

Regione Lombardia
Direzione Generale Infrastrutture e Opere Pubbliche



CODICE
COMMESSA

LIVELLO
PROGETTAZIONE

D.P.R.
36/23

PROGRESSIVO
ELABORATO

CATEGORIA
OPERA

NUMERO
OPERA

REVISIONE

SCALA

B 2 5

D

b

0 0 2

I D

- -

R 1

===

LINEA FERROVIARIA BRESCIA - ISEO - EDOLO - AREA DI
INTERSCAMBIO E ADEGUAMENTO VIABILISTICO LOCALITA' PASSIRANO
Progetto Definitivo

RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA

Revisioni		Data	Descrizione	Redatto	Controllato
	3		-		
	2		-		
	1	Ago. 2022	Revisione a seguito RTV FERROVIENORD		
	0	Mar. 2022	PRIMA EMISSIONE		

NORD_ING

NORD_ING Srl
IL DIRETTORE TECNICO
Ing. Luca Erba

FERROVIENORD

FERROVIENORD S.p.A.
DIREZIONE SVILUPPO INFRASTRUTTURA
IL DIRETTORE
Ing. Andrea Lucia Passarelli

Progettista



ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI LECCO
Sez. A - Settori:
a) civile e ambientale
b) industriale
c) dell'informazione
n° A 639

Collaborazione



BMB INGEGNERIA SRL
Via Sondrio 55 - 20835 Muggiò (MB)
Tel. 039.2785540 - Fax 039-2144493
studio@bmbingegneria.net
bmbingegneria@pec.it



UrbanStudio® - Dario Vanetti ingegnere
Via Battisti 17 - San Donato Milanese (MI)
tel 02.39439717 - fax 178.2714281
urbanstudio@urbanstudio.it
www.urbanstudio.it

REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO	DATA
CODICE ARCHIVIO COLLABORATORE			AGG.

SOMMARIO

1. PREMESSA	2
2. PRINCIPI DEL REGOLAMENTO REGIONALE N°7 DEL 2017 E S.M.I – APPLICAZIONE ALL’INTERVENTO IN PROGETTO.....	2
1. DIMENSIONAMENTO IDRAULICO	3
1.1. ANALISI DELLE PIOGGE INTENSE	3
1.2. CARATTERIZZAZIONE IDROLOGICA DEI BACINI DI DRENAGGIO.....	3
1.3. METODO DI CALCOLO DELLE PORTATE	4
1.4. CALCOLO DELLE SEZIONI DEI CONDOTTI.....	5
1.5. TIPOLOGIE DI INTERVENTO PER LO SMALTIMENTO DELLE ACQUE	6
1.6. SCELTA E CRITERI DI DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DI SMALTIMENTO	7
3. CALCOLI IDRAULICI	9
3.1. DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO.....	9
3.2. BACINI SCOLANTI IMPERMEABILI.....	10
3.3. PORTATE CONVOGLIATE NELLE RETI DI RACCOLTA ACQUE IN PROGETTO	13
3.4. VERIFICHE IDRAULICHE SISTEMA DI RACCOLTA.....	15
3.5. VERIFICHE IDRAULICHE SISTEMA DI SMALTIMENTO	20

1. PREMESSA

Il sistema di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche ricadenti sulle aree interessate dall'intervento è stato dimensionato sulla base dei contenuti del Regolamento Regionale n°8 del 19/04/2019 "Disposizioni sull'applicazione dei principi di invarianza idraulica ed idrologica. Modifiche al Regolamento Regionale n°7 del 23/11/2017 (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")" e della Legge Regionale n°4 del 15/03/2016.

2. PRINCIPI DEL REGOLAMENTO REGIONALE N°7 DEL 2017 E S.M.I. – APPLICAZIONE ALL'INTERVENTO IN PROGETTO

Lo scopo del Regolamento Regionale n°7/2017 e s.m.i. (di seguito denominato Regolamento) è la riduzione quantitativa dei deflussi, il progressivo riequilibrio del regime idrologico e idraulico e la conseguente attenuazione del rischio idraulico, nonché la riduzione dell'impatto inquinante sui corpi idrici ricettori tramite la separazione e la gestione locale delle acque meteoriche non esposte ad emissioni e scarichi inquinanti (art.1, comma1).

In ogni intervento edilizio di nuova costruzione (incluse nuove pavimentazioni) bisogna applicare il principio in base al quale le portate massime di deflusso meteorico scaricate dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelle preesistenti all'urbanizzazione (invarianza idraulica – art.2, comma 1, lettera a), verificare che sia le portate che i volumi di deflusso meteorico scaricati dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non siano maggiori di quelli preesistenti all'urbanizzazione (invarianza idrologica – art.2, comma 1, lettera b) e pertanto prevedere un sistema di gestione delle acque meteoriche urbane, costituito da un insieme di strategie, tecnologie e buone pratiche volte a ridurre i fenomeni di allagamento urbano, a contenere gli apporti di acque meteoriche ai corpi idrici ricettori mediante il controllo alla sorgente delle acque meteoriche e a ridurre il degrado qualitativo delle acque (drenaggio urbano sostenibile – art.2, comma 1, lettera c).

Come risulta dall'allegato C del Regolamento il Comune di Passirano ricade nella tipologia di **area A ovvero ad alta criticità idraulica** (art. 7, comma 2, lettera a).

<i>Comune</i>	<i>Provincia</i>	<i>Criticità idraulica</i>	<i>Coefficiente P</i>
PARLASCO	LC	C	
PARONA	PV	B	
PARRE	BG	C	
PARZANICA	BG	C	
PASPARDO	BS	C	
PASSIRANO	BS	A	0,8
PASTURO	LC	C	
PAULLO	MI	B	
PAVIA	PV	B	
PAVONE DEL MELLA	BS	A	0,8

Figura 12: Allegato C

1. DIMENSIONAMENTO IDRAULICO

1.1. ANALISI DELLE PIOGGE INTENSE

Una delle ipotesi fondamentali che sta alla base del dimensionamento di opere soggette ad eventi idrologici, è che le portate massime e le onde di piena critiche, aventi un certo tempo di ritorno T, siano originate da una precipitazione con lo stesso tempo di ritorno.

Partendo da questa ipotesi è necessario determinare la curva di possibilità climatica, ovvero l'espressione che, per un pre-assegnato tempo di ritorno T, fornisce, per ogni durata di pioggia, la massima altezza di precipitazione che può verificarsi e che viene superata una volta ogni T anni.

A tale proposito si fa generalmente riferimento ad un'espressione algebrica monomia del tipo:

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

in cui h è l'altezza di pioggia espressa in millimetri, t è la corrispondente durata in ore, a ed n sono due coefficienti che definiscono la curva risultante.

Come indicato nell'allegato G punto 1 del Regolamento, il sito "<http://idro.arpalombardia.it/pmapper4.0/map.phtml>" di ARPA Lombardia fornisce i parametri della curva di possibilità pluviometrica valida per ogni località della Lombardia espressa nella forma:

$$h = a_1 \cdot w_T \cdot D^n$$
$$w_T = \varepsilon + \frac{\alpha}{k} \cdot \left[1 - \log\left(\frac{T}{T-1}\right) \right]^k$$

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

Poiché tali parametri caratteristici delle curve di possibilità pluviometrica riportati da ARPA Lombardia si riferiscono generalmente a durate di pioggia maggiori dell'ora, per le durate inferiori all'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.

Il dimensionamento delle opere viene eseguito considerando le curve di possibilità pluviometrica relative ad un tempo di ritorno pari a 50 anni, mentre la verifica dei franchi di sicurezza per tali opere si esegue considerando la curva relativa ad un tempo di ritorno pari a 100 anni.

Per l'area oggetto dell'intervento, con tempo di ritorno pari a $T = 50$ anni si ha:

$$h = 56,33 \cdot t^{0,5} \quad \text{con } t < 1 \text{ ora}$$
$$h = 56,33 \cdot t^{0,285} \quad \text{con } t > 1 \text{ ora}$$

1.2. CARATTERIZZAZIONE IDROLOGICA DEI BACINI DI DRENAGGIO

Non tutto il volume di pioggia che ricade su una certa area affluisce alla rete di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche. Infatti, una parte di esso si perde per effetto di una serie di

fenomeni idrologici (evaporazione, infiltrazione nel terreno, formazione sul bacino di un velo idrico, immagazzinamento in avvallamenti superficiali) prima di arrivare alla rete stessa.

Per il dimensionamento di quest'ultima sarà quindi rilevante solo la restante parte di pioggia, cioè la cosiddetta pioggia netta o efficace. Tale pioggia può essere valutata attraverso il coefficiente di assorbimento φ che rappresenta il rapporto tra il volume della pioggia netta ed il volume della pioggia totale cioè la frazione di acqua meteorica che scorre fino alla sezione di chiusura del bacino senza infiltrarsi nel terreno. Questo coefficiente varia in funzione dell'intensità della durata della pioggia, ma nella pratica progettuale generalmente viene considerato costante.

Nel caso in cui un bacino è composto da zone con diverse destinazioni d'uso, il coefficiente di deflusso complessivo deve essere calcolato come media pesata, in funzione delle diverse aree, dei coefficienti di deflusso di ogni zona attraverso la relazione:

$$\varphi = \frac{\sum_i S_i \cdot \varphi_i}{\sum_i S_i}$$

Come indicato dall'art. 11, comma 2, lettera d, punto 2 del Regolamento, per il calcolo della superficie scolante impermeabile posso essere adottati i valori standard dei coefficienti di deflusso indicati al punto 1 della stessa lettera d:

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

Per il caso in esame occorre far notare che ad alcune delle aiuole di progetto, dal momento che non saranno munite di un sistema di raccolta e smaltimento delle acque e sulla base della configurazione di progetto (ossia saranno ribassate rispetto alla quota stradale e separate mediante cordoli), è stato associato ragionevolmente un coefficiente di deflusso pari a zero. Questo perché non generano alcuna portata che defluisce all'interno della rete in progetto.

Per le aiuole non ribassate ma caratterizzate da una certa pendenza in direzione della strada (a nord dell'area di intervento e lungo il primo tratto di via Stazione) verranno invece conteggiate all'interno del calcolo delle aree scolanti.

1.3. METODO DI CALCOLO DELLE PORTATE

Per la determinazione, attraverso un modello afflussi-deflussi, della massima portata al colmo che si verifica all'uscita dalla rete di drenaggio di un bacino idrografico, corrispondente ad un tempo di ritorno prefissato, è necessario costruire uno ietogramma teorico di progetto a partire dalle curve di possibilità pluviometrica.

La forma utilizzata nel presente studio e largamente diffusa in letteratura è lo ietogramma Chicago. Lo ietogramma Chicago presenta un picco di intensità massima i_{max} ed ha il vantaggio di essere poco sensibile alla variazione della durata di base. Infatti, la parte centrale dello ietogramma rimane la stessa per durate progressivamente maggiori, aggiungendosi solo due "code" all'inizio e alla fine dell'evento. Inoltre esso contiene in sé, proprio per il modo con cui è costruito, le piogge critiche per tutte le durate parziali minori della durata complessiva; lo stesso ietogramma pertanto può essere utilizzato come ietogramma di progetto per tutti i sottobacini di

un medesimo bacino, senza la necessità di ricerca delle durate critiche di ognuno di essi, purché la durata complessiva dello ietogramma sia sicuramente maggiore del tempo di corrivazione del bacino totale ("Sistemi di fognature e drenaggio" di A. Paoletti).

Il calcolo delle portate critiche può essere effettuato in base alla formula razionale applicando il *metodo della corrivazione*:

$$Q_c = S \cdot 2,78 \cdot \varphi \cdot A \cdot \theta_c^{n-1}$$

dove Q_c è la portata critica (l/s), S è l'area del bacino scolante considerato (ha), φ è il coefficiente di afflusso, a e n sono i due coefficienti che definiscono la curva di possibilità climatica, θ_c è la durata critica dell'evento meteorico (ore) pari a:

$$\theta_c = T_e + \frac{T_r}{1,5}$$

dove T_e è il tempo di corrivazione sul bacino prima del raggiungimento della rete di drenaggio (tempo di ingresso in rete) e T_r è il tempo di corrivazione in quest'ultima.

Il *tempo di corrivazione* del bacino T_0 è il tempo che intercorre tra la caduta della precipitazione su di un bacino ed il passaggio di questa dalla sezione di chiusura del bacino stesso. T_0 è dato da:

$$T_0 = T_e + T_r$$

Il tempo di ingresso in rete è stato posto pari a 5 minuti, mentre il tempo di corrivazione della rete di drenaggio è stato posto pari a L/V_r dove L (m) è il percorso idraulicamente più lungo della rete mentre V_r (m/s) è la velocità della corrente a tubo pieno.

1.4. CALCOLO DELLE SEZIONI DEI CONDOTTI

Per il calcolo idraulico dei condotti di fognatura si ammette che la portata in essi defluente si muova con moto uniforme.

Questa ipotesi, pur non essendo mai esattamente conforme alle reali condizioni di movimento, viene normalmente accettata per la sua semplicità, anche in conformità delle enormi semplificazioni proprie dello schema di funzionamento idraulico ammesso per la teoria sulla quale poggiano i calcoli di dimensionamento.

La formula più comunemente usata è quella di Chezy:

$$Q = A \cdot \chi \cdot \sqrt{R \cdot i}$$

dove Q è la portata in mc/s, A è l'area della sezione bagnata in m², è un coefficiente che tiene conto della scabrezza della condotta, R è il raggio idraulico in metri, i è la pendenza di fondo del condotto.

Per il calcolo del coefficiente χ si è adottata l'espressione di Strickler:

$$\chi = k \cdot R^{1/6}$$

con $k = 90$ per le tubazioni in PVC e PEAD.

1.5. TIPOLOGIE DI INTERVENTO PER LO SMALTIMENTO DELLE ACQUE

Il Regolamento prevede che il controllo e la gestione delle acque pluviali sia effettuato, ove possibile, mediante sistemi che garantiscono l'infiltrazione, l'evapotraspirazione e il riuso (art. 5, comma 1) e che lo smaltimento dei volumi invasati debba avvenire (art.5, comma 3):

mediante il riuso dei volumi stoccati (innaffiamento giardini, acque grigie e lavaggio di pavimentazioni e auto);

mediante infiltrazione nel suolo o negli strati superficiali del sottosuolo;

scarico in corpo idrico superficiale naturale o artificiale;

scarico in fognatura.

Al fine di gestire le acque meteoriche si possono prevedere diverse tipologie di intervento, tra cui le opere di laminazione e le opere di infiltrazione. Nel caso dell'intervento in oggetto si prevede di utilizzare le opere di infiltrazione.

Le opere più diffuse che incentivano lo smaltimento per infiltrazione nel terreno di una parte dei deflussi meteorici sono le seguenti:

- **trincea d'infiltrazione:** scavo lungo e profondo riempito con materiale ad alta conduttività idraulica (ghiaia o ghiaietto); il deflusso superficiale si accumula temporaneamente all'interno della trincea e gradualmente si infiltrarsi nel terreno. Le trincee possono essere allocate in superficie o nel sottosuolo: quelle in superficie ricevono il deflusso superficiale direttamente dalle aree adiacenti mentre quelle nel sottosuolo possono ricevere il deflusso da altre reti drenanti, ma richiedono l'utilizzo di ulteriori trattamenti per impedire che particolato grossolano, terreno e foglie occludano la struttura;
- **pozzi drenanti:** strutture sotterranee localizzate, utilizzate principalmente per raccogliere ed infiltrare le acque di pioggia provenienti da tetti e/o piazzali; la struttura esterna è generalmente prevista in materiale rigido (per esempio in cemento, elementi prefabbricati), mentre l'interno viene riempito con materiale inerte (ghiaia) con una porosità di almeno il 30%. I pozzi perdenti sono preferibilmente dotati di accesso ispezionabile al fine di garantirne la manutenzione e le prestazioni nel tempo. Sempre a tal fine, per le reti provenienti da strade e piazzali è consigliabile prevedere dei pre-trattamenti per l'intercettazione di sedimenti ed oli che possono ostruire la struttura (disoleatori);
- **vasche e bacini di infiltrazione:** invasi a fondo permeabile che consentano una capacità di accumulo, come volano tra l'idrogramma di piena in arrivo e il regime delle portate infiltrate; le vasche hanno generalmente i muri di contenimento in calcestruzzo e possono essere strutture anche sotterranee, mentre i bacini sono a cielo aperto e sono ricavati da depressioni naturali o artificiali nel terreno, le pareti e il fondo sono generalmente ricoperte da un tappeto erboso, al fine di stabilizzare ed esercitare un'azione filtrante per rimuovere le sostanze inquinanti presenti nelle acque di pioggia. La profondità del bacino viene calcolata tenendo conto di un tempo massimo di ritenzione dell'acqua nel bacino stesso, usualmente posto inferiore alle 48 ore;
- **pavimentazioni permeabili:** possono essere continue (pavimentazioni stradali realizzate con conglomerati bituminosi o calcestruzzi permeabili, ottenuti eliminando dalla miscela la sabbia e gli altri inerti di granulometria fine) o discontinue (elementi prefabbricati in cls, perforati e autobloccanti che permettono l'immediata infiltrazione di acqua di pioggia nella struttura sottostante la superficie). In entrambi i casi al disotto della pavimentazione si realizza un sottofondo filtrante, composto da strati di granulometria crescente. Lo strato filtrante sottostante può anche essere isolato con una guaina impermeabile, trasformandosi in una specie di vasca di laminazione;

- caditoie filtranti: consentono di facilitare l'infiltrazione nel suolo delle acque di origine meteorica; sono munite di una prima camera finalizzata alla separazione dei solidi grossolani e di una seconda camera, munita di fondo drenante, da cui si diparte la trincea drenante.

1.6. SCELTA E CRITERI DI DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DI SMALTIMENTO

Viene scelto come sistema di smaltimento delle acque meteoriche negli strati superficiali del terreno un **sistema di dispersione costituito da pozzi perdenti**.

Il dimensionamento dei pozzi perdenti va eseguito confrontando le portate in arrivo al sistema (idrogramma di piena di progetto) con la capacità d'infiltrazione del terreno e con il volume immagazzinato dal sistema; tale confronto può essere espresso con la seguente equazione:

$$(Q_p - Q_f) \cdot \Delta t = \Delta W$$

dove: Q_p è la portata influente (idrogramma di piena di progetto) in m^3/s ; Q_f è la portata infiltrata in m^3/s ; Δt è l'intervallo di tempo in secondi e ΔW è la variazione del volume infiltrato nel mezzo filtrante nell'intervallo Δt in m^3 .

La portata infiltrata Q_f di ogni singolo pozzo può essere calcolata con la seguente espressione:

$$Q_f = K \cdot J \cdot A_f = \frac{K}{2} \cdot \left(\frac{L+z}{L+z/2} \right) \cdot A_f$$

dove K è permeabilità del terreno in m/s , J è la cadente piezometrica, z lo strato drenante del pozzo in metri, L il dislivello tra il fondo del pozzo e il sottostante livello di falda in metri, A_f la superficie orizzontale drenante effettiva calcolabile come quella di un anello di larghezza $z/2$ attorno al pozzo (non si tiene conto della capacità drenante del fondo del pozzo per via della sua possibile occlusione). Poiché il terreno si trova generalmente in condizioni insature, si riduce il valore della permeabilità a $K/2$.

Considerando la cadente pari a 1 (può essere posta pari a 1 qualora il tirante idrico della superficie filtrante sia trascurabile rispetto all'altezza dello strato filtrante e la superficie piezometrica della falda sia convenientemente al di sotto del fondo disperdente), lo strato drenante z pari all'altezza utile del pozzo H e D il diametro del pozzo, l'espressione precedente risulta essere:

$$Q_f = \frac{K}{2} \cdot [(D+H)^2 - D^2] \cdot \frac{\pi}{4}$$

Pertanto il volume immagazzinato ΔW dovrà essere minore o uguale a zero e sarà pari alla somma del volume delle piogge W_{PC} (pari a $Q_p \times t$), del volume disperso totale dai pozzi perdenti W_{FT} (pari a $Q_f \times t \times n^\circ$ pozzi) e dal volume accumulato all'interno dei pozzi W_{FC} (pari al volume del manufatto in calcestruzzo armato e del rinfiacco in ghiaia).

A monte del sistema di dispersione negli strati superficiali del suolo delle acque meteoriche è opportuno prevedere dei pre-trattamenti per l'intercettazione di sedimenti ed oli che possono ostruire la struttura (**trattamento di disoleatura e dissabbiatura**).

In conformità al Regolamento Regionale 24 marzo 2006 – n°4 “Disciplina dello smaltimento delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne, in attuazione dell'art. 52, comma 1, lett. a) della L.R. n°12-12-2006 n°26”, per l'intervento in questione è stato previsto un trattamento di disoleatura delle acque di prima pioggia per il rispetto dei limiti allo scarico di oli minerali ed idrocarburi ai sensi del D.Lgs. n°152/2006.

Tale trattamento permette la separazione degli oli minerali e degli idrocarburi, contenuti nelle acque meteoriche raccolte, sfruttando la loro minor densità rispetto a quella dell'acqua e

favorendone quindi la risalita in superficie. Le particelle di maggiori dimensioni salgono in superficie più rapidamente, quelle più piccole richiedono un tempo maggiore.

Tramite opportuni sistemi di rimozione o direttamente tramite auto spurgo, tali sostanze vengono successivamente raccolte e smaltite.

Il rendimento di un separatore di oli dipende essenzialmente dal rapporto tra la superficie dello stesso e la portata in ingresso.

Per il dimensionamento di un disoleatore si assume una portata in ingresso pari a quella definita di prima pioggia dal Regolamento Regionale n°4 del 24 marzo 2006 (corrispondente ad una precipitazione di 5 mm nei primi 15 minuti):

$$Q_{dis} = S \cdot \varphi \cdot \frac{5}{15 \cdot 60}$$

dove Q_{dis} è la portata in ingresso al disoleatore in l/s, S è l'area del bacino scolante considerato in m² e φ è il coefficiente di afflusso.

3. CALCOLI IDRAULICI

3.1. DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

Il presente progetto prevede la realizzazione delle reti fognarie per lo smaltimento delle acque meteoriche di dilavamento del tratto stradale in progetto, con relativi marciapiedi, parcheggi e aiuole.

Il sistema di raccolta delle acque meteoriche è costituito da n° 3 reti con smaltimento negli strati superficiali del suolo, definite dalle seguenti opere:

RETE A:

- n°25 caditoie stradali prefabbricate monoblocco in calcestruzzo con sifone incorporato e griglie in ghisa sferoidale classe D400;
- tubazioni in PVC SN 8 De 400/315/250/200/160 mm, con pendenza minima 2 m/km, posate con sottofondo e rinfiando in sabbia;
- n°7 pozzetti di ispezione realizzati con elementi prefabbricati in calcestruzzo a base quadrata dim. int. 100x100 cm con chiusino in ghisa sferoidale classe D400;
- n°1 pozzetto ripartitore delle portate in calcestruzzo armato, dim. int. 100x100 cm, con chiusino in ghisa sferoidale classe D400;

Il sistema di raccolta convoglierà le acque nel sistema di dispersione nel suolo (costituito da n° 7 pozzi perdenti) previo passaggio in un disoleatore in grado di smaltire una portata pari a 14 l/s e in un pozzetto campionario.

Si prevede inoltre la realizzazione di un allaccio con i pluviali dell'edificio esistente: n° 2 pluviali, con relativi pozzetti, e collegamento con tubazione in PVC 160 mm alla rete in progetto.

RETE B:

- n°24 caditoie stradali prefabbricate monoblocco in calcestruzzo con sifone incorporato e griglie in ghisa sferoidale classe D400;
- tubazioni in PVC SN 8 De 400/315/250/200/160 mm, con pendenza minima 2 m/km, posate con sottofondo e rinfiando in sabbia;
- n°5 pozzetti di ispezione realizzati con elementi prefabbricati in calcestruzzo a base quadrata dim. int. 100x100 cm con chiusino in ghisa sferoidale classe D400;
- n°1 pozzetto ripartitore delle portate in calcestruzzo armato, dim. int. 100x100 cm, con chiusino in ghisa sferoidale classe D400;

Il sistema di raccolta convoglierà le acque nel sistema di dispersione nel suolo (costituito da n° 6 pozzi perdenti) previo passaggio in un disoleatore in grado di smaltire una portata pari a 14 l/s e in un pozzetto campionario.

Si prevede inoltre la realizzazione di un allaccio con i pluviali dell'edificio della stazione esistente e con la velostazione in progetto: n° 4 pluviali per le coperture esistenti ed in progetto, con relativi pozzetti e collegamento con tubazione in PVC 200 mm alla rete in progetto.

RETE C:

- n°15 caditoie stradali prefabbricate monoblocco in calcestruzzo con sifone incorporato e griglie in ghisa sferoidale classe D400;
- tubazioni in PVC SN 8 De 400/315/250/200/160 mm, con pendenza minima 2 m/km, posate con sottofondo e rinfilanco in sabbia;
- n°4 pozzetti di ispezione realizzati con elementi prefabbricati in calcestruzzo a base quadrata dim. int. 100x100 cm con chiusino in ghisa sferoidale classe D400;
- n°1 pozzetto ripartitore delle portate in calcestruzzo armato, dim. int. 100x100 cm, con chiusino in ghisa sferoidale classe D400;

Il sistema di raccolta convoglierà le acque nel sistema di dispersione nel suolo (costituito da n° 4 pozzi perdenti) previo passaggio in un disoleatore in grado di smaltire una portata pari a 10 l/s e in un pozzetto campionario.

Occorre tener presente che dalle informazioni disponibili (PUGSS) la strada attualmente esistente di via stazione, non risulta dotata di una rete di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche, ma è dotata di un avvallamento a bordo strada che convoglia le acque. Per tale via si prevede la realizzazione di una rete di raccolta specifica, con conseguente “copertura” dell’avvallamento esistente a bordo strada e “chiusura” del tratto finale tombinato. Da progetto si prevede il mantenimento dell’aiuola esistente a bordo strada, le acque ricadenti su di essa che non si infiltrano nel terreno saranno comunque raccolte dalla rete di raccolta in progetto posta sotto il sedime stradale.

Via Roma invece risulta già dotata di una rete fognaria che raccoglie le acque ricadenti sul sedime stradale. Tra gli interventi in progetto vi è il rifacimento del tratto della via stessa interessato dall’incrocio con via stazione e pertanto, non si prevede la realizzazione di una nuova rete di raccolta delle acque meteoriche ma è previsto lo spostamento della caditoia esistente e la posa di una nuova caditoia con realizzazione di un collegamento alla rete esistente.

NB. tutti i tratti delle reti in progetto posati sotto un’area carrabile devono mantenere un ricoprimento sopra estradosso non inferiore a 70- 80 cm (vd. Quote di progetto in planimetria).

3.2. BACINI SCOLANTI IMPERMEABILI

I bacini scolanti relativi alle tre reti in progetto sono individuati nell’immagine allegata. Di seguito si mostra anche la tabella riassuntiva con il calcolo dell’area scolante totale dell’intervento e delle sotto-aree relative a ciascuna rete di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche in progetto. La tabella mostra anche il calcolo del coefficiente di afflusso medio alla luce delle diverse tipologie di superficie.

AREA TOTALE INTERVENTO		
	A[m2]	φ
AREA A VERDE	3066	0.3
AREA SEMI-PERMEABILE (percorsi pedonali in autobloccanti)	1590	0.7
AREA IMPERMEABILE (strade e parcheggi)	5055	1

	9711	0.73
	Atot	φ_{medio}
<hr/>		
area rossa		
	A[m2]	φ
AREA A VERDE	1286	0.3
AREA SEMI-PERMEABILE (percorsi pedonali in autobloccanti)	283	0.7
AREA IMPERMEABILE (strade e parcheggi)	2107	1
	3676	0.73
	Atot	φ_{medio}
<hr/>		
area gialla		
	A[m2]	φ
AREA A VERDE	711	0.3
AREA SEMI-PERMEABILE (percorsi pedonali in autobloccanti)	79	0.7
AREA IMPERMEABILE (strade e parcheggi)	1330	1
	2120	0.75
	Atot	φ_{medio}
<hr/>		
area azzurra		
	A[m2]	φ
AREA A VERDE	1070	0.3
AREA SEMI-PERMEABILE (percorsi pedonali in autobloccanti)	1227	0.7
AREA IMPERMEABILE (strade e parcheggi)	1618	1
	3916	0.71
	Atot	φ_{medio}

Tabella 1 Suddivisione area intervento in funzione della tipologia della superficie

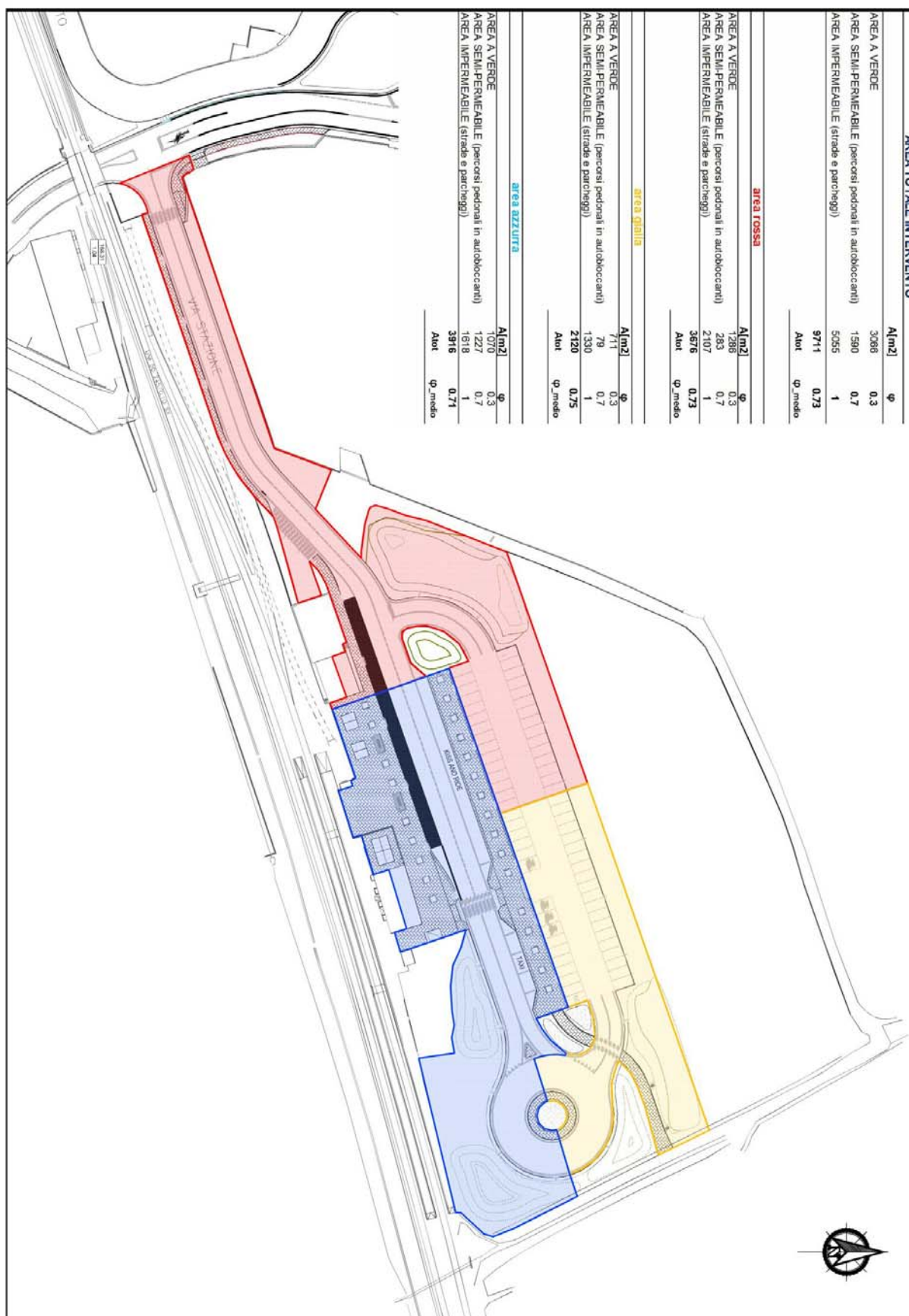


Figura 1 Planimetria dei bacini scolanti

Ai sensi dell'art. 9 del Regolamento, l'intervento rientra nella classe di intervento 2: **Impermeabilizzazione potenziale media.**

CLASSE DI INTERVENTO		SUPERFICIE INTERESSATA DALL'INTERVENTO	COEFFICIENTE DEFLUSSO MEDIO PONDERALE	MODALITÀ DI CALCOLO	
				AMBITI TERRITORIALI (articolo 7)	
				Area A, B	Area C
0	Impermeabilizzazione potenziale qualsiasi	$\leq 0,03$ ha (≤ 300 mq)	qualsiasi	Requisiti minimi articolo 12 comma 1	
1	Impermeabilizzazione potenziale bassa	da $> 0,03$ a $\leq 0,1$ ha (da > 300 mq a ≤ 1.000 mq)	$\leq 0,4$	Requisiti minimi articolo 12 comma 2	
2	Impermeabilizzazione potenziale media	da $> 0,03$ a $\leq 0,1$ 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)	$\leq 0,4$		
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 2 – R.R. 7 / 2017 - Articolo 9, tabella 1.

3.3. PORTATE CONVOGLIATE NELLE RETI DI RACCOLTA ACQUE IN PROGETTO

Sulla base dei criteri indicati nei paragrafi precedenti si riportano nelle tabelle seguenti i calcoli idraulici relativi alle reti di raccolta delle acque meteoriche (calcolo portate critiche) da realizzare.

tratto	area	coeff. assorb.	i	L	V _r	T _r	θ_c	D _i	D _e	Q _c	Q _c	Q _c
	[ha]	[-]	[m/m]	[m]	[m/s]	[min]	[min]	[cm]	[mm]	[m³/s]	[l/s]	[m³/ora]
tratto 5-6	0.0842	0.83	0.0050	30.00	0.96	0.52	5.35	23.54	250	0.0366	36.60	131.75
tratto 6-7	0.1031	0.86	0.0020	23.00	0.71	1.06	5.71	29.66	315	0.0450	45.02	162.06
tratto 7-4	0.1404	0.88	0.0050	16.00	1.12	1.30	5.86	29.66	315	0.0619	61.94	223.00
tratto 1-2	0.0491	0.81	0.0020	31.00	0.61	0.85	5.57	23.54	250	0.0205	20.46	73.67
tratto 2-3	0.0953	0.79	0.0020	32.00	0.71	1.60	6.07	29.66	315	0.0372	37.17	133.82
tratto 3-4	0.1504	0.81	0.0050	45.00	1.12	2.27	6.51	29.66	315	0.0581	58.11	209.19
tratto 4-RIP	0.2909	0.85	0.0050	5.00	1.32	2.33	6.55	37.66	400	0.1165	116.52	419.47

Tabella 3: Dati idraulici tubazione per tratto di competenza – Tr=50 anni: RETE A (area rossa)

tratto	area [ha]	coeff. assorb. [-]	i [m/m]	L [m]	V _r [m/s]	T _r [min]	θ _c [min]	D _i [cm]	D _e [mm]	Q _c [m³/s]	Q _c [l/s]	Q _c [m³/ora]
tratto 1-2	0.1003	0.84	0.0020	28.00	0.71	0.66	5.44	29.66	315	0.0436	43.61	157.00
tratto 2-3	0.1589	0.83	0.0040	25.00	1.00	1.07	5.71	29.66	315	0.0671	67.06	241.42
tratto 3-4	0.242	0.84	0.0030	34.00	1.02	1.63	6.08	37.66	400	0.1002	100.24	360.86
tratto 5-4	0.0379	1.00	0.0050	23.00	0.83	0.46	5.31	18.82	200	0.0199	19.92	71.70
tratto 4-rip	0.2849	0.87	0.0050	5.00	1.32	1.69	6.13	37.66	400	0.1209	120.88	435.17

Tabella 4: Dati idraulici tubazione per tratto di competenza – Tr=50 anni: RETE B (area azzurra)

tratto	area [ha]	coeff. assorb. [-]	i [m/m]	L [m]	V _r [m/s]	T _r [min]	θ _c [min]	D _i [cm]	D _e [mm]	Q _c [m³/s]	Q _c [l/s]	Q _c [m³/ora]
tratto 1-2	0,0562	0,83	0,0020	25,00	0,61	0,68	5,46	23,54	250	0,0242	24,15	86,95
tratto 2-3	0,12	0,84	0,0030	28,00	0,87	1,22	5,81	29,66	315	0,0506	50,64	182,29
tratto 4-3	0,0405	1,00	0,0020	16,00	0,61	0,44	5,29	23,54	250	0,0213	21,34	76,81
tratto 3-rip	0,1605	0,88	0,0020	6,00	0,83	1,34	5,89	37,66	400	0,0705	70,51	253,83

Tabella 5: Dati idraulici tubazione per tratto di competenza – Tr=50 anni: RETE C (area gialla).

dove:

area superficie del bacino scolante considerato;
i pendenza di fondo del tubazione;
L lunghezza della tubazione;
V_r velocità all'interno della tubazione a tubo pieno;
T_r tempo di corrvazione della tubazione;
θ_c durata critica;
D_i diametro interno della tubazione;
D_e diametro esterno della tubazione;
Q_c portata critica.

3.4. VERIFICHE IDRAULICHE SISTEMA DI RACCOLTA

Nelle tabelle seguenti si riportano le verifiche idrauliche relative a ciascun tratto di rete in progetto per le tubazioni in PVC SN8 De200/250/315/400 mm, con relative pendenze.

D_i [mm]	188,2
D_e [mm]	200
KST	90
J [m/Km]	5,00

ALTEZZA	VELOCIT	PORTATA
mm	A'	l/s
m/s		
5,0	0,14	0,03
14,0	0,28	0,26
23,0	0,38	0,73
32,0	0,46	1,45
41,0	0,54	2,40
50,0	0,60	3,56
59,0	0,66	4,92
68,0	0,71	6,44
77,0	0,76	8,10
86,0	0,80	9,87
95,0	0,83	11,72
104,0	0,86	13,62
113,0	0,89	15,52
122,0	0,91	17,39
131,0	0,93	19,17
140,0	0,94	20,84
149,0	0,94	22,32
158,0	0,94	23,55
167,0	0,94	24,43
176,0	0,92	24,82
188,2	0,83	23,07

Tabella 6 -Verifica idraulica tubazione in PVC SN8
De 200 mm con pendenza 5,00 m/km

Di [mm]	235,4
De [mm]	250
KST	90
J [m/Km]	5,00

Di [mm]	235,4
De [mm]	250
KST	90
J [m/Km]	2,00

ALTEZZA	VELOCIT A'	PORTATA
mm	m/s	l/s
5,0	0,14	0,03
16,0	0,30	0,39
27,0	0,42	1,17
38,0	0,52	2,37
49,0	0,61	3,98
60,0	0,68	5,96
71,0	0,75	8,29
82,0	0,81	10,92
93,0	0,86	13,80
104,0	0,91	16,89
115,0	0,95	20,14
126,0	0,99	23,48
137,0	1,02	26,86
148,0	1,05	30,20
159,0	1,07	33,45
170,0	1,08	36,51
181,0	1,09	39,30
192,0	1,10	41,72
203,0	1,09	43,63
214,0	1,08	44,83
235,4	0,96	41,90

Tabella 7 -Verifica idraulica tubazione in PVC SN8
De 250 mm con pendenza 5,00 m/km

ALTEZZA	VELOCIT A'	PORTATA
mm	m/s	l/s
5,0	0,09	0,02
16,0	0,19	0,24
27,0	0,27	0,74
38,0	0,33	1,50
49,0	0,38	2,52
60,0	0,43	3,77
71,0	0,47	5,24
82,0	0,51	6,91
93,0	0,55	8,73
104,0	0,58	10,69
115,0	0,60	12,74
126,0	0,63	14,85
137,0	0,65	16,99
148,0	0,66	19,10
159,0	0,68	21,15
170,0	0,69	23,09
181,0	0,69	24,86
192,0	0,69	26,39
203,0	0,69	27,59
214,0	0,68	28,35
235,4	0,61	26,50

Tabella 8 -Verifica idraulica tubazione in PVC SN8
De 250 mm con pendenza 2,00 m/km

Di [mm]	296,60
De [mm]	315
KST	90
J [m/Km]	2,00

Di [mm]	296,60
De [mm]	315
KST	90
J [m/Km]	4,00

ALTEZZA	VELOCIT A'	PORTATA
mm	m/s	l/s
5,0	0,09	0,02
20,0	0,22	0,45
35,0	0,32	1,45
50,0	0,39	3,03
65,0	0,46	5,17
80,0	0,52	7,81
95,0	0,57	10,90
110,0	0,62	14,39
125,0	0,66	18,19
140,0	0,69	22,23
155,0	0,72	26,43
170,0	0,75	30,71
185,0	0,77	34,96
200,0	0,79	39,09
215,0	0,80	42,96
230,0	0,81	46,46
245,0	0,81	49,42
260,0	0,80	51,63
275,0	0,79	52,75
290,0	0,76	51,98
296,6	0,71	49,08

Tabella 9 -Verifica idraulica tubazione in PVC SN8
De 315 mm con pendenza 2,00 m/km

ALTEZZA	VELOCIT A'	PORTATA
mm	m/s	l/s
5,0	0,13	0,03
20,0	0,31	0,63
35,0	0,45	2,05
50,0	0,56	4,29
65,0	0,65	7,31
80,0	0,73	11,05
95,0	0,81	15,42
110,0	0,87	20,34
125,0	0,93	25,72
140,0	0,98	31,44
155,0	1,02	37,38
170,0	1,06	43,43
185,0	1,09	49,44
200,0	1,12	55,28
215,0	1,13	60,76
230,0	1,14	65,71
245,0	1,15	69,89
260,0	1,14	73,01
275,0	1,12	74,61
290,0	1,07	73,52
296,6	1,00	69,41

Tabella 10 -Verifica idraulica tubazione in PVC
SN8 De 315 mm con pendenza 4,00 m/km

Di [mm]	376,60
De [mm]	400
KST	90
J [m/Km]	2,00

Di [mm]	376,60
De [mm]	400
KST	90
J [m/Km]	5,00

ALTEZZA mm	VELOCIT A' m/s	PORTATA l/s
5,0	0,09	0,03
23,0	0,24	0,68
41,0	0,35	2,32
59,0	0,44	4,93
77,0	0,52	8,50
95,0	0,59	12,94
113,0	0,65	18,18
131,0	0,70	24,12
149,0	0,75	30,65
167,0	0,79	37,66
185,0	0,83	45,02
203,0	0,86	52,59
221,0	0,89	60,24
239,0	0,91	67,80
257,0	0,93	75,10
275,0	0,94	81,96
293,0	0,95	88,14
311,0	0,95	93,40
329,0	0,94	97,40
347,0	0,93	99,62
376,6	0,83	92,79

Tabella 11 -Verifica idraulica tubazione in PVC SN8
De 400 mm con pendenza 2,00 m/km

ALTEZZA mm	VELOCIT A' m/s	PORTATA l/s
5,0	0,14	0,04
23,0	0,39	1,08
41,0	0,56	3,66
59,0	0,70	7,80
77,0	0,82	13,43
95,0	0,93	20,46
113,0	1,02	28,74
131,0	1,11	38,13
149,0	1,18	48,46
167,0	1,25	59,54
185,0	1,31	71,18
203,0	1,36	83,16
221,0	1,40	95,25
239,0	1,44	107,20
257,0	1,47	118,75
275,0	1,49	129,58
293,0	1,50	139,37
311,0	1,50	147,69
329,0	1,49	154,01
347,0	1,47	157,51
376,6	1,32	146,71

Tabella 12 -Verifica idraulica tubazione in PVC
SN8 De 400 mm con pendenza 5,00 m/km

La tubazione in PVC De 200 mm SN8 con pendenza 5,00 m/km è in grado di smaltire una portata massima pari a 24,81 l/s (velocità: 0,91 m/s, altezza livello idrico nel tubo: 176,9 mm, riempimento 94%); e pertanto con margine rispetto alla massima portata meteorica in progetto da raccogliere nel ramo della rete B interessato (5B-4B), che risulta essere pari a 19,92 l/s (vd. Tab.4).

Per quanto riguarda i tratti di tubazione in PVC De 250 mm SN8, le portate massime di progetto considerando tutte le reti risultano essere pari a 36,60 (per tratto con pendenza 5,00 m/km) e pari a 24,15 l/s (per tratto con pendenza 2,00 m/km). Dai calcoli effettuati le portate massime ammissibili che la tubazione riesce a smaltire considerando rispettivamente la pendenza pari a 5,00 m/km e 2,00 m/km risultano maggiori e pari a 45,07 l/s e 28,5 l/s. Pertanto anche in questo caso la capacità idraulica dei tratti di tubazione di progetto interessati è verificata.

Per quanto riguarda i tratti di tubazione in PVC De 315 mm SN8, le portate massime di progetto considerando tutte le reti risultano essere pari a 45 l/s (per tratto con pendenza 2,00 m/km) e pari a 67,6 l/s (per tratto con pendenza 4,00 m/km). Dai calcoli effettuati le portate massime ammissibili che la tubazione riesce a smaltire considerando rispettivamente la pendenza pari a 2,00 m/km e 4,00 m/km risultano maggiori e pari a 52,8 l/s e 74,7 l/s. Pertanto anche in questo caso la capacità idraulica dei tratti di tubazione di progetto interessati è verificata.

Infine, la tubazione in PVC De 400 mm SN8 con pendenza 2,00 m/km (tratto in progetto nella RETE C) è in grado di smaltire una portata massima pari a 99,81 l/s (velocità: 0,92 m/s, altezza livello idrico nel tubo: 354 mm, riempimento 94%); e pertanto con un ampio margine rispetto alla portata meteorica maggiore in progetto, da raccogliere e smaltire, che risulta essere pari a 70,5 l/s (vd. Tab.5).

Allo stesso modo è stata verificata la capacità idraulica per tale tubazione anche considerando una pendenza pari a 5,00 m/km (in progetto nelle RETI A e B) e, in tali condizioni, la portata massima smaltibile risulta pari a 157,81 l/s (velocità: 1,45 m/s, altezza livello idrico nel tubo: 354 mm, riempimento 94%); e pertanto con un ampio margine rispetto alla portata meteorica da raccogliere e smaltire in tali condizioni che risulta essere pari a circa 118 l/s per la rete A e 120,44 l/s per la rete B (vd. Tab.3-4).

I **disoleatori** saranno del tipo a coalescenza a norma UNI EN 858-1:2005, classe I (punto 4.1 della norma), dimensionato come previsto al punto 4.4 prospetto 5 della norma (aree di parcheggio veicoli - quantità di fango media), in grado di trattare una portata pari a 14 l/s per le portate in arrivo dalle RETI A e B e pari a 10 l/s per la RETE C:

- S (rete A) = 2908.72 m² → Q_{dis} = 13,67 l/s
- S (rete B) = 2848 m² → Q_{dis} = 13,71 l/s
- S (rete C) = 1605 m² → Q_{dis} = 7,85 l/s

Le acque meteoriche verranno smaltite negli strati superficiali del terreno mediante un sistema di dispersione costituito da **pozzi perdenti**.

Ciascun pozzo sarà realizzato con anelli perdenti prefabbricati in calcestruzzo, diametro interno 200 cm, diametro esterno 224 cm e altezza 50 cm con sottofondo (20 cm) e rinfiando (spessore medio 112 cm) in ghiaia (porosità 0,4).

3.5. VERIFICHE IDRAULICHE SISTEMA DI SMALTIMENTO

DETERMINAZIONE DEL COEFFICIENTE DI PERMEABILITA' DEL TERRENO

La permeabilità del terreno indagato è stata ricavata tramite N°1 prova di permeabilità Lefranc a carico variabile, come descritto nella "Relazione Geologica e Geotecnica" allegata al presente progetto. Dai dati ottenuti, per l'area oggetto di intervento è possibile assumere un valore della permeabilità idraulica pari a $K = 1.25 \times 10^{-5}$ m/s.

Sulla base dei criteri indicati si riportano nelle tabelle seguenti i calcoli idraulici relativi al dimensionamento dei pozzi perdenti da realizzare (considerando ietogrammi con tempo di ritorno pari a 50 anni).

tempo <i>t</i> [min]	tempo <i>t</i> [s]	portata pioggia <i>Q_p</i> [l/s]	capacità dispersa da ogni pozzo <i>Q_f</i> [mc/s]	volume disperso da ogni pozzo nell'intervallo di tempo <i>W_f</i> [mc]	volume disperso dagli n pozzi nell'intervallo di tempo <i>W_{pozzi}</i> [mc]	volume piogge <i>W_{PC}</i> [mc]	volume disperso dagli n pozzi <i>W_{FT}</i> [mc]	volume cumulato dagli n pozzi <i>W_{FC}</i> [mc]	volume immagazzinato dal sistema pozzi+terreno ΔW
0	0	-	-	-	-	-	-	-	-
5	300	16.18	0.00011	0.0343	0.2399	4.85	0.24	191.58	-186.96
10	600	25.20	0.00011	0.0343	0.2399	12.41	0.48	191.58	-179.64
15	900	29.96	0.00011	0.0343	0.2399	21.40	0.72	191.58	-170.89
20	1200	39.45	0.00011	0.0343	0.2399	33.24	0.96	191.58	-159.30
25	1500	94.58	0.00011	0.0343	0.2399	61.61	1.20	191.58	-131.17
28	1680	125.29	0.00011	0.0343	0.2399	99.20	1.44	191.58	-93.82
30	1800	111.07	0.00011	0.0343	0.2399	132.52	1.68	191.58	-60.74
35	2100	48.31	0.00011	0.0343	0.2399	147.01	1.92	191.58	-46.48
40	2400	36.70	0.00011	0.0343	0.2399	158.02	2.16	191.58	-35.72
45	2700	30.86	0.00011	0.0343	0.2399	167.28	2.40	191.58	-26.70
50	3000	27.16	0.00011	0.0343	0.2399	175.42	2.64	191.58	-18.79
55	3300	24.54	0.00011	0.0343	0.2399	182.79	2.88	191.58	-11.67
60	3600	22.56	0.00011	0.0343	0.2399	189.56	3.12	191.58	-5.14

Tabella 13: Dati idraulici di dimensionamento dei pozzi perdenti Tr=50 anni: RETE A (area rossa).

tempo	tempo	portata pioggia	capacità dispersa da ogni pozzo	volume disperso da ogni pozzo nell'intervallo di tempo	volume disperso dagli n pozzi nell'intervallo di tempo	volume piogge	volume disperso dagli n pozzi	volume cumulato dagli n pozzi	volume immagazzinato dal sistema pozzi+terreno
t	t	Q_p	Q_f	W_f	W_{POZZI}	W_{PC}	W_{FT}	W_{FC}	ΔW
[min]	[s]	[l/s]	[mc/s]	[mc]	[mc]	[mc]	[mc]	[mc]	
0	0	-	-	-	-	-	-	-	-
5	300	18.04	0.00014	0.0431	0.2585	5.41	0.26	181.91	-176.76
10	600	24.40	0.00014	0.0431	0.2585	12.73	0.52	181.91	-169.70
15	900	29.16	0.00014	0.0431	0.2585	21.48	0.78	181.91	-161.21
20	1200	38.82	0.00014	0.0431	0.2585	33.12	1.03	181.91	-149.82
25	1500	98.30	0.00014	0.0431	0.2585	62.61	1.29	181.91	-120.59
28	1680	129.04	0.00014	0.0431	0.2585	101.33	1.55	181.91	-82.14
30	1800	100.20	0.00014	0.0431	0.2585	131.39	1.81	181.91	-52.34
35	2100	44.20	0.00014	0.0431	0.2585	144.65	2.07	181.91	-39.34
40	2400	34.27	0.00014	0.0431	0.2585	154.93	2.33	181.91	-29.32
45	2700	29.03	0.00014	0.0431	0.2585	163.63	2.59	181.91	-20.87
50	3000	25.64	0.00014	0.0431	0.2585	171.33	2.84	181.91	-13.43
55	3300	23.22	0.00014	0.0431	0.2585	178.29	3.10	181.91	-6.72
60	3600	21.38	0.00014	0.0431	0.2585	184.71	3.36	181.91	-0.57

Tabella 14: Dati idraulici di dimensionamento dei pozzi perdenti Tr=50 anni: RETE B (area azzurra).

tempo	tempo	portata pioggia	capacità dispersa da ogni pozzo	volume disperso da ogni pozzo nell'intervallo di tempo	volume disperso dagli n pozzi nell'intervallo di tempo	volume piogge	volume disperso dagli n pozzi	volume cumulato dagli n pozzi	volume immagazzinato dal sistema pozzi+terreno
t	t	Q_p	Q_f	W_f	W_{POZZI}	W_{PC}	W_{FT}	W_{FC}	ΔW
[min]	[s]	[l/s]	[mc/s]	[mc]	[mc]	[mc]	[mc]	[mc]	
0	0	-	-	-	-	-	-	-	-
5	300	10.97	0.00012	0.0358	0.1432	3.29	0.14	111.57	-108.42
10	600	14.84	0.00012	0.0358	0.1432	7.74	0.29	111.57	-104.12
15	900	17.73	0.00012	0.0358	0.1432	13.06	0.43	111.57	-98.94
20	1200	23.61	0.00012	0.0358	0.1432	20.14	0.57	111.57	-92.00
25	1500	59.78	0.00012	0.0358	0.1432	38.07	0.72	111.57	-74.21
28	1680	78.47	0.00012	0.0358	0.1432	61.62	0.86	111.57	-50.81
30	1800	60.93	0.00012	0.0358	0.1432	79.90	1.00	111.57	-32.68
35	2100	26.88	0.00012	0.0358	0.1432	87.96	1.15	111.57	-24.76
40	2400	20.84	0.00012	0.0358	0.1432	94.21	1.29	111.57	-18.65
45	2700	17.65	0.00012	0.0358	0.1432	99.51	1.43	111.57	-13.50
50	3000	15.59	0.00012	0.0358	0.1432	104.18	1.57	111.57	-8.96
55	3300	14.12	0.00012	0.0358	0.1432	108.42	1.72	111.57	-4.87
60	3600	13.00	0.00012	0.0358	0.1432	112.32	1.86	111.57	-1.11

Tabella 15: Dati idraulici di dimensionamento dei pozzi perdenti Tr=50 anni: RETE C (area gialla).

Ai sensi del Regolamento Regionale n°7/2017 e s.m.i, il requisito minimo di cui all'art. 12, in questo caso risulta essere pari a 800 m³ per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento moltiplicata per il coefficiente P (pari a 0,8) che caratterizza il Comune in oggetto. Inoltre, tale valore può essere ridotto da Regolamento del 30% nel caso in cui i calcoli di dimensionamento delle strutture di infiltrazione siano effettuati alla luce di prove di permeabilità specifiche in sito. Dal momento che nella fase corrente tali prove di permeabilità sono state effettuate, può essere applicata la riduzione percentuale del volume.

Sulla base di tutte queste considerazioni, il volume di accumulo minimo da garantire per ogni bacino scolante individuato risulta quindi pari a:

- **RETE A:** $800 \text{ m}^3 * 0,8 * (0,3676 \text{ ha} * 0,73) * 0,7 = 120,6 \text{ m}^3 \rightarrow$ si prevede la realizzazione di n°7 pozzi perdenti di diametro interno 2,00 m e altezza utile pari a 2.18 m (ai fini del

calcolo del volume di accumulo si considera un'altezza interna del manufatto pari a 4,5 m ed uno spessore medio della ghiaia pari ad 1,12 m).

- **RETE B:** $800 \text{ m}^3 * 0,8 * (0,3916 \text{ ha} * 0,7) * 0,7 = 125,4 \text{ m}^3$ → si prevede la realizzazione di n°6 pozzi perdenti di diametro interno 2,00 m e altezza utile pari a 2,63 m (ai fini del calcolo del volume di accumulo si considera un'altezza interna del manufatto pari a 4,5 m ed uno spessore medio della ghiaia pari ad 1,12 m).
- **RETE C:** $800 \text{ m}^3 * 0,8 * (0,2120 \text{ ha} * 0,75) * 0,7 = 71,6 \text{ m}^3$ → si prevede la realizzazione di n°4 pozzi perdenti di diametro interno 2,00 m e altezza utile pari a 2,26 m (ai fini del calcolo del volume di accumulo si considera un'altezza interna del manufatto pari a 4,5 m ed uno spessore medio della ghiaia pari ad 1,12 m).