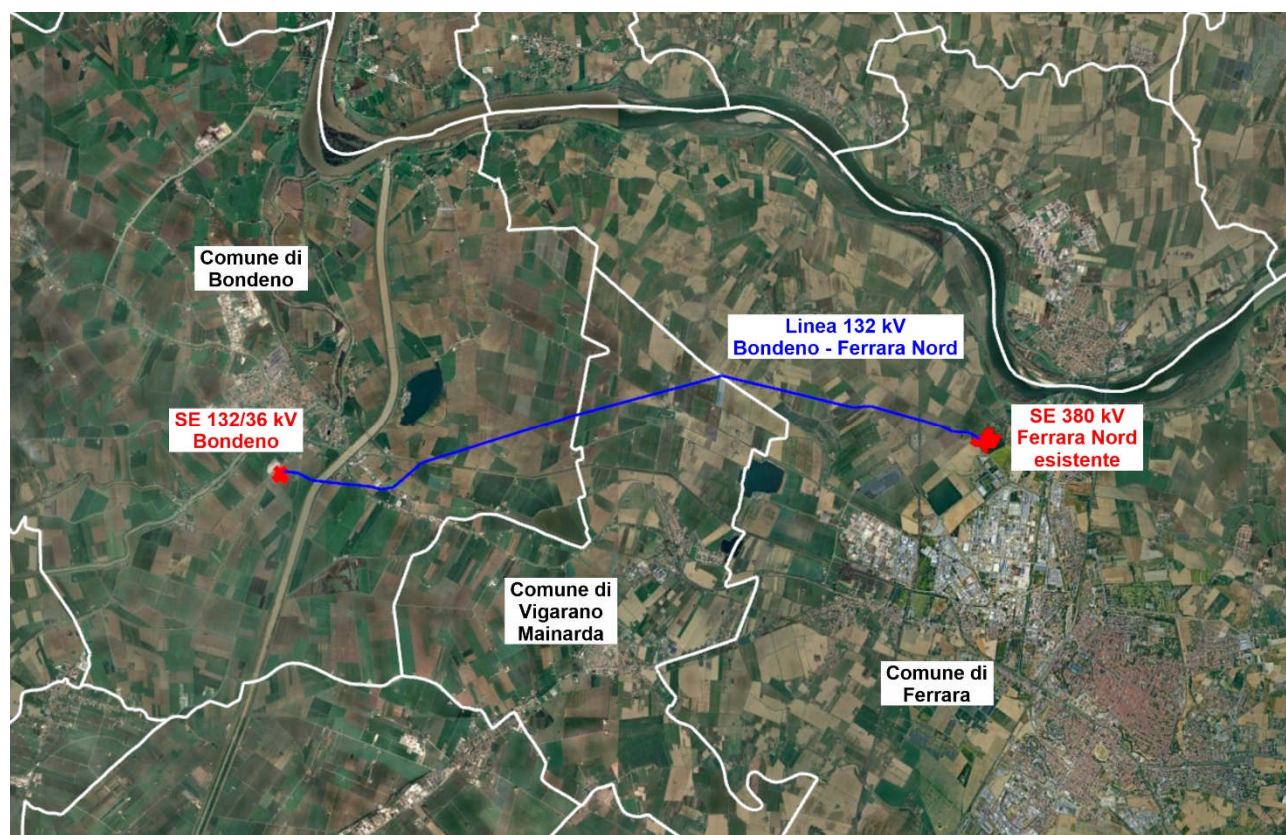


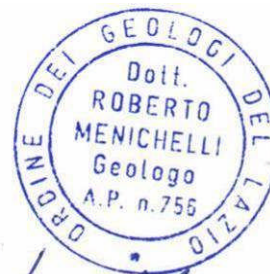
					
B	Luglio 25	Geologo	013	093	Revisione generale
A	Giugno 25	Geologo	013	093	Emissione per autorizzazione
REVISIONE	DATA	ELABORATO	VERIFICATO	APPROVATO	DESCRIZIONE
CODICE PRATICA CAPOFILA C.P. 202201461				TIPOLOGIA IMPIANTO CAPOFILA / POTENZA IN IMMISSIONE IMPIANTO FOTOVOLTAICO 56 MW	
CAPOFILA Bondeno Srl <i>Via Mike Bongiorno, 13</i> <i>20124 - Milano</i> <i>Partita IVA 05496160283</i>				LINEA 132 kV BONDENO - FERRARA NORD	
INGEGNERIA & COSTRUZIONI BRULLI trasmissione				TITOLO RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE E DI COMPATIBILITA' IDROGEOLOGICA	
SCALA -	FORMATO A4	FOGLIO / DI 0 / 45		N. DOCUMENTO 5 1 6 9 1 7 B	

Comuni di Bondeno (FE), Vigarano Mainarda (FE) e Ferrara (FE)



RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE E DI COMPATIBILITÀ IDROGEOLOGICA PER LA REALIZZAZIONE DELLA NUOVA LINEA ELETTRICA 132 kV BONDENO - FERRARA NORD

Il Tecnico
Dott. Geol. Roberto Menichelli



Roma, Giugno 2025

INDICE

1	PREMESSA	3
2	GEOLOGIA.....	4
2.1	INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE.....	4
2.2	GEOLOGIA E STRATIGRAFIA DELL'AREA DI STUDIO	10
2.3	GEOMORFOLOGIA E IDROGRAFIA SUPERFICIALE.....	14
2.4	IDROGEOLOGIA.....	17
3	SISMICITÀ.....	26
3.1	SISMICITÀ STORICA	26
3.2	SORGENTI SISMOGENETICHE.....	34
3.3	PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE	36
4	COMPATIBILITÀ IDROGEOLOGICA (P.A.I. E P.G.R.A.)	39
4.1	PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (P.A.I.).....	40
4.2	PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO DELLE ALLUVIONI (P.G.R.A.).....	41
5	CONCLUSIONI	42
6	BIBLIOGRAFIA	45

1 PREMESSA

Il progetto di cui tratta la presente Relazione Geologica preliminare e di compatibilità idrogeologica è relativo alla costruzione del nuovo elettrodotto 132 kV che collegherà la nuova Stazione Elettrica 150/36 kV “Bondeno” con il futuro ampliamento della sezione a 132 kV inserita nell’esistente Stazione Elettrica 380 kV “Ferrara Nord”.

L’Opera è ubicata, da Ovest ad Est, nei Comuni di Bondeno (FE), Vigarano Mainarda (FE) e Ferrara (FE), così come riportato nella Tavola di Inquadramento CTR, alla scala 1:5.000, Tavola n. 516932, prodotta ed allegata unitamente alla restante documentazione.

L’Opera in oggetto verrà realizzata nell’ambito del progetto di connessione a 36 kV dell’impianto fotovoltaico della società Bondeno Srl alla futura Stazione Elettrica RTN 132/36 kV Bondeno (CP 202201461).

Lo studio oggetto della presente relazione è inerente esclusivamente al nuovo elettrodotto RTN a 132 kV tra la nuova Stazione Elettrica “Bondeno” e la futura sezione a 132 kV dell’esistente Stazione Elettrica RTN a 380 kV “Ferrara Nord”, prevista dall’intervento 318-P del Piano di Sviluppo Terna con target di portata estiva minima di 600 A.

Secondo quanto previsto dal DLgs 387/2003 e ss.mm.ii la Società Bondeno Srl, nell’ambito di capofila ha sviluppato ed intende portare in autorizzazione le suddette opere RTN. Il progetto sarà inoltre reso disponibile per tutte quelle iniziative di produzione la cui STMG in futuro prevederà le medesime opere RTN per la connessione. L’iniziativa di produzione connessa alla presente stazione sarà collegata alla RTN al livello di tensione 36 kV, a sua volta connesso alla rete 132 kV mediante due trasformazioni 132/36 kV.

Il nuovo elettrodotto 132 kV “SE Bondeno – Ferrara Nord” verrà realizzato in palificata a semplice terna ed armato con conduttore del tipo ACSR $\varnothing 31,5$ mm.

La presente Relazione Geologica pertanto costituisce parte integrante della documentazione inerente alla procedura autorizzativa per la realizzazione delle summenzionate Opere di rete.

La cartografia prodotta per la valutazione della compatibilità idrogeologica, ovvero lo stralcio dalla Carta delle Fasce Fluviali del Piano stralcio per l’Assetto Idrogeologico (P.A.I.), Tavola n. 516936, Fogli 1 e 2, lo stralcio della Carta della Pericolosità Idraulica, Tavola n. 516936, Fogli 3 e 4, e lo stralcio della Carta del Rischio Idraulico, Tavola n. 516936, Fogli 5 e 6, tratte dal P.G.R.A., alla scala 1:10.000, è allegata alla restante documentazione prodotta relativa alla summenzionata procedura autorizzativa.

2 GEOLOGIA

Le indagini preliminari relative al presente lavoro, al fine di definire al meglio gli aspetti geologici generali del settore in esame, sono consistite essenzialmente nella ricerca dei dati bibliografici e cartografici esistenti, relativi all'assetto geo-litologico-stratigrafico dell'area investigata.

In particolare ci si è avvalsi, oltre alle altre pubblicazioni riportate in bibliografia, della seguente cartografia ufficiale:

- Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000, Foglio 75 "Mirandola" e relative Note Illustrative (LIPPARINI *et al.*, 1956),
- Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000, Foglio 76 "Ferrara" e relative Note Illustrative (ACCORDI *et al.*, 1955).

2.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

L'area in oggetto è ubicata nel Comune di Bondeno (FE) nel territorio della Pianura emiliano-romagnola, parte della Pianura Padana, limitata a Nord dall'asta del fiume PO, formatasi grazie al progressivo riempimento, avvenuto a partire dal Pliocene, del Bacino Padano, vasta depressione delimitata a Sud dai rilievi appenninici ed a Nord da quelli alpini.

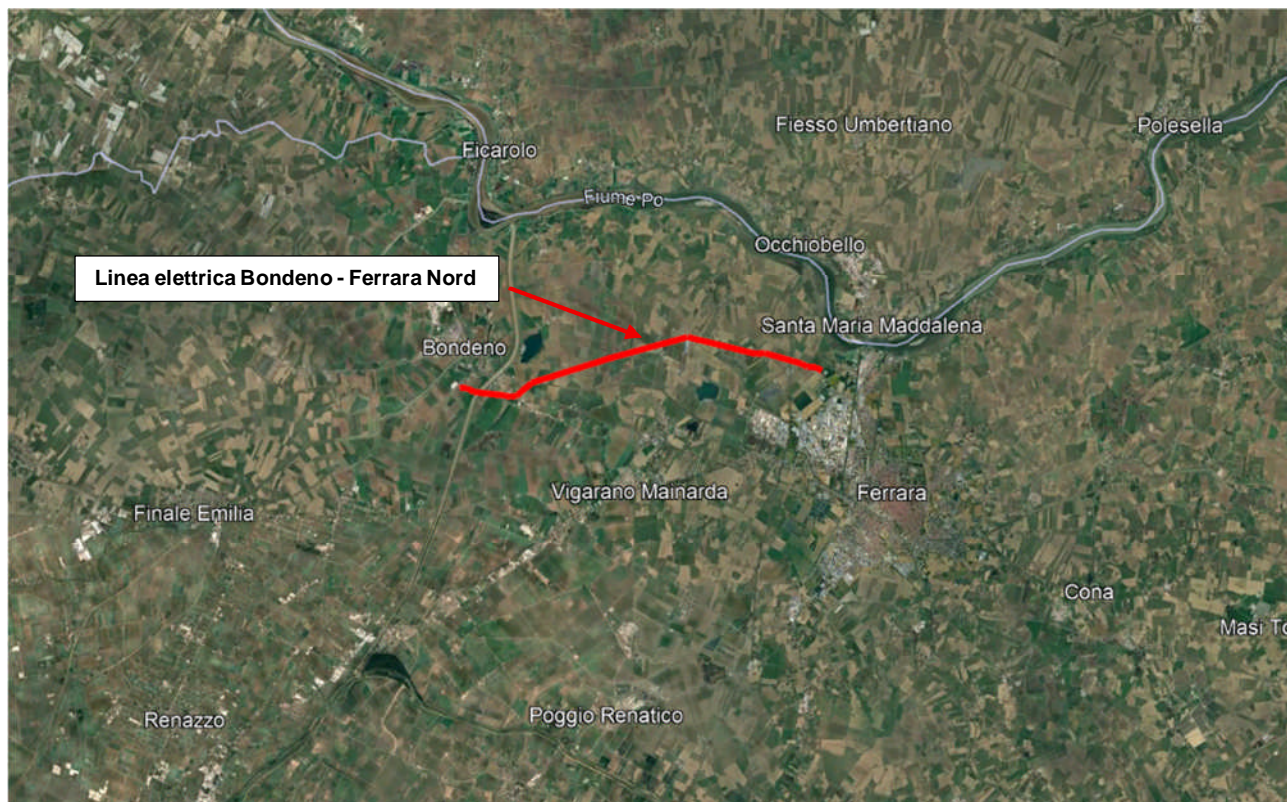


Figura 2-1 – Ubicazione geografica del sito in progetto (Google Earth)

In particolare la Regione compresa tra la dorsale dell'Appennino settentrionale e l'asse del fiume Po è costituita da tre domini della Microplacca Adriatica (Cerrina Feroni *et al.*, 2002; Farabegoli *et al.*, 2004; Pieri & Groppi, 1981):

- L'Appennino esposto, sollevato sopra il livello medio del mare;
- L'Appennino sepolto, ricoperto dai depositi della Pianura Padana e dell'Alto Adriatico;
- l'Avanpaese Appennino-Dinarico, lievemente deformato.

L'Appenninico Settentrionale è contraddistinto da una complessa deformazione crostale (Elter *et al.*, 1975), caratterizzata da un sensibile raccorciamento plio-pleistocenico lungo i fronti più esterni, mentre contemporaneamente i settori interni sono sottoposti ad estensione, come attualmente ben documentato dai meccanismi focali associati a terremoti recenti (Figura 2-2).

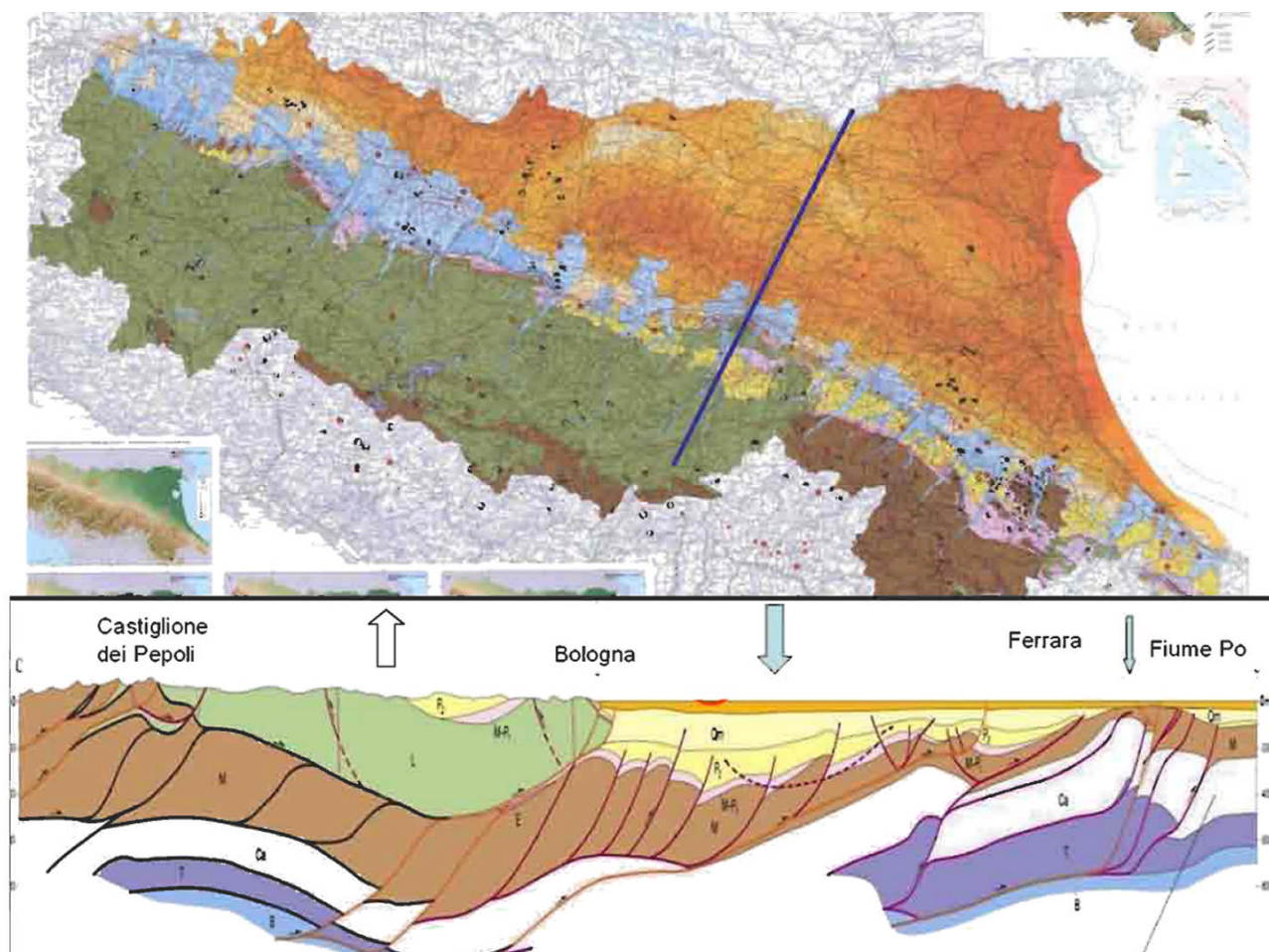


Figura 2-2 – Sezione geologico-strutturale della Pianura Padana ottenuta da dati di superficie e di sottosuolo (da Severi, 2012)

Per quanto concerne l'assetto strutturale delle successioni sepolte pre-pleistoceniche presenti nel sottosuolo della Pianura Padana, numerosi profili di sismica a riflessione

realizzati per la ricerca di idrocarburi hanno permesso di riconoscere una complessa serie di pieghe e sovrascorrimenti a geometria arcuata e vergenza mediamente verso Nord - Nord-Est (Bigi *et al.*, 1990; Boccaletti *et al.*, 2004; Cerrina Feroni *et al.*, 2002; Pieri & Groppi, 1975, 1981).

A scala di maggior dettaglio, è possibile riscontrare all'interno del fronte più esterno della catena appenninica la presenza di due archi maggiori, con concavità rivolta verso il margine appenninico (Pieri & Groppi, 1975), denominati "Arco delle Pieghe Emiliane", ad Ovest, ed "Arco delle Pieghe Ferraresi-Romagnole", ad Est (Figura 2-3).

L'area di studio si trova in corrispondenza di un alto anticlinale, bordato, a Nord e a Sud, da strutture sinclinaliche. Tali strutture sono ben visibili nei profili di sismica a riflessione prodotti negli anni '50 dalla Società Petrolifera Italiana (ora ENI-AGIP) e nelle diverse interpretazioni geologiche degli stessi, proposte in letteratura (es. Bigi *et al.*, 1990; Boccaletti *et al.*, 2004; Cerrina Feroni *et al.*, 2002; Corrado *et al.*, 2010; Pieri & Groppi, 1981; Toscani *et al.*, 2009).

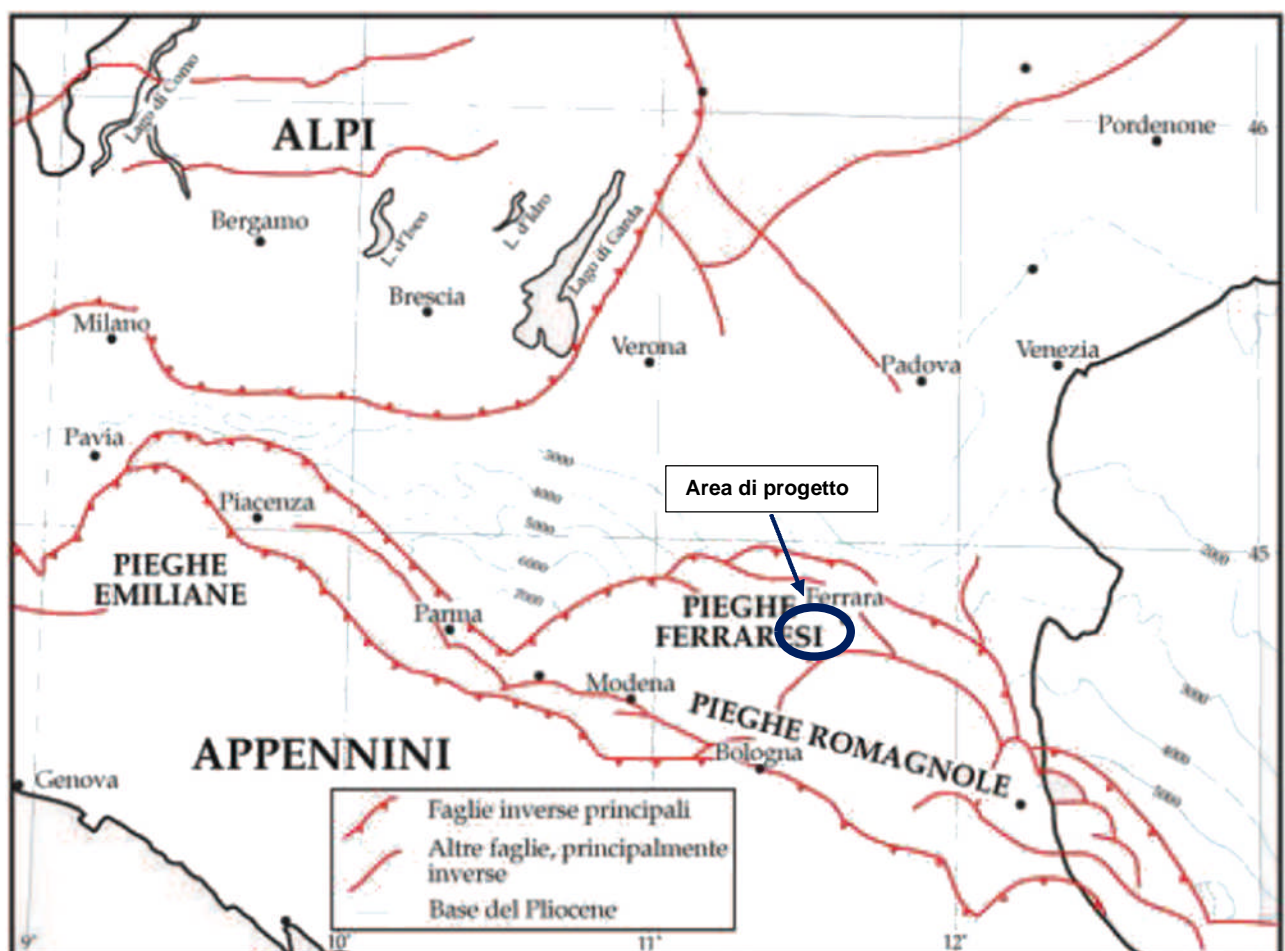


Figura 2-3 – Carta strutturale semplificata della Pianura Padana ottenuta da dati di superficie e di sottosuolo (da Pieri & Groppi, 1975). Modificata da Burrato *et al.*, (2003)

L'architettura stratigrafica dei depositi plio-quadernari è influenzata dalla deformazione di queste fasce di sovrascorrimenti sepolti e presenta quindi spessori massimi nelle depressioni strutturali e minimi sulle anticlinali sepolte (Correggiari *et al.*, 1992; Amorosi *et al.*, 1997 a, b; Di Dio & Caporale, 1998; Di Dio & Molinari, 2000).

La gran parte di tali sedimenti plio-quadernari, che affiorano sulla superficie della Pianura emiliano-romagnola, sono recenti (età olocenica, meno di 10.000 anni), molti dei quali si sono depositati negli ultimi duemila anni (dopo la caduta dell'Impero Romano). Essi derivano dalla complessa relazione fra il fiume Po, a Nord, i fiumi appenninici, a Sud ed il Mare Adriatico, a Est. Per questo motivo la Pianura emiliano-romagnola contiene una grande varietà di depositi comprendenti: le conoidi e le piane alluvionali dei fiumi appenninici, la piana a meandri del Po, la piana costiera, il delta e le fronti deltizie, ecc.

La sua configurazione attuale dipende, come detto, anche dalla storia geologica dell'intera regione Nord-italiana. Le catene montuose delle Alpi e degli Appennini, sollevandosi per le spinte tettoniche che le hanno generate, hanno progressivamente allontanato il mare dall'antico golfo padano. Questo braccio di mare, oggi scomparso, si è riempito di sedimenti portati dai fiumi a partire da circa 600.000 anni fa fino a formare l'attuale pianura alluvionale.

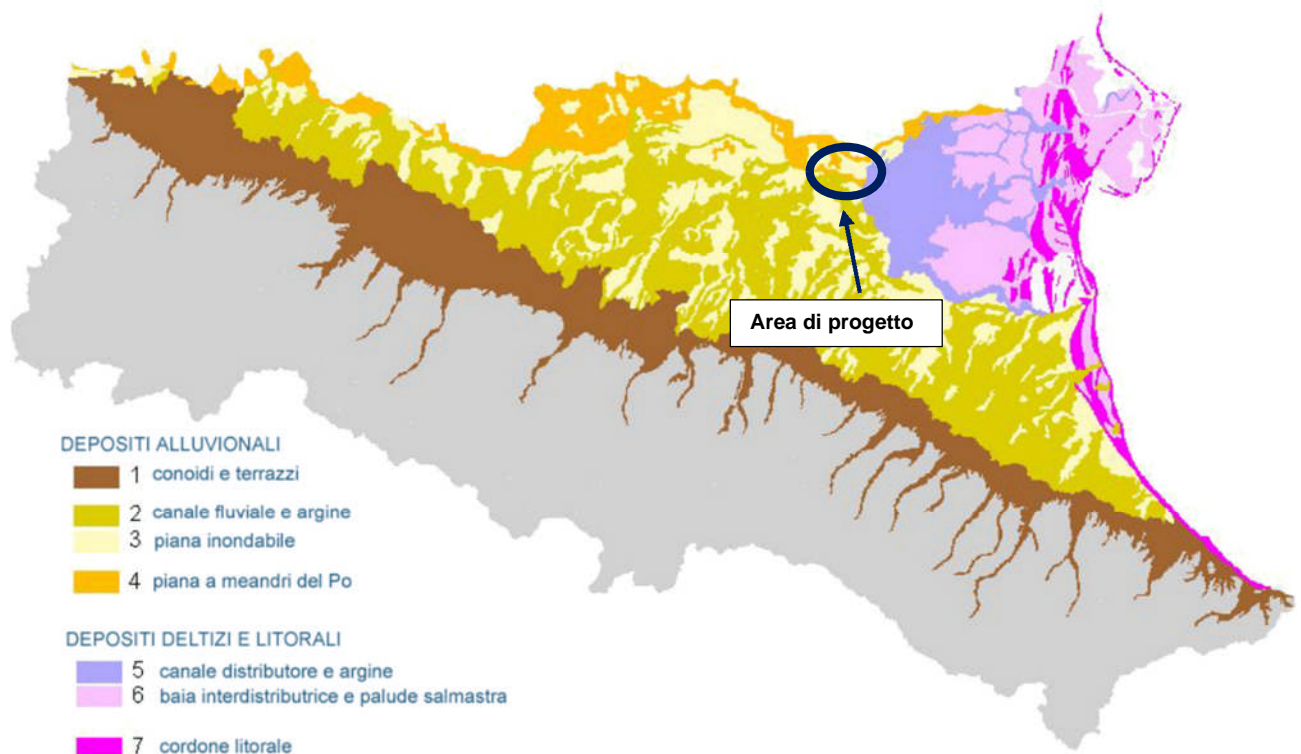


Figura 2-4 – Ambienti deposizionali della Pianura emiliano-romagnola (Regione Emilia-Romagna)

Anche il clima e le variazioni del livello del mare hanno avuto un ruolo determinante nella costruzione della Pianura Padana. L'alternanza di climi caldi e freddi, di stagioni

piovose e aride, di innalzamenti ed abbassamenti del livello marino, che hanno caratterizzato tutto il periodo Quaternario, hanno condizionato la quantità di sedimento trasportato dai fiumi, lo sviluppo dei loro delta e delle coste. Il tipo di sedimenti che costituiscono la struttura del sottosuolo della pianura e la loro distribuzione in profondità, registra anche questo aspetto della storia geologica dell'area in esame.

Il bacino sedimentario della Pianura Padana ha una storia geologica lunga e complessa. Non si hanno informazioni sul basamento e sulla sedimentazione pre-Norico in questo dominio (nessun pozzo ha raggiunto una formazione più antica della Dolomia Principale), tuttavia è possibile ipotizzare che l'ambiente di sedimentazione fosse simile, e probabilmente comune, a quello del Dominio Subalpino.

La sequenza sedimentaria sarebbe quindi costituita da depositi marini che nel Permiano-Triassico inferiore si depositano sul basamento ercinico e che vengono ricoperti a loro volta da depositi di piattaforma e di bacino intra-piattaforme.

Questi depositi fanno parte del dominio geologico della Placca Apulo-Adriatica che è caratterizzato prevalentemente da rocce carbonatiche di età che va dal Triassico al Paleogene.

Tale successione è stata in seguito ricoperta da rocce terrigene prevalentemente di tipo flyschoidi (sin-orogeniche) depositatesi nell'avanfossa della catena Appenninica (nella zona meridionale del bacino) e Alpina (nella zona settentrionale del bacino).

I depositi più antichi, raggiunti dai pozzi della parte più orientale della pianura Padana, hanno età Norica e le successioni appartengono alla Dolomia Principale.

La sedimentazione del Lias è differenziata tra la parte occidentale del dominio Subalpino e quella orientale; infatti, nella parte occidentale si ha lo sviluppo di calcari depositi in ambiente di piattaforma carbonatica aperta, mentre nella parte orientale l'ambiente di sedimentazione è più tipicamente bacinale; nella parte occidentale l'ambiente di piattaforma perdura per tutto il Giurassico ed il Cretacico inferiore, mentre nella parte centro-orientale si sedimenta una serie bacinale con caratteristiche via via più profonde.

Durante il Malm, il bacino raggiunge la massima profondità, testimoniata dalla formazione di litotipi a radiolariti a cui seguono i calcari con selce.

Il resto del Cretacico mostra, nella parte occidentale della piattaforma, evidenti segni di emersione, con intensi fenomeni di erosione e carsificazione.

Al di sopra delle superfici di erosione si trovano sedimenti del Terziario, caratterizzati inizialmente da depositi carbonatici (Scaglia membro calcareo) che passano alla fine dell'Eocene a depositi di tipo clastico terrigeno.

Questo rappresenta un passaggio importante in quanto si verifica un cambiamento nei caratteri deposizionali.

Infatti, la sedimentazione che era stata fino ad allora essenzialmente carbonatica, sempre più pelagica e priva di significativi apporti terrigeni, diviene improvvisamente clastica con potenti formazioni di torbiditi arenacee che compaiono prima nelle zone più occidentali, per poi spostarsi progressivamente verso quelle orientali.

Anche se alimentate longitudinalmente da rilievi relativamente lontani, risulta evidente il carattere di avanfossa in relazione con l'avanzare dell'orogenesi nell'Appennino.

Il Paleocene ed il Miocene medio/superiore sono rappresentati quasi ovunque da litotipi terrigeni di tipo arenaceo-argilloso.

In particolare il Miocene medio-superiore è contraddistinto dalla deposizione della formazione Marnoso Arenacea, la quale presenta spessori notevoli ed è caratterizzata da litologie prevalentemente sabbiose organizzate in spesse bancate depostesi in ambiente marino di avanfossa.

Durante il Miocene la fase tettonica Neoalpina, che porta alla formazione della catena appenninica influenza fortemente la sedimentazione.

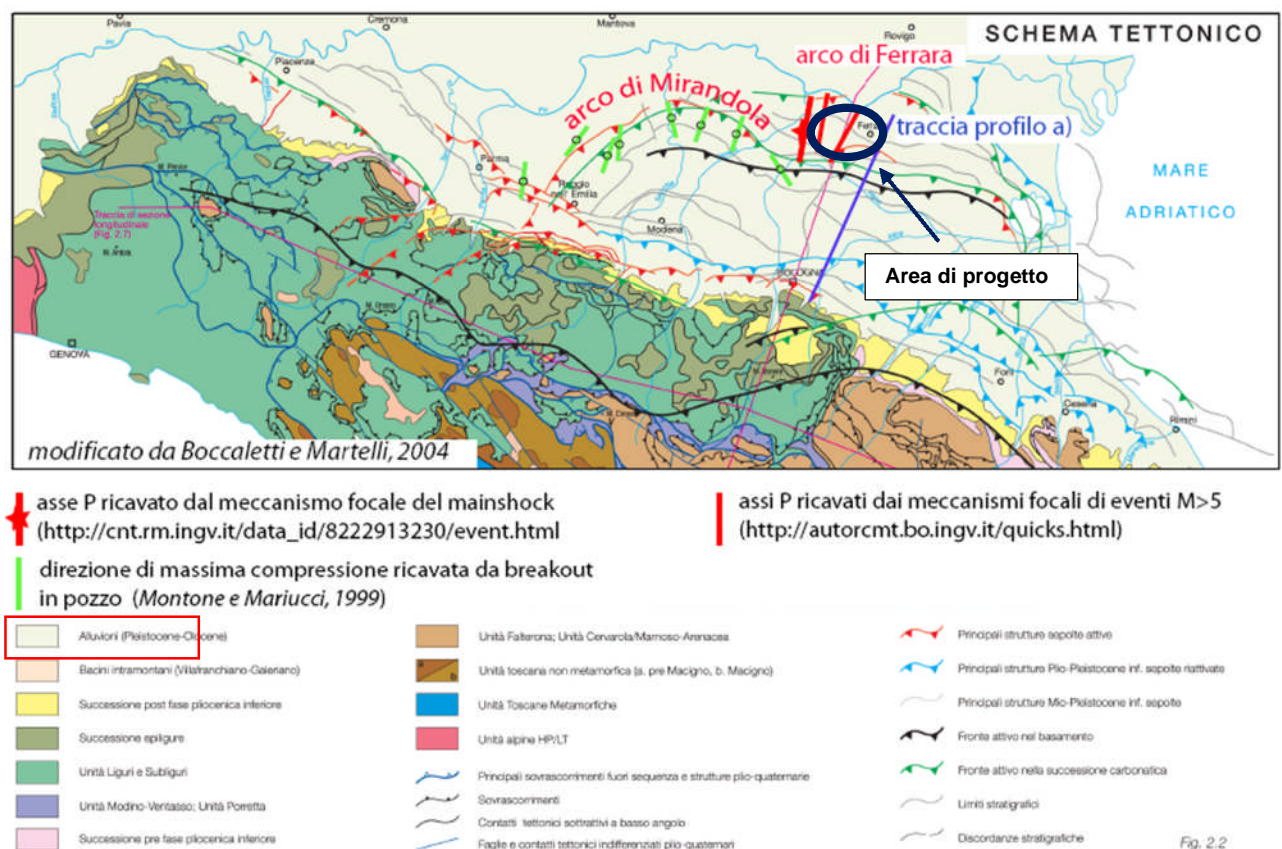


Figura 2-5 – Schema geologico della Pianura Padana con evidenziata l'area di studio

Infatti la migrazione verso NE dell'avanfossa della catena provoca la sedimentazione in "eteropia di facies" di alternanze di marne ed arenarie (nella parte meridionale) e di sole marne nella parte più distale (settentrionale).

Parte del Messiniano (Miocene superiore) è anch'esso caratterizzato dalla deposizione di bancate di sabbie intervallate da depositi più fini (formazione di Cortemaggiore).

Successivamente alla fase evaporitica Messiniana, l'area incomincia ad essere deformata dall'orogenesi, portando alla formazione di alti strutturali che incanalano le correnti di torbida: infatti nei depocentri si sedimentano alternanze di sabbie e argille, mentre sugli alti si depositano solo peliti.

Durante il Pleistocene la sedimentazione torna prevalentemente clastica.

In affioramento, come già menzionato, l'area è caratterizzata esclusivamente da depositi sedimentari risalenti al Quaternario.

2.2 GEOLOGIA E STRATIGRAFIA DELL'AREA DI STUDIO

Il riempimento del bacino padano è costituito da una successione di depositi a carattere regressivo, con alla base sabbie e peliti torbiditiche seguite da un cuneo sedimentario fluvio-deltizio, ricoperto al tetto da depositi continentali.

Tale riempimento è il risultato di eventi tettonico-sedimentari "parossistici", separati nel tempo da periodi di marcata subsidenza e ridotti movimenti delle strutture compressive.

I depositi continentali affioranti nella pianura ferrarese sono costituiti dai sedimenti della "Piana alluvionale del Po", che caratterizza i territori più Nord-occidentali del Comune di Ferrara e si estende anche oltre i confini amministrativi interessando i vicini comuni di Vigarano Mainarda e Bondeno

Il fiume a cui si fa riferimento sopra è l'antico Po di Ferrara che, prima della sua definitiva decadenza, ha dato luogo alla costruzione della pianura alluvionale attraverso ripetute esondazioni.

All'interno dell'ambiente di piana alluvionale si possono distinguere tre facies deposizionali relative a:

- "Canale fluviale": sedimenti sabbiosi e limosi che costituiscono gli antichi alvei del Po di Ferrara e dei corsi d'acqua ad esso associati.
- "Argine e ventaglio da rotta": sedimenti sabbiosi e limosi che si rinvencono in corrispondenza di argini naturali e di ventagli di rotta, presenti ad esempio presso Castel Trivellino in località Case Ravizza o nelle campagne a Nord di Porotto e Cassana.

- “Piana inondabile”: sedimenti limosi e argillosi depositi in ambienti altimetricamente depressi come le piane interposte tra alvei e paleolvei; questi depositi sono molto diffusi nella parte Nord-occidentale del territorio comunale e, oltre i confini amministrativi, presso i Comuni di Vigarano Mainarda e Bondeno. In queste zone è presente anche una facies deposizionale che non compare nell’area di studio, che consiste in “Argille organiche e torbe di piana inondabile”.

Come si può osservare negli stralci riportati alle pagine seguenti, tratti dai Fogli 75 “Mirandola” e 76 “Ferrara” della Carta Geologica d’Italia alla scala 1:100.000, nell’area in cui sorgerà l’Opera oggetto della presente Relazione Geologica, i depositi alluvionali olocenici sono costituiti, in particolare, da alternanze di sabbie fini e finissime, spesso argillose, in strati da sottili a spessi, e argille, frequentemente sabbiose, in strati da molto sottili a medi.

Data la modalità deposizionale, di ambito fluviale ed afferente alla presenza di paleoalvei sepolti, i passaggi litologici sono sempre in eteropia sia laterale sia verticale.

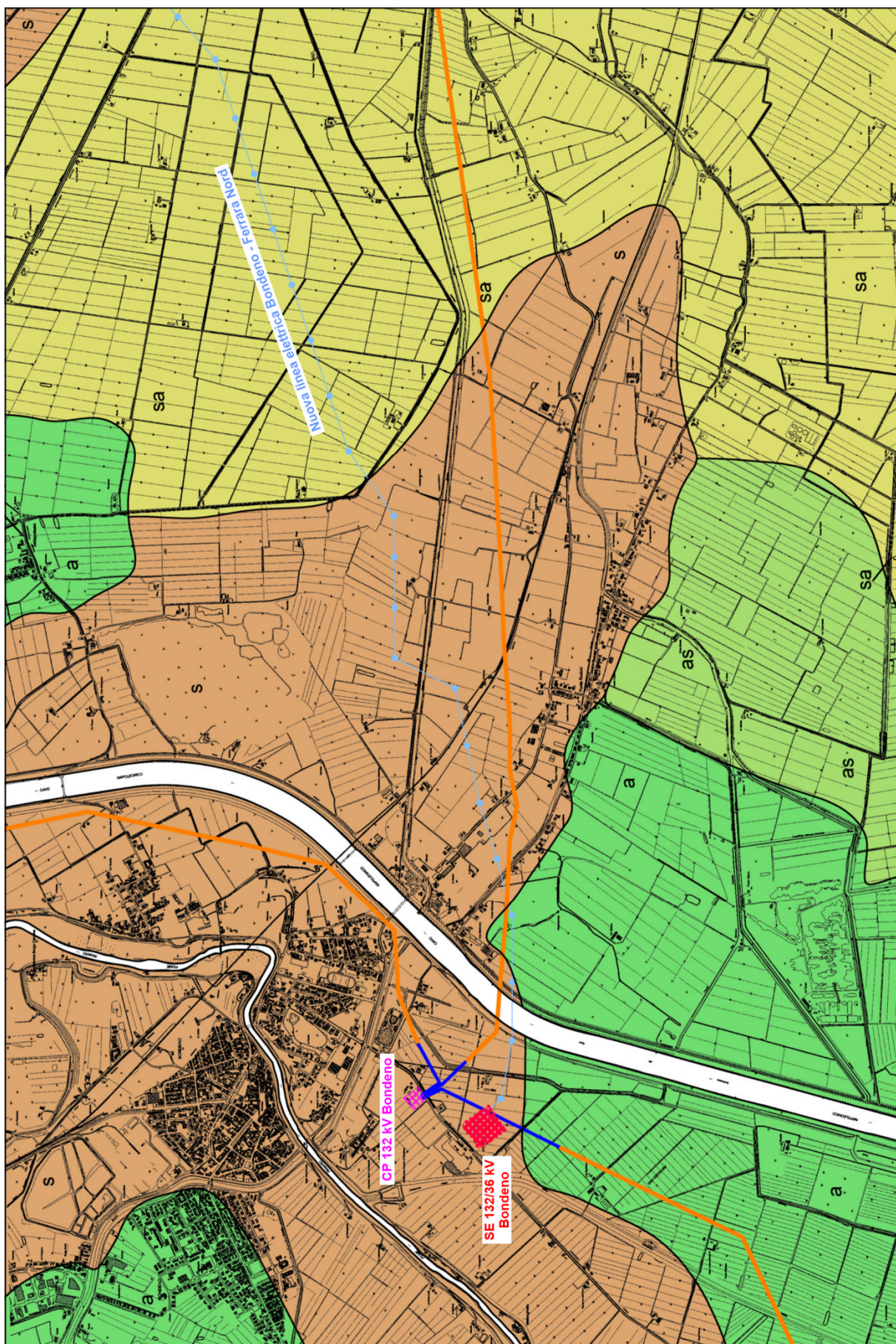


Figura 2-6 – Stralcio Carta Geologica tratto dai Fogli 75 “Mirandola” e 76 “Ferrara” della Carta Geologica d’Italia alla scala 1:100.000 – tavola 1 di 2

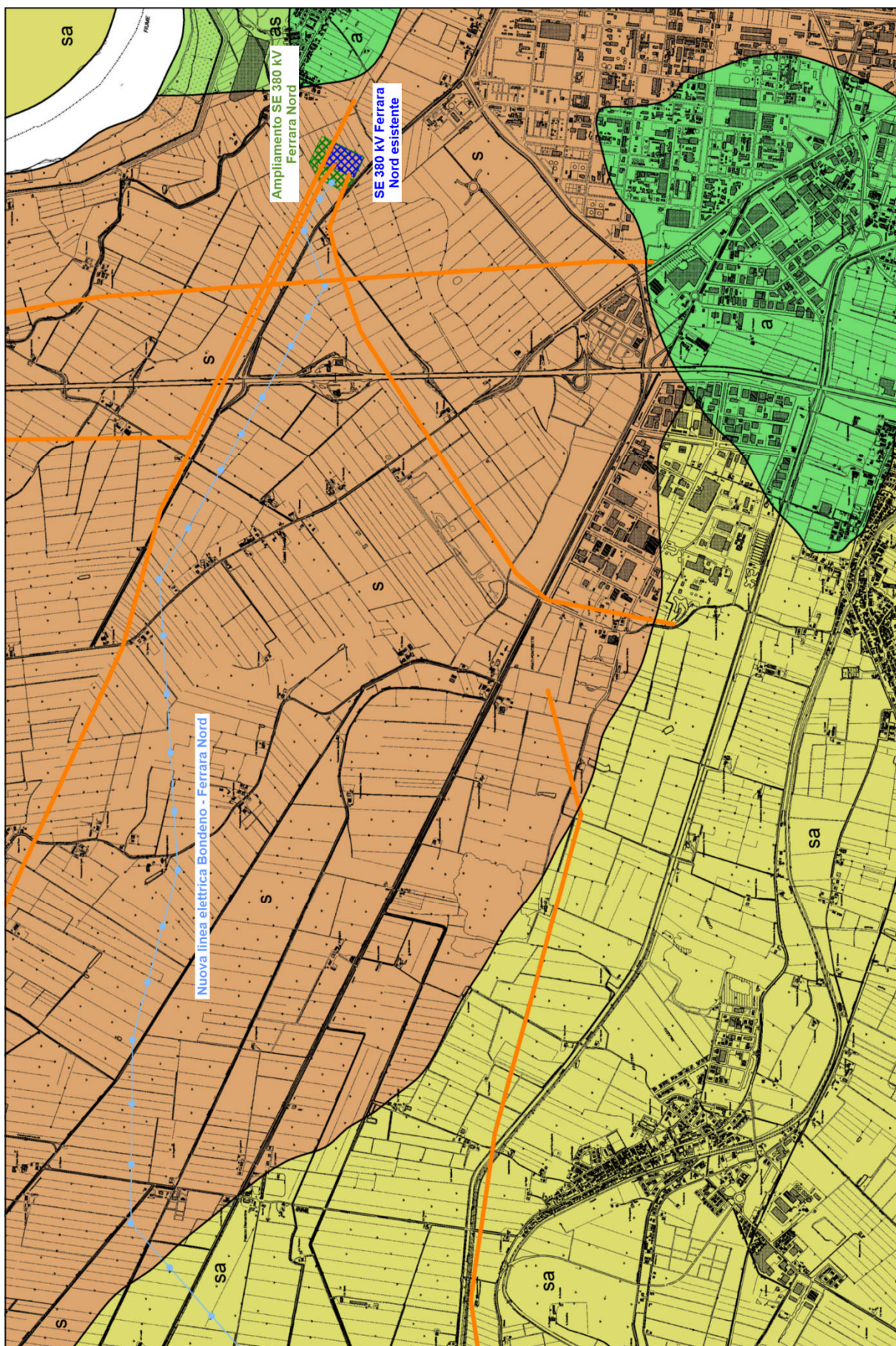


Figura 2-7 – Stralcio Carta Geologica tratto dai Fogli 75 “Mirandola” e 76 “Ferrara” della Carta Geologica d’Italia alla scala 1:100.000 – tavola 2 di 2

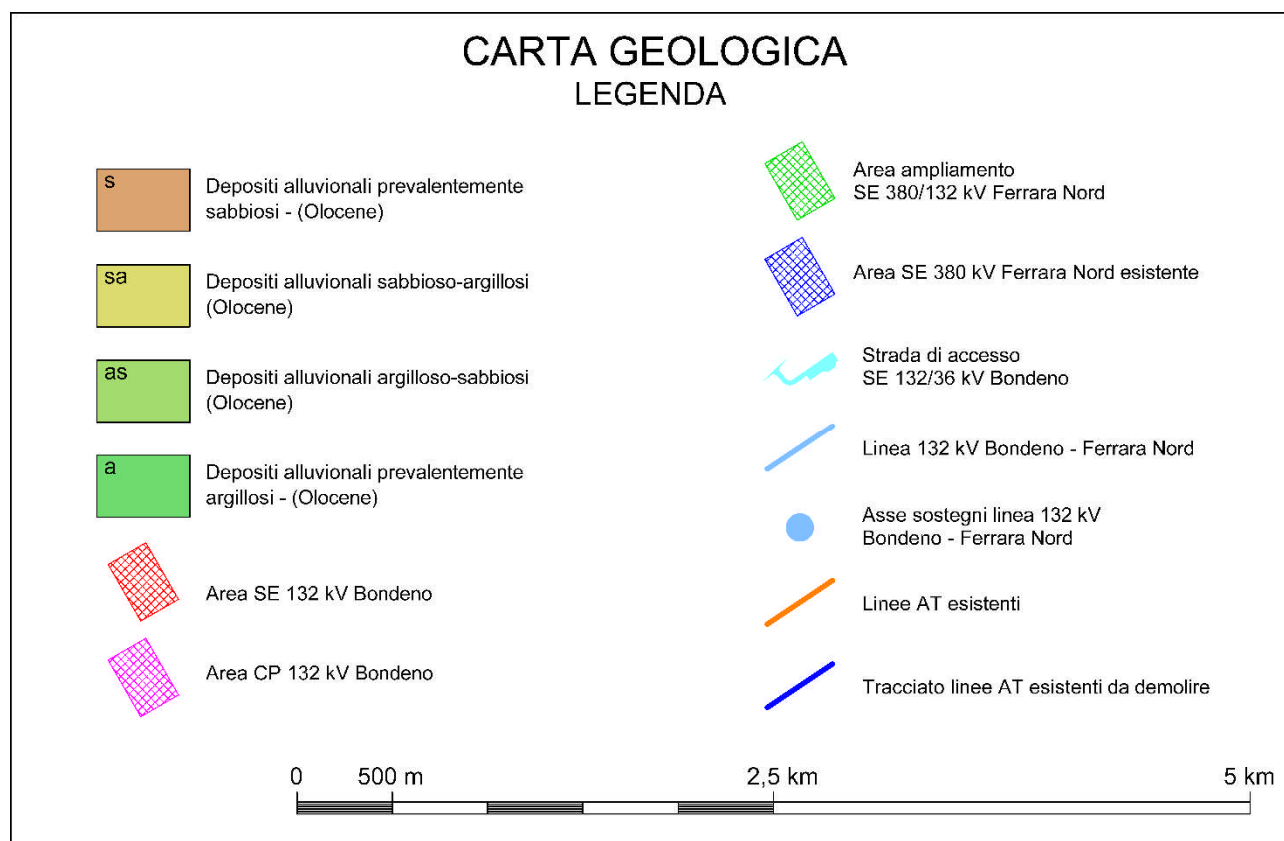


Figura 2-8 – Legenda stralcio Carta Geologica tratto dai Fogli 75 “Mirandola” e 76 “Ferrara” della Carta Geologica d’Italia alla scala 1:100.000

2.3 GEOMORFOLOGIA E IDROGRAFIA SUPERFICIALE

L'analisi dell'assetto altimetrico dell'area oggetto di studio ha messo in evidenza un fenomeno che è caratteristico delle aree di piana alluvionale e quindi di tutta la zona padana, dove aree a maggior altimetria, costituite dai paleoalvei principali, si elevano rispetto alla piana circostante.

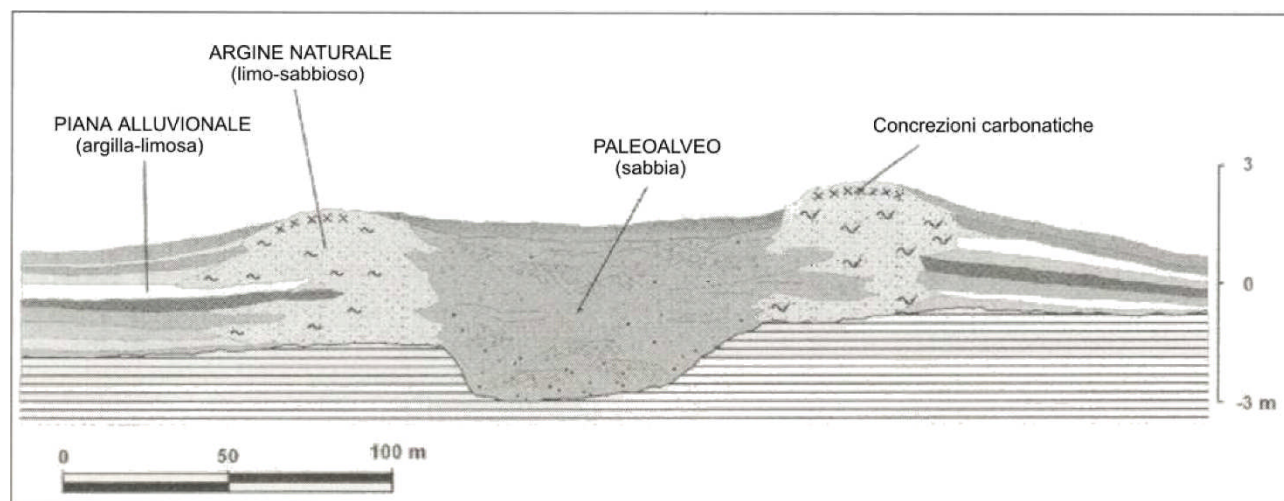


Figura 2-9 – Sezione schematica di un paleoalveo

Le diverse altimetrie si spiegano considerando che i fiumi, percorrendo una zona sub pianeggiante, hanno bassa velocità di deflusso, bassa energia netta per il trasporto e tendono quindi principalmente alla sedimentazione.

La deposizione dei sedimenti più grossolani in carico fa sì che l'alveo tenda a sopraelevarsi rispetto al piano campagna circostante; in occasioni di piene particolari, possono avvenire fenomeni di rotta con conseguente fuoriuscita di acque, le quali, espandendosi, perdono via via velocità ed energia, andando a sedimentare i materiali più grossolani (sabbie e sabbie limose) in aree immediatamente circostanti il punto di rotta ed andando a sedimentare i materiali più fini (limi ed argille) nelle aree interfluviali più distanti.

Tale dinamica deposizionale ha caratterizzato il territorio in esame in passato, quando è stato spesso interessato da fenomeni di questo tipo, con la deposizione di sedimenti sabbiosi, in posizione elevata rispetto al piano campagna a causa della vicinanza con il fiume Adige, che hanno originato diversi ventagli di esondazione.

I sedimenti fluviali rappresentano l'ultima fase del lento riempimento di tutta l'area padana che, almeno sino all'inizio dell'era Neozoica, era sede di un ampio golfo marino (lo spessore del Quaternario marino – che raggiunge e localmente supera i 2.000 metri - corrisponde a un intervallo di tempo compreso approssimativamente tra 1,8 e 0,8 Ma. B.P.) delimitato dalle dorsali alpina e appenninica delle quali rappresenta il collegamento e di cui oblitera, per largo tratto, i rapporti stratigrafici e le strutture profonde.

Il senso di riempimento procede da Ovest verso Est e dai margini dei rilievi verso la zona assiale, con conseguente progressivo ritiro del mare entro i confini attuali.

I dati relativi all'assetto tettonico-strutturale della base del Quaternario, forniti dalle ricerche di idrocarburi e dalle indagini geofisiche mostrano, infatti, la contrapposizione tra l'elemento strutturale relativamente tranquillo, corrispondente alla monoclinale pedealpina a NE, e le pieghe appenniniche sepolte a S-SW.

I movimenti e gli assestamenti di tali strutture tettoniche condizionarono verosimilmente il progressivo sviluppo della pianura alluvionale.

Infatti, una marcata subsidenza differenziata, non uniforme ma nel complesso più accentuata nelle sinclinali e di minore entità al culmine delle anticlinali, ha accompagnato la deposizione dei sedimenti quaternari e ne ha controllato gli spessori.

L'evoluzione morfologica della pianura è stata altresì notevolmente condizionata dai mutamenti climatici avvenuti durante l'ultimo milione di anni.

L'avvicendamento di fasi glaciali e periodi interglaciali ha determinato successive fasi di ritiro ed espansione del dominio marino con progressione spaziale e temporale di ambienti deposizionali diversi (marini, deltizi, lagunari, palustri e alluvionali).

Importanti variazioni climatiche si sono, altresì, manifestate anche durante l'Olocene (8.300 a.C.- Attuale) dopo l'ultima glaciazione, con l'alternanza di intervalli di clima più freddo e piovoso, cui hanno fatto riscontro fenomeni più intensi di attività fluviale, come piene ed esondazioni con forte sedimentazione, e periodi di clima più caldo, caratterizzati da una maggiore relativa stabilità della rete fluviale.

In tutta la pianura Padana inferiore, comunque, per buona parte del Quaternario, i fiumi si sono mantenuti in condizioni di prevalente sedimentazione, condizioni cui sono da attribuire le continue variazioni idrografiche verificatesi in questo territorio fino all'epoca medioevale, ovvero prima che gli interventi antropici li costringessero, mediante arginature, entro percorsi obbligati.

Come precedentemente indicato, in questa situazione i corsi d'acqua tendono a depositare in alveo e in prossimità dello stesso formando argini naturali costituiti dai sedimenti più grossolani (sabbie).

Durante gli eventi di rotta e/o esondazione nei territori circostanti si depositano sedimenti trasportati in sospensione, a granulometria progressivamente più fine allontanandosi dall'alveo in relazione alla sempre minore energia idrodinamica della corrente.

Quanto già specificato unito alla maggior compressibilità dei sedimenti più fini determina, quindi, questa particolare situazione altimetrica caratterizzata da alvei a quota più elevata e da aree (bacini) interfluviali topograficamente depressi; in occasione delle grandi rotte vengono abbandonati i tracciati fluviali troppo elevati e si formano nuovi alvei nelle aree depresse, che a loro volta vengono colmate.

Il corso d'acqua principale che attraversa l'area in esame è il fiume Po che, a Nord, segna il confine con la provincia di Rovigo e, nel territorio ferrarese, si divide in Po di Volano (che attraversa Ferrara), Po di Primaro e Po di Goro, il più meridionale dei rami del delta del fiume.

Il fiume Reno segna il confine meridionale della provincia di Ferrara, da Cento con qualche interruzione fino ad Argenta; infine sfocia a sud del Lido di Spina, in provincia di Ravenna.

I torrenti Idice e Sillaro attraversano l'area in esame solo nel loro ultimo tratto, andando rispettivamente a sfociare nelle valli di Campotto e in Valle Santa.

A ovest il Panaro, che attraversa Bondeno è l'ultimo affluente del Po.

Inoltre scorrono attraverso la provincia numerosi canali artificiali, tra cui il Cavo Napoleonico, che collega Po e Reno, e l'Idrovia Ferrarese.

Il Po di Goro e i tratti del Po, del Panaro, del Reno e del Secchia che lambiscono (o attraversano) questo bacino presentano alvei pensili e il bacino stesso ha relazioni idrauliche, in fase di scolo, solo con il Po Grande, potendo scaricarvi acque presso Moglia (Impianto Idrovoro Moglia) e presso Stellata (Impianto Idrovoro Pilastresi), e con il Po di Goro (Impianto Idrovoro Vidàra nord, di recente costruzione). Per il resto i suddetti fiumi esercitano azione scolante solo sulle relative fasce golenali.

2.4 IDROGEOLOGIA

Gli acquiferi della Pianura emiliano-romagnola sono costituiti principalmente dai depositi di origine alluvionale, presenti nella porzione più superficiale della pianura per uno spessore di circa 400-500 metri, e, in minima parte, da depositi marini marginali.

Procedendo dal margine appenninico verso Nord, si trovano nell'ordine: le conoidi alluvionali, la pianura alluvionale appenninica e la pianura alluvionale e deltizia del Po.

L'area di interesse, in particolare, come anche emerso nei precedenti Capitoli, si trova in piena pianura alluvionale.

Il corpo sedimentario che colma la pianura è suddiviso in tre gruppi principali di acquiferi, indicati come **A**, **B** e **C**, stratificati dal più superficiale al più profondo (FARINA et al., 1998, 2001; ARTIOLI & BALDINI, 1997; A.CO.SE.R, 1995).

Ognuno di questi gruppi racchiude al suo interno sottounità che riflettono la complessità deposizionale della pianura.

L'acquifero A0, il più superficiale, rappresenta il primo serbatoio d'acqua accessibile e svolge un ruolo cruciale per le falde superficiali.

Questo orizzonte, che si estende con geometria cuneiforme dalla zona collinare verso la pianura più bassa, è particolarmente rilevante nei settori apicali del conoide del Reno, dove la granulometria più grossolana consente una rapida ricarica delle falde.

Gli **acquiferi A1, A2, A3 e A4** si trovano a profondità maggiori e sono confinati da acquitardi che ne limitano la comunicazione con la superficie.

La loro capacità di immagazzinare e trasportare acqua è notevole, grazie alla predominanza di ghiaie e sabbie nei settori centrali della pianura.

I sistemi più profondi, comprendenti gli **acquiferi B e C**, sono meno accessibili ma estremamente importanti per l'approvvigionamento idrico.

Questi serbatoi, situati a profondità che possono raggiungere i 400 metri, mostrano una significativa anisotropia nella permeabilità a causa della presenza di sedimenti fini intercalati a materiali grossolani.



Figura 2-11 - Immagine satellitare con ubicazione dei pozzi e dell'areale di Progetto.

DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0,00	60,00	60,00	1000

FALDE ACQUIFERE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	20,00	55,00	35,00

POSIZIONE FILTRI

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	24,20	55,00	30,80	600

MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
mag/1995	3,90	12,35	8,45	51,000

STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	20,00	20,00		ARGILLA
2	20,00	37,00	17,00		SABBIA E GHIAIETTO
3	37,00	38,50	1,50		ARGILLA SABBIOSA
4	38,50	51,00	12,50		SABBIA E GHIAIETTO
5	51,00	52,00	1,00		ARGILLA
6	52,00	55,00	3,00		GHIAIA CALCAREA CON STRATI DI ARGILLA
7	55,00	60,00	5,00		ARGILLA

Figura 2-12 – Caratteristiche pozzo 1307

DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0,00	30,00	30,00	140

FALDE ACQUIFERE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	8,00	30,00	22,00

POSIZIONE FILTRI

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	24,00	30,00	6,00	114

MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
lug/1991	3,00	8,00	5,00	4,000

STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	1,50	1,50		TERRENO VEGETALE
2	1,50	8,00	6,50		SABBIA GIALLA
3	8,00	30,00	22,00		SABBIA AZZURRA

Figura 2-13 – Caratteristiche pozzo 3045

DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0,00	51,00	51,00	220

FALDE ACQUIFERE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	12,00	27,00	15,00
2	30,00	35,00	5,00
3	42,00	49,00	7,00

POSIZIONE FILTRI

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	44,00	49,00	5,00	163

MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
dic/2004	4,80	9,30	4,50	8,000

STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	5,00	5,00		TERRENO AGRARIO LIMOSO-ARGILLOSO
2	5,00	12,00	7,00		ARGILLA
3	12,00	27,00	15,00		SABBIA MEDIA E FINE
4	27,00	30,00	3,00		ARGILLA GRIGIA
5	30,00	35,00	5,00		LIMO E SABBIA FINE
6	35,00	42,00	7,00		ARGILLA GRIGIA
7	42,00	49,00	7,00		SABBIA GROSSOLANA
8	49,00	51,00	2,00		ARGILLA GRIGIA

Figura 2-14 – Caratteristiche pozzo 1309

DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0,00	48,00	48,00	200

FALDE ACQUIFERE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	15,00	48,00	33,00

POSIZIONE FILTRI

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	38,00	48,00	10,00	180

MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
mag/1998	4,00	10,00	6,00	5,000

STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	2,00	2,00		TERRENO VEGETALE
2	2,00	15,00	13,00		ARGILLA NON COMPATTA
3	15,00	48,00	33,00		SABBIA MEDIA E FINE

Figura 2-15 – Caratteristiche pozzo 3061

DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0,00	31,00	31,00	160

FALDE ACQUIFERE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	12,50	27,40	14,90

POSIZIONE FILTRI

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	15,00	24,00	9,00	ND

MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
feb/1990	7,60	12,10	4,50	2,800

STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	1,00	1,00	OLOCENE	TERRENO VEGETALE
2	1,00	8,80	7,80	OLOCENE	ARGILLA GRIGIA CON TORBA
3	8,80	9,50	0,70	OLOCENE	SABBIA MEDIA
4	9,50	12,50	3,00	OLOCENE	ARGILLA GRIGIA
5	12,50	27,40	14,90	OLOCENE	SABBIA GRIGIA MEDIA BEN CLASSATA
6	27,40	31,00	3,60	OLOCENE	ARGILLA LIMOSA CHIARA

Figura 2-16 – Caratteristiche pozzo 1546

DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0,00	120,00	120,00	160

FALDE ACQUIFERE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	13,00	30,00	17,00
2	64,00	77,00	13,00
3	102,00	120,00	18,00

POSIZIONE FILTRI

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	103,00	118,00	15,00	140

MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
mag/2005	5,00	ND	ND	ND

STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	13,00	13,00		ARGILLA
2	13,00	30,00	17,00		SABBIA CON LENTI DI ARGILLA
3	30,00	32,00	2,00		ARGILLA
4	32,00	63,00	31,00		SABBIA CON LENTI DI ARGILLA
5	63,00	64,50	1,50		ARGILLA
6	64,50	77,00	12,50		SABBIA
7	77,00	78,50	1,50		ARGILLA
8	78,50	81,00	2,50		SABBIA
9	81,00	92,00	11,00		ARGILLA
10	92,00	94,00	2,00		SABBIA
11	94,00	102,00	8,00		ARGILLA CON SABBIA
12	102,00	120,00	18,00		SABBIA

Figura 2-17 – Caratteristiche pozzo 3058

DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0,00	41,00	41,00	250

FALDE ACQUIFERE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	20,00	40,00	20,00

POSIZIONE FILTRI

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	25,00	40,00	15,00	165

MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
giu/1997	2,00	4,00	2,00	ND

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	20,00	2,00		LIMO
3	20,00	40,00	20,00		SABBIA

Figura 2-18 – Caratteristiche pozzo 1572

DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0,00	40,00	40,00	200

FALDE ACQUIFERE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	16,00	40,00	24,00

POSIZIONE FILTRI

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	30,00	40,00	10,00	180

MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
apr/1997	3,70	6,50	2,80	11,000

STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	2,00	2,00		TERRENO VEGETALE ARGILLO-LIMOSO NOCCIOLA CHIARO POCO PLASTICO MOLTO COMPATTO
2	2,00	6,00	4,00		ARGILLA GRIGIO-NOCCIOLA POCO PLASTICA. MOLTO COMPATTA. PRESENZA DI MATERIALE ORGANICO E TORBA
3	6,00	10,00	4,00		ARGILLA GRIGIO-SCURO MOLTO COMPATTA PIU' PLASTICA DELLA PRECEDENTE PRESENZA DI TORBA IN % MAGGIORE DELLA PRECEDENTE
4	10,00	16,00	6,00		ARGILLA GRIGIO-SCURO MOLTO COMPATTA CON ASSENZA DI TORBA E PRESENZA DI MATERIALE ORGANICO
5	16,00	30,00	14,00		SABBIA MEDIA GRIGIASTRA
6	30,00	40,00	10,00		SABBIA GROSSA GRIGIASTRA

Figura 2-19 – Caratteristiche pozzo 2674

DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0,00	50,00	50,00	100

FALDE ACQUIFERE

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

STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	4,00	4,00		SABBIA LIMOSA
2	4,00	6,20	2,20		ARGILLA GRIGIA
3	6,20	11,20	5,00		ALTERNANZA DI LIMI E SABBIE
4	11,20	31,00	19,80		SABBIA MEDIO FINE CON LIVELLI LIMOSI
5	31,00	32,00	1,00		ARGILLA TORBOSA
6	32,00	41,50	9,50		SABBIA MEDIO FINE
7	41,50	43,70	2,20		ARGILLA GRIGIA
8	43,70	50,00	6,30		LIMO GRIGIO

Figura 2-20 – Caratteristiche pozzo 2646

DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0,00	51,40	51,40	160

FALDE ACQUIFERE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	9,40	28,50	19,10
2	39,40	51,40	12,00

POSIZIONE FILTRI

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	41,00	50,00	9,00	ND

MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
feb/1990	7,00	11,20	4,20	2,800

STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	1,00	1,00	OLOCENE	TERRENO VEGETALE
2	1,00	3,40	2,40	OLOCENE	ARGILLA SCURA CON TORBA
3	3,40	6,00	2,60	OLOCENE	ARGILLA GRIGIA PLASTICA MOLTO TORBOSA
4	6,00	9,40	3,40	OLOCENE	ARGILLA GRIGIA CON TRACCE DI TORBA
5	9,40	28,50	19,10	OLOCENE	SABBIA GRIGIA MEDIA BEN CLASSATA
6	28,50	39,40	10,90	OLOCENE	ARGILLA NERASTRA CON RESTI VEGETALI
7	39,40	51,40	12,00	OLOCENE	SABBIA MEDIA BEN CLASSATA

Figura 2-21 – Caratteristiche pozzo 1543

DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0,00	30,00	30,00	20

FALDE ACQUIFERE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	17,00	27,00	10,00

POSIZIONE FILTRI

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	19,00	29,00	10,00	170

STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	10,00	10,00		ARGILLA CON LENTI DI TORBA
2	10,00	17,00	7,00		SABBIA FINE GRIGIA
3	17,00	27,00	10,00		SABBIA GROSSA GRIGIA
4	27,00	29,00	2,00		SABBIA FINE GRIGIA
5	29,00	30,00	1,00		ARGILLA GRIGIA CON LENTI DI SABBIA

Figura 2-22 – Caratteristiche pozzo 2723

DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0,00	31,00	31,00	127

FALDE ACQUIFERE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	13,00	30,50	17,50

POSIZIONE FILTRI

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	14,00	30,50	16,50	76

MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
ott/2002	4,10	ND	ND	ND

STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	0,40	0,40		SABBIA GHIAIOSA DI RIPORTO
2	0,40	0,80	0,40		ARGILLA LIMOSA VIOLA SCURO CON PICCOLI FRAMMENTI DI LATERIZIO SPARSI.
3	0,80	0,90	0,10		LIMO SABBIOSO CON NODULI SPIGOLOSI BIANCASTRI.
4	0,90	1,60	0,70		LIMO SABBIOSO DEBOLMENTE ARGILLOSO MARRONE CHIARO. MOLTO CONSISTENTE.
5	1,60	2,70	1,10		LIMO SABBIOSO MARRONE CHIARO CON SFUMATURE GIALLASTRE E LIVELLI GRIGI. CONSISTENTE.
6	2,70	3,15	0,45		ARGILLA LIMOSA MARRONE GIALLASTRO CHIARO CON GRANULI MARRONE SCURO SPARSI. MODERATAMENTE CONSISTENTE.
7	3,15	3,70	0,55		LIMO DEBOLMENTE SABBIOSO, DEBOLMENTE ARGILLOSO, MARRONE. POCO CONSISTENTE.
8	3,70	3,90	0,20		ARGILLA LIMOSA MARRONE POCO CONSISTENTE.
9	3,90	9,00	5,10		ARGILLA DA DEBOLMENTE LIMOSA A LIMOSA GRIGIO CHIARO CON FREQUENTI LIVELLI SCURI ORGANICI E TORBOSI. MOD. CONSISTENTE.
10	9,00	13,00	4,00		LIMO SABBIOSO GRIGIO, A TRATTI CON SABBIA. RARI RESTI VEGETALI SPARSI.
11	13,00	21,50	8,50		SABBIA MEDIA GRIGIA. MEDIAMENTE ADDENSATA.
12	21,50	29,70	8,20		SABBIA MEDIO FINE GRIGIA MEDIAMENTE ADDENSATA.
13	29,70	30,00	0,30		ARGILLA LIMOSA ORGANICA GRIGIO SCURO. MODERATAMENTE CONSISTENTE.
14	30,00	31,00	1,00		SABBIA FINE CON LIMO GRIGIO BLUASTRO.

Figura 2-23 – Caratteristiche pozzo 2665

3 SISMICITÀ

La caratterizzazione sismica del sito è stata effettuata attraverso la consultazione dei seguenti database:

- Database Macrosismico Italiano DBMI15 (<https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/>);
- ITHACA – Catalogo delle Faglie Capaci (<https://sgi.isprambiente.it/ithaca/viewer/index.html>);
- DISS – Database of Individual Seismogenetic Source (<https://diss.ingv.it/>)

Dall'analisi del Database Macrosismico Italiano 2015 è possibile ottenere un set omogeneo di intensità macrosismiche provenienti da diverse fonti, relativo ai terremoti con intensità massima ≥ 5 e d'interesse per l'Italia nella finestra temporale 1000-2020.

3.1 SISMICITÀ STORICA

Data l'ubicazione dell'Opera, sono state analizzate tre diverse serie storiche, quelle dei Comuni di Bondeno (FE), Vigarano Mainarda (FE) e Ferrara (FE).

Per il Comune di Bondeno (FE) sono archiviati 35 eventi di cui l'evento con Mw maggiore risulta essere quello del 1920 “*Garfagnana*” con Mw = 6.53 mentre, il più recente è quello del 2012 “*Pianura Emiliana*” con Mw = 5.90 (vedi Figura 3-3 e Figura 3-2).

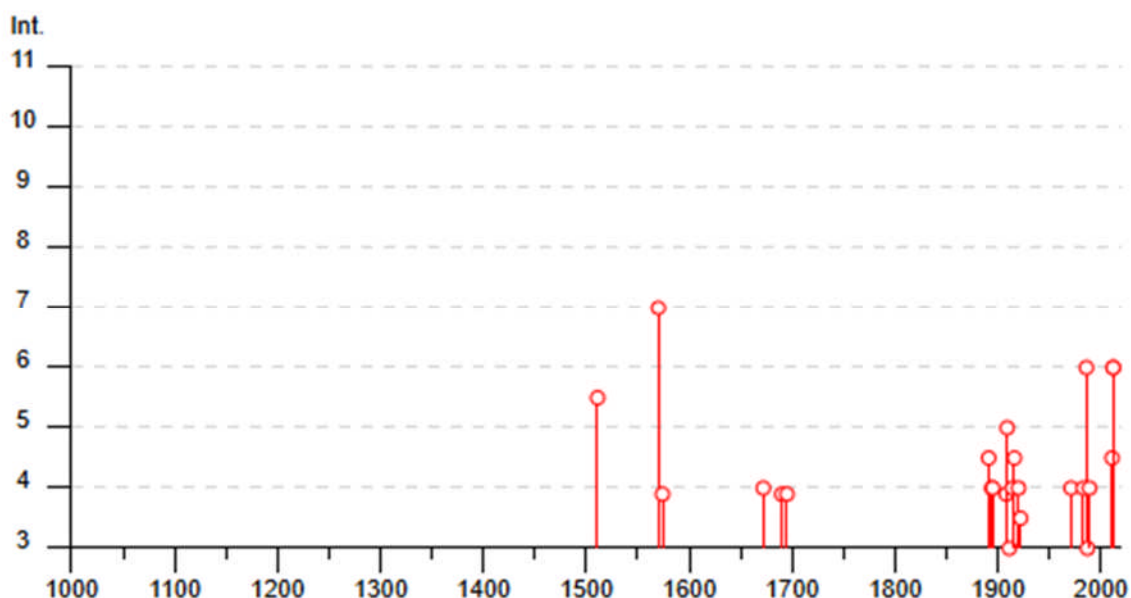


Figura 3-1 - Serie storica degli eventi sismici nel Comune di Bondeno (FE). Il grafico mette in rapporto l'evento con gli effetti causati dal terremoto in termini di intensità macrosismica. (https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/query_place/)

Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
5-6	🔗	1511	03	26	15	30	Friuli-Slovenia	120	9	6.32
7	🔗	1570	11	17	19	10	Ferrarese	58	7-8	5.44
F	🔗	1574	03	17	03	40	Finale Emilia	4	6	4.63
4	🔗	1672	04	14	15	45	Riminense	92	8	5.59
F	🔗	1690	12	04	14		Carinthia, Villach	60	8-9	6.16
F	🔗	1695	02	25	05	30	Asolano	107	10	6.40
4-5	🔗	1891	06	07	01	06 1	Valle d'Illasi	403	8-9	5.87
4	🔗	1894	11	27	05	07	Bresciano	183	6	4.89
4	🔗	1895	06	10	01	47	Prealpi Trevigiane	73	6	4.85
2-3	🔗	1898	01	16	13	10	Romagna settentrionale	110	6	4.59
NF	🔗	1900	03	04	16	55	Asolano	98	6-7	5.05
NF	🔗	1904	11	17	05	02	Pistoiese	204	7	5.10
NF	🔗	1907	04	25	04	52	Veronese	122	6	4.79
F	🔗	1908	06	28	03	19	Finale Emilia	11	4-5	3.93
NF	🔗	1908	07	10	02	13 3	Carnia	119	7-8	5.31
5	🔗	1909	01	13	00	45	Emilia Romagna orientale	867	6-7	5.36
NF	🔗	1910	01	23	01	50	Piacentino	118	5	4.39
NF	🔗	1910	03	22	23	29	Bassa modenese	15	5	4.16
3	🔗	1911	02	19	07	18 3	Forlivese	181	7	5.26
4	🔗	1914	10	27	09	22	Lucchesia	660	7	5.63
4-5	🔗	1916	05	17	12	50	Riminense	132	8	5.82
2	🔗	1918	11	10	15	12 2	Appennino forlivese	187	9	5.96
4	🔗	1920	09	07	05	55 4	Garfagnana	750	10	6.53
3-4	🔗	1922	05	24	21	17 2	Ferrarese	7	4	3.70
2-3	🔗	1928	06	13	08		Carpi	35	6	4.67
NF	🔗	1930	10	30	07	13	Senigallia	268	8	5.83
4	🔗	1971	07	15	01	33 2	Parmense	228	8	5.51
4	🔗	1983	11	09	16	29 5	Parmense	850	6-7	5.04
6	🔗	1986	12	06	17	07 1	Ferrarese	604	6	4.43
3	🔗	1987	05	08	11	10 2	Bassa modenese	24	6	4.44
4	🔗	1989	09	13	21	54 0	Prealpi Vicentine	779	6-7	4.85
NF	🔗	2000	06	18	07	42 0	Pianura emiliana	304	5-6	4.40
4-5	🔗	2011	07	17	18	30 2	Pianura lombardo-veneta	73	5	4.79
6	🔗	2012	05	20	02	03 5	Pianura emiliana	53	7	6.09
6	🔗	2012	05	29	07	00 0	Pianura emiliana	87	7-8	5.90

Figura 3-2 – Censimento degli eventi sismici nel Comune di Bondeno (FE)
(https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/query_place/)

Per il Comune di Ferrara (FE) sono archiviati 140 eventi di cui l'evento con Mw maggiore risulta essere quello del 1915 “*Marsica*” con Mw = 7.08, mentre il più recente è l'evento del 2016 “*Valnerina*” con Mw = 6.61 (vedi Figure da 3-3 a 3-7).

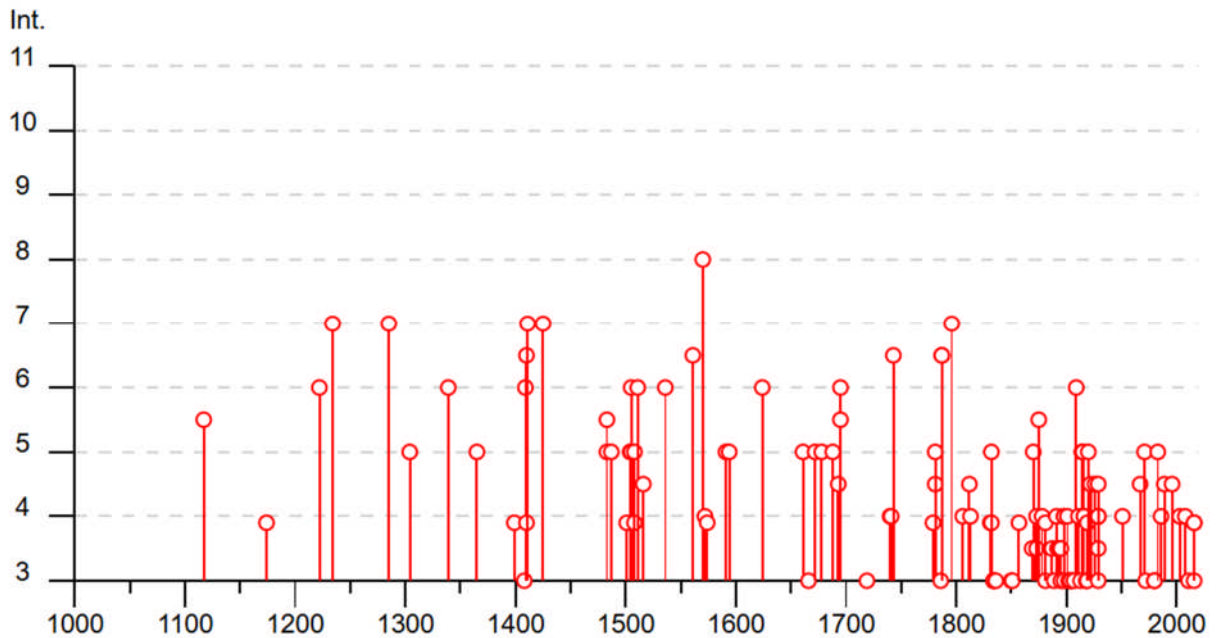


Figura 3-3 - Serie storica degli eventi sismici nel Comune di Ferrara (FE). Il grafico mette in rapporto l'evento con gli effetti causati dal terremoto in termini di intensità macrosismica. (https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/query_place/)







































Effetti	In occasione del terremoto del												
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw			
5-6		1117	01	03	15	15	Veronese	55	9	6.52			
F		1174	08	17	18		Val Padana	3	4-5	3.93			
6		1222	12	25	12	30	Bresciano-Veronese	18	7-8	5.68			
7		1234	03	20			Ferrara	1	7	5.10			
7		1285	12	13			Ferrara	2	7	5.10			
5		1304	10	23	00	45	Pianura emiliana	4					
6		1339	11	16	14	10	Ferrara	1	6	4.63			
5		1365	03	04			Pianura Veneta	4	5	4.63			
F		1399	07	20	23		Appennino modenese	6	7	5.10			
3		1408	01	03	16	30	Bologna	2	4	3.70			
6		1409	08	17	00	35	Ferrara	1	6	4.63			
6-7		1410	05	09	22	30	Ferrara	1	6-7	4.86			
F		1410	06	10	21		Verona	5					
7		1411	01	09	02		Ferrara	1	7	5.10			
7		1425	08	10			Ferrarese	2	6	4.63			
5-6		1483	03	03	22		Ferrara	1	5-6	4.40			
5		1483	08	11	19	40	Romagna	14	8	5.69			
5		1487	01	11	15	40	Ferrara	2	4	3.70			
F		1501	06	05	10		Modenese	17	9	6.05			
5		1504	12	31	04		Bolognese	15	6	5.02			
6		1505	01	03	02		Bolognese	31	8	5.62			
5		1505	01	20	23	50	Bolognese	11	5-6	4.76			
F		1508	10	18			Ferrarese	1	4	3.70			
5		1508	10	26			Ferrarese	1	5	4.16			
6		1511	03	26	15	30	Friuli-Slovenia	120	9	6.32			
NC		1511	03	28	14	30	Friuli-Slovenia	7					
NC		1511	04	01	17		Friuli-Slovenia	5					
4-5		1516	05	20	23		Pianura Padana	4					
6		1536	08	17	00	05	Appennino settentrionale	10	6-7	5.12			
6-7		1561	11	24	01	25	Ferrarese	3	5-6	4.40			
8		1570	11	17	19	10	Ferrarese	58	7-8	5.44			
4		1572	06	04	22		Parmense	5	6	4.63			
F		1574	03	17	03	40	Finale Emilia	4	6	4.63			
5		1591	07	10			Romagna	6	6-7	5.13			
5		1594	10	03			Ferrara	1	5	4.16			
6		1624	03	19			Argenta	18	7-8	5.43			
5		1661	03	22	12	50	Appennino forlivese	79	9	6.05			
3		1666	04	14	18	58	Bolognese	3	5	4.16			

Figura 3-4 – Censimento degli eventi sismici nel Comune di Ferrara (FE)
(https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/query_place/)

5		1672 04 14 15 45	Riminese	92	8 5.59
5		1678 07 15	Ferrara	1	5 4.16
5		1688 04 11 12 20	Romagna	39	8-9 5.84
4-5		1693 07 06 09 15	Mantovano	13	7 5.23
6		1695 02 25 05 30	Asolano	107	10 6.40
5-6		1695 02 28	Ferrara	1	5-6 4.40
3		1719 01 07	Italia nord-orientale	11	5-6 4.94
4		1740 03 06 05 40	Garfagnana	32	8 5.64
4		1741 04 24 09 20	Fabrianese	135	9 6.17
6-7		1743 05 29	Ferrara	1	6-7 4.86
F		1779 11 23 18 30	Bolognese	14	5 4.70
4-5		1781 04 04 21 20	Faentino	96	9-10 6.12
5		1781 07 17 09 40	Faentino	46	8 5.61
3		1786 12 25 01	Riminese	90	8 5.66
6-7		1787 07 16 10	Ferrara	3	5-6 4.40
6-7		1787 07 26 07 15	Ferrara	1	6-7 4.86
7		1796 10 22 04	Emilia orientale	27	7 5.45
4		1806 02 12	Reggiano	28	7 5.21
4-5		1812 10 25 07	Pordenonese	34	7-8 5.62
4		1813 09 21 07 45	Romagna	12	7 5.28
F		1831 09 11 18 15	Pianura emiliana	25	7-8 5.48
F		1832 01 13 13	Valle Umbra	101	10 6.43
5		1832 03 13 03 30	Reggiano	97	7-8 5.51
3		1834 07 04 00 45	Val di Taro-Lunigiana	24	6-7 5.08
3		1834 10 04 19	Bolognese	12	6 4.71
3		1836 06 12 02 30	Asolano	26	8 5.53
3		1850 09 18 06 20	Modenese	7	5 4.16
3		1851 08 03	Valli Giudicarie	15	6 4.92
F		1857 02 01	Parmense-Reggiano	22	6-7 5.11
3-4		1869 12 13 02 53	Sassuolo	13	5 4.57
5		1870 10 30 18 34	Forlivese	41	8 5.61
3-4		1873 03 12 20 04	Appennino marchigiano	196	8 5.85
4		1873 06 29 03 58	Alpago Cansiglio	197	9-10 6.29
NF		1874 10 07	Imolese	60	7 4.96
5-6		1875 03 17 23 51	Costa romagnola	144	8 5.74
4		1878 03 12 21 36	Bolognese	31	6 4.84
3		1881 01 24 16 14	Bolognese	38	7 5.22
F		1881 01 25 07 06	Bolognese	18	5 4.59
NF		1885 02 26 20 48	Pianura Padana	78	6 5.01
3-4		1887 02 23 05 21 5	Liguria occidentale	1511	9 6.27
3		1889 03 08 02 57 0	Bolognese	38	5 4.53

Figura 3-5 – Censimento degli eventi sismici nel Comune di Ferrara (FE)
(https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/query_place/)

3	1889 03 08 02 57 0	Bolognese	38	5	4.53
4	1891 06 07 01 06 1	Valle d'Illasi	403	8-9	5.87
2	1891 08 01 13 32 2	Lugo	15	4-5	4.36
3-4	1892 08 09 07 58	Valle d'Alpone	160	6-7	4.91
3-4	1894 11 27 05 07	Bresciano	183	6	4.89
2-3	1895 03 23	Comacchio	33	6	4.65
NF	1895 05 18 19 55 1	Fiorentino	401	8	5.50
3	1895 07 30 10 47	Comacchio	10	5	4.47
3-4	1895 08 07 19 49 3	Appennino tosco-emiliano	84	5	4.67
2	1895 08 09 17 38 2	Adriatico centrale	103	6	5.11
NF	1897 12 18 07 24 2	Alta Valtiberina	132	7	5.09
4	1898 01 16 13 10	Romagna settentrionale	110	6	4.59
3	1898 03 04 21 05	Parmense	313	7-8	5.37
4	1898 03 09 11 43	Romagna settentrionale	68	6	4.59
4	1901 10 30 14 49 5	Garda occidentale	289	7-8	5.44
3	1902 03 05 07 06	Garfagnana	83	7	4.98
2	1903 07 27 03 46	Lunigiana	79	7-8	5.19
3	1904 02 25 18 47 5	Reggiano	62	6	4.81
3	1904 03 10 04 23 0	Slovenia nord-occidentale	57		
NF	1904 11 17 05 02	Pistoiese	204	7	5.10
3	1907 04 25 04 52	Veronese	122	6	4.79
2	1908 07 10 02 13 3	Carnia	119	7-8	5.31
6	1909 01 13 00 45	Emilia Romagna orientale	867	6-7	5.36
4	1911 02 19 07 18 3	Forlivese	181	7	5.26
2-3	1911 03 20 15 47	Forlivese	25	6	5.09
3	1913 11 25 20 55	Appennino parmense	73	4-5	4.65
5	1914 10 27 09 22	Lucchesia	660	7	5.63
2	1915 01 13 06 52 4	Marsica	1041	11	7.08
5	1915 10 10 23 10	Reggiano	30	6	4.87
4	1916 05 17 12 50	Riminese	132	8	5.82
4	1916 08 16 07 06 1	Riminese	257	8	5.82
3	1918 11 10 15 12 2	Appennino forlivese	187	9	5.96
3	1919 06 29 15 06 1	Mugello	565	10	6.38
F	1919 07 12 12 06	Asolano	7	4-5	5.03
5	1920 09 07 05 55 4	Garfagnana	750	10	6.53
4-5	1922 05 24 21 17 2	Ferrarese	7	4	3.70
4-5	1926 01 01 18 04 0	Carniola interna	63	7-8	5.72
4	1929 04 10 05 44	Bolognese	87	6	5.05
4	1929 04 19 04 16	Bolognese	82	6-7	5.13
4	1929 04 20 01 10	Bolognese	109	7	5.36
3	1929 04 22 08 26	Bolognese	41	6-7	5.10

Figura 3-6 – Censimento degli eventi sismici nel Comune di Ferrara (FE)
(https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/query_place/)

3-4		1929 04 22 14 19	Bolognese	12	5-6 4.61
4-5		1929 05 11 19 23	Bolognese	64	6-7 5.29
4		1951 05 15 22 54	Lodigiano	179	6-7 5.17
2-3		1956 02 20 01 29 4	Argenta	17	5-6 4.96
4-5		1967 12 30 04 19	Emilia Romagna orientale	40	6 5.05
5		1971 07 15 01 33 2	Parmense	228	8 5.51
3		1972 10 25 21 56 1	Appennino settentrionale	198	5 4.87
3		1980 11 23 18 34 5	Irpinia-Basilicata	1394	10 6.81
3		1980 12 23 12 01 0	Piacentino	69	6-7 4.57
5		1983 11 09 16 29 5	Parmense	850	6-7 5.04
NF		1984 04 29 05 02 5	Umbria settentrionale	709	7 5.62
4		1986 12 06 17 07 1	Ferrarese	604	6 4.43
4-5		1989 09 13 21 54 0	Prealpi Vicentine	779	6-7 4.85
4-5		1996 10 15 09 55 5	Pianura emiliana	135	7 5.38
NF		2002 11 02 10 57 4	Ferrarese	79	4 4.21
4		2003 09 14 21 42 5	Appennino bolognese	133	6 5.24
4		2008 12 23 15 24 2	Parmense	291	6-7 5.36
3		2011 07 17 18 30 2	Pianura lombardo-veneta	73	5 4.79
F		2016 08 24 01 36 3	Monti della Laga	221	10 6.18
3		2016 10 26 19 18 0	Valnerina	77	6.07
F		2016 10 30 06 40 1	Valnerina	379	6.61

Figura 3-7 – Censimento degli eventi sismici nel Comune di Ferrara (FE)
(https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/query_place/)

Per il Comune di Vigarano Mainarda (FE) sono archiviati 8 eventi di cui l'evento con Mw maggiore risulta essere quello del 1873 "Appennino marchigiano" con Mw = 5.85, mentre il più recente è l'evento del 2002 "Franciacorta" con Mw = 4.21 (vedi Figura 3-8 e Figura 3-9).

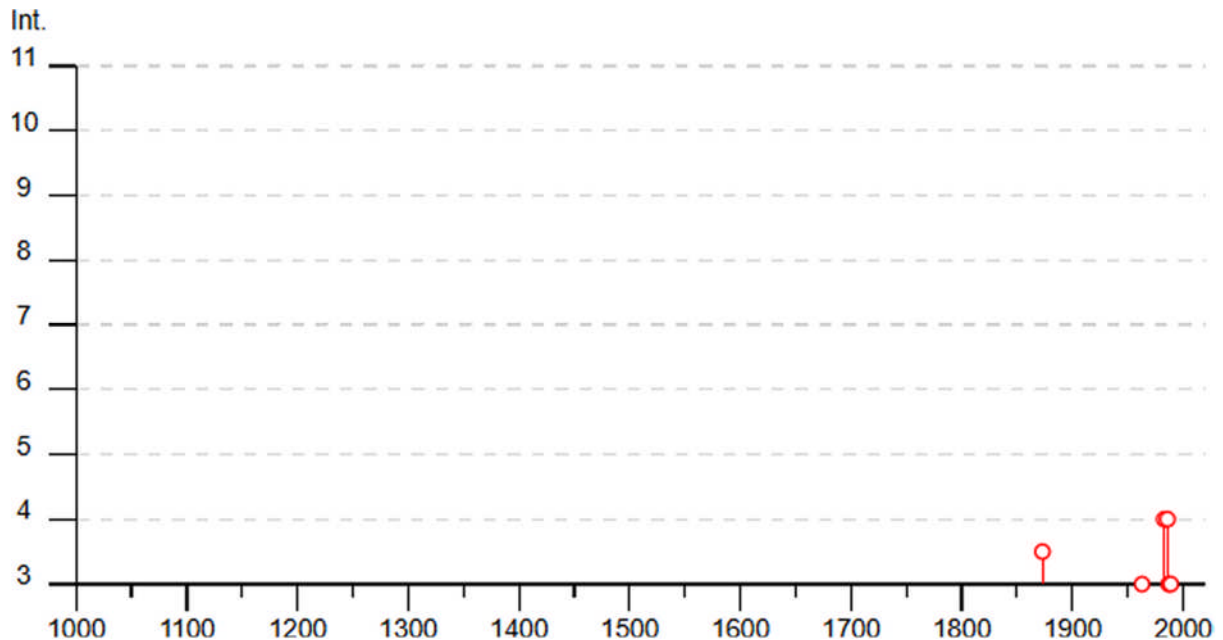


Figura 3-8 - Serie storica degli eventi sismici nel Comune di Vigarano Mainarda (FE). Il grafico mette in rapporto l'evento con gli effetti causati dal terremoto in termini di intensità macrosismica. (https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/query_place/)

Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
3-4	📅 1873	03	12	20	04		Appennino marchigiano	196	8	5.85
3	📅 1963	04	05	13	49	4	Finale Emilia	6	4-5	3.93
4	📅 1983	11	09	16	29	5	Parmense	850	6-7	5.04
4	📅 1986	12	06	17	07	1	Ferrarese	604	6	4.43
3	📅 1987	05	08	11	10	2	Bassa modenese	24	6	4.44
3	📅 1989	09	13	21	54	0	Prealpi Vicentine	779	6-7	4.85
NF	📅 2000	06	18	07	42	0	Pianura emiliana	304	5-6	4.40
NF	📅 2002	11	13	10	48	0	Franciacorta	768	5	4.21

Figura 3-9 – Censimento degli eventi sismici nel Comune di Vigarano Mainarda (FE) (https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/query_place/)

3.2 SORGENTI SISMOGENETICHE

L'individuazione delle sorgenti sismogenetiche, in particolare delle sorgenti in grado di generare terremoti con $M_w > 5.5$, è di fondamentale importanza in quanto questo valore indica generalmente un limite inferiore oltre al quale lo scuotimento sismico è tale da creare danni significati all'edificato. Inoltre si stima che una M_w pari a 5.5 sia il valore soglia oltre al quale la faglia che ha generato il terremoto possa assumere dimensioni tali da poter essere identificata attraverso le metodologie geologiche.

Risulta inoltre cruciale l'individuazione delle *faglie capaci* ossia quelle faglie in grado di produrre una deformazione superficiale.

La fagliazione superficiale può infatti provocare ingenti danni agli edifici e alle infrastrutture rappresentando così una fonte di pericolosità rilevante soprattutto nelle aree molto popolate.

Viene da sé che la conoscenza approfondita e la collocazione spaziale di questi elementi tettonici assume un ruolo chiave per la mitigazione del rischio.

L'importanza di valutare la pericolosità anche in termini di rottura superficiale viene indicata anche nell'Eurocodice 8 relativamente alle Opere di fondazione.

A tale scopo sono disponibili due database, il primo è il Progetto ITHACA (ITaly Hazard from CAPable faults), istituito dal Servizio Geologico d'Italia – ISPRA, che sintetizza le informazioni disponibili sulle *faglie capaci* che interessano il territorio italiano; il secondo è il Catalogo INGV DISS (Database of Individual Seismogenic Sources) dove vengono individuate le sorgenti sismogenetiche in grado di generare terremoti con $M_w > 5.5$.

La Figura 3-10 riporta uno stralcio cartografico, estratto del Progetto ITHACA, dove vengono indicate le *faglie capaci* situate in un raggio di 20 km dell'area di progetto:

- 1) ID 90800 – Faglia Ferrara ridge. Faglia inversa di primo ordine;
- 2) ID 90801 – Faglia Ferrara ridge. Faglia inversa;
- 3) ID 90802 – Faglia Ferrara ridge. Faglia inversa;
- 4) ID 90808 – Faglia Ferrara ridge. Faglia inversa di primo ordine;
- 5) ID 90813 – Faglia Bondeno-Ferrara. Faglia inversa di primo ordine;
- 6) ID 90814 – Faglia Porotto Cassana-Ferrara. Faglia inversa di primo ordine;
- 7) ID 90815 – Faglia Mirandola-Modena. Faglia inversa di primo ordine;
- 8) ID 90816 – Faglia Poggio Renatico-Ferrara. Faglia inversa di primo ordine;
- 9) ID 91800 – Faglia Mirabello-Ferrara. Faglia inversa di secondo ordine;
- 10) ID 93767 – Faglia Ferrara. Faglia inversa di primo ordine;
- 11) ID 93785 – Faglia Copparo-Ferrara. Faglia inversa di primo ordine.

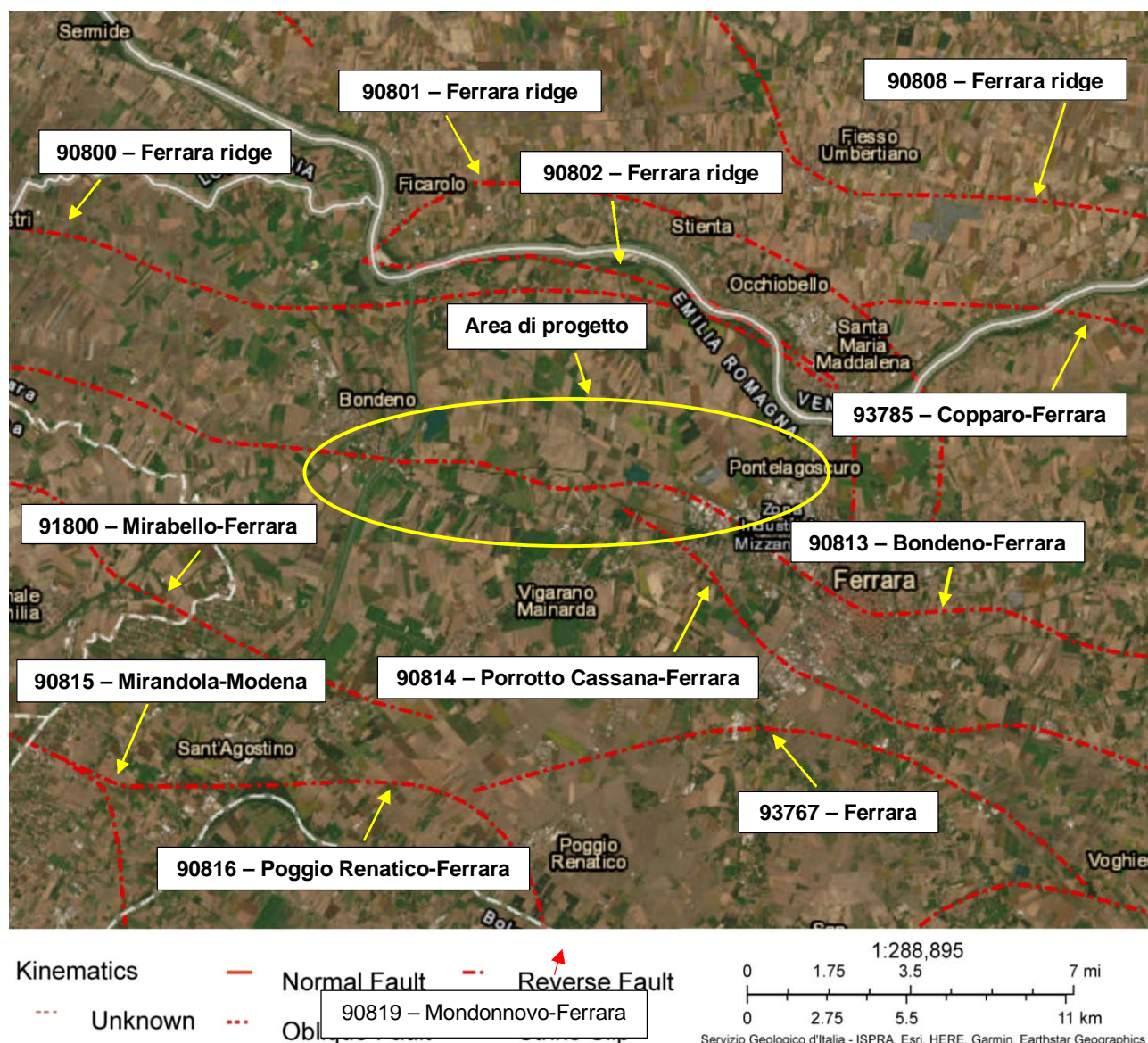


Figura 3-10 - Stralcio estratto dal Progetto ITHACA-Catalogo delle faglie capaci (<https://sgi.isprambiente.it/ithaca/viewer/index.html>)

Nella Figura 3-11, alla pagina seguente, viene mostrato uno stralcio estratto dal Catalogo DISS che fornisce una visione di quelle che sono le zone sismogenetiche, nella fattispecie vengono mostrate le sorgenti sismogenetiche composite (CSS) ossia fasce che rappresentano in modo unitario sistemi sismogenetici più complessi entro un raggio di circa 20 km dall'area in esame.

Come si evince dalla Figura 3-11, l'area in progetto si trova nel settore meridionale della CSS ITCS050, Poggio Rusco Migliarinomente, a Sud ed a Ovest, sono presenti altre 3 CSS:

- ITCS012 – Malalbergo-Ravenna;
- ITCS051 – Carpi – Poggio Renatico;
- ITCS103 – Finale Emilia – Mirabello.

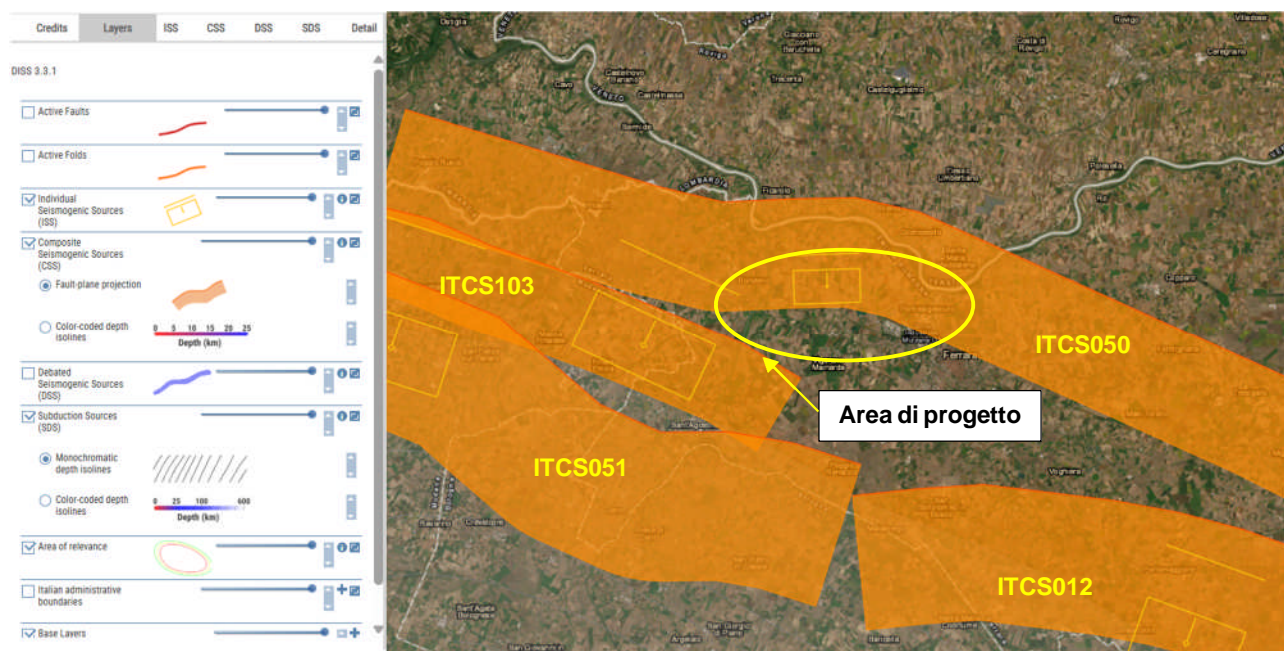


Figura 3-11 - Sorgenti Sismogenetiche presenti nell'area di studio. In arancione le Sorgenti Sismogenetiche Composite (CSS) (DISS-Database of individual Seismogenic Sources) (<https://diss.ingv.it/>)

3.3 PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

Dopo il terremoto in Puglia del 2002 un intervento di emergenza, con l'Ordinanza PCM 3274/2003 aggiornò l'assegnazione delle Zone Sismiche ai comuni italiani, combinando la classificazione allora vigente con la "Proposta 1998" e definendo per la prima volta la Zona Sismica 4.

Le Regioni recepirono con modeste variazioni le nuove assegnazione dei comuni alle Zone Sismiche con propri atti (Delibere delle Giunte Regionali); l'Abruzzo con la DGR n.438 del 29/3/2003 recepì le assegnazioni dell'Ordinanza senza modificarle.

Nell'Aprile 2004 l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) ha presentato alla Commissione Grandi Rischi e Sezione Rischio Sismico, una nuova mappa di pericolosità sismica (MPS04) elaborata secondo i criteri proposti dall'Ordinanza PCM 3274 la quale venne adottata nel 2006 con una nuova Ordinanza (OPCM 3519/2006) diventando riferimento ufficiale.

I criteri per l'aggiornamento della mappa di pericolosità sismica sono stati definiti nell'Ordinanza del PCM n. 3519/2006, che ha suddiviso l'intero territorio nazionale in quattro Zone Sismiche sulla base del valore dell'accelerazione orizzontale massima (a_g) su suolo rigido e pianeggiante considerando una probabilità del 10% di essere superata in 50 anni ossia per un tempo di ritorno $T_r = 475$ anni.

Zona sismica	Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (a_g)
1	$a_g > 0.25$
2	$0.15 < a_g \leq 0.25$
3	$0.05 < a_g \leq 0.15$
4	$a_g \leq 0.05$

Tabella 1 – Suddivisione delle zone sismiche in relazione ai valori di a_g di picco su suolo rigido (OPCM 3519/06)

Come si può osservare dalla Figura 3-12, che mostra il modello di pericolosità sismica MPS04-S1 dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), l'area di progetto si trova in una zona caratterizzata da valori di a_g compresi nell'intervallo 0.125-0.150 pertanto, secondo l'OPCM n. 3519/2006, ricade in Zona Sismica 3. Anche secondo la più aggiornata *Classificazione sismica dei comuni dell'Emilia-Romagna*, aggiornata con la DGR n. 146 del 06/02/2023 (Figura 3-13), l'area di progetto ricade in Zona 3.

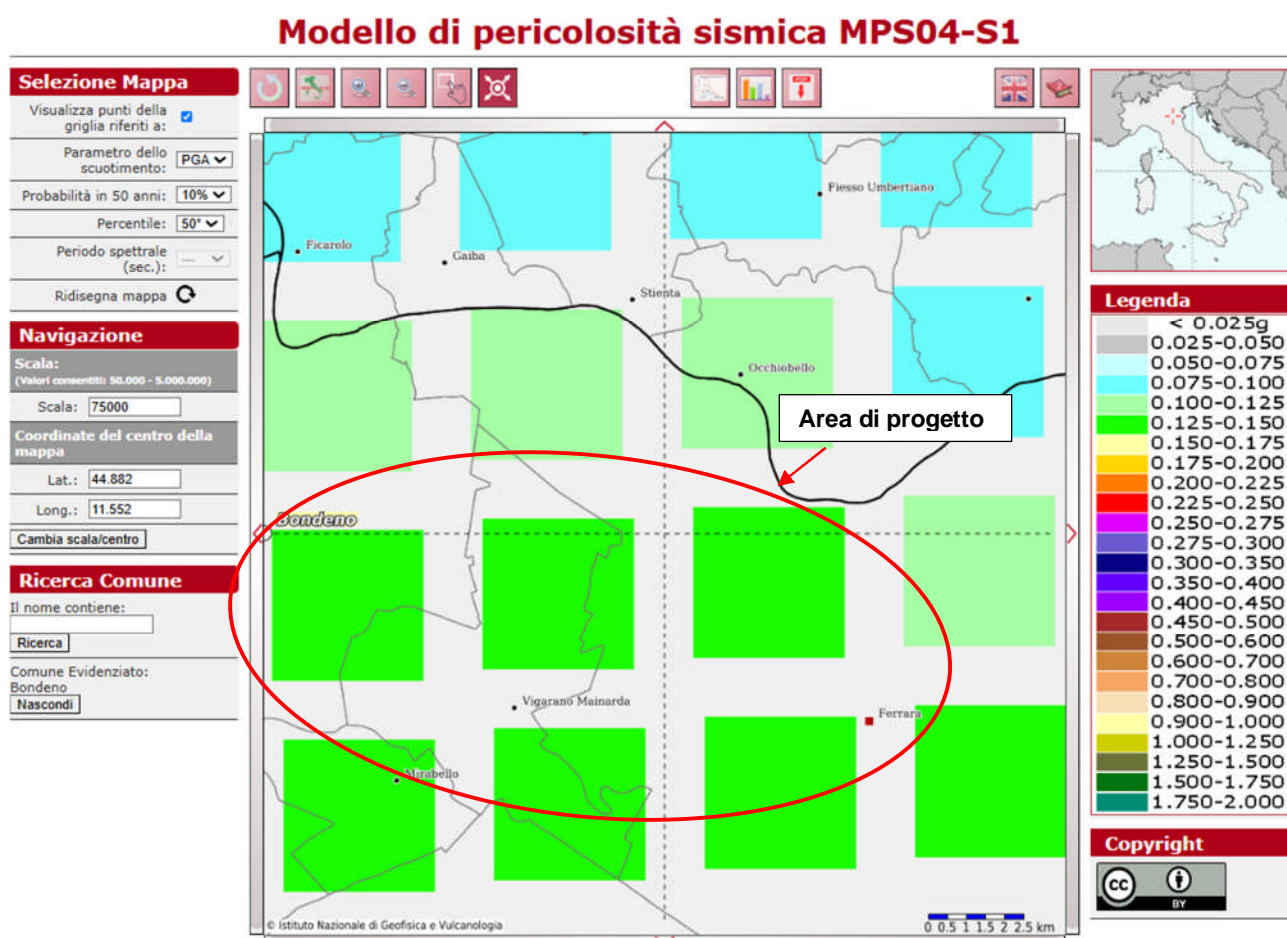


Figura 3-12 – Pericolosità sismica di base da modello MPS04-S1 ([Modello di pericolosità sismica MPS04 \(ingv.it\)](http://Modello%20di%20pericolosit%C3%A0%20sismica%20MPS04%20(ingv.it)))

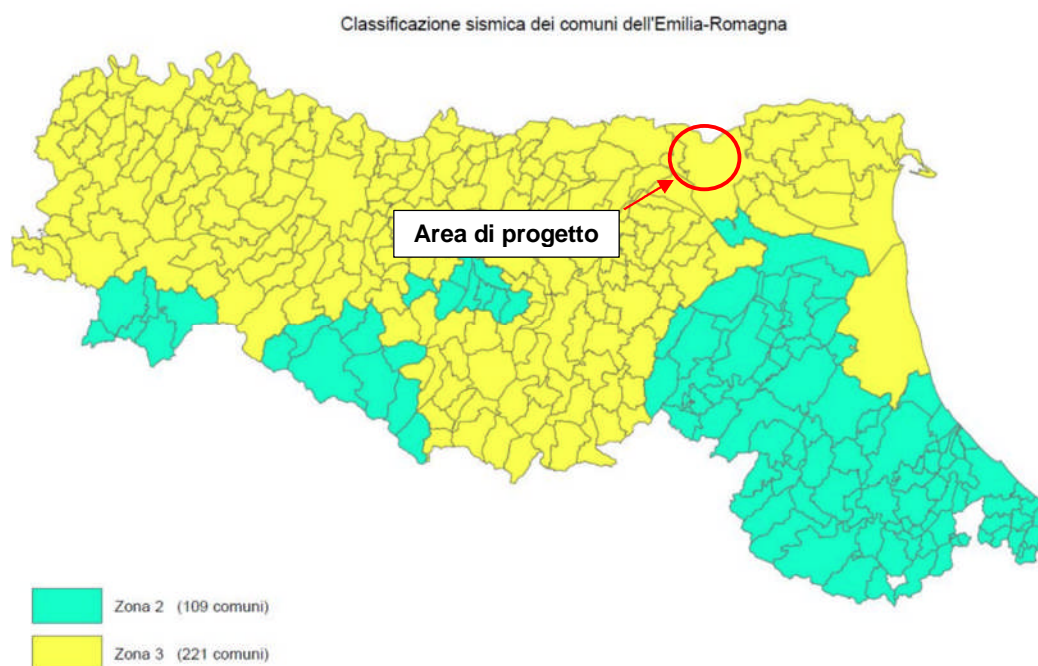


Figura 3-13 - Classificazione sismica dei comuni dell'Emilia-Romagna aggiornata con la DGR n. 146 del 06/02/2023

4 COMPATIBILITÀ IDROGEOLOGICA (P.A.I. E P.G.R.A.)

Nell'ambito del presente studio è stata eseguita una verifica di compatibilità idrogeologica preliminare per accertare preventivamente che l'intervento previsto garantisca, a seconda delle caratteristiche e delle necessità relative, la sicurezza del territorio.

La verifica è stata effettuata consultando le seguenti carte dell'Autorità del Bacino Distrettuale del Fiume Po.

- Tavole di Delimitazione delle Fasce Fluviali del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.), che costituisce, ai sensi dell'art. 17, comma 6 ter, della Legge 183/89 "Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo", lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa e alla valorizzazione del suolo ricadente nel territorio di competenza dell'Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po. Il piano è stato approvato con Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 24 Maggio 2001; la perimetrazione delle fasce fluviali è aggiornata al 2014.

Da questa cartografia sono state tratte le Tavole, alla scala 1:10.000, prodotte ed allegate alla restante documentazione relativa alla procedura autorizzativa, la Tavola n. 516936, Fogli 1 e 2.

Inoltre sono state consultate le:

- Carte della Pericolosità Idraulica e Carte del Rischio Idraulico del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (P.G.R.A.), ai sensi della Direttiva Europea n. 2007/60/CE del 23 ottobre 2007, recepita dal D.Lgs. 23 febbraio 2010, n. 49; il piano è stato adottato dal Comitato Istituzionale con deliberazione n. 4 del 17 dicembre 2015 ed è stato approvato dal Comitato Istituzionale con deliberazione n. 2 del 3 marzo 2016. L'ultimo aggiornamento risale al 16 marzo 2020.

Da questa cartografia sono state tratte le Tavole, alla scala 1:10.000, prodotte ed allegate alla restante documentazione relativa alla procedura autorizzativa, le Tavole n. 516936, Fogli 3 e 4, (Pericolosità Idraulica) e le Tavole n. 516936, Fogli 5 e 6 (Rischio Idraulico).

Per ciò che concerne la Pericolosità ed il Rischio Geomorfologico, le aree interessate dall'Opera in progetto sono situate molto lontano da settori contraddistinti da fenomeni di dissesto geomorfologico, pertanto non è stata prodotta una apposita cartografia al riguardo.

4.1 PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (P.A.I.)

Per quanto riguarda le Tavole di Delimitazione delle Fasce Fluviali del P.A.I. queste perimetrano e definiscono come segue le aree esondabili del fiume Po e dei suoi affluenti:

- Fascia di deflusso della piena (**Fascia A**), costituita dalla porzione di alveo che è sede prevalente, per la piena di riferimento, del deflusso della corrente, ovvero che è costituita dall'insieme delle forme fluviali riattivabili durante gli stati di piena;
- Fascia di esondazione (**Fascia B**), esterna alla precedente, costituita dalla porzione di alveo interessata da inondazione al verificarsi dell'evento di piena di riferimento. Con l'accumulo temporaneo in tale fascia di parte del volume di piena si attua la laminazione dell'onda di piena con riduzione delle portate di colmo;
- Area di inondazione per piena catastrofica (**Fascia C**), costituita dalla porzione di territorio esterna alla precedente (**Fascia B**), che può essere interessata da inondazione al verificarsi di eventi di piena più gravosi di quelli di riferimento.

Gli stralci riportati nelle Tavole n. 516936, Fogli 1 e 2 mostrano come l'intera Opera da realizzare ricada all'interno della **Fascia Fluviale C**, Area di inondazione per piena catastrofica.

Al fine di determinare cosa comporti il ricadere in **Fascia C**, occorre fare riferimento alle Norme di Attuazione del P.A.I. che disciplinano le attività vietate e quelle consentite nelle diverse Fasce Fluviali.

In particolare, all'Art. 31 comma 4, viene disposto che *“Compete agli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica, regolamentare le attività consentite, i limiti e i divieti per i territori ricadenti in Fascia C”*.

Pertanto, per quanto riguarda l'Opera in progetto, si fa riferimento all'Art. 10 delle Norme Tecniche di Attuazione del Piano Operativo Comunale di Ferrara, valido anche per i Comuni di Bondeno e di Vigarano Mainarda, che rimanda alla Tavola 6 (Tavole dei Vincoli) ed all'Art. 118 delle Norme Tecniche di Attuazione del Regolamento Urbanistico Edilizio, sempre del Comune di Ferrara, che recita, al comma 4. *Aree a rischio di allagamento:*

“La tav. 6 individua, anche con riferimento alla “fascia C” del Piano Stralcio per le aree fluviali adottato dalla Autorità di Bacino del Po, le aree soggette a grave rischio di allagamento (da fiumi e canali). All'interno di tali aree:

- qualsiasi **intervento di modificazione plano-altimetrica del suolo**, ivi comprese la realizzazione di infrastrutture stradali e di sottoservizio, dovrà essere accompagnato da adeguato studio che verifichi l'effetto dell'intervento in funzione dell'evento oggetto del rischio.”

4.2 PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO DELLE ALLUVIONI (P.G.R.A.)

Le Carte della Pericolosità Idraulica del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (P.G.R.A.) contengono la perimetrazione delle aree che potrebbero essere interessate da alluvioni secondo i tre seguenti scenari:

- **P1** - Alluvioni rare di estrema intensità: tempo di ritorno fino a 500 anni dall'evento
- bassa probabilità;
- **P2** – Alluvioni poco frequenti: tempo di ritorno tra 100 e 200 anni - media probabilità;
- **P3** – Alluvioni frequenti: tempo di ritorno tra 20 e 50 anni - elevata probabilità.

Le Tavole n. 516936, Fogli 3 e 4, riportano lo stralcio della Carta della Pericolosità Idraulica del P.G.R.A. da cui si può osservare come quasi tutti i sostegni siano posizionati in **aree P1**, contraddistinte quindi da una bassa probabilità di alluvioni.

I soli sostegni P3, P22, P36, P37, P38, P39, P40 e P41 sono posizionati in **aree P2**, contraddistinte quindi da una media probabilità di eventi alluvionali.

Nella Carta del Rischio Idraulico del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (P.G.R.A.), che rappresenta il risultato dell'incrocio fra le mappe delle aree allagabili per i diversi scenari di pericolosità e gli elementi esposti censiti raggruppati in classi di danno potenziale omogenee (centri abitati, attività economiche, impianti industriali ad elevato potenziale inquinante, aree protette...), vengono individuate quattro classi di rischio:

- **Scenario Rischio Moderato (R1);**
- **Scenario Rischio Medio (R2);**
- **Scenario Rischio Elevato (R3);**
- **Scenario Rischio Molto Elevato (R4).**

Dalle Tavole n. 516936, Fogli 5 e 6, che riportano lo stralcio della Carta del Rischio Idraulico del P.G.R.A. si può osservare come tutti i sostegni ricadano in **aree R2**, caratterizzate da uno scenario di Rischio Medio.

5 CONCLUSIONI

La presente Relazione Geologica preliminare e di compatibilità idrogeologica costituisce parte integrante della documentazione inerente al progetto per la costruzione del nuovo elettrodotto 132 kV che collegherà la nuova Stazione Elettrica 150/36 kV “Bondeno” con il futuro ampliamento della sezione a 132 kV inserita nell’esistente Stazione Elettrica 380 kV “Ferrara Nord”.

L’Opera è ubicata, da Ovest ad Est, nei Comuni di Bondeno (FE), Vigarano Mainarda (FE) e Ferrara (FE), così come riportato nella Tavola di Inquadramento CTR, alla scala 1:5.000, Tavola n. 516932, prodotta ed allegata unitamente alla restante documentazione.

L’Opera in oggetto verrà realizzata nell’ambito del progetto di connessione a 36 kV dell’impianto fotovoltaico della società Bondeno Srl alla futura Stazione Elettrica RTN 132/36 kV Bondeno (CP 202201461).

Lo studio oggetto della presente relazione è inerente esclusivamente al nuovo elettrodotto RTN a 132 kV tra la nuova Stazione Elettrica “Bondeno” e la futura sezione a 132 kV dell’esistente Stazione Elettrica RTN a 380 kV “Ferrara Nord”, prevista dall’intervento 318-P del Piano di Sviluppo Terna con target di portata estiva minima di 600 A.

Nell’ambito del presente studio è stata quindi eseguita una verifica di compatibilità idrogeologica preliminare per accertare in via preventiva che l’intervento previsto garantisca, stanti le caratteristiche dell’Opera e le relative necessità, la sicurezza del territorio nel quale essa viene inserita.

La verifica è stata effettuata consultando le Tavole di Delimitazione delle Fasce Fluviali del P.A.I., dell’Autorità del Bacino Distrettuale del Fiume Po, approvato con Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 24 Maggio 2001 ed aggiornato al 2014, che costituisce, ai sensi dell’art. 17, comma 6 ter, della Legge 183/89 “Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo”, il solo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d’uso finalizzate alla conservazione, alla difesa e alla valorizzazione del suolo ricadente nel territorio di competenza dell’Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po.

Da questa cartografia sono state tratte le Tavole, alla scala 1:10.000, prodotte ed allegate alla restante documentazione relativa alla procedura autorizzativa, la Tavola n. 516936, Fogli 1 e 2.

- Inoltre sono state consultate le Carte della Pericolosità Idraulica e le Carte del Rischio Idraulico del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (P.G.R.A.), ai sensi della Direttiva Europea n. 2007/60/CE del 23 ottobre 2007, recepita dal D.Lgs. 23 febbraio 2010, n. 49; il piano è stato adottato dal Comitato Istituzionale con deliberazione n. 4

del 17 dicembre 2015 ed è stato approvato dal Comitato Istituzionale con deliberazione n. 2 del 3 marzo 2016. L'ultimo aggiornamento risale al 16 marzo 2020.

E' qui necessario ricordare, ad ogni buon conto, che le mappe di pericolosità P.G.R.A. costituiscono quadro conoscitivo dei P.A.I. alle quali sono associate specifiche Norme Attuazione del P.A.I..

Da questa cartografia sono state tratte le Tavole, alla scala 1:10.000, prodotte ed allegate alla restante documentazione relativa alla procedura autorizzativa, le Tavole n. 516936, Fogli 3 e 4, (Pericolosità Idraulica) e le Tavole n. 516936, Fogli 5 e 6 (Rischio Idraulico).

Dalla cartografia consultata, relativamente all'Opera in progetto, è possibile evincere quanto di seguito riportato.

Per quanto riguarda le Tavole di Delimitazione delle Fasce Fluviali del P.A.I., come detto unico strumento vincolante, da normativa vigente, gli stralci riportati nelle Tavole n. 516936, Fogli 1 e 2 mostrano come l'intera Opera da realizzare ricada all'interno della **Fascia Fluviale C**, Area di inondazione per piena catastofica, all'interno della quale, sulla base delle Norme Tecniche di Attuazione del Regolamento Urbanistico Edilizio del Comune di Ferrara valido anche per i Comuni di Bondeno e di Vigarano Mainarda art. 118, comma 4. *Aree a rischio di allagamento:*

*“- qualsiasi **intervento di modificazione plano-altimetrica del suolo**, ivi comprese la realizzazione di infrastrutture stradali e di sottoservizio, dovrà essere accompagnato da adeguato studio che verifichi l'effetto dell'intervento in funzione dell'evento oggetto del rischio,”.*

E' però più che ragionevole ritenere che l'Opera in progetto non comporti modifiche plano-altimetriche.

Per ciò che concerne l'analisi delle Carte della Pericolosità Idraulica del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (P.G.R.A.), dalle Tavole n. 516936, Fogli 3 e 4, che riportano lo stralcio della Carta della Pericolosità Idraulica del P.G.R.A., si può osservare come quasi tutti i sostegni siano posizionati in **aree P1**, contraddistinte quindi da una bassa probabilità di alluvioni.

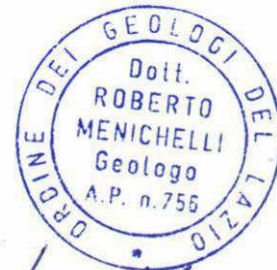
I soli sostegni P3, P22, P36, P37, P38, P39, P40 e P41 sono posizionati in **aree P2**, contraddistinte quindi da una media probabilità di eventi alluvionali.

Conseguentemente, dalle Tavole n. 516936, Fogli 5 e 6, che riportano lo stralcio della Carta del Rischio Idraulico del P.G.R.A., che rappresenta il risultato dell'incrocio fra le mappe delle aree allagabili per i diversi scenari di pericolosità e gli elementi esposti censiti

raggruppati in classi di danno potenziale omogenee, si può osservare come tutti i sostegni ricadano in **aree R2**, caratterizzate da uno scenario di Rischio Medio.

Infine, per quanto riguarda la Pericolosità ed il Rischio Geomorfologico, le aree interessate dall'Opera in progetto sono situate molto lontano da settori con fenomeni di dissesto geomorfologico, pertanto non è stata prodotta una apposita cartografia al riguardo.

Il Tecnico
Dott. Geol. Roberto Menichelli

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Roberto Menichelli".

Roma, Giugno 2025

6 BIBLIOGRAFIA

- AMOROSI A. & FARINA M. (1995) - *Large-scale architecture of a thrust-related alluvial complex from subsurface data: the Quaternary succession of the Po Basin in the Bologna area (northern Italy)*. Giornale di geologia, 57: 3-16;
- BIGI, G., COSENTINO, D., PAROTTO, M., SARTORI, R., SCANDONE, P., (1990). *Structural model of Italy* - Sheet n°1, in: Castellarin, A., Coli, M., Dal Piaz, G.V., Sartori, R., Scandone, P., Vai, G.B. (Eds.), Structural model of Italy. CNR, Progetto Finalizzato Geodinamica, Roma;
- BOCCALETTI, M., BONINI, M., CORTI, G., GASPERINI, P., MARTELLI, L., PICCARDI, L., SEVERI, P., VANNUCCI, G., (2004). *Carta Sismotettonica della Regione Emilia-Romagna*. SELCA, Firenze;
- CERRINA FERONI, A., OTTRIA, G., MARTINELLI, P., MARTELLI, L., CATANZARITI, R., (2002). *Carta geologico-strutturale dell'Appennino Emiliano-Romagnolo, 1:250.000*. SELCA, Firenze;
- CORRADO, S., ALDEGA, L., ZATTIN, M., (2010). *Sedimentary vs. tectonic burial and exhumation along the Apennines (Italy)*. Journal of the Virtual Explorer 36;
- CORREGGIARI A., ROVERI M., TRINCARDI F. (1992) - *Late Pleistocene and Holocene evolution of the North Adriatic Sea*. In: Late-Glacial and early Holocene climatic and environmental changes in Italy. Il Quaternario: Italian Journal of Quaternary Sciences, 9, 697-704;
- Database Macrosismico Italiano DBMI15 (<https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/>);
- ITHACA – Catalogo delle Faglie Capaci (<https://sgi.isprambiente.it/ithaca/viewer/index.html>);
- DISS – Database of Individual Seismogenetic Source (<https://diss.ingv.it/>);
- ELTER, P., GIGLIA, G., TONGIORGI, M., TREVISAN, L., (1975) - *Tensional and compressional areas in the recent (Tortonian to present) evolution of the Northern Apennines*. Boll. Geofis. Teor. Appl 17, 3-18;
- FARABEGOLI, E., ONOREVOLI, G., BACCHIOCCHI, C., (2004) - *Numerical simulation of Holocene depositional wedge in the southern Po Plain-northern Adriatic Sea (Italy)*. Quaternary International 120, 119-132;
- FARINA M., SIMONI M., FRONTINI S., TOFFALETTI N., ANZALONE C., BERGONZONI A., BOTTARELLI M., GUADAGNINI L. (2001) – *W-Sahara European Project – Annual Report*.

- Modello di pericolosità sismica MPS04 (ingv.it);
- <https://ambiente.regione.emilia-romagna.it>;
- PIERI, M., GROPPI, G. (1975) - *The structure of the base of the Pliocene-Quaternary sequence in the subsurface of the Po and Veneto Plains, the Pedepennine Basin and the Adriatic Sea*. Structural model of Italy, Quaderni de "La Ricerca Scientifica" 90, 409-415;
- PIERI, M., GROPPI G. (1981) - *Subsurface geological structure of the Po Plain*, CNR, P.F. Geodin., Publication n.414, 278-286;
- RICCI LUCCHI F., ORI G.G. (1985) – *Field excursion D: syn-orogenic deposits of a migrating basin system in the NW Adriatic Foreland*. In: P.H. Allen, P. Homewood, G. Williams (eds.) "*Excursion Guidebook*". Foreland Basins Symposium. Fribourg, 137-176.1982
- RICCI LUCCHI F., COLALONGO M.L., CREMONINI G., GASPERI G., IACCARINO S., PAPANI G., RAFFI I., RIO D. (1982) – *Evoluzione sedimentaria e paleogeografica del margine appenninico*. In: Cremonini g & Ricci Lucchi F. (eds.) *Guida alla geologia del margine appenninico-padano*. Guide geologiche Regionali Soc. Geol. Ital., 17-46.
- Sito Web ISPRA – Istituto Superiore Per la Ricerca e Protezione Ambientale (http://sgi2.isprambiente.it/viewersgi2/?title=ITA_Indagini_sottosuolo464&resource=wms%3Ahttp%3A//sgi2.isprambiente.it/arcgis/services/servizi/indagini464/MapServer/WMSServer%3Frequest%3DGetCapabilities%26service%3DWMS);
- TOSCANI, G., BURRATO, P., DI BUCCI, D., SENO, S., VALENSISE, G., (2009) - *Plio-Quaternary tectonic evolution of the Northern Apennines thrust fronts (Bologna-Ferrara section, Italy): seismotectonic implications*. Bollettino della Società Geologica Italiana 128.