Dr. Geol. Maurizio Visconti



Ambito di Trasformazione i12 – Lotto B - Aree di Cessione

Corso Argentina/Via Podgora – Vigevano PV

Proprieta': MD S.p.A. - Gricignano di Aversa (CE) - zona ASI Capannone, 18

Studio dell'invarianza idraulica

Criteri e metodi per il rispetto dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'art. 58 bis della L.R. 12/2005

secondo la D.G.R. 20.11.2017 n.X/7372 (R.R. n.7 del 23.11.2017 e R.R. n.8 del 19.04.2019)

Sommario

PREMESSA 3
QUADRO NORMATIVO 4
UBICAZIONE E DESCRIZIONE DELL'AREA E DELLE OPERAZIONI IN PROGETTO 10
DATI DELLA COMPONENTE GEOLOGICA P.G.T. COMUNALE 11
DEFINIZIONE DELLA CRITICITA' IDRAULICA 14
DESCRIZIONI GENERALI DELL'AREA E DATI AMMINISTRATIVI 15
CALCOLO DELLA PERMEABILITA' 15
DESCRIZIONE DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE DI INVARIANZA IDRAULICA E/O IDROLOGICA 17
PORTATE MASSIME SCARICABILI 17
DEFINIZIONE DELLE PIOGGE DI PROGETTO 17
METODOLOGIE DI DIMENSIONAMENTO E VERIFICA ADOTTATI 18
Requisiti minimi 18
Metodo delle sole piogge 19
Calcolo portata infiltrata 20
PRINCIPALI RISULTATI DEI CALCOLI 20
CALCOLO DELLA PORTATA MASSIMA SCARICATA 20
CARATTERISTICHE GENERALI 21
LINEE SEGNALATRICI DI PROBABILITÀ PLUVIOMETRICA T=50 anni 21
CARATTERISTICHE IDROLOGICHE AREE 23
DIMENSIONAMENTO SISTEMA D'INVARIANZA 23
VERIFICA SISTEMA D'INVARIANZA 23
LINEE SEGNALATRICI DI PROBABILITÀ PLUVIOMETRICA T=100 anni 24
CARATTERISTICHE IDROLOGICHE AREE 25
DIMENSIONAMENTO SISTEMA D'INVARIANZA 25
VERIFICA SISTEMA D'INVARIANZA 26
CONCLUSIONI 27

PREMESSA

Il progetto prevede il recupero di un'area sita in Vigevano – via Podgora presso l'incrocio con Viale Argentina, individuata nelle Schede degli Ambiti di Trasformazione – Allegato 2 del Documento di Piano – quale "Ambito di Trasformazione per insediamenti integrati, i12 ".

Il presente studio di invarianza idraulica è relativo alle aree di cessione così ripartite:

AREA PARCHEGGIO:

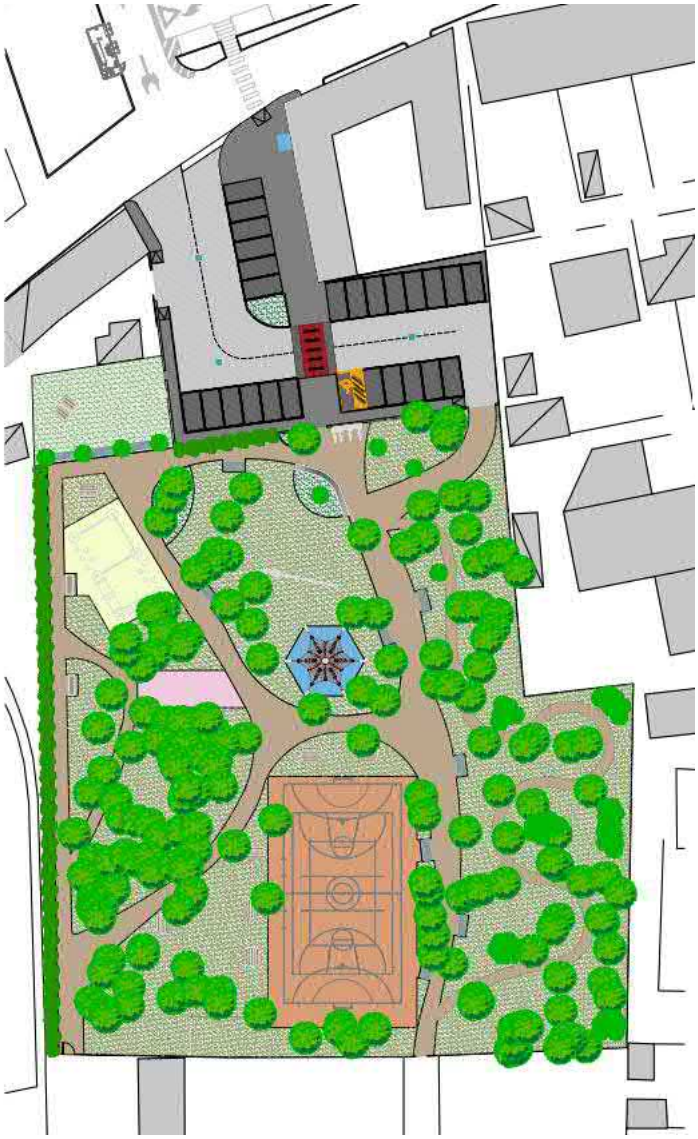
- pavimentazione drenante mq. 900,00
- pavimentazione non drenante mq. 280,00

per un totale di mq. 1.180,00

AREA PARCO:

- aree giochi non drenanti mq. 873,00
- aree camminamenti in calcestre semipermeabili mq. 1.059,00
- area verde mq. 3.410,00

per un totale di mq. 5.342,00.



QUADRO NORMATIVO

Il Regolamento Regionale 23 novembre 2017, n. 7 e le modifiche intervenute con il Regolamento Regionale 19 aprile 2019, n. 8 intendono perseguire l'invarianza idraulica e idrologica delle trasformazioni d'uso del suolo mediante:

- la separazione e gestione locale delle acque meteoriche a monte dei ricettori
- la riduzione quantitativa dei deflussi
- il progressivo riequilibrio del regime idrologico e idraulico e la conseguente attenuazione del rischio idraulico
- la riduzione dell'impatto inquinante sui corpi idrici ricettori tramite la separazione e la gestione locale delle acque meteoriche delle acque meteoriche non suscettibili di inquinamento.

Il Regolamento definisce altresì:

a) ambiti territoriali di applicazione differenziati in funzione del livello di criticità idraulica dei bacini dei corsi d'acqua ricettori;

b) il valore massimo della portata meteorica scaricabile nei ricettori per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica e idrologica nei diversi ambiti territoriali individuati;

c) modalità di integrazione tra pianificazione urbanistica comunale e previsioni del piano d'ambito

d) misure differenziate per le aree di nuova edificazione e per quelle già edificate, anche ai fini dell'individuazione delle infrastrutture pubbliche di cui al piano dei servizi;

e) indicazioni tecniche costruttive ed esempi di buone pratiche di gestione delle acque meteoriche in ambito urbano;

f) meccanismi di incentivazione edilizia e urbanistica, attraverso i quali i comuni possono promuovere l'applicazione dei principi della invarianza idraulica o idrologica, nonché del drenaggio urbano sostenibile;

g) 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, in ragione delle quali sia dimostrata l'impossibilità a ottemperare ai principi di invarianza direttamente nelle aree oggetto d'intervento.

Non sono soggetti ai requisiti di invarianza idraulica e idrologica di cui al presente regolamento gli interventi che comportano la demolizione parziale, esclusa quella fino al piano terra e la ricostruzione o il ripristino o la sostituzione o la modifica o l'inserimento di elementi costitutivi che non comportano una maggiore superficie della proiezione sul suolo del filo esterno dell'edificio.

Si applicano le seguenti definizioni:

a) invarianza idraulica: 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;

b) invarianza idrologica: principio in base al quale sia le portate sia i volumi di deflusso meteorico scaricati dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelli preesistenti all'urbanizzazione;

c) drenaggio urbano sostenibile: 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;

d) acque meteoriche di dilavamento: la parte delle acque di una precipitazione atmosferica che, non assorbita o evaporata, dilava le superfici scolanti;

e) acque di prima pioggia: quelle corrispondenti, nella prima parte di ogni evento meteorico, ad una precipitazione di 5 mm uniformemente distribuita sull'intera superficie scolante servita dalla rete di raccolta delle acque meteoriche;

f) acque di seconda pioggia: la parte delle acque meteoriche di dilavamento eccedente le acque di prima pioggia;

g) acque pluviali: le acque meteoriche di dilavamento, escluse le acque di prima pioggia scolanti dalle aree esterne;

h) superficie scolante totale: la superficie, di qualsiasi tipologia, grado di urbanizzazione e capacità di infiltrazione, inclusa nel bacino afferente al ricettore sottesa dalla sezione presa in considerazione;

i) superficie scolante impermeabile: superficie risultante dal prodotto tra la superficie scolante totale per il suo coefficiente di deflusso medio ponderale;

j) superficie scolante impermeabile dell'intervento: superficie risultante dal prodotto tra la superficie interessata dall'intervento per il suo coefficiente di deflusso medio ponderale;

k) portata specifica massima ammissibile allo scarico, espressa in l/s per ettaro: portata massima ammissibile allo scarico nel ricettore per ogni ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento;

l) ricettore: corpo idrico naturale o artificiale o rete di fognatura, nel quale si immettono le acque meteoriche disciplinate dal presente regolamento;

m) titolare: soggetto tenuto alla gestione e manutenzione delle opere di invarianza idraulica e idrologica.

Sono soggetti ai requisiti di invarianza idraulica e idrologica gli interventi edilizi:

a) di ristrutturazione edilizia, solo se consistono nella demolizione totale, almeno fino alla quota più bassa del piano campagna posto in aderenza all'edificio e ricostruzione con aumento della superficie coperta dell'edificio demolito; non si considerano come aumento di superficie coperta gli aumenti di superficie derivanti da interventi di efficientamento energetico;

b) di nuova costruzione, compresi gli ampliamenti; sono escluse le sopraelevazioni che non aumentano la superficie coperta dell'edificio;

c) di ristrutturazione urbanistica;

d) relativi a opere di pavimentazione e di finitura di spazi esterni, anche per le aree di sosta, con una delle caratteristiche che seguono:
    1. di estensione maggiore di 150 mq;
    2. di estensione minore o uguale di 150 mq, solo qualora facenti parte di un intervento di cui alle lettere a), b) o c);

e) pertinenziali che comportino la realizzazione di un volume inferiore al 20 per cento del volume dell'edificio principale, con una delle caratteristiche che seguono:
    1. di estensione maggiore di 150 mq;
    2. di estensione minore o uguale di 150 mq, solo qualora facenti parte di un intervento di cui al- le lettere a), b) o c);

f) parcheggi, aree di sosta e piazze, con una delle caratteristiche che seguono:
    1. estensione maggiore di 150 mq;
    2. estensione minore o uguale di 150 mq, solo qualora facenti parte di un intervento di cui al- le lettere a), b) o c);

g) aree verdi sovrapposte a nuove solette comunque costituite;

Sono esclusi dall'applicazione del presente regolamento, nell'ambito degli interventi relativi alle infrastrutture stradali e autostradali, loro pertinenze e parcheggi, assoggettati ai requisiti di invarianza idraulica e idro- logica:

h) gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria della rete ciclopedonale, stradale e autostradale;

i) gli interventi di ammodernamento ad eccezione della realizzazione di nuove rotatorie di diametro esterno superiore ai 50 metri su strade diverse da quelle di tipo «E – strada urbana di quartiere», «F – strada locale» e «F-bis – itinerario ciclopedonale»;

j) gli interventi di potenziamento stradale per strade di tipo «E – strada urbana di quartiere», «F– strada locale» e «F-bis – itinerario ciclopedonale»;

k) la realizzazione di nuove strade di tipo «F-bis – itinerario ciclopedonale».

Le corrispondenti misure di invarianza idraulica e idrologica sono da calcolare in rapporto alla superficie interessata da tali interventi.

La riduzione della permeabilità del suolo va calcolata facendo riferimento alla permeabilità naturale originaria del sito, ovvero alla condizione preesistente all'urbanizzazione, e non alla condizione urbanistica precedente l'intervento eventualmente già alterata rispetto alla condizione zero, preesistente all'urbanizzazione.

Le misure di invarianza idraulica e idrologica si applicano alla sola superficie del lotto interessata dall'intervento comportante una riduzione della permeabilità del suolo rispetto alla sua condizione preesistente all'urbanizzazione e non all'intero lotto.

Gli interventi soggetti all'applicazione del presente regolamento devono essere considerati nella loro unitarietà e non possono essere frazionati.

Diversamente, più interventi indipendenti, ma tra loro contigui, possono prevedere la realizzazione di un'unica opera di invarianza idraulica o idrologica; a tal fine, la classe di intervento considera come superficie interessata dall'intervento la superficie complessiva data dalla somma delle superfici dei singoli interventi.

Le misure di invarianza idraulica e idrologica sono applicabili anche all'edificato e alle infrastrutture esistenti non vincolati al rispetto delle prescrizioni di cui al presente regolamento.

Il controllo e la gestione delle acque pluviali è effettuato, ove possibile, mediante sistemi che garantiscono l'infiltrazione, l'evapotraspirazione e il riuso.

La realizzazione di uno scarico delle acque pluviali in un ricettore è dovuta in caso di capacità di infiltrazione dei suoli inferiore rispetto all'intensità delle piogge più intense.

Il medesimo scarico deve avvenire a valle di invasi di laminazione dimensionati per rispettare le portate massime ammissibili.

Lo smaltimento dei volumi invasati deve avvenire secondo il seguente ordine decrescente di priorità:

a) mediante il **riuso dei volumi stoccati**, in funzione dei vincoli di qualità e delle effettive possibilità, quali innaffiamento di giardini, acque grigie e lavaggio di pavimentazioni e auto;

b) mediante **infiltrazione nel suolo o negli strati superficiali del sottosuolo**, compatibilmente con le caratteristiche pedologiche del suolo e idrogeologiche del sottosuolo, con le normative ambientali e sanitarie e con le pertinenti indicazioni contenute nella componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio (PGT) comunale;

c) **scarico in corpo idrico superficiale naturale o artificiale**;

d) **scarico in fognatura**.

Il Regolamento Regionale (allegato L) propone esempi di sistemi di controllo e drenaggio dei volumi idrici con riferimento alle dimensioni necessarie per il conseguimento degli obiettivi richiesti.

Per le progettazioni di dettaglio si applica la letteratura tecnica del settore.

Il territorio regionale è suddiviso nelle seguenti tipologie di aree, in funzione del livello di criticità idraulica dei bacini dei corsi d'acqua ricettori:

a) **aree A**, ovvero ad alta criticità idraulica: aree che comprendono i territori dei comuni, elencati nell'allegato C, ricadenti, anche parzialmente, nei bacini idrografici elencati nell'allegato B;

b) **aree B**, ovvero a media criticità idraulica: aree che comprendono i territori dei comuni, elencati nell'allegato C, non rientranti nelle aree A e ricadenti, anche parzialmente, all'interno dei comprensori di bonifica e Irrigazione;

c) **aree C**, ovvero a bassa criticità idraulica: aree che comprendono i territori dei comuni, elencati nell'allegato C, non rientranti nelle aree A e B.

Indipendentemente dall'ubicazione territoriale, sono assoggettate ai limiti indicati nel presente regolamento per le aree A, le aree inserite nei PGT comunali come ambiti di trasformazione o anche come piani attuativi previsti nel piano delle regole.

Gli scarichi nel ricettore sono limitati mediante l'adozione di interventi atti a contenere l'entità delle portate scaricate entro valori compatibili con la capacità idraulica del ricettore stesso e comunque entro i seguenti valori massimi ammissibili (ulim):

a) **per le aree A**: 10 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento;

b) **per le aree B**: 20 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento;

c) **per le aree C**: 20 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento.

Il gestore del ricettore può imporre limiti più restrittivi, qualora sia limitata la capacità o ai fini della funzionalità del sistema di raccolta e depurazione delle acque reflue.

Contenuti della relazione tecnica:

1. descrizione della soluzione progettuale di invarianza idraulica e idrologica e delle corrispondenti opere di raccolta, convogliamento, invaso, infiltrazione e scarico costituenti il sistema di drenaggio delle acque pluviali fino al punto terminale di scarico nel ricettore o di disperdimento nel suolo o negli strati superficiali del sottosuolo;
2. calcolo delle precipitazioni di progetto;
3. calcoli del processo di infiltrazione;
4. calcoli del processo di laminazione negli invasi a ciò destinati e relativi dimensionamenti;
5. calcolo del tempo di svuotamento degli invasi di laminazione;
6. calcoli e relativi dimensionamenti di tutte le componenti del sistema di drenaggio delle acque pluviali fino al punto terminale di scarico;
7. dimensionamento del sistema di scarico terminale, qualora necessario, nel ricettore, nel rispetto dei requisiti ammissibili del presente regolamento;

Asseverazione del professionista in merito alla conformità del progetto ai contenuti del presente regolamento.

In ogni caso, i contenuti del progetto di invarianza idraulica e idrologica devono essere commisurati alla complessità dell'intervento da progettare.

Nella redazione del progetto di invarianza idraulica e idrologica gli interventi di contenimento e controllo delle acque meteoriche sono dimensionati in modo da rispettare i valori di portata limite, assumendo 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.

I parametri caratteristici delle curve di possibilità pluviometrica per la determinazione delle precipitazioni di progetto da assumere sono quelli riportati da ARPA Lombardia per tutte le località del territorio regionale.

Il progetto di invarianza idraulica e idrologica deve valutare ogni possibilità di incentivare l'infiltrazione delle acque meteoriche afferenti da superfici non suscettibili di inquinamento allo scopo di tendere alla restituzione delle stesse ai naturali processi di infiltrazione preesistenti all'intervento.

Se la falda più superficiale è a quota sufficientemente inferiore al piano campagna è possibile infiltrare una parte dell'afflusso meteorico, in funzione della capacità di infiltrazione del suolo.

Se la falda più superficiale è prossima o coincidente con il piano campagna, non è ammissibile l'infiltrazione dell'afflusso meteorico.

L'analisi dell'infiltrabilità dei deflussi superficiali deve basarsi sulle conoscenze e su quanto previsto dagli strumenti di pianificazione regionali e provinciali di settore, nonché nella componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT del comune.

Nel calcolo del processo di infiltrazione devono essere adottati valori cautelativi dei coefficienti di permeabilità.

Esempi di metodologie di calcolo dell'infiltrazione sono contenute nell'allegato F del Regolamento Regionale.

Nel caso si debbano realizzare uno o più invasi di laminazione, essi dovranno comunque essere dimensionati adottando i seguenti valori parametrici del volume minimo dell'invaso, o del complesso degli invasi, di laminazione:

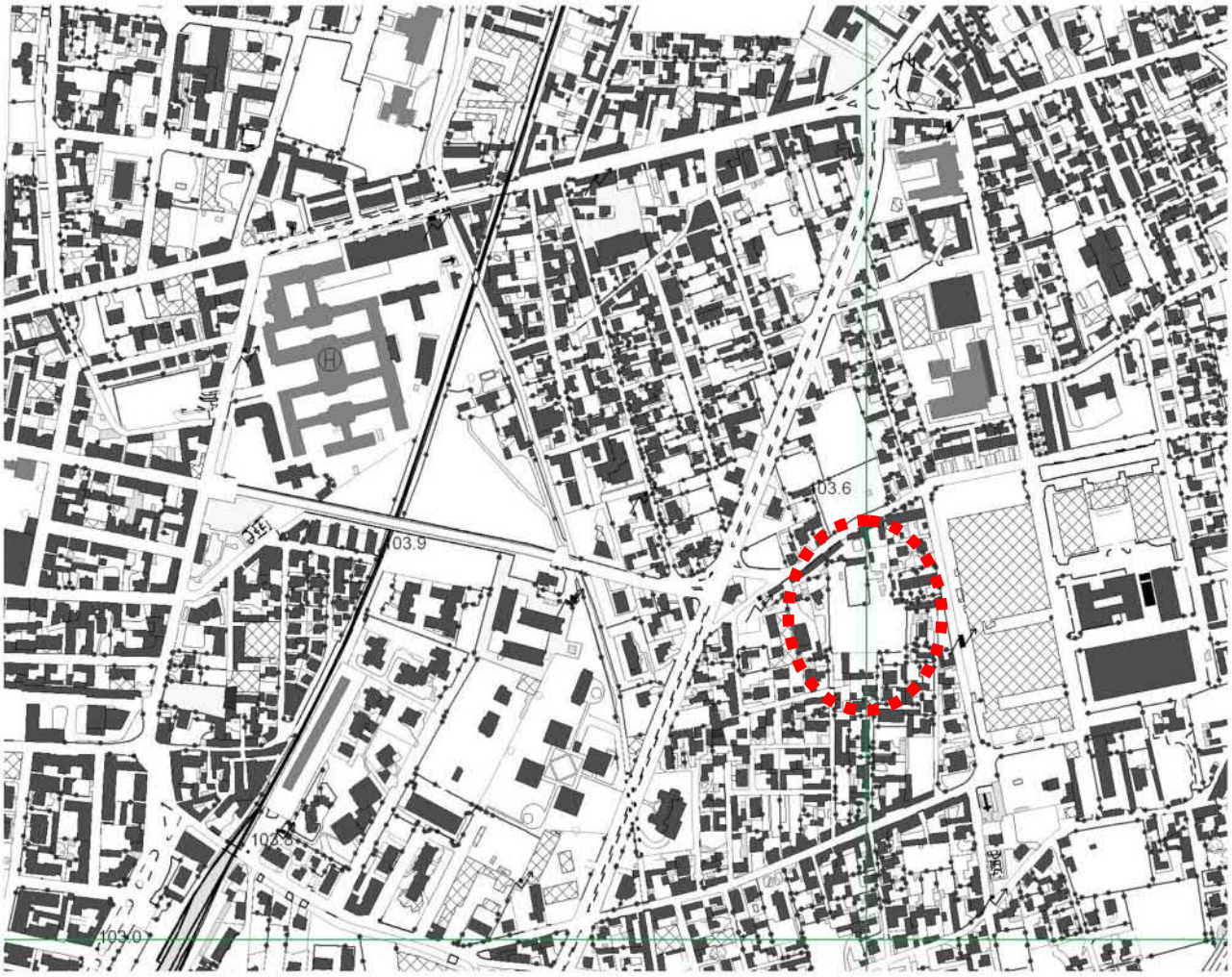
a) **per le aree A** ad alta criticità idraulica: 800 mc per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento;

b) **per le aree B** a media criticità idraulica: 500 mc per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento;

c) **per le aree C** a bassa criticità idraulica: 400 mc per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento.

UBICAZIONE E DESCRIZIONE DELL'AREA E DELLE OPERAZIONI IN PROGETTO

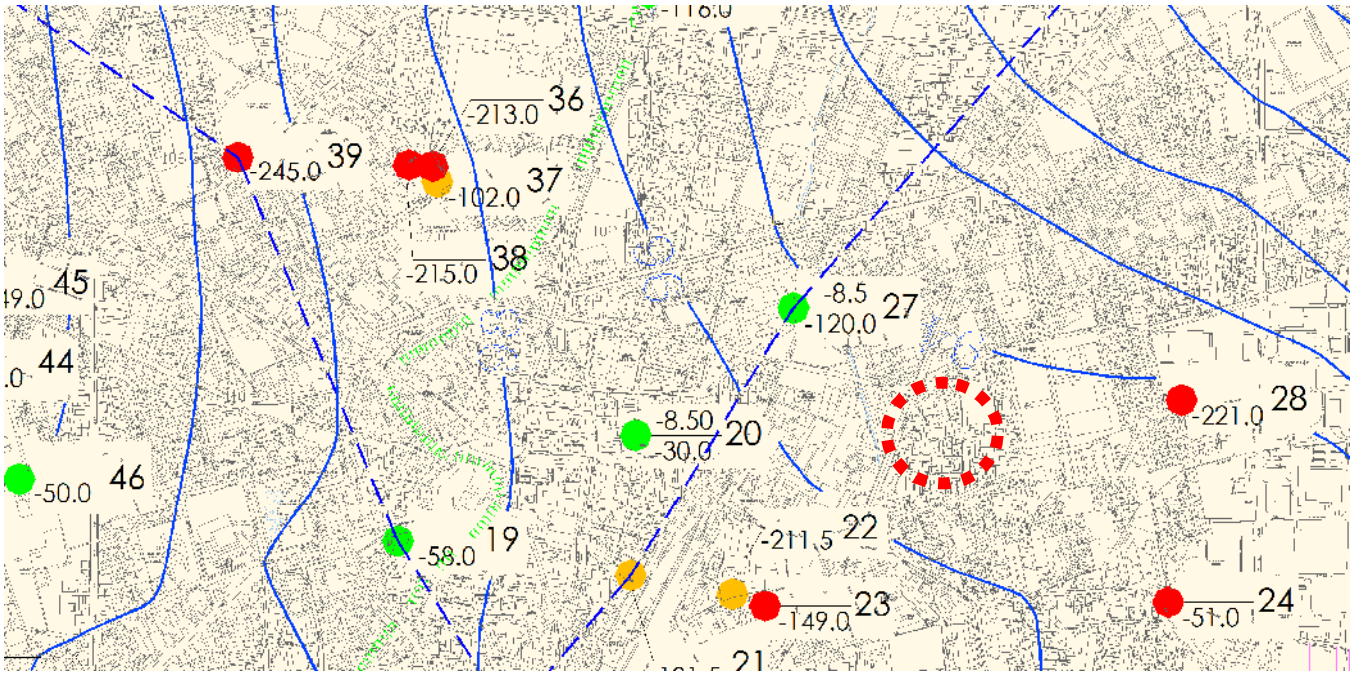
L'area in esame è sita in comune di Vigevano in Corso Argentina angolo Via Podgora.



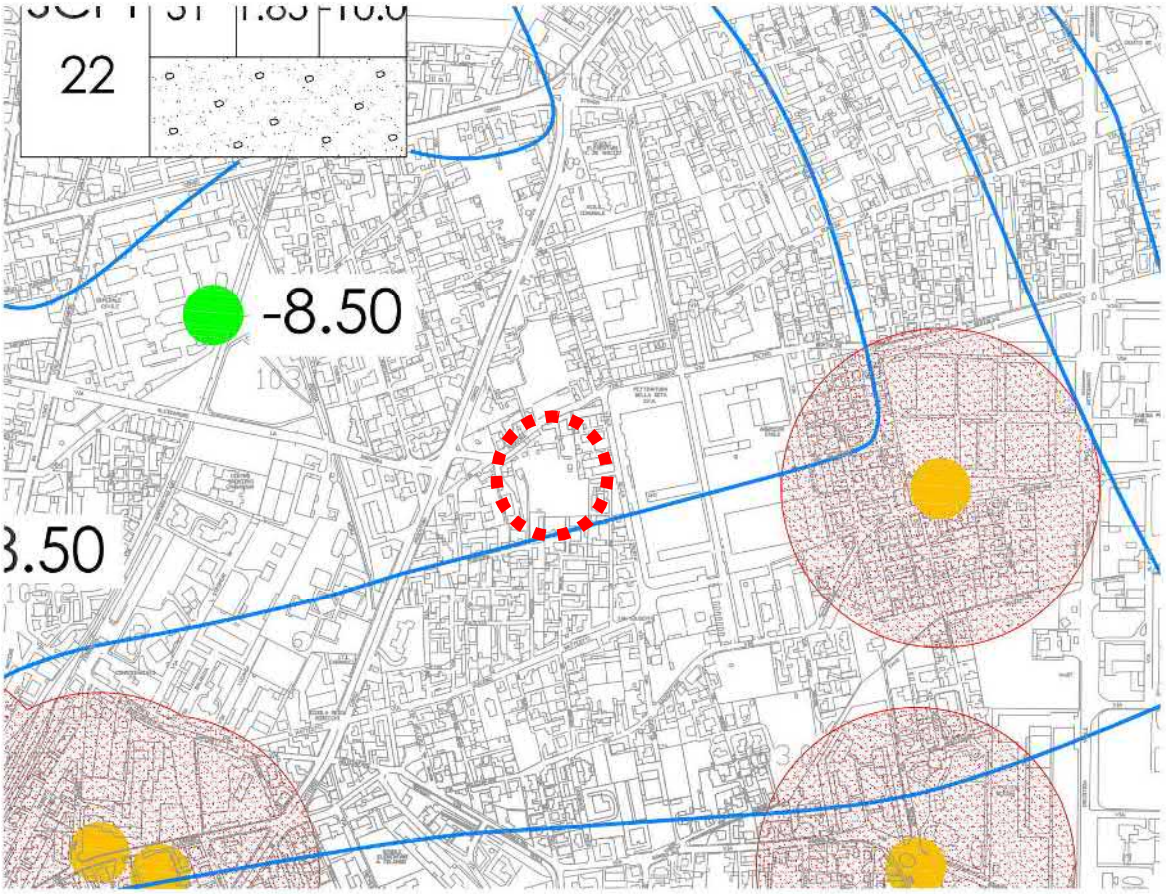
Estratto dalla Carta Tecnica Regionale con ubicazione dell'area

DATI DELLA COMPONENTE GEOLOGICA P.G.T. COMUNALE

(estratto da componente geologica PGT di Vigevano)



Estratto da PGT geologico Comune di Vigevano – Tav. 3 - Idrogeologia



Estratto da PGT geologico Comune di Vigevano – Tav. 6 – Carta di Sintesi

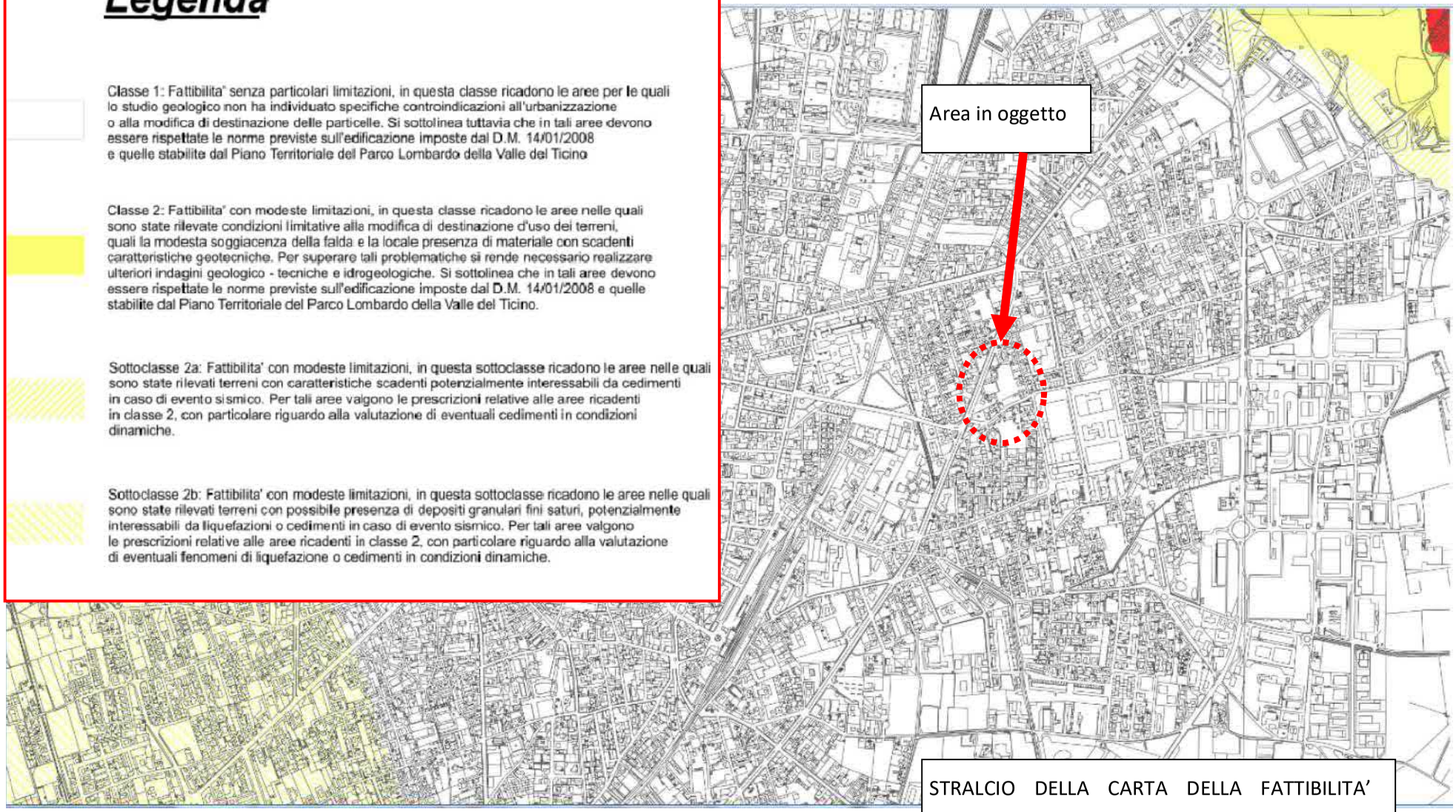
Legenda

Classe 1: Fattibilita' senza particolari limitazioni, in questa classe ricadono le aree per le quali lo studio geologico non ha individuato specifiche controindicazioni all'urbanizzazione o alla modifica di destinazione delle particelle. Si sottolinea tuttavia che in tali aree devono essere rispettate le norme previste sull'edificazione imposte dal D.M. 14/01/2008 e quelle stabilite dal Piano Territoriale del Parco Lombardo della Valle del Ticino

Classe 2: Fattibilita' con modeste limitazioni, in questa classe ricadono le aree nelle quali sono state rilevate condizioni limitative alla modifica di destinazione d'uso dei terreni, quali la modesta soggiacenza della falda e la locale presenza di materiale con scadenti caratteristiche geotecniche. Per superare tali problematiche si rende necessario realizzare ulteriori indagini geologico - tecniche e idrogeologiche. Si sottolinea che in tali aree devono essere rispettate le norme previste sull'edificazione imposte dal D.M. 14/01/2008 e quelle stabilite dal Piano Territoriale del Parco Lombardo della Valle del Ticino.

Sottoclasse 2a: Fattibilita' con modeste limitazioni, in questa sottoclasse ricadono le aree nelle quali sono state rilevati terreni con caratteristiche scadenti potenzialmente interessabili da cedimenti in caso di evento sismico. Per tali aree valgono le prescrizioni relative alle aree ricadenti in classe 2, con particolare riguardo alla valutazione di eventuali cedimenti in condizioni dinamiche.

Sottoclasse 2b: Fattibilita' con modeste limitazioni, in questa sottoclasse ricadono le aree nelle quali sono state rilevati terreni con possibile presenza di depositi granulari fini saturi, potenzialmente interessabili da liquefazioni o cedimenti in caso di evento sismico. Per tali aree valgono le prescrizioni relative alle aree ricadenti in classe 2, con particolare riguardo alla valutazione di eventuali fenomeni di liquefazione o cedimenti in condizioni dinamiche.



STRALCIO DELLA CARTA DELLA FATTIBILITA' GEOLOGICA DEL PGT COMUNALE

Carta idrogeologica

Dall'interpretazione della Carta idrogeologica allegata al P.G.T. del Comune di Vigevano, l'area di studio, avente quota topografica di m. 103,0 s.l.m si trova in corrispondenza di un livello freatico massimo posto a m. 94 sul livello del mare, pari a - m. 9 dal piano campagna.

Durante le indagini ambientali e le indagini penetrometriche realizzate per la redazione della relazione geotecnica, il livello freatico non è stato intercettato.

Carta della fattibilità geologica

L'area ricade in CLASSE 1 - Fattibilita' senza particolari limitazioni (bianca)

In questa classe ricadono le aree per le quali lo studio geologico non ha individuato specifiche controindicazioni all'urbanizzazione o alla modifica di destinazione delle particelle. Si sottolinea tuttavia che in tali aree devono essere rispettate le norme previste sull'edificazione imposte dal D.M. 17/01/2018 e quelle stabilite dal Piano Territoriale del Parco Lombardo della Valle del Ticino.

Carta di sintesi

L'area risulta esterna al raggio di rispetto di 200 metri di pozzi ad uso idropotabile.

DEFINIZIONE DELLA CRITICITA' IDRAULICA

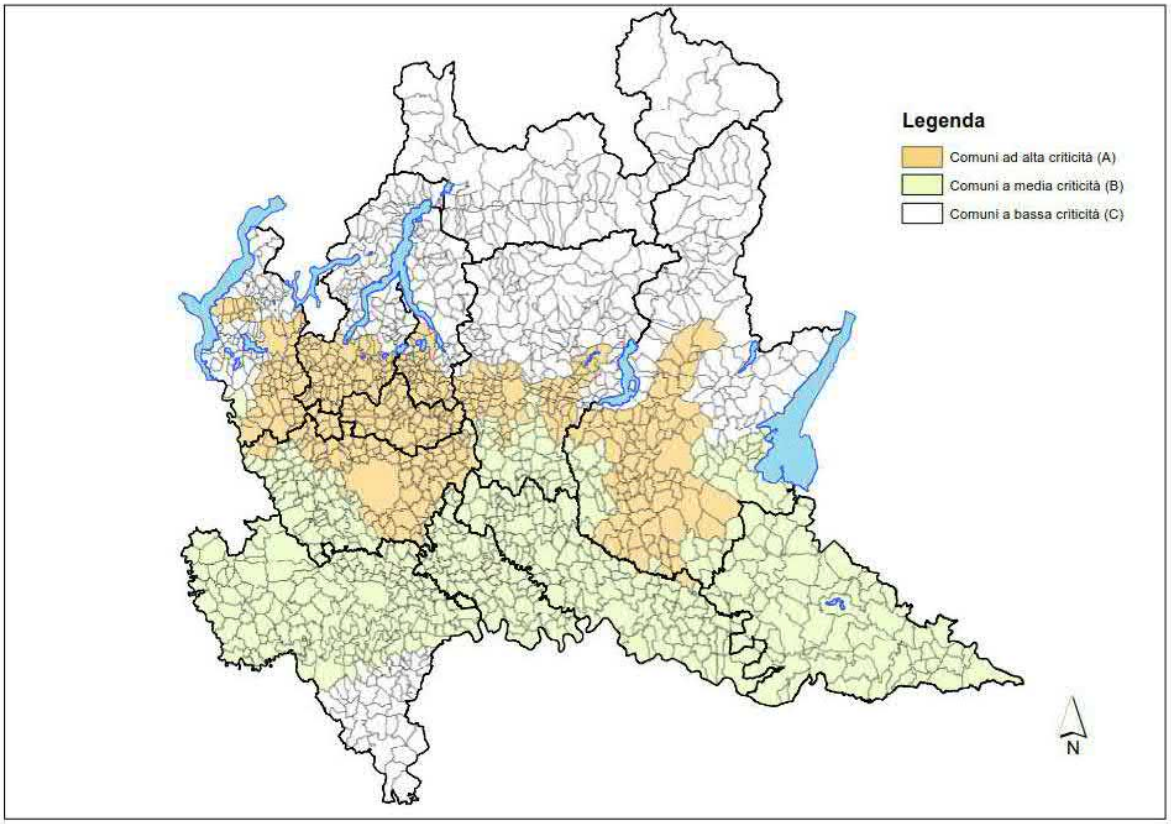
Ai sensi della D.g.r. del 20 novembre 2017, n. 7372, il territorio Lombardo è stato suddiviso in tre ambiti in cui sono inseriti i comuni, in base alla criticità idraulica dei bacini dei corsi d'acqua ricettori.

Ad ogni Comune è associata una criticità (Allegato B della Dgr):

A –alta criticità

B –media criticità

C –bassa criticità



VIADANA	MN	B
VIADANICA	BG	C
VIDIGULFO	PV	B
VIGANO SAN MARTINO	BG	A
VIGANO`	LC	A
VIGEVANO	PV	B
VIGGIU`	VA	A
VIGNATE	MI	A
VIGOLO	BG	C
VILLA BISCOSSI	PV	B

L'area di Vigevano viene assoggettata ai limiti indicati per le aree B – media criticità.

Indipendentemente dall'ubicazione territoriale, **sono assoggettate ai limiti indicati nel presente regolamento per le aree A, le aree inserite nei PGT comunali come ambiti di trasformazione** o anche come piani attuativi previsti nel piano delle regole.

Pertanto l'area in esame viene assoggettata ai limiti indicati per le aree A – alta criticità.

DESCRIZIONI GENERALI DELL'AREA E DATI AMMINISTRATIVI

Software di calcolo: Edilclima - EC737 - versione 2

Individuazione dell'area

Comune di Vigevano Provincia Pavia

Livello di criticità Area A - criticità alta

Classe dell'intervento 2 - Impermeabilizz. potenziale media

CARATTERISTICHE AREA			
Descrizione	**Tipo area**	**Superficie [m²]**	**Coeff. Afflusso ϕ**
Parcheggio - pavimentazione drenante	Area semi-impermeabile	900,0	0,65
Parcheggio - marciapiedi	Area impermeabile	280,0	0,90
Area parco - aree giochi non drenanti	Area impermeabile	873,0	1,00
Area parco - camminamenti calcestre	Area semi-impermeabile	1059,0	0,80
Area parco - aree verdi	Area permeabile	3410,0	0,30

Superficie totale 6522,0 m^2 Coefficiente afflusso medio ponderale ϕ_m 0,5489

CALCOLO DELLA PERMEABILITA'

Ai fini del 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 per il governo del territorio (invarianza idraulica), è stata stimata la permeabilità del terreno nell'area in esame attraverso il modello stratigrafico dell'area desunto dalle indagini penetrometriche svolte in sito.

Caratterizzazione litostratigrafica del sito

L'indagine ha permesso di constatare che i depositi presenti nell'area di indagine presentano litotipi a natura prevalentemente incoerente, sabbioso ghiaiosa.

Durante l'indagine non è stata rilevata la falda acquifera (il PGT geologico comunale indica la massima escursione stagionale del livello di falda a – 9 metri da piano campagna).

Ai sensi della D.g.r. del 20 novembre 2017, n. 7372, occorre valutare quali opere possano essere realizzate, in relazione al contesto litostratigrafico ed idrogeologico locale.

In particolare occorre verificare che tali opere siano in grado di raccogliere la volumetria d'acqua prodotta dalla superficie impermeabile di progetto senza interferire su aree ed edifici limitrofi o sulle condizioni idrogeologiche ed idrauliche locali.

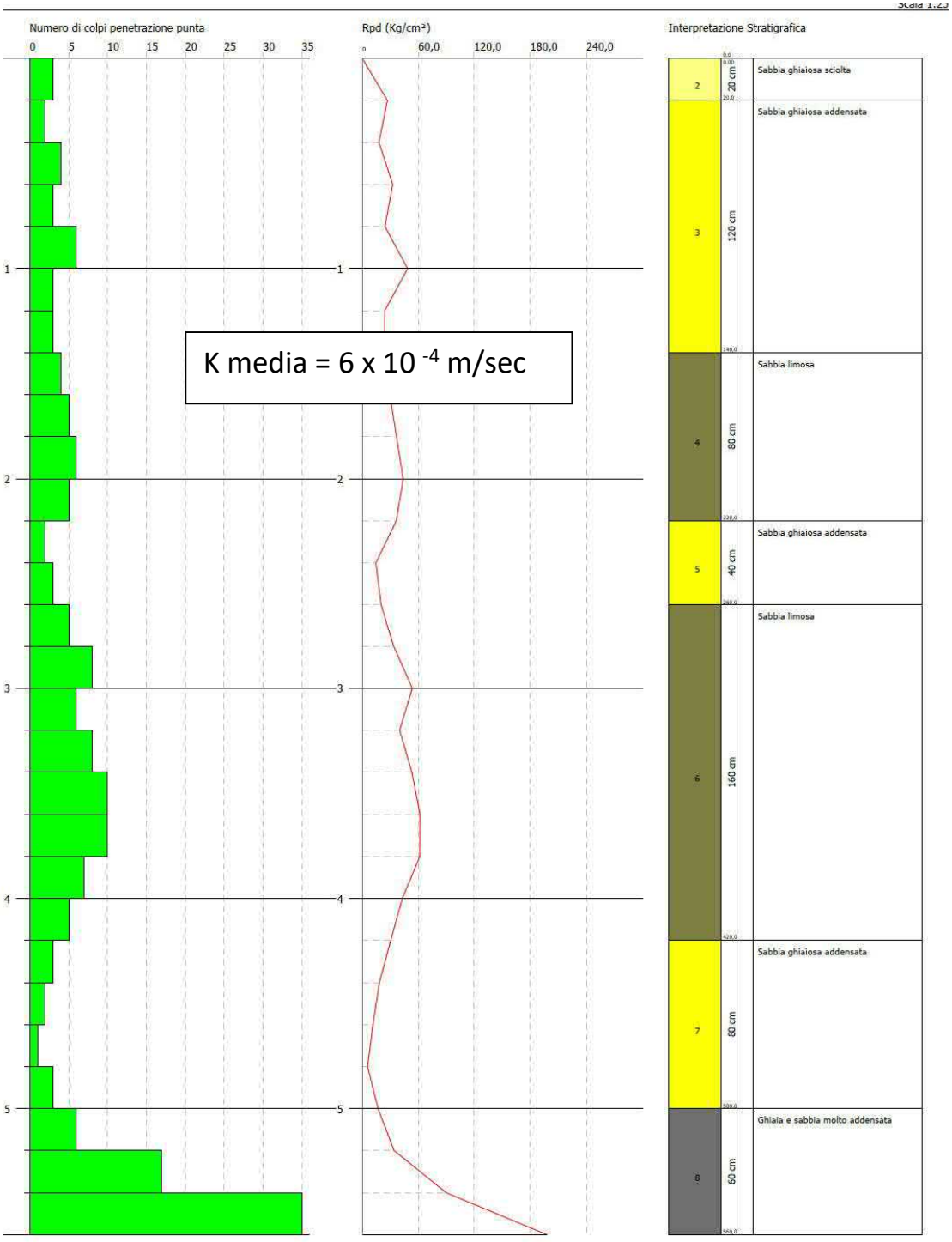
La riduzione della permeabilità del suolo va calcolata facendo riferimento alla permeabilità naturale originaria del sito, ovvero alla condizione preesistente all'urbanizzazione, e non alla condizione urbanistica precedente l'intervento eventualmente già alterata rispetto alla condizione zero, preesistente all'urbanizzazione.

Le misure di invarianza idraulica e idrologica si applicano alla sola superficie del lotto interessata dall'intervento comportante una riduzione della permeabilità del suolo rispetto alla sua condizione preesistente all'urbanizzazione e non all'intero lotto.

Si ricorda che:

il controllo e la gestione delle acque pluviali è effettuato, ove possibile, mediante sistemi che garantiscono l'infiltrazione, l'evapotraspirazione e il riuso

la realizzazione di uno scarico delle acque pluviali in un ricettore è dovuta in caso di capacità di infiltrazione dei suoli inferiore rispetto all'intensità delle piogge più intense



DESCRIZIONE DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE DI INVARIANZA IDRAULICA E/O IDROLOGICA

La soluzione adottata per il rispetto delle prescrizioni sull'invarianza idraulica e idrologica è rappresentata da trincee drenanti che permettono l'infiltrazione con scarico diretto delle acque meteoriche nel sottosuolo, rispettando ampiamente il franco dalla falda freatica.

PORTATE MASSIME SCARICABILI

Ai sensi delle normative applicabili non è previsto nessun vincolo sul valore della portata scaricabile o non viene scaricata alcuna portata in corpi idrici ricettori.

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/ora^n]*: 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, κ [-]: 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.

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.

Requisiti minimi

Per gli interventi aventi superficie interessata dall'intervento minore o uguale a 300 m^2, 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* [m^3 per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento]
- Aree B: w_{min} = 500 [m^3 per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento]
- Aree C: w_{min} = 400 [m^3 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.

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/ora^n]: parametro della linea segnalatrice di pioggia

D [ore]: durata della precipitazione

Conseguentemente il volume entrate W_e [m^3] è pari a:

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

Il volume uscente W_u [m^3], 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 [m^3]: volume di laminazione

a [mm/ora^n]: 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.

Calcolo portata infiltrata

Per calcolare la portata infiltrata dal sistema di pozzi si adotta la formulazione di Sieker (1984), che non considera, cautelativamente, come superficie infiltrante la base del pozzo, assumendo che a lungo termine, a causa dei depositi delle particelle più fini, si possa intasare.

$$Q_{inf} = n_p \cdot K_{calc} \cdot \left(\frac{L + H}{L + H/2}\right) \cdot A_f$$

$$A_f = \pi \cdot \left[\left(\frac{D}{2} + \frac{H}{2}\right)^2 - \left(\frac{D}{2}\right)^2\right]$$

Q_{inf} *[m³/s]*: portata infiltrata

n_p *[-]*: numero dei pozzi

K_{calc} *[m/s]*: coefficiente di permeabilità di calcolo del terreno a lungo termine

H [m]: altezza dell'acqua rispetto al fondo del pozzo

D [m]: diametro dei pozzi/o

L [m]: distanza tra il fondo del pozzo e il livello della falda

A_f *[m²]*: superficie d'infiltrazione di calcolo

In caso di presenza di più pozzi il funzionamento è calcolato in parallelo.

Nel calcolo del processo di infiltrazione vengono adottati valori cautelativi dei coefficienti di permeabilità del terreno idonei a rappresentare condizioni di permeabilità a lungo termine.

PRINCIPALI RISULTATI DEI CALCOLI

Si riportano di seguito i risultati del calcolo.

CALCOLO DELLA PORTATA MASSIMA SCARICATA

Trattandosi di sistema ad infiltrazione non ci sono portate scaricate.

CARATTERISTICHE GENERALI

Comune di Vigevano Provincia Pavia

Livello di criticità Area A - criticità alta

Metodi di calcolo adottati
Requisiti minimi Metodo delle sole piogge

Portata massima scaricabile
Ai sensi delle normative applicabili e/o avendo adottato sistemi ad infiltrazione (pozzi disperdenti, trincee drenanti, ecc.) non è previsto nessun vicolo sul valore della portata scaricabile o non viene scaricata alcuna portata in corpi idrici ricettori.

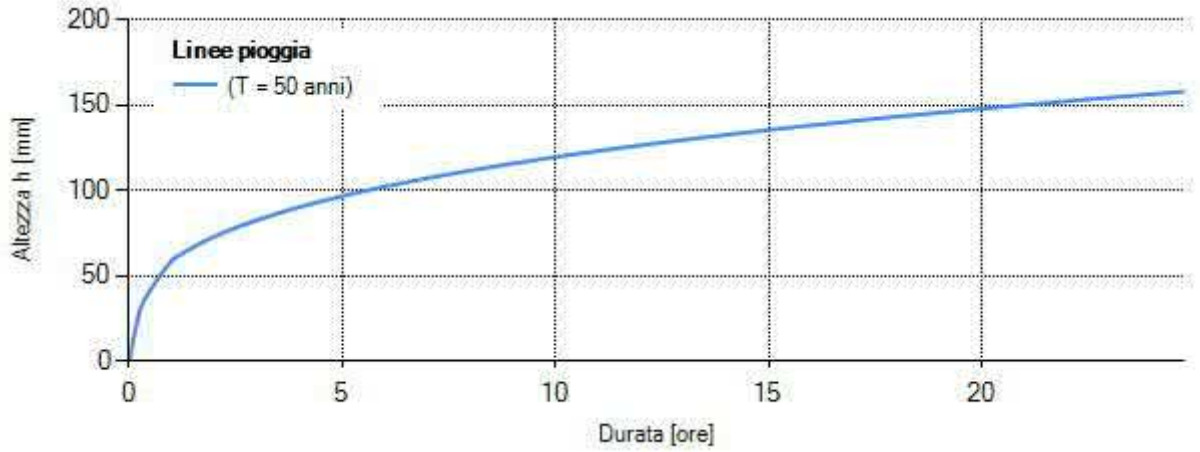
Definizione aree			
Descrizione	Tipo area	Superficie [m²]	Coeff. Afflusso ϕ
Parcheggio - pavimentazione drenante	Area semi-impermeabile	900,0	0,65
Parcheggio - marciapiedi	Area impermeabile	280,0	0,90
Area parco - aree giochi non drenanti	Area impermeabile	873,0	1,00
Area parco - camminamenti calcestre	Area semi-impermeabile	1059,0	0,80
Area parco - aree verdi	Area permeabile	3410,0	0,30

Sup. totale intervento 6522,0 m² Coeff. afflusso medio ponderale ϕ_m 0,5489

LINEE SEGNALATRICI DI PROBABILITÀ PLUVIOMETRICA T=50 anni

Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica			
Coefficiente pluviometrico orario	a_1	27,64	mm/h^n
Coefficiente di scala	n	0,3061	-
GEV - Parametro alfa	α	0,2951	-
GEV - Parametro kappa	k	-0,0739	-
GEV - Parametro epsilon	ε	0,8061	-
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= 50 anni) h [mm]
0	0,00
1	59,17
2	73,16
3	82,82
4	90,45
5	96,84
6	102,40
7	107,35
8	111,83
9	115,93
10	119,73
11	123,27
12	126,60
13	129,74
14	132,72
15	135,55
16	138,26
17	140,85
18	143,33
19	145,72
20	148,03
21	150,26
22	152,41
23	154,50
24	156,53

Scelta tempo di ritorno

Dimensionamento delle opere di invarianza idraulica ed idrologica

Tempo di ritorno adottato		50	anni
Coefficiente probabilistico	w_T	2,141	-
Parametro pioggia	a	59,170	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 [m²]	Coeff. Afflusso ϕ	T. corriv. t_c [min]
Parcheggio - pavimentazione drenante	Area semi-impermeabile	900,0	0,65	-
Parcheggio - marciapiedi	Area impermeabile	280,0	0,90	-
Area parco - aree giochi non drenanti	Area impermeabile	873,0	1,00	-
Area parco - camminamenti calcestre	Area semi-impermeabile	1059,0	0,80	-
Area parco - aree verdi	Area permeabile	3410,0	0,30	-
Superficie totale intervento: 6522,0 m²		Valori medi	0,5489	

DIMENSIONAMENTO SISTEMA D'INVARIANZA

Metodo dei requisiti minimi			
Volume specifico minimo	w_0	560,00	m^3/ha_{imp}
Volume invaso minimo	W_0	200,49	m^3
Nota: Requisito minimo ridotto del 30% in quanto si adottano sole strutture d'infiltrazione e non si prevedono scarichi in corpi idrici ricettori.			

Metodo delle sole piogge			
Durata critica	D_W	0,08	ore
Volume invaso minimo	W_0	30,55	m^3

$$D_w = \left(\frac{1000 \cdot Q_{umax}}{2{,}78 \cdot \varphi_m \cdot a \cdot n \cdot A}\right)^{\frac{1}{n-1}}$$

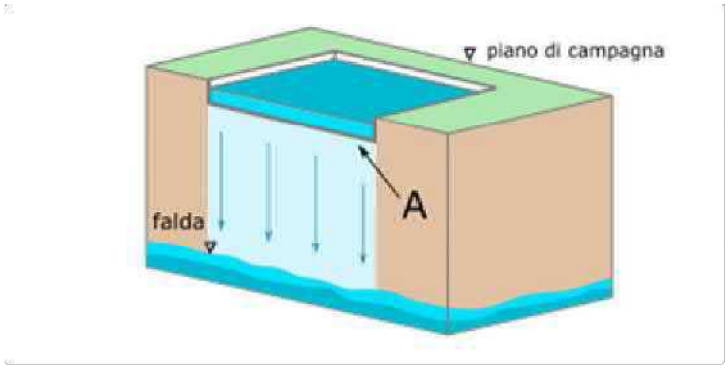
$$W_0 = 10 \cdot \varphi_m \cdot a \cdot D_w^n \cdot A - 3{,}6 \cdot Q_{umax} \cdot D_w$$

VERIFICA SISTEMA D'INVARIANZA

Dimensioni invaso			
Superficie pianta invaso	A_{inv}	170,00	m^2

Verifiche invaso						
		Valore Progetto		**Valore Ammissibile**		**VERIFICA**
Altezza utile invaso	H	1,20	≥	1,18	m	**Positiva**
Volume utile invaso	W	204,00	≥	200,49	m^3	**Positiva**
Tempo di svuotamento	T_{sv}	0,5	≤	48,0	ore	**Positiva**
Portata massima scaricata	Q	0,00				

Sistema di scarico	
Tipologia di svuotamento	Infiltrazione a portata costante

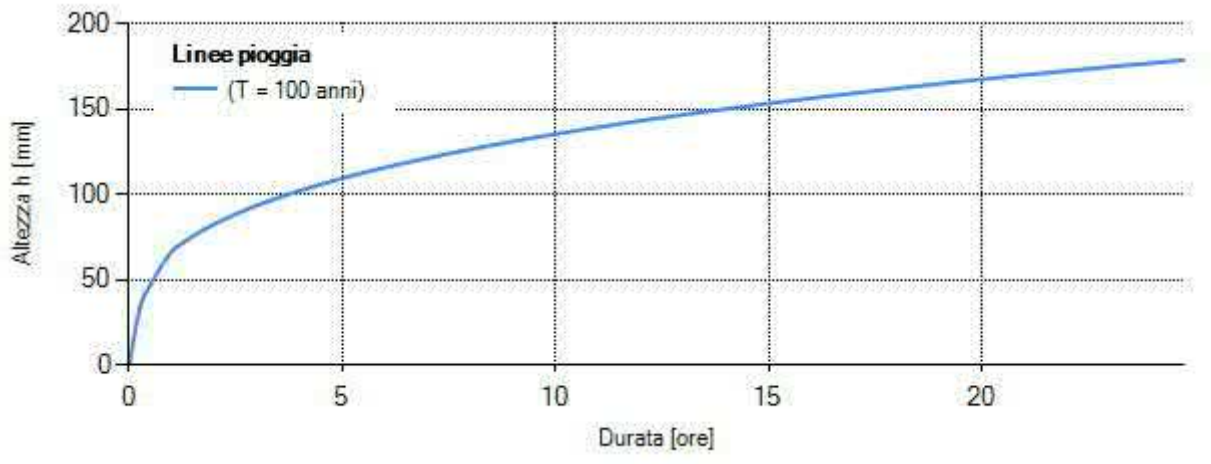


Portata massima scaricabile	$Q_{u,max}$	102,00	l/s
Coeff. permeabilità di calcolo	K_{calc}	60,00	m/s * 10^{-5}
Gradiente idraulico	i	1,00	m/s
Area di infiltrazione	Af	170,00	m2

LINEE SEGNALATRICI DI PROBABILITÀ PLUVIOMETRICA T=100 anni

Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica			
Coefficiente pluviometrico orario	a_1	27,64	mm/h^n
Coefficiente di scala	n	0,3061	-
GEV - Parametro alfa	α	0,2951	-
GEV - Parametro kappa	k	-0,0739	-
GEV - Parametro epsilon	ε	0,8061	-
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	66,97
2	82,80
3	93,74

4	102,37
5	109,60
6	115,89
7	121,49
8	126,56
9	131,21
10	135,51
11	139,52
12	143,29
13	146,84
14	150,21
15	153,42
16	156,48
17	159,41
18	162,22
19	164,93
20	167,54
21	170,06
22	172,50
23	174,86
24	177,15

Scelta tempo di ritorno			
Verifica dei franchi di sicurezza delle opere			
Tempo di ritorno adottato		100	anni
Coefficiente probabilistico	w_T	2,423	-
Parametro pioggia	a	66,968	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]
Parcheggio - pavimentazione drenante	Area semi-impermeabile	900,0	0,65	-
Parcheggio - marciapiedi	Area impermeabile	280,0	0,90	-
Area parco - aree giochi non drenanti	Area impermeabile	873,0	1,00	-
Area parco - camminamenti calcestre	Area semi-impermeabile	1059,0	0,80	-
Area parco - aree verdi	Area permeabile	3410,0	0,30	-

Superficie totale intervento: 6522,0 m^2 Valori medi 0,5489

DIMENSIONAMENTO SISTEMA D'INVARIANZA

Metodo dei requisiti minimi			
Volume specifico minimo	w_0	560,00	m^3/ha_{imp}
Volume invaso minimo	W_0	200,49	m^3

Nota: Requisito minimo ridotto del 30% in quanto si adottano sole strutture d'infiltrazione e non si prevedono scarichi in

corpi idrici ricettori.

Metodo delle sole piogge			
Durata critica	D_W	0,11	ore
Volume invaso minimo	W_0	39,14	m³

$$D_w = \left(\frac{1000 \cdot Q_{umax}}{2{,}78 \cdot \varphi_m \cdot a \cdot n \cdot A}\right)^{\frac{1}{n-1}}$$

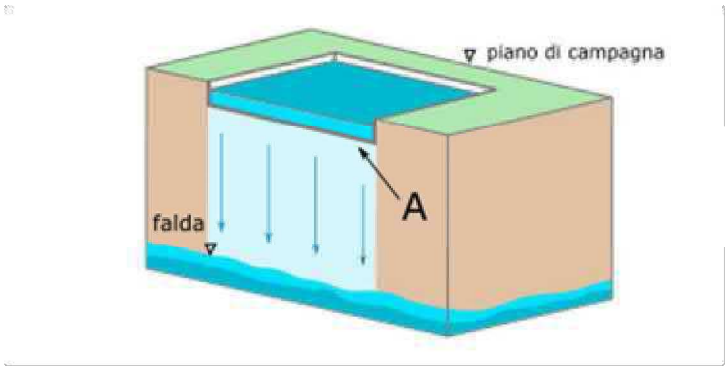
$$W_0 = 10 \cdot \varphi_m \cdot a \cdot D_w^n \cdot A - 3{,}6 \cdot Q_{umax} \cdot D_w$$

VERIFICA SISTEMA D'INVARIANZA

Dimensioni invaso			
Superficie pianta invaso	A_{inv}	170,00	m²

Verifiche invaso						
		Valore Progetto		**Valore Ammissibile**		**VERIFICA**
Altezza utile invaso	H	1,20	≥	1,18	m	**Positiva**
Volume utile invaso	W	204,00	≥	200,49	m³	**Positiva**
Tempo di svuotamento	T_{sv}	0,5	≤	48,0	ore	**Positiva**
Portata massima scaricata	Q	0,00				

Sistema di scarico			
Tipologia di svuotamento	Infiltrazione a portata costante		



Portata massima scaricabile	$Q_{u,max}$	102,00	l/s
Coeff. permeabilità di calcolo	K_{calc}	60,00	m/s * 10^{-5}
Gradiente idraulico	i	1,00	m/s
Area di infiltrazione	Af	170,00	m2

CONCLUSIONI

Lo studio di invarianza idraulica realizzato in applicazione dei seguenti metodi di calcolo:

- **metodo dei requisiti minimi**
- **metodo delle sole piogge**

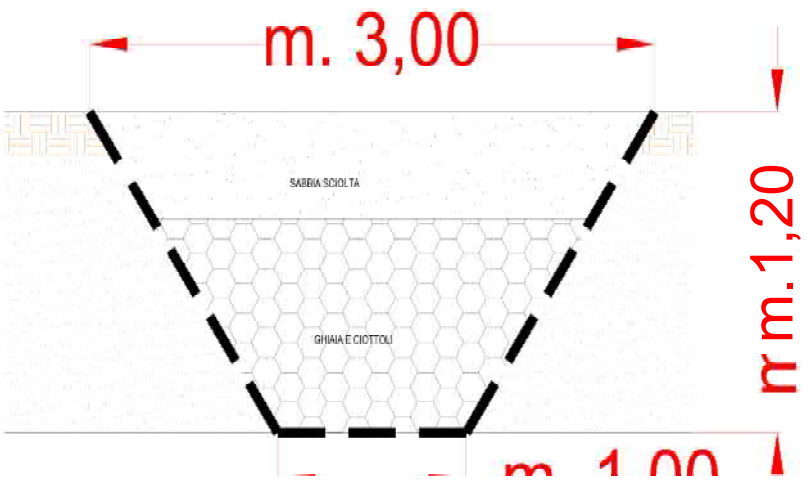
ha comportato:

- **dimensionamento delle opere di invarianza idraulica ed idrologica con tempi di ritorno T= 50 anni**
- **verifica dei franchi di sicurezza delle opere con tempi di ritorno T= 100 anni**

e determina un volume idrico meteorico con T=50 anni verificato con T=100 anni di mc. 200,49.

Le strutture di infiltrazione progettate, grazie alla permeabilità naturale determinata mediante prove in sito, garantiscono l'assorbimento ed il drenaggio di mc. 204,00 durante l'evento piovoso con tempo di ritorno T=100 anni di riferimento, corrispondente ad una superficie di invaso teorico di mq. 170 di altezza m. 1,20.

Nell'ipotesi progettata di recapito per l'infiltrazione nel sottosuolo delle acque meteoriche scolanti, ammissibile per permeabilità naturale dei sedimenti alluvionali e franco dalla falda freatica, risulta necessaria la realizzazione di un sistema drenante lineare (trincee drenanti di sezione trapezia con H=cm.120), come sotto rappresentato schematicamente.



La lunghezza complessiva delle trincee dovrà risultare pari a 60 metri lineari così suddivisi:

- **m. 15 nell'area parcheggio**
- **m. 45 distribuite lungo il perimetro dell'area parco.**