PROGRAMMA HORIZON 2020

URBAN NATURE LABS – WP5 – T5.3

Attività:

PROGETTO DI RIQUALIFICAZIONE DELLA EX CASERMA GAVOGLIO PER LA REALIZZAZIONE DEL PARCO URBANO

Oggetto:

PROGETTO DEFINITIVO

Titolo:

RELAZIONE IDRAULICA DEL RIO CINQUE SANTI

Doc. n: I0070\ESE\PARCO\DEF\IDR\R014

Timbro e firma

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI GENOVA
Dott. Ing. SIMONA BRUN n. 9104A

Rev.	Data	Sez.	Pag.	Redatto	Controllato	Approvato	Descrizione
1	29/06/18	6	23	AR	FB	SB	Per Emissione

Infrastrutture Recupero Energia Agenzia Regionale Ligure I.R.E. S.p.A.
Sede Legale Via Peschiera 16, 16122 Genova
info@ireliguria.it irespa@legalmail.it www.ireliguria.it
Capitale Sociale € 372.972,00 Codice fiscale e Partita IVA 02264880994
Registro Imprese Genova R.E.A. n. 473022
Soggetta alla direzione ed al coordinamento di FI.L.S.E. S.p.A.

DIVISIONE SANITÀ, TUTELA DEL TERRITORIO E PROGRAMMI DI INTERESSE STRATEGICO
Via XX Settembre 41, 16121 Genova
tel. +39 0105488834 fax +39 0105700490
infrastrutture@ireliguria.it

SOMMARIO

1 PREMESSA 3
2 STATO ATTUALE 8
3 PORTATA DI CALCOLO 10
3.1 Portata 30-ennale 10
3.2 Portata 50-ennale e 200-ennale 11
4 MODELLAZIONE IDRAULICA 14
4.1 Geometria dello stato di fatto 14
4.2 Parametri di calcolo 16
4.2.1 Portata 16
4.2.2 Valori di scabrezza 17
4.2.3 Condizioni al contorno e regime di moto 18
5 ANALISI DELLO STATO DI FATTO 19
5.1 Portata 30-ennale 19
5.2 Portata 50-ennale e 200-ennale 21
6 CONCLUSIONI 23

ALLEGATI

Allegato 1– Planimetria delle sezioni idrauliche
Allegato 2– Profilo geometrico della tombinatura
Allegato 3– Output di Hec-Ras

1 PREMESSA

Il presente documento rappresenta la Relazione Idraulica relativa allo studio del rio Cinque Santi facente parte del Progetto Definitivo per il "Progetto di riqualificazione della ex Caserma Gavoglio per la realizzazione del Parco Urbano".

La sistemazione della valletta Cinque Santi prevista nel presente Progetto Definitivo ha implicato la necessità di studio dell'omonimo rio, interamente tombinato fin dalla sorgente, che confluisce nel rio Lagaccio all'incirca al di sotto dell'edificio E.

Nell'ambito delle indagini sul c.d. rio Cinque Santi per la redazione del Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica è emerso che il rio risulta compreso nel reticolo regionale adottato con DGR 1449/2012 (Figura 1.1), ma non risulta nella cartografia del Piano di Bacino Ambito 14 (Figura 1.2).

Il sottobacino afferente al rio Cinque Santi ha un'estensione di 0,259 km^2 ed una lunghezza di asta pari a 0,7 km. L'area drenata è ricompresa interamente all'interno del tessuto urbano e al suo interno non sono presenti, neanche nelle parti più elevate, porzioni assimilabili ad impluvi organizzati (Figura 1.3).

Il rio risulta interamente tombinato; le acque che vengono smaltite dalla canalizzazione sono sia acque di drenaggio delle sedi stradali, piazzali o edifici in genere, che confluiscono all'interno della canalizzazione solo tramite manufatti di drenaggio (pozzetti, caditoie, griglie e tubazioni di collettamento), sia acque nere, rendendola di fatto parte del sistema fognario comunale. Le acque del rio confluiscono poi nel rio Lagaccio, le cui portate di magra sono convogliate nell'impianto di depurazione della Darsena insieme a quelle di tutti i rivi tombinati del centro storico. Inoltre negli anni settanta il Comune di Genova è intervenuto in corrispondenza del civico 46 di Via Napoli, a causa di un crollo parziale della tombinatura, deviando un tratto del rio mediante un bypass che si collega al tracciato originale nella parte sommitale dell'area di intervento (Figura 1.4).

Il Comune di Genova ha informato IRE di aver richiesto alla Regione Liguria – Settore Assetto del Territorio di poter considerare il rio Cinque Santi come un canale di drenaggio urbano (fognatura mista) e pertanto di non assoggettarlo alle normative relative ai corsi d'acqua.

Ai fini del presente progetto si è assunto il declassamento del rio a fognatura urbana mista in attesa della formalizzazione degli atti.

La presente relazione contiene quindi la verifica idraulica del tratto di rio Cinque Santi compreso nelle aree di intervento e la valutazione degli interventi necessari per mantenerne inalterata la funzione di collettore fognario e al contempo garantire la salubrità dell'area, imprescindibile per consentire la fruizione pubblica del compendio.

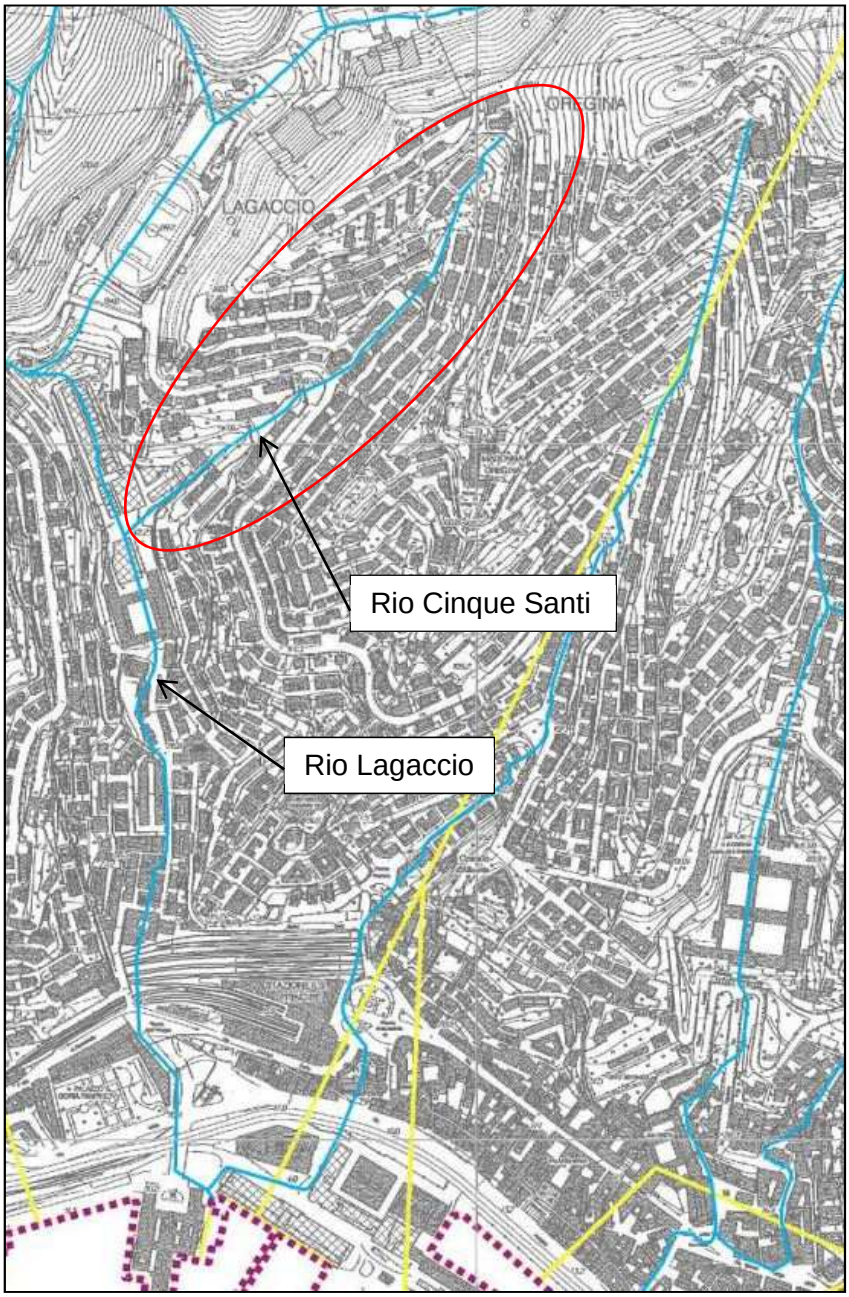

Figura 1.1: Reticolo regionale - Squadro 213160 Genova (estratto)

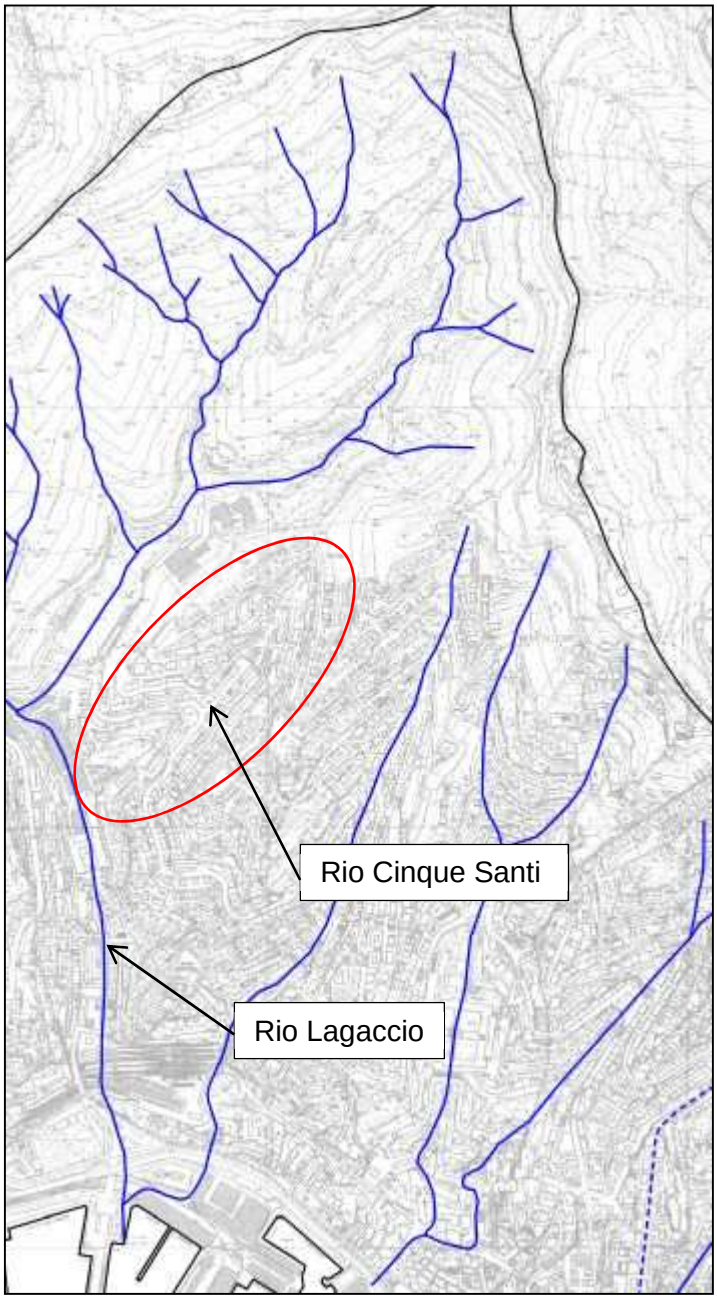

Figura 1.2: PdB - Carta del Reticolo Idrografico Squadro 213160 (estratto)

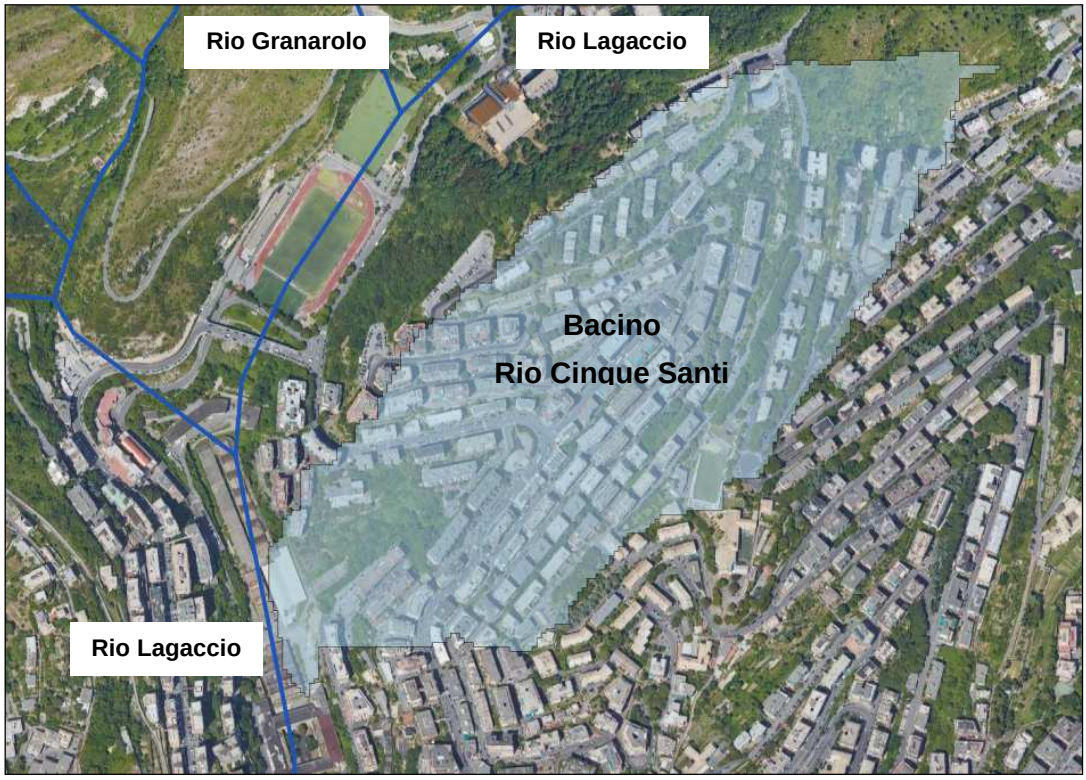

Figura 1.3: Approssimazione del bacino del Rio Cinque Santi

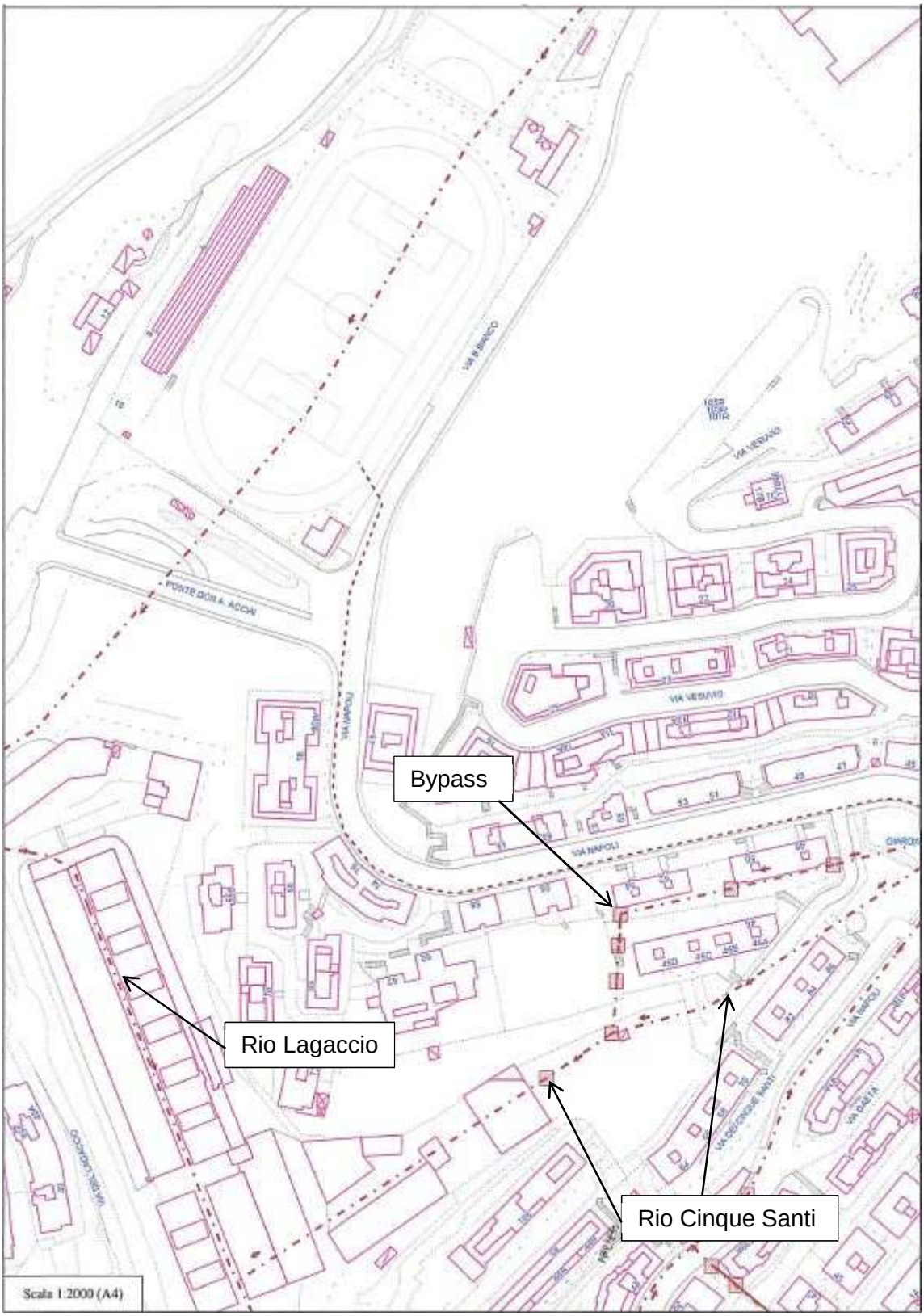

Figura 1.4: Rete comunale di fognatura nera (estratto)

2 STATO ATTUALE

Nel Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica, in via cautelativa si era assunto che lo stato attuale della tombinatura fosse insufficiente al deflusso della portata duecentennale.

Per la redazione del presente Progetto Definitivo è stato invece predisposto il rilievo interno della tombinatura del rio Cinque Santi, dall'immissione nel rio Lagaccio alla prima sezione della canalizzazione non ostruita nella parte sommitale della valletta (Figura 2.1), per una lunghezza di circa 200 m.

La tavola di dettaglio del rilievo è riportata nell'elaborato I0070\ESE\DEF\RIL\T010.

Figura 2.1: Rilievo tombinatura

Nell'Allegato 1 è riportata la planimetria delle sezioni idrauliche individuate per la modellazione.

Il canale risulta avere le seguenti tipologie di sezione:

1) sezione rettangolare con cunetta centrale e copertura piana;
2) sezione irregolare con alveo naturale in roccia e copertura voltata.

La prima tipologia si ha nel tratto di monte, dalla sezione V alla S1; la seconda tipologia si ha in tutto il restante tratto. Tra le sezioni L1 ed I la volta originale è stata sostituita da una copertura piana con travetti in c.a. per realizzare la soletta di fondazione dell'edificio L soprastante; il tratto coinvolto è molto breve e la reale sezione di deflusso è maggiore rispetto al considerare la copertura voltata, per cui tale geometria non è stata modellata.

Nella sezione U si ha l'immissione del bypass; nel tratto tra le sezioni O ed L sono presenti un salto di fondo (sezioni N-M) e due avvallamenti del canale (sezioni O1-O2-O3, M2-M3-L); nella sezione F1 c'è un brusco restringimento di sezione. Le pendenze sono molto elevate, in particolare nel tratto di monte, con il valore massimo del 50% tra le sezioni U e T ed il minimo pari al 2% tra E e C.

I pozzetti di accesso al canale attualmente si trovano:

- in corrispondenza della sezione U (torrino del by-pass fognario in cima alla valletta);
- in corrispondenza delle sezioni S1-R (pozzetto di aerazione a monte dell'edificio I);
- in corrispondenza della sezione O (all'interno del piazzale Villavecchi);
- in corrispondenza della sezione C1 (all'interno dell'edificio E, ma è chiuso e non accessibile).

Al paragrafo 4.1 si riporta la descrizione più dettagliata dello stato attuale della tombinatura.

Ai fini della verifica della tombinatura, come anticipato in premessa, è stata assunta l'assimilazione del rio Cinque Santi a collettore fognario.

Si è quindi potuto modellare lo stato di fatto nel tratto di interesse e valutare l'adeguatezza della tombinatura esistente alle portate previste.

3 PORTATA DI CALCOLO

All'interno del rio Cinque Santi confluiscono sia portate reflue civili sia portate meteoriche. Le prime sono di tipo domestico e assimilato, provenienti dai condomini di via Napoli e dintorni, convogliate dalla rete nera gestita da IRETI o tramite allacci privati. Le seconde sono acque di dilavamento provenienti principalmente dalla rete bianca di raccolta bordo strada, essendo il bacino del rio quasi completamente impermeabilizzato.

3.1 PORTATA 30-ENNALE

Per la verifica idraulica si è tenuto conto soltanto della portata meteorica, che è nettamente superiore alla portata reflua in occasione dei massimi eventi di progetto. Il tempo di ritorno generalmente utilizzato per la verifica delle fognature bianche o miste è pari a 20 anni.

Non avendo a disposizione i valori delle curve di probabilità pluviometrica della stazione di Genova Università per il tempo di ritorno 20-ennale, per il calcolo della portata di piena è stato utilizzato il Metodo CIMA, che utilizza coefficienti tabulati in base a tempi di ritorno specifici. Non essendo indicato il periodo 20-ennale è stato considerato cautelativamente il periodo 30-ennale.

Per una valutazione approssimativa dell'area del bacino del Rio Cinque Santi si è utilizzato il DTM (Digital Terrain Model) disponibile sul portale della Regione Liguria; dalla suddivisione del bacino del rio Lagaccio in sottobacini si è ottenuta un'area di 0.259 km^2 ed una lunghezza di asta fluviale pari a 0.7 km.

Il metodo CIMA suggerisce di adottare, per i bacini aventi area minore di 2 chilometri quadrati, un contributo unitario costante pari a quello ottenuto con riferimento a superfici scolanti aventi area drenata pari a 2 chilometri quadrati ($U_{Area=2}$). Pertanto il valore di portata per assegnato periodo di ritorno T è definibile come:

$$Q_T = K_T \cdot A \cdot U_{Area=2} \; [m^3 s^{-1}] \qquad [1]$$

nella quale A è la superficie drenata espressa in chilometri quadrati, K_T è il fattore di frequenza delle portate e $U_{Area=2}$ è il contributo unitario per area pari a 2 chilometri quadrati, espresso in $m^3\ s^{-1}\ km^{-2}$, tabellato in funzione del tipo di bacino e della sua posizione geografica (Tabella 3.2).

Il fattore di frequenza è tabellato in funzione del periodo di ritorno T (Tabella 3.1).

T [anni]	**5**	**10**	**30**	**50**	**100**	**200**	**500**
K_T	1.29	1.79	2.90	3.47	4.25	5.02	6.04

Tabella 3.1: Fattore di frequenza delle portate

Il bacino drenante ha un'estensione di 0,259 km^2, una longitudine di 8°55' ed è caratterizzato da un elevato grado di urbanizzazione (tipologia di bacino A in Tabella 3.3).

Longitudine		$U_{Area=2}$ - Bacino Tipo			
Gradi	Primi	A	B	C	D
…	…	…	…	…	…
8	50	9.55	7.97	6.10	5.36
8	52,5	9.56	7.98	6.11	5.36
8	55	9.57	7.99	6.11	5.37
8	57,5	9.57	7.99	6.11	5.37
9	0	9.56	7.98	6.11	5.36
…	…	…	…	…	…

Tabella 3.2: Contributo unitario, $U_{Area=2}$

Tipo	Descrizione
A	Bacini di tipo residenziale, industriale o commerciale caratterizzati da un elevato grado di urbanizzazione. Estensione delle aree impermeabili superiore al 60%
B	Bacini caratterizzati da un medio grado di urbanizzazione. Estensione delle aree impermeabili compresa tra 30 e 60%
C	Bacini caratterizzati da un basso grado di urbanizzazione. Estensione delle aree impermeabili compresa tra 5 e 30%
D	Bacini caratterizzati da estesa copertura arborea. Estensione delle aree impermeabili inferiore al 5%

Tabella 3.3: Classificazione dei bacini regionali

Con l'applicazione della [1] si determinano quindi il contributo unitario $U_{Area=2}$ pari a 9.57 $m^3/s/km^2$ e la portata trentennale Q_{30}=7,19 m^3/s.

3.2 PORTATA 50-ENNALE E 200-ENNALE

Considerato che il rio Cinque Santi era finora compreso nel reticolo regionale adottato con DGR 1449/2012 e che al suo interno possono essere canalizzate anche portate con tempi di ritorno maggiori del valore 30ennale di riferimento, si è voluto effettuare la verifica idraulica anche per i tempi di ritorno di 50 e 200 anni.

Per la determinazione di tali valori, come già riportato nella Relazione Tecnica del Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica, è stato utilizzato il Metodo Razionale, che consente il calcolo della portata di piena per assegnati periodi di ritorno attraverso la seguente formulazione:

$$Q(T) = \frac{c \cdot A \cdot h_c(T)}{t_c}$$

dove t_c [min] è il tempo di corrivazione del bacino, h_c [mm] è l'altezza critica di precipitazione che nella formulazione del metodo corrisponde al tempo di corrivazione, A [km²] è la

superficie del bacino, c è un parametro che esprime, a meno di un fattore numerico dipendente dalla trasformazione delle unità di misura, il coefficiente di deflusso.

Nel caso dei rii del centro storico, trattati come sistemi assimilabili a grossi collettori fognari in ambiente urbano, il tempo di corrivazione viene calcolato assumendo un coefficiente di deflusso pari all'unità ed una formulazione del tempo di corrivazione, esprimibile come:

$$t_c = \Delta t_c + 16.667 \cdot \frac{L}{v}$$

dove Δt_c [min] rappresenta il tempo di introduzione in rete, L è la lunghezza dell'asta e v la velocità media di percorrenza dell'asta.

Quali valori di riferimento per le precipitazioni dei rii del centro storico, sono stati assunti quelli risultanti dalle curve di probabilità pluviometrica della stazione di Genova Università.

Considerando che:

- Δt_c [min] è assunto pari a 10 minuti nel Piano di Bacino per i rii del centro storico;
- la lunghezza L dell'asta del rio Cinque Santi è pari a 0.7 km;
- la velocità media di percorrenza dell'asta v deve essere assunta variabile tra 1 m/s e 1.5 m/s, in funzione delle caratteristiche e del corso d'acqua e del bacino sotteso, nel caso in esame viene assunta pari a 1.3 m/s;

si è calcolato il tempo di corrivazione, pari a 18.97 minuti (approssimato a 20 minuti). Inserendo come input in **Tabella 3.4** il dato di durata, si ottiene un'altezza di precipitazione:

- h_c(T=50) = 76.9 mm;
- h_c(T=200) = 96.8 mm.

	T=50	**T=100**	**T=200**	**T=500**
Durata t [min]	**Precipitazione h [mm]**	**Precipitazione h [mm]**	**Precipitazione h [mm]**	**Precipitazione h [mm]**
0	0	0	0	0
10	61.0	68.8	76.8	87.6
20	76.9	86. 7	96.8	110.5
30	88.0	99.3	110.9	126.6
40	96.9	109.3	122.1	139.4
50	104.3	117.7	131.5	150.2
60	110.9	125.1	139.8	159.6
70	116.7	131.7	147.2	168.1
80	122.1	137.7	153.9	175.8
90	126.9	143.3	160.1	182.8
100	131.5	148.4	165.8	189.4

Tabella 3.4: Alcuni dati delle curve di probabilità pluviometrica della stazione di Genova Università

Si è considerato infine l'area complessiva pari a 0.259 kmq e il coefficiente di deflusso c pari a 0.8, per porsi in una condizione sensibilmente critica e tener conto dell'elevata pendenza dei versanti e dell'elevato grado d'urbanizzazione delle superfici drenate.

Risultano quindi:

- una portata cinquantennale pari a 13.30 m^3/sec;
- una portata duecentennale pari a 16.71 m^3/sec.

4 MODELLAZIONE IDRAULICA

Il rio Cinque Santi nel tratto di interesse si presenta con sezioni di deflusso ampie a geometria variabile ed è stato verificato mediante il software di calcolo *Hec-Ras 4.1.0*.

Esso consente di calcolare il profilo idraulico di moto stazionario, in alveo non prismatico a fondo fisso, per una qualsiasi rete idrografica a pelo libero (asta fluviale, reti di irrigazione, sistemi idrografici ramificati), nell'ipotesi di flusso omogeneo e monodimensionale. Il programma è in grado di simulare condizioni di corrente lenta, veloce nonché regimi misti.

4.1 GEOMETRIA DELLO STATO DI FATTO

Il tratto di rio oggetto di studio è lungo circa 200 m. Alle 20 sezioni rilevate, indicate con lettere dalla A alla V, ne sono state aggiunte altre 15 intermedie in corrispondenza delle variazioni di forma del fondo o della copertura (ricavate anch'esse dal rilievo), indicate con lettere e numeri, per affinare il modello geometrico. Tutto il modello è stato poi ulteriormente infittito tramite sezioni interpolate generate automaticamente dal software, con passo di 2 m.

Dalla sezione V alla S1 si ha la prima tipologia di sezione (rettangolare con cunetta centrale e copertura piana). Il fondo e i muri sono in cemento, la cunetta centrale è profonda 30 cm con pendenza laterale al 9%. La larghezza è costante e pari a 1,75 m mentre l'altezza dei piedritti varia da 2,35 a 3,15 m. Il canale ha una lunghezza di circa 46 m con pendenza iniziale del 23% che sale al 50% e ridiscende al 13%. Nella sezione U si ha l'immissione del bypass fognario.

Dalla sezione R fino in fondo si ha la seconda tipologia. Tra le sezioni R ed L1 e tra le sezioni F1 ed A la sezione ha forma quasi rettangolare, il fondo è naturale in roccia abbastanza piano, la larghezza è costante e pari a 2,00 m, l'altezza dei piedritti varia da 1,00 a 4,15 m, la volta è circolare con raggio di 1,00 m ed entrambi sono in materiale lapideo. Il canale nei due tratti ha una lunghezza di circa 60 m e 50 m, nel primo tratto la pendenza dell'8% aumenta al 22% prima del salto di fondo e si riassesta al 7% dopo, nel secondo tratto passa dal 2% fino alla sezione C1 al 12% fino all'immissione nel rio Lagaccio.

Nel tratto tra le sezioni O ed L sono presenti un salto di fondo (sezioni N-M) e due avvallamenti del canale (sezioni O1-O2-O3, M2-M3-L). Tali avvallamenti, di circa 2,70 m e 2,20 m, sono stati modellati inserendo una sezione con fondo a calotta alla quota indicata in rilievo.

Dalla sezione L1 alla F (al di sotto dell'edificio L) si ha sempre il fondo naturale in roccia, ma l'alveo risulta molto inciso la forma della sezione è quasi triangolare a causa della parete di roccia che costituisce l'argine sinistro. La larghezza varia da 4,00 a 7,00 m e l'altezza da 3,50 a 7,00 m. Il canale ha una lunghezza di circa 50 m con pendenza costante del 7%.

Nella sezione F1 c'è un brusco restringimento: l'area della sezione passa da circa 30,00 m^2 a 3,57 m^2. Per tener conto delle maggiori perdite di carico dovute al cambio di sezione nel modello sono stati variati i coefficienti di contrazione ed espansione, pari rispettivamente a 0,6 e 0,9 (rispetto ai valori tipici per transizioni graduali pari a 0,1 e 0,3).

Nella Tabella 4.1 si riportano i principali dati delle sezioni.

SEZIONE	Nome sezioni	Descrizione	Distanze (m)	L cumulata (m)
204.89	V	valletta-parte crollata	10.51	204.89
194.38	U	valletta-immissione bypass	20.28	194.38
174.10	T	valletta	10.40	174.10
163.70	S	valletta-pozzetti di ispezione	1.67	163.70
162.03	S1	valletta-griglia aerazione monte	3.10	162.03
158.93	R	valletta-griglia aerazione valle	11.31	158.93
147.62	Q	edificio I	14.95	147.62
132.67	P	edificio I	14.95	132.67
117.72	O	piazzale Villavecchi-pozzetto	2.57	117.72
115.15	O1	piazzale Villavecchi-inizio pozza	1.99	115.15
113.16	O2	piazzale Villavecchi-fondo pozza	3.11	113.16
110.05	O3	piazzale Villavecchi-fine pozza	0.72	110.05
109.33	N	piazzale Villavecchi-scivolo monte	0.33	109.33
109.00	M	piazzale Villavecchi-scivolo valle	1.02	109.00
107.98	M1	piazzale Villavecchi-intradosso	2.37	107.98
105.61	M2	edificio L-inizio pozza	2.43	105.61
103.18	M3	edificio L-fondo pozza	2.70	103.18
100.48	L	edificio L-fine pozza	0.10	100.48
100.38	L1	edificio L-slargo	7.30	100.38
93.08	I	edificio L-slargo	3.43	93.08
89.65	I1	edificio L-camerone	9.98	89.65
79.67	H	edificio L-camerone	15.00	79.67
64.67	G	edificio L-camerone	13.52	64.67
51.15	G1	edificio L-camerone	1.38	51.15
49.77	F	edificio L-camerone	0.10	49.77
49.67	F1	edificio L-strozzatura	0.32	49.67
49.35	E	vialetto-canaletta h3,6	3.08	49.35
46.27	E1	vialetto-canaletta h3	4.65	46.27
41.62	D	vialetto-canaletta h3	0.10	41.62
41.52	D1	vialetto-canaletta h2,5	11.63	41.52
29.89	C	edificio E-canaletta h2,5	11.13	29.89
18.76	C1	edificio E-canaletta h2,5	0.10	18.76
18.66	C2	edificio E-canaletta h2	3.76	18.66
14.90	B	edificio E-canaletta h2	14.90	14.90
0.00	A	edificio E-confluenza Lagaccio	0.00	0.00

Tabella 4.1: Sezioni modellate

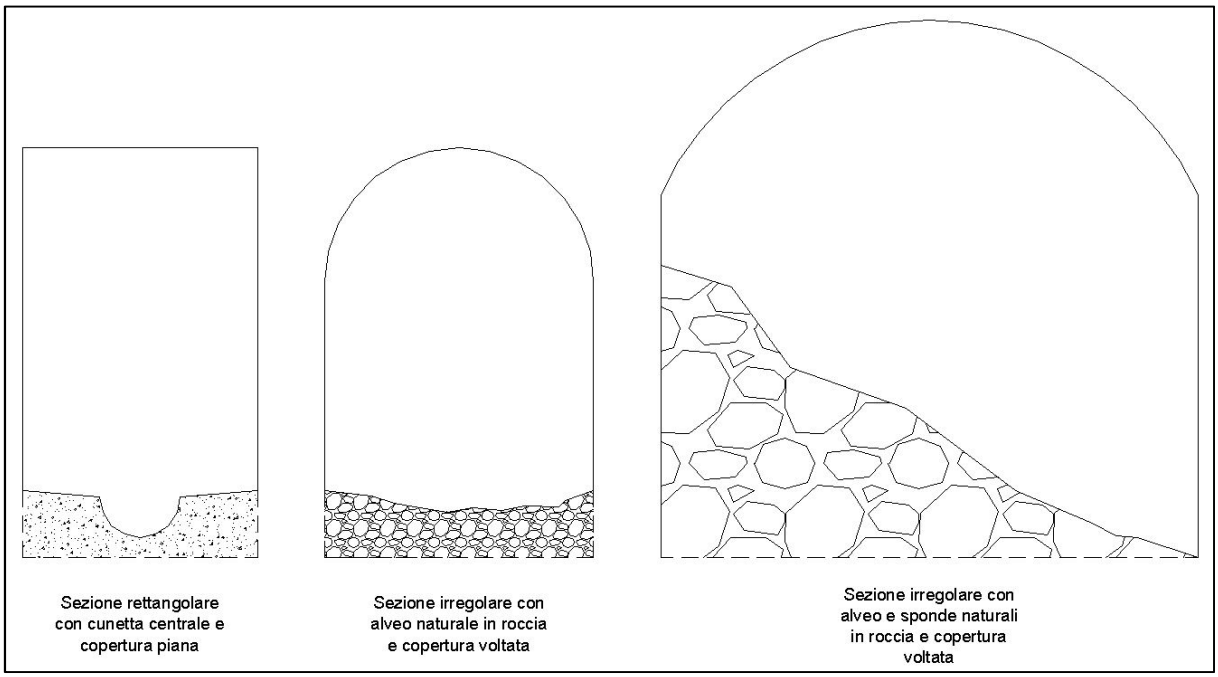

Figura 4.1: Tipologici sezioni

4.2 PARAMETRI DI CALCOLO

I parametri di calcolo (valori di portata, scabrezze e condizioni al contorno) restano invariati tra stato attuale e progetto.

4.2.1 PORTATA

Per quanto riguarda la definizione delle portate, si fa riferimento al Capitolo 3.

I valori di portata inseriti nel modello sono i seguenti.

T [anni]	30	50	200
Q [m^3/s]	7.19	13.30	16.71

Tabella 4.2: Portate di deflusso

I valori di portata sono assegnati alla sezione di monte del modello (sez. V), anche se il tratto di canale retrostante risulta crollato e la sezione ostruita; il deflusso principale si presume quindi che arrivi dal bypass fognario (sez. U). Si nota comunque un percolamento attivo tra il materiale franato.

Figura 4.2: Rio Cinque Santi – Sezioni V (verso monte) e U (verso valle)

4.2.2 VALORI DI SCABREZZA

Il rilievo eseguito all'interno del rio Cinque Santi ha permesso di assegnare alle varie sezioni il coefficiente di scabrezza in base al materiale e allo stato di conservazione della tombinatura.

Il tratto di monte compreso tra le sezioni V ed R è in cemento, in ottimo stato di conservazione, tutto il restante tratto invece presenta sponde lisce e fondo irregolare in roccia (Figura 4.3).

I valori utilizzati, riportati in Tabella 4.3, sono conformi al Regolamento Regionale n. 3/2011.

Tipologia di sezione	**Sezioni del modello**	**Coeff. di scabrezza di Gauckler-Strickler *Ks* ($m^{1/3}/s$)**	**Coeff. di scabrezza di Manning *n* ($s/m^{1/3}$)**
Cemento	V ÷ R	40	0.025
Fondo in roccia e sponde lisce	R ÷ A	35	0.028

Tabella 4.3: Coefficiente di scabrezza

Figura 4.3: Rio Cinque Santi – Sezioni T e B (verso valle)

4.2.3 CONDIZIONI AL CONTORNO E REGIME DI MOTO

Come condizione al contorno di monte per tutte le portate si è imposta la profondità critica Y_C.

Anche come condizione al contorno di valle per tutte le portate si è scelto di impostare la profondità critica, dato che l'elevata energia della corrente mantiene il profilo in regime supercritico e non risente del tirante idrico di valle.

I profili di moto permanente per le diverse portate considerate sono stati integrati in regime misto, per valutare le altezze idriche sia in caso di correnti lente che di correnti veloci.

Portata	Condizione di monte	Condizione di valle
Q_{30}	Y_{crit}	Y_{crit}
Q_{50}	Y_{crit}	Y_{crit}
Q_{200}	Y_{crit}	Y_{crit} m

Tabella 4.4: Condizioni al contorno

5 ANALISI DELLO STATO DI FATTO

Nell'Allegato 2 si riporta il profilo geometrico del rio Cinque Santi.

Nell'Allegato 3 sono riportati i file di output di Hec-Ras: profilo idraulico, sezioni, tabelle e vista prospettica.

5.1 PORTATA 30-ENNALE

L'analisi dello stato di fatto del rio Cinque Santi, essendo il rio considerato un canale fognario misto, si basa sulla verifica del grado di riempimento che non deve superare l'80%.

La portata trentennale è ampiamente contenuta all'interno della tombinatura, con gradi di riempimento ridotti, in particolare nel tratto centrale del camerone a sezione rettangolare. Il valore medio è del 30% ed i valori maggiori sono tra il 60% e il 70% nelle sezioni O2, M2 (gli avvallamenti del canale).

Il deflusso avviene sempre a pelo libero, tendenzialmente in corrente veloce, e presenta dei rallentamenti in corrispondenza delle sezioni a massimo riempimento.

Le velocità di deflusso di norma devono essere comprese tra 0,5 e 5 m/s, per evitare la sedimentazione delle sostanze sospese e limitare l'abrasione del materiale della sezione. Il valore medio nel canale è pari a 5,14 m/s, con valori maggiori nel tratto iniziale (molto pendente) e a valle dei salti di fondo.

Nella Tabella 5.1 si riportano il grado di riempimento, il franco geometrico e la velocità per il deflusso della portata 30-ennale.

Nome sez.	Grado riempimento	Franco geometrico dal piedritto	Franco geometrico dalla sommità	Velocità
	(%)	(m)	(m)	(m/s)
V	49%	1.26	1.26	3.42
U	22%	2.08	2.08	7.10
T	12%	2.88	2.88	10.83
S	19%	2.15	2.15	8.15
S1	19%	2.14	2.14	7.95
R	25%	0.63	1.63	7.76
Q	28%	0.71	1.71	6.17
P	27%	0.92	1.92	5.72
O	25%	1.16	2.16	5.68
O1	24%	1.01	2.01	6.23
O2	67%	0.64	1.64	1.16
O3	52%	0.24	1.24	3.28
N	42%	0.43	1.43	4.18
M	17%	1.87	2.87	6.68
M1	19%	1.60	2.60	6.50
M2	62%	0.39	1.39	1.88
M3	65%	0.30	1.30	0.91
L	40%	0.87	1.87	3.28
L1	38%	0.93	1.93	3.45
I	14%	1.56	2.86	4.72
I1	10%	1.92	3.30	5.13
H	6%	2.71	4.31	5.34
G	5%	3.27	5.27	4.57
G1	6%	3.77	5.77	4.18
F	6%	3.86	5.86	4.25
F1	43%	0.25	1.25	4.78
E	13%	2.25	3.25	7.70
E1	19%	1.54	2.54	6.71
D	22%	1.43	2.43	5.58
D1	27%	0.92	1.92	5.56
C	42%	0.60	1.60	3.63
C1	41%	0.60	1.60	3.65
C2	52%	0.14	1.14	3.69
B	40%	0.36	1.36	4.77
A	32%	0.50	1.50	5.96

Tabella 5.1: Risultati dello stato di fatto per la portata 30-ennale

5.2 PORTATA 50-ENNALE E 200-ENNALE

A fini cautelativi si è voluto considerare anche il deflusso della portata 50-ennale e 200-ennale all'interno del canale.

Entrambe le portate sono contenute all'interno della tombinatura e defluiscono a pelo libero. Il deflusso rimane tendenzialmente in corrente veloce e presenta rallentamenti più significativi, oltre che negli avvallamenti del canale, all'interno del camerone tra le sezioni H ed F per effetto della strozzatura nella sezione F1 e nel tratto tra le sezioni D1 e C2 per la minore pendenza di fondo.

Per la portata 50-ennale la media del grado di riempimento è del 47% e i valori maggiori sono tra l'80% e il 90%, mentre per la portata 200-ennale la media è del 55% e i massimi tra il 90% e il 100%, arrivando a saturare il canale in alcuni punti. Non si instaura tuttavia il deflusso in pressione.

Nella Tabella 5.2 si riportano il grado di riempimento e il franco geometrico per il deflusso della portata 50-ennale e 200-ennale.

Q50					Q200			
Nome sez.	Grado riempimento	Franco geometrico dal piedritto	Franco geometrico dalla sommità		Nome sez.	Grado riempimento	Franco geometrico dal piedritto	Franco geometrico dalla sommità
	(%)	(m)	(m)			(%)	(m)	(m)
V	74%	0.66	0.66		V	86%	0.36	0.36
U	36%	1.70	1.70		U	44%	1.50	1.50
T	19%	2.65	2.65		T	23%	2.52	2.52
S	28%	1.91	1.91		S	33%	1.78	1.78
S1	29%	1.89	1.89		S1	34%	1.76	1.76
R	37%	0.41	1.41		R	43%	0.29	1.29
Q	41%	0.45	1.45		Q	47%	0.32	1.32
P	41%	0.59	1.59		P	48%	0.43	1.43
O	38%	0.81	1.81		O	45%	0.63	1.63
O1	39%	0.67	1.67		O1	46%	0.49	1.49
O2	85%	-0.16	0.84		O2	93%	-0.57	0.43
O3	76%	-0.28	0.72		O3	86%	-0.52	0.48
N	65%	-0.06	0.94		N	76%	-0.29	0.71
M	29%	1.50	2.50		M	34%	1.31	2.31
M1	31%	1.23	2.23		M1	38%	1.05	2.05
M2	85%	-0.36	0.64		M2	95%	-0.70	0.30
M3	77%	-0.50	0.50		M3	81%	-0.88	0.12
L	60%	0.31	1.31		L	70%	0.04	1.04
L1	59%	0.37	1.37		L1	69%	0.09	1.09
I	22%	1.24	2.54		I	26%	1.12	2.42
I1	17%	1.62	3.00		I1	20%	1.49	2.87
H	9%	2.51	4.11		H	10%	2.41	4.01
G	7%	3.08	5.08		G	40%	1.30	3.30
G1	24%	2.14	4.14		G1	39%	1.33	3.33
F	24%	2.15	4.15		F	39%	1.33	3.33
F1	88%	-0.57	0.43		F1	95%	-0.74	0.26
E	24%	1.88	2.88		E	29%	1.72	2.72
E1	32%	1.16	2.16		E1	37%	0.99	1.99
D	36%	1.03	2.03		D	42%	0.85	1.85
D1	44%	0.52	1.52		D1	52%	0.34	1.34
C	76%	-0.24	0.76		C	92%	-0.70	0.30
C1	79%	-0.31	0.69		C1	94%	-0.73	0.27
C2	84%	-0.49	0.51		C2	91%	-0.66	0.34
B	64%	-0.10	0.90		B	75%	-0.31	0.69
A	52%	0.13	1.13		A	62%	-0.07	0.93

Tabella 5.2: Risultati dello stato di fatto per la portata 50-ennale e 200-ennale

6 CONCLUSIONI

Nel Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica per lo stato di progetto si era scelto, in via cautelativa, di mettere in opera una nuova tombinatura delle dimensioni 2,5 m di larghezza e 2 m di altezza, a partire dalle quote di progetto, considerando una copertura minima di un metro tra intradosso della tombinatura e riporto.

Risultando invece verificato lo stato di fatto (cap. 5) e seguendo il principio generale di minimizzare gli impatti sulle componenti ambientali ed i costi, non sussiste più la necessità di sostituire la tombinatura con lo scatolare prefabbricato, ma viene mantenuto il canale esistente.

A progetto si prevede quindi soltanto di:

- predisporre una protezione nella sezione di monte del canale rilevato (sez. V) per evitare il distaccamento di materiale di grosse dimensioni dal corpo di frana, che potrebbe causare ostruzioni nel canale a valle;
- chiudere il pozzetto nella sezione R, che nel layout di progetto rimane interrato e nel quale deve confluire la tubazione di troppo pieno del bacino di infiltrazione soprastante;
- mantenere il pozzetto nella sezione O;
- realizzare un ulteriore accesso per l'ispezione nella sezione F, in modo da facilitare la manutenzione del canale.

Tali interventi non comportano modifiche al profilo idraulico.