
Comune

OSPEDALETTO LODIGIANO

Provincia

LODI

Committente

**FRIGOLI ETTORINA – GOI CARLO –
GOI DOMENICO – MARABOLI
GIULIANA**

Oggetto

**Piano di recupero PR1 in variante al PGT in
Comune di Ospedaletto Lodigiano (LO)
Relazione sull'invarianza idraulica ai sensi
del R.R. n.7/2017 e del R.R. n. 8/2019**

Data

27 marzo 2025

**Responsabile
E referente**

Ing. Laura Pezzoni

F.to digitalmente ex art.
24, D.Lgs. n. 82/05

Operatore

Dott. Ing. Alessandro Casile

Calcolo idraulico

**Direttore
Tecnico**

Ing. Laura Pezzoni



GEOLAMBDA

Engineering S.r.l.

Sede operativa: via A. Diaz, 22 – 26845 Codogno (LO)
tel. e fax (+39).0377.433021

www.geolambda.eu – pec:
geolambda@geolambda.viapec.it
e-mail: laura.pezzoni@geolambda.it

INDICE

1. PREMESSA.....	3
2. UBICAZIONE DELL' AREA.....	4
3. INVARIANZA IDRAULICA AI SENSI DEL R.R. N.7/2017 E N.8/2019.....	5
3.1 Classificazione degli interventi e modalità di calcolo	5
3.2 Calcolo delle precipitazioni di progetto	6
3.3 Scelta della soluzione progettuale.....	9
3.4 Dimensionamento del sistema di laminazione secondo il metodo delle sole piogge ...	10
4. DESCRIZIONE DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE DI INVARIANZA IDRAULICA	12
4.1 Dimensionamento del volume di laminazione.....	12
4.2 Verifica del grado di sicurezza ai sensi dell'art. 11 c. 2	13
4.3 Calcolo del tempo di svuotamento.....	13
5. MANUTENZIONE.....	14
6. ALLEGATI.....	14

1. PREMESSA

La scrivente Società è stata incaricata di predisporre la relazione tecnica ai sensi dell'art. 10 del R.R. n. 7/2017 e R.R. n. 8/2019 relativamente al piano di recupero PR1 in variante al PGT in Comune di Ospedaletto Lodigiano (LO). La presente relazione ha lo scopo di descrivere la soluzione di invarianza idraulica e idrologica e le corrispondenti opere di invaso e scarico in fognatura interna costituenti il sistema di drenaggio delle acque meteoriche fino al punto terminale di scarico in corpo idrico superficiale (roggia Vistarina).

Inoltre, verranno fornite le informazioni relative a:

- calcolo delle precipitazioni in progetto;
- calcoli dei volumi di laminazione e relativi dimensionamenti;
- calcolo del tempo di svuotamento dei volumi invasati.

La presente relazione e i relativi calcoli sono eseguiti sulla documentazione progettuale resa disponibile dalla Committenza e sulla Linea Segnalatrice di Possibilità Pluviometrica (LSPP 1 – 24 ore) riferita agli eventi di pioggia di Ospedaletto Lodigiano (tratta dall'archivio informatico dell'ufficio idrografico dell'A.R.P.A. Lombardia), utilizzando un tempo di ritorno di 50 anni per i calcoli relativi al rispetto dell'invarianza idraulica e di 100 anni per la verifica.

2. UBICAZIONE DELL'AREA

L'area oggetto di intervento si trova nel Comune di Ospedaletto Lodigiano (LO). Catastalmente l'area è contenuta al foglio 7, mappale 18.

Di seguito si riporta l'ubicazione dell'area in oggetto dove è previsto l'intervento, su foto aerea.

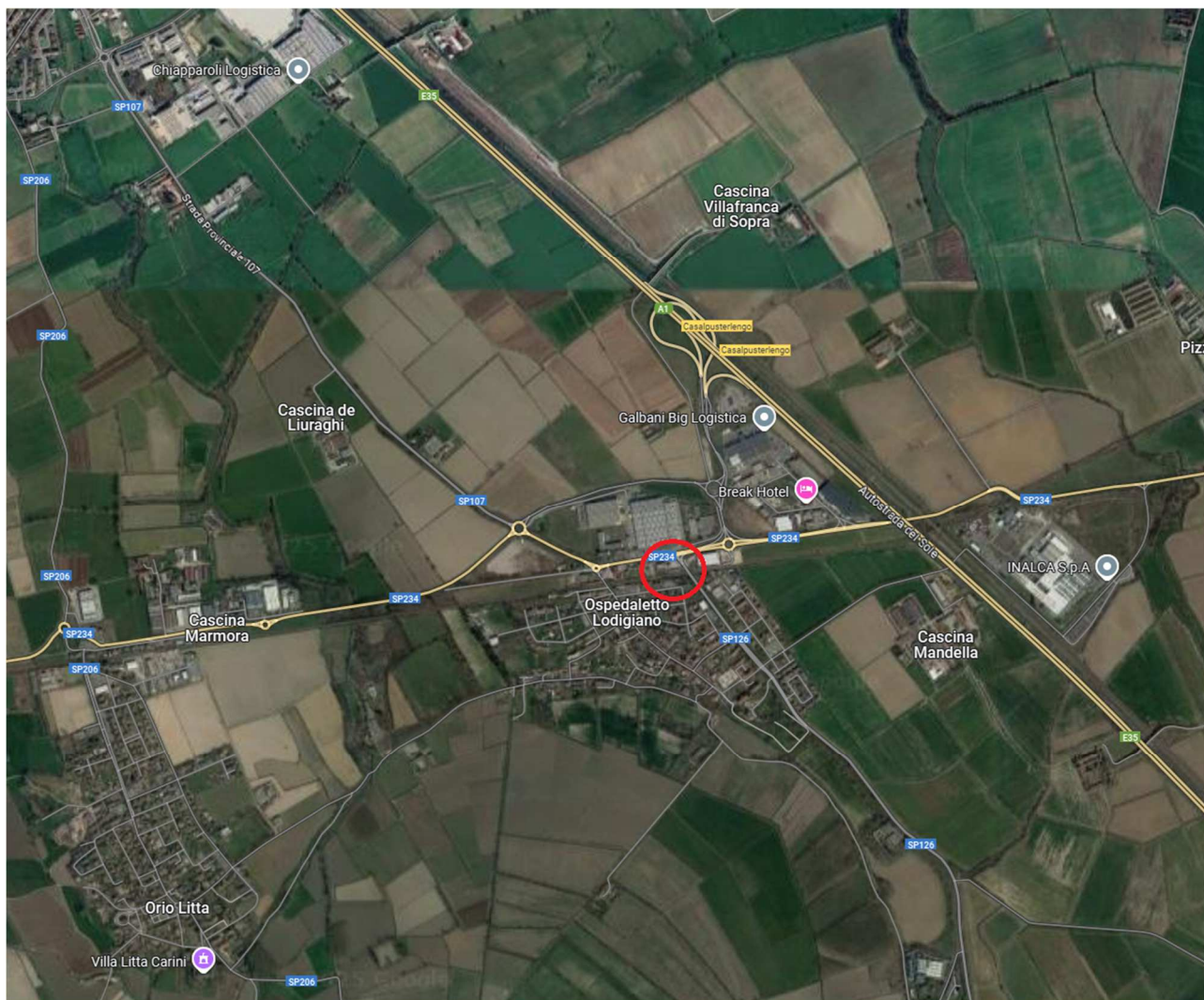


Figura 1: estratto aerofotogrammetrico con individuazione dell'area in oggetto (Google Earth).

3. INVARIANZA IDRAULICA AI SENSI DEL R.R. N.7/2017 E N.8/2019

3.1 Classificazione degli interventi e modalità di calcolo

Ai fini dell'individuazione delle modalità di calcolo definite dall'art.9 del R.R. n. 7/2017 e n. 8/2019, sono stati definiti:

- la tipologia di intervento: si tratta di un intervento di nuova costruzione, come definito dall'art.3, comma 1, del D.P.R. 380/2001, previsto dall'art.3 del R.R. n. 7/2017 e n.8/2019 tra gli interventi tenuti al rispetto del principio di invarianza idraulica e idrologica di cui all'art.58 bis, comma 2, della L.R. 12/2005;
- la tipologia di area: il Comune di Ospedaletto Lodigiano ricade in **area B** definita “a media criticità idraulica” in consonanza a quanto disposto all'art. 7 c.5 del R.R. n.7/2017 e n.8/2019;
- le superfici interessate dall'intervento: riassunte in Tabella 1.
- il coefficiente di deflusso medio ponderale: valutato suddividendo le superfici nelle tre categorie ai sensi dell'art.11 comma 2 punto *d*, risulta pari a **1,00**.

<i>tipologia superficie</i>	<i>superfici in progetto (m²)</i>	<i>coefficiente di deflusso</i>
Superficie tot	4000,00	
Aree impermeabili	4000,00	1
Aree semi-drenanti	0,00	0,7
Aree verdi	0,00	0,3
Coefficiente di deflusso medio ponderale		1,00

Tabella 1: Superfici in progetto e calcolo del coefficiente di deflusso.

- il valore della portata meteorica ammissibile scaricabile nel **recettore finale** (Corpo Idrico Superficiale – Roggia Vistarina) ($Q_{u,lim}$): applicando il valore per le aree B di 20 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento, la quale risulta: $20 \frac{l}{s \cdot ha} \cdot 0,4 ha \cdot 1 \approx$
8 l/s.

CLASSE DI INTERVENTO		SUPERFICIE INTERESSATA DALL'INTERVENTO	COEFFICIENTE DEFLUSO MEDIO PONDERALE	MODALITÀ DI CALCOLO	
				AMBITI TERRITORIALI (articolo 7)	
				Aree A, B	Aree C
0	Impermeabilizzazione potenziale qualsiasi	≤ 0,03 ha (≤ 300 mq)	qualsiasi	Requisiti minimi articolo 12 comma 1	
1	Impermeabilizzazione potenziale bassa	da > 0,03 a ≤ 0,1 ha (da > 300 mq a ≤ 1.000 mq)	≤ 0,4	Requisiti minimi articolo 12 comma 2	
		da > 0,03 a ≤ 0,1 ha (da > 300 a ≤ 1.000 mq)	> 0,4		
2	Impermeabilizzazione potenziale media	da > 0,1 a ≤ 1 ha (da > 1.000 a ≤ 10.000 mq)	qualsiasi	Metodo delle sole piogge (vedi articolo 11 e allegato G)	
		da > 1 a ≤ 10 ha (da > 10.000 a ≤ 100.000 mq)	≤ 0,4		Requisiti minimi articolo 12 comma 2
3	Impermeabilizzazione potenziale alta	da > 1 a ≤ 10 ha (da > 10.000 a ≤ 100.000 mq)	> 0,4	Procedura dettagliata (vedi articolo 11 e allegato G)	
		> 10 ha (> 100.000 mq)	qualsiasi		

Tabella 2: Tabella 1 art 9 del R.R. n. 8/2019.

Le modalità di calcolo da applicare sono definite nella tabella 1 dell'art.9 del R.R. n. 8/2019, da cui si evince che il caso in esame ricade in **classe di intervento 2 “impermeabilizzazione potenziale media”** per cui deve essere adottato il “Metodo delle sole piogge”.

3.2 Calcolo delle precipitazioni di progetto

I parametri caratteristici delle curve di possibilità pluviometrica per la determinazione delle precipitazioni di progetto sono stati ricavati da ARPA Lombardia (<http://idro.arpalombardia.it>) per la località in oggetto e sono riportate nelle figure seguenti.

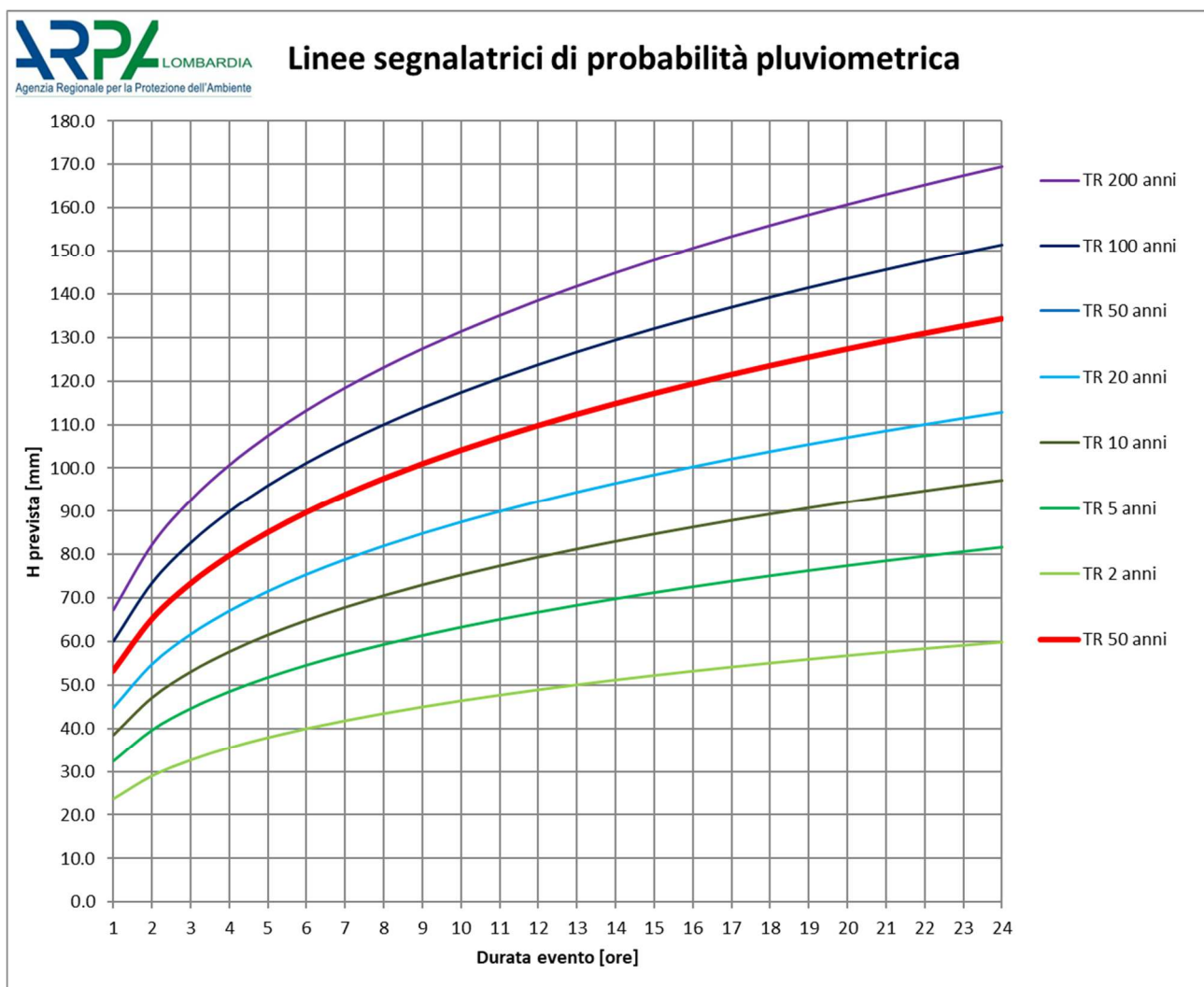


Figura 2: Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica 1-24 h, parametri ricavati da <http://idro.arpalombardia.it>.

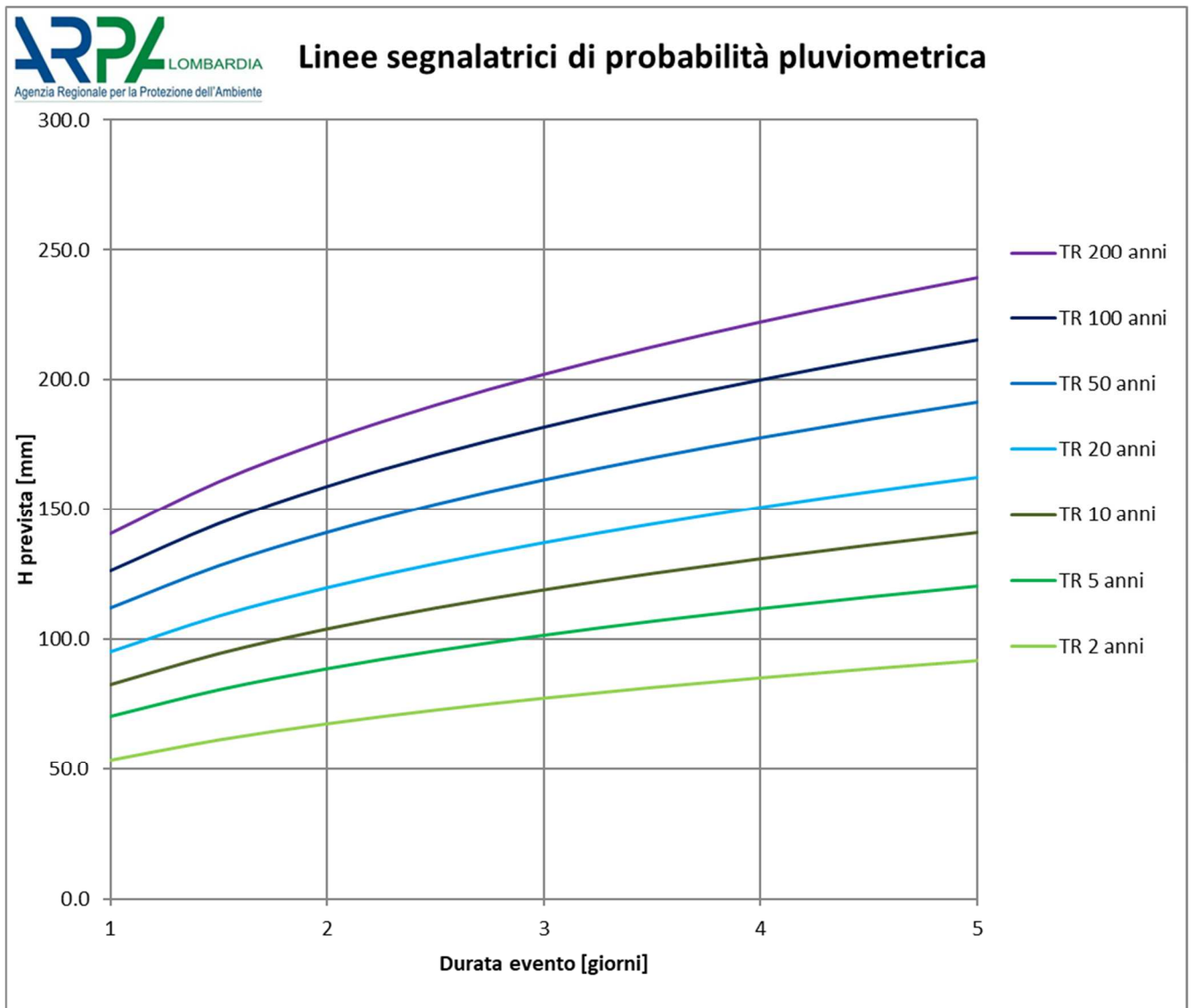


Figura 2: Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica 1-5 giorni, parametri ricavati da <http://idro.arpalombardia.it>.

Le curve sono espresse nella forma:

$$h_T(D) = a_1 w_T D^n$$

con

$$w_T = \varepsilon + \frac{\alpha}{k} \left\{ 1 - \left[\ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right]^k \right\}$$

In cui h è l'altezza di pioggia, D è la durata, a_1 è il coefficiente pluviometrico orario, w_T è il coefficiente probabilistico legato al tempo di ritorno T , n è l'esponente della curva (parametro di scala), α , ε , k sono parametri delle leggi probabilistiche GEV adottate.

Di seguito si riportano i parametri delle curve poste a base del calcolo:

curva 1-24 h		curva 1-5 gg	
a_1 - Coefficiente pluviometrico orario	25,81	a_1 - Coefficiente pluviometrico orario	20,0472
n - Coefficiente di scala	0,2907	n - Coefficiente di scala	0,331847
w_{50} - Tempo di ritorno 50 anni	2,06628	w_{50} - Tempo di ritorno 50 anni	1,94543
w_{100} - Tempo di ritorno 100 anni	2,33021	w_{100} - Tempo di ritorno 100 anni	2,18910
GEV - parametro α	0,2907		
GEV - parametro k	-0,0743		
GEV - parametro ε	0,8188		

Tabella 3: Parametri delle curve ricavati da <http://idro.arpalombardia.it>.

3.3 Scelta della soluzione progettuale

In ottemperanza alle disposizioni contenute all'art. 5 punto 1, e perseguendo l'obiettivo di favorire il controllo e la gestione delle acque meteoriche mediante sistemi che garantiscano l'infiltrazione, l'evapotraspirazione e il riuso, si è proceduto in prima battuta a verificare la possibilità di infiltrare le acque meteoriche nei primi strati del sottosuolo.

Le prove di permeabilità svolte in sito dalla scrivente società hanno evidenziato la presenza di argilla nei primi tre metri di terreno al di sotto del piano campagna.

La permeabilità del terreno non risulta sufficiente per realizzare la dispersione delle acque meteoriche nel sottosuolo.

La soluzione progettuale proposta è di garantire il volume di laminazione con una tubazione in calcestruzzo di diametro interno 1,5 m (Figura 4) che immagazzinerà le acque provenienti dalla fognatura interna e le indirizzerà, tramite sistema di pompaggio, verso la Roggia Vistarina.

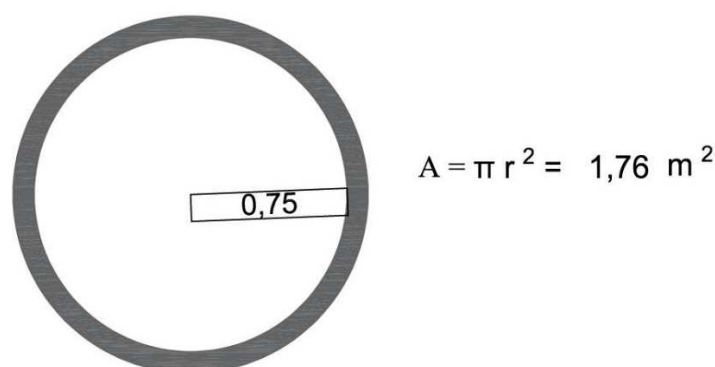


Figura 4: Sezione tubo in calcestruzzo e calcolo area utile

3.4 Dimensionamento del sistema di laminazione secondo il metodo delle sole piogge

Nel caso di “impermeabilizzazione potenziale media”, come nel caso in esame, è stato adottato il “Metodo delle sole piogge”, il quale si basa sulle seguenti assunzioni:

- l'onda entrante dovuta alla precipitazione piovosa $Q_e(t)$ nell'invaso di laminazione è un'onda rettangolare avente durata D e portata costante Q_e pari al prodotto dell'intensità media di pioggia, dedotta dalla curva di possibilità pluviometrica valida per l'area oggetto di calcolo in funzione della durata di pioggia, per la superficie scolante impermeabile dell'intervento afferente all'invaso; con questa assunzione si ammette che, data la limitata estensione del bacino scolante, sia trascurabile l'effetto della trasformazione afflussi-deflussi operata dal bacino e dalla rete drenante afferente all'invaso. Conseguentemente l'onda entrante nell'invaso coincide con la precipitazione piovosa sulla superficie scolante impermeabile dell'intervento. La portata costante entrante è quindi pari a:

$$Q_e = S \cdot \varphi \cdot a \cdot D^{n-1}$$

e il volume di pioggia complessivamente entrante è pari a:

$$W_e = S \cdot \varphi \cdot a \cdot D^n$$

in cui S è la superficie scolante del bacino complessivamente afferente all'invaso, φ è il coefficiente di deflusso medio ponderale del bacino medesimo calcolabile con i valori standard esposti nell'articolo 11, comma 2, lettera d) del R.R. 8/2019 riportati nel paragrafo precedente (quindi $S \cdot \varphi$ è la superficie scolante impermeabile dell'intervento), D è la durata di pioggia, $a = a_{1WT}$ e n sono i parametri della curva di possibilità pluviometrica.

- l'onda uscente $Q_u(t)$ è anch'essa un'onda rettangolare caratterizzata da una portata costante $Q_{u,lim}$ (laminazione ottimale) e commisurata al limite prefissato in aderenza alle indicazioni sulle portate massime ammissibili di cui all'articolo 8 del R.R. 8/2019 o alla portata infiltrabile, qualora si optasse per sistemi di dispersione al suolo. La portata costante uscente è quindi pari a:

$$Q_{u,lim} = S \cdot u_{lim}$$

e il volume complessivamente uscito nel corso della durata D dell'evento è pari a:

$$W_u = S \cdot u_{lim} \cdot D$$

in cui u_{lim} è la portata specifica limite ammissibile allo scarico o la portata specifica infiltrabile.

Sulla base di tali ipotesi semplificative il volume di laminazione è dato, per ogni durata di pioggia considerata, dalla differenza tra i volumi dell'onda entrante e dell'onda uscente calcolati al termine della durata di pioggia. Conseguentemente, il volume di dimensionamento è pari al volume critico di laminazione, cioè quello calcolato per l'evento di durata critica che rende massimo il volume di laminazione.

Quindi, il volume massimo ΔW che deve essere trattenuto nell'invaso di laminazione al termine dell'evento di durata generica D (invaso di laminazione) è pari a:

$$\Delta W = W_e - W_u = S \cdot \varphi \cdot a \cdot D^n - S \cdot u_{\text{lim}} \cdot D$$

La figura seguente mostra graficamente la curva $W_e(D)$, concava verso l'asse delle ascisse, in aderenza alla curva di possibilità pluviometrica, e la retta $W_u(D)$ e indica come la distanza verticale ΔW tra tali curve ammetta una condizione di massimo che individua così l'evento di durata D_w critica per la laminazione.

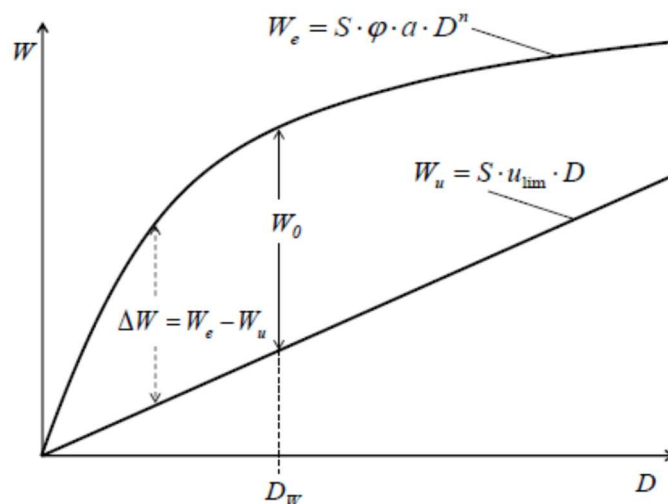


Figura 3: Individuazione con il metodo delle sole piogge dell'evento critico D_w e del corrispondente volume critico W_0 di laminazione, ovvero quello che massimizza il volume invasato.

Esprimendo matematicamente la condizione di massimo e considerando per le varie grandezze le unità di misura solitamente utilizzate nella pratica, si ottengono le seguenti formule che sono state utilizzate per il calcolo del massimo volume di laminazione:

$$D_w = \left(\frac{Q_{u,\text{lim}}}{2.78 \cdot S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

$$W_0 = 10 \cdot S \cdot \varphi \cdot a \cdot D_w^n - 3.6 \cdot Q_{u,\text{lim}} \cdot D_w$$

4. DESCRIZIONE DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE DI INVARIANZA IDRAULICA

Il progetto prevede l'installazione di un tubo in calcestruzzo del diametro interno di 1,5 m che garantirà il volume di laminazione.

4.1 Dimensionamento del volume di laminazione

Il criterio adottato per il dimensionamento del volume di laminazione è il già esposto metodo delle sole piogge, che considera come portata in uscita Q_u la portata massima consentita dalla normativa in riferimento alla classe di criticità idraulica a cui Ospedaletto Lodigiano appartiene. La classe della zona è B e quindi:

$$Q_u = 20 \frac{l}{s * ha}$$

Adottando come portata in uscita Q_u pari a 8 l/s, il metodo delle sole piogge fornisce un volume di 207,2 m³. Il requisito minimo, dettato dall'art. 12, commi 2 e 3 corrisponde a 200 m³, ovvero 500 m³/ha_{imp}. Pertanto, il volume di progetto proposto è di **208 m³**.

In base all'area utile del tubo in calcestruzzo (1,76 m²), per garantire 208 m³ la tubazione dovrà essere lunga **118 m**.

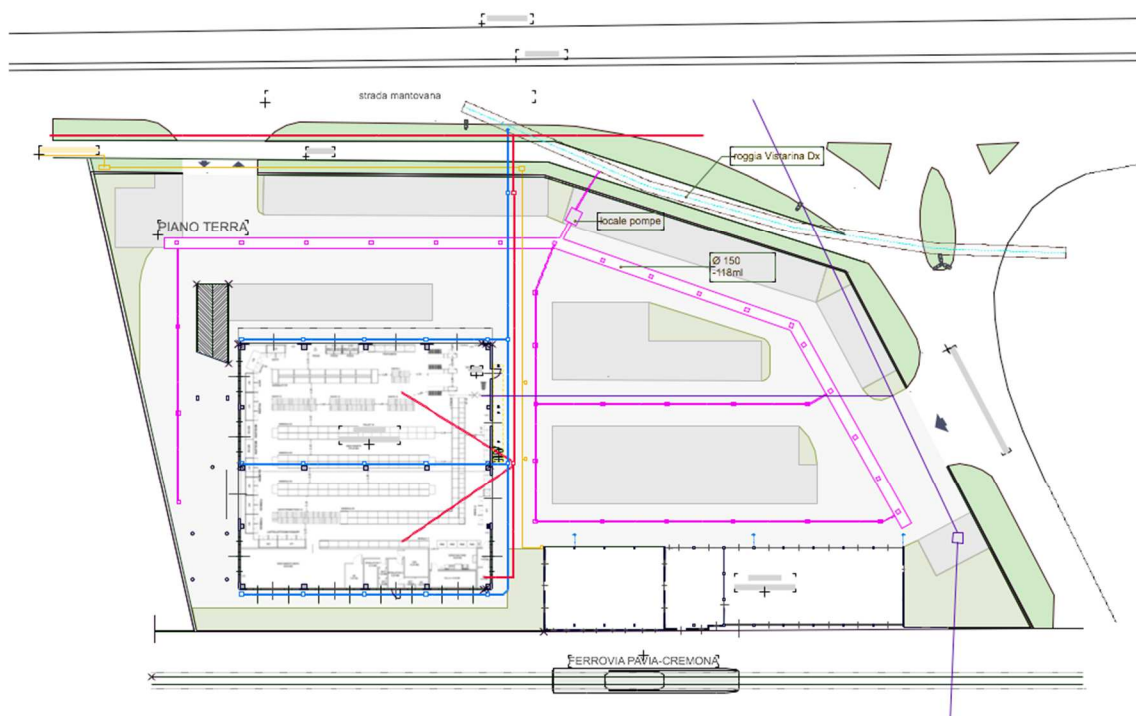


Figura 4: schema fognatura in progetto

4.2 Verifica del grado di sicurezza ai sensi dell'art. 11 c. 2

Ai fini della verifica del grado di sicurezza ai sensi dell'art. 11 c. 2 del R.R. n. 8/2019, di seguito si riporta la verifica del grado di riempimento del sistema di invaso per evento di pioggia con tempo di ritorno $T = 100$ anni.

Come in sede di dimensionamento si è adottato il metodo delle sole piogge, in questo caso però il tempo di ritorno delle piogge è stato assunto di 100 anni.

$$a(T = 100) = A_1 W_{100} = 60,931 \text{ (mm)}$$

Si riportano nella seguente tabella i risultati della verifica relativa ai 100 anni di tempo di ritorno:

Soluzione	Volume (T50)	Volume (T100)	Esito verifica (T100)
Volume di laminazione	208	245,5	Non verificato

Tabella 4: Risultati della verifica con tempo di ritorno 100 anni.

L'esito della verifica comporta che, con tempo di ritorno T di 100 anni, ci possa essere un modesto allagamento distribuito su tutta la superficie esterna, il quale verrà smaltito successivamente dal sistema.

4.3 Calcolo del tempo di svuotamento

In funzione della portata limite allontanata dal sistema Q_{lim} , il tempo di svuotamento dopo il termine dell'evento a partire dal volume calcolato per rispettare il regolamento (W_{acc}) è dato dalla seguente formula:

$$t_{svuotamento} = \frac{W_{acc}}{Q_{lim}}$$

Si riportano nella seguente tabella i risultati della verifica relativa al tempo di svuotamento:

Soluzione	W_{acc} (m ³)	Q_u (l/s)	t svuotamento (h)	Esito verifica
Volume di laminazione	208	8	7,19	Verificato

Tabella 5: Verifica del tempo di svuotamento per le soluzioni progettuali proposte.

Il tempo di svuotamento risulta sempre minore delle 48 h imposte dall'art.11 c. 2 lettera f) del R.R. 8/2019.

5. MANUTENZIONE

Ogni sei mesi va verificato il corretto funzionamento della pompa.

Saltuariamente va, inoltre, effettuata la pulizia dei sedimenti accumulati nella tubazione.

6. ALLEGATI

- Allegato 01: Asseverazione del professionista in merito alla conformità del progetto ai contenuti del regolamento (Allegato E).

ALLEGATO 01

Asseverazione del professionista in merito alla conformità del progetto ai contenuti del Regolamento (Allegato E - R.R. n. 7/2017)

Dichiarazione sostitutiva dell'atto di notorietà

(art. 47 DPR 28 dicembre 2000 n. 445)

La sottoscritta Laura Pezzoni, nata a Codogno (LO), il 21/02/1977, residente a Orio Litta (LO), Via G. Leopardi n. 1, iscritta all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Lodi al n. 434, incaricata dai sig.ri Frigoli Ettore, Goi Carlo, Goi Domenico e Maraboli Giuliana a redigere il progetto di invarianza idraulica e idrologica relativamente al piano di recupero PR1 in variante al PGT in Comune di Ospedaletto Lodigiano (LO), catastalmente contenuta al foglio 7, mappale 18, qualificato e di esperienza nell'esecuzione di stime idrologiche e calcoli idraulici,

Consapevole che in caso di dichiarazione mendace sarà punito ai sensi del Codice Penale secondo quanto prescritto dall'articolo 76 del succitato D.P.R. 445/2000 e che, inoltre, qualora dal controllo effettuato emerga la non veridicità del contenuto di taluna delle dichiarazioni rese, decadrà dai benefici conseguenti al provvedimento eventualmente emanato sulla base della dichiarazione non veritiera (articolo 75 D.P.R. 445/2000);

DICHIARA

- Che il Comune di Ospedaletto Lodigiano, in cui è sito l'intervento, ricade all'interno dell'area B: a media criticità idraulica;
- che per il dimensionamento delle opere di invarianza idraulica e idrologica è stata considerata la portata massima ammissibile per l'area B, pari a:
 - ☐ 10 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento
 - ☒ 20 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento
 - ☐ l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento, derivante da limite imposto dall'Ente gestore del ricettore
- che, in relazione all'effetto potenziale dell'intervento e alla criticità dell'ambito territoriale (rif. articolo 9 del regolamento), l'intervento ricade nella classe di intervento:
 - ☐ Classe "0"
 - ☐ Classe "1" Impermeabilizzazione potenziale bassa
 - ☒ Classe "2" Impermeabilizzazione potenziale media
 - ☐ Classe "3" Impermeabilizzazione potenziale alta
- che l'intervento ricade nelle tipologie di applicazione dei requisiti minimi di cui:

- ☐ all'articolo 12, comma 1 del regolamento
- ☒ all'articolo 12, comma 2 del regolamento
- di aver redatto il Progetto di invarianza idraulica e idrologica con i contenuti di cui:
 - ☒ all'articolo 10, comma 1 del regolamento (casi in cui non si applicano i requisiti minimi)
 - ☐ all'articolo 10, comma 2 e comma 3, lettera a) del regolamento (casi in cui si applicano i requisiti minimi)
- di aver redatto il Progetto di invarianza idraulica e idrologica conformemente ai contenuti del regolamento, con particolare riferimento alle metodologie di calcolo di cui all'articolo 11 del regolamento;

ASSEVERA

- che il Progetto di invarianza idraulica e idrologica previsto dal regolamento (articoli 6 e 10 del regolamento) è stato redatto nel rispetto dei principi di invarianza idraulica e idrologica, secondo quanto disposto dal piano di governo del territorio, dal regolamento edilizio e dal regolamento;
- che le opere di invarianza idraulica e idrologica progettate garantiscono il rispetto della portata massima ammissibile nel ricettore prevista per l'area in cui ricade il Comune ove è ubicato l'intervento.

Dichiara infine di essere informato, ai sensi e per gli effetti di cui all'articolo 13 del Dlgs 196 del 30 giugno 2003, che i dati personali raccolti saranno trattati, anche con strumenti informatici, esclusivamente nell'ambito del procedimento per il quale la presente dichiarazione viene resa.

Codogno, 27/03/2025

Il dichiarante

F.to digitalmente ex art. 24, D.Lgs. n. 82/05



Ai sensi dell'articolo 38, D.P.R. 445 del 28 dicembre 2000, così come modificato dall'articolo 47 del d. lgs. 235 del 2010, la dichiarazione è sottoscritta dall'interessato in presenza del dipendente addetto ovvero sottoscritta e presentata unitamente a copia fotostatica non autenticata di un documento di identità del sottoscrittore. La copia fotostatica del documento è inserita nel fascicolo. La copia dell'istanza sottoscritta dall'interessato e la copia del documento di identità possono essere inviate per via telematica. La mancata accettazione della presente dichiarazione costituisce violazione dei doveri d'ufficio (articolo 74 comma D.P.R. 445/2000). Esente da imposta di bollo ai sensi dell'articolo 37 D.P.R. 445/2000.