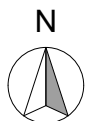


PORTO DI VALDARO PIANO ATTUATIVO "VALDARO 3"



Comune di Mantova

Provincia di Mantova

Regione Lombardia

Progettista

 archiLABO srl

direttore tecnico
Architetto Roberto Vagni
via Gaber 2b - 46100 Mantova Tel e fax 0376-380564
progetti@archilabosrl.it

Committenti

VALLAN INFRASTRUTTURE s.p.a.

Strada Marengo, 76 - Goito (MN)

IMMOBILIARE G.T. s.r.l.

Via Malpensa, 1 - 46040 Rodigo (MN)

CAVE G.T. s.r.l.

Via Malpensa, 1 - 46040 Rodigo (MN)

PIANO ATTUATIVO "VALDARO 3" in variante al PGT

Tavola oggetto

Relazione geologica e sismica

Tavola n°

D

Fase

**MODIFICHE IN ACCOGLIMENTO DELLE PRESCRIZIONI DEL PARERE DI COMPATIBILITA'
AMBIENTALE VAS DEL 04.08.2014 pge 31201/2014**

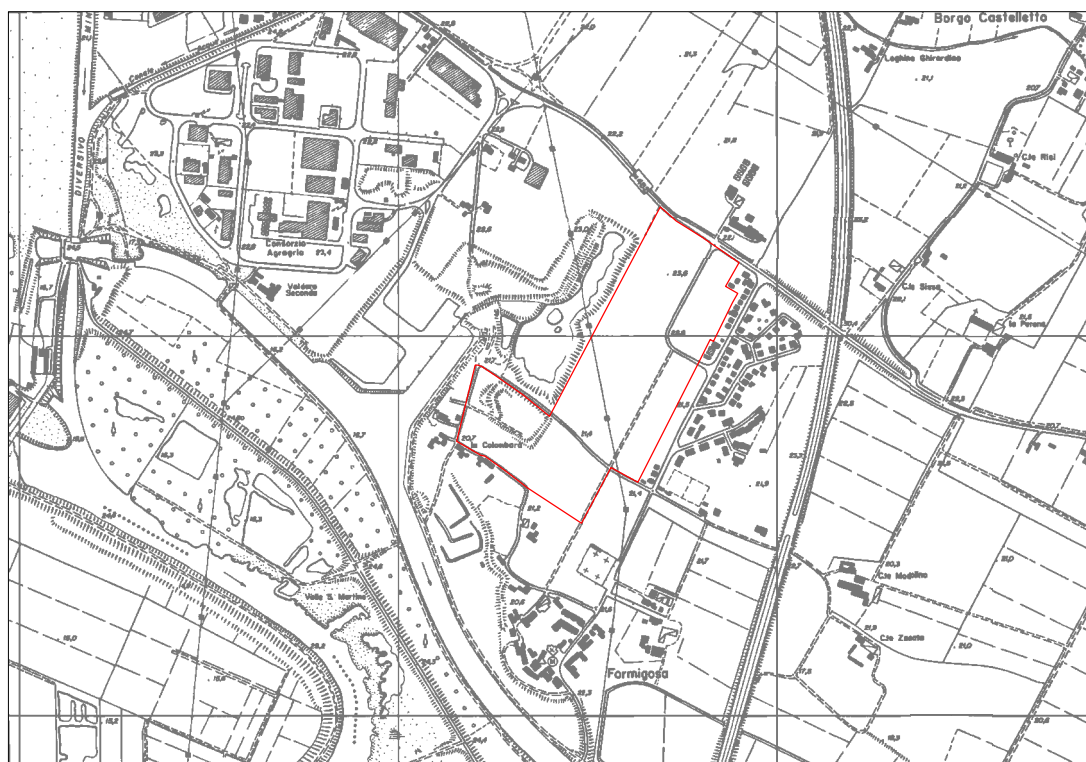
Rev.
PV_10.00.pln

Data
30/12/2014

Scala

PIANO ATTUATIVO VALDARO 3
in località Valdaro/Formigosa
in comune di Mantova

Relazione geologica e sismica



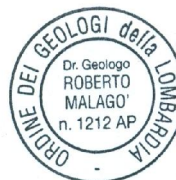
Hanno collaborato

Dott. Geologo Alberto Baracca

Dott. Geologo Roberto Malagò



Alberto Baracca



Roberto Malagò

Agosto 2013

Titolo relazione	Piano attuativo “Valdaro 3” in località Valdaro/Formigosa in comune di Mantova
Proponente	Immobiliare GT srl, Cave GT srl e Vallan Infrastrutture Spa

SOMMARIO

1	PREMESSA	2
1.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	3
1.2	CARATTERISTICHE DELL’INTERVENTO.....	4
1.3	PARAMETRI DI PROGETTO.....	5
1.4	RIFERIMENTI NORMATIVI AL PGT.....	6
2	INQUADRAMENTO GEOLOGICO	8
2.1	INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE	8
2.2	CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE E LITOLOGICHE	10
2.3	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	13
3	INDAGINI ESEGUITE	18
3.1	PROVE PENETROMETRICHE STATICHE.....	18
3.2	PROVA SISMICA	19
4	ASSETTO LITOSTRATIGRAFICO LOCALE	20
5	SISMICITÀ	21
5.1	SISMICITÀ STORICA.....	21
5.2	CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO.....	24
5.3	PARAMETRI SISMICI.....	27
5.4	CATEGORIE DI SOTTOSUOLO	28
5.5	VERIFICA DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE	30
6	CARATTERISTICHE GEOTECNICHE	30
7	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	32

Titolo relazione	Piano attuativo “Valdaro 3” in località Valdaro/Formigosa in comune di Mantova
Proponente	Immobiliare GT srl, Cave GT srl e Vallan Infrastrutture Spa

PIANO ATTUATIVO “VALDARO 3” in Località Valdaro /Formigosa in comune di Mantova

Relazione geologica e sismica

1 PREMESSA

La presente relazione ha lo scopo di definire l’assetto geologico, geotecnico, geomorfologico, idrogeologico e sismico dell’area interessata dal Piano Attuativo “Valdaro 3” in località Valdaro/Formigosa situato nel settore nord-orientale del Comune di Mantova (Figura 1.1).

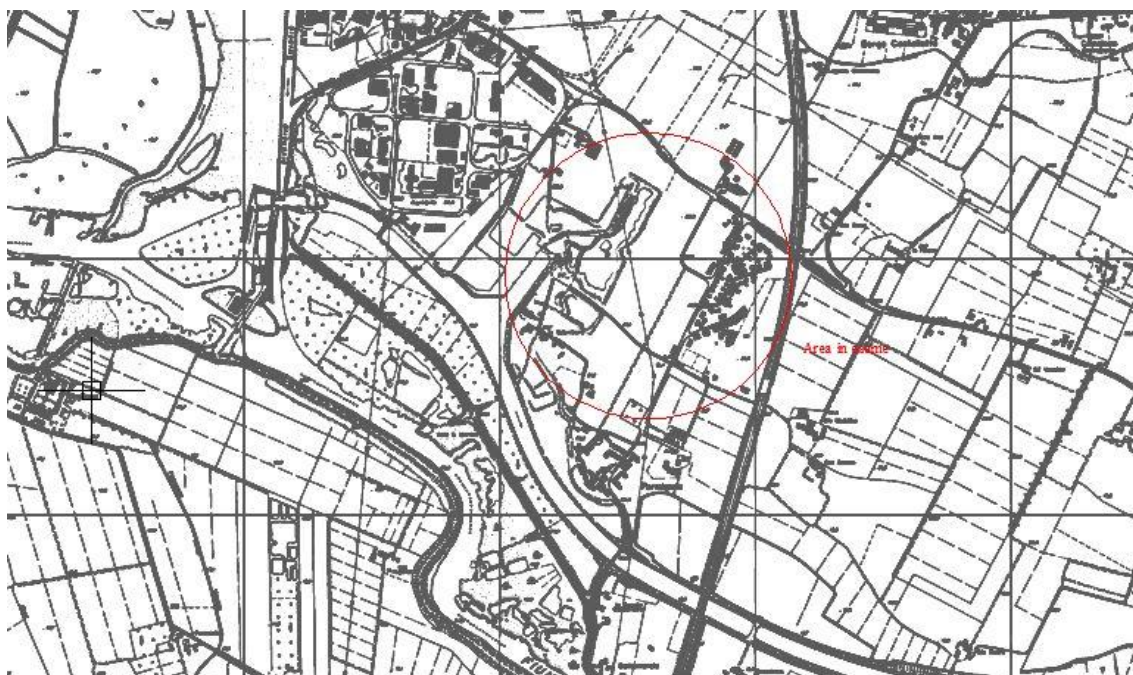


Figura 1.1. Inquadramento geografico dell’area

Lo studio, che ottempera quanto disposto dal PGT, approvato con D.C.C. n. 60 del 21.11.2012 e con efficacia dal 02/01/2013 a seguito di pubblicazione sul BURL; in particolare dalle norme contenute nello Studio Geologico Tecnico-Parte Seconda, Norme geologiche di Piano di Governo del Territorio (P.G.T.) comunale, è stato effettuato nel rispetto della normativa vigente, richiamata nel successivo paragrafo.

Titolo relazione	Piano attuativo “Valdaro 3” in località Valdaro/Formigosa in comune di Mantova
Proponente	Immobiliare GT srl, Cave GT srl e Vallan Infrastrutture Spa

Esso è articolato in una serie di valutazioni tematiche, relative agli aspetti geologici, geotecnici, morfologici, idrogeologici e sismici del territorio in esame, effettuate sulla base della documentazione biblio-cartografica esistente (vedi, in particolare gli studi a supporto del PGT di Mantova) e di rilievi di campagna.

Per la determinazione delle caratteristiche geolitologiche, geotecniche e idrogeologiche dei terreni di fondazione sono state realizzate n. 2 prove penetrometriche statiche; mentre, per individuare le caratteristiche sismiche dell’area è stata eseguita n. 1 prova geofisica.

I risultati delle indagini in sito sono riportati in

Allegato. 1 – Tabelle e diagrammi delle prove penetrometriche statiche

Allegato. 2 – Report indagine sismica

Allegato. 3 – Verifiche del rischio di liquefazione

Quale base topografica per la cartografia è stato utilizzato uno stralcio della Sezione E7d5, (scala 1:10.000) della Carta Tecnica Regionale della Lombardia.

1.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- Norme Geologiche di attuazione del Piano di Governo del Territorio del Comune di Mantova, adottato D.C.C. n. 60 del 21.11.2012 e con efficacia dal 02/01/2013 a seguito di pubblicazione sul BURL
- Decreto Ministeriale 14-01-2008 – Testo unitario – Norme Tecniche per le Costruzioni
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici – Istruzioni per l’applicazione delle “Norme Tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 14-01-2008, Circolare 2 febbraio 2009
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici – Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale. Allegato al voto n° 36 del 27/07/2007
- Eurocodice 8 (1998) – Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture. Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003)
- Eurocodice 7.1 (1997) – Progettazione geotecnica –Parte I: Regole Generali – UNI
- Eurocodice 7.2 (2002) – Progettazione geotecnica –Parte I: Progettazione assistita da prove di laboratorio - UNI

Titolo relazione	Piano attuativo “Valdaro 3” in località Valdaro/Formigosa in comune di Mantova
Proponente	Immobiliare GT srl, Cave GT srl e Vallan Infrastrutture Spa

- Eurocodice 7.3 (2002) – Progettazione geotecnica –Parte II: Progettazione assistita da prove in sito – UNI
- O.P.C.M. n° 3274 (2003) - "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica"
- D.D.U.O. n° 19904 (2003) “Approvazione elenco tipologie degli edifici e opere infrastrutturali e programma temporale delle verifiche di cui art. 2, comma 3 e 4 dell’ordinanza p.c.m. n. 3274 del 20 Marzo 2003, in attuazione della d.g.r. n. 14964 del 7 Novembre 2003”;
- Decreto del Capo Dipartimento della Protezione Civile n.°3685 (2003) “Disposizioni attuative dell’art. 2, comma 2,3 e 4, dell’ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3274 del 20 Marzo 2003, recante Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”.

1.2 CARATTERISTICHE DELL’INTERVENTO

Con il Piano Attuativo proposto si definisce le destinazioni d’uso dei diversi lotti che costituiscono l’Ambito Valdaro 3.

Come indicato in figura 1.2.1 gli elementi fondanti della proposta sono :

- a) la definizione della nuova viabilità esterna al porto di accesso dalla S.R. 482 Ostigliese al Porto da est e alla frazione di Formigosa alle quote attuali prossime a + 20,00 m;
- b) la definizione della viabilità interna al porto alla quota + 14,00 m
- c) la definizione dell’ambito portuale propriamente detto: banchina portuale e piazzali pubblici alla quota + 14,00
- d) la definizione di aree destinate all’edificazione di edifici privati con destinazione produttiva
- e) la definizione degli interventi di mitigazione/compensazione ambientale.

Titolo relazione	Piano attuativo “Valdaro 3” in località Valdaro/Formigosa in comune di Mantova
Proponente	Immobiliare GT srl, Cave GT srl e Vallan Infrastrutture Spa

Il Piano di Governo del Territorio del Comune di Mantova, nella tavola delle previsioni di piano, individua la zona come “Aree logistiche e portuali soggette a pianificazione attuativa”, non soggette a gestione pubblica a differenza della zona portuale già esistente.

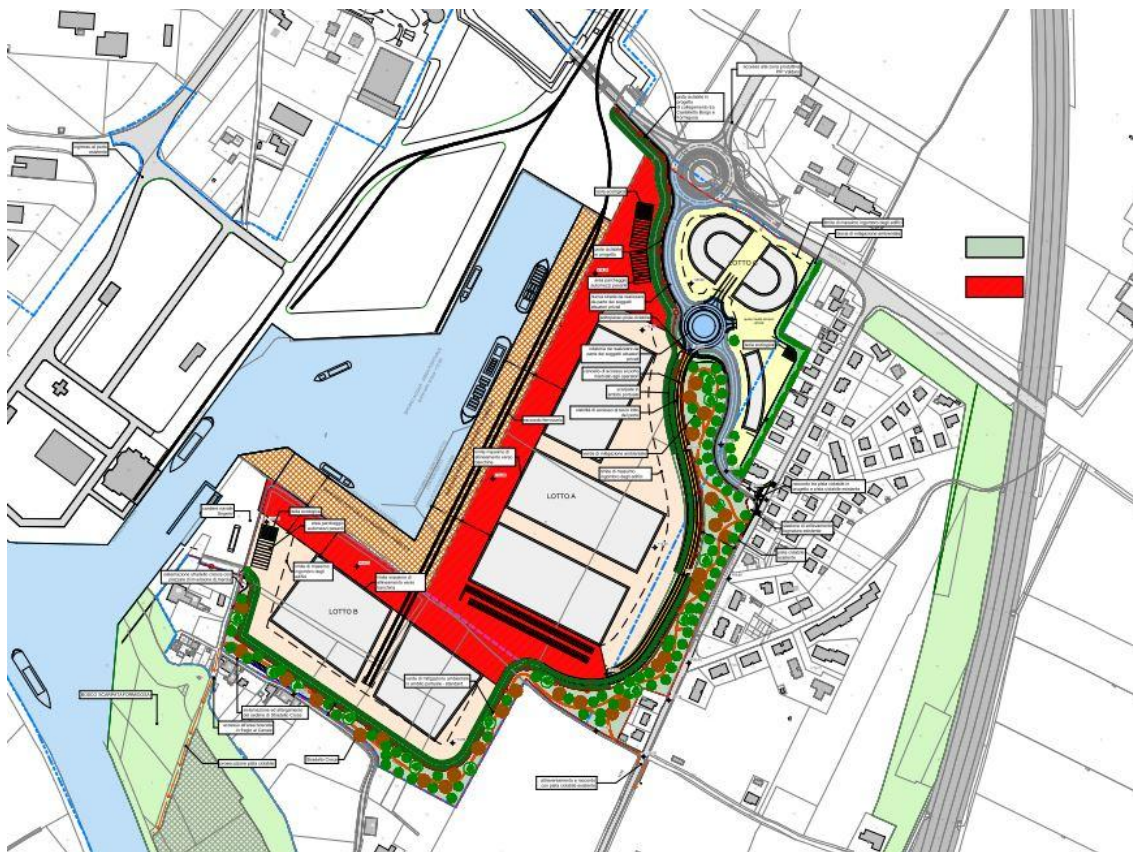


Figura 1.2.1. Destinazione d’uso del Piano Attuativo “Valdaro 3”.

1.3 PARAMETRI DI PROGETTO

Alla luce di tali destinazioni, nel presente studio, sono stati definiti dei parametri di progetto che consentono di valutare le sollecitazioni sismiche, coerentemente con quanto disposto dalle NTC 2008. Si tratta di parametri che andranno comunque verificati nelle successive fasi progettuali, tenendo conto anche tipologia dei singoli fabbricati.

La scelta delle vite nominali e delle classi d’uso, di seguito indicata è stata effettuata basandosi su quanto riportato nelle Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 14/1/2008 e nella Circolare n. 617 del 2 febbraio 2009 del Consiglio Superiore per i Lavori Pubblici “Istruzioni per l’applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni” che rimanda

Titolo relazione	Piano attuativo “Valdaro 3” in località Valdaro/Formigosa in comune di Mantova
Proponente	Immobiliare GT srl, Cave GT srl e Vallan Infrastrutture Spa

al Decreto della Protezione Civile n. 3685 del 21 ottobre 2003. Questo Decreto definisce due elenchi (Elenco A ed Elenco B) in cui sono rispettivamente indicate le categorie di edifici ed opere infrastrutturali di interesse strategico (che ai sensi delle NTC 2008 devono avere una vita nominale ≥ 100 anni e classe d’uso IV) e quelli che possono assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso (che ai sensi delle NTC 2008 devono avere classe d’uso IV).

Conseguentemente, in base a quando evidenziato per le destinazioni d’uso del Piano Attuativo Valdaro 3, si definiscono i seguenti parametri di progetto.

- VITA NOMINALE: “Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale” la cui vita nominale è $V_n \geq 50$ anni (come definito dalla Tab. 2.4.I delle N.T.C. 01/2008);
- CLASSE D’USO: Classe II: “Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l’ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali” (come definito dal paragrafo 2.4.2 delle N.T.C. 01/2008).
- Considerata la classe d’uso II, il coefficiente d’uso risulta $C_u=1.0$ (cfr. Tab. 2.4.II delle N.T.C. 01/2008), e di conseguenza la Vita di riferimento del fabbricato è $V_R = V_N * C_u = 50$ anni.

1.4 RIFERIMENTI NORMATIVI AL PGT

L’area oggetto di studio è inserita in Classe di Fattibilità 3 “fattibilità con consistenti limitazioni”, nella “*Carta della fattibilità delle azioni di piano*” di Tavola 6.5 redatta a corredo dello “Studio geologico tecnico” del Piano di Governo del Territorio del Comune di Mantova.

L’attribuzione della classe 3 è conseguente alla presenza di un Ambito Territoriale Estrattivo individuato dal Piano Cave Provinciale ed in via di esaurimento.

Attualmente l’area, che sarà il normale completamento del porto di Mantova, ha quote del piano campagna comprese tra i 13,50 e i 14,00 m. s.l.m. La quota finale della banchina di questa parte di porto è fissata a m 14,00 ovviamente la stessa del porto attuale.

Titolo relazione	Piano attuativo “Valdaro 3” in località Valdaro/Formigosa in comune di Mantova
Proponente	Immobiliare GT srl, Cave GT srl e Vallan Infrastrutture Spa



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

Figura 1.4.1. Stralcio della “Carta della fattibilità delle azioni di piano” a corredo dello Studio della componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT di Mantova.

Titolo relazione	Piano attuativo "Valdaro 3" in località Valdaro/Formigosa in comune di Mantova
Proponente	Immobiliare GT srl, Cave GT srl e Vallan Infrastrutture Spa

Scheda n. 7

VINCOLO	CLASSE	CARATTERISTICHE
Ambito estrattivo "Pg2 Valdaro", identificato dal Piano Provinciale Cave (D.C.R. n. VII/947 del 17 dicembre 2003) (cfr. anche la Tavola 5)	3	Cava di riserva per opere pubbliche: vi vengono asportate terra per rilevati e sabbia, destinate ad interventi presso l'Asse Interurbano, la ex S.S. 236 "Goitese", la Conca di Navigazione di Mantova e l'autostrada A 22 "Modena - Brennero".
		PRESCRIZIONI
		Le attività all'interno dell'ambito estrattivo sono disciplinate dalla L.R. n. 14 dell'8 agosto 1998 e successive modifiche ed integrazioni.

2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

La situazione geologica ed idrogeologica del territorio in esame è desunta dalle indagini effettuate da A. Cozzaglio e pubblicate nella "Carta Geologica delle Tre Venezie" edita dall'Ufficio del Regio Magistrato alle Acque di Venezia nel 1934, nonché dagli studi svolti negli anni '90 dall'Amministrazione Provinciale di Mantova per il Piano Regionale di Risanamento delle Acque e dagli studi della Provincia sull'ATE Pg2 "Valdaro" nell'ambito del Piano Cave e da altri autori che hanno in vario modo analizzato la zona (La Marca, Baraldi-Zavatti, Caleffi ed altri).

2.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

L'origine della pianura padana risale alla fine dell'era Terziaria quando l'orogenesi Alpina, esauriti i principali fenomeni intensi, ha continuato la fase di sollevamento dei rilievi

Titolo relazione	Piano attuativo “Valdaro 3” in località Valdaro/Formigosa in comune di Mantova
Proponente	Immobiliare GT srl, Cave GT srl e Vallan Infrastrutture Spa

montuosi e lo sprofondamento dell’avanpaese pedemontano; con l’inizio del quaternario, quando la zona alpina e parte della fossa padana erano completamente emerse, iniziò il riempimento della vasta depressione di avampaese mediante un progressivo accumulo di depositi alluvionali appartenenti ai grandi sistemi fluviali, intervallati da sedimenti derivanti dalle varie fasi di trasgressione marina. Questa alternanza, è stata principalmente guidata dall’avvicinarsi di fasi glaciali ed interglaciali che si sono succeduti nel corso del Pleistocene e dell’Olocene.

La pianura alluvionale così originatasi è stata costantemente modellata dalle continue variazioni di percorso dei corsi d’acqua, come testimoniano i numerosi paleoalvei presenti in superficie ed in profondità. In particolare a valle del loro sbocco montano i fiumi hanno ripetutamente cambiato percorso interessando aree molto ampie fino a coprire migliaia di km². Si sono così formati sistemi sedimentari che in pianta si presentano con una morfologia a ventaglio, cioè ampi e piatti conoidi alluvionali.

La zona centrale della provincia di Mantova corrisponde alla *Media Pianura*, cioè a quella vasta porzione di territorio ubicato fra la zona pedecollinare (*Alta Pianura*) e la sponda sinistra dei fiumi Oglio e Po. A differenza della fascia pedecollinare, i cui terreni presentano una composizione generalmente ghiaioso-sabbiosa con frequenti intercalazioni di ciottoli eterogenei, sia disaggregati che cementati in argilla o, più raramente, in sabbia, più a Sud, in corrispondenza dell’area oggetto di studio, a tali depositi si sostituiscono materiali più fini (sabbie, limi ed argille), accumulati dai corsi d’acqua.

Secondo dati litostratigrafici di letteratura, nella zona circostante Mantova la coltre alluvionale raggiunge uno spessore di oltre 350 m ed è formata prevalentemente da spesse bancate sabbiose con intercalazioni di strati argilloso-torbosi anche di notevole potenza.

La generalizzata diminuzione della granulometria (e quindi della permeabilità) dei terreni cui si assiste procedendo da monte verso valle, è la diretta conseguenza della progressiva riduzione della capacità di trasporto alla quale erano soggetti i suddetti scaricatori mano a mano che si allontanavano dal ghiacciaio sorgente; in questo ambito si ebbero fasi di impaludamento, particolarmente estese nei periodi interglaciali, e la formazione di un reticolo idrografico articolato e complesso che si è evoluto sino a costituire l’attuale sistema Fiume Mincio-Laghi di Mantova.

Titolo relazione	Piano attuativo “Valdaro 3” in località Valdaro/Formigosa in comune di Mantova
Proponente	Immobiliare GT srl, Cave GT srl e Vallan Infrastrutture Spa

Alcuni chilometri a Sud del capoluogo provinciale si entra nell’area di influenza del Fiume Po, contraddistinta da sedimenti prevalentemente argilloso-limosi ed identificata come *Bassa Pianura*.

2.2 CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE E LITOLOGICHE

Quest’area della Media Pianura mantovana, è un 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 e Inferiore.

Le massime quote topografiche osservate in corrispondenza del livello fondamentale della pianura sono di 28÷29 m s.l.m., mentre presso il centro storico del capoluogo esse si attestano intorno ai 21÷22 m s.l.m.

Il principale elemento di interesse morfologico è rappresentato dalla valle del Mincio, entro cui si riscontrano quote minime prossime ai 14 m s.l.m., e dal sistema di terrazzi fluviali che la delimitano. Il terrazzo principale è individuato da una scarpata alta 6÷7 m, la cui genesi è da mettere in relazione con l’attività erosiva della pianura fluvioglaciale da parte del fiume, conseguente alla deviazione del suo corso in direzione Ovest-Est avvenuta verso l’VIII secolo a.C. presso Grazie di Curtatone. Secondo *CASTALDINI D. & PANIZZA M. (1988)*, tale diversione sarebbe da connettere all’attività di un elemento tettonico sepolto che ricalca l’andamento dei Laghi di Mantova (Faglia dei Laghi di Mantova o Linea di Mantova).

In origine il ciglio del terrazzo presentava un andamento sinuoso ed era facilmente riconoscibile lungo tutta la sponda fluviale, ora, localmente, appare profondamente alterato dall’attività antropica.

L’osservazione delle foto aeree consente di delineare alcuni paleoalvei del corso d’acqua, sovradimensionati rispetto al tracciato attuale. Esternamente alla città si annoverano numerosi altri corsi idrici con funzione irrigua e di scolo.

Titolo relazione	Piano attuativo “Valdaro 3” in località Valdaro/Formigosa in comune di Mantova
Proponente	Immobiliare GT srl, Cave GT srl e Vallan Infrastrutture Spa

Se ne può desumere che la rete di drenaggio, oggi profondamente antropizzata, fosse un tempo caratterizzata da un regime idraulico di ben altre proporzioni, progressivamente ridottosi a seguito dello scioglimento dei ghiacciai pleistocenici. A tratti, gli antichi alvei sono ancora riconoscibili in campagna: nella maggior parte dei casi, invece, essi sono rilevabili esclusivamente con la fotointerpretazione.

Tra le evidenze geomorfologiche di origine antropica, nel territorio studiato si rilevano anche alcune vecchie cave, parte sopra falda e parte in falda.

In particolare la stessa area di Valdaro è stata oggetto di alcune attività estrattive; si tratta di escavazioni sottofalda di sabbia effettuate nei primi anni '70; altre cave, in questo caso di argilla, si rinvennero nei dintorni di Formigosa, all'interno dell'area golenale del Fiume Mincio.

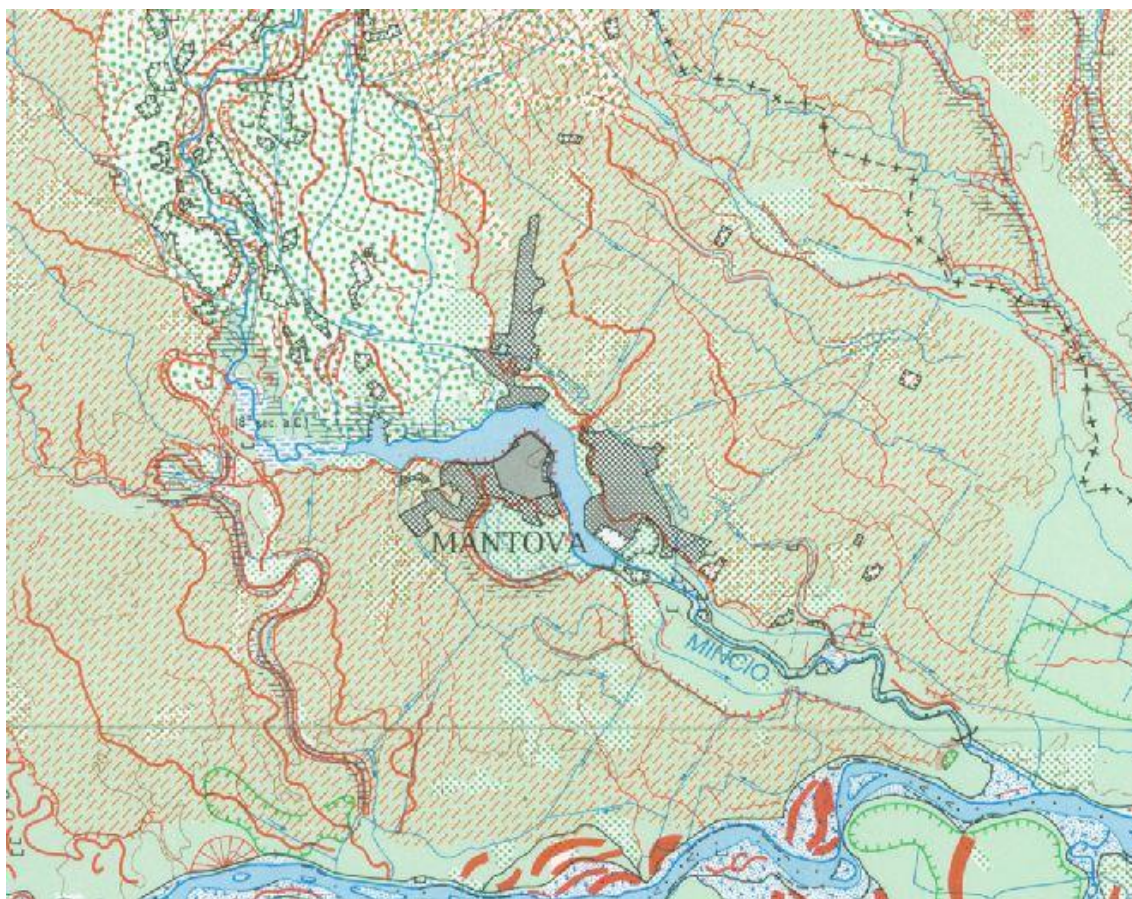


Figura 2.2.1. Carta geomorfologica della Pianura Padana – Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica e Tecnologica. Ed. SELCA 1997

Titolo relazione	Piano attuativo “Valdaro 3” in località Valdaro/Formigosa in comune di Mantova
Proponente	Immobiliare GT srl, Cave GT srl e Vallan Infrastrutture Spa

L'area in esame è ricompresa all'interno del parco regionale del Mincio (l.r. 86/83), dal punto di vista paesistico tuttavia essa non si caratterizza come area di particolare valenza naturalistica, la vegetazione naturale infatti è pressoché assente e sono presenti solo sporadici filari di piante.

Per quanto riguarda la litologia di superficie il territorio indagato è caratterizzato da alluvioni pleistoceniche ed oloceniche, la cui genesi è in prevalenza riconducibile all'attività degli scaricatori fluvio-glaciali alimentati dal ghiacciaio gardesano, il cui ultimo fronte si attestava in corrispondenza delle attuali Colline Moreniche dell'Alto Mantovano.

In dettaglio, l'area è caratterizzata da terreni continentali sabbiosi, 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.

Si rilevano

- **Depositi prevalentemente sabbiosi:** 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%) e in misura minore anche da una frazione argillosa (1÷18%).

- **Depositi prevalentemente limosi:** questi litotipi, unitamente ai precedenti, contraddistinguono il livello fondamentale della pianura; essi caratterizzano generalmente le zone poste a lato dei corsi d'acqua attuali ed estinti ove, in relazione alle ridotte capacità di trasporto, venivano depositati solo gli elementi più fini. Si tratta di limi argilloso-sabbiosi, tenaci, con frequenti concrezioni calcaree (*bambole*) che, laddove più numerose, si agglomerano dando luogo ad un vero e proprio orizzonte molto compatto comunemente denominato *castracan*; la frazione limosa varia dal 41 al 60%, mentre le argille e le sabbie sono mediamente comprese tra l'8 e il 45%.

- **Depositi prevalentemente argillosi:** essi caratterizzano abitualmente quei settori ove, in conseguenza del ridotto gradiente morfologico e della maggiore distanza dai corsi d'acqua superficiali, si sono avuti eventi deposizionali lenti. La frazione argillosa varia dal 44 al 70%, accompagnata da limi (dal 27 al 46%) e da percentuali più modeste di sabbia fine (dal 3 al 16%).

Titolo relazione	Piano attuativo "Valdaro 3" in località Valdaro/Formigosa in comune di Mantova
Proponente	Immobiliare GT srl, Cave GT srl e Vallan Infrastrutture Spa

2.3 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Sotto l'aspetto idrogeologico il territorio oggetto di studio va inquadrato nel grande Bacino Padano colmato da depositi Pleistocenici, prima marini, e successivamente continentali descritti nei paragrafi precedenti.



Figura 2.3.1. Bacino idrogeologico padano

Titolo relazione	Piano attuativo “Valdaro 3” in località Valdaro/Formigosa in comune di Mantova
Proponente	Immobiliare GT srl, Cave GT srl e Vallan Infrastrutture Spa

Come già detto l’area di cui si tratta, ricade nella porzione centrale dell’unità idrogeologica del Medio Mantovano. In tale unità gli acquiferi hanno sede in livelli ghiaiosi e sabbiosi, parzialmente compartimentati per la presenza di lenti di sedimenti a tessitura più fine (limi e argille).

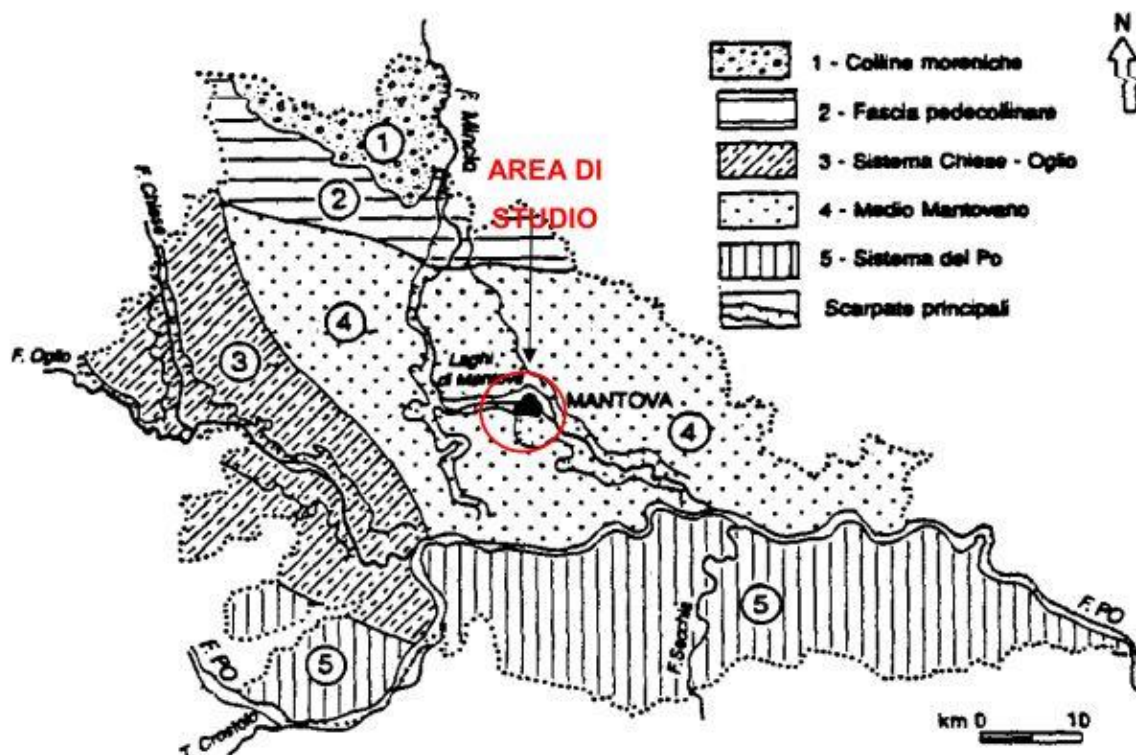


Figura 2.3.2. Unità idrogeologiche della Provincia di Mantova (Baraldi e Zavatti, 1994)

Le caratteristiche idrogeologiche sono legate alla natura dei depositi fluviali e fluvioglaciali, in quanto le caratteristiche granulometriche condizionano la permeabilità e, di conseguenza, le modalità della circolazione idrica sotterranea.

Baraldi e Zavatti individuano la base degli acquiferi potabili ad una profondità compresa tra i 500 e i 550 m. dal p.c. Questa determina anche l’interfaccia acque dolci-acque salate,

Secondo gli studi effettuati nell’ambito della redazione di: “Geologia degli Acquiferi Padani della Regione Lombardia” redatto, nel 2002, dalla Regione Lombardia in collaborazione con l’Esplorazione Italia dell’Eni Divisione Agip, il bacino padano può essere suddiviso in quattro unità idrostratigrafiche (Gruppi Acquiferi A, B, C, D) separate da barriere impermeabili che si sviluppano a scala regionale.

Titolo relazione	Piano attuativo "Valdaro 3" in località Valdaro/Formigosa in comune di Mantova
Proponente	Immobiliare GT srl, Cave GT srl e Vallan Infrastrutture Spa

All'interno di ogni Gruppo Acquifero vi è un'ulteriore compartimentazione in unità idrostratigrafiche di rango inferiore (Complessi Acquiferi), a loro volta separate da setti impermeabili caratterizzati da una più limitata continuità laterale.

Nel territorio del comune di Mantova, il Gruppo Acquifero A, il più superficiale, presenta una superficie basale impermeabile ad una profondità inferiore a 200 m da piano campagna con uno spessore cumulativo dei livelli poroso-permeabili compreso tra i 80 e i 100 m.

La configurazione dei sedimenti indica che il primo livello acquifero risulta coincidere con un banco sabbioso limitato al tetto da un pacco di depositi fini di spessore variabile e sempre inferiore ai 20,0 m, che va riducendosi verso sud, annullandosi in corrispondenza all'alveo del fiume Po, dove è in diretta comunicazione con le acque superficiali.

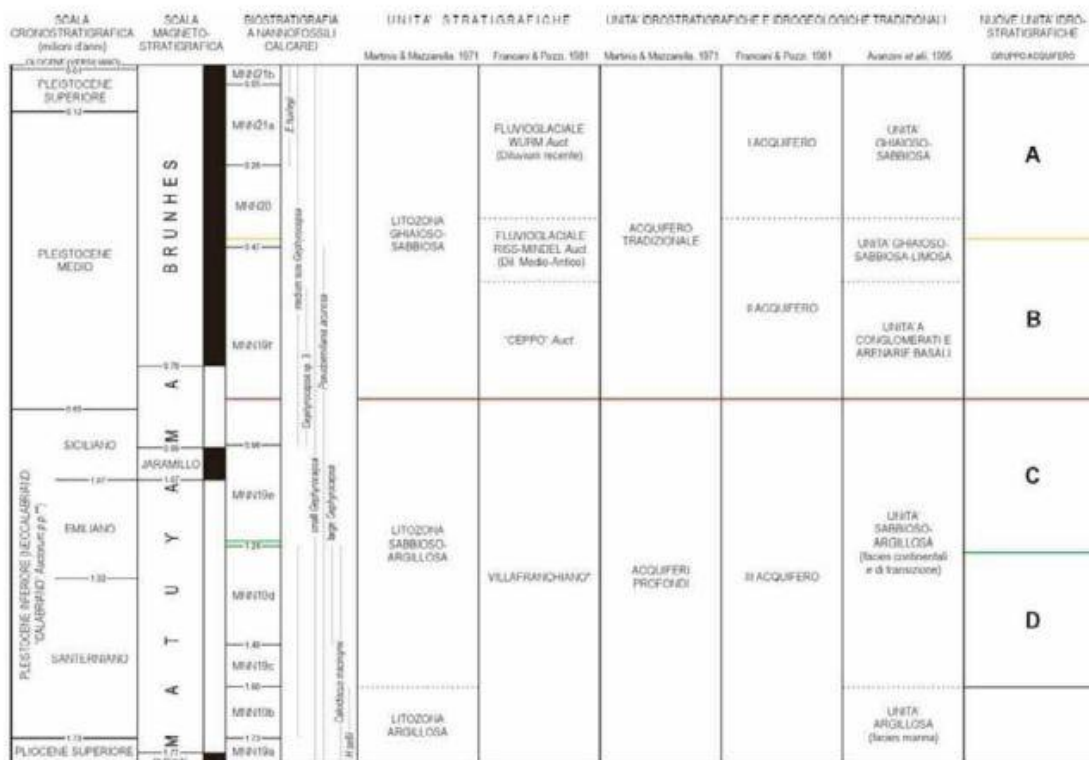


Figura 2.3.3. Schema dei rapporti stratigrafici (Regione Lombardia-Eni, 2002)

La falda ospitata nel primo livello acquifero risulta, generalmente, in pressione nel livello fondamentale della pianura, mentre diviene a pelo libero sui terrazzi in prossimità dei corsi d'acqua.

Titolo relazione	Piano attuativo "Valdaro 3" in località Valdaro/Formigosa in comune di Mantova
Proponente	Immobiliare GT srl, Cave GT srl e Vallan Infrastrutture Spa

La morfologia delle isopieze presenta, nella zona di Valdaro, un elemento idrogeologico significativo costituito dall'asse di drenaggio coincidente con il fiume Mincio al quale si deve raccordare la superficie della falda.

A nord di Mantova si osserva, che il flusso idrico sotterraneo subisce un cambiamento in corrispondenza dei laghi di Mantova: infatti, fino all'altezza dei laghi presenta direzione N-S e NNW-SSE, mentre tra questi e il fiume Po assume un andamento verso W-E per gli effetti di richiamo esercitati dai fiumi Mincio e Po.

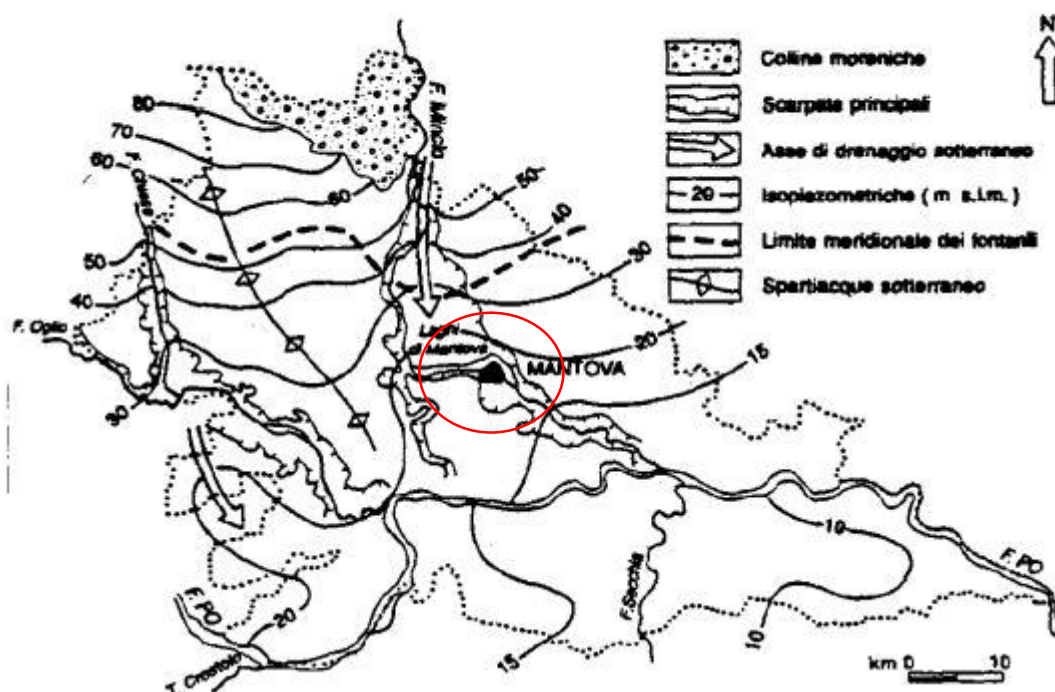


Figura 2.3.4. Morfologia del tetto della falda del primo acquifero (Baraldi e Zavatti, 1994)

Durante la redazione del Progetto di Gestione Produttiva Pg2 – Valdaro, la Provincia ha effettuato un'indagine di dettaglio per determinare la quota piezometrica della falda attraverso la realizzazione di numerosi sondaggi a rotazione con la messa in opera di alcuni piezometri per il controllo dei livelli di falda.

Questi sono stati monitorati a più riprese, nel periodo da ottobre a giugno 2004, è ciò ha permesso di definire con precisione le quote della falda superficiale nell'area dell'ambito Pg2.

Titolo relazione	Piano attuativo "Valdaro 3" in località Valdaro/Formigosa in comune di Mantova
Proponente	Immobiliare GT srl, Cave GT srl e Vallan Infrastrutture Spa

Il livello statico varia da un massimo di 14,75 m s.l.m. nei pressi dell'incrocio sulla S.S. n. 482 "Ostigliese" ad un minimo di 13,07 m s.l.m. sul confine di ambito posto ad Ovest; la direzione di flusso sotterraneo è grosso modo da Est Nord-Est verso Ovest Sud-Ovest, ricalcando in parte l'andamento generale presente in questa zona ma risentendo anche dell'azione drenante esercitata dalla vicina conca di navigazione, presente già da alcuni anni.

Tale invaso, il cui livello idrometrico è praticamente costante, ha determinato una riduzione pressoché totale delle oscillazioni temporali della falda.

Titolo relazione	Piano attuativo “Valdaro 3” in località Valdaro/Formigosa in comune di Mantova
Proponente	Immobiliare GT srl, Cave GT srl e Vallan Infrastrutture Spa

3 INDAGINI ESEGUITE

3.1 PROVE PENETROMETRICHE STATICHE

Come indicato in premessa, per verificare le caratteristiche dei terreni nell'area oggetto di studio, sono state eseguite n. 2 prove penetrometriche statiche con punta meccanica (CPT).

Queste consistono nella misurazione della resistenza alla punta e dell'attrito laterale (ogni 20 cm), durante l'infissione nel terreno, (a velocità costante pari a 2 cm/s), di una punta conica di dimensioni standardizzate tramite una serie di aste collegate fra loro; l'avanzamento è applicato staticamente mediante dispositivi meccanici o idraulici.

La prova CPT 1 è stata spinta alla profondità di 10 m, mentre la prova CPT 2 è stata eseguita fino a 15 metri dal piano campagna.

Le caratteristiche dello strumento utilizzato sono le seguenti:

- penetrometro cingolato PAGANI TG63 (spinta nominale 200 kN)
- norme di riferimento: ASTM D3441-86
- Ø punta conica meccanica: 35,7 mm
- angolo di apertura della punta: 60°
- area della punta: 10 cm²
- superficie laterale del manicotto: 150 cm²
- passo letture: 20 cm
- costante di trasformazione Ct: 10

I diagrammi e i tabulati relativi alle prove sono riportate in Allegato 1, mentre la loro ubicazione è rappresentata in Figura 3.1.1.

Titolo relazione	Piano attuativo “Valdaro 3” in località Valdaro/Formigosa in comune di Mantova
Proponente	Immobiliare GT srl, Cave GT srl e Vallan Infrastrutture Spa



Figura 3.1.1. Ubicazione prove penetrometriche.

3.2 PROVA SISMICA

Per la caratterizzazione sismica dei suoli di fondazione, secondo quanto indicato nel D.M. 14/01/2008 “Norme Tecniche per le Costruzioni”, è stata condotta un’indagine geofisica in sito mediante prova sismica di tipo passivo con il metodo HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) utilizzando un tromografo digitale.

La prova è stata effettuata utilizzando un sismometro a stazione singola in grado di registrare i microtremori lungo le due direzioni orizzontali (X, Y) e lungo quella verticale (Z), di un ampio intervallo di frequenze (0.1-100 Hz) e per una durata sufficientemente lunga (20 minuti).

Per la prova sismica passiva si è utilizzato un tromografo digitale mod. Tromino® della Micromed avente le seguenti specifiche tecniche:

- alimentazione: 2 batterie alcaline x 1,5 VDC AA
- voltaggio interno: + 3,3 V, + 3,6 V per la sezione analogica

Titolo relazione	Piano attuativo “Valdaro 3” in località Valdaro/Formigosa in comune di Mantova
Proponente	Immobiliare GT srl, Cave GT srl e Vallan Infrastrutture Spa

- numero di canali: 3 + 1 analogici
- amplificatori: tutti canali con input differenziali
- rumore: < 0,5 μ V r.m.s. @128 Hz sampling
- impedenza dell’input: 106 Ohm
- range di frequenze: DC – 360 Hz
- frequenza di campionamento: 32x, 64x, 128x
- conversione: A/D equivalente a 24 bit
- massimo input analogico: 51,2 mV (781 nV/digit)
- display grafico: 128 x 64 pixel
- tastiera: 4 tasti a membrana
- orologio interno, permanente con datario e allarme
- GPS: 12 channels con time-marker (precisione 1 μ s)
- livella a bolla d’aria, sensibilità 0,083°
- registrazione: dati memoria interna fino a 2 Gb
- condizioni operative temperatura: da – 10 a + 70°C; umidità: 0-90%
- sensori: 3 velocimetri elettrodinamici ortogonali ad alta risoluzione, autobloccaggio quando non in acquisizione

La prova HVSR, opportunamente tarata con i dati delle indagini geognostiche, ha permesso di valutare l’andamento della velocità delle onde di taglio, calcolare il parametro Vs30 e quindi attribuire la categoria di suolo ai sensi delle NTC 2008. In Allegato 2 sono riportati i dati e l’elaborazione della prova sismica.

4 ASSETTO LITOSTRATIGRAFICO LOCALE

La successione stratigrafica del sottosuolo indagato è stata ricostruita mediante i risultati delle prove penetrometriche sulla base delle correlazioni tra la resistenza alla punta qc e il rapporto tra questa e la resistenza laterale fs (in particolare si è fatto riferimento ai diagrammi di Robertson, Searle e Schmertmann).

la stratigrafia che ne deriva è abbastanza semplice e può essere rappresentata nel modo seguente:

Titolo relazione	Piano attuativo "Valdaro 3" in località Valdaro/Formigosa in comune di Mantova
Proponente	Immobiliare GT srl, Cave GT srl e Vallan Infrastrutture Spa

Unità litologica	Profondità strato (in metri dal p.c.)		Descrizione Unità
	da m	a m	
1	0,0	15	<p>Sabbie e Sabbie Limose</p> <p>Depositi costituiti da litotipi a tessitura media e medio-fine di natura prevalentemente sabbiosa e sabbioso-limosa; si tratta di depositi legati alla sedimentazione fluviale in ambienti ad energia moderatamente elevata e si presentano mediamente addensati.</p> <p>All'interno della sequenza stratigrafica, in particolare per quanto riguarda la prova CPT 2, si possono riconoscere alcuni livelli costituiti da depositi a tessitura fine e moderatamente fine, di natura prevalentemente limoso-argillosa-sabbiosa e argilloso-limosa, questi depositi presentano spessori piuttosto contenuti, tra 0,5 e 1,5 m circa e risultano mediamente consistenti.</p>

5 SISMICITÀ

5.1 SISMICITÀ STORICA

La sismicità che caratterizza un determinato territorio è strettamente connessa al suo contesto tettonico-strutturale e alla presenza di strutture tettonicamente "attive". Alla base di ogni stima della pericolosità sismica vi è dunque l'indispensabile conoscenza della sua storia sismica temporale e della geologia strutturale responsabile della sismicità locale, strettamente connesse tra loro, che si è venuta a tradurre nella definizione di "zone" o "sorgenti sismogenetiche" presenti in tutto il territorio.

La sismicità storica del territorio del comune di Mantova, è stata desunta da "DBMI011", il database delle osservazioni macrosismiche dei terremoti italiani utilizzate per la compilazione del catalogo parametrico dei terremoti CPTI11 (fonte: M. Locati, R. Camassi e M. Stucchi (a cura di), 2011. DBMI11, la versione 2011 del Database Macrosismico Italiano. Milano, Bologna, <http://emidius.mi.ingv.it/DBMI11>).

La storia sismica è riassunta nella tabella seguente dove sono elencate le osservazioni, aventi la maggiore intensità, disponibili per le località più vicine al territorio del comune di Mantova,

Titolo relazione	Piano attuativo "Valdaro 3" in località Valdaro/Formigosa in comune di Mantova
Proponente	Immobiliare GT srl, Cave GT srl e Vallan Infrastrutture Spa

indicando per ciascuna di esse, oltre alla stessa intensità al sito (Is), l'anno, il mese (Me), il giorno (Gi), l'ora (Or) in cui si è verificato, l'intensità massima epicentrale in scala MCS (Io), e la magnitudo momento (Mw).

Dall'analisi della tabella si evidenzia che il massimo evento sismico più vicino a Mantova si è verificato nel 1693 con un'intensità del VI-VII grado della scala MCS; l'epicentro viene indicato in prossimità di Goito.

Seismic history of Mantova [45.152, 10.775]

Total number of earthquakes: 88

Effects Earthquake occurred:

Is	An Me Gi hh:mm	Area epicentrale	Io	Mw
NR	1234 03 20	FERRARA	5 7	5.14 ±0.34
NR	1323 02 25 19:00	Bologna	5 5	4.30 ±0.34
F	1348 01 25 15:30	Carinzia	58 9-10	7.02 ±0.18
NR	1438 06 11 02:00	Parmense	10 8	5.57 ±0.34
4	1455 12 20 20:45	Media valle del Reno	6	
NR	1474 03 11 20:30	MODENA	12 5	4.30 ±0.34
NR	1501 06 05 10:00	Appennino modenese	20 9	5.98 ±0.32
6	1511 03 26 14:40	Slovenia	66 9	6.98 ±0.17
5	1570 11 17 19:10	Ferrara	60 7-8	5.46 ±0.25
6	1642 06 13	Bergamo	8 6	5.04 ±0.72
4-5	1653 04 19 04:40	Pianura Padana	4 5	4.30 ±0.72
6-7	1693 07 06 09:15	GOITO	13 7	5.22 ±0.72
5	1695 02 25 05:30	Asolano	82 10	6.48 ±0.18
3	1738 11 05 00:30	PARMA	10 7	5.14 ±0.34
4	1741 04 24 09:00	FABRIANESE	145 9	6.21 ±0.13
3-4	1743 02 20 16:30	Basso Ionio	77 9	7.13 ±0.19
F	1779 07 14 19:30	Bolognese	17	
F	1779 11 23 18:30	Bolognese	14 5	4.99 ±0.31
4	1780 02 06 04:00	Bolognese	9 6	5.13 ±0.57
3-4	1781 09 10 11:30	Media valle dell'Adda	11 6-7	4.90 ±0.67
3	1786 12 25 01:00	Riminese	91 8	5.62 ±0.17
6	1796 10 22 04:00	Emilia orientale	27 7	5.61 ±0.36
3	1799 05 29 19:00	CASTENEDOLO	12 6-7	5.01 ±0.51
4	1802 05 12 09:00	VALLE DELL'OGGIO	85 8	5.64 ±0.22
4	1806 02 12	NOVELLARA	28 7	5.19 ±0.39
6	1810 12 25 00:45	NOVELLARA	33 6	5.29 ±0.22
5-6	1818 12 09 18:55	Parmense	26 7	5.28 ±0.35
3	1826 06 24 12:15	SALO'	19	
3-4	1828 10 09 02:20	Valle Staffora	114 8	5.76 ±0.15
F	1831 09 11 18:15	Reggiano	25 7-8	5.54 ±0.32
4-5	1832 03 13 03:30	Reggiano	98 7-8	5.53 ±0.18
3	1834 02 14 13:15	Valle del Taro-Lunigiana	112 9	5.83 ±0.15
3-4	1836 06 12 02:30	BASSANO	26 8	5.50 ±0.32
3	1851 08 03	GIUDICARIE	15 6	5.12 ±0.47
F	1857 02 01	PARMENSE	22 6-7	5.09 ±0.25
3	1859 01 20 07:55	COLLALTO	36 6	4.98 ±0.32
2-3	1864 03 15	ZOCCA	13 6-7	4.90 ±0.71
3	1868 05 22 21:15	Alto Garda	11 5	4.45 ±0.55

Titolo relazione	Piano attuativo "Valdaro 3" in località Valdaro/Formigosa in comune di Mantova
Proponente	Immobiliare GT srl, Cave GT srl e Vallan Infrastrutture Spa

3	1873 03 12 20:04	Marche meridionali	196	8	5.95 ±0.10
4-5	1873 06 29 03:58	Bellunese	199	9-10	6.32 ±0.11
3-4	1873 09 17	LIGURIA ORIENTALE	67	6-7	5.43 ±0.15
4	1875 03 17 23:51	Romagna sud-orientale	144		5.93 ±0.16
3	1878 03 12 21:36	Bolognese	31	6	5.06 ±0.30
F	1881 01 24 16:14	Bolognese	38	7	5.16 ±0.30
NF	1884 09 12 07:23	Bassa valle del Serio	34	6	4.85 ±0.35
RS	1885 02 26 20:48	SCANDIANO	78	6	5.19 ±0.15
2	1885 12 29	VITTORIO VENETO	47	6	5.18 ±0.19
3	1887 02 23 05:21:50	Liguria occidentale	1516		6.97 ±0.15
F	1889 03 08 02:57:04	Bolognese	38	5	4.73 ±0.22
4-5	1891 06 07 01:06:14	Valle d'Ilasi	403	8-9	5.86 ±0.06
3	1894 11 27 05:07	FRANCIACORTA	183	6	5.07 ±0.10
3-4	1895 04 14 22:17	Slovenia	296	8	6.23 ±0.08
4	1898 03 04 21:05	Valle del Parma	313	7-8	5.41 ±0.09
3-4	1900 03 04 16:55	VALDOBBIADENE	98	6-7	5.13 ±0.14
6	1901 10 30 14:49:58	Salò	190	8	5.70 ±0.10
5	1907 04 25 04:52	Veronese	122	6	4.91 ±0.15
5	1909 01 13 00:45	BASSA PADANA	799	6-7	5.53 ±0.09
NF	1911 02 19 07:18	Romagna meridionale	181	7	5.28 ±0.11
5	1914 10 27 09:22:36	Garfagnana	618	7	5.76 ±0.09
4	1916 05 17 12:49:50	Alto Adriatico	132		5.95 ±0.14
NF	1918 05 06 08:05	Reggiano	8	5-6	4.52 ±0.69
3	1918 07 19 19:03	SALO'	8	4	4.62 ±0.28
3	1919 06 29 15:06:12	Mugello	566	10	6.29 ±0.09
4-5	1920 09 07 05:55:40	Garfagnana	756	10	6.48 ±0.09
4	1926 01 01 18:04:06	Slovenia	63	7-8	5.85 ±0.18
3	1929 04 10 05:43:12	Bolognese	87	7	5.03 ±0.13
4	1929 04 19 04:15:22	Bolognese	82		
4	1929 04 20 01:09:46	Bolognese	109	7	5.34 ±0.13
3	1929 04 22 08:25:33	Bolognese	41		
3	1929 04 29 18:35:59	Bolognese	45		
4	1929 05 11 19:22:48	Bolognese	64		
3	1935 06 05 11:48:02	Faentino	27	6	5.16 ±0.25
2	1936 10 18 03:10:12	BOSCO CANSIGLIO	267	9	6.12 ±0.09
5	1951 05 15 22:54	LODIGIANO	154	6-7	5.39 ±0.14
3	1967 04 03 16:36:18	Reggiano	47	5-6	4.69 ±0.19
3-4	1967 12 30 04:19:20	BASSA PADANA	40	6	5.24 ±0.19
3	1971 07 15 01:33:23	Parmense	229	8	5.64 ±0.09
3	1971 09 11 23:18:12	Correggio	15	5	4.23 ±0.31
4-5	1976 05 06 20:00:12	Friuli	770	9-10	6.46 ±0.09
4	1978 12 25 22:53:42	Bassa mantovana	28	5	4.22 ±0.22
4	1983 11 09 16:29:52	Parmense	850	6-7	5.06 ±0.09
NF	1984 04 29 05:02:60	GUBBIO/VALFABBRICA	709	7	5.65 ±0.09
NF	1986 12 06 17:07:20	BONDENO	604	6	4.61 ±0.10
4	1987 05 02 20:43:53	Reggiano	802	6	4.74 ±0.09
3-4	1988 03 15 12:03:18	Reggiano	160	6	4.66 ±0.12
4-5	1996 10 15 09:56:02	Correggio	135	7	5.41 ±0.09
NF	2000 06 18 07:42:08	Parmense	300	5-6	4.43 ±0.09
F	2004 11 24 22:59:38	Lago di Garda	176	7-8	5.06 ±0.09

Titolo relazione	Piano attuativo "Valdaro 3" in località Valdaro/Formigosa in comune di Mantova
Proponente	Immobiliare GT srl, Cave GT srl e Vallan Infrastrutture Spa

5.2 CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO

La classificazione sismica introdotta dall'"Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20/3/2003" e recepita dalla Regione Lombardia con la DGR n. 14964/03, costituisce il quadro di riferimento del recente decreto ministeriale "Norme tecniche per le costruzioni" che rappresenta il "Testo Unico" per l'Ingegneria civile, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n.222 del 23/09/2005. L'OPCM 3274 introduce una classificazione sismica che, pur con qualche semplificazione, fornisce uno scenario abbastanza attendibile della pericolosità sismica in Italia.

Il territorio italiano è quindi classificato in 4 Zone a differente sismicità: dalla Zona 1, quella a più alta pericolosità, fino alla Zona 4 (bassa sismicità). In tale contesto il Comune di Mantova è classificato in Zona 4 (Fig. 3).

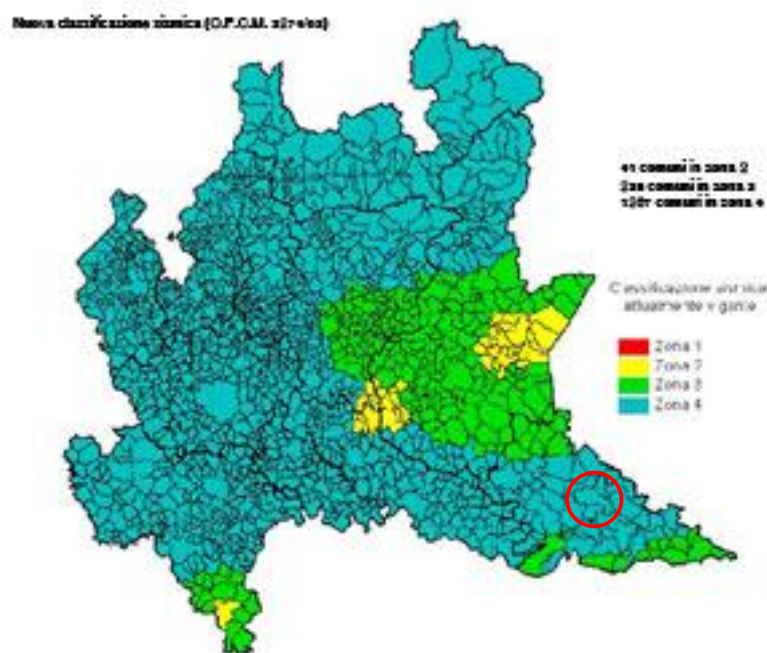


Figura 5.2.1. Classificazione sismica dei Comuni della Regione Lombardia

Più recentemente è stata redatta una nuova Mappa di Pericolosità Sismica, approvata con Ordinanza P.C.M. 28 aprile 2006 n. 3519; la mappa si basa su una nuova zonazione sismogenetica, denominata ZS9, a partire da una sostanziale revisione della precedente zonazione ZS4, alla luce delle evidenze di tettonica attiva e delle valutazioni acquisite negli

Titolo relazione	Piano attuativo “Valdaro 3” in località Valdaro/Formigosa in comune di Mantova
Proponente	Immobiliare GT srl, Cave GT srl e Vallan Infrastrutture Spa

ultimi anni. Ogni zona è corredata da un meccanismo focale prevalente e da un valore di profondità, determinati nella prospettiva di utilizzo con le relazioni di attenuazione. Nella figura seguente viene riportato uno stralcio della nuova zonazione sismogenetica, il territorio mantovano risente della sismicità correlata alla Zona 906 “Garda-Veronese” a nord e alla Zona 912 “Dorsale Ferrarese” verso sud.

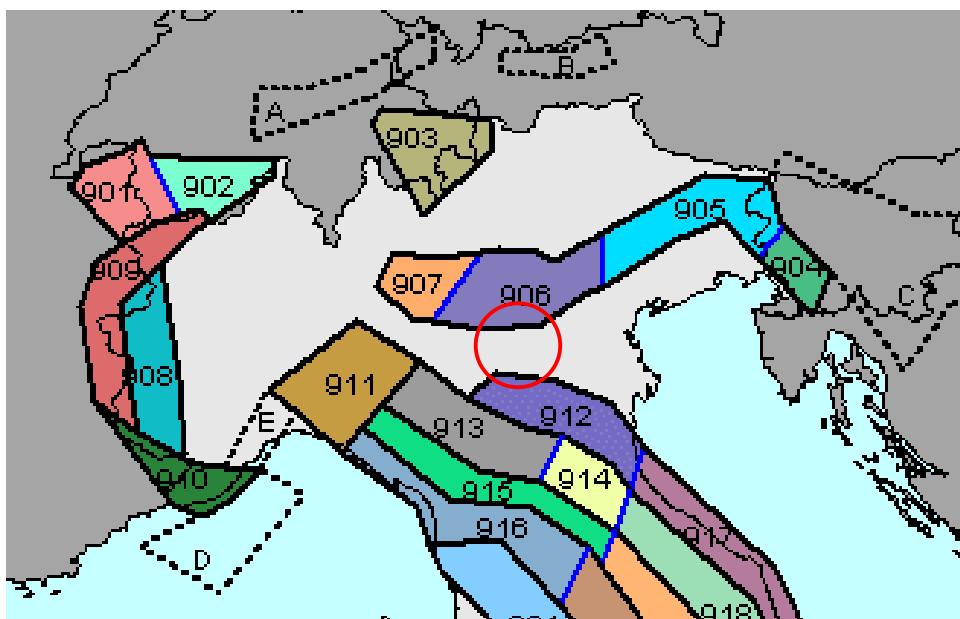


Figura 5.2.2. Zonazione Sismogenetica ZS9

La nuova mappa di pericolosità sismica (Ordinanza P.C.M 28 aprile 2006 n. 3519) risulta essere la seguente:

Titolo relazione	Piano attuativo “Valdaro 3” in località Valdaro/Formigosa in comune di Mantova
Proponente	Immobiliare GT srl, Cave GT srl e Vallan Infrastrutture Spa

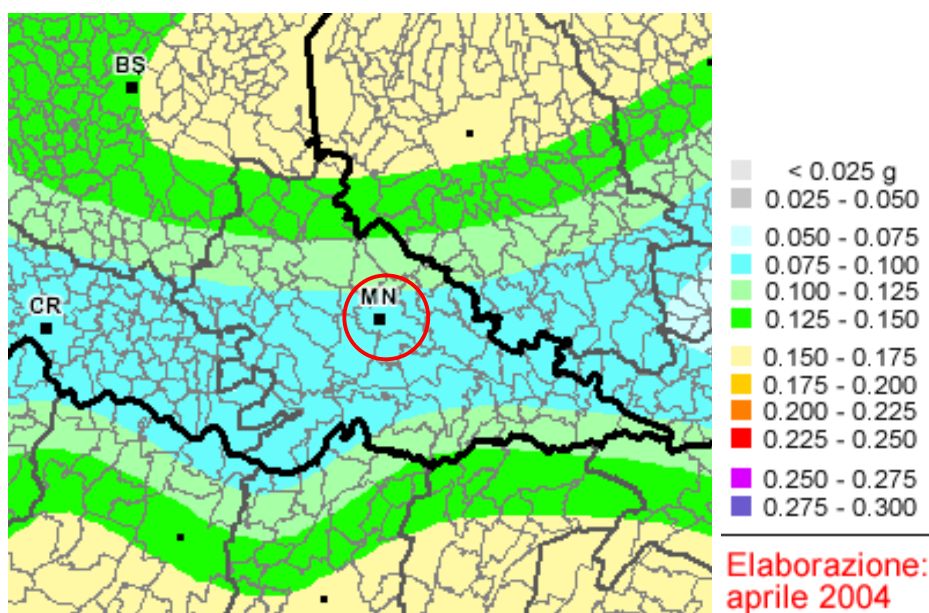


Figura 5.2.3. Nuova mappa di pericolosità sismica

Per quanto riguarda il sito in oggetto, che risente in particolare della sismicità della zona sismogenetica ZS906 “Garda-Veronese”, la nuova mappa di pericolosità sismica, espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita a suoli molto rigidi ($V_{s30} > 800\text{ m/s}$), prevede valori di a_g di 0,088 g.

Lo studio geologico del PGT del Comune di Mantova ha evidenziato che dal punto di vista della pericolosità sismica locale il sito in oggetto ricade in uno scenario Z4a – Zona di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi, passibile di amplificazioni litologiche e geometriche; l’analisi di 2° livello eseguita per lo studio suddetto ha messo in luce che, per l’intervallo di periodo proprio $T = 0,1-0,5$ secondi, i valori dei fattori di amplificazione calcolati risultano maggiori dei relativi valori di soglia definiti dalla Regione Lombardia per cui, nel caso di interventi che prevedono la realizzazione di edifici e/o opere infrastrutturali strategici e rilevanti è necessario, in fase progettuale, effettuare approfondimenti di 3° livello secondo la metodologia indicata nella D.g.r. n. 9/2616 del 30/11/2011.

Titolo relazione	Piano attuativo "Valdaro 3" in località Valdaro/Formigosa in comune di Mantova
Proponente	Immobiliare GT srl, Cave GT srl e Vallan Infrastrutture Spa

5.3 PARAMETRI SISMICI

Sito in esame (da Geostru PS v.1.5, coordinate espresse in ED50)

latitudine: 45,130276
longitudine: 10,864433

Siti di riferimento

Sito 1	ID: 14059	Lat: 45,1047	Lon: 10,8006	Distanza: 5761,247
Sito 2	ID: 14060	Lat: 45,1063	Lon: 10,8713	Distanza: 2723,183
Sito 3	ID: 13838	Lat: 45,1562	Lon: 10,8691	Distanza: 2910,275
Sito 4	ID: 13837	Lat: 45,1547	Lon: 10,7983	Distanza: 5855,035

In base a quanto detto in premessa i parametri di progetto sono i seguenti:

Vita nominale: 50 anni
Classe d'uso: II
Coefficiente cu: 1
Periodo di riferimento: 50 anni

Categoria sottosuolo: C (dedotta dalla prova sismica)

Categoria topografica: T1 (area pianeggiante)

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %
Tr: 30 [anni]
ag: 0,033 g
Fo: 2,546
Tc*: 0,216 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %
Tr: 50 [anni]
ag: 0,039 g
Fo: 2,589
Tc*: 0,257 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %
Tr: 475 [anni]
ag: 0,088 g
Fo: 2,566
Tc*: 0,308 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %
Tr: 975 [anni]
ag: 0,112 g

Titolo relazione	Piano attuativo “Valdaro 3” in località Valdaro/Formigosa in comune di Mantova
Proponente	Immobiliare GT srl, Cave GT srl e Vallan Infrastrutture Spa

Fo: 2,564
Tc*: 0,311 [s]

Coefficienti Sismici

SLO:

Ss: 1,500
Cc: 1,740
St: 1,000
Kh: 0,010
Kv: 0,005
Amax: 0,483
Beta: 0,200

SLD:

Ss: 1,500
Cc: 1,640
St: 1,000
Kh: 0,012
Kv: 0,006
Amax: 0,570
Beta: 0,200

SLV:

Ss: 1,500
Cc: 1,550
St: 1,000
Kh: 0,026
Kv: 0,013
Amax: 1,293
Beta: 0,200

SLC:

Ss: 1,500
Cc: 1,540
St: 1,000
Kh: 0,040
Kv: 0,020
Amax: 1,652
Beta: 0,240

5.4 CATEGORIE DI SOTTOSUOLO

Dalla prova sismica, opportunamente tarata con i dati dell’indagine geognostica eseguita e altri dati geologici e stratigrafici disponibili, è stato possibile valutare il parametro Vs30 a partire dal piano campagna calcolato con la formula seguente:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{s_i}}}$$

Titolo relazione	Piano attuativo "Valdaro 3" in località Valdaro/Formigosa in comune di Mantova
Proponente	Immobiliare GT srl, Cave GT srl e Vallan Infrastrutture Spa

dove V_{s1} e h_i sono la velocità delle onde di taglio e lo spessore dello stato i-esimo.

Il valore V_{s30} , come da normativa tecnica, permette la classificazione del suolo convenzionalmente eseguita sulla base della velocità media equivalente di propagazione delle onde di taglio entro 30 m di profondità (tabella).

Suolo	Descrizione geotecnica	V_{s30} (m/sec)
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di V_{s30} superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3m	>800
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{spt} >$ di 50 nei terreni a grana grossa e $C_u > 250$ kPa nei terreni a grana fina)	360-800 ($N_{spt} > 50$) ($C_u > 250$ KPa)
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{spt} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < C_u < 250$ kPa nei terreni a grana fina)	180-360 ($15 < N_{spt} < 50$) $70 < C_u < 250$ KPa)
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{spt} < 15$ nei terreni a grana grossa e $C_u < 70$ kPa nei terreni a grana fina)	<180 ($N_{spt} < 15$) ($C_u < 70$ KPa)
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con $V_{s30} > 800$ m/s)	
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di V_{s30} inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < C_{u30} < 20$ 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 altamente organiche.	<100 ($10 < C_u < 20$ Kpa)
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti	

Classificazione del tipo di suolo secondo le "Nuove norme tecniche per le costruzioni" D.M. 14/01/2008
Tabelle 3.2.II (categorie di suolo) e 3.2.III (categorie di suolo aggiuntive) mod.

L'elaborazione della prova sismica ha permesso di valutare una V_{s30} pari a 208 m/s, la categoria di sottosuolo attribuibile è quindi la *C - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m.*

Titolo relazione	Piano attuativo “Valdaro 3” in località Valdaro/Formigosa in comune di Mantova
Proponente	Immobiliare GT srl, Cave GT srl e Vallan Infrastrutture Spa

5.5 VERIFICA DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

La verifica della suscettibilità alla liquefazione dei terreni in oggetto è stata effettuata utilizzando il software Liquiter della Geostru, utilizzando il metodo di Robertson e Wride (1997) che fa parte dei cosiddetti metodi semplificati previsti dalla normativa tecnica e si basa sui dati delle prove penetrometriche CPT.

Per quanto riguarda la Magnitudo del terremoto si è scelto di utilizzare, in via cautelativa, il valore massimo atteso (M_{wmax2}) nella zona sismogenetica più vicina al sito in oggetto (ZS 906 “Garda-Veronese”), corrispondente a 6,60. Ne consegue che il valore del coefficiente correttivo MSF è pari a 1,39.

Il valore dell’accelerazione sismica massima per lo stato limite di salvaguardia della vita (SLV) è pari a 0,132 g.

Nell’Allegato 3 sono riportate le elaborazioni effettuate sulla base dei dati provenienti dalle 2 prove penetrometriche effettuate nell’area in oggetto, dall’analisi dei risultati si evince che il fattore di sicurezza F_s è sempre $> 3,3$ per la prova CPT 1 e $> 2,5$ per la prova CPT 2; dato che i terreni si considerano suscettibili di liquefazione se $F_s < 1$ nel caso in esame i depositi risultano non liquefacibili.

6 CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

Sulla base dei campi di variabilità dei principali parametri geomeccanici di riferimento sono state individuate le unità geotecniche rappresentative del sottosuolo indagato.

La definizione dei parametri dei terreni è stata effettuata utilizzando appositi fogli di calcolo con riferimento alle relazioni empiriche proposte da differenti autori. Nelle tabelle che segue si riassumono i valori medi dei parametri geotecnici relativi alle 2 prove penetrometriche effettuate; in allegato alla presente relazione sono invece riportati i diagrammi e le tabelle delle prove penetrometriche.

CPT 1

Unità geotecniche (litologia)	Z (m)	Tipo	AUTORI	Boones & Freitas (2010)	Mayne (2001a)	Terzaghi (1943) Nk = 25	Khulawy & Mayne (1990)	Robertson (1998) - Horvat (2000)	Mayne (2007)	Robertson (2009)	Sanglerat (1972)	Robertson (2009)
			qc (kg/cm ²)	FC%	γ_t (t/m ³)	Cu (kg/cm ²)	ϕ (°)	Dr (%)	OCR	G (kg/cm ²)	Mo (kg/cm ²)	Ey - Eu (kg/cm ²)
Sabbia pulita -	3.0	I	175.3	14	1.87	-	34	67	35.8	1476	262	396

Titolo relazione	Piano attuativo "Valdaro 3" in località Valdaro/Formigosa in comune di Mantova
Proponente	Immobiliare GT srl, Cave GT srl e Vallan Infrastrutture Spa

Sabbia limosa												
Sabbia limosa - Limo sabbioso	3.4	I	149.2	28	1.93	-	35	56	6.1	2134	223	373
Sabbia pulita - Sabbia limosa	7.8	I	136.2	18	1.85	-	35	51	3.8	1446	203	341
Sabbia limosa - Limo sabbioso	8.8	I	116.0	29	1.87	-	35	44	2.2	1617	173	292
Sabbia pulita - Sabbia limosa	10.0	I	126.2	20	1.85	-	35	46	2.2	1382	188	298

CPT 2

Unità geotecniche (litologia)	Z (m)	Tipo	AUTORI	Boones & Freitas (2010)	Mayne (2001a)	Terzaghi (1943) Nk = 25	Khulawy & Mayne (1990)	Robertson (1998) - Horvat (2000)	Mayne (2007)	Robertson (2009)	Sanglerat (1972)	Robertson (2009)
			qc (kg/cm ²)	FC%	γ_t (t/m ³)	Cu (kg/cm ²)	ϕ (°)	Dr (%)	OCR	G (kg/cm ²)	Mo (kg/cm ²)	Ey - Eu (kg/cm ²)
Sabbia pulita - Sabbia limosa	3.0	I	159.2	13	1.87	-	35	68	23.7	1543	238	393
Limo argilloso - Argilla limosa	4.8	CI	33.6	54	1.84	1.31	32	26	1.8	847	81	108
Sabbia limosa - Limo sabbioso	10.0	I	123.2	23	1.86	-	35	47	2.8	1476	183	309
Argilla limosa - Argilla	11.2	C	17.6	64	1.75	0.62	28	-	0.5	578	76	59
Sabbia limosa - Limo sabbioso	13.4	I	90.3	26	1.83	-	34	38	1.4	1141	132	229
Sabbia limosa - Limo sabbioso	14.0	I	90.1	32	1.85	-	34	36	1.2	1339	135	229
Sabbia pulita - Sabbia limosa	15.0	I	110.6	21	1.84	-	34	41	1.4	1257	165	280

Legenda:

- Z: Profondità strato (m)
 Tipo: C: Coesivo. I: Incoerente. CI: Coesivo-Incoerente
 Qc: resistenza di punta
 FC: Percentuale di fine
 Cu: Coesione non drenata (Kg/cm²)
 Mo: Modulo Edometrico (Kg/cm²)
 OCR: Grado di sovraconsolidazione
 Gamma t: Peso unità di volume (t/m³)
 Dr: Densità relativa (%)
 OCR: grado di sovraconsolidazione
 Fi: Angolo di resistenza al taglio (°)
 Ey: Modulo di Young (Kg/cm²)

Il sottosuolo è quindi caratterizzato da terreni a comportamento prevalentemente granulare (sabbiosi) che si presentano mediamente addensati, al cui interno sono presenti alcuni livelli aventi spessore variabile da 0,5 a 1,5 m, caratterizzati da terreni a comportamento misto coesivo/incoerente (limi sabbiosi/argille limose), soprattutto nella prova CPT 2.

Titolo relazione	Piano attuativo "Valdaro 3" in località Valdaro/Formigosa in comune di Mantova
Proponente	Immobiliare GT srl, Cave GT srl e Vallan Infrastrutture Spa

7 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

La progettazione esecutiva degli interventi edificatori, così come previsto dalle norme geologiche del Piano di Governo del Territorio, richiederà l'esecuzione di specifiche indagini di dettaglio e la redazione dello studio geologico, sismico e geotecnico ai sensi delle norme Tecniche per le Costruzioni – D.M. 14/1/008, volto a definire i parametri caratteristici dei terreni d'imposta e analizzare le problematiche geologiche, geotecniche, sismiche e idrogeologiche di dettaglio relative ai singoli interventi, con valutazione univoca della loro fattibilità.

Tali indagini dovranno essere calibrate in funzione delle diverse tipologie edificatorie; sempre in fase esecutiva, inoltre, la problematica sismica dovrà essere affrontata tenendo adeguato conto della reale destinazione e della vita nominale delle opere che si andranno a progettare e considerando che le verifiche effettuate nel presente studio hanno consentito di escludere la possibilità di liquefazione, in correlazione ad un sisma di magnitudo 6.6 con tempo di ritorno di 475 anni (probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni).

Come evidenziato nello studio geologico del PGT comunale, qualora nell'ambito Valdaro 3 si prevedesse la realizzazione di edifici e/o opere infrastrutturali di carattere strategico e rilevante ai sensi del D.d.u.o. n. 19904/2003, in fase progettuale saranno necessari approfondimenti di 3° livello ai sensi della DGR n. 9/2616 del 30 novembre 2011.

Si dovrà, inoltre, verificare che la frequenza fondamentale degli edifici in progetto non corrisponda con la frequenza caratteristica del terreno di fondazione.

Per quanto riguarda le locali condizioni idrogeologiche, per i lotti A e B, non sarà consentita la realizzazione di locali interrati, anche solo parzialmente, in quanto tutta la zona è stata oggetto di attività estrattiva e attualmente il livello della falda acquifera superficiale è a -1 m dal piano di calpestio. Per il lotto C tale possibilità non è esclusa.

Il Tecnici incaricati

Dott. Geologo Alberto Baracca

Dott. Geologo Roberto Malagò



Titolo relazione	Piano attuativo “Valdaro 3” in località Valdaro/Formigosa in comune di Mantova
Proponente	Immobiliare GT srl, Cave GT srl e Vallan Infrastrutture Spa

ALLEGATO 1

DIAGRAMMI E TABELLE DELLE PROVE PENETROMETRICHE STATICHE

Titolo relazione	Piano attuativo "Valdaro 3" in località Valdaro/Formigosa in comune di Mantova
Proponente	Immobiliare GT srl, Cave GT srl e Vallan Infrastrutture Spa

Commissa:	Piano Attuativo "Valdaro 3"										z: prof. in m dal p.c.
Località:	Valdaro/Formigosa - comune di Mantova										LP: lettura di punta
Prova:	CPT1										LL: lettura laterale
Data di indagine:	13/07/2013										qc: resistenza di punta
Falda:	1.00 m da p.c.										fs: resistenza di attrito laterale
											Rf: raction frictio = fs/qc*100

TABELLA DATI							INTERPRETAZIONE STRATIGRAFICA			
z	LP	LL	qc	fs	Rf	qc/fs	Z	Typo di comportamento del suolo	Litologia	
(m)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(%)		(m)	SBTn	SBTi (Robertson)	Searle (1979)
0.2	406	446	408.04	0.40	0.10	1022.96	0.2	7	Sabbia ghiaiosa - Sabbia densa	Ghiaia
0.4	298	304	299.50	3.19	1.07	93.86	0.4	6	Sabbia pulita - Sabbia limosa	Sabbia ghiaiosa
0.6	220	268	221.11	2.53	1.14	87.52	0.6	6	Sabbia pulita - Sabbia limosa	Sabbia ghiaiosa
0.8	161	199	161.81	2.13	1.31	76.06	0.8	6	Sabbia pulita - Sabbia limosa	Sabbia
1	118	150	118.59	1.86	1.57	63.71	1	6	Sabbia pulita - Sabbia limosa	Sabbia
1.2	129	157	129.65	2.59	2.00	50.00	1.2	4	Sabbia pulita - Sabbia limosa	Sabbia limosa
1.4	89	128	89.45	2.06	2.30	43.40	1.4	4	Sabbia limosa - Limo sabbioso	Sabbia limosa
1.6	94	125	94.47	1.53	1.62	61.78	1.6	5	Sabbia limosa - Limo sabbioso	Sabbia
1.8	109	132	109.55	1.46	1.34	74.90	1.8	6	Sabbia pulita - Sabbia limosa	Sabbia
2	140	162	140.70	0.93	0.66	151.18	2	5	Sabbia pulita - Sabbia limosa	Ghiaia sabbiosa
2.2	199	213	200.00	1.33	0.66	150.42	2.2	5	Sabbia pulita - Sabbia limosa	Ghiaia sabbiosa
2.4	110	130	110.55	3.32	3.01	33.26	2.4	6	Sabbia limosa - Limo sabbioso	Sabbia argilloso limosa
2.6	101	151	101.51	1.60	1.57	63.62	2.6	6	Sabbia pulita - Sabbia limosa	Sabbia
2.8	241	265	242.21	3.26	1.34	74.35	2.8	5	Sabbia pulita - Sabbia limosa	Sabbia
3	202	251	203.02	2.99	1.47	67.86	3	5	Sabbia pulita - Sabbia limosa	Sabbia
3.2	151	196	151.76	4.65	3.07	32.61	3.2	5	Sabbia limosa - Limo sabbioso	Sabbia argilloso limosa
3.4	146	216	146.73	4.79	3.26	30.66	3.4	5	Sabbia limosa - Limo sabbioso	Limo argilloso sabbioso
3.6	221	293	222.11	2.59	1.17	85.67	3.6	5	Sabbia pulita - Sabbia limosa	Sabbia ghiaiosa
3.8	156	195	156.78	2.93	1.87	53.60	3.8	5	Sabbia pulita - Sabbia limosa	Sabbia limosa
4	156	200	156.78	3.06	1.95	51.27	4	5	Sabbia pulita - Sabbia limosa	Sabbia limosa
4.2	160	206	160.80	2.86	1.78	56.25	4.2	5	Sabbia pulita - Sabbia limosa	Sabbia limosa
4.4	187	230	187.94	2.93	1.56	64.25	4.4	5	Sabbia pulita - Sabbia limosa	Sabbia
4.6	168	212	168.84	2.73	1.61	61.95	4.6	5	Sabbia pulita - Sabbia limosa	Sabbia
4.8	155	196	155.78	2.73	1.75	57.15	4.8	5	Sabbia pulita - Sabbia limosa	Sabbia limosa
5	126	167	126.63	2.39	1.89	52.91	5	5	Sabbia pulita - Sabbia limosa	Sabbia limosa
5.2	158	194	158.79	1.99	1.26	79.62	5.2	5	Sabbia pulita - Sabbia limosa	Sabbia
5.4	127	157	127.64	2.19	1.72	58.18	5.4	5	Sabbia pulita - Sabbia limosa	Sabbia limosa
5.6	108	141	108.54	1.79	1.65	60.47	5.6	5	Sabbia pulita - Sabbia limosa	Sabbia
5.8	93	120	93.47	0.07	0.07	1405.94	5.8	5	Sabbia pulita - Sabbia limosa	Ghiaia
6	76	77	76.38	1.33	1.74	57.45	6	6	Sabbia limosa - Limo sabbioso	Sabbia limosa
6.2	132	152	132.66	2.39	1.80	55.43	6.2	6	Sabbia pulita - Sabbia limosa	Sabbia limosa
6.4	121	157	121.61	2.19	1.80	55.43	6.4	6	Sabbia pulita - Sabbia limosa	Sabbia limosa
6.6	127	160	127.64	2.06	1.61	61.93	6.6	6	Sabbia pulita - Sabbia limosa	Sabbia
6.8	97	128	97.49	2.19	2.25	44.44	6.8	6	Sabbia limosa - Limo sabbioso	Sabbia limosa
7	127	160	127.64	1.86	1.46	68.57	7	6	Sabbia pulita - Sabbia limosa	Sabbia
7.2	168	196	168.84	2.79	1.65	60.47	7.2	5	Sabbia pulita - Sabbia limosa	Sabbia
7.4	132	174	132.66	2.86	2.15	46.41	7.4	5	Sabbia limosa - Limo sabbioso	Sabbia limosa
7.6	104	147	104.52	1.73	1.65	60.47	7.6	5	Sabbia limosa - Limo sabbioso	Sabbia
7.8	83	109	83.42	1.73	2.07	48.26	7.8	5	Sabbia limosa - Limo sabbioso	Sabbia limosa
8	76	102	76.38	4.12	5.40	18.53	8	5	Sabbia limosa - Limo sabbioso	Limo argilloso
8.2	119	181	119.60	2.53	2.11	47.34	8.2	5	Sabbia limosa - Limo sabbioso	Sabbia limosa
8.4	127	165	127.64	3.39	2.66	37.65	8.4	5	Sabbia limosa - Limo sabbioso	Sabbia argilloso limosa
8.6	118	169	118.59	2.19	1.85	54.06	8.6	5	Sabbia pulita - Sabbia limosa	Sabbia limosa
8.8	137	170	137.69	3.59	2.61	38.35	8.8	5	Sabbia limosa - Limo sabbioso	Sabbia argilloso limosa
9	152	206	152.76	2.79	1.83	54.71	9	4	Sabbia pulita - Sabbia limosa	Sabbia limosa
9.2	171	213	171.86	2.59	1.51	66.28	9.2	4	Sabbia pulita - Sabbia limosa	Sabbia
9.4	129	168	129.65	2.06	1.59	62.91	9.4	3	Sabbia pulita - Sabbia limosa	Sabbia
9.6	93	124	93.47	1.40	1.49	66.95	9.6	3	Sabbia limosa - Limo sabbioso	Sabbia
9.8	83	104	83.42	1.73	2.07	48.26	9.8	5	Sabbia limosa - Limo sabbioso	Sabbia limosa
10	78	104	78.39	1.40	1.78	56.15	10	5	Sabbia limosa - Limo sabbioso	Sabbia limosa
10.2	65	86	65.33	0.00	0.00		10.2			

Titolo relazione	Piano attuativo "Valdaro 3" in località Valdaro/Formigosa in comune di Mantova
Proponente	Immobiliare GT srl, Cave GT srl e Vallan Infrastrutture Spa

DIAGRAMMI DI RESISTENZA E LITOLOGIA

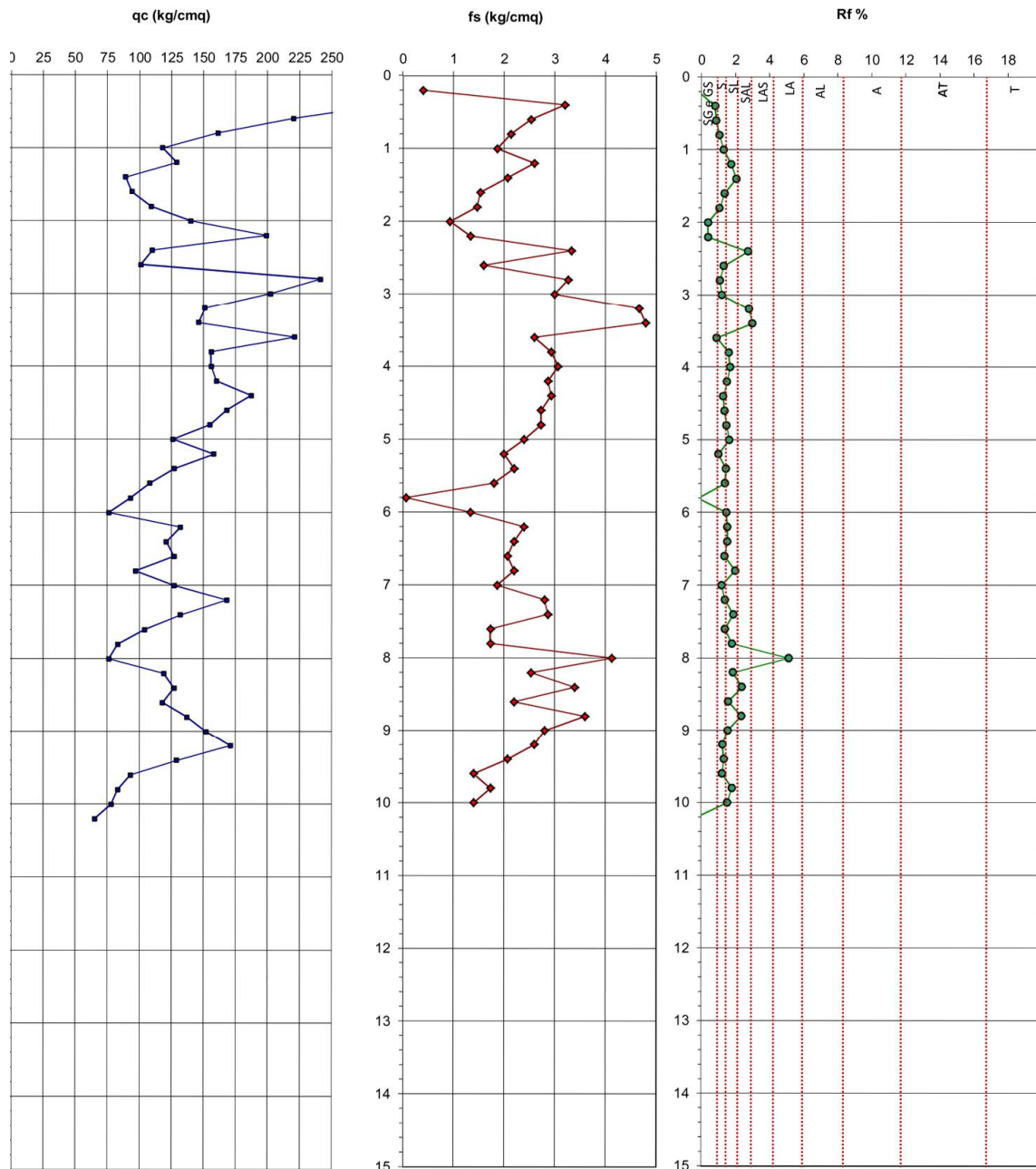
Comm.: Piano Attuativo "Valdaro 3"

Sito: Valdaro/Formigosa - comune di Mantova

Prova: CPT1

Data indagine : 13/07/2013

Livello piezometrico: 1.00



Titolo relazione	Piano attuativo "Valdaro 3" in località Valdaro/Formigosa in comune di Mantova
Proponente	Immobiliare GT srl, Cave GT srl e Vallan Infrastrutture Spa

Commessa:	Piano Attuativo "Valdaro 3"	z: prof. in m dal p.c.
Località:	Valdaro/Formigosa - comune di Mantova	LP: lettura di punta
Prova:	CPT2	LL: lettura laterale
Data di indagine:	13/07/2013	qc: resistenza di punta
Falda:	1.00 m da p.c.	fs: resistenza di attrito laterale
		Rf: raction frictio = fs/qc*100

TABELLA DATI							INTERPRETAZIONE STRATIGRAFICA			
z	LP	LL	qc	fs	Rf	qc/fs	Z	Tipo di comportamento del suolo	Litologia	
(m)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(%)		(m)	SBTn	Searle (1979)	
0.2	169	172	169.85	2.26	1.33	75.14	0.2	6	Sabbia pulita - Sabbia limosa	Sabbia
0.4	163	197	163.82	0.93	0.57	176.01	0.4	6	Sabbia pulita - Sabbia limosa	Ghiaia
0.6	111	125	111.56	1.20	1.07	93.23	0.6	6	Sabbia pulita - Sabbia limosa	Sabbia ghiaiosa
0.8	125	143	125.63	0.93	0.74	134.98	0.8	6	Sabbia pulita - Sabbia limosa	Ghiaia sabbiosa
1	156	142	156.78	3.12	1.99	50.18	1	6	Sabbia pulita - Sabbia limosa	Sabbia limosa
1.2	149	196	149.75	0.53	0.36	281.57	1.2	6	Sabbia pulita - Sabbia limosa	Ghiaia
1.4	213	221	214.07	2.26	1.06	94.71	1.4	6	Sabbia pulita - Sabbia limosa	Sabbia ghiaiosa
1.6	187	221	187.94	3.86	2.05	48.74	1.6	6	Sabbia pulita - Sabbia limosa	Sabbia limosa
1.8	118	176	118.59	2.13	1.79	55.75	1.8	6	Sabbia pulita - Sabbia limosa	Sabbia limosa
2	155	187	155.78	3.72	2.39	41.84	2	5	Sabbia limosa - Limo sabbioso	Sabbia limosa
2.2	157	213	157.79	1.26	0.80	124.92	2.2	6	Sabbia pulita - Sabbia limosa	Ghiaia sabbiosa
2.4	154	173	154.77	2.06	1.33	75.10	2.4	6	Sabbia pulita - Sabbia limosa	Sabbia
2.6	239	270	240.20	3.72	1.55	64.52	2.6	6	Sabbia pulita - Sabbia limosa	Sabbia
2.8	133	189	133.67	3.72	2.79	35.90	2.8	5	Sabbia limosa - Limo sabbioso	Sabbia argilloso limosa
3	147	203	147.74	4.06	2.74	36.43	3	5	Sabbia limosa - Limo sabbioso	Sabbia argilloso limosa
3.2	28	89	28.14	1.73	6.14	16.28	3.2	5	Limo argilloso - Argilla limosa	Limo argilloso
3.4	64	90	64.32	2.19	3.41	29.32	3.4	5	Sabbia limosa - Limo sabbioso	Limo argilloso sabbioso
3.6	23	56	23.12	0.80	3.45	28.98	3.6	5	Limo argilloso - Argilla limosa	Limo argilloso sabbioso
3.8	36	48	36.18	0.86	2.39	41.86	3.8	5	Sabbia limosa - Limo sabbioso	Sabbia limosa
4	13	26	13.07	0.93	7.12	14.04	4	5	Argilla limosa - Argilla	Argilla limosa
4.2	10	24	10.05	1.33	13.23	7.56	4.2	5	Argilla limosa - Argilla	Argilla torbosa
4.4	25	45	25.13	0.47	1.85	53.99	4.4	5	Sabbia limosa - Limo sabbioso	Sabbia limosa
4.6	37	44	37.19	2.73	7.33	13.64	4.6	5	Limo argilloso - Argilla limosa	Argilla limosa
4.8	65	106	65.33	1.79	2.75	36.39	4.8	5	Sabbia limosa - Limo sabbioso	Sabbia argilloso limosa
5	108	135	108.54	2.46	2.27	44.13	5	5	Sabbia limosa - Limo sabbioso	Sabbia limosa
5.2	133	170	133.67	2.73	2.04	49.04	5.2	5	Sabbia pulita - Sabbia limosa	Sabbia limosa
5.4	153	194	153.77	2.79	1.82	55.07	5.4	5	Sabbia pulita - Sabbia limosa	Sabbia limosa
5.6	170	212	170.85	2.26	1.32	75.59	5.6	5	Sabbia pulita - Sabbia limosa	Sabbia
5.8	163	197	163.82	2.39	1.46	68.45	5.8	5	Sabbia pulita - Sabbia limosa	Sabbia
6	68	104	68.34	2.46	3.60	27.78	6	6	Sabbia limosa - Limo sabbioso	Limo argilloso sabbioso
6.2	87	124	87.44	1.33	1.52	65.76	6.2	6	Sabbia limosa - Limo sabbioso	Sabbia
6.4	103	123	103.52	2.13	2.06	48.66	6.4	6	Sabbia limosa - Limo sabbioso	Sabbia limosa
6.6	108	140	108.54	2.59	2.39	41.86	6.6	6	Sabbia limosa - Limo sabbioso	Sabbia limosa
6.8	98	137	98.49	1.73	1.75	56.98	6.8	6	Sabbia limosa - Limo sabbioso	Sabbia limosa
7	109	135	109.55	2.33	2.12	47.08	7	6	Sabbia limosa - Limo sabbioso	Sabbia limosa
7.2	110	145	110.55	2.06	1.86	53.64	7.2	5	Sabbia limosa - Limo sabbioso	Sabbia limosa
7.4	114	145	114.57	1.99	1.74	57.45	7.4	5	Sabbia pulita - Sabbia limosa	Sabbia limosa
7.6	115	145	115.58	3.19	2.76	36.22	7.6	5	Sabbia limosa - Limo sabbioso	Sabbia argilloso limosa
7.8	129	177	129.65	1.79	1.38	72.23	7.8	5	Sabbia pulita - Sabbia limosa	Sabbia
8	132	159	132.66	2.53	1.90	52.51	8	5	Sabbia pulita - Sabbia limosa	Sabbia limosa
8.2	94	132	94.47	2.13	2.25	44.41	8.2	5	Sabbia limosa - Limo sabbioso	Sabbia limosa
8.4	93	125	93.47	2.13	2.28	43.94	8.4	5	Sabbia limosa - Limo sabbioso	Sabbia limosa
8.6	106	138	106.53	2.26	2.12	47.13	8.6	5	Sabbia limosa - Limo sabbioso	Sabbia limosa
8.8	97	131	97.49	2.13	2.18	45.83	8.8	5	Sabbia limosa - Limo sabbioso	Sabbia limosa
9	163	195	163.82	3.59	2.19	45.63	9	4	Sabbia pulita - Sabbia limosa	Sabbia limosa
9.2	157	211	157.79	3.72	2.36	42.38	9.2	4	Sabbia pulita - Sabbia limosa	Sabbia limosa
9.4	141	197	141.71	2.66	1.88	53.29	9.4	3	Sabbia pulita - Sabbia limosa	Sabbia limosa
9.6	149	189	149.75	3.32	2.22	45.05	9.6	3	Sabbia pulita - Sabbia limosa	Sabbia limosa
9.8	132	182	132.66	2.06	1.55	64.37	9.8	5	Sabbia pulita - Sabbia limosa	Sabbia
10	156	187	156.78	3.32	2.12	47.17	10	5	Sabbia pulita - Sabbia limosa	Sabbia limosa
10.2	24	74	24.12	1.13	4.69	21.34	10.2	5	Limo argilloso - Argilla limosa	Limo argilloso
10.4	20	37	20.10	0.80	3.97	25.20	10.4	5	Limo argilloso - Argilla limosa	Limo argilloso sabbioso
10.6	17	29	17.09	1.00	5.84	17.13	10.6	3	Argilla limosa - Argilla	Limo argilloso
10.8	12	27	12.06	0.80	6.61	15.12	10.8	2	Argilla limosa - Argilla	Argilla limosa
11	11	23	11.06	1.46	13.23	7.56	11	4	Argilla limosa - Argilla	Argilla torbosa
11.2	21	43	21.11	1.40	6.61	15.12	11.2	3	Argilla limosa - Argilla	Argilla limosa
11.4	106	127	106.53	1.79	1.68	59.35	11.4	3	Sabbia limosa - Limo sabbioso	Sabbia
11.6	107	134	107.54	1.73	1.61	62.21	11.6	5	Sabbia pulita - Sabbia limosa	Sabbia
11.8	99	125	99.50	1.93	1.94	51.61	11.8	5	Sabbia limosa - Limo sabbioso	Sabbia limosa
12	84	113	84.42	1.86	2.20	45.35	12	5	Sabbia limosa - Limo sabbioso	Sabbia limosa
12.2	73	101	73.37	1.40	1.90	52.55	12.2	5	Sabbia limosa - Limo sabbioso	Sabbia limosa
12.4	74	95	74.37	1.20	1.61	62.15	12.4	4	Sabbia limosa - Limo sabbioso	Sabbia
12.6	77	95	77.39	1.40	1.80	55.43	12.6	5	Sabbia limosa - Limo sabbioso	Sabbia limosa
12.8	65	86	65.33	1.46	2.24	44.67	12.8	5	Sabbia limosa - Limo sabbioso	Sabbia limosa
13	75	97	75.38	1.46	1.94	51.54	13	6	Sabbia limosa - Limo sabbioso	Sabbia limosa
13.2	119	141	119.60	1.79	1.50	66.63	13.2	5	Sabbia pulita - Sabbia limosa	Sabbia
13.4	109	136	109.55	1.99	1.82	54.93	13.4	5	Sabbia limosa - Limo sabbioso	Sabbia limosa
13.6	74	104	74.37	2.13	2.86	34.96	13.6	5	Sabbia limosa - Limo sabbioso	Sabbia argilloso limosa
13.8	85	117	85.43	2.33	2.72	36.71	13.8	6	Sabbia limosa - Limo sabbioso	Sabbia argilloso limosa
14	110	145	110.55	2.79	2.53	39.59	14	5	Sabbia limosa - Limo sabbioso	Sabbia argilloso limosa
14.2	114	156	114.57	2.13	1.86	53.86	14.2	6	Sabbia limosa - Limo sabbioso	Sabbia limosa
14.4	115	147	115.58	1.40	1.21	82.79	14.4	6	Sabbia pulita - Sabbia limosa	Sabbia ghiaiosa
14.6	105	126	105.53	1.79	1.70	58.79	14.6	6	Sabbia limosa - Limo sabbioso	Sabbia
14.8	106	133	106.53	1.99	1.87	53.42	14.8	6	Sabbia limosa - Limo sabbioso	Sabbia limosa
15	102	132	102.51	0.00	0.00		15			

Titolo relazione	Piano attuativo "Valdaro 3" in località Valdaro/Formigosa in comune di Mantova
Proponente	Immobiliare GT srl, Cave GT srl e Vallan Infrastrutture Spa

DIAGRAMMI DI RESISTENZA E LITOLOGIA

Comm.: Piano Attuativo "Valdaro 3"

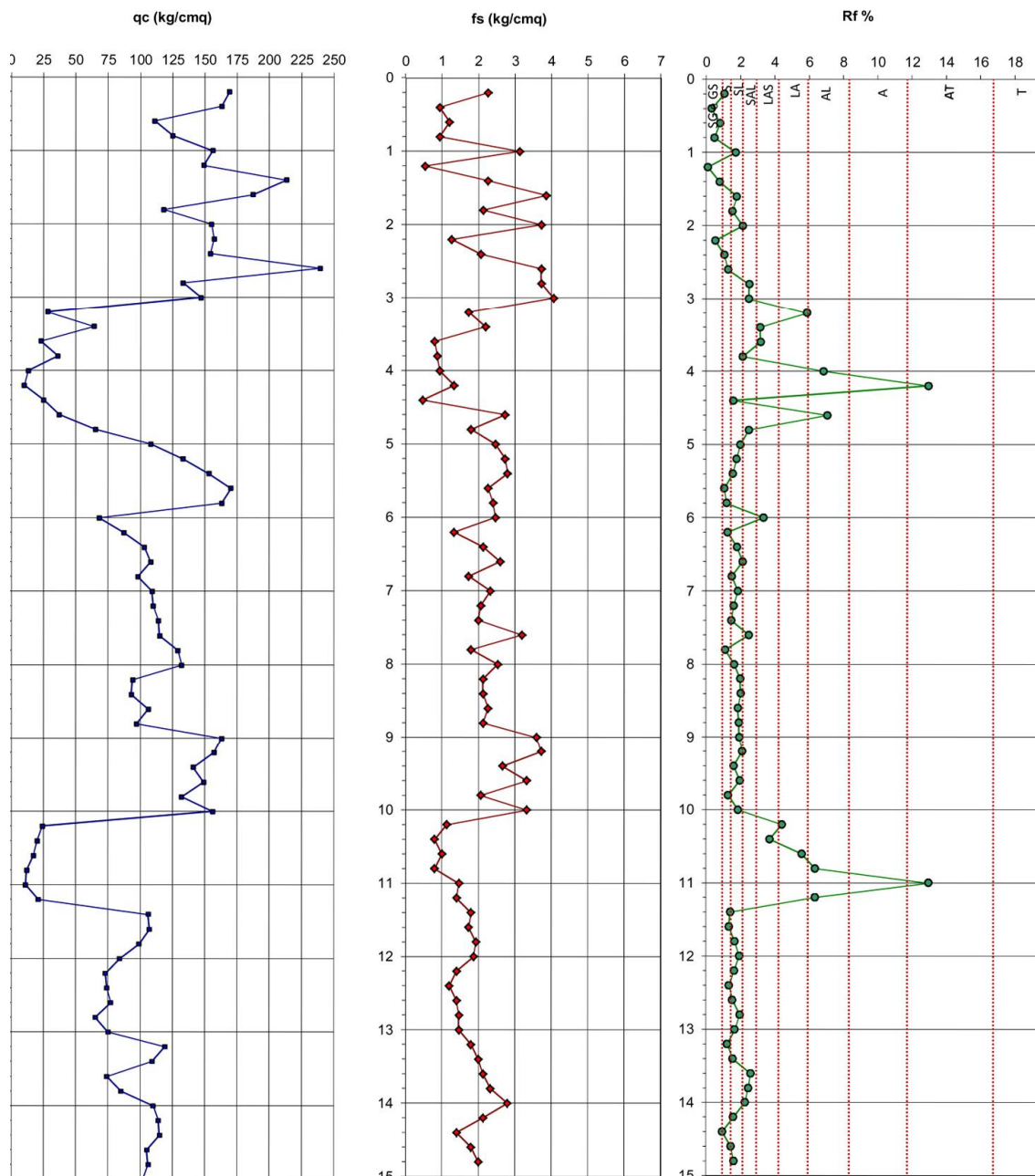
Sito: Valdaro/Formigosa - comune di Mantova

Prova: CPT2

Data indagine : 13/07/2013

Livello piezometrico:

1.00 m dal p.c.



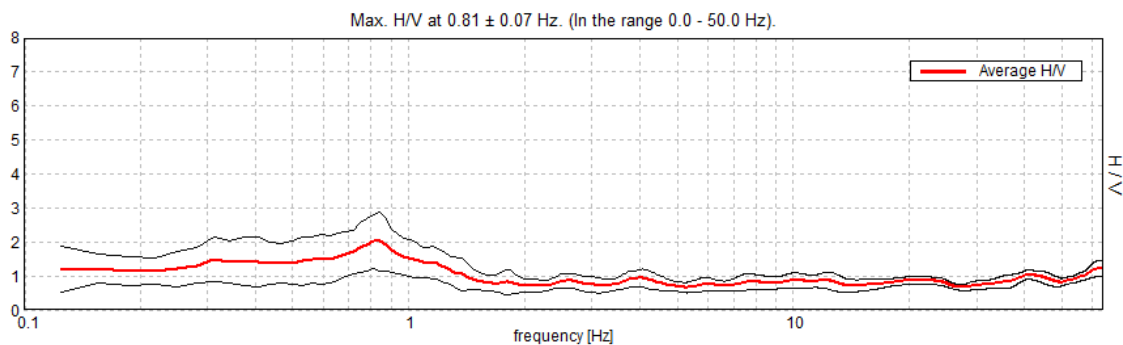
Titolo relazione	Piano attuativo "Valdaro 3" in località Valdaro/Formigosa in comune di Mantova
Proponente	Immobiliare GT srl, Cave GT srl e Vallan Infrastrutture Spa

ALLEGATO 2
REPORT INDAGINE SISMICA

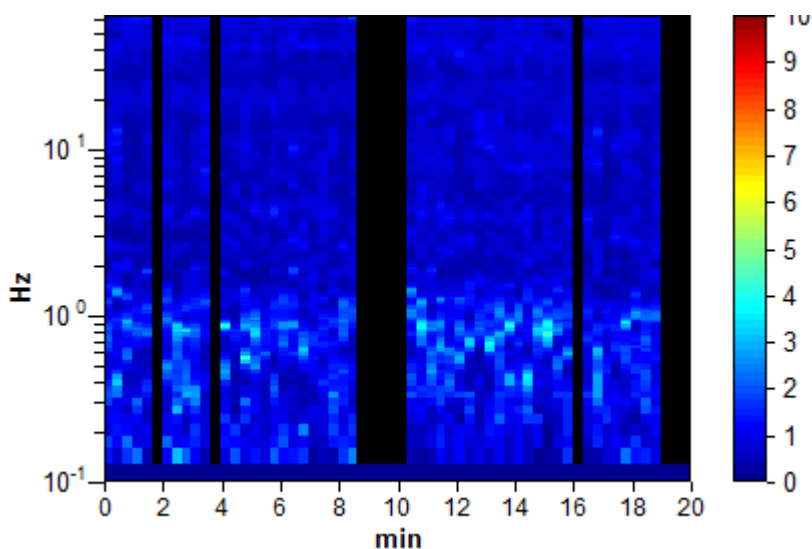
MANTOVA, VALDARO

Strumento: TRS-0026/01-07
 Inizio registrazione: 13/07/13 11:12:33 Fine registrazione: 13/07/13 11:32:34
 Tipo di lisciamento: Triangular window
 Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN
 Posizione GPS: 010°51.8714 E, 45°07.8302 N (62.8 m)
 (tempo UTC sincronizzato al primo campione di registrazione): non disponibile in questo modo di acquisizione + 0 + 0 campioni
 Num. satelliti: 07
 Durata registrazione: 0h20'00". Analizzato 82% tracciato (selezione manuale)
 Freq. campionamento: 128 Hz
 Lunghezza finestre: 20 s
 Tipo di lisciamento: Triangular window
 Lisciamento: 10%

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

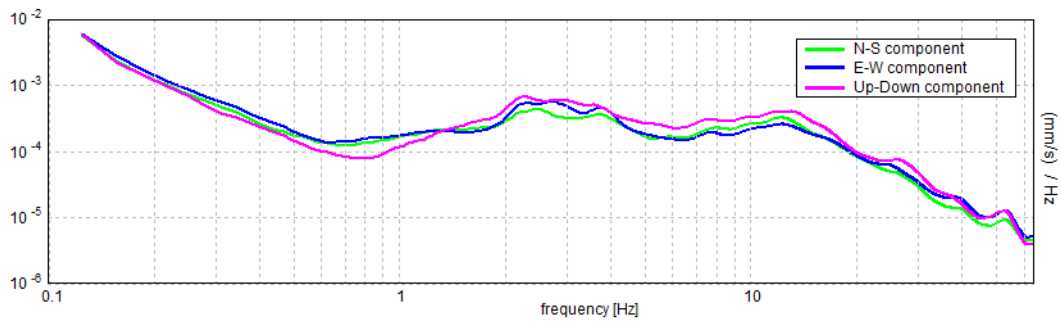


SERIE TEMPORALE H/V

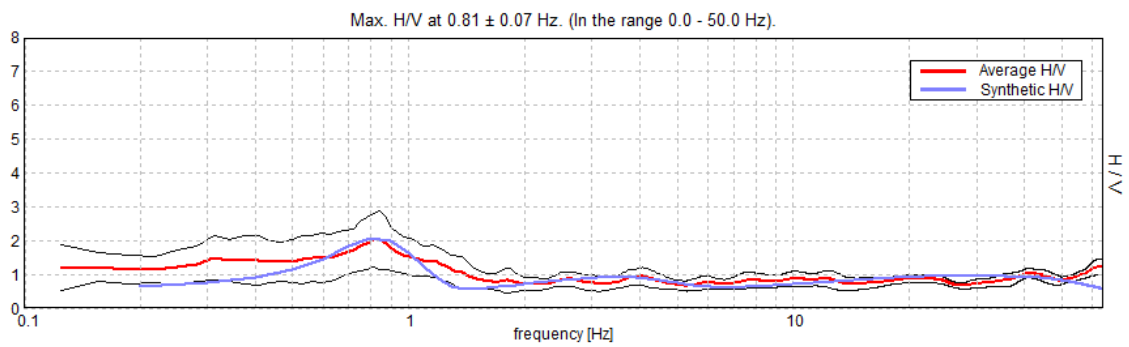


SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

Titolo relazione	Piano attuativo "Valdaro 3" in località Valdaro/Formigosa in comune di Mantova
Proponente	Immobiliare GT srl, Cave GT srl e Vallan Infrastrutture Spa



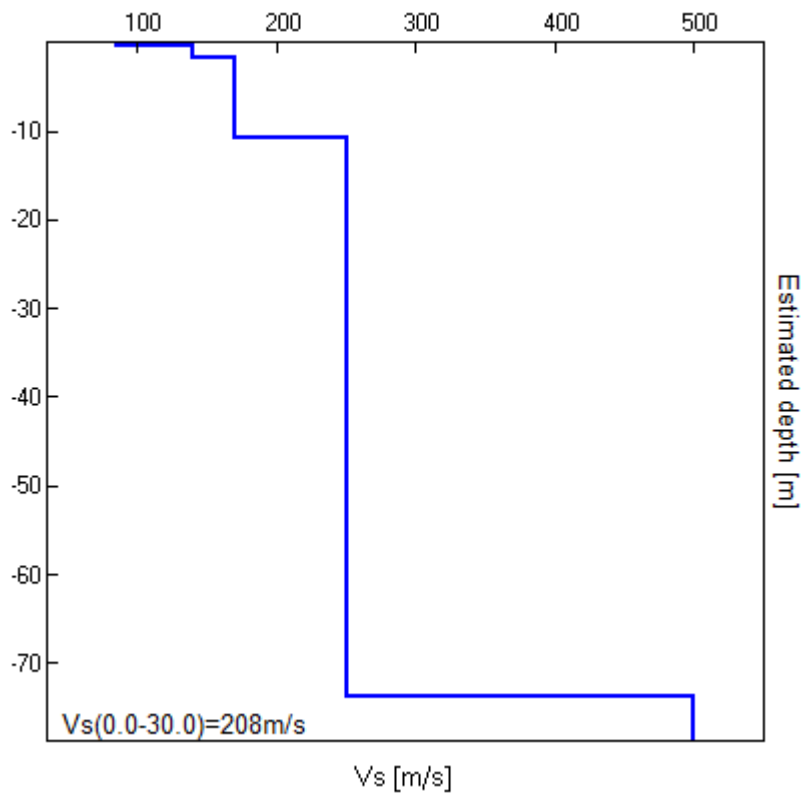
H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
0.45	0.45	85	0.35
1.65	1.20	140	0.35
10.65	9.00	170	0.35
73.65	63.00	250	0.35
inf.	0.00	500	0.35

$V_s(0.0-30.0)=208\text{m/s}$

Titolo relazione	Piano attuativo "Valdaro 3" in località Valdaro/Formigosa in comune di Mantova
Proponente	Immobiliare GT srl, Cave GT srl e Vallan Infrastrutture Spa



LINEE GUIDA SESAME (2005)

Picco H/V a 0.81 ± 0.07 Hz (nell'intervallo 0.0 - 50.0 Hz).

$f_0 > 10 / L_w$: $0.81 > 0.50$ [OK]

$nc(f_0) > 200$: $796.3 > 200$ [OK]

$sA(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$

$sA(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$ Superato 0 volte su 40 [OK]

.....

-1.0 Hz [NO]

Esiste f_+ in $[f_0, 4f_0]$ | $A_{H/V}(f_+) < A_0 / 2$: 1.438 Hz [OK]

$A_0 > 2$: $2.01 > 2$ [OK]

$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm sA(f)] = f_0 \pm 5\%$: $|0.08094| < 0.05$ [NO]

$sf < e(f_0)$: $0.06576 < 0.12188$ [OK]

$sA(f_0) < q(f_0)$: $0.7891 < 2.0$ [OK]

Titolo relazione	Piano attuativo "Valdaro 3" in località Valdaro/Formigosa in comune di Mantova
Proponente	Immobiliare GT srl, Cave GT srl e Vallan Infrastrutture Spa

ALLEGATO 3 VERIFICHE ALLA LIQUEFAZIONE

CALCOLO DELLA SUSCETTIBILITA' DI LIQUEFAZIONE – CPT 1

Dati generali

Numero di strati = 5
 Profondità della falda = 1 m
 Magnitudo del sisma = 6.6
 Accelerazione massima al suolo = 0.132

Strato Nr.	Descrizione (-)	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso di volume (KN/mc)	Nr. colpi medio (Nspt)	D50 dei granuli (mm)	Resistenza qc (KPa)	Resistenza all'attrito laterale fs (KPa)	Velocità Vs (m/s)
1	Sabbia pulita	0.0	3.0	18.7			17474.27	208.44	
2	Sabbia limoso-argillosa	3.0	3.4	19.3			14905.2	473.35	
3	Sabbia pulita	3.4	7.8	18.5			13638.6	225.15	
4	Sabbia limoso-argillosa	7.8	8.8	18.7			11661.44	317.32	
5	Sabbia pulita	8.8	10.2	18.4			11152.29	171.4286	

Metodo di Robertson e Wride (1997)

Risultati

Correzione per la magnitudo (MSF) = 1.39

Verifica Nr.	Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale efficace (KPa)	Resistenza alla punta normalizzata Q	Attrito laterale normalizzato F (%)	Indice di comportamento Ic	Correzione per la pressione litostatica efficace CQ	Resistenza alla punta corretta qc1N (KPa)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza (Fs)	Suscettibilità di liquefazione	Indice di liquefazione	Rischio di liquefazione
1	1.20	22.44	20.4787	386.1427	1.1944	1.5693	1.70	297.0626	0.9908	2.518	0.0672	37.48	NL	0	Molto basso
2	1.40	26.18	22.2573	370.393	1.1946	1.5796	1.70	297.0626	0.9893	2.518	0.072	34.97	NL	0	Molto basso
3	1.60	29.92	24.036	356.4248	1.1949	1.5893	1.70	297.0626	0.9878	2.518	0.0761	33.10	NL	0	Molto basso
4	1.80	33.66	25.8147	343.9264	1.1951	1.5984	1.70	297.0626	0.9862	2.518	0.0796	31.64	NL	0	Molto basso
5	2.00	37.40	27.5934	332.6568	1.1954	1.6069	1.70	297.0626	0.9847	2.518	0.0826	30.49	NL	0	Molto basso
6	2.20	41.14	29.372	322.4276	1.1957	1.6151	1.70	297.0626	0.9832	2.518	0.0852	29.55	NL	0	Molto basso
7	2.40	44.88	31.1507	313.0871	1.1959	1.6228	1.70	297.0626	0.9816	2.518	0.0875	28.77	NL	0	Molto basso
8	2.60	48.62	32.9294	304.5139	1.1962	1.6301	1.70	297.0626	0.9801	2.518	0.0895	28.12	NL	0	Molto basso
9	2.80	52.36	34.708	296.6089	1.1964	1.6371	1.6974	296.6082	0.9786	2.5068	0.0913	27.44	NL	0	Molto basso
10	3.00	56.10	36.4867	289.2889	1.1967	1.6438	1.6555	290.0745	0.9771	2.3499	0.093	25.28	NL	0	Molto basso

Titolo relazione	Piano attuativo "Valdaro 3" in località Valdaro/Formigosa in comune di Mantova
Proponente	Immobiliare GT srl, Cave GT srl e Vallan Infrastrutture Spa

															basso
11	3.20	59.96	38.3854	240.5774	3.1886	2.0387	1.614	316.863	0.9755	3.0387	0.0943	32.23	NL	0	Molto basso
12	3.40	63.82	40.284	234.8397	3.1894	2.0444	1.5756	311.0952	0.974	2.88	0.0955	30.16	NL	0	Molto basso
13	3.60	67.52	42.0227	210.3913	1.659	1.8409	1.5426	235.6577	0.9725	1.2971	0.0967	13.42	NL	0	Molto basso
14	3.80	71.22	43.7614	206.1694	1.6595	1.8464	1.5117	231.8103	0.9709	1.2385	0.0978	12.67	NL	0	Molto basso
15	4.00	74.92	45.5001	202.1918	1.6599	1.8518	1.4825	228.1714	0.9694	1.1848	0.0988	12.00	NL	0	Molto basso
16	4.20	78.62	47.2387	198.4362	1.6604	1.8571	1.455	224.746	0.9679	1.1357	0.0997	11.39	NL	0	Molto basso
17	4.40	82.32	48.9774	194.8821	1.6609	1.8621	1.4289	221.4924	0.9663	1.0906	0.1005	10.85	NL	0	Molto basso
18	4.60	86.02	50.7161	191.5124	1.6613	1.867	1.4042	218.4143	0.9648	1.049	0.1013	10.36	NL	0	Molto basso
19	4.80	89.72	52.4547	188.3118	1.6618	1.8718	1.3807	215.4844	0.9633	1.0105	0.1019	9.91	NL	0	Molto basso
20	5.00	93.42	54.1934	185.2664	1.6622	1.8764	1.3584	212.7058	0.9618	0.975	0.1026	9.50	NL	0	Molto basso
21	5.20	97.12	55.9321	182.3641	1.6627	1.8809	1.3371	210.0502	0.9602	0.9419	0.1032	9.13	NL	0	Molto basso
22	5.40	100.82	57.6708	179.594	1.6631	1.8853	1.3168	207.5202	0.9587	0.9111	0.1037	8.79	NL	0	Molto basso
23	5.60	104.52	59.4094	176.9466	1.6636	1.8895	1.2974	205.1024	0.9572	0.8824	0.1042	8.47	NL	0	Molto basso
24	5.80	108.22	61.1481	174.4128	1.664	1.8937	1.2788	202.7833	0.9556	0.8555	0.1046	8.17	NL	0	Molto basso
25	6.00	111.92	62.8868	171.9848	1.6645	1.8977	1.261	200.5647	0.9541	0.8303	0.1051	7.90	NL	0	Molto basso
26	6.20	115.62	64.6254	169.6556	1.6649	1.9017	1.2439	198.4327	0.9526	0.8066	0.1054	7.65	NL	0	Molto basso
27	6.40	119.32	66.3641	167.4184	1.6654	1.9055	1.2275	196.3889	0.951	0.7844	0.1058	7.41	NL	0	Molto basso
28	6.60	123.02	68.1028	165.2674	1.6659	1.9093	1.2118	194.4349	0.9495	0.7636	0.1061	7.20	NL	0	Molto basso
29	6.80	126.72	69.8414	163.1974	1.6663	1.913	1.1966	192.5401	0.948	0.7438	0.1064	6.99	NL	0	Molto basso
30	7.00	130.42	71.5801	161.2032	1.6668	1.9166	1.182	190.7219	0.9465	0.7252	0.1067	6.80	NL	0	Molto basso
31	7.20	134.12	73.3188	159.2803	1.6672	1.9201	1.1679	188.9653	0.9449	0.7075	0.107	6.62	NL	0	Molto basso
32	7.40	137.82	75.0575	157.4247	1.6677	1.9235	1.1543	187.2715	0.9434	0.6908	0.1072	6.44	NL	0	Molto basso
33	7.60	141.52	76.7961	155.6325	1.6681	1.9269	1.1411	185.6253	0.9419	0.6748	0.1074	6.28	NL	0	Molto basso
34	7.80	145.22	78.5348	153.90	1.6686	1.9302	1.1284	184.0439	0.9403	0.6598	0.1076	6.13	NL	0	Molto basso
35	8.00	148.96	80.3134	130.1242	2.7563	2.1435	1.1159	192.6382	0.9388	0.7448	0.1077	6.91	NL	0	Molto basso
36	8.20	152.70	82.0921	128.7068	2.7572	2.1466	1.1037	191.2793	0.9373	0.7309	0.1079	6.78	NL	0	Molto basso
37	8.40	156.44	83.8708	127.3347	2.7581	2.1497	1.0919	189.9676	0.9357	0.7176	0.108	6.64	NL	0	Molto basso
38	8.60	160.18	85.6495	126.0056	2.759	2.1527	1.0805	188.7044	0.9342	0.7049	0.1081	6.52	NL	0	Molto basso
39	8.80	163.92	87.4281	124.7173	2.7599	2.1556	1.0695	187.4907	0.9327	0.6929	0.1082	6.40	NL	0	Molto basso
40	9.00	167.60	89.1468	118.1167	1.5606	1.9877	1.0591	148.2743	0.9312	0.3832	0.1083	3.54	NL	0	Molto basso
41	9.20	171.28	90.8655	116.9943	1.5611	1.9907	1.0491	147.2729	0.9284	0.3771	0.1083	3.48	NL	0	Molto basso
42	9.40	174.96	92.5841	115.9033	1.5617	1.9937	1.0393	146.2889	0.923	0.3711	0.1079	3.44	NL	0	Molto basso

Titolo relazione	Piano attuativo "Valdaro 3" in località Valdaro/Formigosa in comune di Mantova
Proponente	Immobiliare GT srl, Cave GT srl e Vallan Infrastrutture Spa

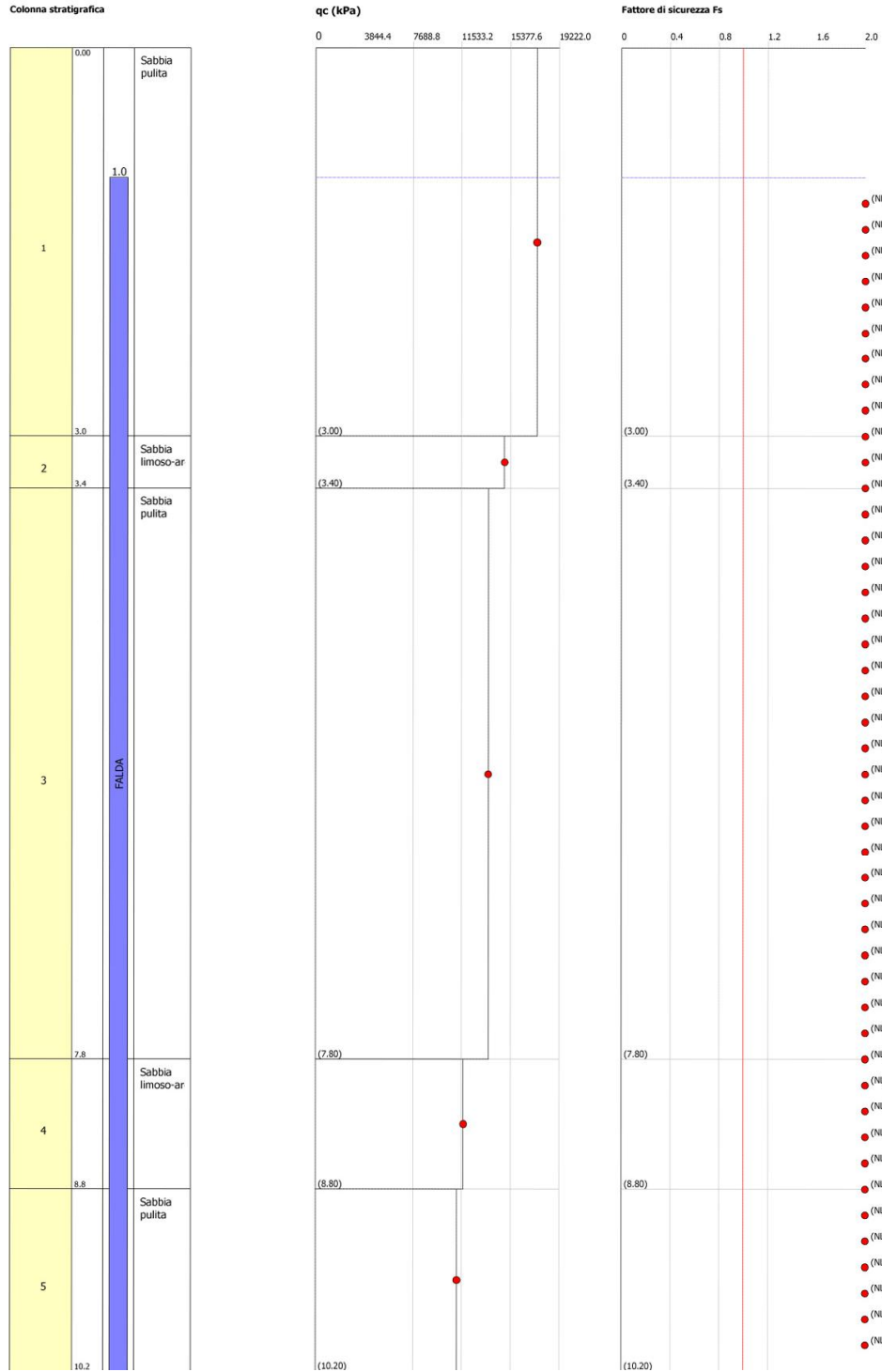
43	9.60	178.64	94.3028	114.8423	1.5622	1.9966	1.0298	145.3367	0.9177	0.3655	0.1076	3.40	NL	0	Molto basso
44	9.80	182.32	96.0215	113.8098	1.5627	1.9995	1.0205	144.4028	0.9123	0.36	0.1072	3.36	NL	0	Molto basso
45	10.00	186.00	97.7402	112.8048	1.5632	2.0023	1.0115	143.5017	0.907	0.3548	0.1068	3.32	NL	0	Molto basso

Titolo relazione	Piano attuativo "Valdaro 3" in località Valdaro/Formigosa in comune di Mantova
Proponente	Immobiliare GT srl, Cave GT srl e Vallan Infrastrutture Spa

**ione del rischio di liquefazione
di verifica: Robertson e Wride
nmi: - qc - Fs**

mittente: Immobiliare GT srl, Cave GT e Vallan Infrastrutture Spa
alità: Valdaro/Formigosa - comune di Mantova

Data:13/07/2013



Titolo relazione	Piano attuativo "Valdaro 3" in località Valdaro/Formigosa in comune di Mantova
Proponente	Immobiliare GT srl, Cave GT srl e Vallan Infrastrutture Spa

CALCOLO DELLA SUSCETTIBILITA' DI LIQUEFAZIONE – CPT 2

Dati generali

Numero di strati = 7
 Profondità della falda = 1 m
 Magnitudo del sisma = 6.6
 Accelerazione massima al suolo = 0.132

Strato Nr.	Descrizione (-)	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso di volumE (KN/mc)	Nr. colpi medio (Nspt)	D50 dei granuli (mm)	Resistenza qc (KPa)	Resistenza all'attrito laterale fs (KPa)	Velocità Vs (m/s)
1	Sabbia pulita	0.0	3	18.7			15734.27	235.5533	
2	Limo sabbioso-argilloso	3	4.6	18.4			3010.375	138.325	
3	Sabbia pulita	4.6	10	18.6			12155.48	244.6852	
4	Argilla	10	11.2	17.5			1904.1	110	
5	Sabbia pulita	11.2	13.4	18.3			9158.709	164.2455	
6	Limo sabbioso	13.4	14	18.5			9159.866	242.2	
7	Sabbia pulita	14	15	18.4			11047	146.66	

Metodo di Robertson e Wride (1997)

Risultati

Correzione per la magnitudo (MSF) = 1.39

Verifica Nr.	Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale efficace (KPa)	Resistenza alla punta normalizzata Q	Attrito laterale normalizzato F (%)	Indice di comportamento Ic	Correzione per la pressione litostatica efficace CQ	Resistenza alla punta corretta qc1N (KPa)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza (Fs)	Suscettibilità di liquefazione	Indice di liquefazione	Rischio di liquefazione
1	1.20	22.44	20.4787	347.6926	1.4992	1.6766	1.70	272.4707	0.9908	1.9612	0.0672	29.19	NL	0	Molto basso
2	1.40	26.18	22.2573	333.5111	1.4996	1.6868	1.70	273.8584	0.9893	1.9901	0.072	27.64	NL	0	Molto basso
3	1.60	29.92	24.036	320.9338	1.4999	1.6963	1.70	275.1866	0.9878	2.018	0.0761	26.53	NL	0	Molto basso
4	1.80	33.66	25.8147	309.6799	1.5003	1.7053	1.70	276.462	0.9862	2.0451	0.0796	25.70	NL	0	Molto basso
5	2.00	37.40	27.5934	299.5325	1.5006	1.7137	1.70	277.6901	0.9847	2.0714	0.0826	25.08	NL	0	Molto basso
6	2.20	41.14	29.372	290.3219	1.501	1.7217	1.70	278.8757	0.9832	2.097	0.0852	24.61	NL	0	Molto basso

Titolo relazione	Piano attuativo "Valdaro 3" in località Valdaro/Formigosa in comune di Mantova
Proponente	Immobiliare GT srl, Cave GT srl e Vallan Infrastrutture Spa

															basso
7	2.40	44.88	31.1507	281.9114	1.5014	1.7293	1.70	280.0228	0.9816	2.122	0.0875	24.25	NL	0	Molto basso
8	2.60	48.62	32.9294	274.1919	1.5017	1.7365	1.70	281.1349	0.9801	2.1465	0.0895	23.97	NL	0	Molto basso
9	2.80	52.36	34.708	267.0741	1.5021	1.7434	1.6974	281.7832	0.9786	2.1608	0.0913	23.66	NL	0	Molto basso
10	3.00	56.10	36.4867	260.4829	1.5024	1.75	1.6555	275.8504	0.9771	2.0321	0.093	21.86	NL	0	Molto basso
11	3.20	59.78	38.2054	48.7033	4.688	2.5986	1.6178	243.5092	0.9755	1.4229	0.0944	15.07	NL	0	Molto basso
12	3.40	63.46	39.924	59.937	4.6939	4.0435	1.70	255.8819	0.974	1.6381	0.0958	17.10	NL	0	Molto basso
13	3.60	67.14	41.6427	58.072	4.6998	4.0664	1.70	255.8819	0.9725	1.6381	0.097	16.89	NL	0	Molto basso
14	3.80	70.82	43.3614	56.3369	4.7056	4.0885	1.70	255.8819	0.9709	1.6381	0.0981	16.69	NL	0	Molto basso
15	4.00	74.50	45.0801	54.7182	4.7115	4.11	1.70	255.8819	0.9694	1.6381	0.0991	16.53	NL	0	Molto basso
16	4.20	78.18	46.7987	53.2041	4.7175	4.1308	1.70	255.8819	0.9679	1.6381	0.10	16.37	NL	0	Molto basso
17	4.40	81.86	48.5174	51.7842	4.7234	4.1509	1.70	255.8819	0.9663	1.6381	0.1009	16.24	NL	0	Molto basso
18	4.60	85.54	50.2361	50.4497	4.7293	4.1705	1.6759	252.2544	0.9648	1.5728	0.1017	15.47	NL	0	Molto basso
19	4.80	89.26	51.9947	168.5748	2.0279	1.9691	1.3868	208.1933	0.9633	0.9192	0.1023	8.98	NL	0	Molto basso
20	5.00	92.98	53.7534	165.7941	2.0285	1.9738	1.3639	205.5851	0.9618	0.8881	0.1029	8.63	NL	0	Molto basso
21	5.20	96.70	55.5121	163.1467	2.0291	1.9783	1.3422	203.118	0.9602	0.8593	0.1035	8.30	NL	0	Molto basso
22	5.40	100.42	57.2707	160.6223	2.0297	1.9827	1.3214	200.75	0.9587	0.8324	0.104	8.00	NL	0	Molto basso
23	5.60	104.14	59.0294	158.2115	2.0304	1.987	1.3016	198.499	0.9572	0.8074	0.1045	7.73	NL	0	Molto basso
24	5.80	107.86	60.7881	155.906	2.031	1.9912	1.2826	196.3372	0.9556	0.7839	0.1049	7.47	NL	0	Molto basso
25	6.00	111.58	62.5468	153.6985	2.0316	1.9953	1.2644	194.2668	0.9541	0.7618	0.1053	7.23	NL	0	Molto basso
26	6.20	115.30	64.3054	151.5823	2.0322	1.9993	1.247	192.2902	0.9526	0.7412	0.1057	7.01	NL	0	Molto basso
27	6.40	119.02	66.0641	149.551	2.0329	2.0032	1.2303	190.3939	0.951	0.7219	0.106	6.81	NL	0	Molto basso
28	6.60	122.74	67.8228	147.5993	2.0335	2.007	1.2143	188.5799	0.9495	0.7037	0.1063	6.62	NL	0	Molto basso
29	6.80	126.46	69.5814	145.7221	2.0341	2.0107	1.1988	186.8187	0.948	0.6864	0.1066	6.44	NL	0	Molto basso
30	7.00	130.18	71.3401	143.9147	2.0348	2.0143	1.1839	185.1275	0.9465	0.6701	0.1069	6.27	NL	0	Molto basso
31	7.20	133.90	73.0988	142.173	2.0354	2.0179	1.1696	183.5078	0.9449	0.6547	0.1071	6.11	NL	0	Molto basso
32	7.40	137.62	74.8575	140.4929	2.036	2.0213	1.1558	181.9452	0.9434	0.6402	0.1073	5.97	NL	0	Molto basso
33	7.60	141.34	76.6161	138.8712	2.0366	2.0247	1.1425	180.4411	0.9419	0.6264	0.1075	5.83	NL	0	Molto basso
34	7.80	145.06	78.3748	137.3042	2.0373	2.0281	1.1296	178.9809	0.9403	0.6132	0.1077	5.69	NL	0	Molto basso
35	8.00	148.78	80.1335	135.7891	2.0379	2.0313	1.1171	177.5655	0.9388	0.6007	0.1079	5.57	NL	0	Molto basso
36	8.20	152.50	81.8921	134.3232	2.0385	2.0345	1.105	176.1959	0.9373	0.5887	0.108	5.45	NL	0	Molto basso
37	8.40	156.22	83.6508	132.9037	2.0392	2.0377	1.0934	174.8892	0.9357	0.5775	0.1081	5.34	NL	0	Molto basso
38	8.60	159.94	85.4095	131.5282	2.0398	2.0408	1.082	173.5983	0.9342	0.5665	0.1082	5.23	NL	0	Molto basso

Titolo relazione	Piano attuativo "Valdaro 3" in località Valdaro/Formigosa in comune di Mantova
Proponente	Immobiliare GT srl, Cave GT srl e Vallan Infrastrutture Spa

39	8.80	163.66	87.1681	130.1947	2.0404	2.0438	1.0711	172.3721	0.9327	0.5563	0.1084	5.13	NL	0	Molto basso
40	9.00	167.38	88.9268	128.9009	2.0411	2.0468	1.0604	171.1631	0.9312	0.5464	0.1084	5.04	NL	0	Molto basso
41	9.20	171.10	90.6855	127.6448	2.0417	2.0497	1.0501	170.0043	0.9284	0.5369	0.1084	4.95	NL	0	Molto basso
42	9.40	174.82	92.4441	126.4249	2.0423	2.0526	1.0401	168.8804	0.923	0.5279	0.108	4.89	NL	0	Molto basso
43	9.60	178.54	94.2028	125.2392	2.043	2.0554	1.0303	167.7757	0.9177	0.5192	0.1076	4.82	NL	0	Molto basso
44	9.80	182.26	95.9615	124.0862	2.0436	2.0582	1.0208	166.7071	0.9123	0.5109	0.1072	4.76	NL	0	Molto basso
45	10.00	185.98	97.7202	122.9646	2.0442	2.061	1.0116	165.6751	0.907	0.5029	0.1068	4.71	NL	0	Molto basso
46	10.20	189.48	99.2588										NL	0	Molto basso
47	10.40	192.98	100.7975										NL	0	Molto basso
48	10.60	196.48	102.3362										NL	0	Molto basso
49	10.80	199.98	103.8748										NL	0	Molto basso
50	11.00	203.48	105.4135										NL	0	Molto basso
51	11.20	206.98	106.9522										NL	0	Molto basso
52	11.40	210.64	108.6509	87.8653	1.8355	2.1286	0.9594	127.7164	0.8696	0.2737	0.1043	2.62	NL	0	Molto basso
53	11.60	214.30	110.3495	87.1865	1.8363	2.1311	0.952	127.1219	0.8643	0.271	0.1039	2.61	NL	0	Molto basso
54	11.80	217.96	112.0482	86.523	1.837	2.1336	0.9447	126.5328	0.8589	0.2684	0.1034	2.60	NL	0	Molto basso
55	12.00	221.62	113.7469	85.8745	1.8378	2.1361	0.9376	125.9628	0.8536	0.2659	0.1029	2.58	NL	0	Molto basso
56	12.20	225.28	115.4455	85.2405	1.8385	2.1385	0.9307	125.4122	0.8483	0.2634	0.1024	2.57	NL	0	Molto basso
57	12.40	228.94	117.1442	84.6202	1.8393	2.1409	0.9239	124.8679	0.8429	0.2611	0.1019	2.56	NL	0	Molto basso
58	12.60	232.60	118.8429	84.0132	1.8401	2.1433	0.9173	124.3435	0.8376	0.2588	0.1014	2.55	NL	0	Molto basso
59	12.80	236.26	120.5415	83.4192	1.8408	2.1457	0.9108	123.8259	0.8322	0.2566	0.1009	2.54	NL	0	Molto basso
60	13.00	239.92	122.2402	82.8375	1.8416	2.148	0.9045	123.3288	0.8269	0.2545	0.1004	2.53	NL	0	Molto basso
61	13.20	243.58	123.9389	82.2679	1.8423	2.1503	0.8982	122.8253	0.8216	0.2523	0.0999	2.53	NL	0	Molto basso
62	13.40	247.24	125.6376	81.7099	1.8431	2.1525	0.8922	122.3565	0.8162	0.2504	0.0994	2.52	NL	0	Molto basso
63	13.60	250.94	127.3762	81.1606	2.7186	2.2743	0.886	145.6313	0.8109	0.3672	0.0988	3.72	NL	0	Molto basso
64	13.80	254.64	129.1149	80.6122	2.7198	2.2765	0.8801	145.203	0.8055	0.3647	0.0983	3.71	NL	0	Molto basso
65	14.00	258.34	130.8536	80.0749	2.7209	2.2786	0.8742	144.7663	0.8002	0.3622	0.0978	3.70	NL	0	Molto basso
66	14.20	262.02	132.5722	95.9441	1.3599	2.0115	0.8685	123.0954	0.7949	0.2535	0.0972	2.61	NL	0	Molto basso
67	14.40	265.70	134.2909	95.3281	1.3603	2.0136	0.8629	122.5516	0.7895	0.2512	0.0967	2.60	NL	0	Molto basso
68	14.60	269.38	136.0096	94.7239	1.3608	2.0158	0.8575	122.0318	0.7842	0.249	0.0961	2.59	NL	0	Molto basso
69	14.80	273.06	137.7283	94.131	1.3612	2.0179	0.8521	121.5076	0.7788	0.2468	0.0955	2.58	NL	0	Molto basso
70	15.00	276.74	139.4469	93.5492	1.3617	2.02	0.8468	120.9935	0.7735	0.2447	0.095	2.58	NL	0	Molto basso

Titolo relazione	Piano attuativo "Valdaro 3" in località Valdaro/Formigosa in comune di Mantova
Proponente	Immobiliare GT srl, Cave GT srl e Vallan Infrastrutture Spa

**ione del rischio di liquefazione
di verifica: Robertson e Wride
mi: - qc - Fs**

mittente: Immobiliare GT srl, Cave GT e Infrastrutture Vallan Spa
alità: Valdaro/Formigosa - comune di Mantova

Data:13/07/2013

