

Giuglaro – Turrini
Ingegneri Associati
STUDIO TECNICO



REGIONE PIEMONTE
COMUNE DI BUTTIGLIERA ALTA
Città metropolitana di TORINO



Strada Antica di Francia

Opere di riprofilatura del canale di raccolta area Monte Cuneo e
parziale rifacimento Strada Antica di Francia

PROGETTO ESECUTIVO

REV.	DESCRIZIONE-CONTENUTO	DATA	REDATTO	VERIFICATO
0	1° emissione	Marzo 2018		
<u>IL PROGETTISTA:</u> ing. DOMENICO TURRINI via Elio Spesso, 4 - 10057 SANTAMBROGIO DI TORINO (TO) tel. 011.93.99.827 - fax 011.93.23.500 e-mail: studio@gtstudi.it				<u>NOME FILE:</u> Comuni/Iadro/Buttigliera/Esecutivo-03-2018/ Frontalini
				<u>CODICE ID. COMMESSA:</u> 11417C
<u>IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:</u> Geom. Giovanni DE VECCHIS Area Lavori Pubblici				<u>CODICE ID. ELABORATO:</u> 11417C_E_04_G
<u>OGGETTO:</u> RELAZIONE IDRAULICA				<u>TAVOLA N°:</u> G.04

INDICE

INDICE.....	2
PREMESSA	3
ELENCO ALLEGATI.....	5
CARATTERIZZAZIONE GENERALE DELL'AREA.....	6
<i>Ubicazione</i>	6
<i>Inquadramento geomorfologico e idrogeologico</i>	6
<i>Idrologia superficiale</i>	7
INTERVENTI PREVISTI IN PROGETTO.....	7
DETERMINAZIONE DELLE PORTATE DI MASSIMA PIENA.....	7
<i>Metodologia di calcolo utilizzata</i>	7
<i>Metodologia di calcolo utilizzata</i>	8
Modellazione "afflussi-efflussi"	8
<i>Curve di massima possibilità pluviometrica</i>	8
<i>Determinazione delle portate massime</i>	9
Metodo cinematico formula di Giandotti.....	9
Metodo cinematico formula di Pezzoli	10
Metodo cinematico formula di Viparelli	10
Metodo cinematico per fognature urbane	11
Analisi condotta	11
VERIFICHE IDRAULICHE.....	13
<i>Sezioni di verifica idraulica</i>	13
<i>Portate e livelli idrometrici in condizioni di moto uniforme</i>	14
Sezioni di verifica	14
<i>Considerazioni relative al trasporto solido del rio</i>	15
CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE.....	15

Premessa

L'Amministrazione Comunale del Comune di Buttigliera Alta (TO), nell'intento di proteggere dall'erosione la Strada Antica di Francia da parte delle acque ruscellanti all'interno del canale presente sul lato meridionale nel tratto compreso tra il km 0+550 e il km 0+690, ha affidato all'Ing. Domenico Turrini dello Studio Giuglaro-Turrini Ingegneri Associati, con determinazione del responsabile dell'area tecnica n° 186 del 26/05/2017, l'aggiornamento dell'incarico (Codice CIG – Z8D1E8EE68) per la redazione della progettazione, esecutiva, Direzione Lavori e Coordinamento per la sicurezza in fase di progettazione ed in fase di esecuzione inerente le opere di riprofilatura del canale di raccolta area Monte Cuneo e parziale rifacimento di Strada Antica di Francia.

Tale intervento si inserisce all'interno di un progetto per la risoluzione del problema relativo all'erosione di parte della sede stradale della Strada Antica di Francia delle acque di scolo dell'area Monte Cuneo e per il parziale ripristino della stessa mediante il rifacimento della pavimentazione e della segnaletica di sicurezza.

Le opere contenute nel presente progetto sono volte alla messa in sicurezza idraulica del canale a protezione della sede viaria e il parziale rifacimento della stessa. L'intervento in progetto migliorerà la percorribilità e la sicurezza permetterà della Strada Antica di Francia.

La presente relazione è volta alla definizione delle portate di massima piena nell'area esaminata e alla verifica idraulica delle opere di smaltimento previste.

Sulla base delle direttive contenute nel Piano Stralcio delle Fasce Fluviali, adottate con deliberazione 11/05/2000 n. 2 Autorità bacino fiume Po si è assunta

la portata corrispondente ad un tempo di ritorno TR di 100 anni e si è proceduto al dimensionamento degli interventi volti allo smaltimento delle acque ruscellanti.

Lo studio si è articolato nelle fasi seguenti:

- rilevamento dei bacini afferenti alla rete idrografica superficiale
- individuazione e caratterizzazione della rete idrografica esistente
- raccolta dei dati idrografici
- elaborazione dei dati ed analisi dei risultati

Il rilevamento della rete idrografica superficiale è stato condotto mediante sopralluoghi in sito per la raccolta dei dati geometrici. Si è proceduto all'approvvigionamento dei dati idrografici delle stazioni presenti nella zona che opportunamente elaborati e intercorrelati ai dati morfologici hanno permesso di condurre le verifiche idrauliche. Mappe topografiche a scala 1:2000 hanno costituito la base cartografica per i rilevamenti per le successive restituzioni.

La presente relazione costituisce relazione idraulica del progetto.

Elenco allegati

- Allegato 1: calcolo della portata di riferimento
- Allegato 2: verifiche idrauliche nelle condizioni di progetto

Caratterizzazione generale dell'area.

Ubicazione

L'area di Monte Cuneo oggetto dell'indagine è situata nel territorio comunale di Buttigliera Alta (TO) e si affaccia sul fondovalle della Dora Riparia.

Inquadramento geomorfologico e idrogeologico

Monte Cuneo è un promontorio roccioso di forma allungata in direzione NW-SE che si eleva dalla pianura alluvionale del fiume Dora Riparia raggiungendo una quota massima di 641 m. I suoi versanti presentano una pendenza globale superiore al 20% e sono ricoperti da boschi cedui la cui continuità è interrotta di tanto in tanto da radure coltivate a prato. Nella porzione bassa la concentrazione delle aree edificate si accentua sino a confluire nel centro abitato sottostante. Ai piedi di Monte Cuneo in direzione Est è presente un'area sub-pianeggiante che si estende tra due dorsali moreniche fino a raggiungere il territorio di Buttigliera Alta in corrispondenza della Regione di Villa S.Tommaso.

L'ammasso roccioso di Monte Cuneo appartiene al Complesso dei Calcescisti con Pietre Verdi ed è costituito da rocce ultrabasiche i cui litotipi predominanti sono serpentiniti e serpentinoscisti di cui alla Carta Geologica d'Italia Foglio 55 Susa. La zona esaminata è individuabile come appartenente al complesso di depositi di età quaternaria identificabili come morene risalenti alle glaciazioni rissiane e wurmiane. I depositi morenici sono costituiti da suolo bruno, scarsamente alterato, con ciottoli e blocchi immersi in una matrice povera di frazione fine, ghiaia, sabbia ed argilla (Nervo, 1979).

Idrologia superficiale

In corrispondenza dell'area oggetto di intervento è presente il rio che drena una porzione del versante morenico che si sviluppa a monte.

Interventi previsti in progetto

La necessità di ridurre l'erosione della sede viaria della Strada Antica di Francia da parte del rio che smaltisce le acque meteoriche dell'area Monte Cuneo verrà realizzata mediante la costruzione di una difesa spondale in sponda orografica destra del rio mantenendo il greto naturale esistente.

Si è optato per la realizzazione della difesa spondale impiegando massi da scogliera ciclopici cementati e per la rinaturalizzazione del rio mediante la sua riprofilatura mantenendo il greto naturale esistente per evitare di modificarne il regime idraulico.

Determinazione delle portate di massima piena

La determinazione delle portate di massima piena è avvenuta ricorrendo a metodi di tipo probabilistico al fine di effettuare le verifiche necessarie in maniera cautelativa. In effetti l'applicazione di metodi di tipo probabilistico normalmente risulta conservativo rispetto ai modelli basati sull'utilizzo di dati idrometrici effettivamente misurati: nel caso in esame non essendo disponibili dati idrometrici riferiti a serie di dati significative si è fatto riferimento ai dati di piovosità che sono invece disponibili in numero rappresentativo.

Sono state utilizzate le curve di possibilità climatica redatte dall'Autorità di Bacino attraverso la regionalizzazione pluviometrica del territorio piemontese.

Metodologia di calcolo utilizzata

Per la determinazione delle portate in arrivo alla sezione di chiusura è stato utilizzato il metodo descritto nel seguito.

Metodologia di calcolo utilizzata

Per la determinazione delle portate in arrivo alla sezione di chiusura è stato utilizzato il metodo descritto nel seguito.

Modellizzazione "afflussi-efflussi"

Il metodo si basa sull'elaborazione statistica delle osservazioni pluviometriche raccolte negli Annali Idrologici.

Curve di massima possibilità pluviometrica

Le curve di massima possibilità pluviometrica utilizzate esprimono l'altezza di pioggia h [mm] in funzione della durata dell'evento precipitativo t [h] e ai parametri caratteristici della curva a e n e hanno una espressione del tipo:

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

La metodologia utilizzata per l'elaborazione dei dati pluviometrici si è basata sull'applicazione della *legge di probabilità dei valori estremi di Gumbel* che permette di determinare i coefficienti caratteristici a e n in funzione del tempo di ritorno. Per tempo di ritorno si intende il numero medio di anni che bisogna attendere affinché si verifichi un determinato evento precipitativo.

Si è assunto un valore del periodo di ritorno pari a 100 anni, valore prescritto dalle direttive del Piano Stralcio delle Fasce Fluviali, adottate con deliberazione 11/05/2000 n. 2 Autorità bacino fiume Po - al punto 3.2 "Criteri di compatibilità idraulica per ponti e rilavati di accesso in progetto".

Le curve utilizzate per il progetto in esame sono state ricavate da uno studio pubblicato dall'Autorità di Bacino del Fiume Po nel quale sono indicati i coefficienti di possibilità climatica per i maggiori bacini piemontesi, dal quale è stato ricavato il valore dei coefficienti a e n per il bacino del fiume Dora Riparia **(Allegato 6)**:

<i>T.R. 10 anni</i>	<i>a=103.51</i>	<i>n=0.47</i>
<i>T.R. 50 anni</i>	<i>a=135.81</i>	<i>n=0.46</i>
<i>T.R. 100 anni</i>	<i>a=149.73</i>	<i>n=0.48</i>
<i>T.R. 200 anni</i>	<i>a=163.64</i>	<i>n=0.48</i>
<i>T.R. 500 anni</i>	<i>a=182.03</i>	<i>n=0.48</i>

La curva ottenuta per tempi di ritorno pari a 100 anni è la seguente:

$$h = 149,73 t^{0,48}$$

Analizzando i dati disponibili per la stazione pluviometrica di Avigliana si desume che la modellizzazione effettuata è sufficientemente rappresentativa della situazione precipitativa locale.

Determinazione delle portate massime

Sulla base delle considerazioni morfologiche dell'asta principale della rio e dei rilievi effettuati nell'area le verifiche idrauliche sono state condotte individuando la sezione di chiusura del bacino in corrispondenza del tratto in cui la Strada Antica di frabcia affianca il rio, e le portate calcolate sono state utilizzate conservativamente per le verifiche idrauliche delle sezioni che sono state individuate come rappresentative.

Metodo cinematico formula di Giandotti

Il calcolo della portata massima si basa sulla individuazione del tempo di corrivazione caratteristico per il bacino idrografico, cioè l'intervallo di tempo che intercorre tra l'inizio della precipitazione efficace e l'arrivo dell'onda di piena nella sezione di chiusura del bacino stesso. Le variabili che intervengono in questo tipo di determinazione sono legate all'estensione del bacino imbrifero, alla lunghezza del corso d'acqua, alla pendenza media dell'asta in quel tratto e all'altezza di pioggia. In Italia è di uso corrente la formula:

$$t_c = (4 \cdot \sqrt{A} + 1,5 \cdot L) / (0,8 \cdot \sqrt{H})$$

nella quale:

t_c = tempo di corrivazione [h]

A = superficie del bacino [km²]

L = lunghezza dell'asta [km]

H = altezza media del bacino [m]

Metodo cinematico formula di Pezzoli

Il Pezzoli propone, per bacini di alimentazione molto piccoli la formula:

$$t_c = 0,055 \cdot L / \sqrt{i}$$

nella quale:

t_c = tempo di corrivazione [h]

L = lunghezza dell'asta [km]

i = pendenza dell'alveo

Metodo cinematico formula di Viparelli

Il Viparelli propone, per bacini di alimentazione molto piccoli la formula:

$$t_c = (1000 \cdot A) / (V \cdot 3600)$$

nella quale:

t_c = tempo di corrivazione [h]

A = superficie del bacino [km²]

V = velocità di scorrimento [m/s]

Metodo cinematico per fognature urbane

In Italia è di uso corrente per fognature urbane e di conseguenza per bacini di piccole dimensioni la formula:

$$t_c = t_r + L/V$$

nella quale:

t_c = tempo di corrivazione [h]

t_r = tempo di ruscellamento [h]

L = lunghezza dell'asta [km]

V = velocità [m/s]

Analisi condotta

Nel caso in esame, i parametri utilizzati sono i seguenti:

Tab. 2 - dati bacino

Sup [km ²]	L [km]	Qmax	Qmin
0,38	1,5	400,00	360,00

Tab. 3 - coefficienti di deflusso

	Tr10	Tr50	Tr100	Tr200	Tr500
coeff	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20

Tali valori, inseriti nelle formule utilizzate hanno fornito un valore del tempo di corrivazione:

Tab. 4 - tempi di corrivazione calcolati

	Giandotti	Viparelli	Pezzoli	Fognature urbane
Tc	1,34	0,37	0,51	0,90

In base ai valori dei tempi di corrivazione ricavati con le formulazioni precedenti è possibile infine ricavare il valore della portata massima data dall'espressione di Giandotti-Visentini utilizzando in modo conservativo i valori dei coefficienti della curva di massima possibilità pluviometrica:

$$Q_{\max} = k j h S / t_c$$

nella quale:

k = coefficiente di deflusso

j = coefficiente di laminazione

mentre gli altri parametri mantengono le caratteristiche definite in precedenza.

Nel caso in esame si sono utilizzati i seguenti valori:

k = 0,20

j = 1

che hanno fornito un valore di portata massima

Tab. 5 - calcolo portate di riferimento

	Giandotti		Viparelli		Pezzoli		Fognature urbane	
Tr	Q [m³/s]	q [m³/s*km²]						
100	0,62	1,55	1,21	3,03	1,03	2,58	0,73	1,90

In base ai valori dei tempi di corrivazione ricavati con le formulazioni precedenti sono stati utilizzati, in maniera conservativa, i valori ricavati applicando la formula per le fognature urbane. In effetti le teorie di Giandotti, di Pezzoli e di Viparelli risultano adatte per valli laterali alpine con bacini di piccole dimensioni (5-50 km²) con pendenze importanti (>6%).

Tenendo in considerazione i dati relativi agli ultimi anni ed in particolare agli eventi alluvionali del 1993, del 1994 e del 2000 si ritengono ragionevoli e cautelativi il valori calcolati con le metodologie di cui ai paragrafi precedenti.

Verifiche idrauliche

L'esecuzione delle verifiche idrauliche è stata condotta utilizzando la teoria di determinazione delle velocità dell'acqua di *Chézy-Tadini* per i corsi d'acqua naturali e artificiali

$$V = C \sqrt{r_H} i_f$$

integrata dalla formula di *Gaukler-Strickler* per il calcolo della resistenza al moto dovuta alla scabrezza delle superfici dei canali

$$C = \kappa_s r_H^{1/6}$$

dove:

C = coefficiente di Chézy [$m^{1/2}/s$]

R_H = raggio idraulico [m]

I_f = inclinazione del fondo

K_s = coefficiente di scabrezza [$m^{1/3}/s$]

I dati ottenuti mediante rilevamenti in sito (condizione delle superfici) e dai profili ottenuti (sezioni, inclinazione del fondo), sono stati elaborati al computer ottenendo i valori di massima altezza idraulica raggiungibile e di massima portata smaltibile dalle sezioni sottoposte a verifica.

Sezioni di verifica idraulica

Al fine di verificare se sia necessario installare una valvola di non ritorno sulla tubazione fognaria in progetto per lo scarico delle acque di pioggia del sottopasso in progetto si è proceduto alla verifica idraulica del rio in corrispondenza del punto di immissione della fognatura nel rio per determinare il tirante massimo in occasione della pioggia di progetto.

I valori dei parametri utilizzati per le verifiche idrauliche sono riportati nella tabella seguente:

Tab. 6 - sezioni significative

	quota fondo	quota minima sponda	pendenza	materiale alveo	scabrezza
Sez	[m]	[m]			[$m^{1/3}/s$]
1	-1,24	-0,11	1,10%	detrito	35

2	-1,01	-0,13	1,10%	detrito	35
3	-0,94	0,00	1,10%	detrito	35
4	-0,63	0,23	1,10%	detrito	35
5	-0,51	0,28	1,10%	detrito	35
6	-0,25	0,56	1,10%	detrito	35
7	0,00	0,93	1,10%	detrito	35
8	0,07	1,05	1,10%	detrito	35
9	0,14	1,18	1,10%	detrito	35
10	0,76	1,72	1,10%	detrito	35

Portate e livelli idrometrici in condizioni di moto uniforme

Nelle sezioni sottoposte a verifica sono stati condotti i calcoli relativi alle portate di moto uniforme corrispondenti ai tempi di ritorno determinati in precedenza e sono state determinati i livelli idrometrici in ognuna delle condizioni ipotizzate. Non si è ritenuto di condurre le verifiche in moto permanente poiché le caratteristiche geometriche dell'alveo (pressoché rettilineo e a sezione pressoché costante) fanno presumere con buona approssimazione che il moto idraulico sia prossimo a quello uniforme.

Sezioni di verifica

Applicando le metodologie descritte nei paragrafi precedenti sono stati determinati i valori di portate e di altezze idriche in condizioni di moto uniforme riportate, per ciascun tempo di ritorno, nelle tabelle seguenti. Come è possibile notare le altezze idriche sono state implementate del valore del termine cinetico ($0,5 \cdot V^2 / 2 \cdot g$):

Tab. 7 - altezza pelo libero in moto uniforme

Sez	quota fondo	quota minima sponda	quota pelo libero	termine cinetico ($0,5 \cdot V^2 / 2g$)	quota pelo libero + termine cinetico	differenza quota massima piena quota minima sponda
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
1	-1,24	-0,11	-0,89	0,05	-0,84	-0,73
2	-1,01	-0,13	-0,61	0,06	-0,55	-0,42
3	-0,94	0,00	-0,24	0,06	-0,18	-0,18
4	-0,63	0,23	-0,18	0,06	-0,12	-0,35
5	-0,51	0,28	-0,16	0,05	-0,11	-0,39

6	-0,25	0,56	0,05	0,05	0,10	-0,46
7	0,00	0,93	0,40	0,06	0,46	-0,47
8	0,07	1,05	0,57	0,06	0,63	-0,42
9	0,14	1,18	0,69	0,06	0,75	-0,43
10	0,76	1,72	1,16	0,06	1,22	-0,50

Come è possibile rilevare dai dati calcolati per tempi di ritorno pari a 100 anni, valore assunto generalmente come conservativo nel dimensionamento dei ponti e dei rilevati di accesso, il tirante massimo calcolato risulta a quota inferiore del ciglio superiore della difesa spondale, nella sezione più critica di circa cm 20.

Considerazioni relative al trasporto solido del rio

La valutazione del trasporto solido di un corso d'acqua risulta sempre molto problematica dato il numero di variabili che entrano in gioco, quali la pendenza dell'alveo, la scabrezza, la geometria dell'alveo, la granulometria del fondo e del materiale in sospensione.

Nel caso in esame è possibile affermare che il trasporto solido avrà una componente limosa e, data la debole pendenza dell'alveo e la conseguente ridotta velocità dell'acqua, una componente sabbioso-limosa dovuta all'erosione delle sponde dell'alveo. In totale la componente dovuta al trasporto solido, data la granulometria grossolana (ghiaie e ciottoli) del deposito fluvioglaciale sul quale si sviluppa l'alveo del rio, non pare possa essere importante.

Considerazioni conclusive

I valori di portata calcolati possono essere ritenuti sufficientemente conservativi anche se confrontate con gli eventi alluvionali di notevole importanza avvenuti nell'area.

Come è possibile rilevare dai dati calcolati per tempi di ritorno pari a 100 anni, valore assunto generalmente come conservativo nel dimensionamento dei ponti e dei rilevati di accesso, il tirante massimo calcolato risulta a quota inferiore del ciglio superiore della difesa spondale con un franco che, in corrispondenza della sezione a criticità maggiore, risulta pari a circa cm 20 altezza di sicurezza considerata più che sufficiente dato l'ordine di grandezza delle portate smaltite.

Studio Tecnico Sergio Giuglaro - Domenico Turrini Ingegneri Associati

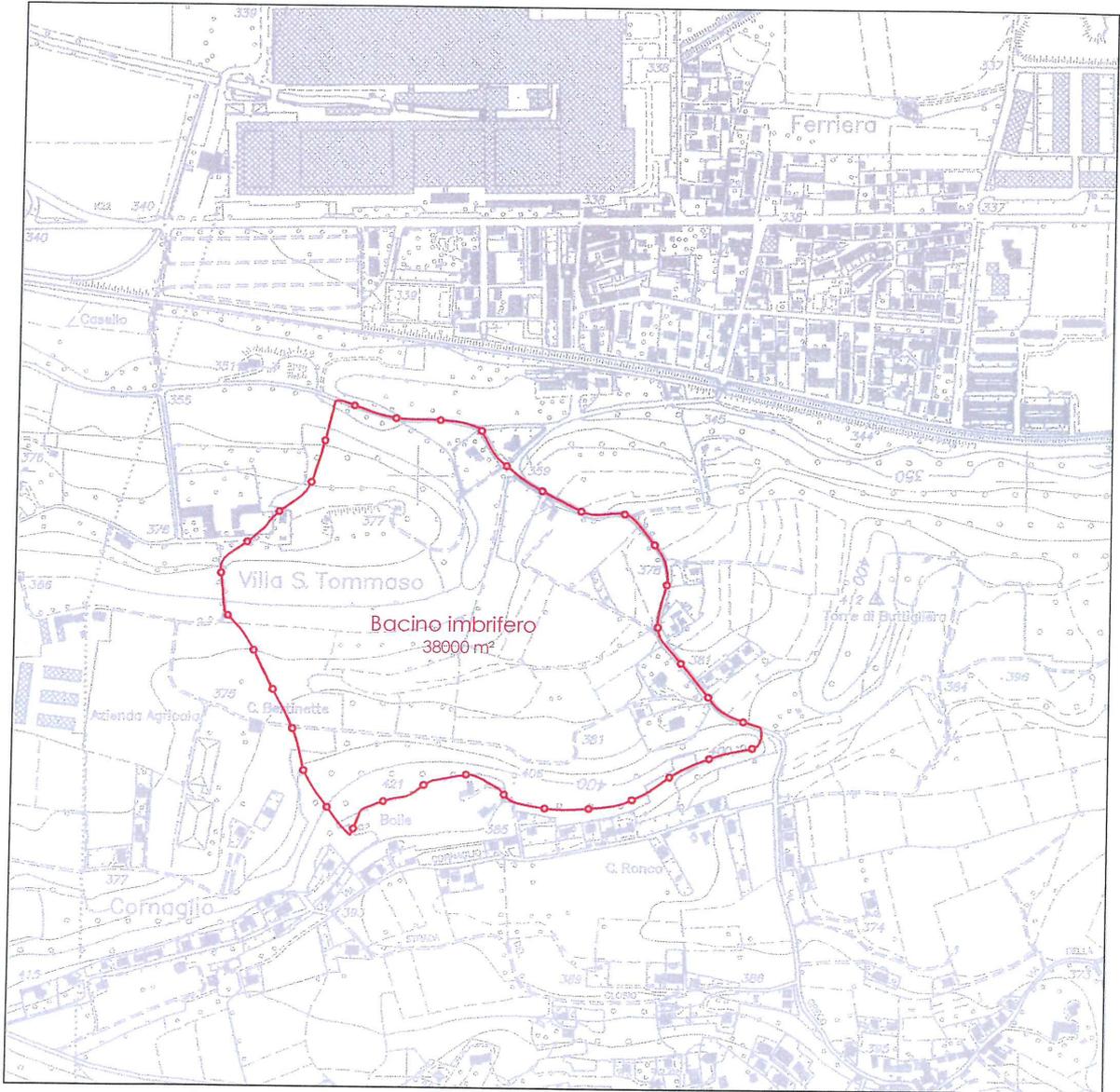
Relazione Tecnica

Allegato 1

calcolo della portata di riferimento

10057 SANT'AMBROGIO DI TORINO (TO) - via Elio Spesso, 4 - tel 011/9399827, fax 011/9323500 E-Mail studio@gtstudi.it

Bacino imbrifero Scala 1:10000



Studio Tecnico Sergio Giuglaro - Domenico Turrini Ingegneri Associati

Rio laterale via della Torre

Tab. 1 - coefficienti curva di possibilità pluviometrica

Tr	a	n
10	103,51	0,47
50	135,81	0,46
100	149,73	0,48
200	163,64	0,48
500	182,03	0,48

Tab. 2 - dati bacino

Sup [km ²]	L [km]	Qmax	Qmin
0,38	1,50	400,00	360,00

Tab. 3 - coefficienti di deflusso

	Tr10	Tr50	Tr100	Tr200	Tr500
coeff	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20

10057 SANT'AMBROGIO DI TORINO - via Elio Spesso n°4 - tel 011/9399827, fax 011/9323500, E-Mail studio@gtstudi.it

Studio Tecnico Sergio Giuglaro - Domenico Turrini Ingegneri Associati

Tab. 4 - tempi di corrivazione calcolati

	Giandotti	Viparelli	Pezzoli	Fognature urbane
Tr	1,34	0,37	0,51	0,90

Tab. 5 - calcolo portate di riferimento

	Giandotti		Viparelli		Pezzoli		Fognature urbane	
	Q [m ³ /s]	q [m ³ /s*km ²]	Q [m ³ /s]	q [m ³ /s*km ²]	Q [m ³ /s]	q [m ³ /s*km ²]	Q [m ³ /s]	q [m ³ /s*km ²]
100	0,62	1,55	1,21	3,03	1,03	2,58	0,72	1,80

10057 SANT'AMBROGIO DI TORINO - via Elio Spesso n°4 - tel 0119399827, fax 0119323500, E-Mail studio@gtstudi.it

Studio Tecnico Sergio Giuglaro - Domenico Turrini Ingegneri Associati

Tab. 6 - sezioni significative

Sez	quota fondo [m]	quota minima sponda [m]	pendenza	materiale alveo	scabrezza [m ^{1/3} /s]
1	-1,24	-0,11	1,10%	detrito	35
2	-1,01	-0,13	1,10%	detrito	35
3	-0,94	0,00	1,10%	detrito	35
4	-0,63	0,23	1,10%	detrito	35
5	-0,51	0,28	1,10%	detrito	35
6	-0,25	0,56	1,10%	detrito	35
7	0,00	0,93	1,10%	detrito	35
8	0,07	1,05	1,10%	detrito	35
9	0,14	1,18	1,10%	detrito	35
10	0,76	1,72	1,10%	detrito	35

10057 SANT'AMBROGIO DI TORINO - via Elio Spesso n°4 - tel.011/9399827, fax 011/93233500, E-Mail studio@gfstudi.it

Studio Tecnico Sergio Giuglaro - Domenico Turrini Ingegneri Associati

Tab. 7 - altezza pelo libero in moto uniforme

Sez	quota fondo [m]	quota minima sponda [m]	quota pelo libero [m]	termine cinetico ($0,5 \cdot V^2/2g$) [m]	quota pelo libero + termine cinetico [m]	differenza quota massima piena quota minima sponda [m]
1	-1,24	-0,11	-0,89	0,05	-0,84	-0,73
2	-1,01	-0,13	-0,61	0,06	-0,55	-0,42
3	-0,94	0,00	-0,24	0,06	-0,18	-0,18
4	-0,63	0,23	-0,18	0,06	-0,12	-0,35
5	-0,51	0,28	-0,16	0,05	-0,11	-0,39
6	-0,25	0,56	0,05	0,05	0,10	-0,46
7	0,00	0,93	0,40	0,06	0,46	-0,47
8	0,07	1,05	0,57	0,06	0,63	-0,42
9	0,14	1,18	0,69	0,06	0,75	-0,43
10	0,76	1,72	1,16	0,06	1,22	-0,50

10057 SANT'AMBROGIO DI TORINO - via Elio Spesso n°4 - tel.011/9399827, fax.011/9323500, E-Mail studio@gfstudi.it

Studio Tecnico Sergio Giuglaro - Domenico Turrini Ingegneri Associati

DETERMINAZIONE PORTATA MASSIMA	
BACINO:	AREA MONTE CUNEO
SEZIONE:	1-1 porzione oggetto di irregimazione
DATI SUI BACINO IMBRIFERO	
Superficie scolante	A= 0,40 Km ²
Lunghezza percorso idraulico più lungo	L= 1,50 Km
Quota massima	zmax= 400,00 m
Quota minima	zmin= 360,00 m
Quota media	Zmed= 380,00 m
Dislivello medio	ΔH= 20,00 m
Pendenza media alveo	i= 0,0267
Tempo di corrivazione:	
Giandotti	tc= 1,34 ore
Viparelli:	tc= 0,37 ore
Pezzoli	tc= 0,51 ore

Coefficienti delle curve di probabilità pluviometrica e portate:
 N.B.: Inserire i coefficienti delle rette interpolanti ottenuti nel grafico ed il coefficiente di deflusso

Deflusso	C= 0,20					C= 0,30					C= 0,40				
	Tr	a	n	tc	h	Tr	a	n	tc	h	Tr	a	n	tc	h
10	103,5100	0,4700	0,4700	1,34	26,63	103,5100	0,4700	0,4700	1,34	26,63	103,5100	0,4700	0,4700	1,34	26,63
50	135,8100	0,4600	0,4600	1,34	35,97	135,8100	0,4600	0,4600	1,34	35,97	135,8100	0,4600	0,4600	1,34	35,97
100,00	149,73	0,48	0,48	1,34	37,43	149,73	0,48	0,48	1,34	37,43	149,73	0,48	0,48	1,34	37,43
200	163,6400	0,4800	0,4800	1,34	40,90	163,6400	0,4800	0,4800	1,34	40,90	163,6400	0,4800	0,4800	1,34	40,90
500	182,0300	0,4800	0,4800	1,34	45,50	182,0300	0,4800	0,4800	1,34	45,50	182,0300	0,4800	0,4800	1,34	45,50

Deflusso	Giandotti					Viparelli					Pezzoli				
	Tr	a	n	tc	h	Tr	a	n	tc	h	Tr	a	n	tc	h
10	103,5100	0,4700	0,4700	1,34	26,63	103,5100	0,4700	0,4700	1,34	26,63	103,5100	0,4700	0,4700	1,34	26,63
50	135,8100	0,4600	0,4600	1,34	35,97	135,8100	0,4600	0,4600	1,34	35,97	135,8100	0,4600	0,4600	1,34	35,97
100	149,7300	0,4800	0,4800	1,34	37,43	149,7300	0,4800	0,4800	1,34	37,43	149,7300	0,4800	0,4800	1,34	37,43
200	163,6400	0,4800	0,4800	1,34	40,90	163,6400	0,4800	0,4800	1,34	40,90	163,6400	0,4800	0,4800	1,34	40,90
500	182,0300	0,4800	0,4800	1,34	45,50	182,0300	0,4800	0,4800	1,34	45,50	182,0300	0,4800	0,4800	1,34	45,50

10057 SANT'AMBROGIO DI TORINO - via Elio Spesso n°4 - tel 011/9399827, fax 011/9323500, E-Mail studio@gfstudi.it

Studio Tecnico Sergio Giuglaro - Domenico Turrini Ingegneri Associati

CALCOLO DELLE PORTATE SMALTITE

(Metodo cinematico)

Opera idraulica: Rio Tr-100

Tratto: sezione 1

149,73	Coefficiente curva di massima possibilità climatica
0,48	Esponente curva di massima possibilità climatica
0,38	Superficie asservita dal tratto [km ²]
1,50	lunghezza del tratto scolante [km]
0	Portata conferita [m ³ /s]
0,2	Coefficiente di deflusso
1	Coefficiente di laminazione
PVC	Tipo di speco
1,200	diametro tubazioni [m]
1,88	h/r
75	Coefficiente di scabrezza (ks) [m ^{1/3} /s]
2,67%	Inclinazione del fondo

Tempo di corrivazione [ore]	0,902
Altezza equivalente [mm]	31,00
Portata del tratto [m ³ /s]	0,725
Portata totale [m ³ /s]	0,725
Portata max spec. [m ³ /s*km ²]	1,909

10057 SANT'AMBROGIO DI TORINO - via Elio Spesso n°4 - tel 011/9399827, fax 011/9323500, E-Mail studio@gtstudi.it

Studio Tecnico Sergio Giuglaro - Domenico Turrini Ingegneri Associati

Relazione Tecnica

Allegato 2

verifiche idrauliche nelle condizioni di progetto

Studio Tecnico Sergio Giuglaro - Domenico Turrini Ingegneri Associati

CALCOLO DELLA PORTATA DI CORSI D'ACQUA SUPERFICIALI (formula di Gaukler-Strickler)

Opera idraulica: Rio Tr-100

Tratto: sezione 1

1,70	LARGHEZZA CANALE [m]
0,35	ALTEZZA PELO LIBERO [m]
35	COEFFICIENTE DI RESISTENZA (ks) [m ^{1/3} /s]
1,10%	INCLINAZIONE DEL FONDO

SEZIONE BAGNATA [m ²]	0,60
CONTORNO BAGNATO [m]	2,40
RAGGIO IDRAULICO [m]:	0,25
COEFF. DI CHEZY:	27,74
PENDENZA CRITICA:	1,80%
ALTEZZA CRITICA [m]:	0,21
VELOCITA' [m/s]:	1,449
NUMERO DI FROUDE:	0,78
PORTATA [m ³ /s]:	0,862

10057 SANT'AMBROGIO DI TORINO - via Elio Spesso n°4 - tel 0119399827, fax 0119323500, E-Mail gtstudi@libero.it

Studio Tecnico Sergio Giuglaro - Domenico Turrini Ingegneri Associati

CALCOLO DELLA PORTATA DI CORSI D'ACQUA SUPERFICIALI (formula di Gaukler-Strickler)

Opera idraulica: Rio Tr-100

Tratto: sezione 2

1,40	LARGHEZZA CANALE [m]
0,40	ALTEZZA PELO LIBERO [m]
35	COEFFICIENTE DI RESISTENZA (ks) [m ^{1/3} /s]
1,10%	INCLINAZIONE DEL FONDO

SEZIONE BAGNATA [m ²]	0,56
CONTORNO BAGNATO [m]	2,20
RAGGIO IDRAULICO [m]:	0,25
COEFF. DI CHEZY:	27,86
PENDENZA CRITICA:	1,99%
ALTEZZA CRITICA [m]:	0,22
VELOCITA' [m/s]:	1,474
NUMERO DI FROUDE:	0,74
PORTATA [m ³ /s]:	0,826

10057 SANT'AMBROGIO DI TORINO - via Elio Spesso n°4 - tel 0119399827, fax 0119323500, E-Mail studio@gtstudi.it

Studio Tecnico Sergio Giuglaro - Domenico Turrini Ingegneri Associati

CALCOLO DELLA PORTATA DI CORSI D'ACQUA SUPERFICIALI
(formula di Gaukler-Strickler)

Opera idraulica: Rio Tr-100

Tratto: sezione 3

0,82	LARGHEZZA CANALE [m]
0,70	ALTEZZA PELO LIBERO [m]
35	COEFFICIENTE DI RESISTENZA (ks) [m ^{1/3} /s]
1,10%	INCLINAZIONE DEL FONDO

SEZIONE BAGNATA [m ²]	0,57
CONTORNO BAGNATO [m]	2,22
RAGGIO IDRAULICO [m]:	0,26
COEFF. DI CHEZY:	27,94
PENDENZA CRITICA:	3,40%
ALTEZZA CRITICA [m]:	0,23
VELOCITA' [m/s]:	1,490
NUMERO DI FROUDE:	0,57
PORTATA [m ³ /s]:	0,855

10057 SANT'AMBROGIO DI TORINO - via Elio Spesso n°4 - tel 011/9399827, fax 011/9323500, E-Mail studio@gtstudi.it

Studio Tecnico Sergio Giuglaro - Domenico Turrini Ingegneri Associati

CALCOLO DELLA PORTATA DI CORSI D'ACQUA SUPERFICIALI (formula di Gaukler-Strickler)

Opera idraulica: Rio Tr-100

Tratto: sezione 4

1,22	LARGHEZZA CANALE [m]
0,45	ALTEZZA PELO LIBERO [m]
35	COEFFICIENTE DI RESISTENZA (ks) [m ^{1/3} /s]
1,10%	INCLINAZIONE DEL FONDO

SEZIONE BAGNATA [m ²]	0,55
CONTORNO BAGNATO [m]	2,12
RAGGIO IDRAULICO [m]:	0,26
COEFF. DI CHEZY:	27,94
PENDENZA CRITICA:	2,18%
ALTEZZA CRITICA [m]:	0,23
VELOCITA' [m/s]:	1,491
NUMERO DI FROUDE:	0,71
PORTATA [m ³ /s]:	0,819

10057 SANT'AMBROGIO DI TORINO - via Elio Spesso n°4 - tel 0119399827, fax 0119323500, E-Mail studio@gtstudi.it

Studio Tecnico Sergio Giuglaro - Domenico Turrini Ingegneri Associati

CALCOLO DELLA PORTATA DI CORSI D'ACQUA SUPERFICIALI (formula di Gaukler-Strickler)

Opera idraulica: Rio Tr-100

Tratto: sezione 5

1,64	LARGHEZZA CANALE [m]
0,35	ALTEZZA PELO LIBERO [m]
35	COEFFICIENTE DI RESISTENZA (ks) [m ^{1/3} /s]
1,10%	INCLINAZIONE DEL FONDO

SEZIONE BAGNATA [m ²]	0,57
CONTORNO BAGNATO [m]	2,34
RAGGIO IDRAULICO [m]:	0,25
COEFF. DI CHEZY:	27,69
PENDENZA CRITICA:	1,83%
ALTEZZA CRITICA [m]:	0,21
VELOCITA' [m/s]:	1,438
NUMERO DI FROUDE:	0,78
PORTATA [m ³ /s]:	0,826

10057 SANT'AMBROGIO DI TORINO - via Elio Spesso n°4 - tel 0119399827, fax 0119323500, E-Mail studio@gtstudi.it

Studio Tecnico Sergio Giuglaro - Domenico Turrini Ingegneri Associati

CALCOLO DELLA PORTATA DI CORSI D'ACQUA SUPERFICIALI (formula di Gaukler-Strickler)

Opera idraulica: Rio Tr-100

Tratto: sezione 6

2,02	LARGHEZZA CANALE [m]
0,30	ALTEZZA PELO LIBERO [m]
35	COEFFICIENTE DI RESISTENZA (ks) [m ^{1/3} /s]
1,10%	INCLINAZIONE DEL FONDO

SEZIONE BAGNATA [m ²]	0,61
CONTORNO BAGNATO [m]	2,62
RAGGIO IDRAULICO [m]:	0,23
COEFF. DI CHEZY:	27,42
PENDENZA CRITICA:	1,69%
ALTEZZA CRITICA [m]:	0,20
VELOCITA' [m/s]:	1,383
NUMERO DI FROUDE:	0,81
PORTATA [m ³ /s]:	0,838

10057 SANT'AMBROGIO DI TORINO - via Elio Spesso n°4 - tel 0119399827, fax 0119323500, E-Mail studio@gtstudi.it

CALCOLO DELLA PORTATA DI CORSI D'ACQUA SUPERFICIALI

(formula di Gaukler-Strickler)

Opera idraulica: Rio Tr-100**Tratto: sezione 7**

1,40	LARGHEZZA CANALE [m]
0,40	ALTEZZA PELO LIBERO [m]
35	COEFFICIENTE DI RESISTENZA (ks) [m ^{1/3} /s]
1,10%	INCLINAZIONE DEL FONDO

SEZIONE BAGNATA [m ²]	0,56
CONTORNO BAGNATO [m]	2,20
RAGGIO IDRAULICO [m]:	0,25
COEFF. DI CHEZY:	27,86
PENDENZA CRITICA:	1,99%
ALTEZZA CRITICA [m]:	0,22
VELOCITA' [m/s]:	1,474
NUMERO DI FROUDE:	0,74
PORTATA [m ³ /s]:	0,826

CALCOLO DELLA PORTATA DI CORSI D'ACQUA SUPERFICIALI
(formula di Gaukler-Strickler)**Opera idraulica: Rio Tr-100****Tratto: sezione 8**

1,16	LARGHEZZA CANALE [m]
0,50	ALTEZZA PELO LIBERO [m]
35	COEFFICIENTE DI RESISTENZA (ks) [m ^{1/3} /s]
1,10%	INCLINAZIONE DEL FONDO

SEZIONE BAGNATA [m ²]	0,58
CONTORNO BAGNATO [m]	2,16
RAGGIO IDRAULICO [m]:	0,27
COEFF. DI CHEZY:	28,11
PENDENZA CRITICA:	2,31%
ALTEZZA CRITICA [m]:	0,24
VELOCITA' [m/s]:	1,528
NUMERO DI FROUDE:	0,69
PORTATA [m ³ /s]:	0,886

CALCOLO DELLA PORTATA DI CORSI D'ACQUA SUPERFICIALI
(formula di Gaukler-Strickler)

Opera idraulica: Rio Tr-100

Tratto: sezione 9

1,00	LARGHEZZA CANALE [m]
0,55	ALTEZZA PELO LIBERO [m]
35	COEFFICIENTE DI RESISTENZA (ks) [m ^{1/3} /s]
1,10%	INCLINAZIONE DEL FONDO

SEZIONE BAGNATA [m ²]	0,55
CONTORNO BAGNATO [m]	2,10
RAGGIO IDRAULICO [m]:	0,26
COEFF. DI CHEZY:	28,00
PENDENZA CRITICA:	2,63%
ALTEZZA CRITICA [m]:	0,23
VELOCITA' [m/s]:	1,503
NUMERO DI FROUDE:	0,65
PORTATA [m ³ /s]:	0,826

Studio Tecnico Sergio Giuglaro - Domenico Turrini Ingegneri Associati

CALCOLO DELLA PORTATA DI CORSI D'ACQUA SUPERFICIALI (formula di Gaukler-Strickler)

Opera idraulica: Rio Tr-100

Tratto: sezione 10

1,38	LARGHEZZA CANALE [m]
0,40	ALTEZZA PELO LIBERO [m]
35	COEFFICIENTE DI RESISTENZA (ks) [m ^{1/3} /s]
1,10%	INCLINAZIONE DEL FONDO

SEZIONE BAGNATA [m ²]	0,55
CONTORNO BAGNATO [m]	2,18
RAGGIO IDRAULICO [m]:	0,25
COEFF. DI CHEZY:	27,84
PENDENZA CRITICA:	2,00%
ALTEZZA CRITICA [m]:	0,22
VELOCITA' [m/s]:	1,469
NUMERO DI FROUDE:	0,74
PORTATA [m ³ /s]:	0,811

10057 SANT'AMBROGIO DI TORINO - via Elio Spesso n°4 - tel 0119399827, fax 0119323500, E-Mail studio@gtstudi.it