



**Comune di Liscate**  
Città Metropolitana di Milano



**PIANO ATTUATIVO**  
COSTITUENTE VARIANTE AL P.G.T.  
PER INSEDIAMENTO  
ATTIVITA' DI LOGISTICA

**AP1**

VIA SAN PAOLO DELLA CROCE ANGOLO VIA VENEZIA

DOCUMENTO

- **RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA**
- **RELAZIONE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA**

COMMITTENTE

Soc. **FUTURA 2020 s.r.l.**  
con sede in **BRESCIA** via **CRETA** N.52

PROGETTISTA

DIREZIONE LAVORI

ALLEGATO

**Dott.Arch. Bottoni Alice**

Via Monsignor Orsenigo, 2 - Melzo (MI)  
tel. 02.95731467

**D**

COLLABORATORI

DATA

SCALA

SCALA PLOT

Geom. G. Bottoni  
Geom. A. Ripamonti

Marzo 2021

DIM. FOGLIO

AGG.	DATA	DESCRIZIONE
0		
1		
2		
3		
4		
5		
6		

PERCORSO FILE

NOME FILE

Rif. L2691

Comune di

## Liscate

(Città Metropolitana di Milano)

**Piano Attuativo "Ap1" - Realizzazione di nuovi insediamenti produttivi**

# RELAZIONE GEOLOGICA e SISMICA (R1+R3)

ai sensi del D.M. 17-01-2018 e della DGR IX 2616/2011



Vermeer, *Il Geografo* - 1668

**GEOARBOR STUDIO  
PROFESSIONALE**

**Dr. Geol. Carlo D. Leoni**

Iscrizione N° 776 all'Albo  
dell'Ordine dei Geologi  
della Regione Lombardia  
C.F. LNECLD59T23F205Z  
Partita IVA 06708220964

- *Geologia*
- *Geotecnica*
- *Idrogeologia*
- *Indagini ambientali*
- *Pianificazione territoriale*
- *Cave, discariche*
- *Ripristini ambientali*
- *Indagini geognostiche*
- *Ingegneria naturalistica*
- *Pozzi*
- *Rilievi topografici*
- *Rilievi GPS*
- *Laboratorio geotecnico*
- *Studi Idroelettrici*

**Committente: STUDIO BOTTONI**

Vaprio D'Adda, 08/09/2020

Dott. Geol. Carlo Leoni



## SOMMARIO

1. Premessa .....	2
2. Vincoli geologici, idrogeologici, idraulici e verifica della compatibilità dell'intervento con la fattibilità geologica locale ai sensi della DGR 2616/2011 .....	5
3. Inquadramento geologico, geomorfologico ed idrogeologico dell'area di indagine .....	8
3.1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DELL'AREA IN ESAME.....	8
3.1. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO DELL'AREA IN ESAME .....	9
4. Indagini eseguite.....	11
4.1. INDAGINI GEOTECNICHE IN SITO .....	14
4.1.1. PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE SCPT (prove P1-P2-P3-P4-P5) .....	14
4.1.2 PROVE DI PERMEABILITÀ TIPO LEFRANC A CARICO VARIABILE.....	15
5. Modello geotecnico del sottosuolo e scelta dei parametri caratteristici del terreno .....	18
6. Pericolosità sismica locale .....	23
6.1 ANALISI SISMICA DI PRIMO LIVELLO .....	23
7. Valutazione dell'accelerazione sismica massima del sito.....	24
8. Verifica alla liquefazione .....	27
9. Considerazioni conclusive .....	29

## ALLEGATI

- *Planimetria con ubicazione delle indagini eseguite;*
- *Tabulati e grafici prove penetrometriche dinamiche SCPT;*
- *Risultati prova di permeabilità tipo Lefranc;*
- *Prova sismica masw di riferimento;*
- *Modulo 9 – Asseverazione relazione geologica*

*pag. 1*

**Relazione geologica (R1-R3) – Piano Attuativo "Ap1", realizzazione nuovi insediamenti industriali**

<i>Rif.Geo. L2691</i>		<i>Referente: S.O.</i>
<i>Data elaborato: settembre 2020</i>	<i>Rev1:</i>	<i>Rev2:</i>
<i>GeoArborStudio di Leoni Carlo Via Concesa, 3 - 20069 Vaprio d'Adda</i>	<i>Tel. 0295763037 - Tel/Fax: 0295761942 C.F. LNECLD59T23F205Z Partita IVA 06708220964</i>	<i>www.geoarbor.it info@geoarbor.it</i>

## 1. Premessa

In seguito all'incarico conferito dallo Studio Bottoni di Melzo per conto della società Futura 2000 s.r.l., proprietaria dell'area in esame, è stata eseguita una campagna di indagini geognostiche volte alla definizione delle caratteristiche geologiche, idrogeologiche, geotecniche e sismiche dell'area posta all'angolo tra via Venezia e via S.P. Della Croce nel Comune di Liscate (MI), all'interno del Piano Attuativo denominato "Ap1", nell'ambito del progetto di realizzazione di nuovi insediamenti produttivi.

L'area oggetto dell'intervento si colloca nel settore nord-ovest del territorio comunale di Liscate in prossimità del limite amministrativo con il comune di Vignate e si presenta come una superficie planare verde posta ad una quota media di 113/114 m s.l.m.



Fig. 1 - Inquadramento corografico dell'area di intervento su CTR



Fig. 2 - Inquadramento corografico dell'area di intervento su foto aerea (fonte: Google Earth)

pag.2

**Relazione geologica (R1-R3) – Piano Attuativo "Ap1", realizzazione nuovi insediamenti industriali**

Rif.Geo. L2691		Referente: S.O.
Data elaborato: settembre 2020	Rev1:	Rev2:
Geo.ArborStudio di Leoni Carlo Via Concesa, 3 - 20069 Vaprio d'Adda	Tel. 0295763037 - Tel/Fax: 0295761942 C.F. LNECLD59T23F205Z Partita IVA 06708220964	www.geoarbor.it info@geoarbor.it





Fig. 3 - Inquadramento di dettaglio dell'area oggetto di intervento su ortofoto

La presente relazione geologica viene redatta ai sensi della **D.M. 17/11/2018 - NTC2018 (relazione geologica R1)** e ai sensi della **DGR 2616/2011 (relazione geologica R3)**.

La prima (ai sensi della DGR 2616/2011) è finalizzata a verificare la fattibilità dell'intervento proposto sviluppando le indagini geologiche, geofisiche e geotecniche nonché le verifiche richieste dalle norme di attuazione del PGT per la specifica classe di fattibilità geologica e per la specifica classe di pericolosità sismica che l'estensore dello studio geologico del PGT ha attribuito all'area dove ricade l'intervento, indicando eventuali opere di mitigazione del rischio che si dovranno realizzare per rendere fattibile l'opera.

La seconda (ai sensi delle **NTC 2018 – D.M. 17/01/2018**) è finalizzata a ricostruire il modello geologico necessario all'estensore della relazione geotecnica per poter estendere i risultati delle indagini geologiche, geofisiche e geotecniche a tutto il volume significativo coinvolto dalla costruzione, nonché ad approfondire eventuali ulteriori criticità che il geologo dovesse aver riscontrato in sito oltre a quelle segnalate nel PGT.

Per la caratterizzazione litostratigrafica e geomeccanica dell'area interessata dall'intervento: sono state eseguite in data 27 luglio 2020 **n. 5 prove penetrometriche dinamiche SCPT**. Sono state inoltre eseguite **n.2 prove di permeabilità** tipo Lefranc per la valutazione della permeabilità dei terreni.

Considerata l'omogeneità litostratigrafia e geomeccanica dei terreni presenti nell'ambito della zona indagata e tenuto in considerazione l'estensione del lotto da indagare, si ritiene che le indagini eseguite siano sufficienti per poter caratterizzare i terreni in oggetto e che sia stato sia stato indagato il "volume significativo" come previsto dalle NTC 2018.

Sulla base del **D.g.r. 11 luglio 2014 - n. X/2129** "Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (l.r. 1/2000, art. 3, c. 108, lett. d)", **il territorio comunale di Liscate è stato classificato come ZONA 3**. In riferimento a quest'ultima normativa, sulla base della litostratigrafia rilevata e delle

pag.3

**Relazione geologica (R1-R3) – Piano Attuativo "Ap1", realizzazione nuovi insediamenti industriali**

Rif.Geo. L2691		Referente: S.O.
Data elaborato: settembre 2020	Rev1:	Rev2:
Geo.Arbor.Studio di Leoni Carlo Via Concesa, 3 - 20069 Vaprio d'Adda	Tel. 0295763037 - Tel/Fax: 0295761942 C.F. LNECLD59T23F205Z Partita IVA 06708220964	www.geoarbor.it info@geoarbor.it

indagini sismiche eseguite, è possibile attribuire ai terreni indagati il profilo stratigrafico del suolo di fondazione di “tipo C”.

In riferimento all’Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3274 del 20/03/2003 e sulla base della litostratigrafia rilevata e dell’indagine sismica di riferimento (prova sismica masw eseguita a circa 900 m in direzione est sulla medesima unità litologica), è possibile attribuire ai terreni indagati il profilo stratigrafico del **suolo di fondazione di “tipo C”**.

Dall’analisi sismica allegata al PGT comunale emerge che tutto il territorio comunale è classificabile come suolo di tipo “B”. Tuttavia, visto che il valore di Vs30 calcolato è comunque basso e al limite con la tipologia “C” e che dall’approfondimento sismico di II livello eseguito nel PGT comunale risulta che il fattore di amplificazione sismico (Fa) è maggiore del valore soglia individuato dalla regione Lombardia, si è pertanto deciso di confermare un suolo di tipo “C”.

#### **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

- ✓ D.M. 14 Gennaio 2008: Norme tecniche per le costruzioni
- ✓ CIRCOLARE 2 febbraio 2009, n. 617: Istruzioni per l'applicazione delle 'Nuove norme tecniche per le costruzioni' di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008. (GU n. 47 del 26-2-2009 - Suppl. Ordinario n.27)
- ✓ Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3274 del 20/03/2003
- ✓ Eurocodice 7: Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali.
- ✓ Eurocodice 8: Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.
- ✓ D.G.R. n. 2616/2011 criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell’art. 57 della l.r. 11 marzo 2005, n. 12 – testo integrale
- ✓ D.G.R. n. 2129/14 Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia. Disposizioni in materia di opere o di costruzioni e relativa vigilanza in zone sismiche
- ✓ LR 33/15 Disposizioni in materia di opere o di costruzioni e relativa vigilanza in zone sismiche. Approvazione delle linee di indirizzo e coordinamento per l’esercizio delle funzioni trasferite ai comuni in materia sismica
- ✓ D.G.R. n. 5001/16 Approvazione delle linee di indirizzo e coordinamento per l’esercizio delle funzioni trasferite ai comuni in materia sismica
- ✓ D.M. 17 Gennaio 2018: Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”

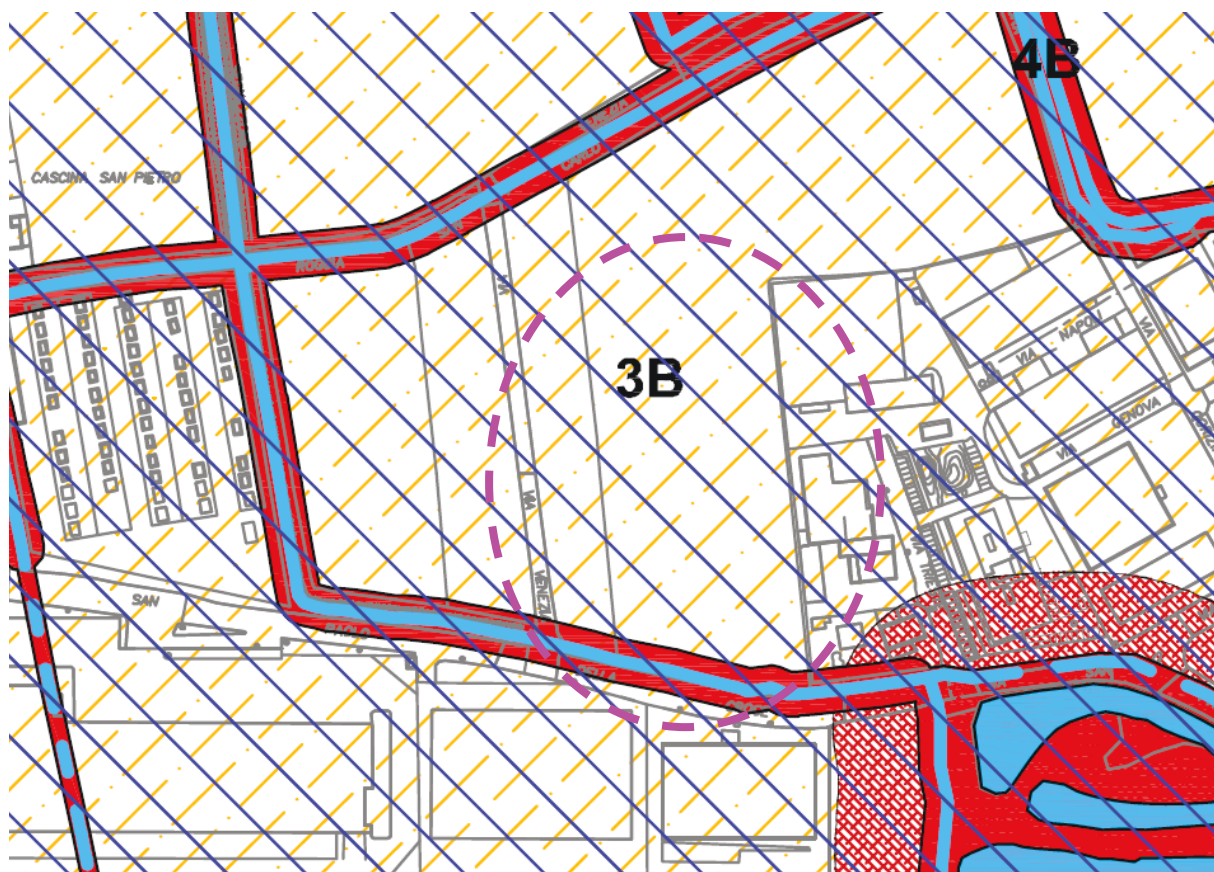
pag.4

#### **Relazione geologica (R1–R3) – Piano Attuativo “Ap1”, realizzazione nuovi insediamenti industriali**

Rif.Geo. L2691		Referente: S.O.
Data elaborato: settembre 2020	Rev1:	Rev2:
Geo.Arbor.Studio di Leoni Carlo Via Concesa, 3 - 20069 Vaprio d'Adda	Tel. 0295763037 - Tel/Fax: 0295761942 C.F. LNECLD59T23F205Z Partita IVA 06708220964	www.geoarbor.it info@geoarbor.it

## 2. Vincoli geologici, idrogeologici, idraulici e verifica della compatibilità dell'intervento con la fattibilità geologica locale ai sensi della DGR 2616/2011

LA CARTA DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA allegata al PGT, redatta ai sensi della L.R. 12/05 (vedi stralcio allegato in fig.4), attribuisce all'area in esame una **CLASSE DI FATTIBILITÀ 3B – fattibilità con consistenti limitazioni**, a causa della bassa soggiacenza della falda freatica.



**SOTTOCLASSE 3b - Fattibilità con consistenti limitazioni**

**Descrizione**

Aree caratterizzate da elevata vulnerabilità dell'acquifero freatico. L'intero territorio comunale presenta dei livelli di soggiacenza della falda freatica inferiori a m. 6 da p.c. L'acquifero presenta oscillazioni stagionali dell'ordine di 2 m. Nel periodo estivo risulta prossimo al piano campagna, raggiungendo livelli di soggiacenza pari a - 2/3 m. da p.c. In corrispondenza del centro urbano del territorio comunale.

**3B**

**Prescrizioni**

Per le nuove opere edificatorie e/o di ampliamento ricadenti all'interno di queste aree, dovrà essere eseguita un'indagine idrogeologica di dettaglio al fine di escludere il pericolo di contaminazione della falda superficiale. Opere in sotterraneo, seppur sconsigliate, potranno essere eseguite con particolari cautele di impermeabilizzazioni, in quanto le aree sono soggette a fluttuazioni della falda freatica. Occorrerà, inoltre, prevedere interventi volti alla mitigazione del rischio di contaminazione della falda superficiale: collegamento alla rete fognaria o realizzazione di fosse tipo IMHOFF.

Fig. 4– Estratto della carta della fattibilità geologica allegata al PGT di Liscate

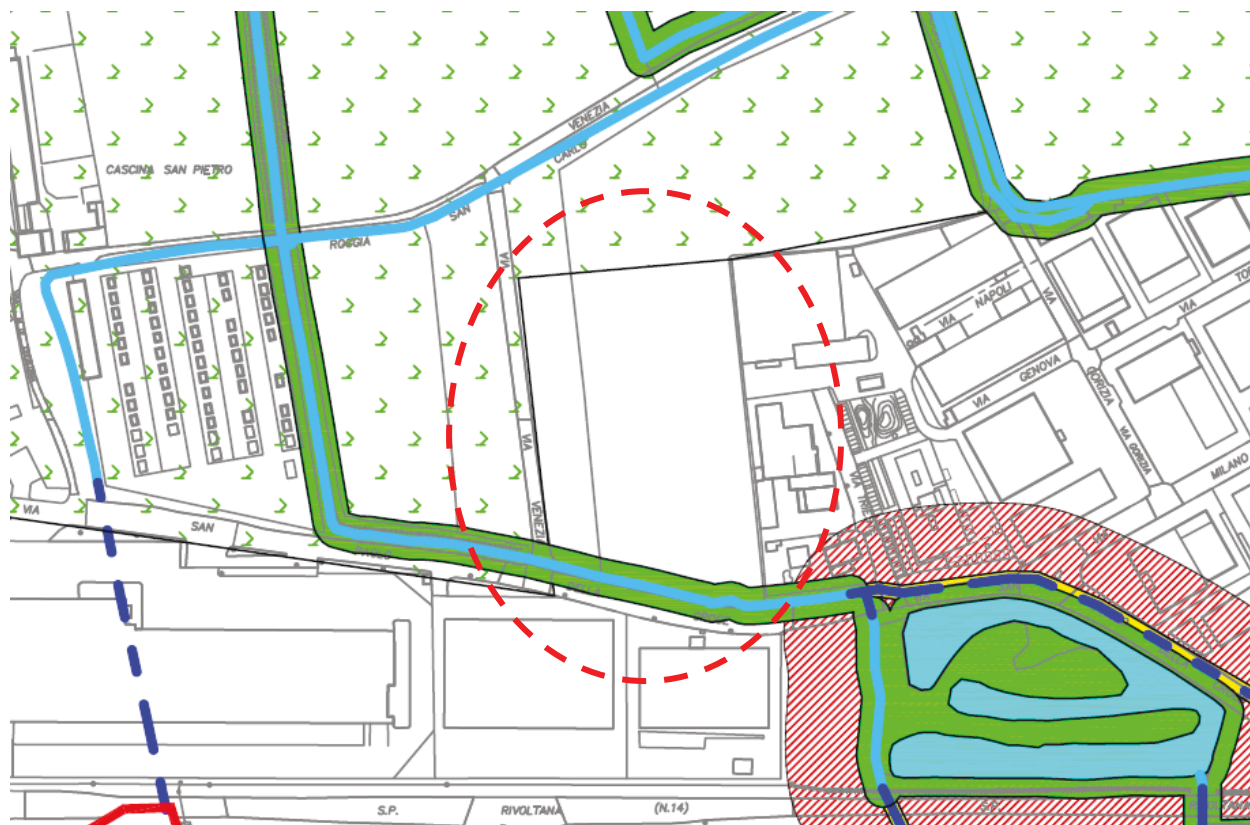
pag.5

**Relazione geologica (R1-R3) – Piano Attuativo "Ap1", realizzazione nuovi insediamenti industriali**

Rif.Geo. L2691		Referente: S.O.
Data elaborato: settembre 2020	Rev1:	Rev2:
Geo.Arbor.Studio di Leoni Carlo Via Concesa, 3 - 20069 Vaprio d'Adda	Tel. 0295763037 - Tel/Fax 0295761942 C.F. LNECLD59T23F205Z Partita IVA 06708220964	www.geoarbor.it info@geoarbor.it



Con riferimento alla Carta dei vincoli allegata al PGT comunale (cfr. Fig.5) l'intervento in progetto non interferisce con le zone di rispetto dei pozzi ad uso idropotabile e con le aree di pertinenza idraulica (fasce di rispetto) dei corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrografico minore.




 Fascia di rispetto del reticolo idrografico Minore di competenza Comunale:  
 Sistema dei fontanili non soggetti a domanda di concessione da parte di privati  
 10 metri per i tratti a cielo aperto.  
 (Ai sensi del R.D. 523/1904 e RD 368/1904  
 e della D.G.R. 25/01/2002, n. 7/7868 e D.G.R. 01/08/2003, n. 7/13950).

Fig.5– Estratto della tavola sinottica dei vincoli allegata al PGT di Lisiate

**Relazione geologica (R1-R3) – Piano Attuativo "Ap1", realizzazione nuovi insediamenti industriali**

Rif.Geo. L2691		Referente: S.O.
Data elaborato: settembre 2020	Rev1:	Rev2:
Geo.ArborStudio di Leoni Carlo Via Concesa, 3 - 20069 Vaprio d'Adda	Tel. 0295763037 - Tel/Fax: 0295761942 C.F. LNECLD59T23F205Z Partita IVA 06708220964	www.geoarbor.it info@geoarbor.it



La zona interessata dall'intervento edilizio non è soggetta a rischio idraulico come anche evidenziato nelle mappe delle aree allagabili (cfr. Fig.6) definite nel Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA), predisposto in attuazione del D.lgs. 49/2010 di recepimento della Direttiva 2007/60/CE (cosiddetta "Direttiva Alluvioni").

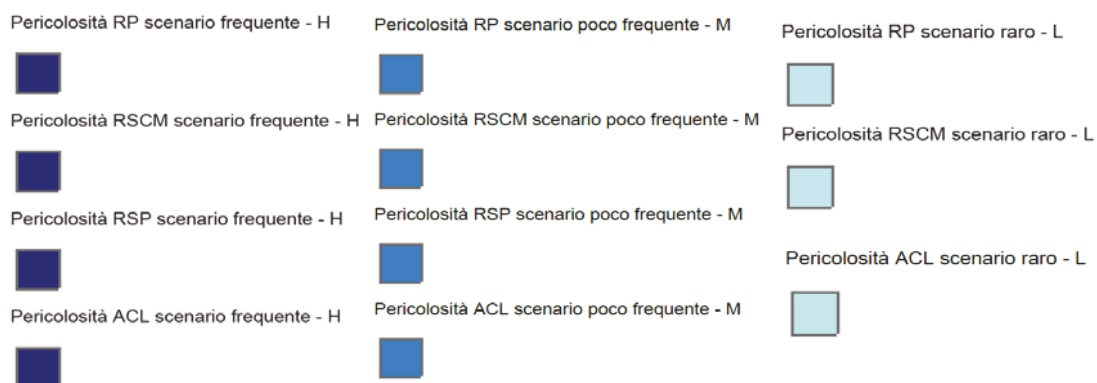


Fig.6 – Estratto della carta della pericolosità del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA), aggiornamento 2019 – fonte: Geoportale Regione Lombardia

Da un punto di vista del rischio geologico, sismico, idrogeologico ed idraulico locale non si rilevano particolari fattori limitativi o di rischio.

Ai sensi della D.G.R. 2616/2011, si ritiene pertanto fattibile da un punto di vista geologico, sismico, idrogeologico ed idraulico l'intervento prospettato.

**Relazione geologica (R1-R3) – Piano Attuativo "Ap1", realizzazione nuovi insediamenti industriali**

Rif.Geo. L2691		Referente: S.O.
Data elaborato: settembre 2020	Rev1:	Rev2:
Geo.Arbor.Studio di Leoni Carlo Via Concesa, 3 - 20069 Vaprio d'Adda	Tel. 0295763037 - Tel/Fax: 0295761942 C.F. LNECLD59T23F205Z Partita IVA 06708220964	www.geoarbor.it info@geoarbor.it

### 3. Inquadramento geologico, geomorfologico ed idrogeologico dell'area di indagine

#### 3.1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DELL'AREA IN ESAME

Dal punto di vista geologico, la zona in esame (come il resto del territorio comunale), è parte integrante di un vasto ripiano alluvionale di età pleistocenica impostato su depositi alluvionali noti nella letteratura geologica come "Fluvioglaciale Würm" o "Diluvium recente".

Tali depositi, che costituiscono il cosiddetto "Livello Fondamentale della Pianura" (L.F.P.), sono contraddistinti da terreni prevalentemente ghiaiosi e sabbioso-ghiaiosi, con progressiva diminuzione della granulometria procedendo verso i settori meridionali.

La litologia caratteristica del Diluvium Recente è rappresentata da ghiaia e sabbia debolmente limosa inglobante ciottoli di dimensioni variabili e rari trovanti. I caratteri sedimentologici specifici sono quelli dei depositi alluvionali: clasti con grado di arrotondamento variabile da subarrotondato ad arrotondato e alterazione limitata o assente.

Tali depositi sono generalmente ricoperti da uno strato di alterazione superficiale di spessore contenuto e composto da sedimenti limoso-sabbiosi localmente associati a ghiaia di varia pezzatura (prevalentemente medio-fine).

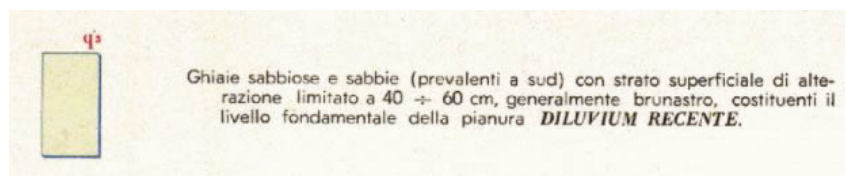
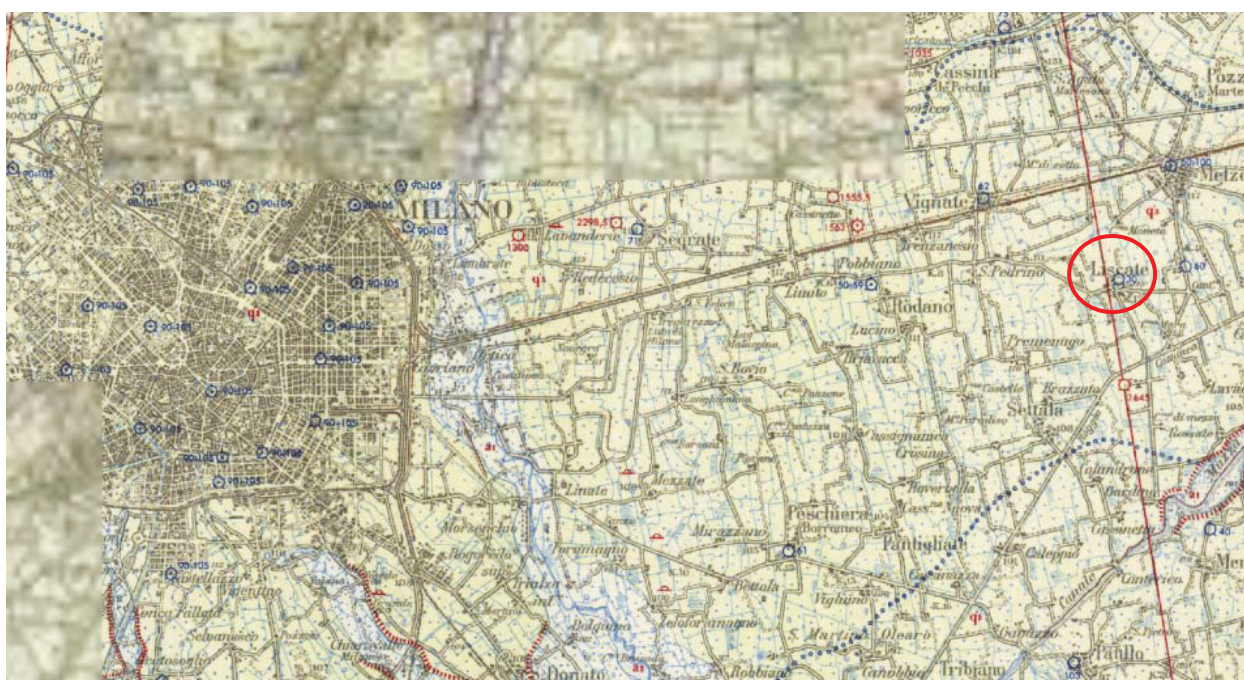


Fig. 7 - Estratto della Foglio Geologica 45 "Milano" della carta geologica d'Italia

**Relazione geologica (R1-R3) – Piano Attuativo "Ap1", realizzazione nuovi insediamenti industriali**

Rif.Geo. L2691		Referente: S.O.
Data elaborato: settembre 2020	Rev1:	Rev2:
Geo.ArborStudio di Leoni Carlo Via Concesa, 3 - 20069 Vaprio d'Adda	Tel. 0295763037 - Tel/Fax: 0295761942 C.F. LNECLD59T23F205Z Partita IVA 06708220964	www.geoarbor.it info@geoarbor.it



Dal punto di vista litologico, l'area è costituita da terreni prevalentemente sabbiosi e/o sabbioso-limosi, la cui presenza coincide con i termini più superficiali della formazione geologica attribuita al livello fondamentale della pianura alluvionale wurmiana.

L'area è posta in corrispondenza del Livello Fondamentale della Pianura, ad una quota assoluta media di 113/114 m. s.l.m. Non si rilevano al suo interno forme geomorfologiche di rilievo, se si eccettua una blanda ondulazione del piano di campagna dovuto alle attività di rimaneggiamento superficiale che hanno interessato l'area in un recente passato.

### **3.1. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO DELL'AREA IN ESAME**

La falda superficiale nel territorio di Liscate è una falda monostrato, divisa occasionalmente da livelli a permeabilità ridotta. L'alto valore di permeabilità dell'acquifero e la forte trasmissività pongono la falda in condizioni di sfruttamento ideali.

La falda presenta delle ottime possibilità di ricarica sia dalle acque piovane che si infiltrano nel terreno sia dalle acque irrigue che, soprattutto nel periodo estivo, quando l'attività agricola richiede dei forti apporti idrici, permettono al livello della falda di innalzarsi decisamente con oscillazioni che raggiungono escursioni di diversi metri; il territorio di Liscate risente molto questa influenza perché è soggetto all'irrigazione dei canali derivanti dal Naviglio della Martesana.

Dall'analisi della Carta idrogeologica allegata al PGT comunale (vedi in fig. 8 l'estratto della carta idrogeologica allegata al PGT comunale), si evince quanto segue:

- le linee isopiezometriche presentano un andamento Nord-Ovest Sud-Est con quote decrescenti da 110 metri s.l.m. nelle porzioni settentrionali a 90 metri s.l.m. nei settori meridionali del territorio;
- la falda freatica presenta escursioni stagionali dell'ordine di 2 – 3 metri passando dal periodo invernale al periodo estivo, coincidente con il livello minimo di soggiacenza;
- la soggiacenza del livello piezometrico risulta essere piuttosto costante su tutto il territorio in oggetto; si osservano dei valori di profondità dell'acquifero compresi tra i -2 e i -5 metri;

La superficie freatica nell'area di indagine risulta posta ad una quota di circa 110 m s.l.m.; tenendo conto che il piano campagna nell'area di intervento risulta ubicato ad una quota di circa 113/114 m s.l.m., è possibile affermare che la soggiacenza risulta pari a circa 3/4 m da p.c..

Rif.Geo. L2691		Referente: S.O.
Data elaborato: settembre 2020	Rev1:	Rev2:
Geo.Arbor.Studio di Leoni Carlo Via Concesa, 3 - 20069 Vaprio d'Adda	Tel. 0295763037 - Tel/Fax: 0295761942 C.F. LNECLD59T23F205Z Partita IVA 06708220964	www.geoarbor.it info@geoarbor.it

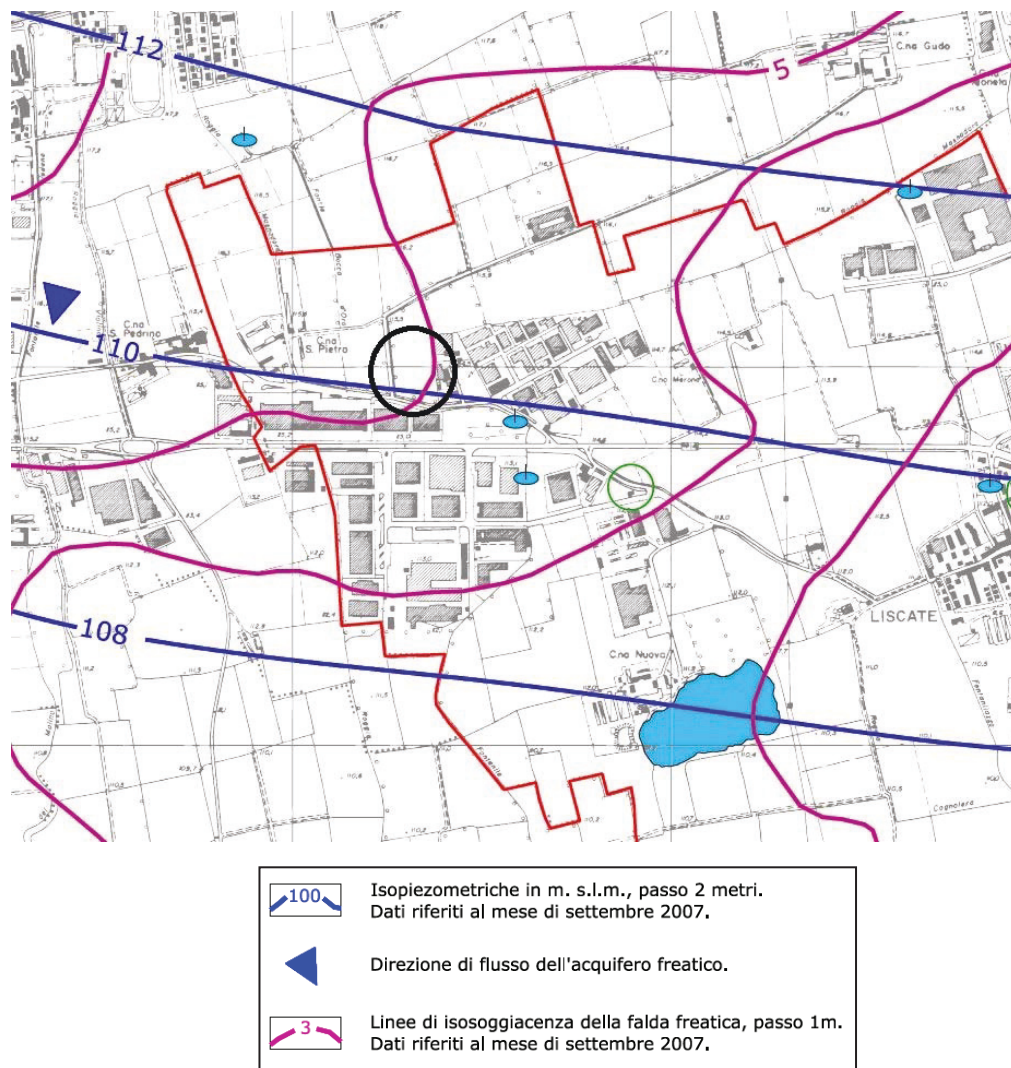


Fig.8 - Estratto della Carta idrogeologica del PGT del Comune di Liscate

**Durante le indagini eseguite dallo scrivente in sito nel mese di luglio 2020, è stata rilevata la presenza di una falda idrica superficiale sub-affiorante, posta nello specifico ad una profondità di circa -1,6 m da p.c., confermando quanto affermato poc' anzi.**

Sulla base delle conoscenze idrogeologiche della zona si ritiene che l'escursione stagionale della falda sia contenuta al massimo in  $\pm 1,0$  m.

**Relazione geologica (R1-R3) – Piano Attuativo "Ap1", realizzazione nuovi insediamenti industriali**

Rif.Geo. L2691		Referente: S.O.
Data elaborato: settembre 2020	Rev1:	Rev2:
Geo.ArborStudio di Leoni Carlo Via Concesa, 3 - 20069 Vaprio d'Adda	Tel. 0295763037 - Tel/Fax: 0295761942 C.F. LNECLD59T23F205Z Partita IVA 06708220964	www.geoarbor.it info@geoarbor.it



#### 4. Indagini eseguite

Per la caratterizzazione fisico-meccanica e sismica del sottosuolo in data 27 luglio 2020 è stata eseguita una campagna di indagini geognostiche così articolata:

- n. 5 prove penetrometriche dinamiche (SCPT);
- n. 2 prove di permeabilità tipo LeFranc;

L'ubicazione delle indagini effettuate viene riportata nelle fig. 9 e 10 di pagina seguente e anche in allegato.

Come superficie di riferimento (0 RIF.) a cui riportare tutte le quote riportate di seguito è stato scelto il piano campagna sul quale sono state eseguite le indagini che corrisponde mediamente alla quota assoluta di 113,9 m s.l.m. del rilievo planialtimetrico riportato in fig. 9.



Fig. 9: Prova penetrometrica P1

pag.11

**Relazione geologica (R1-R3) – Piano Attuativo "Ap1", realizzazione nuovi insediamenti industriali**

Rif.Geo. L2691		Referente: S.O.
Data elaborato: settembre 2020	Rev1:	Rev2:
Geo.Arbor.Studio di Leoni Carlo Via Concesa, 3 - 20069 Vaprio d'Adda	Tel. 0295763037 - Tel/Fax: 0295761942 C.F. LNECLD59T23F205Z Partita IVA 06708220964	www.geoarbor.it info@geoarbor.it



Fig. 10: ubicazione delle indagini eseguite su rilievo topografico

**Relazione geologica (R1-R3) – Piano Attuativo "Ap1", realizzazione nuovi insediamenti industriali**

Rif.Geo. L2691		Referente: S.O.
Data elaborato: settembre 2020	Rev1:	Rev2:
Geo.ArborStudio di Leoni Carlo Via Concesa, 3 - 20069 Vaprio d'Adda	Tel. 0295763037 - Tel/Fax: 0295761942 C.F. LNECLD59T23F205Z Partita IVA 06708220964	www.geoarbor.it info@geoarbor.it



Fig. 11: ubicazione delle indagini eseguite su planimetria di progetto

**Relazione geologica (R1-R3) – Piano Attuativo "Ap1", realizzazione nuovi insediamenti industriali**

Rif.Geo. L2691		Referente: S.O.
Data elaborato: settembre 2020	Rev1:	Rev2:
Geo.ArborStudio di Leoni Carlo Via Concesa, 3 - 20069 Vaprio d'Adda	Tel. 0295763037 - Tel/Fax: 0295761942 C.F. LNECLD59T23F205Z Partita IVA 06708220964	www.geoarbor.it info@geoarbor.it

## 4.1. INDAGINI GEOTECNICHE IN SITO

### 4.1.1. PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE SCPT (prove P1-P2-P3-P4-P5)

Le prove sono state eseguite con penetrometro dinamico PAGANI tipo TG 63/100 KN che, secondo la normativa europea I.S.S.M.F.E. '88, è paragonabile ad un DPSH (Dynamic Probing Super Heavy). Le caratteristiche dello strumento utilizzato corrispondono alla nuova categoria di standard internazionale.

La prova consiste nell'infissione lungo la direzione del filo a piombo di una punta conica metallica, posta all'estremità di un'asta d'acciaio, in seguito alla discesa di un maglio di peso pari a 73 Kg direttamente sulla testa di battuta da un'altezza di caduta di 75cm.

Viene registrato il numero di colpi necessari per l'infissione di 30 cm delle aste nel terreno ( $N_{SCPT}$ ) in modo continuo, fornendo delle indicazioni sui parametri geotecnici in funzione della resistenza che il terreno stesso offre alla penetrazione.

Per quanto riguarda la conversione dei valori di resistenza alla penetrazione dinamica nei corrispondenti valori di Standard Penetration Test (SPT) la relazione tra i due valori è generalmente regolata da rapporti empirici basati sullo studio di esperienze pratiche (funzione della litologia e del rendimento dello strumento).

Le caratteristiche tecniche principali vengono riassunte di seguito:

- ✓ peso massa battente            73 Kg
- ✓ altezza di caduta                0.75 m
- ✓ lunghezza aste                    0.90 m
- ✓ diametro aste                     34 mm
- ✓ diametro punta conica         51 mm
- ✓ angolo del cono                 60°

In nessuna delle due prove è stata raggiunta la situazione di rifiuto meccanico all'avanzamento della punta, corrispondente al superamento di 100 colpi/piede.

Di seguito si riportano le profondità raggiunte in corrispondenza di ciascuna prova.

Prova	Tipo prova	Profondità in metri da p.c. (0 RIF.)	Rifiuto
P1	SCPT	9,0 m	no
P2	SCPT	9,0 m	no
P3	SCPT	9,0 m	no
P4	SCPT	9,0 m	no
P5	SCPT	9,0 m	no

Le tabelle e i diagrammi delle prove penetrometriche vengono riportati in allegato.

pag.14

### **Relazione geologica (R1-R3) – Piano Attuativo "Ap1", realizzazione nuovi insediamenti industriali**

Rif. Geo. L2691		Referente: S.O.
Data elaborato: settembre 2020	Rev1:	Rev2:
Geo.ArborStudio di Leoni Carlo Via Concesa, 3 - 20069 Vaprio d'Adda	Tel. 0295763037 - Tel/Fax: 0295761942 C.F. LNECLD59T23F205Z Partita IVA 06708220964	www.geoarbor.it info@geoarbor.it



#### 4.1.2 PROVE DI PERMEABILITÀ TIPO LEFRANC A CARICO VARIABILE

Le prove Lefranc, nella versione modificata dall'Associazione Geotecnica Italiana (AGI), permettono di determinare la permeabilità di terreni al di sopra o al di sotto del livello di falda.

Per la prova sono state rispettate le seguenti prescrizioni:

- le pareti della perforazione sono state rivestite con una tubazione per tutto il tratto del sondaggio non interessato dalla prova;
- il tratto di prova (tasca) è stato riempito con materiale filtrante di granulometria adatta.

Le prove "tipo Lefranc" possono essere a carico costante o a carico variabile. In questo caso la prova è stata eseguita a carico variabile.

##### **Prova di abbassamento a carico variabile**

La prova di permeabilità è stata eseguita riempiendo di acqua il foro per un'altezza nota e misurando la velocità di abbassamento del livello (confronta schema riportato di seguito).

Per le prove a carico variabile il coefficiente di permeabilità è dato dalla seguente formula:

$$k = \frac{A}{C_L(t_2 - t_1)} \ln \frac{h_1}{h_2}$$

dove:

A = area di base del foro di sondaggio;

h1 e h2 = altezza dei livelli d'acqua nel foro rispetto al livello della falda indisturbata o al fondo del foro stesso agli istanti t1 e t2;

t1 e t2 = tempi ai quali si misurano h1 e h2;

CL = coefficiente di forma dipendente dell'area del foro di sondaggio e dalla lunghezza del tratto di foro scoperto.

Per il coefficiente CL sono suggeriti i seguenti valori:

L >> d            CL = L  
L ≤ d              CL = 2πd+L

dove L è la lunghezza del tratto di foro scoperto e d il diametro del foro.

Rif. Geo. L2691		Referente: S.O.
Data elaborato: settembre 2020	Rev1:	Rev2:
Geo.Arbor.Studio di Leoni Carlo Via Concesa, 3 - 20069 Vaprio d'Adda	Tel. 0295763037 - Tel/Fax: 0295761942 C.F. LNECLD59T23F205Z Partita IVA 06708220964	www.geoarbor.it info@geoarbor.it

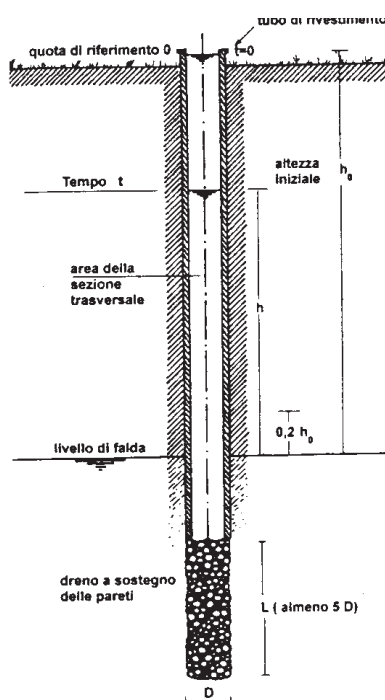


Fig. 12: Schema operativo di una prova Lefranc a carico variabile

Nella tabella seguente si riassumono le caratteristiche salienti delle prove, in questo caso eseguite con la medesima geometria.

Prova Lefranc	Profondità del foro da p.c.	Lunghezza tratto filtrante (tasca)	Diametro del foro	Sporgenza tubo rivestimento da p.c.
K1 (S1)	-0.90 m	0,2 m	0,037 m	+1,10 m
K2 (S2)	-0.90 m	0,2 m	0,037 m	+1,10 m

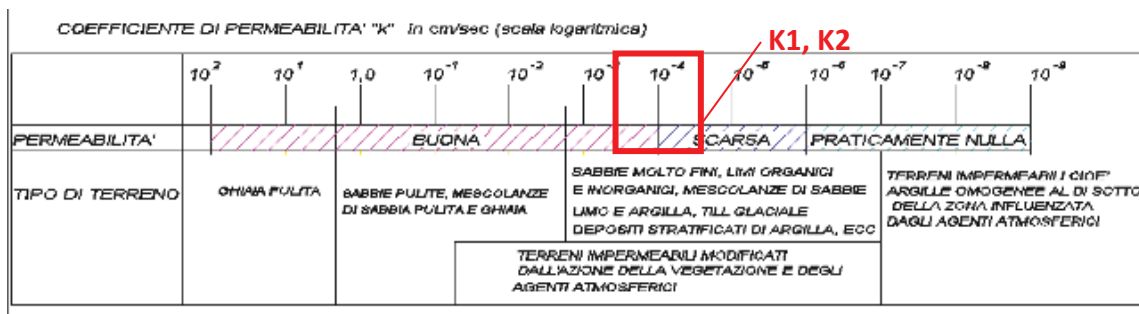
Prova	Profondità del foro da p.c.	K (m/sec)
K1	-0.90 m	$2.64 \times 10^{-6}$
K2	-0.90 m	$2.73 \times 10^{-6}$

Risultati delle prove di permeabilità eseguite nell'area di cantiere

Alla luce dei risultati ottenuti, è possibile affermare che l'area di indagine risulta caratterizzata da valori di permeabilità media di  $k = 2.69 \cdot 10^{-6}$  m/s ( $2.69 \cdot 10^{-4}$  cm/s). Tale valore di permeabilità è associato a terreni limoso-sabbiosi, contraddistinti da permeabilità classificabile come tendenzialmente scarsa (vedi tabella seguente).

**Relazione geologica (R1-R3) – Piano Attuativo "Ap1", realizzazione nuovi insediamenti industriali**

Rif.Geo. L2691		Referente: S.O.
Data elaborato: settembre 2020	Rev1:	Rev2:
Geo.Arbor.Studio di Leoni Carlo Via Concesa, 3 - 20069 Vaprio d'Adda	Tel. 0295763037 - Tel/Fax: 0295761942 C.F. LNECLD59T23F205Z Partita IVA 06708220964	www.geoarbor.it info@geoarbor.it



Classificazione dei terreni in funzione della permeabilità

**Relazione geologica (R1-R3) – Piano Attuativo "Ap1", realizzazione nuovi insediamenti industriali**

Rif.Geo. L2691		Referente: S.O.
Data elaborato: settembre 2020	Rev1:	Rev2:
Geo.Arbor.Studio di Leoni Carlo Via Concesa, 3 - 20069 Vaprio d'Adda	Tel. 0295763037 - Tel/Fax: 0295761942 C.F. LNECLD59T23F205Z Partita IVA 06708220964	www.geoarbor.it info@geoarbor.it

## 5. Modello geotecnico del sottosuolo e scelta dei parametri caratteristici del terreno

La ricostruzione delle caratteristiche del sottosuolo della zona indagata è basata sul censimento dei dati esistenti (stratigrafie dei pozzi comunali, indagini geotecniche, scavi, ecc.) oltre che ovviamente da quello delle prove penetrometriche dinamiche eseguite all'interno dell'area di intervento.

Lo schema litostratigrafico del sottosuolo può essere così riassunto (le quote sono riferite al p.c., assunto come 0 RIF.):

- 0,0 – 1,5/2,4 m Sabbie limose sciolte soggette all'oscillazione del livello di falda parzialmente sature – **Orizzonte A**
- 1,5/2,4 – 3,9/5,1 m Sabbie con ghiaie moderatamente addensate sature - **Orizzonte B**
- 3,9/5,1 – 6,0/6,6 m Sabbie e ghiaie in matrice limosa poco addensate sature - **Orizzonte C**
- oltre 6,0/6,6 m Sabbie e ghiaie da moderatamente a mediamente addensate sature  
- **Orizzonte D**

Le risultanze delle prove penetrometriche eseguite, confrontate con i dati a disposizione dello scrivente per questo settore del territorio comunale, contribuisce a definire un modello in cui i terreni di substrato si presentano geomeccanicamente e litostratigraficamente abbastanza uniformi su tutta la superficie indagata.

Le caratteristiche del sottosuolo di interesse sono state definite in base ai risultati delle prove penetrometriche (esame del trend della resistenza di punta e rapporto resistenza di punta/resistenza laterale offerta dal rivestimento).

L'indagine eseguita ha consentito di individuare terreni in cui la litozona superficiale è costituita prevalentemente da sabbie limose sciolte, soggette all'oscillazione del livello di falda, dotate di resistenza limitata con scadenti caratteristiche geotecniche (**ORIZZONTE A**) fino a circa -1,5/2,4 m da 0 RIF. Oltre tale profondità si riscontrano terreni saturi moderatamente addensati associabili a litologie sabbioso-ghiaiose (**ORIZZONTE B**), aventi caratteristiche geotecniche discrete, migliori dell'unità sovrastante. A partire da profondità di 3,9/5,1 m da 0 RIF. si registra una diminuzione della resistenza dei terreni associabile alla presenza di litologie sabbioso-ghiaiose in matrice limosa sature poco addensate scadenti (**ORIZZONTE C**). A partire da circa 6,0/6,6 m da 0 RIF. si riscontrano nuovamente terreni da moderatamente a mediamente addensati (**ORIZZONTE D**) costituiti da litologie sabbioso-ghiaiose aventi buone caratteristiche geotecniche.

Per il modello geotecnico del sottosuolo utile per le elaborazioni analitiche contenute di seguito, i terreni investigati possono essere quindi suddivisi in 4 unità litotecniche (orizzonti) sovrapposte, sulla base dei valori di resistenza penetrometrica e probabilmente delle caratteristiche litologiche prevalenti. Ciascuna unità risulta contraddistinta da caratteristiche omogenee dal punto di vista geologico-tecnico.

I parametri geotecnici vengono ricavati dalle correlazioni proposte in letteratura in funzione dei valori di  $N_{spt}$ , a loro volta ricavati dai valori della prova penetrometrica dinamica ( $N_{scpt}$ ), tramite la seguente relazione:  $N_{spt} = N_{scpt} \times 1.5$ , considerata la presenza di terreno incoerente di natura prevalentemente sabbioso/ghiaiosa (fattore di conversione normalmente usato in terreni simili a quello in esame).

pag.18

### **Relazione geologica (R1-R3) – Piano Attuativo "Ap1", realizzazione nuovi insediamenti industriali**

Rif.Geo. L2691		Referente: S.O.
Data elaborato: settembre 2020	Rev1:	Rev2:
Geo.Arbor.Studio di Leoni Carlo Via Concesa, 3 - 20069 Vaprio d'Adda	Tel. 0295763037 - Tel/Fax: 0295761942 C.F. LNECLD59T23F205Z Partita IVA 06708220964	www.geoarbor.it info@geoarbor.it



Ai livelli determinati si attribuiscono i seguenti parametri geotecnici. I valori di  $\phi$  e di  $E$  sono in realtà i “**valori caratteristici**” ( $f_k$ ) ottenuti partendo dai valori medi. Per definizione il valore caratteristico rappresenta la soglia al di sotto della quale si colloca non più del 5% dei valori desumibili da una serie teoricamente illimitata di prove.

### **Orizzonte A**

Tale orizzonte viene individuato in superficie in corrispondenza di valori di  $N_{spt}$  che oscillano intorno a 2-3 colpi/piede, indicativi di terreni sciolti o poco addensati con scadenti caratteristiche geotecniche. Si rinviene da p.c. fino a circa -1,5/2,4 m di profondità. Litologicamente viene assunta a composizione sabbioso-limoso. Di seguito si propone la relativa parametrizzazione.

<b>Orizzonte A</b>		
<b>Parametro</b>	<b>Valore</b>	<b>Unità di misura</b>
$N_{spt}$ (colpi da prova Scpt)	2-3	colpi/piede
$N_{spt}$ (colpi da prova Scpt)	3-4	colpi/piede
$\gamma$ (peso di volume)	17,5	KN/m <sup>3</sup>
$\phi$ (angolo di attrito)	26	°
c (coesione)	-	Kg/cm <sup>2</sup>
E (modulo di deformazione)	90	Kg/cm <sup>2</sup>
Dr (densità relativa)	30	%

### **Orizzonte B**

Viene individuato inferiormente alla precedente in corrispondenza di valori di  $N_{spt}$  oscillanti intorno ai 5÷10 colpi/piede, indicativi di terreni addensati con caratteristiche geotecniche discrete. Litologicamente si assume a composizione sabbioso-ghiaiosa. Di seguito si propone la relativa parametrizzazione.

<b>Orizzonte B</b>		
<b>Parametro</b>	<b>Valore</b>	<b>Unità di misura</b>
$N_{spt}$ (colpi da prova Scpt)	5-10	colpi/piede
$N_{spt}$ (colpi da prova Scpt)	8-15	colpi/piede
$\gamma$ (peso di volume)	18	KN/m <sup>3</sup>
$\phi$ (angolo di attrito)	28-29	°
c (coesione)	-	Kg/cm <sup>2</sup>
E (modulo di deformazione)	130-180	Kg/cm <sup>2</sup>
Dr (densità relativa)	40	%

pag.19

### **Relazione geologica (R1-R3) – Piano Attuativo "Ap1", realizzazione nuovi insediamenti industriali**

Rif.Geo. L2691		Referente: S.O.
Data elaborato: settembre 2020	Rev1:	Rev2:
Geo.Arbor.Studio di Leoni Carlo Via Concesa, 3 - 20069 Vaprio d'Adda	Tel. 0295763037 - Tel/Fax: 0295761942 C.F. LNECLD59T23F205Z Partita IVA 06708220964	www.geoarbor.it info@geoarbor.it

### Orizzonte C

Viene individuato inferiormente al precedente in corrispondenza di valori di  $N_{scpt}$  oscillanti intorno a 2-3 colpi/piede, indicativi di terreni sciolti o poco addensati. Litologicamente si assume a composizione sabbioso-ghiaioso in matrice limosa. Di seguito si propone la relativa parametrizzazione.

Orizzonte C		
Parametro	Valore	Unità di misura
$N_{spt}$ (colpi da prova Scpt)	2-3	colpi/piede
$N_{spt}$ (colpi da prova Scpt)	3-4	colpi/piede
$\gamma$ (peso di volume)	17,5	KN/m <sup>3</sup>
$\varphi$ (angolo di attrito)	26	°
c (coesione)	-	Kg/cm <sup>2</sup>
E (modulo di deformazione)	90	Kg/cm <sup>2</sup>
Dr (densità relativa)	30	%

### Orizzonte D

Viene individuata inferiormente alla precedente in corrispondenza di valori di  $N_{scpt}$  oscillanti attorno ai 8-12 colpi/piede, indicativi di terreni da moderatamente a mediamente addensati. Litologicamente si assume a composizione sabbioso-ghiaioso con limo. Di seguito si propone la relativa parametrizzazione.

Orizzonte D		
Parametro	Valore	Unità di misura
$N_{spt}$ (colpi da prova Scpt)	8-12	colpi/piede
$N_{spt}$ (colpi da prova Scpt)	12-18	colpi/piede
$\gamma$ (peso di volume)	18,5	KN/m <sup>3</sup>
$\varphi$ (angolo di attrito)	30-32	°
c (coesione)	-	Kg/cm <sup>2</sup>
E (modulo di deformazione)	180-220	Kg/cm <sup>2</sup>
Dr (densità relativa)	50	%

Il comportamento del terreno nei confronti delle sollecitazioni indotte dai carichi fondazionali viene considerato di tipo prevalentemente frizionale, per la predominanza delle componenti grossolane su quelle fini coesive, con resistenza al taglio in condizioni drenate e assenza di significative componenti secondarie per consolidazione.

pag.20

#### **Relazione geologica (R1-R3) – Piano Attuativo "Ap1", realizzazione nuovi insediamenti industriali**

Rif.Geo. L2691		Referente: S.O.
Data elaborato: settembre 2020	Rev1:	Rev2:
Geo.Arbor.Studio di Leoni Carlo Via Concesa, 3 - 20069 Vaprio d'Adda	Tel. 0295763037 - Tel/Fax: 0295761942 C.F. LNECLD59T23F205Z Partita IVA 06708220964	www.geoarbor.it info@geoarbor.it

Nella tabella seguente si fornisce la visualizzazione delle diverse unità litotecniche (orizzonti) individuate in corrispondenza delle prove eseguite.

	<b>Orizzonte A</b> – terreno sciolto / poco addensato
	<b>Orizzonte B</b> – terreno moderatamente addensato
	<b>Orizzonte C</b> – terreno sciolto / poco addensato
	<b>Orizzonte D</b> – terreno da moderatamente a mediamente addensato

Profondità (m)		P1	P2	P3	P4	P5
0,00	-0,30	2	2	2	2	2
-0,30	-0,60	4	3	3	3	4
-0,60	-0,90	4	4	3	3	3
-0,90	-1,20	2	4	4	2	2
-1,20	-1,50	3	2	2	2	3
-1,50	-1,80	3	6	5	2	3
-1,80	-2,10	4	5	3	2	1
-2,10	-2,40	4	10	7	3	6
-2,40	-2,70	10	7	8	4	6
-2,70	-3,00	7	5	8	5	13
-3,00	-3,30	9	4	10	9	12
-3,30	-3,60	12	7	11	9	16
-3,60	-3,90	12	3	6	5	14
-3,90	-4,20	3	1	4	3	17
-4,20	-4,50	2	4	3	3	8
-4,50	-4,80	4	3	3	4	6
-4,80	-5,10	3	2	2	3	6
-5,10	-5,40	4	3	1	1	4
-5,40	-5,70	4	2	2	1	3
-5,70	-6,00	6	3	3	1	3
-6,00	-6,30	5	2	2	3	3
-6,30	-6,60	10	6	9	3	4
-6,60	-6,90	21	8	7	7	10
-6,90	-7,20	9	6	10	5	14
-7,20	-7,50	9	6	9	11	10
-7,50	-7,80	8	7	6	12	9
-7,80	-8,10	7	7	5	10	11
-8,10	-8,40	10	13	8	5	13
-8,40	-8,70	11	10	9	11	9
-8,70	-9,00	7	9	11	9	6

pag.21

**Relazione geologica (R1-R3) – Piano Attuativo "Ap1", realizzazione nuovi insediamenti industriali**

Rif.Geo. L2691		Referente: S.O.
Data elaborato: settembre 2020	Rev1:	Rev2:
Geo.ArborStudio di Leoni Carlo Via Concesa, 3 - 20069 Vaprio d'Adda	Tel. 0295763037 - Tel/Fax: 0295761942 C.F. LNECLD59T23F205Z Partita IVA 06708220964	www.geoarbor.it info@geoarbor.it

*I parametri geotecnici sono stati calcolati a partire dal numero di colpi mediante le correlazioni proposte in letteratura, specificate di seguito.*

#### **Densità relativa**

La densità relativa è stata ricavata con la seguente relazione di Gibbs & Holtz (1957), valida per terreni sabbiosi normal consolidati:

$$D_r = 21 [N_{spt} / (N_{spt} + 0.7)].$$

#### **Angolo di attrito**

L'angolo di attrito interno è stato ricavato dalla seguente correlazione proposta da Meyerhof che meglio si adatta alle connotazioni geotecniche in esame:

$$\phi = 23.7 + 0.57 N_{spt} - 0.006 (N_{spt})^2$$

#### **Modulo di deformazione**

È stato calcolato attraverso le seguenti correlazioni di Webb-D'Apollonia che lo legano ai valori di resistenza penetrometrica e alla litologia predominante:

$$E = 300 (N + 6) \text{ [valido per sabbie limose]}$$

$$E = 600 (N + 6) + 2000 \text{ [valido per sabbie ghiaiose con } N > 15 \text{ colpi/piede]}$$

$$E = 1200 (N + 6) \text{ [valido per sabbie ghiaiose]}$$

Dove  $N = N_{spt} * 70 / 55$  (fattore correttivo)

#### **Coesione**

Considerata la natura incoerente dei terreni si è considerato un valore nullo di coesione.

#### **Relazione geologica (R1-R3) – Piano Attuativo "Ap1", realizzazione nuovi insediamenti industriali**

Rif. Geo. L2691		Referente: S.O.
Data elaborato: settembre 2020	Rev1:	Rev2:
Geo.Arbor.Studio di Leoni Carlo Via Concesa, 3 - 20069 Vaprio d'Adda	Tel. 0295763037 - Tel/Fax: 0295761942 C.F. LNECLD59T23F205Z Partita IVA 06708220964	www.geoarbor.it info@geoarbor.it



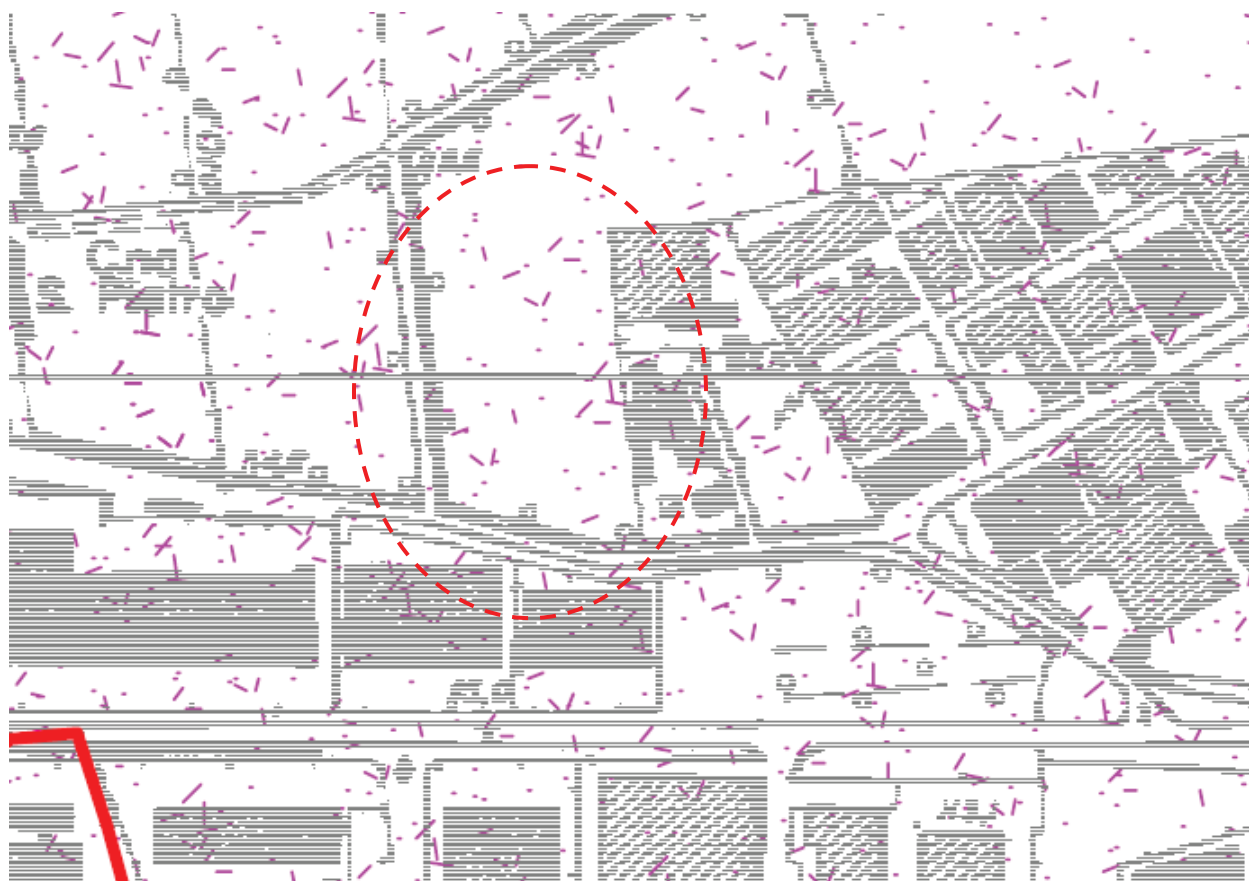
## 6. Pericolosità sismica locale

La valutazione dell'amplificazione sismica locale è stata definita con la metodologia prevista dalla Regione Lombardia nella delibera della giunta regionale n.IX/2616 del 30 novembre 2011 – allegato 5. Tale procedura permette, in relazione alle caratteristiche litologiche, geotecniche e sismiche una valutazione semiquantitativa degli effetti di amplificazione sismica attesi.

In particolare attraverso la definizione del fattore di amplificazione viene valutato il grado di protezione raggiunto dalla normativa vigente nel tenere in considerazione gli effetti sismici. L'analisi viene effettuata tramite 3 livelli di approfondimento.

### 6.1 ANALISI SISMICA DI PRIMO LIVELLO

Nel PGT comunale l'area in esame viene classificata come soggetta a fenomeni di amplificazione litologiche e geometriche, ovvero come **Zona Z4a**: "Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi". Nella figura seguente si riporta stralcio della carta della PSL (Pericolosità Sismica Locale) allegata al PGT comunale.



**Z4a** **Classe Z4a:** Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciale granulari e/o coesivi

Fig. 13 – Estratto della carta della pericolosità sismica di 1° livello allegata al PGT comunale

pag.23

**Relazione geologica (R1–R3) – Piano Attuativo "Ap1", realizzazione nuovi insediamenti industriali**

Rif.Geo. L2691		Referente: S.O.
Data elaborato: settembre 2020	Rev1:	Rev2:
Geo.Arbor.Studio di Leoni Carlo Via Concesa, 3 - 20069 Vaprio d'Adda	Tel. 0295763037 - Tel/Fax: 0295761942 C.F. LNECLD59T23F205Z Partita IVA 06708220964	www.geoarbor.it info@geoarbor.it

## 7. Valutazione dell'accelerazione sismica massima del sito

Il territorio comunale di **LISCATE** ricade, per quanto indicato in Allegato A della D.g.r. 11 luglio 2014 - n. X/2129 "elenco dei comuni con indicazione delle relative zone sismiche e dell'accelerazione massima (agmax) presente all'interno del territorio comunale" in **ZONA 3** ( $0.05 < a_g \leq 0.15$ ).

Le NTC/08 e s.m.e i. ai fini della definizione delle azioni sismiche sulle strutture superano il concetto della classificazione sismica del territorio in zone e prevedono che l'azione sismica di riferimento sia definita per ogni sito sulla base delle sue coordinate. Le zone sismiche 1, 2, 3, 4 hanno quindi significato solo da un punto di vista amministrativo.

Le NTC/08 e le successive NTC/18 stabiliscono il principio per cui le azioni sismiche sulle costruzioni si valutano in relazione alla pericolosità del sito definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa su suolo di categoria A ( $a_g$ ) e del corrispondente spettro di risposta elastico. Per accelerazione massima attesa si intende il picco del segnale che ha una certa probabilità PVR di essere superato in un periodo di riferimento VR. Il periodo di riferimento VR viene determinato come prodotto della vita nominale della costruzione VN e del coefficiente d'uso CU. La vita nominale è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve poter essere usata per lo scopo al quale è destinata. Il valore del coefficiente d'uso dipende dalla gravità delle perdite dovute al raggiungimento di un determinato stato limite e quindi riguarda "l'importanza" della struttura. La coppia  $P_{VR}, V_R$  che identifica l'accelerazione massima di riferimento per le azioni si può sintetizzare nel periodo di ritorno  $T_R$ .

Per definire lo spettro elastico in accelerazione oltre ad  $a_g$  sono necessari altri due parametri:  $F_0$  cioè il valore del rapporto tra il massimo dello spettro e  $a_g$  per quel sito, (amplificazione spettrale) e  $T_c^*$ , che rappresenta il periodo finale del ramo piatto dello spettro. Le NTC/08 forniscono nell'Allegato B le tabelle dei parametri che definiscono l'azione sismica, con i valori dei tre parametri  $a_g, F_0, T_c^*$ , per 10751 nodi di un reticolo di riferimento, riferiti a 9 valori del tempo di ritorno TR (30 anni, 50 anni, 72 anni, 101 anni, 140 anni, 201 anni, 475 anni, 975 anni, 2475 anni). I punti di riferimento sono definiti in termini di Latitudine e Longitudine. Per un qualunque punto del territorio nazionale non ricadente nei nodi del reticolo di riferimento, i valori dei parametri  $a_g, F_0, T_c^*$  di interesse per la definizione dell'azione sismica di progetto possono essere calcolati come media pesata dei valori assunti da tali parametri nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento contenente il punto in esame, utilizzando come pesi gli inversi delle distanze tra il punto in questione ed i quattro vertici, attraverso la seguente espressione:

$$p = \frac{\sum_{i=1}^4 p_i}{\sum_{i=1}^4 \frac{1}{d_i}}$$

$p$  = valore del parametro di interesse nel punto in esame

$p_i$  = valore del parametro di interesse nell' $i$ -esimo punto della maglia elementare contenente il punto in esame

$d_i$  = distanza del punto in esame dall' $i$ -esimo punto della maglia suddetta

pag.24

**Relazione geologica (R1-R3) – Piano Attuativo "Ap1", realizzazione nuovi insediamenti industriali**

Rif.Geo. L2691		Referente: S.O.
Data elaborato: settembre 2020	Rev1:	Rev2:
Geo.Arbor.Studio di Leoni Carlo Via Concesa, 3 - 20069 Vaprio d'Adda	Tel. 0295763037 - Tel/Fax: 0295761942 C.F. LNECLD59T23F205Z Partita IVA 06708220964	www.geoarbor.it info@geoarbor.it

Considerando i seguenti valori: **Vita nominale  $VN \geq 100$  anni (Rif. Tab. 2.4.I NTC/18)**, **Classe d'uso IV (Rif. Paragrafo 2.4.2 NTC/18)** e **Coefficiente d'uso CU pari a 2.0 (Rif. Tab. 2.4.II NTC/18)** il periodo di riferimento VR è pari a 200 anni. Utilizzando le relazioni di Tab. C.3.2.1. CIRC/09, per VR=200 anni si ottengono i seguenti periodi di ritorno  $T_R$  associati allo Stato Limite di Operatività SLO, Stato Limite del Danno SLD, Stato Limite di Salvaguardia della Vita SLV e Stato Limite di prevenzione del Collasso SLC:

81% Operatività (SLO)  $T_R = 120$  anni

63% Danno (SLD)  $T_R = 201$  anni

10% Salvaguardia della vita (SLV)  $T_R = 1898$  anni

5% Collasso (SLC)  $T_R = 2475$  anni

Per l'area in esame con **Lat 45.485495 - Lng 9.386833** le forme spettrali previste dalle NTC/2008 definite dai parametri  $a_g$ ,  $F_0$ , e  $T_c^*$  calcolati con il programma "Spettri-NTC.ver.1.03" realizzato dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, sono riportate nella tabella sottostante.

Stato Limite	$T_r$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$	$T_c^*$ [s]
Operatività (SLO)	30	0.023	2.532	0.181
Danno (SLD)	50	0.029	2.527	0.205
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.066	2.598	0.284
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.083	2.608	0.294
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

L'accelerazione massima attesa al sito  $a_{max}$  si ricava dal valore dell'accelerazione orizzontale massima del sito  $a_g$  su suolo rigido con la seguente relazione

$$a_{max} = a_g \cdot SS \cdot ST$$

**SS** coefficiente di amplificazione stratigrafica indicato nella Tab. 3.2.V delle NTC/2008 relativo a ciascuna classe di sottosuolo

**ST** coefficiente di amplificazione topografica riportato nella Tab. 3.2.VI delle NTC/2008

Utilizzando per i terreni in esame un sottosuolo di **categoria C**, quindi caratterizzati da un coefficiente  $SS=1.5$  ed essendo la morfologia dell'area pianeggiante, quindi una configurazione topografica di categoria T1 ( $ST=1$ ), le accelerazioni orizzontali massime del sito riferite ai vari stati limite sono le seguenti:

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
$A_{max}$ [m/s <sup>2</sup> ]	0.336	0.431	0.966	1.222

pag.25

**Relazione geologica (R1-R3) – Piano Attuativo "Ap1", realizzazione nuovi insediamenti industriali**

Rif.Geo. L2691		Referente: S.O.
Data elaborato: settembre 2020	Rev1:	Rev2:
Geo.Arbor.Studio di Leoni Carlo Via Concesa, 3 - 20069 Vaprio d'Adda	Tel. 0295763037 - Tel/Fax: 0295761942 C.F. LNECLD59T23F205Z Partita IVA 06708220964	www.geoarbor.it info@geoarbor.it

Utilizzando il valore dell'accelerazione massima del sito  $a_{max}$  e trascurando cautelativamente il coefficiente di riduzione  $\beta_m$  si ottengono i seguenti coefficienti sismici di accelerazione orizzontale  $k_h$  e verticale  $k_v$ .

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
$k_h$	0.007	0.009	0.020	0.025
$k_v$	0.003	0.004	0.010	0.012

**Relazione geologica (R1-R3) – Piano Attuativo "Ap1", realizzazione nuovi insediamenti industriali**

Rif.Geo. L2691		Referente: S.O.
Data elaborato: settembre 2020	Rev1:	Rev2:
Geo.Arbor.Studio di Leoni Carlo Via Concesa, 3 - 20069 Vaprio d'Adda	Tel. 0295763037 - Tel/Fax: 0295761942 C.F. LNECLD59T23F205Z Partita IVA 06708220964	www.geoarbor.it info@geoarbor.it



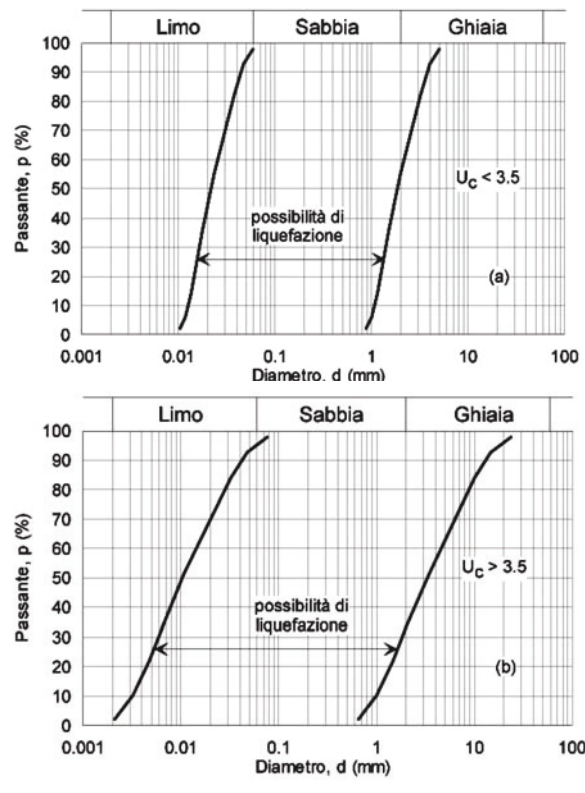
## 8. Verifica alla liquefazione

Ai sensi della Legge 64/74, del D.M. 19/6/1984 e dell'attuale D.M. 17/01/2018, in aree classificate sismiche deve essere valutata la possibilità che insorgano fenomeni di liquefazione del terreno di fondazione in seguito alle vibrazioni prodotte dalle scosse telluriche.

I fenomeni di liquefazione possono verificarsi in particolari condizioni, come quelle indotte da un sisma di Magnitudo superiore a 6, in terreni a granulometria fine (sabbioso-limosi), allo stato sciolto o poco addensato, in falda oppure interessati dalla oscillazione della falda stessa.

Al paragrafo 7.11.3.4 del DM 17.01.2018 è ribadito che tali analisi possono essere omesse quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata  $(N1)_{60} > 30$  oppure  $qc_{1N} > 180$  dove  $(N1)_{60}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e  $qc_{1N}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Fig. 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c < 3,5$  e in Fig. 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c > 3,5$ .



pag.27

**Relazione**

Fig. 7.11.1 – Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione

liamenti industriali

Rif. Geo. ...	Rev1:	Referente: S.O.
Data elaborato: settembre 2020		Rev2:
Geo.Arbor.Studio di Leoni Carlo Via Concesa, 3 - 20069 Vaprio d'Adda	Tel. 0295763037 - Tel/Fax: 0295761942 C.F. LNECLD59T23F205Z Partita IVA 06708220964	www.geoarbor.it info@geoarbor.it

I terreni di fondazione oggetto della presente indagine, come dimostrano i dati rilevati, si presentano costituiti prevalentemente da litologie sabbioso-limoso-ghiaiose variamente addensate e interessate dalle oscillazioni della falda oltre 1,5 m di profondità. Nel nostro caso il basso grado simico e la conoscenza della zona consentono di limitare notevolmente l'ipotesi di orizzonti marcatamente sabbiosi o limosi, poco costipati, in falda, soggetti a fenomeni di liquefazione. La situazione litostratigrafica riscontrata consente pertanto di escludere incipienti fenomeni di liquefazione nell'intorno dell'area.

Si è proceduto comunque ad effettuare una valutazione del potenziale di liquefazione utilizzando il metodo semplificato di Seed e Idris (1982), che come previsto ha dato esito negativo.

### 1. Soil layers data

Thickness  (m) ?  (kN/m<sup>3</sup>)

No	H	gamma
1	2.00	17.00
2	3.00	18.00
3	1.00	17.00
4	3.00	18.50

### 2. Test points data

Depth  (m) ?spt  % FC

No	Depth	Nspt	FC
1	2.00	3	40.00
2	5.00	8	25.00
3	6.00	4	40.00
4	9.00	15	20.00

from CPT Data

### 3. Calculation parameters

G.W.T.  (m, -1 no water)

P.G.A.  (g)

Earthquake Magn.  (Richter)

Subsoil class

Global factor of safety

File properties

Data reading data from line

Delimiter

### 4. Calculation results

No	Depth	Bulk ?	% FC	u (kPa)	sv (kPa)	s'v (kPa)	Nspt	N1(60)	??1	CSR	CRRm	F.S.
1	2.00	17.00	-	3.92	34.00	30.08	4	7.3	-	0.11	0.24	2.25
2	5.00	18.00	-	33.35	88.00	54.65	11	18.0	-	0.15	0.56	3.72
3	6.00	17.00	-	43.16	105.00	61.84	5	8.5	-	0.16	0.27	1.69
4	9.00	18.50	-	72.59	160.50	87.91	16	26.7	-	0.17	0.90	5.00

F.S. > 1.25, no liquefaction potential

Rif.Geo. L2691		Referente: S.O.
Data elaborato: settembre 2020	Rev1:	Rev2:
Geo.ArborStudio di Leoni Carlo Via Concesa, 3 - 20069 Vaprio d'Adda	Tel. 0295763037 - Tel/Fax: 0295761942 C.F. LNECLD59T23F205Z Partita IVA 06708220964	www.geoarbor.it info@geoarbor.it

## 9. Considerazioni conclusive

I risultati dell'indagine non hanno evidenziato particolari controindicazioni di carattere geologico, idrogeologico, geotecnico e sismico per la realizzazione dell'intervento edilizio che risulta pertanto compatibile con la classe di fattibilità geologica dell'area (classe 3).

**Ai sensi della D.G.R. 2616/2011, si ritiene pertanto fattibile da un punto di vista geologico, sismico, idrogeologico ed idraulico l'intervento prospettato.**

Le condizioni geologiche-geotecniche-sismiche e i dati per la progettazione delle strutture di fondazione sono sintetizzati nei punti successivi:

### A – Condizioni geologiche e litologiche

L'unità geologica che interessa l'area è il Fluvioglaciale e fluviale Wurm (Pleistocene superiore), costituita da depositi alluvionali fluviali e fluvio-glaciali, sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi, corrispondenti al Livello Fondamentale Della Pianura. Sono presenti entro la totalità del territorio comunale ad esclusione della fascia alluvionale del corso d'acqua corrispondente alla valle del Serio. Dal punto di vista litologico, l'area è costituita da terreni prevalentemente sabbiosi e/o sabbioso-limosi, la cui presenza coincide con i termini più superficiali della formazione geologica attribuita al livello fondamentale della pianura alluvionale wurmiana.

### B – Condizioni idrogeologiche

Durante le indagini eseguite dallo scrivente in sito nel mese di luglio 2020, è stata rilevata la presenza di una falda idrica superficiale sub-affiorante, posta nello specifico ad una profondità di circa -1,6 m da p.c., confermando quanto affermato poc'anzi.

Sulla base delle conoscenze idrogeologiche della zona si ritiene che l'escursione stagionale della falda sia contenuta al massimo in  $\pm 1,0$  m.

### C – Caratteristiche geotecniche

Lo schema litostratigrafico del sottosuolo può essere così riassunto (le quote sono riferite al p.c., assunto come 0 RIF.):

0,0 – 1,5/2,4 m	Sabbie limose sciolte soggette all'oscillazione del livello di falda – <b>Orizzonte A</b>
1,5/2,4 – 3,9/5,1 m	Sabbie con ghiaie sature moderatamente addensate - <b>Orizzonte B</b>
3,9/5,1 – 6,0/6,6 m	Sabbie e ghiaie in matrice limosa poco addensate sature - <b>Orizzonte C</b>
oltre 6,0/6,6 m	Sabbie e ghiaie da moderatamente a mediamente addensate sature - <b>Orizzonte D</b>

L'indagine eseguita ha consentito di individuare terreni in cui la litozona superficiale è costituita prevalentemente da sabbie limose sciolte, soggette all'oscillazione del livello di falda, dotate di resistenza limitata con scadenti caratteristiche geotecniche (**ORIZZONTE A**) fino a circa -1,5/2,4 m da 0 RIF. Oltre tale profondità si riscontrano terreni saturi moderatamente addensati associabili a litologie sabbioso-ghiaiose (**ORIZZONTE B**), aventi caratteristiche geotecniche discrete, migliori dell'unità sovrastante. A partire da profondità di 3,9/5,1 m da 0 RIF. si registra una diminuzione della resistenza dei terreni associabile alla presenza di litologie sabbioso-ghiaiose in matrice limosa sature poco

pag.29

**Relazione geologica (R1-R3) – Piano Attuativo "Ap1", realizzazione nuovi insediamenti industriali**

Rif.Geo. L2691		Referente: S.O.
Data elaborato: settembre 2020	Rev1:	Rev2:
Geo.Arbor.Studio di Leoni Carlo Via Concesa, 3 - 20069 Vaprio d'Adda	Tel. 0295763037 - Tel/Fax: 0295761942 C.F. LNECLD59T23F205Z Partita IVA 06708220964	www.geoarbor.it info@geoarbor.it

addensate scadenti (**ORIZZONTE C**). A partire da circa 6,0/6,6 m da 0 RIF. si riscontrano nuovamente terreni da moderatamente a mediamente addensati (**ORIZZONTE D**) costituiti da litologie sabbioso-ghiaiose aventi buone caratteristiche geotecniche.

## D – Analisi sismica

Ai sensi della D.g.r. 11 luglio 2014 - n. X/2129, il comune di Liscate viene collocato all'interno della zona sismica 3. Sulla base delle risultanze della prova sismica masw di riferimento i terreni dell'area in esame si classificano di "Tipo C".

In relazione a quanto indicato nella Carta della pericolosità sismica locale della Componente geologica del PGT l'area in esame appartiene allo scenario Z4a "zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi" suscettibile di possibili amplificazioni litologiche e geometriche.

Per quanto riguarda la sicurezza dei terreni nei confronti di possibili fenomeni di liquefazione, le verifiche eseguite hanno restituito un valore del fattore FS sempre superiore a 1, condizione affinché un terreno si possa classificare non liquefacibile (D.G.R. n.X/5001).

Vaprio d'Adda, 08/09/2020

Dott. Geol. Carlo Leoni




pag.30

### Relazione geologica (R1-R3) – Piano Attuativo "Ap1", realizzazione nuovi insediamenti industriali

Rif. Geo. L2691		Referente: S.O.
Data elaborato: settembre 2020	Rev1:	Rev2:
Geo.ArborStudio di Leoni Carlo Via Concesa, 3 - 20069 Vaprio d'Adda	Tel. 0295763037 - Tel/Fax: 0295761942 C.F. LNECLD59T23F205Z Partita IVA 06708220964	www.geoarbor.it info@geoarbor.it



● PROVE PENETROMETRICHE SCPT

● PROVE DI PEMEABILITA'



## Prova penetrometrica dinamica P1

**Località:** Liscate (MI) - Via Venezia / Via S.P. della Croce

**Data:** 27/07/2020

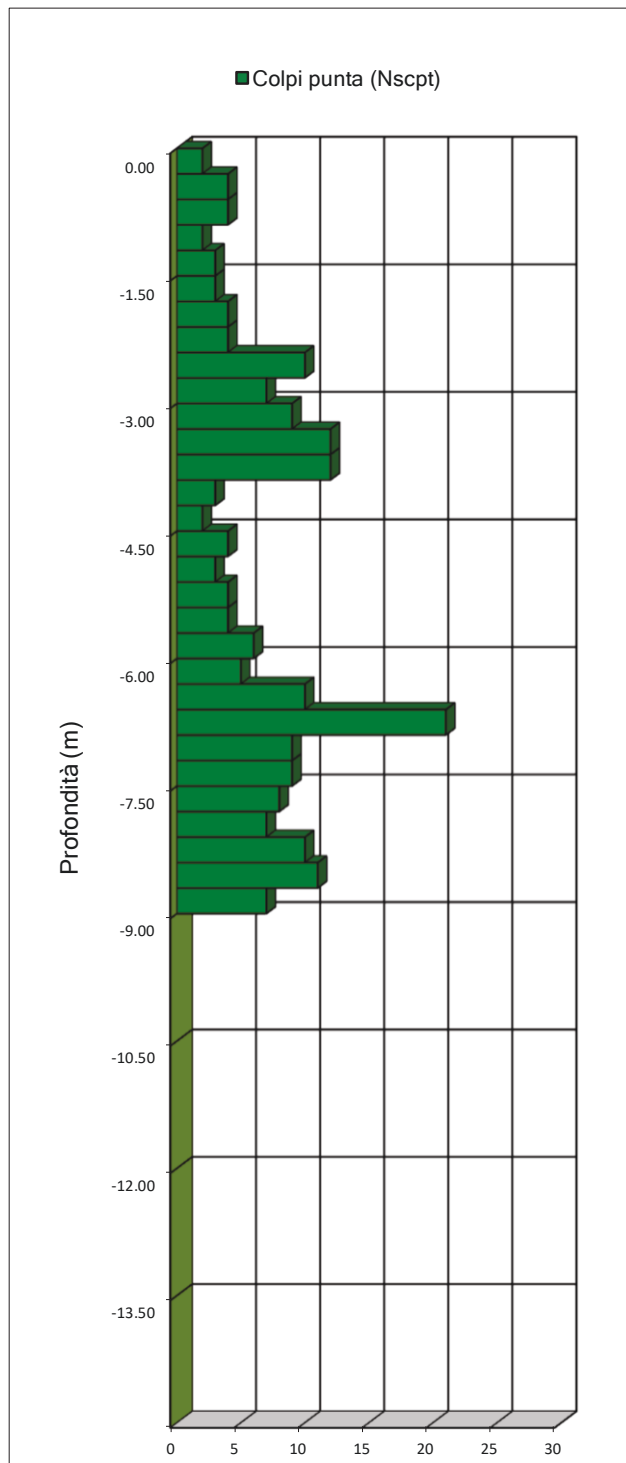
**Ditta esecutrice:** GeoArborStudio

**Attrezzatura:** Pagani TG 63/100

**Committente:** Studio Bottoni

**Sigla cantiere:** L2691

**Falda:** -1,6 m da p.c.



Profondità (m)		Colpi Punta (Ns)
0.00	-0.30	2
-0.30	-0.60	4
-0.60	-0.90	4
-0.90	-1.20	2
-1.20	-1.50	3
-1.50	-1.80	3
-1.80	-2.10	4
-2.10	-2.40	4
-2.40	-2.70	10
-2.70	-3.00	7
-3.00	-3.30	9
-3.30	-3.60	12
-3.60	-3.90	12
-3.90	-4.20	3
-4.20	-4.50	2
-4.50	-4.80	4
-4.80	-5.10	3
-5.10	-5.40	4
-5.40	-5.70	4
-5.70	-6.00	6
-6.00	-6.30	5
-6.30	-6.60	10
-6.60	-6.90	21
-6.90	-7.20	9
-7.20	-7.50	9
-7.50	-7.80	8
-7.80	-8.10	7
-8.10	-8.40	10
-8.40	-8.70	11
-8.70	-9.00	7
-9.00	-9.30	
-9.30	-9.60	
-9.60	-9.90	
-9.90	-10.20	
-10.20	-10.50	
-10.50	-10.80	
-10.80	-11.10	
-11.10	-11.40	
-11.40	-11.70	
-11.70	-12.00	
-12.00	-12.30	
-12.30	-12.60	
-12.60	-12.90	
-12.90	-13.20	
-13.20	-13.50	
-13.50	-13.80	
-13.80	-14.10	
-14.10	-14.40	
-14.40	-14.70	
-14.70	-15.00	

## Prova penetrometrica dinamica P2

**Località: Liscate (MI) - Via Venezia / Via S.P. della Croce**

**Data: 27/07/2020**

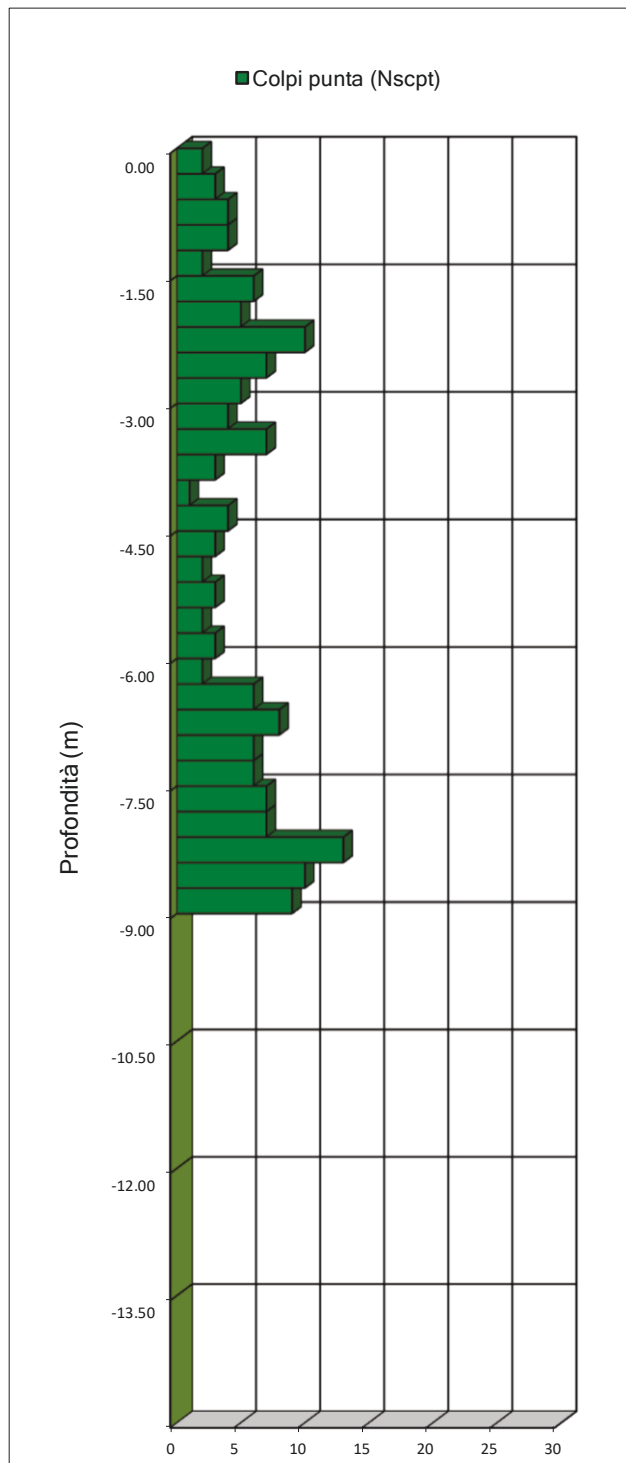
**Ditta esecutrice: GeoArborStudio**

**Attrezzatura: Pagani TG 63/100**

**Committente: Studio Bottoni**

**Sigla cantiere: L2691**

**Falda: -1,6 m da p.c.**



Profondità (m)		Colpi Punta (Ns)
0.00	-0.30	2
-0.30	-0.60	3
-0.60	-0.90	4
-0.90	-1.20	4
-1.20	-1.50	2
-1.50	-1.80	6
-1.80	-2.10	5
-2.10	-2.40	10
-2.40	-2.70	7
-2.70	-3.00	5
-3.00	-3.30	4
-3.30	-3.60	7
-3.60	-3.90	3
-3.90	-4.20	1
-4.20	-4.50	4
-4.50	-4.80	3
-4.80	-5.10	2
-5.10	-5.40	3
-5.40	-5.70	2
-5.70	-6.00	3
-6.00	-6.30	2
-6.30	-6.60	6
-6.60	-6.90	8
-6.90	-7.20	6
-7.20	-7.50	6
-7.50	-7.80	7
-7.80	-8.10	7
-8.10	-8.40	13
-8.40	-8.70	10
-8.70	-9.00	9
-9.00	-9.30	
-9.30	-9.60	
-9.60	-9.90	
-9.90	-10.20	
-10.20	-10.50	
-10.50	-10.80	
-10.80	-11.10	
-11.10	-11.40	
-11.40	-11.70	
-11.70	-12.00	
-12.00	-12.30	
-12.30	-12.60	
-12.60	-12.90	
-12.90	-13.20	
-13.20	-13.50	
-13.50	-13.80	
-13.80	-14.10	
-14.10	-14.40	
-14.40	-14.70	
-14.70	-15.00	

**Prova penetrometrica dinamica P3**

**Località: Liscate (MI) - Via Venezia / Via S.P. della Croce**

**Data: 27/07/2020**

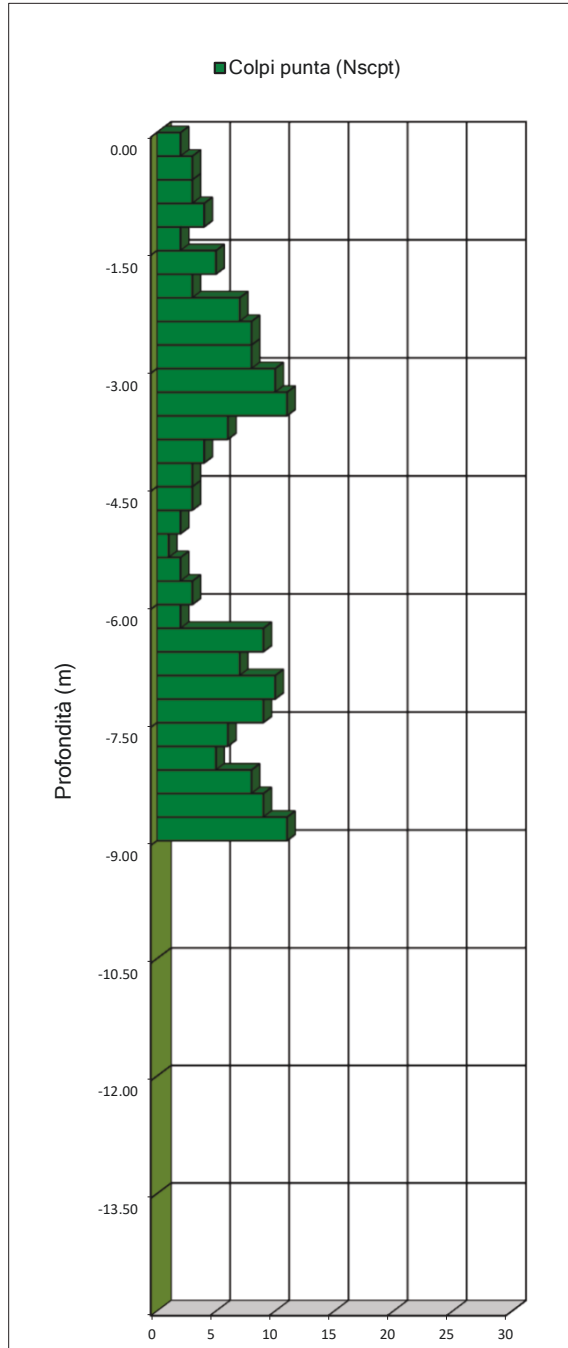
**Ditta esecutrice: GeoArborStudio**

**Attrezzatura: Pagani TG 63/100**

**Committente: Studio Bottoni**

**Sigla cantiere: L2691**

**Falda: -1,6 m da p.c.**



Profondità (m)		Colpi Punta (Nscpt)
0.00	-0.30	2
-0.30	-0.60	3
-0.60	-0.90	3
-0.90	-1.20	4
-1.20	-1.50	2
-1.50	-1.80	5
-1.80	-2.10	3
-2.10	-2.40	7
-2.40	-2.70	8
-2.70	-3.00	8
-3.00	-3.30	10
-3.30	-3.60	11
-3.60	-3.90	6
-3.90	-4.20	4
-4.20	-4.50	3
-4.50	-4.80	3
-4.80	-5.10	2
-5.10	-5.40	1
-5.40	-5.70	2
-5.70	-6.00	3
-6.00	-6.30	2
-6.30	-6.60	9
-6.60	-6.90	7
-6.90	-7.20	10
-7.20	-7.50	9
-7.50	-7.80	6
-7.80	-8.10	5
-8.10	-8.40	8
-8.40	-8.70	9
-8.70	-9.00	11
-9.00	-9.30	
-9.30	-9.60	
-9.60	-9.90	
-9.90	-10.20	
-10.20	-10.50	
-10.50	-10.80	
-10.80	-11.10	
-11.10	-11.40	
-11.40	-11.70	
-11.70	-12.00	
-12.00	-12.30	
-12.30	-12.60	
-12.60	-12.90	
-12.90	-13.20	
-13.20	-13.50	
-13.50	-13.80	
-13.80	-14.10	
-14.10	-14.40	
-14.40	-14.70	
-14.70	-15.00	



## Prova penetrometrica dinamica P4

**Località:** Liscate (MI) - Via Venezia / Via S.P. della Croce

**Data:** 27/07/2020

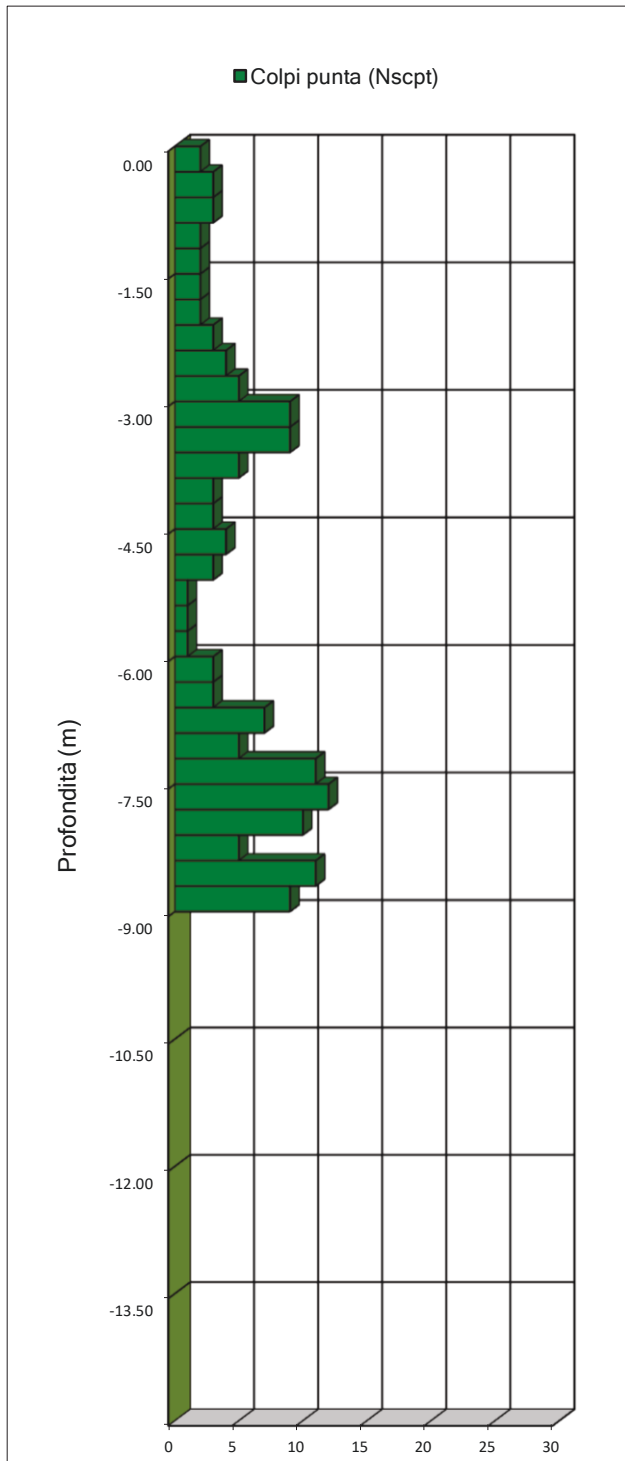
**Ditta esecutrice:** GeoArborStudio

**Attrezzatura:** Pagani TG 63/100

**Committente:** Studio Bottoni

**Sigla cantiere:** L2691

**Falda:** -1,6 m da p.c.



Profondità (m)		Colpi Punta (Nscpt)
0.00	-0.30	2
-0.30	-0.60	3
-0.60	-0.90	3
-0.90	-1.20	2
-1.20	-1.50	2
-1.50	-1.80	2
-1.80	-2.10	2
-2.10	-2.40	3
-2.40	-2.70	4
-2.70	-3.00	5
-3.00	-3.30	9
-3.30	-3.60	9
-3.60	-3.90	5
-3.90	-4.20	3
-4.20	-4.50	3
-4.50	-4.80	4
-4.80	-5.10	3
-5.10	-5.40	1
-5.40	-5.70	1
-5.70	-6.00	1
-6.00	-6.30	3
-6.30	-6.60	3
-6.60	-6.90	7
-6.90	-7.20	5
-7.20	-7.50	11
-7.50	-7.80	12
-7.80	-8.10	10
-8.10	-8.40	5
-8.40	-8.70	11
-8.70	-9.00	9
-9.00	-9.30	
-9.30	-9.60	
-9.60	-9.90	
-9.90	-10.20	
-10.20	-10.50	
-10.50	-10.80	
-10.80	-11.10	
-11.10	-11.40	
-11.40	-11.70	
-11.70	-12.00	
-12.00	-12.30	
-12.30	-12.60	
-12.60	-12.90	
-12.90	-13.20	
-13.20	-13.50	
-13.50	-13.80	
-13.80	-14.10	
-14.10	-14.40	
-14.40	-14.70	
-14.70	-15.00	

**Prova penetrometrica dinamica P5**

**Località: Liscate (MI) - Via Venezia / Via S.P. della Croce**

**Data: 27/07/2020**

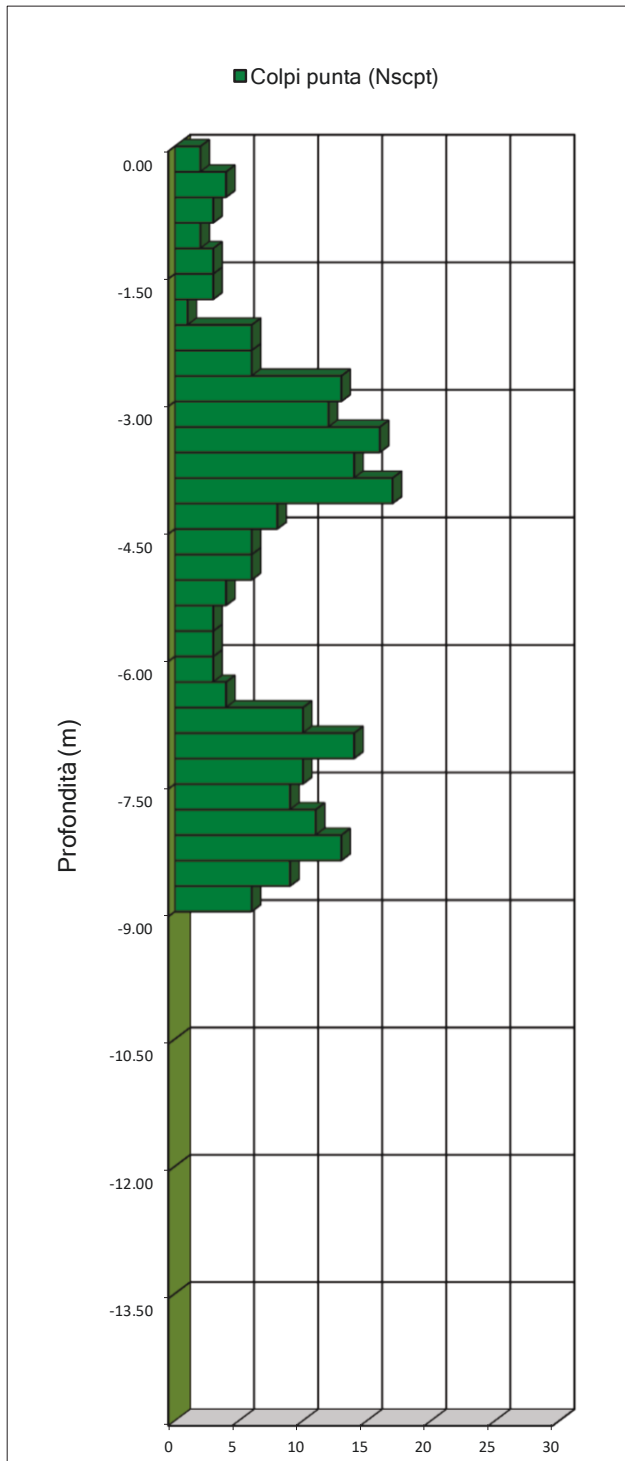
**Ditta esecutrice: GeoArborStudio**

**Attrezzatura: Pagani TG 63/100**

**Committente: Studio Bottoni**

**Sigla cantiere: L2691**

**Falda: -1,6 m da p.c.**



Profondità (m)		Colpi Punta (Ns)
0.00	-0.30	2
-0.30	-0.60	4
-0.60	-0.90	3
-0.90	-1.20	2
-1.20	-1.50	3
-1.50	-1.80	3
-1.80	-2.10	1
-2.10	-2.40	6
-2.40	-2.70	6
-2.70	-3.00	13
-3.00	-3.30	12
-3.30	-3.60	16
-3.60	-3.90	14
-3.90	-4.20	17
-4.20	-4.50	8
-4.50	-4.80	6
-4.80	-5.10	6
-5.10	-5.40	4
-5.40	-5.70	3
-5.70	-6.00	3
-6.00	-6.30	3
-6.30	-6.60	4
-6.60	-6.90	10
-6.90	-7.20	14
-7.20	-7.50	10
-7.50	-7.80	9
-7.80	-8.10	11
-8.10	-8.40	13
-8.40	-8.70	9
-8.70	-9.00	6
-9.00	-9.30	
-9.30	-9.60	
-9.60	-9.90	
-9.90	-10.20	
-10.20	-10.50	
-10.50	-10.80	
-10.80	-11.10	
-11.10	-11.40	
-11.40	-11.70	
-11.70	-12.00	
-12.00	-12.30	
-12.30	-12.60	
-12.60	-12.90	
-12.90	-13.20	
-13.20	-13.50	
-13.50	-13.80	
-13.80	-14.10	
-14.10	-14.40	
-14.40	-14.70	
-14.70	-15.00	

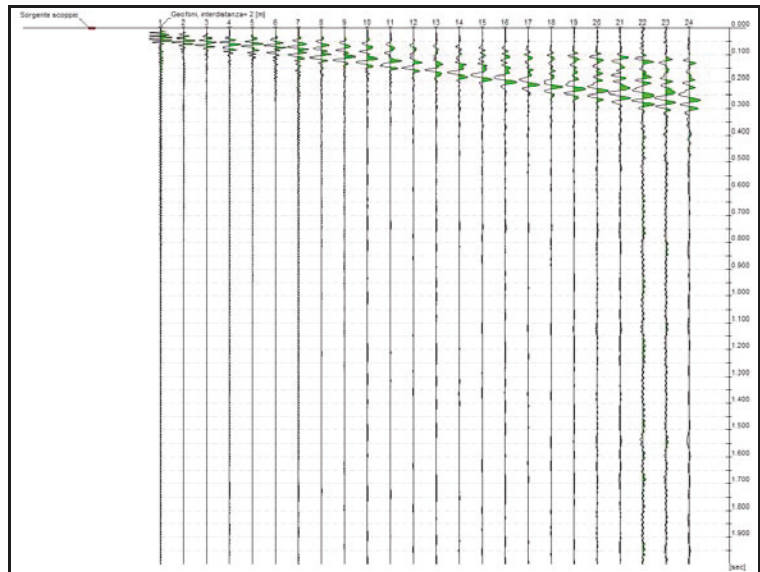
## Riassunto interpretazione MASW

### Cantiere

Data	<b>23 aprile 2018</b>
Comune	<b>Liscate</b>
Provincia	<b>MI</b>
Via	<b>Guido Rossa S.n.c.</b>
Committente	<b>Studio Ing. Marabelli</b>

### Stendimento sismico

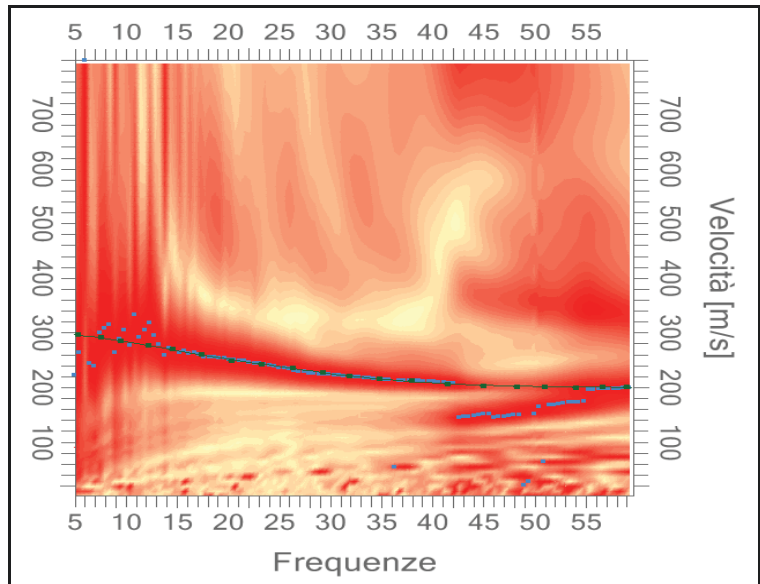
N. tracce	<b>24</b>
Durata acquisizione [msec]	<b>2000</b>
Interdistanza geofoni [m]	<b>2</b>
Periodo di campionamento [msec]	<b>1</b>



### Analisi spettrale

Frequenza minima di elaborazione [Hz]	<b>5</b>
Frequenza massima di elaborazione [Hz]	<b>60</b>
Velocità minima di elaborazione [m/sec]	<b>1</b>
Velocità massima di elaborazione [m/sec]	<b>800</b>
Intervallo velocità [m/sec]	<b>1</b>

Curva di dispersione misurata	<span style="color: blue;">●</span>
Curva interpolante	<span style="color: green;">■</span>
Curva teorica	—

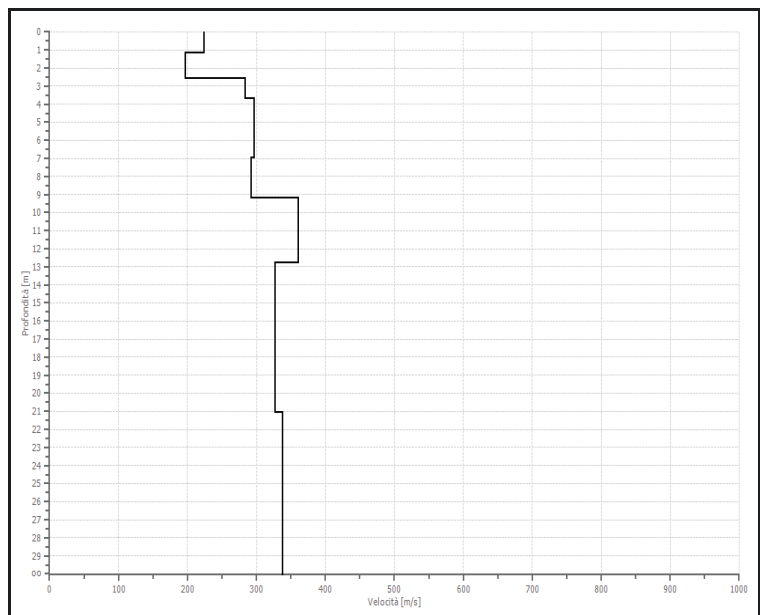


### Risultati analisi sismica

Intervallo stratigrafico [m. da p.c.]	<b>0 - 30</b>
Vs 30 [m/sec]	<b>310,7</b>
Categoria di suolo	<b>C</b>

### Profilo di velocità sismica

Prof. da [m]	Prof. a [m]	Vs calcolata [m/sec]
0,0	1,2	224,1
1,2	2,6	197,2
2,6	3,7	283,9
3,7	7,0	296,9
7,0	9,2	292,4
9,2	12,8	360,3
12,8	21,1	327,5
21,1	30,0	338,2





DICHIARAZIONE/ASSEVERAZIONE DEL GEOLOGO  
DI CONGRUITA' DEI CONTENUTI DELLA RELAZIONE GEOLOGICA AI REQUISITI RICHIESTI DAL  
PARAGRAFO 6.2.1 NTC 2018 e/o DALLA D.G.R. 2616/2011

Il sottoscritto Carlo Daniele Leoni  
iscritto all'Ordine dei Geologi della Regione LOMBARDIA - N.776.....incaricato in data 08/2020..... da Studio Bottoni..... per conto di società FUTURA 2000..... di redigere la relazione geologica relativa al seguente intervento .....

Piano Attuativo "Ap1" - realizzazione nuovi insediamenti produttivi  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

da eseguire in Comune di Liscate  
Località .....

indirizzo Via Venezia / via S.P. della Croce..... n° .....  
CAP .....

Comune Catastale ..... Foglio n. .... Mappale o Particella .....

consapevole che in caso di dichiarazione mendace sarà punito ai sensi del Codice Penale secondo quanto prescritto dall'art. 76 del D.P.R. 445/2000 e che, inoltre, qualora dal controllo effettuato emerga la non veridicità del contenuto di taluna delle dichiarazioni rese, decadranno i benefici conseguenti al provvedimento eventualmente emanato sulla base della dichiarazione non veritiera (art. 75 D.P.R. 445/2000),

DICHIARA

A. che la relazione geologica in oggetto è stata redatta ai sensi di:

- D.M. 17 gennaio 2018 (paragrafo 6.2.1 NTC 2018)
- D.G.R. 2616/2011 e D.M. 17 gennaio 2018 (paragrafo 6.2.1 NTC 2018)
- D.M. 17 gennaio 2018 (paragrafo 6.2.1 NTC 2018), recependo quanto contenuto in una relazione geologica già depositata, redatta ai sensi della D.G.R. 2616/2011 per il rilascio del titolo abilitativo relativo all'intervento in questione

B. che, nello studio geologico comunale (PGT vigente) redatto in attuazione dell'art. 57 comma 1 della L.R. 12/2005, al sito di intervento sono state attribuite le seguenti caratteristiche geologiche:



1. **SCENARIO DI PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE PSL 1 LIV – DGR 2616/2011 all. 5 p.to 2.1**

- |   |   |   |
|---|---|---|
| <input type="checkbox"/> Z1 Instabilità dei versanti    | <input type="checkbox"/> Z2a Cedimenti                              | <input type="checkbox"/> Z2b Liquefazione |
| <input type="checkbox"/> Z3 Amplificazione topografica  | <input checked="" type="checkbox"/> Z4 Amplificazione Stratigrafica |   |
| <input type="checkbox"/> Z5 Comportamenti differenziali | <input type="checkbox"/> Nessuno scenario                           |   |

1.1 **VERIFICA SISMICA DI SECONDO LIVELLO PSL 2 LIV – DGR 2616/2011 all. 5 p.to 2.2**

- Fattore di amplificazione sismica calcolato (FAC) > Soglia comunale (FAS)\*  
 Fattore di amplificazione sismica calcolato (FAC) <= Soglia comunale (FAS)\*  
 Analisi di secondo livello non effettuata

\* tenuto conto delle tolleranze ammesse nell'Allegato 5 della D.G.R. 2616/2011

2. **CLASSE DI FATTIBILITA' GEOLOGICA – DGR 2616/2011 p.to 3.1**

- 1 senza particolari limitazioni  
 2 con modeste limitazioni  
 3 con consistenti limitazioni  
 4 con gravi limitazioni

2.1 **TIPO DI LIMITAZIONE ALLA FATTIBILITA' GEOLOGICA – DGR2616/2011 p.to 3.2**

- a) Instabilità dei versanti dal punto di vista statico  
 b) Vulnerabilità idrogeologica  
 c) Vulnerabilità idraulica  
 d) Scadenti caratteristiche geotecniche  
 nessuna particolare limitazione

**DICHIARA INOLTRE**

**in fase di predisposizione dello studio geologico a supporto della progettazione**

C. di aver seguito tutte le prescrizioni previste dalle norme geologiche di piano vigenti riportate nel piano delle regole del PGT del Comune di Liscate.....

D. di aver eseguito ai sensi degli allegati alla DGR 2616/2011 conformemente alle linee guida disponibili:

- Approfondimento relativo all'instabilità dei versanti dal punto di vista statico (App1)  
 Approfondimento relativo alla vulnerabilità idrogeologica (App2)  
 Approfondimento relativo alla vulnerabilità idraulica (App3)  
 Approfondimento relativo alle scadenti caratteristiche geotecniche (App4)  
 Approfondimento relativo agli aspetti sismici (App5), la cui tipologia e grado sono dettagliatamente descritte nelle successive schede  
 Nessun particolare approfondimento

E. di aver redatto il modello geologico del sito sulla base di:

- indagini appositamente eseguite nel sito d'interesse o nel suo immediato intorno, del tipo prove penetrometriche dinamiche - prove di permeabilità.....

.....  
.....  
 indagini pregresse, la cui estendibilità al sito d'interesse è stata adeguatamente motivata in relazione, del tipo .....

F. di aver valutato i fenomeni di amplificazione sismica di tipo stratigrafico attraverso:

- analisi di risposta sismica locale
- procedura semplificata basata sulla definizione della seguente categoria di sottosuolo, di cui al paragrafo 3.2.2 NTC 2018, la cui applicabilità è stata adeguatamente motivata in relazione; pertanto è stata individuata la seguente categoria di sottosuolo:

A       B       C       D       E

mediante la seguente tipologia d'indagine prove masw di riferimento .....  
la cui idoneità al caso specifico è stata adeguatamente motivata in relazione.

G. di aver valutato i fenomeni di amplificazione sismica di tipo topografico attraverso:

- analisi di risposta sismica locale
- procedura semplificata basata sulla definizione della seguente categoria topografica, di cui al paragrafo 3.2.2 NTC 2018, la cui applicabilità è stata adeguatamente motivata in relazione; pertanto è stata individuata la seguente categoria topografica:

T1       T2       T3       T4

mediante analisi morfologica condotta su base topografica a scala 1:500.....  
la cui idoneità al caso specifico è stata adeguatamente motivata in relazione.

H. di aver adeguatamente considerato la sicurezza nei confronti del fenomeno della liquefazione, mediante:

- esclusione della verifica (paragrafo 7.11.3.4.2 NTC 2018), opportunamente motivata in relazione;
- verifica di stabilità (paragrafo 7.11.3.4.3 NTC 2018) mediante la seguente metodologia Seed e Idriss (1992) .....

I. che l'intervento previsto risulta fattibile e compatibile con l'assetto geologico del sito:

- senza esecuzione di opere e/o interventi specifici per la mitigazione del rischio
- previa esecuzione di opere e/o accorgimenti costruttivi da eseguirsi durante i lavori relativi all'intervento in oggetto
- previa esecuzione di specifiche opere e/o interventi per la mitigazione del rischio da eseguirsi prima dei lavori relativi all'intervento in oggetto; in relazione a questo si specifica che tali lavori:
  - non sono stati eseguiti o sono stati eseguiti solo parzialmente

- sono stati eseguiti nel rispetto delle prescrizioni contenute nello studio specifico e con il quale risultano compatibili

### ASSEVERA

ai sensi dell'art. 481 del Codice Penale la conformità di quanto eseguito ai fini della relazione in oggetto alla normativa nazionale e regionale vigente e la piena osservanza della relazione alle norme sismiche vigenti.

Dichiara infine di essere informato, ai sensi e per gli effetti del Regolamento UE 2016/679 e del Dlgs 101/2018 che i dati personali raccolti saranno trattati, anche con strumenti informatici, esclusivamente nell'ambito del procedimento per il quale la presente dichiarazione viene resa.

Luogo Vaprio d'A., Data .11/09/2020...

IL GEOLOGO



Rif. L2691b

Comune di

## Liscate

(Città Metropolitana di Milano)

**Realizzazione opere di urbanizzazione:  
nuove aree adibite a parcheggio e a standard di verde  
comprese tra Via Venezia e Via S.P. della Croce  
(Piano Attuativo AP1)**



Vermeer, *Il Geografo* - 1668

**GEOARBOR STUDIO  
PROFESSIONALE**

**Dr. Geol. Carlo D. Leoni**

Iscrizione N° 776 all'Albo  
dell'Ordine dei Geologi  
della Regione Lombardia  
C.F. LNECLD59T23F205Z  
Partita IVA 06708220964

- *Geologia*
- *Geotecnica*
- *Idrogeologia*
- *Indagini ambientali*
- *Pianificazione territoriale*
- *Cave, discariche*
- *Ripristini ambientali*
- *Indagini geognostiche*
- *Ingegneria naturalistica*
- *Pozzi*
- *Rilievi topografici*
- *Rilievi GPS*
- *Laboratorio geotecnico*
- *Studi Idroelettrici*

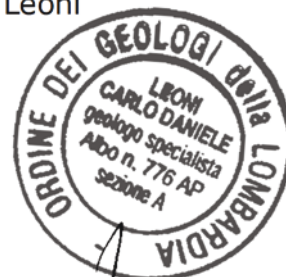
# RELAZIONE DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA

ai sensi della L.R. 12/2015, del R.R. 19 aprile 2019, n. 8 e del R.R. 23  
novembre 2017, n. 7

**Committente: Geom. Graziano Bottoni.**

Vaprio D'Adda, 17/09/2020

Dott. Geol. Carlo Leoni





## Sommario

<b>1. Premessa .....</b>	<b>2</b>
1.1 Normativa di riferimento.....	4
<b>2. Inquadramento geologico, geomorfologico ed idrogeologico dell'area di indagine.....</b>	<b>5</b>
2.1. Inquadramento geologico e geomorfologico.....	5
2.2. Piezometria nell'area di indagine.....	5
<b>3. Analisi della permeabilità dei terreni.....</b>	<b>8</b>
3.1 Prova di assorbimento "tipo Lefranc": risultati e considerazioni.....	9
<b>4. Proposta progettuale per la gestione delle acque meteoriche.....</b>	<b>12</b>
4.1 Scelte progettuali in relazione ai limiti normativi e ai vincoli idrogeologici per l'area di indagine.....	12
4.2 Portata limite di scarico in pubblica fognatura.....	16
<b>5. Dimensionamento del sistema di raccolta delle acque meteoriche ai sensi del R.R. 7/2017 e s.m.i. ....</b>	<b>18</b>
5.1 Analisi delle superfici scolanti impermeabili e determinazione del coefficiente di deflusso.....	18
5.2 Metodologia di calcolo del volume di invaso e laminazione per l'area di studio.....	21
5.3 Determinazione delle altezze di pioggia e valutazione dei parametri pluviometrici per il calcolo delle portate meteoriche di progetto .....	25
5.4 Calcoli e risultati .....	28
5.4.1 Dimensionamento del volume di invaso.....	28
5.4.2 Installazione e accorgimenti costruttivi .....	30
5.4.3 Piano di manutenzione .....	31
<b>6. Progettazione Rete Fognaria Meteorica.....</b>	<b>33</b>
6.1 Valutazione Contributo Meteorico allo Scarico.....	33
6.1.1 Determinazione dei tempi di corrivazione per il bacino .....	34
6.2 Portate di progetto .....	35
6.3 Dimensionamento e verifica idraulica della fognatura bianca .....	35
<b>7. Considerazioni conclusive .....</b>	<b>41</b>

### ALLEGATI

- ❖ *Tabelle e grafici prove permeabilità;*
- ❖ *Inquadramento corografico dell'area di indagine su CTR (scala 1:10000) e su foto aerea;*
- ❖ *Estratto cartografia catastale (scala 1:2000 - fonte: Catasto Regione Lombardia);*
- ❖ *Estratto della Carta dei Vincoli del PGT comunale per l'area di intervento;*
- ❖ *Estratto rete idrica e fognaria esistente nell'area di interesse (fonte: SIT webgis CAP Holding);*
- ❖ *Piano di manutenzione;*
- ❖ *Modulo E - Asseverazione progettista;*
- ❖ *Planimetria dell'area con tracciamento di massima della rete fognaria e sezioni esemplificative dei particolari costruttivi e Profilo longitudinale redatti dal Geometra Bottoni.*

### **Relazione di invarianza idraulica e idrologica**

Realizzazione opere di urbanizzazione in Via Venezia / Via S.P. della croce – Liscate (MI)

## 1. Premessa

In seguito all'incarico conferito dal Geom. Graziano Bottoni, viene redatta la presente relazione tecnica ai fini di valutare la fattibilità idrogeologica e il dimensionamento di un sistema di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche atto a garantire il rispetto del principio di invarianza idraulica ed idrologica ai sensi del Regolamento Regionale 19 aprile 2019 n. 8 "Disposizioni sull'applicazione dei principi di invarianza idraulica ed idrologica. Modifiche al regolamento regionale 23 novembre 2017, n. 7", nell'ambito di realizzazione di aree standard concernenti il piano Attuativo Ap.1, relativo alla superficie compresa tra Via Venezia e Via S. P. della Croce, nel comune di Liscate (MI). Tale relazione risulta inoltre accompagnatoria alla Richiesta di parere tecnico preventivo per la realizzazione di opere fognarie di urbanizzazione, ai sensi dell'art.54, co.2 e art.55 del Regolamento del Servizio Idrico Integrato di competenza.

L'intervento, nello specifico, prevede che l'area adiacente a Via Venezia sia destinata a verde pubblico e all'ingresso dei veicoli pesanti. L'uscita di quest'ultimi concerne invece la superficie limitrofa a via S. P. della Croce che verrà adibita inoltre al parcheggio e al transito da/verso l'insediamento produttivo.

L'area di trasformazione complessiva, utile ai fini dei dimensionamenti idraulici che seguiranno, è di circa 1435 mq con coefficiente di deflusso medio ponderale pari a 1. Nel caso dell'intervento in oggetto, si tratta pertanto di un'impermeabilizzazione potenziale media. **Ai sensi dell'art. 7 comma 5, essendo l'area in di intervento identificata come ambito di trasformazione, la medesima risulta assoggettata ai limiti di scarico e ai requisiti minimi definiti per le aree A ad alta criticità idraulica. Per il calcolo del volume di invaso è necessario, pertanto, applicare il Metodo delle Sole Piogge (art. 9 comma 1 Tabella1).**

In relazione alle proprietà idrogeologiche e litologiche dei suoli dell'area di indagine, la soluzione progettuale proposta per la raccolta e lo smaltimento delle acque meteoriche, derivanti dal dilavamento delle superfici del sito in analisi, prevede un sistema di accumulo mediante vasca di laminazione con recapito in pubblica fognatura nel rispetto dei limiti previsti dall'art. 8, comma 1 del R.R. 7/2017 e s.m.i..

Nella presente relazione si procederà pertanto a descrivere la procedura di calcolo adottata per il dimensionamento della rete fognaria di progetto, limitatamente ai tratti di nuova realizzazione in corrispondenza dell'area stradale in cessione al comune, e del sistema di laminazione ai sensi del

### *Relazione di invarianza idraulica e idrologica*

*Realizzazione opere di urbanizzazione in Via Venezia / Via S.P. della croce – Liscate (MI)*

R.R.7/2017 e s.m.i., definendone il volume di invaso atto a garantire l'invarianza idraulica e idrologica, previa attenta valutazione delle caratteristiche idrogeologiche locali, stima degli apporti meteorici critici e delle portate massime in scarico.



*Inquadramento corografico dell'area di intervento (fonte: Google Earth)*

## **Relazione di invarianza idraulica e idrologica**

*Realizzazione opere di urbanizzazione in Via Venezia / Via S.P. della croce – Liscate (MI)*

## 1.1 Normativa di riferimento

La presente relazione è stata redatta ai sensi dell'art. 58bis della L.R. 11 marzo 2005 n. 12 (Legge per il governo del territorio), successivamente aggiornato e modificato dall'art. 7 della L.R. 4/2016 (invarianza idraulica, invarianza idrologica e drenaggio urbano sostenibile) e dal Regolamento Regionale n. 7 del 23/11/2017 (Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica) e successive modifiche tra cui in particolare il recente Regolamento Regionale 19 aprile 2019 n. 8 "Disposizioni sull'applicazione dei principi di invarianza idraulica ed idrologica. Modifiche al regolamento regionale 23 novembre 2017, n. 7", ulteriormente approfondito dal "Manuale sulle buone pratiche di utilizzo dei sistemi di drenaggio urbano sostenibile" redatto dal DiSAA dell'Università degli Studi di Milano con la collaborazione di Cap Holding spa.

Per quanto riguarda la disciplina delle acque meteoriche di prima pioggia, con riferimento al Regolamento Regionale n. 4 del 24 marzo 2006 (Disciplina dello smaltimento delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne, in attuazione dell'Art. 52, comma 1, lettera a) della L.R. 12 dic. 2003, n. 26), si precisa che l'attività di cui alla presente relazione non risulta tra gli ambiti di applicazione della disciplina.

Si precisa infine che la nuova rete di fognatura sarà progettata e realizzata secondo le prescrizioni e le indicazioni fornite dal Regolamento del Servizio Idrico Integrato di competenza, CAP Holding S.p.a. con sede ad Assago (MI).

### **Relazione di invarianza idraulica e idrologica**

*Realizzazione opere di urbanizzazione in Via Venezia / Via S.P. della croce – Liscate (MI)*



## 2. Inquadramento geologico, geomorfologico ed idrogeologico dell'area di indagine

### 2.1. Inquadramento geologico e geomorfologico

Dal punto di vista geologico, la zona in esame (come il resto del territorio comunale), è parte integrante di un vasto ripiano alluvionale di età pleistocenica impostato su depositi alluvionali noti nella letteratura geologica come "Fluvioglaciale Würm" o "Diluvium recente".

Tali depositi, che costituiscono il cosiddetto "Livello Fondamentale della Pianura" (L.F.P.), sono contraddistinti da terreni prevalentemente ghiaiosi e sabbioso-ghiaiosi, con progressiva diminuzione della granulometria procedendo verso i settori meridionali.

La litologia caratteristica del Diluvium Recente è rappresentata da ghiaia e sabbia debolmente limosa inglobante ciottoli di dimensioni variabili e rari trovanti. I caratteri sedimentologici specifici sono quelli dei depositi alluvionali: clasti con grado di arrotondamento variabile da subarrotondato ad arrotondato e alterazione limitata o assente.

Tali depositi sono generalmente ricoperti da uno strato di alterazione superficiale di spessore contenuto e composto da sedimenti limoso-sabbiosi localmente associati a ghiaia di varia pezzatura (prevalentemente medio-fine).

### 2.2. Piezometria nell'area di indagine

La falda superficiale nel territorio di Liscate è una falda monostrato, divisa occasionalmente da livelli a permeabilità ridotta. L'alto valore di permeabilità dell'acquifero e la forte trasmissività pongono la falda in condizioni di sfruttamento ideali.

La falda presenta delle ottime possibilità di ricarica sia dalle acque piovane che si infiltrano nel terreno sia dalle acque irrigue che, soprattutto nel periodo estivo, quando l'attività agricola richiede dei forti apporti idrici, permettono al livello della falda di innalzarsi decisamente con oscillazioni che raggiungono escursioni di diversi metri; il territorio di Liscate risente molto questa influenza perché è soggetto all'irrigazione dei canali derivanti dal Naviglio della Martesana.

Dall'analisi della Carta idrogeologica allegata al PGT comunale, si evince quanto segue:

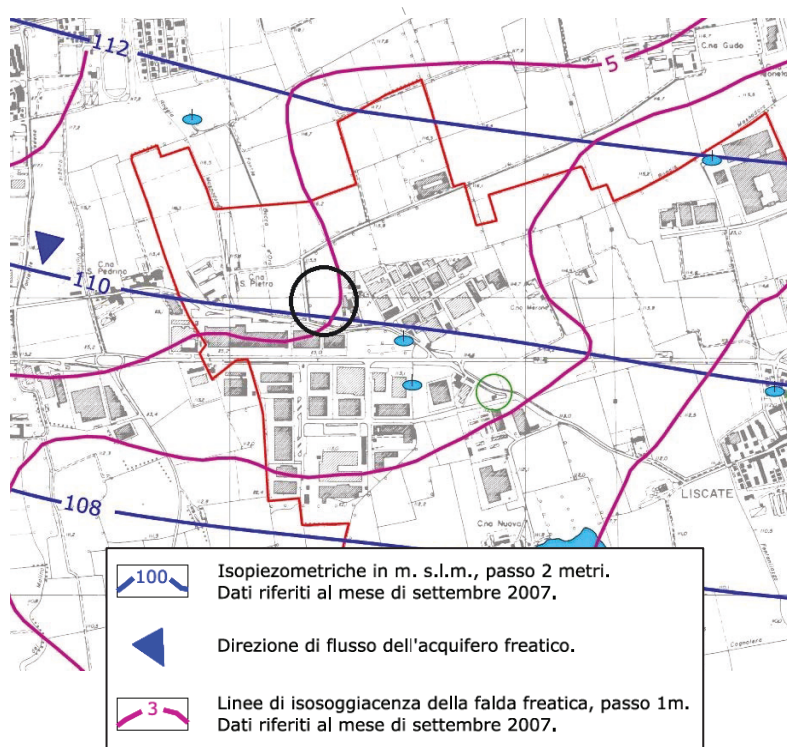
- le linee isopiezometriche presentano un andamento Nord-Ovest Sud-Est con quote decrescenti da 110 metri s.l.m. nelle porzioni settentrionali a 90 metri s.l.m. nei settori meridionali del territorio;

#### *Relazione di invarianza idraulica e idrologica*

*Realizzazione opere di urbanizzazione in Via Venezia / Via S.P. della croce – Liscate (MI)*

- la falda freatica presenta escursioni stagionali dell'ordine di 2 – 3 metri passando dal periodo invernale al periodo estivo, coincidente con il livello minimo di soggiacenza;
- la soggiacenza del livello piezometrico risulta essere piuttosto costante su tutto il territorio in oggetto; si osservano dei valori di profondità dell'acquifero compresi tra i 2 e i 5 metri;

Come visibile dall'Estratto della Carta Idrogeologica allegata al PGT comunale riportato di seguito, la superficie freatica nell'area di indagine risulta posta ad una quota di circa 110 m s.l.m.; tenendo conto che il piano campagna nell'area di intervento risulta ubicato ad una quota di circa 113/114 m s.l.m., è possibile affermare che la soggiacenza risulti pari a circa 3/4 m da p.c..



Estratto carta idrogeologica del PGT comunale

**Durante le indagini eseguite dallo scrivente in sito nel mese di luglio 2020, è stata rilevata la presenza di una falda idrica superficiale sub-affiorante, posta nello specifico ad una profondità di circa 1,6 m da p.c., confermando quanto affermato poc'anzi.**

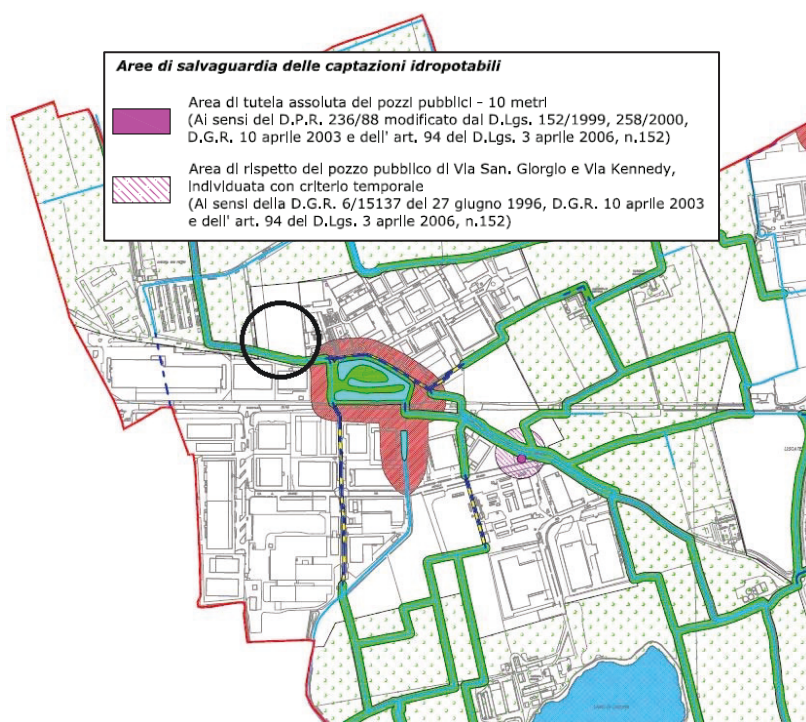
**Considerando pertanto le caratteristiche strutturali in progetto e le condizioni idrogeologiche generali è necessario tenere conto di una possibile interazione tra falda e le opere di invarianza idraulica.**

### Relazione di invarianza idraulica e idrologica

Realizzazione opere di urbanizzazione in Via Venezia / Via S.P. della croce – Lisate (MI)

### 2.3 Analisi dei vincoli idrogeologici

Per quanto riguarda i vincoli idrogeologici, si può affermare che l'area in indagine non interferisce con le fasce di rispetto di pozzi pubblici comunali, come si osserva nella carta idrogeologica e nella carta dei vincoli del PGT del comune (si veda l'estratto della carta dei vincoli di seguito).



*Estratto della Carta dei Vincoli*

*(Fonte: Componente Geologica del PGT Comune di Masate, in nero l'area di studio)*

### **Relazione di invarianza idraulica e idrologica**

*Realizzazione opere di urbanizzazione in Via Venezia / Via S.P. della croce – Lisate (MI)*

### 3. Analisi della permeabilità dei terreni

La conoscenza delle condizioni di permeabilità locali del territorio in esame è stata basata sul rilievo diretto (conformemente a quanto richiesto nel Regolamento con le prove previste nell'art. 11, comma 2, lettera e), punto 3 che consentono l'applicazione della riduzione del volume minimo), mediante il quale si sono controllati e puntualizzati gli elementi forniti dalla bibliografia.

L'indagine si è avvalsa delle conoscenze geologiche e idrogeologiche dello scrivente riguardo le caratteristiche medio generali del territorio esposte nel capitolo precedente, integrando le medesime con dati sperimentali rilevati in sito in data 27 luglio 2020, mediante la realizzazione di n. 2 prove di permeabilità di tipo Lefranc (K1, K2), eseguite in un foro effettuato con il penetrometro ad una profondità pari a 0.9 m dal p.c.. Di seguito si riporta l'ubicazione delle prove eseguite sull'area di intervento.



*Ubicazione prove eseguite*

Gli elementi raccolti ed analizzati confermano in linea di massima le caratteristiche litologiche riportate nei Capitoli di inquadramento per l'area di indagine, evidenziando entro le profondità investigate la presenza di materiali superficiali di riporto costituiti da litologie in prevalenza limoso-sabbiose.

#### **Relazione di invarianza idraulica e idrologica**

*Realizzazione opere di urbanizzazione in Via Venezia / Via S.P. della croce – Liscate (MI)*

### 3.1 Prova di assorbimento “tipo Lefranc”: risultati e considerazioni

Le prove Lefranc, nella versione modificata dall’Associazione Geotecnica Italiana (AGI), permettono di determinare la permeabilità di terreni al di sopra o al di sotto del livello di falda.

Per la prova sono state rispettate le seguenti prescrizioni:

- le pareti della perforazione sono state rivestite con una tubazione per tutto il tratto del sondaggio non interessato dalla prova;
- il tratto di prova (tasca) è stato riempito con materiale filtrante di granulometria adatta.

Le prove “tipo Lefranc” possono essere a carico costante o a carico variabile. In questo caso la prova è stata eseguita a carico variabile.

#### Prova di abbassamento a carico variabile

La prova di permeabilità è stata eseguita riempiendo di acqua il foro per un’altezza nota e misurando la velocità di abbassamento del livello (confronta schema riportato di seguito).

Per le prove a carico variabile il coefficiente di permeabilità è dato dalla seguente formula:

$$k = \frac{A}{C_L(t_2 - t_1)} \ln \frac{h_1}{h_2}$$

dove:

A = area di base del foro di sondaggio;

$h_1$  e  $h_2$  = altezza dei livelli d’acqua nel foro rispetto al livello della falda indisturbata o al fondo del foro stesso agli istanti  $t_1$  e  $t_2$ ;

$t_1$  e  $t_2$  = tempi ai quali si misurano  $h_1$  e  $h_2$ ;

$C_L$  = coefficiente di forma dipendente dell’area del foro di sondaggio e dalla lunghezza del tratto di foro scoperto.

Per il coefficiente  $C_L$  sono suggeriti i seguenti valori:

$$L \gg d \quad C_L = L$$

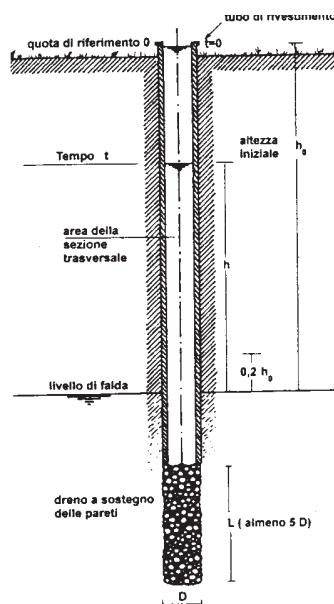
$$L \leq d \quad C_L = 2\pi d + L$$

#### **Relazione di invarianza idraulica e idrologica**

*Realizzazione opere di urbanizzazione in Via Venezia / Via S.P. della croce – Liscate (MI)*



dove  $L$  è la lunghezza del tratto di foro scoperto e  $d$  il diametro del foro.



Schema operativo di una prova Lefranc a carico variabile

Nella tabella seguente si riassumono le caratteristiche salienti della prova, in questo caso eseguita con la stessa geometria.

Prova Lefranc	Profondità del foro da p.c.	Lunghezza tratto filtrante (tasca)	Diametro del foro	Sporgenza tubo rivestimento da p.c.
K1 (S1)	0.90 m	0,2 m	0,037 m	+1,10 m
K2 (S2)	0.90 m	0,2 m	0,037 m	+1,10 m

Nella tabella di seguito si riassumono i risultati delle prove eseguite. In allegato si riportano i dettagli e il relativo grafico tempo-abbassamento.

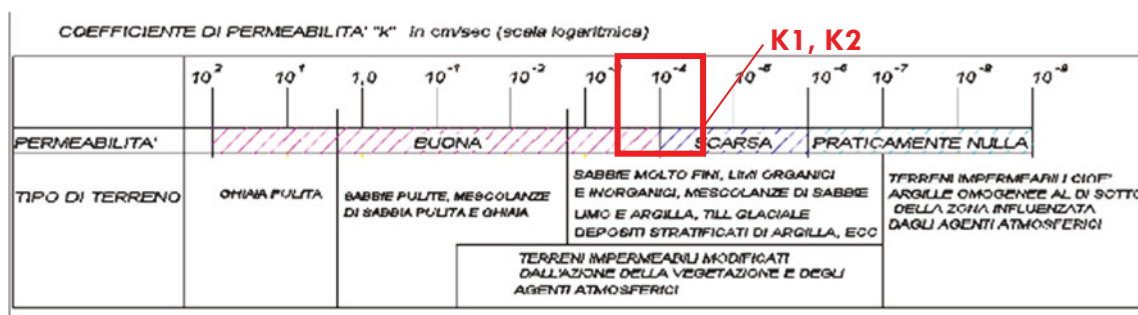
Prova	Profondità del foro da p.c.	$K$ (m/sec)
K1	0.90 m	$2.64 \times 10^{-6}$
K2	0.90 m	$2.73 \times 10^{-6}$

Risultati della prova di permeabilità eseguite nell'area di cantiere.

### Relazione di invarianza idraulica e idrologica

Realizzazione opere di urbanizzazione in Via Venezia / Via S.P. della croce – Liscate (MI)

Alla luce dei risultati ottenuti, è possibile affermare che l'area di indagine risulta caratterizzata da valori di permeabilità media di  $K = 2.69 \cdot 10^{-6}$  m/s ( $2.69 \cdot 10^{-4}$  cm/s). Tale valore di permeabilità è associato a terreni limoso-sabbiosi, contraddistinti da permeabilità classificabile come tendenzialmente scarsa (vedi tabella seguente).



Classificazione dei terreni in funzione della permeabilità.

## Relazione di invarianza idraulica e idrologica

Realizzazione opere di urbanizzazione in Via Venezia / Via S.P. della croce – Lisate (MI)

## 4. Proposta progettuale per la gestione delle acque meteoriche

Nel presente capitolo verranno presentate le proposte progettuali ed i relativi calcoli di dimensionamento per la gestione sostenibile delle acque di pioggia relativamente all'area di indagine, derivanti dalle evidenze riscontrate in sito e dalle valutazioni circa l'idrogeologia e la morfologia dell'area di studio, nel rispetto dei vincoli del PGT, dei limiti imposti dal Decreto Legislativo 152/06, della Legge Regionale 26/2003 e relativi Regolamenti Regionali n° 2, 3 e 4 del 24 marzo 2006 e del Regolamento Regionale n° 7 del 23 novembre 2017 e s.m.i., tra ci in particolare il recente R.R. n°8 del 19 aprile 2019.

### 4.1 Scelte progettuali in relazione ai limiti normativi e ai vincoli idrogeologici per l'area di indagine

È bene ricordare che la realizzazione di nuove superfici impermeabili implica necessariamente l'aumento delle portate meteoriche defluenti nei ricettori, modificando il ciclo naturale dell'acqua mediante l'aumento dei volumi di acqua di "run-off", causato dalla diminuzione dei fenomeni evapotraspirativi, dell'infiltrazione superficiale e profonda e della conseguente ricarica delle falde acquifere. A tal proposito Regione Lombardia si è dotata della L.R. n°4 del 15 Marzo 2016, che introduce i concetti base del deflusso urbano sostenibile, per ridurre i fenomeni di allagamento urbano, contenere gli apporti di acque meteoriche ai corpi idrici recettori e ridurre il degrado qualitativo delle acque.

Al fine di perseguire l'invarianza idraulica e idrologica delle trasformazioni d'uso del suolo e di conseguire, tramite la separazione e la gestione locale delle acque meteoriche a monte dei ricettori, la riduzione quantitativa dei deflussi e la conseguente attenuazione del rischio idraulico, nonché la riduzione dell'impatto inquinante sui corpi idrici ricettori tramite la separazione e la gestione delle acque meteoriche non esposte ad emissioni e scarichi inquinanti, è stato introdotto il R.R. n. 7/2017 e relative modifiche contenute nel recente R.R. n°8/2019 il quale "definisce, in attuazione dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 (Legge per il governo del territorio), criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica e idrologica, che devono essere anche utilizzati dai regolamenti edilizi comunali per disciplinare le modalità per il conseguimento dei principi stessi, e specifica, altresì, gli interventi ai quali applicare tale disciplina ai sensi dell'articolo 58 bis, comma 2, della stessa l.r. 12/2005."

#### *Relazione di invarianza idraulica e idrologica*

*Realizzazione opere di urbanizzazione in Via Venezia / Via S.P. della croce – Liscate (MI)*

Per quanto riguarda l'area di indagine pertanto, in applicazione dei principi espressi dalla suddetta legge, data l'estensione dell'area in trasformazione e considerate le condizioni idrogeologiche in posto, la proposta di gestione delle acque meteoriche per l'area di studio si basa sull'adozione contemporanea delle seguenti misure di controllo dei deflussi meteorici:

- a) riduzione dei volumi idrici di precipitazione mediante superfici di progetto drenanti, che favoriscono i naturali processi di infiltrazione in loco;
- b) realizzazione di sistemi di raccolta che consentano regimazione quantitativa del carico idraulico scaricato nel corpo ricettore (vasca di laminazione);

Di seguito vengono descritte le soluzioni previste nel dettaglio.

**Punto a)** → il progetto infatti prevede la realizzazione di un'area verde in piena terra, discretamente ampia (quasi 1700 mq), al fine di compensare il più possibile le impermeabilizzazioni di suolo con aree naturalmente drenanti non collettate.

**Punto b)** → per quanto riguarda la scelta della tipologia del sistema di raccolta delle acque meteoriche di dilavamento delle superfici impermeabili, alla luce di quanto esposto nei capitoli precedenti, **non risulta idrogeologicamente idoneo praticare lo smaltimento in loco negli strati superficiali del sottosuolo mediante opere ad infiltrazione a causa della presenza di una falda sub-affiorante**. Come descritto nel paragrafo 2.2, il territorio di Liscate risulta caratterizzato dalla presenza di una superficie freatica posta in prossimità del piano campagna; nello specifico, nell'area di indagine, è stata rilevata ad una quota di circa 1,60 m da p.c.. A ciò si aggiunge il fatto che le prove di permeabilità hanno riscontrato una scarsa conducibilità idraulica che andrebbe a ripercuotersi direttamente sui tempi necessari allo svuotamento, e in secondo luogo sulle volumetrie, del sistema di drenaggio.

Si ritiene pertanto che l'adozione di tipologie di opere di tipo disperdente quali pozzi perdenti o trincee drenanti per lo smaltimento delle acque meteoriche dell'area in studio, sia pertanto da evitare in quanto non risulterebbero affidabili ed efficienti da un punto di vista idraulico.

Per la gestione delle acque meteoriche derivanti dalle superfici impermeabili delle aree in cessione, si opta per la raccolta temporanea delle acque in apposita vasca di laminazione impermeabile e il successivo rilascio in pubblica fognatura nella quantità limite prevista dall'art.8 comma 1 del R.R.

#### **Relazione di invarianza idraulica e idrologica**

*Realizzazione opere di urbanizzazione in Via Venezia / Via S.P. della croce – Liscate (MI)*

7/2017, previo ottenimento di idoneo permesso di scarico rilasciato dal gestore del servizio idrico di competenza (CAP Holding S.p.a.).

Si specifica a tal proposito che, nel caso in esame, il Regolamento del Servizio Idrico Integrato di competenza recita al comma 8 dell'Art. 57 "Disciplina degli scarichi di acque meteoriche", quanto segue:

*"Ove sia vietato da disposizioni in materia di tutela delle risorse idriche ovvero laddove risulti tecnicamente impossibile prevedere allo smaltimento delle acque meteoriche tramite dispersione locale, il Gestore, in deroga al divieto di cui sopra, potrà autorizzare lo scarico in rete fognaria pubblica entro il limite massimo di 10 l/s per ettaro di superficie scolante drenata o comunque entro i limiti previsti dal Regolamento Regionale n.7 del 2017 relativo ai principi di invarianza idraulica e idrologica"*

Le vasche di laminazione sono opere di accumulo temporaneo che svolgono una funzione di laminazione delle portate prima dello scarico delle stesse nel sistema fognario; generalmente sono costituite da vasche chiuse prefabbricate, realizzate in muratura (CLS); a seconda delle dimensioni possono essere costituite da elementi monolitici, da elementi collegati in batteria, oppure da elementi contigui sviluppati in lunghezza. Tali manufatti sono in grado di fungere da ammortizzatore idraulico durante i piovoschi di particolari intensità e durata, trattenendo temporaneamente la portata intercettata dalle superfici impermeabili ed evitando pertanto pericolosi sovraccarichi a scapito dei riceventi finali.

Nel dettaglio, si prevede di adottare il seguente schema funzionale di raccolta e smaltimento delle **acque meteoriche**: le acque provenienti dalle aree in cessione al Comune impermeabili pavimentate (costituite principalmente dal parcheggio parallelo a via S. P. della Croce e dall'ingresso/uscita carrabili dell'area privata), verranno raccolte mediante caditoie stradali sifonate e convogliate nella rete fognaria meteorica di progetto; in corrispondenza del collettore terminale, si prevede l'installazione di un manufatto prefabbricato di disoleazione certificato Classe I, per il trattamento delle acque di dilavamento, previo ingresso in vasca prima e in pubblica fognatura poi.

I collettori meteorici saranno costituiti da tubazioni in PVC a norma UNI EN 1401-1 tipo SN8 per condotte di scarico interrate di acque civili e industriali, di sezione circolare con diametro interno di Ø300 mm con pendenza 0.3% (tratto 1-2 e tratto 3-5 rispettivamente di lunghezza pari a circa 20 e 57 m), in modo da garantire un adeguato franco idraulico di sicurezza per  $Tr=50$  anni. Le caditoie saranno collegate ai pozzetti di ispezione e al collettore principale mediante tubazioni in PVC a norma UNI EN 1401-1 tipo SN8 di Ø200 mm.

#### **Relazione di invarianza idraulica e idrologica**

Realizzazione opere di urbanizzazione in Via Venezia / Via S.P. della croce – Lisate (MI)



Saranno previste inoltre:

- n. 11 caditoie stradali tipo Milano poste ogni 10 metri, di dimensione interne minime 40x40;
- n. 5 camerette di ispezione poste circa ogni 30 metri, di dimensioni interne minime 100x100. Le pareti dei pozzetti d'ispezione verranno rivestite in resina impermeabilizzante e il fondo degli stessi sarà sagomato con canale di scorrimento e banchine laterali di pendenza circa 30°;
- n. 1 pozzetto di prelievo e campionamento interposto tra la tubazione in uscita dalla vasca di laminazione e la cameretta d'allacciamento alla fognatura pubblica, di dimensioni anch'esso 100x100, con ubicazione del fondo tubo della condotta uscente posto ad almeno 50 cm sopra il fondo della cameretta medesima.

I chiusini dei pozzetti e le caditoie della rete dovranno essere realizzati in ghisa Classe D400 per carreggiata.

Per quanto riguarda la planimetria di progetto della rete descritta poc'anzi, con sezioni dei particolari costruttivi e profilo longitudinale della rete si vedano tavole redatte dal Geom. Graziano Bottoni.

In allegato alla presente, infine, si riportano per completezza gli estratti cartografici desunti dalla banca dati del SIT Webgis di CAP Holding, con identificate la rete idrica e fognaria lungo Via Venezia e Via S.P. della Croce.

#### **Nello specifico, il progetto di invarianza idraulica e idrologica prevede quanto segue:**

- ai fini del rispetto dell'invarianza idraulica e idrologica, è necessaria la messa in opera di un **volume di laminazione di volume utile di circa 128 mc** per la regimazione delle acque meteoriche (vd. paragrafo 5.4 per dettagli in merito): tale volume sarà regimato mediante la messa in opera di una **vasca in c.a., a perfetta tenuta idraulica, dotata di copertura integrata carrabile, con organi di scarico per una portata massima pari a 1,44 l/s in pubblica fognatura nel rispetto dei limiti imposti dal R.R. 7/2017**, previo ottenimento del parere del Gestore del S.l.l. (Cap Holding S.p.a.);
- **tutte le acque meteoriche derivanti dal ruscellamento delle superfici pavimentate dovranno essere convogliate all'interno del suddetto sistema di laminazione mediante 2 tubazioni in ingresso, di**

#### ***Relazione di invarianza idraulica e idrologica***

*Realizzazione opere di urbanizzazione in Via Venezia / Via S.P. della croce – Liscate (MI)*

diametro Ø300 e Ø400, con pendenza minima dello 0.3%, in modo da garantire il passaggio delle portate critiche con un riempimento massimo  $\leq 70\%$  e velocità  $\leq 2.5$  l/s (vd. paragrafo 5.4.2);

- in uscita dalla vasca lo scarico avverrà per gravità. Ai sensi del R.R.7/2017, la **portata massima ammissibile complessiva in fognatura** per il lotto in trasformazione è di **1.44 l/s** (vd. paragrafo seguente). Essa, durante l'evento meteorico, dovrà essere evacuata dalla vasca in maniera costante (sarà prevista un'opportuna valvola di regolazione). Il volume di laminazione dovrà essere svuotato in un tempo massimo di 48h e, nel caso in analisi, a vasca piena, scaricando una portata costante pari a 1.44 l/s, si avrebbe un **tempo di svuotamento di durata 23 ore**;

Si rimanda al paragrafo 5.4.1 e 5.4.2 per i dettagli in merito.

## 4.2 Portata limite di scarico in pubblica fognatura

Il progetto delle vasche di laminazione è legato alla determinazione della capacità d'invaso  $W_0$ , atta a contenere un evento meteorico critico di assegnato tempo di ritorno e funzione della portata massima ammissibile all'uscita  $Q_{u,max}$ . A tal proposito si ricorda che, con riferimento al R.R. 7/2017 e s.m.i., la portata meteorica ammessa nel recettore dovrà essere limitata entro valori compatibili con la capacità idraulica del recettore stesso e comunque entro il valore massimo di 10 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento (art. 8, comma 1), in quanto il Comune di Lisate è classificato come area A, ovvero ad alta criticità idraulica.

Tenendo conto della superficie scolante impermeabile oggetto di analisi, pari a 1436 mq (ottenuta moltiplicando l'area totale del lotto di 1436 mq per il coefficiente di deflusso pari a 1, ai sensi dell'art.11 comma 2l lettera d)), nel rispetto del succitato limite di 10 l/s  $ha_{IMP}$ , si ottiene un **valore di portata complessiva scaricabile nel recettore pari a circa 1.44 l/s**:

$A_{tot}$	0,14355	ha
$\varphi$	1,00	
$A_{IMP}$	0,14355	$ha_{IMP}$
<b><math>q_{u,max}</math></b>	<b>10</b>	<b>l/s/<math>ha_{IMP}</math></b>
<b><math>Q_{u,max}</math></b>	<b>1,44</b>	<b>l/s</b>

### Relazione di invarianza idraulica e idrologica

Realizzazione opere di urbanizzazione in Via Venezia / Via S.P. della croce – Lisate (MI)

Si specifica infine che le acque meteoriche di dilavamento che si generano sull'area di indagine risultano non contaminate: per quanto riguarda infatti la disciplina delle acque meteoriche di prima pioggia, con riferimento al R.R. n. 4 del 24 marzo 2006 (Disciplina dello smaltimento delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne, in attuazione dell'Art. 52, comma 1, lettera a) della L.R. 12 dic. 2003, n. 26), è possibile affermare che l'attività di cui alla presente relazione non risulta tra gli ambiti di applicazione della disciplina e non si rende pertanto necessario il trattamento delle acque mediante la realizzazione di vasche di prima pioggia

***Relazione di invarianza idraulica e idrologica***

*Realizzazione opere di urbanizzazione in Via Venezia / Via S.P. della croce – Liscate (MI)*

## 5. Dimensionamento del sistema di raccolta delle acque meteoriche ai sensi del R.R. 7/2017 e s.m.i.

Nel presente paragrafo si descrive la metodologia utilizzata per il dimensionamento del sistema di smaltimento delle acque meteoriche, secondo quanto previsto dal R.R. 7/2017 e dalle recenti modifiche apportate dal R.R. 8/2019.

### 5.1 Analisi delle superfici scolanti impermeabili e determinazione del coefficiente di deflusso

Il dimensionamento del sistema di dispersione delle acque meteoriche consiste nel valutare il numero e la tipologia di opere (secondo la geometria e le caratteristiche tecniche), necessarie per smaltire le acque meteoriche sulla base delle caratteristiche drenanti del terreno e dell'entità degli afflussi; questi ultimi dipendono a loro volta dall'estensione e dalla tipologia delle superfici di progetto e dalle precipitazioni critiche locali di riferimento.

Al fine di valutare le perdite idrologiche per il calcolo dell'idrogramma netto di piena in arrivo alle opere di dispersione, è possibile procedere tramite una procedura semplificata che permette di valutare i diversi contributi delle superfici coinvolte sulla base dell'estensione e del grado di impermeabilizzazione delle stesse. Risulta pertanto necessario distinguere le superfici nelle seguenti tre macro-categorie di superfici:

- Aree scoperte impermeabili;
- Aree scoperte drenanti o semi-permeabili;
- Aree permeabili.

Tale distinzione è necessaria per determinare il coefficiente di deflusso medio ponderale ( $\varphi$ ) del bacino scolante, che indica la quota parte di acqua piovana che contribuisce effettivamente al deflusso superficiale, ovvero la portata meteorica che non viene smaltita attraverso l'infiltrazione naturale nel terreno o l'evaporazione. La tabella che segue fornisce valori standard del coefficiente di deflusso relativi alle tipologie di superfici sopracitate (come previsto dall'art. 11, comma 2, lettera d) del R.R. 8/2019).

#### *Relazione di invarianza idraulica e idrologica*

*Realizzazione opere di urbanizzazione in Via Venezia / Via S.P. della croce – Liscate (MI)*

Coefficiente di afflusso	Tipologia di superficie
0.3	<b>Superfici permeabili</b> (tra cui aree verdi munite di sistemi di raccolta e collettamento delle acque)
0.7	<b>Superfici semipermeabili</b> (pavimentazioni drenanti, giardini pensili e verde sovrapposto a solette, aree verdi destinate a laminazione)
1.0	<b>Superfici impermeabili</b> (tetti, strade, vialetti, parcheggi)

Coefficienti di afflusso per tipologia di superficie (art.11, comma 2 lettera d))

**Le aree verdi di qualsiasi estensione, se non sovrapposte a solette e se prive di sistemi di raccolta e convogliamento delle acque, anche se facenti parte di un nuovo intervento, non sono soggette all'applicazione del R.R. 7/2017 ai sensi dell'art.3 comma 7bis lettera c),** così come anche le strutture di contenimento di acqua o altri liquidi realizzati a cielo libero, quali piscine, bacini, vasche di raccolta reflui, specchi d'acqua, fontane (art.3 comma 7bis lettera d)).

**L'intervento, oggetto della presente relazione, prevede la realizzazione di parcheggi, di una superficie verde e delle vie d'accesso carrabili/pedonali all'area produttiva sita tra Via Venezia e via S.P. della Croce. Per una superficie complessiva di trasformazione, pari a circa 1436 mq.**

Alle superfici scolanti complessive pertanto, essendo interamente impermeabili, viene associato un **coefficiente di afflusso pari a 1**, poiché maggiormente competeranno alla formazione della pioggia netta, che sarà smaltita dal sistema di raccolta dedicato.

Nella tabella seguente si riassumono le superfici scolanti coinvolte, le relative metrature e i corrispondenti coefficienti di deflusso. Il coefficiente di deflusso, relativo all'area complessiva considerata per il computo delle opere disperdenti e pari a **1436 mq**, si ottiene dalla media ponderata delle diverse superfici e risulta  $\varphi = 1.0$  (calcolato ai sensi dell'articolo 11 comma 2 lettera d).

Superficie	Area [m <sup>2</sup> ]	$\varphi$
<b>Impermeabili</b>	1560	1.0
<b>Semipermeabili</b>	-	0.7
<i>Aree verdi non collettate</i>	1692	-
<b>Superficie scolante complessiva</b>	<b>1436*</b>	<b>1.0</b>

Riepilogo delle superfici per ogni bacino scolante considerate per il dimensionamento

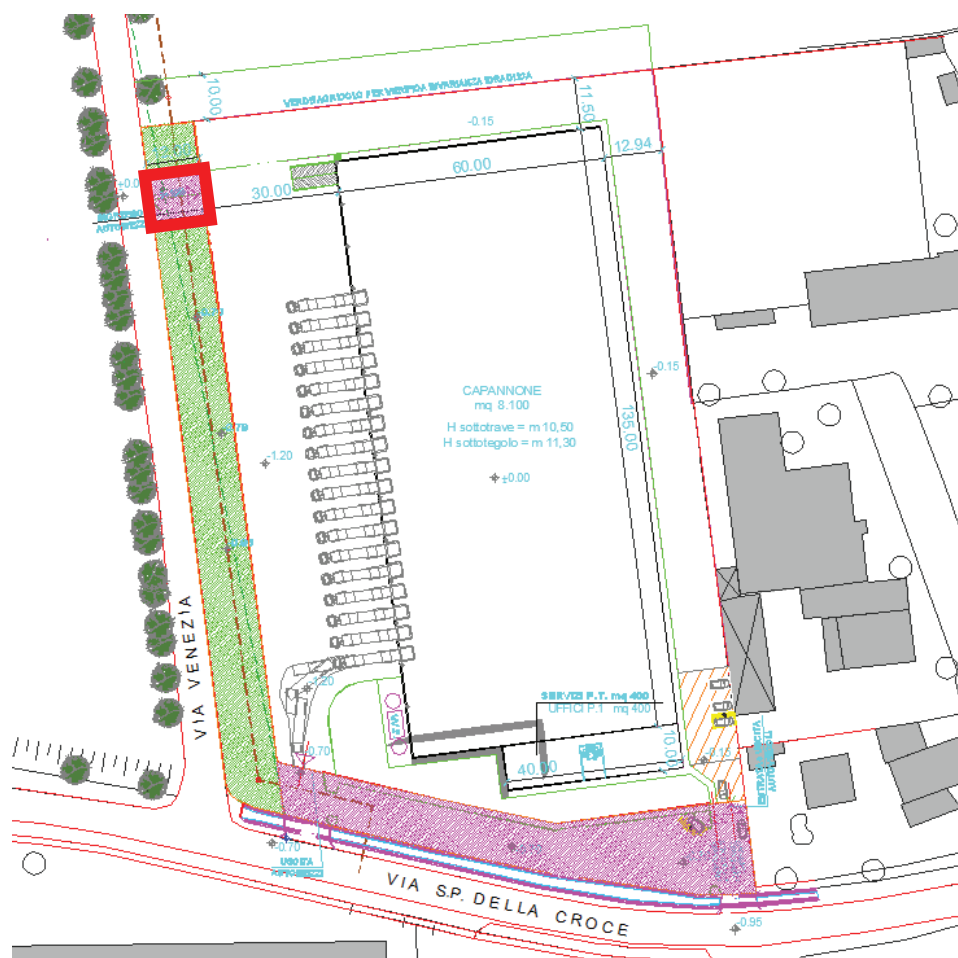
#### Relazione di invarianza idraulica e idrologica

Realizzazione opere di urbanizzazione in Via Venezia / Via S.P. della croce – Liscate (MI)



\*È importante notare come il valore della superficie scolante complessiva riportato, che verrà utilizzato per il dimensionamento delle opere di drenaggio (1436 mq), risulti inferiore alle aree effettivamente impermeabili (1560 mq). Questa discrepanza è dovuta al fatto che, per questioni logistiche, la vasca sarà ubicata al di sotto del piazzale a sud dell'area di trasformazione: risulterebbe dispendioso e poco conveniente convogliare ivi l'acqua di dilavamento dell'ingresso mezzi pesanti. Per questa ragione, la suddetta area (riquadrate in rosso), di 124 mq, non è stata considerata nella qui presente relazione ma in quella relativa al dimensionamento del sistema di drenaggio delle restanti opere, sempre relative al Piano Attuativo Ap1, ma private. (Per maggiore chiarezza vd. relazione di invarianza L. 2691).

Di seguito si riporta una planimetria di progetto con identificate le diverse superfici scolanti: aree verdi non collettate (verde), superfici impermeabili (magenta).



Suddivisione delle superfici scolanti oggetto di verifica

### Relazione di invarianza idraulica e idrologica

Realizzazione opere di urbanizzazione in Via Venezia / Via S.P. della croce – Lisate (MI)

## 5.2 Metodologia di calcolo del volume di invaso e laminazione per l'area di studio

La procedura di calcolo dei volumi da gestire per il rispetto del principio di invarianza idraulica e idrologica dipende da una serie di fattori come l'ambito territoriale in cui ricade l'intervento, l'estensione dello stesso e il coefficiente di deflusso medio ponderale. La tabella 1 dell'art. 9 del R.R. 8/2019, riportata qui di seguito, distingue le diverse modalità per il calcolo dei volumi di invaso a seconda delle caratteristiche dell'intervento.

CLASSE DI INTERVENTO		SUPERFICIE INTERESSATA DALL'INTERVENTO	COEFFICIENTE DEFLUSSO MEDIO PONDERALE	MODALITÀ DI CALCOLO	
				AMBITI TERRITORIALI (articolo 7)	
				Aree A, B	Aree C
0	Impermeabilizzazione potenziale qualsiasi	≤ 0,03 ha (≤ 300 mq)	qualsiasi	Requisiti minimi articolo 12 comma 1	
1	Impermeabilizzazione potenziale bassa	da > 0,03 a ≤ 0,1 ha (da > 300 mq a ≤ 1.000 mq)	≤ 0,4	Requisiti minimi articolo 12 comma 2	
		da > 0,03 a ≤ 0,1 ha (da > 300 a ≤ 1.000 mq)	> 0,4	Metodo delle sole piogge (vedi articolo 11 e allegato G)	Requisiti minimi articolo 12 comma 2
2	Impermeabilizzazione potenziale media	da > 0,1 a ≤ 1 ha (da > 1.000 a ≤ 10.000 mq)	qualsiasi		
		da > 1 a ≤ 10 ha (da > 10.000 a ≤ 100.000 mq)	≤ 0,4		
3	Impermeabilizzazione potenziale alta	da > 1 a ≤ 10 ha (da > 10.000 a ≤ 100.000 mq)	> 0,4	Procedura dettagliata (vedi articolo 11 e allegato G)	
		> 10 ha (> 100.000 mq)	qualsiasi		

Classificazione degli interventi richiedenti misure di invarianza idraulica e idrologica e modalità di calcolo (art. 9 del Regolamento Regionale n. 8/2019).

Nel caso dell'intervento in oggetto, si tratta di un'**impermeabilizzazione potenziale media**, in quanto la superficie interessata dall'intervento è pari a 1436 mq con coefficiente di deflusso medio ponderale di 1.0. **Il comune di Liscate si trova nell'ambito territoriale di criticità idraulica A** (alta criticità), per il calcolo del volume di invaso è necessario pertanto applicare il Metodo delle Sole Piogge.

### Relazione di invarianza idraulica e idrologica

Realizzazione opere di urbanizzazione in Via Venezia / Via S.P. della croce – Liscate (MI)

Si sottolinea che, qualora il volume ottenuto dalla procedura di calcolo adottata risulti inferiore ai requisiti minimi riportati all'art. 12, comma 2 e 3 del Regolamento, sarà necessario applicare questi ultimi.

Nel caso di aree A ad alta criticità idraulica, o anche semplicemente di aree identificate come ambito di trasformazione urbana (a prescindere dal livello di criticità), il requisito minimo da soddisfare è di 800 mc per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento. e quindi per i bacini scolanti afferenti alle due reti di smaltimento risulta:

$$W_{\min} = 800 \text{ mc/ha} \cdot 0,1436 \text{ ha} \cdot 1,00 = 115 \text{ mc}$$

Pertanto, per la progettazione degli interventi di invarianza idraulica, è necessario adottare il volume di laminazione maggiore tra quello risultante dalla procedura adottata (Metodo delle Sole Piogge) e quello valutato in termini parametrici come requisito minimo, come sopra riportato (art.12, comma 2 e 3).

### **5.2.1 Procedura di dimensionamento del sistema - Metodo delle Sole Piogge** (Allegato G, paragrafo 3.2 del R.R. 8/2019)

Nel caso in studio, facendo riferimento alla tabella sopra riportata per classe di intervento ad impermeabilizzazione potenziale media e ambito territoriale di criticità A, il dimensionamento dei volumi di laminazione, per l'applicazione dell'invarianza idraulica, verrà effettuato mediante il **metodo idraulico** denominato delle **Sole Piogge**; tale metodologia di calcolo si basa sulle seguenti ipotesi:

- effetto della trasformazione afflussi-deflussi operata dal bacino e dalla rete drenante trascurabile;
- idrogramma netto di pioggia a intensità costante  $i = \alpha \cdot D^{n-1}$ ;
- svuotamento sistema  $Q_v = \text{cost}$  (laminazione ottimale);

Nello specifico, l'onda entrante dovuta alla precipitazione piovosa  $Q_e$  nell'invaso di laminazione è un'onda rettangolare avente durata  $D$  e portata costante  $Q_e$  pari al prodotto dell'intensità media di pioggia, dedotta dalla curva di possibilità pluviometrica valida per l'area oggetto di calcolo in funzione della durata di pioggia, per la superficie scolante impermeabile dell'intervento afferente all'invaso **A**; con questa assunzione si ammette che, data la limitata estensione del bacino scolante, sia trascurabile l'effetto della trasformazione afflussi-deflussi operata dal bacino e dalla rete

#### **Relazione di invarianza idraulica e idrologica**

Realizzazione opere di urbanizzazione in Via Venezia / Via S.P. della croce – Liscate (MI)

drenante afferente all'invaso.

Conseguentemente l'onda entrante nell'invaso coincide con la precipitazione piovosa sulla superficie scolante impermeabile dell'intervento. La portata costante entrante è quindi pari a:

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

e il volume di pioggia complessivamente entrante è pari a:

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

in cui  $A$  è la superficie scolante del bacino complessivamente afferente all'invaso,  $\varphi$  è il coefficiente di deflusso medio ponderale del bacino medesimo calcolabile con i valori standard esposti nell'articolo 11, comma 2, lettera d) del Regolamento (quindi  $A \cdot \varphi$  è la superficie scolante impermeabile dell'intervento),  $D$  è la durata di pioggia,  $a = a_1 w_T$  e  $n$  sono i parametri della curva di possibilità pluviometrica (desunti da ARPA Lombardia come esposto al paragrafo 5.3) espressa nella forma:

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

L'onda uscente  $Q_u$  è anch'essa un'onda rettangolare caratterizzata da una portata costante (laminazione ottimale) e commisurata al limite prefissato in aderenza alle indicazioni sulle portate massime ammissibili di cui all'articolo 8 del Regolamento.

Nel caso oggetto di studio la portata costante in uscita dall'opera verrà considerata pari alla portata massima scaricabile nel corpo ricevente - in questo caso pubblica fognatura - calcolata al capitolo precedente, pari a:

$$Q_{u,max} \quad 1,44 \quad \text{I/s}$$

In tali condizioni applicando uno ietogramma netto di pioggia a intensità costante e ipotizzando evacuazione dell'opera a portata costante pari a  $Q_u = Q_f$ , i volumi entrante ed uscente risultano rispettivamente pari a:

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

$$W_u = Q_f \cdot D$$

#### **Relazione di invarianza idraulica e idrologica**

Realizzazione opere di urbanizzazione in Via Venezia / Via S.P. della croce – Liscate (MI)

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

$$W = W_e - W_u = A \cdot \varphi \cdot a \cdot D^n - Q_f \cdot D$$

Il volume da assegnare alla vasca è il valore massimo  $W_0$  di questa differenza, che si ottiene per una precipitazione di durata  $D_w$  critica per la vasca. Si sottolinea che l'evento critico di massima sollecitazione per una vasca di laminazione non coincide con l'evento critico che genera la portata al colmo di piena per il bacino (tempo di corrivazione del bacino): il primo infatti massimizza il volume di precipitazione da invasare, data una portata in uscita dal sistema; il secondo massimizza la portata di deflusso.

Esprimendo matematicamente la condizione di massimo, si ricava la durata critica per la vasca e il volume da invasare come segue:

$$\theta_w = \left( \frac{Q_f}{2.78 \cdot A \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{1/(n-1)}$$

$$W_0 = 10 \cdot A \cdot \varphi \cdot a \cdot D_w^n - 3.6 \cdot Q_f \cdot D_w$$

Il parametro  $n$  (esponente della curva di possibilità pluviometrica) da utilizzare nelle equazioni precedenti deve essere congruente con la durata  $D_w$  risultante dal calcolo, 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.

**Per qualunque sistema di laminazione infine, occorre verificare che lo svuotamento, dopo la fine dell'evento piovoso, avvenga in un tempo non maggiore di quello medio stimato fra due eventi successivi (fissato in 48 ore, come previsto dall'art. 11, comma 2, lettera f) del R.R. 8/2019).**

#### *Relazione di invarianza idraulica e idrologica*

*Realizzazione opere di urbanizzazione in Via Venezia / Via S.P. della croce – Lisate (MI)*



### 5.3 Determinazione delle altezze di pioggia e valutazione dei parametri pluviometrici per il calcolo delle portate meteoriche di progetto

Al fine di dimensionare un sistema di drenaggio delle acque meteoriche è necessario stimare la quantità di pioggia che si abbatte sul bacino scolante in occasione delle precipitazioni di maggiore intensità e quindi il contributo netto che il sistema di opere deve smaltire.

La previsione quantitativa delle piogge intense in un determinato punto si effettua attraverso la determinazione della curva di possibilità pluviometrica, ovvero la relazione statistica che lega l'altezza di precipitazione alla sua durata, per un assegnato tempo di ritorno. Con il termine altezza di precipitazione in un punto, comunemente misurata in millimetri, si intende l'altezza di acqua che si formerebbe al suolo su una superficie orizzontale e impermeabile, in un certo intervallo di tempo (durata della precipitazione) e in assenza di perdite.

Le curve di possibilità pluviometrica possono essere espresse in forma monomia tramite la seguente espressione (Allegato G, punto 1 del R.R. 8/2019):

$$h(T_R) = \alpha_1(T_R) \cdot w_T(T_R) \cdot \theta^n(T_R)$$

dove:

**$h(T_R)$** : altezza massima probabile di precipitazione [mm] associata (funzione) ad un tempo di ritorno  $T_R$  (anni), relativa ad un evento meteorico di durata  $\theta$  [ore];

**$\alpha_1(T_R)$** : coefficiente pluviometrico orario, che rappresenta l'altezza media di pioggia caduta in un intervallo di tempo pari a 1 ora;

**$w_T(T_R)$** : coefficiente probabilistico legato al tempo di ritorno  $T_R$ ;

**$n(T_R)$** : esponente di invarianza di scala, che governa l'andamento della curva e l'entità della dipendenza dalla durata della precipitazione.

I parametri delle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica per l'area di indagine sono stati scaricati dal sito di ARPA Lombardia (art.11 comma 2 lettera b)), che li fornisce per ogni località della Regione (<http://idro.arpalombardia.it>).

Il Regolamento Regionale n. 7/2017 e s.m.i. prevede che siano valutate le condizioni locali di rischio di allagamento residuo per eventi di ritorno alti, ovvero quelli che determinano un superamento

#### *Relazione di invarianza idraulica e idrologica*

*Realizzazione opere di urbanizzazione in Via Venezia / Via S.P. della croce – Liscate (MI)*

anche considerevole delle capacità di controllo delle strutture fognarie. Conseguentemente, il dimensionamento delle opere di invarianza deve essere effettuato assumendo un tempo di ritorno  $T_R$  **pari a 50 anni**, per garantire un accettabile grado di sicurezza delle stesse opere (art.11 comma 2 lettera a)).

La curva di possibilità pluviometrica, valida per durate di precipitazione comprese tra 1 e 24 ore, in corrispondenza del tempo di ritorno di 50 anni, per l'area in indagine, è caratterizzata dai seguenti parametri:

A1 - Coefficiente pluviometrico orario	29.719999
N - Coefficiente di scala	0.2913
GEV - parametro alpha	0.29339999
GEV - parametro kappa	-0.040100001
GEV - parametro epsilon	0.81819999
wT	2.05745305

*Parametri di calcolo delle LSPP per l'area oggetto di studio*

*(Fonte: ARPA Lombardia)*

I parametri sopra riportati si riferiscono a durate comprese tra 1 e 24 ore; per durate inferiori all'ora si possono utilizzare, in carenza di parametri specifici, tutti i parametri indicati da ARPA tranne il parametro  $n$  per il quale si indica il valore  $n = 0.5$  come suggerito dal Regolamento (Allegato G, punto 1).

Esprimendo le due curve in forma monomia, risulta:

$$h = 61.15 \cdot t^{0.500} \quad \text{per } T_R=50 \text{ anni e } \theta < 60 \text{ min}$$

$$h = 61.15 \cdot t^{0.291} \quad \text{per } T_R=50 \text{ anni e } \theta \geq 60 \text{ min}$$

Si riporta di seguito il foglio di calcolo con le stime di altezza di pioggia che si abbattono sull'area oggetto dell'indagine per diverse durate (1, 3, 6, 12 e 24 ore) e tempi di ritorno (2, 5, 10, 20, 50, 100, 200 anni) e le corrispondenti curve di possibilità pluviometrica, direttamente elaborate dal sito di ARPA Lombardia (in rosso è evidenziata la curva corrispondente ad un  $T_R$  di 50 anni).

#### **Relazione di invarianza idraulica e idrologica**

*Realizzazione opere di urbanizzazione in Via Venezia / Via S.P. della croce – Liscate (MI)*

Tr	2	5	10	20	50	100	200	50
wT	0,92653	1,27179	1,50917	1,74368	2,05745	2,30039	2,54930	<b>2,05745305</b>
Durata (ore)	TR 2 anni	TR 5 anni	TR 10 anni	TR 20 anni	TR 50 anni	TR 100 anni	TR 200 anni	<b>TR 50 anni</b>
1	27,5	37,8	44,9	51,8	61,1	68,4	75,8	<b>61,1475026</b>
2	33,7	46,3	54,9	63,4	74,8	83,7	92,7	<b>74,8287968</b>
3	37,9	52,1	61,8	71,4	84,2	94,2	104,3	<b>84,2100928</b>
4	41,2	56,6	67,2	77,6	91,6	102,4	113,5	<b>91,5711777</b>
5	44,0	60,4	71,7	82,8	97,7	109,3	121,1	<b>97,7211764</b>
6	46,4	63,7	75,6	87,3	103,1	115,2	127,7	<b>103,051468</b>
7	48,5	66,6	79,1	91,3	107,8	120,5	133,6	<b>107,784369</b>
8	50,5	69,3	82,2	95,0	112,1	125,3	138,8	<b>112,059541</b>
9	52,2	71,7	85,1	98,3	116,0	129,7	143,7	<b>115,971044</b>
10	53,9	73,9	87,7	101,3	119,6	133,7	148,2	<b>119,585555</b>
11	55,4	76,0	90,2	104,2	123,0	137,5	152,3	<b>122,952231</b>
12	56,8	78,0	92,5	106,9	126,1	141,0	156,3	<b>126,10846</b>
13	58,1	79,8	94,7	109,4	129,1	144,3	159,9	<b>129,083408</b>
14	59,4	81,5	96,8	111,8	131,9	147,5	163,4	<b>131,900311</b>
15	60,6	83,2	98,7	114,1	134,6	150,5	166,7	<b>134,578012</b>
16	61,8	84,8	100,6	116,2	137,1	153,3	169,9	<b>137,132021</b>
17	62,9	86,3	102,4	118,3	139,6	156,1	172,9	<b>139,575276</b>
18	63,9	87,7	104,1	120,3	141,9	158,7	175,8	<b>141,918694</b>
19	64,9	89,1	105,8	122,2	144,2	161,2	178,6	<b>144,171577</b>
20	65,9	90,5	107,3	124,0	146,3	163,6	181,3	<b>146,341925</b>
21	66,8	91,8	108,9	125,8	148,4	166,0	183,9	<b>148,436671</b>
22	67,8	93,0	110,4	127,5	150,5	168,2	186,4	<b>150,461869</b>
23	68,6	94,2	111,8	129,2	152,4	170,4	188,9	<b>152,422838</b>
24	69,5	95,4	113,2	130,8	154,3	172,5	191,2	<b>154,32428</b>

Altezze di precipitazione relative a diverse durate e tempi di ritorno calcolate nel sito d'indagine (Fonte: ARPA Lombardia)

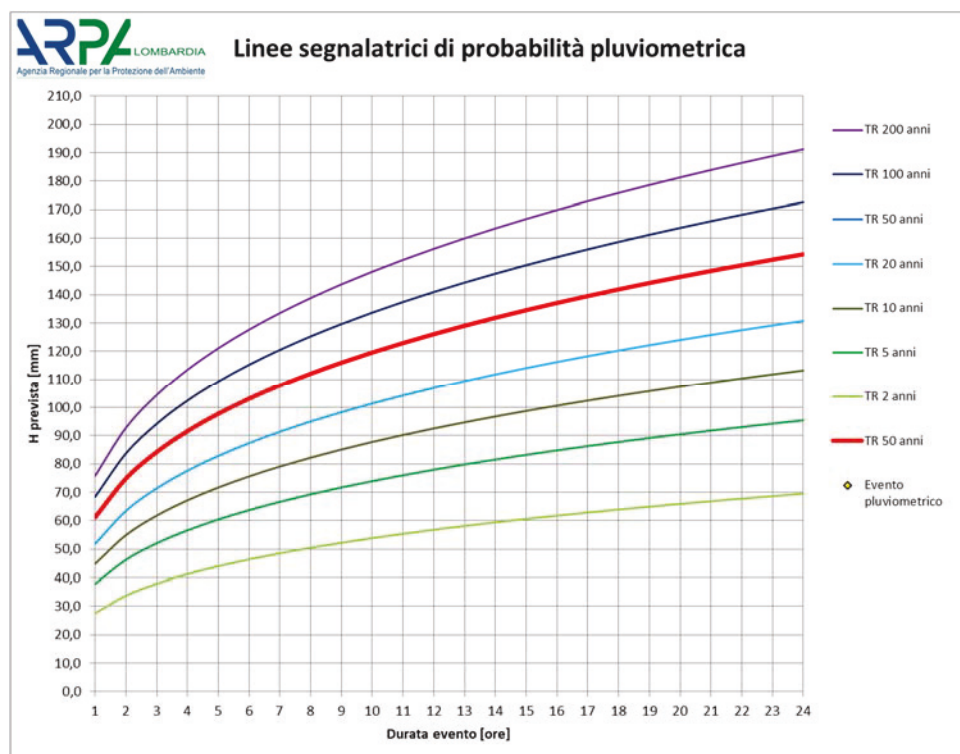


Grafico delle LSP per il sito di indagine, in rosso la LSP per Tr=50 anni (Fonte: ARPA Lombardia)

### Relazione di invarianza idraulica e idrologica

Realizzazione opere di urbanizzazione in Via Venezia / Via S.P. della croce – Lisate (MI)

## 5.4 Calcoli e risultati

### 5.4.1 Dimensionamento del volume di invaso

Riassumendo, il dimensionamento del volume di laminazione, necessario ai fini dell'invarianza idraulica da destinare alle opere di laminazione in progetto, è stato effettuato mediante applicazione della metodologia delle sole Piogge come da Tabella 1, art.9, comma 2, assumendo per il calcolo del volume meteorico in ingresso al sistema le linee segnalatrici di possibilità pluviometrica ( $L_{spp}$ ) relative ad un tempo di ritorno  $T_r=50$  anni, con coefficienti  $a=61.15$  e  $n=0.2913$  per una durata dell'evento meteorico superiore a 60 minuti e  $n=0.5$  per una durata dell'evento meteorico inferiore a 60 minuti (come riportato nel paragrafo 5.3). Sulla base della tipologia delle superfici scolanti si sono considerati i coefficienti di afflusso medio  $\varphi$  riportati al paragrafo 5.1.

Per quanto riguarda il volume in uscita dal sistema, i calcoli sono stati effettuati assumendo una portata costante di evacuazione dalla vasca pari a 1.44 l/s, ossia pari al valore limite massimo di scarico da normativa di 10 l/s/ha, calcolato su un'area impermeabile equivalente complessiva di 1435.5 m<sup>2</sup>.

Per l'area in progetto è stato valutato un volume di pioggia complessivamente entrante pari a circa 169 m<sup>3</sup>. Il volume in uscita dal sistema complessivamente risulta pari a 49 m<sup>3</sup>.

Si riassumono di seguito le proprietà idrologiche del sito e le portate in uscita considerate per il dimensionamento effettuato:

DATI IDROLOGICI		
<b>a1</b>	61.1475	-
<b>n1</b>	0.5000	-
<b>a2</b>	61.1475	-
<b>n2</b>	0.2913	-
<b>d limite</b>	60	min
<b><math>\varphi</math></b>	1.00	-
<b>Area</b>	1436	m <sup>2</sup>
PORTATA IN USCITA		
<b>Qu, max R.R. 7/2017</b>	1.44	l/s

*Dati in input alla procedura di calcolo*

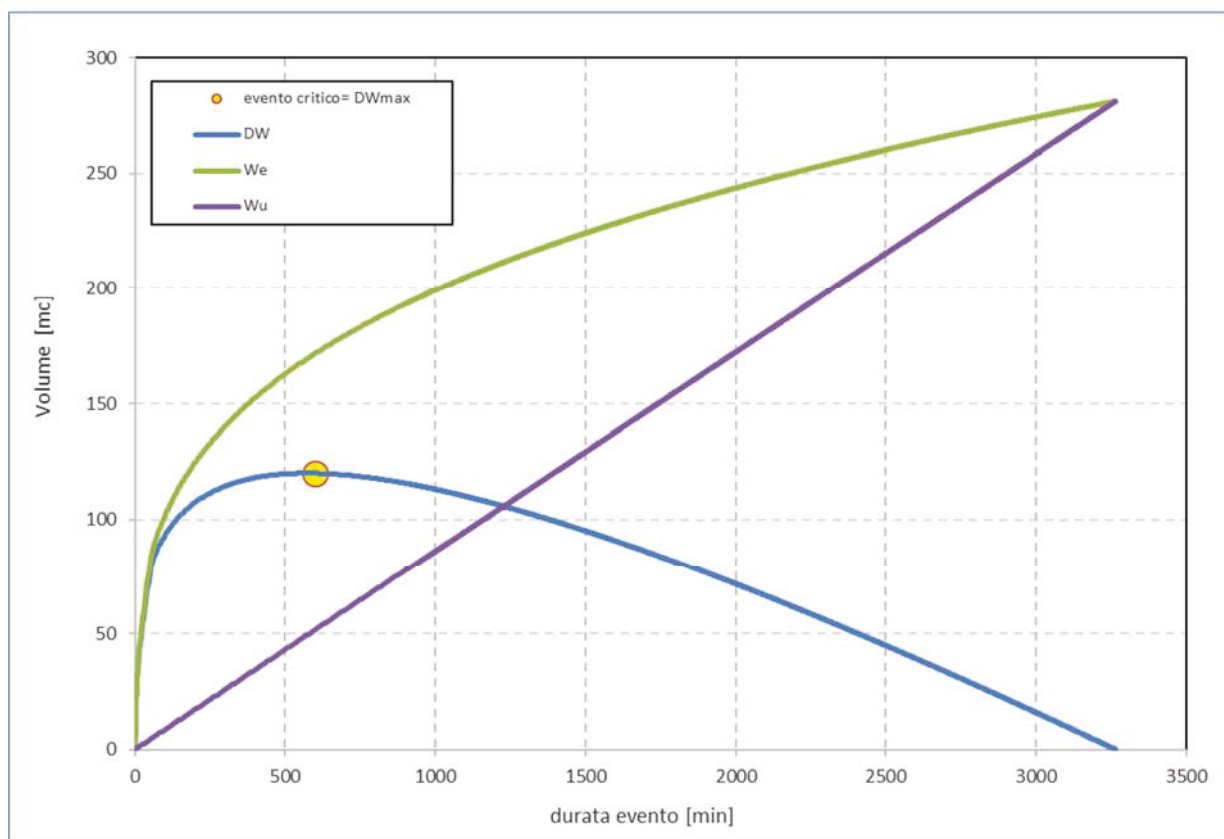
#### **Relazione di invarianza idraulica e idrologica**

Realizzazione opere di urbanizzazione in Via Venezia / Via S.P. della croce – Lisate (MI)

Di seguito si riassumono i grafici e i risultati della procedura di dimensionamento.

<b>METODO DELLE SOLE PIOGGE</b>		
$D_w = \left( \frac{Q_u}{2.78 \cdot A \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$	<b>9.56 ore</b>	
$W_{0, \text{sole piogge}} = 10 \cdot A \cdot \varphi \cdot a \cdot \left( \frac{Q_u}{A \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{n}{n-1}} - 3.6 \cdot Q_u \cdot \left( \frac{Q_u}{A \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$	<b>120 m<sup>3</sup></b>	

Risultati del dimensionamento del volume di invaso mediante il Metodo delle Sole Piogge.



Individuazione dell'evento critico e del corrispondente volume critico di laminazione per il lotto di indagine

Il volume di invaso necessario a contenere l'evento critico per il sistema di durata critica pari a circa 9.56 ore è risultato pari a circa 120 mc. Tale volume risulta maggiore di quello calcolato con i Minimi Requisiti, pari a 115 mc, e pertanto verrà adottato in fase progettuale (articolo 12 del regolamento ridotto del coefficiente di cui all' nell'art. 11, comma 2, lettera e), punto 3):

### Relazione di invarianza idraulica e idrologica

Realizzazione opere di urbanizzazione in Via Venezia / Via S.P. della croce – Liscate (MI)



<b>Confronto e scelta volume di Invaso</b>		
Volume Metodo Sole Piogge	120	mc
Volume Minimi Requisiti	115	mc
<b>VOLUME DI PROGETTO</b>	<b>120</b>	<b>mc</b>
<b>TEMPO DI SVUOTAMENTO</b>	<b>23</b>	<b>ore</b>

Il volume di laminazione dimensionato per la raccolta delle acque meteoriche dell'area di studio, tale da contenere il volume critico dell'evento meteorico di progetto previo scarico in pubblica fognatura nel limite ammissibile di 1.44 l/s, dovrà essere di almeno 120 m<sup>3</sup>.

Al fine di rispondere alla misura di sicurezza per tempo di ritorno pari a 100 anni come richiesto dall'art. 11 comma 2 lettera a), è opportuno che il volume effettivo di laminazione messo in opera sia cautelativamente maggiorato rispetto a quello sopra calcolato. A tal proposito, si ritiene pertanto idonea la messa in opera di un volume di laminazione maggiorato.

Nel dettaglio, per poter laminare tale volume, come già anticipato al capitolo 4, si propone la messa in opera di **una vasca in c.a., a perfetta tenuta idraulica, dotate di copertura integrata carrabile, di volume complessivo pari ad almeno 128 mc:**

- ✓ Lo **scarico avverrà in pubblica fognatura** nel rispetto dei limiti imposti dal R.R. 7/2017, calcolati al paragrafo 4.2 pari a circa **1,44 l/s**, previo ottenimento del parere del Gestore del S.I.I.;
- ✓ Siccome il collettore fognario di recapito è previsto ad una quota inferiore rispetto a quella di scarico in uscita dalla vasca, sarà possibile adottare un sistema di scarico a gravità, dotato di un idoneo pozzetto all'interno del quale sarà installato un regolatore di portata a vortice verticale (tipo UFT FluidVertic). Tale dispositivo in acciaio ad azionamento meccanico permetterà il controllo quantitativo delle portate in scarico in pubblica fognatura;
- ✓ **Il tempo medio di svuotamento del sistema**, calcolato come  $t = W/Q_u$ , **risulta pari a 23 ore e pertanto inferiore alle 48 ore, quindi accettabile.**

#### **5.4.2 Installazione e accorgimenti costruttivi**

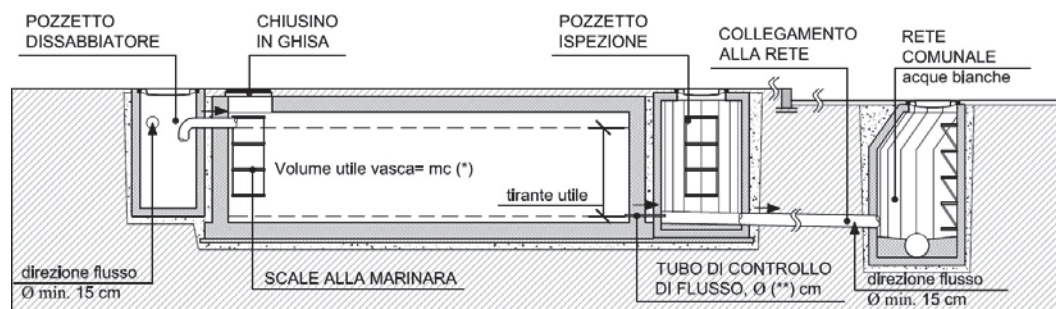
È fondamentale per il corretto funzionamento dell'invaso di laminazione e per il mantenimento delle caratteristiche iniziali la corretta manutenzione e gestione delle opere strutturali previste. Per quanto riguarda, in particolare, i sedimenti, occorrerà prevedere adeguati interventi di rimozione dei

#### **Relazione di invarianza idraulica e idrologica**

Realizzazione opere di urbanizzazione in Via Venezia / Via S.P. della croce – Liscate (MI)

materiali dal bacino stesso. In generale è richiesta almeno un'ispezione annuale che ne valuti le condizioni: solitamente un bacino dovrebbe essere ripulito se la profondità dei depositi è maggiore o uguale a un terzo dell'altezza dal fondo del più basso fra le aperture di afflusso e/o afflusso e i condotti presenti. La pulizia può essere effettuata sia manualmente che per mezzo di apparecchiature apposite.

Per quanto riguarda il manufatto idraulico per la regolazione e restituzione alla fognatura o al corpo idrico ricevente della portata di acque meteoriche ammessa al recapito, esso dovrà essere costituito da pozzetto a doppia camera, tale da consentire l'ispezionabilità dello scarico e la misura delle portate scaricate e delle tubazioni di collegamento con il ricettore. Lo schema di seguito può essere un utile riferimento tecnico di configurazioni del collegamento tra l'uscita di un invaso di laminazione e lo scarico nel ricettore, nel caso di scarico a gravità (Allegato I del R.R. 7/2017).



Particolare vasca di laminazione con scarico a gravità

Il diametro del tubo di collegamento tra la vasca di laminazione e il pozzetto di ispezione deve essere calcolato in funzione della portata massima ammissibile allo scarico. Al fine di garantire contemporaneamente una ridotta portata di deflusso e la non ostruzione della tubazione di scarico, sarà opportuno installare, in corrispondenza dello scarico, idonei sistemi di regolazione di portata a luce variabile (tipo Hydroslide) o i regolatori di portata a vortice (tipo UFT FluidVertic, Pozzoli Depurazione s.r.l.) Il loro scopo è quello di mantenere la portata in uscita il più possibile costante al variare del carico idraulico, nonché mantenere le luci di efflusso più ampie, quindi meno intasabili, e di garantire l'autopulizia dello scarico per effetto del vortice.

### **5.4.3 Piano di manutenzione**

Al fine di mantenere un'elevata efficienza di raccolta e laminazione delle acque meteoriche, risulta

#### **Relazione di invarianza idraulica e idrologica**

Realizzazione opere di urbanizzazione in Via Venezia / Via S.P. della croce – Liscate (MI)

di fondamentale importanza effettuare regolarmente operazioni di **manutenzione ordinaria e straordinaria** su tutte le componenti dell'opera (caditoie, filtri, condotte di allacciamento, vasca). A tal proposito si faccia riferimento al Piano di Manutenzione allegato alla presente, redatto ai sensi dell'art. 10 comma 1 lettera c).

**Relazione di invarianza idraulica e idrologica**

*Realizzazione opere di urbanizzazione in Via Venezia / Via S.P. della croce – Liscate (MI)*

## 6. Progettazione Rete Fognaria Meteorica

Le acque meteoriche delle aree impermeabili pavimentate (costituite dal nuovo tratto stradale e marciapiede adiacente), verranno raccolte mediante caditoie stradali sifonate e convogliate nella rete fognaria meteorica di progetto; in corrispondenza dei tratti terminali, si prevede l'installazione di manufatti prefabbricati di dissabbiatura/disoleazione, per il trattamento delle acque di dilavamento. Le acque meteoriche raccolte verranno immagazzinate in una vasca di laminazione per poi essere scaricate in pubblica fognatura.

### 6.1 Valutazione Contributo Meteorico allo Scarico

L'idrogramma di progetto  $Q_p$  gravante sul sistema di raccolta delle acque bianche a servizio del lotto oggetto di indagine, è stata valutata mediante l'adozione di una procedura di trasformazione afflussi-deflussi, basata sull'applicazione della formula razionale, che definisce la portata critica come:

$$Q_p = A \cdot u = A \cdot 2,78 \cdot \varphi \cdot i(\theta; T_R) \quad (1)$$

dove:

$Q_p$ : portata critica (l/s);

$A$ : area del bacino scolante (ha);

$u$ : coeff. udometrico (l/s/ha);

$T_R$ : tempo di ritorno (anni);

$\theta$ : durata dell'evento (ore);

$\varphi$ : coeff. di afflusso del bacino (-);

$i$ : intensità media di pioggia, ragguagliata all'area, funzione della durata dell'evento secondo la relazione:  $i = a \cdot \theta^{n-1}$  (mm/ora), con  $a$  e  $n$  coeff. della curva di possibilità pluviometrica.

Per la formulazione dell'equazione (1) è stato adottato, come già anticipato, il metodo di corrivazione. Secondo tale metodo la forma dell'idrogramma nel tempo varia in relazione ad una grandezza tipica del bacino scolante, denominata tempo di corrivazione dell'area  $T_c$ , ciò vale a dire

#### *Relazione di invarianza idraulica e idrologica*

*Realizzazione opere di urbanizzazione in Via Venezia / Via S.P. della croce – Liscate (MI)*

che a seconda che la durata dell'evento di simulazione sia  $\theta < T_c$  oppure  $\theta > T_c$ , la portata al colmo assume una formulazione matematica differente. Nel paragrafo seguente verrà descritto nel dettaglio il metodo di calcolo di tale grandezza.

### **6.1.1 Determinazione dei tempi di corrivazione per il bacino**

Il tempo di corrivazione è definito come somma del tempo necessario al raggiungimento del sistema di accumulo e dispersione da parte dell'acqua meteorica di ruscellamento superficiale (tempo di ingresso in rete)  $T_i$  e del tempo di scorrimento all'interno della rete di collettamento,  $T_r$ :

$$T_c = T_i + T_r \quad [s]$$

dove

$T_i$  = tempo di ingresso in rete [ s ]

$T_r$  = tempo di rete [ s ]

Il tempo di accesso in rete  $T_i$  è in genere di difficile determinazione, variando con la pendenza dell'area, la natura della stessa e dal livello di realizzazione dei drenaggi minori; solitamente il suo valore risulta compreso entro l'intervallo di 5 – 15 minuti. Nel caso in analisi, essendo l'area di indagine di limitata estensione e con caditoie stradali frequenti, viene assunto un valore pari a  $T_i = 6$  minuti, sulla base di quanto riportato nella seguente tabella:

<b>Tipi di bacini</b>	<b><math>T_i</math> [minuti]</b>
Centri urbani intensivi con tetti collegati direttamente alle canalizzazioni e con frequenti caditoie stradali	5-7
Centri urbani semi intensivi con pendenze modeste e caditoie stradali meno frequenti	7-10
Aree urbane di tipo estensivo con piccole pendenze e caditoie poco frequenti	10-15

*Tempo di ingresso in rete (da Becciu e Paoletti)*

#### **Relazione di invarianza idraulica e idrologica**

*Realizzazione opere di urbanizzazione in Via Venezia / Via S.P. della croce – Liscate (MI)*



Il tempo di corrivazione della rete  $T_r$  è funzione delle caratteristiche della rete, ovvero dello sviluppo del tracciato delle condotte e della velocità della corrente e può essere stimato come rapporto tra la lunghezza del punto più lontano e la velocità del deflusso in condotta ( $T_r = L/V$ ). Tale velocità si assume in prima approssimazione a favore di sicurezza pari a  $V = 1$  m/s. Ove la lunghezza  $L$  non sia lineare e misurabile, si assume  $L = (1.5 \cdot A)^{0.5}$  con  $A$  = area del bacino scolante. Nel caso in esame, l'intera area è stata suddivisa in due sottobacini a cui afferiscono due tratti distinti della rete meteorica. Lo sviluppo massimo di quest'ultimi è noto e pari a 20 e 57 m.

## 6.2 Portate di progetto

Noti i tempi di corrivazione dei due sottobacini (<60 min), le altezze di pioggia critiche di progetto che si abbattano sulle aree, calcolate per tempi di ritorno di 50 anni (ai sensi dell'art. 11 comma 2 del R.R. 7/2017 e s.m.i) risultano pari a:

$$h_{1-2} = 61.15 \times (0.11)^{0.5} = 20 \text{ mm} \quad \text{per } T_r=50 \text{ anni}$$

$$h_{3-5} = 61.15 \times (0.12)^{0.5} = 21 \text{ mm} \quad \text{per } T_r=50 \text{ anni}$$

Dall'applicazione della formula razionale per il calcolo delle portate di picco, i collettori di raccolta e convogliamento delle acque meteoriche al sistema disperdente in progetto, dovranno essere dimensionati tenendo conto delle portate indicate in tabella seguente, calcolate per eventi meteorici caratterizzati da  $T_r=50$  anni e per tempi di corrivazione del bacino di 7 minuti.

A tot [m <sup>2</sup> ]	$\phi$ [-]	A scolante [m <sup>2</sup> ]	T <sub>corr</sub> [min]	h [mm]	Q <sub>P</sub> [l/s]
453.0	1.0	453.0	6.4	20.00	23.5
983.0	1.0	983.0	7.2	21.16	48.3

*Portate meteoriche critiche di progetto per i 2 sottobacini*

## 6.3 Dimensionamento e verifica idraulica della fognatura bianca

La rete di collettamento delle acque bianche in progetto (vd. Tavole a firma del Geom. Bottoni) è caratterizzata da 2 distinti tratti (1-2 e 3-5) di estensione lineare rispettivamente pari a 20 e 57 m, prima che si immettano nei corrispettivi disoleatori e poi nella vasca volano.

### *Relazione di invarianza idraulica e idrologica*

*Realizzazione opere di urbanizzazione in Via Venezia / Via S.P. della croce – Liscate (MI)*

Le condotte presenteranno una pendenza costante pari a circa il 0.3%.

**I collettori meteorici saranno costituiti da tubazioni in PVC a norma UNI EN 1401-1 tipo SN8 per condotte di scarico interrate di acque civili e industriali, di sezione circolare con diametro interno di Ø400/300 mm con pendenza 0.3%, in modo da garantire adeguati franchi idraulici di sicurezza per Tr=50 anni.**

Le caditoie saranno collegate ai pozzetti di ispezione e al collettore principale mediante tubazioni in PVC a norma UNI EN 1401-1 tipo SN8 di Ø200 mm.

Saranno previste inoltre:

- n. 11 caditoie stradali tipo Milano poste ogni 10 metri, di dimensione interne minime 40x40;
- n. 5 camerette di ispezione poste circa ogni 30 metri, di dimensioni interne minime 100x100. Le pareti dei pozzetti d'ispezione verranno rivestite in resina impermeabilizzante e il fondo degli stessi sarà sagomato con canale di scorrimento e banchine laterali di pendenza circa 30°;
- n. 1 pozzetto di prelievo e campionamento interposto tra la tubazione in uscita dalla vasca di laminazione e la cameretta d'allacciamento alla fognatura pubblica, di dimensioni anch'esso 100x100, con ubicazione del fondo tubo della condotta uscente posto ad almeno 50 cm sopra il fondo della cameretta medesima.

I chiusini dei pozzetti e le caditoie della rete dovranno essere realizzati in ghisa Classe D400 per carreggiata.

La rete di drenaggio, dedicata alla raccolta delle acque meteoriche provenienti dalle superfici scoperte carrabili, sarà infine dotata di idoneo trattamento, costituito da impianto disoleatore a coalescenza classe 1, ubicato prima dello scarico nella vasca di laminazione.

Il dimensionamento e verifica della rete di drenaggio è stato effettuato sulla base della portata di picco di relativa all'idrogramma di piena per piogge con tempo di ritorno di 50 anni, ricavato al paragrafo precedente. Sulla base di questo valore è quindi stato verificato che il diametro dei condotti che si decide di adottare, permetta di smaltire le portate di picco che caratterizzano la rete, garantendo un grado di riempimento della condotta non superiore al 50%, al fine di consentire la ventilazione superficiale della corrente liquida e garantire un adeguato franco di sicurezza. Viene verificata inoltre il valore di velocità di scorrimento relativa alla portata di progetto, il quale deve essere al più pari a 4 m/s.

#### **Relazione di invarianza idraulica e idrologica**

*Realizzazione opere di urbanizzazione in Via Venezia / Via S.P. della croce – Liscate (MI)*

La progettazione viene eseguita facendo riferimento, nell'ipotesi di moto uniforme, alla formula di Chezy, in cui si assume si è assunto un valore di scabrezza pari a  $90 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ , valore tipico per tubi in servizio in calcestruzzo o materiali plastici e una pendenza media dei condotti dello 0.3%.

Il calcolo della portata garantita da un collettore, in tale ipotesi, può essere effettuato con la seguente espressione:

$$Q = A \cdot K_s \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

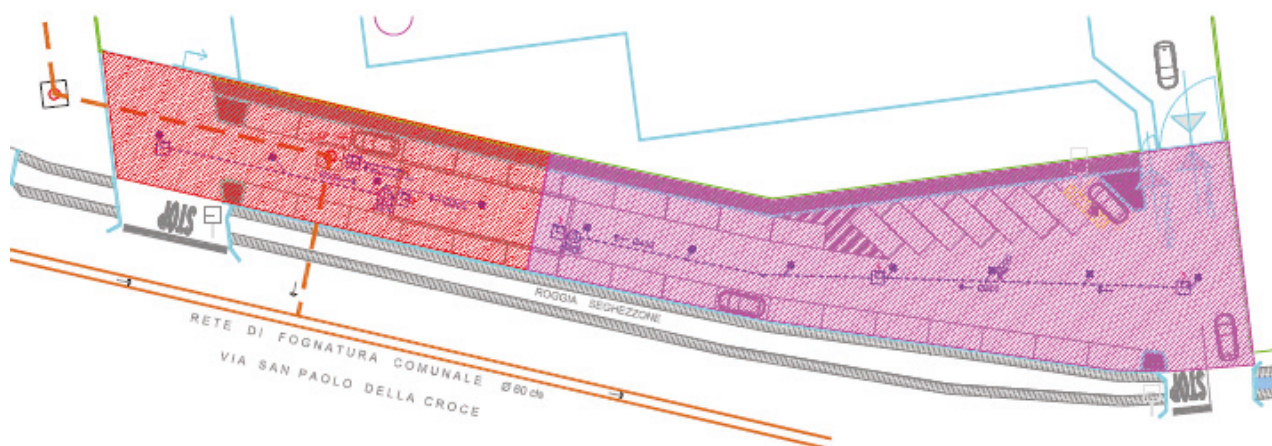
dove

$A$  = area netta interna della tubazione utilizzata [ $\text{m}^2$ ],  $K_s$  = coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strikler [ $\text{m}^{1/3}/\text{s}$ ],  $R$  = raggio idraulico della tubazione [ $\text{m}$ ],  $i$  = pendenza della tubazione [ $\text{m}/\text{m}$ ]

Si riportano di seguito i risultati ottenuti relativi al tratto considerato, i quali risultano verificati sia per il grado di riempimento che per le velocità.

Tratto	$\varphi$ [-]	$A_{\text{scolante}}$ [ $\text{m}^2$ ]	$T_{\text{corr}}$ [min]	$Q_p$ [l/s]	$i$ [%]	$K_s$ [ $\text{m}^{1/3}/\text{s}$ ]	$\varnothing$ [mm]	$h_0$ [m]	Gr [%]	$v$ [m/s]
1 - 2	1.0	453.0	6.4	23.5	0.3%	90.0	300	0.130	43%	0.82
3 - 5	1.0	983.0	7.2	48.3	0.3%	90.0	400	0.166	42%	0.98

Caratteristiche geometriche dei collettori di rete meteorica

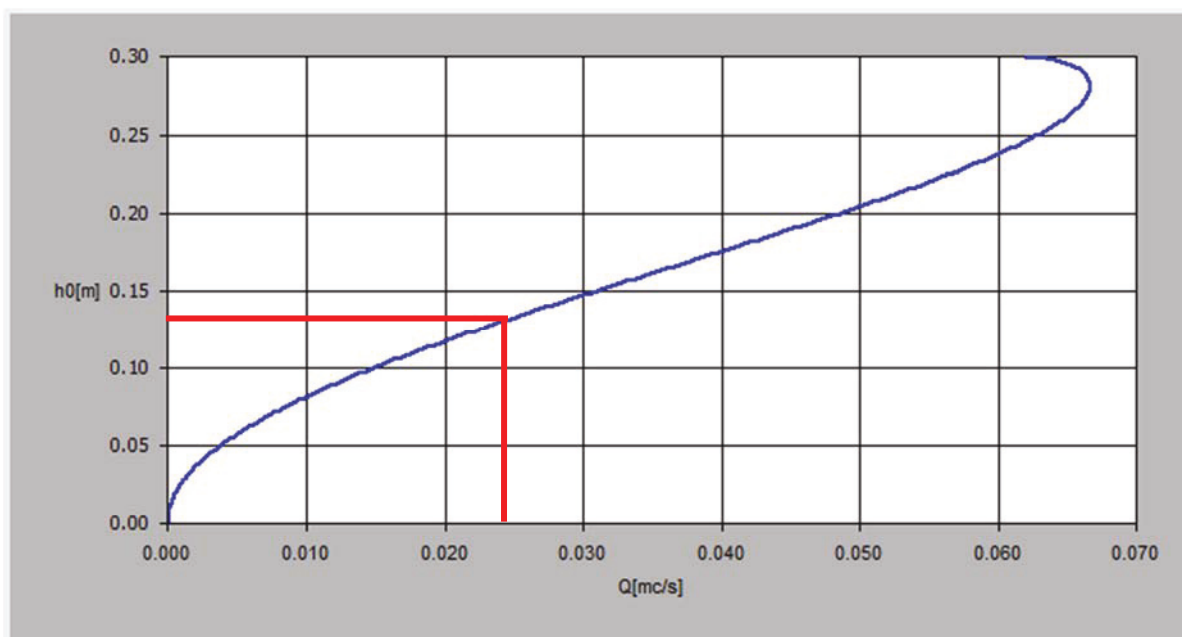
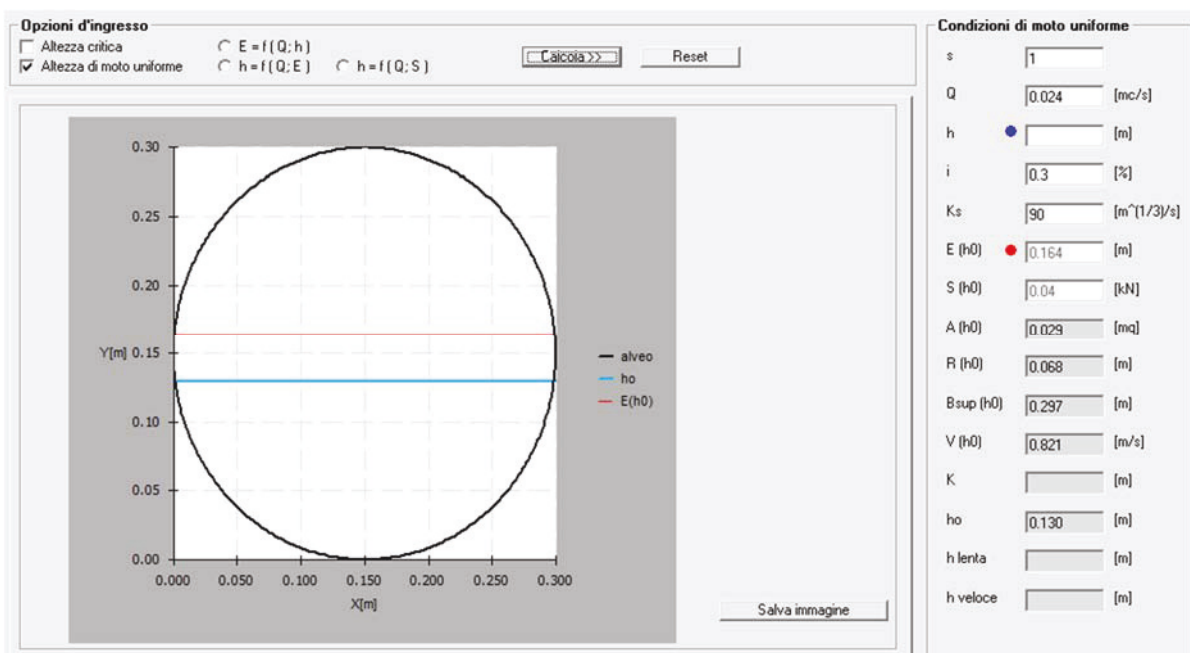


Aree di afferenza di ciascun tratto di rete meteorica (1-2 rosso, 3-5 magenta)

### Relazione di invarianza idraulica e idrologica

Realizzazione opere di urbanizzazione in Via Venezia / Via S.P. della croce – Lisate (MI)

- **Tratto 1-2** (DI Ø300 mm in PVC a norma UNI EN 1401-1 tipo SN8, pendenza 0.3%,  $K_s$  90  $m^{1/3}/s$ ):

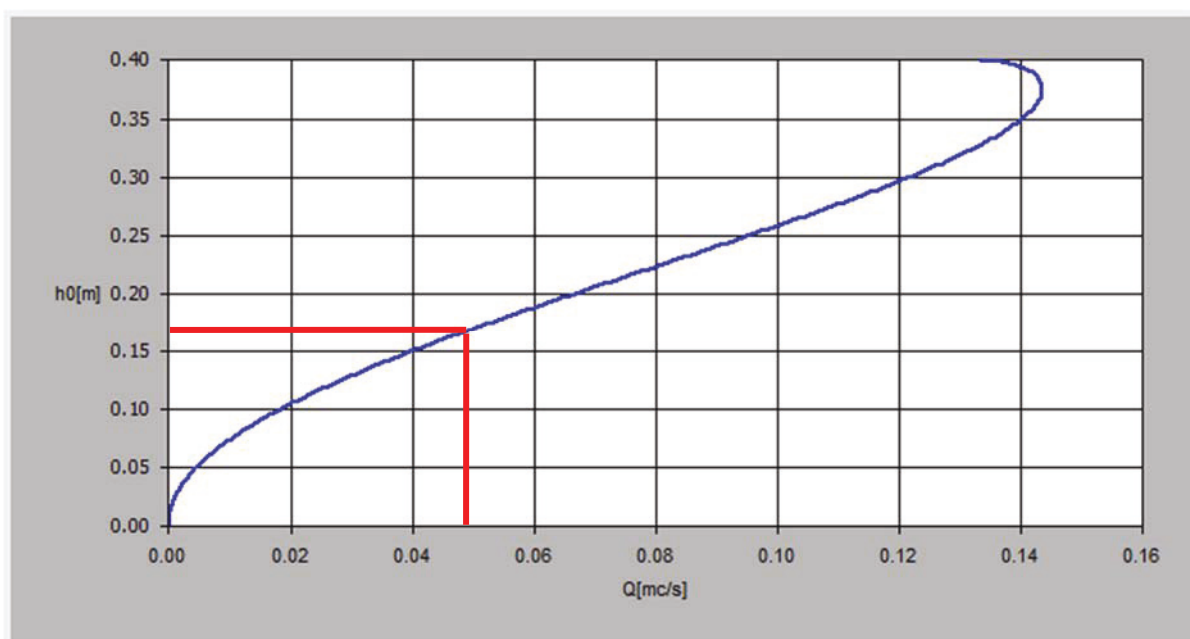
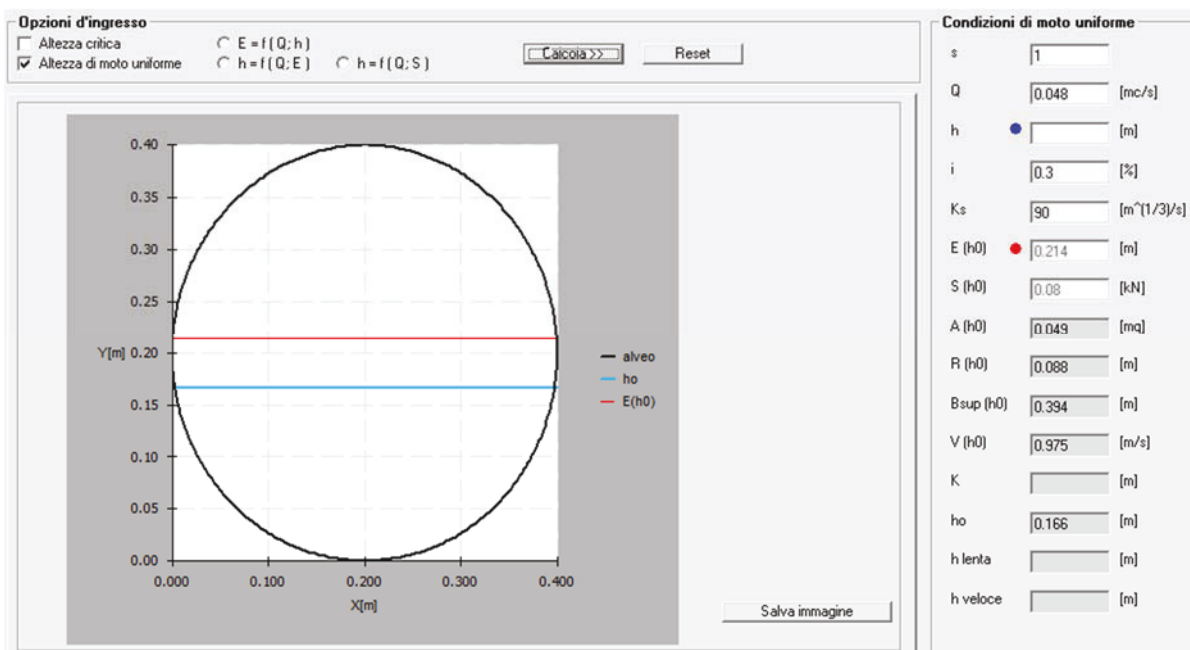


Risultato dimensionamento e verifica collettore finale del tratto della rete meteorica 1-2 con relativa scala delle portate

- **Tratto 3-5** (DI Ø400 mm in PVC a norma UNI EN 1401-1 tipo SN8, pendenza 0.3%,  $K_s$  90  $m^{1/3}/s$ ):

### Relazione di invarianza idraulica e idrologica

Realizzazione opere di urbanizzazione in Via Venezia / Via S.P. della croce – Lisate (MI)



Risultato dimensionamento e verifica collettore finale del tratto della rete meteorica 3-5 con relativa scala delle portate

**Come visibile dai risultati delle elaborazioni idrauliche effettuate, i tratti di rete di raccolta delle acque meteoriche in progetto con diametro interno di 300 e 400 mm in PVC a norma UNI EN 1401-1 tipo SN8, pendenza 0.3‰, Ks 90 m<sup>1/3</sup>/s, sono in grado di collettare le portate critiche di pioggia che si abbattano sull'area di indagine per Tr=50 anni, con gradi di riempimento del**

### Relazione di invarianza idraulica e idrologica

Realizzazione opere di urbanizzazione in Via Venezia / Via S.P. della croce – Lisate (MI)



42/43% e con velocità rispettivamente di 0.82 e 0.98 m/s, nel rispetto dei limiti imposti dal Gestore.

**Relazione di invarianza idraulica e idrologica**

*Realizzazione opere di urbanizzazione in Via Venezia / Via S.P. della croce – Liscate (MI)*

## 7. Considerazioni conclusive

Visto quanto riportato nei capitoli precedenti, al fine del dimensionamento del sistema di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche, nell'ambito del progetto di invarianza idraulica ed idrologica ai sensi del R.R. 7 /2017 e s.m.i., nell'ambito del progetto di realizzazione di opere di urbanizzazione in Via Venezia/Via S.P. della Croce, nel comune di Liscate (MI), è possibile effettuare le seguenti considerazioni conclusive:

- La presente relazione di invarianza idraulica è stata redatta ai sensi del R.R. n. 7 del 23 novembre 2017 e delle successive modifiche contenute nel recente R.R. n. 8 del 19 aprile 2019;
- L'area in trasformazione presenta una **superficie complessiva** computabile ai fini del R.R.7/2017 di **1436 mq**, a cui è associabile un **coefficiente di afflusso medio ponderale di 1.00**;
- L'intervento in oggetto ricade in classe 2 di **impermeabilizzazione potenziale media** (art.9, Tabella 1);
- Il comune di Liscate si trova nell'ambito territoriale di **criticità idraulica A** (alta criticità): per il calcolo del volume di invaso è necessario, pertanto, applicare il Metodo delle Sole Piogge (art. 9, Tabella 1);
- Nell'area oggetto della presente relazione **la falda idrica (1° acquifero)** si attesta a **profondità di circa 1.6 m** rispetto al piano campagna: **non risulta pertanto idrogeologicamente idoneo praticare lo smaltimento in loco negli strati superficiali del sottosuolo mediante opere ad infiltrazione a causa della presenza di una falda sub-affiorante;**
- Ai **terreni superficiali dell'area di indagine** è possibile associare un coefficiente di permeabilità superficiale, dell'ordine di **10<sup>-6</sup> m/s**, derivante da prove rispondenti ai requisiti riportati nell'Allegato F del R.R. 8/2019, che permette quindi di collocare i terreni indagati tra le formazioni contraddistinte da un grado di **permeabilità scarsa**;
- **Per l'area di indagine si propone pertanto l'adozione di un sistema di raccolta e smaltimento delle acque di pioggia costituito da una vasca di laminazione impermeabile e il successivo rilascio in pubblica fognatura,** previo ottenimento di idoneo permesso di scarico rilasciato dal gestore del servizio idrico di competenza (CAP Holding S.p.a.): **l'adozione di tipologie di opere**

*Relazione di invarianza idraulica e idrologica*

*Realizzazione opere di urbanizzazione in Via Venezia / Via S.P. della croce – Liscate (MI)*

di tipo disperdente quali pozzi perdenti o trincee drenanti per lo smaltimento delle acque meteoriche dell'area in studio, sia pertanto da evitare in quanto non risulterebbero affidabili ed efficienti da un punto di vista idraulico; inoltre, ai sensi dell'art.113 comma 4 del D.lgs. 152/2006 risulta vietato lo scarico o l'immissione diretta di acque meteoriche nelle acque sotterranee.

- Il volume di invaso necessario a contenere l'evento critico per il sistema, calcolato mediante la **procedura di calcolo delle Sole Piogge** per un tempo di ritorno di 50 anni, è risultato pari a **120 mc**. Tale volume risulta maggiore a quello calcolato con i Minimi Requisiti (articolo 12 del regolamento ridotto del coefficiente di cui all' nell'art. 11, comma 2, lettera e), punto 3), pari a circa 115 mc e pertanto verrà considerato in fase progettuale;
- Per poter laminare tale volume, si propone la messa in opera di **una vasca in c.a., a perfetta tenuta idraulica, dotata di copertura integrata carrabile, di volume complessivo almeno pari a 128 mc con scarico in pubblica fognatura nel rispetto dei limiti imposti dal R.R. 7/2017, calcolati pari a circa 1,44 l/s**, previo ottenimento del parere del Gestore del S.I.I.;
- E' possibile affermare che il sistema in progetto risulta soddisfare il volume utile di laminazione richiesto dal R.R.7/2017 e s.m.i. con idoneo franco di sicurezza per rispondere alla misura di sicurezza per tempo di ritorno pari a 100 anni (art.11 comma 2 lettera a));
- **Il tempo medio di svuotamento del sistema**, calcolato come  $t = W/Q_u$ , **risulta pari a 23 ore e pertanto inferiore alle 48 ore, quindi accettabile;**
- I collettori meteorici, prima dell'immissione in vasca, saranno costituiti da tubazioni in PVC a norma UNI EN 1401-1 tipo SN8 per condotte di scarico interrate di acque civili e industriali, di sezione circolare con diametro interno di 300 mm (tratto 1-2) e 400 mm (tratto 3-5) con pendenza 0.3%, in modo da garantire un adeguato franco idraulico di sicurezza per  $T_r=50$  anni;
- Saranno previste inoltre:
  - n. 11 caditoie stradali tipo Milano poste ogni 10 metri, di dimensione interne minime 40x40;
  - n. 5 camerette di ispezione poste circa ogni 30 metri, di dimensioni interne minime 100x100;
  - n. 1 pozzetto di prelievo e campionamento interposto tra la tubazione in uscita dalla vasca di laminazione e la cameretta d'allacciamento alla fognatura pubblica, di dimensioni anch'esso 100x100;

#### **Relazione di invarianza idraulica e idrologica**

Realizzazione opere di urbanizzazione in Via Venezia / Via S.P. della croce – Liscate (MI)

- Le caditoie saranno collegate ai pozzetti di ispezione e al collettore principale mediante tubazioni in PVC a norma UNI EN 1401-1 tipo SN8 di Ø200 mm;
- I chiusini dei pozzetti e le caditoie della rete dovranno essere realizzati in ghisa Classe D400 per carreggiata (UNI EN 124);
- Per il trattamento delle acque meteoriche di dilavamento delle aree carrabili è buona norma prevedere un sistema di trattamento costituito da disoleatore certificato Classe I UNI EN 858-1, ubicato prima dell'ingresso nella vasca di laminazione, di dimensioni idonee all'area sottesa da trattare.

Per quanto riguarda i dimensionamenti di dettaglio delle singole opere e i calcoli effettuati, si rimanda ai capitoli dedicati.

Per la planimetria della rete, l'ubicazione delle opere e profili longitudinali, si rimanda alla tavola con schema di fognatura redatta dal Geom. Bottoni.

Qualora in fase di escavazione delle opere si rilevassero situazioni anomale dal punto di vista litologico-stratigrafico ed idrogeologico rispetto a quanto evidenziato nella presente relazione, sarà cura della committenza informare il sottoscritto al fine di rivalutare criticamente il dimensionamento effettuato.

Vaprio D'Adda, 17/07/2020

Dott. Geol. Carlo Leoni



The image shows a handwritten signature in black ink, which appears to be 'Carlo Leoni'. To the right of the signature is a circular professional stamp. The stamp contains the following text: 'ORDINE DEI GEOLOGI della LOMBARDIA' around the perimeter, 'LEONI CARLO DANIELE' in the center, 'geologo specialista' below the name, and 'Aut. n. 776 AP sezione A' at the bottom.

### **Relazione di invarianza idraulica e idrologica**

Realizzazione opere di urbanizzazione in Via Venezia / Via S.P. della croce – Lisate (MI)

## PROVA LEFRANC A CARICO VARIABILE

**Località:** Liscate (MI) - Via S.P. Della Croce  
**Data:** 27/07/2020  
**Ditta esecutrice:** GeoArbor Studio  
**Committente:** Geom. Bottoni  
**PROVA:** K1

Prova k1			
Tempo (s)	livello da bocca foro (m)	livello da fondo foro (m)	Permeabilità K (m/s)
0	0.000	2.00	
30	0.050	1.95	4.54E-06
60	0.120	1.88	6.55E-06
90	0.150	1.85	2.88E-06
120	0.180	1.82	2.93E-06
150	0.190	1.81	9.87E-07
180	0.220	1.78	3.00E-06
210	0.250	1.75	3.05E-06
240	0.290	1.71	4.14E-06
270	0.320	1.68	3.17E-06
300	0.340	1.66	2.15E-06
360	0.390	1.61	2.74E-06
420	0.440	1.56	2.83E-06
480	0.480	1.52	2.33E-06
540	0.500	1.50	1.19E-06
600	0.540	1.46	2.42E-06
660	0.570	1.43	1.86E-06
720	0.590	1.41	1.56E-06
780	0.610	1.39	1.28E-06
840	0.640	1.36	1.96E-06
900	0.660	1.34	1.33E-06
<b>Permeabilità media:</b>			<b>2.64E-06</b>

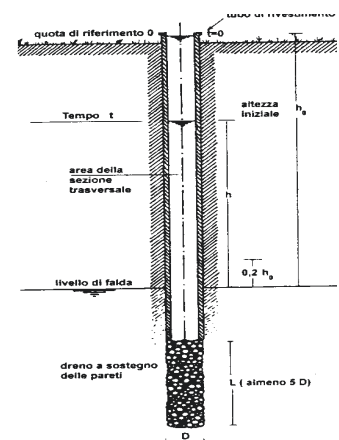
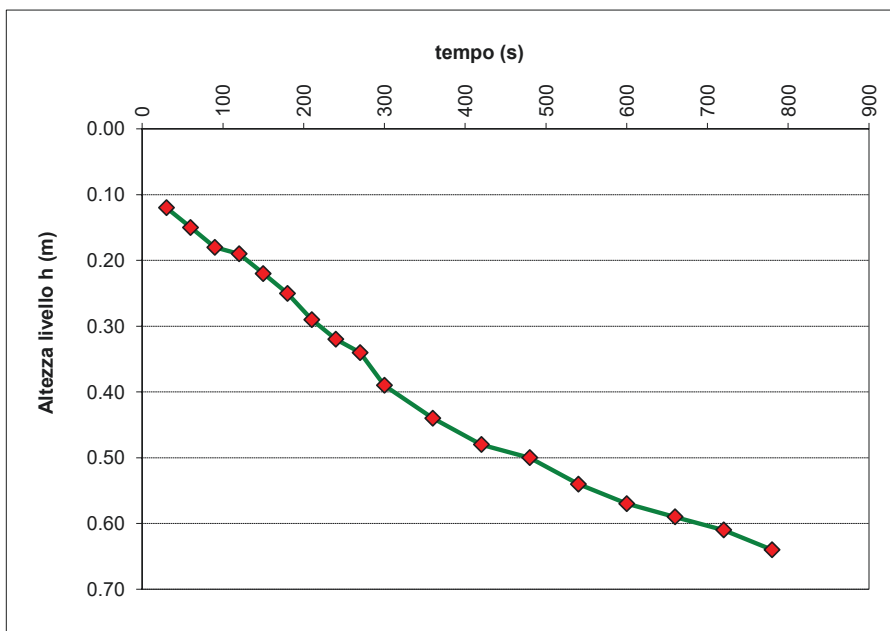
Diametro del foro (m)	<b>0.037</b>
-----------------------	--------------

Area del foro (mq)	<b>0.0011</b>
--------------------	---------------

Lunghezza del tratto filtrante (m)	<b>0.20</b>
------------------------------------	-------------

Profondità del foro (m)	<b>0.90</b>
-------------------------	-------------

Sporgenza testa tubo rivestimento (m)	<b>1.10</b>
---------------------------------------	-------------



## PROVA LEFRANC A CARICO VARIABILE

**Località:** Liscate (MI) - Via S.P. Della Croce  
**Data:** 27/07/2020  
**Ditta esecutrice:** GeoArbor Studio  
**Committente:** Geom. Bottoni  
**PROVA:** K2

Prova k2			
Tempo (s)	livello da bocca foro (m)	livello da fondo foro (m)	Permeabilità K (m/s)
0	0.000	2.00	
30	0.080	1.92	7.32E-06
60	0.100	1.90	1.88E-06
90	0.130	1.87	2.85E-06
120	0.180	1.82	4.86E-06
150	0.210	1.79	2.98E-06
180	0.230	1.77	2.01E-06
210	0.260	1.74	3.06E-06
240	0.270	1.73	1.03E-06
270	0.300	1.70	3.13E-06
300	0.330	1.67	3.19E-06
360	0.370	1.63	2.17E-06
420	0.410	1.59	2.23E-06
480	0.450	1.55	2.28E-06
540	0.490	1.51	2.34E-06
600	0.540	1.46	3.02E-06
660	0.570	1.43	2.44E-06
720	0.600	1.40	1.90E-06
780	0.620	1.38	1.29E-06
840	0.650	1.35	1.97E-06
900	0.670	1.33	1.34E-06
<b>Permeabilità media:</b>			<b>2.73E-06</b>

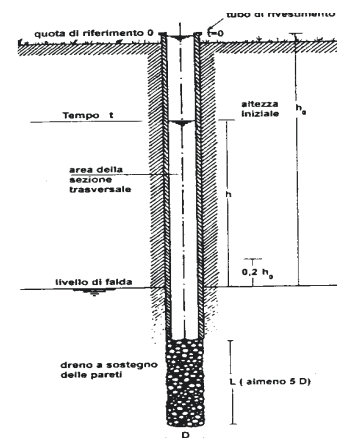
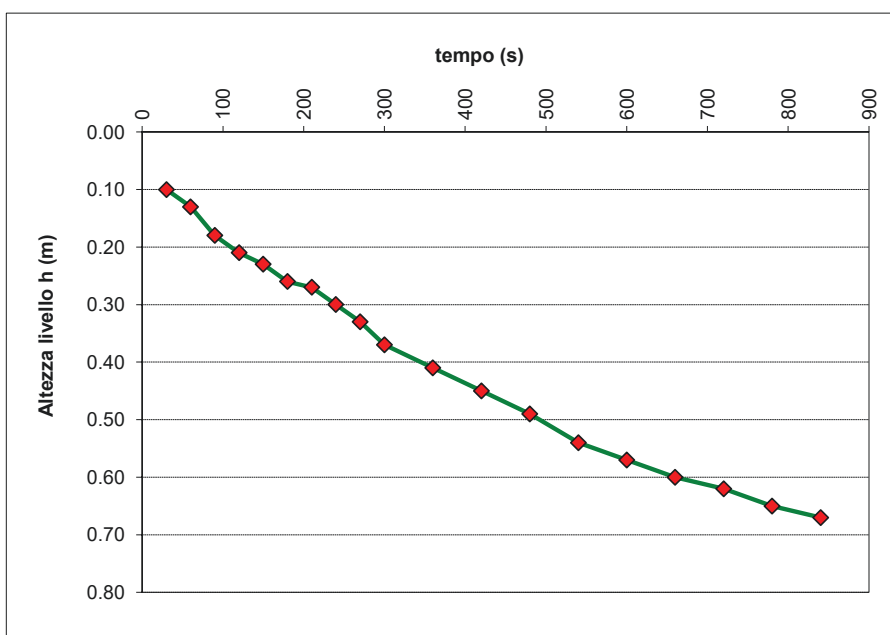
Diametro del foro (m)	<b>0.037</b>
-----------------------	--------------

Area del foro (mq)	<b>0.0011</b>
--------------------	---------------

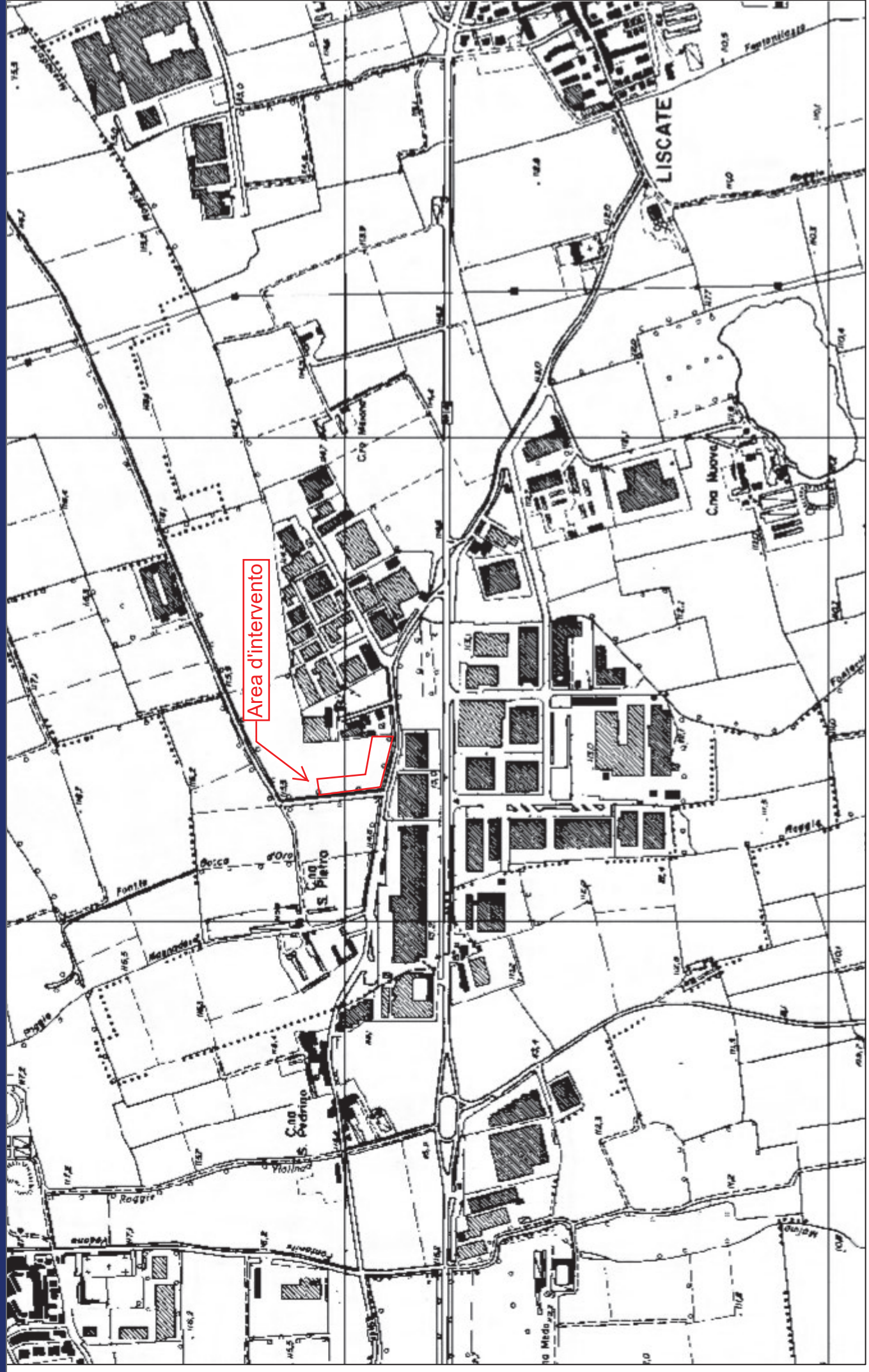
Lunghezza del tratto filtrante (m)	<b>0.20</b>
------------------------------------	-------------

Profondità del foro (m)	<b>0.90</b>
-------------------------	-------------

Sporgenza testa tubo rivestimento (m)	<b>1.10</b>
---------------------------------------	-------------









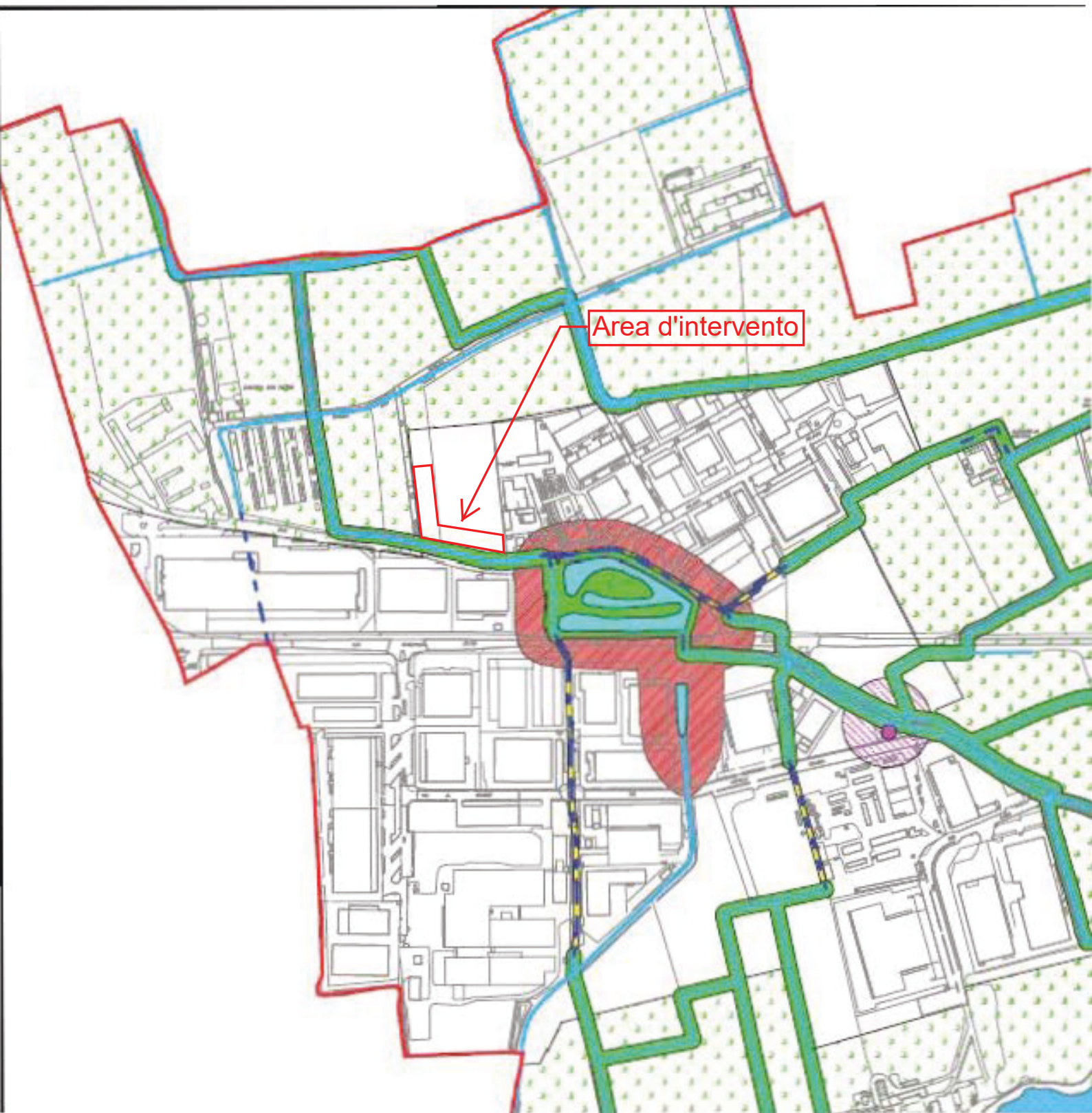


Copyright Mappa, © foto 20 cm/O rtofoto .50 cm ©2015 Consorzio TeA- Turci i elitti riservati

















Area d'intervento

## LEGENDA






-  Limiti amministrativi
-  Reticolo idrografico principale: Torrente Molgora
-  Reticolo idrografico minore - tratto a cielo aperto
-  Reticolo idrografico minore - tratto intubato
-  Testate dei fontanili
-  Specchi d'acqua di matrice antropica

### **Aree di salvaguardia delle captazioni idropotabili**



-  Area di tutela assoluta del pozzo pubblico - 10 metri  
(Al sensi del D.P.R. 236/88 modificato dal D.Lgs. 152/1999, 258/2000, D.G.R. 10 aprile 2003 e dell' art. 94 del D.Lgs. 3 aprile 2006, n.152)
-  Area di rispetto del pozzo pubblico di Via San. Giorgio e Via Kennedy, individuata con criterio temporale  
(Al sensi della D.G.R. 6/15137 del 27 giugno 1996, D.G.R. 10 aprile 2003 e dell' art. 94 del D.Lgs. 3 aprile 2006, n.152)

### **Vincoli di polizia idraulica**

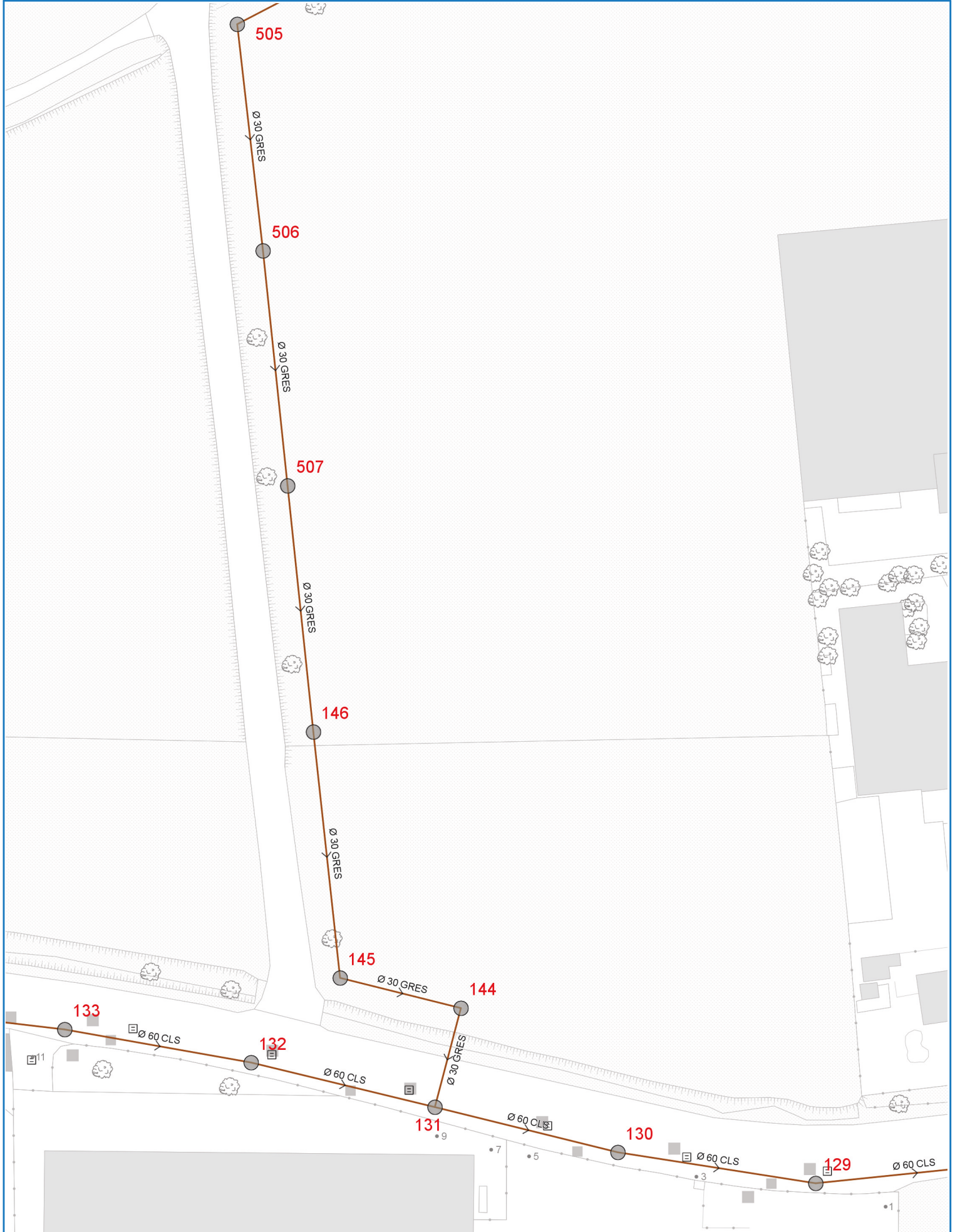
-  Fascia di rispetto del reticolo idrografico Principale:  
Torrente Molgora - 10 metri  
(Al sensi del R.D. 523/1904 e R.D. 368/1904, D.G.R. 25/01/2002, n. 7/7868 e D.G.R. 01/08/2003, n. 7/13950)
-  Fascia di rispetto del reticolo idrografico Minore di competenza Comunale:  
Sistema dei fontanili non soggetti a domanda di concessione da parte di privati  
10 metri per i tratti a cielo aperto,  
(Al sensi del R.D. 523/1904 e RD 368/1904 e della D.G.R. 25/01/2002, n. 7/7868 e D.G.R. 01/08/2003, n. 7/13950).
-  Fascia di rispetto del reticolo idrografico Minore di competenza Comunale:  
Sistema dei fontanili non soggetti a domanda di concessione da parte di privati,  
4 metri per i tratti intubati.  
(Al sensi del R.D. 523/1904 e RD 368/1904 e della D.G.R. 25/01/2002, n. 7/7868 e D.G.R. 01/08/2003, n. 7/13950).

*Nel caso in cui un privato o un consorzio di privati presenti domanda agli enti competenti al fine di utilizzare le acque del fontanile ad uso irriguo, la porzione dell'asta oggetto della domanda medesima dovrà considerarsi di competenza del privato nei tempi e nei modi concordati contestualmente alla pratica di concessione.*

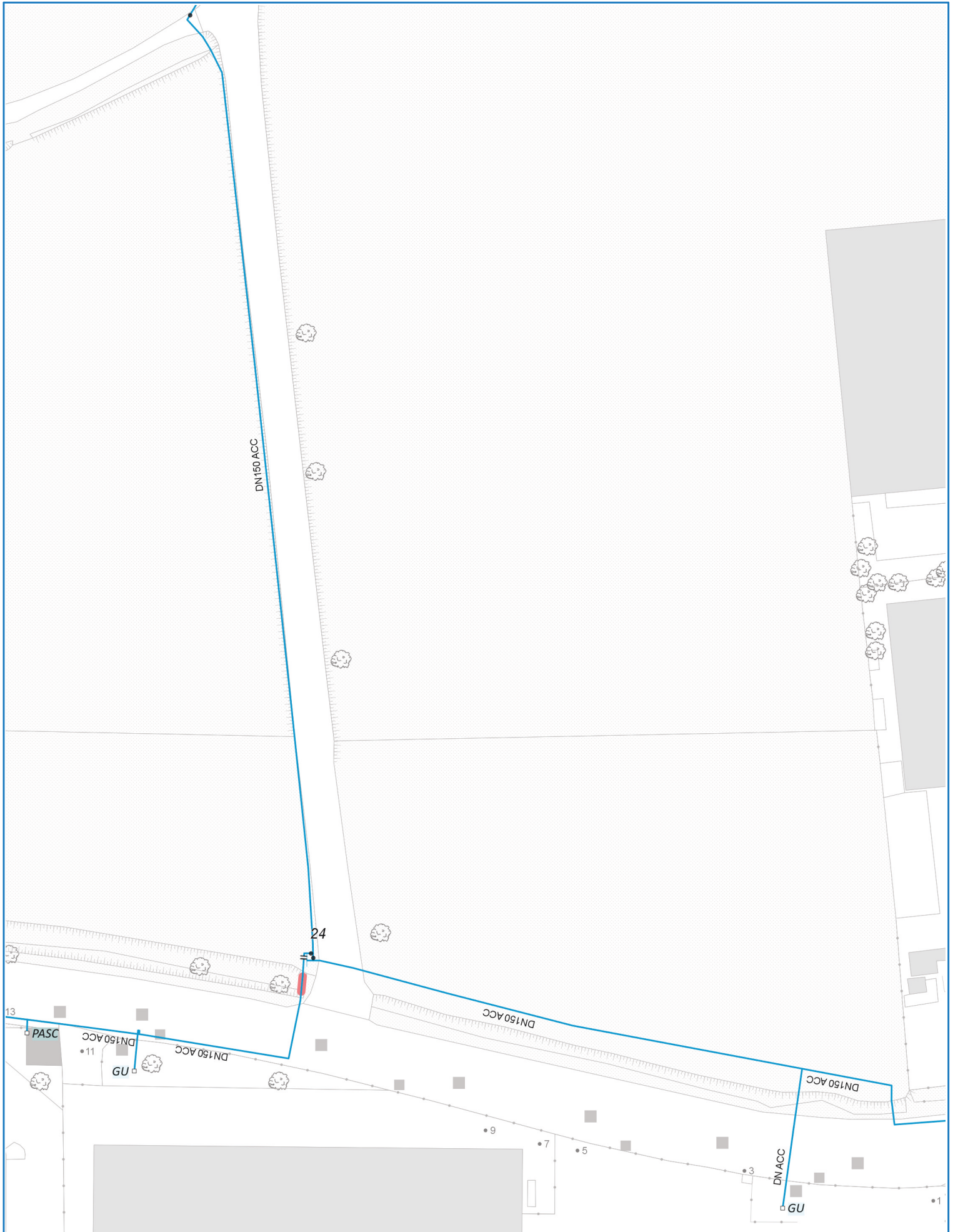
### **Vincoli paesistico ambientali**

-  Parco Agricolo Sud Milano.  
(Parco Regionale Istituito mediante L.R. n. 24 del 23 aprile 1990)
-  Fascia di rispetto delle testate dei fontanili - 50m misurata dall'orlo della testa e lungo l'asta per una fascia non inferiore a metri 25.  
(Al sensi dell' art. 34 delle NDA del PTCP della Provincia di Milano)









# PIANO DI MANUTENZIONE DELLE OPERE INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA

ai sensi dell'art.13 del R.R. 23 novembre 2017, n. 7 e s.m.i.

**Intervento:** Realizzazione opere di urbanizzazione:  
nuove aree adibite a parcheggio e a standard di verde comprese tra Via Venezia e Via  
S.P. della Croce  
(Piano Attuativo AP1)

**Committente:** Geom. Graziano Bottoni

# PIANO DI MANUTENZIONE

## INDICE

<b>1.</b>	<b>PREMESSE .....</b>	<b>2</b>
<b>2.</b>	<b>DESCRIZIONE DELLE OPERE .....</b>	<b>4</b>
<b>3.</b>	<b>STANDARD MANUTENTIVO DA GARANTIRE .....</b>	<b>5</b>
<b>4.</b>	<b>TUBAZIONI E MANUFATTI PREFABBRICATI .....</b>	<b>7</b>
<b>4.1</b>	<b>MANUALE D'USO .....</b>	<b>7</b>
<b>4.2</b>	<b>MANUALE DI MANUTENZIONE.....</b>	<b>7</b>
<b>4.3</b>	<b>PROGRAMMA DI MANUTENZIONE.....</b>	<b>8</b>
	Sottoprogramma delle prestazioni .....	8
	Sottoprogramma dei controlli .....	9
	Sottoprogramma degli interventi .....	11
<b>5.</b>	<b>OPERE IN CEMENTO ARMATO .....</b>	<b>12</b>
<b>5.1</b>	<b>MANUALE D'USO .....</b>	<b>12</b>
<b>5.2</b>	<b>MANUALE DI MANUTENZIONE.....</b>	<b>12</b>
<b>5.3</b>	<b>PROGRAMMA DI MANUTENZIONE.....</b>	<b>13</b>
	Sottoprogramma delle prestazioni .....	13
	Sottoprogramma dei controlli .....	13
	Sottoprogramma degli interventi .....	13
<b>6.</b>	<b>APPARECCHIATURE MECCANICHE .....</b>	<b>14</b>
<b>6.1</b>	<b>MANUALE D'USO .....</b>	<b>14</b>
<b>6.2</b>	<b>MANUALE DI MANUTENZIONE.....</b>	<b>14</b>
<b>6.3</b>	<b>PROGRAMMA DI MANUTENZIONE.....</b>	<b>14</b>
	Sottoprogramma delle prestazioni .....	14
	Sottoprogramma dei controlli e degli interventi .....	14
	Sottoprogramma degli interventi .....	15

## 1. PREMESSE

Il presente documento viene redatto in ottemperanza al disposto del Regolamento Regionale n°7/2017, con i contenuti di cui all'art. 38 del D.P.R. n°207/2010.

La finalità del presente documento consiste nel prevedere, pianificare e programmare l'attività di manutenzione relativa alle opere previste nel presente progetto allo scopo di mantenerne nel tempo la funzionalità, le caratteristiche di qualità e il valore economico.

Come previsto dall'art. 38, comma 2 del D.P.R. n°207/2010 il presente Piano di Manutenzione si compone dei seguenti documenti operativi:

- 1) **Manuale d'uso:** definisce l'insieme delle informazioni atte a permettere la gestione dell'intervento da realizzare e di conoscere le modalità di fruizione delle opere progettate e, senza entrare nel merito delle autonomie decisionali proprie del servizio di gestione, fornire elementi utili a limitare i danni derivanti da un'utilizzazione impropria e consentire di eseguire le operazioni atte alla conservazione e che non richiedono conoscenze specifiche.

Sono inoltre descritti gli scopi e le modalità d'utilizzo che a livello progettuale sono stati previsti per l'intervento da realizzare. Si ricorda che le procedure e le indicazioni fornite nel manuale d'uso sono redatte per portare a conoscenza del servizio di gestione quegli aspetti particolari e specifici, caratteristici dell'intervento progettato.

Il manuale d'uso contiene infine informazioni relative alla descrizione e collocazione nell'intervento delle parti menzionate, prescrizioni e modalità d'uso corretto.

Questa parte del Piano di Manutenzione dell'opera trova, perfetta applicazione nell'organizzazione delle operazioni atte alla sua conservazione ed al riconoscimento immediato di fenomeni di deterioramento anomalo al fine di sollecitare interventi specialistici.

- 2) **Manuale di manutenzione:** questa sezione si riferisce alle parti più importanti del bene, in particolare agli impianti tecnologici e fornisce, in relazione alle diverse unità tecnologiche, alle caratteristiche dei materiali o dei componenti interessati, le indicazioni necessarie per la corretta manutenzione dell'opera progettata, con l'individuazione dei soggetti o dei centri di assistenza atti ad eseguirle.

- 3) **Programma di manutenzione:** prevede un sistema di controlli e di interventi da eseguire, a cadenze prefissate al fine di una corretta gestione del bene nel corso degli anni.

In questa sezione saranno pertanto definiti:

- il livello delle prestazioni che devono essere garantite dall'opera realizzata durante la sua vita;
- una serie di controlli e di interventi finalizzati ad una corretta gestione dell'opera;
- le scadenze alle quali devono essere eseguiti gli interventi.

Il Programma di Manutenzione si articola in:

- a) **Sottoprogramma delle prestazioni:** vi sono indicate le caratteristiche prestazionali ottimali ed il loro eventuale decremento accettabile, nel corso della vita utile del bene;
- b) **Sottoprogramma dei controlli:** vi è indicata la programmazione delle verifiche e dei controlli da effettuarsi per rilevare durante gli anni la rispondenza alle prestazioni previste; l'obiettivo è quello di avere una indicazione precisa della dinamica di caduta di efficienza del bene avendo come riferimento il livello di funzionamento ottimale e quello minimo accettabile;
- c) **Sottoprogramma degli interventi di manutenzione:** riporta gli interventi da effettuare, l'indicazione delle scadenze temporali alle quali devono essere effettuati e le eventuali informazioni per una corretta conservazione del bene.



## 2. DESCRIZIONE DELLE OPERE

Tutte le opere in progetto saranno a servizio delle nuove opere di urbanizzazione in realizzazione nel comune di Liscate (MI) in Via Venezia/Via S.P. della Croce per la raccolta e la laminazione delle acque meteoriche di dilavamento dell'area adibita al parcheggio e al transito da/verso l'insediamento produttivo.

La rete di collettamento delle acque bianche in progetto (vd. tavole a firma del Geom. Bottoni), prima di immettersi nei manufatti disoleatori e poi nella vasca, è caratterizzata da 2 distinti tratti (1-2 e 3-5) di estensione lineare rispettivamente di 20 e 57 m.

I collettori meteorici saranno costituiti da tubazioni in PVC a norma UNI EN 1401-1 tipo SN8 per condotte di scarico interrate di acque civili e industriali, di sezione circolare con diametro interno  $\varnothing 300$  mm (tratto 1-2) e  $\varnothing 400$  mm (tratto 3-4), entrambi con pendenza 0.3%, in modo da garantire un adeguato franco idraulico di sicurezza per  $Tr=50$  anni.

Le caditoie saranno collegate ai pozzetti di ispezione e al collettore principale mediante tubazioni in PVC a norma UNI EN 1401-1 tipo SN8 di  $\varnothing 200$  mm.

Saranno previste inoltre:

- n. 11 caditoie stradali tipo Milano poste ogni 10 metri, di dimensione interne minime 40x40;
- n. 5 camerette di ispezione poste circa ogni 30 metri, di dimensioni interne minime 100x100. Le pareti dei pozzetti d'ispezione verranno rivestite in resina impermeabilizzante e il fondo degli stessi sarà sagomato con canale di scorrimento e banchine laterali di pendenza circa 30°;
- n. 1 pozzetto di prelievo e campionamento interposto tra la tubazione in uscita dalla vasca di laminazione e la cameretta d'allacciamento alla fognatura pubblica (n. 144), di dimensioni anch'esso 100x100, con ubicazione del fondo tubo della condotta uscente posto ad almeno 50 cm sopra il fondo della cameretta medesima.

I chiusini dei pozzetti e le caditoie della rete dovranno essere realizzati in ghisa Classe D400 per carreggiata.

I due tratti di rete, dedicati alla raccolta delle acque meteoriche provenienti dalle superfici scoperte carrabili, saranno entrambi dotati di idoneo trattamento, costituito da impianti disoleatori a coalescenza classe 1, ubicati prima dell'ingresso in vasca.

La rete sarà convogliata al sistema di laminazione come di seguito:

- n.1 vasca in c.a. di un volume complessivo pari almeno a 128 mc (dim. 5m x 16m x 1.6m), a perfetta tenuta idraulica, dotata di copertura integrata carrabile, dotata di organo di scarico per una portata massima pari a 1.44 l/s in pubblica fognatura nel rispetto dei limiti imposti dal R.R. 7/2017, previo ottenimento del parere del Gestore del S.I.I. (CAP Holding S.p.a.);
- essendo il collettore fognario di recapito a quota inferiore rispetto alla quella di scarico in uscita dalla vasca, risulterà possibile adottare un sistema di scarico a gravità, dotato di idoneo un pozzetto all'interno del quale sarà installato un regolatore di portata a vortice verticale (tipo UFT FluidVertic di PozzoliNeutra srl). Tale dispositivo, in acciaio ad azionamento meccanico, permetterà il controllo quantitativo delle portate in scarico in pubblica fognatura;
- tale portata di scarico durante l'evento meteorico dovrà essere evacuata dalla vasca in maniera costante: secondo il R.R. infatti il volume di laminazione deve essere svuotato in un tempo massimo di 48h.

La rete dovrà in ogni caso essere dotata di opportune valvole di non ritorno di sicurezza, per evitare fenomeni di eventuale rigurgito a monte.

### 3. STANDARD MANUTENTIVO DA GARANTIRE

#### Opere di fognatura

Per la realizzazione delle nuove tubazioni e manufatti è previsto l'uso di materiale e tecniche che rispondono ad elevati livelli qualitativi; inoltre tenendo conto che si prevede una durata di questo impianto di almeno 30 anni, si stabilisce che lo standard di efficienza che devono mantenere nel tempo le tubazioni di nuova realizzazione sia di livello **ALTO** e quindi nel presente Piano si prevede che:

- controlli e verifiche dei tratti di condotti ove è più probabile il deposito di materiali siano effettuati almeno due volte l'anno e comunque ogni qualvolta necessario su segnalazione di particolari problemi;
- controlli e verifiche dello stato di conservazione delle opere edili siano effettuati almeno una volta l'anno e gli interventi di manutenzione edile siano effettuati subito dopo la segnalazione di necessità di intervento;
- gli spurghi siano programmati in modo da evitare anche il minimo deposito sul fondo del condotto o all'interno dei manufatti ed in corrispondenza degli innesti;
- eventuali interventi di manutenzione siano effettuati immediatamente dopo il riscontro di un calo di efficienza delle condotte.

#### Apparecchiature

Analogamente, anche per le apparecchiature meccaniche facenti parte dell'impianto da realizzare è previsto l'uso di materiali che rispondono ad elevati livelli qualitativi; tenendo conto inoltre che si prevede una durata per le apparecchiature meccaniche (valvole) di 20 anni, si stabilisce che lo standard di efficienza che devono mantenere nel tempo sia di livello **ALTO** e quindi nel presente Piano si prevede che:

- controlli e verifiche della funzionalità delle apparecchiature siano effettuati in continuo (on-line) mediante il sistema di supervisione e controllo dell'impianto alle quali tutte le apparecchiature saranno collegate;
- controlli e verifiche in campo della funzionalità delle apparecchiature meccaniche siano effettuati almeno due volte all'anno;
- gli interventi di manutenzione ordinaria siano effettuati in ragione di quanto previsto dai manuali d'uso e manutenzione delle singole apparecchiature;
- gli interventi di manutenzione straordinaria siano effettuati immediatamente dopo averne riscontrata la necessità.

#### ***Prescrizioni per la sicurezza durante i lavori di manutenzione:***

Tutti i lavori di manutenzione sopra descritti devono essere eseguiti in conformità alle norme antinfortunistiche secondo quanto previsto dal D.Lgs n°81/08 e s.m.i. In particolare, si evidenzia che:

- gli scavi in sezione ristretta e profondità superiore a 1,5 m dovranno essere opportunamente provvisti di armature atte al contenimento delle pareti degli scavi;

- i cantieri dovranno essere opportunamente recintati e segnalati al fine di evitare il transito sul luogo di lavoro di persone ed automezzi estranei al lavoro;
- gli operai dovranno essere provvisti di tutte le necessarie protezioni antinfortunistiche quali, elmetto, scarpe antinfortunistiche, guanti, cuffie, occhiali, tuta da lavoro fluorescente, ed in genere ogni Dispositivo di Protezione Individuale da prevedersi per le singole operazioni;
- gli automezzi e macchine operatrici da utilizzare sul cantiere dovranno essere conformi alle normative CEE;
- in generale dovranno essere seguite tutte le indicazioni e prescrizioni contenute nel Piano di sicurezza e nel Fascicolo Tecnico allegati al progetto esecutivo che già prevedono tali operazioni o simili.

Per gli interventi che richiedono l'ingresso di personale operativo all'interno delle camerette di ispezione, si specifica che:

- a. interessando manufatti rientranti nella categoria definita come "spazio confinato" - ovvero luoghi non progettati per una occupazione continua, con ristrette vie di accesso e di uscita, ma con una larghezza sufficiente affinché un operatore possa entrarvi ed eseguire un lavoro assegnato – sono soggetti agli obblighi del "Regolamento recante norme per la qualificazione delle imprese e dei lavoratori autonomi operanti in ambienti sospetti di inquinamento o confinanti, a norma dell'articolo 6, comma 8, lettera g), del decreto legislativo 9 aprile 2008, n°81", di cui al D.P.R. n°177/2011;
- b. l'operatore che deve accedere all'interno dei pozzetti dovrà essere dotato di idonea imbracatura del tipo a bretelle e cospiali, con doppio anello di aggancio posti in posizione sternale e dorsale, completa di connettore (moschettone) da agganciare all'apposita attrezzatura (treppiede dotato di verricello in dotazione al personale) per la discesa e per il recupero dell'infortunato in caso di emergenza.

## 4. TUBAZIONI E MANUFATTI PREFABBRICATI

### 4.1 MANUALE D'USO

#### Ubicazione delle opere

La rete di raccolta delle acque meteoriche di dilavamento delle superfici in progetto sarà a servizio delle nuove opere di urbanizzazione, in comune di Liscate (MI), in Via Venezia/S. P. della Croce.

#### Manufatti e materiali

- tubazioni in PVC a norma UNI EN 1401-1 tipo SN8 per condotte di scarico interrato di acque civili e industriali, di sezione circolare con diametro interno di Ø300 e Ø400 mm con pendenza 0.3%;
- tubazioni in PVC a norma UNI EN 1401-1 tipo SN8 di Ø200 mm in uscita dalle caditoie sifonate;
- n. 11 caditoie stradali tipo Milano, poste circa ogni 10 m, di dimensione interne minime 40x40;
- n. 5 camerette di ispezione, poste circa ogni 30 m, di dimensioni interne minime 100x100. Le pareti dei pozzetti d'ispezione verranno rivestite in resina impermeabilizzante e il fondo degli stessi sarà sagomato con canale di scorrimento e banchine laterali di pendenza circa 30°;
- n. 1 pozzetto di prelievo e campionamento posto prima dello scarico in pubblica fognatura, di dimensioni 100x100, con ubicazione del fondo tubo della condotta uscente posta ad almeno 50 cm sopra il fondo della cameretta medesima.
- I chiusini dei pozzetti e le caditoie della rete dovranno essere realizzati in ghisa Classe D400 per carreggiata (UNI EN 124).
- n. 2 disoleatori per il trattamento delle acque meteoriche delle aree carrabili. Nello specifico, separatori fanghi oli coalescente compatti, certificati Classe I come da UNI EN 858-2.

### 4.2 MANUALE DI MANUTENZIONE

**Riparazione/ripristino condotte:** si tratta di una manutenzione straordinaria imputabile a rotture delle condotte (schiacciamento, cedimento di un giunto, ecc.). Tale operazione dovrà in generale essere effettuata mediante scavo a cielo aperto e dopo avere liberato la condotta dal materiale di ricoprimento. Dovrà essere prestata particolare attenzione a non danneggiare le condotte che sono destinate a rimanere in esercizio, a tale fine si dovrà provvedere al taglio completo del condotto da sostituire sfilando le estremità, dovranno pertanto essere utilizzati appositi pezzi speciali a manicotto (rotture localizzate di piccole dimensioni) o, per rotture più rilevanti, con la sostituzione di un tratto di condotta.

**Pulizia/Spurgo condotte:** la pulizia della condotta ha lo scopo di rimuovere tutti i depositi, sedimenti, incrostazioni ed altri materiali sia per finalità manutentiva sia per permettere la successiva ispezione di risanamento. Le operazioni di pulizia, effettuate indipendentemente dai diametri e dal grado di intasamento, seguono necessariamente il senso di scorrimento dei liquami, partendo dai rami periferici a quelli principali. Per la rimozione dei depositi sabbiosi e melmosi si impiega generalmente una testata ad ogiva ed azionata dalla reazione di getti d'acqua uscenti ad alta pressione

dagli eiettori di propulsione, l'apparecchiatura è montata su automezzo provvisto di pompa, cisterna divisa in due scomparti, impianto oleodinamico e aspirante combinato, con attrezzatura per rifornimento idrico, naspo girevole con tubazione ad alta resistenza ed ugelli piatti e radiali per getti d'acqua ad alta pressione.

Per la demolizione di depositi solidificati sulle pareti e sul fondo della tubazione viene utilizzata una testata ad ugelli orientabili.

Se fosse necessario tagliare apparati radicali penetrati all'interno delle tubazioni allora viene impiegata una fresa idraulica munita di coltelli fissati ad una testata rotante.

Per la corretta esecuzione dei lavori, è necessario eseguire gli stessi su ogni campata iniziando da valle e risalendo verso monte lungo il percorso della condotta stessa (pertanto in senso contrario al flusso di scorrimento dell'acqua).

Per ogni automezzo dovranno essere previsti almeno n°2 operatori di cui uno specializzato per la manovra delle apparecchiature ed opportunamente istruito per l'uso dell'automezzo; le dotazioni e le attrezzature del mezzo dovranno essere provviste di tutto quanto previsto delle norme antinfortunistiche per eventuali lavori manuali di spurgo che si rendessero necessari all'interno del condotto di fognatura.

La pressione di esercizio durante i lavori di pulitura e per l'avanzamento della sonda può essere spinta anche fino a 120 – 200 bar.

Tutti i rifiuti asportati durante le operazioni di spurgo dei condotti sono classificati "speciali" e pertanto dovranno essere trasportati e conferiti presso impianti e/o discariche autorizzate allo smaltimento di tali rifiuti nel completo rispetto delle normative nazionali e regionali vigenti in materia.

In particolar modo si evidenzia che il trasporto di detti rifiuti presso gli impianti e/o discariche deve essere eseguito da ditte autorizzate e iscritte in apposito albo, per la categoria del rifiuto da trasportare.

**Manutenzione dei manufatti edili:** da eseguire quando necessario sull'opera in progetto e consistente sinteticamente nella riparazione di pozzetti di ispezione con particolare riguardo al corretto fissaggio della soletta superiore, del torrino d'ingresso, del chiusino d'ispezione, all'integrità del rivestimento dell'elemento di fondo; dovrà inoltre essere prestata particolare attenzione che non si verifichino infiltrazioni dalle pareti della cameretta e dalla soletta. Prima della discesa controllare la tenuta dei gradini alla marinara se presenti.

Tutte le operazioni di sostituzione dei manufatti devono essere eseguite mediante scavi a cielo aperto a sezione obbligata.

**Manutenzione di chiusini e griglie:** richiedono una manutenzione e cura costante essendo posti su aree carrabili e, a causa dei carichi e della frequenza del traffico, risultano particolarmente sollecitati; l'operazione in genere consiste nel rimuovere completamente il chiusino o la griglia di copertura, e riposizionarlo con getto in calcestruzzo.

#### **4.3 PROGRAMMA DI MANUTENZIONE**

##### **Sottoprogramma delle prestazioni**

Lo standard di efficienza che devono mantenere nel tempo le opere deve essere di livello elevato e non sono pertanto ammissibili diminuzioni della funzionalità delle stesse.



Le tubazioni ed i relativi accessori devono essere realizzati con materiali privi di impurità.

Le tubazioni, ad un esame visivo, non devono prevedere irregolarità geometriche evidenti. Le superfici interne ed esterne devono essere prive di fessure, impurità e vespai. La superficie interna deve essere liscia ed esente da qualsiasi difetto che possa ostacolare il flusso. Quella esterna deve essere priva di irregolarità taglienti che possano danneggiare le guarnizioni di tenuta durante la messa in opera.

### **Sottoprogramma dei controlli**

Attività di ispezione da eseguirsi con cadenza temporale stabilita con lo scopo di:

- accertare la presenza di materiali sedimentati;
- controllare che le strutture dei manufatti non presentino lesioni o deformazioni che possano compromettere la stabilità dell'intera opera;
- controllare che i giunti della tubazione non siano deteriorati e che pertanto non pregiudichino la tenuta idraulica della stessa con la conseguenza di inquinamento del sottosuolo;
- controllare che i chiusini di ispezione e griglie posti su aree carrabili non siano sconnessi dalla loro sede.

Ogni attività di ispezione deve essere eseguita da personale qualificato ed ogni operazione da effettuarsi all'interno dei condotti di fognatura (se diametro  $\geq 150$  cm), o dei pozzetti di ispezione, deve essere svolta nel rigoroso rispetto delle fondamentali norme antinfortunistiche atte a tutelare l'incolumità degli operatori. In generale si dovrà operare nel rispetto del D.P.R. n°177/11 ed in particolare:

- predisporre la segnaletica per evidenziare le limitazioni e i divieti che si rendessero necessari durante l'apertura dei chiusini di ispezione;
- prevedere la ventilazione del condotto, oppure un'insufflazione forzata d'aria prima di un eventuale ingresso nel condotto;
- prima dell'accesso alla cameretta verificare per mezzo di appositi strumenti di rilevazione l'assenza di gas dannosi e miscele esplosive;
- durante la discesa nel condotto si dovrà costantemente accertare che non vi sia pericolo di esalazioni gassose mediante apposite apparecchiature che dovranno essere tenute in funzione durante tutta la fase di ispezione;
- l'operatore che accede al condotto dovrà essere opportunamente istruito secondo quanto previsto dalla Legge n°81/2008 e del D.P.R. n°177/11 sulle procedure di accesso ai condotti in fognatura; dovrà inoltre essere provvisto di abbigliamento idoneo alla protezione contro contatti con il liquame presente nei condotti, ovvero tuta impermeabile, stivali con suola antidrucciolo, guanti, casco, occhiali;
- l'operatore durante la discesa nel condotto dovrà essere assicurato con cintura di sicurezza provvista di apposita imbracatura;
- se necessaria, l'illuminazione all'interno del condotto dovrà avvenire mediante lampade a pila, in alternativa on alimentazione elettrica non superiore a 12 volt.

Nel caso si renda necessaria l'ispezione all'interno delle tubazioni, ci si dovrà avvalere di apposite telecamere che vengono inserite all'interno della tubazione stessa su appositi carrelli manovrati via cavo da una strumentazione

collocata su di un automezzo appositamente attrezzato e le immagini restituite sempre via cavo al monitor presente sul medesimo automezzo.

La frequenza delle ispezioni visive in relazione alla tipologia dell'opera progettata viene fissata in:

- camerette d'ispezione, **almeno n°1 ispezione ogni 12 mesi;**
- chiusini, **almeno n°1 ispezione ogni 6 mesi;**
- tubazione completa (camerette e tubi), **almeno n°1 ispezione con telecamera ogni 5 anni.**

Ad ogni ispezione diretta o attraverso mezzo televisivo dovrà essere compilata da parte del personale preposto la seguente scheda:

PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA E DELLE SUE PARTI									Scheda n.
TUBAZIONI E MANUFATTI									
PROGRAMMA DI MANUTENZIONE								DATA VERIFICA	
SOTTOPROGRAMMA DEI CONTROLLI									
Scheda di verifica e controllo									
tipo	Indispensabile Si	Indispensabile NO	Cadenza	Ditta incaricata	Rischi potenziali	attrezzature di sicurezza in esercizio	Dispositivi ausiliari di sicurezza in locazione	% diminuzione livello pre- stazionale	Note
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Condotte</b>									
Deposito materiale			6 mesi		Ur, Cn.		Segn.		
Fessurazione sul cielo			5 anni		Sv, Pg, Ur, Cn.		Ril. Gas, cinture		
Avvallamenti longitudinali			5 anni		Sv, Pg, Ur, Cn.		Ril. Gas, cinture		
Deformazione			5 anni		Sv, Pg, Ur, Cn, Cad		Ril. Gas, cinture		
Tenuta tubazioni			10 anni		Sv, Pg, Ur, Cn.		Ril. Gas, cinture		
Tenuta giunti			10 anni		Sv, Pg, Ur, Cn.		Ril. Gas, cinture		
Erosione fondo			5 anni		Sv, Pg, Ur, Cn.		Ril. Gas, cinture		
Presenza gas			12 mesi		Sv, Pg, Ur, Cn.		Ril. Gas, cinture	Presenza gas	
<b>Manufatti</b>									
Camerette e caditoie			12 mesi		Sv, Pg, Ur, Cn.		Ril. Gas, cinture		
Chiusini e griglie			6 mesi		Traffico		Segn.		
<b>LEGENDA:</b>									
<b>Sv.</b>	scivolamento	<b>Pg</b>	protezione gas	<b>Ur</b>	urti	<b>Cad</b>	caduta		

Ril. Gas	rilevatori gas	Segn	segnaletica	Cn	contatti		
----------	----------------	------	-------------	----	----------	--	--

### **Sottoprogramma degli interventi**

Gli interventi da programmare nel corso della vita utile delle condotte di fognatura da realizzare sono di seguito elencati:

- spurgo del condotto di fognatura necessario a mantenere sgombra la sezione idraulica dal deposito di materiali di sedimentazione sul fondo delle tubazioni, al fine di garantire il deflusso di massima portata.

*Frequenza spurgo condotto di fognatura: 12 mesi*

- spurgo dei pozzetti a caditoia e delle camerette di ispezione necessario affinché i depositi di materiale solido (polveri, sabbia, ecc.) non determini l'ostruzione del sifone o il non corretto funzionamento degli scarichi, che potrebbe determinare pericolose e dannose formazioni d'acqua superficie pavimentata. *Frequenza spurgo pozzetti:*

*6 mesi e dopo ogni evento meteorico di particolare intensità.*

- manutenzione edile dei manufatti prefabbricati consiste nella riparazione e/o sostituzione parziale di:

- tubazioni;
- manufatti di ispezione;

*ogni volta si riscontri il loro cattivo stato di conservazione, o il loro precario funzionamento.*

Inoltre, una manutenzione costante deve essere eseguita ai manufatti di superficie, ossia per i chiusini delle camerette di ispezione che a causa del passaggio di automezzi si possono muovere.

## 5. OPERE IN CEMENTO ARMATO

### 5.1 MANUALE D'USO

#### Ubicazione delle opere

La vasca di raccolta delle acque meteoriche di dilavamento delle superfici in progetto sarà a servizio delle aree in trasformazione in realizzazione nel comune di Liscate (MI), in Via Venezia/Via S.P. della Croce.

#### Manufatti e materiali

- n. 1 vasca di accumulo e laminazione con struttura in calcestruzzo armato, volume minimo utile pari a 128 m<sup>3</sup>, spessore minimo delle pareti pari a 25 cm (da dimensionare ai sensi delle NTC 2018), completa di soletta di copertura carrabile, dotata di chiusini di ispezione con luce netta 75 x 75 cm, e di organo di scarico per una portata massima pari a 1.44 l/s in pubblica fognatura nel rispetto dei limiti imposti dal R.R. 7/2017, previo ottenimento del parere del Gestore del S.I.I. CAP Holding S.p.a.).

### 5.2 MANUALE DI MANUTENZIONE

**Manutenzione edile dei manufatti:** da eseguire quando necessario sull'opera in progetto e consistente sinteticamente in riparazione e manutenzione delle parti in c.a.

**Verifica dei processi di carbonatazione del calcestruzzo e di ossidazione del ferro:** sigillatura preventiva delle fessurazioni per preservare l'acciaio dalla corrosione in profondità. Da eseguire tramite personale specializzato.

**Pulizia del calcestruzzo:** pulizia e applicazione di un consolidante applicato a pennello o percolante. Da eseguire tramite personale specializzato.

**Rimozione del calcestruzzo ammalorato:** rimozione di porzioni di calcestruzzo ammalorato, pulizia e trattamento dell'acciaio, ricostruzione del copriferro con malte specifiche. Da eseguire tramite personale specializzato.

*Le operazioni di manutenzione straordinaria sulle pareti in cemento armato dovranno essere eseguite a vasca vuota e in funzione delle condizioni metereologiche.*

### 5.3 PROGRAMMA DI MANUTENZIONE

#### Sottoprogramma delle prestazioni

Lo standard di efficienza che devono mantenere nel tempo le opere deve essere di livello elevato e non sono pertanto ammissibili diminuzioni della funzionalità.

#### Sottoprogramma dei controlli

Tipo di verifica	Cadenza	Report
Ispezione visiva sullo stato generale della struttura	Annuale	Descrizione quantificazione e localizzazione delle anomalie
Controllo a vista del grado di usura o erosione della superficie in cls	Annuale	Descrizione quantificazione e localizzazione delle anomalie
Individuazione di eventuali fenomeni di disgregazione, scaglionatura, cavillatura, fessurazione, distacchi ed esposizione delle armature agli agenti atmosferici	Annuale	Descrizione quantificazione e localizzazione delle anomalie
Controllo a vista del grado di usura o erosione della superficie, rilievo della presenza di macchie e sporco, depositi superficiali, efflorescenze, insediamenti di microrganismi, graffiti, croste, variazioni cromatiche	Annuale	Descrizione quantificazione e localizzazione delle anomalie

#### Sottoprogramma degli interventi

Gli interventi da programmare sono elencati di seguito:

Tipo di anomalia	Tipo di intervento
Rilevazione del grado di usura o erosione della superficie in cls eccessivo	Verifica dei processi di carbonatazione del calcestruzzo e di ossidazione del ferro
Individuazione di eventuali fenomeni di disgregazione, scaglionatura, cavillatura, fessurazione, distacchi ed esposizione delle armature agli agenti atmosferici	Sigillatura preventiva delle fessurazioni Pulizia Rimozione del calcestruzzo ammalorato,
Individuazione di depositi superficiali, efflorescenze, insediamenti di microrganismi, graffiti, croste, variazioni cromatiche	Pulizia



## 6. APPARECCHIATURE MECCANICHE

### 6.1 MANUALE D'USO

#### Ubicazione delle opere

Le opere saranno ubicate a servizio della vasca di laminazione relativa all'intervento sito nel comune di Liscate (MI), in Via Venezia/Via S.P. della Croce.

#### Manufatti e materiali

- Essendo il collettore fognario di recapito a quota inferiore rispetto a quella di scarico in uscita dalla vasca, risulta possibile adottare un sistema di scarico a gravità, dotato di idoneo pozzetto all'interno del quale sarà installato un regolatore di portata a vortice verticale tipo UFT FluidVertic VL. Tale dispositivo in acciaio ad azionamento meccanico permetterà il controllo quantitativo delle portate in scarico in pubblica fognatura.

### 6.2 MANUALE DI MANUTENZIONE

**Manutenzione ordinaria/straordinaria delle apparecchiature meccaniche ed elettromeccaniche:** effettuare visite periodiche con prove di manovra. Da sostituire quando non più manovrabili o funzionanti. Richiedono per lo più controlli periodici in tutto e per tutto simili a quanto già viene svolto per le altre apparecchiature presenti sull'impianto.

Si ritiene necessario procedere al controllo/intervento diretto per mezzo di personale specializzato incaricato dall'amministratore dello stabile.

### 6.3 PROGRAMMA DI MANUTENZIONE

#### Sottoprogramma delle prestazioni

È richiesto lo standard di efficienza più elevato per tutto il tempo durante il quale resteranno installati e funzionanti gli impianti: non sono pertanto ammissibili diminuzioni della funzionalità.

#### Sottoprogramma dei controlli e degli interventi

Le attività di ispezione sono da eseguirsi con cadenza temporale stabilita con lo scopo di controllare la funzionalità delle apparecchiature e degli impianti.

Ogni attività di ispezione è opportuno venga eseguita da personale specializzato incaricato dall'amministratore dello stabile che dovrà compilare la seguente scheda:

<b>PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA E DELLE SUE PARTI</b>	<b>Scheda n.</b>
<b>APPARECCHIATURE E IMPIANTO ELETTRICO</b>	
<b>PROGRAMMA DI MANUTENZIONE</b>	<b>DATA VERIFICA</b>
<b>SOTTOPROGRAMMA DEI CONTROLLI</b>	
<b>Scheda di verifica e controllo</b>	

tipo	Indispensabile SI	Indispensabile NO	Cadenza	Ditta incaricata	Rischi potenziali	attrezzature di sicurezza in esercizio	Dispositivi ausiliari di sicurezza in locazione	% diminuzione livello pre- stazionale	Note
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Apparecchiature meccaniche ed elettromeccaniche</b>									
Valvole			1 anno		Tag, Elettr, Cad, Pg	Ind.a.v			
Elettro pompa			3 anni		Tag, Elettr, Cad.	Ind.a.v			

<b>Impianti elettrici</b>									
Quadri elettrici			1 anno		Elett				
Verifica interruttori			1 anno		Elett				
Verifica protezioni			1 anno		Elett				
Verifica rete di terra			1 anno		Elett				

<b>LEGENDA:</b>						
<b>Elett.</b>	elettrici	<b>Ind.a.v.</b>	indumenti ad alta visibilità		<b>Tag</b>	punture, tagli, abrasioni
<b>Cad.</b>	caduta dall'alto	<b>Pg</b>	Protezione gas		<b>Cinture</b>	cinture

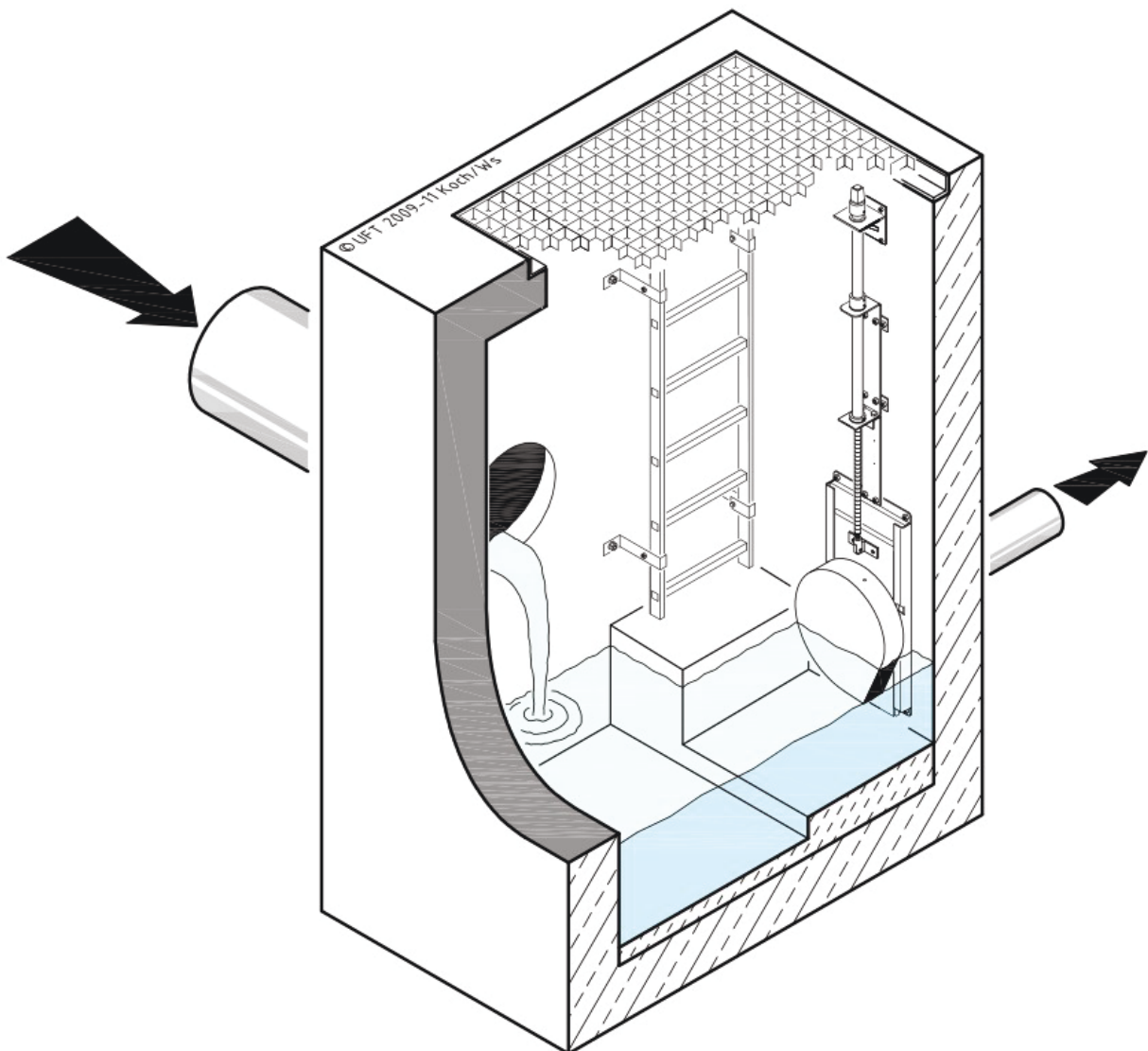
La scheda compilata dovrà essere consegnata al responsabile della gestione manutentiva.

#### **Sottoprogramma degli interventi**

Gli interventi sono limitati alle necessarie riparazioni delle apparecchiature meccaniche. Tutti questi interventi sono di tipo straordinario e quindi non programmabili.

Regolatore verticale a vortice  
*UFT – FluidVertic*

**VSU VLS**  
**0122**



## 1. Campo di impiego

I regolatori verticali a vortice UFT-FluidVertic tipo VLS e VSU sono una forma particolare delle tante migliaia di valvole di regolazione testate. Essi lavorano senza parti in movimento e non utilizzano energia ausiliaria. L'effetto di regolazione è ottenuto esclusivamente grazie all'azione della corrente. In presenza di una sezione trasversale di passaggio libera e di grandi dimensioni, i regolatori verticali a vortice sono in grado di sviluppare un'elevata resistenza al flusso.

I regolatori verticali a vortice sono particolarmente indicati per la limitazione di deflusso in sistemi di drenaggio a reti separate, in bacini di contenimento per scarichi di strade, autostrade e parcheggi e nei sistemi disperdenti.

## 2. Struttura e funzionamento

La camera a vortice a) della valvola è installata in posizione verticale (vedi figura 1). L'afflusso tangenziale b), a seconda del tipo, quadrato o circolare, avviene sommerso. Il diaframma di scarico c) della camera a vortice è laterale.

I regolatori verticali a vortice sono utilizzati "in acqua", anche direttamente nella vasca di raccolta per l'acqua piovana, oppure sul lato dello scarico del pozzetto di regolazione. Il montaggio può anche aver luogo direttamente prima della condotta di scarico.

## Vantaggi del regolatore verticale a vortice modello UFT-FLuidVertic

- Sezioni trasversali di passaggio ampie e prive di ostacoli.
- Nessuna parte mobile.
- Nessuna usura.
- Nessuna energia ausiliaria necessaria.
- Elevata sicurezza di funzionamento.
- Struttura esente da corrosione.
- Regolazione di deflusso ad alta precisione.
- Semplice variazione di deflusso.
- Montaggio semplice e rapido.
- Nessuna necessità di taratura.
- Su richiesta con saracinesca di regolazione integrata.

In questo caso non è necessario realizzare alcun pozzetto aggiuntivo.

Nell'acqua, sino all'altezza dell'angolo inferiore del diaframma della valvola, si crea un ingorgo.

Il tubo di afflusso è costantemente immerso, fungendo quindi anche da sifone. I liquidi leggeri come benzina e olio/petrolio non sono fatti defluire all'esterno.

Aumentando il livello dell'acqua, l'aria presente nell'alloggiamento della valvola sfugge attraverso il foro di aerazione d), posizionato al vertice e il dispositivo lavora in condizioni di riempimento parziale.

La resistenza al flusso è parziale e, di conseguenza, il deflusso è ancora elevato.

Se il livello dell'acqua sale oltre il livello massimo stabilito per la camera a vortice e raggiunge una minima pressione di mandata (Hb, min), si viene a creare un flusso vorticoso con un nucleo del vortice pieno d'aria. La valvola si trova in condizione di strozzatura, la resistenza al flusso è molto elevata e il deflusso, di conseguenza, è limitato.

I regolatori verticali di flusso sono realizzati in entrambe le tipologie di allestimento VLS e VSU. L'allestimento tipo VLS ha piastre di copertura piane e forma di spirale logaritmica. L'apertura di afflusso è rettangolare. Il tipo VSU ha una camera a vortice concava dotata di apertura di afflusso tonda. Esso si caratterizza per una resistenza al flusso particolarmente elevata e per le ampie sezioni trasversali di passaggio libere; pertanto, esso è particolarmente indicato per elevate limitazioni della portata. I regolatori a vortice sono inoltre suddivisi a seconda delle dimensioni. Quelli di dimensione 4 e 6 indicano il diametro delle camere a vortice come un multiplo del diametro nominale di afflusso.

Gli involucri delle valvole sono fissati a delle piastre mobili, che possono scorrere sulle piastre di fondazione. Le piastre di fondazione sono ancorate saldamente alla struttura. Combinando le diverse versioni si ottengono sino a tre tipi di possibile posizionamento della valvola:

- Posizione di strozzatura come collocazione di base
- Posizione libera come collocazione per lo svuotamento di emergenza, ad esempio in caso di ostruzione della valvola
- Posizione chiusa per la chiusura dell'apertura

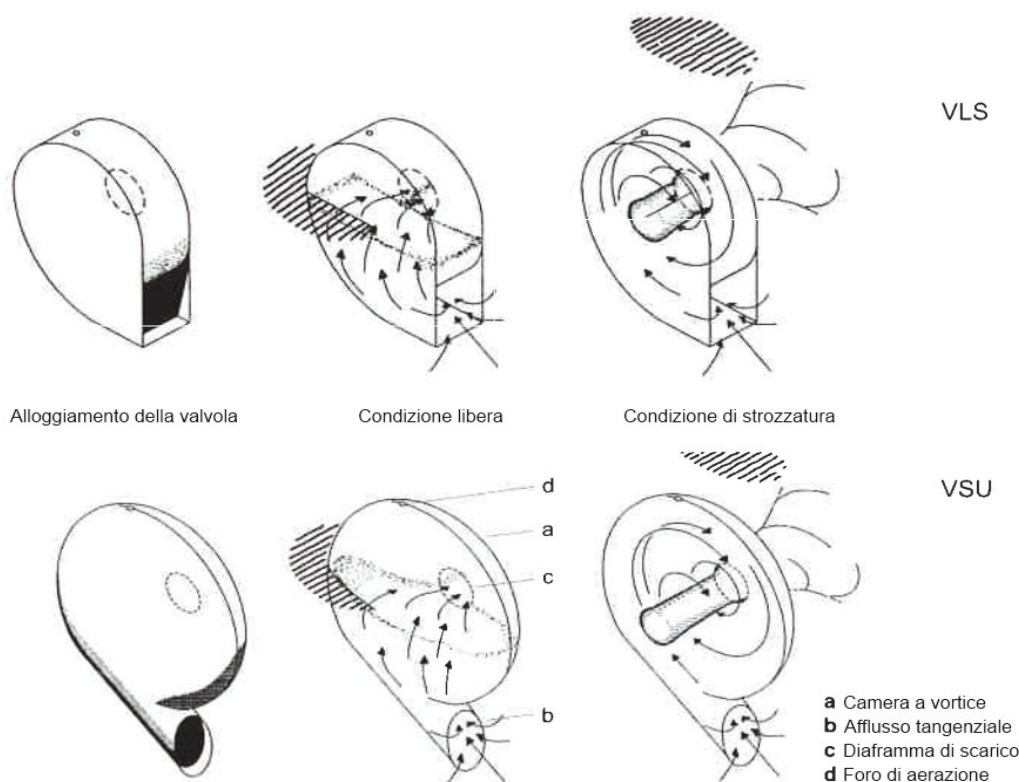


Figura 1: Modalità di avanzamento del flusso in un regolatore verticale a vortice (senso di rotazione: verso destra).

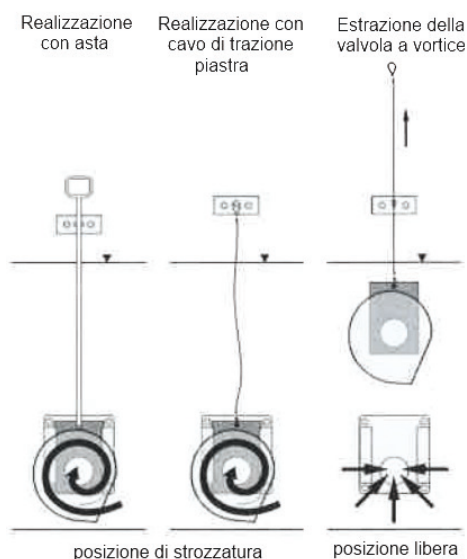


Figura 2: Versione A: estraibile, priva di funzione di blocco

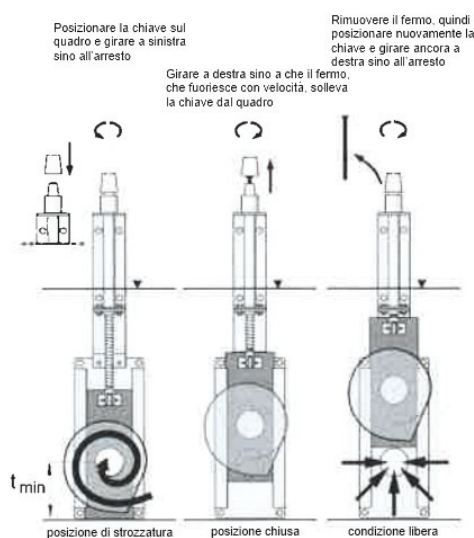


Figura 3: Versione B: tre posizioni.  
Sotto: posizione di regolazione, al centro: albero con arresto in posizione di chiusura

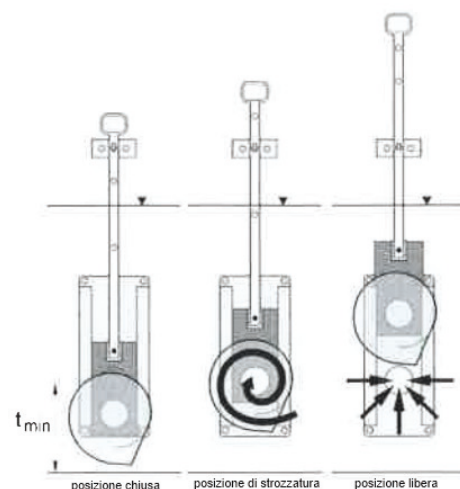


Figura 4: Versione C: tre posizioni.  
Al centro: posizione di regolazione, asta di attuazione dotata di maniglia e tre posizioni di arresto

La versione A è la versione più semplice (Figura 2). Durante il funzionamento, il regolatore a vortice è collocato in posizione di strozzatura. Esso può essere estratto dalla piastra di fondazione con un'asta o con una fune.

Nel caso in cui la valvola dovesse risultare ostruita, è possibile svuotare la vasca di raccolta dell'acqua piovana. La valvola pulita viene quindi ricollocata entro la condotta della piastra di fondazione.

Nella versione B la piastra inseribile è chiusa a tenuta sulla piastra di fondazione. Con una chiave per saracinesca e grazie ad un albero di manovra, la piastra viene portata in una delle tre possibili posizioni.

La posizione di strozzatura è la posizione più profonda (Figura 3). Con un movimento rotatorio verso destra, la piastra inseribile viene portata (verso l'alto) nella posizione chiusa. Un gancio di sicurezza impedisce che il dispositivo possa muoversi al di fuori della posizione chiusa. Dopo aver estratto il fermo, è possibile impostare a mano la posizione libera.

A differenza della versione A, la piastra mobile non viene completamente estratta. Per questo motivo, la posizione di strozzatura può essere nuovamente impostata dall'esterno anche nel caso in cui le vasche siano state svuotate soltanto parzialmente.

Nella versione C (Figura 4) la piastra inseribile consente di ottenere tre posizioni: posizione di blocco sotto, posizione di regolazione nel mezzo e posizione libera verso l'alto.

In quest'ultima realizzazione è possibile, soprattutto in caso di diametri nominali minimi della valvola, l'azionamento per mezzo di un'asta. In alternativa è possibile acquistare un albero motore.

Nella realizzazione C, la necessaria profondità di immersione  $t_{min}$  è leggermente superiore rispetto alla versione B.

#### Bloccaggio:

Nelle posizioni di regolazione delle valvole possono essere applicati, come optional, una chiusura o un sigillo, al fine di evitare la regolazione non autorizzata o, se non altro, al fine di poter dimostrare una variazione nella posizione.

#### Installazione in pozzetto tondo:

In caso di necessità, per il montaggio a livello di pareti curve, le piastre di fondazione delle valvole possono essere realizzate in azienda con l'ausilio di boccole in materiale plastico.



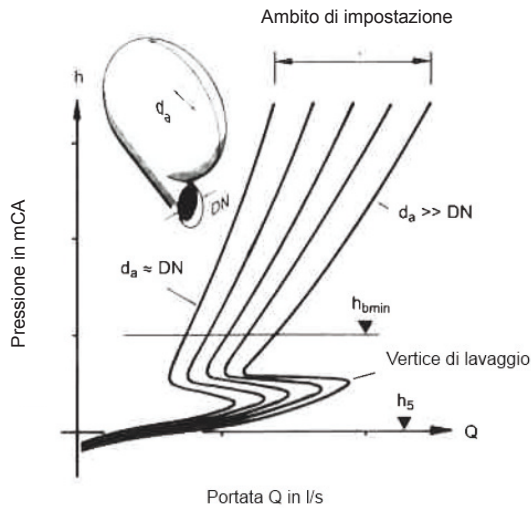


Figura 5: Tipiche curve di deflusso dei regolatori verticali a vortice del tipo VSU.

### 3. Varianti di deflusso e dimensionamento idraulico

I regolatori a vortice hanno curve allo scarico con forme ad S (vedi Figura 5). Il ramo inferiore rappresenta l'ambito di riempimento parziale della camera a vortice. Nel ramo superiore, la corrente vorticoso agisce come un forte freno. Tramite un programma computerizzato si sceglie la soluzione ottimale tra tutte le alternative possibili effettuandone il calcolo idraulico.

I valori predefiniti necessari a tal scopo sono riportati in Figura 6.

Per una pianificazione preliminare è possibile effettuare una prima preselezione del diametro nominale dei dispositivi, oltre che del tipo di dispositivo (vedi Figura 7). Affinché il flusso vorticoso possa essere avviato con sicurezza, la pressione di mandata, da dimensionamento, non dovrebbe scendere al di sotto di un valore pari a  $h_{b,min} = 5 \text{ DN}$ .

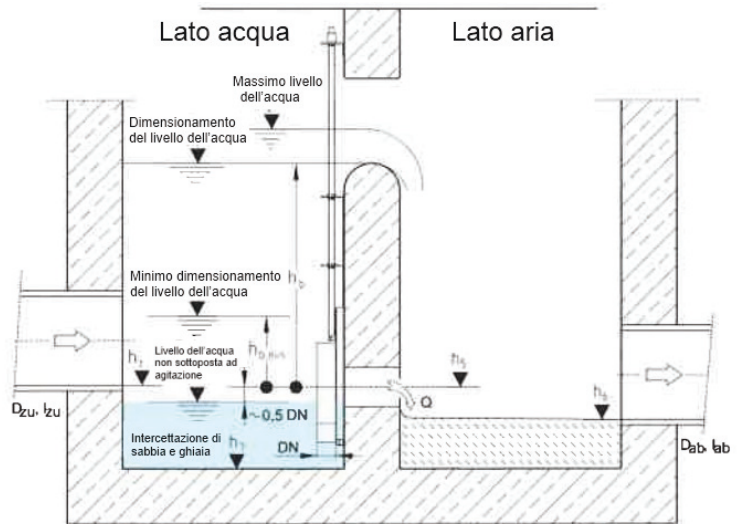


Figura 6: Definizione delle altezze e del livello dell'acqua per il dimensionamento idraulico dei regolatori verticali a vortice UFT-FluidVertic.

### 4. Materiali

Gli alloggiamenti dei dispositivi sono realizzati di serie in acciaio inox 1.4301.

I componenti della piastra di fondazione sono realizzati in acciaio inox e in polietilene (PE-HD) impermeabile alle acque di scarico. Il dispositivo di tenuta è in EPDM.

### 5. Montaggio e manutenzione

I regolatori a vortice sono forniti pronti per l'uso e già calettati. Relativamente al dimensionamento del deflusso, garantiamo una precisione del  $\pm 5\%$  alla pressione di mandata stabilita. Non sono necessari lavori di regolazione durante il montaggio.

Il montaggio dei regolatori verticali a vortice è molto semplice. I dispositivi sono consegnati pronti all'uso, completi di tutte le guarnizioni e di tutti i componenti per il fissaggio. La piastra di fondazione viene avvitata alla parete piana del contenitore prima del già predisposto passaggio in parete oppure prima della successiva condotta di scarico.

I regolatori verticali a vortice lavorano senza parti in movimento e sono esenti da usura e da manutenzione. Si consiglia comunque di effettuare talvolta un'ispezione di controllo, prestando attenzione affinché l'afflusso sia sempre presente.

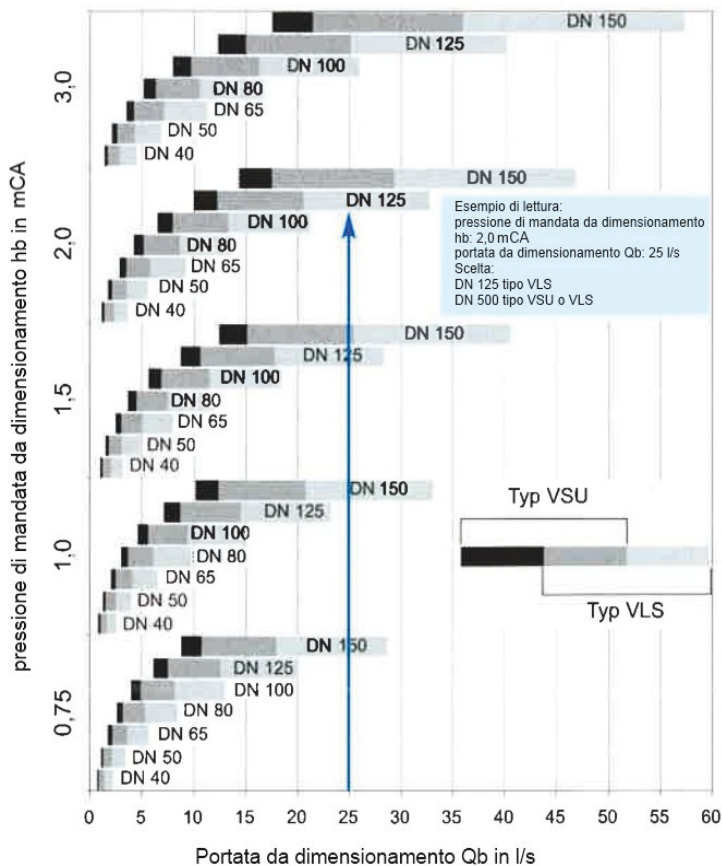
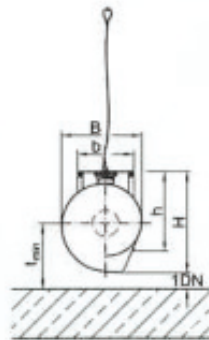
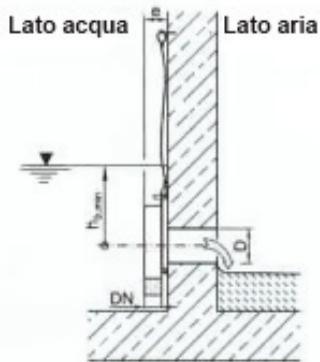
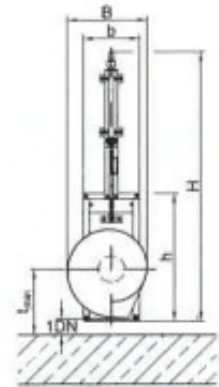
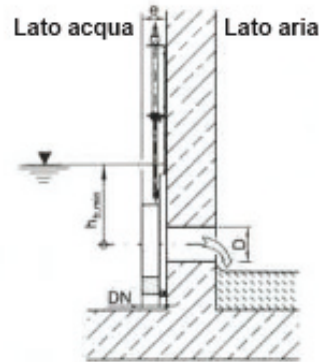


Figura 7: Diagramma di scelta preventiva per regolatori verticali a vortice UFT-FluidVertic. Il tipo esatto di dispositivo da utilizzare è stabilito sulla base del dimensionamento idraulico a cura di UFT.



Ausführung A



VLS4-A									
DN	32	40	50	65	80	100	125	150	200
H	240	268	315	382	453	540	668	782	798
B	182	182	212	242	274	350	389	452	584
e	80	80	95	109	125	144	170	195	245
t <sub>min</sub>	103	128	159	206	253	315	393	472	628
D	100	100	125	150	200	250	300	300	400
h	240	260	315	380	430	500	650	760	770
b	182	182	212	242	272	350	350	390	470
h <sub>b,min</sub>	128	160	200	260	320	400	500	600	800

VLS4-B									
DN	32	40	50	65	80	100	125	150	200
min H	901	984	1130	1285	1497	1687	2047	2292	3012
B	182	182	212	242	274	350	389	452	584
e	120	120	120	120	131	151	176	201	251
t <sub>min</sub>	166	189	213	250	288	337	405	472	631
D	100	100	125	150	200	250	300	300	400
h	400	440	530	600	700	800	960	1200	1500
b	182	182	212	242	272	350	350	390	470
h <sub>b,min</sub>	128	160	200	260	320	400	500	600	800

VLS6-A									
DN	32	40	50	65	80	100	125	150	200
H	257	306	356	443	528	635	787	923	1217
B	182	203	253	327	401	499	623	746	993
e	80	80	95	109	125	144	170	195	245
t <sub>min</sub>	133	166	206	267	328	410	512	613	817
D	100	100	125	150	200	250	300	300	400
h	240	260	315	380	430	500	650	760	770
b	182	182	212	242	272	350	350	390	470
h <sub>b,min</sub>	160	200	250	325	400	500	625	750	1000

VLS6-B									
DN	32	40	50	65	80	100	125	150	200
min H	901	984	1130	1285	1497	1687	2047	2302	3012
B	182	203	253	327	401	499	623	746	993
e	120	120	120	120	131	151	176	201	251
t <sub>min</sub>	166	189	213	279	328	410	512	613	817
D	100	100	125	150	200	250	300	300	400
h	400	440	530	600	700	800	960	1200	1500
b	182	182	212	242	272	350	350	390	470
h <sub>b,min</sub>	160	200	250	325	400	500	625	750	1000

VSU4-A									
DN	32	40	50	65	80	100	125	150	200
H	295	338	404	493	595	697	868	1023	1130
B	182	182	218	267	323	400	500	600	797
e	86	107	125	153	176	210	249	289	368
t <sub>min</sub>	138	173	223	277	340	422	528	633	850
D	100	100	125	150	200	250	300	300	400
h	260	285	340	420	485	550	715	840	880
b	182	182	212	242	272	350	350	390	470
h <sub>b,min</sub>	128	160	200	260	320	400	500	600	800

VSU4-B									
DN	32	40	50	65	80	100	125	150	200
min H	901	984	1130	1285	1417	1596	1946	2190	2867
B	182	182	218	267	323	400	500	600	797
e	120	120	132	160	183	217	256	296	375
t <sub>min</sub>	166	189	223	278	340	421	527	632	850
D	100	100	125	150	200	250	300	300	400
h	400	440	530	600	700	800	960	1200	1500
b	182	182	212	242	272	350	350	390	470
h <sub>b,min</sub>	128	160	200	260	320	400	500	600	800

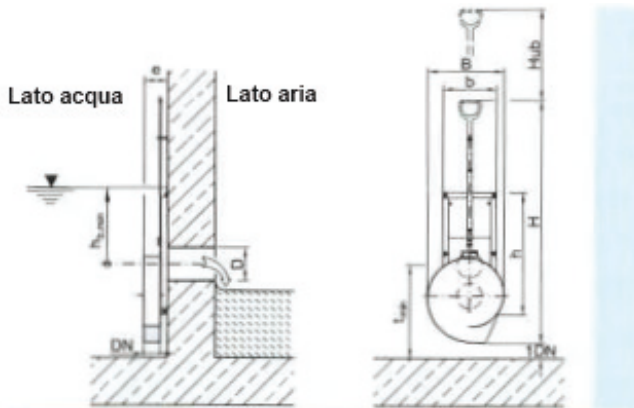
VSU6-A									
DN	32	40	50	65	80	100	125	150	200
H	310	373	431	553	674	788	978	1155	1536
B	194	245	300	400	500	600	756	898	1200
e	112	133	153	192	230	267	323	380	490
t <sub>min</sub>	166	208	256	337	419	513	638	465	1026
D	100	100	125	150	200	250	300	300	400
h	260	285	340	420	485	550	715	840	880
b	182	182	212	242	272	350	350	390	470
h <sub>b,min</sub>	160	200	250	325	400	500	625	750	1000

VSU6-B									
DN	32	40	50	65	80	100	125	150	200
min H	901	984	1136	1320	1571	1785	2187	2494	3300
B	194	245	300	400	500	600	756	898	1200
e	120	140	160	199	237	274	330	387	497
t <sub>min</sub>	166	208	256	337	419	513	637	764	1026
D	100	100	125	150	200	250	300	300	400
h	400	440	530	600	700	800	960	1200	1500
b	182	182	212	242	272	350	350	390	470
h <sub>b,min</sub>	160	200	250	325	400	500	625	750	1000

Tabella 1: Dimensionamento di regolatori verticali a vortice UFT-FluidVertic realizzazione A (dimensioni in mm).

Tabella 2: Dimensionamento di regolatori verticali a vortice UFT-FluidVertic realizzazione B (dimensioni in mm).





**VLS4-C**

DN	32	40	50	65	80	100	125	150	200
min H	816	898	999	1150	1308	1496	1761	2045	2601
B	182	182	212	242	274	350	389	452	584
e	83	91	101	116	131	151	176	201	251
t <sub>min</sub>	192	230	278	350	422	517	640	758	1025
D	100	100	125	150	200	250	300	300	400
h	400	440	530	600	700	800	960	1200	1500
b	182	182	212	242	272	350	350	390	470
h <sub>b,min</sub>	128	160	200	260	320	400	500	600	800
Hub	219	270	320	409	499	592	737	887	1198

**VLS6-C**

DN	32	40	50	65	80	100	125	150	200
min H	845	936	1049	1211	1384	1590	1880	2187	2790
B	182	203	253	327	401	499	623	746	993
e	83	91	101	116	131	151	176	201	251
t <sub>min</sub>	222	268	325	411	497	611	758	900	1214
D	100	100	125	150	200	250	300	300	400
h	400	440	530	600	700	800	960	1200	1500
b	182	182	212	242	272	350	350	390	470
h <sub>b,min</sub>	160	200	250	325	400	500	625	750	1000
Hub	219	270	320	409	499	592	737	887	1198

**VSU4-C**

DN	32	40	50	65	80	100	125	150	200
min H	871	968	1088	1261	1450	1653	1961	2286	2933
B	182	182	218	267	323	400	500	600	797
e	93	114	132	160	183	217	256	296	375
t <sub>min</sub>	227	275	342	421	509	624	775	919	1247
D	100	100	125	150	200	250	300	300	400
h	420	465	555	640	755	850	1025	1280	1610
b	182	182	212	242	272	350	350	390	470
h <sub>b,min</sub>	128	160	200	260	320	400	500	600	800
Hub	219	270	320	409	499	592	737	887	1198

**VSU6-C**

DN	32	40	50	65	80	100	125	150	200
H	898	1003	1121	1321	1530	1743	2071	2419	3109
B	194	245	300	400	500	600	756	898	1200
e	119	140	160	199	237	274	330	387	497
t <sub>min</sub>	255	310	375	481	588	714	884	1052	1423
D	100	100	125	150	200	250	300	300	400
h	420	465	555	640	755	850	1025	1280	1610
b	182	182	212	242	272	350	350	390	470
h <sub>b,min</sub>	160	200	250	325	400	500	625	750	1000
Hub	219	270	320	409	499	592	737	887	1198

Tabella 3: Dimensionamento di regolatori verticali a vortice UFT-FluidVertic realizzazione C (dimensioni in mm).

## Esempio di descrizione di voci di capitolato

Pos Qtà Descrizione

- 1 X Regolatore verticale a vortice UFT-FluidVertic  
Lavora esclusivamente per effetto delle correnti meccaniche, gestione attiva del deflusso senza parti in movimento, con resistenza al flusso molto elevata e sezione trasversale di passaggio molto ampia. Impostabile su due diverse posizioni: posizione di strozzatura – aperta (realizzazione A). Collocazione in acqua per avvitatura su una parete piana e perpendicolare a livello dell'acqua e prima del già predisposto passaggio di parete. Alloggiamento di regolazione piano nella forma di una spirale logaritmica dotato di ugello di afflusso in acciaio inox 1.4301, piastra di fondazione e piastra inseribile in acciaio inox e PE-HD, componenti di fissaggio, albero tirante o cavo di trazione e accessori in acciaio inox.  
UFT-FluidVertic  
Tipo VLS4-A (6-A)  
Pressione di mandata da dimensionamento Q<sub>b</sub>: ...l/s  
Senso di rotazione dell'alloggiamento di regolazione: ...destra (sinistra)  
Diametro nominale: DN ...
  
- 2 X Lavora esclusivamente per effetto delle correnti meccaniche, gestione attiva del deflusso senza parti in movimento, con resistenza al flusso molto elevata e sezione trasversale di passaggio molto ampia. Impostabile su tre diverse posizioni: posizione di strozzatura – chiusa - aperta (realizzazione B). Collocazione in acqua per avvitatura su una parete piana e perpendicolare a livello dell'acqua e prima del già predisposto passaggio di parete. Alloggiamento di regolazione piano nella forma di una spirale logaritmica dotato di ugello di afflusso in acciaio inox 1.4301, piastra di fondazione e piastra inseribile in acciaio inox e PE-HD, guarnizione in gomma EPDM, madrevite in ottone, albero motore, fermo di sicurezza e componenti di fissaggio in acciaio inox.  
UFT-FluidVertic  
Tipo VLS4-B (6-B)  
... Per ulteriori specifiche fare rif. a posizione 1 ...
  
- 3 X Regolatore verticale a vortice UFT-FluidVertic  
Lavora esclusivamente per effetto delle correnti meccaniche, gestione attiva del deflusso senza parti in movimento, con resistenza al flusso molto elevata e sezione trasversale di passaggio molto ampia. Impostabile su tre diverse posizioni: chiuso - posizione di strozzatura - aperto (realizzazione C). Collocazione in acqua per avvitatura su una parete piana e perpendicolare a livello dell'acqua e prima del già predisposto passaggio di parete. Alloggiamento di regolazione piano nella forma di una spirale logaritmica dotato di ugello di afflusso in acciaio inox 1.4301, piastra di fondazione e piastra inseribile in acciaio inox e PE-HD, guarnizione in gomma EPDM, asta di attuazione con impugnatura e componenti di fissaggio in acciaio inox.  
UFT-FluidVertic  
Tipo VLS4-C (6-C)  
... Per ulteriori specifiche fare rif. a posizione 1 ...
  
- 4 X Reegolatore verticale a vortice UFT-FluidVertic  
[...]  
UFT- FluidVertic  
Tipo VSU4-A (6-A)  
[...]  
UFT- FluidVertic  
Tipo VSU4-B (6-B)  
[...]  
UFT- FluidVertic  
Tipo VSU4-C (6-C)

**ASSEVERAZIONE DEL PROFESSIONISTA IN MERITO ALLA CONFORMITÀ DEL PROGETTO AI CONTENUTI DEL REGOLAMENTO**

**DICHIARAZIONE SOSTITUTIVA DELL'ATTO DI NOTORIETÀ'  
(Articolo 47 d.p.r. 28 dicembre 2000, n. 445)**

La/Il sottoscritta/o .....CARLO DANIELE LEONI.....  
nata/o a .....MILANO..... il .....23/12/1959.....  
residente a .....POZZUOLO MARTESANA (MI).....  
in via .....RAFFAELLO SANZIO..... n. ....9.....  
iscritta/all' [X] Ordine Collegio dei .....GEOLOGI..... della Provincia di .....  
Regione .....LOMBARDIA..... n. .........  
incaricata/o dal/i signor/i .....GEOM. GRAZIANO BOTTONI..... in qualità di  
[] proprietario, [] utilizzatore [X] legale rappresentante del .....LOTTO IN TRASFORMAZIONE.....  
di redigere il Progetto di invarianza idraulica e idrologica per l'intervento di ..REALIZZAZIONE OPERE DI URBANIZZAZIONE.....  
.....PIANO ATTUATIVO AP1.....  
sito in Provincia di .....MILANO..... Comune di .....LISCATE.....  
in via/piazza .....VIA VENEZIA/VIA S.P. DELLA CROCE..... n.....SNC.....  
Foglio n. ....1..... Mappale n. ....24.....

**In qualità di tecnico abilitato, qualificato e di esperienza nell'esecuzione di stime idrologiche e calcoli idraulici**

**Consapevole che in caso di dichiarazione mendace sarà punito ai sensi del Codice Penale secondo quanto prescritto dall'articolo 76 del succitato D.P.R. 445/2000 e che, inoltre, qualora dal controllo effettuato emerga la non veridicità del contenuto di taluna delle dichiarazioni rese, decadrà dai benefici conseguenti al provvedimento eventualmente emanato sulla base della dichiarazione non veritiera (articolo 75 D.P.R. 445/2000);**

**DICHIARA**

che il comune di .....LISCATE....., in cui è sito l'intervento, ricade all'interno dell'area:

- A: ad alta criticità idraulica
- B: a media criticità idraulica
- C: a bassa criticità idraulica

oppure

- che l'intervento ricade in un'area inserita nel PGT comunale come ambito di trasformazione e/o come piano attuativo previsto nel piano delle regole e pertanto di applicano i limiti delle aree A ad alta criticità
- che la superficie interessata dall'intervento è minore o uguale a 300 m<sup>2</sup> e che si è adottato un sistema di scarico sul suolo, purché non pavimentato, 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 (art. 12, comma 1, lettera a)
- che per il dimensionamento delle opere di invarianza idraulica e idrologica è stata considerato la portata massima ammissibile per l'area (A/B/C/ambito di trasformazione/piano attuativo).....A/PIANO ATTUATIVO....., pari a:
  - 10 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento
  - 20 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento
  - ..... l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento, derivante da limite imposto dall'Ente gestore del ricettore .....
- che l'intervento prevede l'infiltrazione come mezzo per gestire le acque pluviali (in alternativa o in aggiunta all'allontanamento delle acque verso un ricettore), e che la portata massima infiltrata dai sistemi di infiltrazione realizzati è pari a l/s ....., che equivale ad una portata infiltrata pari a ..... l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento
- che, in relazione all'effetto potenziale dell'intervento e alla criticità dell'ambito territoriale (rif. articolo 9 del regolamento), l'intervento ricade nella classe di intervento:
  - Classe «0»
  - Classe «1» Impermeabilizzazione potenziale bassa
  - Classe «2» Impermeabilizzazione potenziale media
  - Classe «3» Impermeabilizzazione potenziale alta
- che l'intervento ricade nelle tipologie di applicazione dei requisiti minimi di cui:
  - all'articolo 12, comma 1 del regolamento
  - all'articolo 12, comma 2 del regolamento
- di aver redatto il Progetto di invarianza idraulica e idrologica con i contenuti di cui:
  - all'articolo 10, comma 1 del regolamento (casi in cui non si applicano i requisiti minimi)
  - all'articolo 10, comma 2 e comma 3, lettera a) del regolamento (casi in cui si applicano i requisiti minimi)

Supplemento n. 17 - Mercoledì 24 aprile 2019

- di ~~vav~~ redatto il *Progetto di invarianza idraulica e idrologica* conformemente ai contenuti del regolamento, con particolare riferimento alle metodologie di calcolo di cui all'articolo 11 del regolamento;

#### ASSEVERA

- che il *Progetto di invarianza idraulica e idrologica* previsto dal regolamento (articoli 6 e 10 del regolamento) è stato redatto nel rispetto dei principi di invarianza idraulica e idrologica, secondo quanto disposto dal piano di governo del territorio, dal regolamento edilizio e dal regolamento;
- che le opere di invarianza idraulica e idrologica progettate garantiscono il rispetto della portata massima ammissibile nel ricettore prevista per l'area in cui ricade il Comune ove è ubicato l'intervento;
- che la portata massima scaricata su suolo dalle opere realizzate è compatibile con le condizioni idrogeologiche locali;
- che l'intervento ricade nell'ambito di applicazione dell'art. 12, comma 1, lettera a) del regolamento;
- che l'intervento ricade nell'ambito di applicazione della monetizzazione (art. 16 del regolamento), e che pertanto è stata redatta la dichiarazione motivata di impossibilità di cui all'art. 6, comma 1, lettera d) del regolamento, ed è stato versato al comune l'importo di € .....

**Dichiara infine di essere informato, ai sensi e per gli effetti di cui all'articolo 13 del Dlgs 196 del 30 giugno 2003, che i dati personali raccolti saranno trattati, anche con strumenti informatici, esclusivamente nell'ambito del procedimento per il quale la presente dichiarazione viene resa.**

...VAPRIO.D'ADDA.17/09/2020.....

(luogo e data)

Il Dichiarante



Ai sensi dell'articolo 38, D.P.R. 445 del 28 dicembre 2000, così come modificato dall'articolo 47 del d. lgs. 235 del 2010, la dichiarazione è sottoscritta dall'interessato in presenza del dipendente addetto ovvero sottoscritta e presentata unitamente a copia fotostatica non autenticata di un documento di identità del sottoscrittore. La copia fotostatica del documento è inserita nel fascicolo. La copia dell'istanza sottoscritta dall'interessato e la copia del documento di identità possono essere inviate per via telematica.

La mancata accettazione della presente dichiarazione costituisce violazione dei doveri d'ufficio (articolo 74 comma D.P.R. 445/2000). Esente da imposta di bollo ai sensi dell'articolo 37 D.P.R. 445/2000.



