

Comune di Sannazzaro dè Burgondi

Provincia di Pavia



PIANO ATTUATIVO “LORETO-AMBITO A”

Realizzazione di due nuove Medie Strutture di Vendita alimentare e non
(Sannazzaro dè Burgondi via Loreto- via De Gasperi)

Oggetto:

ALLEGATO N°8 VAR RELAZIONE DI INVARIANZA IDRAULICA Per la VARIANTE PROGETTUALE

PROPRIETA' : Sig. Giuseppe Viola - Sig. Gabriele Angelo Viola - Sig.ra Irene Chilelli -
Sig. Pietro Chilelli - Sig.ra Antonella Grazia Cremonesi-
Sig.ra Angela Campioni – Sig. Cesare Alberto Cremonesi

PROPONENTE – ATTUATORE: Società “ONE ITALY S.R.L.”

 Dr. Geol. Francesco Serra	ONE ITALY srl Sub ambito “A” e parte “B” di trasformazione commerciale via Loreto, Sannazzaro de’ Burgondi (PV)	Data	04/07/2025
		N. Commessa	2532
		C. Documento	2532_01_VAR
<i>Relazione sull’invarianza idraulica VARIANTE</i>		Revisione	
		Nome file	ALLEGATO 8.VAR

INDICE

1.	PREMESSA ED INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	3
2.	TIPOLOGIA DI APPROCCIO	6
3.	INQUADRAMENTO LITOSTRATIGRAFICO E IDROGEOLOGICO	11
	3.1 BREVE INQUADRAMENTO GEOLOGICO	11
	3.2 ASPETTI IDROGEOLOGICI, IDRODINAMICI E LITOSTRATIGRAFICI	12
	3.3 PROVE DI INFILTRAZIONE, PERMEABILITÀ E MODELLO IDROGEOLOGICO	14
4.	PRECIPITAZIONI DI PROGETTO.....	17
5.	VOLUMI DI LAMINAZIONE.....	19
	5.1 PORTATE MASSIME SCARICABILI.....	19
	5.2 DEFINIZIONE DELLE METODOLOGIE DI DIMENSIONAMENTO	19
	5.3 RISULTATI DEI CALCOLI PER L'INTERO COMPARTO CON PERIODO DI RITORNO DI 50 ANNI E DI 100 ANNI	27
6.	INDICAZIONI PROGETTUALI SUDDIVISE PER COMPARTI	29
7.	VERIFICA GRADO DI SICUREZZA T=100	32
8.	PIANO DI MANUTENZIONE ORDINARIA E STRAORDINARIA.....	33
	8.1 MANUTENZIONE ORDINARIA	33
	8.2 MANUTENZIONE STRAORDINARIA	34

Allegato A : parametri idrologici sito specifici dal sito SIDRO di ARPA Lombardia

Allegato B : prove di permeabilità in sito

Allegato C : stralcio calcolazioni effettuate per l'intero comparto

Allegato D : stralcio calcolazioni effettuate per singola area

Allegato E : asseverazione

 Dr. Geol. Francesco Serra	ONE ITALY srl Sub ambito "A" e parte "B" di trasformazione commerciale via Loreto, Sannazzaro de' Burgondi (PV)	Data	04/07/2025
		N. Commessa	2532
Relazione sull'invarianza idraulica VARIANTE		C. Documento	2532_01_VAR
		Revisione	
		Nome file	ALLEGATO 8.VAR

1. PREMESSA ED INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

La presente relazione illustra i risultati dello studio effettuato per la valutazione preliminare delle problematiche all'invarianza idraulica ai sensi dei Regolamenti Regionali n. 7 del 23.11.2017, n. 8 del 19.04.2019 e **tenendo conto del nuovo regolamento** n. 3 del 28 marzo 2025 (pubblicato su Supplemento BURL n. 14 del 01 aprile 2025) in riferimento alla variante del Piano Attuativo approvato riferito all'ambito "A" di trasformazione commerciale ubicato in un area attualmente prativa lungo via Loreto nel comune di Sannazzaro de' Burgondi (PV).

In particolare l'intervento prevede la suddivisione dell'area nei seguenti tre settori (figura 1 seguente) :

- un area privata in cui realizzare un edificio MS, alimentare e non, relative pertinenze (area di gestione **sub ambito A-1**)
- una seconda area privata su cui realizzare un edificio non alimentare e relative pertinenze (area di gestione **sub ambito A-2**)
- alcune aree di gestione asservite ad uso pubblico ed a standard di cessione

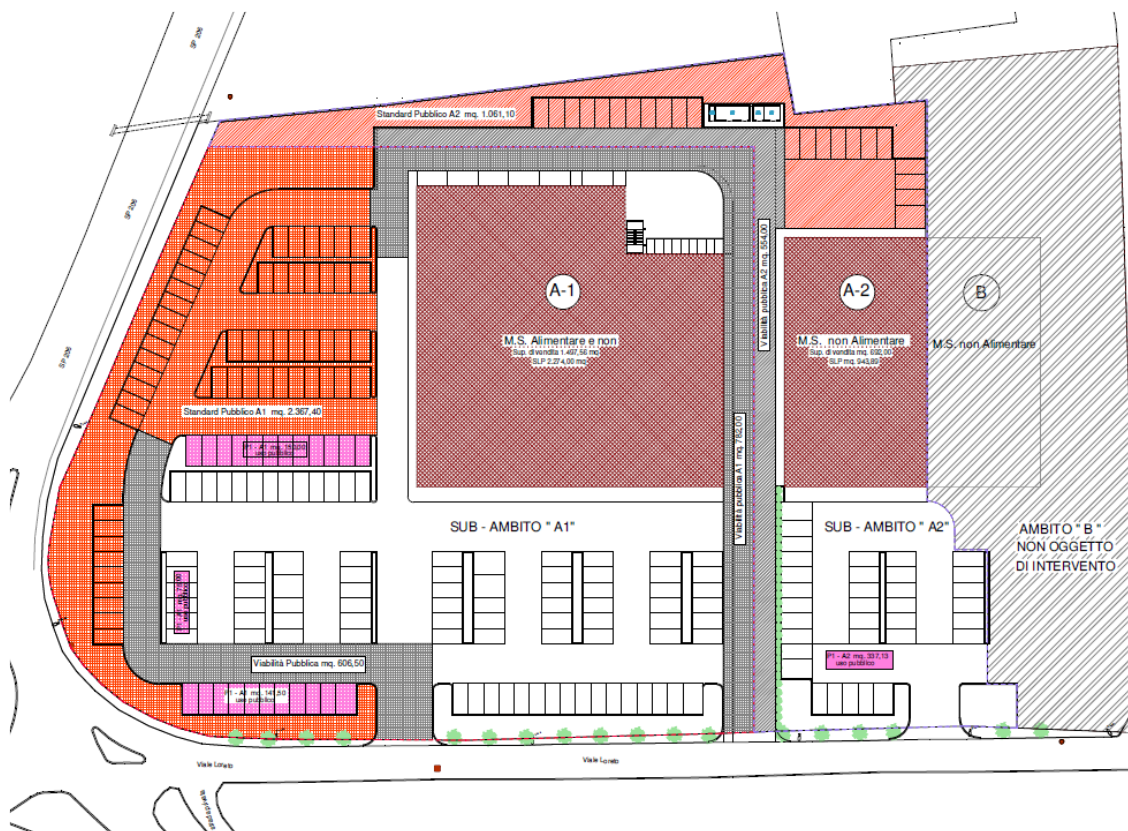


Figura 1: area in oggetto

 Dr. Geol. Francesco Serra	ONE ITALY srl Sub ambito “A” e parte “B” di trasformazione commerciale via Loreto, Sannazzaro de’ Burgondi (PV)	Data	04/07/2025
		N. Commessa	2532
		C. Documento	2532_01_VAR
<i>Relazione sull’invarianza idraulica VARIANTE</i>		Revisione	
		Nome file	ALLEGATO 8.VAR

Come previsto dalla normativa vigente per lo studio relativo all’invarianza idraulica si è considerato innanzitutto tutto il comparto compreso nel piano attuativo, quindi, in vista della successiva suddivisione dell’area fra due parti private indipendenti (sub-ambito A-1 e sub ambito A-2) e le aree asservite ad uso pubblico, su richiesta della committenza si sono analizzati i tre settori separatamente con le rispettive calcolazioni ed indicazioni progettuali in modo da permettere una realizzazione e, soprattutto, una successiva gestione e manutenzione in modo separato per ognuno dei tre lotti.

Nel presente rapporto si considerano quindi le problematiche idrauliche ed idrologiche del sito con l’obiettivo di indicare la/le soluzione/i progettuale/e più idonea/e nel rispetto della normativa e del contesto idrogeologico per l’identificazione delle opere di raccolta, convogliamento, eventuale invaso con vasca di laminazione e scarico del sistema di drenaggio delle acque meteoriche.

Per l’ubicazione si veda la corografia mostrata in figura 2, tratta dalla Carta Regionale Tecnica in scala 1:10.000 (aggiornamento 1994) e lo stralcio da *Google Earth* (figura 3)

 ONE ITALY srl Sub ambito "A" e parte "B" di trasformazione commerciale via Loreto, Sannazzaro de' Burgondi (PV)	Data	04/07/2025
	N. Commessa	2532
Dr. Geol. Francesco Serra <i>Relazione sull'invarianza idraulica VARIANTE</i>	C. Documento	2532_01_VAR
	Revisione	
	Nome file	ALLEGATO 8.VAR

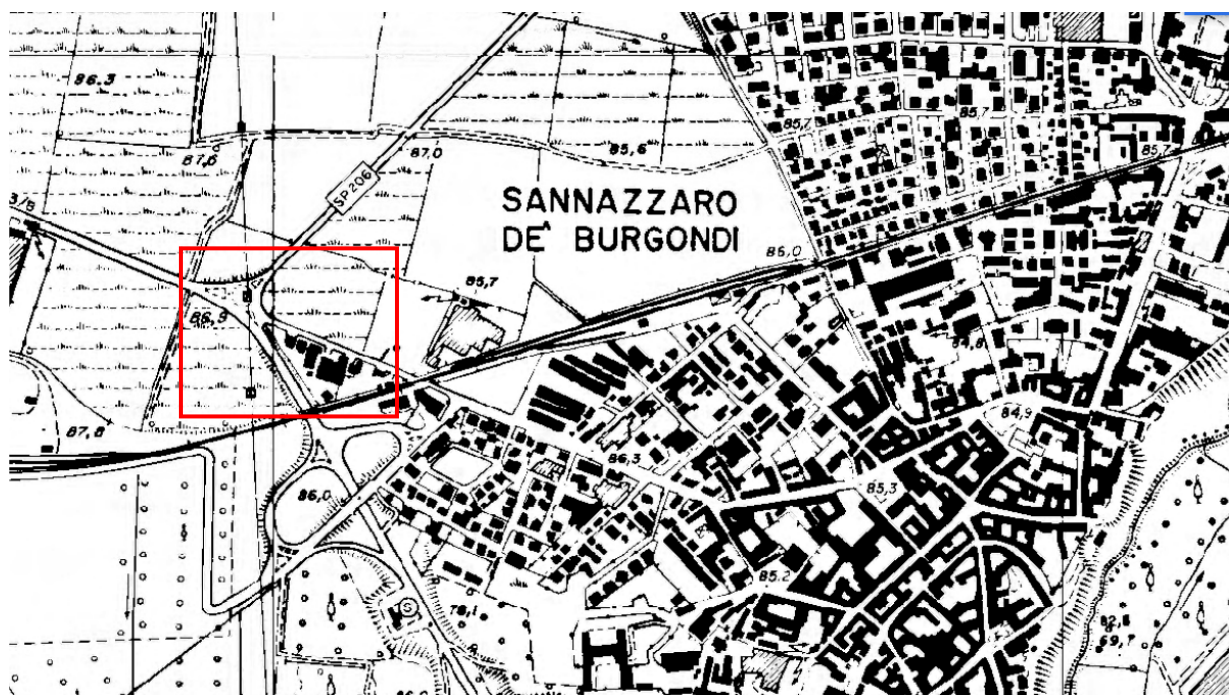


Figura 2 : corografia con ubicazione dell'area di interesse su CTR (agg 1994)



Figura 3: ubicazione area su google earth.

 Dr. Geol. Francesco Serra	ONE ITALY srl Sub ambito “A” e parte “B” di trasformazione commerciale via Loreto, Sannazzaro de’ Burgondi (PV)	Data	04/07/2025
		N. Commessa	2532
		C. Documento	2532_01_VAR
<i>Relazione sull’invarianza idraulica VARIANTE</i>		Revisione	
		Nome file	ALLEGATO 8.VAR

2. TIPOLOGIA DI APPROCCIO

In conformità con quanto previsto all'art. 9 del RR 7/2017 e smi in cui si definisce la classificazione degli interventi richiedenti misure di invarianza idraulica per il progetto in esame ed utilizzando i seguenti elementi :

- come tipologia di area il comune di Sannazzaro de' Burgondi, ai sensi dell'allegato C Regolamento Regionale n. 3 del 28 marzo 2025 ricade nell'ambito dell'**area B** ("aree a media criticità idraulica", figura seguente) e quindi va tenuto presente il valore di **20 l/s per ettaro di superficie** per l'individuazione della portata meteorica ammissibile.

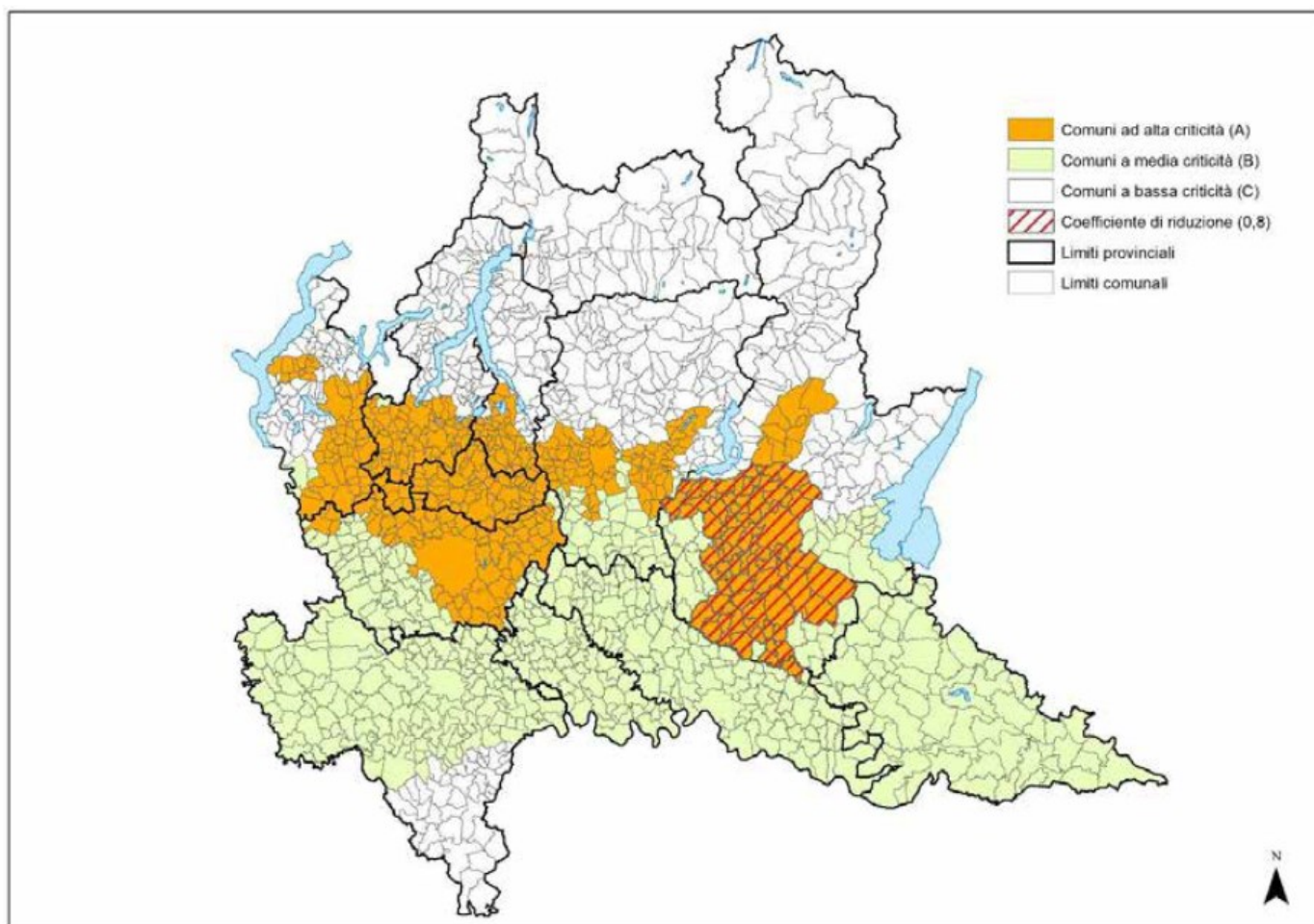


Figura 4: suddivisione dei comuni della Lombardia in base alla criticità idraulica.

 Dr. Geol. Francesco Serra	ONE ITALY srl Sub ambito “A” e parte “B” di trasformazione commerciale via Loreto, Sannazzaro de’ Burgondi (PV)	Data	04/07/2025
		N. Commessa	2532
		C. Documento	2532_01_VAR
Relazione sull’invarianza idraulica <i>VARIANTE</i>		Revisione	
		Nome file	ALLEGATO 8.VAR

- che ai sensi del RR 3/2025 **è stato abrogato il comma 5 dell'art 7 del RR 7/2017 e smi** che recitava che *"indipendentemente dall'ubicazione territoriale, sono assoggettate ai limiti ed alle procedure indicati per le aree A di cui al comma 3, anche le aree lombarde inserite nel PGT comunali come ambiti di trasformazione o anche come piani attuativi previsti nel piano delle regole"*
- la linea segnalatrice di Possibilità Pluviometrica (LSPP1-24 h) riferita agli eventi di pioggia di SANNAZZARO DE' BURGONDI così come indicata dall'archivio idrografico dell'ARPA Lombardia (cfr. allegato A)
- va quindi calcolato il coefficiente d'afflusso ponderale sulla base delle tre categorie previste dalla normativa vigente ed in particolare all'art. 11 comma 2.6.d).

Per quanto riguarda **l'intero comparto di interesse** si ottengono i seguenti coefficienti (coefficiente di afflusso medio ponderale pari a **0,892, portata ammissibile direttamente 25,27 l/s**) come si evince dalla tabella seguente :

CANTIERE : via Loreto Sannazzaro de' Burgondi = area a MEDIA criticità (20 l/s/ha) per ambito di trasformazione					
AREA TOTALE					
Descrizioni	m ²	m ²			
		VERDE	SEMPER	IMPER	
autobloccanti drenanti, verde sopra solette, ecc..	0,00		0,00		
superfici impermeabili edifici, maciapiedi, strade, ecc..	11982,08			11982,08	
aree verdi non sovrapposte a solette	2183,82	2183,82			
<i>superfici (m²)</i>	14165,90	2183,82	0,00	11982,08	
<i>coefficienti di deflusso</i>		0,3	0,7	1,0	
		655,1	0,0	11982,1	12637,2
		<i>coefficienti di deflusso medio ponderale</i>			0,892
		<i>portata meteorica ammissibile direttamente (l/s)</i>			25,274

Tabella 1 : individuazione coefficiente di deflusso medio ponderale (RR n. 7/2017 e smi)
(intero comparto di interesse)

Per i motivi sopra descritti si sono anche calcolati i coefficienti suddivisi per l'area che rimarrà privata ed ad uso commerciale, suddivisa nei due sub ambiti indipendenti (A-1 e A-2), e l'area che sarà asservita ad uso pubblico; nella seguente tabella si riportano tutti i dati di calcolo relativi alla totalità dell'intervento, divisi a norma del'art 11 comma 2, lettera d) punto 1 del RR 7/2017.

 Dr. Geol. Francesco Serra	ONE ITALY srl Sub ambito “A” e parte “B” di trasformazione commerciale via Loreto, Sannazzaro de’ Burgondi (PV)	Data	04/07/2025
		N. Commessa	2532
		C. Documento	2532_01_VAR
<i>Relazione sull’invarianza idraulica VARIANTE</i>		Revisione	
		Nome file	ALLEGATO 8.VAR

CLASSE DI INTERVENTO		SUPERFICIE INTERESSATA DALL'INTERVENTO	COEFFICIENTE DEFLUSSO MEDIO PONDERALE	MODALITÀ DI CALCOLO	
				AMBITI TERRITORIALI (articolo 7)	
				Aree A, B	Aree C
2	Impermeabilizzazione potenziale media	da > 0,03 a ≤ 0,1 ha (da > 300 a ≤ 1.000 mq)	> 0,4	Metodo delle sole piogge (vedi articolo 11 e allegato G)	Requisiti minimi articolo 12 comma 2
		da > 0,1 a ≤ 1 ha (da > 1.000 a ≤ 10.000 mq)	qualsiasi		
		da > 1 a ≤ 10 ha (da > 10.000 a ≤ 100.000 mq)	≤ 0,4		
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 5 : individuazione modalità di calcolo (tab. 1 dell'art. 9 del RR n. 8/2019)

 Dr. Geol. Francesco Serra	ONE ITALY srl Sub ambito “A” e parte “B” di trasformazione commerciale via Loreto, Sannazzaro de’ Burgondi (PV)	Data	04/07/2025
		N. Commessa	2532
		C. Documento	2532_01_VAR
<i>Relazione sull’invarianza idraulica VARIANTE</i>		Revisione	
		Nome file	ALLEGATO 8.VAR

3. INQUADRAMENTO LITOSTRATIGRAFICO E IDROGEOLOGICO

3.1 Breve inquadramento geologico

Il territorio comunale di Sannazzaro de' Burgondi, come buona parte della bassa pianura Lombarda è costituita da alluvioni di diversa età.

L'area oggetto dell'intervento è caratterizzata dalla presenza di livelli prevalentemente sabbiosi, talora limosi, con suolo ben sviluppato di colore bruno, appartenenti ai depositi fluviali e fluvioglaciali del Wurm fl^w (per i dettagli si rimanda alla relazione geologica di fattibilità R3 redatta dallo scrivente ed anch'essa allegata al Piano in oggetto).

In linea di massima al di sotto del primo livello di coltivo sono presenti livelli sabbiosi, debolmente alterati ed ocracei nel primo metro, passanti a livelli francamente sabbiosi; subordinati livelli più limosi in profondità.

Da un punto di vista morfologico, i pochi elementi di rilievo sono legati alle modificazioni antropiche (soprattutto con le attività agricole e con i riporti argillosi legati all'utilizzo come risaia del sito). Tali elementi morfologici sono relazionati alla presenza di depositi di diversa età e sono spesso obliterati dall'azione dell'uomo.

La zona indagata, così come in generale tutta l'area caratterizzata geologicamente dai depositi wurmiani, presenta quote medie intorno ai 87 m s.l.m, leggermente ribassata rispetto alle strade contermini.

I risultati delle indagini disponibili confermano sostanzialmente la successione stratigrafica tipica di questo settore del sottosuolo di Sannazzaro de' Burgondi: al di sotto di un primo livello con spessori decimetrici di suolo agrario a prevalente componente argilloso e limitate aree con riporti, il terreno naturale è sostanzialmente costituito da sabbie con subordinate intercalazioni più limose e o argillose; in particolare è evidente un primo livello sabbioso con spessore di circa un metro che presenta una certa alterazione e di colore nocciola ocraceo a cui seguono sabbie nocciola biancastre; alcuni livelli limoso sabbiosi e/o limoso sabbiosi sono segnalati intorno ai 5÷6 metri e con una maggior frequenza fra i 10 ed i 15 metri di profondità, in un contesto comunque prevalentemente incoerente e sabbioso

 Dr. Geol. Francesco Serra	ONE ITALY srl Sub ambito "A" e parte "B" di trasformazione commerciale via Loreto, Sannazzaro de' Burgondi (PV)	Data	04/07/2025
		N. Commessa	2532
<i>Relazione sull'invarianza idraulica VARIANTE</i>		C. Documento	2532_01_VAR
		Revisione	
		Nome file	ALLEGATO 8.VAR

3.2 Aspetti idrogeologici, idrodinamici e litostratigrafici

Idrogeologicamente, per quanto riguarda la prima falda si ha una direzione da nord ovest verso sud est, in direzione del fiume Po, con una soggiacenza che nell'area è mediamente intorno ai 9 metri; nelle prove effettuate (maggio 2024, con falda mediamente elevata a causa delle precipitazioni dei mesi scorsi)) la soggiacenza della falda è stata incontrata a 9,8 metri dal piano campagna attuale, confermando il dato riportato nella figura seguente tratta dallo studio geologico a supporto del PGT vigente citato. La falda, trovata nelle prove eseguite nel maggio del corrente anno, in un periodo ad elevata piovosità , ad una profondità di circa 9,8 metri (con un oscillazione di circa un metro); si può assumere prudenzialmente come valore minimo di soggiacenza la profondità di otto metri dal piano campagna attuale

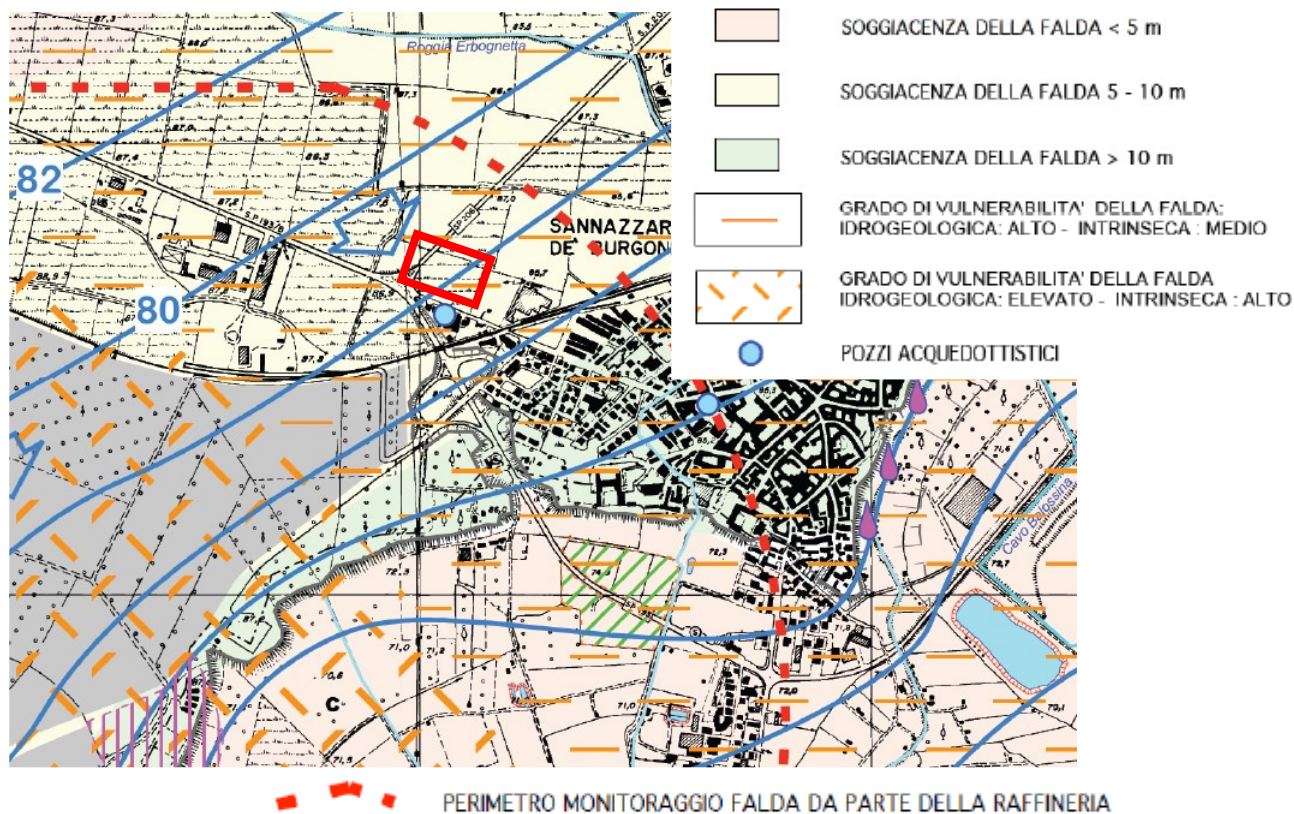


Figura 5: Stralcio "Tavola 2 carta di inquadramento idrogeologico" allegata al PGT di Sannazzaro de' Burgondi ; quota media del sito in esame circa 87,0 m slm (tratta dallo studio a cura di Dr. Geol. Alberto Maccabruni, Studio GeoIdrotecnico Padano, 2016).

Da sottolineare come ulteriore elemento di caratterizzazione idrogeologica utile per i successivi dimensionamenti di invarianza idraulica **che l'area è compresa nella fascia di rispetto di questo pozzo stabilita con criterio geometrico** (fascia dei 200 metri, si veda

 Dr. Geol. Francesco Serra	ONE ITALY srl Sub ambito "A" e parte "B" di trasformazione commerciale via Loreto, Sannazzaro de' Burgondi (PV)	Data	04/07/2025
		N. Commessa	2532
<i>Relazione sull'invarianza idraulica VARIANTE</i>		C. Documento	2532_01_VAR
		Revisione	
		Nome file	ALLEGATO 8.VAR

figura seguente), **Questo limita ad esempio la possibilità di poter fare infiltrare nel sottosuolo le acque meteoriche provenienti da strade e piazzali per motivi di vulnerabilità del pozzo ubicato appena a valle, anche se, viste le caratteristiche dello stesso (con primo filtro a 94 metri e la presenza di livelli non permeabili al di sopra per più di una ventina di metri complessivi) si ritiene che si possa presumere la possibilità di ridurre la fascia di rispetto con un criterio idrogeologico fino ai 10 metri della fascia di tutela assoluta, secondo le modalità previste dalla normativa vigente in materia (RR 6/2006 e smi) e quindi permettere l'infiltrazione nel terreno.**

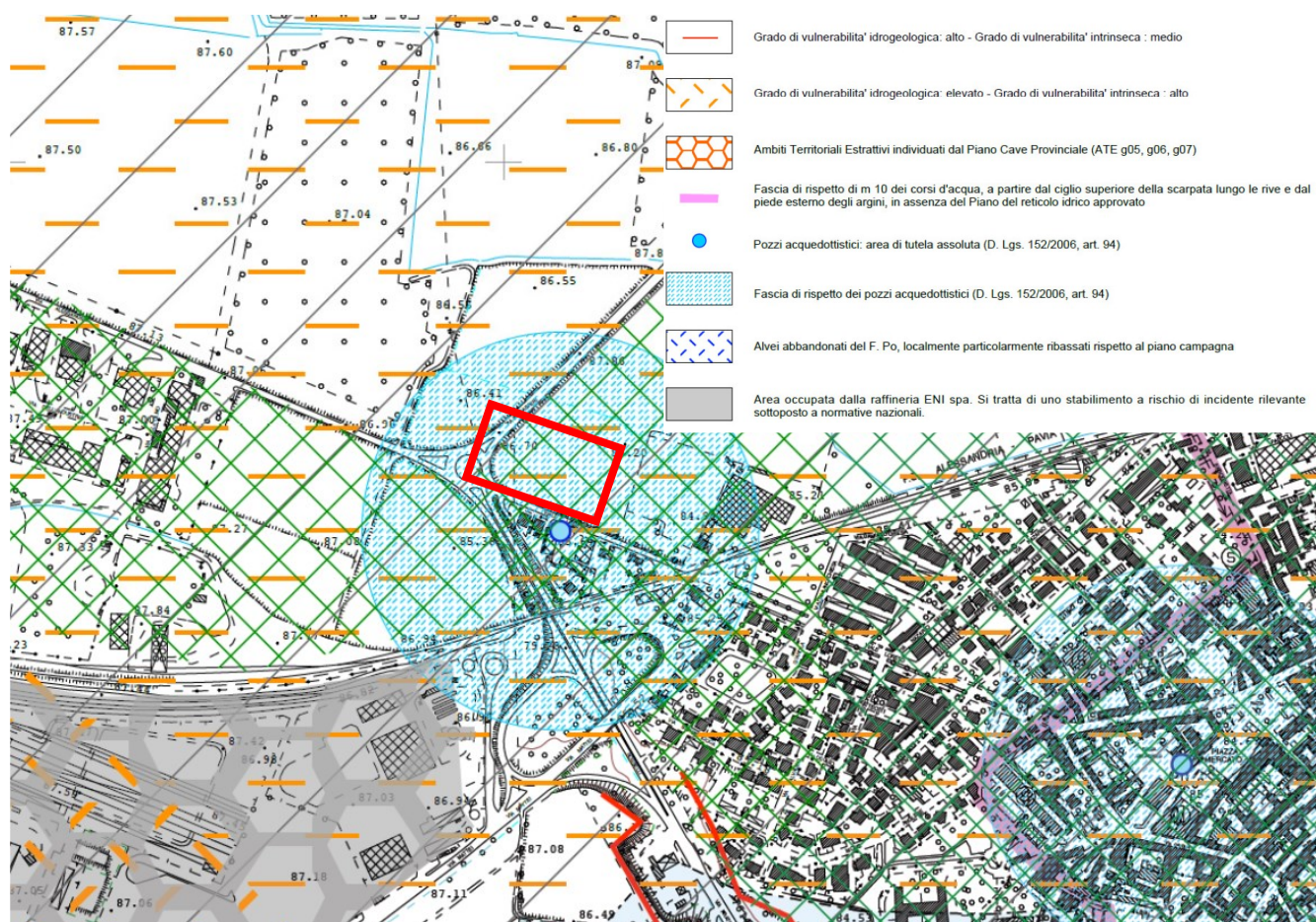


Figura 6: Stralcio "Tavola 4aN carta dei vincoli" allegata al PGT di Sannazzaro de' Burgondi (dallo studio a cura di Dr. Geol. Alberto Maccabruni, Studio Geol/drotecnico Padano, agg. 2017).

 Dr. Geol. Francesco Serra	ONE ITALY srl Sub ambito “A” e parte “B” di trasformazione commerciale via Loreto, Sannazzaro de’ Burgondi (PV)	Data	04/07/2025
		N. Commessa	2532
		C. Documento	2532_01_VAR
<i>Relazione sull’invarianza idraulica VARIANTE</i>		Revisione	
		Nome file	ALLEGATO 8.VAR

3.3 Prove di infiltrazione, permeabilità e modello idrogeologico

In sede di indagini geognostiche si sono effettuate prove di permeabilità in pozzetti appositamente realizzati con l’obiettivo di determinare la permeabilità dei terreni in oggetto al di sopra del livello della falda idrica (“zona areata”).

Operativamente si realizza uno scavo, lo si riempie d’acqua e si valuta la portata necessaria per mantenere un livello costante (prove a carico costante) o si valuta l’abbassamento dell’acqua all’interno dello scavo (prove a carico variabile).

Il pozzetto di prova può essere di forma quadrata o circolare e le dimensioni possono essere scelte basandosi sugli strumenti di scavo disponibili.

In linea di principio comunque le dimensioni devono aumentare all’aumentare delle dimensioni dei granuli del terreno.

In particolare il lato del quadrato (nel caso di pozzetti a base quadrata) o il diametro del cerchio (per pozzetti circolari) deve essere superiore a 10-15 volte la dimensione della frazione granulometrica significativa.

Se il terreno è sabbioso o comunque con componente sabbiosa dominante, la dimensione del pozzetto è sempre superiore a 15 volte la dimensione dei granuli di sabbia.

Occorre comunque evitare di avvicinarsi eccessivamente alla superficie di falda perché, secondo le raccomandazioni AGI, deve risultare che il pozzetto deve essere a profondità non superiore ad 1/7 rispetto al livello della falda.

Nel nostro caso la profondità della falda è intorno ai 9-10 metri e quindi compatibile con le geometrie delle prove effettuate.

Prima di eseguire la prova il terreno deve essere preventivamente saturato mediante immissione d’acqua e si deve stabilire un regime di flusso permanente.

Gli eventuali calcoli di dimensionamento delle strutture di infiltrazione saranno basati su queste prove di permeabilità che sono rispondenti ai requisiti riportati nell’Allegato F di cui al R.R. 7/2017 e s.m.i.

 Dr. Geol. Francesco Serra	ONE ITALY srl Sub ambito “A” e parte “B” di trasformazione commerciale via Loreto, Sannazzaro de’ Burgondi (PV)	Data	04/07/2025
		N. Commessa	2532
		C. Documento	2532_01_VAR
Relazione sull’invarianza idraulica <i>VARIANTE</i>		Revisione	
		Nome file	ALLEGATO 8.VAR

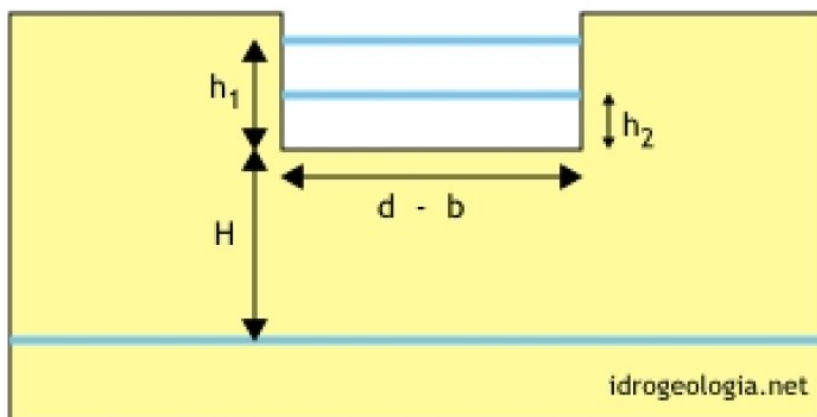


Figura 7 : modello teorico prova di permeabilità in pozzetto quadrato

La prova di permeabilità a carico variabile in pozzetto quadrato viene calcolata secondo la seguente formula :

$$K = \frac{h_1 - h_2}{t_2 - t_1} \cdot 1 + \frac{2h_m}{b} \cdot \frac{1}{27} \cdot \left(\frac{h_m}{b} \right) + 3$$

dove :

b: lato del pozzetto a base quadrata;

h_m : altezza media dell'acqua nel pozzetto durante la prova

h_1 e h_2 : altezze dell'acqua nel pozzetto, misurate dalla base del pozzetto, all'inizio e alla fine della prova

$t_2 - t_1$: durata della prova a carico variabile.

Nelle formule tutte le distanze sono espresse in metri, i tempi in secondi e le portate in m³/sec.

Il valore risultante della permeabilità è espresso quindi in metri/sec.

Le due prove effettuate si sono rilevate come significative per il sito in oggetto (si veda allegato seguente).

I terreni ad esclusione dello strato più superficiale (terreno agrario per massimo 50 cm) presentano valori di permeabilità generalmente alti, lo schema litostratigrafico da adottare, basato sulle indagini e le prove eseguite è del tipo seguente :

 Dr. Geol. Francesco Serra	ONE ITALY srl Sub ambito “A” e parte “B” di trasformazione commerciale via Loreto, Sannazzaro de’ Burgondi (PV)	Data	04/07/2025
		N. Commessa	2532
		C. Documento	2532_01_VAR
		<i>Relazione sull’invarianza idraulica VARIANTE</i>	
Revisione			
		Nome file	ALLEGATO 8.VAR

Unità geologica	Profondità [m] da p.c.	Litologia	Permeabilità
A	0,5÷1,0	Sabbie fini limose di colore nocciola giallastro/ocraceo	($\approx 1 \cdot 10^{-5}$ m/s)
B	1,0÷4,5	Sabbie fini e medie prevalenti colore nocciola chiaro	($\geq 1 \cdot 10^{-3}$ m/s)
C	4,5÷20,0	Sabbie prevalenti con intercalazioni limoso sabbiose e/o limoso argillose subordinate, più frequenti intorno ai 5 – 6 ed intorno ai 10-15 m	($\geq 3 \cdot 10^{-3}$ m/s)
Falda : 8 ÷10 metri di profondità			

Tabella 6: modello idrogeologico di riferimento

Tenendo presenti le variabili in gioco e la necessità di individuare un valore significativo in tempi medio lunghi si ritiene conservativamente come adeguato **un valore medio minore od uguale a $1,0 \cdot 10^{-3}$ m/s** per l'unità B, a partire da circa un metro di profondità.

K 1(m/s) UNITA'A da -1,0 a – 1,5 m	K 2 (m/s)UNITA'B da -2,0 a – 2,5 m	valore conservativo da utilizzare (m/s)
$\approx 3,9 \cdot 10^{-3}$	$\approx 7,6 \cdot 10^{-3}$	$\leq 1.0 \cdot 10^{-3}$

Tabella 7: valori di permeabilità sito-specifici ricavati dalle prove effettuate (in allegato)

 Dr. Geol. Francesco Serra	ONE ITALY srl Sub ambito “A” e parte “B” di trasformazione commerciale via Loreto, Sannazzaro de’ Burgondi (PV)	Data	04/07/2025
		N. Commessa	2532
		C. Documento	2532_01_VAR
Relazione sull’invarianza idraulica <i>VARIANTE</i>		Revisione	
		Nome file	ALLEGATO 8.VAR

4. PRECIPITAZIONI DI PROGETTO

Come previsto nell'allegato G del RR. 8/2019 vanno identificate le curve di possibilità pluviometrica relative al sito, da calcolare sulla base degli elementi identificativi recuperabili nell'apposito sito di ARPA Lombardia (<http://idro.arpalombardia.it>).

La curva viene espressa nella forma :

$$h = a_1 \cdot w_T \cdot D^n$$

con:

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

dove:

h = altezza di pioggia

D = durata precipitazione

a_1 = coefficiente pluviometrico orario

w_T = coefficiente probabilistico riferito al tempo di ritorno T

$\alpha, \varepsilon, \kappa$ = parametri relative alle leggi probabilistiche GEV adottate

Sulla base dei parametri indicati da Arpa riportati di seguito si è ricostruita la curva riportata nella successiva figura, riferita alla linea segnalatrice 1÷24 ore, e valida per il sito in oggetto.

A1 - coefficiente pluviometrico orario	25,41
n - coefficiente di scala	0,2997
GEV - parametro alpha	0,2835
GEV - parametro kappa	-0,1074
GEV - parametro epsilon	0,8029

Tabella 8: parametri di input da idro.arpalombardia.it

 Dr. Geol. Francesco Serra	ONE ITALY srl Sub ambito "A" e parte "B" di trasformazione commerciale via Loreto, Sannazzaro de' Burgondi (PV)	Data	04/07/2025
		N. Commessa	2532
<i>Relazione sull'invarianza idraulica VARIANTE</i>		C. Documento	2532_01_VAR
		Revisione	
		Nome file	ALLEGATO 8.VAR

Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica

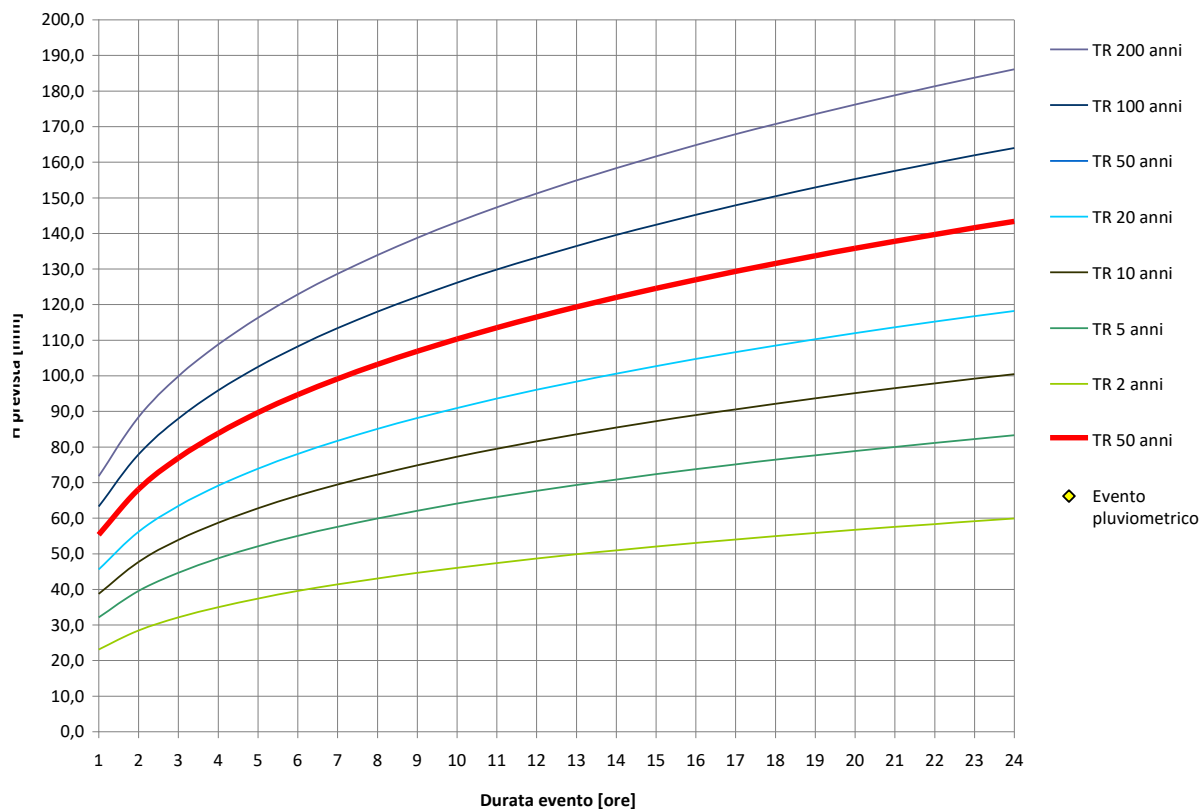


Figura 8 : linee segnalatrici di probabilità pluviometrica calcolate per intervallo 1÷24 h

 Dr. Geol. Francesco Serra	ONE ITALY srl Sub ambito “A” e parte “B” di trasformazione commerciale via Loreto, Sannazzaro de’ Burgondi (PV)	Data	04/07/2025
		N. Commessa	2532
		C. Documento	2532_01_VAR
Relazione sull’invarianza idraulica VARIANTE		Revisione	
		Nome file	ALLEGATO 8.VAR

5. VOLUMI DI LAMINAZIONE

Di seguito si illustrano i passaggi utilizzati con il metodo dettagliato, eseguiti sulla base delle indicazioni riportate nella normativa e relativi a tutto il comparto in esame di complessivi 14.976,86 m².

5.1 Portate massime scaricabili

Come anticipato al capitolo 2 precedente, per quanto attiene alle portate massime scaricabili complessivamente per tutto il comparto in oggetto, la normativa prevede il seguente valore:

$$Q_{umax} = u_{lim} \cdot \varphi_m \cdot A$$

Q_{umax} [l/s]: portata massima in uscita dall'invaso

A [ha]: area totale dell'intervento

φ_m [-]: coefficiente di afflusso medio ponderale

u_{lim} [l/(s · ha_{imp})]: portata massima scaricabile specifica per unità d'area impermeabile

I valori massimi scaricabili ammissibili definiti dal Regolamento Regionale n. 7 del 23/11/2017 così come modificati dal RR 3/2025 per le aree B, come Sannazzaro de Burgondi , sono:

- Aree B: $u_{lim} = 20$ [l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento]

Nel caso specifico $Q_{umax} = 25,3$ l/s.

Si ricorda che nel recente Regolamento Regionale 03 del 28 marzo 2025 è stato abrogato il comma 5 dell'art 7 del RR 7/2017 e smi per le aree di trasformazione.

5.2 Definizione delle metodologie di dimensionamento

Al fine di ottemperare alle verifiche di invarianza idraulica e/o idrologica vengono adottati i seguenti metodi di calcolo:

- metodo dei requisiti minimi (ove applicabile)
- metodo analitico di dettaglio
- metodo delle sole piogge (ove applicabile)

 Dr. Geol. Francesco Serra	ONE ITALY srl Sub ambito “A” e parte “B” di trasformazione commerciale via Loreto, Sannazzaro de’ Burgondi (PV)	Data	04/07/2025
		N. Commessa	2532
		C. Documento	2532_01_VAR
<i>Relazione sull’invarianza idraulica VARIANTE</i>		Revisione	
		Nome file	ALLEGATO 8.VAR

Nei paragrafi seguenti verranno descritti tali metodi ed a fine relazione verranno riportati i report dei calcoli.

Tra tutti questi metodi adottati si assumerà quale valore del volume minimo di progetto il maggiore tra tutti i valori calcolati.

5.2.1 Requisiti minimi

Il requisito minimo da soddisfare consiste nella realizzazione di uno o più invasi di laminazione, comunque configurati, dimensionati adottando i seguenti valori parametrici del volume minimo dell’invaso, o del complesso degli invasi, di laminazione per il sito in oggetto, che territorialmente appartiene alla classe B,

- **Aree A: $w_{min} = 500$ [m³ per ettaro di superficie scolante impermeabile dell’intervento]**

5.2.2 Metodo analitico di dettaglio

Il metodo analitico di dettaglio prevede di calcolare in modo analitico la curva della portata entrante nell’accumulo, minuto per minuto, l’altezza idrica nell’invaso e la contestuale portata uscente o infiltrata, per un evento meteorico di fissata durata e tempo di ritorno.

Noto il volume invasato istante per istante, si calcola il relativo valore massimo, che rappresenta il volume minimo che l’accumulo deve possedere al fine di garantire il vincolo di invarianza ed il rispetto della portata scaricata, per detto evento meteorico di fissata durata e tempo di ritorno.

La durata dell’evento meteorico ritenuto critico viene riportato nel report dei calcoli.

Per quanto attiene alla portata entrante nel serbatoio essa viene calcolata, mediante il modello cinematico, come somma delle portate generate dalle singole aree.

L’applicazione della procedura dettagliata prevede l’implementazione dei seguenti passaggi:

- calcolo ietogramma di pioggia di progetto lorda mediante “ietogramma Chicago”;
- depurazione delle piogge e calcolo dello ietogramma netto;
- calcolo dell’idrogramma in ingresso all’accumulo come somma degli idrogrammi generati dalla singola area;

 Dr. Geol. Francesco Serra	ONE ITALY srl Sub ambito “A” e parte “B” di trasformazione commerciale via Loreto, Sannazzaro de’ Burgondi (PV)	Data	04/07/2025
		N. Commessa	2532
		C. Documento	2532_01_VAR
Relazione sull’invarianza idraulica <i>VARIANTE</i>		Revisione	
		Nome file	ALLEGATO 8.VAR

- calcolo del bilancio del serbatoio e del battente idrico al suo interno minuto per minuto;
- calcolo del volume invasato e dell'idrogramma in uscita dall'invaso;
- calcolo del volume minimo di laminazione come valore massimo del volume invasato.

Ietogramma di pioggia di progetto

Per la definizione dell'evento di pioggia di progetto si può utilizzare lo ietogramma Chicago (Keifer e Chu nel 1957). Tale ietogramma è caratterizzato da un picco d'intensità massima e da una intensità media per ogni durata, anche parziale, uguale a quella definita dalla curva di possibilità pluviometrica. Analiticamente lo ietogramma Chicago è descritto da due equazioni, rispettivamente riferite al ramo crescente prima del picco e al successivo ramo decrescente dopo il picco.

Il calcolo dell'altezza di precipitazione h [mm], in funzione del tempo t [ore], viene calcolato con le seguenti.

$$h(t) = r \cdot a \left[\left(\frac{t_r}{r} \right)^n - \left(\frac{t_r - t}{r} \right)^n \right] \quad \text{per } t \leq t_r$$

$$h(t) = r \cdot a \cdot \left(\frac{t_r}{r} \right)^n + a \cdot (1 - r) \cdot \left(\frac{t - t_r}{1 - r} \right)^n \quad \text{per } t_r < t \leq t_p$$

Per durate superiori alla durata della precipitazione t_p esso rimane costante.

h [mm]: altezza di precipitazione

a [mm/oraⁿ]: parametro della linea segnalatrice di pioggia

n [-]: coefficiente di scala della linea segnalatrice di pioggia

r [-]: coefficiente di posizione del picco di precipitazione rispetto alla durata della pioggia

t [ore]: generico istante di calcolo

t_p [ore]: durata della precipitazione

t_r [ore]: tempo del picco di precipitazione pari a $t_p \cdot r$

I parametri a ed n adottati sono quelli che fanno riferimento alla durata della precipitazione di progetto.

 Dr. Geol. Francesco Serra	ONE ITALY srl Sub ambito “A” e parte “B” di trasformazione commerciale via Loreto, Sannazzaro de’ Burgondi (PV)	Data	04/07/2025
		N. Commessa	2532
		C. Documento	2532_01_VAR
Relazione sull’invarianza idraulica <i>VARIANTE</i>		Revisione	
		Nome file	ALLEGATO 8.VAR

Il range di applicazione del coefficiente di posizione risulta $0 \leq r \leq 1$. La sua posizione all'interno della durata complessiva θ dell'evento può essere scelta sulla base di indagini statistiche relative alla zona in esame, oppure in mancanza di informazioni si può porre $r=0,4$ valore medio che risulta dagli studi in materia riportati in letteratura.

Sulla base di tali formule l'intensità di precipitazione i [mm/h], al generico istante t [ore], viene calcolato con la seguente.

$$i(t) = \frac{h(t) - h(t - \Delta t)}{\Delta t}$$

i [mm/ora]: intensità di precipitazione

Δt [ore]: passo di calcolo dell'intensità di precipitazione posto pari a 1 min.

Ietogramma di pioggia netto

Lo ietogramma di pioggia netto viene calcolato mediante il metodo percentuale, esso risulta essere, pertanto, dato dalla seguente formula:

$$i_n(t) = \varphi \cdot i(t)$$

i_n [mm/ora]: intensità di pioggia netta

i [mm/ora]: intensità di pioggia lorda

φ [-]: coefficiente di afflusso

Idrogramma in ingresso all'invaso

L'idrogramma in ingresso all'invaso viene calcolato come somma degli idrogrammi delle singole aree.

Nello specifico si adotta il modello cinematico, ipotizzando una curva area tempi lineare.

Il Regolamento Regionale n.7 del 23/11/2017 e smi suggerisce di utilizzare come modello afflussi-deflussi per il calcolo dell'idrogramma in ingresso all'invaso il metodo della corrivazione.

Le equazioni generali di riferimento sono, in forma discretizzata, le seguenti.

 Dr. Geol. Francesco Serra	ONE ITALY srl Sub ambito “A” e parte “B” di trasformazione commerciale via Loreto, Sannazzaro de’ Burgondi (PV)	Data	04/07/2025
		N. Commessa	2532
		C. Documento	2532_01_VAR
Relazione sull’invarianza idraulica VARIANTE		Revisione	
		Nome file	ALLEGATO 8.VAR

$$\begin{cases} q_k = \sum_{j=1}^k p_j \cdot IUH_{k-j+1} \cdot \Delta t \\ p_j = \frac{2,78}{1000} \cdot i_{n,j} \cdot A \\ IUH_{k-j+1} = \frac{1}{A} \cdot \frac{A_{k-j+1}}{\Delta t} \end{cases}$$

q_k [m^3/s]: portata all'istante di tempo $t = k \cdot \Delta t$

p_j [m^3/s]: volume di pioggia netta all'istante di tempo $t = j \cdot \Delta t$

$i_{n,j}$ [mm/ora]: intensità di pioggia netta all'istante di tempo $t = j \cdot \Delta t$

Δt [ore]: intervallo di tempo considerato, pari ad 1 minuto

IUH_{k-j+1} [-]: idrogramma istantaneo unitario all'istante di tempo $t = (k - j + 1) \Delta t$

A_{k-j+1} [ha]: porzione bacino alla sezione di chiusura all'istante di tempo $t = (k - j + 1) \Delta t$

A [ha]: area totale dell'intervento

In mancanza d'indicazioni specifiche, si considera la curva aree-tempi lineare, caso particolare per cui l'idrogramma istantaneo unitario (IUH) risulta costante nel tempo e pari:

$$IUH_{k-j+1} = \frac{1}{t_c}$$

t_c [ore]: tempo di corrivazione

Il tempo di corrivazione t_c , nelle reti di drenaggio urbano può essere calcolato come:

$$t_c = t_e + \frac{t_r}{1,5}$$

t_e [ore]: tempo di entrata in rete

t_r [ore]: tempo di rete del percorso idraulicamente più lungo a monte della sezione di calcolo

1,5: coefficiente di taratura

Il tempo di rete t_r si può calcolare come, il valore massimo di percorrenza di tutti i percorsi possibili:

 Dr. Geol. Francesco Serra	ONE ITALY srl Sub ambito “A” e parte “B” di trasformazione commerciale via Loreto, Sannazzaro de’ Burgondi (PV)	Data	04/07/2025
		N. Commessa	2532
		C. Documento	2532_01_VAR
Relazione sull’invarianza idraulica VARIANTE		Revisione	
		Nome file	ALLEGATO 8.VAR

$$t_r = \max_j \left\{ \sum_l \frac{L_{i,j}}{V_{r,i,j}} \right\}$$

$j [-]$: j-esimo percorso possibile lungo la rete fino alla sezione di calcolo considerata

$i [-]$: i-esimo ramo lungo il j-esimo percorso

$L_{ij} [m]$: lunghezza dell'i-esimo ramo lungo il j-esimo percorso

$V_{rij} [m/s]$: velocità a pieno riempimento dell'i-esimo ramo lungo il j-esimo percorso

La velocità a pieno riempimento V_r si può calcolare utilizzando l'equazione di Chezy-Strickler:

$$V_r = k_s \cdot R^{2/3} \cdot \sqrt{i}$$

$R [m]$: raggio idraulico, che per condotte circolari risulta pari a: $R = D/4$

$D [m]$: diametro interno della condotta

$i [-]$: pendenza della condotta

$k_s [m^{1/3}/s]$: coefficiente di scabrezza della condotta di Strikler

Per piccole superfici, quali tetti e cortili interni, il tempo di corrivazione è generalmente molto piccolo e può essere assunto pari al tempo di ingresso in rete, per cui in assenza di dati specifici relativi al caso in esame, possono essere presi a riferimento i valori in tabella seguente.

Tipi di bacini	t_e [min]
Centri urbani intensivi con tetti collegati direttamente alle canalizzazioni e con frequenti caditoie stradali	5 ÷ 7
Centri commerciali con pendenze modeste e caditoie meno frequenti	7 ÷ 10
Aree residenziali di tipo intensivo con piccole pendenze e caditoie poco frequenti	10 ÷ 15

Tabella 8 : valori di letteratura per la stima del tempo di entrata in rete

Il tempo di base dell'idrogramma di piena t_b si calcola come $t_b = \theta + t_c$, dove θ è la durata della precipitazione.

 Dr. Geol. Francesco Serra	ONE ITALY srl Sub ambito “A” e parte “B” di trasformazione commerciale via Loreto, Sannazzaro de’ Burgondi (PV)	Data	04/07/2025
		N. Commessa	2532
		C. Documento	2532_01_VAR
Relazione sull’invarianza idraulica <i>VARIANTE</i>		Revisione	
		Nome file	ALLEGATO 8.VAR

Portata in uscita dall'invaso

Trattandosi di un sistema di scarico a portata costante si adotta la seguente legge di efflusso.

$$Q_u = cost$$

Calcolo del volume invasato con il metodo di dettaglio

Il calcolo del volume invasato dal sistema di laminazione e della portata scaricata viene descritto dall'equazioni di continuità seguente.

$$Q_e(t) - Q_u(t) = \frac{dW(t)}{dt}$$

$Q_e [m^3/s]$: portata in ingresso all'invaso

$Q_u [m^3/s]$: portata in uscita dall'invaso, scaricata o infiltrata

$W [m^3]$: volume invasato

$t [s]$: tempo

Dove il volume invasato W , in ipotesi di forma prismatica, è dato dalla seguente relazione.

$$W = W[H(t)] = A_{inv} \cdot H(t)$$

$H [m]$: battente idrico all'interno dell'invaso

$A_{inv} [m^2]$: area di base dell'invaso

Q_u è la legge di efflusso dell'invaso che dipende dal battente idrico H , come descritto nel paragrafo precedente.

$$Q_u = Q_u(H(t))$$

 Dr. Geol. Francesco Serra	ONE ITALY srl Sub ambito “A” e parte “B” di trasformazione commerciale via Loreto, Sannazzaro de’ Burgondi (PV)	Data	04/07/2025
		N. Commessa	2532
		C. Documento	2532_01_VAR
Relazione sull’invarianza idraulica <i>VARIANTE</i>		Revisione	
		Nome file	ALLEGATO 8.VAR

Q_e è la portata in ingresso all'invaso relativa al tempo di ritorno di progetto ed alla durata critica di progetto.

Risolvendo numericamente l'equazione di continuità è possibile definire istante per istante l'altezza del battente idrico, il volume invasato e la portata scaricata o infiltrata.

Il volume minimo che deve avere l'invaso W_0 è dato dal massimo valore di tutti i volumi d'acqua invasati in tutti gli intervalli di tempo i-esimi.

$$W_0 = \max_i(W_i)$$

Calcolo della portata massima scaricata

La portata massima scaricata viene calcolata in base alle formule precedenti avendo assunto il battente idrico pari al suo massimo valore all'interno dell'invaso. Nel caso si adottino più metodi di calcolo contemporaneamente si adotterà il valore maggiore di questi. Per i metodi semplificati il battente idrico massimo H si calcola con la seguente relazione:

$$H = \frac{W}{A_{inv}}$$

$W [m^3]$: volume invasato

$A_{inv} [m^2]$: area in pianta dell'invaso

Per il metodo analitico il battente idrico viene calcolato come il massimo di tutti i tiranti idrici all'interno dell'invaso durante l'evento di piena.

Tempo di svuotamento

Il tempo di svuotamento T_{sv} [s] viene calcolato con la seguente.

$$T_{sv} = \frac{W}{Q_{inf} + Q_u}$$

$W [m^3]$: volume invasato massimo

$Q_{inf} [m^3/s]$: portata infiltrata

$Q_u [m^3/s]$: portata scaricata

 Dr. Geol. Francesco Serra	ONE ITALY srl Sub ambito “A” e parte “B” di trasformazione commerciale via Loreto, Sannazzaro de’ Burgondi (PV)	Data	04/07/2025
		N. Commessa	2532
		C. Documento	2532_01_VAR
<i>Relazione sull’invarianza idraulica VARIANTE</i>		Revisione	
		Nome file	ALLEGATO 8.VAR

Nel caso di sistemi di scarico o di infiltrazione a portata variabile si adotta il valore medio della portata infiltrata e/o scaricata durante il periodo di svuotamento.

Il tempo di svuotamento dell'invaso non deve superare le 48 ore, in modo da ripristinare la capacità d'invaso quanto prima possibile. Qualora non si riesca a rispettare il termine di 48 ore, ovvero qualora il volume calcolato sia realizzato all'interno di aree che prevedono anche volumi aventi altre finalità, il volume complessivo deve essere calcolato tenendo conto che dopo 48 ore deve comunque essere disponibile il volume calcolato. Il volume di laminazione calcolato deve quindi essere incrementato della quota parte che è ancora presente all'interno dell'opera una volta trascorse 48 ore. Per considerare l'eventualità che una seconda precipitazione possa avvenire in condizioni di parziale pre-riempimento degli invasi, nonostante si sia rispettato nella progettazione, il progetto valuta il rischio sui beni insediati e prevede misure locali anche non strutturali di protezione idraulica dei beni stessi in funzione della tipologia degli invasi e della locale situazione morfologica e insediativa.

Il tempo di svuotamento T_{sv} viene calcolato con la seguente.

$$T_{sv} = \frac{W}{Q_u}$$

$W [m^3]$: volume invasato massimo

$Q_u [m^3/s]$: portata scaricata

Il tempo di svuotamento T_{sv} viene calcolato mediante la simulazione dinamica dell'invaso, come tempo intercorrente tra il termine dell'evento meteorico ed il tempo di completo svuotamento dell'invaso.

5.3 Risultati dei calcoli per l'intero comparto con periodo di ritorno di 50 anni e di 100 anni

Utilizzando la procedure descritte nel dettaglio nei paragrafi precedenti e di cui si riportano i passaggi nei successivi allegati si ottengono i seguenti risultati per il sito in oggetto e mantenendo come riferimento sia il periodo di ritorno $TR = 50$ anni che $TR = 100$ anni come previsto dalle normative, si ottengono i volumi di laminazione riassunti nella successiva tabella nella quale oltre ai risultati relativi a tutto l'area del Piano attuativo calcolati con il metodo dettagliato, si riportano quelli per i tre lotti descritti in precedenza (Comparto A-1, Comparto A-

 Dr. Geol. Francesco Serra	ONE ITALY srl Sub ambito “A” e parte “B” di trasformazione commerciale via Loreto, Sannazzaro de’ Burgondi (PV)	Data	04/07/2025
		N. Commessa	2532
		C. Documento	2532_01_VAR
		<i>Relazione sull’invarianza idraulica VARIANTE</i>	
Revisione			
		Nome file	ALLEGATO 8.VAR

2, aree ad uso pubblico), utilizzando entrambi i metodi (metodo “sole piogge” e metodo “dettagliato”) e in riferimento sia al periodo di ritorno T_R dei 50 anni che dei 100 anni:

Caso	Sup PER (mq)	Sup IMP (mq)	T50 dettagliato (mc)	T100 Dettagliato (mc)	T50 semplificato (mc)	T100 semplificato (m/c)	Scarico ammissibile (l/s)
TOTALE P.A.	2183,82	11982,08	640	705			25,28
COMPARTO A-1	349,49	5690,51	290	321	321	390	11,59
COMPARTO A-2	349,49	2016,81	107	118	118	143	4,24
PUBBLICO	1484,84	4274,76	240	265	265	318	10,68

Tabella 10 : sintesi volumi di laminazione necessari secondo varie ipotesi per i diversi comparti

Poiché la durata D_w risulta in tutti i casi inferiore alle 4 h, il dato è corretto; dai calcoli (si veda allegato), suddividendo i due comparti funzionali privati ed il settore ad uso pubblico ed utilizzando prudenzialmente il periodo di ritorno $TR = 100$ anni risulta quindi un volume di laminazione di progetto pari a **318 m³**, per quanto riguarda la parte ad uso pubblico, di **390 m³**, per il comparto A-1 e di **143 m³**, per quanto riguarda il comparto A-2.

Il tempo di svuotamento di queste quantità, ai sensi dell’art. 8, e tenendo presente di NON prevedere opere che sfruttino il fenomeno della dispersione e quindi assumendo la portata di infiltrazione Q_{inf} pari a zero, il tempo di svuotamento (W_{lam}/Q_u) dopo il termine dell’evento critico di massimo accumulo sono in tutti i casi minori alle 48 ore imposte dalla normativa vigente citata all’art. 11 comma 2 lettera f); si ritiene assolta la verifica e garantito il necessario franco di sicurezza.

 Dr. Geol. Francesco Serra	ONE ITALY srl Sub ambito “A” e parte “B” di trasformazione commerciale via Loreto, Sannazzaro de’ Burgondi (PV)	Data	04/07/2025
		N. Commessa	2532
		C. Documento	2532_01_VAR
Relazione sull’invarianza idraulica <i>VARIANTE</i>		Revisione	
		Nome file	ALLEGATO 8.VAR

6. INDICAZIONI PROGETTUALI SUDDIVISE PER COMPARTI

Utilizzando le procedure di calcolo riportate in precedenza è possibile suddividere i volumi totali per il periodo di ritorno TR 50 e per il periodo di ritorno TR100 suddividendo i tre lotti in cui verrà suddivisa l'area in sede di esercizio, e cioè l'area privata ad utilizzo commerciale suddivisa a sua volta in due sub ambiti (comparto A-1 e Comparto A-2) e le aree che verranno destinate all'uso pubblico.

Questa suddivisione è opportuna in quanto permette di realizzare gli impianti di smaltimento a specifico servizio di ogni rispettiva area e di suddividerne la gestione e la manutenzione in fase di esercizio fra gestore della parte pubblica ed i gestori dei due diversi ambiti privati.

Rimandando ai calcoli eseguiti, a disposizione negli archivi societari e di cui uno stralcio è riportato nel successivo allegato D di seguito si sintetizzano i risultati ottenuti

PER IL COMPLESSO DELLE SUPERFICI ASSERVITE AD USO PUBBLICO (totale 5759,60 m³, di cui 1484.84 permeabili e 4274.76 impermeabili), si ottiene

➤ un volume di laminazione pari a **318 m³** comprensivo del TR 100 con portata di smaltimento ammissibile con lo **scarico non superiore a 10,68 l/s**

PER IL COMPLESSO DELLE SUPERFICI DEL LOTTO PRIVATO DEL SUB-AMBITO A-1 (totale 6040.00 m³, di cui 349,49 permeabili e 5690.51 impermeabili), si ottiene

➤ un volume di laminazione pari a **390 m³** comprensivo del TR100 con portata di smaltimento ammissibile con lo **scarico non superiore a 11,59 l/s**

 Dr. Geol. Francesco Serra	ONE ITALY srl Sub ambito “A” e parte “B” di trasformazione commerciale via Loreto, Sannazzaro de’ Burgondi (PV)	Data	04/07/2025
		N. Commessa	2532
		C. Documento	2532_01_VAR
Relazione sull’invarianza idraulica VARIANTE		Revisione	
		Nome file	ALLEGATO 8.VAR

PER IL COMPLESSO DELLE SUPERFICI DEL LOTTO PRIVATO DEL SUB-AMBITO A-2

(totale 2366.30 m³, di cui 349.49 permeabili e 2016.81 impermeabili), si ottiene

- un volume di laminazione pari a **143 m³** comprensivo del TR100 con portata di smaltimento ammissibile con lo **scarico non superiore a 4.24 l/s**

Si fa presente che la normativa vigente una volta definito il volume di laminazione da smaltire esplicita (articolo 11 comma 2, lettera c) punto 1.) **che va incentivata "l'infiltrazione delle acque meteoriche afferenti da superfici non suscettibili di inquinamento allo scopo di tendere alla restituzione delle stesse ai naturali processi di infiltrazione preesistenti all'intervento. Il progetto deve conseguentemente valutare la realizzazione di strutture di infiltrazione quali aree verdi di infiltrazione, trincee drenanti, pozzi drenanti, cunette verdi, pavimentazioni permeabili, adeguate a tale obiettivo."**

Vista le ottime caratteristiche di permeabilità dei terreni in oggetto, almeno a partire dal metro di profondità e la soggiacenza della falda sicuramente superiore a 8-10 metri dal piano campagna è teoricamente possibile ed auspicabile considerare e prevedere opere che permettano la dispersione nei primi strati del sottosuolo.

Questo però è in contrasto con le indicazioni delle normative vigenti che individuano un'area di rispetto 'geometrica' di 200 metri all'intorno dei pozzi pubblici idropotabili, area in cui ricade tutto il comparto in oggetto.

Viste le caratteristiche del pozzo pubblico sarebbe possibile ed auspicabile a parere dello scrivente una riduzione della fascia di rispetto fino ai 10 metri intorno al pozzo, facendola coincidere con la fascia di tutela assoluta, come previsto dalle normative vigenti.

Si tratta però di una procedura lunga e complessa, non compatibile con le tempistiche e le necessità progettuali e pertanto, allo stato normativo attuale, vanno realizzate vasche di laminazione a tenuta stagna con le dimensioni sopra indicate.

Pertanto, come recita sempre il comma 3 dell'articolo 11 al punto 3, viste le indicazioni dello studio geologico a supporto del PGT vigente nel caso in oggetto attualmente si deve procedere con la realizzazione di una o più vasche di laminazione con i volumi minimi sopra indicati e con uno scarico nel recettore con portate non superiori a quelle indicate.

 Dr. Geol. Francesco Serra	ONE ITALY srl Sub ambito "A" e parte "B" di trasformazione commerciale via Loreto, Sannazzaro de' Burgondi (PV)	Data	04/07/2025
		N. Commessa	2532
Relazione sull'invarianza idraulica VARIANTE		C. Documento	2532_01_VAR
		Revisione	
		Nome file	ALLEGATO 8.VAR

Come previsto dalla normativa si ricorda che è necessario prevedere l'inserimento di pre-trattamenti per l'intercettazione di sedimenti e oli che possano ostruire la struttura e/o contaminare l'acquifero ed avere almeno un pozzetto di ispezione prima dell'immissione nel sistema di ricezione finale; si consiglia inoltre di prevedere, nei punti critici delle grondaie dei pluviali dei filtri con il fine di intrappolare particelle, fogliame ed altri detriti

Di seguito la sezione tipo delle vasche tratta dalla normativa vigente.

Figura 16 – Particolari vasca di laminazione con scarico a gravità, con e senza deposito ad uso irriguo (da: Comune di Trento)

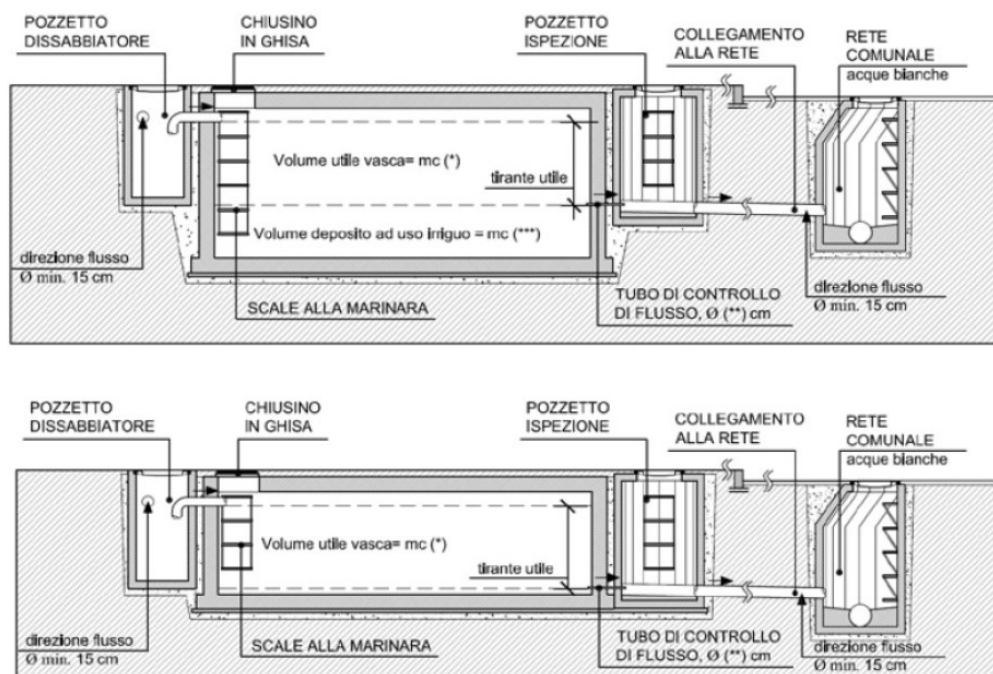


Figura 17 - Particolari vasca di laminazione con scarico mediante pompaggio, senza deposito ad uso irriguo (da: Comune di Trento)

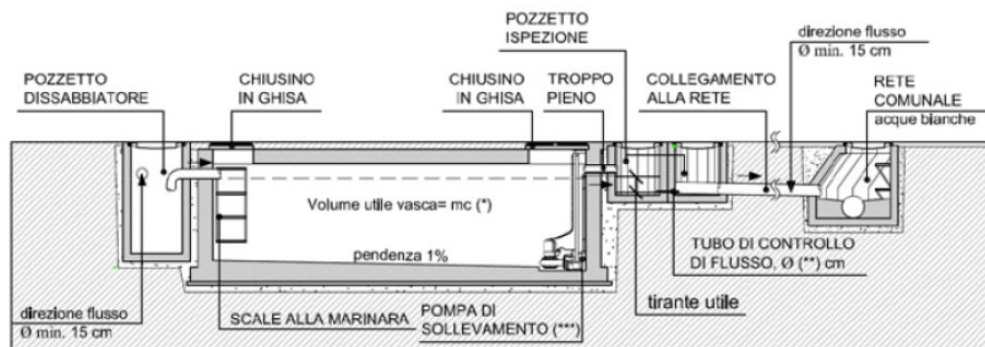


Figura 9 : sezione tipo vasche di laminazione (da allegato I del RR 7/2017)

 Dr. Geol. Francesco Serra	ONE ITALY srl Sub ambito “A” e parte “B” di trasformazione commerciale via Loreto, Sannazzaro de’ Burgondi (PV)	Data	04/07/2025
		N. Commessa	2532
		C. Documento	2532_01_VAR
Relazione sull’invarianza idraulica <i>VARIANTE</i>		Revisione	
		Nome file	ALLEGATO 8.VAR

7. VERIFICA GRADO DI SICUREZZA T=100

Come illustrato dettagliatamente nel capitolo precedente, nel caso in oggetto si sono prudenzialmente utilizzati nel dimensionamento delle vasche di laminazione i volumi calcolati per il periodo di ritorno di 100 anni.

Pertanto in riferimento alle indicazioni riportate all'articolo 11 comma 2 punto due del Regolamento di Invarianza Idraulica così come modificato dal regolamento n.3 del 28 marzo 2025 si ritiene come trascurabile il rischio residuo in caso di esondazioni con periodi di ritorno di 100 anni.

 Dr. Geol. Francesco Serra	ONE ITALY srl Sub ambito “A” e parte “B” di trasformazione commerciale via Loreto, Sannazzaro de’ Burgondi (PV)	Data	04/07/2025
		N. Commessa	2532
		C. Documento	2532_01_VAR
<i>Relazione sull’invarianza idraulica VARIANTE</i>		Revisione	
		Nome file	ALLEGATO 8.VAR

8. PIANO DI MANUTENZIONE ORDINARIA E STRAORDINARIA

Il piano di manutenzione ordinaria e straordinaria costituisce lo strumento operativo per consentire al titolare di programmare l'esercizio e gestione delle opere di invarianza e della loro durabilità ed efficacia nel tempo.

In particolare, il piano di manutenzione interessa le seguenti opere della rete di drenaggio:

- ✓ gronde, pluviali, caditoie di scarico e canaline grigliate
- ✓ condotte, tubazioni e collettori
- ✓ pozzetti e camerette
- ✓ strutture di accumulo e di laminazione: vasca di laminazione
- ✓ manufatti di regolazione e limitazione delle portate uscenti dalle vasche

Andrà perfezionato in sede esecutiva e dovrà essere disponibile presso l'amministrazione di ogni struttura tutta la documentazione relativa alle schede tecniche o commerciali relative ai materiali utilizzati ed ai manufatti messi in opera fra cui:

- tubazioni, pozzetti prefabbricati, chiusini, griglie, pluviali, caditoie
- vasca di laminazione, elettropompe di sollevamento
- raccorderie
- planimetrie dei manufatti ed in particolare dei servizi interrati, dei pozzetti di ispezione e di controllo, dei diseolatori e dissabbiatori e loro collegamenti..

Si consiglia di mantenere un registro delle opere di manutenzione e degli interventi relativi.

8.1 Manutenzione ordinaria

Si prevedono i seguenti controlli ed azioni di manutenzione ordinaria :

Dopo ogni evento meteorico particolarmente intenso :

- esame visivo di tutti gli impianti con particolare riferimento ai punti di possibile intasamento per effetto di deposito di materiali trasportati (fogliame, sabbia, ecc) e conseguenti pulizia e ripristino della pervietà e della piena sezione
- verifica del corretto funzionamento del sistema di drenaggio e di scarico

 Dr. Geol. Francesco Serra	ONE ITALY srl Sub ambito “A” e parte “B” di trasformazione commerciale via Loreto, Sannazzaro de’ Burgondi (PV)	Data	04/07/2025
		N. Commessa	2532
		C. Documento	2532_01_VAR
<i>Relazione sull’invarianza idraulica VARIANTE</i>		Revisione	
		Nome file	ALLEGATO 8.VAR

Con cadenza almeno semestrale :

- verifica pervietà ed efficienza di tutte le tubazioni ed i raccordi esistenti ed eventuale lavaggio mediante acqua con pressione adeguata alla tipologia della tubatura da eseguirsi con personale specializzato
- verifica dello stato di efficienza di tutti i pozzetti ed manufatti di ispezione delle vasche e delle tubazioni di scarico ed eventuale pulizia anche manuale con asportazione di eventuale materiale depositato (depositi terrigeni, fogliame, alghe, ecc..) e/o lavaggio mediante acqua; pulizia di ogni elemento che possa portare a ostruzioni, depositi o diminuzioni delle sezioni nelle linee a gravità

Con cadenza almeno annuale :

- verifica integrità di chiusini dei manufatti, pulizie degli alloggiamenti, eventuali sostituzioni di guarnizioni, coperchi o griglie ammalorate o deformate per varie cause
- ispezione della vasca di laminazione con eventuale pulizia ed asporto di sedimenti, verifica di integrità della struttura e di pervietà completa sia dei tubi di immissione che di emissione con prova di efficienza degli stessi, fino al punto di conferimento, verifica dell'efficienza dei pozzetti di ispezione
- verifica e manutenzione degli impianti a partire dall'eventuale sistema di pompaggio secondo le modalità previste dalla casa costruttrice delle pompe e delle parti elettriche;

8.2 Manutenzione straordinaria

Sono da effettuarsi le seguenti ulteriori attività nel caso di particolari condizioni od eventi :

- nel caso di blocco del funzionamento delle pompe o degli impianti si dovrà prevedere immediatamente allo spurgo ed alla verifica che non si siano formate bolle d'aria nella linea a pressione, eventualmente prevedendo all'eliminazione delle stesse.

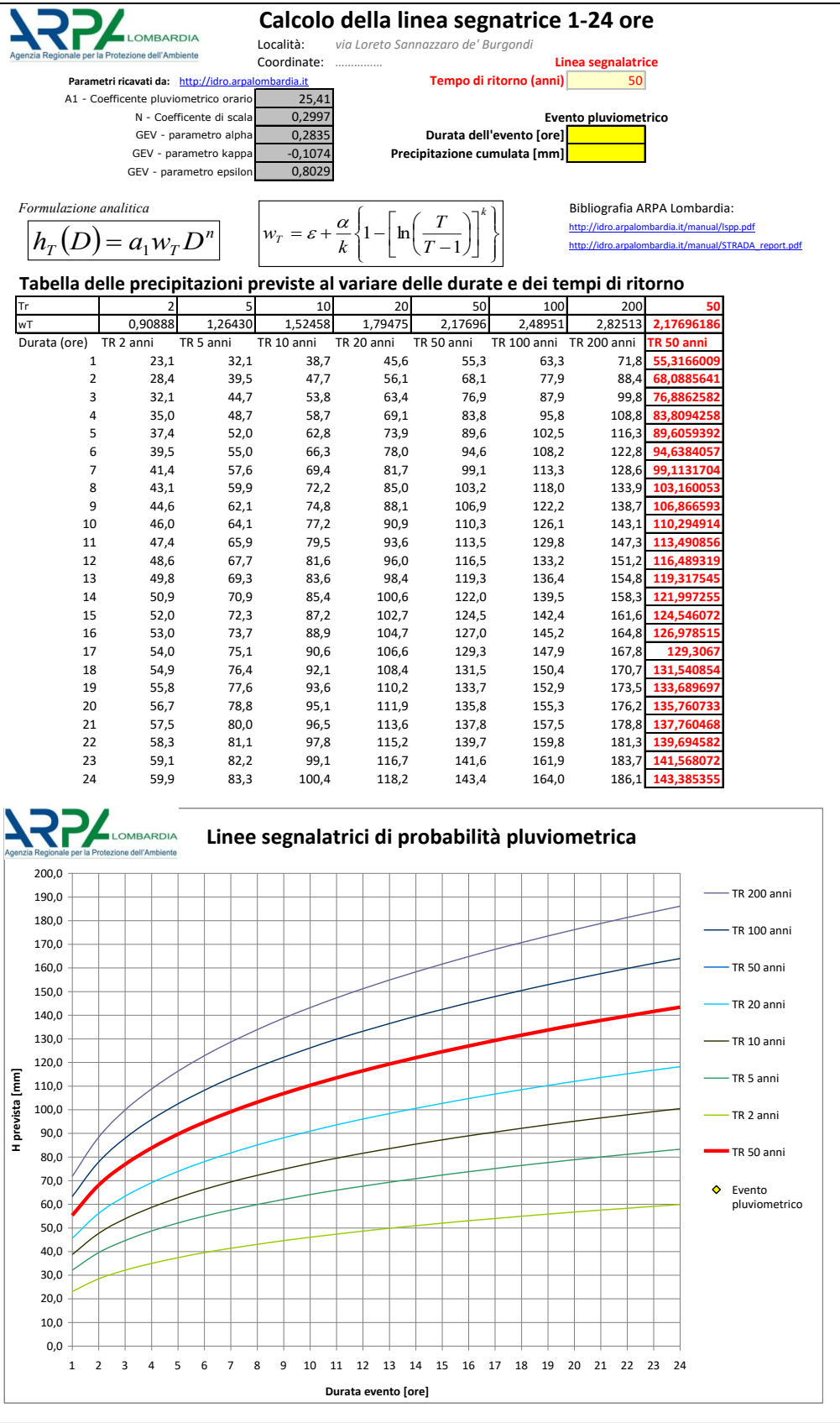
Da verificarsi ogni 5 anni od a seguito di particolari eventi od incidenti :

- verifica dell'integrità strutturale e della tenuta idraulica della vasca di laminazione e delle principale opere di raccordo e di controllo
- verifica dell'integrità strutturale dei pozzetti di ispezione e controllo
- azioni conseguenti in caso di ammoloramenti, cedimenti o perdite

 Dr. Geol. Francesco Serra	ONE ITALY srl Sub ambito “A” e parte “B” di trasformazione commerciale via Loreto, Sannazzaro de’ Burgondi (PV)	Data	04/07/2025
		N. Commessa	2532
		C. Documento	2532_01_VAR
Relazione sull’invarianza idraulica <i>VARIANTE</i>		Revisione	
		Nome file	ALLEGATO 8.VAR

ALLEGATO A **DATI IDROLOGICI DAL SITO SIDRO** **(ARPA LOMBARDIA)**

 Dr. Geol. Francesco Serra	ONE ITALY srl Sub ambito “A” e parte “B” di trasformazione commerciale via Loreto, Sannazzaro de’ Burgondi (PV)	Data	04/07/2025
		N. Commessa	2532
		C. Documento	2532_01_VAR
		Relazione sull’invarianza idraulica VARIANTE	
		Revisione	
		Nome file	ALLEGATO 8.VAR



 Dr. Geol. Francesco Serra	ONE ITALY srl Sub ambito “A” e parte “B” di trasformazione commerciale via Loreto, Sannazzaro de’ Burgondi (PV)	Data	04/07/2025
		N. Commessa	2532
		C. Documento	2532_01_VAR
		<i>Relazione sull’invarianza idraulica VARIANTE</i>	
Revisione			
		Nome file	ALLEGATO 8.VAR

Calcolo della linea segnalatrice 1-5 giorni

Località: via Loreto Sannazzaro de' Burgondi

Coordinate:

Parametri ricavati da: <http://idro.arpalombardia.it>

A1 - Coefficiente pluviometrico orario	20,8325
N - Coefficiente di scala	0,297483
W2 - Tempo di ritorno 2 anni	0,910621
W5 - Tempo di ritorno 5 anni	1,23109
W10 - Tempo di ritorno 10 anni	1,46687
W20 - Tempo di ritorno 20 anni	1,7169
W50 - Tempo di ritorno 50 anni	2,08938
W100 - Tempo di ritorno 100 anni	2,40016
W200 - Tempo di ritorno 200 anni	2,77012

Evento pluviometrico

Durata dell'evento [ore]	
Precipitazione cumulata [mm]	

Formulazione analitica

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

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

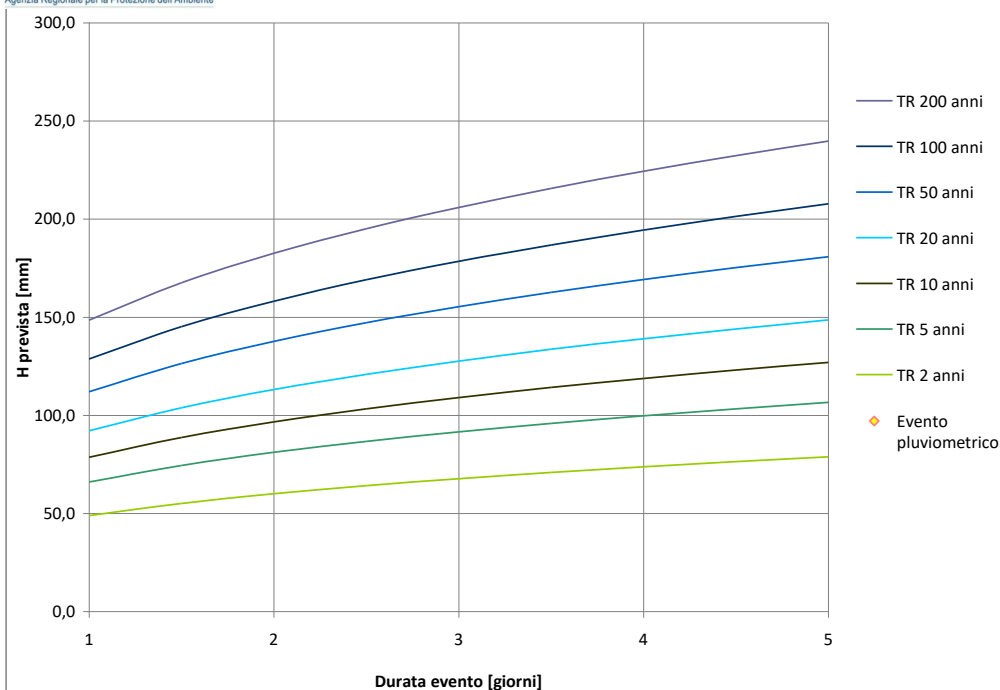
Bibliografia ARPA Lombardia:

<http://idro.arpalombardia.it/manual/lspg.pdf>

Tabella delle precipitazioni previste al variare delle durate e dei tempi di ritorno

Tr	2	5	10	20	50	100	200
wT	0,91062	1,23109	1,46687	1,71690	2,08938	2,40016	2,77012
Durata (gg)	TR 2 anni	TR 5 anni	TR 10 anni	TR 20 anni	TR 50 anni	TR 100 anni	TR 200 anni
1	48,8	66,0	78,7	92,1	112,0	128,7	148,5
1,5	55,1	74,5	88,7	103,9	126,4	145,2	167,6
2	60,0	81,1	96,7	113,1	137,7	158,2	182,5
2,5	64,1	86,7	103,3	120,9	147,1	169,0	195,1
3	67,7	91,5	109,1	127,6	155,3	178,4	206,0
3,5	70,9	95,8	114,2	133,6	162,6	186,8	215,6
4	73,8	99,7	118,8	139,1	169,2	194,4	224,4
4,5	76,4	103,3	123,0	144,0	175,3	201,3	232,4
5	78,8	106,5	127,0	148,6	180,8	207,7	239,8

Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica



 Dr. Geol. Francesco Serra	ONE ITALY srl Sub ambito “A” e parte “B” di trasformazione commerciale via Loreto, Sannazzaro de’ Burgondi (PV)	Data	04/07/2025
		N. Commessa	2532
		C. Documento	2532_01_VAR
<i>Relazione sull’invarianza idraulica VARIANTE</i>		Revisione	
		Nome file	ALLEGATO 8.VAR

ALLEGATO B **STRALCIO INTERPRETAZIONI INDAGINI DI** **PERMEABILITÀ’**

 ONE ITALY srl Sub ambito "A" e parte "B" di trasformazione commerciale via Loreto, Sannazzaro de' Burgondi (PV) Dr. Geol. Francesco Serra	Data	04/07/2025
	N. Commessa	2532
	C. Documento	2532_01_VAR
<i>Relazione sull'invarianza idraulica VARIANTE</i>	Revisione	
	Nome file	ALLEGATO 8.VAR



Predisposizione prova K1 (- 1,0 ÷ - 1,4 m)

 Dr. Geol. Francesco Serra	ONE ITALY srl Sub ambito “A” e parte “B” di trasformazione commerciale via Loreto, Sannazzaro de’ Burgondi (PV)	Data	04/07/2025
		N. Commessa	2532
		C. Documento	2532_01_VAR
<i>Relazione sull’invarianza idraulica VARIANTE</i>		Revisione	
		Nome file	ALLEGATO 8.VAR

Prova di permeabilità in pozzetto superficiale eseguita a carico variabile

Cantiere: **via Loreto - Sannazzaro dei Burgondi**

Data: **22/5/24**

Prova N°: **1** da m **1,00** a m **1,40** dal p.c.

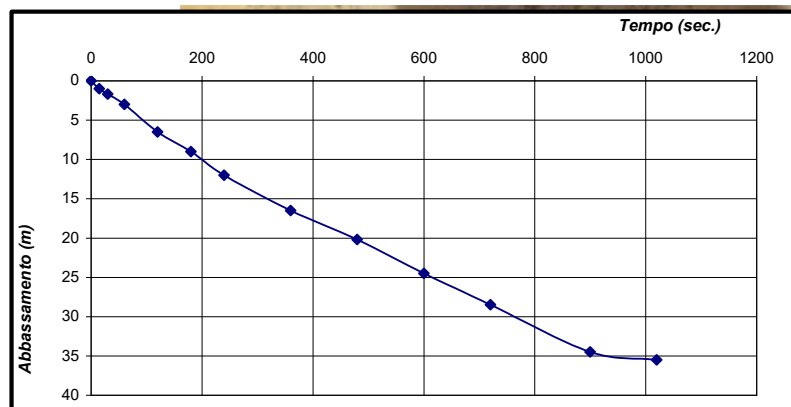
com. 2456

$$K = h_1 - h_2/t_2 - t_1 * 1 + (2h_m/b)/27 * (h_m/b) + 3$$

	Prova n° 1
h₁ (altezza iniziale del livello dell'acqua: cm)	40
h₂ (altezza finale del livello dell'acqua: cm)	0
t₂ - t₁ (tempo trascorso per il raggiungimento di h ₂ , min.)	17
h_m (altezza dell'acqua media cm)	20
b (lato della base del pozzetto: cm)	100
K (coefficiente di permeabilità: cm/sec)	0,3921569

m/s **3,92E-03**

Tempo (sec.)	Abbassamento (m)
0	0
15	1
30	2
60	3
120	7
180	9
240	12
360	17
480	20
600	25
720	29
900	35
1020	36



Prova K1

 ONE ITALY srl Sub ambito "A" e parte "B" di trasformazione commerciale via Loreto, Sannazzaro de' Burgondi (PV)	Data	04/07/2025
	N. Commessa	2532
Dr. Geol. Francesco Serra <i>Relazione sull'invarianza idraulica VARIANTE</i>	C. Documento	2532_01_VAR
	Revisione	
	Nome file	ALLEGATO 8.VAR

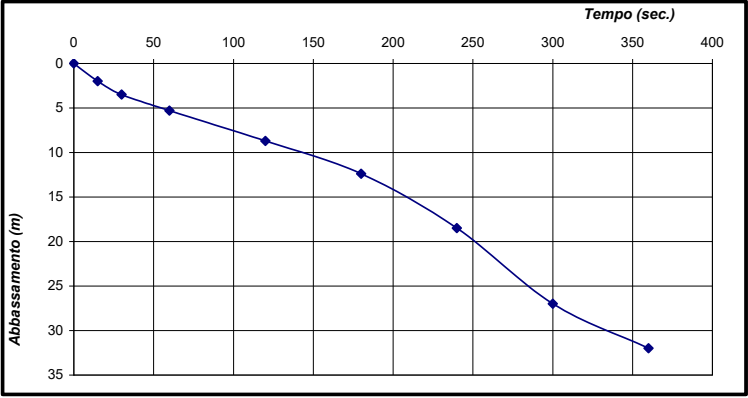


Predisposizione prova K2 (- 2,0 ÷ - 2,4 m)

 Dr. Geol. Francesco Serra	ONE ITALY srl Sub ambito “A” e parte “B” di trasformazione commerciale via Loreto, Sannazzaro de’ Burgondi (PV)	Data	04/07/2025
		N. Commessa	2532
		C. Documento	2532_01_VAR
<i>Relazione sull’invarianza idraulica VARIANTE</i>		Revisione	
		Nome file	ALLEGATO 8.VAR

Prova di permeabilità in pozzetto superficiale eseguita a carico variabile															
Cantiere: via Loreto - Sannazzaro dei Burgondi Data: 22/5/24 Prova N°: 2 da m 2,00 a m 2,40 dal p.c. com. 2456															
$K = h_1 - h_2/t_2 - t_1*1+(2h_m/b)/27*(h_m/b)+3$															
<table> <tr> <td></td><td>Prova n° 1</td></tr> <tr> <td>h₁ (altezza iniziale del livello dell'acqua: cm)</td><td>32</td></tr> <tr> <td>h₂ (altezza finale del livello dell'acqua: cm)</td><td>0</td></tr> <tr> <td>t₂ - t₁ (tempo trascorso per il raggiungimento di h₂ min.)</td><td>7,5</td></tr> <tr> <td>h_m (altezza dell'acqua media cm)</td><td>16</td></tr> <tr> <td>b (lato della base del pozzetto: cm)</td><td>100</td></tr> <tr> <td>K (coefficiente di permeabilità: cm/sec)</td><td>0,7693989</td></tr> </table>			Prova n° 1	h₁ (altezza iniziale del livello dell'acqua: cm)	32	h₂ (altezza finale del livello dell'acqua: cm)	0	t₂ - t₁ (tempo trascorso per il raggiungimento di h ₂ min.)	7,5	h_m (altezza dell'acqua media cm)	16	b (lato della base del pozzetto: cm)	100	K (coefficiente di permeabilità: cm/sec)	0,7693989
	Prova n° 1														
h₁ (altezza iniziale del livello dell'acqua: cm)	32														
h₂ (altezza finale del livello dell'acqua: cm)	0														
t₂ - t₁ (tempo trascorso per il raggiungimento di h ₂ min.)	7,5														
h_m (altezza dell'acqua media cm)	16														
b (lato della base del pozzetto: cm)	100														
K (coefficiente di permeabilità: cm/sec)	0,7693989														
m/s 7,69E-03															

Tempo (sec.)	Abbassamento (m)
0	0,000
15	2,000
30	3,500
60	5,300
120	8,700
180	12,400
240	18,500
300	27,000
360	32,000



Prova K2

 Dr. Geol. Francesco Serra	ONE ITALY srl Sub ambito “A” e parte “B” di trasformazione commerciale via Loreto, Sannazzaro de’ Burgondi (PV)	Data	04/07/2025
		N. Commessa	2532
		C. Documento	2532_01_VAR
Relazione sull’invarianza idraulica <i>VARIANTE</i>		Revisione	
		Nome file	ALLEGATO 8.VAR

ALLEGATO C **STRALCIO CALCOLAZIONI** **INTERO COMPARTO**

 Dr. Geol. Francesco Serra	ONE ITALY srl Sub ambito “A” e parte “B” di trasformazione commerciale via Loreto, Sannazzaro de’ Burgondi (PV)	Data	04/07/2025
		N. Commessa	2532
		C. Documento	2532_01_VAR
<i>Relazione sull’invarianza idraulica VARIANTE</i>		Revisione	
		Nome file	ALLEGATO 8.VAR

CARATTERISTICHE GENERALI

Comune di Sannazzaro de' Burgondi Provincia Pavia
Livello di criticità Area B - criticità media

Metodi di calcolo adottati
Requisiti minimi Metodo analitico di dettaglio

Portata massima scaricabile
Portata massima scaricabile <u>20,00</u> l/(s*ha _{imp}) Origine del vincolo di portata: .

Definizione aree			
Descrizione	Tipo area	Superficie [m²]	Coeff. Afflusso φ
	Area impermeabile	11982,1	1,00
	Area permeabile	2183,8	0,30

Sup. totale intervento 14165,9 m² Coeff. afflusso medio ponderale ϕ_m 0,8921

 Dr. Geol. Francesco Serra	ONE ITALY srl Sub ambito “A” e parte “B” di trasformazione commerciale via Loreto, Sannazzaro de’ Burgondi (PV)	Data	04/07/2025
		N. Commessa	2532
		C. Documento	2532_01_VAR
Relazione sull’invarianza idraulica <i>VARIANTE</i>		Revisione	
		Nome file	ALLEGATO 8.VAR

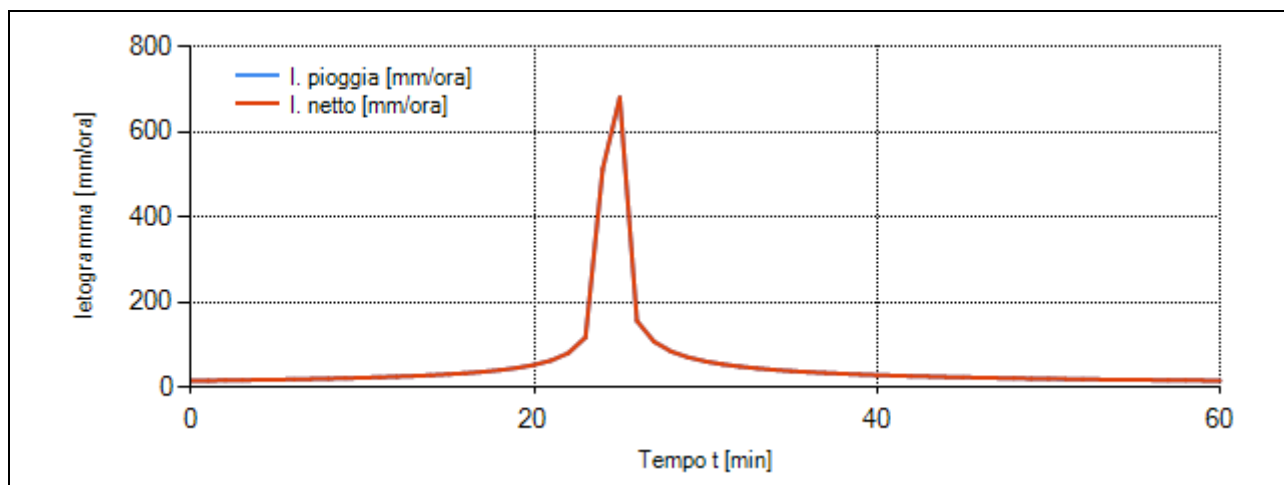
TR = 50 ANNI

Scelta tempo di ritorno			
Dimensionamento delle opere di invarianza idraulica ed idrologica			
Tempo di ritorno adottato		50	anni
Coefficiente probabilistico	w_T	2,177	-
Parametro pioggia	a	55,317	mm/h ⁿ
<i>Nota: Il Regolamento Regionale n. 7 del 23/11/2017 definisce i seguenti valori di tempi di ritorno.</i> <i>T = 50 [anni]: tempo di ritorno da adottare per il dimensionamento delle opere di invarianza idraulica e idrologica per un accettabile grado di sicurezza delle stesse, in considerazione dell'importanza ambientale ed economica degli insediamenti urbani.</i> <i>T = 100 [anni]: tempo di ritorno da adottare per la verifica dei franchi di sicurezza delle opere come sopra dimensionate; il medesimo tempo di ritorno è adottato anche per il dimensionamento e la verifica delle eventuali ulteriori misure locali anche non strutturali di protezione idraulica dei beni insediati, quali barriere e paratoie fisse o rimovibili a difesa di ambienti sotterranei, cunette di drenaggio verso recapiti non pericolosi.</i>			

IETOGRAMMA DI PIOGGIA

Definizione ietogramma di pioggia -		
Durata pioggia di progetto (θ)	1,00	ore
Coefficiente di posizione (r)	0,40	-
Metodo di depurazione delle piogge	Metodo percentuale	
<i>Nota: Il Regolamento Regionale n.7 del 23/11/2017, suggerisce l'utilizzo della seguente tabella:</i> <i>In cui le classi d'uso del suolo sono quelle proposte dal Natural Resources Conservation Service:</i> <u>Classe A</u> Scarsa potenzialità di afflusso: comprende sabbie profonde con scarsissimo limo e argilla; anche ghiaie profonde, molto permeabili. <u>Classe B</u> Potenzialità di afflusso moderatamente bassa: comprende la maggior parte dei suoli sabbiosi meno profondi che nel gruppo A, ma il gruppo nel suo insieme mantiene alte capacità di infiltrazione anche a saturazione. <u>Classe C</u> Potenzialità di afflusso moderatamente alta: comprende suoli sottili e suoli contenenti considerevoli quantità di argilla e colloidali, anche se meno che nel gruppo D; il gruppo ha scarsa capacità di infiltrazione a saturazione. <u>Classe D</u> Potenzialità di afflusso molto alta: comprende la maggior parte delle argille con alta capacità di rigonfiamento, ma anche suoli sottili con orizzonti pressoché impermeabili in vicinanza della superficie.		
Ietogramma di pioggia - Grafico		

 Dr. Geol. Francesco Serra	ONE ITALY srl Sub ambito “A” e parte “B” di trasformazione commerciale via Loreto, Sannazzaro de’ Burgondi (PV)	Data	04/07/2025
		N. Commessa	2532
		C. Documento	2532_01_VAR
Relazione sull’invarianza idraulica VARIANTE		Revisione	
		Nome file	ALLEGATO 8.VAR



Ietogramma di pioggia - Risultati tabellari		
Tempo [min]	Intensità di pioggia [mm/h]	Int. di pioggia netta [mm/h]
0	16,34	16,34
5	19,18	19,18
8	21,56	21,56
9	22,52	22,52
10	23,60	23,60
11	24,81	24,81
12	26,19	26,19
13	27,76	27,76
14	29,59	29,59
15	31,74	31,74
16	34,32	34,32
17	37,47	37,47
18	41,43	41,43
19	46,60	46,60
20	53,67	53,67
21	64,10	64,10
22	81,46	81,46
23	118,26	118,26
24	512,17	512,17
25	680,35	680,35
26	157,09	157,09
27	108,21	108,21
28	85,15	85,15
29	71,29	71,29
30	61,90	61,90
31	55,04	55,04
32	49,77	49,77
33	45,59	45,59
34	42,17	42,17
35	39,31	39,31
36	36,88	36,88
37	34,79	34,79
38	32,96	32,96
39	31,35	31,35
40	29,92	29,92

 Dr. Geol. Francesco Serra	ONE ITALY srl Sub ambito “A” e parte “B” di trasformazione commerciale via Loreto, Sannazzaro de’ Burgondi (PV)	Data	04/07/2025
		N. Commessa	2532
		C. Documento	2532_01_VAR
<i>Relazione sull’invarianza idraulica VARIANTE</i>		Revisione	
		Nome file	ALLEGATO 8.VAR

41	28,63	28,63
42	27,48	27,48
43	26,43	26,43
44	25,47	25,47
45	24,60	24,60
46	23,79	23,79
47	23,04	23,04
48	22,35	22,35
49	21,71	21,71
50	21,11	21,11
51	20,55	20,55
52	20,02	20,02
53	19,53	19,53
54	19,06	19,06
55	18,62	18,62
56	18,20	18,20
60	16,74	16,74

 Dr. Geol. Francesco Serra	ONE ITALY srl Sub ambito “A” e parte “B” di trasformazione commerciale via Loreto, Sannazzaro de’ Burgondi (PV)	Data	04/07/2025
		N. Commessa	2532
		C. Documento	2532_01_VAR
Relazione sull’invarianza idraulica <i>VARIANTE</i>		Revisione	
		Nome file	ALLEGATO 8.VAR

Definizione ietogramma di pioggia -

Durata pioggia di progetto (θ)	1,00	ore
Coefficiente di posizione (r)	0,40	-
Metodo di depurazione delle piogge	Metodo percentuale	

Nota: Il Regolamento Regionale n.7 del 23/11/2017, suggerisce l'utilizzo della seguente tabella:

In cui le classi d'uso del suolo sono quelle proposte dal Natural Resources Conservation Service:

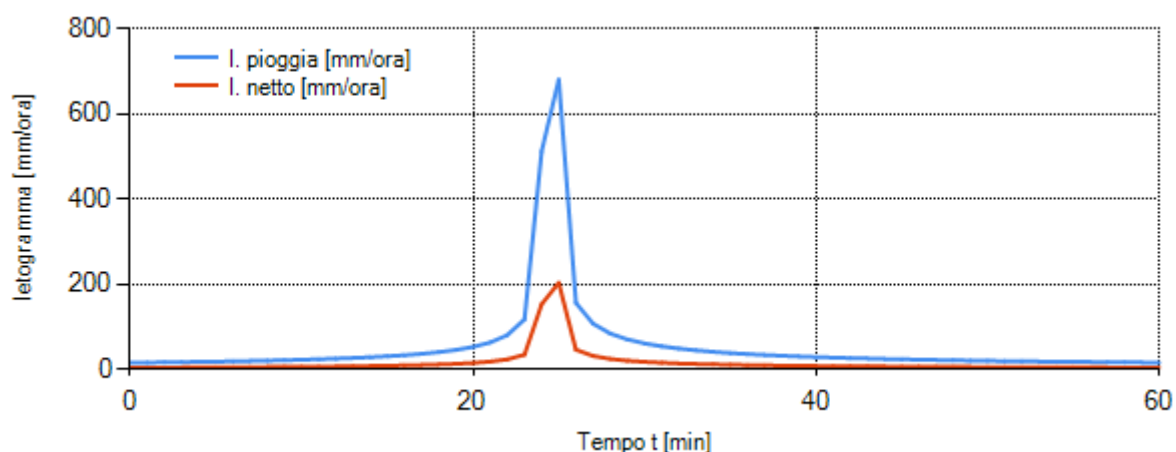
Classe A Scarsa potenzialità di afflusso: comprende sabbie profonde con scarsissimo limo e argilla; anche ghiaie profonde, molto permeabili.

Classe B Potenzialità di afflusso moderatamente bassa: comprende la maggior parte dei suoli sabbiosi meno profondi che nel gruppo A, ma il gruppo nel suo insieme mantiene alte capacità di infiltrazione anche a saturazione.

Classe C Potenzialità di afflusso moderatamente alta: comprende suoli sottili e suoli contenenti considerevoli quantità di argilla e colloidali, anche se meno che nel gruppo D; il gruppo ha scarsa capacità di infiltrazione a saturazione.

Classe D Potenzialità di afflusso molto alta: comprende la maggior parte delle argille con alta capacità di rigonfiamento, ma anche suoli sottili con orizzonti pressoché impermeabili in vicinanza della superficie.

Ietogramma di pioggia - Grafico



Ietogramma di pioggia - Risultati tabellari

Tempo [min]	Intensità di pioggia [mm/h]	Int. di pioggia netta [mm/h]
0	16,34	4,90
5	19,18	5,75
8	21,56	6,47
9	22,52	6,76
10	23,60	7,08
11	24,81	7,44
12	26,19	7,86
13	27,76	8,33
14	29,59	8,88
15	31,74	9,52
16	34,32	10,30
17	37,47	11,24
18	41,43	12,43
19	46,60	13,98

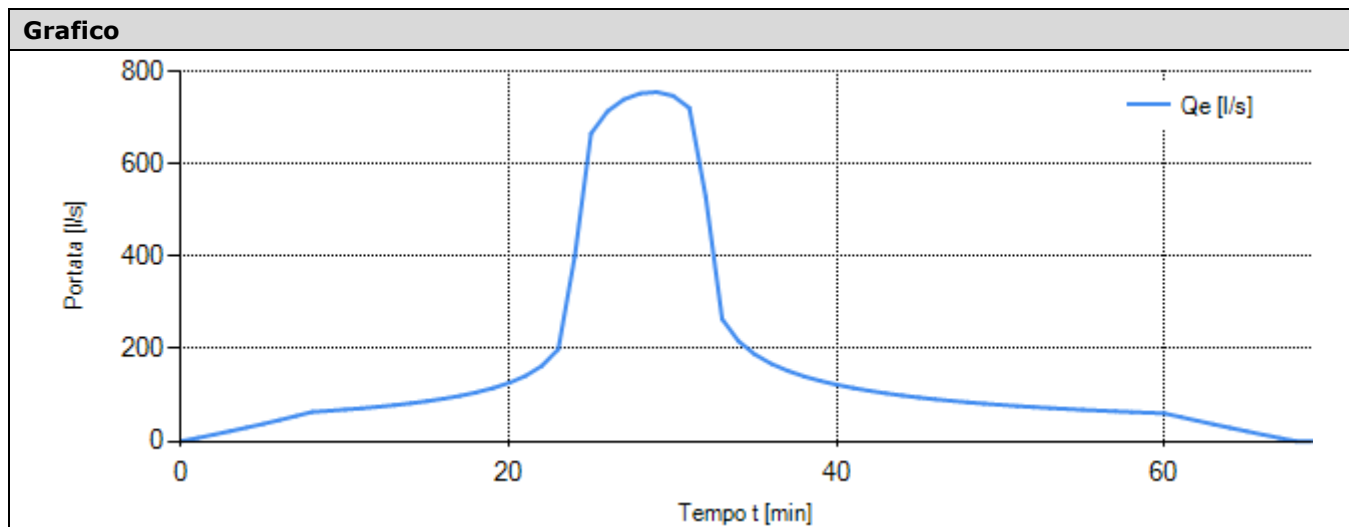
 Dr. Geol. Francesco Serra	ONE ITALY srl Sub ambito “A” e parte “B” di trasformazione commerciale via Loreto, Sannazzaro de’ Burgondi (PV)	Data	04/07/2025
		N. Commessa	2532
		C. Documento	2532_01_VAR
		<i>Relazione sull’invarianza idraulica VARIANTE</i>	
Revisione			
		Nome file	ALLEGATO 8.VAR

20	53,67	16,10
21	64,10	19,23
22	81,46	24,44
23	118,26	35,48
24	512,17	153,65
25	680,35	204,11
26	157,09	47,13
27	108,21	32,46
28	85,15	25,54
29	71,29	21,39
30	61,90	18,57
31	55,04	16,51
32	49,77	14,93
33	45,59	13,68
34	42,17	12,65
35	39,31	11,79
36	36,88	11,06
37	34,79	10,44
38	32,96	9,89
39	31,35	9,40
40	29,92	8,98
41	28,63	8,59
42	27,48	8,24
43	26,43	7,93
44	25,47	7,64
45	24,60	7,38
46	23,79	7,14
47	23,04	6,91
48	22,35	6,71
49	21,71	6,51
50	21,11	6,33
51	20,55	6,16
52	20,02	6,01
53	19,53	5,86
54	19,06	5,72
55	18,62	5,59
56	18,20	5,46
60	16,74	5,02

 Dr. Geol. Francesco Serra	ONE ITALY srl Sub ambito “A” e parte “B” di trasformazione commerciale via Loreto, Sannazzaro de’ Burgondi (PV)	Data	04/07/2025
		N. Commessa	2532
		C. Documento	2532_01_VAR
		<i>Relazione sull’invarianza idraulica VARIANTE</i>	
Revisione			
		Nome file	ALLEGATO 8.VAR

IDROGRAMMA DI PIENA

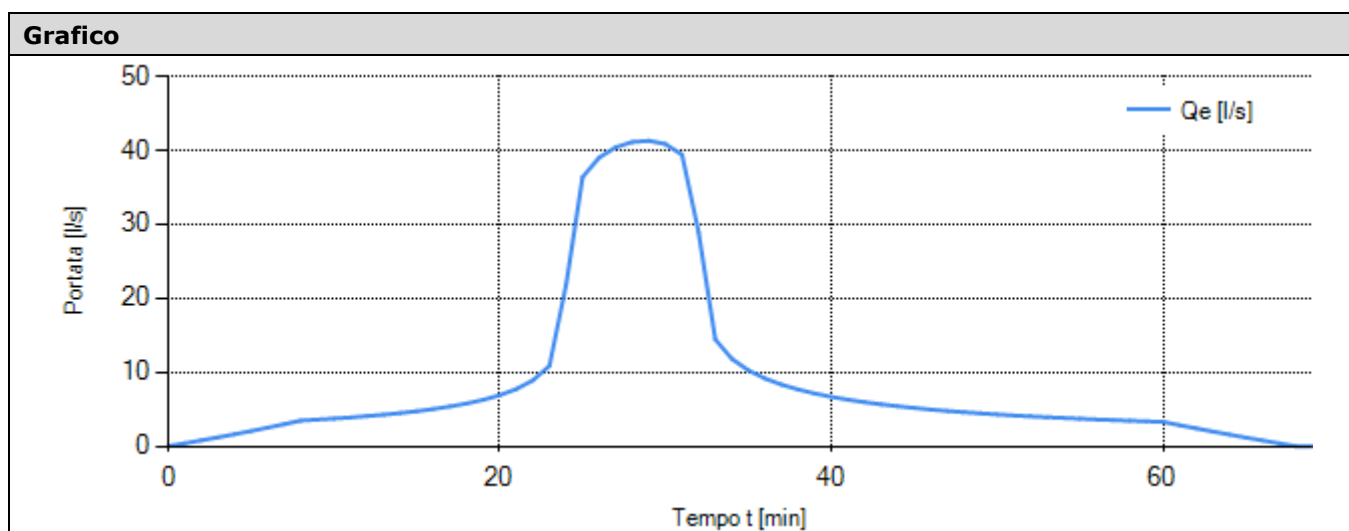
Area			
Tipo area	Area impermeabile		
Superficie		11982,1	m ²
Coefficiente di afflusso	ϕ	1,00	-
Tempo corrivazione	t_c	8	min



Risultati tabellari										
Tempo [min]	0	5	8	9	10	11	12	13	14	15
Portata Q_e [l/s]	0,00	37,39	63,26	65,63	68,24	71,11	74,30	77,88	81,91	86,51
Tempo [min]	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Portata Q_e [l/s]	91,82	98,05	105,47	114,55	125,99	141,12	162,72	198,74	397,71	665,39
Tempo [min]	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
Portata Q_e [l/s]	713,55	739,20	752,31	755,30	747,16	720,83	528,30	264,00	216,15	187,46
Tempo [min]	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
Portata Q_e [l/s]	167,36	152,17	140,12	130,25	121,99	114,92	108,81	103,44	98,69	94,45
Tempo [min]	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55
Portata Q_e [l/s]	90,63	87,17	84,02	81,14	78,49	76,04	73,77	71,66	69,69	67,85
Tempo [min]	56	60	65							
Portata Q_e [l/s]	66,12	60,16	21,34							

 Dr. Geol. Francesco Serra	ONE ITALY srl Sub ambito “A” e parte “B” di trasformazione commerciale via Loreto, Sannazzaro de’ Burgondi (PV)	Data	04/07/2025
		N. Commessa	2532
		C. Documento	2532_01_VAR
		<i>Relazione sull’invarianza idraulica VARIANTE</i>	
Revisione			
		Nome file	ALLEGATO 8.VAR

Area			
Tipo area		Area permeabile	
Superficie		2183,8	m ²
Coefficiente di afflusso	ϕ	0,30	-
Tempo corrivazione	t_c	8	min



Risultati tabellari										
Tempo [min]	0	5	8	9	10	11	12	13	14	15
Portata Q _e [l/s]	0,00	2,04	3,46	3,59	3,73	3,89	4,06	4,26	4,48	4,73
Tempo [min]	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Portata Q _e [l/s]	5,02	5,36	5,77	6,26	6,89	7,72	8,90	10,87	21,75	36,38
Tempo [min]	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
Portata Q _e [l/s]	39,02	40,42	41,13	41,30	40,85	39,41	28,89	14,43	11,82	10,25
Tempo [min]	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
Portata Q _e [l/s]	9,15	8,32	7,66	7,12	6,67	6,28	5,95	5,66	5,40	5,16
Tempo [min]	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55
Portata Q _e [l/s]	4,96	4,77	4,59	4,44	4,29	4,16	4,03	3,92	3,81	3,71
Tempo [min]	56	60	65							
Portata Q _e [l/s]	3,62	3,29	1,17							

 Dr. Geol. Francesco Serra	ONE ITALY srl Sub ambito “A” e parte “B” di trasformazione commerciale via Loreto, Sannazzaro de’ Burgondi (PV)	Data	04/07/2025
		N. Commessa	2532
		C. Documento	2532_01_VAR
Relazione sull’invarianza idraulica <i>VARIANTE</i>		Revisione	
		Nome file	ALLEGATO 8.VAR

DIMENSIONAMENTO SISTEMA D'INVARIANZA

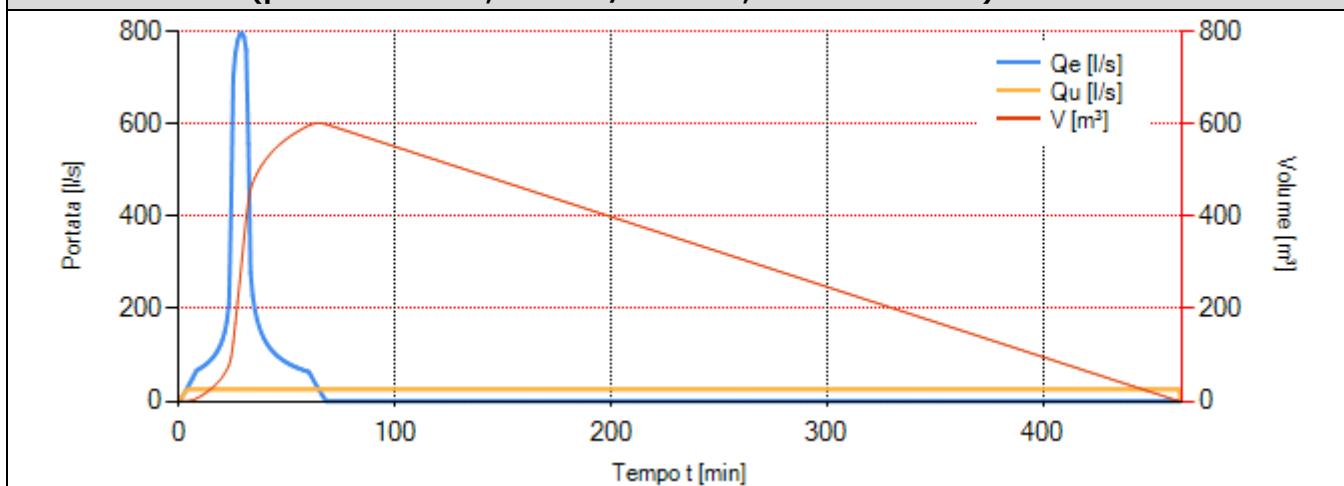
Metodo dei requisiti minimi			
Volume specifico minimo	w_0	500,00	m^3/ha_{imp}
Volume invaso minimo	W_0	631,86	m^3

Metodo analitico di dettaglio			
Durata critica	D_W	1,00	ore
Battente idrico massimo	H_{max}	0,99	m
Volume invaso minimo	W	601,63	m^3
<i>Metodologia: Modello cinematico, mediante integrale di convoluzione, con curva area tempi lineare e ietogramma tipo Chicago.</i>			

 Dr. Geol. Francesco Serra	ONE ITALY srl Sub ambito “A” e parte “B” di trasformazione commerciale via Loreto, Sannazzaro de’ Burgondi (PV)	Data	04/07/2025
		N. Commessa	2532
		C. Documento	2532_01_VAR
<i>Relazione sull’invarianza idraulica VARIANTE</i>		Revisione	
		Nome file	ALLEGATO 8.VAR

CALCOLO DINAMICA INVASO

Dinamica invaso (portata entrante, uscente/infiltrata, volume invaso) - Grafico



Risultati tabellari

Tempo [min]	Portata entrante Q_e [l/s]	Portata scaricata/infiltrata Q_u [l/s]	Vol. utile invaso W [m³]	Battente idrico H [m]
0	0,00	0,00	0,00	0,00
5	39,43	25,27	0,77	0,00
8	66,72	25,27	5,73	0,01
9	69,22	25,27	8,29	0,01
10	71,97	25,27	11,01	0,02
11	75,00	25,27	13,90	0,02
12	78,37	25,27	16,99	0,03
13	82,13	25,27	20,29	0,03
14	86,39	25,27	23,82	0,04
15	91,24	25,27	27,64	0,04
16	96,85	25,27	31,76	0,05
17	103,41	25,27	36,25	0,06
18	111,24	25,27	41,18	0,06
19	120,81	25,27	46,62	0,07
20	132,88	25,27	52,72	0,08
21	148,84	25,27	59,65	0,09
22	171,61	25,27	67,75	0,11
23	209,61	25,27	77,67	0,12
24	419,45	25,27	95,02	0,15
25	701,77	25,27	127,14	0,20
26	752,56	25,27	169,26	0,26
27	779,62	25,27	213,71	0,33
28	793,44	25,27	259,38	0,41
29	796,60	25,27	305,57	0,48
30	788,01	25,27	351,59	0,55
31	760,25	25,27	396,52	0,62
32	557,19	25,27	434,53	0,68
33	278,43	25,27	458,08	0,72
34	227,97	25,27	471,75	0,74

 Dr. Geol. Francesco Serra	ONE ITALY srl Sub ambito “A” e parte “B” di trasformazione commerciale via Loreto, Sannazzaro de’ Burgondi (PV)	Data	04/07/2025
		N. Commessa	2532
		C. Documento	2532_01_VAR
		<i>Relazione sull’invarianza idraulica VARIANTE</i>	
Revisione			
		Nome file	ALLEGATO 8.VAR

35	197,71	25,27	483,01	0,75
36	176,51	25,27	492,72	0,77
37	160,48	25,27	501,31	0,78
38	147,78	25,27	509,04	0,80
39	137,37	25,27	516,08	0,81
40	128,66	25,27	522,55	0,82
41	121,21	25,27	528,52	0,83
42	114,76	25,27	534,09	0,83
43	109,10	25,27	539,29	0,84
44	104,09	25,27	544,17	0,85
45	99,62	25,27	548,76	0,86
46	95,59	25,27	553,10	0,86
47	91,94	25,27	557,21	0,87
48	88,62	25,27	561,11	0,88
49	85,58	25,27	564,82	0,88
50	82,78	25,27	568,35	0,89
51	80,20	25,27	571,73	0,89
52	77,80	25,27	574,95	0,90
53	75,58	25,27	578,03	0,90
54	73,50	25,27	580,99	0,91
55	71,56	25,27	583,83	0,91
56	69,74	25,27	586,55	0,92
60	63,45	25,27	596,44	0,93
65	22,51	25,27	601,63	0,94
70	0,00	25,27	596,06	0,93
75	0,00	25,27	588,48	0,92
80	0,00	25,27	580,90	0,91
85	0,00	25,27	573,31	0,90
90	0,00	25,27	565,73	0,88
95	0,00	25,27	558,15	0,87
100	0,00	25,27	550,57	0,86
105	0,00	25,27	542,98	0,85
110	0,00	25,27	535,40	0,84
115	0,00	25,27	527,82	0,82
120	0,00	25,27	520,24	0,81
125	0,00	25,27	512,65	0,80
130	0,00	25,27	505,07	0,79
135	0,00	25,27	497,49	0,78
140	0,00	25,27	489,91	0,77
150	0,00	25,27	474,74	0,74
180	0,00	25,27	429,25	0,67
210	0,00	25,27	383,75	0,60
240	0,00	25,27	338,26	0,53
270	0,00	25,27	292,77	0,46
300	0,00	25,27	247,27	0,39
330	0,00	25,27	201,78	0,32
360	0,00	25,27	156,28	0,24
390	0,00	25,27	110,79	0,17
420	0,00	25,27	65,30	0,10
450	0,00	25,27	19,80	0,03
464	0,00	0,00	0,00	0,00

 Dr. Geol. Francesco Serra	ONE ITALY srl Sub ambito “A” e parte “B” di trasformazione commerciale via Loreto, Sannazzaro de’ Burgondi (PV)	Data	04/07/2025
		N. Commessa	2532
		C. Documento	2532_01_VAR
Relazione sull’invarianza idraulica <i>VARIANTE</i>		Revisione	
		Nome file	ALLEGATO 8.VAR

VERIFICA SISTEMA D'INVARIANZA

Dimensioni invaso			
Superficie pianta invaso	A_{inv}	640,00	m ²

Verifiche invaso						
		Valore Progetto		Valore Ammissibile		VERIFICA
Altezza utile invaso	H	1,00	$\geq$	0,99	m	Positiva
Volume utile invaso	W	640,00	$\geq$	631,86	m ³	Positiva
Tempo di svuotamento	T_{sv}	6,9	$\leq$	48,0	ore	Positiva
Portata massima scaricata	Q	25,27	$\leq$	25,27	l/s	Positiva

Sistema di scarico			
Tipologia di svuotamento		Portata costante	
Portata massima scaricabile		Q _{u,max}	25,27 l/s

 Dr. Geol. Francesco Serra	ONE ITALY srl Sub ambito “A” e parte “B” di trasformazione commerciale via Loreto, Sannazzaro de’ Burgondi (PV)	Data	04/07/2025
		N. Commessa	2532
		C. Documento	2532_01_VAR
		<i>Relazione sull’invarianza idraulica VARIANTE</i>	
Revisione			
		Nome file	ALLEGATO 8.VAR

TR = 100 ANNI

Scelta tempo di ritorno			
Personalizzato			
Tempo di ritorno adottato		100	anni
Coefficiente probabilistico	w_T	2,490	-
Parametro pioggia	a	63,259	mm/h ⁿ
<i>Nota: Il Regolamento Regionale n. 7 del 23/11/2017 definisce i seguenti valori di tempi di ritorno.</i> <i>T = 50 [anni]: tempo di ritorno da adottare per il dimensionamento delle opere di invarianza idraulica e idrologica per un accettabile grado di sicurezza delle stesse, in considerazione dell'importanza ambientale ed economica degli insediamenti urbani.</i> <i>T = 100 [anni]: tempo di ritorno da adottare per la verifica dei franchi di sicurezza delle opere come sopra dimensionate; il medesimo tempo di ritorno è adottato anche per il dimensionamento e la verifica delle eventuali ulteriori misure locali anche non strutturali di protezione idraulica dei beni insediati, quali barriere e paratoie fisse o rimovibili a difesa di ambienti sotterranei, cunette di drenaggio verso recapiti non pericolosi.</i>			

VERIFICA SISTEMA D'INVARIANZA

Dimensioni invaso			
Superficie pianta invaso	A_{inv}	705,00	m ²

Verifiche invaso						
		Valore Progetto		Valore Ammissibile		VERIFICA
Altezza utile invaso	H	1,00	$\geq$	0,99	m	Positiva
Volume utile invaso	W	705,00	$\geq$	701,44	m ³	Positiva
Tempo di svuotamento	T_{sv}	7,7	$\leq$	48,0	ore	Positiva
Portata massima scaricata	Q	25,27	$\leq$	25,27	l/s	Positiva

Sistema di scarico			
Tipologia di svuotamento	Portata costante		
Portata massima scaricabile	$Q_{u,max}$	25,27	l/s

 Dr. Geol. Francesco Serra	ONE ITALY srl Sub ambito “A” e parte “B” di trasformazione commerciale via Loreto, Sannazzaro de’ Burgondi (PV)	Data	04/07/2025
		N. Commessa	2532
		C. Documento	2532_01_VAR
Relazione sull’invarianza idraulica <i>VARIANTE</i>		Revisione	
		Nome file	ALLEGATO 8.VAR

ALLEGATO D **STRALCIO CALCOLAZIONI** **SINGOLA AREA**

Sub-ambito A-1
Sub-Ambito A-2
Area ad uso pubblico

 Dr. Geol. Francesco Serra	ONE ITALY srl Sub ambito “A” e parte “B” di trasformazione commerciale via Loreto, Sannazzaro de’ Burgondi (PV)	Data	04/07/2025
		N. Commessa	2532
		C. Documento	2532_01_VAR
		<i>Relazione sull’invarianza idraulica VARIANTE</i>	
Revisione			
		Nome file	ALLEGATO 8.VAR

AREA SUB-AMBITO A-1 TR = 50

CARATTERISTICHE GENERALI

Comune di Sannazzaro de' Burgondi Provincia Pavia
Livello di criticità Area B - criticità media

Metodi di calcolo adottati
Requisiti minimi Metodo delle sole piogge

Portata massima scaricabile
Portata massima scaricabile <u>20,00</u> l/(s*ha _{imp}) Origine del vincolo di portata: .

Definizione aree			
Descrizione	Tipo area	Superficie [m²]	Coeff. Afflusso φ
piazzali, strade, parcheggi, edifici	Area impermeabile	5690,5	1,00
aree verdi	Area permeabile	349,5	0,30

Sup. totale intervento 6040,0 m² Coeff. afflusso medio ponderale φ_m 0,9595

DIMENSIONAMENTO SISTEMA D'INVARIANZA

Metodo dei requisiti minimi			
Volume specifico minimo	w_0	500,00	m^3/ha_{imp}
Volume invaso minimo	W_0	289,77	m^3

Metodo delle sole piogge			
Durata critica	D _W	3,29	ore
Volume invaso minimo	W ₀	320,80	m ³
$D_w = \left(\frac{1000 \cdot Q_{umax}}{2,78 \cdot \varphi_m \cdot a \cdot n \cdot A} \right)^{\frac{1}{n-1}}$ $W_0 = 10 \cdot \varphi_m \cdot a \cdot D_w^n \cdot A - 3,6 \cdot Q_{umax} \cdot D_w$			

 Dr. Geol. Francesco Serra	ONE ITALY srl Sub ambito “A” e parte “B” di trasformazione commerciale via Loreto, Sannazzaro de’ Burgondi (PV)	Data	04/07/2025
		N. Commessa	2532
		C. Documento	2532_01_VAR
Relazione sull’invarianza idraulica <i>VARIANTE</i>		Revisione	
		Nome file	ALLEGATO 8.VAR

VERIFICA SISTEMA D'INVARIANZA

Dimensioni invaso			
Superficie pianta invaso	A_{inv}	321,00	m ²

Verifiche invaso						
		Valore Progetto		Valore Ammissibile		VERIFICA
Altezza utile invaso	H	1,00	$\geq$	1,00	m	Positiva
Volume utile invaso	W	321,00	$\geq$	320,80	m ³	Positiva
Tempo di svuotamento	T _{sv}	7,7	$\leq$	48,0	ore	Positiva
Portata massima scaricata	Q	11,59	$\leq$	11,59	l/s	Positiva

Sistema di scarico			
Tipologia di svuotamento		Portata costante	
Portata massima scaricabile		Q _{u,max}	11,59 l/s

 Dr. Geol. Francesco Serra	ONE ITALY srl Sub ambito “A” e parte “B” di trasformazione commerciale via Loreto, Sannazzaro de’ Burgondi (PV)	Data	04/07/2025
		N. Commessa	2532
		C. Documento	2532_01_VAR
Relazione sull’invarianza idraulica VARIANTE		Revisione	
		Nome file	ALLEGATO 8.VAR

AREA PRIVATA SUB-AMBITO A-1 TR = 100

CARATTERISTICHE IDROLOGICHE AREE

Caratteristiche idrologiche				
Descrizione	Tipo area	Superficie A [m²]	Coeff. Afflusso φ	T. corriv. t _c [min]
piazzali, strade, parcheggi, edifici	Area impermeabile	5690,5	1,00	-
aree verdi	Area permeabile	349,5	0,30	-

Superficie totale intervento: 6040,0 m²

Valori medi 0,9595

DIMENSIONAMENTO SISTEMA D'INVARIANZA

Metodo dei requisiti minimi			
Volume specifico minimo	W ₀	500,00	m³/ha _{imp}
Volume invaso minimo	W ₀	289,77	m³

Metodo delle sole piogge			
Durata critica	D _w	3,99	ore
Volume invaso minimo	W ₀	388,53	m³
$D_w = \left(\frac{1000 \cdot Q_{umax}}{2,78 \cdot \varphi_m \cdot a \cdot n \cdot A} \right)^{\frac{1}{n-1}}$ $W_0 = 10 \cdot \varphi_m \cdot a \cdot D_w^n \cdot A - 3,6 \cdot Q_{umax} \cdot D_w$			

VERIFICA SISTEMA D'INVARIANZA

Dimensioni invaso			
Superficie pianta invaso	A _{inv}	390,00	m²

Verifiche invaso						
		Valore Progetto		Valore Ammissibile		VERIFICA
Altezza utile invaso	H	1,00	≥	1,00	m	Positiva
Volume utile invaso	W	390,00	≥	388,53	m³	Positiva
Tempo di svuotamento	T _{sv}	9,3	≤	48,0	ore	Positiva
Portata massima scaricata	Q	11,59	≤	11,59	l/s	Positiva

Sistema di scarico			
Tipologia di svuotamento		Portata costante	
Portata massima scaricabile		Q _{u,max}	11,59 l/s

 Dr. Geol. Francesco Serra	ONE ITALY srl Sub ambito “A” e parte “B” di trasformazione commerciale via Loreto, Sannazzaro de’ Burgondi (PV)	Data	04/07/2025
		N. Commessa	2532
		C. Documento	2532_01_VAR
Relazione sull’invarianza idraulica VARIANTE		Revisione	
		Nome file	ALLEGATO 8.VAR

AREA SUB-AMBITO A-2 TR = 50

CARATTERISTICHE IDROLOGICHE AREE

Caratteristiche idrologiche				
Descrizione	Tipo area	Superficie A [m²]	Coeff. Afflusso φ	T. corriv. t _c [min]
piazzali, strade, parcheggi, edifici	Area impermeabile	2016,8	1,00	-
aree verdi	Area permeabile	349,5	0,30	-
Superficie totale intervento: 2366,3 m²		Valori medi	0,8966	

DIMENSIONAMENTO SISTEMA D'INVARIANZA

Metodo dei requisiti minimi			
Volume specifico minimo	W ₀	500,00	m³/ha _{imp}
Volume invaso minimo	W ₀	106,08	m³

Metodo delle sole piogge			
Durata critica	D _w	3,29	ore
Volume invaso minimo	W ₀	117,44	m³
$D_w = \left(\frac{1000 \cdot Q_{umax}}{2,78 \cdot \varphi_m \cdot a \cdot n \cdot A} \right)^{\frac{1}{n-1}}$ $W_0 = 10 \cdot \varphi_m \cdot a \cdot D_w^n \cdot A - 3,6 \cdot Q_{umax} \cdot D_w$			

VERIFICA SISTEMA D'INVARIANZA

Dimensioni invaso			
Superficie pianta invaso	A _{inv}	118,00	m²

Verifiche invaso						
		Valore Progetto		Valore Ammissibile		VERIFICA
Altezza utile invaso	H	1,00	≥	1,00	m	Positiva
Volume utile invaso	W	118,00	≥	117,44	m³	Positiva
Tempo di svuotamento	T _{sv}	7,7	≤	48,0	ore	Positiva
Portata massima scaricata	Q	4,24	≤	4,24	l/s	Positiva
Sistema di scarico						
Tipologia di svuotamento		Portata costante				
Portata massima scaricabile		Q _{u,max}	4,24	l/s		

 Dr. Geol. Francesco Serra	ONE ITALY srl Sub ambito “A” e parte “B” di trasformazione commerciale via Loreto, Sannazzaro de’ Burgondi (PV)	Data	04/07/2025
		N. Commessa	2532
		C. Documento	2532_01_VAR
Relazione sull’invarianza idraulica VARIANTE		Revisione	
		Nome file	ALLEGATO 8.VAR

AREA PRIVATA SUB-AMBITO A-2 TR = 100

CARATTERISTICHE IDROLOGICHE AREE

Caratteristiche idrologiche				
Descrizione	Tipo area	Superficie A [m²]	Coeff. Afflusso φ	T. corriv. t _c [min]
piazzali, strade, parcheggi, edifici	Area impermeabile	2016,8	1,00	-
aree verdi	Area permeabile	349,5	0,30	-

Superficie totale intervento: 2366,3 m²

Valori medi 0,8966

DIMENSIONAMENTO SISTEMA D'INVARIANZA

Metodo dei requisiti minimi			
Volume specifico minimo	W ₀	500,00	m³/ha _{imp}
Volume invaso minimo	W ₀	106,08	m³

Metodo delle sole piogge			
Durata critica	D _w	3,99	ore
Volume invaso minimo	W ₀	142,24	m³
$D_w = \left(\frac{1000 \cdot Q_{umax}}{2,78 \cdot \varphi_m \cdot a \cdot n \cdot A} \right)^{\frac{1}{n-1}}$ $W_0 = 10 \cdot \varphi_m \cdot a \cdot D_w^n \cdot A - 3,6 \cdot Q_{umax} \cdot D_w$			

VERIFICA SISTEMA D'INVARIANZA

Dimensioni invaso						
Superficie pianta invaso	A _{inv}	143,00	m ²			
Verifiche invaso						
		Valore Progetto		Valore Ammissibile		VERIFICA
Altezza utile invaso	H	1,00	≥	0,99	m	Positiva
Volume utile invaso	W	143,00	≥	142,24	m ³	Positiva
Tempo di svuotamento	T _{sv}	9,3	≤	48,0	ore	Positiva
Portata massima scaricata	Q	4,24	≤	4,24	l/s	Positiva
Sistema di scarico						
Tipologia di svuotamento		Portata costante				
Portata massima scaricabile		Q _{u,max}	4,24	l/s		

 Dr. Geol. Francesco Serra	ONE ITALY srl Sub ambito “A” e parte “B” di trasformazione commerciale via Loreto, Sannazzaro de’ Burgondi (PV)	Data	04/07/2025
		N. Commessa	2532
		C. Documento	2532_01_VAR
Relazione sull’invarianza idraulica VARIANTE		Revisione	
		Nome file	ALLEGATO 8.VAR

AREA USO PUBBLICO TR = 50

CARATTERISTICHE IDROLOGICHE AREE

Caratteristiche idrologiche				
Descrizione	Tipo area	Superficie A [m ²]	Coeff. Afflusso φ	T. corriv. t _c [min]
	Area impermeabile	4274,8	1,00	-
	Area permeabile	1484,8	0,30	-

Superficie totale intervento: 5759,6 m²

Valori medi 0,8195

DIMENSIONAMENTO SISTEMA D'INVARIANZA

Metodo dei requisiti minimi			
Volume specifico minimo	W ₀	500,00	m ³ /ha _{imp}
Volume invaso minimo	W ₀	236,01	m ³

Metodo delle sole piogge			
Durata critica	D _w	3,29	ore
Volume invaso minimo	W ₀	261,29	m ³
$D_w = \left(\frac{1000 \cdot Q_{umax}}{2,78 \cdot \varphi_m \cdot a \cdot n \cdot A} \right)^{\frac{1}{n-1}}$ $W_0 = 10 \cdot \varphi_m \cdot a \cdot D_w^n \cdot A - 3,6 \cdot Q_{umax} \cdot D_w$			

VERIFICA SISTEMA D'INVARIANZA

Dimensioni invaso						
Superficie pianta invaso	A _{inv}	265,00	m ²			
Verifiche invaso						
		Valore Progetto		Valore Ammissibile		VERIFICA
Altezza utile invaso	H	1,00	≥	0,99	m	Positiva
Volume utile invaso	W	265,00	≥	261,29	m ³	Positiva
Tempo di svuotamento	T _{sv}	7,7	≤	48,0	ore	Positiva
Portata massima scaricata	Q	9,44	≤	9,44	l/s	Positiva
Sistema di scarico						
Tipologia di svuotamento		Portata costante				
Portata massima scaricabile		Q _{u,max}	9,44	l/s		

 Dr. Geol. Francesco Serra	ONE ITALY srl Sub ambito “A” e parte “B” di trasformazione commerciale via Loreto, Sannazzaro de’ Burgondi (PV)	Data	04/07/2025
		N. Commessa	2532
		C. Documento	2532_01_VAR
Relazione sull’invarianza idraulica VARIANTE		Revisione	
		Nome file	ALLEGATO 8.VAR

AREA USO PUBBLICO TR = 100

CARATTERISTICHE IDROLOGICHE AREE

Caratteristiche idrologiche				
Descrizione	Tipo area	Superficie A [m²]	Coeff. Afflusso φ	T. corriv. t _c [min]
	Area impermeabile	4274,8	1,00	-
	Area permeabile	1484,8	0,30	-

Superficie totale intervento: 5759,6 m²

Valori medi 0,8195

DIMENSIONAMENTO SISTEMA D'INVARIANZA

Metodo dei requisiti minimi			
Volume specifico minimo	W ₀	500,00	m³/ha _{imp}
Volume invaso minimo	W ₀	236,01	m³

Metodo delle sole piogge			
Durata critica	D _w	3,99	ore
Volume invaso minimo	W ₀	316,46	m³
$D_w = \left(\frac{1000 \cdot Q_{umax}}{2,78 \cdot \varphi_m \cdot a \cdot n \cdot A} \right)^{\frac{1}{n-1}}$ $W_0 = 10 \cdot \varphi_m \cdot a \cdot D_w^n \cdot A - 3,6 \cdot Q_{umax} \cdot D_w$			

VERIFICA SISTEMA D'INVARIANZA

Dimensioni invaso						
Superficie pianta invaso	A _{inv}	318,00	m ²			
Verifiche invaso						
		Valore Progetto		Valore Ammissibile		VERIFICA
Altezza utile invaso	H	1,00	≥	1,00	m	Positiva
Volume utile invaso	W	318,00	≥	316,46	m ³	Positiva
Tempo di svuotamento	T _{sv}	9,3	≤	48,0	ore	Positiva
Portata massima scaricata	Q	9,44	≤	9,44	l/s	Positiva
Sistema di scarico						
Tipologia di svuotamento		Portata costante				
Portata massima scaricabile		Q _{u,max}	9,44	l/s		

 Dr. Geol. Francesco Serra	ONE ITALY srl Sub ambito “A” e parte “B” di trasformazione commerciale via Loreto, Sannazzaro de’ Burgondi (PV)	Data	04/07/2025
		N. Commessa	2532
		C. Documento	2532_01_VAR
Relazione sull’invarianza idraulica <i>VARIANTE</i>		Revisione	
		Nome file	ALLEGATO 8.VAR

ALLEGATO E ASSEVERAZIONE

 Dr. Geol. Francesco Serra	ONE ITALY srl Sub ambito “A” e parte “B” di trasformazione commerciale via Loreto, Sannazzaro de’ Burgondi (PV)	Data	04/07/2025
		N. Commessa	2532
		C. Documento	2532_01_VAR
Relazione sull’invarianza idraulica <i>VARIANTE</i>		Revisione	
		Nome file	ALLEGATO 8.VAR

Allegato E - Asseverazione del professionista in merito alla conformità del progetto ai contenuti del regolamento

In caso di intervento richiedente le misure di invarianza idraulica e idrologica che ricade nel territorio di più Comuni, la presente asseverazione può essere modificata, ove necessario, per tenere in considerazione tale caratteristica.

DICHIARAZIONE SOSTITUTIVA DELL'ATTO DI NOTORIETA' (Articolo 47 D.P.R. 28 dicembre 2000, n. 445)

La/Il sottoscritto/a **Serra Francesco**
nata/o a **Rivolta d'Adda** il **27 dicembre 1959**
residente a **Rivolta d'Adda**
in via **Dante Alighieri** n. **6**
iscritta/ all' [] Ordine [] Collegio dei **Geologi** della Provincia di
Regione **Lombardia** n.
incaricata/o dal/i signor/i **Agosti Isaia** in qualità di
[] proprietario, [] utilizzatore [X] legale rappresentante del **ONE ITALY srl**
di redigere il Progetto di invarianza idraulica e idrologica per l'intervento di
..... **Variante a Piano per trasformazione commerciale**
sito in Provincia di **Pavia** Comune di **Sannazzaro de' Burgondi**
in via/piazza **Loreto** n.
Foglio n. Mappale n.

In qualità di tecnico abilitato, 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 **Sannazzaro**, in cui è sito l'intervento, ricade all'interno dell'area:
- ☐ A: ad alta criticità idraulica
- ☒ B: a media criticità idraulica
- ☐ C: a bassa criticità idraulica
- ☐ che la superficie interessata dall'intervento è minore o uguale a 300 m² e che si è adottato un sistema di scarico sul suolo, purché non pavimentato, o negli strati superficiali del sottosuolo e non in un ricettore, salvo il caso in cui questo sia costituito da laghi o dai fiumi Po, Ticino, Adda, Brembo, Serio, Oglio, Chiese e Mincio (art. 12, comma 1, lettera a)

 Dr. Geol. Francesco Serra	ONE ITALY srl Sub ambito “A” e parte “B” di trasformazione commerciale via Loreto, Sannazzaro de’ Burgondi (PV)	Data	04/07/2025
		N. Commessa	2532
		C. Documento	2532_01_VAR
<i>Relazione sull’invarianza idraulica VARIANTE</i>		Revisione	
		Nome file	ALLEGATO 8.VAR

- ☐ che per il dimensionamento delle opere di invarianza idraulica e idrologica è stata considerata la portata massima ammissibile per l'area (A/B/C), pari a:
- ☐ 10 l/s per ettaro di superficie interessata dall'intervento
 - ☒ 20 l/s per ettaro di superficie interessata dall'intervento
 - ☐ l/s per ettaro di superficie interessata dall'intervento, derivante da limite imposto dall'Ente gestore del ricettore (.....)
- ☐ che l'intervento prevede l'infiltrazione come mezzo per gestire le acque pluviali (in alternativa o in aggiunta all'allontanamento delle acque verso un ricettore), e che la portata massima infiltrata dai sistemi di infiltrazione realizzati è pari a l/s, che equivale ad una portata infiltrata pari a l/s per ettaro di superficie interessata dall'intervento
- 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 Regionale;
- ☐ 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;
- ☐ che la portata massima scaricata su suolo dalle opere realizzate è compatibile con le condizioni idrogeologiche locali e che a tal fine è stata consultata anche la Componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio (PGT);
- ☐ che l'intervento ricade nell'ambito di applicazione dell'art. 12, comma 1, lettera a) del regolamento;

 Dr. Geol. Francesco Serra	ONE ITALY srl Sub ambito “A” e parte “B” di trasformazione commerciale via Loreto, Sannazzaro de’ Burgondi (PV)	Data	04/07/2025
		N. Commessa	2532
		C. Documento	2532_01_VAR
<i>Relazione sull’invarianza idraulica VARIANTE</i>		Revisione	
		Nome file	ALLEGATO 8.VAR

☐ che l'intervento ricade nell'ambito di applicazione della monetizzazione (art. 16 del regolamento), e che pertanto è stata redatta la dichiarazione motivata di impossibilità di cui all'art. 6, comma 1, lettera d) del regolamento, ed è stato versato al comune/ai comuni l'importo complessivo di €

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.

Rivolta d'Adda 30 aprile 2025

(luogo e data)

Il Dichiarante

Serra Francesco

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.

