



**LIO ENERGY**  
Rosso

Regione Emilia-Romagna  
Comune di Fiscaglia (FE)

**IMPIANTO AGRIVOLTAICO “FISCAGLIA”  
ED OPERE CONNESSE**  
Potenza Impianto 178,12 MWp

**Proponente**

**LIO ENERGY ROSSO S.R.L.**  
VIA ARRIGO BOITO, 8 - 20121 - MILANO (MI)  
P.IVA: 13676640967 – PEC: [lioenergyrosso@legalmail.it](mailto:lioenergyrosso@legalmail.it)

**LIO ENERGY**  
Rosso

**Progettazione**

**AREE TECNICHE S.R.L.**  
VIA G. FRESCOBALDI 8 - 44121  
FERRARA (FE) - P.IVA: 02135640387  
Tel.: +39 0532 209155  
email: [info@areetecniche.it](mailto:info@areetecniche.it)



**Specialistica**

**Coordinamento progettuale**

**SOLAR IT S.R.L.**  
VIA ILARIA ALPI 4 - 46100 - MANTOVA (MN) - P.IVA: 02627240209 - PEC: [solarit@lamiappec.it](mailto:solarit@lamiappec.it)  
Tel.: +39 0425 1431056 - email: [info@solaritglobal.com](mailto:info@solaritglobal.com)



**Dati documento**

**RELAZIONE PRELIMINARE GEOLOGICA E GEOTECNICA**

LIVELLO PROGETTO	NOME ELABORATO	FILE NATIVO	DATA
DEFINITIVO	22-040-RS-R13	22-040-RS-R13_0.docx	30/05/2025

**Revisioni**

REV	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO
0	30/05/2025	PERMITTING	ATs	SOL	LIO



# RELAZIONE PRELIMINARE GEOLOGICA E GEOTECNICA

## INDICE

---

1	PREMESSA .....	1
1.1	SCOPO DEL LAVORO .....	1
1.2	DESCRIZIONE TIPOLOGIE DI COSTRUTTIVI .....	2
1.3	REGIME VINCOLISTICO .....	2
2	NORMATIVA E LEGGI DI RIFERIMENTO .....	2
3	ANALISI GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA.....	4
3.1	GEOLOGIA GENERALE E LOCALE .....	4
3.2	GEOMORFOLOGIA .....	7
3.3	IDROGEOLOGIA .....	9
3.4	CARATTERI IDROGEOLOGICI.....	10
4	ANALISI GEOTECNICA.....	10
4.1	INDAGINI PREGRESSE .....	11
5	DEFINIZIONE DEI PARAMETRI SISMICI.....	18
5.1	DATI DI AUSILIO PER LA PROGETTAZIONE SISIMICA .....	18
5.1.1	CATEGORIA DI SUOLO DI FONDAZIONE.....	18
5.2	PARAMETRI SISMICI SECONDO D.M. 17 GENNAIO 2018 .....	19
5.3	MAGNITUDO DI PROGETTO .....	23

## 1 PREMESSA

La Società Proponente LIO ENERGY ROSSO S.R.L. (**Proponente**), con sede legale in Via Arrigo Boito, 8, Milano (MI), CAP. 20121 ha in progetto lo sviluppo di un impianto agrivoltaico denominato “Fiscaglia” e relative opere di connessione alla RTN della potenza nominale pari a 178,1MWp.

L’impianto agrivoltaico in oggetto sarà installato su aree classificate zona agricola ricadenti nel territorio del comune di Fiscaglia (FE), località Massa Fiscaglia.

L’iter procedurale per l’ottenimento dei permessi alla realizzazione del progetto prevede la trasmissione, da parte del **Proponente**, di diversi elaborati ad Enti di competenza per l’acquisizione delle autorizzazioni. Tra i diversi studi da esibire, vi è anche il presente elaborato “Relazione geologica” (di seguito **studio**).



Figura 1-1 – Collocazione geografica impianto, cavidotto, SSE

### 1.1 SCOPO DEL LAVORO

Il presente studio è redatto al fine di caratterizzare, da un punto di vista geologico, i terreni destinati ad accogliere la Stazione Utente, la SE Terna ed i raccordi RTN. La parametrizzazione degli orizzonti in sottosuolo è effettuata attraverso dati consultabili al sito web della Regione Emilia-Romagna, all’indirizzo <https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it>, e studi riportati nella bibliografia in calce allo studio.

## 1.2 DESCRIZIONE TIPOLOGIE DI COSTRUTTIVI

Le strutture previste, all'interno del campo agrivoltaico sono le seguenti:

- Cabine composte da elementi strutturali prefabbricati in cemento armato vibrato, assemblati in opera, destinate ad ospitare apparecchiature elettriche e con lo scopo di assolvere a varie funzioni di natura elettrica.
- Cabine composte da elementi strutturali prefabbricati in cemento armato vibrato, assemblati in stabilimento (cabine monoblocco) destinate ad uso locali di deposito.
- Fondazioni apparecchiature integrate di conversione/trasformazione (PCS), aventi la funzione di trasferire le sollecitazioni statiche e sismiche della struttura al terreno, entro i limiti di pressioni e cedimenti imposti dal progetto.
- Inseguitori solari (trackers): inseguitori meccanici mono assiali modulari aventi altezza massima rispetto al suolo pari a 4,2 m e minima pari a 2,1 m (rotazione massima 60°).

## 1.3 REGIME VINCOLISTICO

Circa il quadro vincolistico sovraordinato all'area di intervento individuata per la realizzazione della SE Terna, dei raccordi RTN e della Stazione Utente si riporta quanto segue:

TIPOLOGIA VINCOLISTICA	P	A
PAI (Pericolosità da Frana) – Pericolosità molto elevata P4		X
PAI (Pericolosità da Frana) – Pericolosità elevata P3		X
PAI (Pericolosità da Frana) – Pericolosità media P2		X
PAI (Pericolosità da Frana) – Pericolosità moderata P1		X
PGRA – Pericolosità idraulica alta H		X
PGRA – Pericolosità idraulica media M		X
SIC		X
ZPS		X
IBA		X
Beni Paesaggistici ex D.Lgs. 42/04		X

## 2 NORMATIVA E LEGGI DI RIFERIMENTO

- Decreto del Ministro delle Infrastrutture 17 gennaio 2018 Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni".
- Circolare n. 7/2019 del C.S.LL.PP.: Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018 Gazzetta Ufficiale n. 35/2019 / 11 febbraio 2019.
- Deliberazione della Giunta Regionale 12 aprile 2021, N. 476 Aggiornamento dell'"Atto di coordinamento tecnico sugli studi di microzonazione sismica per la pianificazione territoriale e urbanistica (artt. 22 e 49, L.R. n. 24/2017)" di cui alla deliberazione della Giunta regionale 29 aprile 2019, n. 630".
- Deliberazione della Giunta Regionale 26 aprile 2021, N. 564 integrazione della propria deliberazione n. 476 del 12 aprile 2021 mediante approvazione dell'allegato A, "Atto di

coordinamento tecnico sugli studi di microzonazione sismica per la pianificazione territoriale e urbanistica (Art. 22 e 49, L.R. N. 24/2017)"

- Delibera di Giunta Regionale Num. 630 del 29/04/2019, Atto di coordinamento tecnico sugli studi di microzonazione sismica per la pianificazione territoriale e urbanistica (artt. 22 e 49, l.r. n. 24/2017).
- A.G.I. (Associazione Geotecnica Italiana) "Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche (giugno 1977).
- A.G.I. (Associazione Geotecnica Italiana) "Raccomandazioni sui pali di fondazione (dicembre 1984)".
- A.G.I. (Associazione Geotecnica Italiana) "Aspetti geotecnici nella progettazione in zona sismica (Edizione Provvisoria, marzo 2005)".
- C.N.R. UNI Ente Nazionale Italiano di Unificazione. Eurocode EC/7: Geotechnics, design – dicembre 1987.
- C.N.R. UNI Ente Nazionale Italiano di Unificazione. Eurocode EC/8: Design provisions for earthquake resistance of structures – ottobre 1994.



## 3 ANALISI GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA

### 3.1 GEOLOGIA GENERALE E LOCALE

In una visione di ampio respiro, il modello strutturale in cui si inserisce il contesto di studio è quello di una

catena sepolta (con strutturazione dell'edificio a pieghe e sovrascorrimenti, *sensu* ORI, 1993), in cui terreni alluvionali, del Po, di età quaternaria si trovano in discordanza al di sopra di sedimenti continentali pleistocenici in *onlap* sul substrato marino del Pleistocene medio-Miocene (Foglio 77 "Comacchio" - Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000, 1967; ORI, *ibidem*; ARGNANI & GAMBERI, 1995; CARG, Foglio 148-

149 "Chioggia-Malamocco"; CARG, Foglio 187 "Codigoro", 2009; GHIELMI ET ALII, 2009). Il quadro deformativo è di età neogenico-quaternaria ed caratterizzato dalla convergenza tra il fronte appenninico e quello sud-alpino orientale; quest'ultimo è svincolato cinematicamente, ad Ovest dal sistema Schio-Vicenza e ad Est da quello di Idrija (CARG, Foglio 148-149 "Chioggia-Malamocco"); in tale modello, la *Pianura veneto-friulana* e *padana* e la placca dell'alto Adriatico hanno rappresentato, dal tardo Cretaceo al Cenozoico, l'*avampaese* delle principali catene montuose collidenti alpino-appenniniche (DELLA VEDOVA ET ALII, 2006) e durante il Messiniano ed il Plio-Pleistocene dell'Appennino settentrionale (GHIELMI ET ALII, *ibidem*). Nel Foglio 77 "Comacchio" - Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 (*ibidem*), i terreni quaternari (che vengono descritti come un complesso a strati ondulati) sono limitati a Sud dalla faglia di Sant'Alberto, ad andamento SE-NO, contro la quale si accavallano le pieghe del sottosuolo ravennate, e a Nord dal "muro" meridionale dell'*horst* di Adria, tra i fiumi Po e Adige, sul cui tetto le formazioni mioceniche si elevano fino a 100 m di profondità da piano campagna, mentre a Nord si abbassano ad oltre 2.000 m, e a Sud (vale a dire nel sottosuolo dell'area di Comacchio) a circa 3.500 m; l'area di Comacchio coincide dunque con una parte di un *graben*. Dunque, la Pianura padana è legata ad una evoluzione tettonica durante la quale l'accumulo di depositi alluvionali e costieri durante il Quaternario è stato possibile solo grazie alla predominanza della subsidenza rispetto al sollevamento (subsidenza dell'*avampaese* deformato); più in particolare, l'andamento del limite tra aree collinari e pianura è spesso riconducibile alla presenza di singoli elementi tettonici, quali la Linea di Aviano, affiorante al piede dei colli di Asolo, del Montello e di Conegliano, e la sopracitata Schio-Vicenza, che costituisce il limite orientale dei Lessini; quest'ultima controlla anche la forma planimetrica complessiva dei Colli Berici e dei Colli Euganei, sia direttamente sia per l'azione di altre faglie a essa collegate, come quella detta della Riviera Berica al margine est del gruppo collinare.

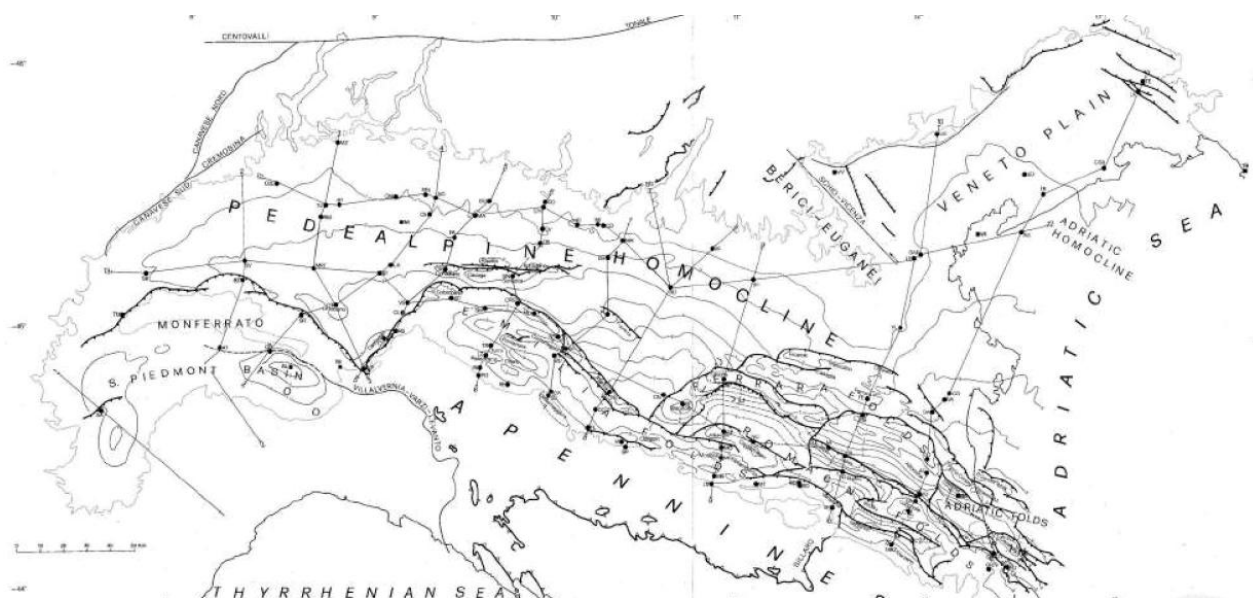
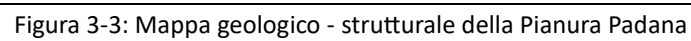
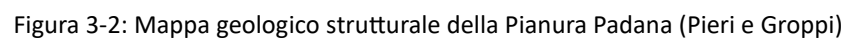


Figura 3-1: Mappa geologico strutturale della Pianura Padana (Pieri e Groppi)





**Sezione geologica**

Q Quaternario  
Pms Pliocene medio-sup.  
Pli Pliocene inferiore  
M Miocene  
PG Paleogene  
MZ Mesozoico

The cross-section shows the following features from left to right:

- SELVA 2-6**: Located near the Reno river, showing units Pms, Pli, M, PG, and MZ.
- MONESTIROLO 1**: Located near the Po river, showing units Pms, Pli, M, PG, and MZ.
- FERRARA 1**: Located near the Po river, showing units Pms, Pli, M, PG, and MZ.
- VILLADOSE 1**: Located near the Adige river, showing units Pms, Pli, M, PG, and MZ.

Key elevations and distances are marked: 117/1803, 1834, 1950, 4143, 7884, and 1834.

The map displays the Ferrara region with various geological features. Red lines represent faults: solid for indeterminate, dashed for direct, and dotted for inverse and overthrust. Blue lines indicate the base of the Pliocene. A thick red line marks the boundary between the plain and mountainous areas. Shaded regions represent epicentral areas of earthquakes. Topographic contours are shown in brown. Major cities like Ferrara, Bologna, and Ravenna are labeled. The map is framed by coordinates from 11° to 12° 30' East and 44° 20' to 45° North.

**Legend:**

- (solid red line) faglie indeterminate
- - - (dashed red line) faglie dirette
- ... (dotted red line) faglie inverse e sovrascorimenti
- (solid blue line) profondità della base del Pliocene (in chilometri)
- (thick solid red line) limite fra la pianura e i rilievi montuosi
- (shaded area) aree epicentrali dei terremoti (v. tab. 2)

**Scale:** 0 10 20 Km

6

Si fa inoltre presente che tutto il territorio comunale di Jolanda di Savoia ricade all'esterno della zona sismogenetica 912 il valore si  $M=6.14$ , l'area in esame ricade dunque al di fuori della Dorsale Ferrarese, e dunque non è sede epicentrale di eventi sismici di energie significative.

La zonizzazione sismica ZS9 pone come magnitudo attesa massima nella zona sismogenetica 912 il valore di  $M = 6.14$ , in questa zona è previsto che si verifichino sismi con energie piuttosto limitate, di  $M$  non superiori a 5,60.

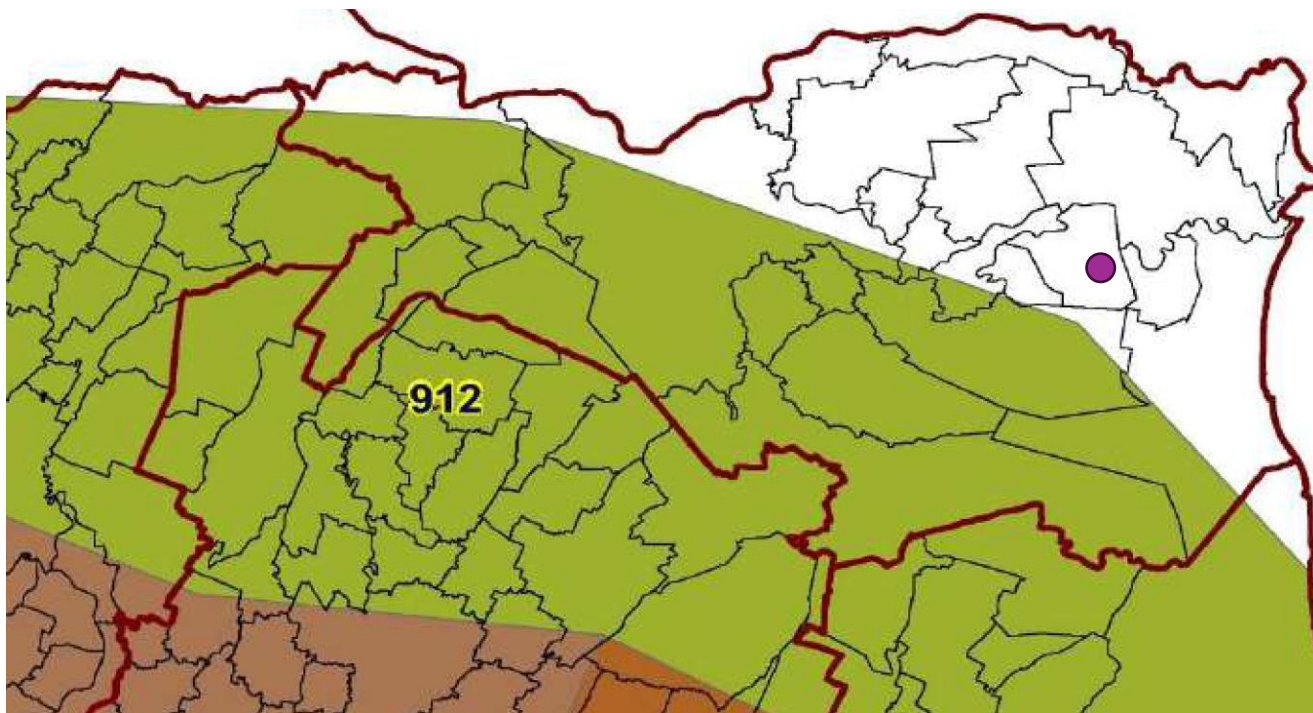


Figura 3-5: Mappa delle aree sismogenetiche dell'Italia Settentrionale

### 3.2 GEOMORFOLOGIA

**In linea generale**, i territori in cui si inseriscono gli interventi in progetto sono caratterizzati da pendenze praticamente inesistenti, modellati sui depositi alluvionali quaternari ascrivibili al Fiume Po (e suoi canali distributori) che possiedono morfologia pianeggiante alla vista. Le aree, come definito anche dai piani di settore (in particolare mappe dell'AdB), possono subire alluvionamenti con tempi di ritorno piuttosto lunghi, per cui gli agenti morfologici sono pressoché totalmente legati alle acque dilavanti superficiali (fluviali e di pioggia) e ai processi antropici: l'Uomo, attraverso la pratica agricola, la realizzazione di canali artificiali con scopo soprattutto irriguo, la posa in opera di infrastrutture lineari e puntuali, l'inserimento nel territorio di strutture come abitazioni, opifici, altro, ha modificato l'aspetto superficiale del territorio, aggiungendo elementi non naturali al contesto primigenio. Tuttavia, l'assetto morfologico originario è rimasto il medesimo, conservando i tipici tratti di una bassa valle alluvionale, in prossimità della zona di sfocio, con topografia grosso modo piatta, talora al di sotto del livello medio del mare.

**In dettaglio**, le aree di progetto si trovano, complessivamente, a quote comprese tra gli 0,6 ed i - 2 m circa rispetto al livello del mare, muovendosi rispettivamente dalla zona meridionale a quella settentrionale dei lotti interessati. L'area presenta carattere pianeggiante ed è solcata da diversi canali naturali e antropici che drenano, in ultima analisi, nei fiumi Po e Po di Volano. **Circa i processi legati alla gravità**, non vi è alcun fenomeno agente. **Circa i processi legati alle acque di scorrimento superficiali**, gli elementi morfologici principali sono il Fiume Po e il Fiume Po di Volano, i quali scorrono rispettivamente svariati chilometri a Nord e circa 200 m Sud dell'area di interesse. Non hanno alcun tipo di influenza, in termini di erosione spondale o di fondo alveo, nei confronti delle aree che accoglieranno gli impianti Agrivoltaici; l'unico processo che potrebbe interferire, con tempi di ritorno piuttosto lunghi in ragione della distanza per il Fiume Po e con



tempi di ritorno più brevi per il Fiume Po di Volano, è quello alluvionale, attraverso l'allagamento. In ogni caso, si rammenta che per il PGRA la pericolosità legata alle alluvioni è di livello basso (*low*) per l'area di progetto delle stazioni. Su tutti i luoghi agisce il normale dilavamento superficiale dovuto alle precipitazioni e talora potrebbero verificarsi fenomeni di temporaneo impaludamento proprio in occasione di eventi meteorici particolarmente sfavorevoli. In via collaterale, i **processi legati all'uomo** sono piuttosto presenti: pratica agricola e insediamenti stabili sono gli elementi principali ai quali si affiancano canali realizzati soprattutto a scopi agricoli, infrastrutture lineari (viarie, energetiche, *lifelines*) e puntuali.

Inoltre generalmente la formazione dei terreni del territorio comunale di Fiscaglia è legata alla presenza di ambienti deposizionali fluviali dovuti al dosso storico del Fiume Po di Volano. A ridosso e sopra i paleoalvei, prevalgono sedimenti di alta energia idrodinamica, caratterizzati da sabbie e limi. Nelle aree più distanti, prevalgono invece sedimenti di bassa energia idrodinamica, quali argille e argille limose.

**Il sito allo studio ricade in prevalenza in una area di pianoi alluvionale con depositi coesivi di bassa e bassissima energia idrodinamica con presenza di terreni organici e torbe ee rami sottili e secondari di paleoalvei minori caratterizzati da sabbie e sabbie limose di più alta energia idrodinamica, che scorrevono e si ramificavano in tutt al'area oggetto della lpresente analisi.**

Le litologie presenti non possono essere definite senza un'indagine puntuale, poiché sedimenti generalmente fini di esondazione fluviale, e sedimenti generalmente più grossolani di alveo, sono stati sovrapposti, rendendo possibile la presenza di sabbie, o limi, o argille, o torbe, o miscele binarie e ternarie degli stessi, senza il rispetto di regole fisse sulla loro presenza e sulla loro distribuzione geometrica.

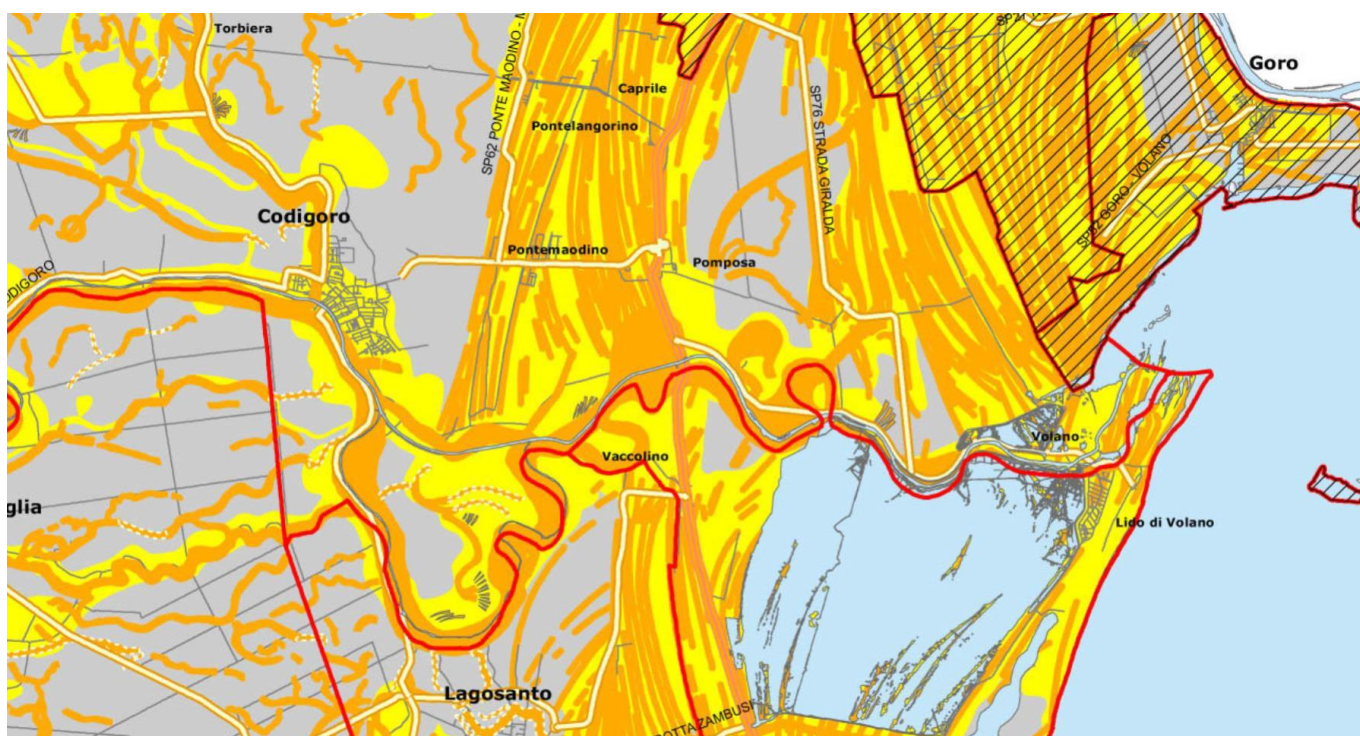


Figura 3-6: Stralcio della Carta della Geologia superficiale della Provincia di Ferrara

	Corpi sabbiosi sepolti o affioranti sottofalda - depositi di cordone litorale e di duna
	Depositi sabbiosi intercalati a livelli limosi sabbiosi ed argillosi
	Depositi di natura prevalentemente fine molto compressibili

Le litologie presenti non possono essere definite senza un'indagine puntuale, poiché sedimenti generalmente fini di esondazione fluviale, e sedimenti generalmente più grossolani di alveo, sono stati sovrapposti, rendendo possibile la presenza di sabbie, o limi, o argille, o torbe, o miscele binarie e ternarie degli stessi, senza il rispetto di regole fisse sulla loro presenza e sulla loro distribuzione geometrica.

### 3.3 IDROGEOLOGIA

**A grande scala**, la pianura emiliano-romagnola costituisce la porzione meridionale della pianura padano-veneta, la più grande pianura alluvionale italiana ed una delle più grandi pianure alluvionali europee, e in tale contesto i principali gruppi acquiferi riconoscibili sono 3: Gruppo acquifero A, Gruppo acquifero B e Gruppo acquifero C, i primi due formati da depositi alluvionali ascrivibili, per l'area di interesse, al Fiume Po (SEVERI & BONZI, 2014). In particolare, il Gruppo acquifero A, nella piana deltizia del Po, contiene l'Acquifero freatico di pianura ed è sostanziato da estesi corpi di sedimenti prevalentemente fini (argille, limi e torbe) con frazione sabbiosa miscelata all'interno, talora in strati e lenti più omogeni, che contiene la falda. Il Gruppo acquifero B, più profondo, comprende per lo più lenti grossolane (sabbiose in prevalenza) contenute all'interno degli orizzonti più fini. Le informazioni contenute nel portale dell'ARPA Veneto, riferite alla zona di "Bassa pianura" (padana), concordano con quanto riportato da SEVERI & BONZI (*ibidem*): i depositi alluvionali ghiaiosi profondi (presenti con maggiori spessori man mano che ci si allontana dalla linea di costa e si procede verso la "media pianura" e poi "alta pianura") si assottigliano sempre più, fino ad esaurirsi nella bassa pianura; qui il sottosuolo è costituito da un'alternanza di materiali a granulometria fine (limi, argille e frazioni intermedie) con sabbie a variabile percentuale di materiali più fini (sabbie limose, sabbie debolmente limose, limi sabbiosi, ecc.); gli acquiferi artesiani derivanti da questa struttura geologica sono caratterizzati da bassa permeabilità, e contengono falde con bassa potenzialità e ridotta estensione.

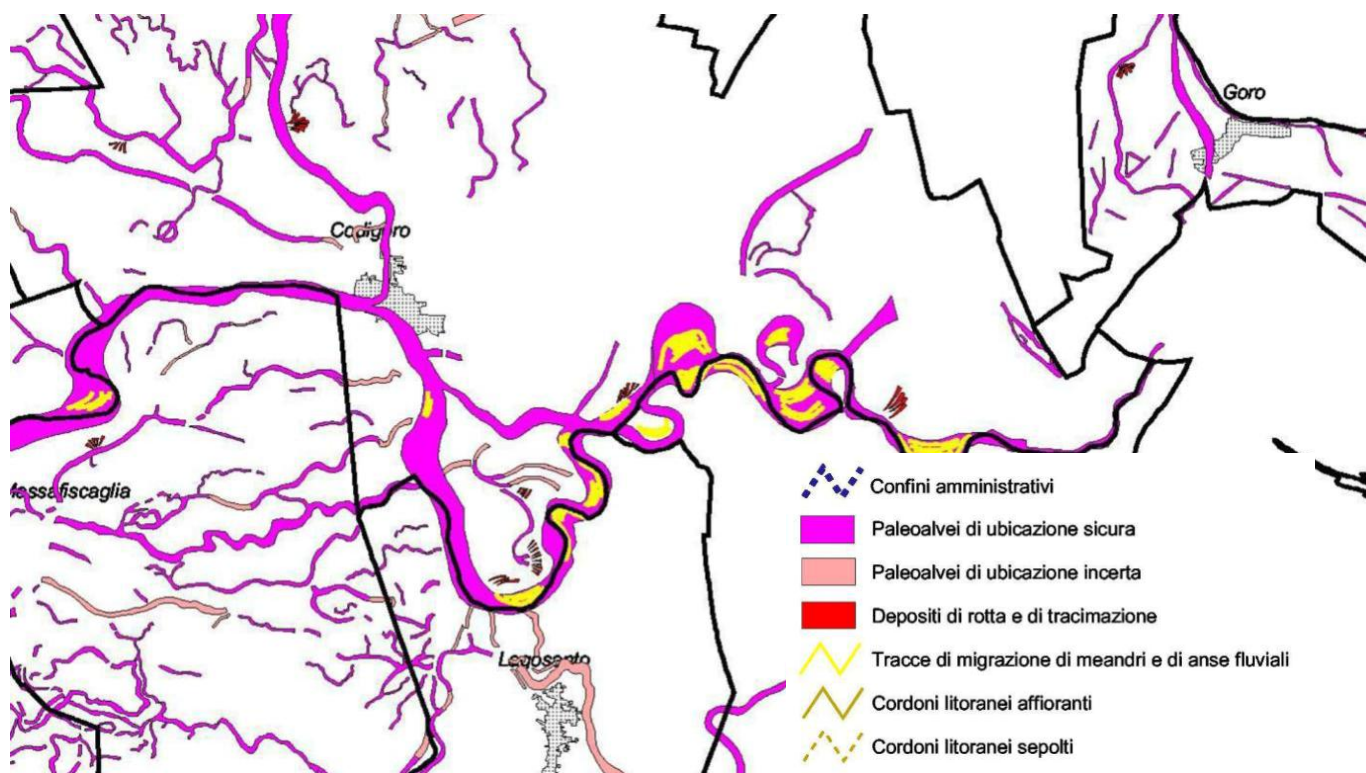


Figura 3-7: Stralcio della Carta della Geomorfologia della Provincia di Ferrara



Il **Po di Volano** è un ramo molto antico del fiume Po, che aveva dimensioni e portate maggiori di quelle attuali. Il Po di Volano, che prende origine praticamente ad Est di Ferrara, non comincia direttamente con il Po Grande. Attualmente, per tutto il suo intero corso, rappresenta un vettore di acque di scolo e di irrigazione. In quanto vettore di sgrondo, riceve anche i deflussi convogliati nell'altro antico ramo del Po, il Po di Primaro. L'alveo del Po di Volano è interessato ad una rilevante intrusione marina. Il cono salato profondo riesce a penetrare nel fiume fino all'altezza dell'impianto idrovoro di Pomposa, posto a circa 7 km dalla foce.

**In dettaglio**, Dal punto di vista idrogeologico, l'area indagata è caratterizzata dalla presenza di un acquifero superficiale a cui segue in profondità un acquifero multistrato in pressione. Quest'ultimo appartiene al sistema acquifero della pianura Padana che può essere sinteticamente considerato come un sistema multistrato formato dai complessi delle conoidi appenniniche ed alpine e dai complessi della media e bassa pianura. Tale struttura è limitata lateralmente dai rilievi montuosi, Alpi ed Appennini a Nord, Ovest e Sud, e dall'Adriatico ad Est.

In base a quanto indicato dalle prove CPTU reperibili alla suddetta banca dati geognostici, la falda è presente man mano che ci si avvicina al corso d'acqua. Per tale ragione, non si può escludere la presenza di falda ove sono ubicate le opere in progetto, con soggiacenza anche molto prossima al piano campagna. Ciò andrà valutato attentamente in fase esecutiva, attraverso indagini puntuali originali, anche per la valutazione di fenomeni di liquefazioni dei terreni.

Il sito allo studio ricade in parte (la parte a nord del paleoalveo) in un bacino palustre storico, in cui le acque dolci stagnavano, favorendo lo sviluppo della vegetazione acquatica, e l'accumulo di sedimenti organici e vegetali sul fondo delle paludi, da cui è derivata la torba.

### 3.4 CARATTERI IDROGEOLOGICI

Per la trattazione del Rischio Idrogeologico, Mappe pericolosità e rischio alluvioni ai sensi della Direttiva Alluvioni 2007/60/CE – si rimanda al documento specifico “22-040-RS-R11 Relazione di pericolosità e rischio idraulico”.

## 4 ANALISI GEOTECNICA

I regolamenti cui fare riferimento per la redazione della relazione geologica in fase esecutiva, con particolare attenzione rivolta alle indagini *in situ* ed alla scelta dei valori caratteristici dei parametri geotecnici, sono sostanzialmente i seguenti (oltre eventuali regolamenti locali che recepiscono ed ampliano quanto sotto):

- D.M. LL.PP. del 11/03/1988 - Circolare Ministero LL.PP. n.30483 del 24/09/1988 - Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

- D.M. 16 Gennaio 1996 - Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche.

- Ordinanza P.C.M. n.3274 del 20.3.2003 - Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.

- D.M. 14 settembre 2005 - Norme Tecniche per le costruzioni”.

- Ordinanza P.C.M. n.3519 del 28.04.2006 – Criteri generali per l'identificazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone.

- D.M. 14 gennaio 2008 - Norme Tecniche per le costruzioni” (di seguito **norme**).

- Circolare Ministero Infrastrutture e Trasporti 02.02.2009, n.617 – Istruzioni per l'applicazione delle “Nuove

- norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 14.01.2008 (di seguito **circolare**).

- D.M. 17 gennaio 2018 – Aggiornamento delle “Norme Tecniche per le costruzioni” (di seguito **nuove norme**).

- Circolare Ministero Infrastrutture e Trasporti 21.01.2019, n.7 – Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018 (di seguito **nuova circolare**).

Nel C 6.2.2 "Indagini, Caratterizzazione e modellazione geotecnica" della **circolare** si legge "... Le indagini geotecniche devono permettere un'adeguata caratterizzazione geotecnica del volume significativo di terreno, che è la parte di sottosuolo influenzata, direttamente o indirettamente, dalla costruzione dell'opera e che influenza l'opera stessa. Il volume significativo ha forma ed estensione diverse a seconda del problema in esame e deve essere individuato caso per caso, in base alle caratteristiche dell'opera e alla natura e caratteristiche dei terreni ...".

Ancora, nel C 6.2.2 della **circolare** (*idem* in **nuova circolare**), al punto *Valori caratteristici dei parametri geotecnici*, si legge "Nelle valutazioni ... dei valori caratteristici, appare giustificato il riferimento a valori prossimi ai valori medi quando nello stato limite considerato è coinvolto un elevato volume di terreno, con possibile compensazione delle eterogeneità o quando la struttura a contatto con il terreno è dotata di rigidità sufficiente a trasferire le azioni dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti. Al contrario, valori caratteristici prossimi ai valori minimi dei parametri geotecnici appaiono più giustificati nel caso in cui siano coinvolti modesti volumi di terreno, con concentrazione delle deformazioni fino alla formazione di superfici di rottura nelle porzioni di terreno meno resistenti del volume significativo, o nel caso in cui la struttura a contatto con il terreno non sia in grado di trasferire forze dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti a causa della sua insufficiente rigidità."

Nella fattispecie, appare ragionevole considerare una elevata cubatura di terreno come volume significativo in sottosuolo (*sensu* AGI, 1977) riferibile al progetto nella sua totalità. Dunque, i valori caratteristici equivarranno ai valori medi desunti dalle varie indagini. Per i motivi sopra esposti, dovrà essere eseguita una adeguata campagna di indagini, in fase esecutiva, allo scopo di caratterizzare il volume di terreno significativo riferibile ai fabbricati e strumentazioni da posare in opera secondo quanto portato all'attenzione nei documenti di progetto.

Fatto salvo quanto finora riportato nel presente paragrafo, si scrivono sotto alcune caratteristiche degli orizzonti al di sotto del piano campagna, basate sulle indagini disponibili nella banca dati geognostiche della Regione Emilia Romagna (di seguito **banca dati**).

La formazione dell'ambiente, nella sua configurazione attuale, è relativamente recente e consegue a ripetute variazioni dei rapporti di equilibrio tra livello del mare, apporti solidi dei corsi d'acqua, entità di subsidenza e, non ultimo, l'intervento umano. Nell'attuale configurazione fisica del territorio sono riconoscibili le tracce sia della sua evoluzione naturale che quella operata dall'uomo. Tra le più evidenti e più importanti nel disegnare l'assetto morfologico si possono elencare i paleovalvei, i con di esondazione, i cordoni dunari testimoni della veloce progradazione verso est della linea di costa, ed infine si individuano quelle aree particolarmente depresse che erano sede di bacini palustri. Per ogni struttura geomorfologica corrisponde, in linea di massima, una caratteristica classe litologica; la granulometria e la storia tensionale, strettamente legata alla storia geologica, ne condizionano le caratteristiche meccaniche ed idrauliche.

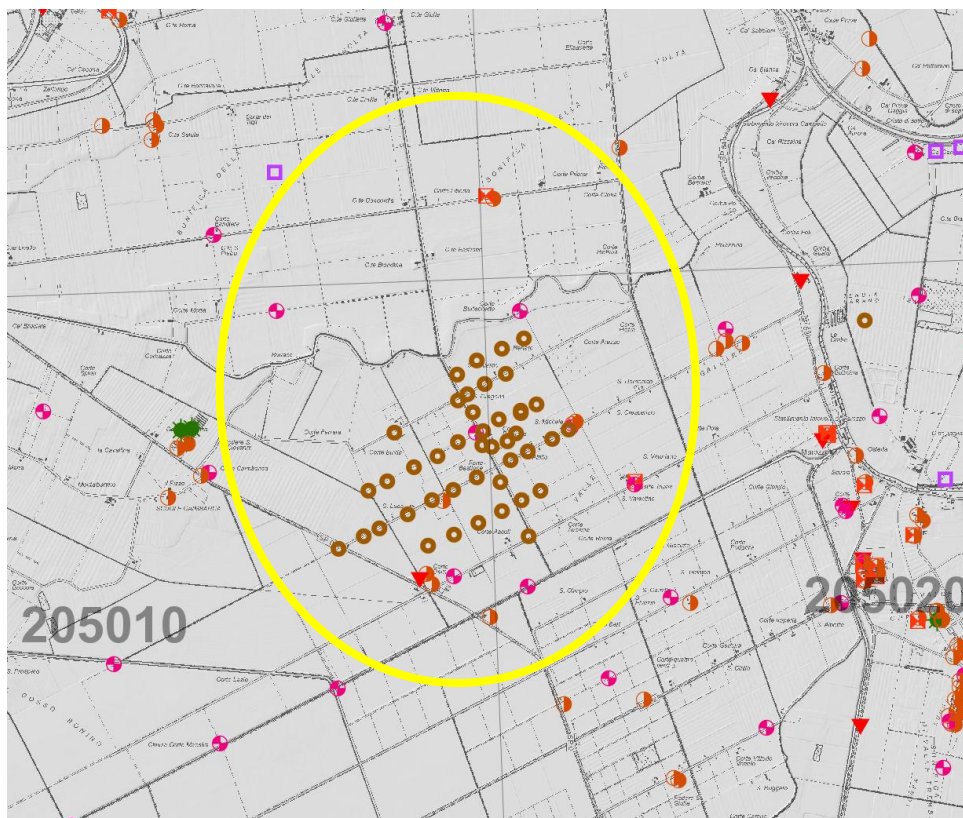
Generalmente i sedimenti che si rilevano in questa zona del comune di Jolanda di Savoia sono di tipo alluvionale. I depositi possono essere di canale ed argine prossimale con sedimenti ad alta energia idrodinamica e di canale distale con sedimenti a bassa energia idrodinamica.

Per l'assunzione del modello geologico e per la ricostruzione stratigrafica locale del terreno, che permetta di definire al meglio la stratigrafia del sottosuolo dell'area in esame si farà riferimento ad indagini bibliografiche eseguite nell'intorno del sito allo studio.

#### 4.1 INDAGINI PREGRESSE

Dal sito della Regione Emilia Romagna è disponibile la base dati georeferenziata di tipo vettoriale, contenente le prove geognostiche, acquisite sull'intero territorio regionale, principalmente di pianura, tramite materiale d'archivio preesistente: Carte Tecniche Regionali con localizzazione delle prove, dati tratti da documenti originali recuperati o disponibili per ciascuna prova e prove di nuova realizzazione commissionate dal Servizio Geologico Sismico e dei Suoli dell'Emilia-Romagna.

Le verticali delle prove penetrometriche reperibili presso la banca dati (<https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it>) sono esposte in figura seguente.



Si nota la cospicua presenza di dati relativi ad indagini penetrometriche nell'ambito di ricerche per idrocarburi.

Di seguito, alcuni rapporti di elaborazione delle suddette indagini profonde per idrocarburi,

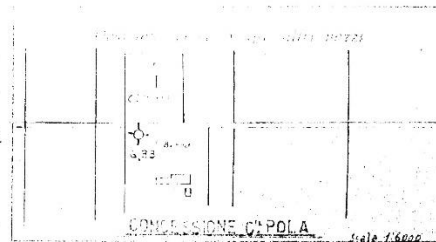
SOCIETÀ IDROCARBURI NAZIONALI  
(I.R.P. - I.R.M. - I.R.C.)

Miniera di GALLARE

POZZO No. **33** C.BASTIONE

LEGGENDA

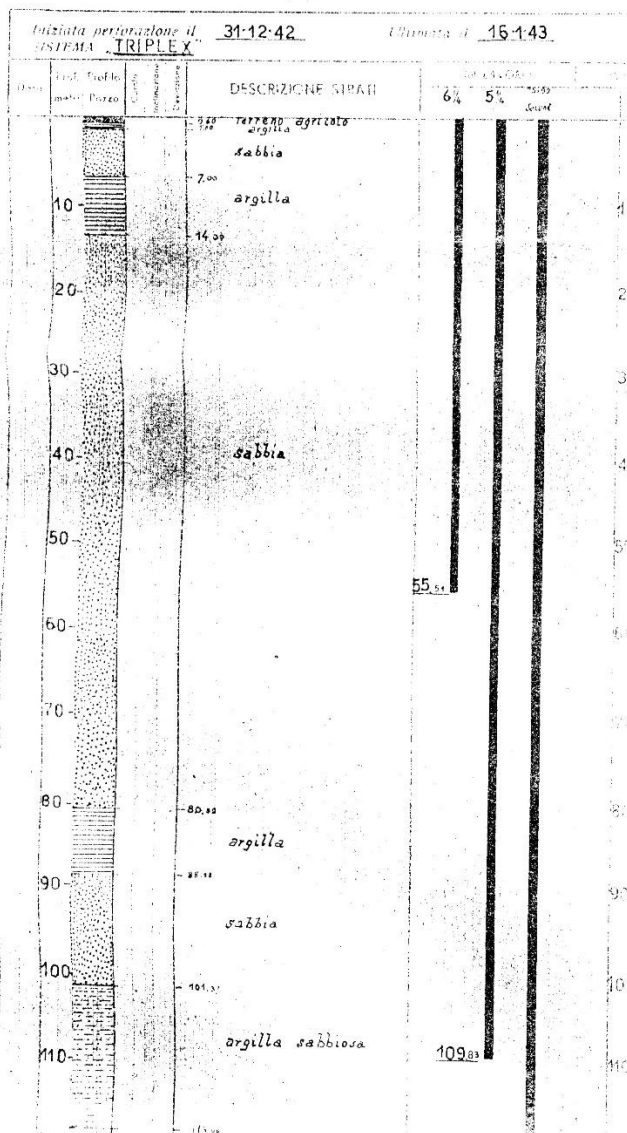
• Ghiaia o conglomerati	• Acqua dolce	• Acqua chiusa con argilla
• Sabbia o arenaria	• Acqua salata	• Marna chiusa con cemento
• Argilla sabbiosa o marna	• Fossili	• Tubi forati
• Argilla	• Gas	• Tubi presi dal terreno
• Calcare	• Tracce petrolio	• Tubi estratti
• Oflolite	• Strato produttivo	
• Torba		



Quota S. L. 21 m **184**

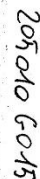
SCALA: 1 : 500

**N.160**



205010 6007





SOCIETÀ IDROCARBURI NAZIONALI  
UFFICIO GEOLOGICO

Miniera di **Gallare**

PERMESSO CORTE POLA

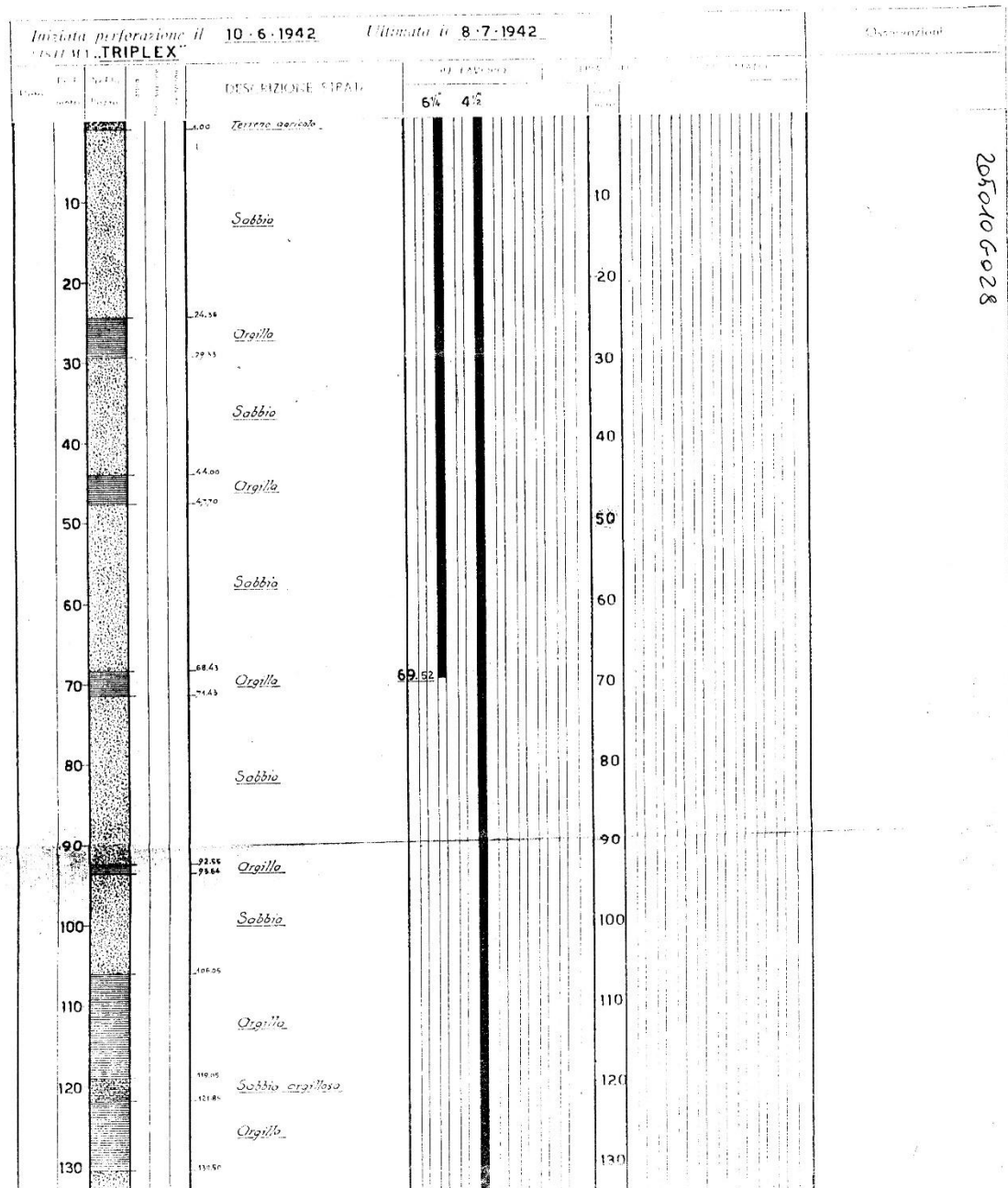
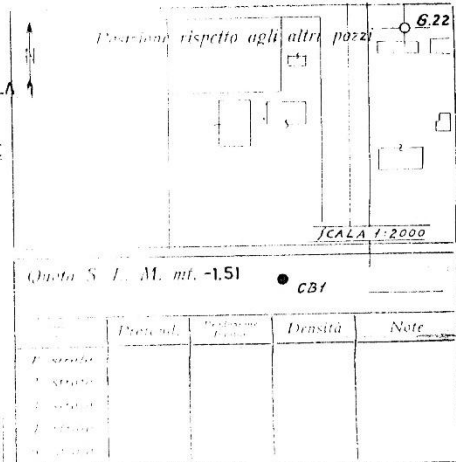
POZZO No. **22** C.BASTIONE

LEGGENDA

Chiala o conglomerati	Acqua dolce	Acqua chiusa con argilla
Sabbia o arenaria	Acqua salata	Acqua chiusa con cemento
Argilla sabbiosa o marna	Fossili	Tubi forati
Argilla	Gas	Tubi presi dal terreno
Calcare	Tracce petrolio	Tubi estratti
Ossidite	Strato produttivo	
Torba		

SCALA: 1 : 500

N.148



Il punto investigato con la prova penetrometrica statica CPTU1 con rif. 58-12 (205020C0666)

Dott. Geologo Thomas Veronese  
Via Romea, 80 - 44023 Vaccolino (FE)  
Tel. 0533/97105 Tel. mob. 0335/5240380

Rifer. 58-12

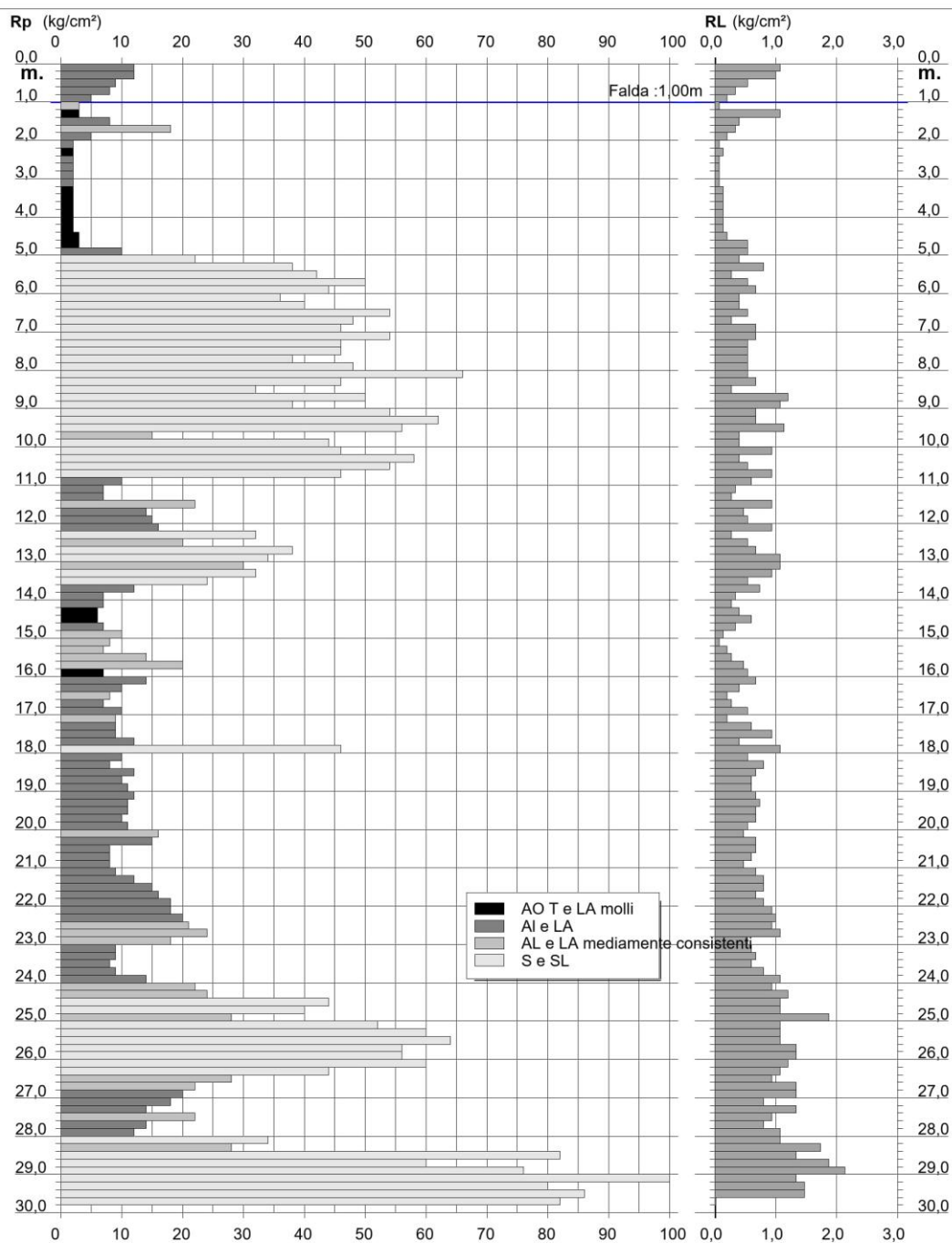
## PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 1

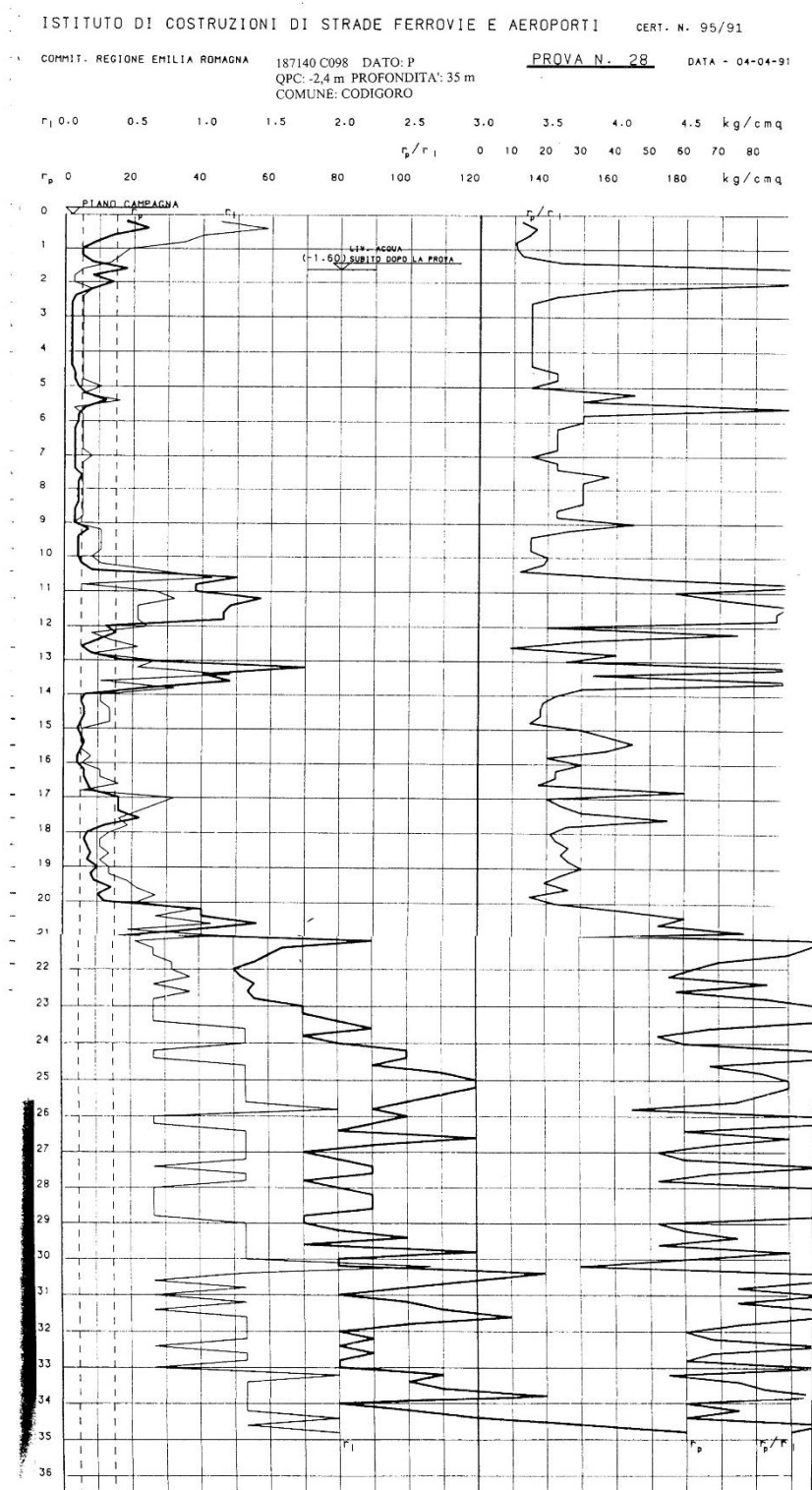
2.010496-028

- committente : Tarroni Gianni  
- lavoro : Capannone  
- località : Marozzo

- data : 12/04/2012  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : 1,00 m da quota inizio  
- scala vert.: 1 : 150



dai quali si può comprendere la scarsa qualità dei materiali presenti nell'area di interesse per il progetto, preceduti da un tratto superficiale del sondaggio geognostico sopra menzionato. Infatti, i bassi valori di resistenza alla punta  $Q_c$  dipingono un quadro in cui depositi fini, con consistenza molto bassa, si estendono fino ad una certa profondità per poi lasciare il posto a terreni che si fanno meno coesivi e con maggiore tenore in sabbia dalle caratteristiche nettamente migliori ma in generale non ancora buone. Dati confermati da altra prova:





## 5 DEFINIZIONE DEI PARAMETRI SISMICI

### 5.1 DATI DI AUSILIO PER LA PROGETTAZIONE SISMICA

“La Regione Emilia Romagna non è esente da attività sismo/tettonica. La sua sismicità può però essere definita media relativamente alla sismicità nazionale, poiché i terremoti storici hanno avuto magnitudo massima compresa tra 5,5 e 6 della scala Richter e intensità del IX/X grado della scala MCS. I maggiori terremoti (Magnitudo > 5,5) si sono verificati nel settore sud/orientale, in particolare nell’Appennino Romagnolo e lungo la costa riminese. Altri settori interessati da sismicità frequente ma **generalmente di minore energia (M< 5.5)** sono il margine appenninico/padano tra la Val d’Arda e Bologna, l’arco della dorsale ferrarese e il crinale appenninico” (Note illustrative, Carta Sismotettonica della Regione Emilia Romagna, 2004).

Gli eventi del maggio 2012 hanno avuto magnitudo massima 5,90.

#### 5.1.1 Categoria di suolo di fondazione

La categoria di suolo dipende dal valore di  $V_{s30}$ . Il parametro  $V_{s30}$  rappresenta la media ponderata dei valori delle velocità dell’onda di taglio “S” nei primi 30 m di sottosuolo indagato, matematicamente espressa da (eq. 1):

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum \frac{h_i}{v_i}}$$

dove:

$V_{s30}$  : velocità media ponderata delle onde di taglio “S”,

$h_i$  : spessore dello strato  $i$ -esimo,

$v_i$  : velocità delle onde di taglio “S” nello strato  $i$ -esimo.

Si rimanda, in fase di progetto esecutivo, approfondimenti puntuali con indagine profondi 30 metri per la determinazione di  $V_{s30}$

Il valore di  $V_{s30}$  verrà eseguito calcolato attraverso una correlazione empirica con la prova penetrometrica statica con punta elettrica e piezocono alla profondità di -30,00 m da p.c..

Si ricorda che la  $V_{s30}$  va calcolata dal piano di posa della fondazione.

## 5.2 PARAMETRI SISMICI SECONDO D.M. 17 GENNAIO 2018

La classificazione sismica introdotta dall'OPCM 3519/2006, recepita dal D.M. 17/01/2018, attribuisce a questa zona del comune di Fiscaglia un valore di accelerazione massima orizzontale di picco al suolo appartenente agli intervalli 0,125g – 0,150g, con  $T=0$ , su suolo rigido ( $V_{s30}>800\text{m/sec}$ ) e con una probabilità di superamento del 10% in 50 anni. Secondo il vigente D.M., gli spettri di risposta rappresentano delle componenti (orizzontale e verticale) delle azioni sismiche di progetto di un generico sito del territorio nazionale.

In figura si riporta un particolare della mappa di pericolosità sismica redatta dall'INGV, secondo la Tabella 1, allegata alle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni.

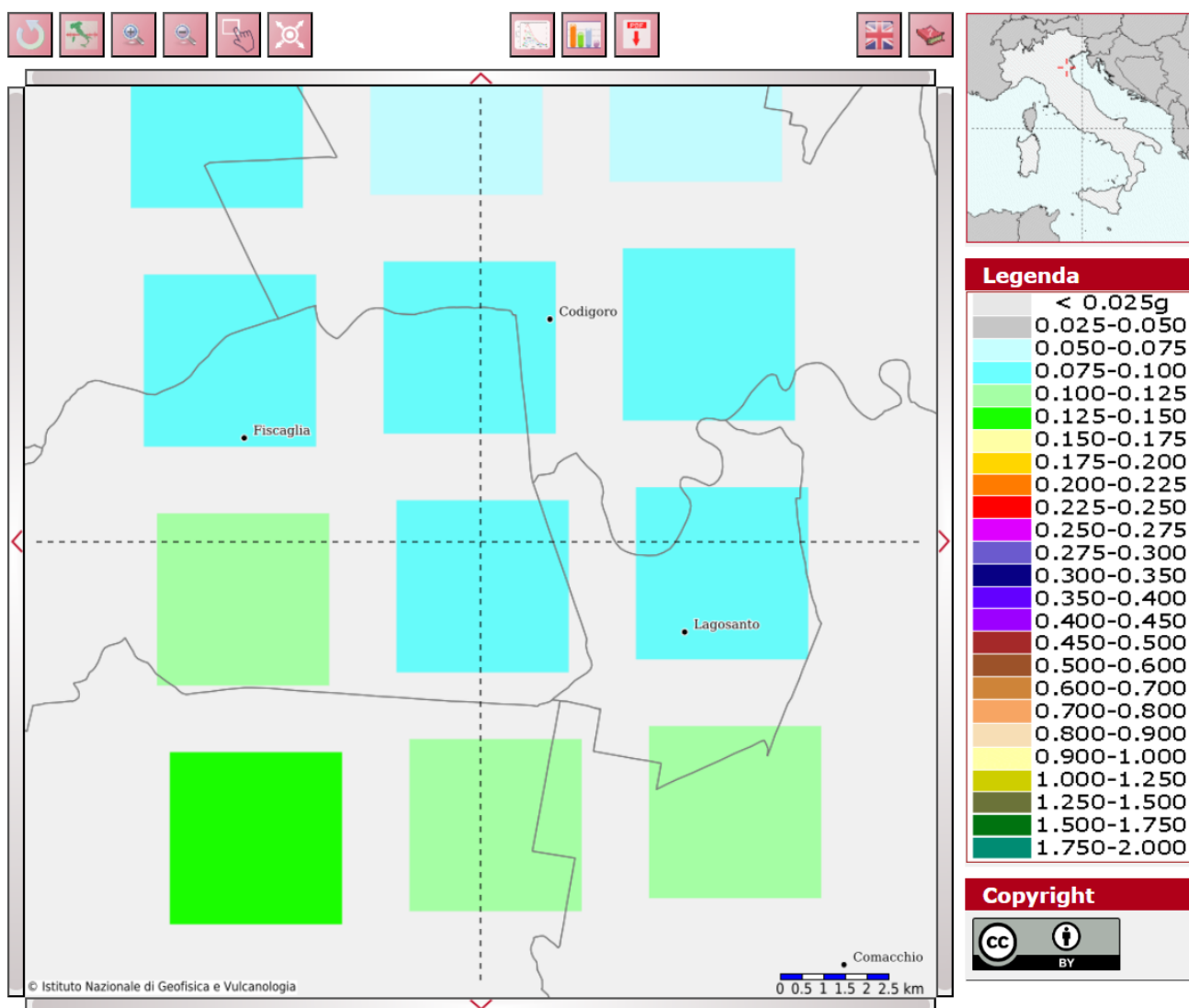


Figura 5-1 Carta pericolosità sismica da progetto DCP - INGV - S1. fonte: <http://esse18gis.mi.ingv.it>

Per la scelta della strategia di progettazione, il progettista procede in funzione delle caratteristiche dell'opera progettata e definisce lo spettro di risposta. Ai fini della normativa, le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR, a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

**ag** accelerazione orizzontale massima al sito;  
**Fo** valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale  
**T\*C** periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

In allegato alla norma per tutti i siti italiani, sono forniti i valori di  $ag$ ,  $Fo$  e  $T^*C$  necessari per la determinazione delle azioni sismiche.

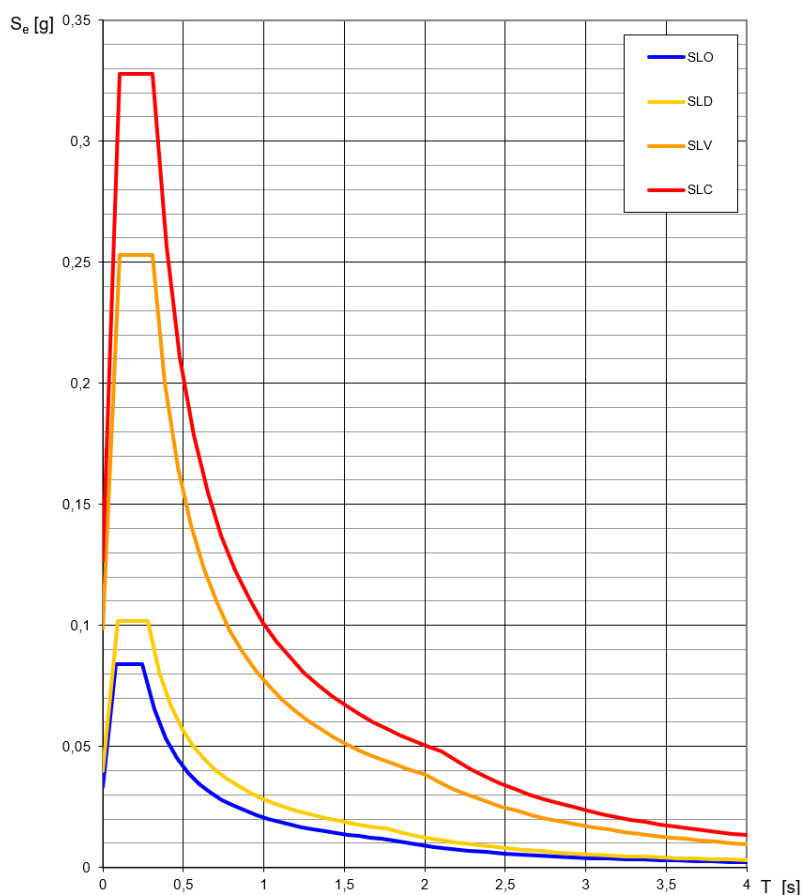
Nella seguente tabella tratta dalla normativa si riportano i valori di probabilità di superamento per i diversi stati limiti a cui si può spingere la progettazione.

Stati Limite		$P_{V_R}$ : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento $V_R$
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Tabella 1 D.M. 1780182018 Probabilità di superamento PVR al variare dello stato limite considerato

Di seguito si mostrano gli spettri di risposta per i vari stati limite.

## Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite



Di seguito si riportano i parametri sismici calcolati secondo un approccio “sito dipendente”. Come indicato nell’Allegato A del D.M. 14 gennaio 2008, recepito dal nuovo DM, si possono ottenere i valori dei suddetti parametri spettrali ( $a_g$ ,  $F_0$  e  $T^*_c$ ) del sito in esame utilizzando come riferimento le informazioni disponibili nel reticolo di riferimento.

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii e fondazioni

Sito in esame.

latitudine: 44,801616

longitudine: 12,076501

Classe: 2

Vita nominale: 50

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: D

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 50anni

Coefficiente  $c_u$ : 1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %

Tr: 30 [anni]

$a_g$ : 0,033 g

$F_0$ : 2,535

$T^*_c$ : 0,246 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %

Tr: 50 [anni]

$a_g$ : 0,040 g

$F_0$ : 2,562

$T^*_c$ : 0,278 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %

Tr: 475 [anni]

**$a_g$ : 0,099 g**

$F_0$ : 2,561

$T^*_c$ : 0,305 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %

Tr: 975 [anni]

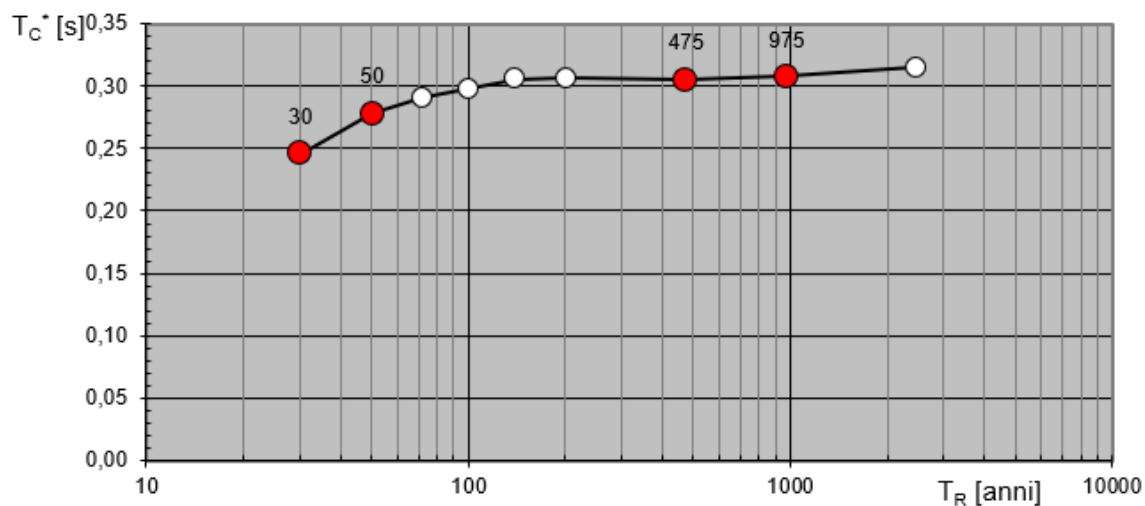
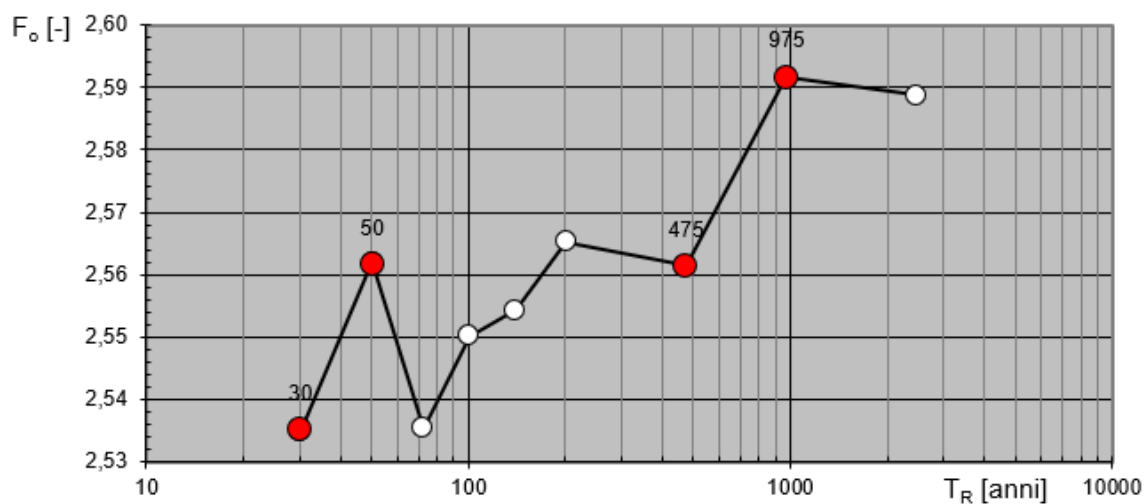
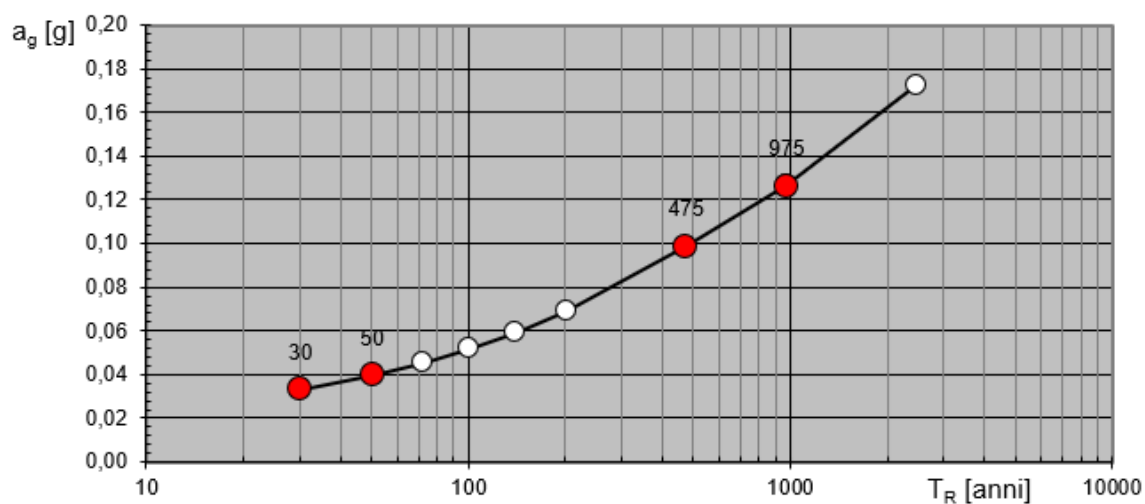
$a_g$ : 0,127 g

$F_0$ : 2,592

$T^*_c$ : 0,308 [s]



## Valori di progetto dei parametri $a_g$ , $F_o$ , $T_C^*$ in funzione del periodo di ritorno $T_R$



## 5.3 MAGNITUDO DI PROGETTO

La zonizzazione sismica ZS9 pone come magnitudo attesa massima nella zona sismogenetica 912 il valore di  $M = 6,14$ , i terremoti storici in questa area allo studio sono decisamente più bassi.

Durante gli eventi del maggio 2012 si sono liberate energie sismiche sulla dorsale ferrarese con magnitudo di 5,90 (che è stato stimato da Picotti, 2013, come evento con TR di 1000 anni).

Nella seguente tabella sono riportati i sismi che hanno colpito la provincia di Ferrara in tempi storici relativamente recenti.

Comune	Lat.	Lon.	Imax	Mw
ARGENTA	44.61459	11.83658	9	6,1
ARGENTA	44.61459	11.83658	9	6,1
BONDENO	44.88857	11.41666	8	5,6
CENTO	44.72685	11.28937	7	5,2
CODIGORO	44.83096	12.10568	<= 6	4,8
<b>COMACCHIO</b>	<b>44.69444</b>	<b>12.18290</b>	<b>7</b>	<b>5,2</b>
COPPARO	44.89391	11.82986	8	5,6
FERRARA	44.83559	11.61842	8	5,6
FORMIGNANA	44.84187	11.85894	8	5,6
JOLANDA DI SAVOIA	44.88518	11.97726	7	5,2
LAGOSANTO	44.76249	12.13965	7	5,2
MASI TORELLO	44.79369	11.79704	8	5,6
MASSA FISCAGLIA	44.80818	12.01334	7	5,2
MESOLA	44.92060	12.23033	<= 6	4,8
MIGLIARINO	44.77058	11.93149	8	5,6
MIRABELLO	44.82534	11.46031	8	5,6
OSTELLATO	44.74516	11.94085	8	5,6
POGGIO RENATICO	44.76571	11.48392	8	5,6
PORTOMAGGIOR	44.69759	11.80509	8	5,6
RO	44.94634	11.76146	8	5,6
SANT'AGOSTINO	44.79258	11.38519	8	5,6
VIGARANO MAINARDA	44.84191	11.49759	8	5,6
VOGHIERA	44.75737	11.75011	8	5,6
TRESIGALLO	44.81771	11.89393	8	5,6
GORO	44.85334	12.30076	<= 6	4,8
MIGLIARO	44.79835	11.97311	7	5,2

Tabella 2 Sismi che hanno colpito la provincia di Ferrara in tempi storici relativamente recenti

La magnitudo massima attesa che si adotterà è la seguente:

**Magnitudo di progetto**  
**M = 6,14 Mw**