

COMUNE DI AMEGLIA
PROVINCIA DELLA SPEZIA

RELAZIONE GEOLOGICO-SISMICA PRELIMINARE

OGGETTO

**Realizzazione di una darsena in Località Cafaggio –
Comune di Ameglia**



COMMITTENTE

FOCE DEL MAGRA SRL

Il tecnico

Dott. Geol. Cecilia Frediani

SOMMARIO

1	PREMESSA	2
1.1	Normativa di riferimento	2
2	DESCRIZIONE DEL PROGETTO	3
3	CONTESTO GEOLOGICO DELL'AREA IN ESAME	4
3.1	Dinamica strutturale	4
3.2	Dinamica geomorfologica	5
3.3	Geomorfologia fluviale	5
3.4	Idrogeologia e permeabilità delle rocce	6
3.5	Idrologia	7
3.6	Analisi geologica e stratigrafica locale	8
4	UBICAZIONE CATASTALE E VINCOLI	9
5	INDAGINI PER LA CARATTERIZZAZIONE DEL SITO	12
5.1	Criteri di indagine	12
5.2	Sondaggio a carotaggio continuo	12
5.3	Analisi pozzetti di ispezione	13
6	CARATTERIZZAZIONE SISMICA	14
6.1	Zonazione sismogenetica	14
6.2	Classificazione sismica	15
6.3	Azione sismica	16
6.3.1	Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali	16
6.3.2	Amplificazione stratigrafica	18
6.3.3	Amplificazione topografica	18
6.3.4	Spettro di risposta elastico in accelerazione della componente verticale	21
6.4	Potenziale di liquefazione	21
7	DEFINIZIONE DEI VALORI MEDI DEL TERRENO	23
8	NOTE CONCLUSIVE	24

I diritti di memorizzazione elettronica, di riproduzione e di adattamento totale o parziale con qualsiasi mezzo (compreso fotografie analogiche, digitali, copie fotostatiche, realizzate con qualsiasi apparecchiatura) sono riservati in tutti i paesi. Nessuna parte di questo documento può essere divulgata a terzi, per scopi diversi da quelli originali, senza l'autorizzazione scritta dell'Autore.

1 PREMESSA

Il sottoscritto Dott. Cecilia Frediani, Geologo libero professionista iscritto all'Ordine Regionale dei Geologi della Toscana al n. 1586, con studio in Via Variante Aurelia n° 190 19033 Castelnuovo Magra (SP), riceve incarico dal soc. Foce del Magra srl, per eseguire uno studio geologico relativo al progetto di realizzazione di una darsena, in località Cafaggio, nel comune di Ameglia

Alla presente sono allegati i seguenti elaborati:

- Allegati cartografici
- Allegati fotografici
- Elaborazione delle indagini

Alla presente sono allegati i seguenti elaborati:

- Allegati cartografici
- Allegati fotografici
- Elaborazione delle indagini

1.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La presente relazione è stata redatta in conformità alla vigente normativa di seguito riportata.

- **Eurocodice 7.1 (1997):** Progettazione geotecnica – Parte I: Regole generali (UNI)
- **Eurocodice 7.2 (2002):** Progettazione geotecnica – Parte II: Progettazione assistita da prove di laboratorio (2002).UNI.
- **Eurocodice 7.3 (2002):** Progettazione geotecnica – Parte II: Progettazione assistita da prove in sito(2002).UNI.
- **Eurocodice 8:** Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.
- **Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici** Pericolosità sismica e criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale. Allegato al voto n 36 del 27/07/2007.
- **Decreto Ministeriale 14/01/2008 (Norme tecniche per le costruzioni).**
- **Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici** Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008. Circolare 2 Febbraio 2009.
- **D.G.R. n. 1308 del 24/10/2008:** Nuova classificazione sismica del territorio della Regione Liguria; recepimento dell'**O.P.C.M. n. 3519 del 2006.**
- **D.G.R. 1362 del 19/11/2010** Aggiornamento della classificazione sismica del territorio della Regione Liguria.

2 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

(Dalla relazione del progettista)

La configurazione progettuale, attraverso la ripartizione delle diverse superfici e destinazioni d'uso (darsena e spazi attigui funzionali, verde privato, edificato, verde pubblico e parcheggi), è stata definita nel rispetto dei parametri dettati dal Piano del Parco Monte Marcello Magra (Zona ASsf4 – Distretto trasformaz. 1.10), oltre nell'ottica del mantenimento e della riqualificazione di destinazioni esistenti legittime, tenuto conto del loro inserimento all'interno di un Parco fluviale. Il progetto proposto ha come finalità lo sviluppo e la valorizzazione dell'attività turistico nautica esistente, ricercando un corretto inserimento ambientale ed un livello elevato dei servizi offerti.

Il progetto prevede che la riqualificazione abbia come fulcro centrale la creazione della darsena; allo specchio acqueo si collega la sistemazione di una serie di spazi a terra: funzionali e necessari per il corretto svolgimento dell'attività turistico nautica, lo svolgimento delle attività di supporto logistico, oltre all'accoglienza degli utenti.

Il progetto si propone, attraverso interventi sistematici e funzionalmente connessi, una generale riqualificazione dei luoghi, in grado di migliorarne l'aspetto estetico, le sistemazione paesaggistiche e di corredo nonché i livelli di funzionalità. Il complesso degli interventi si inserisce infine nel quadro delle azioni volte a mitigare la vulnerabilità idraulica ed idrogeologica dell'area, nel rispetto del Piano stralcio dell'Autorità di Bacino del Fiume Magra. L'intervento proposto, in linea con le disposizioni urbanistiche sopra individuate, prevede come intervento principale la trasformazione dell'area oggi destinata al piazzale di servizio alle attività nautiche, attraverso la realizzazione di uno specchio d'acqua attrezzato per l'ormeggio, l'alaggio e il varo delle imbarcazioni, di superficie complessiva pari a 3.400,00 mq., per un numero previsto di posti barca pari a 23 P.E.. L'estensione dello specchio d'acqua è stata definita entro il limite dello standard dettato dal Piano del Parco Monte Marcello Magra, per il quale la superficie massima non deve eccedere il 40% della superficie territoriale di riferimento; e di previsione di un numero di posti barca sulla base di quanto dettato dalle N.T.A. del Piano, che fissano, per imbarcazioni fino a 12 m. di lunghezza fuori tutto, in 150 mq. lo specchio d'acqua necessario per ogni "posto barca equivalente" (P.E.), ossia lo spazio necessario comprensivo di area di stazionamento ed area di manovra nel canale.

La darsena viene localizzata in fregio alla sponda sul Magra già attualmente attrezzata per l'ormeggio, e dunque a valle del ponte della Colombiera ed al di là del previsto nuovo argine di difesa della piana di Ameglia; la darsena, data anche la localizzazione, è stata disegnata con un andamento che possa permettere la massima estensione dello specchio acqueo visto le limitazioni date dall'argine, dalla strada provinciale n.432 e dal confine con l'attività ARNAV. La costruzione della darsena, come da rappresentazioni grafiche allegate, comporta un volume di materiale rimosso per una quantità stimata complessiva pari a 17.000mc., che può essere suddiviso tra terreno vegetale stimabile in 11.000 mc. e materiale inerte di vario tipo. Il materiale di scavo sarà smaltito secondo le procedure e le normative vigenti, e principalmente attraverso trasporto in discariche autorizzate, salvo la parte di materiale ritenuta idonea dalle competenti Amministrazioni per un riutilizzo in loco finalizzato alla costruzione parziale o totale dell'arginatura prevista dal Piano Stralcio del Bacino del Magra.

Per la porzione di terreno vegetale, adeguatamente vagliata e se necessario ripulita da impurità, si prevede fin d'ora il riuso in loco per la formazione e l'implementazione delle aree verdi private e delle aree a verde pubblico.

Lo scavo della darsena è stimato fino ad una profondità di metri 4,00 dal normale livello delle acque; la quota della banchina viene prevista ad una altezza non superiore a metri 1,20 dal livello minimo delle acque.

La darsena sarà attrezzata con il necessario banchinaggio, l'approdo e l'ormeggio verrà assicurato da pontili galleggianti su palo guida; le sponde banchinate saranno costruite nel rispetto delle disposizioni regolamentari del Parco Monte Marcello Magra, e pertanto avranno la parte esterna alla scarpata rinforzata con paleria in legno non trattato disposta in serie con tronchi affiancati, infissi direttamente nel sottosuolo. La parte sommitale delle banchine sarà resa praticabile grazie ad una soletta in piano e sarà sistemata con idonee pavimentazioni antiscivolo, tipo in graniglia naturale, oltre alle necessarie attrezzature per l'ormeggio e colonnine di servizio per la fornitura di acqua ed energia elettrica alle imbarcazioni in sosta. Il progetto prevede interventi volti a mitigare la vulnerabilità attraverso la demolizione e successiva ricostruzione scon tipologia edilizia a pilotis sopraelevando la quota pavimento a di metri 1,30 sul piano di campagna identificato a metri 2,50 s.l.m..

I fabbricati saranno di medesimo volume rispetto all'esistente e pressochè coincidenti i sedimi attuali. I fabbricati in oggetto identificati al fg. 7 mapp. 572, 1217, regolarmente licenziati, ove verranno mantenute le destinazioni di servizio all'attività, quali: per il primo commerciale club - house, per il secondo guardianaggio, piccolo magazzino e servizi igienici; questi ultimi saranno adeguati agli standard igienico sanitari ed alle caratteristiche di accessibilità anche per utenza svantaggiata (ex L. 13/1989 s.m.i.).

Le opere comprenderanno l'adeguamento degli impianti esistenti, l'installazione di pannelli per la generazione di energia elettrica e acqua sanitaria (fotovoltaici e collettori solari). Il progetto proposto prevede inoltre i medesimi interventi di mitigazione della vulnerabilità sopracitati, per il fabbricato identificato al fg. 7 mapp. 265, 266 ad uso uffici, locali di servizio e magazzini. Il fabbricato sarà destinato al piano terra a parcheggio auto coperto e magazzini pertinenziali ai posti barca e al piano superiori uffici, servizi igienici e locali di servizio alla nautica. Nel quadro degli interventi di riqualificazione e di sistemazione paesaggistica, vengono previste aree a verde privato, per una superficie complessiva pari a 2033,49 mq.

3 CONTESTO GEOLOGICO DELL'AREA IN ESAME

3.1 DINAMICA STRUTTURALE

La bassa Val di Magra è costituita, nelle sue linee essenziali, da un'area morfologicamente depressa, originatasi come una struttura a sinclinale durante le fasi compressive dell'orogenesi appenninica e successivamente evoluta in una struttura a graben in seguito a movimenti di distensione crostale.

Al termine delle fasi tettoniche in regime compressivo la futura bassa valle del Fiume Magra si identificava con la zona assiale di una grande sinclinale ed era già caratterizzata come area morfologicamente depressa. Le faglie dirette che delimitano l'attuale struttura a graben hanno avuto origine in regime di distensione crostale, nel quadro dei movimenti connessi con l'apertura del Mar Tirreno. La fase di collasso del graben è databile mediante l'età dei depositi fluvio-lacustri più antichi, nel caso specifico Pliocene medio-superiore, in quanto un'area depressa di origine tettonica richiama sempre ed immediatamente materiale eroso dai rilievi che la fiancheggiano.

Il bacino lacustre della bassa valle si mantenne tale fintantoché furono attivi i movimenti di subsidenza; con l'esaurirsi di questo processo, il bacino fu colmato da sedimenti sempre più grossolani, fino all'instaurarsi di un vero e proprio regime fluviale.

All'inizio del Quaternario si è verificato un energico sollevamento verticale delle Alpi Apuane e del pilastro tettonico che limita ad est la fossa tettonica della bassa Val di Magra. Questa fase epirogenetica ha provocato il basculamento dei depositi fluvio-lacustri, i cui strati presentano attualmente inclinazioni comprese tra i 20 e 60 gradi.

A partire dal Quaternario inferiore-medio sui sedimenti neogenici hanno cominciato ad accumularsi nuovi depositi clastici, di origine esclusivamente fluviale; il materiale che costituisce queste alluvioni proviene dal versante orientale della bassa valle, su cui l'erosione ha agito profondamente dopo la fase di innalzamento tettonico. Nell'interglaciale Riss-Wurm una seconda fase epirogenetica ha provocato il sollevamento del fondovalle ed il terrazzamento dei depositi alluvionali già esistenti.

Dopo la glaciazione wurmiana la bassa Val di Magra è stata ancora interessata da movimenti tettonici a carattere prevalentemente verticale. La sismicità recente ed attuale della zona apuana, della Garfagnana, della Lunigiana e della bassa Val di Magra indica che la regione è lungi dall'aver raggiunto la stabilità e che la ricerca dell'equilibrio isostatico è ancora in corso.

3.2 DINAMICA GEOMORFOLOGICA

Il carattere morfologico più evidente della valle è la forte dissimmetria del suo profilo trasversale. Sulla destra orografica i rilievi si staccano bruscamente dalla pianura, mentre sulla sinistra esiste una fascia di raccordo tra il fondovalle e le colline, costituita da lembi residui del complesso di terrazzi alluvionali; si osserva inoltre che la pianura ha uno sviluppo molto maggiore sul lato sinistro del corso d'acqua e che l'alveo attuale è sensibilmente spostato verso i rilievi di destra, di cui talvolta lambisce il piede.

Queste forme devono essere attribuite al meccanismo di formazione e di movimento della depressione tettonica che costituisce la bassa valle; il lato occidentale del graben, infatti, è limitato da una faglia principale contro la quale terminano le faglie antitetiche, a minor rigetto e con superfici di scorrimento più inclinate, presenti sul lato opposto.

La pianura della bassa Val di Magra, estremità settentrionale dell'ampia zona pianeggiante situata ai piedi delle Alpi Apuane, ha avuto origine durante il Quaternario per l'accumulo dei materiali alluvionali trasportati dal Magra e dai suoi affluenti. Le alluvioni più antiche presentano un doppio terrazzamento, al quale si è già accennato nei paragrafi precedenti. Il terrazzo più alto ha una quota di 30-40 metri s.l.m., ed è costituito prevalentemente da ciottoli di arenaria Macigno misti a sabbie, depositi durante il Quaternario inferiore-medio; la sua scarpata è stata incisa nell'interglaciale Riss-Wurm in seguito al ringiovanimento della valle provocato dai movimenti epirogenetica. Il secondo terrazzo, che ha una quota di pochi metri superiore a quella dell'alveo attuale del Magra, è costituito da sabbie limose bruno-rossastre ed è di origine climatica; l'erosione della sua scarpata è dovuta alla migrazione del punto neutro verso valle avvenuta in seguito alla diminuzione delle precipitazioni nella fase cataglaciale wurmiana. Il fondo valle è occupato dalle alluvioni recenti ed attuali del Magra, caratterizzate da una costante diminuzione della granulometria da monte verso valle.

3.3 GEOMORFOLOGIA FLUVIALE

L'alveo di piena del fiume Magra è largo circa 200 metri nella parte più interna della pianura alluvionale e oltre 300 metri in prossimità della foce. La pendenza dell'alveo, che ha un valore medio del 20% nelle zone montuose del bacino, si riduce rapidamente fino all'uno per mille a valle della confluenza con il fiume Vara.

Procedendo da monte verso valle si osservano importanti cambiamenti nelle caratteristiche morfologiche dell'alveo.

Dalla confluenza con il Vara alla trasversale Romito-Sarzana il fiume presenta un alveo ad isole fluviali (alveo di tipo D di Trevisan, 1968). Questo tipo d'alveo, in cui il deposito prevale sensibilmente sull'erosione, può svilupparsi esclusivamente a valle del punto neutro ed è caratteristico delle parti più interne delle pianure alluvionali. L'andamento generale dell'alveo è

pressoché rettilineo, mentre i singoli canali situati tra isole adiacenti e tra isole e sponde formano spesso dei meandri.

A valle della trasversale Romito-Sarzana il fiume mostra l'alveo a meandri tipico delle pianure alluvionali soggette a esondazioni durante le piene maggiori (alveo di tipo E di Trevisan, 1968). I meandri, dovuti all'erosione laterale, sono soggetti ad un'evoluzione relativamente rapida a causa della facile erodibilità delle sponde, costituite in prevalenza da materiali sottili; a tal proposito, si può osservare un meandro morto sulla sinistra del fiume a valle del torrente Isolone. Anche in questo tipo di alveo l'alluvionamento prevale sull'erosione. La pianura s'innalza lentamente per l'accumulo dei materiali depositi dal fiume durante le fasi di decrescita delle piene. Ciò tenderebbe a far aumentare il dislivello tra il fondo dell'alveo e il piano d'esondazione; tuttavia, l'aumento dell'altezza delle sponde limita le esondazioni e favorisce la deposizione dei materiali alluvionali all'interno dell'alveo. L'innalzamento del fondo dell'alveo compensa l'accrescimento della pianura alluvionale, mantenendo costante l'altezza delle sponde. Questo processo autolimitante provoca, in definitiva, un innalzamento parallelo e uniforme dell'alveo e della pianura alluvionale, conservando invariate nel tempo le caratteristiche morfologiche dell'alveo stesso. Quando il fiume è arginato si verifica un'accelerazione del processo di innalzamento dell'alveo che può portare alla formazione di alvei pensili sulla pianura. Attualmente, nel tratto di fiume con alveo a meandri si depositano solo sabbie e limi.

Il tratto terminale del fiume presentava fino all'inizio del secolo un alveo con isole fluviali costituite da materiali sottili (alveo di tipo F di Trevisan, 1968). Nei documenti cartografici dell'epoca, inoltre, la foce appare ingombra di banchi e pennelli sabbiosi, dovuti all'azione combinata della corrente fluviale e del moto ondoso. Queste forme erano già parzialmente scomparse negli anni '30 a causa dell'arretramento della linea di riva.

La parte terminale della pianura della bassa Val di Magra, la pianura lunense e l'intera fascia costiera della Versilia sono interessate da un lento movimento di subsidenza, legato evidentemente al regime di distensione crostale. Per un lunghissimo periodo, tuttavia, la velocità di abbassamento del territorio è stata inferiore alla velocità di accumulo dei sedimenti trasportati dai corsi d'acqua; dall'inizio del Quaternario alla metà del diciannovesimo secolo, infatti, si è verificato un accrescimento pressoché continuo della pianura costiera. Intorno al 1850 ha avuto inizio una fase di arretramento della linea di riva, dovuta alla riduzione dell'apporto terrigeno da parte del Magra. Questo fenomeno, in cui gioca un ruolo fondamentale anche l'erosione provocata dal moto ondoso e dalle correnti marine, ha subito una brusca accelerazione dopo il 1950, a causa dell'aumento delle estrazioni d'inerti dall'alveo del Magra.

3.4 IDROGEOLOGIA E PERMEABILITÀ DELLE ROCCE

La *permeabilità* è la proprietà che hanno le rocce di lasciarsi attraversare dall'acqua quando questa è sottoposta ad un certo carico idraulico. Essa, quindi, esprime l'attitudine che ha la roccia a fare defluire l'acqua sotterranea.

Anche se in natura non esistono litotipi completamente impermeabili, nello studio delle acque sotterranee si fa distinzione tra *rocce permeabili* e *rocce impermeabili*, a seconda della facilità con cui le acque penetrano, circolano e si distribuiscono nel sottosuolo.

Nelle cosiddette *rocce impermeabili*, in condizioni naturali di pressione, le acque non hanno movimenti percettibili o rilevabili con i mezzi normalmente utilizzati in idrogeologia, per mancanza di meati intercomunicanti e/o sufficientemente ampi (con diametro superiore a 1 micron).

Le *rocce permeabili* sono quelle in cui, nelle condizioni naturali di pressione, le acque si muovono a velocità tale da poter essere utilmente captate.

Si possono distinguere due tipi di permeabilità fondamentali: per *porosità* e per *fessurazione*.

La *permeabilità per porosità* è tipica delle rocce porose, le quali contengono numerosi piccoli vuoti intergranulari tra loro comunicanti. È generalmente una proprietà intrinseca perché gli interstizi che consentono il movimento delle acque si sono formati quasi sempre contemporaneamente alla roccia. Solo in pochi casi (come nell'alterazione superficiale dei graniti, delle arenarie, ecc.) può essere di origine secondaria.

La *permeabilità per fessurazione* è tipica delle rocce fessurate, le quali contengono generalmente pochi vuoti costituiti da fessure. Di norma è una proprietà acquisita perché gli anzidetti meati vengono prevalentemente generati da sforzi tettonici o da decompressione, anche se possono essere successivamente allargati da fenomeni chimico-fisici. Si può parlare di proprietà intrinseca solo quando la permeabilità è dovuta a fessure da raffreddamento, a giunti di stratificazione ed a piani di scistosità.

A differenza di quanto avviene nelle rocce permeabili per porosità, dove c'è una circolazione idrica diffusa, quelle permeabili per fessurazione possono risultare totalmente secche tra una frattura e l'altra.

In natura si trovano molte rocce caratterizzate esclusivamente da permeabilità per porosità, mentre sono più rare quelle permeabili solo per fessurazione. Spesso, quindi, si indicano come permeabili per fessurazione quelle in cui questo tipo di permeabilità è di gran lunga predominante rispetto all'altro. Quando i due tipi coesistono in proporzioni tra loro paragonabili, si parla di *permeabilità mista*. In particolare, la roccia si dice permeabile *per fessurazione e porosità* o *per porosità e fessurazione* a seconda che prevalga l'una o l'altra.

Oltre al tipo di permeabilità è possibile distinguere anche il *grado di permeabilità*. Può essere espresso sia in termini relativi che assoluti. Nel primo caso si introduce il concetto di *permeabilità relativa*, con il quale viene indicata la permeabilità apparente di un singolo litotipo o di un insieme di termini litologici simili, nei confronti di quelli adiacenti.

Essa viene espressa esclusivamente in modo qualitativo (p. alta, media, scarsa) sulla base delle osservazioni di campagna. È un parametro utile per confrontare tra loro, in prima approssimazione, più rocce o gruppi di rocce.

3.5 IDROLOGIA

Dal punto di vista idrogeologico, la bassa pianura del F. Magra è caratterizzata dalla presenza di sedimenti di origine alluvionale per lo più permeabili (ghiaie, ciottoli, sabbie) con intercalazioni, per spessori anche rilevanti, di limi ed argille con caratteristiche di acquitardo ed acquicludo, presenti soprattutto nella parte orientale e meridionale della pianura stessa (Allegato 2).

A tale assetto corrisponde una pressochè completa divisione degli acquiferi, separati dai depositi limo-argillosi di origine fluvio-lacustre e lagunare. Solo in corrispondenza della zona più a monte, dove questi sedimenti fini assumono estensioni e spessori ridotti, i due orizzonti acquiferi risultano unificati in una sola falda libera che occupa tutto il volume dei depositi alluvionali, raggiungendo spessori massimi di 20-30 m, corrispondenti alla profondità del substrato roccioso.

La porzione valliva della pianura (dall'altezza di Romito) è interessata dalla presenza del cuneo salino, che ovviamente assume maggiore importanza avvicinandosi alla costa. Le conoscenze bibliografiche relative a questo fattore, che rappresenta l'oggetto principale dello studio, verranno introdotte nel paragrafo seguente.

L'asse principale di drenaggio delle acque sotterranee è rappresentato dal Fiume

Magra, che è quindi alimentato dalla falda. I gradienti della superficie di falda sono massimi (40%) ai margini della pianura, per poi decrescere avvicinandosi al centro e proseguendo verso valle, dove si raggiungono valori dell'ordine dello 0,1%.

La superficie libera della falda si trova generalmente a profondità dell'ordine di alcuni metri, crescenti andando dal fiume verso i margini della pianura e decrescenti in direzione del mare, dove la soggiacenza scende fino a meno di 1m.

Le variazioni stagionali del livello freatico sono minime in prossimità del fiume (inferiori al metro) e massime lungo il margine orientale (area di Sarzana, con escursioni anche superiori a 10m).

Dai dati relativi alla geometria della falda degli ultimi decenni, ricavati dalla bibliografia, mostrano un generalizzato e rilevante abbassamento della superficie libera, con valori medi intorno ai 3 m, connesso all'abbassamento dell'alveo del Magra successivo alle estrazioni di materiali inerti al suo interno.

3.6 ANALISI GEOLOGICA E STRATIGRAFICA LOCALE

Alla luce di quanto emerso dallo studio della bibliografia, oltre che dall'osservazione delle carte, dalla fotointerpretazione delle immagini satellitari e dagli elementi conoscitivi ricavati dalle indagini sui terreni oggetto di studio e su quelli limitrofi, si può ricostruire un modello geologico e stratigrafico dell'area interessata dalla sanatoria in oggetto.

Essa rappresenta e va a costituire una porzione di pianura alluvionale, pertanto la stratigrafia della zona è estremamente variabile in relazione all'attività deposizionale dell'asta fluviale. La stratigrafia della zona della piana di Ameglia è costituita, quindi, da depositi accumulati dalle piene del fiume Magra. Il corso del fiume ha subito variazioni nel tempo, sia dal punto di vista del tracciato che dal punto di vista del bilancio deposizione-erosione nonché dell'energia intrinseca del sistema. Nella fattispecie, l'area d'interesse è caratterizzata da una stratigrafia che riflette un ambiente fluviale di medio-bassa energia, dove la sedimentazione dei materiali ha interessato prevalentemente i sedimenti a granulometria medio-fine. Tuttavia nel corso del tempo si sono verificati eventi alluvionali molto intensi associati anche ad una diversa granulometria dei sedimenti trasportati, per cui si ritrovano anche depositi ghiaiosi grossolani.

Dal punto di vista geomorfologico, trattandosi di una zona pianeggiante della bassa Val di Magra, non si riscontrano elementi degni di nota in riferimento a quanto previsto dal progetto in esame.

L'area investigata presenta litologie raggruppabili in un'unica classe di permeabilità:

litologie permeabili per porosità.

Dal punto di vista geomorfologico, trattandosi di una zona pianeggiante della bassa Val di Magra, in prossimità della foce del fiume, non si riscontrano elementi degni di nota se non la possibilità di innesco dei molteplici processi legati alla dinamica fluviale, riconducibili al rischio idraulico di inondazione, connessi a fenomeni erosivi, di trasposto e deposito legati all'azione della corrente in concomitanza di eccezionali eventi alluvionali di piena statisticamente probabili con tempi di ritorno trentennali.

L'area investigata presenta litologie raggruppabili in un'unica classe di permeabilità:

- litologie permeabili per porosità.

È stata individuata la falda a profondità piuttosto costante, compresa tra -2.00 e -2.30 metri dal piano campagna.

4 UBICAZIONE CATASTALE E VINCOLI

I terreni oggetto di studio sono sito nel Comune di Ameglia (SP) in località Cafaggio, , distinti al N.C.T./N.C.E.U. del medesimo Comune censuario al foglio 7 allegato, Mappali 1147, 269, 266, 265, 1217, 279, 572, 1207, 268, 270, 1493, 1494, 805, 1169, 839/p, 1490, 271, 1491, 1492.

Secondo il vigente PRG il lotto su cui insiste il fabbricato ricade in zona F5 – Parco Fluviale Attrezzato. Ogni intervento nell'ambito della zona è soggetto obbligatoriamente all'approvazione di strumento urbanistico attuativo unico di iniziativa comunale e di approvazione Regionale esteso a tutto il perimetro del "PARCO FLUVIALE MARITTIMO ATTREZZATO". Prima dell'approvazione di detto strumento urbanistico attuativo, è consentito l'esercizio delle attività agricole o attività di altra natura esistenti nell'area all'atto dell'adozione dei P.R.G., purché, ove prescritto, legittimate dalle apposite autorizzazioni degli Enti Pubblici preposti. In assenza di piano particolareggiato è vietata qualsiasi alterazione, modificazione o intervento sulla vegetazione arborea presente nell'area, sulle rive del fiume, sulle strade e sentieri esistenti. Per gli edifici esistenti alla data di adozione della presente modifica al P.R.G. in itinere sono consentiti, oltre alle opere di manutenzione di restauro e di risanamento conservativo, interventi di ristrutturazione edilizia purché non comportanti né incremento di volumetria né aumento delle unità abitative. Lo strumento Urbanistico Attuativo deve essere essenzialmente finalizzato:

- 1) al riassetto idrogeologico del fiume Magra ed alla tutela dell'ambiente fluviale
- 2) alla individuazione delle aree a preminente interesse naturalistico ed alla loro possibile fruizione
- 3) alla localizzazione dei punti di ormeggio lungo le sponde e delle attrezzature pubbliche connesse con la fruizione del parco e del tempo libero
- 4) al progetto del sistema di accessibilità diversificata per tipo di utenza al parco fluviale ed al progetto della sua percorribilità pedonale specie lungo le rive
- 5) all'organizzazione di un sistema di servizi in funzione sia delle esigenze specifiche del tessuto urbano che vi gravita sia delle esigenze a scala superiore del parco
- 6) all'introduzione di specifiche aree produttive connesse alle attività di ormeggio, rimessaggio, manutenzione e riparazione dei natanti, nonché di un organico complesso di esercizi pubblici in grado di costituire un adeguato sistema commerciale per il parco, senza rappresentare un elemento negativo di concorrenzialità con la rete commerciale urbana.

Per quanto concerne il vigente P.T.C.P. rientra in area IS-CE - insediamenti sparsi - regime normativo di conservazione. Tale regime si applica nei casi in cui, in relazione ai valori di qualità e tipicità che si riconoscono all'insediamento esistente, si rende necessario subordinare ogni intervento all'esigenza di non alterare l'equilibrio raggiunto tra l'insediamento e l'ambiente naturale e/o agricolo. L'obiettivo della disciplina è pertanto quello di conservare sostanzialmente inalterata la situazione attuale per quanto riguarda i rapporti quantitativi e qualitativi tra l'insediamento ed il contesto ambientale. La normativa è altresì volta a rendere possibili, in quanto compatibili con l'obiettivo enunciato al comma precedente, quegli interventi episodici che siano preordinati al recupero di eventuali singole situazioni di degrado e al soddisfacimento di puntuali carenze di ordine funzionale ed in particolare di quelle relative all'accessibilità ed ai parcheggi. Non è pertanto consentito costruire nuovi edifici, né alterare quelli esistenti se non per adeguarli ai caratteri propri della zona.

E' inoltre vietato aprire nuove strade, modificare le caratteristiche tipologiche e di tracciato di quelle esistenti, nonché alterare in misura paesaggisticamente percepibile la morfologia e le sistemazioni del terreno e ogni altro elemento o manufatto che concorra significativamente alla definizione del paesaggio, ad eccezione degli interventi preordinati al superamento delle carenze funzionali sopra indicate.

Per ciò che concerne il vincolo di P.A.I. l'area rientra in categoria di **pericolosità idraulica elevata e molto elevata** con tempo di ritorno TR=30 anni; e **rischio idraulico molto elevato RI4**. Per quanto riguarda gli **ambiti normativi** previsti rientra nell'area **PI4A – Aree inondabili per T=30 anni a maggiore pericolosità relativa**. Come ben osservabile dalle cartografie allegate negli elaborati cartografici. Tuttavia la realizzazione degli argini consente di ritenere la zona sicura a meno del rischio residuo.

Nelle aree a pericolosità idraulica molto elevata - elevata (PI4), sono consentiti i seguenti interventi, fermo restando che non sia aumentata la vulnerabilità degli edifici ad eventi di allagamento e, ove possibile, sia diminuita, e non vi sia cambio di destinazione d'uso che aumenti il carico insediativo, anche temporaneo:

a) in corrispondenza dei tratti fluviali in cui non è stata individuata la Fascia di riassetto fluviale di cui all'art. 16:

1. modesti ampliamenti degli edifici esistenti, ammessi dallo Strumento Urbanistico Generale (SUG) e finalizzati ad adeguamento igienico – sanitario e tecnologico;

2. interventi di restauro e risanamento conservativo, come definito alla lettera c) dell'art. 3, comma 1, del DPR 380/01;

3. interventi di ristrutturazione edilizia, come definiti alla lettera d) dell'art. 3, comma 1, del DPR 380/01, se ricadenti in ambito di tessuto urbano consolidato; nel caso di interventi di demolizione con ricostruzione deve essere assicurata la riduzione della vulnerabilità dell'edificio, anche attraverso la messa in opera di tutti gli accorgimenti e le misure finalizzate a tutelare la pubblica e privata incolumità;

b) in corrispondenza dei tratti fluviali in cui è stata individuata la Fascia di riassetto fluviale di cui all'art. 16, e limitatamente alle aree esterne ad essa:

1. gli interventi di cui alla precedente lettera a), punti 1 e 2;

2. gli interventi di cui alla precedente lettera a), punto 3 anche al di fuori del tessuto urbano consolidato;

3. interventi volti a mitigare la vulnerabilità degli edifici esistenti ed a migliorare la tutela della pubblica e privata incolumità, anche con aumenti di superficie e volume, se ammessi dallo SUG;

4. gli interventi di cui all'art. 17, comma 5, lett. b) senza necessità del parere del Comitato Tecnico dell'Autorità di Bacino;

5. realizzazione di parcheggi purché a raso;

6. adeguamento e riorganizzazione degli impianti esistenti di frantumazione dei materiali inerti e betonaggio, previo parere del Comitato Tecnico dell'Autorità di Bacino, a condizione che siano supportati da un adeguato studio di compatibilità idraulica che verifichi che gli interventi previsti:

- non alterino significativamente la capacità di laminazione delle acque di esondazioni;

- non aumentino significativamente le condizioni di pericolosità e di rischio dell'area di interesse e delle aree limitrofe, a monte e a valle;
- non pregiudichino la possibilità di realizzare gli interventi di messa in sicurezza e la possibilità di definire la Fascia di riassetto fluviale, dove non ancora individuata;
- prevedano adeguate caratteristiche di stabilità dei cumuli in rilevato, anche in considerazione delle possibili azioni erosive e demolitive degli eventi di piena, in relazione alla piena di riferimento.

5 INDAGINI PER LA CARATTERIZZAZIONE DEL SITO

5.1 CRITERI DI INDAGINE

Al fine di valutare la fattibilità dell'intervento di progetto e la compatibilità dello stesso con le caratteristiche geotecniche del terreno di fondazione, è stato eseguito un sondaggio geognostico con il prelievo di un campione indisturbato, inoltre per valutare arealmente la composizione granulometrica e la qualità del terreno presente tali indagini sono state integrate da tre trincee eseguite con l'escavatore.

Di seguito verranno esplicitate le indagini penetrometriche, la metodologia e i risultati dell'indagine sismica verranno esposte integralmente in calce alla presente.

5.2 SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO

Il sondaggio a carotaggio continuo è stato effettuato nella porzione di terreno che risulta centrale nei futuri scavi da effettuarsi. Tale sondaggio è stato spinto fino alla profondità di 25 metri dal piano campagna con lo scopo di individuare una stratigrafia esatta e precisa del sito, in esso è stato prelevato un campione indisturbato per le analisi di laboratorio. Inoltre nei primi metri sono stati prelevati dei campioni per le analisi ambientali, con lo scopo di fornire indicazioni precise e dettagliate per il piano di riutilizzo delle terre di risulta dello scavo.

Dall'osservazione del sondaggio si è ricavato la stratigrafia di seguito descritta.

I primi 0.45 metri sono costituiti da materiale di riporto facente parte del piazzale attualmente esistente, costituito da ghiaia grossolana e materiale detritico. Successivamente si passa ad un deposito di limo sabbioso marrone con clasti sparsi, presenti in maniera subordinata, di dimensioni da pochi millimetri a 3-6 centimetri. Tale strato si sviluppa per circa 1 metro, da -0.45 a -1.40 metri dal piano campagna. Da 1.40 metri a 2.00 metri di profondità si osserva uno strato di sabbia ghiaiosa con clasti eterometrici e matrice sabbiosa da media a grossolana di color nocciola. Successivamente, ad una profondità compresa tra -2.00 e -9.50 metri dal piano campagna si trova un potente strato di sabbia media che passa dal color nocciola a grigia con clasti in maniera molto subordinata lo strato appare piuttosto omogeneo e ben classato nel suo sviluppo. Alla profondità di -9.50 metri e per uno spessore di 5.80 metri si rinviene uno strato di sabbia media-grossolana con percentuale di ghiaia maggiore rispetto al precedente, in particolare tra -10.10 / -10.50 e tra -12.00 / -12.90 metri dal P.C. si ritrovano livelli di ghiaia in matrice sabbiosa. In tutto lo strato i clasti si presentano arrotondati e di varia natura da arenitica ad argillitica. Alla profondità di -15.30 metri dal P.C. sino a -16.80 si trovano argille debolmente sabbiose, con la frazione sabbiosa decisamente subordinata, se non per alcuni accumuli localizzati, in particolar modo tra -15.60 e -15.90 metri dal piano campagna. In questo livello prevalentemente argilloso si ritrovano accumuli di vegetali sparsi. Tra -16.80 e -17.80 m da piano campagna si ritrova sabbia fina in matrice limosa piuttosto omogenea. Tra -17.60 e -20.00 aumenta la granulometria e si attraversa un livello di sabbie da medie a grossolane, gradate e prive di clasti ghiaiosi. Questi ultimi livelli sembrano appartenere ad un unico strato con gradazione diretta. Tra la profondità di -20.00 e -22.20 metri si ritrova un livello argilloso con sabbia subordinata e presenti in accumuli localizzati. In questo livello argilloso non si rinviene materiale vegetale come in quello precedentemente descritto. Tra la quota di -22.20 e fondo foro si passa a sabbie fini ben classate senza clasti sparsi e neppure materiale vegetale.

5.3 ANALISI POZZETTI DI ISPEZIONE

Nell'area di intervento si sono anche realizzati 3 scavi di ispezione al fine di verificare l'omogeneità dei depositi presenti.

Tali pozzetti hanno raggiunto una profondità di 2 metri dal piano campagna. In linea generale si osserva una certa omogeneità nei depositi sia stratigrafiche sia granulometrica. Come evidente anche dal sondaggio effettuato, nei primi metri prevale nettamente la frazione sabbiosa.

Il pozzetto n°1, effettuato in prossimità della sponda mostra un primo livello, circa 50 centimetri di limo sabbioso, ancora residuo delle recenti alluvioni, dopo di che si ritrova un livello ghiaioso di circa 10 centimetri indicativo del vecchio piano del piazzale, al di sotto di questo livello è presente un potente strato sabbioso color marrone chiaro, a granulometria medio fine con clasti sparsi e presenza di limo in maniera subordinata, che continua sino alla profondità di fondo scavo (2.40 metri).

Il secondo pozzetto, realizzato in prossimità del confine Nord della proprietà, vicino alla spalla del ponte della Colombiera, tale pozzetto presenta un'analoga distribuzione dei sedimenti rispetto al precedente, i primi 30 centimetri sono costituiti da ghiaia grossolana di riporto recente per la realizzazione del piazzale, successivamente si rinviene la tipica sabbia mista a limo e ghiaia come nel precedente, si differenzia per un colore differente tendente al grigio.

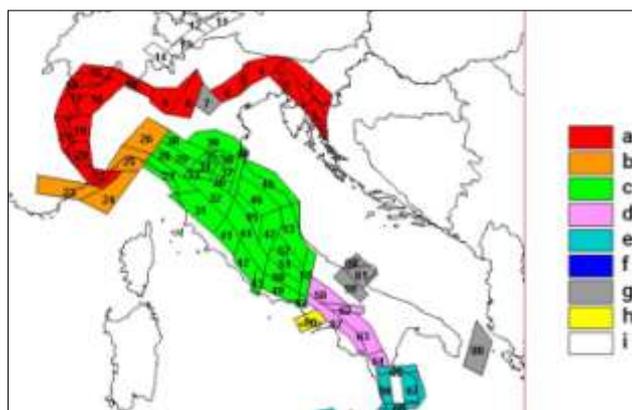
Il terzo pozzetto, realizzato ove vi erano i vecchi capannoni più distante dal fronte fiume, ricalca i precedenti perfettamente. Il livello di ghiaia di riporto superficiale ha uno spessore di circa 65 centimetri, poi bruscamente si passa alla sabbia medio-fine con limo e clasti sparsi, sino a fondo scavo, circa 2.40 metri, non vi sono variazioni composizionali e granulometriche.

In ragione della stratigrafia emersa, sia dai pozzetti di ispezione sia dal sondaggio realizzato, si evince che almeno per i primi 4/5 metri di spessore si osserva la medesima composizione granulometrica. Inoltre cosa particolarmente importante, non si registra la presenza di livelli o materiale inquinato nell'area indagata.

6 CARATTERIZZAZIONE SISMICA

6.1 ZONAZIONE SISMOGENETICA

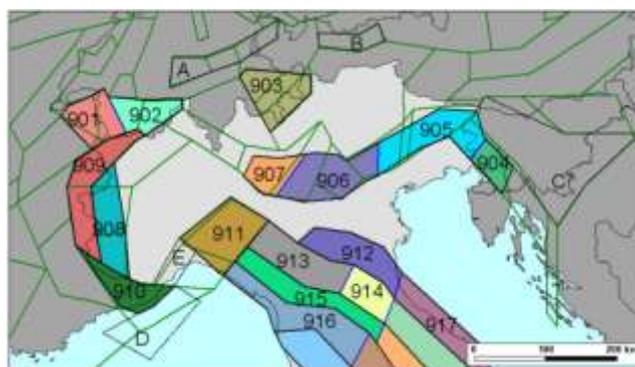
Sino al 2002, era comunemente utilizzata come zonazione sismica di riferimento per tutto il territorio italiano la “Zonazione Sismogenetica ZS4” (Meletti *et al.*, 2000a). Tale studio collocava l’area oggetto del presente elaborato nella zona 27 classificata come “*tipo c*”: zone legate allo sprofondamento passivo della litosfera adriatica sotto il sistema di catena nell’Arco Appenninico Settentrionale con meccanismi attesi tipo dip-slip con assi T SW-NE nella fascia tirrenica.



Carta della zonazione sismogenetica ZS4.

Recentemente una revisione di detta zonazione ha portato ad un nuovo modello sismogenetico usato in Italia, introdotto appositamente per la redazione della mappa di pericolosità 2004, tale modello è la cosiddetta “Zonazione sismogenetica ZS9” per la quale il territorio italiano è stato suddiviso in 36 diverse zone, numerate da 901 a 936, più altre 6 zone, identificate con le lettere da “A” a “F” fuori dal territorio nazionale. Tale modello mantiene le linee guida principali utilizzate nella ZS4, ma effettua una differente zonazione in base di nuove conoscenze sulla geometria delle sorgenti sismogenetiche.

Tale zonazione inserisce l’area in esame nella **zona 916**; appartenente ad un settore dell’arco appenninico centro-settentrionale, che coincide con un settore di distensione tirrenico, come da Meletti *et al.*, 2000, e risulta caratterizzato da una bassa sismicità.

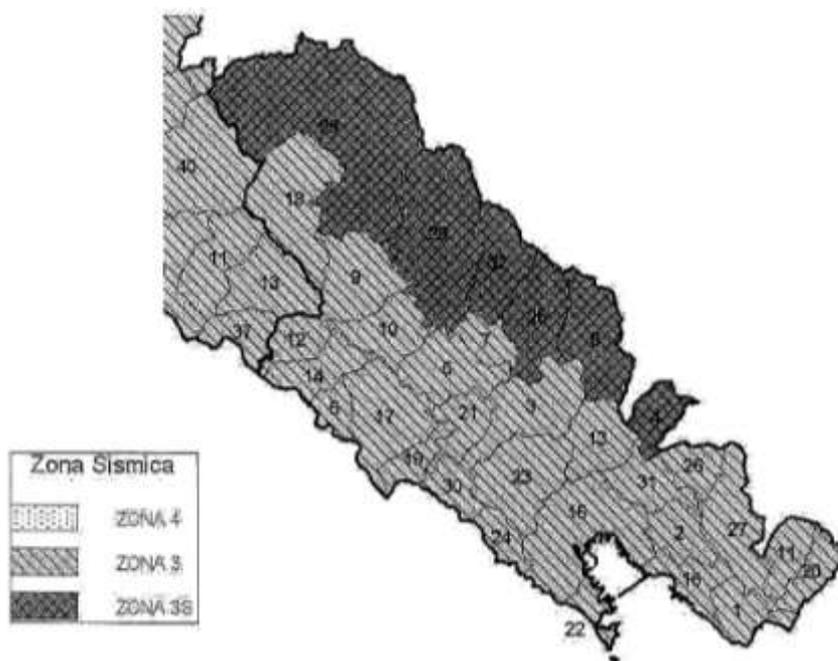


Carta della zonazione sismogenetica ZS9.

6.2 CLASSIFICAZIONE SISMICA

A seguito dell'Ordinanza della Presidenza del Consiglio 3519/2006 la giunta regionale con delibera n° 1308/2008 e successivamente con deliberazione n° 1362/2010 elabora una nuova proposta in merito ad una diversa classificazione sismica della Regione Liguria. La delibera n° 1308 ha segnato il passaggio dalle precedenti tre classi di pericolosità (zona 2 = media pericolosità; zona 3 = bassa pericolosità; zona 4 = molto bassa pericolosità), a due classi e relative sottozone (zona 3S, 3A, 3B = bassa pericolosità; zona 4 = molto bassa pericolosità). L'ultima delibera 1362/2010 invece mantiene la medesima suddivisione in Zona 4 e zona 3 ma accorpando le sottozone 3A e 3B in un'unica sottoclasse 3 e mantenendo la sottozona 3S

Tutto il territorio così articolato, suddiviso in zona 3 e 4 con eliminazione della zona 2, resta comunque assoggettato ad una disciplina che garantisce un'adeguata tutela della pubblica e privata incolumità.



Nuova zonazione sismica della Provincia della Spezia

Il Comune di Ameglia e l'area in esame, ai sensi e per gli effetti dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 2006, ricade in **zona 3**, contraddistinta da un valore di $a_g=0,15 g$.

Zona	Valore di a_g
3S	0.18g
3	0.15g
4	0.05g

6.3 AZIONE SISMICA

Attenendosi a quanto previsto dal **Decreto Ministeriale 14/01/2008**, che recepisce l'OPCM 3274/2003 e le successive modificazioni, è fortemente raccomandata la misura diretta della velocità delle onde di taglio, tuttavia, è ammesso ricavare il tipo di suolo dal valore del numero di colpi ottenuti dalle prove penetrometriche dinamiche.

Nel caso di sottosuoli costituiti da stratificazioni di terreni a grana grossa e a grana fina, distribuite con spessori confrontabili nei primi 30 m di profondità, ricadenti nelle categorie da A ad E, quando non si disponga di misure dirette della velocità delle onde di taglio si può procedere come segue:

- ✓ determinare $N_{SPT,30}$ limitatamente agli strati di terreno a grana grossa compresi entro i primi 30 m di profondità;
- ✓ determinare $c_{u,30}$ limitatamente agli strati di terreno a grana fina compresi entro i primi 30 m di profondità;
- ✓ individuare le categorie corrispondenti singolarmente ai parametri $N_{SPT,30}$ e $c_{u,30}$;
- ✓ riferire il sottosuolo alla categoria peggiore tra quelle individuate al punto precedente.

È possibile pertanto ricavare il valore $N_{SPT,30}$ mediante la formula:

$$N_{SPT,30} = \frac{\sum_{i=1,M} h_i}{\sum_{i=1,M} N_{SPT,i}} \quad \begin{array}{l} N_{SPT,i} \text{ numero di colpi } N_{SPT} \text{ nell}'i\text{-esimo strato;} \\ M \text{ numero di strati di terreni a grana grossa compresi nei primi 30 m di profondità;} \end{array} \quad (3.2.2.)$$

In virtù della caratterizzazione dei terreni presenti, e di altre indagini sismiche tipo MASW realizzate nelle aree circostanti e mantenendo un atteggiamento piuttosto cautelativo, si può considerare un suolo di fondazione di **tipo C**: “*Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 \text{ kPa} < c_{u,30} < 250 \text{ kPa}$ nei terreni a grana fina)*”.

6.3.1 Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali

Lo spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali è definito dalle espressioni seguenti:

$0 \leq T < T_B$	$S_s(T) = a_s \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$
$T_B \leq T < T_C$	$S_s(T) = a_s \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$
$T_C \leq T < T_D$	$S_s(T) = a_s \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$
$T_D \leq T$	$S_s(T) = a_s \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$

nelle quali T ed S_e sono, rispettivamente, periodo di vibrazione ed accelerazione spettrale orizzontale.

S è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la relazione seguente

$$S = S_S \times S_T$$

essendo S_S il coefficiente di amplificazione stratigrafica (vedi Tab. 3.2.V) e S_T il coefficiente di amplificazione topografica (vedi Tab. 3.2.VI);

η è il fattore che altera lo spettro elastico per coefficienti di smorzamento viscosi convenzionali ξ diversi dal 5%, mediante la relazione

$$\eta = \sqrt{10 / (5 + \xi)^3} > 0,55$$

dove ξ (espresso in percentuale) è valutato sulla base di materiali, tipologia strutturale e terreno di fondazione;

F_0 è il fattore di amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale, ed ha valore minimo pari a 2,2;

T_C è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro, dato da

$$T_C = C_C \times T_C^*$$

dove

T_C^* (Tratto Spettrale a Periodo Costante per un Periodo di Ritorno determinato);

C_C è un coefficiente funzione della categoria di sottosuolo (vedi Tab. 3.2.V), utilizzato per definire il Periodo di inizio del tratto costante dello Spettro di Risposta Elastico;

T_B è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante,

$$T_B = T_C / 3$$

T_D è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a spostamento costante dello spettro.

$$T_D = 4,0 \cdot \frac{a_g}{g} + 1,6.$$

6.3.2 Amplificazione stratigrafica

Per le categorie di sottosuolo B, C, D ed E i coefficienti S_S e C_C possono essere calcolati, in funzione di F_0 e T_C^* relativi al sottosuolo di categoria A, mediante le espressioni fornite in Tab. 3.2.V, nelle quali g è l'accelerazione di gravità ed il tempo è espresso in secondi.

Tabella 3.2.V – Espressioni di S_S e di C_C

Categoria sottosuolo	S_S	C_C
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,30}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

6.3.3 Amplificazione topografica

Per tener conto delle condizioni topografiche e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si utilizzano i valori del coefficiente topografico S_T riportati nella Tab. 3.2.VI, in funzione delle categorie topografiche definite in § 3.2.2 delle NTC 2008 (Tab. 3.2.IV) e dell'ubicazione dell'opera o dell'intervento.

Tabella 3.2.IV – Categorie topografiche

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Tabella 3.2.VI – 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 del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

RELAZIONE GEOLOGICO-SISMICA PRELIMINARE

Utilizzando il software free di Geostru (http://www.geostru.com/geoapp/Parametri_Sismici.aspx) si ricavano i seguenti valori:

Sito in esame.

latitudine: 44,0646477147025
 longitudine: 9,97257455479016
 Classe: 2
 Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 18486 Lat: 44,0815 Lon: 9,9408 Distanza: 3156,362
 Sito 2 ID: 18487 Lat: 44,0836 Lon: 10,0103 Distanza: 3674,945
 Sito 3 ID: 18709 Lat: 44,0336 Lon: 10,0132 Distanza: 4736,515
 Sito 4 ID: 18708 Lat: 44,0315 Lon: 9,9437 Distanza: 4346,795

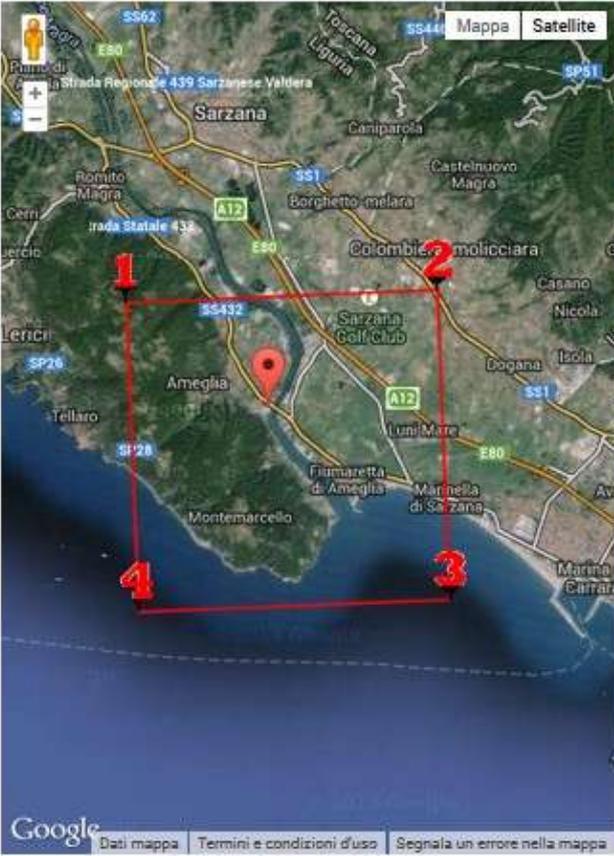
Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C
 Categoria topografica: T1
 Periodo di riferimento: 50anni
 Coefficiente cu: 1

	Coefficienti Sismici
Operatività (SLO): Probabilità di superamento: 81 % Tr: 30 [anni] ag: 0,042 g Fo: 2,526 Tc*: 0,227 [s]	SLO: Ss: 1,500 Cc: 1,710 St: 1,000 Kh: 0,012 Kv: 0,006 Amax: 0,612 Beta: 0,200
Danno (SLD): Probabilità di superamento: 63 % Tr: 50 [anni] ag: 0,052 g Fo: 2,519 Tc*: 0,246s]	SLD: Ss: 1,500 Cc: 1,670 St: 1,000 Kh: 0,016 Kv: 0,008 Amax: 0,764 Beta: 0,200
Salvaguardia della vita (SLV): Probabilità di superamento 10 % Tr: 475 [anni] ag: 0,126 g Fo: 2,411 Tc*: 0,291 [s]	SLV: Ss: 1,500 Cc: 1,580 St: 1,000 Kh: 0,046 Kv: 0,023 Amax: 1,859 Beta: 0,240
Prevenzione dal collasso (SLC): Probabilità di superamento: 5 % Tr: 975 [anni] ag: 0,163 g Fo: 2,376 Tc*: 0,299 [s]	SLC: Ss: 1,470 Cc: 1,560 St: 1,000 Kh: 0,058 Kv: 0,029 Amax: 2,352 Beta: 0,240

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50

RELAZIONE GEOLOGICO-SISMICA PRELIMINARE

Cerca Posizione	Determinazione dei parametri sismici																																																	
<p>Via <input type="text" value="Persio"/> n° <input type="text"/></p> <p>Comune <input type="text" value="Ameglia"/> Cap <input type="text"/></p> <p>Provincia <input type="text" value="La Spezia"/> <input type="button" value="Cerca"/></p> <hr/> <p>Coordinate WGS84</p> <p>Latitudine <input type="text" value="44.063686"/> °</p> <p>Longitudine <input type="text" value="9.971558"/> ° <input type="button" value="Cerca"/></p> <p>Isole <input type="text" value="-- Seleziona --"/></p>	<p>(1)* Coordinate WGS84</p> <p>Lat. <input type="text" value="44,063686"/> ° Long. <input type="text" value="9,9715579"/> °</p> <p>(1)* Coordinate ED50</p> <p>Lat. <input type="text" value="44,064648"/> ° Long. <input type="text" value="9,972575"/> °</p> <p>Classe dell'edificio</p> <p>II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e soci <input type="text" value="Cu = 1"/></p> <p>Vita nominale <input type="text" value="50"/></p> <p>(Opere provvisorie <=10, Opere ordinarie >=50, Grandi opere >=100)</p> <p>Interpolazione <input type="text" value="Media ponderata"/> <input type="button" value="Calcola"/></p>																																																	
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #e0ffe0;"> <th style="text-align: left;">Stato Limite</th> <th>Tr [anni]</th> <th>a₀ [g]</th> <th>F₀</th> <th>Tc* [s]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr style="background-color: #e0ffff;"> <td>Operatività (SLO)</td> <td>30</td> <td>0,042</td> <td>2,526</td> <td>0,227</td> </tr> <tr style="background-color: #e0ffff;"> <td>Danno (SLD)</td> <td>50</td> <td>0,052</td> <td>2,519</td> <td>0,246</td> </tr> <tr style="background-color: #e0ffff;"> <td>Salvaguardia vita (SLV)</td> <td>475</td> <td>0,126</td> <td>2,411</td> <td>0,291</td> </tr> <tr style="background-color: #e0ffff;"> <td>Prevenzione collasso (SLC)</td> <td>975</td> <td>0,163</td> <td>2,376</td> <td>0,299</td> </tr> <tr style="background-color: #e0e0ff;"> <td>Periodo di riferimento per l'azione sismica:</td> <td>50</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Stato Limite	Tr [anni]	a ₀ [g]	F ₀	Tc* [s]	Operatività (SLO)	30	0,042	2,526	0,227	Danno (SLD)	50	0,052	2,519	0,246	Salvaguardia vita (SLV)	475	0,126	2,411	0,291	Prevenzione collasso (SLC)	975	0,163	2,376	0,299	Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50																						
Stato Limite	Tr [anni]	a ₀ [g]	F ₀	Tc* [s]																																														
Operatività (SLO)	30	0,042	2,526	0,227																																														
Danno (SLD)	50	0,052	2,519	0,246																																														
Salvaguardia vita (SLV)	475	0,126	2,411	0,291																																														
Prevenzione collasso (SLC)	975	0,163	2,376	0,299																																														
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50																																																	
<p><input checked="" type="checkbox"/> Visualizza vertici della maglia di appartenenza</p>	<p>Calcolo dei coefficienti sismici</p> <p><input type="radio"/> Muri di sostegno <input type="radio"/> Paratie</p> <p><input checked="" type="radio"/> Stabilità dei pendii e fondazioni</p> <p><input type="checkbox"/> Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.</p> <p>H (m) <input type="text" value="1"/></p> <p>us (m) <input type="text" value="0,1"/></p> <p>Categoria sottosuolo <input type="text" value="C"/></p> <p>Categoria topografica <input type="text" value="T1"/></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #e0ffe0;"> <th></th> <th>SLO</th> <th>SLD</th> <th>SLV</th> <th>SLC</th> </tr> </thead> <tbody> <tr style="background-color: #e0ffff;"> <td>Ss* Amplificazione stratigrafica</td> <td>1,50</td> <td>1,50</td> <td>1,50</td> <td>1,47</td> </tr> <tr style="background-color: #e0ffff;"> <td>Cc* Coeff. funz categoria</td> <td>1,71</td> <td>1,67</td> <td>1,58</td> <td>1,56</td> </tr> <tr style="background-color: #e0ffff;"> <td>St* Amplificazione topografica</td> <td>1,00</td> <td>1,00</td> <td>1,00</td> <td>1,00</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Personalizza acc.ne massima attesa al sito [m/s²]</td> <td colspan="4" style="text-align: right;"><input type="text" value="0,6"/></td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #e0ffe0;"> <th style="text-align: left;">Coefficienti</th> <th>SLO</th> <th>SLD</th> <th>SLV</th> <th>SLC</th> </tr> </thead> <tbody> <tr style="background-color: #e0ffff;"> <td>kh</td> <td>0,012</td> <td>0,016</td> <td>0,046</td> <td>0,058</td> </tr> <tr style="background-color: #e0ffff;"> <td(kv< td=""> <td>0,006</td> <td>0,008</td> <td>0,023</td> <td>0,029</td> </td(kv<></tr> <tr style="background-color: #e0ffff;"> <td>Amax [m/s²]</td> <td>0,612</td> <td>0,764</td> <td>1,859</td> <td>2,352</td> </tr> <tr style="background-color: #e0ffff;"> <td>Beta</td> <td>0,200</td> <td>0,200</td> <td>0,240</td> <td>0,240</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;"><input type="button" value="Calcola"/></p> <p>* I valori di Ss, Cc ed St possono essere variati.</p>		SLO	SLD	SLV	SLC	Ss* Amplificazione stratigrafica	1,50	1,50	1,50	1,47	Cc* Coeff. funz categoria	1,71	1,67	1,58	1,56	St* Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00	<input type="checkbox"/> Personalizza acc.ne massima attesa al sito [m/s²]	<input type="text" value="0,6"/>				Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC	kh	0,012	0,016	0,046	0,058	0,006	0,008	0,023	0,029	Amax [m/s²]	0,612	0,764	1,859	2,352	Beta	0,200	0,200	0,240	0,240
	SLO	SLD	SLV	SLC																																														
Ss* Amplificazione stratigrafica	1,50	1,50	1,50	1,47																																														
Cc* Coeff. funz categoria	1,71	1,67	1,58	1,56																																														
St* Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00																																														
<input type="checkbox"/> Personalizza acc.ne massima attesa al sito [m/s²]	<input type="text" value="0,6"/>																																																	
Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC																																														
kh	0,012	0,016	0,046	0,058																																														
0,006	0,008	0,023	0,029																																															
Amax [m/s²]	0,612	0,764	1,859	2,352																																														
Beta	0,200	0,200	0,240	0,240																																														

(1)* Il software converte i dati dal sistema WGS84 al sistema ED50, prima di elaborare i risultati è comunque possibile inserire direttamente le coordinate nel sistema ED50. I punti sulla mappa sono da considerarsi esclusivamente in coordinate WGS84.

(2)* Il file creato con "Salva file" può essere importato automaticamente negli applicativi GeoStru.

6.3.4 Spettro di risposta elastico in accelerazione della componente verticale

Lo spettro di risposta elastico in accelerazione della componente verticale è definito dalle espressioni seguenti:

$$\begin{array}{ll}
 0 \leq T < T_B & S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\
 T_B \leq T < T_C & S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \\
 T_C \leq T < T_D & S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \\
 T_D \leq T & S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)
 \end{array}$$

nelle quali T e S_{ve} sono, rispettivamente, periodo di vibrazione ed accelerazione spettrale verticale e F_v è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, in termini di accelerazione orizzontale massima del terreno a_g su sito di riferimento rigido orizzontale,

$$F_v = 1.35 \cdot F_0 \cdot \left(\frac{a_g}{g} \right)^{0.5}$$

mediante la relazione:

I valori di a_g , F_0 , S, η sono definiti nel § 3.2.3.2.1 delle NTC 2008 per le componenti orizzontali; i valori S_s , T_B , T_C e T_D , salvo più accurate determinazioni, sono quelli riportati nella Tab. 3.2.VII.

Tabella 3.2.VII – Valori dei parametri dello spettro di risposta elastico della componente verticale

Categoria suolo	S	T_B	T_C	T_D
A,B,C,D,E	1,0	0,05	0,15	1,0

Per tener conto delle condizioni topografiche, in assenza di specifiche analisi si utilizzano i valori del coefficiente topografico S_T riportati in Tab. 3.2.VI

6.4 POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

La liquefazione denota una diminuzione di resistenza al taglio e/o di rigidezza causata dall'aumento di pressione interstiziale in un terreno saturo non coesivo durante lo scuotimento sismico, tale da generare deformazioni permanenti significative o persino l'annullamento degli sforzi efficaci nel terreno.

La verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

- 1) Eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5;
- 2) Accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1 g;
- 3) Profondità media stagionale della falda superiore a 15 metri dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
- 4) Depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N_1)_{60} > 30$ oppure $q_{ciN} > 180$ dove $(N_1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (SPT) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100

kPa e q_{ciN} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;

- 5) Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 7.11.1 (a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3.5$ ed in Figura 7.11.1 (b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3.5$.

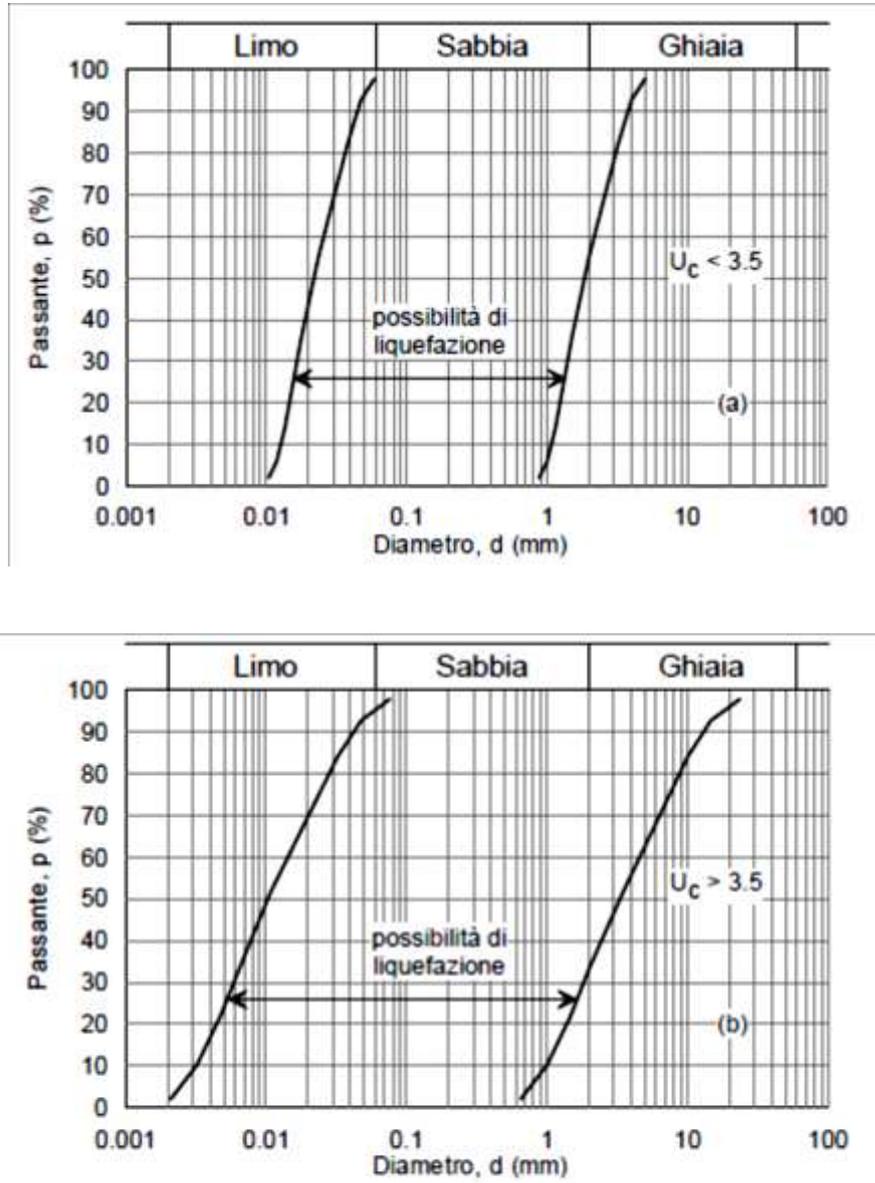


Figura 7.11.1 – Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione.

Nella tabella seguente viene indicata la probabilità che si verifichi liquefazione in funzione delle condizioni stratigrafiche e morfologiche riscontrabili sul territorio:

Categoria	Morfologia	Liquefazione
A	Letti di fiume, antichi e recenti, paludi, terreni di bonifica, zone interdunari	Probabile
B	Conoidi, argini naturali, dune, pianure di esondazione, spiagge	Possibile
C	Terrazzi, colline, montagne	Improbabile

In virtù dei caratteri geologici, geomorfologici e della granulometria dei sedimenti presenti nell'area in esame, uniti alle caratteristiche meccaniche dei terreni, si può ritenere probabile

l'emergenza di tale fenomeno. Una caratteristica fondamentale per l'insorgenza di tale fenomeno è la sismicità attesa elevata del sito (magnitudo > 5) pertanto, vista l'assenza di fenomeni sismici, di si ritiene poco probabile il verificarsi del fenomeno della liquefazione, tuttavia nel caso si verificassero fenomeni sismici importanti non si può escludere l'insorgenza di tale fenomeno.

7 DEFINIZIONE DEI VALORI MEDI DEL TERRENO

Dal sondaggio realizzato è stato prelevato un campione alla profondità compresa tra 4.50 metri e 5.00 metri dal piano campagna, il campione è stato prelevato nel punto centrale del futuro scavo da realizzarsi. Dall'analisi condotta e descritta nel presente elaborato si ricava una certa omogeneità dei depositi. Dall'analisi granulometrica condotta si ricava un deposito di sabbie prevalenti con deboli percentuali di ghiaia e limo. Di seguito sono riportati i principali parametri geotecnici da prendere in considerazione.

<i>Strato</i>	γ	γ_s	φ	<i>C</i>
Sabbia	1.80	2.00	24.30	0.19

- il peso di volume medio (γ) espresso in t/m³;
- il peso di volume saturo medio (γ_s) espresso in t/m³;
- l'angolo di attrito medio (φ) espresso in gradi;
- coesione drenata (C) espressa in Kg/cm²

8 NOTE CONCLUSIVE

In virtù dell'incarico conferitomi dalla committenza, come specificato in premessa, è stato eseguito uno studio geologico al fine di individuare la fattibilità dell'intervento in progetto, sui terreni ubicati nel Comune di Ameglia (SP) in località Cafaggio, e distinti al N.C.T./N.C.E.U. del medesimo Comune censuario al foglio 7 allegato, Mappali 1147, 269, 266, 265, 1217, 279, 572, 1207, 268, 270, 1493, 1494, 805, 1169, 839/p, 1490, 271, 1491, 1492.

Per quanto concerne il vigente P.T.C.P. rientra in area IS-CE - insediamenti sparsi - regime normativo di conservazione.

Per ciò che concerne il vincolo di P.A.I. l'area rientra in categoria di **pericolosità idraulica elevata e molto elevata** con tempo di ritorno TR=30 anni; e **rischio idraulico molto elevato RI4**, come ben osservabile dalle cartografie allegate negli elaborati cartografici.

Lo studio della cartografia e le indagini condotte preliminarmente mediante un carotaggio continuo e tre trincee di ispezione rivelano una stratigrafia piuttosto omogenea arealmente, sia orizzontalmente che verticalmente. L'area in oggetto si caratterizza per la presenza di uno corpo sabbioso piuttosto spesso circa 7.00 metri (dalla profondità di 2.00 metri a circa 9.00 metri dal p.c.), successivamente persiste una stratificazione prevalentemente sabbiosa, tuttavia, si rinvencono livelli più o meno ghiaiosi sparsi in tutto lo spessore del sondaggio. Le trincee d'ispezione, realizzate con una profondità raggiunta di circa 2.50 metri ciascuna, rivelano uno strato superficiale di riporto ghiaioso antropico per la realizzazione del piazzale attuale e al di sotto, uno strato di sabbia omogenea analogo a quello rinvenuto nel sondaggio. L'analisi granulometrica del campione, prelevato alla profondità compresa tra 4.50 e 5.00 metri dal p.c., rivela una composizione di sabbia (88.24%), ghiaia (4.83%), limo (4.82%) e una parte di argilla (2.11%) pertanto, come indicato dal rapporto di prova allegato si classifica come sabbia media con scarso grado di addensamento e presenza sporadica di clasti millimetrici eterogenei.

Dal punto di vista geologico non si rinvencono limiti ostativi alla realizzazione del progetto in essere. Tuttavia al fine della progettazione esecutiva si renderanno necessarie altre indagini geognostiche al fine di fornire dati geotecnici puntali e il più precisi possibile, si prevede quindi di dovere realizzare indagini penetrometriche e sismiche suppletive da concordarsi con il progettista delle strutture.

Il Tecnico

Dott. Geol. Cecilia Frediani

ALLEGATI CARTOGRAFICI

ALLEGATI FOTOGRAFICI

ELABORAZIONE INDAGINI