Ingegneri Consulenti

AIPo
Agenzia Interregionale per il fiume Po

PROVINCIA DI MANTOVA

COMUNE DI MANTOVA

MN-E-409-M – LAVORI DI RIFACIMENTO DELLA CHIAVICA DEL RIO NEL COMUNE DI MANTOVA

INTERVENTO DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA PER IL RIPRISTINO FUNZIONALE DELLA CHIAVICA

PROGETTO ESECUTIVO

Relazione Geologica

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROV. DI TRENTO
dott.ing. RAFFAELE FERRARI
ISCRIZIONE ALBO N° 1114

COMM	PROT.	DOC.	REV.	DESCRIZIONE	EMESSO	CONTROLLATO	APPROVATO	DATA
1090	E	R06	0	Emissione	BSS	BSS	FRR	11/2018

SEDE DI TRENTO:
I-38121 Trento, Via Kufstein 1
tel. 0461 39.03.40 - fax 0461 39.49.38
e-mail info@ingegnericonsulenti.com

SEDE DI MILANO:
I-20146 Milano, Via Frua 22
tel. 02 48.51.88.62 – fax 02 48.51.88.62
e-mail info@ingegnericonsulenti.com

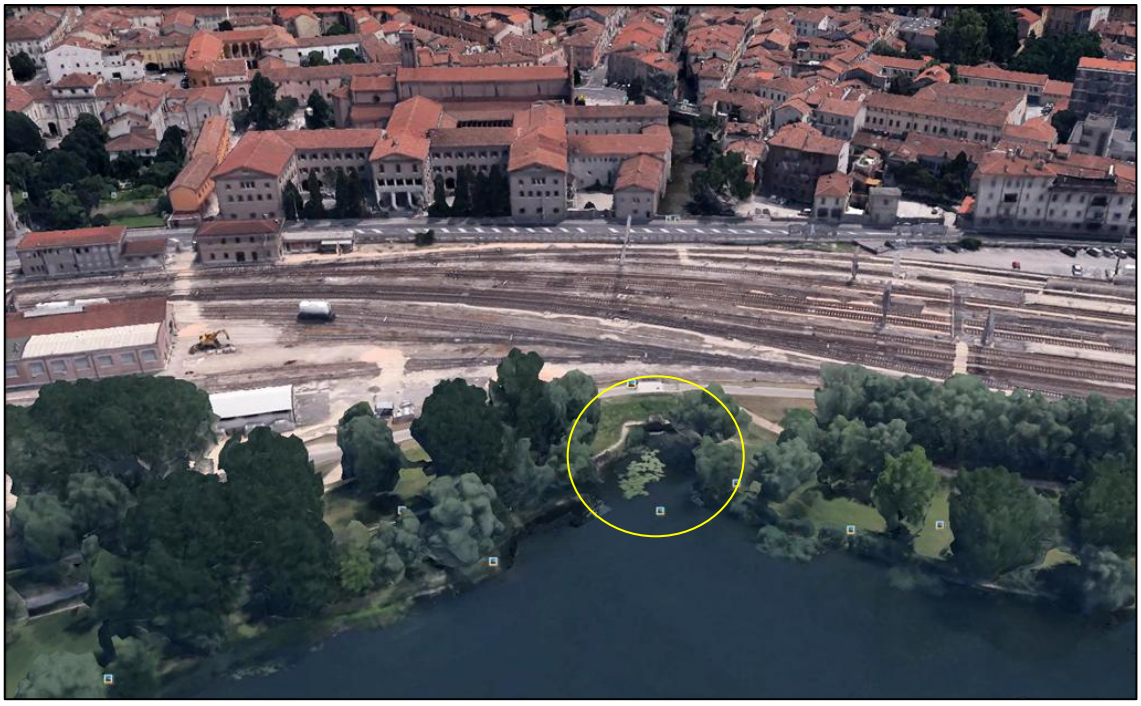
Geologo dott. Rinaldo Bussola

AIPo
Agenzia Interregionale per il fiume Po

PROVINCIA DI MANTOVA

COMUNE DI MANTOVA

LAVORI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DELLA CHIAVICA DEL RIO DI MANTOVA



PROGETTO ESECUTIVO

Relazione Geologica

Trento, marzo 2018

Il Relatore

ORDINE DEI GEOLOGI
GEOLOGENKAMMER
TRENTINO - ALTO ADIGE / SÜDTIROL
DOTT. GEOL.
N° 45 RINALDO BUSSOLA

Studio di Geologia Applicata
38122 TRENTO - Via di Pietrastretta, 63

Dott. Rinaldo Bussola
Geologo

INDICE

1. PREMESSA

1.1 *Oggetto* **2**

1.2 *Descrizione dell'opera* **3**

1.3 *Campagna geognostica di riferimento* **4**

1.4 *Normativa di riferimento* **5**

2. RELAZIONE GEOLOGICA

2.1 *Analisi cartografie geologiche per la pianificazione territoriale* ... **6**

2.1.1. CARTA DELLA FATTIBILITÀ GEOLOGICA **6**

2.1.2. CARTA LITOLOGICA E GEOMORFOLOGICA **6**

2.1.3 CARTA IDROGEOLOGICA E DELLA VULNERABILITA' **6**

2.1.4 CARTA DI SINTESI E DEI VINCOLI **6**

2.1.5 CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE **11**

2.2 *Inquadramento geologico ed idrogeologico* **12**

2.2.1 Geologia **12**

2.2.2 Inquadramento stratigrafico locale **13**

2.2.3 Livello piezometrico **14**

2.2.4 Modello geologico di riferimento **14**

3. ASPETTI AMBIENTALI **15**

4. INQUADRAMENTO SISMICO LOCALE **16**

5. CONCLUSIONI **17**

Dott. Rinaldo Bussola
Geologo

LAVORI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DELLA CHIAVICA DEL RIO DI MANTOVA

1 PREMESSA

1.1 *Oggetto*

La presente relazione geologica e stata redatta nell'ambito del progetto esecutivo dei lavori di rifacimento della Chiavica del Rio di Mantova nel Comune di Mantova (MN).

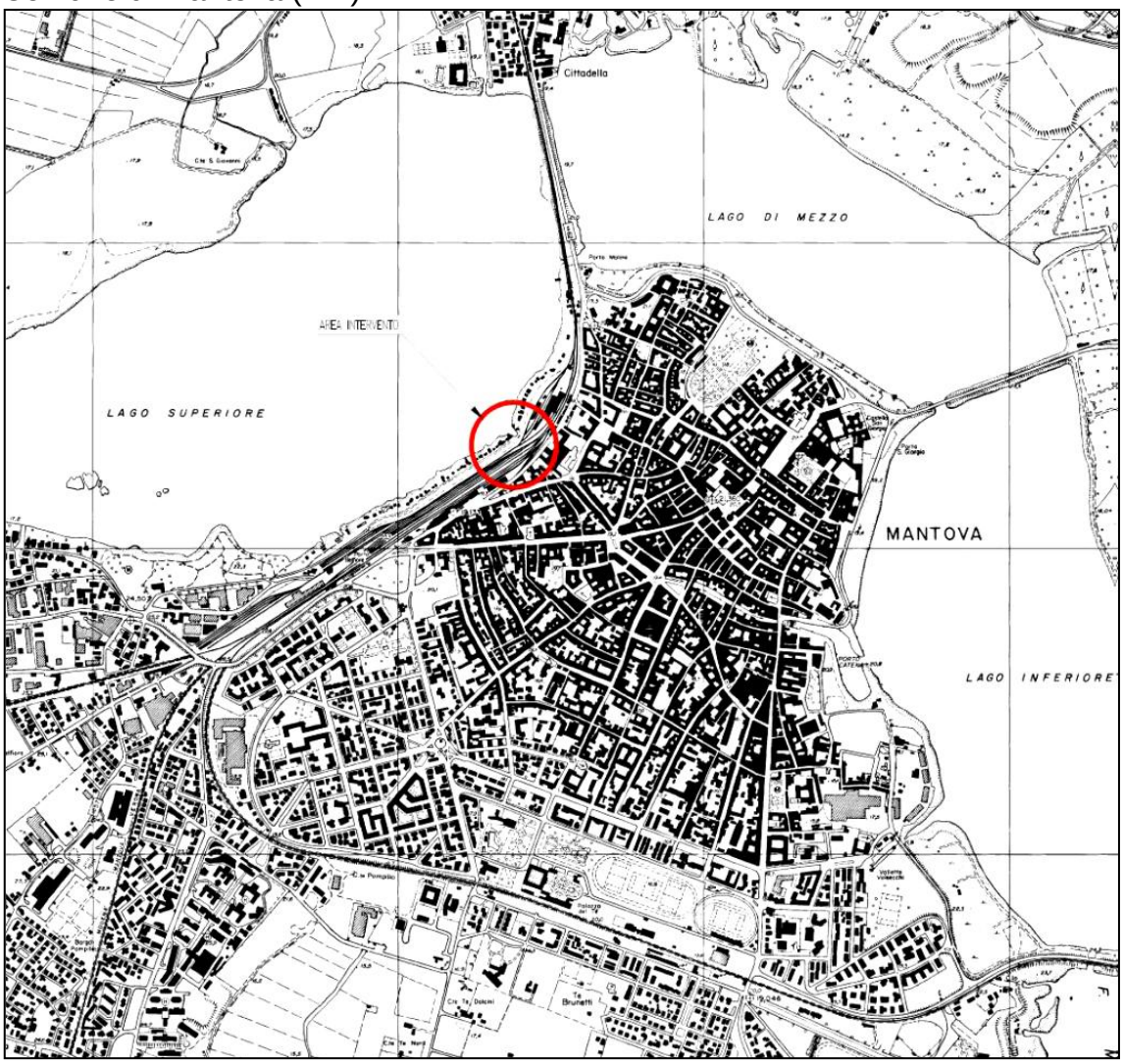


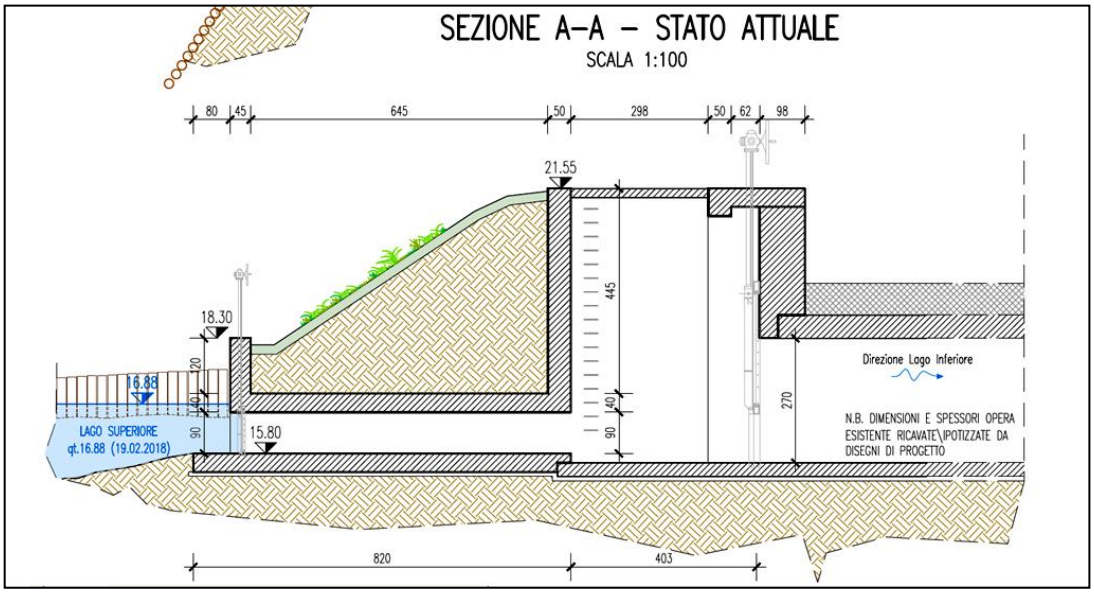
Figura 1-1: ubicazione dell'area con indicazione della posizione della chiavica (cerchio rosso)

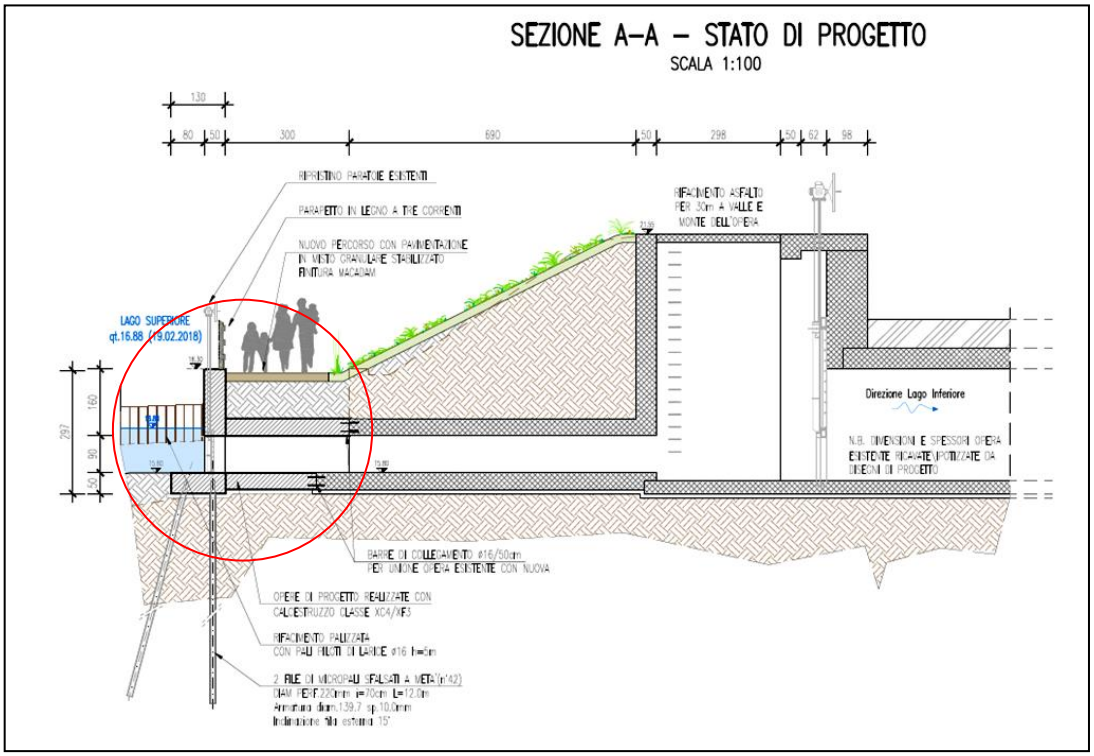
1.2 *Descrizione dell'opera*

La città di Mantova e attorniata da tre laghi, denominati superiore, di mezzo e inferiore, facenti parte dell'asta del fiume Mincio (cfr. figura n.1.1).

Nello specifico, l'opera in oggetto è installata sulla sponda del Lago Superiore e consente la regolazione ed il deflusso delle acque dal lago verso il Rio di Mantova, canale medioevale che taglia in due la città collegando il Lago Superiore con quello Inferiore L'opera è costituita sostanzialmente da un muro al cui interno sono inghisate n° 3 paratoie di regolazione (vedi foto sopra riportata).

La ristrutturazione dell'opera si rende necessaria in quanto che il manufatto ha subito per parte della sua lunghezza una parziale rotazione (vedi foto) ed allo stato attuale versa in condizioni precarie che ne limitano tra l'altro la funzionalità





Gli interventi per il ripristino dell'opera, come immediatamente deducibile dalle sezioni sopra riportate, prevedono in buona sostanza la demolizione e la ricostruzione del muro con le paratoie - ormai non più recuperabile - andando a fondarlo su micropali per garantirne la stabilità e spostandolo verso il lago per dare continuità al percorso ciclopedonale all'interno del Parco Periurbano.

1.3 *Campagna geognostica di riferimento*

Ai fini dello studio sono stati acquisiti i dati di carattere geologico disponibili sull'area di progetto ed i suoi dintorni e si è fatto puntuale riferimento ai risultati di una specifica campagna di indagine geognostica eseguita da *MGS Srl* nei primi mesi del 2018. Detta campagna ha comportato le seguenti attività:

- Esecuzione di 1 sondaggio (S-01) a carotaggio continuo spinto a 30 m di profondità.
- Esecuzione di 17 prove SPT in avanzamento nel sondaggio.
- Esecuzione di n°2 prove penetrometriche statiche con piezocono (CPTU-01 e CPTU-02) spinte ad un massimo di 20 m di profondità.
- Prelievo di 3 campioni indisturbati e 9 rimaneggiati.
- Caratterizzazione

I risultati di tali indagini e prove sono raccolti nello specifico "*Rapporto di indagine*" che costituisce parte integrante della relazione geotecnica di progetto alla quale pertanto si rimanda.

1.4 *Normativa di riferimento*

- D.M. 14/01/2008 "*Norme tecniche per le costruzioni*" - GU n°29 del 4/2/2008
- Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti approvata dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici "*Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni*"
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici. Allegato al voto n. 36 del 27.07.2007. "*Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale*".
- PCM Dip. Protezione Civile, "*Indirizzi e criteri per la Microzonazione sismica*", Parti I, II e III. Roma settembre 2008.
- D.G.R. 30 novembre 2011 "*Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio* […]"
- D.G.R. 11 luglio 2014, n. 2129 "*Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (L.R.1/2000, art.3, c.108, lett. d)*".
- Legge regionale 12 ottobre 2015, n. 33. «*Disposizioni in materia di opere o di costruzioni e relativa vigilanza in zone sismiche*», come modificata dall'art. 16 della legge regionale 29 dicembre 2015, n. 42 (Collegato 2016).
- D.G.R.. 30 marzo 2016 - n. X/5001. *Approvazione delle linee di indirizzo e Coordinamento per l'esercizio delle funzioni trasferite ai comuni in materia Sismica* (artt. 3, comma 1, e 13, comma 1, della l.r. 33/2015).

2. RELAZIONE GEOLOGICA

2.1 *Analisi delle cartografie geologiche per la pianificazione territoriale*

In questo capitolo viene analizzato l'inquadramento dell'area di progetto nei documenti di programmazione del territorio rilevanti dal punto di vista geologico ed idrogeologico. Il riferimento fondamentale di pianificazione territoriale è costituito dal Piano di Governo del Territorio (PGT) del Comune di Mantova e dalle sue norme tecniche di attuazione. Il piano allega - per la parte geologica - le seguenti cartografie che vengono di seguito proposte come stralcio con pontuale riferimento all'area di indagine.

2.1.1. CARTA DELLA FATTIBILITÀ GEOLOGICA (FIG. 2.1)

Il documento di sintesi dell'analisi geologica di base è costituito dalla *Carta della Fattibilità Geologica per le azioni di Piano*. Il sito di progetto ricade all'interno della perimetrazione "**2b** *fattibilità con limitate limitazioni*" (per le aree urbane, come nel caso specifico, riguarda *terreni sovente non accessibili all'osservazione diretta e vulnerabilità idrogeologica di grado non definibile, con soggiacenza* della falda *> 2,00 m dal p.c.*).

2.1.2. CARTA LITOLOGICA E GEOMORFOLOGICA CON ELEMENTI GEOPEDOLOGICI (FIG. 2.2)

Questa cartografia non evidenzia elementi specifici (in bianco, area urbana) per quanto riguarda la litologia ed indica - per gli aspetti geomorfologici - la presenza di una scarpata di erosione fluvioglaciale in corrispondenza della struttura arginale sulla quale si andrà ad intervenire con i lavori in progetto.

2.1.3 CARTA IDROGEOLOGICA E DELLA VULNERABILITA' (FIG. 2.3)

In questa cartografia sono evidenziate le manifestazioni idriche superficiali e profonde, la soggiacenza della falda e la vulnerabilità del territorio. Nel ristretto settore di intervento non sono presenti pozzi né di captazione né di controllo, né sono indicate specifiche vulnerabilità per la falda idrica (area urbana: in bianco).

2.1.4 CARTA DI SINTESI E DEI VINCOLI (FIG. 2.4)

In tale cartografia oltre ai vincoli (ridotti) delle precedenti cartografie viene riportato, per l'area di interesse, il limite esterno della Fascia B del PAI, coincidente grossomodo con la posizione stessa della chiavica, nonché la Fascia ad alto grado di tutela del Rio di Mantova che si diparte appunto dalla chiavica.

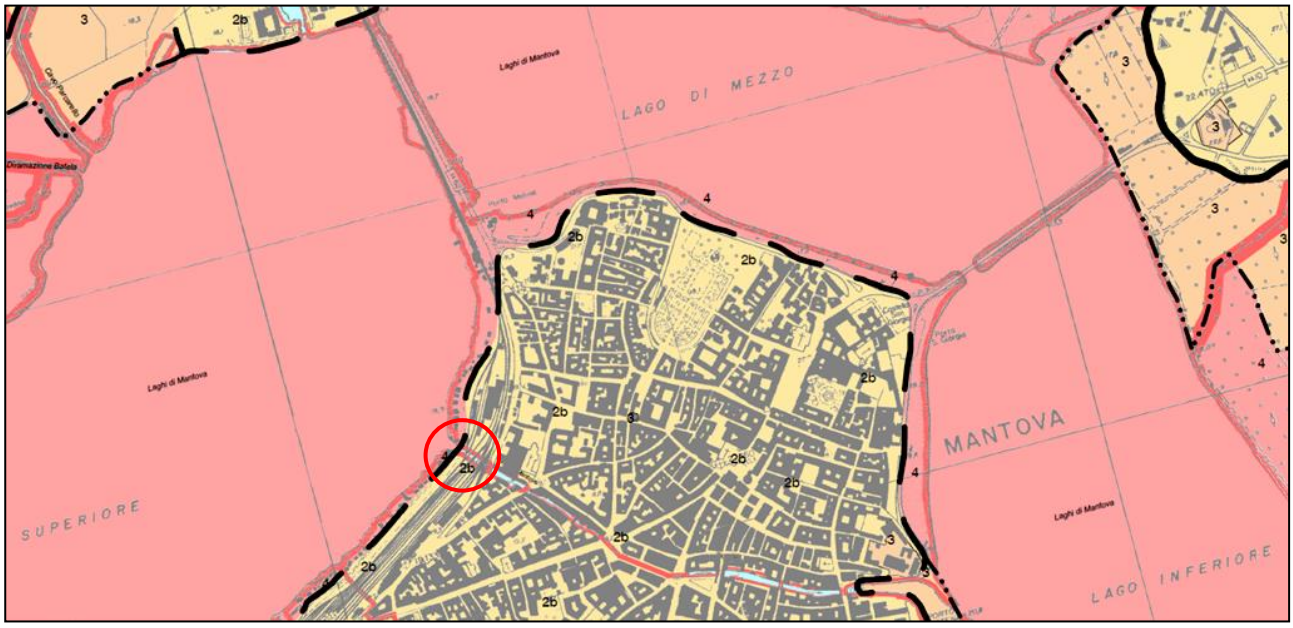


Fig. 2.1 CARTA DELLA FATTIBILITA' GEOLOGICA PER LE AZIONI DI PIANO

CORRELAZIONI CON LA CARTA DI PERICOLOSITà SISMICA LOCALE
(cfr. i documenti *"Relazione Geologica Generale, Fig. 6"* e *"Norme Geologiche di Piano"*)

Comune di Mantova = zona sismica 4 ai sensi dell'O.P.C.M. n. 3274 del 20 marzo 2003

L'analisi di secondo livello, basata sull'effettuazione di prove sismiche a rifrazione, è stata concentrata nelle zone PSL Z4a *[zone di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi]*.
Le indagini hanno documentato la presenza delle categorie di suolo B e C ai sensi del D.M. 14 gennaio 2008, per le quali si sono ottenuti i seguenti risultati:

1) Intervallo di periodo 0,1-0,5 s (strutture relativamente basse, fino a 5 piani in elevazione)
Fattori di Amplificazione calcolati > Fattori di soglia comunale: in tutto il territorio lo spettro proposto dalla normativa risulta insufficiente a tenere in considerazione la reale amplificazione di sito.
La progettazione di eventuali costruzioni strategiche e rilevanti ai sensi del D.D.U.O. n. 19904 del 21 novembre 2003 dovrà pertanto essere supportata da un'analisi sismica di terzo livello o, in alternativa, utilizzare lo spettro di norma caratteristico della categoria di suolo superiore secondo la classificazione stabilita dal D.M. 14 gennaio 2008.

2) Intervallo di periodo 0,5-1,5 s (strutture più alte)
Fattori di Amplificazione calcolati < Fattori di soglia comunale: lo spettro secondo normativa risulta ovunque sufficiente e tale da rispecchiare l'effettiva amplificazione di sito.
In caso di progettazione di costruzioni strategiche e rilevanti non saranno richiesti approfondimenti di terzo livello ovvero modifiche dello spettro di norma per una data categoria di suolo, fermi restando gli altri obblighi fissati dal D.M. 14 gennaio 2008.

Il terzo livello di approfondimento dovrà essere posto in atto anche per eventuali costruzioni strategiche e rilevanti in programma nelle zone PSL Z2 *[zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti (riporti poco addensati, depositi altamente compressibili, ecc.)]* identificate nella Carta di Pericolosità Sismica Locale (*Fig. 6* del documento *"Relazione Geologica Generale"*).

LEGENDA

CLASSE 2 — 2 a — FATTIBILITÀ CON MODESTE LIMITAZIONI
2 b — FATTIBILITÀ CON MODESTE LIMITAZIONI
CLASSE 3 — 3 — FATTIBILITÀ CON CONSISTENTI LIMITAZIONI
CLASSE 4 — 4 — FATTIBILITÀ CON GRAVI LIMITAZIONI
CLASSE 4 — FATTIBILITÀ CON GRAVI LIMITAZIONI (FASCE DI RISPETTO DEI CORSI D'ACQUA)

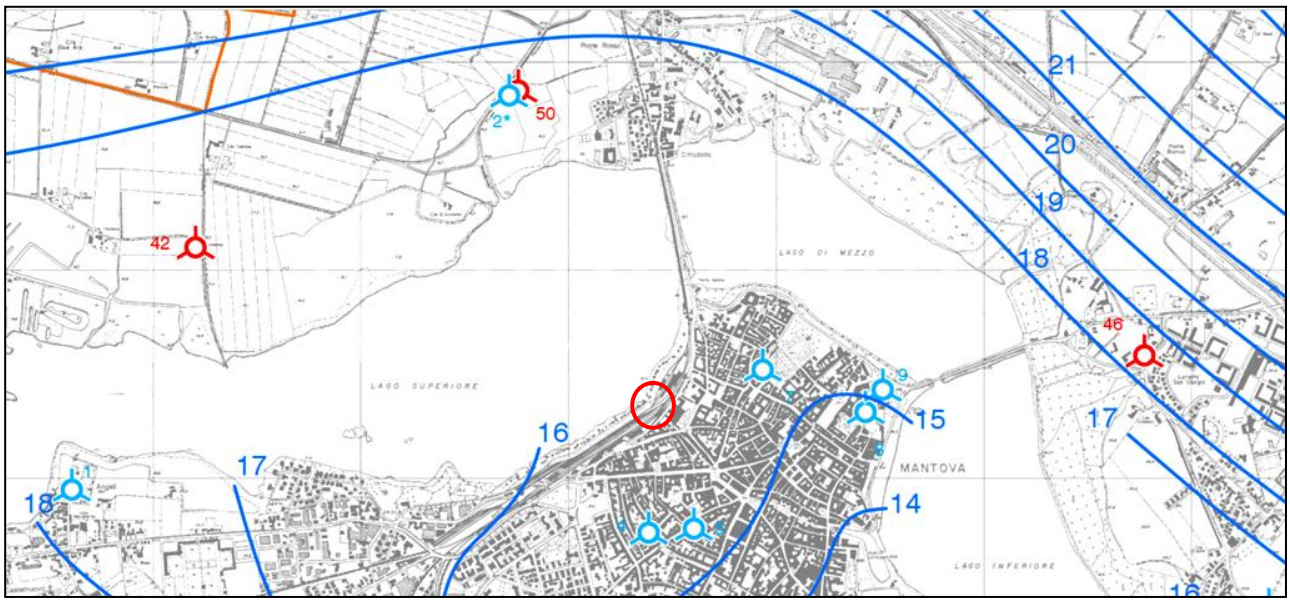
Limite esterno della Fascia A del PAI
Limite esterno della Fascia B del PAI
Limite esterno della Fascia C del PAI
Limite di progetto tra la Fascia B e la Fascia C del PAI

Fig. 2.2 CARTA LITOLOGICA E GEOMORFOLOGICA CON ELEMENTI GEOPEDOLOGICI

LITOLOGIA DI SUPERIFICIE		ELEMENTI GEOPEDOLOGICI
5gh	Depositi prevalentemente ghiaioso-sabbiosi	Suoli moderatamente profondi, limitati dal substrato ghiaioso e sabbioso incoerente e molto calcareo, a tessitura moderatamente grossolana, da subalcalini ad alcalini, calcarei e a drenaggio rapido. La falda è presente intorno al metro di profondità.
5sb	Depositi prevalentemente sabbiosi	Suoli da molto sottili a profondi, limitati dal substrato sabbioso incoerente, a tessitura media o moderatamente fine, da subalcalini ad alcalini, calcarei e a drenaggio buono o moderatamente rapido. La falda è periodicamente presente all'interno del profilo.
5lm	Depositi prevalentemente limosi	Suoli moderatamente profondi, limitati dal substrato limoso molto calcareo, a tessitura moderatamente fine e moderatamente calcarei in superficie, da moderatamente grossolani a medi e calcarei a media profondità, alcalini e a drenaggio da mediocre a buono.
5ag	Depositi prevalentemente argillosi	Suoli da moderatamente profondi a profondi, a substrato limoso-argilloso molto compatto e calcareo, a tessitura fine, subalcalini o alcalini, calcarei e a drenaggio molto lento. La falda è presente intorno al metro di profondità e oscilla all'interno del profilo.
8trb	Depositi prevalentemente torbosi	Suoli da sottili a moderatamente profondi, limitati da strati torbosi al di sotto dei quali, talvolta, si trovano orizzonti sabbiosi incoerenti, e dalla falda permanente; sono a tessitura media, subalcalini, da calcarei a molto calcarei, a drenaggio da impedito a molto lento.
5lcs	Depositi paludosi	Suoli organici sottili, limitati dalla falda permanente e da strati torbosi, a reazione subacida, non calcarei e a drenaggio impedito.
	Aree urbanizzate	

ELEMENTI GEOMORFOLOGICI
FORME NATURALI
Orlo di scarpata di erosione fluvioglaciale
Traccia di corso fluviale estinto
FORME ANTROPICHE
Aree palustri bonificate
Area interessata da attività estrattiva cessata
Area interessata da attività estrattiva in essere

Fig. 2.3 CARTA IDROGEOLOGICA E DELLA VULNERABILITA'



42 Pozzo della rete di controllo del chimismo delle acque sotterranee con numero d'ordine

2* Pozzo della rete di controllo della piezometria con numero d'ordine (il simbolo * indica che il pozzo è utilizzato anche per il controllo del chimismo)

10 Numerazione progressiva di pozzi esistenti nel Comune di Mantova

2B Numerazione progressiva di pozzi esistenti nei Comuni di Bagnolo San Vito (B), Borgoforte (Bo), Curtatone (C), Marmirolo (M), Porto Mantovano (P) e Virgilio (V)

20 Isopieze riferite al l.m. con equidistanza di 1 m; rilievo luglio 2003

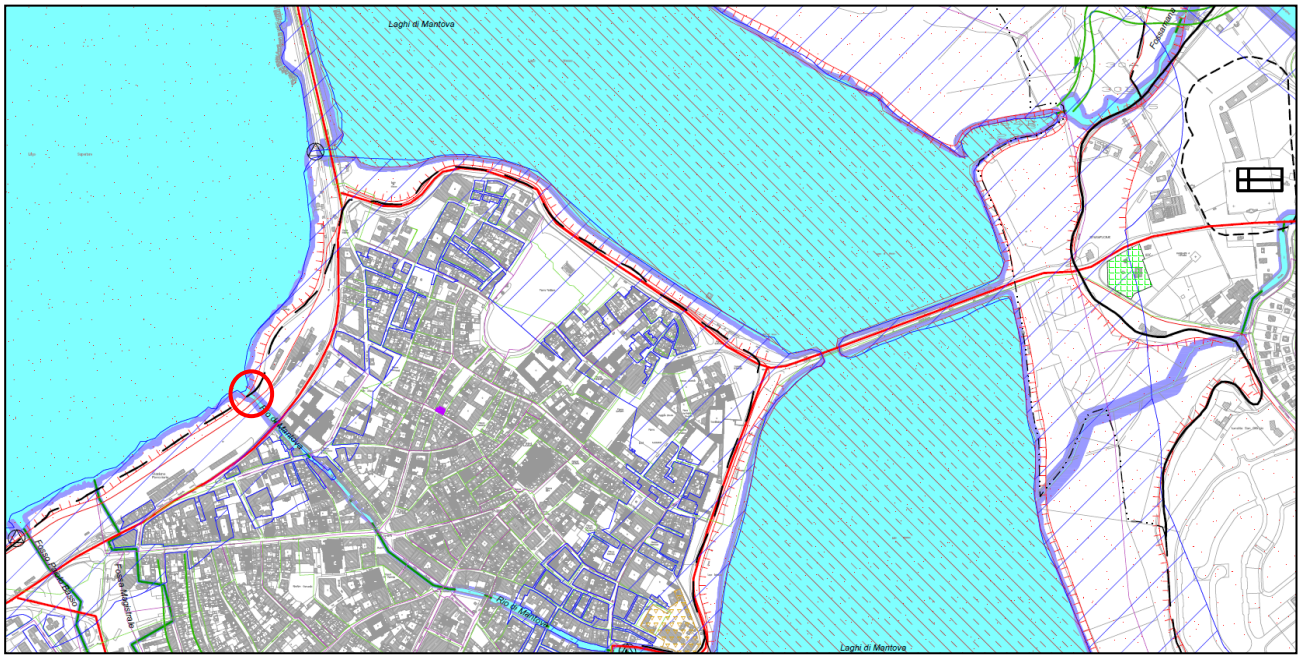


Fig. 2.4 CARTA DI SINTESI E DEI VINCOLI

LEGENDA

ELEMENTI GEOLOGICO-NATURALI

- Orlo di scarpata di erosione fluvioglaciale
- Traccia di corso fluviale estinto
- Area con terreni geotecnicamente scadenti nel primo sottosuolo
- Area esondabile
- Reticolo idrico superficiale
- Reticolo idrico sotterraneo

ELEMENTI ANTROPICI E VINCOLI ALL'USO DEL TERRITORIO

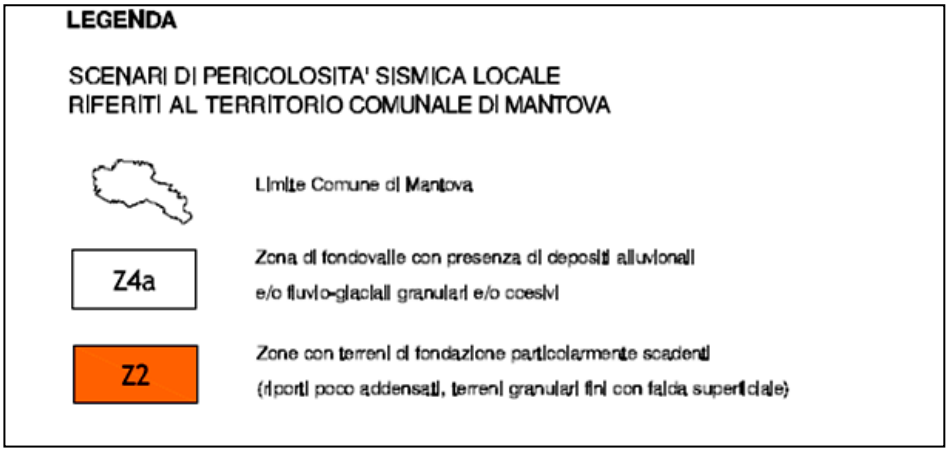
- Area di tutela idrogeologica
- Attività estrattiva in essere
- Limite esterno della fascia A del PAI
- Limite esterno della fascia B del PAI
- Limite esterno della fascia C del PAI
- Limite di progetto tra la fascia B e la fascia C del PAI
- Perimetro esterno bacino del Fissero-Tartaro-Canalbianco
- Vincolo Art. 142 D.Lgs. 42/04 (ex L. 431/85)
- Fascia ad alto grado di tutela dei corsi d'acqua
- Stazione Enel
- Strada di grande traffico
- Centrale termoelettrica
- Discarica controllata per rifiuti di tipo industriale
- Area per infrastrutture portuali

Perimetrazione siti contaminati:

- Laghi di Mantova e Polo chimico
- TEA S.p.A. - Vicolo Stretto
- Ex distributore ESSO - P.le Gramsci (Sito Bonificato)
- Chiesa S. M. d. Vittoria (Sito Bonificato)
- Villette IES in strada Cipata
- Ex distributore ESSO - V.le Favorita
- Ex deposito idrocarburi Claipa spa (Sito Bonificato)
- Azienda Ospedaliera C. Poma (Sito Bonificato)
- Ex Scia p.le Porta Cerese (Sito Bonificato)
- AGIP - Via Legnago

- Ospedale, luogo di cura
- Cimitero con fascia di rispetto
- Manufatto idraulico
- Pozzi pubblici con zona di tutela assoluta e zona di rispetto
- Rete acquedottistica
- Rete fognaria
- Depuratore con area di pertinenza

Fig. 2.5 CARTA DI PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE



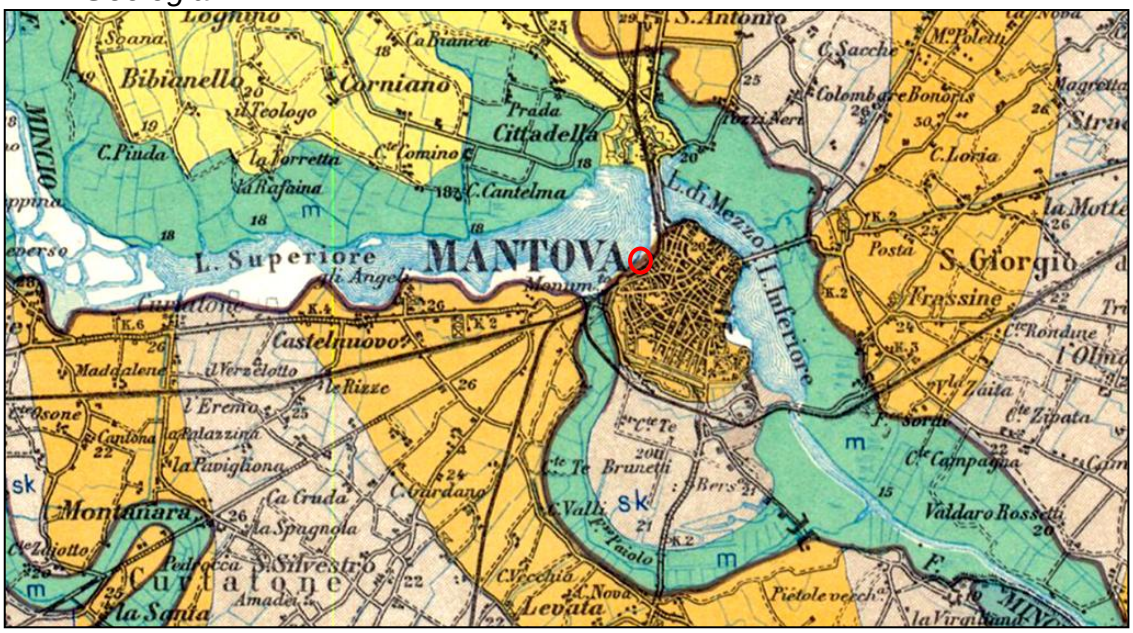
2.1.5 CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE (FIG. 2.5)

Questa cartografia attribuisce al territorio diversi gradi di pericolosità in funzione della possibilità di amplificazione sismica e di instabilità sulla base di dati geologici e geomorfologici. L'area oggetto degli interventi viene perimetrata nella Carta della Pericolosità Sismica Locale di 1° livello come **Z4a**, - Zone di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi".

In conclusione, le cartografie geologiche a supporto della pianificazione urbanistica (PGT del Comune di Mantova) non individuano situazioni geologiche ostative alla realizzazione degli interventi in progetto che si limiteranno del resto alla manutenzione straordinaria di un'opera esistente (Chiavica del Rio di Mantova).

2.2 *Inquadramento geologico ed idrogeologico*

2.2.1 Geologia



Carta geologica delle Tre Venezie 1 : 100.000 : Foglio MANTOVA

L'area oggetto di studio fa parte della Media Pianura mantovana, complesso di terreni medio-fini che raccorda l'alta pianura ghiaiosa alla riva sinistra del Po. Si tratta di un territorio caratterizzato da una debole pendenza (valori dell'ordine dell'1¸3 ‰), generalmente orientata da Nord-Nord-Ovest verso Sud-Sud-Est. La città di Mantova, in particolare, sorge in posizione rilevata sulla sponda destra del Fiume Mincio, là dove il letto di questo si amplia dando luogo ai Laghi Superiore, di Mezzo ed Inferiore.

Il territorio del Comune di Mantova è caratterizzato da alluvioni pleistoceniche e oloceniche, la cui genesi è in prevalenza riconducibile all'attività degli scaricatori fluvioglaciali alimentati dal ghiacciaio gardesano, il cui ultimo fronte si attestava in corrispondenza delle attuali colline moreniche dell'Alto Mantovano.

I suddetti scaricatori hanno contribuito alla costruzione di un sistema di depositi preferenzialmente allineati secondo le direzioni Nord-Sud e Nord/Nord/Ovest-Sud/Sud/Est. Nel dettaglio l'area è caratterizzata da terreni continentali sab-

biosi, limosi e cretosi, che dal punto di vista stratigrafico sono ricompresi in un intervallo di tempo che va dall'Interglaciale Mindel-Riss al Postglaciale Würm.

In corrispondenza del settore di immediato interesse, al margine sud orientale del Lago Superiore sono presenti depositi prevalentemente sabbiosi **(5sb**, in giallo nella Carta Litologica di Piano riportata a pag.8). Questi terreni sono costituiti da sabbie medio-fini siliceo-calcaree, spesso ferrettizzate, presenti in percentuale variabile dal 46 all'89%, accompagnate da una frazione limosa (10÷39%) ed in misura minore anche da una frazione argillosa (1÷18%).

2.2.2 *Inquadramento stratigrafico locale*

L'analisi della stratigrafia del sondaggio e delle due CPT appositamente eseguite nel settore di intervento hanno evidenziato la situazione litostratigrafica di seguito dettagliata (*le profondità sono riferite alla sommità dell'argine assunto a quota +21.30 m slm*):

- *Da p.c. a circa 4.00 ÷ 5.00 m*

ARGINE. Costituito da sabbie fini e medie *di colore ocra* poco addensate I primi 1.0 - 1.5 m (massicciata stradale di sommità dell'argine) sono caratterizzati dalla presenza di elementi litoidi e resti di laterizi.

- *Da circa 4.00÷5.00 m a circa 9.00 m*

DEPOSITI LACUSTRI. Si tratta dei depositi più recenti di fondo del lago. Costituiti da terreno prevalentemente coesivo con passaggi nerastri (torbosi) e bassissima consistenza come evidenziato dalle prove penetrometriche statiche.

- *Da circa 9.00 m a circa 30.00 m*

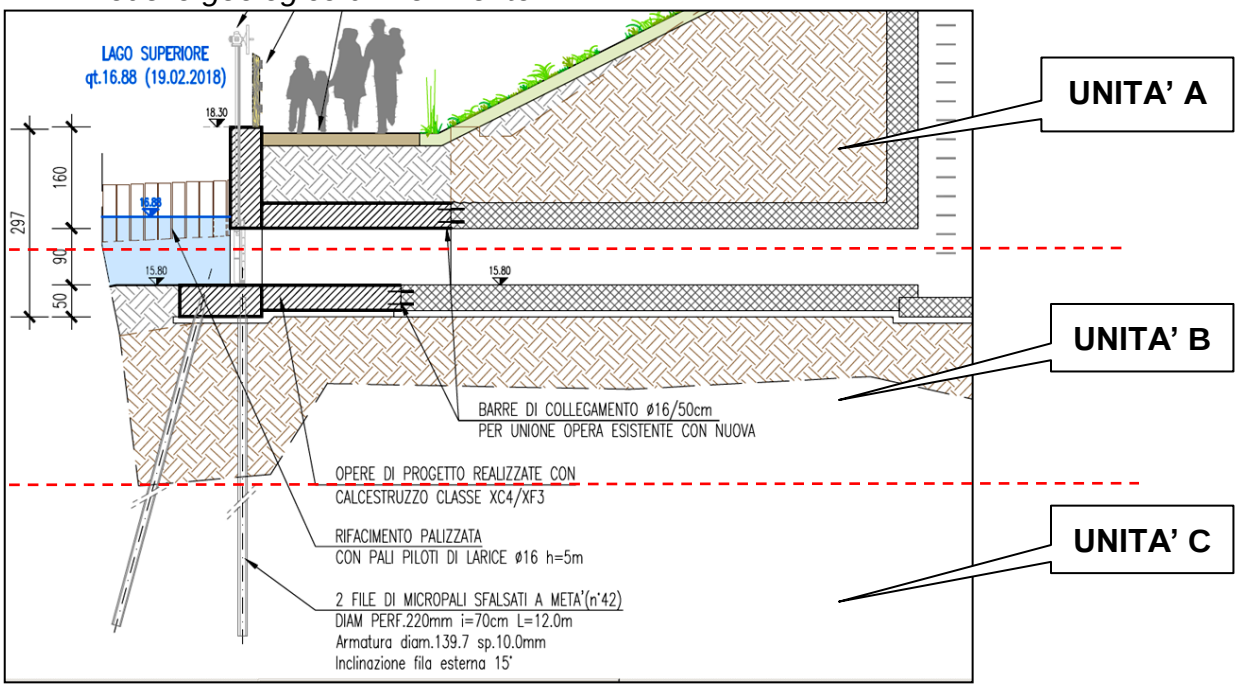
SABBIE LIMOSE. Sabbie limose da fini a medio grossolane a tratti debolmente argillose, di colore grigio, mediamente addensate. Tra 18 e 25 m (dalla sommità dell'argine) le sabbie sono intercalate da livelli di spessore metrico (vedere sondaggio S-01 e CPTU-02 da 15 a 16 m) più marcatamente coesivi costituiti da un limo argilloso di colore grigio con intercalazioni da centimetriche a decimetriche di argilla plastica e torba (vedere S-01 a - 23.50 m) ad evidenziare fasi di minor energia deposizionale e/o di ristagno

Come anticipato, i risultati delle indagini e prove eseguite sono raccolti nello specifico "*Rapporto di indagine*" che costituisce parte integrante della relazione geotecnica di progetto alla quale pertanto si rimanda.

2.2.3 *Livello piezometrico*

Per le verifiche di progetto il livello piezometrico viene assunto in equilibrio con il livello del lago, a quota +16.88 m slm (misurazione del 19.02.2018) essendo gli interventi in progetto immediatamente contigui al Lago Superiore, in sintonia del resto con quanto riportato nella *Carta Idrogeologica e della Vulnerabilità* del (PGT) del Comune di Mantova riportata in estratto a pag. 9.

2.2.4 *Modello geologico di riferimento*



Con riferimento alla sezione di progetto sopra riportata e considerando come p.c. la quota di sommità dell'argine (+21,55 m slm), in base alle indagini svolte nel settore di intervento sono state evidenziate le seguenti Unità litologiche:

- **UNITA' A** (*4.00 ÷ 5.00 m di spessore)* : terreni di riporto prevalentemente sabbiosi e poco addensati, costituenti il corpo del rilevato arginale Tale Unità verrà interessata in particolare dai lavori per il ripristino delle paratoie esistenti e per la realizzazione di un nuovo percorso fronte lago;

- **UNITA' B**: (*≈ 4.00 ÷ 5.00 m di spessore, fino a circa 9,00 m dalla quota di sommità dell'argine):* depositi lacustri limo argillosi con livelli torbosi. Tale Unità verrà interessata dalla parte basale del rifacimento (lato Lago Superiore) della Chiavica del Rio di Mantova;

- **UNITA' C** : (*da circa 9,00 m di profondità* rispetto *alla quota di sommità dell'argine e fino a circa 30,00 m - approfondimento del sondaggio* S-01): depositi costituiti prevalentemente da sabbie limose, da fini a medio grossolane, a tratti debolmente argillose, di colore grigio e mediamente addensate. Tra 18 e 25 m (dalla sommità dell'argine) le sabbie sono intercalate da livelli di spessore metrico più marcatamente coesivi costituiti da limo argilloso di colore grigio con intercalazioni da centimetriche a decimetriche di argilla plastica e torba, Tali depositi verranno interessati per almeno due terzi della lunghezza attualmente prevista (L = 12,0 m) dalle opere di sottofondazione (micropali) per il rifacimento della Chiavica

3. ASPETTI AMBIENTALI

Il sito di progetto si trova in corrispondenza di una zona a verde bordata da un percorso ciclo-pedonale (*Ciclovia Parco Periurbano*) che si sviluppa a ridosso delle sponde dei laghi formati dal Fiume Mincio. Il ristretto settore di intervento ricade infatti nel Parco Periurbano, creato nel 1998 grazie ad una convenzione fra il Comune di Mantova e il Parco del Mincio, che ha portato al recupero e alla riqualificazione delle rive grazie ad interventi di risistemazione delle sponde.

La ridotta area interessata dai lavori (quella della Chiavica, in sostanza) è localizzata sulla sponda stessa del Lago Superiore, al margine esterno delle opere di arginatura, a debita distanza da insediamenti artigianali e produttivi.

Nell'area di intervento non è stata evidenziata la presenza di accumuli di materiali di rifiuto né le indagini eseguite hanno riscontrato la presenza di rifiuti o materiali di riporto, fatta parziale eccezione per la presenza di resti laterizi in

corrispondenza dei primi 1.0-1.5 m del sondaggio S-01 (massicciata stradale in testa al rilevato d'argine). I materiali naturali di risulta derivanti dalla realizzazione del progetto saranno riutilizzati in sito per il ripristino finale dei luoghi.

I terreni in sito derivanti dagli scavi possono infatti essere considerati - salvo verifica puntuale in fase di scavo - come terreni naturali non contaminati e quindi riutilizzabili nello stesso sito in cui sono stati scavati, risultando esclusi dall'ambito di applicazione della disciplina in materia di gestione dei rifiuti.

I terreni di scavo eventualmente in eccedenza che dovessero essere smaltiti e/o riutilizzati fuori dall'area di intervento, dovranno in ogni caso venire caratterizzate e conferiti, come terre e rocce da scavo, secondo le normative vigenti.

4. INQUADRAMENTO SISMICO LOCALE

Per le problematiche legate all'azione sismica locale si rimanda integralmente alla "*Relazione Geotecnica*" di progetto, e nello specifico al capitolo 5 di tale relazione, in cui si sono puntualmente definiti i seguenti aspetti e ricavati i parametri di caratterizzazione dell'azione sismica in funzione dell'opera in progetto:

5.1 TEMPO DI RITORNO DELL'EVENTO SISMICO
5.2 ACCELERAZIONE MASSIMA SU SUOLO ROCCIOSO
5.3 EFFETTI "DI SITO" - GENERALITA
5.4 EFFETTI "DI SITO" – AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA
5.5 EFFETTI "DI SITO" – AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA
5.6 ACCELERAZIONE MASSIMA AL SITO
5.7 MAGNITUDO
5.8 EFFETTI "DI SITO" - POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE
5.8.1 Codice di calcolo
5.8.2 Metodo di calcolo
5.8.3 Indice del potenziale di liquefazione (LPI)
5.8.4 Parametri di pericolosità sismica
5.8.5 Risultati dell'analisi
5.8.6 Considerazioni conclusive

Come si può notare è stata affrontata anche la problematica del potenziale di liquefazione dato che nessuno dei criteri di esclusione riportati nel paragrafo 7.11.3.4.2 delle NTC-2008 di cui al D.M. 14-01-2008 risulta rispettato per il sito in esame e pertanto occorre eseguire un'analisi relativo alla verifica di liquefazione. Tale analisi ha comunque evidenziato che il sito presenta un potenziale di liquefazione praticamente nullo:

LPI = 0.005 < 1

5. CONCLUSIONI

Gli studi e le indagini eseguite hanno consentito di definire la situazione geologica ed idrogeologica del ristretto areale che si affaccia sul Lago Superiore di Mantova, nell'ambito del quale è prevista la ristrutturazione della Chiavica del Rio di Mantova che versa attualmente in condizioni precarie.

Nella relazione geotecnica di progetto - alla quale pertanto si rimanda - è stato inoltre definito il modello sismico locale e si è analizzata la possibilità di liquefazione dei terreni oggetto di intervento in base ai risultati delle indagini appositamente eseguite, evidenziando un potenziale di liquefazione praticamente nullo.

Le analisi e le prove eseguite per questo specifico intervento hanno inoltre permesso una caratterizzazione litostratigrafica puntuale (oltre che geotecnica) dei terreni interessati dagli interventi in progetto, caratterizzazione che trova del resto riscontro nella cartografia geologica ed idrogeologica di Piano (PGT) del Comune di Mantova.

Non sussistono d'altra parte particolari controindicazioni alla fattibilità geologica degli interventi in progetto - riconducibili a lavori di manutenzione straordinaria su una struttura esistente - dato che il sito Il sito di progetto ricade all'interno della perimetrazione "**2b** *fattibilità con limitate limitazioni*" nella *Carta della Fattibilità Geologica per le azioni di Piano* del PGT, risulta a debita distanza da pozzi di captazione e da aree di vulnerabilità idrogeologica e/o ambientale, e ricade in una zona a verde destinata a parco (*Parco Periurbano di Mantova*).

Sulla base di quanto sopra esposto - e dettagliato in relazione - si esprime quindi parere favorevole in merito alla compatibilità del progetto con la situazione geologica ed idrogeologica dell'area, rimandando in ogni caso alla relazione geologica per il progetto definitivo per eventuali puntualizzazioni ed integrazioni.

Trento, marzo 2018 Rinaldo Bussola

ORDINE DEI GEOLOGI
GEOLOGENKAMMER
TRENTINO - ALTO ADIGE / SÜDTIROL
DOTT. GEOL.
N° 45 RINALDO BUSSOLA