

**ACCORDO DI PROGRAMMA 8 OTTOBRE 2005  
INTERVENTI DI SMANTELLAMENTO, DEMOLIZIONE, BONIFICA E  
INFRASTRUTTURAZIONE DELLE AREE DI CORNIGLIANO**

**OGGETTO:**

**STRADA DI COLLEGAMENTO ALL'ACCESSO EST DELLO STABILIMENTO  
ILVA E ALLE FUTURE AREE PORTUALI**

**TITOLO:**

**RELAZIONE IDROLOGICA**

**N. DOC.**

**055/PES/6.03/R003**

Rev.	Data	Redatto	Verificato	Validato	Descrizione
A	<b>01/2014</b>	CC	CR/Siciv	-	Per commenti
B	<b>04/2014</b>	CC	CR/Siciv	-	Per recepimento osservazioni/validazione
1	<b>06/2015</b>	CC	SG/Siciv	FR	Per emissione

## INDICE

<b>1.0 – PREMESSA</b>	<b>2</b>
<b>2.0 – DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI PLUVIOMETRICI</b>	<b>2</b>
<b>3.0 – DATI PLUVIOMETRICI</b>	<b>4</b>

## 1.0 – PREMESSA

La presente relazione descrive l'approccio metodologico adottato alla base del dimensionamento delle opere idrauliche relative ai principali interventi previsti per la realizzazione della strada di collegamento all'accesso Est dello stabilimento ILVA e alle future aree portuali.

Quanto sopra premesso si provvede a descrivere, nella presente trattazione, l'aspetto idrologico concernente il dimensionamento e la verifica delle nuove opere di sistemazione idraulica che mirano prioritariamente alla regimentazione e allontanamento delle acque meteoriche di dilavamento delle superfici pavimentate della strada di collegamento all'accesso Est dello stabilimento ILVA.

La rete idraulica in progetto è concepita al fine di garantire la captazione, secondo il minor tempo di corrivazione ed in ragione della configurazione plano-altimetrica assunta dalla nuova sovrastruttura, di tutte quante le acque meteoriche di dilavamento superficiale che successivamente vengono allontanate e addotte al ricettore finale, nella fattispecie identificato nel sistema di canali sotterranei esistenti al di sotto dell'area in esame.

## 2.0 – DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI PLUVIOMETRICI

La determinazione delle portate pluviali che una rete fognaria deve smaltire non è esercizio banale; anche se è conosciuta la superficie del bacino servito e se si dispone di sicuri dati sulle piogge cadute nella località, raccolti durante un lungo periodo di tempo.

Le difficoltà sono dovute all'influenza di elementi così numerosi che non vi è possibilità, per il dimensionamento idraulico, di giungere ad una formula che li contenga tutti, o comunque di giungere ad una soluzione di natura deterministica, senza fare assunzioni di tipo statistico od empirico.

Gli elementi influenti il problema sono svariati, come anzidetto; alcuni sono insiti nel territorio costituente il bacino, cioè la permeabilità, la rugosità, la forma, l'estensione, la pendenza, la vegetazione, lo stato di imbibizione del suolo precedente alla pioggia, altri dipendono dalle caratteristiche della pioggia stessa, quali l'intensità, la durata, le variazioni di intensità durante la precipitazione, la variazioni di intensità da un punto all'altro del bacino, altri ancora dipendono dalla sistemazione urbanistica, cioè essenzialmente dal rapporto tra la parte coperta dalle costruzioni edilizie o da manti stradali impermeabili, rispetto alle aree sistemate a giardini, altri ancora dipendono dalle dimensioni e dalle pendenze dei canali costituenti la rete.

Riassumendo il calcolo delle portate di pioggia passa attraverso tre fondamentali stadi processuali:

- determinazione dell'afflusso meteorico lordo;
- determinazione dell'afflusso meteorico netto;
- trasformazione degli afflussi in deflussi.

La determinazione dell'afflusso meteorico lordo è generalmente condotto con elaborazioni statistiche (es. Metodo di implementazione statistica di *Gumbel*) delle precipitazioni intense e di breve durata che portano alle cosiddette curve di probabilità pluviometriche, che esprimono il legame tra altezza, durata e tempo di ritorno. L'espressione più ricorrenti sono formule monomie:

$$h = a x t^n$$

dove **a** e **n** sono i parametri corrispondenti alle caratteristiche pluviometriche locali; il coefficiente *a* è funzione del periodo di ritorno "T" (Periodo di ritorno "T", associato ad un dato valore "x" di una variabile "X", rappresenta il numero medio di anni che bisogna attendere affinché "x" venga superato per la prima volta.).

La determinazione dell'afflusso meteorico netto  $\phi$  (che tiene conto delle perdite cioè quella parte d'acqua che evapora, che viene intercettata o trattenuta sul suolo e che penetra per infiltrazione) è importante perché piccole variazioni di esso producono variazioni della portata affluente, di gran lunga maggiori da quelli prodotti dalla diversità dei vari metodi di calcolo utilizzati per la determinazione della portata stessa. Nel caso specifico, considerando che le aree in esame riguardano sostanzialmente pavimentazioni in conglomerato bituminoso impermeabili, si è attribuito un coefficiente di deflusso pari a 1 per tutti i bacini.

Come modello di trasformazione degli afflussi in deflussi è stato utilizzato il metodo razionale. Il metodo razionale è un procedimento particolarmente semplice ed efficace per calcolare la portata al colmo di piena  $Q_c$ , con un tempo di ritorno T assegnato, in corrispondenza della sezione di chiusura di un bacino.

Il metodo si basa sull'utilizzo della curva di possibilità climatica della pioggia ragguagliata e sulle seguenti ipotesi:

- la portata al colmo di piena Q con assegnato tempo di ritorno è la maggiore, tra le portate al colmo di tutti gli eventi di piena a intensità costante ricavati dalla curva di possibilità climatica con tempo di ritorno T;
- a parità di tempo di ritorno, la portata al colmo maggiore è prodotta dall'evento la cui durata è identica al tempo di corrivazione;
- la portata al colmo dell'evento di piena causato da una precipitazione ragguagliata rappresentata da uno ietogramma a intensità costante di durata  $t_c$  è proporzionale al prodotto fra l'intensità di pioggia ragguagliata  $i_r$  e l'area del bacino A.

### 3.0 – DATI PLUVIOMETRICI

I dati pluviometrici, cui si deve far riferimento, riguardano ovviamente le precipitazioni di breve durata e di forte intensità.

La fonte dei dati, più importante, è costituita dalle pubblicazioni del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale, e in particolare dagli “Annali Idrologici.”

Tuttavia i dati relativi alle Curve di Possibilità Pluviometrica (indicative dell'altezza delle precipitazioni in funzione della loro durata) e dei rispettivi parametri **a** ed **n** sono spesso di difficile reperimento.

Nel nostro caso si è provveduto all'elaborazione delle curve segnalatrici di possibilità climatica sulla base di uno studio effettuato nell'ambito del Piano di Bacino del Torrente Polcevera effettuato dalla Provincia di Genova e accessibile sul sito internet dell'Ente.

I valori delle precipitazioni desunti da tale studio fanno riferimento ai dati di pioggia registrati dalle stazioni pluviometriche dell'Università di Genova e del Servizio Idrografico, dapprima ordinati e numerati, elaborati mediante il Modello Lognormale Dissipativo di seguito esposto.

#### *Modello Lognormale Dissipativo*

Indicata con  $[h_{ik}]$  la matrice dei dati pluviometrici di altezza di pioggia massima annuale, disponibili per  $i=1, \dots, n_a$  anni di osservazione e  $k=1, \dots, n_T$  diverse durate, i parametri delle linee segnalatrici a distribuzione generatrice lognormale vengono stimati con il metodo dei momenti. La scelta del modello lognormale discende dalla sua flessibilità nel rappresentare sia la dissipazione che l'autosomiglianza statistica, che risulta quale caso degenerare della prima. Inoltre, una vasta letteratura scientifica indica nella distribuzione lognormale un modello in grado di descrivere in modo soddisfacente i campi di precipitazione. Il modello lognormale è stato altresì validato tramite gli usuali test statistici (Kolgomorov-Smirnov, Chi-quadrato e Anderson-Darling).

Il modello

$$h_R(T) = \frac{a_1^2}{\sqrt{a_2}} \exp \left[ \sqrt{\ln \left( \frac{a_2}{a_1^2} T^{2(\varphi_2-1)n} \right)} \Phi^{-1}(1 - 1/R) \right] T^{(2-\varphi_2)n}$$

prevede la stima di 4 parametri:  $a_1$ ,  $n$ ,  $a_2$  e  $\varphi_2$ . Essi vengono stimati in modo sequenziale con il metodo dei minimi quadrati, ricercando dapprima il

$$\min_{a_1, n} \sum_{k=1}^{n_T} [\ln m_k - \ln a_1 - n \ln T_k]^2$$

e, utilizzando i valori di  $a_1$  e  $n$  che soddisfano la precedente espressione, il

$$\min_{a_2, \varphi_2} \sum_{k=1}^{n_T} [\ln m_{2k} - \ln a_1 - 2\varphi_2 n \ln T_k]^2$$

la cui ricerca porge il valore di  $a_2$  e  $\varphi_2$ . Se risulta  $\varphi_2 = 1$ , il modello dissipativo degenera nel caso dell'autosomiglianza statistica, ossia nel modello lognormale scala-invariante. Tale schema di calcolo è stato applicato ai dati di altezza di pioggia massima annuale delle stazioni prese in esame.

Il calcolo delle Linee Segnalatrici di Probabilità Pluviometrica nel bacino del torrente Polcevera è stato condotto tramite il modello dissipativo che, benché presenti una formulazione più complessa, garantisce stime dell'altezza di pioggia più attendibili per il bacino nel suo complesso. Il modello lognormale dissipativo presenta infatti, in generale, un buon adeguamento alle osservazioni.

Stazione	Comune	Lat.	Lon.	$a_1$	$n$	$a_2$	$\varphi_2$
a) Genova Univ.	Genova	44°25'	3°32'W	49.175	0.331	2944.692	1.002
b) Genova S.I.	Genova	44°24'	3°31'W	46.404	0.335	2554.164	0.995
c) Ponte Carrega	Genova	44°26'	3°29'W	46.279	0.361	2586.449	1.017
d) S.Eusebio	Genova	44°27'	3°28'W	34.678	0.373	1358.966	0.986
e) Prato	Genova	44°27'	3°26'W	46.702	0.362	2371.946	0.991
f) Viganego	Bargagli	44°26'	3°23'W	42.178	0.397	2088.563	0.951
g) Scoffera	Torriglia	44°29'	3°20'W	42.209	0.391	1951.102	0.987

Parametri delle Curve di possibilità pluviometrica per diverse stazioni

R =	5	10	20	50	100	200
$\Phi^1(1-1/R) =$	0.842	1.282	1.645	2.054	2.326	2.576

Fattore di frequenza delle Linee Segnalatrici di Probabilità Pluviometrica per diversi valori del periodo di ritorno R, in anni.

Scelta del tempo di ritorno:  $T_r$

Il periodo di ritorno "T", associato a un dato valore "x" di una variabile "X", rappresenta il numero medio di anni che bisogna attendere perché "x" sia superato per la prima volta.

La scelta è valutata con riferimento alla probabilità d'insufficienza e a considerazioni di ordine economico. Infatti, bisogna tener presente che al diminuire della probabilità d'insufficienza aumenta il valore dei capitali investiti in opere che sempre più raramente risulteranno sfruttate appieno.

Si osserva che per opere dimensionate per bassi valori del periodo di ritorno ( $T = 2 \div 5$  anni) rispetto alla vita dell'opera stessa, sussiste in pratica la certezza che l'opera in qualche occasione sarà insufficiente. D'altra parte per evitare ciò occorrerebbe incrementare in misura praticamente inaccettabile il tempo di ritorno "T" di progetto e quindi le dimensioni e il costo dell'opera.

**Il periodo di ritorno scelto per le elaborazioni è pari a  $T = 10$  anni, valore più che accettabile in considerazione della durata media delle opere di che trattasi.**

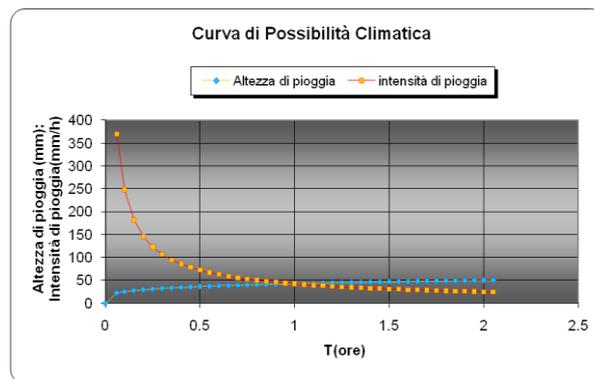
In definitiva discende da quanto esposto, come sarà evidente nel seguito della presente, che l'opera in esame si troverà soggetta, con probabilità relativamente bassa (inferiore al 10%), a sopportare eventi uguali o maggiori di quelli considerati per il dimensionamento.

Occorre osservare che, la scelta del valore del tempo di ritorno  $T=10$  anni si basa su considerazioni relative all'importanza e all'entità dell'opera in progetto. Come si evince nell'elaborato di calcolo R021 Relazione tecnica di dimensionamento opere idrauliche, a puro titolo conoscitivo, le verifiche delle tubazioni sono state effettuate anche prendendo in considerazione un tempo di ritorno  $T=50$  anni in modo da poter confrontare i risultati ottenuti.

Esaminando i risultati si nota come effettuando i calcoli di dimensionamento prendendo in considerazione un tempo di ritorno  $T=50$  anni aumentino sensibilmente i diametri delle condotte necessari al deflusso delle portate (es. da DI300 si passa a DI400 aumentando così del 30% ), con conseguente lievitamento dei costi cui non è accompagnato un proporzionale aumento delle probabilità di non superamento (da  $P_{NS}=0.90$  per  $T=10$  anni si passa a  $P_{NS}=0.98$  per  $T=50$  anni).

In relazione all'importanza dell'opera in progetto, ovvero una strada urbana di collegamento a un impianto industriale, pertanto, a parere del Progettista, il tempo di ritorno  $T=10$  anni risulta plausibile nell'ottica del miglior compromesso tra costi di investimento e benefici indotti.

Definito il tempo di ritorno e desunti dunque i corrispondenti parametri  $a_1$ ,  $n$ ,  $a_2$  e  $\varphi_2$  si è potuta tracciare la curva di pioggia.



Curve di possibilità pluviometrica per Tempo di Ritorno 10 anni