

REGIONE LOMBARDIA
PROVINCIA DI MANTOVA

COMUNE DI PORTO MANTOVANO

Studio di fattibilità tecnica ed economica:
"PROGETTO DI AMPLIAMENTO DELLE STRUTTURE SPORTIVE ALLA CA'ROSSA"

FATT.S.02_Relazione Geologica, Sismica e sulla caratterizzazione Geotecnica

Relazione specialistica Geologo Francesco Gabrielli

PROVINCIA DI MANTOVA
COMUNE DI PORTO MANTOVANO

**PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED
ECONOMICA PER L'AMPLIAMENTO DELLE
STRUTTURE SPORTIVE ALLA CA' ROSSA IN
LOCALITA' BANCOLE NEL TERRITORIO
COMUNALE DI PORTO MANTOVANO**

SOGGETTO PROMOTORE:

COMUNE DI PORTO MANTOVANO

Strada Cisa n. 112 – 46047 PORTO MANTOVANO

**RELAZIONE GEOLOGICA,
SULLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE
E SULLA CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA**

ai sensi D.P.R. 207/201 – D.M. 17 Gennaio 2018

D.P.R. 5 Giugno 2001, n. 328 – Decreto Legislativo 18 aprile 2016, n. 50

IL GEOLOGO

DANIELE DE TOGNI



IL GEOLOGO

FRANCESCO GABRIELLI



Titolo: <i>Relazione geologica, sulla pericolosità sismica del sito e sulla caratterizzazione geotecnica a supporto del progetto di fattibilità tecnica ed economica per l'ampliamento delle strutture sportive alla Cà Rossa in località Bancole nel territorio comunale di Porto Mantovano.</i>	Data: Marzo 2019
---	--------------------------------

INDICE

1 - PREMESSA.....	Pag. 2
2 - REFERIMENTI NORMATIVI.....	Pag. 3
3 - INQUADRAMENTO GEOGRAFICO.....	Pag. 5
4 - PIANIFICAZIONE COMUNALE – P.G.T. DI PORTO MANTOVANO.....	Pag. 6
5 - VALUTAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO ED IDRAULICO.....	Pag. 6
6 - CONTESTO GEOLOGICO REGIONALE	Pag. 9
7 - DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO.....	Pag. 22
8 - CONSIDERAZIONI GEOTECNICHE PRELIMINARI.....	Pag. 35
9 - CONCLUSIONI.....	Pag. 38

STUDIO G.D.S. di De Togni D. e Gabrielli F. Studio Associato di GEOLOGIA e DIFESA del SUOLO Via La Marchesa, 3 – 41037 MIRANDOLA (MO) Tel.: 339.407.3066 – 335.577.1941 E-mail: info@studiogds.com	COMUNE DI PORTO MANTOVANO Strada Cisa n. 112 46047 – PORTO MANTOVANO	Pag. 1
--	---	--------

Titolo: Relazione geologica, sulla pericolosità sismica del sito e sulla caratterizzazione geotecnica a supporto del progetto di fattibilità tecnica ed economica per l'ampliamento delle strutture sportive alla Cà Rossa in località Bancole nel territorio comunale di Porto Mantovano.	Data: Marzo 2019
--	----------------------------

1. PREMESSA

La presente relazione geologica preliminare viene redatta dalla scrivente su incarico dell'Amministrazione Comunale di Porto Mantovano, a supporto del *progetto di fattibilità tecnica ed economica per l'ampliamento delle strutture sportive alla Cà Rossa* in località Bancole nel territorio comunale di Porto Mantovano.

La presente relazione mira ad inquadrare, con approfondimento di carattere solo preliminare, i diversi aspetti che concorrono al quadro territoriale complessivo, con l'illustrazione dell'assetto geologico, geomorfologico, idrogeologico e tettonico di insieme.

Verranno illustrati i vincoli presenti sul territorio in studio e gli strumenti urbanistici che lo comprendono, con le disposizioni normative ai fini della progettazione preliminare.

In questa fase le caratteristiche strutturali dei singoli edifici non sono ancora state definite, pertanto il presente studio costituisce un primo approccio conoscitivo degli aspetti geologici nonché geotecnici.

L'insieme di tali considerazioni ed elementi sono tratti dai dati bibliografici e di letteratura disponibili, dalla cartografia geologica di riferimento e dagli strumenti di pianificazione vigenti, ordinati e sovraordinati.

Per la caratterizzazione geologica dei terreni dell'area in esame e per le indagini geognostiche disponibili, si è fatto riferimento alla banca dati dell'ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale), agli elaborati geologici del P.G.T. comunale, nonché ad indagini e prove eseguiti dallo scrivente in aree limitrofe a quelle in studio.

L'insieme delle analisi e risultanze di tutti gli strumenti di pianificazione, dati di base, bibliografici e di letteratura ha consentito la caratterizzazione preliminare del sito, il modello geologico di riferimento, la definizione delle condizioni topografiche e la pericolosità sismica di sito.

A tal proposito, lo studio preliminare è stato articolato come segue:

- inquadramento geologico e geomorfologico;
- quadro idrografico e condizioni idrogeologiche;
- inquadramento tettonico;
- analisi delle indagini geognostiche disponibili;
- ricostruzione del modello geologico e considerazioni geotecniche preliminari;
- pericolosità sismica e sismicità storica;
- considerazioni conclusive.

STUDIO G.D.S. di De Togni D. e Gabrielli F. Studio Associato di GEOLOGIA e DIFESA del SUOLO Via La Marchesa, 3 – 41037 MIRANDOLA (MO) Tel.: 339.407.3066 – 335.577.1941 E-mail: info@studiogds.com	COMUNE DI PORTO MANTOVANO Strada Cisa n. 112 46047 – PORTO MANTOVANO	Pag. 2
--	--	--------

<i>Titolo:</i>	<i>Data:</i>
Relazione geologica, sulla pericolosità sismica del sito e sulla caratterizzazione geotecnica a supporto del progetto di fattibilità tecnica ed economica per l'ampliamento delle strutture sportive alla Cà Rossa in località Bancole nel territorio comunale di Porto Mantovano.	Marzo 2019

2. RIFERIMENTI NORMATIVI

La realizzazione del presente studio è stata eseguita in ottemperanza alle indicazioni fornite dalla normativa vigente con particolare riferimento alle seguenti norme:

DECRETO MINISTERIALE 18 GENNAIO 2018

Aggiornamento delle *“Norme Tecniche per le Costruzioni”*.

Al Par. 6.2.1 tale normativa prevede che: gli interventi a progetto devono essere corredati da un elenco di elaborati volti a definire i seguenti assetti locali: geologico, geomorfologico, idrogeologico e geotecnico.

In particolare, attraverso il modello geologico devono essere evidenziati i caratteri stratigrafici, litologici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e più in generale, di pericolosità geologica del territorio oggetto dell'intervento.

CONSIGLIO SUPERIORE DEI LAVORI PUBBLICI

“Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale”.

DECRETO MINISTERIALE LAVORI PUBBLICI N. 47 DEL 11.03.1988

DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA 5 OTTOBRE 2010, N. 207

Art. 17. Documenti componenti il progetto preliminare

Il progetto preliminare definisce le caratteristiche qualitative e funzionali dei lavori, il quadro delle esigenze da soddisfare e delle specifiche prestazioni da fornire nel rispetto delle indicazioni del documento preliminare alla progettazione studi necessari per un'adeguata conoscenza del contesto in cui è inserita l'opera, corredati da dati bibliografici, accertamenti ed indagini preliminari - quali quelle storiche archeologiche ambientali, topografiche, geologiche, idrologiche, idrauliche, geotecniche e sulle interferenze e relative relazioni ed elaborati grafici – atti a pervenire ad una completa caratterizzazione del territorio ed in particolare delle aree impegnate.

D.L.VO 50 DEL 18 APRILE 2016

Codice dei contratti pubblici (G.U. n. 91 del 19 aprile 2016)

Art. 23. (Livelli della progettazione per gli appalti, per le concessioni di lavori nonché per i servizi)

La progettazione in materia di lavori pubblici si articola, secondo tre livelli di successivi approfondimenti tecnici, in progetto di fattibilità tecnica ed economica, progetto definitivo e progetto esecutivo ed è intesa ad assicurare:

- e) il rispetto dei vincoli idro-geologici, sismici e forestali nonché degli altri vincoli esistenti;
- i) la compatibilità geologica, geomorfologica, idrogeologica dell'opera;

STUDIO G.D.S. di De Togni D. e Gabrielli F. Studio Associato di GEOLOGIA e DIFESA del SUOLO Via La Marchesa, 3 – 41037 MIRANDOLA (MO) Tel.: 339.407.3066 – 335.577.1941 E-mail: info@studiogds.com	COMUNE DI PORTO MANTOVANO Strada Cisa n. 112 46047 – PORTO MANTOVANO	Pag. 3
--	--	--------

Titolo: Relazione geologica, sulla pericolosità sismica del sito e sulla caratterizzazione geotecnica a supporto del progetto di fattibilità tecnica ed economica per l'ampliamento delle strutture sportive alla Cà Rossa in località Bancole nel territorio comunale di Porto Mantovano.	Data: Marzo 2019
--	----------------------------

EUROCODICE 8 (1998)

“Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture – Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici. Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”.

EUROCODICE 7.1 (1997)

“Progettazione geotecnica – Parte I: regole generali - UNI”.

EUROCODICE 7.2 (2002)

“Progettazione geotecnica – Parte II: Progettazione assistita da prove di laboratorio - UNI”.

EUROCODICE 7.3 (2002)

“Progettazione geotecnica – Parte II: Progettazione assistita con prove in sito - UNI”.

D.P.R. 5 GIUGNO 2001, N. 328

Articolo 41 – Attività professionali

“punto c) le indagini geognostiche e l'esplorazione del sottosuolo anche con metodi geofisici; le indagini e consulenze geologiche ai fini della relazione geologica per le opere di ingegneria civile mediante la costruzione del modello geologico-tecnico; la programmazione e progettazione degli interventi geologici e la direzione dei lavori relativi, finalizzati alla redazione della relazione geologica...;”

“punto e) le indagini e la relazione geotecnica...”.

STUDIO G.D.S. di De Togni D. e Gabrielli F. Studio Associato di GEOLOGIA e DIFESA del SUOLO Via La Marchesa, 3 – 41037 MIRANDOLA (MO) Tel.: 339.407.3066 – 335.577.1941 E-mail: info@studioqds.com	COMUNE DI PORTO MANTOVANO Strada Cisa n. 112 46047 – PORTO MANTOVANO	Pag. 4
--	--	--------

Titolo: Relazione geologica, sulla pericolosità sismica del sito e sulla caratterizzazione geotecnica a supporto del progetto di fattibilità tecnica ed economica per l'ampliamento delle strutture sportive alla Cà Rossa in località Bancole nel territorio comunale di Porto Mantovano.	Data: Marzo 2019
--	----------------------------

3. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il sito indagato è ubicato in prossimità dell'abitato di Bancole, frazione facente parte del territorio comunale di Porto Mantovano, centro della provincia mantovana, a nord del sistema dei Laghi di Mantova.

Esso è cartografato nella Sezione E7c3 denominata "Marmiolo" della Carta Tecnica Regionale, alla scala 1:10.000.

Le coordinate geografiche UTM32-WGS84 rilevate mediante la consultazione dell'archivio cartografico contenuto nel Geoportale della Regione Lombardia, sono le seguenti:

- longitudine x = 1.202.064,70 metri;
- latitudine y = 5.662.766,07 metri.

Il centro sportivo Cà Rossa, oggetto di intervento, è ubicato nella porzione orientale dell'abitato di Bancole, compresa tra Strada della Cisa ad ovest e Strada Dosso ad est, all'interno di un comparto residenziale, al confine con un'area interessata da pratiche agricole.

Il sito indagato in un intorno territoriale è posto ad una quota altimetrica pari a +30.4 metri s.l.m. in corrispondenza di Via Bersaglieri d'Italia, mentre i territori adiacenti posti a est interessati da pratiche agricole, si sviluppano a quote comprese tra +29.0 e +30.0 metri s.l.m..

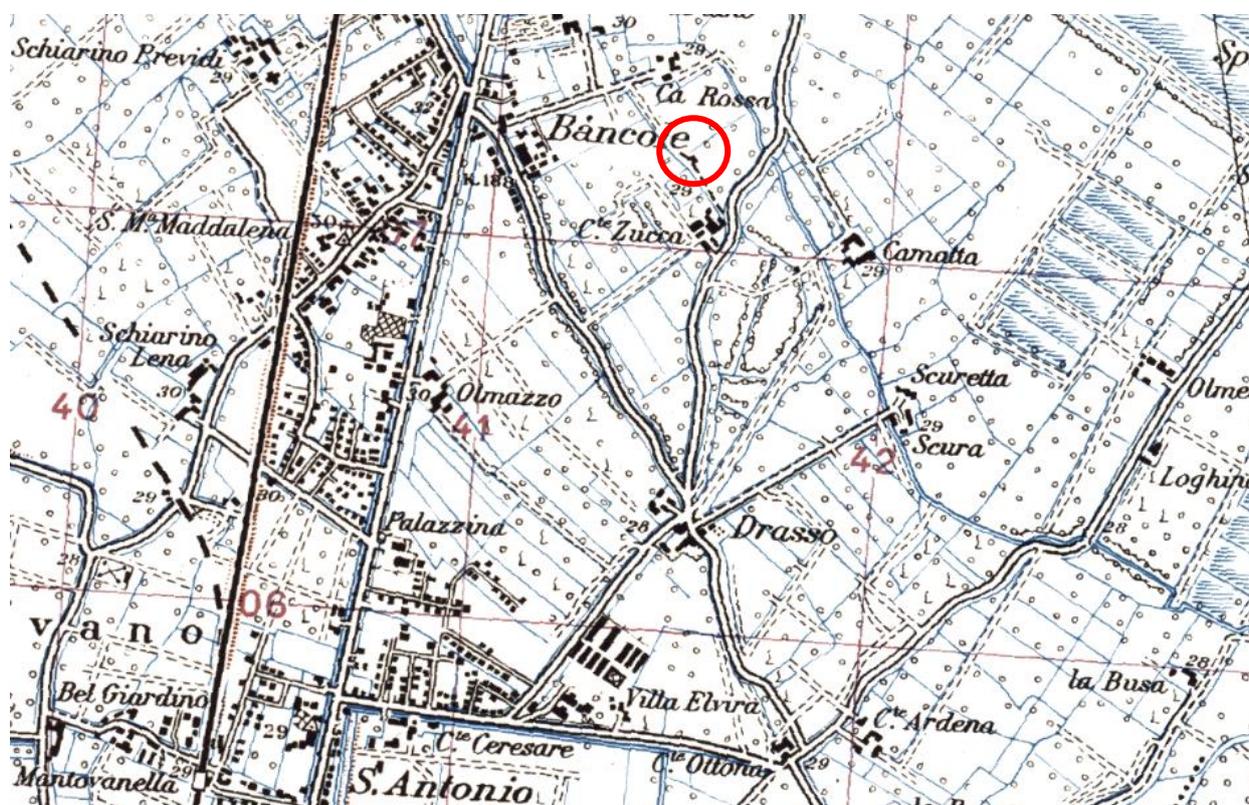


FIGURA 1 – INQUADRAMENTO COROGRAFICO – BASE CARTOGRAFICA CARTA I.G.M.

STUDIO G.D.S. di De Togni D. e Gabrielli F. Studio Associato di GEOLOGIA e DIFESA del SUOLO Via La Marchesa, 3 – 41037 MIRANDOLA (MO) Tel.: 339.407.3066 – 335.577.1941 E-mail: info@studiogds.com	COMUNE DI PORTO MANTOVANO Strada Cisa n. 112 46047 – PORTO MANTOVANO	Pag. 5
--	--	--------

Titolo: Relazione geologica, sulla pericolosità sismica del sito e sulla caratterizzazione geotecnica a supporto del progetto di fattibilità tecnica ed economica per l'ampliamento delle strutture sportive alla Cà Rossa in località Bancole nel territorio comunale di Porto Mantovano.	Data: Marzo 2019
--	----------------------------

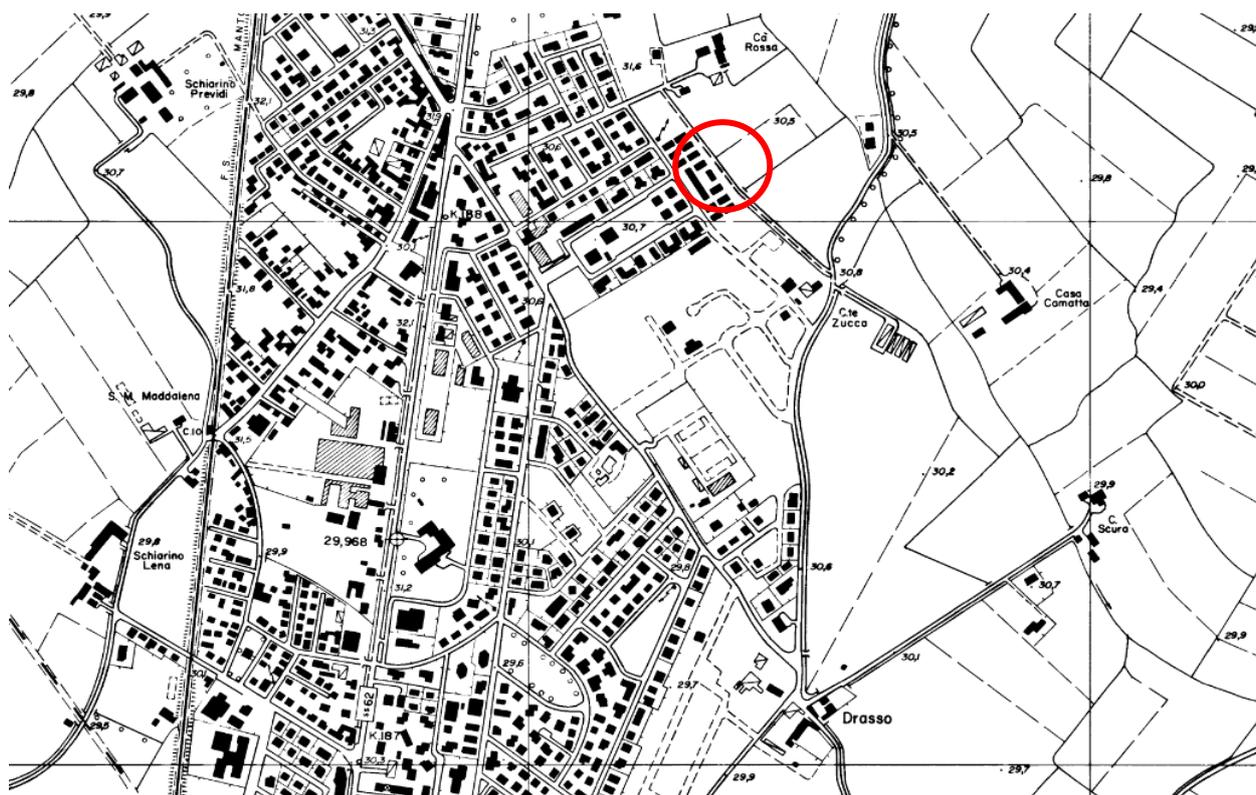


FIGURA 2 – Ubicazione dell'area in studio - Estratto da C.T.R. - Elemento E7c3 "Marmiolo"

Le figure 1 e 2, riportanti l'inquadramento corografico dell'area di studio, evidenziano come negli ultimi 50 anni, le località di Bancole e di Sant'Antonio siano state oggetto di un'intensa espansione urbanistica di tipo residenziale.

4. PIANIFICAZIONE COMUNALE – P.G.T. DEL COMUNE DI PORTO MANTOVANO

Il Piano di Governo del Territorio di Porto Mantovano è lo strumento di pianificazione che delinea le scelte strategiche di assetto e sviluppo del territorio comunale e individua le specifiche vocazioni e invarianze di natura geologica, geomorfologica, idrogeologica paesaggistica e ambientale.

In riferimento alla CARTA DI SINTESI DEL P.G.T. DI PORTO MANTOVANO, strumento che ha lo scopo di rappresentare le aree omogenee dal punto di vista della pericolosità/vulnerabilità riferita allo specifico fenomeno che le genera e dei vincoli territoriali, l'area interessata dal progetto di fattibilità tecnica ed economica in essere, si sviluppa in corrispondenza dell'ambito del livello fondamentale di pianura, esternamente all'orlo di scarpata di erosione fluvio-glaciale, all'interno della quale si sviluppa l'attuale corso del Fiume Mincio.

STUDIO G.D.S. di De Togni D. e Gabrielli F. Studio Associato di GEOLOGIA e DIFESA del SUOLO Via La Marchesa, 3 – 41037 MIRANDOLA (MO) Tel.: 339.407.3066 – 335.577.1941 E-mail: info@studioqds.com	COMUNE DI PORTO MANTOVANO Strada Cisa n. 112 46047 – PORTO MANTOVANO	Pag. 6
--	--	--------

Titolo: Relazione geologica, sulla pericolosità sismica del sito e sulla caratterizzazione geotecnica a supporto del progetto di fattibilità tecnica ed economica per l'ampliamento delle strutture sportive alla Cà Rossa in località Bancole nel territorio comunale di Porto Mantovano.	Data: Marzo 2019
--	----------------------------

Per l'area indagata non sono state riscontrate significative situazioni di vulnerabilità, fatto salva la presenza di un corso d'acqua il cui alveo tombato si sviluppa in adiacenza al comparto oggetto di ampliamento delle strutture sportive.

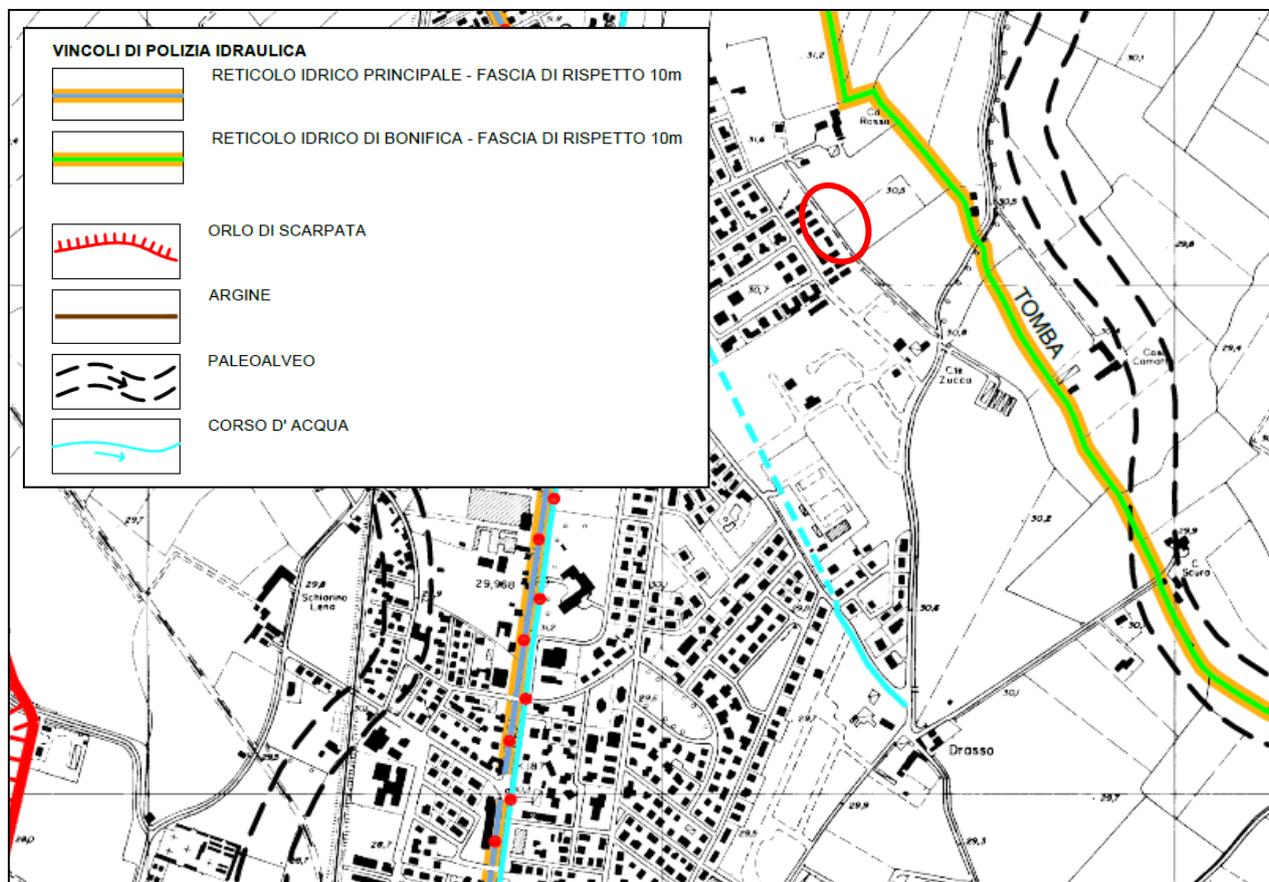


FIGURA 3 – ESTRATTO DI CARTA DI SINTESI; P.G.T. DI PORTO MANTOVANO

Più in generale, gran parte del territorio su cui si sviluppano gli abitati di Bancole e la parte settentrionale di Sant'Antonio, presenta caratteristiche geotecniche medio-scadenti: in questa classe sono state inserite le aree con depositi fluviali prevalentemente limoso-sabbiosi e limoso-argillosi, delimitate ad ovest dall'orlo di scarpata della valle del Mincio mentre ad est arrivano fino al confine comunale; tali depositi non presentano generalmente caratteristiche particolarmente scadenti, ma, semplicemente, meritano una analisi più attenta rispetto ai depositi prevalentemente granulari.

Generalmente sotto la copertura limoso o argillosa, con spessori variabili da 1-2 a 4-5 metri, si trovano depositi generalmente sabbiosi. Pertanto, tali aree andranno associate solo a modeste limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso.

La TAV 7 "Carta delle Fattibilità geologica e delle Azioni di Piano" (cfr. fig. 4) costituisce la sintesi di tutti quegli elementi che pongono dei limiti all'uso del territorio relativamente alla qualità dei terreni, alla

STUDIO G.D.S. di De Togni D. e Gabrielli F. Studio Associato di GEOLOGIA e DIFESA del SUOLO Via La Marchesa, 3 – 41037 MIRANDOLA (MO) Tel.: 339.407.3066 – 335.577.1941 E-mail: info@studiogds.com	COMUNE DI PORTO MANTOVANO Strada Cisa n. 112 46047 – PORTO MANTOVANO	Pag. 7
--	--	--------

Titolo: Relazione geologica, sulla pericolosità sismica del sito e sulla caratterizzazione geotecnica a supporto del progetto di fattibilità tecnica ed economica per l'ampliamento delle strutture sportive alla Cà Rossa in località Bancole nel territorio comunale di Porto Mantovano.	Data: Marzo 2019
--	----------------------------

vulnerabilità intrinseca degli acquiferi, al rischio di dissesti idrogeologici, ovvero tutti quei componenti che rendono bassa o improbabile la trasformabilità del territorio. Dall'analisi della suddetta carta si evince che il sito in esame ricade in **Classe 2** corrispondente a **Fattibilità con modeste limitazioni**. Tale classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate modeste limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso che possono essere superate attraverso approfondimenti di indagine e accorgimenti tecnico costruttivi per la mitigazione del rischio. Nelle aree ricomprese nella Classe 2 di fattibilità, i progetti per le nuove costruzioni e per gli interventi sulle costruzioni esistenti, previsti nel Capitolo 7 delle NTC/2018, dovranno essere dotati delle indagini geologiche, idrogeologiche, geotecniche e geofisiche commisurate all'importanza ed alla estensione dell'opera. Tenuto conto di quanto disposto dal sopracitato D.M., le indagini geotecniche e geofisiche di approfondimento devono raggiungere i seguenti risultati:

- valutazione del carico unitario ammissibile e dei cedimenti assoluti e relativi dei terreni di fondazione (Metodo delle tensioni ammissibili);
- verifiche agli stati limite;
- valutazione della soggiacenza della falda in caso di strutture sotterranee che possano interessare la falda;
- indicazioni sulle metodologie di abbattimento temporaneo della falda e dei sistemi di impermeabilizzazione nei casi di realizzazione di strutture sotto falda;
- indicazioni sulle metodologie di prevenzione dall'inquinamento dei livelli acquiferi non protetti.

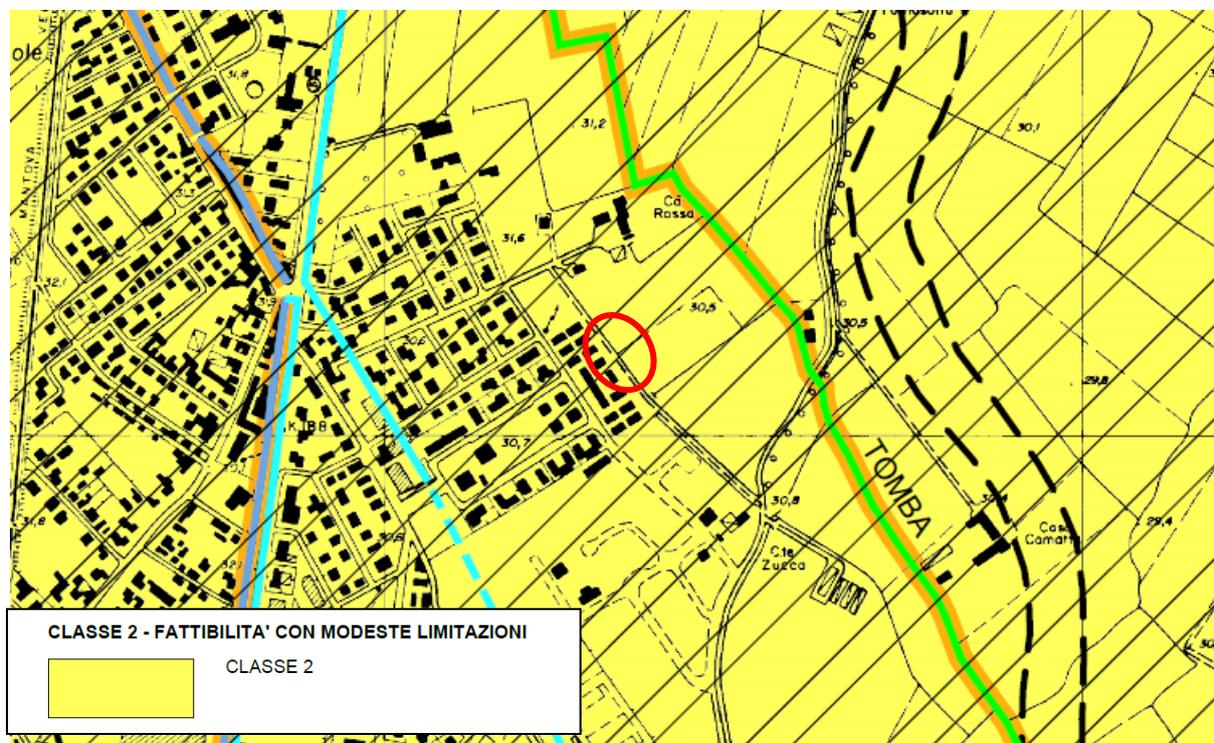


FIGURA 4 – ESTRATTO DELLA CARTA DI FATTIBILITÀ DELLA AZIONI DI PIANO; PGT DI PORTO MANTOVANO

Titolo: Relazione geologica, sulla pericolosità sismica del sito e sulla caratterizzazione geotecnica a supporto del progetto di fattibilità tecnica ed economica per l'ampliamento delle strutture sportive alla Cà Rossa in località Bancole nel territorio comunale di Porto Mantovano.	Data: Marzo 2019
--	----------------------------

In riferimento a quanto contenuto nella D.G.R. n. 8/7374 del 28.05.2008, la **valutazione dell'amplificazione sismica locale è stata condotta mediante l'applicazione del 1° livello di approfondimento.**

La **Carta della Pericolosità Sismica Locale**, a corredo dello studio della componente geologica, idrogeologica e sismica del P.G.T. comunale (2008), è stata redatta secondo i criteri dell'**Allegato 5** "Analisi e valutazione degli effetti sismici di sito finalizzate alla definizione dell'aspetto sismico nei Piani di Governo del Territorio". Nel sito in esame è stato individuato il seguente scenario di pericolosità sismica locale (Allegato n. 5: Tabella n.1):

Sigla	Scenario di pericolosità sismica locale	Possibili effetti
Z4a	Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi	Amplificazioni litologiche e geometriche

La zona Z4a corrisponde alle aree di affioramento delle alluvioni recenti che, in seguito al verificarsi di eventi sismici, possono dare luogo ad amplificazioni del moto del suolo originate, in particolare, alla diversità impedenza sismica tra i litotipi, con conseguente vibrazione del terreno con ampiezze e frequenze diverse e, secondariamente, alla conformazione geometrica del deposito con conseguenti fenomeni di focalizzazione delle onde sismiche.

Nelle aree di scenario Z4a, a seguito dell'applicazione del 2° Livello di approfondimento previsto dalla D.G.R. 7374/2008, è stato calcolato il fattore di amplificazione **Fa** in quattro zone che si possono ritenere rappresentative della situazione comunale. Il valore di Fa calcolato risulta inferiore al valore di soglia comunale corrispondente stabilito dalla Regione Lombardia; perciò la normativa è da considerarsi sufficiente a tenere in considerazione anche i possibili effetti di amplificazione litologica del sito e quindi si applica lo spettro previsto dalla normativa.

5. VALUTAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO ED IDRAULICO

La Legge 3 Agosto 1998 n° 267 e successive modifiche ed integrazioni prevede che "le autorità di bacino di rilievo nazionale e interregionale e le regioni per i restanti bacini adottano, ... piani stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico ... che contengano in particolare la perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico e la perimetrazione delle aree da sottoporre a misure di salvaguardia..."

Il territorio comunale di Porto Mantovano appartiene in parte al "distretto idrografico padano" e quindi al bacino del Po ed in parte al "distretto idrografico delle Alpi Orientali" ed in particolare al bacino Fissero Tartaro Canalbianco.

STUDIO G.D.S. di De Togni D. e Gabrielli F. Studio Associato di GEOLOGIA e DIFESA del SUOLO Via La Marchesa, 3 – 41037 MIRANDOLA (MO) Tel.: 339.407.3066 – 335.577.1941 E-mail: info@studioqds.com	COMUNE DI PORTO MANTOVANO Strada Cisa n. 112 46047 – PORTO MANTOVANO	Pag. 9
--	--	--------

Titolo: Relazione geologica, sulla pericolosità sismica del sito e sulla caratterizzazione geotecnica a supporto del progetto di fattibilità tecnica ed economica per l'ampliamento delle strutture sportive alla Cà Rossa in località Bancole nel territorio comunale di Porto Mantovano.	Data: Marzo 2019
--	----------------------------

Nelle more di approvazione dei piani di bacino distrettuale, previsti dal D.Lvo 152/2006, restano vigenti i piani stralcio per l'assetto idrogeologico (PAI) e i due bacini.

Il sito di studio è compreso nel bacino Fissero Tartaro Canalbianco e, pertanto, sono vigenti i vincoli idraulici del **Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)**, adottato con Delibera del Comitato Istituzionale del 12-04-2002. Pertanto il Comune provvede ad adeguare gli atti di programmazione e pianificazione alle prescrizioni del PAI, secondo quanto disposto dall'Art. 17, comma 4, della Legge 183/1989.

In particolare nel Comune di Porto Mantovano non sono delimitate aree di pericolosità idraulica e di rischio idraulico del bacino, ma sono presenti "**Fasce di tutela idraulica**" lungo i corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrico principale ai sensi della L.R.1/2001, Art.3, comma 108, lettera i).

Le fasce di tutela idraulica, definite dall'art. 9 del PAI, hanno una larghezza di 10 metri dalla sponda del corso d'acqua e interessano la Fossamana e la Tartagliona. Queste "fasce di tutela" coincidono con le "fasce di rispetto" istituite dalla D.G.R. 25/01/2002 N° 7/7868, successive modifiche e integrazioni, che riprende il R.D. 523/1904.

Per quanto riguarda l'area in oggetto, non viene segnalato nessun rischio di tipo idraulico né di pericolosità di frana.

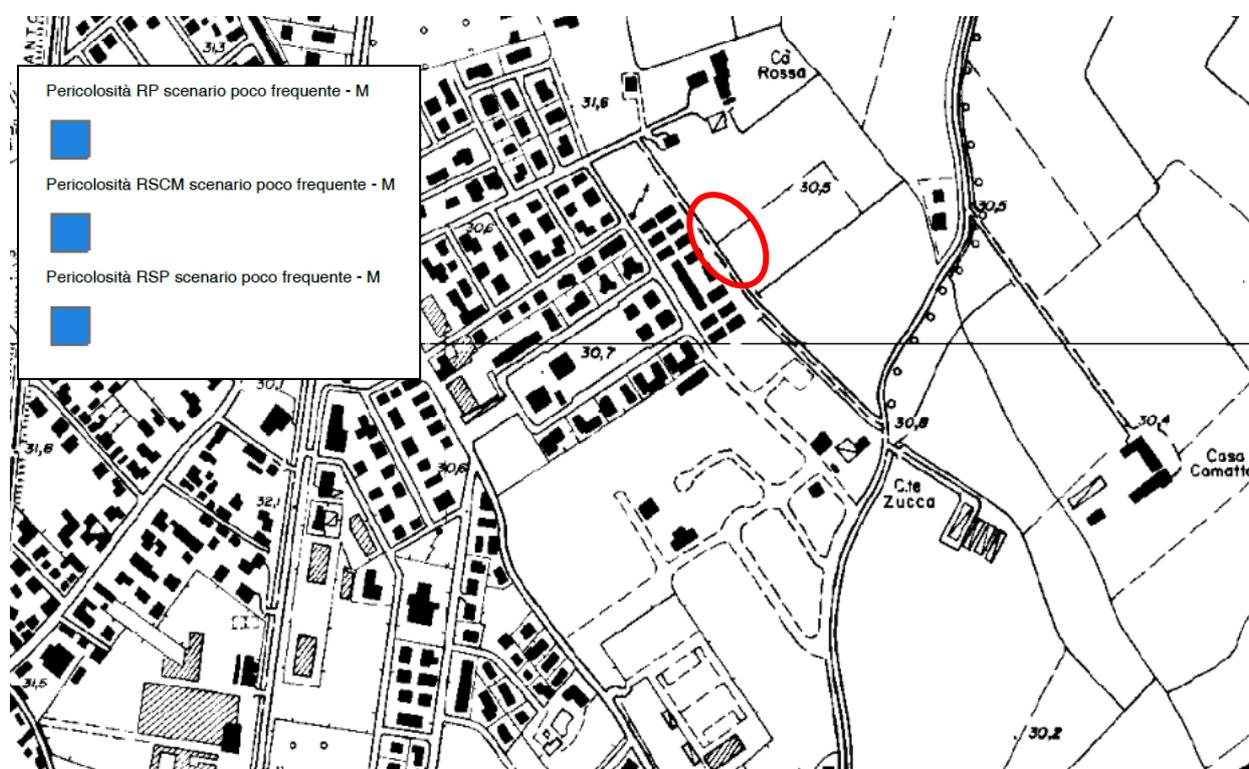


FIGURA 5 – Aree di rischio idraulico del PGRA (Autorità di bacino del fiume Po)

Titolo: Relazione geologica, sulla pericolosità sismica del sito e sulla caratterizzazione geotecnica a supporto del progetto di fattibilità tecnica ed economica per l'ampliamento delle strutture sportive alla Cà Rossa in località Bancole nel territorio comunale di Porto Mantovano.	Data: Marzo 2019
--	----------------------------

Analizzando il sistema dal punto di vista del rischio idraulico è necessario consultare le perimetrazioni afferenti il “Piano Gestione Rischio Alluvioni del Fiume Po (PGRA), adottato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume Po con delibera n. 4 del 17 dicembre 2015 e approvato con delibera n. 2 del 3 marzo 2016 e definitivamente approvato con d.p.c.m. del 27 ottobre 2016, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana n. 30, serie Generale, del 6 febbraio 2017”.

I diversi ambiti territoriali definiti all'interno del Piano di Gestione Rischio Alluvioni del Fiume Po, sono i seguenti:

- Reticolo principale di pianura e di fondovalle (RP);
- Reticolo secondario collinare e montano (RSCM);
- Reticolo secondario di pianura (RSP).

Per tali ambiti, si individuano i seguenti scenari di pericolosità:

- aree interessate da alluvione rara (P1);
- aree interessate da alluvione poco frequente (P2);
- aree interessate da alluvione frequente (P3).

La consultazione delle mappe mostra quanto riportato in Figura 7, cioè l'assenza di aree di pericolosità / rischio idraulico localizzate in corrispondenza del sito di intervento.

Il Comune di Porto Mantovano, risulta tra quelli del territorio Lombardo classificati in **zona a criticità idraulica B**, ovvero a media criticità idraulica.

6. CONTESTO GEOLOGICO REGIONALE

Lineamenti strutturali

L'area in studio si colloca nella parte centrale del grande bacino subsidente plio-quadernario della pianura padana, un grande bacino subsidente che iniziò a delinarsi quando emersero prima la catena Alpina poi quella Appenninica, di cui rappresenta le rispettive avansosse; mediante l'interpretazione delle linee sismiche e la correlazione di numerosi pozzi profondi, si è potuto osservare che il basamento di tale bacino presenta strutturalmente due situazioni differenti a N e a S del Po.

Il settore meridionale è caratterizzato dal fronte Appenninico esterno che si esplica in tre grandi archi (Monferrato, Emiliano, Ferrarese).

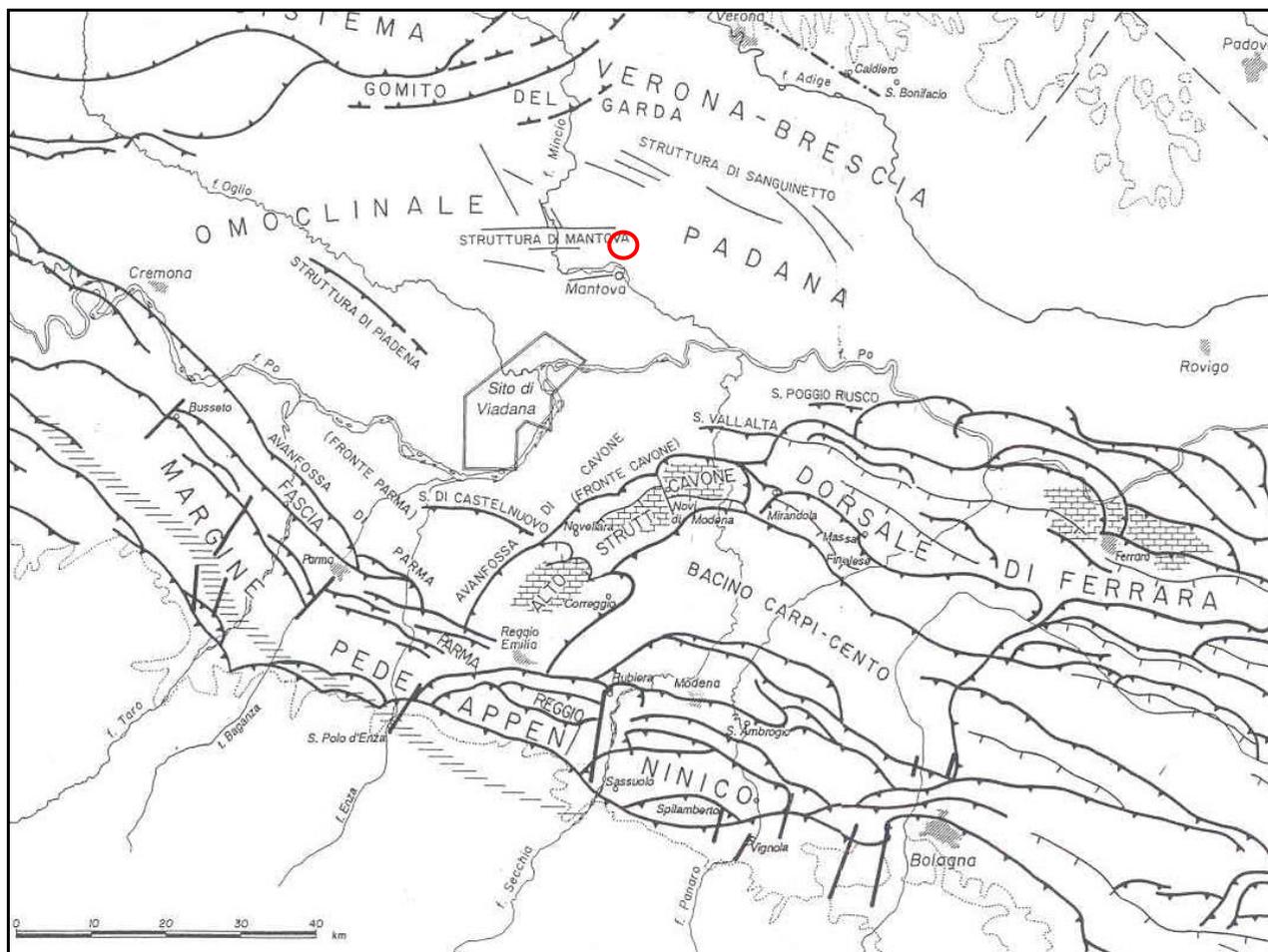
La parte settentrionale è rappresentata da un'ampia monoclinale che si approfondisce dal margine Alpino fino ai 7500 m del depocentro, posto poco a Nord di Reggio Emilia.

L'assetto geologico-strutturale del Bacino Padano è caratterizzato dalla presenza di due complessi sedimentari poggianti su substrato Mesozoico: il primo, inferiore, caratterizzato da formazioni Pliocenico-

STUDIO G.D.S. di De Togni D. e Gabrielli F. Studio Associato di GEOLOGIA e DIFESA del SUOLO Via La Marchesa, 3 – 41037 MIRANDOLA (MO) Tel.: 339.407.3066 – 335.577.1941 E-mail: info@studioqds.com	COMUNE DI PORTO MANTOVANO Strada Cisa n. 112 46047 – PORTO MANTOVANO	Pag. 11
--	--	---------

Titolo: Relazione geologica, sulla pericolosità sismica del sito e sulla caratterizzazione geotecnica a supporto del progetto di fattibilità tecnica ed economica per l'ampliamento delle strutture sportive alla Cà Rossa in località Bancole nel territorio comunale di Porto Mantovano.	Data: Marzo 2019
--	----------------------------

Pleistoceniche, essenzialmente costituite da sedimenti in facies marina, il secondo, superiore, da formazioni Oloceniche costituite da depositi clastici in facies continentale, di origine glaciale e fluviale, dovuti all'attività dei fiumi alpini e appenninici; le isobate del substrato pliocenico, che individua l'inizio dei depositi del Quaternario continentale sovrastanti ai depositi del Quaternario marino, sono segnalate a profondità superiori ai 300 metri dalla superficie.



Legenda: a) nucleo carbonatico, mesozoico sepolto; b) minimo dell'anomalia gravimetrica; c) accavallamento principale; d) faglia verticale; e) faglia diretta; f) faglia diretta trasversale al margine appenninico;

FIGURA 6 – CARTA DEGLI ELEMENTI TETTONICI SIGNIFICATIVI DELL'AREA PADANA CENTRO-ORIENTALE

L'area di studio, dal punto di vista geologico, appartiene al settore centro-occidentale della media pianura padana. L'evoluzione geologica della pianura è legata allo sviluppo della catena alpina prima e di quella appenninica nella fase successiva, rappresentando all'inizio l'avanfossa del sistema alpino e poi di quello appenninico.

Questo vasto bacino a profilo asimmetrico con minore inclinazione sul lato settentrionale è stato, a partire dal Pliocene, progressivamente colmato dalla deposizione di depositi sia marini che continentali di notevole spessore, denotando una accentuata subsidenza.

STUDIO G.D.S. di De Togni D. e Gabrielli F. Studio Associato di GEOLOGIA e DIFESA del SUOLO Via La Marchesa, 3 – 41037 MIRANDOLA (MO) Tel.: 339.407.3066 – 335.577.1941 E-mail: info@studioqds.com	COMUNE DI PORTO MANTOVANO Strada Cisa n. 112 46047 – PORTO MANTOVANO	Pag. 12
--	--	---------

<i>Titolo:</i>	<i>Data:</i>
<i>Relazione geologica, sulla pericolosità sismica del sito e sulla caratterizzazione geotecnica a supporto del progetto di fattibilità tecnica ed economica per l'ampliamento delle strutture sportive alla Cà Rossa in località Bancole nel territorio comunale di Porto Mantovano.</i>	<i>Marzo 2019</i>

La base di questi depositi poggia su di un substrato di età Miocenica che costituisce la monoclinale pedealpina, elemento strutturale che si estende dal margine alpino a nord fino alla base della catena appenninica a sud. L'andamento regolare dello stesso è interrotto dalla presenza di strutture sepolte, costituite da sinclinali e anticlinali fagliate che interessano anche la provincia cremonese.

Dal punto di vista geostrutturale la monoclinale pedealpina rappresenta una zona relativamente tranquilla mentre più a sud è presente una successione plicativa ad anticlinali e sinclinali, con assi a vergenza appenninica, costituita da un sistema di accavallamenti con superfici di distacco multiple nella copertura sedimentaria meso-cenozoica. Tali pieghe sono in stretta connessione con il fronte di accavallamento esterno (E.T.F) che rappresenta il limite dell'Appennino sepolto.

Il territorio in essere si sviluppa immediatamente a sud della struttura tettonica denominata "di Mantova".

Lo spessore complessivo dei depositi del Quaternario può raggiungere valori notevoli in quanto la sua base è segnalata ad una profondità sotto il livello del mare variabile da 1000 metri a N a 2000 verso S. La base dei depositi del Pliocene, che presenta un andamento molto più complesso, si trova anche a oltre 5000 metri di profondità, lungo l'asta del Fiume Po.

In merito all'assetto strutturale, gli studi condotti da *F. Baraldi et alii (1980)* e da *M. Bernini et alii (1980)* hanno evidenziato che l'area in esame è stata interessata, durante il Quaternario, da una lenta subsidenza (comune a tutto il bacino) non del tutto compensata dalla sedimentazione.

L'asse di sinclinale Cremona-foce Taro-Poviglio rappresenta l'asse principale di subsidenza, con abbassamento più accentuato nella parte meridionale. Nell'intervallo 700.000-18.000 anni b.p. si inseriscono nuovi elementi lineari, anche se il motivo tettonico principale resta la subsidenza.

Si individuano la faglia del F. Adige, probabile zona di passaggio tra l'area montuosa dei Lessini e la pianura Veronese, e la faglia dei laghi di Mantova con direzione E-W, la cui presenza però non è certa. Nel periodo successivo (18.000 anni b.p.-attuale) la situazione si complica: nel settore settentrionale della pianura Mantovano-Veronese si ha un importante abbassamento dedotto da diverse osservazioni:

- riordino delle linee idrografiche secondo una direzione NNW-SSE (precedentemente NW-SE),
- approfondimento del letto di diversi corsi d'acqua,
- presenza di una vasta area palustre corrispondente alle Valli Grandi Veronesi,
- quote altimetriche che diminuiscono gradualmente verso questa zona.

Il resto dell'area sembra essere maggiormente stabile, anche se non si può escludere una debole subsidenza.

La faglia dei laghi di Mantova con il suo movimento normale sembra influenzare il drenaggio superficiale: il Mincio subisce un'inflexione all'altezza di questo lineamento tettonico, passando da una direzione N-S ad una E-O e mantenendola fino al suo ingresso nei laghi di Mantova. Nel complesso dunque la zona di Porto Mantovano è attualmente interessata soltanto da una debole subsidenza che tuttavia, presentando carattere regionale, non determina particolari influenze su strutture quali quelle in progetto.

STUDIO G.D.S. di De Togni D. e Gabrielli F. Studio Associato di GEOLOGIA e DIFESA del SUOLO Via La Marchesa, 3 – 41037 MIRANDOLA (MO) Tel.: 339.407.3066 – 335.577.1941 E-mail: info@studiogds.com	COMUNE DI PORTO MANTOVANO Strada Cisa n. 112 46047 – PORTO MANTOVANO	Pag. 13
--	--	---------

<i>Titolo:</i>	<i>Data:</i>
Relazione geologica, sulla pericolosità sismica del sito e sulla caratterizzazione geotecnica a supporto del progetto di fattibilità tecnica ed economica per l'ampliamento delle strutture sportive alla Cà Rossa in località Bancole nel territorio comunale di Porto Mantovano.	Marzo 2019

Lineamenti geomorfologici e litologici

Per quanto riguarda le caratteristiche dei depositi pliocenici-quadernari di questo settore di pianura, è possibile fare riferimento alla seguente successione litostratigrafiche, delle più recenti alle più antiche:

Quaternario continentale (Pleistocene inf. – Pleistocene sup.)

Caratterizzato in prevalenza da depositi di origine fluviale e fluvio-glaciale, con eventi marini limitati al settore orientale della pianura. Si tratta di una successione di sabbie, arenarie e ghiaie, con intercalazioni argillose, che si può rinvenire a varia profondità in tutta la Pianura Mantovana, con spessori variabili da alcune decine di metri fino ad un massimo di 300 metri. Essi sono localmente sovrapposti ai depositi del Villafranchiano, del Calabriano e del Pliocene.

Quaternario marino (Pleistocene inferiore)

Si tratta di depositi litologicamente caratterizzati da grossi banchi di sabbie con intercalazioni argillose; nello specifico sono costituiti da sedimenti prevalentemente siltoso-argillosi nella parte basale, per poi arricchirsi di intercalazioni sabbiosi e nella parte mediana, per divenire in seguito prevalentemente sabbiosi.

Villafranchiano (Pliocene sup. – Pleistocene inf.)

Depositi costituiti in prevalenza da sedimenti di origine continentale formati da limi, limi-sabbiosi ed argillosi con livelli sabbiosi e rare ghiaie. I limi presentano una caratteristica colorazione grigio-azzurra con intercalazioni torbose nerastre. L'ambiente deposizionale varia dal marino-transizionale al continentale; lateralmente e verso il basso questa unità fa transizione ai sedimenti "calabriani". Lo spessore di questi depositi è generalmente superiore a 100 metri.

In merito alle unità geologiche affioranti in questo settore di media pianura mantovana, esse sono di origine esclusivamente continentale e costituite da depositi fluviali e fluvio-glaciali di età compresa tra il Pleistocene e l'Olocene.

Il sottosuolo risulta caratterizzato dalla presenza di alternanze di litotipi limoso-argillosi, con sabbie medio-fini e grossolane, talora con livelli ghiaiosi, la cui disposizione e percentuale risulta in stretta correlazione con i bacini idrografici creatisi; pertanto, in tale contesto deposizionale le eteropie laterali risultano molto frequenti, quasi la regola.

Ne risultano stratificazioni con spessori di ordine da metrico a pluridecimetrico che hanno generalmente una conformazione lenticolare, con estensioni orizzontali dell'ordine di pochi metri fino a qualche centinaio di metri, passanti lateralmente in terreni di altra composizione.

Sulla base dei dati bibliografici esistenti e alle stratigrafie dei pozzi profondi perforati nelle vicinanze dell'area di ricerca, l'assetto litostratigrafico locale è caratterizzato dalla presenza di depositi essenzialmente limoso-sabbiosi e sabbioso-limosi con locali intercalazioni argillose e livelli con ghiaietto.

STUDIO G.D.S. di De Togni D. e Gabrielli F. Studio Associato di GEOLOGIA e DIFESA del SUOLO Via La Marchesa, 3 – 41037 MIRANDOLA (MO) Tel.: 339.407.3066 – 335.577.1941 E-mail: info@studioqds.com	COMUNE DI PORTO MANTOVANO Strada Cisa n. 112 46047 – PORTO MANTOVANO	Pag. 14
--	--	---------

Titolo: Relazione geologica, sulla pericolosità sismica del sito e sulla caratterizzazione geotecnica a supporto del progetto di fattibilità tecnica ed economica per l'ampliamento delle strutture sportive alla Cà Rossa in località Bancole nel territorio comunale di Porto Mantovano.	Data: Marzo 2019
--	----------------------------



FIGURA 7 – STRALCIO DI CARTA GEOLOGICA IN Scala 1:100.000 FOGLIO N. 62 “MANTOVA”

In merito alla litologia di superficie, i litotipi affioranti sono classificati sulla base della Carta Geologica d'Italia a scala 1:100.000 – Foglio N° 62 “Mantova”, come “*depositi sabbiosi – Alluvium*” di età Mindel-Riss. In generale, in questa porzione del territorio comunale, i terreni superficiali passano da NO a SE, da prevalentemente ghiaiosi e subordinatamente sabbiosi a sabbie poco gradate e limi sabbioso argillosi, che nelle aree più depresse possono arricchirsi di sostanza organica.

Tale descrizione schematica rappresenta un puro riferimento generale, che non tiene in considerazione la complessità stratigrafica e variabilità laterale che si potrebbero evidenziare a seguito di analisi più approfondite, trattandosi appunto di depositi di origine fluviale e fluvio-glaciale.

L'area interessata dall'intervento edilizio in progetto, posta nella porzione orientale dell'abitato di Bancole, appartiene alla Media Pianura Mantovana, ovvero a quel complesso di terreni medio-fini che raccorda l'alta pianura ghiaiosa con la sponda sinistra del Fiume Po.

Si tratta di un territorio pianeggiante, con quote topografiche intorno ai 29,0-31,0 m s.l.m., caratterizzato da una generale debole pendenza dello 0,5% orientata da NO verso SE, verso la depressione valliva del Mincio, privo di aree di instabilità o di potenziale dissesto.

STUDIO G.D.S. di De Togni D. e Gabrielli F. Studio Associato di GEOLOGIA e DIFESA del SUOLO Via La Marchesa, 3 – 41037 MIRANDOLA (MO) Tel.: 339.407.3066 – 335.577.1941 E-mail: info@studioqds.com	COMUNE DI PORTO MANTOVANO Strada Cisa n. 112 46047 – PORTO MANTOVANO	Pag. 15
--	--	---------

Titolo: Relazione geologica, sulla pericolosità sismica del sito e sulla caratterizzazione geotecnica a supporto del progetto di fattibilità tecnica ed economica per l'ampliamento delle strutture sportive alla Cà Rossa in località Bancole nel territorio comunale di Porto Mantovano.	Data: Marzo 2019
--	----------------------------

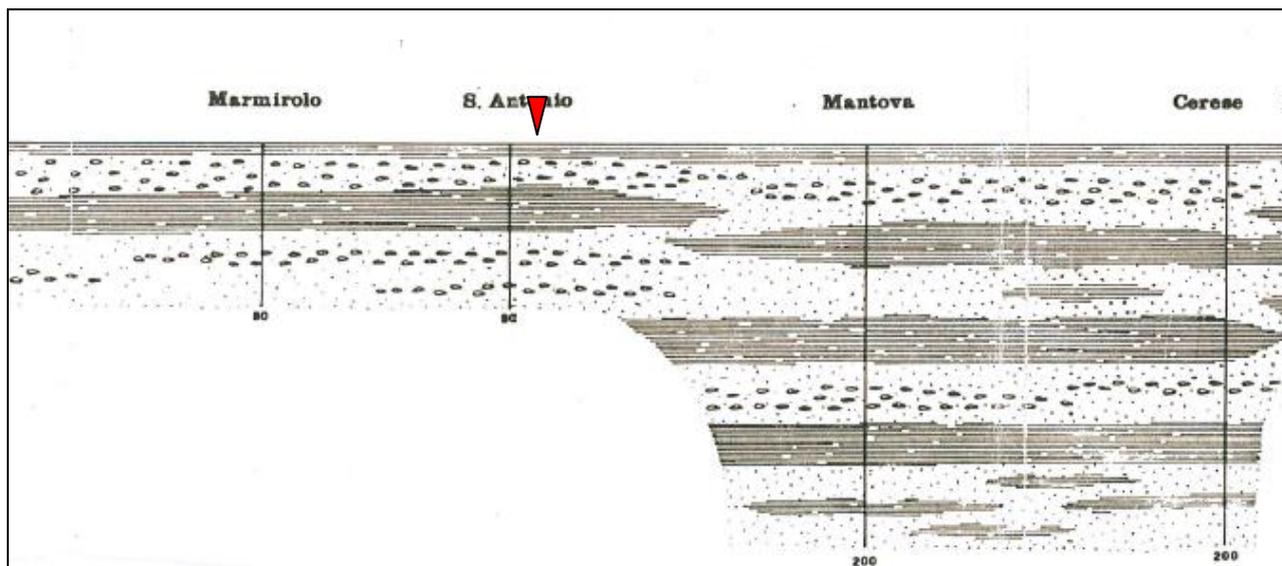


FIGURA 8 – SEZIONE GEOLOGICA NO/SE – TRATTA DA “FALDE ACQUIFERE DELLA PROVINCIA DI MANTOVA” – C.N.R.

In generale, il Comune di Porto Mantovano ricade all’interno dell’alta pianura lombarda, in un contesto territoriale in cui il paesaggio, dal punto di vista morfologico, è caratterizzato dalla presenza di forme poco evidenti. Tali forme sono essenzialmente legate a processi di origine fluviale, e fluvioglaciali.

Detta pianura si è formata come sandur proglaciale, cioè come un’entità continua con lievi ma costanti variazioni delle caratteristiche topografiche, granulometriche, morfologiche e pedologiche (sandur prossimale, intermedio e distale).

La sua evoluzione è, pertanto, legata alla presenza di un imponente sistema glaciale che ha portato alla formazione del livello fondamentale della pianura successivamente inciso dai corsi d’acqua principali, da cui è separato da scarpate d’erosione, ben evidenti lungo il Mincio.

Il settore occidentale del territorio comunale, in cui ricade l’area in esame, è caratterizzato dalla presenza di aree terrazzate, ribassate di alcuni metri rispetto al piano campagna circostante, da cui sono separate tramite scarpate, riferibili ad una fase erosiva medio-recente dei corsi d’acqua, che solcano o hanno solcato la zona. Relativamente all’assetto locale del reticolo idrografico, si evidenzia che all’interno dell’area di progetto, completamente urbanizzata, le acque meteoriche sono raccolte e smaltite mediante la rete delle acque bianche comunale.

In sintesi dal punto di vista geomorfologico si è appurato che il sito d’intervento ricade in un contesto di pianura fluviale e/o fluvioglaciale essenzialmente stabile e consolidato, nel cui ambito non si sono rilevati fenomeni erosivi e/o d’evoluzione morfologica d’entità apprezzabile.

Per quanto concerne gli aspetti pedologici dell’area di indagine, si è fatto riferimento alla Carta Pedologica prodotta dall’E.R.S.A.L. – “I Suoli della Pianura Mantovana Centrale”, nell’ambito del progetto “Carta Pedologica” della Regione Lombardia (1997).

STUDIO G.D.S. di De Togni D. e Gabrielli F. Studio Associato di GEOLOGIA e DIFESA del SUOLO Via La Marchesa, 3 – 41037 MIRANDOLA (MO) Tel.: 339.407.3066 – 335.577.1941 E-mail: info@studioqds.com	COMUNE DI PORTO MANTOVANO Strada Cisa n. 112 46047 – PORTO MANTOVANO	Pag. 16
--	--	---------

Titolo: Relazione geologica, sulla pericolosità sismica del sito e sulla caratterizzazione geotecnica a supporto del progetto di fattibilità tecnica ed economica per l'ampliamento delle strutture sportive alla Cà Rossa in località Bancole nel territorio comunale di Porto Mantovano.	Data: Marzo 2019
--	----------------------------

La metodologia di indagine pedologica seguita dall'E.R.S.A.L. prevede la divisione del territorio in sistemi e unità pedopaesaggistiche, distinte sulla base di criteri idrogeomorfologici; il territorio in studio rientra nel sottosistema denominato LF, ovvero nella porzione del Livello Fondamentale della Pianura, caratterizzata da superfici generalmente stabili e depositi di origine fluviale e fluvio-glaciali, in cui si sono formati suoli evoluti, a profilo ben differenziato e a substrato grossolano.

La tessitura medio-fine dei suoli garantisce un drenaggio da buono a moderatamente rapido, condizionato dalla percentuale di fine nella matrice interstiziale.

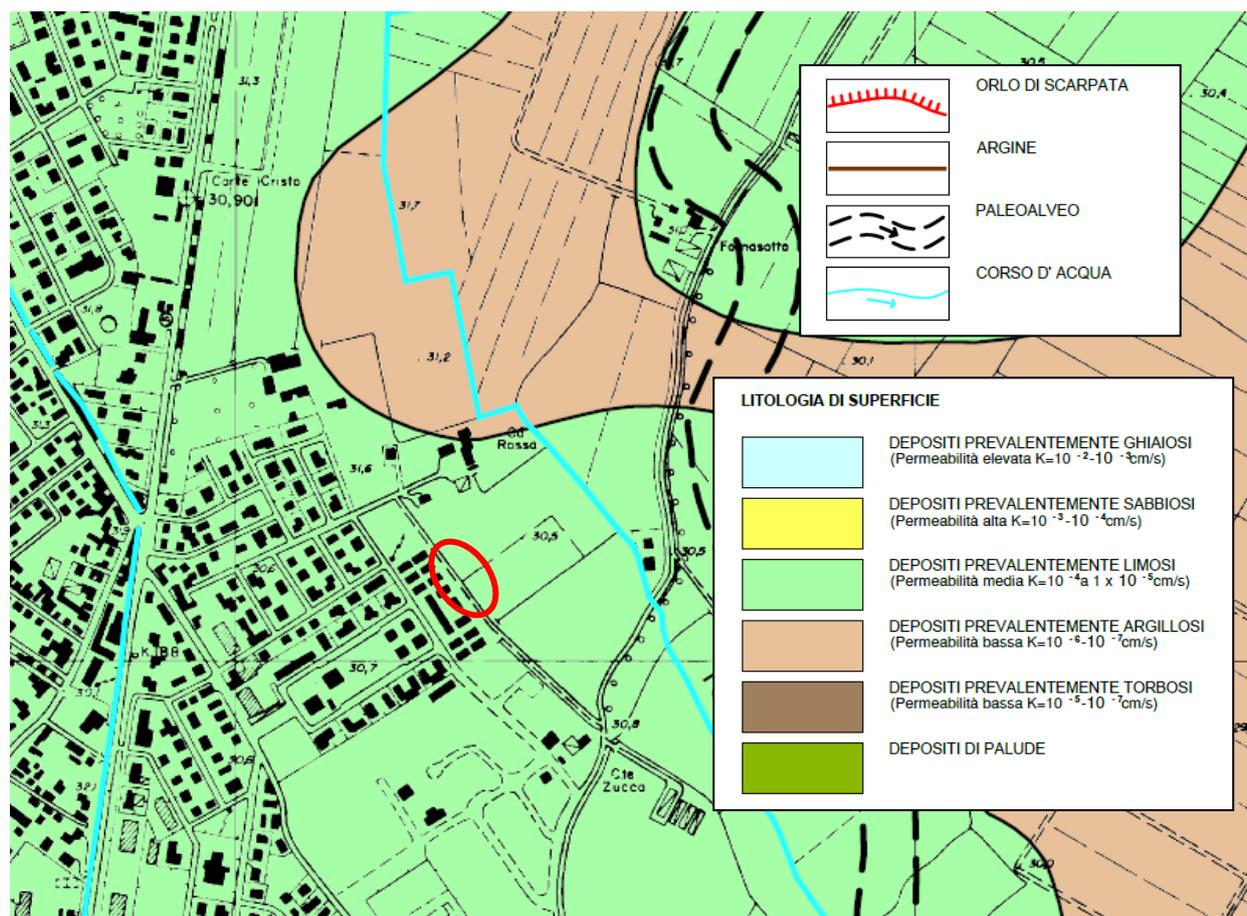


FIGURA 9 – CARTA DEGLI ELEMENTI GEOMORFOLOGICI E DELLA LITOLOGIA SUPERFICIALE (DA P.G.T.)

Assetto idrogeologico regionale

I depositi continentali fluviali e fluvio-glaciali che si estendono nell'area in esame costituiscono l'orizzonte più superficiale dell'acquifero noto in letteratura come "acquifero multistrato confinato della Media Pianura Mantovano".

L'osservazione di differenti sezioni idrogeologiche e/o idrostratigrafiche tracciate nell'area evidenzia la presenza di un sistema acquifero multifalda contraddistinto dalla ripetuta alternanza di orizzonti acquiferi,

STUDIO G.D.S. di De Togni D. e Gabrielli F. Studio Associato di GEOLOGIA e DIFESA del SUOLO Via La Marchesa, 3 – 41037 MIRANDOLA (MO) Tel.: 339.407.3066 – 335.577.1941 E-mail: info@studiogds.com	COMUNE DI PORTO MANTOVANO Strada Cisa n. 112 46047 – PORTO MANTOVANO	Pag. 17
--	--	---------

Titolo: Relazione geologica, sulla pericolosità sismica del sito e sulla caratterizzazione geotecnica a supporto del progetto di fattibilità tecnica ed economica per l'ampliamento delle strutture sportive alla Cà Rossa in località Bancole nel territorio comunale di Porto Mantovano.	Data: Marzo 2019
--	----------------------------

costituiti prevalentemente da sabbie medio-fini, raramente ghiaiose, e di aquitard argilloso-limosi, che individuano nei primi 150 metri di profondità, almeno tre distinte falde acquifere aventi un grado di confinamento crescente; fino a tale profondità si è in presenza di un acquifero monostrato variamente compartimentato, non essendo inibita la possibilità di scambi idrici tra gli acquiferi sovrapposti.

La prima falda, il cui tetto si trova a qualche metro sotto il piano campagna, occupa un livello di sabbie medio-fini, grigie o giallastre, a volte contenenti ghiaia. Segue un banco argilloso compreso tra i 40 e 60 metri, con livelli sabbioso-limosi, poveri d'acqua o completamente asciutti.

La seconda falda si trova tra i 60 e gli 80 metri, in sabbie medie, caratterizzate da abbondanza d'acqua.

La terza falda ha sede in sabbie medio-grosse, con intercalazioni ghiaiose fini, delimitate alla base da uno strato di argille blu e/o nere, molto compatte, comprese tra i 140 e i 160 metri.

Stratigrafie dei pozzi

Di seguito vengono riportate l'ubicazione, le caratteristiche e le stratigrafie dei pozzi più vicini all'area in studio, facenti parte della banca dati dell'ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale).

L'andamento stratigrafico conferma la presenza di un materasso fluviale e/o fluvio-glaciale prevalentemente sabbioso da fine a grossolano, con livelli ghiaiosi fini ed intercalazioni argillose lentiformi.

I primi metri di profondità, compresi generalmente tra 2 e 12 metri, sono caratterizzati da depositi di copertura superficiale, di natura argillosa.

Dal punto di vista della permeabilità, i depositi fluviali e fluvio-glaciali sono classificabili come depositi da permeabili a semi-permeabili, per porosità, caratterizzati da un grado di permeabilità da medio a basso.

A tale classe sono stati attribuiti i depositi a granulometria prevalentemente limosa,, a cui è associata una permeabilità con coefficiente k compreso tra 10^{-5} e 10^{-6} m/sec.

Il valore della permeabilità è strettamente legato alla percentuale di matrice fine che, intasando i vuoti presenti tra gli elementi grossolani, determina una netta diminuzione della conducibilità idraulica e una notevole variabilità, sia in senso orizzontale che verticale.

La *falda freatica* rappresenta il primo elemento idrogeologico riscontrato in sito, per la quale, sulla base delle informazioni storiche recuperate e sulla base delle esperienze acquisite, è lecito attendersi un'oscillazione del livello della frangia freatica tra 4,00 metri ed oltre i 6,00 metri dal p.c..

Si segnala che lo Studio Geologico –Tecnico a corredo del Piano di Governo del Territorio del Comune di Porto Mantovano, evidenzia per l'area in esame una soggiacenza compresa tra 7,00 e 6,00 metri di profondità, con quote della superficie piezometrica comprese tra +23 m e +24 m s.l.m., con direzione del deflusso sotterraneo diretto da NNE/SSO.

STUDIO G.D.S. di De Togni D. e Gabrielli F. Studio Associato di GEOLOGIA e DIFESA del SUOLO Via La Marchesa, 3 – 41037 MIRANDOLA (MO) Tel.: 339.407.3066 – 335.577.1941 E-mail: info@studiogds.com	COMUNE DI PORTO MANTOVANO Strada Cisa n. 112 46047 – PORTO MANTOVANO	Pag. 18
--	--	---------

Titolo: Relazione geologica, sulla pericolosità sismica del sito e sulla caratterizzazione geotecnica a supporto del progetto di fattibilità tecnica ed economica per l'ampliamento delle strutture sportive alla Cà Rossa in località Bancole nel territorio comunale di Porto Mantovano.	Data: Marzo 2019
--	----------------------------

Dati generali	Ubicazione indicativa dell'area d'indagine
Codice: 154134 Regione: LOMBARDIA Provincia: MANTOVA Comune: PORTO MANTOVANO Tipologia: PERFORAZIONE Opera: POZZO PER ACQUA Profondità (m): 40,00 Quota pc slm (m): 30,50 Anno realizzazione: 2003 Numero diametri: 1 Presenza acqua: SI Portata massima (l/s): 22,000 Portata esercizio (l/s): 5,000 Numero falde: 0 Numero filtri: 1 Numero piezometrie: 1 Stratigrafia: SI Certificazione(*): SI Numero strati: 4 Longitudine WGS84 (dd): 10,801511 Latitudine WGS84 (dd): 45,202689 Longitudine WGS84 (dms): 10° 48' 05.05" E Latitudine WGS84 (dms): 45° 12' 09.09" N (*): Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia	

DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0,00	40,00	40,00	300

POSIZIONE FILTRI

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	34,00	40,00	6,00	180

MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
ago/2003	4,00	6,60	2,60	8,900

STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	1,50	1,50		SABBIA CON TERRENO VEGETALE
2	1,50	12,00	10,50		SABBIA MEDIO FINE CON LIVELLI ARGILLOSI
3	12,00	16,00	4,00		ARGILLA LIMOSABBIOSA
4	16,00	40,00	24,00		SABBIA GROSSOLANA CON GHIAIA

STUDIO G.D.S. di De Togni D. e Gabrielli F. Studio Associato di GEOLOGIA e DIFESA del SUOLO Via La Marchesa, 3 – 41037 MIRANDOLA (MO) Tel.: 339.407.3066 – 335.577.1941 E-mail: info@studioqds.com	COMUNE DI PORTO MANTOVANO Strada Cisa n. 112 46047 – PORTO MANTOVANO	Pag. 19
--	---	---------

Titolo: Relazione geologica, sulla pericolosità sismica del sito e sulla caratterizzazione geotecnica a supporto del progetto di fattibilità tecnica ed economica per l'ampliamento delle strutture sportive alla Cà Rossa in località Bancole nel territorio comunale di Porto Mantovano.	Data: Marzo 2019
--	----------------------------

Dati generali	Ubicazione indicativa dell'area d'indagine
Codice: 22142 Regione: LOMBARDIA Provincia: MANTOVA Comune: PORTO MANTOVANO Tipologia: PERFORAZIONE Opera: POZZO PER ACQUA Profondità (m): 42,00 Quota pc s.l.m. (m): 31,00 Anno realizzazione: 2004 Numero diametri: 1 Presenza acqua: SI Portata massima (l/s): 5,000 Portata esercizio (l/s): 3,500 Numero falde: 2 Numero filtri: 1 Numero piezometrie: 1 Stratigrafia: SI Certificazione(*): SI Numero strati: 6 Longitudine WGS84 (dd): 10,801944 Latitudine WGS84 (dd): 45,205103 Longitudine WGS84 (dms): 10° 48' 07.07" E Latitudine WGS84 (dms): 45° 12' 18.18" N (*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia	

DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0,00	42,00	42,00	160

FALDE ACQUIFERE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	3,00	27,00	24,00
2	27,00	42,00	15,00

POSIZIONE FILTRI

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	37,00	42,00	5,00	125

MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
mag/2004	3,40	6,25	2,85	4,000

STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	2,00	2,00		ARGILLA
2	2,00	13,00	11,00		SABBIA E GHIAIA
3	13,00	27,00	14,00		SABBIA FINE
4	27,00	30,00	3,00		ARGILLA
5	30,00	35,00	5,00		SABBIA FINE
6	35,00	42,00	7,00		SABBIA GROSSA

STUDIO G.D.S. di De Togni D. e Gabrielli F. Studio Associato di GEOLOGIA e DIFESA del SUOLO Via La Marchesa, 3 – 41037 MIRANDOLA (MO) Tel.: 339.407.3066 – 335.577.1941 E-mail: info@studioqds.com	COMUNE DI PORTO MANTOVANO Strada Cisa n. 112 46047 – PORTO MANTOVANO	Pag. 20
--	---	---------

Titolo: Relazione geologica, sulla pericolosità sismica del sito e sulla caratterizzazione geotecnica a supporto del progetto di fattibilità tecnica ed economica per l'ampliamento delle strutture sportive alla Cà Rossa in località Bancole nel territorio comunale di Porto Mantovano.	Data: Marzo 2019
--	----------------------------

Dati generali	Ubicazione indicativa dell'area d'indagine
Codice: 154197 Regione: LOMBARDIA Provincia: MANTOVA Comune: PORTO MANTOVANO Tipologia: PERFORAZIONE Opera: POZZO PER ACQUA Profondità (m): 41,00 Quota pc slm (m): 29,50 Anno realizzazione: 2004 Numero diametri: 2 Presenza acqua: SI Portata massima (l/s): 5,000 Portata esercizio (l/s): 3,500 Numero falde: 1 Numero filtri: 1 Numero piezometrie: 1 Stratigrafia: SI Certificazione(*): SI Numero strati: 3 Longitudine WGS84 (dd): 10,798169 Latitudine WGS84 (dd): 45,202131 Longitudine WGS84 (dms): 10° 47' 53.53" E Latitudine WGS84 (dms): 45° 12' 07.07" N (*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia	

DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0,00	41,00	41,00	160

FALDE ACQUIFERE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	18,00	41,00	23,00

POSIZIONE FILTRI

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	36,00	41,00	5,00	125

MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
mar/2004	4,90	8,12	3,22	3,000

STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	18,00	18,00		ARGILLA
2	18,00	33,00	15,00		SABBIA FINE
3	33,00	41,00	8,00		SABBIA GROSSOLANA

STUDIO G.D.S. di De Togni D. e Gabrielli F. Studio Associato di GEOLOGIA e DIFESA del SUOLO Via La Marchesa, 3 – 41037 MIRANDOLA (MO) Tel.: 339.407.3066 – 335.577.1941 E-mail: info@studioqds.com	COMUNE DI PORTO MANTOVANO Strada Cisa n. 112 46047 – PORTO MANTOVANO	Pag. 21
--	---	---------

<i>Titolo:</i>	<i>Data:</i>
<i>Relazione geologica, sulla pericolosità sismica del sito e sulla caratterizzazione geotecnica a supporto del progetto di fattibilità tecnica ed economica per l'ampliamento delle strutture sportive alla Cà Rossa in località Bancole nel territorio comunale di Porto Mantovano.</i>	<i>Marzo 2019</i>

7. DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO

Nella presente sezione verrà trattata la sismicità storica locale, le faglie capaci e le sorgenti sismogenetiche, la zonazione sismica nazionale, la pericolosità sismica di riferimento.

Sismicità storica

In regione Lombardia le condizioni geologiche non sono così critiche come in molte altre regioni italiane tant'è che in generale il livello di pericolosità sismica è basso o molto basso con la sola eccezione dell'area del Lago di Garda, dell'Oltrepo Pavese e dell'Oltrepo Mantovano, al confine con la provincia modenese.

La sismicità maggiore sembra concentrarsi nella fascia prealpina orientale, dove i cataloghi dei terremoti collocano tra l'altro i sismi del 1117 e del 1222.

Un discreto livello di sismicità è presente nelle zone dell'Oltrepò, mentre una modesta attività è presente in Alta Valtellina e nel Mantovano. Ulteriori zone sismiche sono individuabili in Emilia, nel Veronese e in Engadina. Gli epicentri dei terremoti storici per il settore Lombardo sono prevalentemente concentrati in una fascia allungata in direzione E-W lungo il margine pedemontano, in corrispondenza dell'asse Bergamo-Brescia-Lago di Garda. Gli eventi storici più importanti sono il terremoto del 1222 con area epicentrale nel bresciano e magnitudo (MS) stimata pari a 5.9, il terremoto di Salò del 1901 (MS=5.5) il terremoto localizzati nel bergamasco (1661, MS=5.2) e a Soncino (1802, MS=5.5).

La parte più meridionale della regione risente della sismicità di origine appenninica, comprensiva dell'area dell'Oltrepo pavese, definita come una zona di transfer, contiene eventi storici con magnitudo massima stimata pari a MS=5.5 (Terremoto della Valle Scrivia, 1541) e dell'Oltrepo Mantovano, definita come una zona di compressione, la quale costituisce la continuazione sepolta delle strutture appenniniche nell'antistante area di pianura, con magnitudo massima stimata pari MS= 6,14 (terremoto dell'Emilia del Maggio 2012).

Nella figura seguente è riportata la distribuzione dei terremoti di cui si ha una testimonianza storica distinti per classi di magnitudo di durata MD. Gli eventi con MD > 4.5, i cui epicentri ricadono nel territorio regionale o in prossimità di esso, sono:

Data	Località	Magnitudo
05.01.1892	Garda Occidentale	5.02
09.08.1892	Valle d'Alpone	4.91
30.10.1901	Salò	5.70
25.04.1907	Veronese	4.91
24.11.2004	Salò	5.20
29.05.2012	Basso Modenese	5.90

Titolo: Relazione geologica, sulla pericolosità sismica del sito e sulla caratterizzazione geotecnica a supporto del progetto di fattibilità tecnica ed economica per l'ampliamento delle strutture sportive alla Cà Rossa in località Bancole nel territorio comunale di Porto Mantovano.	Data: Marzo 2019
--	----------------------------

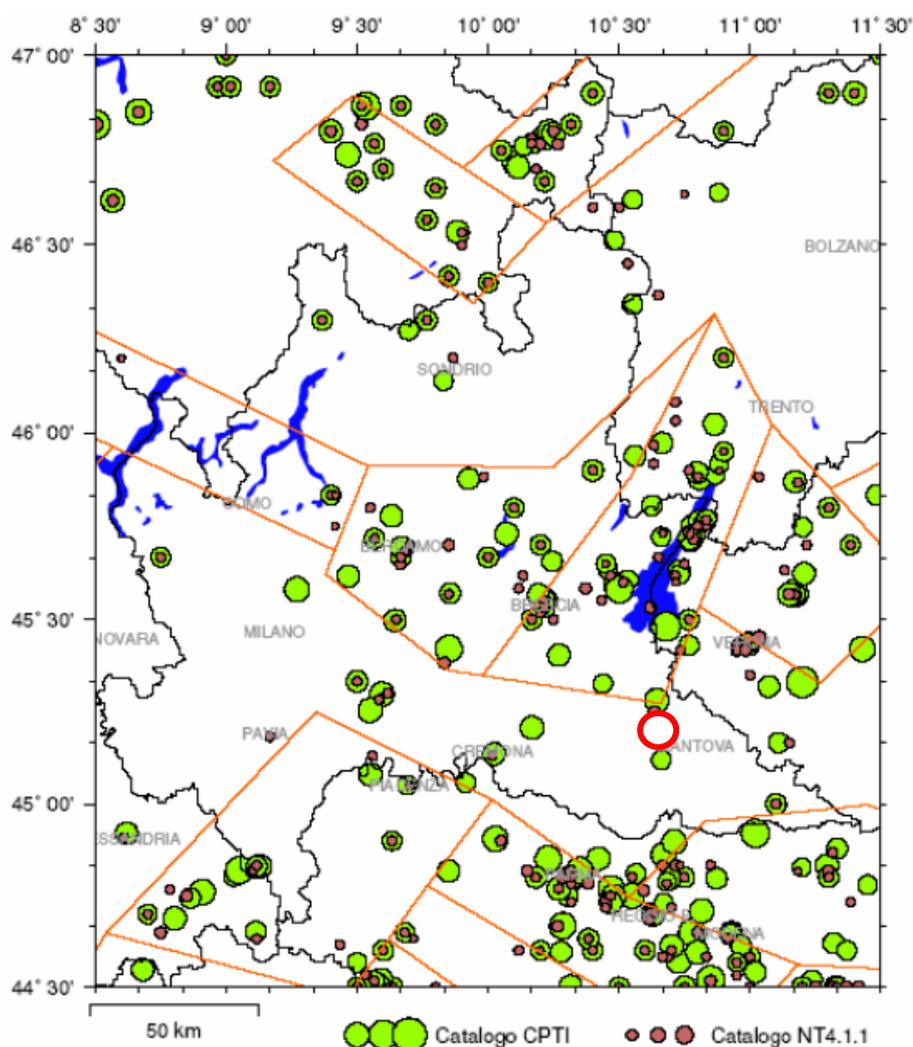


FIGURA 10 – CARTA DELLA DISTRIBUZIONE DEI TERREMOTI IN LOMBARDIA

La ricostruzione storica degli eventi sismici che hanno caratterizzato il territorio comunale di Porto Mantovano è stata fatta utilizzando il Database Macrosismico Italiano DBMI11 dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (a cura di M. Locati, R. Camassi e M. Stucchi, 2011): rispetto al precedente DBMI04 raccomandato nelle Linee Guida della Regione Lombardia per la realizzazione dello studio della compatibilità sismica, il DBMI11 ne rappresenta l'integrazione e l'aggiornamento, per cui è stato consultato per estrarre le seguenti informazioni.

Nello specifico, il comune di Porto Mantovano appare settantatre volte nel Database Macrosismico DBMI11. Nella tabella seguente sono stati elencati i vari eventi registrati, con indicati, oltre all'intensità in scala MCS al sito in esame (I), la data (anno, mese, giorno, ora, minuto) in cui si è verificato l'evento Ax, l'intensità massima epicentrale in scala MCS (Io) e la magnitudo momento (Mw).

STUDIO G.D.S. di De Togni D. e Gabrielli F. Studio Associato di GEOLOGIA e DIFESA del SUOLO Via La Marchesa, 3 – 41037 MIRANDOLA (MO) Tel.: 339.407.3066 – 335.577.1941 E-mail: info@studiogds.com	COMUNE DI PORTO MANTOVANO Strada Cisa n. 112 46047 – PORTO MANTOVANO	Pag. 23
--	--	---------

Titolo:	Data:
Relazione geologica, sulla pericolosità sismica del sito e sulla caratterizzazione geotecnica a supporto del progetto di fattibilità tecnica ed economica per l'ampliamento delle strutture sportive alla Cà Rossa in località Bancole nel territorio comunale di Porto Mantovano.	Marzo 2019

Numero di eventi: 73

Effetti	In occasione del terremoto del:								
Is	Anno	Me	Gi	Or	Mi	Area epicentrale	Np	Ix	Mw
F	1117	01	03	13		Veronese	85	9	6.49
5	1222	12	25	11		Basso bresciano	40	9	6.05
NR	1234	03	20			FERRARA	5	7	5.17
NR	1323	02	25	19		Bologna	5	6-7	4.63
4-5	1348	01	25			CARNIA	46	9-10	6.66
NR	1438	06	11	20		Parmense	12	8	5.62
4	1455	12	20	20	45	Media valle del Reno	7	7-8	5.18
NR	1474	03	11	20	30	MODENA	12	6	4.89
NR	1501	06	05	10		Appennino modenese	19	9	5.85
F	1505	01	03	02		Bologna	31	7	5.47
6	1511	03	26	14	40	Slovenia	66	10	6.51
5	1570	11	17	19	10	Ferrara	60	8	5.48
6-7	1693	07	06	09	15	GOITO	13	7	5.27
5	1695	02	25	05	30	Asolano	82	10	6.61
3	1738	11	05	00	30	PARMA	10	7	5.40
5-6	1741	04	24	09	20	FABRIANESE	135	9	6.08
3-4	1743	02	20	16	30	Basso Ionio	77	9	6.90
3	1786	12	25	01		Riminese	91	8	5.67
6	1796	10	22	04		Emilia orientale	26	7	5.63
3	1799	05	29	19		CASTENEDOLO	12	6-7	5.06
4-5	1802	05	12	09	30	Valle dell'Oglio	66	8-9	5.67
4	1806	02	12			NOVELLARA	28	7	5.26
6	1810	12	25	00	45	NOVELLARA	33	7	5.28
5-6	1818	12	09	18	52	LANGHIRANO	27	7-8	5.57
3	1826	06	24	12	15	SALO'	19	D	4.74
3-4	1828	10	09	02	20	Valle dello Staffora	105	8	5.67
F	1831	09	11	18	15	Reggiano	24	7-8	5.48
4-5	1832	03	13	03	30	Reggiano	93	7-8	5.59
3	1834	02	14	13	15	ALTA LUNIGIANA	101	8-9	5.64
3-4	1836	06	12	02	30	BASSANO	26	8	5.48
3	1851	08	03			GIUDICARIE	15	6	4.96
F	1855	07	25	12		Vallese	52	8-9	5.81
F	1857	02	01			PARMENSE	22	6-7	5.26
3	1859	01	20	07	55	COLLALTO	36	7	4.97
2-3	1864	03	15			ZOCCA	13	6-7	5.03
F	1868	05	22	21		ROVERETO	8	5-6	4.63
3	1873	03	12	20	04	Marche meridionali	196	9	5.88

Titolo:	Data:
Relazione geologica, sulla pericolosità sismica del sito e sulla caratterizzazione geotecnica a supporto del progetto di fattibilità tecnica ed economica per l'ampliamento delle strutture sportive alla Cà Rossa in località Bancole nel territorio comunale di Porto Mantovano.	Marzo 2019

4-5	1873 06 29 03 58	Bellunese	199	9-10	6.33
4-5	1873 09 17	LIGURIA ORIENTALE	68	6-7	5.52
4	1875 03 17 23 51	Romagna sud-orient.	143	8	5.74
F	1881 01 24 16 04	Bolognese	30	7	5.14
NF	1884 09 12	PONTOGLIO	24	6	4.83
RS	1885 02 26 20 48	SCANDIANO	78	6	5.22
3	1887 02 23 05 21	Liguria occidentale	1515	10	6.29
F	1889 03 08 02 47	BOLOGNA	32	6	4.83
4-5	1891 06 07 01 06	Valle d'Illasi	403	9	5.71
F	1894 11 27	FRANCIACORTA	168	6-7	4.95
3-4	1895 04 14 22 17	Slovenia	296	8	6.25
3	1898 03 04	CALESTANO	260	7	5.07
3-4	1900 03 04 16 55	VALDOBBIADENE	98	6-7	5.22
6	1901 10 30 14 49	Salo'	191	8	5.67
5	1907 04 25 04 52	BOVOLONE	136	6	4.94
5	1909 01 13 00 45	BASSA PADANA	799	6-7	5.53
NF	1911 02 19 07 18	Romagna meridionale	185	7	5.38
5	1914 10 27 09 22	GARFAGNANA	618	7	5.79
4	1916 05 17 12 50	Alto Adriatico	130	8	5.85
3	1918 07 19 19 03	SALO'	8	4	4.58
3	1919 06 29 15 06	Mugello	267	9	6.18
5	1920 09 07 05 55	Garfagnana	638	10	6.48
4	1926 01 01 18 04	Slovenia	63	7-8	5.71
4	1929 04 20 01 09	Bolognese	628	8	5.55
3	1935 06 05 11 48	FAENTINO	27	6	5.34
2	1936 10 18 03 10	BOSCO CANSIGLIO	267	9	5.90
5-6	1951 05 15 22 54	LODIGIANO	126	6	5.24
3-4	1967 12 30 04 19	BASSA PADANA	40	6	5.36
3	1971 07 15 01 33	Parmense	228	8	5.61
4	1972 10 25 21 56	PASSO CISA	198	5	4.95
4-5	1976 05 06 20	FRIULI	770	9-10	6.43
4	1983 11 09 16 29	Parmense	835	7	5.10
NF	1984 04 29 05 02	GUBBIO/VALFABBRICA	709	7	5.68
NF	1986 12 06 17 07	BONDENO	604	6	4.56
4	1987 05 02 20 43	REGGIANO	802	6	5.05
4-5	1996 10 15 09 55	CORREGGIO	135	7	5.44

Titolo: Relazione geologica, sulla pericolosità sismica del sito e sulla caratterizzazione geotecnica a supporto del progetto di fattibilità tecnica ed economica per l'ampliamento delle strutture sportive alla Cà Rossa in località Bancole nel territorio comunale di Porto Mantovano.	Data: Marzo 2019
--	----------------------------

Faglie capaci e sorgenti sismogenetiche

Per quanto riguarda il tema delle faglie capaci (faglie che si sono rotte almeno una volta negli ultimi 40.000 anni, raggiungendo la superficie e producendo una rottura del terreno) e l'inquadramento delle sorgenti sismogenetiche più prossime all'area di Mantova, si è fatto riferimento agli studi condotti dagli esperti scientifici e riportate nei cataloghi ITHACA e DISS 3.1.1.

Le sorgenti sismogenetiche rappresentano le zone che sono state riconosciute come origine dei terremoti grazie allo studio della sismicità storica e delle indagini geologiche. ITHACA è un database creato per la raccolta e la consultazione di tutte le informazioni disponibili sulle strutture tettoniche attive in Italia, con particolare attenzione ai processi tettonici che potrebbero generare rischi naturali.

Il progetto si occupa in modo particolare delle faglie capaci, definite come faglie che potenzialmente possono creare deformazione in superficie: dalla sua consultazione è stato possibile individuare una serie di faglie, ubicabili indicativamente come nella figura sotto riportata (immagine estratta dal sito dell'ISPRA).



La figura appena riportata evidenzia, altresì, che nel territorio indagato sono presenti due faglie attive; nelle tabelle sottostanti, sono riportate le informazioni desunte dalle schede specifiche ITHACA per tali lineamenti.

La stessa figura evidenzia come la distanza tra il sito indagato e le tre faglie capaci individuate per il territorio comunale di Porto Mantovano sia compresa tra 5,00 e 10,00 km dalle strutture di Mantova Lakes (cod. 76000 – Mw 6,2), di Mantova System (cod. 90002 – 90001 – 90000, Mw 6,5).

STUDIO G.D.S. di De Togni D. e Gabrielli F. Studio Associato di GEOLOGIA e DIFESA del SUOLO Via La Marchesa, 3 – 41037 MIRANDOLA (MO) Tel.: 339.407.3066 – 335.577.1941 E-mail: info@studioqds.com	COMUNE DI PORTO MANTOVANO Strada Cisa n. 112 46047 – PORTO MANTOVANO	Pag. 26
--	--	---------

<i>Titolo:</i> Relazione geologica, sulla pericolosità sismica del sito e sulla caratterizzazione geotecnica a supporto del progetto di fattibilità tecnica ed economica per l'ampliamento delle strutture sportive alla Cà Rossa in località Bancole nel territorio comunale di Porto Mantovano.	<i>Data:</i> Marzo 2019
--	----------------------------

La mappa dell'INGV riportata di seguito, denominata DISS 3.1.1. (*Database of Individual Seismogenic Sources – DISS Version 3*), mostra tre tipologie di sorgenti sismogenetiche:

- **Sorgenti individuali (IS):** per le quali viene proposta una rappresentazione tridimensionale semplificata del piano di faglia. Questo tipo di sorgente esibisce caratteristiche definite di estensione, movimento e massima magnitudo attesa.
- **Sorgenti composite (CS):** sono regioni estese contenenti un numero non specificato di sorgenti minori allineate che non è ancora conosciuto singolarmente. Le sorgenti composite non sono associate a uno specifico gruppo di terremoti storici.
- **Sorgenti dibattute (DS):** sono zone proposte in letteratura come potenziali sorgenti, ma considerate ancora non sufficientemente attendibili per entrare nel database.

La mappa del DISS posiziona il Comune di Porto Mantovano (MN) a circa 1 km a Sud-Ovest rispetto alla Sorgente composita ITCS076 “Adige Plan” e la Sorgente Individuale ITIS140 “Veronese” entrambe di origine alpina; ed a circa 35 km a nordovest rispetto alla ITCS050 “Poggio Rusco Migliarino” e ITCS051 “Carpi Poggio Renatico” entrambe di origine appenninica.

In merito alle sorgenti sismogenetiche responsabili degli eventi sismici del Maggio 2012, quelle individuali allineate contengono un numero imprecisato di sorgenti sismogenetiche individuali allineate non individuali singolarmente.

Alla più meridionale (ITCS051) è attribuita la magnitudo massima della sorgente individuale associata (ITIS107), cioè 5,7; alla più settentrionale (ITCS050) è invece attribuita una magnitudo massima di 5,5 sulla base del più forte terremoto registrato nella regione.

Gli studi in corso sulla sequenza sismica emiliana del Maggio 2012, associano, anche sulla base di dati SAR, la scossa del 29 Maggio 2012 alla sorgente individuale ITIS107, che, se pur identificata solo su base geologica, pare corrispondere molto bene, in termini di magnitudo potenziale e altri parametri associati, a quanto osservato strumentalmente.

La scossa del 20 Maggio pare invece da associare alla porzione più profonda della sorgente composita ITCS050. Secondo la zonazione sismogenetica del territorio italiano – ZS9, prodotta dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) nel 2004, che rappresenta il riferimento per le valutazioni di pericolosità sismica nel territorio nazionale, l'area in esame ricade entro la Zona 912, caratterizzata da un valore di M_w pari a 6,14.

STUDIO G.D.S. di De Togni D. e Gabrielli F. Studio Associato di GEOLOGIA e DIFESA del SUOLO Via La Marchesa, 3 – 41037 MIRANDOLA (MO) Tel.: 339.407.3066 – 335.577.1941 E-mail: info@studiogds.com	COMUNE DI PORTO MANTOVANO Strada Cisa n. 112 46047 – PORTO MANTOVANO	Pag. 27
--	--	---------

Titolo: Relazione geologica, sulla pericolosità sismica del sito e sulla caratterizzazione geotecnica a supporto del progetto di fattibilità tecnica ed economica per l'ampliamento delle strutture sportive alla Cà Rossa in località Bancole nel territorio comunale di Porto Mantovano.	Data: Marzo 2019
--	----------------------------



Zonazione Sismica Nazionale

In seguito all’emanazione dell’O.P.C.M. 20/03/2003, n°3274, in cui si manifestava l’esigenza di una mappa di pericolosità sismica di riferimento per l’individuazione delle zone sismiche sul territorio nazionale, è stato redatto a cura dell’INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia) un documento denominato “Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall’O.P.C.M. 20/03/2003, n°3274.

Rapporto conclusivo per il Dipartimento della Protezione Civile” (INGV, Milano-Roma, aprile 2004, 65 pp. + 5 appendici), che rappresenta il punto di riferimento per le valutazioni di pericolosità sismica su tutto il territorio nazionale (figura a lato). All’interno della ricerca eseguita per tale redazione, è stata elaborata una nuova zonazione sismogenetica, denominata ZS9 che divide tutto il territorio italiano in 36 zone.

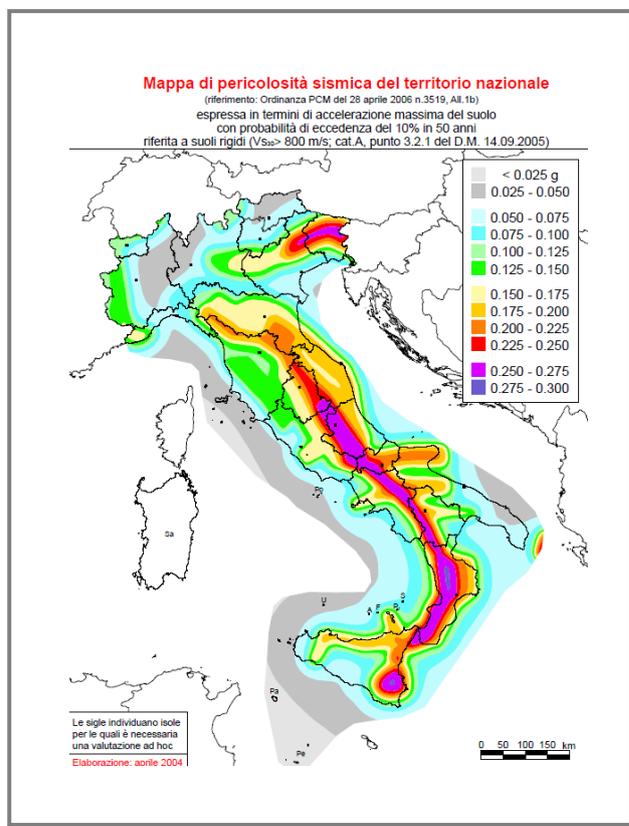
Tale zonazione è stata condotta tramite l’analisi cinematica degli elementi geologici (cenozoici e quaternari) coinvolti nella dinamica delle strutture litosferiche profonde e della crosta superficiale; essa, pur basandosi ampiamente sull’impianto generale e sul *background* informativo della precedente zonazione S4 (Scandone e Stucchi, 1996), rappresenta un suo sostanziale ripensamento, alla luce delle evidenze di tettonica attiva, delle valutazioni sul potenziale sismogenetico acquisite nei primi anni del decennio (con i fondamentali contributi del *Database of Individual Seismogenic Sources* (DISS), che, combinando dati geologici, storici e strumentali, censisce le sorgenti in grado di produrre terremoti di magnitudo 5.5 e superiore) e del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (all’epoca della redazione della mappa CPTI2, ora arrivato alla versione

STUDIO G.D.S. di De Togni D. e Gabrielli F. Studio Associato di GEOLOGIA e DIFESA del SUOLO Via La Marchesa, 3 – 41037 MIRANDOLA (MO) Tel.: 339.407.3066 – 335.577.1941 E-mail: info@studiogds.com	COMUNE DI PORTO MANTOVANO Strada Cisa n. 112 46047 – PORTO MANTOVANO	Pag. 28
--	--	---------

Titolo: Relazione geologica, sulla pericolosità sismica del sito e sulla caratterizzazione geotecnica a supporto del progetto di fattibilità tecnica ed economica per l'ampliamento delle strutture sportive alla Cà Rossa in località Bancole nel territorio comunale di Porto Mantovano.	Data: Marzo 2019
--	----------------------------

CPTI11). Il confronto tra le informazioni che hanno condotto alla costruzione del modello geodinamico e la sismicità osservata ha permesso di costruire la Carta delle Zone Sismogenetiche del territorio nazionale.

Ogni zonizzazione sismogenetica è caratterizzata da un definito modello cinematico il quale sfrutta una serie di relazioni di attenuazione stimate sulla base di misurazioni accelerometriche effettuate sia sul territorio nazionale che europeo. Secondo la zonazione sismogenetica ZS9 (Meletti e Valensise, 2004), nelle vicinanze della porzione della Regione Lombardia in studio, ricadono le Zone Sismogenetiche n° 906 “Garda–Veronese” e n° 907 “Bergamasco”, che interessano rispettivamente la fascia pedemontana che da Bassano prosegue fino al lago di Garda, con una sismicità medio-bassa e magnitudo M_w intorno a 6.2, e la parte più bassa delle province di Bergamo e Brescia, caratterizzata da una sismicità di energia normalmente medio-bassa con la sola eccezione del terremoto di Soncino (1802), a cui viene assegnata una magnitudo M_w intorno a 5.9.



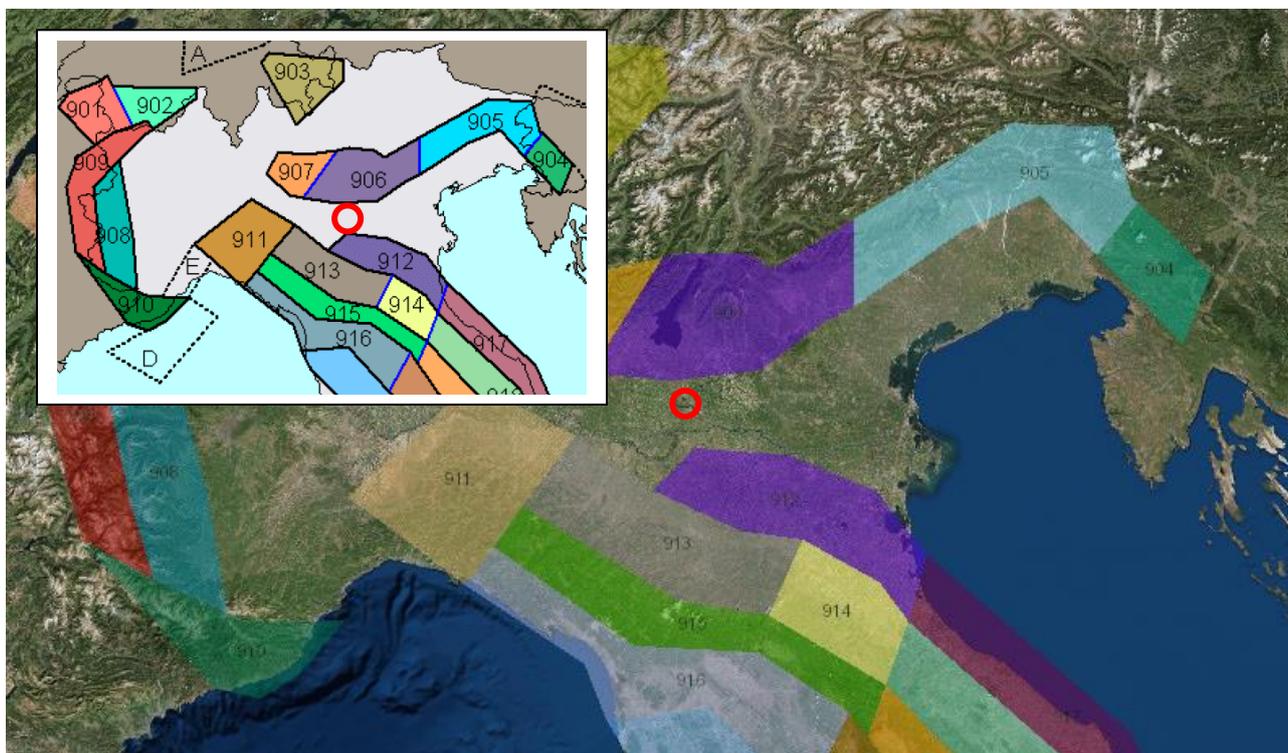
Il meccanismo di fagliazione responsabile dei terremoti che si sono verificati in entrambe le zone è di tipo faglia inversa, con una profondità ipocentrale media stimata di 8 km. Entrambe le zone sono legate all'interazione Adria–Europa ma presentano una sismicità differente. Secondo la zonazione sismogenetica ZS9 (Meletti e Valensise, 2004), nelle vicinanze della porzione della Regione Lombardia in studio, ricadono le Zone Sismogenetiche n° 906 “Garda–Veronese” e n° 907 “Bergamasco”, che interessano rispettivamente la fascia pedemontana che da Bassano prosegue fino al lago di Garda, con una sismicità medio-bassa e magnitudo M_w intorno a 6.2, e la parte più bassa delle province di Bergamo e Brescia, caratterizzata da una sismicità di energia normalmente medio-bassa con la sola eccezione del terremoto di Soncino (1802), a cui viene assegnata una magnitudo M_w intorno a 5.9 e la Zona n° 912 denominata “Pieghe emiliane e Dorsale Ferrarese”, la quale costituisce la continuazione sepolta delle strutture appenniniche nell'antistante area di pianura. Dal catalogo dei terremoti, si osserva che gli epicentri degli eventi storici selezionati per l'area in esame, ricadono in undici casi (su venticinque terremoti di riferimento) nella zona sismogenetica ZS 912, suddivisi tra il margine appenninico-padano, con Magnitudo M compresa tra 5,5 e 6 della scala Richter e l'arco della dorsale ferrarese, caratterizzato da sismicità frequente ma generalmente di minore energia (Magnitudo < 5,5).

STUDIO G.D.S. di De Togni D. e Gabrielli F. Studio Associato di GEOLOGIA e DIFESA del SUOLO Via La Marchesa, 3 – 41037 MIRANDOLA (MO) Tel.: 339.407.3066 – 335.577.1941 E-mail: info@studiogds.com	COMUNE DI PORTO MANTOVANO Strada Cisa n. 112 46047 – PORTO MANTOVANO	Pag. 29
--	--	---------

Titolo: Relazione geologica, sulla pericolosità sismica del sito e sulla caratterizzazione geotecnica a supporto del progetto di fattibilità tecnica ed economica per l'ampliamento delle strutture sportive alla Cà Rossa in località Bancole nel territorio comunale di Porto Mantovano.	Data: Marzo 2019
--	----------------------------

Pericolosità sismica di riferimento

La distribuzione e la caratterizzazione delle zone sismogenetiche finora riconosciute e descritte in precedenza è stata tradotta in una Carta di Pericolosità Sismica, valida su tutto il territorio nazionale ed entrata in vigore con l'O.P.C.M. n°3519 del 28/04/2006.



Nella Carta, della quale la figura seguente rappresenta l'estratto per il comune di Porto Mantovano, sono riportati i valori di accelerazione orizzontale massima al suolo ag con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferiti a suoli rigidi sub-pianeggianti di categoria A. Pertanto, secondo l'O.P.C.M. n°3519 del 28/04/2006, e considerata nell'emanazione del D.M.14/01/2008, il territorio oggetto dello studio è inseribile interamente nella fascia distinta da un valore di accelerazione sismica orizzontale ag riferito a suoli rigidi sub-pianeggianti caratterizzati da Vs, 30 > 800 m/s compreso tra 0,075g e 0,125g (valori riferiti ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni – mappa 50° percentile), ovvero in Zona 3, come classifica la tabella riportata sotto, estratta dall'O.P.C.M. n°3519 stessa.

Infine, si riporta il calcolo della disaggregazione della pericolosità, basato sulla disaggregazione della magnitudo (Finn e Wightman, 2007): questa ha lo scopo di individuare il maggior contributo alla pericolosità del sito in termini di magnitudo-distanza di un evento. I grafici riportati sotto sono stati desunti dalle Mappe Interattive di Pericolosità Sismica dell'INGV e sono relativi al punto della griglia definito nella figura precedente (Carta di Pericolosità Sismica dell'INGV).

STUDIO G.D.S. di De Togni D. e Gabrielli F. Studio Associato di GEOLOGIA e DIFESA del SUOLO Via La Marchesa, 3 – 41037 MIRANDOLA (MO) Tel.: 339.407.3066 – 335.577.1941 E-mail: info@studioqds.com	COMUNE DI PORTO MANTOVANO Strada Cisa n. 112 46047 – PORTO MANTOVANO	Pag. 30
--	--	---------

Titolo: Relazione geologica, sulla pericolosità sismica del sito e sulla caratterizzazione geotecnica a supporto del progetto di fattibilità tecnica ed economica per l'ampliamento delle strutture sportive alla Cà Rossa in località Bancole nel territorio comunale di Porto Mantovano.	Data: Marzo 2019
--	----------------------------

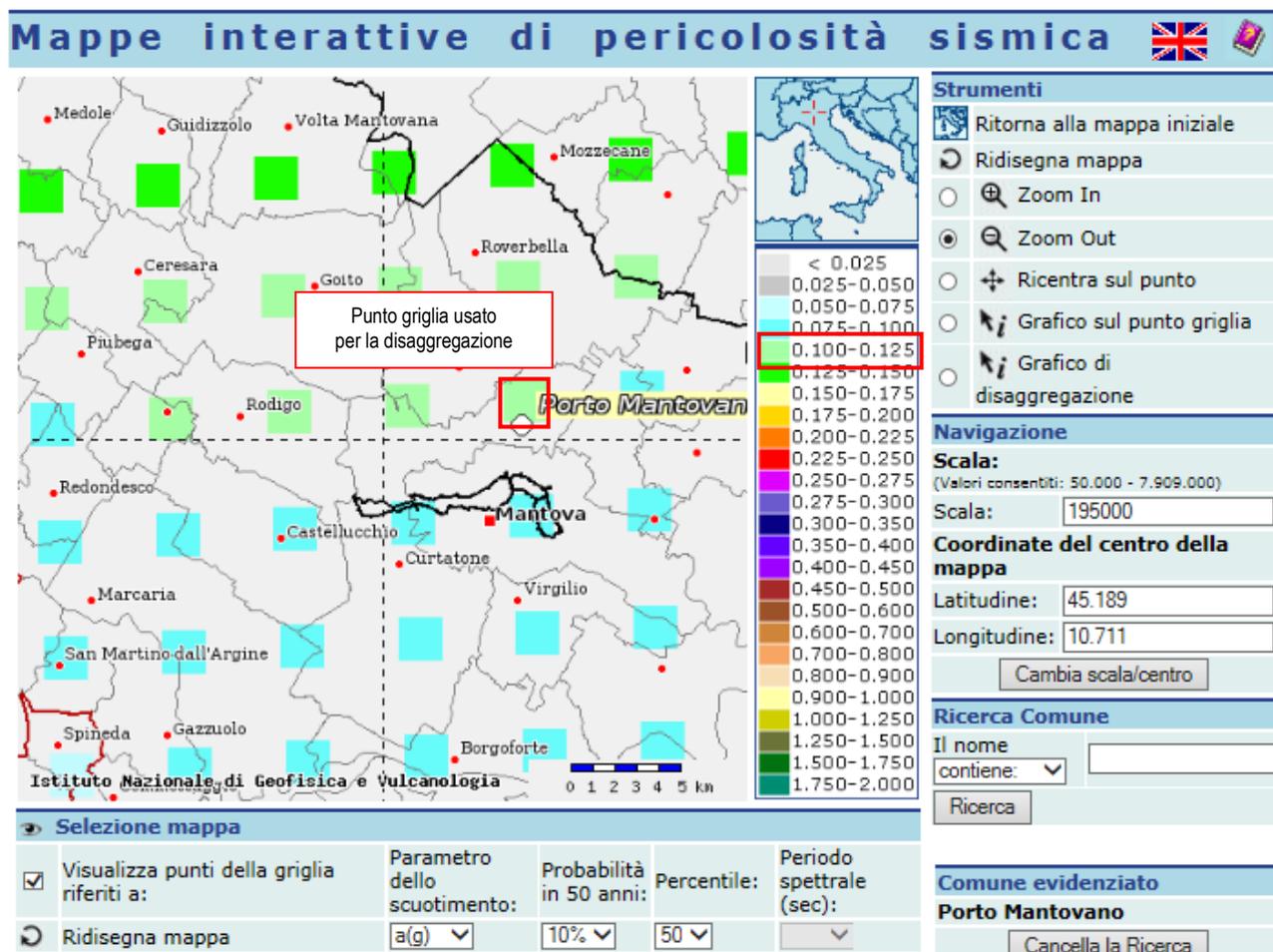


FIGURA 10 – MAPPA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA - Fonte INGV – <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>

La disaggregazione consente di definire il contributo alla pericolosità di un sito di diverse sorgenti sismogenetiche a distanza D capaci di generare terremoti di magnitudo M . Espresso in altri termini il processo di disaggregazione in M - D fornisce il terremoto che domina lo scenario di pericolosità (terremoto di scenario), inteso come l'evento di magnitudo M a distanza D dal sito oggetto di studio che contribuisce maggiormente alla pericolosità sismica del sito stesso. I grafici riportati sotto sono stati desunti dalle Mappe Interattive di Pericolosità Sismica dell'INGV e sono relativi al punto della griglia definito nella figura precedente (Carta di Pericolosità Sismica dell'INGV).

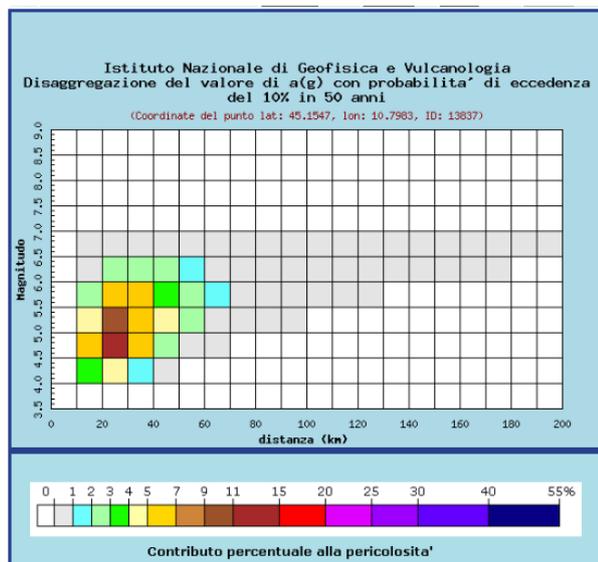
In genere, **poiché trattasi di Magnitudo locale media M_L** e non di **Magnitudo momento M_w** si può utilizzare la magnitudo M_L che comprenda tuttavia **una percentuale $\geq 90\%$ dei contributi (v. tabella Magnitudo-Distanza)**; pertanto, si assume Magnitudo momento M_w pari a 6,20.

Si fa comunque presente che, come tutte le zone sismogenetiche del territorio italiano, anche quella contrassegnata al n°906 e precedentemente descritta viene considerata omogenea ai fini della probabilità di accadimento degli eventi sismici, ovvero si ritiene che tutti i punti in essa contenuti abbiano la stessa

STUDIO G.D.S. di De Togni D. e Gabrielli F. Studio Associato di GEOLOGIA e DIFESA del SUOLO Via La Marchesa, 3 – 41037 MIRANDOLA (MO) Tel.: 339.407.3066 – 335.577.1941 E-mail: info@studiogds.com	COMUNE DI PORTO MANTOVANO Strada Cisa n. 112 46047 – PORTO MANTOVANO	Pag. 31
--	--	---------

Titolo: Relazione geologica, sulla pericolosità sismica del sito e sulla caratterizzazione geotecnica a supporto del progetto di fattibilità tecnica ed economica per l'ampliamento delle strutture sportive alla Cà Rossa in località Bancole nel territorio comunale di Porto Mantovano.	Data: Marzo 2019
--	----------------------------

probabilità di essere sede di eventi sismici e, in rapporto agli epicentri noti, non esisterebbe quindi l'effetto distanza. Secondo il paragrafo 2.8 degli Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica, per alcune tipologie di verifiche si potrebbe assumere come valore di magnitudo attesa quella massima della zona sismogenetica di appartenenza, che per le vicine zone n°912 "Pieghe emiliane e Dorsale Ferrarese" e n°906 "Garda-Veronese" risulta prossimo rispettivamente a $M_{wmax} = 6,00$ e $M_{wmax} = 6,60$.



Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 45.1547, lon: 10.7983, ID: 13837)										
	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	3.370	6.740	4.080	2.000	0.823	0.086	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	4.690	11.500	9.020	5.620	2.460	0.272	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	1.920	6.550	6.960	5.550	2.540	0.296	0.000	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.260	2.580	4.020	3.970	2.050	0.261	0.000	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.576	2.180	2.530	1.310	0.185	0.000	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.038	0.853	1.350	0.662	0.101	0.000	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.236	0.709	0.396	0.066	0.000	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.031	0.263	0.155	0.027	0.000	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.001	0.083	0.095	0.021	0.000	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.031	0.105	0.031	0.000	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.013	0.096	0.034	0.000	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.027	0.000	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.040	0.017	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.020	0.011	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.009	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.250	33.300	1.440

In genere, poiché trattasi di Magnitudo locale media M_I e non di Magnitudo momento M_w si può utilizzare la magnitudo M_I che comprenda tuttavia una percentuale $\geq 90\%$ dei contributi (v. tabella Magnitudo-Distanza); pertanto, si assume Magnitudo momento M_w pari a 6,00.

Possibili fenomeni di instabilità

E' noto che, anche in un contesto morfologico di pianura quale quello in esame, fatte salve le caratteristiche stratigrafiche che comportano un'amplificazione del moto sismico in superficie, possono essere presenti depositi in grado di favorire fenomeni di instabilità dei terreni.

Più specificatamente, va valutato se sussistano condizioni predisponenti alla liquefazione (sabbie fini e medie ben classate nei primi 20 m di profondità con tetto della falda acquifera nei primi 15 m dalla superficie) o terreni con proprietà meccaniche scadenti e quindi, in caso di forti scosse, soggetti a cedimenti.

Il rischio che il territorio in esame possa essere, almeno in parte, soggetto a tali effetti locali è stato evidenziato anche dagli studi di microzonazione sismica di primo livello condotti nell'ambito del Piano di

STUDIO G.D.S. di De Togni D. e Gabrielli F. Studio Associato di GEOLOGIA e DIFESA del SUOLO Via La Marchesa, 3 – 41037 MIRANDOLA (MO) Tel.: 339.407.3066 – 335.577.1941 E-mail: info@studioqds.com	COMUNE DI PORTO MANTOVANO Strada Cisa n. 112 46047 – PORTO MANTOVANO	Pag. 32
--	--	---------

Titolo: Relazione geologica, sulla pericolosità sismica del sito e sulla caratterizzazione geotecnica a supporto del progetto di fattibilità tecnica ed economica per l'ampliamento delle strutture sportive alla Cà Rossa in località Bancole nel territorio comunale di Porto Mantovano.	Data: Marzo 2019
--	----------------------------

Governo del Territorio. Fatta questa doverosa premessa, va anche sottolineato che tutte le indagini esaminate in questa fase, eseguite dallo scrivente nell'area adiacenti, non hanno mai evidenziato la presenza di terreni granulari fini sciolti o poco addensati sotto falda, né terreni coesivi particolarmente privi di consistenza.

Ne consegue che il rischio di liquefazione e cedimenti, nell'ambito in esame, può essere considerato basso, salvo la necessità di verificare che anche le indagini, di maggior dettaglio, da eseguire a supporto della progettazione definitiva ed esecutiva, confermino l'attuale stato delle conoscenze.

Definizione dell'azione sismica

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi.

In assenza di tali analisi, per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento ad un approccio semplificato che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di fondazione. di riferimento e sulle condizioni topografiche.

Definizione delle V_{s30} e della "categoria di sottosuolo"

I valori delle onde di taglio VS nel sottosuolo, in corrispondenza degli interventi in esame, sono stati desunti dalla prova MASW effettuata nell'ambito del progetto di ampliamento di fabbricato sito in Porto Mantovano.

Profondità (bottom layer) [m]	Spessore sismostrati [m]	Vs [m/s]	Interpretazione stratigrafica
1.60	1.60	113	Copertura soffice
5.20	3.60	200	Copertura mediamente rigida
8.40	3.20	155	Copertura soffice
15.90	7.50	235	Copertura soffice
25.30	9.40	260	Copertura mediamente rigida
32.90	7.60	295	Copertura mediamente rigida
>32.90	inf.	330	Copertura mediamente rigida

Questa ha consentito di determinare il seguente valore di V_{s30} :

- Indagine geofisica MASW $V_{s30} (1.00-31.00) = 228 \text{ m/s}$

Si tratta di un valore cui consegue l'appartenenza dei terreni di fondazione alla categoria C definiti come: "Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 36 m/s".

STUDIO G.D.S. di De Togni D. e Gabrielli F. Studio Associato di GEOLOGIA e DIFESA del SUOLO Via La Marchesa, 3 – 41037 MIRANDOLA (MO) Tel.: 339.407.3066 – 335.577.1941 E-mail: info@studiogds.com	COMUNE DI PORTO MANTOVANO Strada Cisa n. 112 46047 – PORTO MANTOVANO	Pag. 33
--	--	---------

<i>Titolo:</i> Relazione geologica, sulla pericolosità sismica del sito e sulla caratterizzazione geotecnica a supporto del progetto di fattibilità tecnica ed economica per l'ampliamento delle strutture sportive alla Cà Rossa in località Bancole nel territorio comunale di Porto Mantovano.	<i>Data:</i> Marzo 2019
--	----------------------------

Amplificazione topografica

Gli effetti di amplificazione topografica si verificano quando le condizioni locali sono rappresentate da morfologie superficiali più o meno articolate e da irregolarità topografiche in generale; tali condizioni favoriscono la focalizzazione delle onde sismiche in prossimità della cresta del rilievo a seguito di fenomeni di riflessione sulla superficie libera e di interazione fra il campo d'onda incidente e quello diffratto.

Tale amplificazione è condizionata dalle caratteristiche geometriche del rilievo (quali il fattore di forma H/L), che devono essere tali per cui la lunghezza d'onda incidente λ sia comparabile con la semilarghezza $L/2$ della base dell'irregolarità; lungo i fianchi del rilievo l'interazione tra onde incidenti ed onde diffratte produce rapide variazioni in ampiezza e frequenza delle onde sismiche generando un complesso campo di spostamenti con alternanza di amplificazioni ed attenuazioni che possono dare luogo a marcati movimenti differenziali.

Tabella 3.2.IV – *Categorie topografiche*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Per tener conto delle condizioni topografiche e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si utilizzano i valori del **coefficiente topografico S_T** riportati nella Tabella 3.2.VI (D.M.17 Gennaio 2018), in funzione delle categorie topografiche definite in § 3.2.2 (D.M. 17 Gennaio 2018) e dell'ubicazione dell'opera.

Le sotto esposte categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore a 30 metri.

Sulla base della morfologia del sito indagato pressoché pianeggiante e pertanto, con inclinazioni inferiori al valore soglia di $i = 15^\circ$, gli **effetti topografici possono essere trascurati in quanto la superficie topografica, poiché il sito è ubicato in una ampia area pianeggiante, può essere classificata come appartenente alla categoria T1:**

“Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$ ”

Per tale categoria si assume quale valore del **coefficiente di amplificazione topografica $S_T = 1,0$** .

STUDIO G.D.S. di De Togni D. e Gabrielli F. Studio Associato di GEOLOGIA e DIFESA del SUOLO Via La Marchesa, 3 – 41037 MIRANDOLA (MO) Tel.: 339.407.3066 – 335.577.1941 E-mail: info@studioqds.com	COMUNE DI PORTO MANTOVANO Strada Cisa n. 112 46047 – PORTO MANTOVANO	Pag. 34
--	--	---------

<i>Titolo:</i> Relazione geologica, sulla pericolosità sismica del sito e sulla caratterizzazione geotecnica a supporto del progetto di fattibilità tecnica ed economica per l'ampliamento delle strutture sportive alla Cà Rossa in località Bancole nel territorio comunale di Porto Mantovano.	<i>Data:</i> Marzo 2019
--	----------------------------

8. CONSIDERAZIONI GEOTECNICHE PRELIMINARI

In questa fase preliminare alla progettazione, si è proceduto ad una analisi dei dati esistenti in bibliografia, integrati dalle conoscenze dirette dello scrivente, al fine di avere un primo quadro circa la natura del sottosuolo e l'eventuale presenza di situazioni sfavorevoli alla fattibilità delle opere.

In particolare si è voluto evidenziare :

- la natura e la genesi dei terreni;
- la presenza e la profondità delle falda acquifere;
- le caratteristiche geotecniche dell'immediato sottosuolo.

al fine di dare utili informazioni al tecnico progettista circa il programma di indagini geognostiche da realizzare in fase esecutiva.

Si demanda la valutazione geotecnica alla successiva fase progettuale, fase in cui si svilupperà anche la progettazione strutturale dei diversi edifici.

In questa fase ci si limiterà ad una caratterizzazione geologica, geomorfologica, idrogeologica e geotecnica di prima approssimazione dell'area interessata dal piano attuativo, evidenziando le eventuali penalità presenti.

Dall'analisi stratigrafica di alcuni pozzi per acqua realizzati nelle immediate vicinanze, facenti parte della banca dati dell'ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale), le cui stratigrafie sono riportate nelle sezioni precedenti, si rileva che il primo sottosuolo è costituito da depositi prevalentemente limoso-sabbiosi e sabbioso-limosi, con intercalazioni argilloso-limose.

Riepilogando, sulla base delle indagini in sito condotte dallo scrivente, è possibile riconoscere la seguente successione stratigrafica, a cui sono stati associati il range dei principali parametri geotecnici in termini di resistenza al taglio e di deformabilità:

Unità A – da 0,50 metri a 2,00/4,00 metri da p.c.

Depositi misto granulare/coesivo

Classificazione di Searle – Limo argilloso-sabbioso da consistente a mediamente addensato.

Classificazione di Robertson (1990) - I_c (indice di comportamento) è compreso tra 2,40 e 2,80: tale deposito è classificabile come miscela di sabbie (da sabbie limose a limi sabbiosi) e miscela di limo (da limo argilloso ad argilla limosa) .

Coesione non drenata $c_u = 0,50 \div 1,00$ kg/cmq

Angolo di attrito $\phi = 25^\circ \div 30^\circ$

Coesione $c' = 0,50 \div 1,00$ kg/cmq

Modulo edometrico $M_0 = 80 \div 120$ kg/cmq

STUDIO G.D.S. di De Togni D. e Gabrielli F. Studio Associato di GEOLOGIA e DIFESA del SUOLO Via La Marchesa, 3 – 41037 MIRANDOLA (MO) Tel.: 339.407.3066 – 335.577.1941 E-mail: info@studioqds.com	COMUNE DI PORTO MANTOVANO Strada Cisa n. 112 46047 – PORTO MANTOVANO	Pag. 35
--	--	---------

<i>Titolo:</i> Relazione geologica, sulla pericolosità sismica del sito e sulla caratterizzazione geotecnica a supporto del progetto di fattibilità tecnica ed economica per l'ampliamento delle strutture sportive alla Cà Rossa in località Bancole nel territorio comunale di Porto Mantovano.	<i>Data:</i> Marzo 2019
--	----------------------------

Unità B – da 2,00/4,00 metri a 5,00/7,00 metri da p.c.

Depositi granulari

Classificazione di Searle – Sabbia limosa con elementi ghiaiosi e sabbia limosa da addensate a molto addensate.

Classificazione di Robertson (1990) - I_c (indice di comportamento) è compreso tra 1,60 e 2,00: tale deposito è classificabile come sabbia (da pulita a sabbia limosa).

Angolo di attrito $\varphi = 33^\circ \div 37^\circ$

Modulo edometrico $M_0 = 600 \div 800$ kg/cmq

Modulo di Young $E = 500 \div 700$ kg/cmq

Unità C – da 6,00/7,00 metri a 13,00/15,00 metri da p.c.

Depositi granulari

Classificazione di Searle – Sabbia limosa e sabbia da mediamente addensata ad addensata.

Classificazione di Robertson (1990) - I_c (indice di comportamento) è compreso tra 1,60 e 2,20: tale deposito è classificabile come miscela di sabbia (da sabbia limosa a limo sabbioso) e sabbia (da pulita a limosa).

Angolo di attrito $\varphi = 31^\circ \div 34^\circ$

Modulo edometrico $M_0 = 350 \div 450$ kg/cmq

Modulo di Young $E = 200 \div 250$ kg/cmq

Unità D – da 13,00/15,00 metri a 20,00 metri da p.c.

Depositi granulari

Classificazione di Searle – Limo sabbioso e sabbia limosa mediamente addensati.

Classificazione di Robertson (1990) - I_c (indice di comportamento) è compreso tra 2,20 e 2,50: tale deposito è classificabile come miscela di sabbia (da sabbia limosa a limo sabbioso). I valori di contenuto di fine FC% sono compresi tra 12 e 35%.

Angolo di attrito $\varphi = 32^\circ \div 35^\circ$

Modulo edometrico $M_0 = 300 \div 400$ kg/cmq

Modulo di Young $E = 200 \div 300$ kg/cmq

Le successive tabelle (estratte da "Fondazioni" di J.E. Bowles e da "Fondazioni" di Tanzini Maurizio) fornisce alcune utili indicazioni circa l'angolo di attrito interno e dei parametri di resistenza al taglio in condizioni drenate di diversi tipi di terreni.

STUDIO G.D.S. di De Togni D. e Gabrielli F. Studio Associato di GEOLOGIA e DIFESA del SUOLO Via La Marchesa, 3 – 41037 MIRANDOLA (MO) Tel.: 339.407.3066 – 335.577.1941 E-mail: info@studioqds.com	COMUNE DI PORTO MANTOVANO Strada Cisa n. 112 46047 – PORTO MANTOVANO	Pag. 36
--	--	---------

Titolo: Relazione geologica, sulla pericolosità sismica del sito e sulla caratterizzazione geotecnica a supporto del progetto di fattibilità tecnica ed economica per l'ampliamento delle strutture sportive alla Cà Rossa in località Bancole nel territorio comunale di Porto Mantovano.	Data: Marzo 2019
--	----------------------------

Valori indicativi dell'angolo di attrito interno ϕ .

Terreno	Tipo di prova ⁽¹⁾		
	Non consolidata- non drenata (U)	Consolidata- non drenata (CU)	Consolidata- drenata (CD)
Ghiaia			
Media	40-55°		40-55°
Sabbiosa	35-50°		35-50°
Sabbia			
Sciolta asciutta	28-34°		
Sciolta satura	28-34°		
Compatta asciutta	35-46°		43-50°
Compatta satura	34-35 + 44-45		43-50°
Limo o sabbia limosa			
Sciolto	20-22°		27-30°
Compatto	25-30°		30-35°
Argilla	0° se satura	3-20°	20-42°

(1) Per una descrizione completa di queste prove, si veda un manuale di prove di laboratorio sui terreni, per esempio Bowles (1986b).

Note:

1. Al crescere di γ spostarsi verso i valori maggiori.
2. Se i grani sono a spigoli, spostarsi verso i valori maggiori.
3. Per sabbie ben graduate e per miscele di sabbia e ghiaia (GW, SW) spostarsi verso i valori maggiori.
4. Valori medi per ghiaie: 35-38°; per sabbie: 32-34°.

Tipo di terreno	I_D	Indice di densità (o densità relativa) dei terreni a grana grossa				
		1-0	0-67	0-33	0	
Terreni a grana grossa	Inorganici	Ghiaie	ϕ' 45° - 40°	40° - 37°	37° - 35°	
	Organici	Sabbie: da grossolane a medie	ϕ' 40° - 38°	38° - 35°	35° - 32°	
		Sabbie: fini e limose	ϕ' 37° - 35°	35° - 32°	32° - 28°	
		Sabbie organiche	ϕ' 30° - 25°	25° - 22°	22° - 18°	
		Consistenza dei terreni coesivi				
		dura o molto dura	compatta	media	da tenera a molto tenera	
		w/w_L	$L_c=1-0$	0-75	0-50 0-0	
Terreni coesivi	Inorganici	Sabbie leggermente argillose, limi, sabbiosi, limi $J < 10\%$	ϕ' 28° - 24°	24° - 22°	22° - 19°	19° - 5°
			c' 40° - 30	30 - 20	20 - 15	15 - 2
			ϕ_u 25° - 20°	20° - 16°	16° - 10°	10° - 7°
		Sabbie argillose limi sabbiosi e argillosi limi argillosi $J = 10 - 20\%$	ϕ' 26° - 22°	22° - 19°	19° - 15°	15° - 12°
			c' 50 - 40	40 - 30	30 - 20	20 - 3
		ϕ_u 20° - 16°	16° - 12°	12° - 7°	7° - 5°	
	Sabbie e argille, sabbie e limi, argille $J = 20 - 30\%$	ϕ' 23° - 20°	20° - 17°	17° - 12°	12° - 8°	
		c' 60 - 50	50 - 40	40 - 30	30 - 5	
		ϕ_u 15° - 12°	12° - 9°	9° - 5°	5° - 2°	
	Argille sabbiose, argille, argille limose $J =$ frazione argillosa $> 30\%$	ϕ' 19° - 17°	17° - 14°	14° - 5°	10° - 5°	
		c' 80 - 60	60 - 50	50 - 40	40 - 10	
		ϕ_u 10° - 8°	8° - 5°	5° - 2°	2° - 0°	
Organici	Limi organici, torbe, etc.	Tutti i parametri relativi alla resistenza al taglio devono essere determinati mediante prove di laboratorio				

Valori tipici della resistenza al taglio per terreni a grana fine e a grana grossa

STUDIO G.D.S. di De Togni D. e Gabrielli F. Studio Associato di GEOLOGIA e DIFESA del SUOLO Via La Marchesa, 3 - 41037 MIRANDOLA (MO) Tel.: 339.407.3066 - 335.577.1941 E-mail: info@studioqds.com	COMUNE DI PORTO MANTOVANO Strada Cisa n. 112 46047 - PORTO MANTOVANO	Pag. 37
--	--	---------

Titolo: Relazione geologica, sulla pericolosità sismica del sito e sulla caratterizzazione geotecnica a supporto del progetto di fattibilità tecnica ed economica per l'ampliamento delle strutture sportive alla Cà Rossa in località Bancole nel territorio comunale di Porto Mantovano.	Data: Marzo 2019
--	----------------------------

9. CONCLUSIONI

Da quanto esposto nella *Relazione Geologica, Sismica e sulla Caratterizzazione Geotecnica*, la valutazione della fattibilità geologica e geotecnica a supporto del progetto di fattibilità tecnico-economica per l'ampliamento delle Strutture Sportive Cà Rossa ubicata in località Bancole nel territorio comunale di Porto Mantovano, comporta una serie di considerazioni in ordine ai caratteri geologici, idrogeologici e geotecnici del sito prescelto.

Lo studio dei dati bibliografici e cartografici reperibili e/o disponibili per il territorio ha portato alle seguenti conclusioni:

- dal punto di vista geomorfologico, il comparto oggetto di studio, ubicato nella porzione orientale dell'abitato di Bancole, frazione del Comune di Porto Mantovano, all'interno di un'area residenziale compresa tra Via Bersaglieri d'Italia ad ovest e Strada Dosso ad est, si sviluppa all'interno di un contesto sub-pianeggiante, con quote comprese tra +30 m e +31 m sul livello del mare, con inclinazione topografica orientata in direzione NO/SE, verso la depressione formata dalla Valle del Mincio, in un contesto stabile in cui non si ravvisano segnali di dissesto in atto o potenziali; pertanto, si può indicare come **geomorfologicamente compatibile ai fini edificatori**;

- dalle prime risultanze, si desume che il sottosuolo dell'area oggetto dell'intervento è costituito da depositi fluviali e fluvio-glaciali di età quaternaria, caratterizzati da una successione litologica prevalentemente limoso-sabbiosa, sabbioso-limosa e sabbiosa, contraddistinta da buoni parametri geotecnici di resistenza al taglio e limitata compressibilità.

I primi metri di sottosuolo prevalentemente sabbioso-limoso sono caratterizzati dalla presenza di livelli molto rigidi, in assenza di falda freatica.

Pertanto, dal punto di vista geotecnico consentono di indicare l'area come **geologicamente compatibile ai fini edificatori**; non si ravvisano infatti elementi evidenti di rischio a carico degli interventi in progetto derivanti da instabilità dei terreni di fondazione;

- l'area non è caratterizzata da elementi di pericolo idraulico o condizioni preparatorie a dissesti o condizioni di attenzione idraulica e la stessa può indicarsi come **idrogeologicamente compatibile ai fini edificatori**;

- in merito all'assetto idrogeologico locale, la falda freatica, rappresenta il primo elemento riscontrato in sito, ospita nei depositi limoso-sabbiosi superficiali.

Sulla base delle informazioni storiche recuperate e sulla base delle esperienze acquisite, è lecito attendersi un'oscillazione del livello della frangia freatica tra 4,00 metri ed oltre i 6,00 metri dal p.c..

STUDIO G.D.S. di De Togni D. e Gabrielli F. Studio Associato di GEOLOGIA e DIFESA del SUOLO Via La Marchesa, 3 – 41037 MIRANDOLA (MO) Tel.: 339.407.3066 – 335.577.1941 E-mail: info@studioqds.com	COMUNE DI PORTO MANTOVANO Strada Cisa n. 112 46047 – PORTO MANTOVANO	Pag. 38
--	--	---------

Titolo: Relazione geologica, sulla pericolosità sismica del sito e sulla caratterizzazione geotecnica a supporto del progetto di fattibilità tecnica ed economica per l'ampliamento delle strutture sportive alla Cà Rossa in località Bancole nel territorio comunale di Porto Mantovano.	Data: Marzo 2019
--	----------------------------

- la natura prevalentemente limoso-sabbiosa dei depositi superficiali e la presenza di una falda freatica profonda, rende fattibile l'infiltrazione e lo smaltimento delle acque meteoriche nel sottosuolo;
- per la presenza di depositi sabbioso-limosi e limoso-sabbiosi, saturi, nei primi 20 metri di profondità, non si possono escludere rischi legati a fenomeni di liquefazione in occasione di eventi sismici, il cui rischio andrà determinato in fase di progettazione definitiva;
- in riferimento alla definizione della pericolosità sismica locale rappresentata dall'eventuale presenza di faglie capaci, ovvero faglie che si sono rotte almeno una volta negli ultimi 40.000 anni, raggiungendo la superficie e producendo una rottura del terreno e l'inquadramento delle sorgenti sismogenetiche più prossime all'area di studio, si è fatto riferimento agli studi condotti dagli esperti scientifici e riportate nei cataloghi ITHACA e DISS 3.1.1.

La consultazione di tale documentazione ha evidenziato l'assenza di strutture di rischio e, pertanto, dal punto di vista tettonico e strutturale, consente di indicare l'area **compatibile ai fini edificatori**.

Da quanto esposto nei paragrafi precedenti, appare chiaro che l'indagine eseguita non può considerarsi esaustiva, non essendo stata investigata direttamente la zona di progetto.

Ne consegue che in fase di progettazione definitiva dell'intervento dovranno essere portate a termine una serie di prospezioni geognostiche dirette ed indirette e di analisi di laboratorio e chimiche per la completa definizione della situazione litostratigrafica, geotecnica, sismica ed idrogeologica.

Ai sensi delle vigenti normative ossia in base alle Norme Tecniche delle Costruzioni (D.M. 17.01.2018), in fase di progettazione definitiva sarà necessario presentare idonee relazioni specialistiche, rappresentate da Relazione Geologica, Relazione Geotecnica e Relazione sulla modellazione sismica, elaborate sulla base di adeguate indagini e prove in sito ed eventuali prove di laboratorio, in relazione all'entità dell'intervento ed ai carichi di sollecitazione applicati ai terreni di fondazione.

In prima istanza, le indagini previste potranno essere costituite almeno da:

- **n. 01 indagine sismica di tipo MASW** di ml 48 di lunghezza minima, per la determinazione delle caratteristiche sismiche del sottosuolo, del parametro $V_{s,30}$ e della categoria di sottosuolo;
- **n. 02 misure HVSR e successiva elaborazione dati**, seguendo le linee guida del progetto S.E.S.A.M.E. con tempo di registrazione non inferiore a 20 minuti, in modo da ottenere una lunghezza adeguata di segnale;
- **n. 03 prove penetrometriche statiche con punta meccanica CPT**;
- **esecuzione di analisi di laboratorio** su un numero adeguato dei campioni prelevati nei saggi di scavo, per la determinazione del coefficiente di permeabilità K e curva granulometrica per le terre granulari/incoerenti

STUDIO G.D.S. di De Togni D. e Gabrielli F. Studio Associato di GEOLOGIA e DIFESA del SUOLO Via La Marchesa, 3 – 41037 MIRANDOLA (MO) Tel.: 339.407.3066 – 335.577.1941 E-mail: info@studiogds.com	COMUNE DI PORTO MANTOVANO Strada Cisa n. 112 46047 – PORTO MANTOVANO	Pag. 39
--	--	---------

Titolo: Relazione geologica, sulla pericolosità sismica del sito e sulla caratterizzazione geotecnica a supporto del progetto di fattibilità tecnica ed economica per l'ampliamento delle strutture sportive alla Cà Rossa in località Bancole nel territorio comunale di Porto Mantovano.	Data: Marzo 2019
--	----------------------------

e/o per la determinazione dei limiti di Atterberg, curva granulometrica, i parametri di resistenza al taglio in condizioni non crenate e drenate, nonché i parametri di defomabilità;

- **esecuzione di analisi chimiche** su almeno n. 4 campioni di terreno per la determinazione delle caratteristiche chimiche delle terre di scavo ai sensi del D.P.R. n. 120 del 13.06.2017, con le modalità previste in tale Decreto.

GEOLOGO

DANIELE DE TOGNI



GEOLOGO

FRANCESCO GABRIELLI

