



Project / Progetto: COMUNE DI FANO (PU) FOSSO DEMANIALE IN LOCALITA' CHIARUCCIA		
Title / Titolo: VERIFICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA	Job No. / N. Commessa	Doc. No./ N. Doc.
	18-014	18-014-RE-001
	Sh. Of / Fg. di	Rev. / Rev.
	1 of 50	0

**COMUNE DI FANO (PU)
FOSSO DEMANIALE IN LOCALITA' CHIARUCCIA
VERIFICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA**

0	Emissione documento	D. D'Alleva	D. D'Alleva	C. Sardella	08/10/18
Rev. / Rev	Description / Descrizione	Prepared / Preparato	Checked / Verificato	Approved / Approvato	Date / Data

Project / Progetto:	COMUNE DI FANO (PU) FOSSO DEMANIALE IN LOCALITA' CHIARUCCIA		 Studio di Ingegneria Sardella s.r.l.
Title / Titolo:	Job No. / N. Commessa	Doc. No./ N. Doc.	
	18-014	18-014-RE-001	
	Sh. Of / Fg. di	Rev. / Rev.	
	2 of 50	0	
VERIFICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA			

INDICE


1	PREMESSA.....	3
1.1	SCOPO DEL LAVORO	3
1.2	INQUADRAMENTO NORMATIVO	4
2	SCENARIO DI PROGETTO	5
3	ANALISI IDROGRAFICA – BIBLIOGRAFICA – STORICA	7
3.1	IDROLOGIA	7
3.2	PERICOLOSITÀ IDROGEOLOGICA	9
4	ANALISI IDROLOGICA – IDRAULICA.....	11
4.1	ANALISI IDROLOGICA: ELABORAZIONE STATISTICA DELLE PRECIPITAZIONI	11
4.1.1	<i>DATI STATISTICI</i>	11
4.1.2	<i>ELABORAZIONE STATISTICA DI GUMBEL</i>	13
4.1.3	<i>EQUAZIONI DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA</i>	15
4.1.4	<i>TEST DI ADATTAMENTO DI PEARSON</i>	17
4.2	RILIEVO TOPOGRAFICO	19
4.3	INVARIANZA IDRAULICA NELLE AREE SOTTOPOSTE A LOTTIZZAZIONE	20
4.3.1	<i>CALCOLO INVARIANZA LOTTO ENERECO</i>	21
4.3.2	<i>CALCOLO INVARIANZA LOTTO VVFF</i>	23
4.3.3	<i>CALCOLO INVARIANZA LOTTO CLINICA PRIVATA</i>	25
4.4	VERIFICHE IDRAULICHE SUL FOSSO DEMANIALE CHIARUCCIA.....	27
5	CALCOLO DELLA PORTATA DEL BACINO IDROGRAFICO DEL FOSSO CHIARUCCIA.	32
6	STUDIO IDRAULICO DEL FOSSO CHIARUCCIA E DEL CANALE ALBANI	42
7	SINTESI DELLE ANALISI E CONCLUSIONI	48

ALLEGATO 1: STRALCIO CTR CON INDIVIDUAZIONE DEL BACINO

ALLEGATO 2: MODELLAZIONE A MOTO PERMANENTE DEL FOSSO CHIARUCCIA – STATO DI PROGETTO

ELABORATI GRAFICI

TAVOLE 1 E 2: PLANIMETRIA, PROFILO E SEZIONI - STATO ATTUALE E STATO DI PROGETTO
FOSSO DEMANIALE CHIARUCCIA

Project / Progetto:	COMUNE DI FANO (PU) FOSSO DEMANIALE IN LOCALITA' CHIARUCCIA		 Studio di Ingegneria Sardella s.r.l.
Title / Titolo:	Job No. / N. Commessa	Doc. No./ N. Doc.	
	18-014	18-014-RE-001	
	Sh. Of / Fg. di	Rev. / Rev.	
	3 of 50	0	
VERIFICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA			

1 PREMESSA

1.1 SCOPO DEL LAVORO

Nell'ambito delle attività relative alla realizzazione di una struttura sanitaria in un'area di proprietà comunale in Località Chiaruccia, è stata richiesta dal Comune di Fano una verifica di compatibilità idraulica al fine di accertare l'idoneità del fosso ricettore allo smaltimento delle portate di progetto.

Dallo studio del reticolo idrografico minore presente nella zona nonché delle quote altimetriche dei terreni presenti è stato individuato quale corpo ricettore il Fosso Demaniale Chiaruccia, oggetto negli ultimi anni di un progressivo interrimento che, unitamente alla nascita di una fitta vegetazione, ne ha quasi annullato la capacità idraulica.

L'intervento di realizzazione della struttura sanitaria, unitamente a quelli previsti nei lotti adiacenti dei Vigili del Fuoco e di proprietà Enereco S.p.A., interesserà una superficie complessiva di circa 7 ha, comportando quindi una *"significativa impermeabilizzazione potenziale"*. Si rende pertanto necessaria la valutazione delle portate da sottoporre ad invarianza idraulica e una verifica completa di compatibilità idraulica del corpo ricettore sulla base di un'analisi idrologica con tempo di ritorno di 100 anni, come richiesto dalla D.G.R. n. 53 del 27/01/2014.

Nella presente relazione è stato eseguito uno studio idraulico avente come finalità:

- l'individuazione del reticolo idrografico per un intorno significativo dell'area oggetto di studio;
- un'analisi idrologica per la valutazione delle portate con diversi tempi di ritorno (5, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 70, 100 e 200 anni);
- la valutazione delle portate da sottoporre a invarianza idraulica, sulla base di una stima delle superfici impermeabilizzate di ciascun lotto e per un $T_r = 200$ anni;
- la verifica di compatibilità idraulica del tratto di fosso Chiaruccia interessato dai nuovi apporti fino all'immissione nel Canale Albani per eventi con tempo di ritorno $T_r = 100$ anni ;
- il progetto delle sezioni trasversali del fosso Chiaruccia, che dovrà essere opportunamente riprofilato;
- la modellazione del Canale Albani per la porzione immediatamente a monte ed a valle dell'immissione, per valutare e quantificare gli effetti delle nuove trasformazioni.

Project / Progetto:	COMUNE DI FANO (PU) FOSSO DEMANIALE IN LOCALITA' CHIARUCCIA		IngeSar.it Studio di Ingegneria Sardella s.r.l.
Title / Titolo:	Job No. / N. Commessa	Doc. No./ N. Doc.	
	18-014	18-014-RE-001	
	Sh. Of / Fg. di	Rev. / Rev.	
	4 of 50	0	

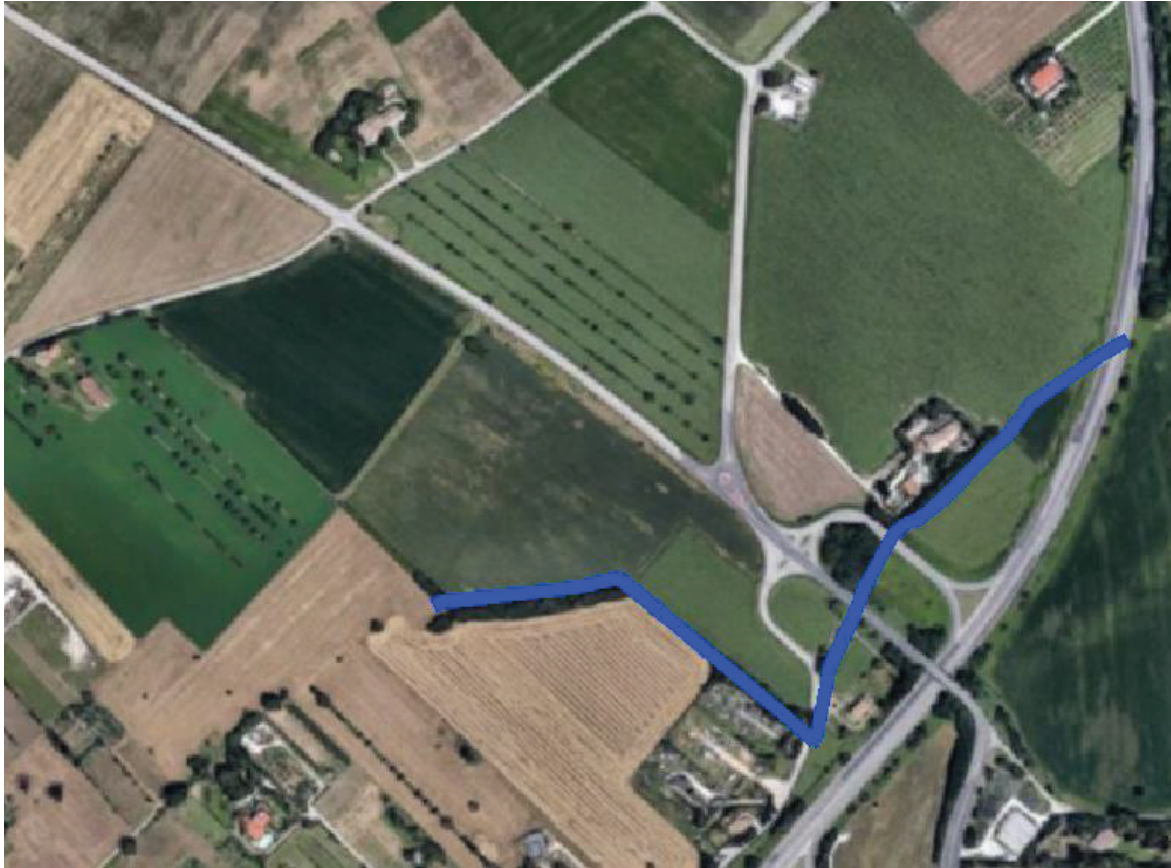



Figura 1: fosso Chiaruccia

1.2 INQUADRAMENTO NORMATIVO

- [N. 1] **L.R. n.22 del 23/11/2011**– Norme in materia di riqualificazione urbana sostenibile e assetto idrogeologico e modifiche alle Leggi regionali 5 agosto 1992, n. 34 "Norme in materia urbanistica, paesaggistica e di assetto del territorio" e 8 ottobre 2009, n. 22 "Interventi della regione per il riavvio delle attività edilizie al fine di fronteggiare la crisi economica, difendere l'occupazione, migliorare la sicurezza degli edifici e promuovere tecniche di edilizia sostenibile".
- [N. 2] **D.G.R. n. 53 del 27/01/2014** - L.R. 23 novembre 2011 n. 22 – Norme in materia di riqualificazione urbana sostenibile e assetto idrogeologico. – Art. 10 comma 4 – Criteri, modalità e indicazioni tecnico-operative per la redazione della verifica di compatibilità idraulica degli strumenti di pianificazione territoriale e per l'invarianza idraulica delle trasformazioni territoriali.
- [N. 3] **LINEE GUIDA:** "A" - Sviluppo della verifica di compatibilità idraulica
"B" - Sviluppo della verifica per l'invarianza idraulica
"C" - Accorgimenti tecnico-costruttivi per la mitigazione del rischio idraulico in aree inondabili

Project / Progetto:	COMUNE DI FANO (PU) FOSSO DEMANIALE IN LOCALITA' CHIARUCCIA		
Title / Titolo:	VERIFICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA	Job No. / N. Commessa	Doc. No./ N. Doc.
		18-014	18-014-RE-001
		Sh. Of / Fg. di	Rev. / Rev.
		5 of 50	0

2 SCENARIO DI PROGETTO

Alla luce delle indicazioni ricevute dai competenti uffici provinciali, la verifica di compatibilità idraulica del fosso Chiaruccia prende in considerazione una ipotesi progettuale che viene poi confrontata con la situazione del bacino ante urbanizzazioni in progetto per valutarne gli effetti in termini di aumento di apporti e tiranti idrici.

IPOTESI DI PROGETTO

Le acque meteoriche provenienti dai lotti destinati a Enereco, ai VVFF e alla Clinica sono raccolte in una nuova condotta fognaria DN 800 posata lungo Via Tommaso Campanella e convogliate nel Fosso Chiaruccia in corrispondenza del punto N1 di Figura 2 (ipotesi A) ed a valle dello svincolo nel punto N3 (ipotesi B). In entrambi i casi proseguono nel fosso Chiaruccia fino all'immissione nel Canale Albani. La portata confluyente nel fosso è quindi quella relativa alle superfici dei tre lotti, laminata secondo le direttive del PAI, che si somma a quella proveniente dal bacino idrografico di pertinenza posto a monte del punto di immissione che vi giunge attraverso il fosso che verrà risagomato lungo il tracciato originario, come riportato in figura 2. Nella soluzione progettuale è stato altresì previsto il rifacimento del manufatto di attraversamento di via Toniolo nonché del tombinamento esistente lungo la strada fino al nodo N1

STATO DI FATTO

In tale simulazione la verifica del fosso viene condotta nella condizione attuale del bacino, calcolando la portata senza i contributi delle urbanizzazioni dei nuovi lotti, **ma avendo comunque ipotizzato il risezionamento del fosso stesso mentre è stato mantenuto il tombinamento idraulicamente inadeguato** posto lungo via Toniolo. Tale condizione, del tutto ipotetica, serve esclusivamente per poter confrontare l'impatto sulle sezioni d'alveo a valle delle nuove immissioni.

Non risulterebbe infatti possibile eseguire la modellazione del fosso nelle condizioni in cui si trova effettivamente allo stato attuale in quanto l'alveo del canale Chiaruccia risulta per ampi tratti quasi completamente scomparso a causa dell'interrimento e della fitta vegetazione cresciuta.


Project / Progetto: <p style="text-align: center;">COMUNE DI FANO (PU) FOSSO DEMANIALE IN LOCALITA' CHIARUCCIA</p>		
Title / Titolo: <p style="text-align: center;">VERIFICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA</p>	Job No. / N. Commessa	Doc. No./ N. Doc.
	<p style="text-align: center;">18-014</p>	<p style="text-align: center;">18-014-RE-001</p>
	Sh. Of / Fg. di	Rev. / Rev.
	<p style="text-align: center;">6 of 50</p>	<p style="text-align: center;">0</p>



Figura 2: individuazione del fosso Chiaruccia e delle superfici urbanizzate

Project / Progetto:	COMUNE DI FANO (PU) FOSSO DEMANIALE IN LOCALITA' CHIARUCCIA		IngeSar.it Studio di Ingegneria Sardella s.r.l.
Title / Titolo:	Job No. / N. Commessa	Doc. No./ N. Doc.	
	18-014	18-014-RE-001	
	Sh. Of / Fg. di	Rev. / Rev.	
	7 of 50	0	
VERIFICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA			

3 ANALISI IDROGRAFICA – BIBLIOGRAFICA – STORICA

3.1 IDROLOGIA

L'area oggetto del presente studio è ubicata sul terrazzo alluvionale del III ordine posto in sinistra idrografica del Fiume Metauro.

Il Fiume Metauro si origina dalla confluenza, presso la località Borgo Pace (PU), dei torrenti Meta e Auro alla quota di 470 m.

Entrambi nascono dalla dorsale appenninica, rispettivamente dalle pendici di Bocca Trabaria a quota 1044 m e da quelle del Monte Maggiore situato in provincia di Arezzo ad una quota di 1384 m.

Il Fiume Metauro riceve durante il suo corso vari affluenti (i torrenti S. Antonio e Tarugo, il Rio Puto, il Rio Maggiore ed infine il Candigliano che con i subaffluenti Burano, Bosso e Biscubio, fornisce il maggior apporto idrico).


Tale fiume, dopo un percorso di 110 Km, sbocca nel mare Adriatico all'altezza della frazione Madonna del Ponte, situata 3 km a sud dell'abitato di Fano.

Il suo bacino idrografico (Figura 3), ha un'estensione complessiva di 1325 km² ed è il più vasto dell'intera regione Marche.



Figura 3: Bacino del Fiume Metauro

Il Metauro ha un regime marcatamente torrentizio di tipo appenninico, ma con portate minime estive che tuttavia nel medio corso non scendono quasi mai sotto i 2 m³/s, grazie ad una certa permeabilità del suo alto bacino.

Project / Progetto:	COMUNE DI FANO (PU) FOSSO DEMANIALE IN LOCALITA' CHIARUCCIA		
Title / Titolo:	VERIFICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA		
	Job No. / N. Commessa	Doc. No./ N. Doc.	
	18-014	18-014-RE-001	
	Sh. Of / Fg. di	Rev. / Rev.	
	8 of 50	0	

I massimi valori di portata si registrano in autunno e in primavera con piene che, nel caso di precipitazioni eccezionali, possono sfiorare nel tratto basso valori di 2.200 m³/s, causando anche danni notevoli. Il modulo medio annuo più elevato è di circa 21 m³/s.

Il bacino del Metauro nel suo tratto terminale scorre entro un'ampia valle alluvionale, estesa fino a 6 km poco a monte di Fano. In prossimità della costa, le alluvioni del Metauro si raccordano con quelle del torrente Arzilla, del Cesano e di altri fiumi minori, formando una ristretta piana costiera.

L'alveo attuale è ubicato sul lato destro della valle, lo spostamento dell'alveo verso nord est è riconoscibile anche nella successione dei paleoalvei incisi nel substrato.

Il reticolo idrografico ha un andamento prevalente trasversale alle principali strutture tettoniche, caratteristica questa comune a tutti i fiumi marchigiani (Elmi et al, 1983).

Nell'ambito del bacino si possono distinguere:

- il settore basso-collinare e costiero o della bassa valle, dal Mare Adriatico agli affluenti Rio Puto e T. Tarugo, da 0 a circa 500 m di quota. Comprende la bassa valle del Metauro, la zona litoranea e la zona collinare esterna; l'ultimo tratto della pianura alluvionale si allarga progressivamente e si fonde con quello adiacente del T. Arzilla;
- il settore alto-collinare o della media valle, dal Rio Puto e T. Tarugo alla linea S. Giovanni in Petra-Cagli, da 75 m a quasi 1000 m (Monti del Furlo) di quota. Comprende la media valle del Metauro e dei suoi affluenti principali, i Monti del Furlo e della Cesana (Dorsale Marchigiana) e la zona collinare interna;
- il settore montano o appenninico o dell'alta valle, dalla linea S. Giovanni in Petra-Cagli allo spartiacque con il Tevere in territorio toscano e umbro, da 250-300 m a 1700 m di quota. Comprende l'alta valle del Metauro e dei suoi affluenti principali (Candigliano, Bosso, Burano e Biscubio), la Dorsale Umbro-Marchigiana, la Catena del Falterona e il resto dei rilievi della Marnoso-Arenacea.

Identificazione del bacino	
Denominazione:	Metauro
Tipologia:	Regionale
Lunghezza asta principale ¹⁰ :	98,38 km

Inquadramento geografico del bacino (coordinate metriche Gauss-Boaga, fuso Est)				
Estensione longitudinale:	Est min.	2292578,63	Est max.	2365279,00
Estensione latitudinale:	Nord min.	4806786,18	Nord max.	4857697,81
Estensione altitudinale:	Quota min.	0.00 m s.l.m.	Quota max.	1.702 m s.l.m.
Superficie totale (km ²) ¹¹ :	1.422,51 km ² di cui 1.259,08 compresi nel territorio regionale			

Regione interessata	Codice Regione	Superficie bacino/parte di bacino (km ²)	% riferita alla superficie totale del bacino
MARCHE	11	1259,08	88,51
UMBRIA	10	148,21	10,42
TOSCANA	9	15,23	1,07

Project / Progetto:	COMUNE DI FANO (PU) FOSSO DEMANIALE IN LOCALITA' CHIARUCCIA		IngeSar.it Studio di Ingegneria Sardella s.r.l.
Title / Titolo:	Job No. / N. Commessa	Doc. No./ N. Doc.	
	18-014	18-014-RE-001	
	Sh. Of / Fg. di	Rev. / Rev.	
	9 of 50	0	

3.2 PERICOLOSITÀ IDROGEOLOGICA

Con riferimento all'analisi geomorfologica a firma del Dott. Geol. Michele Gliaschera ed ai documenti predisposti dall'Autorità di Bacino della Regione Marche, l'area oggetto di studio non ricade in nessuna delle aree classificate a rischio idrogeologico.

L'unico vincolo è rappresentato dalla zona di rispetto dei pozzi idrici comunali, avente un'estensione di raggio pari a 200 m rispetto al punto di captazione ed entro cui è vietato l'insediamento di fognature e pozzi perdenti.

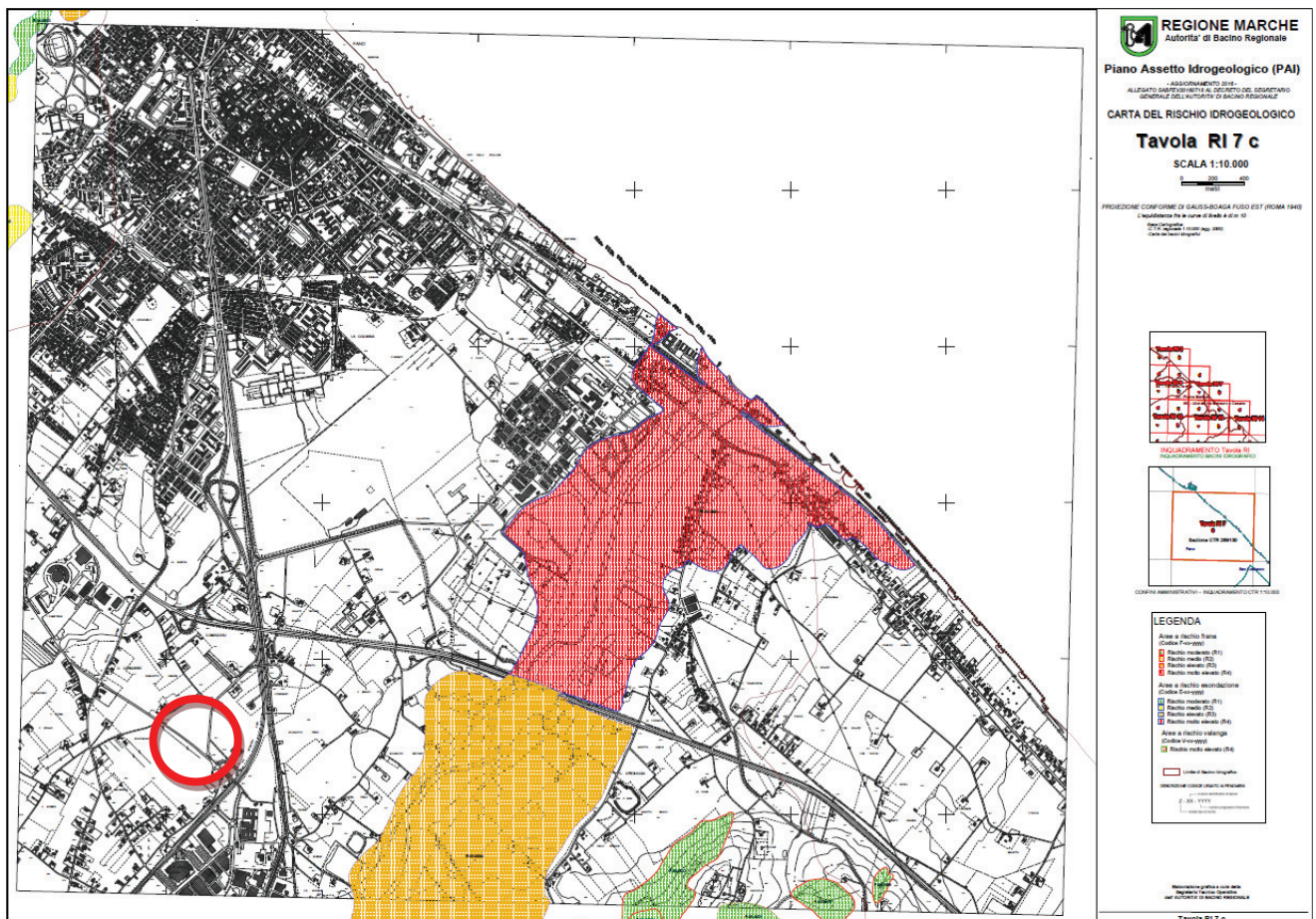


Figura 4: Zone a rischio esondazione – Piano Assetto Idrogeologico (PAI) Regione Marche

Project / Progetto:	COMUNE DI FANO (PU) FOSSO DEMANIALE IN LOCALITA' CHIARUCCIA		IngeSar.it Studio di Ingegneria Sardella s.r.l.	
Title / Titolo:	VERIFICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA		Job No. / N. Commessa	Doc. No./ N. Doc.
			18-014	18-014-RE-001
			Sh. Of / Fg. di	Rev. / Rev.
			10 of 50	0

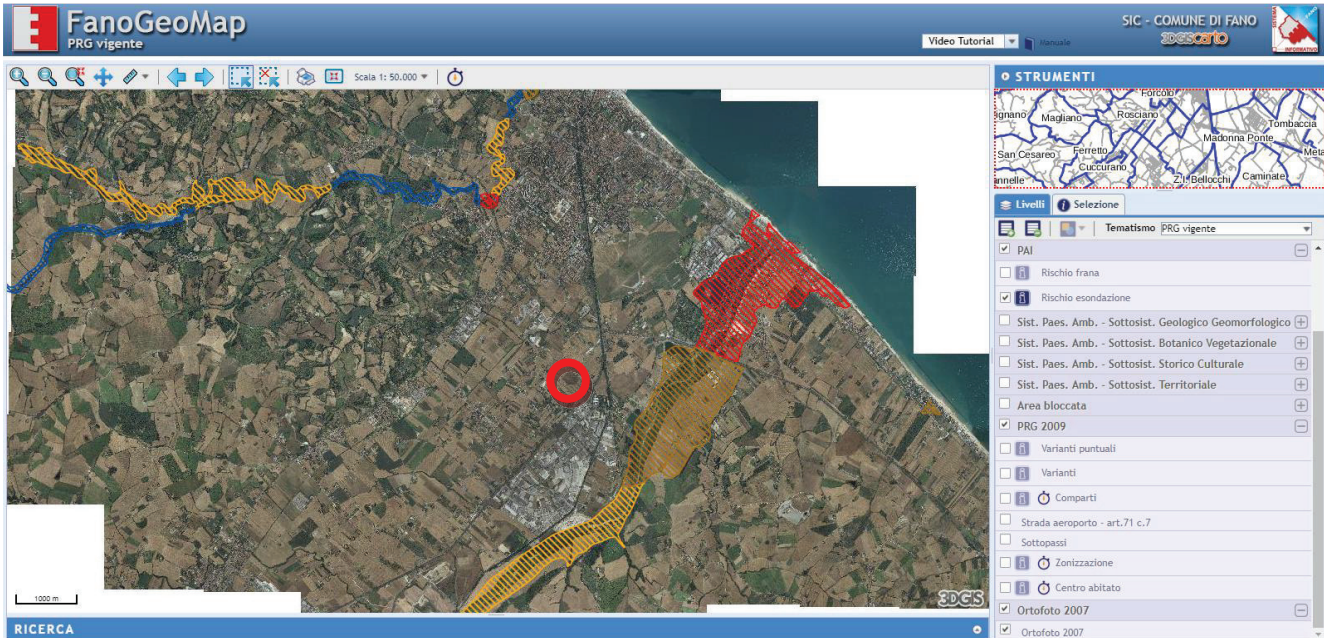



Figura 5: Zone a rischio esondazione – 3dGIS Comune di Fano



Figura 6: Zone di rispetto dei pozzi comunali – 3dGIS Comune di Fano

Project / Progetto:	COMUNE DI FANO (PU) FOSSO DEMANIALE IN LOCALITA' CHIARUCCIA		 Studio di Ingegneria Sardella s.r.l.
Title / Titolo:	Job No. / N. Commessa	Doc. No./ N. Doc.	
	18-014	18-014-RE-001	
	Sh. Of / Fg. di	Rev. / Rev.	
	11 of 50	0	
VERIFICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA			

4 ANALISI IDROLOGICA – IDRAULICA

4.1 ANALISI IDROLOGICA: ELABORAZIONE STATISTICA DELLE PRECIPITAZIONI

4.1.1 DATI STATISTICI

La piovosità di un'area può essere descritta attraverso le *curve segnalatrici di possibilità climatica*, riferite ad un dato tempo di ritorno ed espresse nella forma:


$$h = a \cdot \tau^n$$

dove h è l'altezza di pioggia in mm, t è la durata dell'evento in ore, a ed n sono i parametri caratteristici della curva determinabili attraverso un'elaborazione statistica delle precipitazioni nell'area oggetto di studio.


I valori delle altezze idrometriche massime annuali, relative alle precipitazioni orarie, sono registrati sugli *annali idrologici*, pubblicazioni dello Stato che riportano tutti gli eventi meteorici dell'anno.

Al fine di caratterizzare l'andamento delle precipitazioni dell'area in questione sono stati elaborati i dati relativi alla stazione pluviometrica più vicina (Candelara prima, in seguito Fano ed infine Lucrezia) registrati dal 1951 al 2009 e costituenti la cosiddetta *serie annuale*, un campione significativo per l'elaborazione statistica.

Nella tabella seguente sono riportati i valori a cui si è fatto riferimento.

Project / Progetto:	COMUNE DI FANO (PU) FOSSO DEMANIALE IN LOCALITA' CHIARUCCIA		 Studio di Ingegneria Sardella s.r.l.	
Title / Titolo:	VERIFICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA		Job No. / N. Commessa	Doc. No./ N. Doc.
			18-014	18-014-RE-001
			Sh. Of / Fg. di	Rev. / Rev.
			12 of 50	0

ANNO	PIOGGE ORARIE				
	1 h	3 h	6 h	12 h	24 h
1951	22.4	33.8	33.8	43.8	60.4
1952	20.6	20.8	23.6	31.4	40.4
1953	17	25.2	36.8	59	67.2
1954	23.4	25.6	35	51.4	57.6
1955	21.6	28.4	45.4	56.6	77.2
1956	19	37.2	43.6	44	56.6
1957	18.2	22	32	52.6	59.2
1958	20.6	24.6	39.4	39.4	59
1959	24.4	30.8	46.4	64.2	64.8
1960	50.2	55.4	55.4	55.4	55.4
1961	10.4	18.2	24	32.2	40.6
1963	24.4	40.2	43.2	46.2	61.8
1965	37.6	42.6	42.6	43.4	51.6
1966	18.2	28	38.8	48.8	50.2
1967	15.4	18.4	19.2	24	36.2
1968	33.8	34	34.2	39.6	46.4
1969	31	83	86	91.2	91.2
1970	34.2	57.4	61.8	70.2	85
1971	13.2	15	22.8	35.8	55.2
1972	32	32.6	38.6	41.2	47.2
1973	33.8	38.2	49.6	60.6	85.8
1974	19.4	35.8	45.4	46.8	49.2
1975	46	55	71	85.4	109
1976	34	42	49.2	49.2	75
1977	26.8	50	52	53.4	68.8
1978	15.2	19.6	21.4	32.6	47.4
1979	35.2	41.8	47.4	55.4	90
1980	39	55.8	57	57	67.2
1981	23	37.6	45.6	51.4	58.4
1982	23.4	25.8	37.2	48	59.8
1983	32.6	67.6	91.4	91.4	97.8
1984	14.8	26.2	28.2	31	41.6
1985	14.2	22	36	50.6	55
1986	33.4	48	48.4	49	57
1987	26	35.4	37.8	46	50.2
1988	24.4	26.8	27	29.2	33.6
1989	22.8	33.6	49.8	50.6	60.8
1990	28.0	38.6	38.6	40.2	40.2
1991	23.8	34.8	46.2	57.2	69.0
1992	10.2	17.4	24.8	26.8	31.6
1993	21.8	33.6	36.0	36.6	36.6
1994	13.0	27.0	42.2	58.2	66.4
1995	23.8	39.8	49.8	51.8	59.2
1996	40.6	56.2	74.6	87.4	98.8
1997	21.0	32.8	40.8	53.0	54.6
1998	20.2	38.6	55.0	66.8	84.0
1999	24.6	45.4	47.4	48.6	75.8
2000	27.2	40.6	46.2	85.0	85.6
2001	29.8	31.0	39.8	48.2	49.0
2002	21.6	35.6	37.0	37.0	37.0
2003	22.6	23.0	23.2	32.8	33.4
2004	22.4	25.2	29.2	37.2	39.8
2005	46.4	80.8	117.6	138.4	141.8
2006	37.4	43.8	59.2	87.2	110.0
2007	23.4	24.0	24.4	40.0	40.0
2008	23.6	38.2	41.4	42.0	59.6
2009	21.4	28.6	32.6	32.6	42.8

Project / Progetto:	COMUNE DI FANO (PU) FOSSO DEMANIALE IN LOCALITA' CHIARUCCIA		 Studio di Ingegneria Sardella s.r.l.
Title / Titolo:	Job No. / N. Commessa	Doc. No./ N. Doc.	
	18-014	18-014-RE-001	
	Sh. Of / Fg. di	Rev. / Rev.	
	13 of 50	0	
VERIFICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA			

4.1.2 ELABORAZIONE STATISTICA DI GUMBEL

Disponendo di una lunga serie di osservazioni, si può determinare il cosiddetto *tempo o periodo di ritorno* (T_r): ovvero il numero di anni nel quale un determinato evento è, mediamente, uguagliato o superato. Può essere utile precisare che il tempo di ritorno non rappresenta una scadenza fissa per il prodursi di un evento, ma solo il valore medio del suo verificarsi, quindi considerare un tempo di ritorno, ad esempio, di 5 anni, significa trovare l'equazione che fornisce l'altezza idrometrica di un evento che si può mediamente verificare ogni 5 anni.

Analiticamente il tempo di ritorno ha espressione:

$$T_r = \frac{1}{1 - P(h^*)}$$

dove $P(h^*)$ è la probabilità di non superamento di h : $P(h) = P(h < h^*)$.

T_r può anche essere espresso con $T_r = \frac{N+1}{i}$, con N numero dei dati ed i la posizione in colonna organizzata in modo decrescente.

I metodi statistico-probabilistici consentono di allargare il campo delle previsioni oltre il periodo di osservazione, benché l'attendibilità si riduca all'aumentare del periodo di ritorno, in rapporto specialmente all'estensione del periodo di osservazione.

Alle precipitazioni massime annue della durata di ore intese come eventi estremi che costituiscono una serie di elementi tra loro indipendenti, può applicarsi una descrizione statistica.

La distribuzione di probabilità più usata è quella doppio-esponenziale detta di Gumbel, di espressione:

$$P(y) = e^{-e^{-y}}$$

e presuppone il verificarsi di due ipotesi:

- $y > 0$ sempre
- y non limitata superiormente.

La massima precipitazione relativa ad una durata può essere espressa come:

$$X(T_R) = \bar{X} + F \cdot S_X$$

dove: $X(T_R)$ = l'evento massimo caratterizzato da un certo tempo di ritorno

F = fattore di frequenza

\bar{X} = valore medio degli eventi considerati


S_X = scarto quadratico medio della variabile in esame

Considerando:

$$\text{media: } \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^N h_i}{N}$$

$$\text{scarto quadratico medio: } S_X = \sqrt{\frac{1}{N-1} \cdot \sum_{i=1}^N (h_i - \bar{X})^2}$$

Secondo la distribuzione doppio esponenziale di Gumbel, F assume il valore:

Project / Progetto:	COMUNE DI FANO (PU) FOSSO DEMANIALE IN LOCALITA' CHIARUCCIA		 Studio di Ingegneria Sardella s.r.l.
Title / Titolo:	Job No. / N. Commessa	Doc. No./ N. Doc.	
	18-014	18-014-RE-001	
	Sh. Of / Fg. di	Rev. / Rev.	
	14 of 50	0	

$$F = \frac{Y(T_R) - \bar{Y}_N}{S_N}$$

dove: $Y(T_R)$ = variabile ridotta, funzione del tempo di ritorno T_R

\bar{Y}_N, S_N : rispettivamente media e scarto quadratico medio della variabile ridotta, funzioni solo del numero delle osservazioni N .

Alcuni semplici passaggi consentono di legare il fattore di frequenza F al tempo di ritorno T_R tramite la variabile ridotta Y .

$$P(y) = e^{-e^{-y}}$$

$$y = -\ln(-\ln(P(y)))$$

$$y = -\ln\left(-\ln\left(1 - \frac{1}{T_r}\right)\right)$$

utilizzando anche la definizione di tempo di ritorno, fissato il quale è possibile trovare il valore della variabile ridotta:

$$T_r = \frac{N+1}{i}$$

con indice i dal massimo al minimo; quindi

$$y(T_r) = -\ln\left(-\ln\left(1 - \frac{i}{N+1}\right)\right)$$

ma allora $y = y(i)$ e dunque $\bar{y}_N = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N y_i$,

\bar{y}_N è perciò solo relativo alla dimensione N -esima del campione, poiché ruotando i (essendo $y = y(i)$) e operando la sommatoria su i da 1 ad N , l'indice scompare.

Alla stessa maniera ci comportiamo con la varianza:

$$S_N = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y}_N)^2}$$

Sostituendo F nell'espressione di $X(T_R)$ si ha:


$$X(T_R) = \bar{X} - \frac{S_X}{S_N} \cdot \bar{Y}_N + \frac{S_X}{S_N} \cdot Y(T_R)$$

dove: $\bar{X} - \frac{S_X}{S_N} \cdot \bar{Y}_N = \text{MODA} = \text{valore con massima frequenza probabile}$

$$\frac{S_X}{S_N} = \text{ALPHA}$$

Da questa espressione, fissato il T_R , è possibile calcolare $X(T_R)$.

I valori di \bar{Y}_N e di S_N sono tabulati in funzione di N .

Project / Progetto:	COMUNE DI FANO (PU) FOSSO DEMANIALE IN LOCALITA' CHIARUCCIA		 Studio di Ingegneria Sardella s.r.l.
Title / Titolo:	Job No. / N. Commessa	Doc. No./ N. Doc.	
	18-014	18-014-RE-001	
	Sh. Of / Fg. di	Rev. / Rev.	
	15 of 50	0	
VERIFICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA			

4.1.3 EQUAZIONI DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA


L'applicazione del metodo di Gumbel alle nostre serie di dati ha fornito le equazioni di possibilità pluviometrica per piogge di durata superiore o uguale all'ora, relative ai diversi tempi di ritorno considerati. I dettagli del calcolo sono qui sotto riportati. Per quanto riguarda le piogge orarie si ottiene:

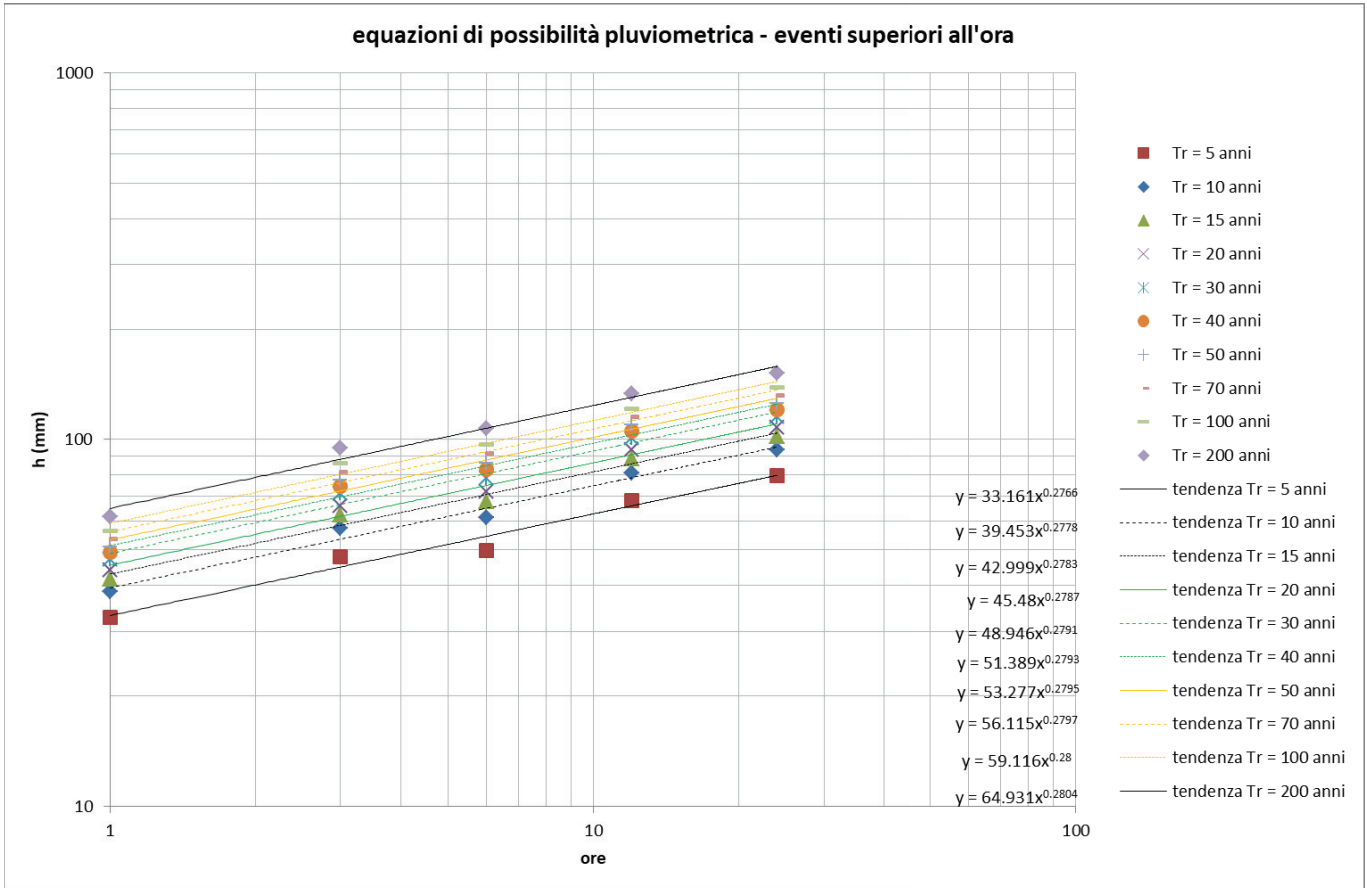
<i>Applicazione del metodo di Gumbel alle piogge orarie</i>						
ore	$Y_{med,N}$	S_N	h_{med}	S_h	moda	alpha
1	0.5511	1.1708	25.5158	8.9281	21.3133	7.6257
3	0.5511	1.1708	36.3053	14.4023	29.5260	12.3013
6	0.5511	1.1708	35.4714	17.7607	27.1114	15.1697
12	0.5511	1.1708	52.0175	20.1158	42.5490	17.1813
24	0.5511	1.1708	61.8421	22.1262	51.4272	18.8983

numero delle osservazioni	N = 57
variabile ridotta	$Y(T_r) = -\ln\left(-\ln\left(1 - \frac{1}{T_r}\right)\right) = -\ln\left(-\ln\left(1 - \frac{i}{N+1}\right)\right)$
media di $Y(T_r)$ (tabulato in fun. di N)	$Y_{med,N} = 0.5511$
scarto quadratico medio di $Y(T_r)$ (tabulato in fun. di N)	$S_N = 1.1708$
altezza media di pioggia	$h_{med} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N h_i$
deviazione standard	$S_h = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (h_i - h_{med})^2}{N-1}}$
	$moda = h_{med} - \frac{S_h}{S_N} \cdot Y_{med,N}$
	$alpha = \frac{S_h}{S_N}$
altezza di pioggia in funzione del T_r	$h(T_r) = moda + alpha \cdot Y(T_r)$

T_r	5	10	15	20	30	40	50	70	100	200
$Y(T_r)$	1.500	2.250	2.674	2.970	3.384	3.676	3.902	4.241	4.600	5.296

$h(T_r)$	1	32.8	38.5	41.7	44.0	47.1	49.3	51.1	53.7	56.4	61.7
	3	48.0	57.2	62.4	66.1	71.2	74.7	77.5	81.7	86.1	94.7
	6	49.9	61.2	67.7	72.2	78.5	82.9	86.3	91.5	96.9	107.4
	12	68.3	81.2	88.5	93.6	100.7	105.7	109.6	115.4	121.6	133.5
	24	79.8	94.0	102.0	107.6	115.4	120.9	125.2	131.6	138.4	151.5

Project / Progetto:	COMUNE DI FANO (PU) FOSSO DEMANIALE IN LOCALITA' CHIARUCCIA		 Studio di Ingegneria Sardella s.r.l.
Title / Titolo:	VERIFICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA		
	Job No. / N. Commessa	Doc. No./ N. Doc.	
	18-014	18-014-RE-001	
	Sh. Of / Fg. di	Rev. / Rev.	
	16 of 50	0	



Si riportano le equazioni di possibilità climatica delle piogge orarie, una per ciascun tempo di ritorno:

$$h = 64.93 \tau^{0.28} \quad \text{Tr} = 200 \text{ anni}$$

$$h = 59.11 \tau^{0.28} \quad \text{Tr} = 100 \text{ anni}$$

$$h = 56.11 \tau^{0.279} \quad \text{Tr} = 70 \text{ anni}$$

$$h = 53.27 \tau^{0.279} \quad \text{Tr} = 50 \text{ anni}$$

$$h = 51.38 \tau^{0.279} \quad \text{Tr} = 40 \text{ anni}$$


$$h = 48.94 \tau^{0.279} \quad \text{Tr} = 30 \text{ anni}$$

$$h = 45.48 \tau^{0.278} \quad \text{Tr} = 20 \text{ anni}$$

$$h = 42.99 \tau^{0.278} \quad \text{Tr} = 15 \text{ anni}$$

$$h = 39.45 \tau^{0.277} \quad \text{Tr} = 10 \text{ anni}$$

$$h = 33.16 \tau^{0.276} \quad \text{Tr} = 5 \text{ anni}$$

Project / Progetto:	COMUNE DI FANO (PU) FOSSO DEMANIALE IN LOCALITA' CHIARUCCIA		 Studio di Ingegneria Sardella s.r.l.
Title / Titolo:	Job No. / N. Commessa	Doc. No./ N. Doc.	
	18-014	18-014-RE-001	
	Sh. Of / Fg. di	Rev. / Rev.	
	17 of 50	0	
VERIFICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA			

4.1.4 TEST DI ADATTAMENTO DI PEARSON

Per stimare la validità del risultato ottenuto si utilizza il test statistico di Pearson: esso permette di valutare se la legge probabilistica su cui si basa il metodo di Gumbel si adatta bene al campione in esame. Si definisce *livello di significatività del test* la probabilità di rifiutare l'ipotesi di buon adattamento, anche se è vera. Condizione necessaria per l'applicazione di questo test è avere un numero di dati superiore a 20.

Il numero totale dei casi osservati si definisce pari a N .

Si suddivide il campione in un numero k di classi di frequenza, non necessariamente equiprobabili, né della stessa ampiezza, ciascuna caratterizzata dalla probabilità $p_i = 1/k$. Avendo fatto questa operazione, abbiamo creato un istogramma che dovrebbe, se l'ipotesi di utilizzare la distribuzione di Gumbel fosse esatta, seguire l'andamento di quest'ultima.

Si indica con N_i il numero delle osservazioni che ricadono nel medesimo intervallo.

Per la suddivisione deve risultare soddisfatta la relazione empirica:

$$N \cdot p_i > 5$$

cioè che mediamente almeno 5 osservazioni ricadano in un medesimo intervallo. Questo ci limita nella scelta di k che dunque deve rimanere all'interno di un certo range ovvero:

$$k < 57 \sqrt{5} = 11,4$$

La distribuzione di Gumbel si adatta bene alla serie se risulta:

$$\bar{\chi}^2(\nu) \geq \chi^2$$

dove: $\bar{\chi}^2(\nu)$ = valore teorico tabulato funzione del numero di gradi di libertà $\nu = k - m - 1$ e del livello di significatività del test, che è fissato al valore $\alpha = 0,05 = 5\%$ per le opere idrauliche.

χ^2 = valore calcolato con la formula:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^K \frac{(N_i - N \cdot p_i)^2}{N \cdot p_i}$$

dove: m = numero di parametri della distribuzione di Gumbel ($m=2$)
 N_i = numero delle osservazioni contenute in ciascuna classe di frequenza
 p_i = la probabilità relativa all'intervallo compreso tra i valori X_{i-1} e X_i
 k = gli intervalli in cui si è suddiviso il campione
 N = il numero totale delle osservazioni = 67
 Np_i = numero di dati del campione che teoricamente dovrebbero entrare all'interno della classe


Per individuare i valori X_{i-1} e X_i che delimitano gli intervalli equiprobabili, si usano i parametri della distribuzione di Gumbel.

Fissato p_i , posso ricavare:

$$Y(p) = -\ln(-\ln p)$$

e noti Y , α ed ε posso ricavare i valori di:


$$X_i = \frac{Y}{\alpha} + \varepsilon \quad (\text{dove: } \frac{1}{\alpha} = \text{ALPHA} \quad \varepsilon = \text{MODA})$$

Project / Progetto:	COMUNE DI FANO (PU) FOSSO DEMANIALE IN LOCALITA' CHIARUCCIA		 Studio di Ingegneria Sardella s.r.l.	
Title / Titolo:	VERIFICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA		Job No. / N. Commessa	Doc. No./ N. Doc.
			18-014	18-014-RE-001
			Sh. Of / Fg. di	Rev. / Rev.
			18 of 50	0

<i>Test di adattamento di Pearson della distribuzione di Gumbel, applicata al campione delle precipitazioni di durata T = 1 h</i>	N	K	m	v	α	χ²
	57	9	2	6	0,05	12,6
	Y_{med,N}	S_N	h_{med}	S_h	moda	alpha
	0,5511	1,1708	25,5158	8,9281	21,3133	7,6257

1	2	3	4	5	6	7	8	9
50,2	37,6	31	28,0	24,6	22,8	20,6	18,2	15,2
46,4	37,4	29,8	27,2	24,4	22,6	20,6	18,2	14,8
46	35,2		26,8	24,4	22,4	20,2	17	14,2
40,6	34,2		26	24,4	22,4	19,4	15,4	13,2
39	34			23,8	21,8	19		13,0
	33,8			23,8	21,6			10,4
	33,8			23,6	21,6			10,2
	33,4			23,4	21,4			
	32,6			23,4	21,0			
	32			23,4				
				23				

classe	P _i	h(P _i)	N _i	NP _i	$\frac{(N_i - NP_i)^2}{NP_i}$	<p>Per la suddivisione in classi equiprobabili deve risultare soddisfatta la seguente relazione:</p> <p style="text-align: center;">$N \cdot p_i > 5$</p> <p>Suddividendo in 9 classi si ottiene:</p> <p style="text-align: center;">$p_i = 1/9 = 0,111$ $0,111 \cdot 57 = 6,327 > 5$</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>$\chi^2 = \sum_{i=1}^K \frac{(N_i - NP_i)^2}{NP_i}$</td> <td style="text-align: center;">12</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">12,6</td> <td style="text-align: center;">> 12</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;"><i>La distribuzione di Gumbel si adatta al campione</i></p>	$\chi^2 = \sum_{i=1}^K \frac{(N_i - NP_i)^2}{NP_i}$	12	12,6	> 12
$\chi^2 = \sum_{i=1}^K \frac{(N_i - NP_i)^2}{NP_i}$	12									
12,6	> 12									
1	0,889	37,62	5	6,333	0,281					
2	0,778	31,84	10	6,333	2,123					
3	0,667	28,20	2	6,333	2,965					
4	0,556	25,37	4	6,333	0,860					
5	0,444	22,91	11	6,333	3,439					
6	0,333	20,60	9	6,333	1,123					
7	0,222	18,20	5	6,333	0,281					
8	0,111	15,31	4	6,333	0,860					
9			7	6,333	0,070					

Project / Progetto: <p style="text-align: center;">COMUNE DI FANO (PU) FOSSO DEMANIALE IN LOCALITA' CHIARUCCIA</p>		
Title / Titolo: <p style="text-align: center;">VERIFICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA</p>	Job No. / N. Commessa	Doc. No./ N. Doc.
	18-014	18-014-RE-001
	Sh. Of / Fg. di	Rev. / Rev.
	19 of 50	0


4.2 RILIEVO TOPOGRAFICO

Le quote utilizzate nel presente studio per la rappresentazione dei profili e delle sezioni allo stato di fatto e di progetto sono state dedotte:

- dalla cartografia aerofotogrammetrica messa a disposizione sul sito del Comune di Fano;
- da un rilievo topografico in possesso di questo Studio commissionato da Enereco S.p.A. nel 2011 per lo studio delle Opere di Urbanizzazione relative al proprio lotto¹.

Si fa presente che la fitta vegetazione ha di fatto reso inaccessibili alcune zone lungo il tracciato del Fosso Chiaruccia, in particolare in corrispondenza dei punti di immissione/uscita degli attraversamenti stradali. E' pertanto auspicabile che la Committenza verifichi la bontà dei dati assunti alla base dei calcoli, una volta realizzate le necessarie attività di disboscamento e pulizia del fosso.

¹ Le quote del rilievo topografico sono riferite alla quota +0.27 m dell'aerofotogrammetrico, pertanto le quote dell'aerofotogrammetrico vanno diminuite di 27 cm in modo d ottenere lo stesso riferimento altimetrico utilizzato per le quote del rilievo.

Project / Progetto:	COMUNE DI FANO (PU) FOSSO DEMANIALE IN LOCALITA' CHIARUCCIA		 Studio di Ingegneria Sardella s.r.l.
Title / Titolo:	Job No. / N. Commessa	Doc. No./ N. Doc.	
	18-014	18-014-RE-001	
	Sh. Of / Fg. di	Rev. / Rev.	
	20 of 50	0	
VERIFICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA			

4.3 INVARIANZA IDRAULICA NELLE AREE SOTTOPOSTE A LOTTIZZAZIONE

In accordo a quanto riportato al punto 3.4 della DGR n.53, la formula che fornisce il volume specifico di invaso è la seguente:

$$w = w^0 \cdot \left(\frac{\phi}{\phi^0} \right)^{\frac{1}{1-n}} - 15I - w^0 P$$

Il volume minimo di invaso da garantire nell'attuazione dell'intervento è quindi pari a:

$$V = w \cdot S$$

dove:

V [m³] = volume da assegnare all'invaso di laminazione;

S [ha] = superficie di intervento;

w [m³/ha] = volume minimo d'invaso da garantire dopo la trasformazione, per ogni ettaro di superficie trasformata;

w⁰ [m³/ha] = volume minimo dei piccoli invasi superficiali esistenti prima della trasformazione (convenzionalmente stabilito in 50 m³/ha);

$\phi = 0.9Imp + 0.2Per$ [adimensionale] = coefficiente di deflusso dopo la trasformazione (calcolato come media ponderale dei coefficienti di deflusso caratteristici delle varie tipologie superficiali che costituiscono l'area di intervento);

$\phi^0 = 0.9Imp^0 + 0.2Per^0$ [adimensionale] = coefficiente di deflusso prima della trasformazione (convenzionalmente assunto per aree agricole pari a 0.2);


n [adimensionale] = esponente della curva segnalatrice di possibilità climatica, pari a 0.28 per T_r = 200 anni (rif §4.1.3).

I [%] = valore percentuale della superficie che viene trasformata con la realizzazione dell'intervento;

P [%] = valore percentuale della superficie che non viene trasformata con la realizzazione dell'intervento;

Imp e Per [%] = valore percentuale dell'area impermeabile o permeabile prima della trasformazione (se connotati dall'apice ⁰) o dopo la trasformazione (se non c'è l'apice ⁰).

Nei paragrafi che seguono si riportano i volumi minimi di invaso e le portate ammissibili sul corpo ricevente, relativamente a ciascun lotto.

Project / Progetto:	COMUNE DI FANO (PU) FOSSO DEMANIALE IN LOCALITA' CHIARUCCIA		 Studio di Ingegneria Sardella s.r.l.
Title / Titolo:	Job No. / N. Commessa	Doc. No./ N. Doc.	
	18-014	18-014-RE-001	
	Sh. Of / Fg. di	Rev. / Rev.	
	21 of 50	0	
VERIFICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA			


4.3.1 CALCOLO INVARIANZA LOTTO ENERECO

Con riferimento ai calcoli riportati di seguito, e fatta salva una stima di dettaglio delle superfici impermeabili (da rivalutare in sede di progetto definitivo), per il lotto Enereco si ottiene:

- superficie complessiva (aree fuori comparto + aree interne al comparto): 1.92 ha circa
- portata ammissibile sul fosso Chiaruccia: 38.32 l/s
- volume minimo di invaso: 500 m³

A titolo cautelativo, per tenere conto anche di eventi estremi (le cosiddette “bombe d’acqua”) tale volume viene aumentato del 20%, divenendo **pertanto di 600 m³**.


LOTTO ENERECO	superficie permeabile	superficie impermeabile	superficie totale lotto
	m ²	m ²	m ²
Aree fuori comparto:			
Strade, parcheggi, marciapiedi ed aree di manovra in conglomerato bituminoso		3450	
Aree verdi	960		
Aree interne al comparto:			
Aree verdi interne ai lotti	2744		
Aree verdi esterne ai lotti	777		
Copertura verde lotto C (considerata permeabile al 30%)	265.2	618.8	
Piazzole parcheggi in grigliato (considerate permeabili al 50%)	1167.5	1167.5	
Tetti e piazzali interni lotto A		3660	
Tetti e piazzali interni lotto B		2078	
Corsia di manovra parcheggi		2271	
Totale:	5913.7	13245.3	19159

Project / Progetto:	COMUNE DI FANO (PU) FOSSO DEMANIALE IN LOCALITA' CHIARUCCIA		 Studio di Ingegneria Sardella s.r.l.	
Title / Titolo:	VERIFICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA		Job No. / N. Commessa	
			Doc. No./ N. Doc.	
			18-014	18-014-RE-001
			Sh. Of / Fg. di	Rev. / Rev.
		22 of 50	0	

**CALCOLO INVARIANZA IDRAULICA AI SENSI DELLA FORMULA (1)
AI SENSI DEL TITOLO III DELLA DGR 53 DEL 27/01/2014**

Oggetto: **LOTTO ENERECO**

	Superficie fondiaria-lotto (mq)	=	19159.00		mq	Inserire la superficie totale dell'intervento							
ANTE OPERAM													
	Superficie impermeabile esistente	=	0.00		mq	Inserire il 100% della superficie impermeabile più l'eventuale % della superficie presente con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati)							
	Imp°	=	0.00										
	Superficie permeabile esistente (mq)	=	19159.00		mq	Inserire il 100% della superficie permeabile (verde o agricola) più l'eventuale % della superficie presente con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati)							
	Per°	=	1.00										
	Imp° + Per°	=	1.00										
POST OPERAM													
	Superficie impermeabile trasformata o di progetto	=	13245.30		mq	Inserire il 100% della superficie impermeabile più l'eventuale % della superficie trasformata con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati)							
	Imp	=	0.69										
	Superficie permeabile di progetto	=	5913.70		mq	Inserire il 100% della superficie permeabile (verde o agricola) più l'eventuale % della superficie presente con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati)							
	Per	=	0.31										
	Imp + Per	=	1.00										
INDICI DI TRASFORMAZIONE DELL'AREA													
	Superficie trasformata/livellata	=	19159.00		mq	superficie impermeabile più superficie permeabile trasformata rispetto all'agricola							
	I	=	1.00										
	Superficie agricola inalterata	=	0.00		mq	superficie inalterata							
	P	=	0.00										
	I + P	=	1.00										
CALCOLO DEI COEFFICIENTI DI DEFLUSSO ANTE OPERAM E POST OPERAM													
	ϕ°	$0,9 \times Imp^\circ + 0,2 \times Per^\circ$	=	0.9	x	0.00 +	0.2	x	1.00 =	0.20			
	ϕ	$0,9 \times Imp + 0,2 \times Per$	=	0.9	x	0.69 +	0.2	x	0.31 =	0.68			
	W	$w = w^\circ (\phi / \phi^\circ)^{(1/(1-n))} - 15 I - w^\circ P$	=	50	x	5.52 -	15	x	1.00 -	50	x	0.00 =	260.81 mc/ha
	W°												50 mc/ha
	$(\phi / \phi^\circ)^{(1/(1-n))}$												3.42
													1.39
VOLUME MINIMO DI INVASO													
				260.81	:	10'000.00	x	19'159.00	=	499.69	mc		
	Q	Portata ammissibile sul corpo riceettore 20 l/s/ha		38.32		l/sec							

Project / Progetto:	COMUNE DI FANO (PU) FOSSO DEMANIALE IN LOCALITA' CHIARUCCIA		 Studio di Ingegneria Sardella s.r.l.
Title / Titolo:	Job No. / N. Commessa	Doc. No./ N. Doc.	
	18-014	18-014-RE-001	
	Sh. Of / Fg. di	Rev. / Rev.	
	23 of 50	0	
VERIFICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA			


4.3.2 CALCOLO INVARIANZA LOTTO VVFF

Con riferimento ai calcoli riportati di seguito, e fatta salva una stima di dettaglio delle superfici impermeabili (da rivalutare in sede di progetto definitivo), per il lotto destinato alla Caserma dei VVFF si ottiene:

- superficie complessiva: 0.64 ha circa
- portata ammissibile sul fosso Chiaruccia: 12.88 l/s
- volume minimo di invaso: 130.74 m³

A titolo cautelativo, per tenere conto anche di eventi estremi (le cosiddette “bombe d’acqua”) tale volume viene aumentato del 20%, divenendo **pertanto di 157 m³**.


LOTTO VVFF	superficie permeabile	superficie impermeabile	superficie totale lotto
	m ²	m ²	m ²
Aree verdi	2968.14		6440.3
Superfici coperte, strade e parcheggi impermeabili		3472.16	
Totale:	2968.14	3472.16	

Project / Progetto:	COMUNE DI FANO (PU) FOSSO DEMANIALE IN LOCALITA' CHIARUCCIA		 Studio di Ingegneria Sardella s.r.l.	
Title / Titolo:	VERIFICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA		Job No. / N. Commessa	
			Doc. No./ N. Doc.	
			18-014	18-014-RE-001
			Sh. Of / Fg. di	Rev. / Rev.
		24 of 50	0	

**CALCOLO INVARIANZA IDRAULICA AI SENSI DELLA FORMULA (1)
AI SENSI DEL TITOLO III DELLA DGR 53 DEL 27/01/2014**

Oggetto: LOTTO CLINICA

	Superficie fondiaria-lotto (mq)	=	6440.30		mq	Inserire la superficie totale dell'intervento							
ANTE OPERAM													
	Superficie impermeabile esistente	=	0.00		mq	Inserire il 100% della superficie impermeabile più l'eventuale % della superficie presente con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati)							
	Imp°	=	0.00										
	Superficie permeabile esistente (mq)	=	6440.30		mq	Inserire il 100% della superficie permeabile (verde o agricola) più l'eventuale % della superficie presente con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati)							
	Per°	=	1.00										
	Imp° + Per°	=	1.00										
POST OPERAM													
	Superficie impermeabile trasformata o di progetto	=	3472.16		mq	Inserire il 100% della superficie impermeabile più l'eventuale % della superficie trasformata con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati)							
	Imp	=	0.54										
	Superficie permeabile di progetto	=	2968.14		mq	Inserire il 100% della superficie permeabile (verde o agricola) più l'eventuale % della superficie presente con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati)							
	Per	=	0.46										
	Imp + Per	=	1.00										
INDICI DI TRASFORMAZIONE DELL'AREA													
	Superficie trasformata/livellata	=	6440.30		mq	superficie impermeabile più superficie permeabile trasformata rispetto all'agricola							
	I	=	1.00										
	Superficie agricola inalterata	=	0.00		mq	superficie inalterata							
	P	=	0.00										
	I + P	=	1.00										
CALCOLO DEI COEFFICIENTI DI DEFLUSSO ANTE OPERAM E POST OPERAM													
	ϕ°	$0,9 \times Imp^\circ + 0,2 \times Per^\circ$	=	0.9	x	0.00 +	0.2	x	1.00 =	0.20			
	ϕ	$0,9 \times Imp + 0,2 \times Per$	=	0.9	x	0.54 +	0.2	x	0.46 =	0.58			
	W	$w = w^\circ (\phi / \phi^\circ)^{(1/(1-n))} - 15 I - w^\circ P$	=	50	x	4.36 -	15	x	1.00 -	50	x	0.00 =	203.01 mc/ha
	W°												50 mc/ha
	$(\phi / \phi^\circ)^{(1/(1-n))}$												2.89
													1.39
VOLUME MINIMO DI INVASO													
				203.01	:	10'000.00	x	6'440.30	=	130.74	mc		
Q	Portata ammissibile sul corpo riceettore 20 l/s/ha			12.88		l/sec							

Project / Progetto:	COMUNE DI FANO (PU) FOSSO DEMANIALE IN LOCALITA' CHIARUCCIA		 Studio di Ingegneria Sardella s.r.l.
Title / Titolo:	Job No. / N. Commessa	Doc. No./ N. Doc.	
	18-014	18-014-RE-001	
	Sh. Of / Fg. di	Rev. / Rev.	
	25 of 50	0	
VERIFICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA			


4.3.3 CALCOLO INVARIANZA LOTTO CLINICA PRIVATA

Con riferimento ai calcoli riportati di seguito, e fatta salva una stima di dettaglio delle superfici impermeabili (da rivalutare in sede di progetto definitivo), per il lotto destinato alla Clinica si ottiene:

- superficie complessiva: 4 ha circa
- portata ammissibile sul fosso Chiaruccia: 80.05 l/s
- volume minimo di invaso: 685.4 m³

A titolo cautelativo, per tenere conto anche di eventi estremi (le cosiddette “bombe d’acqua”) tale volume viene aumentato del 20%, divenendo **pertanto di 822,50 m³**.

LOTTO CLINICA	superficie permeabile	superficie impermeabile	superficie totale lotto
	m ²	m ²	m ²
Aree verdi	18583		40023
Superfici coperte		8100	
Strade e parcheggi impermeabili		6540	
Piazzole e parcheggi semipermeabili	3400	3400	
Totale:	21983	18040	

Project / Progetto:	COMUNE DI FANO (PU) FOSSO DEMANIALE IN LOCALITA' CHIARUCCIA		 Studio di Ingegneria Sardella s.r.l.	
Title / Titolo:	VERIFICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA		Job No. / N. Commessa	Doc. No./ N. Doc.
			18-014	18-014-RE-001
			Sh. Of / Fg. di	Rev. / Rev.
			26 of 50	0

**CALCOLO INVARIANZA IDRAULICA AI SENSI DELLA FORMULA (1)
AI SENSI DEL TITOLO III DELLA DGR 53 DEL 27/01/2014**

Oggetto: LOTTO CLINICA

Superficie fondiaria-lotto (mq)	=	40023.00	mq	Inserire la superficie totale dell'intervento
ANTE OPERAM				
Superficie impermeabile esistente	=	0.00	mq	Inserire il 100% della superficie impermeabile più l'eventuale % della superficie presente con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati)
Imp°	=	0.00		
Superficie permeabile esistente (mq)	=	40023.00	mq	Inserire il 100% della superficie permeabile (verde o agricola) più l'eventuale % della superficie presente con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati)
Per°	=	1.00		
Imp° + Per°	=	1.00		

POST OPERAM				
Superficie impermeabile trasformata o di progetto	=	18040.00	mq	Inserire il 100% della superficie impermeabile più l'eventuale % della superficie trasformata con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati)
Imp	=	0.45		
Superficie permeabile di progetto	=	21983.00	mq	Inserire il 100% della superficie permeabile (verde o agricola) più l'eventuale % della superficie presente con materiali semipermeabili (es. betonelle, grigliati)
Per	=	0.55		
Imp + Per	=	1.00		


INDICI DI TRASFORMAZIONE DELL'AREA				
Superficie trasformata/livellata	=	40023.00	mq	superficie impermeabile più superficie permeabile trasformata rispetto all'agricola
I	=	1.00		
Superficie agricola inalterata	=	0.00	mq	superficie inalterata
P	=	0.00		
I + P	=	1.00		

CALCOLO DEI COEFFICIENTI DI DEFLUSSO ANTE OPERAM E POST OPERAM

ϕ°	$0,9 \times Imp^{\circ} + 0,2 \times Per^{\circ}$	=	0.9 x	0.00 +	0.2 x	1.00 =	0.20
ϕ	$0,9 \times Imp + 0,2 \times Per$	=	0.9 x	0.45 +	0.2 x	0.55 =	0.52
W	$w = w^{\circ} (\phi / \phi^{\circ})^{(1/(1-n))} - 15 I - w^{\circ} P$	=	50 x	3.73 -	15 x	1.00 -	50 x 0.00 = 171.25 mc/ha
W°	50 mc/ha						
$(\phi / \phi^{\circ})^{(1/(1-n))}$	2.58						
	1.39						

VOLUME MINIMO DI INVASO 171.25 : 10'000.00 x 40'023.00 = **685.40 mc**

Q Portata ammissibile sul corpo ricettore 20 l/s/ha 80.05 l/sec

Project / Progetto:	COMUNE DI FANO (PU) FOSSO DEMANIALE IN LOCALITA' CHIARUCCIA		
Title / Titolo:	VERIFICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA		
	Job No. / N. Commessa	Doc. No./ N. Doc.	
	18-014	18-014-RE-001	
	Sh. Of / Fg. di	Rev. / Rev.	
	27 of 50	0	

4.4 VERIFICHE IDRAULICHE SUL FOSSO DEMANIALE CHIARUCCIA

Le acque meteoriche provenienti dai lotti destinati a Enereco, ai VVFF e alla Clinica sono raccolte in una condotta fognaria su Via Tommaso Campanella e convogliate in corrispondenza del punto N1 di Figura 7 (ipotesi A) oppure a valle dello svincolo nel punto N3 di Figura 7 (ipotesi B).




Figura 7: Collettore di raccolta e collettamento delle nuove urbanizzazioni lungo via Campanella

Come risulta dal capitolo 4.3, la portata ammissibile sul corpo riceettore è pari a circa 132 l/s:

Lotto Enereco	38.32 l/s
Lotto VVFF	12.88 l/s
Lotto Clinica	80.05 l/s
Totale:	131.25 l/s

Si ipotizza una condotta fognaria lungo via Campanella in CLS DN 800 e pendenza minima 0.1% che al 33% di riempimento riesce a collettare la portata di calcolo, garantendo pertanto ampi margini per lo smaltimento dei contributi di eventuali ulteriori interventi edificatori.

Project / Progetto:	COMUNE DI FANO (PU) FOSSO DEMANIALE IN LOCALITA' CHIARUCCIA		 Studio di Ingegneria Sardella s.r.l.
Title / Titolo:	Job No. / N. Commessa	Doc. No./ N. Doc.	
	18-014	18-014-RE-001	
	Sh. Of / Fg. di	Rev. / Rev.	
	28 of 50	0	
VERIFICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA			

IPOTESI DI PROGETTO			
Condotta fognaria su Via Tommaso Campanella che convoglia le acque provenienti dai lotti VVFF, Enereco e Clinica fino all'immissione nel fosso Chiaruccia nel punto N1 oppure N3			
TUBO CLS DN800			
diámetro interno	D =	0.8	m
pendenza	i =	0.001	m/m
coefficiente di scabrezza	$K_s =$	65	$m^{1/3}/s$
altezza di riempimento	y =	0.34	m
grado di riempimento	y/D =	0.43	m/m
perimetro bagnato	P =	1.136	m
area della sezione liquida	A =	0.204	m^2
raggio idraulico	$R_H =$	0.179	m
capacità di portata	C =	4.203	m^3/s
portata	Q =	0.133	m^3/s
		133	l/s
velocità	v =	0.65	m/s

Dal punto N1 (ipotesi A) ovvero dal punto N3 (ipotesi B) le acque sono immesse nel fosso Chiaruccia che le colleterà, insieme a quelle provenienti dal bacino idrografico di monte, nel Canale Albani.

La portata confluyente nel fosso è quella collettata dal tubo di fognatura, pari a 131.25 l/sec a cui si aggiunge quella del bacino idrografico del canale calcolata al paragrafo seguente.

Si evidenzia che per la verifica della sezione del fosso compresa tra N3 ed il canale Albani è stata considerata, a titolo cautelativo, l'intera portata del Fosso Chiaruccia calcolata alla sezione di chiusura del Canale Albani. Analogamente, per semplicità ed a favore di sicurezza si è ipotizzata la concomitanza dei due picchi di piena.

Si ipotizza in via preliminare di riprofilare il fosso, a valle del punto N1, ottenendo la sezione riportata in Figura 8 con una pendenza minima pari allo 0.3%.

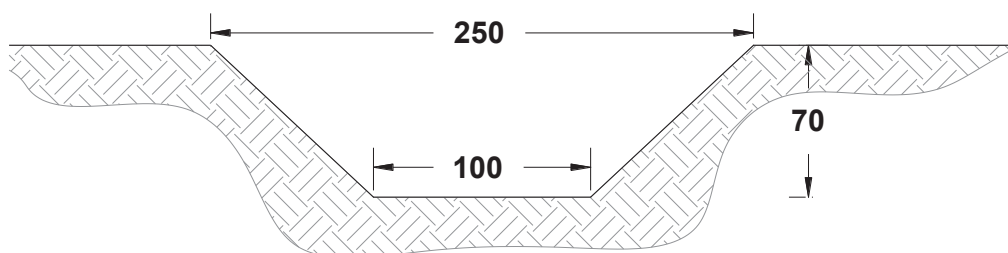


Figura 8: Sezione di progetto fosso Chiaruccia a valle del cavalcavia di Via Campanella

Project / Progetto:	COMUNE DI FANO (PU) FOSSO DEMANIALE IN LOCALITA' CHIARUCCIA		IngeSar.it Studio di Ingegneria Sardella s.r.l.
Title / Titolo:	Job No. / N. Commessa	Doc. No./ N. Doc.	
	18-014	18-014-RE-001	
	Sh. Of / Fg. di	Rev. / Rev.	
	29 of 50	0	


Come risulta dalle tabelle riportate ai paragrafi seguenti, la modellazione in moto permanente eseguita consente di rilevare che la sezione ipotizzata viene verificata per eventi meteorici con tempo di ritorno fino a 100 anni con un franco variabile tra 3 e 27 cm nell'ipotesi di tracciato A, e tra i 10 e i 27 cm nell'ipotesi di tracciato B che, in considerazione delle assunzioni cautelative fatte, risulta sicuramente accettabile.

Su espressa indicazione degli enti competenti, in un'ottica di miglioramento delle condizioni di sicurezza idraulica dell'area, nell'ambito dell'intervento si provvederà altresì al ripristino del fosso Chiaruccia a monte della sezione N1. Nel dimensionamento di questo ramo si è pertanto tenuto conto del contributo dovuto al bacino idrografico di monte riportato in Allegato 1.



Figura 9: planimetria opere in progetto a monte di Via Campanella: in blu tracciato del fosso Chiaruccia da riprofilare, in verde tombinamento esistente da demolire ed adeguare con manufatto a sezione scatolare 120x80 cm (tratto N2-A) e 120x100 cm. (tratto A-N1)

Anche il fosso a monte del punto N2 sarà riprofilato, ma con la sezione riportata in fig. 10. Considerando una pendenza minima pari allo 0.2%. Tra i punti N2 e N1, è stata prevista la demolizione della tombinatura esistente, in quanto idraulicamente insufficiente, ed il suo totale ripristino, con:

Project / Progetto:	COMUNE DI FANO (PU) FOSSO DEMANIALE IN LOCALITA' CHIARUCCIA		
Title / Titolo:	VERIFICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA		
	Job No. / N. Commessa	Doc. No./ N. Doc.	
	18-014	18-014-RE-001	
	Sh. Of / Fg. di	Rev. / Rev.	
	30 of 50	0	

- per un tratto di circa 65 m, (N2-A) un condotto scatolare di. 120x80 cm e pendenza minima 0.2%
- per un tratto di circa 50 m, (A-N1) un condotto scatolare di. 120x100 cm e pendenza minima 0.2%

Per la verifica della sezione del fosso a monte della sezione N1 è stata considerata l'intera portata del Sottobacino B1 del Fosso Chiaruccia (v. Allegato 1), calcolata alla sezione di chiusura N2.

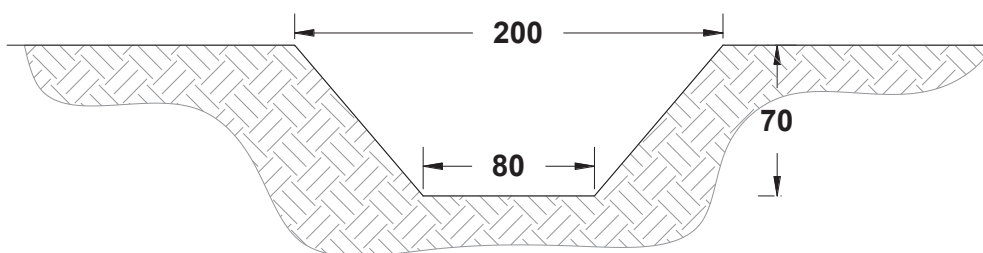



Figura 10: Sezione di progetto fosso Chiaruccia a valle del cavalcavia di Via Campanella

Come risulta dalle tabelle riportate ai paragrafi seguenti, la modellazione in moto permanente eseguita consente di rilevare che la sezione ipotizzata per il fosso a monte di N2 viene verificata per eventi meteorici con tempo di ritorno fino a 100 anni con un franco compreso tra 13 e 30 cm nell'ipotesi "B" e di 12-13 cm nell'ipotesi "A" che, in considerazione delle assunzioni cautelative fatte, risulta sicuramente accettabile.

Anche le tombature scatoari lungo via Toniolo, risultano verificate in moto uniforme, in particolare per una portata complessiva $T_r = 100$ anni di 390 l/s restituiscono un grado di riempimento non superiore al 51%. per il primo tratto e del 41% per il secondo tratto. **La modellazione in moto permanente eseguita nel seguito ha poi permesso di verificare che, per l'effetto di rigurgito dovuto al tombinamento finsider posto a valle, il grado di riempimento della sezione di progetto risulta effettivamente superiore a quello sopra indicato, ma risulta comunque garantito il funzionamento a canaletta (senza entrata in pressione del condotto) per entrambi gli scenari proposti (si veda la sottostante Figura 11).**


Il cambio di sezione si è infatti reso necessario per tenere conto degli effetti di rigurgito dovuti alla presenza dell'attraversamento di Via Campanella, come risulta dal profilo di moto uniforme riportato in fig. 11.

In tale circostanza infatti tutta la condotta lungo via Toniolo risulta rigurgitata, tuttavia il primo tratto individuato con le lettere N2-A, risulta vincolato altimetricamente dalla presenza della viabilità comunale e di un fabbricato posto lungo la strada stessa, per cui non risulta possibile adottare una sezione più alta di 80 cm.

Project / Progetto:	COMUNE DI FANO (PU) FOSSO DEMANIALE IN LOCALITA' CHIARUCCIA		 Studio di Ingegneria Sardella s.r.l.
Title / Titolo:	Job No. / N. Commessa	Doc. No./ N. Doc.	
	18-014	18-014-RE-001	
	Sh. Of / Fg. di	Rev. / Rev.	
	31 of 50	0	
VERIFICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA			

tratto N2-A			
Tombinamento del Fosso Charuccia in corrispondenza dell'attraversamento di Via Toniolo e nel tratto in parallelismo alla strada stessa			
SCAT. 120x80			
altezza interna		0.8	m
pendenza	i =	0.001	m/m
coefficiente di scabrezza	K _s =	65	m ^{1/3} /s
altezza di riempimento	y =	0.44	m
grado di riempimento	y/H =	0.55	m/m
perimetro bagnato	P =	2.080	m
area della sezione liquida	A =	0.528	m ²
raggio idraulico	R _H =	0.254	m
capacità di portata	C =	13.759	m ³ /s
portata	Q =	0.435	m ³ /s
		435	l/s
velocità	v =	0.82	m/s

tratto A-N1			
Tombinamento del Fosso Charuccia in corrispondenza del parallelismo alla strada privata			
SCAT. 120x80			
altezza interna		1	m
pendenza	i =	0.001	m/m
coefficiente di scabrezza	K _s =	65	m ^{1/3} /s
altezza di riempimento	y =	0.43	m
grado di riempimento	y/H =	0.43	m/m
perimetro bagnato	P =	2.060	m
area della sezione liquida	A =	0.516	m ²
raggio idraulico	R _H =	0.250	m
capacità di portata	C =	13.328	m ³ /s
portata	Q =	0.421	m ³ /s
		421	l/s
velocità	v =	0.82	m/s

Project / Progetto:	COMUNE DI FANO (PU) FOSSO DEMANIALE IN LOCALITA' CHIARUCCIA		 Studio di Ingegneria Sardella s.r.l.
Title / Titolo:	VERIFICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA		
	Job No. / N. Commessa	Doc. No./ N. Doc.	
	18-014	18-014-RE-001	
	Sh. Of / Fg. di	Rev. / Rev.	
	32 of 50	0	

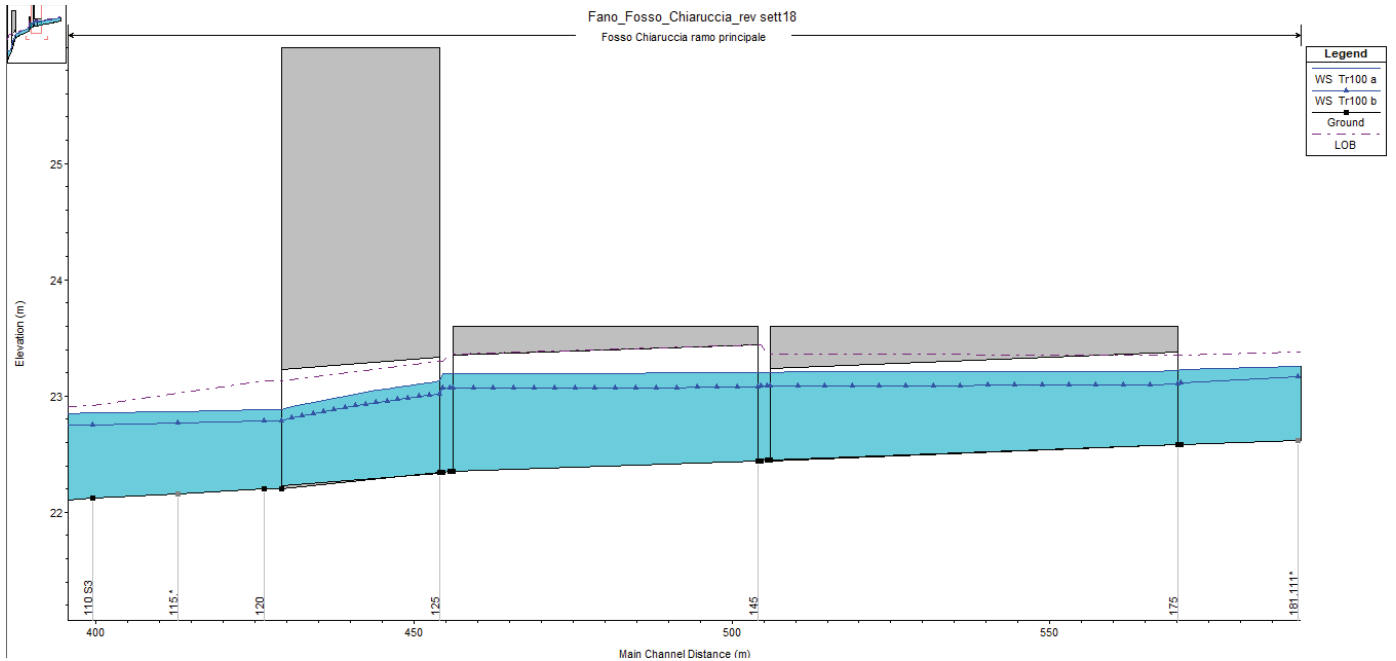


Figura 11: Profilo di corrente in corrispondenza del tombinamento di progetto (sez. 125-175) lungo via Toniolo per TR 100 anni nei DUE SCENARI DI PROGETTO (l'interruzione tra le due sezione è stata introdotta solo ai fini della modellazione)

5 CALCOLO DELLA PORTATA DEL BACINO IDROGRAFICO DEL FOSSO CHIARUCCIA

Per la determinazione della massima portata di progetto di assegnato tempo di ritorno si procede utilizzando il metodo cinematico, secondo l'espressione che pone:

$$Q = \frac{k_{med} \times S \times h(Tr)}{3,6 \times \tau c}$$


dove:

- k_{med} : coefficiente di deflusso medio ragguagliato [adimensionale]
- S : superficie di bacino alla sezione di progetto [km^2]
- τc : tempo di corrivazione [ore]
- $h(Tr)$: altezza di pioggia di assegnato tempo di ritorno [m]
- Q : portata di progetto [m^3/s]

Si riportano nel seguito la descrizione della metodologia e dei vari parametri assunti nel calcolo, di seguito riportato.

Il calcolo è stato eseguito per due distinti bacini considerati significativi per le finalità dello studio ed in particolare:

Sottobacino B1: tale sottobacino individua l'area che naturalmente insiste sul tratto di fosso posto a monte della sezione N2. Il valore di portata calcolato per questo sottobacino verrà quindi utilizzato

Project / Progetto:	COMUNE DI FANO (PU) FOSSO DEMANIALE IN LOCALITA' CHIARUCCIA		
Title / Titolo:	Job No. / N. Commessa	Doc. No./ N. Doc.	
	18-014	18-014-RE-001	
	Sh. Of / Fg. di	Rev. / Rev.	
	33 of 50	0	
VERIFICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA			

per il dimensionamento della sezione da assegnare al fosso nel tratto a monte di N2, nonché per la verifica del nuovo tombinamento in progetto.

Sottobacino B1+B2: tale sottobacino individua la porzione di bacino complessivamente insistente sulla Via Campanella. Il valore di portata calcolato per questo sottobacino verrà quindi utilizzato per il dimensionamento della sezione da assegnare al fosso nel tratto compreso tra il rilevato di Via Campanella ed il tombinamento dello svincolo

Bacino complessivo: in tal caso si fa riferimento ai valori calcolati immediatamente a monte dell'attraversamento della Superstrada Fano-Grosseto, corrispondente alla sezione terminale del bacino. Il valore di portata verrà quindi utilizzato, in entrambi gli scenari, per il dimensionamento della sezione da assegnare al fosso nel tratto N3-Canale Albani. Dalla superficie complessiva del bacino, per entrambi gli scenari, viene detratta l'area degli interventi di nuova urbanizzazione poiché dette aree non contribuiscono al ruscellamento superficiale ma determinano una portata puntuale immessa nei punti descritti ai paragrafi precedenti e calcolata in ragione di 20 l/s/ha di superficie urbanizzata.

Coefficiente di deflusso medio ponderale

Viene determinato come media ponderale dei coefficienti di deflusso specifici applicati alle superfici elementari presenti nel bacino idrografico di interesse. In base a fonti di letteratura si è pertanto assunto:

Per le aree urbanizzate: $k = 0.6$;
 Per le superfici stradali: $k = 0.9$;
 Per le aree agricole: $k = 0.1^2$

Tempo di corrivazione


Tra le varie formule proposte in letteratura si è proceduto al calcolo secondo del tempo di corrivazione secondo l'espressione di Puglisi sotto riportata in quanto tale espressione è stata usata nello studio commissionato dal Comune di Fano citato in premessa, in modo da avere risultati comparabili per eventuali necessità.

formula di Puglisi
$$\tau_c = 6 * L^{\frac{2}{3}} * (H_{max} - H_0)^{\frac{1}{3}} = [ore]$$

dove:

- L lunghezza dell'asta in km
- H_m altezza media del comprensorio in esame
- H_0 altezza della sezione di chiusura del bacino considerata


² In base alle caratteristiche litologiche della zona si può assumere per il territorio del bacino di interesse la presenza di terreni molto permeabili.

Project / Progetto:	COMUNE DI FANO (PU) FOSSO DEMANIALE IN LOCALITA' CHIARUCCIA		 Studio di Ingegneria Sardella s.r.l.
Title / Titolo:	Job No. / N. Commessa	Doc. No./ N. Doc.	
	18-014	18-014-RE-001	
	Sh. Of / Fg. di	Rev. / Rev.	
	34 of 50	0	
VERIFICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA			

Risultati del calcolo STATO DI FATTO:


SDF - SOTTOBACINO 1

Superficie [kmq]		0.286
Altezza sommità bacino [m.s.m.]		27.40
Altezza sezione chiusura bacino [m.s.m.]		21.60
Lunghezza asta [m]		760.00
Tempo di corrivazione Tc [ore] (formula Puglisi) =		2.78
Superficie agricola [kmq] $\varphi = 0,1$		0.243
Superficie strade [kmq] $\varphi = 0,9$		0.0147
Superficie urbanizzata [kmq] $\varphi = 0,6$		0.0282
Coefficiente di deflusso medio: φ_{med} =		0.19
Parametri curve segnalatrici Tr30 anni:		
a		48.94
n		0.28
Altezza di pioggia h Tr 30 [mm] =		65.10
Q tr 30 [mc/sec] =		0.35
Parametri curve segnalatrici Tr100 anni:		
a		59.11
n		0.28
Altezza di pioggia h Tr100 [mm] =		78.81
Q Tr100 [mc/sec] =		0.43

Project / Progetto:	COMUNE DI FANO (PU) FOSSO DEMANIALE IN LOCALITA' CHIARUCCIA		 Studio di Ingegneria Sardella s.r.l.
Title / Titolo:	Job No. / N. Commessa	Doc. No./ N. Doc.	
	18-014	18-014-RE-001	
	Sh. Of / Fg. di	Rev. / Rev.	
	35 of 50	0	
VERIFICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA			

SDF - IMMISSIONE CANALE ALBANI


Superficie [kmq]	0.661
Altezza sommità bacino [m.s.m.]	27.40
Altezza sezione chiusura bacino [m.s.m.]	20.65
Lunghezza asta [m]	1,320.00
Tempo di corrivazione Tc [ore] (formula Puglisi) =	3.82
Superficie agricola [kmq] $\varphi = 0,1$	0.598
Superficie strade [kmq] $\varphi = 0,9$	0.0306
Superficie urbanizzata [kmq] $\varphi = 0,6$	0.0325
Coefficiente di deflusso medio: φ med =	0.16
Parametri curve segnalatrici Tr30 anni:	
a	48.94
n	0.28
Altezza di pioggia h Tr 30 [mm] =	71.13
Q tr 30 [mc/sec] = 0.55	
Parametri curve segnalatrici Tr100 anni:	
a	59.11
n	0.28
Altezza di pioggia h Tr100 [mm] =	86.17
Q Tr100 [mc/sec] = 0.67	

Project / Progetto:	COMUNE DI FANO (PU) FOSSO DEMANIALE IN LOCALITA' CHIARUCCIA		 Studio di Ingegneria Sardella s.r.l.
Title / Titolo:	Job No. / N. Commessa	Doc. No./ N. Doc.	
	18-014	18-014-RE-001	
	Sh. Of / Fg. di	Rev. / Rev.	
	36 of 50	0	
VERIFICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA			

Risultati del calcolo SCENARIO DI PROGETTO A:


PROGETTO A - SB1

Superficie SB1 [kmq]	0.286
Altezza sommità bacino [m.s.m.]	27.40
Altezza sezione chiusura bacino [m.s.m.]	21.60
Lunghezza asta [m]	760.00
Tempo di corrivazione Tc [ore] (formula Puglisi) =	2.78
Superficie agricola [kmq] φ =0,1	0.243
Superficie strade [kmq] φ =0,9	0.0147
Superficie urbanizzata [kmq] φ =0,6	0.0282
Coefficiente di deflusso medio: φ med =	0.19
Parametri curve segnalatrici Tr30 anni:	
a	48.94
n	0.28
Altezza di pioggia h Tr 30 [mm] =	65.10
Q tr 30 [mc/sec] = 0.35	
Parametri curve segnalatrici Tr100 anni:	
a	59.11
n	0.28
Altezza di pioggia h Tr100 [mm] =	78.81
Q Tr100 [mc/sec] = 0.43	

Project / Progetto:	COMUNE DI FANO (PU) FOSSO DEMANIALE IN LOCALITA' CHIARUCCIA		 Studio di Ingegneria Sardella s.r.l.
Title / Titolo:	Job No. / N. Commessa	Doc. No./ N. Doc.	
	18-014	18-014-RE-001	
	Sh. Of / Fg. di	Rev. / Rev.	
	37 of 50	0	
VERIFICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA			


PROGETTO A - SB1+SB2

Superficie SB1+SB2 esclusi lotti VVFF e Enereco [kmq]	0.424
Altezza sommità bacino [m.s.m.]	27.40
Altezza sezione chiusura bacino [m.s.m.]	21.00
Lunghezza asta [m]	875.00
Tempo di corrivazione Tc [ore] (formula Puglisi) =	2.96
Superficie agricola [kmq] $\varphi = 0,1$	0.381
Superficie strade [kmq] $\varphi = 0,9$	0.0147
Superficie urbanizzata [kmq] $\varphi = 0,6$	0.0282
Coefficiente di deflusso medio: φ med =	0.16
Parametri curve segnalatrici Tr30 anni:	
a	48.94
n	0.28
Altezza di pioggia h Tr 30 [mm] =	66.22
Q tr 30 Q lotti VVFF-Enereco-Clinica [mc/sec] =	0.56
Parametri curve segnalatrici Tr100 anni:	
a	59.11
n	0.28
Altezza di pioggia h Tr100 [mm] =	80.18
Q Tr100 Q lotti VVFF-Enereco-Clinica [mc/sec] =	0.65

Project / Progetto:	COMUNE DI FANO (PU) FOSSO DEMANIALE IN LOCALITA' CHIARUCCIA		 Studio di Ingegneria Sardella s.r.l.
Title / Titolo:	Job No. / N. Commessa	Doc. No./ N. Doc.	
	18-014	18-014-RE-001	
	Sh. Of / Fg. di	Rev. / Rev.	
	38 of 50	0	
VERIFICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA			

IMMISSIONE CANALE ALBANI


Superficie intero bacino esclusi lotti VVFF, Enereco e Clinica la cui portata è immessa puntualmente nel modello [kmq]	0.595
Altezza sommità bacino [m.s.m.]	27.40
Altezza sezione chiusura bacino [m.s.m.]	20.65
Lunghezza asta [m]	1,320.00
Tempo di corrivazione Tc [ore] (formula Puglisi) =	3.82
Superficie agricola [kmq] $\varphi = 0,1$	0.532
Superficie strade [kmq] $\varphi = 0,9$	0.0306
Superficie urbanizzata [kmq] $\varphi = 0,6$	0.0325
Coefficiente di deflusso medio: φ_{med} =	0.17
Parametri curve segnalatrici Tr30 anni:	
a	48.94
n	0.28
Altezza di pioggia h Tr 30 [mm] =	71.13
Q tr 30 + Q lotti VVFF-Enereco-Clinica [mc/sec] =	0.65
Parametri curve segnalatrici Tr100 anni:	
a	59.11
n	0.28
Altezza di pioggia h Tr100 [mm] =	86.17
Q Tr100 + Q lotti VVFF-Enereco-Clinica [mc/sec] =	0.76

Project / Progetto:	COMUNE DI FANO (PU) FOSSO DEMANIALE IN LOCALITA' CHIARUCCIA		 Studio di Ingegneria Sardella s.r.l.
Title / Titolo:	Job No. / N. Commessa	Doc. No./ N. Doc.	
	18-014	18-014-RE-001	
	Sh. Of / Fg. di	Rev. / Rev.	
	39 of 50	0	
VERIFICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA			

Risultati del calcolo SCENARIO DI PROGETTO B:


SCENARIO DI PROGETTO B – SB1

Superficie SB1 [kmq]	0.286
Altezza sommità bacino [m.s.m.]	27.40
Altezza sezione chiusura bacino [m.s.m.]	21.60
Lunghezza asta [m]	760.00
Tempo di corrivazione Tc [ore] (formula Puglisi) =	2.78
Superficie agricola [kmq] φ =0,1	0.243
Superficie strade [kmq] φ =0,9	0.0147
Superficie urbanizzata [kmq] φ =0,6	0.0282
Coefficiente di deflusso medio: φ med =	0.19
Parametri curve segnalatrici Tr30 anni:	
a	48.94
n	0.28
Altezza di pioggia h Tr 30 [mm] =	65.10
Q tr 30 [mc/sec] = 0.35	
Parametri curve segnalatrici Tr100 anni:	
a	59.11
n	0.28
Altezza di pioggia h Tr100 [mm] =	78.81
Q Tr100 [mc/sec] = 0.43	

Project / Progetto:	COMUNE DI FANO (PU) FOSSO DEMANIALE IN LOCALITA' CHIARUCCIA		 Studio di Ingegneria Sardella s.r.l.
Title / Titolo:	Job No. / N. Commessa	Doc. No./ N. Doc.	
	18-014	18-014-RE-001	
	Sh. Of / Fg. di	Rev. / Rev.	
	40 of 50	0	
VERIFICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA			


PROGETTO B - SB1+SB2

Superficie SB1+SB2 esclusi lotti VVFF e Enereco [kmq]	0.424
Altezza sommità bacino [m.s.m.]	27.40
Altezza sezione chiusura bacino [m.s.m.]	21.00
Lunghezza asta [m]	875.00
Tempo di corrivazione Tc [ore] (formula Puglisi) =	2.96
Superficie agricola [kmq] $\varphi = 0,1$	0.381
Superficie strade [kmq] $\varphi = 0,9$	0.0147
Superficie urbanizzata [kmq] $\varphi = 0,6$	0.0282
Coefficiente di deflusso medio: φ med =	0.16
Parametri curve segnalatrici Tr30 anni:	
a	48.94
n	0.28
Altezza di pioggia h Tr 30 [mm] =	66.22
Q tr 30 [mc/sec] =	0.43
Parametri curve segnalatrici Tr50 anni:	
a	59.11
n	0.28
Altezza di pioggia h Tr100 [mm] =	80.18
Q Tr100 [mc/sec] =	0.51

Project / Progetto:	COMUNE DI FANO (PU) FOSSO DEMANIALE IN LOCALITA' CHIARUCCIA		 Studio di Ingegneria Sardella s.r.l.
Title / Titolo:	VERIFICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA	Job No. / N. Commessa	Doc. No./ N. Doc.
		18-014	18-014-RE-001
		Sh. Of / Fg. di	Rev. / Rev.
		41 of 50	0

IMMISSIONE CANALE ALBANI

Superficie intero bacino esclusi lotti VVFF, Enereco e Clinica la cui portata è immessa puntualmente [kmq]	0.595
Altezza sommità bacino [m.s.m.]	27.40
Altezza sezione chiusura bacino [m.s.m.]	20.65
Lunghezza asta [m]	1,320.00
Tempo di corrivazione Tc [ore] (formula Puglisi) =	3.82
Superficie agricola [kmq] $\varphi = 0,1$	0.532
Superficie strade [kmq] $\varphi = 0,9$	0.0306
Superficie urbanizzata [kmq] $\varphi = 0,6$	0.0325
Coefficiente di deflusso medio: φ_{med} =	0.17
Parametri curve segnalatrici Tr30 anni:	
a	48.94
n	0.28
Altezza di pioggia h Tr 30 [mm] =	71.13
Q tr 30 + Q lotti VVFF-Enereco-Clinica [mc/sec] =	0.65
Parametri curve segnalatrici Tr100 anni:	
a	59.11
n	0.28
Altezza di pioggia h Tr100 [mm] =	86.17
Q Tr100 + Q lotti VVFF-Enereco-Clinica [mc/sec] =	0.76

Project / Progetto:	COMUNE DI FANO (PU) FOSSO DEMANIALE IN LOCALITA' CHIARUCCIA		 Studio di Ingegneria Sardella s.r.l.
Title / Titolo:	Job No. / N. Commessa	Doc. No./ N. Doc.	
	18-014	18-014-RE-001	
	Sh. Of / Fg. di	Rev. / Rev.	
	42 of 50	0	
VERIFICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA			

6 STUDIO IDRAULICO DEL FOSSO CHIARUCCIA E DEL CANALE ALBANI

Il calcolo in moto permanente è stato eseguito tramite elaboratore elettronico con l'ausilio del programma di calcolo Hec-Ras.

Il tratto modellato ha una lunghezza di circa **945 m** per il Fosso Chiaruccia, e **100 m** per il Canale Albani. Il modello è stato verificato per i valori di portata sopra calcolati, tutti relativi al tempo di ritorno 100 anni, imponendo come condizioni al contorno:

- per il canale Albani: le altezze di moto uniforme nelle sezioni di monte e di valle;
- per il Fosso Chiaruccia: l'altezza di moto uniforme a monte e la quota d'acqua nel ricettore (canale Albani) a valle.


Per quanto riguarda i valori di scabrezza, che vengono riportati nella fincatura superiore delle sezioni allegate, si è fatto riferimento ai dati di letteratura riepilogati nella seguente tabella (rif. "Manuale di ingegneria civile" – Zanichelli):

Tipo di canale	$n [m^{1/3} s]$ (Manning)
Terra abbastanza regolare	0.018
Terra con erba sul fondo, corsi d'acqua naturali, regolari	0.025
Terra in cattive condizioni, corsi d'acqua naturali con ciottoli e ghiaia	0.030
Canali in abbandono con grande vegetazione. Corsi scavati in roccia con sporgenze	0.035

Nella modellazione si è pertanto considerato, a titolo cautelativo, $n = 0.035$ per tutti i tratti modellati.

Per facilità di lettura, i tratti individuati dalle sezioni da 220 a 10, modellati con il programma e riportati nei profili longitudinali in Allegato 2, corrispondono in sito a:

- tratto da sez. 220 a sez. 180: tratto di fosso compreso tra l'inizio del tratto di intervento e Via Toniolo;
- tratto da sez. 180 a sez. 130: tratto di fosso compreso tra Via Toniolo e la sezione N1 a monte del manufatto di attraversamento del cavalcavia di Via Campanella;
- tratto da sez. 120 a sez. 100: tratto di fosso compreso tra il cavalcavia di Via Campanella e la bretella di svincolo della Superstrada;
- tratto da sez. 90 a sez. 30: tratto di fosso compreso tra la bretella e la Superstrada;
- tratto da sez. 20 a sez. 10: tratto di fosso a valle della Superstrada fino alla confluenza nel Canale Albani. In tale tratto risultano evidenti gli effetti dovuti al rigurgito da parte del canale ricettore, effetti che tuttavia non influenzano in alcun modo il comportamento idraulico dei tratti precedenti.


Project / Progetto: <p style="text-align: center;">COMUNE DI FANO (PU) FOSSO DEMANIALE IN LOCALITA' CHIARUCCIA</p>		
Title / Titolo: <p style="text-align: center;">VERIFICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA</p>	Job No. / N. Commessa	Doc. No./ N. Doc.
	18-014	18-014-RE-001
	Sh. Of / Fg. di	Rev. / Rev.
	43 of 50	0

Sono state inserite nello studio anche le tre tombinature esistenti lungo il tracciato con le seguenti caratteristiche:

- tombino tra le sezioni di calcolo 180 e 140: è il tombinamento di attraversamento e parallelismo con via Toniolo. E' costituito da un condotto in cls DN500 (nello stato di fatto) e Scat. 120x80 e 120x100 (nello stato di progetto). Per tale manufatto si è assunta una scabrezza n (Manning) pari a 0.014;
- tombino tra le sezioni di calcolo 130 e 120: è il tombino di attraversamento del cavalcavia della strada comunale che sovrappassa la Superstrada. E' costituito da un condotto a piastre multiple in acciaio ondulato DN 1000. Per tale manufatto si è assunta a titolo cautelativo una scabrezza n (Manning) pari a 0.04;
- tombino tra le sezioni di calcolo 100 e 90: è il tombino di attraversamento dello svincolo della Superstrada. E' costituito da un condotto a piastre multiple in acciaio ondulato DN 1000. Anche per tale manufatto si è assunta a titolo cautelativo una scabrezza n (Manning) pari a 0.04;
- tombino tra le sezioni di calcolo 28 e 20: è il tombino di attraversamento della Superstrada. E' costituito da un condotto a piastre multiple 160x130 cm. Per tale manufatto si è assunta a titolo cautelativo una scabrezza n (Manning) pari a 0.04.

Per il Canale Albani, trattandosi di un canale artificiale, si è utilizzata nella modellazione una portata corrispondente al livello di piena ordinario rilevabile sul canale stesso.


Le tabelle con i risultati numerici delle modellazioni eseguite, unitamente ad una tabella comparativa degli stessi, sono riportati nelle pagine seguenti. I risultati grafici sono invece riportati agli allegati 2 e 3.

Project / Progetto:		COMUNE DI FANO (PU) FOSSO DEMANIALE IN LOCALITA' CHIARUCCIA		 Studio di Ingegneria Sardella s.r.l.	
Title / Titolo:		Job No. / N. Commessa		Doc. No./ N. Doc.	
		18-014		18-014-RE-001	
		Sh. Of / Fg. di		Rev. / Rev.	
		44 of 50		0	
VERIFICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA					

Sezione	Tr	Q [mc/sec]	h. fondo [m.s.m.]	h. acqua [m.s.m.]	h. sponda [m.]	Franco [m]	A. crit. [m.s.m.]	C. Tot. [m.s.m.]	P. l.carichi [m]	Velocità [m/sec]	Area [mq]	Larg. p. l. [m]	N. Froude
220	Tr100 a	0.43	23.23	23.8	23.93	0.13		23.81	0.001968	0.59	0.73	1.77	0.29
210	Tr100 a	0.43	23.07	23.63	23.77	0.14		23.65	0.002027	0.6	0.72	1.76	0.3
200	Tr100 a	0.43	22.94	23.51	23.64	0.13		23.53	0.001907	0.58	0.74	1.78	0.29
190	Tr100 a	0.43	22.91	23.48	23.61	0.13		23.5	0.001923	0.59	0.73	1.78	0.29
180	Tr100 a	0.43	22.58	23.15	23.35	0.2	22.86	23.17	0.002041	0.6	0.72	1.69	0.29
175		Tombinamento Via Toniolo											
170	Tr100 a	0.43	22.45	23.13	23.36	0.23		23.14	0.001289	0.51	0.85	1.69	0.23
160	Tr100 a	0.43	22.44	23.13	23.36	0.23	22.72	23.14	0.001241	0.5	0.86	1.7	0.23
145		Tombinamento Via Toniolo											
140	Tr100 a	0.43	22.35	23.11	23.36	0.25		23.12	0.000935	0.45	0.95	1.7	0.19
130	Tr100 a	0.56	22.34	23.11	23.3	0.19	22.54	23.12	0.000078	0.36	1.55	2	0.13
125		Tombinamento cavalcavia											
120	Tr100 a	0.56	22.2	22.82	23.13	0.31		22.84	0.001731	0.6	0.93	2	0.28
110	Tr100 a	0.56	22.12	22.79	22.82	0.03		22.8	0.001029	0.49	1.15	2.43	0.23
100	Tr100 a	0.56	22.07	22.77	22.87	0.1	22.36	22.79	0.000961	0.48	1.17	2.32	0.22
95		Tombinamento svincolo superstrada											
90	Tr100 a	0.76	21.59	22.11	23.29	1.18		22.18	0.008441	1.18	0.65	1.46	0.57
80	Tr100 a	0.76	21.54	22.07	22.34	0.27		22.12	0.004743	0.93	0.82	2.07	0.47
70	Tr100 a	0.76	21.42	21.94	22.12	0.18		21.99	0.004824	0.93	0.82	2.12	0.48
60	Tr100 a	0.76	21.08	21.6	21.78	0.18		21.65	0.004779	0.93	0.82	2.12	0.48
50	Tr100 a	0.76	20.93	21.46	21.63	0.17		21.5	0.00466	0.92	0.83	2.13	0.47
40	Tr100 a	0.76	20.62	21.17	21.32	0.15		21.21	0.003954	0.87	0.88	2.18	0.44
30	Tr100 a	0.76	20.48	21.07	21.18	0.11		21.1	0.003041	0.79	0.97	2.27	0.39
28	Tr100 a	0.76	20.47	21.08	21.18	0.1	20.72	21.1	0.00028	0.63	1.22	2	0.26
25		Tombinamento superstrada											
20	Tr100 a	0.76	18.24	18.75	22	3.25		18.9	0.023879	1.72	0.44	1.06	0.85
10	Tr100 a	0.76	17.37	18.23	21.95	3.72		18.27	0.004526	0.91	0.83	1.17	0.35
1	Tr100 a	0.76	16.55	18.2	21.13	2.93		18.21	0.000266	0.29	2.67	3.38	0.1


Tabella risultati modellazione con valori di portata relative allo **stato di fatto** e sezioni nello stato di progetto³

³ Come anticipato ai paragrafi precedenti, allo stato attuale il corso del canale Chiaruccia risulta per ampi tratti quasi completamente scomparso a causa dell'interrimento e della fitta vegetazione cresciuta. Per valutare gli effetti delle nuove urbanizzazioni anche in termini di aumento dei tiranti idrici, si è pertanto ritenuto utile modellare l'alveo risagomato di progetto del canale Chiaruccia con le portate attuali (ante urbanizzazioni di progetto).

Project / Progetto:		COMUNE DI FANO (PU) FOSSO DEMANIALE IN LOCALITA' CHIARUCCIA		 Studio di Ingegneria Sardella s.r.l.	
Title / Titolo:		Job No. / N. Commessa		Doc. No./ N. Doc.	
		18-014		18-014-RE-001	
		Sh. Of / Fg. di		Rev. / Rev.	
		45 of 50		0	
VERIFICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA					


Sezione	Tr	Q [mc/sec]	h. fondo [m.s.m.]	h. acqua [m.s.m.]	h. sponda [m.]	Franco [m]	A. crit. [m.s.m.]	C. Tot. [m.s.m.]	P. l.carichi [m]	Velocità [m/sec]	Area [mq]	Larg. p. l. [m]	N. Froude
220	Tr100 a	0.43	23.23	23.8	23.93	0.13		23.82	0.001956	0.59	0.73	1.77	0.29
210	Tr100 a	0.43	23.07	23.64	23.77	0.13		23.65	0.001985	0.59	0.73	1.77	0.29
200	Tr100 a	0.43	22.94	23.52	23.64	0.12		23.54	0.001817	0.57	0.75	1.79	0.28
190	Tr100 a	0.43	22.91	23.49	23.61	0.12		23.51	0.001811	0.57	0.75	1.79	0.28
180	Tr100 a	0.43	22.58	23.23	23.35	0.12	22.86	23.24	0.001318	0.51	0.84	1.81	0.24
175		Tombinamento Via Toniolo											
170	Tr100 a	0.43	22.45	23.2	23.36	0.16		23.22	0.00019	0.47	0.91	1.2	0.17
160	Tr100 a	0.43	22.44	23.2	23.44	0.24	22.68	23.22	0.000184	0.47	0.92	1.2	0.17
145		Tombinamento Via Toniolo											
140	Tr100 a	0.43	22.35	23.19	23.36	0.17		23.2	0.000644	0.39	1.1	1.8	0.16
130	Tr100 a	0.65	22.34	23.19	23.3	0.11	22.56	23.2	0.00008	0.38	1.71	2	0.13
125		Tombinamento cavalcavia											
120	Tr100 a	0.65	22.2	22.88	23.13	0.25		22.9	0.001646	0.61	1.06	2.1	0.28
110	Tr100 a	0.65	22.12	22.85	22.92	0.07		22.87	0.001048	0.51	1.27	2.46	0.23
100	Tr100 a	0.65	22.07	22.84	22.87	0.03	22.39	22.85	0.000933	0.49	1.32	2.44	0.21
95		Tombinamento svincolo superstrada											
90	Tr100 a	0.76	21.59	22.11	23.29	1.18		22.18	0.008441	1.18	0.65	1.46	0.57
80	Tr100 a	0.76	21.54	22.07	22.34	0.27		22.12	0.004743	0.93	0.82	2.07	0.47
70	Tr100 a	0.76	21.42	21.94	22.12	0.18		21.99	0.004824	0.93	0.82	2.12	0.48
60	Tr100 a	0.76	21.08	21.6	21.78	0.18		21.65	0.004779	0.93	0.82	2.12	0.48
50	Tr100 a	0.76	20.93	21.46	21.63	0.17		21.5	0.00466	0.92	0.83	2.13	0.47
40	Tr100 a	0.76	20.62	21.17	21.32	0.15		21.21	0.003954	0.87	0.88	2.18	0.44
30	Tr100 a	0.76	20.48	21.07	21.18	0.11		21.1	0.003041	0.79	0.97	2.27	0.39
28	Tr100 a	0.76	20.47	21.08	21.18	0.1	20.72	21.1	0.00028	0.63	1.22	2	0.26
25		Tombinamento superstrada											
20	Tr100 a	0.76	18.24	18.74	22	3.26	18.7	18.9	0.026602	1.79	0.43	1.05	0.9
10	Tr100 a	0.76	17.37	18.26	21.95	3.69		18.3	0.003998	0.87	0.87	1.19	0.32
1	Tr100 a	0.76	16.55	18.24	21.13	2.89		18.25	0.000231	0.27	2.8	3.44	0.1

Tabella risultati modellazione con sezioni del canale e portata nello stato di progetto IPOTESI A.

Project / Progetto:	COMUNE DI FANO (PU) FOSSO DEMANIALE IN LOCALITA' CHIARUCCIA		 Studio di Ingegneria Sardella s.r.l.	
Title / Titolo:	VERIFICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA		Job No. / N. Commessa	Doc. No./ N. Doc.
			18-014	18-014-RE-001
			Sh. Of / Fg. di	Rev. / Rev.
			46 of 50	0

Sezione	Tr	Q [mc/sec]	h. fondo [m.s.m.]	h. acqua [m.s.m.]	h. sponda [m.]	Franco [m]	A. crit. [m.s.m.]	C. Tot. [m.s.m.]	P. l.carichi [m]	Velocità [m/sec]	Area [mq]	Larg. p. l. [m]	N. Froude
220	Tr100 b	0.43	23.23	23.8	23.93	0.13		23.81	0.001976	0.59	0.73	1.77	0.29
210	Tr100 b	0.43	23.07	23.63	23.77	0.14		23.65	0.002055	0.6	0.72	1.76	0.3
200	Tr100 b	0.43	22.94	23.51	23.64	0.13		23.52	0.001972	0.59	0.73	1.77	0.29
190	Tr100 b	0.43	22.91	23.47	23.61	0.14		23.49	0.002007	0.59	0.72	1.77	0.3
180	Tr100 b	0.43	22.58	23.05	23.35	0.3	22.86	23.08	0.004073	0.77	0.55	1.54	0.41
175		Tombinamento Via Toniolo											
170	Tr100 b	0.43	22.45	23.02	23.36	0.34		23.04	0.002471	0.65	0.66	1.55	0.32
160	Tr100 b	0.43	22.44	23.01	23.36	0.35	22.72	23.03	0.00237	0.64	0.67	1.55	0.31
145		Tombinamento Via Toniolo											
140	Tr100 b	0.43	22.35	22.99	23.36	0.37		23.01	0.001722	0.57	0.76	1.56	0.26
130	Tr100 b	0.43	22.34	23	23.3	0.3	22.51	23	0.000071	0.33	1.32	2	0.13
125		Tombinamento cavalcavia											
120	Tr100 b	0.43	22.2	22.73	23.13	0.4		22.74	0.001829	0.57	0.75	1.85	0.29
110	Tr100 b	0.43	22.12	22.69	22.82	0.13		22.7	0.00109	0.46	0.93	2.23	0.23
100	Tr100 b	0.43	22.07	22.68	22.87	0.19	22.31	22.69	0.000981	0.45	0.95	2.14	0.22
95		Tombinamento svincolo superstrada											
90	Tr100 b	0.76	21.59	22.11	23.29	1.18		22.18	0.008441	1.18	0.65	1.46	0.57
80	Tr100 b	0.76	21.54	22.07	22.34	0.27		22.12	0.004743	0.93	0.82	2.07	0.47
70	Tr100 b	0.76	21.42	21.94	22.12	0.18		21.99	0.004824	0.93	0.82	2.12	0.48
60	Tr100 b	0.76	21.08	21.6	21.78	0.18		21.65	0.004779	0.93	0.82	2.12	0.48
50	Tr100 b	0.76	20.93	21.46	21.63	0.17		21.5	0.00466	0.92	0.83	2.13	0.47
40	Tr100 b	0.76	20.62	21.17	21.32	0.15		21.21	0.003954	0.87	0.88	2.18	0.44
30	Tr100 b	0.76	20.48	21.07	21.18	0.11		21.1	0.003041	0.79	0.97	2.27	0.39
28	Tr100 b	0.76	20.47	21.08	21.18	0.1	20.72	21.1	0.00028	0.63	1.22	2	0.26
25		Tombinamento superstrada											
20	Tr100 b	0.76	18.24	18.75	22	3.25		18.9	0.023879	1.72	0.44	1.06	0.85
10	Tr100 b	0.76	17.37	18.23	21.95	3.72		18.27	0.004526	0.91	0.83	1.17	0.35
1	Tr100 b	0.76	16.55	18.2	21.13	2.93		18.21	0.000266	0.29	2.67	3.38	0.1

Tabella risultati modellazione con sezioni del canale e portata nello stato di progetto IPOTESI B.


Project / Progetto:	COMUNE DI FANO (PU) FOSSO DEMANIALE IN LOCALITA' CHIARUCCIA		 Studio di Ingegneria Sardella s.r.l.	
Title / Titolo:	VERIFICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA		Job No. / N. Commessa	Doc. No./ N. Doc.
			18-014	18-014-RE-001
			Sh. Of / Fg. di	Rev. / Rev.
			47 of 50	0

Sezione	franco sdf [m]	franco progetto A [m]	franco progetto B [m]
220	0.04	0.13	0.13
210	-0.07	0.13	0.14
200	-0.17	0.12	0.13
190	-0.2	0.12	0.14
180	-0.43	0.12	0.3
175			
140	0.15	0.17	0.37
130	0.09	0.11	0.3
125			
120	0.22	0.25	0.4
110	-0.04	0.07	0.13
100	0.01	0.03	0.19
95			
90	1.15	1.18	1.18
80	0.24	0.27	0.27
70	0.15	0.18	0.18
60	0.15	0.18	0.18
50	0.15	0.17	0.17
40	0.15	0.15	0.15
30	0.17	0.11	0.11
28	0.15	0.1	0.1
25			
20	3.3	3.26	3.25
10	3.73	3.69	3.72
1	2.93	2.89	2.93

Tabella comparativa dei franchi teorici sul Canale Chiaruccia tra stato di fatto (con sezioni risagomate e tombinamenti esistenti) e stato di progetto nelle ipotesi "A" e "B"

Sezione	tirate idrico sdf [m.s.m.]	tirate idrico di progetto [m.s.m.]
40	18.19	18.19
30	18.12	18.13
20	18.12	18.12
10	17.93	17.93

Tabella comparativa dei tiranti idrici nel ricettore, Canale Albani nei vari scenari

Project / Progetto:	COMUNE DI FANO (PU) FOSSO DEMANIALE IN LOCALITA' CHIARUCCIA		
Title / Titolo:	Job No. / N. Commessa	Doc. No./ N. Doc.	
	18-014	18-014-RE-001	
	Sh. Of / Fg. di	Rev. / Rev.	
	48 of 50	0	
VERIFICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA			

7 SINTESI DELLE ANALISI E CONCLUSIONI

Alla luce degli studi e modellazioni eseguite, considerando che:

- per garantire il principio dell'invarianza idraulica dei lotti di nuova urbanizzazione verranno realizzati dei volumi di laminazione dimensionati in conformità alla normativa vigente. Tuttavia, essendo l'attuazione dei tre comparti prevista in tempi differenti e di proprietà di soggetti diversi, non risulta possibile realizzare un volume di stoccaggio unitario. Ciascun soggetto dovrà pertanto reperire volumi netti di accumulo sopra calcolati all'interno del proprio perimetro di competenza, secondo le modalità che verranno definite dai relativi progettisti nelle successive fasi attuative. Come anticipato in precedenza, a titolo cautelativo, per tenere conto anche di eventi estremi (le cosiddette "bombe d'acqua") il volume risultante dalla metodologia di calcolo prevista dalla DGR 53/2014 **verrà aumentato del 20% per ciascun lotto;**
- alla luce delle caratteristiche del reticolo idrografico superficiale presente nella zona, il recapito delle reti di raccolta acque bianche provenienti dai singoli comparti, una volta laminati, dovrà necessariamente essere il Canale demaniale Chiaruccia che tuttavia risulta, per ampi tratti, quasi completamente scomparso a causa dell'interrimento e della fitta vegetazione cresciuta. Sono inoltre presenti tratti tombinati con sezioni assolutamente inadeguate rispetto alle portate su di essi insistenti. Pertanto sia per l'attuazione dei nuovi comparti edificatori che per garantire la sicurezza idraulica dell'area è necessario prevedere un intervento di generale risezionamento dell'alveo del fosso. Tale risezionamento, oltre che assicurare lo scolo delle acque di urbanizzazione, garantirà il collettamento delle acque di ruscellamento superficiale del bacino idrografico del fosso stesso, incrementando in tal modo la sicurezza idraulica di tutta l'area posta a valle della via Campanella e dei terreni a monte di tale strada, lungo via Toniolo. Contestualmente all'intervento di risezionamento del fosso si provvederà all'adeguamento dei manufatti di tombinamento presenti in corrispondenza dell'attraversamento di Via Toniolo ed in parallelismo alla strada stessa secondo quanto illustrato ai paragrafi precedenti. Altri manufatti che completano il risezionamento del canale demaniale Chiaruccia sono schematicamente indicati nella tavola 2 allegata;
- confrontando i tiranti idrici ottenuti dalla modellazione del Canale Chiaruccia risezionato a valle di Via Campanella con quelli indotti nel medesimo alveo risagomato dalle portate provenienti dal bacino naturale attuale, si rilevano variazioni dell'ordine di 5-6 cm (scenario A), per cui assolutamente trascurabili rispetto ai notevoli benefici prodotti dal ripristino della sezione idraulica del canale previsto in progetto. Nello scenario B il risezionamento a valle di Via Campanella consente addirittura un aumento dei franchi disponibili rispetto allo stato attuale;
- dal Profilo longitudinale e dalle sezioni del Fosso Chiaruccia nello stato di progetto (ipotesi A e B) con tiranti idrici corrispondenti al transito di un evento Tr100 anni (vedi allegato 2) l'ipotesi B comporta una riduzione del tirante idrico nel tratto più critico tra N2 e N3 mediamente di 10 cm;
- confrontando i tiranti idrici ottenuti dalla modellazione del ricettore terminale costituito dal Canale Albani considerando gli apporti provenienti dal bacino Chiaruccia nella situazione di progetto si rilevano variazioni dell'ordine di 1 cm, per cui assolutamente trascurabili.

Si possono ritenere gli interventi in progetto compatibili con il corretto assetto idraulico dell'area e conformi ai vincoli imposti dalle norme del Piano Stralcio.

Project / Progetto:

**COMUNE DI FANO (PU)
FOSSO DEMANIALE IN LOCALITA' CHIARUCCIA**

IngeSar.it
Studio di
Ingegneria Sardella s.r.l.

Title / Titolo:

VERIFICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

Job No. / N. Commessa	Doc. No. / N. Doc.
18-014	18-014-RE-001
Sh. Of / Fg. di	Rev. / Rev.
49 of 50	0

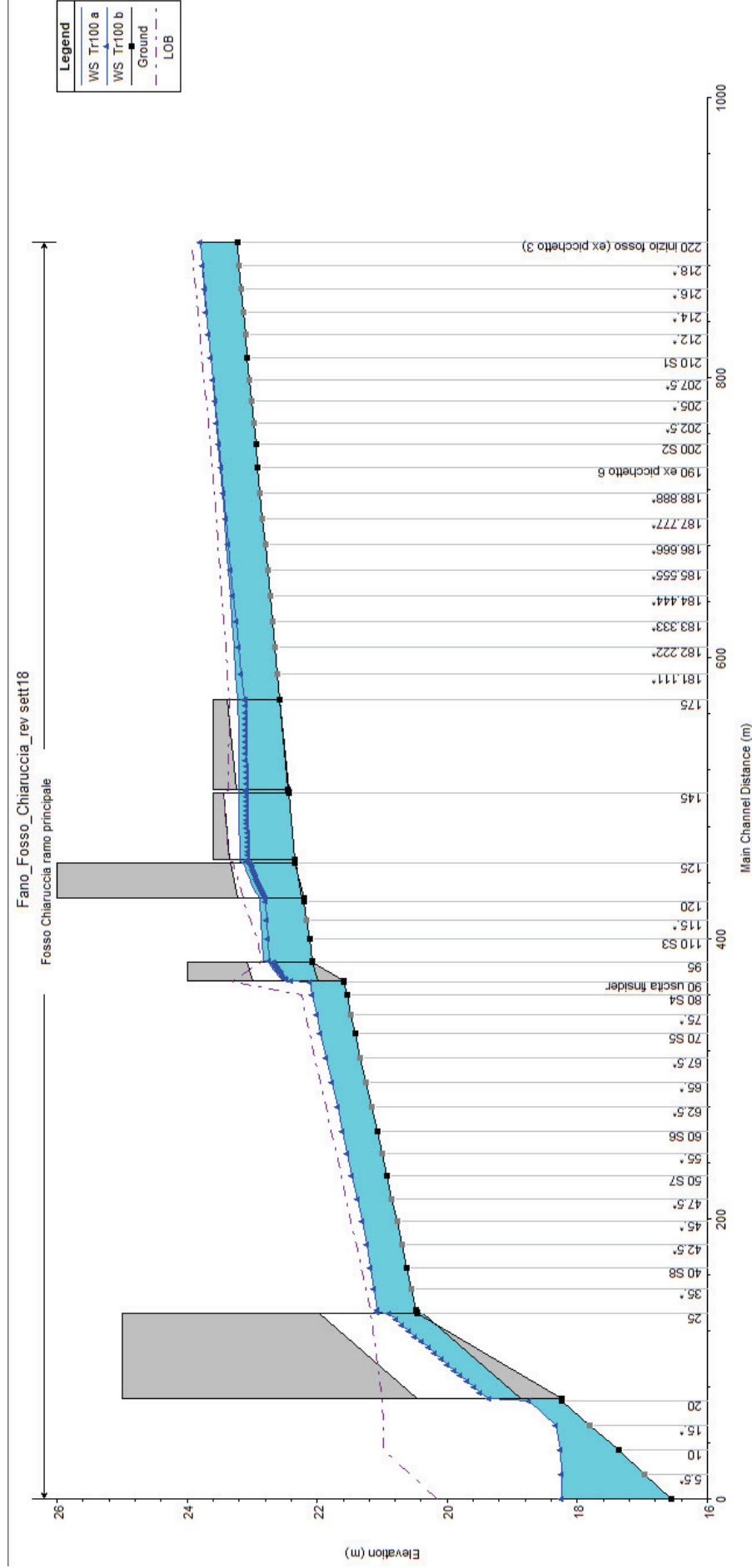


Figura 12: Profilo longitudinale del Fosso Chiaruccia nello stato di progetto (ipotesi A e B) con tiranti idrici corrispondenti al transito di un evento Tr100 anni

Project / Progetto:

**COMUNE DI FANO (PU)
FOSSO DEMANIALE IN LOCALITA' CHIARUCCIA**



Title / Titolo:

VERIFICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

Job No. / N. Commessa	Doc. No. / N. Doc.
18-014	18-014-RE-001
Sh. Of / Fg. di	Rev. / Rev.
50 of 50	0

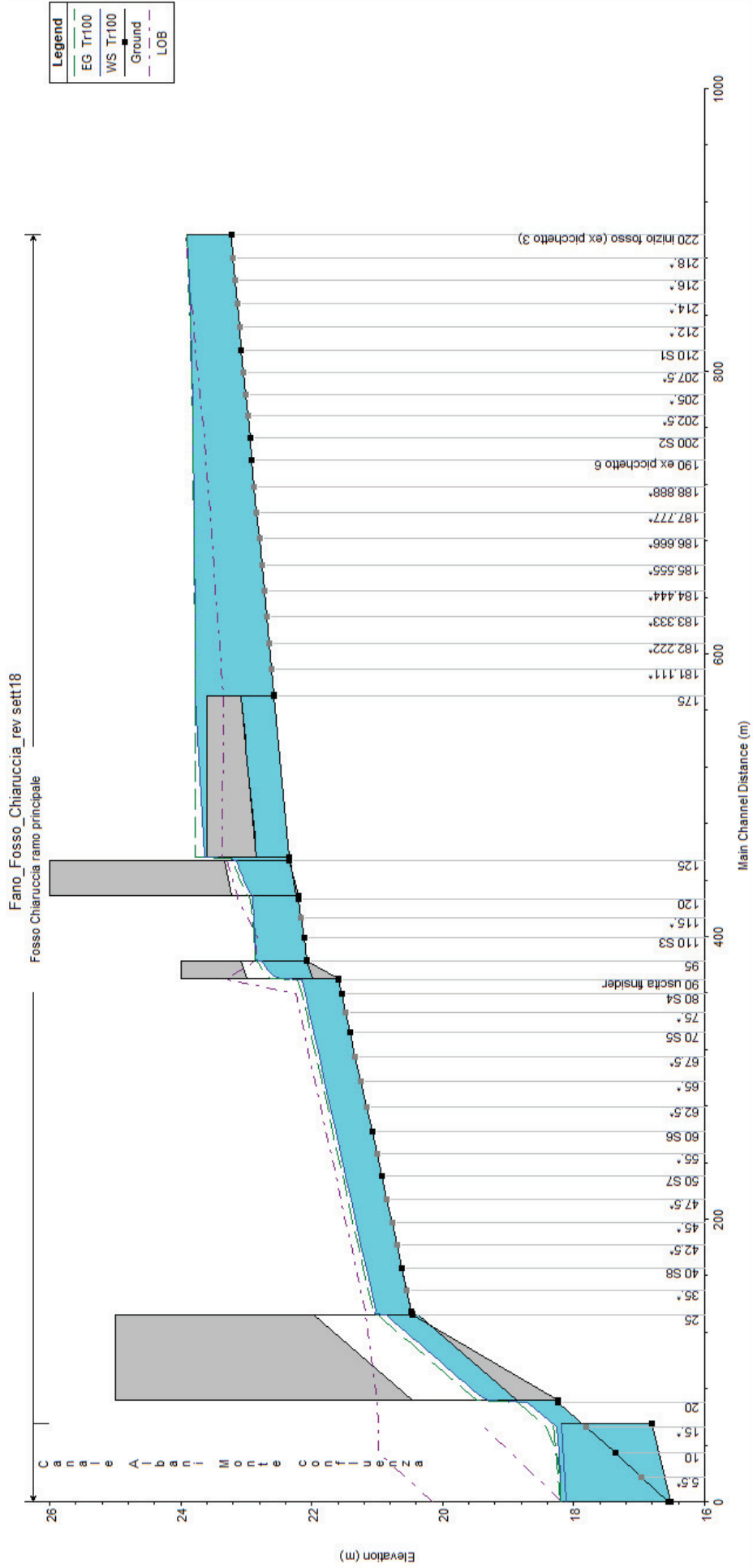
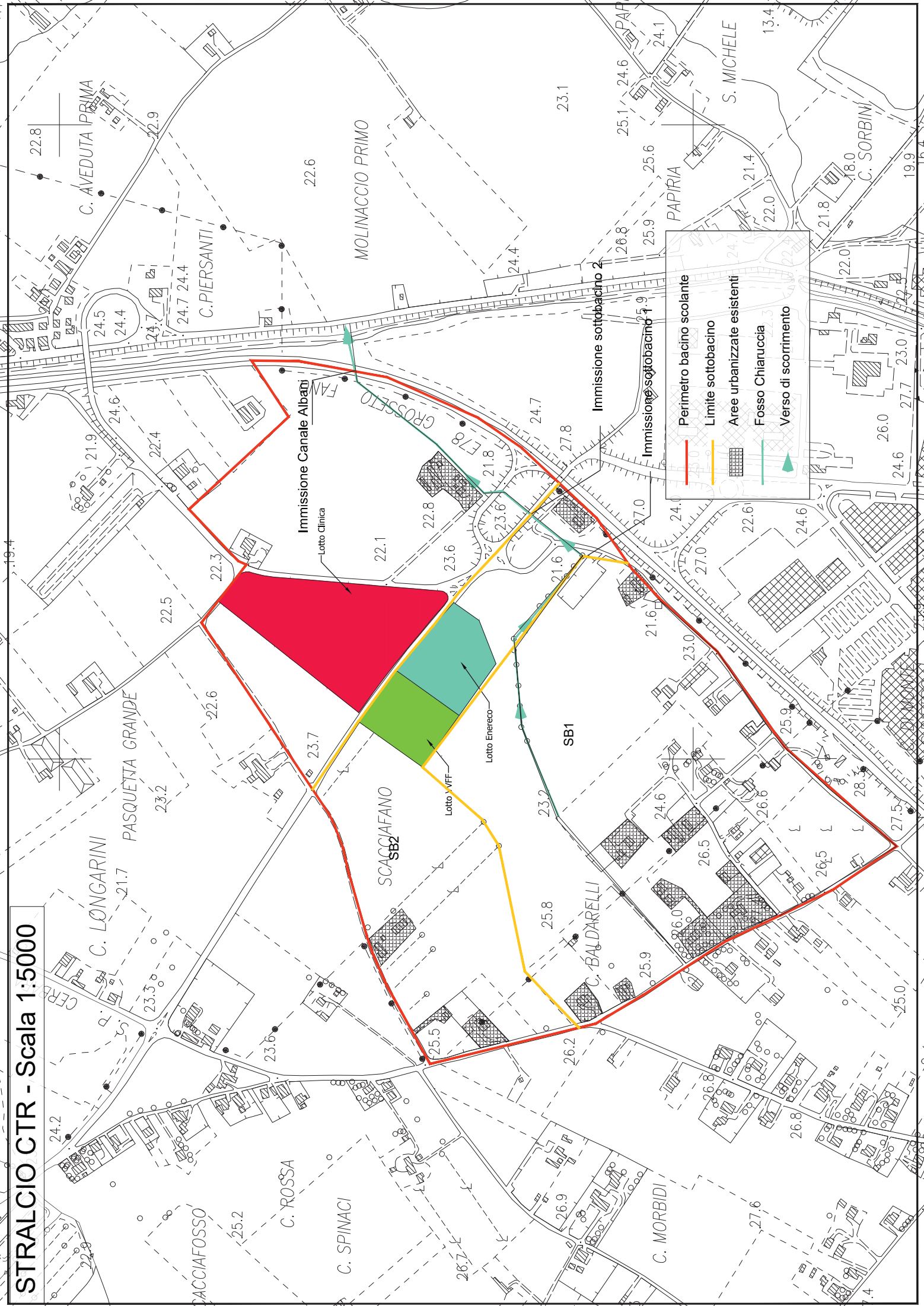



Figura 13: Profilo longitudinale del Fosso Chiaruccia nello stato di fatto con tiranti idrici corrispondenti al transito di un evento Tr100 anni

STRALCIO CTR - Scala 1:5000



	Perimetro bacino scolante
	Limite sottobacino
	Aree urbanizzate esistenti
	Fosso Chiaruccia
	Verso di scorrimento

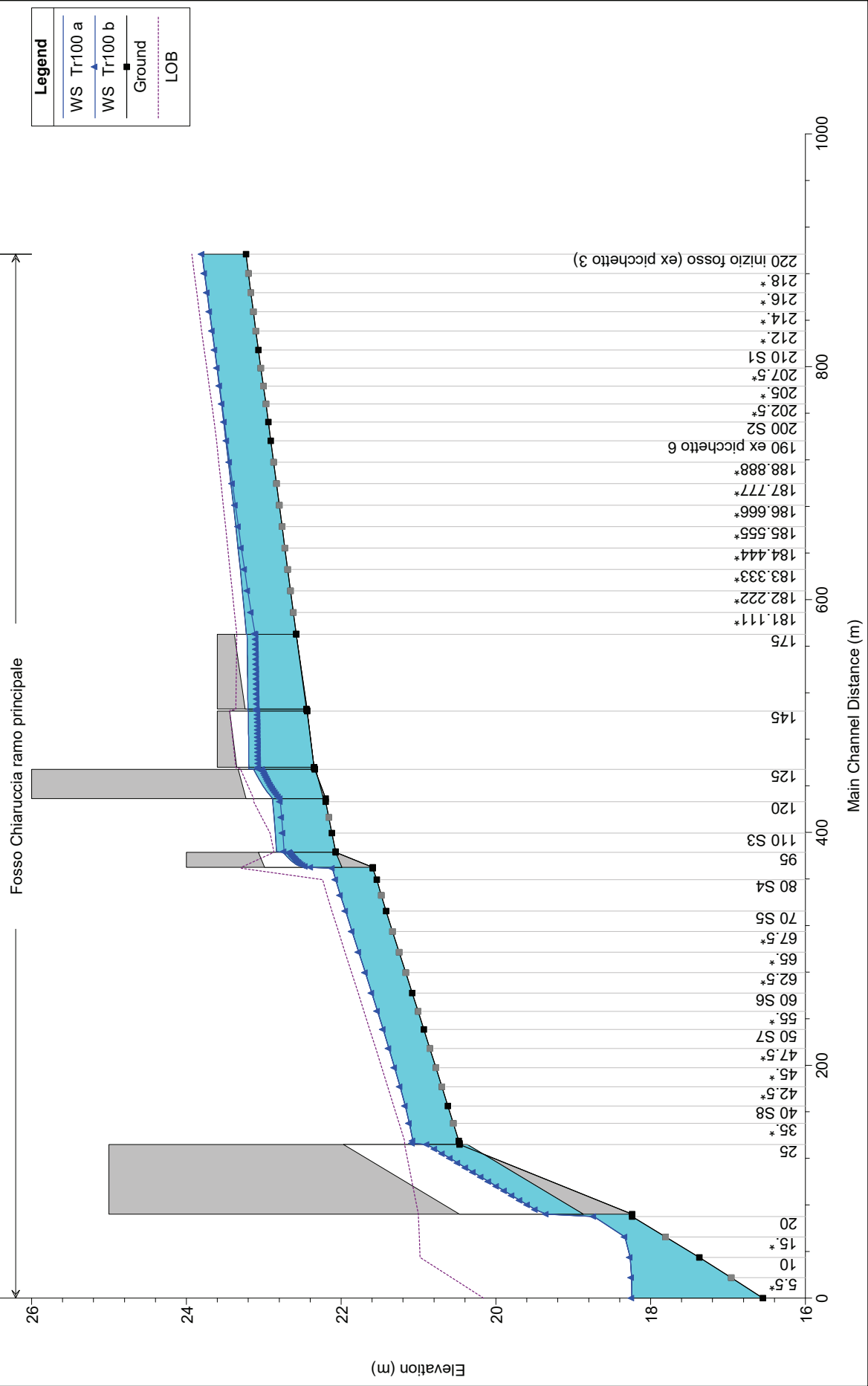
Project / Progetto: COMUNE DI FANO (PU) FOSSO DEMANIALE IN LOCALITA' CHIARUCCIA	 Studio di Ingegneria Sardella s.r.l.	
Title / Titolo: VERIFICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA	Job No. / N. Commessa	Doc. No./ N. Doc.
	18-014	18-014-RE-001
	Sh. Of / Fg. di	Rev. / Rev.
	1 of 1	0

**COMUNE DI FANO (PU)
FOSSO DEMANIALE IN LOCALITA' CHIARUCCIA**

**VERIFICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA
ALLEGATO 2: MODELLAZIONE A MOTO PERMANENTE DEL FOSSO
CHIARUCCIA – STATO DI PROGETTO**

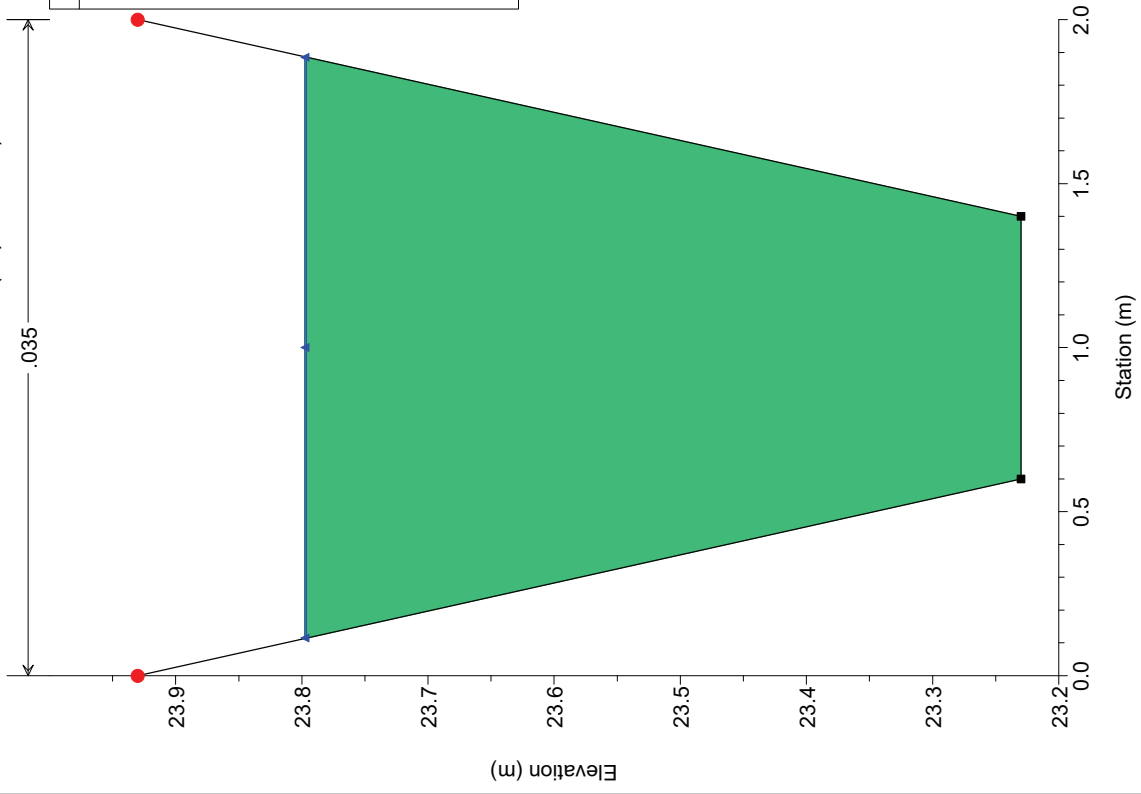
0	Emissione documento	D. D'Alleva	D. D'Alleva	C. Sardella	08/10/18
Rev. / Rev	Description / Descrizione	Prepared / Preparato	Checked / Verificato	Approved / Approvato	Date / Data

Fano_Fosso_Chiaruccia_rev sett18



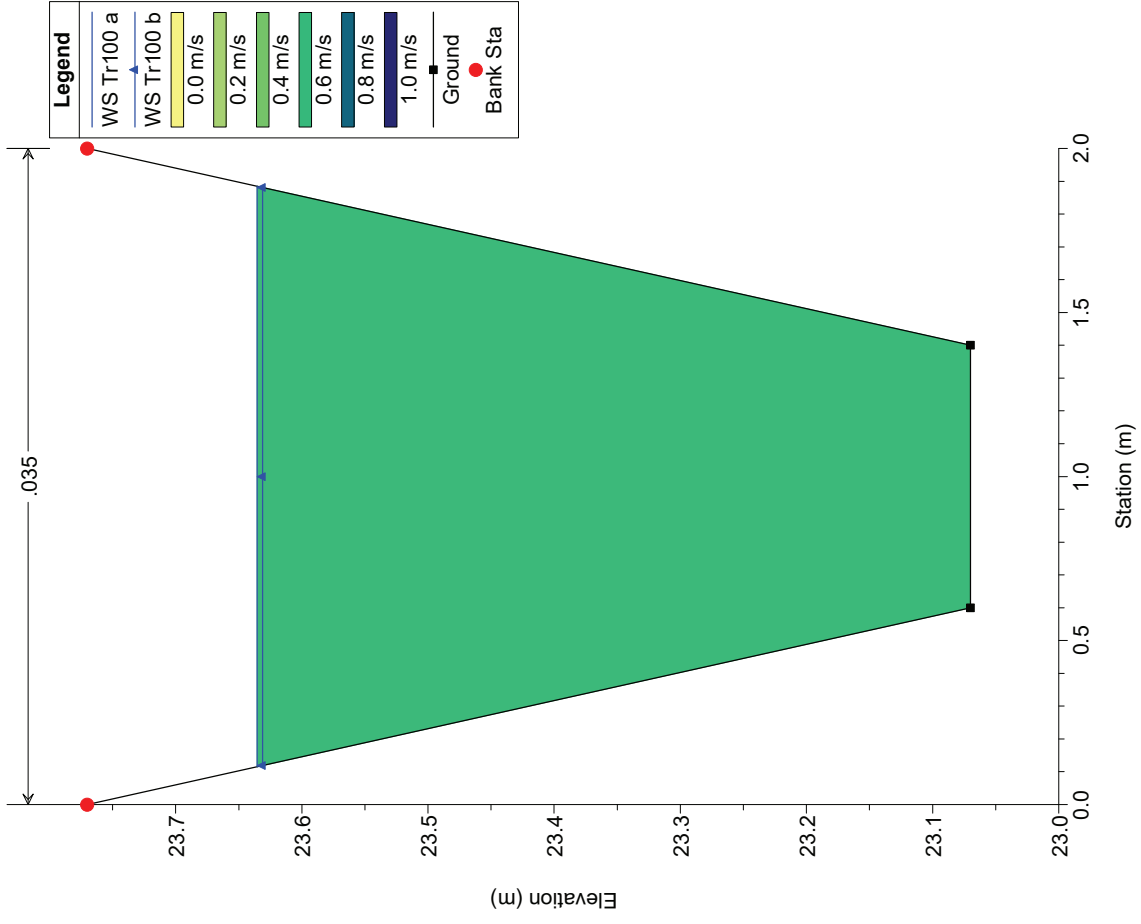
Fano_Fosso_Chiaruccia_rev sett18

RS = 220 inizio fosso (ex picchetto 3)



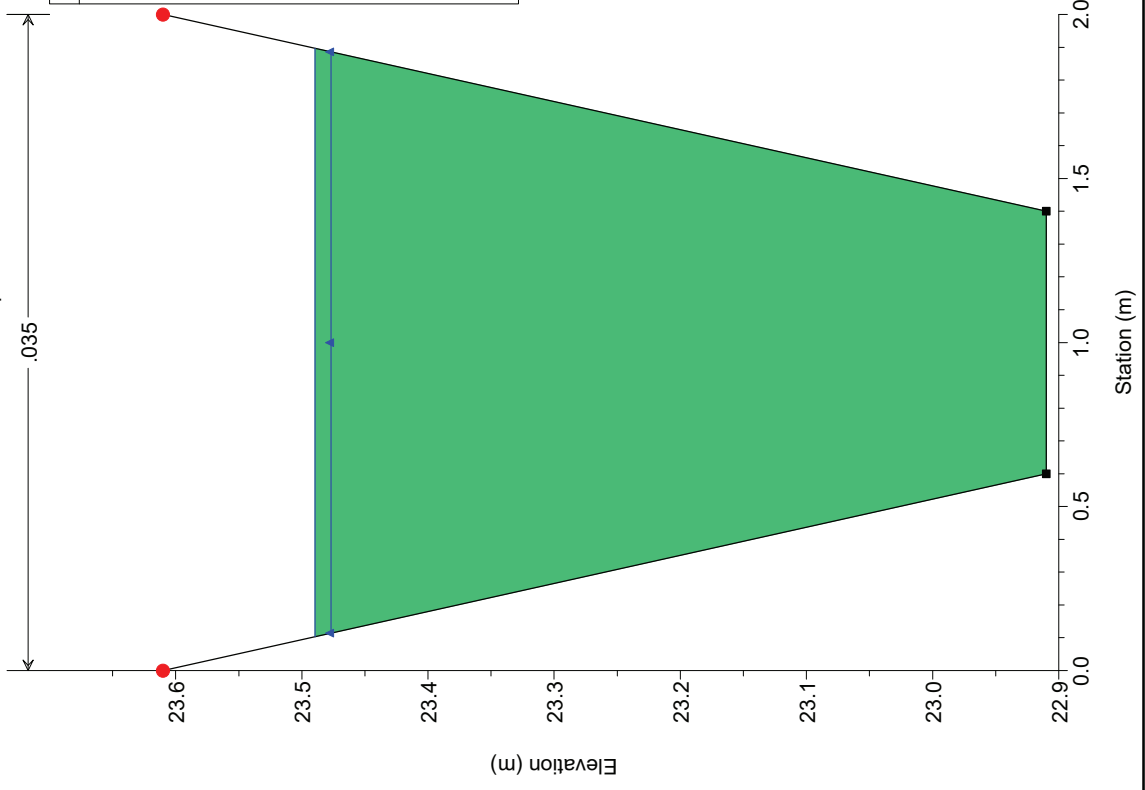
Fano_Fosso_Chiaruccia_rev sett18

RS = 210 S1



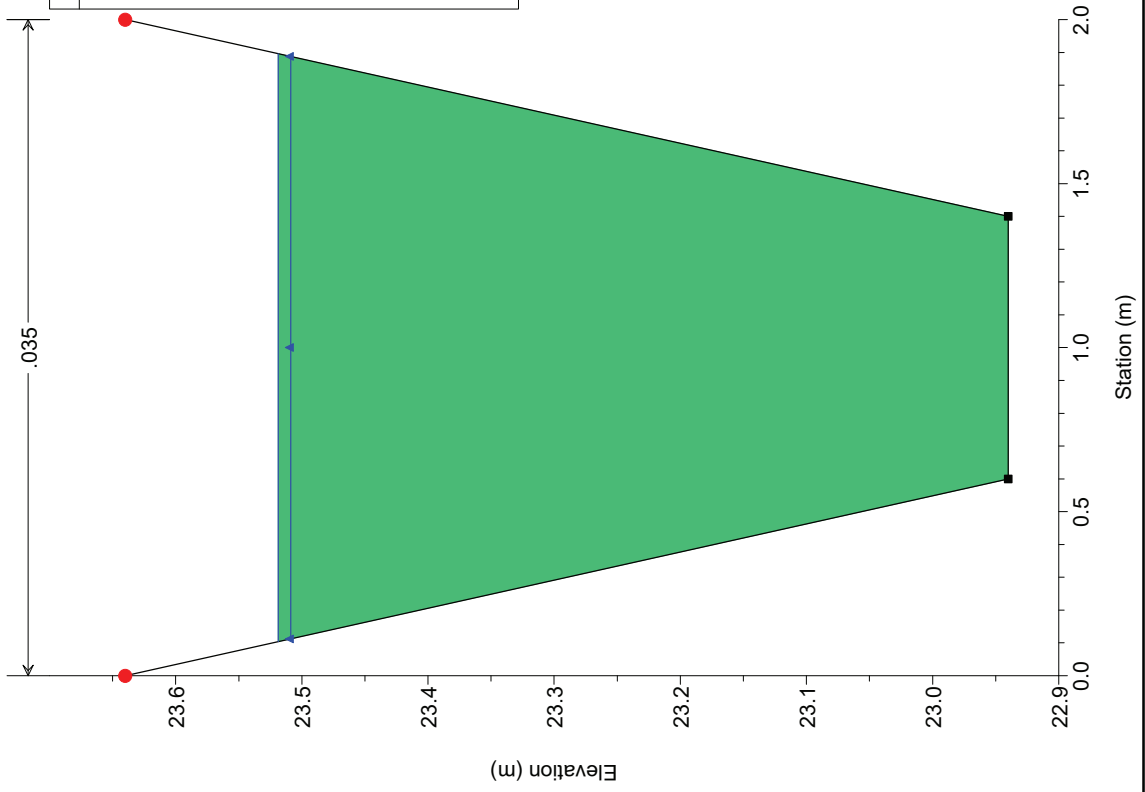
Fano_Fosso_Chiaruccia_rev sett18

RS = 190 ex picchetto 6

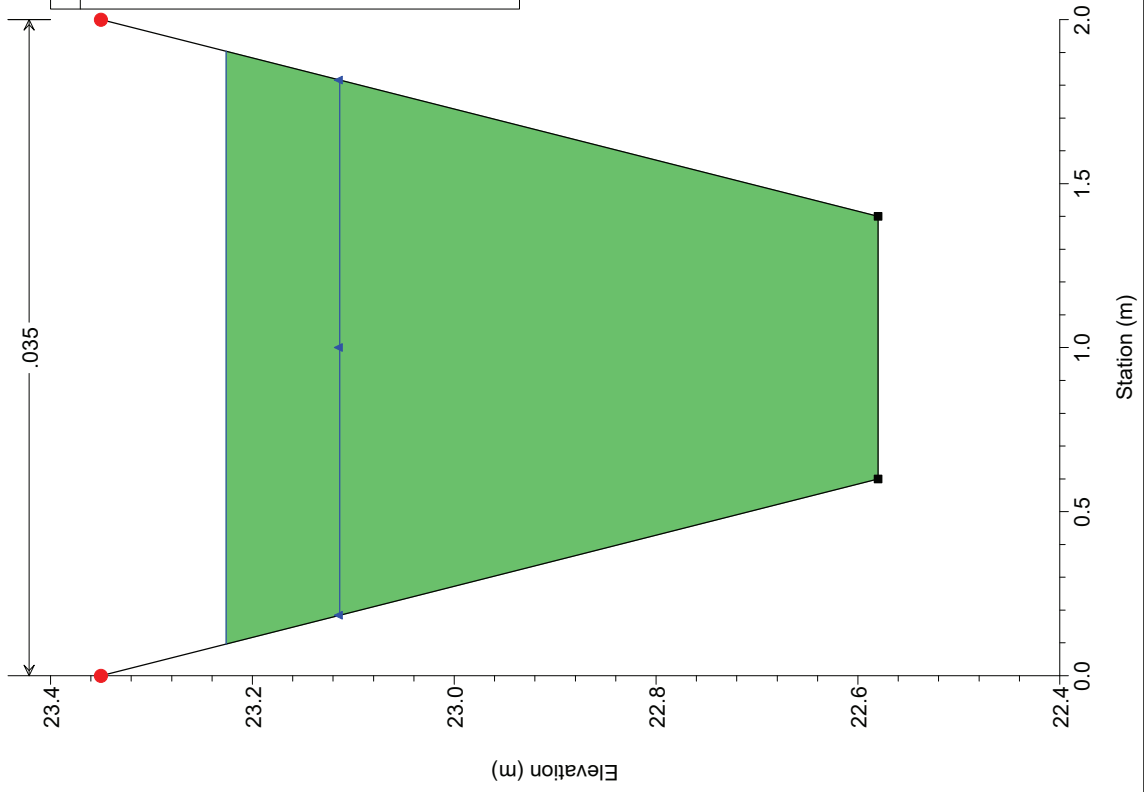


Fano_Fosso_Chiaruccia_rev sett18

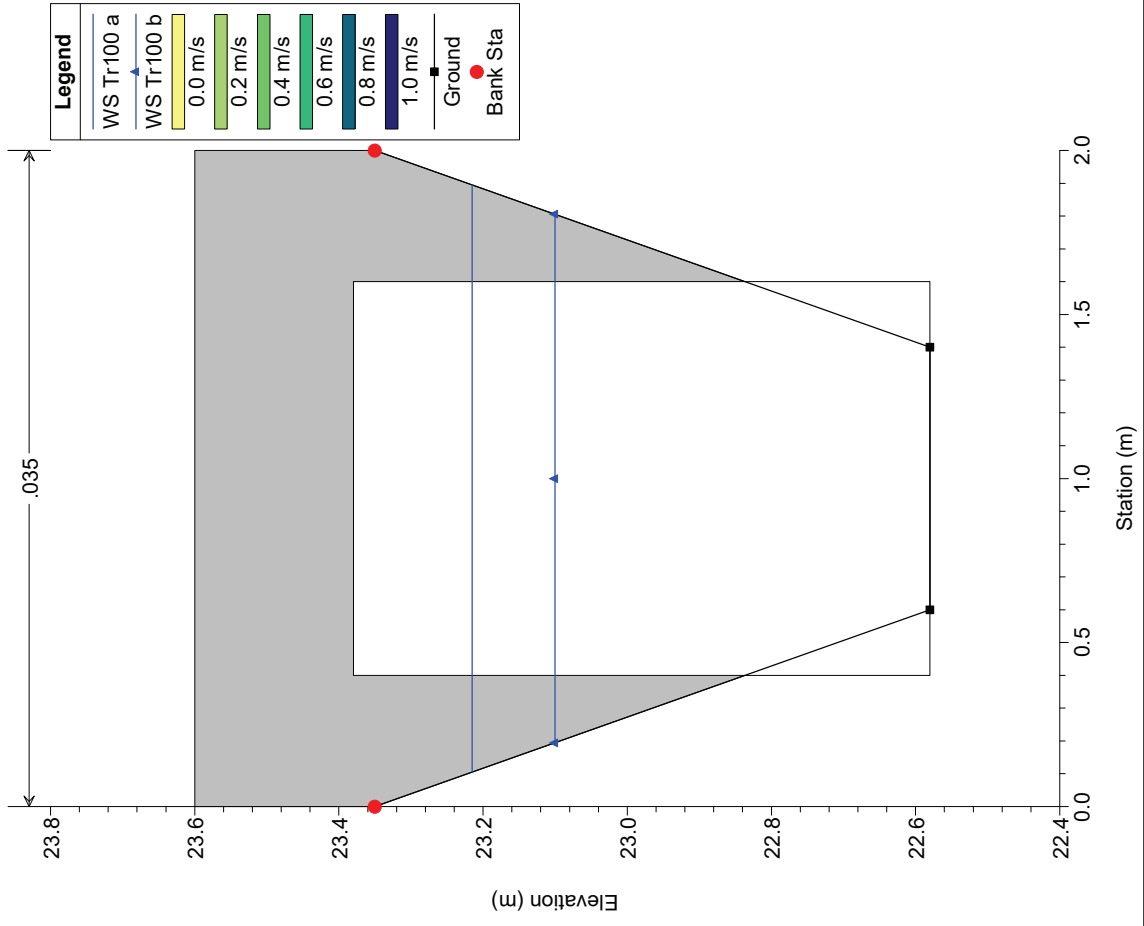
RS = 200 S2



Fano_Fosso_Chiaruccia_rev sett18
RS = 180 monte strada comunale

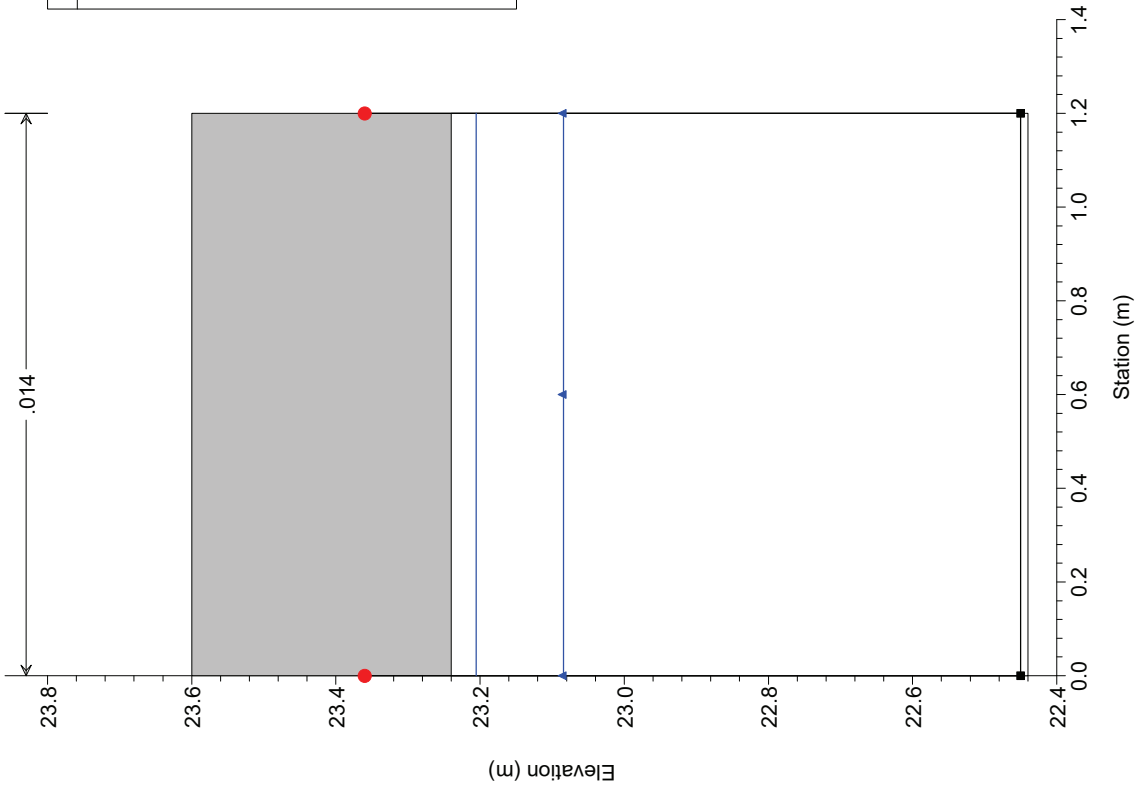


Fano_Fosso_Chiaruccia_rev sett18
RS = 175 Culiv



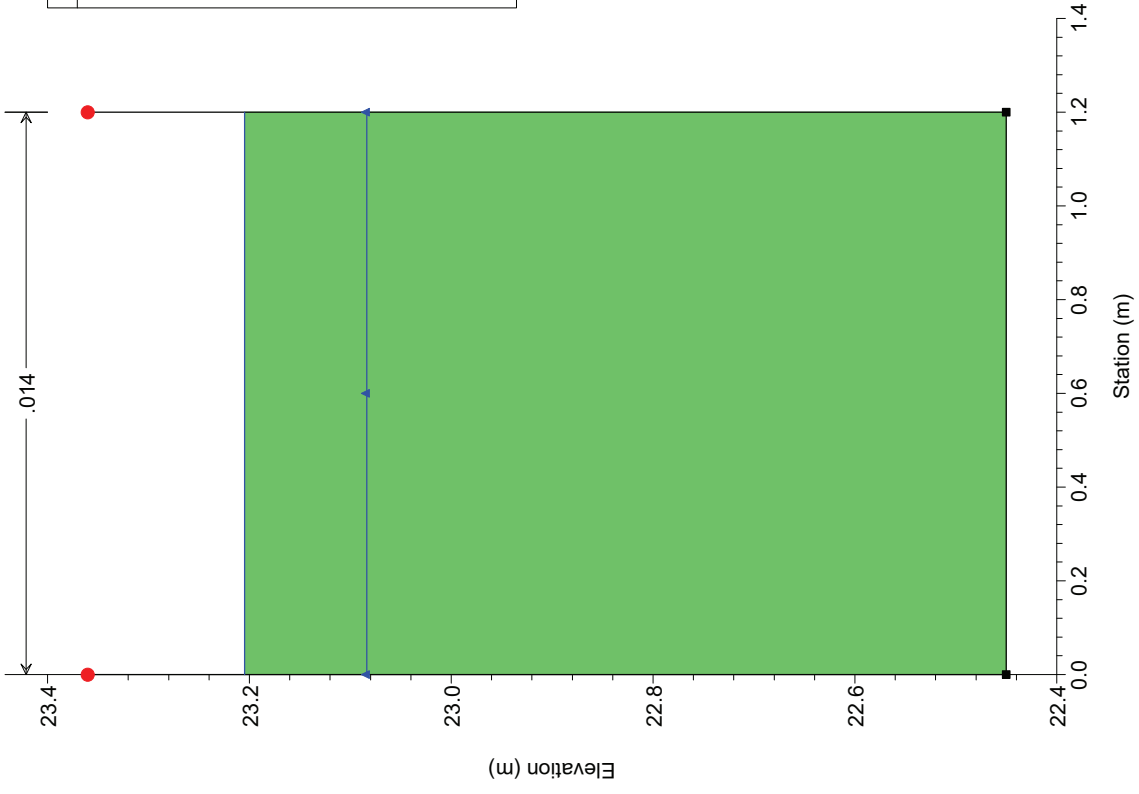
Fano_Fosso_Chiaruccia_rev sett18

RS = 175 Culv



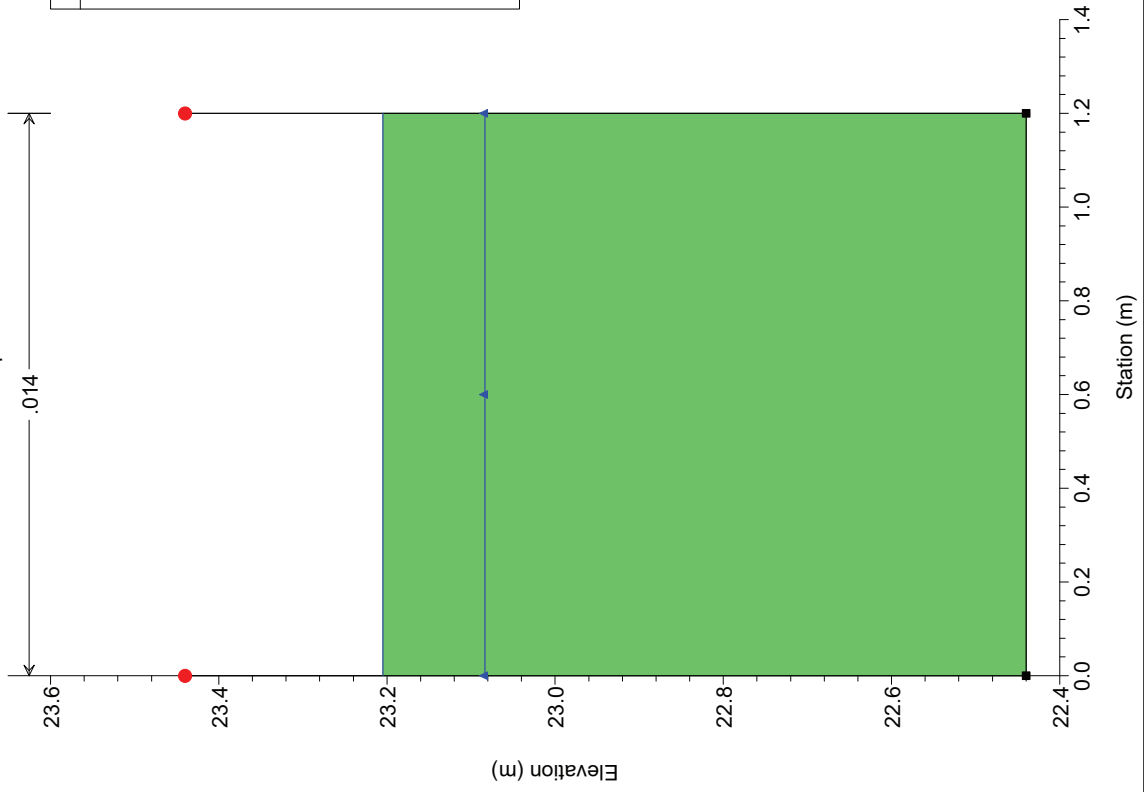
Fano_Fosso_Chiaruccia_rev sett18

RS = 170 pozzetto intermedio



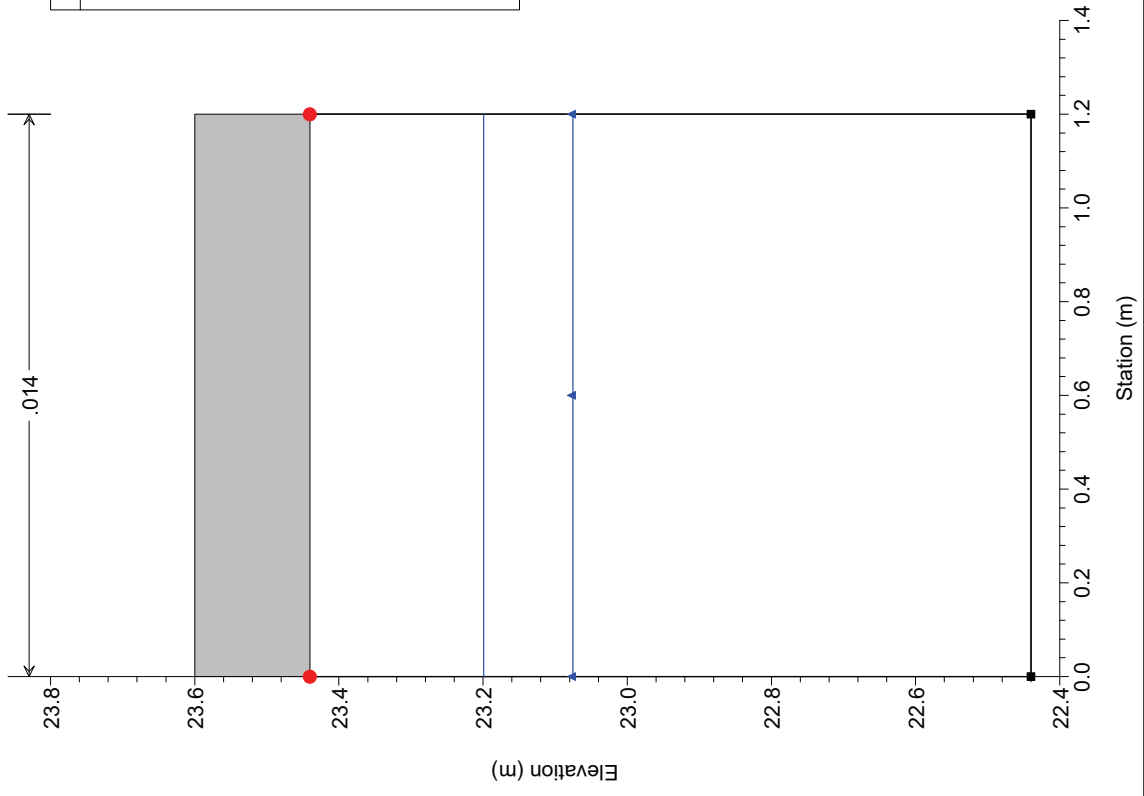
Fano_Fosso_Chiaruccia_rev sett18

RS = 160 pozzetto intermedio



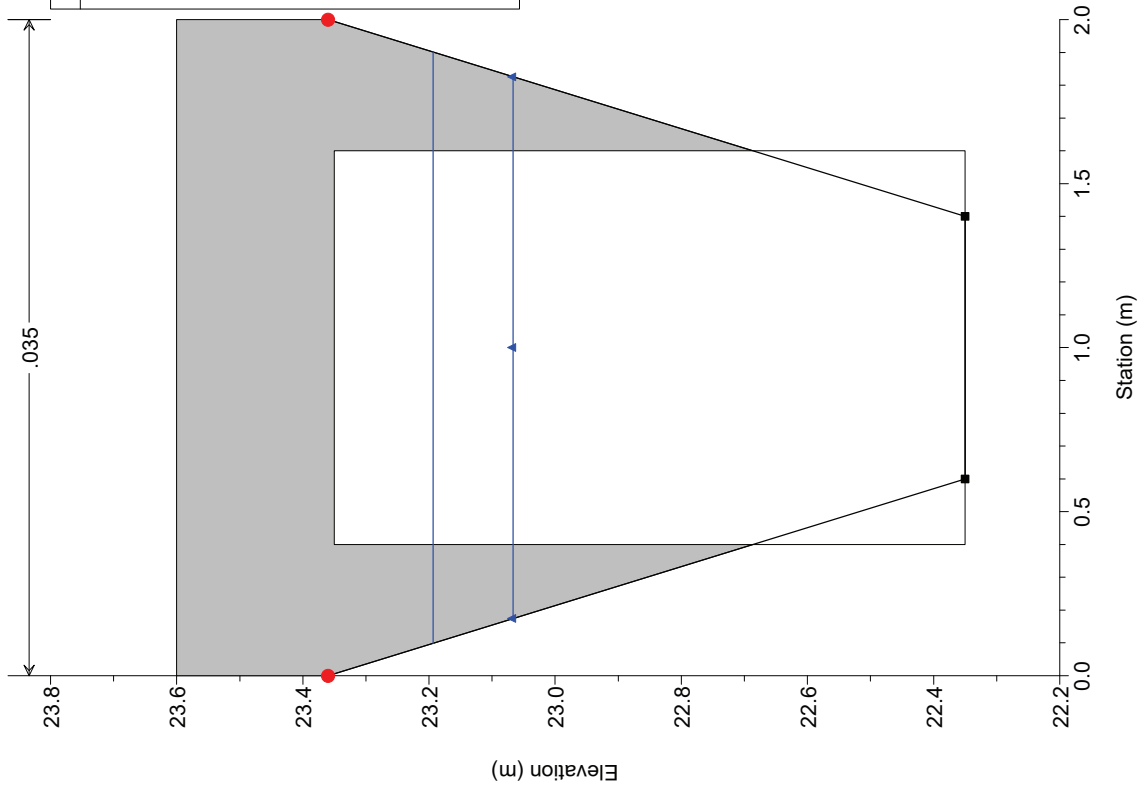
Fano_Fosso_Chiaruccia_rev sett18

RS = 145 Culiv



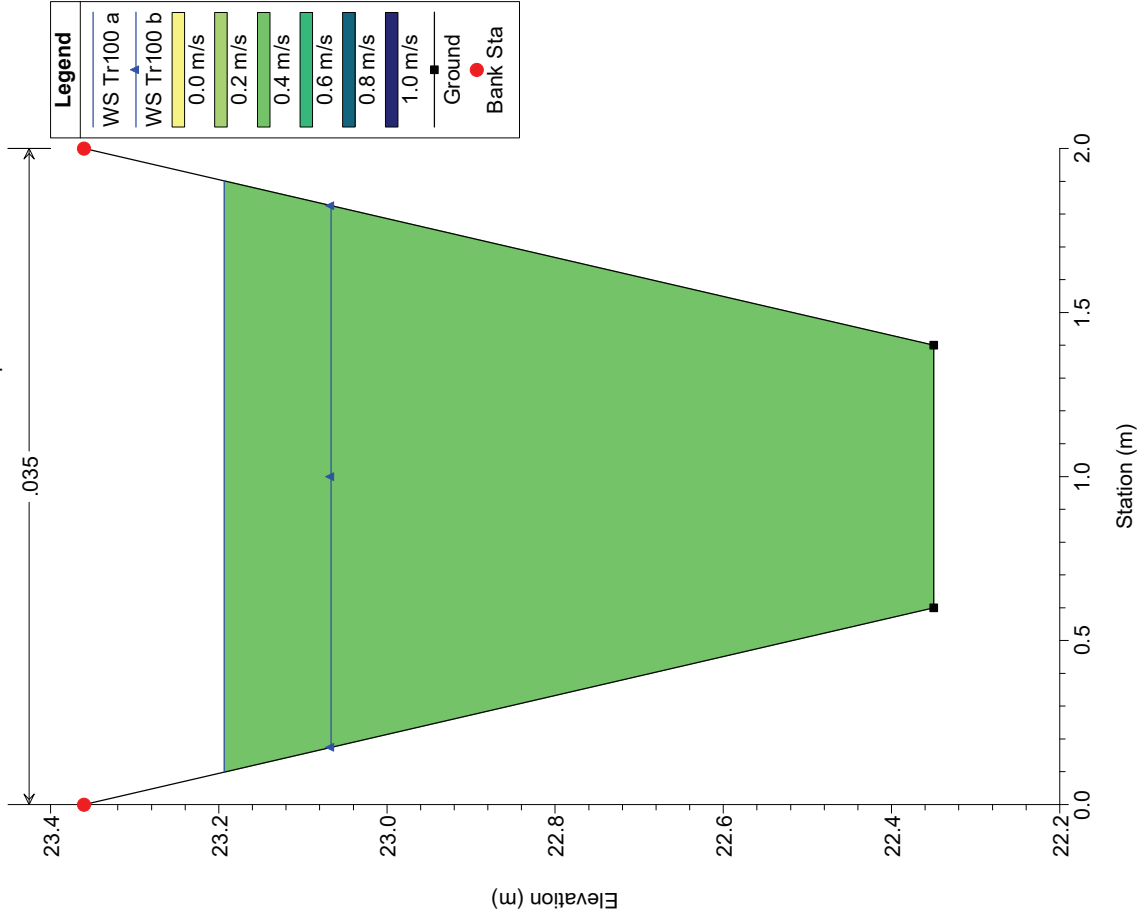
Fano_Fosso_Chiaruccia_rev sett18

RS = 145 Culv



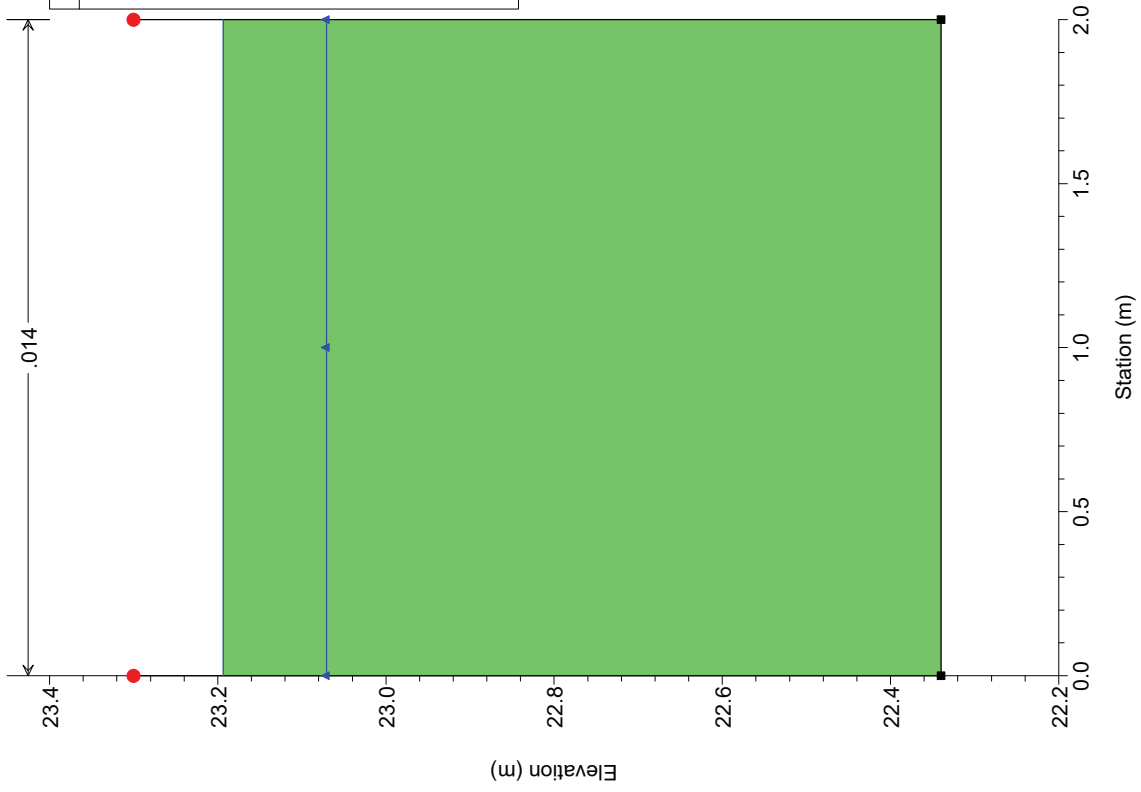
Fano_Fosso_Chiaruccia_rev sett18

RS = 140 valle strada privata



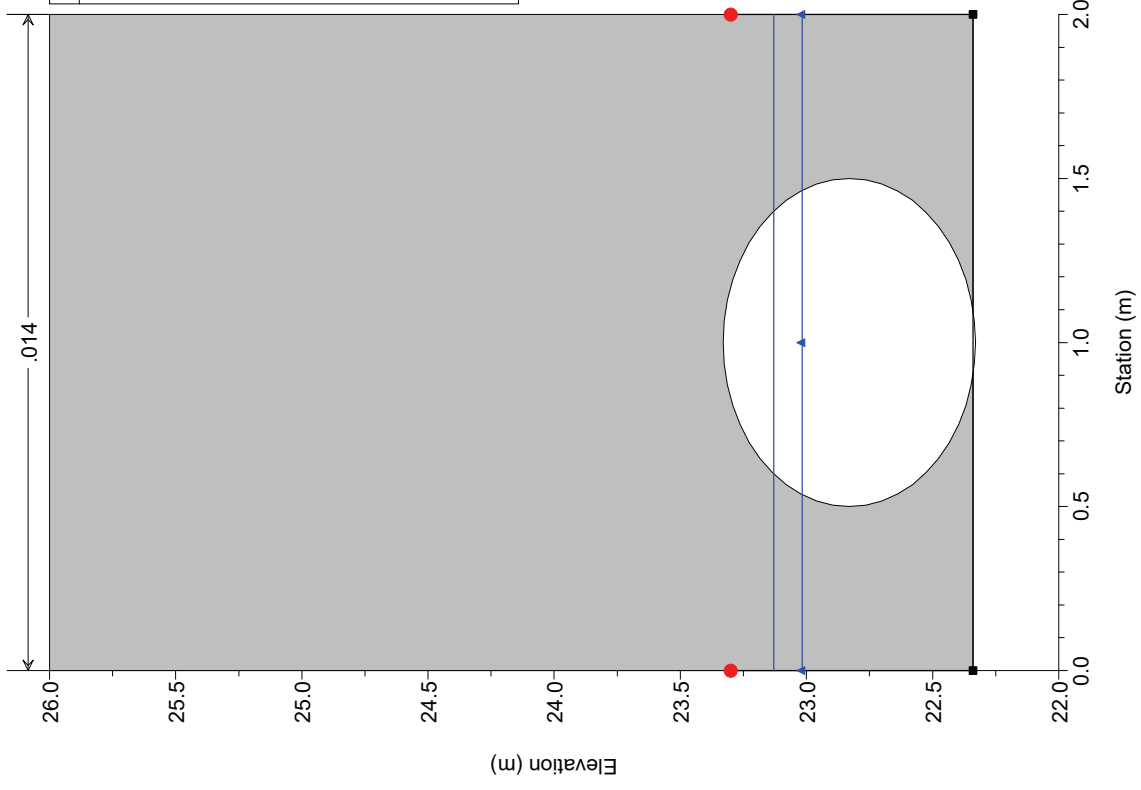
Fano_Fosso_Chiaruccia_rev sett18

RS = 130 N1



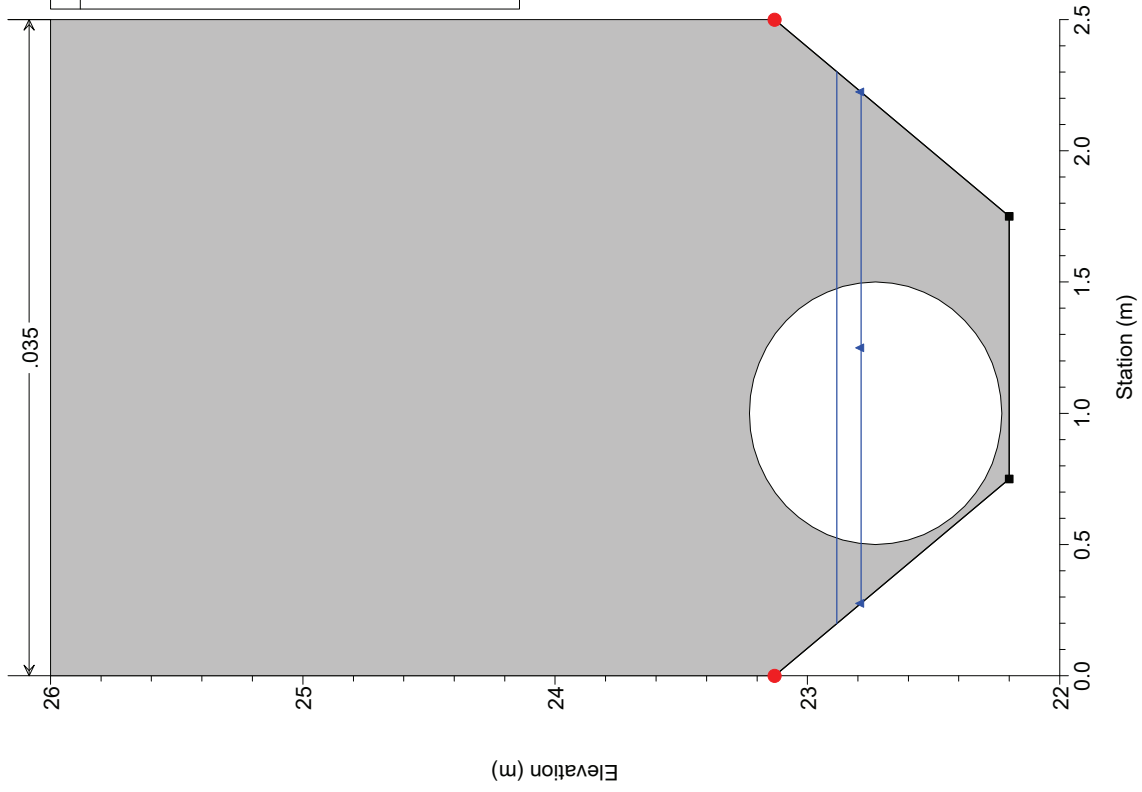
Fano_Fosso_Chiaruccia_rev sett18

RS = 125 Culv



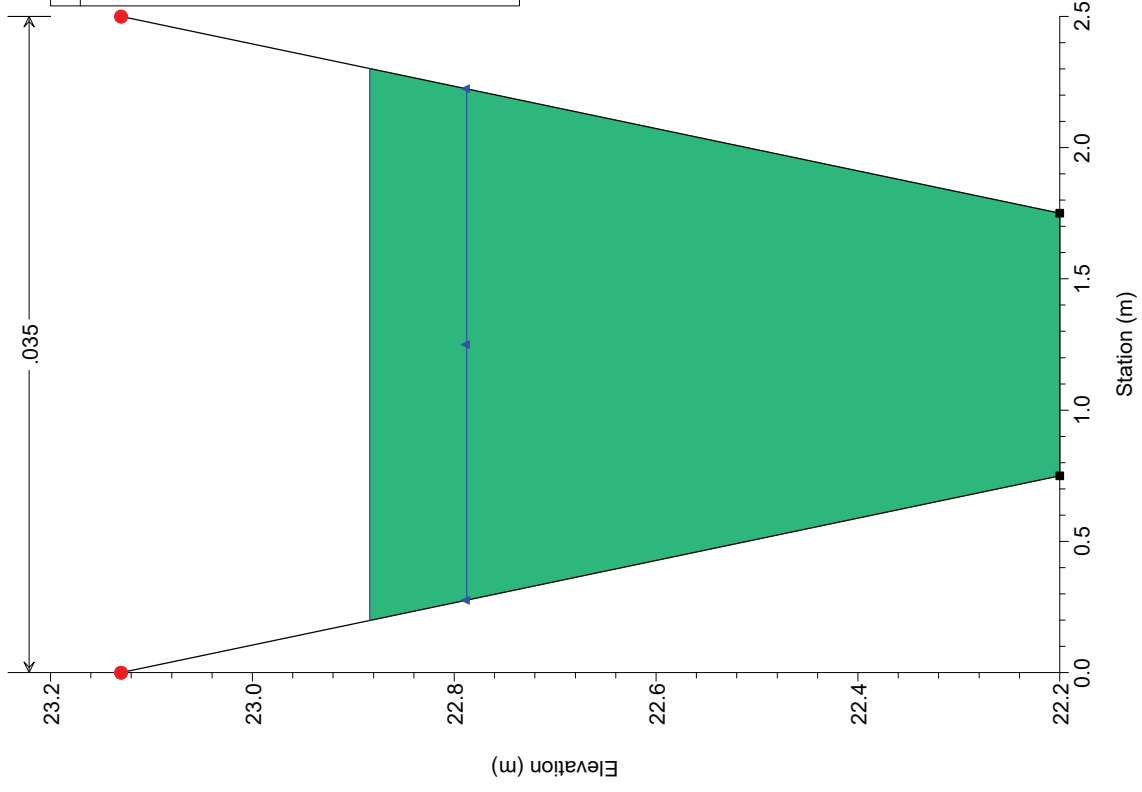
Fano_Fosso_Chiaruccia_rev sett18

RS = 125 Culiv



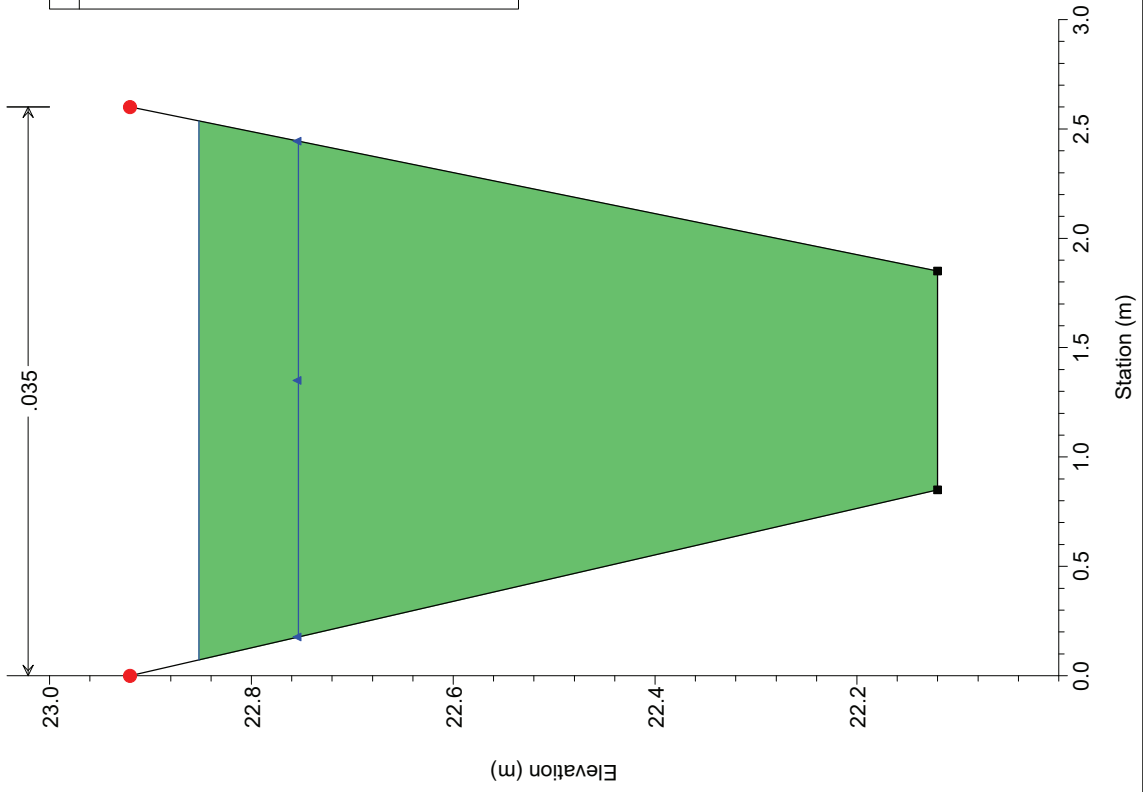
Fano_Fosso_Chiaruccia_rev sett18

RS = 120



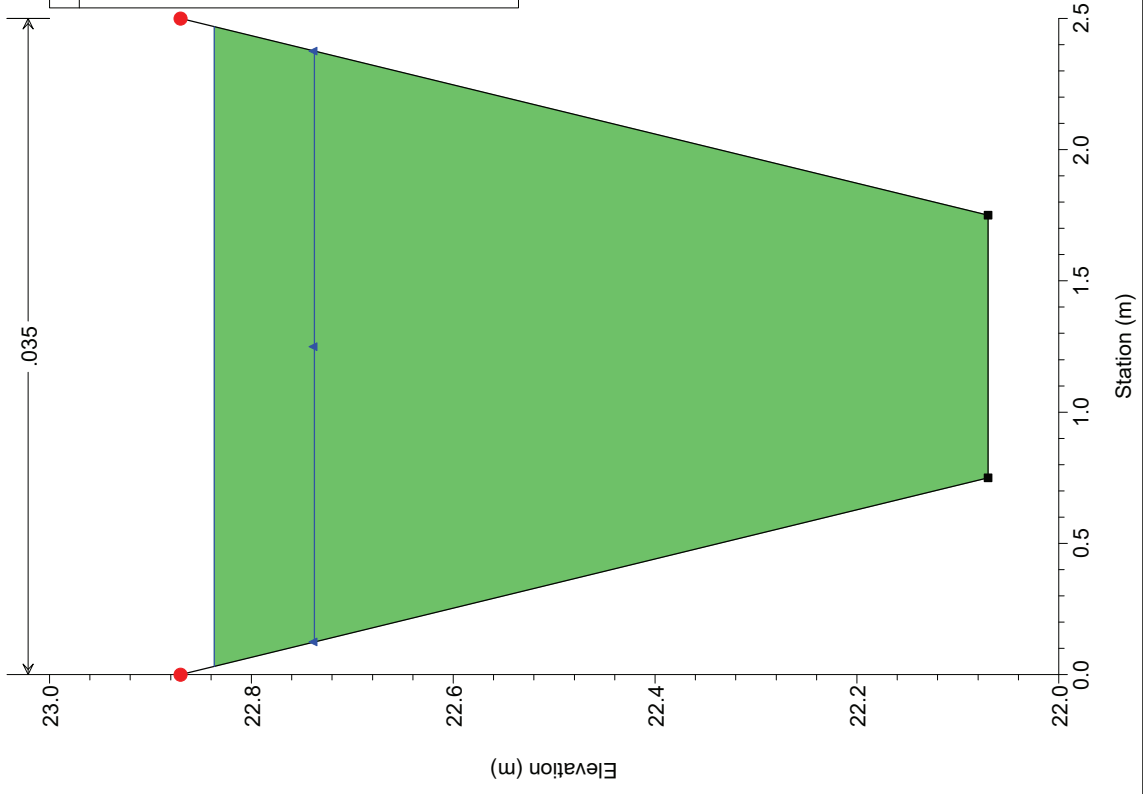
Fano_Fosso_Chiaruccia_rev sett18

RS = 110 S3



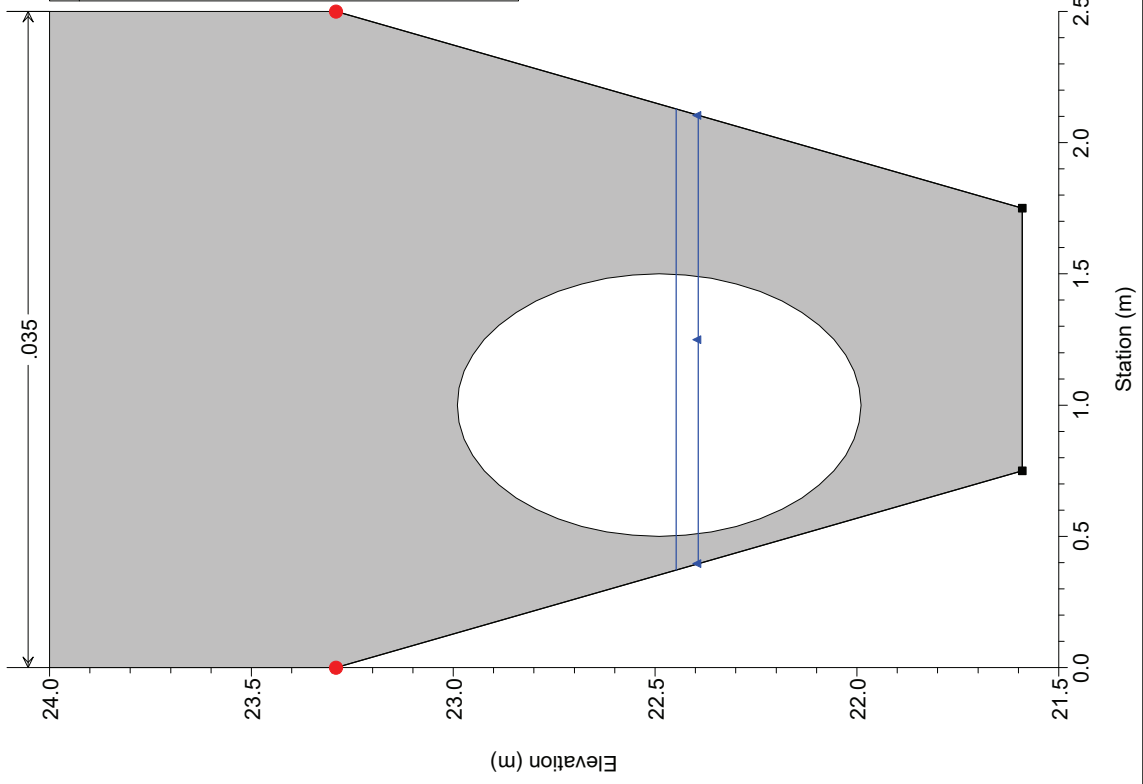
Fano_Fosso_Chiaruccia_rev sett18

RS = 100 inizio finsider



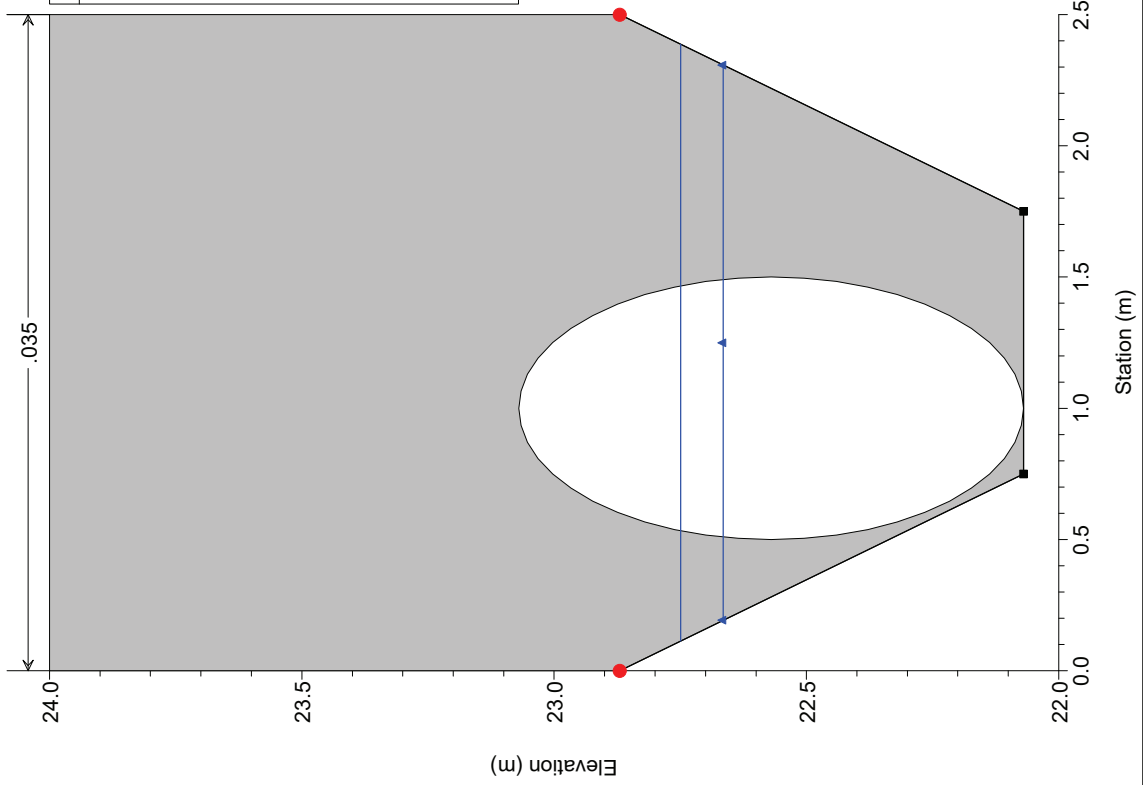
Fano_Fosso_Chiaruccia_rev sett18

RS = 95 Culiv



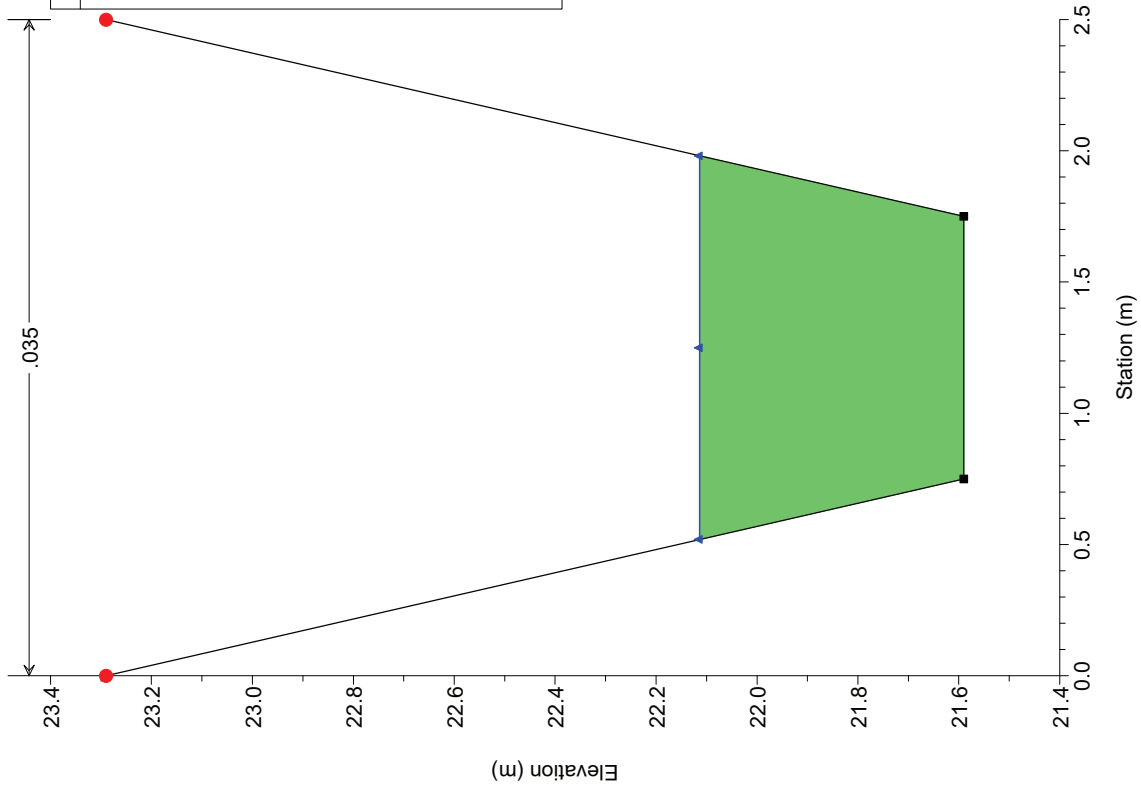
Fano_Fosso_Chiaruccia_rev sett18

RS = 95 Culiv



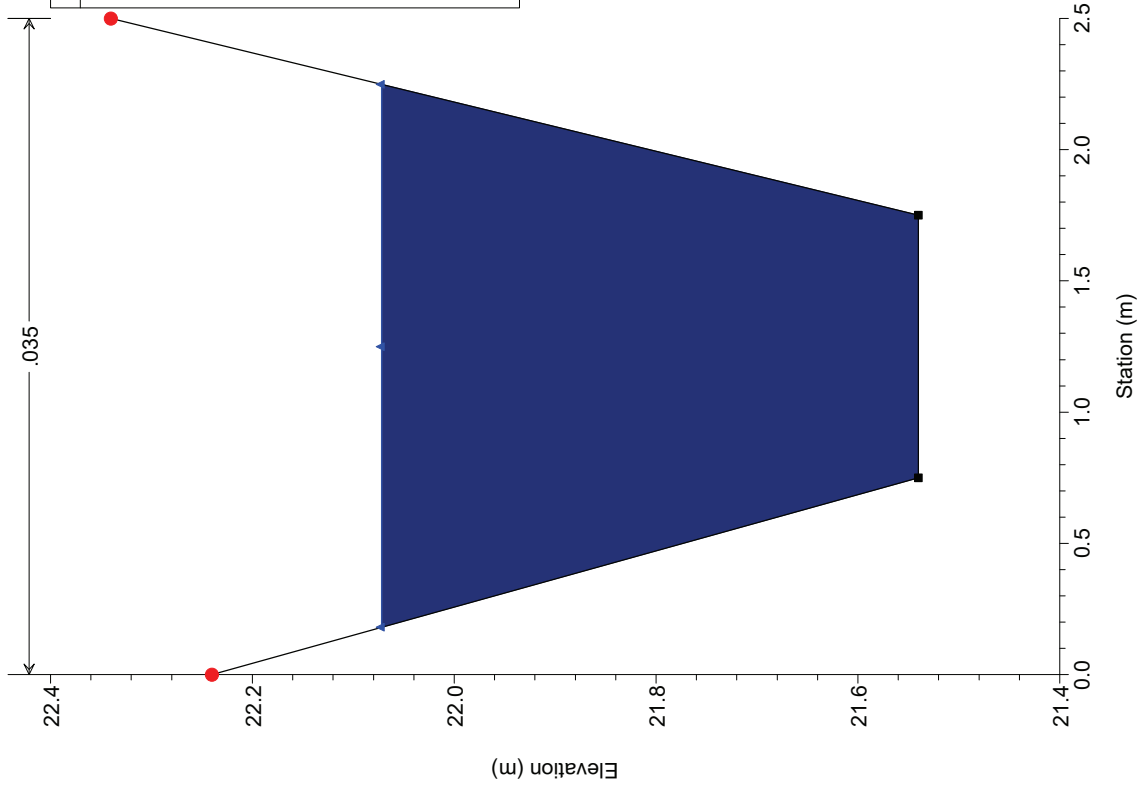
Fano_Fosso_Chiaruccia_rev sett18

RS = 90 uscita finsider



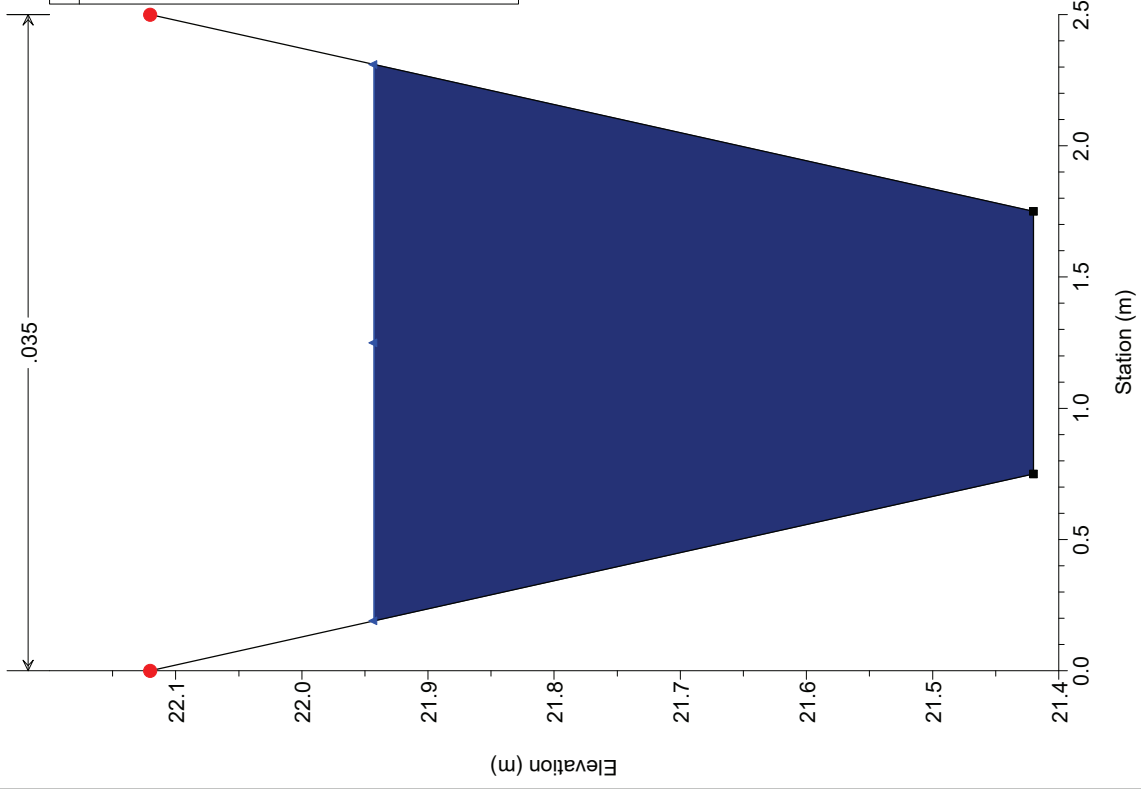
Fano_Fosso_Chiaruccia_rev sett18

RS = 80 S4



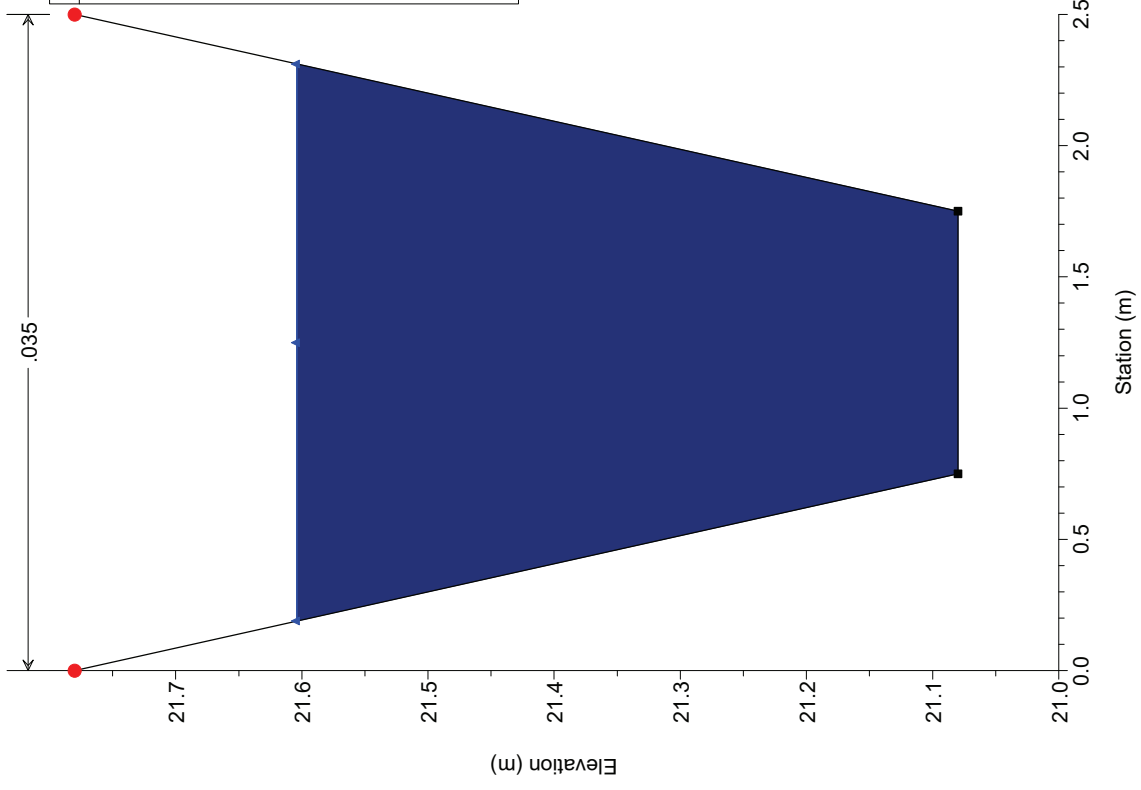
Fano_Fosso_Chiaruccia_rev sett18

RS = 70 S5



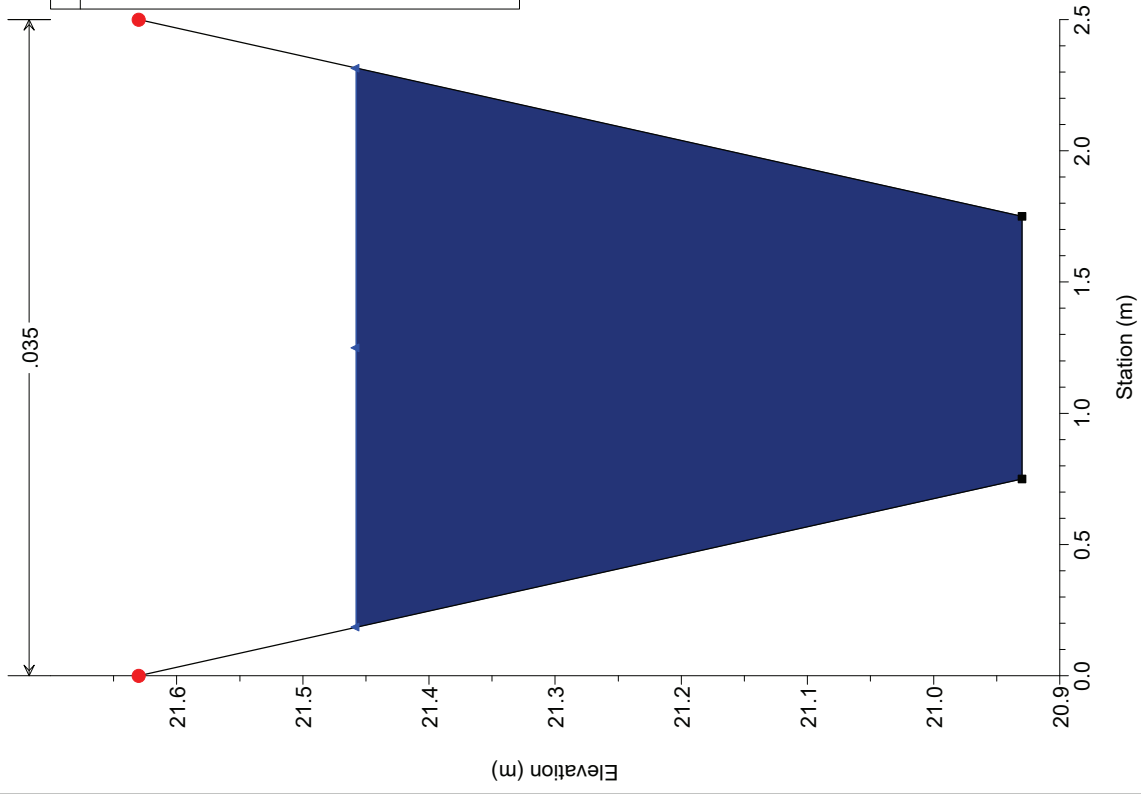
Fano_Fosso_Chiaruccia_rev sett18

RS = 60 S6



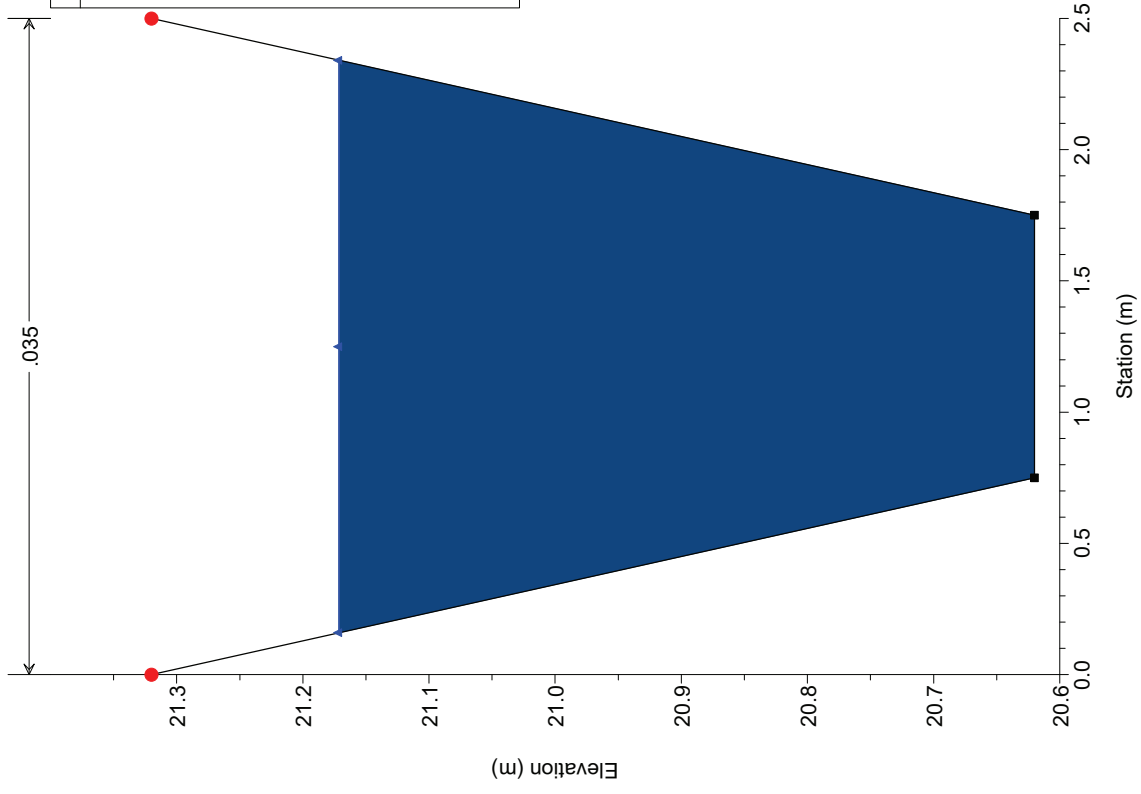
Fano_Fosso_Chiaruccia_rev sett18

RS = 50 S7



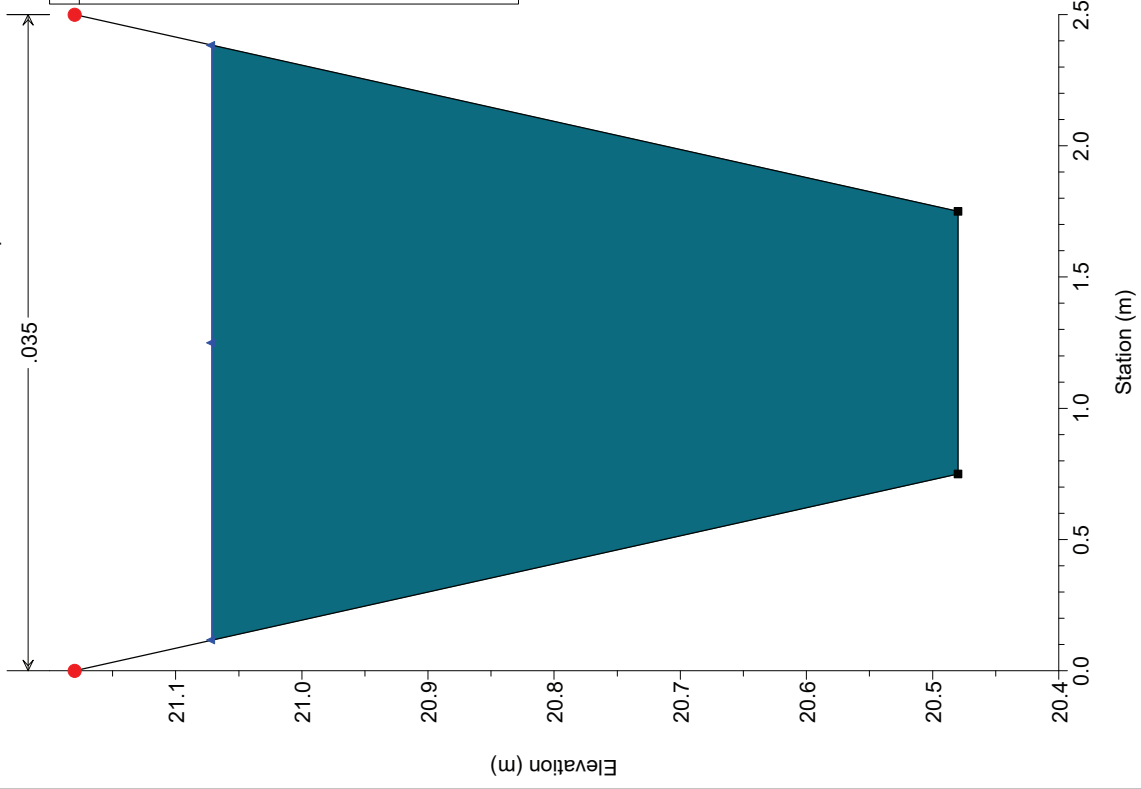
Fano_Fosso_Chiaruccia_rev sett18

RS = 40 S8



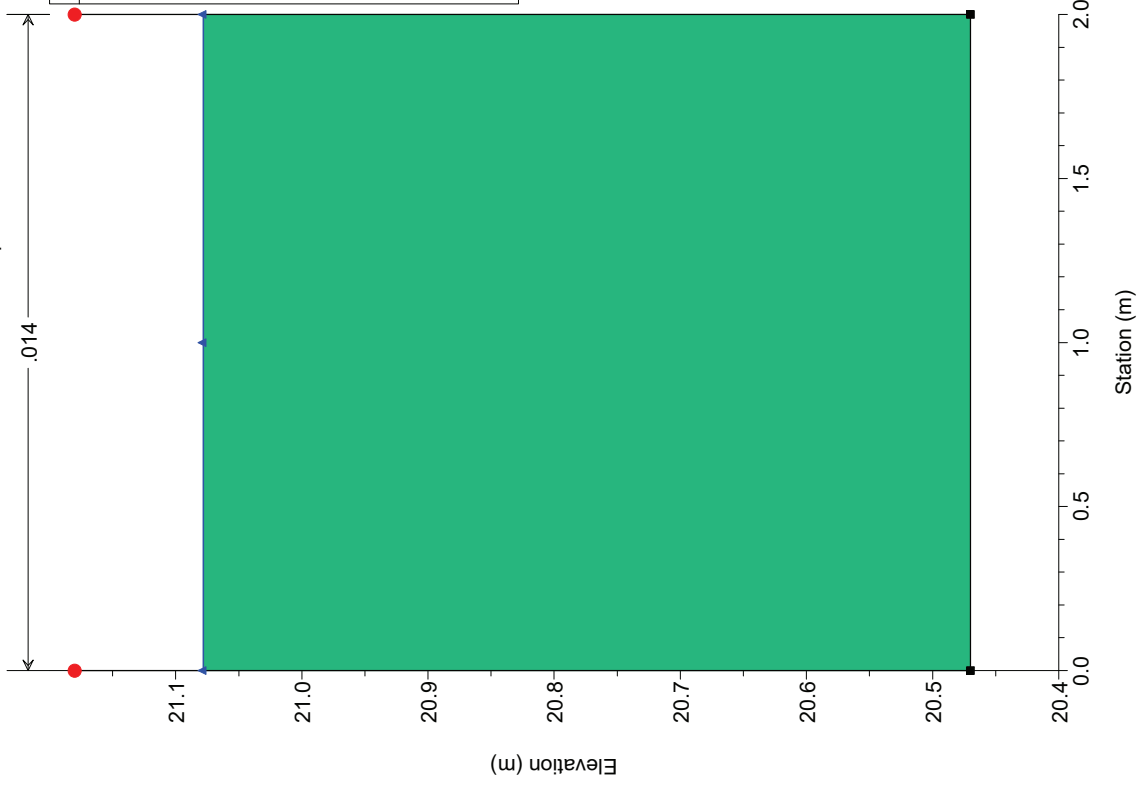
Fano_Fosso_Chiaruccia_rev sett18

RS = 30 man monte superstrada



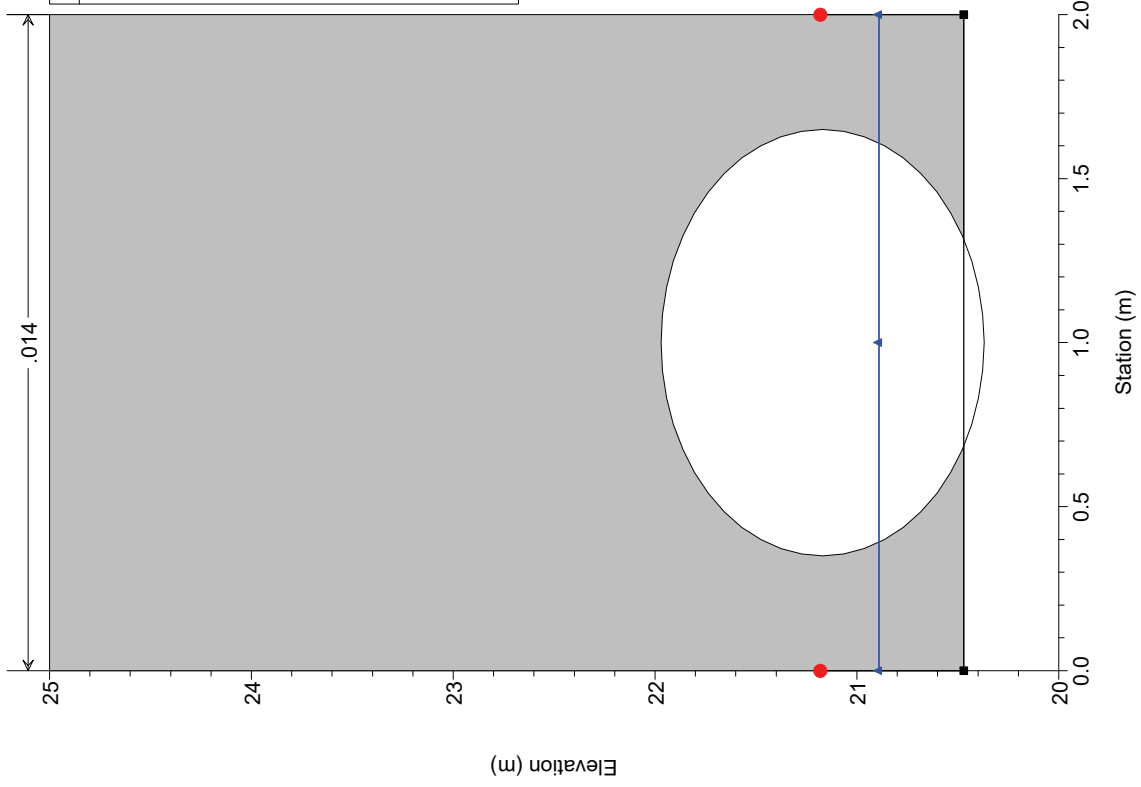
Fano_Fosso_Chiaruccia_rev sett18

RS = 28 sez monte superstrada



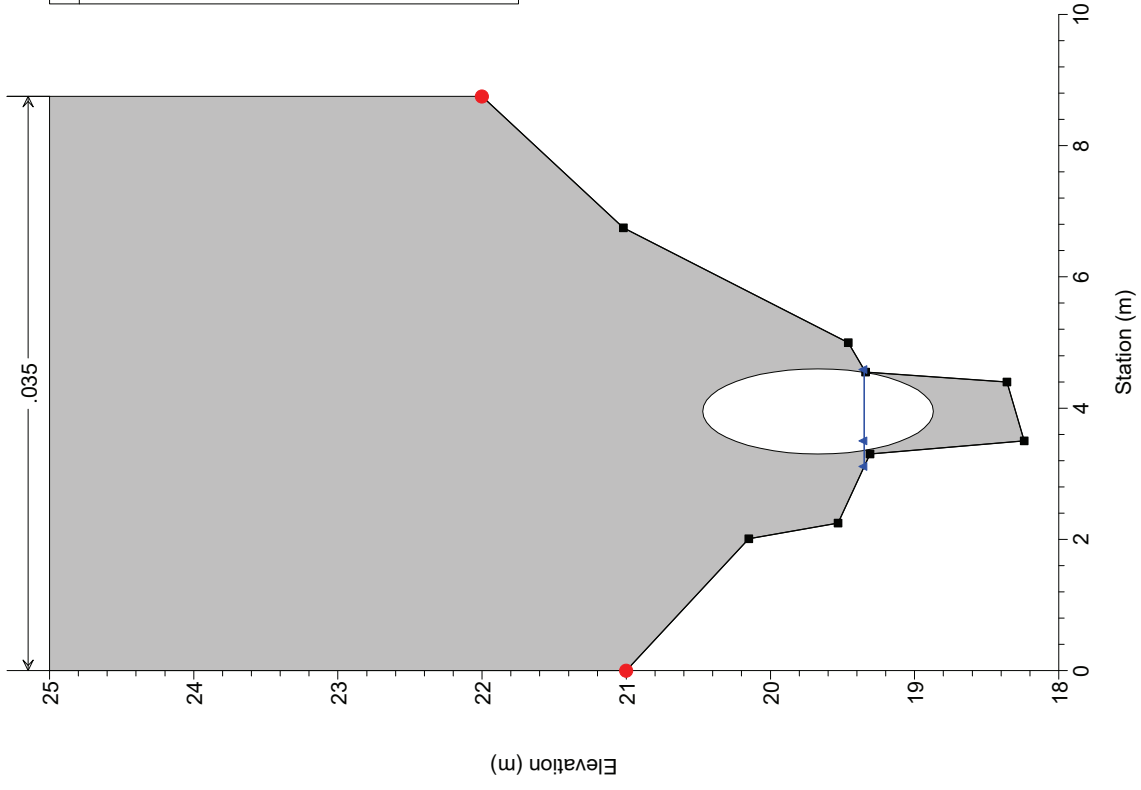
Fano_Fosso_Chiaruccia_rev sett18

RS = 25 Culiv

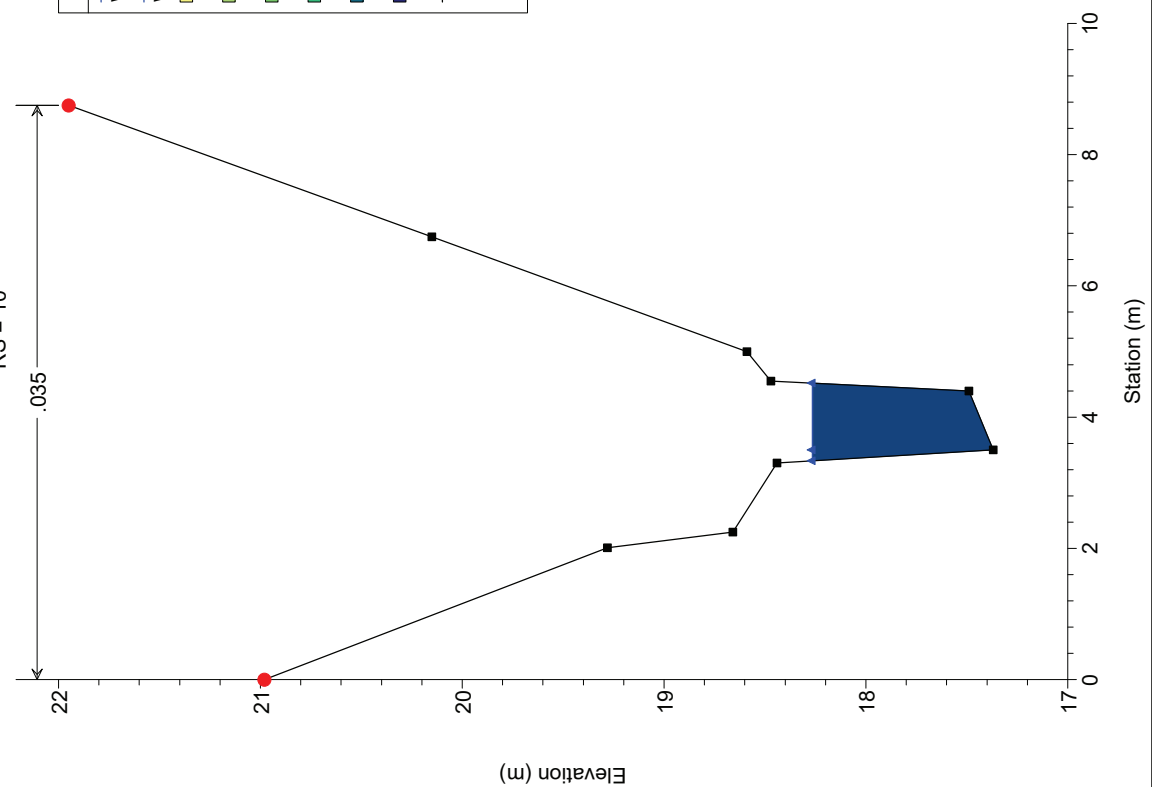


Fano_Fosso_Chiaruccia_rev sett18

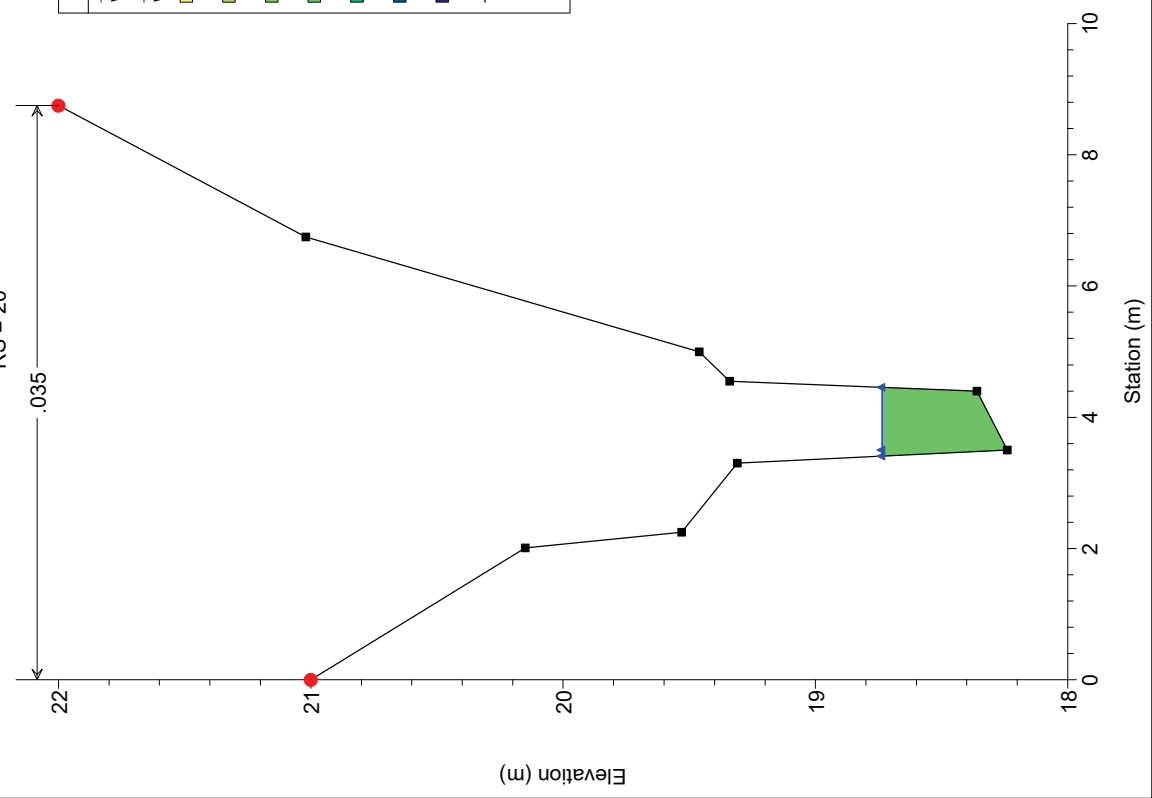
RS = 25 Culiv



Fano_Fosso_Chiaruccia_rev sett18
RS = 10

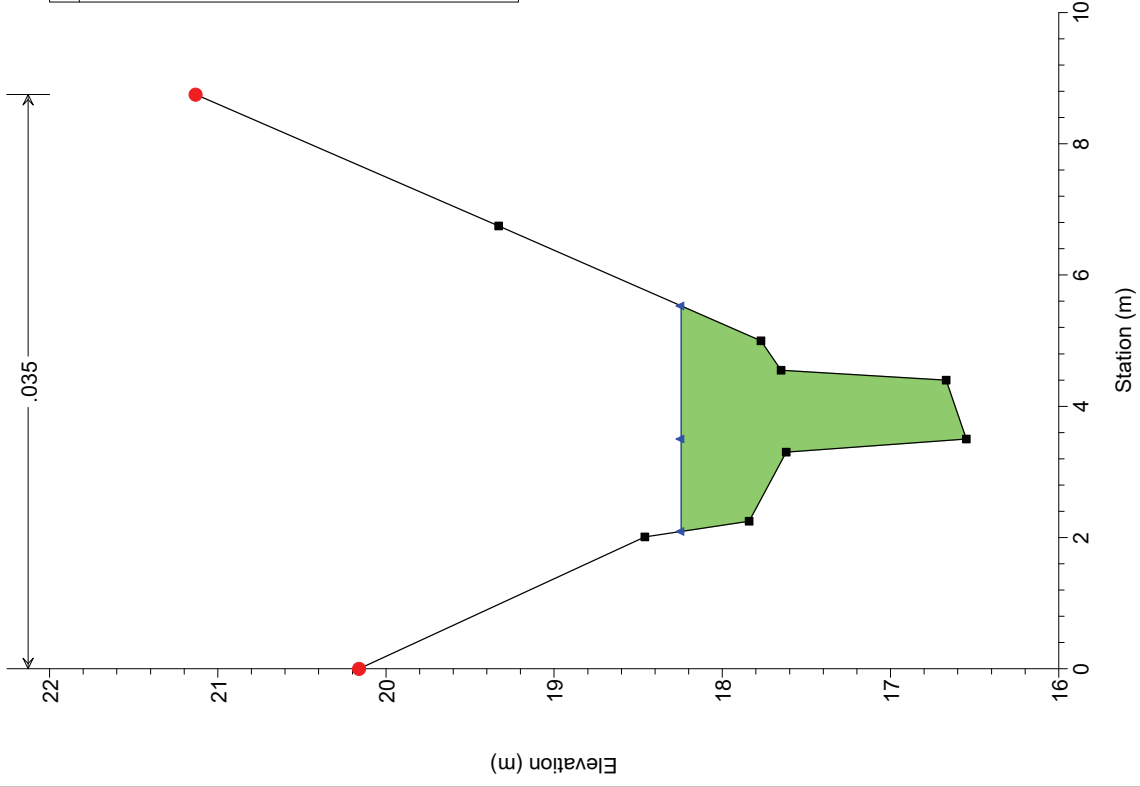


Fano_Fosso_Chiaruccia_rev sett18
RS = 20

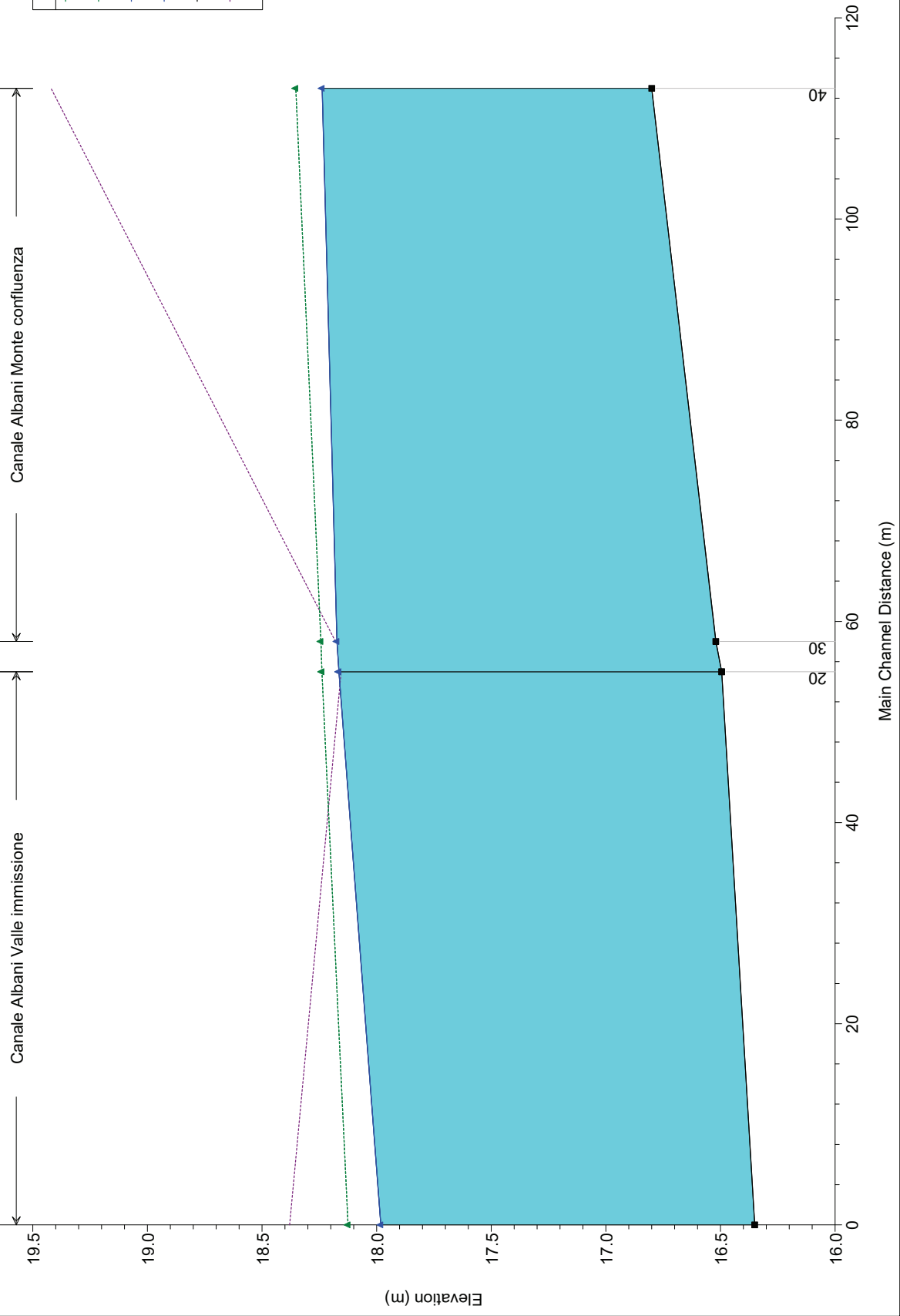


Fano_Fosso_Chiaruccia_rev sett18

RS = 1



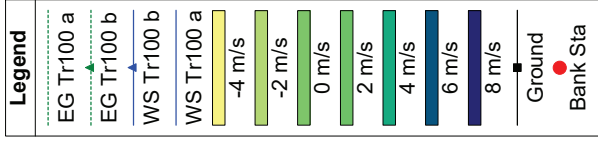
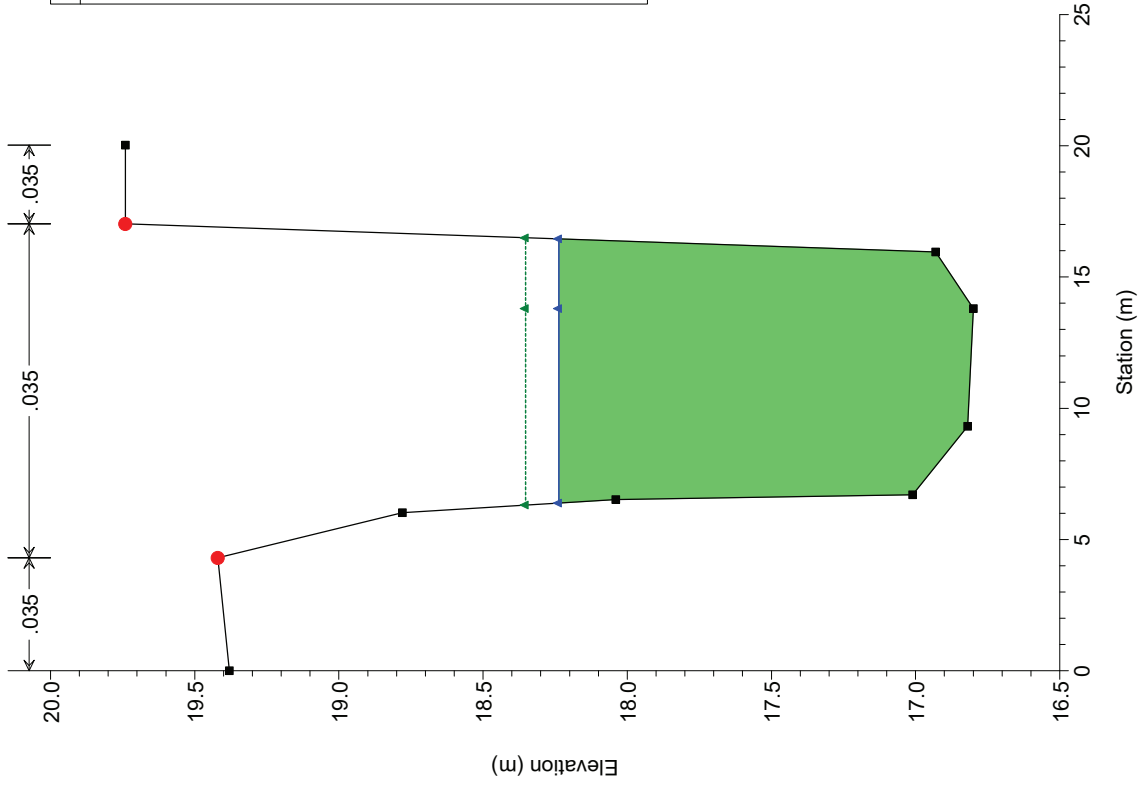
Fano_Fosso_Chiaruccia_rev sett18



Legend	
EG Tr100 a	(Green dotted line)
EG Tr100 b	(Green dashed line)
WS Tr100 b	(Blue solid line)
WS Tr100 a	(Black solid line)
Ground	(Black solid line)
LOB	(Purple dotted line)

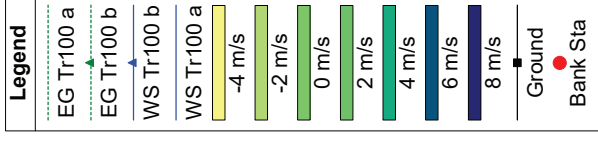
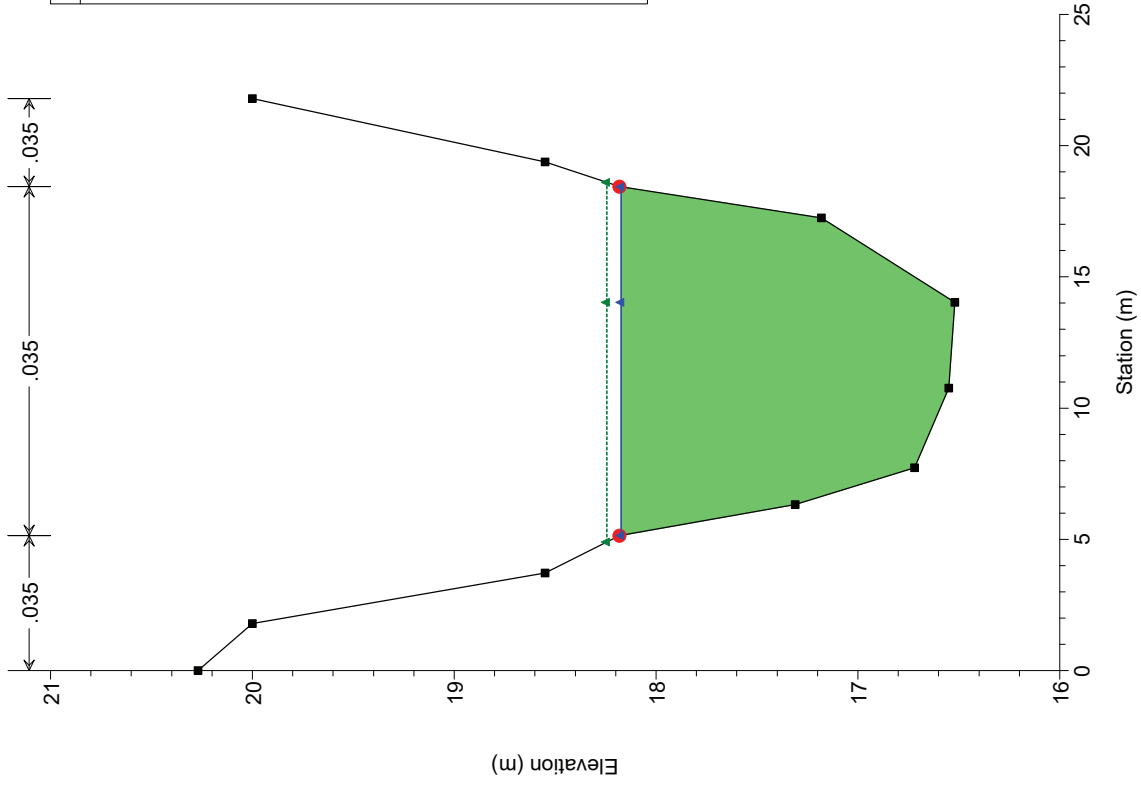
Fano_Fosso_Chiaruccia_rev sett18

RS = 40

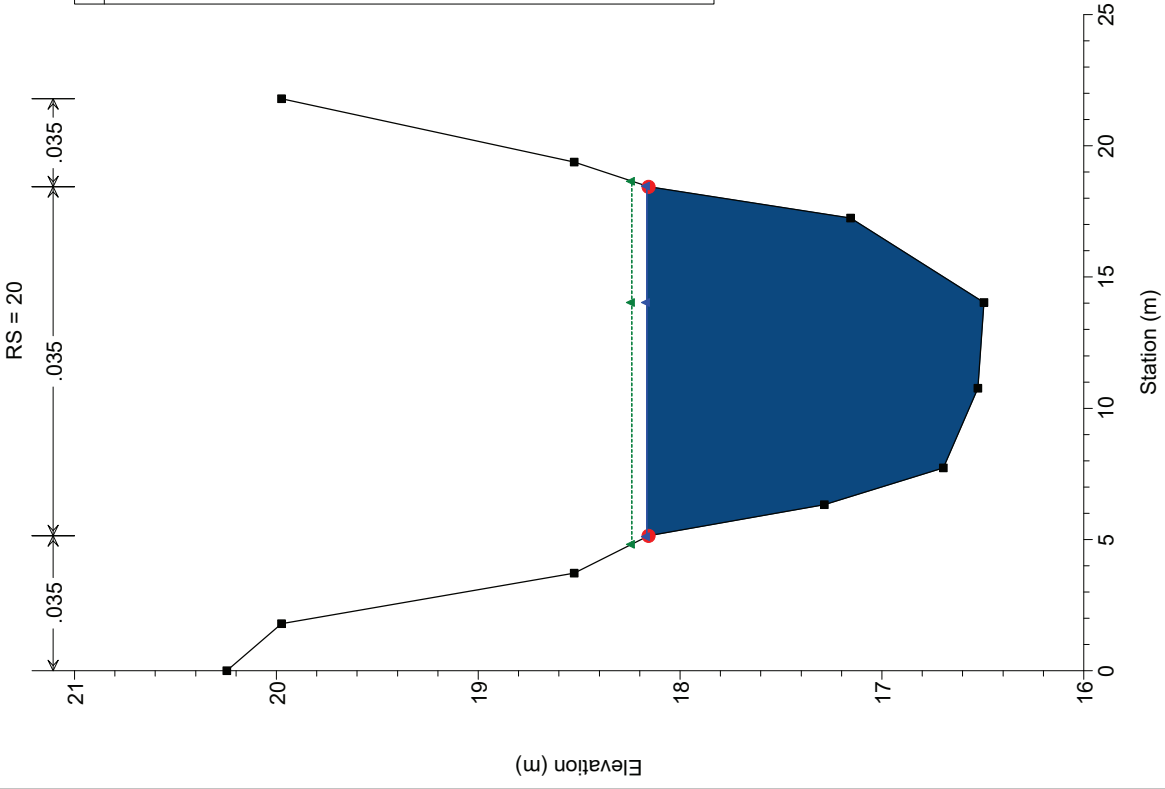


Fano_Fosso_Chiaruccia_rev sett18

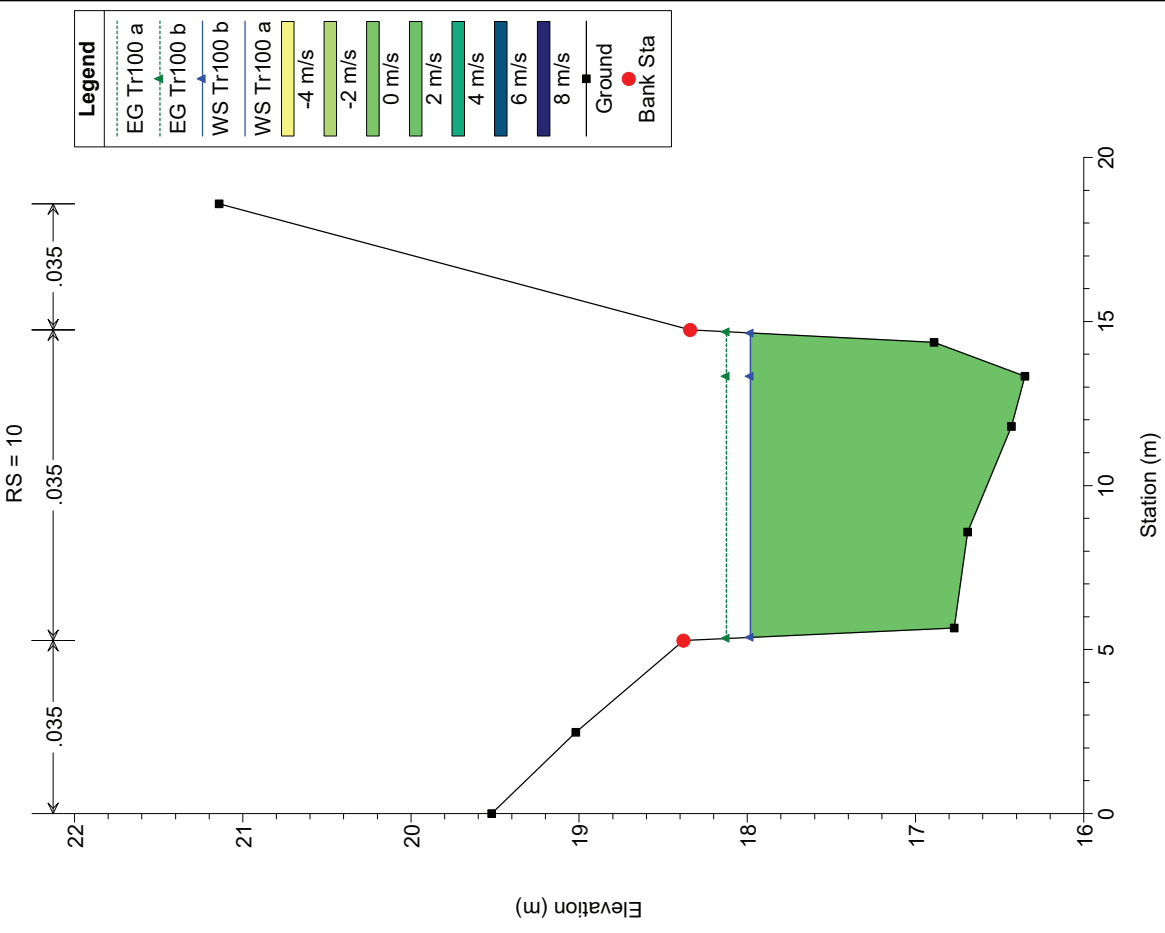
RS = 30



Fano_Fosso_Chiaruccia_rev sett18



Fano_Fosso_Chiaruccia_rev sett18





REGIONE MARCHE – L.R. 22 DEL 23/11/2011, ART. 10
COMPATIBILITA' IDRAULICA DELLE TRASFORMAZIONI TERRITORIALI

DGR N. 53 DEL 27/01/2014

**ASSEVERAZIONE SULLA
COMPATIBILITA' IDRAULICA DELLE TRASFORMAZIONI TERRITORIALI**
(Verifica di Compatibilità Idraulica e/o Invarianza Idraulica)

Il sottoscritto SARDELLA CLAUDIO

nato a SERRA SAN QUIRICO il 31-08-1955
residente a ANCONA in via TIRABOSCHI n. 22
in qualità di: Libero professionista in possesso di laurea in INGEGNERIA CIVILE

incaricato, nel rispetto delle vigenti disposizioni che disciplinano l'esercizio di attività professionale,
dal COMUNE DI FANO in data 06-07-2018 con Disciplinare n. reg. 1182/2018,



di redigere la Verifica di Compatibilità Idraulica del seguente strumento di pianificazione del territorio, in grado di modificare il regime idraulico:
REALIZZAZIONE DI UNA STRUTTURA SANITARIA IN UN'AREA DI PROPRIETA' COMUNALE IN LOCALITA' CHIARUCCIA NEL COMUNE DI FANO



di definire le misure compensative rivolte al perseguimento dell'invarianza idraulica, per la seguente trasformazione/intervento che può provocare una variazione di permeabilità superficiale:
REALIZZAZIONE DI UNA STRUTTURA SANITARIA IN UN'AREA DI PROPRIETA' COMUNALE IN LOCALITA' CHIARUCCIA NEL COMUNE DI FANO



DICHIARA / DICHIARANO

- di aver redatto la Verifica di Compatibilità Idraulica prevista dalla L.R. n. 22/2011 conformemente ai criteri e alle indicazioni tecniche stabilite dalla Giunta Regionale ai sensi dell'art. 10, comma 4 della stessa legge.
- che la Verifica di Compatibilità Idraulica ha almeno i contenuti minimi stabiliti dalla Giunta Regionale.
- di aver ricercato, raccolto e consultato le mappe catastali, le segnalazioni/informazioni relativi a eventi di esondazione/allagamento avvenuti in passato e dati su criticità legate a fenomeni di esondazione/allagamento in strumenti di programmazione o in altri studi conosciuti e disponibili.
- che l'area interessata dallo strumento di pianificazione
- non ricade / ricade parzialmente / ricade integralmente, nelle aree mappate nel Piano stralcio di bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI - ovvero da analoghi strumenti di pianificazione di settore redatti dalle Autorità di Bacino/Autorità di distretto).
- di aver sviluppato i seguenti livelli/fasi della Verifica di Compatibilità Idraulica:
- Preliminare;
 - Semplificata;
 - Completa.
- di avere adeguatamente motivato, a seguito della Verifica Preliminare, l'esclusione dai successivi livelli di analisi della Verifica di Compatibilità Idraulica.
- di avere adeguatamente motivato l'utilizzo della sola Verifica Semplificata, senza necessità della Verifica Completa.
- in caso di sviluppo delle analisi con la Verifica Completa, di aver individuato la pericolosità idraulica che contraddistingue l'area interessata dallo strumento di pianificazione secondo i criteri stabiliti dalla Giunta Regionale.
- che lo strumento di pianificazione/trasformazione/intervento ricade nella seguente classe (rif. Tab. 1, Titolo III, dei criteri stabiliti dalla Giunta Regionale) – barrare quella maggiore:
- trascurabile impermeabilizzazione potenziale;
 - modesta impermeabilizzazione potenziale;
 - significativa impermeabilizzazione potenziale;
 - marcata impermeabilizzazione potenziale.
- di aver definito le misure volte al perseguimento dell'invarianza idraulica, conformemente ai criteri stabiliti dalla Giunta Regionale ai sensi dell'art. 10, comma 4 della stessa legge.
- che la valutazione delle misure volte al perseguimento dell'invarianza idraulica ha almeno i contenuti minimi stabiliti dalla Giunta Regionale.
- che le misure volte al perseguimento dell'invarianza idraulica sono quelle migliori conseguibili in funzione delle condizioni esistenti, ma inferiori a quelli previsti per la classe di appartenenza (rif. Tab. 1, Titolo III), ricorrendo le condizioni di cui al Titolo IV, Paragrafo 4.1.



ASSEVERA / ASSEVERANO



la compatibilità tra lo strumento di pianificazione e le pericolosità idrauliche presenti, secondo i criteri stabiliti dalla Giunta Regionale ai sensi dell'art. 10, comma 4 della stessa legge.



che per ottenere tale compatibilità sono previsti interventi per la mitigazione della pericolosità e del rischio, dei quali è stata valutata e indicata l'efficacia.



la compatibilità tra la trasformazione/intervento previsto e il perseguimento dell'invarianza idraulica, attraverso l'individuazione di adeguate misure compensative, secondo i criteri stabiliti dalla Giunta Regionale ai sensi dell'art. 10, comma 4 della stessa legge.

Ancona, 08-10-2018

Il dichiarante

Ing. Claudio Sardella