



ARETHUSA

GEOLOGIA AMBIENTE TERRITORIO E SICUREZZA

committente:

COMUNE DI CASTIGLIONE DELLE STIVIERE

incarico:

**Progetto definitivo per la realizzazione del
Parco Pirossina**
(recupero ambientale dell'ex cava in località
Pirossina con realizzazione di area feste)

riferimento:

RT3
Relazione idrologica e idraulica

ubicazione:

Castiglione delle Stiviere (Mn)

data:

Marzo 2021

a cura di:

Responsabile tecnico: Dott. Ermanno Dolci – OGL n. 333

**Relazione a cura di: Arch. Valerio Testa
Ing. Andrea Pellegrini**



ISO 9001
LL-C (Certification)



ISO 14001
LL-C (Certification)

SOMMARIO

1. PREMESSA	3
2. INVARIANZA IDRAULICA ED IDROLOGICA E DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DI INFILTRAZIONE.....	4
2.1. CARATTERIZZAZIONE DEL SITO DI PROGETTO	4
2.2. DEFINIZIONE DELLA PIOGGIA CRITICA DI PROGETTO	5
2.3. DIMENSIONAMENTO DEL VOLUME DI LAMINAZIONE DEL SISTEMA D'INFILTRAZIONE	7
2.4. DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DI LAMINAZIONE PER TR=100	9
2.5. VERIFICA DEL REQUISITO MINIMO	10
2.6. CONCLUSIONI	10
3. PIANO DI MANUTENZIONE	11

1. PREMESSA

La presente relazione tecnica rappresenta la predisposizione del progetto di invarianza idraulica e idrologica ai sensi del Regolamento Regionale 23 novembre 2017 n. 7.

Il Regolamento Regionale 23 novembre 2017 n. 7 *“Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica...”* (aggiornato dal R.R. 19 aprile 2019 n. 8) stabilisce i criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica e idrologica delle acque meteoriche, al fine di ridurre il deflusso verso le reti di drenaggio urbano.

Per la gestione delle acque meteoriche ricadenti su tutte le superfici dell'insediamento non suscettibili di inquinamento, il progetto ha considerato, come prescritto dal Regolamento regionale 23 novembre 2017 n. 7, ogni possibilità di incentivare l'infiltrazione al suolo allo scopo di tendere alla restituzione delle acque stesse ai naturali processi di infiltrazione preesistenti all'intervento.

Infatti, come descritto nella relazione tecnica generale, il parcheggio in progetto viene previsto in ghiaia drenante e il recupero dell'area orientale dell'insediamento prevede la realizzazione di una morfologia ondulata con la realizzazione di zone ribassate alle quote 76,00÷77,00 m s.l.m. aventi funzione di zone di laminazione e infiltrazione delle acque meteoriche scolanti e raccolte sulle superfici dell'insediamento.

Le acque meteoriche scolanti sulle superfici pavimentate asfaltate verranno raccolte da due canalette con sezione 400x360 in cls prefabbricato, con griglia in ghisa classe D400, che corrono parallele a via delle Battaglie ai margini dell'area asfaltata predisposta ad accogliere i tendoni per le feste. È prevista inoltre la realizzazione di due caditoie in prossimità del palco al fine di non creare ristagni d'acqua in prossimità delle murature a margine del palco.

Dunque, le acque raccolte sulle aree pavimentate saranno poi convogliate, mediante una canaletta in terra avente sezione 500x500 mm, verso un'area a morfologia ribassata a quota 76,00 m s.l.m. dell'area parco nel settore ovest; tale area avente superficie planimetrica di 1.600 mq avrà funzione di laminazione e infiltrazione delle acque raccolte.

2. INVARIANZA IDRAULICA ED IDROLOGICA E DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DI INFILTRAZIONE

2.1. Caratterizzazione del sito di progetto

Il progetto prevede la seguente definizione delle superfici:

	Area (mq)	Coefficiente di deflusso (R.R. 7/2017)
superficie interessata dall'intervento	126.510	-
superficie asfaltata impermeabile	8.530	1
Parcheggio in ghiaia drenante e area verde non munita di sistemi di raccolta e collettamento delle acque	117.980	0

Pertanto il coefficiente di deflusso medio ponderale risulta pari a 0,067, per una superficie scolante impermeabile pari a 8.530 mq.

Secondo quanto previsto dalla Tabella 1 di cui al RR 7/2017 l'intervento, in quanto interessante un'area complessiva superiore a 10 ha, ricade in "*Classe 3 – Impermeabilizzazione potenziale alta*".

Il comune di Castiglione delle Stiviere ricade in Area B ovvero a media criticità idraulica.

Ne risulta quindi l'obbligo di effettuare i calcoli di dimensionamento idraulico secondo la procedura di calcolo dettagliata.

2.2. Definizione della pioggia critica di progetto

Al fine di determinare la portata di acqua meteorica raccolta sulle superfici scolanti è necessario dapprima determinare la pioggia di progetto cioè dell'evento meteorico più gravoso per un determinato tempo di ritorno. La determinazione della pioggia di progetto si avvale delle curve di possibilità pluviometrica dell'area in esame a partire dai dati di precipitazione massimi registrati in stazioni pluviometriche vicine.

Nel caso in esame, si fa riferimento ai dati idrometeorologici elaborati e messi a disposizione da ARPA Lombardia al proprio sito internet validi per tutto il territorio lombardo con cui è possibile calcolare la linea segnalatrice di possibilità pluviometrica (LSPP) alle durate superiori a un'ora relativa a un T tempo di ritorno secondo la seguente espressione:

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

dove:

h = altezza di precipitazione (mm);

D = durata della pioggia (ore).

a_1, n = parametri della LSPP.

Il parametro w_T si ricava dalla seguente espressione:

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

dove:

$\alpha, \kappa, \varepsilon$ = parametri della LSPP.

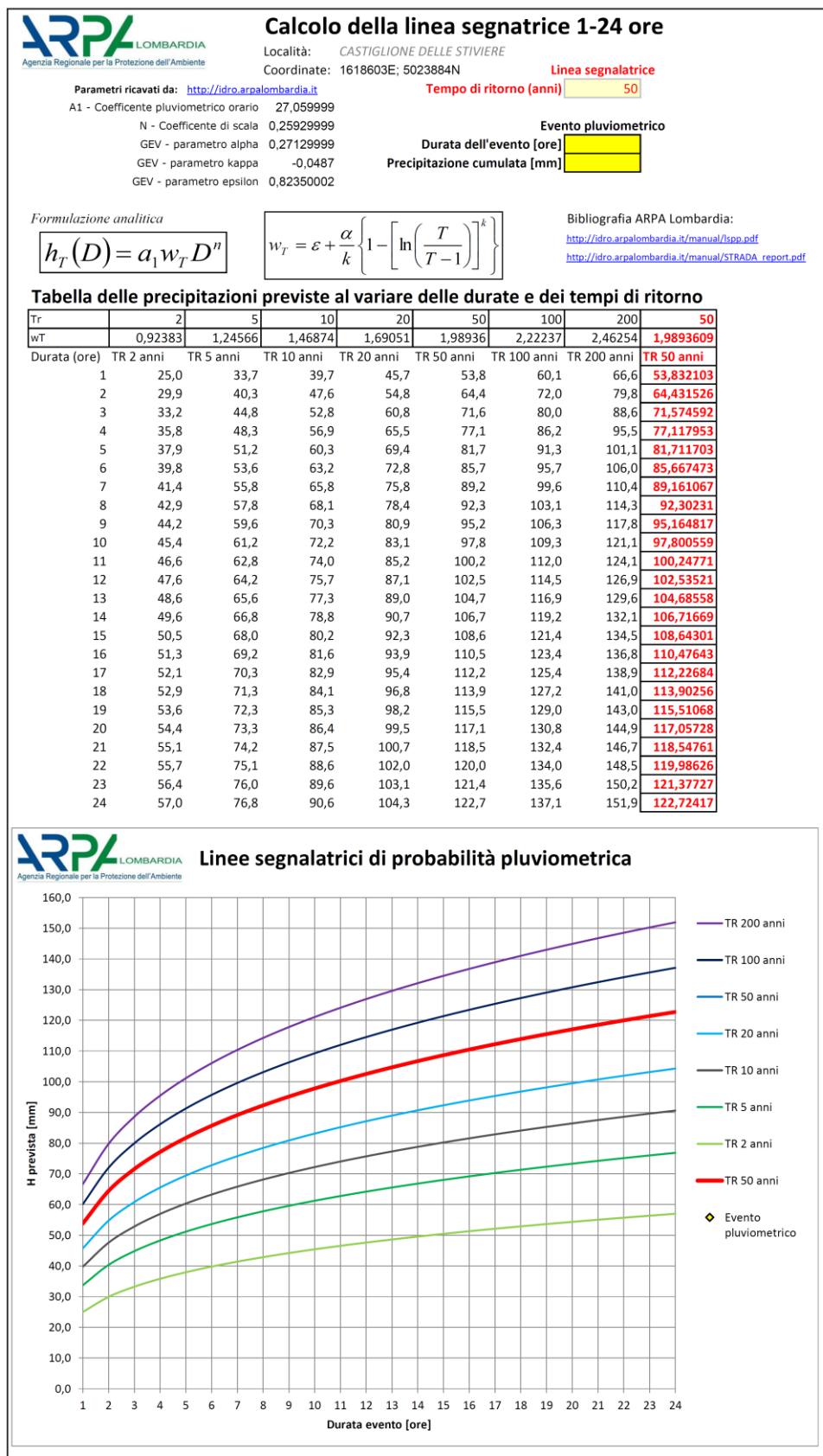
T = tempo di ritorno (anni), posto pari a 50 anni, come richiesto dall'art. 11 c. 2 l. a del R.R. 7/2017.

Dal sistema cartografico per l'area in esame si sono ricavate dunque le LSPP descritte e illustrate nella scheda seguente.

La linea segnalatrice di possibilità pluviometrica (LSPP) alle durate superiori a un'ora per un tempo di ritorno di 50 anni risulta essere:

$$h_{50}(D) = 62,488297 \cdot D^{0,335}$$

Considerando tempi di accesso alla rete e di corrivazione inferiori alle durate di 1 ora, si devono prendere in esame le piogge con durate brevi per le quali si possono utilizzare, in carenza di dati specifici, tutti i parametri indicati da ARPA tranne il parametro n per il quale si adotta il valore $n = 0,5$ in aderenza agli standard suggeriti dalla letteratura tecnica idrologica.




Linee segnatrici di probabilità pluviometrica



2.3. Dimensionamento del volume di laminazione del sistema d'infiltrazione

Per la definizione delle portate critiche di progetto viene utilizzata una rappresentazione semplificata dei processi idrologici mediante la schematizzazione del metodo cinematico o della corrivazione, e con ipotesi di base che riguardano l'adozione di pioggia uniforme e costante, portata in uscita costante e singolo evento di progetto. Tali condizioni di partenza, si è dimostrato, portano a risultati piuttosto aderenti o leggermente sottostimati rispetto a metodi di simulazione di serie storiche pluviometriche reali.

Pertanto, noti i valori idrologici dell'area in esame, si provvede alla determinazione delle portate conseguenti agli afflussi meteorici definendo il coefficiente udometrico relativo alle aree scolanti impermeabili.

Secondo il metodo cinematico il coefficiente udometrico è dato dalla seguente formula razionale:

$$u = \frac{\psi \cdot i_d}{0,36} \left[\frac{1}{s \cdot ha} \right]$$

dove:

ψ = coefficiente di deflusso medio dell'area;

i_d = intensità di pioggia corrispondente alla durata della pioggia di progetto espresso in mm/ora.

Per i coefficienti di deflusso si è fatto riferimento a quanto indicato all'art.11 c.2 l.d del R.R. 7/2017:

- *pari a 1 per tutte le sotto-aree interessate da tetti, coperture, e pavimentazioni continue di strade, vialetti, parcheggi;*
- *pari a 0,7 per i tetti verdi, i giardini pensili e le aree verdi sovrapposti a solette comunque costituite, per le aree destinate all'infiltrazione delle acque gestite ai sensi del presente regolamento e per le pavimentazioni discontinue drenanti o semipermeabili di strade, vialetti, parcheggi;*
- *pari a 0,3 per le sotto-aree permeabili di qualsiasi tipo, comprese le aree verdi munite di sistemi di raccolta e collettamento delle acque ed escludendo dal computo le superfici incolte e quelle di uso agricolo.*

La portata corrispondente alla pioggia di durata t_p raccolta sull'area scolante risulta infine dalla seguente espressione:

$$Q_c = u \cdot A$$

dove A = superficie dell'area scolante.

Definita la portata corrispondente agli eventi meteorici di durata t_p , si può definire il volume di laminazione e d'infiltrazione necessario allo smaltimento nel sottosuolo

dell'acqua meteorica mediante la schematizzazione del metodo cinematico con portata in uscita costante.

Il tempo di corrivazione t_c dell'area scolante in esame, considerando la velocità media nella rete pari a 1 m/s e il tempo di accesso alla rete fognaria, viene posto pari a 15 minuti.

La portata in uscita Q_u viene determinata secondo la seguente relazione, in funzione delle durate degli eventi di pioggia:

$$Q_u = S_f \cdot k \quad (D)$$

dove:

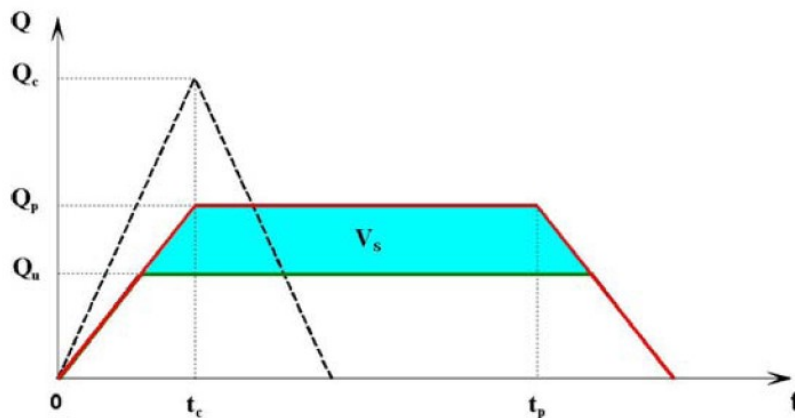
Q_u = portata totale infiltrata nel sottosuolo;

S_f = superficie filtrante del sistema di raccolta e infiltrazione; non si tiene conto della capacità filtrante del fondo pozzo per via della sua possibile occlusione.

k = coefficiente di permeabilità del terreno cautelativamente pari a $5 \cdot 10^{-5}$ m/s (in ragione della tipologia del terreno ghiaioso-sabbioso).

Per la determinazione del volume di laminazione del sistema di infiltrazione, il metodo cinematico prevede la seguente metodologia di calcolo, rappresentato da un idrogramma trapezoidale.

Considerando Q_u la portata totale smaltita dal sistema d'infiltrazione, la figura successiva mostra il volume V_s che viene invasato all'interno del sistema d'infiltrazione per una durata di portata t_p per un'area con tempo di corrivazione t_c . Analogamente Q_c rappresenta la portata per una pioggia di durata pari al tempo di corrivazione e Q_p la portata corrispondente alla pioggia di durata t_p .



Il volume da invasare è dato dalla seguente formulazione ricavata da considerazioni geometriche riferite all'idrogramma di piena del metodo cinematico.

$$V_s = t_p \cdot (Q_p - Q_u) + Q_u \cdot t_c \cdot \left(\frac{Q_u}{Q_p} - 1 \right)$$

Il volume da invasare rappresenta dunque il volume di laminazione il cui valore massimo è riferito all'evento meteorico di durata critica θ_w , ricavabile dalla seguente relazione:

$$n \cdot S \cdot \psi \cdot a \cdot \theta_w^{n-1} + \frac{(1-n) \cdot t_c \cdot Q_u^2 \cdot \theta_w^{-n}}{S \cdot \psi \cdot a} - Q_u = 0$$

Il volume massimo si ricava dunque dalla seguente espressione:

$$W_m = S \cdot \psi \cdot a \cdot \theta_w^n + \frac{t_c \cdot Q_u^2 \cdot \theta_w^{1-n}}{S \cdot \psi \cdot a} - Q_u \cdot \theta_w - Q_u \cdot t_c$$

Come premesso, le acque raccolte sulle aree pavimentate saranno convogliate, mediante una canaletta in terra avente sezione 500x500 mm, verso un'area a morfologia ribassata a quota 76,00 m s.l.m. dell'area parco nel settore ovest; tale area avente superficie planimetrica di 1.600 mq avrà funzione di laminazione e infiltrazione delle acque raccolte.

Pertanto, il progetto che ottimizza la laminazione prevede i seguenti risultati:

Superficie scolante impermeabile (mq)	8.530,00
Superficie area d'infiltrazione (mq)	1.600,00
tc (h)	0,25
Qu (l/s)	80
D critica	0,77
h volume di laminazione (m)	0,10
Volume di laminazione (mc)	160
t svuot (h)=	0,56

2.4. Dimensionamento del sistema di laminazione per TR=100

Il sistema di laminazione prima dimensionato viene verificato anche utilizzando la linea segnalatrice di possibilità pluviometrica (LSPP) alle durate superiori a un'ora per tempo di ritorno di 100 anni.

Il dimensionamento idraulico, effettuato come in precedenza, che ottimizza la laminazione per eventi di pioggia eccezionali aventi tempo di ritorno T=100 anni richiede un volume di laminazione pari a 208 m³.

I risultati vengono riassunti nella seguente tabella:

Superficie scolante impermeabile (mq)	8.530,00
Superficie area d'infiltrazione (mq)	1.600,00
tc (h)	0,25
Qu (l/s)	80
D critica	0,92

h volume di laminazione (m)	0,13
Volume di laminazione (mc)	208
t svuot (h)=	0,72

2.5. Verifica del requisito minimo

Come previsto dal Regolamento, *il volume di laminazione da adottare per la progettazione degli interventi di invarianza idraulica e idrologica è il maggiore tra quello risultante dai calcoli e quello valutato in termini parametrici come requisito minimo di cui all'articolo 12, comma 2.*

Calcolo del volume di laminazione come requisito minimo secondo le indicazioni del Regolamento di invarianza idraulica:

- aree B a media criticità idraulica: 500 m³ per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento;
- riduzione del 30 % per strutture di infiltrazione.

Pertanto:

$$V_{\min} = 500 \text{ mc/ha} \times 0,853 \text{ ha} \times 0,7 = 298,6 \text{ m}^3.$$

Il volume così calcolato, superiore a quello calcolato con la procedura di calcolo dettagliata (mediante il metodo cinematico), è pertanto il volume minimo di laminazione di progetto.

2.6. Conclusioni

Il volume di laminazione dimensionato secondo le indicazioni di cui al R.R. 7/2017 è risultato pari a 300 m³.

L'area ribassata, avente superficie pari a 1.600 mq, in caso di eventi meteorici estremi, si riempirà per un'altezza pari a 19 cm.

I risultati vengono riassunti nella seguente tabella:

Superficie scolante impermeabile (mq)	8.530,00
Superficie area d'infiltrazione (mq)	1.600,00
Qu (l/s)	80
h volume di laminazione (m)	0,19
Volume di laminazione (mc)	300
t svuot (h)=	1,04

Il tempo di svuotamento (1,04 h) risulta correttamente inferiore al limite (48 h) previsto dall'art.11 c. 2 l. f del R.R. 7/2017, in considerazione della portata massima infiltrata pari a 80 l/s.

3. Piano di manutenzione

Il presente piano di manutenzione dell'opera pianifica e programma, gli interventi manutentivi con le relative frequenze al fine di garantire l'efficienza e la durabilità delle opere previste nel progetto.

Le indicazioni contenute sono da ritenersi di carattere preliminare in quanto suscettibili di variazioni suggerite in fase di realizzazione delle opere in progetto.

Le opere interessate dalla raccolta, convogliamento e scarico delle acque meteoriche sono rappresentate da canalette, tubazioni, pozzetti, caditoie, canale in terra, vasca di laminazione e infiltrazione.

Tutte le opere elencate devono essere periodicamente pulite dai sedimenti, materiali grossolani, foglie, ecc. ai fini dell'efficienza nel tempo dell'intero sistema.

Si riporta di seguito il piano di manutenzione delle opere:

Intervento	Periodicità
Ispezione e verifica di funzionalità del sistema in generale. Pulizia e manutenzione ordinaria delle canalette, caditoie, tubazioni e pozzetti.	max 12 mesi
Come in precedenza più pulizia e manutenzione ordinaria canale in terra e vasca di laminazione e infiltrazione.	24 mesi
Pulizia e manutenzione straordinaria delle tubazioni: rimozione materiale grossolano che ostruisce le sezioni di deflusso mediante aspiratore mezzo spurghi, idrogetto	In caso di necessità (a seguito di ispezione visiva o videoispezione)
Interventi manutentivi edili	In caso di necessità (a seguito di ispezione visiva o videoispezione)