

COMUNE DI RAVENNA

PROVINCIA DI RAVENNA

QUADRO RIFERIMENTO AMBIENTALE

OGGETTO:

Realizzazione di Impianto fotovoltaico galleggiante con potenza di picco pari a **31,11 MWp** e potenza di immissione pari a **29.10 MW**

COMMITTENTE:

CM SOLAR SRL

UBICAZIONE:

Statale Provinciale 19 – Comune di RAVENNA (RA)

IMOLA, 25/10/2021

Il Tecnico

(ING. MINORCHIO MASSIMILIANO)



Ingegneria Integrata S.r.L. S.T.P.

Ing. Massimiliano Minorchio
Via Ugo La Malfa, 10 - 40026 Imola (BO)
Tel: 0542/644055
Cell: 347-9126620
Email: minorchio.massimiliano@gmail.com



**INGEGNERIA
INTEGRATA**

INDICE

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 1 | LOCALIZZAZIONE DI PROGETTO | 3 |
| 1.1 | INQUADRAMENTO GEOGRAFICO | 3 |
| 2. | INQUADRAMENTO VEGETAZIONE E USO DEL SUOLO | 4 |
| 2.1 | INQUADRAMENTO FITOCLIMATICO DELLA ZONA | 4 |
| 2.2 | INQUADRAMENTO VEGETAZIONE D'AREA VASTA..... | 5 |
| 2.3 | USO DEL SUOLO DELL'AREA INTERESSATA DAL PROGETTO | 5 |
| 3. | SUOLO E SOTTOSUOLO | 7 |
| 3.1 | INQUADRAMENTO GEOLOGICO..... | 7 |
| 3.2 | ASSETTO STRATIGRAFICO..... | 8 |
| 3.3 | GEOMORFOLOGIA..... | 9 |
| 3.4 | IDROGEOLOGIA | 9 |
| 4. | SISMICITA' | 11 |
| 4.1 | SISMICITA' STORICA | 11 |
| 4.2 | ZONIZZAZIONE SISMICA NAZIONALE E REGIONALE | 12 |
| 4.3 | CLASSIFICAZIONE SISMICA..... | 14 |

1 LOCALIZZAZIONE DI PROGETTO

1.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il paesaggio che caratterizza il territorio del Comune di Ravenna è tipicamente pianeggiante. È caratterizzato prevalentemente da aree agricole, coltivate prevalentemente a frutteto (pesco e pero) e seminativi (frumento tenero, mais per alimentazione animale e barbabietola da zucchero), con presenza di vigneti, e in minore quantità, di colture orticole. Altra caratteristica del paesaggio sono i corsi d'acqua e i loro alti argini, evidenziati dalla vegetazione ripariale che costeggia le sponde; tale vegetazione è un ottimo rifugio per la piccola fauna terrestre, e volatile. I fattori che più hanno pesato nella formazione della pianura ravennate sono stati da un lato il grande fiume Po, che con la sua complessa idrografia, variata nel tempo, ha interamente formato la zona a nord della città di Ravenna, dall'altro i piccoli fiumi dell'Appennino romagnolo a regime torrentizio che hanno forgiato la pianura a sud della città. L'attività antropica nel corso degli ultimi secoli per le sue molte e crescenti esigenze (aumento della popolazione, necessità di occupazione e redenzione sociale delle masse bracciantili, ma anche per investimento finanziario o addirittura motivi speculativi) ha ridotto drasticamente le superfici occupate dalle acque o ad esse esposte. Sono state così riempite le "valli", poi gradualmente convertite all'agricoltura; chiusi e poi innalzati gli alvei dei fiumi, con alti argini per contrastare le esondazioni; creato un sistema permanente di prosciugamento dei terreni con stazioni di pompaggio delle acque, accanto a canali artificiali d'irrigazione come il CER. Le grandi bonifiche, la "bonifica integrale" voluta dal Fascismo e ultimata alla fine degli anni '60 del Novecento, hanno così trasformato la pianura ravennate in un unico vasto comprensorio agricolo. Lungo la Statale Adriatica 16 per una lunghezza di 18 km affiora una caratteristica fascia di terreni sabbiosi e ghiaiosi di origine marina in cui sono state aperte numerose cave data l'ottima qualità dei terreni.



Figura 1.1.1 – Inquadramento dell'area di intervento su foto aerea (Fonte Google Earth ©, immagine del 25/04/2020).

2. INQUADRAMENTO VEGETAZIONE E USO DEL SUOLO

L'area oggetto d'intervento si inserisce nel contesto territoriale, prevalentemente agricolo, precedentemente descritto. Si trova in prossimità della frazione Savio, nel Comune di Cervia (Ra), tra il Torrente Bevano a nord e il fiume Savio a sud. È visibile dalla Strada Statale Adriatica 16 (SS16) che la costeggia a est. Dai sopralluoghi effettuati l'area risulta ad oggi in stato di semi-abbandono. Lungo l'intero perimetro sulle sponde è presente vegetazione spontanea formata da specie erbacee ripariali e tipiche dell'area di pianura, specie arbustive e qualche esemplare arboreo sparso, appartenenti al genere *Populus*. Alcune zone meno vegetate presentano suolo nudo con depositi di detriti ed elementi inerti, sassi e pietrisco di diverse dimensioni. Nelle parti lungo il perimetro, spesso la vegetazione erbacea è sfalciata a creare percorsi utili alla manutenzione o gestione delle aree agricole adiacenti. L'acqua all'interno della cava raggiunge quote diverse, in alcuni punti in prossimità di argini spondali con pendenze più dolci, raggiunge quote molto basse quasi a realizzare ambienti umidi di bagnasciuga.

2.1 INQUADRAMENTO FITOCLIMATICO DELLA ZONA

Nella fitogeografia europea l'Emilia - Romagna riveste un ruolo interessante poiché è collocata nella parte più meridionale della regione fitogeografica medioeuropea, a contatto con la regione fitogeografica mediterranea. Nella carta della vegetazione reale d'Italia la pianura padana si colloca all'interno della Regione Euro siberiana. La composizione specifica della vegetazione naturale o sub naturale della regione è complessa e dipende dalla combinazione di due gradienti, quello altitudinale e quello longitudinale, quest'ultimo influenzato essenzialmente dalla distanza dal Mar Adriatico (Figura 2.1.1). Il gradiente longitudinale è ben visibile nella composizione vegetazionale dell'Appennino; nelle zone di pianura, al contrario, a causa della totale antropizzazione, risulta particolarmente difficile l'individuazione del gradiente climatico, se non a scala regionale dove può essere indirettamente descritto attraverso le diverse colture agrarie (frutticole, nel settore sudorientale, cerealicole e foraggere, nei settori centrale e occidentale).

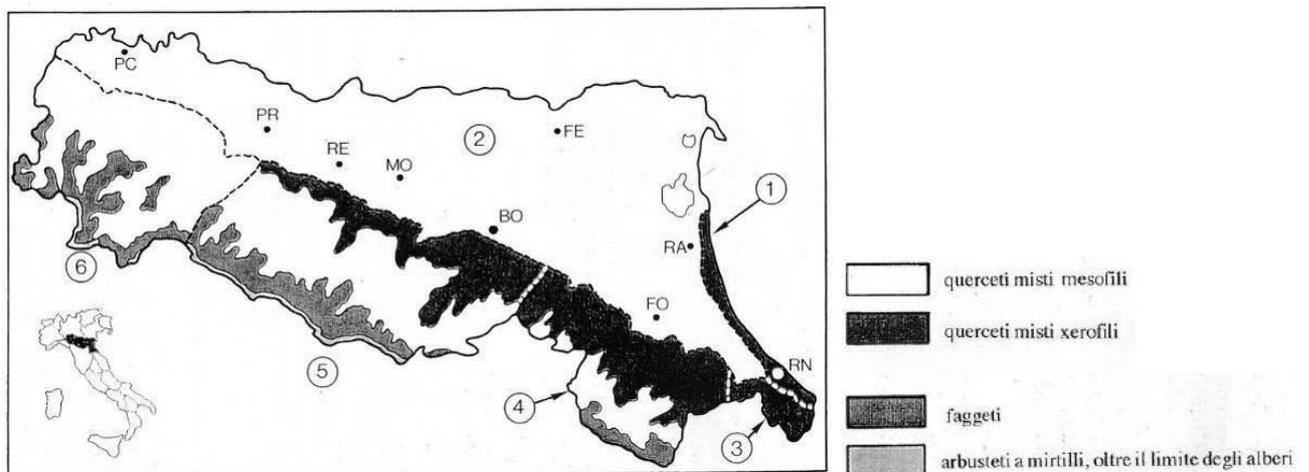


Figura 2.1.1 – Lineamenti vegetazionali della Regione Emilia-Romagna.

2.2 INQUADRAMENTO VEGETAZIONE D'AREA VASTA

Nel recupero delle cave è opportuno diversificare la morfologia delle sponde per ottenere habitat differenziati. La sistemazione della sezione con funzione naturalistica prevede il modellamento delle sponde con la realizzazione di terrazzi e scarpate con diversa pendenza in grado di accogliere cenosi a vario grado di igrofilia (bosco mesofilo, bosco a specie igrofile, cariceto e canneto, specie acquatiche). La diversificazione morfologica consente un notevole incremento del numero di specie con positive ricadute anche in termini di diversità ecologica e paesaggistica. Le scarpate sono state rimodellate, alternando tratti a profilo variabile: sub-verticale (di vecchio abbandono, naturalizzati), dolce ad andamento sinuoso (realizzate recentemente). Gli interventi hanno favorito l'insediamento di cinture vegetali spontanee articolate in diverse fasce (ripariale, igrofila, acquatica). La vegetazione pioniera colonizza autonomamente gli ambiti sistemati morfologicamente, mentre nelle parti esterne al bacino, svincolate dall'acqua, verranno realizzati impianti con specie arboree ed arbustive, nonché siepi perimetrali miste dal carattere campestre. La maggior parte delle sponde sono state rimodellate, realizzando scarpate con lievi pendenze, di circa 25°.

2.3 USO DEL SUOLO DELL'AREA INTERESSATA DAL PROGETTO



Figura 2.3.1 – Vegetazione di pertinenza situata ad ovest dell'area di intervento



Figura 1.1.1 – Vegetazione di pertinenza situata ad est dell'area di intervento



Figura 1.1.1 – Vegetazione di pertinenza situata a sud dell'area di intervento



Figura 1.1.1 – Vegetazione di pertinenza situata a nord dell'area di intervento



Figura 1.1.1 – Vegetazione di pertinenza situata a nord dell'area di intervento

3. SUOLO E SOTTOSUOLO

3.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Il contesto geologico dell'area in esame è da porre in stretta relazione con la storia evolutiva del bacino padano. La dinamica interazione di importanti deformazioni tettoniche ed oscillazioni eustatiche del livello marino hanno determinato la successione di vari ambienti sedimentari, responsabili della situazione stratigrafica oggi osservata. In particolare, la parte sommitale della copertura sedimentaria del bacino è costituita da una successione di depositi marini, deltizi, lagunari, palustri ed alluvionali di età pliocenico-quadernaria, che poggia su un substrato caratterizzato da una complessa configurazione a pieghe e pieghe-faglie, con gli assi tettonici paralleli ai principali allineamenti strutturali appenninici (NW-SE). Questo assetto a pieghe-faglie dei depositi pre-quadernari condiziona la sedimentazione quadernaria di copertura, caratterizzata da spessori variabili con massimi in corrispondenza delle depressioni (sino a 3000 m) e minimi sulle strutture positive (circa 1500 m), con un assetto strutturale che ricalca tendenzialmente l'andamento del substrato. La potenza dei sedimenti plio-quadernari raggiunge i valori più elevati, nell'ambito del bacino padano, proprio in corrispondenza del comprensorio di Ravenna, a dimostrazione che quest'area è stata soggetta a fenomeni naturali di subsidenza, in gran parte tettonica, fin da tempi geologici remoti. L'assetto di tale corpo sedimentario è il risultato di alterne vicende legate soprattutto ad avanzamenti ed arretramenti della linea di riva, determinati da fenomeni di subsidenza e sollevamento tettonico, l'eustatismo, l'andamento dei principali corsi d'acqua della zona e la variabilità del loro carico sedimentario. In accordo con quanto assunto dal Servizio Geologico e cartografico della Regione Emilia-Romagna, le unità stratigrafiche definite ed utilizzate nel presente studio rientrano nella classe delle Sequenze Deposizionali sensu Mitchum et Al. (1977). Esse sono definite come: "unità stratigrafiche composte da una successione relativamente continua e concordante di strati geneticamente correlati, limitati alla base e al tetto da superfici di discontinuità o dalle superfici concordanti correlabili con esse".

Le Sequenze Deposizionali, a loro volta, possono essere suddivise in:

Principali, corrispondenti ai Supersistemi e ai Cicli Sedimentari di Ricci Lucchi et alii (1982);

Minori, corrispondenti ai Sintemi;

Climatico-Eustatiche di rango superiore, corrispondenti ai Subsistemi

Dal punto di vista gerarchico si distinguono due Sequenze Principali (Supersistemi secondo la terminologia delle U.B.S.U.) denominate come segue:

- Supersistema del Quaternario Marino, costituito da terreni parali e marini depositatisi tra il Pliocene superiore e il Pleistocene inferiore;

- Supersistema Emiliano-Romagnolo, costituito da depositi di ambiente continentale sedimentati a partire da 800.000 anni BP.

Nel complesso i depositi presenti nel sottosuolo della porzione di territorio in esame sono relativi al Supersistema Emiliano-Romagnolo (AES), ed in particolare al Subsistema di Ravenna AES8, che ne rappresenta l'elemento sommitale (circa 30 metri di spessore). A causa della pluralità degli ambienti deposizionali, sia in senso spaziale che temporale, il complesso sedimentario è caratterizzato da un'elevata variabilità litologica degli strati, costituiti prevalentemente da sabbie, limi e argille e da miscele di tali litotipi. Nei settori infravallivi ed allo sbocco delle valli, AES8 è dato da depositi fluviali organizzati in vari ordini di terrazzo, costituiti da ghiaie di canale fluviale ricoperte da tracimazioni fluviali argillose, limose e sabbiose, variamente pedogenizzate. Questi depositi passano, nel settore di pianura alluvionale, ad argille, limi ed alternanze limoso-sabbiose di tracimazione fluviale (piana inondabile, argine, rotta, ecc.) ed infine, nel settore costiero di bassa pianura (ad Est della trasgressione Flandriana), il Subsistema di Ravenna risulta costituito da sabbie, argille e limi di ambiente alluvionale (porzione più superficiale) deltizio e litorale, organizzati in corpi sedimentari lenticolari, nastri-formi, tubolari e cuneiformi di spessore plurimetrico. Il limite inferiore è inconforme, non affiorante, marcato da una superficie di discontinuità che localmente materializza una lacuna stratigrafica di circa 15 ka anni definita su base radiometrica (14C). Il limite superiore di AES8 coincide invece col piano topografico e la parte sommitale è costituita dall'Unità di Modena (AES8a) che contiene i depositi più recenti,

compresi quelli attualmente in evoluzione, costituiti da sabbie, argille e limi alluvionali. Le aree d'intervento ricadono in quest'ultima unità deposizionale.

3.2 ASSETTO STRATIGRAFICO

Sulla base dei risultati dell'indagine geognostica eseguita nell'area in esame e dall'esame dei profili stratigrafici dei sondaggi a carotaggio continuo effettuati nell'ambito del Progetto di coltivazione delle cave è stata possibile riconoscere la sequenza stratigrafica riportata di seguito. Si evidenzia che l'area indagata presenta caratteristiche molto disomogenee, infatti, l'area di pertinenza della "cabina utente" (investigata grazie alla prova penetrometrica CPTU 1) è caratterizzata da terreni prevalentemente sabbiosi "in posto" mentre l'area delle cabine prospicienti al lago di cava (investigata mediante alla prova penetrometrica CPTU 2) sembrerebbe essere stata coinvolta nelle attività estrattive e successivamente ritombata con materiale fine (verosimilmente limi di frantoio); in questo settore non si ha infatti evidenza dei depositi sabbiosi e sabbioso ghiaiosi evidenziati nella prova CPTU e in tutti i profili stratigrafici dei sondaggi a carotaggio continuo.

LIVELLO 0

Livello superficiale, costituito da una miscela eterogenea di terreno fine rimaneggiato, costituita prevalentemente da argille, limi e sabbie.

Il livello A si estende dal piano campagna fino a circa $0,8 \div 1$ m dal p.c.

I valori rappresentativi della resistenza alla punta del penetrometro statico sono molto variabili compresi tra $q_c = 1 - 20$ MPa, indicativi di un deposito molto eterogeneo e rimaneggiato, frutto delle attività connesse alla coltivazione della cava.

Il livello A è sensibile alle variazioni d'umidità stagionali, alle variazioni del livello piezometrico e all'azione del gelo e del disgelo, le quali determinano, dopo prolungati eventi meteorici, fenomeni di plasticizzazione e di rigonfiamento anche di notevole intensità, mentre nei periodi siccitosi fenomeni di contrazione e fessurazione con aumento considerevole dell'indice di consistenza.

LIVELLO A

Livello appartenente all'Unità di Modena (AES8a), costituito da argille, argille limose e argille organiche, al quale può essere attribuito un comportamento coesivo.

Il Livello A si estende da circa 1 m dal p.c. fino ad almeno $3 \div 3,5$ m dal p.c.

Il Livello A rappresenta la copertura "fine" autoctona delle bancate sabbiose sottostanti e risulta individuato solo nella prova penetrometrica CPTU 1 eseguita nel sedime della "cabina utente". Nell'area di pertinenza delle nuove cabine Enel in prossimità delle sponde del lago di cava, tale livello è sostituito da depositi fini indifferenziati di riporto (v. Livello R).

I valori rappresentativi della resistenza alla punta del penetrometro statico sono compresi tra $q_c = 0,5 - 1,5$ MPa, indicativi di un deposito che presenta bassi valori di resistenza al taglio ed alti indici di compressibilità.

LIVELLO B

Livello appartenente all'Unità di Modena (AES8a), costituito da sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi, al quale può essere attribuito un comportamento granulare.

Il Livello B si estende da circa $3 \div 3,5$ m fino circa $8,5 \div 9$ m dal p.c.

Il Livello B ricomprende depositi misti di canale e argine prossimale e di rotta e risulta individuato solo nella prova penetrometrica CPTU 1. Nell'area di pertinenza delle cabine che verranno realizzate in prossimità delle sponde del lago di cava, tale livello è sostituito da depositi fini indifferenziati di riporto (v. Livello R). I valori rappresentativi della resistenza alla punta del penetrometro statico sono molto variabili compresi tra $q_c = 4 - 9$ MPa.

LIVELLO C

Livello appartenente all'Unità di Modena (AES8a), costituito da sabbie, sabbie con ghiaietto e sabbie ghiaiose con resti conchigliari, al quale può essere attribuito un comportamento granulare.

Il Livello C si estende da circa $8,5 \div 9$ m fino circa 12 m dal p.c.

Il Livello C ricomprende depositi grossolani misti di cordone litorale e dune eoliche e risulta individuato solo nella prova penetrometrica CPTU 1. Nell'area di pertinenza delle cabine che verranno realizzate in prossimità delle sponde del lago di cava, tale livello è sostituito da depositi fini indifferenziati di riporto (v. Livello R).

I valori rappresentativi della resistenza alla punta del penetrometro statico sono molto variabili compresi tra $q_c = 7 - 15$ MPa.

LIVELLO D

Livello appartenente all'Unità di Modena (AES8a), costituito da argille e argille limose, al quale può essere attribuito un comportamento coesivo. Il Livello D si estende da circa 12 m dal p.c. fino ad almeno $15 \div 20$ m dal p.c. e risulta ben individuato in entrambe le prove penetrometriche effettuate e nelle verticali di sondaggio disponibili in aree adiacenti a quella di interesse.

I valori rappresentativi della resistenza alla punta del penetrometro statico risultano generalmente minori di 1 MPa, indicativi di un deposito che presenta valori di resistenza al taglio molto bassi ed alti indici di compressibilità.

LIVELLO R

In questo livello sono stati accorpati i depositi fini indifferenziati di riporto afferenti all'area di posa delle cabine elettriche prospicienti al lago di cava.

Trattasi verosimilmente di "limi di frantoio" a granulometria molto "fine" di natura argilloso limosa, residui dell'attività di lavorazione delle sabbie effettuate dall'impianto di lavorazione che era presente nell'area negli anni '90, utilizzati per il parziale tombamento del vuoto di cava e per la diversificazione delle sponde del bacino.

Le caratteristiche geotecniche di questo livello possono essere desunte dalla sola prova penetrometrica CPTU 2.

Il livello R si estende da p.c. sino a circa 12 m dal p.c. (profondità massima di scavo della cava Manzona vecchia).

I valori rappresentativi della resistenza alla punta del penetrometro statico sono compresi tra $q_c = 0,5 - 1,5$ MPa, indicativi di un deposito che presenta bassi valori di resistenza al taglio ed alti indici di compressibilità.

Trattandosi di materiali di riporto localmente si possono avere livelli con resistenza alla punta più elevati legati alla presenza di materiali più grossolani o resti conchigliari o di bioclasti.

3.3 GEOMORFOLOGIA

L'attuale assetto geomorfologico della porzione di territorio in esame è il risultato dell'effetto combinato di alterne vicende climatiche di varia intensità, lente deformazioni tettoniche ed interventi antropici, che si sono imposti negli ultimi millenni ed hanno direttamente interagito sulla rete idrografica. Nel periodo storico si è sovrapposta anche l'attività antropica molto invasiva connessa alla realizzazione di opere di urbanizzazione e infrastrutturali e, soprattutto, all'attività estrattiva delle sabbie. L'area presenta una morfologia pianeggiante con quote altimetriche di circa 1 - 2 m s.l.m. L'originale assetto geomorfologico è stato del tutto occultato dalle attività antropiche di regimentazione idraulica e dall'attività estrattiva delle sabbie e delle ghiaie. Il rilievo geomorfologico effettuato evidenzia la stabilità complessiva della porzione di territorio su cui insisteranno le opere previste, non si prevedono infatti processi morfodinamici in grado di provocare trasformazioni nel medio-lungo termine.

3.4 IDROGEOLOGIA

Le caratteristiche degli acquiferi del territorio in esame sono inserite nel quadro evolutivo idrogeologico e stratigrafico della Pianura Padana Emiliano-Romagnola.

Secondo quanto riportato nello studio del Bacino Idrogeologico della Pianura Emiliano-Romagnola, il Servizio Geologico della Regione Emilia-Romagna distingue tre Unità Idrostratigrafiche, denominate Unità Idrostratigrafico-Sequenziali (Regione Emilia-Romagna, Eni-Agip, 1998), le cui caratteristiche peculiari sono le seguenti:

- sono costituite da una o più unità Stratigrafiche a limiti discontinui (limiti di discontinuità stratigrafica), denominate Sequenze Deposizionali, sensu Mitchum et Al. (1977);

- comprendono in posizione basale e/o sommitale una Barriera di Permeabilità Regionale.

Le Unità Idrostratigrafico-Sequenziali di rango superiore, denominate Gruppi Acquiferi A, B e C, a loro volta sono suddivise in 12 UIS, gerarchicamente inferiori, denominate Complessi Acquiferi. Esse affiorano estesamente sul margine meridionale del Bacino Idrogeologico della Pianura Emiliano- Romagnola per poi immergersi verso nord al di sotto dei sedimenti depositati dal Fiume Po e dai suoi affluenti negli ultimi 20 000 anni, contenenti Sistemi Acquiferi quasi sempre freatici, di scarsa estensione e potenzialità (Complesso Acquifero Superficiale o A0). I corpi geologici che fungono da acquiferi sono costituiti da sedimenti ghiaiosi e sabbiosi di origine deltizia, litorale e alluvionale depositati dai corsi d'acqua appenninici e dal Fiume Po a partire da circa 1 milione di anni fa. Ciascun Gruppo Acquifero è idraulicamente separato, almeno per gran parte della sua estensione, da quelli sovrastanti e sottostanti grazie a barriere di permeabilità Regionali.

Al suo interno ogni Gruppo Acquifero è composto da serbatoi acquiferi sovrapposti e giustapposti, parzialmente o totalmente isolati tra loro, suddivisi in Complessi e Sistemi Acquiferi.

Le principali barriere di permeabilità in senso orizzontale sono costituite da corpi geologici decametrici, a prevalente granulometria fine, interpretabili come sistemi deposizionali interdeltizi o di interconoide e bacino interfluviale, che si giustappongono a sistemi deposizionali deltizi, di conoide alluvionale e fluviali, ricchi in materiali grossolani.

L'Unità Idrostratigrafico-Sequenziale, affiorante nell'area in esame e direttamente coinvolta dalle opere di fondazione dell'intervento in progetto, è denominata Gruppo Acquifero A, che ricalca il Sistema Emiliano Romagnolo superiore (450 000 - 350 000 anni BP).

Nell'ambito del territorio comunale di Ravenna è riconoscibile un sistema acquifero ad acque dolci, costituito da terreni del Quaternario continentale, delimitato inferiormente dall'interfaccia acqua dolce-acqua salata. In particolare, sono riconoscibili: acquifero freatico: generalmente legato ad una circolazione in terreni misti costituiti generalmente da alluvioni e depositi di palude salmastra, con potenze da pochi metri sino ad oltre 10 m, che sovrastano il banco sabbioso litorale.

sistema di acquiferi con falde in pressione: formato da una serie di orizzonti permeabili sabbiosi riconducibili ad un unico acquifero multistrato a scala regionale, soggetto ad emungimento intensivo per l'approvvigionamento idrico ed alimentato, per flusso sotterraneo, dalla retrostante pianura, con alimentazione nella fascia pedecollinare (conoide).

3.5 CONCLUSIONI

L'area interessata dall'intervento edilizio è pianeggiante e stabile; non sono presenti fenomeni geologici e geomorfologici attivi in grado di comprometterne la stabilità. L'area si trova in adiacenza a due bacini lacustri, residui dell'attività estrattiva delle sabbie e delle ghiaie, avvenuta negli scorsi decenni nell'ambito della coltivazione delle cave denominate Manzona vecchia e Manzona nuova. A seguito dell'attività estrattiva pregressa, l'area indagata presenta caratteristiche stratigrafiche molto disomogenee, infatti, l'area di pertinenza della "cabina utente" (investigata grazie alla prova penetrometrica CPTU 1) è caratterizzata da terreni prevalentemente sabbiosi "in posto" mentre l'area delle cabine prospicienti al lago di cava (investigata mediante la prova penetrometrica CPTU 2) sembrerebbe essere stata coinvolta nelle attività estrattive e successivamente ritombata con materiale fine (verosimilmente limi di frantoio); in questo settore non si ha infatti evidenza dei depositi sabbiosi e sabbioso ghiaiosi evidenziati nella prova CPTU 1 e in tutti i profili stratigrafici dei sondaggi a carotaggio continuo disponibili. Nel territorio di interesse è presente una falda freatica con soggiacenza prossima al piano campagna alimentata dall'infiltrazione diretta, dalle perdite di subalveo del reticolo idrografico e dall'irrigazione, regimata dalla rete di canali e scoli consorziali e soggetta ad emungimenti da parte dei pozzi presenti in zona. La formazione del lago di cava, esercita un richiamo nei confronti degli afflussi sotterranei provenienti da monte e nello stesso tempo, ricarica localmente la falda a valle; l'entità di tale fenomeno è comunque modesta.

L'area è soggetta ad un'attività sismica indotta sia da terremoti documentati con epicentro nell'ambito del territorio provinciale sia, di riflesso, dagli eventi più intensi provenienti dalle province limitrofe. Nell'area non sono presenti faglie superficiali, discontinuità o cavità tali da indurre un pericolo sismico aggiuntivo. Non sono inoltre prevedibili fenomeni di amplificazione locale dell'accelerazione sismica dovuti all'assetto topografico o ad effetti di bordo. Con Delibera n. 1164 del 23/07/2018, la Regione Emilia-Romagna ha recentemente predisposto l'aggiornamento della classificazione sismica di prima applicazione dei comuni della Regione, la quale prevede che il territorio comunale di Ravenna sia classificato in classe 3, con conseguente accelerazione sismica orizzontale, con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni, compreso tra 0,05 - 0,15 (ag/g). Il

valore della velocità delle onde sismiche di taglio V_{seq} , determinato grazie all'elaborazione della prova ReMi (226 m/s), permette di attribuire ai suoli di fondazione delle opere in progetto la Categoria C "Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.". In relazione all'assetto stratigrafico l'area in esame è quindi interessata da un'amplificazione sismica locale. In relazione alla presenza di sabbie non addensate e della ridotta soggiacenza della falda, in fase di progettazione delle fondazioni, dovrà essere verificata la liquefacibilità dei terreni. In relazione alla presenza superficiale di terreni argillosi e argilloso-limosi ("in posto" e "riportati"), che localmente presentano livelli organici di elevata compressibilità, le tensioni trasmesse da eventuali fondazioni superficiali indurranno cedimenti assoluti e differenziali significativi. La scelta della tipologia fondazionale (superficiale o profonda) dovrà essere determinata dal progettista dell'opera, in funzione dei risultati della verifica di stabilità per i vari stati limite (SLE, SLU), una volta definiti puntualmente i carichi trasmessi alle fondazioni, la geometria e i requisiti prestazionali della struttura in elevazione. Sulla base degli approfondimenti effettuati, l'area è idonea dal punto di vista geologico alla realizzazione delle destinazioni d'uso previste, nel rispetto delle prescrizioni di seguito riportate. Nel caso di realizzazione di fondazioni superficiali:

- il piano di fondazione dovrà essere posto a profondità tali da non risentire di fenomeni di erosione o scalzamento di acque superficiali; e comunque al di sotto della coltre di terreno vegetale (laddove presente), nonché al di sotto dello strato interessato dal gelo;
- il terreno di fondazione non dovrà subire rimaneggiamenti e deterioramenti prima della costruzione della opera;
- eventuali acque ruscellanti o stagnanti dovranno essere allontanate dagli scavi;
- il piano di posa degli elementi strutturali di fondazione dovrà essere regolarizzato e protetto con conglomerato magro o altro materiale idoneo;
- è opportuno che il piano di posa delle fondazioni sia tutto sullo stesso livello;
- particolare attenzione dovrà essere posta alla realizzazione degli sbancamenti; dovranno essere eseguite, prima dell'esecuzione degli scavi, opportune opere di sostegno e, in caso di esecuzione di scavi non sostenuti, con altezza superiore a 1.0 m, la pendenza dovrà essere sempre $< 25^\circ$;
- durante la realizzazione delle fondazioni, dovrà essere verosimilmente previsto l'aggettamento delle acque di falda.

Nel caso di realizzazione di fondazioni profonde:

- le fondazioni dovranno rispettare le simmetrie della sovrastruttura;
- i pali dovranno essere armati adeguatamente per tutta la loro lunghezza, anche se ciò non dovesse risultare strettamente necessario in base ai risultati di carico;
- si dovrà provvedere ad assicurare un'efficace connessione dei pali con la struttura di collegamento alla loro testa, al fine di evitare che, in occasione di eventi sismici violenti, possa prodursi una disconnessione di alcuni pali; nel qual caso, perdurando il moto sismico, si avrebbe un aggravio delle forze agenti sui pali che mantengono la connessione.
- il dimensionamento dei pali e la scelta delle modalità di realizzazione dovranno essere effettuati considerando le pressioni idrauliche delle falde.

4. SISMICITA'

4.1 SISMICITA' STORICA

La sismicità storica del Comune di Ravenna è stata desunta dal database delle osservazioni macrosismiche dei terremoti italiani utilizzate per la compilazione del catalogo parametrico CPTI15 (Rovida A., Locati M., Camassi R., Lolli B., Gasperini P., 2016. CPTI15, the 2015 version of the Parametric Catalogue of Italian Earthquakes. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia <http://doi.org/10.6092/INGV.IT-CPTI15>).

La sismicità del territorio comunale è riassunta graficamente nel diagramma di Figura 12.

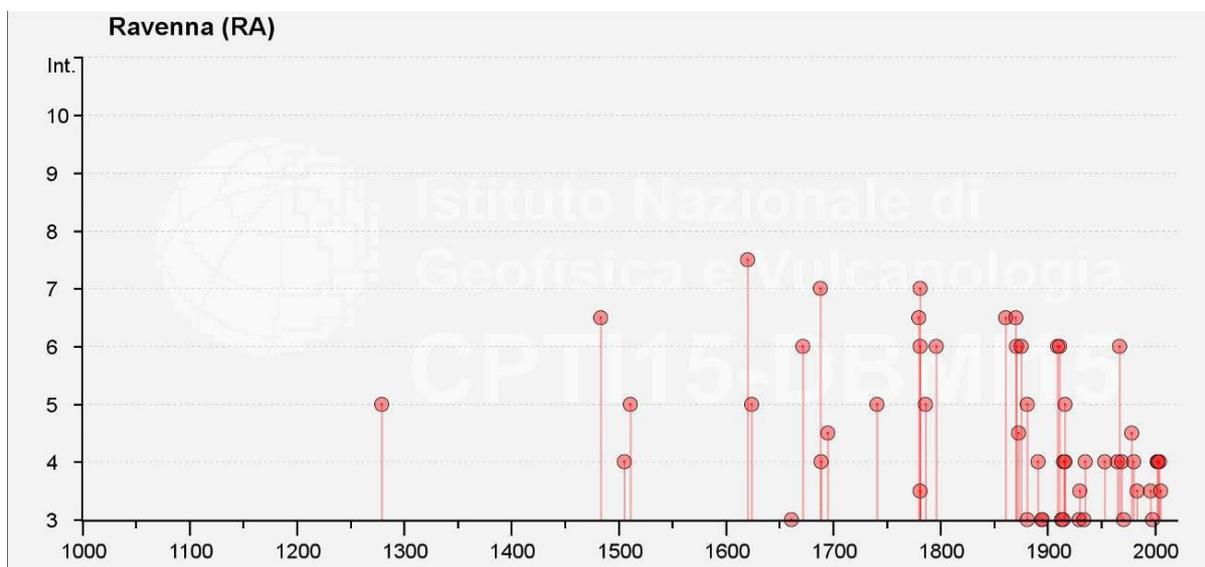


Figura 12: Diagramma rappresentante la storia sismica del Comune di Ravenna

4.2 ZONIZZAZIONE SISMICA NAZIONALE E REGIONALE

L'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia ha prodotto una zonizzazione sismogenetica (ZS) del territorio nazionale che tiene conto dell'analisi cinematica degli elementi geologici, cenozoici e quaternari coinvolti nella dinamica delle strutture litosferiche profonde e della crosta superficiale ("Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall' O.P.C.M. 20-3-2003, n. 3274 Rapporto conclusivo per il Dipartimento della Protezione Civile, INGV, Milano - Roma, aprile 2004, 65 pp + 5 appendici").

La zonizzazione è stata condotta tramite l'analisi cinematica degli elementi geologici, cenozoici e quaternari coinvolti nella dinamica delle strutture litosferiche profonde e della crosta superficiale. Il confronto tra le informazioni che hanno condotto alla costruzione del modello geodinamico e la sismicità osservata ha permesso di costruire la carta nazionale delle zone sismo genetiche.

Per il reperimento dei dati relativi alla sismicità osservata è stato considerato il catalogo storico contenente 2 488 eventi degli ultimi 1000 anni con intensità epicentrali maggiore o uguale al V – VI grado MCS la cui magnitudo è maggiore o uguale a 4.

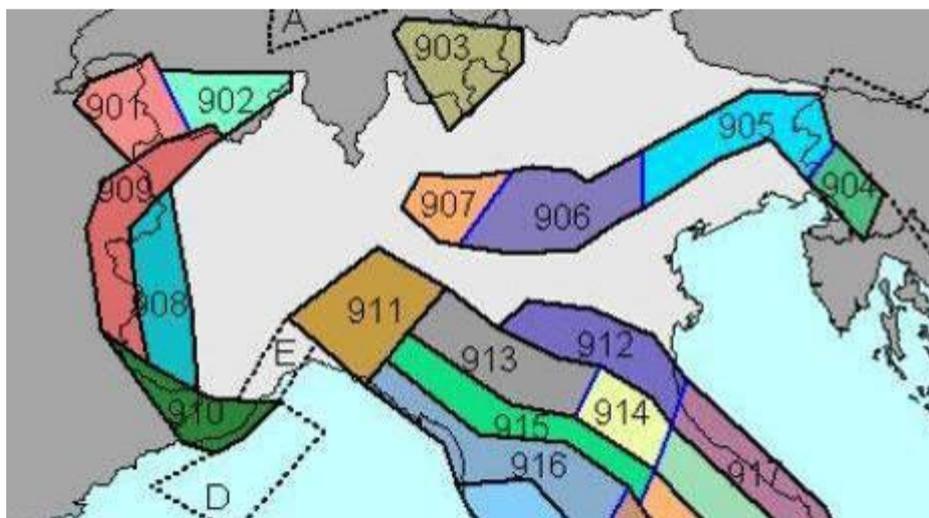


Figura 9: Stralcio della Zonizzazione sismogenetica ZS9

Dall'esame si evince che il Comune di Ravenna ricade nella Zona Sismogenetica 912 "Dorsale Ferrarese" che fa parte del complesso "Appennino settentrionale e centrale" (zone che vanno dalla 911 alla 923).

Tali zone ricadono in una fascia di transizione a carattere misto in cui convivono meccanismi diversi (essenzialmente compressivi a NW e distensivi a SE); si possono altresì avere meccanismi trascorrenti nelle zone di svincolo che dissecano la continuità longitudinale delle strutture.

La massima magnitudo rilevata è $M_d = 4,6$; le zone ipocentrali si verificano generalmente a profondità comprese tra 5 e 8 Km con profondità efficace di 7 km; nella Zona Sismogenetica 912 è previsto, sulla base dei meccanismi focali, valori di massima magnitudo momento pari a $M_{wmax} = 6,14$.

4.3 CLASSIFICAZIONE SISMICA

La classificazione sismica è stata approvata con l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20/03/2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per la costruzione in zona sismica". Il territorio nazionale è stato suddiviso in 4 classi con livelli decrescenti di pericolosità sismica in relazione a 4 differenti valori di accelerazione orizzontale (ag/g) d'ancoraggio dello spettro di risposta elastico e a 4 differenti valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo (ag/g), con probabilità di superamento del 10% in 50 anni.

| Zona | Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (ag/g) |
|------|--|
| 1 | >0,25 |
| 2 | 0,15-0,25 |
| 3 | 0,05-0,15 |
| 4 | <0,05 |

Tabella 2: Valori di PGA per le varie zone

Con Delibera n. 1164 del 23/07/2018, la Regione Emilia-Romagna ha recentemente predisposto l'aggiornamento della classificazione sismica di prima applicazione dei comuni della Regione, la quale prevede che il territorio comunale di Ravenna è classificato in classe 3, con conseguente accelerazione sismica orizzontale, con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni, compreso tra 0,05 - 0,15 (ag/g).

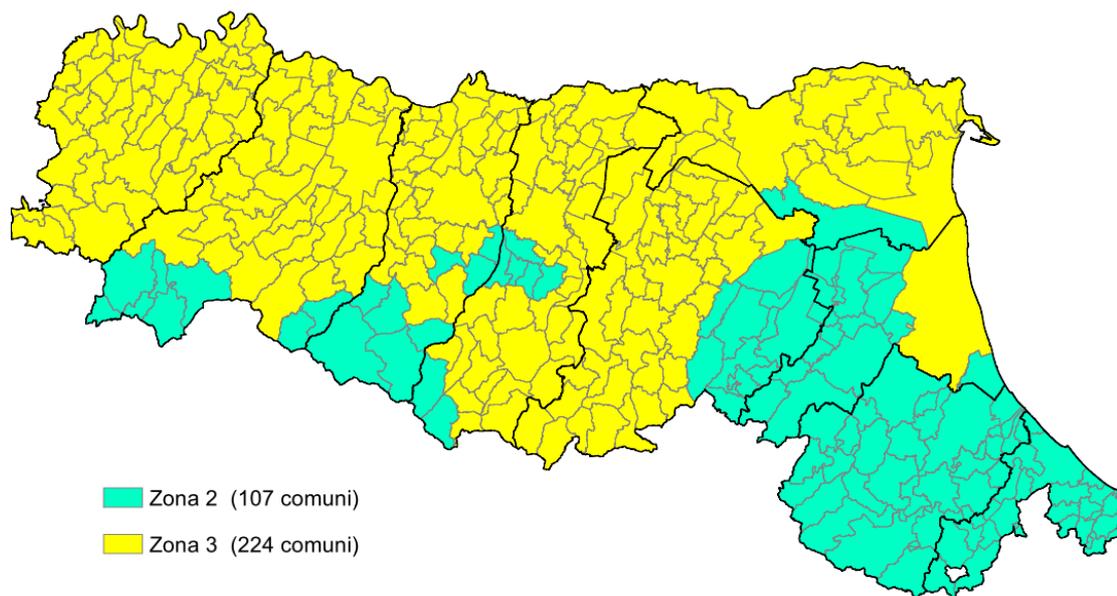


Figura 13: Classificazione sismica vigente dei Comuni della Regione Emilia-Romagna