
Comune OSSAGO LODIGIANO

Provincia LODI

Committente Società Agricola Franciosi Massimo & Carlo s.s.

Oggetto **Permesso di Costruire per la costruzione di silos in trincea a doppio corpo in ambito di trasformazione agricolo in variante al PGT, strada comunale Ceppeda Comune di Ossago Lodigiano.**
Relazione sull'invarianza idraulica ai sensi del R.R. n. 7 del 23/11/2017 e del R.R. n. 8/2019.

Data 23 luglio 2020

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
3.2.1 Dimensionamento dei volumi di laminazione con il “Metodo delle sole piogge”	8
4. DESCRIZIONE DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE DI INVARIANZA IDRAULICA	10
4.1 Verifica del grado di sicurezza ai sensi dell'art. 11 c. 2	11
4.2 Calcolo del tempo di svuotamento.....	12
5. ALLEGATI.....	12

1. PREMESSA

La scrivente Società ha ricevuto l'incarico di predisporre la relazione tecnica ai sensi dell'art. 10 del R.R. del 23/11/2017 e del R.R. n. 8/2019 in seno al progetto per la costruzione di silos in trincea a doppio corpo in ambito di trasformazione agricolo in variante al PGT, strada comunale Ceppeda Comune di Ossago Lodigiano.

La presente relazione ha lo scopo di fornire indicazioni relative alle possibili soluzioni progettuali di invarianza idraulica e idrologica e delle corrispondenti opere di raccolta, convogliamento, invaso e scarico costituenti il sistema di drenaggio delle acque meteoriche fino al punto terminale di scarico nel ricettore per la successiva fase progettuale esecutiva.

Inoltre, verranno fornite le informazioni relative a:

- calcolo delle precipitazioni in progetto;
- calcolo del processo di laminazione negli invasi a ciò destinati e relativi dimensionamenti;
- calcolo del tempo di svuotamento degli invasi di laminazione.

La presente relazione e i relativi calcoli sono eseguiti sulla base della documentazione resa disponibile dallo studio tecnico F.lli Gatti e della Linea Segnalatrice di Possibilità Pluviometrica (LSPP 1-24 ore) riferita agli eventi di pioggia di Ossago Lodigiano (tratta dall'archivio informatico dell'ufficio idrografico dell'A.R.P.A. Lombardia), utilizzando tempo di ritorno $T=50$ anni per i calcoli relativi al rispetto dell'invarianza idraulica e $T=100$ anni per la verifica di tali calcoli.

2. UBICAZIONE DELL'AREA

L'area oggetto d'intervento è ubicata in località Cascina Ceppeda nell'area nord-occidentale del territorio comunale di Ossago Lodigiano. L'area è catastalmente individuata al Foglio 1, Mappale 140, 136 (parte) e 142 (parte). Nella figura seguente si riporta l'estratto aerofotogrammetrico e la mappa catastale dell'area oggetto di intervento, evidenziata in rosso.



Figura 1: Estratto aereo 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 area: il Comune di Ossago 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 del 23/11/2017;
- le superfici interessate dall'intervento: riassunte in Tabella 1;
- il coefficiente d'afflusso medio ponderale: valutato suddividendo le superfici nelle tre categorie ai sensi dell'art.11 comma 2 punto d, pari a **1**.

tipologia superficie	superfici in progetto (m ²)	coefficiente d'afflusso
Superficie tot	5623,0	
Aree copertura	5623,0	1
Aree semi-drenanti	0	0,7
Aree verdi	0	0,3
Coefficiente d'afflusso medio ponderale		1

Tabella 1: superfici in progetto e calcolo del coefficiente di afflusso

- il valore della portata meteorica ammissibile scaricabile nel **recettore finale** (U_{lim}): applicando il valore per le aree B di 20 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento, la quale risulta: $20 \times 0,5623 \times 1 \approx \mathbf{11,24 \text{ l/s}}$.

CLASSE DI INTERVENTO		SUPERFICIE INTERESSATA DALL'INTERVENTO	COEFFICIENTE DEFLUSSO MEDIO PONDERALE	MODALITÀ DI CALCOLO	
				AMBITI TERRITORIALI (articolo 7)	
				Aree A, B	Aree C
0	Impermeabilizzazione potenziale qualsiasi	$\leq 0,03 \text{ ha}$ ($\leq 300 \text{ mq}$)	qualsiasi	Requisiti minimi articolo 12 comma 1	
1	Impermeabilizzazione potenziale bassa	da $> 0,03 \text{ a} \leq 0,1 \text{ ha}$ (da $> 300 \text{ mq a} \leq 1.000 \text{ mq}$)	$\leq 0,4$	Requisiti minimi articolo 12 comma 2	
		da $> 0,03 \text{ a} \leq 0,1 \text{ ha}$ (da $> 300 \text{ a} \leq 1.000 \text{ mq}$)	$> 0,4$	Metodo delle sole piogge (vedi articolo 11 e allegato G)	Requisiti minimi articolo 12 comma 2
2	Impermeabilizzazione potenziale media	da $> 0,1 \text{ a} \leq 1 \text{ ha}$ (da $> 1.000 \text{ a} \leq 10.000 \text{ mq}$)	qualsiasi		
		da $> 1 \text{ a} \leq 10 \text{ ha}$ (da $> 10.000 \text{ a} \leq 100.000 \text{ mq}$)	$\leq 0,4$		
3	Impermeabilizzazione potenziale alta	da $> 1 \text{ a} \leq 10 \text{ ha}$ (da $> 10.000 \text{ a} \leq 100.000 \text{ mq}$)	$> 0,4$	Procedura dettagliata (vedi articolo 11 e allegato G)	
		$> 10 \text{ ha}$ ($> 100.000 \text{ mq}$)	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. 7/2017, 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.

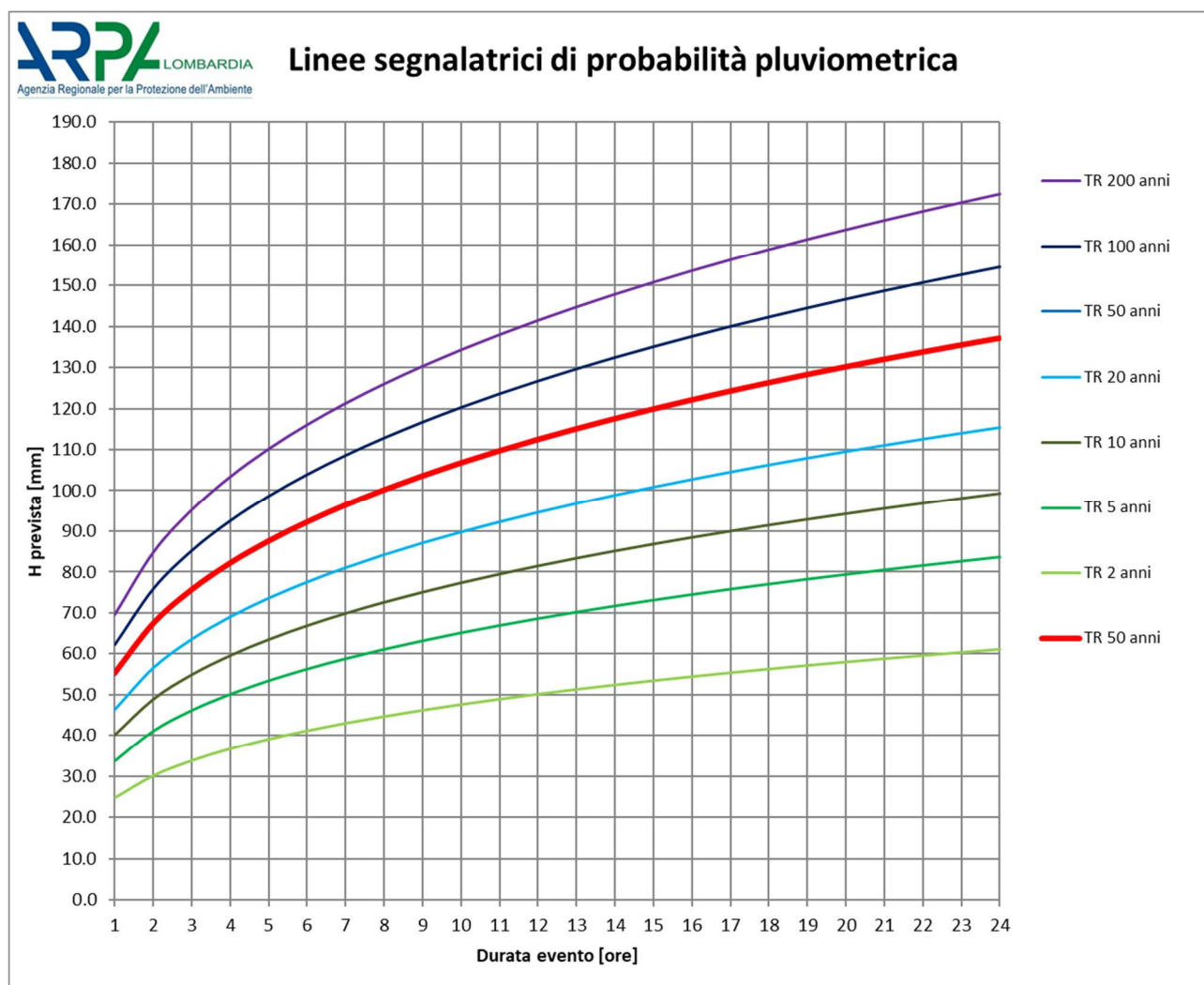


Figura 2: Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica 1-24 h, parametri ricavati da <http://idro.arpalombardia.it>.

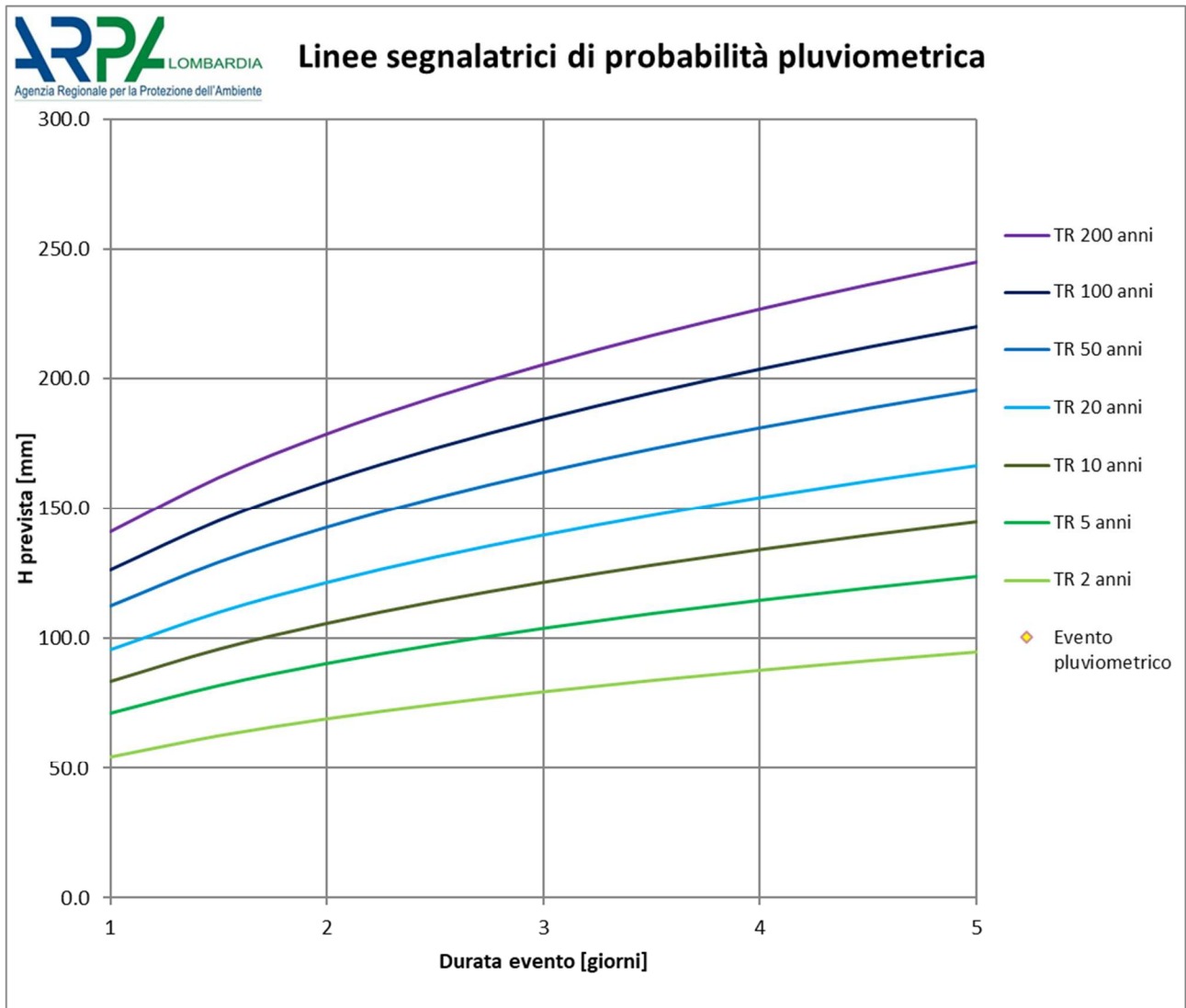


Figura 3: Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica 1-5 giorni, parametri ricavati da <http://idro.arpalombardia.it>.

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 g	
A1 – Coefficiente pluviometrico orario	26,74	A1 – Coefficiente pluviometrico orario	19,64509
N – Coefficiente di scala	0,28580001	N – Coefficiente di scala	0,343337
W50 – Tempo di ritorno 50 anni	2.06765	W50 – Tempo di ritorno 50 anni	1,92633
W100 – Tempo di ritorno 100 anni	2,32818	W100 – Tempo di ritorno 100 anni	2,16270
GEV – parametro alpha	0,2798		
GEV – parametro kappa	-0,0677		
GEV – parametro epsilon	0,81809998		

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

3.2.1 Dimensionamento dei volumi di laminazione con 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. 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.

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 della vasca 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:

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

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.

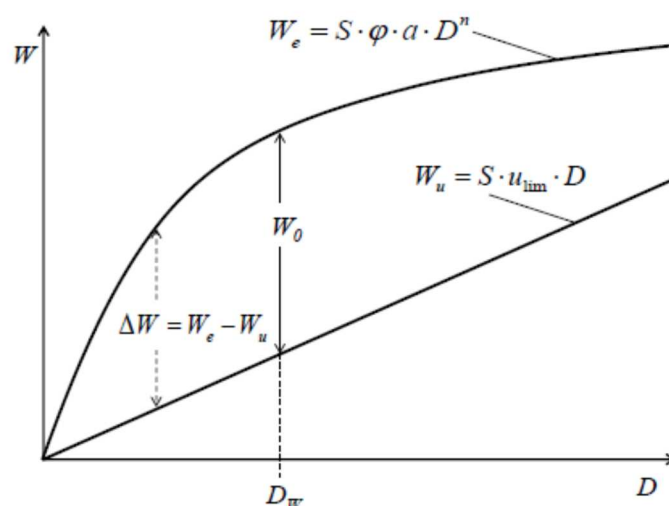


Figura 4: Individuazione con il metodo delle sole piogge dell'evento critico D_w e del corrispondente volume critico W_0 di laminazione, ovvero quello che massimizza il volume invasato.

Esprimendo matematicamente la condizione di massimo e considerano 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:

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

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

Nel caso specifico, utilizzando i dati descritti nei paragrafi precedenti, e le formule sopra riportate, sono risultati i seguenti volumi di laminazione.

Q _{lim} (l/s)	11,24	Q _{lim} (l/s)	11,24
D _w (ore) (curva 1-24 h)	3,01	D _w (ore) (curva 1-5 g)	2,46
W ₀ (m ³) (curva 1-24 h)	304,0	W ₀ (m ³) (curva 1-5 g)	190,2

Tabella 4: risultati dei calcoli con il metodo delle sole piogge

Essendo la durata (D_w) risultata inferiore alle 24 h, il dato da considerare corretto è quello relativo alla curva 1-24 h, quindi il volume di laminazione di progetto risultante dal calcolo con il metodo delle sole piogge è di **304 m³**. Tale volume risulta maggiore del requisito minimo previsto dall'articolo 12, comma 2; esso infatti sarebbe pari a 500 m³/ha_{imp}, ovvero 281,1 m³.

4. DESCRIZIONE DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE DI INVARIANZA IDRAULICA

Visto quanto indicato dalla Relazione Geologica contenuta nel P.G.T. del Comune di Ossago Lodigiano il livello della falda è pressoché affiorante, con una soggiacenza generalmente inferiore ai 2 m dal piano campagna, ulteriormente suffragata da prove geotecniche, le quali hanno evidenziato una profondità della falda pari a un metro. Pertanto, è stata esclusa ogni tipo di opera che preveda la dispersione al suolo delle acque meteoriche, privilegiando invece la realizzazione di un volume di laminazione che verrà garantito dalla presenza dei colli di guardia in fregio alle aree di proprietà e oggetto di intervento.

4.1 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 della vasca per evento di pioggia con tempo di ritorno $T = 100$ anni.

Si è adottato uno ietogramma di tipo costante, come fatto in sede di dimensionamento, con durata 1 ora, sicuramente maggiore del tempo di corrivazione dell'area, ottenendo un valore di intensità di pioggia pari a:

$$i = A_1 W_{100} \vartheta^{n-1} = 62,25 \left(\frac{mm}{h} \right)$$

Di conseguenza, la Q_P portata influente dalla superficie scolante con $T = 100$ anni risulta:

$$Q_P = \frac{\rho i S}{360} \approx 0,09721 \frac{m^3}{s} = 97,21 \frac{l}{s}$$

Il volume totale che si va ad accumulare è fornito dall'equazione di continuità:

$$(Q_P - Q_{lim}) \Delta t = \left(97,21 \frac{l}{s} - 11,24 \frac{l}{s} \right) 1h = \Delta W$$

Discretizzando in passi temporali di 5 minuti la durata dell'evento pluviometrico di un'ora, si valutano i volumi in ingresso ed in uscita ed i volumi cumulati in ingresso ed in uscita al sistema di laminazione. Il massimo valore assunto dalla differenza tra e volume cumulato in ingresso ed in uscita corrisponde al volume invasato ΔW ; esso risulta pari a 309 m^3 . Essendo 309 m^3 il volume necessario per far fronte ad un evento meteorico con $T = 100$ anni, e avendo previsto in sede di dimensionamento un volume di 304 m^3 , si ritiene dunque il sistema di laminazione sostanzialmente verificato anche per eventi pluviometrici con $T = 100$ anni.

La tabella seguente riporta lo schema di calcolo applicato.

t	Q_in	Q_out	W_in	W_out	Cum W_in	Cum W_out	deltaW
(min)	(l/s)	(l/s)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(m ³)
0	0.00	0.00	0	0	0	0	0
5	97.21	11.24	29	3	29	3	26
10	97.21	11.24	29	3	58	7	52
15	97.21	11.24	29	3	87	10	77
20	97.21	11.24	29	3	117	13	103
25	97.21	11.24	29	3	146	17	129
30	97.21	11.24	29	3	175	20	155
35	97.21	11.24	29	3	204	24	181
40	97.21	11.24	29	3	233	27	206
45	97.21	11.24	29	3	262	30	232
50	97.21	11.24	29	3	292	34	258

55	97.21	11.24	29	3	321	37	284
60	97.21	11.24	29	3	350	40	309

Tabella 5: schema di calcolo per la verifica del grado di riempimento con evento pluviometrico T=100 anni

4.2 Calcolo del tempo di svuotamento

In funzione della portata limite allontanata dal sistema ($Q_{lim}/2 = 11,24/2 = 5,62 \text{ l/s}$), il tempo di svuotamento dopo il termine dell'evento a partire dal volume massimo accumulato (W_{acc}) è dato dalla seguente formula:

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

Nel caso in esame: $W_{acc} = 304 \text{ m}^3$ $Q_{lim} \approx 5,62 \text{ l/s} = 0,00562 \text{ m}^3/\text{s}$

Il tempo di svuotamento risulta di circa **15 h** < delle 48 h imposte dall'art.11 c. 2 lettera f) del R.R. 8/2019.

5. ALLEGATI

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

Geolambda Engineering S.r.l.
dott. ing. Laura Pezzoni

ALLEGATO 01

Asseverazione del professionista in merito alla conformità del progetto ai contenuti del regolamento.

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 da 2 F Service s.r.l. a redigere il progetto di invarianza idraulica e idrologica per il nuovo edificio residenziale sito in via Valloni, nel Comune di Ossago Lodigiano (LO), catastalmente identificato al Foglio 1, Mappale 140, 136 (parte) e 142 (parte), 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 Ossago 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, 23/07/2020

Il dichiarante



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.