

COMMITTENTE



PROGETTAZIONE



DIREZIONE TECNICA

U.O. OPERE CIVILI E GESTIONE DELLE VARIANTI

PROGETTO DEFINITIVO

**ITINERARIO NAPOLI – BARI  
RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA  
II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA – ORSARA**

VIADOTTO dal km 41+114.64 al km 41+428.29

Relazione tecnico-descrittiva del viadotto

SCALA:

-
---

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

IF1V    02    D    09    RG    VI0100    001    A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approv.	Data	Autorizzato	Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA	C. Cesali L. Genca	Agosto 2018	M.E. D'Effremo <i>[Signature]</i>	Agosto 2018	D. Aprea <i>[Signature]</i>	Agosto 2018	Vittozzi Agosto 2018	2018

C.d.l. degli Ingegneri della Provincia di Roma  
 N° A20783  
 U.O. Opere Civili e Gestione delle varianti  
 Ing. Angelo Vittozzi

IF1V02D09RGVI0100001A

n. Elab.: 358

## INDICE

1.	PREMESSA .....	3
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	4
3.	IDRAULICA DEL TORRENTE CERVARO IN CORRISPONDENZA DELL'ATTRAVERSAMENTO DEL VIADOTTO VI01 .....	5
3.1	CARATTERIZZAZIONE IDROLOGICO - IDRAULICA.....	5
3.2	SISTEMAZIONE IDRAULICA IN PROGETTO .....	11
4.	VIADOTTO SUL TORRENTE CERVARO – VI01 .....	12
4.1	INQUADRAMENTO E DESCRIZIONE.....	12
4.2	ASPETTI GEOTECNICI .....	13
4.3	FONDAZIONI.....	15

## 1. PREMESSA

Nell'ambito dell'Itinerario Napoli-Bari si inserisce il Raddoppio della Tratta Apice-Orsara – II° Lotto Funzionale Hirpinia-Orsara, oggetto di approfondimenti progettuali sul progetto preliminare.

Le scelte progettuali adottate per le Opere d'Arte di Linea oggetto del presente documento sono state compiute cercando di ottimizzare le tipologie strutturali (es. pile e impalcati) impiegate compatibilmente con le condizioni al contorno intese come compatibilità idraulica e ambientale, morfologia del territorio, interferenze viarie, esercizio ferroviario etc., nonché cercando di mantenere ed estendere, per quanto possibile, l'uniformità architettonica perseguita già nell'ambito della medesima Tratta per Opere quali quella in oggetto.

L'Opera d'arte di linea oggetto del presente documento è il Viadotto VI 01 sul fiume Cervaro. Il viadotto si estende dalla pk 41+114.64 (BP) alla pk 41+428.29 (BP), per un totale di 313.65 m.

## 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] *Decreto Ministeriale del 17/01/2018: “Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni” (GU n.42 del 20-02-2018 - Suppl. Ordinario n. 8)*
- [2] *Ministero delle Infrastrutture, DM 14 gennaio 2008, «Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni»*
- [3] *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»*
- [4] *Istruzione RFI DTC SI PS MA IFS 001 A - Manuale di Progettazione delle Opere Civili - Parte II - Sezione 2 - Ponti e Strutture*
- [5] *Istruzione RFI DTC SI CS MA IFS 001 A - Manuale di Progettazione delle Opere Civili - Parte II - Sezione 3 - Corpo Stradale*
- [6] *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*

### 3. IDRAULICA DEL TORRENTE CERVARO IN CORRISPONDENZA DELL'ATTRAVERSAMENTO DEL VIADOTTO VI01

#### 3.1 Caratterizzazione idrologico - idraulica

Il quadro conoscitivo di riferimento per la caratterizzazione idrologica del bacino del Torrente Cervaro e la definizione delle aree a pericolosità idraulica nel territorio di competenza dell'Autorità di Bacino della Puglia (AdB Puglia) è attualmente riportato nel Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.) approvato dal Comitato Istituzionale dell'AdB Puglia con delibera n° 39 del 30/11/2005 e successivamente aggiornato a più riprese.

Come illustrato in Figura 1, la zona in corrispondenza dell'attraversamento in progetto (Viadotto VI01, dal km 41+114.64 al km 41+428.29) non è classificata come area a pericolosità idraulica, secondo il P.A.I.; soltanto le aree, in prossimità del corso d'acqua, ricomprese tra le progressive 38+600 e 30+800 (ad una distanza di circa 3 km, a valle, della sezione di attraversamento), sono classificate come aree a pericolosità "alta".

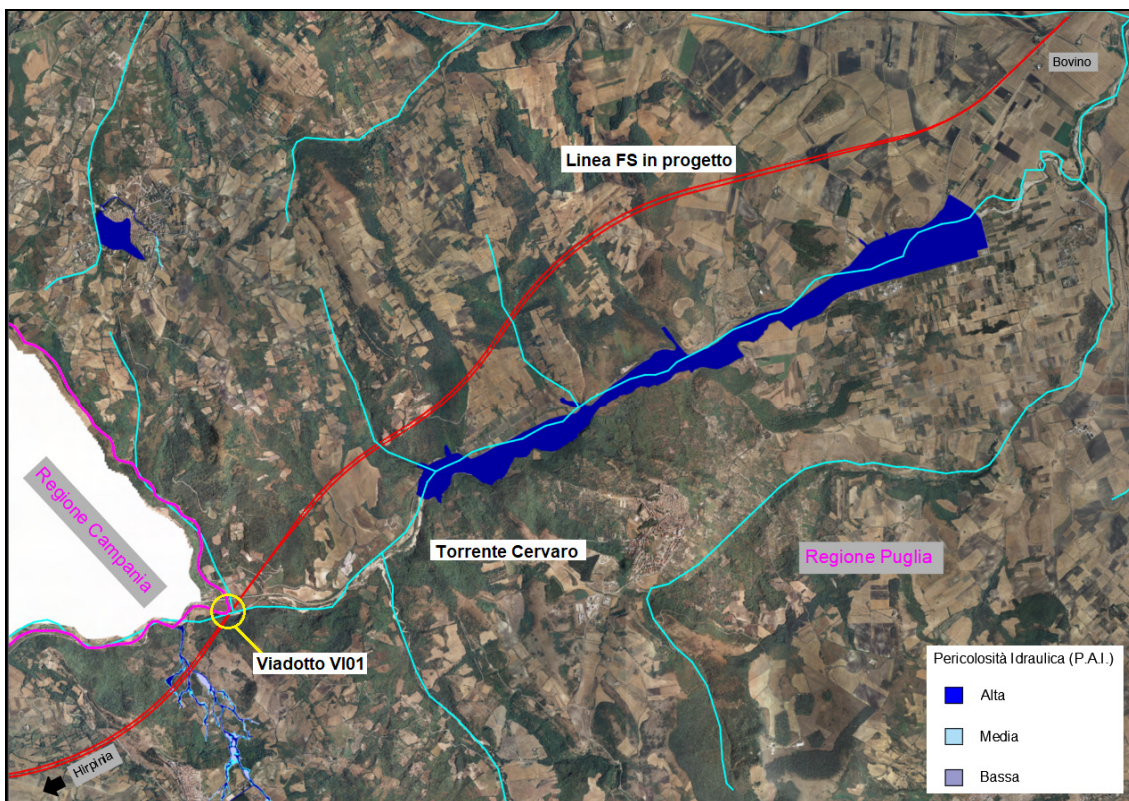


Figura 1 – Torrente Cervaro: aree a pericolosità idraulica (P.A.I.).

E' possibile tuttavia fare riferimento ai documenti dell'Autorità di Bacino della Puglia redatti nell'ambito del P.O. FESR 2007-2013<sup>1</sup>, che ha prodotto lo "Studio per la definizione delle opere necessarie per la messa in sicurezza del reticolo idrografico pugliese". Tale studio ha riguardato l'analisi idrologico-idraulica del bacino del Torrente Cervaro a partire dalla sezione che sottende un bacino con area contribuyente uguale o maggiore a 25 km<sup>2</sup> sino alla confluenza con il T. Sannoro (Figura 2), nel quale ricade l'intervento in oggetto. Le proposte di variazione delle perimetrazioni a diversa pericolosità idraulica hanno in parte già ricevuto l'approvazione da parte della Commissione della Provincia di Foggia.

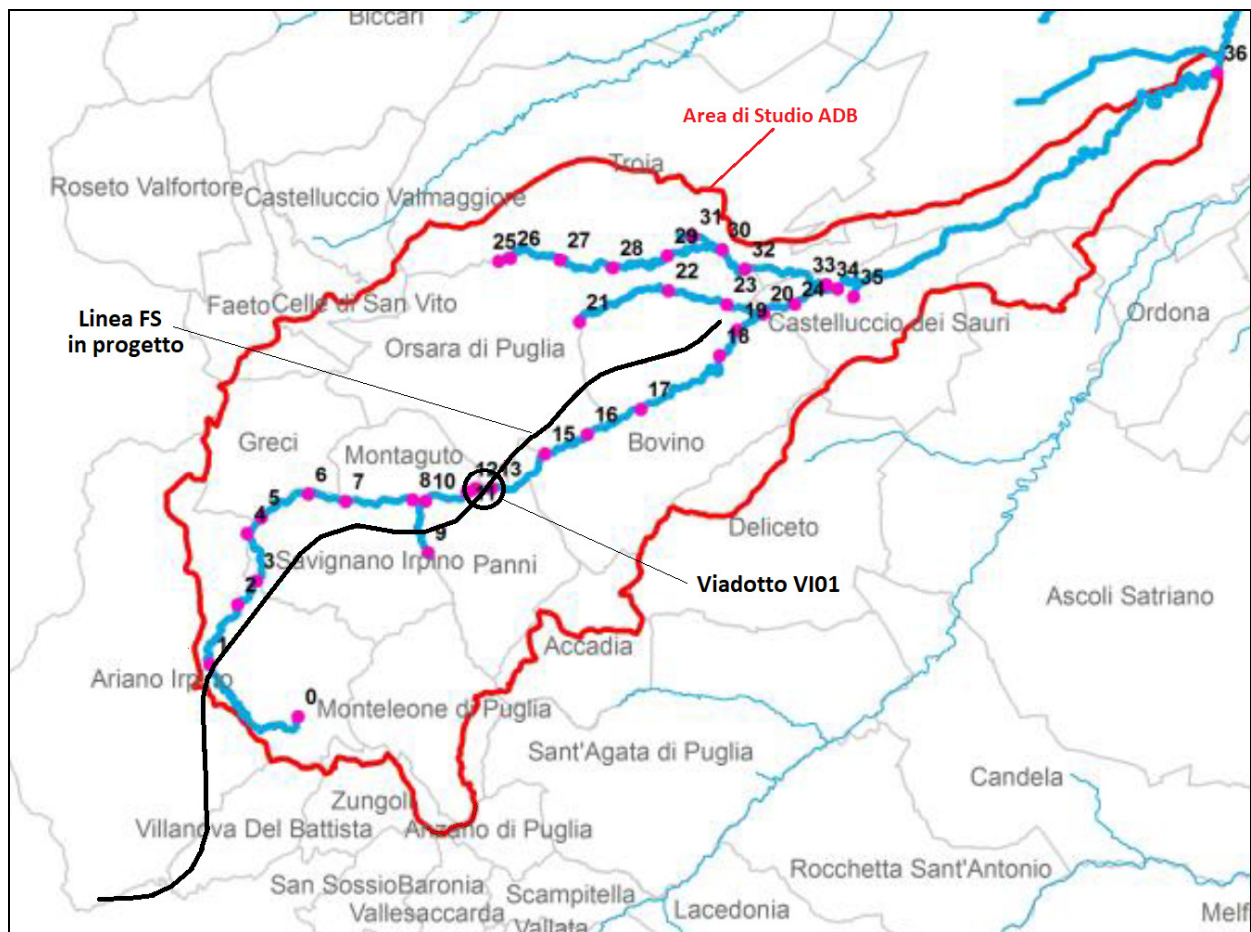


Figura 2 – Torrente Cervaro: area di studio dell'AdB nell'ambito del P.O. FESR 2007-2013.

<sup>1</sup> CONVENZIONE TRA REGIONE PUGLIA E AUTORITA' DI BACINO SOTTOSCRITTA IN DATA 10 MARZO 2011 - Azione 2.3.6. "Miglioramento del sistema dell'informazione, del monitoraggio e del controllo nel settore della difesa del suolo".

Con riferimento al bacino oggetto di studio (superficie 205 km<sup>2</sup> circa, con sezione di chiusura in prossimità del viadotto in progetto), per l'individuazione delle caratteristiche pluviometriche dell'evento critico, si è operato in conformità alle analisi già sviluppate dall'AdB Puglia e a quanto previsto dal Progetto Valutazione Piene (Va.Pi.) del Gruppo Nazionale di Difesa delle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI), mediante l'applicazione delle procedure di regionalizzazione.

In particolare, il territorio di competenza dell'Autorità di Bacino della Puglia è suddiviso in 6 aree pluviometriche omogenee, per ognuna delle quali è possibile determinare la Curva di Possibilità Pluviometrica (CPP) corrispondente.

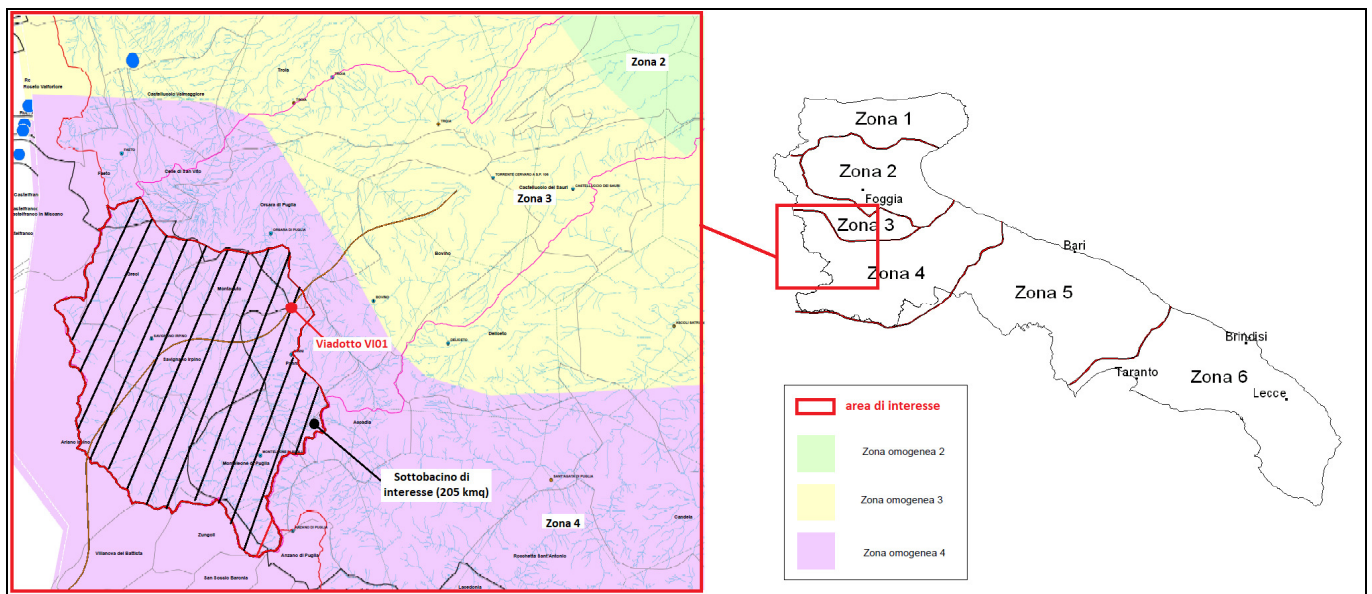


Figura 3 – Aree pluviometriche omogenee della Regione Puglia (VA.PI.).

Nello specifico, i sottobacini ricadenti nel bacino del torrente Cervaro, interessano le zone omogenee 2, 3 e 4 (Figura 3), per le quali valgono le seguenti equazioni:

- **Zona 2:**  $h(t) = 22.23 \cdot K_{Tr} \cdot t^{0.247}$
- **Zona 3:**  $h(t,z) = 25.325 \cdot K_{Tr} \cdot t^{[(0.696+0.000531 \cdot z)/3.178]}$
- **Zona 4:**  $h(t) = 24.70 \cdot K_{Tr} \cdot t^{0.256}$

con  $K_{Tr}$  coefficiente di crescita con il periodo di ritorno, definito come:  $K_{Tr} = 0,5648 + 0,415 \ln Tr$ . Nell'ambito del presente studio, si è fatto riferimento quindi alla CPP della **Zona 4** (Figura 3).

All'analisi pluviometrica segue la valutazione delle portate al colmo e degli idrogrammi di piena, mediante l'applicazione di modelli di trasformazione afflussi – deflussi che permettono di valutare la risposta dei bacini ad un determinato evento di pioggia. In particolare, nel caso in esame è stato applicato il modello di Nash, con durata di pioggia pari al tempo di ritardo caratteristico del bacino  $t_r$ , definito come  $t_r = 0.344 \sqrt{S}$  ( $S$  = superficie del bacino); per la determinazione del coefficiente di deflusso, si è fatto riferimento al metodo SCS, denominato Curve Number (CN), e all'uso del suolo definito nell'ambito del sopraccitato studio dell'Autorità di Bacino della Puglia. Per maggiori dettagli, si rimanda all'elaborato specialistico IF1V02D09RIID0001001A.

In analogia alle analisi condotte dall'AdB Puglia, sono state valutate le portate al colmo per i tempi di ritorno 30, 200, 300, 500 anni (Tabella 1): con riferimento al sottobacino di interesse (superficie: 205 km<sup>2</sup>), i valori ottenuti sono prossimi a quelli determinati dall'AdB.

Tr (anni)	Q [mc/s]	Q [mc/s] (AdB Puglia)
30	337.1	349.9
200	569.2	560.5
300	620.7	-
500	685.9	664.4

**Tabella 1 – Torrente Cervaro: valori di portata al colmo per differenti tempi di ritorno.**

Definite le portate al colmo e i relativi idrogrammi di piena (Figura 4), si è proceduto allo sviluppo del modello idraulico bidimensionale (2D) del Torrente Cervaro, ai fini della valutazione dell'interferenza del viadotto in progetto con il naturale deflusso delle acque. Il modello è stato implementato tramite il software Hec Ras 5.0.4., sulla base dei seguenti supporti cartografici/topografici (Figura 5):

- rilievo laseraltimetrico (LiDAR), risoluzione 1m x 1m, fornito dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare;
- rilievo laseraltimetrico (LiDAR) ad alta risoluzione eseguito dalla Società Italferr SPA;
- rilievo di 17 sezioni (batimetriche) trasversali del corso d'acqua.

Per quanto concerne il coefficiente di Manning, per l'alveo inciso è stato adottato il valore 0.043, mentre per le aree esterne, potenzialmente inondabili, sono stati attribuiti i valori definiti nell'ambito dello studio dell'AdB in dipendenza della categoria di uso del suolo. Per maggiori dettagli, si rimanda all'elaborato specialistico IF1V02D09RIID0002001A.



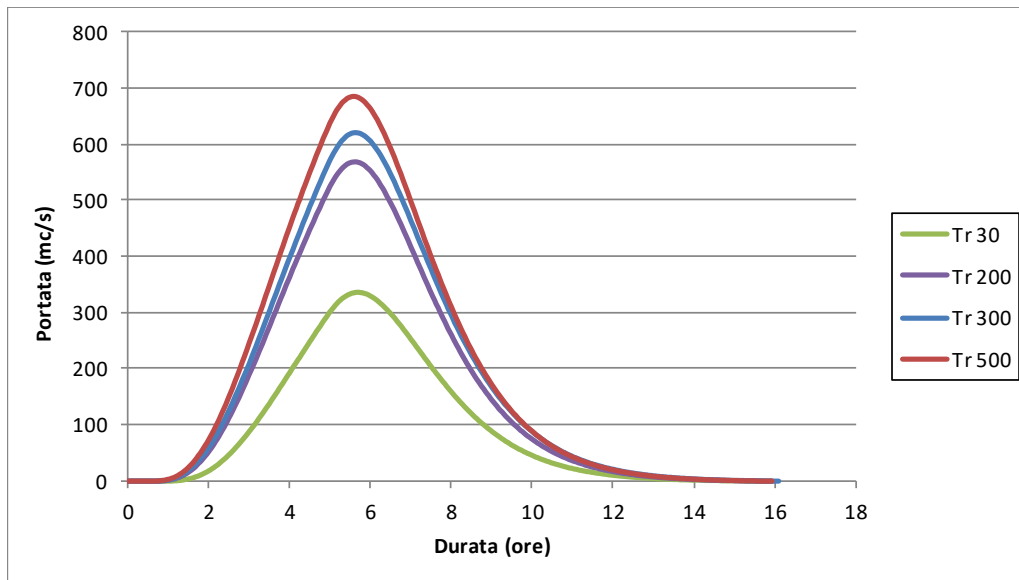


Figura 4 – Torrente Cervaro: idrogrammi di piena, per differenti tempi di ritorno.

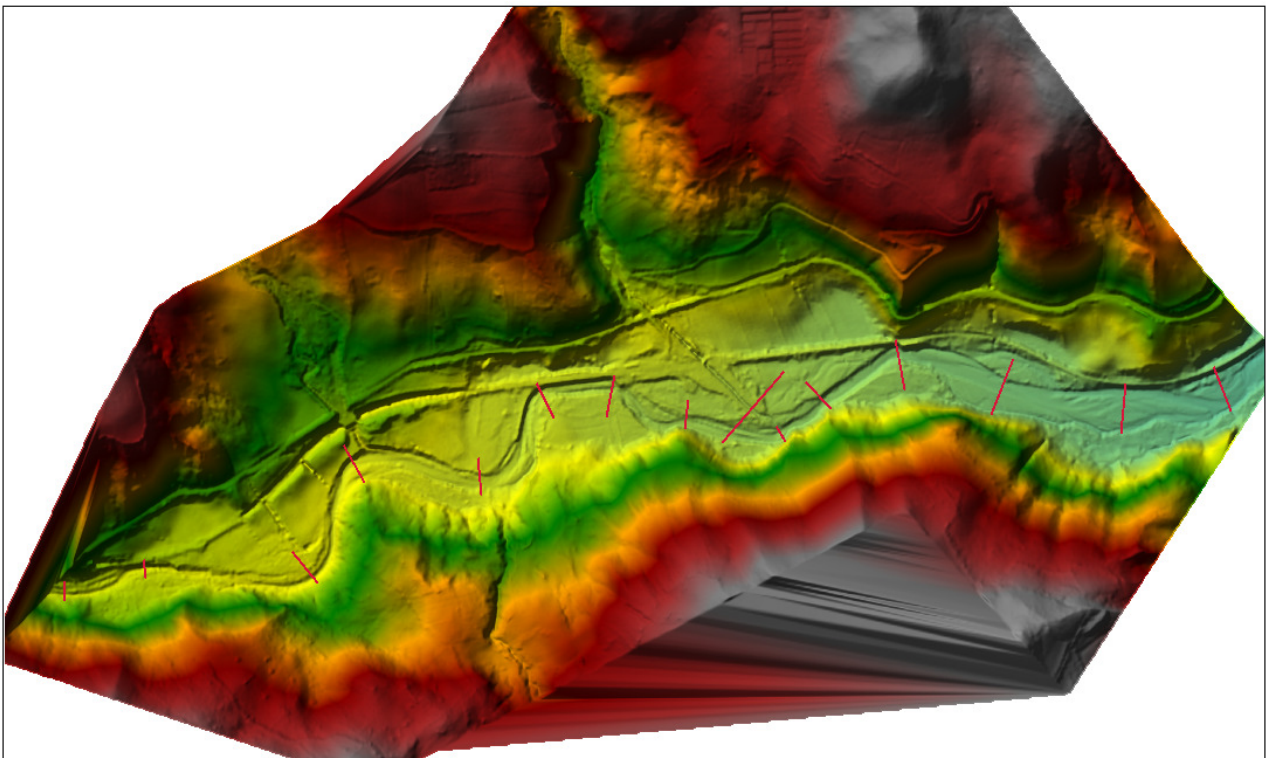
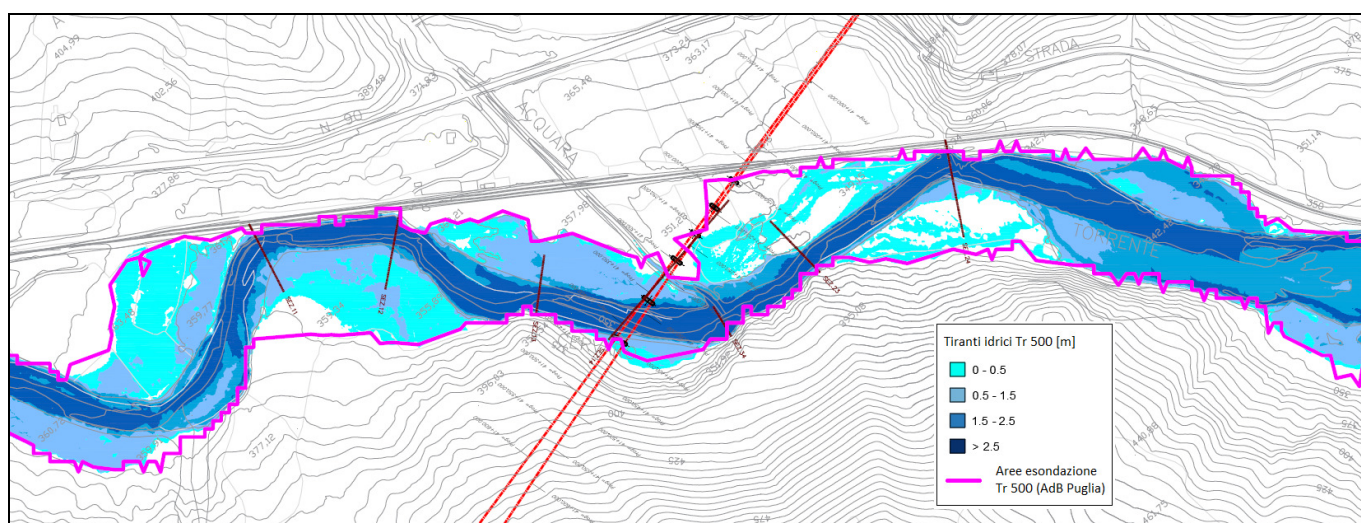


Figura 5 – Modello idraulico 2D del Torrente Cervaro: DTM del dominio di calcolo.

In Figura 6, è riportato il confronto tra le aree di esondazione, corrispondenti ad un tempo di ritorno di 500 anni, ottenute nel presente studio e nelle analisi condotte dall'AdB Puglia: le modeste differenze sono imputabili alla differente base cartografica utilizzata per l'implementazione del modello idraulico 2D.



**Figura 6 – Aree di esondazione (Tr 500) del Torrente Cervaro: confronto con i risultati dell'AdB Puglia.**

Non si riscontrano invece differenze tra le aree di esondazione, ottenute nel presente studio, nelle situazioni “ante operam” e “post operam”, per i vari tempi di ritorno considerati (elaborati IF1V02D09P6ID0002001A, IF1V02D09P6ID0002002A, IF1V02D09P6ID0002005A, IF1V02D09P6ID0002006A), a dimostrazione della totale “trasparenza idraulica” dell’opera di attraversamento in progetto.

In particolare, con riferimento alla sezione del corso d’acqua interessata dalla piena di progetto, il T. Cervaro viene attraversato mediante due campate di luce pari a 60 metri, ovvero 48 metri circa in direzione ortogonale al filone principale della corrente, superiore quindi alla luce minima (40 metri) prescritta nelle NTC 2018.

Inoltre, è garantito un adeguato franco di sicurezza idraulica tra i livelli idrici Tr 200 e Tr 300 e la quota di intradosso dell’impalcato (Tabella 2), come prescritto nelle NTC 2018 e nel Manuale di Progettazione RFI, anche con riferimento alla possibilità di trasporto solido di fondo e/o di materiale galleggiante, essendo la distanza tra il fondo alveo (348.42 m slm) e la quota di sotto-trave (356.70 m slm) superiore a 6 metri.

Relazione tecnico-descrittiva del viadotto

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1V	02 D 09	RG	VI0100 001	A	11 di 15

	Quota minima impalcato [m slm]	Livello di piena [m slm]	Carico totale [m slm]	Franco sul livello idrico [m]	Franco sul carico totale [m]	Verifica
<i>NTC (Tr 200 anni)</i>	356.70	353.30	-	3.40 (> 1.50)	-	<b>OK</b>
<i>Manuale RFI (Tr 300 anni)</i>		353.50	355.30	3.20 (> 1.50)	1.40 (> 0.50)	<b>OK</b>

Tabella 2 – Viadotto VI01: verifica del franco idraulico di progetto.

### 3.2 Sistemazione idraulica in progetto

Individuate le potenziali aree inondabili (Tr 300 anni), è stata sviluppata la sistemazione dell'alveo (in particolare delle sponde) e delle aree golenali del Torrente Cervaro, in corrispondenza dell'opera di attraversamento in progetto (Figura 7).

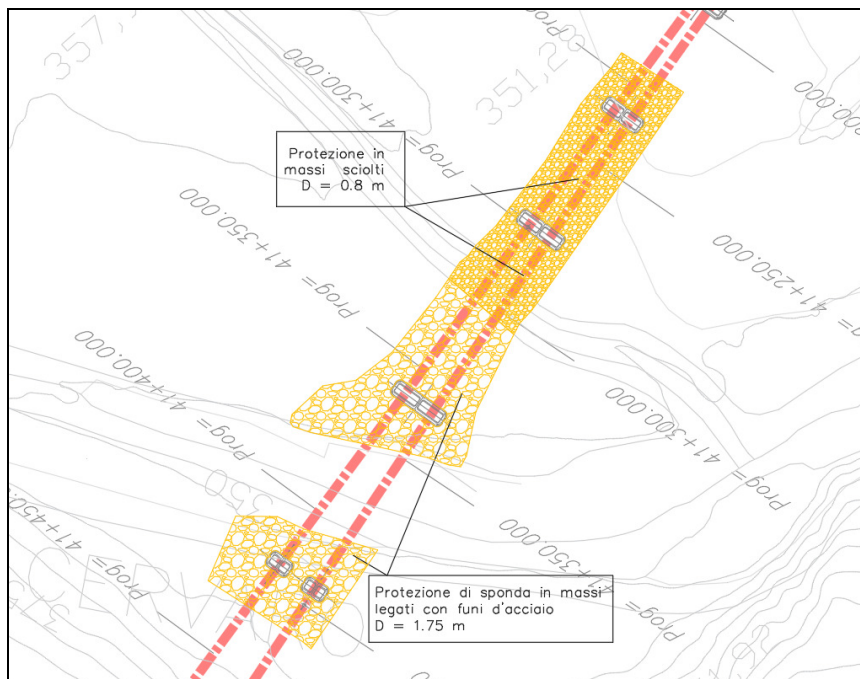



Figura 7 – Torrente Cervaro: planimetria della sistemazione idraulica in corrispondenza del Viadotto VI01.

Le opere di inalveazione sono state sviluppate partendo dalle caratteristiche morfologiche dell'area interessata dall'intervento con lo scopo di ripristinare e mantenere la sezione idraulica naturale "ante – operam" in una configurazione inalterata e quindi proteggere la sezione d'alveo da possibili fenomeni di erosione e scalzamento, dopo i rimaneggiamenti dovuti alle fasi di realizzazione del viadotto, nonché contribuire alla stabilità dell'alveo

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA APPROFONDIMENTI PROGETTUALI SUL PROGETTO PRELIMINARE</b>					
<b>Relazione tecnico-descrittiva del viadotto</b>	COMMESSA IF1V	LOTTO 02 D 09	CODIFICA RG	DOCUMENTO VI0100 001	REV. A	FOGLIO 12 di 15

inciso nell'eventualità di multicursalità del corso d'acqua in corrispondenza del viadotto in progetto, innescata da attività antropiche avverse future.

La sistemazione in progetto prevede un rivestimento delle sponde e del piano campagna limitrofo, ripristinato al termine delle lavorazioni, mediante massi di adeguata pezzatura, valutata sulla base delle caratteristiche di velocità e tirante della corrente idrica: in particolare, saranno impiegati massi di dimensioni  $D = 1.75$  m, legati tra loro mediante funi d'acciaio, in corrispondenza delle sponde, e massi sciolti ( $D = 0.8$  m), come riportato in Figura 7. Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati specialistici IF1V02D09P7ID0102001A, IF1V02D09PZID0102001A, IF1V02D09WZID0102001A.

#### 4. VIADOTTO SUL TORRENTE CERVARO – VI01

##### 4.1 Inquadramento e descrizione

Il Viadotto sul torrente Cervaro – VI01, si estende dal km 41+114,64 al km 41+442,68 della Tratta Apice-Orsara – II° Lotto Funzionale Hirpinia-Orsara, per uno sviluppo complessivo di 313.65 m.

Per tale Viadotto, la sezione tipo di piattaforma ferroviaria è conformata per la realizzazione, sia lato B.P. che lato B.D., di marciapiedi FFP e di marciapiedi di banchina per fermata/stazione dalle pile 2 alla spalla B.

Lo sviluppo planimetrico del tracciato è tale per cui il binario pari da un determinato tratto in poi è situato ad una distanza dal binario dispari tale da determinare un numero di campate isostatiche così costituite:

- ✓ n°5 campate di cui 4 di luce  $L=40,00$ m e 1 di luce  $L=60$ m (asse pila-asse pila) per il tratto di linea in cui i due binari sono ad una distanza tale l'uno dall'altro da permettere il posizionamento di un unico impalcato: l'impalcato (a doppio binario) è della tipologia a struttura mista acciaio-calcestruzzo con soletta collaborante in c.a. di larghezza variabile in funzione dell'allontanamento relativo tra i due binari. Ogni impalcato è costituito da quattro travi collegate trasversalmente tramite traversi reticolari e nel piano tramite controventi. La soletta di calcestruzzo è resa collaborante con le sottostanti travi in acciaio tramite connessione con pioli Nelson.
- ✓ n°2 campate per ciascun binario (1 di luce  $L=60$ m e 1 di luce  $L=33.5$ m) per il tratto di linea in cui la distanza relativa tra i binari è tale da rendere non conveniente l'utilizzo di un unico impalcato a doppio binario ma due impalcati a singoli binari: ciascuna campata è costituita da un impalcato (a singolo binario) della tipologia a struttura mista acciaio-calcestruzzo con soletta collaborante in

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA APPROFONDIMENTI PROGETTUALI SUL PROGETTO PRELIMINARE</b>					
<b>Relazione tecnico-descrittiva del viadotto</b>	COMMESSA IF1V	LOTTO 02 D 09	CODIFICA RG	DOCUMENTO VI0100 001	REV. A	FOGLIO 13 di 15

c.a. di larghezza variabile. Ogni impalcato è costituito da un singolo cassone a due anime irrigidito internamente da diaframmi reticolari. La soletta di calcestruzzo è resa collaborante con le sottostanti travi in acciaio tramite connessione con pioli Nelson.

Le pile, in c.a., presentano un fusto a sezione rettangolare cava variabile sull'altezza e sono caratterizzate da raccordi circolari ed un motivo "a lesena" nella parte centrale del fusto su tutti e quattro i lati.

Le pile, di altezza 5,6 - 8,2 e 9,8m, vengono riempite con magrone fino alla quota di massima piena determinata per un tempo di ritorno pari a 300 anni.

## 4.2 Aspetti geotecnici

Il tracciato ricade prevalentemente in un'area di pianura alluvionale con depositi costituiti da blocchi, ciottoli, ghiaia in matrice sabbiosa con locali intercalazioni di argille, argille-limose. Tali alluvioni ricoprono la formazione di substrato, costituita dai Calcari e dalle marne argillose del Faeto.

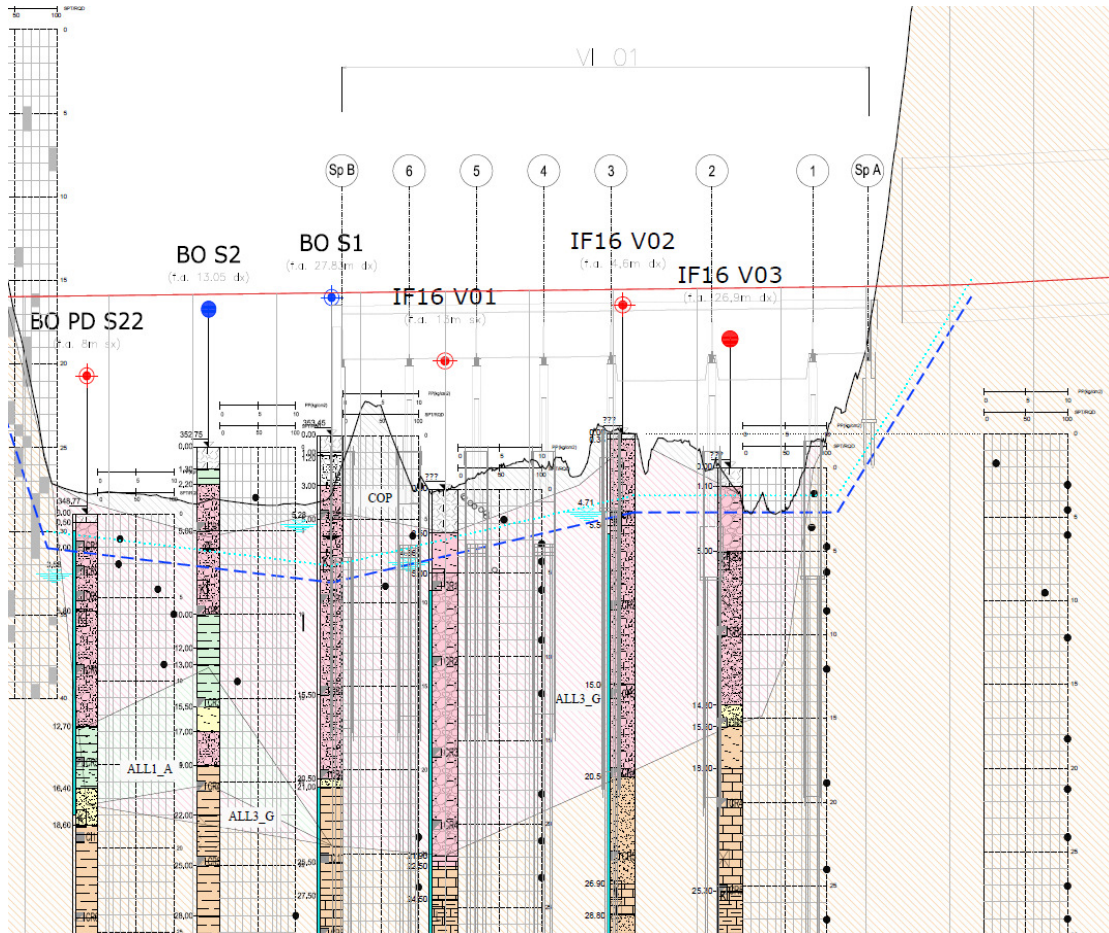
Nei primi metri è presente un terreno di copertura (terreno vegetale e/o riporto) a matrice essenzialmente limo-argillosa.

In particolare, sono state individuate le seguenti unità geotecniche:

- Terreno di copertura: riporto e terreno vegetale a matrice essenzialmente limo-argillosa;
- ALL1\_A: argilla e argilla limosa;
- ALL3\_G: ghiaia e ghiaia sabbiosa;
- FAE: Flysch di Faeto: calcareniti, calcilutiti e calcari marnosi di colore grigio biancastro.

Le fondazioni del viadotto Cervaro, come si osserva dallo stralcio del profilo geotecnico riportato in Figura 8, sono interessate prevalentemente dalla presenza di due unità geotecniche, l'unità ghiaiosa ALL3\_G e la formazione del Flysch di Faeto FAE, caratterizzate nel dettaglio nella relazione geotecnica IF1V02D09GEOC0000001.

La falda di progetto è variabile lungo lo sviluppo del viadotto, da circa 4m da p.c. fino a risalire in prossimità del p.c. il dettaglio è riportato nel profilo geotecnico IF1V02D09F6OC0000001A



**SIMBOLOGIA**

- RQD
- NSPT
- POCKET PENETROMETER
- CAMPIONE RIMANEGGIATO
- CAMPIONE INDISTURBATO
- CAMPIONE LITOIDE
- PROVA DI PERMEABILITA' LEFRANC
- PROVA DI PERMEABILITA' LUGEON
- PROVA PRESSIOMETRICA
- QUOTA BOCCAFORO (m s.l.m.)
- LIVELLO FALDA DA PIEZOMETRO
- LIVELLO FALDA NEL SONDAGGIO
- FUORI ASSE INDAGINE RISPETTO
- LIMITE STRATIGRAFICO CERTO
- LIMITE STRATIGRAFICO IPOTIZZATO
- LIVELLO DI FALDA DA MISURE PIEZOMETRICHE
- LIVELLO DI FALDA DI PROGETTO
- LIVELLETTA DI PROGETTO



**UNITA' GEOTECNICHE**

- COP = TERRENO DI COPERTURA
- ALL1\_A = ARGILLA E ARGILLA LIMOSA
- ALL2\_S = SABBIA E SABBIA LIMOSA
- ALL3\_G = GHIAIA E GHIAIA SABBIOSA
- COLTRE = Coltre eluvio-colluviale e di frana
- ANZ2 = Argille limose, argille marnose e marne di colore grigio
- FYR = FLYSH ROSSO: Argilliti marnose e marne con intercalazioni di calcilutte
- ASP = Argille limose e limi argillosi di colore grigio e grigio-azzurro
- FAE = Calcarenitì, calcilutiti e calcari marnosi di colore grigio e biancastro
- FRR = Argille, argille marnose e marne di colore rossastro, grigio-azzurro e verdastro

**Figura 8 Stralcio profilo geotecnico in prossimità del Viadotto sul Cervaro**

**Relazione tecnico-descrittiva del viadotto**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1V	02 D 09	RG	VI0100 001	A	15 di 15

Ai fini progettuali è stata attribuita:

- categoria di suolo C.
- categoria topografica T1 ad eccezione della spalla SP1 che ricade in prossimità del piede di un versante con inclinazione di circa 37 per cui si assume una categoria T2 e un decremento lineare del coefficiente  $S_T$  con l'altezza

Ai fini del calcolo dell'azione sismica è stato considerato

Vita Nominale ( $V_N$ )	Classe d'Uso	Coeff. d'Uso ( $C_U$ )
75	III	1.5

I dettagli dell'azione sismica sono riportati nella relazione IF1V02D09GE0C0000003

### 4.3 Fondazioni

Viste le caratteristiche geotecniche del sito, sono previste per le pile fondazioni su pozzi e pali di grande diametro e per le spalle fondazioni su pali di grande diametro, il dettaglio in Figura 9. **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

	Pk BP	Profondità media intradosso plinto da p.c.	Altezza pila/spalla	Impalcato	Tipo di fondazione	B_plinto	L_plinto	H_plinto	B_diaframmi	L_diaframmi	Lunghezza_diaframmi	D_pali	n_pali	L_pali
		[m]	[m]	[m]	-	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[mm]	-	[m]
<b>SPB</b>	41+114.64	6.5	8.9	40	pali	16.5	12	2.5	-	-	-	1500	15	38
<b>P6</b>	41+154.64	3.9	8.2	40-40	pali	21	12	2.5	-	-	-	1500	15	38
<b>P5</b>	41+194.64	4.2	8.2	40-40	pali	21	12	2.5	-	-	-	1500	15	36
<b>P4</b>	41+234.64	4.2	8.2	40-40	pali	21	12	2.5	-	-	-	1500	15	36
<b>P3</b>	41+274.64	4.5	5.6	40-60	pozzo	20.7	11.2	3	2.8	1.2	25	-	-	-
<b>P2</b>	41+334.64	5.9	9.8	60-60	pozzo	25	11.2	3	2.8	1.2	25	-	-	-
<b>P1</b>	41+394.64	8.2	9.8	60-33.65	pozzo	25	11.2	3	2.8	1.2	25	-	-	-
<b>SPA</b>	41+428.29	5.2	1	33.65	pali	25	7.7	2.5	-	-	12	1500	12	12

**Figura 9 Geometria delle fondazioni**

Pianta scavi e geometrie sono riportate negli elaborati Pianta scavi e sezione longitudinale - Tav. 1 di 2 IF1V02D09PZVI0100001 e Pianta scavi e sezione longitudinale - Tav. 2 di 2 IF1V02D09PZVI0100002.

Per la realizzazione delle fondazioni, con riferimento ai livelli idrici previsti durante le fasi di cantiere, si è reso necessario prevedere scavi confinati da paratie di pali  $D=800$  mm, impermeabilizzate mediante colonne di jet-grouting di intasamento  $D=800$  mm.