

**MANUELA IVALDI**

CN = IVALDI MANUELA  
C = IT

**INGEGNERE IVALDI MANUELA**

CORSO BORSALINO N° 15

15121 ALESSANDRIA (AL)

Tel.: 328 2410178 - Fax: 0144 470174

E-Mail: manuela.ivaldi@ingpec.eu

COMUNE DI ACQUI TERME

PROGETTO DEFINITIVO

**REALIZZAZIONE DI NUOVO PARCHEGGIO  
PRESSO IL CENTRO CONGRESSI  
DI ACQUI TERME**

---

**RELAZIONE IDRAULICA**

---

ACQUI TERME Lì 12/09/2019

IL PROGETTISTA

*Ing Manuela Ivaldi*

## PREMESSA

Lo scopo della seguente relazione è il dimensionamento della rete di scolo e drenaggio di scolo per le acque di pioggia raccolte dai terreni interessati dal progetto di riqualificazione dell'area destinata a nuovo parcheggio nei pressi del Centro Congressi di Acqui Terme, tra Viale Micheli e Viale Antiche Terme, la cui superficie di studio è di circa 1400 mq.

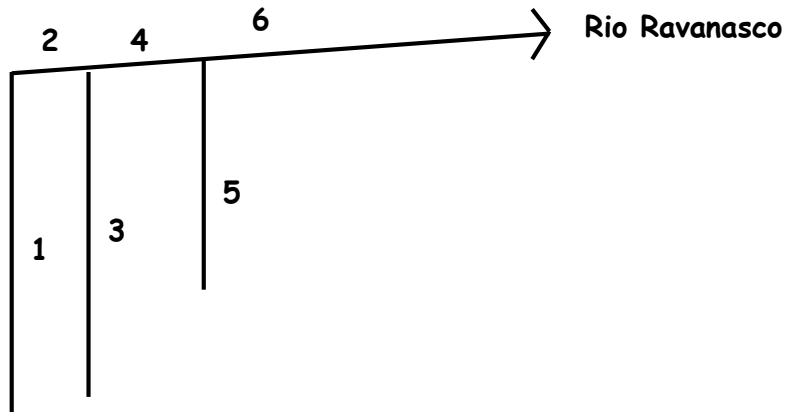
La verifica idraulica delle scelte progettuali proposte in documentazione si è svolta secondo i seguenti punti:

- ◆ stimare l'area drenante le acque piovane;
  
- ◆ costruire la LSPP (linea segnalatrice di possibilità pluviometrica) locale e ragguagliata all'area di interesse con tempo di ritorno  $T=20$  anni;
  
- ◆ calcolare la portata smaltibile  $Q_r$  e la portata critica  $Q_c$  per ogni ramo della rete, verificando che la prima sia sempre maggiore della seconda.

In questo modo si arriverà alla scelta dei diametri delle condotte in modo tale che queste ultime non siano messe in crisi dalla portata di progetto.

## RETE DI DRENAGGIO URBANO

L'area di studio in cui si trova la rete di drenaggio è formata da 6 rami come indicato nella seguente figura:



La seguente tabella descrive la rete in termini di lunghezze dei rami, pendenze, e aree di competenza:

RAMO	AREA [m <sup>2</sup> ]	PENDENZA	LUNGHEZZA [m]
1	600	0,02	55
2	30	0,02	5.5
3	440	0,02	55
4	60	0,02	10.5
5	240	0,02	38
6	30	0,02	6

**Tabella 1:** Area di competenza, lunghezza e pendenze per ogni ramo della rete.

## ANALISI DELLE PIOGGE INTENSE

Le proprietà statistiche delle piogge per l'area di Acqui Terme sono state analizzate tramite la costruzione delle LSPP relative alle altezze di pioggia massime annuali (in mm), rispettivamente per le durate di 1, 3, 6, 12, 24 ore.

Nel diagramma "Curve di possibilità pluviometrica", ottenuto il modello statistico di Gumbel, i dati relativi alle 5 classi orarie vengono interpolati da rette nel campo bilogarithmico. Tramite il modello di Gumbel si arriva a definire l'espressione della linea segnalatrice di possibilità pluviometrica.

Tale espressione fornisce l'andamento dell'altezza di pioggia cumulata per assegnato periodo di ritorno, condizionata ad una durata "d" di interesse tecnico.

Si ipotizza che le altezze di pioggia registrate al pluviometro corrispondano al centro di scroscio dell'area considerata.

$$H_d(T) = a_T * d^n$$

dove:

$$a_T = m_1 * (1 + V * K_T)$$

$$K_T = -\frac{\sqrt{6}}{\pi} * (0,57 + \ln(\ln \frac{T}{T-1}))$$

essendo:

$h_d$  = altezza di pioggia cumulata per unità di area;

$d$  = durata dell'evento;

$T$  = tempo di ritorno;

$m_1$  = media delle altezze di pioggia per durata di 1 ora;

$n$  = parametro probabilistico ottenuto mediante una regressione lineare dei valori di media e durata in forma logaritmica.

### PARAMETRI "a" ED "n" DELLA CURVA DI POSSIBILITA' CLIMATICA STAZIONE DI ACQUI TERME

Tr anni	a	n
20	42.09	0.417
100	55.61	0.415
200	61.37	0.414
500	68.98	0.414

## ASSORBIMENTO IN RETE

A questo punto è necessario calcolare, una volta noto il valore di pioggia lorda, l'afflusso efficace o pioggia netta ovvero è necessario studiare i fenomeni di assorbimento del terreno conseguenti ad un evento di pioggia. Tali fenomeni infatti permettono di determinare il volume di acqua che per diversi processi fisici quali infiltrazione, l'intercettazione, la detenzione superficiale viene trattenuto dal terreno.

Per tale valutazione è necessario definire il coefficiente di afflusso  $\Phi$ , funzione della durata, del grado di imbibizione del terreno, del tipo e uso del suolo e definito come il rapporto tra l'afflusso efficace Q e quello totale P. Al fine di determinare tale coefficiente si utilizza l'antico metodo italiano, metodo che si integra facilmente con l'espressione monomia della LSPP.

Come parametro di progetto si utilizza il coefficiente di afflusso  $\Phi^*$ , riferito alla durata di un'ora e all'intensità standard di 45 mm/h. Si è assunto un valore medio sull'area considerata per  $\Phi^*$  pari a 0.65, valore ricavato valutando sommariamente l'uso del suolo nell'area in esame (tabella 3 sottostante).

Tipo di Superficie	Tempo di ritorno					
	10	20	50	100	200	500
Asfalto	0.81	0.855	0.9	0.95	0.975	1
Calcestruzzo, tetti	0.83	0.875	0.92	0.97	0.985	1
Coltivazioni	0.36	0.395	0.43	0.47	0.52	0.57
Pascoli (i>7%)	0.42	0.455	0.49	0.53	0.565	0.6
Boschi (i>7%)	0.41	0.445	0.48	0.52	0.55	0.58

Si è calcolato dunque il parametro  $C_F$  mediante la formula (valida per valori di  $\Phi^* < 0.75$ )

$$C_F = 0.28 \Phi^{*0.182} \text{ [mm}^{-1/3}\text{]}$$

Conoscendo la pioggia netta si può poi calcolare la durata dell'evento di pioggia che mette maggiormente in crisi ogni singolo ramo della rete, conseguentemente, la portata critica.

## DIMENSIONAMENTO DEI COLLETTORI

Nota la struttura planimetrica ed altimetrica della rete di drenaggio urbano, occorre dimensionare il diametro di ciascun collettore della rete di drenaggio.

Il dimensionamento del ramo  $i$ -esimo è possibile solo se sono note le dimensioni dei collettori a monte di quelli in esame.

Si procede ipotizzando i diametri e tramite tali valori si vanno a calcolare due valori di portata che dovranno poi essere confrontati.

Il primo valore da calcolare è la portata smaltibile  $Q_r$ , ossia la portata massima che può defluire nelle tubazioni; essa si ottiene per ogni ramo, sotto l'ipotesi di moto uniforme, attraverso la formula di Chezy:

$$Q_r = k_s * A * R^{2/3} * i^{1/2}$$

dove:

$k_s = 70 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$  è il coefficiente di scabrezza di Strickler-Manning;

$A = \pi * D^2 / 4$  è la sezione della condotta, ipotizzata circolare;

$R = D / 4$  è il raggio idraulico per una condotta circolare;

$i$  è la pendenza del singolo ramo.

Si calcola ora la portata critica  $Q_c$ , portata che corrisponde all'evento di pioggia caratterizzato da una durata critica, cioè da una durata che mette maggiormente in crisi la rete.

A tal fine si è utilizzato il cosiddetto metodo dell'invaso lineare, basato sulla similitudine idraulica di assimilare l'invaso considerato ad un serbatoio e risulta quindi:

$$Q_c = D * C_F * S * a_T^{4/3} * k^{-v}$$

in cui:

- ♦  $D = D(v) \cong 0.56$ , valore fornito da Abaco in funzione di  $1-v$ ;
- ♦  $v = -(4/3 * n^2 - 1) \cong 0.44$ ;
- ♦  $C_F$  e  $a_T$  sono i parametri della LSPP ragguagliata all'area ottenuti in precedenza;
- ♦  $S$  è l'area di competenza del tronco in esame;
- ♦  $k = W / Q_r$  parametro di svuotamento dell'invaso che lega la portata uscente dal tronco in esame con il volume invasato all'interno  $W$ .

Si considera il volume d'invaso  $W$ , costituito dalla somma di tre termini:

$$W = W_m + W_0 + W_C$$

dove:

$W_m$  sono i volumi invasati a monte;

$W_0$  è il volume dei piccoli invasi, che rappresenta il volume dato da una lama d'acqua di 3 mm sulla superficie relativa al tratto analizzato;

$W_C$  è il volume del collettore dato dal prodotto della lunghezza della condotta nel tronco in esame per la sua sezione.

Si calcola anche per ogni tronco di rete la durata critica  $\theta_C$ , in funzione del parametro  $C$  stimato dall'Abaco in funzione di  $v$ , e se ne verifica la sua compatibilità con il campo di validità delle LSPP:

$$\theta_C = k * C$$

Ottenuti i valori di  $Q_r$  e  $Q_C$ , è necessario confrontarli relativamente ad ogni tronco e verificare che sia sempre valida la condizione:

$$Q_r > Q_C$$

assumendo inoltre un franco di sicurezza, cioè che il grado di riempimento del collettore non sia superiore al 70-80%. Se la condizione non risulta verificata, è necessario modificare il diametro e ripetere la procedura fino a quando la verifica non dà un risultato positivo.

## RISULTATI DEL DIMENSIONAMENTO

Seguendo la procedura appena esposta, si è così ottenuta la definizione delle condotte tali da consentire in ognuno dei tronchi della rete lo smaltimento delle acque superficiali derivanti da un evento di pioggia con tempo di ritorno di 20 anni.

RAMO	AREA [m <sup>2</sup> ]	D [m]
1	600	0,25
2	30	0,3
3	440	0,25
4	60	0,3
5	240	0,25
6	30	0,3

**Tabella 4:** Valori di area di competenza, diametro della condotta, per ogni ramo della rete.