

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:
CONSORZIO:



SOCI:



PROGETTAZIONE:
MANDATARIA:



MANDANTI:



PROGETTO ESECUTIVO

ITINERARIO NAPOLI - BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE - HIRPINIA

PARTE GENERALE

DOCUMENTAZIONE TECNICO ECONOMICA

VARIANTE 09 - Relazione tecnica di Variante (Viadotti - affinamento calcolo diaframmi e caratterizzazione geotecnica)

APPALTATORE	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE	PROGETTISTA
Consorzio HIRPINIA AV Il Direttore Tecnico Ing. Vincenzo Moriello 03/08/2020	Il Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche Ing. G. Cassani	Ing. Vincenzo Moriello

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV. SCALA:

I	F	2	8	0	1	E	Z	Z	R	H	X	X	0	0	0	0	0	0	9	C	-
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione per consegna	RTP	10/03/2020	F. Carriero	10/03/2020	V. Moriello	10/03/2020	Ing. V. Moriello
B	Recepimento istruttoria	RTP	10/06/2020	F. Carriero	10/06/2020	V. Moriello	10/06/2020	
C	Recepimento istruttoria	RTP	03/08/2020	F. Carriero	03/08/2020	V. Moriello	03/08/2020	
								03/08/2020

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO VARIANTE 09 - Relazione tecnica di Variante (Viadotti - affinamento calcolo diaframmi e caratterizzazione geotecnica)	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO XX0000 009	REV. C	FOGLIO 2 di 15

Indice

1	INTRODUZIONE	3
2	VIADOTTO VI01.....	5
2.1	VARIAZIONE DEI COSTI PER MODIFICA METODI DI REALIZZAZIONE OPERE PROVVISORIALI DELLE FONDAZIONI E SISTEMAZIONI IDRAULICHE	5
2.2	VARIAZIONE COSTI PER DIMINUZIONE LUNGHEZZA DIAFRAMMI	6
2.3	RIEPILOGO DELLE VARIAZIONI DEI COSTI	6
3	VIADOTTO VI02.....	7
3.1	VARIAZIONE DEI COSTI PER LA RIDEFINIZIONE GEOLOGIA VERSANTE GROTTAMINARDA	7
3.2	VARIAZIONE DEI COSTI PER VARIANTE OPERE DI SOSTEGNO DEL VERSANTE	7
3.3	VARIAZIONE DEI COSTI PER OTTIMIZZAZIONE LUNGHEZZA DIAFRAMMI.....	8
3.4	RIEPILOGO DELLE VARIAZIONI DEI COSTI	9
4	VIADOTTO VI03.....	10
4.1	VARIAZIONE DEI COSTI PER VARIANTE OPERE DI SOSTEGNO PROVVISORIALI DEI VERSANTI 10	10
4.2	VARIAZIONE DEI COSTI PER OTTIMIZZAZIONE LUNGHEZZA DIAFRAMMI.....	11
4.3	RIEPILOGO DELLE VARIAZIONI DEI COSTI	11
5	VIADOTTO VI04.....	13
5.1	VARIAZIONE DEI COSTI PER VARIANTE OPERE DI SOSTEGNO PROVVISORIALI PER LO SCAVO DELLE FONDAZIONI.....	13
5.2	VARIAZIONE DEI COSTI PER MODIFICA LUNGHEZZA PALI E METODO DI REALIZZAZIONE.....	14
5.3	RIEPILOGO DELLE VARIAZIONI DEI COSTI	14

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO VARIANTE 09 - Relazione tecnica di Variante (Viadotti - affinamento calcolo diaframmi e caratterizzazione geotecnica)	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO XX0000 009	REV. C	FOGLIO 3 di 15

1 INTRODUZIONE

Relativamente alle opere provvisoriale, alle fondazioni e agli impalcati dei 4 viadotti presenti lungo la linea ferroviaria, in sede di sviluppo delle Progetto Esecutivo, sono state introdotte alcune varianti tecniche, in particolare per quanto riguarda le scelte relative alle opere di sostegno degli scavi e di fondazione necessarie per realizzare i viadotti in oggetto.

Tali scelte sono state operate a seguito di approfondimenti eseguiti in merito alle modalità di cantierizzazione e gestione della sicurezza in cantiere - approfondimenti propri della presente fase progettuale - tenendo conto di alcune specificità morfologiche e geotecniche dei pendii attraversati che - specie per i viadotti VI02 e VI03 - si presentano impervi o caratterizzati dalla presenza di coltri superficiali potenzialmente instabili.

Per una più estesa e puntuale disamina delle ragioni tecniche che hanno portato alle varianti descritte nel seguito, si rimanda alla relazione generale descrittiva dei viadotti doc. IF28.0.1.E.ZZ.RG.VI.00.0.0.001.

Le principali modifiche tecniche apportate alle opere d'arte in oggetto, rispetto al Progetto Definitivo sono di seguito brevemente sintetizzate:

- **Viadotto VI01:** le strutture del viadotto non subiscono alcuna modifica sostanziale; si segnalano alcune ottimizzazioni nella lunghezza dei pali e dei diaframmi di sostegno delle pile di scavalco e delle opere provvisoriale. Le fondazioni profonde del viadotto sono state ottimizzate in seguito ad un approfondimento sia della caratterizzazione geotecnica dei terreni interessati dalle opere, sia dei criteri di verifica delle fondazioni su pali e su diaframmi, calcolate utilizzando l'approccio esplicitato nella relativa relazione tecnica generale IF28.0.1.E.ZZ.RB.VI.00.0.3.001. Le opere provvisoriale, necessarie per lo scavo delle pile, sono state ottimizzate sempre attraverso l'integrazione della campagna geognostica, la quale ha permesso di ricostruire nel dettaglio la stratigrafia dei primi metri di terreno al di sopra delle Molasse di Anzano. Si è dovuto, inoltre, tenere conto delle esigenze di cantierizzazione e varo degli impalcati, nonché della pista di collegamento tra il campo base CB01 e l'imbocco Grottaminarda/Bari con creazione del relativo guado (ponte tipo Bailey o similare) in corrispondenza delle pile di scavalco. Tale pista e relativo guado permettono di mitigare l'impatto della cantierizzazione sul territorio, in particolare nell'abitato di Grottaminarda. Per maggiori dettagli circa le scelte di cantierizzazione, si rimanda anche alla relazione tecnica IF28.0.1.E.ZZ.RG.CA.00.0.0.001. Infine, per la realizzazione delle opere provvisoriale si sono effettuate alcune varianti tecniche volte ad ottimizzare/semplificare il processo costruttivo, come descritto nel seguito.
- **Viadotto VI02:** come indicato negli elaborati caratterizzanti trasmessi a 85 gg dall'avvio della progettazione esecutiva, nel viadotto è stata eliminata l'ultima campata in c.a.p. (lato galleria Melito/Imbocco Bari) per le

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO VARIANTE 09 - Relazione tecnica di Variante (Viadotti - affinamento calcolo diaframmi e caratterizzazione geotecnica)	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO XX0000 009	REV. C	FOGLIO 4 di 15

ragioni meglio illustrate in seguito. La campata è stata sostituita con un manufatto a “U” interrato di raccordo tra la spalla B e l’imbocco della galleria Melito lato Bari. Ciò ha permesso di modificare, come anticipato nella Relazione di Sistema IF28.0.1.E.ZZ.RG.MD.00.0.0.001.A, le modalità di realizzazione degli scavi e delle opere di sostegno del versante, in cui è inserito il viadotto, per risolvere le problematiche esecutive, particolarmente complesse, considerate l’acclività del pendio stesso e le difficoltà di accesso. Sul versante opposto (Grottaminarda Napoli), i pali delle fondazioni della spalla A sono stati allungati al fine di immorsarli nella formazione del Flysch Rosso, oltrepassando quindi il corpo di frana stabilizzato, individuato dagli approfondimenti geologici e geognostici condotti in sede di PE, e presente anche al di sotto del sedime occupato dal viadotto ferroviario, a differenza di quanto previsto in sede di PD.

- **Viadotto VI03:** il viadotto non subisce modifiche sostanziali per quanto riguarda la struttura e le opere di fondazione, tutte su diaframmi profondi come previsto nel Progetto Definitivo. La lunghezza delle opere di fondazione è stata ottimizzata sulla base dei risultati della campagna geognostica integrativa e dell’approfondimento dei criteri di progettazione delle fondazioni illustrati nel documento IF28.0.1.E.ZZ.RB.VI.00.0.3.001, analogamente a quanto fatto per i viadotti precedenti. Per quanto riguarda le opere provvisorie, come anticipato nella citata Relazione di Sistema, i diaframmi a “T” provvisorie, utilizzati per consentire il ribasso degli scavi per la realizzazione delle fondazioni profonde delle pile lungo il versante, sono stati sostituiti da una riprofilatura del versante stesso realizzata attraverso la disposizione di file multiple di pali di grande diametro, in modo da risolvere le problematiche esecutive e di sicurezza in fase di cantiere, come meglio descritto nella citata relazione IF28.0.1.E.ZZ.RG.VI.00.0.0.001. Le ottimizzazioni introdotte assicurano al contempo un livello prestazionale delle opere di fondazione e di sostegno degli scavi - sia in fase transitoria, sia in fase definitiva - equivalente a quello proposto in sede di progetto definitivo.
- **Viadotto VI04:** il viadotto non subisce modifiche rispetto a quanto previsto nel P.D. sia per quanto riguarda le opere in elevazione sia per quanto concerne il sistema fondazionale. Sono state effettuate alcune variazioni delle opere provvisorie, in particolare per la pila di scavalco posta in sinistra idraulica Ufita, per tenere conto sia delle mutate condizioni dell’alveo in seguito all’avanzamento dei lavori di costruzione del nuovo ponte stradale sull’Ufita, sia delle piazzole di lavoro e del guado necessari per realizzare le fondazioni profonde ed il varo degli impalcati in acciaio.

Inoltre, rispetto alla precedente revisione A, la lunghezza dei pali di fondazione delle pile e delle spalle è stata ricalcolata in funzione della nuova caratterizzazione geotecnica effettuata a valle del riesame della Relazione Geotecnica Generale, per il recepimento della relativa istruttoria, e di tutti i risultati delle prove in sito e in laboratorio eseguite durante la campagna geognostica di Progetto Esecutivo.

Infine, anche in questo caso, per la realizzazione delle opere provvisorie si sono effettuate alcune varianti tecniche volte ad ottimizzare/semplificare il processo costruttivo, come descritto nel seguito

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO VARIANTE 09 - Relazione tecnica di Variante (Viadotti - affinamento calcolo diaframmi e caratterizzazione geotecnica)	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO XX0000 009	REV. C	FOGLIO 5 di 15

In conclusione, del documento è esposto un riepilogo delle variazioni dei costi delle singole voci rispetto al Progetto Definitivo derivanti dai COMPUTI METRICI DI PERIZIA DIFFERENZIALE dei singoli articoli facenti parte della documentazione progettuale.

2 VIADOTTO VI01

2.1 VARIAZIONE DEI COSTI PER MODIFICA METODI DI REALIZZAZIONE OPERE PROVVISORIALI DELLE FONDAZIONI E SISTEMAZIONI IDRAULICHE

Per la realizzazione delle fondazioni delle pile del viadotto, con riferimento ai livelli idrici previsti durante le fasi di cantiere, si è reso necessario prevedere scavi confinati da paratie di pali impermeabilizzate mediante colonne di jet-grouting di intasamento, intestate nelle formazioni geologiche di base.

Rispetto a quanto previsto nel PD, la ricostruzione di dettaglio della stratigrafia dei primi metri di terreno al di sopra delle Molasse di Anzano ha consentito una ottimizzazione delle opere previste in termini di lunghezza dei trattamenti. Inoltre, l'intero ciclo di lavoro necessario per l'esecuzione delle opere provvisoriali è stato ottimizzato: infatti, al posto dei pali di diametro 600 mm ad interasse 800 mm sono stati utilizzati pali di diametro 800 mm, posti ad interasse 1.1 m: i pali, in ambedue le soluzioni, sono impermeabilizzati da colonne in jet-grouting di diametro 600 mm. Il maggiore diametro e passo delle paratie di pali portano ad una diminuzione complessiva dei metri lineari da realizzare, del numero di piazzamenti delle macchine operatrici, del numero complessivo delle colonne in jet-grouting da realizzare e di conseguenza dei reflui da smaltire e dei costi ad essi connessi. L'intero ciclo di lavoro così ottimizzato determina una riduzione del tempo necessario per la realizzazione delle opere provvisoriali e quindi dell'intero intervento che è uno degli obiettivi prioritari per il Consorzio.

Per l'approntamento del piano di lavoro in corrispondenza delle campate di scavalco si è dovuto, inoltre, tenere conto delle esigenze di cantierizzazione e varo degli impalcati, nonché della pista di collegamento tra il campo base CB01 e l'imbocco Grottaminarda/Bari, con creazione del relativo ponte provvisorio (tipo Bailey o similare), posto in corrispondenza delle pile di scavalco. Ciò ha determinato la necessità di semplificare ulteriormente le opere provvisoriali sopra descritte: in sponda destra sono state eliminate le piazzole di lavoro in rilevato ed è stato previsto in sostituzione un rilevato provvisorio ed un muro di contenimento, tutto intorno alle aree di lavoro, in modo da proteggere le stesse durante le fasi di realizzazione delle pile P12 e P13. In sponda sinistra le modellazioni idrauliche hanno mostrato la possibilità di procedere anche in assenza di appositi piani di lavoro rialzati.

Le varianti sopra introdotte hanno generato una complessiva ottimizzazione delle opere provvisoriali da realizzare. A seguito dei lavori effettuati in alveo sono state modificate anche le sistemazioni fluviali definitive.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO VARIANTE 09 - Relazione tecnica di Variante (Viadotti - affinamento calcolo diaframmi e caratterizzazione geotecnica)	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO XX0000 009	REV. C	FOGLIO 6 di 15

L'intera variante tecnica sopra descritta è stata quindi ricomputata, come illustrato nella successiva **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**, portando ad una diminuzione complessiva dei costi di realizzazione, il cui valore complessivo è indicato nella tabella stessa.

2.2 VARIAZIONE COSTI PER DIMINUZIONE LUNGHEZZA DIAFRAMMI

L'integrazione della campagna geognostica e gli approfondimenti dei criteri di verifica delle fondazioni su diaframmi calcolate con i criteri esplicitati nella relativa relazione IF28.0.1.E.ZZ.RB.VI.00.0.3.001 hanno permesso di ottimizzare la lunghezza degli stessi rispetto a quanto previsto nel progetto originario, mantenendo, tuttavia gli stessi requisiti prestazionali in termini di coefficienti di sicurezza globali delle fondazioni. Anche in questo caso si è potuti pervenire ad una diminuzione degli importi di PE, indicati nella seguente **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

2.3 RIEPILOGO DELLE VARIAZIONI DEI COSTI

Le tabelle successive riportano i mappali nei quali si registrano gli scostamenti principali legati alle varianti tecniche sopra illustrate, a corpo e a misura.

Tabella 1: Viadotto VI01: Riepilogo variazioni costi A CORPO varianti tecniche introdotte nel progetto esecutivo PE

Mappale	Motivo della variazione	Importo a corpo PD	Importo a corpo PE	Delta
VI01-Opere provvisionali	Variante metodo di esecuzione opere provvisionali	3,593,919.87	2,022,037.33	-1,571,882.54
VI01-Struttura Impalcato ferroviari in ACC./CLS.	Ottimizzazioni lunghezze diaframmi a seguito caratterizzazione geotecnica e affinamento metodi di calcolo/ sistemazioni in alveo per realizzazione pile di scavalco	6,171,991.22	4,990,589.23	-1,181,401.99
VI01 - Struttura Impalcato ferroviari in C.A.P.	Ottimizzazioni fondazioni a seguito caratterizzazione geotecnica	3,919,554.00	3,864,998.77	-54,555.23
			TOTALE	-2,807,839.76

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO VARIANTE 09 - Relazione tecnica di Variante (Viadotti - affinamento calcolo diaframmi e caratterizzazione geotecnica)	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO XX0000 009	REV. C	FOGLIO 7 di 15

Tabella 2: Viadotto VI01: Riepilogo variazioni costi A MISURA varianti tecniche introdotte nel progetto esecutivo PE

Mappale	Motivo della variazione	Importo a misura PD	Importo a misura PE	Delta
VI01-Struttura Impalcato ferroviari in ACC./CLS.	Ottimizzazioni lunghezze diaframmi/varianti opere provvisionali	487,577.29	668,594.16	181,016.87
VI01 - Struttura Impalcato ferroviari in C.A.P. -	Varianti opere provvisionali	349,737.90	329,668.38	-20,069.52
			TOTALE €	160,947.35

3 VIADOTTO VI02

Il viadotto VI02 è stato oggetto - in sede di redazione del presente Progetto Esecutivo, di una campagna di indagini geognostica integrativa che, unitamente agli approfondimenti legati agli aspetti di cantierizzazione ed esecuzione delle opere, ha orientato lo sviluppo della progettazione verso alcune ottimizzazioni/modifiche della impostazione del progetto Definitivo.

3.1 VARIAZIONE DEI COSTI PER LA RIDEFINIZIONE GEOLOGIA VERSANTE GROTTAMINARDA

L'integrazione della campagna geognostica ha permesso di ricostruire nel dettaglio la stratigrafia al di sotto della Spalla A e della Pila P1 che nel progetto definitivo erano fondati su pali. Le indagini effettuate hanno consentito di meglio delimitare un corpo di frana completamente stabilizzato, presente anche al di sotto del sedime occupato dal viadotto ferroviario, a differenza di quanto previsto in sede di PD. Per tale ragione, al fine di immergere i pali nella formazione del Flysch sottostante la base dei pali trivellati della spalla A è stata immorsata nello strato sottostante il corpo di frana, al fine di garantirne una adeguata portanza.

3.2 VARIAZIONE DEI COSTI PER VARIANTE OPERE DI SOSTEGNO DEL VERSANTE

In corrispondenza del versante ovest del Viadotto in oggetto (lato spalla B), il Progetto Definitivo, prevedeva - sul lato Nord del viadotto - un'opera di sostegno di notevole altezza, con funzione provvisoria e definitiva, costituita da una paratia di diaframmi compenetrati da realizzarsi con idrofresa. Tale scelta si rendeva certamente necessaria, data la configurazione morfologica del terreno particolarmente difficoltosa e considerata la profondità di scavo delle

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO VARIANTE 09 - Relazione tecnica di Variante (Viadotti - affinamento calcolo diaframmi e caratterizzazione geotecnica)	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO XX0000 009	REV. C	FOGLIO 8 di 15

fondazioni delle pile e delle spalle in oggetto. Le indagini geognostiche integrative condotte in sede di PE hanno permesso di accertare che il versante oggetto degli interventi non presenta fenomeni di instabilità in corso o pregressi e che le condizioni nella zona di imbocco sono caratterizzate da affioramenti calcarei di Flysch Rosso.

Considerata la complessità morfologica e tridimensionale del problema, in fase di avvio della progettazione esecutiva sono stati sviluppati alcuni studi propedeutici alla comprensione delle problematiche generate dalla particolare configurazione delle opere, con particolare riguardo per gli aspetti di cantierizzazione e sicurezza, propri e specifici della fase di progettazione in essere. Per ulteriori dettagli circa gli studi eseguito e le conclusioni a cui si è pervenuti si rimanda al documento IF28.0.1.E.ZZ.RG.VI.00.0.0.001. A valle di tali analisi di dettaglio, si è deciso di abbandonare l'impostazione del PD, ipotizzando un diverso approccio progettuale per la fase di PE basato sui seguenti elementi:

- eliminazione dell'ultima campata in c.a.p, del viadotto;
- innalzamento delle quote di fondazione della spalla e della pila 4, in modo da ridurre significativamente l'altezza degli scavi e poter di conseguenza ridurre l'impegno statico dell'opera di sostegno degli scavi, ricorrendo a pali trivellati al posto dei diaframmi;
- disposizione dei pali trivellati di sostegno degli scavi, seguendo per quanto possibile le linee di livello del versante in modo da poter tracciare piste di cantiere di pendenza adeguata per poter movimentare mezzi e materiali lungo il versante. Per limitare l'apertura degli scavi si è deciso di estendere la protezione anche alla pila 3 in modo da ridurre l'entità degli sbancamenti evidenziati in tale area anche a seguito del rilievo celerimetrico di dettaglio eseguito nella attuale fase di PE. Sono quindi stati inseriti 4 nuovi allineamenti di paratie di pali in sostituzione della diaframmata a T (paratie denominate OS1, OS2, OS3 e OS4).
- utilizzare i diaframmi per realizzare le fondazioni a pozzo per la pila 4 e per la spalla (con schemi del tutto analoghi a quelli utilizzati per le pile 2 e 3 di scavalco). La fondazione a pozzo consente di garantire la stabilità delle stesse pur in presenza di una quota superiore di imposta "a mezza costa", con spinte asimmetriche derivanti dal pendio di monte. Le stesse non potrebbero essere sopportate efficacemente dai pali di fondazione originariamente previsti; la soluzione a pozzo quindi consente di assicurare un adeguato piano di imposta della pila 4 e della spalla B, innestando il pozzo stesso all'interno della formazione litoide di base;
- inserire un manufatto a "U" in trincea per il raccordo della spalla B con la galleria artificiale dell'imbocco Melito. Tale manufatto è anch'esso fondato su pali e protetto "a monte" dalle opere di sostegno OS3 e OS4.

L'insieme delle variazioni sopra descritte ha portato ad un decremento del valore totale delle opere da realizzate come indicato nella successiva **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata..**

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO VARIANTE 09 - Relazione tecnica di Variante (Viadotti - affinamento calcolo diaframmi e caratterizzazione geotecnica)	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO XX0000 009	REV. C	FOGLIO 9 di 15

3.3 VARIAZIONE DEI COSTI PER OTTIMIZZAZIONE LUNGHEZZA DIAFRAMMI

In corrispondenza delle campate di scavalco (L=45,00m-65,00m-45,00m), il Progetto Esecutivo conferma la tipologia di fondazione a pozzo, prevista nel Progetto Definitivo, costituita da allineamenti di diaframmi compenetrati, da realizzarsi con idrofresa, disposti lungo il perimetro e internamente all'area di appoggio della fondazione stessa. In questo caso, a differenza del viadotto VI01, non risulta possibile l'utilizzo di benne "pesanti", stante la presenza nell'area di blocchi e lenti di natura calcarea, anche di notevoli dimensioni, tali da pregiudicare l'impiego delle suddette attrezzature. L'integrazione della campagna geognostica e gli approfondimenti dei criteri di verifica delle fondazioni su diaframmi, calcolate con i criteri esplicitati nella citata relazione tecnica generale, hanno permesso in questo caso di ottimizzare la lunghezza degli stessi, rispetto a quanto previsto nel progetto originario, mantenendo, tuttavia, invariati i requisiti prestazionali in termini di coefficienti di sicurezza globali delle fondazioni.

3.4 RIEPILOGO DELLE VARIAZIONI DEI COSTI

Le tabelle successive riportano i mappali nei quali si registrano gli scostamenti principali legati alle varianti tecniche sopra illustrate, a corpo e a misura.

Tabella 3: Viadotto VI02: Riepilogo variazioni costi A CORPO varianti tecniche introdotte nel progetto esecutivo PE

Mappale	Motivo della variazione	Importo a corpo PD	Importo a corpo PE	Delta
VI02-Opere provvisionali	Variante opere di sostegno versante	3 378 529.76	1 531 838.39	-1,846,691.37
VI02-Struttura Impalcati - Struttura Impalcati ferroviari in C.A.P.	Eliminazione campata in c.a.p. introduzione muro a U di raccordo con piazzale Melito, revisione geologia versante Grottaminarda	1 329 442.63	2,333,386.35	1,087,190.25
VI02- Struttura Impalcati ferroviari in ACC./CLS.	Variante diaframmi fondazione Pile 2, 3 e Pila 4	5,045,587.41	5,436,411.42	390,824.01
VI02 "Fire Fighting Point e/o Galleria Equivalente"	Modifiche derivanti da eliminazione campata in c.a.p	182,157.01	182,502.16	345.15
			TOTALE €	-368,331.96

Tabella 4: Viadotto VI02: Riepilogo variazioni costi A MISURA varianti tecniche introdotte nel progetto esecutivo PE

Mappale	Motivo della variazione	Importo a misura PD	Importo a misura PE	Delta
VI02-Struttura Impalcati ferroviari in ACC./CLS.	Variante opere di sostegno, ottimizzazioni lunghezze diaframmi	388 249.08	698,157.13	309,908.05
VI02 - Struttura Impalcati ferroviari in C.A.P. -	Variante opere di sostegno, ottimizzazioni lunghezze diaframmi	160 434.18	193,147.41	123,892.76

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO VARIANTE 09 - Relazione tecnica di Variante (Viadotti - affinamento calcolo diaframmi e caratterizzazione geotecnica)	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO XX0000 009	REV. C	FOGLIO 10 di 15

TOTALE	342,621.28
---------------	-------------------

4 VIADOTTO VI03

4.1 VARIAZIONE DEI COSTI PER VARIANTE OPERE DI SOSTEGNO PROVVISORIALI DEI VERSANTI

Il contesto geomorfologico in cui si inserisce il Viadotto Ufita Rocchetta - VI03 è caratterizzato dalla presenza sul versante ovest di una frana attiva per colamento con spessori dell'ordine di 5÷7m, e sul versante est, pur non essendo stato rilevato a livello morfologico un movimento franoso attivo, di una coltre di oltre 10m di spessore con caratteristiche meccaniche paragonabili al versante Ovest. Le indagini condotte in sede di PE hanno confermato le previsioni di PD.

Il progetto definitivo prevedeva, per la sicurezza degli scavi di fondazione delle pile e delle spalle poste sui due versanti, la realizzazione di paratie provvisorie di diaframmi compenetrati, da eseguirsi anch'esse con idrofresa, caratterizzate da una configurazione geometrica e strutturale tale da conferirgli una notevole rigidità, al fine di evitare il pericolo di innesco di movimenti franosi incompatibili con le lavorazioni.

In sede di avvio della progettazione esecutiva, analogamente a quanto fatto per il viadotto VI02, si è posta specifica attenzione alle problematiche di esecuzione delle suddette opere ed in particolare agli aspetti di stabilità del versante in fase di esecuzione delle stesse, proprio per evitare il pericolo di innesco di movimenti franosi incompatibili con le lavorazioni stesse. Per una disamina di dettaglio degli approfondimenti compiuti in fase di PE si rimanda alla relazione IF28.0.1.E.ZZ.RG.VI.00.0.0.001.

Analizzate le difficoltà operative descritte nella citata relazione, i rischi in fase esecutiva associati alla realizzazione delle opere, si è deciso di abbandonare l'impostazione del PD, ipotizzando un diverso approccio progettuale per la fase di PE basato sui seguenti elementi:

- la presenza di 14 allineamenti di paratie di pali di diametro 1000 mm e interasse 1.20 spinte a profondità tali da intercettare il cambio stratigrafico presente a circa 20-25 m dal piano campagna sul lato Est e 15 metri circa sul lato Ovest; dove possibile le opere di sostegno sono configurare ad arco per meglio distribuire e diffondere le eventuali spinte instabilizzanti di monte.
- detti allineamenti consentono di realizzare una gradonatura del profilo del terreno con asportazione di circa 5 metri di materiale. Sul versante Ovest significa che le masse spingenti potenzialmente instabili sono di fatto quasi integralmente rimosse, mentre sul versante Est esse risultano dimezzate;

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO VARIANTE 09 - Relazione tecnica di Variante (Viadotti - affinamento calcolo diaframmi e caratterizzazione geotecnica)	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO XX0000 009	REV. C	FOGLIO 11 di 15

- le gradonature sono raccordate con il versante utilizzando le opere di sostegno OS realizzate in fase di scavo, configurate per riprofilare il versante e consentire allo stesso tempo il raccordo dei vari piani di lavoro con i gradoni della riprofilatura. Le pendenze di raccordo/riprofilatura tra gradonatura e pendio esistente sono variabili tra il 12 ed il 20%, sempre inferiori all'angolo di declivio naturale;
- gli interventi di stabilizzazione del versante lato Est sono disposti anche a valle della pila 2, per prevenire eventuali scivolamenti delle masse residuali da monte verso valle;
- tutti i piani di lavoro intorno alle pile dei versanti Est ed Ovest sono trattati inserendo un trattamento eseguito con pali isolati disposti a quinconce su una maglia 2.5x2.5 m, allo scopo di consolidare il terreno garantendo una adeguata capacità portante dello stesso nei confronti dei carichi successivi sia in fase di cantiere che in fase definitiva (ritombamenti). Alla testa dei pali è applicato uno strato di distribuzione dei carichi realizzato con misto cementato e rete elettrosaldata.
- i muri "verdi" tipo crib-wall utilizzati per mascherare le palificate e "ricucire" morfologicamente lo stesso.
- il manufatto di raccordo tra la spalla A la trincea TR04 ed il piazzale Melito, inserito per evitare interruzioni delle opere di sostegno del corpo ferroviario, in particolare nella zona di transizione tra spalla del viadotto e trincea, migliorando quindi la soluzione prevista nel PD.

L'insieme delle variazioni sopra descritte ha portato ad un decremento del valore totale delle opere da realizzate come indicato nella successiva Tabella .

4.2 VARIAZIONE DEI COSTI PER OTTIMIZZAZIONE LUNGHEZZA DIAFRAMMI

L'integrazione della campagna geognostica e gli approfondimenti dei criteri di verifica delle fondazioni su diaframmi calcolate con i criteri esplicitati nella relativa relazione IF28.0.1.E.ZZ.RB.VI.00.0.3.001 hanno permesso di ottimizzare la lunghezza degli stessi rispetto a quanto previsto nel progetto originario, mantenendo, tuttavia gli stessi requisiti prestazionali in termini di coefficienti di sicurezza globali delle fondazioni.

In relazione alla particolarità del contesto geomorfologico, all'elevato livello di sismicità del sito e alle caratteristiche del viadotto che presenta altezze di pile considerevoli, l'ottimizzazione di cui sopra non ha riguardato la Spalla A e le Pile P1 e P2.

4.3 RIEPILOGO DELLE VARIAZIONI DEI COSTI

Le tabelle successive riportano i mappali nei quali si registrano gli scostamenti principali legati alle varianti tecniche sopra illustrate, a corpo e a misura.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGIO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO VARIANTE 09 - Relazione tecnica di Variante (Viadotti - affinamento calcolo diaframmi e caratterizzazione geotecnica)	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO XX0000 009	REV. C	FOGLIO 12 di 15

Tabella 5: Viadotto VI03: Riepilogo variazioni costi A CORPO varianti tecniche introdotte nel progetto esecutivo PE

Mappale	Motivo della variazione	Importo a corpo PD	Importo a corpo PE	Delta
VI03-Opere provvisionali	Variante metodo di esecuzione opere provvisionali	13 047 419.68	9 800 964.25	-3 246 455.43
VI03-Struttura Impalcato ferroviari in ACC./CLS.	Variazioni lunghezze diaframmi e opere di fondazioni conseguenti le modifiche delle opere di sostegno provvisionali	16,629,017.72	17,152,812.72	523,795.00
			TOTALE	-2,722,660.43

Tabella 6: Viadotto VI03: Riepilogo variazioni costi A MISURA varianti tecniche introdotte nel progetto esecutivo PE

Mappale	Motivo della variazione	Importo a misura PD	Importo a misura PE	Delta
VI03-Struttura Impalcato ferroviari in ACC./CLS.	Variante metodo di esecuzione opere provvisionali Ottimizzazioni lunghezze diaframmi	1 631 142.47	2,320,300.03	689,157.56
			TOTALE €	689,157.56

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO VARIANTE 09 - Relazione tecnica di Variante (Viadotti - affinamento calcolo diaframmi e caratterizzazione geotecnica)	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO XX0000 009	REV. C	FOGLIO 13 di 15

5 VIADOTTO VI04

Le varianti agli importi relativi alle opere provvisionali e fondazioni del viadotto VI04 sono originate dai seguenti motivi principali:

- ottimizzazione dei metodi di esecuzione delle opere provvisionali;
- recepimento dello stato di fatto degli scavi e degli sbancamenti in sponda sinistra dell'Ufita a seguito della realizzazione delle opere di fondazione delle pile e delle spalle del nuovo ponte stradale sull'Ufita, in sostituzione di quello esistente danneggiato da un precedente evento alluvionale;
- approfondimento caratterizzazione geotecnica al termine della campagna di indagini geognostiche integrative svolta in sede di PE.

5.1 VARIAZIONE DEI COSTI PER VARIANTE OPERE DI SOSTEGNO PROVVISORIALI PER LO SCAVO DELLE FONDAZIONI

Come indicato negli elaborati specialistici, le condizioni dell'alveo risultano modificate rispetto alla base dati del progetto definitivo, a causa dei lavori di rifacimento del ponte esistente sull'Ufita. La sezione fluviale risulta già sbarrata dal guado provvisorio a monte del nuovo attraversamento stradale, mentre in alveo è stata realizzata una briglia e delle sistemazioni spondali con gabbioni di protezione.

Per la realizzazione dell'opera in analogia al viadotto VI01 è prevista l'apertura di una pista di cantiere parallelamente al viadotto stesso. Tale pista sarà utilizzata per lo scavo ed il getto delle fondazioni delle pile ed il sollevamento degli impalcati.

Per la realizzazione delle fondazioni, anche in questo caso, si è reso necessario prevedere scavi confinati da paratie di pali impermeabilizzate mediante colonne di *jet-grouting* di intasamento, intestate nelle formazioni geologiche di base; per l'approntamento del piano di lavoro in corrispondenza delle campate di scavalco sono stati previsti dei rilevati provvisori da realizzarsi per fasi, al fine di limitare la riduzione, ancorché temporanea, della sezione idraulica.

In sede di PE sono state effettuate alcune modifiche alle opere provvisionali delle pile di scavalco adiacenti all'Ufita sia per tenere conto delle mutate condizioni dell'alveo in seguito all'avanzamento dei lavori di costruzione del nuovo ponte stradale sul torrente Ufita, sia delle piazzole di lavoro e del guado necessario per realizzare le opere di fondazione profonda per la pila in sponda destra e consentire al tempo stesso il varo degli impalcati in acciaio.

Analogamente a quanto fatto il viadotto VI01, l'intero ciclo di produzione è stato ottimizzato prevedendo pali da 800 mm di diametro in sostituzione dei pali da 600 mm di diametro. Le ragioni di tale variante dei metodi di esecuzione delle opere sono le stesse già illustrate per il viadotto VI01.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO VARIANTE 09 - Relazione tecnica di Variante (Viadotti - affinamento calcolo diaframmi e caratterizzazione geotecnica)	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO XX0000 009	REV. C	FOGLIO 14 di 15

5.2 VARIAZIONE DEI COSTI PER MODIFICA LUNGHEZZA PALI E METODO DI REALIZZAZIONE

In seguito agli approfondimenti delle caratteristiche geotecniche dei materiali in sito, effettuate a conclusione della campagna di indagini di PE, la lunghezza dei pali delle pile e delle spalle è stata ricalcolata tenendo conto della presenza di strati a comportamento prevalentemente drenato e della riduzione dei valori di coesione non drenata riscontrata per gli strati impermeabili/formazioni in sito.

Inoltre, è stata modificato, rispetto al PD il metodo di scavo dei pali che prevede in PE l'impiego del tubo-forma in sostituzione della trivellazione con l'ausilio dei fanghi bentonitici.

5.3 RIEPILOGO DELLE VARIAZIONI DEI COSTI

Le tabelle successive riportano i mappali nei quali si registrano gli scostamenti principali legati alle varianti tecniche sopra illustrate, a corpo e a misura.

Tabella 7: Viadotto VI04: Riepilogo variazioni costi A CORPO varianti tecniche introdotte nel progetto esecutivo PE

Mappale	Motivo della variazione	Importo a corpo PD	Importo a corpo PE	Delta
VI04-Opere provvisionali	Varianti dovute a differente stato dei luoghi in prossimità Ufita e ottimizzazione metodo di esecuzione opere provvisionali	3,596,479.25	3,838,770.58	242,291.33
VI04-Struttura Impalcato ferroviari in ACC./CLS.	Ottimizzazione fondazioni	4,129,716.02	4,023,747.01	-105,969.01
VI04 - Struttura Impalcato ferroviari in C.A.P.	Variazioni lunghezza pali e fondazioni a seguito approfondimenti della caratterizzazione geotecnica eseguita a valle della campagna geognostica eseguita nel corso del Progetto Esecutivo	4,493,156.38	5,446,519.34	953,362.96
			TOTALE €	1,089,685.28

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO VARIANTE 09 - Relazione tecnica di Variante (Viadotti - affinamento calcolo diaframmi e caratterizzazione geotecnica)	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RH	DOCUMENTO XX0000 009	REV. C	FOGLIO 15 di 15

Tabella 8: Viadotto VI04: Riepilogo variazioni costi A MISURA varianti tecniche introdotte nel progetto esecutivo PE

Mappale	Motivo della variazione	Importo a misura PD	Importo a misura PE	Delta
VI04-Struttura Impalcati ferroviari in ACC./CLS.	Ottimizzazioni lunghezze diaframmi	855 541.13	963,975.52	108,434.39
VI04 - Struttura Impalcati ferroviari in C.A.P.	Varianti opere provvisoriale e metodo di esecuzione pali trivellati	2 073 547.10	531,592.82	-1,541,954.28
			TOTALE €	-1,433,519.89