

COMUNE DI PALERMO



COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



IMPRESA ESECUTRICE:



PROGETTO ESECUTIVO

PRIMO LOTTO FUNZIONALE CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA

STUDI, RILIEVI E INDAGINI

INTERFERENZE CON GLI EDIFICI

Relazione descrittiva del monitoraggio e delle opere di presidio

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
R S 7 2	0 1	E	Z Z	R H	O C 0 0 0 0	0 0 1	D

PROGETTAZIONE: ATI (Associazione Temporanea d'Imprese)



PROGIN SPA (Capogruppo Mandataria)






Sab (Mandante)

Revis.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato/Data
A	Emissione	Piccirillo	25/10/10	Piccirillo	25/10/10	S. Esposito
C	Emissione a seguito istr. RS07-1W01_11_298	Piccirillo	10/11/11	Piccirillo	10/11/11	S. Esposito
E	Emissione a richieste Italferr verbale 10/01/2012	Morino	10/01/12	Piccirillo	10/01/12	S. Esposito

Nole del file:




RS7201EZZRHOC0000001_D

n: Elab. 89

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
<p style="text-align: center;">CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA</p>									
Interferenze con gli edifici: Relazione descrittiva del monitoraggio e delle opere di presidio	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RH	OGGETTO DOC. OC 00 00	PROG. DOC. 001	REV D	Pag. 3 di 23

INDICE

1.	INTRODUZIONE.....	4
1.1	INQUADRAMENTO GENERALE	4
1.2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	6
2.	SISTEMA DI MONITORAGGIO.....	7
2.1	DEFINIZIONE PARAMETRI CHIAVE	7
2.2	MONITORAGGIO DEL TERRENO IN PROSSIMITÀ DEGLI SCAVI.....	7
2.3	MONITORAGGIO DEGLI EDIFICI	10
2.4	ESECUZIONE DELLE MISURAZIONI.....	17
3.	MODALITA DI INSTALLAZIONE DEGLI STRUMENTI	18
4.	GESTIONE DATI.....	21
4.1	PIATTAFORMA INFORMATICA DI GESTIONE	21
4.2	SOGLIE DI ATTENZIONE ED ALLARME	21

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Interferenze con gli edifici: Relazione descrittiva del monitoraggio e delle opere di presidio	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RH	OGGETTO DOC. OC 00 00	PROG. DOC. 001	REV D	Pag. 4 di 23

1. INTRODUZIONE

1.1 INQUADRAMENTO GENERALE

La presente relazione si inserisce nell'ambito della Progettazione Esecutiva del primo lotto della Metroferrovia di Palermo e ha per oggetto la definizione del sistema di monitoraggio delle opere in progetto e delle strutture esistenti (edifici) ricadenti nell'area di influenza degli scavi.

In particolare il Progetto dell'infrastruttura prevede la realizzazione di una serie di opere sotterranee principalmente costituite da gallerie artificiali e stazioni eseguite con il metodo "cut and cover" attraverso paratie in pali accostati o secanti di grosso diametro, solettoni di copertura e consolidamenti di fondo.




Le soluzioni tecniche adottate per il preconsolidamento dei terreni e la realizzazione e il sostegno degli scavi sono state calcolate e dimensionate in modo tale da rendere trascurabili le possibili influenze degli scavi stessi sulle condizioni di stabilità degli edifici più prossimi a alle opere di nuova costruzione.

In particolare, rispetto a quanto previsto in fase di Progetto Definitivo, non è più risultato necessario progettare e realizzare specifiche opere di presidio nel terreno in prossimità degli edifici al fine di ridurre i cedimenti potenzialmente dannosi per gli stessi.

L'esame dei fabbricati potenzialmente interferenti con l'opera in costruzione realizzato in fase di Progetto Definitivo è stato riverificato e aggiornato durante la Progettazione Esecutiva e sono state elaborate nuove schede tecniche di valutazione e catalogazione degli edifici che hanno permesso di definire nel dettaglio le tipologie strumentali e dimensionare opportunamente il sistema di monitoraggio geotecnico-strutturale.

Tale sistema consentirà di tenere sotto continuo controllo gli effetti tenso-deformativi causati dalle lavorazioni sul terreno e sulle strutture, in modo da poter garantire l'assenza di danni nelle preesistenze, ovvero assicurare la tempestiva messa in opera delle contromisure che si dovessero rendere necessarie entro i limiti previsti.

La metodologia adottata segue il principio di progettazione "osservazionale", correntemente applicata nel campo dell'ingegneria geotecnica e per le opere in sotterraneo (Figura 1.1).

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Interferenze con gli edifici: Relazione descrittiva del monitoraggio e delle opere di presidio	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RH	OGGETTO DOC. OC 00 00	PROG. DOC. 001	REV D	Pag. 5 di 23

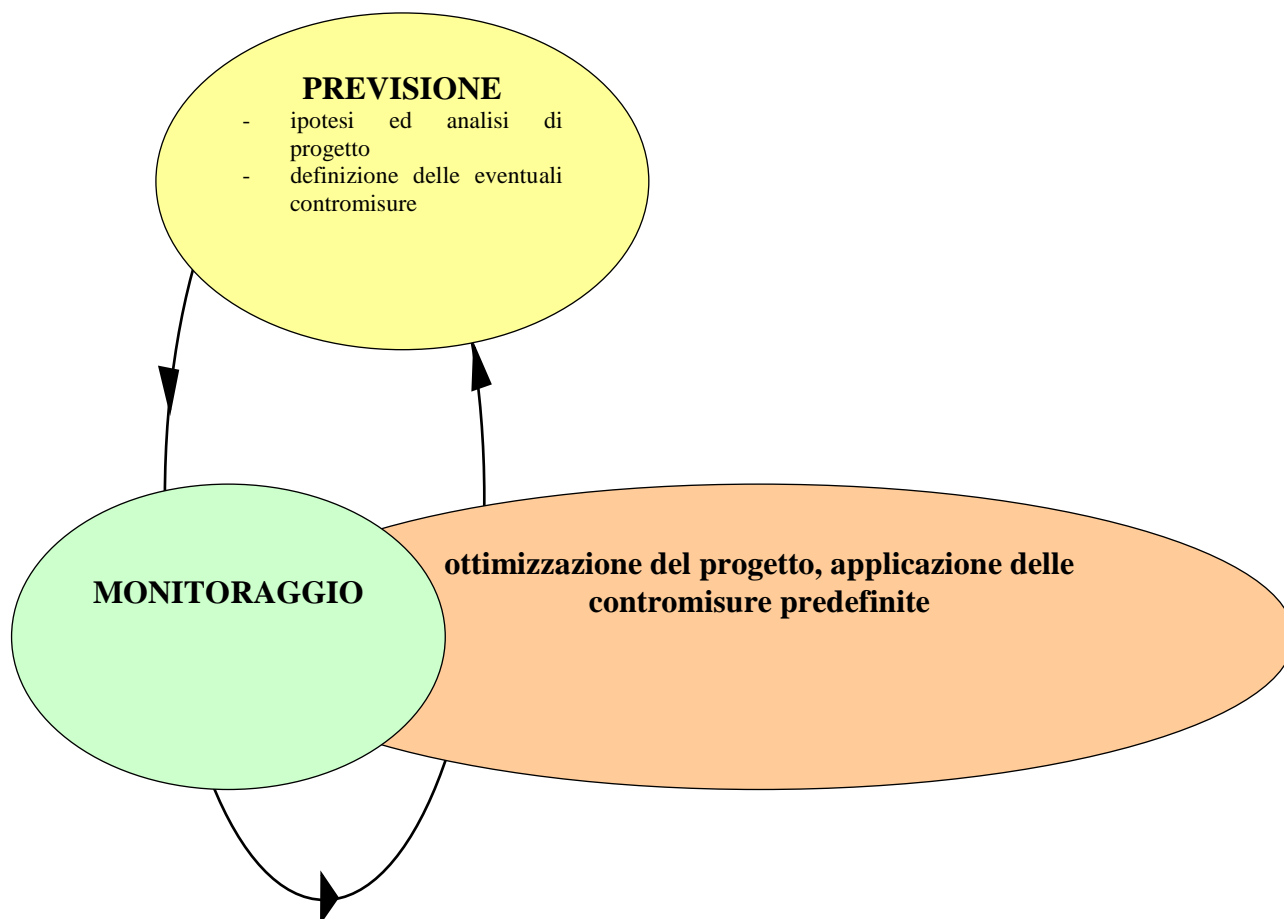





Figura 1.1 – Diagramma di flusso relativo alla metodologia di progettazione osservazionale

Tale impostazione prevede il controllo sistematico dei lavori attraverso un piano di monitoraggio dei parametri che influenzano il comportamento dell'opera e del terreno circostante, al fine di confortare le ipotesi di progetto e, dove necessario, adattarlo alla situazione locale per garantire le condizioni di sicurezza previsti, il rispetto dei tempi di esecuzione e la gestione delle aleatorietà.

Il sistema di monitoraggio descritto nella presente relazione ha dunque lo scopo di definire gli strumenti ed i parametri significativi per operare il continuo confronto tra il comportamento reale del terreno e delle strutture (nuove e preesistenti) e le ipotesi progettuali.

In particolare il Piano di Monitoraggio deve consentire:

- la verifica dell'efficacia delle soluzioni progettuali prescelte in ragione della variabilità locale dell'assetto geologico-strutturale, attraverso misure dello stato deformativo e tensionale delle strutture;
- la misura della situazione deformativa del terreno nella zona d'influenza circostante gli scavi;

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Interferenze con gli edifici: Relazione descrittiva del monitoraggio e delle opere di presidio	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RH	OGGETTO DOC. OC 00 00	PROG. DOC. 001	REV D	Pag. 6 di 23

- la verifica della situazione deformativa sui manufatti e strutture presenti nell'area di influenza degli scavi.

Tutto ciò al fine di avallare le scelte operate e, se necessario, prevenire con sufficiente anticipo le possibili situazioni sfavorevoli effettuando le necessarie modifiche. Per consentire questo è necessario individuare alcuni parametri chiave e definire dei valori di soglia per gli stessi. Al superamento di limiti stabiliti in base alle condizioni previste, vengono quindi associate azioni e contromisure atte a garantire la sicurezza dei lavoratori e delle strutture (presenti o in fase di realizzazione).

Il progetto del sistema di monitoraggio comprende, dunque, i seguenti elementi:

- definizione dei parametri chiave del monitoraggio;
- definizione delle sezioni tipo di monitoraggio e della tipologia di strumentazione da mettere in opera, sia per le strutture che per i manufatti preesistenti;
- localizzazione delle sezioni tipo e dei manufatti cui applicare le strumentazioni;
- definizione della frequenza delle letture;

I controlli ed i monitoraggi saranno eseguiti durante tutta la fase di costruzione dell'opera e sino alla messa in servizio della stessa.




1.2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

La presente relazione fa riferimento ai seguenti documenti del Progetto Esecutivo:

- Studi Rilievi e Indagini. Interferenze con gli edifici. Planimetria con individuazione delle interferenze edifici. Tavola 1-2-3-4-5-6 (rif. doc. n. RS72 01 E ZZ P8 OC0000 001/2/3/4/5/6 A)
- Schede edifici da sottoporre a monitoraggio
- Profilo Longitudinale con indicazione dei tratti di applicazione delle sezioni tipo delle Capitolato Speciale d'Appalto – Norme Tecniche per la Progettazione Esecutiva (rif doc. n. RS72 01 E ZZ F7 GA0001 001/2 A)
- Sezioni tipo galleria artificiale (rif doc. n. RS72 01 E ZZ BB GA0000 001/2 A, RS72 01 E ZZ W8 IF0001 001/2/3/4A).
- Relazione di calcolo dei cedimenti

Per quanto concerne il Progetto Definitivo si è fatto riferimento al seguente documento:

- Interferenze con gli edifici. Relazione descrittiva del monitoraggio e delle opere di presidio (rif. doc. n. RS1L 01 D 11 RO OC0000 001 B)

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Interferenze con gli edifici: Relazione descrittiva del monitoraggio e delle opere di presidio	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RH	OGGETTO DOC. OC 00 00	PROG. DOC. 001	REV D	Pag. 7 di 23

2. SISTEMA DI MONITORAGGIO

Il progetto del monitoraggio è sviluppato al fine di acquisire tutti gli elementi necessari all'interpretazione del comportamento del terreno, delle strutture in costruzione e dei manufatti esistenti in seguito agli effetti indotti dalle operazioni di scavo.

Viene descritto, in questo capitolo, il sistema di monitoraggio da mettere in opera, in funzione delle varie necessità, fra cui le principali sono:

- la validazione e l'eventuale adeguamento delle tecniche di scavo e di sostegno;
- la verifica delle ipotesi di calcolo e la rispondenza del progetto al reale comportamento allo scavo dei terreni;
- la verifica dell'entità di eventuali cedimenti (assoluti e differenziali) dei manufatti che ricadono nella zona di influenza degli scavi;
- la verifica del raggiungimento delle soglie in corrispondenza delle quali prevedere l'attivazione di adeguate contromisure.

Il posizionamento degli strumenti è riepilogato nelle planimetrie delle tavole specifiche del monitoraggio tuttavia la posizione esatta delle sezioni di monitoraggio e degli strumenti descritti nel seguito dovrà comunque essere concordata, in fase esecutiva e a seguito dei sopralluoghi preliminari per la constatazione degli eventuali stati fessurativi preesistenti, con la Direzione dei Lavori.

2.1 DEFINIZIONE PARAMETRI CHIAVE




In funzione delle informazioni derivanti dalle fasi progettuali, dovranno essere previsti sistemi atti a monitorare i seguenti parametri:

- spostamenti sulla superficie del suolo ed in profondità
- spostamenti dei manufatti e delle strutture esistenti (cedimenti, rotazioni, evoluzione stati fessurativi, vibrazioni)
- soggiacenza della falda freatica.

Occorre ricordare che, in virtù dell'interdipendenza delle grandezze sopra elencate, la variazione anomala di un parametro potrebbe essere imputabile ad una causa che interviene, modificandole, anche su altre grandezze. Di qui la necessità di correlare i parametri ricavati, al fine, come già detto, di consentire la rapida comprensione della risposta della struttura allo scavo, e verificare tempestivamente anche eventuali situazioni di rischio per i manufatti esistenti.

2.2 MONITORAGGIO DEL TERRENO IN PROSSIMITÀ DEGLI SCAVI

La verifica della conformità degli spostamenti indotti al terreno in prossimità degli scavi con le ipotesi progettuali e di calcolo, consente di prevedere i conseguenti effetti deformativi attesi sugli edifici e di

APPALTATORE				ATI DI PROGETTAZIONE						
				(Mandataria) Sab (Mandante)  						
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA										
Interferenze con gli edifici: Relazione descrittiva del monitoraggio e delle opere di presidio	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RH	OGGETTO DOC. OC 00 00	PROG. DOC. 001	REV D	Pag. 8 di 23	

procedere con anticipo alla eventuale attivazione di interventi di presidio integrativi.

Il monitoraggio geotecnico sulla superficie e in profondità del terreno sarà effettuato attraverso:

- Il prolungamento lungo la superficie, ove possibile e significativo, delle linee di livellazione geometrica di precisione allestite lungo gli edifici (vedi par. 2.3)
- La realizzazione di verticali inclino-estensimetriche in luogo delle colonne inclinometriche previste nel Progetto Definitivo
- La realizzazione di piezometri in foro a monte e a valle delle gallerie

Verticali inclino-estensimetriche (EIN)

Sono costituite tubazioni scanalate con guide di riferimento (tipo tubo inclinometrico) attrezzate lungo il profilo esterno con riscontri magnetici per sensori assestometrici di tipo induttivo.




Le colonne inclino-estensimetriche consentono il rilievo degli spostamenti sul piano orizzontale e su quello verticale del terreno lungo una linea verticale coincidente con l'asse della colonna. Gli spostamenti orizzontali sono discretizzati con un passo di 0.5m mentre quelli verticali sono rilevati in punti significativi (nel caso specifico a sei profondità distinte). Tali strumenti permettono l'esecuzione di misure sia di tipo manuale (mediante rilievo con sistema inclinometrico ed assestometrico portatile) sia di tipo automatico (mediante catene di sonde inclinometriche-assestometriche integrate inserite fisse nelle tubazioni).

Ciascuna colonna sarà realizzata mediante una perforazione verticale a distruzione (diametro minimo 130mm all'interno della quale sarà inserita lo strumento e cementato mediante iniezione di boiaccia cementizia additivata con bentonite.

La quantità di verticali inclino-estensimetriche, la loro lunghezza (18m) e la loro ubicazione rispetto alle WBS delle opere principali è stata mantenuta analoga a quanto previsto nel Progetto Definitivo e, per ciascuna verticale, è prevista la misura di 9 anelli magnetici di riscontro (ubicati rispettivamente alle profondità 1.0-2.5-4.0-5.5-7.0-9.0-12.0-15.0-17.5m) e altrettante sonde elettriche collegate ad una unità di acquisizione automatica con scaricamento remoto delle misure tramite modem GSM.

Al fine di contenere i costi di fornitura della strumentazione automatica per il Progetto in esame è previsto l'utilizzo di un numero limitato di catene automatiche (8) che rimarranno fisse nelle tubazioni durante le fasi maggiormente critiche dei cantieri (esecuzione delle paratie, dei consolidamenti di fondo e degli scavi) e saranno via via spostate in funzione dell'avanzamento dei lavori.

In cantiere sarà inoltre presente un'attrezzatura portatile completa per l'esecuzione di eventuali rilievi manuali preliminari o successivi alla fase di acquisizione automatica.

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Interferenze con gli edifici: Relazione descrittiva del monitoraggio e delle opere di presidio	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RH	OGGETTO DOC. OC 00 00	PROG. DOC. 001	REV D	Pag. 9 di 23

Caratteristiche tecniche dei sensori:

Caratteristica	Inclinazione	Cedimento
Fondo Scala	+/-10° (biassiale)	+/-50mm
Risoluzione	0.1% F.S.	0.01mm
Accuratezza sistema	0.25% F.S.	0.25% F.S.
Grado di protezione	IP68 (1.5MPa)	IP68 (1.5MPa)
Temperatura di esercizio	-20°C +70°C	-20°C +70°C
Materiale contenitore	Acciaio inox	Acciaio inox
Diametro esterno (contenitore)	35mm	35mm

Piezometri in foro (PZ)

Allo scopo di tenere sotto controllo l'evoluzione della quota della falda nel sottosuolo durante i lavori, si prevede di realizzare una serie di piezometri verticali in foro.

La quantità totale di piezometri e la loro profondità sono state mantenute come da Progetto Definitivo.

Ciascuna colonna sarà realizzata mediante una perforazione verticale a carotaggio continuo con recupero dei campioni (diametro minimo 130mm), allo scopo di verificare puntualmente le caratteristiche stratigrafiche del sottosuolo.

In funzione della presenza o meno nel sottosuolo di livelli impermeabili suborizzontali, che potrebbero isolare localmente la falda, sarà stabilito in sito la scelta della tipologia di piezometro a tubo aperto o con cella di Casagrande isolata localmente.

I piezometri saranno misurati manualmente mediante freatometro portatile.

La seguente tabella 1 riassume le quantità e le posizioni (rispetto alle progressive chilometriche della galleria) della strumentazione per le varie tratte del Progetto mentre la posizione di dettaglio è riportata nelle tavole planimetriche.

Le cifre in rosso indicano le postazioni in cui gli strumenti vengono recuperati e riposizionati.







APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Interferenze con gli edifici: Relazione descrittiva del monitoraggio e delle opere di presidio	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RH	OGGETTO DOC. OC 00 00	PROG. DOC. 001	REV D	Pag. 10 di 23

Tabella 1

tratta	(PZ) Piezometri		(EIN) Colonne inclino-estensimetriche	
	N	pk	N	pk
GA01	3	3870	6	3870
		3948		3905
		4150		3948
				4080
FV02/GA12			4	4148 (2)
				4200 (2)
				4225
GA02	7		20	4251
		4533		4448
				4533
		4628 (2)		4554 (2)
				4627 (2)
		4775 (2)		4707 (2)
				4750 (2)
				4785 (2)
	4826 (2)			
FV03/GA13			10	4878 (2)
				4922
				4938
		4975 (2)		4983 (2)
				5019 (2)
				5058
				5108
				5137
GA11			6	5155
				5189
				5204
				5239
				5263
				1386 (1+1)
				1408 (1+1)
				1420
				1449
Totale postazioni	10		46	
Totale strumenti	10		8	
Totale riposizionamenti	0		38	

2.3 MONITORAGGIO DEGLI EDIFICI

Tutti gli edifici interferenti con le opere in Progetto e catalogati nelle schede descrittive in classe A e B, saranno oggetto di specifico monitoraggio per tutta la durata del cantiere.

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Interferenze con gli edifici: Relazione descrittiva del monitoraggio e delle opere di presidio	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RH	OGGETTO DOC. OC 00 00	PROG. DOC. 001	REV D	Pag. 11 di 23

I parametri chiave oggetto di monitoraggio delle strutture preesistenti sono:

- i cedimenti/innalzamenti assoluti e differenziali (dai quali è possibile ricavare la distorsione angolare delle strutture)
- la variazione della verticalità delle pareti esterne
- l'evoluzione dello stato fessurativo presente
- l'entità degli eventuali impulsi dinamici dovuti ai mezzi di cantiere

In particolare sono state individuate, in funzione della posizione degli edifici nei confronti della galleria da scavare e della sensibilità degli stessi ai cedimenti differenziali (tipologia strutturale), sono state individuate due principali tipologie di monitoraggio:

Monitoraggio di tipo 1 (per edifici di classe A molto vicino allo scavo o edifici con strutture in muratura o che presentano un quadro fessurativo già avanzato)

Monitoraggio di tipo 2 (per edifici di classe B più distanti dallo scavo, edifici di recente realizzazione o che presentano uno stato di conservazione buono)

Per gli edifici di classe C non è previsto monitoraggio.




della posizione di tali edifici nei confronti della galleria da scavare e della sensibilità degli stessi ai cedimenti differenziali sono state individuate alcune opere di presidio e di consolidamento del terreno necessarie per evitare possibili danni sugli edifici.

Il monitoraggio di tipo 1 comprende:

- Linee di livellazione geometrica di precisione (LL) lungo tutto il perimetro accessibile degli edifici con interasse dei vertici indicativamente compreso fra 3 e 5m;
- Rilievo continuo delle rotazioni rigide degli edifici mediante clinometri elettrici biassiali (CL) acquisiti automaticamente.
- Rilievo continuo dello stato fessurativo mediante fessurimetri elettrici monoassiali (FS) acquisiti automaticamente.
- Rilievo continuo delle vibrazioni indotte dagli scavi mediante stazioni vibrometriche triassiali (SV) automatiche

Il monitoraggio di tipo 2 prevede:

- Linee di livellazione geometrica di precisione (LL) lungo tutto il perimetro accessibile degli edifici con interasse dei vertici indicativamente compreso fra 6 e 10m;
- Per i soli edifici in posizione prossima allo scavo (D<10m - edifici n.10-11-14-18-19-21-104) rilievo continuo delle vibrazioni indotte dagli scavi mediante stazioni vibrometriche triassiali (SV) automatiche

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Interferenze con gli edifici: Relazione descrittiva del monitoraggio e delle opere di presidio	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RH	OGGETTO DOC. OC 00 00	PROG. DOC. 001	REV D	Pag. 12 di 23

- Per i soli edifici interessati da lesioni (edifici 10-13-14-17-18) rilievo continuo dello stato fessurativo mediante fessurimetri elettrici monoassiali (FS) acquisiti automaticamente.

Livellazione geometrica di precisione (LL)

La livellazione geometrica di precisione consente di rilevare i cedimenti assoluti (o meglio relativi a caposaldi fissi) e differenziali degli edifici con elevata accuratezza (0.1-0.5mm in funzione delle condizioni di operabilità del sito).

Le misure saranno eseguite sulle mire montate sulle opere da monitorare utilizzando una stazione totale, ottenendo quindi un rilievo piano-altimetrico 3D dei punti di riferimento.

I punti di controllo saranno materializzati direttamente sulle murature degli edifici in tratti significativi e di difficile danneggiamento e saranno costituiti da un chiodo in acciaio inox con testa sferica adatto ad essere ancorato sia in posizione verticale che orizzontale. Ciascun riscontro sarà corredato di una targa identificativa del vertice.

I caposaldi, anch'essi costituiti dai riscontri in acciaio inox, saranno materializzati su strutture massive e di evidente stabilità poste a sufficiente distanza dai possibili effetti deformativi degli scavi e saranno collegati topograficamente l'uno all'altro in modo da costituire una rete esterna alle opere di riferimento.

Clinometri elettrici biassiali (CL)

Le variazioni di verticalità degli edifici saranno rilevate mediante sensori clinometrici elettrici biassiali installati sulle superfici esterne ed acquisiti in continuo mediante specifiche unità automatiche wireless cablate in prossimità del sensore.




Il sistema consentirà la massima versatilità di installazione non richiedendo complessi cablaggi all'unità di acquisizione centrale che sarà costituita da un radiologger (gateway) ubicato in posizione baricentrica con un gruppo di trasmettitori.

Eventuali difficoltà di comunicazione tra le unità wireless e il radiologger dovute a disturbi elettromagnetici o ostacoli alla propagazione delle onde radio potranno essere superate utilizzando un adeguato numero di ripetitori.

Ciascun sensore clinometrico sarà corredato di termistore incorporato allo scopo di verificare e compensare le eventuali oscillazioni di verticalità dovute a fluttuazioni termiche. A tal fine è stato comunque individuata una tipologia di sensore (a corda vibrante) che possiede buone caratteristiche di stabilità nel tempo e bassa deriva termica.

Caratteristiche tecniche dei sensori:

Caratteristica	Clinometro	Termistore
Tipologia sensore	a corda vibrante (biassiale)	RDT
Fondo Scala	+/-10°	-20°C + 70°
Risoluzione	0.1% F.S.	0.01 °C
Accuratezza	0.2% F.S.	0.1 °C

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Interferenze con gli edifici: Relazione descrittiva del monitoraggio e delle opere di presidio	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RH	OGGETTO DOC. OC 00 00	PROG. DOC. 001	REV D	Pag. 13 di 23

<i>Grado di protezione</i>	<i>IP65</i>	<i>IP65</i>
<i>Temperatura di esercizio</i>	<i>-20°C +85°C</i>	<i>-20°C + 70°</i>
<i>Materiale contenitore</i>	<i>Acciaio inox</i>	<i>Integrato nel clinometro</i>
<i>Dimensioni</i>	<i>32x160mm</i>	

Allo scopo di contenere gli oneri delle forniture si prevede di installare un certo numero di unità fisse (51) e di eseguire lo spostamento in corso d'opera dei sensori e delle unità wireless su ulteriori 36 postazioni.

Fessurimetri elettrici monoassiali

A cavallo delle principali lesioni/fessure che interessano gli edifici oggetto di monitoraggio saranno applicati fessurimetri elettrici acquisiti in continuo mediante le medesime unità automatiche wireless utilizzate per i clinometri e cablate in prossimità del sensore.

Analogamente ai clinometri ciascun fessurimetro sarà corredato di termistore incorporato allo scopo di verificare e compensare le eventuali oscillazioni dell'apertura delle fessure dovute a fluttuazioni termiche. Anche in questo caso è stata scelta la tipologia di sensore a corda vibrante che possiede buone caratteristiche di stabilità nel tempo e bassa deriva termica.




Caratteristiche tecniche dei sensori:

Caratteristica	Fessurimetro	Termistore
<i>Tipologia sensore</i>	<i>a corda vibrante</i>	<i>RDT</i>
<i>Fondo Scala</i>	<i>+/-10mm</i>	<i>-20°C + 70°</i>
<i>Risoluzione</i>	<i>0.1% F.S.</i>	<i>0.01 °C</i>
<i>Accuratezza</i>	<i>0.2% F.S.</i>	<i>0.1 °C</i>
<i>Grado di protezione</i>	<i>IP65</i>	<i>IP65</i>
<i>Temperatura di esercizio</i>	<i>-20°C +70°C</i>	<i>-20°C + 70°</i>
<i>Materiale contenitore</i>	<i>Acciaio inox</i>	<i>Integrato nel fessurimetro</i>
<i>Dimensioni</i>	<i>20x250mm</i>	

Le unità automatiche wireless saranno centralizzate via radio allo stesso radiologger (gateway) che acquisirà i dati dei clinometri.

Nel seguito si riportano le caratteristiche tecniche del sistema wireless costituito dalle unità di acquisizione locali collegate direttamente ai sensori e alle unità di raccolta dati (radiologger).




Caratteristiche tecniche delle unità di acquisizione wireless

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Interferenze con gli edifici: Relazione descrittiva del monitoraggio e delle opere di presidio	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RH	OGGETTO DOC. OC 00 00	PROG. DOC. 001	REV D	Pag. 14 di 23

Caratteristica	Unità trasmittente locale
Numero e tipo canali di ingresso	2 input a corda vibrante + 2 input termistori
Parametri addizionali acquisiti	Livello tensione batteria e temperatura interna
Frequenza di lettura	Programmabile 10s-24h
Alimentazione	9V, a batterie alcaline
Accuratezza	12 bit
Frequenza e potenza radio	868 MHz, 25mW
Portata radio	Fino a 300m in campo aperto, senza limiti con ripetitori
Grado di protezione	IP65
Temperatura di esercizio	-20°C +70C
Materiale contenitore	ABS
Dimensioni	100x200x50mm

Caratteristiche tecniche del radiologger

Caratteristica	Unità trasmittente locale
Numero e tipo canali di ingresso	2 input a corda vibrante 2 input termistori
Parametri addizionali acquisiti	Livello tensione batteria e temperatura interna
Frequenza di lettura	Programmabile 10s-24h
Alimentazione	9V, a batterie alcaline
Accuratezza	12 bit
Frequenza e potenza radio	868 MHz, 25mW
Portata radio	Fino a 300m in campo aperto, senza limiti con ripetitori
Grado di protezione	IP65
Temperatura di esercizio	-20°C +70C
Materiale contenitore	ABS

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Interferenze con gli edifici: Relazione descrittiva del monitoraggio e delle opere di presidio	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RH	OGGETTO DOC. OC 00 00	PROG. DOC. 001	REV D	Pag. 15 di 23

<i>Dimensioni</i>	<i>100x200x50mm</i>
-------------------	---------------------

Stazioni vibrometriche triassiali (SV)

Il monitoraggio vibrometrico ha lo scopo di tenere sotto controllo gli eventuali effetti dinamici indotti dalle operazioni di scavo sugli edifici esistenti in prossimità delle potenziali fonti di disturbo.

I parametri significativi che vengono rilevati strumentalmente sono la velocità massima di vibrazione del terreno o della struttura nelle 3 componenti spaziali (PPV – Peak particle Velocity), il relativo vettore sincrono risultante e le frequenze principali di ciascuna componente.




Il monitoraggio sarà realizzato mediante una serie di stazioni mobili a gestione remota (costituite da un vibrometro digitale con geofono triassiale separato dall'unità di acquisizione) che verranno installate all'interno degli edifici da tenere sotto controllo in prossimità dei fronti di scavo e che saranno via via spostate con il progredire dei lavori.

E' previsto l'allestimento di una stazione vibrometrica per tutti gli edifici di classe A (o per gruppi di edifici strutturalmente accorpabili) e per quelli di classe B posti a distanze inferiori a circa 10m dalle potenziali sorgenti di vibrazioni, su un totale di circa 42 posizioni, utilizzando 4-5 unità.

Caratteristiche tecniche dei vibrometri

Caratteristica	Vibrometro
<i>Numero e tipo canali</i>	<i>3 geofono + 1 microfono</i>
<i>Fondo Scala (velocità)</i>	<i>0-30mm/s</i>
<i>Fondo Scala (frequenza)</i>	<i>2-250Hz</i>
<i>Accuratezza</i>	<i>5%FS</i>
<i>Campionamento minimo</i>	<i>1024 c/s</i>
<i>Modalità di acquisizione</i>	<i>Istogramma continuo dei picchi, trigger con finestra di acquisizione o combinato</i>
<i>Alimentazione</i>	<i>12V, a batterie ricaricabili (autonomia min 48 ore)</i>
<i>Grado di protezione</i>	<i>IP65</i>
<i>Temperatura di esercizio</i>	<i>-10°C +50C</i>
<i>Materiale contenitore</i>	<i>ABS</i>
<i>Dimensioni</i>	<i>300x200x300mm</i>




Nella seguente Tabella 2 sono riepilogate, per ciascun edificio oggetto di monitoraggio (classe A e B), le quantità riepilogative delle differenti strumentazioni previste.

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE					
					(Mandataria) Sab (Mandante)  					
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA										
Interferenze con gli edifici: Relazione descrittiva del monitoraggio e delle opere di presidio		COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RH	OGGETTO DOC. OC 00 00	PROG. DOC. 001	REV D	Pag. 16 di 23

Le cifre in rosso indicano le postazioni in cui gli strumenti vengono recuperati e riposizionati.

Tabella 2

Edificio n.	classe	tratta	(SV) Stazioni vibrometriche triassiale	(LL) Linee livellazione (estensione in m)	(FS) Fessurimetri elettrici monoassiali wireless	(CL) Clinometri elettrici biassiali wireless	(UR) Unità Radiologger
muri	A	TR01		104			
9	B	GA01		185			
10	B	GA01		80		3	
11	B	GA01	1	87			1
14	B	GA01	1	46		3	
17	B	GA01		81		2	
18	B	GA01	1	79		4	
19	B	FV02/GA12	1	95			1
21	B	FV02/GA12	1	60			
116	B	FV02/GA12		77			1
22	B	GA02		74			
25	A	GA02	1	125		3	
26	A	GA02	1	123		3	
27	A	GA02	1			2	
29	A	GA02	1	180		4	2
28	A	GA02	1			2	
30	A	GA02	1	151		2	
31	A	GA02	1			2	2
33	A	GA02	1	266		2	2
35	A	GA02	1			1	2
32	A	GA02	1			2	2
34	A	GA02	1	241			2
36	A	GA02	1				2
37	A	GA02	1			4	2
39	A	GA02					2
41	A	GA02		359		2	2
43	A	GA02				2	2
45	A	GA02	1			4	2
47	A	GA02	1				2
38	A	GA02	1				2
40	A	GA02	1	186		2	2
42	A	GA02					2
44	A	GA02				2	2
46	A	GA02	1	178			2
48	A	GA02				3	2
49	A	GA02	1	94		2	2
50	A	GA02	1			1	2
52	A	GA02	1	152			2
53	A	GA02	1				2
54	A	GA02	1	715		2	
55	A	FV03/GA13	2			6	3
57	A	FV03/GA13	1				2
58	A	FV03/GA13	1	262		2	1
59	A	FV03/GA13	1			3	
60	A	FV03/GA13		336			2
117	A	FV03/GA13	1				2
118	A	FV03/GA13	1				
119	A	FV03/GA13		217			
120	A	FV03/GA13	1				1
121	A	FV03/GA13	1	108			2
122	A	FV03/GA13		103		2	2
104	B	FV01	1	76			
112	A	FV01	1			2	3
112a	A	FV01	1	318			
113	A	FV01	1	127		2	3
114	B	FV01		102			
115	B	FV01		148			
		Totale postazioni	42	5535	57	87	8
		Totale strumenti		498	39	51	5
		Totale riposizionamenti			18	36	3

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Interferenze con gli edifici: Relazione descrittiva del monitoraggio e delle opere di presidio	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RH	OGGETTO DOC. OC 00 00	PROG. DOC. 001	REV D	Pag. 17 di 23




2.4 ESECUZIONE DELLE MISURAZIONI

Nella seguente tabella 3 vengono riassunte le principali modalità di esecuzione delle misurazioni e il tipo di strumento di rilievo previsto, nonché la frequenza media indicativa delle letture.

La cadenza di dettaglio con cui saranno effettuate le misure sarà definita in corso d'opera con la D.L. in funzione dei risultati via via ottenuti dai rilievi stessi.

Tabella 3

Strumento	Sistema di misura	Modalità misurazione	Frequenza letture
Tubi inclino-estensimetrici (EIN)	Colonna di 6 sensori inclino-estensimetrici collegati a una unità acquisizione con interfaccia modem GPS	Automatica programmabile	1 lettura/2-6 ore in funzione delle fasi di lavoro
Piezometri in foro (PZ)	Freatimetro	Manuale	1 lettura/settimana durante i consolidamenti e lo scavo, 1 lettura/mese terminato lo scavo
Linee di livellazione geometrica di precisione (LL)	rilievo plano-altimetrico 3D dei punti di riferimento eseguito utilizzando una stazione totale	Manuale in andata e ritorno appoggiata su caposaldi	1 lettura/3gg durante i consolidamenti e lo scavo, 1 lettura/mese dopo la posa delle solette
Clinometri elettrici biassiali (CL)	Unità acquisizione locali con trasmettitore wireless ad unità di centralizzazione (radiologger) con interfacce modem GPRS	Automatica programmabile	1 lettura/2-6 ore in funzione delle fasi di lavoro
Fessurimetri elettrici monoassiali (FS)			
Stazioni Vibrometriche triassiali (SV)	Unità acquisizione automatica con interfaccia modem GSM	Automatica con trigger programmabile	Continua (istogrammi dei picchi ogni 15')

APPALTATORE		ATI DI PROGETTAZIONE							
		(Mandataria) Sab (Mandante)  							
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Interferenze con gli edifici: Relazione descrittiva del monitoraggio e delle opere di presidio	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RH	OGGETTO DOC. OC 00 00	PROG. DOC. 001	REV D	Pag. 18 di 23

3. MODALITA DI INSTALLAZIONE DEGLI STRUMENTI

Per tutte le strumentazioni messe in opera, la “lettura di zero” sarà effettuata al momento dell’installazione (o dopo il tempo minimo presa delle malte, laddove necessario) e ulteriori letture saranno effettuate ogni qual volta si riscontreranno variazioni delle condizioni di lavoro dell’elemento interessato.

La strumentazione ad acquisizione automatica (colonne inclino-estensimetriche, clinometri, fessurimetri) sarà letta anche manualmente in fase di installazione al fine di verificare la funzionalità mentre per i vibrometri si procederà ad una acquisizione forzata manuale per verificare il corretto settaggio.

Le unità di acquisizione automatica dei dati saranno dotate di interfaccia modem GSM o GPRS per il settaggio dei parametri di acquisizione e lo scaricamento in remoto.

L’installazione degli strumenti in foro sarà effettuata circa 2-3 mesi prima di iniziare gli interventi di consolidamento del terreno allo scopo di poter effettuare almeno due letture di zero degli inclino-estensimetri e rilevare l’andamento della falda in assenza di lavorazioni con cadenza bi-settimanale.

L’installazione degli strumenti sugli edifici (centrini per livellazione, clinometri e fessurimetri) sarà effettuata circa 1 mese prima di iniziare gli interventi di consolidamento del terreno allo scopo di poter effettuare almeno una lettura di zero della livellazione e avere almeno 1 mese di letture automatiche dei clinometri e dei fessurimetri per verificare le fluttuazioni termiche.

I vibrometri saranno installati circa 2 settimane prima di iniziare le lavorazioni potenzialmente sorgenti di disturbo microsismico allo scopo di valutare il rumore di fondo delle postazioni in assenza di attività di cantiere.

Per ogni postazione strumentale allestita sarà redatta una scheda di installazione della strumentazione contenente i dati identificativi della postazione, delle apparecchiature ed eventuali osservazioni particolari.

La tabella 4 riporta in forma sintetica i momenti e le modalità di installazione dei diversi strumenti.










APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE					
					(Mandataria) Sab (Mandante)  					
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA										
Interferenze con gli edifici: Relazione descrittiva del monitoraggio e delle opere di presidio		COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RH	OGGETTO DOC. OC 00 00	PROG. DOC. 001	REV D	Pag. 19 di 23

Tabella 4

TIPO STRUMENTO	MOMENTO DI INSTALLAZIONE	MODALITA DI INSTALLAZIONE
Tubi inclino-estensimetrici (EIN)		Perforazione a distruzione di nucleo (diam. min. 140mm), preparazione delle basi di misura estensimetriche alle varie quote di progetto all'esterno, calaggio della tubazione riempita di acqua pulita e cementazione con miscela acqua/cemento/bentonite (100l/50kg/10kg) tramite iniezione a bassa pressione dal basso.
Colonne inclino-estensimetriche automatiche (EIN)	2-3 mesi prima di iniziare i consolidamenti	Preparazione della catena di n.9 sonde a gruppi di 3 mediante apposito cavo di sospensione. Esecuzione di rilievo manuale per la verifica della posizione esatta delle basi, calaggio delle 3 catene e fissaggi dei cavi di sospensione alla testa, cablaggio dei conduttori alla unità di acquisizione dati
Piezometri in foro (PZ)		Perforazione a carotaggio continuo (diam. min. 100mm), preparazione del filtro di base con sabbia monogranulare e ghiaietto, installazione cella piezometrica, riempimento foro con sabbia e ghiaietto (c.ca 30cm) realizzazione tappo impermeabile in bentonite (50cm), cementazione tubazioni fino a testa foro. Spurgo piezometro e inserimento sensore di livello elettrico.
Linee di livellazione geometrica di precisione (LL)		Su strutture: perforazione di piccolo diametro e fissaggio mediante resina epossidica. Su terreno/piano viario: perforazione e cementazione all'interno di pozzetto di protezione carrabile
Clinometri elettrici biassiali (CL)	1 mese prima di iniziare i consolidamenti	Ancoraggio del sensore alla parete dell'edificio e messa in bolla. Esecuzione lettura di zero manuale, Posizionamento della unità di acquisizione wireless e verifica della posizione per ottenere la ricezione ottimale da parte del radiologger. Cablaggio del sensore all'unità wireless e settaggio mediante collegamento con pc portatile.

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE					
					(Mandataria) Sab (Mandante)  					
<p align="center">CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA</p>										
Interferenze con gli edifici: Relazione descrittiva del monitoraggio e delle opere di presidio		COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RH	OGGETTO DOC. OC 00 00	PROG. DOC. 001	REV D	Pag. 20 di 23

TIPO STRUMENTO	MOMENTO DI INSTALLAZIONE	MODALITA DI INSTALLAZIONE
Fessurimetri monoassiali elettrici (FS)	1 mese prima di iniziare i consolidamenti	Ancoraggio del sensore alla parete dell'edificio a cavallo della fessura e in direzione ortogonale. Regolazione della posizione di zero baricentrica ed esecuzione lettura di zero manuale, Posizionamento della unità di acquisizione wireless e verifica della posizione per ottenere la ricezione ottimale da parte del radiologger. Cablaggio del sensore all'unità wireless e settaggio mediante collegamento con pc portatile.
Unità radiologger (UR)	Insieme alle prime installazioni dei trasmettitori	Posizionamento in zona il più possibile baricentrica rispetto ai trasmettitori coperta da GSM/GPRS, con alimentazione a rete. Attivazione del sistema e scaricamento manuale di tutte le unità wireless di competenza.
Stazioni Vibrometriche triassiali (SV)	Prima di iniziare i lavori di demolizione localizzati	Ancoraggio del geofono triassiale mediante tassello ad espansione sulla muratura delle strutture sotto controllo. Settaggio e attivazione del sistema ed esecuzione test funzionale

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Interferenze con gli edifici: Relazione descrittiva del monitoraggio e delle opere di presidio	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RH	OGGETTO DOC. OC 00 00	PROG. DOC. 001	REV D	Pag. 21 di 23

4. GESTIONE DATI

4.1 PIATTAFORMA INFORMATICA DI GESTIONE

I dati strumentali rilevati nelle diverse fasi di intervento e di costruzione saranno acquisiti e gestiti in una banca dati georeferenziata, operante su piattaforma WEB-GIS, in modo tale che possano essere consultabili via internet in tempo reale e simultaneamente da tutti gli utenti coinvolti nel Progetto e abilitati all'accesso attraverso il semplice utilizzo di un software browser (ad es. Microsoft Explorer o Mozilla Firefox).

Il portale WEB-GIS sarà dotato delle seguenti funzionalità:




- Visualizzazione della base planimetrica contenente, su diversi livelli altimetrici, gli elementi significativi del Progetto georeferenziati con evidenziati simbolicamente tutti gli strumenti installati e le rispettive convenzioni di segno.
- Possibilità di effettuare ingrandimenti e misure di distanze sulla planimetria
- Graficizzazione dinamica delle misure acquisite nel tempo per ogni strumento (o gruppi di strumenti) con evidenziati cromaticamente gli eventuali livelli di attenzione ed allarme raccomandati. L'aggiornamento sul server dei dati acquisiti automaticamente sarà effettuato con cadenza minima di c.ca 30 min, mentre per le misure manuali la pubblicazione dei dati potrà avvenire entro 30 min dalla messa a disposizione dei risultati in formato numerico.
- Possibilità di determinare le funzioni di interpolazione (best fitting) delle misure clinometriche e fessurimetriche con la temperatura e di ricalcolare le misure compensate dell'effetto termico locale (ove presente)
- Possibilità di scaricare i dati in formato .xls degli strumenti selezionati
- Gestione automatica delle segnalazioni di allerta ed allarme con marcatura cromatica del sensore in allarme sul portale ed invio di messaggio e-mail e/o sms agli utenti predefiniti.
- Illustrazione fotografica delle postazioni dei vari strumenti
- Possibilità di associare, ad ogni strumento o apparecchiatura, più schede ad esso riferiti (ad es. certificato di calibrazione, datasheet, scheda di installazione, scheda di manutenzione, ecc.) consultabili contestualmente alle misure.

Le misure acquisite in remoto dalle unità automatiche saranno importate in modo diretto nel web-server, verificate e validate dal responsabile del monitoraggio, e pubblicate on-line.

Le misure acquisite in modo manuale saranno verificate e validate prima di essere inserite nel database attraverso apposite procedure software di importazione.

4.2 SOGLIE DI ATTENZIONE ED ALLARME

Le soglie di attenzione ed allarme dei parametri acquisiti dal monitoraggio vengono definite in relazione ai modelli di calcolo e dimensionamento delle strutture e alla risposta attesa dall'interazione terreno-struttura.

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Interferenze con gli edifici: Relazione descrittiva del monitoraggio e delle opere di presidio	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RH	OGGETTO DOC. OC 00 00	PROG. DOC. 001	REV D	Pag. 22 di 23

In linea di massima i valori di attenzione ed allarme concernenti le misure inclino-estensimetriche, i cedimenti assoluti e differenziali e la verticalità, salvo differenti richieste o raccomandazioni del Progettista e della Direzione Lavori, potranno essere così assunte:

Limite di attenzione: > 75% del valore di Progetto

Limite di allarme: > 130% del valore di Progetto

In merito ai valori di progetto, si riassume nella tabella che segue per ogni edificio monitorato, la sezione di calcolo rappresentativa, da cui estrapolare i valori di confronto:

Edificio n°	Sezione di calcolo
104, 105, 112, 113, 114, 115	vedi elaborato RS72-01-E-ZZ-CL-GA110X-001-B
11	Sez. 17 prog. 3+975
13, 14, 17, 18	Sez. 24 prog. 4+125
19, 116	Sez. 26 prog. 4+174
19,116,21,22	Sez. 28 prog. 4+200 analisi piana+analisi bidimensionale
25	vedi elaborato RS7201EZZCLGA000X001A
22, 23,24, 26	Sez. 42 prog. 4+530
27,28, 29, 30, 31, 32, 33, 34	Sez. 45 prog. 4+594
33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44	Sez. 50 prog. 4+700
43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50	Sez. 60 prog. 4+847
51, 52, 53, 54	Sez. 71 prog. 5+000
55,57, 58, 59, 117, 118, 119, 120, 121, 122	vedi elaborato RS72-01-E-ZZ-CL-GA1300-001-E




Per quanto riguarda le misure delle fessure degli edifici:

Limite di attenzione: minimo fra +/- 0.3x Af e +/- 1.5xSn

Limite di allarme: minimo fra 0.5x Af e +/- 2.0xSn

Dove Af è il valore di apertura della fessura originale Sn è il valore max e min di oscillazione in apertura/chiusura proprio della fessura dovuto a variazioni termiche in assenza di lavorazioni.

Per quanto riguarda infine le misure vibrometriche il parametro di riferimento è rappresentato dalla velocità di picco delle vibrazioni indotte dai lavori di perforazione, scavo e demolizione, in funzione della frequenza di vibrazione, i cui limiti di riferimento sono ripresi dalla norma UNI 9916 "Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici" e dalla normativa tedesca DIN 4150, parte 3 (1983).

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Interferenze con gli edifici: Relazione descrittiva del monitoraggio e delle opere di presidio	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RH	OGGETTO DOC. OC 00 00	PROG. DOC. 001	REV D	Pag. 23 di 23

Tali limiti sono riportati nella sottostante Tabella 5: viste le condizioni generali degli edifici sarà presa in considerazione la classe intermedia relativa agli edifici residenziali.

Tabella 5 – Valori limiti di vibrazione (UNI 9916 e DIN 4150)

TIPO DI EDIFICIO	VELOCITA' MASSIMA COMPONENTI [mm/s]		
	Frequenza principale		
	<10Hz	10-50Hz	>50Hz
Delicato	3	3-8	8-10
<u>Residenziale</u>	<u>5</u>	<u>5-15</u>	<u>15-20</u>
Industriale	20	20-40	40-50