

Dott. MARCO STOPPA - GEOLOGO

GEOLOGIA IDROGEOLOGIA E GEOLOGIA AMBIENTALE

Ordine Regionale dei Geologi del Piemonte n° 482

Strada Biandrate, 24 - 28100 Novara (NO)

tel. 347.2540415 - 0321.407246

marco.stoppa@geologipiemonte.it

Il presente elaborato tecnico è tutelato sui diritti d'autore dalle leggi n. 633 del 22/04/1941 e n. 1485 del 14/12/1942 e s.m.i. di cui ai D.L. 31/01/2005 n. 7 e L. 31/03/2005 n. 43 e pertanto ogni riproduzione anche parziale risulta essere proibita senza la preventiva autorizzazione dei progettisti.



Sig.ri
Cerioti, Gorla, Zanzottera, Mocchetti
e Paganini

PIANO ATTUATIVO APC19c
Realizzazione strada carrabile

Via Inveruno, snc - 20038 Busto Garolfo (MI)

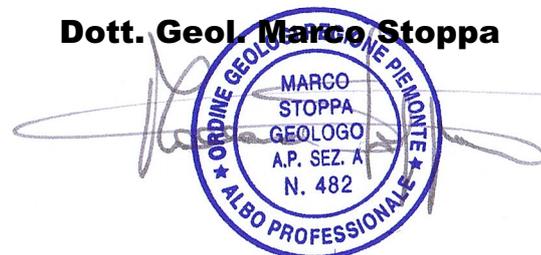
INVARIANZA IDRAULICA E
IDROLOGICA

Articolo 58 bis della Legge Regionale n. 12/2005

Regione Lombardia, Regolamento Regionale n.7 del 23 novembre 2017

così come modificato ed integrato dal Regolamento Regionale n.8 del 19 aprile 2019

Dott. Geol. Marco Stoppa



Settembre 2022

INDICE

1) PREMESSA.....	2
2) NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	3
3) INQUADRAMENTO GEOGRAFICO, GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO.....	4
3.1) INQUADRAMENTO GEOGRAFICO.....	4
3.2) INQUADRAMENTO GEOLOGICO E STRATIGRAFICO.....	6
3.3) INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO.....	10
3.3.1) VALUTAZIONE DELLA PERMEABILITÀ IN SITO.....	11
4) INTERVENTO IN PROGETTO	18
5) PROPOSTA DI UN SISTEMA DI DISPERSIONE NEL SOTTOSUOLO DELLE ACQUE METEORICHE.....	20
6) PIANO DI MANUTENZIONE DELLE OPERE DI INVARIANZA.....	22

Allegati:

- Allegato I) Report tecnico progetto di invarianza idraulica;
Allegato II) Piano di manutenzione.

Elaborato grafico:

- Geo.01 Ubicazione prove di percolazione, Proposta di un sistema di dispersione delle acque meteoriche.

1) PREMESSA

I sig.ri Ceriotti Giordano, Ceriotti Giuseppina, Gorla Antonella, Gorla Betty Battistina, Gorla Massimo Giuseppe, Zanzottera Angela Carla, Zanzottera Cinzia Angela Maria, Ceriotti Emilia, Mocchetti Fabio, Paganini Riccardo Domenico e Negroni Marina Bernardetta hanno necessità che venga realizzata una strada carrabile di accesso che collegherà la Via Inveruno al futuro quartiere residenziale che verrà sviluppato in Comune di Busto Garolfo (MI).

Su incarico dei signori su citati è stata redatta la seguente documentazione al fine di quantificare i volumi e le modalità di smaltimento delle acque meteoriche di dilavamento a seguito degli interventi in progetto.

Lo studio è stato redatto ai sensi del Regolamento della Regione Lombardia n.7 del 23 novembre 2017, così come modificato ed integrato dal Regolamento Regionale n.8 del 19 aprile 2019, come previsto dall'articolo 58 bis della Legge Regionale n. 12/2005 per il governo del territorio, recante i criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica.

2) NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Regolamento regionale n.7 del 23 novembre 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)

Regolamento regionale n.7 del 29 giugno 2018

Disposizioni sull'applicazione dei principi dell'invarianza idraulica e idrologica. Modifica dell'art.17 del regolamento regionale 23 novembre 2017 n.7

Regolamento regionale n.8 del 19 aprile 2019

Disposizioni sull'applicazione dei principi dell'invarianza idraulica e idrologica. Modifiche al regolamento regionale 23 novembre 2017 n.7

Comune di Busto Garolfo (MI) - Piano di Governo del Territorio

Relazione geologica illustrativa e Norme geologiche di piano.

3) INQUADRAMENTO GEOGRAFICO, GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO

Nei successivi capitoli si fornirà la descrizione dell'assetto geografico, geomorfologico, geologico ed idrogeologico del sito in esame.

3.1) INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il Comune di Busto Garolfo è ubicato nella porzione settentrionale della Città Metropolitana di Milano, nella fascia di territorio meridionale dell'alta pianura lombarda, ad un'altitudine media di 173 m s.l.m.

Il sistema idrografico superficiale è caratterizzato dalla presenza del Canale Villoresi e da una fitta rete di rogge e derivatori che formano una rete di corpi idrici in corrispondenza del settore meridionale del territorio comunale.

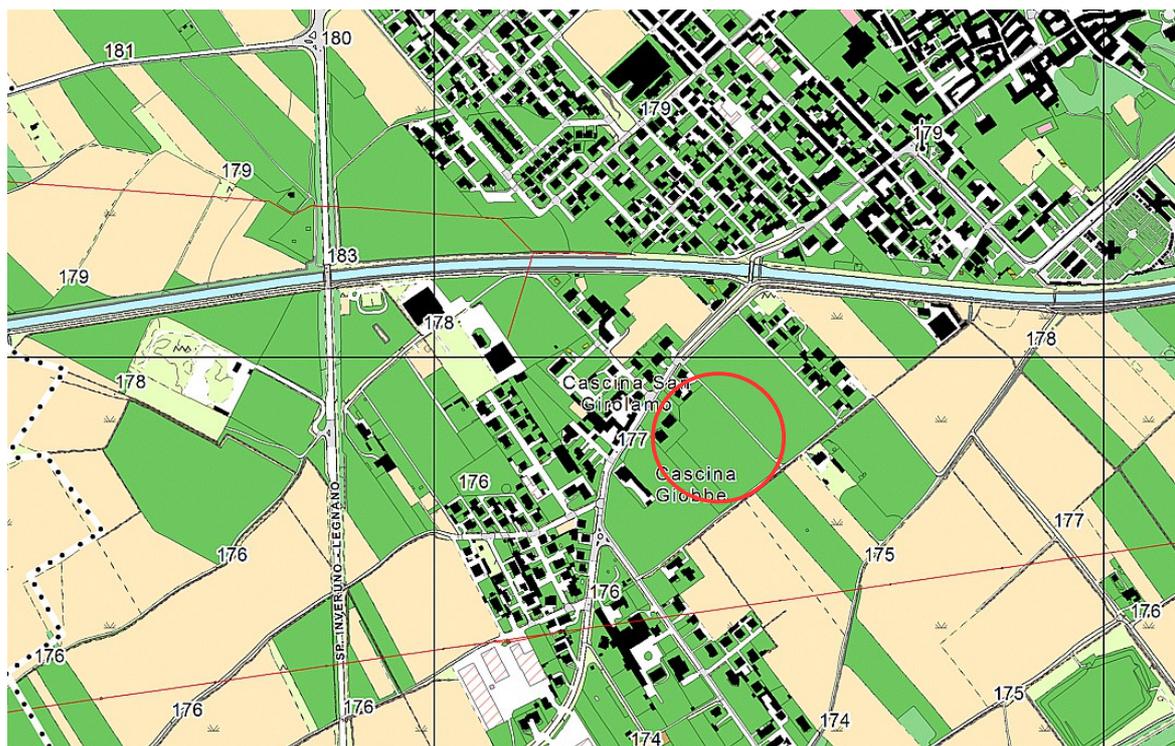
L'area che sarà interessata dagli interventi in progetto è caratterizzata da un andamento planoaltimetrico regolare e sub-pianeggiante; nel dettaglio, il sito è rappresentato nella Carta Tecnica Regionale della Regione Lombardia alla scala 1:10.000 alla sezione A6d1 "Busto Garolfo", di cui uno stralcio è riportato nella pagina seguente e presenta una quota altimetrica, dedotta dalla cartografia citata, che risulta mediamente pari a circa **176 metri s.l.m.**

Dal punto di vista geografico, il baricentro dell'area oggetto di intervento è circa identificabile alle seguenti coordinate, tratte dalla medesima cartografia citata:

WGS84 UTM 32N

490.422,88 Est – 5.042.870,49 Nord

estratto
CARTA TECNICA REGIONALE
REGIONE LOMBARDIA
Sezione A6d1 "Busto Garolfo"
(non in scala)



Area di indagine.

3.2) INQUADRAMENTO GEOLOGICO E STRATIGRAFICO

Il territorio comunale appartiene al cosiddetto “Livello Fondamentale della Pianura”, costituito da depositi pleistocenici ad opera degli scaricatori fluvioglaciali provenienti dai fronti di espansione dei ghiacciai; questi sono classificati nella letteratura tradizionale come “Diluvium Recente”.

Le acque di fusione dei ghiacciai hanno determinato un innalzamento del livello della pianura fino all'odierna morfologia, in successione ai sedimenti di origine marina costituiti principalmente dalle argille (che si ritrovano a profondità mediamente maggiori di 90-100 metri rispetto all'attuale piano campagna).

Durante il periodo seguente, l'Olocene, si sono depositi i sedimenti ghiaioso-sabbiosi (“Alluvium antico”) che hanno determinato i terrazzi attuali tipici soprattutto delle aree più a nord rispetto all'areale in esame.

Da un punto di vista morfologico i terrazzamenti si sono originati dall'azione erosiva esercitata dei corsi d'acqua principali con l'azione preponderante svolta dalle alluvioni fluvioglaciali riconducibili alla glaciazione di età wurmiana.

I depositi wurmiani costituiscono la quasi totalità del territorio comunale; sono caratterizzati genericamente da ghiaie e sabbie in matrice limosa con locali lenti argillose; nell'ambito del livello fondamentale, da questi costituito, è rilevabile una variazione dei termini più fini passando dal settore settentrionale a quello meridionale.

La variazione è funzione della riduzione dell'energia dell'agente di trasporto procedendo verso sud; i depositi wurmiani, a differenza di quelli più antichi rissiani e mindelliani, presentano superiormente un livello sabbioso-argilloso che convoglia grosse quantità d'acqua verso gli orizzonti sottostanti, a determinare un importante mezzo per l'alimentazione della falda superficiale.

Nello specifico dei terreni in esame la litologia caratteristica è rappresentata da ghiaia e sabbia debolmente limosa inglobante ciottoli di dimensioni variabili da 20 a 35 metri e rari trovanti.

I caratteri sedimentologici specifici sono quelli dei depositi alluvionali: clasti con grado di arrotondamento variabile da sub-arrotondato ad arrotondato e alterazione limitata o assente; la pertinenza dei depositi ghiaiosi è di tipo alpino con elementi granitici, granodioritici e porfirici; subordinati i clasti di origine sedimentaria di pertinenza prealpina.

Tali depositi sono ricoperti da uno strato di alterazione superficiale di spessore contenuto (0,6-1,0 metri) e composto da sedimenti limoso-sabbiosi di colore variabile da marrone a marrone-rossiccio (parte basale dell'orizzonte) localmente associati a ghiaia di varia pezzatura (prevalentemente medio-fine); la morfologia del livello fondamentale della pianura si presenta assai uniforme.

Lo spessore della coltre diluviale inferiore è stato identificato in modo differenziato a seconda della precisa struttura stratigrafica a livello locale; i limiti stratigrafici basali sono stati identificati con il ceppo, le argille sommitali del diluvium antico e medio e le argille villafranchiane.

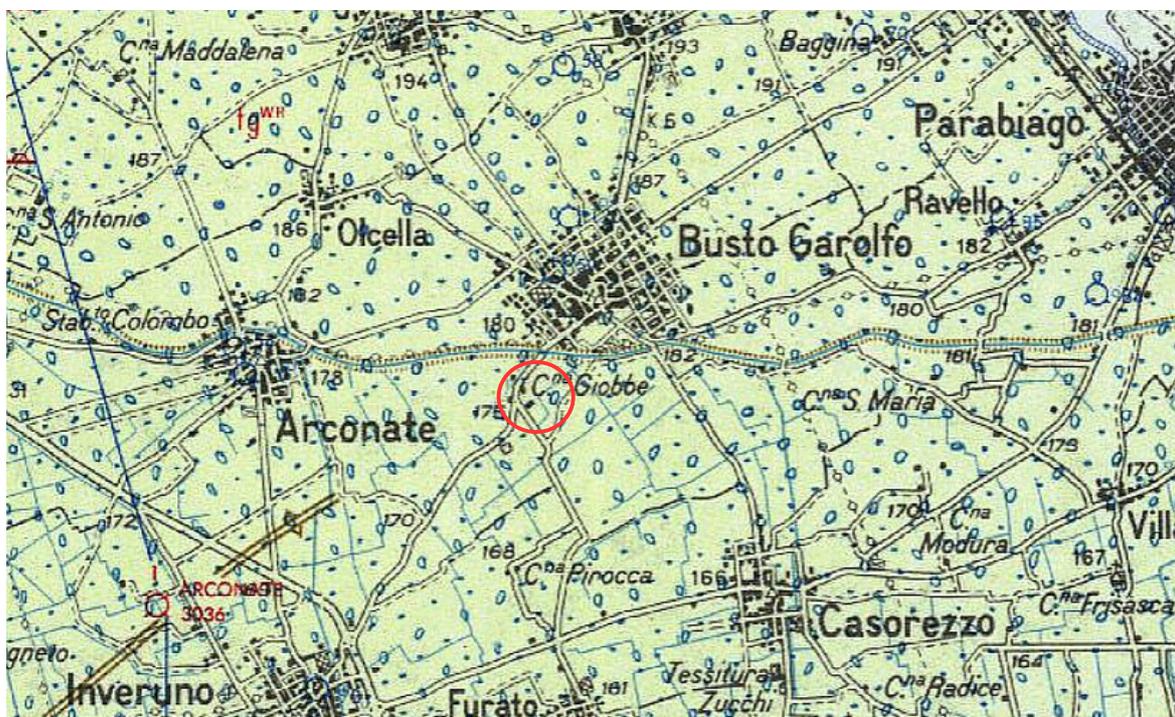
Nelle zone a litologia ghiaiosa prevalente, come il ceppo in esame, lo spessore del diluvium varia sensibilmente a seconda delle zone specifiche con potenze variabili da 10 metri sino ad oltre 60 metri; invece nelle zone meridionali della pianura a sabbie e argille prevalenti, il limite formazionale inferiore è assai incerto in seguito alla difficile distinzione delle litofacies specifiche relative alla differenti unità.

Per quanto riguarda la cartografia geologica, il territorio comunale di Busto Garolfo ricade nel Foglio n. 44 “*Novara*” della Carta Geologica d’Italia, alla scala 1:100.000, di cui si

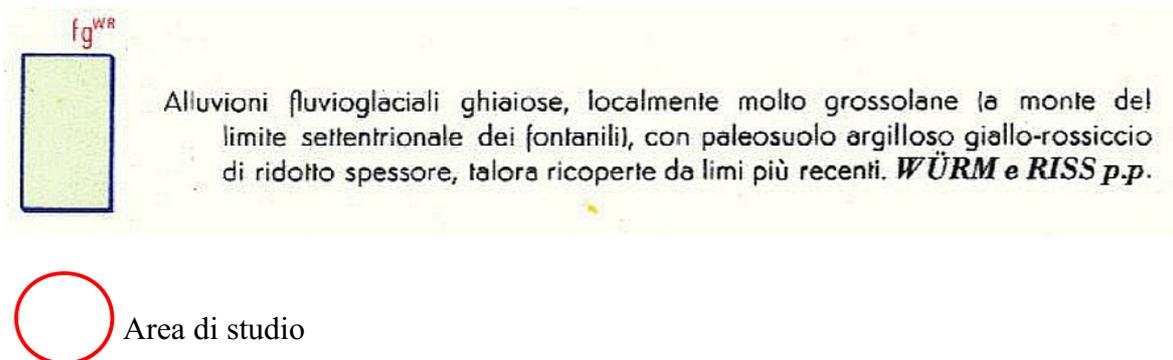
allega un estratto, non in scala; la cartografia geologica è tratta dal “Repertorio completo della cartografia geologica d’Italia” edito dall’ex A.P.A.T. (Azienda per la Protezione dell’Ambiente e per i Servizi Tecnici), ora I.S.P.R.A.

Nella medesima cartografia geologica è stata evidenziata l’area di interesse e di seguito vengono riportate le descrizioni delle formazioni geologiche d’interesse.

Foglio 44 “Novara”



LEGENDA (Formazioni d’interesse):



La valutazione del locale assetto stratigrafico è stata effettuata consultando la documentazione relativa ad un pozzo dell'acquedotto comunale, ubicato in Via Gorizia, ed identificato dal codice 0150410007.

La documentazione consultata indica che al di sotto del terreno vegetale, dello spessore di 30 cm, è stato attraversato un livello di ghiaia mista leggermente argillosa sino alla profondità di 3 metri, seguito da strati di ghiaia mista con sabbia e ciottoli sino a 51,5 metri dal piano campagna.

Al di sotto è stato intercettato un orizzonte di sabbia mista molto argillosa sino a 63,5 metri, seguito da un livello di 3,5 metri di spessore di argilla gialla sabbiosa; a maggiori profondità è stato intercettato uno orizzonte di ghiaia mista con sabbia sino a 72,5 metri, seguito da uno strato di sabbia molto argillosa sino a 91,5 metri.

Tra le profondità di 91,5 e 99 metri è stato intercettato un orizzonte di argilla gialla sabbiosa compatta, seguito da uno strato di sabbia molto argillosa con ghiaia sino a 109 metri; l'ultimo orizzonte intercettato dalla perforazione, che aggiunge la profondità di 120 metri, è costituito da ghiaia e sabbia.

3.3) INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Per la descrizione della struttura idrogeologica del sottosuolo viene adottato il classico schema strutturale del sottosuolo della Città Metropolitana di Milano, caratterizzato dalla successione di tre unità principali, che presentano caratteri granulometrici decrescenti con la profondità; le unità idrogeologiche si succedono, dalla più superficiale alla più profonda, secondo il seguente schema:

- Litozona ghiaioso-sabbiosa: costituisce l'acquifero tradizionale comunemente sfruttato dai pozzi; risulta sede della falda libera sino a profondità massime di circa 100 metri. Presenta una buona continuità in senso orizzontale e verticale entro la totalità del territorio comunale. Litologicamente è contraddistinta da terreni prevalentemente ghiaioso-sabbiosi-ciottolosi con locali intercalazioni lenticolari di argille limose o conglomerato. Entro tale unità la falda oscilla liberamente con valori medi di soggiacenza variabili a seconda delle condizioni topografiche e geomorfologiche.
- Litozona sabbioso-argillosa: è caratterizzata da alternanze di strati a litologia ghiaioso-sabbiosa e strati argilloso-limosi con torba è presente a partire dal letto della precedente unità sino a profondità variabili mediamente da 120 a 150 metri rispetto al piano campagna, con spessori mediamente compresi tra 50 e 90 metri.
- Litozona argillosa: è caratterizzata dalla prevalenza di argille e limi più o meno sabbiosi, presenti a partire dalla base della precedente unità. Costituisce il limite inferiore impermeabile delle successioni sfruttate ai fini idropotabili.

L'andamento generale della piezometria della falda tradizionale è caratterizzato da una direttrice Nord-Sud con vergenza verso Sud, con isopiezometriche disposte all'incirca parallelamente in direzione Est-Ovest.

Le quote piezometriche nel territorio in esame variano da circa 165 metri s.l.m. a circa 153 metri s.l.m., con un gradiente idraulico medio variabile tra il 4 e il 6‰.

Nell'anno medio la falda è soggetta ad oscillazioni stagionali, che vedono in genere un periodo di innalzamento da aprile ad agosto ed un abbassamento da settembre ad aprile; si stima che le escursioni annue risultino contenute mediamente entro 1-2 metri.

Le oscillazioni stagionali sono legate all'alimentazione, rappresentata dall'infiltrazione efficace legata alle precipitazioni e , principalmente, alle irrigazioni, oltre al deflusso della falda a monte.

La consultazione della Tav. 3a “*Carta idrogeologica*”, alla scala 1:10.000, presente come allegato al P.G.T. vigente, ha permesso di stimare una quota piezometrica presso l’area di indagine pari a circa **158 metri s.l.m.**

Sulla base della quota media del piano campagna, come rilevabile dalla Carta Tecnica Regionale, pari a circa **176 metri s.l.m.**, è possibile indicare un valore di soggiacenza pari a circa **18 metri**.

3.3.1) VALUTAZIONE DELLA PERMEABILITÀ IN SITO

La determinazione in sito del coefficiente di permeabilità k del terreno, in considerazione delle caratteristiche granulometriche rilevate durante la campagna geognostica è stata eseguita mediante la realizzazione di **tre prove di percolazione in pozzetti superficiali**.

Le prove sono state condotte sulla base delle prescrizioni contenute nelle “*Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche*” edite dall’Associazione Geotecnica Italiana (1977).

Le verifiche sono consistite nella realizzazione di pozzetti a base quadrata con pareti sub-verticali, ubicati come rappresentato nell'Elaborato Geo.01, allegato alla presente documentazione sul fondo dei quali è stato posizionato un infiltrometro di forma circolare

che ne ha ridotto la sezione di infiltraggio delle acque.

I pozzetti sono stati saturati attraverso il parziale riempimento con acqua e si è attesa la completa percolazione prima di dare inizio alle prove; successivamente si è proceduto alla realizzazione della *prova di permeabilità a carico variabile*, cioè si è registrato l'abbassamento del livello dell'acqua nel singolo pozzetto in funzione del tempo.

Nella seguente Tabella si riassumono i dati rilevati durante la prove in sito:

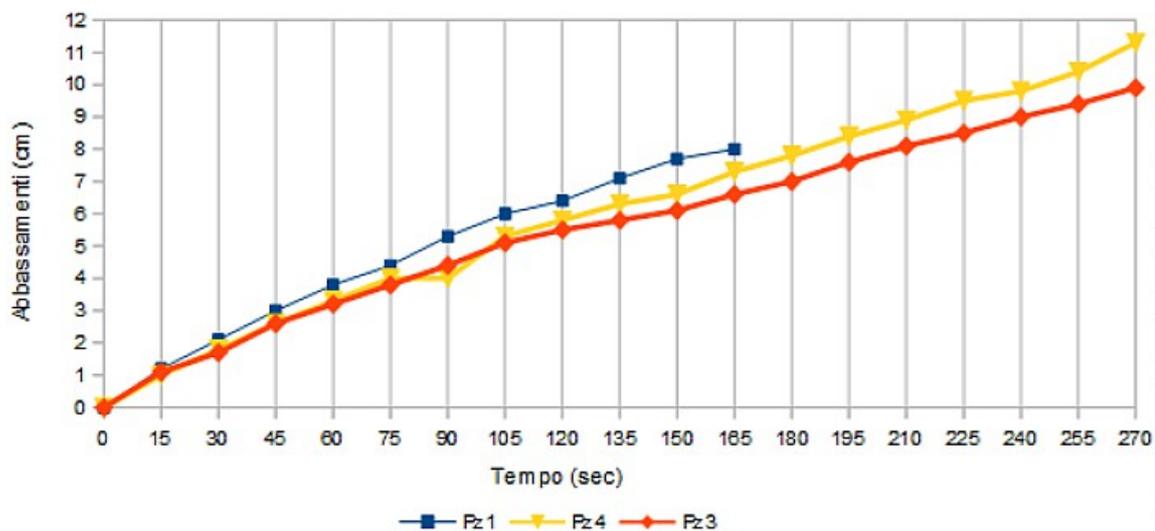
Pozzetto	Tempo (sec)	Abbassamento (cm)
Pz1 Perc1	0	0,00
	15	1,20
	30	2,1
	45	3,00
	60	3,80
	75	4,40
	90	5,30
	105	6,00
	120	6,40
	135	7,10
	150	7,70
	165	8,00

Pozzetto	Tempo (sec)	Abbassamento (cm)
Pz3 Perc2	0	0,00
	15	1,10
	30	1,7
	45	2,60
	60	3,20
	75	3,80
	90	4,40
	105	5,10
	120	5,50

	135	5,80
	150	6,10
	165	6,60
	180	7,00
	195	7,60
	210	8,10
	225	8,50
	240	9,00
	255	9,40
	270	9,90
Pozzetto	Tempo (sec)	Abbassamento (cm)
Pz4 Perc3	0	0,00
	15	1,00
	30	1,8
	45	2,60
	60	3,30
	75	4,00
	90	4,50
	105	5,30
	120	5,80
	135	6,30
	150	6,60
	165	7,30
	180	7,80
	195	8,40
	210	8,90
	225	9,50
240	9,80	
255	10,40	
270	11,30	

Nel seguente grafico si sono rappresentati i valori di abbassamento rispetto al tempo di durata delle prove.

Determinazione della k in sito



Il grafico mette in evidenza come i terreni dove è stato eseguito il pozzetto Pz1 presentino una maggiore propensione a lasciarsi attraversare dall'acqua rispetto a quelli del pozzetto Pz3 e Pz4; questo deriva da locali differenze granulometriche dei terreni oggetto di prova.

La valutazione del coefficiente di permeabilità è stata eseguita attraverso l'applicazione di un algoritmo empirico, valido per terreni omogenei, isotropi e con permeabilità non inferiore a 10^{-6} m/s, come nel caso in esame; nello specifico è stato adottato il seguente algoritmo:

$$k = \frac{d}{32} \cdot \frac{h_2 - h_1}{t_2 - t_1} \cdot \frac{1}{h_m}$$

Dove:

- k coefficiente di permeabilità (m/s)
- h_m altezza media dell'acqua nel pozzetto (m)
- d diametro del pozzetto a base circolare (m)
- $t_2 - t_1$ intervallo di tempo (sec)
- $h_2 - h_1$ variazione di livello dell'acqua nell'intervallo $t_2 - t_1$ (m)

L'elaborazione dei dati raccolti durante la realizzazione delle prove eseguite in sito ha permesso di valutare una permeabilità media della porzione di sottosuolo insaturo che sarà interessata dalla dispersione delle acque meteoriche pari a $1,66 \times 10^{-4}$ m/sec per il pozzetto **Pz1**, pari a $9,75 \times 10^{-5}$ m/sec per il pozzetto **Pz3** e pari a $8,75 \times 10^{-5}$ m/sec per il pozzetto **Pz4**.

I valori stimati risultano verosimili alle indicazioni bibliografiche inerenti la tipologia di terreno insaturo interessata dalla dispersione (sabbie e ghiaie) e le sue peculiarità reologiche; la prova di permeabilità ha, quindi, indicato **una permeabilità discreta dei terreni**.

Sulla base di tali valori di permeabilità è infine possibile stimare la velocità di filtrazione delle acque nel terreno; la velocità di filtrazione nel deposito è stimabile attraverso l'algoritmo proposto da Darcy e cioè:

$$v = \frac{k i}{n_e}$$

Dove:

- k permeabilità del terreno;
- i gradiente idraulico;
- n_e porosità efficace.

Il gradiente idraulico è connesso con i percorsi che l'acqua percolante compie all'interno del terreno prima di raggiungere la falda; nella porzione insatura, tali movimenti sono prevalentemente verticali e pertanto il gradiente idraulico risulterebbe molto elevato.

Tuttavia, per il presente studio, è stato cautelativamente scelto il valore di 45° , ipotizzando che possa verificarsi la presenza di un moto avente anche componente orizzontale, corrispondente ad un gradiente pari a $i=1$.

La porosità efficace n_e è stata stimata sulla base delle caratteristiche granulometriche dei

terreni, considerando i valori proposti dal *Water Supply Paper (USGS)* per una serie di sedimenti; nel caso specifico è stato adottato un valore pari al 20%.

Lo sviluppo della Legge di Darcy permette quindi di stimare una velocità teorica di filtrazione pari a $8,30 \times 10^{-4}$ m/sec per l'area del **pozzetto Pz1**, pari a $4,88 \times 10^{-4}$ m/sec per l'area del **pozzetto Pz3** e di $4,38 \times 10^{-4}$ m/sec per l'area del **pozzetto Pz4**.

4) INTERVENTO IN PROGETTO

L'intervento edilizio oggetto di valutazione è la realizzazione della nuova viabilità in cessione che prevede una strada di accesso che si collega con la Via Inveruno e servirà i lotti residenziali previsti, attraversando centralmente l'area di intervento lungo l'asse NordEst-SudOvest.

La sezione stradale prevede una carreggiata di circa 10 metri a due corsie e ai lati marciapiedi larghi 1,5 metri; i parcheggi saranno a raso disposti nel primo tratto in prossimità di via Inveruno.

Oltre alla nuova viabilità pari a 1706,20 mq, viene ceduta al Comune un'area per interesse pubblico di 1570,00 mq.

La corretta gestione delle acque meteoriche di dilavamento a seguito dell'intervento di realizzazione delle opere in progetto è normata dal Regolamento della Regione Lombardia n.7 del 23 novembre 2017, così come modificato ed integrato dal Regolamento Regionale n.8 del 19 aprile 2019, come previsto dall'articolo 58 bis della Legge Regionale n. 12/2005 per il governo del territorio, recante i criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica.

L'area verde in cessione di interesse pubblico destinata a bosco verrà scomputata dal calcolo del volume di laminazione poiché, ai sensi dell'art.7bis della D.G.R. n.XI/1516 del 15/04/2019 *“non sono soggette all'applicazione del presente regolamento gli interventi relativi alla realizzazione di aree verdi di qualsiasi estensione, se non sovrapposte a nuove solette comunque costituite e se prive di sistemi di raccolta e convogliamento delle acque, anche se facenti parte di un intervento di cui ai commi 2, 2bis lettera a) e 3”*.

Così come dettagliatamente descritto nel report tecnico allegato alla presente documentazione (§ Allegato I) per un corretto smaltimento a portata costante presso un

recettore superficiale o in fognatura sarà necessaria la realizzazione di un bacino di invaso con funzione di stoccaggio e successivo allontanamento, avente una superficie utile di stoccaggio pari ad almeno 70 mc ed un'altezza utile pari a 2,0 metri.

L'elaborazione delle prove di percolazione realizzate in sito ha rilevato, però, una *permeabilità dei terreni discreta e coerente* a quanto necessario, secondo il principio di invarianza idraulica ed idrogeologica, per una corretta infiltrazione delle acque meteoriche nei primi strati del sottosuolo.

Il vigente PTCP include il territorio comunale di Busto Garolfo nell'Ambito di influenza del Canale Villoresi, pertanto vale l'indirizzo di favorire l'immissione delle acque meteoriche sul suolo e nei primi strati del sottosuolo, evitando condizioni di inquinamento o di veicolazione di sostanze inquinanti verso le falde; è necessario favorire l'infiltrazione e l'invaso temporaneo diffuso delle precipitazioni meteoriche al fine di non causare condizioni di sovraccarico nella rete di drenaggio, in coerenza anche con le disposizioni del PAI e del PTUA.

La realizzazione di un sistema di dispersione delle acque meteoriche nei primi strati del sottosuolo risulta essere compatibile con il sito di interesse e la soluzione progettuale più indicata rispetto ad un'opera di laminazione con relativo allontanamento delle acque a portata costante; l'ubicazione delle opere di dispersione (pozzi disperdenti) sopra descritte è rappresentata nell'elaborato grafico Geo.01 allegato alla presente relazione.

5) PROPOSTA DI UN SISTEMA DI DISPERSIONE NEL SOTTOSUOLO DELLE ACQUE METEORICHE

Nel presente capitolo si descrive la proposta di un sistema di raccolta e dispersione nella porzione insatura del sottosuolo delle acque meteoriche dilavanti la viabilità interna del quartiere residenziale in previsione.

Le acque meteoriche dilavanti la viabilità dovranno essere raccolte mediante una caditoia di diametro minimo di 150 mm, realizzata centralmente nella strada (la quale avrà una pendenza dell'1% verso il centro) in modo tale che l'acqua non vada in vicinanza dei lotti residenziali previsti; le acque meteoriche verranno convogliate quindi all'interno di un **disoleatore**, secondo lo schema rappresentato nell'Elaborato Geo.01, debitamente dimensionato e solo dopo il loro passaggio nella vasca di trattamento, le stesse potranno essere convogliate alla rispettiva rete di dispersione nel sottosuolo.

Il rispetto dei valori limite di emissione delle acque che saranno recapitate alla dispersione negli strati superficiali del sottosuolo, di cui alle tabelle 4 e 5 dell'allegato 5 alla Parte Terza del D.L.vo 152/2006, dovrà essere garantito attraverso la definizione della migliore tipologia di sistema di trattamento ed il corretto dimensionamento degli impianti di trattamento, solo proposti nella presente documentazione, rimandando ad altro Professionista competente in materia.

In considerazione dello sviluppo della viabilità, risultano complessivamente installabili **quattro pozzi disperdenti (da pp1 fino a pp4)**, che potranno essere installati come sinteticamente illustrato nell'Elaborato Geo.01.

I pozzi disperdenti dovranno essere realizzati nell'area in cessione di interesse pubblico destinata a bosco.

Sulla base delle considerazioni contenute nei precedenti Capitoli, è possibile proporre l'installazione di anelli disperdenti del diametro di non meno di 250 cm per i pozzi in

progetto, per un'altezza complessiva di 200 cm.

Sulla base delle caratteristiche di permeabilità della porzione insatura del sottosuolo del sito in esame, così come valutate durante le prove in sito, del valore di permeabilità desumibile dai dati bibliografici, delle caratteristiche stratigrafiche del terreno e delle considerazioni idrogeologiche illustrate nel precedente Capitolo, si assume un valore di velocità di filtrazione di $4,38 \times 10^{-4}$ m/s.

I pozzi disperdenti, quindi, avente le caratteristiche geometriche proposte nei precedenti paragrafi, ipotizzando una portata d'acqua in ingresso di 138,13 mc, corrispondente ad un evento critico piovoso di 5 ore e 29 minuti, risulteranno teoricamente svuotati dalle acque meteoriche in essi convogliate in un periodo di circa 4 ore e 9 minuti.

Si tenga però presente che in caso di terreni saturi, situazione possibile in occasione di eventi di precipitazione piovose particolarmente intense e prolungate, i tempi di svuotamento verrebbero inevitabilmente dilatati.

6) PIANO DI MANUTENZIONE DELLE OPERE DI INVARIANZA

Il presente piano riguarda le opere previste e necessarie al rispetto del Regolamento Regionale 07/2017, e successive modifiche, al fine di conseguire gli obiettivi di invarianza idraulica e idrologica, quindi le indicazioni previste per la corretta manutenzione delle opere di invarianza.

Il piano di manutenzione deve valutare che le opere previste rispettino alcuni requisiti di seguito elencati:

- acustici;
- di manutenibilità;
- di stabilità;
- funzionalità d'uso;
- funzionalità tecnologica;
- olfattivi;
- sicurezza d'uso;
- visivi.

Nell'allegato II) alla presente documentazione è riportato secondo uno schema dettagliato il programma di manutenzione previsto per il presente impianto, riportante i controlli e gli interventi che devono essere effettuati sui singoli elementi manutenibili e le relative frequenze.

Di ogni intervento programmato o straordinario sarà tenuta traccia in apposito registro, a disposizione delle Autorità di Controllo.

Novara, 22 Settembre 2022.

Il Progettista:
Dott. Geol. Marco Stoppa



Allegato I)
Report tecnico progetto di invarianza
idraulica

Dott. MARCO STOPPA - GEOLOGO
GEOLOGIA IDROGEOLOGIA E GEOLOGIA AMBIENTALE
Ordine Regionale dei Geologi del Piemonte n° 482

Strada Biandrate, 24 - 28100 Novara (NO)
Tel. 0321.407246 - 347.2540415
marco.stoppa@geologipiemonte.it

Regione LOMBARDIA
Provincia di Milano
Comune di Busto Garolfo

Piano Attuativo APC19c - Realizzazione strada carrabile

RELAZIONE INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA

Committente

Nome **Sig.ri Ceriotti, Gorla, Zanzottera, Mocchetti e Paganini**

Edificio / Area

Descrizione

ne **Piano attuativo APC19c - Realizzazione strada carrabile**

Indirizzo **Via Inveruno snc - 20038 Busto Garolfo (MI)**

Studio tecnico

Nome **DOTT. MARCO STOPPA GEOLOGO**

Indirizzo **STRADA BIANDRATE, 24 - 28100 NOVARA (NO)**

Progettista

Nome **STOPPA MARCO**

Ordine di **GEOLOGI della REGIONE PIEMONTE - n.482**

Rif.: Invarianza Busto Garolfo, Via Inveruno

Software di calcolo: Edilclima - EC737 - versione 2

Data di redazione del documento: 22/09/2022

INDICE

- 1. PREMESSA**
- 2. DESCRIZIONI GENERALI DELL'AREA E DATI AMMINISTRATIVI**
- 3. DESCRIZIONE DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE DI INVARIANZA IDRAULICA E/O IDROLOGICA**
- 4. PORTATE MASSIME SCARICABILI**
- 5. DEFINIZIONE DELLE PIOGGE DI PROGETTO**
- 6. METODOLOGIE DI DIMENSIONAMENTO E VERIFICA ADOTTATI**
 - 6.1 Requisiti minimi
 - 6.2 Metodo delle sole piogge
- 7. CALCOLO DELLA PORTATA MASSIMA SCARICATA**
- 8. TEMPO DI SVUOTAMENTO**
- 9. PRINCIPALI RISULTATI DEI CALCOLI**

1. PREMESSA

Oggetto della presente relazione è la verifica del rispetto dei requisiti minimi di invarianza idraulica e/o idrologica relativi al progetto di [Piano Attuativo APC19c - Realizzazione strada carrabile](#), sito in [Busto Garolfo in Via Inveruno snc](#).

L'area drenata oggetto d'intervento si estende su una superficie di **1706,2 m²**.

Nello specifico, scopo del presente lavoro è l'individuazione delle modifiche all'assetto idrogeologico dell'area, conseguenti alle trasformazioni in progetto, con l'obiettivo di definire le misure compensative e/o le caratteristiche delle opere necessarie ad evitare l'aggravio delle condizioni idrauliche rispetto alla situazione preesistente o come da richiesta di norma.

Le verifiche del rispetto dei requisiti minimi di invarianza idraulica e/o idrologica vengono condotte conformemente al R.R. 7/2017 di Regione Lombardia come integrato e modificato dal R.R. 8/2019 e normative correlate. Nello specifico verranno adottati i metodi di calcolo in essa richiamati.

Nel presente documento verranno descritte le soluzioni progettuali adottate, i metodi di calcolo utilizzati e verranno riportati i report dei calcoli eseguiti, con relativi grafici, e le verifiche effettuate.

Il Regolamento regionale 23 novembre 2017, n. 7 contiene "criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica e idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n.12 (Legge per il governo del territorio)".

Invarianza idraulica: 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.

Invarianza idrologica: 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.

2. DESCRIZIONI GENERALI DELL'AREA E DATI AMMINISTRATIVI

Individuazione dell'area

Comune di Busto Garolfo Provincia Milano
Livello di criticità Area B - criticità media
Classe dell'intervento 2 - Impermeabilizz. potenziale media

CARATTERISTICHE AREA			
Descrizione	Tipo area	Superficie [m ²]	Coeff. Afflusso ϕ
VIABILITA'	Area impermeabile	1706,2	1,00

Superficie totale 1706,2 m² Coefficiente afflusso medio ponderale ϕ_m 1,0000

3. DESCRIZIONE DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE DI INVARIANZA IDRAULICA E/O IDROLOGICA

La soluzione adottata per il rispetto delle prescrizioni sull'invarianza idraulica e idrologica è la seguente.

Dispersione delle acque meteoriche negli strati superficiali del sottosuolo mediante pozzi disperdenti previo trattamento con disoleatore

4. PORTATE MASSIME SCARICABILI

Per quanto attiene alle portate massime scaricabili la normativa prevede il seguente valore:

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

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

A [ha]: area totale dell'intervento

φ_m [-]: coefficiente di afflusso medio ponderale

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

I valori massimi scaricabili ammissibili definiti dal Regolamento Regionale n. 7 del 23/11/2017 per ciascun ambito, sono:

- Aree A: $u_{lim} = 10$ [l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento]
- Aree B: $u_{lim} = 20$ [l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento]
- Aree C: $u_{lim} = 20$ [l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento]

Nel caso specifico $Q_{umax} = 3,4$ l/s.

5. DEFINIZIONE DELLE PIOGGE DI PROGETTO

Al fine di dimensionare e verificare le opere d'invarianza idraulica in progetto devono essere definite preventivamente le precipitazioni di progetto.

A tal fine, per durate di precipitazione superiori ad un'ora, viene applicato il metodo della legge probabilistica GEV (Generalized Extreme Values).

Tale metodo a partire dai parametri di riferimento a_1 ed n della curva di possibilità pluviometrica, definito il tempo di ritorno TR dell'evento critico, ricalcola il parametro a per il caso specifico e calcola l'altezza di pioggia come segue:

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

h [mm]: altezza di pioggia

a_1 [mm/oraⁿ]: coefficiente pluviometrico orario

D [ore]: durata di pioggia

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

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

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

ε, α, k [-]: parametri della legge probabilistica GEV

Per durate inferiori a un'ora si utilizzano tutti i parametri adottati per le durate superiori ad un'ora, tranne il parametro n che viene definito in modo specifico per tale durata.

In assenza di dati più precisi spesso, in letteratura tecnica idrologica, viene riportato un valore indicativo pari a $n = 0,5$.

Per quanto attiene i parametri caratteristici delle linee segnalatrici di pioggia si possono estrarre per il territorio regionale dal Portale Idrologico Geografico di ARPA Lombardia:

<http://idro.arpalombardia.it/pmapper-4.0/map.phtml>

In alternativa a tali precipitazioni di progetto, possono essere assunti valori diversi solo nel caso si disponga di dati ufficiali più specifici per la località oggetto dell'intervento, dichiarandone l'origine e la validità.

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 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:

$TR = 50$ [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.

$TR = 100$ [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.

6. METODOLOGIE DI DIMENSIONAMENTO E VERIFICA ADOTTATI

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

- metodo dei requisiti minimi
- metodo delle sole piogge

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

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

6.1 Requisiti minimi

Per gli interventi aventi superficie interessata dall'intervento minore o uguale a 300 m², ovunque ubicati nel territorio regionale, il requisito minimo richiesto consiste, in alternativa:

- nell'adozione di un sistema di scarico sul suolo o negli strati superficiali del sottosuolo e non in un ricettore, salvo il caso in cui questo sia costituito da laghi o dai fiumi Po, Ticino, Adda, Brembo, Serio, Oglio, Chiese e Mincio. In questo caso non è richiesto il rispetto della portata massima e non è necessario redigere il progetto d'invarianza idraulica;
- nell'adozione del requisito minimo.

Nel caso d'interventi classificati ad impermeabilizzazione potenziale bassa, indipendentemente dalla criticità dell'ambito territoriale in cui ricadono, e nel caso di interventi classificati ad impermeabilizzazione potenziale media o alta e ricadenti nell'ambito territoriale di bassa criticità, il requisito minimo da soddisfare consiste nella realizzazione di uno o più invasi di laminazione, comunque configurati, dimensionati adottando i seguenti valori parametrici del volume minimo dell'invaso, o del complesso degli invasi, di laminazione:

- Aree A: $w_{\min} = 800$ [m³ per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento]
- Aree B: $w_{\min} = 500$ [m³ per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento]
- Aree C: $w_{\min} = 400$ [m³ per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento]

* Il valore va moltiplicato per il coefficiente di riduzione di cui alla tabella riportata nell'Allegato C del Regolamento.

Tali volumi sono da adottare anche nel caso d'interventi classificati a impermeabilizzazione potenziale media o alta e ricadenti negli ambiti territoriali ad alta e media criticità, qualora il volume risultante dai calcoli fosse minore.

Ulteriormente, il progetto prevede di ottemperare ai requisiti di invarianza mediante il solo utilizzo di strutture di infiltrazione, quindi il requisito minimo di cui sopra è ridotto del 30 per cento. I calcoli di dimensionamento delle strutture di infiltrazione saranno basati su prove di permeabilità, allegate al progetto, rispondenti ai requisiti riportati nell'Allegato F di cui al R.R. 7/2017 e s.m.i.

6.2 Metodo delle sole piogge

Il metodo delle sole piogge si basa sul confronto tra la curva cumulata delle portate entranti e quella delle portate uscenti, ipotizzando che sia trascurabile l'effetto della trasformazione afflussi-deflussi, considerando costante la portata uscente ed andando a massimizzare il volume accumulato.

Nello specifico la portata media entrante viene calcolata come segue:

$$Q_e = 2,78 \cdot a \cdot \varphi_m \cdot D^{n-1} \cdot A$$

Q_e [l/s]: portata media entrante

φ_m [-]: coefficiente d'afflusso medio ponderale

A [ha]: area totale interessata dall'intervento

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

D [ore]: durata della precipitazione

Conseguentemente il volume entrante W_e [m³] è pari a:

$$W_e = 10 \cdot \varphi_m \cdot a \cdot D^n \cdot A$$

Il volume uscente W_u [m³], essendo ipotizzata costante la portata uscente pari alla massima Q_{umax} [l/s], ha la seguente formulazione:

$$W_u = 3,6 \cdot Q_{umax} \cdot D$$

Pertanto, il volume invasato ad ogni durata D [ore] è pari a:

$$\Delta W = W_e - W_u = 10 \cdot \varphi_m \cdot a \cdot D^n \cdot A - 3,6 \cdot Q_{umax} \cdot D$$

Attraverso semplici passaggi matematici, derivando l'equazione sopra, si ottiene il valore della durata critica della precipitazione (D_w) ed il conseguente volume critico dell'invaso (W_0):

$$D_w = \left(\frac{Q_{umax}}{2,78 \cdot \varphi_m \cdot a \cdot n \cdot A} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

$$W_0 = 10 \cdot \varphi_m \cdot a \cdot D_w^n \cdot A - 3,6 \cdot Q_{umax} \cdot D_w$$

D_w [ore]: durata critica d'invaso

Q_{umax} [l/s]: portata uscente massima

W_0 [m³]: volume di laminazione

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

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

A [ha]: area totale interessata dall'intervento

φ_m [-]: coefficiente d'afflusso medio ponderale

Si osservi che il parametro n (esponente della curva di possibilità pluviometrica) da utilizzare nelle equazioni precedenti dovrà essere congruente con la durata D_w , tenendo conto che il valore di n è generalmente diverso per le durate inferiori all'ora, per le durate tra 1 e 24 ore e per le durate maggiori di 24 ore.

Adottando valori di n valevoli per durate superiori ad un'ora si deve ottenere un valore di durata D_w superiore all'ora. Se così non fosse, si deve adottare un valore di n , valevole per durate inferiori ad un'ora e calcolare la conseguente durata.

Qualora il risultato ottenuto in questa seconda ipotesi, fosse superiore ad un'ora significa che ci si trova nel punto in cui cambiano i valori di n , ovvero un'ora, e si adotta tale valore.

Portata in uscita dall'invaso

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

$$Q_u = cost$$

7. CALCOLO DELLA PORTATA MASSIMA SCARICATA

La portata massima scaricata viene calcolata in base alle formule precedenti avendo assunto il battente idrico pari al suo massimo valore all'interno dell'invaso.

Nel caso si adottino più metodi di calcolo contemporaneamente si adotterà il valore maggiore di questi.

Per i metodi semplificati il battente idrico massimo H si calcola con la seguente relazione:

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

$W [m^3]$: volume invasato

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

8. TEMPO DI SVUOTAMENTO

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

9. PRINCIPALI RISULTATI DEI CALCOLI

Si riportano di seguito i risultati del calcolo.

CARATTERISTICHE GENERALI

Comune di Busto Garolfo Provincia Milano
Livello di criticità Area B - criticità media

Metodi di calcolo adottati

Requisiti minimi
Metodo delle sole piogge

Portata massima scaricabile

Portata massima scaricabile 20,00 l/(s*ha_{imp})

Origine del vincolo di portata: Normativa tecnica specifica, Regolamento Regionale n.7 del 23 Novembre 2017, così come modificato ed integrato dal Regolamento Regionale n.8 del 19 Aprile 2019.

Definizione aree

Descrizione	Tipo area	Superficie [m ²]	Coeff. Afflusso ϕ
VIABILITA'	Area impermeabile	1706,2	1,00

Sup. totale intervento 1706,2 m² Coeff. afflusso medio ponderale ϕ_m 1,0000

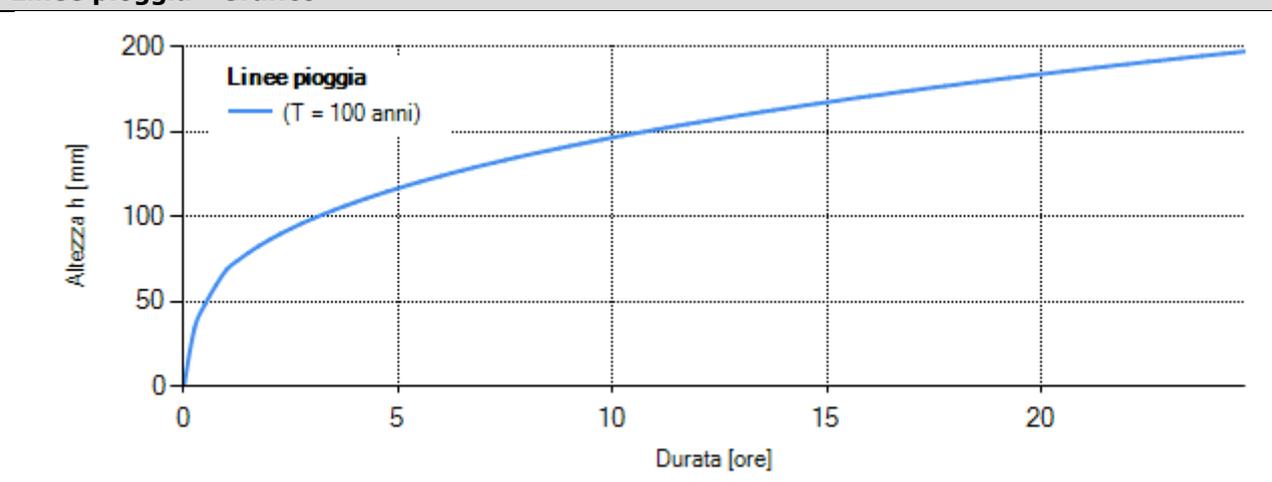
LINEE SEGNALETRICI DI PROBABILITÀ PLUVIOMETRICA

Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica

Coefficiente pluviometrico orario	a_1	31,08	mm/h ⁿ
Coefficiente di scala	n	0,3274	-
GEV - Parametro alfa	α	0,2919	-
GEV - Parametro kappa	k	-0,0160	-
GEV - Parametro epsilon	ϵ	0,8264	-
Coefficiente di scala (durata < 1 ora)	n_1	0,5000	-

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 (<http://idro.arpalombardia.it/pmapper4.0/map.phtml>). Tali valori corrispondono ai parametri 1-24 ore delle Linee segnalatrici (Progetto Strada).

Linee pioggia - Grafico



Linee pioggia - Risultati tabellari

Durata [ore]	(T= 100 anni) h [mm]
0	0,00
1	68,99
2	86,57
3	98,86
4	108,62
5	116,85
6	124,04
7	130,46
8	136,29
9	141,65
10	146,62
11	151,27
12	155,64
13	159,77
14	163,70
15	167,44
16	171,01
17	174,44
18	177,74
19	180,91
20	183,98
21	186,94
22	189,81
23	192,59
24	195,29

Scelta tempo di ritorno

Verifica dei franchi di sicurezza delle opere

Tempo di ritorno adottato		100	anni
Coefficiente probabilistico	w_T	2,220	-
Parametro pioggia	a	68,992	mm/h ⁿ

Nota: Il Regolamento Regionale n. 7 del 23/11/2017 definisce i seguenti valori di tempi di ritorno.

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

$T = 100$ [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.

CARATTERISTICHE IDROLOGICHE AREE

Caratteristiche idrologiche				
Descrizione	Tipo area	Superficie A [m ²]	Coeff. Afflusso φ	T. corriv. t_c [min]
VIABILITA'	Area impermeabile	1706,2	1,00	-
Superficie totale intervento: 1706,2 m ²		Valori medi	1,0000	

DIMENSIONAMENTO SISTEMA D'INVARIANZA

Metodo dei requisiti minimi			
Volume specifico minimo	W_0	500,00	m ³ /ha _{imp}
Volume invaso minimo	W_0	85,31	m ³

Metodo delle sole piogge			
Durata critica	D_w	5,48	ore
Volume invaso minimo	W_0	138,13	m ³
$D_w = \left(\frac{1000 \cdot Q_{umax}}{2,78 \cdot \varphi_m \cdot a \cdot n \cdot A} \right)^{\frac{1}{n-1}}$ $W_0 = 10 \cdot \varphi_m \cdot a \cdot D_w^n \cdot A - 3,6 \cdot Q_{umax} \cdot D_w$			

VERIFICA SISTEMA D'INVARIANZA

Dimensioni invaso			
Superficie pianta invaso	A_{inv}	70,00	m ²

Verifiche invaso						
		Valore Progetto		Valore Ammissibile		VERIFICA
Altezza utile invaso	H	2,00	≥	1,97	m	Positiva
Volume utile invaso	W	140,00	≥	138,13	m ³	Positiva
Tempo di svuotamento	T_{sv}	11,2	≤	48,0	ore	Positiva
Portata massima scaricata	Q	3,41	≤	3,41	l/s	Positiva

Sistema di scarico			
Tipologia di svuotamento	Portata costante		
Portata massima scaricabile	$Q_{u,max}$	3,41	l/s

Allegato II)

Piano di manutenzione

Dott. MARCO STOPPA - GEOLOGO
GEOLOGIA IDROGEOLOGIA E GEOLOGIA AMBIENTALE
Ordine Regionale dei Geologi del Piemonte n° 482

Strada Biandrate, 24 - 28100 Novara (NO)
Tel. 0321.407246 - 347.2540415
marco.stoppa@geologipiemonte.it

PIANO DI MANUTENZIONE

Elementi manutenibili	Controlli	Frequenza
Canali di gronda e pluviali	Controllare le condizioni e la funzionalità dei canali di gronda e dei pluviali, controllare la funzionalità delle griglie parafoglie e di eventuali depositi e detriti di foglie ed altre ostruzioni che possono compromettere il corretto deflusso delle acque meteoriche, controllare gli elementi di fissaggio ed eventuali connessioni	Ogni 6 mesi
Collettori di scarico	Verificare lo stato generale e l'integrità con particolare attenzione allo stato della tenuta dei condotti orizzontali a vista	Ogni 12 mesi
Pozzetti e caditoie	Verificare lo stato generale e l'integrità della griglia e della piastra di copertura dei pozzetti, della base di appoggio e delle pareti laterali	Ogni 12 mesi
Scossaline	Controllare la tenuta delle scossaline verificando gli elementi di fissaggio e di tenuta, verificare inoltre che non ci siano depositi e detriti di foglie che possano causare ostacoli al deflusso delle acque piovane	Ogni 6 mesi
Pozzi disperdenti	Verificare lo stato generale del sistema di dispersione mediante controllo periodico	Ogni 12 mesi

PIANO DI MANUTENZIONE

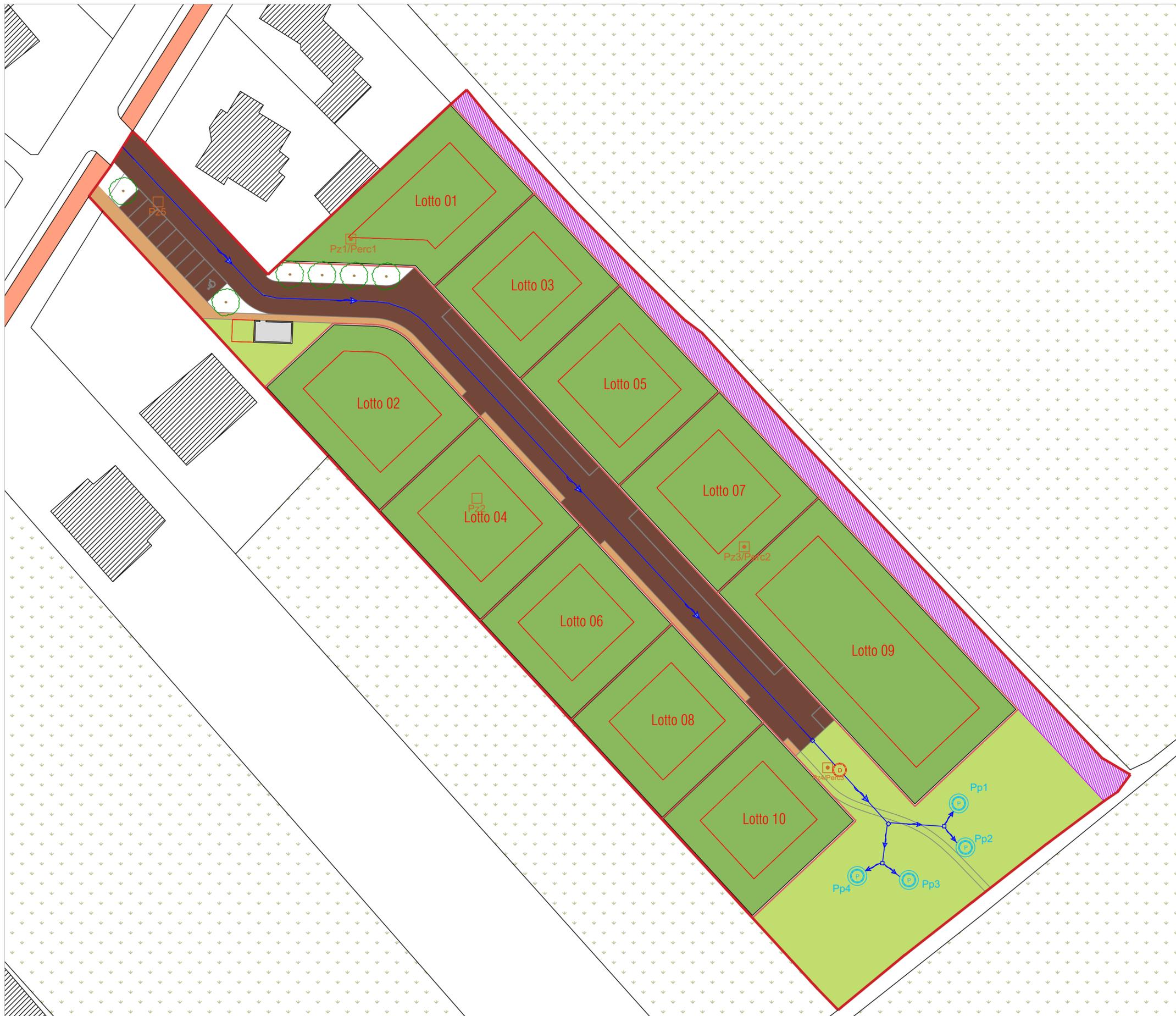
Elementi manutenibili	Interventi	Frequenza
Canali di gronda e pluviali	Pulizia ed esportazione dei residui di fogliame e detriti depositati nei canali di gronda, rimozione delle griglie paraghiaia e parafoglie dai bocchettoni di raccolta e loro pulizia	Ogni 6 mesi
	Reintegro dei canali di gronda, dei pluviali, dei bocchettoni di raccolta e degli elementi di fissaggio, riposizionamento degli elementi di raccolta in funzione delle superfici di copertura servite e delle pendenze previste, sistemazione delle guarnizioni mediante l'utilizzo di materiali analoghi a quelli preesistenti	Ogni 5 anni
Collettori di scarico	Eeguire una pulizia del sistema orizzontale di convogliamento delle acque reflue mediante asportazione dei fanghi di deposito e lavaggio con acqua a pressione	Ogni 12 mesi
Pozzetti e caditoie	Eeguire una pulizia dei pozzetti mediante asportazione dei fanghi di deposito e lavaggio con acqua a pressione	Ogni 12 mesi
Scossaline	Serraggio dei bulloni e dei dispositivi di tenuta delle scossaline	Ogni 6 mesi
Pozzi disperdenti	Eeguire un'eventuale rimozione del materiale depositato sul fondo del pozzo	Ogni 12 mesi

Elaborato grafico

Dott. MARCO STOPPA - GEOLOGO
GEOLOGIA IDROGEOLOGIA E GEOLOGIA AMBIENTALE
Ordine Regionale dei Geologi del Piemonte n° 482

Strada Biandrate, 24 - 28100 Novara (NO)
Tel. 0321.407246 - 347.2540415
marco.stoppa@geologipiemonte.it

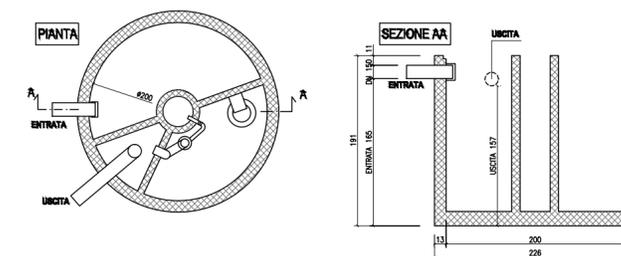
Planimetria Stato di progetto
Scala 1:500



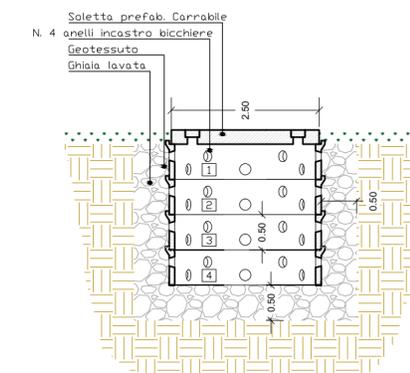
Legenda

	Campi agricoli		Edifici esistenti
	Verde privato pertinenziale		Limite edificabilità residenziale
	Aree in cessione per interesse pubblico		Pozzetto geognostico
	Ulteriore area in cessione		Prova di percolazione
	Strada di interesse		Linea di deflusso acque meteoriche
	Marciapiedi		Pozzi disperdenti
	Pista ciclabile		Disoleatore
	Limite area piano attuativo		

Schema tipo disoleatore - Pianta e sezione
Non in scala



Schema tipo pozzo disperdente - Sezione
Non in scala



Il Progettista:



(Dott. Geol. Marco Stoppa)

Committente:

Sig.ri
Cerioti, Gorla, Zanzottera, Mocchetti e Paganini

Lavoro:

PIANO ATTUATIVO APC19C - Realizzazione strada carrabile
Via Inveruno, snc - 20038 Busto Garolfo (MI)
INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA

Elaborato:

Ubicazione prove di percolazione
Proposta di un sistema di spersione delle
acque meteoriche

Tav.

Geo.01

Scala:

1:500

Data:

Settembre 2022

Dott. MARCO STOPPA - Geologo
GEOLOGIA, IDROGEOLOGIA E GEOLOGIA AMBIENTALE
Ordine Regionale dei Geologi del Piemonte n.482