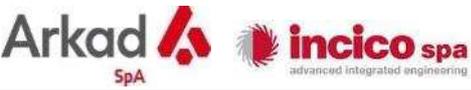


# Progetto Peakers

Enipower Ravenna

## RELAZIONE GEOLOGICA

								
EX-DE	00	31/05/2022		I. Nesti	L. Finardi	E. Cipolla		
Validity Status	Revision Number	Date	Description	Contractor prepared	Contractor Checked	Contractor Approved	Company Checked	Company Approved
Revision Index								
Company Logo and Business Name 				Project name <b>Progetto Peakers</b>		EniPower Document ID EniPower <b>RA-IV-2205-CI-E-A1771</b> Job N. IV-RAVE-2205 Company Document ID <b>017101DARVA1771</b> Job N. JA0737		
Contractor Logo and Business Name 						Contractor Document ID <b>20102-0100-C70-RE-00103</b> Contract N. 3500054652		
Vendor Logo and Business Name						Vendor Document ID / Contract N.		
Facility and SubFacility name Ravenna C.le Gas – Peakers - Area 11				Scale n.a.		Sheet of Sheets 1 / 23		
Document Title RELAZIONE GEOLOGICA				Supersedes N.		Superseded by N.		
				Plant Area n.a.		Plant Unit n.a.		

	Company Document ID	017101DARVA1771	Sheet of Sheets 2 / 23	
	Eni Power Document ID	RA-IV-2205- CI-E-A1771		
	Contractor Document ID	20102-0100-C70-RE-00103	Validity Status	Revision Number
	Vendor Document ID	/	EX-DE	00

**REVISION LIST**

EX-DE 00	Issued for Comments

**HOLD RECORD**


	Company Document ID	017101DARVA1771	Sheet of Sheets 3 / 23	
	Eni Power Document ID	RA-IV-2205- CI-E-A1771		
	Contractor Document ID	20102-0100-C70-RE-00103	Validity Status	Revision Number
	Vendor Document ID	/	EX-DE	00

## INDICE

<b>1.0</b>	<b>GENERALITA'</b> .....	<b>4</b>
<b>2.0</b>	<b>DOCUMENTI DI RIFERIMENTO</b> .....	<b>5</b>
<b>3.0</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO</b> .....	<b>5</b>
<b>4.0</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO</b> .....	<b>6</b>
4.1	QUADRO GEOLOGICO DELL'AREA .....	6
4.2	MODELLO IDROGEOLOGICO .....	9
<b>5.0</b>	<b>MODELLO GEOLOGICO DEL SOTTOSUOLO</b> .....	<b>13</b>
<b>6.0</b>	<b>SISMICA</b> .....	<b>17</b>
6.1	SISMICITÀ STORICA .....	17
6.2	QUADRO NORMATIVO E PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE .....	19
6.3	CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO .....	20
<b>7.0</b>	<b>CONCLUSIONI</b> .....	<b>23</b>

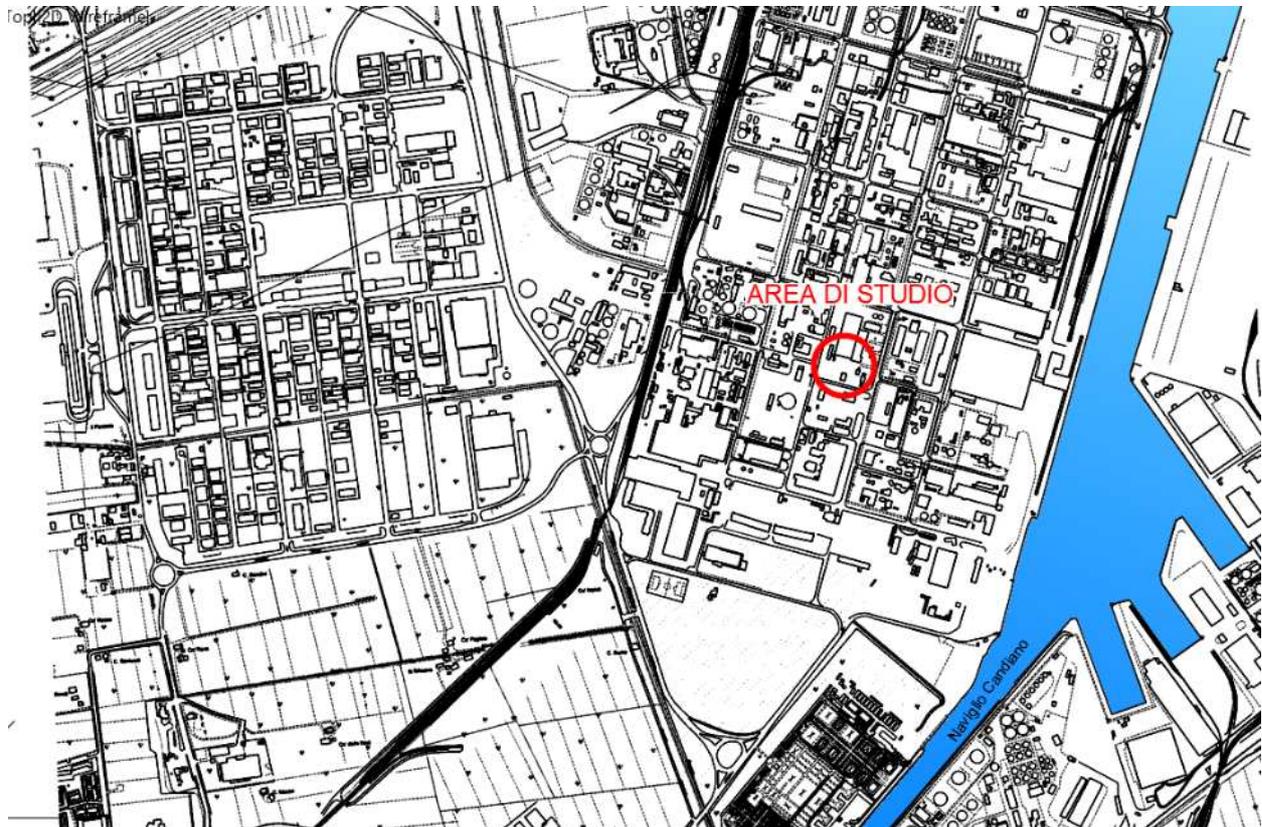
	Company Document ID	017101DARVA1771	Sheet of Sheets 4 / 23	
	Eni Power Document ID	RA-IV-2205- CI-E-A1771		
	Contractor Document ID	20102-0100-C70-RE-00103	Validity Status	Revision Number
	Vendor Document ID	/	EX-DE	00

## 1.0 GENERALITA'

La presente relazione illustra elementi di natura geologica, geomorfologica e di caratterizzazione idrogeologica e sismica per il progetto Centrale Gas Enipower – Peakers Area 11 di Ravenna (RA).

E' redatta allo scopo di orientare la progettazione e altri aspetti aventi rilevanza geotecnica.

L'inquadramento generale su CTR 1:5.000 dell'area in oggetto è visibile in Figura 1.1.



**Figura 1.1** – Corografia (CTR Regione Emilia Romagna)

Al fine di caratterizzare i terreni di fondazione dell'area in oggetto, sono state prese in esame una serie di indagini geognostiche la cui analisi di dettaglio è parte integrante del documento "017101DARVA1700 – Relazione geotecnica – Caratterizzazione dei terreni" [13], che accompagna il progetto e a cui si rimanda.

Dal punto di vista topografico l'area investigata è sostanzialmente piatta con una quota media di -0.086 m s.l.m..

	Company Document ID	017101DARVA1771	Sheet of Sheets 5 / 23	
	Eni Power Document ID	RA-IV-2205- CI-E-A1771		
	Contractor Document ID	20102-0100-C70-RE-00103	Validity Status	Revision Number
	Vendor Document ID	/	EX-DE	00

## 2.0 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

- [1] Doc. Rapporto tecnico campagna di indagini geognostiche – SONGEO Srl – rev.01 – 11.04.2022
- [2] Doc. 2201-22.173-001 – GEOTEA s.r.l. – Certificato di prova (22.03.2022)
- [3] Doc. 2212-22.173-001 – GEOTEA s.r.l. – Certificato di prova (01.04.2022)
- [4] Doc. 2228-22.173-001 – GEOTEA s.r.l. – Certificato di prova (14.04.2022)
- [5] Doc. 8196P009RRG301000 – Sering Italia – Relazione geologica (2016)
- [6] Doc.1253-CB-A-11011\_00 – Aquater Spa - Relazione Geotecnica (Ottobre 1997)
- [7] Comune di Ravenna - Area Economia e Territorio Servizio Progettazione Urbanistica - Regolamento Urbanistico Edilizio - Elaborato gestionale RUE 11 - Studio di microzonazione sismica (approfondimento al II° livello DAL Regione Emilia-Romagna n. 112/2007 e smi) - Approvato con Delibera di CC. n. 54946/88 del 14/04/2016
- [8] Comune di Ravenna - Area Pianificazione Territoriale - Servizio Progettazione Urbanistica - Comune di Ravenna - Piano Strutturale Comunale 2003 – Approvato con delibera di CC. PV 25/2007 del 27/02/2007.
- [9] Cartografia Geologica della Regione Emilia Romagna (1:25000) - Sez. CTR: 223150;
- [10] Carta Geologica d'Italia 1:50.000 – Foglio 223 Ravenna – Note Illustrative
- [11] Regione Emilia Romagna, Eni Divisione Agip, 1998. Riserve idriche sotterranee della Regione Emilia Romagna.
- [12] Cardone Pietro, Cristallo Filippo Maurizio – RELAZIONE SISMICA (RSL III Liv.) - Studio della Risposta Sismica Locale III livello (RSL III-1D) basato sulle indagini effettuate nell'Isola 11 dello Stabilimento ENI di Ravenna (Maggio 2022)
- [13] 017101DARVA1700\_EXDE00\_159 – Relazione geotecnica – Caratterizzazione dei terreni - 27.05.2022

## 3.0 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- D.M. 17/01/2018: Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni” – NTC2018.
- C.M. 21/01/2019: Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni” di cui al DM 17 gennaio 2018.

	Company Document ID	017101DARVA1771	Sheet of Sheets 6 / 23	
	Eni Power Document ID	RA-IV-2205- CI-E-A1771		
	Contractor Document ID	20102-0100-C70-RE-00103	Validity Status	Revision Number
	Vendor Document ID	/	EX-DE	00

## 4.0 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Nel presente capitolo viene preso in esame il quadro geologico generale dell'area di indagine, per la cui redazione sono stati presi in considerazione le informazioni desunte dalla cartografia geologica redatta dalla Regione Emilia Romagna e disponibile in rete.

Inoltre, sono stati presi in esame i dati di carattere geologico, geomorfologico, idrogeologico e sismico che fanno parte del quadro conoscitivo del Piano Strutturale e del Piano Urbanistico del Comune di Ravenna.

I dati derivanti da questi documenti sono stati infine integrati con le informazioni desunte dalle indagini geognostiche e geofisiche eseguite appositamente nell'area oggetto di studio.

### 4.1 Quadro Geologico dell'area

Il territorio del Comune di Ravenna appartiene al settore romagnolo dell'ampio "bacino sedimentario padano"; i cui depositi di età pliocenico-quadernaria di natura eterogenea, marini, palustri e alluvionali poggiano prevalentemente su un substrato Mesozoico-Terziario caratterizzato da una complessa struttura a pieghe e faglie, con gli assi tettonici paralleli alle principali strutture appenniniche (NW-SE).

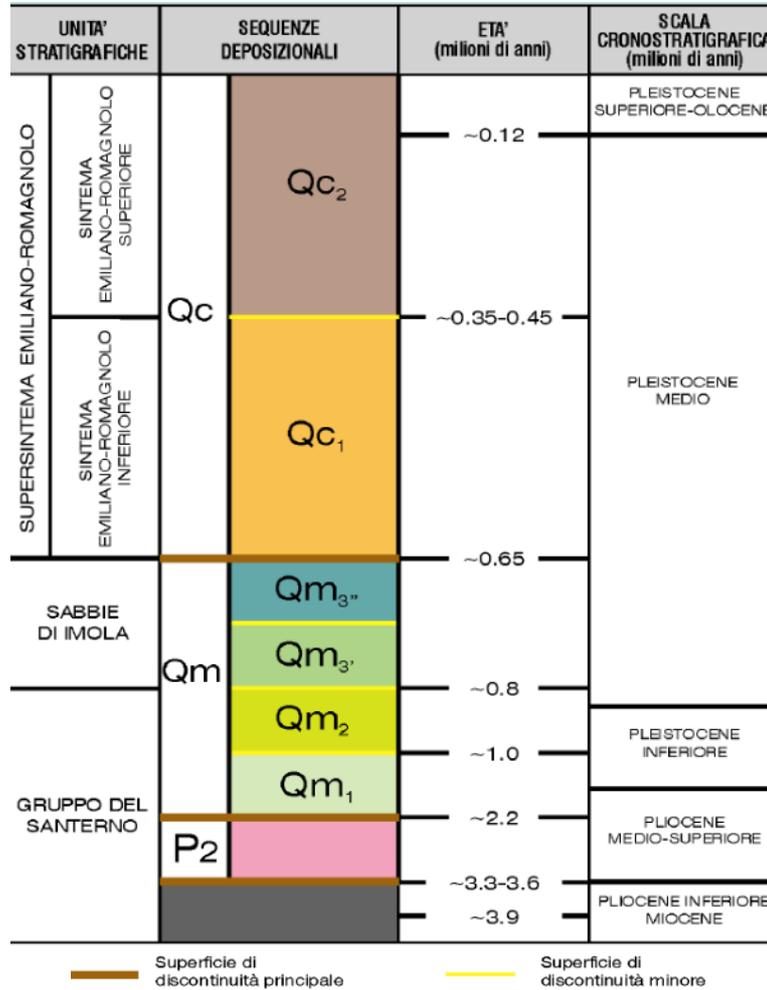
Gli spessori della copertura quadernaria, così come desunti dalle perforazioni petrolifere, sono variabili con massimi in corrispondenza delle depressioni, sino a 3000 m e minimi sulle strutture positive di circa 1500 m.

L'assetto litostratigrafico dell'area è il risultato di alterne vicende legate soprattutto ad avanzamenti ed arretramenti della linea di riva, causati da diversi fattori: subsidenza, movimenti tettonici, divagazioni dei corsi d'acqua, fasi climatiche, ecc. Tali vicende hanno originato una variabilità stratigrafica sia in senso verticale sia orizzontale con livelli e lenti costituiti da sabbie, limi e argille. Nell'ambito della complessità stratigrafica descritta, la pianura ravennate è costituita, in superficie, dai depositi olocenici appartenenti al Supersistema Emiliano Romagnolo.

Quest'Unità stratigrafica comprende l'insieme dei depositi quadernari di origine continentale affioranti in corrispondenza del margine appenninico padano ed i sedimenti continentali e marini ad essi correlati nel sottosuolo della pianura emiliano-romagnola.

La porzione superiore del Supersistema Emiliano-Romagnolo è rappresentata dal Sistema Emiliano-Romagnolo Superiore che nell'area in esame comprende depositi alluvionali, deltizi, litorali e marini organizzati in successioni cicliche di alcune decine di metri di spessore. In quadro stratigrafico generale dei depositi quadernari nell'area ravennate è illustrato in figura 4.1.1.

	Company Document ID	017101DARVA1771	Sheet of Sheets 7 / 23	
	Eni Power Document ID	RA-IV-2205- CI-E-A1771		
	Contractor Document ID	20102-0100-C70-RE-00103	Validity Status	Revision Number
	Vendor Document ID	/	EX-DE	00



**Figura 4.1.1** - Schema stratigrafico e suddivisione stratigrafico-sequenziale dei depositi plio-quadernari del bacino padano (modificato da Regione Emilia-Romagna & Eni-Agip, 1998)

Nell'ambito del Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore, si colloca l'Unità di Modena che rappresenta la formazione geologica affiorante nell'area di interesse, come illustrato nello stralcio della Carta Geologica della Regione Emilia Romagna riprodotto in figura 4.1.2.

	Company Document ID	017101DARVA1771	Sheet of Sheets 8 / 23	
	Eni Power Document ID	RA-IV-2205- CI-E-A1771		
	Contractor Document ID	20102-0100-C70-RE-00103	Validity Status	Revision Number
	Vendor Document ID	/	EX-DE	00



**Figura 4.1.2** – Carta geologica dell'area di interesse (Estratta da Cartografia Geologica della Regione Emilia Romagna in scala originaria 1:25000, alterata - Comune di Ravenna (RA), sez. CTR: 223150)

L'Unità di Modena (AES8a) nell'area di interesse è costituita da sabbie prevalenti passanti ad argille e limi e localmente a sabbie ghiaiose.

L'età di AES8a è riferita all'epoca post-romana, sulla base dei seguenti elementi: 1) la presenza di abbondanti e frequenti reperti romani (e più antichi) al tetto dei depositi sottostanti; 2) l'assenza di questi reperti all'interno dei depositi di AES8a o la loro presenza esclusivamente come elementi rimaneggiati; 3) l'alterazione pedogenetica modesta o del tutto assente della superficie affiorante di AES8a. Più in dettaglio i dati storici ed archeologici indicano che l'unità si è deposta a partire dal IV-VI secolo d.C. (BONDESAN, 1986, CIABATTI & VEGGIANI, 1990, MONTEVECCHI & NOVARA, 2000, VEGGIANI, 1982, 1987).

Dal punto di vista geomorfologico, l'area in esame ricade nel settore industriale del territorio comunale ed eventuali elementi di rilievo risultano ormai obliterati dalle attività edificatorie che si sono succedute negli anni.

Residui dei preesistenti cordoni litorali sono parzialmente individuabili ai margini nord e sud dell'area industriale (figura 4.1.3).

	Company Document ID	017101DARVA1771	Sheet of Sheets 9 / 23	
	Eni Power Document ID	RA-IV-2205- CI-E-A1771		
	Contractor Document ID	20102-0100-C70-RE-00103	Validity Status	Revision Number
	Vendor Document ID	/	EX-DE	00



**Figura 4.1.3** – Tracce dei cordoni litorali individuabili nei settori delimitati dalle linee gialle

## 4.2 Modello idrogeologico

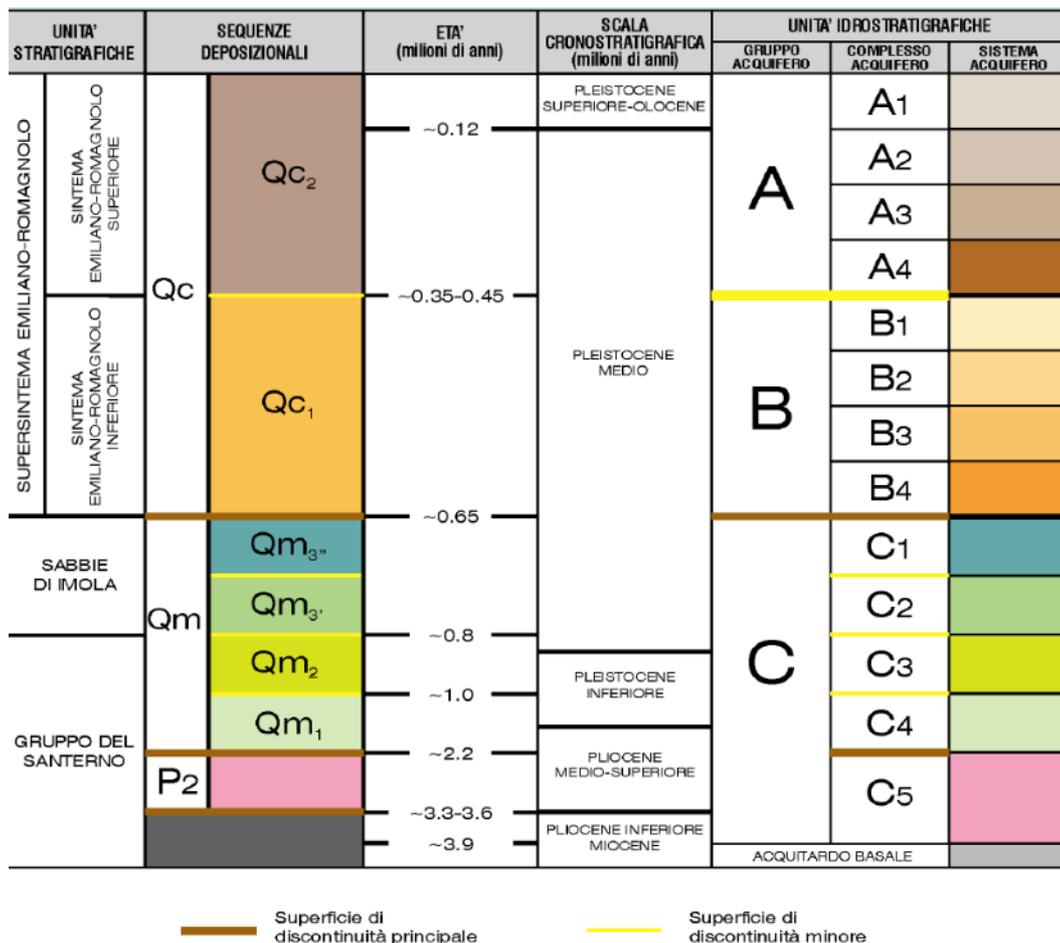
L'assetto idrogeologico generale della piana emiliano-romagnola è strettamente connesso al quadro stratigrafico precedentemente descritto.

Al di sotto di un acquifero superficiale freatico, fanno seguito un livello impermeabile di separazione argilloso / limoso, cui sottostanno acquiferi con falde in pressione; questi ultimi sono formati da una serie di orizzonti permeabili sabbiosi riconducibili ad un unico acquifero multistrato a scala regionale, soggetto ad emungimento intensivo per l'approvvigionamento idrico e

	Company Document ID	017101DARVA1771	Sheet of Sheets 10 / 23	
	Eni Power Document ID	RA-IV-2205- CI-E-A1771		
	Contractor Document ID	20102-0100-C70-RE-00103	Validity Status	Revision Number
	Vendor Document ID	/	EX-DE	00

alimentato, per flusso sotterraneo, dalla retrostante pianura, con alimentazione nella fascia pedecollinare (conoidi).

In figura 4.2.1 allo schema stratigrafico è affiancata la classificazione delle delle unità idrostratigrafiche e dei complessi acquiferi individuati nella pianura Emiliano-Romagnola.

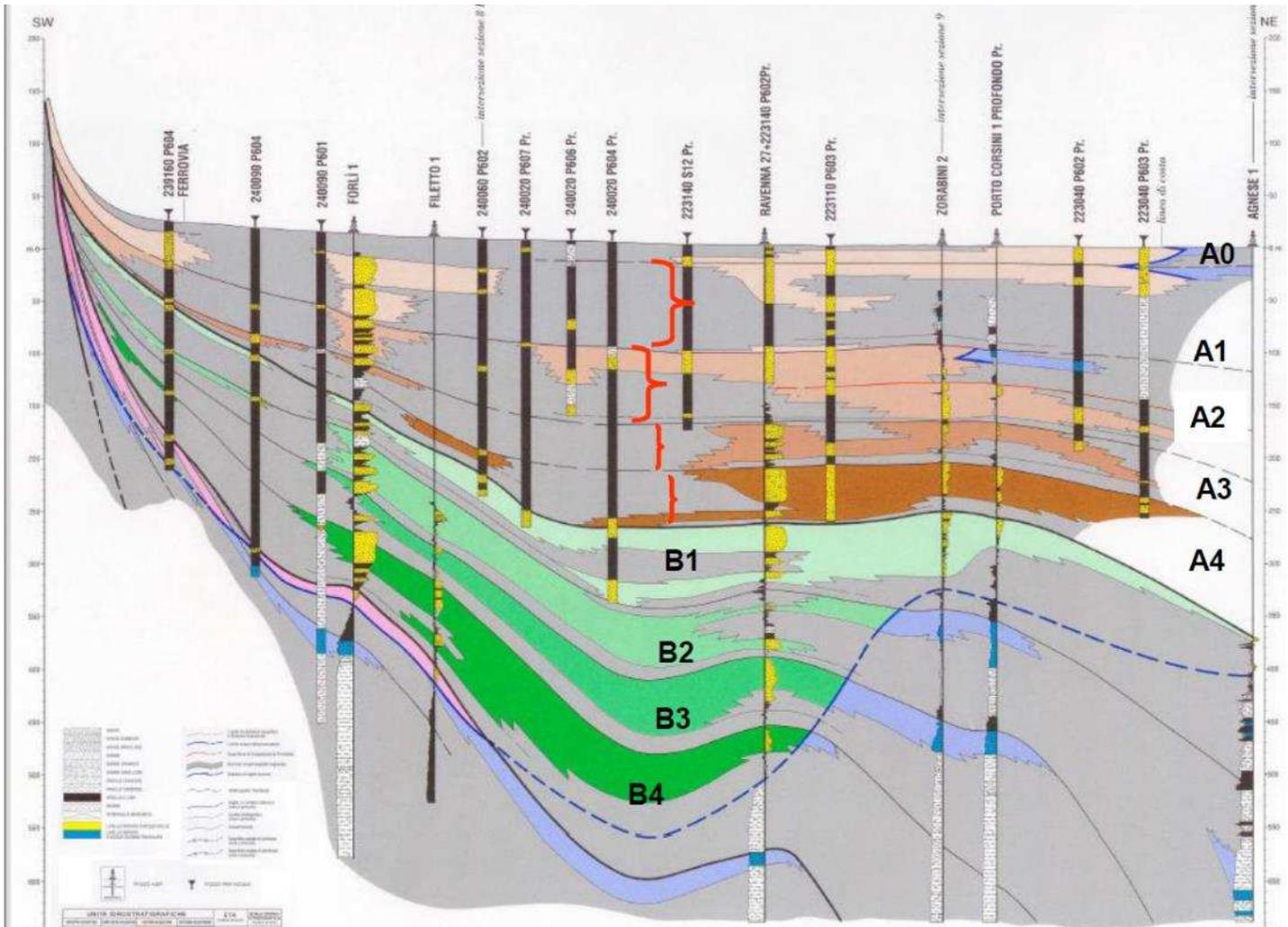


**Figura 4.2.1** – Stratigrafia e assetto idrostratigrafico della piana emiliano-romagnola (Estratto da: Regione Emilia-Romagna & Eni-Agip, 1998)

L'assetto strutturale del letto dell'acquifero multistrato ricalca l'andamento delle strutture prequaternarie. I singoli acquiferi mostrano un andamento analogo e risultano articolati da blande pieghe anticlinaliche e sinclinaliche, che si smorzano progressivamente dal basso verso l'alto, sino a raggiungere uno stato di quasi orizzontalità negli acquiferi superiori.

Una sezione schematica della geometria dei complessi acquiferi, in cui il complesso A0 rappresenta l'acquifero fratico superficiale, è visibile in figura 4.2.2.

	Company Document ID	017101DARVA1771	Sheet of Sheets 11 / 23	
	Eni Power Document ID	RA-IV-2205- CI-E-A1771		
	Contractor Document ID	20102-0100-C70-RE-00103	Validity Status	Revision Number
	Vendor Document ID	/	EX-DE	00



**Figura 4.2.2** – Sezione idrostratigrafica della piana emiliano-romagnola (Estratto da: Regione Emilia-Romagna & Eni-Agip, 1998)

Per quanto riguarda il complesso acquifero A0, nell'ambito del territorio comunale ravennate è rappresentato da un sistema acquifero ad acque dolci, costituito da terreni del Quaternario marino e continentale, delimitato inferiormente dall'interfaccia acqua dolce-acqua salata posta ad una profondità variabile di circa 300/400 m.

Le attuali conoscenze permettono di ipotizzare, relativamente all'area di indagine, la presenza di un acquifero freatico (superficiale) il cui spessore, sulla base dei dati bibliografici e dalla profondità media dei pozzi presenti nell'area immediatamente ad Est dell'abitato ravennate, è stimabile tra i 15÷20 m.

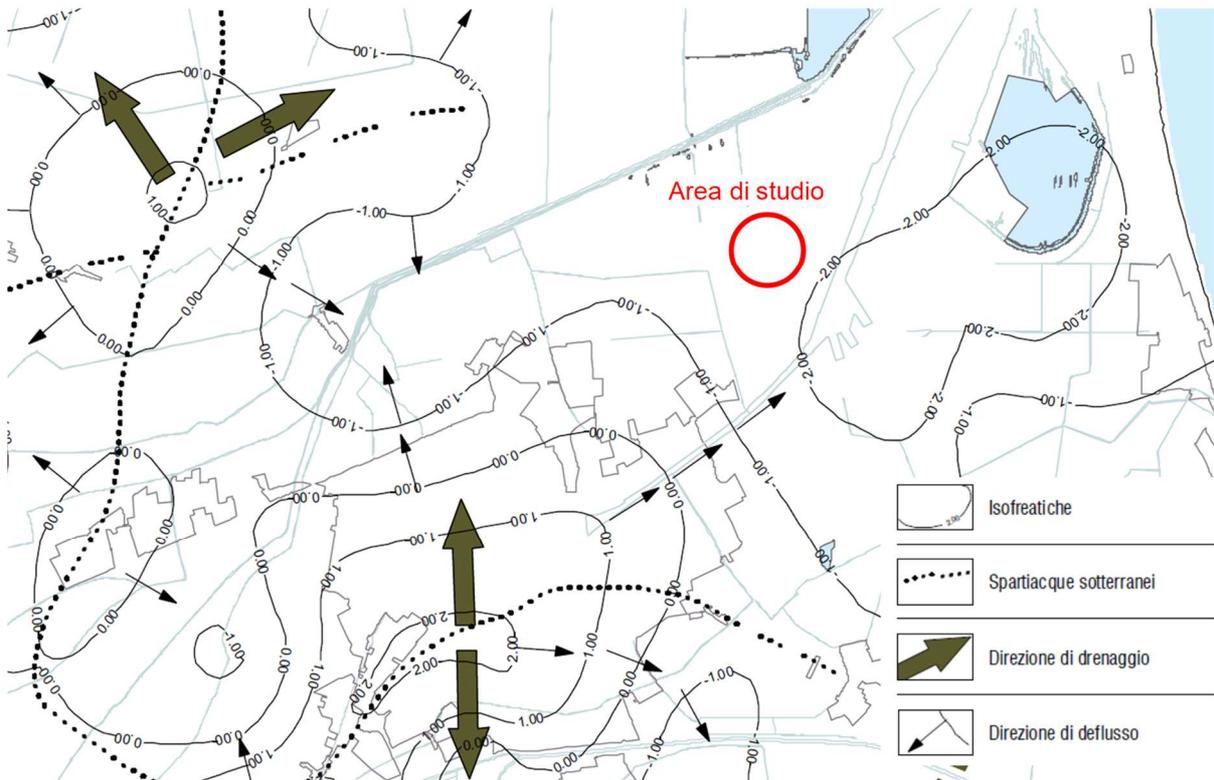
L'acquifero freatico è legato ad una circolazione in terreni costituiti generalmente da alluvioni e depositi di palude salmastra che sovrastano il banco sabbioso litorale o in alternativa da terreni coesivi argilloso-limosi intercalati da lenti sabbiose alluvionali che risultano perciò alternate a livelli impermeabili o semipermeabili.

L'andamento della quota piezometrica dell'acquifero freatico è direttamente condizionato dall'azione drenante dei canali consorziali che deprimono il livello della falda mantenendolo al di

	Company Document ID	017101DARVA1771	Sheet of Sheets 12 / 23	
	Eni Power Document ID	RA-IV-2205- CI-E-A1771		
	Contractor Document ID	20102-0100-C70-RE-00103	Validity Status	Revision Number
	Vendor Document ID	/	EX-DE	00

sotto del piano campagna anche nelle aree maggiormente depresse. Lungo i canali principali, nei tratti più a valle dove l'effetto drenante è maggiore, la falda raggiunge a volte anche valori negativi rispetto al livello medio del mare, per poi alzarsi all'aumentare della distanza dal canale artificiale.

In figura 4.2.3 si riporta uno stralcio della carta delle isofreatiche estratta dal quadro conoscitivo del Piano Strutturale Comunale.



**Figura 3.6** – Carta isofreatica dell'area di studio e dei settori contermini  
(Tratta dal quadro conoscitivo del Piano Strutturale del Comune di Ravenna)

Per quanto riguarda la ristretta area di indagine, le misure di livello eseguite nei piezometri messi in opera nei fori dei sondaggi geognostici mostrano un livello di falda posizionato a circa -1.2 ÷ -1.3 m, s.l.m..

	Company Document ID	017101DARVA1771	Sheet of Sheets 13 / 23	
	Eni Power Document ID	RA-IV-2205- CI-E-A1771		
	Contractor Document ID	20102-0100-C70-RE-00103	Validity Status	Revision Number
	Vendor Document ID	/	EX-DE	00

## 5.0 MODELLO GEOLOGICO DEL SOTTOSUOLO

Al fine di determinare le caratteristiche litologico-stratigrafiche e fisico-meccaniche dell'area di progetto sono state eseguite indagini geognostiche le cui elaborazioni sono riportate nel rapporto geotecnico interpretativo [13] al quale si rimanda per dettagli.

In sintesi, le indagini eseguite nell'area sono le seguenti:

- N. 6 sondaggi geognostici a rotazione con carotaggio continuo fino alle profondità di 20.0 m e 30.0 m con esecuzione di 92 prove SPT;
- N. 3 piezometri a tubo aperto;
- N. 2 prove sismiche Down-hole;
- N. 6 prove penetrometriche statiche con piezocono (CPTu) fino alla profondità di 20.0 m;
- N. 4 prove di dissipazione nei livelli coesivi;
- N. 4 prove di permeabilità;
- prelievo di N.13 campioni indisturbati e N.17 campioni rimaneggiati su cui sono state eseguite le seguenti prove di laboratorio:
  - N. 20 analisi granulometriche;
  - N. 21 limiti di Atterberg;
  - N. 13 prove di taglio diretto;
  - N. 4 prove triassiali (tipo UU);
  - N. 6 prove edometriche;
  - analisi chimiche per N. 6 campioni di terreno e N. 3 campioni di acqua.

Da una precedente campagna di indagine, condotta nel 1997, sono state analizzate le seguenti prove:

- N. 2 sondaggi geognostici a rotazione con carotaggio continuo fino alla profondità di 30 e 40.0 m con esecuzione di 14 prove SPT;
- N. 3 prove penetrometriche statiche (CPT) fino alla profondità di 10.00 m;
- N. 1 prove penetrometriche statiche con piezocono (CPTu) fino alla profondità di 36.0 m;
- N. 1 prova Cross-Hole;
- N. 19 analisi granulometriche;
- N. 8 limiti di Atterberg;
- N. 4 prove triassiali (tipo UU);
- N. 5 prove edometriche.

Sulla base del quadro geologico generale di riferimento e delle indagini eseguite nelle varie campagne di indagini geognostiche è stato definito il modello geologico del sottosuolo dell'area di studio di seguito descritto.

### LIVELLO A

Sabbia fine limosa o debolmente limosa e/o con limo di colore grigio e con frammenti di conchiglie. Lo spessore medio è di 13.3 m e raggiunge la profondità massima di 13.7 m da p.c. nel sondaggio S4. L'interpretazione delle prove eseguite ha fornito i seguenti parametri medi:

$$\gamma = 18.5 \text{ kN/m}^3$$

$$D_r = 66 \%$$

$$\varphi = 33^\circ$$

	Company Document ID	017101DARVA1771	Sheet of Sheets 14 / 23	
	Eni Power Document ID	RA-IV-2205- CI-E-A1771		
	Contractor Document ID	20102-0100-C70-RE-00103	Validity Status	Revision Number
	Vendor Document ID	/	EX-DE	00

$E = 19 \text{ MPa}$

### **LIVELLO B1**

Alternanze di limo, limo argilloso sabbioso con livelli sottili di argilla limosa grigia, poco consistente e plastico. Lo spessore medio è di 2.9 m e raggiunge a profondità massima di 17.6 m nel sondaggio S5. L'interpretazione delle prove eseguite ha fornito i seguenti parametri medi:

$\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$

$\varphi = 28^\circ$

$c_u = 50 \text{ kPa}$

$M = 7 \text{ MPa}$

$E = 5 \text{ MPa}$

### **LIVELLO C**

E' costituito principalmente da limo sabbioso e sabbia fine con limo grigia. Raggiunge nel sondaggio S3 la profondità massima di 18.3 m. Lo spessore medio è di 1.8 m. L'interpretazione delle prove eseguite ha fornito i seguenti parametri medi:

$\gamma = 18.5 \text{ kN/m}^3$

$Dr = 50 \%$

$\varphi = 29^\circ$

$E = 17 \text{ MPa}$

### **LIVELLO B2**

Limo, limo argilloso poco consistente con lenti di limo sabbioso e argille limose più in profondità. Raggiunge nel sondaggio S3 la profondità massima di 27.7 m. Lo spessore medio è di 9.7 m. L'interpretazione delle prove eseguite ha fornito i seguenti parametri medi:

$\gamma = 18.5 \text{ kN/m}^3$

$\varphi = 30^\circ$

$c_u = 50 \text{ kPa}$

$M = 7 \text{ MPa}$

$E = 5 \text{ MPa}$

### **LIVELLO D**

Tale livello è composto da limo sabbioso e sabbia limosa ed è presente fino alla profondità di circa 30 m da p.c. Lo spessore medio è di 2.3 m. L'interpretazione delle prove eseguite ha fornito i seguenti parametri medi:

$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$

$Dr = 55 \%$

$\varphi = 32^\circ$

	Company Document ID	017101DARVA1771	Sheet of Sheets 15 / 23	
	Eni Power Document ID	RA-IV-2205- CI-E-A1771		
	Contractor Document ID	20102-0100-C70-RE-00103	Validity Status	Revision Number
	Vendor Document ID	/	EX-DE	00

$E = 25 \text{ MPa}$

### **LIVELLO E**

Costituito da limo con argilla, è presente a profondità di circa 30 m dal piano campagna ed ha uno spessore medio di 4 m. L'interpretazione delle prove eseguite ha fornito i seguenti parametri medi:

$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$

$\varphi = 28^\circ$

$c_u = 70 \text{ kPa}$

$M = 12 \text{ MPa}$

$E = 8 \text{ MPa}$

### **LIVELLO F**

E' costituito da sabbia e sabbia limosa ed è presente a profondità superiori a 34 m da piano campagna. Il suo spessore non è definito ma è maggiore di 5 metri. L'interpretazione delle prove eseguite ha fornito i seguenti parametri medi:

$\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$

$Dr = 55 \%$

$\varphi = 32^\circ$

$E = 25 \text{ MPa}$

La figura 5.1 illustra la colonna stratigrafica di riferimento del sottosuolo dell'area investigata.

	Company Document ID	017101DARVA1771	Sheet of Sheets 16 / 23	
	Eni Power Document ID	RA-IV-2205- CI-E-A1771		
	Contractor Document ID	20102-0100-C70-RE-00103	Validity Status	Revision Number
	Vendor Document ID	/	EX-DE	00

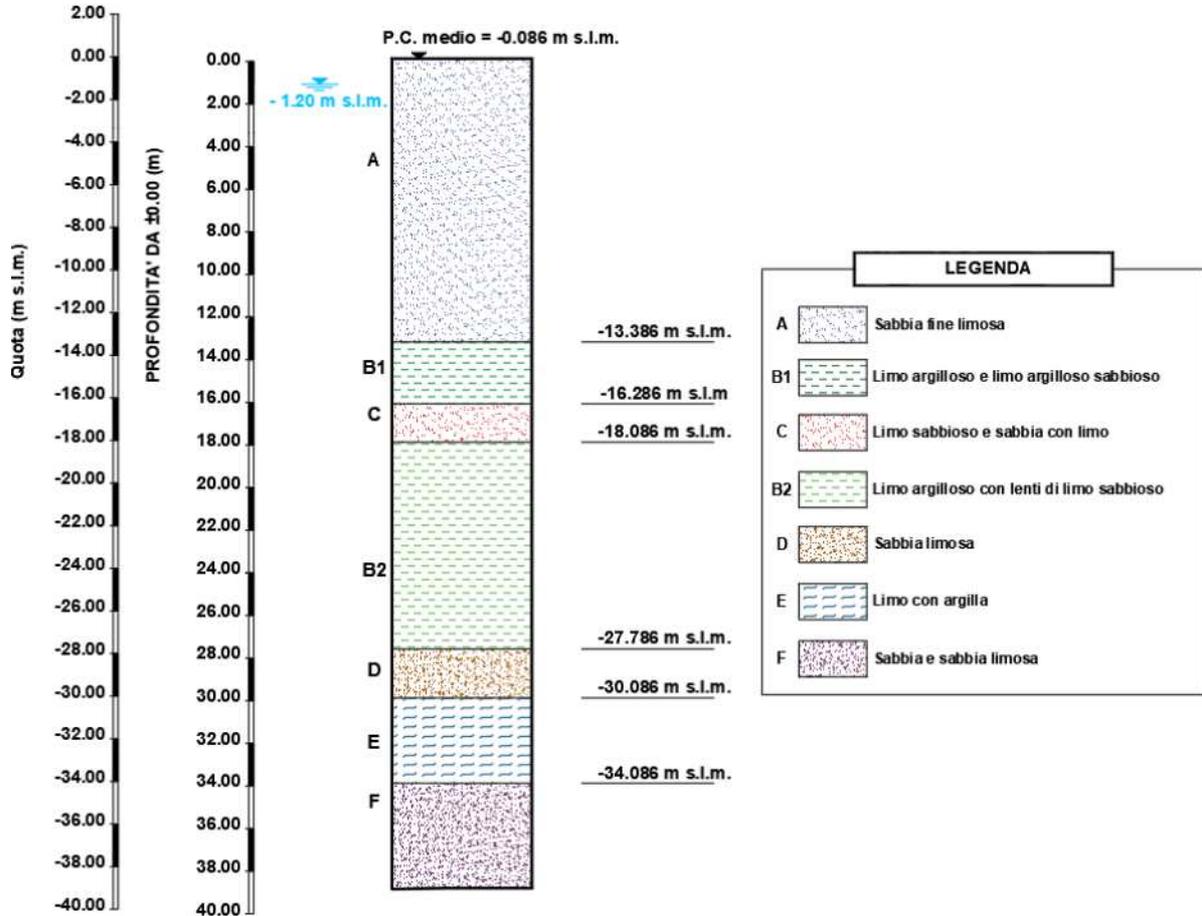


Figura 5.1 – Sezione stratigrafica di riferimento dell'area di indagine

	Company Document ID	017101DARVA1771	Sheet of Sheets 17 / 23	
	Eni Power Document ID	RA-IV-2205- CI-E-A1771		
	Contractor Document ID	20102-0100-C70-RE-00103	Validity Status	Revision Number
	Vendor Document ID	/	EX-DE	00

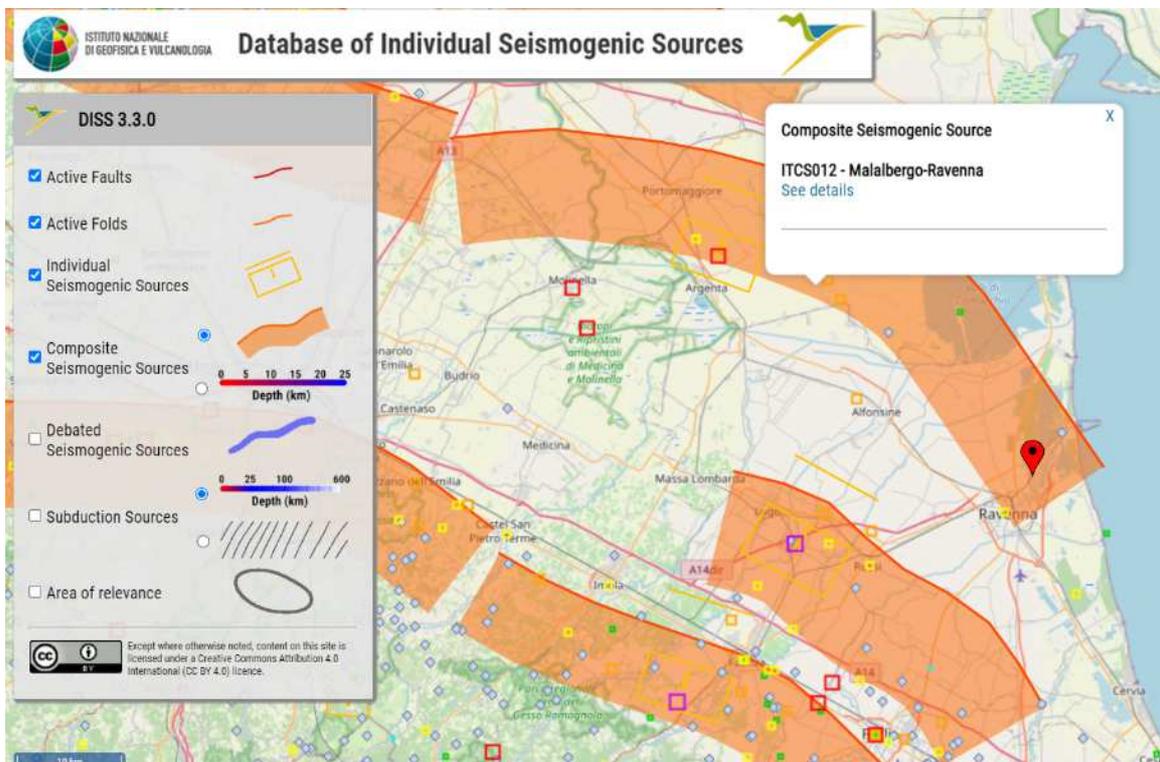
## 6.0 SISMICA

### 6.1 Sismicità Storica

Secondo quanto riportato nel Database of Individual Seismogenic Sources (DISS) preparato dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, aggiornato al 2021, il territorio comunale di Ravenna è ubicato a margine della struttura sismogenetica composta ITC S012 Malalbergo-Ravenna che si trova a circa 8 km dal sito di studio (Figura 6.1.1).

Questa struttura appartiene al fronte di spinta dell'Arco di Ferrara che attraverso la bassa valle del fiume Reno arriva fino alla città di Ravenna (a sud-est). Il sistema di sistema di faglie associato a questa struttura rappresenta l'arco esterno appenninico nord-orientale più avanzato con un potenziale sismogenetico da intermedio a intenso.

I cataloghi dei terremoti storici e strumentali (Boschi et al., 2000; Gruppo di Lavoro CPTI, 2004; Pondrelli et al., 2006; Guidoboni et al., 2007) mostrano una serie di terremoti da intermedi a intensi legati a questa struttura. Tra questi si segnalano il terremoto del 725 d.C. (Mw 5.6, Ravenna), gli eventi del 18 marzo 1624 (Mw 5.4, Argenta) e del 30 dicembre 1967 (Mw 5.4, Bassa Padana); W-ward, i terremoti del 22 ottobre 1796 (Mw 5.6, Bassa Padana) e del 13 gennaio 1909 (Mw 5.5, Bassa Padana).



**Figura 6.1.1** – Sorgenti sismogenetiche nell'area di studio (tratto da *DISS Working Group 2021. Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), Version 3.3.0: A compilation of potential sources for earthquakes larger than M 5.5 in Italy and surrounding areas. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV).*

<https://doi.org/10.13127/diss3.3.0>

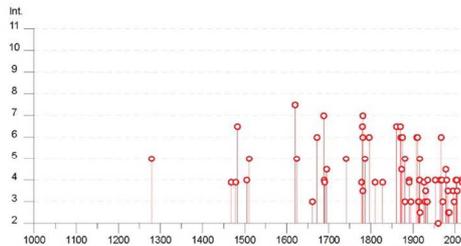
L'analisi della sismicità storica del Comune di Ravenna è visibile nei database macrosismici aggiornati dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. Il tabulato riportato in figura 6.1.2, ottenuto dal database DBMI15 (<https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/>), riporta tutti gli eventi

	Company Document ID	017101DARVA1771	Sheet of Sheets 18 / 23	
	Eni Power Document ID	RA-IV-2205- CI-E-A1771		
	Contractor Document ID	20102-0100-C70-RE-00103	Validity Status	Revision Number
	Vendor Document ID	/	EX-DE	00

conosciuti storicamente dall'anno 1000 fino al 2022 per i quali siano documentati effetti o ricadute significative presso il sito di interesse.

#### Ravenna

PlaceID IT\_41374  
 Coordinate (lat, lon) 44.418, 12.197  
 Comune (ISTAT 2015) Ravenna  
 Provincia Ravenna  
 Regione Emilia-Romagna  
 Numero di eventi riportati 75



Effetti	In occasione del terremoto del												
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw			
5	1279	04	30				Appennino forlivese	5	7-8	5.52			
F	1468	06	06	10	30		Romagna	3	4	3.70			
F	1479	10	10	22			Forlì	2	5	4.16			
6-7	1483	08	11	19	40		Romagna	14	8	5.69			
4	1505	01	03	02			Bolognese	31	8	5.62			
5	1511	03	26	15	30		Friuli-Slovenia	120	9	6.32			
NC	1511	03	26	14	30		Friuli-Slovenia	7					
7-8	1620	06	22				Ravennate	2	6-7	4.86			
5	1624	03	19				Argenta	18	7-8	5.43			
3	1661	03	22	12	50		Appennino forlivese	79	9	6.05			
6	1672	04	14	15	45		Riminense	92	8	5.59			
7	1688	04	11	12	20		Romagna	39	8-9	5.84			
4	1689	03	19				Faentino	3	4	3.70			
F	1690	12	04	14			Carinthis, Villach	60	8-9	6.16			
4-5	1695	02	25	05	30		Asolano	107	10	6.40			
5	1741	04	24	09	20		Fabrianese	135	9	6.17			
F	1778	06	11				Forlì	2	5-6	4.40			
6-7	1780	05	25				Romagna	5	5-6	4.40			
6	1781	04	04	21	20		Faentino	96	9-10	6.12			
3-4	1781	06	03				Cagliese	157	10	6.51			
7	1781	07	17	09	40		Faentino	46	8	5.61			
5	1786	12	25	01			Riminense	90	8	5.66			
6	1796	10	22	04			Emilia orientale	27	7	5.45			
F	1810	12	25	00	45		Pianura emiliana	33	6	5.06			
F	1828	10	09	02	20		Oltrepò Pavese	110	8	5.72			
6-7	1861	10	16				Romagna	10	6-7	5.13			
6-7	1870	10	30	18	34		Forlivese	41	8	5.61			
6	1871	01	22	21	30		Pianura romagnola	8	6	4.95			
4-5	1873	03	12	20	04		Appennino marchigiano	196	8	5.85			
6	1875	03	17	23	51		Costa romagnola	144	8	5.74			
5	1881	02	02				Russi	13	5-6	4.69			
3	1881	02	14	09	00	3	Appennino bolognese	21	6	4.77			
4	1891	06	07	01	06	1	Valle d'Ilasi	403	8-9	5.87			
F	1891	08	01	13	32	2	Lugo	15	4-5	4.36			
3	1895	03	23				Comacchio	33	6	4.65			
3	1895	05	18	19	55	1	Fiorentino	401	8	5.50			
6	1909	01	13	00	45		Emilia Romagna orientale	867	6-7	5.36			
6	1911	02	19	07	18	3	Forlivese	181	7	5.26			
3	1913	07	21	22	35		Appennino romagnolo	43	5-6	4.79			
3	1914	10	27	09	22		Lucchesia	660	7	5.63			
4	1915	01	13	06	52	4	Marica	1041	11	7.09			
5	1916	05	17	12	50		Riminense	132	8	5.82			
4	1916	08	16	07	06	1	Riminense	257	8	5.82			
2-3	1917	04	26	09	35	5	Alta Valtiberina	134	9-10	5.99			
F	1926	01	01	18	04	0	Carniola interna	63	7-8	5.72			

Effetti	In occasione del terremoto del												
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw			
3-4	1930	10	30	07	13		Senigallia	268	8	5.83			
3	1934	11	30	02	58	2	Adriatico settentrionale	51	5	5.30			
4	1935	06	05	11	48		Faentino	27	6	5.23			
4	1953	12	14	07	11	0	Appennino forlivese	48	5-6	4.70			
NF	1956	04	26	03	00	0	Appennino bolognese	89	6	4.74			
2	1960	10	29	00	08	3	Mugello	69	7	4.91			
4	1965	12	18	09	22	2	Pianura romagnola	11	5	4.54			
6	1967	12	30	04	19		Emilia Romagna orientale	40	6	5.05			
4	1969	01	10	16	17	3	Pianura Ravennate	22	5	4.38			
3	1971	07	15	01	33	2	Farnese	228	8	5.51			
4-5	1978	12	05	15	39	0	Romagna	34	4-5	4.61			
4	1980	11	23	18	34	5	Irpina-Basilicata	1394	10	6.81			
3-4	1983	11	09	16	29	5	Farnese	850	6-7	5.04			
2-3	1984	04	29	05	02	5	Umbria settentrionale	709	7	5.62			
2-3	1986	12	06	17	07	1	Ferrarese	604	6	4.43			
3-4	1987	03	27	23	44	3	Faentino	37	5	4.69			

Effetti	In occasione del terremoto del												
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw			
3-4	1996	10	15	09	55	5	Pianura emiliana	135	7	5.38			
3	1998	03	26	16	26	1	Appennino umbro-marchigiano	409	5	5.26			
NF	2000	05	06	22	07	0	Faentino	85	5	4.08			
NF	2000	05	08	12	29	5	Faentino	126	5	4.67			
NF	2000	05	10	16	52	1	Faentino	151	5-6	4.82			
4	2002	11	02	10	57	4	Ferrarese	79	4	4.21			
4	2003	09	14	21	42	5	Appennino bolognese	133	6	5.24			
NF	2003	12	07	16	20	3	Forlivese	165	5	4.18			
4	2004	11	24	22	59	3	Garda occidentale	176	7-8	4.99			
3-4	2005	07	15	15	17	1	Forlivese	173	4-5	4.29			
4	2016	08	24	01	36	3	Monti della Laga	221	10	6.18			
4	2016	10	30	06	40	1	Valnerina	379	6	6.61			
F	2017	01	19	10	14	0	Aquilano	280	5	5.70			

[I:intensità al sito di interesse (in MCS); Np:numero di osservazioni;Io:intensità massima;Mw:magnitudo]

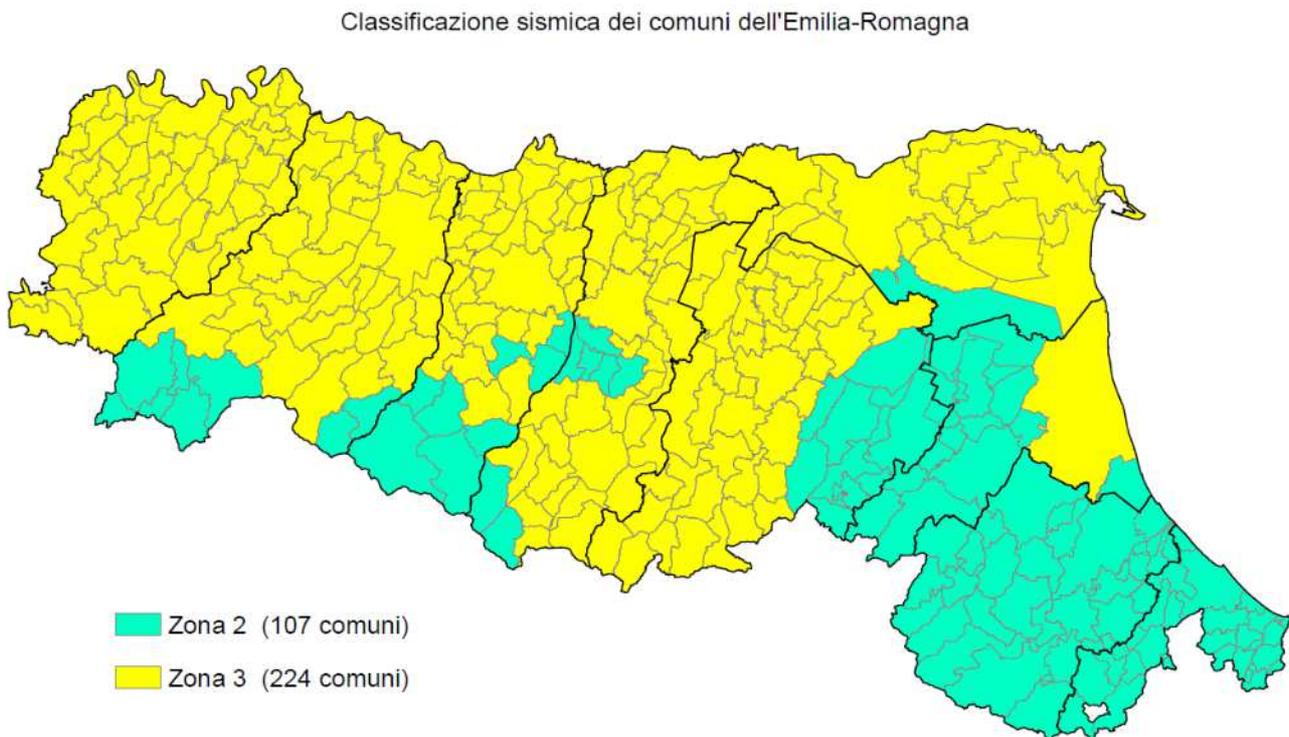
**Figura 6.1.2** – Sismicità del Comune di Ravenna: terremoti avvenuti tra gli anni 1000 e 2019

(Locati M., Camassi R., Rovida A., Ercolani E., Bernardini F., Castelli V., Caracciolo C.H., Tertulliani A., Rossi A., Azzaro R., D'Amico S., Antonucci A. (2021). Database Macrosismico Italiano (DBMI15), versione 3.0. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). <https://doi.org/10.13127/DBMI/DBMI15.3>)

	Company Document ID	017101DARVA1771	Sheet of Sheets 19 / 23	
	Eni Power Document ID	RA-IV-2205- CI-E-A1771		
	Contractor Document ID	20102-0100-C70-RE-00103	Validity Status	Revision Number
	Vendor Document ID	/	EX-DE	00

## 6.2 Quadro Normativo e Pericolosità Sismica di Base

Il DGR n. 1164 del 23 luglio 2018 "Aggiornamento della classificazione sismica di prima applicazione dei comuni dell'Emilia-Romagna" ha provveduto alla riclassificazione sismica del territorio emiliano-romagnolo. Sulla base della nuova classificazione il territorio del il comune di Ravenna ricade nella zona sismica 3. La mappa della classificazione sismica regionale è illustrata in figura 6.2.1.

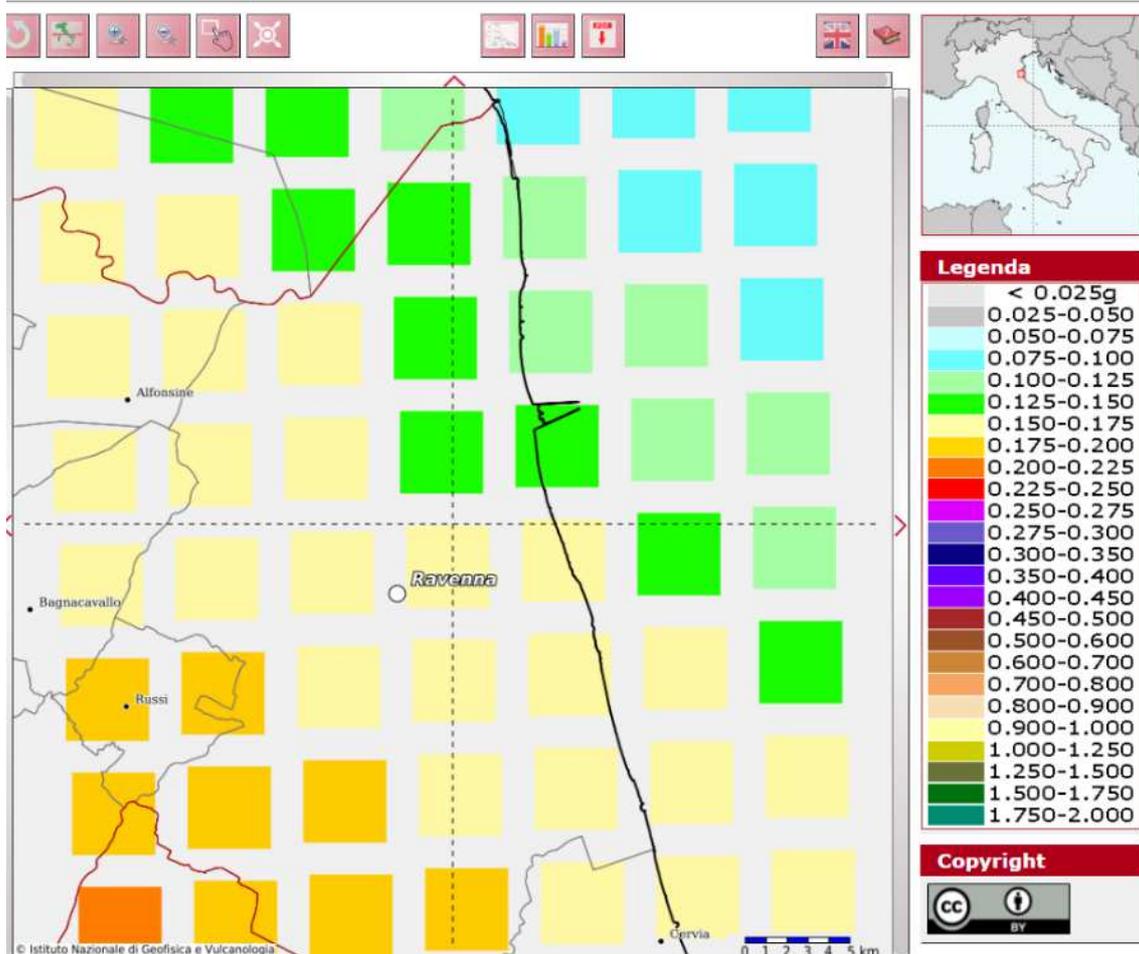


**Figura 6.2.1** - Classificazione sismica della Regione Emilia Romagna ai sensi della DGR 1164/2018

Nella mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale, redatta dall'INGV e dal Dipartimento della Protezione Civile, per il territorio comunale di Ravenna (figura 6.2.2) l'accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico  $A_g$  varia tra 0,150-0,175 espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita a suoli rigidi.

	Company Document ID	017101DARVA1771	Sheet of Sheets 20 / 23	
	Eni Power Document ID	RA-IV-2205- CI-E-A1771		
	Contractor Document ID	20102-0100-C70-RE-00103	Validity Status	Revision Number
	Vendor Document ID	/	EX-DE	00

## Modello di pericolosità sismica MPS04-S1



**Figura 6.2.1** – Mappa di pericolosità sismica del Comune di Ravenna (Meletti C., Montaldo V., 2007. *Stime di pericolosità sismica per diverse probabilità di superamento in 50 anni: valori di ag. Progetto DPC-INGV S1, Deliverable D2*, <http://esse1.mi.ingv.it/d2.html>).

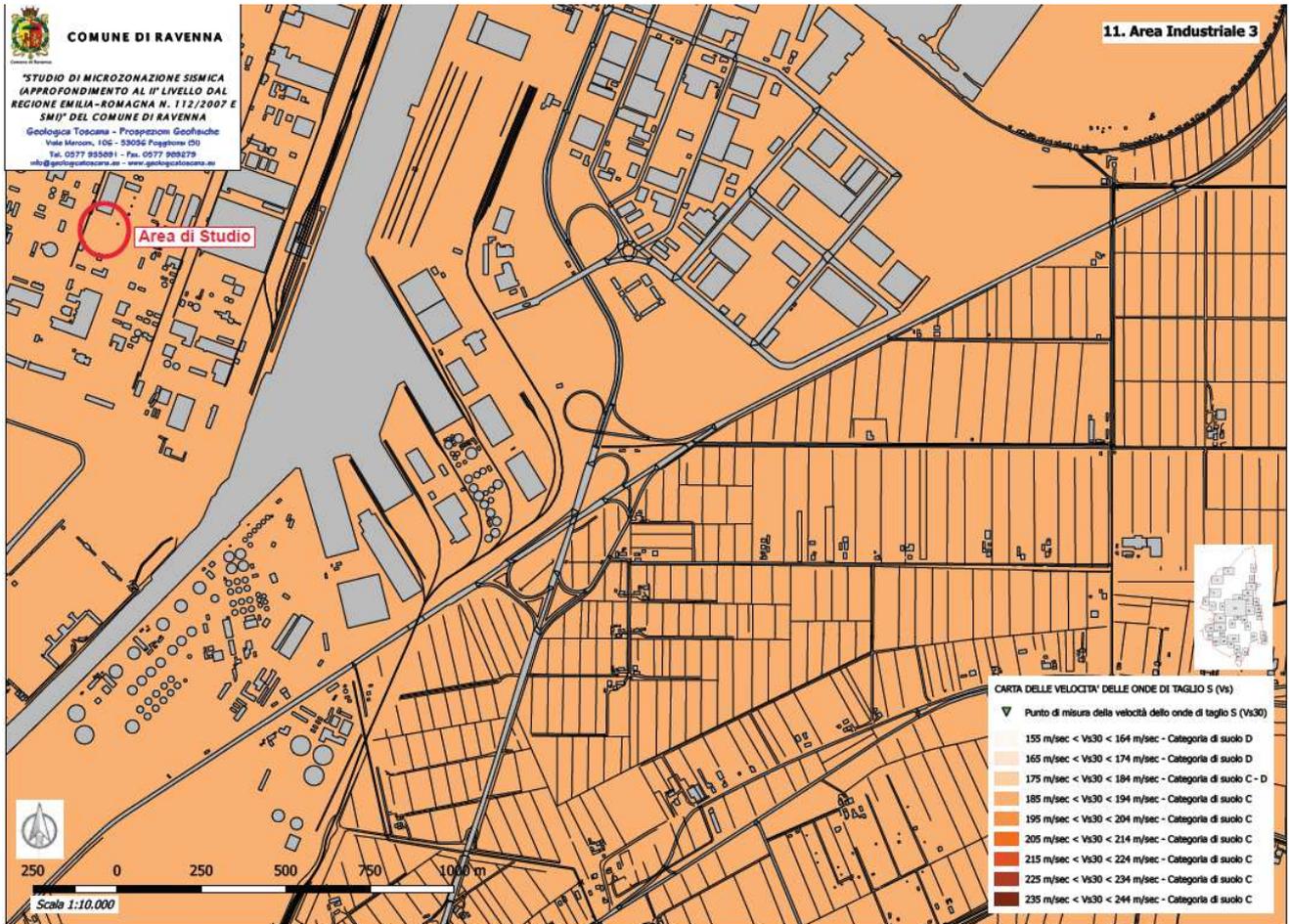
### 6.3 Caratterizzazione Sismica del Sito

La normativa sismica ha avuto uno sviluppo nel tempo con l'emanazione delle Norme Tecniche per le Costruzioni contenute prima nel D.M. 14/01/2008 successivamente integrate e modificate con il D.M. 17/01/2018. Secondo tali norme la stima della pericolosità sismica viene definita mediante un approccio "sito-dipendente" e non più tramite un criterio "zona-dipendente".

Nell'ambito degli studi eseguiti a supporto della redazione della *Variante 2015 di adeguamento e semplificazione RUE 11 del Regolamento Urbanistico Edilizio Comunale*, è stato condotto in ottemperanza al DGR 2193/15 "Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica" e dell'Allegato. A del DGR 2193/15 "Atto di indirizzo e coordinamento tecnico ai sensi dell'Art. 16, c.1, della LR 20/2000 per "Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica", lo studio di microzonazione sismica con approfondimento al secondo livello su 36 aree del territorio comunale tra le quali anche il settore esaminato (Area Industriale 3).

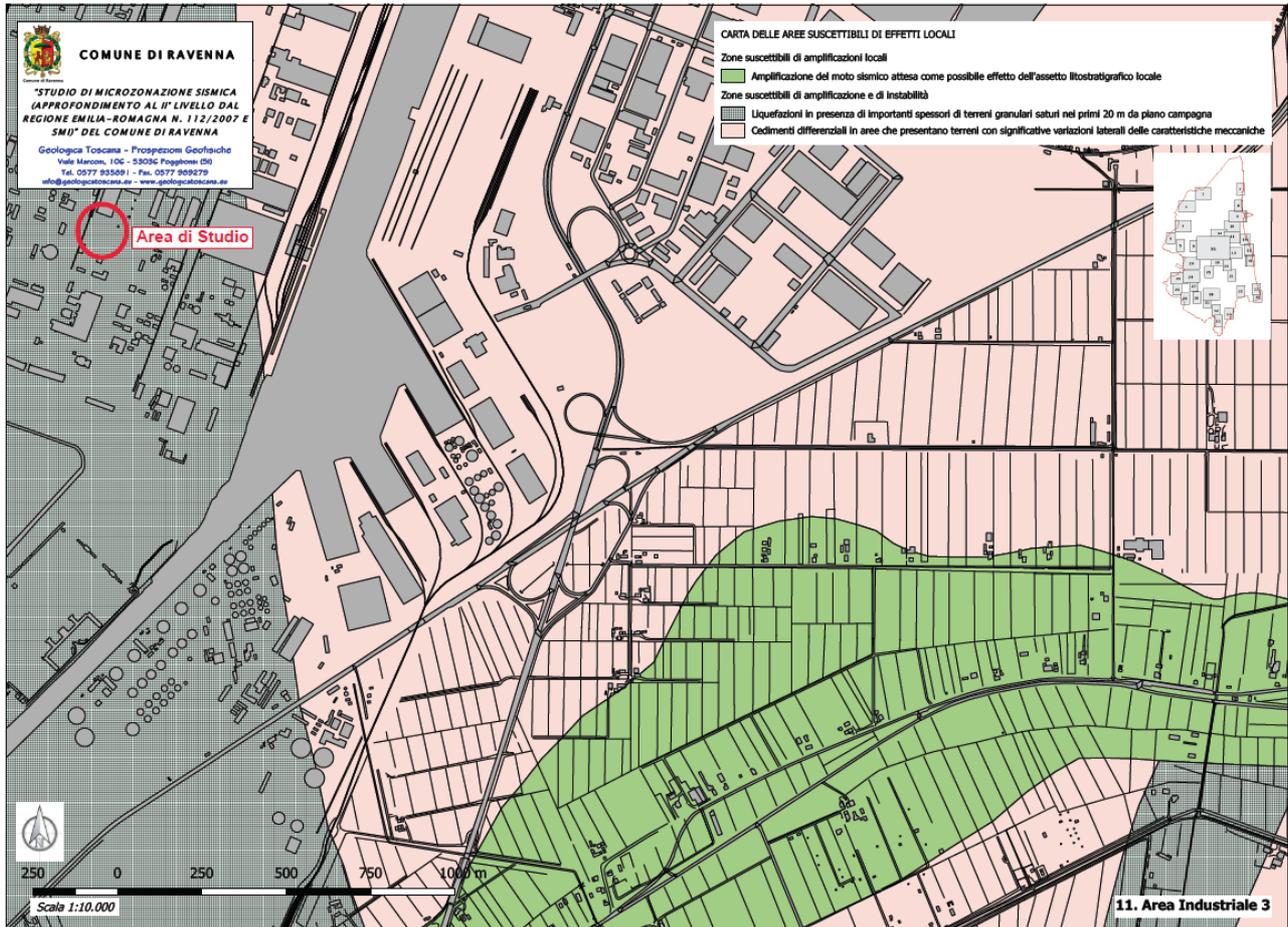
	Company Document ID	017101DARVA1771	Sheet of Sheets 21 / 23	
	Eni Power Document ID	RA-IV-2205- CI-E-A1771		
	Contractor Document ID	20102-0100-C70-RE-00103	Validity Status	Revision Number
	Vendor Document ID	/	EX-DE	00

Sulla base dei risultati di tale studio, il sito in esame ricade in un'area caratterizzata da velocità delle onde di taglio  $V_s$  tra 195 m/sec e 207 m/sec e potenzialmente soggetta a fenomeni di liquefazione in presenza di importanti spessori di terreni granulari saturi entro i primi 20 metri dal piano campagna, così come si evince dalle figure 6.3.1 e 6.3.2, rispettivamente.



**Figura 6.3.1** – Carta delle velocità delle onde di taglio (Estratta da: “Studio di Microzonazione Sismica - (Approfondimento al II° livello DAL Regione Emilia - Romagna N.112/2007 E SMI)” del Comune di Ravenna)

	Company Document ID	017101DARVA1771	Sheet of Sheets 22 / 23	
	Eni Power Document ID	RA-IV-2205- CI-E-A1771		
	Contractor Document ID	20102-0100-C70-RE-00103	Validity Status	Revision Number
	Vendor Document ID	/	EX-DE	00



**Figura 6.3.2** – Carta delle delle aree suscettibili di effetti locali - (Estratta da: “Studio di Microzonazione Sismica - (Approfondimento al II° livello DAL Regione Emilia - Romagna N.112/2007 E Smi)” del Comune di Ravenna)

Per le valutazioni di dettaglio in merito alla definizione della categoria di suolo per il sito in esame secondo le NTC18 si faccia riferimento al documento [12] “RELAZIONE SISMICA (RSL III Liv.) - Studio della Risposta Sismica Locale III livello (RSL III-1D) basato sulle indagini effettuate nell’Isola 11 dello Stabilimento ENI di Ravenna”

La valutazione del rischio di liquefazione in occorrenza di eventi sismici è ampiamente sviluppata e descritta nel documento [13] “017101DARVA1700 – Relazione geotecnica – Caratterizzazione dei terreni”.

	Company Document ID	017101DARVA1771	Sheet of Sheets 23 / 23	
	Eni Power Document ID	RA-IV-2205- CI-E-A1771		
	Contractor Document ID	20102-0100-C70-RE-00103	Validity Status	Revision Number
	Vendor Document ID	/	EX-DE	00

## 7.0 CONCLUSIONI

Sulla base delle analisi e delle considerazioni svolte, non si ravvedono elementi ostativi alla realizzazione delle opere in progetto ne risultano specifici vincoli che interessino l'area in esame.

Le caratteristiche litologico – stratigrafiche e geotecniche dell'area di progetto non mostrano impedimenti alla realizzazione della Centrale Gas Enipower – Peakers Area 11 di Ravenna (RA).

Per quanto riguarda gli aspetti di sismicità, il territorio del comune di Ravenna, secondo il DGR n. 1164 del 23 luglio 2018, è inserito nella zona sismica 3. L'accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico  $A_g$  varia tra 0,175-0,150 espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita a suoli rigidi, come risulta dalla mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale, redatta dall'INGV e dal Dipartimento della Protezione Civile.

Sulla base dello studio di microzonazione sismica con approfondimento al secondo livello su 36 aree del territorio comunale, tra le quali anche il settore esaminato (Area Industriale 3), eseguito nell'ambito degli studi a supporto della redazione della *Variante 2015 di adeguamento e semplificazione RUE 11 del Regolamento Urbanistico Edilizio Comunale*, il sito in esame ricade in un'area caratterizzata da velocità delle onde di taglio  $V_s$  tra 195 m/sec e 207 m/sec e potenzialmente soggetta a fenomeni di liquefazione in presenza di importanti spessori di terreni granulari saturi entro i primi 20 metri dal piano campagna, così come si evince dalle figure 6.3.1 e 6.3.2, rispettivamente.

Per le valutazioni di dettaglio in merito alla definizione della categoria di suolo per il sito in esame secondo le NTC18 si faccia riferimento al documento [12] "RELAZIONE SISMICA (RSL III Liv.) - Studio della Risposta Sismica Locale III livello (RSL III-1D) basato sulle indagini effettuate nell'Isola 11 dello Stabilimento ENI di Ravenna"

La valutazione del rischio di liquefazione in occorrenza di eventi sismici è ampiamente sviluppata e descritta nel documento [13] "017101DARVA1700 – Relazione geotecnica – Caratterizzazione dei terreni".