SVILUPPO URBANO SOSTENIBILE

AZIONE 1-04 - LA CONNESSIONE CICLABILE TRA LUCERNATE E LO STECCONE

CUP: G17H03000130001

STRATEGIE DI SVILUPPO URBANO SOSTENIBILE A VALERE SUI FONDI STRUTTURALI E DI INVESTIMENTO EUROPEI PER IL PERIODO 2021-2027 EX DGR 4151/2020 DI REGIONE LOMBARDIA

COMMITTENTE

Comune di Rho

PROGETTAZIONE

CSA studio
ACCURACY FOR A BETTER DESIGN
Via San Carlo, 31 - 20017 Rho (Milano)
www.csastudio.it

RESPONSABILE DELLA PROGETTAZIONE
Arch. Ing. Mario V. Serini

GRUPPO DI PROGETTAZIONE
Arch. Ing. Mario V. Serini
Arch. Silvia Peca
Arch. iun. Giada Cattaneo
Geom. Antonio Pesca
Arch. Francesca Besozzi (computazione)
Geom. Paolo Bertoni (topografia)
Dr. Geol. Cristiano Nericcio (idro-geologia)
Ing. Oliviero Guffanti (acustica)
Ing. Nicola Mordà (calcolo strutture)
Per. ind. Massimiliano Cereda (elettrotecnica)

RESPONSABILE UNICO DI PROGETTO
Arch. Angelo Massimo Lombardi

Via Marsala 19 - 20017 Rho (MI)
tel. 02 93332 450/472
angelo.lombardi@comune.rho.mi.it

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA

CODICE ELABORATO	TITOLO	SCALA
EG.01.01	Relazione idro-geologica	-

REV.	DATA	DESCRIZIONE
0	18/09/2023	Emissione originaria

DATA	NOME FILE	TAVOLA
Settembre 2023	.	.

A norma di legge il presente disegno non potrà essere riprodotto né consegnato a terzi né utilizzato per scopi diversi da quello di destinazione senza liberatoria scritta di questo studio tecnico che ne detiene la proprietà

RELAZIONE IDRO-GEOLOGICA

SOMMARIO

1. PREMESSA ..... - 3 -

1.1 PRINCIPALI NORMATIVE OSSERVATE ..... - 11 -

1.2 VINCOLI ..... - 12 -
ZONA 1 ..... - 12 -
ZONA 2 ..... - 15 -
ZONA 3 ..... - 17 -
ZONA 4 ..... - 21 -
ZONA 5 ..... - 26 -

2. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA DEL SITO ..... - 31 -

2.1. GEOMORFOLOGIA ..... - 31 -

2.2 GEOLOGIA ..... - 31 -

3. CARATTERIZZAZIONE IDROGRAFICA E IDROGEOLOGICA DEL SITO ..... - 33 -

3.1 IDROGRAFIA ..... - 33 -

3.2 IDROGEOLOGIA ..... - 38 -

4 PIOGGIA DI PROGETTO APPORTO METEORICO ..... - 47 -

4. SISMICA ..... - 52 -

MACROZONAZIONE E SEGNALI SISMICI ..... - 52 -

LIQUEFAZIONE ..... - 54 -

MICROZONAZIONE SISMICA ..... - 55 -

5. CARATTERIZZAZIONE LITOTECNICA PRELIMINARE DEL SITO ..... - 61 -

6. MODELLO LITOTECNICO DEL SITO E PRESTAZIONI GEO-MECCANICHE ..... - 67 -

6.1 MODELLO LITOTECNICO LOCALE ..... - 67 -

6.2 PRESTAZIONI GEO-MECCANICHE SEDIME DI FONDAZIONE ..... - 68 -
RESISTENZE VERTICALI E CARICHI ESERCIZIO MASSIMI ..... - 68 -

6.3 RESISTENZE VERTICALI E CARICHI ESERCIZI MASSIMO FONDAZIONI PROFONDE ..... - 70 -

CENNI SUL DIMENSIONAMENTO STRUTTURALE .....- 73 -
STIMA CEDIMENTI .....- 74 -

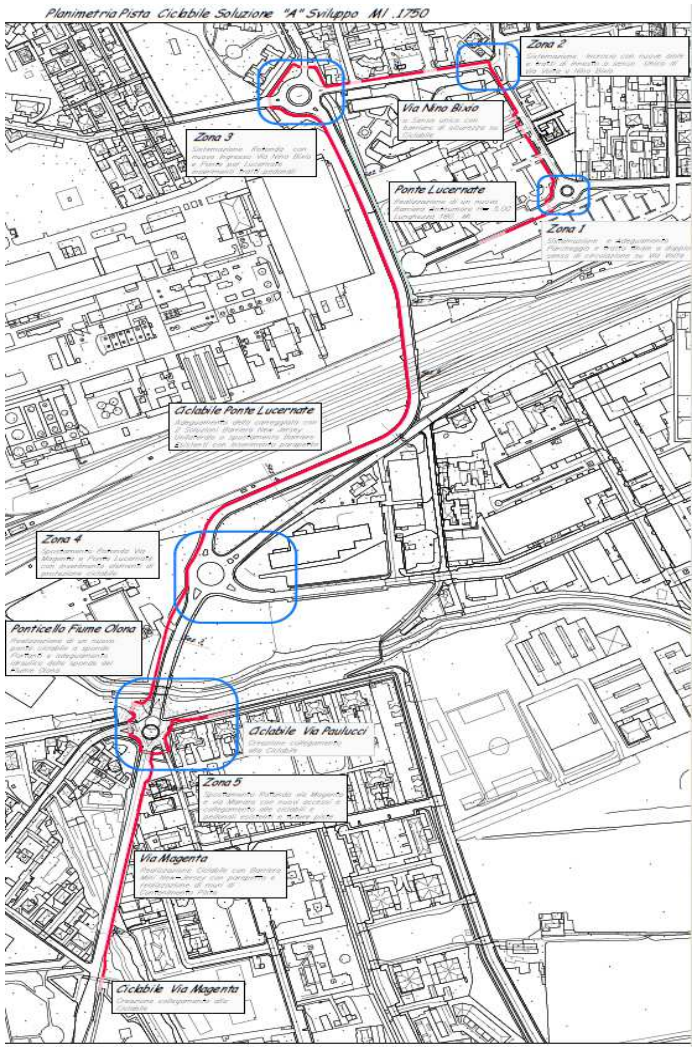
7. CONCLUSIONI..... - 76 -

1. PREMESSA

Il presente documento tratta un'indagine geologica inerente il progetto di connessione della pista ciclabile nel territorio comunale di Rho tra Lucernate e "Lo Steccone".

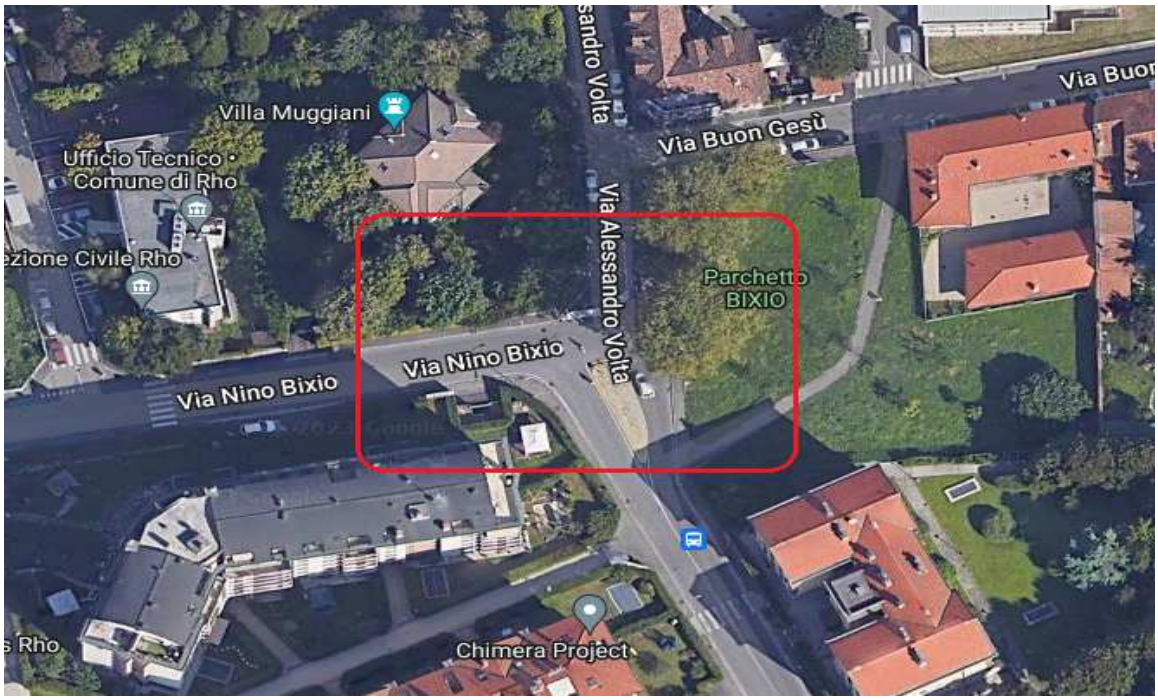
L'opera in progetto s'intesterà superficialmente; in relazione alla classe d'uso in presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le opere in progetto appartengono alla classe II vale a dire opere interessate da normali affollamenti con una vita nominale di 50 anni.

Pertanto la presente relazione valuta la compatibilità delle opere in progetto con le caratteristiche geomorfologiche, geologiche, idrografiche ed idrogeologiche locali suggerendo eventuali procedure correttive e/o adeguamenti alle intenzioni progettuali.

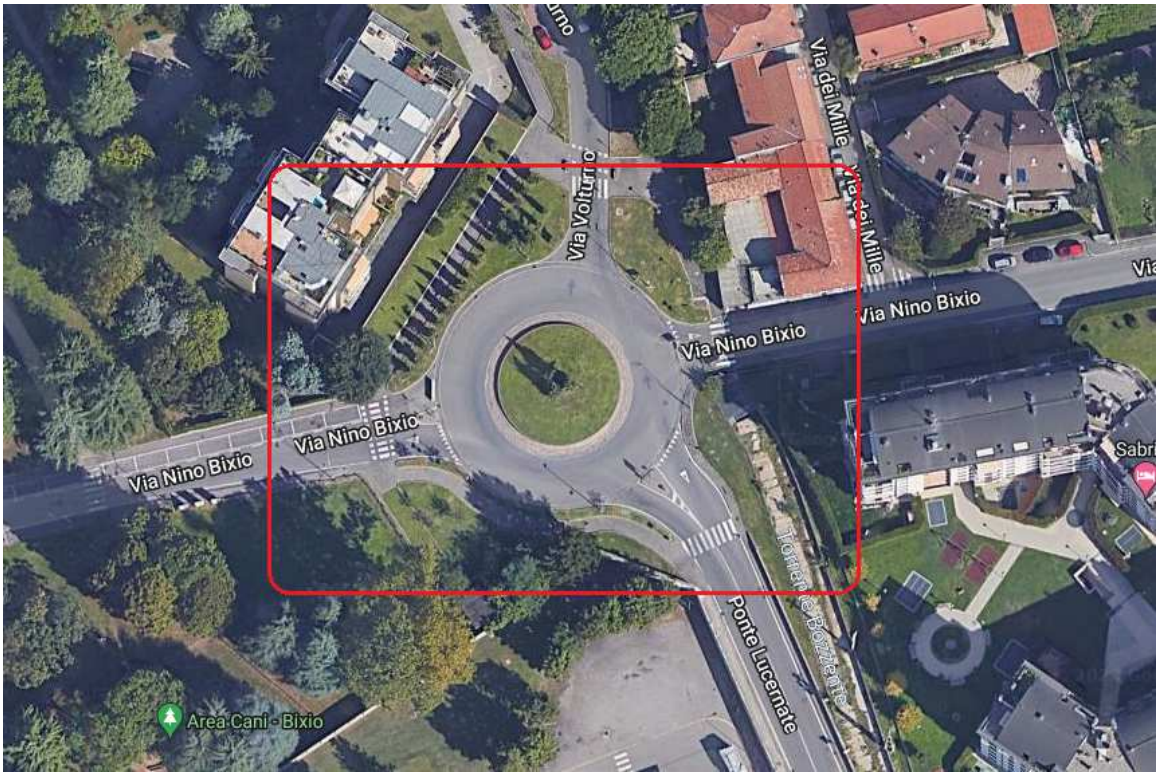


Inquadramento generale

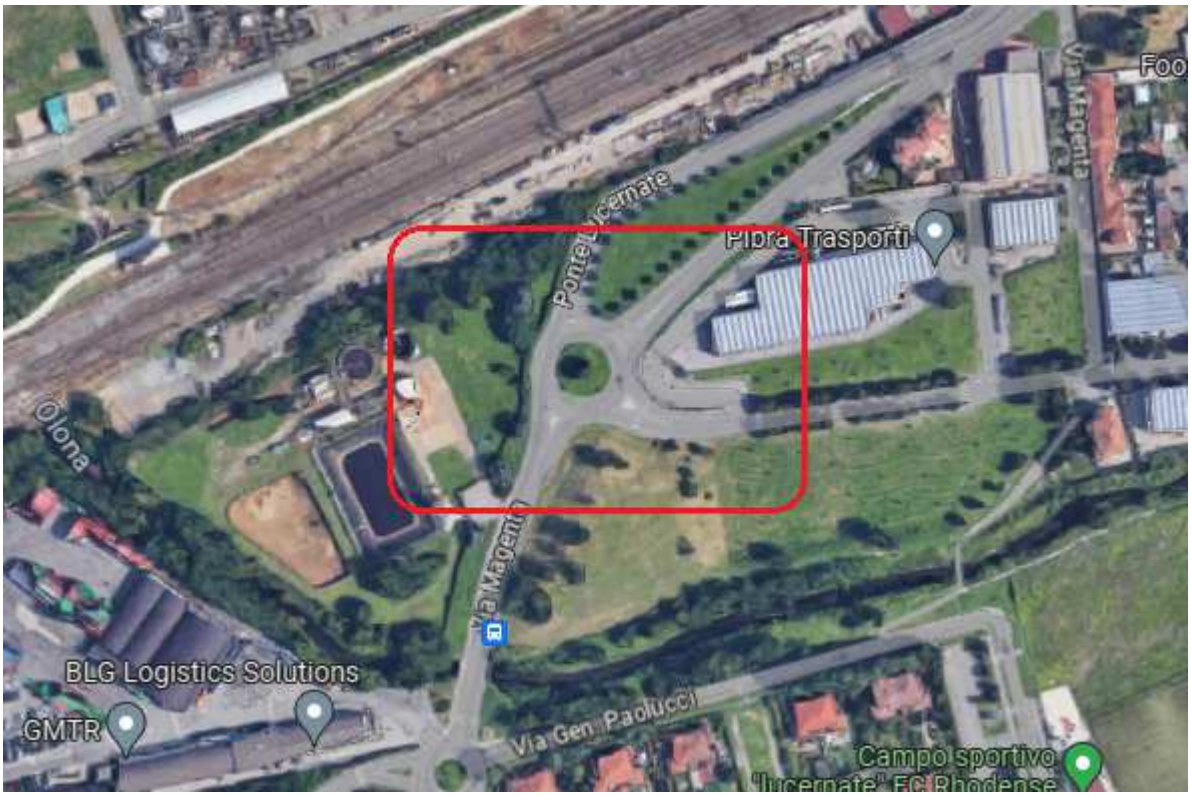
Corografia aerea "Zona 1"



.Corografia aerea "Zona 2"



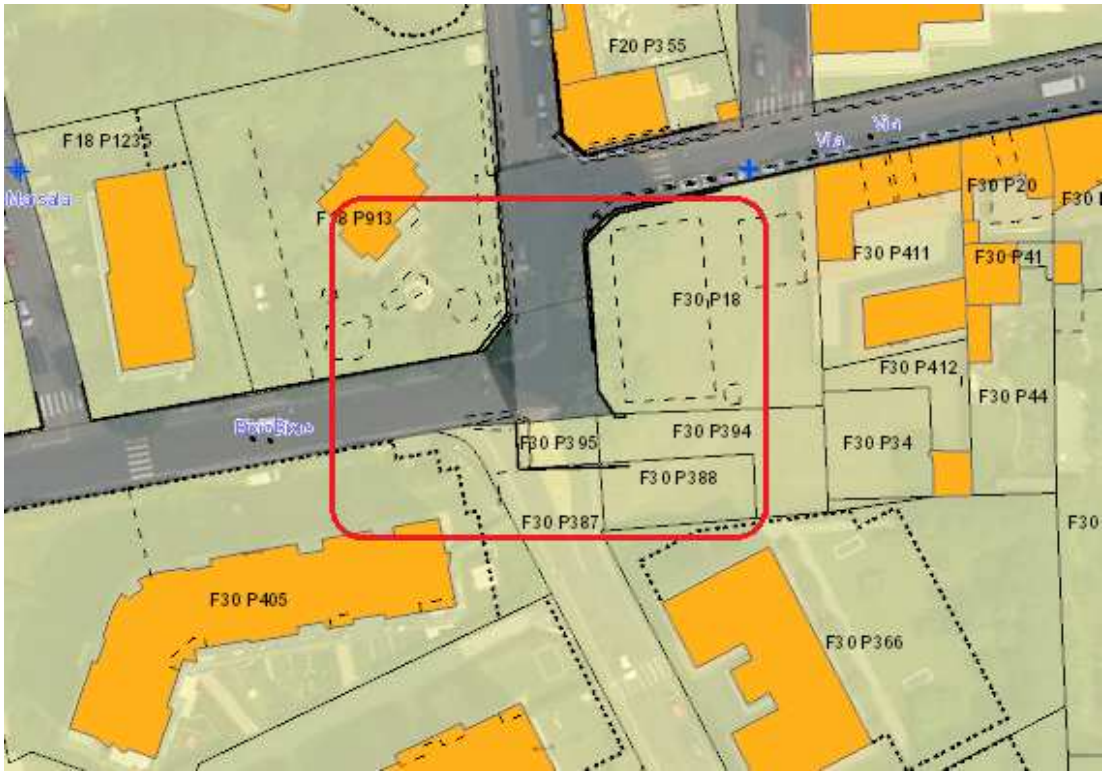
Corografia aerea "Zona 3"



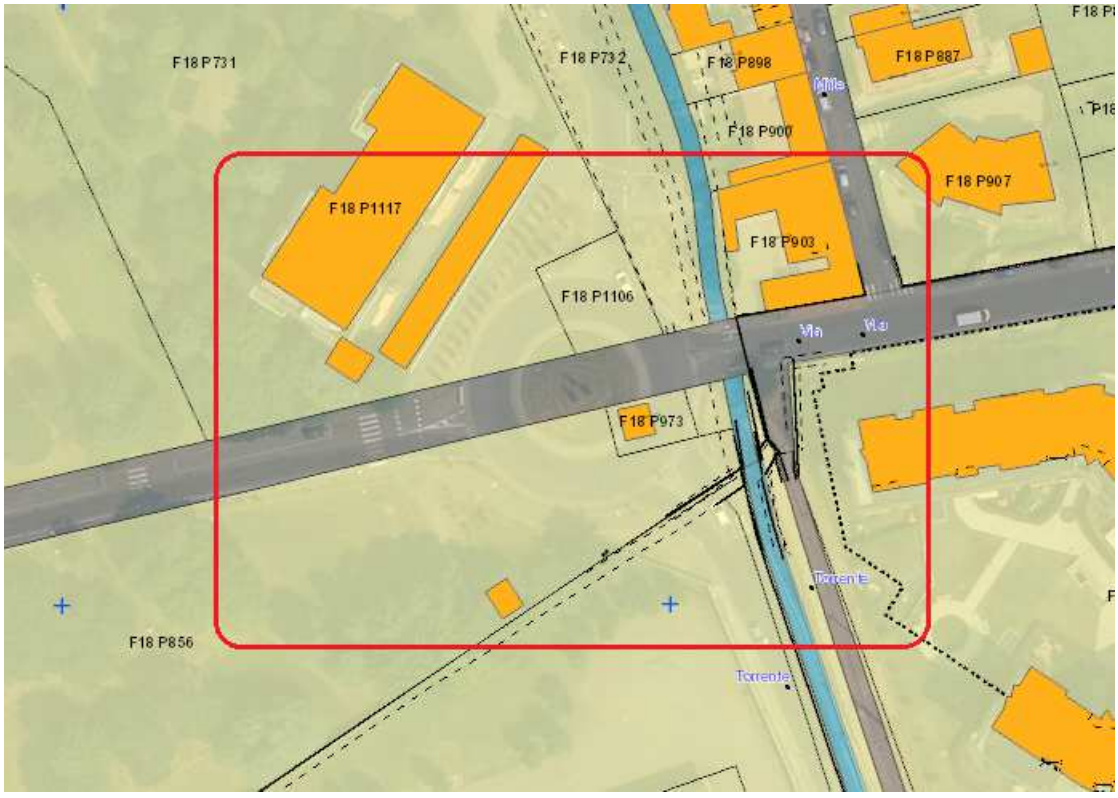
Corografia aerea "Zona 4"

Corografia aerea "Zona 5"

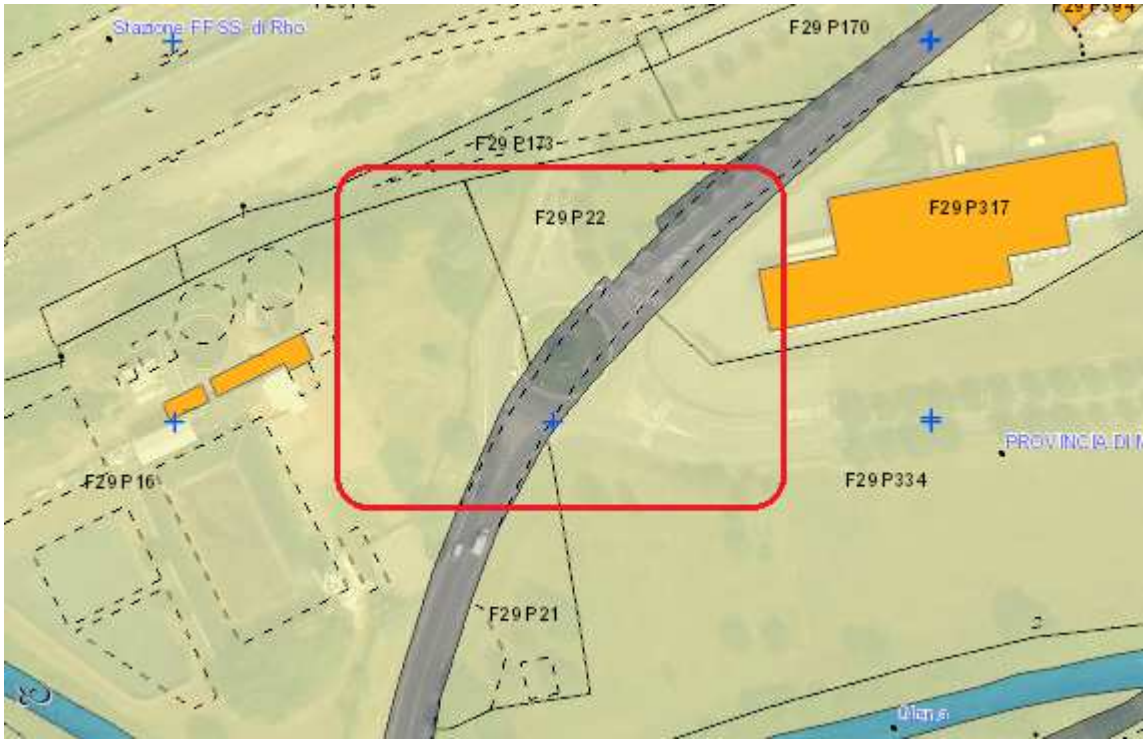
Stralcio della mappa catastale "Zona 1", fonte Geoportale della Lombardia



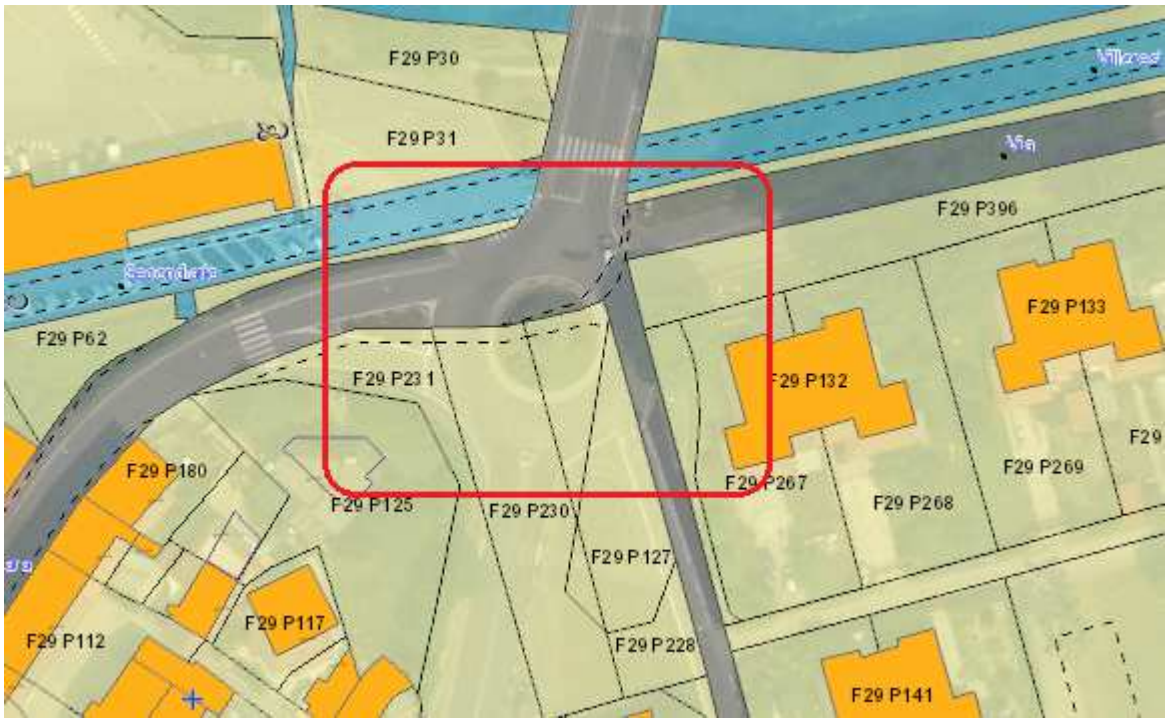
Stralcio della mappa catastale "Zona 2", fonte Geoportale della Lombardia



Stralcio della mappa catastale "Zona 3", fonte Geoportale della Lombardia

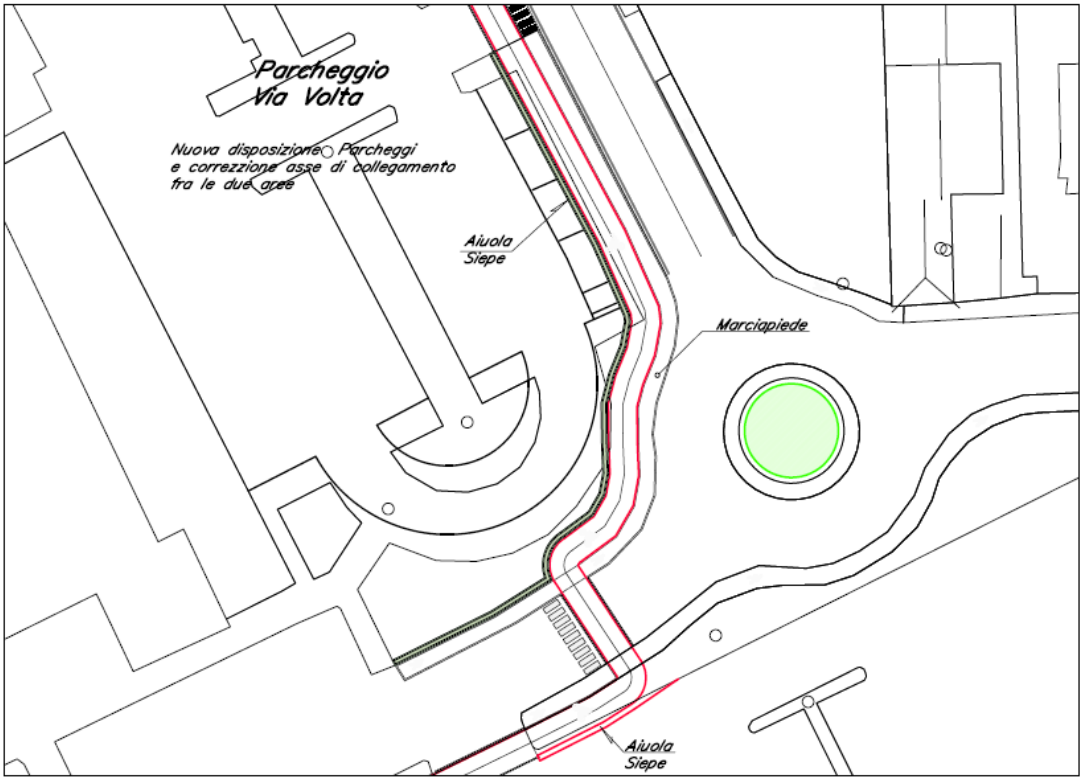


Stralcio della mappa catastale "Zona 4", fonte Geoportale della Lombardia

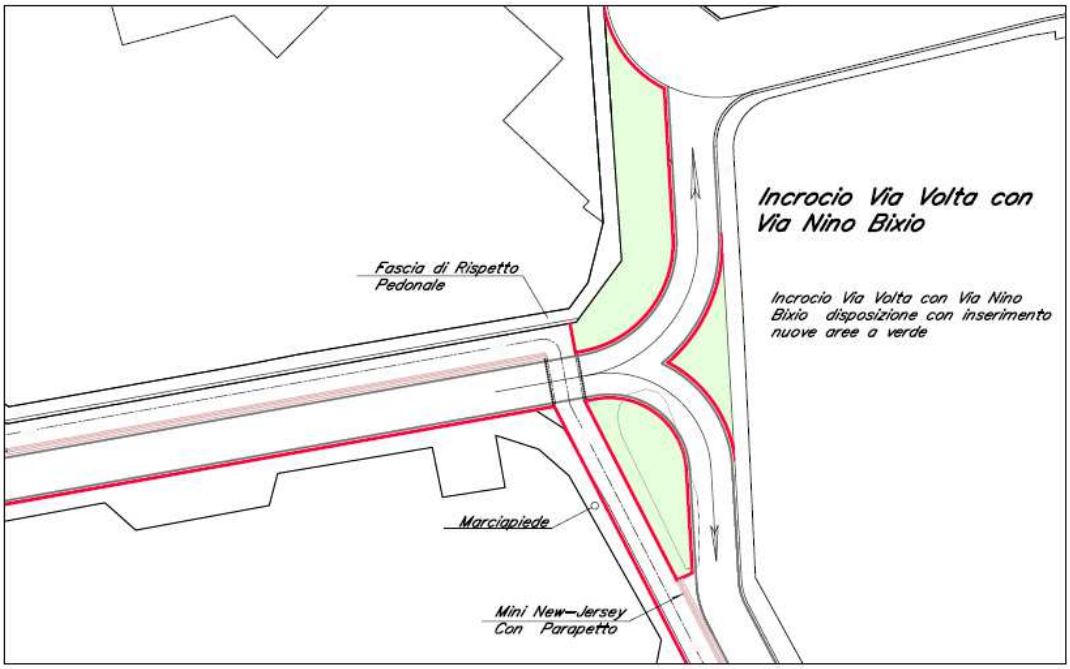


Stralcio della mappa catastale "Zona 5", fonte Geoportale della Lombardia

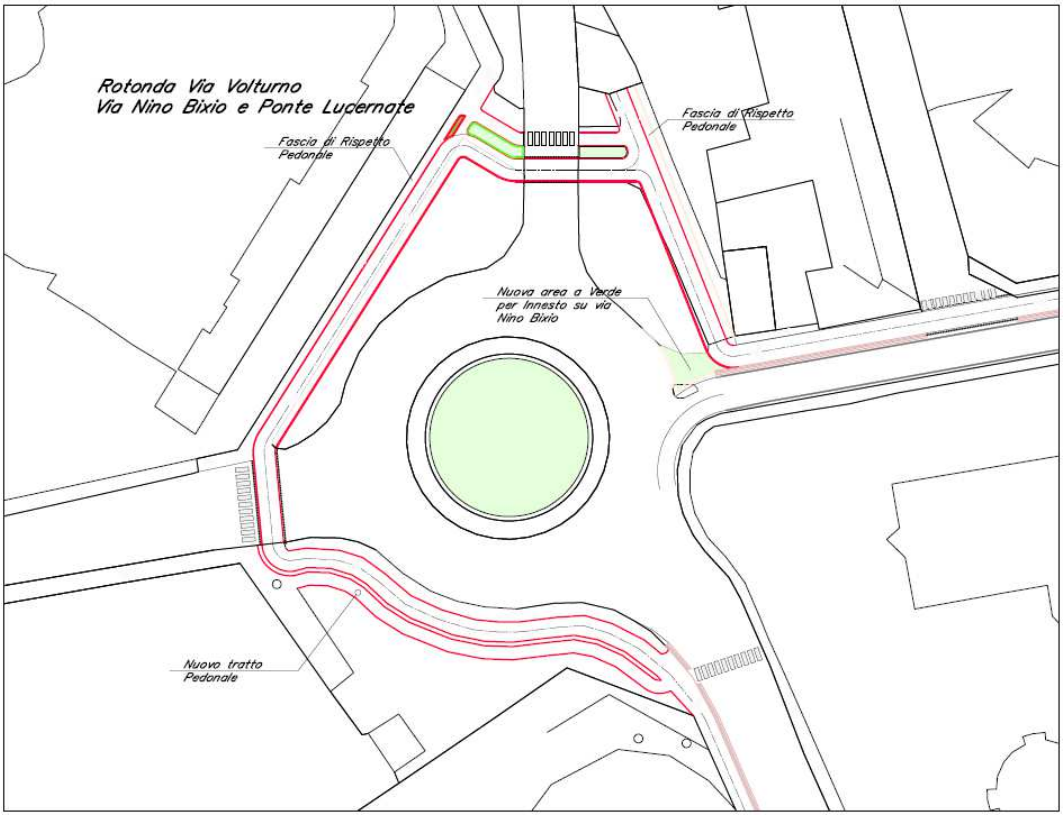
Planimetria Zona 1



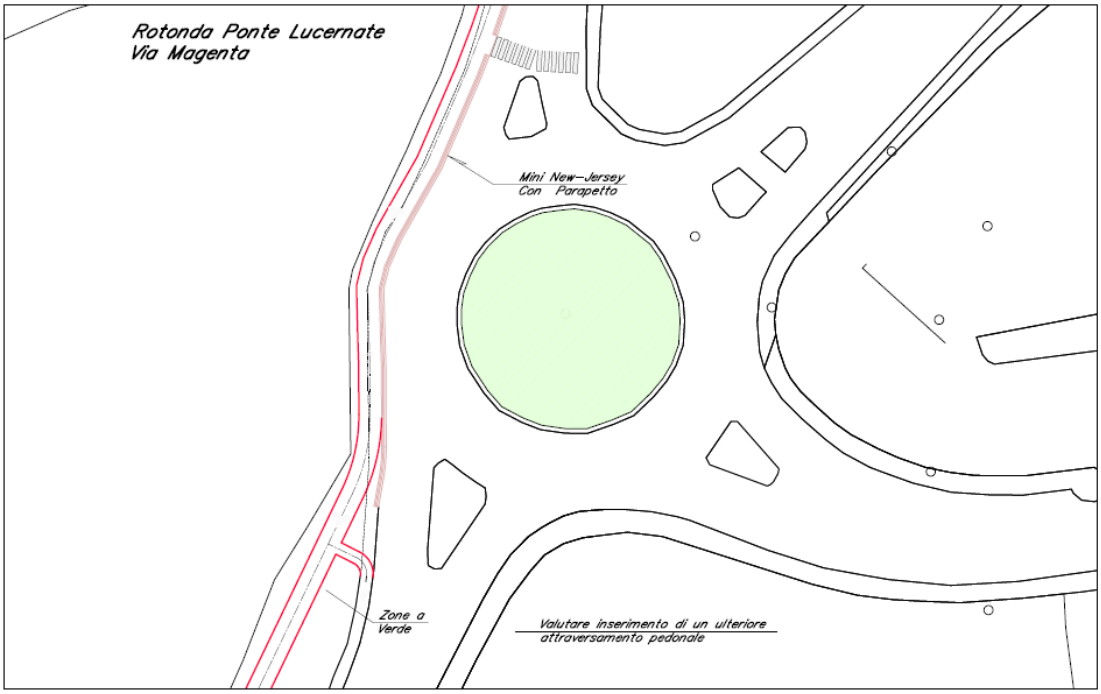
Planimetria Zona 2

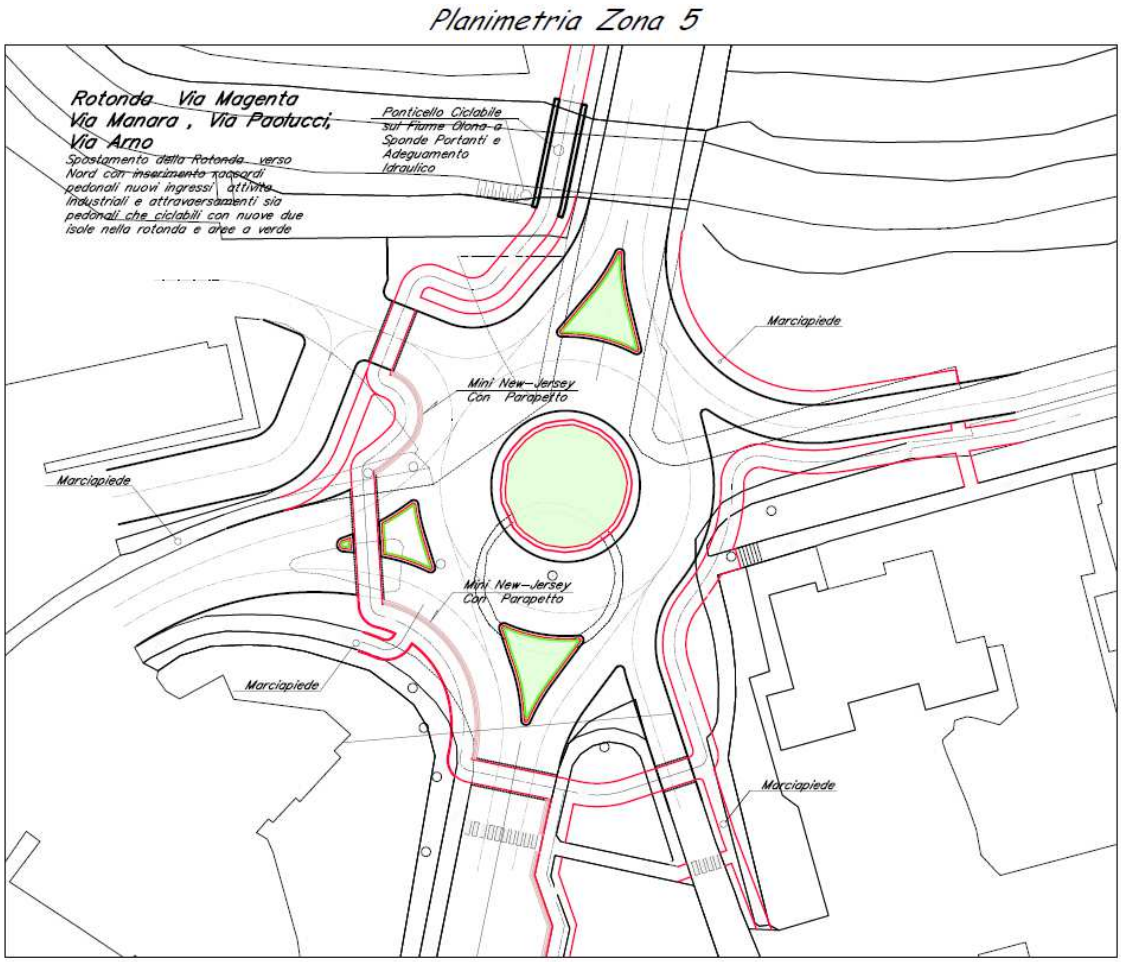


Planimetria Zona 3



Planimetria Zona 4





1.1 PRINCIPALI NORMATIVE OSSERVATE

Il presente documento è stato redatto seguendo gli estremi del:

- Aggiornamento NTC 2018;
- Circolare 617 del 2/02/09 Istruzioni per l'applicazione delle NTC di cui al D.M. 14/01/08;
- D.M 14/01/08 Norme tecniche per le costruzioni;
- D.Lgs. 3/4/2006 n. 152 Norme in materia ambientale;
- D.P.R 328/01 Competenze in materia di indagini geognostiche dei geologi;
- D.M. 16/01/96 Norme tecniche per le costruzioni in aree sismiche;
- D.M. 11/3/1988*: "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione";*
- L.R. 27/05/1985 Disciplina degli scarichi degli insediamenti civili e delle Pubbliche fognature – Tutela delle acque sotterranee dall'inquinamento, successivi e similari;
- Delibera 4/02/1977 Criteri, metodologie e norme tecniche generali della legge 10/05/1976 n. 319 recante norme per la tutela delle acque dall'inquinamento, successivi e similari;

Di seguito si elencano per chiarezza d'esposizione gli acronimi citati in relazione:

L. Legge,

D.Lgs. Decreto Legislativo,

D.M. Decreto Ministeriale,

D.P.R. Decreto del Presidente della Repubblica,

p.c. piano campagna,

SPT standard penetration test,

SCPT standard cone penetration test,

A.G.I. Associazione Geotecnica Italiana,

DPHS Dinamic Penetrometer Super Heavy,

PRGC Piano regolatore generale comunale,

q_{lim} portata limite,

q_{amm} portata ammissibile.

1.2 VINCOLI

Secondo la documentazione geologica consultata, allegata al PGT, redatta dal Dott. Geol. Marco Parmigiani nel settembre 2020 (e successive modifiche ed integrazioni), le aree oggetto d'indagine rientrano nelle seguenti classi di fattibilità geologica:

Zona 1

Parte N – NE: l'area rientra in una classe di fattibilità 2, ciò significa che sono state riscontrate modeste limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso, che possono essere superate mediante approfondimenti di indagine e accorgimenti tecnico -costruttivi e senza l'esecuzione di opere di difesa.

Nello specifico si tratta di una sottoclasse "a" che individua le aree con vulnerabilità della falda da media ad elevata.

Si tratta di aree pianeggianti appartenenti al "Livello fondamentale della Pianura" caratterizzate dalla presenza di terreni granulari prevalentemente grossolani con drenaggio delle acque mediamente buono e grado di vulnerabilità della falda variabile da medio ad elevato.

Il parere geologico sulla modifica di destinazione d'uso del suolo è favorevole con modeste limitazioni di carattere idrogeologico, a salvaguardia delle acque sotterranee.

È ammissibile qualunque tipologia di azione edificatoria.

Per tutte le opere e azioni edificatorie sono sempre necessarie indagini geognostiche commisurate alla tipologia e all'entità dell'intervento in ottemperanza al D.M. 17/01/2018 e la conseguente

valutazione della resistenza dei terreni nei confronti dei carichi indotti e della stabilità dei fronti di scavo.

Sono sempre da prevedere opere per la regimazione delle acque meteoriche e l'eventuale drenaggio di acque di primo sottosuolo.

Per gli insediamenti produttivi a rischio è da prevedere la predisposizione di sistemi di controllo ambientale.

Parte S -SW: l'area rientra in una classe di fattibilità 3, ciò significa che sono state riscontrate consistenti limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso per le condizioni di pericolosità/vulnerabilità individuate, per il superamento delle quali potrebbero rendersi necessari interventi specifici o opere di difesa.

Nello specifico si tratta di una sottoclasse "d" che individua le aree potenzialmente interessate da alluvioni rare.

Si tratta di aree ricadenti nella fascia di deflusso della piena catastrofica definita dal PAI (Fascia C); aree classificate nelle mappe di pericolosità del PGRA come aree interessate da alluvioni rare (aree P1/L – Tr = 500 anni).

Il parere geologico sulla modifica di destinazione d'uso del suolo è favorevole ma con consistenti limitazioni di carattere idraulico che richiedono verifiche locali preventive alla progettazione per minimizzare l'esposizione al rischio.

In generale, sono ammissibili opere edificatorie di ogni tipologia, comprese quelle che prevedono una significativa estensione areale. Sono auspicabili interventi di prevenzione del dissesto idrogeologico e regimazioni idrauliche.

Per tutte le opere e azioni edificatorie sono sempre necessarie indagini geognostiche commisurate alla tipologia e all'entità dell'intervento in ottemperanza al D.M. 17/01/2018 e la conseguente valutazione della resistenza dei terreni nei confronti dei carichi indotti e della stabilità dei fronti di scavo.

È inoltre necessaria la valutazione della compatibilità idraulica nei riguardi delle condizioni locali di rischio secondo la metodologia riportata nell'Allegato 4 della D.G.R. IX/2616/2011.

Nello specifico andrà valutata la compatibilità dell'intervento rispetto ai risultati dello studio idraulico contenuto nel presente documento: confronto con le altezze idriche e le velocità di corrente massime per i diversi tempi di ritorno e valutazione delle condizioni di pericolosità e di rischio sulle opere in progetto e sugli usi previsti, nelle condizioni di stato di fatto e a seguito della realizzazione dell'intervento, e gli effetti delle opere in progetto, sulle aree circostanti per effetto della realizzazione dell'intervento.

Per interventi che non comportino modifiche e/o aperture delle parti esterne o, più in generale, non influiscano direttamente sulle condizioni di pericolosità, lo studio di compatibilità idraulica può essere sostituito da apposita asseverazione firmata da tecnico abilitato, dove devono essere specificate le condizioni di pericolosità contenute nel PGT che coinvolgono l'immobile oggetto di intervento e che devono rimanere inalterate anche a seguito dell'intervento stesso.

Sono sempre da prevedere opere di regimazione delle acque superficiali e il ricorso ad accorgimenti costruttivi che impediscano danni di carattere idraulico a beni e strutture, quali quelli indicati nell' Allegato 4 della D.G.R. IX/2616/2011 (vedi introduzione al paragrafo precedente).

Va prevista la rinuncia del soggetto interessato al risarcimento in caso di danno idraulico, escludendo da ogni responsabilità l'Amministrazione pubblica in ordine ad eventuali futuri danni a cose e a persone comunque derivanti dalle condizioni di pericolosità presenti e da quelle di vulnerabilità dell'immobile interessato.

CLASSE DI FATTIBILITA' D.G.R. IX/2616/11	PRINCIPALI CARATTERISTICHE	PARERE GEOLOGICO SULLA MODIFICA DI DESTINAZIONE D'USO
2a Aree con vulnerabilità della falda variabile da media ad elevata	Aree pianeggianti apprtenenti al "Livello fondamentale della Pianura" caratterizzate dalla presenza di terreni granulari prevalentemente grossolani con drenaggio delle acque mediamente buono e grado di vulnerabilità della falda variabile da medio ad elevato	Favorevole con modeste limitazioni di carattere idrogeologico, a salvaguardia delle acque sotterranee.
3d Aree potenzialmente interessate da alluvioni rare	Aree potenzialmente interessate da alluvioni rare, e comseguenti allagamenti urbani, comprendenti: aree ricadenti nella fascia di deflusso della piena catastrofica definita dal PAI (Fascia C); aree classificate nelle mappe di pericolosità del PGRA come aree interessate da alluvioni rare (aree P1/L – Tr = 500 anni).	Favorevole ma con consistenti limitazioni di carattere idraulico che richiedono verifiche locali preventive alla progettazione per minimizzare l'esposizione al rischio.

Stralcio carta di fattibilità "Zona 1", fonte PGT

AREE ALLAGABILI DEL PGRA

Aree potenzialmente interessate da alluvioni rare P1/L

VINCOLI DI POLIZIA IDRAULICA

(le distanze dai corsi d'acqua devono intendersi misurate dal piede arginale esterno o, in assenza di argini in rilevato dalla sommità della sponda incisa)

Fascia di rispetto del reticolo idrico principale estesa per 10 m dagli argini: fascia di inedificabilità assoluta estesa a 10 m dagli argini secondo quanto definito dal R.D. 523/1904

Stralcio della carta dei vincoli "Zona 1", fonte PGT

Zona 2

L'area rientra in una classe di fattibilità 2, ciò significa che sono state riscontrate modeste limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso, che possono essere superate mediante approfondimenti di indagine e accorgimenti tecnico -costruttivi e senza l'esecuzione di opere di difesa.

Nello specifico si tratta di una sottoclasse "a" che individua le aree con vulnerabilità della falda da media ad elevata.

Si tratta di aree pianeggianti appartenenti al "Livello fondamentale della Pianura" caratterizzate dalla presenza di terreni granulari prevalentemente grossolani con drenaggio delle acque mediamente buono e grado di vulnerabilità della falda variabile da medio ad elevato.

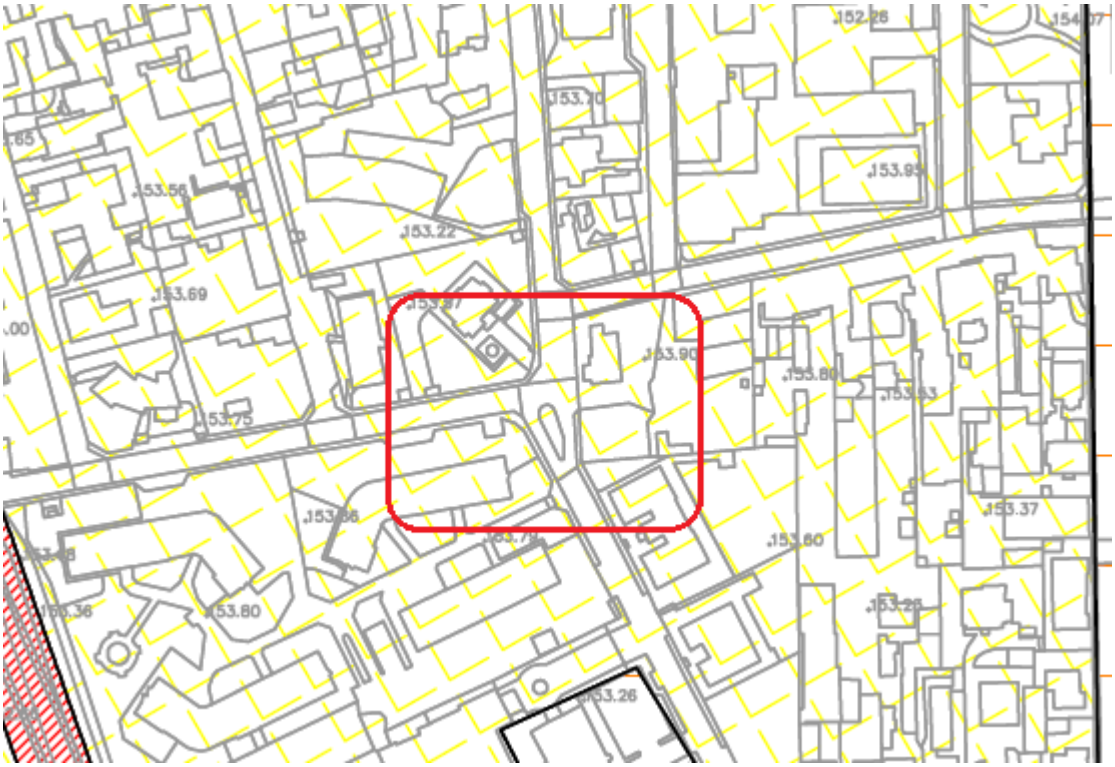
Il parere geologico sulla modifica di destinazione d'uso del suolo è favorevole con modeste limitazioni di carattere idrogeologico, a salvaguardia delle acque sotterranee.

È ammissibile qualunque tipologia di azione edificatoria.

Per tutte le opere e azioni edificatorie sono sempre necessarie indagini geognostiche commisurate alla tipologia e all'entità dell'intervento in ottemperanza al D.M. 17/01/2018 e la conseguente valutazione della resistenza dei terreni nei confronti dei carichi indotti e della stabilità dei fronti di scavo.

Sono sempre da prevedere opere per la regimazione delle acque meteoriche e l'eventuale drenaggio di acque di primo sottosuolo.

Per gli insediamenti produttivi a rischio è da prevedere la predisposizione di sistemi di controllo ambientale.



CLASSE DI FATTIBILITA' D.G.R. IX/2616/11	PRINCIPALI CARATTERISTICHE	PARERE GEOLOGICO SULLA MODIFICA DI DESTINAZIONE D'USO
2a Aree con vulnerabilità della falda variabile da media ad elevata	Aree pianeggianti apprtenenti al "Livello fondamentale della Pianura" caratterizzate dalla presenza di terreni granulari prevalentemente grossolani con drenaggio delle acque mediamente buono e grado di vulnerabilità della falda variabile da medio ad elevato	Favorevole con modeste limitazioni di carattere idrogeologico, a salvaguardia delle acque sotterranee.

Stralcio carta di fattibilità "Zona 2", fonte PGT

Stralcio della carta dei vincoli "Zona 2", fonte PGT

Zona 3

L'area rientra in una classe di fattibilità 2, ciò significa che sono state riscontrate modeste limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso, che possono essere superate mediante approfondimenti di indagine e accorgimenti tecnico -costruttivi e senza l'esecuzione di opere di difesa.

Nello specifico si tratta di una sottoclasse "a" che individua le aree con vulnerabilità della falda da media ad elevata.

Si tratta di aree pianeggianti appartenenti al "Livello fondamentale della Pianura" caratterizzate dalla presenza di terreni granulari prevalentemente grossolani con drenaggio delle acque mediamente buono e grado di vulnerabilità della falda variabile da medio ad elevato.

Il parere geologico sulla modifica di destinazione d'uso del suolo è favorevole con modeste limitazioni di carattere idrogeologico, a salvaguardia delle acque sotterranee.

È ammissibile qualunque tipologia di azione edificatoria.

Per tutte le opere e azioni edificatorie sono sempre necessarie indagini geognostiche commisurate alla tipologia e all'entità dell'intervento in ottemperanza al D.M. 17/01/2018 e la conseguente

valutazione della resistenza dei terreni nei confronti dei carichi indotti e della stabilità dei fronti di scavo.

Sono sempre da prevedere opere per la regimazione delle acque meteoriche e l'eventuale drenaggio di acque di primo sottosuolo.

Per gli insediamenti produttivi a rischio è da prevedere la predisposizione di sistemi di controllo ambientale.

Parte E – NE: l'area rientra in una classe di fattibilità geologica 4.

L'alta pericolosità/vulnerabilità comporta gravi limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso.

Deve essere esclusa qualsiasi nuova edificazione, ivi comprese quelle interrate, se non opere tese al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti.

Per gli edifici esistenti sono consentite esclusivamente le opere relative ad interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, come definiti dall'art. 27, comma 1, lettere a), b), c) della l.r. 12/052, senza aumento di superficie o volume e senza aumento del carico insediativo. Sono consentite le innovazioni necessarie per l'adeguamento alla normativa antisismica.

Eventuali infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico possono essere realizzate solo se non altrimenti localizzabili; dovranno comunque essere puntualmente e attentamente valutate in funzione della tipologia di dissesto e del grado di rischio che determinano l'ambito di pericolosità/vulnerabilità omogenea.

Nello specifico si tratta di una sottoclasse "c" che comprende le aree adiacenti ai corsi d'acqua del reticolo principale, ai canali appartenenti al reticolo di bonifica e alle aste dei fontanili appartenenti al reticolo minore, estese a 10 m dagli argini per il Reticolo Principale e il Reticolo Minore, 6 m dagli argini per i canali derivatori (Reticolo di Bonifica secondario) e 5 m dagli argini per il Reticolo di Bonifica terziario, da mantenere a disposizione per consentire l'accessibilità per interventi di manutenzione.

Il parere geologico sulla modifica di destinazione d'uso del suolo non è favorevole per le gravi limitazioni di carattere idraulico e idrogeologico e condizionato al rispetto delle esigenze di conservazione e recupero morfologico, paesistico ambientale e della funzione e nel rispetto della vulnerabilità all'inquinamento della falda idrica sotterranea.

Si ritengono ammissibili solo opere infrastrutturali e opere di urbanizzazione pubbliche e di interesse pubblico che non siano altrimenti localizzabili, se compatibili con l'esigenza di conservazione e recupero dei corsi d'acqua naturali ed artificiali ed a condizione che si tratti di azioni opportunamente progettate sotto il profilo idraulico ed ambientale.

Nella classe IV di fattibilità il verde, sia coltivato che allo stato naturale, costituisce una difesa attiva e passiva sia dell'ambiente circostante che delle risorse idrogeologiche.

Entro tali zone sono vietate trasformazioni e/o modificazioni dello stato di fatto che inducano, direttamente e/o indirettamente, rischi o che peggiorino lo stato di fatto.

Sono al contrario ammessi tutti gli interventi di bonifica, salvaguardia, potenziamento e trasformazione che abbiano come obiettivi:

- La salvaguardia dell'ambiente dal punto di vista dell'inquinamento idrico ed acustico

- La tutela degli aspetti idrogeologici

In riferimento alle destinazioni d'uso nella classe 4 sono ammesse unicamente:

- L'attività agro-silvo-pastorale

- La creazione di aree verdi pubbliche e/o di uso pubblico

- La formazione di giardini e parchi privati

- Opere pubbliche e/o di interesse collettivo.

Per gli edifici esistenti sono consentiti esclusivamente gli interventi previsti dall'Art. 11 della L.R. 4/2016, in ogni caso limitati alla manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro e risanamento conservativo degli edifici, così come definiti dall'Art. 3, comma 1, lettere a), b), c) del D.P.R. 380/2001.

Ferma restando la necessità di acquisire nulla osta del proprietario/gestore del corpo idrico, ogni intervento che interessi il reticolo idrografico naturale o artificiale, sia esso di natura strutturale (modifica del corso) che idraulica (scarichi idrici), ai fini della prevenzione del dissesto idraulico/idrogeologico si richiede necessariamente l'effettuazione di studi di compatibilità idraulica delle opere nei riguardi delle condizioni locali di rischio di esondazione, secondo la metodologia riportata nell'Allegato 4 della D.G.R. IX/2616/2011 e /o verifiche dell'equivalenza idraulica delle modifiche proposte rispetto alle condizioni precedenti.

Tali studi dovranno pertanto coadiuvare la progettazione per la corretta gestione delle acque.

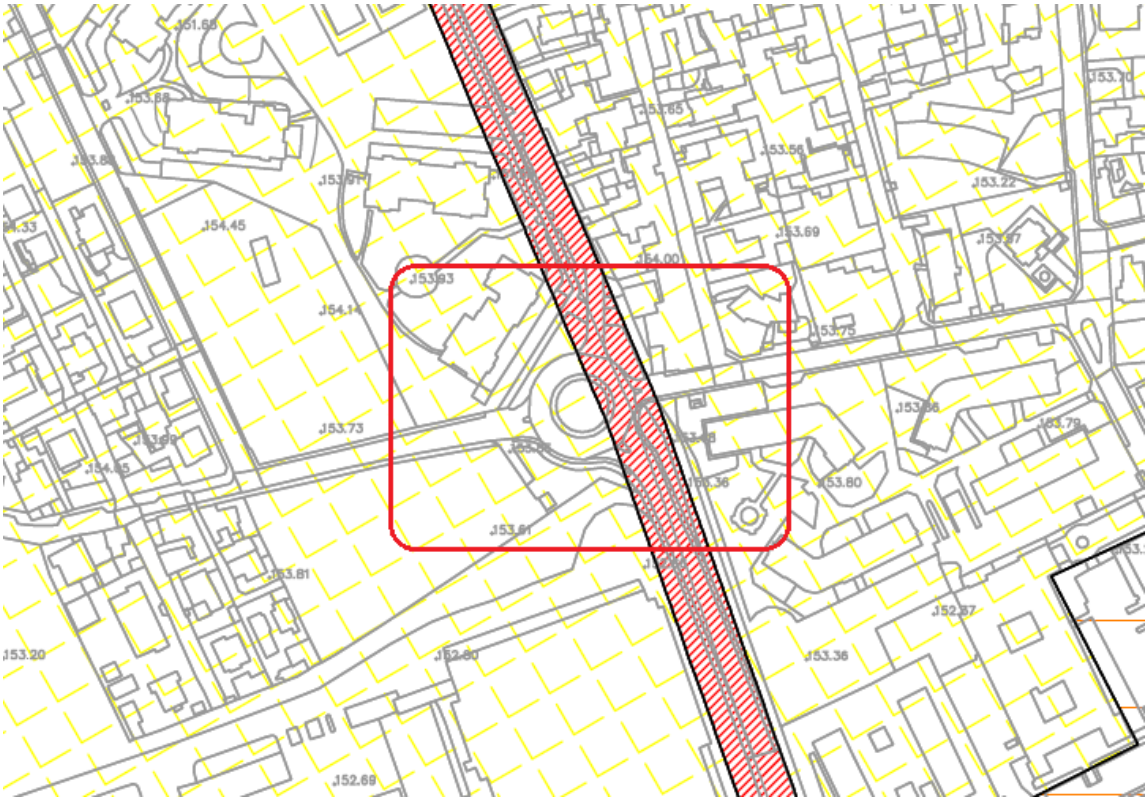
Per tutte le opere e azioni edificatorie sono sempre necessarie indagini geognostiche commisurate alla tipologia e all'entità dell'intervento in ottemperanza al D.M. 17/01/2018 e la conseguente valutazione della resistenza dei terreni nei confronti dei carichi indotti e della stabilità dei fronti di scavo.

Per ogni intervento dovrà essere valutata, tramite monitoraggio piezometrico, la possibile interazione delle acque di falda con l'opera stessa, sia in fase realizzativa che di esercizio.

Sono sempre da prevedere opere di regimazione delle acque superficiali e il ricorso ad accorgimenti costruttivi che impediscano danni di carattere idraulico a beni e strutture, quali quelli indicati nell'Allegato 4 della D.G.R. IX/2616/2011 (vedi introduzione al paragrafo precedente).

Sia per ragioni ambientali che di sicurezza, dovranno essere messi in opera sistemi di contrasto delle acque sotterranee che possono rinvenirsi a debole profondità e interferire con le strutture di fondazione e i vani interrati.

Infine, dovranno essere previsti interventi di recupero morfologico e ambientale.



CLASSE DI FATTIBILITA' D.G.R. IX/2616/11	PRINCIPALI CARATTERISTICHE	PARERE GEOLOGICO SULLA MODIFICA DI DESTINAZIONE D'USO
2a Aree con vulnerabilità della falda variabile da media ad elevata	Aree pianeggianti apprtenenti al "Livello fondamentale della Pianura" caratterizzate dalla presenza di terreni granulari prevalentemente grossolani con drenaggio delle acque mediamente buono e grado di vulnerabilità della falda variabile da medio ad elevato	Favorevole con modeste limitazioni di carattere idrogeologico, a salvaguardia delle acque sotterranee.
4c Aree adiacenti ai corsi d'acqua	Aree adiacenti ai corsi d'acqua del reticolo principale, ai canali appartenenti al reticolo di bonifica e alle aste dei fontanili appartenenti al reticolo minore, estese a 10 m dagli argini per il Reticolo Principale e il Reticolo Minore, 6 m dagli argini per i canali derivatori (Reticolo di Bonifica secondario) e 5 m dagli argini per il Reticolo di Bonifica terziario, da mantenere a disposizione per consentire l'accessibilità per interventi di manutenzione.	Non favorevole per le gravi limitazioni di carattere idraulico e idrogeologico e condizionato al rispetto delle esigenze di conservazione e recupero morfologico, paesistico ambientale e della funzione e nel rispetto della vulnerabilità all'inquinamento della falda idrica sotterranea.

Stralcio carta di fattibilità "Zona 3", fonte PGT

AREE DI SALVAGUARDIA DELLE CAPTAZIONI AD USO IDROPOTABILE

Zona di rispetto delle opere di captazione di acque destinate al consumo umano definite con criterio geometrico nelle quali é vietato l'insediamento dei centri di pericolo definiti dall'art. 94 del D. Lgs. 152/06

VINCOLI DI POLIZIA IDRAULICA

(le distanze dai corsi d'acqua devono intendersi misurate dal piede arginale esterno o, in assenza di argini in rilevato dalla sommità della sponda incisa)

Fascia di rispetto del reticolo idrico principale estesa per 10 m dagli argini: fascia di inedificabilità assoluta estesa a 10 m dagli argini secondo quanto definito dal R.D. 523/1904

Stralcio della carta dei vincoli "Zona 3", fonte PGT

Zona 4

Parte NE: l'area rientra in una classe di fattibilità 3, ciò significa che sono state riscontrate consistenti limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso per le condizioni di pericolosità/vulnerabilità individuate, per il superamento delle quali potrebbero rendersi necessari interventi specifici o opere di difesa.

Nello specifico si tratta di una sottoclasse "d" che individua le aree potenzialmente interessate da alluvioni rare.

Si tratta di aree classificate nelle mappe di pericolosità del PGRA come aree interessate da alluvioni rare (aree P1/L – Tr = 500 anni).

Il parere geologico sulla modifica di destinazione d'uso del suolo è favorevole ma con consistenti limitazioni di carattere idraulico che richiedono verifiche locali preventive alla progettazione per minimizzare l'esposizione al rischio.

In generale, sono ammissibili opere edificatorie di ogni tipologia, comprese quelle che prevedono una significativa estensione areale.

Sono auspicabili interventi di prevenzione del dissesto idrogeologico e regimazioni idrauliche.

Per tutte le opere e azioni edificatorie sono sempre necessarie indagini geognostiche commisurate alla tipologia e all'entità dell'intervento in ottemperanza al D.M. 17/01/2018 e la conseguente valutazione della resistenza dei terreni nei confronti dei carichi indotti e della stabilità dei fronti di scavo.

È inoltre necessaria la valutazione della compatibilità idraulica nei riguardi delle condizioni locali di rischio secondo la metodologia riportata nell'Allegato 4 della D.G.R. IX/2616/2011.

Nello specifico andrà valutata la compatibilità dell'intervento rispetto ai risultati dello studio idraulico contenuto nel presente documento: confronto con le altezze idriche e le velocità di corrente massime per i diversi tempi di ritorno e valutazione delle condizioni di pericolosità e di rischio sulle opere in progetto e sugli usi previsti, nelle condizioni di stato di fatto e a seguito della realizzazione dell'intervento, e gli effetti delle opere in progetto, sulle aree circostanti per effetto della realizzazione dell'intervento.

Per interventi che non comportino modifiche e/o aperture delle parti esterne o, più in generale, non influiscano direttamente sulle condizioni di pericolosità, lo studio di compatibilità idraulica può essere sostituito da apposita asseverazione firmata da tecnico abilitato, dove devono essere specificate le condizioni di pericolosità contenute nel PGT che coinvolgono l'immobile oggetto di intervento e che devono rimanere inalterate anche a seguito dell'intervento stesso.

Sono sempre da prevedere opere di regimazione delle acque superficiali e il ricorso ad accorgimenti costruttivi che impediscano danni di carattere idraulico a beni e strutture, quali quelli indicati nell'Allegato 4 della D.G.R. IX/2616/2011 (vedi introduzione al paragrafo precedente).

Va prevista la rinuncia del soggetto interessato al risarcimento in caso di danno idraulico, escludendo da ogni responsabilità l'Amministrazione pubblica in ordine ad eventuali futuri danni a cose e a persone comunque derivanti dalle condizioni di pericolosità presenti e da quelle di vulnerabilità dell'immobile interessato.

Parte S – SE: l'area rientra in una classe di fattibilità 3, ciò significa che sono state riscontrate consistenti limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso per le condizioni di pericolosità/vulnerabilità individuate, per il superamento delle quali potrebbero rendersi necessari interventi specifici o opere di difesa.

Nello specifico si tratta di una sottoclasse "h" che individua le aree del centro edificato ad elevato rischio di esondazione.

Si tratta di aree classificate nelle mappe di pericolosità del PGRA come aree interessate da alluvioni frequenti (aree P3/H – Tr = 10 anni).

La modifica di destinazione d'uso del suolo è ammessa con consistenti limitazioni di carattere idraulico che richiedono verifiche locali preventive alla progettazione per minimizzare l'esposizione al rischio.

Per la classe in oggetto le possibilità edificatorie sono limitate ad interventi sugli edifici esistenti.

Sono esclusivamente consentiti interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo (art. 3 comma 1, lettere a), b), c) del DPR 380/2001), gli adeguamenti igienico-sanitari e quelli necessari per il rispetto delle norme di legge.

Sono altresì consentiti interventi di ristrutturazione edilizia, anche con sopraelevazione degli edifici con aumento di superficie o volume, ma senza l'aumento di suolo occupato o la modifica del sedime esistente; tali interventi saranno consentiti a condizione che gli stessi non comportino un significativo ostacolo al deflusso delle acque, o una riduzione apprezzabile della capacità di invaso delle aree stesse, e che in generale non aumentino il livello di rischio.

A tale scopo, sono da favorire soluzioni che prevedano la dismissione dei piani interrati e seminterrati (mediante tombatura con parziale o totale riempimento) nonché dei piani terreni (mediante formazione di porticati e/o pilotis) per il loro recupero mediante esecuzione in sopraelevazione.

Sono auspicabili interventi di prevenzione del dissesto idrogeologico e regimazioni idrauliche, gli interventi per la mitigazione del rischio idraulico e le opere rivolte al consolidamento strutturale dell'edificio o alla protezione dello stesso.

In caso di dismissione dell'edificato esistente, si dovrà procedere con la demolizione dei fabbricati e la sistemazione morfologica e ambientale delle aree occupate secondo modalità coerenti con la funzione originaria prioritariamente legata al ruolo di alveo di piena del corso d'acqua. Fino all'avvenuta demolizione, gli immobili e le opere di protezione dal rischio idraulico eventualmente connesse, dovranno essere mantenuti in adeguate condizioni di funzionalità.

Per tutte le opere e azioni edificatorie sono sempre necessarie indagini geognostiche commisurate alla tipologia e all'entità dell'intervento in ottemperanza al D.M. 17/01/2018 e la conseguente valutazione della resistenza dei terreni nei confronti dei carichi indotti e della stabilità dei fronti di scavo.

È inoltre necessaria la valutazione della compatibilità idraulica dell'intervento in progetto nei riguardi delle condizioni locali di pericolosità e rischio secondo la metodologia riportata nell'Allegato 4 della D.G.R. IX/2616/2011.

Nello specifico andrà valutata la compatibilità dell'intervento rispetto ai risultati dello studio idraulico contenuto nel presente documento: confronto con le altezze idriche e le velocità di corrente massime per i diversi tempi di ritorno e valutazione delle condizioni di pericolosità e di rischio sulle opere in progetto e sugli usi previsti, nelle condizioni di stato di fatto e a seguito della realizzazione dell'intervento, e gli effetti delle opere in progetto, sulle aree circostanti per effetto della realizzazione dell'intervento.

Per interventi che non comportino modifiche e/o aperture delle parti esterne o, più in generale, non influiscano direttamente sulle condizioni di pericolosità, lo studio di compatibilità idraulica può essere sostituito da apposita asseverazione firmata da tecnico abilitato, dove devono essere specificate le condizioni di pericolosità contenute nel PGT che coinvolgono l'immobile oggetto di intervento e che devono rimanere inalterate anche a seguito dell'intervento stesso.

Sono sempre da prevedere opere di regimazione delle acque superficiali e il ricorso ad accorgimenti costruttivi che impediscano danni di carattere idraulico a beni e strutture, quali quelli indicati nell'Allegato 4 della D.G.R. IX/2616/2011 (vedi introduzione al paragrafo precedente).

Va prevista la rinuncia del soggetto interessato al risarcimento in caso di danno idraulico, escludendo da ogni responsabilità l'Amministrazione pubblica in ordine ad eventuali futuri danni a

cose e a persone comunque derivanti dalle condizioni di pericolosità presenti e da quelle di vulnerabilità dell'immobile interessato.

Per gli insediamenti produttivi sono altresì da prevedere sistemi di controllo ambientale da definire in dettaglio in relazione alle tipologie di intervento.

Parte W: l'area rientra in una classe di fattibilità geologica 4.

L'alta pericolosità/vulnerabilità comporta gravi limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso.

Deve essere esclusa qualsiasi nuova edificazione, ivi comprese quelle interrate, se non opere tese al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti.

Per gli edifici esistenti sono consentite esclusivamente le opere relative ad interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, come definiti dall'art. 27, comma 1, lettere a), b), c) della l.r. 12/052, senza aumento di superficie o volume e senza aumento del carico insediativo. Sono consentite le innovazioni necessarie per l'adeguamento alla normativa antisismica.

Eventuali infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico possono essere realizzate solo se non altrimenti localizzabili; dovranno comunque essere puntualmente e attentamente valutate in funzione della tipologia di dissesto e del grado di rischio che determinano l'ambito di pericolosità/vulnerabilità omogenea.

Nello specifico si tratta di una sottoclasse "a" che individua le aree ad elevato rischio di esondazione, esterne al centro edificato.

Si tratta di aree classificate nelle mappe di pericolosità del PGRA come aree interessate da alluvioni frequenti (aree P3/H – Tr = 10 anni); aree individuate dallo studio idraulico come direttamente coinvolgibili da inondazioni al verificarsi della piena di riferimento (Tr 100 anni) con pericolosità H4.

Il parere geologico sulla modifica di destinazione d'uso del suolo non è favorevole per le gravi limitazioni di carattere idraulico

Non sono ammissibili nuove edificazioni e sono auspicabili interventi di prevenzione del dissesto idrogeologico e regimazioni idrauliche.

Per gli edifici esistenti sono consentiti esclusivamente gli interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, come definiti dall'Art. 3, comma 1, lettere a), b), c) del D.P.R. 380/2001, senza aumento di superficie o volume e senza aumento del carico insediativo.

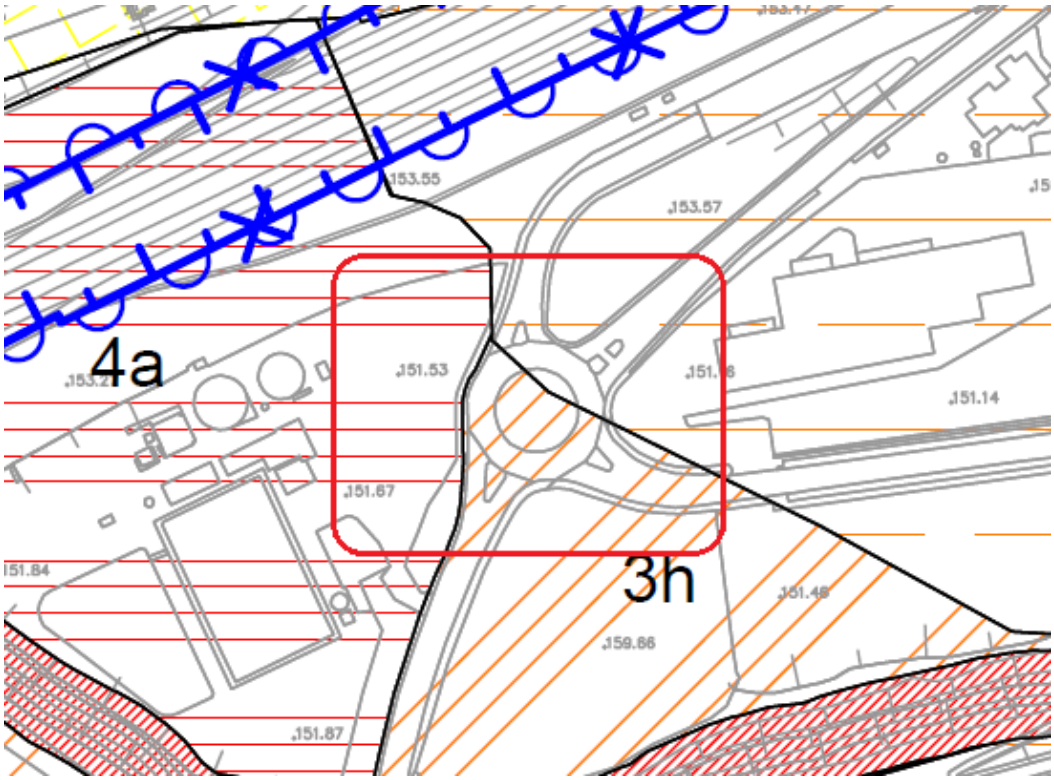
Sono altresì ammissibili le opere infrastrutturali pubbliche e di interesse pubblico che non siano altrimenti localizzabili.

Per tutte le opere e azioni edificatorie sono sempre necessarie indagini geognostiche commisurate alla tipologia e all'entità dell'intervento in ottemperanza al D.M. 17/01/2018 e la conseguente valutazione della resistenza dei terreni nei confronti dei carichi indotti e della stabilità dei fronti di scavo.

È inoltre necessaria la valutazione della compatibilità idraulica nei riguardi delle condizioni locali di rischio secondo la metodologia riportata nell'Allegato 4 della D.G.R. IX/2616/2011. Nello specifico andrà valutata la compatibilità dell'intervento rispetto ai risultati dello studio idraulico contenuto

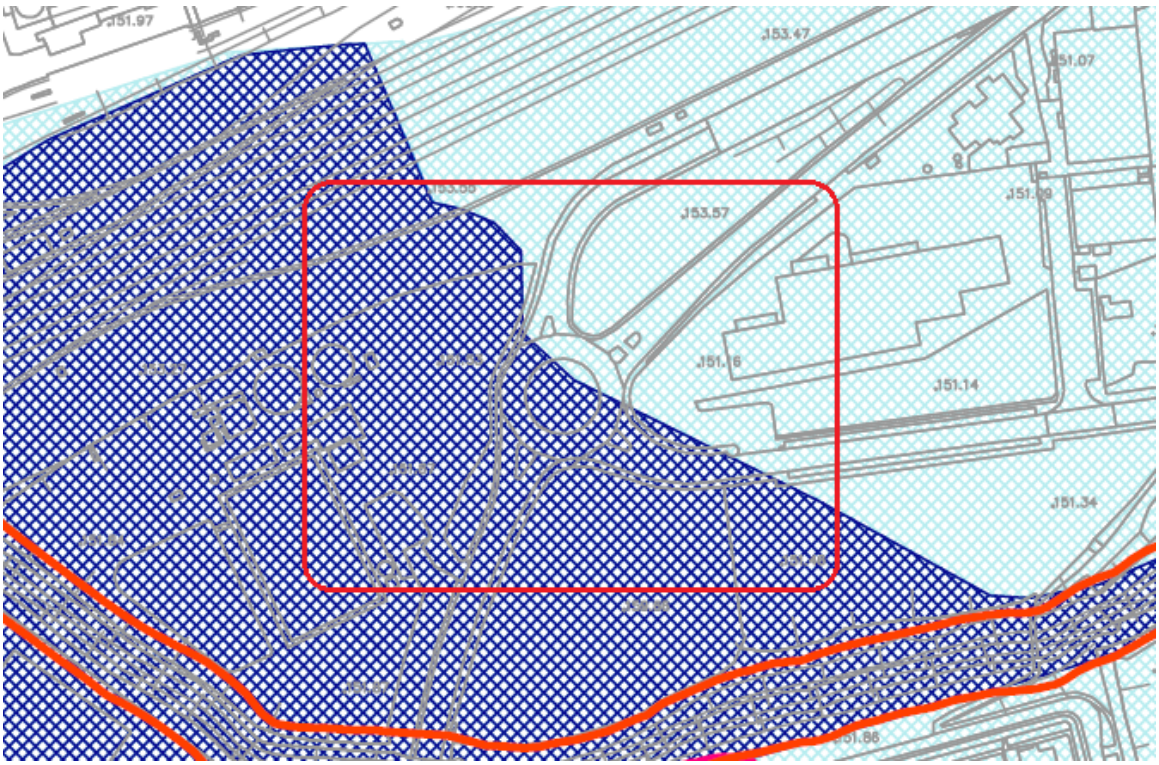
nel presente documento: confronto con le altezze idriche e le velocità di corrente massime per i diversi tempi di ritorno e valutazione delle condizioni di pericolosità e di rischio sulle opere in progetto e sugli usi previsti, nelle condizioni di stato di fatto e a seguito della realizzazione dell'intervento, e gli effetti delle opere in progetto, sulle aree circostanti per effetto della realizzazione dell'intervento.

Sono sempre da prevedere opere di regimazione delle acque superficiali e il ricorso ad accorgimenti costruttivi che impediscano danni di carattere idraulico a beni e strutture, quali quelli indicati nell'Allegato 4 della D.G.R. IX/2616/2011 (vedi introduzione al paragrafo precedente).



CLASSE DI FATTIBILITA' D.G.R. IX/2616/11	PRINCIPALI CARATTERISTICHE	PARERE GEOLOGICO SULLA MODIFICA DI DESTINAZIONE D'USO
3d Aree potenzialmente interessate da alluvioni rare	Aree potenzialmente interessate da alluvioni rare, e comseguenti allagamenti urbani, comprendenti: aree ricadenti nella fascia di deflusso della piena catastrofica definita dal PAI (Fascia C); aree classificate nelle mappe di pericolosità del PGRA come aree interessate da alluvioni rare (aree P1/L – Tr = 500 anni).	Favorevole ma con consistenti limitazioni di carattere idraulico che richiedono verifiche locali preventive alla progettazione per minimizzare l'esposizione al rischio.
3h Aree del centro edificato ad elevato rischio di esondazione	Aree comprese nel centro edificato esistente a rischio di esondazione, comprendenti: - aree classificate nelle mappe di pericolosità del PGRA come aree interessate da alluvioni frequenti (aree P3/H - Tr = 10 anni); - aree individuate dallo studio idraulico come direttamente coinvolgibili da inondazioni al verificarsi della piena di riferimento (Tr 100 anni) con pericolosità H4.	Ammessa con consistenti limitazioni di carattere idraulico che richiedono verifiche locali preventive alla progettazione per minimizzare l'esposizione al rischio
4a Aree ad elevato rischio di esondazione	Aree ad elevato rischio di esondazione, esterne al centro edificato, comprendenti: aree ricadenti nella fascia di deflusso della piena definita dal PAI (Fascia A); aree classificate nelle mappe di pericolosità del PGRA come aree interessate da alluvioni frequenti (aree P3/H - Tr = 10 anni); aree individuate dallo studio idraulico come direttamente coinvolgibili da inondazioni al verificarsi della piena di riferimento (Tr 100 anni) con pericolosità H4.	Non favorevole per le gravi limitazioni di carattere idraulico

Stralcio carta di fattibilità "Zona 4", fonte PGT



Stralcio della carta dei vincoli "Zona 4", fonte PGT

Zona 5

Parte W, S ed E: l'area rientra in una classe di fattibilità 3, ciò significa che sono state riscontrate consistenti limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso per le condizioni di pericolosità/vulnerabilità individuate, per il superamento delle quali potrebbero rendersi necessari interventi specifici o opere di difesa.

Nello specifico si tratta di una sottoclasse "d" che individua le aree potenzialmente interessate da alluvioni rare.

Si tratta di aree ricadenti nella fascia di deflusso della piena catastrofica definita dal PAI (Fascia C); aree classificate nelle mappe di pericolosità del PGRA come aree interessate da alluvioni rare (aree P1/L – Tr = 500 anni).

Il parere geologico sulla modifica di destinazione d'uso del suolo è favorevole ma con consistenti limitazioni di carattere idraulico che richiedono verifiche locali preventive alla progettazione per minimizzare l'esposizione al rischio.

In generale, sono ammissibili opere edificatorie di ogni tipologia, comprese quelle che prevedono una significativa estensione areale. Sono auspicabili interventi di prevenzione del dissesto idrogeologico e regimazioni idrauliche.

Per tutte le opere e azioni edificatorie sono sempre necessarie indagini geognostiche commisurate alla tipologia e all'entità dell'intervento in ottemperanza al D.M. 17/01/2018 e la conseguente valutazione della resistenza dei terreni nei confronti dei carichi indotti e della stabilità dei fronti di scavo.

È inoltre necessaria la valutazione della compatibilità idraulica nei riguardi delle condizioni locali di rischio secondo la metodologia riportata nell'Allegato 4 della D.G.R. IX/2616/2011.

Nello specifico andrà valutata la compatibilità dell'intervento rispetto ai risultati dello studio idraulico contenuto nel presente documento: confronto con le altezze idriche e le velocità di corrente massime per i diversi tempi di ritorno e valutazione delle condizioni di pericolosità e di rischio sulle opere in progetto e sugli usi previsti, nelle condizioni di stato di fatto e a seguito della realizzazione dell'intervento, e gli effetti delle opere in progetto, sulle aree circostanti per effetto della realizzazione dell'intervento.

Per interventi che non comportino modifiche e/o aperture delle parti esterne o, più in generale, non influiscano direttamente sulle condizioni di pericolosità, lo studio di compatibilità idraulica può essere sostituito da apposita asseverazione firmata da tecnico abilitato, dove devono essere specificate le condizioni di pericolosità contenute nel PGT che coinvolgono l'immobile oggetto di intervento e che devono rimanere inalterate anche a seguito dell'intervento stesso.

Sono sempre da prevedere opere di regimazione delle acque superficiali e il ricorso ad accorgimenti costruttivi che impediscano danni di carattere idraulico a beni e strutture, quali quelli indicati nell' Allegato 4 della D.G.R. IX/2616/2011 (vedi introduzione al paragrafo precedente).

Va prevista la rinuncia del soggetto interessato al risarcimento in caso di danno idraulico, escludendo da ogni responsabilità l'Amministrazione pubblica in ordine ad eventuali futuri danni a cose e a persone comunque derivanti dalle condizioni di pericolosità presenti e da quelle di vulnerabilità dell'immobile interessato.

Parte N: l'area rientra in una classe di fattibilità geologica 4.

L'alta pericolosità/vulnerabilità comporta gravi limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso.

Deve essere esclusa qualsiasi nuova edificazione, ivi comprese quelle interrate, se non opere tese al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti.

Per gli edifici esistenti sono consentite esclusivamente le opere relative ad interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, come definiti dall'art. 27, comma 1, lettere a), b), c) della l.r. 12/052, senza aumento di superficie o volume e senza aumento del carico insediativo. Sono consentite le innovazioni necessarie per l'adeguamento alla normativa antisismica.

Eventuali infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico possono essere realizzate solo se non altrimenti localizzabili; dovranno comunque essere puntualmente e attentamente valutate in funzione della tipologia di dissesto e del grado di rischio che determinano l'ambito di pericolosità/vulnerabilità omogenea.

Nello specifico si tratta di una sottoclasse “c” che comprende le aree adiacenti ai corsi d'acqua del reticolo principale, ai canali appartenenti al reticolo di bonifica e alle aste dei fontanili appartenenti al reticolo minore, estese a 10 m dagli argini per il Reticolo Principale e il Reticolo Minore, 6 m dagli argini per i canali derivatori (Reticolo di Bonifica secondario) e 5 m dagli argini per il Reticolo di Bonifica terziario, da mantenere a disposizione per consentire l'accessibilità per interventi di manutenzione.

Il parere geologico sulla modifica di destinazione d'uso del suolo non è favorevole per le gravi limitazioni di carattere idraulico e idrogeologico e condizionato al rispetto delle esigenze di conservazione e recupero morfologico, paesistico ambientale e della funzione e nel rispetto della vulnerabilità all'inquinamento della falda idrica sotterranea.

Si ritengono ammissibili solo opere infrastrutturali e opere di urbanizzazione pubbliche e di interesse pubblico che non siano altrimenti localizzabili, se compatibili con l'esigenza di conservazione e recupero dei corsi d’acqua naturali ed artificiali ed a condizione che si tratti di azioni opportunamente progettate sotto il profilo idraulico ed ambientale.

Nella classe IV di fattibilità il verde, sia coltivato che allo stato naturale, costituisce una difesa attiva e passiva sia dell’ambiente circostante che delle risorse idrogeologiche.

Entro tali zone sono vietate trasformazioni e/o modificazioni dello stato di fatto che inducano, direttamente e/o indirettamente, rischi o che peggiorino lo stato di fatto.

Sono al contrario ammessi tutti gli interventi di bonifica, salvaguardia, potenziamento e trasformazione che abbiano come obiettivi:

- La salvaguardia dell’ambiente dal punto di vista dell’inquinamento idrico ed acustico

- La tutela degli aspetti idrogeologici

In riferimento alle destinazioni d’uso nella classe 4 sono ammesse unicamente:

- L’attività agro-silvo-pastorale

- La creazione di aree verdi pubbliche e/o di uso pubblico

- La formazione di giardini e parchi privati

- Opere pubbliche e/o di interesse collettivo.

Per gli edifici esistenti sono consentiti esclusivamente gli interventi previsti dall’Art. 11 della L.R. 4/2016, in ogni caso limitati alla manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro e risanamento conservativo degli edifici, così come definiti dall’Art. 3, comma 1, lettere a), b), c) del D.P.R. 380/2001.

Ferma restando la necessità di acquisire nulla osta del proprietario/gestore del corpo idrico, ogni intervento che interessi il reticolo idrografico naturale o artificiale, sia esso di natura strutturale (modifica del corso) che idraulica (scarichi idrici), ai fini della prevenzione del dissesto idraulico/idrogeologico si richiede necessariamente l'effettuazione di studi di compatibilità idraulica delle opere nei riguardi delle condizioni locali di rischio di esondazione, secondo la metodologia riportata nell’Allegato 4 della D.G.R. IX/2616/2011 e /o verifiche dell’equivalenza idraulica delle modifiche proposte rispetto alle condizioni precedenti.

Tali studi dovranno pertanto coadiuvare la progettazione per la corretta gestione delle acque.

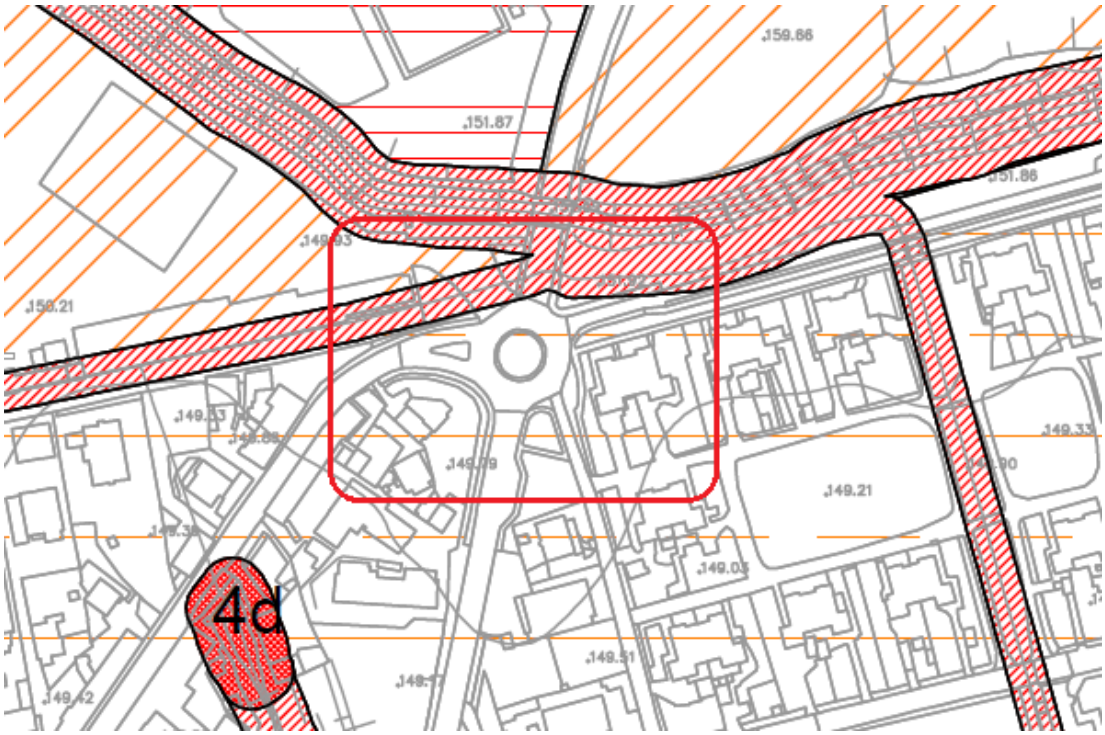
Per tutte le opere e azioni edificatorie sono sempre necessarie indagini geognostiche commisurate alla tipologia e all'entità dell'intervento in ottemperanza al D.M. 17/01/2018 e la conseguente valutazione della resistenza dei terreni nei confronti dei carichi indotti e della stabilità dei fronti di scavo.

Per ogni intervento dovrà essere valutata, tramite monitoraggio piezometrico, la possibile interazione delle acque di falda con l'opera stessa, sia in fase realizzativa che di esercizio.

Sono sempre da prevedere opere di regimazione delle acque superficiali e il ricorso ad accorgimenti costruttivi che impediscano danni di carattere idraulico a beni e strutture, quali quelli indicati nell'Allegato 4 della D.G.R. IX/2616/2011 (vedi introduzione al paragrafo precedente).

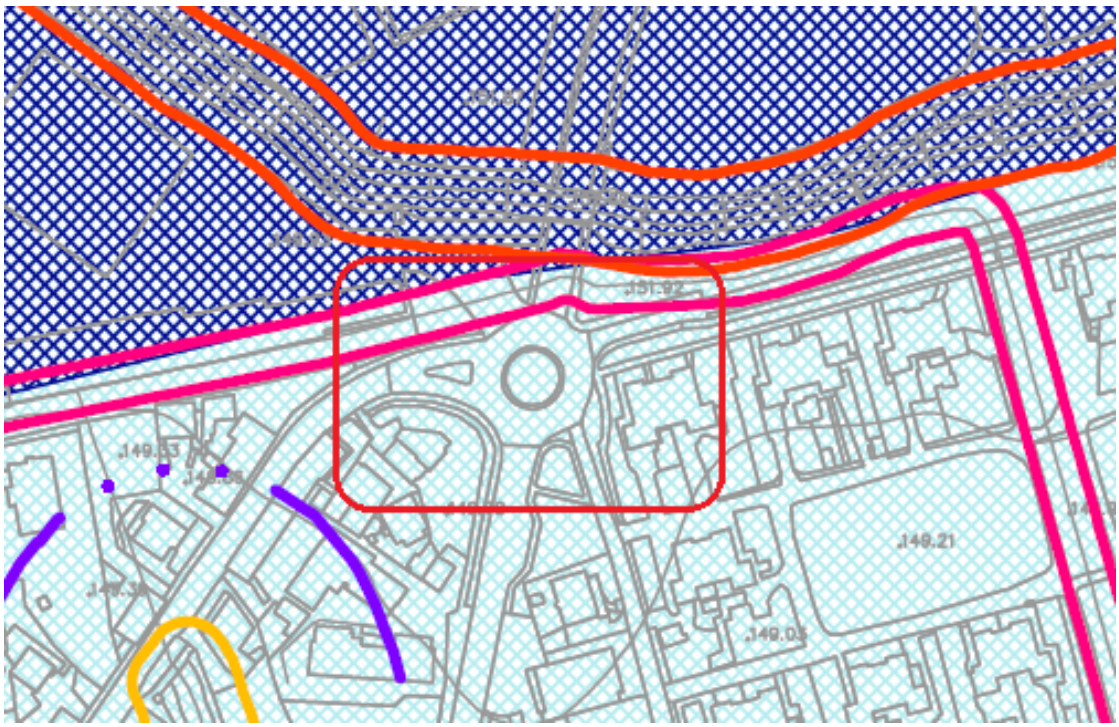
Sia per ragioni ambientali che di sicurezza, dovranno essere messi in opera sistemi di contrasto delle acque sotterranee che possono rinvenirsi a debole profondità e interferire con le strutture di fondazione e i vani interrati.

Infine, dovranno essere previsti interventi di recupero morfologico e ambientale.



CLASSE DI FATTIBILITA' D.G.R. IX/2616/11	PRINCIPALI CARATTERISTICHE	PARERE GEOLOGICO SULLA MODIFICA DI DESTINAZIONE D'USO
3d Aree potenzialmente interessate da alluvioni rare	Aree potenzialmente interessate da alluvioni rare, e comseguenti allagamenti urbani, comprendenti: aree ricadenti nella fascia di deflusso della piena catastrofica definita dal PAI (Fascia C); aree classificate nelle mappe di pericolosità del PGRA come aree interessate da alluvioni rare (aree P1/L – Tr = 500 anni).	Favorevole ma con consistenti limitazioni di carattere idraulico che richiedono verifiche locali preventive alla progettazione per minimizzare l'esposizione al rischio.
4c Aree adiacenti ai corsi d'acqua	Aree adiacenti ai corsi d'acqua del reticolo principale, ai canali appartenenti al reticolo di bonifica e alle aste dei fontanili appartenenti al reticolo minore, estese a 10 m dagli argini per il Reticolo Principale e il Reticolo Minore, 6 m dagli argini per i canali derivatori (Reticolo di Bonifica secondario) e 5 m dagli argini per il Reticolo di Bonifica terziario, da mantenere a disposizione per consentire l'accessibilità per interventi di manutenzione.	Non favorevole per le gravi limitazioni di carattere idraulico e idrogeologico e condizionato al rispetto delle esigenze di conservazione e recupero morfologico, paesistico ambientale e della funzione e nel rispetto della vulnerabilità all'inquinamento della falda idrica sotterranea.

Stralcio carta di fattibilità "Zona 5", fonte PGT



VINCOLI DI POLIZIA IDRAULICA

(le distanze dai corsi d'acqua devono intendersi misurate dal piede arginale esterno o, in assenza di argini in rilevato dalla sommità della sponda incisa)

Fascia di rispetto del reticolo idrico principale estesa per 10 m dagli argini: fascia di inedificabilità assoluta estesa a 10 m dagli argini secondo quanto definito dal R.D. 523/1904

Fascia di rispetto del reticolo di bonifica secondario, di competenza del Consorzio Est Ticino Villoresi, estesa per 6 m dagli argini

AREE ALLAGABILI DEL PGRA

Aree potenzialmente interessate da alluvioni frequenti P3/H

Aree potenzialmente interessate da alluvioni rare P1/L

Stralcio della carta dei vincoli "Zona 5", fonte PGT

2. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA DEL SITO

2.1. GEOMORFOLOGIA

Il territorio comunale di Rho presenta un andamento relativamente pianeggiante con blando declivio verso Sud/Sud – Est e quote comprese tra circa 170 e 140 m s.l.m.

Il sito indagato appartiene all'ambito geomorfologico dell'"Alta pianura ghiaiosa" appartenente al "Livello Fondamentale della Pianura".

Esso costituisce il settore apicale della piana proglaciale o "piana pedemontana", addossata ai rilievi (montagna, apparati morenici e terrazzi antichi), formata dalla coalescenza dei conoidi alluvionali, a morfologia subpianeggiante o leggermente convessa, costituiti da sedimenti fluvioglaciali grossolani non alterati. Sul territorio di Rho rappresenta l'ambito più esteso, con ampie superfici a morfologia subpianeggiante, solcate da evidenti tracce di paleoidrografia a canali intrecciati e talvolta dolcemente ondulate in prossimità dei principali solchi vallivi.

Il contesto generale nell'intorno si contraddistingue, in genere, per una discreta urbanizzazione produttivo – residenziale.

2.2 GEOLOGIA

Dalla documentazione geologica di PGT si deduce che l'area indagata rientra nell'unità geologica denominata "Sintema di Cantù (LCa) - Supersintema dei laghi" (Pleistocene sup.).

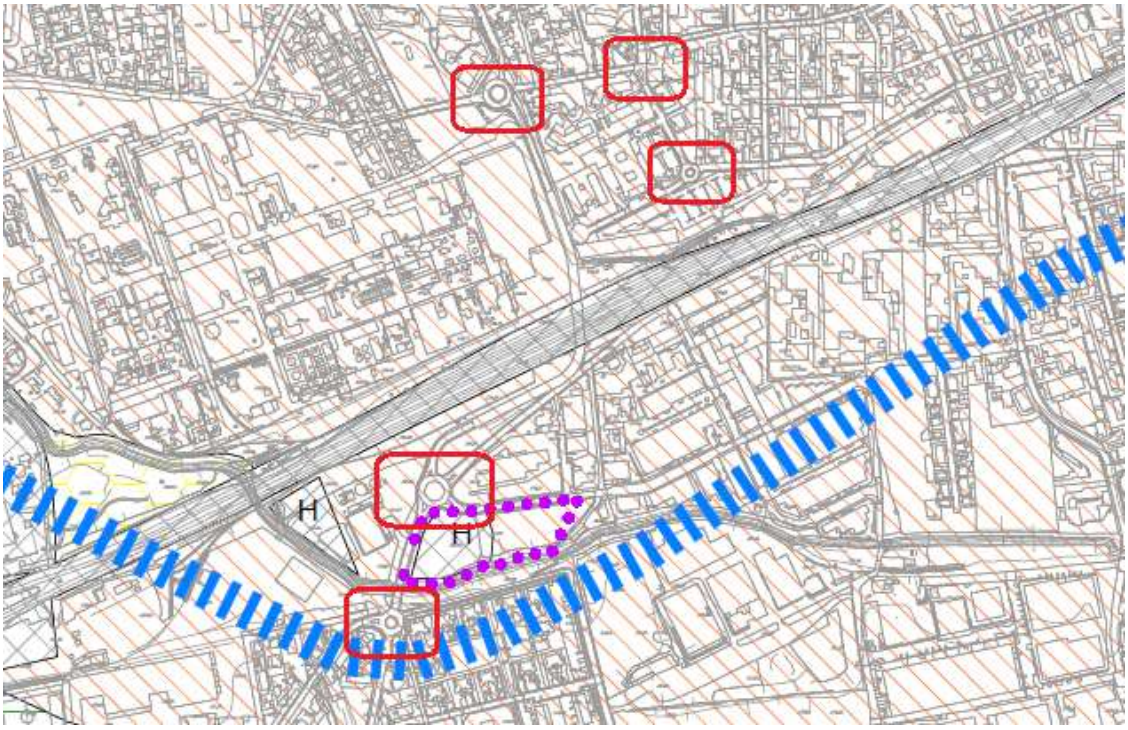
Depositi fluvioglaciali costituiti da ghiaie a supporto clastico con matrice sabbiosa e da sabbie ghiaiose.

La copertura loessica è assente.

La petrografia dei clasti indica un'alimentazione da parte del bacino del Fiume Olona ed è dominata da rocce metamorfiche, quarzo, rocce ipoabissali/vulcaniche e diaspro.

Il limite superiore coincide con la superficie topografica o con una superficie erosionale su cui poggiano in discordanza i depositi del Sintema del Po.

Inferiormente l'unità poggia sui depositi dell'Unità di Minoprio.



Sintema di Cantù (LCa) - Supersintema dei laghi
Pleistocene sup.
Depositi fluvioglaciali costituiti da ghiaie a supporto clastico con matrice sabbiosa e da sabbie ghiaiose. Copertura loessica assente

Aree di cava cessata (dati catasto cave di Regione Lombardia)

ELEMENTI GEOMORFOLOGICI

Linea delle risorgive

Stralcio della carta geologica, fonte PGT

3. CARATTERIZZAZIONE IDROGRAFICA E IDROGEOLOGICA DEL SITO

3.1 IDROGRAFIA

Di particolare interesse idrologico idraulico rientra l'intervento in zona 5 che prevede la realizzazione di un manufatto di attraversamento del fiume Olona.

Il fiume nasce a 548 m s.l.m. in località Fornaci della Riana alla Rasa di Varese, presso il Sacro Monte di Varese, all'interno del Parco regionale Campo dei Fiori. Solcata la Valle Olona e attraversato l'Alto Milanese, l'Olona giunge a Rho, dove versa parte delle sue acque nel Canale Scolmatore di Nord Ovest. Passata Pero, il fiume entra a Milano, dove, all'uscita del suo percorso sotterraneo, confluisce nel Lambro Meridionale in località San Cristoforo ponendo fine al suo corso. L'Olona misura 71 km di lunghezza e possiede un bacino idrografico di 911 km². Il bacino idrografico dell'Olona si estende su parte delle province di Varese, Milano e, in minima parte, Como, interessando anche una parte di territorio svizzero. Il bacino imbrifero misura invece 370 km².

Il regime dell'Olona è tipicamente torrentizio a causa dell'assenza di specchi d'acqua intermedi che ne regolino la portata. Ha periodi di portata elevata a marzo, aprile, ottobre e novembre, e periodi di magra - seppur non di secca - a luglio, agosto, dicembre e gennaio. Il regime del fiume è quindi caratterizzato da una portata molto variabile che è funzione delle stagioni e delle precipitazioni meteorologiche. Questa variabilità causa da sempre difficoltà tecniche nella fase di dimensionamento delle infrastrutture destinate a contenerne le piene.

La portata media dell'Olona a Ponte Gurone di Malnate è di 2,3 m³/s. A Rho, dopo che l'Olona riceve gli apporti del Bozzente e della Lura, la portata media tocca il valore di 6,9 m³/s (18 m³/s la massima). Durante la piena storica del 1951, a Castellanza è stata registrata una portata di 48,1 m³/s, mentre quella minima, nel 1941 e nel 1950, ha toccato il valore record di 0,05 m³/s.

La pendenza media del corso del fiume è del 6 ‰ (0,6%) a fronte di una caduta complessiva di 435 m. Quest'ultima è calcolata sottraendo l'altitudine della confluenza nel Lambro Meridionale (113 m s.l.m.) alla quota della sorgente principale (548 m s.l.m.). La larghezza media dell'alveo raggiunge invece i 5 m a Malnate, gli 8 m a Nerviano e i 18 m a Milano.

Di seguito si espone un sunto dello studio idraulico “Interventi di riordino idraulico e riqualificazione del fiume Olona ne tratto urbano Rho (Lucernate) – Pero” 2014.

Sulla base delle considerazioni espresse nei capitoli precedenti il modello ha condotto all'individuazione degli idrogrammi di piena che nello stato attuale si formano in tutte le sezioni lungo l'asta principale dell'Olona e, contemporaneamente, dei profili idrici di moto per i tempi di ritorno di 10 e 100 anni.

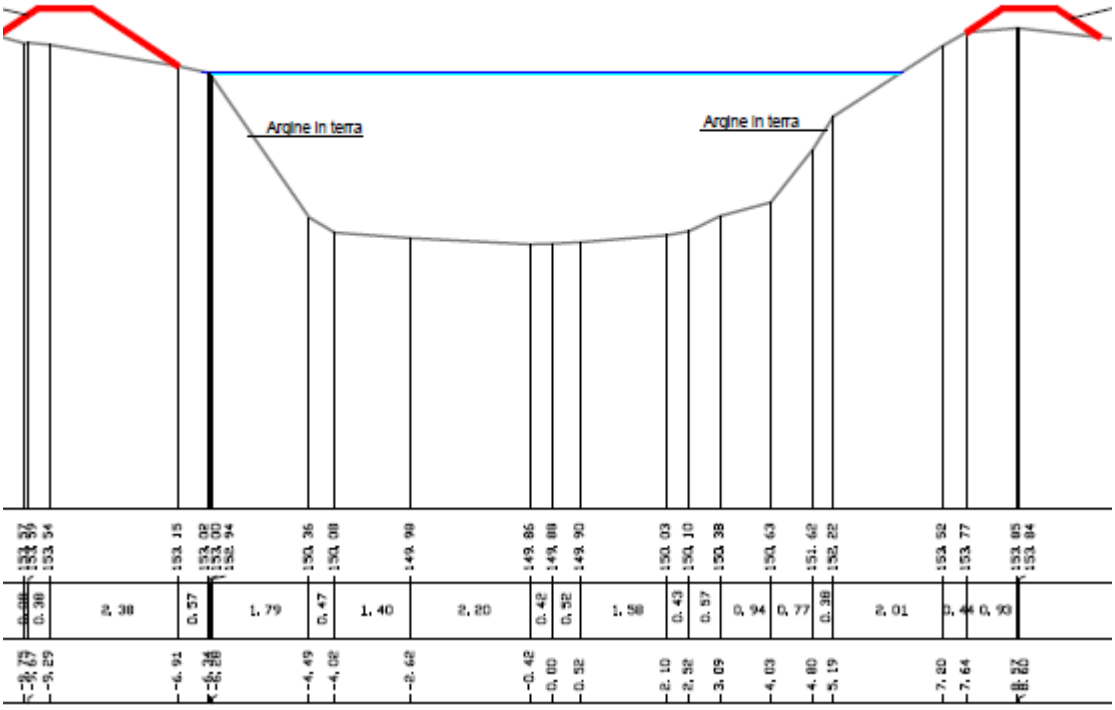
Dal modello idraulico, risulta che la portata di piena scolmata dall'Olona in corrispondenza della "Presa Olona 1" nel Ramo Olona è di circa 32 mc/s, mentre a valle di Rho la portata scolmata alla "Presa Olona 2" nel CSNO è di circa 20 mc/s per un evento con tempo di ritorno 100 anni. Tali valori sono in ottimo accordo con le portate di progetto dei due manufatti e conformi con quanto sostenuto dai Responsabili Tecnici della Provincia di Milano.

Durante gli eventi di piena vengono aperte manualmente tutte e tre le paratoie fino al massimo, scolmando dall'Olona una portata di circa 30 mc/s. In base alle simulazioni idrauliche effettuate la portata che prosegue a valle risulta pari a circa 75 mc/s rispetto ad un'officiosità idraulica del tratto di circa 40 mc/s. Si verificano pertanto allagamenti soprattutto in destra idrografica nell'area compresa tra l'Olona, il Ramo Olona e, a sud, la S.p. 214, appena a monte del deposito Agip. L'allagamento prosegue verso valle superando la linea ferroviaria Milano – Novara chiudendosi completamente in corrispondenza della sez. OL0.19.1.

Inquadramento fotografico area destinata ad accogliere il nuovo attraversamento

Distanza da pallino a pallino 7,5 m

Sezioni pregresse ponte Via Magenta



Sezione nr. 3 immediatamente a valle del ponte di Via Magenta

Sezione trapezia

base maggiore 12,39 m

base minore 6 m

altezza alveo naturale centro alveo 2,3 m

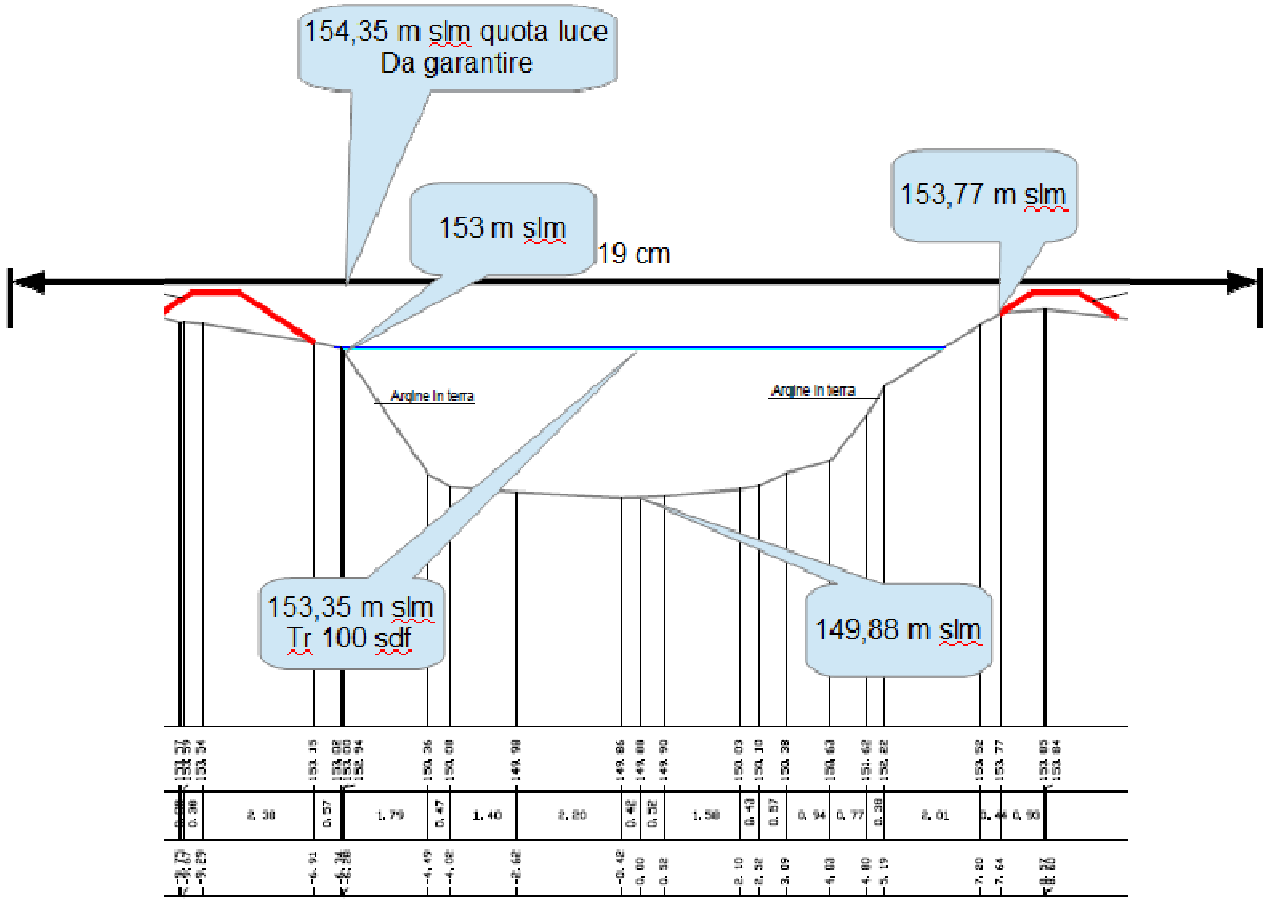
altezza alveo post realizzazione argini 3,16 m

Il funzionamento idraulico del fiume Olona nel tratto interessato dagli interventi di adeguamento idraulico previsti dal presente progetto, è stato verificato per eventi con tempo di ritorno di 10 e 100 anni nelle seguenti configurazioni di assetto del corso d'acqua::

- Stato di fatto;
- Realizzazione degli interventi di adeguamento previsti nel presente progetto ;
- Assetto di progetto definito dal PAI e descritto nel precedente paragrafo con realizzazione degli interventi previsti nel presente progetto.

Di seguito sono riportati i livelli idrici risultanti dalle modellazioni sopra elencate:

RISULTATI MODELLAZIONE IDRAULICA TRATTO DI FIUME OLONA ALL'INTERNO DEI COMUNI DI RHO E PERO.							
	PROG.	LIVELLI T = 100 ANNI			LIVELLI T = 10 ANNI		
	[m]	SDF	PROG. RHO - PERO	PROG.	SDF	PROG. RHO - PERO	PROG.
SEZIONE _1M	55'820.00	153.688	153.35	153.375	153.563	153.22	153.074
SEZIONE _1V	55'832.00	153.305	152.94	153.192	153.24	153.05	152.8
SEZIONE _2	55'832.88	153.324	152.96	153.201	153.258	152.88	152.816
SEZIONE _3	55'843.40	153.355	153.00	153.214	153.29	152.93	152.834



Le verifiche svolte dimostrano che l'attraversamento in progetto dovrà avere l'intradosso ad una quota pari a 1 m al di sopra del livello della piena di progetto Tr 100, tale quota corrisponde ad un livello assoluto pari a 154,35 m slm.

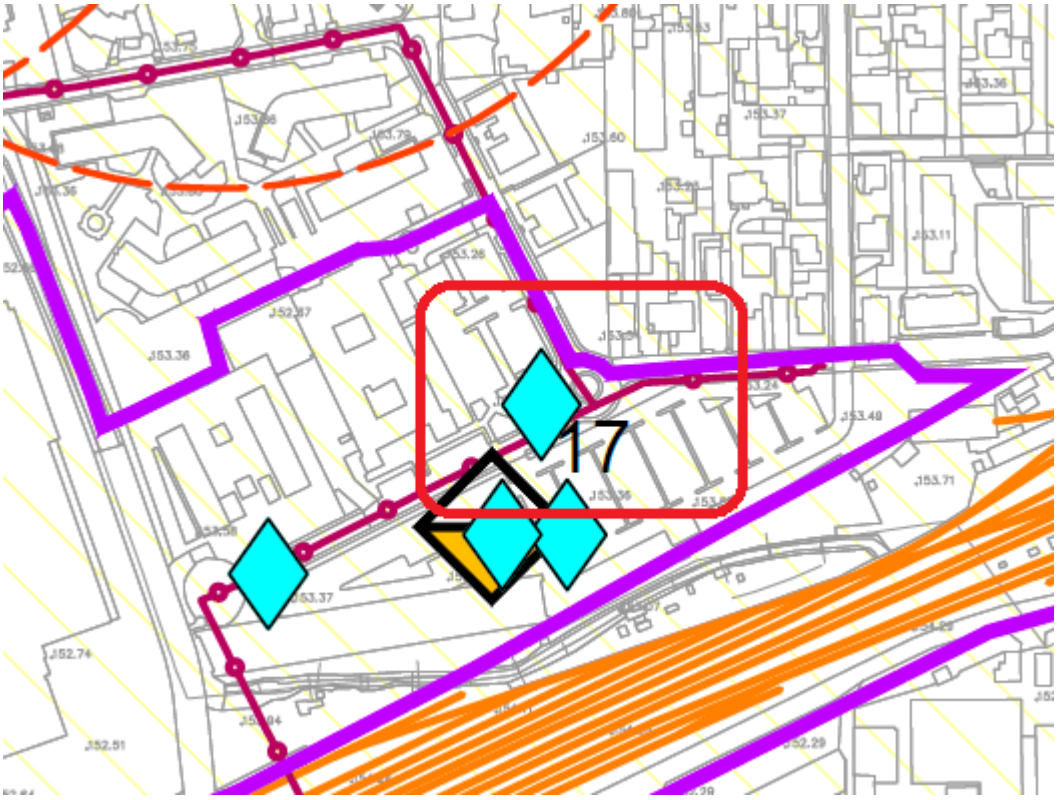
3.2 IDROGEOLOGIA

Dalla documentazione consultata si evince che per le zone n° 1,2 e 3 la soggiacenza delle acque sotterranee è compresa tra i 5 e i 7,5 metri dal p.c. con una direzione di scorrimento rivolta verso SE.

Per le zone n° 4 e 5 la soggiacenza delle acque sotterranee è compresa tra i 2,5 e i 5 metri dal p.c. con una direzione di scorrimento sempre rivolta verso SE.

L'area indagata appartiene all'acquifero "A" presente con continuità in tutto il territorio comunale con uno spessore medio di 50 m, corrisponde alla parte più superficiale dell'acquifero tradizionale (acquifero I), attualmente caratterizzato da soggiacenze variabili da > 10 m a < 2,5 m dal p.c.

È costituita prevalentemente da litologie grossolane ad elevata permeabilità (ghiaie, sabbie e ciottoli), a cui si intercalano localmente livelli argilloso - limosi di limitato spessore e continuità areale.



ELEMENTI IDROGEOLOGICI

Piezometri

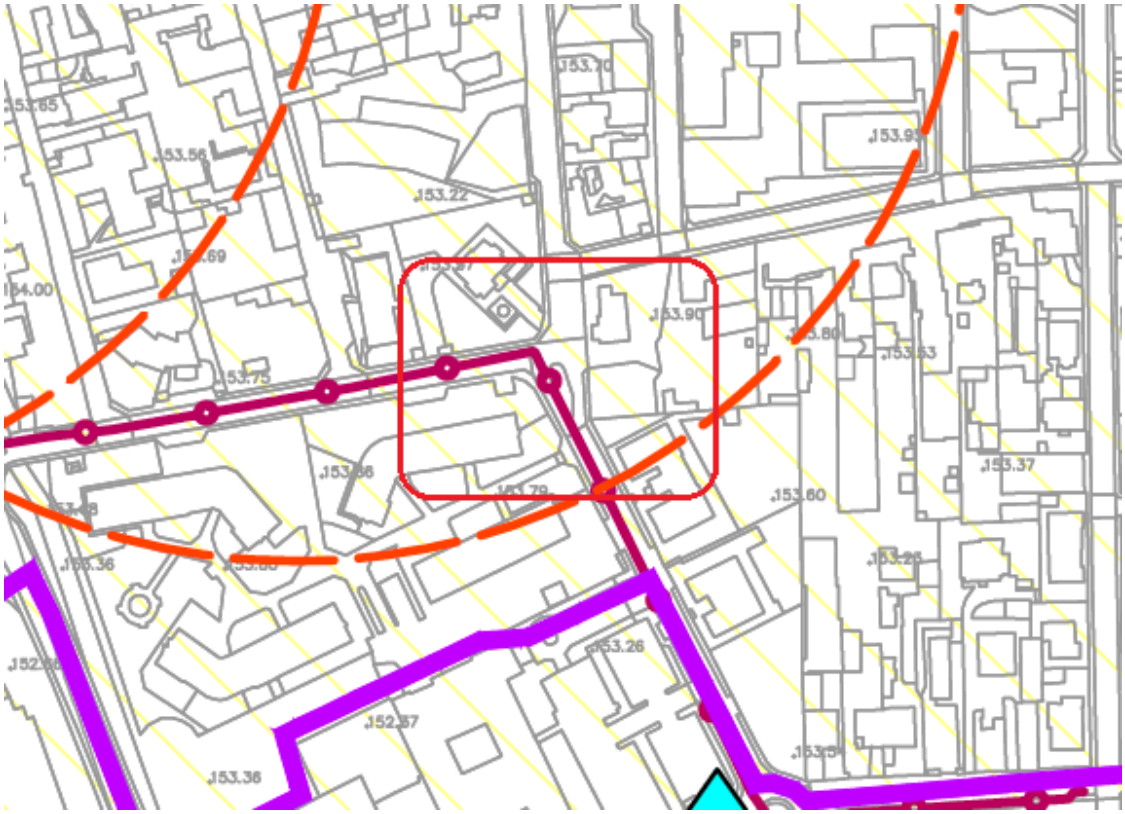
PRODUTTORI REALI E POTENZIALI DI INQUINAMENTO

Aree dove sono in corso interventi di bonifica da contaminazioni ambientali ai sensi de D.Lgs. 152/06 e s.m.i. (dati da Città Metropolitana di Milano).

Collettore fognario

Aree con concentrazione di generiche attività produttive (tessuti consolidati produttivi desunti da dati DUSAF - > 3ha)

Stralcio della carta idrogeologica "Zona 1", fonte PGT



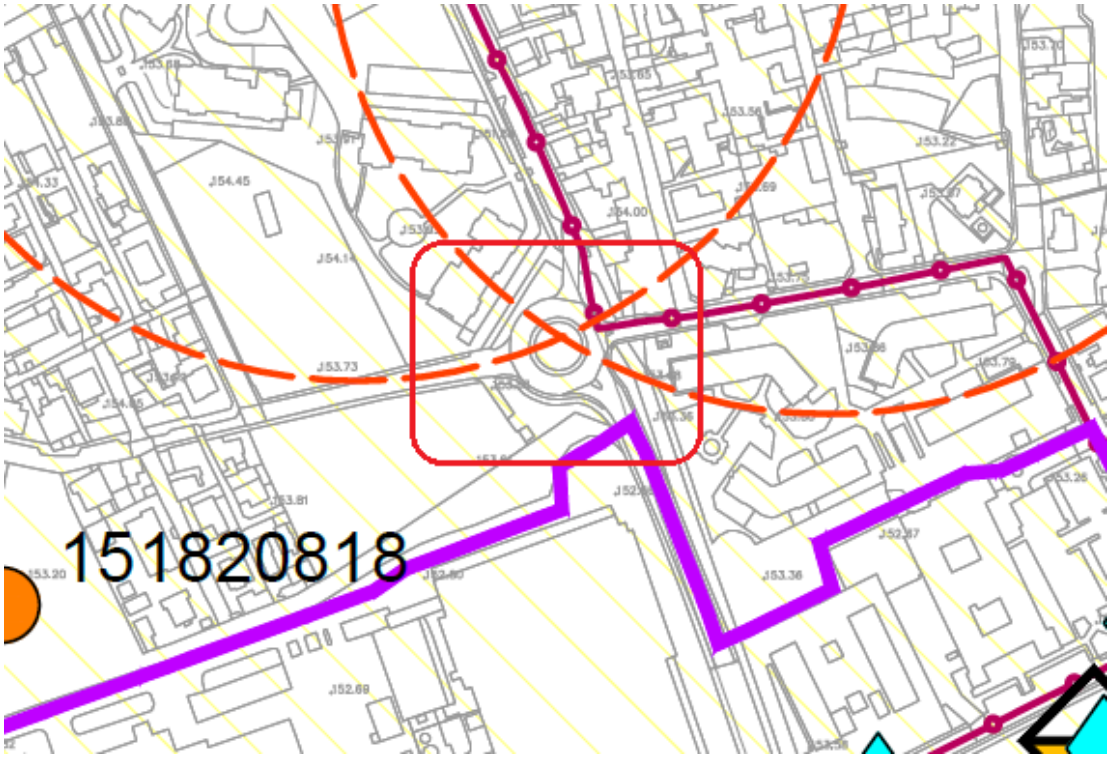
PREVENTORI E/O RIDUTTORI DELL'INQUINAMENTO

Zona di rispetto vigente dei pozzi ad uso idropotabile, definita con criterio geometrico (200 m dall'asse del pozzo)

Collettore fognario

Aree con concentrazione di generiche attività produttive (tessuti consolidati produttivi desunti da dati DUSAF - > 3ha)

Stralcio della carta idrogeologica "Zona 2", fonte PGT



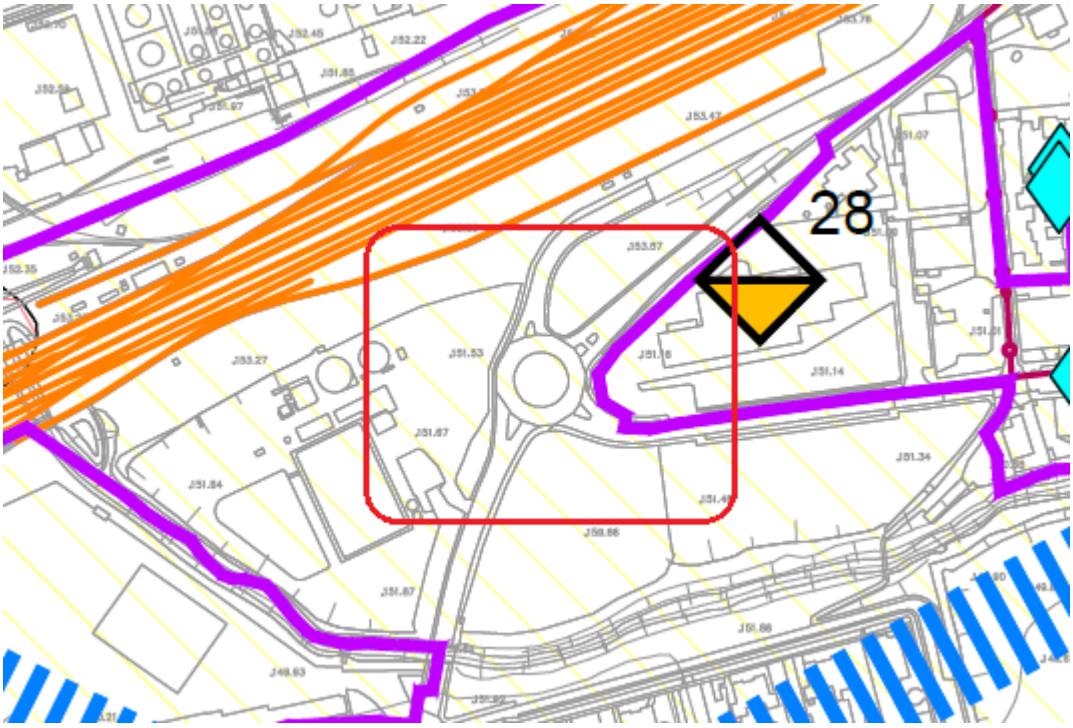
PREVENTORI E/O RIDUTTORI DELL'INQUINAMENTO

Zona di rispetto vigente dei pozzi ad uso idropotabile, definita con criterio geometrico (200 m dall'asse del pozzo)

Collettore fognario

Aree con concentrazione di generiche attività produttive (tessuti consolidati produttivi desunti da dati DUSAF - > 3ha)

Stralcio della carta idrogeologica "Zona 3", fonte PGT



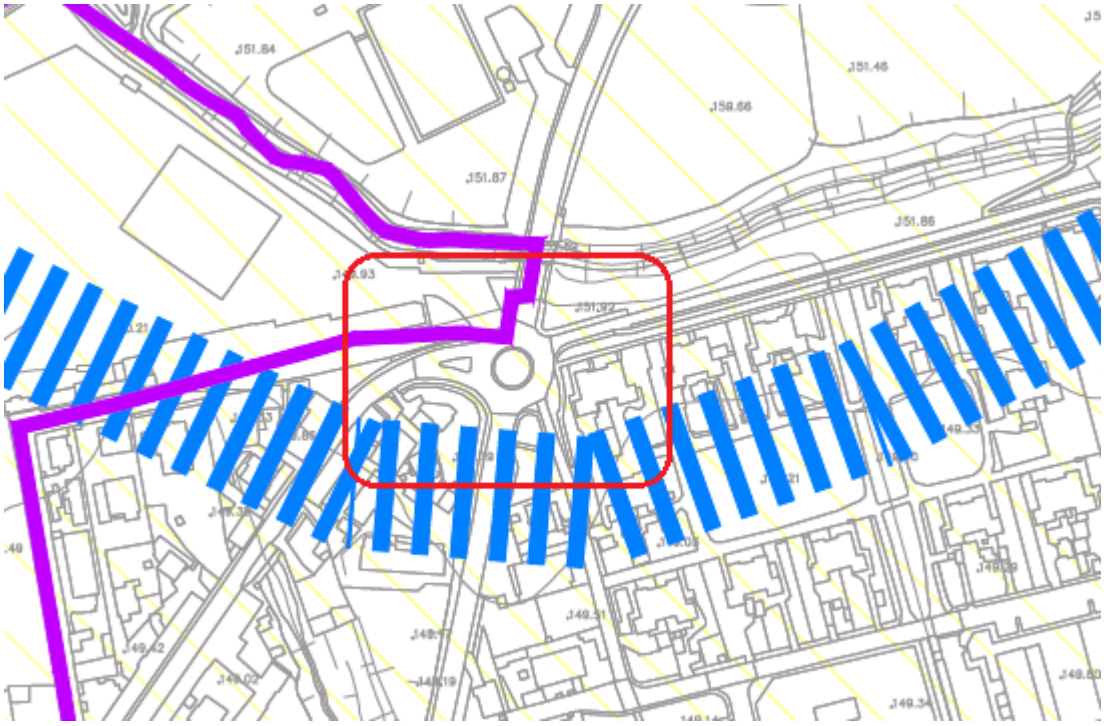
Aree con concentrazione di generiche attività produttive (tessuti consolidati produttivi desunti da dati DUSAF - > 3ha)

PRODUTTORI REALI E POTENZIALI DI INQUINAMENTO

N

Aree dove sono in corso interventi di bonifica da contaminazioni ambientali ai sensi de D.Lgs. 152/06 e s.m.i. (dati da Città Metropolitana di Milano).

Stralcio della carta idrogeologica "Zona 4", fonte PGT



Aree con concentrazione di generiche attività produttive (tessuti consolidati produttivi desunti da dati DUSAF - > 3ha)

ELEMENTI IDROGEOLOGICI

Linea delle risorgive

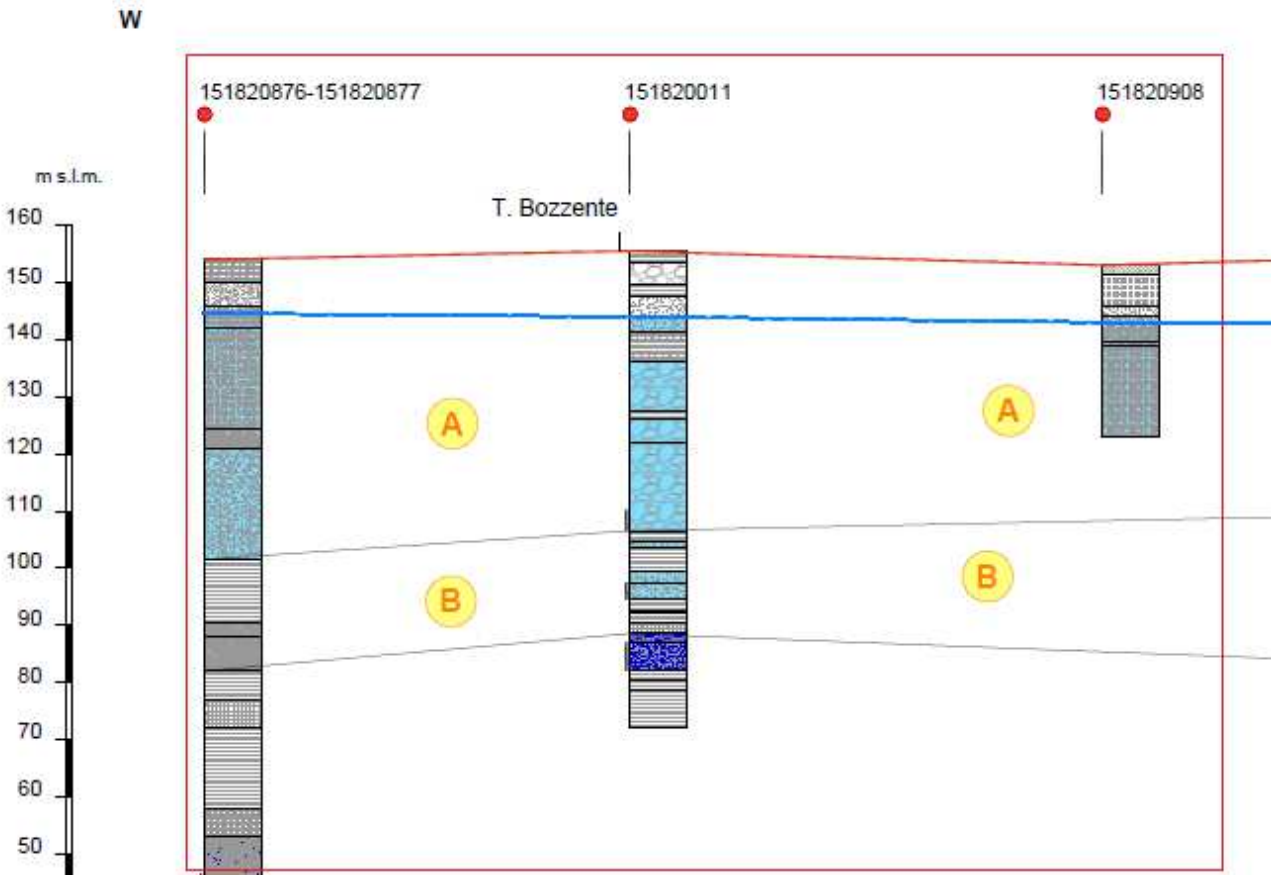
Stralcio della carta idrogeologica "Zona 5", fonte PGT

GRADO DI PERMEABILITA' DEI TERRENI SUPERFICIALI				GRADO DI VULNERABILITA'						CARATTERISTICHE DELL'ACQUIFERO
A	M	B	BB	ee	e	a	m	b	bb	
X						a				Sintema Cantù - Ghiaie ben gradate con sabbia e ghiaie poco gradate Acquifero di tipo libero in materiali alluvionali non protetto in superficie. Terreni di subalveo a permeabilità alta. Soggiacenza della falda variabile da 2,5 m a > 10 m.

k (m/s)	1	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}	10^{-9}	10^{-10}	10^{-11}
GRADO DI PERMEABILITÀ	alto				medio		basso		molto basso		impermeabile	
DRENAGGIO	buono						povero			praticamente impermeabile		
TIPO DI TERRENO	ghiaia pulita			sabbia pulita e miscele di sabbia e ghiaia pulita			sabbia fine, limi organici e inorganici, miscele di sabbia, limo e argilla, depositi di argilla stratificati			terreni impermeabili argille omogenee sotto la zona alterata dagli agenti atmosferici		
					terreni impermeabili modificati dagli effetti della vegetazione e del tempo							

Ai terreni presenti in sito, grazie alla documentazione consultata, è attribuibile una permeabilità da alta a media, k da 10^{-2} a 10^{-4} m/s.

Sezione 1



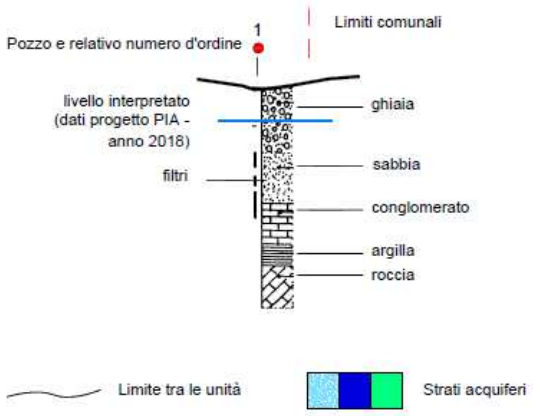
CLASSIFICAZIONE DELLE UNITA' IDROGEOLOGICHE

A **Gruppo acquifero A:**
Presente con continuità in tutto il territorio comunale con uno spessore medio di 50 m, corrisponde alla parte più superficiale dell'acquifero tradizionale (acquifero I), attualmente caratterizzato da soggiacenze variabili da >10 m a <2,5 m dal p.c.
E' costituita prevalentemente da litologie grossolane ad elevata permeabilità (ghiaie, sabbie e ciottoli), a cui si intercalano localmente livelli argilloso - limosi di limitato spessore e continuità areale.

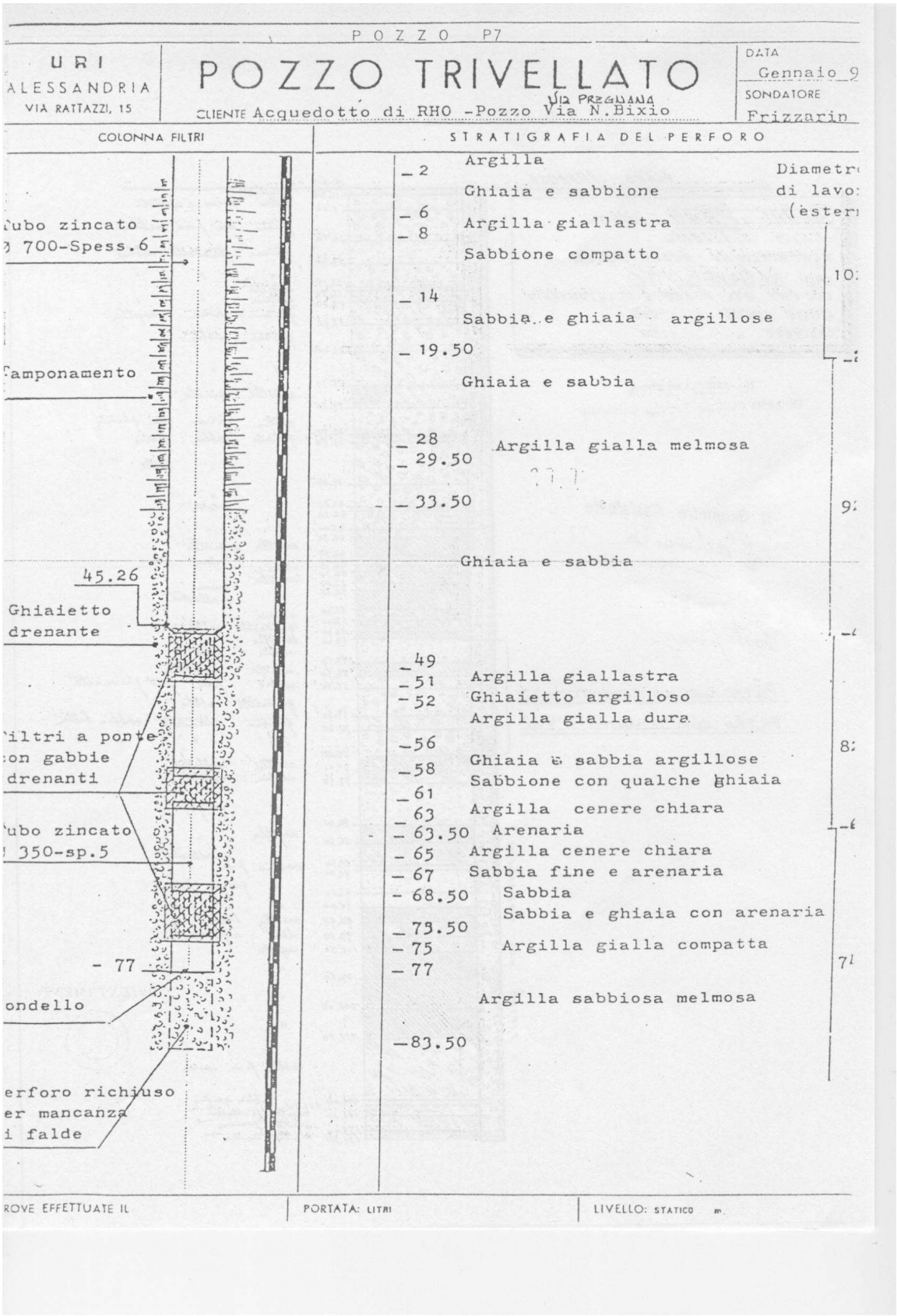
B **Gruppo acquifero B:**
Presente con continuità in tutto il territorio comunale con uno spessore di 20 - 40 m, corrisponde alla parte più profonda dell'acquifero tradizionale (acquifero II), generalmente confinato o semiconfinato, captato a fini idropotabili.
E' costituita da alternanze tra sabbie medio - grossolane e ghiaie in matrice sabbiosa e subordinate argille limose e limi caratterizzati da una discreta continuità areale. Alla base sono localmente presenti livelli cementati (conglomerati e arenarie, riferibili al "Ceppo" *auct.*)

C **Gruppo acquifero C-D:**
Presente con continuità in tutto il territorio comunale con uno spessore di 60 - 100 m, corrisponde agli acquiferi profondi (acquiferoIII), confinati, captati a fini idropotabili. È costituita da orizzonti sabbiosi o sabbioso - argillosi, intercalati a livelli metrici di argille.

LA **Unità argillosa:**
Raggiunta solo dai pozzi più profondi, rappresenta la parte basale in facies marina dell'acquifero III.
È costituita da potenti orizzonti argillosi con intercalati rari orizzonti sabbiosi o sabbioso - argillosi acquiferi.



Sezione idrogeologica, fonte PGT



Stratigrafia pozzo, fonte PGT

4 PIOGGIA DI PROGETTO APPORTO METEORICO

Una parte della ciclabile in progetto (ponte esistente) ai fini dello smaltimento delle acque meteoriche si avvarrà delle esistenti caditoie stradali mentre le porzioni a monte e a valle del Fiume Olona (700 mq circa) dovranno avvalersi di un sistema autonomo, si riporta di seguito uno stralcio del vigente regolamento in materia d'invarianza idraulica per precisare che le opere in progetto non risultano soggette all'applicazione del suddetto regolamento.

Articolo 3 comma 3:

Nell'ambito degli interventi relativi alle infrastrutture stradali e autostradali, loro pertinenze e parcheggi, assoggettati ai requisiti di invarianza idraulica e idrologica, sono esclusi dall'applicazione del presente regolamento:

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

b) gli interventi di ammodernamento, definito ai sensi dell'articolo 2 del regolamento regionale 24 aprile 2006, n. 7 (Norme tecniche per la costruzione delle strade), ad eccezione della realizzazione di nuove rotatorie di diametro esterno superiore ai 50 metri su strade diverse da quelle di tipo "E – strada urbana di quartiere", "F – strada locale" e "F-bis – itinerario ciclopedonale", così classificate ai sensi dell'articolo 2 del decreto legislativo 30 aprile 1992, n. 285 (Nuovo codice della strada);

c) gli interventi di potenziamento stradale, cosi come definito ai sensi dell'articolo 2 del r.r. 7/2006, per strade di tipo "E – strada urbana di quartiere", "F – strada locale" e "F-bis – itinerario ciclopedonale", così classificate ai sensi dell'articolo 2 del d.lgs. 285/1992;

d) la realizzazione di nuove strade di tipo "F-bis – itinerario ciclopedonale", così classificate ai sensi dell'articolo 2 del d.lgs. 285/1992.";

Pertanto, poiché nelle intenzioni progettuali s'intende realizzare il percorso ciclabile disposto su di un materasso drenante (granulometria ghiaione 40-100 mm) avvolto in geotessuto da 400 g/mq, si procederà nel verificare l'afflusso meteorico.

Per dimensionare le componenti del sistema di drenaggio si procede valutando l'apporto meteorico (altezza di pioggia) al sistema individuando la precipitazione massima relativa ad un tempo predeterminato. Tale valutazione deve essere riferita al tempo di ritorno impostato, e può essere confrontata con l'analisi di dati meteorologici e idraulici storici. La determinazione dell'altezza di pioggia relativa a un prestabilito tempo di ritorno si ottiene con l'utilizzo di modelli statistici che, partendo dalle serie storiche di dati pluviometrici, costruiscono quelle che vengono definite Curve di Possibilità Climatica o pluviometrica LSPP. Tali curve mettono in relazione l'altezza delle precipitazioni h con la loro durata t e sono generalmente espresse nella forma: $h= a \times t^n$ con a= costante funzione del tempo di ritorno e n= funzione della natura del bacino.

Secondo la metodologia suggerita dal regolamento si sono identificate le CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA tramite sito http://idro.arpalombardia.it/pmapper4.0/map.phtml di ARPA Lombardia che fornisce i parametri della curva di possibilità pluviometrica valida per ogni località della Lombardia espressa nella forma:

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

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

in cui h è l'altezza di pioggia, D è la durata, a1 è il coefficiente pluviometrico orario, wT è il coefficiente probabilistico legato al tempo di ritorno T, n è l'esponente della curva (parametro di scala), α, ε, k sono i parametri delle leggi probabilistiche GEV adottate; a = a1 x Wt. Poiché tali parametri caratteristici delle curve di possibilità pluviometrica riportati da ARPA Lombardia si riferiscono generalmente a durate di pioggia maggiori dell'ora, per le durate inferiori all'ora si possono utilizzare, in carenza di dati specifici, tutti i parametri indicati da ARPA tranne il parametro n per il quale si indica il valore n = 0,5 in aderenza agli standard suggeriti dalla letteratura tecnica idrologica.

Di seguito tramite grafici e tabelle appositi si sono reperiti i dati necessari per ottenere due curve di possibilità pluviometrica, l'una con tempo di ritorno Tr 50 anni e l'altra con Tr 100 anni.

Se ne deduce da quanto sopra esposto che per l'area indagata la media delle a1= 30,73; n = 0,313; epsilon = 0,821; alfa = 0.295, k = - 0,025, per durate 1-24 ore.

Applicando tali dati al calcolo della linea segnalatrice di possibilità pluviometrica, emergono i valori della pioggia di progetto per un tempo di ritorno di 50 anni (Tr 50) pari, coefficiente a = a1 x Wt = 30,73 x 2 = 61,46 mm/ora; per un tempo di ritorno di 100 anni a = a1 x Wt = 30,73 x 2.2 = 67,6 mm/ora n.

ARPA LOMBARDIA
Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente

Calcolo della linea segnatrice 1-24 ore

Località:
Coordinate:

Linea segnalatrice
Tempo di ritorno (anni) 50

Parametri ricavati da: http://idro.arpalombardia.it
A1 - Coefficente pluviometrico orario 30,73
N - Coefficente di scala 0,313
GEV - parametro alpha 0,295
GEV - parametro kappa -0,025
GEV - parametro epsilon 0,8217

Evento pluviometrico
Durata dell'evento [ore]
Precipitazione cumulata [mm]

Formulazione analitica

$$h_T(D) = a_1 w_T D^n$$

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

Bibliografia ARPA Lombardia:
http://idro.arpalombardia.it/manual/Ispp.pdf
http://idro.arpalombardia.it/manual/STRADA_report.pdf

Tabella delle precipitazioni previste al variare delle durate e dei tempi di ritorno

Tr	2	5	10	20	50	100	200	50
wT	0,93032	1,27258	1,50459	1,73126	2,03079	2,25986	2,49210	2,030785499
Durata (ore)	TR 2 anni	TR 5 anni	TR 10 anni	TR 20 anni	TR 50 anni	TR 100 anni	TR 200 anni	TR 50 anni
1	28,6	39,1	46,2	53,2	62,4	69,4	76,6	62,40603839
2	35,5	48,6	57,4	66,1	77,5	86,3	95,1	77,52629021
3	40,3	55,2	65,2	75,0	88,0	97,9	108,0	88,01679831
4	44,1	60,4	71,4	82,1	96,3	107,2	118,2	96,31000186
5	47,3	64,7	76,5	88,0	103,3	114,9	126,7	103,2771454
6	50,1	68,5	81,0	93,2	109,3	121,7	134,2	109,3422371
7	52,6	71,9	85,0	97,8	114,7	127,7	140,8	114,7472538
8	54,8	75,0	88,6	102,0	119,6	133,1	146,8	119,6447867
9	56,9	77,8	92,0	105,8	124,1	138,1	152,3	124,1379358
10	58,8	80,4	95,1	109,4	128,3	142,8	157,4	128,2999875
11	60,6	82,8	97,9	112,7	132,2	147,1	162,2	132,1851062
12	62,2	85,1	100,6	115,8	135,8	151,2	166,7	135,8345799
13	63,8	87,3	103,2	118,7	139,3	155,0	170,9	139,2806815
14	65,3	89,3	105,6	121,5	142,5	158,6	174,9	142,5491687
15	66,7	91,3	107,9	124,2	145,7	162,1	178,7	145,6609634
16	68,1	93,1	110,1	126,7	148,6	165,4	182,4	148,6333165
17	69,4	94,9	112,2	129,1	151,5	168,6	185,9	151,4806383
18	70,6	96,6	114,3	131,5	154,2	171,6	189,2	154,2151029
19	71,9	98,3	116,2	133,7	156,8	174,5	192,5	156,8470992
20	73,0	99,9	118,1	135,9	159,4	177,4	195,6	159,385571
21	74,1	101,4	119,9	138,0	161,8	180,1	198,6	161,8382796
22	75,2	102,9	121,7	140,0	164,2	182,7	201,5	164,2120085
23	76,3	104,3	123,4	142,0	166,5	185,3	204,3	166,5127244
24	77,3	105,7	125,0	143,9	168,7	187,8	207,1	168,7457069

Stralcio linea segnalatrice possibilità pluviometrica

TR 50

Detrminazione portata limite

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

S ha	fi	u lim l/s	Qu lim l/s
0,07	1	10	0,7

Determinazione Durata Critica

n	1/(n-1)	a mm/ora
0,313	-1,456	61,46

$$D_W = \left(\frac{Q_{u,\lim}}{2.78 \cdot S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}} =$$

11,5	ore

Report calcolo tempo critico laminazione

Calcolo dell'apporto meteorico per unità di superficie H (mm) con l'applicazione della relazione:

H= a x Tn dove T (ore) rappresenta la durata generica della pioggia. In particolare per determinare l'altezza relativa alla pioggia critica si assume T = Tc dove Tc è il tempo di corrivazione (tempo impiegato da una goccia d'acqua caduta nel punto più alto del bacino a raggiungere il punto più basso dello stesso).

H	a	T	n
mm		ore	
132,01	*61,46*	*11,5*	*0,313*

Temp rit.
anni
50

Calcolo dell'afflusso idrico da smaltire tramite la formula:

S x H dove H è il parametro sopra calcolato mentre S (mq) è un parametro derivato dal calcolo delle superfici drenanti:

S= (1 x A) + (0,7 X B) + (0,3xC) dove A (mq) rappresenta la superficie coperta o non drenante B (mq) la superficie semidrenante, C la superficie permeabile per la quale si prevede la raccolta delle acque.

Caretteristiche sup. drenante

S	A	B	C
mq	mq	mq	mq
700	*700*	*0*	*0*

Portata d'acqua da smaltire o afflusso

Afflusso	H	S
mc	m	mq
92,4	0,1320	700

Foglio calcolo afflusso meteorico Tr 50 indotto da 700 mq di superficie = 92,4 mc in 11,5 ore

Dai calcoli sopra esposti si deduce quanto segue:

Tempo critico laminazione: 11,5 ore

Afflusso meteorico indotto nel tempo critico: 92,4 mc = 8 m/ora = 0,002 mc/s = 2,2 l/s

Coefficiente permeabilità cautelativo terreni superficiali: 0,00001 m/s, permeabilità medio bassa

Volume trincea nel caso fosse necessario stoccare tutto l'afflusso meteorico: 273 mc (considerando una porosità del riempimento della trincea pari al 33%)

Capacità smaltimento di 1 mq di superficie del fondo del materasso: 0,00001 mc/s

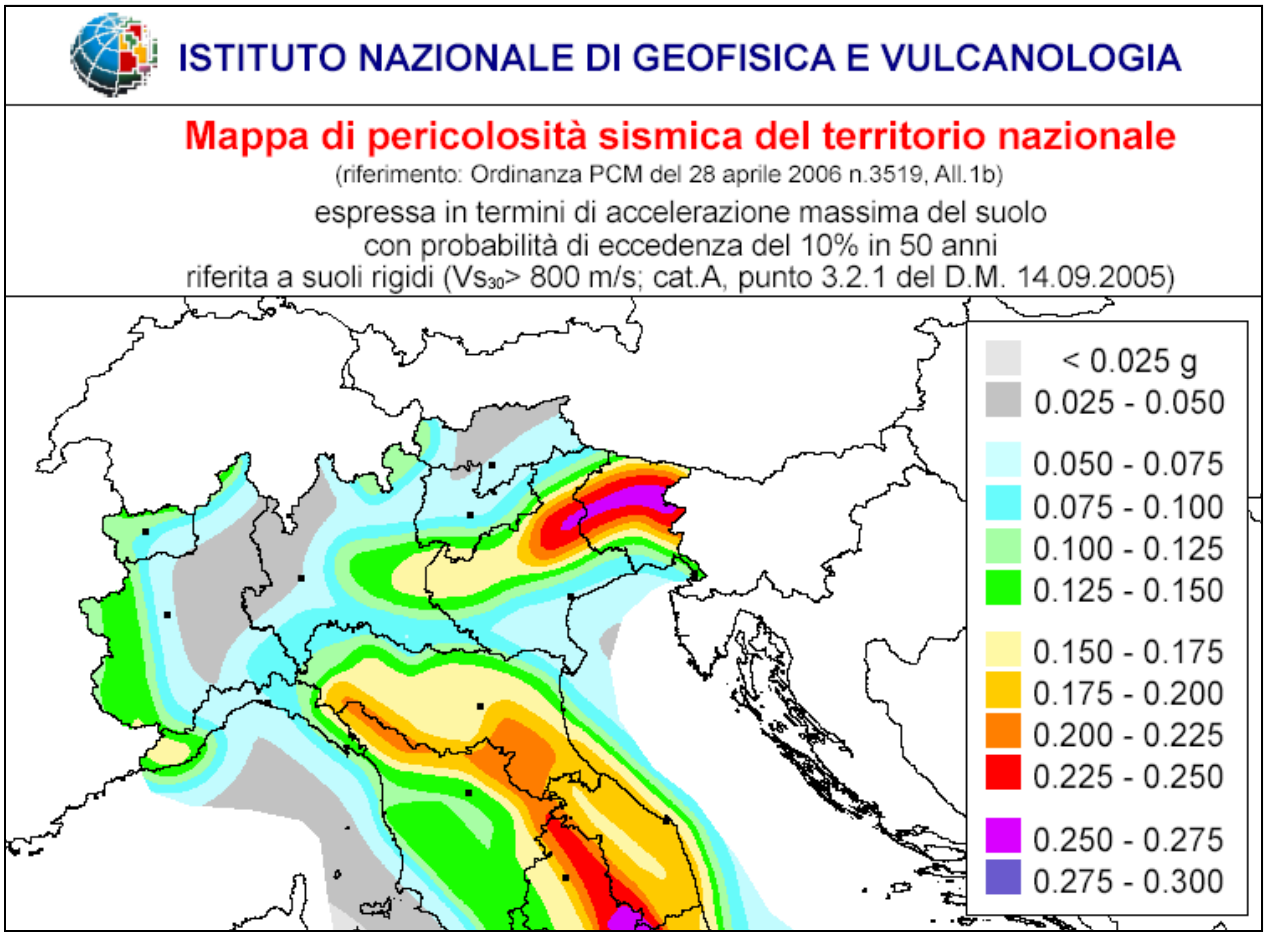
Capacità smaltimento di 1 mq del fondo del materasso nel tempo critico: 0,000115 mc

Spessore materasso in progetto 0,4 m, volume 280 mc

4. SISMICA

MACROZONAZIONE E SEGNALI SISMICI

Con l'emanazione dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri del 28 aprile 2006 "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone" sono stati approvati i criteri generali e la mappa di pericolosità sismica di riferimento a scala nazionale (macro-zonazione) riportata in figura.

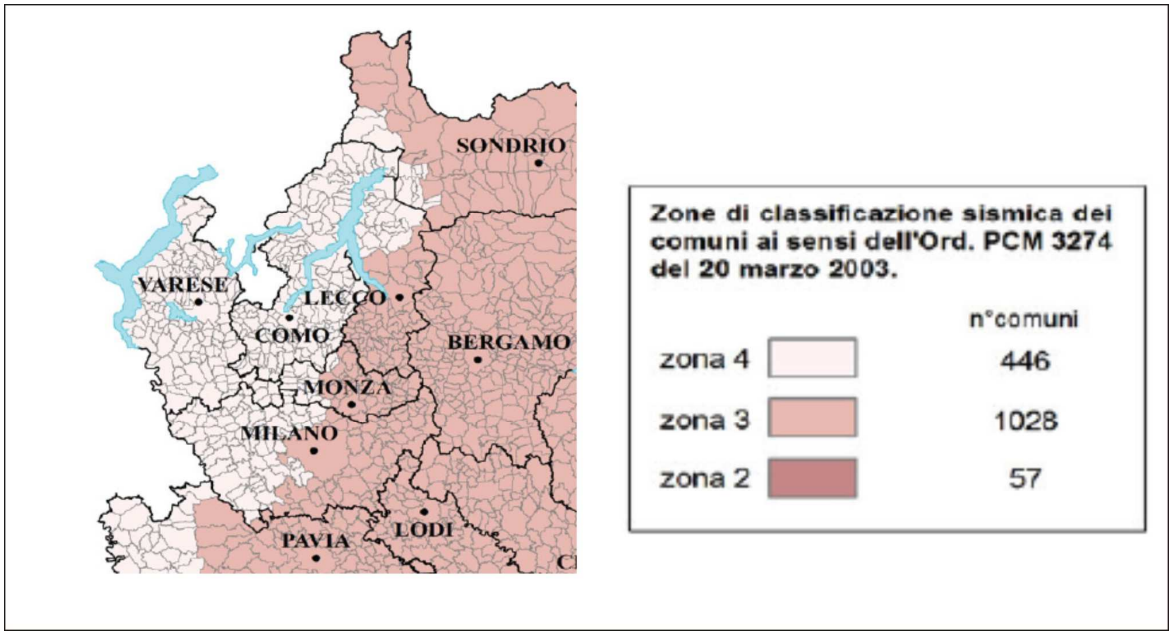


La mappa riportata rappresenta graficamente la pericolosità sismica del territorio nazionale espressa in termini di accelerazione massima del suolo $\mathbf{a_g}$ **,** con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, riferita ai suoli rigidi (*Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi* categoria A di cui al punto 3.2.1 del D.M. 14/09/05) caratterizzati da una velocità di propagazione delle onde sismiche di taglio Vs30 > 800 m/s.

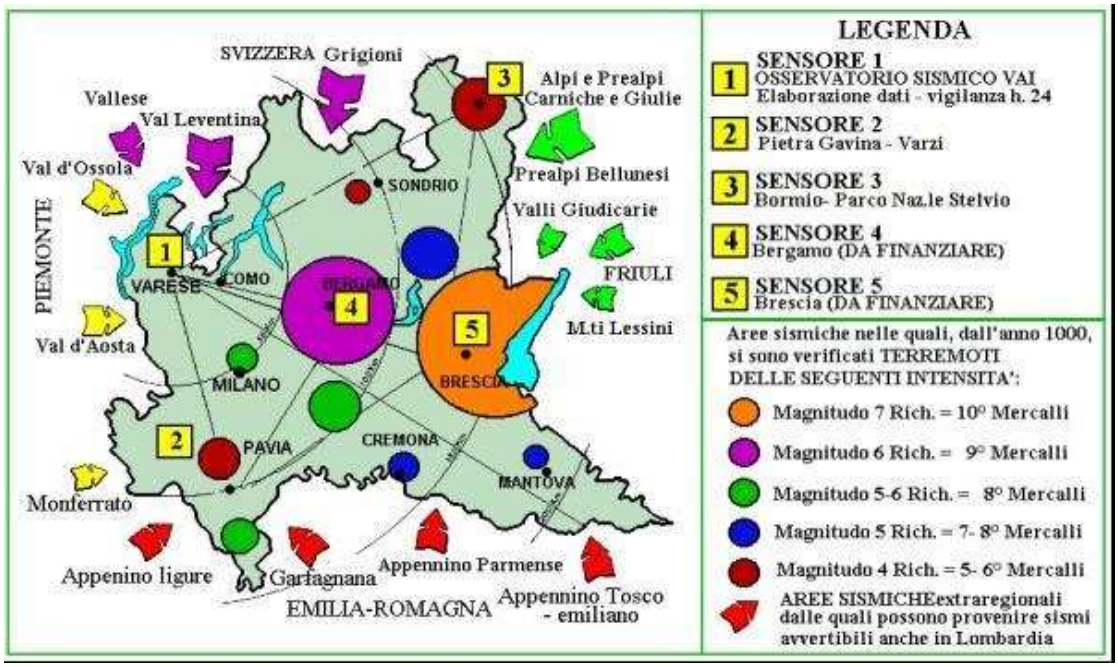
Tale mappatura e i rispettivi valori di accelerazione massima si traducono in zone sismiche così suddivise dalla più gravosa:

ZONA	ACCELERAZIONE CON PROBABILITA' DI SUPERAMENTO PARI A 10% IN 50 ANNI (m/s)
1	0,25 < ag < 0,35g
2	0,15 < ag < 0,25g
3	0,05 < ag 0,15g
4	0,05g

La regione Lombardia con la D.G.R. del 11 Luglio 2014 n. X/2129 "Aggiornamento delle zone sismiche in Lombardia" ha identificato quanto segue:



Considerato quanto sopra esposto si rileva che il territorio comunale di Rho rientra completamente in classe sismica quarta (4).



Archivio segnali sismici

La carta soprastante illustra i principali terremoti storici dall'anno mille ad oggi in Lombardia e le zone sismogenetiche adiacenti da cui possono giungere terremoti risentiti dalla popolazione.

LIQUEFAZIONE

Il sito presso il quale è ubicato il manufatto deve essere stabile nei confronti della liquefazione, intendendo con tale termine quei fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate.

La verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti cinque circostanze: 1). eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5; 2). accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g; 3). profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali; 4). depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata (N1)60 > 30 oppure qc1N > 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 qc1N è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa; 5). distribuzione granulometrica specifica esterna al campo principale delle sabbie sia per terreni con coefficiente di uniformità Uc < 3,5 sia nel caso di terreni con coefficiente di uniformità Uc > 3,5.

Se il terreno risulta suscettibile di liquefazione e gli effetti conseguenti appaiono tali da influire sulle condizioni di stabilità di pendii o manufatti, occorre procedere ad interventi di consolidamento del terreno e/o trasferire il carico a strati di terreno non suscettibili di liquefazione.

Secondo la classificazione di Youd e Perkins (1978) che fornisce una indicazione qualitativa della vulnerabilità alla liquefazione dei terreni in funzione dell'età e della loro origine, **la propensione alla liquefazione locale è bassa.**

Tipo deposito	Età del deposito			
	<500 anni	Olocene	Pleistocene	Pre-Pleistocene
Depositi continentali				
Canali fluviali	Molto alta	Alta	Bassa	Molto bassa
Pianure di esondazione	Alta	Moderata	Bassa	Molto bassa
Pianure e conoidi alluvionali	Moderata	Bassa	Bassa	Molto bassa
Spianate e terrazzi marini	-----	Bassa	Molto bassa	Molto bassa
Deltaici	Alta	Moderata	Bassa	Molto bassa
Lacustri	Alta	Moderata	Bassa	Molto bassa
Colluvioni	Alta	Moderata	Bassa	Molto bassa
Scarpate	Bassa	Bassa	Molto bassa	Molto bassa
Dune	Alta	Moderata	Bassa	Molto bassa
Loess	Alta	Alta	Alta	Molto bassa
Glaciali	Bassa	Bassa	Molto bassa	Molto bassa
Tuff	Bassa	Bassa	Molto bassa	Molto bassa
Tephra	Alta	Alta	?	?
Terreni residuali	Bassa	Bassa	Molto bassa	Molto bassa
Sebkha	Alta	Moderata	Bassa	Molto bassa
Zone costiere				
Deltaici	Molto alta	Alta	Bassa	Molto bassa
Di estuario	Alta	Moderata	Bassa	Molto bassa
Di spiaggia con elevata energia delle onde	Moderata	Bassa	Molto bassa	Molto bassa
Di spiaggia con bassa energia delle onde	Alta	Moderata	Bassa	Molto bassa
Lagunari	Alta	Moderata	Bassa	Molto bassa
Litorali	Alta	Moderata	Bassa	Molto bassa
Riempimenti artificiali				
Non compattati	Molto alta	-----	-----	----
Compattati	Bassa	-----	-----	----

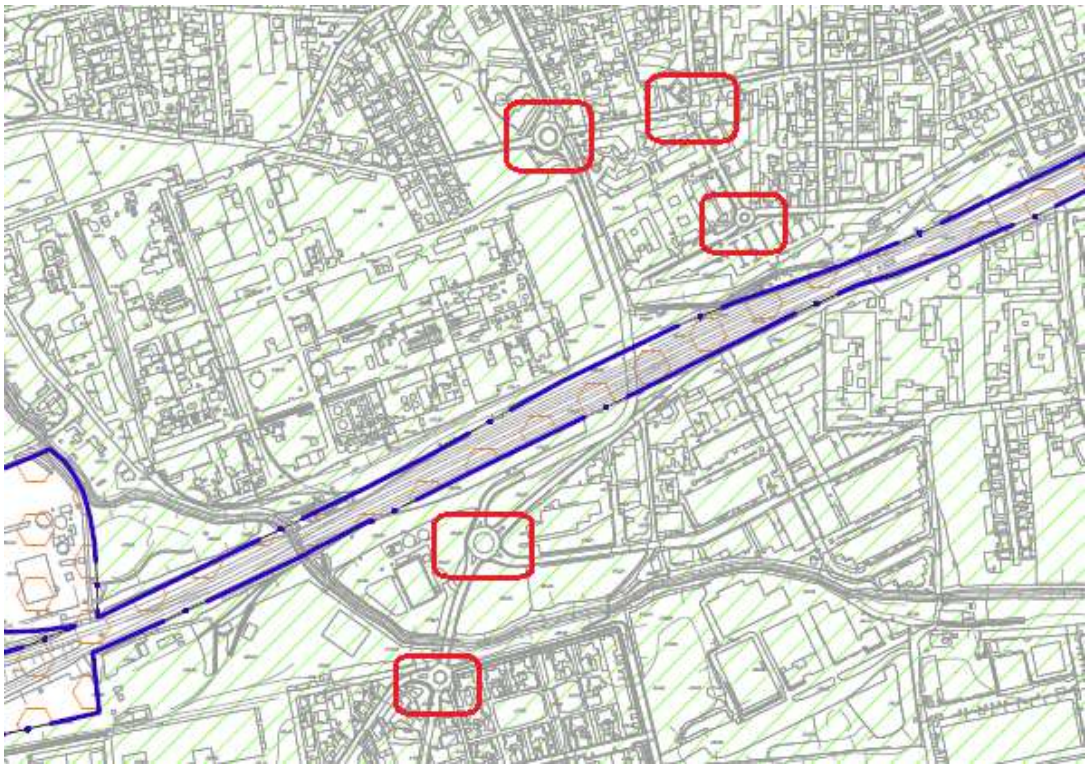
MICROZONAZIONE SISMICA

La **microzonazione sismica** è una tecnica di analisi sismica di un territorio che ha lo scopo di riconoscere ad una scala sufficientemente piccola (scala comunale o sub comunale) le condizioni geologiche locali (zone di versante, terreni non consolidati, aree in frana, sedimenti liquefacibili, ecc) che possono alterare più o meno sensibilmente le caratteristiche del movimento sismico atteso e/o produrre deformazioni permanenti e critiche per le costruzioni e le infrastrutture in loco.

I passi per identificare la pericolosità sismica locale partono dall'individuazione di alcuni scenari di pericolosità sismica locale individuati alla scala di porzioni di territorio comunale per poi concentrarsi sulle peculiarità topografiche e litologiche del sito.

Nell'ambito dell'identificazione della pericolosità sismica locale l'area studiata rientra in uno scenario Z4a.

Sigla	SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	EFFETTI
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	Instabilità
Z1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	
Z1c	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana	
Z2a	Zone con terreni di fondazione saturi particolarmente scadenti (riporti poco addensati, depositi altamente compressibili, ecc.)	Cedimenti
Z2b	Zone con depositi granulari fini saturi	Liquefazioni
Z3a	Zona di ciglio H > 10 m (scarpata, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica, ecc.)	Amplificazioni topografiche
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite - arrotondate	
Z4a	Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi	Amplificazioni litologiche e geometriche
Z4b	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre	
Z4c	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)	
Z4d	Zone con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale	
Z5	Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse	Comportamenti differenziali



	Z4a Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi	Amplificazioni litologiche e geometriche

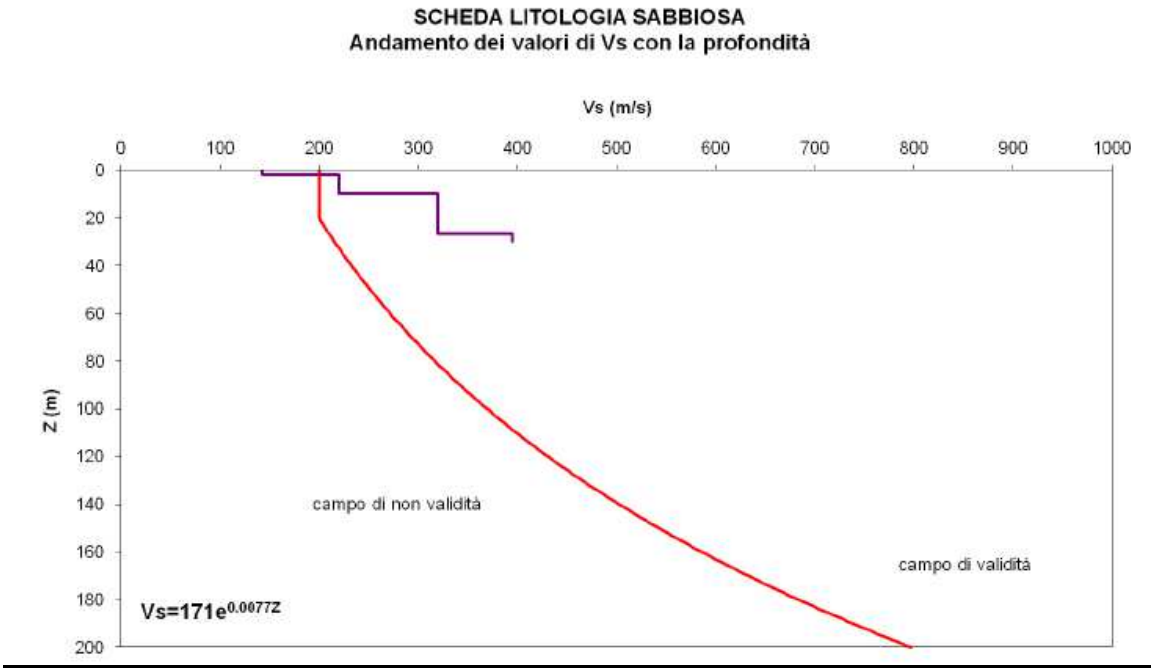
Stralcio della carta delle pericolosità sismica locale, fonte PGT

Si riportano di seguito i risultati dell'analisi MASW 2 RHO – VIA BORMIDA

I valori delle Vs rilevate nella MASW sono riassunti nella tabella seguente:

Da profondità	*A profondità*	*Vs*
0.0	1,9	142,0
1,9	9,8	220,0
9,8	26,8	320,0
26,8	30,	395,0

Valore di Vs30 pari a 272 m/s, corrispondente a suoli di categoria C



Le norme tecniche per le costruzioni esposte nel D.M. 14/01/2008 e successive modifiche 2018, al fine di valutare la microzonazione sismica elencano in ambito topografico alcune condizioni in grado di amplificare in maniera crescente gli effetti di un sisma (valide per rilievi superiori ai 30 m): a) T1 Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media I <= 15°; b) T2 Pendii con inclinazione media >15°; c) T3 Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base ed inclinazione media compresa tra 15 e 30°; d) T4 Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media maggiore di 30°.

Per l'area in corso di studio si tratta a livello generale di una classe T1.

Altresì identificano in ambito stratigrafico alcune categorie di suolo in base alla misurazione della velocità media delle onde Vs nei primi 30 m di suolo al di sotto del piano di posa delle fondazioni; a tal proposito si sono consultate alcune stratigrafie di pozzi e sezioni geo-idrologiche locali, confrontando la litologia in esse presente con i dati forniti dalle tabelle sottostanti (correlazione litologia – Vs).

Categoria	Litologia
A	Calcare, Gesso, Marne, Rocce generiche
B	Ghiaia fine, media, grossolana, blocchi, massi
C	Sabbia fine, media, grossolana
D	Limo, Argilla

Correlazione litologie prevalenti/Vs (fonte protezione civile)

Velocità caratteristiche delle onde S nei vari tipi di suolo (Borchedt, 1994)

TIPO DI SUOLO	Vs min (m/s)	Vs media (m/s)	Vs max (m/s)
ROCCE MOLTO DURE (es. rocce metamorfiche molto-poco fratturate)	1400	1620	
ROCCE DURE (es. graniti, rocce ignee, conglomerati, arenarie e argilliti,	700	1050	1400
SUOLI GHIAIOSI e ROCCE DA TENERE A DURE (es. rocce sedimentarie ignee, tenere, arenarie, argilliti, ghiaie	376	540	700
ARGILLE COMPATTE e SUOLI SABBIOSI (es. sabbie da sciolte a molto compatte, limi e argille sabbiose, argille da medie a compatte	200	290	375
TERRENI TENERI (es. terreni di riempimento sotto falda, argille tenere	100	150	200

- MASW Liceo Classico: 394 m/s.
- MASW Teatro: 396 m/s.

Sulla base della classificazione proposta dal D.M. 14.01.2008 i terreni che costituiscono il substrato di entrambe le aree in esame appartengono alla **categoria di sottosuolo di riferimento B**: "*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di* $V_{s,30}$ *compresi tra 360 e 800 m/s (ovvero* $N_{SPT,30}$*>50 nei terreni a grana grossa e* $c_{u,30}$*>250 kPa nei terreni a grana fina)*".

Stralcio componente geologica PGT (indagini sismiche pregresse)

Categoria	Descrizione del profilo stratigrafico	V_{s30} (m/s)	N_{SPT}	C_u (kPa)
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi, caratterizzati da valori di V_{s30} superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m	> 800	-	-
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità	360 - 800	> 50	> 250
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con al profondità	180 - 360	15 - 50	70 - 250
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con al profondità	< 180	< 15	< 70
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con Vs>800 m/s).			
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10<c_{u,30}<20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille organiche.			
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti			

Categorie di suolo di fondazione (D.M. 14-01-2008).

Parametri pericolosità sismica sito

5. CARATTERIZZAZIONE LITOTECNICA PRELIMINARE DEL SITO

Dalla documentazione geologica allegata al vigente PGT, è possibile classificare il sito nell'"Ambito Omogeneo AP1".

Litologia superficiale prevalente:

Ghiaie ben gradate con sabbia e ghiaie poco gradate

Caratteri geomorfologici:

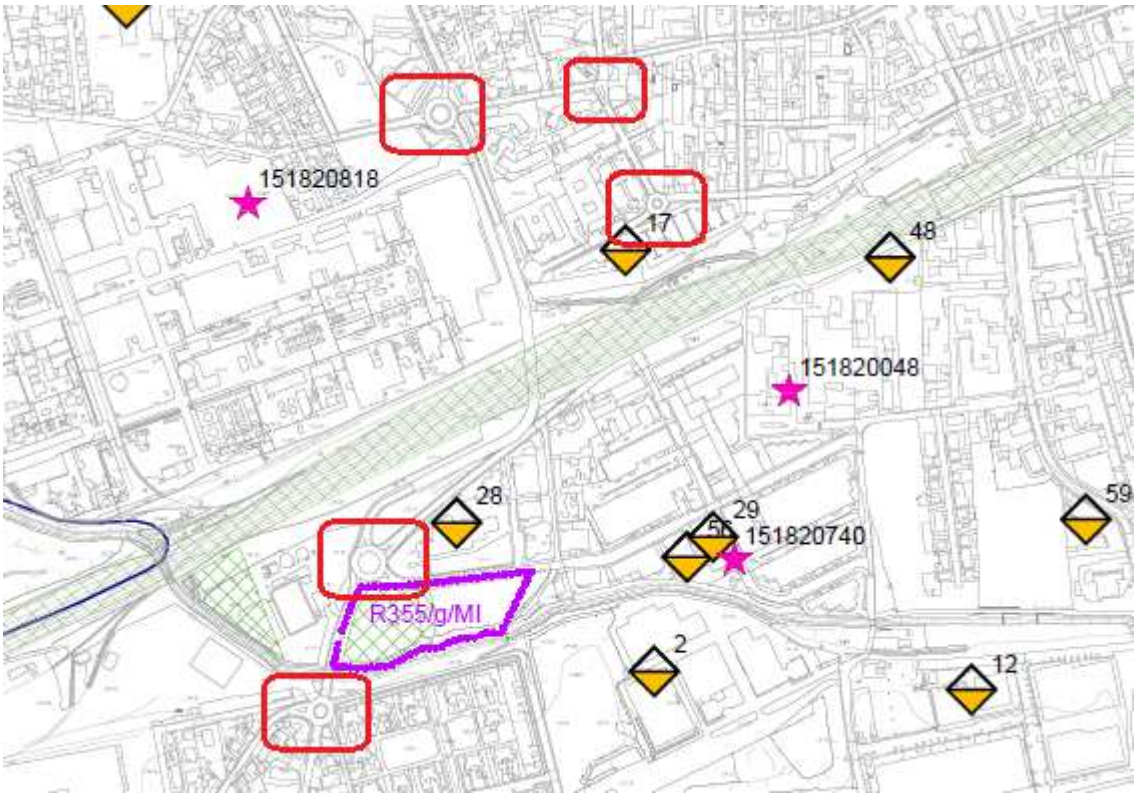
Alta pianura ghiaiosa appartenente al "Livello Fondamentale della Pianura", costituita da estese superfici a morfologia subpianeggiante, solcate da evidenti tracce di paleoidrografia a canali intrecciati e talvolta dolcemente ondulate in prossimità dei principali solchi vallivi.

Caratteri geotecnici generali:

Terreni granulari grossolani

Drenaggio delle acque:

Drenaggio delle acque moderatamente rapido. Permeabilità del suolo moderata, permeabilità del substrato alta.



Ambito omogeneo	Litologia superficiale prevalente	Caratteri geomorfologici	Caratteri geotecnici principali	Drenaggio delle acque
AP1	Ghiaie ben gradate con sabbia e ghiaie poco gradate	Alta pianura ghiaiosa appartenente al "Livello Fondamentale della Pianura", costituita da estese superfici a morfologia subpianeggiante, solcate da evidenti tracce di paleoidrografia a canali intrecciati e talvolta dolcemente ondulate in prossimità dei principali solchi vallivi.	Terreni granulari grossolani	Drenaggio delle acque moderatamente rapido. Permeabilità del suolo moderata, permeabilità del substrato alta.
AP2	Sabbie poco gradate con limo		Terreni granulari fini	Drenaggio delle acque moderatamente rapido. Permeabilità del suolo moderata, permeabilità del substrato media.

Stralcio della carta litotecnica, fonte PGT

INFORMAZIONI INDAGINE

ID: 1462 **IDE: B6A127340309**

QUOTA (m s.l.m.): 149,7 **PROFONDITA'(m): 113,0**

PROFONDITA' FALDA(m): ND

Strato	Da	A	Spessore	Descrizione
1	0	1,0	1,0	argilla
2	1,0	8,5	7,5	ghiaia
3	8,5	11,0	2,5	ghiaia e argilla
4	11,0	21,0	10,0	ghiaia e sabbia compatta
5	21,0	35,6	14,6	ghiaietto e sabbia compatti
6	35,6	36,2	0,6	sabbia fine gialla
7	36,2	51,0	14,8	ghiaia e sabbia
8	51,0	56,0	5,0	ghiaietto con sabbia argillosa
9	56,0	57,5	1,5	sabbia fine gialla
10	57,5	59,0	1,5	argilla gialla sabbiosa
11	59,0	61,25	2,25	sabbia argillosa compatta
12	61,25	65,0	3,75	ghiaietto con sabbia (acquifero)
13	65,0	67,5	2,5	argilla grigia
14	67,5	74,5	7,0	sabbia media e grossa (acquifero)
15	74,5	75,7	1,2	argilla gialla
16	75,7	84,0	8,3	sabbia grossa e ghiaietto (acquifero)
17	84,0	94,0	10,0	sabbia media grigia (acquifero)
18	94,0	106,0	12,0	argilla gialla
19	106,0	109,5	3,5	sabbia fine compatta
20	109,5	111,0	1,5	argilla grigia
21	111,0	113,0	2,0	sabbia fine argillosa

A seguire esempi di due stratigrafie tipo di natura geotecnica identificate all'interno del territorio comunale di Rho lungo l'Olona:

orizzonte A: si riscontra in maniera continua fino alla profondità di circa 2.0 metri dalla quota di piano campagna, ed è caratterizzato da una scarsa qualità geotecnica per il basso grado di addensamento del terreno;

orizzonte B: si sviluppa alla base dell'orizzonte A, fino alla profondità di circa 3.5 metri, ed è caratterizzato da una media qualità geotecnica per il medio grado di addensamento del terreno;

orizzonte C: si sviluppa alla base dell'orizzonte B, fino alla profondità di circa 8.0 metri, ed è caratterizzato da una discreta qualità geotecnica per il medio grado di addensamento del terreno;

orizzonte A: si riscontra in maniera continua fino alla profondità di circa 2.0 metri dalla quota di piano campagna, ed è caratterizzato da una media qualità geotecnica per il ,medio grado di addensamento del terreno;

orizzonte B: si sviluppa alla base dell'orizzonte A, fino alla profondità di circa 5.5 metri, ed è caratterizzato da una scarsa qualità geotecnica per il basso grado di addensamento del terreno;

orizzonte C: si sviluppa alla base dell'orizzonte B, fino alla profondità di circa 8.0 metri, ed è caratterizzato da una media qualità geotecnica per il medio grado di addensamento del terreno;

orizzonte D: si sviluppa alla base dell'orizzonte C, fino alla profondità di circa 15.0 metri, ed è caratterizzato da una media qualità geotecnica per il medio grado di addensamento del terreno;

Stralcio di uno studio geotecnico inerente "Interventi di riordino idraulico e riqualificazione del fiume Olona ne tratto urbano Rho (Lucernate) - Pero":

SONDAGGIO	PROFONDITA' (m)	VALORE NSPT	ADDENSAMENTO/CONSISTENZA
S1	7.50 ÷ 7.95	11	mediamente consistente
	10.30 ÷ 10.75	27	addensato
	13.50 ÷ 13.95	28	addensato
S2	7.50 ÷ 7.95	2	scarsamente addensato
	10.50 ÷ 10.95	37	compatto
	13.50 ÷ 13.95	51	molto compatto

INFORMAZIONI INDAGINE

ID: 1466 **IDE: B6A125890861**

Condizioni litologiche

I terreni sono localmente costituiti da argilla (A), presente tra 7.50 ÷ 9.00 m in S1, e da sabbia (S), presente tra 7.60 ÷ 9.00 m in S2, in strati suborizzontali.

Condizioni idrogeologiche

Presenza di interstrato acquifero, tra le profondità di 7.60 ÷9.00 m in S2, che può fluidificare il fango bentonitico, o similare, utilizzato per il sostentamento del foro.

Grado di permeabilità

Permeabilità, da scarsa-assente (coefficiente K = 10^{-8} ÷ 10^{-9} cm/s), dell'argilla riscontrata in S1 tra 7.50 ÷ 9.00 m, ed a permeabilità medio-alta (coefficiente K = 10^{-1} ÷ 10^{-2} cm/s) della sabbia riscontrata in S2 tra 7.60 ÷ 9.00 m, dove, pertanto, possono presentarsi problemi di dispersione del fango bentonitico, o similare: in questo caso di entità connessa alla lunghezza del tratto con presenza di sabbia.

Stato di consistenza-addensamento

Lo stato di consistenza risulta variabile, da medio – basso (NSPT = 11 tra 7.50 ÷ 7.95 m) in S1, quello di addensamento risulta da scarso a sciolto (NSPT = 2 tra 7.50 ÷ 7.95 m) in S2 per presenza di interstrato acquifero tra 7.60 ÷ 9.00 m.

Risultato dei sondaggi a recupero di campione svolti lungo l'Olona in territorio comunale di Rho ai fini della posa di un oleodotto tra 8 e 9 m dal p.c.:

.

INFORMAZIONI INDAGINE

ID: 1802 **IDE: B6A129620541**

QUOTA (m s.l.m.): 149,8 **PROFONDITA'(m): 80,0**

PROFONDITA' FALDA(m): ND

Strato	*Da*	*A*	*Spessore*	*Descrizione*
1	0	2,0	2,0	informazione non disponibile
2	2,0	9,5	7,5	ghiaia e argilla
3	9,5	12,0	2,5	argilla gialla
4	12,0	15,5	3,5	ghiaia argillosa
5	15,5	28,5	13,0	ghiaia e sabbia
6	28,5	36,5	8,0	argilla gialla sabbiosa
7	36,5	50,5	14,0	ghiaia e sabbia
8	50,5	51,5	1,0	argilla gialla
9	51,5	53,0	1,5	sabbia argillosa
10	53,0	56,5	3,5	ghiaia e sabbia
11	56,5	68,0	11,5	argilla gialla
12	68,0	75,5	7,5	arenaria
13	75,5	76,0	0,5	argilla gialla
14	76,0	77,5	1,5	conglomerato
15	77,5	78,9	1,4	sabbia e ghiaia
16	78,9	80,0	1,1	conglomerato

INFORMAZIONI INDAGINE

ID: 1809 **IDE: B6A121900620** **COMUNE: RHO**

QUOTA (m s.l.m.): 151,0 **PROFONDITA'(m): 13,0** **NUMERO STRATI: 7**

PROFONDITA' FALDA(m): ND

Strato	*Da*	*A*	*Spessore*	*Descrizione*
1	0	1,0	1,0	riporto: ghiaia eterometrica e resti lateritici in matrice sabbiosa deb. limosa marrone
2	1,0	1,8	0,8	limo deb. sabbioso ingl. rara ghiaia eterometrica
3	1,8	7,7	5,9	ghiaia eterometrica e ciottoli (? max 10 cm) in matrice sabbiosa deb. limosa da marrone a marrone bruno loc. marrone nocciola
4	7,7	8,4	0,7	sabbia deb. limosa marrone nocciola
5	8,4	9,2	0,8	limo argilloso deb. sabbioso compatto marrone nocciola loc. grigio
6	9,2	9,7	0,5	limo sabbioso marrone loc. marrone bruno
7	9,7	13,0	3,3	ghiaia eterometrica e rari ciottoli (? max 7 cm) fortemente alterati in matrice sabbioso limosa marrone nocciola

Report media prove penetrometriche approfondite nel territorio comunale

ESPOSIZIONE RISULTATI PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

Cantiere: Comune di Rho, territorio comunale
Committente: Spett.le Studio Tecnico CSA
Data: 31-lug-22

Media di 7 prove svolte nel territorio comunale

METRI	N10	NSPT	Media	Ang. Attri	E MPa Mod Elas	M kg/cmq Mod Edom	Cu kg/cmq Coesione
0,1	16	12		29	24,6	87,4	0,0
0,2	16,25	13		29	24,7	88,8	0,0
0,3	15,75	12	12	28	24,4	86,0	0,0
0,4	15,75	12		28	24,4	86,0	0,0
0,5	15,75	12		28	24,4	86,0	0,0
0,6	14	11		28	23,0	76,5	0,0
0,7	9,5	7		25	18,9	51,9	0,0
0,8	9,5	7	8	25	18,9	51,9	0,0
0,9	9,5	7		25	18,9	51,9	0,0
1	9,5	7		25	18,9	51,9	0,0
1,1	2	2		20	8,7	10,9	0,1
1,2	2	2		20	8,7	10,9	0,1
1,3	2	2		20	8,7	10,9	0,1
1,4	2	2	3	20	8,7	10,9	0,1
1,5	2	2		20	8,7	10,9	0,1
1,6	2	2		20	8,7	10,9	0,1
1,7	6	5		23	15,0	32,8	0,3
1,8	9,5	7		25	18,9	51,9	0,0
1,9	9,5	7		25	18,9	51,9	0,0
2	9,5	7		25	18,9	51,9	0,0
2,1	13,5	10	9	27	22,6	73,7	0,0
2,2	13,5	10		27	22,6	73,7	0,0
2,3	13,5	10		27	22,6	73,7	0,0
2,4	13,5	10		27	22,6	73,7	0,0
2,5	13,5	10		27	22,6	73,7	0,0
2,6	17,5	13		29	25,7	95,6	0,0
2,7	17,5	13		29	25,7	95,6	0,0
2,8	17,5	13		29	25,7	95,6	0,0
2,9	17,5	13		29	25,7	95,6	0,0
3	20	15	15	30	27,5	109,2	0,0
3,1	21	16		31	28,1	114,7	0,0
3,2	22	17		31	28,8	120,2	0,0
3,3	22	17		31	28,8	120,2	0,0
3,4	21	16		31	28,1	114,7	0,0
3,5	9	7		25	18,4	49,2	0,0
3,6	9	7		25	18,4	49,2	0,0
3,7	10	8	7	26	19,4	54,6	0,0
3,8	11	8		26	20,4	60,1	0,0
3,9	10	8		26	19,4	54,6	0,0
4	9	7		25	18,4	49,2	0,0

			Angolo attrito da	a
acqua				
terreno ben addensato		Nspt > 19	33°	
		12 < Nspt <= 18	28°	33°
		7 < Nspt <= 11	24°	28°
terreno scarsamente addensato		Nspt <= 6		24°

6. MODELLO LITOTECNICO DEL SITO E PRESTAZIONI GEO-MECCANICHE

Indagini geognostiche: in sito non svolte, utilizzata media di 7 prove svolte nel territorio comunale, e sondaggi profondi lungo l'asta dell'Olona oltre che indagini pregresse nell'ambito di studi di riqualificazione dell'Olona in Rho. Nello sviluppo del modello litotecnico locale si sono utilizzate formule cautelative per la deduzione dei parametri quali angolo di attrito, coesione, ecc. rispetto ai dati pregressi esistenti.

6.1 MODELLO LITOTECNICO LOCALE

Unità litotecnica 1: da 0 a 0,5 m dal p.c, terreni prevalentemente ghiaiosi, range NSPT da 12 a 18, angolo di attrito interno 29-31 °, peso di volume 1,8-1,9 t/mc, coesione nulla, modulo elastico E 162 kg/cmq, modulo edometrico M 38 kg/cmq comportamento frizionale, non saturi, discretamente addensati, USCS GM, GP. Riporto

Unità litotecnica 2: da 0,5 a 2,5 m di profondità, terreni prevalentemente limosi, range NSPT da 0 a 6, angolo di attrito interno 19-24°, peso di volume 1,6-1,7 t/mc, coesione non drenata/apparente 0,2/0,4 kg/cmq, comportamento frizionale (coesivo a breve termine), modulo elastico E 154 Kg/cmq, modulo edometrico M 34 kg/cmq, addensamento scadente, non saturi, USCS ML. Alternanze di lenti mediamente addensate e di lenti scarsamente addensate, miscele di sabbie fini.

Unità litotecnica 3: da 2,5 a 3,4 m dal p.c, terreni prevalentemente ghiaiosi, range NSPT da 12 a 18, angolo di attrito interno 29-31 °, peso di volume 1,8-1,9 t/mc, coesione nulla, modulo elastico E 162 kg/cmq, modulo edometrico M 38 kg/cmq comportamento frizionale, non saturi, discretamente addensati, USCS GM, GP.

Unità litotecnica 4: da 3,4 a 4 m dal p.c, terreni prevalentemente sabbiosi, range NSPT da 7 a 11, angolo di attrito interno 25-28°, peso di volume 1,7-1,8 t/mc, coesione nulla, modulo elastico E da 113 a 134 Kg/cmq, modulo edometrico M da 50 a 78 kg/cmq, addensamento medio, comportamento frizionale, non saturi, USCS SM, SW, SW.

Unità litotecnica 5: fino a circa 8 m di profondità, medio grado di addensamento, proprietà geotecniche da medie a discrete, in media Nspt 11, 28° angolo attrito, coesione nulla, peso volume 1,8 ton/mc;

Unità litotecnica 6: fino a circa 15 m di profondità, addensamento da addensato fino a compatto / molto compatto, Nspt >20, angolo attrito >32°, peso volume 1,9 ton/mc, coesione nulla;

Spessore terreni compressibili superficiali (Nspt < 6): presente coltre superficiale mediamente cedevole fino a circa 2,5 m dal p.c;

Profondità tetto orizzonte terreni resistenti: riscontrato con le indagini pregresse dai 8-10 m di profondità;

Piani di posa fondazioni esistenti/in progetto/ modellati: - 0,8 e – 2 m dal p.c;

Tipologia fondazioni in progetto/modellate: fondazioni continue e plinti;

Approccio calcolistico: combinazione A1M1R3, formule Brinch-Hansen e Burland e Burdbidge;

Peculiarità geo-meccaniche caratteristiche sedime fondazioni: in superficie prevalente granulometria sabbiosa, coesione nulla, peso volume 1,8 t/mc, angolo attrito 25°, modulo elastico 18 MPa, modulo edometrico 49,2 kg/cmq, k Winkler 3 kg/cmc; in profondità, da – 2 m, miscele di ghiaie e sabbie, peso di volume 1,8 t/mc, coesione nulla, angolo attrito 28°, modulo elastico E da 150 kg/cmq, modulo edometrico M da 106 kg/cmq

6.2 PRESTAZIONI GEO-MECCANICHE SEDIME DI FONDAZIONE

Resistenze verticali e carichi esercizio massimi

SLU - SLE

Tipo di fondazione	Profondità piano posa m	Capacità portante (resistenze verticali) kPa	Cedimento totale mm	Carico di esercizio max kPa	K Winkler Kg/cmc
A	B	C (SLU)	D	E (SLE)	F
(0,6 x 0,6) m	– 0,8	80	14	130	4,3
(0,8 x 0,8) m	– 0,8	85	19	110	3
(1 x 1) m	– 0,8	90	24	95	2,7
(0,6 x 10) m	– 0,8	71	19	90	4,3
(0,8 x 10) m	– 0,8	80	26	75	3
(1 x 10) m	– 0,8	88	34	65	2,7
(1,5 x 10) m	-0,8	110	55	50	2,3
(2 x 2) m	-0,8	117	50	60	2
(3 x 3) m	-0,8	144	83	47	1,9

SLU - SLE

Tipo di fondazione	Profondità piano posa m	Capacità portante (resistenze verticali) kPa	Cedimento totale mm	Carico di esercizio max kPa	K Winkler Kg/cmc
A	B	C (SLU)	D	E (SLE)	F
(0,6 x 0,6) m	– 2	116	11,5	245	7,7
(0,8 x 0,8) m	– 2	125	15	200	6,5
(1 x 1) m	– 2	133	19	170	5,8

(0,6 x 10) m	– 2	102	15	165	7,7
(0,8 x 10) m	– 2	115	21	135	6,5
(1 x 10) m	– 2	129	27	115	5,8
(1,5 x 10) m	-2	161	39	105	6,3
(2 x 2) m	– 2	174	40	110	4,5
(3 x 3) m	-2	215	59	94	5,9

La combinazione dei carichi (azioni) di progetto ricadenti sui modelli fondazionali in condizioni statiche non dovranno superare i valori della colonna C per quanto riguarda gli SLU.

La combinazione agli stati limite di esercizio dinamici SLE non dovrà superare i valori della colonna E che rappresentano i carichi tali da indurre cedimenti pari a 25 mm.

Il Kw è riferito alle colonne C e D.

In condizioni dinamiche i valori di SLU ed SLE subiranno un decremento del 20%

Pendenza stabile a lungo termine eventuali fronti di scavo: 50%;

Tabella X: Proprietà fisico-meccaniche e indicazioni a scopo ingegneristico dei terreni (da: Washington Division of Geology and Earth Resources Bulletin 78-1989, *modificato)*

classificazione		Peso di volume secco	angolo di resistenza al taglio	coesione	erodibilità relativa	capacità portante	difficoltà di scavo	inclinazione scarpata
origine	USCS	g/cm^3	°	kg/cm^2		kg/cm^2		%
alluvionali								
alta energia	GW, GP, GM	1.85 – 2.10	30 - 35	0	bassa	0.,75 – 1.,00	bassa	50÷65
bassa energia	ML, SM, SP, SW	1.45 – 1.85	15 - 30	0 – 0.25	medio-alta	0.25 – 0,75	bassa	25÷50
glaciali								
till	SM, ML	1.90 – 2.25	35 - 45	0.50 – 2.00	medio-bassa	0.75 – 2.50	medio-alta	50÷100
fluvioglaciali	GW, GP SW,SP,SM	1.85 – 2.10	30 - 40	0 – 0,50	medio-bassa	0.75 – 1.50	medio-bassa	50÷70
glaciolacustri	ML, SP,SM	1.60 – 1.90	30 - 40	0 – 1.50	medio-alta	0.50 – 1.00	media	25÷50
lacustri								
inorganici	ML, SM, MH	1.10 – 1.60	5.0 - 20	0 – 0.10	alta	0 – 0.25	bassa	0÷25
organici	OL, PT	0.5 – 1.10	0 - 10	0 – 0.10	alta	0 – 0.25	bassa	0÷25
eolici								
loess	ML, SM	1.25 – 1.60	20 - 30	0.25 – 0.50	molto alta	0.25 – 0.50	bassa	25÷50

DESCRIZIONE LITOLOGICA	INTERVALLO DEI VALORI $[kg/cm^3]$
Sabbia sciolta	0,48 – 1,60
Sabbia mediamente compatta	0,96 – 8,00
Sabbia compatta	6,40 – 12,80
Sabbia argillosa mediamente compatta	2,40 – 4,80
Sabbia limosa mediamente compatta	2,40 – 4,80
Sabbia e ghiaia compatta	10,00 – 30,00
Terreno argilloso con $qu < 2kg/cm^2$	1,20 – 2,40
Terreno argilloso con $(2 < qu < 4)kg/cm^2$	2,20 – 4,80
Terreno argilloso con $qu > 4kg/cm^2$	> 4,80

TERRENI SUPERFICIALI

TERRENI PROFONDI

Relativamente all'attribuzione dei valori dei *parametri geotecnici fondamentali* ai terreni si è fatto riferimento anche ad esperienze personali condotte in contesti confrontabili ed in zone limitrofe (esecuzione di back-analysis), nonché a dati dedotti dalla bibliografia tecnica (cf. P. COLOMBO, 1975; R. LANCELLOTTA, 1987; TERZAGHI PECK 1967; TANZINI 2009; CASADIO-ELMI 2006; CESTARO 2009) espressi in medie ponderate.

6.3 RESISTENZE VERTICALI E CARICHI ESERCIZI MASSIMO FONDAZIONI PROFONDE

I pali di fondazione hanno il compito di trasferire il carico superficiale ad orizzonti di terreno profondi, dalle caratteristiche meccaniche migliori rispetto ai sedimenti soprastanti, sia tramite l'attrito laterale sia tramite la portata di punta.

Secondo le norme tecniche per le costruzioni del Gennaio 2018 e successivi aggiornamenti il calcolo della portata di un palo deve affrontare 3 gradini: a) portata caratteristica, b) portata di progetto, c) calcolo azione di progetto. Nel prosieguo si espongono come richiesto dai progettisti strutturisti i punti a) e b) verificati secondo l'approccio 2 combinazione A1+M1+R3, dove con A s'intendono i coefficienti parziali (moltiplicativi) per le azioni o gli effetti delle azioni, con M i coefficienti parziali (riduttivi) per i parametri geotecnici dei terreni dei parametri dei terreni e con R i coefficienti parziali (riduttivi) da applicare alle resistenze caratteristiche.

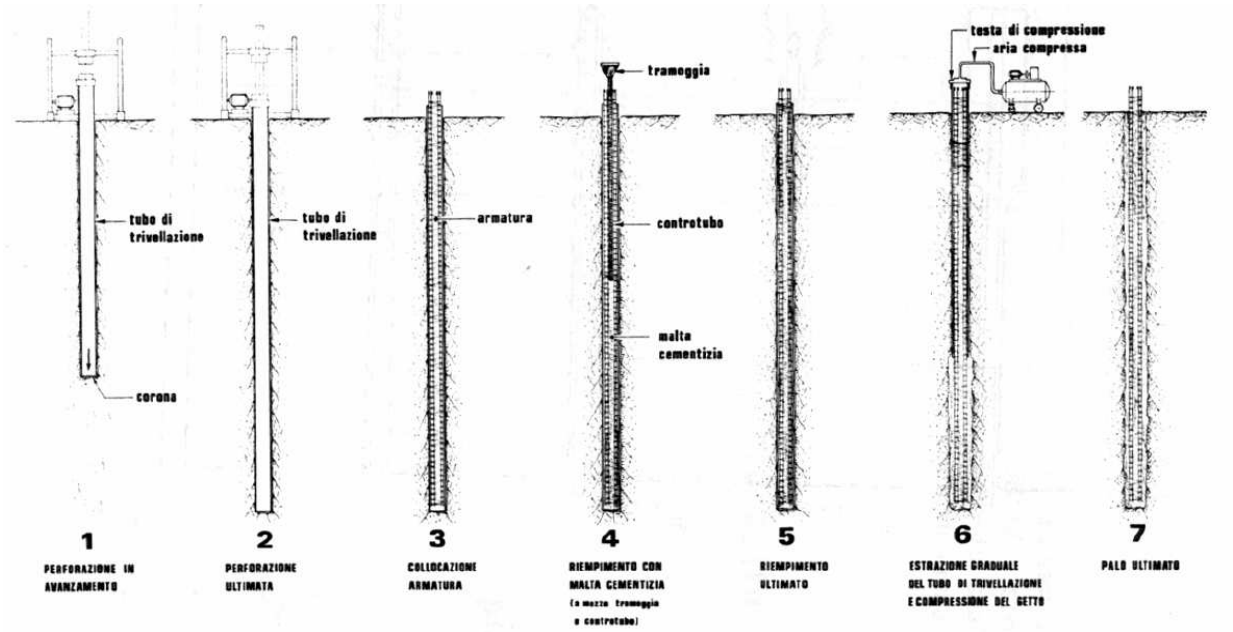
La portata caratteristica si ottiene dividendo la portata nominale limite ottenuta dalla calcolistica per un coefficiente parziale ξ proporzionale al numero di prove svolte, nel caso in questione 5 prove e ξ = 1,7. La portata di progetto si ottiene dividendo la portata caratteristica per un coefficiente parziale R3 che per i pali in questione corrisponde a 1,35 per la resistenza di base e ad 1,15 per la resistenza laterale in compressione.

Si deve prestare infine al fatto che nel calcolo dei pali, sia in condizioni statiche che sismiche, le caratteristiche del terreno M non vanno mai ridotte; in presenza di azioni sismiche A ed M sono pari a 1 e si deve tener conto solo di R.

Ciò premesso, si sono verificate le portate di micropali di tipo IGU.

Micropalo “Radice” IGU

Per realizzare un micropalo iniettato, una volta raggiunta con la perforazione la quota prescelta per la base del palo, si cala nel perforo l’armatura metallica costituita da una sola barra tubolare in acciaio o da una gabbia di armatura come per il cemento armato. Dopo la posa in opera dell’armatura si esegue il getto del palo con un vero e proprio micro-calcestruzzo. Il getto di verifica tramite un controtubo la cui estremità inferiore rimane costantemente immersa nel calcestruzzo. Al termine del getto viene applicata, in sommità al tubo forma, una testa a tenuta. Viene quindi introdotta aria in pressione nella parte di tubo sovrastante la malta gettata, estraendo contemporaneamente il tubo di trivellazione. Questo tipo di palo richiederà un volume d’iniezione almeno 1,5 rispetto al volume del perforo di trivellazione.



In genere si trascura la capacità portante di punta, volendola tenere in considerazione gli stessi autori suggeriscono di valutarla in proporzione al 15% della capacità portante laterale.

Le verifiche sviluppate hanno condotto ai risultati di seguito esposti:

Tipo di palo	Lunghezza	Diametro perforo	Resistenza verticale di progetto Rd SLU
IGU	10 m	0,180 m	6,4 t

Peculiarità singolo micro-palo tipo IGU e relative prestazioni secondo il metodo di Bustamante e Doix

Stima del diametro efficace medio finito 0,2 m

Per la calcolistica delle fondazioni in questione si sono utilizzati i seguenti parametri geo-meccanici di progetto: angolo di attrito 26°, coesione nulla, peso di volume 1,8 t/mc.

CALCOLO CAPACITA' PORTANTE
Calcolo capacità portante Micropalo secondo Bustamante - Doix 1985

Cantiere Via Magenta, Rho
Data 27/08/2023
Committenza Spett.le CSA Studio

Capacità portante laterale — Qlim = P + S — P = 0,15 x S o trascurata — S= Ds x Ls x s

Calcolo S

1°	Diametro efficace		Ds	0,22	m
	Tratto micropalo connesso terreno o lunghezza bulbo		Ls	5	m
	Tensione attrito laterale interfaccia palo terreno (tabella)		s	4,5	t/mq
t r a t t o	Ds= Dd x alfa				
	Diametro perforo		Dd	0,18	m
	Parametro migliorativo (da tabella)		alfa	1,2	
	Cap portante laterale limite primo tratto		Qlim	4,9	t
2°	Diametro efficace		Ds	0,22	m
	Tratto micropalo connesso terreno o lunghezza bulbo		Ls	5	m
	Tensione attrito laterale interfaccia palo terreno (tabella)		s	5,5	t/mq
t r a t t o	Ds= Dd x alfa				
	Diametro perforo		Dd	0,18	m
	Parametro migliorativo (da tabella)		alfa	1,2	
	Cap portante laterale limite secondo tratto		Qlim	5,94	t
	Cap portante laterale limite totale		Qlim	10,8	t
	Fattore sicurezza		Fs	1	
	Cap portante laterale totale ammissibile		Qamm	10,8	t

Capacità portante punta — Valore pari al 15% della capacità portante laterale

Cap portante punta ammissibile	Qamm	1,6	t
Cap portante totale ammissibile nominale	Qamm	12,4	t

Portata caratteristica	7,3	t	**Portata di progetto**	6,4	t

CALCOLO CEDIMENTI

Calcolo cedimenti Micropalo secondo Poulos-Davis (1981)

La formula di Poulos e Davis (1981)

$\Delta = (\beta \times p_{max}) / (E \times l.utile)$

$\beta = 0{,}5 + \log(l.utile/D)$

Diametro D cm	Portata esercizio Q kg	Coeff Frm Beta	Lunghezza utile L cm	Modulo deformazione terreno E kg/cmq	Cedimento Delta cm
18	15000	1,9	500	128	0,46
					mm
					5

Calcolo carico di esercizio massimo tale da indurre un cedimento pari a 5 mm (limite ammissibile)

Cenni sul dimensionamento strutturale

Quanto sopra esposto riguarda il comportamento geotecnico dei micropali, dal punto di vista strutturale si allegano di seguito (a titolo indicativo) due tabelle indicanti rispettivamente le portate geotecniche + strutturali (malta e acciaio) di alcuni pali in funzione del diametro del perforo e delle armature e le portate geotecniche + strutturali (solo acciaio) tenendo conto che nei pali in progetto è preventivata l'installazione di armature in acciaio tubolari S355 diametro 114,3 mm, spessore 8 mm.

Diametro foro in mm	Diametro del tubo di armatura in mm		Carico massimo ammissibile in kN	
	Esterno	Interno	A trazione	A compressione
	48,3	39,3	70	175
85	51	35	135	235
	60,3	44,3	165	300
100	60,3	35,3	210	370
	76,1	60,1	235	300
120	76,1	51,1	280	510
	82,5	66,5	255	520
145	82,5	57,5	330	630

Carichi strutturali ammissibili per micropali Tubfix (fonte Tanzini) - 300 kN = 30 ton.

tipo di micropalo tubfix	perforazione ø mm	anima tubolare $ø_e$ mm	anima tubolare $ø_i$ mm	portate ammissibili compress. t (+)	portate ammissibili trazione t (-)
A	85-90	51,0	35,0	+24	-14
B	104-115	60,3	40,3	+36	-28
C	115-120	76,1	56,1	+47	-37
D	120-140	76,1	47,7	+63	-52
E	140-160	88,9	60,5	+76	-63
F	152-160	101,6	69,6	+98	-82

Tabella con le portate ammissibili dei micropali Tubfix

Le portate a compressione ed a trazione, sono ricavate per un acciaio caratterizzato da una tensione di rottura a trazione ft maggiore o uguale a 550 N/mmq ed una tensione di snervamento fy maggiore o uguale a 340 N/mmq e trascurando a favore della sicurezza, il contributo della malta di ricoprimento del fusto (ultima tabella). Fonte Tanzini, 2004, *Micropali e pali di piccolo diametro*).

Stima cedimenti

Il calcolo preliminare dei cedimenti di un palo è ancora oggi oggetto di discussione e rimane spesso nell'ambito teorico sperimentale, pertanto ci si affida come prassi geotecnica all'esecuzione di prove di carico di collaudo.

L'esperienza mostra come il cedimento del palo singolo sia funzione del fattore di sicurezza (ossia del rapporto tra la capacità portante del palo ed il carico applicato) e del diametro dello stesso. Usualmente quando il fattore di sicurezza del palo è maggiore o uguale a 2, il cedimento in un terreno granulare sarà trascurabile.

Per il calcolo dei cedimenti si è provveduto a sviluppare la calcolistica secondo la formula di Poulos e Davis.

La formula di Poulos e Davis (1981) individua il cedimento di un palo singolo con la seguente calcolistica: Δ= (β x pmax)/ (E x l.utile), dove Δ corrisponde al cedimento, β= 0,5 + log(l.utile/D) coefficiente di forma, D diametro del palo, l.utile lunghezza utile (intesa come la parte di palo immorsata nel terreno più resistente), pmax massimo carico verticale, E modulo di deformazione strato terreno in cui è ammorsato il micropalo.

Secondo il metodo D'Apollonia è possibile attribuire ai terreni presenti in sito al di sotto dei 7 m, un valore di modulo di Deformazione E pari a 200 kg/cmq.

Dallo sviluppo della calcolistica di Poulos e Davis ne consegue:

Lunghezza palo cm	Diametro cm	E Kg/cmq	Carico esercizio max kg	Coefficiente di forma	Lunghezza utile cm	Cedimento cm
1000	18	128	15000	1,9	500	0,46

7. CONCLUSIONI

Ubicazione: Rho

Fattibilità geologica:

- ***Zona 1***

Parte N – NE: fattibilità II con modeste limitazioni all'urbanizzazione

Parte S – SW: fattibilità III con consistenti limitazioni all'urbanizzazione

- ***Zona 2***

Tutta l'area: fattibilità II con modeste limitazioni all'urbanizzazione

- ***Zona 3***

fattibilità II con modeste limitazioni all'urbanizzazione

Parte E – NE: fattibilità IV con gravi limitazioni all'urbanizzazione

- ***Zona 4***

Parte NE: fattibilità III con consistenti limitazioni all'urbanizzazione

Parte S -SE: fattibilità III con consistenti limitazioni all'urbanizzazione

Parte W: fattibilità IV con gravi limitazioni all'urbanizzazione

- ***Zona 5***

Parte N: fattibilità IV con gravi limitazioni all'urbanizzazione

Parte W – S ed E: fattibilità III con consistenti limitazioni all'urbanizzazione

Limitazioni alla Fattibilità:

- ***Zona 1***

Parte N -NE: aree con vulnerabilità della falda da media ad elevata

Parte S – SW: aree potenzialmente interessate da alluvioni rare

- ***Zona 2***

Tutta l'area: aree con vulnerabilità della falda da media ad elevata

- ***Zona 3***

aree con vulnerabilità della falda da media ad elevata

Parte E - NE: aree adiacenti ai corsi d'acqua del reticolo principale da mantenere a disposizione per consentire l'accessibilità per interventi di manutenzione

- ***Zona 4***

Parte NE: aree potenzialmente interessate da alluvioni rare

Parte S – SE: aree del centro edificato ad elevato rischio di esondazione

Parte W: aree esterne al centro edificato ad elevato rischio di esondazione

- ***Zona 5***

Parte N: aree adiacenti ai corsi d'acqua da mantenere a disposizione per consentire l'accessibilità per interventi di manutenzione

Parte W – S ed E: aree potenzialmente interessate da alluvioni rare

Attività geomorfologiche in atto: assenti

Dissesti idrogeologici pregressi e/o prevedibili: assenti

Scenario pericolosità sismica locale: Z4a

Categoria sismica topografica: T1

Categoria sismica suoli: C

Propensione alla liquefazione dei sedimenti: da nessuna a bassa

Profondità falda acquifera principale:

- ***Zone n° 1,2,3:*** profondità falda acquifera compresa tra i 5 e i 7,5 m dal p.c.
- ***Zone n° 4,5:*** profondità falda acquifera compresa tra i 2,5 e i 5 m dal p.c.

Acquifero: Acquifero di tipo libero in materiali alluvionali (non protetto)

Vincoli legati a opere captazione idropotabili:

1. ***Zona 2:*** zona di rispetto delle opere di captazione di acque destinate al consumo umano

Falde acquifere sub superficiali discontinue e temporanee: non riscontrate

Permeabilità sub superficiale: permeabilità da alta a media, k da 10^{-2} a 10^{-4} m/s

Vincoli di natura idraulica idrologica legati a corpi idrici superficiali:

2. ***Zona 1 e 3:*** fascia di rispetto del reticolo idrico principale estesa per 10 m dagli argini
3. ***Zona 5:*** fascia di rispetto del reticolo di bonifica secondario, di competenza del Consorzio Est Ticino Villoresi, estesa per 6 m dagli argini

Area attraversamento Olona (peculiarità geo-meccaniche e idrologiche)

Spessore terreni compressibili: 2,5 m, da 0 a 2,5 m dal p.c., limi e sabbie prevalenti

Profondità tetto orizzonte terreni resistenti: - 8- 10 m dal p.c., ghiaie e ciottoli in matrice sabbiosa

Sistema fondazione consigliato: micropali, diametro 180 mm, lunghezza 10 m, capacità portante 6,4 ton, carico esercizio massimo 15 ton

Permeabilità dei terreni presenti in sito: 10-4 ms

Pendenza stabile a lungo termine fronti di scavo: 50°

Quota assoluta livello piena di progetto Tr 100: 153,35 m slm

Quota progetto intradosso attraversamento: 154,35 m slm

Per garantire la massima efficienza esecutiva delle opere sarà inoltre opportuno rispettare le seguenti ulteriori prescrizioni particolari:

1. si consiglia di realizzare gli interventi con la massima rapidità in periodi contrassegnati da scarsi apporti idrici, al fine di evitare sia il fastidioso rammollimento dei terreni sia la presenza di filtrazioni dalle pareti e dal fondo scavo; nel primo caso sarà opportuno riparare gli scavi dall'azione delle acque meteoriche, apponendo teli impermeabili;
2. nell'esecuzione degli scavi andrà previsto il sostegno dei fronti, particolarmente ove sia necessario approfondirsi oltre la profondità di 2 m soprattutto se in fregio a fondazioni di edifici esistenti, strade, ecc;
3. qualora si evidenzi filtrazione di acque sulle pareti di scavo si dovrà assolutamente prevedere il sostegno degli scavi stessi, in quanto si perderebbe la relativa stabilità dei fronti stessi.
4. Le considerazioni sopra effettuate derivano da indagini puntuali, nel caso si riscontri l'esistenza di condizioni litostratigrafiche difformi da quanto previsto, andrà interpellato il consulente geologo e dovranno essere eventualmente adottati correttivi alle scelte progettuali previste.

   a) D.Lgs 81/2008, art. 118: Nei lavori di splateamento o sbancamento eseguiti senza l'impiego di escavatori meccanici, le pareti delle fronti di attacco devono avere una inclinazione o un tracciato tali, in relazione alla natura del terreno, da impedire franamenti. Quando la parete del fronte di attacco supera l'altezza di m 1,50, e' vietato il sistema di scavo manuale per scalzamento alla base e conseguente franamento della parete.

   b) Quando per la particolare natura del terreno o per causa di piogge, di infiltrazione, di gelo o disgelo, o per altri motivi, siano da temere frane o scoscendimenti, deve essere provveduto all'armatura o al consolidamento del terreno.

   c) Nello scavo di pozzi e di trincee profondi piu' di m 1,50, quando la consistenza del terreno non dia sufficiente garanzia di stabilita', anche in relazione alla pendenza delle pareti, si deve provvedere, man mano che procede lo scavo, alla applicazione delle necessarie armature di sostegno.

      - È vietato costituire depositi di materiali presso il ciglio degli scavi. Qualora tali depositi siano necessari per le condizioni del lavoro, si deve provvedere alle necessarie puntellature.

Rispettando quanto sopra esposto si può considerare l'intervento in progetto compatibile con le condizioni geologiche locali.

⌘ ⌘ ⌘