



Provincia di RIMINI



COMUNE DI  
SANTARCANGELO  
DI ROMAGNA

Proponente:

ADRIASCAVI di Pozzi Raffaele & c. SAS

Gruppo di lavoro:



ARCHITECTURE | ENGINEERING | DESIGN  
Strada di Paderna, 2 - 47895 Domagnano (RSM)  
C.O.E. SM 29681 - t. 0549 962811  
info@aedworks.com - www.aedworks.com

Disegnatore: Geom. Remo Giancecchi

Oggetto:

**PUA**

*Scheda 30 POC1*

**Ambito AVN - SAN MARTINO DEI MULINI  
via Savina - via Calatoio Savina**

Tipo:

**RELAZIONE GEOLOGICA**

Progettista:

Ing. Secondo Bernardi

Elaborato:

**R2**

Scala:

---

Data:

Giugno 2023



Piazza Maini 25 - 47822 Santarcangelo di R. (RN)  
Tel. 0541/624073 - geologica.2022@gmail.com

Dr. Daniele Bronzetti  
*tecnico in sistemi informativi territoriali  
consulente ambientale*

Dr. Geol. Arianna Lazzarini  
*tecnico in Valutazione di Impatto Ambientale*



|                  |                      |                             |                    |        |
|------------------|----------------------|-----------------------------|--------------------|--------|
| Elaborato:<br>R2 | Disegnatore:<br>A.L. | Data disegno:<br>15/06/2023 | Versione:<br>REV.1 | Firma: |
|                  |                      |                             |                    |        |
|                  |                      |                             |                    |        |
|                  |                      |                             |                    |        |

## Sommario

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1 – PREMESSA .....</b>  | <b>2</b>  |
| <b>2 –INQUADRAMENTO GEOGRAFICO, CARTOGRAFICO, STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE -<br/>VINCOLI E TUTELE .....</b> | <b>3</b>  |
| 2.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E CARTOGRAFICO.....   | 3         |
| 2.2 STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE VINCOLI E TUTELE.....  | 5         |
| <b>3 - LINEAMENTI STRATIGRAFICI LOCALI .....</b>   | <b>6</b>  |
| <b>4 – CARATTERISTICHE IDROLOGICHE E IDROGEOLOGICHE .....</b>  | <b>9</b>  |
| <b>5 – CARATTERI GEOMORFOLOGICI .....</b>  | <b>12</b> |
| <b>6 – CARATTERISTICHE DEI SUOLI.....</b>  | <b>17</b> |
| <b>7 - INDAGINI GEOGNOSTICHE.....</b>  | <b>19</b> |
| <b>8 – LITOSTRATIGRAFIA.....</b>   | <b>21</b> |
| <b>9 –PARAMETRI FISICO – MECCANICI DEI TERRENI .....</b>   | <b>23</b> |
| <b>10 - VALUTAZIONE SULLE CONDIZIONI DI STABILITÀ DEGLI SCAVI .....</b>                                    | <b>26</b> |
| <b>10– CARATTERIZZAZIONE SISMICA .....</b>   | <b>28</b> |
| 10.1 ANALISI DELLA RISPOSTA SISMICA LOCALE .....   | 28        |
| 10.2 SISMICITÀ STORICA .....   | 28        |
| 10.3 CLASSIFICAZIONE SISMICA .....   | 31        |
| 10.4 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO.....  | 32        |
| 10.5 AZIONE SISMICA .....  | 32        |
| 10.5.1 - PARAMETRI SISMICI.....  | 32        |
| 10.5.2 - AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA .....  | 33        |
| 10.5.3 AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA.....   | 33        |
| 10.5.4 PARAMETRI SISMICI SU SITO DI RIFERIMENTO RIGIDO .....   | 34        |
| 10.5.5 COEFFICIENTI SISMICI .....  | 35        |
| 10.5.6 OPERE DI FONDAZIONE ED IPOTESI DI CALCOLO .....   | 37        |
| 10.5.7 CONSIDERAZIONI IN MERITO ALLA STABILITÀ NEI CONFRONTI DELLA LIQUEFAZIONE<br>.....                   | 37        |
| 10.6 MICROZONAZIONE SISMICA.....   | 38        |
| <b>11– CONSIDERAZIONI IN MERITO ALLE ARA/FAVI .....</b>  | <b>39</b> |
| <b>12– CONSIDERAZIONI IN MERITO ALLA MOVIMENTAZIONE TERRA.....</b>   | <b>41</b> |
| <b>13– CONCLUSIONI.....</b>  | <b>41</b> |

## **1 – PREMESSA**

Il presente rapporto geologico, geomorfologico ed idrogeologico è stato redatto quale compendio specialistico per la redazione del PUA, Piano Urbanistico Attuativo, relativo alla scheda 30 del POC1 del comune di Santarcangelo di Romagna (RN), per la riqualificazione ambientale e funzionale dell'area denominata Lago Azzurro, in località San Martino dei Mulini, via Savina.

L'indagine, volta a formulare un quadro tecnico - operativo di supporto alle scelte progettuali, si è avvalsa di elementi diagnostici acquisiti tramite:

- un rilevamento geologico - geomorfologico di superficie;
- analisi dei dati stratigrafici in disponibilità dello scrivente acquisiti in precedenti occasioni di studio in terreni direttamente contermini a quelli di specifico interesse;
- analisi dei dati noti in letteratura riferibili agli stessi materiali e alle stesse condizioni geologiche.

Lo studio, è stato effettuato in ottemperanza alla normativa tecnica vigente tenendo conto che gli interventi saranno realizzati su aree ricadenti in zona sismica, facendo riferimento alle seguenti normative, linee guida e raccomandazioni:

- Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione – D.M. 11 Marzo 1988 - Circ. Min. LL.PP. n.30483, 24 settembre 1988;
- Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normativa tecnica per le costruzioni in zona sismica – O.P.C.M. n° 3274 del 20 marzo 2003 e successive modifiche;
- NTC 2018 Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17/01/2018) e relativa circolare esplicativa del CC.LL.PP. luglio 2018.
- D.G.R. n° 2193 del 21/12/2015 aggiornamento dell'atto di coordinamento tecnico denominato "Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica";
- Eurocodici 7 e 8
- AGI Associazione Geotecnica Italiana "Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche" (1977);
- AGI Associazione Geotecnica Italiana "Aspetti geotecnici della progettazione in zona sismica (2005);
- Norme tecniche di piani (a vario ordine e grado) relativamente alle tematiche qui analizzate

I risultati delle indagini geognostiche e geofisiche, i sopralluoghi diretti e la conoscenza della zona maturata dalla raccolta dei dati disponibili, hanno permesso di esaminare i seguenti argomenti al fine di ricostruire il modello geologico locale con particolare riferimento:

- all'andamento lito - stratigrafico dell'immediato sottosuolo e l'eventuale presenza di circolazione idrica sotterranea;
- I valori medi di caratterizzazione dei terreni

**2 –INQUADRAMENTO GEOGRAFICO, CARTOGRAFICO, STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE  
- VINCOLI E TUTELE**

**2.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E CARTOGRAFICO**

L'area di intervento è ubicata in un'area compresa tra il Fiume Marecchia e la via Savina a confine con il territorio del Comune di Rimini, in località San Martino dei Mulini. Da un punto di vista cartografico essa è compresa nella Sezione 256140 in scala 1:10000 ad una quota media di circa 44-45 m s.l.m.m..

Dal punto di vista geografico l'ubicazione del sito è identificata con le coordinate geografiche latitudine 44°02'45.6" N e longitudine 12°27'49" E.



*Fig. 1–immagine Google Earth 2020*

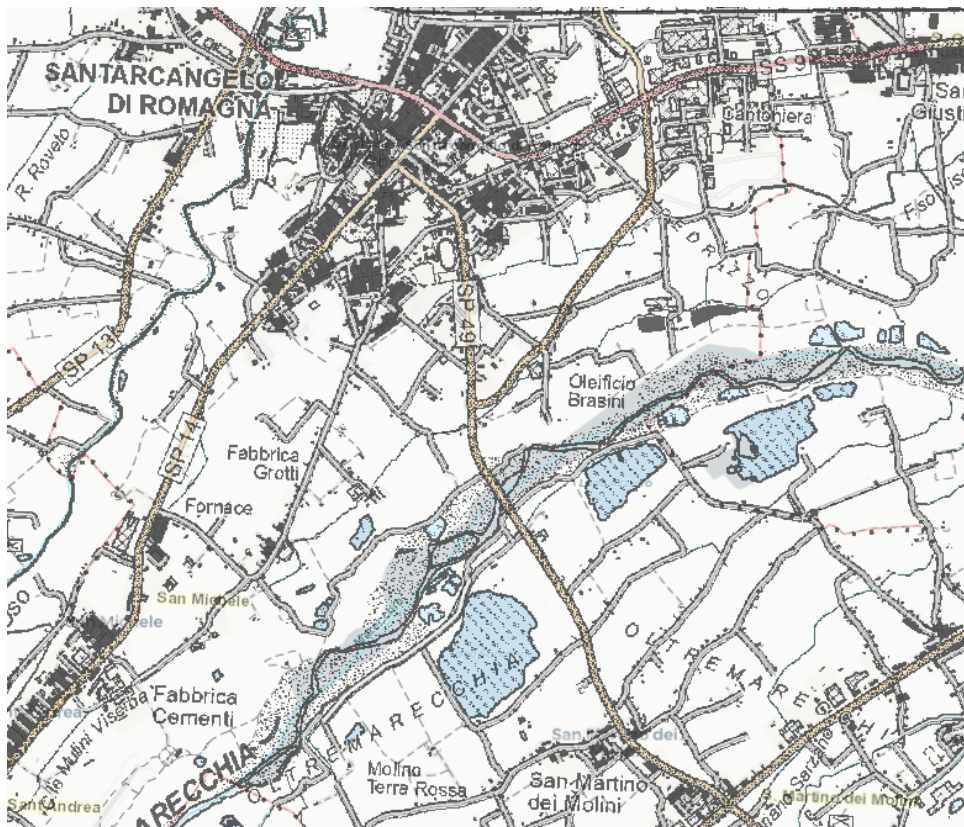


Fig. 2 – CTR RER 1:25000 con individuazione della zona di intervento

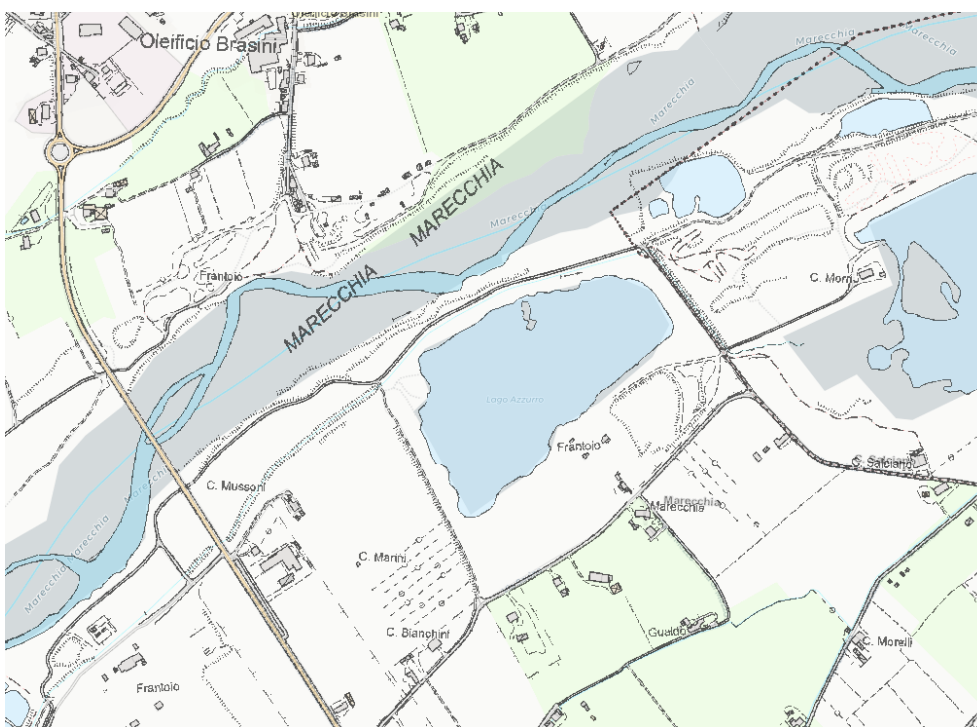


Fig.3 - Stralcio cartografia CTR RER Geoportale alla scala 1:10000

L'area di intervento è stata oggetto di attività estrattiva per alcuni decenni. Già inserita nel PIAE del circondario riminese, quindi nel PIAE della Provincia di Rimini con la sigla G4 ISTAG, recentemente è stata esclusa da ulteriori fasi estrattive nel PAE 2018 del Comune di Santarcangelo di Romagna, il quale ha di fatto eliminato le previsioni estrattive per l'area confermando la generale funzione di progetto del POC1 quale ambito di riqualificazione anche funzionale (turistico ricreativa in particolare e sportiva).

La morfologia dei luoghi risente inevitabilmente del passato estrattivo, con ampie depressioni all'intorno della dismessa area impianto di lavorazione. La maggiore depressione di cava, disposta su due livelli principali approfonditi a quote differenti, costituisce l'attuale sedime del Lago Azzurro.

Una seconda depressione è localizzata subito ad Est dell'area ex-impianti, con piano ribassato rispetto alle quote topografiche circostanti, ed ora occupato da una macchia vegetazionale ricompresa nelle zone habitat regionali.

## **2.2 STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE VINCOLI E TUTELE**

L'area di intervento, per come rappresentata nella scheda di POC1, ricade nei seguenti vincoli e tutele, desunto da strumenti di pianificazione a vario livello:

- Area SIC IT4090002 Torriana, Montebello Fiume Marecchia
- Area meritevole di tutela LR 6/2005
- Art. 5.1 PTCP Sistema forestale e boschivo
- Art. 5.4 PTCP Zone di tutela dei caratteri ambientali di laghi, bacini, e corsi d'acqua
- **Art. 2.2 PTCP Reticolo idrografico minore**
- **Artt. 3.2 e 3.3 PTCP ARA**
- D.Lgs. 42/04 art. 142 c.1 lett. c) e g)
- Fascia di rispetto elettrodotta (PSC)
- Fascia di rispetto stradale (PSC)
- **PGRA – PAI reticolo secondario di bonifica P3 alluv. Frequenti, art. 21 NTA PAI 2016**
- **PAI art. 9 Fasce ad alta vulnerabilità idrologica**

Con carattere in grassetto vengono evidenziati i temi di più stretto interesse. Si precisa che gli stessi temi e vincoli vengono ripresi anche dal PSC Santarcangelo; si rimanda al documento di Valsat del presente PUA per un approfondimento.

Si rimanda al successivo paragrafo 11 per la trattazione del tema relativo all'articolo 3.3 del PTCP (art. 9 del PAI), in riferimento alle aree di ricarica della falda idrogeologicamente connesse con l'alveo.

**3 - LINEAMENTI STRATIGRAFICI LOCALI**

Le informazioni generali ad ampia scala, sul modello stratigrafico territoriale sono state desunte da indagini bibliografiche relative agli studi specifici sul conoide del Fiume Marecchia (U. Buli “Geoidrologia della conoide del F. Marecchia” 1935; Zaghini M e Toni G. “ Idrogeologia e Geotecnica del conoide del F. Marecchia” 1988), a livello locale si è fatto riferimento ad indagini eseguite in sito nell’ambito di studi progressi e da dati desunti da database pubblici regionali e provinciali.

In generale la stratigrafia locale rispecchia, la storia geologica della bassa Valmarecchia nel passaggio tra le ultime propaggini collinari verso la costa adriatica, nell’ambito del quale si imposta la piana intercollinare del Fiume Marecchia.

Il materasso alluvionale che ne costituisce il letto mantiene uno spessore variabile fra 5 e 10 m; all’altezza di S. Martino dei Mulini aumentando in direzione nord a costituire la Conoide del Fiume Marecchia, con spessori fino a 230 m all’altezza di S. Giustina, costituendo un gigantesco serbatoio sotterraneo d'acqua dolce (Severi, 2001).

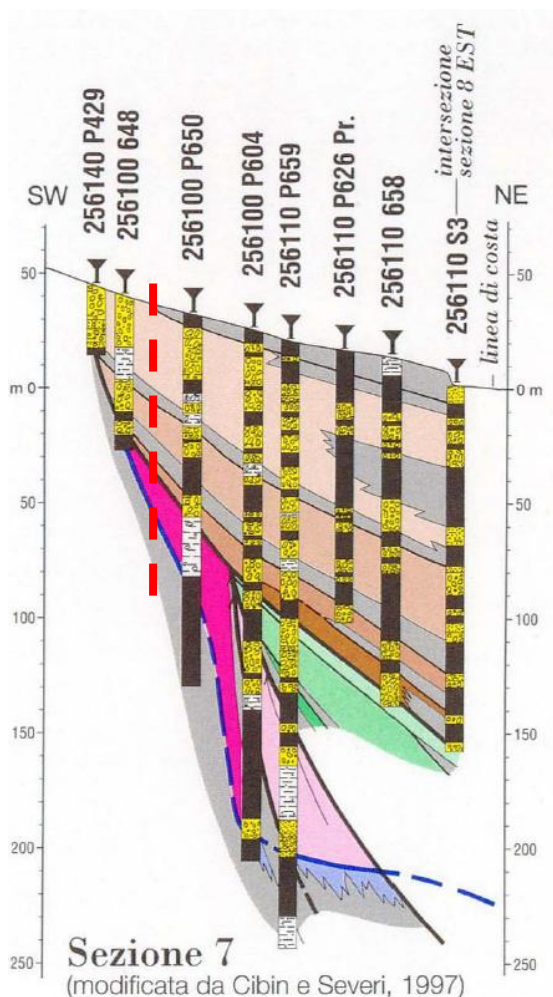


Fig. 4 – Sez. n. 30 – Cartografia geologica Emilia Romagna –Sezioni Geologiche. La sezione è stata tracciata con direzione SO-NE, circa parallelamente al corso del Fiume Marecchia. La linea rossa tratteggiata indica la posizione

dell'area di intervento. Sono stimati mediamente spessori dei depositi alluvionali prossimi ai 60 metri, come verificato da sondaggi ed indagini reperite.

L'apice della conoide, che rappresenta il settore in cui preferenzialmente avviene il trasferimento delle acque dai corpi idrici superficiali a quelli del sottosuolo (Toni e Zaghini, 1998) è posto in corrispondenza della suddetta soglia di naturale ispessimento dell'acquifero (S. Martino dei Mulini, poco a monte della Trasversale Marecchia) mentre l'apice morfologico è posto in corrispondenza della stretta di Ponte Verucchio.

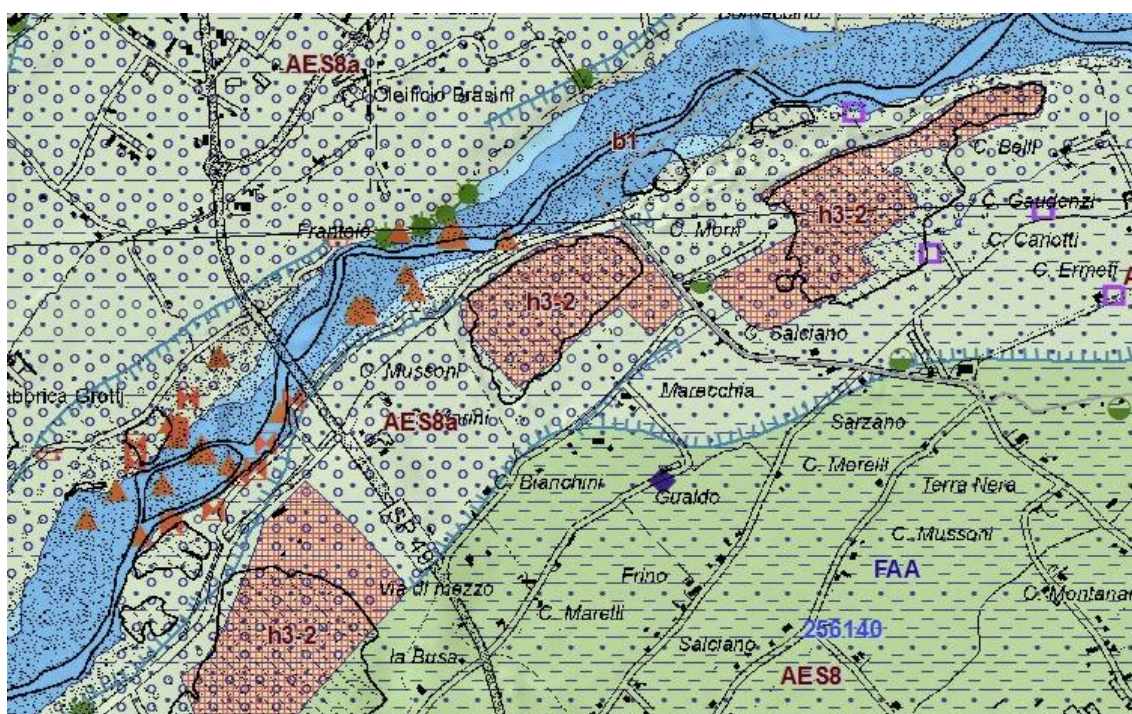


Fig. 5 - Stralcio della carta geologica della Regione Emilia Romagna, elemento 256140 in scala 1:25000

La struttura geologica territoriale, riflette i processi evolutivi della conoide alluvionale del Fiume Marecchia, con litologie e depositi costituiti essenzialmente da termini sedimentologici ascrivibili alle ghiaie, alle sabbie e alle argille e limi.

La geologia territoriale risulta quindi di facile interpretazione essendo l'ambito di indagine, e per un intorno significativo, caratterizzato da pianura alluvionale con depositi in evoluzione per quanto riguarda l'alveo attuale del Fiume Marecchia e depositi terrazzati più o meno antichi per le fasce laterali all'alveo stesso. L'indagine geologica di dettaglio non ha rilevato singolarità degne di nota e si conferma quindi quanto cartografato a scala territoriale nelle mappe del progetto CARG e della regione Emilia-Romagna Servizio Geologico e dei Suoli. Le informazioni riguardanti l'assetto generale a livello locale sono state desunte dagli studi disponibili sempre nella banca dati regionale, in particolare per quanto attiene alla idrogeologia e alla idro-stratigrafia per la fascia di conoide compresa tra Ponte Verucchio e il mare.

Le informazioni generali sul modello stratigrafico territoriale sono state desunte da indagini reperite sia eseguite in sito (perforazione di pozzi e indagini per la caratterizzazione giacimentologica nelle fasi estrattive passate) sia eseguite in prossimità dell'area di intervento dal Servizio Geologico regionale per le attività di caratterizzazione del complesso idro-geologico della conoide del Marecchia.



Le informazioni assunte rappresentano un modello stratigrafico molto sviluppato in profondità con notevoli spessori di successioni alluvionali caratterizzate dal sovrapporsi di vari eventi deposizionali ed erosivi con velocità di trasporto e sedimentazione variabili. Con la profondità tendono ad aumentare il controllo tettonico e strutturale delle forme deposizionali sedimentarie di diretta derivazione appenninica.

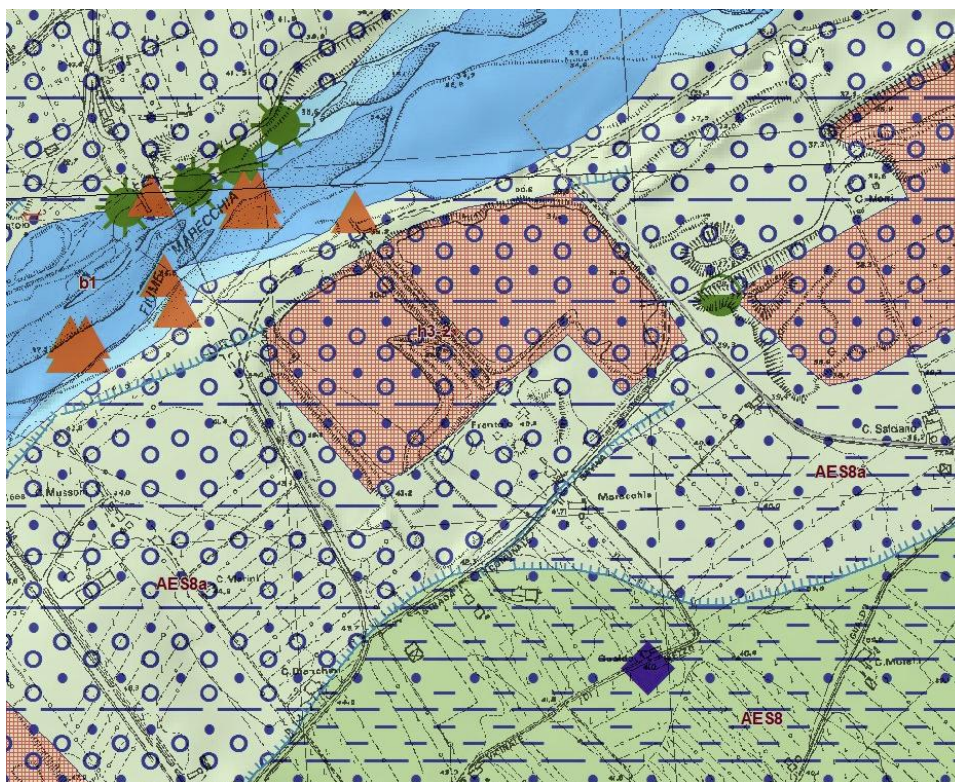


Fig. 6 – dettaglio della tavola precedente alla scala 1:10000. Il retino rosso indica la cava attiva al momento della redazione della CTR (ed. 1993)

I terreni affioranti nel territorio compreso nell'areale considerato, in cui si inserisce l'area oggetto del presente studio, costituiscono una successione stratigrafica definita come segue:

### **Sintema Emiliano Romagnolo Superiore (AES)**

Comprende depositi alluvionali, deltizi, litorali e marini. Nel sottosuolo della pianura è costituito da una successione di cicli trasgressivo - regressivi formati da argille, limi, sabbie e ghiaie di ambiente alluvionale. Sintema parzialmente suddiviso in subsintemi (AES8, AES7 ed AES6) limitati, in affioramento, dalle principali scarpate di terrazzo fluviale e paleosuoli e, nel sottosuolo della pianura, da bruschi contatti fra depositi trasgressivi marino - marginali e palustri su depositi di conoide e di piana alluvionale. I depositi fini di tracimazione fluviale dei terrazzi del margine appenninico non sono differenziati in subsintemi. Nel sottosuolo presso lo sbocco vallivo del F. Marecchia i depositi grossolani di conoide si amalgamano fra loro ed i singoli subsintemi non sono più separabili. (Pleistocene medio – Olocene)

### **Subsintema di Ravenna (AES8)**

Sono costituiti da depositi fluviali intravallivi e di piana alluvionale, di piana di sabbia litorale e, nel settore a mare, di prodelta e transizione alla piattaforma. Nella valle del F. Marecchia i depositi fluviali sono organizzati in 3 ordini di terrazzo con inclinazione media di 5-6 per mille. Limite superiore coincidente con

il piano topografico, dato da suoli variabili da non calcarei a calcarei. I suoli non calcarei e scarsamente calcarei hanno, al tetto, colore bruno scuro e bruno scuro giallastro (10YR, 2,5Y), spessore dell'orizzonte decarbonatato da 0,3 ad 1 m e contengono reperti archeologici di età dal Neolitico al Romano. I suoli calcarei appartengono all'unità AES8a. Limite inferiore coincidente, in affioramento, con una superficie di erosione fluviale o con il contatto delle tracimazioni fluviali sul suolo non calcareo al tetto di AES7. Subsistema contenente un'unità di rango gerarchico inferiore (AES8a) che, dove presente, ne costituisce il tetto stratigrafico. Spessore massimo di 20-25 metri.

*(Pleistocene superiore – Olocene).*

#### **Unità di Modena (AES8a)**

Sono costituiti da ghiaie, sabbie, limi ed argille di canale fluviale, argine e piana inondabile; sabbie e ghiaie di cordone litorale e di barra di foce; argille e limi di prodelta e di transizione alla piattaforma. Limite superiore sempre affiorante e coincidente con il piano topografico dato da un suolo calcareo di colore bruno olivastro e bruno grigiastro (2,5Y) al tetto, privo di reperti archeologici romani, o più antichi, non rimaneggiati e caratterizzato da una buona preservazione delle forme deposizionali originarie (es. argini e bacini interfluviali). Limite inferiore dato da una superficie di erosione fluviale nelle aree intravallive e dal contatto delle tracimazioni fluviali sul suolo non calcareo (o scarsamente calcareo) di epoca romana (o più antica) nelle aree di pianura.

Include, concettualmente, i depositi fluviali in evoluzione b1 che però, in accordo con la tradizione della cartografia geologica preesistente, sono stati cartografati separatamente. Spessore massimo 3-4 metri. Confinano con i depositi alluvionali in evoluzione (b1) e si trovano lungo i margini fluviali.

*(Olocene)*

## **4 – CARATTERISTICHE IDROLOGICHE E IDROGEOLOGICHE**

L'area di intervento, si imposta su di una Fascia ad Alta Vulnerabilità Idrologica come definita dall'art. 9 mod. delle Norme del Piano stralcio di bacino Assetto Idrogeologico dei Fiumi Marecchia e Conca che corrisponde alla fascia ARA individua nel PTCP della Provincia di Rimini, la quale è caratterizzata da territori costituiti da depositi alluvionali grossolani idrogeologicamente connessi con l'alveo, all'interno dei quali sono consentiti la conservazione e il ripristino delle caratteristiche idromorfologiche ed idrogeologiche nonché il mantenimento e l'ampliamento degli spazi naturali. Tale fascia lambisce immediatamente più a valle, l'alveo del Fiume Marecchia, definito e tutelato dall'art. 8 delle suddette norme. L'area di intervento risulta completamente esterna all'alveo cartografato ed esterna alla fascia esondabile con tempi di ritorno 200 anni.

I caratteri idrografici sono di netta derivazione antropica per l'intera estensione della pianura alluvionale; le forme naturali di scoli, canali e fossi sono state nel tempo modificate, sia per il governo dei fondi agricoli e le pratiche colturali, sia per costituire un maggiore e più funzionale drenaggio delle acque di superficie, sia per le successive e prolungate attività di estrazione di materiali lapidei che hanno profondamente modificato i tratti fisiografici naturali del paesaggio.

Le direttrici di deflusso delle acque superficiali sono orientate in funzione della rete di scolo presente e delle quote assolute del piano campagna. Le modificazioni antropiche hanno alterato gli assetti originari naturali, comportando una linea di deflusso preferenziale verso i fossi di maggior dimensioni e da questi allo scolo consortile destra Marecchia fossa dei Mulini, che borda il lago Azzurro sul margine nord, in prossimità della pista ciclabile.

I collettori minori nel tempo sono stati fatti confluire o sono confluiti naturalmente nello stesso lago Azzurro o sono diretti verso depressioni di ex cava, come l'ampia zona ribassata ad est dell'impianto dismesso, sovente allagata, soprattutto durante piogge intense.

Gli interventi previsti nella stessa area, così come prospettati, garantiranno il mantenimento delle condizioni di naturalità dei luoghi attraverso la diminuzione delle superfici antropizzate e un conseguente miglioramento delle condizioni di naturale deflusso e infiltrazione delle acque meteoriche verso l'acquifero, con la contestuale risoluzione delle difficoltà di drenaggio in direzione sia ipogea, sia dell'alveo fluviale.

La caratterizzazione idrogeologica locale è stata desunta da dati, sezioni e stratigrafie disponibili nelle banche dati regionali e provinciali. In particolare sono state reperite le stratigrafie di sondaggi e perforazioni eseguite in sito e nelle immediate vicinanze, dati su pozzi della rete piezometrica provinciale e sezioni geologiche del Servizio Geologico Regionale.

La sezione idro-stratigrafica n. 30 lambisce l'ambito di progetto sul vertice costituito dal sondaggio P650; si evidenzia una fascia superficiale costituita da argille e limi frammisti a frazione ghiaiosa minoritaria che intercettano acque di diretta infiltrazione dal piano campagna. Il livello idrico (acquifero a0) è effimero ed incostante e le acque risultano particolarmente soggette a concentrazioni di inquinanti (primi 3 – 4 metri della stratigrafia). In profondità il livello idrico si attesta all'incirca tra i 16 e 20 metri (acquifero a1) con serbatoio con spessori variabili tra i 30 e i 40 metri.

L'acquifero più superficiale a0 ha escursioni stagionali molto accentuate dal diretto rapporto con la frequenza e la quantità delle precipitazioni; l'intenso sfruttamento per esigenze agricole locali influisce, infine, in maniera importante sulla circolazione idrica. Come già evidenziato nel presente studio (cfr. seguente paragrafo 4.5), la presenza di termini argilloso-limosi nei primi metri del piano campagna e il conseguente sviluppo di suoli ad elevata componente argillosa limitano l'infiltrazione rapida in profondità delle acque meteoriche con conseguente sviluppo di ristagni e piccoli impaludamenti.

Dove maggiormente si operato nell'asportazione dei primi metri di copertura alluvionale (passata attività estrattiva) l'infiltrazione efficace risulta più rapida, anche se l'alternanza di livelli argillosi e limosi nel primo sottosuolo ne rallenta la filtrazione verso l'acquifero.

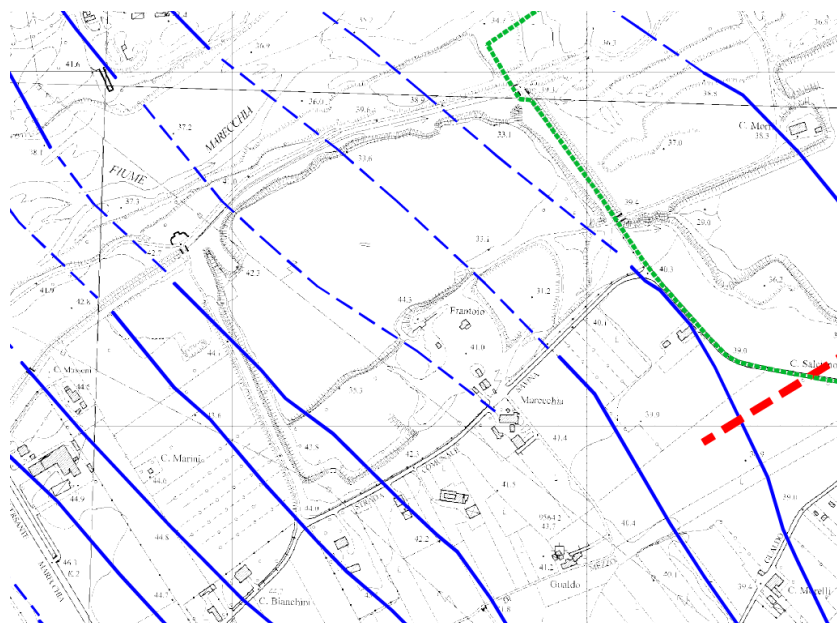


Fig. 7 – carta delle isofreatiche del PSC (Zaghini 2006). Il lago azzurro è ricompreso tra le isofreatiche 34 a monte e 31 a valle, con tendenziale linea di deflusso in direzione Est parallela al fiume Marecchia. Rispetto al p.c. il piano di deflusso (primo acquifero) è collocato all'incirca 10/11 metri in profondità in corrispondenza di un livello argilloso limoso più consistente.

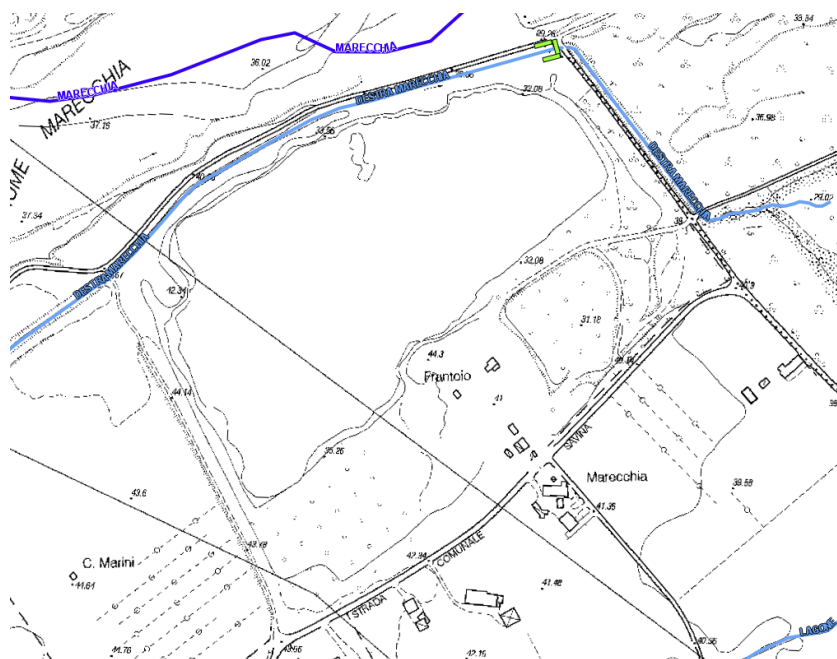


Fig. 8 – scoli consortili presenti in zona (da webgis CBR). In verde l'opera di regolazione idraulica (irrigua).

## 5 – CARATTERI GEOMORFOLOGICI

L'area si sviluppa integralmente sulla pianura alluvionale che fiancheggia l'alveo del Fiume Marecchia. Tali forme, dotate di ampiezza trasversale molto variabile, si sviluppano con generalizzata continuità a fianco dell'alveo fluviale, uniformandosi alla pianura alluvionale circostante. Sono altresì individuabili alcuni gradini morfologici retaggio di orli di paleo-terrazzi, margini d'alveo e paleo-argini; le pratiche agricole e l'intensa urbanizzazione della pianura del Fiume Marecchia, oltre alle pratiche estrattive passate, hanno reso molto difficile una precisa mappatura dei caratteri morfologici citati.

Anche la cartografia regionale riporta limiti e contatti di tipo incerto tra le diverse successioni alluvionali, contatti che, oltre ad essere di tipo geologico e stratigrafico, sono a volte anche di tipo geomorfologico. Ad esempio le frequenti interdigitazioni di depositi ghiaioso-sabbiosi con depositi più limosi e argillosi a chiusura di barre fluviali o di depositi laterali all'alveo stesso.

L'ausilio della fotointerpretazione geologica ha permesso una migliore descrizione delle forme territoriali presenti in particolare per quanto attiene ai lineamenti residuali di paleo-argini e orli e margini.

La conoide del Fiume Marecchia, inoltre, è suddivisa in numerosi sottobacini; ne deriva quindi la definizione di *conoide complessa*, cioè non regolata esclusivamente da un corpo idrico principale ma da numerose linee di deflusso e da altrettante sub-conoidi minori. Ciò incide fortemente sulle direttrici di deflusso delle acque superficiali come nell'area oggetto del presente studio. Infatti è individuabile, lungo la direttrice est-ovest coincidente con la via Savina, una linea di spartiacque probabilmente residuale di un paleo-argine; il deflusso delle acque superficiali ad est della via Savina è diretto parallelamente al fiume Marecchia, in direzione del rio Mavone. Ciò è evidente nel reticolo dei fossi di scolo agricolo ad est della via Savina tutti diretti verso NE e verso SE.

La zona, nonostante manifesti nel complesso configurazione morfologica pianeggiante, per effetto dell'intercalare di bacini per la decantazione dei fanghi di lavaggio degli inerti lavorati nella zona piazzale, da ambiti di ex-cava con locali innalzamenti e abbassamenti di quota (arginature e depositi di materiali di scarto di lavorazione), è in realtà caratterizzata da profili topografici apprezzabilmente articolati. Intervengono, infatti, zone reciprocamente scalate da qualche metro a 3-5 metri (al fondo dei laghi e delle depressioni presenti).

I caratteri geomorfologici locali sono improntati a notevole affidabilità statica. Tale presupposto, è soddisfatto dai favorevoli assetti morfologici della pianura privi di gradienti e per le buone proprietà geomeccaniche dei materiali alluvionali. Inoltre, l'intero ambito, dove è posta l'area di progetto, è preservato da potenziale inondabilità anche rispetto a eventi di piena con tempi di ritorno di 200 anni. Conferme in proposito sono espresse nelle tavole di sintesi del PAI approvato dall'Autorità di Bacino Interregionale Marecchia – Conca, anche nella recente variante anno 2016. Le fasce esondabili coincidono con il limite dell'alveo del Fiume Marecchia, al confine Nord dell'area di intervento in terreni demaniali.

Il limitare dell'area in direzione dell'alveo del Fiume Marecchia, in ambito demaniale, è caratterizzato dalla presenza di una scarpata/orlo di terrazzo, che degrada in direzione dell'asse fluviale con altezze di pochi metri e coincidente con il margine dell'alveo attuale; tale limite è di origine prevalentemente erosiva.

La scarpata attuale, al margine dell'alveo fluviale, è interessata in alcuni punti da erosione di sponda in corrispondenza di divagazioni laterali del corso principale del Fiume Marecchia, su terreni demaniali al di fuori dell'ambito di intervento;

In generale quindi le forme del paesaggio sono sintetizzabili nella definizione di pianura alluvionale con segni di spostamento degli alvei e paleo-argini e paleo-scarpate con evidenti modificazioni antropiche operate nelle attività agricole ed estrattive dismesse.

Il progetto regionale *Trame Verdi: riqualificazione ecologica e tutela attiva dei paesaggi locali*, ha interessato marginalmente anche la porzione di territorio oggetto del presente intervento. Il documento di sintesi del progetto presenta alcune considerazioni sul grado di tutela del paesaggio ed individua alcune azioni per una riqualificazione funzionale che risolva al contempo le diverse situazioni di degrado presenti. In particolare, in riferimento all'unità di paesaggio individuata come Paesaggio del Fiume Marecchia unità 3.1, sono evidenziate le principali incongruenze fra le quali la presenza di impianti di lavorazione degli inerti abbandonati e aree ex-estrattive non recuperate e soggette a degrado sia ambientale sia urbano.

Gli interventi proposti nel presente progetto rappresentano quindi uno scenario di recupero ambientale dell'area coniugando, scelta auspicata anche dallo studio citato, la dimensione sociale, economica ed ecologica nello sviluppo sostenibile del territorio e perseguendo finalità già espresse anche dalla Regione Emilia-Romagna.



*Foto 1 – margine orientale del piazzale di lavorazione. Sullo sfondo il lago Azzurro.*



*Foto 2 – porzione orientale del lago Azzurro. L’invaso in questa posizione presenta una quota di fondo minore; le due porzioni di invaso, caratterizzate da profondità diverse, sono delimitate, all’incirca a centro lago, da un cordone ghiaioso residuale della passata attività estrattiva (visibile nella foto) che spesso, con basso livello idrico, tende ad affiorare.*



*Foto 3 – porzione orientale del lago Azzurro.*



*Foto 4 – scarpata che delimita la zona piazzale di lavorazione al margine nord.*



*Foto 5 – porzione occidentale del lago con quote di fondo maggiori.*





*Foto 6 – panoramica da ovest lungo la via Savina.*



*Foto 7 – attuale punto di accesso all'area. Panoramica della zona ex impianto di lavorazione dismesso (sullo sfondo).*

## 6 – CARATTERISTICHE DEI SUOLI

La caratterizzazione pedologica locale risulta importante per le finalità espresse dagli interventi di riqualificazione ambientale.

Le informazioni relative ai caratteri pedologici sono state desunte dalla banca dati regionale e dalla cartografia tematica relativa alla mappatura e alla caratterizzazione dei suoli.

Il profilo pedologico, per l'area di intervento, è ascrivibile all'associazione di suoli Santa Giustina-Marecchia, che possiedono le caratteristiche elencate nelle tabelle seguenti.

Le ampie porzioni oggetto di escavazione hanno tuttavia, all'interno dell'area di intervento, portato ad affioramento il primo sottosuolo ghiaioso e ciottoloso.

Di seguito si riportano le schede analitiche relative alla delineazione pedologica cartografata in sito per i suoli più rappresentativi.



Fig. 9 – carta pedologica regionale. In zona è cartografata la delineazione 12531.

**PUA Scheda 30 POC1 – Ambito AVN San Martino dei Mulini via Savina – via Calatoio Savina**

**Suolo**

| Archivio | Suolo               | Nome del Suolo |
|----------|---------------------|----------------|
| F5008    | <a href="#">SGI</a> | SANTA GIUSTINA |

**Descrizione introduttiva**

I suoli SANTA GIUSTINA sono molto profondi, molto o fortemente calcarei, moderatamente alcalini, a tessitura da media a moderatamente fine. E' presente ghiaia non alterata a partire da due metri circa di profondità. Il substrato è costituito prevalentemente da ghiaie e sabbie. I suoli SANTA GIUSTINA sono in aree di conoide o in superfici terrazzate recentemente abbandonate ed incise dai fiumi appenninici ed in zone di pianura pedecollinare interessate di recente da rotte fluviali di modesta entità. In queste terre la pendenza è tipicamente dello 0.5-0.8%, ma nelle valli strette, in posizione di terrazzo fluviale, possono essere presenti ondulazioni con pendenze fino al 5%. La densità di urbanizzazione è elevata. L'uso agricolo del suolo è a seminativo semplice, prato, frutteto e vigneto.

**Profilo rappresentativo**

| Data aggiornamento | Profilo Rappresentativo    | N° profili | Grado Fiducia |
|--------------------|----------------------------|------------|---------------|
| 02/10/2014         | <a href="#">A5015P0008</a> | 4          | Medio         |

**Classificazioni**

| Soil Taxonomy  | W.R.B                              | Legenda F.A.O. |
|--|------------------------------------|----------------|
| (2010) Fluventic Haploxerepts loamy, mixed, superactive, thermic | (2007) Fluvis Cambisols (Calcaric) |                |

**Orizzonti genetici del suolo (caratteri modali)**

| N° | OrizGen | ProfLimSup | Spes | Arg  | Sab  | %Schel | S.O. | CalcTot | pH  | Ksat   | BD   | Concentrazioni | %Conc | Qualità |
|----|---------|------------|------|------|------|--------|------|---------|-----|--------|------|----------------|-------|---------|
| 1  | Ap      | 0          | 50   | 30,0 | 24,0 | 0      | 2,0  | 28,0    | 8,0 | 0,068  | 1,48 |                | 0     | alta    |
| 2  | Bw      | 50         | 50   | 32,0 | 25,0 | 0      | 1,0  | 30,0    | 8,1 | 0,013  | 1,64 |                |       | media   |
| 3  | BC o C  | 90         | 90   | 26,0 | 25,0 | 0      | 0,8  | 35,0    | 8,3 | 0,082  | 1,51 |                |       | bassa   |
| 4  | 2C      | 180        |      | 5,0  | 80,0 | 2      | 0,3  |         |     | 18,153 | 1,41 |                |       | bassa   |

**Suolo**

| Archivio | Suolo                | Nome del Suolo             |
|----------|----------------------|----------------------------|
| F5008    | <a href="#">MRC1</a> | MARECCHIA franco argillosi |

**Descrizione introduttiva**

I suoli MARECCHIA franco argillosi sono molto profondi, a tessitura da media a moderatamente fine. Sono molto o fortemente calcarei e moderatamente alcalini in superficie, da fortemente a estremamente calcarei e da moderatamente a fortemente alcalini in profondità. E' presente ghiaia non alterata fra 70 e 130 cm di profondità. Il substrato è costituito da alluvioni ghiaiose a tessitura da media a grossolana. I suoli MARECCHIA franco argillosi sono in superfici terrazzate recentemente abbandonate ed incise dai fiumi appenninici. In queste terre la pendenza varia da 0,5 a 1%. L'uso del suolo è a seminativo semplice, frutteti e vigneti. Opere atte a regolare il deflusso delle acque non sono in genere necessarie.

**Profilo rappresentativo**

| Data aggiornamento | Profilo Rappresentativo    | N° profili | Grado Fiducia |
|--------------------|----------------------------|------------|---------------|
| 11/03/2012         | <a href="#">A5015P0105</a> | 3          | Basso         |

**Classificazioni**

| Soil Taxonomy  | W.R.B                              | Legenda F.A.O. |
|--|------------------------------------|----------------|
| (2010) Fluventic Haploxerepts loamy, mixed, superactive, thermic | (2007) Fluvis Cambisols (Calcaric) |                |

**Orizzonti genetici del suolo (caratteri modali)**

| N° | OrizGen  | ProfLimSup | Spes | Arg  | Sab  | %Schel | S.O. | CalcTot | pH  | Ksat  | BD   | Concentrazioni | %Conc | Qualità |
|----|----------|------------|------|------|------|--------|------|---------|-----|-------|------|----------------|-------|---------|
| 1  | Ap       | 0          | 50   | 30,0 | 23,0 | 0      | 1,9  | 27,0    | 8,0 | 0,07  | 1,47 |                | 0     | media   |
| 2  | Bw o Ap2 | 50         | 40   | 27,0 | 30,0 | 0      | 0,8  | 27,0    | 8,0 | 0,042 | 1,62 |                |       | bassa   |
| 3  | C o CB   | 80         | 20   | 10,0 | 35,0 | 5      | 0,6  | 34,0    | 8,0 | 0,378 | 1,53 |                |       | bassa   |
| 4  | 2C       | 100        |      | 8,0  | 84,0 | 60     | 0,2  | 60,0    |     |       |      |                |       | bassa   |

| DELINEAZIONE N. 12531, SUOLO: SGI |         |                    |          |        |        |                |        |         |          |        |        |                         |      |         | METADATI |        |        |           |                 |           |        |           |       |
|-----------------------------------|---------|--------------------|----------|--------|--------|----------------|--------|---------|----------|--------|--------|-------------------------|------|---------|----------|--------|--------|-----------|-----------------|-----------|--------|-----------|-------|
| SITO                              | N. oriz | ORIZZONTI DEL SITO |          |        |        |                |        |         | ANALISI  |        |        |                         |      |         |          |        |        |           |                 |           |        |           |       |
|                                   |         | Orizzonte genetico |          |        |        | Prof.orizzonte |        |         | Campione |        |        | Analisi chimico-fisiche |      |         |          |        |        |           | Analisi fisiche |           |        |           |       |
|                                   |         | Discont            | Orizmast | Sufalf | Sufnum | min cm         | max cm | Schel,% | N.camp   | min cm | max cm | Sabbia                  | Limo | Argilla | Classe   | pH-H2O | C.org. | Sost.org. | Calc.Tot.       | Calc.Att. | C.S.C. | Dens.App. | KSat  |
| 30510                             | 1       |                    | A        | p      |        | 0              | 50     | 1       | 1        | 0      | 50     | 34                      | 40   | 26      | F        | 7,7    | 0,93   | 1,6       | 37              | 8         |        | 1,51      | 0,161 |
| 30510                             | 2       |                    | B        | w      |        | 50             | 90     | 1       | 1        | 50     | 90     | 36                      | 39   | 25      | F        | 7,7    | 0,87   | 1,5       | 20              | 8         |        | 1,66      | 0,061 |
| 30510                             | 3       |                    | BC       |        |        | 90             | 120    | 0       | 1        | 90     | 120    | 22                      | 47   | 31      | FA       | 7,8    | 0,64   | 1,1       | 31              | 10        |        | 1,69      | 0,007 |
| 30510                             | 4       |                    | C        |        | 1      | 120            | 150    | 0       | 1        | 120    | 150    | 46                      | 35   | 19      | F        | 7,9    | 0,35   | 0,6       | 42              | 6         |        | 1,51      | 0,638 |

7 - INDAGINI GEOGNOSTICHE

Come già riportato in premessa, per la verifica dell'assetto stratigrafico e alla caratterizzazione geotecnica dei terreni interessati dalle opere previste e delle tensioni trasmesse da queste nel sottosuolo entro il volume significativo si è fatto riferimento a indagini pregresse con particolare riferimento a sondaggi disponibili nel DB regionale, in aree direttamente contermini nelle stesse condizioni geologiche. Inoltre per la caratterizzazione stratigrafica ci si è riferiti ad un sondaggio a carotaggio continuo realizzato per il PAE 2000 Santarcangelo, in prossimità dell'impianto di lavorazione inerti (ora dismesso).

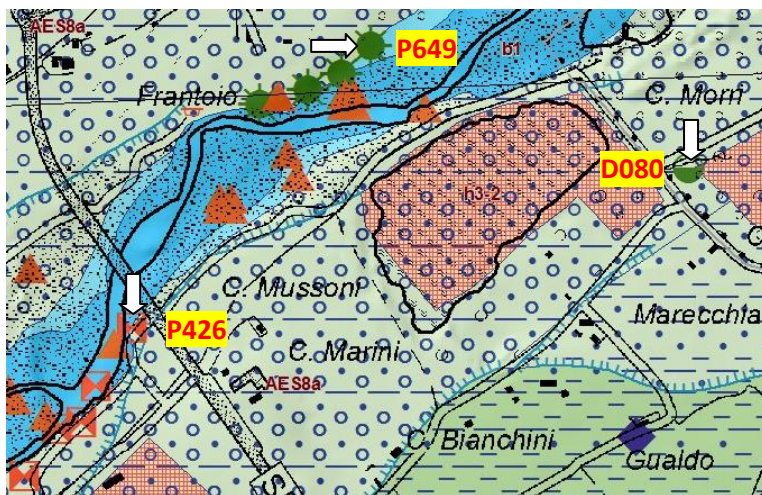


Fig. 10 – ubicazione indagini reperite

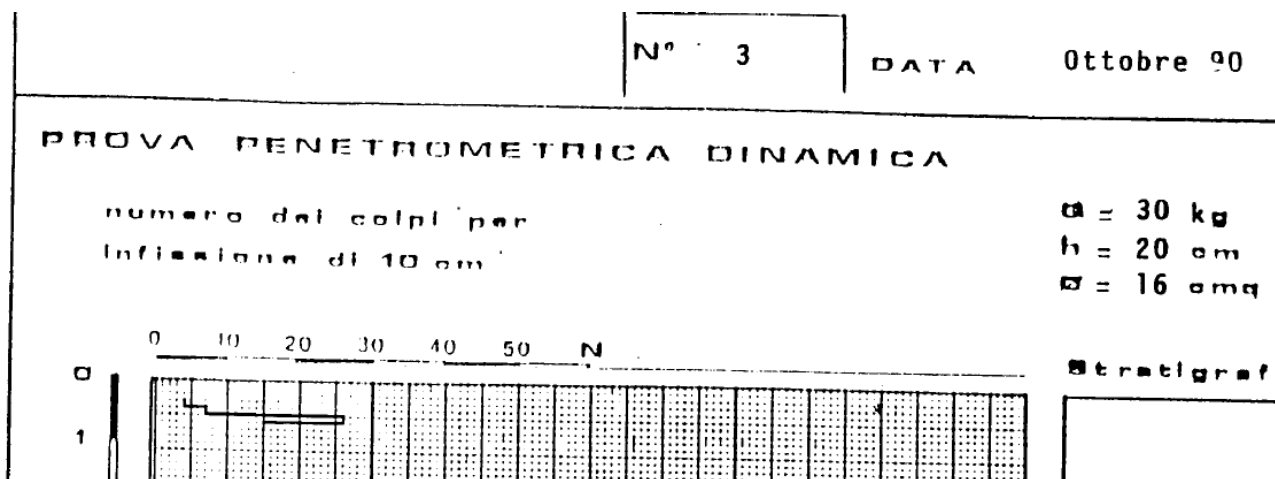


Fig. 11 – log della prova dinamica D080. L'orizzonte ghiaioso è stato intercettato a circa 70 cm dal p.c.

| Quote<br>s.l.m. | Profondità<br>in mt. | Colonna<br>stratigrafica | Descrizione del terreno                          | liv. stat. | liv. din. | Note |
|-----------------|----------------------|--------------------------|--|------------|-----------|------|
|                 | 2,80                 |                          | Terreno di riporto                               |            |           |      |
| 5               |                      |                          | Ghiaia con argilla molto sabbiosa e ciottoli     |            |           |      |
| 10              |                      |                          | Ghiaia con argilla molto sabbiosa e ciottoli     |            |           |      |
|                 | 13,90                |                          | Argilla giallastra molto sabbiosa con ghiaia     |            |           |      |
| 15              |                      |                          | Argilla giallastra molto sabbiosa con ghiaia     |            |           |      |
| 20              |                      |                          | Argilla giallastra molto sabbiosa con ghiaia     |            |           |      |
|                 | 24,00                |                          | Ghiaia con argilla molto sabbiosa e ciottoli     |            |           |      |
| 25              |                      |                          | Ghiaia con argilla molto sabbiosa e ciottoli     |            |           |      |
| 30              |                      |                          | Ghiaia con argilla molto sabbiosa e ciottoli     |            |           |      |
|                 | 35,00                |                          | Argilla grigio chiaro limosa plastica            |            |           |      |
| 35              |                      |                          | Argilla grigio chiaro limosa plastica            |            |           |      |
|                 | 38,20                |                          | Ghiaia con argilla giallastra e qualche ciottolo |            |           |      |
| 40              |                      |                          | Ghiaia con argilla giallastra e qualche ciottolo |            |           |      |
| 45              |                      |                          | Ghiaia con argilla giallastra e qualche ciottolo |            |           |      |
|                 | 49,30                |                          | Argilla grigia con ghiaia e sabbia fine          |            |           |      |
| 50              |                      |                          | Argilla grigia con ghiaia e sabbia fine          |            |           |      |
| 55              |                      |                          | Argilla grigia con ghiaia e sabbia fine          |            |           |      |
|                 | 60,25                |                          | Argilla grigia compatta in parte marnosa.        |            |           |      |
| 60              |                      |                          | Argilla grigia compatta in parte marnosa.        |            |           |      |
| 65              | 66,50                |                          | Argilla grigia compatta in parte marnosa.        |            |           |      |

Fig. 12 –Stralcio stratigrafia del Sondaggio P649 (per pozzo). Si evidenzi il livello argilloso a quota 14 m circa che segna l’orizzonte di scorrimento del primo acquifero.

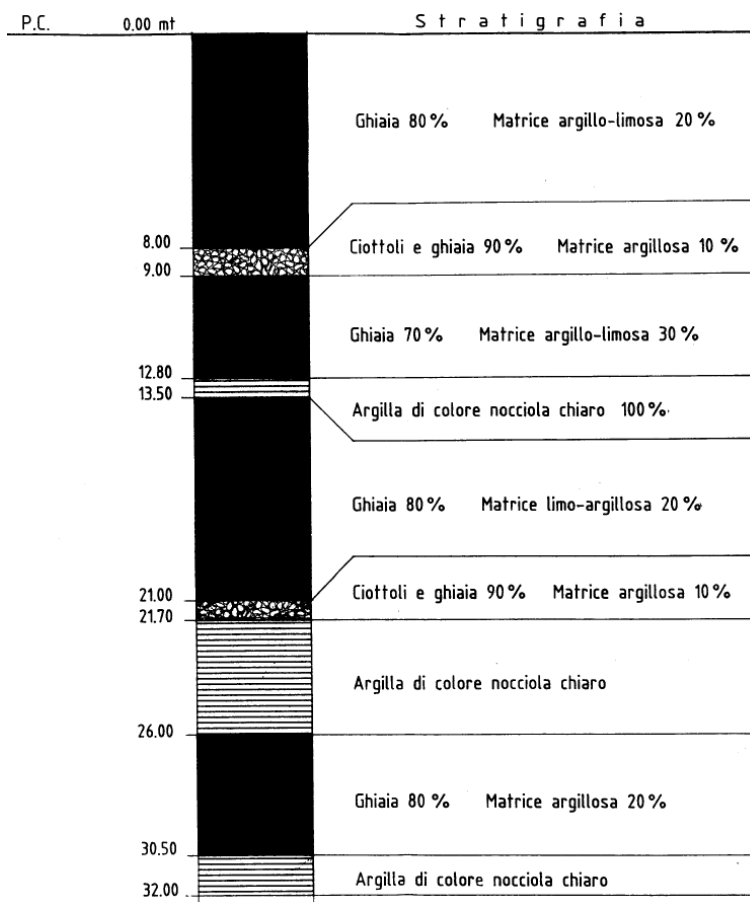


Fig. 13 – stratigrafia del sondaggio P426 ubicato in prossimità del ponte sul Marecchia.

## 8 – LITOSTRATIGRAFIA

I dati litostratigrafici, sono stati definiti in base alle indagini geognostiche reperite. Dai risultati scaturiti dalla suddetta analisi è stato possibile definire il seguente quadro stratigrafico locale:

|                          |                    |  |
|--------------------------|--------------------|--|
| da 0,0 (p.c.) a 0.70     | <b>Orizzonte 1</b> | <b>Orizzonte superficiale suolo agrario e orizzonte superficiale coltre detritica decompressa a litologia prevalentemente sabbioso - ghiaiosa (ove presente e non rimosso)</b> |
| da -0.70 a -13,5 m circa | <b>Orizzonte 2</b> | <b>Orizzonte alluvionale ghiaioso in matrice limoso sabbiosa</b>   |

L'areale dell'ex impianto di lavorazione dismesso presenta condizioni di assenza pressochè totale di suolo, ad esclusione di limitate porzioni nelle quali questo si è in parte ricostituito a seguito dell'abbandono

dell'area. In tale area è quindi affiorante l'orizzonte 2 del modello, con zone nelle quali sono presenti anche materiali di riporto.

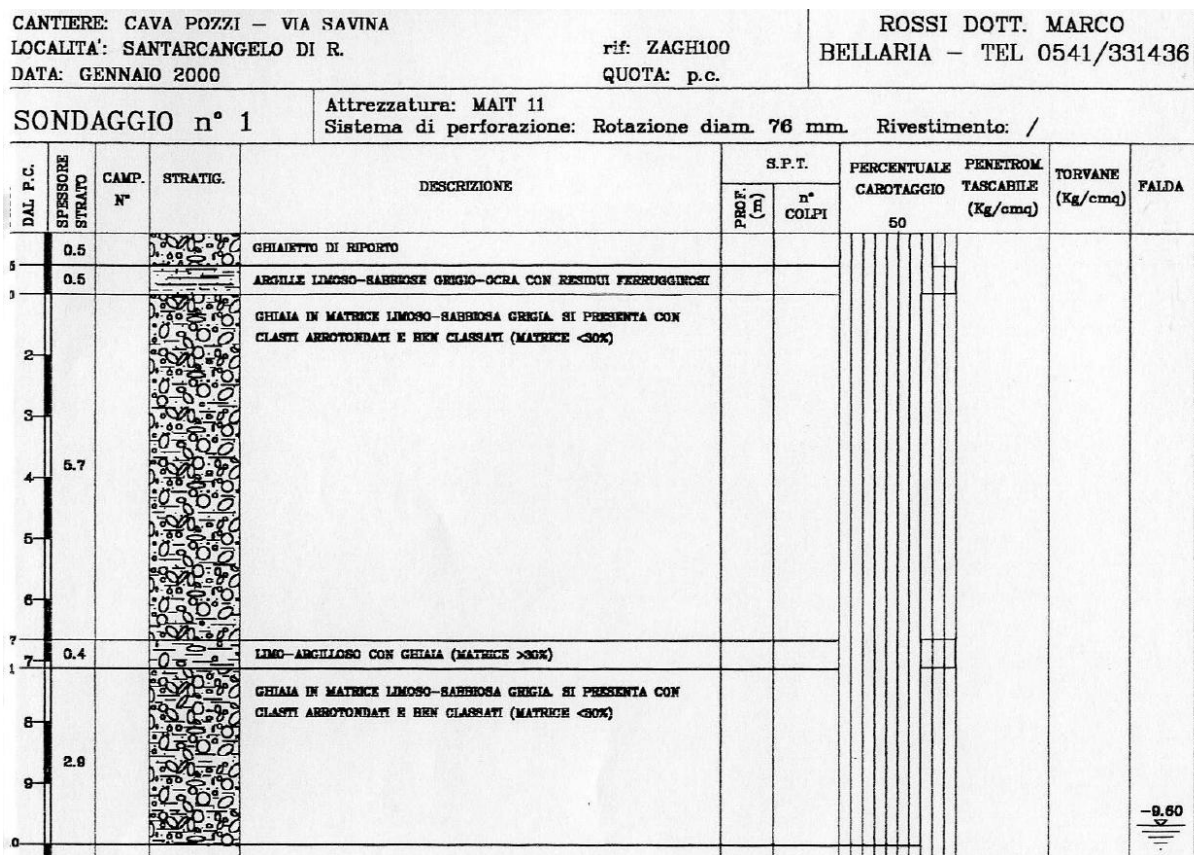


Fig. 14 – stratigrafia del sondaggio eseguito per il PAE 2000 in prossimità dell'impianto di lavorazione inerti. Si evidenzia la presenza di circa 1 metro di spessore di riporti direttamente poggianti sul primo sottosuolo alluvionale ghiaioso-ciottoloso. La falda è attestata a circa 10 metri dal p.c.

**9 –PARAMETRI FISICO – MECCANICI DEI TERRENI**

I parametri fisico-meccanici per i terreni indagati, riferibili ai diversi orizzonti litostratigrafici, sono stati definiti sia in base ad indagini in situ, sia mediante correlazioni empiriche note in letteratura e da dati bibliografici acquisiti in precedenti studi eseguiti in terreni analoghi. L’elaborazione dei dati penetrometrici (SPT) che esprimono la resistenza opposta dai terreni alla resistenza dinamica del sistema strumentale di infissione, accredita la possibilità di attribuire ai materiali investigati i seguenti parametri geotecnici nelle condizioni più sfavorevoli.

Per quanto riguarda le correlazioni eseguite si è fatto riferimento alla seguenti relazioni:

**Angolo di resistenza al taglio**

Shioi-Fukuni 1982 (JAPANESE NATIONALE RAILWAY - Angolo di attrito valido per sabbie medie e grossolane fino a ghiaiose ma utilizzabile in tutti i tipi di suolo

$$\phi' = 0.3N_{spt} + 27$$

**Coesione non drenata Cu**

TERZAGHI & PECK: questa correlazione è valida solo per le argille di media plasticità. La coesione non drenata è calcolata in funzione del numero di colpi NSPT ed è espressa in kg/cm<sup>2</sup>.

$$c_u = 0.067 \cdot N_{SPT}$$

**Modulo di deformazione edometrico**

MEZEMBACH & MALCEV: questa correlazione è valida per le sabbie in genere. La correlazione calcola la coesione non drenata senza considerare l’influenza della pressione efficace, portando così ad una diminuzione del valore di M con la profondità. La coesione non drenata è valutata in funzione del numero di colpi NSPT ed è espressa in kg/cm<sup>2</sup>

|                            |     |                 |
|----------------------------|-----|-----------------|
| $E_d = 3.54 + 38 N_{spt}$  | per | sabbia fine     |
| $E_d = 4.46 + 38 N_{spt}$  | per | sabbia media    |
| $E_d = 10.46 + 38 N_{spt}$ | per | sabbia e ghiaia |
| $E_d = 11.84 + 38 N_{spt}$ | per | sabbia ghiaiosa |

Buisman-Sanglerat , correlazione valida per sabbia e sabbia argillosa

$$E_d = 8 N_{spt} \text{ per sabbie argillose}$$



**Peso di volume**

| Nspt -> Y (PESO DI VOLUME) (Terreni coesivi)  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Ysat[t/m³]= peso di volume saturo Yd[t/m³]= peso di volume secco W = umidità % e = indice vuoti |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| TERRENI GRANULARI (Terzaghi-Peck 1948/1967) [e,max = 1 e,min = 1/3 G = 2.65]                    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Nspt  | Ysat | Yd   | Nspt | Ysat | Yd   | Nspt | Ysat | Yd   | Nspt | Ysat | Yd   |
| 0   | 1,83 | 1,33 | 25   | 2,02 | 1,64 | 50   | 2,15 | 1,85 | 75   | 2,20 | 1,93 |
| 5   | 1,88 | 1,41 | 30   | 2,05 | 1,69 | 55   | 2,16 | 1,87 | 80   | 2,21 | 1,95 |
| 10  | 1,93 | 1,50 | 35   | 2,08 | 1,73 | 60   | 2,17 | 1,88 | 85   | 2,23 | 1,97 |
| 15  | 1,96 | 1,54 | 40   | 2,10 | 1,77 | 65   | 2,18 | 1,90 | 90   | 2,24 | 1,99 |
| 20  | 1,99 | 1,59 | 45   | 2,13 | 1,81 | 70   | 2,19 | 1,92 | 95   | 2,24 | 1,99 |

Tali valori possono essere intesi quali parametri caratteristici poiché nel caso di opere che coinvolgono modesti volumi di terreno a essere sollecitate sono piccole porzioni di terreno in cui prevalgono le resistenze locali. Si parla, quindi, di RESISTENZE NON COMPENSATE e il valore caratteristico andrà selezionato prendendo come riferimento un valore prossimo al minimo misurato.

Oltre alle correlazioni sopraindicate, data la litologia degli orizzonti indagati, per la caratterizzazione geomeccanica dei terreni ci si è avvalsi anche della comparazione mediante tabelle note in letteratura, riportate di seguito.

VALORI INDICATIVI DELLE LITOLOGIE PIU' RICORRENTI

| COEFFICIENTE DI POISSON |            | PERMEABILITA'   |                         | PESI DELL' UNITA' DI VOLUME                |                    |
|-------------------------|------------|---|-------------------------|--|--------------------|
|                         |            | <i>Valori orientativi del coeff. di conducibilità idraulica</i> |                         | <i>Rif.: GEOTECNICA Renato LANCELLOTTA</i> |                    |
| Natura del terreno      | $\mu$      | Natura del terreno  | k [cm/s]                | Natura del terreno                         | $\gamma$ [daN/cm³] |
| argilla satura          | 0.4 ~ 0.5  | Ghiaia pulita   | 1 ~ 100                 | <b>Ghiaia:</b>                             |                    |
| argilla non satura      | 0.1 ~ 0.3  | Sabbia pulita, sabbia e ghiaia                                  | 0.001 ~ 1               | secco                                      | 0.0014 ~ 0.0021    |
| argilla sabbiosa        | 0.2 ~ 0.3  | Sabbia molto fine   | 0.0001 ~ 0.01           | saturo                                     | 0.0018 ~ 0.0023    |
| limo                    | 0.3 ~ 0.35 | Limo  | 0.000001 ~ 0.0001       | <b>Sabbia:</b>                             |                    |
| sabbia                  | 0.1 ~ 1.0  | Argilla omogenea al di sotto della falda                        | 0.000000001 ~ 0.0000001 | secco                                      | 0.0013 ~ 0.0018    |
| sabbia ghiaiosa         | 0.3 ~ 0.4  | Argilla sovra consolidata fessurata                             | 0.000001 ~ 0.01         | saturo                                     | 0.0016 ~ 0.0021    |
| roccia                  | 0.1 ~ 0.4  | COEFF. SOTTOSPINTA IDRAULICA                                    |                         | <b>Limo:</b>                               |                    |
| loess                   | 0.1 ~ 0.3  |   |                         | secco                                      | 0.0013 ~ 0.0019    |
| ghiaccio                | 0.36       | Roccia impermeabile   | 0                       | saturo                                     | 0.0016 ~ 0.0021    |
| calcestruzzo            | 0.15       | Depositi alluvionali  | 1                       | <b>Argilla tenera:</b>                     |                    |
|                         |            |   |                         | secco                                      | 0.0007 ~ 0.0013    |
|                         |            |   |                         | saturo                                     | 0.0014 ~ 0.0018    |
|                         |            |   |                         | <b>Argilla compatta:</b>                   |                    |
|                         |            |   |                         | secco                                      | 0.0014 ~ 0.0018    |
|                         |            |   |                         | saturo                                     | 0.0018 ~ 0.0021    |
|                         |            |   |                         | <b>Torba:</b>                              |                    |
|                         |            |   |                         | secco                                      | 0.0001 ~ 0.0005    |
|                         |            |   |                         | saturo                                     | 0.0010 ~ 0.0013    |

VALORI INDICATIVI DELLE LITOLOGIE PIU' RICORRENTI

| Natura del terreno                         | Rp<br>[ kg/cm <sup>2</sup> ] | γ<br>[t/m <sup>3</sup> ] | φ<br>[°] | Cu<br>[ Kg/cm <sup>2</sup> ] | mv<br>[cm <sup>2</sup> /t] | σ<br>[kg/cm <sup>2</sup> ] |
|--|------------------------------|--------------------------|----------|------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Argilla limosa torbosa                     | 2-6                          | 1,45-1,65                | -        | 0,05-0,30                    | 40-70                      | -                          |
| Sabbia e sabbia limosa                     | 30-100                       | 1,80-1,90                | 27-28    | -                            | 3-8                        | -                          |
| Argilla limosa                             | 15-35                        | 1,70-1,90                | -        | 0,70-1,20                    | 10-18                      | -                          |
| Sabbia limosa                              | 15-50                        | 1,75-1,85                | 28-32    | 0,50                         | 10-20                      | -                          |
| Sabbia e limo con ciottoli                 | 40-70                        | 1,85-1,95                | 30-35    | 1,00                         | 4-10                       | -                          |
| Argilla sabbiosa ed argille limose         | 10-25                        | 1,85-1,95                | -        | 0,50-1,00                    | 15-20                      | -                          |
| Sabbia fine                                | 50-100                       | 1,90-2,10                | 32-38    | -                            | 3-5                        | -                          |
| Argilla e mama argillosa                   | 15-40                        | 1,90-1,95                | -        | 0,6-1,5                      | 10-20                      | -                          |
| Conglomerato e sabbie con ciottoli         | >50 - rifiuto                | 1,95-2,15                | 30-40    | -                            | 1-5                        | -                          |
| Calcere organogeno                         | rifiuto                      | 2,10-2,20                | >35      | -                            | -                          | 300- 1500                  |
| Gabbri e Serpentine                        | rifiuto                      | 2,60-3,10                | >40      | -                            | -                          | 1400- 2500                 |
| Bancate calcareo-mamose e calcareo-silicee | rifiuto                      | 2,30-2,50                | >45      | -                            | -                          | 300- 1500                  |
| Livelli argillitici                        | rifiuto                      | 2,00-2,30                | 25-30    | -                            | -                          | 10-1000                    |
| Livelli argillo scistosi – argillitici     | rifiuto                      | 2,00-2,30                | 25-30    | -                            | -                          | 10-1000                    |
| Livelli argillitici                        | rifiuto                      | 2,00-2,30                | 25-30    | -                            | -                          | 10-1000                    |

| Strati             | Profond. media dal p.c      | γ <sub>sat</sub><br>(T/m <sup>3</sup> ) | γ <sub>d</sub><br>(T/m <sup>3</sup> ) | Cu<br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) | φ<br>(°) | E <sub>ed</sub><br>(Kg/cm <sup>2</sup> ) |
|--------------------|-----------------------------|---|---------------------------------------|-----------------------------|----------|--|
| <b>Orizzonte 1</b> | <b>da 0,0 (p.c.) a 0,70</b> | 1,80                                    | 1,5                                   | 0,0                         | 26       | 70÷80                                    |
| <b>Orizzonte 2</b> | <b>da -0.0 a -14,0 m</b>    | 2,10                                    | 1.9                                   | 0,0                         | 35       | 90÷110                                   |

Per quanto riguarda il peso di volume dei terreni immersi in falda si faccia riferimento:

- Peso di volume immerso

$$\gamma' = \gamma - 1$$

Per quanto riguarda la coesione non drenata Cu si è fatto riferimento alla relazione di Lunne e Kelven

$$Cu = \frac{(Rp - \sigma v)}{K}$$

K= 11 argille n.c.;

K = 12 argille s.c.

Per quanto riguarda la stima dell'angolo di resistenza al taglio è stata utilizzata la relazione di De Beer per cui:

$$\phi = 5.9 + 4.76 * (Rp/\sigma v')$$

Per quanto riguarda la stima del Modulo edometrico Ed si è fatto riferimento per i materiali granulari alla relazione Lunne-Christoffersen (1983) mentre per materiali di tipo coesivo alla Formulazione empirica di Mitchell & Gardner (1975).

DEFINIZIONE MODULO EDOMETRICO (Ed)

Formulazione empirica (Mitchell & Gardner 1975)

$$E_d = \alpha \cdot q_c$$

|   | $M = \frac{1}{m_v} = \frac{2,3 \cdot (1+e) \cdot \sigma'_v}{C_c} = \alpha \cdot q_c$ |                    |
|---|--|--------------------|
|   | $q_c < 0,7 \text{ MPa}$  | $3 < \alpha < 8$   |
| Argille di bassa plasticità (CL)              | $0,7 < q_c < 2,0 \text{ MPa}$  | $2 < \alpha < 5$   |
|   | $q_c > 2,0 \text{ MPa}$  | $1 < \alpha < 2,5$ |
| Limi di bassa plasticità (ML)                 | $q_c < 2,0 \text{ MPa}$  | $3 < \alpha < 6$   |
|   | $q_c > 2,0 \text{ MPa}$  | $1 < \alpha < 3$   |
| Argille e limi di elevata plasticità (CH, MH) | $q_c < 2,0 \text{ MPa}$  | $2 < \alpha < 6$   |
| Limi organici (OL)                            | $q_c < 1,2 \text{ MPa}$  | $2 < \alpha < 8$   |
|   | $q_c < 0,7 \text{ MPa}$  |                    |
| Torbe e argille organiche (Pt, OH)            | $50 < w < 100$   | $1,5 < \alpha < 4$ |
|   | $100 < w < 200$  | $1 < \alpha < 1,5$ |
|   | $w > 200$  | $0,4 < \alpha < 1$ |

\*w = contenuto in acqua (%)

Formulazione empirica (Buisman - Sanglerat) – valido per sabbie argillose:  $E_d = \alpha \cdot q_c$

Dove  $\alpha = 1.5 \div 7$  aumentando al diminuire della granulometria e della Rp

**10 - VALUTAZIONE SULLE CONDIZIONI DI STABILITÀ DEGLI SCAVI**

Le condizioni che seguono vengono riportate anche ai fini della Prevenzione e Sicurezza negli Ambienti di Lavoro.

Date le caratteristiche realizzative delle strutture di progetto, tutte con fondazioni superficiali, le considerazioni seguenti vengono riportate anche in funzione della movimentazione terra e degli scavi di regolarizzazione (per sterro e riporto) che saranno eseguiti.

Per effettuare la valutazione delle condizioni di stabilità dello scavo si è tenuto presente anche la classificazione dei suoli (Soil Classification System) come definiti dalla Norma Standard 1926 (Safety and health regulations for construction) dell’OSHA:

- Rocce stabili
- Terreno “tipo A”
- Terreno “tipo B”
- Terreno “tipo C”

Le rocce stabili sono definibili come un complesso di minerali solidi naturali che possono essere scavati con pareti verticali che rimangono intatte per tutto il periodo di esposizione agli agenti atmosferici.

Con terreno di “tipo A” si intendono i suoli coesivi costituiti da argille/limi o da terre a forte componente argillosa.

Con terreno di “tipo B” si intendono i terreni mediamente coesivi a parziale composizione granulare (sabbie e ghiaie con presenza di componente argillosa/limosa) o dotati di attrito interno come i terreni costituiti da frammenti rocciosi spigolosi.

Con terreno di “tipo C” si intendono i terreni incoerenti a comportamento granulare come le sabbie e le ghiaie.

Le massime pendenze consentite, in funzione della classificazione sopra descritta, sono le seguenti:

| Tipo di roccia o terreno | Max pendenza consentita (h/v)<br>per scavi profondi meno di 6,10 m *** |           |     |
|--------------------------|--|-----------|-----|
|                          |  |           |     |
| Roccia stabile           |  | Verticale | 90° |
| Terreno “tipo A” *       |  | ¾ : 1     | 53° |
| Terreno “tipo B” **      |  | 1 : 1     | 45° |
| Terreno “tipo C”         |  | 1 ½ : 1   | 34° |

\* per scavi di breve periodo (max 24 ore di scavo aperto) e di profondità max di 3,67 m, la max pendenza consentita è di ½ : 1 ovvero 63°.

\*\* scavi tipo trincea con le pendenze consigliate possono essere realizzati, in assenza di opere provvisorie di sostegno, solo in terreni dotati di coesione.

\*\*\* pendenze (o gradonamenti) per scavi più profondi di 6,10 m devono essere realizzati su progetto di un ingegnere abilitato.

Per il caso in esame considerando l’opera compresa entro l’orizzonte 4 precedentemente caratterizzato le caratteristiche litologiche e geomeccaniche, corrispondono ad un terreno di tipo C.

|                  |  |         |  |     |
|------------------|--|---------|--|-----|
| Terreno “tipo C” |  | 1 ½ : 1 |  | 34° |
|------------------|--|---------|--|-----|

Coerentemente anche ai parametri geotecnici riportati precedentemente e per la presenza di falda idrica , a scopo cautelativo, dovranno essere rispettati i seguenti valori

|       |  |         |
|-------|--|---------|
| 2 : 1 |  | 28 -30° |
|-------|--|---------|

Nel caso in esame  $H_c \leq 1,5$  m

Terreni granulari (non coesivi) La stabilità in questi terreni dipende direttamente dalle caratteristiche geotecniche e può essere ricondotta, indipendentemente dall’altezza dello scavo, al valore dell’angolo di attrito interno del materiale non coesivo. Definito il Fattore di Sicurezza (FS) di una parete di scavo come:

$$FS = \frac{\tan \varphi}{\tan \beta}$$

dove:

$\varphi$  = angolo di attrito interno del materiale;

= inclinazione della parete di scavo

per valori di FS maggiori o uguali a 1 lo scavo può essere considerato stabile, in assenza di significative variazioni delle condizioni al contorno.

## **10– CARATTERIZZAZIONE SISMICA**

### **10.1 ANALISI DELLA RISPOSTA SISMICA LOCALE**

Per quanto riguarda i criteri da seguire per gli studi di pericolosità e di microzonazione sismica, la direttiva regionale, definisce due fasi di analisi, da completarsi con tre diversi livelli di approfondimento con grado di dettaglio crescente.

I primi due, inderogabili, definiscono prima gli scenari di pericolosità sismica consentendo l'individuazione delle aree soggette ad effetti locali in caso di sisma (amplificazione dell'impulso sismico, instabilità dei versanti, fenomeni di addensamento/liquefazione, cedimenti dei terreni, ecc) e in seguito permettono la valutazione della risposta sismica locale e la microzonazione sismica del territorio.

Per l'area di specifico interesse, uniformando e applicando le indicazioni contenute nel PTCP di Rimini, tavole del QC, sono stati individuati scenari di pericolosità sismica di cui al punto 7 : “*Aree suscettibili di amplificazione per caratteristiche stratigrafiche*” così come anche riportato nella carta delle zone suscettibili di effetti locali del PSC.

Per quanto riguarda la pianificazione comunale (PSC) la carta di microzonazione sismica redatta secondo i criteri della vecchia normativa (DAL 112/2007) , individua la superficie di interesse nell'ambito di Pianura 1 con un fattore di amplificazione in termini di  $PGA = 1,4$  ( $Vs30$  circa 550 m/s) (Fonte: carta di microzonazione sismica del PSC).

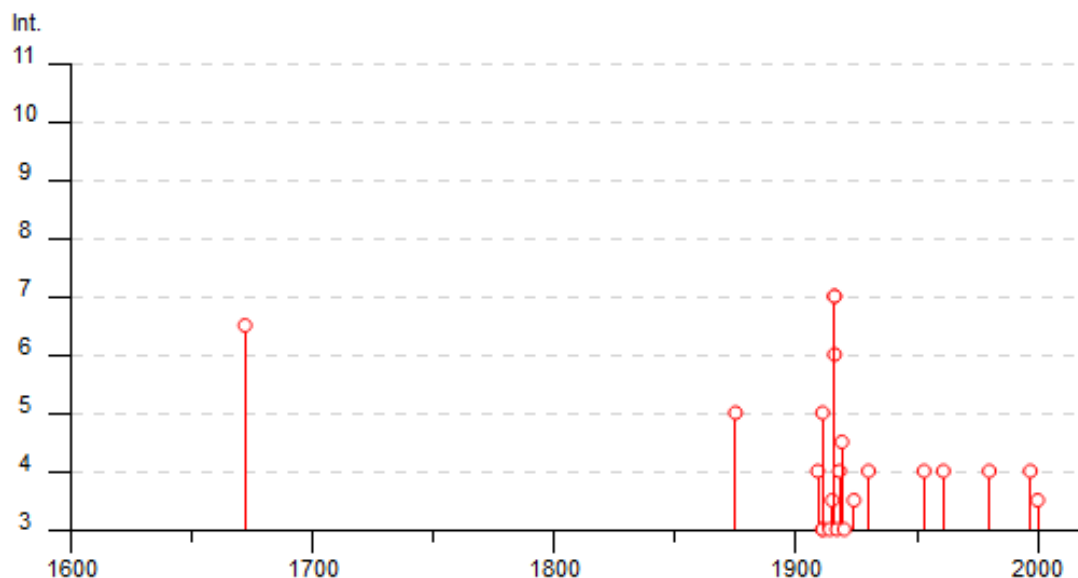
Il secondo livello di approfondimento realizzato per l'approvazione del PSC non ha evidenziato potenziali condizioni di instabilità nelle aree di POC di interesse, pertanto non sono stati predisposti ulteriori approfondimenti di terzo livello.

### **10.2 SISMICITÀ STORICA**

Numerosi studi hanno messo in evidenza che particolari condizioni geologiche e morfologiche di un sito possono modificare le caratteristiche del moto sismico in superficie e costituire aspetti predisponenti al verificarsi di effetti locali quali fenomeni di amplificazione o di instabilità dei terreni. Le particolari condizioni geologico - geomorfologiche possono variare, in occasione di eventi sismici, la pericolosità sismica di base, producendo effetti diversi che devono essere presi in considerazione nella valutazione generale della pericolosità sismica dell'area al fine di una corretta progettazione antisismica delle strutture e nella localizzazione di nuovi interventi edificatori.

Di seguito si riporta lo schema storico riassuntivo dei maggiori eventi sismici che hanno caratterizzato il comune di Santarcangelo di Romagna fornito dall'INGV, nel quale viene evidenziato l'evento di maggior intensità.

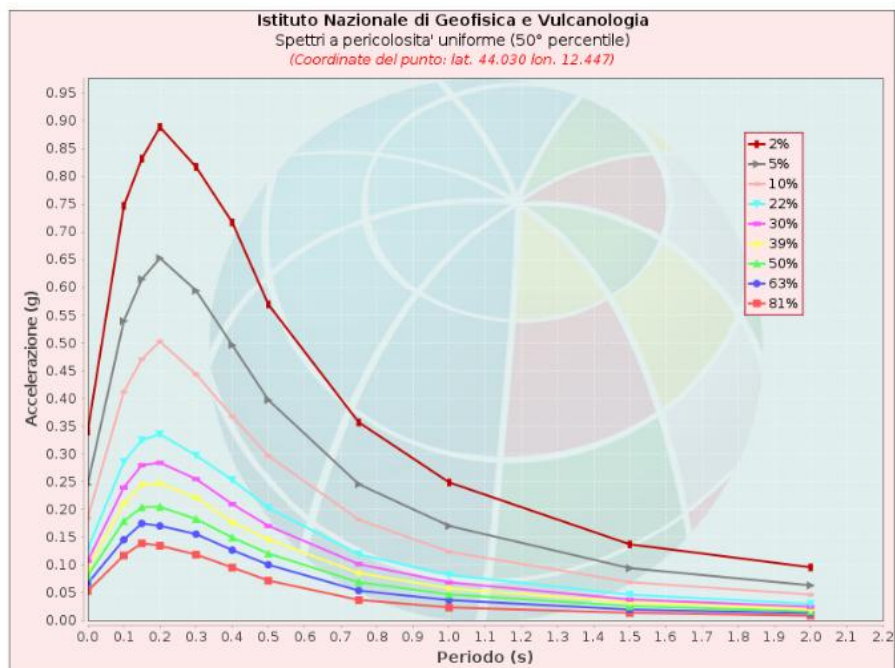
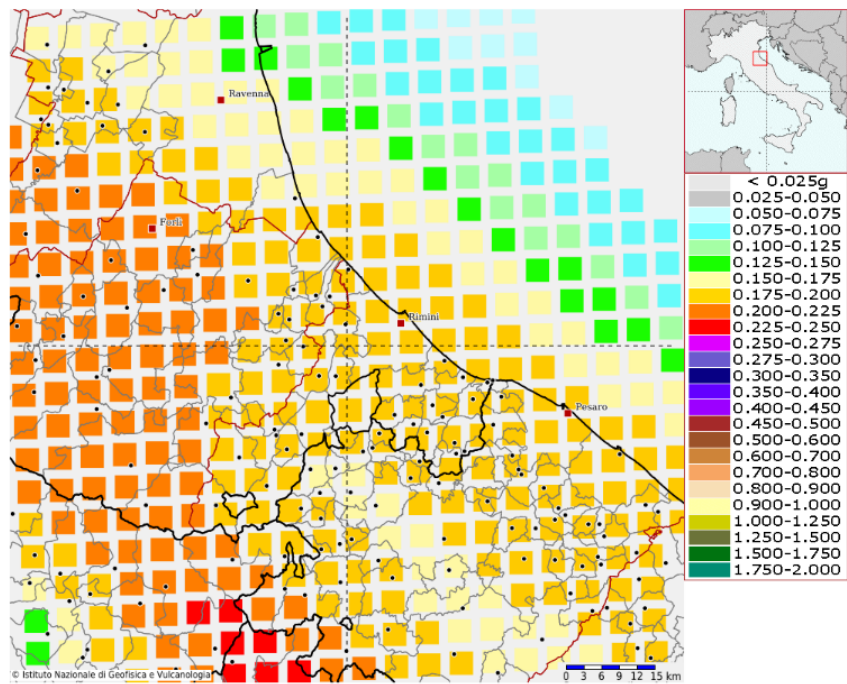
La storia sismica di Santarcangelo è caratterizzata da numerosi eventi; la figura seguente riporta le caratteristiche degli ultimi a partire dall'anno 1600.



| Valori di accelerazione per frequenze annuali di eccedenza<br>(Coordinate del punto: lat. 44.030 lon. 12.447) |                |                |                |
|---|----------------|----------------|----------------|
| Frequenza annuale di eccedenza  | PGA (g)        |                |                |
|   | 16° percentile | 50° percentile | 84° percentile |
| 0.0004  | 0.2994         | 0.3402         | 0.3765         |
| 0.0010  | 0.2199         | 0.2453         | 0.2672         |
| 0.0021  | 0.1699         | 0.1847         | 0.2010         |
| 0.0050  | 0.1214         | 0.1289         | 0.1383         |
| 0.0071  | 0.1029         | 0.1075         | 0.1184         |
| 0.0099  | 0.0873         | 0.0935         | 0.0993         |
| 0.0139  | 0.0717         | 0.0803         | 0.0858         |
| 0.0199  | 0.0570         | 0.0669         | 0.0730         |
| 0.0332  | 0.0404         | 0.0532         | 0.0573         |

**Modello di pericolosità sismica del territorio nazionale MPS04-S1 (2004)**

Informazioni sul nodo con ID: 18966 - Latitudine: 44.030 - Longitudine: 12.447



| Spettri a pericolosità uniforme (50° percentile) |                   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|--|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| PoE  | Accelerazione (g) |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| in 50  | Periodo (s)       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| anni   | 0.0               | 0.1   | 0.15  | 0.2   | 0.3   | 0.4   | 0.5   | 0.75  | 1.0   | 1.5   | 2.0   |
| 2%   | 0.340             | 0.747 | 0.832 | 0.889 | 0.817 | 0.717 | 0.569 | 0.357 | 0.249 | 0.137 | 0.096 |
| 5%   | 0.245             | 0.540 | 0.615 | 0.653 | 0.594 | 0.496 | 0.397 | 0.246 | 0.170 | 0.094 | 0.063 |
| 10%  | 0.185             | 0.412 | 0.471 | 0.503 | 0.444 | 0.368 | 0.297 | 0.182 | 0.124 | 0.069 | 0.047 |
| 22%  | 0.129             | 0.286 | 0.325 | 0.336 | 0.297 | 0.253 | 0.203 | 0.119 | 0.082 | 0.047 | 0.030 |
| 30%  | 0.108             | 0.240 | 0.280 | 0.284 | 0.255 | 0.210 | 0.171 | 0.102 | 0.069 | 0.038 | 0.025 |
| 39%  | 0.093             | 0.211 | 0.244 | 0.247 | 0.221 | 0.177 | 0.146 | 0.086 | 0.058 | 0.033 | 0.020 |
| 50%  | 0.080             | 0.179 | 0.204 | 0.205 | 0.183 | 0.150 | 0.121 | 0.069 | 0.047 | 0.026 | 0.017 |
| 63%  | 0.067             | 0.146 | 0.175 | 0.170 | 0.156 | 0.127 | 0.101 | 0.054 | 0.037 | 0.020 | 0.013 |
| 81%  | 0.053             | 0.117 | 0.139 | 0.135 | 0.119 | 0.096 | 0.072 | 0.037 | 0.024 | 0.014 | 0.009 |

### 10.3 CLASSIFICAZIONE SISMICA

La classificazione sismica del territorio nazionale ha introdotto normative tecniche specifiche per le costruzioni di edifici, ponti ed altre opere in aree geografiche caratterizzate dal medesimo rischio sismico.

In basso è riportata la zona sismica per il territorio di Santarcangelo di Romagna, indicata nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003, aggiornata con la Delibera della Giunta Regionale dell'Emilia-Romagna n. 1435 del 21.07.2003.

|                       |  |
|-----------------------|--|
| <b>Zona sismica 2</b> | Zona con pericolosità sismica media dove possono verificarsi forti terremoti |
|-----------------------|--|

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 (ag)** su suolo rigido o pianeggiante, che ha una probabilità del 10% di essere superata in 50 anni.

| Zona sismica | Descrizione  | accelerazione con probabilità di superamento del 10% in 50 anni [ag] | accelerazione orizzontale massima convenzionale (Norme Tecniche) [ag] | numero comuni con territori ricadenti nella zona (*) |
|--------------|--|--|---|--|
| 1            | Indica la zona più pericolosa, dove possono verificarsi fortissimi terremoti.  | $a_g > 0,25 \text{ g}$   | 0,35 g  | 703  |
| 2            | Zona dove possono verificarsi forti terremoti.   | $0,15 < a_g \leq 0,25 \text{ g}$                                     | 0,25 g  | 2.228  |
| 3            | Zona che può essere soggetta a forti terremoti ma rari.  | $0,05 < a_g \leq 0,15 \text{ g}$                                     | 0,15 g  | 2.804  |
| 4            | E' la zona meno pericolosa, dove i terremoti sono rari ed è facoltà delle Regioni prescrivere l'obbligo della progettazione antisismica. | $a_g \leq 0,05 \text{ g}$  | 0,05 g  | 2.222  |



#### 10.4 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto le tipologie del suolo sono suddivise in base ai valori di VS (Tabella 3.2.II delle NTC 2018).

Tab. 3.2.II – *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

| Categoria | Caratteristiche della superficie topografica   |
|-----------|--|
| A         | Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.   |
| B         | Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.  |
| 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.   |
| D         | Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente 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 100 e 180 m/s. |
| E         | Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.  |

Così come previsto anche dalle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC D.M. del 17/01/2018), le quali impongono nuovi criteri di verifica dell'azione sismica nella progettazione di nuove opere e di quelle già esistenti, l'azione sismica viene valutata mediante l'analisi di *risposta sismica locale*. In assenza di queste analisi, la stima preliminare dell'azione sismica può essere effettuata in base alle categorie di sottosuolo e alla definizione di una pericolosità di base fondata su di un reticolo di punti di riferimento, costruito per l'intero territorio nazionale.

In base alle indagini reperite si può affermare che il sito è caratterizzato da una velocità delle onde di taglio ( $V_{s30}$ ) medio di 564 mt./sec., calcolata alla profondità da 0 mt. a – 30,00 mt., e corrispondente ad un **terreno classificato del tipo B** (come da tabella 3.2.II da NTC 2018).

#### 10.5 AZIONE SISMICA

##### 10.5.1 - PARAMETRI SISMICI

Ai fini dell'applicazione delle norme tecniche per la costruzione in zone sismiche, oltre ad adottare il parametro  $a_g$  si deve tener conto di un fattore S che scaturisce dal profilo stratigrafico del suolo di fondazione.

Le azioni sismiche di progetto si definiscono a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione, definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa  $a_g$  in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale, nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente  $S_e(T)$ , con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR, nel periodo di riferimento VR.

In mancanza di rigorose analisi di risposta sismica locale, per le componenti orizzontali del moto e per le categorie del sottosuolo di fondazione, la forma spettrale su sottosuolo di categoria A si valuta in funzione di coefficienti che tengono conto dell'amplificazione topografica e stratigrafica.

Le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento, a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:  $a_g$  (accelerazione orizzontale massima al sito),  $F_0$  (valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale) e  $T^*C$  (periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale).

Al fine della valutazione dei parametri sismici vengono considerati gli edifici residenziali si in classe II,  $V_n = 50$  anni  $C_u=1,0$ .

**10.5.2 - AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA**

La configurazione topografica in cui ricade il lotto è una situazione semplice, per cui si può adottare la classificazione di cui alla seguente Tabella.

**Tab. 3.2.V – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica  $S_T$**

| Categoria topografica | Ubicazione dell’opera o dell’intervento  | $S_T$ |
|-----------------------|--|-------|
| T1                    | -  | 1,0   |
| T2                    | In corrispondenza della sommità del pendio   | 1,2   |
| T3                    | In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale di 30° | 1,2   |
| T4                    | In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di 30°        | 1,4   |

La superficie topografica in cui ricade l’opera di intervento è di categoria T1, per cui il coefficiente di amplificazione topografica **ST è pari a 1,0**.

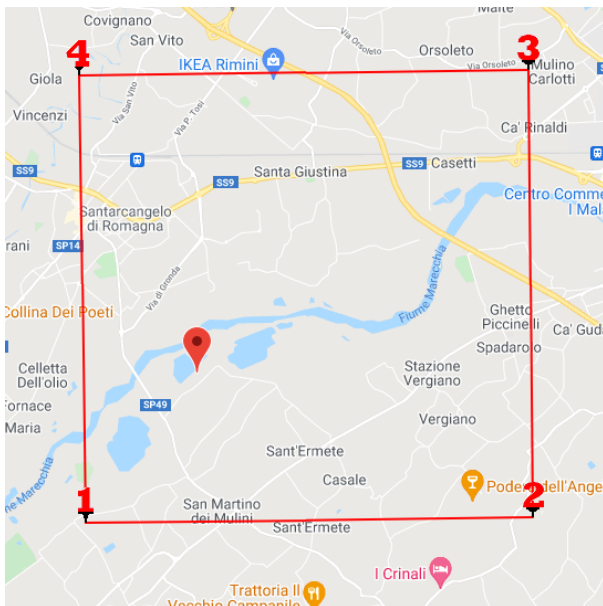
**10.5.3 AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA**

Per il caso in esame, il coefficiente stratigrafico assume la seguente espressione:

$$S_s = 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g}$$

Considerando i dati del sito in esame, avente coordinate WGS84 44.046053 N,12.463640E

che sono relativi all’interpolazione sulla maglia elementare del reticolo di riferimento (Figura successiva) per lo stato limite della vita (SLV).



**Interpolazioni sulla maglia elementare del reticolo di riferimento**

Per dette condizioni :

Per gli edifici residenziali: **SS = 1,420e CC = 1.57 (valori corrispondenti allo SLV).**

**10.5.4 PARAMETRI SISMICI SU SITO DI RIFERIMENTO RIGIDO**

I parametri sismici relativi agli stati limite di Operatività (SLO), Danno (SLD), salvaguardia della Vita (SLV) e di prevenzione dal Collasso (SLC) per una categoria sottosuolo (tipo C), topografica (T1) con periodo di riferimento in base alla tipologia di edifici: 50 per i residenziali, classe d’uso II per i residenziali, calcolati in funzione della presenza di fondazioni, sono sintetizzati nella Tabella 4.

**Stati limite**

🏠 Classe Edificio  
 II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e sociali...

🕒 Vita Nominale      50

📈 Interpolazione      Media ponderata

**CU = 1**



| Stato Limite                                 | Tr [anni] | a <sub>g</sub> [g] | F <sub>o</sub> | Tc* [s] |
|--|-----------|--------------------|----------------|---------|
| Operatività (SLO)                            | 30        | 0.052              | 2.448          | 0.269   |
| Danno (SLD)                                  | 50        | 0.066              | 2.455          | 0.283   |
| Salvaguardia vita (SLV)                      | 475       | 0.184              | 2.497          | 0.298   |
| Prevenzione collasso (SLC)                   | 975       | 0.242              | 2.498          | 0.314   |
| Periodo di riferimento per l'azione sismica: | 50        |                    |                |         |

Tabella 4 - Parametri sismici per lo stato limite corrispondente

### 10.5.5 COEFFICIENTI SISMICI

Dal valore nominale di  $a_g$  (g), accelerazione orizzontale massima attesa al sito, si passa ai corrispondenti valori massimi, dipendenti anche dal coefficiente topografico ST (= 1,0) sintetizzati nella seguente tabella .

#### Coefficienti sismici

 Tipo Stabilità dei pendii e fondazioni 

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.


 H (m)
 us (m)

1
0.1

 Cat. Sottosuolo C 



 Cat. Topografica T1 

|                                 | SLO  | SLD  | SLV  | SLC  |
|---------------------------------|------|------|------|------|
| SS Amplificazione stratigrafica | 1,50 | 1,50 | 1,42 | 1,34 |
| CC Coeff. funz categoria        | 1,62 | 1,59 | 1,57 | 1,54 |
| ST Amplificazione topografica   | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |

Acc.ne massima attesa al sito [m/s<sup>2</sup>]  0.6


| Coefficienti             | SLO   | SLD   | SLV   | SLC   |
|--------------------------|-------|-------|-------|-------|
| kh                       | 0.016 | 0.020 | 0.063 | 0.091 |
| kv                       | 0.008 | 0.010 | 0.031 | 0.045 |
| Amax [m/s <sup>2</sup> ] | 0.766 | 0.978 | 2.567 | 3.178 |
| Beta                     | 0.200 | 0.200 | 0.240 | 0.280 |


## Coefficienti sismici


 Tipo Fronti di scavo e rilevati 

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.


H (m) us (m)

 1  0.1

 Cat. Sottosuolo C 

 Cat. Topografica T1 

|                                 | SLO  | SLD  | SLV  | SLC  |
|---------------------------------|------|------|------|------|
| SS Amplificazione stratigrafica | 1,50 | 1,50 | 1,42 | 1,34 |
| CC Coeff. funz categoria        | 1,62 | 1,59 | 1,57 | 1,54 |
| ST Amplificazione topografica   | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |

Acc.ne massima attesa al sito [m/s<sup>2</sup>]  0.6

| Coefficienti             | SLO   | SLD   | SLV   | SLC   |
|--------------------------|-------|-------|-------|-------|
| kh                       | 0.000 | 0.047 | 0.099 | 0.000 |
| kv                       | --    | 0.023 | 0.050 | --    |
| Amax [m/s <sup>2</sup> ] | 0.766 | 0.978 | 2.567 | 3.178 |
| Beta                     | --    | 0.470 | 0.380 | --    |

Il valore dei coefficienti sismici orizzontali e verticali si determinano, rispettivamente, con le seguenti equazioni:

$$k_h = \beta_s \cdot \frac{a_{MAX}}{g}$$

$$k_v = 0,5 \cdot k_h$$

dove  $\beta_s$  è il coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito, il cui valore è funzione della categoria di sottosuolo e del valore di  $ag(g)$ .

#### **10.5.6 OPERE DI FONDAZIONE ED IPOTESI DI CALCOLO**

Premesso che il dimensionamento delle fondazioni è prerogativa del progettista, allo scopo di fornire orientative grandezze sulla capacità portante unitaria dei terreni, si procede tuttavia ipotizzando specifiche valutazioni. In considerazione delle caratteristiche litostratigrafiche e geotecniche dei terreni, si ritiene che la tipologia di fondazioni idonee al caso siano di tipo superficiale.

In base alla tipologia di progetto e alla normativa tecnica sulle costruzioni già menzionata, il progetto esecutivo in fase autorizzativa (permesso di costruire od altro) dovrà procedere in base alle seguenti considerazioni e condizioni:

- terreni interessati dalla futura fabbricazione ricadono in zona sismica;
- date le caratteristiche dei terreni, i parametri geotecnici e le verifiche dovranno riferirsi a condizioni drenate;
- Per il calcolo della capacità portante si propone di utilizzare il metodo proposto da **Brinch Hansen**
- per le verifiche l'utilizzo dell'**Approccio 2 combinazione A1 + M1 + R3**;
- Considerare scenari distinti con assenza di falda e con presenza di falda.

#### **10.5.7 CONSIDERAZIONI IN MERITO ALLA STABILITÀ NEI CONFRONTI DELLA LIQUEFAZIONE**

I litotipi costituenti la successione stratigrafica del primo sottosuolo sono di origine alluvionale. Tali depositi possono, se sottoposti a ripetute e intense sollecitazioni sismiche, possono fluidificarsi e creare cedimenti; ciò accade quando le deformazioni di taglio superano valori di soglia per cui si innesca un aumento repentino delle pressioni interstiziali. I parametri litomeccanici che condizionano il fenomeno della liquefazione sono: composizione e uniformità granulometrica, grado di addensamento, stato di consolidazione e tensionale a cui sono sottoposti in natura i terreni, presenza di falda, spessore dei depositi potenzialmente liquefacibili. Nel D.M. 2018 (Norme Tecniche per le Costruzioni) l'approccio metodologico delle verifiche alla liquefacibilità viene descritto all'interno del paragrafo 7.11. In dettaglio, al paragrafo 7.11.3.4.2, la norma prevede che si possa omettere la verifica nel caso si realizzino alcune condizioni di accelerazione, intensità sismica, resistenza alla penetrazione nei terreni e distribuzione granulometrica degli stessi; in tal senso la norma prevede diverse circostanze di riferimento e, nel caso si manifesti almeno una di queste, la verifica alla liquefazione può essere omessa.

In base al rischio di liquefacibilità si possono fare le seguenti assunzioni:

- Il livello 1 è trascurabile;
- Il livello 2 possiede un buon grado di compattezza ed una percentuale di ghiaia sempre superiore ai limiti del grafico e tale da farli ricadere al di fuori delle fasce granulometriche con possibilità di liquefazione e pertanto da escluderne una potenziale liquefacibilità.

Viste le risultanze, in base anche alle suddette considerazioni, i terreni in oggetto possono essere considerati come non liquefacibili.

### 10.6 MICROZONAZIONE SISMICA

Il Comune di Santarcangelo di Romagna dispone di un approfondimento per MZS di secondo livello. Date le caratteristiche dell'area e le destinazioni d'uso si ritiene non necessario un approfondimento di III livello di microzonazione sismica.



7: Aree suscettibili di amplificazione per caratteristiche stratigrafiche;

Fig. 15 – tavola SA11.1 del PTCP 2007.

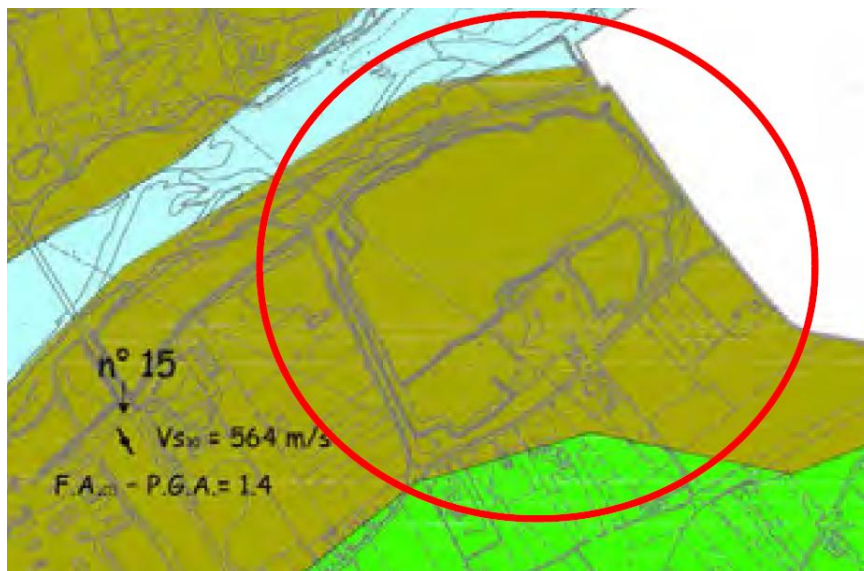


Fig. 16 – stralcio dello studio di MZS del PSC.

Appartiene alle aree suscettibili di amplificazione per caratteristiche stratigrafiche (Fonte: carta delle zone suscettibili di effetti locali del PSC). Nella carta di microzonazione sismica del territorio comunale di Santarcangelo la superficie considerata, com'è evidente nel seguente stralcio cartografico (figura n. 2), appartiene nella parte settentrionale all'ambito Pianura 1 con un Fattore di Amplificazione PGA uguale a 1,4 ( $V_{s30}$  compresa tra 500 e 600 m/s).

## 11- CONSIDERAZIONI IN MERITO ALLE ARA/FAVI

L'area di intervento ricade nelle Fasce ad alta vulnerabilità idrologica del PAI, riprese dagli articoli 3.2 e 3.3 delle NTA del PTCP Rimini.

Per dette aree valgono in generale disposizioni di tutela dell'ambiente naturale e di mantenimento di un corretto apporto quali-quantitativo di acque di infiltrazione.

Per quanto attiene alle disposizioni dell'articolo 3.3 del PTCP, si precisa quanto segue:

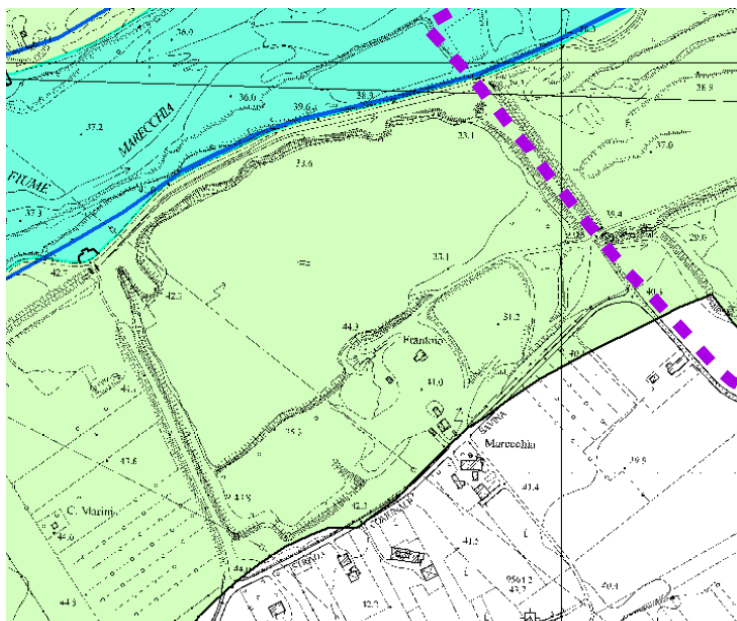
1. L'areale individuato nella figura seguente è relativo al piazzale di lavorazione pertinenziale all'impianto (ora dismesso); l'estensione del piazzale risulta da concessione precedente al 15/12/2004;
2. Le aree di sosta da realizzare perseguiranno il criterio progettuale di cui al comma 7 dell'articolo 3.3;
3. Al di fuori dell'area individuata come piazzale di lavorazione autorizzato non saranno in alcun modo modificati gli assetti e gli equilibri ambientali esistenti, in conformità alle indicazioni degli articoli PTCP 3.2 e 3.3 e articolo 9 del PAI.



 ambito escluso dall'applicazione dell'articolo 3.3 del PTCP ai sensi della lett. f) del comma 1 dell'articolo 3.3 delle NTA sup. 14290 mq

Fig. 17 – individuazione dell'area piazzale di lavorazione escluso dall'applicazione degli articoli 3.2 e 3.3 del PTCP.






 Fasce ad Alta Vulnerabilità Idrologica (art. 9)

Fig. 18 – stralcio della tavola 2 del PAI clip Santarcangelo di Romagna.

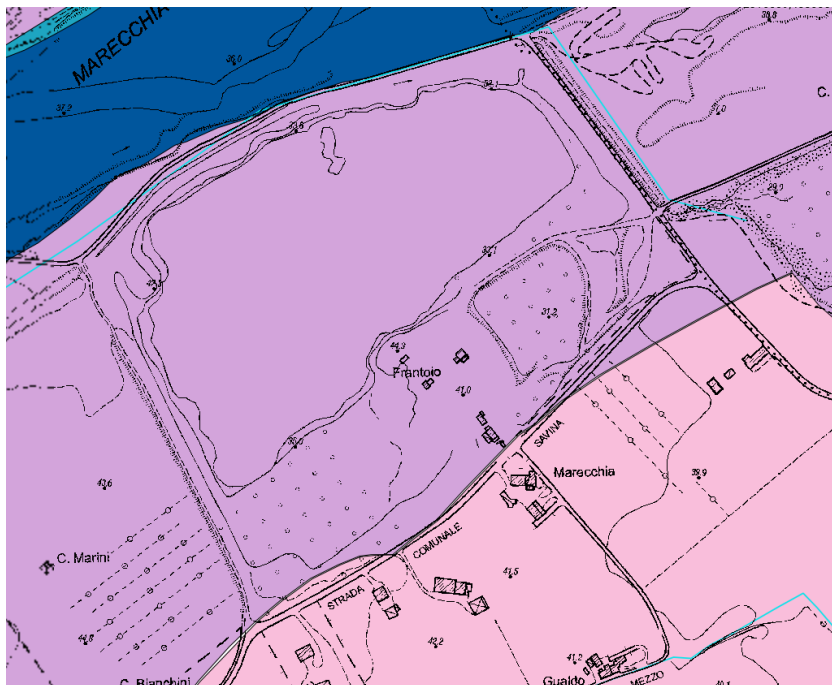


Fig. 19 – stralcio della tavola D del PTCP 2007. In viola le ARA

## 12- CONSIDERAZIONI IN MERITO ALLA MOVIMENTAZIONE TERRA

La movimentazione terra per sterri e riporti dovrà perseguire le indicazioni normative del DPR 120/2017; il materiale scavato e destinato a riutilizzo dovrà essere preventivamente analizzato nelle componenti CSC e gestito ai sensi dell'articolo 21 del DPR se destinato a siti esterni, articolo 24 se riutilizzato in sito.

Il cotico agrario superficiale se presente dovrà essere separato e riutilizzato quale risorsa non rinnovabile; il materiale più grossolano di tipo alluvionale, potrà essere utilizzato a fini specifici previa caratterizzazione anche fisico meccanica di idoneità dei materiali.

Tutti i materiali come terre e rocce da scavo provenienti da esterno dovranno in ogni modo essere conformi ai valori limite della colonna A della tabella 1 allegato 5 alla parte IV del Dlgs 152/06 e s.m.i.

## 13- CONCLUSIONI

Il presente rapporto geologico, idrogeologico e geomorfologico è stato redatto ai fini della redazione del PUA attuativo della scheda n.30 del POC1 Lago Azzurro.

Per lo stesso ci si è avvalsi di dati geognostici disponibili dal DB Regionale, relativi ad aree direttamente contermini a quella di specifico interesse, sia per la caratterizzazione stratigrafica che geomeccanica dei terreni interessati dalle future opere.

In base alla morfologia locale, coerentemente con le scelte progettuali nonché alle caratteristiche geologiche, sono state fornite indicazioni in merito alla realizzazione delle opere di scavo atte a garantirne la stabilità.

In generale, nel caso in cui dovessero realizzarsi scarpate con angoli superiori a quelli di attrito interno dei materiali, dovranno essere previste adeguate opere di sostegno atte a garantire le eventuali spinte. Durante le fasi di scavo è necessaria la realizzazione di una canaletta sul ciglio superiore, al fine di preservarlo dall'eventuale concentrazione di acqua di scorrimento in caso di eventi meteorici. In alternativa, in caso di pioggia si potrà intervenire coprendo gli scavi con teli impermeabili.

Il permesso di costruire dovrà entrare nel dettaglio della progettazione esecutiva, verificando ed approfondendo i caratteri geotecnici dei terreni in relazione alle opere di fondazione progettate/da realizzare.

Lo stesso permesso di costruire dovrà contenere le attestazioni analitiche dei terreni di scavo ai sensi dell'allegato 4 al DPR 120/2017; la disciplina di riutilizzo del terreno dovrà perseguire l'articolo 21 del DPR per terreni conferiti in esterno, ovvero l'articolo 24 per TRS riutilizzate in sito.

Per quanto di competenza, si esprime parere favorevole alla fattibilità geologica delle opere in progetto, al fine di garantire ulteriori e definitivi riscontri geologici, si consiglia la presenza del geologo in cantiere durante le operazioni di scavo.



The image shows a circular blue ink stamp from the 'Ordine dei Geologi della Toscana'. The text inside the stamp reads: 'DOTT. GEOL. ARIANNA LAZZERINI', 'N° 1169'. Below the stamp, there is a handwritten signature in black ink that reads 'A. Lazzerini' and the printed name 'Geol. Arianna Lazzerini'.