




Contraente: 	Progetto: METANODOTTO AGRIGENTO-PIAZZA ARMERINA DN 1200 (48"), DP 75 bar		Ciente:  
	N° Contratto : N° Commessa : NR/08247		
N° documento: P01395-PPL-RE-005-190	Foglio 1 di 46	Data 25-10-2011	N° documento Cliente:

RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA
ATTRAVERSAMENTO FIUME SALSO O IMERA MERIDIONALE

00	25-10-2011	EMESSO PER INTEGRAZIONE SIA	VANNI TAMAGNINI	STROPPA	MONTONI
REV	DATA	TITOLO REVISIONE	PREPARATO	CONTROLLATO	APPROVATO

METANODOTTO AGRIGENTO-PIAZZA ARMERINA DN 1200 (48"), DP 75 bar							
RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA ATTRAVERSAMENTO FIUME SALSO O IMERA MERIDIONALE							
N°Doc. Ingegneria: P01395-PPL-RE-005-190	Rev.:	00					N°Doc. Cliente: -
		Foglio	2	di	46		

SOMMARIO

1	PREMESSA	3
2	CARATTERISTICHE GENERALI	5
3	STUDIO IDROLOGICO.....	7
3.1	Analisi del regime idraulico.....	7
3.2	Portate di piena	12
4	STUDIO IDRAULICO	13
5	DETERMINAZIONE DELLA MASSIMA PROFONDITÀ DI EROSIONE	19
5.1	Erosione al fondo	19
5.2	Definizione della profondità di posa.....	22
6	VERIFICHE DI STABILITÀ DELL'OPERA.....	23
7	VERIFICHE DELLE PROTEZIONI SPONDALI	34
8	CONCLUSIONI	35
9	INTERFERENZE CON LE FASCE DI PERICOLOSITÀ E CON LE ZONE A RISCHIO CENSITE DAL PAI.....	36
	ANNESSO 1: GENERALITÀ SUL MODELLO HEC-RAS	37
	ANNESSO 2: TABELLE PER LA DETERMINAZIONE DI DO E □C	44
	ANNESSO 3: VALORI DI PORTATA MISURATI ALLE STAZIONI IDROMETRICHE DI INTERESSE.....	45
a)	Valori di portata media giornaliera [mc/sec] misurati alla Stazione Idrometrica Drasi	45
B)	Valori di portata media giornaliera [mc/sec] misurati alla Stazione Idrometrica Ponte Cinque Archi.....	46
C)	Valori di portata media giornaliera [mc/sec] misurati alla Stazione Idrometrica Ponte Besaro	46

METANODOTTO AGRIGENTO-PIAZZA ARMERINA DN 1200 (48"), DP 75 bar							
RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA ATTRAVERSAMENTO FIUME SALSO O IMERA MERIDIONALE							
N°Doc. Ingegneria: P01395-PPL-RE-005-190	Rev.:	00					N°Doc. Cliente: -
		Foglio		3	di	46	

1 PREMESSA

La presente relazione è finalizzata alla determinazione delle caratteristiche idrologiche-idrauliche del Fiume Salso o Imera Meridionale, necessarie per la verifica della profondità di posa del nuovo metanodotto DN 1200 (48") DP75 bar in acciaio, che verrà posata in parallelismo con altre due linee esistenti in tale zona a potenziamento della rete.

L'attraversamento del fiume è ubicato in una zona in cui il corso d'acqua rappresenta il confine tra le provincie di Caltanissetta ed Enna, nel territorio di competenza dell'omonimo comune in sponda sinistra e del comune di Pietraperzia in sponda destra. In tale sezione il Fiume Salso riceve le acque di un suo affluente in sponda destra, il Torrente Niscima.

In dettaglio la zona dell'attraversamento è distinta al Foglio n°236 mappale n°22 del N.C.T del Comune di Caltanissetta, e al Foglio n° 19 mappale n° 1 del N.C.T del Comune di Pietraperzia.

Scopo e finalità del presente studio è pertanto verificare l'idoneità della profondità di posa adottata rispetto alle possibili dinamiche evolutive del fondo alveo o a possibili fenomeni di dissesto/erosione localizzati in corrispondenza del transito degli eventi di piena, nonché la compatibilità delle opere con le previsioni del PAI.

Si sono assunte a tal fine le portate determinate per il Fiume Imera Meridionale e per il suo affluente Torrente Niscima nell'ambito dello studio idrologico di dettagli eseguito dalla Regione Sicilia, Assessorato al Turismo e Ambiente, Dipartimento Territorio e Ambiente, Servizio 4 "Assetto del Territorio e Difesa del Suolo, nell'ambito delle attività finalizzate alla redazione del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.).

In particolare i risultati di interesse per il presente studio sono riportati nella Relazione del Bacino Idrografico del F. Imera Meridionale (072), Area territoriale tra il Bacino Idrografico del F. Palma e il Bacino Idrografico del F. Imera Meridionale (071).

METANODOTTO AGRIGENTO-PIAZZA ARMERINA DN 1200 (48"), DP 75 bar							
RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA ATTRAVERSAMENTO FIUME SALSO O IMERA MERIDIONALE							
N°Doc. Ingegneria: P01395-PPL-RE-005-190	Rev.:	00					N°Doc. Cliente: -
		Foglio		4	di	46	

La modellazione di cui ai paragrafi seguenti è stata eseguita con le portate corrispondenti ai tempi di ritorno Tr 50, Tr 100 e Tr 300 in analogia ai tempi di ritorno degli studi idrologici eseguiti per il PAI.

Lo studio è stato condotto nell'ipotesi di moto permanente, mediante elaboratore elettronico, con l'ausilio del programma di calcolo Hec-Ras (per le cui caratteristiche si rimanda all'annesso 1).

Si è provveduto in tal modo alla determinazione delle grandezze caratteristiche del deflusso in alveo quali altezza del tirante idrico, velocità della corrente, raggio idraulico, ecc.

I valori così calcolati sono stati poi utilizzati per le verifiche della profondità di posa della nuova condotta eseguite al par. 5.

Al paragrafo 6 sono invece riportate la verifica di stabilità delle sponde ante e post operam, mentre al par. 7 è contenuta la verifica delle protezioni spondali alle azioni di trascinarsi indotte dal transito della piena con Tr 300 anni.

Un paragrafo del presente studio(par. 3.1) è stato infine dedicato allo studio dei deflussi misurati in alveo al fine di definire i periodi di magra del fiume e le relative portate prevedibili in detti periodi.

Per il reperimento dei dati necessari allo studio in oggetto si sono utilizzati:

- Piano Stralcio di Bacino per l'assetto idrogeologico della Regione Sicilia;
- Cartografia allegata al suddetto PAI;
- Piano di Gestione del Distretto Idrografico della Sicilia
- Archivio misure di portata dell'Osservatorio delle Acque della Regione Sicilia

METANODOTTO AGRIGENTO-PIAZZA ARMERINA DN 1200 (48"), DP 75 bar							
RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA ATTRAVERSAMENTO FIUME SALSO O IMERA MERIDIONALE							
N° Doc. Ingegneria: P01395-PPL-RE-005-190	Rev.:	00					N° Doc. Cliente: -
		Foglio		5	di	46	

2 CARATTERISTICHE GENERALI

Il progetto prevede di realizzare l'attraversamento con tecnica di scavo tradizionale e successivo ripristino con materiale di scavo, secondo la sezione trasversale attualmente esistente. La profondità di posa è prevista a 6,00 m dal punto più depresso dell'alveo. Nella sezione interessata dalle operazioni di cantiere è attualmente presente lungo le sponde una protezione in pietrame che verrà pertanto ripristinata ad opere finite ed opportunamente prolungata.

Il tratto fluviale interessato dall'attraversamento è posizionato nella parte mediana del corso del Fiume Imera, circa 4 km a monte del punto di immissione del suo importante affluente in sponda sinistra, Vallone Furiana.

L'asta principale presenta in questa zona un andamento generalmente sinuoso con locali meandri e scorre in senso S-O prima di volgere verso Sud in corrispondenza della confluenza del Vallone Furiana. Il sistema di drenaggio in questa zona è qui più sviluppato rispetto al tratto montano, pur conservando ancora una fisionomia di scarsa maturità.



Figura 1: Sezione fluviale in corrispondenza dell'attraversamento

METANODOTTO AGRIGENTO-PIAZZA ARMERINA DN 1200 (48"), DP 75 bar						
RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA ATTRAVERSAMENTO FIUME SALSO O Imera MERIDIONALE						
N° Doc. Ingegneria: P01395-PPL-RE-005-190	Rev.:	00				N° Doc. Cliente: -
		Foglio 6 di 46				

Il bacino imbrifero del fiume Imera M. è caratterizzato da un regime pluviometrico di tipo mediterraneo, che determina periodi di assoluta siccità a periodi con elevati deflussi. Questi ultimi, sia per quanto concerne le acque di scorrimento superficiali che quelle sotterranee presentano una salinità piuttosto elevata a causa della presenza di rocce della serie gessoso-solfifera che caratterizzano il bacino.

Nel Piano di Gestione del Distretto Idrografico della Sicilia, il corso del Fiume Imera Meridionale è classificato con il Codice UIR R19 069 ed è stato inserito nell'Unità Omogena n. 5 e classificato "a regime intermittente", come risulta dallo stralcio planimetrico allegato.



Figura 2: carta estratta dal Piano di Gestione del Distretto Idrografico della Sicilia

METANODOTTO AGRIGENTO-PIAZZA ARMERINA DN 1200 (48"), DP 75 bar							
RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA ATTRAVERSAMENTO FIUME SALSO O Imera MERIDIONALE							
N°Doc. Ingegneria: P01395-PPL-RE-005-190	Rev.:	00					N°Doc. Cliente: -
		Foglio	7	di	46		

3 STUDIO IDROLOGICO

3.1 Analisi del regime idraulico

Per la valutazione del regime idraulico del fiume si è eseguita un'analisi dei dati raccolti dalle stazioni idrometriche presenti lungo l'asta.

In particolare, nel bacino del Fiume Imera Meridionale sono installate n°12 stazioni idrometriche che hanno funzionato in epoche diverse a partire dal 1922. Sei di esse sono ubicate sull'asta principale dello stesso (Petralia, Cinque Archi, Imera, Capodarso, Ponte Besaro, Drasi), le altre su vari affluenti, indettaglio: una sul torrente Alberi S. Giorgio (Alberi), una sul torrente Castello (Castello), tre nel bacino del Fiume Salso (Raffo, Montanaro e Regiovanni) e una sul Fiume Gibbesi. Tra dette stazioni, quelle utili ai fini del presente studio, in quanto poste a cavallo del tratto di fiume interessato dai lavori, sono 3, ovvero Ponte 5 Archi, Drasi e Ponte Besaro, ubicate rispettivamente a monte, a valle ed in prossimità della sezione di interesse.

La stazione a Ponte Cinque Archi, posta a 340 m s.l.m., sottende un bacino di circa 545 Km² avente una altitudine media di 726 m s.l.m.. Il deflusso medio annuo, misurato in base a 8 anni di osservazioni, dal 1960 al 1966 e nel 1975, risulta di 123 mm (pari a circa 67 Mm³/anno), mentre la precipitazione risulta pari a 678 mm. Per tale stazione sono stati pubblicati di valori di portata media giornaliera relativi a 18 annualità nel periodo tra il 1960 ed il 1997.

La stazione di Ponte Besaro, posta a 230 m s.l.m., sottende un bacino di circa 995 Km² avente un'altitudine media di 632 m s.l.m.. Il deflusso medio annuo, misurato in base a 13 anni di osservazioni, dal 1924 al 1927, nel 1955 e dal 1959 al 1966, risulta di 112 mm (pari a circa 111,4 Mm³/anno), mentre la precipitazione media annua risulta pari a 652 mm. Per tale stazione sono stati pubblicati di valori di portata media giornaliera relativi a 10 annualità nel periodo tra il 1955 ed il 1997.

La stazione di Drasi, posta a 56 m s.l.m., sottende un bacino di circa 178,2 Km² avente un'altitudine media di 586 m s.l.m.. Il deflusso medio annuo, misurato in base a 16 anni di osservazioni, dal 1960 al 1975, risulta di 90 mm (pari a circa 160 Mm³/anno), mentre la precipitazione risulta pari a 560 mm. Per tale stazione sono

METANODOTTO AGRIGENTO-PIAZZA ARMERINA DN 1200 (48"), DP 75 bar							
RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA ATTRAVERSAMENTO FIUME SALSO O IMERA MERIDIONALE							
N°Doc. Ingegneria: P01395-PPL-RE-005-190	Rev.:	00					N°Doc. Cliente: -
		Foglio		8	di		46

stati pubblicati di valori di portata media giornaliera relativi a 35 annualità nel periodo tra il 1960 ed il 1997.

I dati di portata rilevati in tali stazioni idrometriche, come generalmente avviene, sono ricavati tramite una scala di deflusso della sezione di controllo, in base ai livelli misurati in continuo. Tale metodologia viene tarata mediante campagne di rilevamento della distribuzione delle velocità effettuate tramite mulinelli, salmoni ecc.; taratura che tuttavia può essere eseguita solo in condizioni di magra o piena morbida. Pertanto a fronte di una buona rispondenza delle portate ricavabili tramite scala di deflusso con quelle effettuate con la misura delle velocità in campo per quanto riguarda le portate di magra o di piena morbida, non vi è alcun riscontro circa le portate di piena, che pertanto possono essere affette da errori sia in difetto che in eccesso. Si è pertanto ritenuto opportuno di utilizzare i dati raccolti esclusivamente per valutazioni finalizzate ad individuare il periodo idrologicamente più favorevole all'esecuzione dei lavori in alveo.

Il riepilogo dei dati disponibili per le tre stazioni considerate è riportato in Annesso 3. Da un punto di vista statistico le numerosità dei campioni relativi alle stazioni di Ponte Cinque Archi e Ponte Besaro è sicuramente troppo bassa, mentre risulta significativa quella di Drasi. Tuttavia, stante la finalità sostanzialmente qualitativa del presente studio si ritiene opportuno procedere con l'analisi di tutti.

Sulle serie storiche osservate è stata applicata la teoria dei valori estremi di Gumbel, rappresentata dalla distribuzione probabilistica:

$$P(x) = \exp [-\exp (-y)]$$

In essa si indicano con

x	variabile incognita (nel nostro caso il valore atteso di portata media giornaliera nel mese di riferimento)
$y = \alpha (x - N)$	variabile ridotta adimensionale associata ad x
$\alpha = 1,2825/\sigma(x)$	parametro caratteristico della distribuzione P(x)
$N = x - 0,45 \sigma(x)$	parametro caratteristico della distribuzione P(x)
$X_m = \Sigma(x)/n$	media delle osservazioni, in numero di n

METANODOTTO AGRIGENTO-PIAZZA ARMERINA DN 1200 (48"), DP 75 bar											
RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA ATTRAVERSAMENTO FIUME SALSO O IMERA MERIDIONALE											
N° Doc. Ingegneria:		Rev.: 00								N° Doc. Cliente:	
P01395-PPL-RE-005-190				Foglio 9		di 46				-	

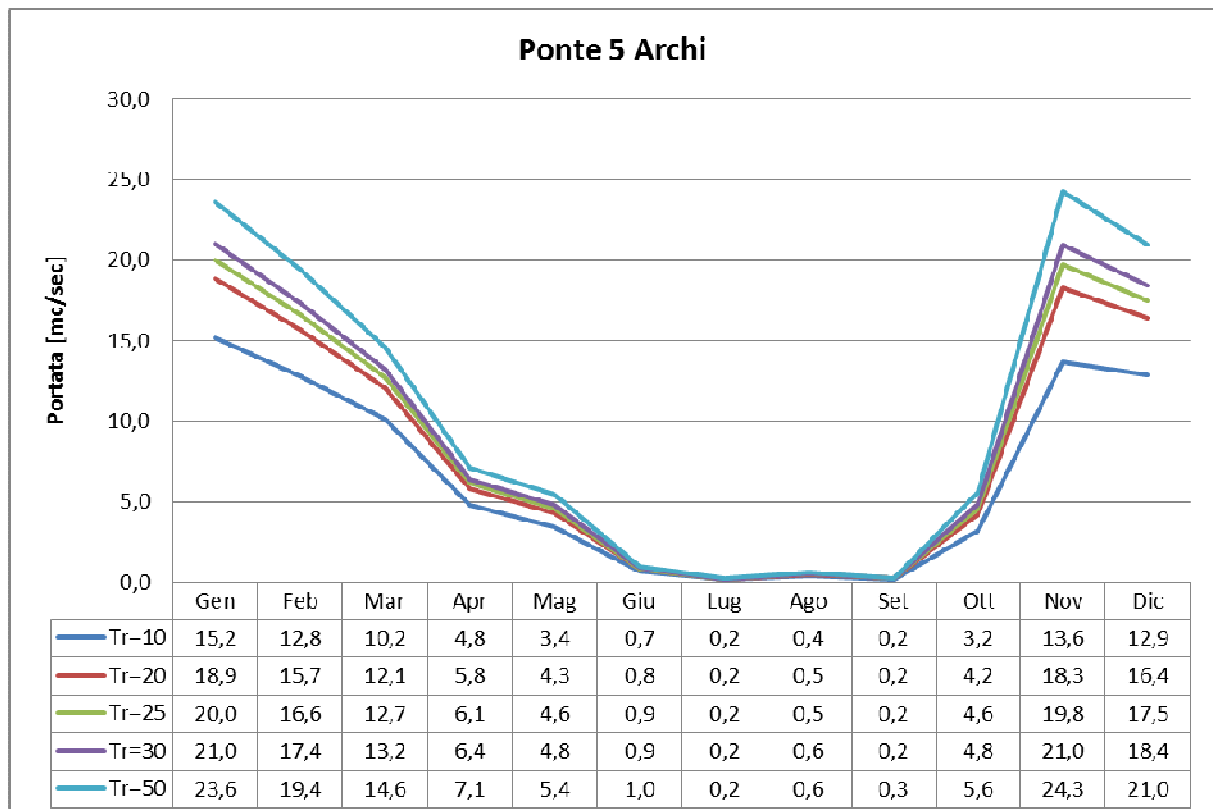
$\sigma(x) = \sqrt{[\sum(x)^2 / (n-1) - (\sum x)^2 / n(n-1)]}$ scarto quadratico medio delle osservazioni

La probabilità di non superamento dell'evento considerato, $P(x)$, è legata al tempo di ritorno dell'evento stesso dalla relazione:

$$P(x) = (Tr - 1) / Tr$$

Si sono ricavati in tal modo i valori di portata media giornaliera di assegnato tempo di ritorno per un dato mese dell'anno, per le tre stazioni considerate. I valori così ottenuti, rappresentati nei grafici sottostanti, consentono di valutare l'andamento delle portate attese ed individuare conseguentemente il periodo più favorevole all'esecuzione dei lavori. Quanto sopra anche al fine di dimensionare correttamente le eventuali opere provvisorie da predisporre nonché le sezioni necessarie a garantire il deflusso delle portate verso valle. Si è pertanto ritenuto sufficiente considerare tempi di ritorno compresi tra 10 e 50 anni.

I risultati ottenuti sono riassunti nelle tabelle e nei grafici riportati alle pagine seguenti.



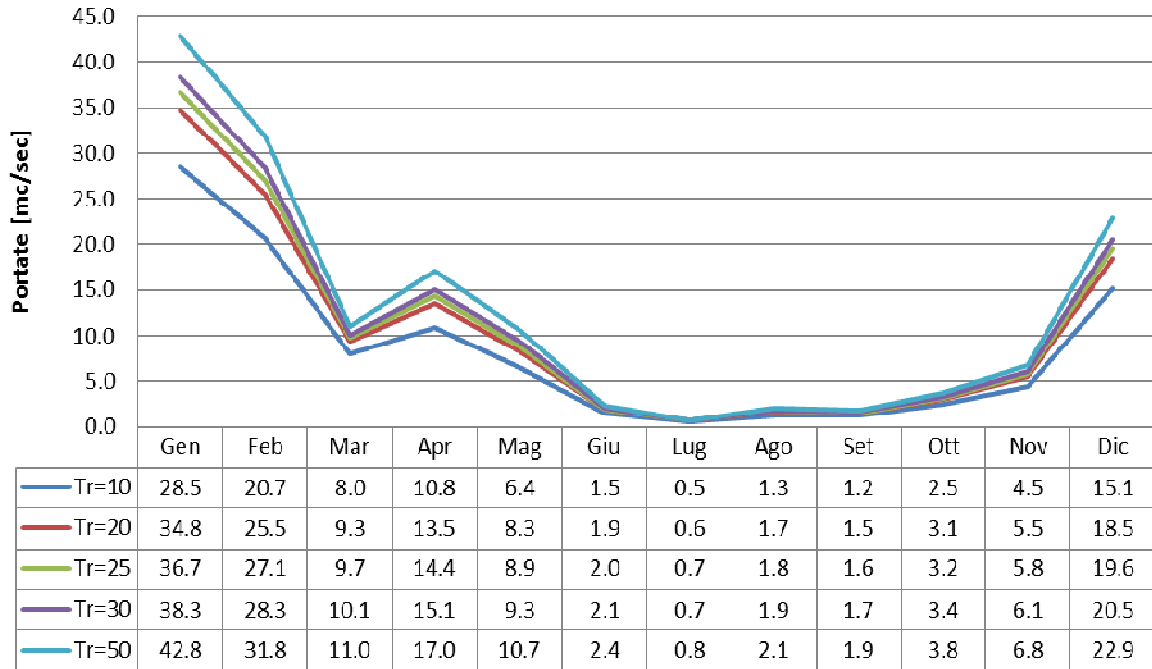
RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA ATTRAVERSAMENTO FIUME SALSO O IMERA MERIDIONALE

N°Doc. Ingegneria:
P01395-PPL-RE-005-190

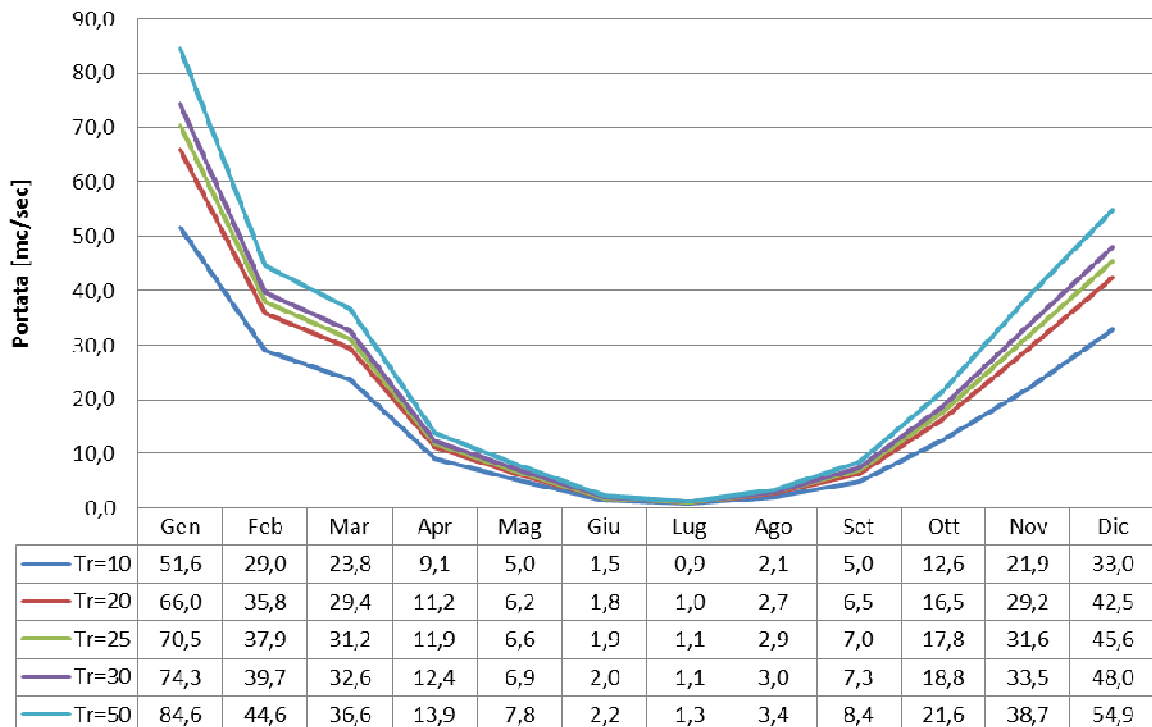
Rev.: 00
Foglio 10 di 46

N°Doc. Cliente:
-

Ponte Besaro



Drasi



METANODOTTO AGRIGENTO-PIAZZA ARMERINA DN 1200 (48"), DP 75 bar							
RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA ATTRAVERSAMENTO FIUME SALSO O IMERA MERIDIONALE							
N°Doc. Ingegneria: P01395-PPL-RE-005-190	Rev.:	00					N°Doc. Cliente: -
		Foglio		11	di	46	

Dai grafici sopra riportati si evince come per tutte le stazioni considerate risulti un periodo di magra assoluta nei mesi di giugno, luglio, agosto e settembre. Inoltre, poiché l'andamento è sostanzialmente analogo per tutte le 3 stazioni, si possono ritenere validi anche i risultati ottenuti per la stazione di Ponte Besaro, anche se i dati disponibili sono relativamente pochi.

Per questa stazione, significativa per l'attraversamento in progetto, l'analisi statistica eseguita ha restituito portate medie giornaliere che, per qualsiasi tempo di ritorno, nei 4 mesi suddetti, risultano comprese tra 0,5 e 2,4 mc/sec.

METANODOTTO AGRIGENTO-PIAZZA ARMERINA DN 1200 (48"), DP 75 bar						
RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA ATTRAVERSAMENTO FIUME SALSO O IMERA MERIDIONALE						
N°Doc. Ingegneria: P01395-PPL-RE-005-190	Rev.:	00				N°Doc. Cliente: -
		Foglio 12 di 46				

3.2 Portate di piena

Per la determinazione delle portate di piena di assegnato tempo di ritorno, con sui procedere invece alle verifiche dei paragrafi successivi, si fa riferimento alla Relazione del PAI citata in premessa.

In particolare, al paragrafo 4.3, dalle Tabelle 4.5 e 4.6 si ricavano i seguenti dati di interesse:

Bacino	Sottob. N°	Codice HMS	Sup. [kmq]	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₃₀₀
Torrente Niscima	15	R770W770	38.16	254.68	296.89	363.84

Tab. 1 (tratta da tabella 4.5 della Relazione Pai per il Fiume Salso o Imera Meridionale)

Bacino	Sez. di calcolo N°	Codice HMS	Sup. [kmq]	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₃₀₀
Imera Meridionale	15	JR820	1050,1	2799.3	3241.6	3941.8

Tab. 2 (tratta da tabella 4.6)

Nei paragrafi successivi si procederà pertanto alla modellazione idraulica del tratto di fiume di interesse considerando le portate con tempo di ritorno 300 anni secondo due condizioni di progetto, connesse alla diversità dei tempi di corrivazione dei due bacini confluenti, per cui potrebbe presentarsi un evento di piena sull'affluente senza portate significative nell'alveo principale.

In tal modo si intende verificare quale delle due condizioni risulti più gravosa per la progettazione delle opere di interesse.

condizione 1: piena nel Fiume Imera e nel Torrente Niscima

$$Q_{Tr300 Im} = 3941,8 \text{ mc/sec}$$

condizione 2: piena nel solo Torrente Niscima

$$Q_{Tr300 Nis} = 363,84 \text{ mc/sec}$$

METANODOTTO AGRIGENTO-PIAZZA ARMERINA DN 1200 (48"), DP 75 bar							
RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA ATTRAVERSAMENTO FIUME SALSO O IMERA MERIDIONALE							
N°Doc. Ingegneria: P01395-PPL-RE-005-190	Rev.:	00					N°Doc. Cliente: -
		Foglio		13	di	46	

4 STUDIO IDRAULICO

Il calcolo in moto permanente è stato eseguito tramite elaboratore elettronico con l'ausilio del programma di calcolo Hec-Ras, per le cui caratteristiche si rimanda all'annesso 1. Il tratto modellato ha una lunghezza di circa 120 m, in particolare la sezione dell'attraversamento è quella che nel seguito viene indicata con il numero 20. Sono state imposte come condizione al contorno, a monte e valle del tratto modellato, l'altezza di moto uniforme, calcolata con una pendenza pari a quella media del tratto rilevato.

Nella fincatura superiore delle sezioni allegare sono riportati i valori di scabrezza utilizzati per i vari tratti (secondo Manning), i cui valori sono ricavati da fonti di letteratura.

Tipologia del corso d'acqua	Strickler $K_s = 1/n \text{ (m}^{1/3} \text{ s}^{-1}\text{)}$
CORSI D'ACQUA MINORI (Raggio idraulico $\cong 2 \text{ m}$; larghezza in piena $< 30 \text{ m}$)	
Corsi d'acqua di pianura	
- alvei con fondo compatto, senza irregolarità	45-40
- alvei regolari con vegetazione erbacea	30-35
- alvei con ciottoli e irregolarità modeste	25-30
- alvei fortemente irregolari	25-15
Torrenti montani	
- fondo alveo con prevalenza di ghiaia e ciottoli, pochi grossi massi	30-25
- alveo in roccia regolare	30-25
- fondo alveo con ciottoli e molti grossi massi	20-15
- alveo in roccia irregolare	20-15
CORSI D'ACQUA MAGGIORI (Raggio idraulico $\cong 4 \text{ m}$; larghezza in piena $> 30 \text{ m}$)	
- sezioni con fondo limoso, scarpate regolari a debole copertura erbosa	45-40
- sezioni in depositi alluvionali, fondo sabbioso, scarpate regolari a copertura erbosa	35
- sezioni in depositi alluvionali, fondo regolare, scarpate irregolari con vegetazione arbustiva e arborea	25-30
- in depositi alluvionali, fondo irregolare, scarpate irregolari con forte presenza di vegetazione arbustiva e arborea	20-25

Tab. 3: valori caratteristici di scabrezza

Alla luce delle scelte progettuali di ripristinare la sezione trasversale del fiume nel pieno rispetto delle dimensioni originarie, l'unica variazione è rappresentata dal prolungamento della difesa in pietrame presente lungo le sponde. Tuttavia, non mutando la geometria, la modifica di scabrezza relativa tra lo stato di fatto e quello di progetto non risulta significativa nei confronti delle condizioni del deflusso in alveo, stante le dimensioni della sezione trasversale del fiume. Entrambe le tipologie di rivestimento spondale infatti (vegetazione naturale dello stato di fatto, pietrame nello stato di progetto) risultano compresi nella medesima classe di scabrezza, come si

METANODOTTO AGRIGENTO-PIAZZA ARMERINA DN 1200 (48"), DP 75 bar							
RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA ATTRAVERSAMENTO FIUME SALSO O IMERA MERIDIONALE							
N°Doc. Ingegneria: P01395-PPL-RE-005-190	Rev.:	00					N°Doc. Cliente: -
		Foglio 14 di 46					

evince infatti dalla tabella sopra riportata. Non si è quindi eseguita la modellazione dello stato ante-operam in quanto le condizioni sono le medesime dello stato post-operam.

I risultati, grafici e numerici, sono riportati nelle pagine seguenti.

I valori delle grandezza idrauliche nel seguito riportati, verranno utilizzati per le determinazioni della massima profondità di scavo di cui al paragrafo successivo.

METANODOTTO AGRIGENTO-PIAZZA ARMERINA DN 1200 (48"), DP 75 bar					
RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA FIUME SALSO O IMERA MERIDIONALE					
N°Doc. Ingegneria: P01395-PPL-RE-005-190	Rev.:	00			N°Doc. Cliente: -
		Foglio	15	di	

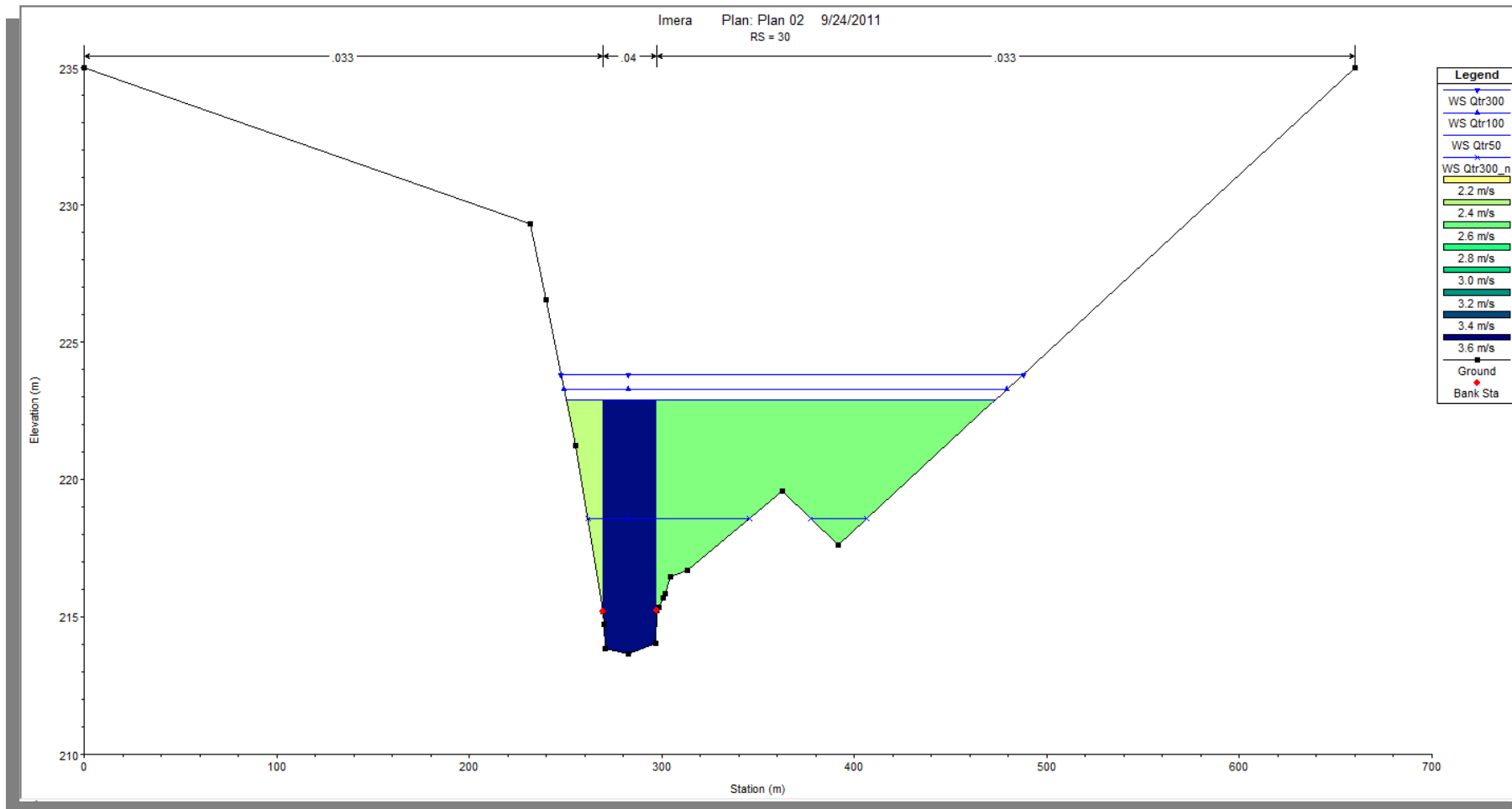


Figura 3.1: sezione trasversale 30 a monte dell'attraversamento

RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA FIUME SALSO O IMERA MERIDIONALE

N° Doc. Ingegneria: P01395-PPL-RE-005-190	Rev.: 00					N° Doc. Cliente: -
	Foglio 16 di 46					

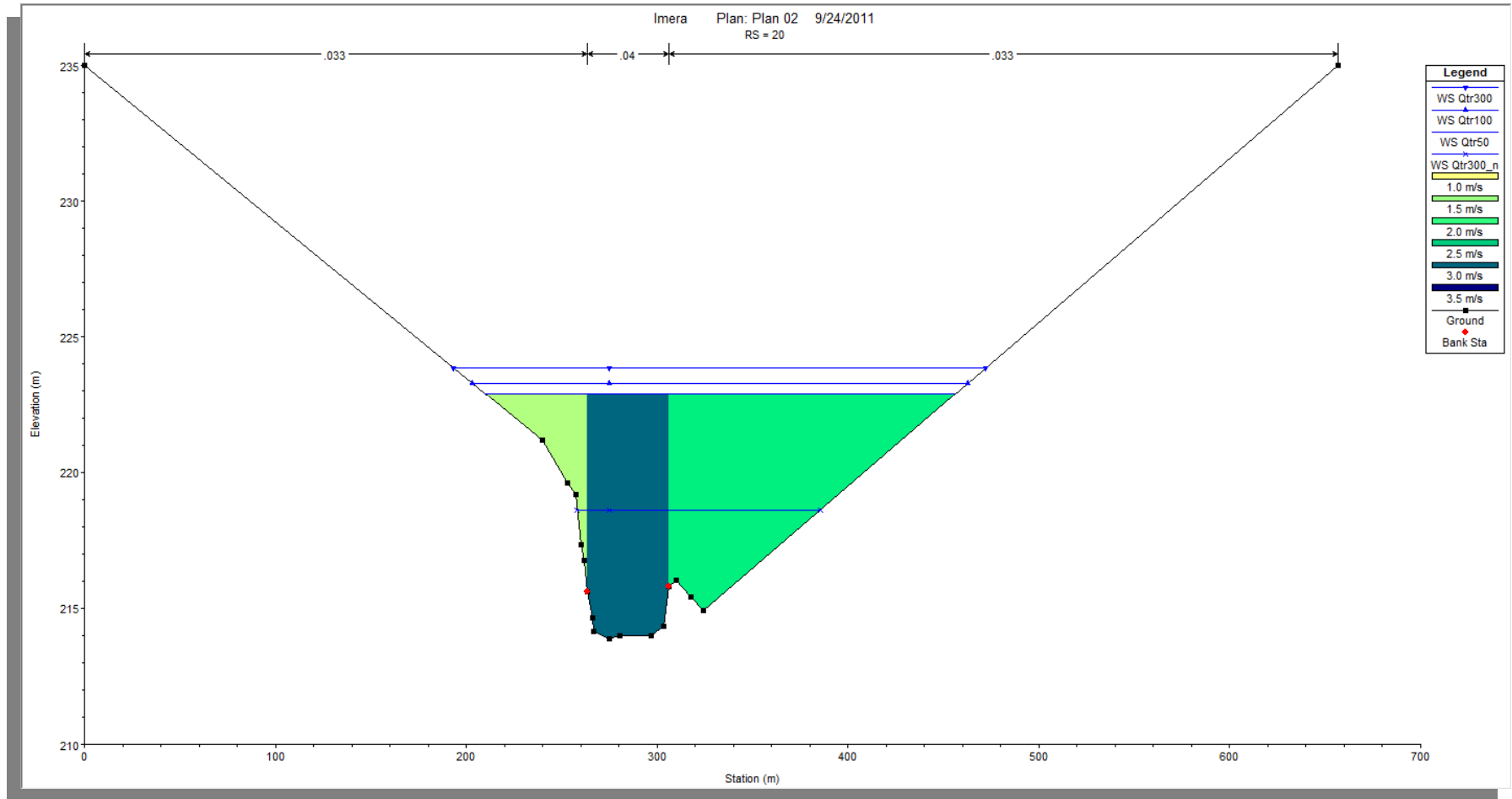


Figura 3.2: sezione trasversale 20 in corrispondenza dell'attraversamento

METANODOTTO AGRIGENTO-PIAZZA ARMERINA DN 1200 (48"), DP 75 bar					
RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA FIUME SALSO O IMERA MERIDIONALE					
N° Doc. Ingegneria:	Rev.:	00			N° Doc. Cliente:
P01395-PPL-RE-005-190		Foglio	17	di	46
					-

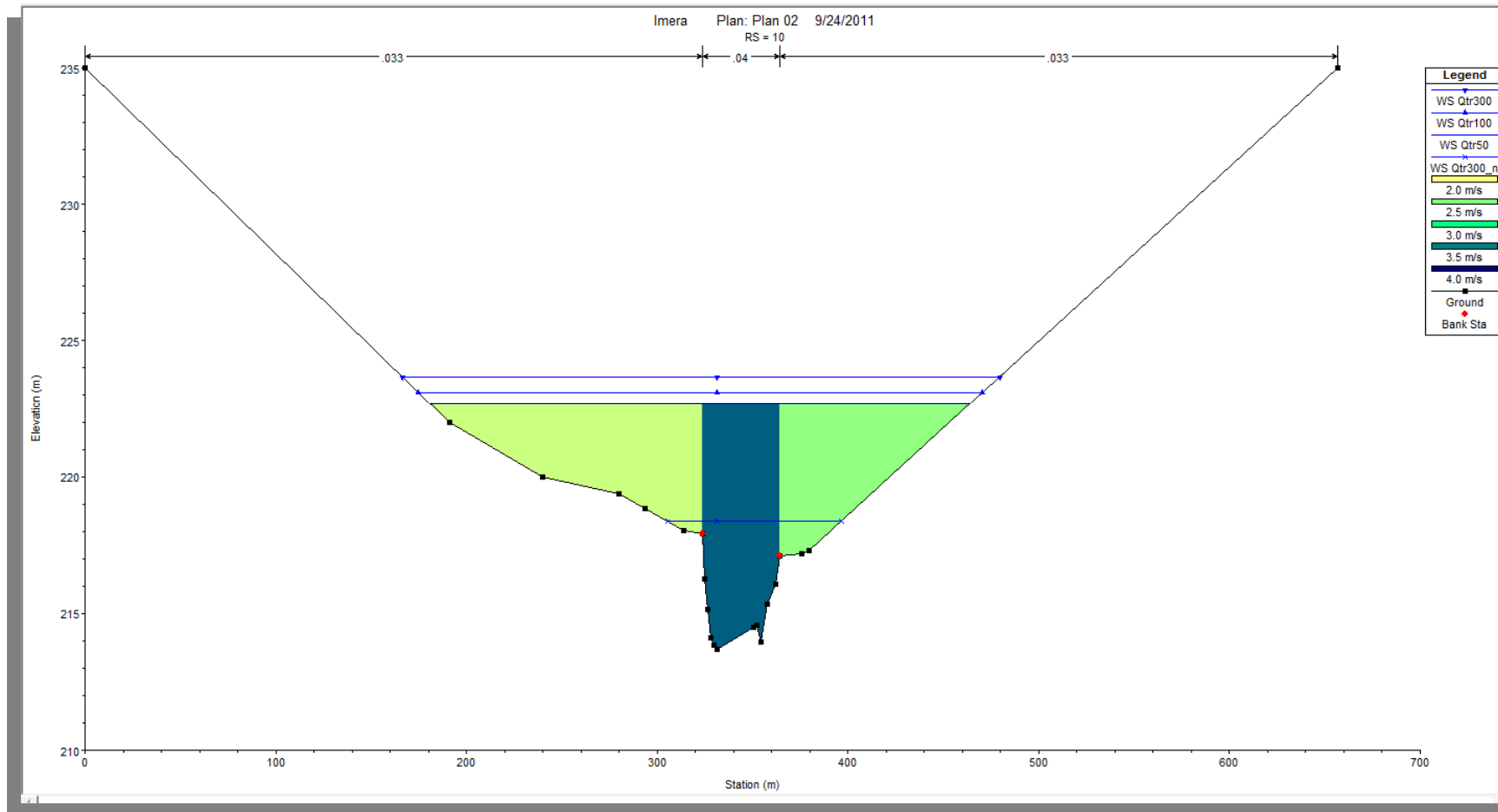


Figura 3.3: sezione trasversale 10 a valle dell'attraversamento

RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA FIUME SALSO O IMERA MERIDIONALE

N° Doc. Ingegneria:

Rev.: 00

00

N° Doc. Cliente:

P01395-PPL-RE-005-190

Foglio 18 di 46

-

River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Vel Total (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl	Hydr Radius (m)	Shear Chan (N/m ²)	Shear LOB (N/m ²)	Shear ROB (N/m ²)
30	Qtr50	2799.30	213.65	222.89	220.80	223.32	0.001158	3.57	2.79	1005.07	222.90	0.38	4.44	97.55	39.43	43.91
30	Qtr100	3241.16	213.65	223.28	221.09	223.76	0.001226	3.78	2.96	1093.84	230.05	0.39	4.68	107.68	43.73	49.54
30	Qtr300	3941.80	213.65	223.84	221.55	224.40	0.001321	4.07	3.22	1224.92	240.23	0.41	5.02	122.95	50.27	58.04
30	Qtr300_n	363.84	213.65	218.56	216.42	218.72	0.000880	2.01	1.61	225.93	112.74	0.30	1.96	38.63	13.42	9.07
20	Qtr50	2799.30	213.86	222.89		223.23	0.000819	3.00	2.45	1140.96	246.51	0.32	4.59	69.05	16.03	35.22
20	Qtr100	3241.16	213.86	223.29		223.67	0.000888	3.22	2.61	1240.22	259.80	0.34	4.73	78.16	18.61	39.90
20	Qtr300	3941.80	213.86	223.85		224.30	0.000979	3.52	2.83	1391.15	278.81	0.36	4.95	91.53	22.66	46.79
20	Qtr300_n	363.84	213.86	218.61		218.66	0.000290	1.14	0.99	365.80	127.32	0.17	2.84	12.45	3.86	6.02
10	Qtr50	2799.30	213.68	222.68	221.12	223.13	0.001401	3.63	2.73	1027.23	283.22	0.41	3.59	104.82	37.17	42.90
10	Qtr100	3241.16	213.68	223.09	221.41	223.56	0.001400	3.75	2.83	1145.63	295.63	0.41	3.84	110.08	41.15	45.73
10	Qtr300	3941.80	213.68	223.68	221.87	224.18	0.001402	3.92	2.98	1323.08	313.32	0.42	4.19	117.85	46.76	49.86
10	Qtr300_n	363.84	213.68	218.37	216.58	218.60	0.001401	2.18	1.96	185.70	90.99	0.36	1.99	48.78	3.92	11.77

Tabella 4: grandezze caratteristiche in corrispondenza delle sezioni modellate per i diversi valori di portata considerati

Ove:

- Q total: portata di progetto;
- Min. Ch. El.: quota fondo alveo;
- W.S. elev.: quota pelo libero moto uniforme;
- Crit. W.S. : altezza critica;
- E.G. elev.: quota carico totale;
- E.G. slope: pendenza linea dei carichi totali;
- Vel chn: velocità media alveo(di magra)
- Vel total: velocità media intera sezione (comprese le aree di golena)
- Flow area: area della sezione liquida;
- Top Width: larghezza pelo libero;
- Froude: numero di Froude;
- Hydr Radius: raggio idraulico;
- Shear: tensioni tangenziali

RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA FIUME SALSO O IMERA MERIDIONALE

N° Doc. Ingegneria: P01395-PPL-RE-005-190	Rev.: 00						N° Doc. Cliente: -
Foglio 19 di 46							

5 DETERMINAZIONE DELLA MASSIMA PROFONDITÀ DI EROSIONE

Per la determinazione della profondità di posa della condotta, la condizione che induce le maggiori sollecitazioni sulle sponde e sul fondo alveo risulta essere quella corrispondente al transito della piena nel Fiume Imera con tempo di ritorno 300 anni, per cui ad essa si fa riferimento nei paragrafi successivi.

5.1 EROSIONE AL FONDO

Esistono vari studi, per lo più sperimentali, per la determinazione della massima profondità di erosione di un fondo d'alveo in corrispondenza di piene eccezionali, dovute principalmente:

1. alla presenza di discontinuità di fondo;
2. alla presenza di manufatti in alveo (pile, pennelli, briglie, ecc.);
3. alla presenza di curve;
4. alla propagazione di barre alterne;

Per quanto riguarda le cause di cui al punto 2 occorre evidenziare che il tratto in esame risulta sostanzialmente rettilineo, mentre poco a valle dello stesso è presente una pila del viadotto della S.S. n.626. Tuttavia sia per la distanza considerevole (circa 200 m) che per il fatto che in tutte le condizioni analizzate il moto avviene in corrente lenta (si veda Tab. 4), le perturbazioni prodotte da tali cause non producono effetti nella sezione di progetto.

Caso 1:

Nel caso in esame la possibile discontinuità di fondo si può correlare al differente grado di compattazione, rugosità superficiale, scabrezza (connessa alla differente presenza di vegetazione), che si verrà a determinare post-operam tra le zone interessate dalle operazioni di scavo, ripristino e dal transito dei mezzi di cantiere e quelli ad essi adiacenti indisturbate. Tale fenomeno ovviamente tenderà ad attenuarsi nel tempo in ragione della progressiva stabilizzazione dei terreni.

Dall'espressione di Shoklitsch¹, utilizzando le grandezze caratteristiche del moto determinate ai paragrafi precedenti, assumendo come portata specifica

¹ $S_{\max \text{ prog}} = 0,378 * H^{0,5} * q^{0,35}$ con H= carico totale

RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA FIUME SALSO O IMERA MERIDIONALE

N° Doc. Ingegneria: P01395-PPL-RE-005-190	Rev.: 00						N° Doc. Cliente: -
Foglio 20 di 46							

$q = Q/(\Omega/yu)$, per tr 300 anni, risulta:

$$S_{max} = 3,94 \text{ m}$$

Su tale valore tuttavia è bene considerare che formule utilizzate consentono di determinare l'ordine di grandezza dei valori in gioco che pertanto vanno utilizzati con notevole cautela ed opportuni coefficienti di sicurezza. Per tali motivi, in considerazione delle caratteristiche dell'alveo fluviale e dei materiali presenti in sito si ritiene opportuno considerare un coefficiente di sicurezza non inferiore a 1,50.

risulta pertanto:

$$S_{max \text{ prog}} = 3,94 * 1,50 = 5,91 \text{ m}$$

Caso 3:

L'attraversamento in progetto cade circa a metà di un'ansa del fiume, risultano quindi applicabili le formule empiriche per la determinazione dell'erosione in curva.

Va evidenziato che trattandosi di formule sperimentali, la loro validità è fortemente legata alle condizioni al contorno utilizzate per la loro determinazione, pertanto si è proceduto utilizzando due delle principali espressioni reperibili in letteratura, in modo da poter confrontare i risultati, e si sono adottati opportuni coefficienti di sicurezza, come risulta al paragrafo successivo.

Secondo la relazione di Seminara e Tubino (1989), nell'ipotesi di trasporto al fondo dominante, sedimenti omogenei e raggio di curvatura costante, la profondità massima di scavo si può ricavare dall'espressione:

$$\eta_{max} = Yd_o \frac{b_f}{4r_c}$$

Dove:

- b_f è la larghezza del fondo alveo, che risulta: 85 m
- Y il tirante idrico massimo della sezione: 9,99 m
- r_c è il raggio di curvatura: 270 m
- d_o è un coefficiente che si ricava da tabelle sperimentali (Vedi Annesso 2) in funzione del numero di Shields θ e del rapporto D/Y , con D diametro del sedimento.

RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA FIUME SALSO O IMERA MERIDIONALE

N° Doc. Ingegneria: P01395-PPL-RE-005-190	Rev.: 00						N° Doc. Cliente: -
Foglio 21 di 46							

Assumendo per D un valore di 0,01 m (diametro medio del materiale presente sul fondo alveo).

Si ricava pertanto:

$$\eta_{\max} = 3,93m$$

Un'altra espressione per la determinazione della massima profondità di posa è fornita da Nedeco (1959) e pone:

$$\eta_{\max} = \left[\left(1 - \frac{b_f}{2r_c + b_f} \gamma \theta \right)^{-1} - 1 \right] Y$$

Dove oltre alle grandezza viste in precedenza, compare γ che è una costante con valori compresi tra 9,4 e 11,5.

Sostituendo si ottiene:

$$\eta_{\max} = 0,85m$$

Data la notevole diversità dei risultati ottenuti applicando le due diverse espressioni, si ritiene opportuno (ed a favore di sicurezza) assumere i risultati ottenuti con la prima delle due.

Caso 4:

Le barre alterne sono onde di sedimenti che si propagano molto lentamente sul fondo di corsi d'acqua dando luogo a sequenza di zone di scavo e di deposito.

Il criterio per l'esistenza di barre alterne, in moto permanente uniforme in un alveo rettilineo, è che:

$$\beta > \beta_c$$

Dove:

$$\beta = \frac{b_f}{2Y_{\text{med}}}$$

METANODOTTO AGRIGENTO-PIAZZA ARMERINA DN 1200 (48"), DP 75 bar						
RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA FIUME SALSO O IMERA MERIDIONALE						
N° Doc. Ingegneria: P01395-PPL-RE-005-190	Rev.: 00					N° Doc. Cliente: -
Foglio 22 di 46						

Con b_f larghezza del fondo e Y profondità media della corrente.

I valori di β_c si trovano rappresentati in grafici sperimentali (cfr. Annesso 2) in funzione della scabrezza relativa (intesa come rapporto tra il diametro medio dei sedimenti D e la profondità media della corrente Y) e della tensione di Shields².

Nel caso in esame, per eventi con $Tr=300$ anni, anche ipotizzando che l'evento di piena abbia una durata temporale abbastanza lunga da instaurare condizioni di moto assimilabili a quelle di moto permanente e uniforme (condizione peraltro poco probabile alla luce delle caratteristiche del corso d'acqua in esame), l'applicazione delle formule sopra riportate porta ad escludere la possibile formazione di barre alterne.

5.2 DEFINIZIONE DELLA PROFONDITÀ DI POSA

Alla luce delle analisi di cui ai punti precedenti, si ritiene pertanto che la condizione più gravosa sia quella analizzata al punto 6.1.1.

Pertanto la profondità minima di posa della condotta deve risultare non inferiore a 5,91 m. dal punto più depresso del fondo alveo.

Nel caso di specie, la profondità da punto più depresso del fondo alveo risulterà pari a 6,00 m, pertanto a favore di sicurezza.

² cfr Annesso 2

RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA FIUME SALSO O IMERA MERIDIONALE

N° Doc. Ingegneria: P01395-PPL-RE-005-190	Rev.: 00						N° Doc. Cliente: -
Foglio 23 di 46							

6 VERIFICHE DI STABILITÀ DELL'OPERA**Verifiche di stabilità ante operam**

** PCSTABL5M **

by

Purdue University

--Slope Stability Analysis--

Simplified Janbu, Simplified Bishop

or Spencer`s Method of Slices

Run Date: 10-06-11
Time of Run: 7:07am
Run By: ing.F.Tamagnini
Input Data Filename: C:SEZIONE.SI
Output Filename: C:SEZIONE.OUT
Plotted Output Filename: C:SEZIONE.PLT

BOUNDARY COORDINATES

11 Top Boundaries
11 Total Boundaries

Boundary No.	X-Left (ft)	Y-Left (ft)	X-Right (ft)	Y-Right (ft)	Soil Type Below Bnd
1	.00	15.00	50.40	13.40	1
2	50.40	13.40	54.30	13.50	1
3	54.30	13.50	61.00	9.50	1
4	61.00	9.50	63.00	9.50	1
5	63.00	9.50	124.15	9.50	1
6	124.15	9.50	129.10	9.50	1
7	129.10	9.50	135.25	15.00	1
8	135.25	15.00	136.55	15.00	1
9	136.55	15.00	152.15	17.20	1
10	152.15	17.20	161.30	19.15	1
11	161.30	19.15	189.00	20.60	1

ISOTROPIC SOIL PARAMETERS

1 Type(s) of Soil

Soil Type No.	Total Unit Wt. (pcf)	Saturated Unit Wt. (pcf)	Cohesion Intercept (psf)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param.	Pressure Constant (psf)	Piez. Surface No.
1	19.0	19.5	5.0	23.0	.00	.0	1

1 PIEZOMETRIC SURFACE(S) HAVE BEEN SPECIFIED

Unit Weight of Water = 9.80

Piezometric Surface No. 1 Specified by 2 Coordinate Points

Point No.	X-Water (ft)	Y-Water (ft)
1	54.30	13.50
2	135.25	13.50

RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA FIUME SALSO O IMERA MERIDIONALE

N° Doc. Ingegneria:

Rev.: 00

N° Doc. Cliente:

P01395-PPL-RE-005-190

Foglio 24 di 46

-

A Critical Failure Surface Searching Method, Using A Random Technique For Generating Circular Surfaces, Has Been Specified.

100 Trial Surfaces Have Been Generated.

10 Surfaces Initiate From Each Of 10 Points Equally Spaced Along The Ground Surface Between X = 120.00 ft.
and X = 124.00 ft.

Each Surface Terminates Between X = 145.00 ft.
and X = 155.00 ft.

Unless Further Limitations Were Imposed, The Minimum Elevation At Which A Surface Extends Is Y = .00 ft.

1.00 ft. Line Segments Define Each Trial Failure Surface.

Following Are Displayed The Ten Most Critical Of The Trial Failure Surfaces Examined. They Are Ordered - Most Critical First.

* * Safety Factors Are Calculated By The Modified Janbu Method * *

**PROBLEM DESCRIPTION FIUME SALSO O IMERA MERIDIONALE - JANBU
verifiche ante opera torrente in piena**

Failure Surface Specified By 26 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	124.00	9.50
2	124.96	9.21
3	125.93	8.96
4	126.91	8.77
5	127.90	8.62
6	128.89	8.53
7	129.89	8.49
8	130.89	8.49
9	131.89	8.55
10	132.88	8.66
11	133.87	8.82
12	134.85	9.03
13	135.82	9.28
14	136.77	9.59
15	137.70	9.94
16	138.62	10.34
17	139.51	10.79
18	140.38	11.28
19	141.23	11.82
20	142.04	12.40
21	142.83	13.01
22	143.58	13.67
23	144.30	14.37
24	144.99	15.10
25	145.63	15.86

RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA FIUME SALSO O IMERA MERIDIONALE

N° Doc. Ingegneria: P01395-PPL-RE-005-190	Rev.: 00						N° Doc. Cliente: -
Foglio 25 di 46							

26 145.99 16.33

FS01 = 1.464
 FS02 = 1.481
 FS03 = 1.482
 FS04 = 1.499
 FS05 = 1.508
 FS06 = 1.519
 FS07 = 1.533
 FS08 = 1.538
 FS09 = 1.539
 FS10 = 1.546

PROBLEM DESCRIPTION FIUME SALSO O IMERA MERIDIONALE - BISHOP
verifiche ante opera torrente in piena

* * Safety Factors Are Calculated By The Modified Bishop Method * *

Failure Surface Specified By 26 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	124.00	9.50
2	124.96	9.21
3	125.93	8.96
4	126.91	8.77
5	127.90	8.62
6	128.89	8.53
7	129.89	8.49
8	130.89	8.49
9	131.89	8.55
10	132.88	8.66
11	133.87	8.82
12	134.85	9.03
13	135.82	9.28
14	136.77	9.59
15	137.70	9.94
16	138.62	10.34
17	139.51	10.79
18	140.38	11.28
19	141.23	11.82
20	142.04	12.40
21	142.83	13.01
22	143.58	13.67
23	144.30	14.37
24	144.99	15.10
25	145.63	15.86
26	145.99	16.33

Circle Center At X = 130.3 ; Y = 28.2 and Radius, 19.7

FS01 = 1.554
 FS02 = 1.591
 FS03 = 1.596
 FS04 = 1.612
 FS05 = 1.612
 FS06 = 1.614
 FS07 = 1.623
 FS08 = 1.624
 FS09 = 1.636
 FS10 = 1.644

RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA FIUME SALSO O IMERA MERIDIONALE

N°Doc. Ingegneria:

Rev.: 00

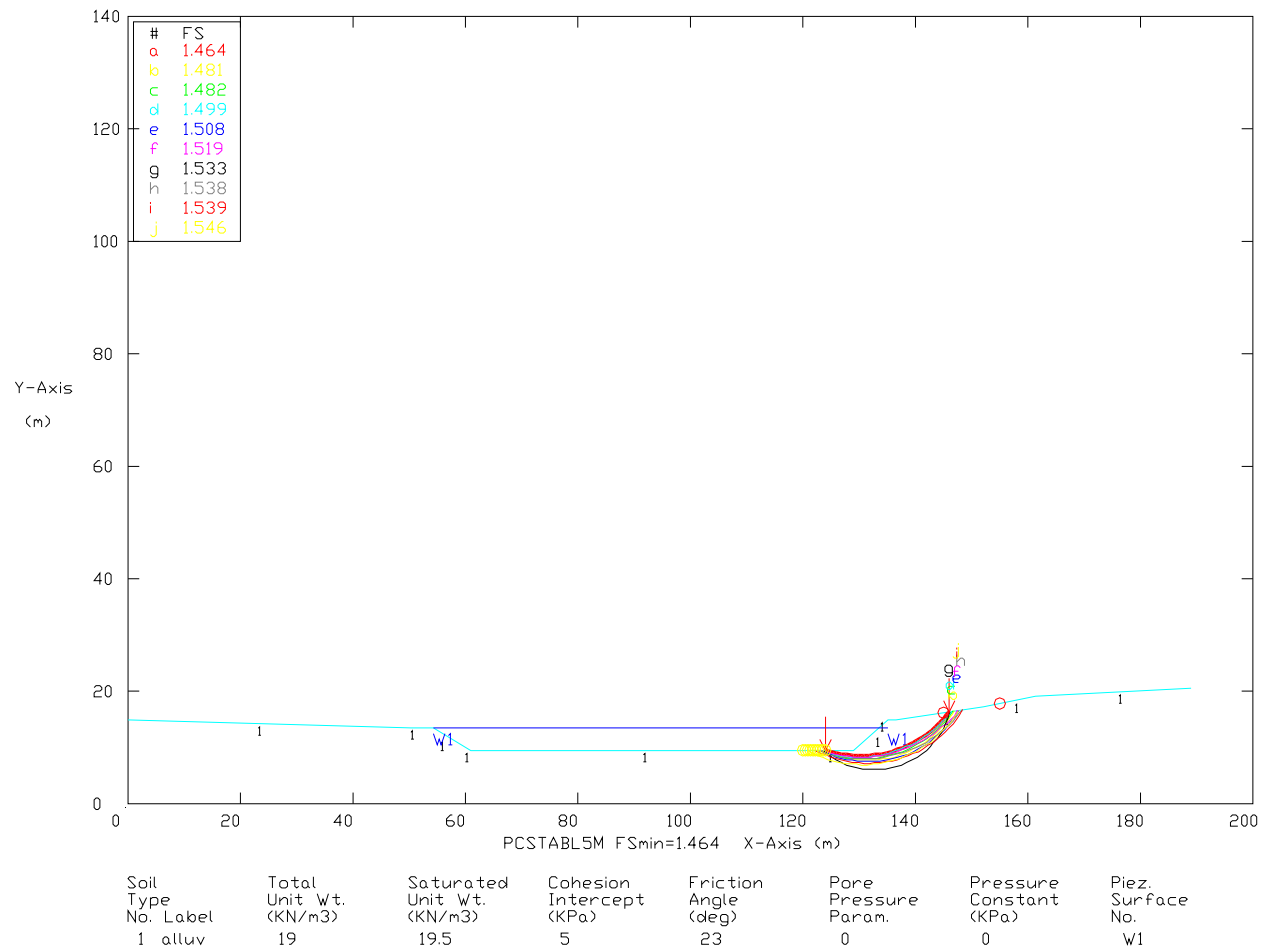
N°Doc. Cliente:

P01395-PPL-RE-005-190

Foglio 26 di 46

-

FIUME SALSO O IMERA MERIDIONALE - JANBU verifiche ante opera torrente in piena
 Ten Most Critical. C:SEZIONE.PLT By: ing.F.Tamagnini 10-06-11 7:07am



RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA FIUME SALSO O IMERA MERIDIONALE

N° Doc. Ingegneria:

Rev.: 00

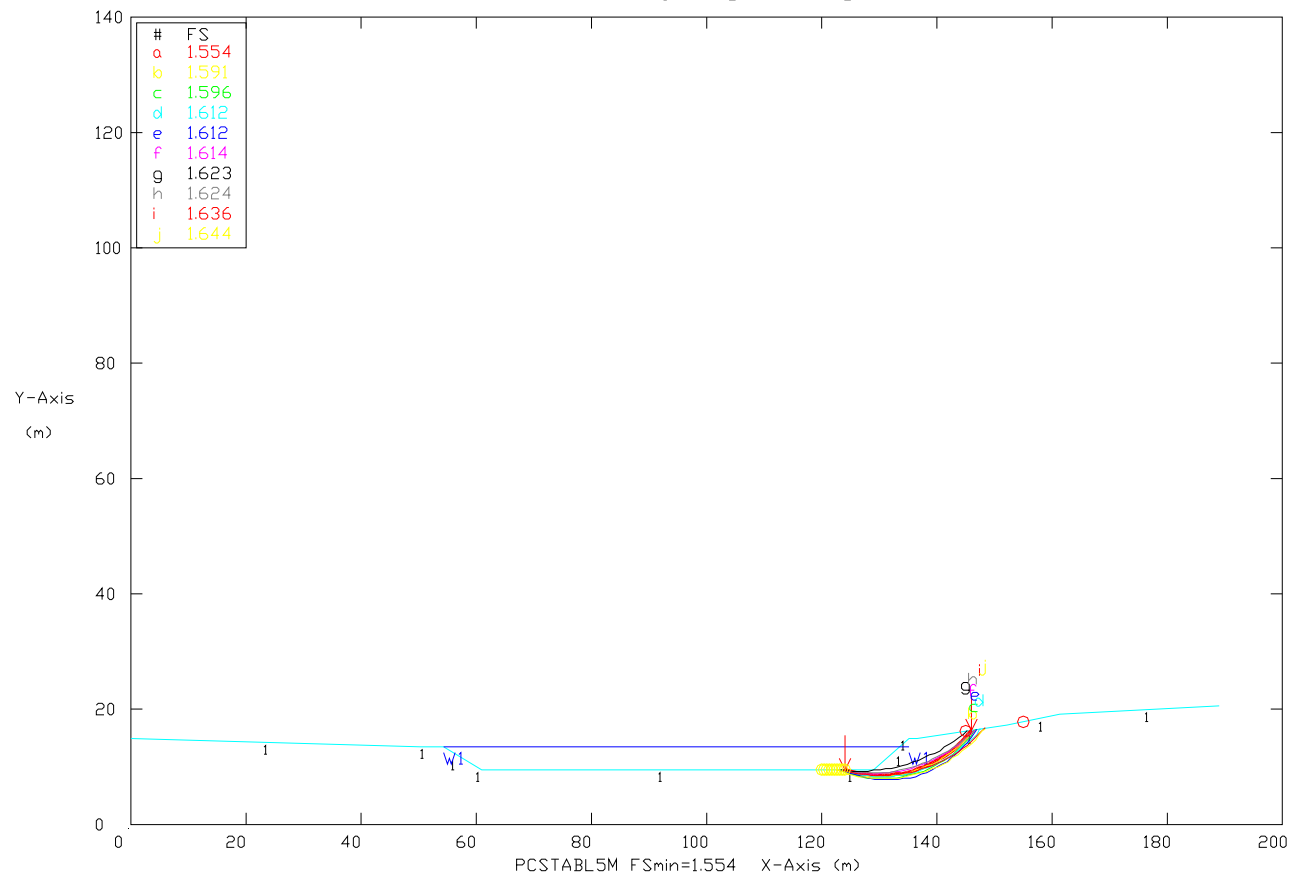
N° Doc. Cliente:

P01395-PPL-RE-005-190

Foglio 27 di 46

-

FIUME SALSO O IMERA MERIDIONALE - BISHOP verifiche ante opera torrente in piena
 Ten Most Critical. C:SEZIONE.PLT By: ing.F.Tamagnini 10-06-11 7:08am



Soil Type No. Label	Total Unit Wt. (KN/m ³)	Saturated Unit Wt. (KN/m ³)	Cohesion Intercept (KPa)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param.	Pressure Constant (KPa)	Piez. Surface No.
1 alluv	19	19.5	5	23	0	0	W1

RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA FIUME SALSO O IMERA MERIDIONALE

N° Doc. Ingegneria: P01395-PPL-RE-005-190	Rev.: 00						N° Doc. Cliente: -
Foglio 28 di 46							

Verifiche di stabilità post operam

Al fine di modellare le verifiche di stabilità post opera, tenuto conto della natura dei terreni che costituiscono il suolo ed il substrato delle aree interessate dal corso d'acqua in esame, sarà operata una riduzione del valore della coesione; il disturbo operato dalla fase di scavo sarà infatti, nel breve periodo, in minima parte eliminato in fase di chiusura degli scavi attraverso la ricompattazione del terreno scavato.

All'interno delle successive verifiche non verrà presa in considerazione, anche a favor di sicurezza, l'apporto dato alla stabilità dei versanti dall'impianto sulle sponde di scogliere in massi.

** PCSTABL5M **

by

Purdue University

--Slope Stability Analysis--

Simplified Janbu, Simplified Bishop
or Spencer`s Method of Slices

Run Date: 10-06-11
Time of Run: 7:10am
Run By: ing.F.Tamagnini
Input Data Filename: C:SEZIONE.SI
Output Filename: C:SEZIONE.OUT
Plotted Output Filename: C:SEZIONE.PLT

BOUNDARY COORDINATES

11 Top Boundaries
11 Total Boundaries

Boundary No.	X-Left (ft)	Y-Left (ft)	X-Right (ft)	Y-Right (ft)	Soil Type Below Bnd
1	.00	15.00	50.40	13.40	1
2	50.40	13.40	54.30	13.50	1
3	54.30	13.50	61.00	9.50	1
4	61.00	9.50	63.00	9.50	1
5	63.00	9.50	124.15	9.50	1
6	124.15	9.50	129.10	9.50	1
7	129.10	9.50	135.25	15.00	1
8	135.25	15.00	136.55	15.00	1
9	136.55	15.00	152.15	17.20	1
10	152.15	17.20	161.30	19.15	1
11	161.30	19.15	189.00	20.60	1

ISOTROPIC SOIL PARAMETERS

1 Type(s) of Soil

Soil Type No.	Total Unit Wt. (pcf)	Saturated Unit Wt. (pcf)	Cohesion Intercept (psf)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param.	Pressure Constant (psf)	Piez. Surface No.
1	19.0	19.5	3.0	23.0	.00	.0	1

1 PIEZOMETRIC SURFACE(S) HAVE BEEN SPECIFIED

RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA FIUME SALSO O IMERA MERIDIONALE

N° Doc. Ingegneria: P01395-PPL-RE-005-190	Rev.: 00						N° Doc. Cliente: -
Foglio 29 di 46							

Unit Weight of Water = 9.80

Piezometric Surface No. 1 Specified by 2 Coordinate Points

Point No.	X-Water (ft)	Y-Water (ft)
1	54.30	13.50
2	135.25	13.50

A Critical Failure Surface Searching Method, Using A Random Technique For Generating Circular Surfaces, Has Been Specified.

100 Trial Surfaces Have Been Generated.

10 Surfaces Initiate From Each Of 10 Points Equally Spaced Along The Ground Surface Between X = 120.00 ft.
and X = 124.00 ft.

Each Surface Terminates Between X = 145.00 ft.
and X = 155.00 ft.

Unless Further Limitations Were Imposed, The Minimum Elevation At Which A Surface Extends Is Y = .00 ft.

1.00 ft. Line Segments Define Each Trial Failure Surface.

Following Are Displayed The Ten Most Critical Of The Trial Failure Surfaces Examined. They Are Ordered - Most Critical First.

* * Safety Factors Are Calculated By The Modified Janbu Method * *

PROBLEM DESCRIPTION FIUME SALSO O IMERA MERIDIONALE - JANBU verifiche post opera torrente in piena

Failure Surface Specified By 26 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	124.00	9.50
2	124.96	9.21
3	125.93	8.96
4	126.91	8.77
5	127.90	8.62
6	128.89	8.53
7	129.89	8.49
8	130.89	8.49
9	131.89	8.55
10	132.88	8.66
11	133.87	8.82
12	134.85	9.03
13	135.82	9.28
14	136.77	9.59
15	137.70	9.94
16	138.62	10.34
17	139.51	10.79

RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA FIUME SALSO O IMERA MERIDIONALE

N° Doc. Ingegneria: P01395-PPL-RE-005-190	Rev.: 00						N° Doc. Cliente: -
Foglio 30 di 46							

18	140.38	11.28
19	141.23	11.82
20	142.04	12.40
21	142.83	13.01
22	143.58	13.67
23	144.30	14.37
24	144.99	15.10
25	145.63	15.86
26	145.99	16.33

FS01 = 1.303
 FS02 = 1.331
 FS03 = 1.334
 FS04 = 1.338
 FS05 = 1.357
 FS06 = 1.362
 FS07 = 1.364
 FS08 = 1.368
 FS09 = 1.373
 FS10 = 1.387

**PROBLEM DESCRIPTION FIUME SALSO O IMERA MERIDIONALE - BISHOP
verifiche post opera torrente in piena**

* * Safety Factors Are Calculated By The Modified Bishop Method * *

Failure Surface Specified By 26 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)
1	124.00	9.50
2	124.96	9.21
3	125.93	8.96
4	126.91	8.77
5	127.90	8.62
6	128.89	8.53
7	129.89	8.49
8	130.89	8.49
9	131.89	8.55
10	132.88	8.66
11	133.87	8.82
12	134.85	9.03
13	135.82	9.28
14	136.77	9.59
15	137.70	9.94
16	138.62	10.34
17	139.51	10.79
18	140.38	11.28
19	141.23	11.82
20	142.04	12.40
21	142.83	13.01
22	143.58	13.67
23	144.30	14.37
24	144.99	15.10
25	145.63	15.86
26	145.99	16.33

RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA FIUME SALSO O IMERA MERIDIONALE

N° Doc. Ingegneria: P01395-PPL-RE-005-190	Rev.: 00						N° Doc. Cliente: -
Foglio 31 di 46							

Circle Center At X = 130.3 ; Y = 28.2 and Radius, 19.7

FS01 = 1.387

FS02 = 1.395

FS03 = 1.419

FS04 = 1.421

FS05 = 1.426

FS06 = 1.436

FS07 = 1.447

FS08 = 1.449

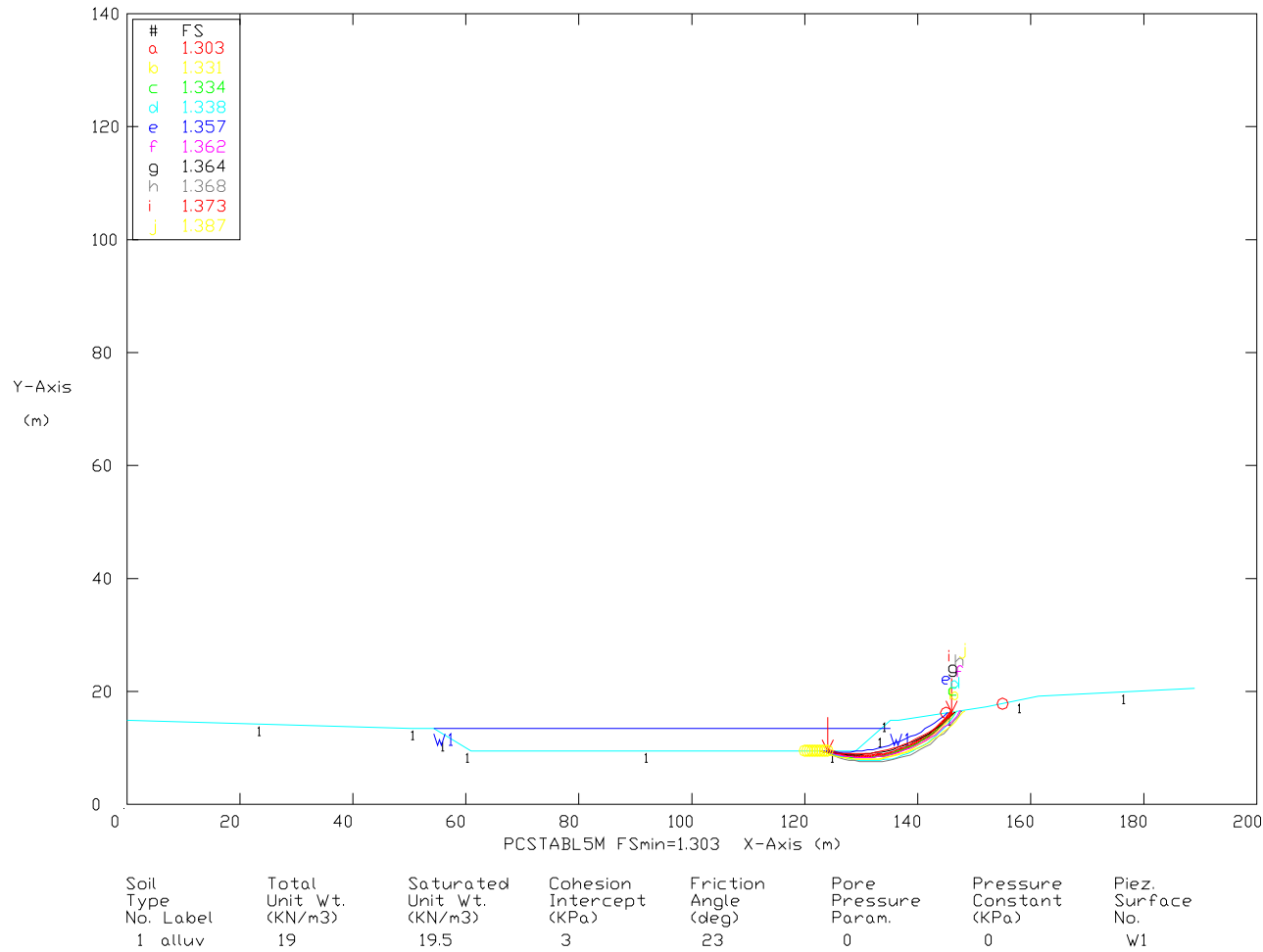
FS09 = 1.461

FS10 = 1.468

RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA FIUME SALSO O IMERA MERIDIONALE

N° Doc. Ingegneria: P01395-PPL-RE-005-190	Rev.:	00					N° Doc. Cliente: -
	Foglio 32 di 46						

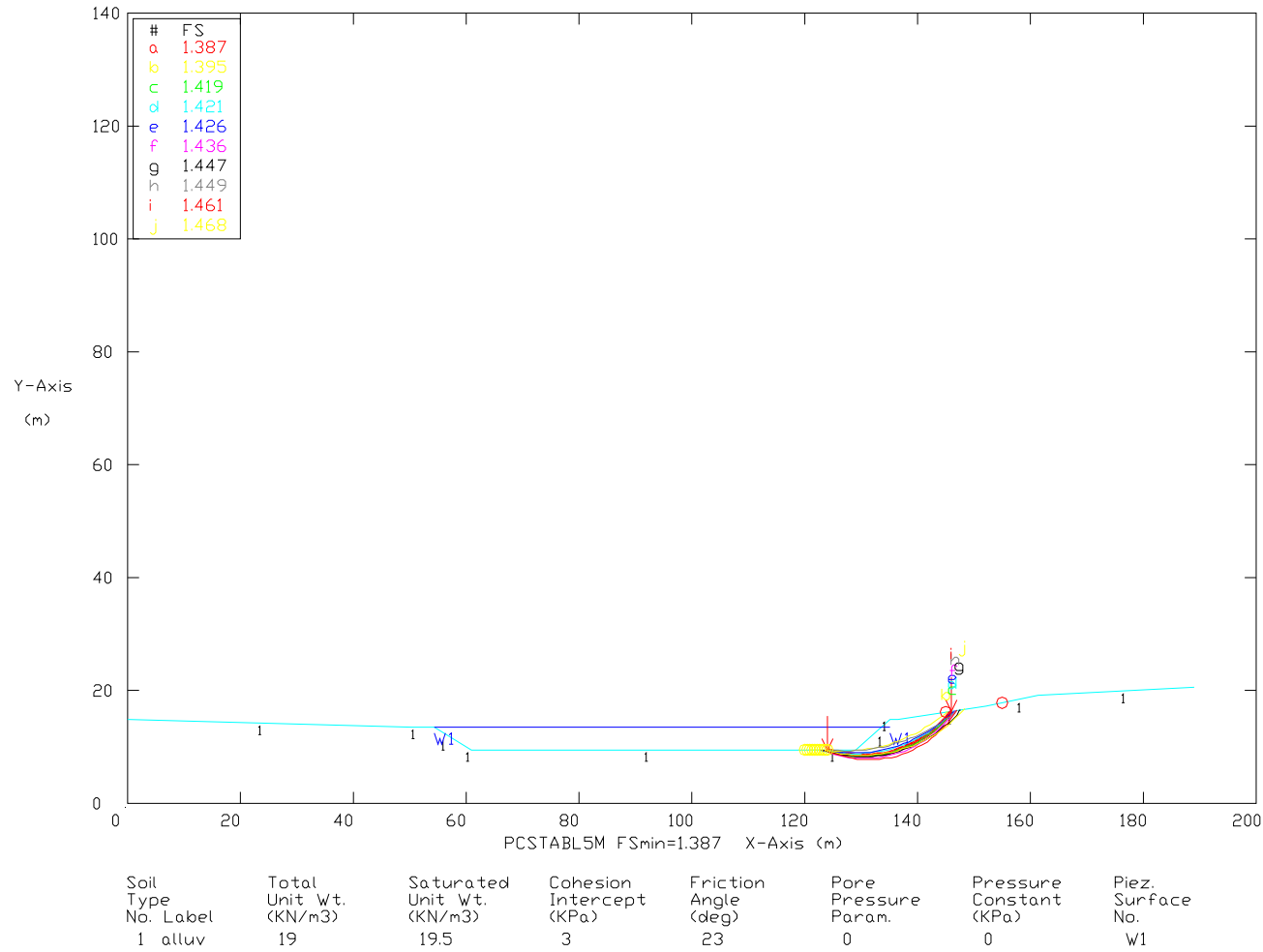
FIUME SALSO O IMERA MERIDIONALE - JANBU verifiche post opera torrente in piena
 Ten Most Critical. C:SEZIONE.PLT By: ing.F.Tamagnini 10-06-11 7:10am



RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA FIUME SALSO O IMERA MERIDIONALE

N°Doc. Ingegneria: P01395-PPL-RE-005-190	Rev.: 00					N°Doc. Cliente: -
		Foglio 33	di 46			

FIUME SALSO O IMERA MERIDIONALE - BISHOP verifiche post opera torrente in piena
Ten Most Critical. C:SEZIONE.PLT By: ing.F.Tamagnini 10-06-11 7:11am



RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA FIUME SALSO O IMERA MERIDIONALE

N° Doc. Ingegneria:

Rev.: 00

N° Doc. Cliente:

P01395-PPL-RE-005-190

Foglio 34 di 46

-

7 VERIFICHE DELLE PROTEZIONI SPONDALI

Titolo: Fiume Imera

Data: 11/10/2011

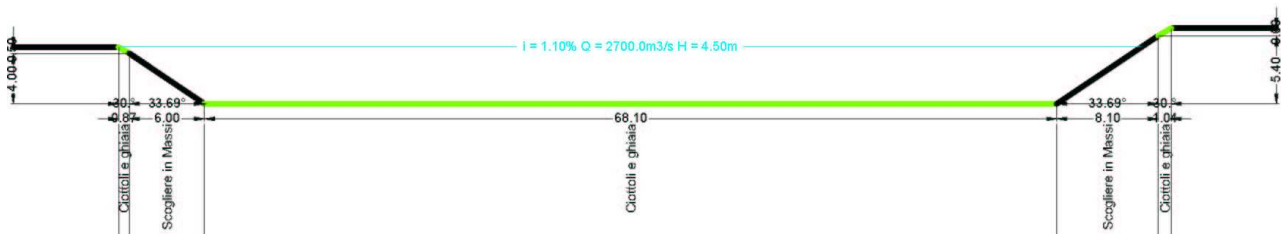
Calcolo n.1

Pendenza [%]	1.10	Numero di froude	1.26
Portata [m ³ /s]	2700.00	Sezione [m ²]	336.65
Livello [m]	4.50	Contorno bagnato [m]	84.41
Velocità media [m/s]	8.02	Raggio idraulico [m]	3.99

Tratto	Lunghezza [m]	V [m/s]	K	Vamm [m/s]	Vb Materiale [m/s]	V	tau max [N/m ²]	tau amm [N/m ²]	GeoFil
1	1.00	1.08	1.00	-	-	N	40.25	52.60	N
1.1	1.00				-				
3	7.21	6.83	1.00	-	- Ciottoli e ghiaia	N	40.25	52.60	N
3.1	7.21			0.75	- Scogliere in Massi	N	363.85	400.00	N
4	68.10	8.16	1.00	-	- Ciottoli e ghiaia	N	363.85	400.00	N
4.1	68.10			-	- Ciottoli e ghiaia	N	485.13	52.60	N
5	9.74	6.37	1.00	-	- Ciottoli e ghiaia	N	485.13	52.60	N
5.1	9.74			0.75	- Scogliere in Massi	N	363.85	400.00	N
7	1.20	0.00	1.00	-	- Ciottoli e ghiaia	N	-	-	N
7.1	1.20			-	- Ciottoli e ghiaia	N	-	-	N

Materiali utilizzati

Descrizione	Scabrezza	Tensione ammissibile V [N/m ²]	V	Diametro [m]	Spessore [m]	Peso specifico [kN/m ³]	Tempo [h]	C Shields
Ciottoli e ghiaia	0.0350	52.60	S					
Scogliere in Massi	0.0250							



Come viene evidenziato, la portata di calcolo $Qt_{300} = 3941.8$ mc/sec non può essere contenuta dalla sezione, determinando di conseguenza l'esondazione della corrente di piena.

Il controllo delle azioni di trascinamento non viene verificato come risulta dalla figura sopra riportata.

La mancata verifica delle tensioni tangenziali deve ritenersi limitata temporalmente al deflusso della portata di piena e quindi non pregiudizievole ai fini dello scalzamento della condotta.

RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA FIUME SALSO O Imera MERIDIONALE

N° Doc. Ingegneria: P01395-PPL-RE-005-190	Rev.: 00						N° Doc. Cliente: -
Foglio 35 di 46							

8 CONCLUSIONI

Il presente studio ha lo scopo di valutare l'idoneità della profondità di posa della nuova condotta per l'attraversamento in subalveo del Fiume Salso o Imera Meridionale che, si ricorda, verrà eseguita con scavo a sezione retta obbligata con una profondità di 6,00 m dal punto più depresso del fondo alveo.

Le verifiche condotte hanno evidenziato:

- che la profondità di posa della condotta risulta verificata rispetto alle massime profondità di scavo localizzato prevedibili in occasione delle piene con Tr 300 anni con un coefficiente di sicurezza superiore a 1,50;
- che le verifiche di stabilità ante e post opera delle sponde hanno restituito fattori di sicurezza superiori a 1.3;
- che le verifiche dell'azione della corrente sulle sponde mettono in evidenza che la profondità stabilita per la posa della condotta di progetto risulta sufficientemente a favore di sicurezza nonché l'idoneità delle protezioni spondali previste in progetto; la mancata verifica delle tensioni tangenziali sul fondo deve infatti ritenersi limitata al periodo di deflusso della portata di piena, e pertanto i relativi effetti sono ricompresi nei coefficienti di sicurezza utilizzati per le verifiche di cui ai punti precedenti.

Si ritiene pertanto la profondità di posa prevista idonea a garantire il corretto ricoprimento della condotta per un tempo superiore alla vita utile dell'opera.

In conclusione preme sottolineare che le diverse valutazioni effettuate in merito alla natura dei terreni in fase di scavo e a cantiere ultimato saranno tanto più rispettate quanto più sarà presa ogni più opportuna azione per il corretto ripristino delle aree scavate. A tal fine occorrerà in particolare:

- assicurare una perfetta compattazione dei terreni utilizzati per il rinterro della condotta ed il ripristino delle arginature, procedendo alla costipazione per strati di spessore massimo 30 - 50 cm;
- verificare in corso d'opera il raggiungimento di un buon grado di compattazione per ciascuno strato;
- assicurare il ripristino del fondo alveo con materiale di granulometria conforme a quella attualmente in sito per una profondità di almeno 1,50/2,00 m.

RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA FIUME SALSO O IMERA MERIDIONALE

N° Doc. Ingegneria:

Rev.: 00

N° Doc. Cliente:

P01395-PPL-RE-005-190

Foglio 36 di 46

-

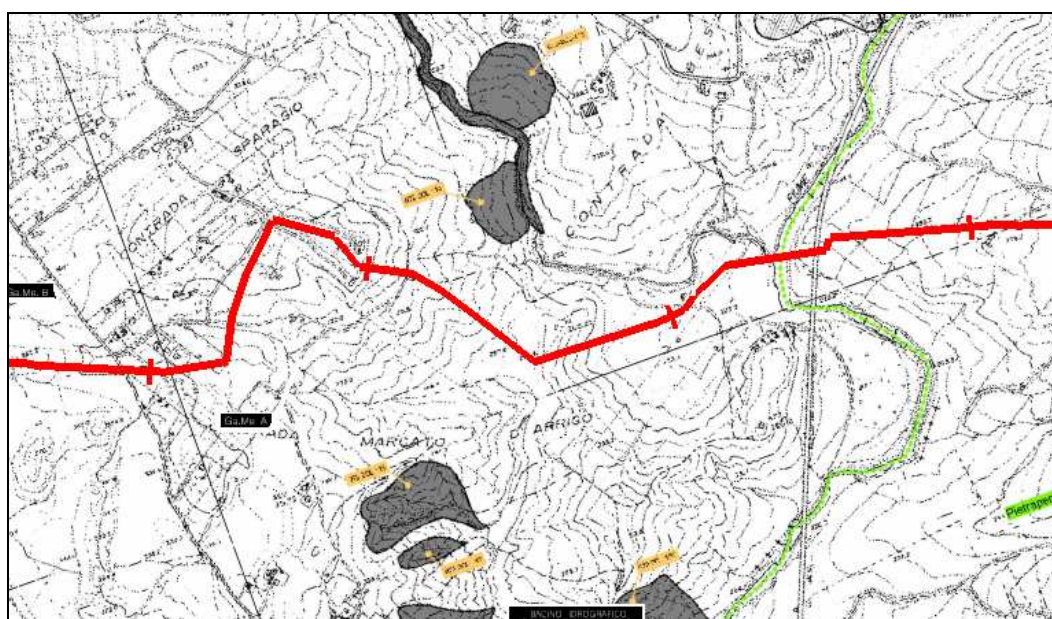
9 INTERFERENZE CON LE FASCE DI PERICOLOSITÀ E CON LE ZONE A RISCHIO CENSITE DAL PAI

L'attraversamento del Fiume Salso o Imera Meridionale ricade nel foglio CTR 631130. Dall'analisi delle "Carte della pericolosità e del Rischio idraulico" allegate al PAI, foglio n. 43, che copre il foglio CTR di interesse, si può rilevare che non sono state definite le fasce di pericolosità idraulica per il corso d'acqua del Fiume Imera e del suo affluente Torrente Niscima.

Per il Fiume Imera non risultano nemmeno censiti dissesti di alcun grado di pericolosità mentre su un'ampia parte del corso del Torrente Niscima sono evidenziati potenziali dissesti di pericolosità alta, che tuttavia rimangono a notevole distanza dalla sezione di interesse e, pertanto, senza alcuna possibile interazione con le opere in progetto.

Alla luce tuttavia delle modellazioni eseguite al paragrafo 5, si rileva che per eventi con tempo di ritorno T_r 300 anni, la zona oggetto di studio è interessata da esondazioni significative, che determinano delle fasce di possibile esondazione di circa 100 m per lato.

Rispetto a tale condizione però le verifiche condotte ai successivi paragrafi 5, 6 e 7 hanno consentito di rilevare la perfetta tenuta delle opere rispetto alle sollecitazioni indotte dalla piena di progetto e, di conseguenza, **la piena compatibilità delle opere in progetto nei confronti degli equilibri della regione fluviale interessata.**



— Tracciato di progetto

Figura __: estratto dalla Carta dei Dissesti del PAI relativa alla zona dell'attraversamento

METANODOTTO AGRIGENTO-PIAZZA ARMERINA DN 1200 (48"), DP 75 bar						
RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA FIUME SALSO O IMERA MERIDIONALE						
N° Doc. Ingegneria: P01395-PPL-RE-005-190	Rev.: 00					N° Doc. Cliente: -
		Foglio 37 di 46				

ANNESSO 1: GENERALITÀ SUL MODELLO HEC-RAS

Il software di calcolo utilizzato è denominato HEC-RAS® ed è stato sviluppato dall'Hydrologic Engineering Center dell'U.S. Army Corps of Engineers (California).

Descrizione del modello di simulazione idraulica

Il presente capitolo fornisce chiarimenti sul funzionamento del modello numerico adottato e sulla metodologia utilizzata nella scelta delle sezioni trasversali necessarie alle simulazioni.

Il modello calcola i profili di superficie libera in moto permanente gradualmente vario (in senso spaziale e non temporale) in alvei prismatici e non prismatici. Entrambi i tipi di corrente, lenta e veloce, possono essere calcolati così come le conseguenze di diverse tipologie di accidentalità e strutture di cui si conosca la relazione fra carico e portata defluente.

Il modello è comunque vincolato nel suo utilizzo da tre condizioni:

- il moto deve essere permanente poiché le equazioni non contengono termini dipendenti dal tempo;
- il moto deve essere gradualmente vario in senso spaziale poiché le equazioni ipotizzano la distribuzione idrostatica delle pressioni in seno alla corrente;
- il moto è mono-dimensionale.

E' rilevante e importante evidenziare la capacità del modello di dare attendibili risultati nella gestione delle aree inondabili circostanti gli alvei naturali.

In questo senso è quindi possibile:

- determinare le aree inondabili da parte di portate diverse allo scopo di predisporre l'opportuna protezione;
- studiare le conseguenze d'uso delle aree golenali e il loro danneggiamento;
- definire i miglioramenti dell'alveo atti a ridurre le conseguenze delle inondazioni.

Proprio nell'ottica di queste problematiche l'utilizzo del modello numerico in questione risulta essere estremamente efficace.

RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA FIUME SALSO O IMERA MERIDIONALE

N° Doc. Ingegneria: P01395-PPL-RE-005-190	Rev.: 00						N° Doc. Cliente: -
Foglio 38 di 46							

La possibilità di determinare il comportamento del profilo del corso d'acqua tenendo conto anche dell'influenza esercitata dai manufatti in alveo consente di tracciare con buona precisione la via di piena e le sue caratteristiche.

Il modello di calcolo effettua simulazioni di moto permanente, situazione di calcolo che in realtà non si presenta, in quanto è noto dalla teoria che la portata massima in ogni sezione si presenta per un tempo limitato, presentando la curva (tempo, portata) una forma a campana, essendo presenti nel fenomeno delle piene vari fenomeni tra i quali i più noti sono l'effetto di laminazione del corso d'acqua, l'invaso e la corrivazione.

Nonostante tutto la simulazione assume rilevanza fondamentale perché, per i motivi sopra descritti, rappresenta una verifica in termini più gravosi del corso d'acqua (si presenta una portata elevata per tempi più lunghi di quelli che si hanno in realtà), permettendo quindi di fare raggiungere elevati gradi di sicurezza ai manufatti progettati secondo le indicazioni tratte da tale simulazione.

Tra le diverse opzioni di calcolo di cui il modello è dotato in relazione alla presenza di strutture che interagiscono direttamente con il corso d'acqua è da evidenziare la possibilità di calcolo del profilo in corrispondenza dei tombini (circolari, scatolari, con o senza muri d'ala....) secondo la normativa proposta da FHWA (Federal Highway Administration-USA). Il software implementato consente di determinare con precisione l'effetto di rigurgito dovuto alle spalle dei ponti o all'ingombro delle pile.

Particolare importanza riveste la possibilità di parametrizzare il coefficiente di scabrezza per alveo e golene.

Inoltre è possibile creare all'interno di ciascuna sezione trasversale del corso d'acqua più zone a scabrezza omogenea in modo da approssimare con precisione notevole il valore del suddetto parametro, troppo spesso legato all'imprecisione del coefficiente di scabrezza equivalente.

L'insieme dei dati di output è strutturato in modo da fornire la conoscenza globale dei fenomeni che interessano l'intera area occupata dalla portata di piena.

L'output risulta quindi suddiviso in dati relativi alle aree golenali e al canale principale di deflusso.

Le informazioni fornite riguardano diversi parametri fisici e di progettazione quali, per esempio:

- quota in m s.l.m. del pelo libero;
- quota del gradiente energetico;

RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA FIUME SALSO O IMERA MERIDIONALE

N° Doc. Ingegneria:

Rev.:

00

N° Doc. Cliente:

P01395-PPL-RE-005-190

Foglio 39 di 46

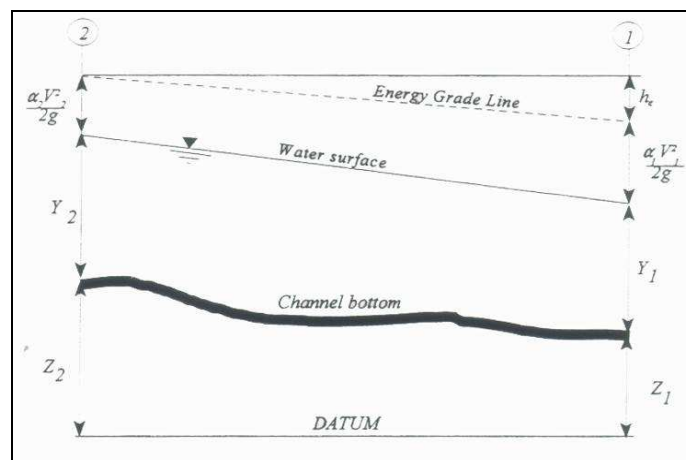
-

- velocità e portata, relativa a golene e canale principale;
- larghezza del pelo libero;
- area bagnata;
- principali parametri geometrici;
- sezioni trasversali;
- profilo di moto permanente.

Per meglio comprendere il funzionamento del modello idraulico utilizzato è opportuno fornire una sintesi delle potenzialità e dei fondamenti teorici che stanno alla base del calcolo dei profili di moto permanente e che sono implementati nel modello stesso.

Calcolo del profilo di moto permanente

Al fine di calcolare la quota del pelo libero incognita in una determinata sezione trasversale del corso d'acqua è stata adottata la procedura di calcolo nota come Standard Step Method, consistente nell'integrazione dell'equazione di bilancio energetico (fig. 4).



Rappresentazione dei termini dell'equazione di bilancio energetico

Le due equazioni che proponiamo rappresentano il metodo di cui sopra:

$$WS_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} = WS_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} + h_e$$

$$h_e = L \cdot \bar{S}f + C \left| \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} \right|$$

RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA FIUME SALSO O IMERA MERIDIONALE

N° Doc. Ingegneria: P01395-PPL-RE-005-190	Rev.: 00						N° Doc. Cliente: -
Foglio 40 di 46							

dove:

WS1, WS2 : quota del pelo libero fra due sezioni di calcolo, con la sezione 2 posta a monte della 1;

V1, V2 : velocità media;

α_1, α_2 : coefficienti energetici moltiplicativi della velocità;

g : accelerazione gravitazionale;

h_e : perdita di carico;

L : distanza fra le sezioni trasversali;

Sf : pendenza media;

C : coefficiente di perdita per contrazione o espansione (vedi tab.1).

La distanza L viene calcolata utilizzando la seguente espressione:

$$L = \frac{\overline{L_{lob}} \cdot \overline{Q_{lob}} + \overline{L_{ch}} \cdot \overline{Q_{ch}} + \overline{L_{rob}} \cdot \overline{Q_{rob}}}{\overline{Q_{lob}} + \overline{Q_{ch}} + \overline{Q_{rob}}}$$

Dove

L_{lob}, L_{ch}, L_{rob} : sono le distanze tra due sezioni trasversali consecutive, rispettivamente per la gola di sinistra, il canale di magra e la gola di destra;

$\overline{Q_{lob}}, \overline{Q_{ch}}, \overline{Q_{rob}}$: sono le medie aritmetiche delle portate delle tre parti suddette.

Mentre la pendenza motrice Sf viene calcolata con l'equazione di Manning:

$$Sf = \left(\frac{Q}{K} \right)^2$$

RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA FIUME SALSO O IMERA MERIDIONALE

N° Doc. Ingegneria:

Rev.:

00

N° Doc. Cliente:

P01395-PPL-RE-005-190

Foglio 41 di 46

-

Ulteriore punto fondamentale nella comprensione del funzionamento del modello idraulico è la suddivisione della massa liquida defluente in unità elementari per le quali la velocità è distribuita uniformemente.

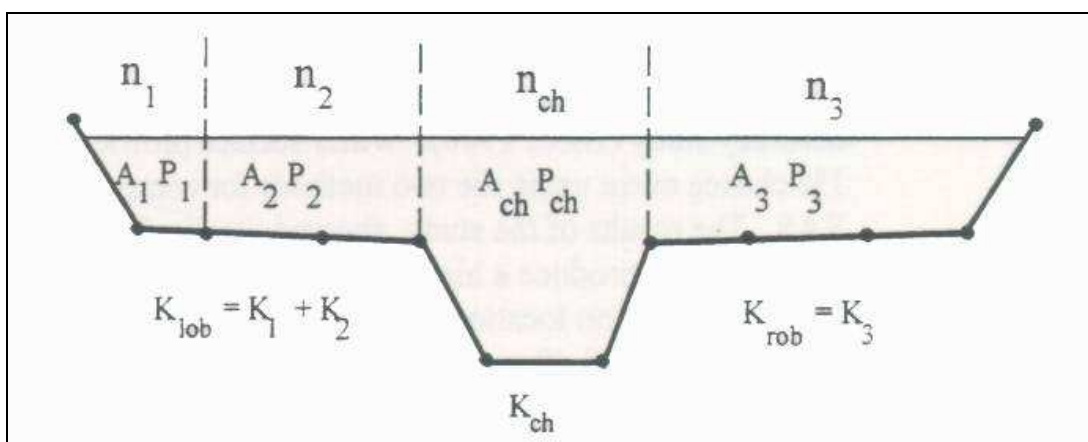
Tabella di riferimento dei coefficienti di contrazione ed espansione.

TRANSITION CLASS	CONTRACTION	EXPANSION
No transition loss	0.0	0.0
Gradual transitions	0.1	0.3
Bridge sections	0.3	0.5
Abrupt transitions	0.6	0.8

Individuata la sezione trasversale del corso d'acqua attraverso la griglia dei punti x (distanze progressive dall'ascissa $x = 0$) e y (quote m s.l.m. relative ai punti definiti alle varie progressive), nelle aree golenali le unità elementari di deflusso coincidono con la suddivisione creata dalle progressive all'interno della sezione trasversale.

Nel canale principale di deflusso (o alveo di magra ordinaria) la massa liquida defluente non viene suddivisa tranne nel caso in cui si conferiscano più valori di scabrezza differenti in alveo.

In funzione del numero di differenziazioni del valore della scabrezza saranno individuate corrispondenti unità di deflusso (fig. 2).



Suddivisione dell'alveo in singole unità di deflusso

RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA FIUME SALSO O IMERA MERIDIONALE

N° Doc. Ingegneria: P01395-PPL-RE-005-190	Rev.: 00						N° Doc. Cliente: -
Foglio 42 di 46							

La capacità di deflusso per ciascuna suddivisione è pertanto calcolata con le seguenti espressioni:

$$Q = K \cdot \sqrt{Sf}$$

$$K = \frac{1,486}{n} aR^{2/3}$$

dove

Q : portata per unità elementare;

K : capacità di deflusso per unità elementare;

n : coefficiente di Manning per la scabrezza dell'unità elementare;

a : area di deflusso dell'unità elementare;

R : raggio idraulico per l'unità di deflusso elementare.

La capacità totale di deflusso per la sezione trasversale è ottenuta per sommatoria delle singole capacità relative alle unità in cui la sezione è stata scomposta.

Sulla base di queste considerazioni il coefficiente α , relativo alla velocità, si ottiene dalla seguente espressione (fig.3):

$$\alpha = \frac{(A_t)^2 \left[\frac{(K_{lob})^3}{(A_{lob})^2} + \frac{(K_{ch})^3}{(A_{ch})^2} + \frac{(K_{rob})^3}{(A_{rob})^2} \right]}{(K_t)^3}$$

dove:

A_t : area totale di deflusso per la sezione trasversale;

A_{lob} , A_{ch} , A_{rob} : area di deflusso per golena sinistra, canale principale, golena destra;

K_t : capacità totale di deflusso (conveyance) della sezione trasversale;

K_{lob} , K_{ch} , K_{rob} : capacità di deflusso di golena sinistra, canale principale e golena destra.

RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA FIUME SALSO O IMERA MERIDIONALE

N° Doc. Ingegneria:

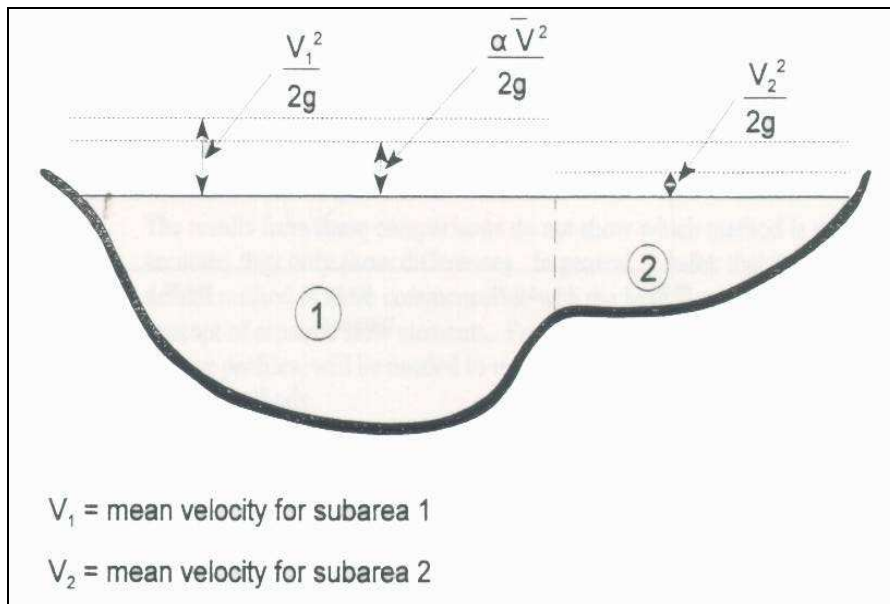
Rev.: 00

N° Doc. Cliente:

P01395-PPL-RE-005-190

Foglio 43 di 46

-



Esempio di calcolo della energia media sulla sezione trasversale

Il coefficiente α si ottiene allora come media pesata delle varie capacità di deflusso.

Le perdite di carico dovute ad attrito sono calcolate come prodotto della pendenza media motrice S_f e della distanza L fra due sezioni trasversali consecutive.

Le perdite di carico dovute a contrazione e/o espansione sono calcolate con la usuale espressione riportata nell'equazione seguente:

$$h_0 = C \left| \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} - \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} \right|$$

dove C rappresenta il già citato coefficiente di contrazione/espansione

RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA FIUME SALSO O IMERA MERIDIONALE

N° Doc. Ingegneria:
P01395-PPL-RE-005-190

Rev.: 00
Foglio 44 di 46

N° Doc. Cliente:
-

ANNESSO 2: TABELLE PER LA DETERMINAZIONE DI D_0 E β_c

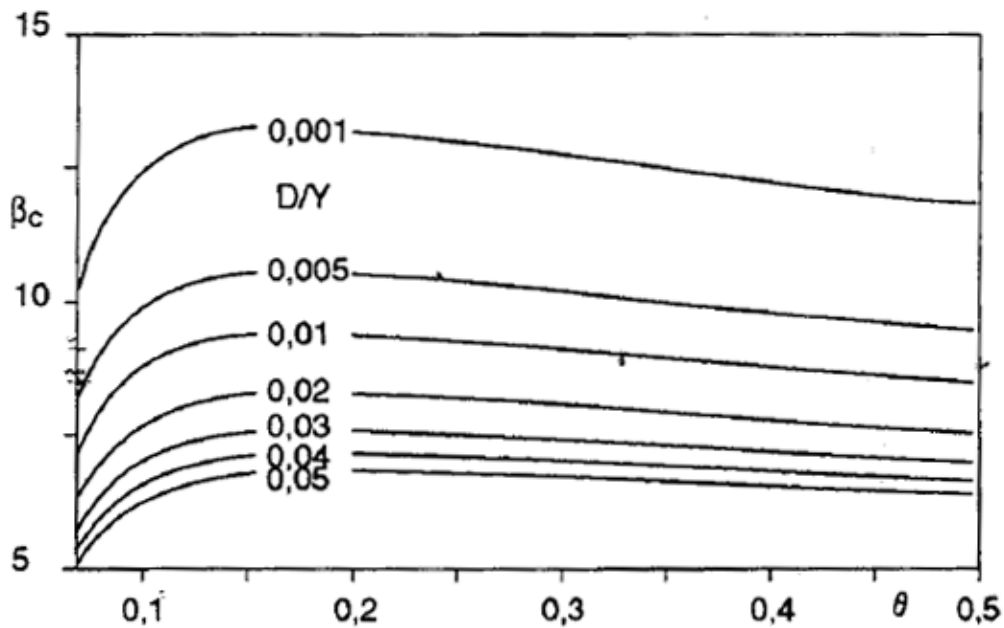


Tabella per la determinazione di β_c^3

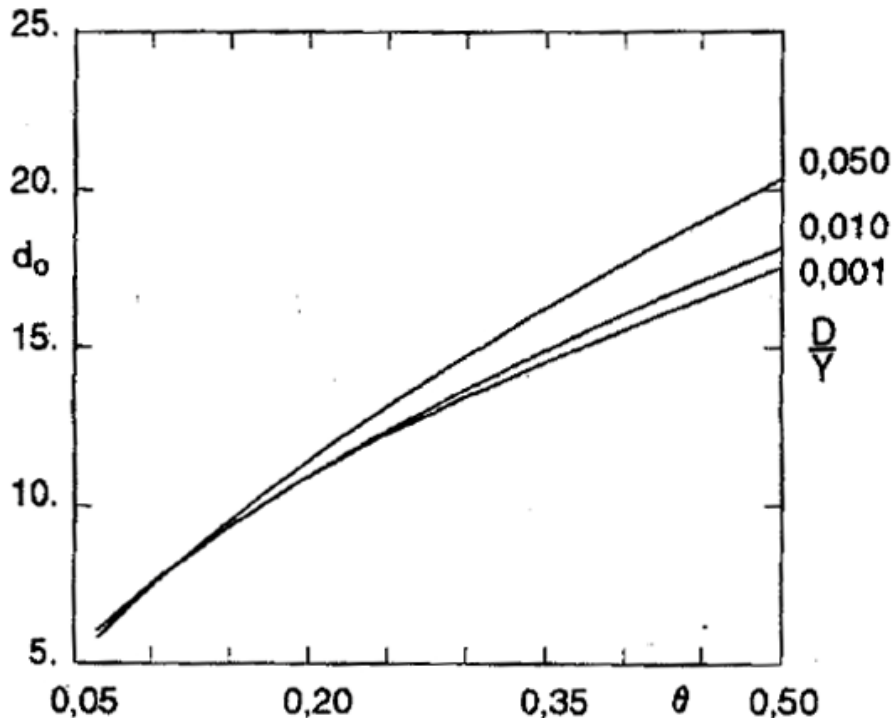


Tabella per la determinazione di d_0^4

³ Tratto da "Manuale di Ingegneria Civile" casa Editrice Zanichelli-ESAC, Bologna

⁴ Tratto da "Manuale di Ingegneria Civile" casa Editrice Zanichelli-ESAC, Bologna

RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA FIUME SALSO O IMERA MERIDIONALE

N° Doc. Ingegneria:

Rev.: 00

N° Doc. Cliente:

P01395-PPL-RE-005-190

Foglio 45 di 46

-

ANNESSO 3: VALORI DI PORTATA MISURATI ALLE STAZIONI IDROMETRICHE DI INTERESSE**A) Valori di portata media giornaliera [mc/sec] misurati alla Stazione Idrometrica Drasi**

Anno	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
1960	40,74	12,96	10,24	6,11	4,66	1,4	0,59	0,31	0,29	0,63	0,68	6,13
1961	29,09	6,2	1,72	1,19	0,79	0,33	0,7	0,14	0,75	0,41	1,77	2,43
1962	2,35	6,22	6,3	1,77	0,56	0,42	0,02	0	0	3,31	2,75	7,62
1963	3,28	20,61	7,37	2,97	1,77	0,87	1,56	0,27	0,31	2,25	0,69	3,74
1964	10,57	7,19	4,55	13,42	1,85	1,13	1,02	3,66	1,94	0,89	3,17	33,12
1965	35,21	10,44	5,03	2,4	0,64	0,19	0,11	0,18	0,25	2,6	2,11	4,04
1966	8,73	6,32	8,36	4,85	13,24	1,66	0,41	0,25	0,43	3,27	4,27	8,67
1967	8,62	23,83	6,67	3,49	2,32	1,44	0,83	0,1	0,35	0,57	1,15	2,03
1968	14,95	7,27	7,11	3,16	2,22	1,22	0,34	0,12	0,24	0,43	1,06	4,93
1969	12,14	3,65	18,51	2,77	1,53	0,44	0,16	0,58	2,06	1,75	1,39	13,52
1970	15,33	7,35	6,62	1,35	1,57	1,04	0,2	0,12	0,13	1,95	0,36	0,65
1971	3,21	6,58	7,5	4,46	1,62	0,65	0,16	0,06	15,25	1,63	2,29	4,42
1972	14,14	27,84	6,06	1,99	1,44	0,6	0,16	0,12	0,53	3,96	0,83	10,6
1973	93,03	44,75	27,22	13,59	2,64	1,27	0,32	0,53	0,33	0,74	1,15	6,04
1974	5,03	17,87	6,58	5,98	2,21	0,74	0,26	0,17	0,37	1	6,46	1,03
1975	3,26	5,82	5,68	3,14	1,9	0,14	0,08	0,12	0,36	0,82	1,29	1,52
1976	2,58	22,96	14,56	3,56	3,85	1,28	0,89	0,75	0,79	40,33	78,79	92,2
1977	55,36	6,53	3,29	3,63	1,72	1,06	0,84	0,76	0,96	1,19	1,74	2,25
1978	6,9	19,2	3,75	15,01	2,97	1,57	0,49	0,57	0,67	7,47	2,44	4,91
1979	17,07	16,94	7,9	3,94	1,75	1,11	0,36	0,31	1,12	1,67	4,91	2,35
1980	5,87	3,71	17,63	3,56	2,82	1,41	0,62	0,92	1,75	1,73	2,05	2,97
1981	27,96	20,77	5,54	2,6	1,79	0,91	0,58	0,42	0,55	0,69	0,57	2,28
1982	1,97	4,01	14,97	7,42	4,83	0,85	0,3	0,27	0,48	1,69	2,43	12,54
1983	4,9	6,23	9,09	1,76	1,57	0,92	0,36	0,47	0,87	1,25	2,27	16,66
1984	4,52	15,1	4,91	2,26	1,41	0,6	0,42	0,41	1,1	0,58	11,61	32,42
1985	115,6	26,97	32,8	12,24	1,24	1,03	0,53	0,46	0,64	0,86	1,46	1,03
1986	1,33	11,57	17,11	3,46	1,09	0,49	0,35	0,22	6,95	9,5	1,93	4,93
1987	17,07	20,05	9,65	1,71	1,52	0,79	0,52	0,47	0,52	0,6	0,93	1,47
1988	3,42	5,8	33,6	1,53	2,11	0,85	0,61	0,58	1,64	0,83	2,21	18,07
1989	1,57	0,95	0,96	1,03	0,74	0,62	0,49	0,84	0,47	1,06	1,26	0,92
1990	1,7	1,11	0,76	1,12	1,21	0,48	0,12	1,82	1,55	6,07	0,73	5,74
1993	5,35	7,88	16,27	2,42	1,33	0,29	0,08	0,14	0,37	1,08	3,8	3,72
1995	3,18	2,57	2,32	2,5	0,26	0,02	0,01	5,44	3,13	0,61	7,18	14,43
1996	46,16	55,46	43,41	5,78	1,79	2,51	0,47	0,29	0,6	5,85	2,4	39,1
1997	16,08	3,06	2,17	2,68	1,43	0,48	0,31	1,56	1,97	12,57	7,64	5,92

RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA FIUME SALSO O IMERA MERIDIONALE

N° Doc. Ingegneria:

Rev.: 00

N° Doc. Cliente:

P01395-PPL-RE-005-190

Foglio 46 di 46

-

B) Valori di portata media giornaliera [mc/sec] misurati alla Stazione Idrometrica Ponte Cinque Archi

Anno	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
1960	17,25	6,1	7,1	4,91	3,09	0,75	0,06	0,01	0,13	0,69	0,32	0,66
1961	9,95	1,93	0,63	0,45	0,26	0,13	0,08	0,05	0,06	0,12	0,72	0,56
1962	1,01	4,43	5	1,25	0,46	0,28	0,06	0,01	0,03	0,17	0,7	4,19
1963	3,47	13,32	4,28	1,68	1,71	0,62	0,2	0,11	0,03	0,64	0,22	2,78
1964	4,16	2,63	2,65	6,86	0,66	0,5	0,12	0,78	0,25	0,27	1,7	11,29
1965	15,04	4,15	1,7	0,82	0,35	0,2	0,07	0,02	0,04	0,16	0,16	1,61
1966	6,31	3,27	5,05	2,09	6,38	0,72	0,11	0,02	0,07	0,89	1,65	2,18
1975	1,89	3,7	3,02	1,26	0,98	0,16	0,06	0,04	0,02	0,11	0,23	0,56
1976	2,53	21,72	8,51	2,27	1,21	0,71	0,21	0,27	0,25	7,69	33,8	24,62
1980	2,62	1,22	7,44	1,57	1,07	0,43	0,11	0,03	0,04	0,09	0,41	1,11
1981	10,45	6,69	4,51	1,53	0,58	0,21	0,06	0,02	0,02	0,14	0,24	1,36
1982	1,45	3,1	10,31	4,35	2,63	0,4	0,03	0,02	0,03	0,46	1,38	5,6
1983	3,35	4,66	6,93	0,79	0,41	0,15	0,06	0,04	0,06	0,26	0,73	6,49
1984	1,83	9,87	2,05	1,74	0,52	0,09	0,01		0,05	0,13	2,17	9,71
1985	22,55	6,02	7,15	2,86	0,57	0,44	0,1		0,04	0,15	0,4	0,17
1988	2,42	3,62	13,87	4,55	0,68	0,06	0,05	0,02	0,08	0,04	0,24	1,93

C) Valori di portata media giornaliera [mc/sec] misurati alla Stazione Idrometrica Ponte Besaro

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
1955	20,10	29,90	5,22	1,22	0,40	0,15	0,21	0,18	0,74	1,24	1,69	3,66
1959	4,38	1,10	4,43	15,63	1,19	0,76	0,55	0,25	1,40	0,59	3,17	8,20
1960	33,57	8,58	8,48	5,39	3,94	1,60	0,24	0,80	0,16	0,71	0,38	8,02
1961	22,18	5,74	1,51	0,83	0,38	0,21	0,37	0,90	0,50	0,18	1,11	2,17
1962	1,88	6,59	6,31	1,43	0,39	0,25	0,07	0,02	0,03	2,20	1,30	7,75
1963	3,59	18,66	6,61	2,82	1,69	0,44	0,45	0,16	0,45	0,75	0,29	3,00
1964	6,88	5,51	3,59	10,35	0,95	0,58	0,28	2,04	1,42	0,48	2,56	22,78
1965	27,58	9,95	4,37	1,90	0,71	0,21	0,05	0,03	0,05	1,12	0,78	2,79
1966	8,22	3,84	7,69	4,06	11,00	2,07	0,55	0,23	0,49	2,50	3,61	9,20
1997	12,24	3,44	1,86	1,97	0,73	0,13	0,13	0,43	0,52	2,99	6,15	5,01