

COMMITTENTE:



DIREZIONE INVESTIMENTI

PROGRAMMA NODO DI NAPOLI

PROGETTAZIONE:



DIREZIONE TECNICA

U.O. CORPO STRADALE E GEOTECNICA

PROGETTO DEFINITIVO

ITINERARIO NAPOLI-BARI

RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO

I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO-FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI

Titolo: Idrologia e Idraulica

Relazione Idraulica sul calcolo degli scalzamenti delle fondazioni dei viadotti

SCALA:

-

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

I F 0 F 0 1 D 1 1 R I I D 0 0 0 2 0 0 2 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato - Data
A	Emissione Definitiva	A. Tosiani	Lug. 2015	E. Fisei	Mag. 2015	F. Carrone	Mag. 2015	F. Bacchi Lug. 2015

ITALFERR S.p.A. U.O. CORPO STRADALE E GEOTECNICA
Dott. Ing. FRANCESCO SACCHI
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma
A2 n. 72



**ITINERARIO NAPOLI-BARI
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO
I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO-FRASSO TELESINO E
VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL
COMUNE DI MADDALONI - PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE IDRAULICA SUL CALCOLO DEGLI
SCALZAMENTI DELLE FONDAZIONI DEI VIADOTTI**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IFOF	01	D 11 RI	ID 00 02 002	A	2 di 30

INDICE

1	PREMESSA.....	3
2	OPERE PREVISTE IN PROGETTO	4
3	MECCANISMI DI EROSIONE E SCALZAMENTO	12
3.1	GENERALITÀ	12
3.2	PROGRESSIVO ABBASSAMENTO O INNALZAMENTO DIFFUSO	12
3.3	EROSIONE DOVUTA A CONTRAZIONE	15
3.4	EROSIONE TRANSITORIA LOCALIZZATA	15
3.5	VALUTAZIONE DELL'EROSIONE TRANSITORIA RAPIDA	21
3.6	RISULTATI	24

1 PREMESSA

Le valutazioni e verifiche dello scalzamento delle pile sono state condotte con riferimento alle risultanze fornite:

- dagli studi idraulici e geomorfologici disponibili che interessano il corso d'acqua oggetto di riferimento, con analisi delle informazioni ivi contenute necessarie per meglio descrivere la dinamica fluviale in seguito alla realizzazione delle opere in progetto;
- dagli studi geologici e delle indagini geognostiche disponibili per le zone di interesse, al fine di meglio caratterizzare e descrivere le dinamiche di trasposto solido del corso d'acqua in occasione di eventi di piena nell'intorno delle opere in progetto;
- dai dati di carattere topografico disponibili per meglio implementare la modellazione idraulica del corso d'acqua in corrispondenza dell'attraversamento dell'opera in progetto;
- dalle risultanze fornite dalle modellazioni idrauliche sia a fondo fisso sia a fondo mobile nel tratto di alveo oggetto di interesse per diversi tempi di ritorno ($T=200$ e $T=500$ anni).

Nei successivi capitoli viene fornita una rassegna:

- delle opere previste in progetto;
- dei criteri e delle metodologie utilizzate per la valutazione ed analisi dei fenomeni di scalzamento in corrispondenza delle opere di fondazione costituenti i viadotti ferroviari in progetto.



ITINERARIO NAPOLI-BARI
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO
I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO-FRASSO TELESINO E
VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL
COMUNE DI MADDALONI - PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE IDRAULICA SUL CALCOLO DEGLI
SCALZAMENTI DELLE FONDAZIONI DEI VIADOTTI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IFOF	01	D 11 RI	ID 00 02 002	A	4 di 30

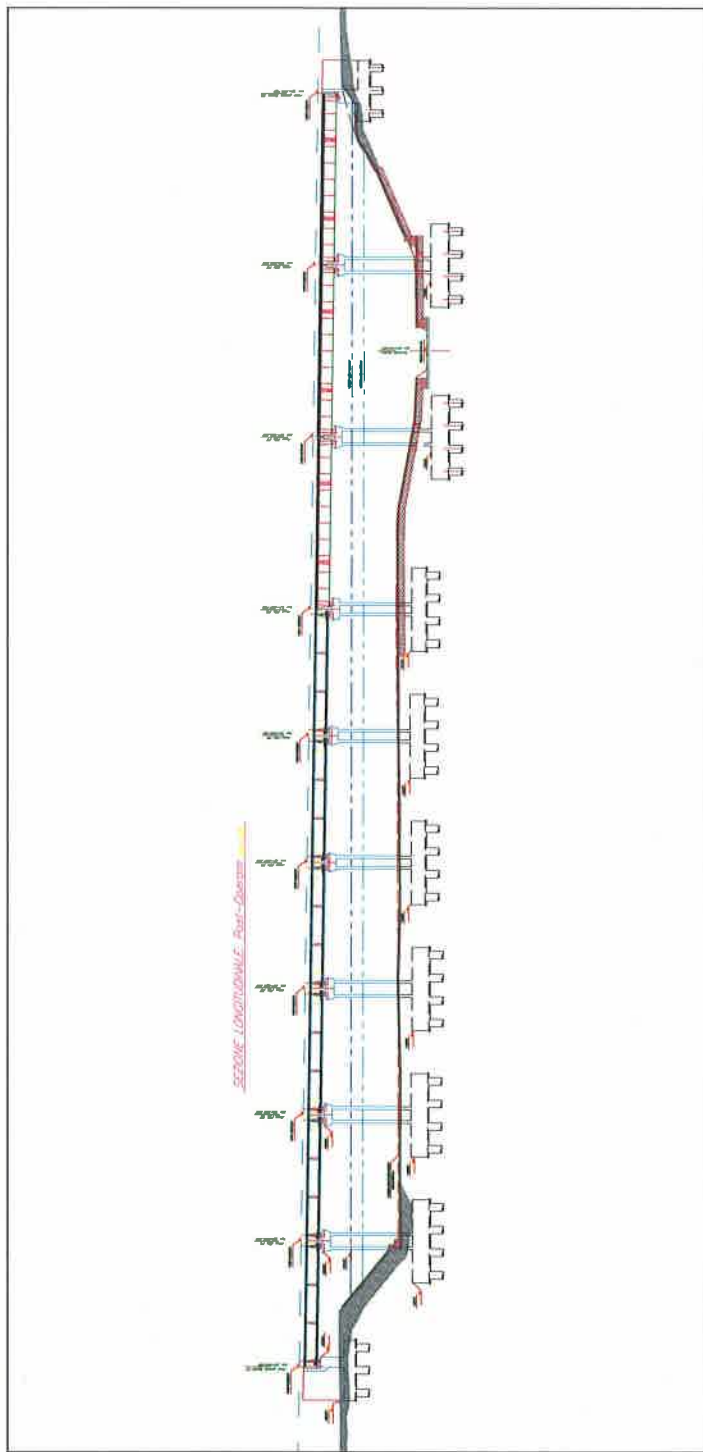
2 OPERE PREVISTE IN PROGETTO

Nel presente capitolo viene riportato una brevissima descrizione delle opere attraversamento previste in progetto rappresentate dal viadotto Isclero, San Giorgio e Rio Secco.

Le seguenti figure da 3.1, 3.2 e 3.3 riportano i profili longitudinali dei Viadotti Isclero, San Giorgio e Rio Secco e le fig 3.4, 3.5 e 3.6 i corrispondenti stralci planimetrici con le quote finali di impostazione dei plinti di fondazione e le relative sistemazioni idrauliche.

La fig, 3.7 mostra la sezione della pila dei viadotti.

Fig. 3.1 Viadotto Isclero-Profilo longitudinale



COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IFOF	01	D 11 RI	ID 00 02 002	A	6 di 30

Fig. 3.2-Viadotto San Giorgio-Profilo longitudinale

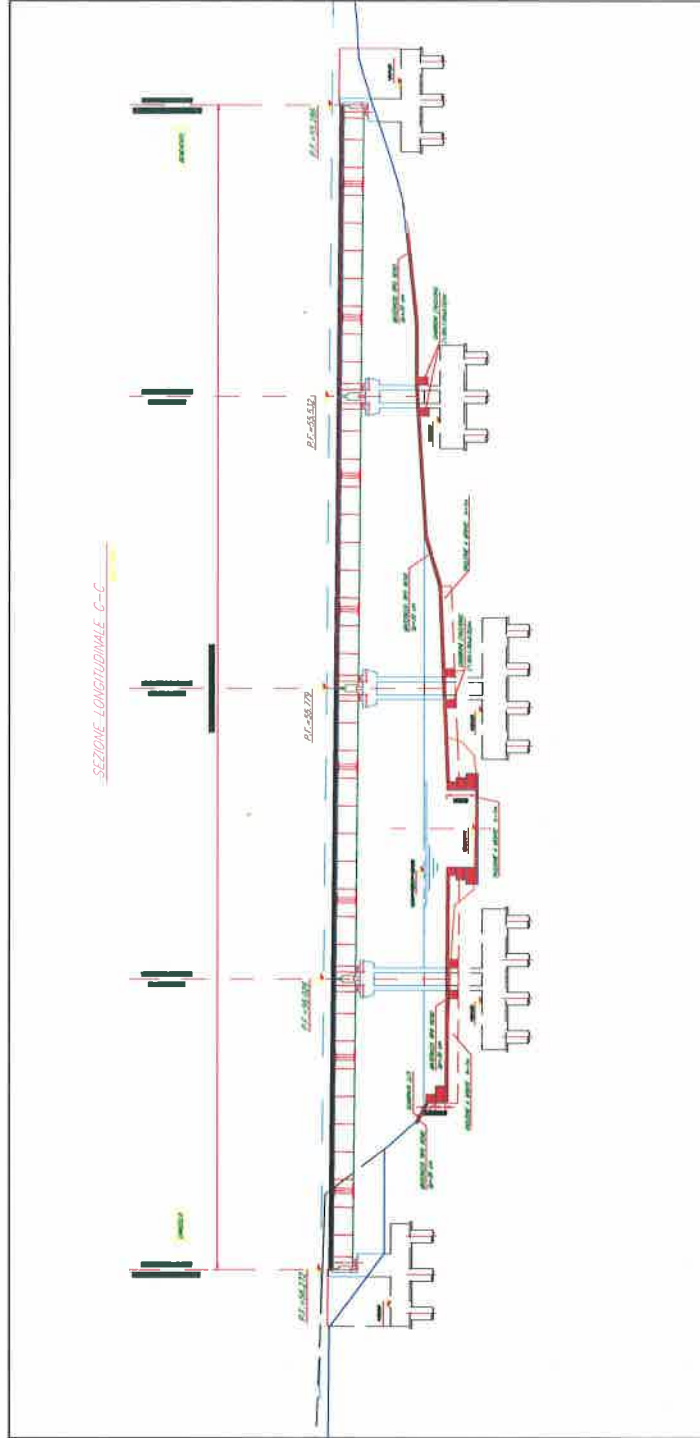


Fig. 3.3-Viadotto Rio Secco-Profilo longitudinale

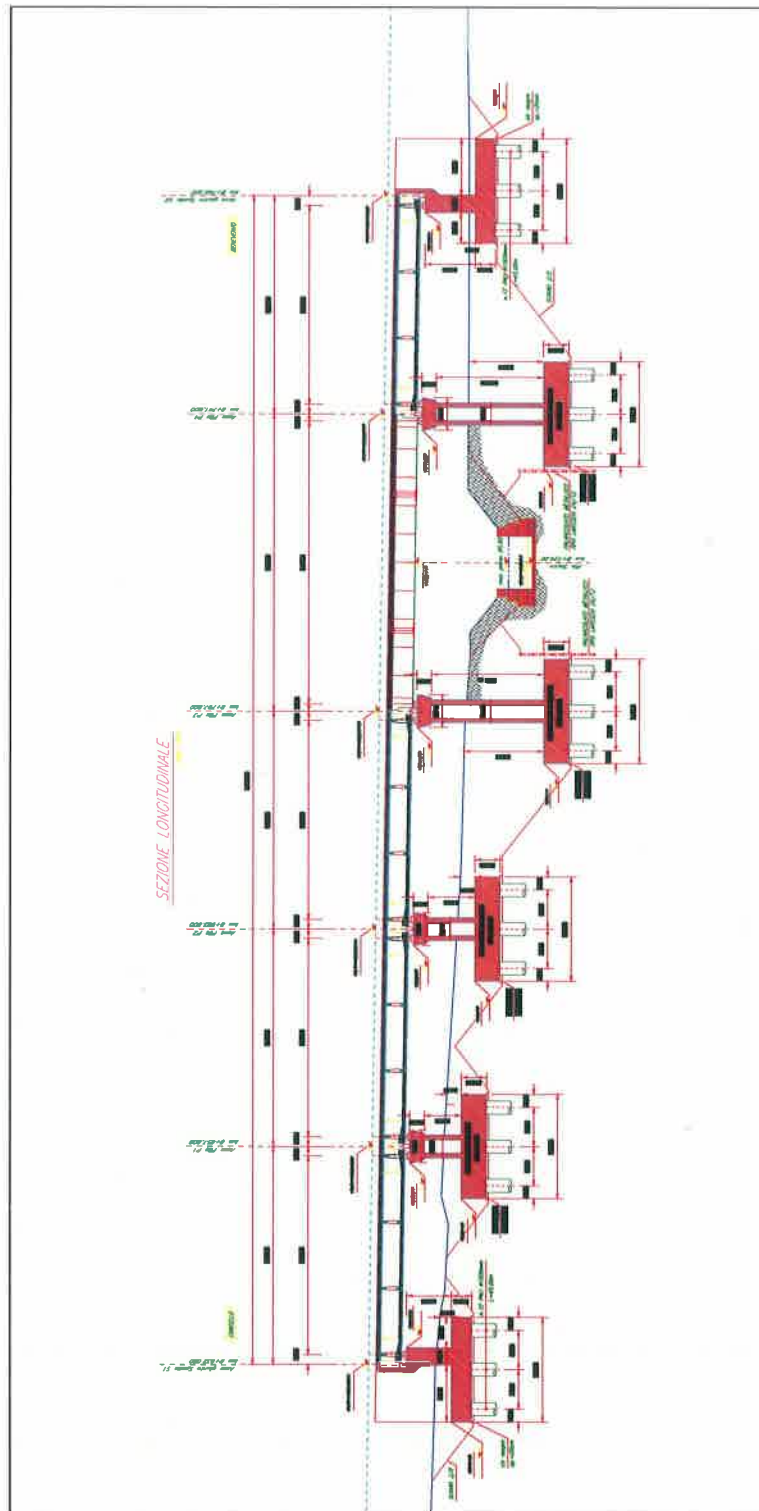
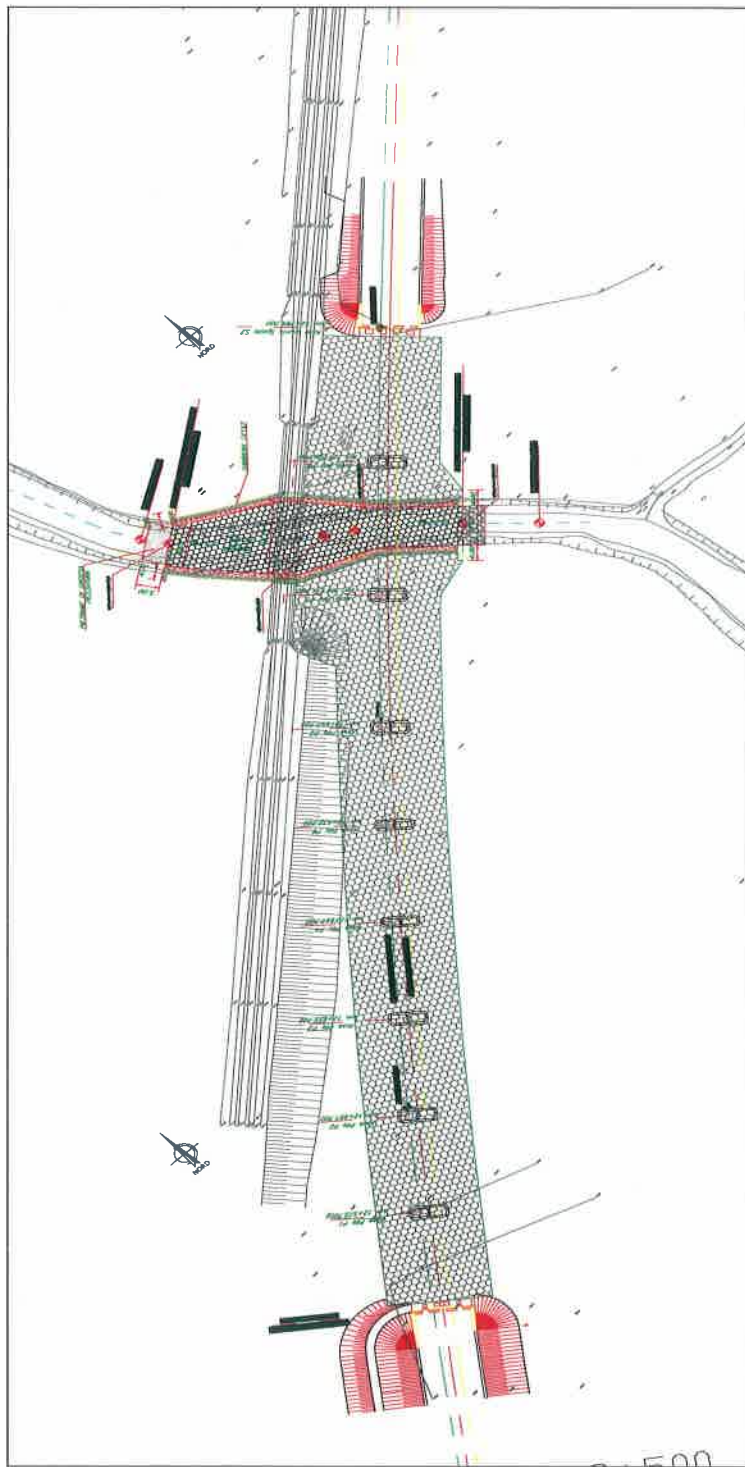


Figura 3.4— stralcio planimetrico viadotto Isclero





ITINERARIO NAPOLI-BARI
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO
1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO-FRASSO TELESINO E
VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL
COMUNE DI MADDALONI - PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE IDRAULICA SUL CALCOLO DEGLI
SCALZAMENTI DELLE FONDAZIONI DEI VIADOTTI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IFO	01	D 11 RI	ID 00 02 002	A	9 di 30

Fig. 3.5--stralcio planimetrico del viadotto San Giorgio

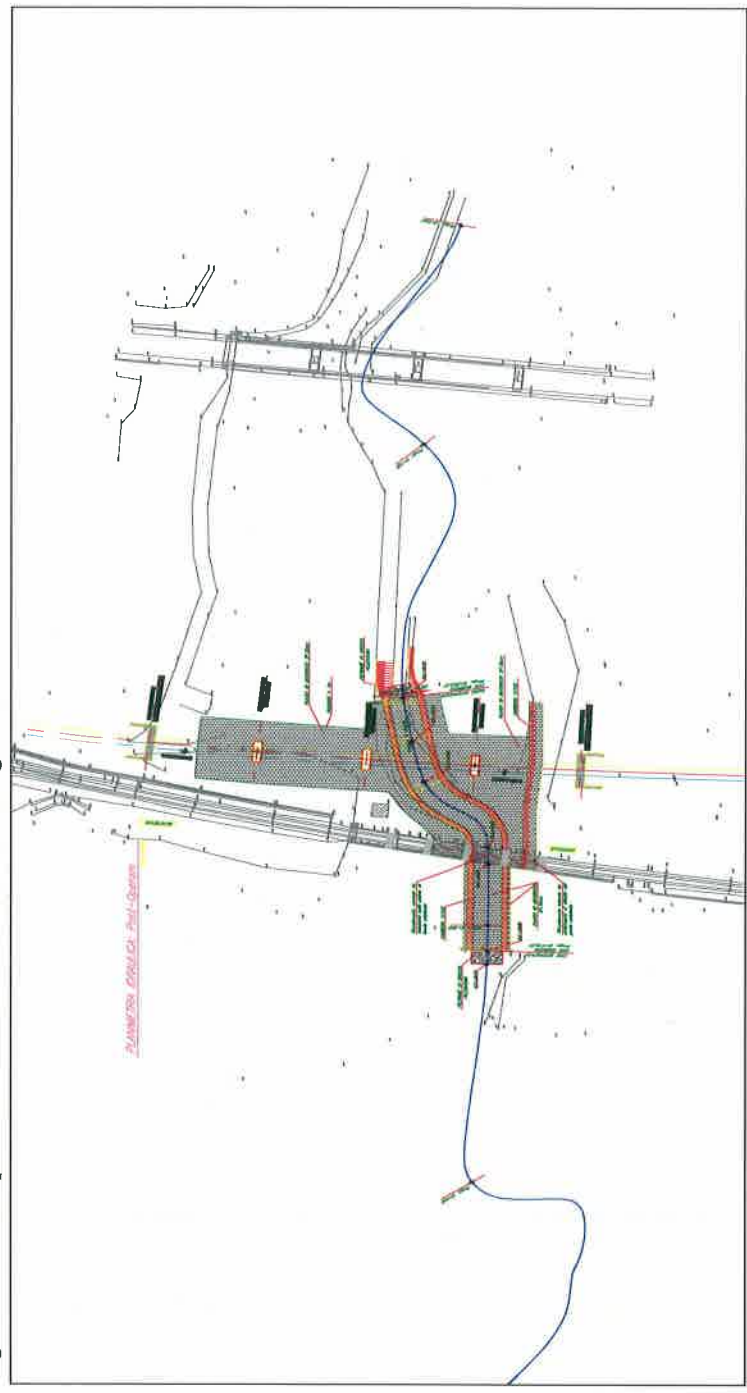
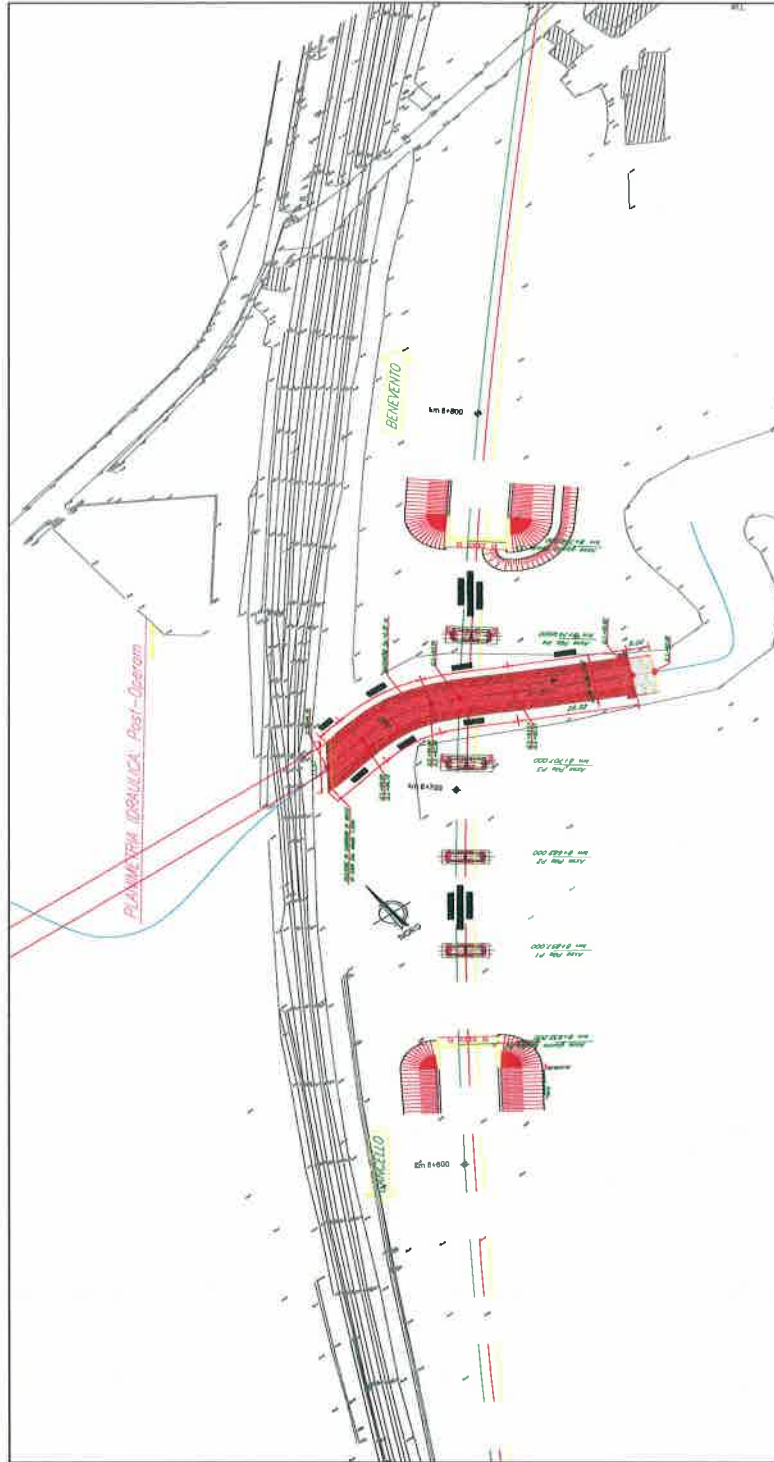


Fig. 3.6- stralcio planimetrico del Rio Secco



RELAZIONE IDRAULICA SUL CALCOLO DEGLI
SCALZAMENTI DELLE FONDAZIONI DEI VIADOTTI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IFOF	01	D 11 RI	ID 00 02 002	A	11 di 30

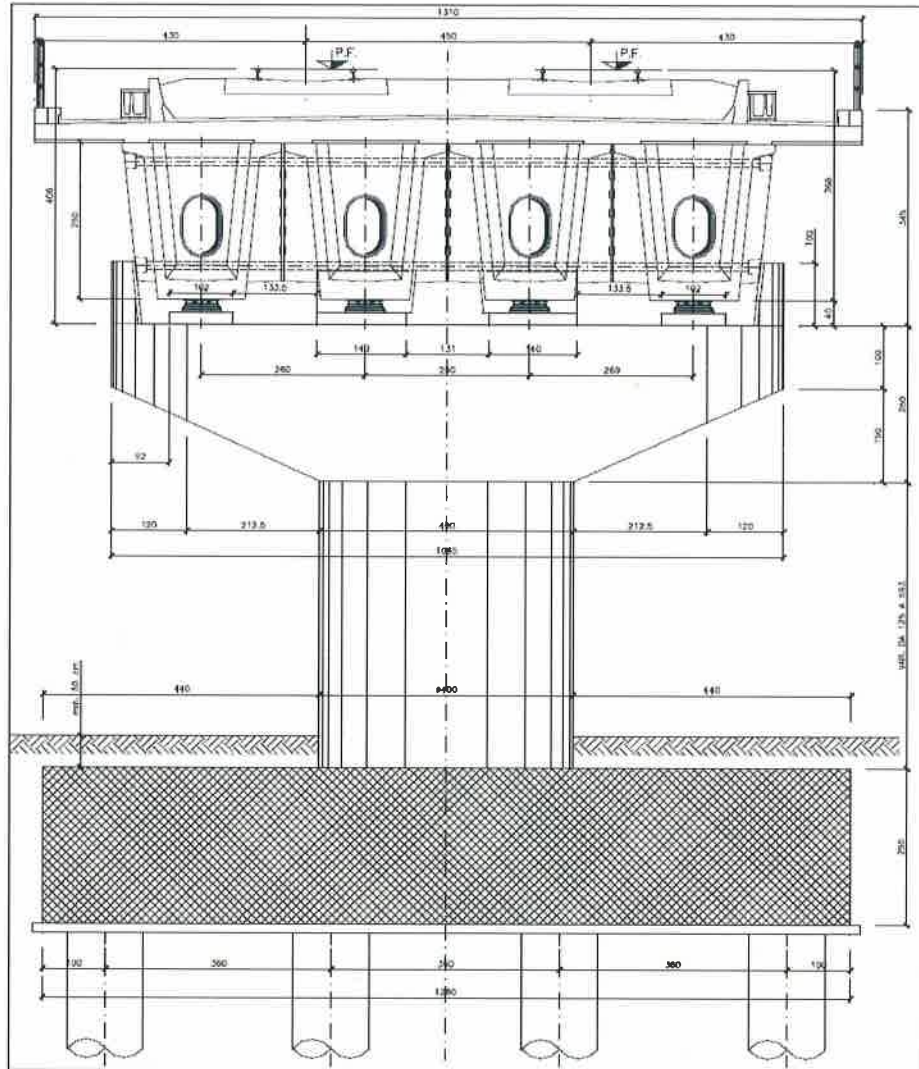


Figura 3.7 – sezione tipo pila dei viadotti in progetto

RELAZIONE IDRAULICA SUL CALCOLO DEGLI SCALZAMENTI DELLE FONDAZIONI DEI VIADOTTI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IFOF	01	D 11 RI	ID 00 02 002	A	12 di 30

3 MECCANISMI DI EROSIONE E SCALZAMENTO

3.1 GENERALITÀ

Nel presente capitolo viene analizzato lo scalzamento massimo atteso del fondo alveo e delle aree golenali in corrispondenza delle pile di sostegno dell'impalcato ferroviario in occasione di eventi di piena, rispetto alle condizioni naturali del corso d'acqua.

Lo scalzamento, causato dallo scavo e dall'erosione di materiale dal letto e dalle sponde dell'alveo, come conseguenza dell'azione erosiva della corrente, può mettere in crisi la stabilità di un ponte, fino ad esporne totalmente le fondazioni.

L'erosione totale in corrispondenza di un ponte con pile in alveo è costituita dalla somma di tre componenti:

1. **PROGRESSIVO ABBASSAMENTO O INNALZAMENTO DIFFUSO:** deposito o erosione generalizzata con variazione a lungo termine della pendenza dell'alveo (quindi della quota del fondo), dovute all'evoluzione altimetrica dell'alveo a monte e a valle del ponte, sia in relazione alle variazioni cicliche e progressive, sia alle eventuali variazioni che si verificano nel corso di ogni singolo evento di piena.
2. **EROSIONE DOVUTA A CONTRAZIONE:** rimozione del materiale di fondo lungo tutta o gran parte della larghezza dell'alveo. Questa componente dell'erosione è il risultato della contrazione dei filetti dovuta al restringimento della sezione causato dalla presenza delle pile in alveo.
3. **EROSIONE TRANSITORIA LOCALIZZATA:** erosione transitoria rapida che si verifica durante gli eventi di morbida e piena in corrispondenza di ostacoli, come le pile dei ponti, che determinano una brusca variazione nella direzione dei filetti fluidi, con formazione di vortici e accelerazioni locali. La buca di erosione si approfondisce con l'aumentare della velocità della corrente contro le pile e viene ricolmata al diminuire della stessa. Tale erosione può portare nel corso di una piena alla riduzione della capacità portante delle pile del ponte, fino al crollo delle stesse.

3.2 PROGRESSIVO ABBASSAMENTO O INNALZAMENTO DIFFUSO

Il progressivo abbassamento o innalzamento generalizzato può essere dovuto a cause naturali cicliche del corso d'acqua o a conseguenze di interventi dell'uomo sull'alveo o sul bacino imbrifero, come ad

esempio la sottrazione di materiale in alveo, costruzione di dighe o traverse, variazioni nell'utilizzo del suolo nel bacino (urbanizzazione, deforestazione, riduzione delle pratiche agricole, rivestimenti d'alveo, tagli di meandri, variazioni di pendenza mediante briglie, ecc.).

I tre corsi d'acqua oggetto della verifica a scalzamento sono in fase evolutiva come testimoniato dalle pendenze di fondo (circa 1,5 %) e dalla natura prevalentemente alluvionale dei materiali costituenti l'alveo.

Al fine di evitare tale progressivo abbassamento è stato previsto di rivestire il tratto di corso d'acqua in corrispondenza al viadotto estendendo tale intervento a monte come a valle fino ad altri attraversamenti se presenti (fig. 4.1, 4.2 e 4.3).

Fig. 4.1 –Interventi di stabilizzazione dell'alveo fiume Isclero

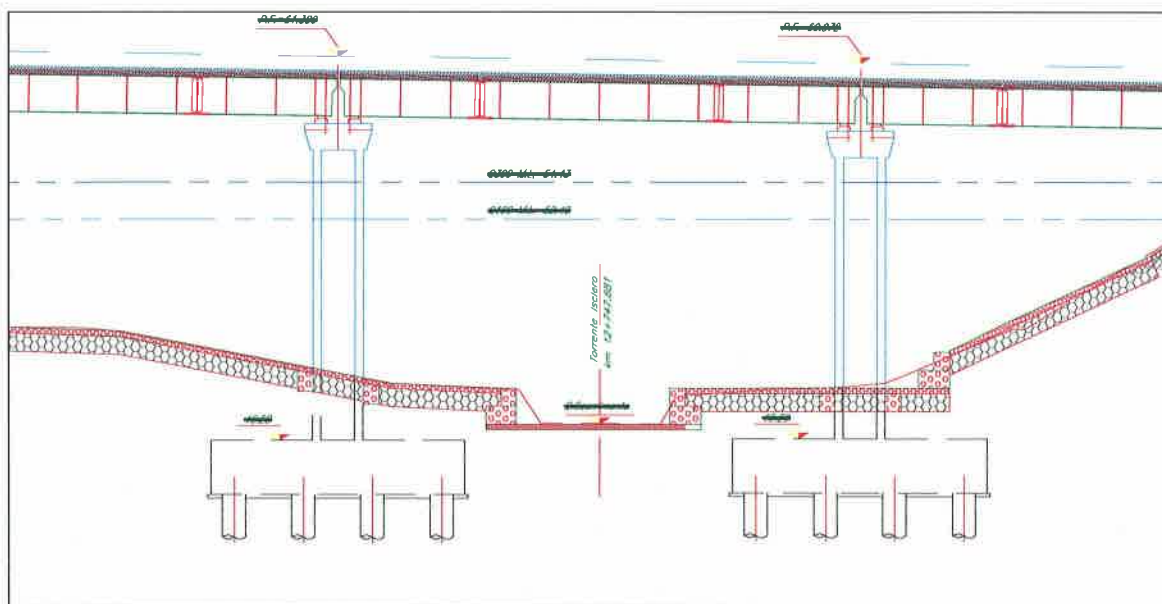


Fig. 4.2-Interventi di stabilizzazione alveo Fiume San Giorgio

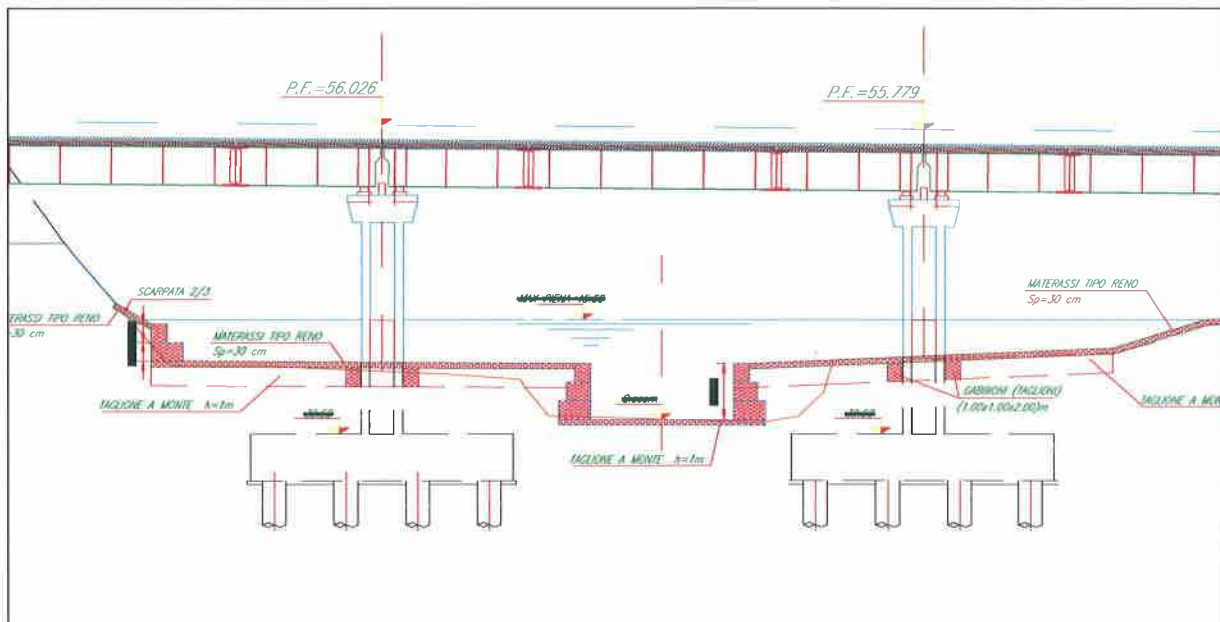
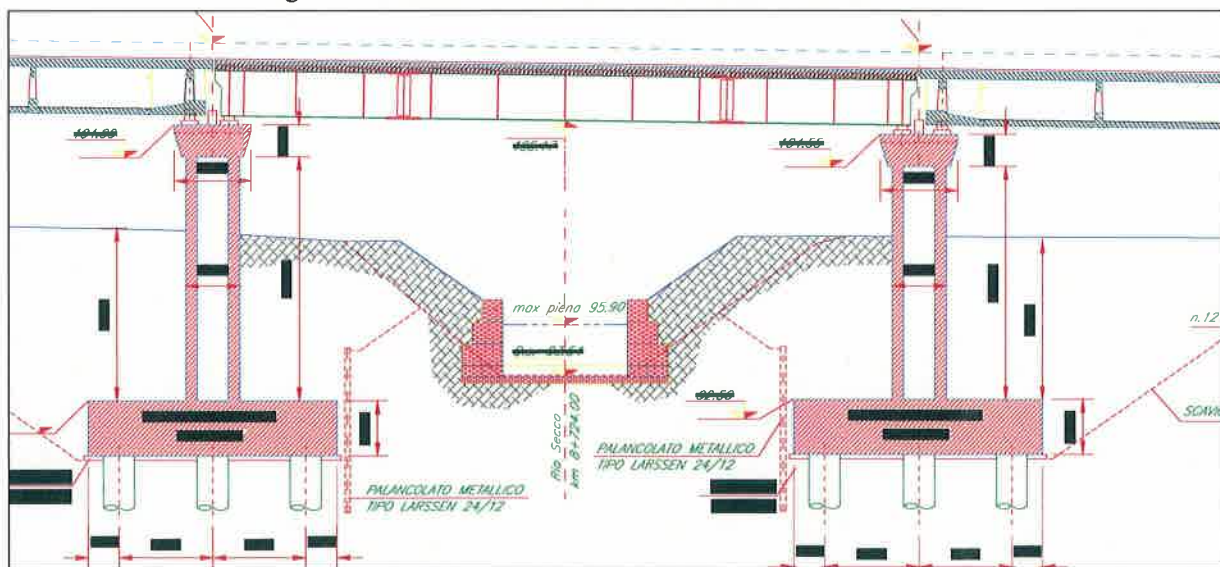


Fig. 4.3-Interventi di stabilizzazione alveo Fiume Rio Secco



Si rimanda a tal proposito anche alla Relazione Idraulica in cui si è descritta la morfologia del tratto in esame nonché alle risultanze del modello monodimensionale HEC-RAS.

3.3 EROSIONE DOVUTA A CONTRAZIONE

Questo tipo di erosione, riconducibile alla riduzione della sezione trasversale dell'alveo ad opera di un attraversamento, implica la rimozione di materiale dal letto e dalle sponde lungo tutta o gran parte della sezione dell'alveo, causata dall'aumento delle velocità e dell'azione di trascinamento in corrispondenza del restringimento. Tale erosione si esplica, sull'intera sezione di deflusso, su scale temporali dell'ordine di grandezza della durata degli eventi di piena.

Solo i due viadotti Isclero e San Giorgio presentano pile in alveo che ridurranno di pochi metri la sezione trasversale dell'alveo principale di deflusso della corrente di piena. Tale riduzione, comunque, non è tale da indurre un aumento sensibile delle velocità idriche rispetto lo scenario "Attuale".

In particolare, le opere in alveo del viadotto producono effetti localizzati, dovuti essenzialmente alla perturbazione (contrazione) indotta dalle pile di sostegno delle campate, che per eventi di piena straordinaria sono quantificabili in pochi millimetri, mentre per eventi di morbida sono quantificabili in qualche centimetro.

3.4 EROSIONE TRANSITORIA LOCALIZZATA

L'erosione transitoria localizzata comporta la rimozione di materiale nell'intorno degli elementi collocati in alveo che ostruiscono il flusso, in particolare delle pile e delle spalle di ponti.

La presenza della pila in alveo causa un aumento della velocità, rilevata dall'addensamento delle linee di corrente. In corrispondenza della pila si viene a formare un grosso vortice a ferro di cavallo che interessa planimetricamente tutta l'area circostante la pila e che è il principale responsabile dell'erosione (4.4 e 4.5).

Il fenomeno dell'erosione localizzata dipende da numerosi parametri legati sia alle caratteristiche della corrente e dell'alveo (portata, battente, velocità della corrente, capacità di trasporto, caratteristiche del materiale dell'alveo, ecc.), che a quelle dell'ostacolo (forma e dimensioni, inclinazione rispetto alla direzione di flusso).

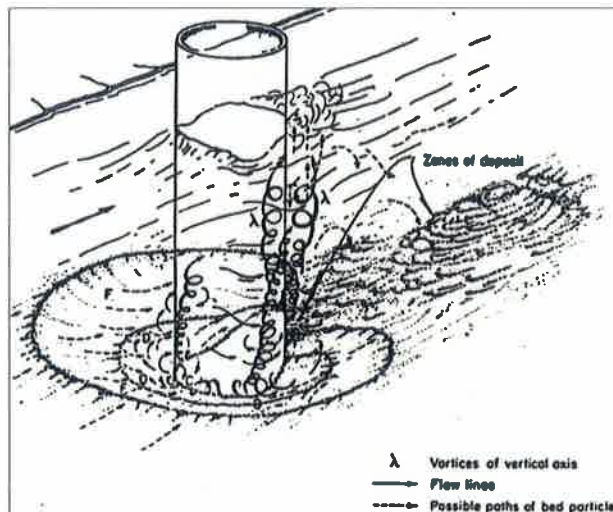
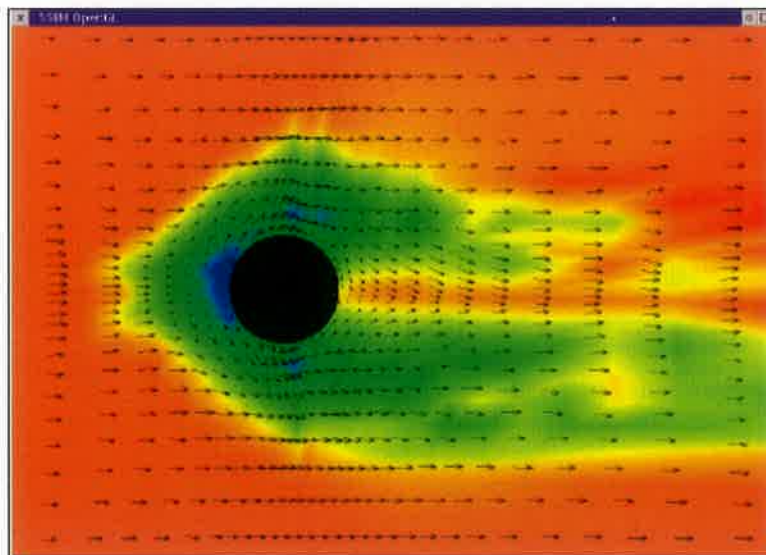


Figura 4.4 – Esempio di erosione localizzata – pila circolare



	ITINERARIO NAPOLI-BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO-FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI - PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE IDRAULICA SUL CALCOLO DEGLI SCALZAMENTI DELLE FONDAZIONI DEI VIADOTTI	COMMESSA IFOF	LOTTO 01	CODIFICA D 11 RI	DOCUMENTO ID 00 02 002	REV. A

Figura 4.5 –Modellazione 3D (condotta tramite SSIIM by Department of Hydraulic and Environmental Engineering, NTNU, Norway) dello scavo nell'intorno di una pila circolare isolata

Poiché l'entità dello scalzamento dipende in modo importante dall'altezza liquida, essa, in generale, risulta maggiore nelle fasi di piena. Durante la fase crescente della piena aumentano la portata, l'altezza liquida e la velocità dell'acqua, fino ad un valore di soglia che inficia la stabilità del fondo alveo e determina lo scavo improvviso della fossa di erosione in corrispondenza delle pile. In alcuni casi le condizioni di magra risultano peggiori di quelle di piena in quanto, in generale, aumenta l'inclinazione della corrente principale rispetto alle pile stesse e la durata della portata è tale che possono venire raggiunti i valori massimi di erosione compatibili con le condizioni idrodinamiche.

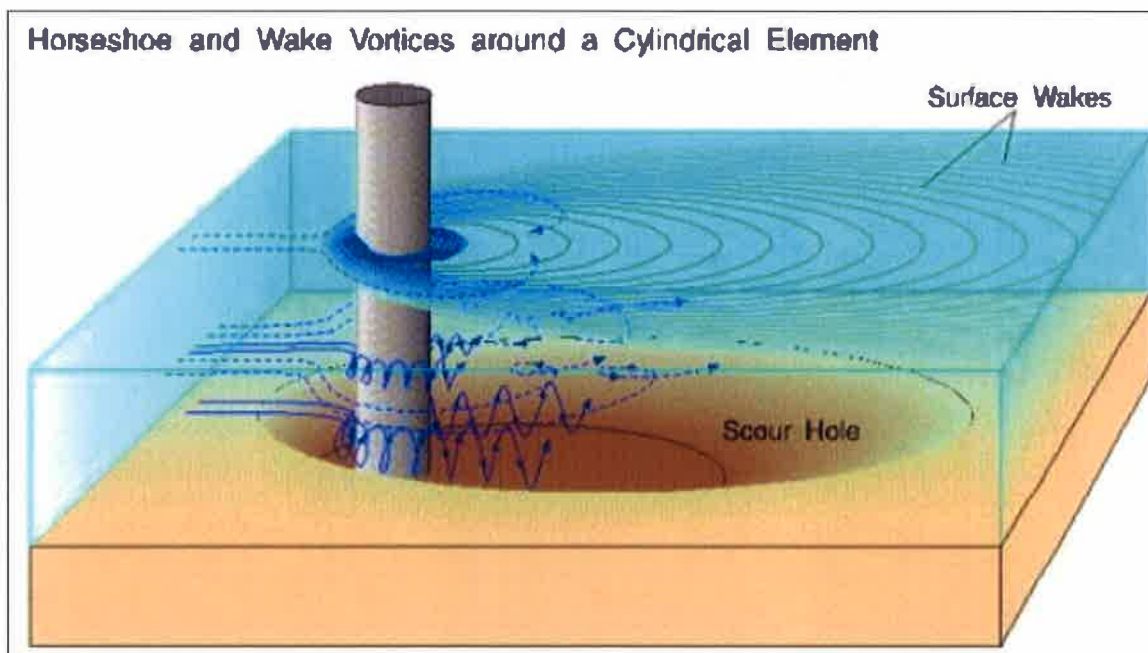


Figura 4.6 – Schematizzazione delle turbolenze nell'intorno di una pila circolare isolata

La fossa di erosione è situata in corrispondenza dell'attacco delle pile da parte della corrente liquida e, nella fase crescente della piena, è caratterizzata da una pendenza della scarpata, verso monte, maggiore dell'angolo di attrito del terreno, in quanto la scarpata stessa è sostenuta dai moti vorticosi che si generano all'interno della fossa (fig. 4.5 e 4.6). Verso valle, dopo la pila, la pendenza della scarpata è minore dell'angolo di attrito del terreno. Quando la piena è in fase decrescente si riducono le forze vorticosi che sostenevano la scarpata di monte, determinando il “frammento” della scarpata



**ITINERARIO NAPOLI-BARI
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO
I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO-FRASSO TELESINO E
VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL
COMUNE DI MADDALONI - PROGETTO DEFINITIVO**

RELAZIONE IDRAULICA SUL CALCOLO DEGLI
SCALZAMENTI DELLE FONDAZIONI DEI VIADOTTI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IFO	01	D 11 RI	ID 00 02 002	A	18 di 30

con parziale ricoprimento della fossa.



**ITINERARIO NAPOLI-BARI
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO
I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO-FRASSO TELESINO E
VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL
COMUNE DI MADDALONI - PROGETTO DEFINITIVO**

RELAZIONE IDRAULICA SUL CALCOLO DEGLI
SCALZAMENTI DELLE FONDAZIONI DEI VIADOTTI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IFOF	01	D 11 RI	ID 00 02 002	A	19 di 30

Perciò le misure di profondità della fossa di erosione effettuate a conclusione dell'evento di piena sono poco significative e si rileva la necessità di misurare l'erosione durante la piena.

Nelle pile con dimensione longitudinale prevalente e inclinate rispetto alla corrente il fenomeno dell'erosione è simile, ma la fossa di massima erosione si riscontra nella parte di valle della pila ed è maggiore di quella che si genera a monte di una pila allineata con la corrente.

L'elevata frequenza storica dei dissesti alle opere di fondazione, sia in fase di esecuzione che di esercizio delle opere, ha portato ormai da decenni ad affrontare il problema della previsione dello scalzamento massimo atteso in corrispondenza dei manufatti in alveo. Le indagini compiute da numerosi ricercatori hanno portato ad una sufficiente conoscenza del campo cinematico che si instaura nell'intorno dell'ostacolo e alla acquisizione di formule, in gran parte di tipo empirico, per la stima dei massimi prevedibili scalzamenti (fig. 4.7).

Le sperimentazioni effettuate comprendono verifiche sul campo in corrispondenza dei ponti e modellazioni fisiche semplificate in laboratorio. Occorre sottolineare che le situazioni indagate in laboratorio sono naturalmente generalizzate e semplificate rispetto alla casistica degli attraversamenti esistenti e alla sostanziale imprevedibilità di alcune delle grandezze che influenzano il fenomeno, mentre le situazioni verificate sperimentalmente in campo sono necessariamente particolari in quanto influenzate dalle caratteristiche del contesto e da grandezze difficilmente misurabili.

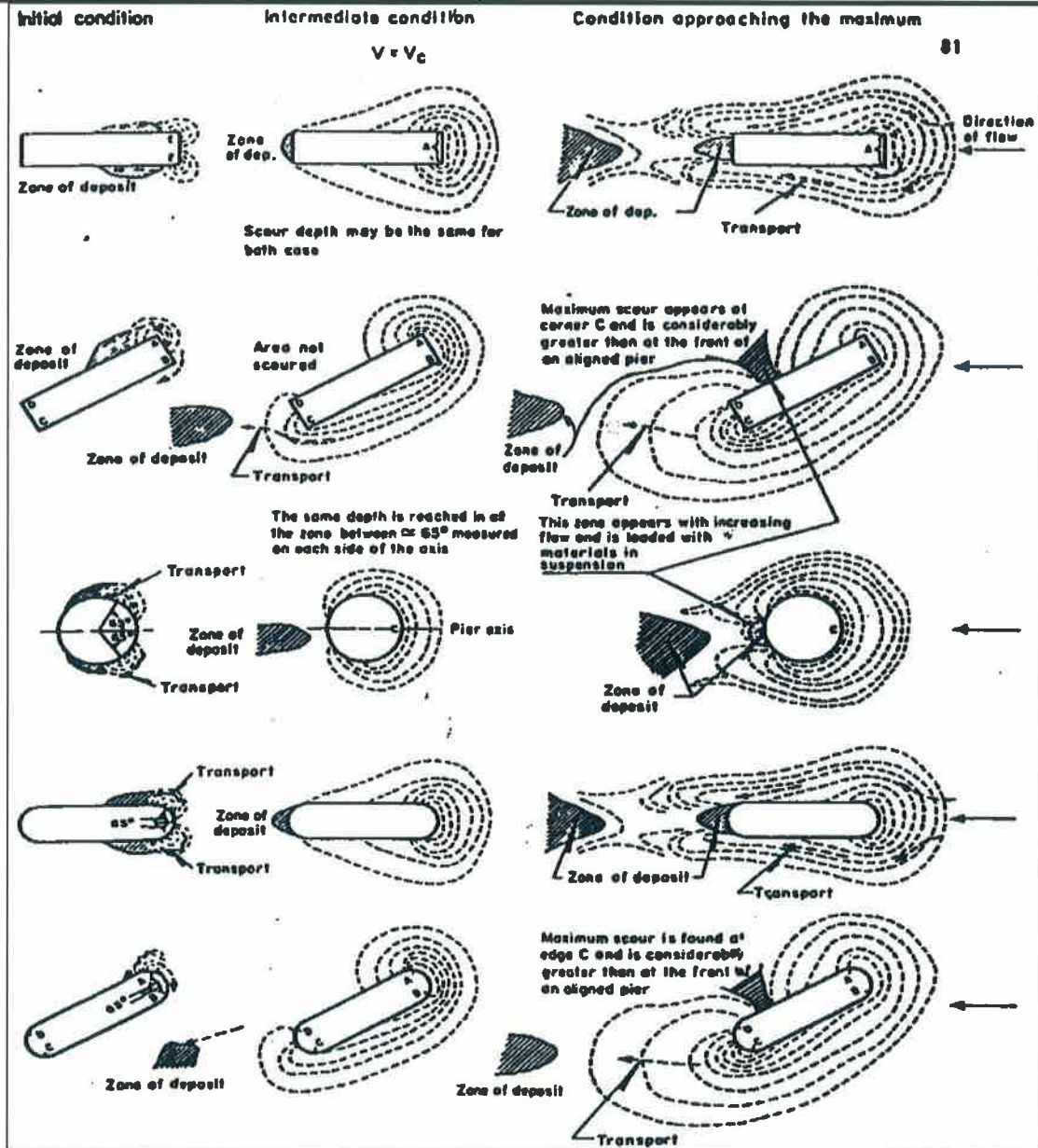


Figura 4.7 – Differenti stadi del processo di erosione per pile con direzione longitudinale prevalente

Grazie a tutte le indagini effettuate, sono disponibili in letteratura numerose formule per la stima del valore massimo atteso dell'erosione in corrispondenza dei manufatti in alveo. Tali formule, compatibilmente al campo di validità ed alle ipotesi assunte come riferimento, sono state applicate al caso in esame (viadotti Isclero, San Giorgio e Rio Secco) per calcolare la massima erosione attesa in

corrispondenza delle pile del ponte nella situazione di progetto, come dettagliatamente riportato nel successivo paragrafo.

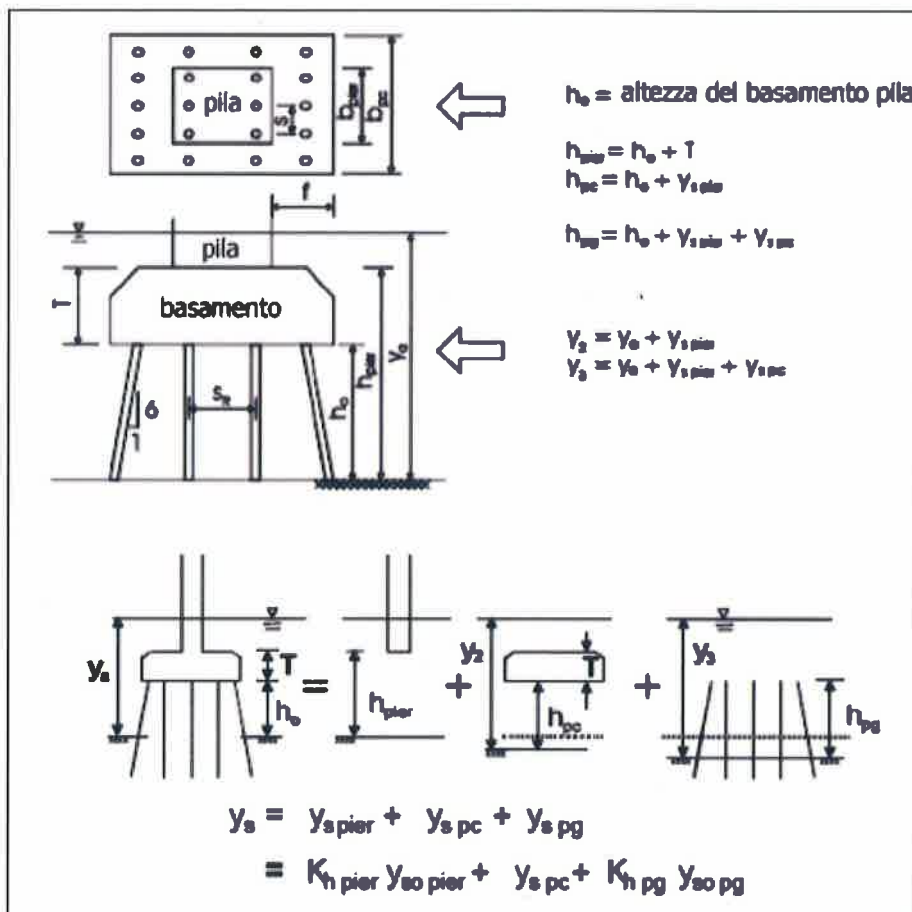


Figura 4.8 – Principio di sovrapposizione degli effetti per pile composite o fondazioni esposte alla corrente, tratto da “Scour Around Exposed Pile Foundations”, Salim, M. and J. Sterling Johnes ASCE Water Resources Engineering Conference, 1999

3.5 VALUTAZIONE DELL'EROSIONE TRANSITORIA RAPIDA

Sulla scorta delle risultanze idrauliche della modellazione monodimensionale (HEC-RAS) si è provveduto a definire e quantificare i processi di scalzamento delle strutture di fondazione previste in progetto per i tre viadotti ferroviari in occasione di eventi di piena, con particolare attenzione all'effetto di erosione transitoria rapida.

L'erosione localizzata in corrispondenza delle pile è ovviamente influenzata dalla forma delle stesse e dalla loro inclinazione rispetto alla direzione della corrente, oltre che dalle caratteristiche dell'alveo e del flusso in corrispondenza delle pile stesse. Molte delle equazioni esistenti in letteratura derivano da esperienze su modelli idraulici e sono espresse in forma adimensionale. Le equazioni sono sviluppate sotto differenti condizioni di flusso e trasporto di sedimenti, nonché con pile di forma e orientamento differente. Questo è un aspetto estremamente importante che deve essere tenuto in considerazione.

Occorre sottolineare che non si conoscono metodi per la determinazione dell'erosione locale in presenza di materiale coesivo. In generale la coesione agisce positivamente nel senso di una maggiore resistenza all'erosione, quindi i risultati ottenuti dalle formulazioni note sono certamente a favore di sicurezza, almeno in condizione di piena, quando le condizioni di erosione si presentano per tempi limitati.

Nella verifica dell'entità dello scalzamento è stata presa in considerazione la formulazione di Breusers. Tale formula tiene conto di tutti i parametri che possono influenzare lo scalzamento, quali forma delle pile, loro inclinazione rispetto alla direzione della corrente, caratteristiche dell'alveo e del flusso.

Per la valutazione dello scalzamento localizzato in corrispondenza delle pile dei viadotto sui tre corsi d'acqua, Isclero, San Giorgio e Rio Secco, sono stati considerati:

- i valori di velocità ed i livelli idrici ottenuti dalla modellazione idraulica monodimensionale, associati ad un tempo di ritorno di 300 anni;
- la geometria delle pile di sezione rettangolare con angoli arrotondati pari a 3,30 m fronte corrente per 8,60 m di lunghezza;
- l'interasse tra le pile pari a 30 m;
- l'inclinazione α tra la direzione di flusso della corrente e la direzione longitudinale delle pile esaminate per ciascun viadotto.

Le valutazioni di seguito riportate sono state inoltre condotte ipotizzando che il materiale di fondo abbia le seguenti caratteristiche:

- peso specifico del materiale del fondo $\gamma_s = 2400 \text{ kg/m}^3$;
- dimensione del materiale $d_{50} = 5 \text{ cm}$.

RELAZIONE IDRAULICA SUL CALCOLO DEGLI SCALZAMENTI DELLE FONDAZIONI DEI VIADOTTI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IFOF	01	D 11 RI	ID 00 02 002	A	23 di 30

BREUSERS ET AL. (1977)

$$\frac{Y_s}{b} = f_1 \left(\frac{V_0}{V_c} \right) \cdot \left[2 \operatorname{thn} \left(\frac{Y_0}{b} \right) \right] \cdot f_2(\text{forma}) \cdot f_3 \left(\alpha, \frac{L}{b} \right)$$

dove:

- Y_s profondità di scavo a partire dal fondo del terreno indisturbato;
- b larghezza della pila di lunghezza L ;
- a interasse tra le pile;
- V_0 velocità media della corrente indisturbata;
- V_c velocità critica di trascinamento relativa al materiale di diametro d ; per i miscugli si adotta $d = d_{50}$ e si può ottenere la velocità critica dalla

$$V_c = 0,85 \sqrt{2gd_{50}(\gamma_s - \gamma) / \gamma}$$

dove γ_s è il peso specifico del materiale di fondo e γ è il peso specifico dell'acqua;

- d_{50} dimensione media del materiale;
- α angolo tra la direzione della corrente indisturbata e la pila;
- f_1 coefficiente che tiene conto delle caratteristiche del materiale in rapporto a quelle della corrente, pari a

$$f_1 = 0 \quad \text{per } (V_0/V_c) \leq 0,5$$

$$f_1 = 2 \cdot V_0/V_c - 1 \quad \text{per } 0,5 < (V_0/V_c) \leq 1,0$$

$$f_1 = 1 \quad \text{per } (V_0/V_c) > 1,0$$

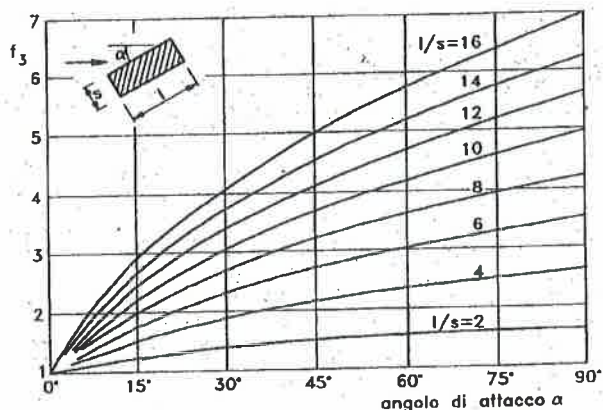
- f_2 coefficiente di forma, pari a

$$f_2 = 1,00 \text{ per pile circolari o con fronti arrotondate}$$

$$f_2 = 0,75 \text{ per pile sagomate in modo da accompagnare la corrente}$$

$$f_2 = 1,30 \text{ per pile rettangolari}$$

f_3 coefficiente funzione della forma e dell'inclinazione della pila, è ricavabile dalla figura seguente



3.6 RISULTATI

I risultati dell'applicazione della formula di Breusers sono riportati nella tabella 4.1, da cui si evince per l'Isclero un valore massimo di soli 2,25 m in quanto per questo corso d'acqua le due pile a cavallo dell'attraversamento si intestano direttamente a quota -1 dal fondo alveo nella formazione del tufo giallo e grigio (fig. 4.9). Il valore di 2,25 m si riferisce alle pile in golena che sono caratterizzate da velocità ridotte rispetto al filone principale della corrente e si fondano invece nella formazione del limo argilloso (Fig. 4.9). Tutte le pile del viadotto sono state comunque protette in via cautelativa con una protezione perimetrale di materassi e gabbioni.

Il valore dello scalzamento massimo delle pile del fiume San Giorgio è risultata pari a 6,04 m. La natura del terreni di fondazione, costituiti prevalentemente da limi argillo-sabbiosi (fig. 4.10), non consente di appoggiare le fondazioni su di una formazione con caratteristiche lapidee come nel caso dell'Isclero. A fronte di questa condizione geo-litologica è stata adottata una soluzione che da un lato evita di realizzare opere di fondazione eccessivamente impegnative e dall'altro cautela il progettista ai fini della sicurezza. La soluzione scelta è stata pertanto quella di approfondire l'estradosso del plinto di fondazione 1 metro al di sotto del fondo alveo prevedendo nel contempo una importante inalveazione del tratto dell'attraversamento estesa a monte come a valle (Fig. 3.2) con lo scopo di fissare in maniera definitiva sia il profilo altimetrico che planimetrico dell'alveo.

Il placcaggio delle pile con materassi e gabbioni è stato comunque previsto per le pile in alveo.

Per quel che concerne il Rio Secco le sue pile non sono interessate dalla portata di massima piena e quindi non sarebbero soggette a scalzamento. In forma cautelativa è stata però prevista una adeguata inalveazione al fine di evitare divagazioni o approfondimenti che potessero determinare il coinvolgimento delle pile (fig. 3.3).

Inoltre ogni pila è stata placcata con materassi e gabbioni.

La tabella 4.2 riporta infine per ciascuna pila e spalla dei tre viadotti la quota di intradosso del plinto di fondazione in modo da rispettare gli scalzamenti attesi.

Tab. 4.1-Tabella riassuntiva del calcolo degli scalzamenti massimi attesi

Corso d'acqua	s (m)	l (m)	l/s	ALFA	V0 (m/s)	Y0 (m)	Y0/s	d (m)	VC (m/s)	V0/Vc	F1	2tanh (y0/s)	F2	F3	ds/s	scalzamento-ds (m)
ISCLERO	3.30	8.60	2.61	30.00	0.40	13.51	4.09	0.05	0.65	0.61	0.23	2.00	1.00	1.50	0.68	2.25
SAN GIORGIO	3.30	8.60	2.61	0	2.1	5.15	1.56	0.05	0.65	3.23	1	1.87	1	1	1.83	6.04

Tab 4.2-Tabella delle quote di intradosso dei plinti di fondazione

CORSO D'ACQUA	LMP	SPALLA S1		PILA 1		PILA 2		PILA 3		PILA 4		PILA 5		PILA 6		PILA 7		PILA 8		SPALLA S2	
		SCALZM	Q EP	SCALZM	Q EP	SCALZM	Q EP	SCALZM	Q EP	SCALZM	Q EP	SCALZM	Q EP	SCALZM	Q EP	SCALZM	Q EP	SCALZM	Q EP	SCALZM	Q EP
ISCLERO	54,40	0	55,54	2,25	43,41	2,25	43,71	2,25	43,51	2,25	43,71	2,25	43,91	2,25	43,61	(*)	40,20	(*)	40,20	0	53,35
SAN GIORGIO	45,55	0	48,99	6,00 (+)	36,50	6,00 (+)	36,50	0	43,90											0	53,35
RIO SECCO	96,6	0	101,45	0	100,49	0	99,16	0	92,44	0	92,50									0	99,24

LEGENDA

LMP = Livello max piena (mslm)
 SCALZM = Scalzamento max (m)
 QEP = quota estradosso plinto (ml.m.)

Note: I plinti di fondazione delle pile 7 e 8 dell'Isclero sono stato intestati nella formazione tufacea di base circa 1.0m della quota fondo alveo;

La quota dell'estradosso dei plinti 1 e 2 del San Giorgio è fissata a circa 1 m al di sotto del fondo alveo in linea con lo scalzamento atteso di 6.0m;

I plinti delle pile 3 e 4 del Rio Secco hanno un estradosso posizionato 1 metro circa sotto il fondo alveo in quanto il corso d'acqua è in fase evolutiva plano-altimetrica data la pendenza di fondo (2-3%) e la natura geo-



**ITINERARIO NAPOLI-BARI
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO
1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO-FRASSO TELESINO E
VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL
COMUNE DI MADDALONI - PROGETTO DEFINITIVO**

RELAZIONE IDRAULICA SUL CALCOLO DEGLI
SCALZAMENTI DELLE FONDAZIONI DEI VIADOTTI

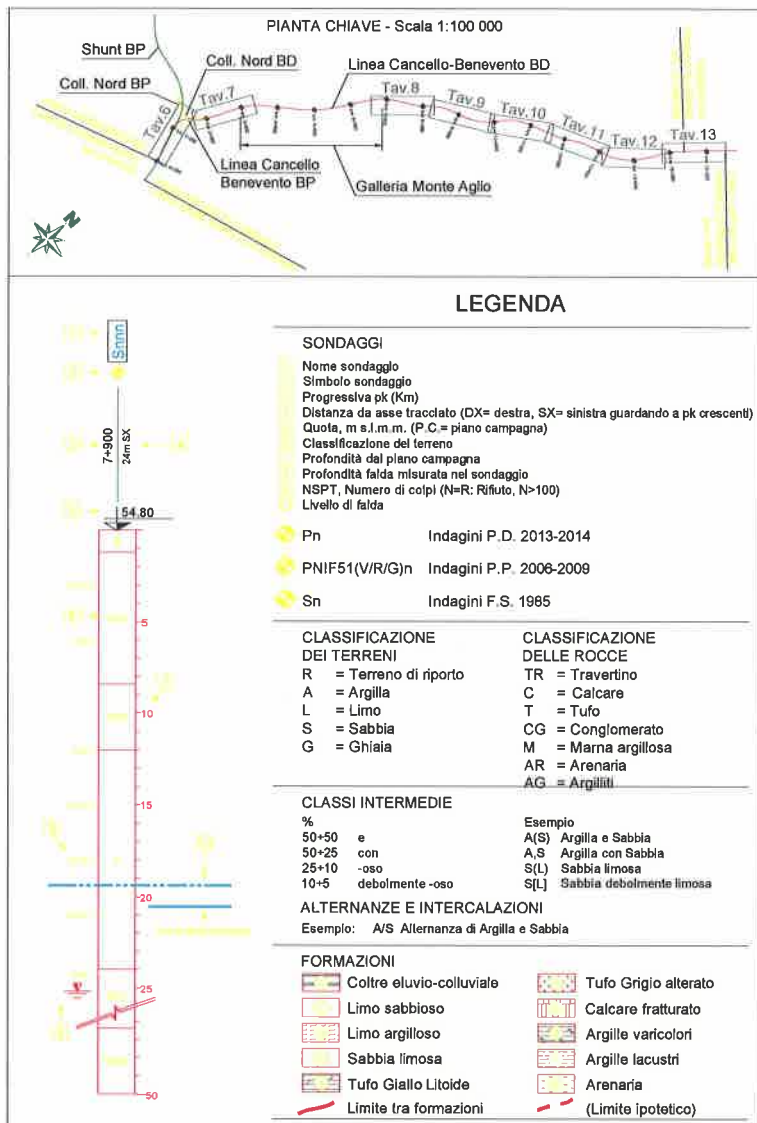
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IFOF	01	D 11 RI	ID 00 02 002	A	26 di 30

litologica della formazione di base costituita da limo sabbioso.

RELAZIONE IDRAULICA SUL CALCOLO DEGLI
SCALZAMENTI DELLE FONDAZIONI DEI VIADOTTI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IFOF	01	D 11 RI	ID 00 02 002	A	27 di 30

Legenda profilo geotecnico



RELAZIONE IDRAULICA SUL CALCOLO DEGLI
SCALZAMENTI DELLE FONDAZIONI DEI VIADOTTI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IFOF	01	D 11 RI	ID 00 02 002	A	28 di 30

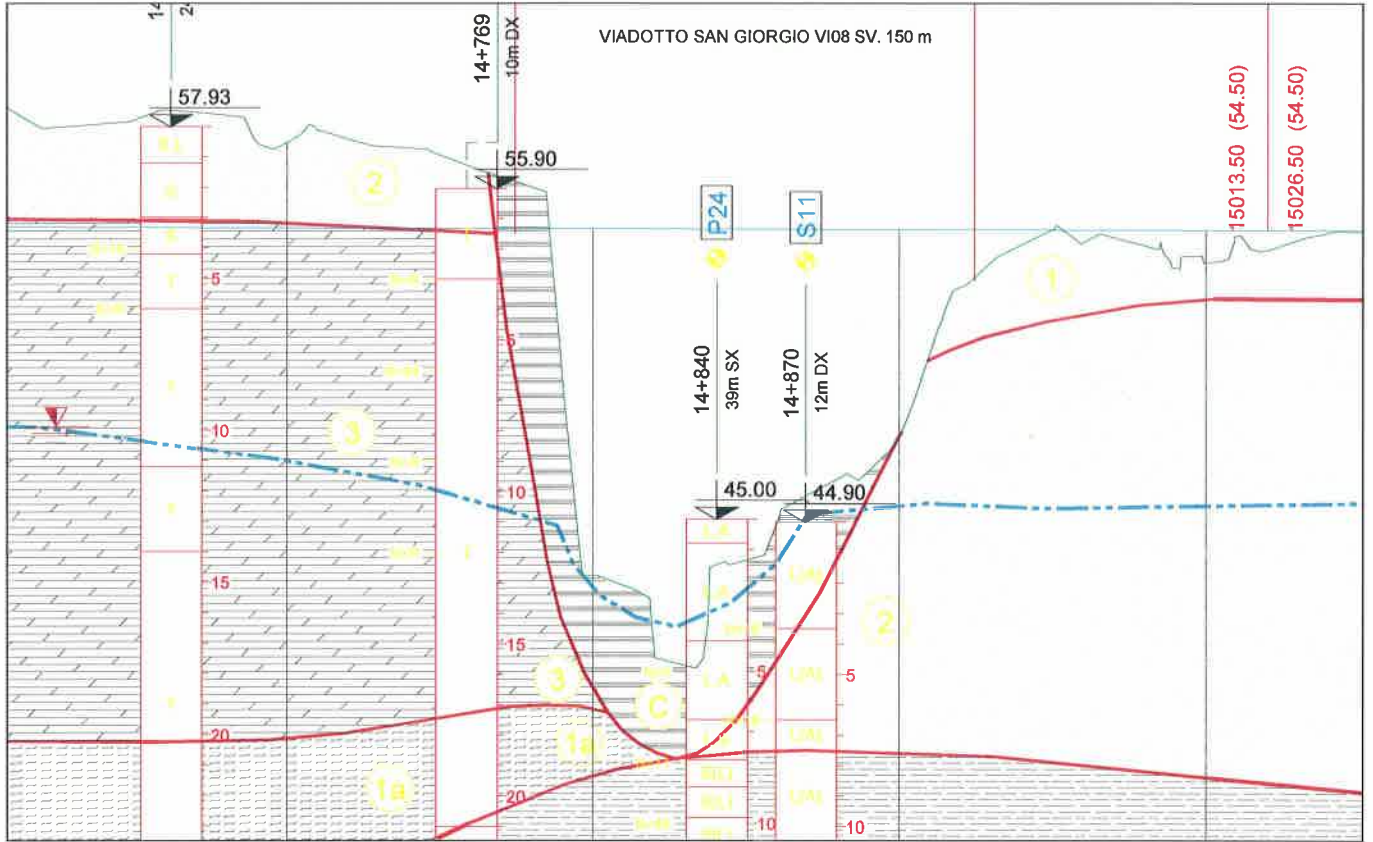
Fig. 4.9-Profilo geotecnico Fiume Isclero



RELAZIONE IDRAULICA SUL CALCOLO DEGLI
SCALZAMENTI DELLE FONDAZIONI DEI VIADOTTI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IFOF	01	D 11 RI	ID 00 02 002	A	29 di 30

Fig. 4.10-Profilo geotecnico Fiume San Giorgio



RELAZIONE IDRAULICA SUL CALCOLO DEGLI
SCALZAMENTI DELLE FONDAZIONI DEI VIADOTTI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IFOF	01	D 11 RI	ID 00 02 002	A	30 di 30

Fig. 4.11-Profilo geotecnico Rio Secco

