

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

CONSORZIO MESSINA CATANIA LOTTO SUD

Mandataria

Mandante



PROGETTAZIONE: RTI - Rocksoil SpA, Proger SpA, Pini Swiss Engineers srl

PROGETTO ESECUTIVO

LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI - FIUMEFREDDO Lotto 1: Fiumefreddo (i) - Taormina (i)/Letojanni (e)

VIADOTTI

Relazioni tecnico descrittiva sottostrutture

APPALTATORE	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE	PROGETTISTA
Il Direttore Tecnico Ing. P. M. Gianvecchio	Il responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche Ing. G. Cassani	S. Sguazzo

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.	SCALA :
RS5M	01	E	ZZ	RG	VI0000	001	B	-

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	Prima emissione	Mazziotti	Gen.22	Sguazzo	Gen.22	C. Listorti	Gen.22	G. Cassani Nov 2022	
B	Emissione a seguito istruttoria ITF	Mazziotti	Lug.22	Sguazzo	Lug.22	C. Listorti	Lug.22		
C	Emissione a seguito istruttoria ITF	Valente	Nov 22	Sguazzo	Nov 22	C. Listorti	Nov 22		
D									

File: RS5M01EZZRGVI0000001C.docx

n. Elab.:

INDICE

1	Premessa	3
2	Normativa di riferimento	5
3	Caratterizzazione geotecnica ed aspetti idraulici.....	6
3.1	Caratterizzazione geotecnica	6
3.2	Aspetti idraulici	7
4	Ipotesi e criteri di dimensionamento.....	8
5	Opere d'arte di linea	9
5.1	Ponte sul torrente Minissale - VI01	9
5.1.1	<i>Inquadramento e descrizione.....</i>	<i>9</i>
5.1.2	<i>Aspetti legati alle opere di fondazione.....</i>	<i>9</i>
5.2	Viadotto Alcantara - VI02	11
5.2.1	<i>Inquadramento e descrizione.....</i>	<i>11</i>
5.2.2	<i>Aspetti legati alle opere di fondazione.....</i>	<i>20</i>
6	Varianti al progetto definitivo	21
6.1	Geometria delle pile	21
6.2	Fondazioni VI02.....	28
6.2.1	<i>Descrizione e confronto delle soluzioni sviluppate</i>	<i>29</i>



LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA
RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO
Lotto 2: Taormina (e) – Giampileri (e)

RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA
SOTTOSTRUTTURE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RS5M	01	E ZZ	RGVI000001	C	3/35

1 PREMESSA

Il tratto ferroviario Giampileri-Fiumefreddo, che interessa la Regione Sicilia nelle provincie di Catania e Messina, attraversa i comuni di Fiumefreddo e Calatabiano (CT), e i comuni di Messina, Scaletta Zanclea, Itala, Ali Terme, Nizza di Sicilia, Roccalumera, Pagliara, Furci Siculo, Santa Teresa a Riva, Savoca, Sant’Alessio Siculo, Forza d’Agrò, Letojanni, Taormina e Castelmola (ME).

La progettazione, si prefigge di raggiungere i seguenti obiettivi:

- Raddoppio della linea sul collegamento fra Messina e Catania con conseguente aumento della capacità potenziale e della velocità della linea
- Istituzione di un servizio cadenzato fra Messina e Catania e lo sviluppo di un servizio metropolitano da Messina verso il nodo di Catania con collegamento all’aeroporto internazionale di Fontanarossa
- Riduzione dei tempi di percorrenza medi

Le scelte progettuali adottate per le Opere d’Arte di Linea oggetto del presente documento, anche conformemente a quanto già effettuato in sede di Progetto Preliminare, sono state compiute cercando di ottimizzare le tipologie strutturali (es. pile ed impalcati) impiegate compatibilmente con le condizioni al contorno intese come compatibilità idraulica ed ambientale, morfologia del territorio, interferenze viarie, esercizio ferroviario etc., nonché cercando di mantenere ed estendere, per quanto possibile, l’uniformità architettonica.

Nella definizione delle opere d’arte ferroviarie si sono utilizzate, tipologie consolidate, che da un lato ottimizzano i tempi di realizzazione ed il rapporto costi benefici, dall’altro minimizzano, per quanto possibile, l’impatto di suddette infrastrutture sul territorio, sia dal punto di vista estetico che acustico.

La scelta delle tipologie strutturali da adottare è stata, di conseguenza, sviluppata considerando l’andamento plano-altimetrico della tratta, rispetto alle particolari peculiarità ed alla geomorfologia dello stato dei luoghi, in cui gli interventi stessi si inseriscono, cercando, nel contempo, soluzioni omogenee, caratterizzanti l’intera tratta.

L’unico intervento che, per la notevole luce della campata, si discosta dai comuni standard ferroviari è rappresentato dal ponte sul fiume Alcantara, che per scavalcare senza sottostrutture, l’intero alveo inciso, come richiesto esplicitamente da delibera C.I.P.E. (GU Serie generale n.271 del 21-11-2005), necessita di un impalcato di 120 m di luce, sostenuto da un arco in acciaio a spinta eliminata a pendini.

I territori su cui si inseriscono le infrastrutture risultano di solito particolarmente impervi; le opere all’aperto incidono sovente su pendii molto acclivi, sono generalmente comprese tra imbocchi di gallerie e, in considerazione delle limitate aree a disposizione, alcune risultano interessate dalle banchine di fermata.

La livelletta si sviluppa generalmente a quote elevate rispetto al p.c. con pile di altezze variabili dai 7-8 metri a 18-20 m. La particolare morfologia del territorio, unitamente all’altezza delle pile ed alla necessità di ridurre al massimo l’occupazione delle aree, spesso antropizzate, ha comportato la necessità di ridurre il numero delle sottostrutture, ricorrendo ad impalcati di luce notevole realizzati a sezione mista acciaio calcestruzzo a via superiore con luci di 40-50 metri.



LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA
RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO
Lotto 2: Taormina (e) – Giampilieri (e)

RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA
SOTTOSTRUTTURE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RS5M	01	E ZZ	RGVI000001	C	4/35

In corrispondenza degli sbalzi di molti dei viadotti, sono presenti i marciapiedi per galleria equivalente o per Fire Fighting Point, previsti per ragioni legate alla sicurezza.

Nella parte terminale dei suddetti marciapiedi, in luogo del classico parapetto, sono previste, sempre per questione legate alla sicurezza, ove presenti, le barriere antirumore H4 oppure un grigliato continuo di altezza analoga sostenuto dai montanti metallici della barriera stessa.

Al fine di uniformare gli interventi previsti, gli impalcati sono caratterizzati da velette laterali, posti in corrispondenza degli sbalzi laterali, con le funzioni di assicurare continuità visiva all'intera opera, ridurre l'impatto nei tratti in transizione e snellire gli elementi portanti, ponendoli in ombra ed in secondo piano. Le velette sono state oggetto di approfondimenti e variante in fase di progetto esecutivo, illustrate nelle specifiche relazioni architettoniche.

Ove non sono presenti barriere antirumore o grigliati alti di sicurezza, è presente il classico parapetto laterale sotto rappresentato.

Le pile presentano forma ovoidale, a sezione cava costante, senza pulvini che sono sostituiti da una zona piena in sommità di altezza pari a 2.00m . La forma delle pile e il trattamento della superficie esterna è stato oggetto di variante in fase di progetto esecutivo, come più dettagliatamente descritto nel seguito.

Le Opere d'Arte di Linea oggetto del presente documento sono:

Opere d'Arte di Linea		binario	Lato Fiumefreddo		Lato Giampilieri	
WBS	<i>Nome</i>	-	pk inizio		pk fine	
VI01	<i>Viadotto Fogliarino</i>	-	dal km	2+948.64	al km	2+978.64
VI02	<i>Viadotto Alcantara</i>	-	dal km	6+595.49	al km	7+531.50

2 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Le principali Normative nazionali ed internazionali vigenti alla data di redazione del presente documento e prese a riferimento sono le seguenti:

- [1] *Ministero delle Infrastrutture, DM 14 gennaio 2008, «Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni»*
- [2] *Ministero delle Infrastrutture e Trasporti, Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 C.S.LL.PP., «Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008»*
- [3] *Istruzione RFI DTC SI PS MA IFS 001 A - Manuale di Progettazione delle Opere Civili - Parte II - Sezione 2 - Ponti e Strutture*
- [4] *Istruzione RFI DTC SI CS MA IFS 001 A - Manuale di Progettazione delle Opere Civili - Parte II - Sezione 3 - Corpo Stradale*
- [5] *Regolamento (UE) N.1299/2014 della Commissione del 18 Novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario dell’Unione europea*



LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA
RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO
Lotto 2: Taormina (e) – Giampilieri (e)

RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA
SOTTOSTRUTTURE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RS5M	01	E ZZ	RGVI000001	C	6/35

3 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA ED ASPETTI IDRAULICI

3.1 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Per la caratterizzazione geotecnica completa dei terreni interessati dalle opere d'arte oggetto del presente documento e per i livelli (andamento) di falda, si faccia riferimento agli elaborati specialistici.



LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA
RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO
Lotto 2: Taormina (e) – Giampilieri (e)

RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA
SOTTOSTRUTTURE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RS5M	01	E ZZ	RGVI000001	C	7/35

3.2 ASPETTI IDRAULICI

Per gli aspetti idraulici relativi alle opere d'arte oggetto del presente documento si faccia riferimento agli elaborati specialistici.



LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA
RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO
Lotto 2: Taormina (e) – Giampilieri (e)

RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA
SOTTOSTRUTTURE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RS5M	01	E ZZ	RGVI000001	C	8/35

4 IPOTESI E CRITERI DI DIMENSIONAMENTO

Il dimensionamento delle opere d'arte del Raddoppio Della Tratta Giampilieri – Fiumefreddo - Lotto 2: Taormina (e) - Giampilieri (e), viene effettuato con riferimento ad una vita nominale VN pari a 75 anni in accordo con quanto indicato nel § 2.5.1.1.1 del Manuale di Progettazione delle Opere Civili [3] per “altre opere nuove a velocità $v \leq 250$ km/h”. La classe d'uso considerata è la III, in accordo con quanto indicato al § 2.5.1.1.2 del Manuale anzidetto per “opere d'arte del sistema di grande viabilità ferroviaria”, cui corrisponde un coefficiente d'uso $cu = 1,5$.

La vita di riferimento VR, definita come prodotto della vita nominale VN per il coefficiente d'uso cu, è dunque generalmente pari a $VR = 75 \cdot 1,5 = 112,5$ anni.



LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA
RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO
Lotto 2: Taormina (e) – Giampilieri (e)

RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA
SOTTOSTRUTTURE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RS5M	01	E ZZ	RGVI000001	C	9/35

5 OPERE D'ARTE DI LINEA

5.1 PONTE SUL TORRENTE MINISSALE - VI01

5.1.1 Inquadramento e descrizione

Il Ponte sul torrente Minissale - VI01 si estende dal km 2+949.98 al km 2+981.98 (b.pari) del Raddoppio della tratta Giampilieri – Fiumefreddo - Lotto 2: Taormina (e) - Giampilieri (e) per uno sviluppo complessivo di 30.00 ed è costituito da 1 campata isostatica:

- n°1 campate a doppio binario di luce $L=32,00\text{m}$ (asse giunto spalla-asse giunto spalla): l'impalcato è a sezione mista acciaio-calcestruzzo, costituito da n°6 travi in acciaio di luce di calcolo $L_c=32,00\text{m}$ disposte ad un interasse di 1,70m e di altezza pari a 1.56m. Completa l'impalcato una soletta in c.a. gettata in opera di larghezza complessiva pari a 13,70m.

Le spalle sono realizzate in c.a. gettato in opera.

5.1.2 Aspetti legati alle opere di fondazione

Le fondazioni del Ponte sul torrente Minissale- VI01, sono previste su pali in c.a. di grande diametro per le spalle A e B per entrambi i binari. Le fondazioni delle due spalle sono infine collegate a formare un unico elemento di fondazione su pali di grande diametro.

5.2 VIADOTTO ALCANTARA - VI02

5.2.1 Inquadramento e descrizione

Il Viadotto Alcantara -VI02 costituisce il viadotto di estensione maggiore del Raddoppio della tratta Giampileri – Fiumefreddo - Lotto 2: Taormina (e) - Giampileri (e): si estende dal km 6+599.44 al 7+537.40 al km (b.pari) del Raddoppio della tratta Giampileri – Fiumefreddo - Lotto 2: Taormina (e) - Giampileri (e) per uno sviluppo complessivo di 928.00 m ed è costituito da campate isostatiche a doppio binario a sezione mista acciaio cls da 40.00m, una soluzione a solettone a travi incorporate da 18.00m in corrispondenza dello scavalco della linea storica Alcantara-Randazzo e da uno scavalco dell'alveo inciso con una campata ad arco in acciaio a spinta eliminata. Nel dettaglio le campate si suddividono in:

- n°19 campate a doppio binario (tra la spalla A e la pila P1, tra pila P1 e pila P2, tra pila P2 e pila P3, tra pila P3 e pila P4, tra pila P4 e pila P5, tra pila P5 e pila P6, tra pila P6 e pila P7, tra pila P7 e pila P8, tra pila P9 e pila P10, tra pila P10 e pila P11, tra pila P12 e pila P13, tra pila P14 e pila P15, tra pila P16 e pila P17, tra pila P17 e pila P18, tra pila P18 e pila P19) di luce L=40,00m (asse giunto spalla/asse pila, asse pila/asse pila): ciascun impalcato è a sezione mista acciaio-calcestruzzo, costituito da n°4 travi in acciaio di luce di calcolo Lc=38,00m disposte ad un interasse di 2,80m e di altezza pari a 2,60m. Completa l'impalcato una soletta in c.a. gettata in opera di larghezza complessiva pari a 13,70m. La banchina F.F.P. (Fire Fighting Point) è prevista tra la spalla A e la pila P5 e tra la pila P17 e la pila P19;
- n°1 campata a doppio binario (tra la pila P21 e la Spalla B) di luce L=40,00m (asse giunto spalla/asse pila, asse pila/asse pila): ciascun impalcato è a sezione mista acciaio-calcestruzzo, costituito da n°6 travi in acciaio di luce di calcolo Lc=38,00m disposte ad un interasse di 2,80m e di altezza pari a 2,60m. Completa l'impalcato una soletta in c.a. gettata in opera di larghezza complessiva pari a 18.00 e una banchina di stazione (quota finito +0.55m dal P.F.), lato binario pari e dispari;
- n°1 campata a doppio binario (tra la pila P19 e tra la pila P20) di luce L=18,00m (asse pila-asse pila): l'impalcato è costituito da n°10 travi in acciaio di luce di calcolo Lc=17,00m incorporate in un solettone in c.a. gettato in opera di larghezza complessiva pari a 13,870m. E' prevista una banchina F.F.P. lato binario pari e dispari;
- Il ponte a doppio binario ad arco sul fiume Alcantara, ha una luce pari a 120 m (interasse pile) ed una portata teorica pari a 116 m. La struttura in carpenteria metallica, con funzionamento globale a spinta eliminata, è costituita da:
 - due archi contrapposti (a sezione scatolare) che raggiungono un'altezza massima di 26 m (assi teorici) collegati reciprocamente da traversi a sezione scatolare;



LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA
RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO
Lotto 2: Taormina (e) – Giampilieri (e)

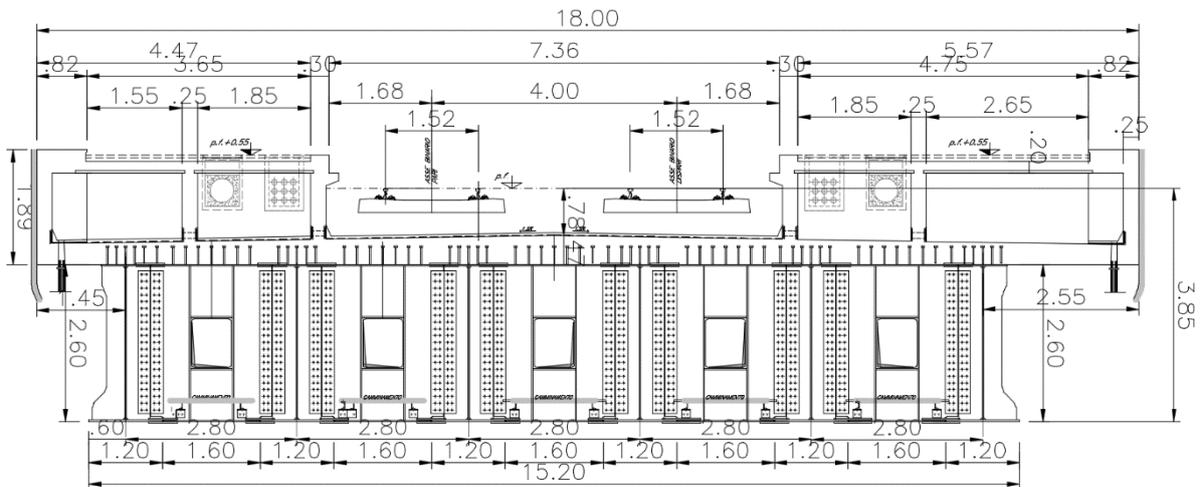
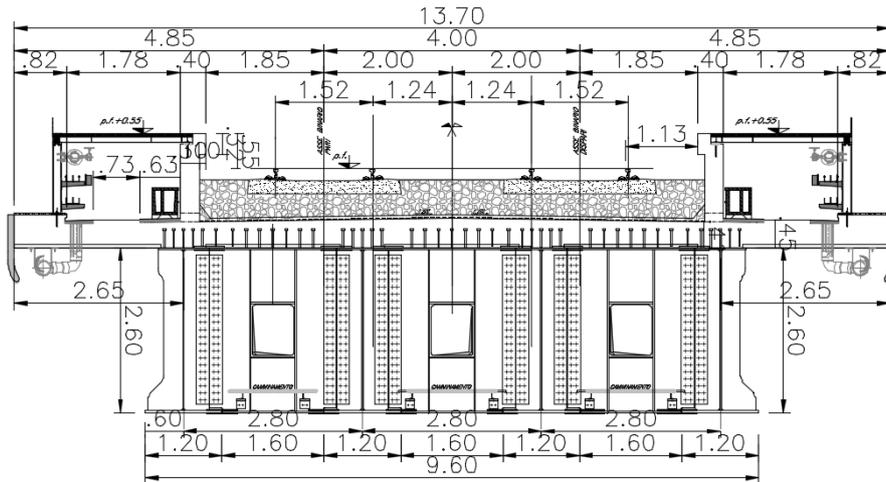
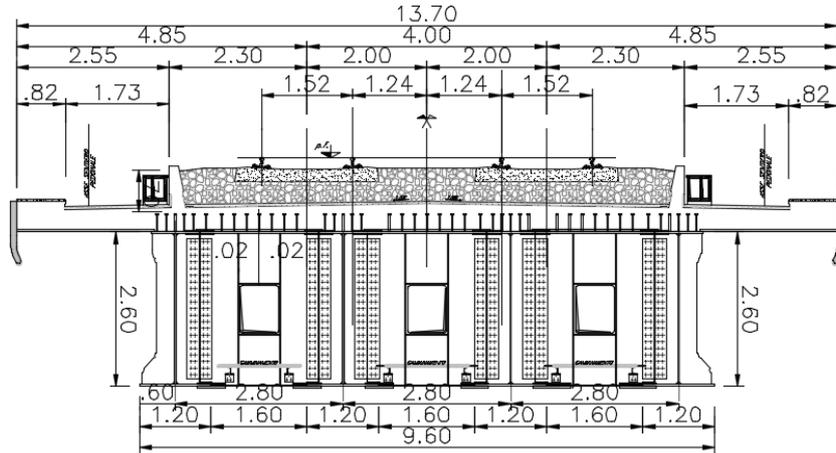
RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA
SOTTOSTRUTTURE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RS5M	01	E ZZ	RGVI000001	C	12/35

- impalcato (corda dell'arco), con distanza tra gli assi teorici dei cassoni di estremità pari a 17 m, costituito da un graticcio di travi metalliche in composizione saldata e soletta porta-ballast in c.a. vincolata al graticcio metallico tramite pioli Nelson;
- pendini di collegamento tra gli archi e l'impalcato;
- dispositivi di vincolo e di ritegno sismico frapposti tra la struttura metallica e le pile in c.a.

Tutti gli elementi strutturali in carpenteria metallica costituenti gli archi, l'impalcato ed i dispositivi di vincolo e ritegno, saranno previsti ispezionabili e manutenibili.

L'adozione di "campate speciali" (arco a spina eliminata) per lo scavalco del fiume Alcantara è stata dettata da motivazioni di carattere idraulico legate in primo luogo al rispetto di quanto prescritto dal DM 14 Gennaio 2008 in termini di compatibilità idraulica (cfr. § 5.2.1.2 "...la luce minima tra pile contigue, misurata ortogonalmente al filone principale della corrente, non dovrà esser inferiore a 40metri..."), nonché dall'esigenza di garantire il rispetto dei franchi idraulici minimi sul livello di piena di progetto.



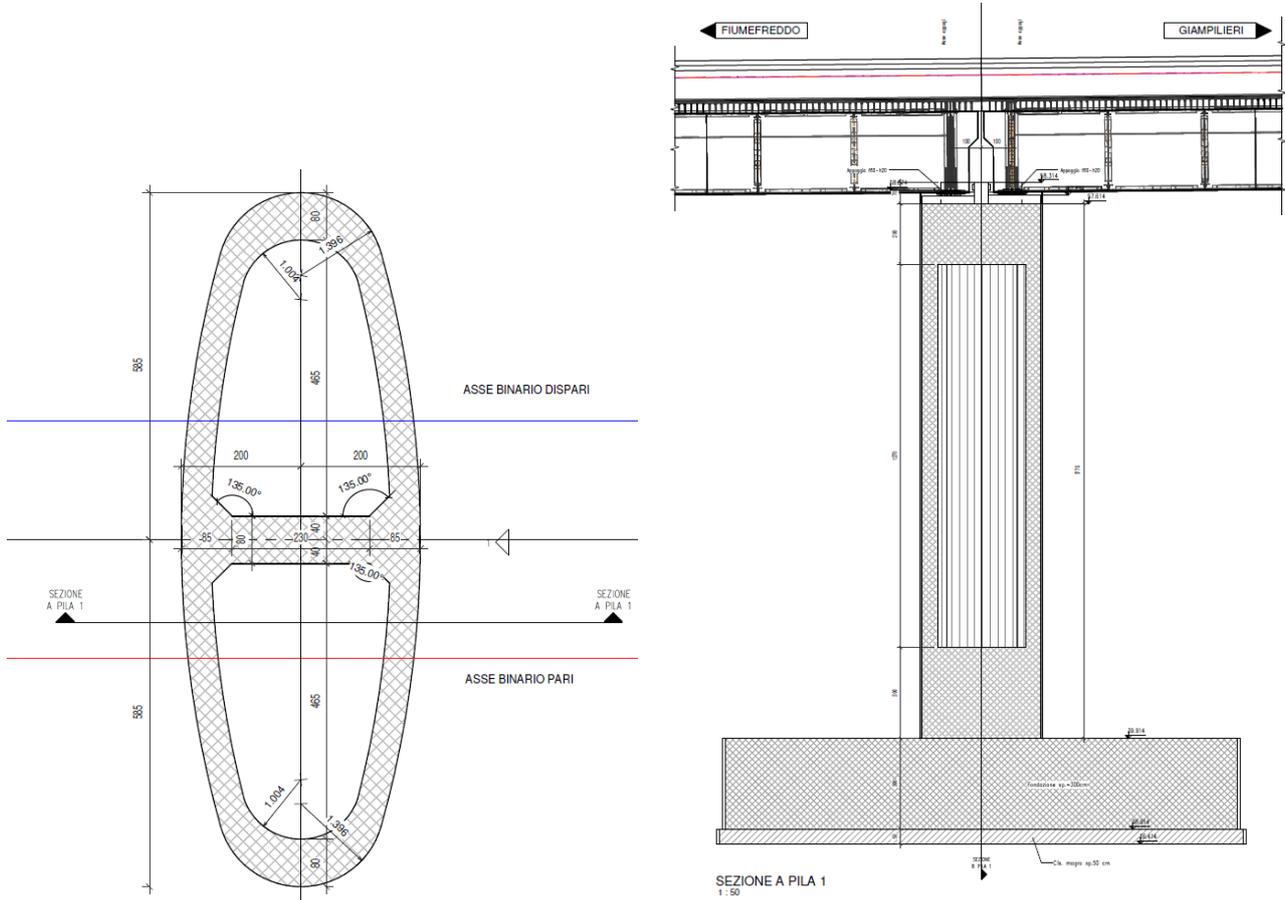


Figura 1: Pianta e sezione pila tipo 1A

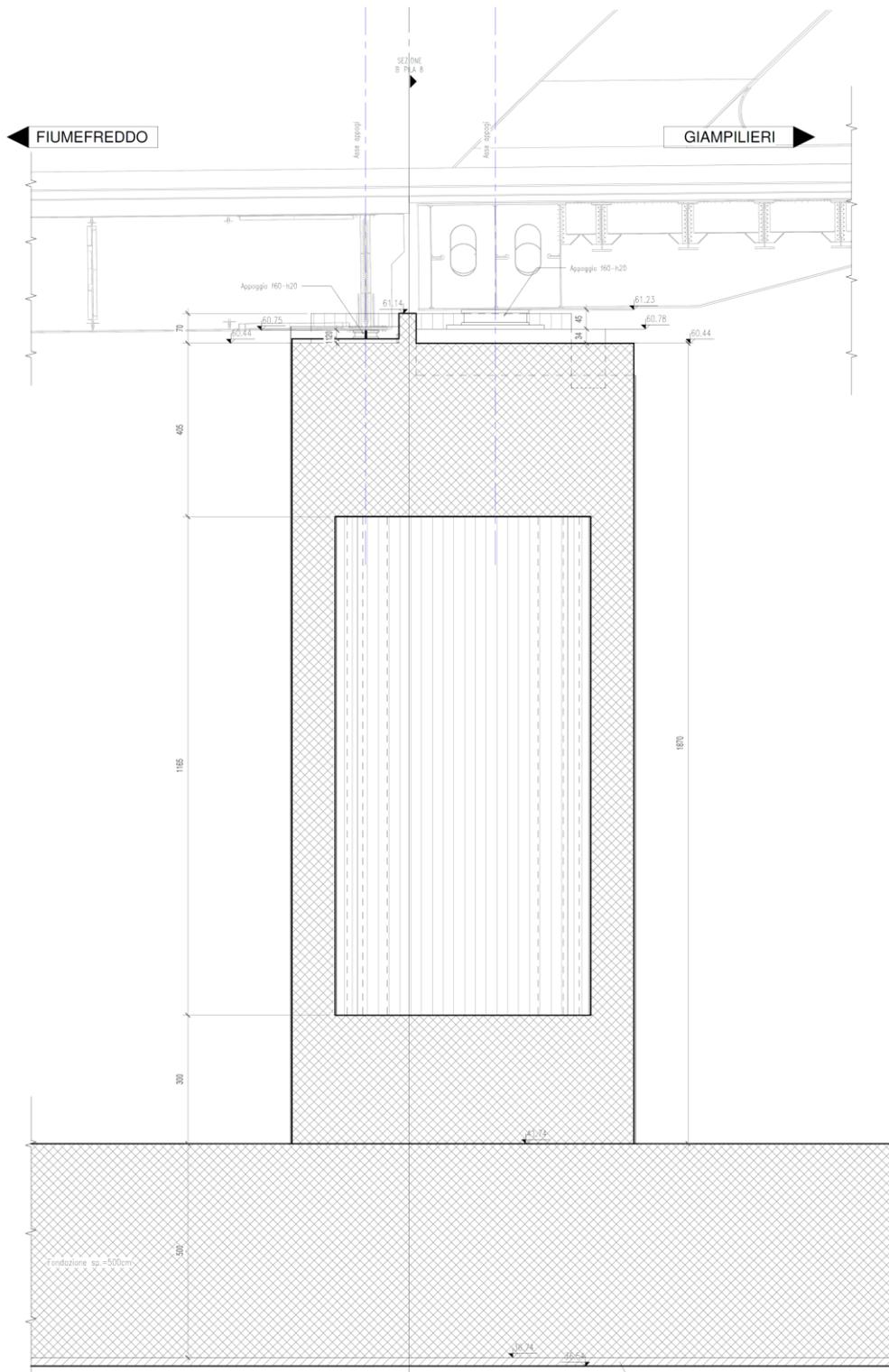


Figura 3: Sezione pila tipo 2A



LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA
RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO
Lotto 2: Taormina (e) – Giampilieri (e)

RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA
SOTTOSTRUTTURE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RS5M	01	E ZZ	RGVI000001	C	20/35

5.2.2 Aspetti legati alle opere di fondazione

Le fondazioni del *Viadotto Alcantara - VI02*, sono di differente tipologia in funzione della variabilità del profilo geotecnico lungo il viadotto. Le fondazioni da pila 1 a pila 10 sono realizzate con plinti circolari impostati a circa 10 m dal piano campagna, direttamente sull'estradosso del banco roccioso, mediante lo scavo di pozzi circolari realizzati con pali secanti. Per le pile P13 P14 P15 il piano di appoggio risulta più superficiale e quindi sono stati adottati plinti quadrati e scavi non protetti. Per le pile P11, P17, P18, P19, P20, P21 sono state adottate fondazioni indirette costituite da plinti su pali, mentre per le pile P12 e P16 sono state adottate fondazioni indirette costituite da plinti su micropali.

Le caratteristiche geometriche specifiche dei singoli plinti sono dettagliatamente illustrate al paragrafo successivo.

6 VARIANTI AL PROGETTO DEFINITIVO

Al presente paragrafo sono illustrate le variazioni apportate dal progetto esecutivo sulle scelte progettuali adottate in sede di definitivo. In particolare le modifiche riguardano:

1. la conformazione planimetrica della totalità delle pile dei viadotti del lotto 1
2. le strutture di fondazione a pozzo con diaframmi

6.1 GEOMETRIA DELLE PILE

Le pile previste dal progetto definitivo, ad eccezione delle pile P8 e P9 del VI02, sono costituite da una sezione scatolare cava, di forma subrettangolare arrotondata negli angoli, senza pulvini e snellita da lesene sui quattro lati. La figura di seguito riportata mostra la conformazione tipica adottata dal progetto definitivo, che viene declinata lungo il tracciato variando la lunghezza della porzione centrale rettangolare e, contemporaneamente, il numero di cavità interne.

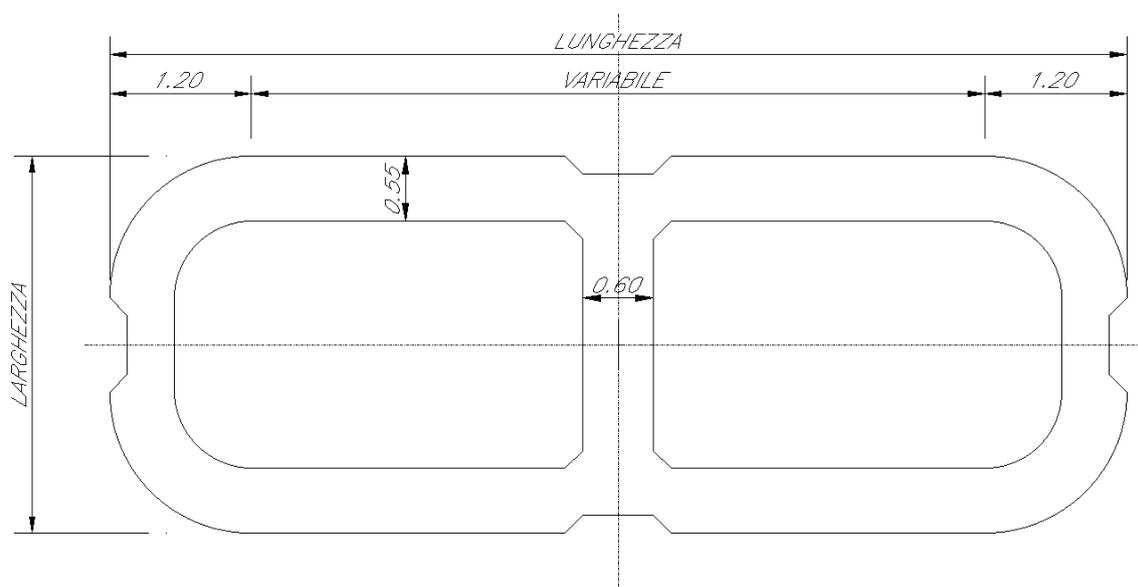
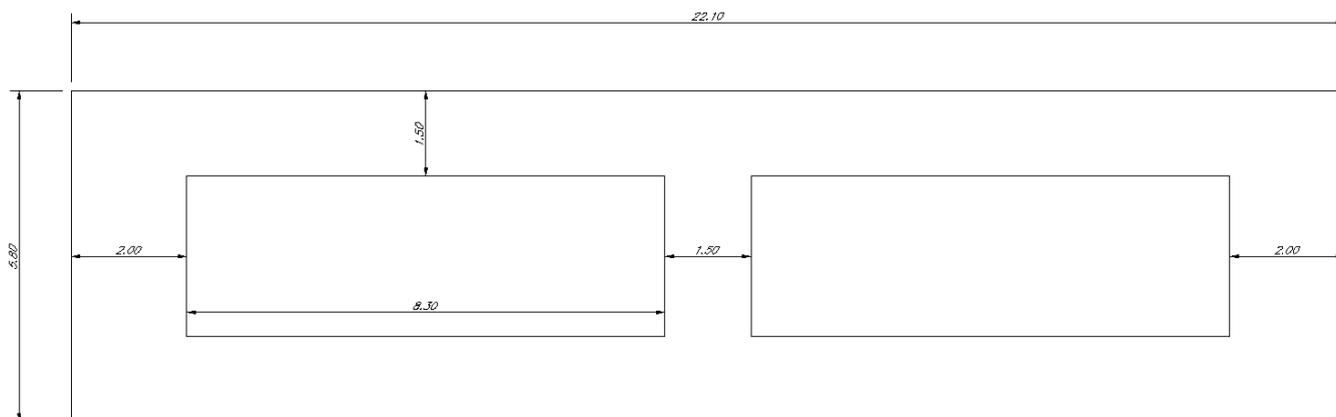


Figura 6-1: Pila tipo - Progetto Definitivo

Le pile P8 e P9, in corrispondenza dell'impalcato ad arco, sono caratterizzate invece da una forma scatolare e bicellulare:



L' Ordinanza n. 49 del 9 settembre 2020 di approvazione del Progetto Definitivo, riporta le prescrizioni formulate dagli Enti interessati in sede di Conferenza dei Servizi. Tra tali prescrizioni si legge il seguente parere formulato dal Mibact: *Per quanto concerne gli otto viadotti,, il progetto esecutivo dovrà prevedere uno studio di dettaglio: **del disegno delle pile e degli impalcati e delle loro finiture, che produca un affinamento dell'immagine complessiva, anche ove possibile attraverso un alleggerimento delle sezioni di progetto.***

In ottemperanza alla prescrizione citata, nello sviluppo del PE sono state sviluppate nuove soluzioni per i viadotti che prevedono:

- una forma ovoidale per le pile;
- un **nuovo disegno per le velette laterali**, poste in corrispondenza degli sbalzi, a chiusura dell'impalcato;
- un'ipotesi cromatica che potrà essere **estesa a tutte le opere fuori terra dell'infrastruttura ferroviaria**, affinché dialoghino tra loro e con i viadotti mediante l'utilizzo di materiali di finitura e cromie.

Per quanto riguarda la forma delle pile, sui viadotti del lotto 1 è stata esaminata la possibilità di adottare sezioni di forma ovoidale, garantendo in ogni caso una rigidità non inferiore a quella delle pile del PD.

La figura di seguito riportata mostra la conformazione tipica scelta per le pile del progetto esecutivo.

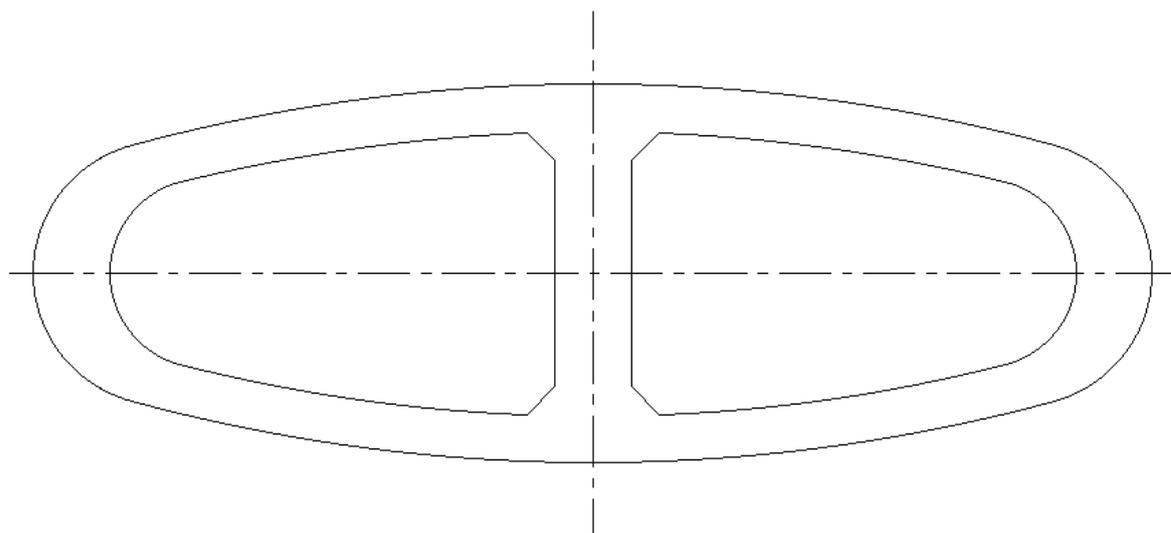


Figura 6-2 – Pila tipo progetto esecutivo

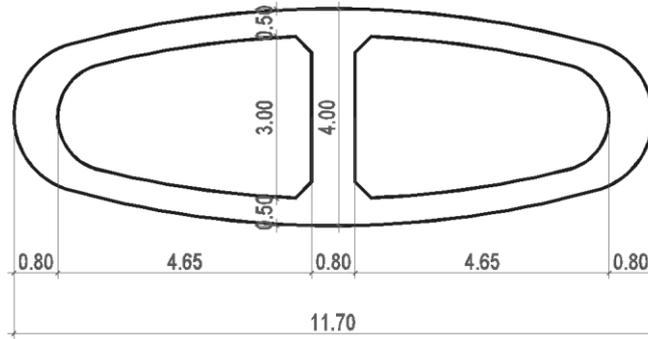
La pila tipo sviluppata dal PE, al contrario del PD, prevede nella zona centrale e alle estremità due profili curvi aventi differente raggio. Complessivamente la sezione della pila di PE ha una forma pseudo-ovoidale, bicellulare.

La sezione tipo descritta è stata adattata alle dimensioni complessive delle pile di ciascun viadotto, variando la lunghezza e la larghezza complessive.

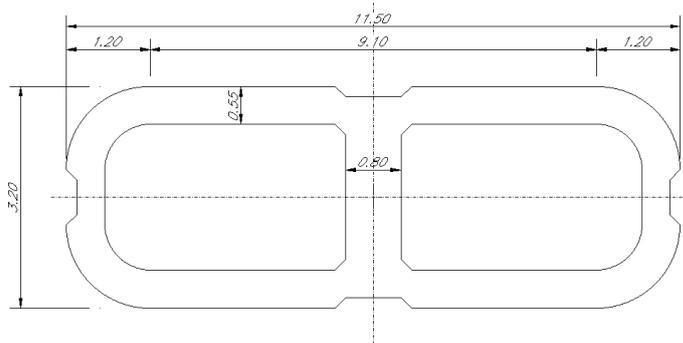
Si possono distinguere lungo il tracciato 3 principali tipologie di pila, definite:

- tipo 1A, da pila 1 a 7 e da pila 10 a 19
- tipo 2A, Pile P8 e P9
- tipo 1B pile P20 e P21

Le 3 tipologie principali sono di seguito rappresentate e confrontate con le corrispondenti del progetto definitivo:

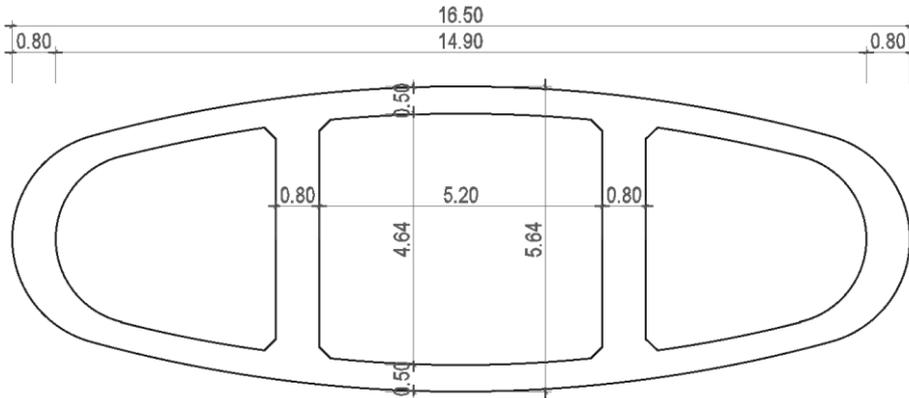


a)

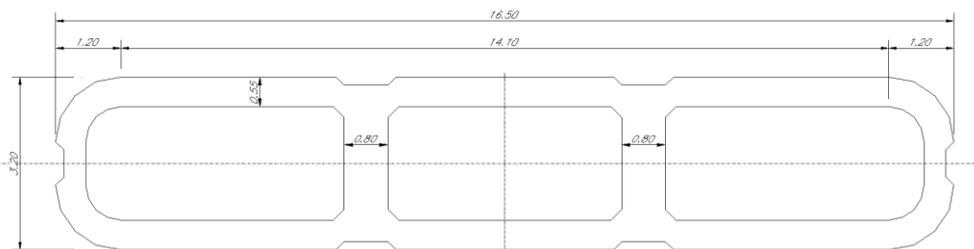


b)

Figura 6-3: Pile tipo 1A – Sezione bicellulare a) Progetto esecutivo b) Progetto definitivo

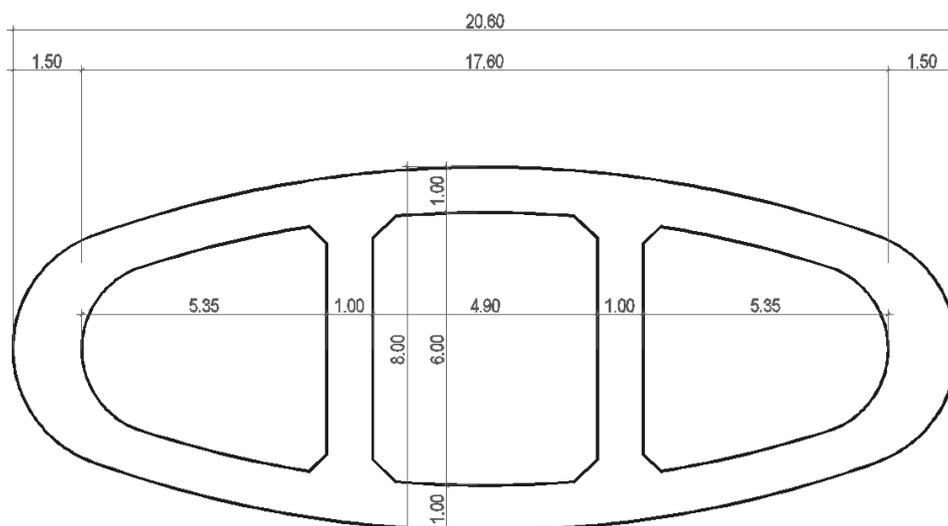


a)

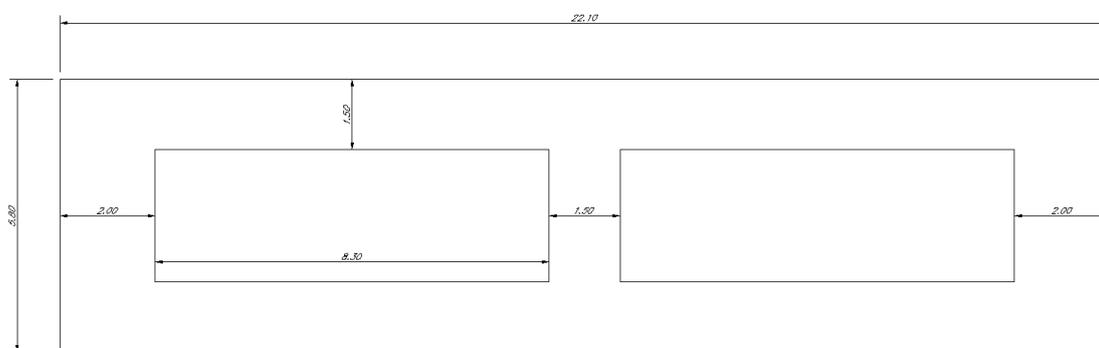


b)

Figura 6-4: Pile tipo 1B– Sezione tricellulare a) Progetto esecutivo b) Progetto definitivo



a)



b)

Figura 6-5: Pile tipo 2A – Sezione a 3 cellule a) Progetto esecutivo b) Progetto definitivo

Dal confronto tra le pile del PD e quelle del PE emerge che la nuova conformazione sviluppata dal progetto esecutivo comporta dimensioni complessive incrementate, infatti a seguito dell'adozione della sezione ovoidale, risulta necessario:

- allungare le pile nella direzione trasversale del viadotto al fine di garantire lo spazio per l'alloggiamento dei dispositivi di appoggio;
- allargare la pila nella direzione longitudinale del viadotto al fine di consentire la forma ciroclare delle parti terminali delle pile.

La dimensione massima trasversale delle pile del PE è pari a 4 m ad eccezione delle pile P8 e P9 che hanno larghezza massima pari a 8 m. La dimensione longitudinale massima è pari a 11.70 m per le pile tipo 1A, 16.50 per le pile tipo 1B, 20.60 m per le pile tipo 2A.



LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA
RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO
Lotto 2: Taormina (e) – Giampilieri (e)

RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA
SOTTOSTRUTTURE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RS5M	01	E ZZ	RGVI000001	A	27/35

Le pile del PE differiscono da quelle del PD anche per lo spessore dei setti. Lo spessore delle pareti perimetrali delle pile di PD è pari a 0.55m, mentre i setti centrali sono 0.80 m. Il progetto esecutivo riduce leggermente i setti perimetrali che assumono spessore pari a 0.50 m e al contrario conferma lo spessore dei setti interni che resta pari a 0.80 m.

In allegato alla presente Relazione è riportato l'abaco delle pile, con le dimensioni e caratteristiche delle pile dei singoli viadotti



LINEA FERROVIARIA CATANIA - MESSINA
RADDOPPIO FERROVIARIO TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO
Lotto 2: Taormina (e) – Giampilieri (e)

RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA
SOTTOSTRUTTURE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RS5M	01	E ZZ	RGVI000001	A	28/35

6.2 FONDAZIONI VI02

Le fondazioni previste dal PD per il viadotto VI02 Alcantara sono:

- fondazione su pali per le spalle A e B e per le pile da P18 a P21
- pozzo con diaframmi per le pile da P1 a P7 e da P10 a P17
- fondazione diretta per le pile P8 e P9 dell'impalcato ad arco

In particolare nel PD è stato valutato il fenomeno dello scalzamento che interessa le pile da P4 a P10 ed è stata proposta la soluzione con pozzi e diaframmi in quanto ritenuta idonea nei riguardi di tale fenomeno. Si evidenzia tuttavia che la realizzazione dei diaframmi con approfondimento nel banco roccioso risulta in pratica di difficile realizzazione e inoltre la fondazione su pozzo, in caso di scalzamento, risulta non idonea in presenza di azioni sismiche.

Il PE ha esaminato la possibilità di ottimizzazione delle fondazioni mediante l'eliminazione dei pozzi con diaframmi sostituiti da fondazioni dirette approfondite o, alternativamente, da fondazioni costituite da plinti su pali.

Tale variazione è motivata dalla presenza dello strato roccioso a profondità e di spessore variabili, accertato già nel PD e analizzato in dettaglio con le indagini supplementari effettuate con il PE.

Il profilo geotecnico individua per il tratto di viadotto da pila 1 a 8 la presenza del banco roccioso, con spessore notevole, a profondità di circa 10 m dal piano campagna. Nella seconda parte del viadotto e cioè da pila 9 a pila 15 lo strato roccioso risulta più superficiale e di spessore ridotto.

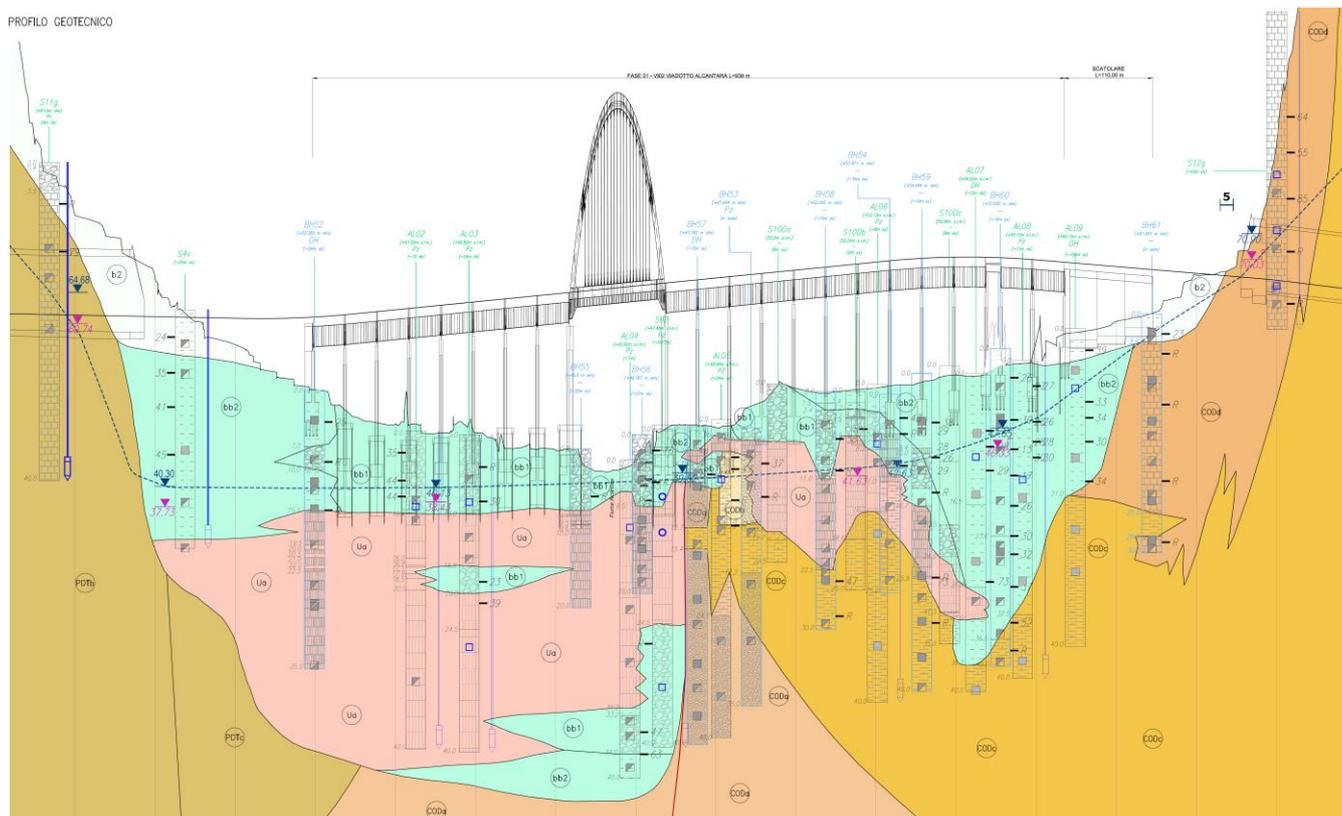


Figura 6: Profilo geotecnico in corrispondenza del viadotto VI02

Con il PE è stato proposta la soluzione con fondazione diretta poggiata direttamente sull’estradosso del banco roccioso, per le pile P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10, P13, P14, P15.

Le fondazioni da pila 1 a pila 10 sono realizzate con plinti circolari avendo adottato come opere di sostegno per lo scavo dei pozzi circolare realizzati con pali secanti. Per le pile P13 P14 P15 il piano di appoggio risulta più superficiale e quindi sono stati adottati plinti quadrati e scavi non protetti. Per le pile P11, P17, P18, P19, P20, P21 sono state adottate fondazioni indirette costituite da plinti su pali, mentre per le pile P12 e P16 sono state adottate fondazioni indirette costituite da plinti su micropali. Nel seguito si analizzano gli elementi alla base del progetto definitivo e le soluzioni adottate con la variante proposta.

6.2.1 Descrizione e confronto delle soluzioni sviluppate

Il PD ha previsto per le pile da P1 a P7 e da P10 a P17 fondazioni a pozzo con diaframmi. Per le pile P8 e P9 di fondazione della campata ad arco, la fondazione è di tipo diretto poggiata sulla roccia basaltica sottostante. Per le pile da P18 a P21 le fondazioni è costituita da plinti su pali.

La scelta del PD di fondazioni con diaframmi è motivata dalla natura dei terreni e dalla interferenza idraulica con la fiumara. Gli scalzamenti sono stati valutati per le pile da P4 a P10. Nelle tabelle a seguire n.3 e n.5 sono riportati gli scalzamenti valutati tenendo conto rispettivamente dell’interazione solo con la pila e con il plinto.

Tabella 3 – Valore di primo tentativo dello scavo localizzato in corrispondenza delle pile del viadotto sul fiume Alcantara secondo le diverse equazioni.

N° pila	Profondità dello scavo (m)				
	CSU	Melville	Froehlich	Breusers	SM
P4	6.45	4.84	5.32	5.53	4.70
P5	7.37	5.04	5.54	5.94	5.40
P6	9.59	6.56	6.39	9.09	8.00
P7	9.87	6.85	6.53	9.66	8.10
P8	18.39	15.07	13.42	21.60	14.60
P9	17.20	11.77	12.18	15.58	14.40
P10	5.14	2.30	4.50	1.93	3.10

Tabella 5 – Scavo localizzato in corrispondenza delle pile del viadotto sul fiume Alcantara secondo le diverse equazioni.

N° pila	Profondità dello scavo (m)				
	CSU	Melville	Froehlich	Breusers	SM
P4	10.05	6.89	12.83	5.80	6.8
P5	11.83	7.46	14.10	6.29	8.2
P6	15.74	12.45	16.26	10.55	12.7
P7	16.16	12.96	16.39	11.48	13.3
P8	25.56	25.09	26.52	27.93	20.4
P9	22.73	18.19	22.17	17.44	19.2
P10	7.75	2.30	10.56	1.94	4.3

Si osserva che i valori dello scalzamento riportati nelle precedenti tabelle sono comunque limitati alla profondità del banco roccioso e quindi a un valore di circa 8-10 m per le pile da P4 a P9 e a circa 5 metri per la pila P10.

Il PD prevede il posizionamento dell’estradosso plinto ad una profondità di circa 1 – 1.5 m e quindi gli scalzamenti di progetto sono quelli indicati nella tabella 5 adottando i valori nella colonna SM. Per le pile P4 P5 P6 P7 e P10 gli scalzamenti valutati in PD sono dell’ordine di 4 – 13 m. Tali valori elevati sono dovuti alla dimensione del plinto posizionato con estradosso al di sopra della quota di scalzamento.

Per le pile P8 e P9 la fondazione è stata localizzata su roccia ad una profondità di circa 9 m rispetto all’attuale piano alveo.

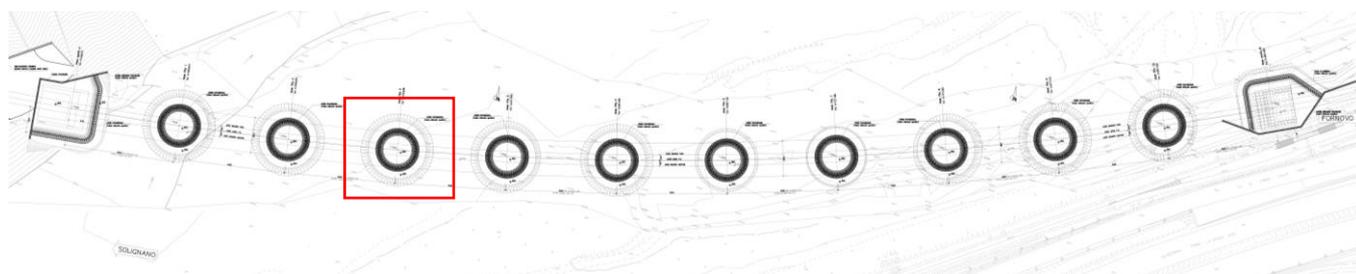
Tenuto conto della difficoltà di realizzazione dei diaframmi per i tratti che attraversano il banco roccioso e del rischio di scalzamento prevedibile fino alla testa del banco roccioso, il progetto esecutivo ha sviluppato le seguenti soluzioni alternative, descritte nel dettaglio e confrontate con la soluzione di PD.

Per le pile da P1 a P10 è stata adottata una soluzione con plinti e pozzi circolari. Tale soluzione è motivata dalla difficoltà di realizzare pozzi rettangolari con paratie di sostegno attestate nella roccia.

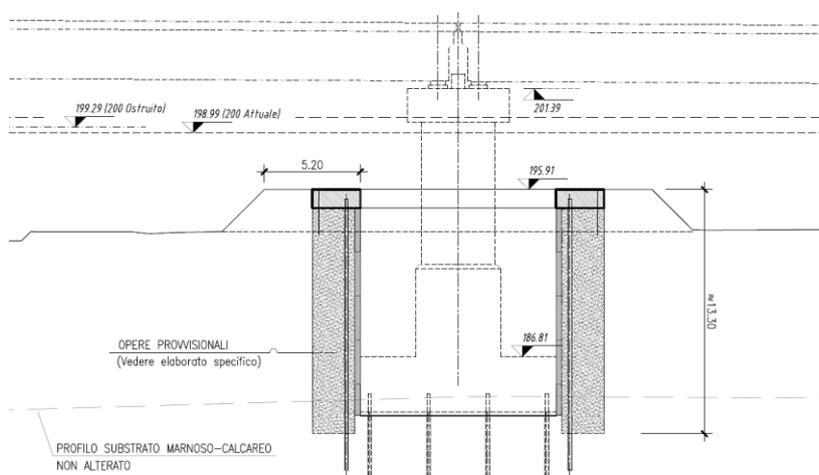
Al contrario la struttura con pozzo circolare risulta sostanzialmente poggiata alla base e il suo funzionamento statico è prevalentemente del tipo ad anello, come illustrato nella specifica relazione di calcolo. Inoltre il plinto circolare risulta maggiormente idoneo nei riguardi delle azioni sismiche longitudinali che rappresentano la condizione di sollecitazione più

gravosa per i plinti e per il piano di appoggio. Si evidenzia ancora che la soluzione con fondazione diretta a quota banco roccioso è pienamente idonea ad assorbire i fenomeni di scalzamento previsti.

A conferma della idoneità e realizzabilità della scelta adottata dal PE, si rileva che la soluzione con fondazione diretta circolare è stata già realizzata, negli anni 2009-2010, dall'impresa Astaldi per il viadotto sul fiume Taro della linea ferroviaria Parma-La Spezia, in condizioni perfettamente analoghe geologiche e di scalzamento.



a)



b)

Figura 7: viadotto sul fiume Taro: a) pianta scavi; b) sezione tipologica delle fondazioni

Per le pile P1-P7 e P10, il PE ha previsto l'adozione di plinti diretti circolari di diametro pari a 17.00 m e altezza pari a 3.00 m, in sostituzione dei plinti rettangolari di altezza pari a 2.50 m previsti dal PD. L'intradosso del plinto è stato impostato alla quota del banco roccioso, a quota di circa -10 m dal piano campagna. Rispetto ai plinti del progetto definitivo l'estradosso del plinto e di conseguenza le pile, subiscono un approfondimento pari a circa 7.00 m.

Essi richiedono lo scavo di pozzi circolari sostenuti mediante la realizzazione di opere provvisorie costituite da pali secanti ad elica Φ 920. La struttura dei pozzi è inoltre rinforzata dal cordolo di testa di dimensione 2.00x0.70 m e da due anelli circolari con sezione 1.5x1.5, disposti a profondità variabili. I pozzi circolari e i pali secanti hanno sostituito i pozzi rettangolari con paratie di pali Φ 600 previsti dal PD. Le immagini di seguito riportate mostrano i plinti delle P1, P2 e P3 nel progetto esecutivo e, sotto nel progetto definitivo.

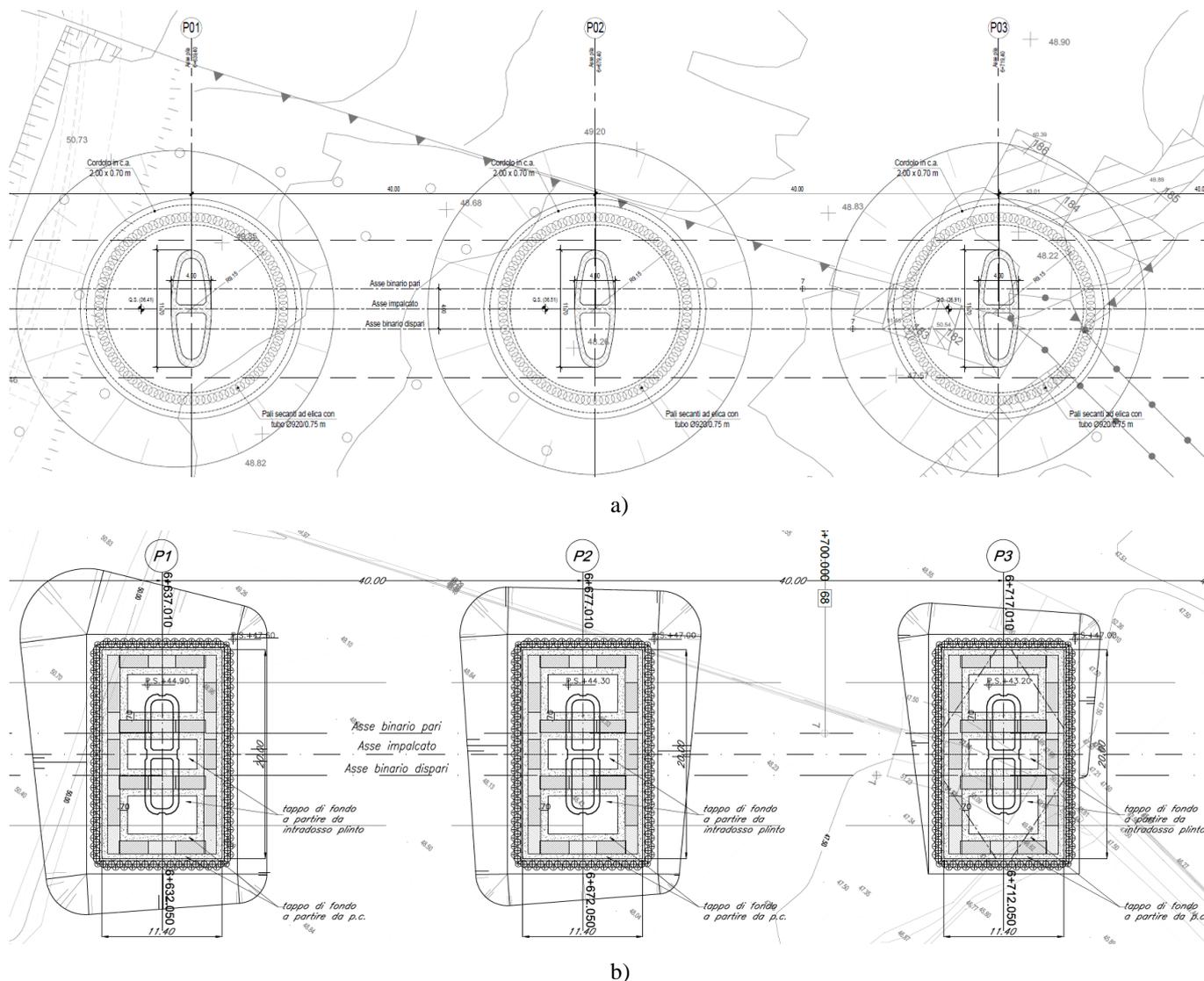
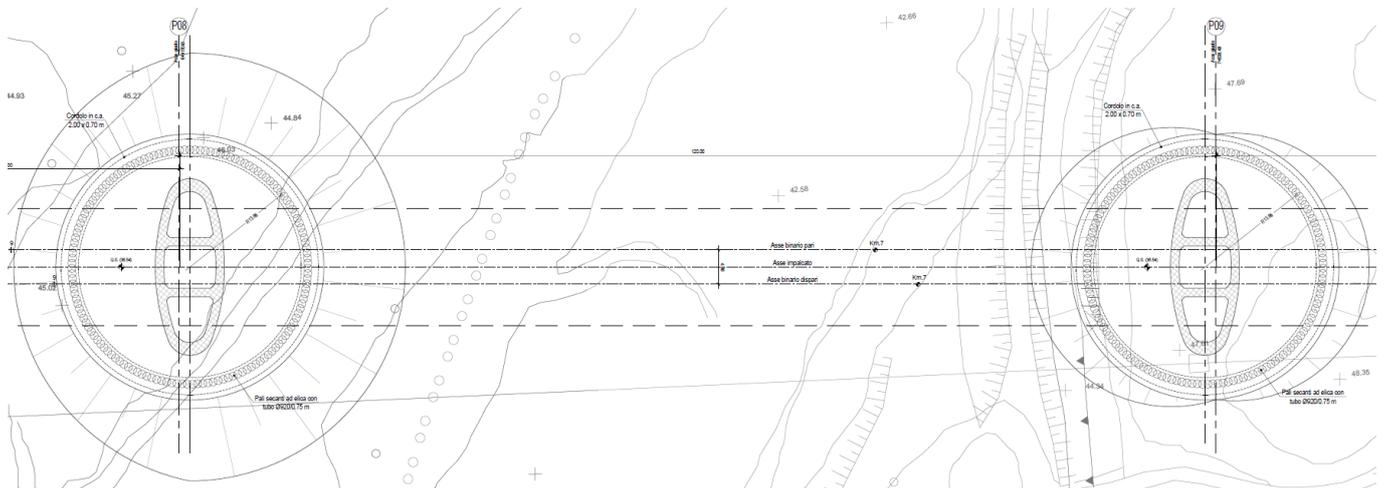


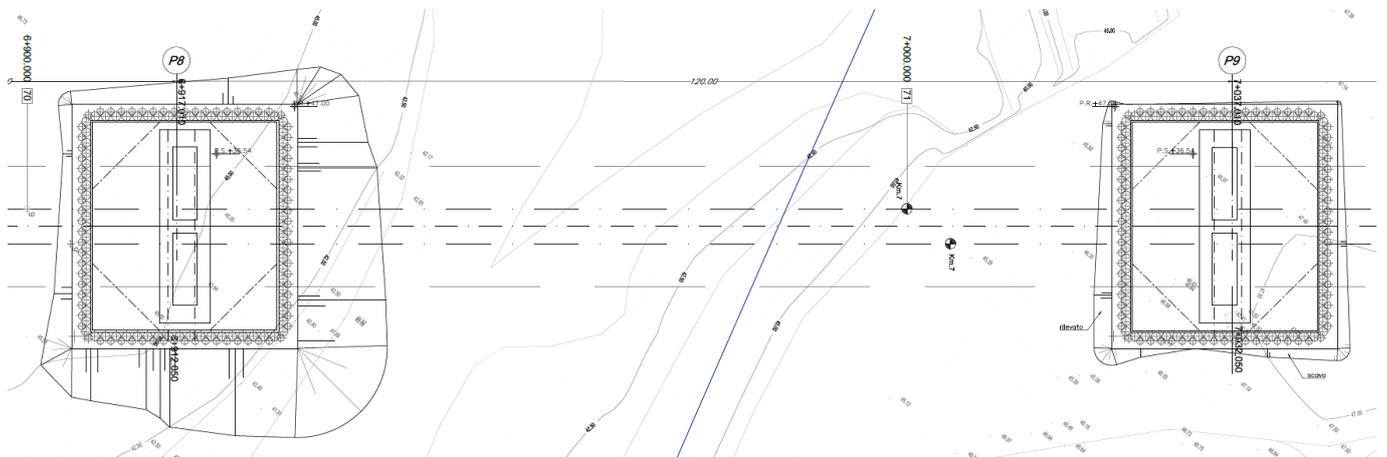
Figura 8: Plinti e opere provvisorie delle pile P1-P2-P3: a) progetto esecutivo; b) progetto definitivo

Le pile P8 e P9, analogamente alle precedenti, hanno plinti di fondazione circolari impostati alla quota del banco roccioso. Poiché le pile P8 e P9 sostengono l’impalcato ad arco di luce 120 m, i plinti di fondazione in corrispondenza di queste due pile hanno sezione maggiore. Più precisamente tali pile hanno diametro pari a 26.00 m e altezza pari a 5.00 m, in sostituzione dei plinti rettangolari di altezza pari a 4.00 m e dimensioni in pianta pari a 21.00x 23.80 previsti dal PD.

Anche in questo caso la realizzazione dei plinti ha richiesto lo scavo di pozzi circolari sostenuti da pali secanti ad elica Φ 920. Di seguito vengono confrontate le soluzioni del PD e del PE in corrispondenza delle pile P8 e P9:



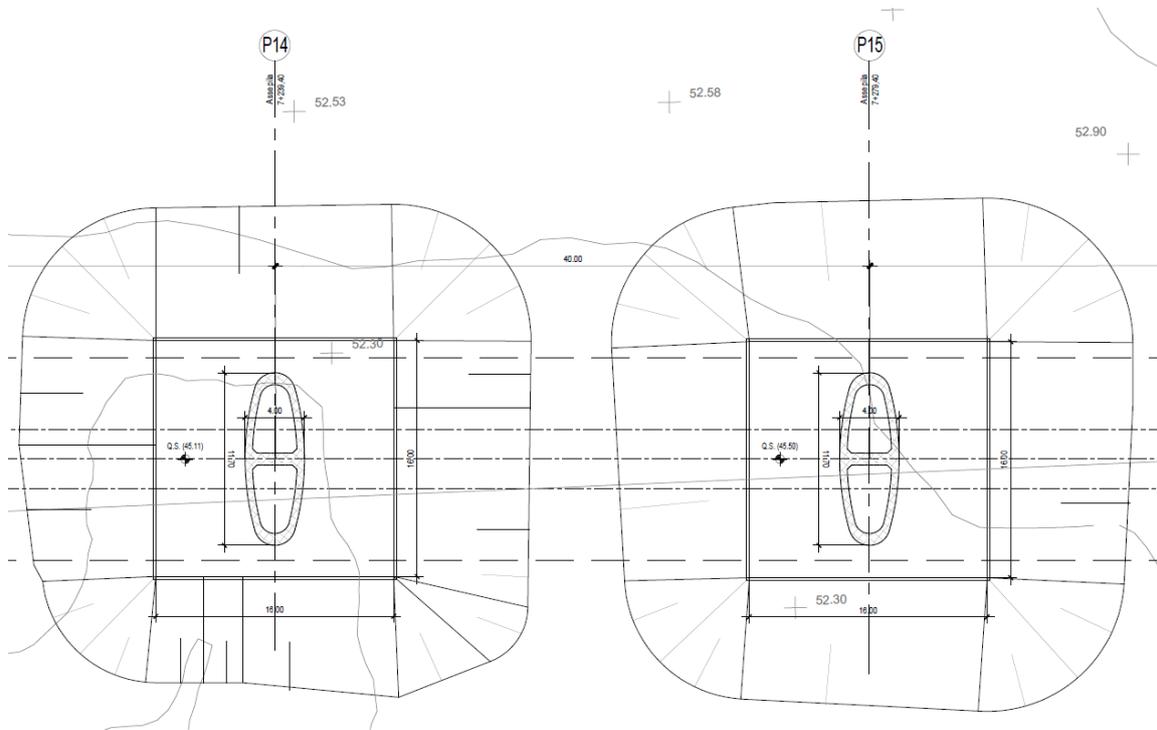
a)



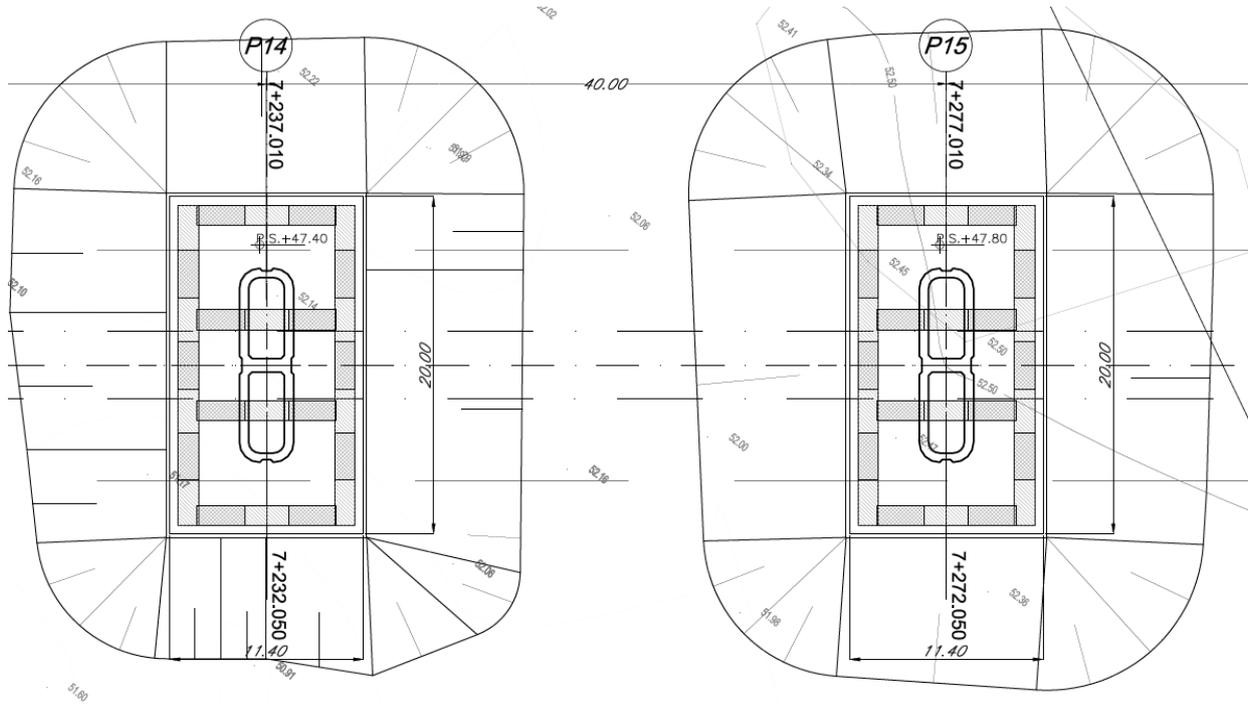
b)

Figura 9: Plinti e opere provvisorie delle pile P8 e P9: a) progetto esecutivo; b) progetto definitivo

Per le pile P13-P15, data la presenza dello strato roccioso a quota più superficiale, il PE ha previsto una fondazione quadrata diretta di dimensioni pari a 16x16 m e altezza pari a 3.00, realizzata mediante scavi non protetti. Tale tipologia di fondazione sostituisce i plinti rettangolari di altezza pari a 2.50 m, con diaframmi, previsti dal PD. Di seguito viene mostrato il confronto tra le soluzioni di PE e PD limitatamente alle pile P14 e P15:



a)



b)

Figura 10: Plinti e opere provvisionali delle pile P14 e P15: a) progetto esecutivo; b) progetto definitivo

Per quanto riguarda le pile P11 e P17, il PE ha previsto la sostituzione dei diaframmi con palificate costituite da 12 pali Φ 1500. L'adozione di una fondazione indiretta ha sostituito la realizzazione del pozzo e della relativa opera di protezione costituita da una paratia di pali Φ 600. Il plinto di fondazione mantiene la forma rettangolare prevista dal PD variandone leggermente le dimensioni pari a 12x16.50 nel PE a fronte di 11.40x20.00 previsti dal PD. La soluzione con pali, è stata motivata dagli approfondimenti di indagini eseguiti in fase esecutiva e la lunghezza dei pali ha tenuto conto della stratigrafia specifica in corrispondenza di tali pile. Di seguito viene mostrato il confronto tra il progetto definitivo e il progetto esecutivo in corrispondenza della pila 11.

Per quanto riguarda, invece, le pile P12 e P16, in presenza di incertezze relative alla profondità e allo spessore del substrato roccioso, per evitare il rischio di incorrere in problemi durante la perforazione di pali di grande diametro, si è preferito adottare, invece, una fondazione indiretta su micropali. Il plinto previsto in PE ha una dimensione pari a 12.00x14.40 ed è fondato su 99 micropali Φ 300.

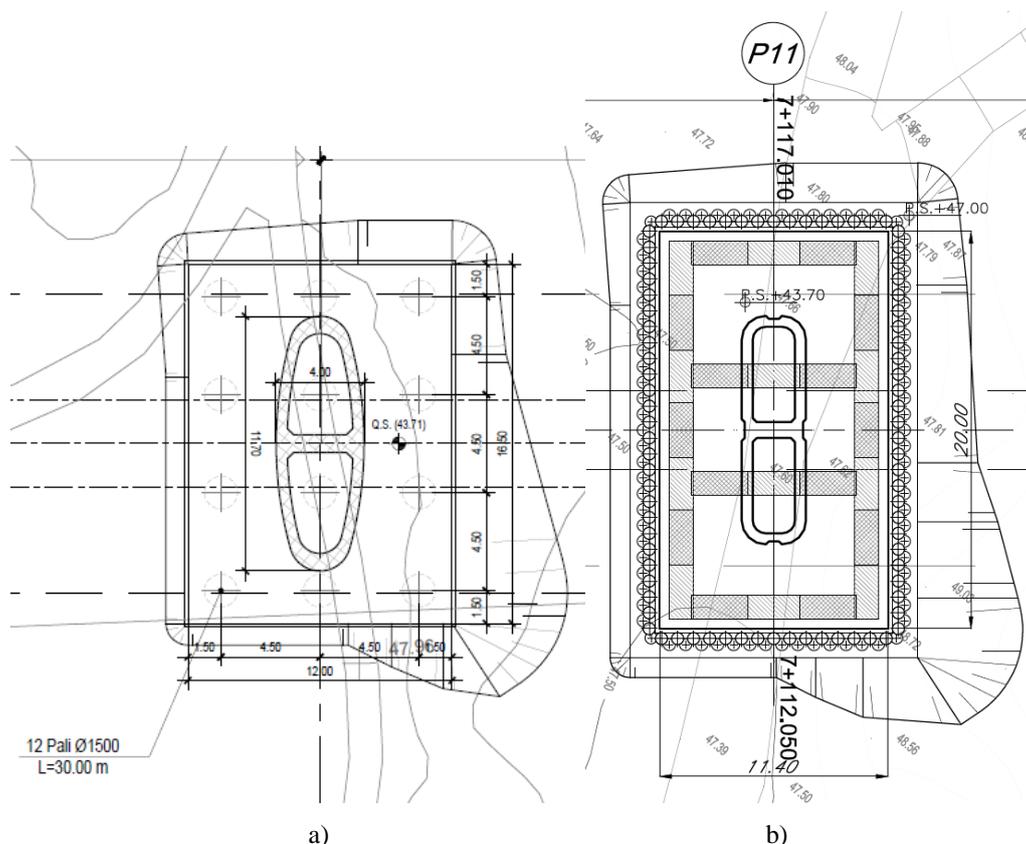


Figura 11: Plinti e opere provvisorie della pila P11: a) progetto esecutivo; b) progetto definitivo

Infine, dalla pila P18 alla pila P21, il PE ha confermato il sistema fondazionale previsto in fase di definitivo, costituito da fondazioni su pali.