

Regione Lombardia  
Provincia di Pavia  
Comuni di Corana

Progetto

**Progetto di un impianto per la  
produzione di biometano alimentato con  
prodotti e sottoprodotti di origine  
agricola**

Localizzazione

**Comune di Corana (PV)**

Iter autorizzativo

**Procedura Abilitativa Semplificata (PAS)**

Committenza

**SMARTGREEN32 S.R.L  
Via Serio 16  
20139 MILANO**

Professionisti

**Studio Associato di Geologia AB&C  
(P.I. 02310000183)**

Titolo elaborato

**Relazione di Invarianza Idraulica**

Scala

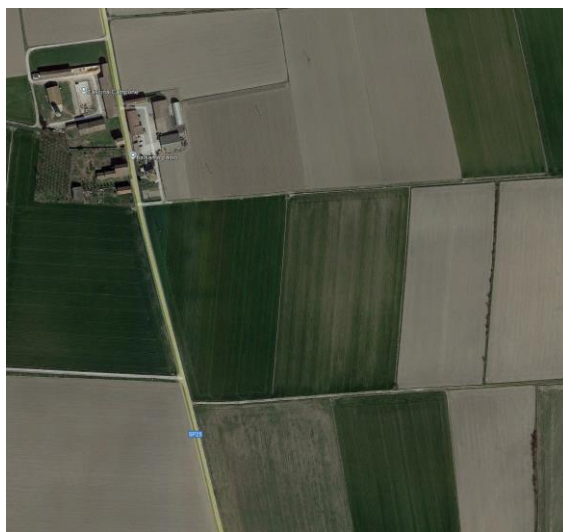
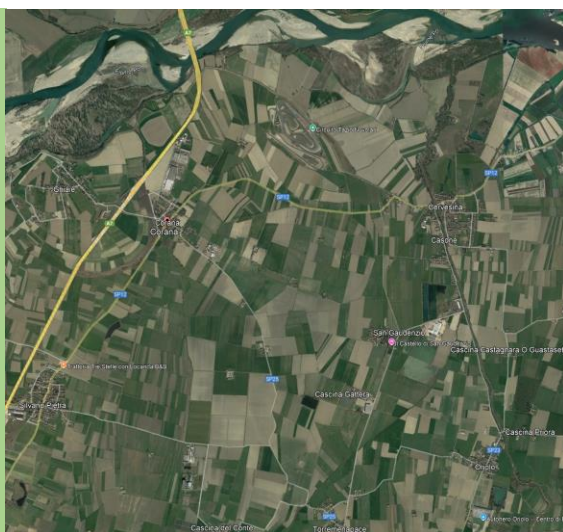
-

Dettagli  
documento

Data	Revisione	Redatto	Verificato	Approvato
12/24	00	SB	SB	AR

Elaborato

# A\_CRN\_PAS\_IDRO\_R01



**RAPPORTO PREPARATO PER:**  
INFRALAB S.R.L.

**SITO DI**  
**Comune di Corana (PV) – Strada Torremenapace S.P. 25**

**TITOLO DOCUMENTO**  
**Relazione sull'invarianza idraulica e idrologica**  
**Nuovo Impianto Biomasse**

**DATA**  
**Novembre 2024**

Emissione	Redatto da	Data	Timbro di Approvazione
REV 00	SIMONE BASSETTI	29/11/2024	SIMONE BASSETTI
PERCORSO FILE: C:\Users\lg\SynologyDrive\BASSE\2024\Lavori\Corana Invarianza\Relazione_Invarianza_Idraulica_e_Idrologica_Corana.doc			

## INDICE

1	INTRODUZIONE.....	3
2	INQUADRAMENTO GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO DELL' AREA .....	5
2.1	PROVE INFILTROMETRICHE E CALCOLO DELLA PERMEABILITA' DEL TERRENO .....	8
3	STATO DI FATTO E DI PROGETTO DELLE OPERE .....	12
4	STUDIO IDRAULICO.....	14
4.1	GENERALITA' .....	14
4.2	VOLUMI D'INVASO E REQUISITI MINIMI .....	14
4.3	PROCEDURA DETTAGLIATA .....	15
4.3.1	PRECIPITAZIONE DI PROGETTO .....	19
4.3.2	DESCRIZIONE DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA .....	22
4.3.3	IETOGRAMMA DI PIOGGIA .....	23
4.3.4	IDROGRAMMA DI PIENA .....	33
4.3.5	DIMENSIONAMENTO SISTEMA DI INVARIANZA E VASCA DI PRIMA PIOGGIA .....	40
4.3.6	CALCOLO DINAMICA INVASO .....	41
4.3.7	TEMPO DI SVUOTAMENTO DEI PRESIDI .....	44
4.3.8	DETERMINAZIONE DELLA PORTATA DI PICCO .....	45
4.3.9	VERIFICA DIMENSIONAMENTO DEI COLLETTORI DI ACQUE BIANCHE .....	46
4.4	SCARICO .....	47
4.5	TUTELA DELLA FALDA .....	47
5	CONCLUSIONI.....	48

## ELABORATI TECNICI

- TAVOLA 1: SUPERFICI E STATO DI PROGETTO DEI PRESIDI
- TAVOLA 2: DETTAGLI COSTRUTTIVI VASCA DI LAMINAZIONE E DI PRIMA PIOGGIA
- ALLEGATO 1: PIANO DI MANUTENZIONE

## 1 INTRODUZIONE

Lo scrivente Studio Associato di Geologia AB&C è stato incaricato di predisporre la presente relazione idrologica e idraulica ai fine dell'invarianza nell'ambito del progetto di realizzazione di un nuovo impianto biomasse in Strada Torremenapace – SP 25 nel Comune di Corana (PV).

Tale intervento deve essere accompagnato da un progetto di invarianza idrologica ed idraulica in ottemperanza:

- al Regolamento Regionale n. 7 del 23/11/2017 recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'art. 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 (legge per il governo del territorio), approvato con D.G.R. 20.11.2017, n. X/7372 e
- al Regolamento regionale 19 aprile 2019 - n. 8 - Disposizioni sull'applicazione dei principi di invarianza idraulica ed idrologica. Modifiche al regolamento regionale 23 novembre 2017, n. 7 (Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 "Legge per il governo del territorio")

L'invarianza idraulica è il principio in base al quale le portate massime di afflusso meteorico scaricate dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelle preesistenti all'urbanizzazione (articolo 58 bis, comma 1, lettera a) della l.r. 12/2005).

L'invarianza idrologica è il principio in base al quale sia le portate che i volumi di afflusso meteorico scaricati dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non devono essere maggiori di quelli preesistenti all'urbanizzazione (articolo 58 bis, comma 1, lettera b) della l.r. 12/2005).

In particolare, con tale Regolamento, la Regione Lombardia definisce:

- gli interventi edilizi richiedenti le misure di invarianza idraulica e idrologica;
- gli ambiti territoriali di applicazione differenziati in funzione del livello di criticità idraulica dei bacini dei corsi d'acqua ricettori;
- il valore massimo della portata meteorica scaricabile nei ricettori per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica e idrologica nei diversi ambiti territoriali individuati;
- la classificazione degli interventi richiedenti misure di invarianza idraulica e idrologica e le modalità di calcolo;
- le indicazioni tecniche costruttive e degli esempi di buone pratiche di gestione delle acque meteoriche in ambito urbano;
- la possibilità, per i comuni, di prevedere la monetizzazione come alternativa alla diretta realizzazione per gli interventi previsti in ambiti urbani caratterizzati da particolari condizioni urbanistiche o idrogeologiche.

È inoltre previsto che i progettisti debbano consegnare, per gli interventi edilizi definiti dal Regolamento, una relazione d'invarianza idraulica e idrologica articolata nei seguenti punti:

- calcolo del volume di laminazione per il rispetto dei limiti di portata meteorica massima scaricabile nei ricettori;
- proposte di soluzione per la gestione delle acque meteoriche nel rispetto del principio di invarianza idraulica e idrologica;



- progetto di tutte le componenti del sistema di drenaggio e dello scarico terminale, qualora necessario, completo di planimetrie, profili, sezioni e particolari costruttivi;
- piano di manutenzione ordinaria e straordinaria;
- asseverazione del professionista in merito alla conformità del progetto ai contenuti del regolamento regionale.

La presente relazione ha lo scopo principale di definire:

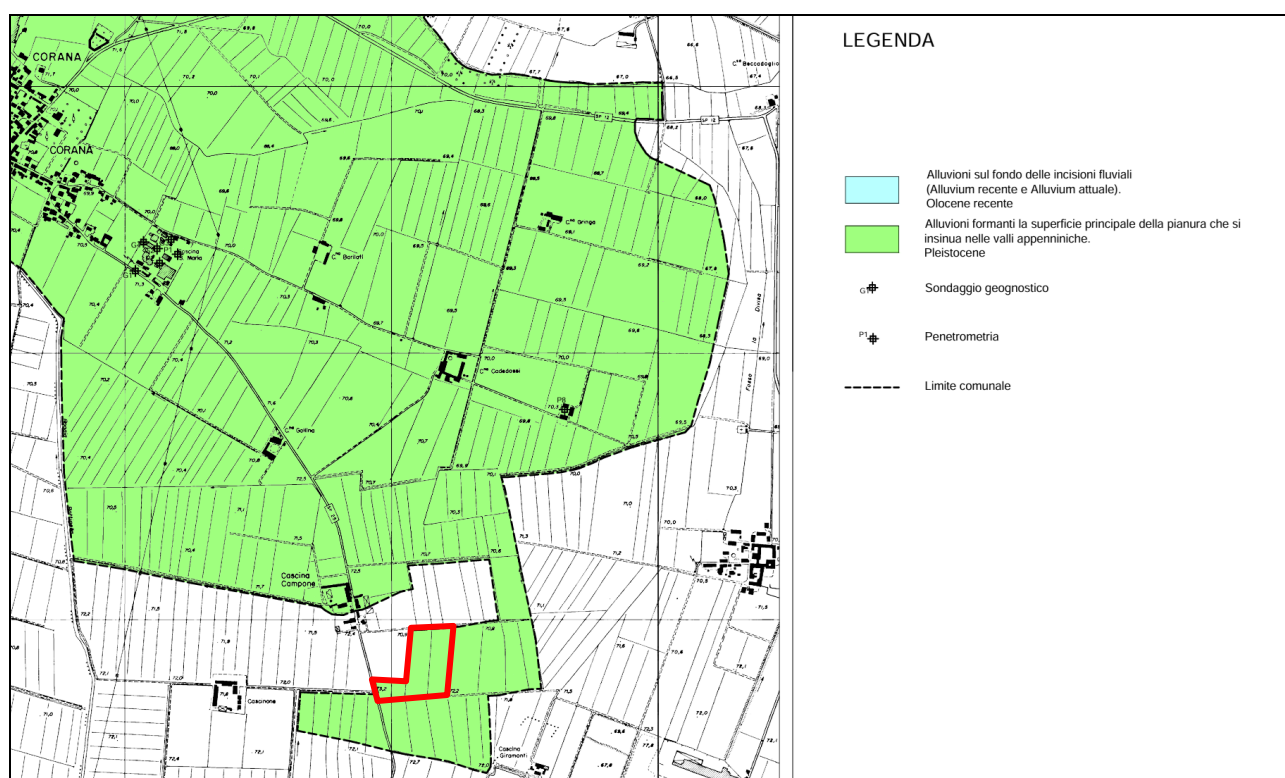
- le dimensioni delle opere di raccolta e smaltimento delle acque bianche meteoriche ricadenti sul complesso degli edifici in progetto;
- il volume necessario a laminare le portate delle acque meteoriche che defluiranno allo scarico;
- le caratteristiche tecniche delle opere previste per ottenere la laminazione necessaria.

**Pertanto, la presente relazione costituisce un documento tecnico che definisce, secondo quanto disposto dal r.r. 7/17, le modalità di scarico delle acque meteoriche ricadenti sulle opere in progetto, la tipologia e le dimensioni dei manufatti di dispersione nel sottosuolo e di laminazione.**

## 2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO DELL'AREA

Di seguito viene riportato l'estratto dalla carta geologica annessa al PGT di Corana.

*Figura 2.1: Stralcio non in scala della Carta geologica annessa al PGT del Comune di Corana.  
Nel riquadro rosso l'area in esame.*



Il documento cartografico mostra che i terreni affioranti nell'area oggetto di studio sono *"Alluvioni formanti la superficie principale della pianura che si insinua nelle valli appenniniche"* del Pleistocene.

In data 18/11/2024 sono state eseguite dallo scrivente n. 3 trincee esplorative (con escavatore meccanico) spinte fino alla massima profondità di 3,00 metri da piano campagna.

Nelle seguenti figure 2.1 e 2.2 è indicata l'ubicazione e l'esecuzione delle trincee all'interno dell'area di futura realizzazione dell'impianto biomasse.

*Figura 2.2: Ubicazione trincee esplorative eseguite in data 18/11/2024*



*Figura 2.3: Esecuzione delle trincee esplorative in data 18/11/2024*





L'osservazione diretta dei primi 3,0 metri di sottosuolo tramite le trincee esplorative ha permesso di definire la stratigrafia dell'area:

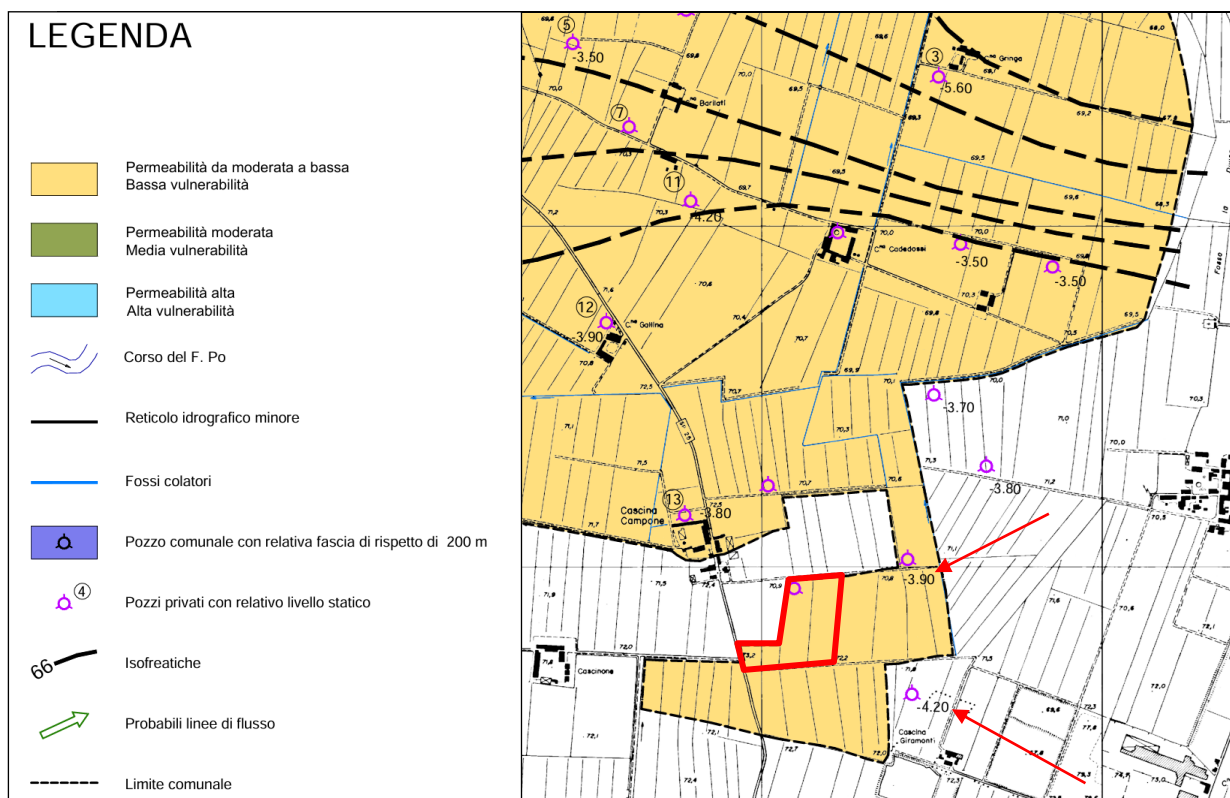
Quota (m da piano campagna)	Litologia
0,00 - 0,50/0,80	Argilla limosa (terreno agrario)
0,50/0,80 - 1,20	Limo sabbioso argilloso
1,20- 3,00	Argilla limosa/Limo argilloso

Per quanto riguarda la falda freatica si può affermare che non è stata intercettata all'interno delle trincee esplorative.

Nella figura 2.4 viene riportato un estratto della carta idrogeologica annessa al PGT comunale di Corana nella quale la soggiacenza della falda in corrispondenza dell'area in esame risulta attestarsi intorno ai 4 metri da piano campagna come indicano le frecce rosse in figura.

Inoltre nella carta sono segnalati terreni con *permeabilità da moderata a bassa* confermando quanto emerso dalle prove infiltrometriche eseguite dallo scrivente sempre in data 18/11/2024 (vedi paragrafo 2.1)

**Figura 2.4** – Estratto della “Carta idrogeologica” annessa al PGT del Comune di Corana.  
L'area in esame è rappresentata dal contorno rosso.





## 2.1 PROVE INFILTROMETRICHE E CALCOLO DELLA PERMEABILITA' DEL TERRENO

In data 18/11/2024 sono state eseguite n. 3 prove di infiltrazione nei terreni utilizzando un infiltrometro a doppio anello alle seguenti profondità da piano campagna:

- 1,00 - 1,10 m (TR2) - Limo sabbioso argilloso;
- 2,00 - 2,10 m (TR3) - Argilla limosa;
- 2,40 - 2,50 m (TR1) - Argilla limosa/limo argilloso.

Nelle fotografie di figura 2.1.1 è illustrata l'esecuzione della prova all'interno della trincea TR2 con infiltrometro a doppio anello.

*Figura 2.1.1: Esecuzione della prova con infiltrometro a doppio anello*



Un infiltrometro a doppio anello è costituito da due anelli concentrici di metallo di 30 e 60 cm di diametro, alti 25-50 cm e con un bordo tagliente al fondo, che sono spinti nel terreno per circa 10 cm.

La prova consiste nel versare quindi acqua pulita per un'altezza di 5 - 10 cm sopra il fondo, iniziando con l'anello esterno e proseguendo con quello interno fino a raggiungere un livello uguale tra i due scomparti.

L'acqua nell'anello esterno ha il solo scopo di mantenere verticale il flusso dell'acqua nel terreno entro l'anello interno, la cui diminuzione di livello nel tempo è la misura utilizzata per stabilire la velocità di percolazione verticale.

Le misure si eseguono annotando il tempo d'inizio e l'altezza dell'acqua dal fondo, compiendo misure ad intervalli di tempo idonei. Occorre mantenere l'acqua nell'anello interno ed esterno ad un livello simile.

Se il livello d'acqua nell'anello esterno è più alto di quello dell'anello interno, si registrerà una diminuzione della velocità d'infiltrazione nell'anello interno, che è quello che è impiegato per la misurazione.

Al contrario un livello d'acqua più basso nell'anello esterno diminuirà l'effetto di tamponamento contro la diffusione laterale e quindi si otterranno valori d'infiltrazione più elevati di quelli reali.

La misurazione termina quando la velocità di infiltrazione ha raggiunto un valore costante, ovvero quando la differenza tra tre successive misure è inferiore al 10%.

L'esecuzione della prova avviene annotando le seguenti misure:

- Ora - minuti - secondi di inizio prova e di tutte le letture di livello dell'acqua nell'anello interno;
- La differenza di tempo tra ogni successiva misura e quella precedente;
- La lettura dei livelli before filling (prima del riempimento) e after filling (dopo il riempimento). Quando l'anello interno e lo spazio anulare tra i due anelli sono riempiti con 100 mm di acqua per la prima volta ci si trova al momento di Start uguale a 0. Dopo un prefissato intervallo di tempo l'acqua nell'anello interno sarà scesa di livello, si annotano tale livello ed il tempo trascorso dallo Start = 0. Successivamente si riempie nuovamente l'anello interno fino a raggiungere nuovamente il livello di circa 100 mm. Si proseguono poi le misure e i ripristini di livello mantenendo una differenza di 1 - 2 cm tra la quota massima dell'acqua che si ottiene versando l'acqua e quella della misura. Le misure terminano quando il calcolo della velocità di infiltrazione mostra un valore costante.

Di seguito si riportano le tabelle con i dati registrati durante le tre prove ed il calcolo del Rapporto di infiltrazione che definisce la stima della permeabilità dei terreni:

PROVA N. 1 - TR1 - ARGILLA LIMOSA/LIMO ARGILLOSO (2,50 - 2,40 m da p.c.)										
Lettura cronometro ad inizio prova e ad ogni misura livello anello interno			Tempo in secondi	Differenza tempo tra 2 letture successive in secondi	Tempo trascorso da inizio prova (tempo cumulativo in secondi)	Livello acqua nell'anello interno (mm)		Altezza acqua infiltrata (mm)	Rapporto di infiltrazione (mm/sec)	Permeabilità k (m/sec)
ore	minuti	secondi				prima	dopo			
0	0	0	0	0	0		103			
0	1	0	60	60	60	101,5	103	1,5	0,02500	2,50E-05
0	2	0	120	60	120	102	103	1	0,01667	1,67E-05
0	3	0	180	60	180	101,5	105	1,5	0,02500	2,50E-05
0	4	0	240	60	240	103	102	2	0,03333	3,33E-05
0	5	0	300	60	300	101	100	1	0,01667	1,67E-05
0	6	0	360	60	360	99,5	99	0,5	0,00833	8,33E-06
0	7	0	420	60	420	98	102	1	0,01667	1,67E-05
0	8	0	480	60	480	101	104	1	0,01667	1,67E-05
0	9	0	540	60	540	102,5	103	1,5	0,02500	2,50E-05
0	10	0	600	60	600	102		1	0,01667	1,67E-05
								Valore medio		2,00E-05
								Valore minimo		8,33E-06

PROVA N. 2 - TR2 - LIMO SABBIOSO ARGILLOSO (1,20 - 1,30 m da p.c.)										
Lettura cronometro ad inizio prova e ad ogni misura livello anello interno			Tempo in secondi	Differenza tempo tra 2 letture successive in secondi	Tempo trascorso da inizio prova (tempo cumulativo in secondi)	Livello acqua nell'anello interno (mm)		Altezza acqua infiltrata (mm)	Rapporto di infiltrazione (mm/sec)	Permeabilità k (m/sec)
ore	minuti	secondi				prima	dopo			
0	0	0	0	0	0		105			
0	1	0	60	60	60	102	102	3	0,05000	2,50E-05
0	2	0	120	60	120	100	103	2	0,03333	1,67E-05
0	3	0	180	60	180	101,5	100	1,5	0,02500	1,25E-05
0	4	0	240	60	240	98,5	101	1,5	0,02500	1,25E-05
0	5	0	300	60	300	100	103	1	0,01667	8,33E-06
0	6	0	360	60	360	101,5	105	1,5	0,02500	1,25E-05
0	7	0	420	60	420	103	102	2	0,03333	1,67E-05
0	8	0	480	60	480	101	104	1	0,01667	8,33E-06
0	9	0	540	60	540	102,5	100	1,5	0,02500	1,25E-05
0	10	0	600	60	600	98,5		1,5	0,02500	1,25E-05
								Valore medio		2,75E-05
								Valore minimo		1,67E-05



PROVA N. 3 - TR3 - ARGILLA LIMOSA/LIMO ARGILLOSO (2,00 - 2,10 m da p.c.)										
Lettura cronometro ad inizio prova e ad ogni misura livello anello interno			Tempo in secondi	Differenza tempo tra 2 letture successive in secondi	Tempo trascorso da inizio prova (tempo cumulativo in secondi)	Livello acqua nell'anello interno (mm)		Altezza acqua infiltrata (mm)	Rapporto di infiltrazione (mm/sec)	Permeabilità k (m/sec)
ore	minuti	secondi				prima	dopo			
0	0	0	0	0	0		101			
0	0	30	30	30	30	100	103	1	0,01667	1,67E-05
0	1	0	60	30	60	102	100	1	0,01667	1,67E-05
0	1	30	90	30	90	99,5	102	0,5	0,00833	8,33E-06
0	2	0	120	30	120	101	102	1	0,01667	1,67E-05
0	2	30	150	30	150	101,5	101	0,5	0,00833	8,33E-06
0	3	0	180	30	180	100	103	1	0,01667	1,67E-05
0	3	30	210	30	210	101,5	104	1,5	0,02500	2,50E-05
0	4	0	240	30	240	102	101	2	0,03333	3,33E-05
0	4	30	270	30	270	100,5	103	0,5	0,00833	8,33E-06
0	5	0	300	30	300	102		1	0,01667	1,67E-05
								Valore medio		1,67E-05
								Valore minimo		8,33E-06

Nella seguente tabella si riassumono i valori minimi di permeabilità calcolati con le prove:

Quota (m da piano campagna)	Orizzonte Litologico	Permeabilità (m/sec)	Valore di permeabilità dimezzato come suggerito dal RR 7/2017 (m/sec)
1,20 - 1,30	Limo sabbioso argilloso	1,67 E-05	8,33 E-06
2,00 - 2,10	Argilla limosa/limo argilloso	8,33 E-06	4,17 E-06
2,40 - 2,50	Argilla limosa/limo argilloso	8,33 E-06	4,17 E-06

Risulta evidente come la permeabilità negli orizzonti superficiali sia molto bassa e pertanto si dovrà escludere il ricorso a presidi drenanti per lo smaltimento delle acque meteoriche le quali dovranno necessariamente essere laminate.

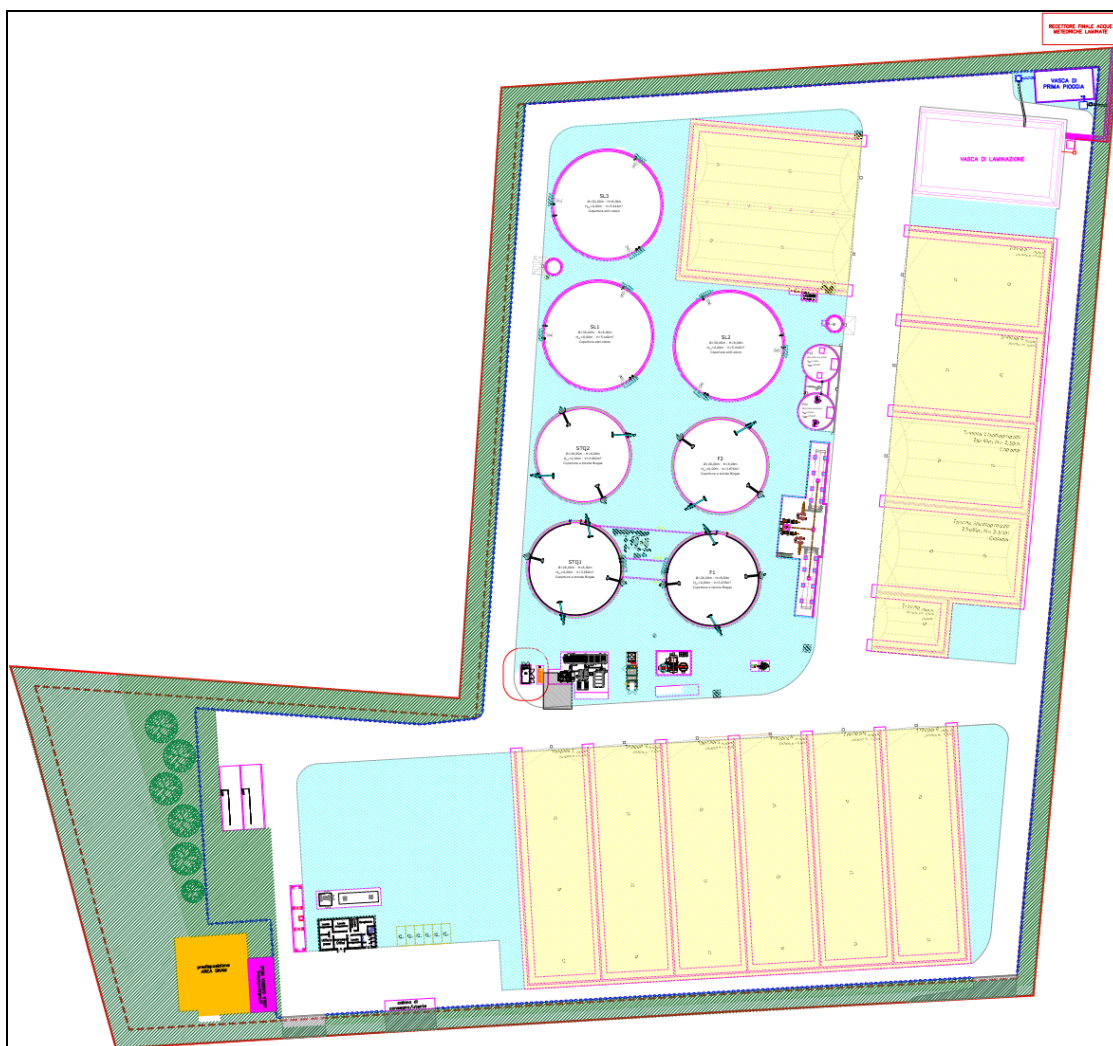
### 3 STATO DI FATTO E DI PROGETTO DELLE OPERE

Allo stato di fatto (figura 2.2) l'area è totalmente destinata alla coltivazione.

La figura 3.1 mostra lo stato di progetto delle opere dell'impianto a biomasse fornito dai progettisti; in figura sono indicate in bianco le aree impermeabili (Categoria 1), in azzurro le aree semi-permeabili (Categoria 2) ed in verde le aree permeabili (Categoria 3). In giallo sono indicate le aree che saranno occupate dalle trincee di stoccaggio delle biomasse; per tali aree, come indicato di progettisti delle opere, i percolati saranno inviati direttamente ai digestori e quindi non considerate nel calcolo dei volumi di invaso; tuttavia, occorre considerare nei calcoli sull'invarianza un 30% di tali superfici in quanto, sempre su indicazione dei progettisti, potrà accadere che esse non saranno totalmente riempite di materiale e che i percolati delle aree vuote saranno inviati direttamente alle vasche di prima pioggia e di laminazione e non in testa all'impianto.

**Figura 3.1:** Stato di progetto delle opere.

*In bianco le aree impermeabili, in azzurro le aree semi permeabili, in verde le aree permeabili, in giallo le trincee di stoccaggio*



La classificazione delle aree in CATEGORIA 1, 2 e 3 è stata effettuata in relazione ai tre coefficienti di afflusso  $\varphi_1$ ,  $\varphi_2$ ,  $\varphi_3$  definiti con riferimento al Regolamento Regionale n. 8 del 19.04.2019:

- $\varphi_1 = 1$ : aree impermeabili; tutte le sotto-aree interessate da tetti, coperture, e pavimentazioni continue di strade, vialetti, parcheggi;
- $\varphi_2 = 0,7$ : aree semi-impermeabili: tetti verdi, giardini pensili e aree verdi sovrapposti a solette comunque costituite, aree destinate all'infiltrazione delle acque gestite ai sensi del presente regolamento e pavimentazioni discontinue drenanti o semipermeabili di strade, vialetti, parcheggi;
- $\varphi_3 = 0,3$ : sotto-aree permeabili di qualsiasi tipo, comprese le aree verdi munite di sistemi di raccolta e collettamento delle acque ed escludendo dal computo le superfici incolte e quelle di uso agricolo.

Nella successiva tabella 3.1 sono descritte le aree prese in considerazione nel calcolo ai sensi del regolamento regionale e fornite dai progettisti.

**Tabella 3.1:**  
*Descrizione superfici coinvolte*

CARATTERISTICHE AREA			
Descrizione	Tipo area	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Coeff. Afflusso $\varphi$
Strutture e strade asfaltate	Impermeabile	21.255,78	1,00
Trincee di stoccaggio (considerando il 30% della superficie totale delle trincee pari a 14.777,02 mq)	Impermeabile	4.433,10	1,00
Piattaforme non asfaltate	Semi-permeabile	9.447,10	0,70
Aree a verde	Permeabile	9.936,60	0,30

Superficie totale 45.072,60 m<sup>2</sup>

Coefficiente afflusso medio ponderale  $\varphi_m$  0,7828



## 4 STUDIO IDRAULICO

### 4.1 GENERALITA'

Si procede di seguito allo svolgimento dello studio per l'individuazione ed il dimensionamento dei presidi di raccolta e smaltimento, secondo quanto previsto nelle norme di riferimento e secondo quanto riportato nel Regolamento Regionale. Il regolamento suddivide innanzitutto le aree a diversa criticità idraulica (Art. 7, comma 3): il sito oggetto di intervento, ricadente nel Comune di Corana (PV) viene inserito nelle **aree B a media criticità idraulica**, così come indicato in Allegato C al regolamento. Per tali aree la portata massima scaricabile è posta a **20 l/sec** per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento (Art. 8, comma 1.a).

Sulla base delle superfici definite nel paragrafo 3 ed osservando la tabella seguente tratta dal regolamento aggiornato (*Regolamento regionale 19 aprile 2019 - n. 8 - Disposizioni sull'applicazione dei principi di invarianza idraulica ed idrologica. Modifiche al regolamento regionale 23 novembre 2017, n. 7*) la metodologia da utilizzare è quella della **"Procedura Dettagliata"** (art. 11 e Allegato G del Regolamento).

CLASSE DI INTERVENTO		SUPERFICIE INTERESSATA DALL'INTERVENTO	COEFFICIENTE DEFLUSO MEDIO PONDERALE	MODALITÀ DI CALCOLO	
				AMBITI TERRITORIALI (articolo 7)	
				Aree A, B	Aree C
0	Impermeabilizzazione potenziale qualsiasi	≤ 0,03 ha (≤ 300 mq)	qualsiasi	Requisiti minimi articolo 12 comma 1	
1	Impermeabilizzazione potenziale bassa	da > 0,03 a ≤ 0,1 ha (da > 300 mq a ≤ 1.000 mq)	≤ 0,4	Requisiti minimi articolo 12 comma 2	
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		

### 4.2 VOLUMI D'INVASO E REQUISITI MINIMI

La superficie scolante impermeabile interessata dall'intervento rappresenta la superficie risultante dal prodotto tra la superficie interessata dall'intervento per il suo coefficiente di deflusso medio ponderale così come ricavato in paragrafo 3.

Per quanto concerne i requisiti minimi, come previsto dall'art. 12 del RR n. 7/2017 e successive modifiche, si deve prevedere la realizzazione di un invaso di laminazione con capienza pari a **500 m³** per ettaro di

superficie scolante impermeabile interessata dall'intervento: i volumi accumulati in tale invaso potranno poi essere smaltiti in un corpo idrico superficiale.

Sulla base delle superfici riportate in paragrafo 3 si ottiene:

Superficie totale	Coefficiente medio di deflusso ponderale $\phi_m$	Superficie scolante impermeabile	Volume di invaso richiesto dai Requisiti Minimi
45.072,60 mq	0,7828	35.282,83 mq	<b>1.764,14 mc</b>

L'intervento si classifica dunque con "**impermeabilizzazione potenziale alta**" in area a **media criticità idraulica** ed il regolamento prevede (art. 9, comma 3): "*.... Nel caso di impermeabilizzazione potenziale alta...in ambiti territoriali a criticità alta o media ai sensi dell'articolo 7, deve essere adottata la procedura di calcolo dettagliata....*". Successivamente, il volume di laminazione da adottare per la progettazione degli interventi di invarianza idraulica sarà il maggiore tra quello risultante dai calcoli e quello valutato in termini parametrici come requisito minimo di cui all'articolo 12, comma 2.

#### **4.3 PROCEDURA DETTAGLIATA**

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 riportata nei paragrafi successivi.

Per quanto attiene alla portata entrante nel presidio finale 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 lo 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;
- calcolo del bilancio del presidio 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, sviluppato da Keifer e Chu nel 1957 con riferimento alla fognatura di Chicago. 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/ora<sup>n</sup>]: 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.

Il range di applicazione del coefficiente di posizione risulta  $0 \leq r \leq 1$ . La sua posizione all'interno della durata complessiva  $\theta$  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

$\Delta t$  [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

$\varphi$  [-]: 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 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.

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

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

$p_j$  [m<sup>3</sup>/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  $t = j \cdot \Delta t$

$\Delta t$  [ore]: intervallo di tempo considerato, pari ad 1 minuto

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

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

$A$  [ha]: area totale dell'intervento

In mancanza d'indicazioni specifiche, si consideri 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:

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

$j$  [-]: 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

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

### 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.

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

$Q_e$  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.

$$W_0 = \max_i(W_i)$$

#### 4.3.1 PRECIPITAZIONE DI PROGETTO

L'applicazione della procedura dettagliata presuppone il calcolo della precipitazione di progetto, attraverso l'utilizzo delle linee segnalatrici di pioggia, come dato input per il calcolo del volume di laminazione. I parametri caratteristici delle linee segnalatrici di pioggia si possono estrarre per il territorio regionale dal Portale Idrologico Geografico di ARPA Lombardia:



<i>Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica - Comune di Corana</i>			
Coefficiente pluviometrico orario	$a_1$	24,88	mm/h <sup>n</sup>
Coefficiente di scala	$n$	0,3005	-
GEV - Parametro alfa	$\alpha$	0,2809	-
GEV - Parametro kappa	$k$	-0,1086	-
GEV - Parametro epsilon	$\varepsilon$	0,8043	-
Nota: A ciascuno dei Comuni della Lombardia sono assegnati cinque parametri per la definizione della pioggia di progetto presi, come indicato dal Regolamento Regionale n. 7 del 23/11/2017, dal Portale Idrologico Geografico di ARPA Lombardia ( <a href="http://idro.arpalombardia.it/pmapper4.0/map.phtml">http://idro.arpalombardia.it/pmapper4.0/map.phtml</a> ). Tali valori corrispondono ai parametri 1-24 ore delle Linee segnalatrici (Progetto Strada).			

I parametri forniti si riferiscono alla linea segnalatrice di pioggia espressa nella forma:

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

dove:

$h$  [mm]: altezza di pioggia

$a_1$  [mm/ora<sup>n</sup>]: coefficiente pluviometrico orario

$D$  [ore]: durata pioggia

$n$  [-]: parametro di scala

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

dove:

$w_T$  [-]: coefficiente probabilistico legato al tempo di ritorno  $T$  [anni]

$\varepsilon, \alpha, k$  [-]: parametri della legge probabilistica GEV (Generalized Extreme Values)

Considerato che l'applicazione dei principi di invarianza idraulica ed idrologica contribuisce in modo fondamentale alle misure di prevenzione dell'esondazione dei corsi d'acqua e delle reti di drenaggio urbano, il presente Regolamento regionale prevede che siano valutate le condizioni locali di rischio di allagamento residuo per eventi di tempo di ritorno alti, quelli cioè che determinano un superamento anche rilevante delle capacità di controllo assicurate dalle strutture fognarie; gli interventi di contenimento e controllo delle acque meteoriche sono conseguentemente dimensionati in modo da rispettare i valori di portata limite di cui all'articolo 8, assumendo i seguenti valori di tempi di ritorno:

$T = 50$  [anni]: tempo di ritorno da adottare per il dimensionamento delle opere d'invarianza idraulica e idrologica per un accettabile grado di sicurezza delle stesse, in considerazione dell'importanza ambientale ed economica degli insediamenti urbani;

$T = 100$  [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.

Poiché tali parametri caratteristici delle curve di possibilità pluviometrica riportati da ARPA Lombardia si riferiscono generalmente a durate di pioggia maggiori di un'ora, per le durate inferiori a un'ora si possono utilizzare, in carenza di dati specifici, tutti i parametri indicati da ARPA tranne il parametro  $n$  per il quale si indica il valore  $n = 0,5$  in aderenza agli standard suggeriti dalla letteratura tecnica idrologica.

I metodi proposti dalla normativa per il calcolo del volume di laminazione fanno riferimento alle linee segnalatrici di pioggia a due parametri  $a$  e  $n$  la cui espressione è:

$$h = a \cdot D^n$$

dove:

$h$  [mm]: altezza di pioggia

$D$  [ore]: durata di pioggia

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

$a$  [mm/ora<sup>n</sup>]: parametro della linea segnalatrice di pioggia dato da:

$$a = a_1 \cdot w_T$$

dove:

$w_T$  [-]: coefficiente probabilistico legato al tempo di ritorno  $T$  [anni]

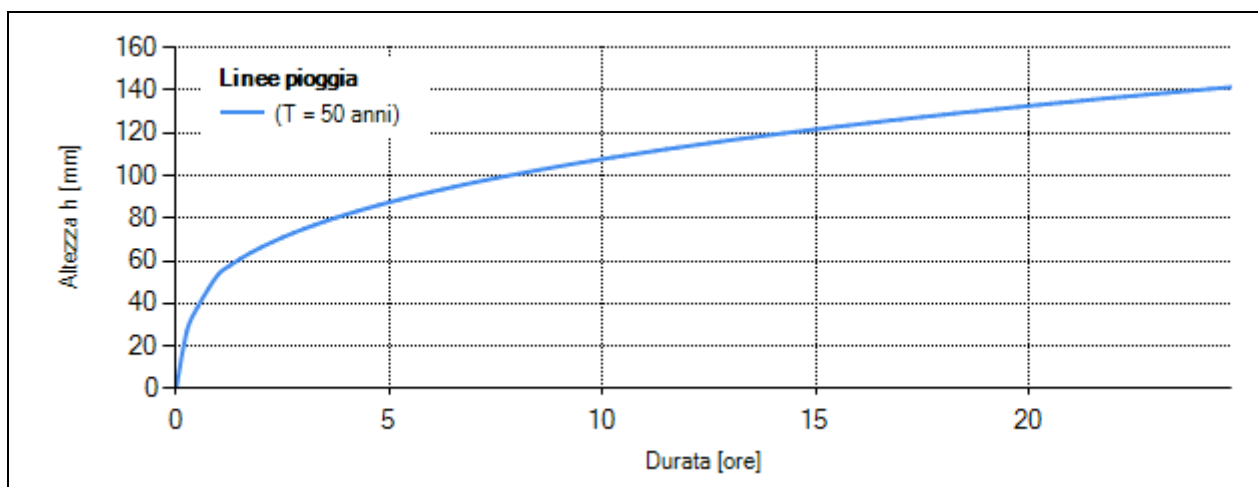
$a_1$  [mm/ora<sup>n</sup>]: coefficiente pluviometrico orario

Si riportano di seguito (Figura 4.3.1.1) la linea segnalatrice della pioggia estrapolata dal portale di Arpa e riferite al Comune di Corana mentre nella successiva Tabella 4.3.1.1 sono riportati i dati tabellari ottenuti e relativi alle altezze di precipitazione in mm per un tempo di ritorno  $Tr = 50$  anni.

**Figura 4.3.1.1:**

*Linea segnalatrice di pioggia  $Tr$  50 anni – Comune di Corana*

*Dati Portale Idrologico Geografico di ARPA Lombardia Tabella classi di intervento tratta da RR n. 7/2017*



**Tabella 4.3.1.1:**

*Dati tabellari altezze precipitazione in funzione della durata in ore dell'evento per  $T_r = 50$  anni*

*Dati Portale Idrologico Geografico di ARPA Lombardia*

<b>Linee pioggia - Risultati tabellari</b>	
Durata [ore]	( $T = 50$ anni) h [mm]
0	0,00
1	53,97
2	66,47
3	75,08
4	81,86
5	87,54
6	92,47
7	96,85
8	100,81
9	104,45
10	107,81
11	110,94
12	113,88
13	116,65
14	119,28
15	121,78
16	124,16
17	126,44
18	128,63
19	130,74
20	132,77
21	134,73
22	136,63
23	138,47
24	140,25

#### 4.3.2 DESCRIZIONE DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA

Come detto, la soluzione per il rispetto delle prescrizioni sull'invarianza idraulica e idrologica, nel caso in esame, è costituita dalla realizzazione di una vasca di laminazione con successivo scarico in corpo idrico superficiale (Vedi paragrafo 4.4).

In particolare, per il sito in esame, si realizzerà una *vasca di laminazione avente altezza pari a 2,00 metri, superficie pari 951,75 mq e volume pari a 1.903,50 mc*. La vasca di laminazione avrà larghezza pari a 40,50 m e lunghezza pari a 23,50 m.

Il progetto prevede inoltre la raccolta delle acque di prima pioggia derivanti dalle strade asfaltate e dalle

trincee di stoccaggio (quando vuote) mediante la realizzazione di una vasca di prima pioggia posta idraulicamente a monte della vasca di laminazione.

In Tavola 1 è indicata l'ubicazione delle vasche mentre in Tavola 2 si riportano i dettagli tecnici costruttivi.

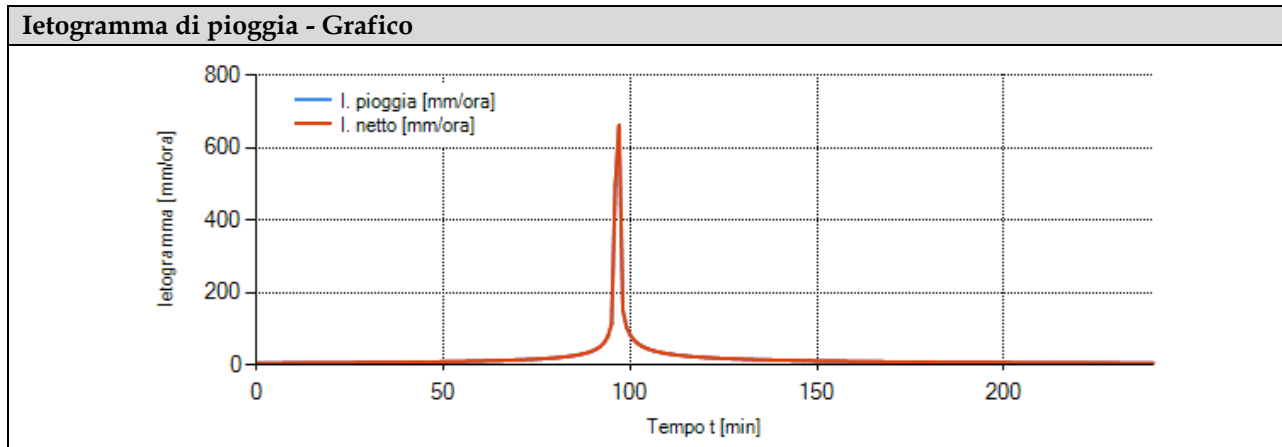
Nei calcoli che seguono si segnala che è stato utilizzato un *Tempo di corrivazione pari a 15 minuti* per tutte le aree indicate in Tabella 3.1.

#### 4.3.3 IETOGRAMMA DI PIOGGIA

Di seguito si riportano i vari ietogrammi di pioggia ed i risultati tabellari ottenuti per le singole aree definite in tabella 3.1 mediante elaborazione con software Edilclima EC737 - versione 2.

#### Strutture e strade asfaltate:

Definizione ietogramma di pioggia		
Durata pioggia di progetto ( $\theta$ )	4,00	ore
Coefficiente di posizione ( $r$ )	0,40	-
Metodo di depurazione delle piogge	Metodo percentuale	



Ietogramma di pioggia - Risultati tabellari		
Tempo [min]	Intensità di pioggia [mm/h]	Int. di pioggia netta [mm/h]
0	6,13	6,13
5	6,36	6,36
10	6,61	6,61
15	6,90	6,90
20	7,21	7,21
25	7,56	7,56
30	7,95	7,95
35	8,40	8,40
40	8,91	8,91
45	9,51	9,51
50	10,21	10,21

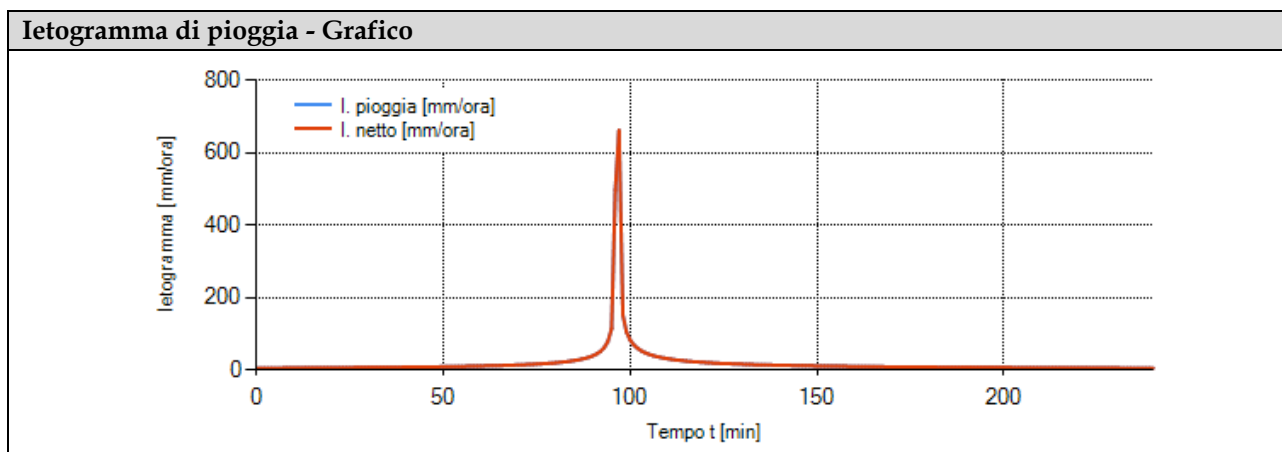


55	11,06	11,06
60	12,10	12,10
65	13,41	13,41
66	13,72	13,72
67	14,04	14,04
68	14,38	14,38
69	14,75	14,75
70	15,13	15,13
71	15,55	15,55
72	15,99	15,99
73	16,46	16,46
74	16,97	16,97
75	17,52	17,52
76	18,11	18,11
77	18,76	18,76
78	19,46	19,46
79	20,23	20,23
80	21,08	21,08
81	22,02	22,02
82	23,08	23,08
83	24,26	24,26
84	25,60	25,60
85	27,14	27,14
86	28,93	28,93
87	31,03	31,03
88	33,54	33,54
89	36,62	36,62
90	40,49	40,49
91	45,53	45,53
92	52,43	52,43
93	62,61	62,61
94	79,54	79,54
95	115,42	115,42
96	498,43	498,43
97	661,88	661,88
98	153,27	153,27
99	105,62	105,62
100	83,14	83,14
101	69,63	69,63
102	60,46	60,46
103	53,77	53,77
104	48,63	48,63
105	44,54	44,54
106	41,20	41,20
107	38,41	38,41
108	36,04	36,04
109	34,00	34,00
110	32,22	32,22
111	30,64	30,64
112	29,25	29,25
113	27,99	27,99
114	26,87	26,87
115	25,84	25,84
116	24,91	24,91
117	24,05	24,05
118	23,26	23,26
119	22,53	22,53
120	21,86	21,86
121	21,23	21,23
122	20,64	20,64
123	20,10	20,10

124	19,58	19,58
125	19,10	19,10
126	18,64	18,64
127	18,21	18,21
128	17,81	17,81
129	17,42	17,42
130	17,06	17,06
131	16,71	16,71
132	16,38	16,38
133	16,06	16,06
134	15,76	15,76
135	15,47	15,47
136	15,20	15,20
137	14,94	14,94
138	14,68	14,68
139	14,44	14,44
140	14,21	14,21
141	13,98	13,98
142	13,77	13,77
143	13,56	13,56
144	13,36	13,36
145	13,17	13,17
146	12,98	12,98
147	12,80	12,80
148	12,62	12,62
149	12,46	12,46
150	12,29	12,29
151	12,13	12,13
152	11,98	11,98
153	11,83	11,83
154	11,69	11,69
155	11,55	11,55
156	11,41	11,41
160	10,90	10,90
165	10,34	10,34
170	9,84	9,84
175	9,40	9,40
180	9,00	9,00
185	8,64	8,64
190	8,32	8,32
195	8,02	8,02
200	7,75	7,75
205	7,50	7,50
210	7,26	7,26
215	7,05	7,05
220	6,85	6,85
225	6,66	6,66
230	6,48	6,48
235	6,32	6,32
240	6,16	6,16

**Trincee di stoccaggio (30%):**

Definizione ietogramma di pioggia		
Durata pioggia di progetto ( $\theta$ )	4,00	ore
Coefficiente di posizione ( $r$ )	0,40	-
Metodo di depurazione delle piogge	Metodo percentuale	



Ietogramma di pioggia - Risultati tabellari		
Tempo [min]	Intensità di pioggia [mm/h]	Int. di pioggia netta [mm/h]
0	6,13	6,13
5	6,36	6,36
10	6,61	6,61
15	6,90	6,90
20	7,21	7,21
25	7,56	7,56
30	7,95	7,95
35	8,40	8,40
40	8,91	8,91
45	9,51	9,51
50	10,21	10,21
55	11,06	11,06
60	12,10	12,10
65	13,41	13,41
66	13,72	13,72
67	14,04	14,04
68	14,38	14,38
69	14,75	14,75
70	15,13	15,13
71	15,55	15,55
72	15,99	15,99
73	16,46	16,46
74	16,97	16,97
75	17,52	17,52
76	18,11	18,11
77	18,76	18,76
78	19,46	19,46
79	20,23	20,23
80	21,08	21,08
81	22,02	22,02
82	23,08	23,08
83	24,26	24,26

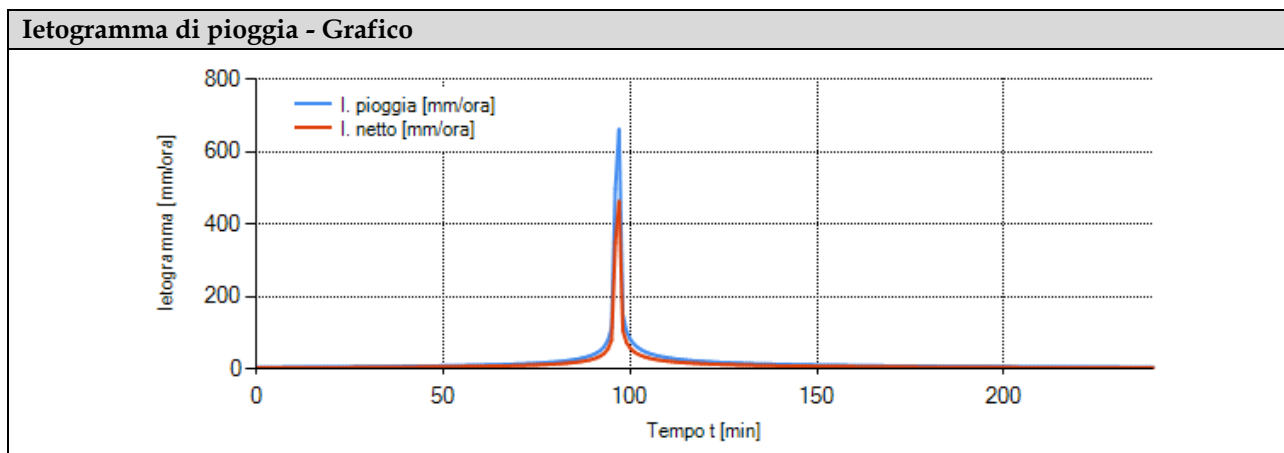
84	25,60	25,60
85	27,14	27,14
86	28,93	28,93
87	31,03	31,03
88	33,54	33,54
89	36,62	36,62
90	40,49	40,49
91	45,53	45,53
92	52,43	52,43
93	62,61	62,61
94	79,54	79,54
95	115,42	115,42
96	498,43	498,43
97	661,88	661,88
98	153,27	153,27
99	105,62	105,62
100	83,14	83,14
101	69,63	69,63
102	60,46	60,46
103	53,77	53,77
104	48,63	48,63
105	44,54	44,54
106	41,20	41,20
107	38,41	38,41
108	36,04	36,04
109	34,00	34,00
110	32,22	32,22
111	30,64	30,64
112	29,25	29,25
113	27,99	27,99
114	26,87	26,87
115	25,84	25,84
116	24,91	24,91
117	24,05	24,05
118	23,26	23,26
119	22,53	22,53
120	21,86	21,86
121	21,23	21,23
122	20,64	20,64
123	20,10	20,10
124	19,58	19,58
125	19,10	19,10
126	18,64	18,64
127	18,21	18,21
128	17,81	17,81
129	17,42	17,42
130	17,06	17,06
131	16,71	16,71
132	16,38	16,38
133	16,06	16,06
134	15,76	15,76
135	15,47	15,47
136	15,20	15,20
137	14,94	14,94
138	14,68	14,68
139	14,44	14,44
140	14,21	14,21
141	13,98	13,98
142	13,77	13,77
143	13,56	13,56
144	13,36	13,36



145	13,17	13,17
146	12,98	12,98
147	12,80	12,80
148	12,62	12,62
149	12,46	12,46
150	12,29	12,29
151	12,13	12,13
152	11,98	11,98
153	11,83	11,83
154	11,69	11,69
155	11,55	11,55
156	11,41	11,41
160	10,90	10,90
165	10,34	10,34
170	9,84	9,84
175	9,40	9,40
180	9,00	9,00
185	8,64	8,64
190	8,32	8,32
195	8,02	8,02
200	7,75	7,75
205	7,50	7,50
210	7,26	7,26
215	7,05	7,05
220	6,85	6,85
225	6,66	6,66
230	6,48	6,48
235	6,32	6,32
240	6,16	6,16

### Piattaforme non asfaltate:

Definizione ietogramma di pioggia -		
Durata pioggia di progetto ( $\theta$ )	4,00	ore
Coefficiente di posizione ( $r$ )	0,40	-
Metodo di depurazione delle piogge	Metodo percentuale	



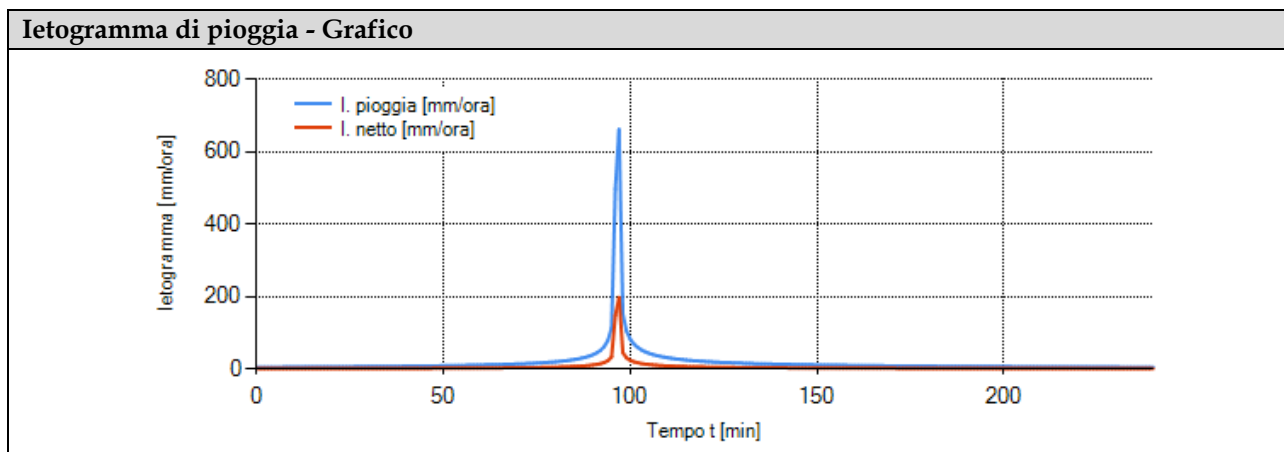
Ietogramma di pioggia - Risultati tabellari		
Tempo [min]	Intensità di pioggia [mm/h]	Int. di pioggia netta [mm/h]
0	6,13	4,29
5	6,36	4,45
10	6,61	4,63
15	6,90	4,83
20	7,21	5,05
25	7,56	5,29
30	7,95	5,57
35	8,40	5,88
40	8,91	6,24
45	9,51	6,65
50	10,21	7,15
55	11,06	7,74
60	12,10	8,47
65	13,41	9,39
66	13,72	9,60
67	14,04	9,83
68	14,38	10,07
69	14,75	10,32
70	15,13	10,59
71	15,55	10,88
72	15,99	11,19
73	16,46	11,52
74	16,97	11,88
75	17,52	12,26
76	18,11	12,68
77	18,76	13,13
78	19,46	13,62
79	20,23	14,16
80	21,08	14,76
81	22,02	15,42
82	23,08	16,15
83	24,26	16,98
84	25,60	17,92
85	27,14	19,00
86	28,93	20,25
87	31,03	21,72
88	33,54	23,48
89	36,62	25,63
90	40,49	28,34
91	45,53	31,87
92	52,43	36,70
93	62,61	43,83
94	79,54	55,68
95	115,42	80,80
96	498,43	348,90
97	661,88	463,32
98	153,27	107,29
99	105,62	73,94
100	83,14	58,20
101	69,63	48,74
102	60,46	42,32
103	53,77	37,64
104	48,63	34,04
105	44,54	31,18
106	41,20	28,84
107	38,41	26,89
108	36,04	25,23

109	34,00	23,80
110	32,22	22,55
111	30,64	21,45
112	29,25	20,47
113	27,99	19,60
114	26,87	18,81
115	25,84	18,09
116	24,91	17,43
117	24,05	16,83
118	23,26	16,28
119	22,53	15,77
120	21,86	15,30
121	21,23	14,86
122	20,64	14,45
123	20,10	14,07
124	19,58	13,71
125	19,10	13,37
126	18,64	13,05
127	18,21	12,75
128	17,81	12,46
129	17,42	12,19
130	17,06	11,94
131	16,71	11,70
132	16,38	11,46
133	16,06	11,24
134	15,76	11,03
135	15,47	10,83
136	15,20	10,64
137	14,94	10,45
138	14,68	10,28
139	14,44	10,11
140	14,21	9,95
141	13,98	9,79
142	13,77	9,64
143	13,56	9,49
144	13,36	9,35
145	13,17	9,22
146	12,98	9,09
147	12,80	8,96
148	12,62	8,84
149	12,46	8,72
150	12,29	8,60
151	12,13	8,49
152	11,98	8,39
153	11,83	8,28
154	11,69	8,18
155	11,55	8,08
156	11,41	7,99
160	10,90	7,63
165	10,34	7,24
170	9,84	6,89
175	9,40	6,58
180	9,00	6,30
185	8,64	6,05
190	8,32	5,82
195	8,02	5,61
200	7,75	5,42
205	7,50	5,25
210	7,26	5,08
215	7,05	4,93
220	6,85	4,79

225	6,66	4,66
230	6,48	4,54
235	6,32	4,42
240	6,16	4,32

## Aree a verde:

Definizione ietogramma di pioggia		
Durata pioggia di progetto ( $\theta$ )	4,00	ore
Coefficiente di posizione ( $r$ )	0,40	-
Metodo di depurazione delle piogge	Metodo percentuale	



Ietogramma di pioggia - Risultati tabellari		
Tempo [min]	Intensità di pioggia [mm/h]	Int. di pioggia netta [mm/h]
0	6,13	1,84
5	6,36	1,91
10	6,61	1,98
15	6,90	2,07
20	7,21	2,16
25	7,56	2,27
30	7,95	2,39
35	8,40	2,52
40	8,91	2,67
45	9,51	2,85
50	10,21	3,06
55	11,06	3,32
60	12,10	3,63
65	13,41	4,02
66	13,72	4,11
67	14,04	4,21
68	14,38	4,31
69	14,75	4,42
70	15,13	4,54
71	15,55	4,66
72	15,99	4,80
73	16,46	4,94



74	16,97	5,09
75	17,52	5,26
76	18,11	5,43
77	18,76	5,63
78	19,46	5,84
79	20,23	6,07
80	21,08	6,32
81	22,02	6,61
82	23,08	6,92
83	24,26	7,28
84	25,60	7,68
85	27,14	8,14
86	28,93	8,68
87	31,03	9,31
88	33,54	10,06
89	36,62	10,99
90	40,49	12,15
91	45,53	13,66
92	52,43	15,73
93	62,61	18,78
94	79,54	23,86
95	115,42	34,63
96	498,43	149,53
97	661,88	198,56
98	153,27	45,98
99	105,62	31,69
100	83,14	24,94
101	69,63	20,89
102	60,46	18,14
103	53,77	16,13
104	48,63	14,59
105	44,54	13,36
106	41,20	12,36
107	38,41	11,52
108	36,04	10,81
109	34,00	10,20
110	32,22	9,66
111	30,64	9,19
112	29,25	8,77
113	27,99	8,40
114	26,87	8,06
115	25,84	7,75
116	24,91	7,47
117	24,05	7,21
118	23,26	6,98
119	22,53	6,76
120	21,86	6,56
121	21,23	6,37
122	20,64	6,19
123	20,10	6,03
124	19,58	5,87
125	19,10	5,73
126	18,64	5,59
127	18,21	5,46
128	17,81	5,34
129	17,42	5,23
130	17,06	5,12
131	16,71	5,01
132	16,38	4,91
133	16,06	4,82
134	15,76	4,73

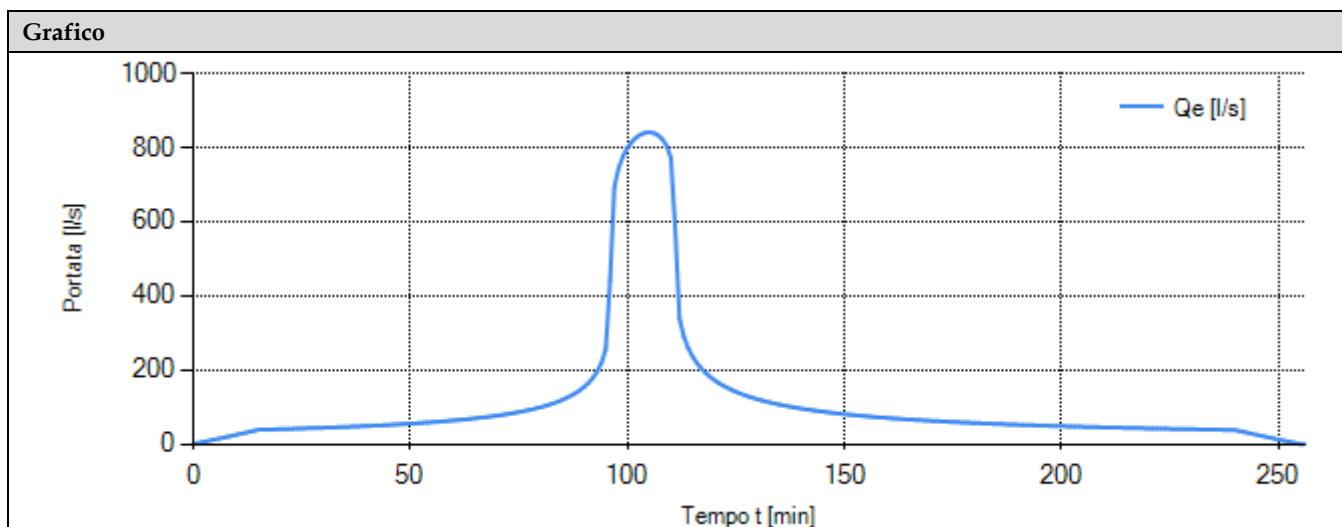
135	15,47	4,64
136	15,20	4,56
137	14,94	4,48
138	14,68	4,40
139	14,44	4,33
140	14,21	4,26
141	13,98	4,19
142	13,77	4,13
143	13,56	4,07
144	13,36	4,01
145	13,17	3,95
146	12,98	3,89
147	12,80	3,84
148	12,62	3,79
149	12,46	3,74
150	12,29	3,69
151	12,13	3,64
152	11,98	3,59
153	11,83	3,55
154	11,69	3,51
155	11,55	3,46
156	11,41	3,42
160	10,90	3,27
165	10,34	3,10
170	9,84	2,95
175	9,40	2,82
180	9,00	2,70
185	8,64	2,59
190	8,32	2,50
195	8,02	2,41
200	7,75	2,32
205	7,50	2,25
210	7,26	2,18
215	7,05	2,11
220	6,85	2,05
225	6,66	2,00
230	6,48	1,95
235	6,32	1,90
240	6,16	1,85

#### 4.3.4 IDROGRAMMA DI PIENA

Di seguito si riportano i vari idrogrammi di piena ed i risultati tabellari ottenuti per le singole aree definite in tabella 3.1 mediante elaborazione con software Edilclima EC737 - versione 2.

#### Strutture e strade asfaltate:

Tipo area	Area impermeabile		
Superficie		21.255,80	m <sup>2</sup>
Coefficiente di afflusso	$\varphi$	1,00	-
Tempo corrivazione	$t_c$	15	min

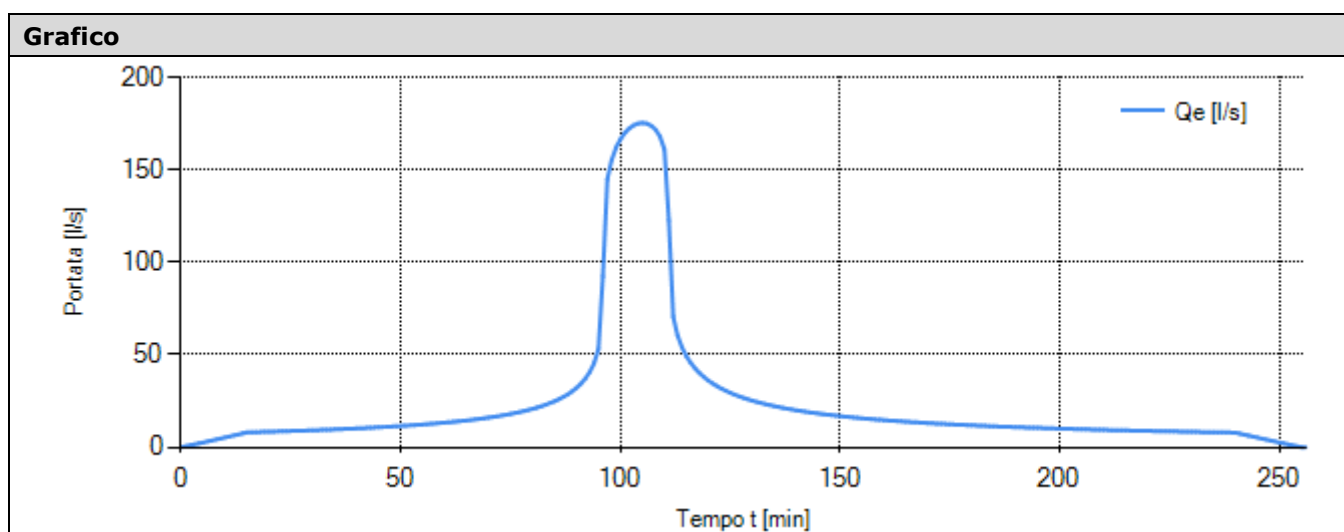


Risultati tabellari										
<b>Tempo [min]</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>20</b>	<b>25</b>	<b>30</b>	<b>35</b>	<b>40</b>	<b>45</b>
Portata $Q_e$ [l/s]	0,00	12,34	25,16	38,52	40,13	41,91	43,89	46,12	48,66	51,56
<b>Tempo [min]</b>	<b>50</b>	<b>55</b>	<b>60</b>	<b>65</b>	<b>66</b>	<b>67</b>	<b>68</b>	<b>69</b>	<b>70</b>	<b>71</b>
Portata $Q_e$ [l/s]	54,91	58,87	63,60	69,38	70,70	72,09	73,54	75,07	76,67	78,36
<b>Tempo [min]</b>	<b>72</b>	<b>73</b>	<b>74</b>	<b>75</b>	<b>76</b>	<b>77</b>	<b>78</b>	<b>79</b>	<b>80</b>	<b>81</b>
Portata $Q_e$ [l/s]	80,15	82,05	84,06	86,19	88,47	90,90	93,51	96,31	99,33	102,60
<b>Tempo [min]</b>	<b>82</b>	<b>83</b>	<b>84</b>	<b>85</b>	<b>86</b>	<b>87</b>	<b>88</b>	<b>89</b>	<b>90</b>	<b>91</b>
Portata $Q_e$ [l/s]	106,16	110,06	114,33	119,06	124,33	130,26	136,99	144,73	153,77	164,58
<b>Tempo [min]</b>	<b>92</b>	<b>93</b>	<b>94</b>	<b>95</b>	<b>96</b>	<b>97</b>	<b>98</b>	<b>99</b>	<b>100</b>	<b>101</b>
Portata $Q_e$ [l/s]	177,84	194,84	218,20	255,37	443,05	694,69	745,52	777,04	799,10	815,13
<b>Tempo [min]</b>	<b>102</b>	<b>103</b>	<b>104</b>	<b>105</b>	<b>106</b>	<b>107</b>	<b>108</b>	<b>109</b>	<b>110</b>	<b>111</b>
Portata $Q_e$ [l/s]	826,73	834,70	839,43	841,02	839,32	833,80	823,33	805,39	772,61	588,33
<b>Tempo [min]</b>	<b>112</b>	<b>113</b>	<b>114</b>	<b>115</b>	<b>116</b>	<b>117</b>	<b>118</b>	<b>119</b>	<b>120</b>	<b>121</b>
Portata $Q_e$ [l/s]	339,11	289,76	258,74	236,16	218,55	204,20	192,18	181,90	172,97	165,10
<b>Tempo [min]</b>	<b>122</b>	<b>123</b>	<b>124</b>	<b>125</b>	<b>126</b>	<b>127</b>	<b>128</b>	<b>129</b>	<b>130</b>	<b>131</b>
Portata $Q_e$ [l/s]	158,10	151,82	146,14	140,97	136,24	131,90	127,89	124,16	120,70	117,47

Tempo [min]	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141
Portata $Q_e$ [l/s]	114,45	111,62	108,95	106,43	104,06	101,81	99,67	97,65	95,72	93,89
Tempo [min]	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151
Portata $Q_e$ [l/s]	92,14	90,46	88,87	87,33	85,86	84,45	83,10	81,80	80,55	79,34
Tempo [min]	152	153	154	155	156	160	165	170	175	180
Portata $Q_e$ [l/s]	78,17	77,05	75,96	74,92	73,90	70,16	66,09	62,55	59,43	56,67
Tempo [min]	185	190	195	200	205	210	215	220	225	230
Portata $Q_e$ [l/s]	54,20	51,98	49,98	48,14	46,46	44,91	43,50	42,19	40,97	39,82
Tempo [min]	235	240	245	250	255					
Portata $Q_e$ [l/s]	38,74	37,74	24,84	12,26	0,00					

### Trincee di stoccaggio (30%):

Tipo area	Area impermeabile		
Superficie		4.433,10	m <sup>2</sup>
Coefficiente di afflusso	$\varphi$	1,00	-
Tempo corrivazione	$t_c$	15	min



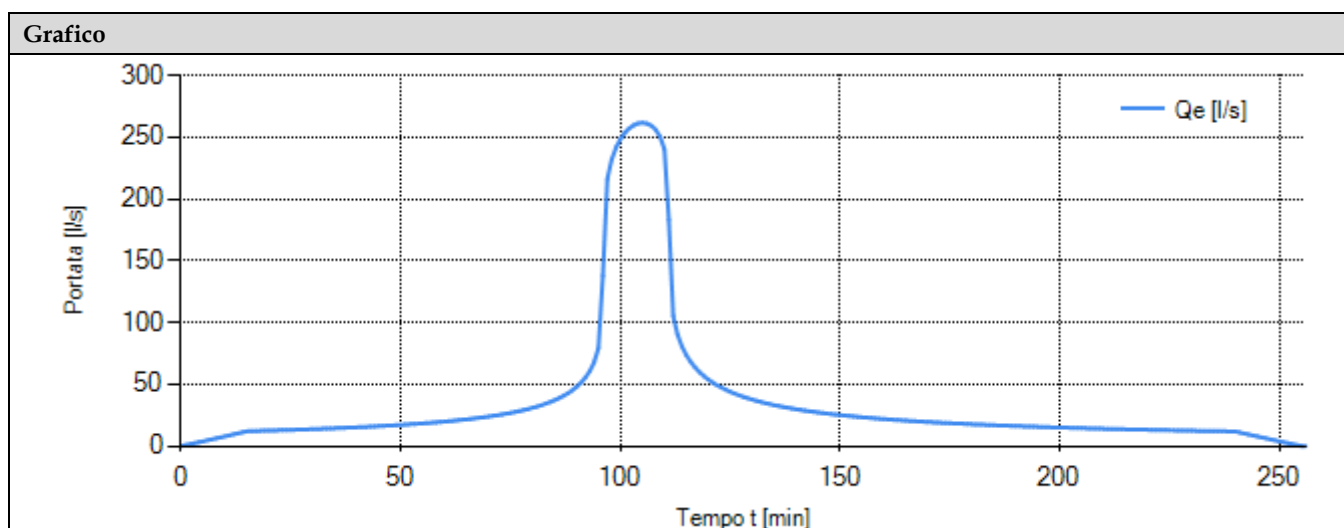


Risultati tabellari										
Tempo [min]	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
Portata $Q_e$ [l/s]	0,00	2,57	5,25	8,03	8,37	8,74	9,15	9,62	10,15	10,75
Tempo [min]	50	55	60	65	66	67	68	69	70	71
Portata $Q_e$ [l/s]	11,45	12,28	13,26	14,47	14,75	15,03	15,34	15,66	15,99	16,34
Tempo [min]	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81
Portata $Q_e$ [l/s]	16,72	17,11	17,53	17,98	18,45	18,96	19,50	20,09	20,72	21,40
Tempo [min]	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91
Portata $Q_e$ [l/s]	22,14	22,95	23,84	24,83	25,93	27,17	28,57	30,18	32,07	34,32
Tempo [min]	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101
Portata $Q_e$ [l/s]	37,09	40,64	45,51	53,26	92,40	144,89	155,48	162,06	166,66	170,00
Tempo [min]	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111
Portata $Q_e$ [l/s]	172,42	174,08	175,07	175,40	175,05	173,90	171,71	167,97	161,14	122,70
Tempo [min]	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121
Portata $Q_e$ [l/s]	70,73	60,43	53,96	49,25	45,58	42,59	40,08	37,94	36,07	34,43
Tempo [min]	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131
Portata $Q_e$ [l/s]	32,97	31,66	30,48	29,40	28,42	27,51	26,67	25,90	25,17	24,50
Tempo [min]	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141
Portata $Q_e$ [l/s]	23,87	23,28	22,72	22,20	21,70	21,23	20,79	20,37	19,96	19,58
Tempo [min]	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151
Portata $Q_e$ [l/s]	19,22	18,87	18,53	18,21	17,91	17,61	17,33	17,06	16,80	16,55
Tempo [min]	152	153	154	155	156	160	165	170	175	180
Portata $Q_e$ [l/s]	16,30	16,07	15,84	15,62	15,41	14,63	13,78	13,04	12,40	11,82
Tempo [min]	185	190	195	200	205	210	215	220	225	230
Portata $Q_e$ [l/s]	11,30	10,84	10,42	10,04	9,69	9,37	9,07	8,80	8,54	8,30

Tempo [min]	235	240	245	250	255					
Portata $Q_e$ [l/s]	8,08	7,87	5,18	2,56	0,00					

### Piattaforme non asfaltate:

Tipo area	Area semi-impermeabile		
Superficie	9.447,10	m <sup>2</sup>	
Coefficiente di afflusso	$\varphi$	0,70	-
Tempo corrivazione	$t_c$	15	min

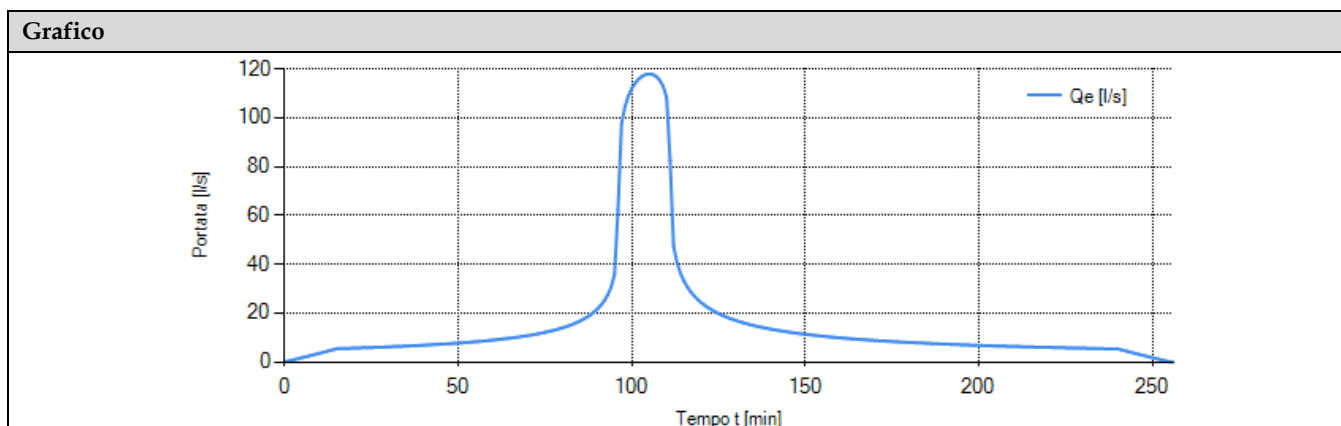


Risultati tabellari										
Tempo [min]	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
Portata $Q_e$ [l/s]	0,00	3,84	7,83	11,99	12,49	13,04	13,66	14,35	15,14	16,04
Tempo [min]	50	55	60	65	66	67	68	69	70	71
Portata $Q_e$ [l/s]	17,09	18,32	19,79	21,59	22,00	22,43	22,88	23,35	23,85	24,38
Tempo [min]	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81
Portata $Q_e$ [l/s]	24,94	25,52	26,15	26,81	27,52	28,28	29,09	29,96	30,90	31,92
Tempo [min]	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91
Portata $Q_e$ [l/s]	33,03	34,24	35,57	37,04	38,68	40,52	42,62	45,03	47,84	51,20

<b>Tempo [min]</b>	<b>92</b>	<b>93</b>	<b>94</b>	<b>95</b>	<b>96</b>	<b>97</b>	<b>98</b>	<b>99</b>	<b>100</b>	<b>101</b>
Portata $Q_e$ [l/s]	55,33	60,62	67,89	79,45	137,84	216,13	231,94	241,75	248,61	253,60
<b>Tempo [min]</b>	<b>102</b>	<b>103</b>	<b>104</b>	<b>105</b>	<b>106</b>	<b>107</b>	<b>108</b>	<b>109</b>	<b>110</b>	<b>111</b>
Portata $Q_e$ [l/s]	257,21	259,69	261,16	261,66	261,13	259,41	256,15	250,57	240,37	183,04
<b>Tempo [min]</b>	<b>112</b>	<b>113</b>	<b>114</b>	<b>115</b>	<b>116</b>	<b>117</b>	<b>118</b>	<b>119</b>	<b>120</b>	<b>121</b>
Portata $Q_e$ [l/s]	105,50	90,15	80,50	73,47	67,99	63,53	59,79	56,59	53,81	51,36
<b>Tempo [min]</b>	<b>122</b>	<b>123</b>	<b>124</b>	<b>125</b>	<b>126</b>	<b>127</b>	<b>128</b>	<b>129</b>	<b>130</b>	<b>131</b>
Portata $Q_e$ [l/s]	49,19	47,23	45,46	43,86	42,39	41,03	39,78	38,63	37,55	36,55
<b>Tempo [min]</b>	<b>132</b>	<b>133</b>	<b>134</b>	<b>135</b>	<b>136</b>	<b>137</b>	<b>138</b>	<b>139</b>	<b>140</b>	<b>141</b>
Portata $Q_e$ [l/s]	35,61	34,72	33,89	33,11	32,37	31,67	31,01	30,38	29,78	29,21
<b>Tempo [min]</b>	<b>142</b>	<b>143</b>	<b>144</b>	<b>145</b>	<b>146</b>	<b>147</b>	<b>148</b>	<b>149</b>	<b>150</b>	<b>151</b>
Portata $Q_e$ [l/s]	28,66	28,14	27,65	27,17	26,71	26,28	25,85	25,45	25,06	24,68
<b>Tempo [min]</b>	<b>152</b>	<b>153</b>	<b>154</b>	<b>155</b>	<b>156</b>	<b>160</b>	<b>165</b>	<b>170</b>	<b>175</b>	<b>180</b>
Portata $Q_e$ [l/s]	24,32	23,97	23,63	23,31	22,99	21,83	20,56	19,46	18,49	17,63
<b>Tempo [min]</b>	<b>185</b>	<b>190</b>	<b>195</b>	<b>200</b>	<b>205</b>	<b>210</b>	<b>215</b>	<b>220</b>	<b>225</b>	<b>230</b>
Portata $Q_e$ [l/s]	16,86	16,17	15,55	14,98	14,46	13,98	13,53	13,12	12,74	12,39
<b>Tempo [min]</b>	<b>235</b>	<b>240</b>	<b>245</b>	<b>250</b>	<b>255</b>					
Portata $Q_e$ [l/s]	12,06	11,75	7,73	3,82	0,00					

### Aree a verde:

Tipo area	Area impermeabile		
Superficie	9.936,60	m <sup>2</sup>	
Coefficiente di afflusso	$\varphi$	0,30	-
Tempo corrivazione	$t_c$	15	min



Risultati tabellari										
Tempo [min]	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
Portata Q <sub>e</sub> [l/s]	0,00	1,73	3,53	5,40	5,63	5,88	6,16	6,47	6,82	7,23
Tempo [min]	50	55	60	65	66	67	68	69	70	71
Portata Q <sub>e</sub> [l/s]	7,70	8,25	8,92	9,73	9,91	10,11	10,31	10,52	10,75	10,99
Tempo [min]	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81
Portata Q <sub>e</sub> [l/s]	11,24	11,50	11,78	12,08	12,40	12,75	13,11	13,50	13,93	14,39
Tempo [min]	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91
Portata Q <sub>e</sub> [l/s]	14,89	15,43	16,03	16,70	17,44	18,27	19,21	20,30	21,57	23,08
Tempo [min]	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101
Portata Q <sub>e</sub> [l/s]	24,94	27,33	30,60	35,82	62,14	97,43	104,55	108,98	112,07	114,32
Tempo [min]	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111
Portata Q <sub>e</sub> [l/s]	115,94	117,06	117,73	117,95	117,71	116,93	115,47	112,95	108,35	82,51
Tempo [min]	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121
Portata Q <sub>e</sub> [l/s]	47,56	40,63	36,28	33,12	30,65	28,63	26,95	25,51	24,25	23,15
Tempo [min]	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131
Portata Q <sub>e</sub> [l/s]	22,17	21,29	20,49	19,77	19,10	18,50	17,93	17,41	16,93	16,47
Tempo [min]	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141
Portata Q <sub>e</sub> [l/s]	16,05	15,65	15,28	14,92	14,59	14,28	13,98	13,69	13,42	13,16
Tempo [min]	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151
Portata Q <sub>e</sub> [l/s]	12,92	12,68	12,46	12,24	12,04	11,84	11,65	11,47	11,29	11,13
Tempo [min]	152	153	154	155	156	160	165	170	175	180
Portata Q <sub>e</sub> [l/s]	10,96	10,80	10,65	10,51	10,36	9,84	9,27	8,77	8,34	7,95
Tempo [min]	185	190	195	200	205	210	215	220	225	230
Portata Q <sub>e</sub> [l/s]	7,60	7,29	7,01	6,75	6,52	6,30	6,10	5,92	5,74	5,59
Tempo [min]	235	240	245	250	255					
Portata Q <sub>e</sub> [l/s]	5,44	5,30	3,49	1,72	0,00					

#### 4.3.5 DIMENSIONAMENTO SISTEMA DI INVARIANZA E VASCA DI PRIMA PIOGGIA

Lo schema idraulico prevede la realizzazione di una rete composta da pluviali, griglie e pozzetti in linea collegati da collettori che recapitano le acque meteoriche verso la vasca di laminazione (vedi Tavola 1). Le acque di prima pioggia provenienti dalle strade asfaltate e dalle trincee di stoccaggio (quando vuote) verranno convogliate dapprima in una vasca di prima pioggia e successivamente le acque di seconda pioggia saranno indirizzate alla vasca di laminazione.

La tabella seguente riporta il confronto tra i volumi richiesti per l'accumulo delle acque da smaltire con i volumi complessivi disponibili sulla scorta dei presidi proposti:

Volume di invaso richiesto dai Requisiti Minimi (mc)	Volume di vaso determinato con la Procedura Dettagliata (mc) con TR 50	Volume di vaso determinato con la Procedura Dettagliata (mc) con TR 100	Volume di invaso dato dai presidi in progetto (mc)
1.764,14	<b>1.889,53</b>	2.288,67	<b>1.903,50</b>

Il Regolamento Regionale prevede che gli interventi di laminazione o infiltrazione delle acque meteoriche siano dimensionati assumendo i seguenti valori dei tempi di ritorno:

- **TR = 50 anni:** tempo di ritorno da adottare per il dimensionamento delle opere di laminazione o anche infiltrazione con un adeguato grado di sicurezza delle stesse, in considerazione dell'importanza ambientale ed economica degli insediamenti urbani;
- **TR = 100 anni:** tempo di ritorno da adottare per la verifica del grado sicurezza delle opere come sopra dimensionate. Tale verifica è mirata a valutare che, in presenza di un evento con TR 100, non si determinino esondazioni che arrechino danni a persone o a cose, siano esse le opere stesse o le strutture presenti nell'intorno.

**Pertanto, i presidi proposti consentono di assolvere a quanto richiesto dalla Normativa vigente per TR50 (1.903,50 mc > 1.889,53 mc).**

Per assicurare il grado di sicurezza previsto dalla normativa con TR 100 il progetto prevede:

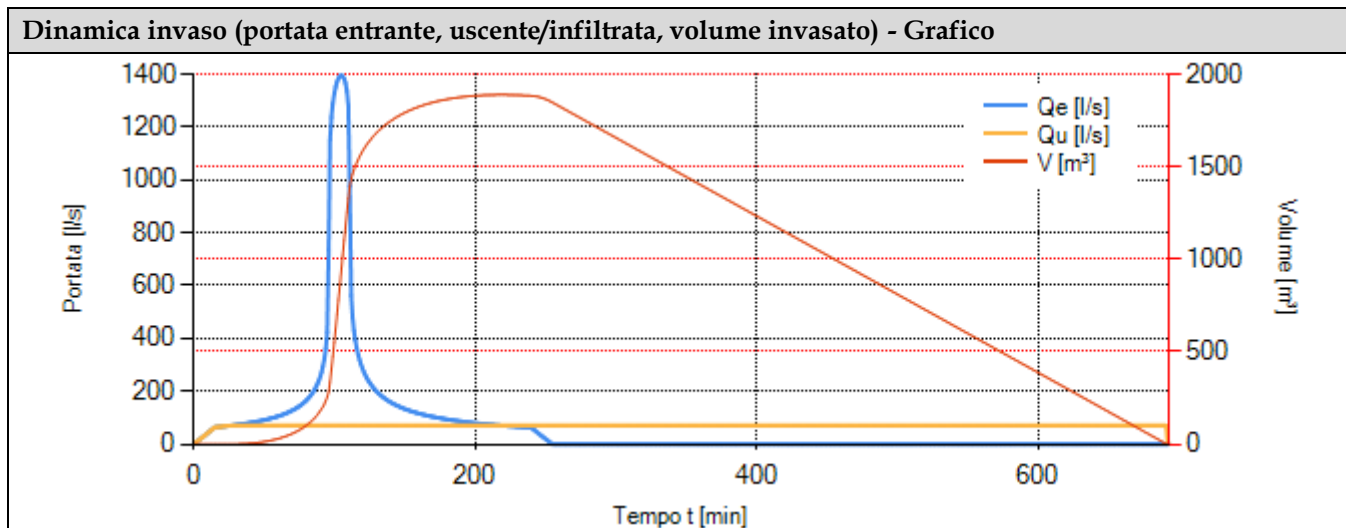
- la realizzazione di una vasca di prima pioggia per le strade asfaltate avente volume pari a  $(24.156,04 \times 0,005 = 120,78 \text{ mc})$ ; cautelativamente la vasca di prima pioggia avrà un volume pari a **136,00 mc** (vedi tavola 2 per dettagli costruttivi);
- la predisposizione di un dreno granulare avente spessore pari ad almeno 1,00 m lungo i fianchi della vasca di laminazione e ad almeno 0,60 m al di sotto della vasca in grado di sviluppare ulteriori 275 mc d'invaso (considerando una porosità del dreno pari a circa il 30%).

In questo modo si avranno ulteriori 411 mc di volume di vaso (136 mc dati dalla vasca di prima pioggia e 275 mc dai vuoti del dreno granulare) che, aggiunti ai 1.903,50 mc della vasca di laminazione, portano il



volume di invaso complessivo a 2.314,50 mc (> 2.288,67) assolvendo così anche a quanto richiesto dalla Normativa vigente per TR = 100.

#### 4.3.6 CALCOLO DINAMICA INVASO



Risultati tabellari				
Tempo [min]	Portata entrante $Q_e$ [l/s]	Portata scaricata/infiltrata $Q_u$ [l/s]	Vol. utile invasato $W$ [m³]	Battente idrico $H$ [m]
0	0,00	0,00	0,00	0,00
5	20,48	20,48	0,00	0,00
10	41,77	41,77	0,00	0,00
15	63,94	63,94	0,00	0,00
20	66,62	66,62	0,00	0,00
25	69,57	69,57	0,00	0,00
30	72,86	70,57	0,24	0,00
35	76,56	70,57	1,47	0,00
40	80,77	70,57	3,89	0,00
45	85,58	70,57	7,66	0,01
50	91,15	70,57	12,97	0,01
55	97,71	70,57	20,11	0,02
60	105,57	70,57	29,39	0,03
65	115,17	70,57	41,29	0,04
66	117,36	70,57	44,03	0,05
67	119,66	70,57	46,90	0,05
68	122,06	70,57	49,92	0,05
69	124,60	70,57	53,09	0,06
70	127,26	70,57	56,41	0,06
71	130,07	70,57	59,89	0,06
72	133,04	70,57	63,55	0,07
73	136,18	70,57	67,40	0,07

74	139,52	70,57	71,43	0,08
75	143,06	70,57	75,68	0,08
76	146,84	70,57	80,14	0,08
77	150,88	70,57	84,84	0,09
78	155,21	70,57	89,79	0,09
79	159,86	70,57	95,01	0,10
80	164,88	70,57	100,51	0,11
81	170,31	70,57	106,34	0,11
82	176,22	70,57	112,50	0,12
83	182,68	70,57	119,03	0,13
84	189,78	70,57	125,97	0,13
85	197,63	70,57	133,36	0,14
86	206,38	70,57	141,25	0,15
87	216,21	70,57	149,69	0,16
88	227,38	70,57	158,76	0,17
89	240,23	70,57	168,56	0,18
90	255,25	70,57	179,19	0,19
91	273,18	70,57	190,81	0,20
92	295,20	70,57	203,63	0,21
93	323,42	70,57	217,95	0,23
94	362,20	70,57	234,28	0,25
95	423,89	70,57	253,63	0,27
96	735,42	70,57	284,18	0,30
97	1153,14	70,57	336,60	0,35
98	1237,50	70,57	404,09	0,42
99	1289,83	70,57	475,67	0,50
100	1326,44	70,57	549,93	0,58
101	1353,06	70,57	626,08	0,66
102	1372,30	70,57	703,60	0,74
103	1385,53	70,57	782,11	0,82
104	1393,39	70,57	861,24	0,90
105	1396,03	70,57	940,69	0,99
106	1393,20	70,57	1020,13	1,07
107	1384,03	70,57	1099,21	1,15
108	1366,66	70,57	1177,50	1,24
109	1336,88	70,57	1254,37	1,32
110	1282,47	70,57	1328,72	1,40
111	976,58	70,57	1392,26	1,46
112	562,90	70,57	1434,21	1,51
113	480,98	70,57	1461,29	1,54
114	429,48	70,57	1484,37	1,56
115	392,01	70,57	1504,78	1,58
116	362,77	70,57	1523,19	1,60
117	338,95	70,57	1540,01	1,62
118	319,00	70,57	1555,51	1,63
119	301,94	70,57	1569,91	1,65
120	287,11	70,57	1583,34	1,66
121	274,05	70,57	1595,94	1,68
122	262,43	70,57	1607,80	1,69

123	252,00	70,57	1619,00	1,70
124	242,58	70,57	1629,61	1,71
125	234,00	70,57	1639,67	1,72
126	226,15	70,57	1649,24	1,73
127	218,93	70,57	1658,36	1,74
128	212,27	70,57	1667,06	1,75
129	206,09	70,57	1675,38	1,76
130	200,35	70,57	1683,34	1,77
131	194,99	70,57	1690,96	1,78
132	189,98	70,57	1698,28	1,78
133	185,27	70,57	1705,30	1,79
134	180,84	70,57	1712,05	1,80
135	176,66	70,57	1718,54	1,81
136	172,72	70,57	1724,79	1,81
137	168,99	70,57	1730,81	1,82
138	165,45	70,57	1736,61	1,82
139	162,09	70,57	1742,20	1,83
140	158,89	70,57	1747,59	1,84
141	155,84	70,57	1752,80	1,84
142	152,94	70,57	1757,83	1,85
143	150,16	70,57	1762,69	1,85
144	147,51	70,57	1767,39	1,86
145	144,96	70,57	1771,93	1,86
146	142,52	70,57	1776,32	1,87
147	140,18	70,57	1780,57	1,87
148	137,94	70,57	1784,67	1,88
149	135,78	70,57	1788,65	1,88
150	133,70	70,57	1792,50	1,88
151	131,69	70,57	1796,23	1,89
152	129,76	70,57	1799,84	1,89
153	127,89	70,57	1803,34	1,89
154	126,09	70,57	1806,72	1,90
155	124,35	70,57	1810,00	1,90
156	122,67	70,57	1813,18	1,91
160	116,46	70,57	1824,92	1,92
165	109,70	70,57	1837,65	1,93
170	103,82	70,57	1848,49	1,94
175	98,65	70,57	1857,68	1,95
180	94,07	70,57	1865,41	1,96
185	89,97	70,57	1871,83	1,97
190	86,29	70,57	1877,09	1,97
195	82,95	70,57	1881,30	1,98
200	79,91	70,57	1884,55	1,98
205	77,12	70,57	1886,93	1,98
210	74,56	70,57	1888,51	1,98
215	72,20	70,57	1889,35	1,99
220	70,02	70,57	1889,51	1,99
225	67,99	70,57	1889,04	1,98
230	66,10	70,57	1887,98	1,98

235	64,32	70,57	1886,37	1,98
240	62,67	70,57	1884,25	1,98
245	41,24	70,57	1878,65	1,97
250	20,36	70,57	1866,70	1,96
255	0,00	70,57	1848,58	1,94
260	0,00	70,57	1827,41	1,92
265	0,00	70,57	1806,24	1,90
270	0,00	70,57	1785,07	1,88
275	0,00	70,57	1763,90	1,85
280	0,00	70,57	1742,73	1,83
285	0,00	70,57	1721,56	1,81
290	0,00	70,57	1700,39	1,79
295	0,00	70,57	1679,22	1,76
300	0,00	70,57	1658,05	1,74
305	0,00	70,57	1636,88	1,72
310	0,00	70,57	1615,71	1,70
315	0,00	70,57	1594,54	1,68
320	0,00	70,57	1573,37	1,65
330	0,00	70,57	1531,03	1,61
360	0,00	70,57	1404,01	1,48
390	0,00	70,57	1276,99	1,34
420	0,00	70,57	1149,98	1,21
450	0,00	70,57	1022,96	1,07
480	0,00	70,57	895,94	0,94
510	0,00	70,57	768,92	0,81
540	0,00	70,57	641,90	0,67
570	0,00	70,57	514,88	0,54
600	0,00	70,57	387,87	0,41
630	0,00	70,57	260,85	0,27
660	0,00	70,57	133,83	0,14
690	0,00	70,57	6,81	0,01
693	0,00	0,00	0,00	0,00

#### 4.3.7 TEMPO DI SVUOTAMENTO DEI PRESIDI

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

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

dove:

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

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

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

Nel caso in esame il tempo di svuotamento  $T_{sv}$  risulta pari a:

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

dove:

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

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

Il tempo di svuotamento dell'invaso non deve superare le 48 ore in modo da ripristinare la capacità d'invaso quanto prima possibile.

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.

Considerando che, da RR 7/17, la portata in uscita dalla vasca deve essere pari a **20 l/sec/ha**, la portata uscente nel caso in esame risulta pari a **70,57 l/sec** e, pertanto, il tempo di svuotamento della vasca (avente volume pari a 1.903,50 mc) risulta pari a **7,5 ore**, valore decisamente inferiore alle 48 ore previste dal regolamento.

#### 4.3.8 DETERMINAZIONE DELLA PORTATA DI PICCO

La portata critica da smaltire è stata calcolata per dimensionare i collettori delle acque meteoriche; per il calcolo è stata utilizzata la seguente espressione:

$$Q = \frac{\phi \cdot S \cdot j}{3600}$$

dove:

$j$  è l'intensità di pioggia critica (mm/ora)

$S$  la superficie dell'area scolante ( $m^2$ )

$\phi$  il coefficiente di deflusso medio ponderale, già ricavato in precedenza.

Pur trattandosi di sistemi di collettamento urbano, in ottemperanza a quanto indicato nell'Art. 11.2.a.1 del Regolamento Regionale 7/2017 si è operato con un TR di 50 anni (verificando poi i risultati per TR 100 anni) e, per poter individuare la portata massima generata dalle opere in progetto, una durata critica di 15 minuti (Tempo di Corrivazione).

Per quanto concerne i valori di intensità di pioggia critica per i diversi tempi di ritorno, si utilizzano i parametri delle LSPP già determinati e, trattandosi di evento inferiore all'ora, come consigliato al punto 1, Allegato G del regolamento, il parametro  $n$  verrà posto uguale a 0.5, in aderenza agli standard suggeriti dalla letteratura tecnica idrologica.

Il valore della pioggia critica per i vari tempi di ritorno  $Tr$  è stato calcolato con la seguente formula:

$$i_T = a \cdot (tc)^n$$



dove

**tc = 0,25** è il tempo di corrivazione espresso in ore (h) ed equivalente a 15 minuti;

a = 53,97 per Tr = 50; a = 61,71 per Tr = 100

n = 0,5

I parametri di riferimento risultano i seguenti:

Tempo di corrivazione [min]	Intensità critica TR50 anni [mm/ora]	Q max TR50 anni [l/s]	Intensità critica TR100 anni [mm/ora]	Q max TR100 anni [l/s]
15	26,985	264,47	30,855	<b>302,40</b>

#### 4.3.9 VERIFICA DIMENSIONAMENTO DEI COLLETTORI DI ACQUE BIANCHE

La portata smaltibile da un collettore può essere determinata utilizzando la formula di Chezy con il coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler:

$$Q = K_s R^{\frac{2}{3}} \sqrt{i} A$$

dove è stato posto: *i* (pendenza) = 0,1%, *K<sub>s</sub>* (coefficiente di scabrezza) = 80 e grado di riempimento della tubazione cautelativamente pari al 75%.

Di seguito i risultati ottenuti:

Diametro Tubazione (mm)	Portata massima ammissibile (l/sec)	
400	62,45	
<b>500</b>	<b>113,24</b>	<b><i>Tubazione in uscita dalla vasca</i></b>
600	184,14	
700	277,77	
<b>750</b>	<b>333,87</b>	<b><i>Tubazione in ingresso alla vasca</i></b>
800	396,57	

Pertanto, per i collettori finali che dovranno convogliare le acque piovane raccolte dalle superfici scolanti verso la trincea in progetto, potrà essere collocata una tubazione in PVC con diametro minimo pari a **750 mm** e pendenza 0.1%. Nei tratti a monte potranno essere utilizzate tubazioni con diametri anche minori, in particolare se la raccolta delle acque meteoriche sarà fatta per settori all'interno del sito. La tubazione in uscita dalla vasca di laminazione verso il recettore finale costituito da corpo idrico superficiale (vedi

paragrafo 4.4) dovrà supportare una portata pari a **70,57 l/sec** e pertanto, osservando la tabella sopra riportata, dovrà avere diametro minimo pari **500 mm**.

#### 4.4 SCARICO

Le acque in uscita dalla vasca di laminazione saranno convogliate con portata pari a **70,57 l/sec** nel fosso passante lungo il lato nord dell'area in esame (Tavola 1); sarà necessario dar luogo all'iter autorizzativo per lo scarico nel corso d'acqua.

#### 4.5 TUTELA DELLA FALDA

L'intero progetto dell'impianto a biomasse risulta assolutamente non impattante nei confronti della falda acquifera presente; la falda è ospitata dall'orizzonte ghiaioso - sabbioso presente nel sottosuolo dell'area a partire da circa 7-8 metri di profondità da piano campagna; il livello piezometrico si attesta intorno ai 4,00 metri di profondità da piano campagna in quanto l'acquifero è confinato e, pertanto, leggermente in pressione a causa della copertura argilloso limosa presente nei primi 7-8 metri di sottosuolo.

Tale copertura argilloso limosa, essendo pressoché impermeabile, funge da strato protettore della falda da eventuali veicolazioni per infiltrazione dal piano campagna.

Le opere che si andranno a realizzare non coinvolgeranno l'orizzonte sabbioso-ghiaioso sede della falda in quanto le fondazioni saranno intestate nei primi metri di sottosuolo all'interno della copertura argilloso-limosa; inoltre, la modalità di raccolta delle acque meteoriche descritta nel presente documento, non comporta alcuna interferenza con le acque di falda infatti non è prevista l'infiltrazione nel sottosuolo in quanto tutte le acque di dilavamento saranno convogliate alla vasca di laminazione e successivamente in un corpo idrico superficiale; in aggiunta, come descritto nei paragrafi precedenti, le acque di prima pioggia provenienti dalle strade asfaltate, potenzialmente oggetto di contaminazione per il passaggio di mezzi motorizzati, saranno trattate da una vasca di prima pioggia posta a monte della vasca di laminazione; tale vasca, inoltre, a scopo cautelativo, sarà realizzata con un volume maggiore rispetto a quello previsto dalla normativa vigente.

## 5 CONCLUSIONI

Sulla base delle informazioni messe a disposizione dalla committente è stato redatto il presente documento che rappresenta il progetto dei presidi di smaltimento delle acque meteoriche (acque bianche). La soluzione proposta è risultata quella di realizzare n. 1 vasca di laminazione avente volume pari a **1.903,50 mc**.

Per lo scarico finale delle acque laminate si è scelto il fosso ubicato a nord del sito posto a circa 200 metri dalla vasca di laminazione stessa (Tavola 1).

Il progetto prevede inoltre, per la raccolta e la disoleazione delle acque di prima pioggia derivanti dalle strade asfaltate messa in opera di n. 1 vasca di prima pioggia con volume pari a **136 mc**.

L'ipotesi trattata nel presente documento soddisfa le prescrizioni contenute nelle norme vigenti per la raccolta e lo smaltimento delle acque di origine meteorica prodotte nel sito di intervento.

Le opere proposte nel presente studio per la raccolta e lo smaltimento delle acque bianche di origine meteorica generate nell'ambito dell'intervento in progetto risultano verificate dal punto di vista della compatibilità con i criteri di invarianza idrologica ed idraulica seguendo le indicazioni riportate nei paragrafi precedenti. Per rispettare i principi di invarianza idrologica ed idraulica si raccomanda inoltre lo svolgimento di operazioni di ordinaria e straordinaria manutenzione dei presidi asserviti alla raccolta ed allo smaltimento delle acque di deflusso superficiale (caditoie, collettori, ecc.), per i quali è stato predisposto un apposito piano di manutenzione (Allegato 1); sostanzialmente si tratta di verificare periodicamente l'assenza di intasamenti dei collettori a seguito di eventi meteorici intensi con eventuale intervento di rimozione dell'ostruzione e di verificare (almeno 2 volte all'anno) la presenza di depositi all'interno dei presidi, tali da limitarne sensibilmente il volume di invaso con eventuale intervento di rimozione del materiale depositato.

Novembre 2024

IL TECNICO:

Dott. Geol. Simone Bassetti



## LEGENDA

	Area in disponibilità
	Confini comunali
	Metanodotto e fascia di rispetto (13,5 m dalla mezzera della rete)
	Linea MT aerea cond. a cavi nudi e fascia di rispetto (6 m)
	Aree impermeabili
	Aree semipermeabili
	Aree permeabili
	Trincee di stoccaggio (considerate al 30%)
	Vasca di laminazione (Dim.=40,5x23,5 m; $H_{ultra}=2,0$ m; $V_{ultra}=1903,5$ mc)
	Vasca di prima pioggia (Dim.=16,0x8,5 m; $H_{ultra}=1,0$ m; $V_{ultra}=136,0$ mc)
	Recettore finale Acque meteoriche laminate ( $Q_{accetto}=70,57$ L/s)
	Tubazione di collegamento vasca di laminazione-recettore finale acque $\phi_{min}=500$ mm



STUDIO ASS.TO AB&C  
VIA ACQUI 3 - BUSTO ARSIZIO (VA)  
TEL 0331-1187096 FAX 0331-1352357  
E-MAIL: abc@studioassociatoabc.it  
SITO: www.studioassociatoabc.it

### PROGETTO:

Relazione sull'invarianza idraulica e idrologica -  
Nuovo Impianto Biomasse - Comune di Corana (PV)  
- S.P. 25

### TAVOLA:

1

### TITOLO:

SUPERFICI E STATO DI  
PROGETTO DEI PRESIDI

Scala:

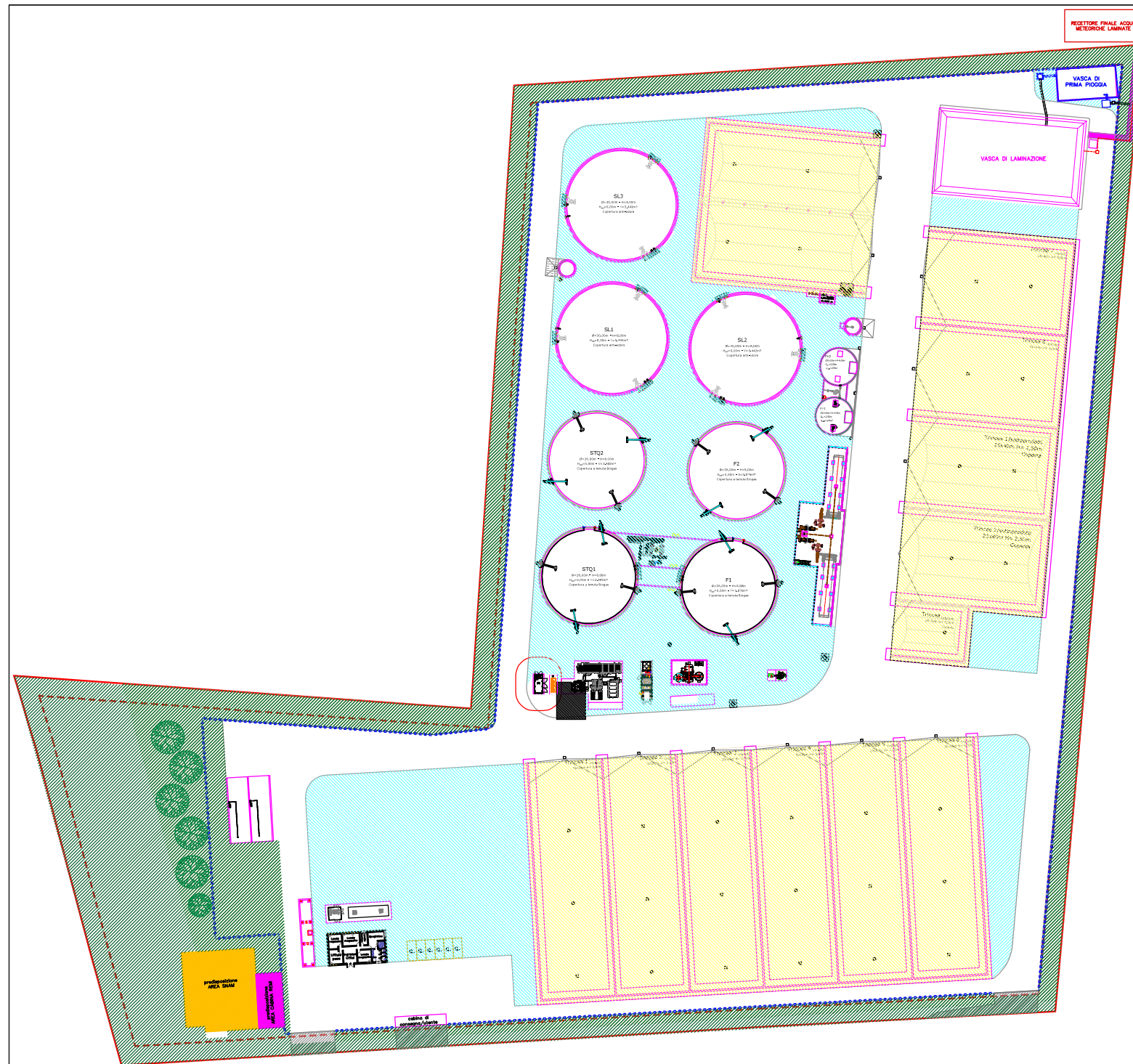
1:100

disegnato da: P. Sciuto

Data:

Novembre 2024

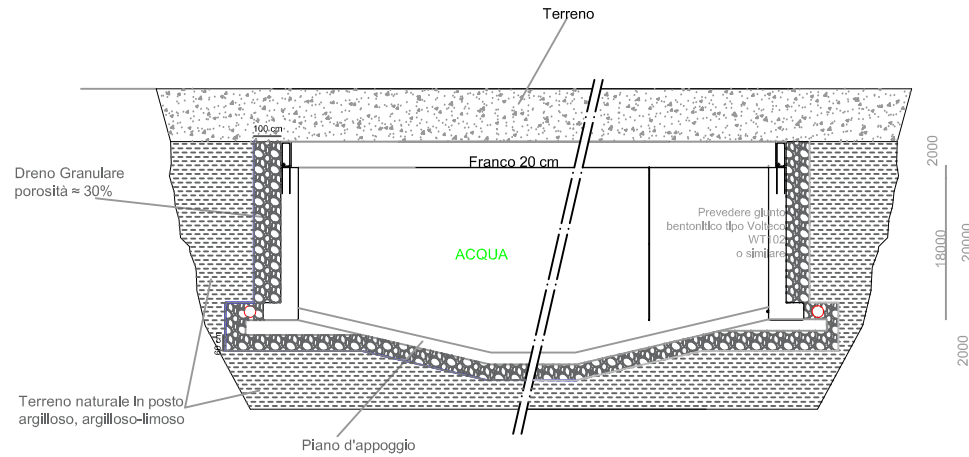
verificato da: S. Bassetti



# VASCA DI LAMINAZIONE

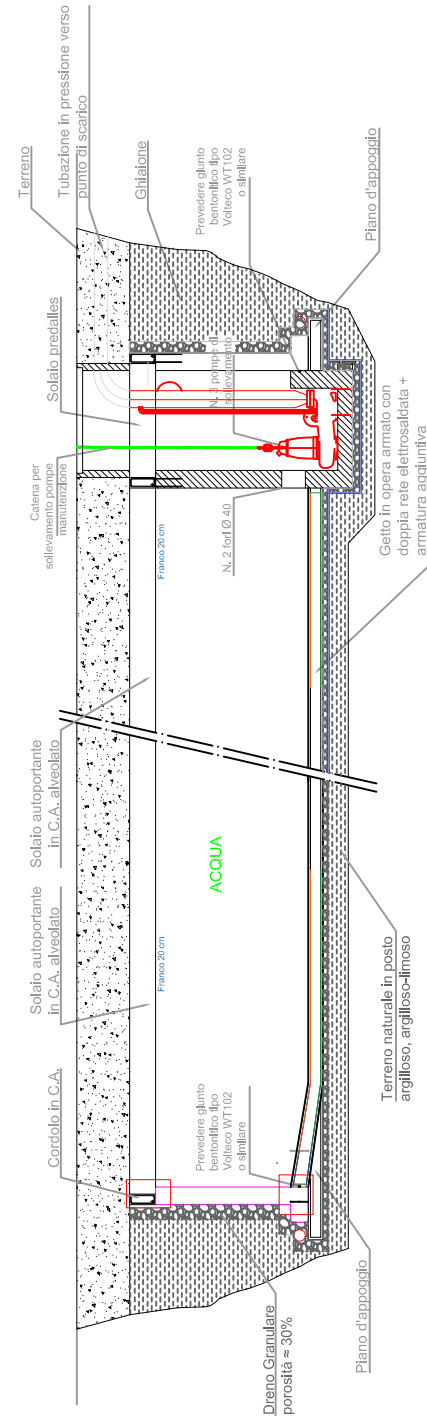
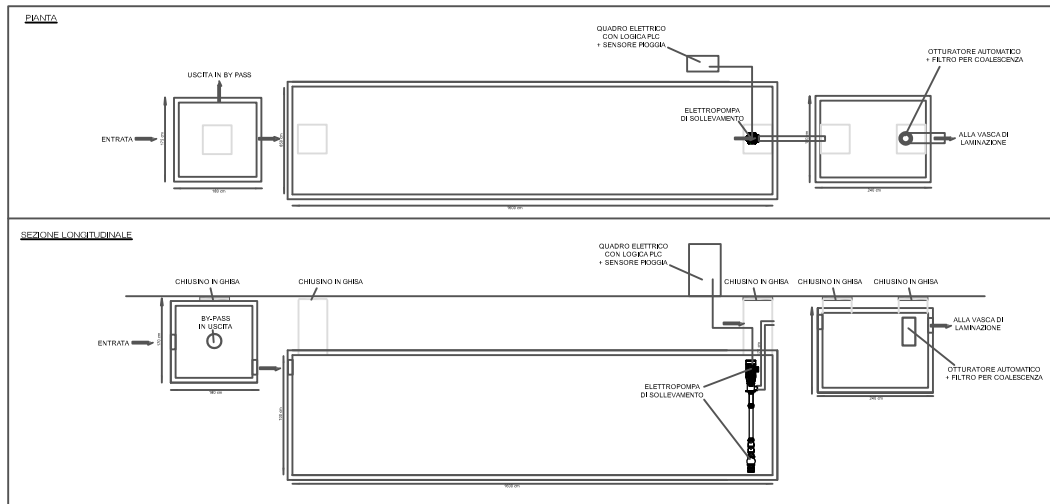
Superficie: 951,75 mq - Volume utile: 1903,50 mc

## SEZIONE LATO CORTO (23,50 metri)



## VASCA DI PRIMA PIOGGIA CON DISOLEATORE

Superficie: 136,00 mq - Volume utile: 136,00 mc



## SEZIONE LATO LUNGO (40,50 metri)

<b>AB</b> STUDIO		STUDIO ASS. TO AR&C VIA ACQUI 3 - BUSTO ARSIZIO (VA) TEL. 0331-187096 FAX 0331-182357 E-MAIL: abc@studioassociatoabc.it SITO: www.studioassociatoabc.it	
PROGETTO: Relazione sull'invarianza idraulica e idrologica - Nuovo Impianto Biomasse - Comune di Corana (PV) - S.P. 25		TITOLO: DETTAGLI COSTRUTTIVI VASCA DI LAMINAZIONE E DI PRIMA PIOGGIA	
TAVOLA: 2		Disegnato da: P. Scialò Verificato da: S. Bonetti	
Scalà		InfraLab	



# PIANO DI MANUTENZIONE

*Impianto di smaltimento acque meteoriche - Nuovo Impianto Biomasse  
- Strada Torremenapace S.P. 25 - Comune di Corana (PV)*

---

## 1. REQUISITI E PRESTAZIONI GENERALI

### 1.1 (ATTITUDINE AL) CONTROLLO DEL RUMORE PRODOTTO

*Classe di Requisiti: Acustici Classe di Esigenza: Benessere*

Il sistema di scarico deve essere realizzato con materiali e componenti in grado di non emettere rumori.

**Prestazioni:**

Le tubazioni di trasporto dei fluidi sono dimensionate in modo che la velocità di tali fluidi non superi i limiti imposti dalla normativa per non generare rumore eccessivo.

**Livello minimo della prestazione:**

Per quanto riguarda i livelli fare riferimento a regolamenti e procedure di installazione nazionali e locali.

### 1.2 (ATTITUDINE AL) CONTROLLO DELLA TENUTA

*Classe di Requisiti: Funzionalità tecnologica Classe di Esigenza: Funzionalità*

Gli elementi dell'impianto devono essere in grado di garantire in ogni momento la tenuta dei fluidi.

**Prestazioni:**

La tenuta deve essere verificata con ispezioni periodiche volte alla verifica di detto requisito.

**Livello minimo della prestazione:**

Devono essere rispettati i valori minimi previsti dalla vigente normativa.

### 1.3 EFFICIENZA

*Classe di Requisiti: Di funzionamento Classe di Esigenza: Gestione*

I sistemi di scarico e smaltimento devono essere progettati ed installati in modo da non compromettere la salute e la sicurezza degli utenti e delle persone che si trovano in prossimità degli stessi.

**Prestazioni:**

I sistemi di scarico e smaltimento devono essere progettati, installati e sottoposti agli appropriati interventi di manutenzione in modo da non costituire pericolo o arrecare disturbo in condizioni normali di utilizzo.

**Livello minimo della prestazione:**

Le tubazioni devono essere progettate conformemente alla EN 12056-2.

## 2 ELEMENTI MANUTENIBILI DELL'UNITÀ TECNOLOGICA

- Camerette di ispezione (tombini);
- Griglie di intercettazione;
- Tubazioni in PVC;
- Vasche di laminazione e di prima pioggia.

# PIANO DI MANUTENZIONE

*Impianto di smaltimento acque meteoriche - Nuovo Impianto Biomasse  
- Strada Torremanapace S.P. 25 - Comune di Corana (PV)*

---

## 3 CAMERETTE DI ISPEZIONE (TOMBINI)

### 3.1 REQUISITI E PRESTAZIONI

#### 3.1.1 Resistenza meccanica

*Classe di Requisiti: Di stabilità Classe di Esigenza: Sicurezza*

I tombini devono essere in grado di contrastare in modo efficace il prodursi di deformazioni o rotture sotto l'azione di determinate sollecitazioni.

##### **Prestazioni:**

I tombini devono essere idonei ad assicurare stabilità e resistenza all'azione di sollecitazioni meccaniche in modo da garantirne durata e funzionalità nel tempo.

##### **Livello minimo della prestazione:**

La resistenza meccanica dei tombini può essere verificata mediante prova da effettuarsi con le modalità ed i tempi previsti dalla norma UNI EN 13380. Non devono prodursi alcuna incrinatura o frattura prima del raggiungimento del carico di prova.

#### 3.1.2 Attitudine al controllo della tenuta

*Classe di Requisiti: Funzionalità tecnologica Classe di Esigenza: Funzionalità*

I componenti ed i materiali con cui sono realizzati i tombini devono sottostare, senza perdite, ad una prova in pressione idrostatica interna.

##### **Prestazioni:**

I tombini devono essere idonei ad assicurare stabilità e resistenza in modo da garantirne durata e funzionalità nel tempo ed assicurare la portata e la pressione di esercizio dei fluidi.

##### **Livello minimo della prestazione:**

Quando destinati alla ristrutturazione o alla riparazione di tubi, pozzetti, raccordi e giunti, i componenti ed i materiali devono superare una prova di pressione crescente da 0 kPa a 50 kPa.

I componenti ed i materiali dei pozzetti destinati alla ristrutturazione o riparazione di gruppi camere di ispezione da impiegarsi a profondità pari o minori di 2,0 m devono essere sottoposti ad una prova in pressione idrostatica interna pari alla pressione esercitata dall'acqua quando completamente pieni.

I pozzi dei gruppi camere di ispezione destinate all'impiego a profondità maggiori di 2,0 m devono essere sottoposti alle prove previste per i pozzetti.

### 3.2 ANOMALIE RISCONTRABILI

#### **Anomalie chiusini**

Rottura della copertura dei pozzetti o chiusini difettosi, rotti, incrinati, mal posati o sporgenti.

#### **Cedimenti**

Cedimenti strutturali della base di appoggio e delle pareti laterali.

#### **Corrosione**

Corrosione dei tombini con evidenti segni di decadimento evidenziato con cambio di colore e presenza di ruggine in prossimità delle corrosioni.

#### **Presenza di vegetazione**

# PIANO DI MANUTENZIONE

*Impianto di smaltimento acque meteoriche - Nuovo Impianto Biomasse  
- Strada Torremanapace S.P. 25 - Comune di Corana (PV)*

---

Presenza di vegetazione caratterizzata dalla formazione di piante, licheni, muschi.

## Sedimentazione

Accumulo di depositi minerali sui tombini che provoca anomalie nell'apertura e chiusura degli stessi.

## Sollevamento

Sollevamento delle coperture dei tombini.

### **3.3 CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

#### Controllo generale

*Cadenza: ogni 6 mesi Tipologia: Ispezione*

Verificare lo stato generale e l'integrità dei chiusini dei tombini, della base di appoggio e delle pareti laterali.

- Requisiti da verificare: 1) *Attitudine al controllo della tenuta*; 2) *Efficienza*; 3) *Resistenza meccanica*.
- Anomalie riscontrabili: 1) *Anomalie chiusini*; 2) *Presenza di vegetazione*; 3) *Sedimentazione*; 4) *Sollevamento*.

### **3.4 MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

#### Pulizia

*Cadenza: ogni 6 mesi*

Eseguire una pulizia dei tombini ed eseguire una lubrificazione dei chiusini.

#### Sostituzione

*Cadenza: quando occorre*

Sostituzione delle parti degradate o danneggiate

## **4 GRIGLIE DI INTERCETTAZIONE**

### **4.1 REQUISITI E PRESTAZIONI**

#### **4.1.1 (Attitudine al) controllo della tenuta**

*Classe di Requisiti: Funzionalità tecnologica Classe di Esigenza: Funzionalità*

I pozzetti di scarico devono essere idonei ad impedire fughe dei fluidi assicurando così la durata e la funzionalità nel tempo.

#### Prestazioni:

Il controllo della tenuta deve essere garantito in condizioni di pressione e temperatura corrispondenti a quelle massime o minime di esercizio.

#### Livello minimo della prestazione:

La capacità di tenuta può essere verificata mediante prova da effettuarsi con le modalità ed i tempi previsti dalla norma UNI EN 1253-2 sottoponendo il pozzetto ad una pressione idrostatica a partire da 0 bar fino a 0,1 bar. La prova deve essere considerata superata con esito positivo quando, nell'arco di 15 min, non si verificano fuoriuscite di fluido.

#### **4.1.2 Pulibilità**

*Classe di Requisiti: Di manutenibilità Classe di Esigenza: Gestione*

I pozzetti, le caditoie e le griglie devono essere pulibili per assicurare la funzionalità dell'impianto.

# **PIANO DI MANUTENZIONE**

*Impianto di smaltimento acque meteoriche - Nuovo Impianto Biomasse  
- Strada Torremenapace S.P. 25 - Comune di Corana (PV)*

---

## **Prestazioni:**

I pozzetti, le caditoie e le griglie devono essere realizzati con materiali e finiture tali da essere facilmente pulibili in modo da evitare depositi di materiale che possa comprometterne il regolare funzionamento.

## **Livello minimo della prestazione:**

Per la verifica della facilità di pulizia si effettua una prova così come descritto dalla norma UNI EN 1253-2. Si monta il pozzetto completo della griglia e si versa nel contenitore per la prova acqua fredda a 15-10 °C alla portata di 0,2 l/s, 0,3 l/s, 0,4 l/s e 0,6 l/s. In corrispondenza di ognuna delle portate, immettere nel pozzetto, attraverso la griglia, 200 cm<sup>3</sup> di perline di vetro del diametro di 5 +/- 0,5 mm e della densità da 2,5 g/cm<sup>3</sup> a 3,0 g/cm<sup>3</sup>, a una velocità costante e uniforme per 30 s. Continuare ad alimentare l'acqua per ulteriori 30 s. Misurare il volume in cm<sup>3</sup> delle perline di vetro uscite dal pozzetto. Eseguire la prova per tre volte per ogni velocità di mandata. Deve essere considerata la media dei tre risultati.

### **4.1.3 Resistenza meccanica**

*Classe di Requisiti: Di stabilità Classe di Esigenza: Sicurezza*

Le caditoie e le griglie devono essere in grado di contrastare in modo efficace il prodursi di deformazioni o rotture sotto l'azione di determinate sollecitazioni.

## **Prestazioni:**

Le caditoie, le griglie ed i pozzetti devono essere idonei ad assicurare stabilità e resistenza all'azione di sollecitazioni meccaniche in modo da garantirne durata e funzionalità nel tempo.

## **Livello minimo della prestazione:**

La resistenza meccanica delle caditoie e dei pozzetti può essere verificata mediante prova da effettuarsi con le modalità ed i tempi previsti dalla norma UNI EN 1253. Non devono prodursi alcuna incrinatura o frattura prima del raggiungimento del carico di prova. Inoltre, nel caso di pozzetti o di scatole sifoniche muniti di griglia o di coperchio in ghisa dolce, acciaio, metalli non ferrosi, plastica oppure in una combinazione di tali materiali con il calcestruzzo, la deformazione permanente non deve essere maggiore dei valori elencati dalla norma suddetta. Per le griglie deve essere applicato un carico di prova P di 0,25 kN e la deformazione permanente  $f$  ai 2/3 del carico di prova non deve essere maggiore di 2,0 mm.

## **4.2 ANOMALIE RISCONTRABILI**

### **Abrasione**

Abrasione delle pareti dei pozzetti dovuta agli effetti di particelle dure presenti nelle acque usate e nelle acque di scorrimento superficiale.

### **Corrosione**

Corrosione delle pareti dei pozzetti dovuta agli effetti di particelle dure presenti nelle acque usate e nelle acque di scorrimento superficiale e dalle aggressioni del terreno e delle acque freatiche.

### **Difetti ai raccordi o alle connessioni**

Perdite del fluido in prossimità di raccordi dovute a errori o sconnessioni delle giunzioni.

### **Intasamento**

Incrostazioni o otturazioni delle griglie e delle caditoie dei pozzetti dovute ad accumuli di materiale di risulta quali terriccio, fogliame, vegetazione, ecc., soprattutto a seguito di eventi piovosi.

### **Sedimentazione**

Accumulo di depositi minerali sul fondo dei condotti che può causare l'ostruzione delle condotte.

# **PIANO DI MANUTENZIONE**

*Impianto di smaltimento acque meteoriche - Nuovo Impianto Biomasse  
- Strada Torremenapace S.P. 25 - Comune di Corana (PV)*

---

## **4.3 CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

### **Controllo generale**

*Cadenza: quando occorre Tipologia: Ispezione*

Verificare lo stato generale e l'integrità delle griglie, delle caditoie e della piastra di copertura dei pozzetti, della base di appoggio e delle pareti laterali.

- Requisiti da verificare: 1) (Attitudine al) controllo della tenuta; 2) Efficienza; 3) Resistenza meccanica.
- Anomalie riscontrabili: 1) Intasamento; 2) Difetti ai raccordi o alle connessioni; 3) Sedimentazione.

## **4.4 MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

### **Pulizia**

*Cadenza: quando occorre*

Eseguire una pulizia delle griglie, delle caditoie e dei pozzetti mediante asportazione manuale e/o a macchina dei fanghi di deposito e lavaggio con acqua a pressione.

### **Sostituzione.**

*Cadenza: quando occorre*

Sostituzione delle parti degradate o danneggiate.

## **5 TUBAZIONI IN PVC**

### **5.1 REQUISITI E PRESTAZIONI**

#### **5.1.1 (Attitudine al) controllo della tenuta**

*Classe di Requisiti: Funzionalità tecnologica Classe di Esigenza: Funzionalità*

Le tubazioni devono essere in grado di garantire in ogni momento la tenuta e la pressione richiesti dall'impianto.

#### **Prestazioni:**

La prova deve essere effettuata su un tratto di tubo in opera comprendente almeno un giunto. Gli elementi su cui si verifica la tenuta devono essere portati sotto pressione interna per mezzo di acqua.

#### **Livello minimo della prestazione:**

Il valore della pressione da mantenere è di 0,05 MPa per il tipo 303, di 1,5 volte il valore normale della pressione per il tipo 312 e di 1,5 la pressione per i tipi P, Q e R, e deve essere raggiunto entro 30 s e mantenuto per circa 2 minuti. Al termine della prova non devono manifestarsi perdite, deformazioni o altri eventuali irregolarità.

#### **5.1.2 Regolarità delle finiture**

*Classe di Requisiti: Visivi Classe di Esigenza: Aspetto*

Le tubazioni in polietilene devono essere realizzate con materiali privi di impurità.

#### **Prestazioni:**

Le superfici interne ed esterne dei tubi e dei raccordi devono essere lisce, pulite ed esenti da cavità, bolle, impurità, porosità e qualsiasi altro difetto superficiale. Le estremità dei tubi e dei raccordi devono essere tagliate nettamente, perpendicolarmente all'asse.



# **PIANO DI MANUTENZIONE**

*Impianto di smaltimento acque meteoriche - Nuovo Impianto Biomasse  
- Strada Torremenapace S.P. 25 - Comune di Corana (PV)*

---

## **Livello minimo della prestazione:**

- 0,05 per la misura dei diametri;
- 0,01 per la misura degli spessori.

## **5.2 ANOMALIE RISCONTRABILI**

### **Difetti ai raccordi o alle connessioni**

Perdite del fluido in prossimità di raccordi dovute a errori o sconnessioni delle giunzioni.

### **Erosione**

Erosione del suolo all'esterno dei tubi che è solitamente causata dall'infiltrazione di terra.

### **Incrostazioni**

Accumulo di depositi minerali sulle pareti dei condotti.

### **Penetrazione di radici**

Penetrazione all'interno dei condotti di radici vegetali che provocano intasamento del sistema.

## **5.3 CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

### **Controllo generale**

*Cadenza: ogni 12 mesi Tipologia: Controllo a vista*

Verificare lo stato degli eventuali dilatatori e giunti elastici, la tenuta delle congiunzioni, la stabilità dei sostegni e degli eventuali giunti fissi. Verificare inoltre l'assenza di odori sgradevoli e di inflessioni nelle tubazioni.

- Requisiti da verificare: 1) (Attitudine al) controllo della tenuta.
- Anomalie riscontrabili: 1) Difetti ai raccordi o alle connessioni; 2) Penetrazione di radici; 3) Sedimentazione.

### **Controllo tenuta**

*Cadenza: ogni 12 mesi Tipologia: Controllo a vista*

Verificare l'integrità delle tubazioni con particolare attenzione ai raccordi tra tronchi di tubo.

- Anomalie riscontrabili: 1) Difetti ai raccordi o alle connessioni; 2) Incrostazioni.

### **Pulizia**

*Cadenza: ogni 6 mesi*

Eseguire una pulizia dei sedimenti formati e che provocano ostruzioni diminuendo la capacità di trasporto dei fluidi.

### **Sostituzione**

*Cadenza: quando occorre*

Sostituzione delle parti degradate o danneggiate.

## **6 VASCHE DI LAMINAZIONE E PRIMA PIOGGIA**

### **6.1 REQUISITI E PRESTAZIONI**

#### **6.1.1 (Attitudine al) controllo della portata**

*Classe di Requisiti: Di funzionamento Classe di Esigenza: Gestione*

# **PIANO DI MANUTENZIONE**

*Impianto di smaltimento acque meteoriche - Nuovo Impianto Biomasse  
- Strada Torremanapace S.P. 25 - Comune di Corana (PV)*

---

Le vasche devono essere idonee a contenere la quantità di acqua prevista per il sistema assicurando così la durata e la funzionalità nel tempo.

## **Prestazioni:**

Il controllo della portata deve essere garantito in condizioni di pressione e temperatura corrispondenti a quelle massime o minime di esercizio previste in progetto.

## **Livello minimo della prestazione:**

La capacità di tenuta può essere verificata mediante prova da effettuarsi con le modalità ed i tempi previsti dalla norma di settore.

## **6.2 ANOMALIE RISCONTRABILI**

### **Anomalie raccordi**

Difetti ai raccordi e/o connessione delle tubazioni.

### **Depositi di materiale**

Accumuli di materiale quale terreno, radici, fogliame che provoca perdita di funzionalità

### **Difetti di stabilità**

Perdita delle caratteristiche di stabilità dell'elemento con conseguenti possibili pericoli per gli utenti.

## **6.3 CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

### **Controllo generale**

*Cadenza: ogni 6 mesi Tipologia: Controllo a vista*

Verificare il corretto funzionamento del sistema di laminazione controllando che non ci siano ristagni di acqua e cedimenti del suolo

- Requisiti da verificare: 1) Efficienza; 2) (Attitudine al) controllo della portata.
- Anomalie riscontrabili: 1) Anomalie materiale filtrante; 2) Anomalie raccordi; 3) Depositi di materiale.

## **6.4 MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

### **Pulizia**

*Cadenza: quando occorre (minimo 1 volta ogni 10 anni)*

Eeguire una pulizia del materiale accumulatosi all'interno delle vasche