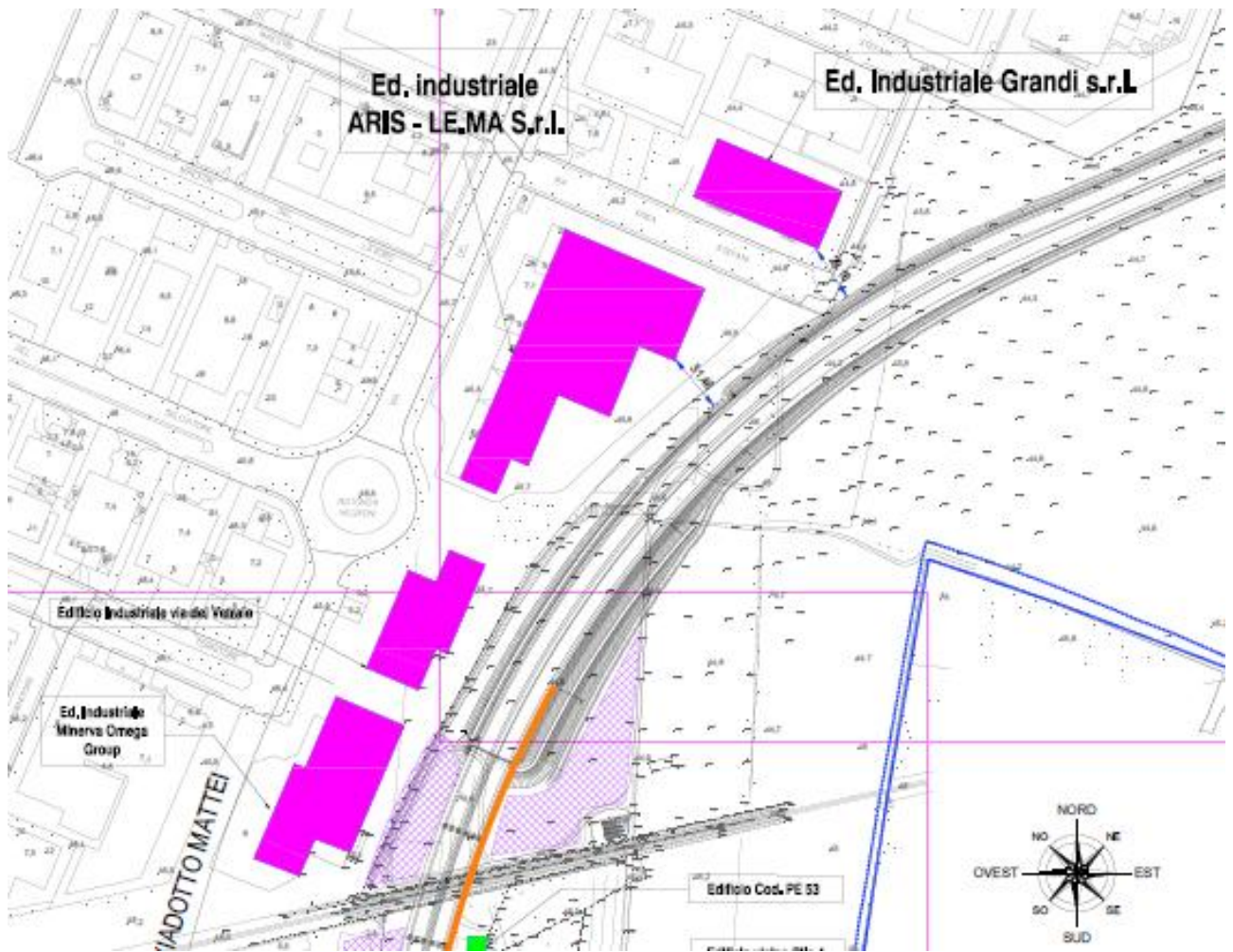


Figura -7 Stralcio del rilevato di nuova costruzione tra la Spalla B e il rilevato Nord con relativi edifici industriali oggetto di monitoraggio.

Aree di costruzione del nuovo rilevato

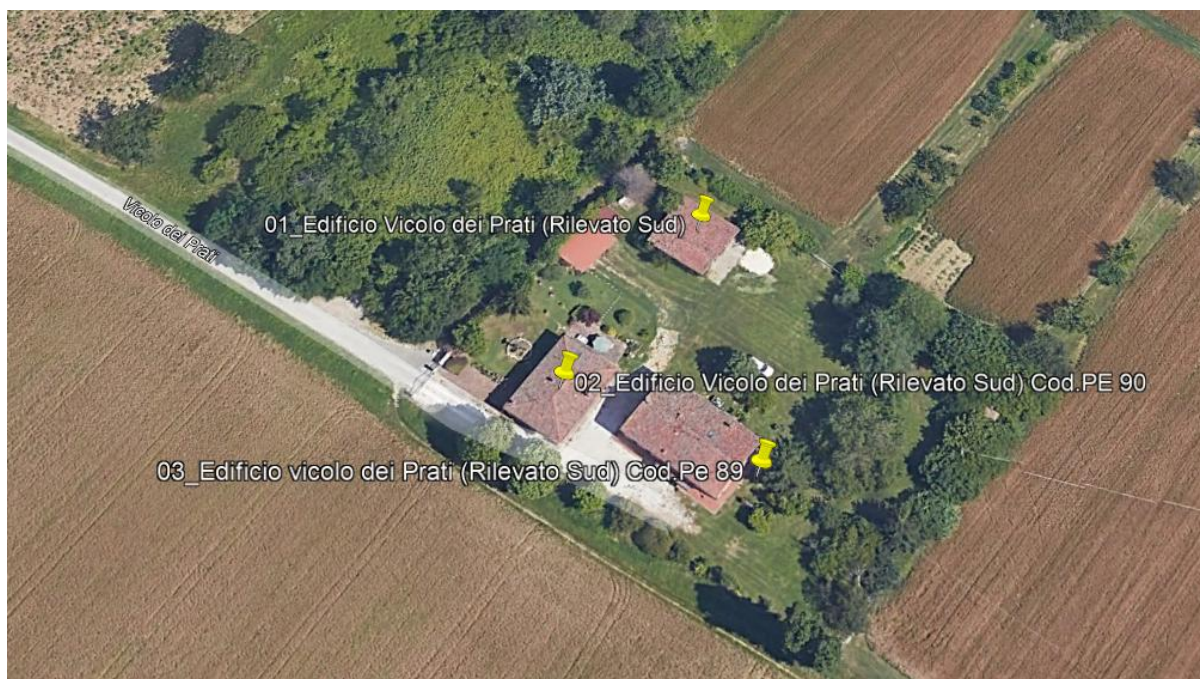


Figura -8 Edifici oggetto di monitoraggio in corrispondenza del rilevato Sud da Google Earth®

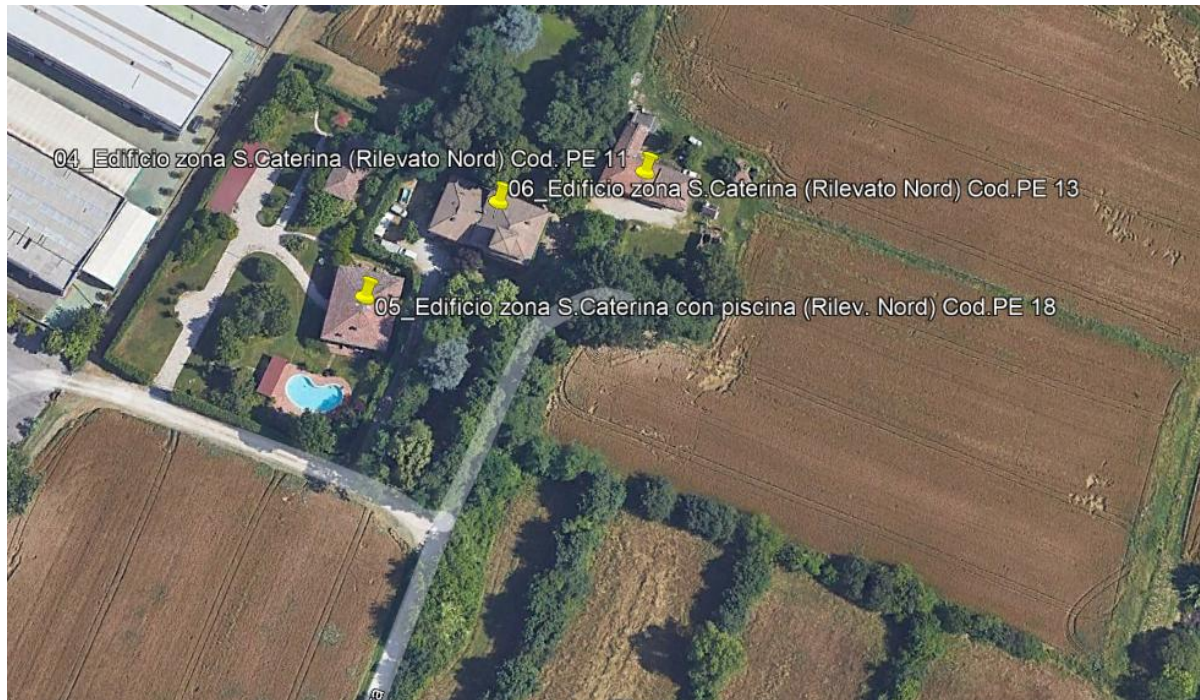


Figura -9 Edifici oggetto di monitoraggio in corrispondenza del rilevato Nord da Google Earth®

Area di costruzione del nuovo Viadotto Mattei

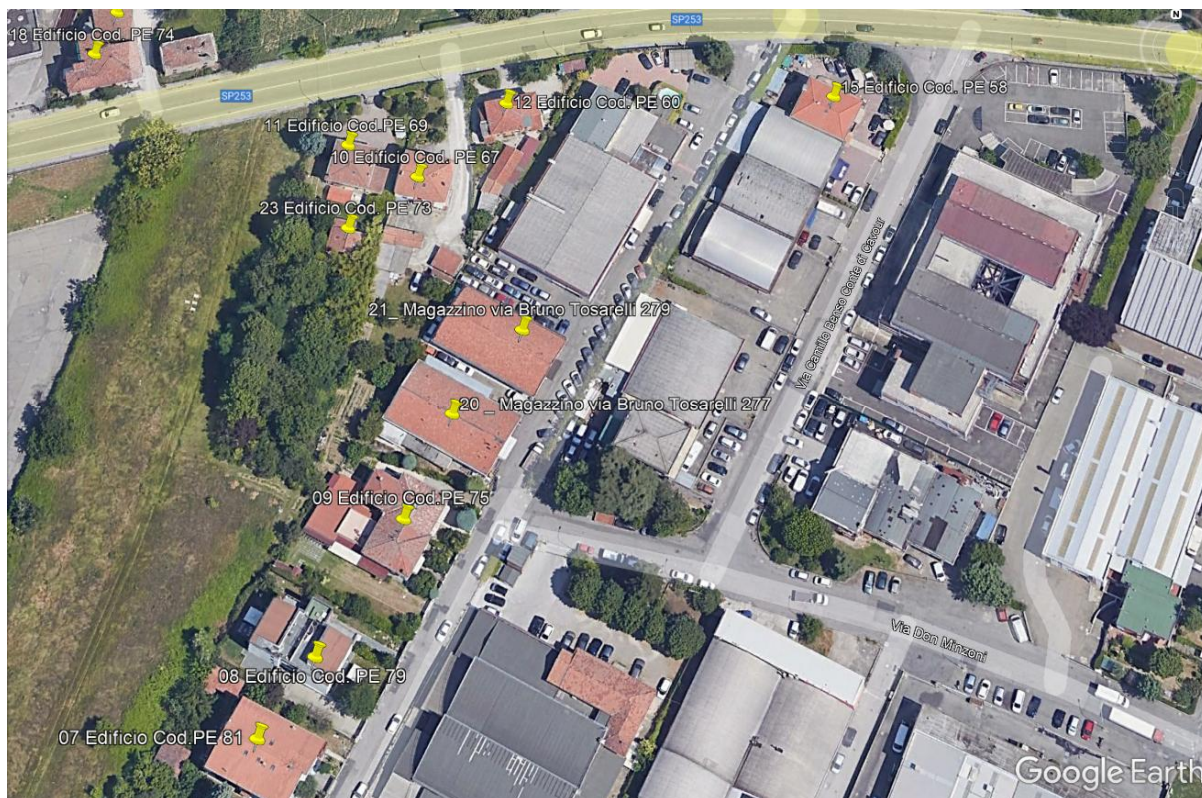


Figura -10 Edifici oggetto di monitoraggio in corrispondenza della Spalla A e delle Pile 1 e 2 del Viadotto Mattei da Google Earth®



Figura -11 Edifici oggetto di monitoraggio in corrispondenza delle Pile 3, 4, 5 e 6 e della Spalla B da Google Earth®

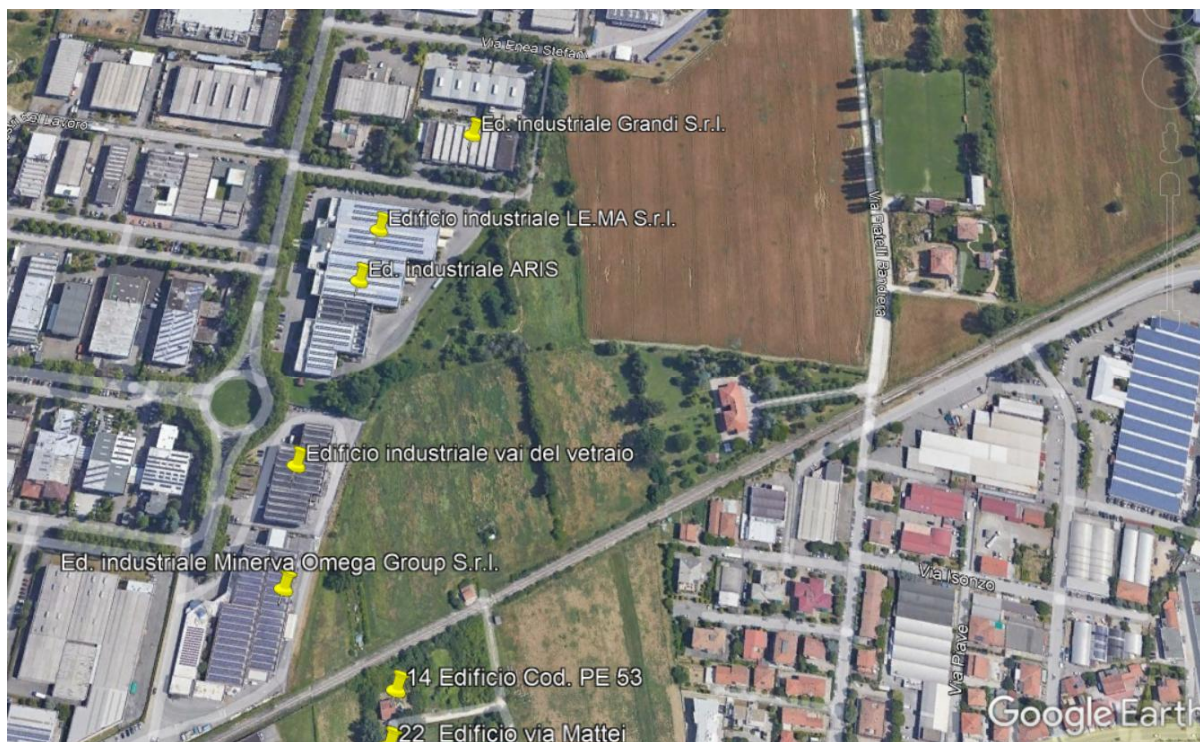


Figura -12 Edifici industriali oggetto di monitoraggio in corrispondenza della Spalla B e del rilevato da Google Earth®

6.2 ATTIVITA' PREVISTE DAL PIANO DI MONITORAGGIO STRUTTURALE.

Le attività previste dal piano di monitoraggio strutturale, come già anticipato, si possono sintetizzare in tre fasi successive:

- Analisi delle condizioni ante operam, al fine di comprendere la condizione di salute e la risposta strutturale delle costruzioni esistenti oggetto del Piano nelle loro attuali condizioni operative.
- Analisi delle condizioni in corso d'opera, per garantire il controllo delle suddette costruzioni per effetto di alterazioni indotte dalle attività di realizzazione dell'opera
- Analisi delle condizioni post operam, ovvero in fase di entrata in esercizio delle opere, valutando quindi anche l'efficacia dei provvedimenti adottati per la mitigazione di eventuali impatti indotti dai lavori autostradali sulle costruzioni individuate come sensibili.

Le attività previste dal piano di monitoraggio per gli edifici potenzialmente impattati dalle attività di ampliamento e potenziamento dell'autostrada sono riportate nel paragrafo successivo.

Tra gli edifici riportati in Tabella 2 vi sono costruzioni meno impattate e manufatti maggiormente vulnerabili, che necessitano di un differente piano di monitoraggio, di diversa complessità e accuratezza. Alla luce di ciò, sono previste attività di monitoraggio differenziate per i vari edifici, diversificati per la tipologia di strumentazione di monitoraggio e per le fasi sensibili durante le quali è necessario che la strumentazione sia attiva sulla struttura, che è riportata in tabella, in forma sintetica.

Tabella 3 – Strumentazione di monitoraggio prevista per gli edifici oggetto di monitoraggio

#	Denominazione	Strumentazione di monitoraggio prevista	Note tecniche
1	EDIFICIO VICOLO DEI PRATI (RILEVATO SUD)	Topografia manuale + accelerometri (ante operam)	Dall'analisi progettuale riportata nella relazione geotecnica nei seguenti edifici non sono attesi cedimenti importanti, pertanto ci si limita alla misura degli spostamenti con topografia manuale e ad integrare la conoscenza dello stato ante operam (rilevato dal testimoniale di stato) con le misure di caratterizzazione dinamica.
2	EDIFICIO VICOLO DEI PRATI (RILEVATO SUD) Cod.Pe 90	Topografia manuale + accelerometri (ante operam)	
3	EDIFICIO VICOLO DEI PRATI (RILEVATO SUD) Cod.PE 89	Topografia manuale + accelerometri (ante operam)	
4	EDIFICIO ZONA S.CATERINA (RILEVATO NORD) Cod. PE 11	Topografia manuale + accelerometri (ante operam)	
5	EDIFICIO ZONA S.CATERINA CON PISCINA (RILEVATO NORD) Cod.PE 18	Topografia manuale + accelerometri (ante operam)	
6	EDIFICIO ZONA S.CATERINA (RILEVATO NORD) Cod.PE 17	Topografia manuale + accelerometri (ante operam)	
7	EDIFICIO ZONA S.CATERINA (RILEVATO NORD) Cod.PE 13	Topografia manuale + accelerometri (ante operam)	
8	Edificio Cod.PE 81 (Spalla A)	Topografia automatica + accelerometri (ante, inter e post operam)+ clinometri	Vicini alla Spalla A dove i cedimenti attesi dall'analisi progettuale geotecnica sono i massimi (circa 9 cm complessivamente dopo circa 2 anni).
9	Edificio Cod.PE 79 (vicino Spalla A)	Topografia automatica + accelerometri (ante, inter e post operam)+ clinometri	Si propone una strumentazione automatica sia relativamente alle misure topografiche sia alla misura delle rotazioni mediante clinometri, garantendo rilevazioni automatiche per entrambe le grandezze monitorate.
10	Edificio Cod.PE 75 (vicino Spalla A)	Topografia automatica + accelerometri (ante, inter e post operam)+ clinometri	Il quadro dell'edificio ante operam fornito dal testimoniale di stato è integrato dalle prove di caratterizzazione dinamica, che vengono ripetute anche nelle fasi principali delle lavorazioni e al termine delle stesse.
11	Edificio Cod.PE 67 (Pila 2)	Topografia manuale + accelerometri (ante, inter e post operam)+ clinometri	Da quanto emerso dall'analisi progettuale riportata nella relazione geotecnica, non sono attesi cedimenti rilevanti, pertanto si prevede un monitoraggio con topografia manuale e clinometri con lettura automatica, in modo da avere almeno una rilevazione automatica durante le lavorazioni. Il quadro dell'edificio ante operam fornito dal testimoniale di stato è integrato dalle prove di caratterizzazione dinamica, che vengono ripetute anche nelle fasi principali delle lavorazioni e al termine delle stesse.
12	Edificio Cod.PE 69 (Pila 2)	Topografia manuale + accelerometri (ante, inter e post operam)+ clinometri	
13	Edificio Cod.PE 73 (Pila 2)	Topografia manuale + accelerometri (ante, inter e post operam)+ clinometri	
14	Edificio Cod.PE 60	Topografia manuale + accelerometri (ante, inter e post operam)+ clinometri	
15	Edificio Cod.PE 56 (Villa Monumentale)	Topografia manuale + accelerometri (ante, inter e post operam)+ clinometri	Villa Monumentale, è un ricettore sensibile. Si prevede quindi un monitoraggio con topografia manuale e clinometri con lettura automatica, in modo da avere almeno una rilevazione automatica durante le lavorazioni. Il quadro dell'edificio ante operam fornito dal testimoniale di stato è integrato dalle prove di caratterizzazione dinamica,

			che vengono ripetute anche nelle fasi principali delle lavorazioni e al termine delle stesse.
16	Edificio Cod. PE 68	Topografia manuale + accelerometri (ante, inter e post operam)+ clinometri	Da quanto emerso dall'analisi progettuale riportata nella relazione geotecnica, non sono attesi cedimenti rilevanti, si prevede quindi un monitoraggio con topografia manuale e clinometri con lettura automatica, in modo da avere almeno una rilevazione automatica durante le lavorazioni.
17	EDIFICIO Cod. PE 72	Topografia manuale + accelerometri (ante, inter e post operam)+ clinometri	
18	EDIFICIO Cod. PE 74	Topografia manuale + accelerometri (ante, inter e post operam)+ clinometri	Il quadro dell'edificio ante operam fornito dal testimoniale di stato è integrato dalle prove di caratterizzazione dinamica, che vengono ripetute anche nelle fasi principali delle lavorazioni (aggiungendo ulteriori misure di vibrazione durante la fase di demolizione dell'edificio limitrofo) e al termine delle stesse.
19	Edificio Magazzino Cod. PE 66 (Pila 3)	Topografia manuale + accelerometri (ante, inter e post operam)+ clinometri	
20	Edificio via Mattei (Pila 4)	Topografia manuale + accelerometri (ante, inter e post operam)+ clinometri	Da quanto emerso dall'analisi progettuale riportata nella relazione geotecnica, non sono attesi cedimenti rilevanti, si prevede quindi un monitoraggio con topografia manuale e clinometri con lettura automatica, in modo da avere almeno una rilevazione automatica durante le lavorazioni.
21	Edificio Cod. PE 53 (Pila 5)	Topografia manuale + accelerometri (ante, inter e post operam)+ clinometri	
22	Magazzino via Tosarelli 277	Topografia manuale + clinometri	Costruzioni a destinazione d'uso industriale, si trovano a distanza di circa 40m si prevede quindi un monitoraggio con topografia manuale e clinometri con lettura automatica, in modo da avere almeno una rilevazione automatica durante le lavorazioni.
23	Magazzino via Tosarelli 279	Topografia manuale + clinometri	
24	Edificio industriale Minerva Omega Group	Topografia manuale + clinometri	Edifici a destinazione d'uso industriale, ubicati a distanze ridotte (<30m) dalla Spalla B e dal rilevato subito a nord della Spalla si prevede quindi un monitoraggio con topografia manuale e clinometri con lettura automatica, in modo da avere almeno una rilevazione automatica durante le lavorazioni.
25	Edificio industriale via del Vetraio	Topografia manuale + clinometri	
26	Edificio industriale ARIS	Topografia manuale + clinometri	Possibilità di integrare il monitoraggio qualora venissero evidenziate necessità specifiche (durante le fasi di testimoniale di stato) legate a macchinari sensibili presenti in alcuni ambienti industriali.
27	Edificio industriale LE.MA S.r.l.	Topografia manuale + clinometri	
28	Edificio industriale Grandi s.r.l.	Topografia manuale + clinometri	

Legenda

Monitoraggio tipologico 1 - Topografia manuale + accelerometri (ante operam)

Monitoraggio tipologico 2 - Topografia automatica + accelerometri (ante, inter e post operam) + clinometri

Monitoraggio tipologico 3 - Topografia manuale + Accelerometri (ante, inter e post operam) + clinometri

Monitoraggio tipologico 4 - Topografia manuale + clinometri

Le stesse indicazioni dei monitoraggi tipologici sono state considerate nella campitura delle figure da Figura -5 a Figura -7.

6.2.1 Piano di monitoraggio per gli edifici

Le attività di monitoraggio nelle varie fasi sono sintetizzate brevemente nella figura di seguito, in accordo alle n.4 tipologie di monitoraggio differenti, come riportato in Tabella 2.

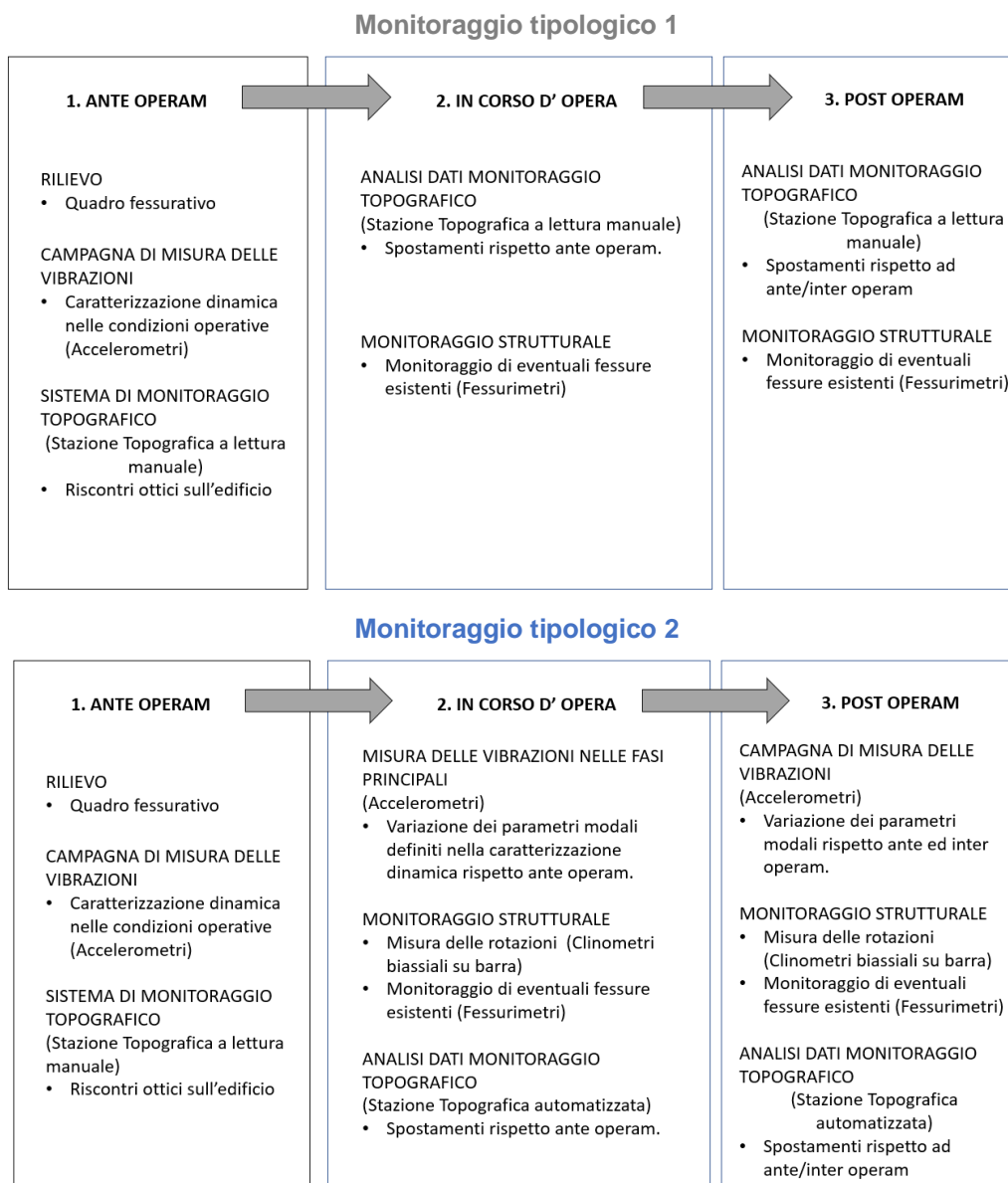
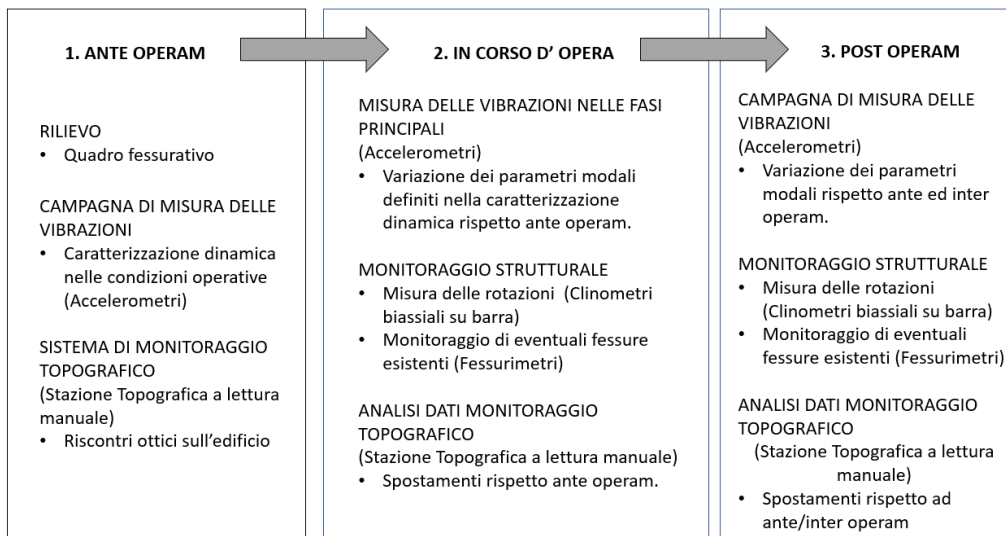


Figura -13 Schema sintetico delle attività previste dalla tipologia di monitoraggio 1 e 2.

Monitoraggio tipologico 3



Monitoraggio tipologico 4

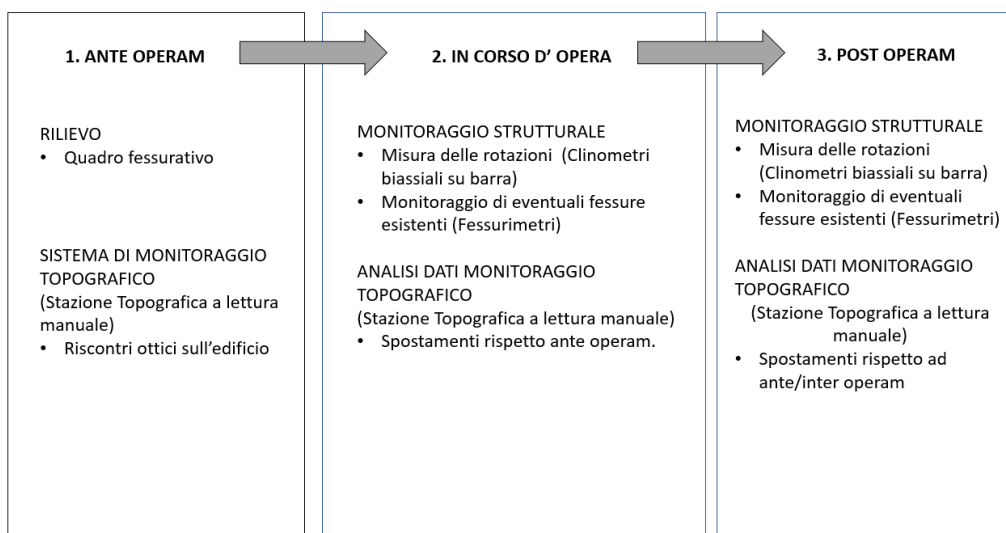


Figura -14 - Schema sintetico delle attività previste dalla tipologia di monitoraggio 3 e 4

6.2.1.1 Descrizione delle attività nelle differenti fasi di monitoraggio

Le fasi di monitoraggio previste sono dettagliate come di seguito.

1. Il **monitoraggio ante operam** ha lo scopo di acquisire le informazioni di base e di caratterizzare lo stato attuale in esercizio dei manufatti.
 - i. Rilievo del quadro fessurativo presente nel manufatto, in modo da poter escludere, in fase di scavo, la causalità di tali fessure. In questa fase occorre reperire la eventuale documentazione relativa agli edifici (planimetrie, sezioni, ecc.) e documentazione fotografica. Il rilievo deve essere eseguito in accordo a requisiti tecnici condivisi e riveste un ruolo fondamentale anche

rispetto all'insorgere di condizioni che evidenziano un'integrazione del piano di monitoraggio previsto per il manufatto. Tale attività è prevista per tutte le 4 tipologie di monitoraggio.

- ii. Campagna di misure di vibrazione ambientale nelle normali condizioni di esercizio dei manufatti, volta a caratterizzare la struttura da un punto di vista dinamico, identificandone i parametri modali intrinseci (i.e. frequenze naturali, forme modali e smorzamenti). I dati vengono analizzati secondo tecniche dell'Operational Modal Analysis (OMA). Le attività di caratterizzazione dinamica della struttura prevedono l'installazione in via temporanea di accelerometri triassiali con un fondo scala di 2 o 3g, risposta in frequenza garantita nel range 0.5-100 Hz, rumore spettrale non maggiore di $10 \mu\text{g}/\sqrt{\text{Hz}}$, range dinamico di almeno 90 dB (uno schema indicativo è riportato in Figura -15), che acquisiranno in modo continuo per circa 3600s ad una frequenza di campionamento non inferiore a 100 Hz, ripetendo l'operazione per più configurazioni se il numero di strumenti disponibile fosse inferiore ai punti totali da misurare. Le misure verranno eseguite in corrispondenza di punti da individuare in modo esatto a seguito di un sopralluogo, con modalità indicate in allegati specifici che seguiranno alla fase di sopralluogo. Tale attività è prevista per tutte le 4 tipologie di monitoraggio.

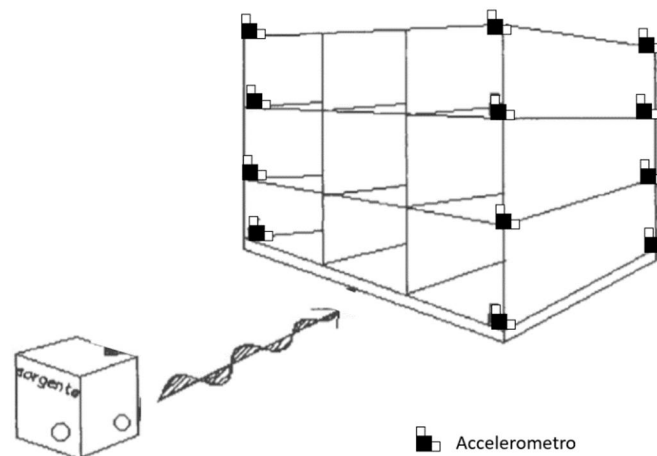


Figura -15 - Schema sintetico del posizionamento dei sensori per la campagna di misure di vibrazione ambientale.

- iii. Predisposizione di un sistema di monitoraggio topografico, che si basa sulla misura di riscontri ottici posizionati sugli edifici interessati. I riscontri ottici saranno posizionati sugli spigoli degli edifici, sulla parte superiore della struttura per le strutture meno interessate da movimenti o con altezze ridotte pari a 2-3 piani oppure a due diverse quote degli edifici, come indicato in Figura -16, per gli edifici potenzialmente più interessati ad eventuali movimenti in modo che sia possibile cogliere oltre ai movimenti e le distorsioni delle pareti anche le rotazioni. L'attività di monitoraggio prevede, quindi, l'elaborazione delle serie storiche degli spostamenti planimetrici, verticali e distorsioni delle pareti. Il sistema di monitoraggio topografico è previsto per tutte le

tipologie di monitoraggio utilizzate, in modalità di acquisizione manuale nella fase di ante operam.

Tendenzialmente, per quanto concerne l'edificio, si posizionano le mire di misura nei nodi principali della struttura, ma qualora si rilevassero fessure in posizioni specifiche allora è bene porle in prossimità di un nodo strutturale nelle immediate vicinanze. La posizione finale dovrà essere valutata in sede esecutiva dell'opera in accordo con la Direzione Lavori.

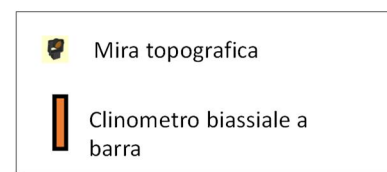


Figura -16 - Schema sintetico a titolo esemplificativo del posizionamento dei sensori per il monitoraggio topografico (mire topografiche) e delle rotazioni (clinometri)

2. Il **monitoraggio in corso d'opera** avrà lo scopo di misurare la condizione di salute degli edifici potenzialmente impattati durante la fase di realizzazione dell'ampiamiento, per coglierne i potenziali effetti sulle costruzioni.

- i. Campagna di misure di vibrazione ambientale nelle fasi più rappresentative. Al fine di documentare la variazione dei parametri modali di vibrazione rispetto all'ante operam. Le misure di vibrazione ambientale verranno eseguite negli stessi punti in cui sono stati localizzati i sensori in fase di ante operam, con le medesime modalità di acquisizione, in modo da rendere i dati confrontabili. Utilizzo dell'indice di confronto Modal Assurance Criterion (MAC) come strumento per il confronto dei modi di vibrazione. Tale attività è prevista per il monitoraggio tipologico 2,3 e 4.
- ii. Analisi dei dati provenienti dal sistema di monitoraggio topografico.
 L'attività di monitoraggio prevede delle elaborazioni delle serie storiche degli spostamenti planimetrici, verticali e distorsioni delle pareti. Tale attività è prevista per tutte le tipologie di monitoraggio, mediante rilevazione con lettura manuale (tipologia 1 e 4) e mediante stazione totale robotizzata automatica (tipologia 2 e 4).
- iii. Predisposizione di un sistema di monitoraggio strutturale con l'installazione di un clinometro biassiale su barra, con lettura automatica, posizionato sull' spigolo dell'edificio più prossimo

alle lavorazioni. L'attività di monitoraggio prevede la elaborazione delle serie storiche delle inclinazioni nei due piani. Tale attività è prevista per il monitoraggio tipologico 2, 3 e 4.

In tutti gli edifici è prevista una eventuale installazione di fessurimetri posizionati nelle fessure potenzialmente presenti negli edifici. I fessurimetri permettono di monitorare l'evoluzione delle lesioni e sono previsti a lettura manuale. La posizione, il numero e la tipologia dei fessurimetri da installare dovranno essere definiti a seguito del rilievo del quadro fessurativo di ogni edificio ed in funzione delle attività previste in prossimità dell'edificio stesso, in accordo con la Direzione Lavori. L'attività di monitoraggio prevede le elaborazioni delle serie storiche dell'apertura delle fessure. Qualora durante il rilievo del quadro fessurativo si evidenziassero fessure importanti dove si prevede una evoluzione veloce dell'apertura si valuterà l'utilizzo di fessurimetri automatici.

3. La **campagna di monitoraggio post operam** è programmata nei primi due anni di esercizio dell'opera in progetto, durante le quali ci si aspetta che vengano esauriti gran parte degli effetti dei cedimenti (**Doc 3**). Le misure verranno eseguite nel corso del tempo di osservazione per più volte in corrispondenza dei punti misurati nelle fasi precedenti.

Relativamente agli effetti delle vibrazioni sulle opere (ricettori sensibili) unitamente a quanto previsto dal presente piano, sono definite dal PMA due metodiche di monitoraggio, finalizzate alle misure di breve periodo finalizzate al disturbo (Metodica V1) e Misure di breve periodo finalizzate al danno (Metodica V2). Per i dettagli sul monitoraggio delle vibrazioni si rimanda al documento specifico di Piano Di Monitoraggio Ambientale (**Doc 4**).

6.2.1.2 **Frequenze di lettura monitoraggio delle strutture**

Le frequenze di monitoraggio dei rilevati in corrispondenza degli edifici potenzialmente impattati sono indicate di seguito. Eventuali integrazioni saranno valutate sulla base delle evidenze del monitoraggio.

Tabella 4 – Frequenza di lettura per la strumentazione di monitoraggio

#	Denominazione	Strumentazione di monitoraggio prevista	N. strumenti	Frequenza di lettura Ante operam	Frequenza di lettura In corso d'opera	Frequenza di lettura Post operam	Tot. Letture/mesi
1	EDIFICIO VICOLO DEI PRATI (RILEVATO SUD)	Topografia manuale	4 mire	lettura manuale 1 volta al mese (per 3 mesi)	lettura manuale 1 volta ogni mese (per 7 mesi)	lettura manuale 1 volta ogni 2 mesi (per 24 mesi)	22 letture
		Accelerometri (ante operam)	4 accelerometri	1 campagna di misura	-	-	1 campagne di misura

#	Denominazione	Strumentazione di monitoraggio prevista	N. strumenti	Frequenza di lettura Ante operam	Frequenza di lettura In corso d'opera	Frequenza di lettura Post operam	Tot. Letture/mesi
2	EDIFICIO VICOLO DEI PRATI (RILEVATO SUD) Cod.Pe 90	Topografia manuale	4 mire	lettura manuale 1 volta al mese (per 3 mesi)	lettura manuale 1 volta ogni mese (per 7 mesi)	lettura manuale 1 volta ogni 2 mesi (per 24 mesi)	22 letture
		Accelerometri (ante operam)	4 accelerometri	1 campagna di misura	-	-	1 campagne di misura
3	EDIFICIO VICOLO DEI PRATI (RILEVATO SUD) Cod.PE 89	Topografia manuale	4 mire	lettura manuale 1 volta al mese (per 3 mesi)	lettura manuale 1 volta ogni mese (per 7 mesi)	lettura manuale 1 volta ogni 2 mesi (per 24 mesi)	22 letture
		Accelerometri (ante operam)	4 accelerometri	1 campagna di misura	-	-	1 campagne di misura
4	EDIFICIO ZONA S.CATERINA (RILEVATO NORD) Cod. PE 11	Topografia manuale	4 mire	lettura manuale 1 volta al mese (per 3 mesi)	lettura manuale 1 volta ogni mese (per 7 mesi)	lettura manuale 1 volta ogni 2 mesi (per 24 mesi)	22 letture
		Accelerometri (ante operam)	6 accelerometri	1 campagna di misura	-	-	1 campagne di misura
5	EDIFICIO ZONA S.CATERINA CON PISCINA (RILEVATO NORD) Cod.PE 18	Topografia manuale	4 mire	lettura manuale 1 volta al mese (per 3 mesi)	lettura manuale 1 volta ogni mese (per 7 mesi)	lettura manuale 1 volta ogni 2 mesi (per 24 mesi)	22 letture
		Accelerometri (ante operam)	4 accelerometri	1 campagna di misura	-	-	1 campagne di misura
6	EDIFICIO ZONA S.CATERINA (RILEVATO NORD) Cod.PE 17	Topografia manuale	4 mire	lettura manuale 1 volta al mese (per 3 mesi)	lettura manuale 1 volta ogni mese (per 7 mesi)	lettura manuale 1 volta ogni 2 mesi (per 24 mesi)	22 letture
		Accelerometri (ante operam)	4 accelerometri	1 campagna di misura	-	-	1 campagne di misura
7	EDIFICIO ZONA S.CATERINA (RILEVATO NORD) Cod.PE 13	Topografia manuale	4 mire	lettura manuale 1 volta al mese (per 3 mesi)	lettura manuale 1 volta ogni mese (per 7 mesi)	lettura manuale 1 volta ogni 2 mesi (per 24 mesi)	22 letture
		Accelerometri (ante operam)	8 accelerometri	1 campagna di misura	-	-	1 campagne di misura
8	Edificio Cod.PE 81 (Spalla A)	Topografia automatica	8 mire	lettura automatica 4 letture al giorno (per 3 mesi)	lettura automatica 12 letture al giorno (per 13 mesi)	lettura automatica 12 letture al giorno (per 24 mesi)	40 mesi
		Accelerometri (ante, inter e post operam)	6 accelerometri	1 campagna di misura	2 campagne di misura	1 campagna di misura	4 campagne di misura

#	Denominazione	Strumentazione di monitoraggio prevista	N. strumenti	Frequenza di lettura Ante operam	Frequenza di lettura In corso d'opera	Frequenza di lettura Post operam	Tot. Letture/mesi
		Clinometri	4 clinometri	lettura automatica 4 letture al giorno (per 3 mesi)	lettura automatica 12 letture al giorno (per 13 mesi)	lettura automatica 12 letture al giorno (per 24 mesi)	40 mesi
9	Edificio Cod.PE 79 (vicino Spalla A)	Topografia automatica	8 mire	lettura automatica 4 letture al giorno (per 3 mesi)	lettura automatica 12 letture al giorno (per 13 mesi)	lettura automatica 12 letture al giorno (per 24 mesi)	40 mesi
		Accelerometri (ante, inter e post operam)	6 accelerometri	1 campagna di misura	2 campagne di misura	1 campagna di misura	4 campagne di misura
		Clinometri	4 clinometri	lettura automatica 4 letture al giorno (per 3 mesi)	lettura automatica 12 letture al giorno (per 13 mesi)	lettura automatica 12 letture al giorno (per 24 mesi)	40 mesi
10	Edificio Cod.PE 75 (vicino Spalla A)	Topografia automatica	8 mire	lettura automatica 4 letture al giorno (per 3 mesi)	lettura automatica 12 letture al giorno (per 13 mesi)	lettura automatica 12 letture al giorno (per 24 mesi)	40 mesi
		Accelerometri (ante, inter e post operam)	4 accelerometri	1 campagna di misura	2 campagne di misura	1 campagna di misura	4 campagne di misura
		Clinometri	4 clinometri	lettura automatica 4 letture al giorno (per 3 mesi)	lettura automatica 12 letture al giorno (per 13 mesi)	lettura automatica 12 letture al giorno (per 24 mesi)	40 mesi
11	Edificio Cod.PE 67 (Pila 2)	Topografia manuale	4 mire	lettura manuale 1 volta al mese (per 3 mesi)	lettura manuale 1 volta ogni 15 gg (per 13 mesi)	lettura manuale 1 volta al mese (per 24 mesi)	53 letture
		Accelerometri (ante operam)	4 accelerometri	1 campagna di misura	2 campagne di misura	1 campagna di misura	4 campagne di misura
		Clinometri	4 clinometri	lettura automatica 4 letture al giorno (per 3 mesi)	lettura automatica 12 letture al giorno (per 13 mesi)	lettura automatica 12 letture al giorno (per 24 mesi)	40 mesi
12	Edificio Cod.PE 69 (Pila 2)	Topografia manuale	4 mire	lettura manuale 1 volta al mese (per 3 mesi)	lettura manuale 1 volta ogni 15 gg (per 13 mesi)	lettura manuale 1 volta al mese (per 24 mesi)	53 letture
		Accelerometri (ante operam)	4 accelerometri	1 campagna di misura	2 campagne di misura	1 campagna di misura	4 campagne di misura

#	Denominazione	Strumentazione di monitoraggio prevista	N. strumenti	Frequenza di lettura Ante operam	Frequenza di lettura In corso d'opera	Frequenza di lettura Post operam	Tot. Letture/mesi
		Clinometri	4 clinometri	lettura automatica 4 letture al giorno (per 3 mesi)	lettura automatica 12 letture al giorno (per 13 mesi)	lettura automatica 12 letture al giorno (per 24 mesi)	40 mesi
13	Edificio Cod.PE 73 (Pila 2)	Topografia manuale	4 mire	lettura manuale 1 volta al mese (per 3 mesi)	lettura manuale 1 volta ogni 15 gg (per 13 mesi)	lettura manuale 1 volta al mese (per 24 mesi)	53 letture
		Accelerometri (ante operam)	4 accelerometri	1 campagna di misura	2 campagne di misura	1 campagna di misura	4 campagne di misura
		Clinometri	4 clinometri	lettura automatica 4 letture al giorno (per 3 mesi)	lettura automatica 12 letture al giorno (per 13 mesi)	lettura automatica 12 letture al giorno (per 24 mesi)	40 mesi
14	Edificio Cod.PE 60	Topografia manuale	4 mire	lettura manuale 1 volta al mese (per 3 mesi)	lettura manuale 1 volta ogni 15 gg (per 13 mesi)	lettura manuale 1 volta al mese (per 24 mesi)	53 letture
		Accelerometri (ante operam)	4 accelerometri	1 campagna di misura	2 campagne di misura	1 campagna di misura	4 campagne di misura
		Clinometri	2 clinometri	lettura automatica 4 letture al giorno (per 3 mesi)	lettura automatica 12 letture al giorno (per 13 mesi)	lettura automatica 12 letture al giorno (per 24 mesi)	40 mesi
15	Edificio Cod.PE 56 (Villa Monumentale)	Topografia manuale	8 mire	lettura manuale 1 volta al mese (per 3 mesi)	lettura manuale 1 volta ogni 15 gg (per 11 mesi)	lettura manuale 1 volta al mese (per 24 mesi)	49 letture
		Accelerometri (ante operam)	12 accelerometri	1 campagna di misura	2 campagne di misura	1 campagna di misura	4 campagne di misura
		Clinometri	8 clinometri	lettura automatica 4 letture al giorno (per 3 mesi)	lettura automatica 12 letture al giorno (per 11 mesi)	lettura automatica 12 letture al giorno (per 24 mesi)	38 mesi
16	Edificio Cod.PE 68	Topografia manuale	4 mire	lettura manuale 1 volta al mese (per 3 mesi)	lettura manuale 1 volta ogni 15 gg (per 11 mesi)	lettura manuale 1 volta al mese (per 24 mesi)	49 letture
		Accelerometri (ante operam)	4 accelerometri	1 campagna di misura	3 campagne di misura	1 campagna di misura	5 campagne di misura

#	Denominazione	Strumentazione di monitoraggio prevista	N. strumenti	Frequenza di lettura Ante operam	Frequenza di lettura In corso d'opera	Frequenza di lettura Post operam	Tot. Letture/mesi
		Clinometri	4 clinometri	lettura automatica 4 letture al giorno (per 3 mesi)	lettura automatica 12 letture al giorno (per 11 mesi)	lettura automatica 12 letture al giorno (per 24 mesi)	38 mesi
17	EDIFICIO Cod. PE 72	Topografia manuale	4 mire	lettura manuale 1 volta al mese (per 3 mesi)	lettura manuale 1 volta ogni 15 gg (per 11 mesi)	lettura manuale 1 volta al mese (per 24 mesi)	49 letture
		Accelerometri (ante operam)	4 accelerometri	1 campagna di misura	3 campagne di misura	1 campagna di misura	5 campagne di misura
		Clinometri	4 clinometri	lettura automatica 4 letture al giorno (per 3 mesi)	lettura automatica 12 letture al giorno (per 11 mesi)	lettura automatica 12 letture al giorno (per 24 mesi)	38 mesi
18	EDIFICIO Cod. PE 74	Topografia manuale	4 mire	lettura manuale 1 volta al mese (per 3 mesi)	lettura manuale 1 volta ogni 15 gg (per 11 mesi)	lettura manuale 1 volta al mese (per 24 mesi)	49 letture
		Accelerometri (ante operam)	4 accelerometri	1 campagna di misura	3 campagne di misura	1 campagna di misura	5 campagne di misura
		Clinometri	4 clinometri	lettura automatica 4 letture al giorno (per 3 mesi)	lettura automatica 12 letture al giorno (per 11 mesi)	lettura automatica 12 letture al giorno (per 24 mesi)	38 mesi
19	Edificio Magazzino Cod. PE 66 (Pila 3)	Topografia manuale	4 mire	lettura manuale 1 volta al mese (per 3 mesi)	lettura manuale 1 volta ogni 15 gg (per 11 mesi)	lettura manuale 1 volta al mese (per 24 mesi)	49 letture
		Accelerometri (ante operam)	4 accelerometri	1 campagna di misura	3 campagne di misura	1 campagna di misura	5 campagne di misura
		Clinometri	4 clinometri	lettura automatica 4 letture al giorno (per 3 mesi)	lettura automatica 12 letture al giorno (per 11 mesi)	lettura automatica 12 letture al giorno (per 24 mesi)	38 mesi
20	Edificio via Mattei (Pila 4)	Topografia manuale	4 mire	lettura manuale 1 volta al mese (per 3 mesi)	lettura manuale 1 volta ogni 15 gg (per 11 mesi)	lettura manuale 1 volta al mese (per 24 mesi)	49 letture
		Accelerometri (ante operam)	4 accelerometri	1 campagna di misura	2 campagne di misura	1 campagna di misura	4 campagne di misura

#	Denominazione	Strumentazione di monitoraggio prevista	N. strumenti	Frequenza di lettura Ante operam	Frequenza di lettura In corso d'opera	Frequenza di lettura Post operam	Tot. Letture/mesi
		Clinometri	2 clinometri	lettura automatica 4 letture al giorno (per 3 mesi)	lettura automatica 12 letture al giorno (per 11 mesi)	lettura automatica 12 letture al giorno (per 24 mesi)	38 mesi
21	Edificio Cod.PE 53 (Pila 5)	Topografia manuale	4 mire	lettura manuale 1 volta al mese (per 3 mesi)	lettura manuale 1 volta ogni 15 gg (per 11 mesi)	lettura manuale 1 volta al mese (per 24 mesi)	49 letture
		Accelerometri (ante operam)	4 accelerometri	1 campagna di misura	2 campagne di misura	1 campagna di misura	4 campagne di misura
		Clinometri	2 clinometri	lettura automatica 4 letture al giorno (per 3 mesi)	lettura automatica 12 letture al giorno (per 11 mesi)	lettura automatica 12 letture al giorno (per 24 mesi)	38 mesi
22	Magazzino via Tosarelli 277	Topografia manuale	4 mire	lettura manuale 1 volta al mese (per 3 mesi)	lettura manuale 1 volta ogni 15 gg (per 11 mesi)	lettura manuale 1 volta al mese (per 24 mesi)	49 letture
		Clinometri	2 clinometri	lettura automatica 4 letture al giorno (per 3 mesi)	lettura automatica 12 letture al giorno (per 11 mesi)	lettura automatica 12 letture al giorno (per 24 mesi)	38 mesi
23	Magazzino via Tosarelli 279	Topografia manuale	4 mire	lettura manuale 1 volta al mese (per 3 mesi)	lettura manuale 1 volta ogni 15 gg (per 11 mesi)	lettura manuale 1 volta al mese (per 24 mesi)	49 letture
		Clinometri	2 clinometri	lettura automatica 4 letture al giorno (per 3 mesi)	lettura automatica 12 letture al giorno (per 11 mesi)	lettura automatica 12 letture al giorno (per 24 mesi)	38 mesi
24	Edificio industriale Minerva Omega Group	Topografia manuale	8 mire	lettura manuale 1 volta al mese (per 3 mesi)	lettura manuale 1 volta ogni 15 gg (per 22 mesi)	lettura manuale 1 volta al mese (per 24 mesi)	71 letture
		Clinometri	6 clinometri	lettura automatica 4 letture al giorno (per 3 mesi)	lettura automatica 12 letture al giorno (per 22 mesi)	lettura automatica 12 letture al giorno (per 24 mesi)	49 mesi
25	Edificio industriale via del Vetraio	Topografia manuale	8 mire	lettura manuale 1 volta al mese (per 3 mesi)	lettura manuale 1 volta ogni 15 gg (per 22 mesi)	lettura manuale 1 volta al mese (per 24 mesi)	71 letture

#	Denominazione	Strumentazione di monitoraggio prevista	N. strumenti	Frequenza di lettura Ante operam	Frequenza di lettura In corso d'opera	Frequenza di lettura Post operam	Tot. Letture/mesi
		Clinometri	6 clinometri	lettura automatica 4 letture al giorno (per 3 mesi)	lettura automatica 12 letture al giorno (per 22 mesi)	lettura automatica 12 letture al giorno (per 24 mesi)	49 mesi
26	Edificio industriale ARIS	Topografia manuale	4 mire	lettura manuale 1 volta al mese (per 3 mesi)	lettura manuale 1 volta ogni 15 gg (per 11 mesi)	lettura manuale 1 volta al mese (per 24 mesi)	49 letture
		Clinometri	4 clinometri	lettura automatica 4 letture al giorno (per 3 mesi)	lettura automatica 12 letture al giorno (per 11 mesi)	lettura automatica 12 letture al giorno (per 24 mesi)	38 mesi
27	Edificio industriale LE.MA S.r.l.	Topografia manuale	4 mire	lettura manuale 1 volta al mese (per 3 mesi)	lettura manuale 1 volta ogni 15 gg (per 11 mesi)	lettura manuale 1 volta al mese (per 24 mesi)	49 letture
		Clinometri	4 clinometri	lettura automatica 4 letture al giorno (per 3 mesi)	lettura automatica 12 letture al giorno (per 11 mesi)	lettura automatica 12 letture al giorno (per 24 mesi)	38 mesi
28	Edificio industriale Grandi s.r.l.	Topografia manuale	4 mire	lettura manuale 1 volta al mese (per 3 mesi)	lettura manuale 1 volta ogni 15 gg (per 11 mesi)	lettura manuale 1 volta al mese (per 24 mesi)	49 letture
		Clinometri	2 clinometri	lettura automatica 4 letture al giorno (per 3 mesi)	lettura automatica 12 letture al giorno (per 11 mesi)	lettura automatica 12 letture al giorno (per 24 mesi)	38 mesi

Le frequenze delle letture indicate nella tabella superiore sono comunque da concordare con la Direzione Lavori e sono da intendersi indicative e legate alla rispondenza tra comportamento atteso in fase di progettazione ed in esercizio dell'opera. In qualsiasi caso le letture saranno valutate sulla base delle evidenze di monitoraggio e dovranno essere intensificate, rispetto a quelle ordinarie, nel caso di superamento dei limiti di attenzione. Coerentemente anche la durata dei mesi sono da considerarsi indicativi in funzione delle reali tempistiche di lavorazione: qualora le tempistiche siano differenti anche i mesi di monitoraggio dovranno essere ridefiniti. Infine, i 24 mesi di post operam dovranno essere aumentati qualora si osservino movimenti discordanti rispetto a quanto definito in fase progettuale.

Per gli strumenti indicati, analogamente, il numero è da considerarsi indicativo ed è stato definito sulla base delle conoscenze attuali. Il numero definitivo dovrà essere definito e concordato con la Direzione Lavori a seguito dei sopralluoghi e dei testimoniali di stato sugli edifici da monitorare.

Misure delle vibrazioni:

Per il monitoraggio delle strutture mediante misura delle vibrazioni con accelerometri sono state previste 1 campagna di misura per la caratterizzazione dinamica dell'edificio da effettuare prima dell'inizio dei lavori, alcune campagne di misura da effettuare durante l'esecuzione dei lavori ed 1 campagna di misura da effettuare al termine degli stessi. Le tempistiche di esecuzione delle campagne di misura da effettuare durante l'esecuzione dei lavori saranno individuate per ogni edificio in accordo con la Direzione Lavori in funzione della programmazione dei lavori posti in prossimità del singolo edificio. Eventuali integrazioni saranno valutate sulla base delle evidenze del monitoraggio.

Monitoraggio topografico:

Per il monitoraggio delle strutture con il monitoraggio topografico manuale sono state previste letture da effettuare prima dell'inizio dei lavori, durante l'esecuzione e al termine degli stessi. Le frequenze indicate saranno confermate per ogni edificio in accordo con la Direzione Lavori in funzione della programmazione dei lavori posti in prossimità del singolo edificio. Eventuali integrazioni saranno valutate sulla base delle evidenze del monitoraggio. Alcuni edifici (monitoraggio tipologico 2) sono oggetto di monitoraggio topografico eseguito con stazione robotizzata a lettura automatica, con frequenza indicata nella Tabella 3.

Clinometri biassiali su barra

Si prevedono clinometri biassiali su barra automatizzati con misurazione della temperatura. Eventuali integrazioni alle frequenze o ai periodi di monitoraggio saranno valutate e concordate con la Direzione Lavori sulla base delle evidenze del monitoraggio e delle tempistiche di esecuzione dei lavori.

Monitoraggio con fessurimetri

Per l'eventuale monitoraggio delle strutture con fessurimetri manuali sono state previste una serie di letture da effettuare complessivamente prima dell'inizio dei lavori, durante l'esecuzione e al termine degli stessi. Le frequenze indicate saranno confermate per ogni edificio in accordo con la Direzione Lavori in funzione della programmazione dei lavori posti in prossimità del singolo edificio. Eventuali integrazioni saranno valutate sulla base delle evidenze del monitoraggio.

6.3 VALORI DI RIFERIMENTO PER IL MONITORAGGIO STRUTTURALE DEGLI EDIFICI

In assenza di soglie specifiche definite nelle relazioni progettuali si utilizzeranno i valori di controllo indicati ai capitoli 6.1.4 e 7.1.5 del **Doc 3**.

7. RACCOLTA E GESTIONE DEI DATI, INSTALLAZIONE STRUMENTAZIONE

Il presente paragrafo riporta le tipologie di raccolta e gestione dei dati, l'installazione e le prescrizioni generali relative alle installazioni della strumentazione.

7.1 SISTEMI DI RACCOLTA E GESTIONE DEI DATI

7.1.1 Elaborazione dei dati e unità operative

I dati ottenuti dalle operazioni di monitoraggio dovranno essere registrati su supporto magnetico (in formato leggibile, es.: *.dat) e gestiti, per una corretta elaborazione, mediante un software adeguato.

Il software impiegato dovrà fornire, previa elaborazione dati, i valori delle principali grandezze in formato numerico e in forma di grafici cartesiani. Laddove previste, dovrà inoltre evidenziare il superamento dei valori di soglia corrispondenti alle condizioni di attenzione e di allarme.

Tutti i grafici prodotti dovranno essere correlati alla sezione e/o al punto in asse rilevato alla data del rilievo.

Per ottenere una corretta gestione del sistema di monitoraggio si prevede quindi una struttura organizzativa delle attività costituita dalle seguenti unità:

- Unità operativa
- Unità di supporto tecnico alla Direzione Lavori

L'unità operativa avrà il compito di:

- eseguire i rilievi e le misure in campo, se e dove previste;
- effettuare l'elaborazione e restituzione dei dati;
- convalidare le misure e i dati acquisiti da punto di vista strumentale;
- trasmettere i dati alla Direzione Lavori e agli utenti remoti;
- occuparsi della manutenzione ordinaria e straordinaria.

L'elaborazione dei dati e delle misure raccolti dovrà consistere nella generazione di rapporti in formato numerico e grafico in grado di consentire una immediata interpretazione ingegneristica dei dati. I dati forniti dovranno essere convalidati dal punto di vista strumentale da parte dell'unità operativa.

L'unità di supporto tecnico avrà il compito di analizzare i risultati forniti dall'unità operativa e di verificare il corretto avanzamento del sistema di monitoraggio.

L'analisi dei dati sarà propedeutica per la valutazione e adozione delle azioni necessarie, a supporto della Direzione Lavori, al fine di controllare la corretta gestione e realizzazione dell'opera.

7.1.2 Piattaforma di gestione dei dati

La necessità di un sistema di monitoraggio in grado di tenere sotto controllo gli effetti dell'avanzamento dei lavori in un intorno significativo dell'opera comporta la realizzazione di un sistema complesso, proporzionale alla complessità dell'opera da realizzare e si traduce in una grande mole di dati da archiviare, valutare ed interpretare.

La gestione dati e delle misure dovrà essere eseguita con sistemi dinamici e moderni che rendono le informazioni disponibili al committente in tempo reale.

Un sistema informativo, per definizione, deve fornire le informazioni richieste in maniera rapida e diffusa e deve allo stesso tempo salvaguardare l'integrità dei dati in esso contenuti. In generale, il sistema informativo di supporto al monitoraggio di opere di ingegneria civile proposto dovrà essere consultabile:

- al momento desiderato e con la frequenza desiderata
- da tipologie di utenti diversi con modalità diverse
- da luoghi diversi

La piattaforma per la gestione dei dati di monitoraggio comunemente usata è del tipo web-based o equivalente. Dovrà prevedere un sistema di archiviazione dati su database SQL o equivalente, garantendo la totale sicurezza dei dati.

La piattaforma web di gestione dovrà avere, di base, le seguenti funzionalità:

- Consentire l'accesso alle informazioni solamente agli utenti autorizzati
- Archiviare e visualizzare tutti i documenti di progetto
- Visualizzare gli elaborati relativi al monitoraggio
- Raggruppare gli elaborati secondo una struttura logica
- Consentire il download degli elaborati
- Visualizzare tutte le informazioni di cui sopra all'interno di una planimetria georeferenziata

Inoltre, la piattaforma web dovrà avere la possibilità di gestire opportune soglie con eventuale attivazione di allarmi che devono essere inviate tramite messaggi, mail e telefonate ad una serie di utenti con priorità differenti in base alle soglie attivate. I superamenti di soglia dovranno essere definiti come superamenti di singoli valori o come superamenti valutati con opportune formulazioni e logiche (ad esempio valori medi, superamenti ripetuti, superamenti su più strumenti). Inoltre, le soglie dovranno anche considerare malfunzionamenti degli strumenti, mancanza di alimentazione o di collegamento.

Il sistema di gestione dati dovrà garantire la riservatezza delle informazioni attraverso un accesso protetto da password fornito esclusivamente agli utenti autorizzati.

7.1.3 Controllo e trasmissione dei dati e gestione delle attività di monitoraggio

Un'apposita interfaccia consentirà di realizzare grafici e/o le tabelle del periodo di monitoraggio desiderato (dalla data xxx alla data yyy) o degli ultimi ore/giorni/mesi e consentirà di impostare manualmente o automaticamente la scala delle ascisse.

Dovrà essere possibile realizzare report personalizzati consultabili a schermo o stampabili in PDF ed eventualmente sarà anche possibile mandare automaticamente via mail questi report agli indirizzi desiderati.

I dati potranno essere esportati in formato ASCII/csv per l'importazione ed elaborazione ulteriore con Excel.

L'individuazione della strumentazione, l'interrogazione e la creazione dei diagrammi o report dovrà essere effettuata sia tramite mappa georeferenziata (tipo GIS o equivalente), sia tramite elenco degli strumenti suddivisi per tipo, zona e nome. Gli hot-spot consentiranno di visualizzare grafici, schede tecniche (monografie, certificati, ecc.) e fotografie relative agli strumenti.

Le attività di monitoraggio, in generale, dovranno essere definite secondo la seguente modalità:

- progettazione del monitoraggio di dettaglio (verifica delle posizioni di progetto, verifica della funzionalità degli strumenti installati durante le precedenti fasi progettuali, del PD e PE; prese in carico ed attivazione degli strumenti già in posto; redazione dei diagrammi di flusso; ecc.)
- identificazione dei vari responsabili operativi;
- attivazione delle procedure;
- redazione ed attivazione della Piattaforma informatica per elaborazione, distribuzione e stampa dei dati di monitoraggio;
- redazione di una relazione di installazione As built;
- acquisizione dati in manuale e/o automatico;
- verifica del corretto funzionamento del sistema di misura ed eventualmente elaborazione dati giornaliera con eventuale notifica di superamento dei valori di soglia (attenzione e allarme);
- elaborazione dati periodica secondo le cadenze prefissate, variabile in funzione dei risultati e/o secondo le richieste della D.L., con trasmissione del report di monitoraggio con frequenze da definire in relazione alla tipologia di opera e di intervento;
- gestione dei superamenti di soglia e protocolli

7.2 STRUMENTAZIONE PER IL MONITORAGGIO GEOTECNICO E STRUTTURALE

L'installazione, il collaudo e la calibrazione degli strumenti di misura dovranno essere eseguite dall'Impresa, sotto la sorveglianza di un tecnico esperto incaricato dalla Direzione Lavori.

Il momento dell'installazione viene fissato di comune accordo tra l'Impresa e la Direzione Lavori.

Gli strumenti di misura dovranno essere protetti da danni provocati dai lavori di costruzione. Gli strumenti di misura danneggiati dovranno essere sostituiti a cura dell'Impresa.

7.2.1 Prescrizioni generali relative alle installazioni

Tutte le installazioni devono essere coerenti allo schema di progetto OPPURE e identificate topograficamente rispetto ad un unico sistema di coordinate progetto.

In generale tutta la strumentazione di monitoraggio prevista dovrà essere univocamente definita, ovvero a ciascun strumento dovrà essere associato una stringa alfanumerica del tipo:

esempio di stringa: device type_XXXX

("XXXX" rappresenta il numero progressivo, per la tipologia specifica, dello strumento previsto)

Codice tipo strumento:

strumento	device type
estensimetro manuale	ESTEM
inclinometro manuale	INCLM
monitoraggio topografico manuale	TOPOM
accelerometro	ACCEL
clinometro biassiale su barra	CLINE

Clinometro biassiale binari	CLINB
fessurimetro manuale	FESSM
piezometro elettrico	PZELE
assestimetro a piastra	ASSAP

Gli elaborati grafici dovranno riportare una tabella sintetica e riepilogativa con indicate:

- le coordinate di installazione (N, E);
- la quota d'installazione (in termini assoluti metri s.l.m.);
- la stringa identificativa;
- per la strumentazione da installare in foro;
 - la tipologia di strumentazione da installare;
 - le caratteristiche geometriche (diametro e lunghezza del sondaggio, lunghezza della strumentazione da installare, profondità dei vari dispositivi previsti);
- per la strumentazione da installare non in foro:
 - la tipologia di strumentazione da installare;
 - la quota relativa d'installazione.

Tutte le operazioni di verifica della fornitura e tutte le operazioni di installazione devono essere eseguite avendo come scopo finale l'affidabilità e la durata degli impianti di monitoraggio.

E' necessario provvedere a quanto necessario ad evitare manomissioni della rete di strumenti. Nel caso in cui, per esigenze di lavoro o in conseguenza di avvenimenti di qualsiasi natura, gli strumenti risultassero manomessi, si dovrà provvedere ai necessari ripristini.

Al fine di garantire l'affidabilità della strumentazione, è richiesto che gli strumenti da approvvigionare siano prodotti da ditte con comprovata esperienza pluriennale nel settore e per i quali esistano applicazioni documentate attraverso pubblicazioni nella letteratura tecnica e/o certificati/documentazione in cui si attesti il buon funzionamento dello strumento in applicazioni analoghe. Nel caso la strumentazione proposta non soddisfi tali requisiti, la DL sarà autorizzata a richiederne la sostituzione.

La fornitura della strumentazione è soggetta all'approvazione della DL. Su richiesta della DL dovrà essere inoltre fornita documentazione che attesti l'applicazione ed il buon funzionamento di tali strumenti in altri casi pratici, a prova dell'affidabilità dello strumento e indicazioni riguardanti specializzazione ed esperienza degli operatori che l'appaltatore intende utilizzare per l'installazione.

All'arrivo in cantiere, ogni strumento dovrà essere munito di certificato di origine e, se necessario, di certificato di taratura presso un laboratorio ufficiale.

L'installazione della strumentazione deve avvenire in contraddittorio con la DL, salvo diversa indicazione di quest'ultima. A questo fine, una volta ottenuta l'approvazione da parte della DL relativamente al tipo di strumento approvvigionato, l'appaltatore dovrà far pervenire il programma d'installazione alla DL mediante comunicazione scritta almeno 72 ore prima dell'inizio dell'installazione.