



Comune di Parma
SETTORE OPERE PUBBLICHE

Dirigente settore Opere pubbliche e
Responsabile unico del procedimento
Ing. Michele Gadaleta

Associazione temporanea di imprese

G.T.Engineering S.r.l.
(mandataria)



Art S.r.l.
(mandante)



Progettazione

G.T.Engineering S.r.l.
Progettista: ing. Paolo Manfredi

Collaboratori:
ing. Alessandro Campanini
ing. Luca Testa

Art S.r.l.
Progettista: dott. geol. Giovanni Carra

CUP I97H20004090004 - CUI L00162210348202000038

**Documento di fattibilità delle alternative progettuali (DOCFAP) e del
successivo progetto di fattibilità tecnica ed economica (PFTE) relativi alle
opere di manutenzione straordinaria del rilevato stradale di V.le Versailles
nel Comune di Parma**

DOC. DI FATTIBILITA' DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI

	data	descrizione	redatto da:	controllato da:	approvato da:
01	21.04.2023	Emissione	P.Manfredi	M.Gadaleta	M.Gadaleta
02	01.08.2024	Revisione	P.Manfredi	M.Gadaleta	M.Gadaleta
03	04.11.2025	Revisione	P.Manfredi	M.Gadaleta	M.Gadaleta
04	25.03.2026	Revisione	P.Manfredi	M.Gadaleta	M.Gadaleta
05					
06					

titolo elaborato:

Relazione tecnica delle alternative progettuali

ELABORATO:

2305_F1_RELTEC_4

formato

-

scala

-

file:

2305_F1_RELTEC_4_Relazione tecnica delle alternative progettuali.doc

E' vietata la riproduzione e diffusione in qualsiasi forma. Tutti i diritti sono riservati nei termini di legge al Comune di Parma

Indice

1	Premessa	3
2	Risultanze delle indagini integrative.....	5
3	Analisi ambientale	11
4	Interventi comuni a tutte le alternative progettuali e intervento stradale.....	14
4.1	Interventi comuni.....	14
4.2	Generalità sull'intervento di consolidamento del terreno.....	14
4.3	Interventi stradali.....	14
5	Alternativa progettuale 1a	17
6	Alternativa progettuale 1b	18
7	Alternativa progettuale 2a	19
8	Alternativa progettuale 2b	21
9	Alternativa progettuale 3	22
10	Alternativa progettuale 4	24
11	Tempistiche realizzative e cenni sulla sicurezza dei lavori	26
12	Costi delle alternative progettuali.....	30
13	Compatibilità ambientale delle alternative progettuali	32
14	Vantaggi e svantaggi delle alternative progettuali.....	34
14.1	Alternativa progettuale 1a	34
14.2	Alternativa progettuale 1b.....	34
14.3	Alternativa progettuale 2a	35
14.4	Alternativa progettuale 2b.....	35
14.5	Alternativa progettuale 3	36
14.6	Alternativa progettuale 4	36
15	Conclusioni	37

1 Premessa

L'Associazione temporanea di imprese (ATI), costituita da GT Engineering Srl e Art Srl, è stata incaricata dal Comune di Parma di sviluppare le seguenti attività riguardo il rilevato stradale posto in V.le Versailles nel comune di Parma:

- documento di fattibilità delle alternative progettuali (DOCFAP)
- progetto di fattibilità tecnica ed economica (PFTE)

Scopo della presente fase progettuale (DOCFAP) è la valutazione dello stato di fatto e la proposta di una serie di alternative progettuali che hanno l'obiettivo di risolvere le criticità emerse relativamente soprattutto ai cedimenti verticali verificatisi nel rilevato e alla sua conseguente chiusura al traffico.

L'oggetto dello studio è finalizzato *“ai lavori necessari alla riapertura del tratto di strada compreso tra l'intersezione tra strada Paradigna e l'intersezione con strada Nuova Naviglio”*.

Nella presente revisione del DOCFAP si integra la versione precedente (emissione_1 del 21.04.2023) sulla base delle risultanze delle indagini integrative eseguite e introducendo due ulteriori soluzioni progettuali:

- soluzione 3: viadotto
- soluzione 4: riapertura al traffico con limitazioni mezzi pesanti e monitoraggio

Il DOCFAP è così costituito:

- analisi dello stato di fatto
- inquadramento territoriale
- individuazione delle possibili alternative progettuali e confronto su base delle diverse caratteristiche dal punto di vista tecnico, economico, gestionale, impatto ambientale, sicurezza, tempi realizzativi
- piano indagini integrative
- indagini integrative
- profilo di confronto tra rilievo 2023 e 2024.

Lo scopo del presente documento è la disamina e presentazione delle alternative progettuali.

L'obiettivo è quindi esaminare preliminarmente le possibilità dal punto di vista tecnico, economico, di tempi esecutivi, di impatto ambientale e di cantierizzazione per avere un quadro il più possibile completo, con un'accuratezza proporzionale al livello di studio e sulla base delle informazioni disponibili al momento.

Una disamina con un livello di approfondimento maggiore sarà poi eseguita nel progetto di fattibilità e nei successivi livelli di progettazione.

La relazione si compone in una parte in cui sono evidenziate le motivazioni alla base degli interventi, gli elementi più importanti e critici da approfondire per la valutazione delle alternative progettuali e dello studio di fattibilità e gli interventi comuni a tutte le alternative progettuali. Di seguito sono poi descritte

le alternative progettuali, i vantaggi e gli svantaggi ed è riportata la proposta progettuale migliore, a parere della Scrivente, per il conseguimento degli obiettivi prefissati dall'Ente.

Si precisa che d'accordo con la Committenza le prime 4 soluzioni proposte in fase emissione del 21.04.23, non sono riviste alla luce delle indagini integrative le quali, peraltro, come di seguito esposto, non hanno fornito informazioni tali da prevedere una loro rielaborazione.

2 Risultanze delle indagini integrative

Le alternative progettuali proposte sono state valutate rispetto sia alle informazioni acquisite in fase di progettazione dell'opera sia a quelle acquisite nel corso della campagna di indagine integrativa svolta ai fini della redazione del presente DOCFAP. Il piano d'indagini integrativo (2305_F1_PI) è stato concepito per ottenere maggiori informazioni di tipo geologico / geotecnico e ambientale.

L'indagine geotecnica ha riguardato in particolare la realizzazione di sondaggi a carotaggio continuo con il prelievo di campioni di terreno da sottoporre ad analisi di laboratorio geotecnico e l'effettuazione di acquisizioni dei profili sismo-stratigrafici e per la definizione della categoria del suolo di fondazione.

La profondità dei sondaggi prevista è stata definita in modo da investigare l'intero volume significativo di terreno di fondazione, variabile in funzione dell'altezza del rilevato nei vari settori.

L'indagine ha previsto la realizzazione di 4 sondaggi a carotaggio continuo a profondità variabili tra i 10 ed i 40 metri secondo il seguente schema:

sondaggio 1 - rilevato est viadotto canale Naviglio, profondità 30 metri

sondaggio 2 – rilevato tra i due viadotti, profondità 40 metri

sondaggio 3 – rilevato ovest viadotto ferroviario profondità 30 metri

sondaggio 4 – rilevato estremo ovest del tracciato, profondità 10 metri.

Nel corso dei sondaggi sono state eseguite anche prove dinamiche SPT ogni 2 metri di profondità all'interno del corpo del rilevato, per un totale di 16 prove.

Nel corso dei sondaggi sono stati prelevati un numero complessivo di 24 campioni indisturbati di terreno sui quali eseguire prove di laboratorio geotecnico, distribuiti come segue:

<i>Sondaggio</i>	<i>Campioni rilevato</i>	<i>Campioni terreno fondazione</i>	<i>Totale</i>
1	3	4	7
2	3	5	8
3	3	4	7
4	1	1	2
<i>Tot</i>	<i>10</i>	<i>14</i>	<i>24</i>

Per ogni campione è stato eseguito il seguente set di prove di laboratorio:

- Descrizione e parametri fisici
- Analisi granulometrica, limiti di Atterberg e classificazione CNR-UNI 10006
- Prova di taglio in scatola Casagrande
- Prova triassiale UU
- Prova edometrica ad incrementi di carico

Per la verifica delle caratteristiche microsismiche dell'area e per la definizione della categoria del suolo di fondazione sono state inoltre effettuate 3 acquisizioni con tecnologia MASW per la definizione dei profili di velocità delle onde di taglio nei primi 30 metri di profondità. Sono state inoltre contemporaneamente effettuate 3 acquisizioni passive del rumore di fondo con elaborazione HVSR.

Per quanto riguarda l'indagine ambientale finalizzata alla valutazione delle caratteristiche del terreno di riporto oggetto di trattamento a calce sono state eseguite le seguenti verifiche di laboratorio:

- analisi di determinazione delle concentrazioni di contaminanti all'interno della frazione granulometrica < di 20 mm per la verifica del rispetto delle CSC di cui alle col. A e B;
- analisi di pericolosità sul tal quale;
- test di cessione per la classificazione della tipologia di discarica.

Per valutare la fattibilità di un ulteriore trattamento a calce del materiale costituente il rilevato si è proceduto alla formazione di 2 campioni compositi di materiale, rappresentativi delle condizioni di massima e minima stabilizzazione a calce, selezionandoli in base alle caratteristiche organolettiche e di resistenza.

Su questi ultimi, con modalità di compattazione Proctor Standard, sono state condotte sia le analisi di base di caratterizzazione per studio del trattamento a calce sia le verifiche prestazionali su miscele terra/calce a 3 aliquote di CaO (es. CIC, CIC+0,5%, CIC+1%).

Il modello geotecnico di riferimento per le verifiche progettuali, definito sulla base dei dati acquisiti nel corso delle fasi di progettazione dei viadotti di attraversamento della linea ferroviaria e del canale Naviglio, ha consentito di attribuire agli orizzonti stratigrafici i parametri di seguito descritti:

Unità di fondazione (prima unità) – quota compresa tra 0.00 e -13.00 m da p.c.:

Caratteristica e unità di misura	Simbolo	Valori	Valore medio
Peso unità di volume (KN/m ³)	γ	17 - 18	17.5
Coesione non drenata (KPa)	C_u	15 - 30	22.5
Coesione efficace (KPa)	c'	5 - 10	7.5
Angolo di resistenza al taglio (°)	ϕ	11 - 27	19.0
Modulo edometrico (MPa)	E_d	5 - 6	5.5

Unità di fondazione (seconda unità) – quota compresa tra -13.00 e -26.6/27.5 m da p.c.:

Caratteristica e unità di misura	Simbolo	Valori		Valore medio
Peso unità di volume (KN/m ³)	γ	18 - 19		18.5
Coesione non drenata (KPa)	C_u	40 - 60		50
Coesione efficace (KPa)	c'	5 - 10		7.5
Angolo di resistenza al taglio (°)	ϕ	11 - 27		19.0
Modulo edometrico (MPa)	E_d	5 - 6		5.5

Terreni coesivi profondi (terza unità) – quota compresa tra -26.60/27.50 a -34.00 m da p.c.:

Caratteristica e unità di misura	Simbolo	Valori	Valore medio
Peso unità di volume (KN/m ³)	γ	19 - 20	19.5
Coesione non drenata (KPa)	C_u	80	80
Coesione efficace (KPa)	c'	5 - 10	7.5
Angolo di resistenza al taglio (°)	ϕ	11 - 27	19.0
Modulo edometrico (MPa)	E_d	5 - 6	5.5

Terreni incoerenti– profondità superiore a -34.00 m da p.c.:

Caratteristica e unità di misura	Simbolo	Valori	Valore medio
Peso unità di volume (KN/m ³)	γ	20	20
Coesione non drenata (KPa)	C_u	0	0
Coesione efficace (KPa)	c'	0	0
Angolo di resistenza al taglio (°)	ϕ	34	34

I risultati dell'indagine geologica e geotecnica integrativa confermano il quadro stratigrafico ed il modello di riferimento definito ai fini del progetto, nonché la consistente variabilità dei parametri geotecnici all'interno delle unità stratigrafiche individuate.

La seguente tabella descrive i risultati delle prove di laboratorio condotte sui singoli campioni:

		Quota ass.	Profondità		Q.ass.Campione	Unità Geo.	P. da p.c.	C'	φ	tg	Cu
		<i>mslm</i>	<i>m</i>	<i>m</i>			<i>m</i>	<i>kPa</i>			<i>kPa</i>
CC-01	SH1	44	9,65	10,05	34,15	UG1		12,8	22,5	0,41	78
CC-01	SH2	44	16,60	17,00	27,20	UG1		7,6	18,6	0,34	41
CC-01	SH3	44	22,15	22,70	21,58	UG2		6	17,6	0,32	73
CC-01	SH4	44	28,65	29,05	15,15	UG2		9,8	20,1	0,37	93
CC-02	SH3	48,3	11,00	11,50	37,05	UG1	0,35	16,4	22	0,4	168
CC-02	SH4	48,3	13,00	13,60	35,00	UG1	2,35	8,4	25,1	0,47	85
CC-02	SH5	48,3	19,40	20,00	28,60	UG1	8,75	11,2	19,6	0,36	77
CC-02	SH6	48,3	25,80	26,20	22,30	UG2	15,15	9,7	15,7	0,28	102
CC-02	SH7	48,3	31,75	32,30	16,28	UG2	21,1	13,5	17,7	0,32	103
CC-03	SH4	49,2	11,20	11,75	37,73	R		9,1	28,4	0,54	91
CC-03	SH5	49,2	16,50	17,10	32,40	UG1		6	19,1	0,35	60
CC-03	SH6	49,2	22,60	22,85	26,48	UG2		4,2	18,3	0,33	62
CC-03	SH7	49,2	28,00	28,45	20,98	UG2		14,8	20,1	0,37	153
CC-04	SH2	44,7	8,00	8,60	36,40	UG1		6,6	20,5	0,37	131
S4	CI1	47	9,00	9,50	37,75	R		5,72	27,5		

		Sigma i0 kPa	Sigma i0 da p.c. kPa	Gamma n kN/m3	Wn %	Gamma s	LL %	LP %	IP %	IC	Sr %	OCR
CC-01	SH1	185,9		18,5	32,9	2,75	47,5	27,2	20,3	0,72	96	
CC-01	SH2	292,4		17,2	30,2	2,76	52,8	27,9	24,9	0,91	79	
CC-01	SH3	410,9		18,1	33,6	2,75	35,9	19,9	16	0,14	93	
CC-01	SH4	508,4		17,5	26,9	2,74	44,3	25,2	19,1	0,91	78	
CC-02	SH3	215,1	6,5	18,7	23,3	2,74	51,2	26,3	24,9	1,12	83	0,7
CC-02	SH4	262,5	45,4	19,3	24,3	2,71	35,2	21,1	14,1	0,77	92	0,3
CC-02	SH5	358,0	156,6	17,9	34,6	2,75	55,6	28,4	27,2	0,77	93	0,2
CC-02	SH6	416,6	240,9	15,9	30,9	2,67	89,3	49	40,3	1,45	71	0,5
CC-02	SH7	581,4	379,8	18	34	2,77	75,9	36,8	39,1	1,07	92	0,3
CC-03	SH4	199,8		17	33,9	2,7	51,9	37,6	23,2	14,3	84	
CC-03	SH5	323,2		18,9	29	2,71	35,7	24,5	18,7	11,2	96	
CC-03	SH6	411,3		18	35,3	2,76	58	32,8	18,2	25,2	94	
CC-03	SH7	540,6		19	21,9	2,74	68,7	33,9	14,9	34,8	83	
CC-04	SH2	162,5		18,9	26	2,74	44,4	28,4	17,1	16	90	
S4	CI1											

						Calpha	Cv	E	Calpha	Cv	E da p.c.
		49-98,1	98,1-196,1	196,1-392,3	392,3-784,5		cm2/s	kPa		cm2/s	kPa
CC-01	SH1	2344	3734	5825	10200			3734			
CC-01	SH2	1827	2929	4930	9116			4930			
CC-01	SH3	1571	2593	4702	8995			8995			
CC-01	SH4	2850	4310	5933	11222			11222			
CC-02	SH3	2399	3428	5592	9873	0,00299	0,00034	5592	0,00092	0,0006	2484
CC-02	SH4	2104	3632	6441	11588	0,00261	0,000918	6441	0,00196	0,00112	1322
CC-02	SH5	1998	2867	4759	9098	0,00516	0,000415	4759	0,00377	0,00047	2867
CC-02	SH6	4737	3566	5925	9197	0,00639	0,00012	9197	0,0046	0,00016	5925
CC-02	SH7	2454	3629	5732	9731	0,00349	0,000294	9731	0,00329	0,00032	5732
CC-03	SH4	2758	3862	5779	11188			5779			
CC-03	SH5	2622	4103	6838	12143			6838			
CC-03	SH6	2083	2865	4455	8280			8280			
CC-03	SH7	3594	5057	8075	12867			12867			
CC-04	SH2	2422	3780	7020	10259			3780			
S4	CI1										

Le seguenti tabelle sintetizzano i risultati riferiti alle unità stratigrafiche individuate:

Unità di fondazione (prima unità) – quota compresa tra 0.00 e -13.00 m da p.c.:

Caratteristica e unità di misura	Simbolo	Valori	Valore medio
Peso unità di volume (KN/m ³)	γ	17 - 19	18.0
Coesione non drenata (KPa)	C_u	41 - 168	91
Coesione efficace (KPa)	c'	6 - 16	10
Angolo di resistenza al taglio (°)	ϕ	19 - 25	21
Modulo edometrico (MPa)	E_d	3.7 – 6.8	5.1

Unità di fondazione (seconda unità) – quota compresa tra -13.00 e -26.6/27.5 m da p.c.:

Caratteristica e unità di misura	Simbolo	Valori	Valore medio
Peso unità di volume (KN/m ³)	γ	16 - 19	17.5
Coesione non drenata (KPa)	C_u	62 - 153	98
Coesione efficace (KPa)	c'	4 - 15	10

Caratteristica e unità di misura	Simbolo	Valori	Valore medio
Angolo di resistenza al taglio (°)	ϕ	16 - 20	18
Modulo edometrico (MPa)	Ed	8.2 - 12.8	10.0

Terreni coesivi profondi (terza unità)– quota compresa tra -26.60/27.50 a -34.00 m da p.c.:

Caratteristica e unità di misura	Simbolo	Valori	Valore medio
Peso unità di volume (KN/m ³)	γ	16 - 19	17.5
Coesione non drenata (KPa)	C_u	62 - 153	98
Coesione efficace (KPa)	c'	4 - 15	10
Angolo di resistenza al taglio (°)	ϕ	16 - 20	18
Modulo edometrico (MPa)	Ed	8.2 - 12.8	10.0

Terreni incoerenti– profondità superiore a -34.00 m da p.c.:

Caratteristica e unità di misura	Simbolo	Valori	Valore medio
Peso unità di volume (KN/m ³)	γ	20	20
Coesione non drenata (KPa)	C_u	0	0
Coesione efficace (KPa)	c'	0	0
Angolo di resistenza al taglio (°)	ϕ	34	34

Con riferimento a questi ultimi si è pertanto ritenuto opportuno confermare in termini conservativi i valori utilizzati per le verifiche preliminari sia per quanto riguarda la resistenza dei materiali sia per quanto riguarda la loro compressibilità. I moduli edometrici valutati rispetto agli stati tensionali presenti alle differenti profondità evidenziano inoltre come il processo di consolidazione non sia ancora completato nonostante il tempo intercorso dalla realizzazione del rilevato e come i valori di cedimento attesi siano ancora particolarmente elevati.

Le analisi di caratterizzazione ambientale del materiale del rilevato hanno permesso di classificare lo stesso, nel caso in cui si dovesse procedere alla sua asportazione ed al conseguente smaltimento, come “rifiuto speciale non pericoloso”, confermando le previsioni e la tipologia di destinazione.

Si segnala che il prezzo di mercato dello smaltimento è in realtà molto variabile nel tempo in relazione alla necessità del materiale stesso da parte delle discariche autorizzate a cui conferire il materiale. Si evidenzia pertanto che la stima dei costi di conferimento a discarica, valutati sulla base del prezzario regionale, rappresenta comunque una variabile non definibile in maniera compiuta per la valutazione della migliore alternativa progettuale. Motivazioni delle proposte progettuali

Alla base delle alternative progettuali proposte risiede uno studio preliminare dei dissesti e dello stato di fatto, basato sugli elementi a disposizione.

Basandoci sulla documentazione geologica disponibile è evidente come le caratteristiche geomeccaniche del terreno di sedime siano molto scarse. Infatti nella relazione geologica degli attraversamenti redatta dal dott. Crestana è riportato un valore di coesione non drenata in un range tra 15-30 kPa, valore decisamente basso.

Come indicato nella parte relativa alla valutazione delle criticità e dei dissesti la fessurazione è diffusa e presente sia in direzione trasversale che parallela al senso di marcia in maniera e severità differente.

Sono presenti fessure di entità minore su sostanzialmente tutto lo sviluppo del rilevato con orientamento diverso. Oltre a queste si hanno fessure più significative già anche in corrispondenza di rilevato di altezza pari a **circa 2m**. Si ha un aumento della fessurazione con il crescere dell'altezza e sono evidenti fessure longitudinali molto severe e marcate di spessore centimetrico lungo lo sviluppo del rilevato per altezza pari a **circa 4m** o superiori, oltre alla possibilità come già indicato di una fessurazione non sono del tutto riscontrabile perché ricoperte di vegetazione o riempite di terra.

Verifiche preliminari di stabilità mostrano come con questi terreni i fattori di sicurezza siano inadeguati per il rilevato esistente con altezza maggiore di $H=3.5m$.

Sulla base dei due profili stradali (stato di fatto e di progetto) è possibile anche riscontrare come i cedimenti siano di poca entità prima della pk 240 e dopo la pk 760 circa. In corrispondenza di queste pk il rilevato esistente è alto circa 3-3.4m.

La Scrivente ritiene che la causa dei dissesti sia da ricercare nelle scarse/scarsissime caratteristiche del terreno naturale di sedime, oltre che a quelle peraltro molto variabili e inadeguate del corpo del rilevato. Da notare anche come le caratteristiche geometriche del rilevato siano severe vista la notevole altezza e la mancanza di berme per altezze superiori ai 6m. Le problematiche riscontrate sono certamente ed evidentemente da attribuirsi ad un problema di cedimenti verticali, ma anche, a parere della Scrivente e coerentemente con quanto asserito nella documentazione di studio preliminare, a un problema di stabilità globale del rilevato. Inoltre è da evidenziare come il fenomeno fessurativo possa essere stato aggravato da infiltrazioni d'acqua e che quindi le evidenze siano imputabili a concause.

Visti questi elementi geologici, numerici, geometrici e di evidenza dello stato di fatto, coerenti tra loro e che fornisco un quadro per altro coerente di severa criticità con lo studio preliminare già svolto, la Scrivente ritiene che sia necessario intervenire sul corpo del rilevato tra le pk 0+240 e la pk 0+760. Per questo tratto d'intervento sono analizzate n°6 alternative progettuali.

Nella restante parte di rilevato la Scrivente propone un intervento sulla pavimentazione per rifacimento della sovrastruttura stradale e per modellare le pendenze trasversali come più dettagliatamente descritto in seguito.

3 Analisi ambientale

Nella presente fase di studio finalizzata alla predisposizione del DOCFAP sono state analizzate le caratteristiche dell'area di intervento ai fini della verifica della presenza di eventuali vincoli di carattere ambientale potenzialmente gravanti sulle attività di cantiere, nonché le possibili implicazioni ambientali legate alla produzione di materiali da scavo.

Il RUE del Comune di Parma evidenzia come l'area di intervento interessi areali molto diversificati dal punto di vista della classificazione urbanistica. La seguente figura evidenzia la zonizzazione riportata sulle cartografie di RUE.

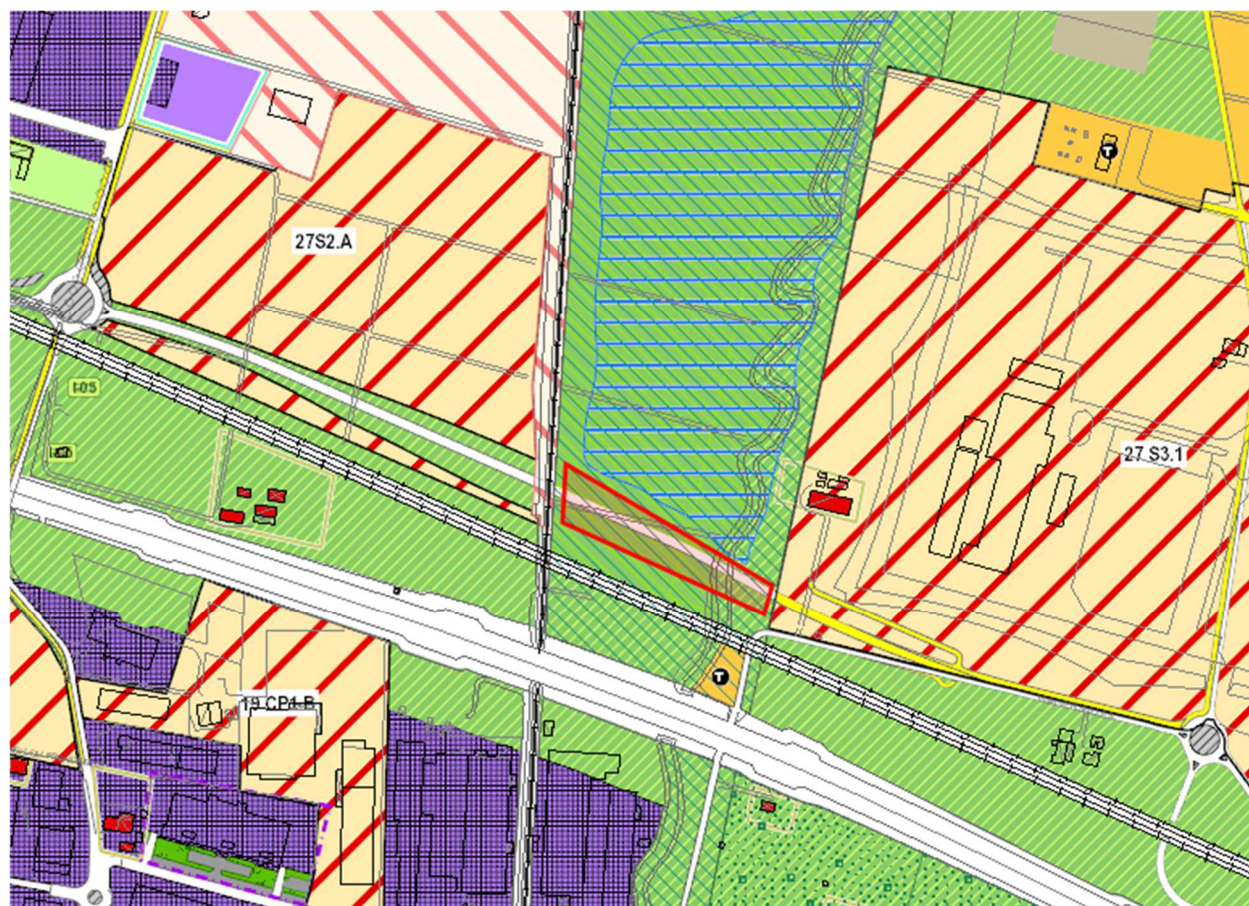


Figura 1 : Zonizzazione RUE (il riquadro rosso evidenzia la porzione mediana del tracciato stradale)

Gli elementi di Piano individuati sono i seguenti:

Tavola CTG1A - Tutele e vincoli ambientali

Corsi d'acqua meritevoli di tutela - RUE: art.6.1.4 PSC: art.5.10

Zone di tutela dei caratteri ambientali di laghi, bacini e corsi d'acqua - RUE: art.6.1.4 PSC: art.5.10

Tavola CTG1B - Rischio idraulico

Aree a pericolosità idraulica individuate dal PGRA - Reticolo Principale - Alluvioni rare - L - P1 - RUE: art.6.5.6 PSC: art.6.9bis

Aree a pericolosità idraulica individuate dal PGRA - Reticolo Secondario - Alluvioni poco frequenti - M - P2
- RUE: art.6.5.6 PSC: art.6.9bis

Fascia C di inondazione per piena catastrofica - RUE: art.6.5.5 PSC: art.6.9

Tavola CTG2A - Monumenti urbani e territoriali da tutelare

Aree soggette a vincolo paesaggistico (Dlgs 42/2004, art.142) - RUE: art.6.2.4 PSC: art.5.23

Tavola CTG2C - Persistenze del paesaggio storico da valorizzare

Aree caratterizzate dalla permanenza di elementi riconoscibili della centuriazione (PTCP art.16) - RUE:
art.6.4.1 PSC: art.5.40

Canali storici caratterizzanti l'impianto della centuriazione - RUE: art.6.4.1 PSC: art.5.40

Elementi del paesaggio storico- Canali storici - RUE: art.6.3.7 PSC: art.5.38

Tavola CTG3 - Rispetti e limiti all'edificabilità

Fascia di rispetto ferroviario (D.P.R. 753/1980) - RUE: art.6.6.4 PSC: art.8.1

Zona di particolare protezione dall'inquinamento luminoso (L.R. 19/2003, D.G.R. 1732/2015) - RUE:
art.6.5.22 PSC: art.6.37

Territorio urbanizzato urbanizzabile rurale

Tavola CTP3 - Urbanizzato urbanizzabile rurale

Territorio rurale, area esterna al T.U. - PSC: dcc_n69.30.09.19

RUE Destinazioni urbanistiche

Aree di mitigazione e di ambientazione - RUE: art.3.4.5

Fascia ripariale (Buffer zone) - RUE: art.6.1.9 PSC: art.5.12

Parco Urbano e sub-urbano - RUE: art.3.2.68

Viabilità esistente - RUE: art.3.3.1

Relativamente al quadro delineato ed alle potenziali implicazioni legate allo sviluppo dei lavori sull'infrastruttura esistente si evidenzia che il progetto dovrà essere sottoposto ad Autorizzazione Paesaggistica ai sensi del Dlgs 42/2004, art.142) (UE: art.6.2.4 PSC: art.5.23).

Con riferimento alle fasi realizzative dell'intervento e più in dettaglio in conseguenza della produzione di materiali da scavo per l'attuazione delle differenti soluzioni progettuali, si evidenzia che il terreno costituente il rilevato, una volta rimosso, rientra all'interno della disciplina dei rifiuti e che pertanto qualsiasi ipotesi di riutilizzo sul posto deve essere oggetto di autorizzazione. A tal proposito ARPAE SAC riferisce che tali attività possono essere autorizzate con procedura ordinaria ad operatori dotati di autorizzazioni specifiche (mezzo mobile) ai sensi dell'art. 208 comma 1 del d.lgs 152/2006, rilasciata dall'autorità territorialmente competente ove l'interessato ha la sede legale o la società straniera

proprietaria dell'impianto ha la sede di rappresentanza. Il richiedente deve documentare il possesso dei requisiti soggettivi attraverso:

- autodichiarazione sostitutiva di certificazione del legale rappresentante e degli ulteriori soggetti aventi legale rappresentanza, attestanti il possesso dei requisiti soggettivi per la gestione dei rifiuti;
- autodichiarazione sostitutiva di certificazione, ai sensi dell'art. 89 del D.Lgs 159/2011, in materia antimafia, dei soggetti a controllo antimafia oppure dichiarazione di iscrizione dell'impresa nella White List presso la Prefettura competente;
- dichiarazione sostitutiva di iscrizione alla Camera di Commercio.

Si tratta di una comunicazione di svolgimento di una campagna di attività di smaltimento o recupero di rifiuti, effettuata mediante impianto mobile, da presentare almeno 20 giorni prima dell'installazione dell'impianto.

L'alternativa al recupero del materiale sul posto è rappresentata dal conferimento a discarica di rifiuti speciali non pericolosi, secondo quanto previsto dal Decreto Legislativo 3 settembre 2020, n. 121.

4 Interventi comuni a tutte le alternative progettuali e intervento stradale

4.1 Interventi comuni

Di seguito sono sinteticamente riportati gli interventi comuni da eseguirsi a tutte le alternative progettuali proposte:

- abbattimento vegetazione, decespugliamento e pulizia
- rifacimento pavimentazione nei tratti oggetti di intervento e nelle estremità del rilevato (vedi paragrafo dedicato)
- rimozione di pozzetti, di opere minori quali plinti per segnaletica e simili, di segnaletica verticale esistente, etc.
- rimozione impianto illuminazione; non è previsto al momento la realizzazione di un nuovo impianto
- rimozione delle barriere bordo laterale esistenti e posa di nuove barriere di sicurezza, con configurazioni differenti nelle varie soluzioni, e relativi raccordi con barriere bordo ponte esistenti
- opere per smaltimento acque superficiali e manutenzione/ripristino fossi di guardia
- installazione di segnaletica orizzontale e verticale
- opere di transizione alle opere d'arte
- inerbimenti e semina
- ripristino aree occupate dal cantiere

4.2 Generalità sull'intervento di consolidamento del terreno

La tecnologia adottata per il consolidamento del terreno in sito per alcune alternative progettuali è il jet grouting, che consiste nell'iniezione ad alta pressione di miscela di acqua e cemento con lo scopo di migliorare e uniformare le caratteristiche del terreno. Le caratteristiche del terreno migliorato dipendono dal tipo di terreno e dai parametri di iniezione; per l'intervento è, come usuale, necessario un campo prove propedeutico appositamente studiato da eseguirsi prima dell'inizio dei lavori.

4.3 Interventi stradali

La nuova viabilità di progetto appartiene alla categoria F1 delle "strade locali in ambito extraurbano", avente una carreggiata composta da due corsie di marcia larghe 3.50m e banchine laterali di 1.00m. L'arginello a margine della pavimentazione ha una larghezza pari a 1.00m, dimensione che permette di ospitare le barriere di sicurezza garantendone il corretto funzionamento e al contempo di ottimizzare l'ingombro planimetrico del nuovo rilevato.

Si è proceduto all'adeguamento del tracciato stradale secondo quanto prescritto dal D.M. 6792 del 5/11/2001 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" e s.m.i.; si è inoltre fatto riferimento alla "Norma per gli interventi di adeguamento delle strade esistenti" del 21/03/2006, cercando di mantenere un andamento plano-altimetrico più simile possibile a quello originale, evitando di procedere con l'acquisizione di aree aggiuntive a quelle occupate dal rilevato esistente.

L'attività di adeguamento ha previsto, dal punto di vista planimetrico, l'inserimento di curve clotooidiche di transizione tra i rettifili e gli archi di cerchio, mentre dal punto di vista altimetrico il ripristino del profilo originale, imponendo una velocità di progetto di 80 km/h, con conseguente applicazione di un limite di velocità amministrativo di 70 km/h.

Ulteriore intervento previsto è la modellazione di nuove pendenze trasversali per la piattaforma stradale, da adeguarsi per garantire la stabilità in curva dei veicoli e un corretto deflusso delle acque meteoriche.

Per le soluzioni 1a, 1b, 2a, 2b e per il tratto in rilevato della soluzione 3 la nuova pavimentazione verrà realizzata mantenendo invariata la struttura proposta nel progetto originario, così composta:

- 3 cm manto di usura;
- 5 cm strato di collegamento (binder);
- 12 cm strato di base costituito da tout-venant bitumato;
- 25 cm massicciata di materiale arido.

In corrispondenza del rilevato nella soluzione 3 verrà eseguita una pavimentazione, previa realizzazione di strato impermeabilizzante, composta da:

- 4 cm manto di usura;
- 5 cm strato di collegamento (binder).

Nella soluzione 4, in ottica di ottimizzazione dei costi, si realizzerà una nuova pavimentazione con spessore ridotto rispetto a quella prevista nel progetto originale. Per la scelta della stratigrafia si è fatto riferimento al "Catalogo delle pavimentazioni" redatto dal CNR, ipotizzando un livello di traffico e un modulo resiliente del sottofondo di valori medi rispetto a quelli proposti e classificando il nuovo asse come strada locale, la pavimentazione proposta è composta da:

- 4 cm manto di usura;
- 5 cm strato di collegamento (binder);
- 8 cm strato di base;
- 15 cm massicciata in materiale arido.

Gli interventi che verranno realizzati sulla pavimentazione stradale esistente rientrano in tre diverse tipologie:

- Intervento 1: scarifica tappeto d'usura esistente nei primi 50m del tracciato, lato intersezione a rotatoria con via Paradigna. Stesa nuovo manto d'usura di spessore invariato rispetto l'originale.
- Intervento 2: demolizione e ricostruzione dell'intera sovrastruttura stradale, previo livellamento dello strato di fondazione per modellare le nuove pendenze trasversali.
- Intervento 3: demolizione e ricostruzione dell'intero pacchetto stradale con modellazione delle nuove pendenze trasversali nei tratti in rilevato e demolizione dell'intero pacchetto stradale e realizzazione nuova pavimentazione in corrispondenza del viadotto di progetto.

La localizzazione degli interventi viene indicata nelle tavole progettuali delle varie alternative progettuali.

Per le soluzioni 1a, 1b, 2a, 2b le barriere di sicurezza stradali bordo rilevato esistenti verranno interamente smontate e sostituite con nuovi dispositivi della stessa classe, H2, in acciaio zincato. Non essendo i ponti compresi nel progetto, per le barriere di sicurezza bordo ponte non sono previsti interventi; saranno,

invece, da sostituire gli elementi di transizione tra le diverse tipologie di dispositivi di ritenuta. In corrispondenza di inizio e fine impianto, si prevede l'installazione di terminali semplici con lama deviata verso l'esterno per proteggere dall'urto frontale i veicoli.

Per la soluzione 3 si prevede l'installazione di barriere bordo ponte di classe H4 per l'intero sviluppo del viadotto di progetto e nuove barriere bordo laterale lungo il rilevato dove necessario.

Nella soluzione 4, sempre in ottica di ottimizzazione dei costi, si prevede l'installazione di barriere della classe minima richiesta per la categoria di strada in oggetto, garantendo un corretto collegamento con le barriere bordo ponte esistenti presenti sulle opere d'arte.

5 Alternativa progettuale 1a

Questa alternativa progettuale consiste nella rimozione completa del materiale costituente il rilevato esistente e nella messa in opera di uno di nuovo approvvigionamento, selezionato, appartenente alle categorie usualmente impiegate per i rilevati stradali (A1, A2-4, A2-5, A3). Questo materiale è arido e di buone caratteristiche geo-meccaniche. Nella posa dovranno essere rispettati i requisiti tipici della formazione dei rilevati stradali come compattazione, spessori di posa e controlli di esecuzione.

L'intervento prevede il consolidamento del terreno di sedime con colonne jet grouting disposte a quinconce. La lunghezza delle colonne è variabile in relazione all'altezza del rilevato. La tecnologia è descritta nel paragrafo dedicato.

L'intervento prevede anche la formazione di berme nei tratti di rilevato con $H > 6\text{m}$. Al fine di non occupare ulteriore spazio rispetto all'impronta esistente, si prevede l'impiego in questi tratti di terre rinforzate per poter aumentare la pendenza del rilevato.

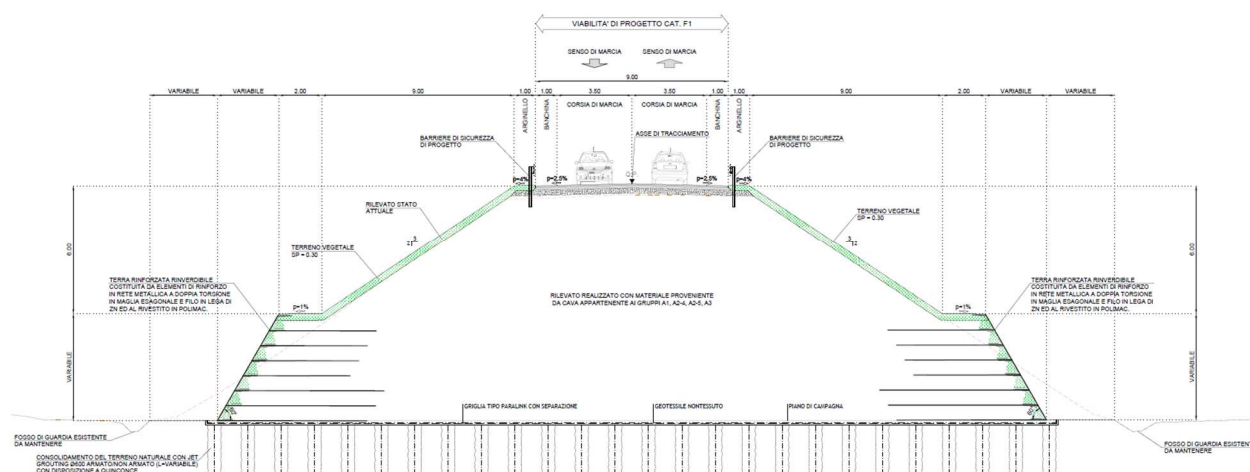


Figura 2: Sezione tipo alternativa progettuale 1a

Lo smaltimento delle acque di piattaforma è realizzato con canalette ad embrici lungo i tratti di scarpata a pendenza 3/2, in corrispondenza delle terre rinforzate si usano tubi in pvc. Il sistema di deflusso convoglia le acque nei fossi di guardia presenti ai lati del rilevato, per i quali è prevista la riprofilatura al termine delle lavorazioni.

6 Alternativa progettuale 1b

Questa alternativa progettuale consiste nel trattamento a calce del terreno costituente il rilevato esistente e nella rimessa in opera dello stesso.

Il terreno costituente il rilevato stradale sarà movimentato e trattato in sito, in apposite aree destinate alle lavorazioni e ritrasportato e opportunamente steso sull'area oggetto del tracciato in progetto.

L'intervento prevede il consolidamento del terreno di sedime con colonne jet grouting disposte a quinconce. La lunghezza delle colonne è variabile in relazione all'altezza del rilevato. La tecnologia è descritta nel paragrafo dedicato.

L'intervento prevede anche la formazione di berme nei tratti di rilevato con $H > 6\text{m}$. Al fine di non occupare ulteriore spazio rispetto all'impronta esistente, si prevede l'impiego in questi tratti di terre rinforzate per poter aumentare la pendenza del rilevato.

Essendo il rilevato di progetto più alto del rilevato esistente per la compensazione soprattutto dei cedimenti avvenuti, si precisa che sarà approvvigionato anche materiale di nuova fornitura.

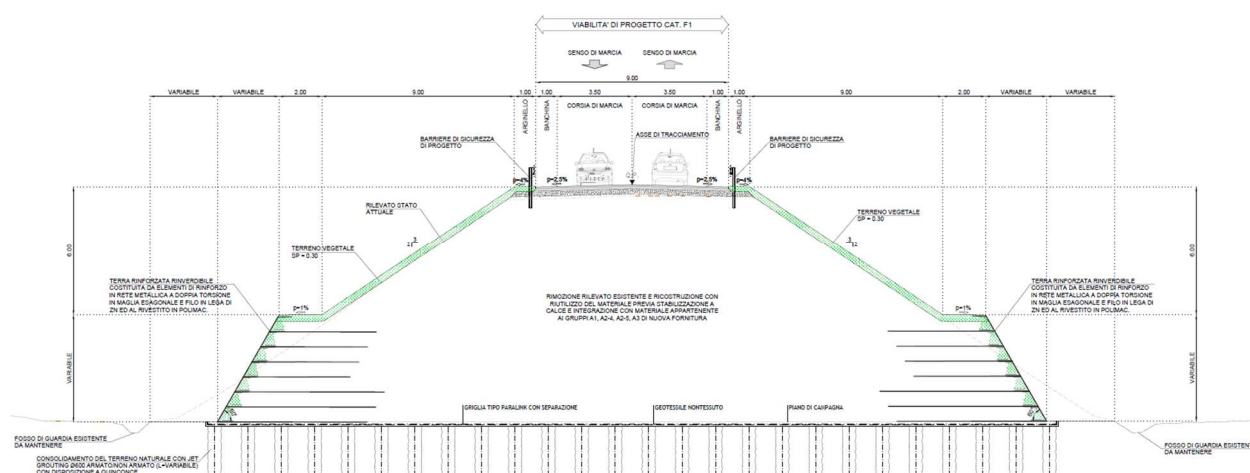


Figura 3: Sezione tipo alternativa progettuale 1b

Lo smaltimento delle acque di piattaforma è realizzato con canalette ad embrici lungo i tratti di scarpata a pendenza 3/2, in corrispondenza delle terre rinforzate si usano tubi in pvc. Il sistema di deflusso convoglia le acque nei fossi di guardia presenti ai lati del rilevato, per i quali è prevista la riprofilatura al termine delle lavorazioni.

7 Alternativa progettuale 2a

Questa alternativa progettuale consiste nella rimozione solo di una parte superficiale del rilevato esistente e nella messa in opera di uno di nuovo approvvigionamento, selezionato, appartenenti alle categorie usualmente impiegate per i rilevati stradali (A1, A2-4, A2-5, A3). Il materiale in approvvigionamento è arido e di buone caratteristiche geo-meccaniche. Nella posa dovranno essere rispettati i requisiti tipici della formazione dei rilevati stradali come compattazione, spessori di posa e controlli di esecuzione.

L'intervento prevede il consolidamento con colonne jet grouting disposte a quinconce, partendo dalla base del nuovo rilevato. Il jet grouting sarà verticale e inclinato nei tratti di rilevato più alto. La tecnologia è descritta nel paragrafo dedicato.

L'intervento prevede di mantenere sostanzialmente la sagoma del rilevato esistente salvo locali sistemazioni. Non si occuperà pertanto ulteriore spazio rispetto all'impronta esistente.

Si prevede inoltre l'impiego di chiodature (soil nailing) per rinforzare le scarpate esistenti.

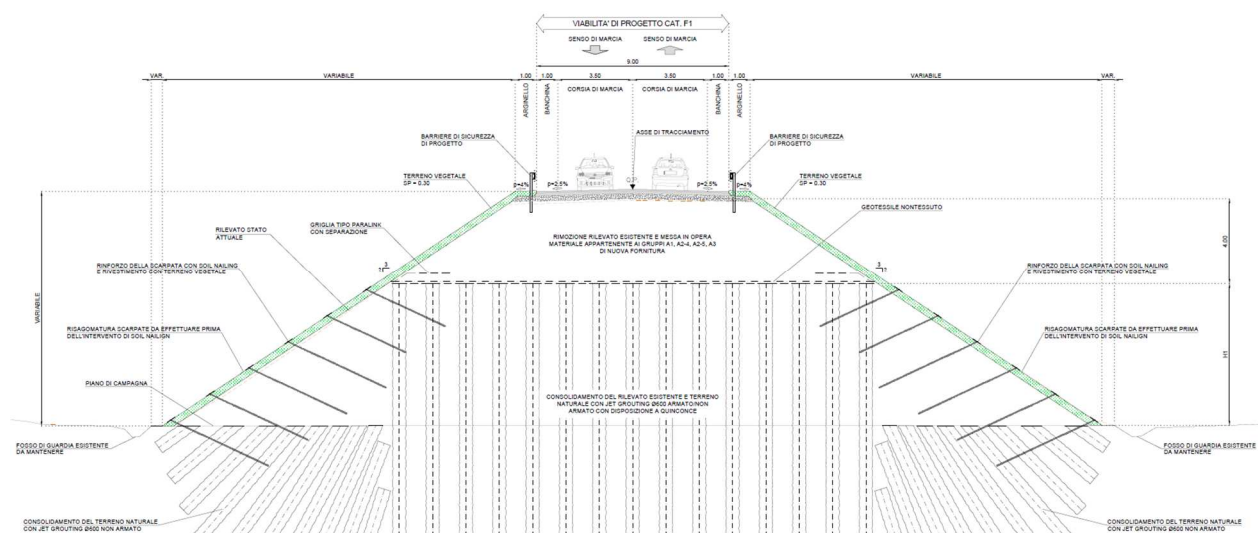
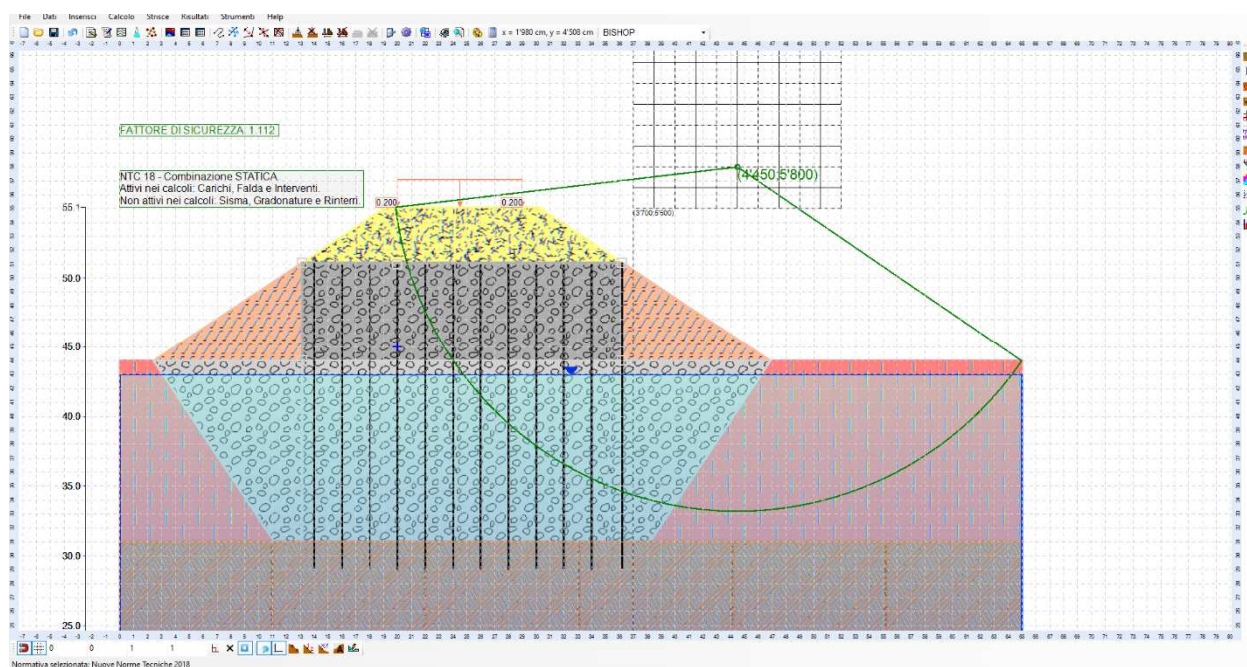


Figura 4: Sezione tipo alternativa progettuale 2a

Lo smaltimento delle acque di piattaforma è realizzato con canalette ad embrici che convogliano le acque nei fossi di guardia presenti ai lati del rilevato, per i quali è prevista la riprofilatura al termine delle lavorazioni.

Si riporta la verifica di stabilità ai sensi normativi nel corpo centrale del rilevato nel caso statico con jet grouting armato.



Sopra è evidenziata la superficie tra quelle analizzate con fattore di sicurezza minimo pari a $FS=1.112>1.1$ (verifica soddisfatta).

8 Alternativa progettuale 2b

Questa alternativa progettuale è simile alla soluzione progettuale 2a e consiste nella rimozione solo di una parte superficiale del rilevato esistente e nel trattamento a calce dello stesso in sito.

Il terreno costituente la parte di rilevato rimossa sarà trattato in sito, in apposite aree destinate alle lavorazioni e ritrasportato sul tracciato in progetto.

L'intervento prevede il consolidamento con colonne jet grouting disposte a quinconce, partendo dalla base del terreno trattato a calce. Il jet grouting sarà verticale e inclinato nei tratti di rilevato più alto. La tecnologia è descritta nel paragrafo dedicato.

L'intervento prevede di mantenere sostanzialmente la sagoma del rilevato esistente salvo locali sistemazioni. Non si occuperà pertanto ulteriore spazio rispetto all'impronta esistente.

Si prevede inoltre l'impiego di chiodature (soil nailing) per rinforzare le scarpate esistenti.

Essendo il rilevato di progetto più alto del rilevato esistente per la compensazione soprattutto dei cedimenti avvenuti, si precisa che sarà approvvigionato anche materiale di nuova fornitura (categoria A1, A2-4, A2-5, A3).

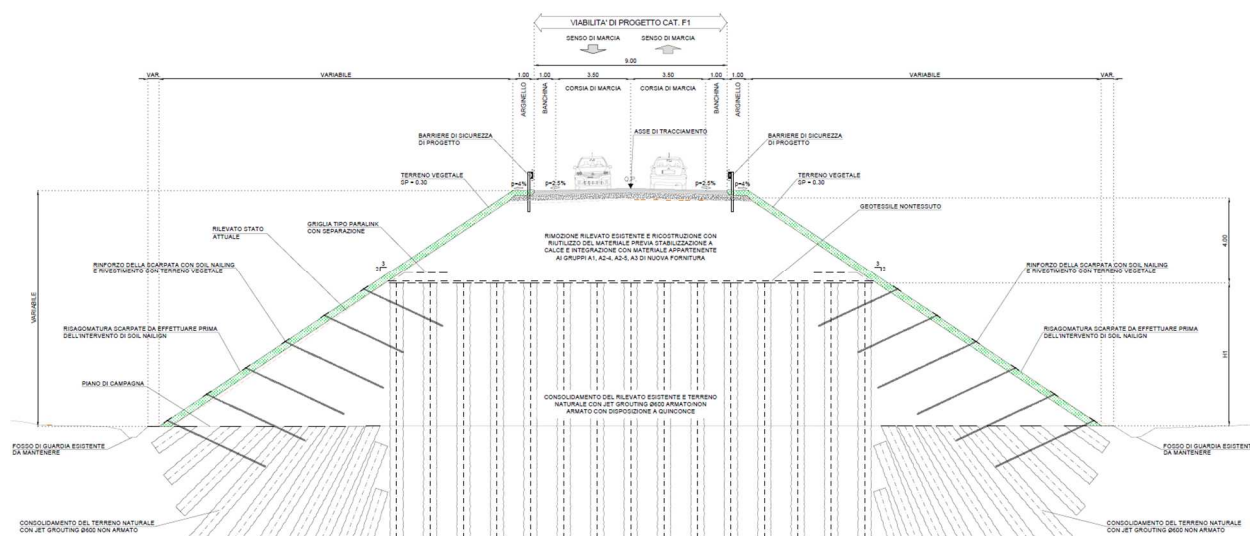


Figura 5: Sezione tipo alternativa progettuale 2b

Lo smaltimento delle acque di piattaforma è realizzato con canalette ad embrici che convogliano le acque nei fossi di guardia presenti ai lati del rilevato, per i quali è prevista la riprofilatura al termine delle lavorazioni.

Si riportano di seguito i vantaggi e gli svantaggi di questa alternativa progettuale.

9 Alternativa progettuale 3

Questa alternativa progettuale prevede la realizzazione di un viadotto tra le pk 240 e la pk 760 composto di 3 corpi (rilevato ovest-rilevato centrale tra i due cavalcavia esistenti-rilevato est). Il viadotto al netto dei cavalcavia esistenti avrà uno sviluppo di 456m ed è costituito da 26 pile e due spalle.

Il terreno costituente la parte di rilevato esistente sarà mantenuto in situ ed attraversato dai pali di fondazione del nuovo viadotto e ne sarà rimossa e smaltita una minima parte sommitale per consentire la realizzazione delle spalle e del pile del nuovo viadotto.

L' impalcato del viadotto è costituito da travi prefabbricate e da una soletta continua. La luce tipica della campata è pari a 18m, questo per permettere un montaggio il più agevole possibile in considerazione degli spazi limitati del cantiere. Sono previste campate di lunghezza minore (L=14m) per adeguarsi alla posizione dei cavalcavia esistenti e alle pk di inizio e fine intervento. Le fondazioni sono di dimensioni 11.6x5m, spessore 1.10m con una torretta alta 80cm sui cui saranno disposti baggioli e appoggi delle travi . Pile e spalle saranno poggianti su pali di fondazione trivellati di diametro 1000mm di lunghezza variabile in relazione alla quota di imposta fondazione. Per le due spalle di nuova realizzazione è prevista anche la realizzazione di solette di transizione mentre in attacco ai cavalcavia sulla ferrovia e sul canale Naviglio si prevede l'appoggio alle strutture esistenti con eventuale rinforzo delle stesse.

SEZIONE TIPO VIADOTTO IN CORRISPONDENZA DELLE PILE

Scale 1:100

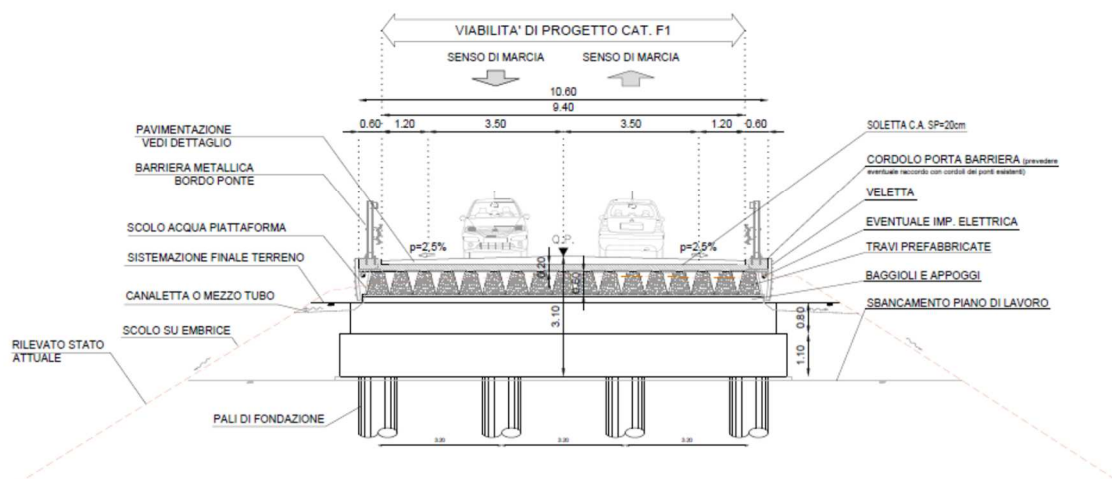


Figura 6: Sezione tipo alternativa progettuale 3

La soluzione proposta è risolutiva rispetto alle criticità esposte.

La Scrivente ha inoltre analizzato una ulteriore configurazione della soluzione 3 al fine di limitare i costi di intervento che consiste nella riduzione della lunghezza del viadotto nell'ipotesi sostanziale di una parziale risoluzione delle criticità.

Lunghezza netta del viadotto: 345m (tra pk 304 e pk 680)

Le condizioni sono le seguenti:

- accettare un cedimento non trascurabile del rilevato nei tratti tra pk 240 e inizio viadotto e tra pk 712 e pk 760.
L' Amministrazione dovrà periodicamente ricaricare il rilevato stradale al manifestarsi dei cedimenti e in relazione al decorso dei cedimenti e anche prevedere il rifacimento delle barriere stradali e di elementi marginali minori.
- la verifica di stabilità nei medesimi tratti non è soddisfatta in base alla vigente normativa. La Scrivente ha analizzato i versanti considerando un equilibrio limite, quindi senza i coefficienti imposti dalla normativa. Per questi tratti di rilevato il fattore di sicurezza F_s limite è > 1 , considerando i parametri geotecnici medi. Il che significa che il versante è in equilibrio sebbene precario. In zone con materiale più scadente e/o in concomitanza di effetti peggiorativi come ad esempio innalzamento falda, infiltrazione d'acqua, si possono innescare come è già avvenuto, dei fenomeni di scivolamento.
- Prevedere quindi un sistema di monitoraggio con catene inclinometriche in queste zone, con sistema di acquisizione elettronica dei dati e sistema di allerta.

La riduzione della lunghezza del viadotto e in sistema di monitoraggio comportano rispetto alla soluzione 3 un risparmio in termini di importo lavori (inclusi oneri della sicurezza) di **circa 2'200'000 €**, escludendo i rifacimenti periodici, di cui al primo punto, successivi all'intervento. La soluzione se ritenuta percorribile dall'Amministrazione sarà sviluppata nel progetto di fattibilità tecnica ed economica (PFTE).

10 Alternativa progettuale 4

Stante l'entità economica delle soluzioni precedentemente indicate, su richiesta dell'Amministrazione, si è proceduto alla valutazione di una ulteriore soluzione progettuale tale da consentire la riapertura al traffico con determinate e condivise limitazioni al traffico.

La soluzione prevede:

- limitazione del traffico ai veicoli leggeri entro le 3.5 ton
- rifacimento pavimentazione adottando un pacchetto con spessore minimo in funzione del traffico previsto
- realizzazione di solette di transizione in approccio ai cavalcavia esistenti
- ricostruzione della parte sommitale del rilevato (circa 1,25m da quota di progetto), sostituzione con materiale da rilevato con inserimento di geogriglie
- monitoraggio della stabilità delle scarpate e dei cedimenti mediante catene inclinometriche ed estensimetri, con sistema di acquisizione elettronica dei dati e sistema di allerta
- monitoraggio topografico dei cedimenti del rilevato con cadenza annuale per il quale vengono predisposti pilastrini in c.a. con borchia metallica. Per dettagli e l'ubicazione della strumentazione si rimanda all'elaborato grafico.

L'approccio adottato è analogo a quello che si potrebbe adottare nell'intervento su una strada esistente insistente su un versante franoso per la quale si propongono interventi non di carattere definitivo, che non hanno la finalità di risolvere totalmente il problema ma piuttosto di:

- ripristinare la sede stradale
- limitare per quanto possibile i cedimenti differenziali
- mediante il monitoraggio in continuo determinare l'andamento dei cedimenti e poter intervenire tempestivamente qualora fossero incompatibili con la sicurezza degli utenti
- acquisire dati mediante il monitoraggio in continuo circa l'eventuale innesco di fenomeni di rottura/scivolamento dovuti ai problemi di stabilità globale, tendenzialmente più repentini rispetto al processo di consolidazione in corso. Si forniranno quindi gli elementi alle figure competenti per poter eventualmente e tempestivamente intervenire anche chiudendo al traffico il rilevato per preservare la sicurezza dell'utente.

E' importante far notare che le verifiche di stabilità previste dalle Norme vigenti per le opere di nuova realizzazione, non sono soddisfatte, anche con gli interventi proposti. Si veda a tal proposito la relazione sullo stato di fatto (2305_F1_RELSF) in cui i coefficienti di sicurezza di numerose superfici di scivolamento sono inferiori al minimo normativo. Infatti gli interventi indicati quali geogriglie e solette di transizione, posti superficialmente, hanno come scopo principale quelli di limitare i cedimenti differenziali e non migliorano sensibilmente la stabilità globale del rilevato. Detti interventi, anche distribuendo il carico, mirano infatti a diminuire le fessurazioni sulla pavimentazione stradale, migliorando il livello di servizio dell'opera ma non annullano però i cedimenti assoluti che dipendono da un volume di terreno molto ampio e profondo.

Si evidenzia anche che l'Amministrazione dovrà prevedere opportune risorse per il monitoraggio nel tempo e la periodica ricarica della pavimentazione a recupero dei cedimenti, oltre che alla sistemazione delle barriere di sicurezza e degli elementi marginali minori.

E' utile segnalare che sebbene di per sé il fenomeno di rottura sia tendenzialmente repentino un sistema complessivo composto da il nuovo top di rilevato superficiale selezionato di buona qualità, geogriglie , monitoraggio e una buona manutenzione ordinaria per garantire il corretto scolo dell'acqua di piattaforma tende a ridurre il rischio di evento improvviso pericoloso per l'utente.

Si evidenzia infine che i cedimenti tenderanno nel tempo ad esaurirsi secondo un naturale processo di consolidazione dei terreni del rilevato e sottostanti.

11 Tempistiche realizzative e cenni sulla sicurezza dei lavori

Di seguito è riportata una stima della tempistica per le alternative progettuali proposte:

- Alternativa progettuale 1a (nuovo rilevato): **45 mesi**
- Alternativa progettuale 1b (rilevato esistente trattato a calce): **44 mesi**
- Alternativa progettuale 2a (rimozione parziale del rilevato esistente e consolidamento, con approvvigionamento di nuovo rilevato): **33 mesi**
- Alternativa progettuale 2b (trattamento a calce di parte del rilevato esistente e consolidamento): **33 mesi**
- Alternativa progettuale 3 (viadotto): **41 mesi**
- Alternativa progettuale 4 (apertura la traffico con monitoraggio): **9 mesi**

Naturalmente la tempistica realizzativa dell'intervento, specie in questi tipi di lavori, è dipendente dall'organizzazione del cantiere, dalla sovrapposizione di fasi lavorative e dal numero di mezzi d'opera impiegati contemporaneamente. La stima preliminare è stata sviluppata considerando un numero di mezzi congruo all'intervento tenendo in conto della difficoltà operativa della sovrapposizione delle lavorazioni.

Lavoro: Comune di Parma- Rilevato V.le Versailles	Commissa: 2305CPR
Oggetto: DOCFAP - Relazione tecnica delle alternative progettuali	Rev. del 25.03.2026
	File: 2305 F1 RELTEC 4

2305_RILEVATO V.LE VERSAILLES			
STIMA DI MASSIMA DEI TEMPI DI ESECUZIONE DEI LAVORI			
SOLUZIONE	3		
	qta'	resa	giorni
cantierizzazione			10
abbattimento vegetazione, decespugliamento e pulizia			10
demolizione smaltimento pavimentazione esistente			10
demolizione opere minori/impianto illuminazione			3
rimozione barriere			3
rimozione/conferimento a disc. terreno da rilevato	20 000.00	1800	11
esecuzione pali	9 300.00	60	155
smaltimento terreno di scavo			0
rinforzo spalle esistenti			80
costruzione plinti di fondazione	28.00		103
costruzione baggioli	54.00		81
posa appoggi	54.00		14
ricostruzione rilevato	13 000.00	500	26
varo travi impalcato (per campata)	29.00	2	15
predalles	29.00	2	15
armatura e getto soletta	29.00		87
posa veletta	29.00		58
solette di transizione spalle	2.00		5
pavimentazione			14
posa barriere			15
segnaletica vert			2
segnaletica orizzontale			1
idraulica su rilevato e viadotto e ripristino fosso e recinzioni			15
predisposizione impiantistica viadotto			15
semina			3
prove e collaudi " non sovrapponibili con lavorazioni"			34
ripristino aree cantiere			14
smobilizzo			2
TOTALE STIMA GIORNI LAVORATIVI			800
TOTALE STIMA MESI SOLARI			41

2305_RILEVATO V.LE VERSAILLES			
STIMA DI MASSIMA DEI TEMPI DI ESECUZIONE DEI LAVORI			
SOLUZIONE	4		
	qta'	resa	giorni
cantierizzazione			10
abbattimento vegetazione, decespugliamento e pulizia			10
demolizione smaltimento pavimentazione esistente			10
demolizione opere minori/impianto illuminazione			3
rimozione barriere			3
rimozione/conferimento a disc. terreno da rilevato	3 100.00	1800	2
approvvigionamento e posa materiale da rilevato e rimodellazione scarpate	8 200.00	500	16
solette di transizione spalle	4.00		10
monitoraggi	20.00	1	20
messa in servizio monitoraggi			21
pavimentazione			14
posa barriere			2
segnaletica vert			2
segnaletica orizzontale			1
idraulica e ripristino fosso e recinzioni			10
semina			3
prove e collaudi " non sovrapponibili con lavorazioni"			7
ripristino aree cantiere			14
smobilizzo			2
TOTALE STIMA GIORNI LAVORATIVI			160
TOTALE STIMA MESI SOLARI			9

Le misure di sicurezza saranno da valutare ai sensi del D.Lgs. 81/08 con la redazione del Piano di sicurezza e coordinamento predisposto per la prima volta dal coordinatore per la progettazione e verrà inoltre aggiornato a cura del Committente a seguito delle modificazioni intervenute in un'opera nel corso della sua esistenza.

Il fascicolo accompagna poi l'opera per tutta la sua durata di vita.

Gli interventi proposti per l'adeguamento dei rilevati prevedono soluzioni differenti con diverse situazioni di cantiere che comportano specifici rischi durante le lavorazioni.

I principali rischi da valutare deriveranno sempre da:

- Rischi di caduta dall'alto in prossimità delle spalle dei ponti esistenti
- Transito dei mezzi di notevole intensità
- Lavorazioni con macchine specifiche per il cantiere (sbancamenti, perforazioni, rullature)

Un ulteriore rischio può essere individuato per le risoluzioni che prevedano la realizzazione le terre rinforzate con relativa creazione di scarpate ad elevata pendenza.

Per le lavorazioni del materiale da rilevato esistente, come stabilizzazione a calce/cemento, devono essere valutati i rischi derivanti dalla movimentazione e trattamento del materiale.

Per la soluzione che prevede la formazione di impalcato dovranno essere valutati i rischi derivanti dalle lavorazioni in quota, dalla posa di elementi prefabbricati di notevole peso e dall' utilizzo di mezzi idonei alla movimentazione degli elementi prefabbricati.

Per i rischi di cui sopra devono essere prescritte idonee misure di coordinamento al fine di evitare rischi dovuti alle interferenze tra diverse lavorazioni e le misure necessarie a garantire la sicurezza collettiva e dei singoli addetti in cantiere.

A seguito delle situazioni sopra evidenziate vengono riportate in computo le misure di sicurezza integrative per l'esecuzione dei lavori.

Considerati le notevoli dimensioni del cantiere ed i tempi necessari per il completamento degli interventi è necessari valutare anche i possibili impatti sulla salute degli addetti dovuti a:

- Produzione di polveri per un lungo periodo in fase di rimozione del rilevato
- L'eventuale necessità di trattamenti di rilevato con notevoli quantità di calce.

Saranno da valutare gli aspetti legati alla sicurezza per il transito di mezzi ed addetti sul guado sul Canale Naviglio. Anche questo aspetto dovrà essere valutato in funzione della soluzione individuata e dell'effettivo transito di mezzi.

In funzione di quanto sopra particolare attenzione dovrà essere posta alla gestione delle viabilità ed alle interferenze tra diverse lavorazioni qualora si decidesse la totale demolizione e ricostruzione dei rilevati.

12 Costi delle alternative progettuali

Di seguito è riportata una stima preliminare dei costi delle alternative progettuali proposte:

ALTERNATIVA PROGETTUALE 1a	
SMALTIMENTO RILEVATO ESISTENTE	4.497.415,78 €
COSTRUZIONE NUOVO RILEVATO	5.105.687,44 €
CONSOLIDAMENTO PIANO DI POSA	17.583.995,53 €
TOTALE	27.187.098,75 €
ONERI SICUREZZA	527.726,38 €
TOTALE COMPUTO METRICO ESTIMATIVO	27.714.825,13 €
OCCUPAZIONI TEMPORANEE E RIPRISTINI AREE	336.041,85 €
TOTALE COMPLESSIVO	28.050.866,98 €

ALTERNATIVA PROGETTUALE 1b	
SMALTIMENTO RILEVATO ESISTENTE	1.248.116,90 €
COSTRUZIONE NUOVO RILEVATO	5.101.001,45 €
CONSOLIDAMENTO PIANO DI POSA	17.583.995,53 €
TOTALE	23.933.113,88 €
ONERI SICUREZZA	527.726,38 €
TOTALE COMPUTO METRICO ESTIMATIVO	24.460.840,26 €
OCCUPAZIONI TEMPORANEE E RIPRISTINI AREE	388.043,85 €
TOTALE COMPLESSIVO	24.848.884,11 €

ALTERNATIVA PROGETTUALE 2a	
SMALTIMENTO RILEVATO ESISTENTE	1.907.493,63 €
RICOSTRUZIONE PORZIONE DI RILEVATO	3.870.244,16 €
CONSOLIDAMENTO PIANO DI POSA E RILEVATO ESISTENTE	12.062.864,76 €
TOTALE	17.840.602,55 €
ONERI SICUREZZA	461.332,28 €
TOTALE COMPUTO METRICO ESTIMATIVO	18.301.934,83 €
OCCUPAZIONI TEMPORANEE E RIPRISTINI AREE	336.041,85 €
TOTALE COMPLESSIVO	18.637.976,68 €

ALTERNATIVA PROGETTUALE 2b	
SMALTIMENTO RILEVATO ESISTENTE	805.818,37 €
RICOSTRUZIONE PORZIONE DI RILEVATO	3.868.797,08 €
CONSOLIDAMENTO PIANO DI POSA E RILEVATO ESISTENTE	12.062.864,76 €
TOTALE	16.737.480,21 €
ONERI SICUREZZA	461.332,28 €
TOTALE COMPUTO METRICO ESTIMATIVO	17.198.812,49 €
OCCUPAZIONI TEMPORANEE E RIPRISTINI AREE	353.494,65 €
TOTALE COMPLESSIVO	17.552.307,14 €

ALTERNATIVA PROGETTUALE 3	
PREPARAZIONE E DEMOLIZIONI	629.888,45 €
VIADOTTO	8.181.771,33 €
RICOSTRUZIONE	284.855,01 €
PAVIMENTAZIONI STRADALI	326.308,28 €
BARRIERE DI SICUREZZA E SEGNALETICA	345.953,20 €
RIPRISTINI	56.506,35 €
TOTALE	9.825.282,62 €
ONERI SICUREZZA	605.471,40 €
TOTALE COMPUTO METRICO ESTIMATIVO	10.430.754,02 €
OCCUPAZIONI TEMPORANEE E RIPRISTINI AREE	493.946,04 €
TOTALE COMPLESSIVO	10.924.700,06 €

ALTERNATIVA PROGETTUALE 4	
PREPARAZIONE E DEMOLIZIONI	388.172,43 €
RICOSTRUZIONE	627.980,39 €
PAVIMENTAZIONI STRADALI	467.467,12 €
BARRIERE DI SICUREZZA E SEGNALETICA	141.683,20 €
RIPRISTINI	73.419,18 €
MONITORAGGIO	330.960,61 €
TOTALE	2.029.682,93 €
ONERI SICUREZZA	193.718,92 €
TOTALE COMPUTO METRICO ESTIMATIVO	2.223.401,85 €
OCCUPAZIONI TEMPORANEE E RIPRISTINI AREE	47.515,73 €
TOTALE COMPLESSIVO	2.270.917,58 €

Si precisa che è stato impiegato il prezzario della Regione Emilia Romagna 2026 è stato considerato il costo della lavorazione “Conferimento di materiale di risulta a pubblica discarica autorizzata (macerie quali mattoni, pietriccio, cemento..)” valore che deve essere confermato o rivisto alla luce delle risultanze delle indagini integrative.

Si veda l’elaborato per 2305_F1_CME per un maggiore dettaglio della stima.

13 Compatibilità ambientale delle alternative progettuali

Le alternative progettuali analizzate nel presente DOCFAP sono sintetizzabili come segue

- Alternativa progettuale 1a: nuovo rilevato
- Alternativa progettuale 1b: rilevato esistente trattato a calce
- Alternativa progettuale 2a: rimozione parziale del rilevato esistente e consolidamento, con approvvigionamento di nuovo rilevato
- Alternativa progettuale 2b: trattamento a calce di parte del rilevato esistente e consolidamento
- Alternativa progettuale 3: viadotto
- Alternativa progettuale 4: apertura al traffico con monitoraggio

Lo sviluppo dell'alternativa progettuale 1a implica il trasporto a discarica in regime di rifiuto dell'intero volume di materiale costituente il rilevato con il conseguente approvvigionamento di materiale di cava per un volume equivalente (circa 80.000 m³). L'alternativa progettuale massimizza sia la produzione di rifiuti che il consumo di materie prime, nonché l'impatto legato al transito dei mezzi.

Con riferimento all'alternativa progettuale 1b vengono sostanzialmente ad annullarsi sia la produzione di rifiuti (ad eccezione di una limitata aliquota di materiale corrispondente a eventuali materiali non idonei e al volume equivalente al legante idraulico aggiunto) che l'approvvigionamento di materie prime dal momento che il materiale costituente l'attuale rilevato sarà reimpiegato in posto. L'impatto complessivo viene localmente accentuato per la necessità di lavorare il materiale in corrispondenza del cantiere ai fini del nuovo trattamento, annullando però l'impatto del traffico veicolare in entrata ed in uscita dal cantiere.

L'alternativa progettuale 2a prevede una parziale sostituzione del materiale costituente il rilevato con materiali di cava, limitando dal punto di vista quantitativo sia la produzione di rifiuti che l'approvvigionamento di materie prime, riducendo anche l'impatto legato al transito veicolare che rimane comunque significativo.

L'alternativa progettuale 2b prevede il trattamento a calce di parte del rilevato esistente annullando sia la produzione di rifiuti che l'approvvigionamento di materie prime ed il conseguente traffico veicolare, minimizzando la lavorazione presso il cantiere del volume di terreno oggetto di nuovo trattamento con leganti idraulici. Tale alternativa progettuale rappresenta la soluzione in grado di determinare il livello minimo di impatto complessivo.

L'alternativa progettuale 3 (viadotto) comporta il trasporto a discarica di un modesto quantitativo di materiale da scavo costituente la parte superiore del rilevato esistente, limitando la produzione di rifiuti senza rendere necessario l'approvvigionamento di inerti.

L'alternativa progettuale 4 (apertura al traffico con monitoraggio) non impatta in termini di produzione di rifiuti e di consumo di risorse.

Circa la realizzazione delle iniezioni cementizie previste in tutte le alternative progettuali analizzate, si evidenzia che l'intera attività si sviluppa all'interno di terreni poco permeabili o sostanzialmente

impermeabili e che pertanto non si prevedono impatti sulla matrice suolo e acque sotterranee sia in fase di cantiere che di esercizio dell'opera.

14 Vantaggi e svantaggi delle alternative progettuali

Sulla base degli elementi sopra esposti sono di seguito riportati i vantaggi e gli svantaggi delle alternative progettuali proposte.

14.1 Alternativa progettuale 1a

Vantaggi

- Terreno costituente il rilevato di nuovo approvvigionamento selezionato e quindi con bassi rischi /nulli di avere materiale con caratteristiche geomeccaniche insufficienti. La lavoro finito è di fatto un rilevato ex-novo

Svantaggi

- Costo
- Movimentazione molto elevata di materiale (circa 87000 mc totali)
- Variabilità sul costo relativamente allo smaltimento del materiale costituente il rilevato esistente.
- Cantierizzazione abbastanza complessa nel tratto centrale

14.2 Alternativa progettuale 1b

Vantaggi

- Movimentazione di materiale relativa al rilevato esistente fuori dall'area di cantiere molto ridotta e terreno tratto in sito
- Minor impatto ambientale rispetto alla soluzione (1a)
- Ridotta variabilità sul costo relativamente allo smaltimento del materiale costituente il rilevato esistente

Svantaggi

- Costo
- Aree di occupazioni temporanee per la lavorazione significativamente estese.
- Cantierizzazione abbastanza complessa specie nel tratto centrale

14.3 Alternativa progettuale 2a

Vantaggi

- Consolidamento dell'esistente e movimentazione ridotta di materiale relativa al rilevato esistente fuori dall'area di cantiere
- Ridotta variabilità sul costo relativamente allo smaltimento del materiale costituente il rilevato esistente.
- Mantenimento della sagoma attuale dell'esistente
- Intervento di consolidamento minore
- Costi e tempi di intervento minori rispetto alla soluzione (1a) e (1b)

Svantaggi

- Rispetto alla sola soluzione (2b) si ha uno smaltimento di maggiore materiale costituente il rilevato esistente e conseguente anche una maggiore variabilità del costo.
- Nessuno svantaggio particolare rispetto alle altre alternative progettuali. La gestione del trattamento inclinato con jet grouting è tecnologicamente assolutamente fattibile ma è da eseguire con attenzione e da dettagliare tecnicamente preliminarmente all'esecuzione dei lavori

14.4 Alternativa progettuale 2b

Vantaggi

- Consolidamento dell'esistente e movimentazione molto ridotta di materiale relativa al rilevato esistente fuori dall'area di cantiere
- Mantenimento della sagoma attuale dell'esistente
- Intervento di consolidamento minore
- Costi e tempi di intervento minori rispetto alla soluzione (1a e 1b)
- Rispetto alla sola soluzione (2a) si ha uno smaltimento molto ridotto di materiale costituente il rilevato esistente e conseguente anche minore variabilità del costo.

Svantaggi

- Aree di occupazioni temporanee più estese
- Rispetto all'alternativa (2a) una gestione del cantiere leggermene più complessa
- Nessuno svantaggio in particolare rispetto alle altre alternative progettuali. La gestione del trattamento inclinato con jet grouting è tecnologicamente assolutamente fattibile ma è da eseguire con attenzione e da dettagliare tecnicamente preliminarmente all'esecuzione dei lavori

14.5 Alternativa progettuale 3

- *Vantaggi* Movimentazione ridotta di materiale relativa al rilevato esistente fuori dall'area di cantiere
- Garanzia dell'opera in termini di sicurezza e prestazione
- Costo minore delle altre soluzioni risolutive
- Minor impatto ambientale tra le soluzioni risolutive

Svantaggi

- Nessuno particolare svantaggio tecnico/economico rispetto alle altre alternative progettuali se non che le aree di cantiere sono leggermente più grandi e le fasi di lavoro devono essere studiate dettagliatamente a causa delle limitate aree di lavoro.
- A lavoro terminato il viadotto, sebbene si preveda un parziale mascheramento con una veletta, si presenterebbe in maniera decisamente più evidente rispetto alle altre alternative progettuali ; si evidenzerebbe quindi un approccio progettuale del tutto differente rispetto a quanto eseguito precedentemente.

14.6 Alternativa progettuale 4

Vantaggi

- Costo contenuto
- Tempi di intervento ridotti
- Soluzione con minor impatto ambientale

Svantaggi

- Interventi non definitivi (vedi dettagli)
- Costo periodico del monitoraggio
- Costo periodico di rifacimento della pavimentazione e di altri elementi

15 Conclusioni

Come illustrato nei capitoli precedenti, 5 delle 6 soluzioni progettuali proposte (sol. 1a-1b-2a-2b-3) risolvono completamente le problematiche e consentono lo scopo della riapertura al traffico di via Versailles in piena rispondenza alle Normative vigenti, a fronte comunque di costi ingenti e superiori anche ad opere di nuova realizzazione dovendo comunque prevedere lo smaltimento almeno parziale del rilevato esistente.

Le presenti conclusioni si differenziano pertanto in relazione al raggiungimento degli obiettivi di sicurezza.

Soluzioni 1a-1b-2a-2b-3: Riapertura del traffico in condizioni di sicurezza e rispondenza alle Normative Vigenti

È stato scelto di considerare le prime 5 alternative con una logica di analizzare opzioni di:

- rifacimento a regola d'arte dell'opera
- consolidamento dell'opera esistente con rifacimento parziale

Analizzato lo stato di fatto come indicato, si ritiene che sia necessario intervenire sul corpo del rilevato tra le pk 0+240 e la pk 0+760. Nella restante parte di rilevato, che non ha subito cedimenti e che soddisfa le verifiche di stabilità anche allo stato attuale, si propone un intervento sulla pavimentazione per rifacimento della sovrastruttura stradale. Completano il quadro degli interventi il rifacimento completo delle barriere di sicurezza e della illuminazione, interventi comuni a tutte le alternative.

Di seguito è riportata sulla base degli elementi sopra evidenziati, una sintesi e un'indicazione della migliore alternativa progettuale:

- le alternative progettuali 1a-1b-2a-2b-3 soddisfano l'obiettivo principale prefissato dall'Ente
- le alternative progettuali hanno approcci tecnici radicalmente differenti
Le proposte 1a-1b sono sostanzialmente un rifacimento del rilevato esistente mentre la 2a e la 2b sono sostanzialmente più spostate concettualmente a un consolidamento. La soluzione 3 consiste nella realizzazione di un nuovo viadotto.
- La soluzione con minor impatto ambientale è la numero 3
- La soluzione progettuale con minor costo è la numero 3.
- La variabile costo dello smaltimento del materiale esistente è molto significativa.

Per una completa risoluzione delle criticità evidenziate, tenendo in conto tutti gli aspetti, **la soluzione n°3 (viadotto)** è ritenuta preferibile per i vantaggi esposti nel paragrafo dedicato tra cui, oltre ai tempi ed ai costi, sono evidenti una sensibile minore movimentazione di materiale in uscita e in entrata dal cantiere e una minor dipendenza dalla variabilità del prezzo dello smaltimento del materiale. Inoltre tecnicamente la soluzione ha un maggiore grado di sicurezza esecutiva essendo una nuova costruzione rispetto alle altre soluzioni che comunque hanno più margini di incertezza insiti nelle lavorazioni.

Si fornisce qui di seguito un quadro economico preliminare derivante dai costi stimati per la soluzione preferibile.

QUADRO ECONOMICO SOLUZIONE 3		
A1	LAVORI	9 825 282.62 €
A2	ONERI PER LA SICUREZZA	605 471.40 €
	TOTALE A) = A1)+A2)	10 430 754.02 €
B	SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE	
B1	Risoluzione pubblici servizi	20 000.00 €
B2	Imprevisti e arrotondamenti	137 837.23 €
B4	Incentivi per la progettazione D.Lgs. n° 36 del 31/03/2023 (2% di A)	208 615.08 €
B5	Incarico professionale per progetto esecutivo, coordinatore della sicurezza in fase di progettazione, comprensivo di Inarcassa	340 898.66 €
B6	Incarico professionale per coordinatore della sicurezza in fase di esecuzione, D.L., contabilità e liquidazione, emissione del certificato di regolare esecuzione, comprensivo di Inarcassa	868 868.60 €
B7	Collaudo statico, comprensivo di Inarcassa	111 107.70 €
B8	Collaudo tecnico amministrativo, comprensivo di Inarcassa	50 503.51 €
B9	Espropri ed occupazioni temporane, ripristini.	493 946.04 €
B10	Spese per procedure di gara	5 000.00 €
B11	Contributo Anac	1 000.00 €
B12	Spese per accertamenti di laboratorio e verifiche tecniche (iva inclusa)	185 000.00 €
B13	Sorveglianza archeologica (IVA inclusa)	50 000.00 €
	IVA al 22% su lavori	2 294 765.88 €
	IVA al 22% su spese tecniche	301 703.26 €
	TOTALE B)	5 069 245.98 €
	IMPORTO COMPLESSIVO A)+B)	15 500 000.00 €

Soluzione 4: riapertura al traffico con monitoraggio

A fronte di costi molto elevati per le soluzioni precedentemente proposte, si è valutata l'alternativa della riapertura al traffico del tratto stradale con interventi minimi e sotto determinate condizioni.

La soluzione 4, trattando l'opera come una infrastruttura esistente in condizioni critiche, non raggiunge l'adeguamento normativo della stessa ma permette di riaprire al traffico l'opera con limitazioni di portata e richiede monitoraggio costante e manutenzione periodica.

La soluzione prevede:

- limitazione del traffico ai veicoli leggeri entro le 3.5 ton
- rifacimento pavimentazione adottando un pacchetto con spessore minimo in funzione del traffico previsto
- realizzazione di solette di transizione in approccio ai cavalcavia esistenti
- ricostruzione della parte sommitale del rilevato (circa 1,25m da quota di progetto), sostituzione con materiale da rilevato con inserimento di geogriglie
- monitoraggio della stabilità delle scarpate e dei cedimenti mediante catene inclinometriche ed estensimetri, con sistema di acquisizione elettronica dei dati e sistema di allerta

- monitoraggio topografico dei cedimenti del rilevato con cadenza annuale per il quale vengono predisposti pilastri in c.a. con borchia metallica. Per dettagli e l'ubicazione della strumentazione si rimanda all'elaborato grafico.

Il costo è evidentemente inferiore e l'impatto ambientale è decisamente inferiore a tutte le altre soluzioni proposte.

QUADRO ECONOMICO SOLUZIONE 4		
A1	LAVORI	2 029 682.94 €
A2	ONERI PER LA SICUREZZA	193 718.92 €
	TOTALE A) = A1)+A2)	2 223 401.86 €
B SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE		
B1	Risoluzione pubblici servizi	20 000.00 €
B2	Imprevisti e arrotondamenti	42 196.19 €
B4	Incentivi per la progettazione D.Lgs. n° 36 del 31/03/2023 (2% di A)	44 468.04 €
B5	Incarico professionale per progetto esecutivo, coordinatore della sicurezza in fase di progettazione, comprensivo di Inarcassa	41 103.17 €
B6	Incarico professionale per coordinatore della sicurezza in fase di esecuzione, D.L., contabilità e liquidazione, emissione del certificato di regolare esecuzione, comprensivo di Inarcassa	125 801.69 €
B7	Collaudo tecnico amministrativo, comprensivo di Inarcassa	7 086.76 €
B8	Espropri ed occupazioni temporane, ripristini.	47 515.73 €
B9	Spese per procedure di gara	5 000.00 €
B10	Contributo Anac	1 000.00 €
B11	Spese per accertamenti di laboratorio e verifiche tecniche (iva inclusa)	25 000.00 €
	IVA al 22% su lavori	489 148.41 €
	IVA al 22% su spese tecniche	38 278.16 €
	TOTALE B)	886 598.14 €
	IMPORTO COMPLESSIVO A)+B)	3 110 000.00 €

E' importante far notare che le verifiche di stabilità previste dalle Norme vigenti per le opere di nuova realizzazione non sono soddisfatte, anche con gli interventi proposti. Si veda a tal proposito la relazione sullo stato di fatto (2305_F1_RELSEF) in cui i coefficienti di sicurezza di numerose superfici di scivolamento sono inferiori al minimo normativo. Infatti gli interventi indicati quali geogriglie e solette di transizione, posti superficialmente, hanno come scopo principale quelli di limitare i cedimenti differenziali e non migliorano sensibilmente la stabilità globale del rilevato. Detti interventi, anche distribuendo il carico, mirano infatti a diminuire le fessurazioni sulla pavimentazione stradale, migliorando il livello di servizio dell'opera ma non annullano però i cedimenti assoluti che dipendono da un volume di terreno molto ampio e profondo.

Si evidenzia anche che l'Amministrazione dovrà prevedere opportune risorse per il monitoraggio nel tempo e la periodica ricarica della pavimentazione a recupero dei cedimenti, oltre che alla sistemazione delle barriere di sicurezza e degli elementi marginali minori.

E' utile segnalare che sebbene di per sé il fenomeno di rottura sia tendenzialmente repentino, un sistema complessivo composto da il nuovo top di rilevato superficiale selezionato di buona qualità, geogriglie ,

monitoraggio e una buona manutenzione ordinaria per garantire il corretto scolo dell'acqua di piattaforma tende a ridurre il rischio di evento improvviso pericoloso per l'utente.

Si evidenzia infine che i cedimenti tenderanno nel tempo ad esaurirsi secondo un naturale processo di consolidazione dei terreni del rilevato e sottostanti.