

COMMITTENTE



PROGETTAZIONE:



DIREZIONE TECNICA

U.O. OPERE GEOTECNICHE

PROGETTO FATTIBILITA' TECNICA ECONOMICA

POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE ORTE-FALCONARA
RADDOPPIO DELLA TRATTA PM228-CASTELPLANIO

GEOTECNICA

Relazione tecnico-descrittiva del piano di monitoraggio

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

IR0F 02 R 11 RH GE0006 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE DEFINITIVA	G.Meneschincheri 	Dic 2021	G.Meneschincheri 	Dic 2021	C. Urguoli 	Dic 2021	L. Berardi Dic 2021

File: IR0F00R11RHGE006001A.doc

n. Elab.:

Sommario

1	PREMESSA	3
2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	4
3	DESCRIZIONE DEI PRINCIPALI INTERVENTI INCLUSI NEL PROGETTO	5
3.1	EDIFICI IN ADIACENZA ALLE NUOVE OPERE FERROVIARIE E STRADALI	7
3.2	TRINCEE FERROVIARIE E STRADALI	11
3.3	INDICAZIONI PER IL MONITORAGGIO	16
3.4	MONITORAGGIO DELLE TRINCEE E DEI VERSANTI	16
3.4.1	<i>Misure topografiche automatiche</i>	16
3.4.2	<i>Misure interferometriche da terra</i>	17
3.4.3	<i>Misure Piezometriche</i>	18
3.4.1	<i>Misure Inclino metriche</i>	18
3.5	FREQUENZA DELLE MISURE	19
3.5.1	<i>Fase di esecuzione lavori</i>	19
3.5.1	<i>Fase post intervento</i>	19
3.6	VALORI ATTESI E DI SOGLIA DEI PRINCIPALI PARAMETRI MONITORATI	19
3.7	SINTESI DELLA STRUMENTAZIONE PREVISTA PER LE SEZIONI TIPO DI INTERVENTO IN TRINCEA	20

1 PREMESSA

Il presente Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica riguarda il raddoppio del lotto 2, compreso tra Bivio Nord Albacina e Serra San Quirico, facente parte del potenziamento infrastrutturale della tratta PM228-Castelplanio.

Il presente documento ha lo scopo di illustrare il piano di monitoraggio previsto nell'ambito del Lotto 2, che è dedicato sostanzialmente al controllo del comportamento dei fronti di scavo delle trincee ferroviarie e stradali, sia durante la costruzione delle opere, sia dopo il completamento delle stesse.

2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

- [1]. Relazione geotecnica generale e suscettibilità a liquefazione Lotto 2-
IR0F02R11GEGE0006001A
- [2]. Planoprofilo geotecnico di linea Tav.1-IR0F02R11F5GE0006001A
- [3]. Planoprofilo geotecnico di linea Tav.2-IR0F02R11F5GE0006002A
- [4]. Interventi tipo ti rinforzo delle scarpate di scavo Tav.1-IR0F02R11WZGE0006001A
- [5]. Interventi tipo ti rinforzo delle scarpate di scavo Tav.2-IR0F02R11WZGE0006002A
- [6]. Sezioni Geotecniche Tav.1-IR0F02R11W8GE0006001A
- [7]. Sezioni Geotecniche Tav.2-IR0F02R11W8GE0006002A
- [8]. Opere di sostegno - Sezioni tipologiche Tav.1-IR0F00R11WZRI0005001A
- [9]. Opere di sostegno - Sezioni tipologiche Tav.2-IR0F00R11WZRI0005002A
- [10]. Planoprofilo su cartografia - Tav.1 -IR0F02R10L5IF0001001A
- [11]. Planoprofilo su cartografia - Tav.2 -IR0F02R10L5IF0001002A

3 DESCRIZIONE DEI PRINCIPALI INTERVENTI INCLUSI NEL PROGETTO

Il progetto di raddoppio e velocizzazione del lotto 2 della linea ferroviaria Orte-Falconara, ha origine al km 237+589 della linea storica, individuata come progressiva 0+000 del tracciato del binario pari di progetto, e termina al km 246+958 della linea esistente, individuata come progressiva 8+890 del binario dispari. Lo sviluppo complessivo del tracciato è pari a circa 8,9 km (rif. binario dispari), di cui circa 7 km in variante e la restante parte in stretto affiancamento al binario esistente.

Il progetto è caratterizzato da un'alternanza di gallerie, viadotti e tratti allo scoperto. Degli 8+900m complessivi più della metà risultano in galleria (4+980m), mentre circa 0+770m in viadotto.

Nei tratti allo scoperto, il tracciato corre per la maggior parte del suo sviluppo in variante, distante da aree antropizzate, in un contesto morfologico complesso, tipico della valle dell'Esino, caratterizzato da versanti rocciosi di notevole altezza e acclività.

Dal km 7+300 circa, in uscita dalla Galleria Murano (GN06), il tracciato corre invece in stretto affiancamento alla linea esistente ed entra in un contesto sub-urbano, fino alla Stazione di Serra San Quirico.

Lungo il tracciato sono state risolte diverse interferenze stradali (7 in totale):

- NV01: strada in località San Vittore;
- NV02: Via Marconi – accesso a stazione di Genga;
- NV03: strada per le frazioni Mogliano – Palombare;
- NV04: strada per la frazione Palombare;
- NV06: Via Clementina;
- NV07: SP76 – Via Clementina,

Sono inoltre previste le seguenti Nuove Viabilità di accesso ai Piazzali di emergenza/tecnologici:

- NVP1: accesso al piazzale all'imbocco Sud della galleria GN01 "Valtreara";
- NVP2: accesso al piazzale all'imbocco Sud della galleria GN03 "Mogliano";
- NVP3: accesso al piazzale all'imbocco Sud della galleria GN05 "La Rossa";
- NVP4: accesso al piazzale all'imbocco Nord della galleria GN06 "Murano";
- NVP5: accesso al piazzale all'uscita di emergenza della galleria GN06 "Murano".

Nel seguito sono descritte le caratteristiche salienti delle opere per le quali è stata valutata la necessità di prevedere un sistema di monitoraggio. In particolare, oltre che per gli edifici posti in stretta adiacenza

alle infrastrutture di progetto, la opportunità di prevedere un piano di monitoraggio è stata valutata anche per le trincee ferroviarie e stradali che sono ricavate operando lo scavo in corrispondenza del piede dei versanti e le eventuali opere di sostegno lungolinea.

3.1 Edifici in adiacenza alle nuove opere ferroviarie e stradali

L'inserimento della nuova ferrovia e delle viabilità ad essa connessa nella stretta valle dell'Esino, sebbene questa sia caratterizzata da un territorio a bassa densità insediativa, ha spesso condotto a collocare le infrastrutture in stretta adiacenza all'edificato esistente, e, solo ove strettamente necessario, a demolire alcuni edifici.

Per quanto riguarda la linea ferroviaria, nei tratti in variante allo scoperto e fino alla pk 7+300 circa, la stessa si colloca ad una distanza dagli edifici esistenti tale da non comprometterne in nessun modo le funzionalità. In generale le aree abitate tra queste progressive sono in numero esiguo e di modesta estensione.

Tra le progressive 2+950 e 4+120 si individuano tre nuove viabilità, necessarie a garantire gli accessi alle abitazioni delle due Frazioni Mogiano e Palombare, interdetti dalla realizzazione della linea ferroviaria che interferisce con l'attuale Via Mogiano. Le tre viabilità corrispondono alle WBS denominate NVP2-NV03-NV04, che si sviluppano senza soluzione di continuità. Gli interventi previsti in progetto per la realizzazione di tali nuove viabilità sono tali da non interferire con le abitazioni, consistono in adeguamenti della sede stradale attuale.



Figura 1 – Via Mogiano – collegamento Frazioni Mogiano e Palombare

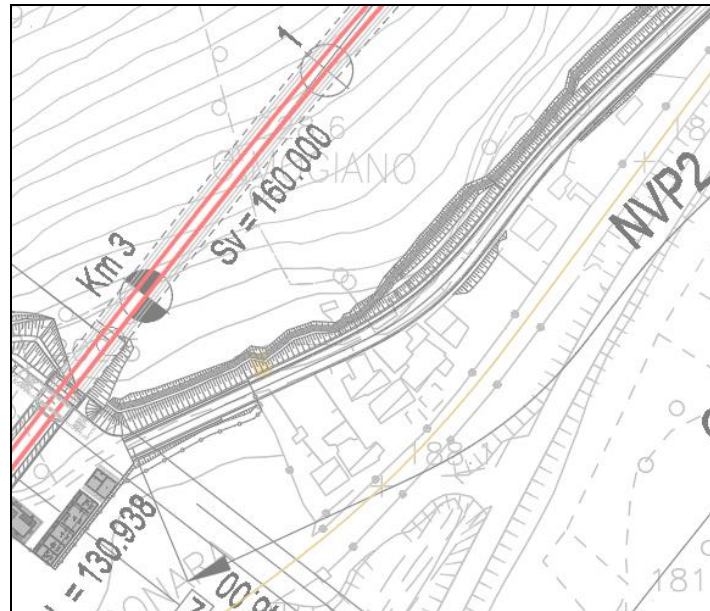


Figura 2 – Accessi abitazioni Frazione Mogiano lungo la NVP2

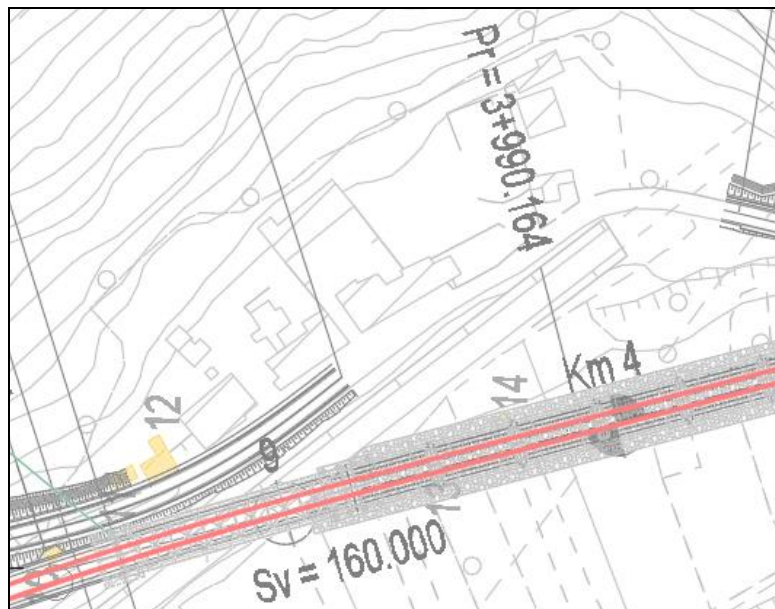


Figura 3 – Accessi abitazioni Frazione Palombare lungo la NV04

In uscita dalla Galleria Murano (GN06), alla pk 7+300, il raddoppio è realizzato in stretto affiancamento al binario esistente. La nuova linea a doppio binario si sviluppa fino a fine lotto (8+900 circa) alla stessa quota della linea storica e in questo tratto finale sono previsti interventi di mitigazione acustica e muri di recinzione a protezione degli edifici (MU07 ed MU08) ubicati in stretta vicinanza alla linea.

Al km 7+470 la nuova linea ferroviaria interferisce con la strada esistente (Via Clementina): l'interferenza è risolta con la realizzazione di un nuovo tratto di viabilità (NV06) in variante che sovrappassa la galleria naturale Murano. La soluzione prevista ha comportato la demolizione di alcuni fabbricati interclusi tra ferrovia e viabilità, a meno di due edifici ubicati a sufficiente distanza dalle infrastrutture, per i quali è stato possibile garantire l'accesso dalla sede stradale esistente. La sede ferroviaria in tale punto è sostanzialmente a raso e, pertanto, non essendo previsti né scavi, né ricariche di materiale in stretta adiacenza, non si prevedono effetti indotti dalla costruzione delle opere sugli edifici stessi.



Figura 4 – Via Clementina – Interferenza con la linea di progetto

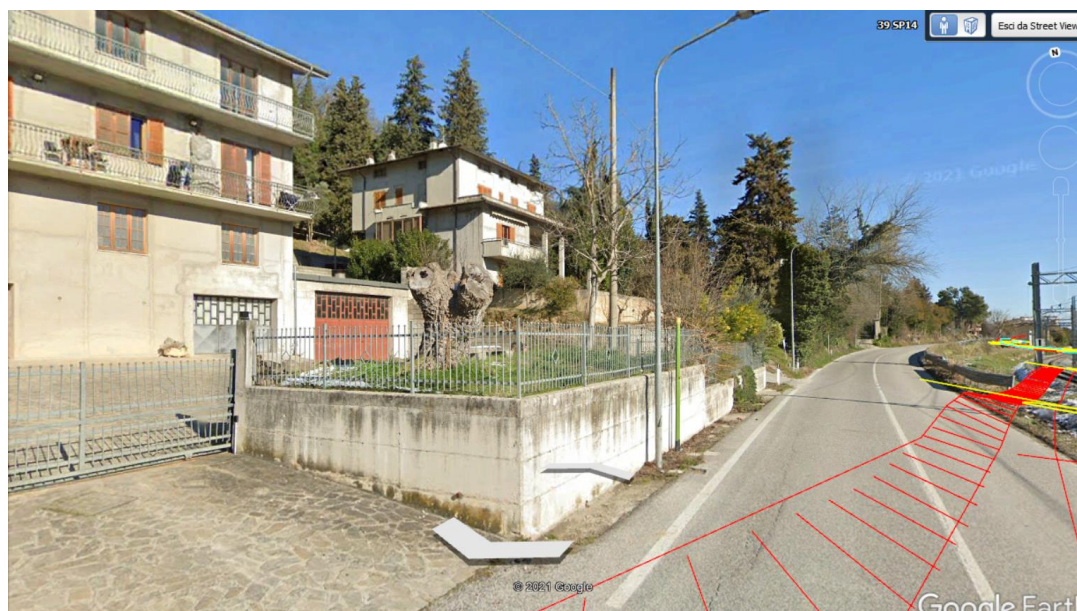


Figura 5 – Via Clementina – Fabbricati non in demolizione e rapporto con la linea in progetto

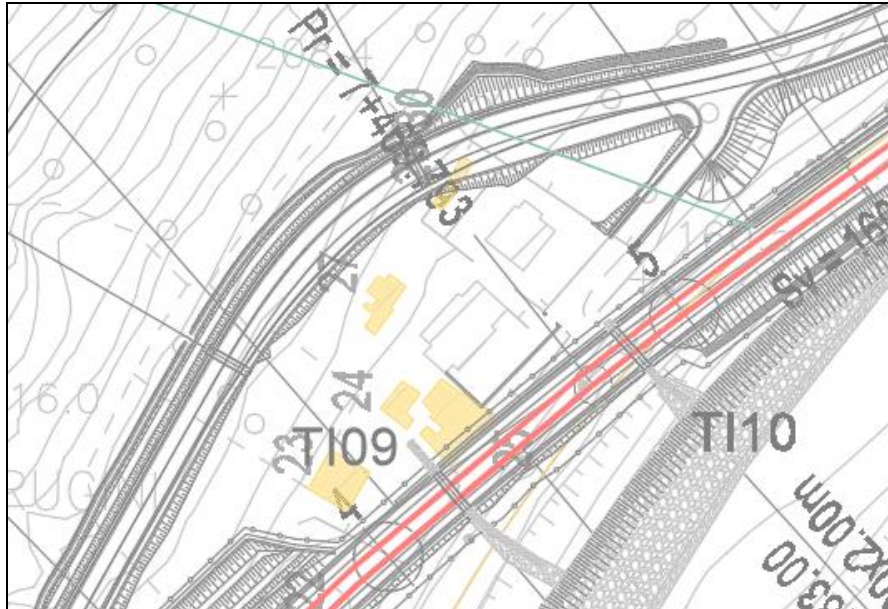


Figura 6 – Edifici interclusi tra Linea e NV06

Stante quanto descritto relativamente alle diverse casistiche di interferenza analizzate, si ritiene di poter affermare che la realizzazione della sede ferroviaria e delle viabilità ad essa collegate non comporta effetti significativi sugli edifici esistenti, tali cioè da indurre a ritenere necessario il monitoraggio degli stessi, durante o successivamente alla costruzione della ferrovia e/o delle viabilità. Pertanto, non è previsto il monitoraggio degli edifici presenti in prossimità delle infrastrutture incluse in progetto.

3.2 Trincee ferroviarie e stradali

Il tracciato del raddoppio della linea ferroviaria esistente si snoda lungo la stretta valle dell'Esino, in una porzione dove essa è limitata lateralmente da versanti rocciosi di notevole acclività.

Per tale motivo, l'inserimento della ferrovia e delle nuove viabilità ha condotto a prevedere trincee di altezza considerevole, scavate spesso al piede dei versanti. Per la stabilizzazione delle scarpate sono stati previsti i seguenti interventi tipologici:

- Per trincee scavate interamente in roccia, in particolare nei calcari e nelle marne fucoidi, si è previsto scarpate aventi pendenza 5(v):1(h), rinforzate mediante sistemi di reti, funi e chiodature (Tipologici TS-A e TS-B); per trincee scavate nelle marne tenere si è previsto scarpate aventi pendenza 2(v):1(h), rinforzate con soil nailing (Tipologici TS-D);
- Per trincee scavate in terreni sciolti, si è previsto scarpate con pendenza 3(v):2(h), rinforzate mediante interventi di soil nailing, (Tipologico TS-E).
- Per trincee ricadenti in roccia, aventi la porzione più superficiale nelle coltri di copertura, gli interventi previsti sono una composizione delle casistiche precedenti (Tipologico TS-C).

Tabella 1 – Tipologici di intervento sulle scarpate

Tipologico	Formazione	H _{banca} (m)	Pendenza	H _{max} (m)	Intervento scarpata
TS-A	Roccia calcarea	8.00	5(v):1(h)	~25	Rete con funi e chiodi 3x3m L=4-6m
TS-B	Marna fucoide	8.00	5(v):1(h)	~20	Rete con funi e chiodi 3x3m L=4m
TS-D	Marne tenere	8.00	2(v):1(h)	~16	Solinailing maglia 2x2 L=8m
TS-E	Copertura granulare	5.00	3(v):2(h)	~15	Solinailing maglia 2x2 L=8m
TS-C	Roccia calcarea e Copertura	unione tipologici TS-A+TS-E		~50	unione tipologici TS-A+TS-E

Per maggiori dettagli sugli interventi in progetto si rimanda agli specifici elaborati (Doc.Rif.[4][5][8][9]).

Si riporta nelle successive tabelle l'elenco degli interventi previsti lungo la linea ferroviaria e lungo le viabilità:

Tabella 2 – Trincee lungolinea

WBS	da pk	a pk	L (m)	Tipologico	H _{max} (m)
TR01 (dx)	0+000	0+056	56.0	TS-A	~8
TR02 (sx)	2+254	2+344	90.0	TS-A	~16
TR03 (sx)	2+434	2+485	51.5	TS-A	~8
TR03 (sx)	2+485	2+532	47.0	TS-E	~8
TR03 (sx)	2+532	2+700	168.0	TS-A	~20
TR03 (sx)	2+700	2+946	246.0	TS-E	~15
TR04/5 (sx)	7+375	7+505	130.0	TS-E	~16

Tabella 3 – Trincee in viabilità

WBS	da pk	a pk	L (m)	Tipologico	H _{max} (m)
NV02	0+000	0+276	275.5	TS-B	~18
NV02	0+275	0+455	180.0	TS-E	~9
NV03	0+000	0+110	110.0	TS-A	~24
NV03	0+440	0+510	70.0	TS-E	~10
NV04	0+156	0+234	78.0	TS-D	~16
NV04	0+278	0+316	38.0	TS-D	~10
NV06	0+242	0+484	242.0	TS-A	~13
NVP1	0+000	0+132	132.0	TS-C	~50
NVP1	0+132	0+148	16.0	TS-E	~8
NVP1	0+174	0+264	90.0	TS-E	~5
NVP1	0+274	0+316	42.0	TS-E	~5
NVP2	0+083	0+318	235.0	TS-E	~10
NVP2	0+318	0+403	84.7	TS-A	~23
NVP3	0+000	0+140	140.0	TS-A	~11
NVP3-A	0+000	0+138	138.0	TS-A	~15

Si riportano di seguito alcune sezioni di linea e viabilità che inquadrano gli interventi sopra descritti lungo linea ferroviaria e lungo le viabilità:

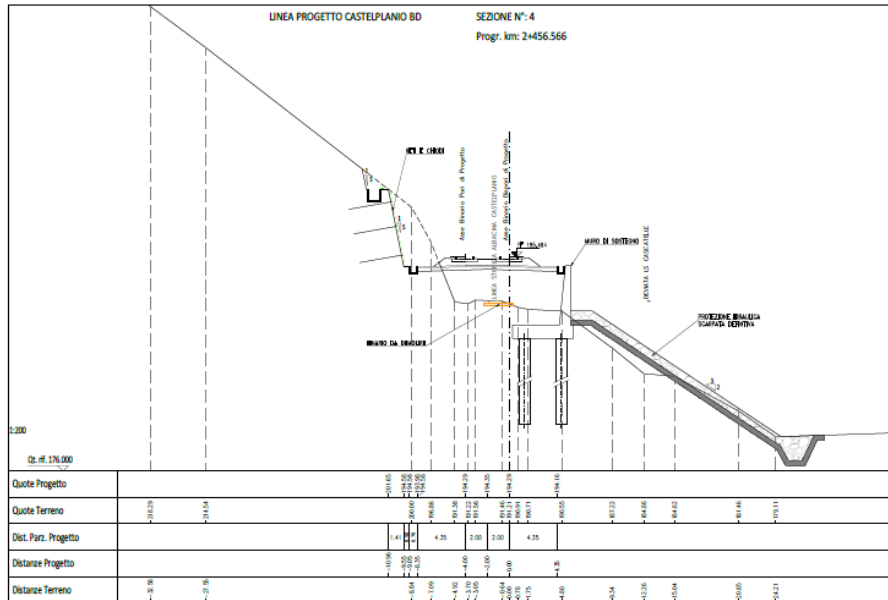


Figura 7 – Trincea di linea TR03 tra le pk 2+434-2+485 (tipo TS-A)

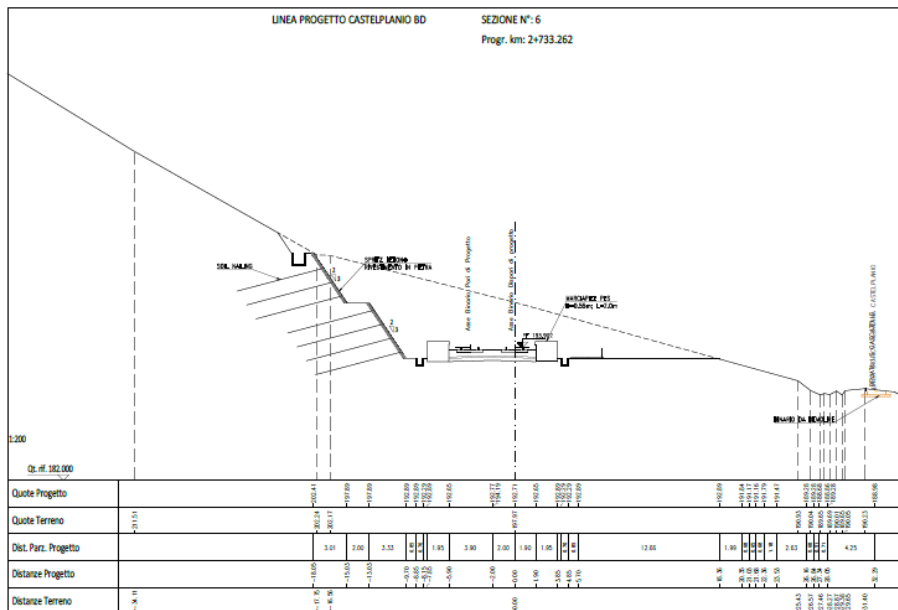


Figura 8 – Trincea di linea TR03 tra le pk 2+700-2+946 (tipo TS-E)

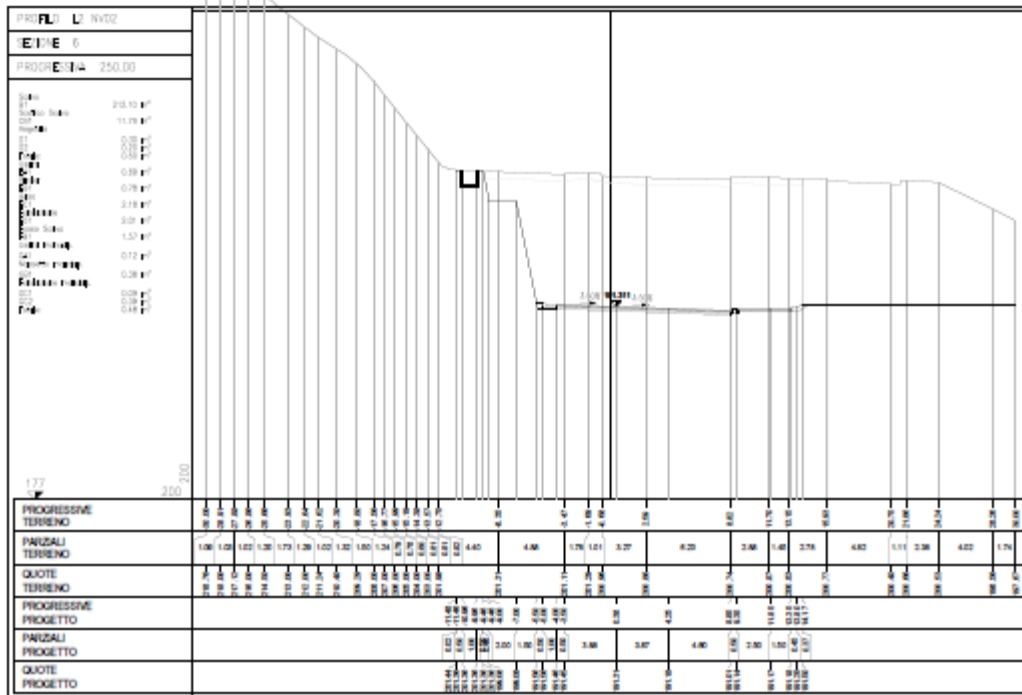


Figura 11 – Trincea lungo la NV02 tra le pk 0+000 e 0+276 (tipologico TS-B)

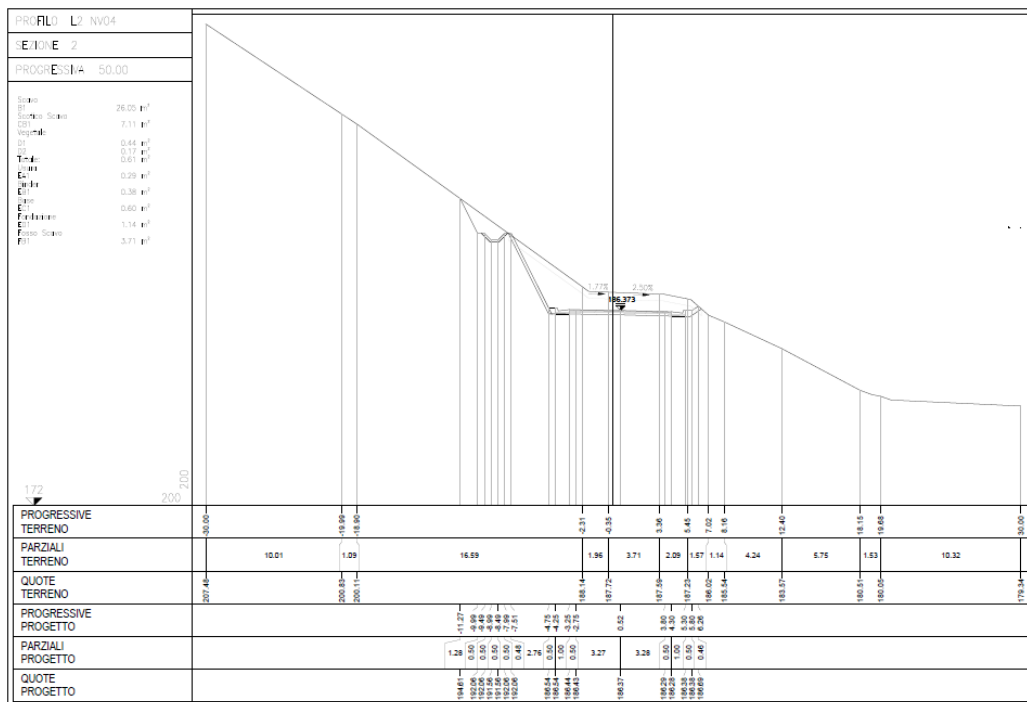


Figura 12 – Trincea lungo la NV04 tra le pk 0+156 e 0+234 (tipologico TS-D)

3.3 INDICAZIONI PER IL MONITORAGGIO

Come descritto al paragrafo 3.1 la realizzazione della sede ferroviarie e delle viabilità ad essa collegate non comporta effetti significativi sugli edifici esistenti, tali cioè da indurre a ritenere necessario il monitoraggio degli stessi. Pertanto, nel presente progetto non è previsto il monitoraggio degli edifici presenti in prossimità delle nuove infrastrutture.

Il piano di monitoraggio di cui si delineano nel seguito le caratteristiche fondamentali è sostanzialmente finalizzato al controllo del comportamento dei fronti di scavo delle trincee ferroviarie e stradali, sia durante la costruzione delle opere, nonché nelle fasi successive di esercizio dell'infrastruttura. Il monitoraggio è necessariamente esteso al versante o a una porzione di esso in cui ricadono le trincee, al fine di valutare eventuali risentimenti di carattere globale dovuti alla realizzazione delle trincee.

Per valutare la bontà delle previsioni effettuate in sede di progetto si prevede inoltre di strumentare le sezioni più critiche dei rilevati.

In linea generale il piano di monitoraggio dovrà prevedere il controllo degli eventuali spostamenti del terreno legati al possibile scivolamento lungo delle superfici o ai possibili scivolamenti di cunei di roccia, nonché la variazione dei livelli di falda.

L'analisi e l'interpretazione dei dati di misura consentirà di validare le ipotesi formulate in sede di progetto ed i modelli impiegati per il dimensionamento degli interventi di rinforzo e protezione delle scarpate.

Di seguito si illustrano le tipologie di misure e strumentazioni che si ritengono idonee ad essere utilizzate per il monitoraggio delle opere in esame e una possibile configurazione del piano di monitoraggio per le opere incluse in progetto è sintetizzata nel paragrafo §3.7.

Quanto riportato è da intendersi una prima ipotesi che dovrà essere valutata e integrata nell'ambito dei fisiologici approfondimenti da operare nelle successive fasi progettuali.

3.4 Monitoraggio delle trincee e dei versanti

3.4.1 Misure topografiche automatiche

Le misure topografiche consentono di valutare gli spostamenti superficiali di fronti di scavo. Per le trincee di maggiore altezza e in particolare per la fase post costruzione si propone l'utilizzo di strumentazioni automatiche, in particolare di stazioni totali robotizzate.

Generalmente lo schema base della rete per misure topografiche vede l'utilizzo di:

- una o più postazioni, esterna all'area di scavo e possibilmente frontale ad essa;
- una serie di target riflettenti (mire ottiche) posizionate sulle scarpate definitive;
- almeno due, preferibilmente tre, mire posizionate esternamente all'area di scavo, lungo il versante, con funzione di master di controllo/riferimento per l'esecuzione delle misure.

Questo metodo di misura si caratterizza per la facilità di esecuzione, la completezza dell'informazione di movimento acquisita (il dato, rappresentabile su tre assi, è definibile completamente nello spazio 3D) e la possibilità di ampliare facilmente l'area di monitoraggio e/o la densità dei punti di misura sull'area prescelta. È bene precisare che le misure topografiche sono soggette ad alcune fonti di errore di cui è necessario tener conto (intervisibilità fra punto di misura e area in frana, portata massima dello strumento).

La stazione totale robotizzata automatica è appositamente progettata per lavorare h 24, 365 giorni all'anno.

Lo strumento, dopo l'installazione e una prima serie di misure "zero", sarà in grado di memorizzare la posizione dei punti da monitorare e quelle dei punti di controllo (esterni all'area di scavo). Per le misure successive (monitoraggio vero e proprio) sarà in grado, in totale autonomia e secondo le impostazioni inserite (numero e frequenza di cicli di misura), di ricercare e misurare ciascun prisma, permettendo in tal modo di archiviare tutte le misure del monitoraggio in un unico database.

Si ritiene opportuno che tutte le trincee aventi profondità superiore a 5.00 m nel caso siano monitorare con letture topografiche, sia durante la fase di realizzazione delle opere, sia successivamente alla loro ultimazione.

Ove presenti opere di sostegno rigide in corrispondenza delle trincee, si prevede di monitorare lo spostamento orizzontale in testa alle stesse prevja t installazione di mire topografiche sul cordolo di coronamento. .

3.4.2 Misure interferometriche da terra

In alternativa alle misure di topografiche è possibile prevedere misure interferometriche da terra.

La tecnica consiste nel misurare lo spostamento di un bersaglio inviando verso di esso due segnali microonde in tempi diversi e registrandone coerentemente l'ampiezza e la fase del segnale. Se durante

l'intervallo di tempo occorso fra le due misure si verifica uno spostamento dello scenario osservato, si registra uno sfasamento tra le due onde, dal quale è possibile calcolare l'entità del movimento. Si producono mappe multi-temporali e spazialmente continue delle deformazioni superficiali dell'intero campo visivo dello strumento, con risoluzione metrica e un'accuratezza fino a sub-millimetrica nella misurazione degli spostamenti. I dati di monitoraggio vengono rappresentati in forma di mappe di spostamento. Per ogni pixel dell'immagine è quindi possibile estrarre serie temporali di spostamento cumulato e di velocità sulle quali possono essere impostate opportune soglie di allertamento.

3.4.3 Misure Piezometriche

Le misure piezometriche vengono effettuate mediante dei piezometri, costituiti da un elemento poroso pieno d'acqua, la cui pressione, dopo un certo intervallo di tempo più o meno lungo in base alla permeabilità del terreno, uguaglia quella dell'ambiente circostante. In base alla tipologia di terreno è possibile scegliere il piezometro che consente di avere tempi di risposta ragionevoli. Esse rappresentano una tipologia di dati fondamentale per il confronto della posizione del livello di falda e delle sue escursioni con la profondità rispetto alla superficie di rottura della frana.

Per il monitoraggio dei livelli piezometrici nei versanti rocciosi si ritiene opportuno prevedere l'utilizzo di trasduttori di pressione (piezo-resistivi e/o a corda vibrante) installati in tubi piezometrici. Si ritiene inoltre utile che i piezometri e i trasduttori di pressione siano automatizzati e le misure controllate da remoto.

Il numero minimo delle verticali attrezzate con piezometro da prevedere è funzione dell'estensione della trincea sia in termini di profondità, che si sviluppo longitudinale.

3.4.1 Misure Inclino metriche

Nell'ambito delle trincee ricadenti in materiali sciolti, dove è previsto l'intervento di rinforzo con soil nailing, sarà possibile inserire a monte degli stessi degli inclinometri. Le misure inclinometriche rappresentano nel complesso un metodo di precisione per l'analisi in profondità degli spostamenti orizzontali che caratterizzano i movimenti lungo le superfici di scivolamento. Si ritiene opportuno prevedere cicli minimi di 6 letture annue durante e post conclusione delle lavorazioni.

Nelle successive fasi progettuali e comunque prima dell'inizio del monitoraggio, sulla base dei risultati delle previsioni formulate mediante analisi e con riferimento a comportamenti riscontrati in corso d'opera in contesti analoghi, verranno definiti gli intervalli dei valori attesi dei parametri da monitorare, ritenuti maggiormente significativi.

3.5 Frequenza delle misure

Si riportano di seguito i criteri generali in merito alla frequenza di misure necessaria nelle due fasi di esecuzioni lavori e post operam.

3.5.1 Fase di esecuzione lavori

Le misure previste per la fase di esecuzione dovranno essere effettuate per tutta la fase dei lavori fino al completamento degli stessi.

Per le misure previsti in questa fase si prevede la seguente frequenza di misura:

- Monitoraggio topografico: 2 volte a settimana nelle fasi di esecuzione degli scavi
- Monitoraggio in foro: ciclo di letture di minimo 8 all'anno

La frequenza delle letture indicata costituisce una prima indicazione che dovrà trovare conferma nelle successive fasi della progettazione. Si osserva in ogni caso che, nella definizione del piano di monitoraggio definitivo, deve essere tenuta in conto la necessità di prevedere una intensificazione delle letture nel caso di superamento dei limiti di attenzione.

3.5.1 Fase post intervento

Le misure previste per la fase successiva al completamento delle opere verranno eseguite per un periodo di 12 mesi, al termine dei quali si valuterà se proseguire ulteriormente le misure, in funzione dei risultati ottenuti nel primo periodo.

Qualora in fase di costruzione non si siano evidenziate criticità, in questa fase, potranno essere eseguite le misure con la seguente frequenza:

- Monitoraggio topografico: 1 volta al mese;
- Monitoraggio in foro: ciclo di letture di minimo 6 all'anno

3.6 Valori attesi e di soglia dei principali parametri monitorati

I parametri monitorati ritenuti significativi per l'individuazione e la gestione delle soglie sono:

- Il valore dello spostamento massimo del cordolo delle paratie;
- Il valore dello spostamento massimo dei punti sui versanti;
- Il valore dello spostamento massimo negli inclinometri.

Per ciascun parametro verrà definito il valore identificato come “**soglia di attenzione**”, definito con una percentuale prossima al 75 % del valore atteso nella specifica fase costruttiva (calcolato mediante analisi numeriche); il superamento della soglia di attenzione prevederà lo svolgimento di un’analisi dei fenomeni in atto (back-analysis) e ad un aumento delle frequenze di misura, al fine di comprendere se la tendenza al valore atteso rispetti quanto previsto o se sia necessaria la predisposizione di interventi integrativi, da adottare comunque al superamento della “**soglia di allarme**”.

La “soglia di allarme” si considera coincidente con l’estremo superiore del campo di valori attesi (valori di calcolo); il superamento della stessa dovrà comportare una taratura delle soluzioni progettuali individuate.

Prima dell’attivazione, il sistema di monitoraggio sarà sottoposto ad un periodo di osservazione per verificarne la corretta funzionalità e stabilità. A seguito dell’esame dei dati potranno essere riviste le modalità di gestione degli allarmi.

3.7 Sintesi della strumentazione prevista per le sezioni tipo di intervento in trincea

In generale, nel caso di misure topografiche si prevederà un numero di mire omogeneamente distribuite lungo l’area di interesse e pari ad 1 per ogni scarpata definitiva, ad interasse trasversale 15m. Nel caso di misure in foro si prevederà sempre l’installazione di almeno un piezometro ed un inclinometro in prossimità del ciglio superiore delle trincee per interventi di estensione minore di 100m e due inclinometri e due piezometri per estensioni maggiori di 100m.

Considerando gli interventi previsti, riepilogati nella Tabella 2 e Tabella 3, la strumentazione complessiva prevederà all’incirca:

- Trincee di Linea: 5 inclinometri, 11 piezometri, 135 mire topografiche
- Trincee in Viabilità: 11 inclinometri, 23 piezometri, 290 mire topografiche

.....