COMUNE DI VADO LIGURE
Provincia di Savona

Committente
Pogliano Impresa Costruzioni

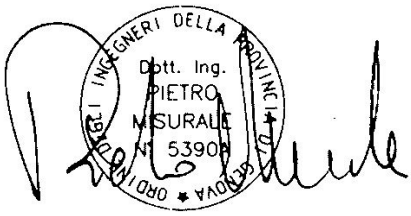
Titolo:
DISCARICA DI INERTI LIN LOC. PRIA TECCI
PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DEL 1° E 2° LOTTO DI AMPLIAMENTO

Livello di Progetto
Studio

Oggetto:

RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA

Firme:



CODICE PROGETTO
P103-07

NOME FILE
P103-07-I-RE-IDR-001-B

Rev.	Modifiche/Revisioni	Redatto	Data	Contr./Appr.	Data
A	PRIMA EMISSIONE	DR MI	24/03/09	PM	24/03/09
B	INTEGRAZIONI A SEGUITO RICHIESTE REGIONE LIGURIA	MI	10/06/13	PM	13/06/13

E' vietata a norma di legge la riproduzione, anche parziale, non autorizzata di questo documento

ITEC engineering S.r.l.
SEDE LEGALE E UFFICI
19038 SARZANA LA SPEZIA
Via Cisa, 136 C
TEL. +39 0187 610532 • FAX +39 0187 610775
UFFICI
16129 GENOVA
Via Antonio Cecchi, 7/9
TEL. +39 010 5959690 • FAX +39 010 5848355
PARTITA IVA 01236860118
info@itec-engineering.it

INDICE

1 PREMESSA 2

2 DESCRIZIONE DELL'AREA DI INTERVENTO 2

3 ASPETTI NORMATIVI 3

4 PLUVIOMETRIA 6

4.1 PIOGGE MENSILI E ANNUE 6
4.2 PIOGGE DI MASSIMA INTENSITÀ E BREVE DURATA 8

5 INTERVENTI PREVISTI 12

6 VERIFICHE IDRAULICHE 14

6.1 PORTATE DI RIFERIMENTO 14
6.2 METODOLOGIA DI CALCOLO 15
6.3 RISULTATI 18
6.4 VERIFICA STATICA RIO TECCI TRATTO DI VALLE 23

7 ACQUE DI INFILTRAZIONE 25

8 STIMA DEL TRASPORTO SOLIDO 26

ALLEGATO A: VERIFICHE IDRAULICHE
ALLEGATO B: DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

1 PREMESSA

La presente relazione fa parte del *Progetto definitivo per la realizzazione del 1° e 2° lotto di ampliamento della discarica di inerti località Pria Tecci* in Comune di Vado Ligure (SV), e tiene conto delle richieste di integrazione della Regione Liguria Settore Valutazione Impatto Ambientale (rif. V296 - Class/fasc. 2012/G13.17.2/21).

In particolare la relazione contiene la verifica e il dimensionamento idraulico delle opere connesse all'ampliamento della discarica di inerti.

L'area è ubicata in corrispondenza della galleria Fornaci dell'autostrada dei fiori A10 Genova-Ventimiglia (vedi Allegato 1); l'intervento interferisce con il reticolo idrografico minore del bacino del torrente Segno.

Le opere previste sono finalizzate al corretto smaltimento delle acque superficiali con particolare riferimento al ripristino della funzionalità idraulica del rio Tecci mediante nuova inalveazione a cielo aperto lungo il bordo occidentale della discarica e alla realizzazione di un nuovo canale di gronda lungo il perimetro orientale della stessa.

Per maggior salvaguardia ambientale l'intervento prevede inoltre la realizzazione di una vasca di sedimentazione a monte della confluenza con il corso d'acqua naturale, in modo da mitigare gli effetti di torbidità dell'acqua in occasione di eventi meteoclimatici significativi durante le fasi di coltivazione della discarica.

2 DESCRIZIONE DELL'AREA DI INTERVENTO

L'area oggetto di intervento è ubicata in Comune di Vado Ligure in corrispondenza della galleria Fornaci dell'Autostrada dei Fiori A10 Genova-Ventimiglia.

Il reticolo idrografico interferente con l'ampliamento della discarica è costituito dal rio Tecci che, in corrispondenza della confluenza con il rio principale, affluente di destra del torrente Segno, sottende un bacino di 0.32 km². Il bacino presenta una forma allungata assimilabile ad un rettangolo con il lato più lungo orientato in direzione NO-SE.

L'asta principale è a cielo aperto fino al limite della discarica ed è tombinata per il tratto di valle fino alla confluenza nel rio principale, subito a valle dell'attraversamento di Via Lazio (vedi Allegato 2).

Il rivo, in corrispondenza del piede della discarica, sottende un bacino di 0.25 km² compreso tra le quote di 430 m s.l.m. e 110 m s.l.m. circa, mentre a monte della discarica sottende un bacino di 0.17 km² compreso tra le quote di 430 m s.l.m. e 175m s.l.m. circa.

In corrispondenza dell'inizio della discarica è presente uno scolmatore che, in caso di messa in pressione della tombinatura, convoglia le acque in due tubi DN 1000 che sottopassano il viadotto autostradale e confluiscono nel rio principale.

Inoltre al confine Nord-Ovest dell'attuale discarica è presente un canale di gronda che drena un'area pari a 0.04 km².

Negli Allegati 3A e 3B sono riportati i limiti dei bacini idrografici.

L'area non risulta urbanizzata e risulta caratterizzata dalla presenza di vegetazione arborea ed arbustiva.

3 ASPETTI NORMATIVI

La normativa idraulica di riferimento è costituita dal Piano di Bacino Stralcio sul rischio idrogeologico del torrente Segno[1] e dal Regolamento Regionale n° 3 del 14/07/2011[2].

Nella carta della rete idrografica significativa allegata al Piano (vedi figura 2.1) Il rio Tecci è indicato come corso d'acqua demaniale e/o avente significativa rilevanza idraulica.

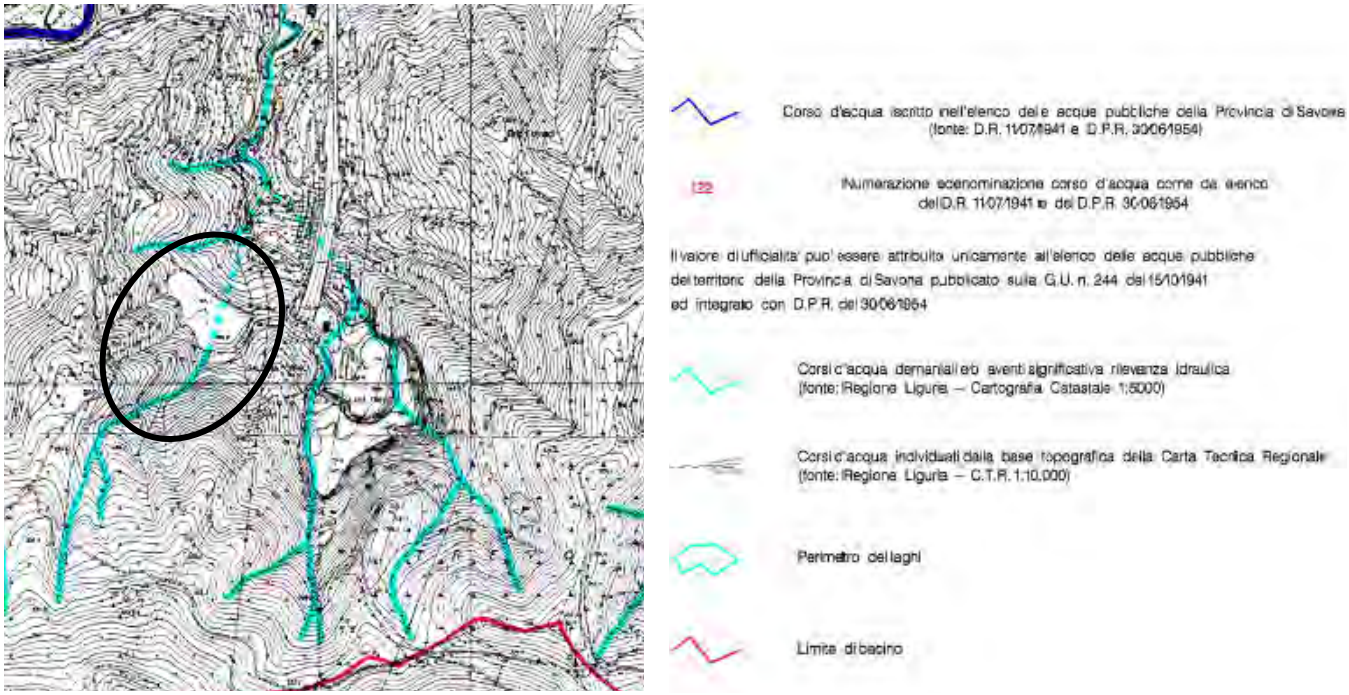


Figura 3.1 - Estratto Carta del reticolo idrografico - Piano di Bacino t. Segno

Inoltre il rio fa parte del reticolo idrografico regionale come mostra l'estratto della *Carta del reticolo Idrografico Regionale*[3] di seguito riportato.

---

1 Approvato con Delibera del Consiglio Provinciale n.47 del 25/11/2003 e s.m.i.

2 *Disposizioni in materia di tutela delle aree di pertinenza dei corsi d'acqua*, attuativo della DGR 1360/2010.

3 DGR 1449 del 30/11/2012: Art. 91, c. 1bis L.R. n.18/1999 riordino del reticolo idrografico regionale. Indizione inchiesta pubblica.

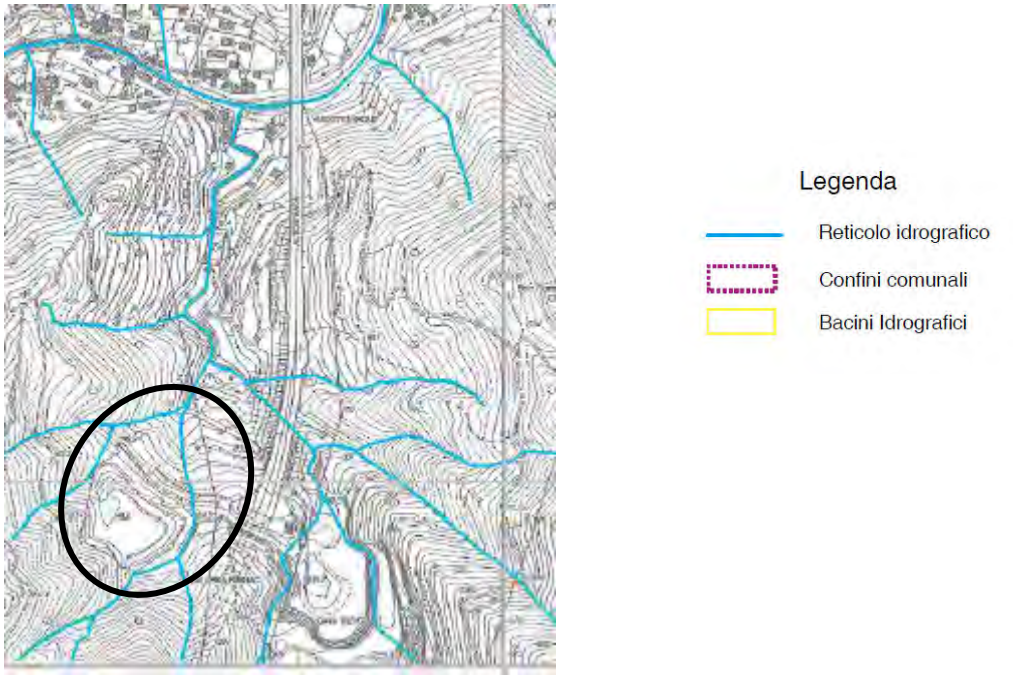


Figura 3.2 – Estratto Carta del reticolo idrografico Regionale

L'art. 3 del Regolamento suddivide i corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrografico in classi in funzione dell'estensione del bacino sotteso secondo lo schema seguente.

Superficie sottesa [km^2]	**Classificazione**
S > 1	Corso d'acqua di 1° livello
0.25 ≤ S ≤ 1	Corso d'acqua di 2° livello
0.25 < S < 0.1	Corso d'acqua di 3° livello
S ≤ 0.1	Corso d'acqua minuto

Tabella 3.I

In base a tale classificazione l'art. 4 stabilisce, per i corsi d'acqua "indagati" (che sono stati oggetto di studio idraulico specifico) le seguenti fasce di inedificabilità assoluta dai limiti dell'alveo o, se più esterno, dal limite demaniali.

Classificazione	**Fasce di tutela [m]**	
	Fuori centro urbano	**All'interno del centro urbano**
Corso d'acqua di 1° livello	10	5
Corso d'acqua di 2° livello	10	3
Corso d'acqua di 3° livello	10 - 5	3
Corso d'acqua minuto	3	3

Tabella 3.II

Secondo quanto sopra il rio Tecci, che sottende un bacino di 0.32 km^2, rientra tra i corsi d'acqua di secondo livello, per i quali è stabilita una fascia di inedificabilità assoluta dai limiti dell'alveo pari a 10 m, riducibile sino a 3 m all'interno del perimetro dei centri urbani, fatti salvi gli interventi sulla viabilità, purché a raso.

Rispetto a quanto già stabilito dal Piano di Bacino il Regolamento riformula i franchi minimi ammissibili tra il livello di piena e la sommità degli argini e l'intradosso dei ponti,e i parametri di scabrezza da assumere nelle verifiche idrauliche.

Per i corsi d'acqua di secondo livello i franchi non devono essere inferiori al valore maggiore tra:

- il carico cinetico della corrente definito come $U^2/2g$, dove U è la velocità media della corrente (m/s) e g l'accelerazione di gravità (m/s^2);
- i valori di seguito riportati:

I.	argini e difese spondali	cm 50/100
II.	ponti e similari sino a 12 m	cm100/150
III.	coperture o tombinature, ponti e similari oltre m 12	cm150/200

Per le opere di cui al punto III, nel caso di modesta rilevanza dell'opera e bacini sistemati, il franco può essere derogato dall'amministrazione competente a valori inferiori.

Sui corsi d'acqua del reticolo regionale non sono ammesse tombinature e coperture, salvo il caso, previa autorizzazione della Provincia, di quelle atte ad ovviare a situazioni di pericolo e a garantire la pubblica e privata incolumità.

Per le coperture ammesse la normativa stabilisce che le stesse devono garantire sezioni di deflusso minime di 2.0x2.0 m per i corsi d'acqua di primo e secondo livello.

Il Regolamento fornisce inoltre le indicazioni per la scelta del coefficiente di scabrezza da utilizzare nelle verifiche idrauliche, che devono essere desunti dalla seguente tabella:

Descrizione	**Coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler**
Tratti di corsi d'acqua naturali con salti, rocce o vegetazione anche arbustiva-arborea in alveo	25-30
Corsi d'acqua naturali con vegetazione e movimento di materiale sul fondo	30-35
Tratti urbanizzati di corsi d'acqua naturali con argini cementati (e/o platee) in buono stato	35-40
Corso d'acqua con fondo ed argini totalmente cementati in ottimo stato ed assenza di manufatti o discontinuità	40-45

Tabella 3.III

4 PLUVIOMETRIA

Per la determinazione delle portate delle acque meteoriche afferenti all'area d'intervento e delle acque di drenaggio dell'ammasso, sono stati raccolti i dati pluviometrici della stazione del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale di Montagna, che è quella più vicina all'area e dispone di una robusta serie storica di osservazioni.

4.1 PIOGGE MENSILI E ANNUE

Per la stazione di Montagna sono disponibili i dati di precipitazione mensile ed annua per il periodo dal 1926 al 1950 (25 anni) riportati nella tabella 4.I.

Dall'osservazione dei dati si nota come la piovosità media mensile presenti un andamento del tipo bimodale con un massimo più pronunciato in autunno (199 mm a novembre), uno più contenuto a primavera (142 mm a maggio), e un minimo assoluto in estate (38 mm a luglio).

La piovosità media annua è pari a 1386 mm con un minimo di 792 mm nel 1944 ed un massimo di 2560 mm nel 1926.

29 — Stazione: **MONTAGNA** (Pr) — Bacino principale: **QUILIANO**

Lat. N. 44° 17'; *Long.* (Mer. Roma) 4° 05' W; *m* s. m. 256

ANNO	Gennaio		Febbraio		Marzo		Aprile		Maggio		Giugno		Luglio		Agosto		Settem.		Ottobre		Novem.		Dicem.		ANNO	
	mm	giorni piovosi	mm	giorni piovosi	mm	giorni piovosi	mm	giorni piovosi	mm	giorni piovosi	mm	giorni piovosi	mm	giorni piovosi	mm	giorni piovosi	mm	giorni piovosi	mm	giorni piovosi	mm	giorni piovosi	mm	giorni piovosi	mm	giorni piovosi
1921	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
1922	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
1923	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
1924	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
1925	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
1926	78	4	190	5	72	6	91	6	358	8	52	4	111	9	10	1	331	5	343	7	863	9	61	3	2560	67
1927	51	3	65	5	180	6	29	2	12	1	45	2	11	7	1	0	71	4	82	4	144	6	201	17	892	57
1928	163	7	2	1	292	16	99	10	187	7	24	6	65	2	22	3	67	9	477	10	275	7	9	3	1682	81
1929	118	9	3	2	8	4	149	9	109	9	8	4	8	2	148	6	223	7	515	10	69	7	245	9	1603	78
1930	428	12	132	13	168	11	233	15	126	8	57	8	37	6	7	3	158	7	69	5	51	5	92	7	1558	102
Medie	**168**	**7**	**78**	**5**	**144**	**9**	**120**	**8**	**159**	**7**	**37**	**5**	**46**	**6**	**38**	**3**	**170**	**5**	**297**	**7**	**280**	**7**	**122**	**8**	**1659**	**77**
1931	36	6	51	4	194	7	53	4	351	15	5	2	4	1	120	5	44	5	268	8	351	13	10	3	1487	73
1932	127	6	14	3	184	8	131	11	125	10	126	8	235	8	30	1	174	8	69	8	69	7	283	11	1567	89
1933	72	7	27	3	100	5	32	4	96	4	357	10	14	3	11	2	372	11	95	9	439	15	97	12	1712	85
1934	41	5	157	6	348	15	224	15	80	9	169	7	33	5	207	6	83	5	5	1	617	12	185	9	2149	95
1935	64	4	102	5	57	5	102	9	138	13	22	4	36	5	159	8	23	1	380	15	327	13	299	11	1709	93
1936	408	18	135	9	330	10	258	18	174	10	251	4	17	3	33	2	190	7	26	6	286	8	101	7	2209	102
1937	157	7	90	4	402	15	217	6	102	7	124	4	22	7	11	1	203	7	401	14	197	6	100	8	1936	86
1938	3	3	29	3	0	0	18	4	222	10	41	4	15	2	42	6	354	8	53	6	99	4	67	6	943	58
1939	167	12	107	3	12	3	96	7	173	17	12	4	3	1	70	8	96	5	95	10	90	3	130	8	1051	81
1940	21	1	46	6	62	7	56	8	245	11	111	11	14	3	75	1	32	7	109	10	225	10	9	3	1005	78
Medie	**110**	**7**	**76**	**5**	**169**	**7**	**119**	**9**	**170**	**10**	**122**	**6**	**39**	**4**	**76**	**4**	**157**	**6**	**150**	**9**	**261**	**9**	**128**	**8**	**1577**	**84**
1941	161	9	180	10	106	6	202	11	206	12	116	8	79	4	44	3	92	3	44	6	112	8	1	0	1343	80
1942	15	1	88	9	62	8	128	12	136	9	36	6	12	5	41	6	156	10	128	5	7	4	116	8	925	83
1943	45	6	46	9	108	8	100	2	130	6	-4	2	16	4	47	4	136	10	140	9	145	7	193	10	1110	77
1944	0	0	81	3	12	3	115	3	36	3	80	3	31	1	14	1	61	3	311	13	28	2	23	2	792	37
1945	48	3	0	0	60	2	13	1	3	2	0	0	19	1	102	4	61	1	156	6	132	2	441	6	1035	28
1946	26	2	1	0	397	9	129	4	57	2	62	9	34	4	83	5	32	2	56	3	92	10	17	3	986	53
1947	15	2	131	10	163	16	24	3	108	10	22	3	9	2	28	5	182	9	315	7	84	3	130	6	1211	76
1948	238	9	14	2	12	1	219	9	167	10	10	3	57	3	75	4	93	6	152	5	1	0	28	6	1066	58
1949	178	4	12	1	68	3	74	3	178	10	103	6	69	2	1	0	65	3	55	5	191	8	63	2	1057	47
1950	21	2	185	5	49	6	211	7	36	5	5	1	4	1	1	1	112	5	54	4	162	7	221	11	1061	55
Medie	**75**	**4**	**71**	**5**	**104**	**6**	**121**	**6**	**106**	**7**	**44**	**4**	**33**	**3**	**44**	**3**	**99**	**5**	**141**	**6**	**95**	**5**	**123**	**5**	**1059**	**59**
Medie generali	**107**	**6**	**76**	**5**	**138**	**7**	**120**	**7**	**142**	**8**	**74**	**5**	**38**	**4**	**55**	**4**	**136**	**6**	**176**	**7**	**199**	**7**	**125**	**7**	**1386**	**73**

Tabella 4.I

4.2 PIOGGE DI MASSIMA INTENSITÀ E BREVE DURATA

Per la stazione di Montagna sono disponibili, in forma discontinua le precipitazioni massime annuali con durate di 1, 3, 6, 12, 24 ore per il periodo dal 1935 al 1989 riportati nella seguente tabella.

	Altezze di pioggia masime annuali [mm]				
Anno	**1h**	**3h**	**6h**	**12h**	**24h**
1935	46	55	67	82	108
1936	57	170	194	212,4	238
1937	58,4	110	114,2	133	152,2
1939	22	37,4	52,8	62	77
1940					
1941	46	60,2	68	87,8	94,4
1942	35,8	48	50	69,8	83,2
1951	35,6	43	75,2	88,4	104,2
1955	27,8	28,8	32	61,2	86,2
1956	22,4	33	56	92,8	122,2
1957	34	57	101	153,2	183,8
1958	34,2	45	88	109	125
1959	48	67,6	84,4	115,6	168
1960	42,6	65,6	84,6	113,4	122
1961	80	139,8	149,2	155,8	157,4
1962	25,2	45	54	101,6	102
1963	31,2	33,4	42,6	59	69
1965	28	62	93	114,6	181
1966	25	43,8	66	94,8	119
1967	33,4	48	61,4	93,4	103,2
1968	42	79	95,2	165	217
1969	18	40	59	94	147
1970	60	154	178	238	289
1971	34	90	113	134	177,4
1972	44,4	46,4	58,6	91	161
1973	31,8	65	82	108,4	110,8
1974	30	53	66	71,8	74,6
1975	33	74	106	121,8	125
1976	20	50	60,2	75,5	87,2
1977	50	100	137	157,6	182
1978	34,4	34,8	40,2	64,4	105,2
1979	22,6	51,2	76	88,2	88,2
1980	15,8	40,6	66,8	92,8	108,4
1982	51,2	80,4	108,4	135,8	135,8
1983	11,6	23	43,4	61,4	95,8
1984	21,6	35,8	47	60,4	93,8
1985	17,4	32,6	50,4	68,6	100
1986	16,4	29,8	35,2	35,2	49,2
1987	19,8	51,2	67	95,4	102,2
1988	34,8	67,8	91,8	123,6	166,2
1989	43	84,8	95,2	102	144,2

Tabella 4.II

Analisi statistica

I valori delle precipitazioni intense così raccolti hanno fornito la base dell'analisi probabilistica, finalizzata alla determinazione delle curve di probabilità pluviometrica per durate da 1 a 24 ore e inferiori ad un'ora per assegnati periodi di ritorno.

Le elaborazioni sono state condotte regolarizzando le altezze di pioggia massime annuali per ciascuna durata utilizzando diverse leggi probabilistiche ed individuando quella che meglio si adatta a rappresentare il fenomeno. In particolare, indicando con *h[mm]* la variabile altezza di pioggia, con *P(h)* la sua probabilità cumulata, con *m(h)* la media e con *s(h)* lo scarto quadratico medio, sono state utilizzate:

Distribuzione asintotica del massimo valore del tipo I (di Gumbel):

$$P(h) = \exp[-\exp[-a * (h-u)]]$$

con:

$$a = \frac{1.283}{s(h)}$$

$$u = m(h) - \frac{0.577}{a}$$

Distribuzione log-normale a due parametri (di Galton):

$$P(h) = \frac{1}{\sqrt{2 \cdot \pi}} \cdot \int_{-\infty}^{u} e^{-\frac{1}{2} \cdot u^2} \cdot du$$

con:

$$u = a * \ln(h) + b$$

$$a = \left[\ln\left(1 + \left(\frac{s(h)}{m(h)} \right)^2 \right) \right]^{-0.5}$$

$$b = \frac{0.5}{a} - a * \ln(m(h))$$

Distribuzione Gamma a due parametri (di Pearson):

$$P(h) = \frac{\alpha^{\gamma}}{\Gamma(\gamma)} \cdot \int_{0}^{h} e^{-\alpha \cdot h} \cdot h^{\gamma - 1} \cdot dh$$

con:

$$\alpha = \frac{m(h)}{s^2(h)}$$

$$\gamma = \left[\frac{m(h)}{s(h)} \right]^2$$

$$\Gamma(\gamma) = \int_{0}^{\infty} e^{-u} \cdot u^{\gamma - 1} \cdot du$$

Per le serie di ciascuna durata e per ognuna delle tre distribuzioni di probabilità si sono dedotte le stime dei parametri caratteristici utilizzando per la stima di *m(h)* e *s(h)* il metodo

dei momenti e successivamente sono state ricavate le stime delle funzioni di probabilità cumulata *P(h)*. Per il calcolo delle frequenze osservate è stata utilizzata la formula di Gringorten per la stima della "plotting position":

$$F(i) = \frac{i - 0.44}{N + 0.12}$$

dove *i* è il numero d'ordine delle osservazioni e *N* il numero totale delle osservazioni.

Dovendo identificare la distribuzione teorica che porge globalmente la miglior regolarizzazione dei campioni sperimentali si è eseguito il test d'adattamento del chi-quadro (o di Pearson). In particolare per ciascuna durata si è suddiviso il campo d'esistenza della variabile altezza di precipitazione in un numero d'intervalli, tali da rispettare il principio dell'equiprobabilità, in modo che ogni classe individuata contenesse almeno cinque osservazioni sperimentali. I risultati delle verifiche sono riassunti nella tabella seguente in cui per ciascuna distribuzione e per ciascuna durata esaminata sono riportati i valori della variabile χ^2 risultante e della sua probabilità di superamento per le due distribuzioni a *(k-1)* e *(k-1-n)* gradi di libertà, avendo indicato con *k* il numero delle classi e con *n* il numero dei parametri della distribuzione esaminata.

Stazione di: **Montagna**							
Test del CHI-QUADRO			Distribuzione di Gumbel				
Durata	≅²	gradi di lib.	≅² (95%)	P1	gradi di lib.	≅² (95%)	P2
1 ora	8,40	7	14,06	0,298	6	12,59	0,135
3 ore	7,60	7	14,06	0,369	6	12,59	0,179
6 ore	8,00	7	14,06	0,997	6	12,59	0,997
12 ore	8,40	7	14,06	0,298	6	12,59	0,135
24 ore	5,20	7	14,06	0,635	6	12,59	0,392

Stazione di: **Montagna**							
Test del CHI-QUADRO			Distribuzione Log-nornale a due parametri				
Durata	≅²	gradi di lib.	≅² (95%)	P1	gradi di lib.	≅² (95%)	P2
1 ora	12,00	7	14,06	0,100	6	12,59	0,0348
3 ore	2,40	7	14,06	0,934	6	12,59	0,791
6 ore	2,00	7	14,06	0,959	6	12,59	0,849
12 ore	8,40	7	14,06	0,298	6	12,59	0,135
24 ore	5,20	7	14,06	0,655	6	12,59	0,391

Stazione di: **Montagna**							
Test del CHI-QUADRO			Distribuzione Gamma a due parametri				
Durata	≅²	gradi di lib.	≅² (95%)	P1	gradi di lib.	≅² (95%)	P2
1 ora	7,20	7	14,06	0,408	6	12,59	0,206
3 ore	7,20	7	14,06	0,408	6	12,59	0,206
6 ore	1,60	7	14,06	0,978	6	12,59	0,901
12 ore	11,60	7	14,06	0,114	6	12,59	0,041
24 ore	8,40	7	14,06	0,298	6	12,59	0,136

≅²= valore del chi-quadro risultante dal calcolo

≅² (95%)= valore del chi-quadro al livello di significatività 0.05

P1= probabilità di superamento della variabile chi-quadro per K-1 gradi di libertà (K=n° classi)

P2= probabilità di superamento della variabile chi-quadro per K-3 gradi di libertà (K=n° classi)

Tabella 4.III

Dall'analisi dei risultati dei test la condizione di probabilità di superamento della variabile χ^2 superiore a 0.05 (livello di significatività del test, corrispondente alla probabilità di rifiutare l'ipotesi giusta) risulta soddisfatta nella totalità dei casi esaminati.

La distribuzione di probabilità che porge globalmente i valori più bassi della variabile χ^2 è risultata la distribuzione Log-normale a 2 parametri.

Curve di probabilità pluviometrica

Verificata la bontà dell'adattamento delle suddette leggi di probabilità ai valori storici osservati sono state costruite le curve di probabilità pluviometrica per diversi periodi di ritorno nella forma:

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

dove *h[mm]* rappresenta l'altezza di pioggia per la durata *t[ore]* dell'evento, mentre *a* ed *n* sono parametri rappresentativi della stazione.

I valori di *a* e di *n* sono stati ricavati per i tempi di ritorno di 10, 20, 50, 100, 200, anni mediante interpolazione ai minimi quadrati dei valori di *h[mm]* al variare della durata *t[ore]* per ciascun valore del tempo di ritorno *T[anni]*.

Tali curve sono riportate nella tabella e nella figura seguenti.

t	10	20	50	100	200
[min]	[anni]	[anni]	[anni]	[anni]	[anni]
10	29,4	35,1	42,9	49,0	55,3
15	34,4	41,0	50,0	57,0	64,2
20	38,6	45,8	55,7	63,4	71,4
30	45,3	53,6	65,0	73,8	82,9
45	53,1	62,8	75,7	85,8	96,3
60	59,5	70,1	84,4	95,6	107,0
90	69,8	82,1	98,4	111,2	124,2
120	78,2	91,7	109,7	123,8	138,1
150	85,3	100,0	119,4	134,5	149,9
180	91,7	107,3	127,9	144,0	160,3
210	97,4	113,9	135,6	152,5	169,7
240	102,7	119,9	142,6	160,3	178,2
270	107,6	125,5	149,1	167,5	186,1
300	112,1	130,8	155,2	174,2	193,5
330	116,4	135,7	160,8	180,5	200,4
360	120,5	140,3	166,2	186,4	206,9
720	158,3	183,5	216,0	241,4	267,0
1440	208,1	239,9	280,7	312,7	344,6
a	59,48	70,14	84,44	95,56	107,01
n	0,394	0,387	0,378	0,373	0,368

Tabella 4.IV

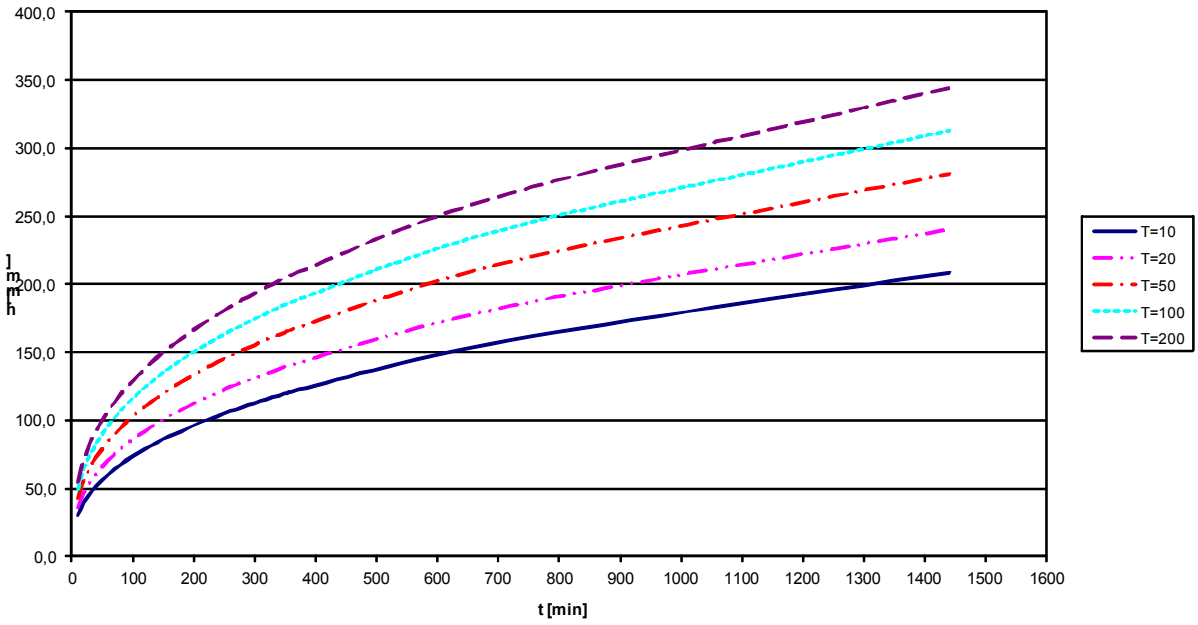


Figura 4.1

5 INTERVENTI PREVISTI

L'ampliamento della discarica di inerti prevede una serie di interventi di sistemazione dei corsi d'acqua interferenti.

Con riferimento allo schema planimetrico dell'Allegato 4, tali interventi consistono sostanzialmente in:

- vasca di sedimentazione sul rio Tecci a monte della discarica;
- deviazione e completo re-inalveamento del rio demaniale in corrispondenza del limite SE della discarica;
- realizzazione di un nuovo canale di gronda sul limite SE della discarica, di fianco al rio Tecci;
- vasca di sedimentazione e campionamento del canale di gronda SE;
- vasca di dissipazione e sedimentazione del rio Tecci a valle della discarica;
- realizzazione di canale a cielo aperto a salti su tratto a forte pendenza a valle della discarica fino alla confluenza in corrispondenza di Via Lazio;
- nuovo manufatto di attraversamento di Via Lazio;
- spostamento canale di gronda in corrispondenza del limite NO della discarica;
- pozzetto di raccolta acque di prima infiltrazione a valle della discarica.

La vasca di sedimentazione e dissipazione di monte ha una sezione rettangolare di dimensioni 2.5x2.5 m per 5.0 m di lunghezza con un dente di 0.5 m all'estremità di valle

atto a dissipare l'energia della corrente in arrivo e nel contempo consentire il deposito del volume solido trasportato dalla corrente.

Il nuovo tracciato del rio deviato sul confine SE della discarica verrà realizzato a cielo aperto con una sezione di forma rettangolare di sezione minima interna netta pari a 1.50x1.50 m.

Il fondo alveo verrà realizzato in livellette con pendenza pari al 7% e con una serie di salti di fondo dell'altezza variabile tra 1.0 m e 1.5 m.

La vasca di sbocco del canale principale sul rio Tecci è suddivisa in due parti.

La prima ha una sezione rettangolare di dimensioni 4.0x3.2 m per 5.0 m di lunghezza con un dente di 0.5 m all'estremità di valle per la cattura del materiale trasportato dalla corrente, la seconda di dimensioni 4.0x3.6 con lunghezza 2.3 m dotata di un setto trasversale con luce di fondo di 0.6 m, atto a dissipare l'energia della corrente in arrivo e favorire il deposito del materiale fine in arrivo da monte e la trattenuta degli eventuali oli o idrocarburi sversati accidentalmente, impedendone lo scarico nel corso d'acqua a valle.

A valle della vasca è prevista la realizzazione di un nuovo canale a cielo aperto e la contestuale dismissione dell'attuale tratto tombinato. Il canale verrà realizzato mediante una serie di salti di fondo sino all'attraversamento di Via Lazio, con sezione rettangolare di dimensioni 2.0x2.0 m.

L'attraversamento di Via Lazio verrà realizzato mediante una struttura scatolare in c.a. delle dimensioni di 2.4x2.2 m per una lunghezza di circa 10 m, che si raccorda con lo scatolare esistente a valle.

Lungo il lato SE, di fianco al rio Tecci, verrà realizzato un canale di gronda che convoglia le acque meteoriche superficiali della parte SE della discarica.

Il canale di gronda avrà una sezione interna netta pari a 1.0x1.0 m con immissione in una vasca di sedimentazione e campionamento con scarico nel rio Tecci.

La vasca di sbocco del canale di gronda SE ha una sezione rettangolare di dimensioni 2.0x1.5 m per 4 m di lunghezza con un dente di 0.5 m all'estremità di valle per la cattura del materiale trasportato dalla corrente e per permettere il campionamento.

Il nuovo canale di gronda sul lato NO della discarica convoglierà le acque del versante che, allo stato attuale, sono raccolte dal canale di gronda esistente, senza modificare la superficie complessiva drenata.

Il canale avrà una sezione interna netta pari a 1.0x1.0 m con immissione nella vasca di sedimentazione esistente con scarico nell'affluente di sinistra del rio Tecci come nello stato attuale.

Il fondo alveo verrà realizzato in due tratti distinti: il primo della lunghezza di 275 m circa con pendenza pari al 7% , il secondo della lunghezza di 200 m circa con pendenza pari al 15% e una serie di salti di fondo dell'altezza di 2.5 m ad interasse di 10 m.

L'ampliamento della discarica è previsto in sei fasi successive di coltivazione. Le fasi prevedono la riprofilatura della discarica attuale con la chiusura definitiva delle attuali banche riprofilate e risagomate secondo il progetto di ampliamento.

Le fasi di coltivazione procederanno da Est verso Ovest e dal basso verso l'alto; in particolare verrà allestita prima la parte Est.

Nelle fasi 1 e 2 è prevista la realizzazione di tutte le opere di regimazione idraulica e la predisposizione dei fondi della nuova discarica.

Le acque meteoriche all'interno dell'area di discarica, saranno captate ed allontanate nel nuovo rio Tecci e nel canale di gronda.

Durante le successive fasi di coltivazione l'allontanando delle acque meteoriche avverrà mediante canalette provvisorie, previste ogni 5 m di avanzamento della coltivazione, ubicate immediatamente a monte dei piazzali di coltivazione.

Le canalette saranno realizzate in terra con sezione trapezia con base minore pari a 0.7 m, base maggiore pari a 1 m e altezza delle sponde pari a 1 m.

Nelle fasi di avanzamento della coltivazione ogni banca avrà una ulteriore canaletta secondaria che recapiterà nel canale di gronda e le canalette in terra principali saranno trasformate in dreni interni alla discarica.

6 VERIFICHE IDRAULICHE

6.1 PORTATE DI RIFERIMENTO

In accordo con le indicazioni del Piano di Bacino ill calcolo della portata di piena 200-ennale è stato effettuato con il metodo proposto dal CIMA, elaborato per conto della Regione Liguria, nel caso di bacini aventi un'area minore di 2 km².

Secondo tale metodologia la portata con tempo di ritorno assegnato è data da:

$$Q_T = K_T A U_{A=2}$$

dove A è la superficie drenata espressa in km^2, $U_{A=2}$ è il contributo unitario per area pari a 2 km^2 espresso in m^{3}s^{-1}km^2, K_T il fattore di frequenza delle portate.

Il coefficiente $U_{A=2}$ è tabellato in funzione del tipo di bacino e della sua posizione geografica.

Nel caso in esame, a fronte di un bacino caratterizzato da un basso grado di urbanizzazione (TIPO C con aree impermeabili fra 5% e 30%), e da una longitudine di 8°23'75'' per il sistema UTM, risulta:

$$K_{T200}= 5.02; \quad K_{T50}= 3.47; \quad U_{A=2}= 5.76\ m^3s^{-1}km^2$$

Le portate di progetto per evento 200-ennale nelle diverse sezioni di chiusura risultano pertanto:

Sezione di chiusura	S [km^2]	Q_{50} [m^3/s]	Q_{200} [m^3/s]
rio Tecci - monte discarica	0.17	3.4	4.9
rio Tecci - valle discarica	0.25	5.0	7.2
rio Tecci - monte via Lazio	0.26	5.2	7.5
rio Tecci - valle via Lazio	0.32	6.4	9.2
canale di gronda NO	0.04	0.8	1.2
Canale di gronda SE	0.034	0.68	0.98
Rio affluente - via Lazio	0.06	1.2	1.7

Tabella 6.I

Per tuti i corsi d'acqua naturali (rio Tecci) e, a favore di sicurezza, anche per il canale di gronda, si è considerata la portata di progetto 200-ennale.

6.2 METODOLOGIA DI CALCOLO

Le verifiche idrauliche delle nuove canalizzazioni, date le modeste dimensioni dei bacini sottesi e le loro caratteristiche geometriche (elevata pendenza e numerosi salti di fondo), sono state effettuate determinando le caratteristiche della corrente sia in condizioni di moto uniforme, sia in condizioni critiche.

La profondità di moto uniforme è stata determinata mediante la formulazione di Chezy:

$$Q = \chi \cdot A \cdot \sqrt{R \cdot i_f}$$

dove *Q [m³/s]* è la portata, χ *[m1/2 s-1]* il coefficiente di attrito, *A [m^2]* l'area della sezione liquida, *R [m]* il raggio idraulico, *if* la pendenza dell'alveo.

Per il calcolo di χ è stata adottata la formula di Manning:

$$\chi = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{1}{6}}$$

dove *n[m-1/3 s]* è il coefficiente dimensionale di scabrezza definito in funzione della natura dell'alveo.

La determinazione della profondità di moto uniforme è stata effettuata per pendenze del fondo sino al 10%, considerato il valore limite per l'applicabilità del metodo.

Le condizioni critiche sono determinabili imponendo uguale a 1 il numero di Froude della corrente:

$$\frac{Q}{A} = \sqrt{g \cdot \frac{A}{b}}$$

dove $Q[m^3/s]$ è la portata, $A[\ m2]$ l'area e $b[m]$ la larghezza della sezione, $g[m/s^2]$ l'accelerazione di gravità.

La verifica idraulica del rio Tecci in corrispondenza dell'attraversamento di Via Lazio è stata effettuata mediante l'ausilio di un *software*[4] per il calcolo dell'andamento dei profili di rigurgito in moto permanente gradualmente variato in alvei naturali o canali artificiali che consente anche la valutazione degli effetti sulla corrente dovuti all'interazione con ponti, tombinature, briglie, stramazzi, aree golenali ecc.,

La determinazione del profilo teorico è ottenuta tramite l'applicazione del cosiddetto *Standard step method* che si basa sulla semplice equazione mono-dimensionale del contenuto energetico della corrente:

$$H_1 - H_2 = h_f + h_e$$

dove $H_1[m]$ ed $H_2[m]$ sono i carichi totali della corrente nelle sezioni di monte e di valle del tronco d'alveo considerato, $h_f[m]$ sono le perdite di carico dovute all'attrito del fondo e delle sponde, mentre $h_e[m]$ è un termine che tiene conto degli effetti dovuti alla non cilindricità della corrente.

In particolare h_f dipende principalmente dalla scabrezza del tratto d'alveo considerato ed è esprimibile come:

$$h_f = j_f \cdot L$$

con j_f pendenza motrice nel tratto di lunghezza $L[m]$.

Il calcolo di j_f è effettuabile con diverse formulazioni, in funzione della pendenza motrice J in corrispondenza delle sezioni d'inizio e fine di ciascun tratto.

Il calcolo del termine J nella singola sezione è effettuato mediante la:

$$J = \left[\frac{Q}{K}\right]^2$$

dove $Q[m^3/s]$ è la portata di calcolo e K (denominato *conveyance*) è ricavabile attraverso la seguente espressione:

[4] HEC-RAS, Hydrologic Engineering Center – US Army Corps of Engineers

$$K = \frac{1}{n} \cdot A \cdot R^{\frac{2}{3}}$$

dove $A[m^2]$ l'area della sezione liquida, $R[m]$ il raggio idraulico e $n[m^{-1/3}\ s]$ è il parametro rappresentativo della scabrezza del fondo e delle sponde di Manning.

Il valore del coefficiente n è determinato secondo la procedura sviluppata da Cowan selezionando le caratteristiche più rilevanti ai fini della quantificazione dell'indice di resistenza.

Il termine h_e dipende invece dalla variazione del carico cinetico della corrente tra le sezioni 1 e 2 dovuta al cambio di geometria delle sezioni stesse ed è a sua volta esprimibile come:

$$h_e = \beta \cdot \left| \alpha_1 \cdot \frac{V_1^2}{2 \cdot g} - \alpha_2 \cdot \frac{V_2^2}{2 \cdot g} \right|$$

dove β è un coefficiente di contrazione o espansione dipendente dalle condizioni geometriche del tratto considerato, V_1 e V_2 $[m/s]$ sono i valori delle velocità medie agli estremi del tronco e α_1 e α_2 sono i coefficienti correttivi dell'energia cinetica.

Il modello consente di suddividere la sezione in più zone in cui assegnare un valore diverso del parametro *n* di scabrezza; in particolare è possibile individuare tre zone principali: quella centrale dell'alveo inciso (denominata *main channel*) e due zone laterali golenali (denominate *right and left overbanks*).

Il programma consente la simulazione del deflusso attraverso ponti e tombinature (*culvert*) mediante la loro schematizzazione geometrica (impalcato, pile, setti, ecc.).

La procedura di calcolo utilizzata consente di simulare il deflusso a pelo libero al di sotto dell'impalcato, il deflusso in pressione al di sotto dell'impalcato e la combinazione del deflusso in pressione e del deflusso con scavalcamento dell'impalcato stesso (funzionamento a stramazzo).

Per il deflusso a pelo libero il modello consente la scelta fra diversi metodi di calcolo quali il metodo del bilancio energetico (*Standard step method*), il metodo dei momenti (*Momentum Balance*), la formula di Yarnell per correnti lente.

Il funzionamento in pressione è simulato mediante la formulazione propria dell'efflusso da luce:

$$Q = C \cdot A \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H}$$

dove $Q[m^3/s]$ è la portata defluita attraverso la luce di area $A[m^2]$, $H[m]$ è il dislivello tra il carico totale di monte ed il pelo libero a valle e C è il cosiddetto coefficiente di efflusso.

Il programma prevede la messa in pressione della struttura quando, secondo la scelta dell'utente, il carico totale o la quota del pelo libero risultano superiori alla quota dell'intradosso dell'impalcato.

Il funzionamento a stramazzo è simulato attraverso la formulazione standard:

$$Q = C \cdot L \cdot H^{\frac{3}{2}}$$

dove $Q[m^3/s]$ è la portata defluita sulla soglia di larghezza $L[m]$ e $H[m]$ è il dislivello tra il carico totale di monte e la quota della soglia e C è il coefficiente di efflusso, variabile in funzione del tipo di stramazzo e del carico sopra la soglia.

Nel caso di funzionamento combinato di moto in pressione con scavalcamento del ponte (stramazzo) l'entità delle portate stramazzanti e defluenti al di sotto dell'impalcato viene determinata attraverso una procedura iterativa combinando le equazioni che regolano i due fenomeni.

Il modello consente inoltre il calcolo del funzionamento in pressione di coperture, scatolari, tombinature e della portata esondata lungo le sponde nei tratti a cielo aperto quando il livello superi le quote di sommità arginale (*lateral structure*).

Nel rispetto dell'equazione di continuità il programma fornisce in quest'ultimo caso per ciascuna configurazione di portata imposta da monte l'entità delle portate esondate per ciascuno stramazzo laterale e la portata residua di valle, con i rispettivi livelli.

6.3 RISULTATI

Rio Tecci – tratto a monte

Trattandosi di corrente veloce, con pendenza minima del canale pari al 7%, la verifica è stata condotta sia in moto uniforme che in condizioni critiche, che rappresenta la situazione più sfavorevole per il caso in esame.

La verifica è stata effettuata nell'ipotesi di sezione rettangolare 1.5x1.5m, *n* pari a 0.025 e portata 200-ennale pari a 7.2 m³/s.

La portata defluisce con un'altezza del pelo libero pari a 0.84 m in corrente veloce con numero di Froude pari a 1.99 e velocità pari a 5.7 m/s circa. Il franco rispetto alle sponde è pari a circa 0.66 m.

La profondità critica è pari a 1.3 m con una velocità di 3.7 m/s; il franco minimo rispetto alla quota di arginatura è pari a circa 0.2 m.

Rio Tecci – tratto a valle

La verifica è stata effettuata nell'ipotesi di sezione rettangolare 2.0x2.0m, *n* pari a 0.025 e portata 200-ennale pari a 7.5 m³/s.

La portata defluisce con un'altezza del pelo libero pari a 0.66 m in corrente veloce con numero di Froude pari a 2.25 e velocità pari a 5.7 m/s circa. Il franco rispetto alle sponde è pari a circa 1.34 m.

La profondità critica, è pari a 1.13 m con una velocità di 3.3 m/s; il franco minimo rispetto alla quota di arginatura è pari a circa 0.9 m.

Canale di gronda SE

Il canale di gronda è stato dimensionato a favore di sicurezza per lo smaltimento della portata 200-ennale.

Trattandosi di corrente veloce, con pendenza minima del canale pari al 7%, la verifica è stata condotta sia in moto uniforme che in condizioni critiche, che rappresenta la situazione più sfavorevole per il caso in esame.

La verifica è stata effettuata nell'ipotesi di sezione regolare 1.0x1.0m con una scabrezza n di Manning paria a 0.025.

La portata 200-ennale defluisce con un'altezza del pelo libero pari a 0.3 m circa in corrente veloce con numero di Froude pari a 2.0 e velocità pari a 3.6 m/s circa.

Il franco rispetto alle sponde è pari a circa 0.7 m.

La profondità critica, sempre per la portata 200-ennale, risulta pari a 0.47 m circa con una velocità di 2.1 m/s; il franco minimo rispetto alla quota di arginatura è pari a circa 0.5 m.

Canale di gronda NO

Il canale di gronda è stato dimensionato a favore di sicurezza per lo smaltimento della portata 200-ennale.

Trattandosi di corrente veloce, con pendenza minima del canale pari al 7%, la verifica è stata condotta sia in moto uniforme che in condizioni critiche, che rappresenta la situazione più sfavorevole per il caso in esame.

La verifica è stata effettuata nell'ipotesi di sezione regolare 1.0x1.0m con una scabrezza n di Manning paria a 0.025.

La portata 200-ennale defluisce con un'altezza del pelo libero pari a 0.33 m in corrente veloce con numero di Froude pari a 2.0 e velocità pari a 3.6 m/s circa.

Il franco rispetto alle sponde è pari a circa 0.7 m.

La profondità critica risulta pari a 0.5 m con una velocità di 2.47 m/s; il franco minimo rispetto alla quota di arginatura è pari a circa 0.5 m.

Attraversamento via Lazio

Il rio Tecci attraversa Via Lazio con una tubazione diametro ϕ1000 per il tratto di monte della lunghezza di circa 10 m. Successivamente, dopo la confluenza con il rio affluente di sinistra, la sezione è ad arco ribassato (larghezza 2.77 m e altezza massima 1.84 m) per circa 4 m, mentre per i successivi 3.4 m circa la sezione è rettangolare (larghezza 2.5 m e altezza 2.08 m circa).

Il nuovo attraversamento è previsto con una sezione rettangolare delle dimensioni interne nette pari a 2.4x2.2 m e pendenza pari all'1%.

Il rio affluente attraversa il primo tratto di Via Lazio con una tubazione diametro ϕ1000, in grado di smaltire la portata 200-ennale (1.7 m^3/s) con un grado di riempimento pari al 75%.

E' stato effettuato il calcolo del profilo di rigurgito in moto permanente gradualmente variato del rio Tecci in corrispondenza dell'attraversamento di Via Lazio per una lunghezza complessiva di circa 18 m.

Ai fini del calcolo è stato assunto un valore del coefficiente di scabrezza equivalente *n* pari a 0.025. Le verifiche sono state effettuate nell'ipotesi di sponde infinite qualora il livello di piena superi le quote di sommità arginali.

I risultati sono riassunti in forma numerica e grafica per lo stato attuale negli elaborati riportati in Allegato A.

Lungo il tratto sono state individuate 5 sezioni numerate da valle verso monte, in funzione delle caratteristiche geometriche e morfologiche dell'alveo (larghezza, pendenza, curve, presenza di manufatti ecc.). L'ubicazione delle sezioni è riportata nella planimetria allegata.

Dato il carattere torrentizio dell'alveo in oggetto il profilo è stato integrato per entrambe le condizioni di corrente veloce (Fr>1) da monte verso valle, e di corrente lenta (Fr<1) da valle verso monte, imponendo quali condizioni al contorno la profondità critica nella sezione di monte e di valle.

Il deflusso della portata 200-ennale avviene in corrente lenta per quasi tutto il tratto, con profondità del pelo libero variabili tra 0.8 m e 1.5 m, velocità comprese tra 2.4 m/s e 4 m/s circa.

Il franco rispetto all'intradosso del nuovo attraversamento è pari a 1 m e circa 0.4 m rispetto alla sommità dell'arco dell'attraversamento esistente; il carico totale della corrente risulta inferiore all'intradosso degli attraversamenti.

Vasca imbocco rio Tecci

E' stata effettuata una verifica dell'altezza massima raggiungibile nell'ipotesi di recupero totale del carico cinetico della corrente.

La profondità critica del canale a valle, con la portata di 4.9 m^3/s è pari a 1.03 m, cui corrisponde un carico specifico pari a:

$$Es = 1.5x1.03 = 1.54 \text{ m}$$

Il franco rispetto alla sommità dei muri della vasca è pari a circa 0.5 m (velocità nulla).

Vasca rio Tecci di valle

Il carico specifico all'imbocco del canale di valle per la portata 200-ennale di 7.2 m^3/s è pari a:

$$Es = 1.5x0.73 = 1.1 \text{ m}$$

La perdita di carico attraverso il sifone creato dalla presenza del setto è valutabile come 1.5 volte il carico cinetico della corrente:

$$\Delta H=1.5x0.46 = 0.69 \text{ m}$$

Da cui il carico specifico nella vasca a monte del setto è pari a:

$$H = 1.1 + 0.69 = 1.79 \text{ m}$$

Tale valore rappresenta un valore limite del carico nell'ipotesi in cui non riesca a defluire nulla al di sopra del setto. In tali condizioni la portata nel tratto di monte della vasca defluisce in corrente lenta con una altezza di 2.29 m, velocità di 0.8 m/s circa; il franco rispetto alla sommità dei muri della vasca è pari a 0.9 m circa.

A favore di sicurezza è stato inoltre effettuato il calcolo del battente massimo nella vasca nel caso di completa ostruzione della luce di fondo. Il calcolo è stato effettuato nell'ipotesi di deflusso attraverso uno stramazzo della larghezza di 4 m con soglia a quota di 1.6 m rispetto al fondo del canale di valle. Il calcolo conduce ad un'altezza di rigurgito a monte pari a 1.06 m, contenuto al di sotto della sommità dei muri d'argine.

Al fine di valutare gli effetti della trattenuta del materiale più fine durante eventi più frequenti è stato inoltre effettuato il calcolo del funzionamento della vasca per una portata di 1.7 m^3/s, assimilabile ad un evento con frequenza annuale.

La profondità critica nella sezione di imbocco del canale a valle è pari a 0.42 m.

Il carico specifico all'imbocco del canale di valle è pari a:

$$Es = 1.5x0.42 = 0.63 \text{ m}$$

La perdita di carico attraverso il sifone creato dalla presenza del setto è valutabile come 1.5 volte il carico cinetico della corrente:

$$\Delta H=1.5x0.03 = 0.05 \text{ m}$$

Da cui il carico specifico nella vasca a monte del setto è pari a:

$$H = 0.63 + 0.05 = 0.68 \text{ m}$$

In tali condizioni la portata nel tratto di monte della vasca defluisce in corrente lenta con un'altezza di 1.18 m, velocità di 0.36 m/s circa; il franco rispetto alla sommità dei muri della vasca è pari a 2.0 m circa. Tali condizioni consentono la sedimentazione di particelle del diametro minimo di circa 1 mm.

Vasca sbocco canale gronda SE

E' stata effettuata una verifica dell'altezza massima raggiungibile nell'ipotesi di recupero totale del carico cinetico della corrente.

La profondità critica nella vasca, con la portata di circa 1 m^3/s è pari a 0.3 m, cui corrisponde un carico specifico pari a:

$$Es = 1.5x0.3 = 0.45 \text{ m}$$

Il franco rispetto alla sommità dei muri della vasca è pari a circa 1 m.

Canalette provvisionali – fasi di coltivazione

Durante le successive fasi di coltivazione l'allontanando delle acque meteoriche avverrà mediante canalette provvisorie.

Tali canalette saranno realizzate in terra con sezione trapezia con base minore pari a 0.7 m, base maggiore pari a 1 m e altezza delle sponde pari a 1 m.

La verifica è stata effettuata considerando una portata di riferimento 50-ennale, tenendo conto di una vita massima delle fasi di coltivazione di 15 anni, con una scabrezza *n* di Manning pari a 0.028 (corrispondente a corsi d'acqua naturali con vegetazione e movimento di materiale al fondo) e con una pendenza minima del fondo pari allo 0.2%.

La portata 50-ennale, considerando un'area drenata massima di 10.000 m^2, risulta pari a 0.2 m^3/s.

La portata 50-ennale defluisce con un'altezza del pelo libero pari a 0.5 m in corrente lenta con numero di Froude pari a 0.28 e velocità pari a 0.6 m/s circa.

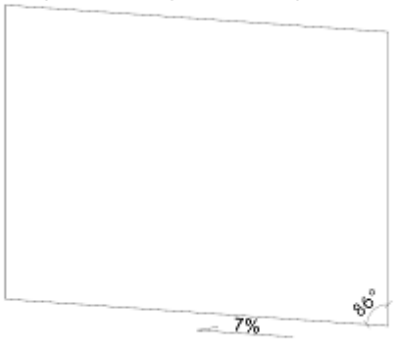
Il franco rispetto alle sponde è pari a circa 0.5 m.

6.4 VERIFICA STATICA RIO TECCI TRATTO DI VALLE

È stata analizzata una sezione tipo del canale a cielo aperto del rio Tecci nel tratto a valle della discarica, da realizzarsi fino alla confluenza in corrispondenza di Via Lazio; si riportano di seguito le verifiche statiche effettuate.

Nell'Allegato 5 sono riportate le sezioni tipo del canale del rio Tecci.

Verifica a scivolamento						
Sezione canale	b (m)	h (m)			s (m)	V (m^3)
	2.5	2.25	(sezione netta 2x2m)		0.25	1.625
peso specifico cls	γ cls (kN/m^3)					
	25					
dati terreno	Φ terreno	δ				
	32	21.33333				
	γ (kN/m^3)					
	18					
angolo inclinazione canale	α					
	86					
Peso sezione unitaria canale	P (kN)					
	40.625					
	P_o (kN)	P_v (kN)				
	2.833857	40.52604				
Verifica a scivolamento						
	P_o <R	con R=P_v*tgδ				
	2.833857	<	15.82761	**verificato**		



Predimensionamento pareti canale	
Pressione max alla base (a metro)	16.92291kN/m
S	16.92291kN
M	11.28194kNm
Med	16.92291kNm
d	200mm
f_{yd}	391.3043N/mm^2
A_s	240.2635mm^2
5Φ12/20 → A_s	565mm^2
Ripartizione	Φ10/20

Calcolo carico limite:

Calcolo del Carico Limite con il metodo di Meyerhof					
Parametri geotecnici del terreno					
Peso dell'unità di volume terreno di fondazione	(γ)	t/mc	**1.80**		
Angolo di attrito interno	(φ)	°	**32.00**		
Coesione	(c')	t/m²	**1.40**		
Kp			**3.25459**		
Peso dell'unità di volume terreno di riporto	(γ_r)	t/mc	**1.80**		
Caratteristiche geometriche della fondazione					
Larghezza fondazione	B	m	**2.50**		
Lunghezza fondazione	L	m	**10.00**		
Eccentricità larghezza	e_x	m	**0.00**		
Approfondimento	D	m	**2.25**		
Inclinazione carico	i	°	**15.00**		
Larghezza ridotta	B'	m	**2.50**		
Coefficenti di fondazione					
Nq			23.1767	$e^{(\pi * tg\ \varphi)} * tg^2(45°+\varphi/2)$	
Nγ			22.0225	(Nq - 1) tg (1,4 φ)	
Nc			35.4902	(Nq - 1) ctg (φ)	
Fattori di forma					
s_c			1.1627	1 + 0,2 * Kp (B/L)	
$s_q = s_\gamma$			1.0814	1 + 0,1 * Kp (B/L)	
Fattori di profondità					
d_c			1.3247	1 + 0,2 Kp^1/2 * D/B	
$d_q = d_\gamma$			1.1624	1 + 0,1 Kp^1/2 * D/B	
Fattori di inclinazione del carico					
$i_q = i_c$			0.6944	$(1 - i°/90)^2$	
i_γ			0.2822	$(1 - i°/\varphi)^2$	
Calcolo del carico limite					
			81.9331	$\gamma_r * D * Nq * s_q * d_q * i_q$	
			17.5776	$0,5 * B' * \gamma * N_\gamma * s_\gamma * d_\gamma * i_\gamma$	
			53.1471	$c' * Nc * s_c * d_c * i_c$	
q_d		t/m²	152.6579	TOTALE	

0.558505	φ in rad	
0.624869	tg φ	
1.963085	π * tg φ	
7.121253	e^ π tg φ	
1.529919	1 + sen φ	
0.470081	1 - sen φ	
3.254588	1+senφ/1-senφ =Kp	
0.781908	1,4 * φ	
0.993043	tg 1,4 φ	
22.17675	Nq - 1	
1.600335	ctg φ	
0.162729	0,2 Kp*(B/L)	
0.081365	0,1 Kp*(B/L)	
1.804048	Kp^1/2	
0.324729	0,2 Kp^1/2 * D/B	
0.162364	0,1 Kp^1/2 * D/B	
0.833333	1 - i°/90	
0.53125	1 - i°/φ	

q_d= 15,26 kg/cm^2

Q_{amm}=15,26 /γr=15,26/2,3=6,63 kg/cm^2

Peso canale (10m)=406,25 kN

Peso acqua=300 kN

Q=1.3*406,25+1.5*300=978,125 kN =97812,5 kg

Q_p=97812,5 /(2,5*10*10000)=0,39125 kg/cm^2

Q_{amm}> Q_p **Verificato**

7 ACQUE DI INFILTRAZIONE

Lo smaltimento delle acque di infiltrazione avviene attraverso una rete di captazione costituita da due linee principali posizionate lungo l'impluvio di ciascuno dei due piani di fondo della discarica (piano di fondo Ovest e piano di fondo Est).

Le tubazioni sono previste in PEAD macrofessurato DN 250 mm, spessore 22.7 mm, resistenti allo schiacciamento, posate con pendenza minima del 2.5%.

Ai fini del monitoraggio delle acque infiltrate nel corpo della discarica dalle aree di coltivazione, è prevista la realizzazione di un pozzetto di campionamento, per ogni rete di drenaggio, che raccolga le prime acque di infiltrazione rendendole così disponibili per la raccolta e le analisi necessarie.

Il pozzetto che raccoglie le acque di infiltrazione della zona Est è collegato al canale di gronda; il pozzetto della zona Ovest convoglia le acque direttamente nella vasca di sedimentazione del rio Tecci, ubicata in corrispondenza del limite della discarica, a monte del nuovo tratto di inalveamento a cielo aperto del rio.

L'ampliamento della discarica interessa un'area complessiva di 61.700 m² (20.000 m² di discarica già approvata e 41.700 m² di ampliamento), di cui 10.000 m² circa interessano la zona NO e i restanti 51.700 m² la zona SE.

La discarica sarà interessata da materiali inerti, che hanno un coefficiente di impermeabilità pari a 10^{-3} cm/s, che diventa pari a 10^{-4} cm/s nel caso di materiale compattato.

Dopo aver raggiunto un idoneo grado di compattazione dei rifiuti, si procederà alla realizzazione della copertura finale costituita da uno strato di terreno vegetale di 1.5 m e da uno strato di terreno umatico di 0.5 m.

Tale copertura ha un coefficiente di permeabilità di 10^{-7} cm/s circa.

A favore di sicurezza, per calcolare la portata massima che si infiltra nella discarica, si è considerato un coefficiente di permeabilità pari a 10^{-4} cm/s (corrispondente al materiale inerte senza considerare la cappa finale) per la superficie massima drenata dal dreno principale della zona SE (pari a 51.700 m²).

La portata risulta pari a 5.17 l/s; tale portata viene smaltita dalle tubazioni DN250, considerando una pendenza minima del 2,5% con un rapporto di invaso pari a 0.64 circa.

Durante le fasi di coltivazione il rifiuto inerte viene compattato ogni 5.000/10.000 m² di avanzamento.

8 STIMA DEL TRASPORTO SOLIDO

La stima del materiale trasportato dalla corrente richiede la valutazione della propensione all'erodibilità del bacino in esame al fine di stabilire la quantità di materiale teoricamente disponibile per il trasporto solido in sospensione; successivamente, attraverso fattori correttivi, è possibile stabilire il trasporto solido effettivo.

Per la stima del materiale solido che può essere eroso e trasportato dal corso d'acqua è stata utilizzata una metodologia di tipo empirico (metodo di "Gavrilovic"), basata su formulazioni caratterizzate da parametri geo-morfologici.

In particolare la formulazione del metodo "Gavrilovic" per la determinazione del trasporto solido si basa sulla seguente espressione che fornisce la quantità di materiale che può essere perduta dal bacino in un anno per erosione

$$W = S \cdot h \cdot \pi \cdot (0.1 + T/10)^{0.5} \cdot \left[(m_1 + m_2 \cdot m_3)^3 \right]^{0.5} \qquad [m^3/anno]$$

con:
S = superficie del bacino [km^2]
h = precipitazione media annua [mm]
T = temperatura media annua [°C]
m_1 = fattore uso suolo [-]
m_2 = fattore litologia superficie [-]
m_3 = fattore acclività bacino [-]

I tre fattori sono ricavabili dalle seguenti espressioni:

$$m_1 = (0.2 \cdot A + 0.5 \cdot B + 0.8 \cdot C + D)/S$$

con:
A = superficie coperta da boschi o frutteti [km^2]
B = superficie coperta da prati e pascoli [km^2]
C = superficie coperta da coltivi [km^2]
D = superficie priva di vegetazione [km^2];

$$m_2 = (1.6 \cdot J + 0.8 \cdot K + 0.3 \cdot L + 1.6 \cdot M)/S$$

con:
J = superficie con rocce incoerenti affioranti [km^2]
K = superficie con rocce pseudo o semi-coerenti affioranti [km^2]
L = superficie con rocce coerenti affioranti [km^2]
M = sviluppo delle faglie in km x 0.1 km [km^2];

$$m_3 = \theta + \sqrt{I}$$

dove θ fornisce un'indicazione del grado di dissesto morfologico del bacino ed è funzione del rapporto V/S con:

$$V = 0.2 \cdot N + 4.2 \cdot P + 4.9 \cdot Q + 2.25 \cdot R + 0.75 \cdot S_1 + 2 \cdot U \qquad [km^2]$$

dove:
N = superficie con aree generalmente franose [km^2]
P = superficie con frane in rocce sciolte e pseudo / semi-coerenti [km^2]
Q = superficie con forme pseudo calanchive per tettonizzazione in rocce coerenti [km^2]
R = superficie con numerosi crolli [km^2];
S_1 = superficie con crolli diffusi [km^2]
U = superficie con valanghe (sviluppo in km x 0.1 km) [km^2].

Stimato V, il valore di θ si ricava dalla seguente tabella (per valori intermedi si procede per interpolazione lineare)

V/S	θ
0.0	0.00
0.5	0.20
2.0	0.40
4.0	0.60
6.0	0.80
7.0	0.90
7.5	0.95

Il fattore I esprime l'influenza dell'acclività del bacino ed è fornito dalla seguente relazione:

$$I = \left[\sum_{m=1}^{6} I_m \cdot i_m \right] / S$$

con:
I_1 = superficie con acclività fra 0-10% [km^2]
I_2 = superficie con acclività fra 10-20% [km^2]
I_3 = superficie con acclività fra 20-40% [km^2]
I_4 = superficie con acclività fra 40-60% [km^2]
I_5 = superficie con acclività fra 60-80% [km^2]
I_6 = superficie con acclività fra >80% [km^2]
i_1 = 0.05
i_2 = 0.15
i_3 = 0.30
i_4 = 0.50
i_5 = 0.70
i_6 = 2.00.

Determinata l'erodibilità del bacino, la quantità effettiva di materiale solido Q_s che transita attraverso la sezione di interesse è fornita dalla seguente espressione

$$Q_s = 4 \cdot W \cdot (P \cdot H)^{0.5} / (L + 10) \qquad [m^3/anno]$$

con:
P = perimetro del bacino [km]
H = altezza media del bacino rispetto alla sezione di chiusura [km]
L = lunghezza dell'asta principale [km].

Per il caso in esame è stato preso come bacino di riferimento solamente la porzione di monte del bacino del rio Tecci in quanto quella di valle risulta completamente urbanizzata, per tale motivo sono stati assunti i seguenti valori dei parametri di calcolo:

A	*B*	*C*	*D*	*J*	*K*	*L*	*M*	*N*	*P*	*Q*	*R*	S_1	*U*
0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Da cui si ottengono i seguenti valori dei parametri intermedi:

$V = 0.0$ km^2
$\theta = 0.00$

Essendo l'acclività media dei versanti compresa fra il 20% e il 40% si ottiene inoltre un valore del fattore di acclività *I* pari 0.300 e infine i seguenti parametri:

m_1=0.20
m_2=0.40
m_3=0.55

Calcolo del trasporto a monte della discarica- vasca di monte

Assumendo S = 0.17 km^2, h = 1386 mm, T = 12 °C, la quantità di materiale *W* che può essere perduta dal bacino in un anno per erosione risulta pari a circa 229 m^3 a cui corrisponde un contributo unitario di circa 1346 m^3/km^2 anno.

Assumendo infine P = 1.7 km, H = 0.10 km e L = 0.7 km si ottiene una quantità effettiva di materiale solido Q_s pari a 35 m^3/ anno a cui corrisponde un contributo unitario di circa 208 m^3/km^2 anno.

Il trasporto solido avviene sia in sospensione che per trascinamento al fondo e generalmente il trasporto in sospensione è di un ordine di grandezza superiore al trasporto al fondo; tale rapporto tende ad aumentare per corsi d'acqua a regime torrentizio con pendenze del fondo elevate.

In prima approssimazione si può assumere che il materiale trasportato al fondo, che può pertanto ragionevolmente essere intercettato, sia pari a circa il 20 % del trasporto solido totale, e quindi pari a circa 7 m^3/anno.

La vasca di progetto a monte della discarica è stata dimensionata in modo da poter intercettare tale volume e pertanto dovrà essere svuotata mediamente una volta all'anno. Tuttavia per il corretto funzionamento dell'opera si raccomanda la pulizia almeno due volte all'anno, una prima della primavera ed una prima dell'autunno e, comunque, dopo ogni evento di particolare rilevanza.

Calcolo del trasporto nella fase di coltivazione per l' area della discarica – vasca di valle

La vasca di sedimentazione di valle ha il compito di mitigare gli effetti della torbidità del corso d'acqua a seguito di eventi meteoclimatici intensi in particolare durante le fasi di coltivazione della discarica.

La fase di coltivazione rappresenta infatti la condizione più gravosa sotto il profilo della torbidità delle acque drenate e scaricate nel corso d'acqua, per la presenza di materiale sciolto non ancora compattato e ricoperto di vegetazione, come invece tenderà ad essere nella configurazione finale.

Al fine di non aumentare il carico di torbidità nel corso d'acqua, la vasca di sedimentazione è stata dimensionata con riferimento alla differenza di torbidità generata nella condizione antecedente rispetto a quella generata durante le singole fasi di coltivazione.

Il calcolo è stato effettuato con la stessa metodologia esposta al paragrafo precedente, nell'ipotesi di una superficie parziale interessata dalla coltivazione pari a 5000 m^2, con i seguenti parametri di calcolo:

A) Condizione antecedente

S = 0.005 km^2, h = 1386 mm, T = 12 °C, acclività compresa fra il 20% e il 40%.

Parametri:

A	*B*	*C*	*D*	*J*	*K*	*L*	*M*	*N*	*P*	*Q*	*R*	S_1	*U*
0.005	0.000	0.00	0.000	0.000	0.001	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Da cui risulta: V = 0.00 km^2; θ = 0.00; m_1=0.20; m_2=0.40; m_3=0.55.

In tali condizioni la quantità di materiale *W* che può essere rilasciata da tale area in un anno per erosione risulta pari a circa 7 m^3. Assumendo infine P = 0.50 km, H = 0.05 km e L = 0.15 km si ottiene una quantità effettiva di materiale solido Q_s inferiore a 1 m^3/ anno.

B) Fase di coltivazione

Si considera l'area priva di vegetazione, con una maggiore acclività ed una conseguente maggiore instabilità dovuta allo sverso di materiale non ancora sistemato.

Si assumono pertanto i seguenti parametri:
S = 0.005 km^2, h = 1386 mm, T = 12 °C, acclività maggiore dell' 80%.

Parametri:

A	*B*	*C*	*D*	*J*	*K*	*L*	*M*	*N*	*P*	*Q*	*R*	S_1	*U*
0.000	0.000	0.00	0.005	0.000	0.001	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.000

Da cui risulta: V = 0.004 km^2; θ = 0.30; m_1=1.00; m_2=0.40; m_3=0.71.

In tali condizioni la quantità di materiale *W* che può essere rilasciata da tale area in un anno per erosione risulta pari a circa 50 m^3. Assumendo P = 0.5 km, H = 0.05 km e L = 0.15 km si ottiene una quantità effettiva di materiale solido Q_s dell'ordine di 5 m^3/anno.



ALLEGATO 1
UBICAZIONE ZONA DI INTERESSE
SCALA 1:5000



DISCARICA

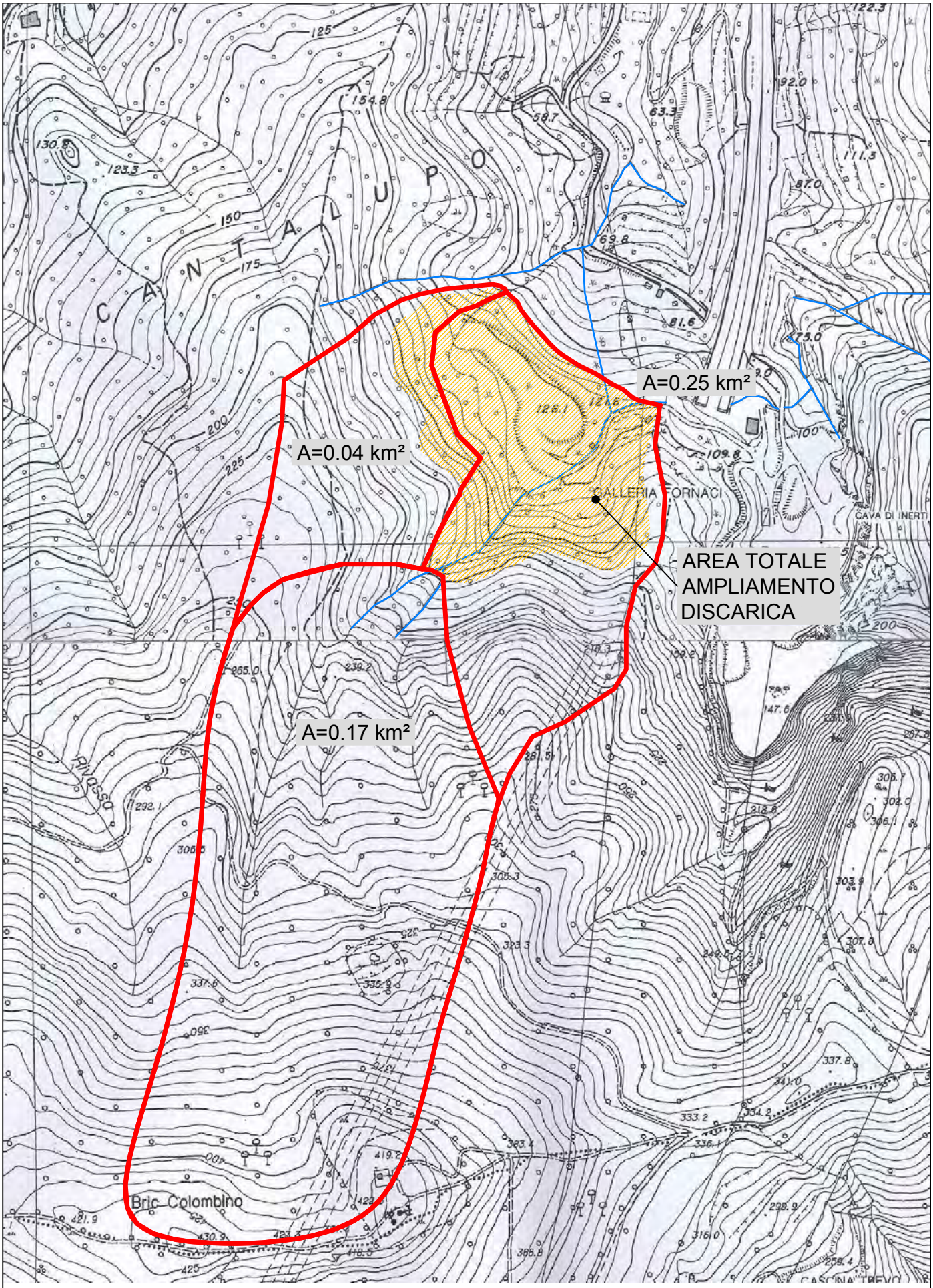
TRATTO NATURALE

TRATTO TOMBINATO

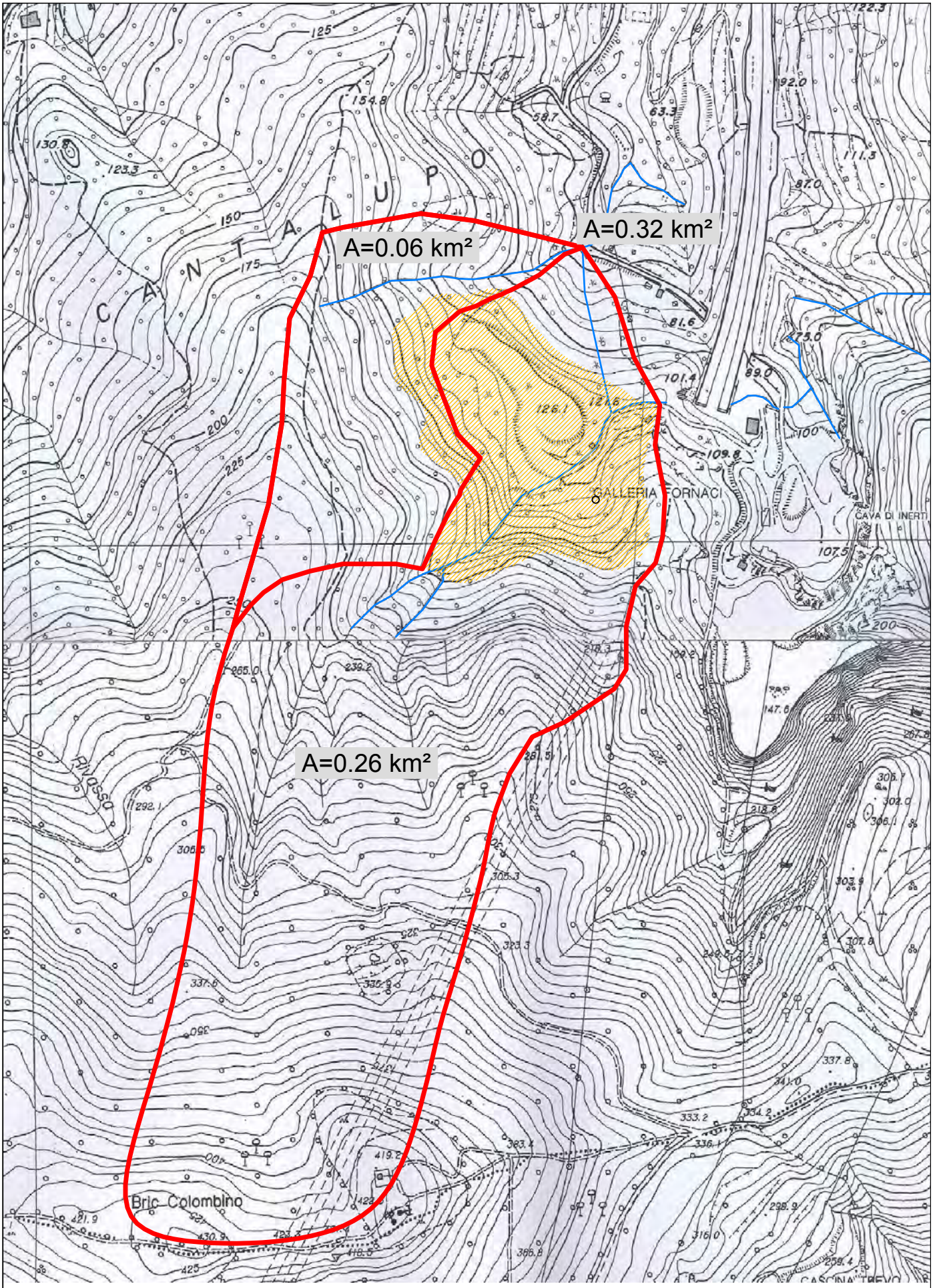
SCOLMATORE

CANALE DI GRONDA

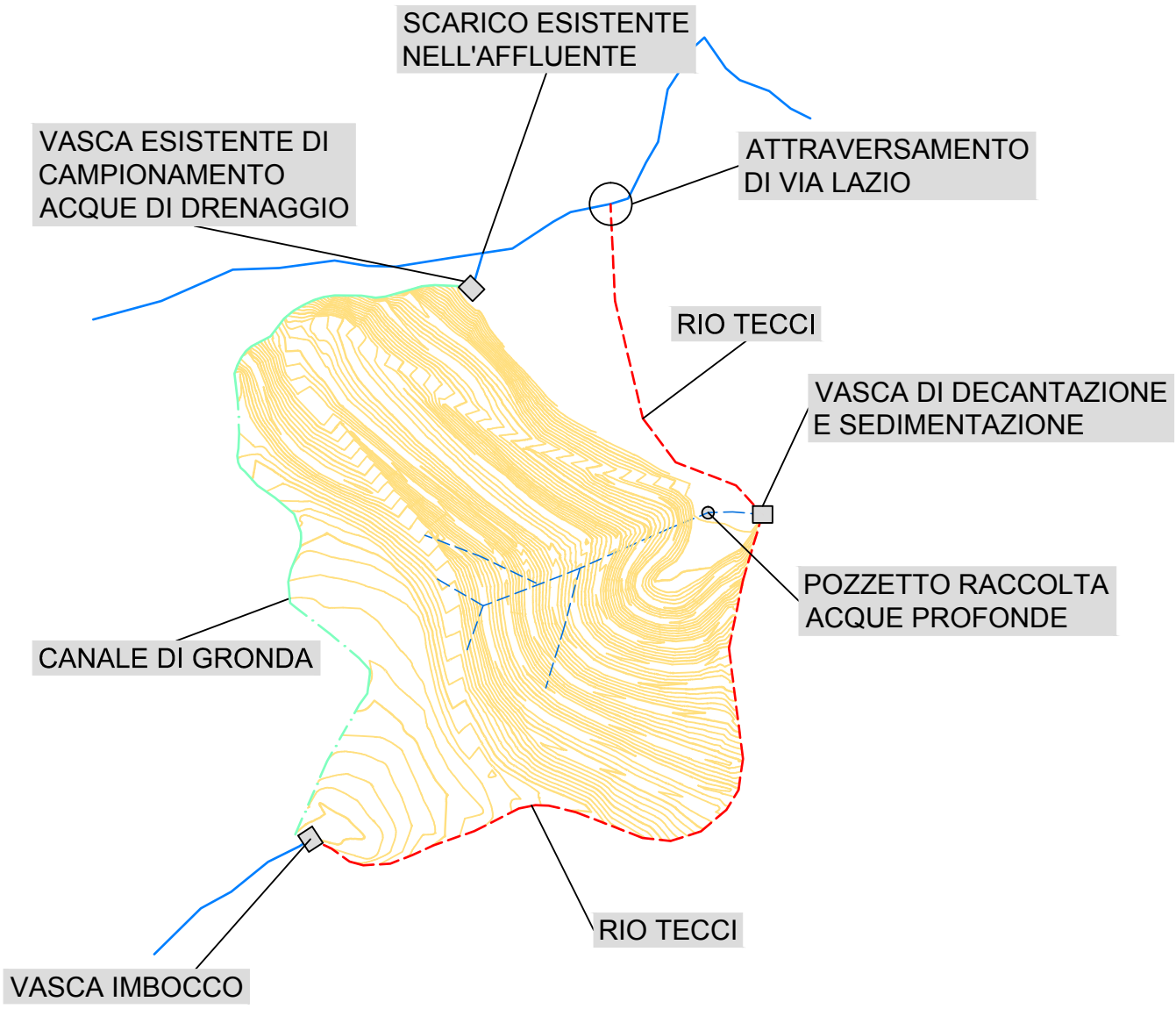
ALLEGATO 2
PLANIMETRIA GENERALE
STATO ATTUALE
SCALA 1:5000



ALLEGATO3A
BACINO IDROGRAFICO
RIO TECCI
scala 1:5000

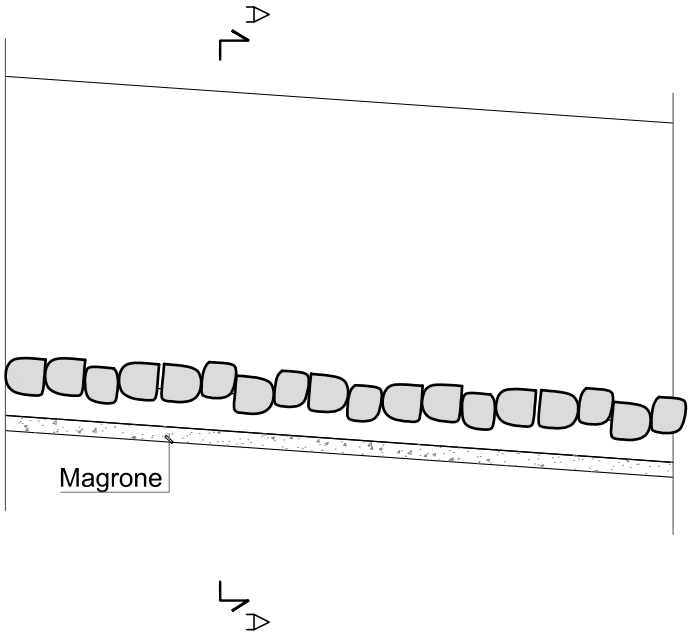


ALLEGATO 3 B
BACINO IDROGRAFICO
RIO TECCI CHIUSURA VIA LAZIO
scala 1:5000

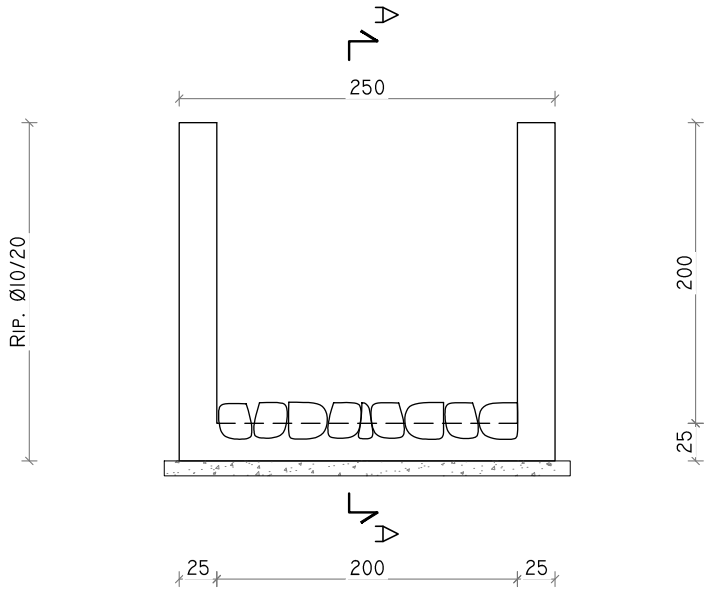


ALLEGATO 4
SCHEMA INTERVENTI IDRAULICI
STATO DI PROGETTO

Canale - Sezione B-B



Canale - Sezione tipologica B-B



ALLEGATO 5
SEZIONE AA E BB
CANALE DI VALLE RIO TECCI
scala 1:50

ALLEGATO A

VERIFICHE IDRAULICHE

Tabella :

Rio Tecci

Scala di deflusso sezione rettangolare

Larghezza	**B**	**2**	m
Altezza sponde	**H**	**2**	m

Scabrezza	**n**	=	0.025	
pendenza fondo	if	=	0.07	m/m

Altezza pelo libero	Rapporto d'invaso	Perimetro bagnato	Area	Raggio idraulico	Larghezza pelo libero	Portata	Velocità	Carico cinetico	Carico specifico	Numero di Froude
Y [m]	Y/D [-]	P [m]	A [mq]	R [m]	b [m]	Q [mc/s]	V [m/s]	Hc [m]	H [m]	Fr [-]
0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.07
0.10	0.05	2.20	0.20	0.09	2.00	0.43	2.14	0.233	0.333	2.16
0.20	0.10	2.40	0.40	0.17	2.00	1.28	3.21	0.524	0.724	2.29
0.30	0.15	2.60	0.60	0.23	2.00	2.39	3.98	0.808	1.108	2.32
0.40	0.20	2.80	0.80	0.29	2.00	3.67	4.59	1.074	1.474	2.32
0.50	0.25	3.00	1.00	0.33	2.00	5.09	5.09	1.319	1.819	2.30
0.60	0.30	3.20	1.20	0.38	2.00	6.60	5.50	1.544	2.144	2.27
0.66	**0.33**	**3.31**	**1.31**	**0.40**	**2.00**	**7.50**	**5.71**	**1.662**	**2.318**	**2.25**
0.70	0.35	3.40	1.40	0.41	2.00	8.20	5.86	1.749	2.449	2.24
0.80	0.40	3.60	1.60	0.44	2.00	9.86	6.16	1.936	2.736	2.20
0.90	0.45	3.80	1.80	0.47	2.00	11.58	6.43	2.108	3.008	2.16
1.00	0.50	4.00	2.00	0.50	2.00	13.33	6.67	2.265	3.265	2.13
1.10	0.55	4.20	2.20	0.52	2.00	15.13	6.88	2.410	3.510	2.09
1.20	0.60	4.40	2.40	0.55	2.00	16.96	7.07	2.544	3.744	2.06
1.30	0.65	4.60	2.60	0.57	2.00	18.81	7.23	2.668	3.968	2.03
1.40	0.70	4.80	2.80	0.58	2.00	20.69	7.39	2.782	4.182	1.99
1.50	0.75	5.00	3.00	0.60	2.00	22.59	7.53	2.889	4.389	1.96
1.60	0.80	5.20	3.20	0.62	2.00	24.50	7.66	2.988	4.588	1.93
1.70	0.85	5.40	3.40	0.63	2.00	26.43	7.77	3.081	4.781	1.90
1.80	0.90	5.60	3.60	0.64	2.00	28.38	7.88	3.167	4.967	1.88
1.90	0.95	5.80	3.80	0.66	2.00	30.34	7.98	3.248	5.148	1.85
2.00	1.00	6.00	4.00	0.67	2.00	32.31	8.08	3.325	5.325	1.82

Tabella :

Collettore acque reflue

Scala di deflusso sezione rettangolare

Larghezza	**B**	**1.5**	m
Altezza sponde	**H**	**1.5**	m

Scabrezza	**n**	=	0.025	
pendenza fondo	if	=	0.07	m/m

Altezza pelo libero	Rapporto d'invaso	Perimetro bagnato	Area	Raggio idraulico	Larghezza pelo libero	Portata	Velocità	Carico cinetico	Carico specifico	Numero di Froude
Y [m]	Y/D [-]	P [m]	A [mq]	R [m]	b [m]	Q [mc/s]	V [m/s]	Hc [m]	H [m]	Fr [-]
0.00	0.00	1.50	0.00	0.00	1.50	0.00	0.00	0.000	0.000	0.07
0.10	0.07	1.70	0.15	0.09	1.50	0.31	2.10	0.224	0.324	2.12
0.20	0.13	1.90	0.30	0.16	1.50	0.93	3.09	0.487	0.687	2.21
0.30	0.20	2.10	0.45	0.21	1.50	1.71	3.79	0.732	1.032	2.21
0.40	0.27	2.30	0.60	0.26	1.50	2.59	4.32	0.952	1.352	2.18
0.50	0.33	2.50	0.75	0.30	1.50	3.56	4.74	1.146	1.646	2.14
0.60	0.40	2.70	0.90	0.33	1.50	4.58	5.09	1.319	1.919	2.10
0.70	0.47	2.90	1.05	0.36	1.50	5.64	5.38	1.473	2.173	2.05
0.80	0.53	3.10	1.20	0.39	1.50	6.75	5.62	1.610	2.410	2.01
0.84	**0.56**	**3.18**	**1.26**	**0.40**	**1.50**	**7.20**	**5.71**	**1.663**	**2.504**	**1.99**
0.90	0.60	3.30	1.35	0.41	1.50	7.87	5.83	1.734	2.634	1.96
1.00	0.67	3.50	1.50	0.43	1.50	9.02	6.02	1.845	2.845	1.92
1.10	0.73	3.70	1.65	0.45	1.50	10.19	6.18	1.945	3.045	1.88
1.20	0.80	3.90	1.80	0.46	1.50	11.38	6.32	2.036	3.236	1.84
1.30	0.87	4.10	1.95	0.48	1.50	12.57	6.45	2.119	3.419	1.81
1.40	0.93	4.30	2.10	0.49	1.50	13.78	6.56	2.195	3.595	1.77
1.50	1.00	4.50	2.25	0.50	1.50	15.00	6.67	2.265	3.765	1.74

Tabella :

Collettore acque reflue

Scala di deflusso sezione rettangolare

Larghezza	**B**	**1**	m
Altezza sponde	**H**	**1**	m

Scabrezza	**n**	=	0.025	
pendenza fondo	if	=	0.07	m/m

Altezza pelo libero	Rapporto d'invaso	Perimetro bagnato	Area	Raggio idraulico	Larghezza pelo libero	Portata	Velocità	Carico cinetico	Carico specifico	Numero di Froude
Y [m]	Y/D [-]	P [m]	A [mq]	R [m]	b [m]	Q [mc/s]	V [m/s]	Hc [m]	H [m]	Fr [-]
0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.07
0.05	0.05	1.10	0.05	0.05	1.00	0.07	1.35	0.093	0.143	1.92
0.10	0.10	1.20	0.10	0.08	1.00	0.20	2.02	0.208	0.308	2.04
0.15	0.15	1.30	0.15	0.12	1.00	0.38	2.51	0.321	0.471	2.07
0.20	0.20	1.40	0.20	0.14	1.00	0.58	2.89	0.426	0.626	2.06
0.25	0.25	1.50	0.25	0.17	1.00	0.80	3.21	0.524	0.774	2.05
0.30	**0.30**	**1.60**	**0.30**	**0.19**	**1.00**	**1.04**	**3.47**	**0.613**	**0.913**	**2.02**
0.33	**0.33**	**1.66**	**0.33**	**0.20**	**1.00**	**1.20**	**3.61**	**0.666**	**0.998**	**2.00**
0.35	0.35	1.70	0.35	0.21	1.00	1.29	3.69	0.694	1.044	1.99
0.40	0.40	1.80	0.40	0.22	1.00	1.55	3.88	0.768	1.168	1.96
0.45	0.45	1.90	0.45	0.24	1.00	1.82	4.05	0.836	1.286	1.93
0.50	0.50	2.00	0.50	0.25	1.00	2.10	4.20	0.899	1.399	1.90
0.55	0.55	2.10	0.55	0.26	1.00	2.38	4.33	0.957	1.507	1.87
0.60	0.60	2.20	0.60	0.27	1.00	2.67	4.45	1.010	1.610	1.83
0.65	0.65	2.30	0.65	0.28	1.00	2.96	4.56	1.059	1.709	1.80
0.70	0.70	2.40	0.70	0.29	1.00	3.26	4.65	1.104	1.804	1.78
0.75	0.75	2.50	0.75	0.30	1.00	3.56	4.74	1.146	1.896	1.75
0.80	0.80	2.60	0.80	0.31	1.00	3.86	4.82	1.186	1.986	1.72
0.85	0.85	2.70	0.85	0.31	1.00	4.16	4.90	1.223	2.073	1.70
0.90	0.90	2.80	0.90	0.32	1.00	4.47	4.97	1.257	2.157	1.67
0.95	0.95	2.90	0.95	0.33	1.00	4.78	5.03	1.289	2.239	1.65
1.00	1.00	3.00	1.00	0.33	1.00	5.09	5.09	1.319	2.319	1.62

Tabella :

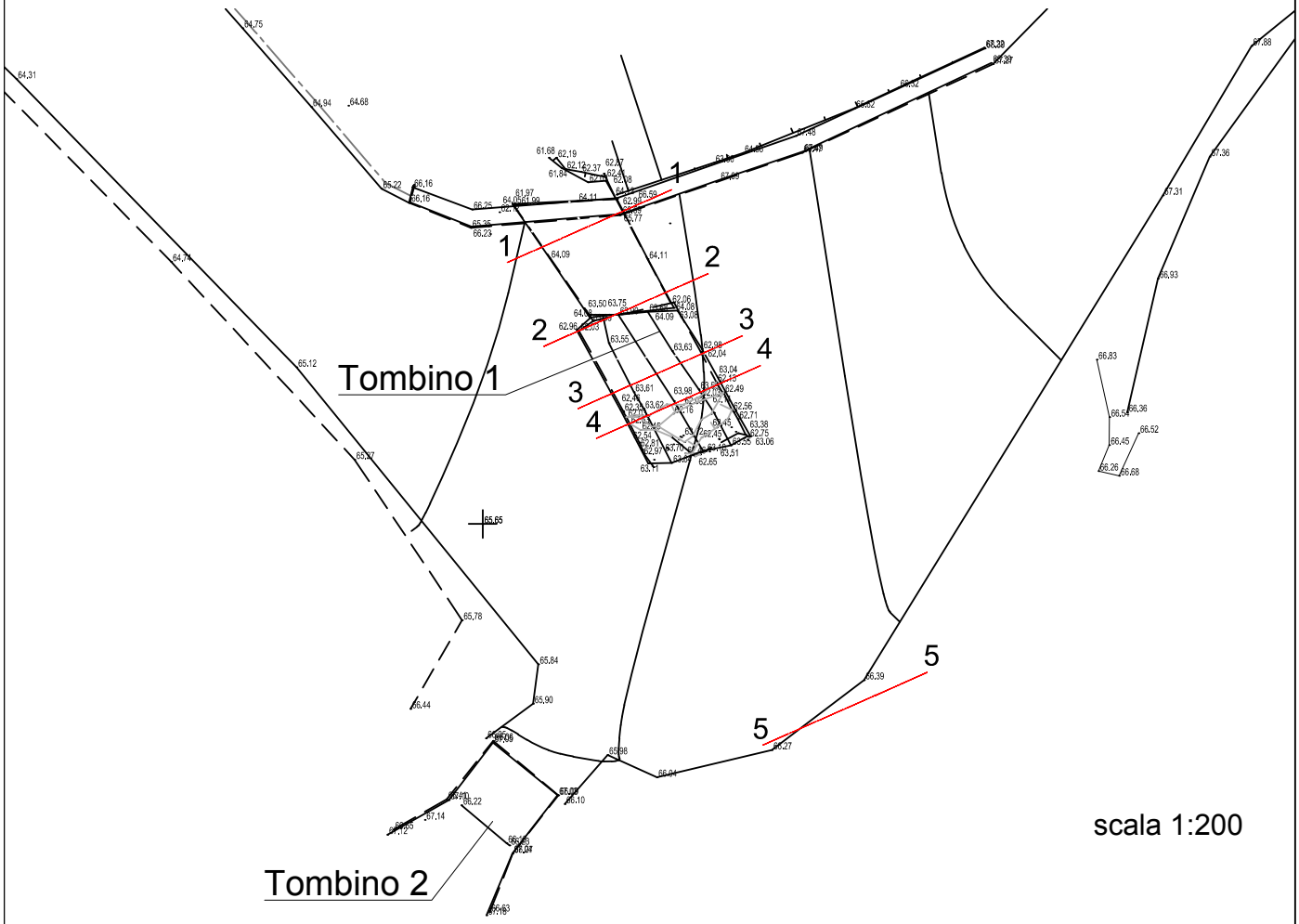
Rio Tecci - attraversamento via Lazio

Scala di deflusso sezione rettangolare

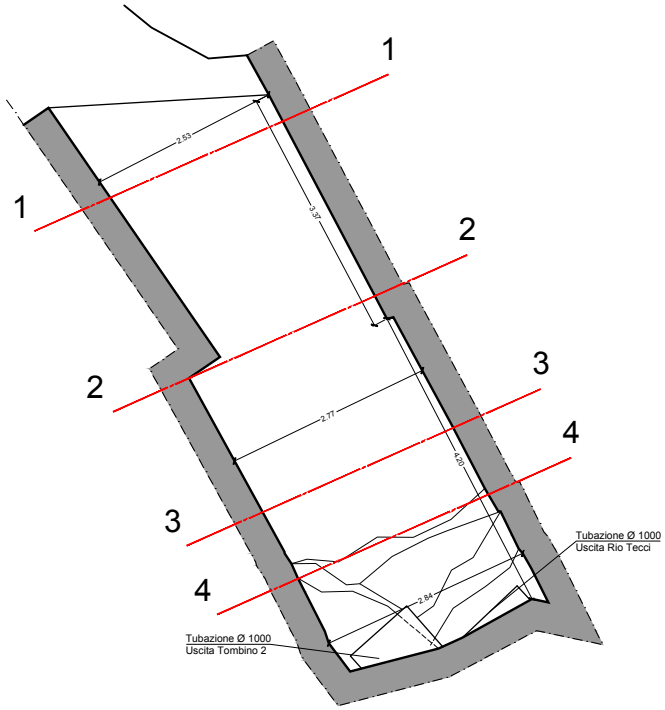
Larghezza	**B**	**2.4**	m	
Altezza sponde	**H**	**2.2**	m	

Scabrezza	**n**	=	0.02	
pendenza fondo	if	=	0.01	m/m

Altezza pelo libero	Rapporto d'invaso	Perimetro bagnato	Area	Raggio idraulico	Larghezza pelo libero	Portata	Velocità	Carico cinetico	Carico specifico	Numero di Froude
Y [m]	Y/D [-]	P [m]	A [mq]	R [m]	b [m]	Q [mc/s]	V [m/s]	Hc [m]	H [m]	Fr [-]
0.00	0.00	2.40	0.00	0.00	2.40	0.00	0.00	0.000	0.000	0.03
0.10	0.05	2.60	0.24	0.09	2.40	0.25	1.02	0.053	0.153	1.03
0.20	0.09	2.80	0.48	0.17	2.40	0.74	1.54	0.121	0.321	1.10
0.30	0.14	3.00	0.72	0.24	2.40	1.39	1.93	0.190	0.490	1.13
0.40	0.18	3.20	0.96	0.30	2.40	2.15	2.24	0.256	0.656	1.13
0.50	0.23	3.40	1.20	0.35	2.40	3.00	2.50	0.318	0.818	1.13
0.60	0.27	3.60	1.44	0.40	2.40	3.91	2.71	0.376	0.976	1.12
0.70	0.32	3.80	1.68	0.44	2.40	4.87	2.90	0.429	1.129	1.11
0.80	0.36	4.00	1.92	0.48	2.40	5.89	3.07	0.479	1.279	1.09
0.90	0.41	4.20	2.16	0.51	2.40	6.93	3.21	0.525	1.425	1.08
1.00	**0.45**	**4.40**	**2.40**	**0.55**	**2.40**	**8.01**	**3.34**	**0.568**	**1.568**	**1.07**
1.10	**0.50**	**4.60**	**2.64**	**0.57**	**2.40**	**9.12**	**3.45**	**0.608**	**1.708**	**1.05**
1.20	0.55	4.80	2.88	0.60	2.40	10.24	3.56	0.645	1.845	1.04
1.30	0.59	5.00	3.12	0.62	2.40	11.39	3.65	0.679	1.979	1.02
1.40	0.64	5.20	3.36	0.65	2.40	12.56	3.74	0.712	2.112	1.01
1.50	0.68	5.40	3.60	0.67	2.40	13.74	3.82	0.742	2.242	0.99
1.60	0.73	5.60	3.84	0.69	2.40	14.93	3.89	0.770	2.370	0.98
1.70	0.77	5.80	4.08	0.70	2.40	16.14	3.95	0.797	2.497	0.97
1.80	0.82	6.00	4.32	0.72	2.40	17.35	4.02	0.822	2.622	0.96
1.90	0.86	6.20	4.56	0.74	2.40	18.58	4.07	0.846	2.746	0.94
2.00	0.91	6.40	4.80	0.75	2.40	19.81	4.13	0.868	2.868	0.93
2.10	0.95	6.60	5.04	0.76	2.40	21.05	4.18	0.889	2.989	0.92
2.20	1.00	6.80	5.28	0.78	2.40	22.30	4.22	0.909	3.109	0.91
2.30	1.05	7.00	5.52	0.79	2.40	23.56	4.27	0.928	3.228	0.90

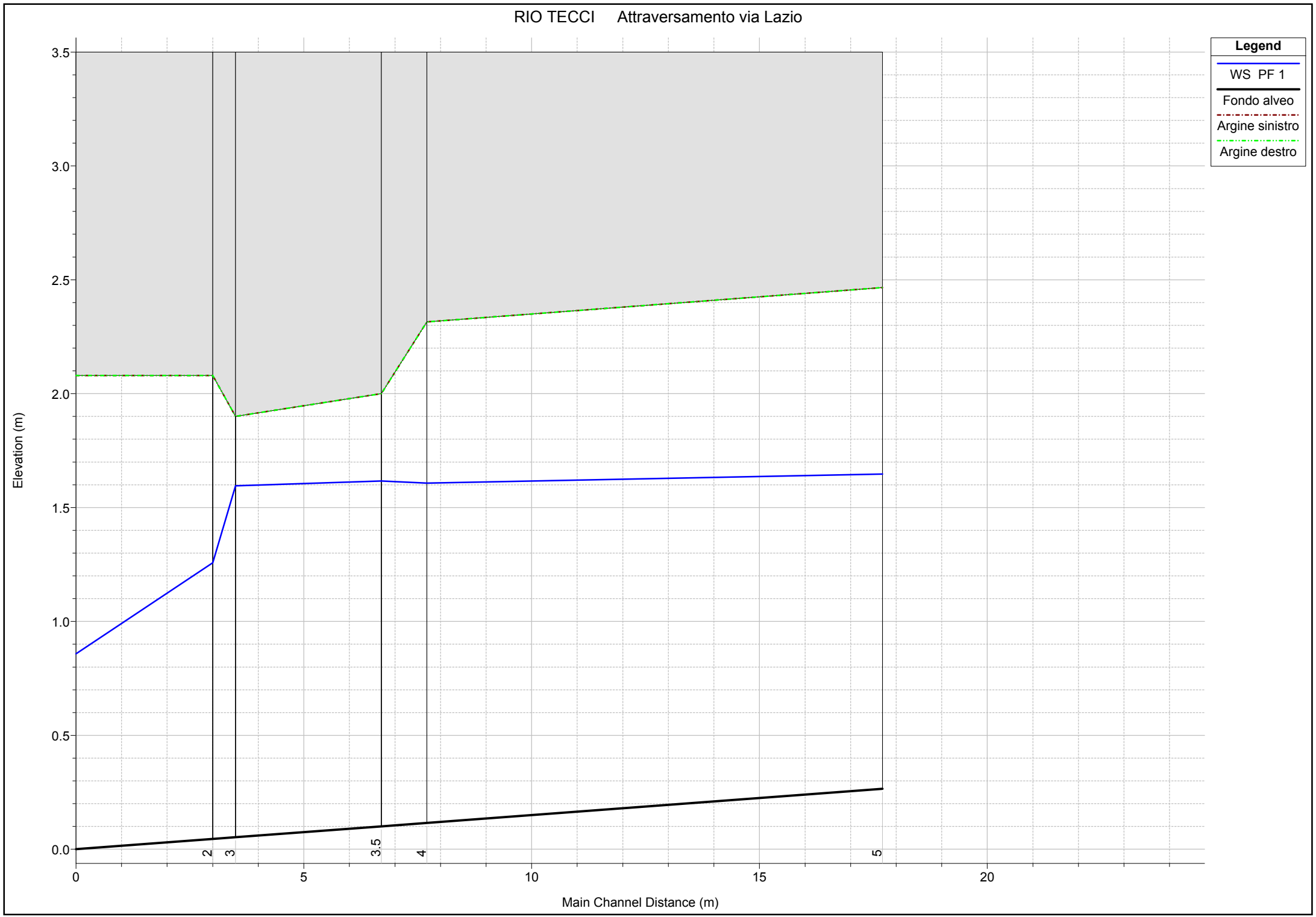


scala 1:200



scala 1:100

UBICAZIONE SEZIONI IDRAULICHE
ATTRAVERSAMENTO VIA LAZIO



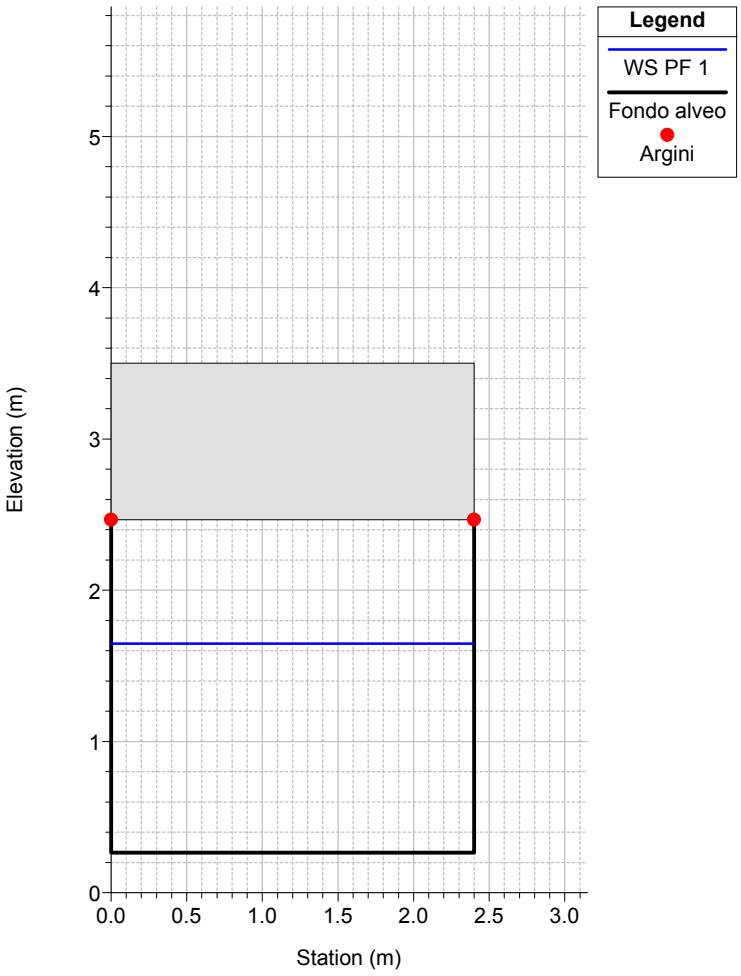
1 cm Horiz. = 1 m 1 cm Vert. = 0.2 m

HEC-RAS Plan: prog-0.025 River: Tecci Reach: Tecci Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Cum Ch Len	Q Total	Min Ch El	LOB Elev	ROB Elev	W.S. Elev	Hydr Depth	Max Chl Dpth	E.G. Elev	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m)	(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Tecci	5	PF 1	17.70	9.20	0.27	2.47	2.47	1.65	1.38	1.38	2.04	2.77	3.32	2.40	0.75
Tecci	4	PF 1	7.70	9.20	0.12	2.32	2.32	1.61	1.49	1.49	1.94	2.57	3.58	2.40	0.67
Tecci	3.5	PF 1	6.70	9.20	0.10	1.00	1.00	1.62	3.46	1.52	1.93	2.48	3.71	1.07	0.64
Tecci	3	PF 1	3.50	9.20	0.05	1.00	1.00	1.60	3.98	1.54	1.90	2.44	3.77	0.95	0.63
Tecci	2	PF 1	3.00	9.20	0.05	2.08	2.08	1.26	1.21	1.21	1.86	3.45	2.67	2.20	1.00
Tecci	1	PF 1		9.20	0.00	2.08	2.08	0.86	0.86	0.86	1.77	4.24	2.17	2.53	1.46

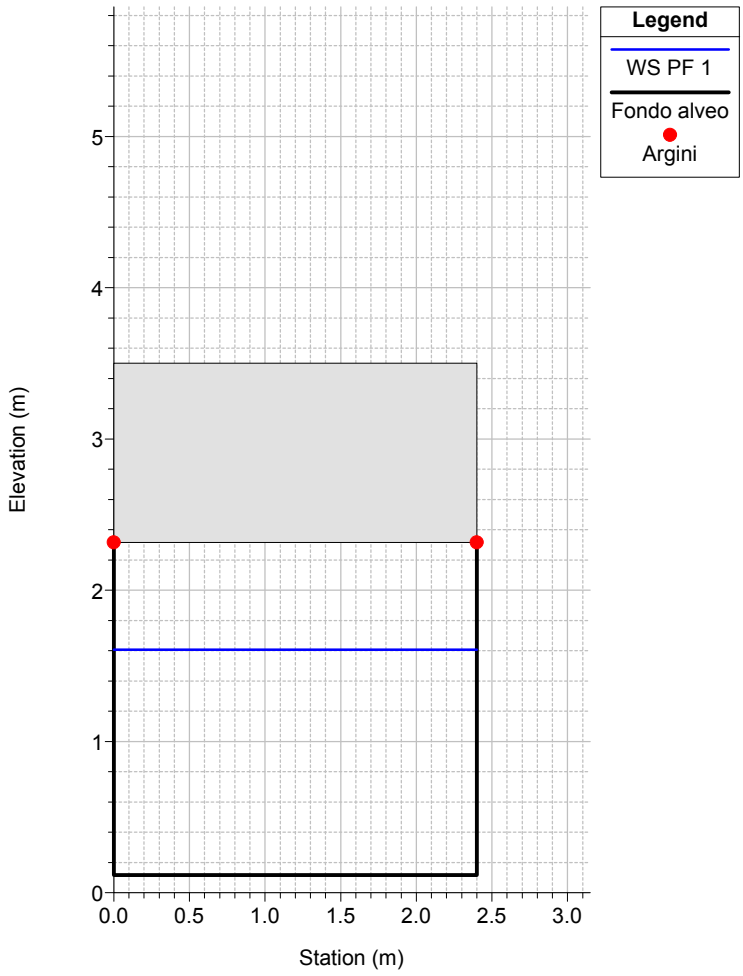
RIO TECCI

RS = 5 Attraversamento via Lazio



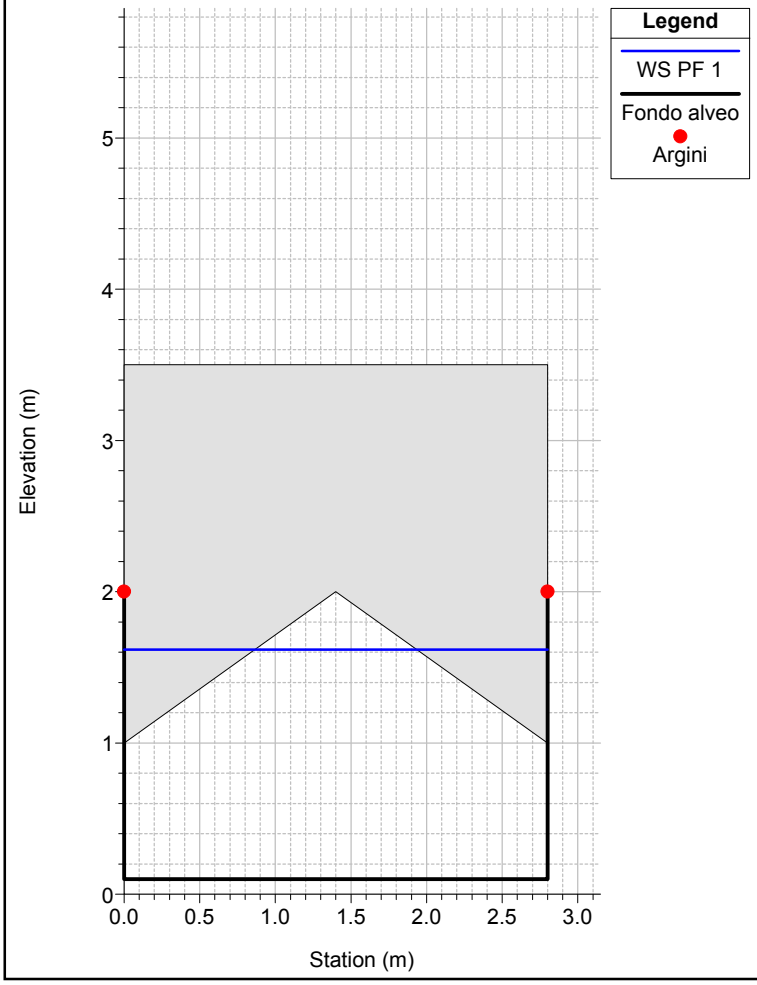
RIO TECCI

RS = 4 Attraversamento via Lazio



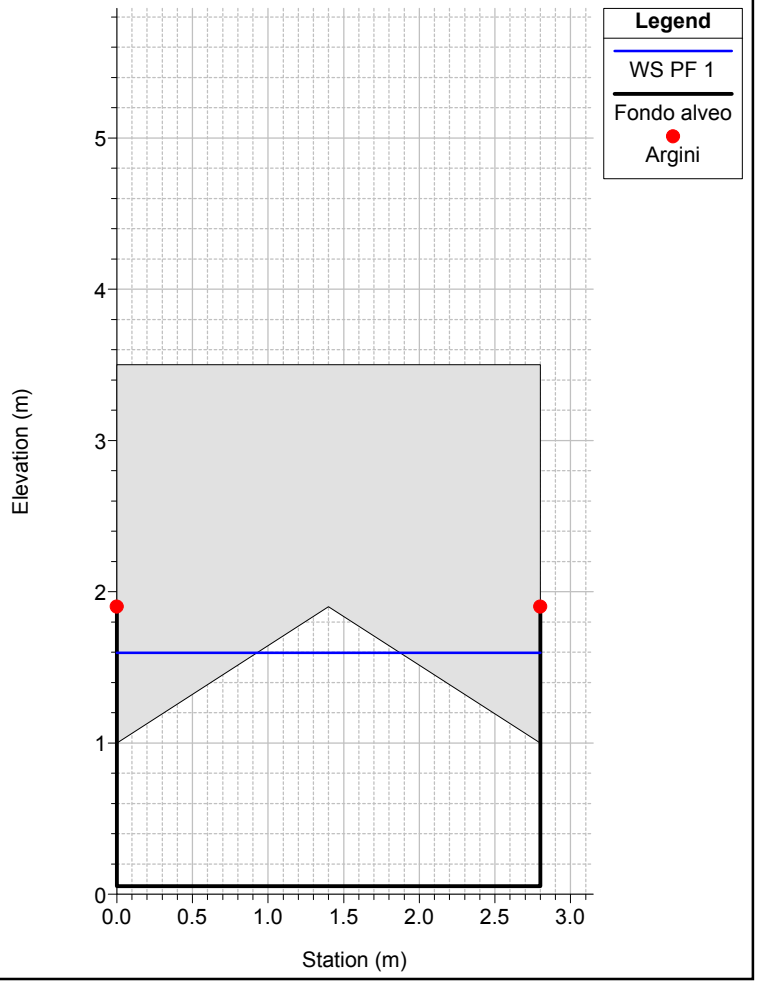
RIO TECCI

RS = 3.5 Attraversamento via Lazio



RIO TECCI

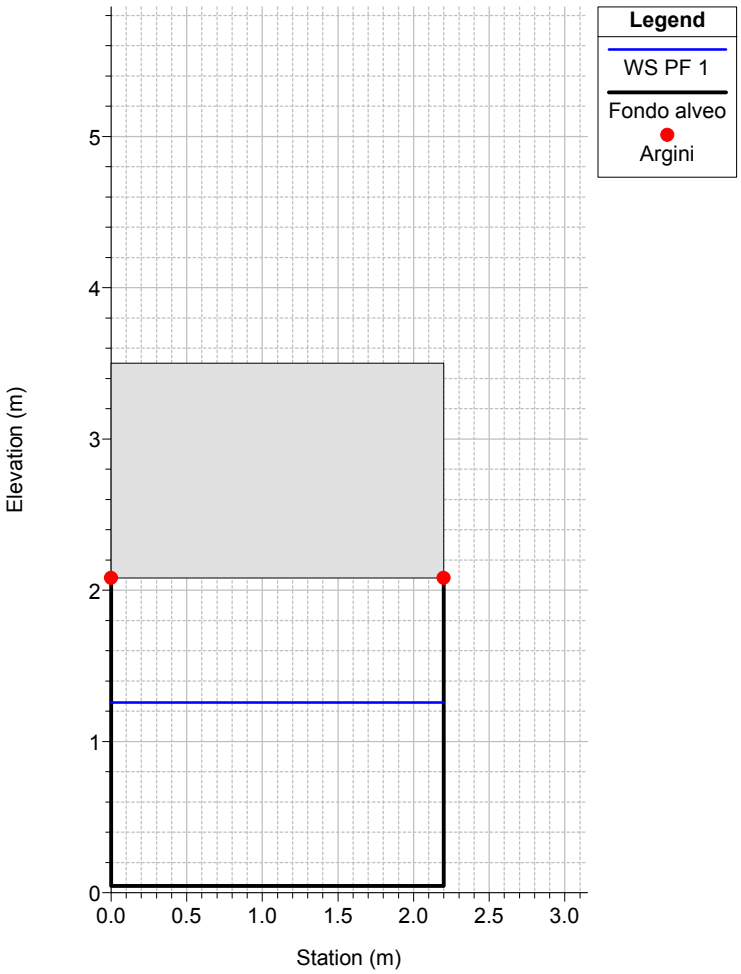
RS = 3 Attraversamento via Lazio



1 cm Horiz. = 0.5 m 1 cm Vert. = 0.5 m

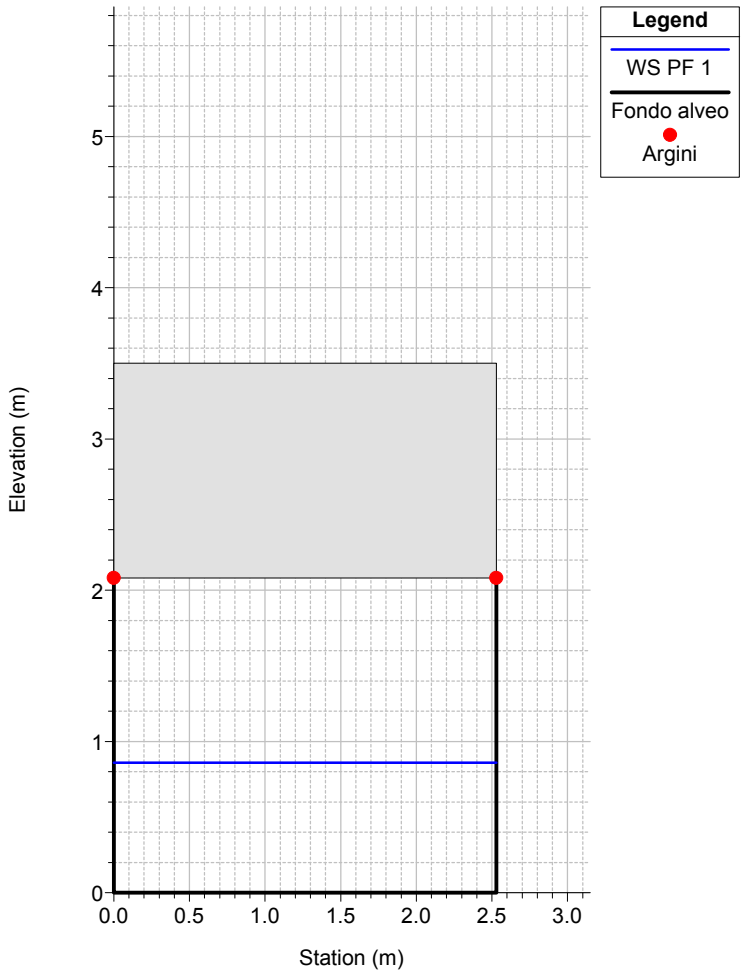
RIO TECCI

RS = 2 Attraversamento via Lazio



RIO TECCI

RS = 1 Attraversamento via Lazio



1 cm Horiz. = 0.5 m 1 cm Vert. = 0.5 m

ALLEGATO B

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



FOTO 1 – FOTOGRAFIA AEREA



FOTO 2



FOTO 3



FOTO 4



FOTO 5 – CANALE DI GRONDA