

**IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN
POTENZA NOMINALE 26,95 MWp**

Località Spinazzino – Comune di Ferrara (FE)

PROPONENTE:

TEP RENEWABLES (FERRARA PV) S.R.L.
Viale Shakespeare,71 – 00144 - Roma
P. IVA e C.F. 16462341005 – REA RM - 1658414

PROGETTISTI:

ING. GIULIA GIOMBINI
Iscritta all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Viterbo
al n. A-1009

ING. MATTEO BERTONERI
Iscritto all'Ordine degli Ingegneri di Massa Carrara
al n. 669

DOTT. GEOL. MICHELE PECORELLI
Iscritto all'Ordine dei Geologi della Regione Puglia
al n. 327

PROGETTO DEFINITIVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO

(art. 23 del D. Lgs 152/2006 e ss. mm. ii)

Relazione geologica

Cod. Documento	Data	Tipo revisione	Redatto	Verificato	Approvato
21-00007- IT_Ferrara_R01_Rev0_Relazione Geologica	02/2022	Prima emissione	MP	GG\MB	F.Battafarano

INDICE

1. PREMESSA	3
1.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE	3
2. LINEAMENTI GEOLOGICI E MORFOLOGICI GENERALI	5
2.1 INQUADRAMENTO MORFOLOGICO.....	5
2.2 LINEAMENTI GEOLOGICI.....	5
3. CARATTERIZZAZIONE DEI LITOTIPI LOCALI E ASSETTO LITOSTRATIGRAFICO.....	8
4. ASSETTO GEOSTRUTTURALE	10
5. AMBIENTE IDRICO: ACQUE SUPERFICIALI E ACQUE SOTTERRANEE.....	11
5.1 ACQUE SUPERFICIALI	11
5.2 CIRCOLAZIONE IDRICA SOTTERRANEA	12
6. INQUADRAMENTO SISMICO.....	14
7. SINTESI CONCLUSIVA	18

1. PREMESSA

Il presente documento costituisce la Relazione di inquadramento geologico generale, morfologico, idrogeologico e sismico dell'area interessata dal progetto per la realizzazione di un impianto fotovoltaico per la produzione di energia da fonte solare – di potenza stimata di 26,95 MWp – e della relativa linea di connessione alla cabina di consegna, sito in località Spinazzino nel Comune di FERRARA all'interno di un'area in disponibilità della società di scopo TEP Renewables (Ferrara PV) S.r.l.

È stata così programmata una campagna di studi nel rispetto del DM. 17.01.2018 - Aggiornamento delle «Norme Tecniche per le Costruzioni», che ha previsto uno schema di lavoro come di seguito riportato:

- Inquadramento geologico dell'area, per l'indicazione dell'ambiente geologico, geomorfologico, idrogeologico e strutturale
- Rilevamento geologico di dettaglio, di un'area sufficientemente ampia, entro la quale ricade l'impianto fotovoltaico e la linea di connessione in progetto, atto alla definizione geologica, geomorfologica, idrogeologica e strutturale, con particolare riferimento alla caratterizzazione della natura e del tipo di strutture sedimentarie dei corpi geologici ivi presenti;
- Riferimenti a indagini geognostiche e geotecniche esistenti, eseguite nell'ambito del territorio comunale (prospezioni meccaniche e sismiche, prove geotecniche in sito e in laboratorio, scavi geognostici, pozzi, ecc.), per la definizione delle principali caratteristiche geotecniche e sismiche dei terreni.
- Esecuzione di nuove indagini geofisiche e geognostiche con l'obiettivo di puntualizzare le conoscenze geologiche dirette e indirizzare la progettazione in direzione della sicurezza e della migliore efficienza.

1.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il progetto in esame è ubicato nel territorio comunale di Ferrara a circa 2 km a SudOvest rispetto all'abitato di Marrara, piccola frazione a Sud di Ferrara. L'area è ubicata immediatamente a valle del Canale Cembalina. L'accesso è garantito attraverso viabilità comunale (Via Cembalina) che da Marrara, costeggiando il canale omonimo, giunge sino a Spinazzino (frazione di Ferrara).

Nella cartografia I.G.M. a scala 1:50000 l'area è compresa nel quadrante 185 (FERRARA); nella cartografia in scala 1:25000 l'intervento interessa la Tavoleta 76 III SO (Marrara).

2. LINEAMENTI GEOLOGICI E MORFOLOGICI GENERALI

2.1 INQUADRAMENTO MORFOLOGICO

L'area in esame si inserisce nel settore deposizionale della bassa Pianura Padana caratterizzato da moderate ondulazioni che degradano progressivamente verso Est; le quote sono prossime a 5 metri s.l.m e l'acclività è compresa entro 1°. Qui affiorano sedimenti olocenici di piana alluvionale che si spingono in profondità per diversi di metri. La deposizione di tipo fluviale, avvenuta in modo non uniforme, ha determinato una forte eterogeneità granulometrica dei sedimenti, sia in senso verticale che areale, per cui l'assetto stratigrafico della zona risulta abbastanza complesso.



Figura 2– Inquadramento territoriale dell'area di impianto. Ortofoto da Google earth.

La morfologia superficiale risente fortemente del costante e progressivo intervento antropico, volto a migliorarne l'efficienza agricola. Anche la stessa rete idrografica, che connota fortemente l'intero comprensorio è stata determinata dall'intervento antropico che ne ha modificato i corsi per mettere in sicurezza, dal punto di vista idraulico, le aree antropizzate. In precedenza i diversi fossi e canali di scolo trascinavano con costante regolarità, generando alluvioni che hanno sedimentato lenti a diversa

granulometria che conferiscono alla zona un paesaggio leggermente ondulato. Le bonifiche hanno prodotto scoli, collettori, canali artificiali e scolmatori che regolano il deflusso delle acque in eccesso e nello stesso tempo distribuiscono le acque destinate all'irrigazione.

2.2 LINEAMENTI GEOLOGICI

Il territorio dell'Emilia-Romagna è costituito dal versante padano dell'Appennino settentrionale e dalla Pianura Padana a sud del Po; il limite regionale, infatti, coincide per lunghi tratti con lo spartiacque appenninico verso sud e con il corso del Po verso nord.

Pur essendo due ambienti geomorfologici e sedimentari diversi, l'Appennino e la Pianura Padana sono strettamente correlati fra loro. Il fronte della catena appenninica non coincide con il limite morfologico catena-pianura (margine appenninico-padano) ma è individuabile negli archi esterni delle Pieghe Emiliane e Ferraresi (Pieri & Groppi, 1981) sepolte dai sedimenti quaternari padani. Quindi, il vero fronte appenninico, circa all'altezza del Po, sovrascorre verso nord sulla piattaforma padano-veneta.

La sismicità rappresenta uno strumento indispensabile per le analisi sismotettoniche e un utile supporto alla geologia strutturale, in quanto varie tipologie di dati sismici, ottenuti attraverso differenti metodologie, garantiscono l'identificazione e la caratterizzazione delle strutture geologicamente attive. L'analisi della sismotettonica dell'Emilia-Romagna è costituita da strutture caratterizzate da attività da molto recenti ad attuali. In particolare, risultano attivi i sovrascorrimenti sepolti che danno luogo agli archi di Piacenza-Parma, Reggio Emilia e di Ferrara.

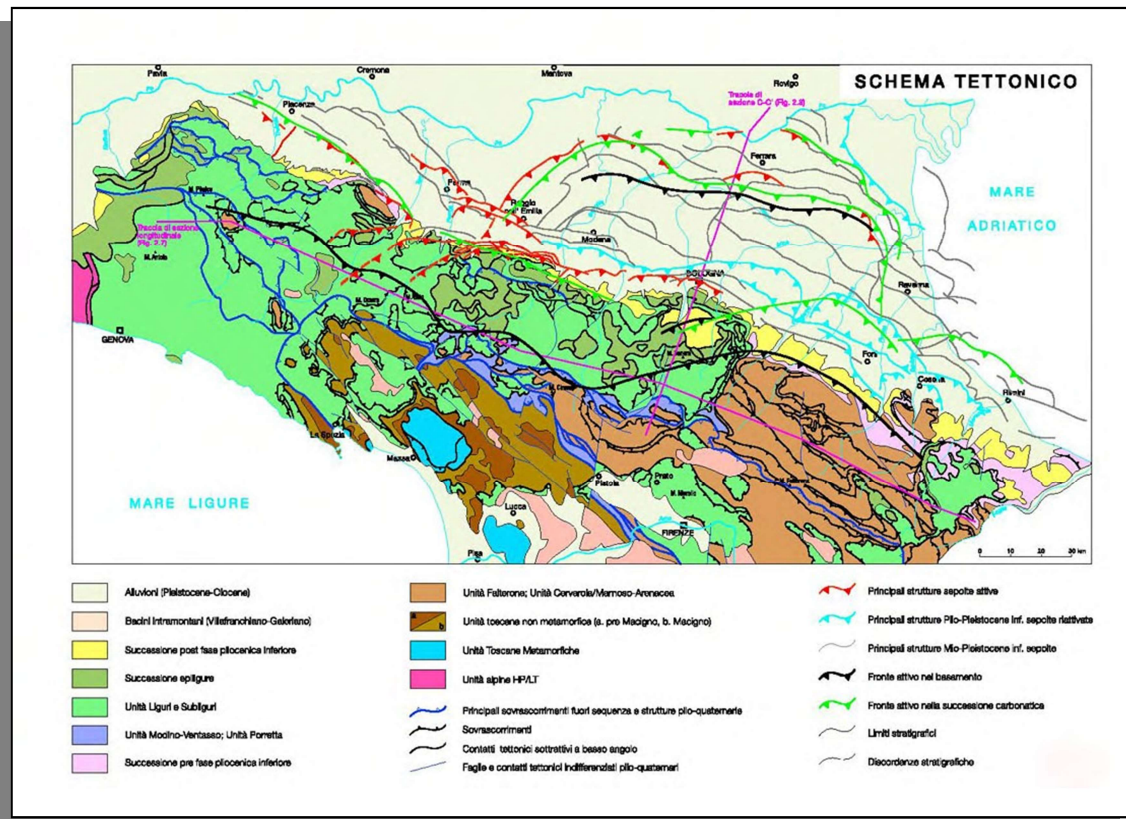


Figura 3 – Schema Tettonico dell’Emilia Romagna - tratto da “Carta Sismotettonica della Regione Emilia-Romagna” a cura di Luca Martelli e Mario Boccaletti (2004).

A tali strutture (in particolare alla dorsale Ferrarese) possono essere associati i fenomeni di fagliazione superficiale osservati in alcune aree di Pianura Padana, nelle province di Reggio Emilia e Modena (Pellegrini & Mezzani, 1978). Informazioni sulla presenza di strutture recenti si determinano dalla geometria di alcune superfici stratigrafiche come ad esempio gli alti di S. Bartolomeo in Bosco (a sud di Ferrara) e di Bondeno- Casaglia-Occhiobello (a nord-ovest di Ferrara). Queste zone di alto ricadono tutte sul culmine della dorsale ferrarese, permettendo di ipotizzare un’attività tardo- pleistocenica di questa struttura.

Studi recenti hanno determinato la Catalogazione Parametrica ("unificata") dei Terremoti Italiani (CPTI). A tal fine si riporta una Carta degli epicentri dei terremoti della Regione Emilia-Romagna per classi di magnitudo (CPTI, 1999).

Dal punto di vista geologico, la gran parte dei sedimenti che affiorano sulla superficie della pianura emiliano-romagnola sono di età olocenica, meno di 10.000 anni e derivano dalla complessa interazione fra il fiume Po, a nord, i fiumi appenninici, a sud e il Mare Adriatico, a est. I diversi ambienti sedimentari hanno determinato la formazione di conoidi e piane alluvionali dei fiumi appenninici, della piana a meandri del Po, della piana costiera, e del delta del fiume Po.

Nello specifico, nell’area oggetto di studio, si possono distinguere nei primi quindici metri di profondità i seguenti ambienti deposizionali:

- Ambiente dei bacini interfluviali, costituito dalle aree di sedimentazione delle frazioni più fini. Tale ambiente è caratterizzato dalla prevalenza di argille, argille limose, limi argillosi, argille organiche, con frequenti intercalazioni torbose.
- Ambiente di transizione dalle zone di paleoalveo a quelle dei bacini interfluviali, caratterizzato

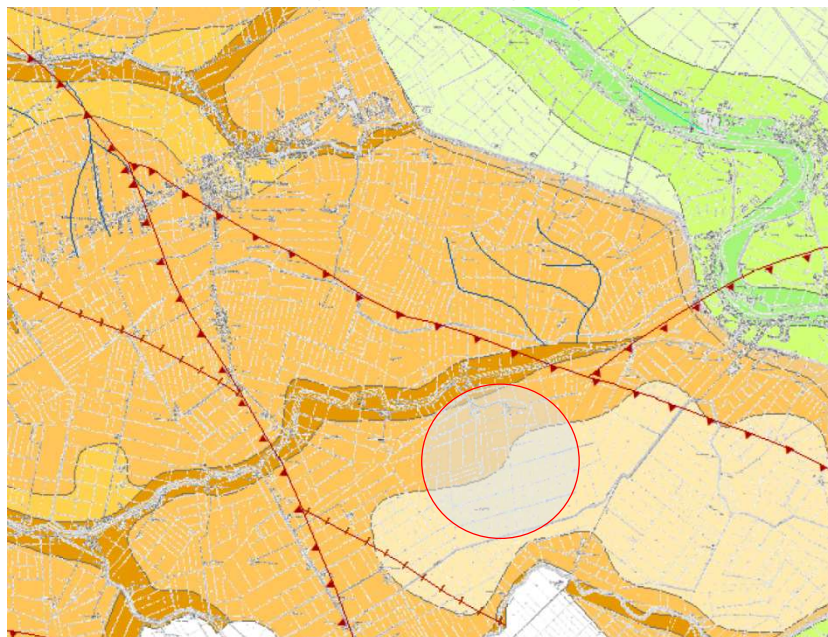
da alternanze di materiali fini e lenti sabbiose.

Come accennato, la zona in esame è situata all'interno della piana alluvionale originatasi dalla deposizione dei materiali in sospensione nelle acque dei fiumi che attraversavano l'attuale Pianura Padana. I depositi fluviali che ne sono derivati sono invariabilmente costituiti dall'alternanza ciclica di corpi sedimentari a granulometria prevalentemente fine, con corpi sedimentari a granulometria prevalentemente grossolana.

In particolare, la zona oggetto di studio è caratterizzata da depositi alluvionali a granulometria fine, con livelli a granulometria medio-fine da p.c. a mt. 15.00 di profondità (massima profondità indagata).

3. CARATTERIZZAZIONE DEI LITOTIPI LOCALI E ASSETTO LITOSTRATIGRAFICO

Come evidenziato nella figura 3, la carta geologica del Comune di Ferrara e ancor di più evidenzia una



potente successione terrigena di avanfossa appartenente al Super Sistema Emiliano Romagnolo della quale affiorano i termini più recenti, riferibili al Pleistocene medio, propri della Piana Alluvionale dei Fiumi appenninici.

Piana alluvionale di fiumi appenninici







-  Sabbie limose di riempimento di canale fluviale
-  Sabbie e limi di riempimento di canale fluviale
-  Limi sabbiosi di riempimento di canale fluviale
-  Limi con sabbie di argine e ventaglio da rotta
-  Argille e argille limose di piana interalvea
-  Argille e argille organiche di depressione interalvea

Figura 4 – Carta Geologica del Comune di Ferrara. – fonte [Quadro conoscitivo - Geologia - Comune di Ferrara](#)

Unità Stratigrafiche	Sequenze Deposizionali	Età (milioni di anni)	Scala Cronostratigrafica	Unità Idrostratigrafiche			
				Gruppo Acquifero	Complesso Acquifero	Sistema Acquifero	
SUPER-SISTEMA EMILIANO ROMAGNOLD SISTEMA EMILIANO-ROMAGNOLD SUPERIORE	Qc ₂	-0.12	PLEISTOCENE SUPERIORE-OLOCENE	A	A1		
					A2		
					A3		
					A4		
SUPER-SISTEMA EMILIANO ROMAGNOLD SISTEMA EMILIANO-ROMAGNOLD INFERIORE	Qc ₁	-0.35-0.45	PLEISTOCENE MEDIO	B	B1		
					B2		
					B3		
					B4		
SABBIE DI IMOLA	Qm	-0.65	PLEISTOCENE INFERIORE	C	C1		
					C2		
GRUPPO DEL SANTERNO	P2	-0.80	PLEISTOCENE INFERIORE	C	C3		
					-1.0	C4	
						-2.2	C5
		-3.3-3.6	PLIOCENE INFERIORE-MIOCENE				
		-3.9					

Figura 5 - Schema stratigrafico-sequenziale dei depositi plio-quadernari del bacino padano, con indicazione delle unità idrostratigrafiche. Regione Emilia-Romagna & Eni-Agip, 1998.

Dal punto di vista geologico generale il sottosuolo in esame è parte integrante dei depositi continentali quaternari, poggianti sui sedimenti plio-pleistocenici. La parte alta è formata da sabbie grossolane di media pianura alluvionale, che passano lateralmente a sedimenti fini di pianura fredda, diffusi soprattutto nelle porzioni meridionali. Spostandosi verso il piede dell'Appennino, nei cicli sedimentari

scompaiono le intercalazioni marine e la parte superiore è dominata da corpi ghiaioso-sabbiosi di riempimento di canale fluviale, che registrano lobi di conoide alluvionale ad alimentazione certamente appenninica.

Nello specifico affiorano depositi ascrivibili ad una unica formazione.

➤ SUBSISTEMA DI VILLA VERUCCHIO

○ Sabbie, limi e argille limose di piana alluvionale

Si tratta di sabbie, sabbie fini limose, limi sabbiosi e limi accumulati da prevalenti fenomeni di tracimazione, in ambienti di piana inondabile ben drenata. Assai diffusi sono i livelli limosi, mentre le argille limose sono nel complesso volumetricamente subordinate. Picchi di resistenza alla punta corrispondono a livelli di sabbia a base netta, correlabili ad eventi di tracimazione arealmente estesi. Nel complesso, le successioni mostrano un'evoluzione granulometrica con affinamento verso l'alto, con i livelli di sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi diffusi prevalentemente nella parte bassa dell'unità, soprattutto attorno ai 30 m di profondità. Verso l'alto la maggior parte della successione è formata da limi, con qualche intercalazione limoso-sabbiosa. Nell'area di intervento affioramento i sedimenti più fini.

4. ASSETTO GEOSTRUTTURALE

Le formazioni geologiche sopra descritte, non permettono, per loro natura e giacitura, il riconoscimento immediato di lineazioni tettoniche e/o strutturali. Trattandosi di depositi sciolti o al più debolmente cementati non subiscono un comportamento fragile alle deformazioni.

Da immagini satellitari e, ancor di più, da rilevazioni direttamente al suolo e da considerazioni di carattere strutturale, è possibile ipotizzare una linea di sovrascorrimento al contatto tra le formazioni della successione mio-pleistocenica. Disposte in direzione appenninica (figura 3, pag.6)

Quindi, il vero fronte appenninico, circa all'altezza del Po, sovrascorre verso nord sulla piattaforma padano-veneta. Si può così schematizzare che l'evoluzione del territorio dell'Emilia Romagna coincide con l'evoluzione del settore esterno della catena nord-appenninica.

L'Appennino settentrionale è una catena a thrusts facente parte del sistema alpino, formatosi in gran parte a spese della placca Adriatica per l'interazione fra le placche Africana ed Euroasiatica.

Si tratta di un edificio formato da una pila di unità tettoniche riferibili a due principali domini: il dominio Ligure, i cui sedimenti si sono depositi originariamente su crosta oceanica (Liguridi s.l.) e il dominio Tosco-Umbro-Marchigiano, rappresentato da successioni del margine continentale dell'Adria la cui età inizia a partire dal Triassico.

L'avanzamento dei thrusts vergenti verso nord-est causano un abbassamento della crosta terrestre che da origine alla avana fossa appenninica su cui sono accumulati i sedimenti quaternari.

Le faglie conseguenti ai movimenti dei sovrascorrimenti appenninici danno origine alle manifestazioni sismiche che interessano la regione emiliano-romagnola.

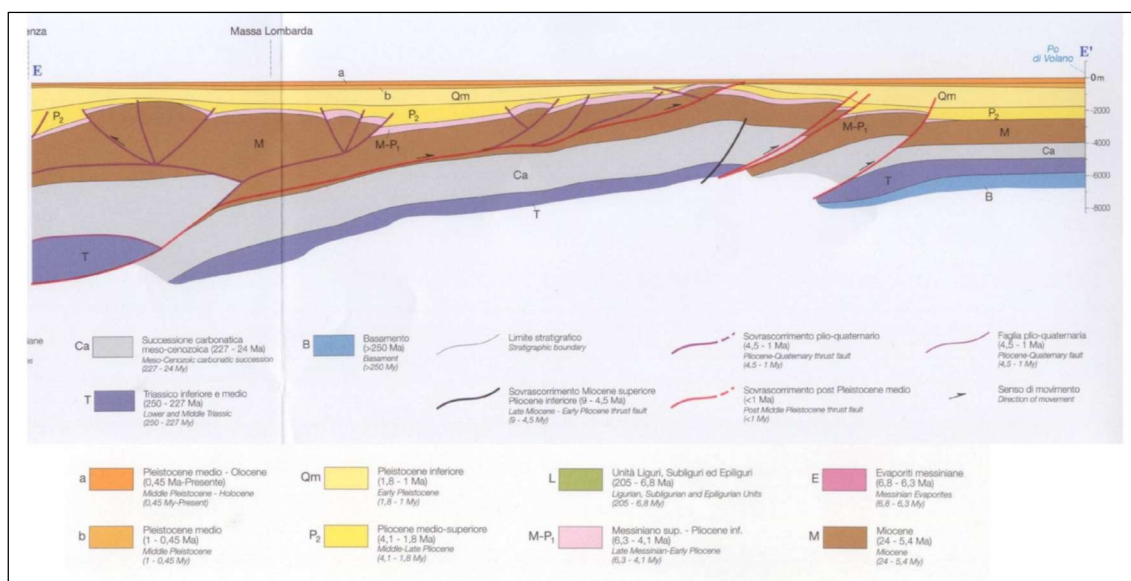


Figura 6 - profilo geologico lungo la sezione SO – NE. Tratto da “Carta Sismotettonica della Regione Emilia-Romagna” a cura di Luca Martelli e Mario Boccaletti (2004)

Le fasi orogenetiche interessanti il substrato sono databili al Miocene; successivamente prevalsero movimenti di tipo verticale. Nel Pliocene e nel Quaternario si ebbe dapprima l'emersione con l'erosione delle culminazioni e sedimentazione nelle depressioni. Seguirono fenomeni collegati alla subsidenza con sedimentazione fino a verificarsi il completo ricoprimiento delle strutture e la deposizione in ambiente continentale dei terreni più recenti, funzione delle variazioni climatiche e delle conseguenti migrazioni dei vari ambienti.

5. AMBIENTE IDRICO: ACQUE SUPERFICIALI E ACQUE SOTTERRANEE

5.1 ACQUE SUPERFICIALI

Come già descritto in precedenza nell'intera regione padana si individua un'idrografia superficiale piuttosto diffusa. Ciò è da mettere in relazione sia alla natura geolitologica, con affioramenti di litologie prevalentemente limo argillose che favoriscono il ruscellamento superficiale sia anche alla collocazione morfologica e geografica, ai piedi di importanti rilievi dove si verificano intense precipitazioni e forti ruscellamenti a causa delle pendenze elevate e degli affioramenti lapidei impermeabili. Il reticolo ha subito profonde variazioni nel periodo olocenico in funzione sia degli alluvionamenti delle aree, sia anche per via dell'azione antropica che ha svolto una importante azione di bonifica e regimentazione delle acque superficiali per migliorare la pratica agricola e per evitare danni alle persone e alle cose.

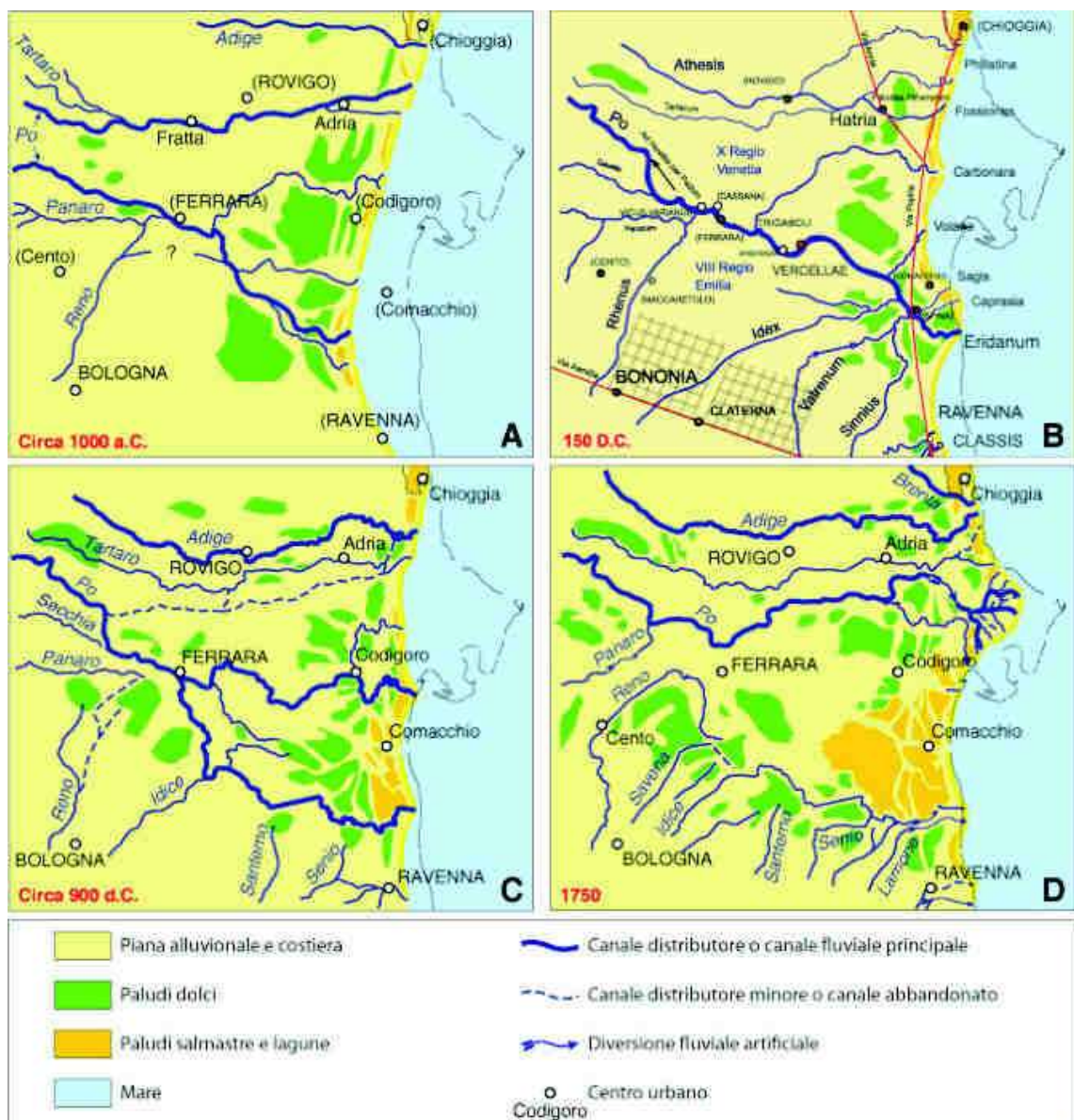


Figura 7 - Evoluzione del reticolo idrografico della fascia costiera negli ultimi 3000 anni. Da Bondesan, (1990) come modificate in Stefani & Vincenzi (2005).

I maggiori corsi d'acqua della Regione, il Po e il Reno hanno, allo stato attuale un deflusso orientato circa Ovest-Est. Gli affluenti del Reno, che scendono direttamente dai rilievi appenninici (il torrente Idice, il torrente Sillaro, il fiume Santerno e il torrente Senio) hanno un deflusso orientato SO-NE (direzione antiappenninica) a connotare un forte controllo strutturale sul deflusso idrico.

I corsi d'acqua presenti nell'area di studio sono caratterizzati da un percorso generalmente rettilineo, forzato entro argini ben definiti. Tutta una serie di canali minori si intersecano secondo direttrici regolari che formano un complesso sistema con funzione di regolare le piene e parallelamente di distribuire quanto più uniformemente sul territorio la risorsa idrica.

L'immediata conseguenza dell'assetto orografico della regione è rappresentata dalla diminuzione pressoché costante delle quote procedendo dal margine meridionale della regione verso Nord-NordEst. Nel suo complesso il reticolo idrografico risulta fortemente condizionato da due fattori principali: il gradiente regionale e la presenza di importanti dislocazioni tettoniche; in particolare il controllo tettonico ha influenzato i tracciati dei reticoli del drenaggio superficiale, determinando l'orientamento di molte valli fluviali.

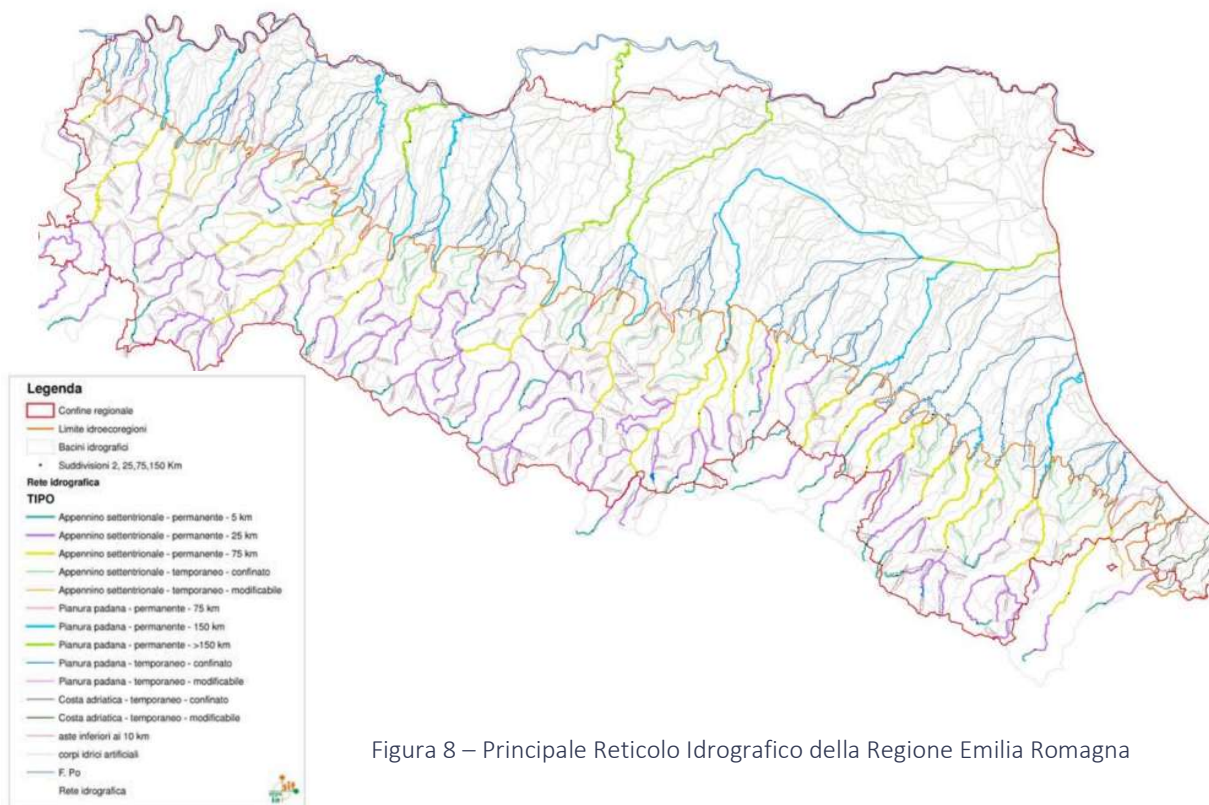


Figura 8 – Principale Reticolo Idrografico della Regione Emilia Romagna

Tutti i corsi d'acqua presentano un generale sviluppo sub-parallelo (Figura 8). Tra le caratteristiche comuni possiamo sottolineare il loro regime torrentizio, il profilo trasversale asimmetrico delle valli, la ridotta lunghezza e le ridotte dimensioni dei relativi bacini imbriferi.

5.2 CIRCOLAZIONE IDRICA SOTERRANEA

Generalmente il territorio del comune di Ferrara è interessato da una falda superficiale strettamente

connessa con le antiche direttrici dei drenaggi ora estinti e con i canali e scoli della rete della Bonifica Questa falda è comunemente denominata falda freatica, anche se localmente presenta un certo grado di salienza.

Dalla bibliografia specializzata e da indagini dirette condotte, risulta che nel sottosuolo sono presenti diversi acquiferi confinati di cui solo i più superficiali, fino a 50 – 60 metri di profondità, sfruttabili per scopi civili e industriali per la natura delle acque dolci.

In profondità si riconoscono ulteriori acquiferi caratterizzati da acque salmastre e chiaramente salate.

La serie idrogeologica locale può essere così sintetizzata:

SERIE IDROGEOLOGICA				
Falda	Prof. Tetto m. dal p.c.	Potenza m.	Tipo	Note
Freatica	0 ÷ 2	---	Freatica	Dolce
I Acquifero	4 ÷ 37	3 ÷ 40	Confinata	Dolce
II Acquifero	29 ÷ 62	8 ÷ 30	Confinata	Salmastra
III Acquifero	55 ÷ 110	15 v 25	Confinata	Salmastra
IV Acquifero	90 ÷ 126	3 v 15	Confinata	Salmastra
V Acquifero	135 ÷ 152	10 v 30	Confinata	Salmastra
VI Acquifero	200 ÷ 210	40 v 110	Confinata	Salmastra

Nell'area la falda freatica è stata rilevata a circa 5 metri dal piano di campagna, influenzata localmente dalla natura dei terreni, dal grado di impermeabilizzazione superficiale, dall'uso del sottosuolo nello strato interessato da questa, dall'interferenza con la rete dei canali/scoli della bonifica

Una verifica eseguita direttamente dal portale isprambiente.gov.it è stato possibile verificare che nell'area di intervento non esistono pozzi per la captazione delle acque sotterranee o almeno non se pure esistono questi non sono censiti. Alcune perforazioni si riscontrano a oltre 3 Km in direzione Ovest. Si tratta di pozzi con profondità superiori a 80 metri rispetto lapiano di campagna

Alla luce di quanto sopra e tenuto conto che le opere progettate interferiscono solo con i primi metri della successione stratigrafica, in quanto sia le strutture di sostegno dei singoli pannelli che le opere

Tabella 1 – Serie Idrogeologica nell'area di studio.

di fondazione della sottostazione elettrica saranno fondate a profondità non superiori a -3,50 metri dal p.c, si può concludere che non c'è nessuna interferenza tra le stesse opere fondali e la superficie piezometrica della falda superficiale.

6. INQUADRAMENTO SISMICO

Con l'introduzione dell'O.P.C.M. n. 3274 del 20 Marzo 2003 e s.m.i. sono stati rivisti i criteri per l'individuazione delle zone sismiche. Inoltre, sono state definite le nuove norme tecniche per la progettazione di nuovi edifici, di nuovi ponti, per le opere di fondazione, per le strutture di sostegno, ecc.

Nel 2003 sono stati emanati i criteri di nuova classificazione sismica del territorio nazionale, basati sugli studi e le elaborazioni più recenti relative alla pericolosità sismica del territorio, ossia sull'analisi della probabilità che il territorio venga interessato in un certo intervallo di tempo (generalmente 50 anni) da un evento che superi una determinata soglia di intensità o magnitudo.

A tal fine è stata pubblicata l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, sulla Gazzetta Ufficiale n. 105 dell'8 maggio 2003.

Il provvedimento detta i principi generali sulla base dei quali le Regioni, a cui lo Stato ha delegato l'adozione della classificazione sismica del territorio (Decreto Legislativo n. 112 del 1998 e Decreto del Presidente della Repubblica n. 380 del 2001 - "Testo Unico delle Norme per l'Edilizia"), hanno compilato l'elenco dei comuni con la relativa attribuzione ad una delle quattro zone, a pericolosità decrescente, nelle quali è stato riclassificato il territorio nazionale.

ZONE A PERICOLOSITÀ SISMICA	
Zona	DEFINIZIONE
1	È la zona più pericolosa, dove possono verificarsi forti terremoti
2	Nei comuni inseriti in questa zona possono verificarsi terremoti abbastanza forti
3	I comuni inseriti in questa zona possono essere soggetti a scuotimenti modesti
4	È la zona meno pericolosa

Di fatto, viene eliminato il territorio "non classificato", che diviene zona 4, nel quale è facoltà delle Regioni prescrivere l'obbligo della progettazione antisismica. A ciascuna zona, inoltre, viene attribuito un valore dell'azione sismica utile per la progettazione, espresso in termini di accelerazione massima su roccia (zona 1=0.35 g, zona 2=0.25 g, zona 3=0.15 g, zona 4=0.05 g).

Il nuovo studio di pericolosità, allegato all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28 aprile 2006, ha fornito alle Regioni uno strumento aggiornato per la classificazione del proprio territorio, introducendo degli intervalli di accelerazione (ag), con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni, da attribuire alle 4 zone sismiche.

SUDDIVISIONE DELLE ZONE SISMICHE	
Zona sismica	Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (ag)
1	ag > 0.25
2	0.15 < ag ≤ 0.25
3	0.05 < ag ≤ 0.15
4	ag ≤ 0.05

Tabella 3 - Suddivisione delle zone sismiche in relazione all'accelerazione di picco su terreno rigido (OPCM 3519/06).

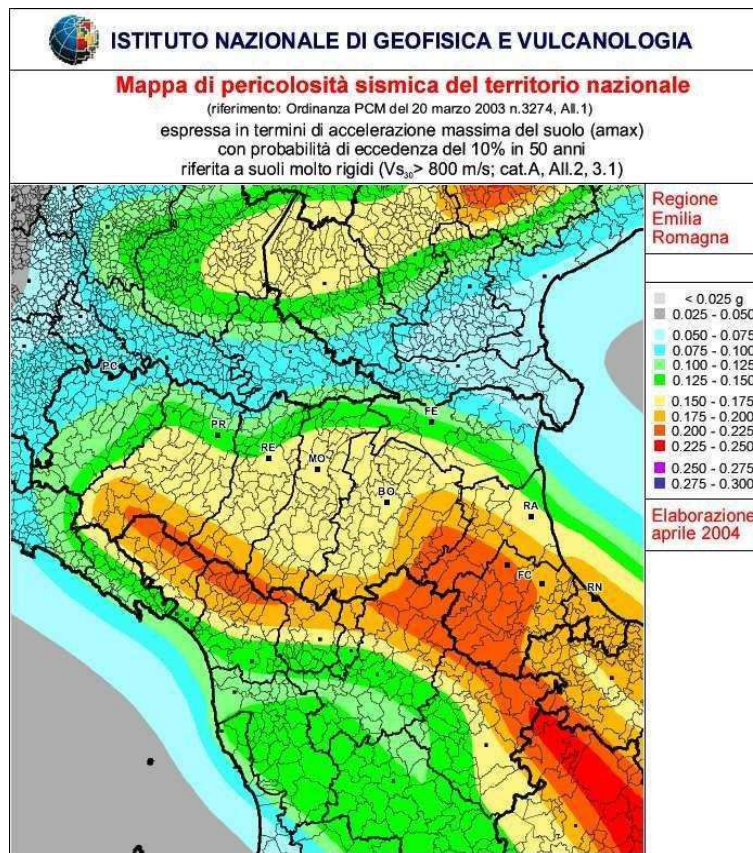


Figura 9 – Stralcio della mappa di pericolosità sismica italiana (MPS04)

Benché le moderne investigazioni della sismotettonica regionale siano iniziate più di 30 anni fa, la conoscenza delle sorgenti sismogenetiche è ancora incerta. Questo dipende soprattutto dal fatto che l'attività tettonica è collegata ai movimenti di sistemi di faglie cieche, le cui caratteristiche (es. lunghezza del singolo segmento, entità dello scivolamento ecc.) non può essere definita solamente attraverso la classica analisi geomorfologica. Molti dati sulle sorgenti sismogenetiche delle Alpi Meridionali derivano dall'applicazione di algoritmi che permettono di definire la geometria della sorgente dai dati puntuali di distribuzione dell'intensità dei terremoti storici

L'identificazione di tali sorgenti, concisamente definite silenti, permette di definire le aree potenzialmente affette da un alto livello di pericolosità sismica.

Secondo la zonazione sismogenetica attualmente in vigore (chiamata ZS9), l'area oggetto di studio ricade all'interno della zona sismogenetica 917. La zona 912 (assieme alla 917) rappresenta la porzione più esterna della fascia in compressione dell'arco appenninico settentrionale. Strutture compressive (prevalentemente thrusts) allineate lungo la costa o a breve distanza da essa sono responsabili della sismicità. Nella zona 912, la sismicità sembra evidenziare l'andamento del fronte compressivo sepolto più avanzato (a ridosso del Po).

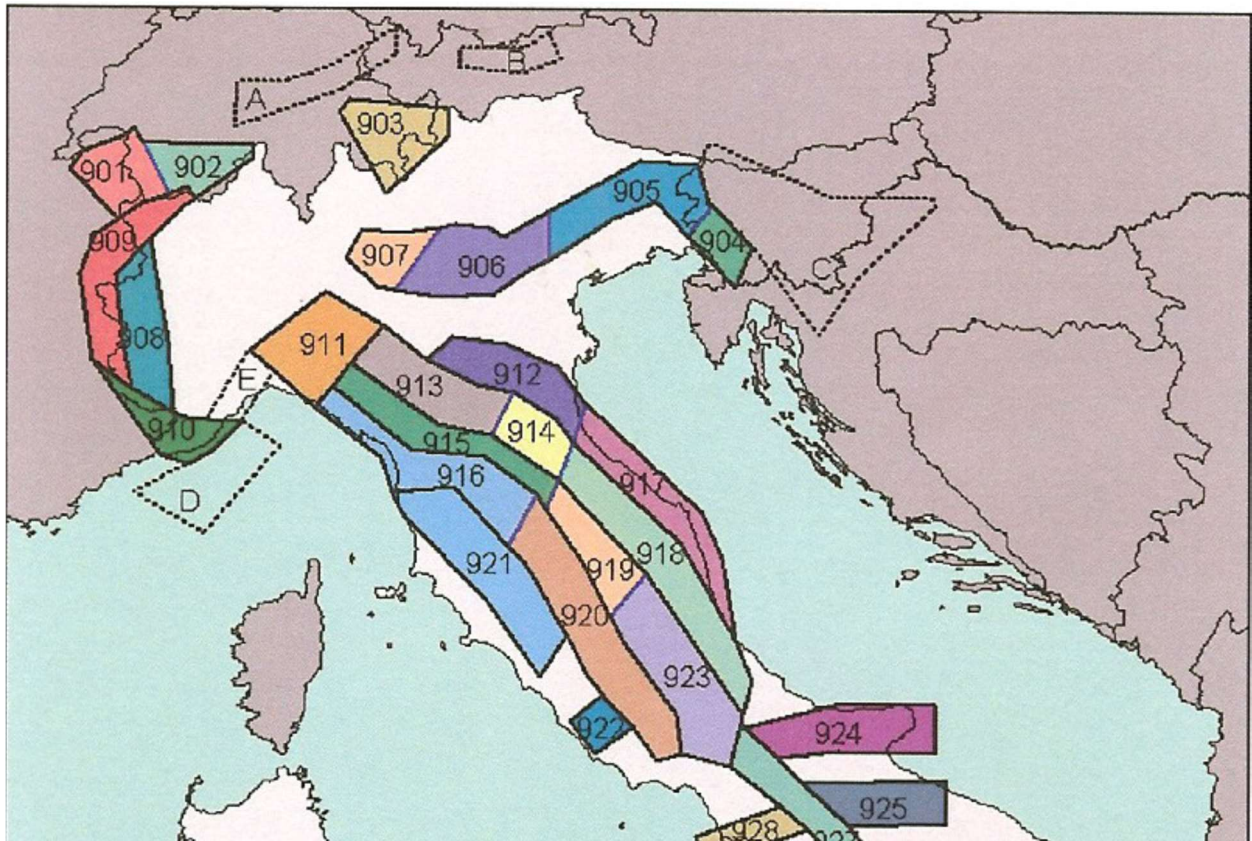


Figura 10 - - Zonazione sismogenetica ZS9 dell'Italia centro-settentrionale (a cura di C. Meletti e G. Valensise marzo 2004). I limiti di colore nero separano zone con analogo significato cinematico, che differiscono principalmente per le caratteristiche di sismicità.

Per quanto riguarda le cause della sismicità dell'area (C.N.R.-G.N.D.T. - Regione Emilia Romagna, 1986), esse risultano strettamente connesse con l'attività tettonica compressiva, connotata da faglie inverse nel fronte della piega a Nord-Est, e faglie dirette nel fianco opposto a Sud-Ovest, determinate da una fase di rilassamento successiva. Le dislocazioni riscontrate riguardano sia le formazioni preplioceniche che quelle plioceniche, mentre la copertura quaternaria risulta quasi imperturbata essendo scarsamente interessata dai movimenti tettonici. Tra le conseguenze di questa attività sismo-tettonica ricordiamo la creazione, o più frequentemente la riattivazione, di deformazioni fragili (fratture e faglie di superficie) in occasione degli eventi di maggiore intensità. Tali movimenti sembrano essere dovuti sia a deformazioni gravitative esaltate dal fenomeno sismico, sia a scuotimento differenziale in condizioni di anisotropia del substrato, sia a differenze modulari tra gli sforzi comuni ai fattori precedenti.

Per il territorio comunale di Ferrara e per il Ferrarese in generale sono storicamente documentate numerose scosse sismiche.

Molte di queste sono attribuibili a eventi esterni al territorio, come nel caso della maggior scossa del terremoto del Friuli, il 6 maggio 1976: la presenza di sedimenti clastici incoerenti e saturi d'acqua può essere infatti motivo di amplificazione di scosse sismiche anche provenienti da luoghi non vicini; si è trattato comunque di fenomeni che nel Ferrarese non hanno provocato danni.

Le scosse più forti sono invece riconducibili a eventi locali, imputabili a movimenti delle pieghe dell'Appennino sepolto, probabilmente amplificate dalla natura dei materiali sovrastanti. Nel seguito verranno appunto elencate e considerate le più importanti tra queste ultime.

Nella successiva figura 11 viene riportato, con riferimento al comune di Ferrara, l'elenco dei terremoti con intensità epicentrale uguale o superiore a 4, i valori relativi alla intensità al sito, il tempo all'origine (anno, mese, giorno, ora UTC), l'area epicentrale, il numero progressivo, l'intensità epicentrale e la magnitudo momento.

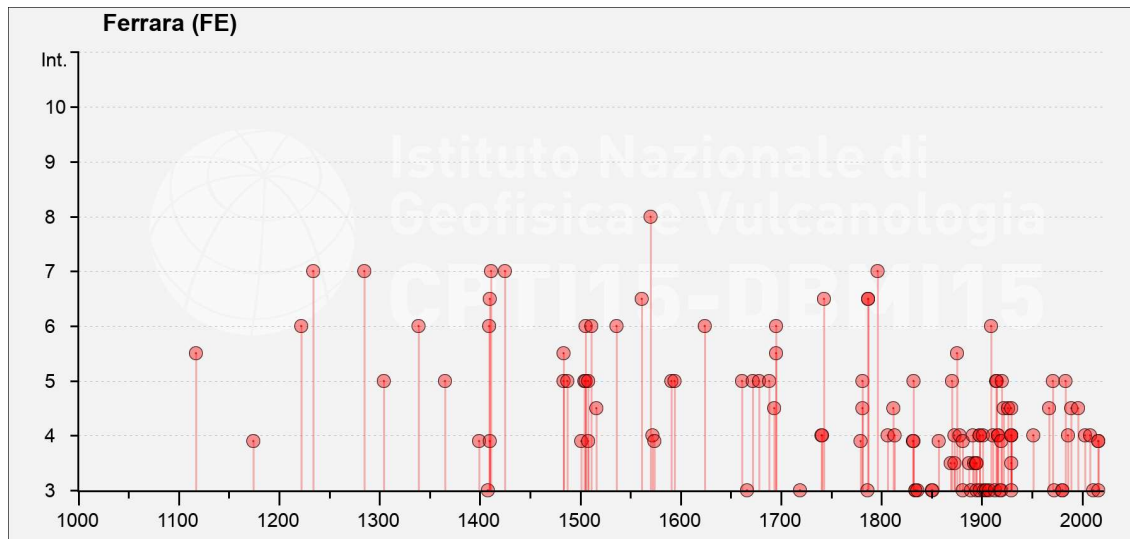


Figura 11 – Storia sismica del Comune di Ferrara – [44.835, 11.620]. –
 Fonte https://emidius.mi.ingv.it/CPT115-DBM115/place/IT_40627

7. SINTESI CONCLUSIVA

Lo studio condotto al fine di definire le condizioni geologiche generali, idrogeologiche e geomorfologiche del sito sul quale si intende intervenire con il progetto per la realizzazione di un impianto fotovoltaico per la produzione di energia da fonte solare – di potenza stimata di 26,95 MWp – e della relativa linea di connessione alla cabina di consegna, sito in località Spinazzino nell’agro del Comune di Ferrara, consente di formulare le seguenti considerazioni conclusive.

L’area oggetto di intervento è ubicata in un ambito perfettamente pianeggiante, con quote prossime a 5 metri sul livello del mare con pendenze massime nell’ordine di 1° in direzione Est-NordEst.

Qui affiorano depositi eluvio-colluviali di età olocenica sovrastanti depositi plio-pleistocenici di natura limo-argillosa.

La successione stratigrafica è stata riconosciuta correlando i dati ottenuti dal rilievo geologico tecnico effettuato in situ, dall’esame delle indagini eseguite e meglio descritte nella relazione geotecnica a corredo dell’istanza integrate con i dati conseguenti da indagini pregresse eseguite nello stesso ambito. Da qui si ipotizza un modello geotecnico a 3 unità litotecniche con caratteristiche tecniche migliori con la profondità.

La falda freatica, rilevata direttamente nelle indagini in situ, si attesta a quote prossime a -5 metri rispetto al piano di campagna, il che porta ad escludere l’insorgenza di sovrappressioni neutre nel sistema terreno – fondazione.

La tipologia dell’intervento da attuare, così come riportato nei grafici progettuali, non prevede sbancamenti e/o movimenti di terra tali da pregiudicare l’assetto geomorfologico e idrogeologico generale, né il buon ruscellamento delle acque superficiali. Pertanto si ritiene che siano da escludere l’insorgenza di fenomeni perturbativi alla stabilità dei luoghi.

febbraio 2022

dott. geol. Michele Pecorelli