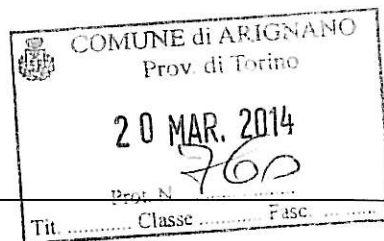


Proprietà:

FAVARO MARIO & C. S.N.C.

Via Borgo Cremera n. 33/A

10020 - ARIGNANO (TO)



Oggetto:

PRATICA EDILIZIA N. 1184/2013

**ALLEGATO ALLA RICHIESTA ESAMINA P.E.C. "DN02" ZONE DI
INSEDIAMENTI PRODUTTIVI DI NUOVO IMPIANTO**

RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA INTEGRATIVA

Identificazione elaborato	Ambito	Tipologia	Commessa	n° elaborato
n° GC36814IA01	G	C	368/14	IA 01

Dati Consulenti

Geol. Edoardo RABAJOLI

Geol. Teresio BARBERO

GEO sintesi Associazione tra Professionisti
Corso Unione Sovietica n. 560 - 10135 Torino
tel. 0113913194 - fax 0113470903
e-mail: geosintesi@geoengineering.torino.it

Rev.	Redatto	Verificato	Validato	Data	Timbri e Firme
1	Geol. T. Barbero Ing. Giorgia Toffoli	Geol. N. Quaranta	Geol. E. Rabajoli	03/2014	<p>Professional stamps and signatures of Edoardo Rabajoli and Teresio Barbero.</p>

Il responsabile del procedimento:

FIRMA

File: GC36814IA01.doc

GEO sintesi ASSOCIAZIONE TRA PROFESSIONISTI - Corso Unione Sovietica n. 560 - 10135 Torino

INDICE

0	PREMESSA	1
1	COMPETENZE AMMINISTRATIVE SUL CORSO D'ACQUA	1
2	ASPETTI FISICI DEL BACINO	2
	2.1 Fisiografia.....	2
	2.2 Geologia.....	7
	2.3 Uso del suolo	8
3	IDROLOGIA	9
	3.1 Dati idrologici.....	9
	3.1.1 Elaborazioni statistiche dei dati pluviometrici	10
	3.1.2 Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica di cui al PAI.....	10
4	METODOLOGIA E CALCOLO DELLE PORTATE DI PIENA.....	11
	4.1 Metodo razionale.....	11
5	VALUTAZIONE DELLE PORTATE DI PIENA	14
	5.1 Tempo di corrivazione.....	14
	5.2 Coefficienti di deflusso	14
	5.3 Altezze di pioggia.....	15
	5.4 Portate di progetto	15
6	ANALISI DELLE SEZIONI DI DEFLUSSO	16
	6.1 Verifica in moto uniforme sul fosso irriguo.....	16
	6.1.1 Generalità	16
	6.1.2 Metodo di calcolo.....	16
	6.1.3 Caratteristiche del fosso in progetto	17
	6.1.4 Coefficienti di scabrezza.....	18
7	VERIFICA IN MOTO UNIFORME	19
8	CONCLUSIONI	21
	ALLEGATI.....	23
	Carta dell'idrografia (base topografica: Carta tecnica della Provincia di Torino; scala di rappresentazione 1:2.500).....	24
	Sezione di progetto - Scala di deflusso bacino_1	25
	Sezione di progetto - Scala di deflusso bacino_2	26
	Tubazione esistente - Scala di deflusso	27

0 PREMESSA

La presente relazione a carattere idrologico ed idraulico è stata redatta a corredo della pratica edilizia n. 1184/2013 - Allegato alla richiesta esamina P.E.C. "DN02" Zone di insediamenti produttivi di nuovo impianto – in Comune di Arignano (TO) ed ha lo scopo di definire le portate attese in corrispondenza del fosso irriguo in adeguamento in corrispondenza dell'edificio di nuova costruzione, da adibirsi a magazzino, di proprietà della Società Favaro Mario & C. s.n.c., lungo la via Borgo Cremera.

In particolare tale elaborato risponde a quanto richiesto dalla Commissione Edilizia con lettera prot. n. 236 del 27/01/2014.

Nel seguito si provvederà ad una valutazione delle portate afferenti il fosso ed al dimensionamento, dal punto di vista idraulico, degli interventi in progetto.

1 COMPETENZE AMMINISTRATIVE SUL CORSO D'ACQUA

Il fosso irriguo senza nome oggetto del presente studio non è catastalmente censito come acqua pubblica e non rientra negli elenchi delle acque pubbliche come mostrato nella figura seguente.

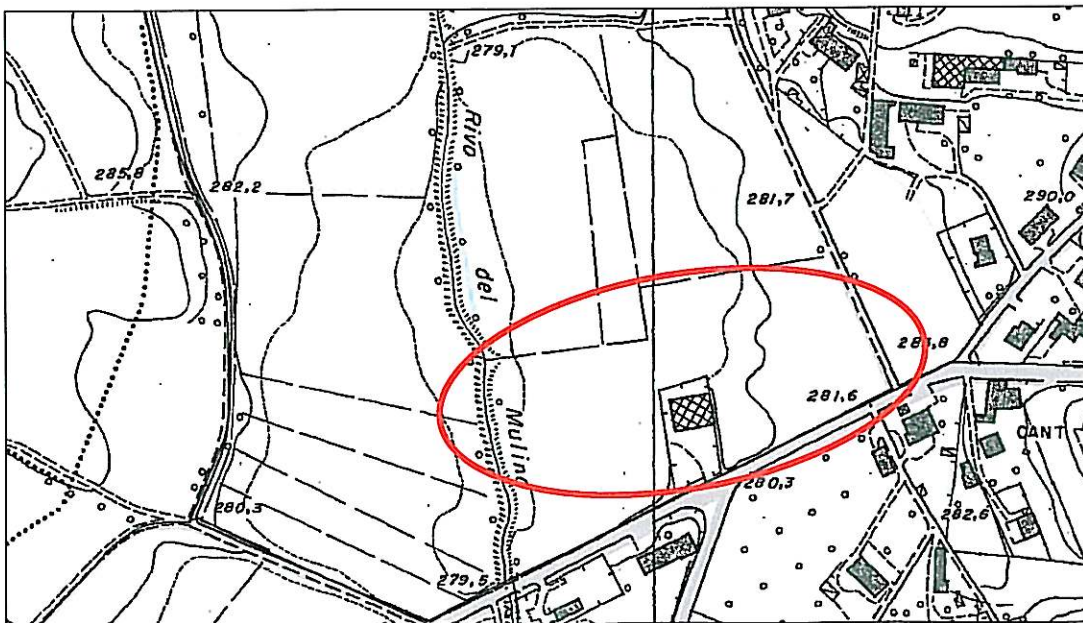


Figura 1: La via Borgo Cremera ed in rosso il sito di intervento – CTP 1:5.000 (non in scala) – fonte <http://www.webgis.csi.it/catscaa1/Catasto>

2 ASPETTI FISICI DEL BACINO

2.1 Fisiografia

Il fosso irriguo oggetto di adeguamento e verifica recapita le sue acque nel Rio del Mulino, in sinistra idrografica, ad una distanza di circa 150 m a monte rispetto all'attraversamento esistente sulla via Borgo Cremera.

In particolare si è provveduto alla delimitazione di due diversi bacini: il primo, riportato in figura 2 e denominato bacino_1, è delimitato a Sud-Est dalla Via Borgo Cremera e nella parte nord-orientale dalla dorsale su cui decorre la strada bianca che consente l'accesso al cimitero di Arignano, per poi scendere alla sezione di chiusura con direzione est-ovest. Tale bacino idrografico alla sezione di chiusura considerata ha una superficie complessiva pari a circa 0,09 km² e raccoglie tutte le acque che discendono con direzione NE – SO verso la sezione di chiusura ubicata sul fosso irriguo e successivamente al Rio del Mulino

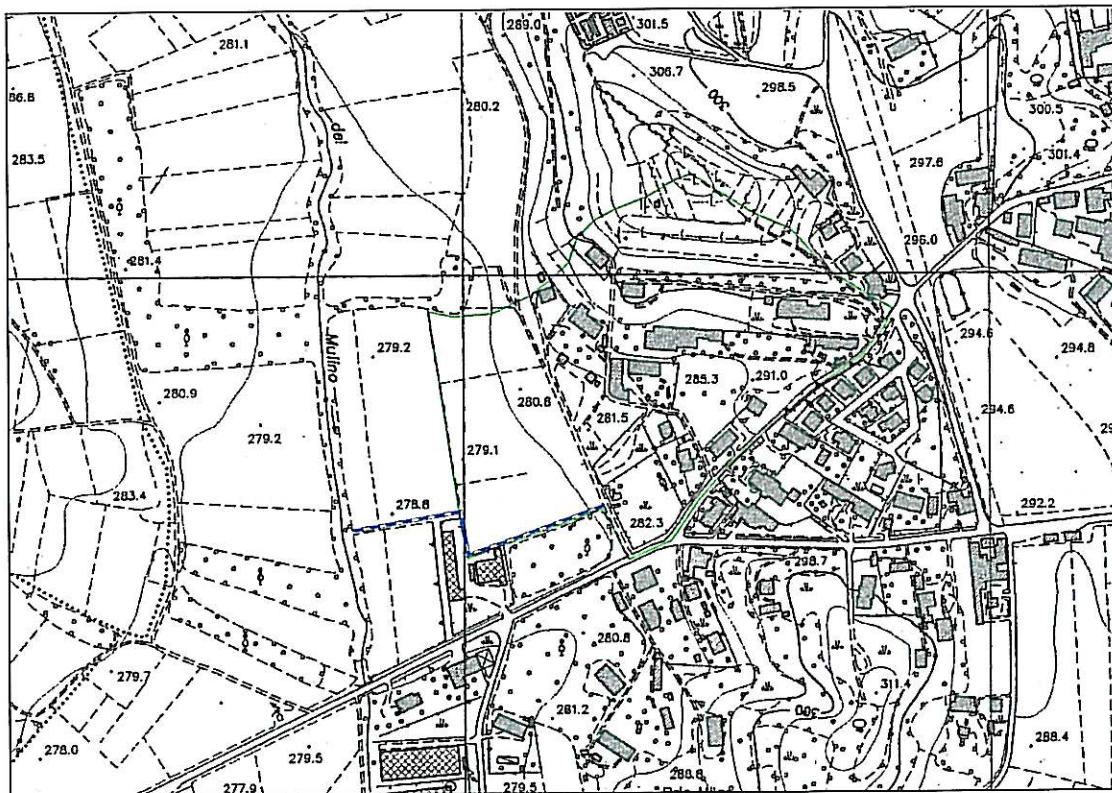


Figura 2: Delimitazione del bacino_1 non in scala (CTP 1:5.000)

Successivamente, in seguito a valutazioni in loco circa la morfologia del territorio, i manufatti presenti ed alla geometria della rete fognaria esistente di raccolta delle acque bianche e grigie, si è resa opportuna una ulteriore delimitazione del bacino

recapitante le proprie acque al fosso irriguo. Infatti, il bacino_1 si riferisce a condizioni di naturalità, ovvero in assenza dei condizionamenti antropici presenti (edifici, muri di recinzione, viabilità, ecc.). In realtà tali condizionamenti e la presenza della rete fognaria inducono ad escludere una importante porzione di bacino_1 e pertanto appare corretto considerare soltanto il cosiddetto bacino_2, che ha un'estensione di circa 0,05 km², escludendo i settori che recapitano le acque meteoriche direttamente all'interno della fognatura esistente.

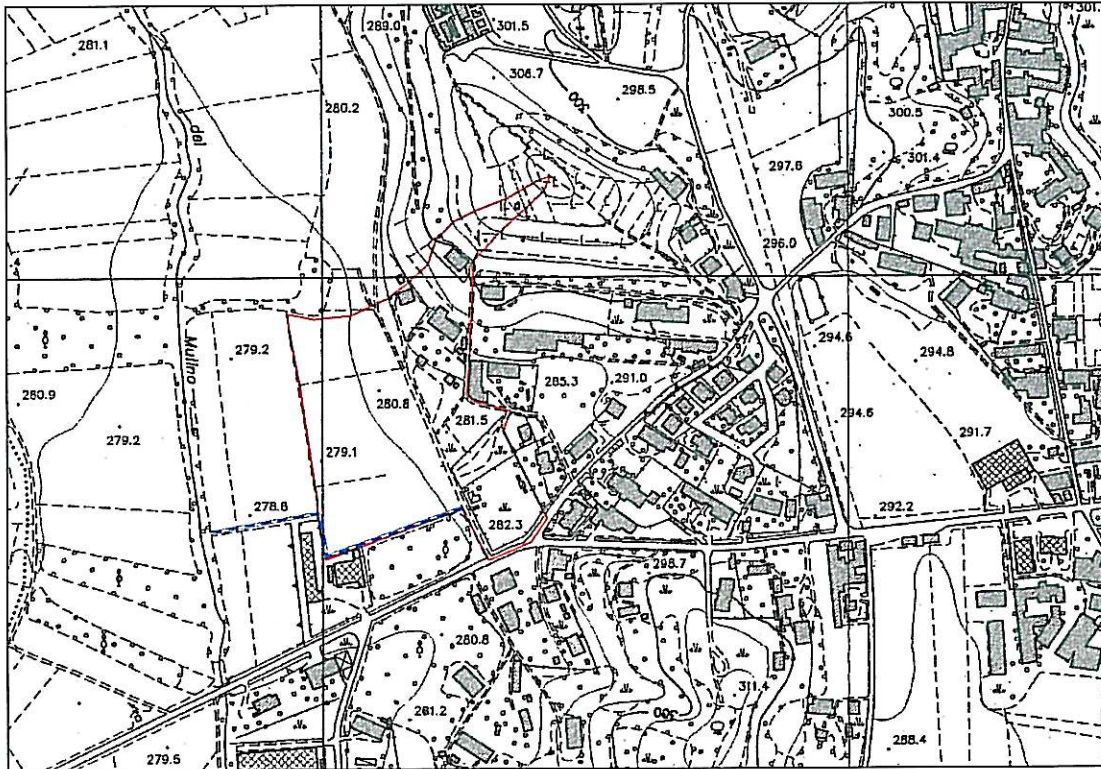


Figura 3: Delimitazione del bacino_2 non in scala (CTP 1:5.000)

Lo studio dei bacini sopra riportati è stato condotto con l'ausilio delle tecniche GIS, utilizzando il software Arcview 3.2 il quale ha permesso di ricavare la stima dei parametri morfometrici che li caratterizzano.

L'altitudine media degli stessi è stata stimata tramite la seguente correlazione:

$$h_m = \frac{\sum h_i \cdot S_i}{S}$$

dove:

- h_i = quota media della superficie i-esima posta tra due curve di livello
- S_i = superficie i-esima compresa tra due curve di livello equidistanti
- S = superficie totale del bacino

Per la definizione della pendenza media dell'asta si è fatto riferimento alla correlazione di Alvord – Horton:

$$\sqrt{i_m} = \frac{L}{\sum \frac{L_i}{\sqrt{i_i}}}$$

dove:

- i = pendenza media dell'asta fluviale
- i_i = pendenza del tratto i-esimo
- L = lunghezza dell'asta fluviale
- L_i = lunghezza del tratto i-esimo

Le caratteristiche fisiche dei bacini idrografici alla sezione di chiusura considerata risultano riportate nelle tabelle e nelle figure seguenti:

Intervallo tra le isoipse	Lunghezza parziale		Lunghezza progressiva		Area parziale		Area cumulata	
	m	%	m	%	km ²	%	km ²	%
> 320	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0005	0.52	0.000	0.52
320-315	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0024	2.52	0.003	3.04
315-310	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0032	3.45	0.006	6.49
310-305	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0049	5.18	0.011	11.67
305-300	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0075	7.95	0.018	19.62
300-295	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0113	12.05	0.030	31.66
295-290	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0112	11.92	0.041	43.58
290-285	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0137	14.59	0.055	58.17
285-280	15.00	5.32	15.00	5.32	0.0220	23.40	0.077	81.57
< 280	267.00	94.68	282	100.00	0.0173	18.43	0.094	100.00
Totale	282.00	100.00			0.0940	100.00		

Tabella 1: Elaborazione curva ipsografica del bacino_1

Intervallo tra le isoipse	Lunghezza parziale		Lunghezza progressiva		Area parziale		Area cumulata	
	m	%	m	%	km ²	%	km ²	%
> 320	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0001	0.22	0.000	0.22
320-315	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0005	1.06	0.001	1.28
315-310	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0008	1.64	0.001	2.93
310-305	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0008	1.75	0.002	4.67
305-300	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0007	1.54	0.003	6.22
300-295	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0018	3.87	0.005	10.09
295-290	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0013	2.76	0.006	12.85
290-285	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0037	7.99	0.010	20.83
285-280	15.00	5.32	15.00	5.32	0.0195	42.27	0.029	63.10
< 280	267.00	94.68	282	100.00	0.0170	36.90	0.046	100.00
Totale	282.00	100.00			0.0461	100.00		

Tabella 2: Elaborazione curva ipsografica del bacino_2

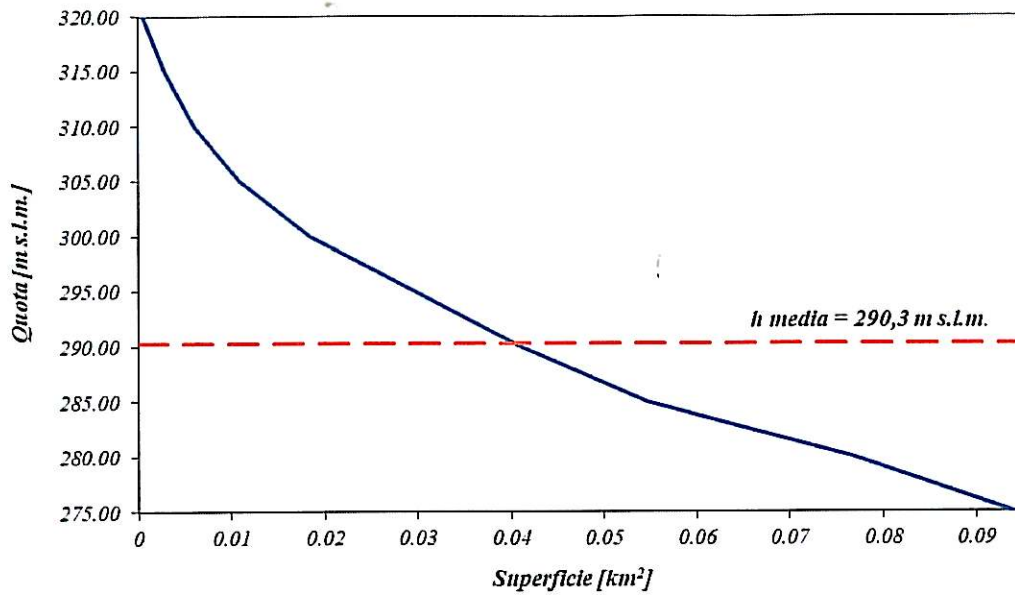


Figura 4: Curva ipsografica bacino_1

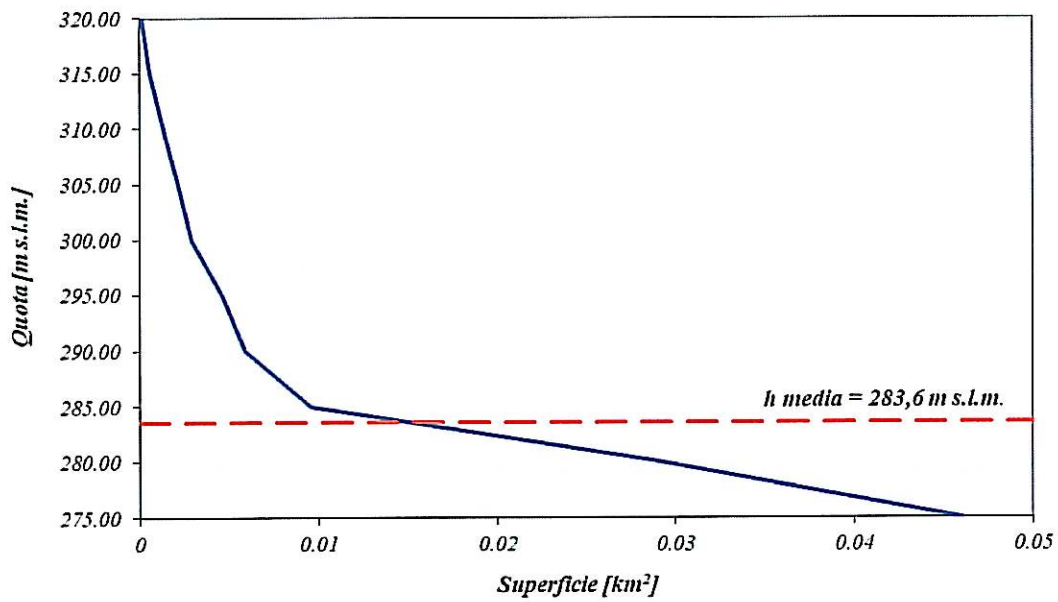


Figura 5: Curva ipsografica bacino_2

Parametri del bacino			
Superficie bacino	S	0.09	km ²
Altitudine massima	H _{max}	325.0	m s.l.m.
Altitudine media	H _m	290.3	m s.l.m.
Quota sez. di chiusura	H ₀	278.8	m s.l.m.
Lunghezza asta principale	L _{ap}	0.28	km
Pendenza media asta	i _m	2.0	%

Tabella 3: Parametri bacino_1

Parametri del bacino			
Superficie bacino	S	0.05	km ²
Altitudine massima	H _{max}	325.0	m s.l.m.
Altitudine media	H _m	283.6	m s.l.m.
Quota sez. di chiusura	H ₀	278.8	m s.l.m.
Lunghezza asta principale	L _{ap}	0.28	km
Pendenza media asta	i _m	2.0	%

Tabella 4: Parametri bacino_2

La concavità della curva ipsografica elaborata caratterizza i paesaggi come tendenti alla fase matura, cioè verso l'equilibrio, come si può notare dal confronto della curva ipsometrica relativa con la rappresentazione delle curve ipsometriche e stadi evolutivi da Scheidegger (1987) (figure 6 e 7).

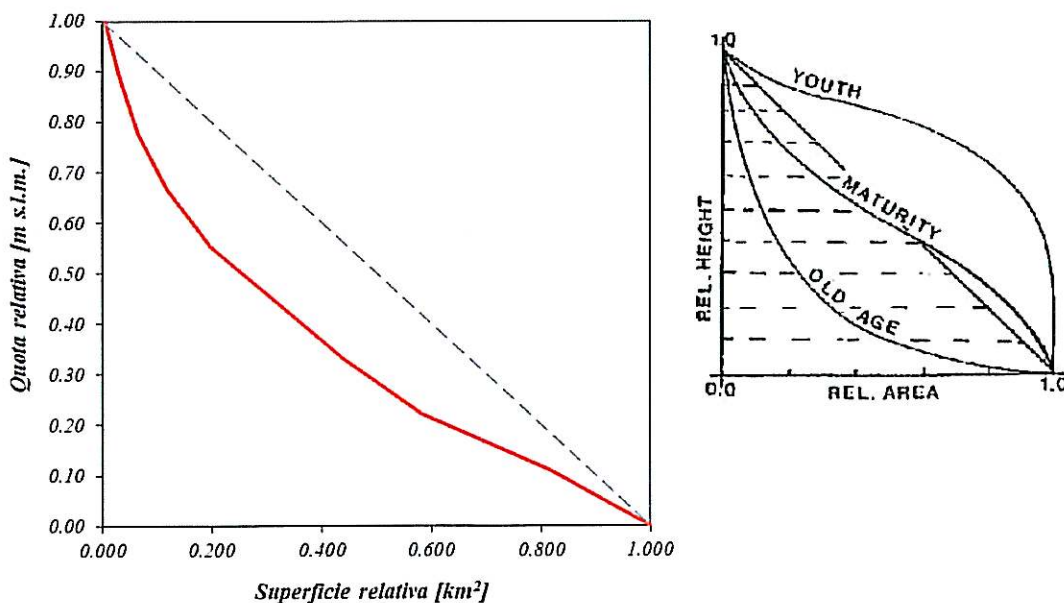


Figura 6: Curva ipsografica relativa bacino_1

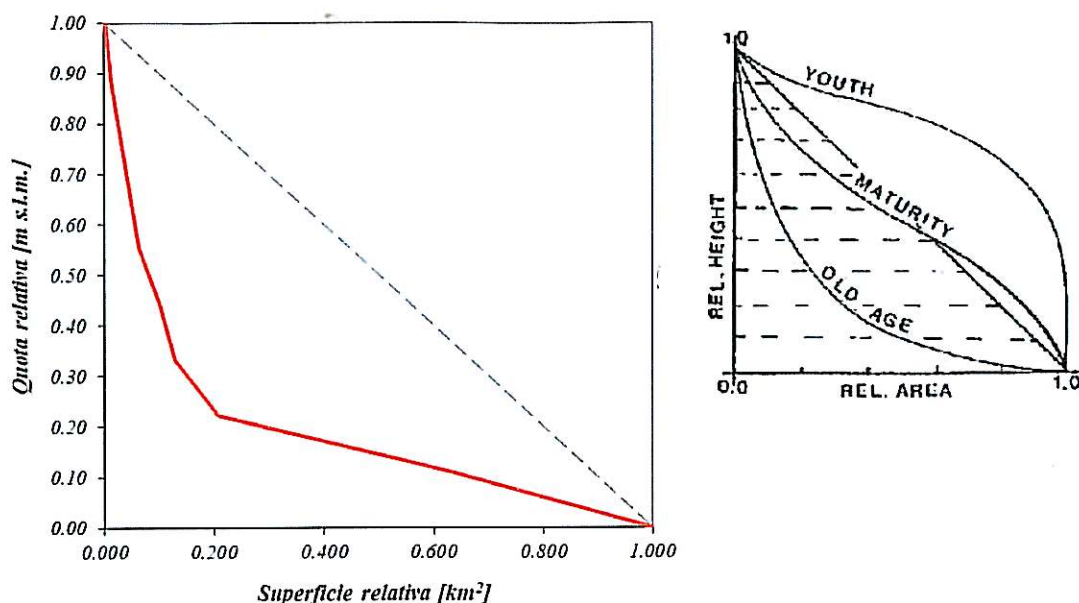


Figura 7: Curva ipsografica relativa bacino_2

La fisiografia di entrambi i bacini è quella propria di un ambiente di pianura, con copertura del suolo di tipo agricolo (seminativi e coltivati) diffusa in tutti i settori dei bacini.

2.2 Geologia

Il contesto geologico-strutturale è riferibile al fianco meridionale della piega anticlinale che costituisce la Collina di Torino; il principale riflesso di una tale configurazione è una disposizione generale degli strati "a franapoggio", ossia con immersione concordante con la pendenza dei versanti. L'anticlinale è impostata nell'ambito della serie sedimentaria estesa dall'Oligocene inferiore al Pliocene e riferibile al "Bacino Terziario Piemontese", i cui termini sono spesso celati in superficie da una coltre di depositi eluvio-colluviali di diversa origine.

Il settore di interesse è caratterizzato dalla presenza sul fondovalle di depositi fluviali prevalentemente sabbioso-limosi, di età attuale e recente, mentre in corrispondenza al settore medio-superiore del bacino subaffiora il substrato terziario rappresentato dalle Sabbie di Asti (Pliocene medio) e dalla relativa coltre eluvio-colluviale.

2.3 Uso del suolo

Dall'analisi del bacino tramite il software ArcView GIS 3.2 è inoltre possibile identificare con più dettaglio le categorie di uso del suolo di entrambi i bacini delimitati: ciò tramite utilizzo della carta forestale messa a disposizione dalla Regione Piemonte e qui di seguito riportata.

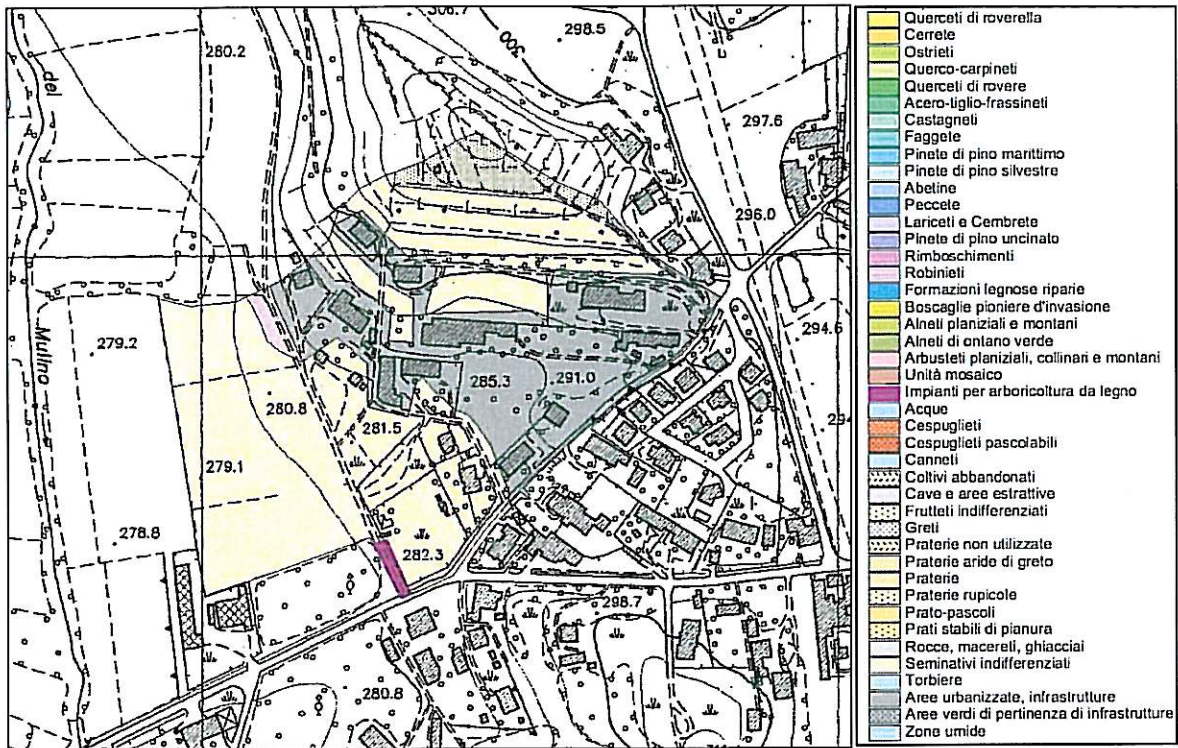


Figura 8: Uso del suolo dei bacini oggetto di studio

Nel complesso l'analisi del suolo, delle condizioni climatiche e pedologiche dello stesso non pongono limitazioni all'uso del suolo.

3 IDROLOGIA

Il presente capitolo riassume le metodologie, i contenuti ed i risultati dello studio idrologico finalizzato all'esame degli eventi meteorici intensi lungo il fosso irriguo avente lo scopo di individuare il valore della portata con tempo di ritorno duecentennale necessaria alle verifiche idrauliche nella sezione tipo allo stato di progetto.

Obiettivo dello studio è stato quello di:

- fornire l'inquadramento idrologico generale dell'area di studio sulla base dei dati idroclimatici disponibili, delle caratteristiche morfologiche e di copertura del suolo;
- analizzare l'effetto dei deflussi nell'ambito del territorio del bacino di riferimento.

3.1 Dati idrologici

Nell'ambito dei bacini in analisi non sono disponibili significative misure idrometriche dirette. Dalla consultazione dell'*Atlante climatologico del Piemonte* è possibile ricavare le informazioni circa l'intensità e la durata delle precipitazioni. Le precipitazioni medie di lungo periodo variano da 700 mm/anno a 800 mm/anno in base alla regionalizzazione SIMPO (1980) ricalibrata localmente dalla Regione Piemonte, 1989 (**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**).

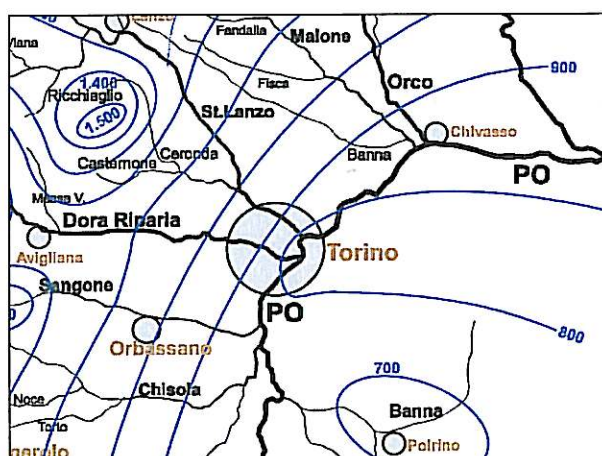


Figura 9: Stralcio della carta delle isoiete (Risorse idriche superficiali dei principali bacini della Provincia di Torino)

3.1.1 Elaborazioni statistiche dei dati pluviometrici

In base alle osservazioni pluviometriche locali disponibili sono state dapprima eseguite le usuali elaborazioni statistiche necessarie a fornire l'adeguata legge di distribuzione delle probabilità che meglio rappresenta il fenomeno idrologico. Sono state inoltre riportate le linee segnalatrici di probabilità pluviometrica fornite dall'Autorità di Bacino del Fiume Po e contenute, fra l'altro anche nella D.G.R. 15 luglio 2002 n. 45-6656 "Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI). Deliberazione del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume Po in data 26 aprile 2001, approvato con decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri in data 24 maggio 2001. Indirizzi per l'attuazione del PAI nel settore urbanistico".

3.1.2 Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica di cui al PAI

Il Piano per l'Assetto Idrogeologico del bacino del Po fornisce, nell'ambito della "Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica", i parametri delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica per tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni. Tali parametri sono discretizzati su un reticolo avente maglia quadrata con lato 2 km.

Le celle di interesse per i bacini idrografici oggetto della presente analisi sono le BE106 e BE107.

Nella tabella 5 sono riportate le espressioni analitiche della Curva di Possibilità Pluviometrica (CPP) proposta per la cella indicata e fornite dalla Direttiva dell'Autorità di Bacino del Fiume Po.

Parametri curva di possibilità climatica $h = at^n$								
cella	a Tr 20	n Tr 20	a Tr 100	n Tr 100	a Tr 200	n Tr 200	a Tr 500	n Tr 500
BE106	47.80	0.235	62.73	0.222	69.20	0.218	77.62	0.214
BE107	47.26	0.234	62.07	0.220	68.49	0.216	76.84	0.212
media	47.53	0.235	62.40	0.221	68.85	0.217	77.23	0.213

Tabella 5: Parametri CPP

4 METODOLOGIA E CALCOLO DELLE PORTATE DI PIENA

Per la definizione della portata di progetto necessaria alla valutazione delle portate di piena, in assenza di stazioni di misura idrometrica diretta nell'ambito del bacino considerato, si è utilizzato un approccio di tipo indiretto basato sull'uso dei modelli proposti in letteratura. Nel caso specifico sono stati utilizzati i metodi congruenti con quanto proposto dal Piano per l'Assetto Idrogeologico del bacino del Po nell'ambito delle norme di attuazione della "Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica". In particolare per i bacini considerati ci si è riferiti al classico metodo razionale riferito alla stazioni pluviometriche presenti nell'ambito del bacino idrografico di interesse. Per poter giungere a valori congruenti della portata di piena di progetto è stato inoltre considerato il comportamento idraulico del fosso irriguo, oggetto della presente progettazione, definito in base alla documentazione storica, ai dati di rilevamento, alla morfologia degli alvei e dei settori ad esso limitrofi nonché alle caratteristiche generali del bacino.

4.1 Metodo razionale

Il metodo razionale considera il bacino idrografico come una singola unità e stima il valore al colmo della portata con le seguenti assunzioni:

- la precipitazione è uniformemente distribuita sul bacino;
- la portata stimata ha lo stesso tempo di ritorno dell'altezza di pioggia critica;
- il tempo di formazione del colmo di piena è pari a quello della fase di riduzione;
- la massima intensità di pioggia ha una durata pari a quella del tempo di corrivazione t_c .

Tale metodo fa riferimento alla cosiddetta "formula razionale", presentando quindi già caratteri di un modello deterministico di formazione delle piene pur mantenendo nella definizione dei parametri notevole dose di empirismo.

È stato quindi applicato il metodo cinematico che esprime la portata al colmo come segue:

$$Q = \frac{C \cdot h_c \cdot S}{3,6 \cdot t_c}$$

dove:

C = coefficiente di deflusso

- h_c = altezza di precipitazione, espressa in mm, relativa ad un dato tempo di ritorno ed una durata di pioggia pari a t_c ;
- S = superficie del bacino espressa in km^2 ;
- t_c = tempo di corrivazione del bacino espresso in ore.

Il tempo di corrivazione rappresenta l'intervallo di tempo dall'inizio della precipitazione oltre al quale tutto il bacino contribuisce al deflusso nella sezione terminale. Per valutare il tempo di corrivazione nel presente studio sono state applicate le seguenti formulazioni:

- formula di Giandotti corretta da Aronica - Paltrinieri

$$t_c = \frac{\frac{1}{Md} \sqrt{A} + 1,5 \cdot L}{0,8 \sqrt{H_0 - H_m}}$$

dove:

A = superficie del bacino espressa in km^2 ;

L = lunghezza dell'asta del corso d'acqua principale in km;

H_0 = altezza della sezione di chiusura espressa in m;

H_m = altezza media del bacino espressa in m.

Le costanti M e d assumono in funzione, rispettivamente, del tipo di utilizzazione del suolo e della permeabilità dei terreni i valori riportati in Tabella 6.

Tipo di copertura	M
Terreno nudo	0.667
Terreni coperti con erbe rade	0.250
Terreni coperti da bosco	0.200
Terreni coperti da prato permanente	0.167
Permeabilità	d
Terreni semi-impermeabili	1.270
Terreni poco permeabili	0.960
Terreni mediamente permeabili	0.810
Terreni molto permeabili	0.690

Tabella 6: Valori delle costanti M e d

- formula di Ventura

$$t_c = 0,127 \cdot \sqrt{\frac{A}{i_m}}$$

dove:

A = superficie del bacino espressa in km²;

i_m = pendenza media dell'asta principale espressa in m/m.

- formula di Pezzoli

$$t_c = 0,055 \cdot \frac{L}{\sqrt{i_m}}$$

dove:

L = lunghezza dell'asta del corso d'acqua principale in km;

i_m = pendenza media dell'asta principale espressa in m/m.

Normalmente per bacini di ridotte dimensioni l'effetto d'invaso può essere trascurato. Per gli altri parametri diversi autori hanno fornito diverse correlazioni ottenendo valori non univoci.

In definitiva occorre osservare come il valore del coefficiente di deflusso C assume valori molto diversi a seconda delle caratteristiche geomorfologiche e meteorologiche del bacino: esso dipende infatti dalla natura dei terreni, dal grado di saturazione del suolo al momento della precipitazione (condizione questa che cambia nel tempo in funzione anche dell'intensità dell'evento pluviometrico), dalla pendenza media dei versanti del bacino imbrifero, dall'estensione e dal tipo di copertura vegetale, dalla presenza delle opere realizzate dall'uomo. Inoltre il bacino normalmente non ha caratteristiche uniformi ed è quindi necessario adottare un valore medio. Nella letteratura tecnica esistono diverse tabelle di riferimento che aiutano i progettisti nella valutazione di tale coefficiente. I valori indicati in tali tabelle oscillano mediamente da un minimo di 0,1, per superfici molto permeabili coperte da boschi, a 0,8 per terreni compatti ed utilizzati in agricoltura. Nel seguito (Tabella 7) si riportano le indicazioni fornite dalla Direttiva citata in precedenza.

Tipo di suolo	c	
	Uso del suolo	
	Coltivato	Bosco
Suolo con infiltrazione elevata, normalmente sabbioso o ghiaioso	0,20	0,10
Suolo con infiltrazione media, senza lenti argillose; suoli limosi e simili	0,40	0,30
Suolo con infiltrazione bassa, suoli argillosi e suoli con lenti argillose vicine alla superficie, strati di suolo sottile al di sopra di roccia impermeabile	0,50	0,40

Tabella 7: Valori di riferimento coefficiente di deflusso (Ven Te Chow, 1964)

5 VALUTAZIONE DELLE PORTATE DI PIENA

Il presente paragrafo si prefigge di valutare la portata di progetto di piena alla sezione di chiusura considerata posta lungo il fosso irriguo e individuata sulla figura seguente.

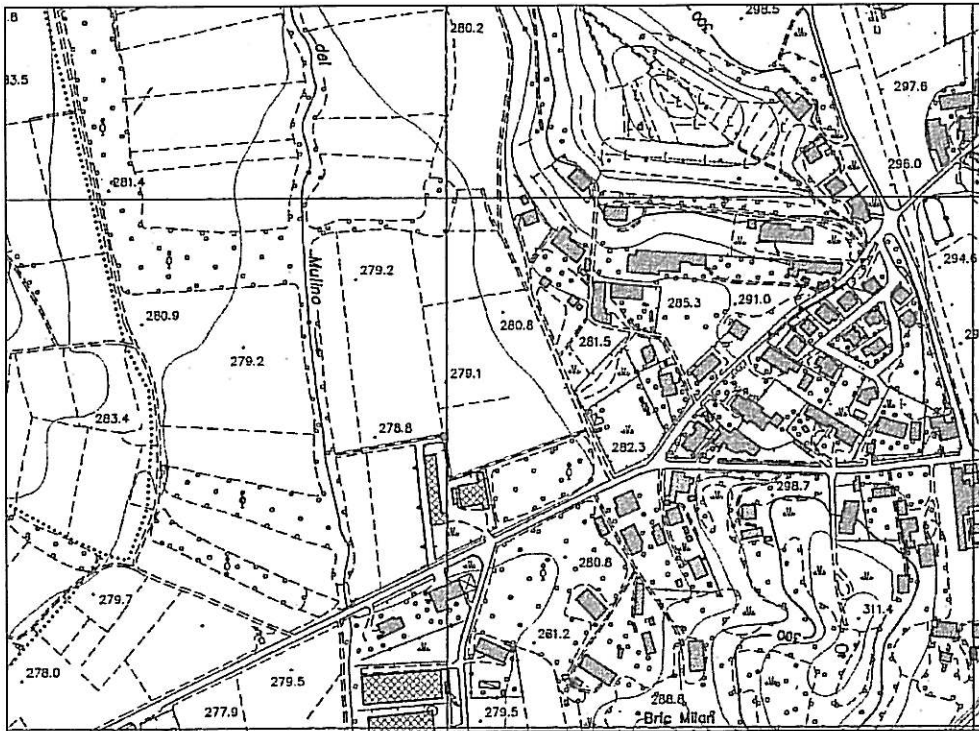


Figura 10: In rosso la sezione di chiusura dei bacini considerati

5.1 Tempo di corrivazione

Si è scelto di assumere come valore per la progettazione il tempo di corrivazione mediato sui valori ottenuti applicando le formulazioni di cui al paragrafo precedente. Pertanto per i bacini oggetto del presente studio sono stati calcolati i tempi di corrivazione con i metodi di Giandotti modificato, Ventura e Pezzoli e poi ne è stata fatta una media.

5.2 Coefficienti di deflusso

Per quanto concerne i coefficienti di deflusso, si è stimato un coefficiente di deflusso C pari a 0,5.

Tempo di corrivazione					
corso d'acqua	Giandotti modificato	Giandotti	Ventura	Pezzoli	valore assunto
fosso irriguo	0.71	-	0.27	0.11	0.37

Figura 11: Tempo di corrivazione bacino_1

Tempo di corrivazione					
corso d'acqua	Giandotti modificato	Giandotti	Ventura	Pezzoli	valore assunto
fosso irriguo	0.85	-	0.19	0.11	0.38

Figura 12: Tempo di corrivazione bacino_2

5.3 Altezze di pioggia

Sulla base delle curve di possibilità climatica disponibili e dei tempi di corrivazione definiti in precedenza è possibile definire le altezze delle piogge di progetto. I valori ottenuti sono riportati nelle tabelle di seguito riportate.

$h_c (T_r=20)$	37.53	[mm]
$h_c (T_r=100)$	49.94	[mm]
$h_c (T_r=200)$	55.32	[mm]
$h_c (T_r=500)$	62.31	[mm]

Tabella 8: Altezze di pioggia bacino_1

$h_c (T_r=20)$	37.92	[mm]
$h_c (T_r=100)$	50.44	[mm]
$h_c (T_r=200)$	55.86	[mm]
$h_c (T_r=500)$	62.91	[mm]

Tabella 9: Altezze di pioggia bacino_2

5.4 Portate di progetto

Il calcolo delle portate con il metodo cinematico ha condotto ai seguenti risultati.

$Q_{(T_r=20)}$	1.34	[m ³ /s]
$Q_{(T_r=100)}$	1.79	[m ³ /s]
$Q_{(T_r=200)}$	1.98	[m ³ /s]
$Q_{(T_r=500)}$	2.23	[m ³ /s]

Tabella 10: Valori di portata per il bacino_1

$Q_{(Tr=20)}$	0.64	$[m^3/s]$
$Q_{(Tr=100)}$	0.85	$[m^3/s]$
$Q_{(Tr=200)}$	0.94	$[m^3/s]$
$Q_{(Tr=500)}$	1.06	$[m^3/s]$

Tabella 11: Valori di portata per il bacino_2

Per le verifiche di compatibilità idraulica richieste sono stati adottati i valori di portata duecentennale pari rispettivamente a 1,98 m³/s e 0,94 m³/s.

6 ANALISI DELLE SEZIONI DI DEFLUSSO

6.1 Verifica in moto uniforme sul fosso irriguo

6.1.1 Generalità

Oggetto della verifica idraulica è la sezione di deflusso del fosso irriguo oggetto di sistemazione ed adeguamento, avente sezione trapezia ed uno sviluppo di circa 280 m.

È possibile condurre una verifica assumendo l'ipotesi di deflusso in moto uniforme in quanto la sezione presenta forte regolarità e la corrente nel caso specifico può essere considerata unidirezionale e gradualmente variata, avvenendo il deflusso in un alveo abbastanza regolare con pelo libero poco incurvato sia longitudinalmente che trasversalmente: in tal modo sono trascurabili le accelerazioni subite dalle particelle in direzione verticale o laterale alla corrente.

6.1.2 Metodo di calcolo

La metodologia di calcolo assunta per la verifica della sezione di deflusso del fosso irriguo si basa sulle equazioni semplificate del moto uniforme per i canali a pelo libero. Essa è ricavata sulla base delle seguenti ipotesi semplificative, come già accennato al paragrafo precedente:

- la corrente è assunta lineare, caratterizzata cioè da una curvatura trascurabile
- le sezioni trasversali sono assunte praticamente verticali (pendenza molto piccola)

Da queste segue che (figura 14) :

- a tutte le traiettorie della corrente compete la stessa linea piezometrica e dei carichi totali
- la linea piezometrica coincide con il pelo libero
- la cadente piezometrica coincide con la pendenza

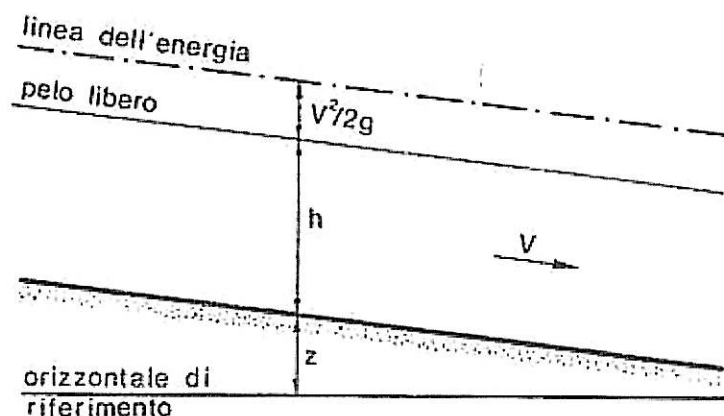


Figura 13: Schematizzazione legge del moto uniforme

Da ciò segue che per tali correnti a pelo libero vale la legge del moto uniforme di Chezy

$$Q = \Omega \chi \sqrt{R \cdot i}$$

dove:

Ω = area della sezione

χ = coefficiente di scabrezza

R = raggio idraulico della sezione (area/contorno bagnato)

i = pendenza

Dalla formulazione di Chezy, tramite calcoli e semplificazioni successive, si perviene alla relazione che lega le portate ai tiranti idrici, meglio nota come scala delle portate, la quale permette, una volta costruita, di entrare sull'asse delle ascisse con la portata di riferimento e di verificare se ad essa corrisponde sulle ordinate un tirante idrico compatibile con la sezione trasversale scelta per la verifica del deflusso.

6.1.3 Caratteristiche del fosso in progetto

Il fosso irriguo oggetto di adeguamento e verifica in moto uniforme ha una pendenza di progetto pari al 2 %, compatibile con la morfologia dei luoghi ed il tracciato esistente. Per quanto riguarda le sezioni di deflusso in progetto del fosso irriguo, esse sono state assunte trapezie e con sponde aventi inclinazione pari a circa 70°.

6.1.4 Coefficienti di scabrezza

Il comportamento idraulico dell'area interessata dal deflusso è funzione del tipo di materiale che costituisce il fondo alveo. Alla diversa natura e copertura dei terreni sono associabili specifiche caratteristiche di scabrezza idraulica, stabiliti ai fini della simulazione del fenomeno. Nel caso in esame è stato possibile individuare valori plausibili di tale parametro sulla base delle classificazioni disponibili in letteratura. Si fa comunque presente che il possibile errore nella stima delle scabrezze è normalmente inferiore rispetto ad altre insite nelle ipotesi di calcolo.

A seguito di valutazioni effettuate si è stabilito di far riferimento a quanto proposto dalla Direttiva dell'Autorità di bacino del Fiume Po dell'11.05.99 assumendo per l'alveo un valore secondo Strickler, pari a $50 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$, associato ad un alveo in terra.

7 VERIFICA IN MOTO UNIFORME

Per entrambi i bacini delimitati si è proceduto alla verifica in moto uniforme della sezione costruendo la scala delle portate ipotizzando una serie di tiranti idrici (ved. Allegati).

Si sono fatte due differenti ipotesi circa la geometria della sezione del fosso irriguo in progetto, atta a smaltire e convogliare al Rio del Mulino le differenti portate di progetto ricavate nei paragrafi precedenti.

- Bacino_1: per tale estensione idrografica avente portata duecentennale pari a $1,98 \text{ m}^3/\text{s}$, si è ipotizzato un allargamento della base del fosso irriguo dai circa 30-40 cm attuali a 0,60 m, con inclinazione delle sponde di 70° . La sezione di deflusso idrica risulta pertanto avere lo schema riportato qui sotto:

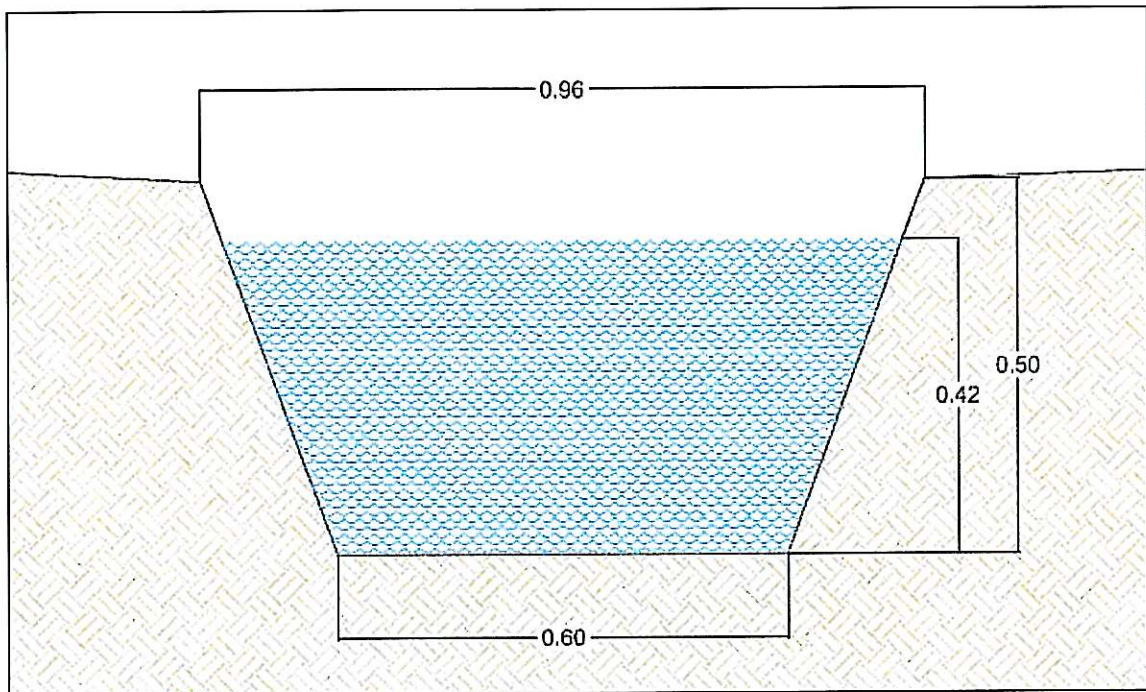


Figura 14: Sezione tipo per portate relative al bacino_1.

- Bacino_2: per il bacino idrografico avente dimensioni ridotte rispetto al precedente (circa $0,05 \text{ km}^2$ e portata pari a $0,94 \text{ m}^3/\text{s}$) in quanto esclude quei settori che recapitano le acque meteoriche direttamente all'interno della fognatura esistente e che comunque sono caratterizzati da manufatti che inibiscono l'alimentazione del fosso irriguo in oggetto, la sezione di deflusso di

progetto presuppone un allargamento della base del fosso irriguo dai circa 30-40 cm attuali a 0,50 m, con inclinazione delle sponde di 73°, come rappresentato nella figura seguente:

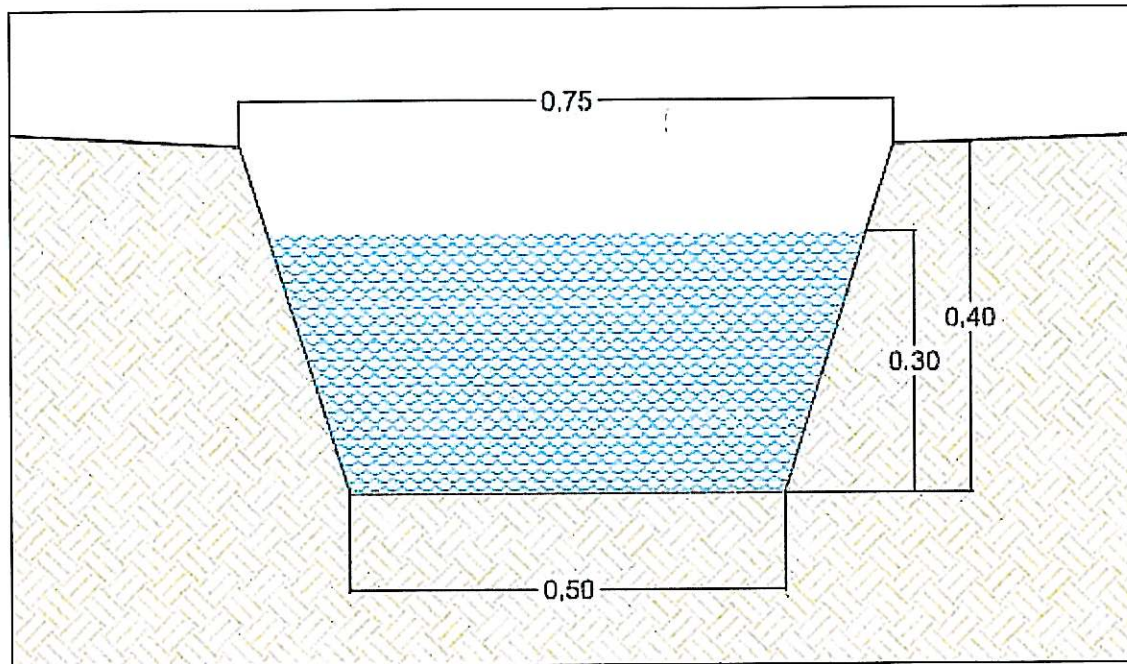


Figura 15: Sezione tipo per portate relative al bacino_2.

Entrambe le sezioni per i valori di portata ad esse corrispondenti risultano verificate e perciò in grado di smaltire le portate con tempo di ritorno duecentennale (vedere allegato).

8 CONCLUSIONI

In riferimento a quanto richiesto con lettera prot. n. 236 del 27/01/2014, si è provveduto ad effettuare verifiche idrauliche sul fosso irriguo in terra che lambisce l'area di PEC nel tratto tra questa e la sua confluenza nel Rio del Mulino.

Si premette che il dimensionamento di un fosso irriguo è di norma effettuato prendendo in considerazione tempi di ritorno inferiori a 20 anni. Tuttavia, a scopo cautelativo e in accordo con quanto precedentemente indicato dal dott. geol. Daniela Chiono nell'elaborato Relazione idrogeologica-idraulica dell'Agosto 2013, sono state calcolate le portate relative alla portata con tempo di ritorno duecentennale. Il bacino_1 si riferisce a condizioni di naturalità, ovvero in assenza dei condizionamenti antropici presenti a monte di Via Borgo Cremera (edifici, muri di recinzione, strade, ecc.). In realtà tali condizionamenti e la presenza della rete fognaria inducono ad escludere una importante porzione di bacino e pertanto appare corretto considerare soltanto il bacino_2.

La sezione di chiusura di entrambi i bacini è localizzata immediatamente a valle della confluenza con un altro fosso irriguo avente direttrice subparallela al Rio del Mulino, circa 25 m ad Est del tubo in cls esistente.

Ciò premesso, si è constatato che l'attuale fosso irriguo non è in grado di smaltire la portata avente tempo di ritorno duecentennale, mentre appare idoneo il tubo in cls esistente avente diametro di 100 cm (ved. Allegati).

Pertanto si rende necessario un adeguamento della sezione dell'intero tratto, compreso tra il ramo di Via Borgo Cremera (ex Strada del Mulino del Lago ?) che si diparte perpendicolarmente alla S.S. n. 119 e il Rio del Mulino.

Le verifiche idrauliche condotte in moto permanente suggeriscono il dimensionamento come indicato nel capitolo precedente.

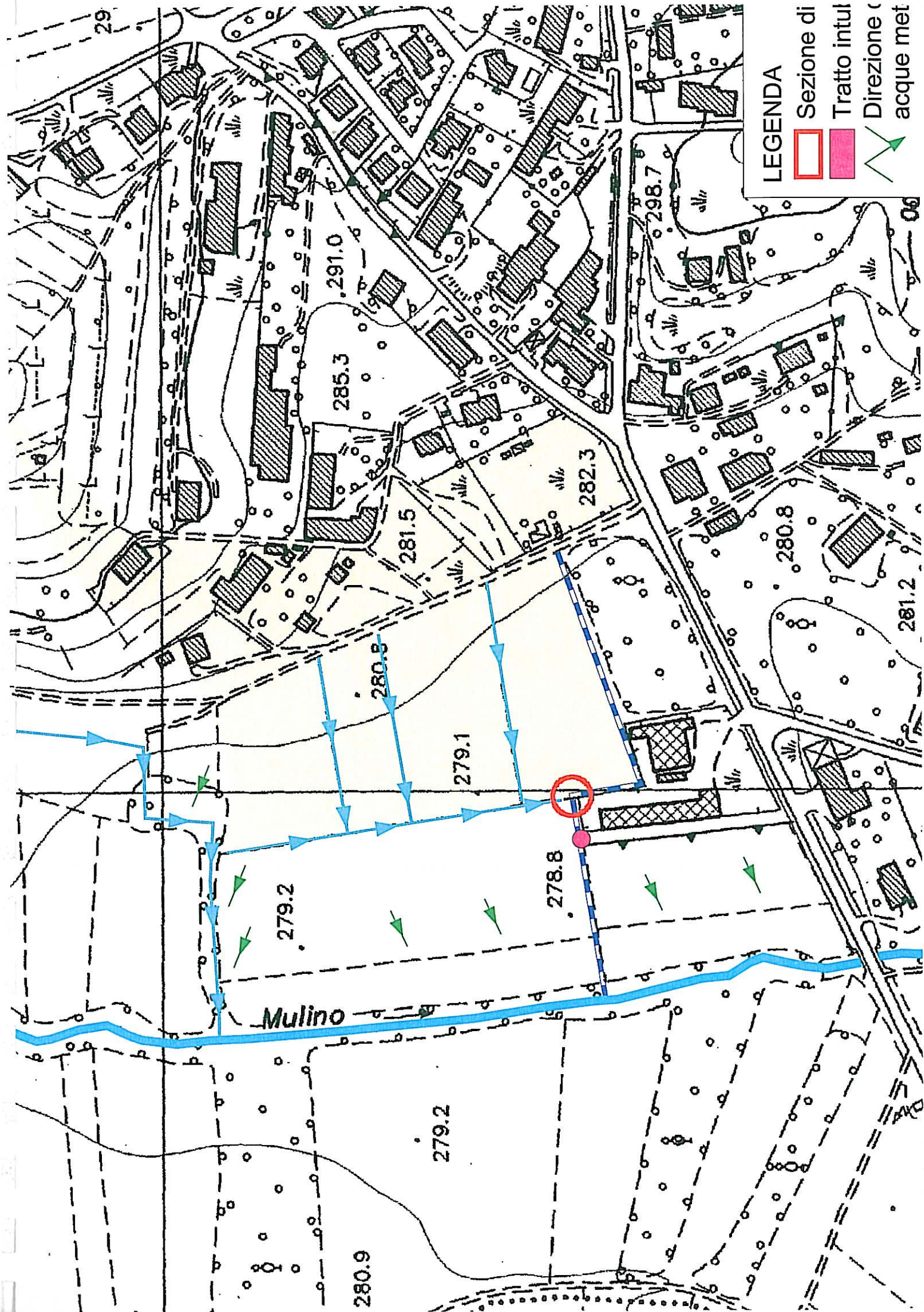
Si ritiene comunque corretto il dimensionamento del fosso secondo la portata del bacino_2 per i motivi suddetti e anche in considerazione degli estesi fenomeni di allagamento da parte del Rio del Mulino che si possono verificare in tale settore di

pianura già con portata avente tempo di ritorno cinquantennale (come indicato negli elaborati di P.R.G.C.).

Per quanto attiene al sedime del Rio del Mulino, è stato verificato, come richiesto dalla Commissione edilizia in data 19/03/2014, che trattasi di alveo iscritto nell'Elenco delle Acque pubbliche. Poiché trattasi di interventi di adeguamento e manutenzione del fosso agricolo irriguo esistente, non si ritiene necessaria la richiesta di autorizzazione idraulica al Settore OO.PP. della Regione Piemonte.

ALLEGATI

Carta dell'idrografia (base topografica: Carta tecnica della Provincia di Torino; scala di rappresentazione 1:2.500)



LEGENDA

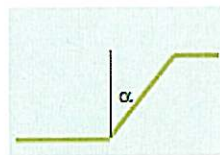
- Sezione di
- Tratto intul
- Direzione c acque met

Sezione di progetto - Scala di deflusso bacino_1

SCALA DI DEFLUSSO PER CANALI

A SEZIONE TRAPEZIA

Base inferiore	0.6	m
Altezza	0.5	m
Angolo alla verticale α	70	gradi ssg
Scabrezza (Strickler)	50	$m^{1/3}/s$
Pendenza	20	m/km



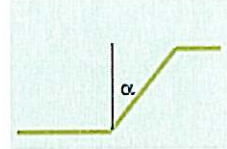
Altezza d'acqua [m]	Carico Totale [m]	Area Bagnata [m ²]	Contorno Bagnato [m]	Raggio Idraulico [m]	Larghezza profilo [m]	Portata [m ³ /s]	Velocità [m/s]	Coeff. Riemp. [%]
0.00	0.00	0.00	0.60	0.00	0.60	0.00	0.00	0
0.01	0.02	0.01	0.67	0.01	0.67	0.00	0.37	1
0.03	0.04	0.02	0.75	0.02	0.74	0.01	0.56	2
0.04	0.06	0.03	0.82	0.03	0.81	0.019	0.72	3
0.05	0.09	0.04	0.89	0.04	0.87	0.031	0.85	4
0.06	0.11	0.05	0.97	0.05	0.94	0.046	0.96	5
0.08	0.13	0.06	1.04	0.06	1.01	0.06	1.06	6
0.09	0.16	0.07	1.11	0.07	1.08	0.09	1.16	7
0.10	0.18	0.09	1.18	0.07	1.15	0.11	1.24	9
0.11	0.20	0.10	1.26	0.08	1.22	0.14	1.33	10
0.13	0.23	0.12	1.33	0.09	1.29	0.17	1.41	12
0.14	0.25	0.13	1.40	0.10	1.36	0.20	1.48	14
0.15	0.27	0.15	1.48	0.10	1.42	0.24	1.55	15
0.16	0.30	0.17	1.55	0.11	1.49	0.28	1.62	17
0.18	0.32	0.19	1.62	0.12	1.56	0.32	1.69	19
0.19	0.34	0.21	1.70	0.12	1.63	0.37	1.75	21
0.20	0.37	0.23	1.77	0.13	1.70	0.42	1.81	23
0.21	0.39	0.25	1.84	0.14	1.77	0.47	1.87	25
0.23	0.42	0.27	1.92	0.14	1.84	0.53	1.93	28
0.24	0.44	0.30	1.99	0.15	1.91	0.59	1.99	30
0.25	0.46	0.32	2.06	0.16	1.97	0.66	2.05	33
0.26	0.49	0.35	2.13	0.16	2.04	0.73	2.11	35
0.28	0.51	0.37	2.21	0.17	2.11	0.81	2.16	38
0.29	0.54	0.40	2.28	0.18	2.18	0.88	2.21	40
0.30	0.56	0.43	2.35	0.18	2.25	0.97	2.27	43
0.31	0.59	0.46	2.43	0.19	2.32	1.06	2.32	46
0.33	0.61	0.49	2.50	0.19	2.39	1.15	2.37	49
0.34	0.64	0.52	2.57	0.20	2.45	1.25	2.42	52
0.35	0.66	0.55	2.65	0.21	2.52	1.35	2.47	55
0.36	0.69	0.58	2.72	0.21	2.59	1.46	2.52	59
0.38	0.71	0.61	2.79	0.22	2.66	1.57	2.57	62
0.39	0.74	0.65	2.87	0.23	2.73	1.69	2.62	65
0.40	0.76	0.68	2.94	0.23	2.80	1.81	2.66	69
0.41	0.79	0.72	3.01	0.24	2.87	1.94	2.71	72
0.43	0.81	0.75	3.09	0.24	2.94	2.07	2.76	76
0.44	0.84	0.79	3.16	0.25	3.00	2.21	2.80	80
0.45	0.86	0.83	3.23	0.26	3.07	2.35	2.85	84
0.46	0.89	0.87	3.30	0.26	3.14	2.50	2.89	88
0.48	0.92	0.90	3.38	0.27	3.21	2.66	2.94	92
0.49	0.94	0.95	3.45	0.27	3.28	2.82	2.98	96
0.50	0.97	0.99	3.52	0.28	3.35	2.99	3.03	100

Sezione di progetto - Scala di deflusso bacino_2

SCALA DI DEFLUSSO PER CANALI

A SEZIONE TRAPEZIA

Base inferiore	0.5	m
Altezza	0.4	m
Angolo alla verticale α	73	gradi ssg
Scabrezza (Strickler)	50	$m^{1/3}/s$
Pendenza	20	m/km



Altezza d'acqua [m]	Carico Totale [m]	Area Bagnata [m ²]	Contorno Bagnato [m]	Raggio Idraulico [m]	Larghezza profilo [m]	Portata [m ³ /s]	Velocità [m/s]	Coeff. Riemp. [%]
0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.00	0
0.01	0.02	0.01	0.57	0.01	0.57	0.00	0.31	1
0.02	0.03	0.01	0.64	0.02	0.63	0.01	0.48	2
0.03	0.05	0.02	0.71	0.03	0.70	0.011	0.61	2
0.04	0.07	0.03	0.77	0.03	0.76	0.018	0.72	3
0.05	0.08	0.03	0.84	0.04	0.83	0.027	0.82	5
0.06	0.10	0.04	0.91	0.05	0.89	0.04	0.91	6
0.07	0.12	0.05	0.98	0.05	0.96	0.05	0.99	7
0.08	0.14	0.06	1.05	0.06	1.02	0.06	1.06	8
0.09	0.16	0.07	1.12	0.06	1.09	0.08	1.13	10
0.10	0.17	0.08	1.18	0.07	1.15	0.10	1.20	11
0.11	0.19	0.09	1.25	0.08	1.22	0.12	1.26	13
0.12	0.21	0.11	1.32	0.08	1.29	0.14	1.32	15
0.13	0.23	0.12	1.39	0.09	1.35	0.17	1.38	17
0.14	0.25	0.13	1.46	0.09	1.42	0.19	1.44	19
0.15	0.26	0.15	1.53	0.10	1.48	0.22	1.50	21
0.16	0.28	0.16	1.59	0.10	1.55	0.25	1.55	23
0.17	0.30	0.18	1.66	0.11	1.61	0.29	1.60	25
0.18	0.32	0.20	1.73	0.11	1.68	0.32	1.65	27
0.19	0.34	0.21	1.80	0.12	1.74	0.36	1.70	29
0.20	0.36	0.23	1.87	0.12	1.81	0.40	1.75	32
0.21	0.38	0.25	1.94	0.13	1.87	0.45	1.80	34
0.22	0.39	0.27	2.00	0.13	1.94	0.50	1.85	37
0.23	0.41	0.29	2.07	0.14	2.00	0.55	1.90	40
0.24	0.43	0.31	2.14	0.14	2.07	0.60	1.94	43
0.25	0.45	0.33	2.21	0.15	2.14	0.65	1.99	46
0.26	0.47	0.35	2.28	0.15	2.20	0.71	2.03	49
0.27	0.49	0.37	2.35	0.16	2.27	0.78	2.08	52
0.28	0.51	0.40	2.42	0.16	2.33	0.84	2.12	55
0.29	0.53	0.42	2.48	0.17	2.40	0.91	2.16	58
0.30	0.55	0.44	2.55	0.17	2.46	0.98	2.20	61
0.31	0.57	0.47	2.62	0.18	2.53	1.05	2.25	65
0.32	0.59	0.49	2.69	0.18	2.59	1.13	2.29	68
0.33	0.61	0.52	2.76	0.19	2.66	1.21	2.33	72
0.34	0.63	0.55	2.83	0.19	2.72	1.30	2.37	76
0.35	0.65	0.58	2.89	0.20	2.79	1.39	2.41	80
0.36	0.67	0.60	2.96	0.20	2.86	1.48	2.45	83
0.37	0.69	0.63	3.03	0.21	2.92	1.57	2.49	87
0.38	0.71	0.66	3.10	0.21	2.99	1.67	2.53	92
0.39	0.73	0.69	3.17	0.22	3.05	1.78	2.57	96
0.40	0.75	0.72	3.24	0.22	3.12	1.88	2.60	100

Tubazione esistente - Scala di deflusso

Diametro 1000 mm
Scabrezza (Strickler) 80 m^{^(1/3)/s}
Pendenza 20 m/km

Altezza	Carico	Area	Contorno	Raggio			Coeff.
d'acqua	Totale	Bagnata	Bagnato	Idraulico	Portata	Velocità	Riemp.
[mm]	[m]	[m ²]	[m]	[m]	[l/s]	[m/s]	[%]
0	0	0.000	0.00	0.00	0	0.00	0
25	52	0.005	0.32	0.02	4	0.73	1
50	118	0.015	0.45	0.03	17	1.15	2
75	190	0.027	0.55	0.05	40	1.50	3
100	265	0.041	0.64	0.06	74	1.80	5
125	344	0.057	0.72	0.08	117	2.07	7
150	424	0.074	0.80	0.09	171	2.32	9
175	506	0.092	0.86	0.11	235	2.55	12
200	589	0.112	0.93	0.12	309	2.76	14
225	672	0.132	0.99	0.13	392	2.96	17
250	754	0.154	1.05	0.15	483	3.15	20
275	837	0.176	1.10	0.16	583	3.32	22
300	919	0.198	1.16	0.17	691	3.48	25
325	1,000	0.221	1.21	0.18	806	3.64	28
350	1,080	0.245	1.27	0.19	927	3.78	31
375	1,159	0.269	1.32	0.20	1,055	3.92	34
400	1,236	0.293	1.37	0.21	1,188	4.05	37
425	1,312	0.318	1.42	0.22	1,326	4.17	40
450	1,386	0.343	1.47	0.23	1,469	4.28	44
475	1,458	0.368	1.52	0.24	1,615	4.39	47
500	1,527	0.393	1.57	0.25	1,763	4.49	50
525	1,595	0.418	1.62	0.26	1,914	4.58	53
550	1,660	0.443	1.67	0.26	2,065	4.67	56
575	1,722	0.467	1.72	0.27	2,218	4.74	60
600	1,782	0.492	1.77	0.28	2,369	4.82	63
625	1,838	0.516	1.82	0.28	2,519	4.88	66
650	1,892	0.540	1.88	0.29	2,667	4.94	69
675	1,942	0.564	1.93	0.29	2,812	4.99	72
700	1,988	0.587	1.98	0.30	2,952	5.03	75
725	2,031	0.610	2.04	0.30	3,087	5.06	78
750	2,070	0.632	2.09	0.30	3,216	5.09	80
775	2,105	0.653	2.15	0.30	3,336	5.11	83
800	2,135	0.674	2.21	0.30	3,447	5.12	86
825	2,160	0.693	2.28	0.30	3,547	5.12	88
850	2,179	0.712	2.35	0.30	3,634	5.11	91
875	2,193	0.729	2.42	0.30	3,705	5.08	93
900	2,199	0.745	2.50	0.30	3,758	5.05	95
925	2,196	0.759	2.59	0.29	3,789	4.99	97
950	2,182	0.771	2.69	0.29	3,789	4.92	98
975	2,149	0.780	2.82	0.28	3,744	4.80	99
1,000	2,027	0.785	3.14	0.25	3,526	4.49	100