REGIONE PIEMONTE

PROVINCIA DI CUNEO

COMUNE DI MARENE

STUDIO ASSOCIATO STR
RACCA Geom. Marco
CALLIERO Geom. Gianluca
FISSORE Geom. Alberto
Via Stefano Gallina n. 35 - 12030 MARENE (CN)
Tel. 0172.742817 - Fax. 0172.743721
e.mail : info@studiostr.it

STUDIO TECNICO DOGLIANI
Arch. Roberto
Via Vittorio Emanuele n. 35
12062 CHERASCO (CN)
Tel. 0172.488034
e.mail : r.dogliani@libero.it

PIANO ESECUTIVO CONVENZIONATO

AREA D7 (SUE 23 - Dr 2)

Via Valle - 12030 MARENE (CN)

- BAROLO Bernardino, BAROLO Francesco
- GALLO Roberto, GIOMAR di RACCA Geom. Marco & C. S.A.S.
- CHIAVASSA Antonio

Identificativi catastali: Foglio 18 - mappali n. 14,16,17,18,19,49,50,51,52,53,54.

Rev.	Data	Descrizione	Disegnatore
01	11-03-2013	Progettazione P.E.C.	TESTA NICOLA
02	22-05-2013	Richiesta esame e approvazione PEC - Integrazione 1	TESTA NICOLA

TAVOLA

15

RELAZIONE IDRAULICA

File: 478 Progettazione P.E.C. - ELABORATI DEFINITIVI- Richiesta esame e approvazione PEC/Integrazione 1

Timbro dell'Ente

Marene, 22-05-2013

I Committenti:

F.to
- BAROLO MASSIMO
- GALLO ROBERTO, Geom. RACCA MARCO
- CHIAVASSA ANTONIO

Firma

I Progettisti:

RACCA Geom. Marco

DOGLIANI Dott. Arch. Roberto

Tutte le quote indicate negli elaborati devono comunque essere verificate in cantiere.
A termini di legge ci riserviamo la proprietà di questo disegno con divieto di riprodurlo o di renderlo noto a terzi, in tutto o in parte, senza specifica autorizzazione scritta dello Studio Associato STR.

1. PREMESSA

L'impermeabilizzazione di un'area urbana produttiva, causata dalle coperture degli edifici, dalle pavimentazioni stradali e dai piazzali, modifica fortemente la risposta di un bacino alle precipitazioni: la ridotta infiltrazione rende il deflusso delle acque meteoriche sempre più veloce, in quanto esse non trovano sostanzialmente nessuna resistenza al libero scorrimento.

Nello studio per il dimensionamento dei sistemi di trattamento delle acque meteoriche di dilavamento, risulta di fondamentale importanza definire il più precisamente possibile la portata massima di acqua da recapitare al collettore finale, sia esso rappresentato dalla fognatura, da un corso d'acqua superficiale o dal suolo-sottosuolo; la conoscenza di questo parametro, detto anche ***portata di piena***, è imprescindibile al fine di garantire il rispetto, in ogni occasione, dei limiti imposti dalla normativa vigente.

Oltre alla quantità di pioggia che può afferire su un bacino scolante, gli elementi che intervengono nel calcolo delle portate per le quali è necessario il trattamento sono molteplici e sono costituiti da:

- dimensioni del bacino;
- eventuale presenza di spartiacque;
- tipologia di copertura e scabrezza della superficie di deflusso;
- pendenza delle superfici scolanti;
- inclinazione dei collettori,
- materiali costituenti le condotte e le superfici scolanti.

Essi contribuiscono, dal punto di vista quantitativo, alla portata di piena mediante due fattori:

- tempo impiegato dall'acqua a percorrere la massima distanza all'interno del bacino (tempo di corrivazione, ζc);
- percentuale di acqua che riesce a deffluire rispetto a quella caduta (coefficiente di deflusso, φ).

1.1 CALCOLO DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE

Le portate che possono defluire attraverso la sezione di un collettore (ad esempio una tubazione in calcestruzzo o pvc) che raccoglie le acque meteoriche all'interno di una rete idrica dipendono:

- dalle caratteristiche del bacino, le cui acque afferiscono alla tubazione stessa;
- dalle caratteristiche dell'evento meteorico che lo interessa.

Il bacino partecipa alla formazione del deflusso in relazione alla durata ζ dell'evento piovoso: per una precipitazione di altezza h e di intensità media $j = h/\zeta$, estesa a tutto il bacino, si raggiunge la portata massima in una certa sezione, detta ***sezione di chiusura***[1], quando giungono insieme i contributi del deflusso provenienti da tutte le parti che formano il bacino stesso. L'intervallo di tempo necessario alla particella di pioggia che cade nel punto idraulicamente più lontano, per raggiungere la sezione di chiusura, è definito *tempo o ritardo di corrivazione*, ζc, ed è assunto come elemento caratteristico del bacino.
Esistono in letteratura molte formule per la determinazione del tempo di corrivazione che variano a seconda delle dimensioni di un bacino, da pochi ettari a qualche km ^{2}, tutte con struttura empirica e derivanti dall'interpretazione di osservazioni sperimentali: fra queste si citano, tra le tante, le formule di *Turazza, Ventura, Pasini, Giandotti, Tournon, Puglisi e Zanframundo, Pezzoli, Kirpich.*
Per piccoli bacini fino a qualche ettaro di superficie, come quello in esame, il tempo di corrivazione ζc è dato dalla somma di due termini:

$$\zeta c = \zeta a + \zeta r$$

dove:

ζa rappresenta il tempo di accesso, ovvero il tempo che la particella d'acqua impiega per raggiungere il sistema di scolo delle acque

ζc rappresenta il tempo di rete, vale a dire quello impiegato dalla particella per raggiungere, dal punto di ingresso alla rete, la sezione di chiusura. Esso è il rapporto tra la distanza percorsa e la velocità impiegata per percorrerla.

[1: La sezione di chiusura è il punto di intersezione tra la parte finale del bacino ed il collettore che ne raccoglie le acque. Nei piccoli bacini essa può essere fatta coincidere con il punto di scarico delle acque al recapito finale (fognatura o corso d'acqua)].

Il tempo di accesso, di incerta determinazione, dipende dalla pendenza dell'area, dalla tipologia di pavimentazione, dalla presenza di ostacoli al deflusso. Esso generalmente è variabile tra i 5 ed i 15 minuti, con valori più bassi per le aree di minore estensione, più attrezzate e di maggiore pendenza, e valori più alti nei casi opposti.
Il tempo di rete è dato dalla somma dei tempi di percorrenza di ogni singolo tratto del collettore seguendo il percorso più lungo, ottenuto come rapporto tra la lunghezza percorsa, *L*, e la velocità effettiva, *v*, determinata iterativamente in funzione della portata e del grado di riempimento della tubazione. Come si può notare, un siffatto calcolo può essere complesso e presentare comunque un grado di incertezza elevato quando i dati di partenza non sono precisi.
Per bacini scolanti fino a qualche ettaro, più frequenti nella casistica delle superfici per le quali è necessario dimensionare un sistema di raccolta delle acque meteoriche, la formula del tempo di corrivazione (corrispondente al tempo di rete) maggiormente utilizzata, è quella suggerita nel 1971 dal Civil Engineering Department dell'Università del Maryland, espressa mediante:

$$\tau_c = 26,3 \cdot \frac{\left(L/K_S\right)^{0,6}}{j^{0,4} \cdot i^{0,3}} \qquad (1.1)$$

In cui

ζc = tempo di corrivazione (s)
L = lunghezza della superficie scolante (m)
Ks = coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler ($m^{1/3}/s$)
j = intensità della precipitazione rapportata al tempo di corrivazione (m/ora)
i = pendenza media della superficie scolante (adimensionale).

Nella formula di cui sopra compare il coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler che rappresenta una misura della resistenza al deflusso dell'acqua, in moto laminare, opposta dalla superficie di un collettore idrico. Nella tabella 1.1 sono riportati i coefficienti Ks tipici dei materiali più utilizzati per il collettamento delle acque meteoriche; si noti che tanto maggiore è il valore di Ks, quanto minore sarà la resistenza opposta al deflusso.

Tabella 1.1. Coefficienti di Gauckler-Strickler per alcuni tipi di materiali

Materiale		K_s ($m^{1/3}/s$)
Condotte chiuse	Calcestruzzo	62÷95
	Materiali plastici	70÷95
	Acciaio zincato corrugato	40÷67
Canali	Rivestiti di conglomerati bituminosi	57÷75
	Rivestiti di calcestruzzo	57÷77
	In terra	20÷60

In presenza di bacini serviti da una rete le cui tubazioni siano suddivise in più tratte, la formula (1.1) si applica a ciascuna porzione (che concorre a formare l'asta che raccoglie le acque dal punto idraulicamente più lontano) sommando i relativi contributi.

1.2 CALCOLO DELL'INTENSITA' DI PIOGGIA

Al fine di determinare con sufficiente approssimazione quale sia la più plausibile portata di piena di un tratto di fognatura urbana, risulta essenziale la definizione delle precipitazioni che, attraverso differenti metodologie di calcolo, consentono di stimare la portata di massima piena della rete di smaltimento delle acque meteoriche.

La previsione quantitativa delle piogge intense in un'area come quella in esame è effettuata tramite la determinazione della ***curva di probabilità pluviometrica***, cioè la relazione che lega l'altezza di precipitazione alla sua durata, per un assegnato *tempo di ritorno*.

Il *tempo di ritorno* è direttamente legato alla probabilità di accadimento di un certo evento ed è espresso in anni. L'altezza di precipitazione in un punto è comunemente misurata in *mm* ed è l'altezza d'acqua che si formerebbe al suolo su una superficie orizzontale ed impermeabile, in un certo intervallo di tempo (durata della precipitazione) ed in assenza di perdite.

La *curva di possibilità pluviometrica*, che consente di valutare l'altezza massima di pioggia di assegnata durata che può verificarsi in una determinata zona, è comunemente espressa da una legge di potenza del tipo:

$$h(t) = a * t^{n}$$

in cui:

h = altezza di pioggia caduta durante un evento meteorico di durata *t* (*mm*)

t = durata della precipitazione (*ore*)

a = coefficiente pluviale orario (*mm/ora*)

n = esponente di invarianza di scala

i parametri *a* e *n* dipendono dallo specifico tempo di ritorno assegnato.

Per definire *a* e *n*, l'Autorità di Bacino del Fiume Po, ha utilizzato le serie storiche delle precipitazioni intense riportate negli Annali Idrologici del Servizio Idrografico e Mareografico Italiano (Parte I, tabella III) relative ai massimi annuali delle precipitazioni della durata di 1, 3, 6, 12 e 24 ore consecutive.

L'intervallo di durata tra 1 e 24 ore rappresenta il campo entro cui sono da ricercare le durate critiche per la maggior parte dei corsi d'acqua, per i quali la stima della portata di piena può essere effettuata tramite l'utilizzo delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica. Inoltre, l'Autorità di Bacino ha definito una distribuzione spaziale delle piogge intense nei punti privi di misure dirette mediante un'interpolazione spaziale con il metodo di Kriging dei parametri *a* e *n* delle linee segnalatrici, discretizzate in base ad un reticolo di 2 km di lato.

Le curve così elaborate consentono il calcolo delle linee segnalatrici in ciascun punto del bacino, a meno dell'approssimazione derivante dalla risoluzione spaziale della griglia di discretizzazione, per tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni.

I valori pubblicati dall'Autorità di Bacino costituiscono riferimento per le esigenze connesse a progettazioni che, per mancanza di misure dirette (pluviometri sul bacino) non possano svolgere direttamente valutazioni idrologiche più approfondite a scala locale.

La tabella 1.2 che segue, è un estratto dell' "*Allegato 3: Distribuzione spaziale delle precipitazioni intense*" al Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), riportante per ogni cella del reticolo di 2 Km di lato nel quale è stato suddiviso il bacino del fiume Po, i parametri *a* e *n* delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica per tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni, con *a* espresso in (*mm)* e *t* espresso in (*ore)*

La cella evidenziata, è quella corrispondente al bacino in esame.

Tabella 1.2. Estratto "*Allegato 3: Distribuzione spaziale delle precipitazioni intense*"

Cella	Coordinate Est UTM cella di calcolo	Coordinate Nord UTM cella di calcolo	a Tr 20	n Tr 20	a Tr 100	n Tr 100	a Tr 200	n Tr 200	a Tr 500	n Tr 500
AY105	401000,00000	4991000,00000	44,80	0,256	56,93	0,251	62,17	0,250	69,02	0,248
AY106	401000,00000	4989000,00000	43,58	0,251	55,37	0,245	60,47	0,244	67,15	0,242
AY107	401000,00000	4987000,00000	43,03	0,244	54,69	0,238	60,03	0,237	66,75	0,234
AY108	401000,00000	4985000,00000	43,60	0,236	56,06	0,228	61,46	0,226	68,50	0,223
AY109	401000,00000	4983000,00000	44,40	0,229	57,53	0,219	63,20	0,216	70,61	0,213
AY110	401000,00000	4981000,00000	45,10	0,224	58,77	0,213	64,67	0,210	72,39	0,206
AY111	401000,00000	4979000,00000	45,76	0,220	59,93	0,208	66,03	0,204	74,02	0,200
AY112	401000,00000	4977000,00000	46,16	0,219	60,65	0,205	66,87	0,201	75,04	0,196
AY113	401000,00000	4975000,00000	46,33	0,221	60,99	0,206	67,28	0,201	75,54	0,197
AY114	401000,00000	4973000,00000	46,57	0,222	61,41	0,206	67,78	0,201	76,14	0,196
AY115	401000,00000	4971000,00000	46,69	0,224	61,65	0,207	68,07	0,202	76,49	0,197
AY116	401000,00000	4969000,00000	46,61	0,226	61,56	0,209	67,98	0,204	76,38	0,198
AY117	401000,00000	4967000,00000	46,46	0,229	61,37	0,211	67,77	0,206	76,14	0,200
AY118	401000,00000	4965000,00000	46,16	0,232	60,95	0,214	67,31	0,209	75,59	0,203
AY119	401000,00000	4963000,00000	45,72	0,236	60,29	0,218	66,56	0,212	74,73	0,206
AY120	401000,00000	4961000,00000	45,10	0,240	59,40	0,223	65,55	0,217	73,57	0,211
AY121	401000,00000	4959000,00000	44,44	0,245	58,45	0,227	64,47	0,221	72,33	0,216
AY122	401000,00000	4957000,00000	43,72	0,248	57,37	0,231	63,22	0,225	70,88	0,219
AY123	401000,00000	4955000,00000	42,99	0,252	56,30	0,234	62,00	0,229	69,46	0,223
AY124	401000,00000	4953000,00000	42,29	0,255	55,27	0,238	60,83	0,232	68,11	0,227
AY125	401000,00000	4951000,00000	41,68	0,258	54,40	0,242	59,83	0,236	66,97	0,231
AY126	401000,00000	4949000,00000	41,13	0,262	53,53	0,245	58,97	0,240	65,99	0,235
AY127	401000,00000	4947000,00000	40,68	0,265	53,03	0,249	58,30	0,244	65,22	0,239
AY128	401000,00000	4945000,00000	40,32	0,268	52,55	0,253	57,76	0,248	64,62	0,243
AY129	401000,00000	4943000,00000	39,97	0,271	52,07	0,257	57,23	0,253	64,01	0,248
AY130	401000,00000	4941000,00000	39,81	0,272	51,84	0,258	56,97	0,254	63,72	0,250
AY131	401000,00000	4939000,00000	39,71	0,275	51,68	0,261	56,78	0,257	63,49	0,253
AY132	401000,00000	4937000,00000	39,68	0,275	51,64	0,262	56,73	0,258	63,43	0,254
AY133	401000,00000	4935000,00000	40,09	0,275	52,17	0,262	57,31	0,258	64,08	0,254
AY134	401000,00000	4933000,00000	40,47	0,273	52,69	0,260	57,88	0,256	64,72	0,252
AY135	401000,00000	4931000,00000	40,91	0,272	53,28	0,258	58,54	0,254	65,46	0,250
AY136	401000,00000	4929000,00000	41,32	0,270	53,82	0,256	59,13	0,252	66,13	0,247

A partire da queste informazioni, il tecnico sottoscritto ha estrapolato con buona approssimazione i parametri *a* ed *n* relativi al tempo di ritorno di 10 anni, pari a quello normalmente utilizzato per le verifiche idrauliche delle fognature urbane.

Tr = 10 anni $\rightarrow$ a = 35,87 ; n = 0,268

Nel caso in cui i calcoli mostrassero un tempo di corrivazione maggiore all'ora (in realtà piuttosto raro per bacini di piccole dimensioni) con l'utilizzo dei parametri *a* ed *n* della curva di possibilità pluviometrica relativi agli scrosci, bisognerà adoperare i parametri relativi alle piogge orarie per avere dei risultati più precisi.

Analogo utilizzo si può fare anche quando non si hanno a disposizione i dati idrologici degli scrosci inferiori all'ora.

1.3 CALCOLO DEL COEFFICIENTE DI DEFLUSSO DI UN BACINO

Un altro parametro che concorre, in un bacino, a formare la portata di piena è rappresentato dal ***coefficiente di deflusso***, φ, ovvero il rapporto tra il volume d'acqua defluito alla sezione di chiusura di un bacino e gli afflussi dovuti alle precipitazioni.

Le acque meteoriche, infatti, non raggiungono mai interamente la sezione di chiusura del bacino ad esse sotteso perché una parte viene dispersa o trattenuta per evaporazione, per infiltrazione nel terreno, per adsorbimento da parte delle superfici porose, per ristagno, etc., in una percentuale dipendente da numerosi fattori, quali, ad esempio, la natura del terreno, la tipologia delle superfici scolanti ed il tipo di copertura.

Ogni tipo di superficie (zona a verde, copertura dei tetti, zona pavimentata, zona semi-drenante, etc.) è quindi caratterizzata da uno specifico coefficiente di deflusso che rappresenta la quota percentuale di precipitazione che contribuisce alla portata di piena di un determinato bacino.

E' evidente come la superficie di un bacino possa essere costituita da più porzioni caratterizzate da coefficienti di deflusso diversi. Quando si verifica tale ipotesi, come nel caso in esame, occorre suddividere la superficie complessiva del bacino in tanti sotto-bacini, ciascuno caratterizzato da una precisa superficie e da un proprio coefficiente di deflusso.

Il valore di φ può variare teoricamente da 0 (quando l'acqua viene completamente trattenuta dal suolo) a 1 (quando l'acqua defluisce totalmente dalla superficie scolante); il valore di deflusso φ=1 è puramente teorico e viene generalmente utilizzato quando si vuole adottare il massimo criterio cautelativo nei calcoli.

Nella tabella 1.3, sono riportati i valori del coefficiente di deflusso per le principali tipologie di superfici.

Tabella 1.3. Coefficienti di deflusso delle principali tipologie di superfici

Tipologia superficie	φ
Verde su suolo profondo, prati, orti, superfici agricole	0,10-0,15
Terreno incolto, sterrato non compattato	0,20-0,30
Superfici in ghiaia sciolta – parcheggi drenanti	0,30-0,50
Pavimentazioni in macadam	0,35-0,50
Superfici sterrate compatte	0,50-0,60
Coperture tetti	0,85-1,00
Pavimentazioni in asfalto o cls	0,85-1,00

1.4 CALCOLO DELLA PORTATA DI PIENA

Il più antico dei vari metodi in uso è quello che risale al TURAZZA (1877), basato su criteri cinematici. Tuttavia per il caso in esame il tecnico sottoscritto farà riferimento non alla trattazione originale, ma a quella più moderna elaborata fuori dai confini italiani e definita come "METODO DELLA CORRIVAZIONE" o "METODO RAZIONALE" o anche "METODO DEGLI INGEGNERI TEDESCHI", che prevede l'inserimento del cosiddetto "coefficiente di ritardo".

Indicando con:

h la pioggia caduta nel tempo *t* espressa in (*mm)*;

t il tempo di pioggia espresso in (*ore)*;

i l'intensità di pioggia (cioè il rapporto *h/t*) espresso in (*mm/h)*;

A la superficie del bacino sotteso dalla fogna espresso in (*mq)*;

la portata fluente Q nella fognatura sarà data, secondo il Turazza, dalla seguente formula:

$$Q = \frac{\varphi \, i \, A}{3.600} \qquad [l/s]$$

dove φ è il coefficiente di deflusso di cui al paragrafo 1.3.

Si può subito osservare che il valore della portata è così condizionato da due fattori:

φ = coefficiente di riduzione delle piogge

i = h/t intensità di precipitazione

entrambi estremamente importanti.

La formulazione sopra riportata si basa sull'asserto che "*la pioggia che provoca la massima piena è quella che ha una durata pari al tempo di corrivazione*"

Il tempo di corrivazione è, come ben noto, il tempo che impiega l'acqua caduta nel punto idaulicamente più distante del bacino a giungere alla sezione di chiusura dello stesso.

Pertanto detta **i** l'intensità corrispondente a tale pioggia, il prodotto **i*A** rappresenta il volume piovuto nell'unità di tempo, mentre il prodotto di questo ultimo per **φ** rappresenta la parte del volume piovuto che affluisce alla rete fognaria. Il divisore 3.600 serve a correggere le unità di misura affinchè la portata sia espressa in l/s.

Il metodo adottato considera il bacino idrografico come una singola unità di sistema e si dimostra particolarmente valido per ambiti di estensione medio-piccola, per i quali si debbono assumere le seguenti ipotesi fortemente restrittive:

a) che la legge precipitazione–durata della pioggia sia del tipo: $h = a * t^n$;
b) che la distribuzione delle acque meteoriche sia uniforme su tutto il bacino;
c) che l'intensità $i = h/t$ della pioggia per l'intera durata t sia di fatto costante;
d) che il bacino sotteso della sezione in esame del collettore sia sufficientemente regolare.

Tuttavia esso ha una validità pratica abbastanza ampia tale da farlo ritenere valido quasi generalmente.

1.5. VERIFICA DELLA SEZIONE DELLE CONDOTTE

La capacità di smaltimento di una rete idrica dipende dalla portata delle tubazioni delle singole tratte e da quella relativa alla sezione di chiusura.
La portata massima, Q_{max} ,di tubazioni circolari, che costituiscono il caso oggetto di studio, dipende:

- dalla sezione di scorrimento, detta *sezione idraulica* o *sezione bagnata*;
- dalla velocità di deflusso dell'acqua all'interno della condotta.

La portata massima Q_{max} , può esprimere mediante la formula di Gauckler-Strickler:

$$Q_{\max} = v_{\max} \cdot A = K_s \cdot i^{\frac{1}{2}} \cdot R_H^{\frac{2}{3}} \cdot A \qquad (1.2)$$

dove:

v_{max} = velocità massima di deflusso (m/s)
Ks = coefficiente di resistenza di Gauckler-Strickler ($m^{1/3}/s$)
i = pendenza (adimensionale)
R_H = raggio idraulico (m)
A = sezione idraulica o area bagnata (m^2).

Occorre porre l'attenzione sul fatto che, la portata massima di un collettore circolare, non corrisponde a quella relativa al grado di riempimento massimo della condotta.
Date le pendenze di progetto ed il materiale costituente le condotte (in questo caso pvc), si sono determinate le portate massime (corrispondenti ad un grado di riempimento del 95% della condotta) per una serie di diametri commerciali ritenuti utilizzabili nel caso in esame, verificando per ognuna delle sezioni di chiusura, che la portata della relativa tubazione fosse $\geq$ alla portata pluviale determinata con i calcoli di cui alle tabelle allegate.

1.6. RISULTATI DI CALCOLO

Nelle pagine che seguono, sono riportati nell'ordine:

- gli schemi grafici relativi alla suddivisione del reticolo fognario in progetto nell'ambito di P.E.C. in rami principali e rami secondari, con l'individuazione delle relative aree di pertinenza diretta;
- il calcolo delle portate pluviali di ogni ramo della condotta;
- l'individuazione delle sezioni di chiusura oggetto di verifica, con le relative portate di piena;
- la verifica dei diametri delle condotte previste in progetto.

Marene, addì 26 marzo 2013.

Dott. Arch. Roberto DOGLIANI Geom. Marco RACCA

_____ _____

TAV. 1 : INDIVIDUAZIONE RAMI DEL SISTEMA FOGNARIO E RELATIVE AREE DI PERTINENZA DIRETTA

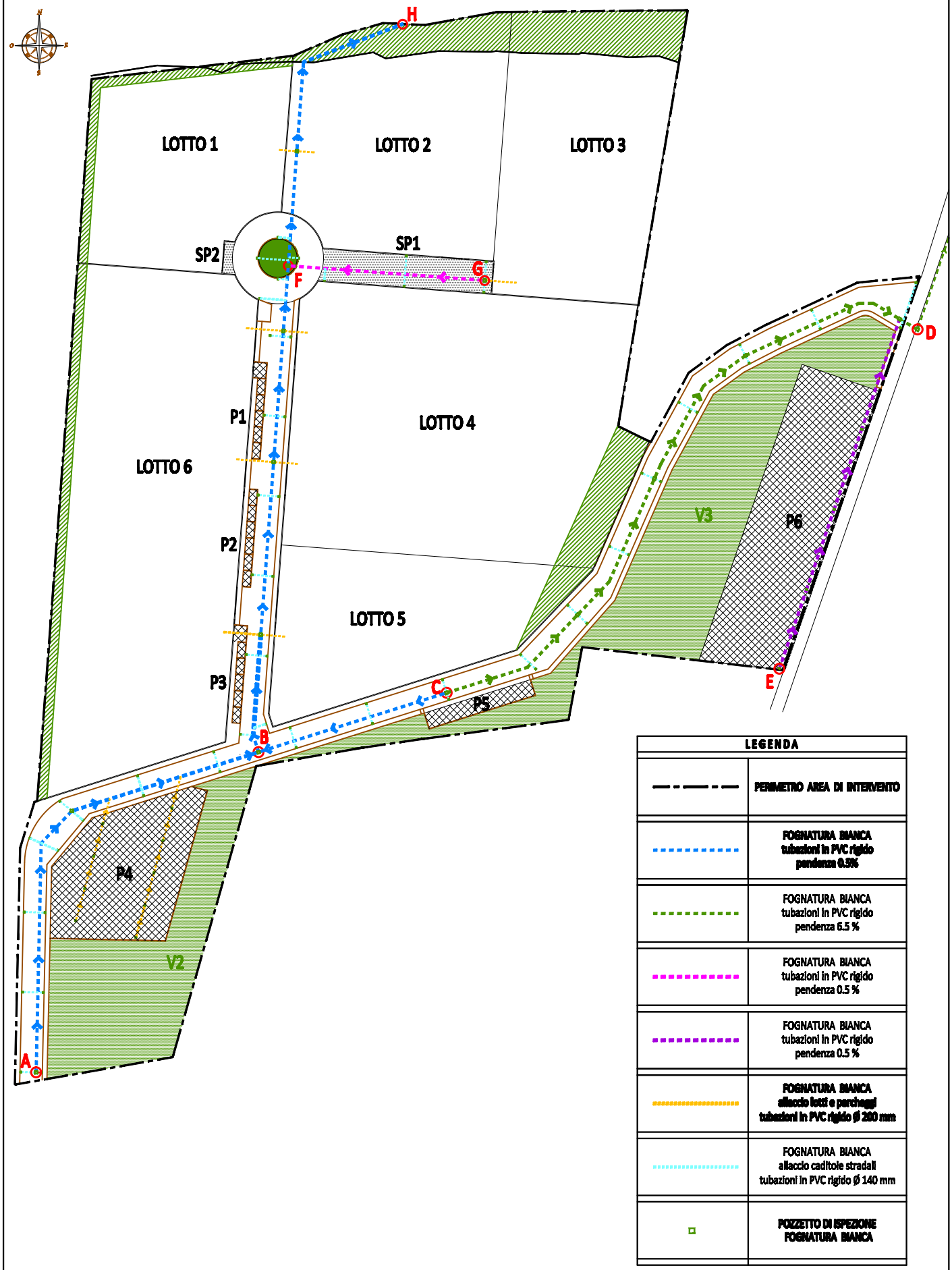


TABELLA N. 1: CALCOLO DELLE PORTATE PLUVIALI DELLA CONDOTTA PRINCIPALE (ABFH)

TRONCO	LUNGHEZZA TOTALE CONDOTTA (M)	COEFFICIENTE DI SCABREZZA ($M^{1/3}/s$)	INTENSITA' PRECIPITAZIONE DI RIFERIMENTO (mm/h)	ESPONENTE DI INVARIANZA DI SCALA n	PENDENZA CONDOTTA	TEMPO DI CORRIVAZIONE **Tc** (h)	AREE DI PERTINENZA DIRETTA	AREA (MQ)	COEFFICIENTE DI DEFLUSSO	INTENSITA' DI PIOGGIA (mm/h)	PORTATA PARZIALE **Q** (l/s)	PORTATA TOTALE TRONCO **Q** (l/s)
A-B	398	90	35,87	0,268	0,005	0,331	VIABILITA' (STRADA-MARCIAPIEDI)	1589	0,90	81	32,03	
	398	90	35,87	0,268	0,005	0,331	V2/A	2426	0,15	81	8,15	
	398	90	35,87	0,268	0,005	0,331	P4	1663	0,90	81	33,52	**73,70**
B-F	398	90	35,87	0,268	0,005	0,331	VIABILITA' (STRADA-MARCIAPIEDI)	1716	0,90	81	34,59	
	398	90	35,87	0,268	0,005	0,331	LOTTO 6 (AREE COPERTE E PAVIMENTATE)	8101	0,60	81	108,86	
	398	90	35,87	0,268	0,005	0,331	LOTTO 6 (AREE A VERDE)	900	0,15	81	3,02	
	398	90	35,87	0,268	0,005	0,331	LOTTO 5 (AREE COPERTE E PAVIMENTATE)	3187	0,60	81	42,83	
	398	90	35,87	0,268	0,005	0,331	LOTTO 5 (AREE A VERDE)	354	0,15	81	1,19	
	398	90	35,87	0,268	0,005	0,331	LOTTO 4 (AREE COPERTE E PAVIMENTATE)	7844	0,60	81	105,41	
	398	90	35,87	0,268	0,005	0,331	LOTTO 4 (AREE A VERDE)	872	0,15	81	2,93	**298,83**
F-H	398	90	35,87	0,268	0,005	0,331	VIABILITA' (STRADA-MARCIAPIEDI) S2	515	0,90	81	10,38	
	398	90	35,87	0,268	0,005	0,331	AREA A VERDE V1	123	0,15	81	0,41	
	398	90	35,87	0,268	0,005	0,331	SP2	30	0,90	81	0,60	
	398	90	35,87	0,268	0,005	0,331	LOTTO 1 (AREE COPERTE E PAVIMENTATE)	3323	0,60	81	44,66	
	398	90	35,87	0,268	0,005	0,331	LOTTO 1 (AREE A VERDE)	369	0,15	81	1,24	
	398	90	35,87	0,268	0,005	0,331	LOTTO 2 (AREE COPERTE E PAVIMENTATE)	4182	0,60	81	56,20	
	398	90	35,87	0,268	0,005	0,331	LOTTO 2 (AREE A VERDE)	465	0,15	81	1,56	**115,05**
								37659				**487,59**

TABELLA N. 2: CALCOLO DELLE PORTATE PLUVIALI DELLE CONDOTTE SECONDARIE (CB e GF)

TRONCO	LUNGHEZZA CONDOTTA (M)	COEFFICIENTE DI SCABREZZA ($M^{1/3}/s$)	COEFF. PLUVIALE ORARIO DI RIFERIMENTO (mm/h)	ESPONENTE DI INVARIANZA DI SCALA n	PENDENZA CONDOTTA	TEMPO DI CORRIVAZIONE **Tc** (h)	AREE DI PERTINENZA DIRETTA	SUPERFICIE DELLE AREE (MQ)	COEFFICIENTE DI DEFLUSSO	INTENSITA' DI PIOGGIA (mm/h)	PORTATA PARZIALE **Q** (l/s)	PORTATA TOTALE TRONCO **Q** (l/s)
C-B	62,00	90	35,87	0,268	0,005	0,108	VIABILITA' (STRADA-MARCIAPIEDI)	620	0,90	182	28,28	
	62,00	90	35,87	0,268	0,005	0,108	V2/B	252	0,15	182	1,92	
	62,00	90	35,87	0,268	0,005	0,108	P5/A	46	0,90	182	2,10	**32,29**
G-F	62,00	90	35,87	0,268	0,005	0,108	SP1	533	0,90	184	24,47	
	62,00	90	35,87	0,268	0,005	0,108	LOTTO 3 (AREE COPERTE E PAVIMENTATE)	4118	0,60	184	126,06	
	62,00	90	35,87	0,268	0,005	0,108	LOTTO 3 (AREE A VERDE)	457	0,15	184	3,50	**154,03**
								6026				**186,32**

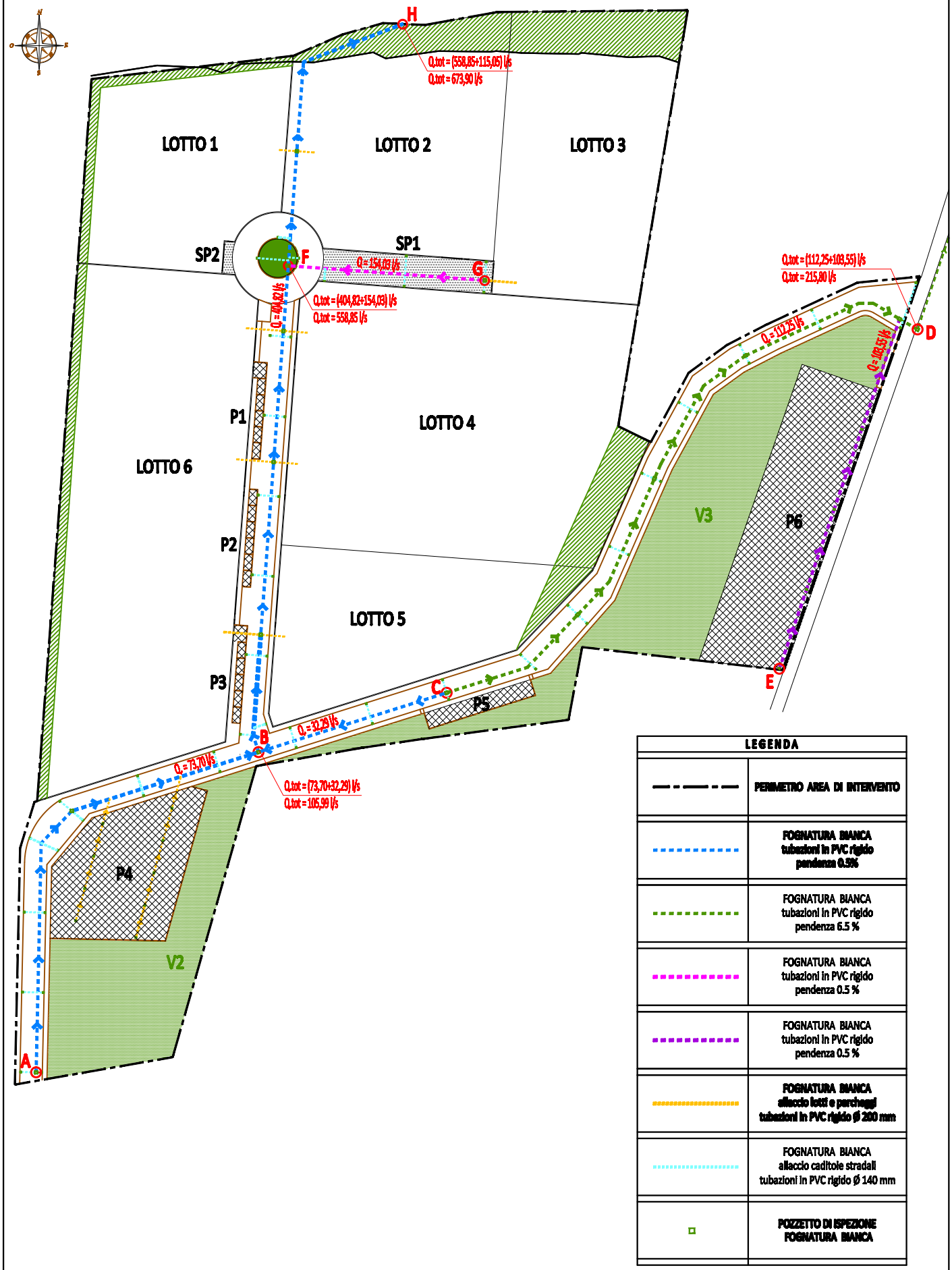
TABELLA N. 3: CALCOLO DELLE PORTATE PLUVIALI DELLA CONDOTTA PRINCIPALE (CD)

TRONCO	LUNGHEZZA CONDOTTA (M)	COEFFICIENTE DI SCABREZZA ($M^{1/3}/s$)	COEFF. PLUVIALE ORARIO DI RIFERIMENTO (mm/h)	ESPONENTE DI INVARIANZA DI SCALA n	PENDENZA CONDOTTA	TEMPO DI CORRIVAZIONE **Tc** (h)	AREE DI PERTINENZA DIRETTA	AREA (MQ)	COEFFICIENTE DI DEFLUSSO	INTENSITA' DI PIOGGIA (mm/h)	PORTATA PARZIALE **Q** (l/s)	PORTATA TOTALE TRONCO **Q** (l/s)
C-D	202,00	90	35,87	0,268	0,065	0,102	VIABILITA' (STRADA-MARCIAPIEDI)	2152	0,90	191	102,63	
	202,00	90	35,87	0,268	0,065	0,102	V2/C	389	0,15	191	3,09	
	202,00	90	35,87	0,268	0,065	0,102	P5/B	137	0,90	191	6,53	**112,25**
								2678				**112,25**

TABELLA N. 4: CALCOLO DELLE PORTATE PLUVIALI DELLA CONDOTTA SECONDARIA (ED)

TRONCO	LUNGHEZZA CONDOTTA (M)	COEFFICIENTE DI SCABREZZA ($M^{1/3}/s$)	COEFF. PLUVIALE ORARIO DI RIFERIMENTO (mm/h)	ESPONENTE DI INVARIANZA DI SCALA n	PENDENZA CONDOTTA	TEMPO DI CORRIVAZIONE **Tc** (h)	AREE DI PERTINENZA DIRETTA	AREA (MQ)	COEFFICIENTE DI DEFLUSSO	INTENSITA' DI PIOGGIA (mm/h)	PORTATA PARZIALE **Q** (l/s)	PORTATA TOTALE TRONCO **Q** (l/s)
E-D	116,00	90	35,87	0,268	0,005	0,158	P6	2457	0,90	139	85,11	
	116,00	90	35,87	0,268	0,005	0,158	V2/D + V3	3194	0,15	139	18,44	**103,55**
								5651				**103,55**

TAV. 2 : INDIVIDUAZIONE PORTATE DI PIENA DEI SINGOLI RAMI E NELLE SEZIONI DI CHIUSURA



PORTATA DI UNA CONDOTTA A PELO LIBERO

3. Tubo PVC fognatura tipo SN4 – Φ 400 mm

Formula di Chezy con coefficiente scabrezza di Gauckler-Strickler

D	**0,380**	m
w	**95**	%
i	**0,005**	m/m
k	**120**	
Q	**215,28**	l/s

$$v = k\, R^{2/3}\, i^{1/2}$$

Legenda

D = Diametro interno del canale circolare
w = Livello percentuale di riempimento
i = Pendenza del canale
k = Coefficiente di scabrezza – (Vedi tabella):

Tabella coefficienti scabrezza di Gauckler-Strickler	
Tubi Pe, PVC, PRFV	k = 120
Tubi nuovi gres o ghisa rivestita	k = 100
Tubi in servizio con lievi incrostazioni o cemento ordinario	k = 80
Tubi in servizio corrente con incrostazioni e depositi	k = 60
Canali con ciottoli e ghiaia sul fondo	k = 40

4. Tubo PVC fognatura tipo SN4 – Φ 500 mm

Formula di Chezy con coefficiente scabrezza di Gauckler-Strickler

D	**0,475**	m
w	**95**	%
i	**0,005**	m/m
k	**120**	
Q	**390,34**	l/s

$$v = k\, R^{2/3}\, i^{1/2}$$

Legenda

D = Diametro interno del canale circolare
w = Livello percentuale di riempimento
i = Pendenza del canale
k = Coefficiente di scabrezza – (Vedi tabella):

Tabella coefficienti scabrezza di Gauckler-Strickler	
Tubi Pe, PVC, PRFV	k = 120
Tubi nuovi gres o ghisa rivestita	k = 100
Tubi in servizio con lievi incrostazioni o cemento ordinario	k = 80
Tubi in servizio corrente con incrostazioni e depositi	k = 60
Canali con ciottoli e ghiaia sul fondo	k = 40

PORTATA DI UNA CONDOTTA A PELO LIBERO

1. Tubo PVC fognatura tipo SN4 – Φ 250 mm

Formula di Chezy con coefficiente scabrezza di Gauckler-Strickler

D	**0,238**	m
w	**95**	%
i	**0,005**	m/m
k	**120**	
Q	**61,82**	l/s

$$v = k\, R^{2/3}\, i^{1/2}$$

Legenda

D **=** D□ametro interno del canale circolare
w **=** Livello percentuale di riempimento
i **=** Pendenza del canale
k **=** Coefficiente di scabrezza – (Vedi tabella):

Tabella coefficienti scabrezza di Gauckler-Strickler	
Tubi Pe, PVC, PRFV	k = 120
Tubi nuovi gres o ghisa rivestita	k = 100
Tubi in servizio con lievi incrostazioni o cemento ordinario	k = 80
Tubi in servizio corrente con incrostazioni e depositi	k = 60
Canali con ciottoli e ghiaia sul fondo	k = 40

2. Tubo PVC fognatura tipo SN4 – Φ 315 mm

Formula di Chezy con coefficiente scabrezza di Gauckler-Strickler

D	**0,300**	m
w	**95**	%
i	**0,005**	m/m
k	**120**	
Q	**114,61**	l/s

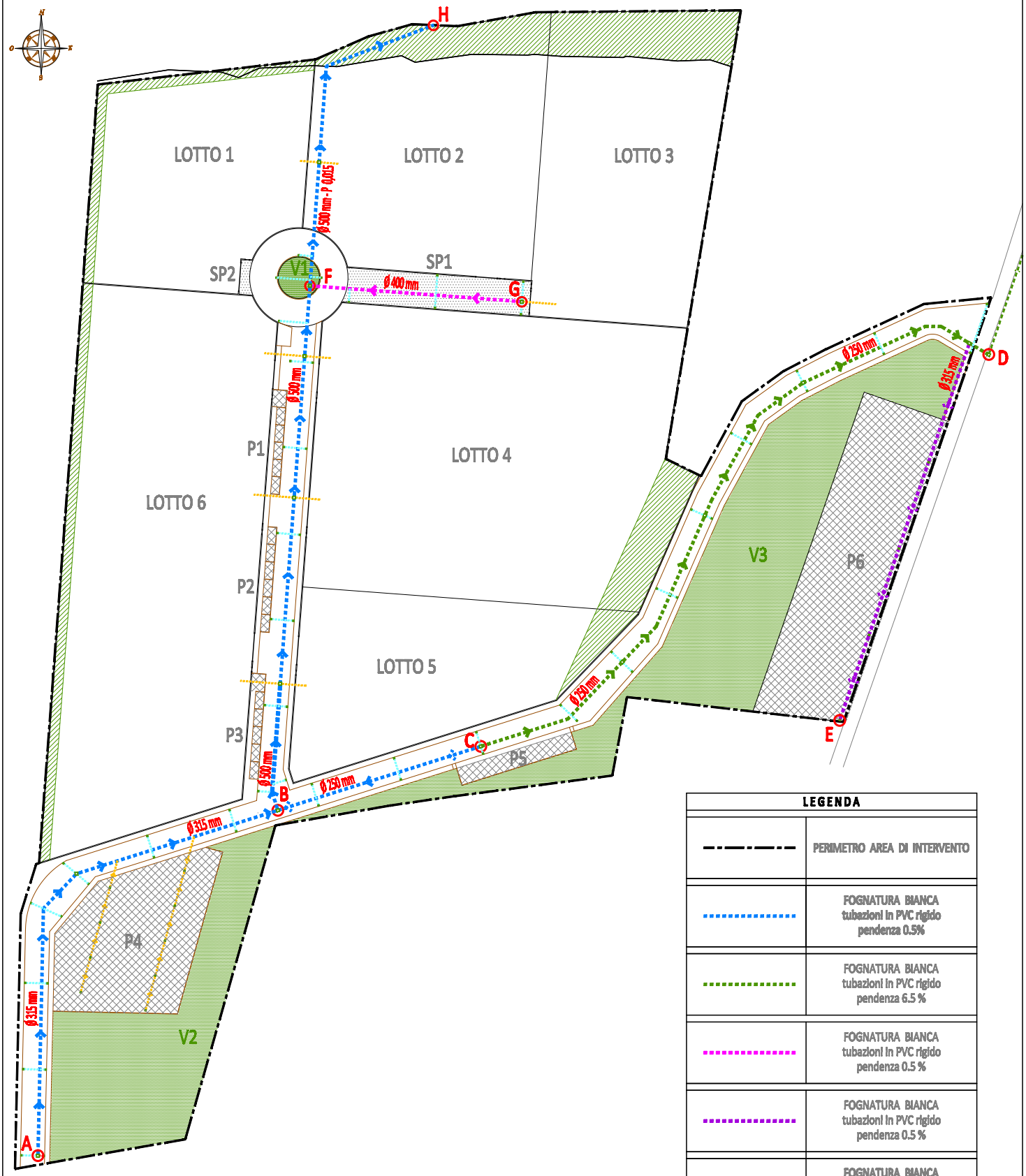
$$v = k\, R^{2/3}\, i^{1/2}$$

Legenda

D **=** Diametro interno del canale circolare
w **=** Livello percentuale di riempimento
i **=** Pendenza del canale
k **=** Coefficiente di scabrezza – (Vedi tabella):

Tabella coefficienti scabrezza di Gauckler-Strickler	
Tubi Pe, PVC, PRFV	k = 120
Tubi nuovi gres o ghisa rivestita	k = 100
Tubi in servizio con lievi incrostazioni o cemento ordinario	k = 80
Tubi in servizio corrente con incrostazioni e depositi	k = 60
Canali con ciottoli e ghiaia sul fondo	k = 40

TAV. 5 : ASSEGNAZIONE DIAMETRI MINIMI DEI SINGOLI RAMI



LEGENDA	
	PERIMETRO AREA DI INTERVENTO
	FOGNATURA BIANCA tubazioni in PVC rigido pendenza 0.5%
	FOGNATURA BIANCA tubazioni in PVC rigido pendenza 6.5 %
	FOGNATURA BIANCA tubazioni in PVC rigido pendenza 0.5 %
	FOGNATURA BIANCA tubazioni in PVC rigido pendenza 0.5 %
	FOGNATURA BIANCA allaccio lotti e parcheggi tubazioni in PVC rigido Ø 200 mm
	FOGNATURA BIANCA allaccio caditoie stradali tubazioni in PVC rigido Ø 140 mm
	POZZETTO DI ISPEZIONE FOGNATURA BIANCA

PORTATA DI UNA CONDOTTA A PELO LIBERO

5. Tubo PVC fognatura tipo SN4 – Φ 500 mm

Formula di Chezy con coefficiente scabrezza di Gauckler-Strickler

D	**0,475**	m
w	**95**	%
i	**0,015**	m/m
k	**120**	
Q	**676,09**	l/s

$$v = k\, R^{2/3}\, i^{1/2}$$

Legenda

D = Diametro interno del canale circolare
w = Livello percentuale di riempimento
i = Pendenza del canale
k = Coefficiente di scabrezza – (Vedi tabella):

Tabella coefficienti scabrezza di Gauckler-Strickler	
Tubi Pe, PVC, PRFV	k = 120
Tubi nuovi gres o ghisa rivestita	k = 100
Tubi in servizio con lievi incrostazioni o cemento ordinario	k = 80
Tubi in servizio corrente con incrostazioni e depositi	k = 60
Canali con ciottoli e ghiaia sul fondo	k = 40

6. Tubo PVC fognatura tipo SN4 – Φ 250 mm

Formula di Chezy con coefficiente scabrezza di Gauckler-Strickler

D	**0,238**	m
w	**95**	%
i	**0,065**	m/m
k	**120**	
Q	**222,89**	l/s

$$v = k\, R^{2/3}\, i^{1/2}$$

Legenda

D = Diametro interno del canale circolare
w = Livello percentuale di riempimento
i = Pendenza del canale
k = Coefficiente di scabrezza – (Vedi tabella):

Tabella coefficienti scabrezza di Gauckler-Strickler	
Tubi Pe, PVC, PRFV	k = 120
Tubi nuovi gres o ghisa rivestita	k = 100
Tubi in servizio con lievi incrostazioni o cemento ordinario	k = 80
Tubi in servizio corrente con incrostazioni e depositi	k = 60
Canali con ciottoli e ghiaia sul fondo	k = 40

PREMESSA

La presente relazione, va ad integrare lo studio idraulico effettuato sull'area oggetto di P.E.C. -volto a determinare un corretto dimensionamento del sistema di trattamento delle acque meteoriche di dilavamento-, con una diversa finalità altrettanto importante: verificare le sezioni idrauliche del corpo ricettore posto a valle dell'area oggetto di intervento, al fine di determinare se lo stesso sia idoneo ad accogliere l'intero apporto idrico derivante dal convogliamento delle portate generate dall'ambito di intervento, senza che si generino allagamenti nelle zone circostanti e sulle proprietà di terzi.

A tal fine, l'analisi condotta dai tecnici sottoscritti, ha previsto una procedura articolata in più fasi sviluppate con un ordine ben preciso:

1. Individuazione di una o più sezioni caratteristiche del corso d'acqua in oggetto, denominate ***sezioni di chiusura***, la cui verifica idraulica potesse risultare fondamentale per scongiurare il pericolo di fenomeni di esondazione ed allagamento;
2. Determinazione delle caratteristiche idrologiche del bacino del corso d'acqua superficiale all'interno del quale vengono convogliate le acque meteoriche dell'ambito di P.E.C.;
3. Determinazione della ***portata di piena*** nelle sezioni di chiusura oggetto di verifica, data dalla somma tra la portata del bacino idrografico in oggetto e l'apporto generato dall'ambito di P.E.C.;
4. Verifica idraulica della capacità del corso d'acqua di smaltire le portate di piena nelle varie sezioni considerate.

1. INDIVIDUAZIONE SEZIONI DI CHIUSURA

Dall'esame delle caratteristiche geometriche del corso d'acqua in esame e della morfologia del bacino di competenza, si è individuata una sola sezione potenzialmente generatrice di fenomeni di esondazione ed allagamento. Si tratta nella fattispecie dell'intersezione del fosso con la strada Comunale Valassa (via Valle) laddove le acque meteoriche, dapprima contenute all'interno di un alveo naturale di ampia sezione, si imbattono in un brusco restringimento rappresentato da un canale di attraversamento della sede stradale a sezione rettangolare, di luce netta pari a cm. 150 di larghezza e cm. 70 di altezza, con pareti laterali e soletta superiore in cls armato, mentre il fondo risulta cosparso di detriti trasportati dalla corrente.

A monte e a valle di tale sezione, l'alveo del fosso si presenta con pendenze, dimensioni e fondo di scorrimento sufficientemente incassato, tali da non richiedere la verifica di ulteriori sezioni potenzialmente critiche.

2. CARATTERISTICHE IDROLOGICHE DEL BACINO

Le caratteristiche idrologiche del bacino che verranno adottate nei calcoli delle portate massime al colmo $Q_{c\ max}$ con gli assegnati tempi di ritorno, sono riferite alla sezione di chiusura in corripondenza del ponte di Via Valle e sono state desunte dalla Carta Tecnica Regionale, da sopralluogo in loco e dal rilevo a terra.

Il bacino idrografico a monte della suddetta sezione di chiusura, ha pertanto le seguenti caratteristiche morfometriche:

Estensione:	0,42	Km^2
Lunghezza asta principale	0,570	Km
Quota massima	317	m.s.l.m.
Quota minima	302,5	m.s.l.m.
Pendenza media asta	0,025	m/m

3. DETERMINAZIONE DELLA PORTATA DI PIENA

Nello studio per le verifiche idrauliche dei corsi d'acqua naturali, risulta di fondamentale importanza definire il più precisamente possibile la portata massima di acqua affluente in una detereminata sezione; la conoscenza di questo parametro, detto anche ***portata di piena***, è imprescindibile al fine di garantire il rispetto, in ogni occasione, dei limiti imposti dalla normativa vigente.

Oltre alla quantità di pioggia che può afferire su un bacino scolante, gli elementi che intervengono nel calcolo delle portate per le quali è necessario il trattamento sono molteplici e sono costituiti da:

- dimensioni del bacino;
- eventuale presenza di spartiacque;
- tipologia di copertura e scabrezza della superficie di deflusso;
- pendenza delle superfici scolanti;
- inclinazione dell'asta principale,
- materiali costituenti le superfici scolanti.

Essi contribuiscono, dal punto di vista quantitativo, alla portata di piena mediante due fattori:

- tempo impiegato dall'acqua a percorrere la massima distanza all'interno del bacino (tempo di corrivazione, ζc);
- percentuale di acqua che riesce a deffluire rispetto a quella caduta (coefficiente di deflusso, φ).

3.1 CALCOLO DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE

Le portate che possono defluire attraverso la sezione di un corso d'acqua che raccoglie le acque meteoriche di un determianto bacino idrografico dipendono:

- dalle caratteristiche del bacino, le cui acque afferiscono al corso d'acqua stesso;
- dalle caratteristiche dell'evento meteorico che lo interessa.

Il bacino partecipa alla formazione del deflusso in relazione alla durata ζ dell'evento piovoso: per una precipitazione di altezza *h* e di intensità media *j = h/ζ*, estesa a tutto il bacino, si raggiunge la portata massima in una certa sezione, detta ***sezione di chiusura***, quando giungono insieme i contributi del deflusso provenienti da tutte le parti che formano il bacino stesso. L'intervallo di tempo necessario alla particella di pioggia che cade nel punto idraulicamente più lontano, per raggiungere la sezione di chiusura, è definito *tempo o ritardo di corrivazione*, ζc, ed è assunto come elemento caratteristico del bacino.

Esistono in letteratura molte formule per la determinazione del tempo di corrivazione che variano a seconda delle dimensioni di un bacino, da pochi ettari a qualche km^2, tutte con struttura empirica e derivanti dall'interpretazione di osservazioni sperimentali: fra queste si citano, tra le tante, le formule di *Turazza, Ventura, Pasini, Giandotti, Tournon, Puglisi e Zanframundo, Pezzoli, Kirpich.*

Per i canali di pianura e bacini fino a qualche ettaro di superficie (come nel caso in esame), si adotta la formula di Pasini:

$$tc = \frac{0.108 \cdot \sqrt[3]{A_{tot} L}}{\sqrt{i_{tot}}}$$

dove:

t_c= tempo di corrivazione (ore)

L= lunghezza dell'asta principale estesa allo spartiacque (Km)

A_{tot}=estensione bacino idrografico (Kmq)

i_{tot}= pendenza media dell'intera asta principale (m/m)

3.2 CALCOLO DELL'INTENSITA' DI PIOGGIA

Al fine di determinare con sufficiente approssimazione quale sia la più plausibile portata di piena nella sezione di chiusura di un corso d'acqua, risulta essenziale la definizione delle precipitazioni che, attraverso differenti metodologie di calcolo, consentono di stimare la portata di massima piena delle acque meteoriche.

La previsione quantitativa delle piogge intense in un'area come quella in esame è effettuata tramite la determinazione della ***curva di probabilità pluviometrica***, cioè la relazione che lega l'altezza di precipitazione alla sua durata, per un assegnato *tempo di ritorno*.

Il *tempo di ritorno* è direttamente legato alla probabilità di accadimento di un certo evento ed è espresso in anni. L'altezza di precipitazione in un punto è comunemente misurata in *mm* ed è l'altezza d'acqua che si formerebbe al suolo su una superficie orizzontale ed impermeabile, in un certo intervallo di tempo (durata della precipitazione) ed in assenza di perdite.

La *curva di possibilità pluviometrica*, che consente di valutare l'altezza massima di pioggia di assegnata durata che può verificarsi in una determinata zona, è comunemente espressa da una legge di potenza del tipo:

$$h(t) = a * t^{n}$$

in cui:

h = altezza di pioggia caduta durante un evento meteorico di durata *t* (*mm*)

t = durata della precipitazione (*ore*)

a = coefficiente pluviale orario (*mm/ora*)

n = esponente di invarianza di scala

i parametri *a* e *n* dipendono dallo specifico tempo di ritorno assegnato.

Per definire *a* e *n*, l'Autorità di Bacino del Fiume Po, ha utilizzato le serie storiche delle precipitazioni intense riportate negli Annali Idrologici del Servizio Idrografico e Mareografico Italiano (Parte I, tabella III) relative ai massimi annuali delle precipitazioni della durata di 1, 3, 6, 12 e 24 ore consecutive.

L'intervallo di durata tra 1 e 24 ore rappresenta il campo entro cui sono da ricercare le durate critiche per la maggior parte dei corsi d'acqua, per i quali la stima della portata di piena può essere effettuata tramite l'utilizzo delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica. Inoltre, l'Autorità di Bacino ha definito una distribuzione spaziale delle piogge intense nei punti privi di misure dirette mediante un'interpolazione spaziale con il metodo di Kriging dei parametri *a* e *n* delle linee segnalatrici, discretizzate in base ad un reticolo di 2 km di lato.

Le curve così elaborate consentono il calcolo delle linee segnalatrici in ciascun punto del bacino, a meno dell'approssimazione derivante dalla risoluzione spaziale della griglia di discretizzazione, per tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni.

I valori pubblicati dall'Autorità di Bacino costituiscono riferimento per le esigenze connesse a progettazioni che, per mancanza di misure dirette (pluviometri sul bacino) non possano svolgere direttamente valutazioni idrologiche più approfondite a scala locale.

La tabella 1.2 che segue, è un estratto dell' "*Allegato 3: Distribuzione spaziale delle precipitazioni intense*" al Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), riportante per ogni cella del reticolo di 2 Km di lato nel quale è stato suddiviso il bacino del fiume Po, i parametri *a* e *n* delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica per tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni, con *a* espresso in (*mm)* e *t* espresso in (*ore)*

La cella evidenziata, è quella corrispondente al bacino in esame.

Tabella 3.2. Estratto "*Allegato 3: Distribuzione spaziale delle precipitazioni intense*"

Cella	Coordinate Est UTM cella di calcolo	Coordinate Nord UTM cella di calcolo	a Tr 20	n Tr 20	a Tr 100	n Tr 100	a Tr 200	n Tr 200	a Tr 500	n Tr 500
AY105	401000,00000	4991000,00000	44,80	0,256	56,93	0,251	62,17	0,250	69,02	0,248
AY106	401000,00000	4989000,00000	43,58	0,251	55,37	0,245	60,47	0,244	67,15	0,242
AY107	401000,00000	4987000,00000	43,03	0,244	54,69	0,238	60,03	0,237	66,75	0,234
AY108	401000,00000	4985000,00000	43,60	0,236	56,06	0,228	61,46	0,226	68,50	0,223
AY109	401000,00000	4983000,00000	44,40	0,229	57,53	0,219	63,20	0,216	70,61	0,213
AY110	401000,00000	4981000,00000	45,10	0,224	58,77	0,213	64,67	0,210	72,39	0,206
AY111	401000,00000	4979000,00000	45,76	0,220	59,93	0,208	66,03	0,204	74,02	0,200
AY112	401000,00000	4977000,00000	46,16	0,219	60,65	0,205	66,87	0,201	75,04	0,196
AY113	401000,00000	4975000,00000	46,33	0,221	60,99	0,206	67,28	0,201	75,54	0,197
AY114	401000,00000	4973000,00000	46,57	0,222	61,41	0,206	67,78	0,201	76,14	0,196
AY115	401000,00000	4971000,00000	46,69	0,224	61,65	0,207	68,07	0,202	76,49	0,197
AY116	401000,00000	4969000,00000	46,61	0,226	61,56	0,209	67,98	0,204	76,38	0,198
AY117	401000,00000	4967000,00000	46,46	0,229	61,37	0,211	67,77	0,206	76,14	0,200
AY118	401000,00000	4965000,00000	46,16	0,232	60,95	0,214	67,31	0,209	75,59	0,203
AY119	401000,00000	4963000,00000	45,72	0,236	60,29	0,218	66,56	0,212	74,73	0,206
AY120	401000,00000	4961000,00000	45,10	0,240	59,40	0,223	65,55	0,217	73,57	0,211
AY121	401000,00000	4959000,00000	44,44	0,245	58,45	0,227	64,47	0,221	72,33	0,216
AY122	401000,00000	4957000,00000	43,72	0,248	57,37	0,231	63,22	0,225	70,88	0,219
AY123	401000,00000	4955000,00000	42,99	0,252	56,30	0,234	62,00	0,229	69,46	0,223
AY124	401000,00000	4953000,00000	42,29	0,255	55,27	0,238	60,83	0,232	68,11	0,227
AY125	401000,00000	4951000,00000	41,68	0,258	54,40	0,242	59,83	0,236	66,97	0,231
AY126	401000,00000	4949000,00000	41,13	0,262	53,53	0,245	58,97	0,240	65,99	0,235
AY127	401000,00000	4947000,00000	40,68	0,265	53,03	0,249	58,30	0,244	65,22	0,239
AY128	401000,00000	4945000,00000	40,32	0,268	52,55	0,253	57,76	0,248	64,62	0,243
AY129	401000,00000	4943000,00000	39,97	0,271	52,07	0,257	57,23	0,253	64,01	0,248
AY130	401000,00000	4941000,00000	39,81	0,272	51,84	0,258	56,97	0,254	63,72	0,250
AY131	401000,00000	4939000,00000	39,71	0,275	51,68	0,261	56,78	0,257	63,49	0,253
AY132	401000,00000	4937000,00000	39,68	0,275	51,64	0,262	56,73	0,258	63,43	0,254
AY133	401000,00000	4935000,00000	40,09	0,275	52,17	0,262	57,31	0,258	64,08	0,254
AY134	401000,00000	4933000,00000	40,47	0,273	52,69	0,260	57,88	0,256	64,72	0,252
AY135	401000,00000	4931000,00000	40,91	0,272	53,28	0,258	58,54	0,254	65,46	0,250
AY136	401000,00000	4929000,00000	41,32	0,270	53,82	0,256	59,13	0,252	66,13	0,247

Trattandosi di un corso di acqua naturale, si è optato per utilizzare ai fini delle verifiche un tempo di ritorno (Tr) pari a 200 anni, per il quale valgono i seguenti parametri:

Tr = 200 anni $\rightarrow$ a = 58,30 ; n = 0,244

3.3 CALCOLO DEL COEFFICIENTE DI DEFLUSSO

Un altro parametro che concorre a formare la portata di piena all'interno di un bacino, è rappresentato dal ***coefficiente di deflusso***, φ, ovvero il rapporto tra il volume d'acqua defluito alla sezione di chiusura di un bacino e gli afflussi dovuti alle precipitazioni.

Le acque meteoriche, infatti, non raggiungono mai interamente la sezione di chiusura del bacino ad esse sotteso perché una parte viene dispersa o trattenuta per evaporazione, per infiltrazione nel terreno, per adsorbimento da parte delle superfici porose, per ristagno, etc., in una percentuale dipendente da numerosi fattori, quali, ad esempio, la natura del terreno, la tipologia delle superfici scolanti ed il tipo di copertura.

Ogni tipo di superficie (zona a verde, copertura dei tetti, zona pavimentata, zona semi-drenante, etc.) è quindi caratterizzata da uno specifico coefficiente di deflusso che

rappresenta la quota percentuale di precipitazione che contribuisce alla portata di piena di un determinato bacino.

Il valore di φ può variare teoricamente da 0 (quando l'acqua viene completamente trattenuta dal suolo) a 1 (quando l'acqua defluisce totalmente dalla superficie scolante); il valore di deflusso φ=1 è puramente teorico e viene generalmente utilizzato quando si vuole adottare il massimo criterio cautelativo nei calcoli.

Nella tabella 3.3, sono riportati i valori del coefficiente di deflusso per le principali tipologie di superfici.

Tabella 3.3. Coefficienti di deflusso delle principali tipologie di superfici

Tipologia superficie	φ
Verde su suolo profondo, prati, orti, superfici agricole	0,10-0,15
Terreno incolto, sterrato non compattato	0,20-0,30
Superfici in ghiaia sciolta – parcheggi drenanti	0,30-0,50
Pavimentazioni in macadam	0,35-0,50
Superfici sterrate compatte	0,50-0,60
Coperture tetti	0,85-1,00
Pavimentazioni in asfalto o cls	0,85-1,00

3.4 CALCOLO DELLA PORTATA DI PIENA

Il più antico dei vari metodi in uso è quello che risale al TURAZZA (1877), basato su criteri cinematici. Tuttavia per il caso in esame il tecnico sottoscritto farà riferimento non alla trattazione originale, ma a quella più moderna elaborata fuori dai confini italiani e definita come "METODO DELLA CORRIVAZIONE" o "METODO RAZIONALE" o anche "METODO DEGLI INGEGNERI TEDESCHI", che prevede l'inserimento del cosiddetto "coefficiente di ritardo".

Indicando con:

h la pioggia caduta nel tempo *t* espressa in (*mm)*;

t il tempo di pioggia espresso in (*ore)*;

i l'intensità di pioggia (cioè il rapporto *h/t*) espresso in (*mm/h)*;

A la superficie del bacino sotteso dalla fogna espresso in (*mq)*;

la portata fluente Q nella fognatura sarà data, secondo il Turazza, dalla seguente formula:

$$Q = \frac{\varphi \, i \, A}{3.600} \qquad [l/s]$$

dove φ è il coefficiente di deflusso di cui al paragrafo 3.3.

Si può subito osservare che il valore della portata è così condizionato da due fattori:

φ = coefficiente di riduzione delle piogge
i = h/t intensità di precipitazione

entrambi estremamente importanti.

La formulazione sopra riportata si basa sull'asserto che "*la pioggia che provoca la massima piena è quella che ha una durata pari al tempo di corrivazione*"
Il tempo di corrivazione è, come ben noto, il tempo che impiega l'acqua caduta nel punto idaulicamente più distante del bacino a giungere alla sezione di chiusura dello stesso.
Pertanto detta **i** l'intensità corrispondente a tale pioggia, il prodotto **i*A** rappresenta il volume piovuto nell'unità di tempo, mentre il prodotto di questo ultimo per **φ** rappresenta la parte del volume piovuto che affluisce alla rete fognaria. Il divisore 3.600 serve a correggere le unità di misura affinchè la portata sia espressa in l/s.

Il metodo adottato considera il bacino idrografico come una singola unità di sistema e si dimostra particolarmente valido per ambiti di estensione medio-piccola, per i quali si debbono assumere le seguenti ipotesi fortemente restrittive:

a) che la legge precipitazione–durata della pioggia sia del tipo: $h = a * t^n$;
b) che la distribuzione delle acque meteoriche sia uniforme su tutto il bacino;
c) che l'intensità $i = h/t$ della pioggia per l'intera durata t sia di fatto costante;
d) che il bacino sotteso della sezione in esame del collettore sia sufficientemente regolare.

Tuttavia esso ha una validità pratica abbastanza ampia tale da farlo ritenere valido quasi generalmente.

4. VERIFICA DELLA SEZIONE DI CHIUSURA

La verifica della sezione di chiusura, è stata effettuata allo scopo di appurare che la portata massima Q_{max} in grado di essere smaltita dalla sezione medesima, fosse superiore alla portata totale di piena ipotizzabile in quel punto (nell'ipotesi di un plausibile tempo di ritorno), data dalla portata di piena del bacino idrografico del fosso scolatore, a cui si è

sommata la portata di piena della condotta di smaltimento delle acque bianche così come progettata all'interno dello S.U.E.

La portata massima Q_{max} di un canale a sezione rettangolare in condizioni di moto uniforme, dipende:

- dalla sezione di scorrimento, detta *sezione idraulica* o *sezione bagnata*;
- dalla velocità di deflusso dell'acqua all'interno della condotta.

La portata massima Q_{max}, si può esprimere mediante la formula di Gauckler-Strickler:

$$Q_{\max} = v_{\max} \cdot A = K_s \cdot i^{\frac{1}{2}} \cdot R_H^{\frac{2}{3}} \cdot A$$

dove:

v_{max} = velocità massima di deflusso (m/s)

Ks = coefficiente di resistenza di Gauckler-Strickler ($m^{1/3}/s$)

i = pendenza (adimensionale)

R_H = raggio idraulico (m)

A = sezione idraulica o area bagnata (m^2).

Le caratteristiche geometriche della sezione sono state ricavate dal rilievo sul posto, mediante il quale si sono altresì individuati i materiali costituenti sia le pareti laterali che il fondo di scorrimento.

RISULTATI DI CALCOLO E CONCLUSIONI

Nelle pagine che seguono, sono riportati nell'ordine:

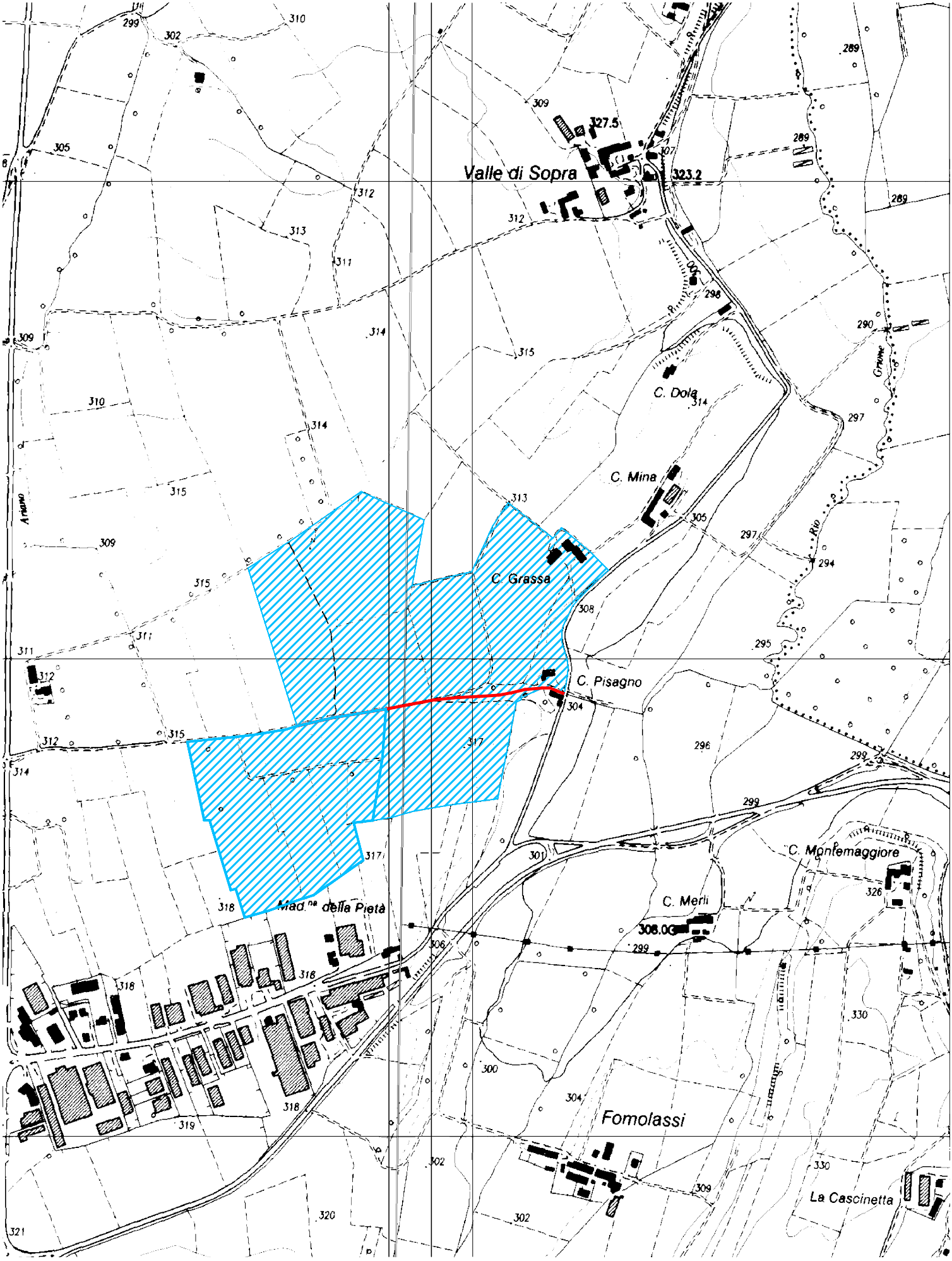
- individuazione cartografica del bacino idrografico del corpo ricettore oggetto di verifica;
- schema grafico relativo alla posizione ed alle caratteristiche geometriche della sezione di chiusura;
- calcolo delle portate pluviali nella sezione di chiusura;
- calcolo della portata massima del canale nella sezione di chiusura.

La sezione presa in considerazione risulta allo stato attuale verificata, tuttavia gli scriventi intendono sottolineare la necessità di ispezioni programmate del manufatto, al fine di individuare ed eventualmente rimuovere i depositi di detriti e di altri corpi estranei che potrebbero ostruirne parzialmente o totalmente la sezione, con conseguenti esondazioni ed allagamenti delle aree circostanti.

Marene, addì 22 maggio 2013.

Dott. Arch. Roberto DOGLIANI

Geom. Marco RACCA



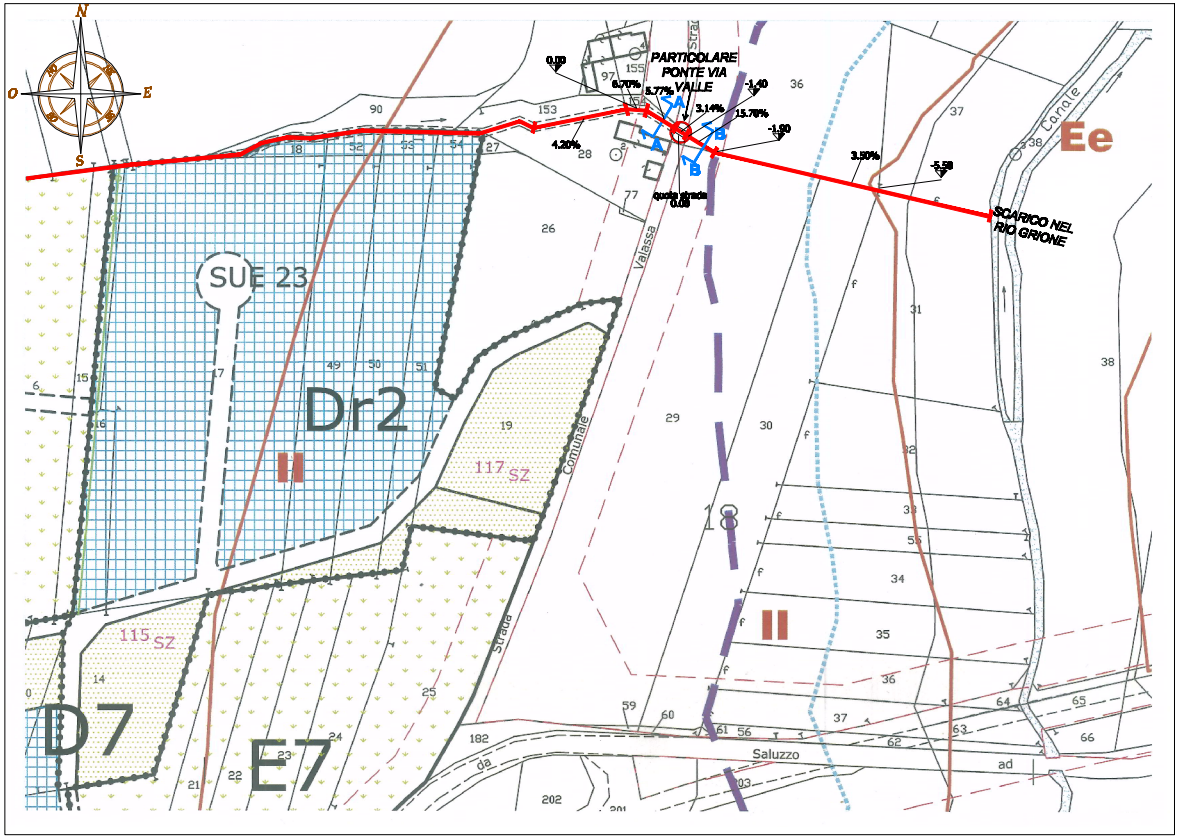
Valle di Sopra
327.5
323.2
C. Dola
C. Mina
C. Grassa
C. Pisagno
C. Montemaggiore
C. Merli
308.0
Mad.na della Pietà
Fomolassi
La Cascinetta
Ariano
Rio Grione

PLANIMETRIA P.R.G.C.

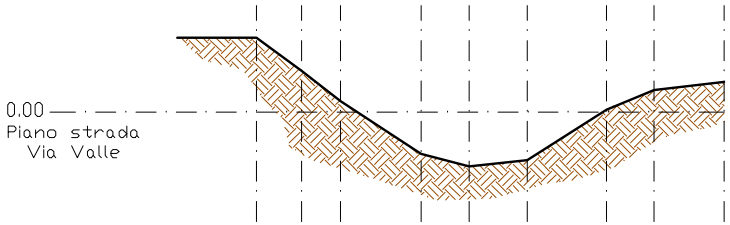
Scarico acque di scolo in Canale Grione

Scala 1:2000

Fosso di scolo esistente

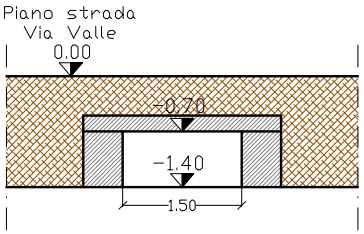


SEZIONE A-A
FOSSO DI SCOLO
scala 1:50

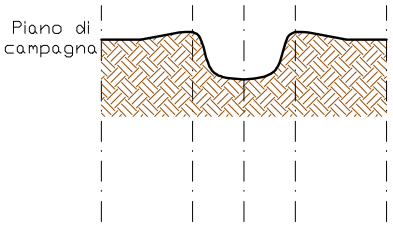


Distanza	0.57	0.49	1.02	0.61	0.73	1.00	0.60	0.89
Quota	0.94	0.52	0.14	-0.53	-0.69	-0.61	0.03	0.28	0.38

PARTICOLARE PONTE DI VIA VALLE scala 1:50



SEZIONEB-B
FOSSO DI SCOLO
scala 1:50



Distanza	1.30
Quota	0.00	+0.10	-0.50	+0.10	0.00

ALLEGATO 1 : Calcolo del tempo di corrivazione

Per i canali di pianura si adotta la formula di Pasini

$$tc = \frac{0.108 \cdot \sqrt[3]{A_{tot} L}}{\sqrt{i_{tot}}}$$

t_c= tempo di corrivazione (ore)

L= lunghezza dell'asta principale estesa allo spartiacque (Km)

A_{tot}=estensione bacino idrografico (Kmq)

i_{tot}= pendenza media dell'intera asta principale (m/m)

A_{tot} =	0,42	kmq
L=	0,57	Km
i_{tot} =	0,02500	m/m
t_c =	**0,42**	**ore**

ALLEGATO 2: CALCOLO DELLA PORTATA DI PIENA

PROVENIENZA DELLA PORTATA	COEFF. PLUVIALE ORARIO DI RIFERIMENTO (mm/h)	ESPONENTE DI INVARIANZA DI SCALA n	PENDENZA CONDOTTA	TEMPO DI CORRIVAZIONE **Tc** (h)	AREE DI PERTINENZA DIRETTA	AREA (MQ)	COEFFICIENTE DI DEFLUSSO	INTENSITA' DI PIOGGIA (mm/h)	PORTATA PARZIALE **Q** (l/s)
Bacino idrografico fosso scolatore	58,30	0,244	0,043	0,420	TERRENO AGRICOLO	420000	0,15	112	**1965,76**
Rete fognaria ambito di P.E.C.	VEDASI RISULTATI DI CALCOLO ALLEGATI ALLA RELAZIONE DI DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DI RACCOLTA E SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE								**673,90**
								PORTATA DI PIENA COMPLESSIVA NELLA SEZIONE DI CHIUSURA	**2639,66**

ALLEGATO 3 : CALCOLO PORTATA SEZIONE DI CHIUSURA

DATI GEOMETRICI

SEZIONE:
- (•) Rettangolare
- ( ) Trapezia
- ( ) Circolare

LARGHEZZA: 1.50 m

SCABREZZA

INDICE DI SCABREZZA:
- (•) Strickler
- ( ) Manning

TIPO: CANALI

SOTTOTIPO: CANALI CON FONDO IN GHIAIA E SPONDE IN...

	Descrizione	Scabrezza	Minima	Massima
✔	**lastre di calcestruzzo**	**50.000**	**58.824**	**40.000**
✔	pietrame con giunti stilati	43.478	50.000	38.462
✔	scogliera	30.303	43.478	27.778

Selezionare una riga dalla tabella sovrastante cliccando sul segno di spunta oppure immettere direttamente il valore di scabrezza desiderato nella casella sottostante.

SCABREZZA DI CALCOLO: 50.000

DATI DI CALCOLO

INCOGNITA:
- ( ) Altezza di moto uniforme
- ( ) Pendenza
- (•) Portata

PENDENZA: 0.025 m/m

ALTEZZA DI MOTO UNIFORME: 0.60 m

RISULTATI

ALTEZZA DI MOTO UNIFORME:	0.60	m
PENDENZA:	0.025000	m/m
PORTATA:	3.42	mc/s
VELOCITA':	3.80	m/s
ALTEZZA CINETICA:	0.74	m
ENERGIA SPECIFICA:	1.34	m
ALTEZZA CRITICA:	0.81	m
PENDENZA CRITICA:	0.011169	m/m
AREA BAGNATA:	0.90	mq
CONTORNO BAGNATO:	2.70	m
RAGGIO IDRAULICO:	0.333	m
LARGHEZZA IN SUPERFICIE:	1.50	m
NUMERO DI FROUDE:	1.57	
TIPO ALVEO:	forte pendenza	