

Comune di MUGGIO'
Provincia di Monza e della Brianza

Progettazione

TRM CIVIL DESIGN
SOCIETA' DI INGEGNERIA



via Giuseppe Ferrari 39
20900 MONZA (MB)

Tel. 039/3900237
Fax. 039/2314017

ufficio.tecnico@trmgroup.org

Lotto1-Nuovo accesso parcheggio via Mazzini

Lotto2-riqualifica via Cattaneo

**RICHIESTA PERMESSO DI
COSTRUIRE CONVENZIONATO**

Progettista:

Ing. Giuseppe Ciccarone

Ordine Ingegneri
Provincia di Monza e Brianza
Numero A2248

Collaboratori:

Ing. Roberto Vergani
Ing. Nicolo' Jordens
Ing. Luca Serio
Ing. Francesco Calabretta
Ing. Francesco Masucci
Dott. Paolo Galbiati
Ing. Stefano Farina
Ing. Matteo Caroli

Committente

Penny Market Italia srl

Titolo elaborato	Elaborato	Rev.
Relazione idrologica-idraulica	RG.02	C
Codice progetto	Scala	Data
273	---	08.03.21

N° rev	Data	Descrizione	Red.	Contr.	App.
A	11.11.19	Prima emissione	LS	GC	GC
B	13.07.20	Revisione	FC	GC	GC
C	08.03.21	Revisione	SF	GC	GC

Codice elaborato

273 P E O RL 001 IDR C

Questo disegno non può essere riprodotto, copiato e/o trasmesso a terze persone e case concorrenti senza autorizzazione da parte degli autori. Non utilizzare per scopi diversi da quello per cui è stato fornito.

INDICE

1.	Relazione generale.....	2
1.1	Premesse	2
2.	Applicazione regolamento regionale 19 aprile 2019 n.8.....	3
2.1	Riferimenti normativi	3
3.	Relazione Idraulica	4
3.1	Inquadramento Urbanistico.....	4
3.2	Relazione Idrologico-Idraulica.....	5
3.2.1	Dimensionamento del sistema di smaltimento acque meteoriche.....	5
3.3	Analisi delle superfici	8
3.3.1	Superfici Lotto 1	8
3.3.2	Superfici Lotto 2	9
3.3.1	Individuazione Classe d'intervento delle opere di progetto	11
3.4	Calcolo delle portate meteoriche nei collettori	12
3.4.1	Dimensionamento collettori rete smaltimento	13
3.4.2	Scelta dei materiali e tipologie costruttive.....	14
3.1	Tubazione volano - Metodo delle sole piogge	15
3.1.1	Regolatore di portata tipo "Vortex".....	16
3.1.2	Analisi dei risultati	18
4.	Verifica dei franchi di sicurezza Tr 100 anni.....	20

1. RELAZIONE GENERALE

1.1 PREMESSE

Il presente progetto riguarda il dimensionamento delle opere idrauliche connesse a due interventi stradali rispettivamente lungo la via Mazzini e la via Cattaneo nel Comune di Muggiò (MB). Nello specifico gli interventi comprendono:

- Realizzazione di un nuovo accesso al parcheggio pubblico di pertinenza dell'area commerciale situata lungo via Mazzini e l'adeguamento di parte del suddetto parcheggio pubblico;
- Riqualifica stradale di via Cattaneo.



Figura 1; Area d'intervento

In relazione alle opere previste, sono stati individuati due lotti di intervento:

- Lotto 1: interventi situati su via Mazzini (realizzazione di un nuovo accesso e adeguamento di una porzione del parcheggio pubblico),
- Lotto 2: riqualifica stradale di via Cattaneo;

2. APPLICAZIONE REGOLAMENTO REGIONALE 19 APRILE 2019 N.8

In data 19 Aprile 2019 è stato pubblicato nel Bollettino Ufficiale della Regione Lombardia il *Regolamento Regionale 19 Aprile 2019 – n.8 Disposizioni sull'applicazione dei principi di invarianza idraulica ed idrogeologica. Modifiche al regolamento regionale 23 Novembre 2017, n. 7 (Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrogeologica ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 "Legge per il governo del Territorio")*.

2.1 RIFERIMENTI NORMATIVI

Per il corretto dimensionamento delle infrastrutture stradali sono stati utilizzati i seguenti riferimenti normativi:

- D.Lgs n° 152 del 03 Aprile 2006 "Norme in materia ambientale e s.m.i.";
- Legge Regionale 62/85 e s.m.i. "Disciplina scarichi insediamenti civili e pubbliche fognature";
- R.R. n°003 del 24/03/2006 "Disciplina e regime autorizzativi di acque reflue domestiche e di reti fognarie";
- R.R. n°004 del 24/03/2006 "Disciplina dello smaltimento delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne";
- DM 12/12/1985 "Norme tecniche relative alle tubazioni";
- L.R. n°12 del 11/03/2005 "Legge per il governo del territorio";
- 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");

3. RELAZIONE IDRAULICA

3.1 INQUADRAMENTO URBANISTICO

L'area oggetto di intervento è situata all'interno del tessuto urbano del Comune di Muggiò in corrispondenza di via Mazzini (Lotto 1) e di via Cattaneo (Lotto 2).

In prossimità dell'area d'intervento, in corrispondenza dell'intersezione tra via C.Battisti e via XXV Aprile è presente un pozzo ad uso potabile attualmente attivo, come riportato nell'elaborato Tavola 8 "Carta dei Vincoli - Componente Geologica a supporto del PGT" del Luglio 2007 del PGT del Comune di Muggiò. Di seguito si riporta stralcio planimetrico della tavola con evidenziata in rosso l'area oggetto d'intervento.

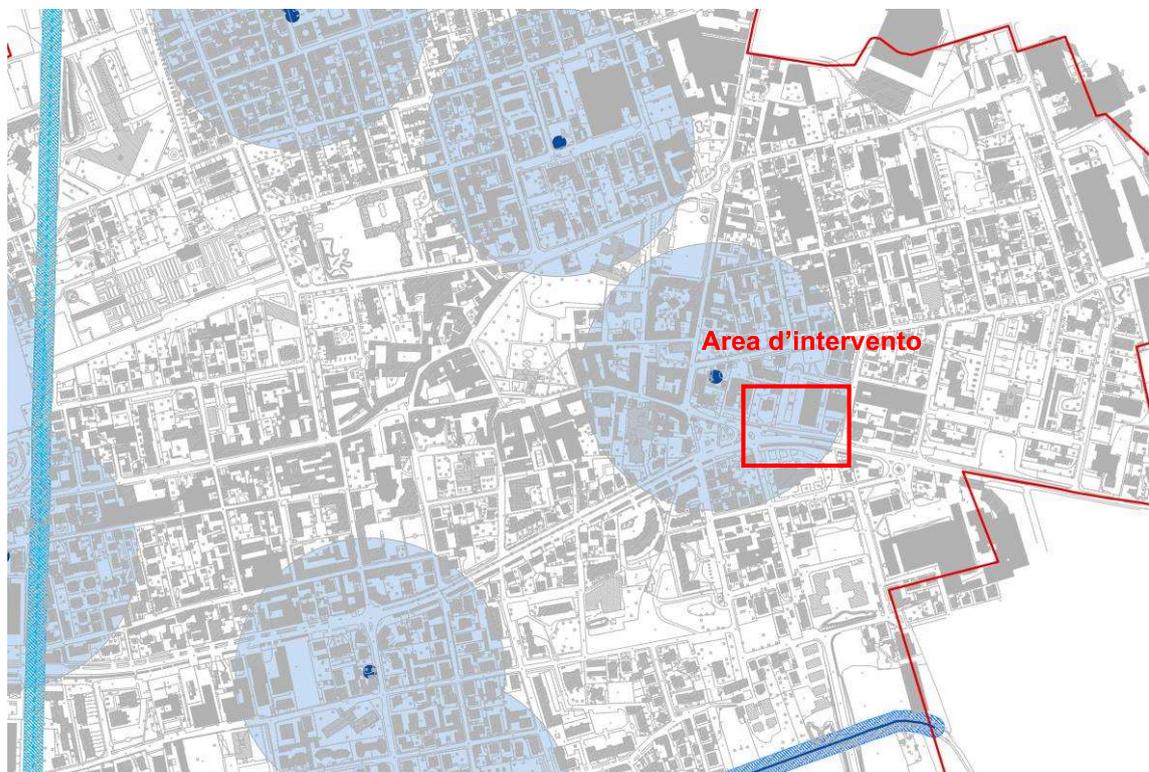


Figura 2: Stralcio Planimetrico "Tav.8 Carta dei Vincoli" del PGT di Muggiò

Tutte le superfici di progetto (lotto 1 - lotto 2) ricadono all'interno della zona di rispetto dei pozzi, individuata con criterio geometrico (200 metri di raggio dal pozzo). Pertanto, le nuove opere di raccolta delle acque meteoriche dovranno essere caratterizzate da uno o più manufatti di laminazione aventi lo scopo di accumulare il volume critico durante l'evento meteorico e di rilasciare in fognatura una portata massima compatibile con i valori indicati nel Regolamento Regionale n.8 del 19 Aprile 2019.

3.2 RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA

La presente relazione tecnica riguarda il progetto della rete di raccolta acque meteoriche a servizio delle opere stradali situate su via Mazzini e le opere di riqualifica di via Cattaneo nel comune di Muggiò (MB).

Nella presente relazione sono indicate le scelte progettuali ed i criteri di calcolo per il dimensionamento della rete di smaltimento acque meteoriche, dei sistemi di laminazione delle portate di piena, dei sistemi di infiltrazione nel suolo delle acque non contaminate con un tempo di ritorno pari a 50 anni.

3.2.1 Dimensionamento del sistema di smaltimento acque meteoriche

Il dimensionamento delle opere è stato effettuato sulla base della portata massima attesa determinata a partire dalla conoscenza della curva di possibilità pluviometrica per un tempo di ritorno di 50 anni.

In particolare, per ricercare la durata critica e quindi l'intensità critica della pioggia, è necessario conoscere la legge secondo la quale varia, al variare della durata, l'altezza di precipitazione caratterizzata da un certo grado di rarità dell'accadimento. Questa relazione, detta curva di probabilità pluviometrica, è stata definita a partire dalle espressioni:

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

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 ed n è l'esponente.

Dal sito <http://idro.arpalombardia.it/pmapper4.0/map.phtml> di ARPA Lombardia sono stati poi dedotti i suddetti parametri che hanno dato luogo alle seguenti curva di possibilità pluviometrica:

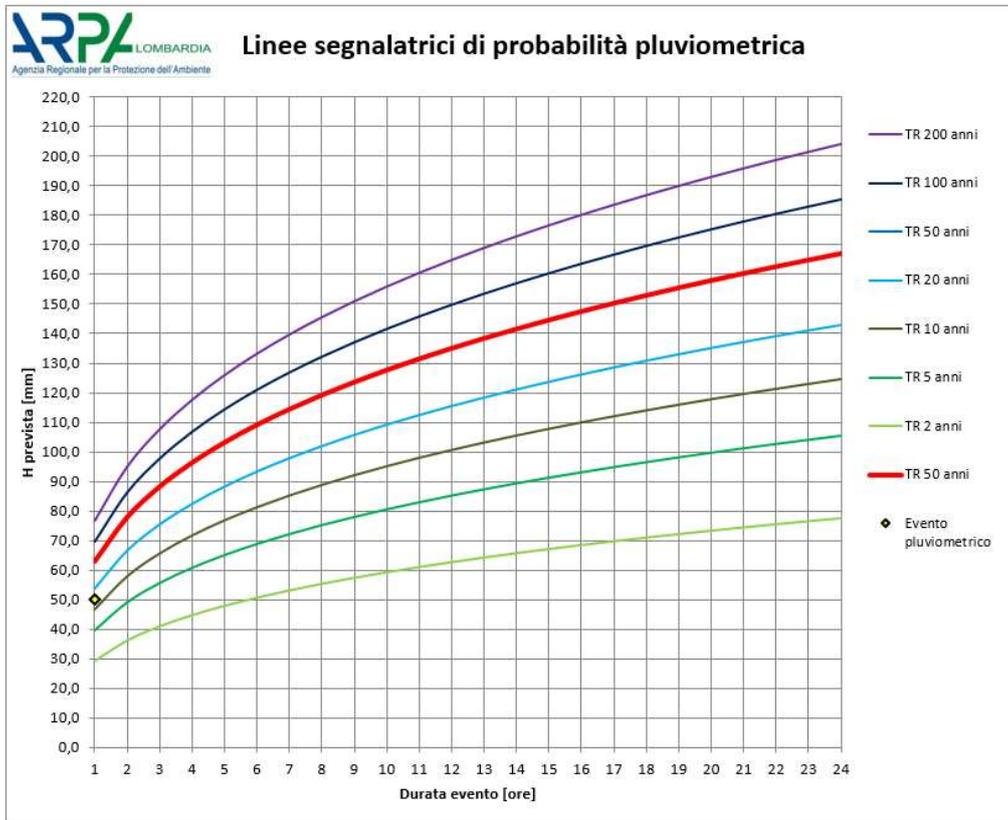


Figura 3. Curve di possibilità pluviometrica

Tr	2	5	10	20	50	100	200	50
wT	0,93284	1,27177	1,49997	1,72174	2,01305	2,23454	2,45797	2,0130506
Durata (ore)	TR 2 anni	TR 5 anni	TR 10 anni	TR 20 anni	TR 50 anni	TR 100 anni	TR 200 anni	TR 50 anni
1	29,1	39,7	46,8	53,8	62,87	69,8	76,8	62,8675703
2	36,1	49,2	58,0	66,6	77,8	86,4	95,0	77,8132645
3	40,8	55,7	65,7	75,4	88,2	97,9	107,6	88,152967
4	44,6	60,8	71,8	82,4	96,3	106,9	117,6	96,3120431
5	47,8	65,2	76,9	88,2	103,2	114,5	126,0	103,157264
6	50,6	68,9	81,3	93,3	109,1	121,1	133,2	109,109834
7	53,0	72,3	85,2	97,9	114,4	127,0	139,7	114,409853
8	55,2	75,3	88,8	102,0	119,2	132,3	145,6	119,208591
9	57,3	78,1	92,1	105,7	123,6	137,2	150,9	123,608174
10	59,2	80,7	95,1	109,2	127,7	141,7	155,9	127,681147
11	60,9	83,1	98,0	112,5	131,5	145,9	160,5	131,481094
12	62,6	85,3	100,6	115,5	135,0	149,9	164,9	135,048839
13	64,1	87,4	103,1	118,4	138,4	153,6	169,0	138,416275
14	65,6	89,5	105,5	121,1	141,6	157,2	172,9	141,608847
15	67,0	91,4	107,8	123,7	144,6	160,6	176,6	144,647214
16	68,4	93,2	109,9	126,2	147,5	163,8	180,2	147,548404
17	69,7	95,0	112,0	128,6	150,3	166,9	183,6	150,326634
18	70,9	96,7	114,0	130,9	153,0	169,8	186,8	152,993913
19	72,1	98,3	115,9	133,0	155,6	172,7	189,9	155,560484
20	73,2	99,8	117,8	135,2	158,0	175,4	193,0	158,035166
21	74,3	101,4	119,5	137,2	160,4	178,1	195,9	160,425605
22	75,4	102,8	121,3	139,2	162,7	180,6	198,7	162,738485
23	76,5	104,2	122,9	141,1	165,0	183,1	201,4	164,979684
24	77,5	105,6	124,6	143,0	167,2	185,5	204,1	167,1544

Figura 3: Tabella dati pluviometrici

In rosso è evidenziata la curva di possibilità pluviometrica relativa al Comune di Magenta per un tempo di ritorno pari a 50 anni.

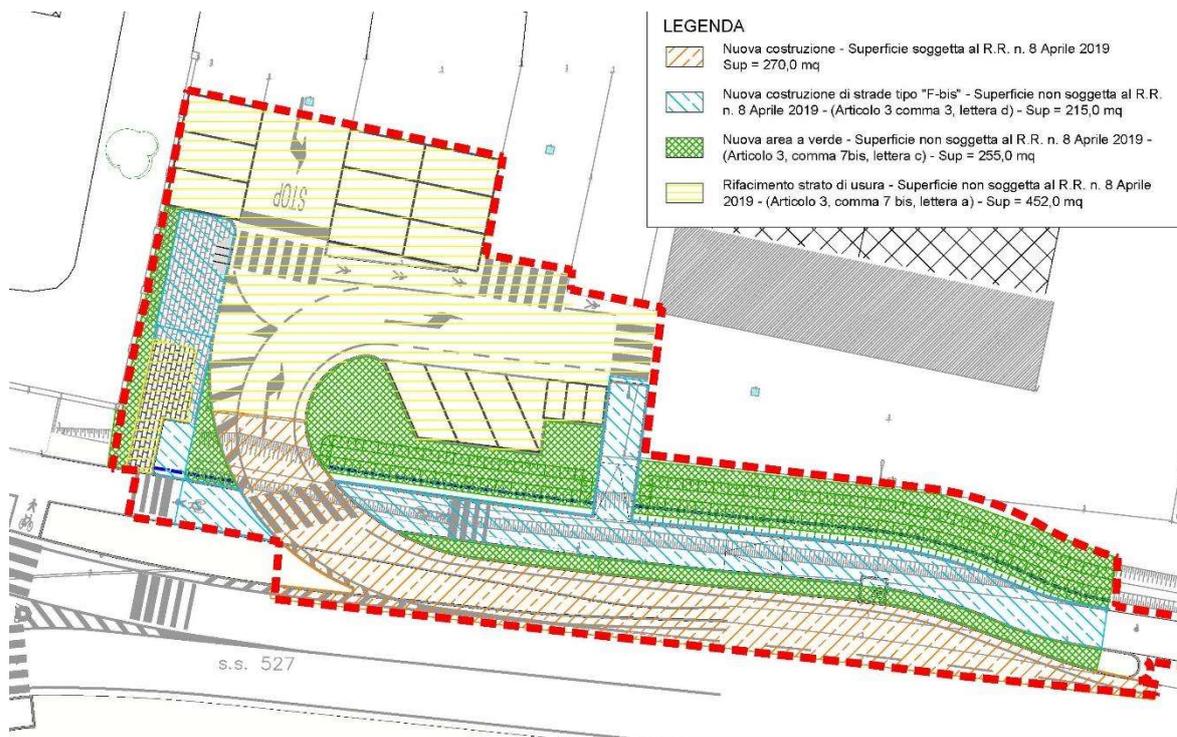
I valori dei coefficienti pluviometrici utilizzati per le verifiche idrauliche dedotti dalla curva di possibilità pluviometrica risultano:

A ₁	31,23
w _T (TR 50 anni)	2,01305
N	0,31077001

3.3 ANALISI DELLE SUPERFICI

3.3.1 Superfici Lotto 1

Di seguito si riporta la planimetria delle opere di progetto del lotto 1 con l'individuazione delle diverse aree idraulicamente indipendenti tra loro:



Superfici oggetto di nuova costruzione, soggette al R.R. n. 8 Aprile 2019 evidenziate in arancione:

- Superficie impermeabile (nuova corsia di accesso al parcheggio) pari a 270,0 m²;

Superfici oggetto di nuova costruzione di strade tipo "F-bis", non soggette al R.R. n. 8 Aprile 2019 evidenziate in azzurro:

- Superficie impermeabile (nuovo percorso ciclopedonale) pari a 215,0 m²;

Superfici oggetto di nuova area a verde, non soggette al R.R. n. 8 Aprile 2019 evidenziate in verde:

- Superficie permeabile pari a 255,0 m²;

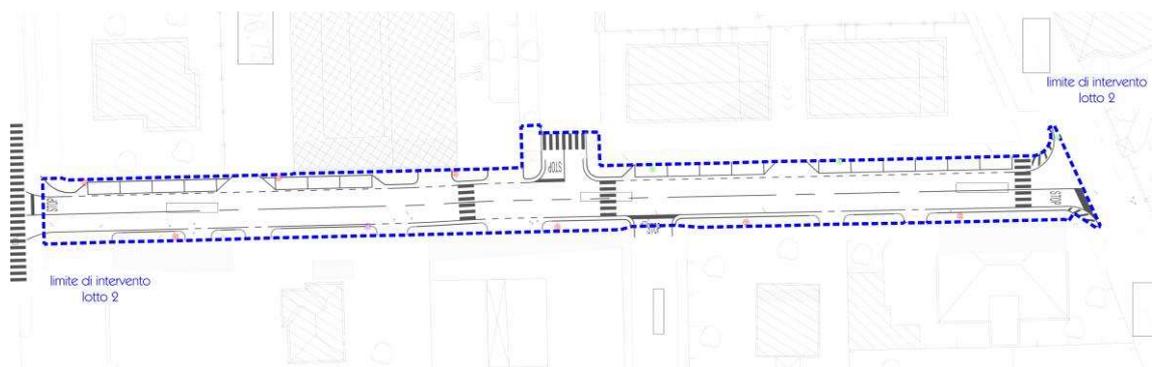
Superfici oggetto di manutenzione ordinaria, non soggette al R.R. n. 8 Aprile 2019 evidenziate giallo:

- Superficie impermeabile (rifacimento strati superficiali pavimentazione esistente) pari a 452,0 m²;

Pertanto, in relazione alle opere del lotto 1, la superficie totale scolante soggetta all'applicazione del Regolamento Regionale n.8 - Aprile 2019 risulta pari a 270,0 m², ovvero la superficie oggetto di nuova costruzione.

3.3.2 Superfici Lotto 2

Di seguito si riporta la planimetria delle opere di progetto del lotto 2 con l'individuazione delle diverse aree idraulicamente indipendenti tra loro:



Superfici oggetto di manutenzione ordinaria e straordinaria, non soggette al R.R. n. 8 Aprile 2019 evidenziate giallo:

- Superficie impermeabile (rifacimento strati superficiali pavimentazione esistente e riqualifica completa delle zone ammalorate);

Pertanto, le opere relative al lotto 2, non ricadono nel campo di applicazione del Regolamento Regionale n.8 - Aprile 2019, così come definito dall'articolo 3 comma 3 lettere a), b).

Il progetto prevede la riqualifica dei sistemi di captazione delle acque meteoriche esistenti e l'adeguamento degli stessi in funzione del nuovo layout della strada oggetto di manutenzione. In particolare si prevede di spostare le caditoie esistenti, mettere in quota le

caditoie ammalorate, sostituire i chiusini/griglie non a norma e realizzare bocche di lupo al posto delle griglie stradali.

3.3.1 Individuazione Classe d'intervento delle opere di progetto

Ai fini dell'individuazione delle diverse modalità dei volumi da gestire per il rispetto del principio di invarianza idraulica e idrogeologica, si determina la classe idrologica in oggetto a seconda della superficie interessata e dal valore del coefficiente di deflusso medio ponderale. Di seguito si riporta la tabella 1 del Regolamento Regionale n°8 del 19/04/2019:

Tabella 1: Individuazione classi di intervento

CLASSE DI INTERVENTO	SUPERFICIE INTERESSATA DALL'INTERVENTO	COEFFICIENTE DEFUSSO 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		

Dal punto di vista idrologico l'area d'intervento è caratterizzata dalle seguenti aree:

Nuovo accesso parcheggio su via Mazzini - Lotto 1			
Aree d'intervento	φ	Superficie [m ²]	Superficie Effettiva [m ²]
Aree impermeabili	1,0	270,0	270,0
TOTALE	1,0	270,0	270,0

Per la definizione della classe d'intervento si fa riferimento alla superficie complessiva, pertanto l'intervento in oggetto è classificato come "Impermeabilizzazione potenziale qualsiasi". Per il calcolo dei volumi è possibile far riferimento ai requisiti minimi previsti dall'articolo 12 comma 2 del Regolamento.

Vista la natura pubblica delle opere, per il dimensionamento delle opere di laminazione delle acque meteoriche si utilizza il metodo delle sole piogge.

3.4 CALCOLO DELLE PORTATE METEORICHE NEI COLLETTORI

Le portate meteoriche affluenti alle condotte sono state calcolate mediante il modello di calcolo noto come “modello dell’invaso lineare”, seguendo la seguente procedura.

Per ogni tratto di condotta si è individuata la sezione di calcolo, in corrispondenza della quale è stato chiuso il bacino scolante, ad ogni tipologia di superficie si è associato un coefficiente di deflusso φ , come definito dal Regolamento Regionale di Regione Lombardia n°7 del 2017 e s.m.i.:

- a) $\varphi = 1,0$ per tutte le superfici impermeabili (superfici stradali, marciapiedi, edifici);
- b) $\varphi = 0,70$ per tutte le pavimentazioni drenanti;
- c) $\varphi = 0,30$ per tutte le sotto-aree permeabili di qualsiasi tipo;

Si è quindi calcolata la portata massima di pioggia affluente alla rete utilizzando il metodo di calcolo «diretto» noto come metodo italiano dell’invaso lineare basato sull’utilizzo della seguente formula:

$$u = \frac{2168 \cdot [n \cdot (\varphi \cdot a)^{1/n}]}{w^{(1/n-1)}} \quad [\text{l/s/ha}]$$

dove:

- u** coefficiente udometrico, è la portata specifica del bacino in esame (rapporto tra portata al colmo Q e la superficie del bacino)
- n'o =** 4/3 n', con n' parametro adimensionale della curva pluviometrica
- φ** coefficiente di deflusso
- a'** parametro della curva pluviometrica [m/hⁿ]
- w** volume specifico di invaso, rapporto tra il volume totale invasato a monte della sezione di calcolo e la superficie del bacino A; w si calcola come somma tra w₀ (volume dei piccoli invasi) e w₁ (invaso proprio). Posto w₀=50 m³/Ha, w₁ si ricava a mezzo della relazione seguente derivante da un indagine statistica - w₁= w₀ r A^{0,227}, dove r coefficiente di ragguglio varia tra 0.33 per bacini mediamente pianeggianti a 0.27 per aree abbastanza ripide, un valore medio che può essere assunto nella maggior parte dei casi è r = 0.29. Nel caso in questione si è assunto r = 0,29 per tutti i tratti.

Ricavato u, nota la superficie del bacino A (espressa in ettari), si ricava la portata al colmo Q (in l/s).

3.4.1 Dimensionamento collettori rete smaltimento

La verifica delle condotte viene eseguita calcolando per ciascuna condotta la portata al massimo riempimento Q_r ed il rapporto di riempimento h/D durante il passaggio della portata massima Q_{max} prevista nella sezione in esame per il dato tempo di ritorno; la portata Q_r di massimo riempimento è determinata con la formula di Chèzy:

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

dove:

Q portata al riempimento del collettore

A area della sezione liquida al riempimento del collettore, con $A = \pi D^2/4$

χ coefficiente di attrito determinato con la formula di Bazin:

$$\chi = \frac{87\sqrt{R}}{\gamma + \sqrt{R}}$$

R raggio idraulico della sezione al riempimento $R = D/4$;

i pendenza minima di fondo del condotto;

γ coefficiente di scabrezza, per il quale in via cautelativa si è assunto il valore 0,18 per tener conto del degrado delle condotte.

La verifica è soddisfatta quando:

$$Q > Q_{max}$$

Altra verifica da soddisfare è quella del grado di riempimento della condotta. Reiterando la formula di Chezy-Strickler per tentativi, si determina l'altezza idrica h della corrente. Il grado di riempimento si calcola dividendo l'altezza idrica per il diametro della condotta.

$$r = h/D \leq 0,75$$

La velocità di scorrimento V della corrente nelle condotte deve essere tale da evitare l'erosione delle stesse, ma al tempo stesso deve garantirne l'autopulizia. È per questi due motivi che si pongono dei valori massimi delle velocità, in alternativa delle pendenze. In generale è bene avere velocità comprese tra i seguenti valori:

$$0,50 \text{ m/s} \leq V \leq 2,50 \text{ m/s}$$

3.4.2 Scelta dei materiali e tipologie costruttive

La scelta della tipologia e dei materiali costituenti le condotte da porre in opera è stata effettuata sulla base di diversi fattori, sia tecnici che economici, al fine di perseguire il corretto esercizio del sistema di drenaggio nelle diverse possibili condizioni di funzionamento e di ottimizzare i costi di costruzione e gestione delle opere.

Gli aspetti presi in considerazione nella scelta del materiale da assegnare alla tubazione sono i seguenti:

- stabilità statica delle condotte ed interazione con il terreno di posa;
- resistenza all'abrasione esercitata dalle sabbie trasportate dalla corrente;
- tenuta idraulica sia delle condotte che dei giunti;
- facilità di posa.

In base agli elementi ed ai criteri sopra descritti, si è scelto di utilizzare tubazioni in PVC rigido a norma UNI EN 1401-1 tipo SN 8.

Per quanto riguarda le modalità costruttive, la posa in opera è prevista a cielo aperto con scavo a sezione obbligata con pareti inclinate in funzione delle caratteristiche meccaniche del terreno presente in sito, fino a profondità non superiore a 1,5 m. Per scavi a cielo aperto con profondità dello stesso superiore a 1,5 m è previsto realizzare pareti verticali opportunamente armate.

Le condotte verranno posate su letto in sabbia dello spessore di 15 cm, rinfiancate e ricoperte sempre con sabbia costipata per ulteriori 15 cm al di sopra della generatrice mediana.

Il rinterro sarà poi eseguito con materiale proveniente dagli scavi, se idoneo, ovvero proveniente da cave di prestito; il cassonetto stradale sarà poi realizzato secondo le indicazioni progettuali indicate negli elaborati grafici pertinenti.

Le condotte sono intervallate da pozzetti d'ispezione, posizionati ad una distanza non superiore a 30 m e in ogni caso in presenza di un cambio di diametro, di direzione, di una confluenza e in corrispondenza della sezione iniziale di tutti i tronchi di testa, così da garantire la possibilità di procedere alle periodiche operazioni di ispezione e pulizia.

3.1 TUBAZIONE VOLANO - METODO DELLE SOLE PIOGGE

La rete di progetto si compone di diversi elementi che devono assolvere a specifiche diverse, infatti non viene richiesta unicamente un'adeguata capacità di trasporto idraulico ma anche la possibilità di poter garantire una significativa possibilità di laminazione delle acque meteoriche. Si rende quindi necessario determinare il volume di acqua da dover laminare durante l'evento meteorico critico.

L'onda entrante dovuta alla precipitazione piovosa $Q_e(t)$ nell'invaso di laminazione è un'onda rettangolare avente durata D e portata costante Q_e pari al prodotto dell'intensità media di pioggia, dedotta dalla curva di possibilità pluviometrica valida per l'area oggetto di calcolo in funzione della durata di pioggia, per la superficie scolante impermeabile dell'intervento afferente all'invaso; con questa assunzione si ammette che, data la limitata estensione del bacino scolante, sia trascurabile l'effetto della trasformazione afflussi-deflussi operata dal bacino e dalla rete drenante afferente all'invaso. Conseguentemente l'onda entrante nell'invaso coincide con la precipitazione piovosa sulla superficie scolante impermeabile dell'intervento. La portata costante entrante è quindi pari a:

$$Q_e = S \cdot \varphi \cdot a \cdot D^{n-1}$$

e il volume di pioggia complessivamente entrante è pari a:

$$W_e = S \cdot \varphi \cdot a \cdot D^n$$

in cui S è la superficie scolante del bacino complessivamente afferente all'invaso, φ è il coefficiente di deflusso medio ponderale del bacino medesimo calcolabile con i valori standard esposti nell'articolo 11, comma 2, lettera d) del regolamento (quindi $S \cdot \varphi$ è la superficie scolante impermeabile dell'intervento), D è la durata di pioggia, $a = a_{1WT}$ e n sono i parametri della curva di possibilità pluviometrica (desunti da ARPA Lombardia).

L'onda uscente $Q_u(t)$ è anch'essa un'onda rettangolare caratterizzata da una portata costante $Q_{u,lim}$ (laminazione ottimale) e commisurata al limite prefissato in aderenza alle indicazioni sulle portate massime ammissibili di cui all'articolo 8 del Regolamento Regionale n°8 del 2019. La portata costante uscente è quindi pari a:

$$Q_{u,lim} = S \cdot u_{lim}$$

E il volume complessivamente uscito nel corso della durata D dell'evento è pari a:

$$W_u = S \cdot u_{lim} \cdot D$$

In cui u_{lim} è la portata specifica limite ammissibile allo scarico, di cui all'articolo 8 comma 1 del Regolamento Regionale n°8 del 2019.

Sulla base di tali ipotesi semplificative il volume di laminazione è dato, per ogni durata di pioggia considerata, dalla differenza tra i volumi dell'onda entrante e dell'onda uscente calcolati al termine della durata di pioggia. Conseguentemente, il volume di dimensionamento della vasca è pari al volume critico di laminazione, cioè quello calcolato per l'evento di durata critica che rende massimo il volume di laminazione.

Quindi il volume massimo ΔW che deve essere trattenuto nell'invaso al termine dell'evento di durata generica D (invaso di laminazione) è pari a:

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

3.1.1 Regolatore di portata tipo "Vortex"

Al fine di rispettare le prescrizioni del Regolamento Regionale, gli scarichi nel ricettore devono essere limitati entro i valori di 10 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile, per interventi ricadenti all'interno di aree ad Alta criticità idraulica.

Nel caso specifico la massima portata scaricabile nel ricettore esistente risulta pari a:

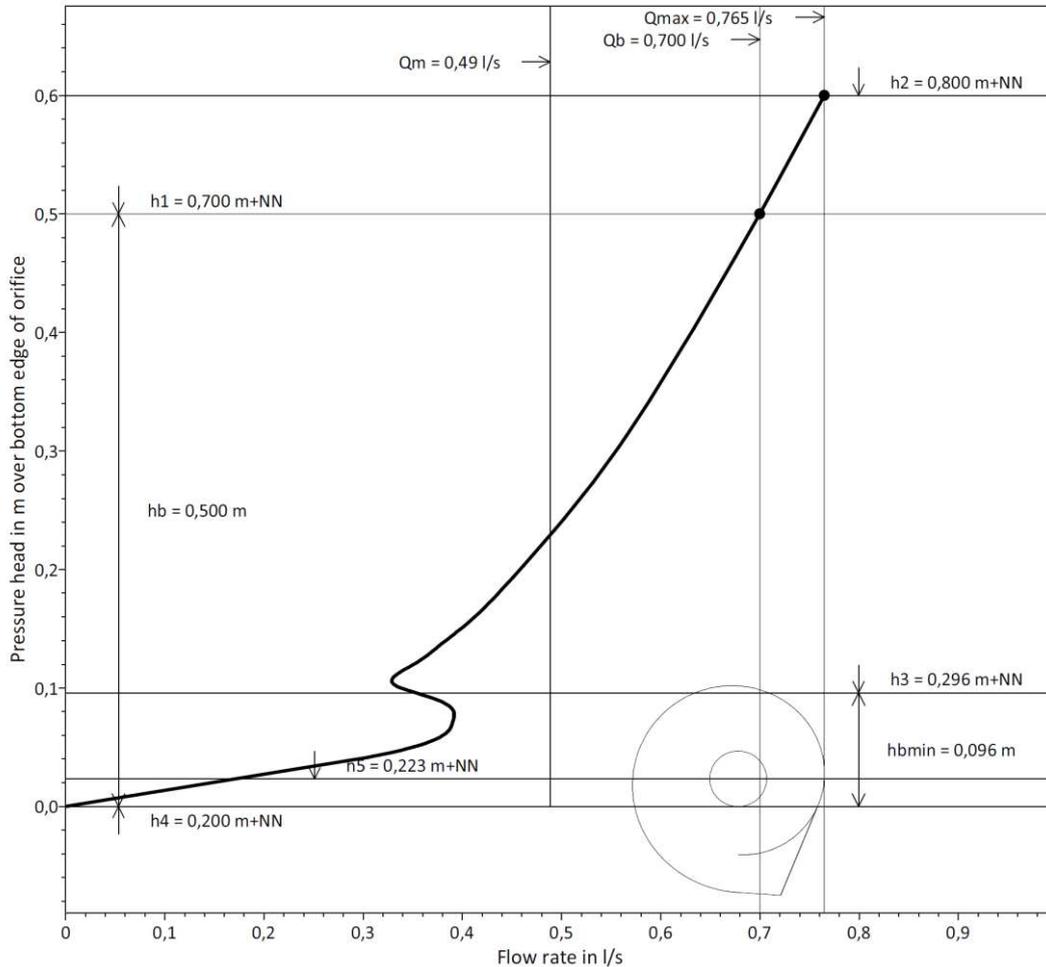
$$Q_{u,lim} = S \cdot u_{lim} = 0,0270 \cdot 10 = 0,27 \text{ l/s}$$

Garantire una portata massima di 0,27 l/s non è possibile, applicando dispositivi denominati *regolatori di portata tipo vortice* presenti in commercio.

Portate così piccole richiederebbero diametri di scarico troppo ridotti, non compatibili con la natura delle opere, che comportano frequenti ostruzioni e dunque mal funzionamento del sistema di fognatura oltre a comportare una manutenzione eccessiva che risulterebbe antieconomica.

La portata minima regolabile con i regolatori di portata tipo vortice è pari a 0,70 l/s.

Pertanto, nel progetto si prevede di installare un regolatore di portata caratterizzato dalla seguente curva di lavoro:



Nominal diameter inlet pipe	DN	=	32	mm
Diameter wall penetration opening	$\varnothing D$	=	100	mm
Controller FluidVertic	type	=	VLS6-A	
Design flow	Q_b	=	0,700	l/s
Dimensioning pressure head	$h_b = h_1 - h_4$	=	0,500	m
Averaged flow rate	Q_m	=	0,489	l/s
Maximum flow rate	Q_{max}	=	0,765	l/s

Figura 4: Curva funzionamento Regolatore di Portata a Vortice di progetto

3.1.2 *Analisi dei risultati*

In questa sezione si riportano i risultati del metodo delle sole piogge. In tabella sono riportate le portate in ingresso, le portate in uscita ed i volumi invasati nei vari istanti temporali. Per il dimensionamento dei manufatti volano e per il calcolo del tempo di svuotamento è stata considerata come portata in uscita la massima ammissibile dal Regolamento Regionale pari a 10 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile, ovvero pari a 0,27 l/s (0,972 m³/s) a favore di sicurezza.

Le caratteristiche geometriche della tubazione volano di progetto risultano:

- Diametro interno tubazione in cls pari a 800 mm;
- Lunghezza delle tubazioni pari a 49,50 ml;
- Numero 3 pozzetti d'ispezione aventi dimensioni interne pari a 1,5 x 1,5 m;

Pertanto il volume invasabile nel manufatto volano risulta pari a:

- Volume invasabile nella tubazione pari a 24,88 m³;
- Volume invasabile nei pozzetti d'ispezione (altezza massima invasabile pari a 0,8 m - diametro della tubazione in CLS) pari a 5,4 m³;

Dunque il volume invasabile del sistema risulta pari a 30,28 m³ (volume specifico pari a 1124,5 m³/ha_{imp}). Il volume così calcolato risulta:

- Maggiore del volume derivante dal parametro di requisito minimo (articolo 12 del R.R. comma 2) pari a 800,0 m³/ha_{imp};
- Maggiore del volume invasabile dedotto dai calcoli idraulici di seguito mostrati pari a 24,75 m³ (metodo delle sole piogge);

Tempo di svuotamento [h]			Portata uscente media Qf [m ³ /h]	ΔW max	
25,46			0,972	24,750	
CALCOLO ALTEZZA TIRANTE IDRICO					
Tempo	Portata entrante Qp [m ³ /h]	Volume entrante We [m ³]	Portata uscente Qf [m ³ /h]	Volume uscente Vf [m ³]	ΔW [m ³]
0,00	0,000	0,00	0,000	0,000	0,000
1,00	16,97	16,97	0,972	0,972	16,003
2,00	10,50	21,00	0,972	1,944	19,056
3,00	7,93	23,78	0,972	2,916	20,868
4,00	6,50	25,98	0,972	3,888	22,092
5,00	5,56	27,82	0,972	4,860	22,962
6,00	4,90	29,42	0,972	5,832	23,592
7,00	4,41	30,85	0,972	6,804	24,046
8,00	4,02	32,14	0,972	7,776	24,365
9,00	3,70	33,32	0,972	8,748	24,576
10,00	3,44	34,42	0,972	9,720	24,700
11,00	3,22	35,44	0,972	10,692	24,750
12,00	3,03	36,40	0,972	11,664	24,737
13,00	2,87	37,31	0,972	12,636	24,671
14,00	2,73	38,17	0,972	13,608	24,557
15,00	2,60	38,98	0,972	14,580	24,402
16,00	2,49	39,76	0,972	15,552	24,210
17,00	2,38	40,51	0,972	16,524	23,985
18,00	2,29	41,23	0,972	17,496	23,730
19,00	2,21	41,92	0,972	18,468	23,448
20,00	2,13	42,58	0,972	19,440	23,142
21,00	2,06	43,22	0,972	20,412	22,812
22,00	1,99	43,85	0,972	21,384	22,462
23,00	1,93	44,45	0,972	22,356	22,093
24,00	1,88	45,03	0,972	23,328	21,705

Calcolo del tempo di svuotamento del bacino:

In funzione della portata media di infiltrazione, il tempo di svuotamento dopo il termine dell'evento, a partire dal massimo volume invasato ΔW_{max} è pari a:

$$t_{svuot} = \frac{W_{0,Max}}{Q_{inf}} = \frac{24,75 \text{ m}^3}{0,972 \text{ m}^3/\text{h}} = 25,46 \text{ ore}$$

4. VERIFICA DEI FRANCHI DI SICUREZZA T_R 100 ANNI

Al fine di realizzare le opportune misure di prevenzione dell'erosione dei corsi d'acqua e delle reti di drenaggio urbano, verranno 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.

Per la verifica dei franchi di sicurezza sarà adottato un tempo di ritorno pari a $T_R = 100$ anni per le opere dimensionate nel presente documento con un tempo di ritorno pari a 50 anni.

L'onda entrante, è un'onda rettangolare avente durata D e portata costante Q_e pari al prodotto dell'intensità media di pioggia, dedotta dalla curva di possibilità pluviometrica avente tempo di ritorno pari a 100 anni. Di seguito si evidenziano i valori dei coefficienti utilizzati per determinare la portata entrante:

$$a = 69,78 \text{ mm/h}^{-n}$$

$$n = 0,307$$

Il volume da dover laminare durante l'evento meteorico con tempo di ritorno pari a 100 anni risulta pari a $28,77 \text{ m}^3$, inferiore al massimo volume invasabile nel manufatto di laminazione pari a $30,28 \text{ m}^3$. Pertanto, i franchi di sicurezza definiti per un tempo di ritorno di 50 anni risultano efficaci anche con tempi di ritorno elevati.