

S.S. 42 "DEL TONALE E DELLA MENDOLA"
VARIANTE EST DI EDOLO

PROGETTO DEFINITIVO



CESI
Shaping a Better Energy Future
Mandante

TECHINT
Engineering & Construction
Mandataria

IGEAG
ENGINEERING S.p.A.
SERVIZI INTEGRATI DI INGEGNERIA
Mandante

VISTO: IL RESPONSABILE
DEL PROCEDIMENTO

RESPONSABILE
DELL'INTEGRAZIONE DELLE
PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

PROGETTISTA SPECIALISTA

IL COORDINATORE DELLA
SICUREZZA IN FASE DI
PROGETTAZIONE

Ing. Giancarlo LUONGO

Ing. Alessandro RODINO

Ing. Alessandro RODINO

Dott. Domenico TRIMBOLI

PONTE SUL FIUME OGLIO

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

CODICE PROGETTO

PROGETTO LIV. PROG. N. PROG.

COMI 21 D 1810

NOME FILE

T02VI01STRRE01_B

CODICE ELAB. T02VI01STRRE01

REVISIONE

B

SCALA:

-

C

B

A

REV.

REVISIONE A SEGUITO ISTRUTTORIA ANAS
E PER RICHIESTA MODIFICA TRACCIATO

EMISSIONE

DESCRIZIONE

Agosto 2021

Maggio 2021

DATA

M. Barale

M. Barale

REDATTO

E. Giraudò

E. Giraudò

VERIFICATO

A. Rodino

A. Rodino

APPROVATO

| INDICE | Pag. |
|-----------------------------------|-------------|
| 1. INTRODUZIONE | 1 |
| 2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO | 2 |
| 3. INQUADRAMENTO GENERALE | 4 |
| 4. OPERA IN PROGETTO | 5 |
| 5. SPALLA SINISTRA | 12 |
| 6. SPALLA DESTRA | 17 |

1. Introduzione

Il presente Progetto Definitivo viene redatto dal Raggruppamento Temporaneo d'Imprese (RTI) costituito tra la Società Mandataria Techint Compagnia Tecnica Internazionale S.p.A. e le Società Mandanti CESI S.p.A. – IGEAS Engineering S.r.l. nell'ambito dell'Accordo Quadro DG 27/17 "Lotto n.2: coordinamento territoriale ANAS 3 (Lombardia, Piemonte, Valle d'Aosta, Liguria) – Codice CIG:72686041C6 e del relativo Contratto Attuativo riguardante la redazione della Progettazione Definitiva ed Esecutiva dei "Lavori di Ammodernamento della SS. 42 del Tonale e della Mendola. Variante est di Edolo – LOTTO II".

L'intervento in oggetto è stato incluso fra le opere infrastrutturali connesse e di contesto, con finanziamenti già completamente disponibili per la loro realizzazione, dal Decreto-legge 7 dicembre 2020, pubblicato in GURI Serie Generale n.26 del 1 febbraio 2021 (c.d. Decreto Olimpiadi Milano-Cortina 2026), dal titolo "Identificazione delle opere infrastrutturali da realizzare al fine di garantire la sostenibilità delle Olimpiadi invernali Milano-Cortina 2026".

La precedente fase progettuale, avente come oggetto la redazione dello Studio di Prefattibilità Ambientale ed il Progetto Preliminare dei "Lavori di adeguamento in sede del tratto Berzo Demo – Edolo della S.S. 42 "del Tonale e della Mendola" e per la costruzione della variante est di Edolo con collegamento in lato sud sulla S.S. 39 del Passo dell'Aprica", è stata redatta da altro RTI su incarico della Provincia di Brescia.

Il progetto dell'infrastruttura è stato eseguito del completo rispetto del quadro normativo attuale di riferimento ed è stato basato sui nuovi rilievi topografici di dettaglio e su una nuova campagna di indagini geognostiche che ha permesso di sviluppare il modello geologico e geotecnico di riferimento.

Nella presente Relazione Tecnico illustrativa si riferisce al Ponte sul Fiume Oglio previsto nel tratto terminale della Variante stradale in progetto.

2. Normative di riferimento

Il quadro normativo principale di riferimento per la progettazione stradale e per il progetto delle strutture è il seguente:

- D.M. 05/11/01 n. 6792 – “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”;
- D.M. 22/04/04 – Modifica del decreto 5 novembre 2001 n. 6792 recante “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”;
- D.Lgs. 30/04/92 n. 285 e successive modificazioni - “Nuovo codice della strada”;
- Regolamento di Regione Lombardia 24/4/2006 n. 7 – “Norme tecniche per la costruzione delle strade”;
- D.G.R. 27/09/2006 n. 8/3219 della Regione Lombardia – “Elementi tecnici puntuali inerenti ai criteri per la determinazione delle caratteristiche funzionali e geometriche per la costruzione dei nuovi tronchi viari e per l’ammodernamento ed il potenziamento dei tronchi viari esistenti ex art.4, r.r. 24/04/2006, n.7”;
- D.M. n. 223 del 18.02.1992 e ss.mm.ii. (D.M. 03.06.1998, D.M. 11.06.1999 e D.M. 21.06.2004) “Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l’omologazione e l’impiego delle barriere stradali di sicurezza”.
- Regolamento (UE) n. 305/2011 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 9/03/2011 "Condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione";
- Legge 5 novembre 1971, n. 1086 - Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato normale e precompresso ed a struttura metallica;
- Legge 5 novembre 1971, n. 1086 "Norme tecniche per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica";
- Legge 2 febbraio 1974, n. 64 "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche";
- D.M. Infrastrutture Trasporti 17 gennaio 2018 "Aggiornamento delle «Norme Tecniche per le Costruzioni»";
- Circ. Min. Infrastr. Trasp. 21 gennaio 2019, n. 7 "Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al D.M. 17/01/2018";
- Regolamento (UE) n. 305/2011 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 9/03/2011 "Condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione";
- UNI EN 1991-1-3:2008 "Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture – Parte 1-3: Azioni in generale – Carichi da neve";

- UNI EN 1991-1-4:2005 "Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture – Parte 1-4: Azioni in generale – Azioni del vento";
- UNI EN 1992-1-1:2005 "Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici";
- UNI EN 1993-2:2007 "Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio – Ponti di acciaio";
- UNI EN 1994-2:2008 "Eurocodice 4 - Progettazione delle strutture composte acciaio - cls – Regole generali e regole per i ponti";
- UNI EN 1998-1:2005 "Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici";
- CNR DT 207/2008 "Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni";
- CNR UNI 10011/1997 "Costruzioni di acciaio: istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione";
- CNR UNI 10016/2000 "Strutture composte di acciaio e calcestruzzo – Istruzioni per l'impiego nelle costruzioni".

3. Inquadramento Generale

Il nuovo ponte in progetto è ubicato a monte dell'abitato di Edolo e consente alla nuova variante stradale in progetto di scavalcare il letto del Fiume Oglio per connettersi, tramite una intersezione in rotatoria, all'attuale sede stradale della SS n. 42 "del Tonale e della Mendola".



Figura 1 – Ponte sul Fiume Oglio – Ubicazione

Per l'opera in oggetto si definiscono i seguenti parametri di classificazione:

- Latitudine: 46.1877
- Longitudine: 10.3404
- Elevazione: 750 m s.l.m.
- Zona sismica: 3 (Ai sensi della DGR 11/07/2014 n. X/2129);

- Tipo di costruzione: 2 (costruzioni con livelli di prestazione ordinari);
- Vita nominale: $V_N \geq 50$ anni
- Classe d'uso: IV
- Coefficiente d'uso: $C_u = 2,0$
- Periodo di riferimento per le azioni sismiche: $V_R = V_N \cdot C_u = 100$ anni

4. Opera in progetto

Per la tipologia del ponte sul Fiume Oglio è stata mantenuta quella prevista dal progetto preliminare ad “arco a spinta eliminata”.

Il ponte in progetto è costituito da una campata unica, ad asse rettilineo, in semplice appoggio avente luce di calcolo (distanza tra gli appoggi) pari a 60.00 m.

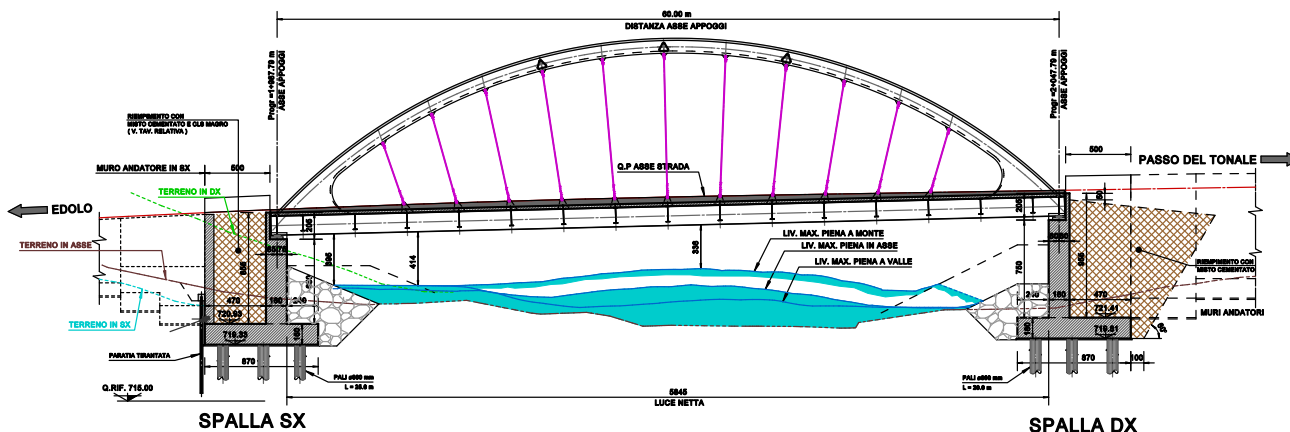


Figura 2 –Sezione longitudinale in asse

La sezione trasversale tipo presenta una larghezza complessiva di 19.50 m, di cui 10.50 m di carreggiata utile e due marciapiedi laterali di larghezza 4.50 m ciascuno, all'interno dei quali trovano alloggio le predisposizioni per il passaggio dei servizi a rete.

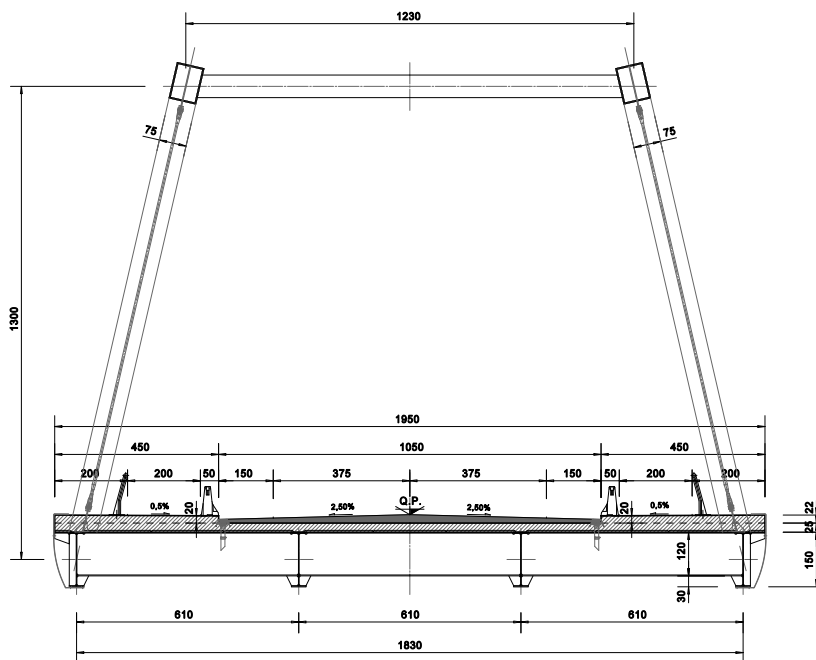


Figura 3 –Sezione Trasversale

L'impalcato è formato da una struttura metallica costituita da un graticcio di travi longitudinali e trasversali in acciaio, e getto al di sopra di questi di una soletta in c.a. connessa mediante pioli tipo "Nelson" saldati alle piattabande superiori delle travi e dei trasversali.

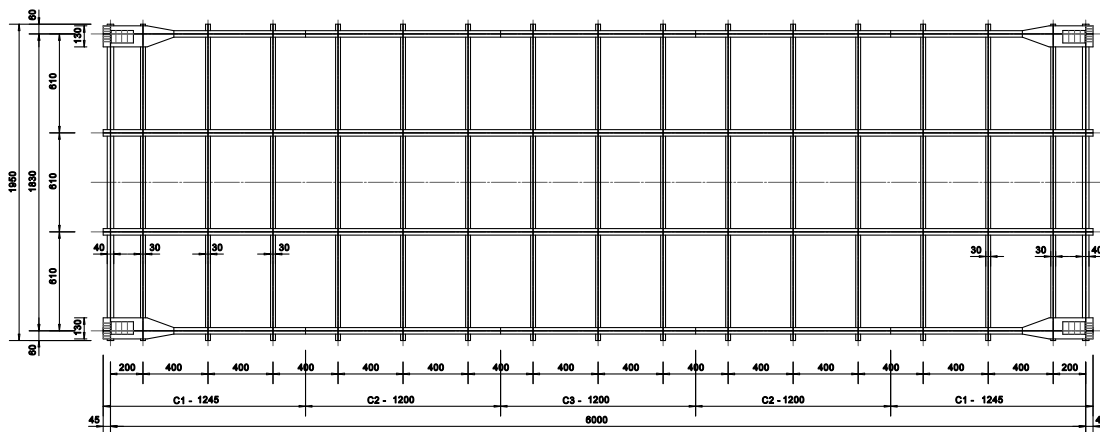


Figura 4 – Pianta strutture impalcato

Alle piattabande inferiori delle travi in acciaio sono collegati controventi così da costituire, insieme alle travi ed alla soletta, un "cassoncino torsiorigido".

La soletta dell'impalcato, dello spessore complessivo di 25 cm, sarà realizzata mediante la posa di predalles prefabbricate tralicciate, dello spessore di 5 cm, da utilizzare come cassero a perdere, e da un getto integrativo in opera di 20 cm.

La tipologia strutturale è quella di un ponte di tipo "arco a spinta eliminata"; l'impalcato è sorretto mediante tiranti ("pendini") di sospensione a due archi superiori in acciaio ad andamento circolare.

Tali archi saranno connessi alla base alle travi longitudinali laterali che consentiranno, fungendo da tiranti, di assorbire le spinte degli archi con conseguente annullamento delle spinte sulle spalle.

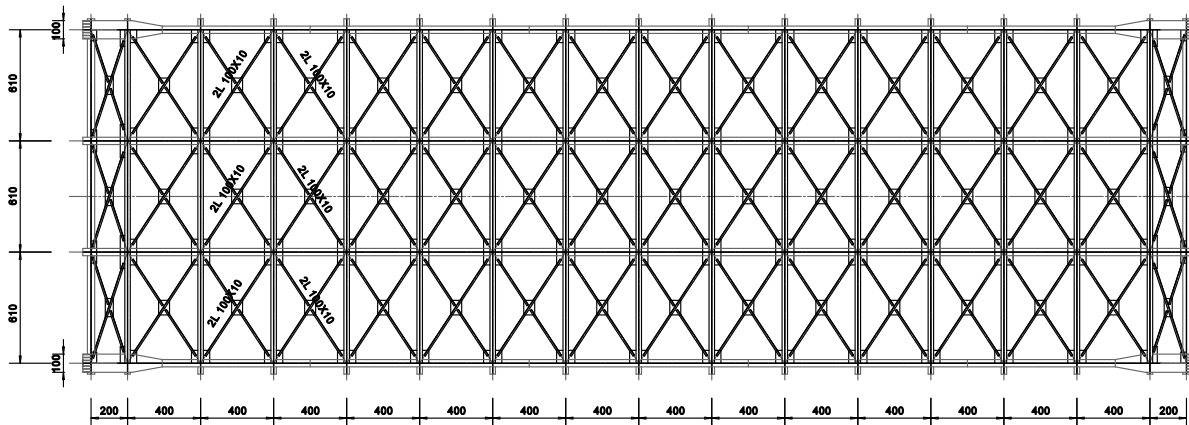


Figura 5 – Pianta controventature inferiori

Gli appoggi dell'impalcato saranno realizzati mediante adeguati apparecchi di appoggio, disposti su "baggioli" ricavati sull'elevazione delle spalle.
 Lo schema di vincolo dell'impalcato prevede la collocazione del vincolo fisso sulla spalla SX e di quello mobile sulla spalla DX.

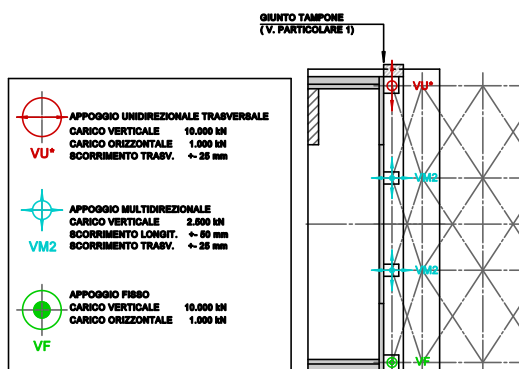


Figura 6 – Schema appoggi su Spalla Sx
 Vincolo fisso

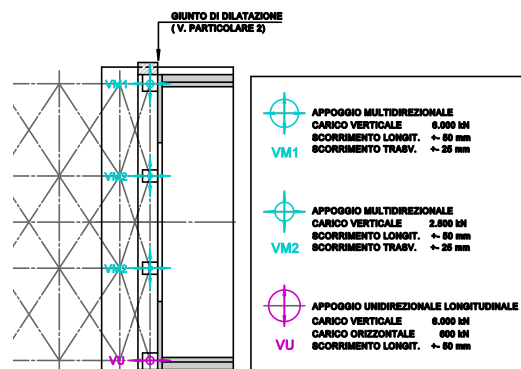


Figura 7 – Schema appoggi su Spalla Dx
 Vincolo mobile

Sulla spalla SX sono pertanto previsti apparecchi di appoggio di tipo "fisso" e di tipo "unidirezionale trasversale" così da impedire eventuali scorrimenti longitudinali mentre, sulla spalla DX sono previsti apparecchi di appoggio di tipo "unidirezionale longitudinale" e di tipo "multidirezionale" che consentano gli scorrimenti longitudinali per effetto delle variazioni termiche e delle azioni indotte dai carichi stradali.

Sulle testate della soletta di impalcato saranno disposti opportuni "giunti" per la connessione tra la soletta e il paraghiaia delle spalle.

In particolare, sulla spalla SX, ove é presente il vincolo fisso e quindi i movimenti relativi tra la soletta e il paraghiaia sono minimi, si prevede l'inserimento di un giunto "tampone" posto sotto pavimentazione stradale mentre, sulla spalla DX sarà ubicato il giunto di "dilatazione" tale da consentire l'assorbimento degli scorrimenti.

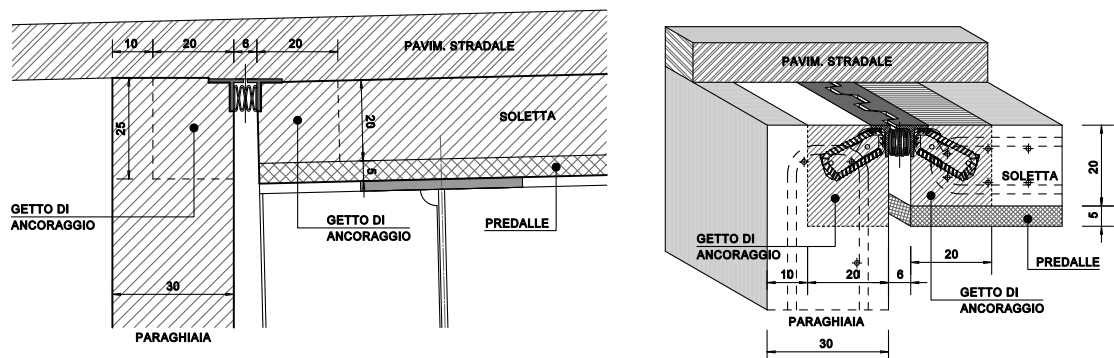


Figura 8 – Particolare giunto tampone su spalla SX

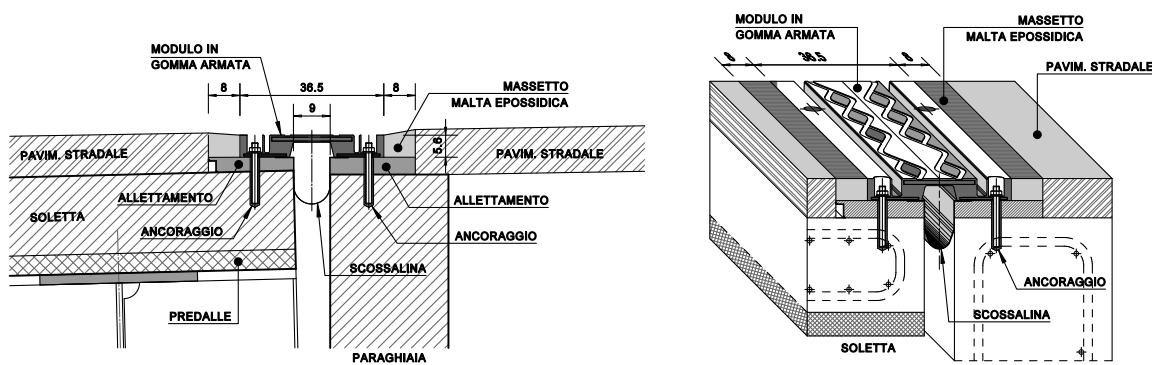


Figura 9 – Particolare giunto di dilatazione su spalla DX

Codice di calcolo utilizzato

I calcoli sono eseguiti mediante il seguente codice di calcolo:

- Codice: MIDAS Gen
- Versione 2021 (v1.1)
- N. di Serie U001-01641
- Licenza n. D2E4FCD9227E74C5
- Produttore Midas IT Co., Ltd – Corea del Sud (<http://en.midasuser.com/>)
- Distributore HarpaCeas S.r.l. – Milano (www.harpaceas.it)

MIDAS GEN è un software di calcolo agli elementi finiti del tutto generalizzato che consente di analizzare strutture di qualsiasi genere, sia in campo statico che dinamico.

L'affidabilità del codice di calcolo é garantita dall'esistenza di un'ampia documentazione di supporto. L'interattività specifica del software per l'introduzione di dati permette la visualizzazione ed il controllo immediato degli elementi introdotti. È possibile inoltre ottenere rappresentazioni grafiche di deformate e sollecitazioni della struttura.

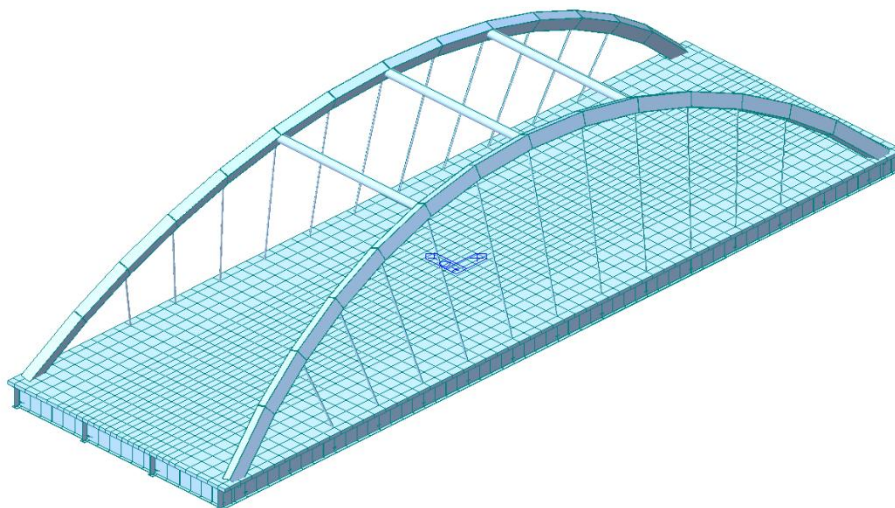


Figura 10 – Modello di Calcolo 3D

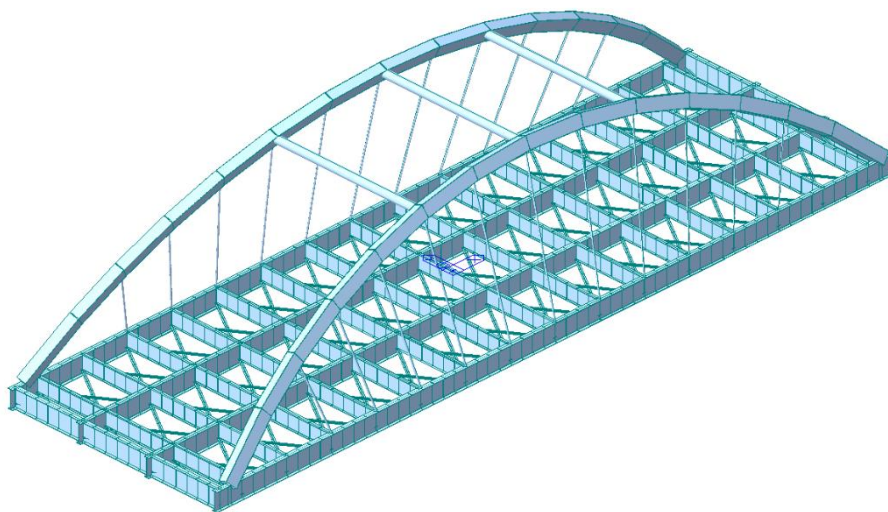


Figura 11 – Modello di Calcolo - Vista strutture metalliche impalcato

Nel seguito si riportano alcune immagini dell'opera.

Per maggiori dettagli in merito si rimanda alla visione degli elaborati grafici di progetto.

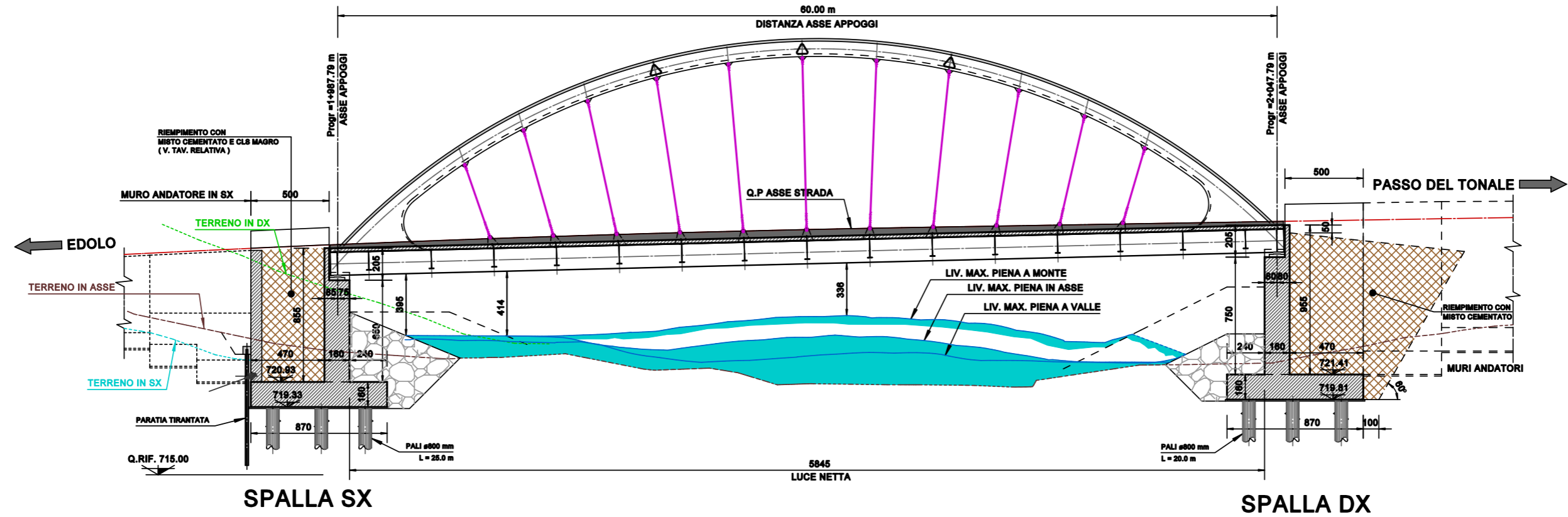


Figura 12 - Sezione longitudinale in asse

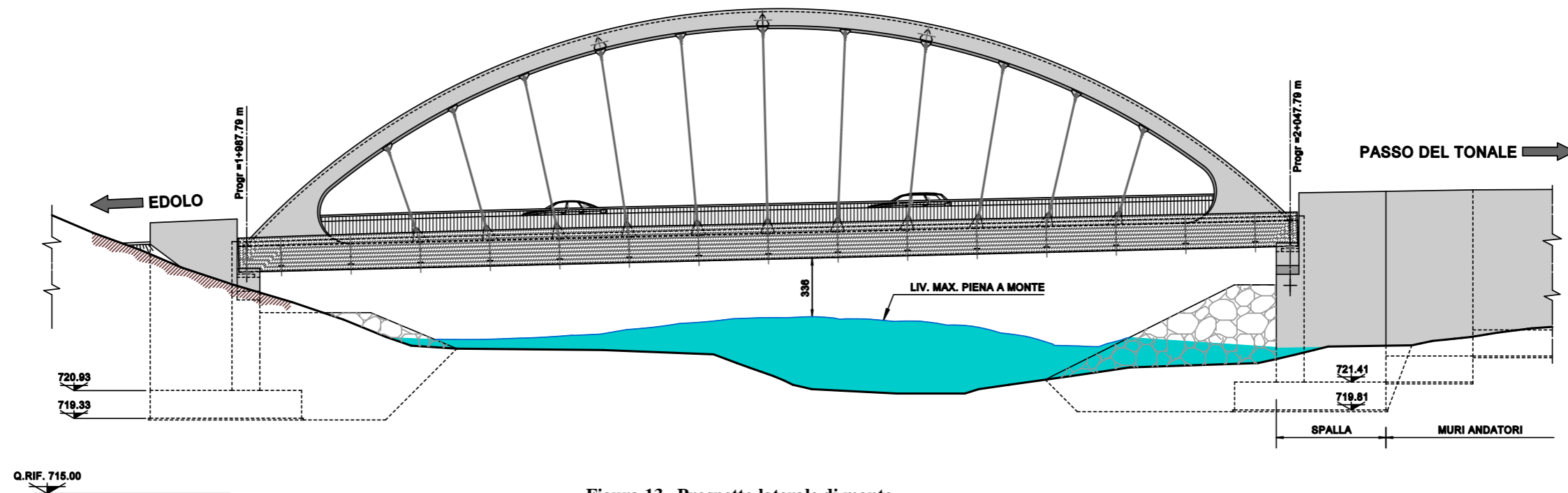


Figura 13 - Prospetto laterale di monte

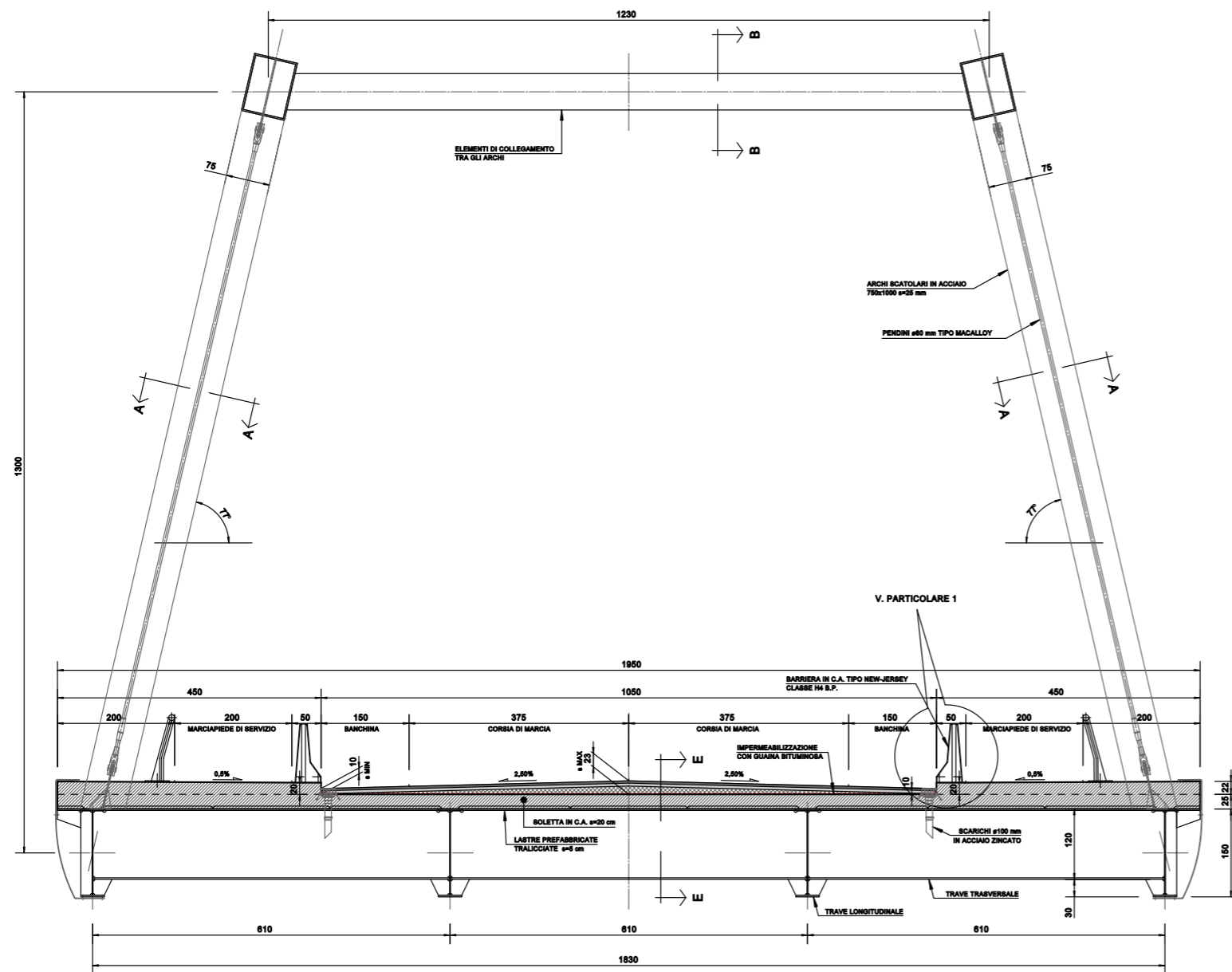


Figura 14 – Sezione trasversale in asse

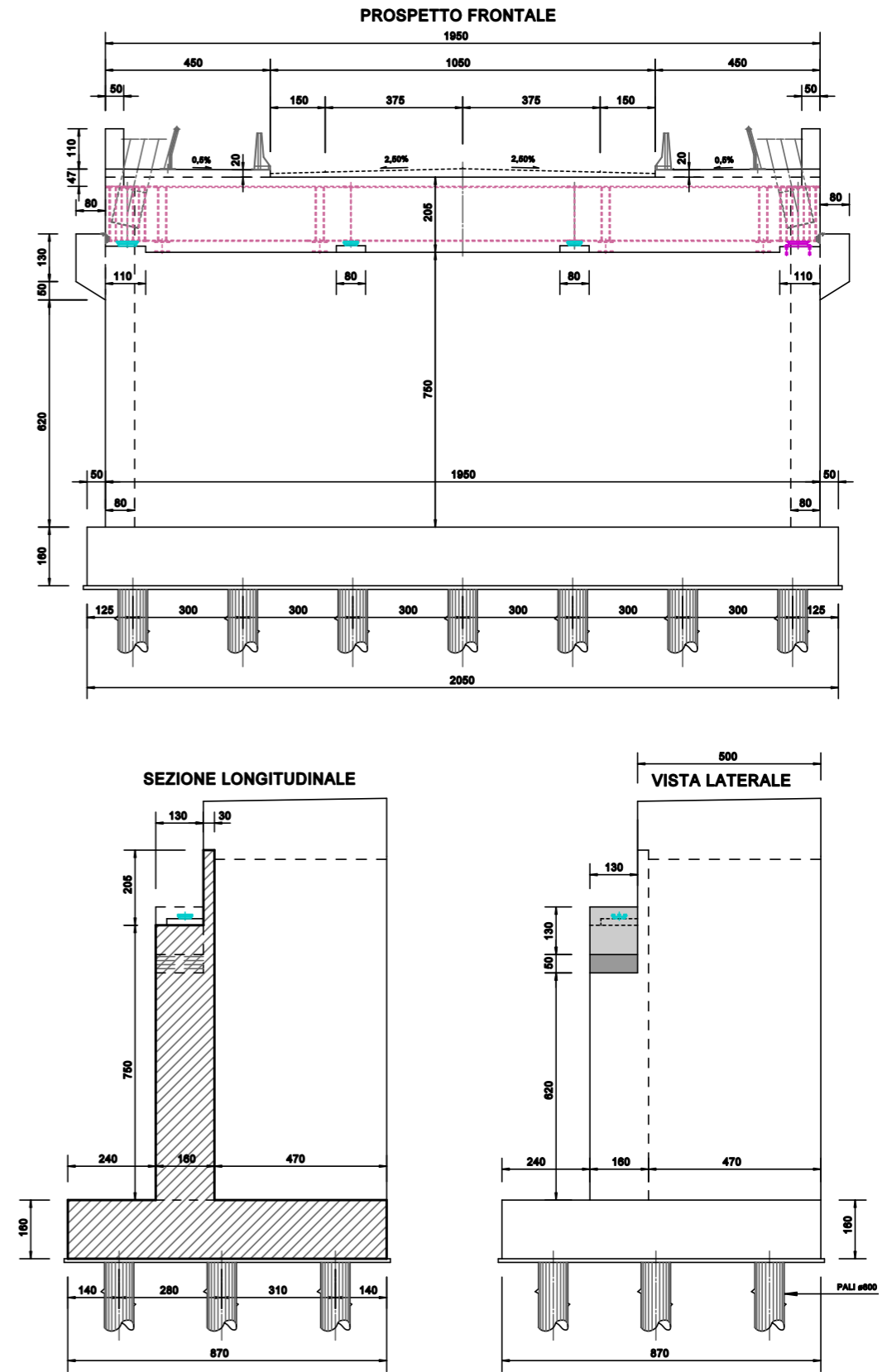


Figura 15 – Carpenteria spalla tipo

5. Spalla Sinistra

Per il sostegno delle pareti di scavo si prevede la realizzazione di una paratia tipo "berlinese" costituita da micropali $\varnothing 220$ mm posti ad interasse 33,33 cm ed armati con profilati tubolari metallici $\varnothing 127.0$ mm s=10 mm.

I micropali in oggetto saranno realizzati mediante perforazioni a rotazione o rotopercolazione. Durante le operazioni di perforazione potrà eventualmente essere impiegato un rivestimento metallico provvisorio per consentire il sostegno delle pareti di scavo qualora necessario. A perforazione ultimata sarà posata all'interno l'armatura e sarà effettuata l'iniezione della miscela cementizia a bassa pressione fino a rifluimento in superficie.

La stabilità della paratia è ottenuta ponendo in opera, durante le varie fasi di scavo, tiranti attivi a trefoli disposti ad interasse di 2.40 m, su 3 livelli sovrapposti, mediante la posa di travi di ripartizione costituite da 2 UPN 220 mm.

La spalla oggetto della presente relazione presenta una fondazione delle dimensioni in pianta di 20.50 m x 8.70 m e spessore pari a 1.60 m.

L'elevazione, dello spessore di 1.60 m, è pari a 6.50 m.

Su di essa trovano collocazione gli apparecchi di appoggio dell'impalcato che saranno posti su specifici baggioli in c.a..

Gli apparecchi di appoggio previsti sono tali da realizzare il vincolo fisso della soletta di impalcato nei confronti degli scorrimenti longitudinali e trasversali.

L'altezza complessiva della spalla, compresa la fondazione ed il parapagliaia, è pari a circa 10.35 m.

Le pareti laterali presentano spessore pari a 0.80 m nella parte inferiore e pari a 0.50 m nella parte superiore relativa al parapetto.

A tergo della elevazione, nell'ambito del rilevato stradale, è previsto un riempimento in misto cementato che consente di realizzare una variazione graduale di rigidità del fondo stradale nel passaggio da questo, più deformabile, alla soletta di impalcato.

Per eventuali maggiori dettagli in merito all'ubicazione delle opere ed alle relative caratteristiche geometriche si rimanda alla visione degli elaborati grafici di progetto.

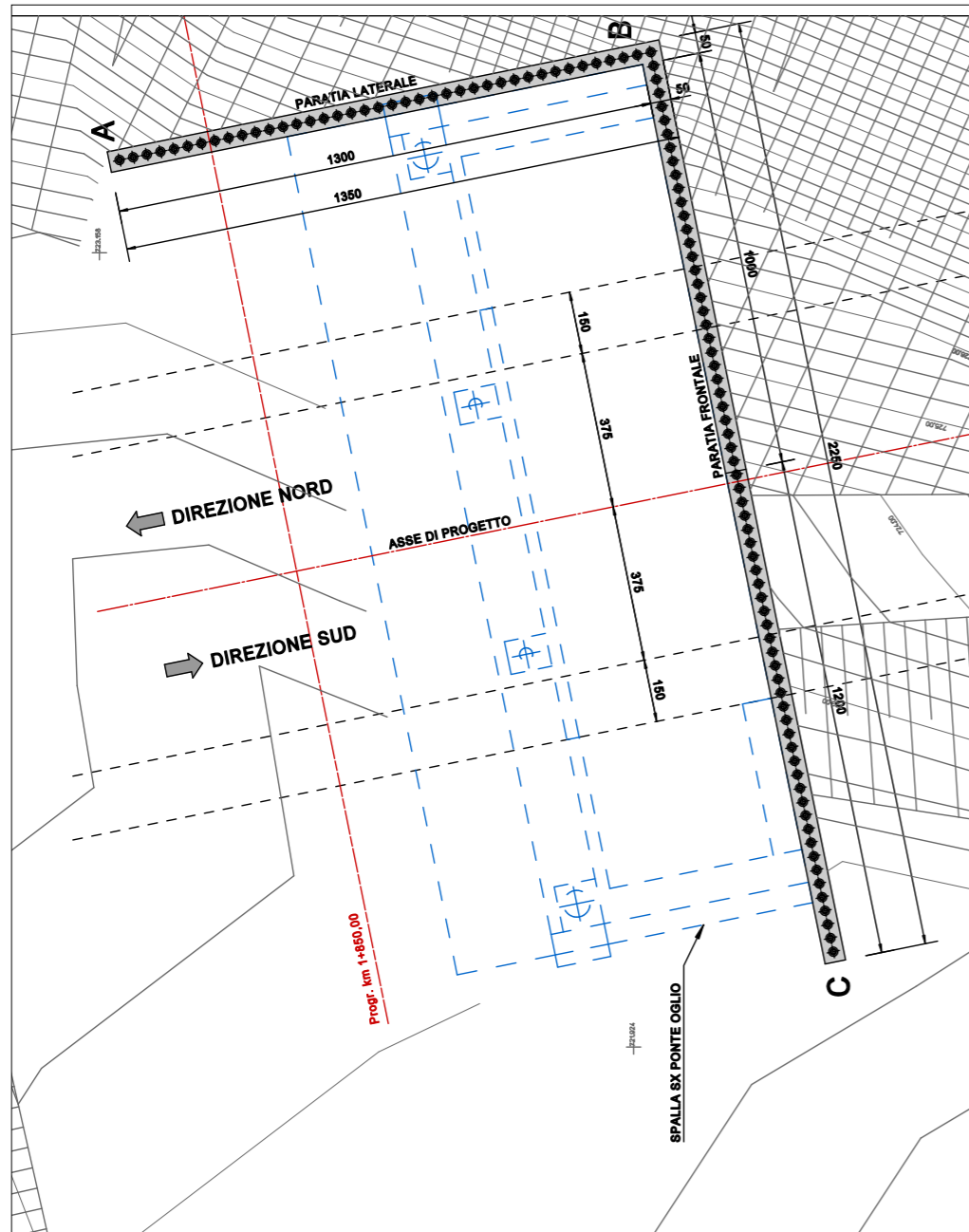


Figura 17 - Paratia spalla SX - Stralcio planimetrico

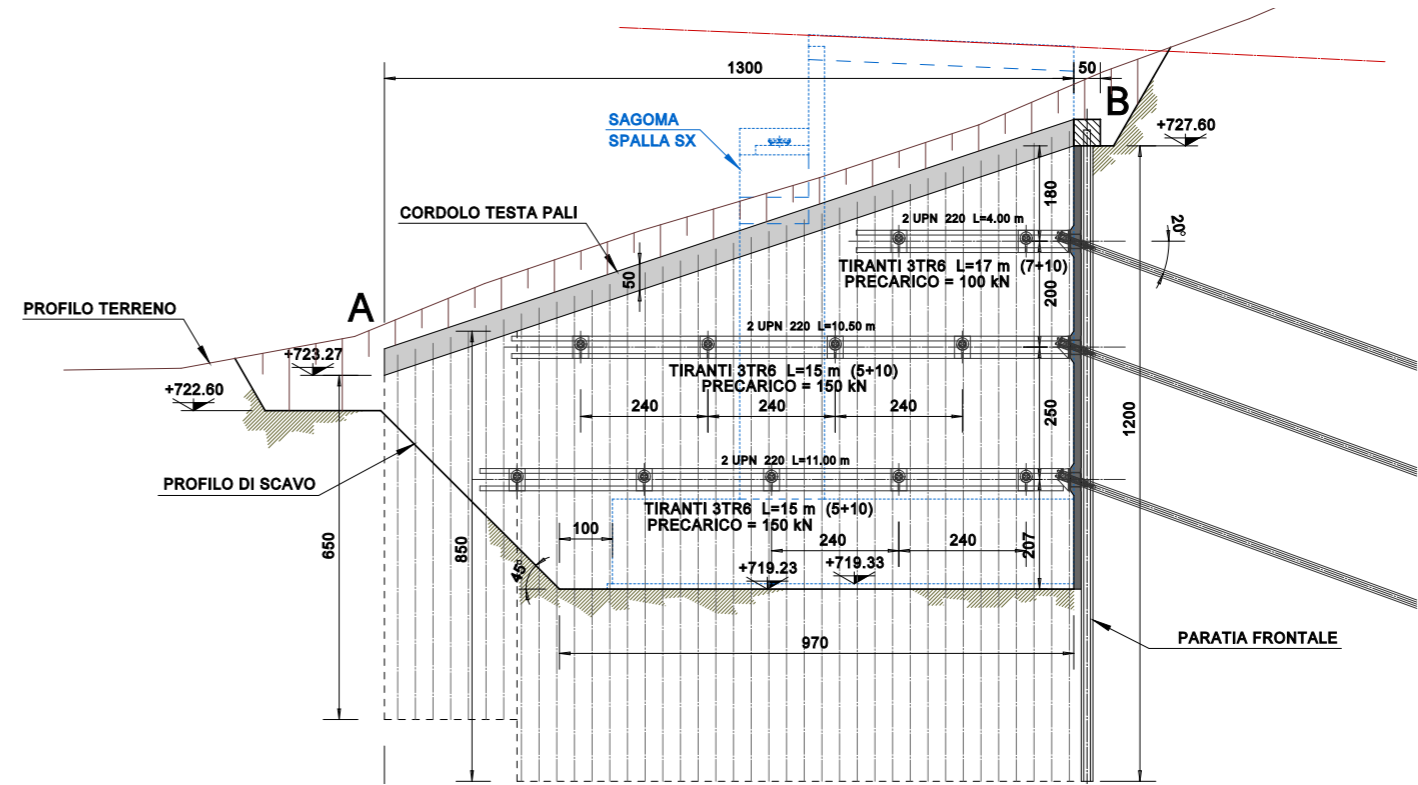


Figura 16 - Paratia Spalla SX - Prospetto longitudinale

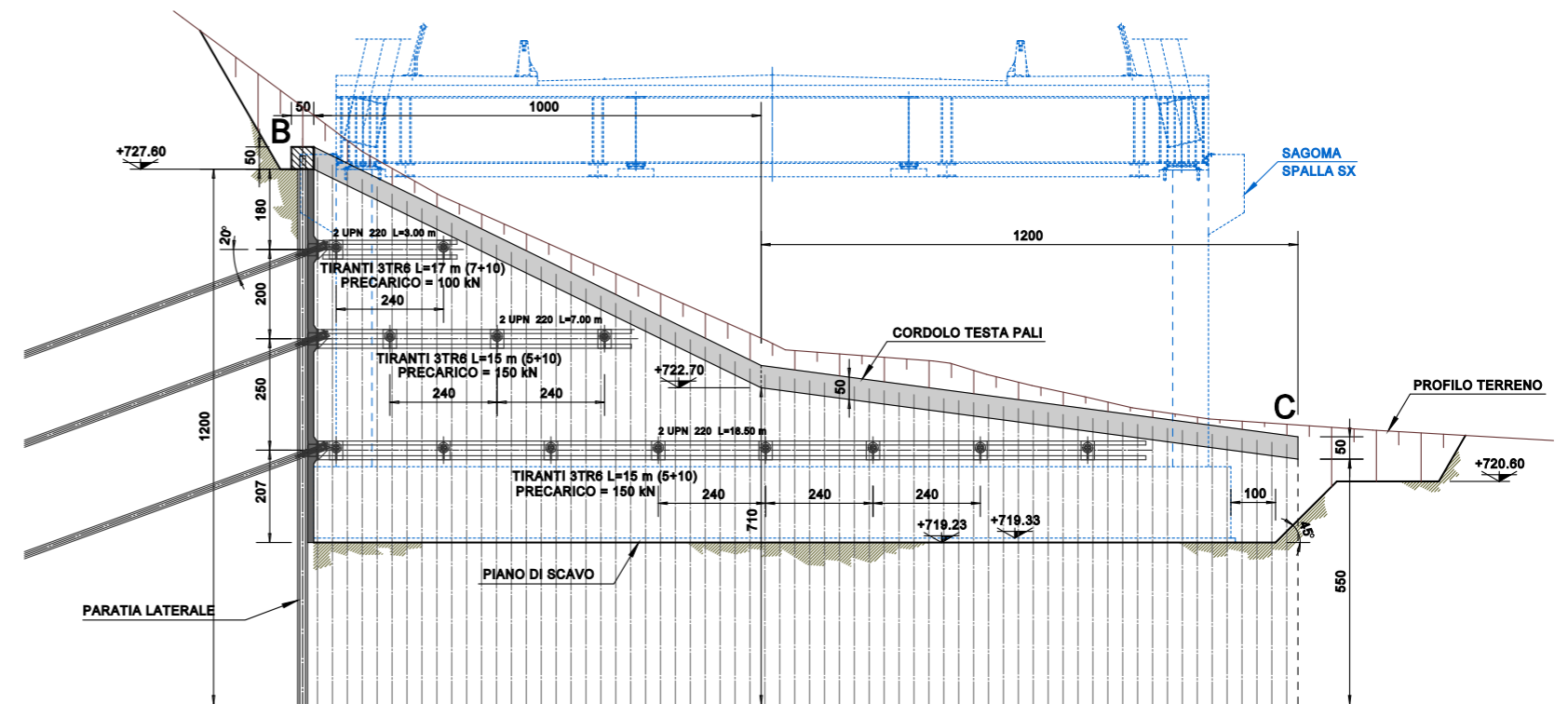


Figura 18 - Paratia spalla SX - Prospetto trasversale

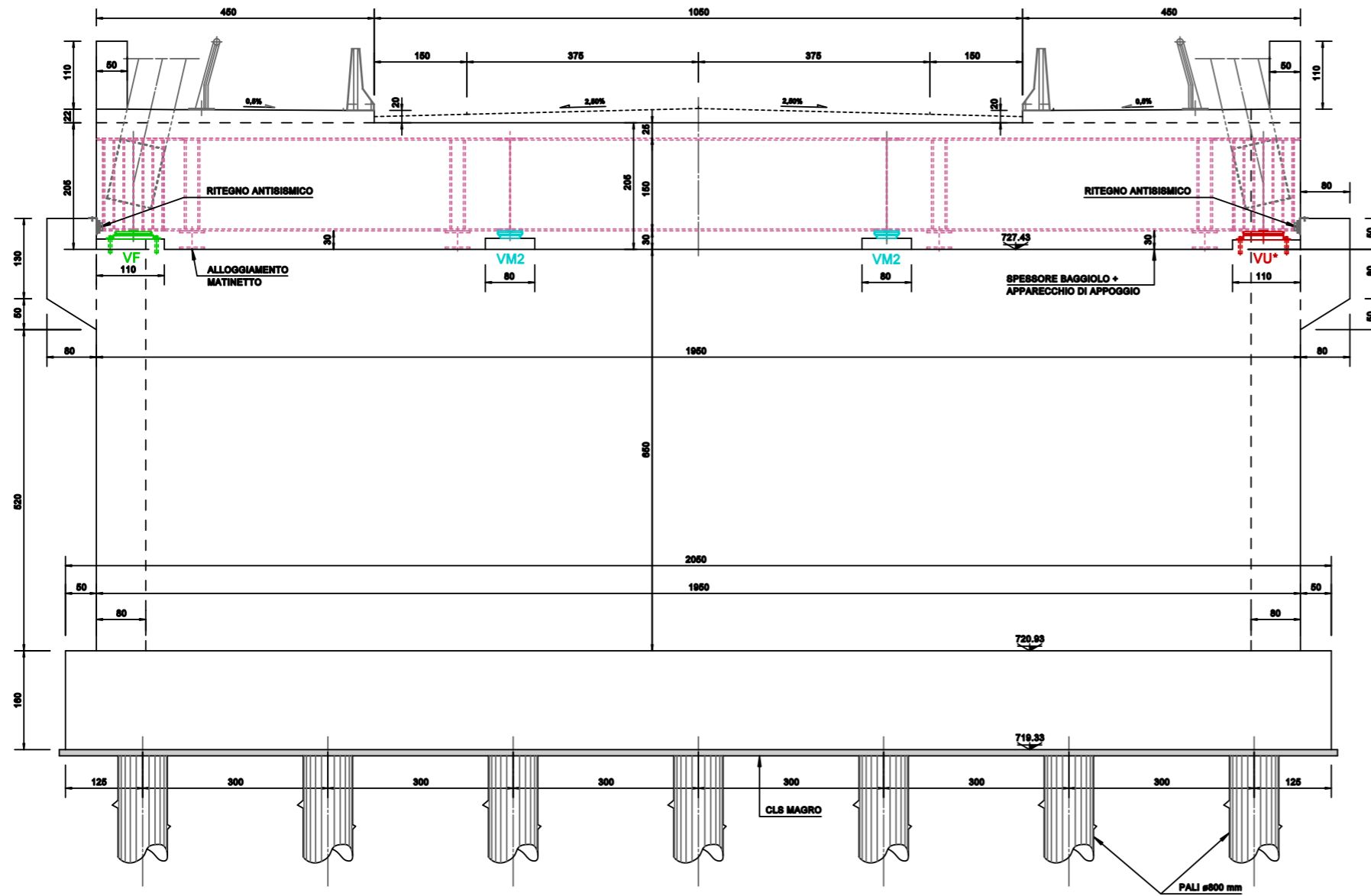


Figura 19 – Spalla Sx – Vista frontale

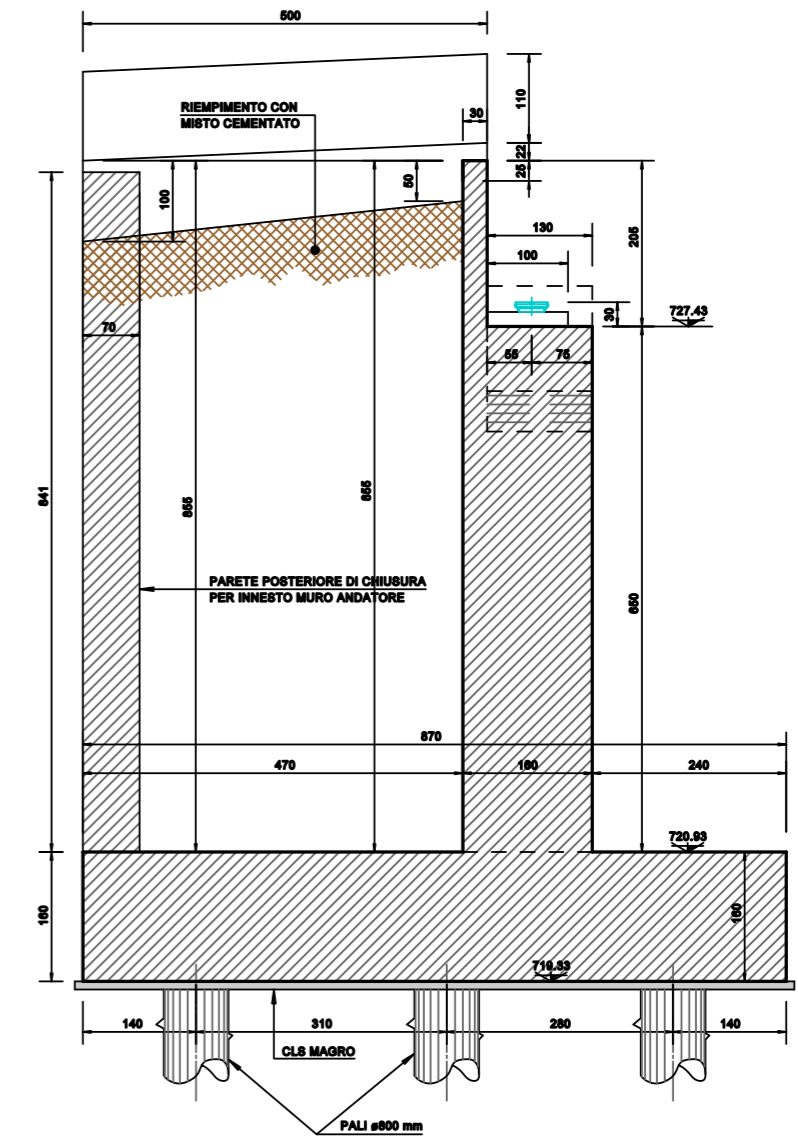


Figura 20 – Spalla Sx – Sezione

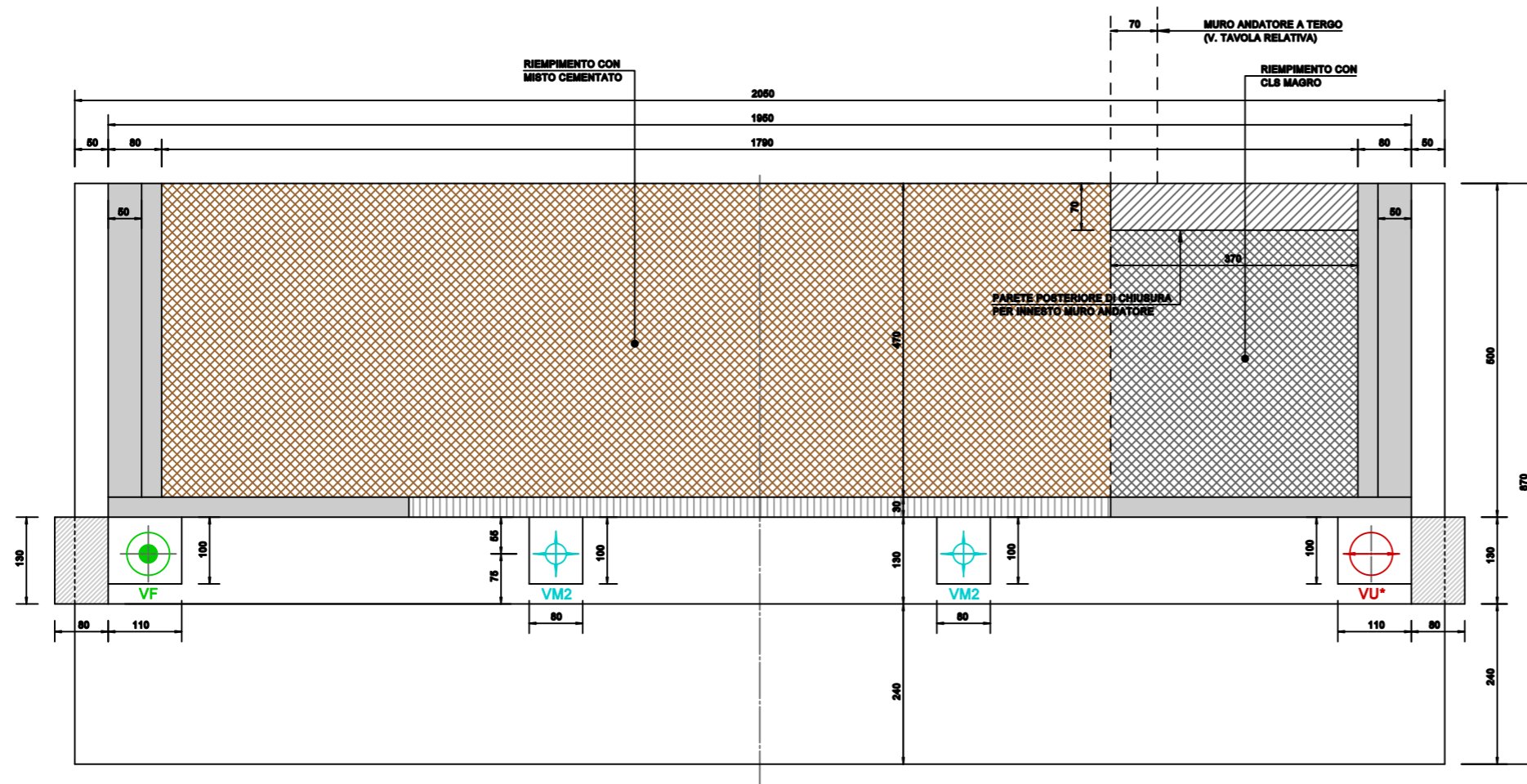


Figura 22 – Spalla Sx – Pianta

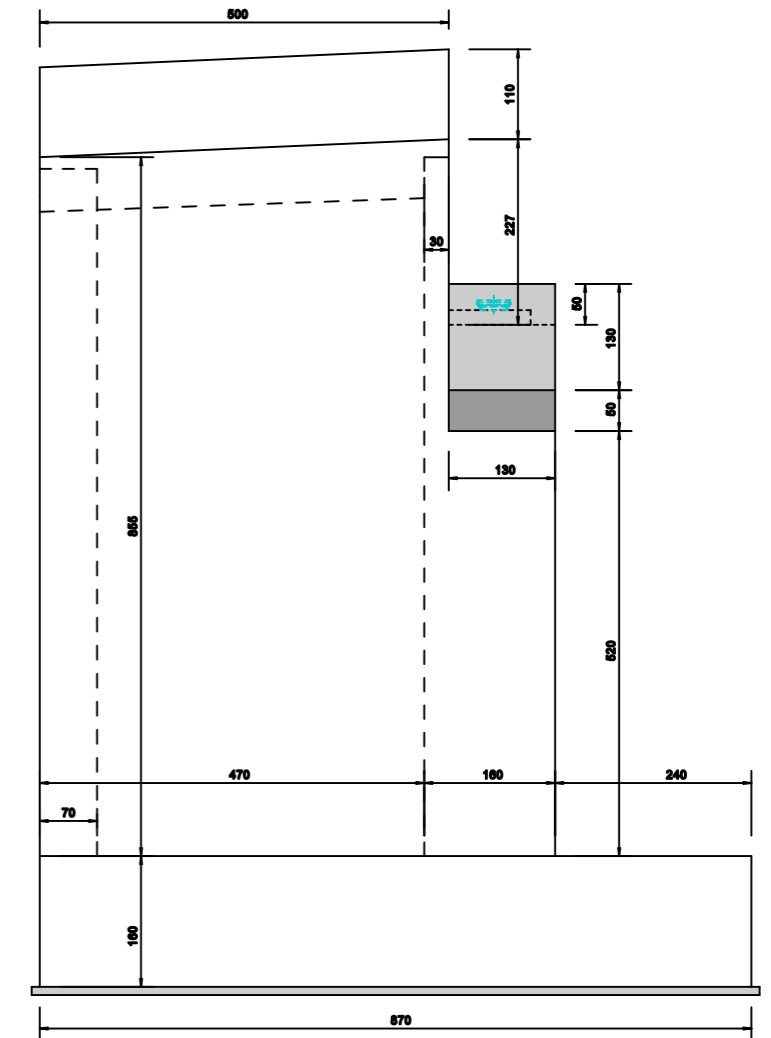


Figura 21 – Spalla Sx – Vista laterale

La fondazione della spalla é prevista di tipo "indiretto" su pali di fondazione.
 Si prevede la realizzazione di n. 20 pali in c.a. $\varnothing 800$ mm della lunghezza di 25.00 m, tali da raggiungere il substrato roccioso.

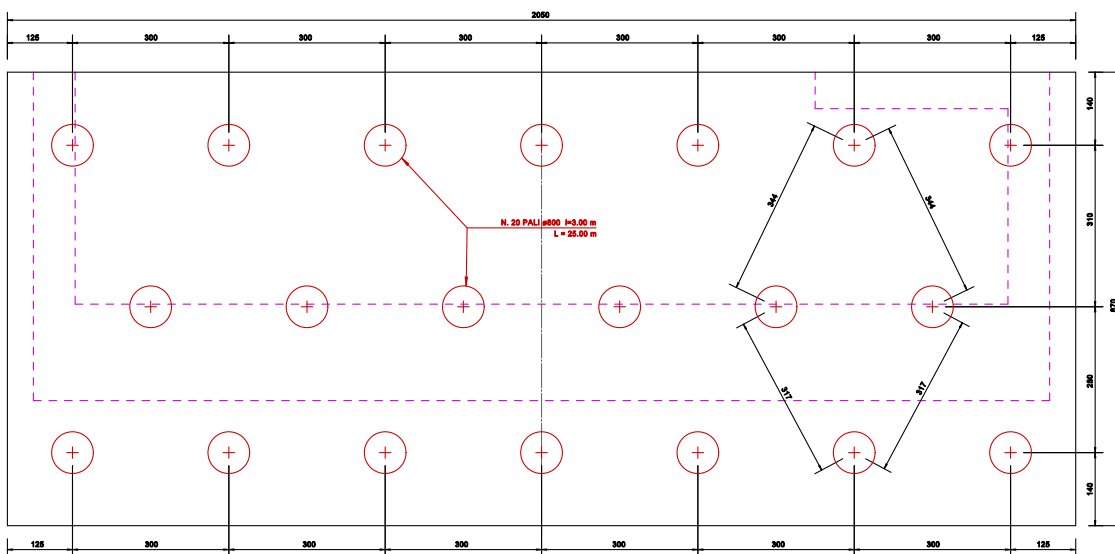


Figura 23 – Spalla Sx – Pianta distribuzione dei pali di fondazione

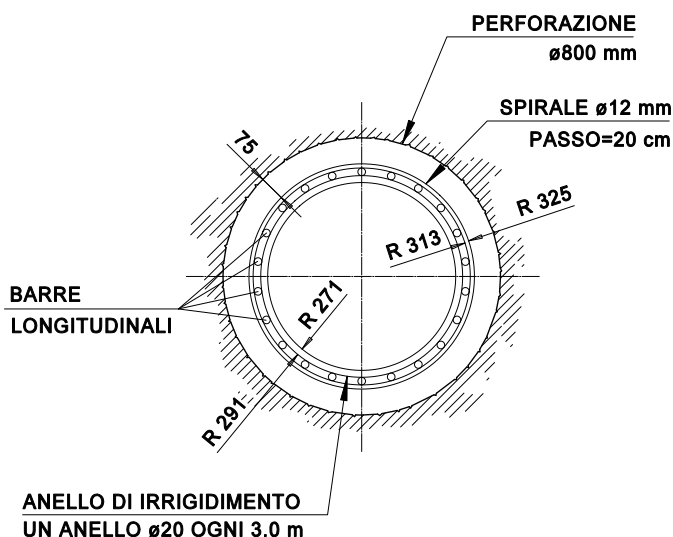


Figura 24 – Spalla Sx – Sezione pali di fondazione

6. Spalla Destra

La spalla oggetto della presente relazione presenta una fondazione delle dimensioni in pianta di 20.50 m x 8.70 m e spessore pari a 1.60 m.

L'elevazione, dello spessore di 1.60 m, è pari a 7.50 m.

Su di essa trovano collocazione gli apparecchi di appoggio dell'impalcato che saranno posti su specifici baggioli in c.a..

Gli apparecchi di appoggio previsti sono tali da realizzare il vincolo mobile della soletta di impalcato nei confronti degli scorrimenti longitudinali e trasversali.

L'altezza complessiva della spalla, compresa la fondazione ed il parapetito, è pari a circa 11.35 m.

Le pareti laterali presentano spessore pari a 0.80 m nella parte inferiore e pari a 0.50 m nella parte superiore relativa al parapetito.

A tergo della elevazione, nell'ambito del rilevato stradale, è previsto un riempimento in misto cementato che consente di realizzare una variazione graduale di rigidità del fondo stradale nel passaggio da questo, più deformabile, alla soletta di impalcato.

Analogamente alla Spalla sinistra la fondazione della spalla è prevista di tipo "indiretto" su pali di fondazione.

Si prevede la realizzazione di n. 20 pali in c.a. $\varnothing 800$ mm della lunghezza di 20.00 m, tali da raggiungere il substrato roccioso.

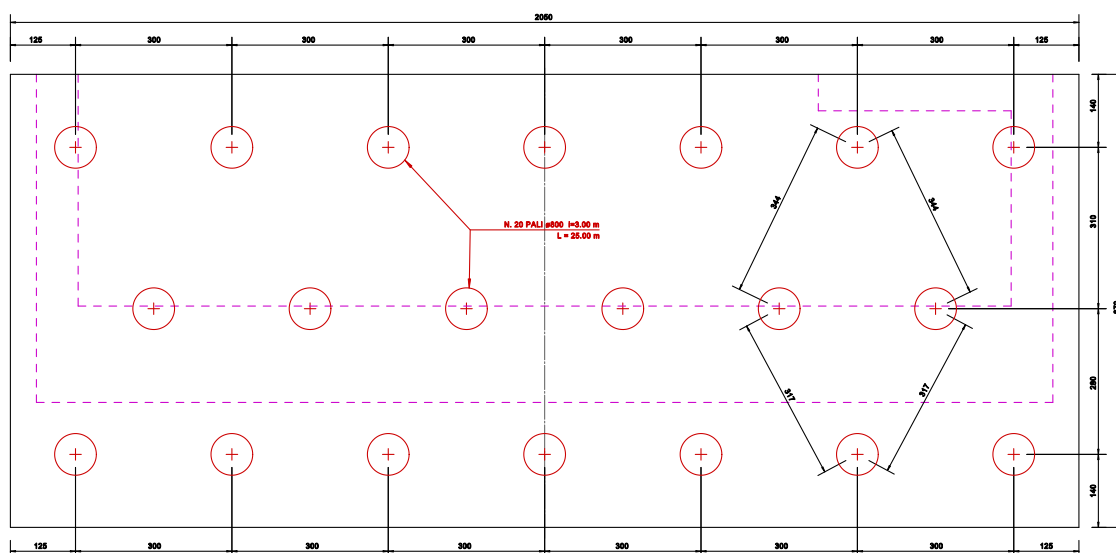


Figura 25 – Spalla Dx – Pianta distribuzione dei pali di fondazione

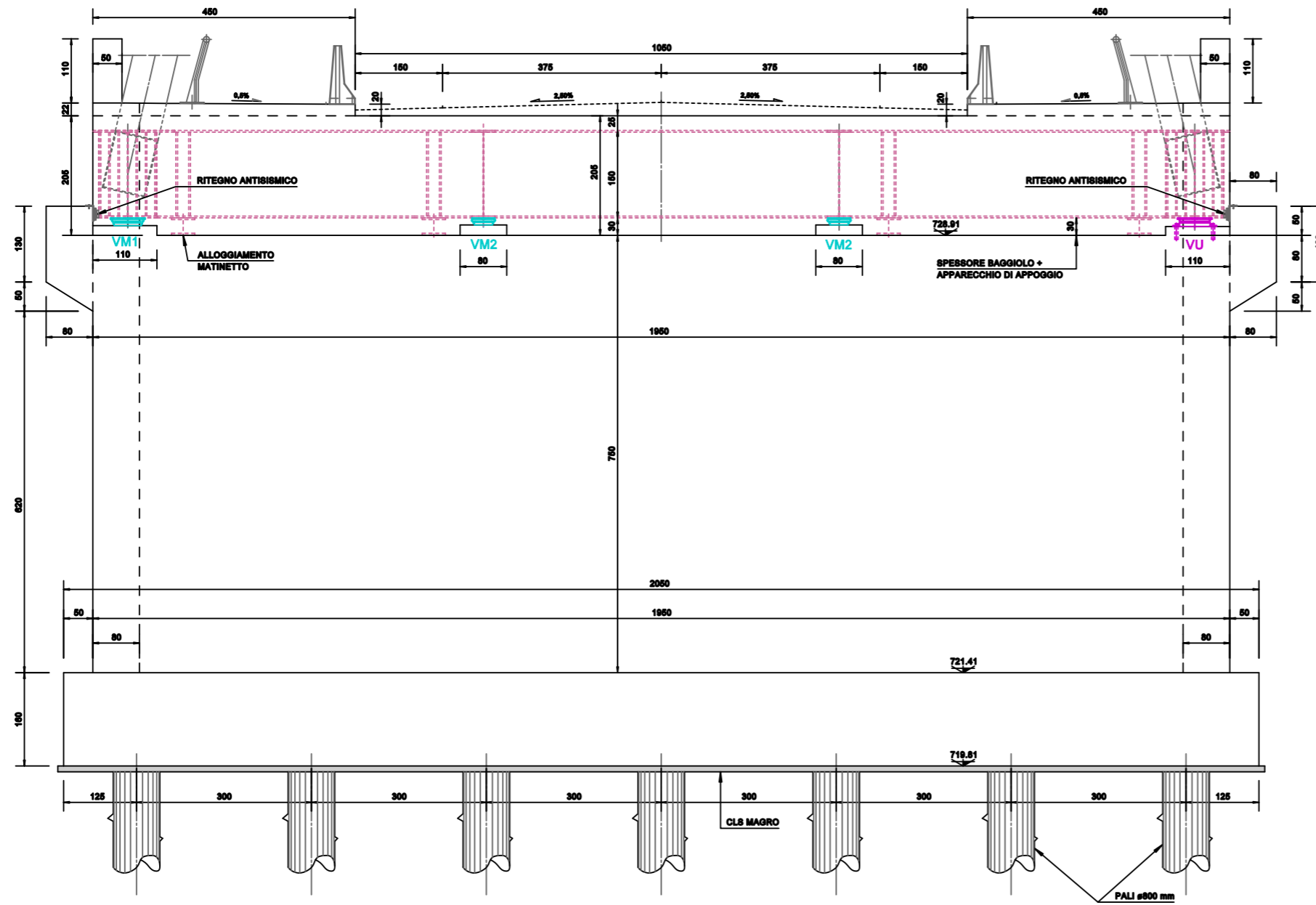


Figura 27 – Spalla Dx – Vista frontale

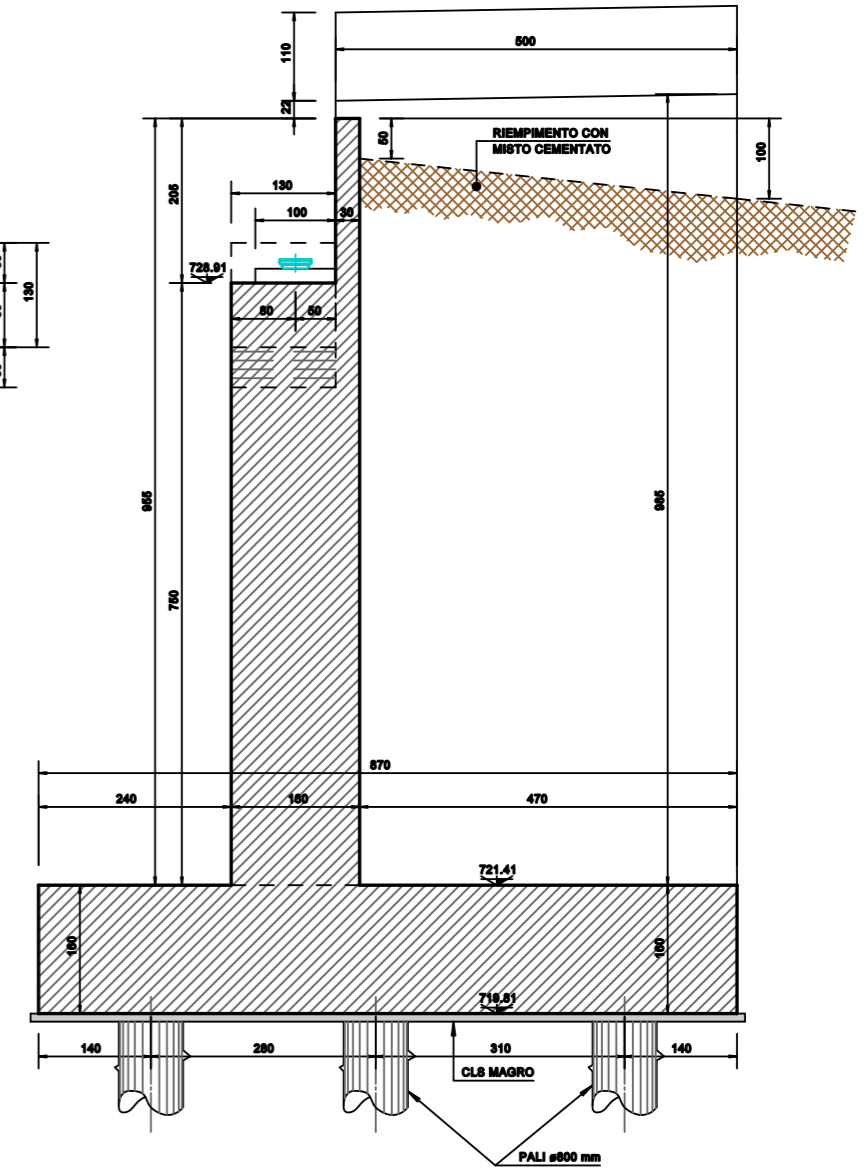


Figura 26 – Spalla Dx – Sezione

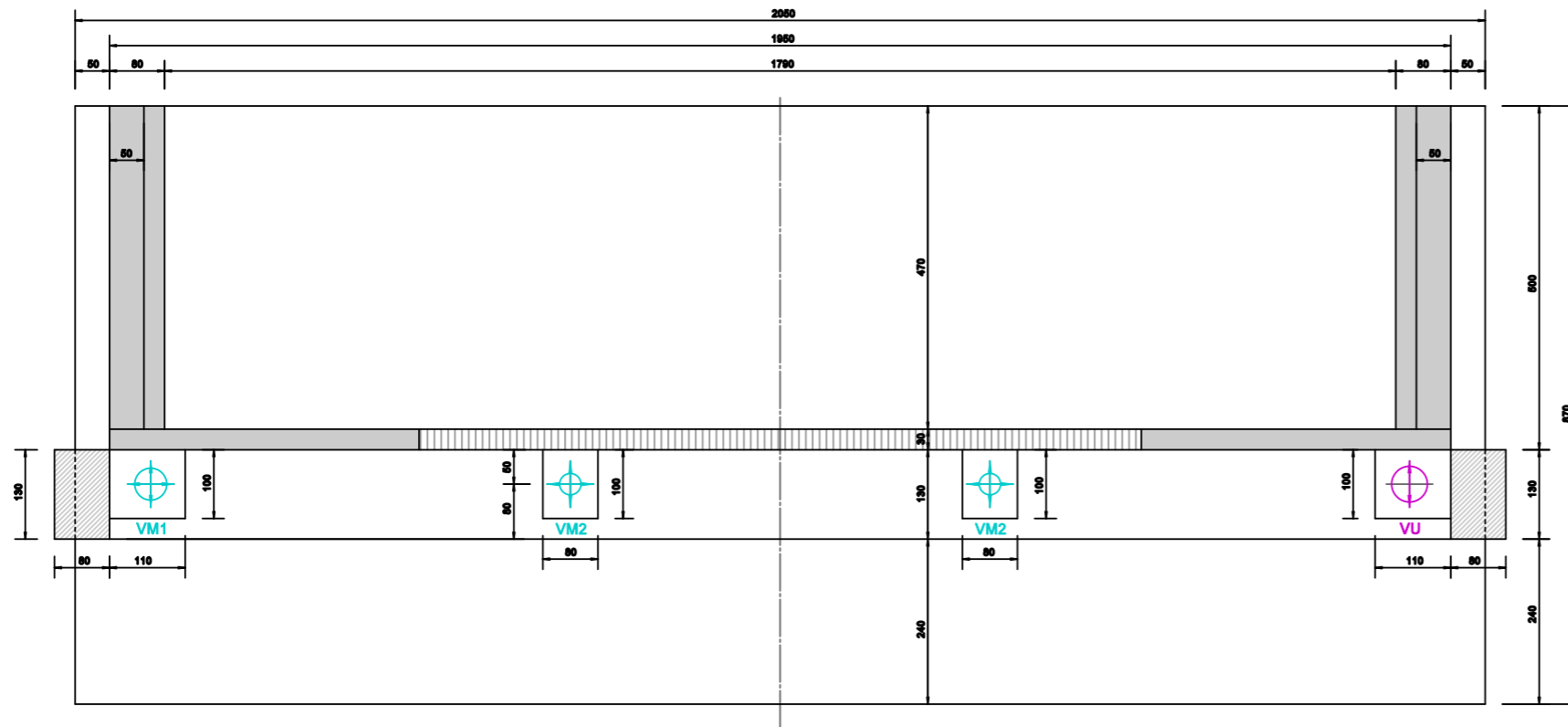


Figura 29 – Spalla Dx – Pianta

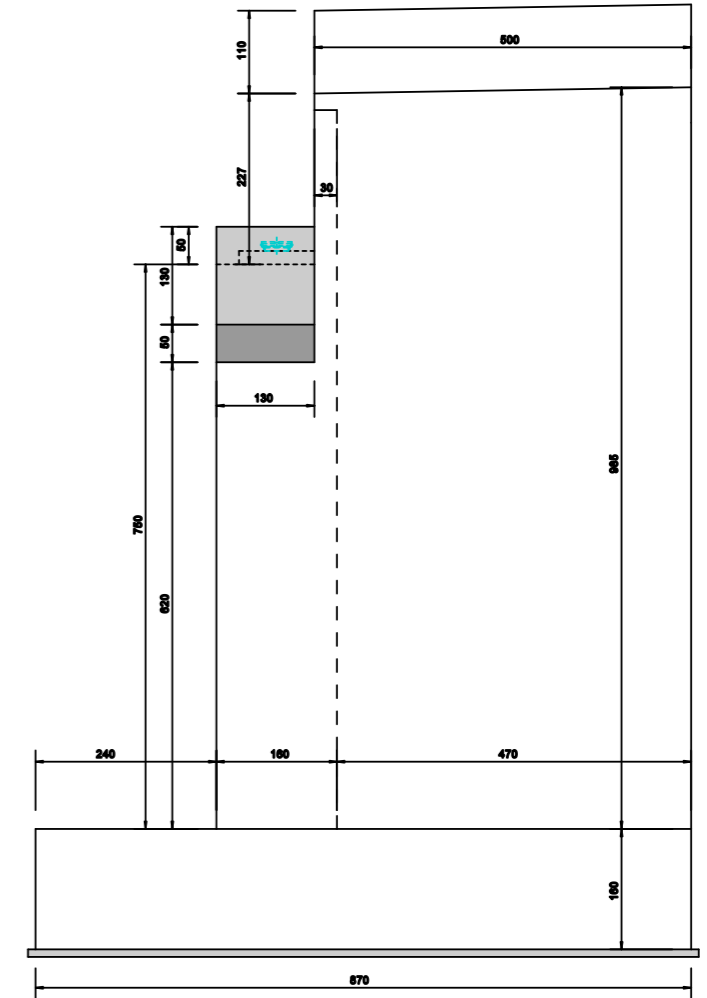


Figura 28 – Spalla Dx – Vista laterale

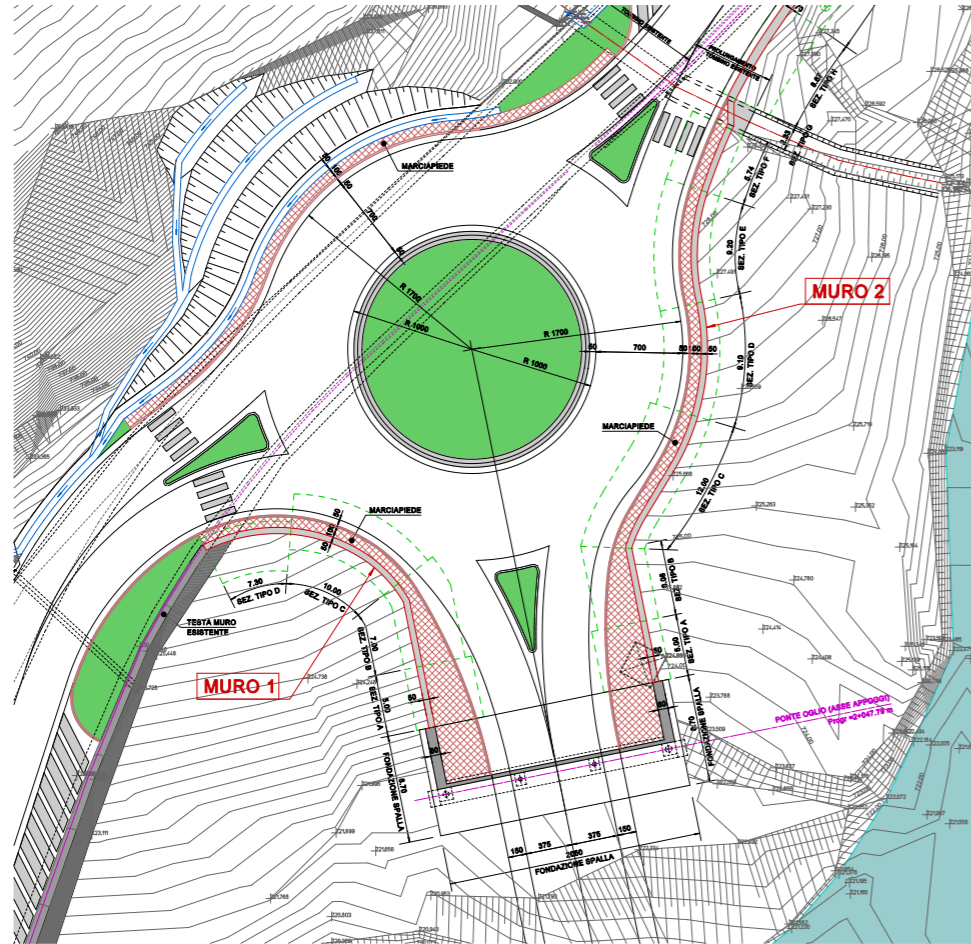


Figura 31 – Muri andatori – Pianta

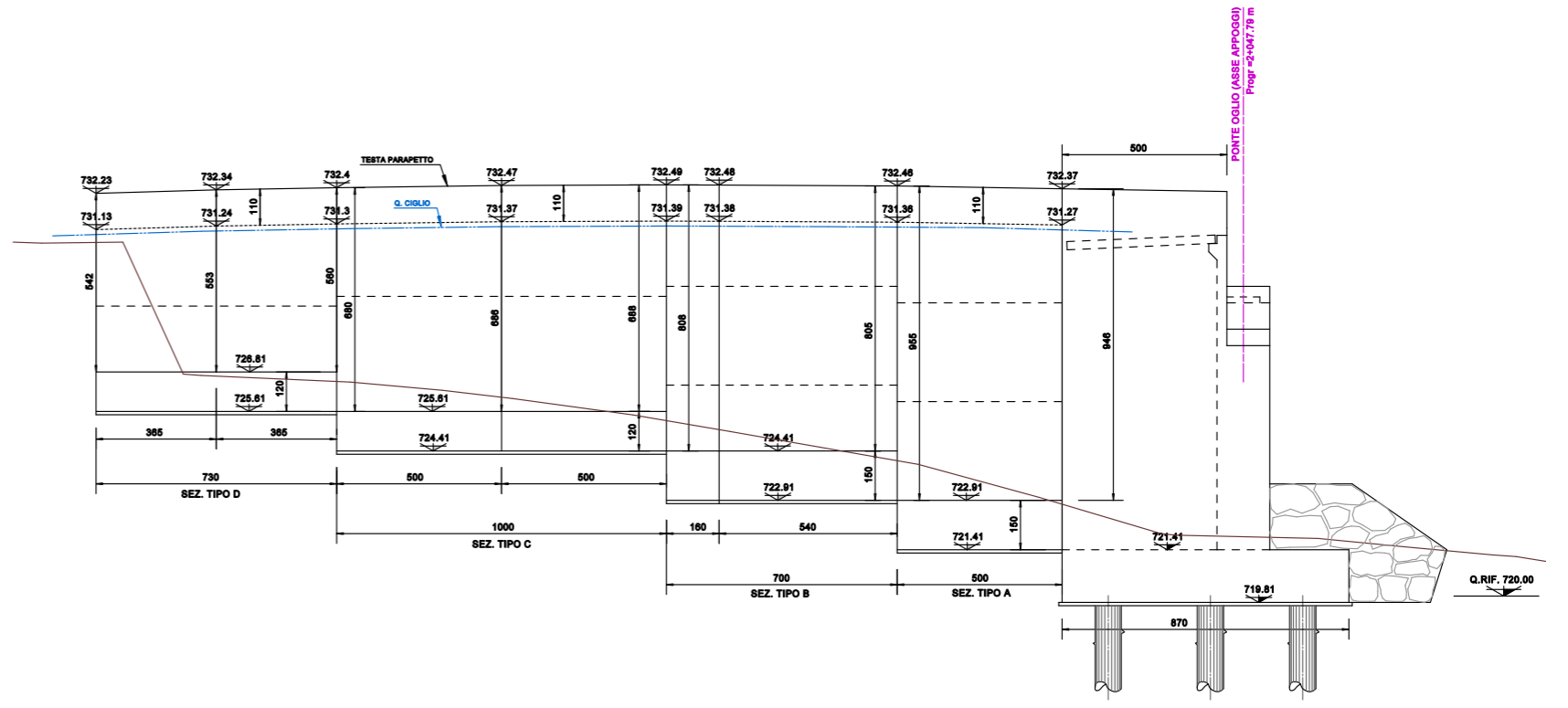


Figura 30 – Muri andatori – Prospetto sviluppato Muro 1

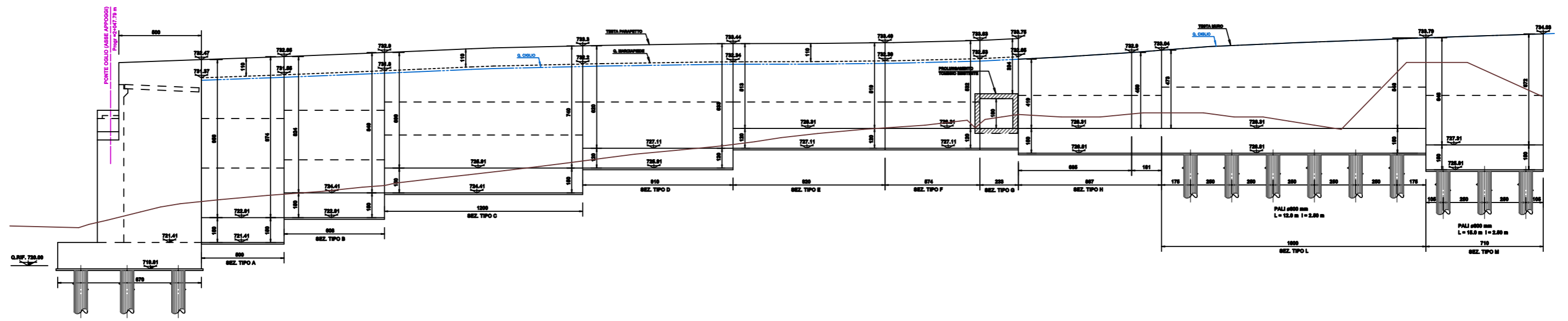


Figura 32 – Muri andatori – Prospetto sviluppato Muro 2