

# COMUNE RICCIONE

Provincia di Rimini

## P.U.A.

Piano Urbanistico Attuativo di Iniziativa Privata

(Art. 4.10 del P.S.C.)

COMPARTO N. 15 sito in VIA CARBONIA n. 6

L.R. 20/2000 - P.S.C. del C.C. N. 84 del 23/04/2007 - P.O.C. del C.C. N. 20 del 07/04/2014

TAVOLA N° 9:

## RELAZIONE GEOLOGICA

IL RICHIEDENTE:\*

NERI IMMOBILIARE  
di Rosa Cesare & C. S.n.c.

I PROGETTISTI:

Arch. SAMANTHA SPANO  
Arch. ELISA TIRAFERRI

IL GEOLOGO:

FABIO VANNONI

\* Documento firmato digitalmente per il Richiedente da Arch. Spano S. e Arch. Tiraferri E. (vedi delega allegata)

IL SINDACO:

L'ASSESSORE

IL DIRIGENTE:

IL SEGRETARIO:

Data:

07/11/2016

Aggiornamento:

Emissione

In sostituzione di:

TAV N° 9 – Emiss. del 02/04/2015

TAV N° 9 A – Emiss. del 21/07/2015

N.° REP.: 2011-01

Arch. Samantha Spano  
Arch. Elisa Tiraferri

samantha.spano@archiworldpec.it  
elisa.tiraferri@archiworldpec.it

Tel/Fax 0541.644560  
Via Emilia N. 97 - RICCIONE 47838 (RN)

essetiarchistudio@libero.it  
P.IVA 03464310402



GEOPROGET

Proponente: **NERI IMMOBILIARE di Rosa Cesare & C. S.n.c.**

---

Comune: **Riccione (RN)**

**RELAZIONE GEOLOGICA PER PIANO URBANISTICO ATTUATIVO DI INIZIATIVA PRIVATA  
(ART. 4.10 DEL P.S.C.) COMPARTO N. 15 SITO IN VIA CARBONIA N. 6 - RICCIONE (RN)**

Riccione, marzo 2015  
Rif. 2155

# I N D I C E

1	PREMESSA.....	pag. 2
2	INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....	pag. 3
	2.1. Considerazioni generali.....	pag. 3
	2.2. Modello geologico.....	pag. 3
3	ANALISI GEOLOGICA.....	pag. 5
	3.1. Ubicazione, geologia e geomorfologia.....	pag. 5
	3.2. Idrografia e idrogeologia.....	pag. 6
	3.2.1 Valutazioni idrologiche per opere di regimazione.....	pag. 6
	3.2.2 Tutela assetti idrogeologici.....	pag. 7
4.	ANALISI GEOLOGICO TECNICA - INDAGINI GEOGNOSTICHE.....	pag. 8
	4.1 Prove in sito: penetrometrie statiche (C.P.T.).....	pag. 8
	4.2 Prove di laboratorio - Analisi granulometriche e limiti di Atterberg.....	pag. 9
	4.3 Stratigrafia e litologia.....	pag. 9
6.	PERICOLOSITA' SISMICA.....	pag. 12
	6.1. Sismicit� dell'area.....	pag. 12
	6.2. Azione sismica di progetto.....	pag. 13
	6.3. Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche.....	pag. 14
	6.3.1 Definizione e individuazione categoria di suolo.....	pag. 14
	6.3.2 Definizione e individuazione della condizione topografica.....	pag. 15
	6.4. Potenziale di liquefazione dei terreni.....	pag. 16
7.	VALUTAZIONI SULLA STABILITA'.....	pag. 16
8	EDIFICABILITA' DELL'AREA E CENNI SULLE FONDAZIONI.....	pag. 17
	8.1. Considerazioni generali.....	pag. 17
	8.2. Problematiche legate all'edificazione e all'urbanizzazione dell'area di intervento.....	pag. 17
	8.3. Tipologia fondazionale.....	pag. 19
	8.3.1 Interazione4 terreno struttura.....	pag. 20
	8.4. Caratteristiche dei terreni superficiali come sottofondo per sovrastrutture Stradali.....	pag. 21
9	VALUTAZIONI DI MICROZONAZIONE SISMICA.....	pag. 21
	9.1. Premesse normative.....	pag. 21
	9.2. Verifiche e valutazioni di microzonazione sismica.....	pag. 22

## ALLEGATI NEL TESTO

- ALLEGATO N. 1 - Inquadramento geografico - corografia
- ALLEGATO N. 2 - Stralcio Scheda Comparto
- ALLEGATO N. 3 - Planimetria con ubicazione penetrometrie
- ALLEGATO N. 4 - Prove in sito
- ALLEGATO N. 5 - Prove di laboratorio
- ALLEGATO N. 6 - Dati pluviometrici
- ALLEGATO N. 7 - Parametri di pericolosit  sismica
- ALLEGATO N. 8 - Elaborati di sintesi prova HVSR

## 1 PREMESSA

Per conto della si redige uno studio geologico dell'area oggetto di PUA denominata Comparto 15 Sub-Comparto 86.0 relativo alla variante 1.0 del Piano Operativo Comunale di Riccione (RN) sita in via Carbonia n. 6.

L'area di indagine è compresa nelle Tavola 267 N.E. Morciano di Romagna e 268 N.O. Cattolica alla scala 1: 25.000, (allegato n. 1) inoltre è individuabile nell'Elemento 041 (Riccione Sud) del Foglio 267 (S.MARINO) e nell'Elemento 014 (Misano Adriatico) della Carta Tecnica Regione Emilia Romagna.

L'indagine Geologica è realizzata in ottemperanza alla nota della Provincia di Rimini del 02/01/08 a titolo *"Analisi geologiche di supporto alla pianificazione dei P.P. e dei P.U.A.* e della Circolare regionale n. 1288 del 11/02/1983 a titolo *"Indicazioni metodologiche sulle indagini geologiche da produrre a corredo dei Piani Urbanistici Comunali"*. Inoltre essa è redatta in linea con il paragrafo 6.2.1. (*"Caratterizzazione e modellazione geologica del sito"*) delle Norme tecniche per le costruzioni D.M. 14 gennaio 2008 (G.U. n. 29 del 4.02.2008 suppl. ord. n° 30) e della Circolare del 02 febbraio 2009, n. 617 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (*"Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni"*).

Lo relazione geologica è articolata nelle seguenti fasi:

- rilevamento geolitologico, geomorfologico e delle condizioni idrogeologiche;
- ricostruzione del modello geologico generale del sito attraverso il materiale bibliografico (sezioni geologiche e prove geognostiche della pianura emiliano romagnola a cura del Servizio geologico e sismico dei suoli della Regione Emilia Romagna);
- realizzazione di n. 1 penetrometria statica C.P.T.;
- utilizzo di n. 2 prove dinamiche leggere DL30 realizzate in passato nello steso lotto;
- utilizzo di prove di laboratorio messe a disposizione dalla committenza e realizzate in occasione dell'indagine allegata al POC del Comune di Riccione;
- realizzazione di una prova sismica "HVSR" (Horizontal Vertical Spectral Ratio) per la determinazione della "categoria di suolo" ai sensi del D.M. 14/01/2008;
- definizione delle caratteristiche geolitologiche e geomeccaniche dell'area di intervento in relazione alla sua edificabilità e alle strutture fondali proponibili;
- valutazione degli elementi di pericolosità geologica;
- valutazioni per la microzonazione sismica finalizzata alla pianificazione territoriale ed urbanistica.
- valutazione della pericolosità sismica: sismicità dell'area, azione sismica e valutazione del potenziale di liquefazione dei terreni;
- valutazioni sulla stabilità.

Tale studio è finalizzato sia alla valutazione da parte dell'Ufficio Difesa del Suolo della Provincia di Rimini ai sensi dell'art. 5 della L.R. 19 / 2008 e degli aspetti urbanistico – ambientali sia, al pari di tutti gli atti di pianificazione urbanistica, alla riduzione del rischio sismico così come specificato nell'art. 2, comma 4, dell'allegato alla L.R. 20/2000. Al proposito, con Delibera di Assemblea Legislativa n.112 del 02/05/07 la Regione Emilia - Romagna ha approvato il seguente documento: *"Atto di indirizzo e coordinamento tecnico ai sensi dell'art. 16, comma 1, della L.R. 20/2000 – Disciplina generale sulla tutela e l'uso del territorio"*, in merito a *"Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica"*, seguita successivamente da una nota esplicativa redatta dai Servizi della Regione Emilia - Romagna con prot. n. 2007.0166430 del 22/06/07.

La relazione geologica è finalizzata, inoltre, alla progettazione esecutiva delle opere. Infine si dichiara di aver preso visione della pianificazione territoriale urbanistica comunale e di quella sovraordinata esistenti e delle eventuali prescrizioni di carattere geologico.

## **2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO**

### **2.1 Considerazioni generali**

Il bordo appenninico esterno e la attuale fascia costiera sono il prodotto del sistema ad embrici e accavallamenti che regola il sollevamento e lo sviluppo della catena appenninica. Secondo le ricerche dell'AGIP (Pieri e Groppi, 1981; Subsurface Geological Structure of the Po Plane. Publ. 414 P.F. Geodinamica. CNR, 23 p.) la Pianura Padana meridionale costituisce una stretta fascia allungata parallelamente ai rilievi del bordo appenninico. La presenza di strutture tettoniche sepolte drappeggiate ed annegate da tali depositi, storicamente ipotizzata, è stata accertata attraverso la realizzazione di "sezioni sismiche".

Lungo il bordo appenninico esterno e la fascia di pianura antistante gli elementi strutturali accatastati vengono a formare un prisma di accrezione che per la complessa interferenza tra l'attività tettonica e quella sedimentaria assume i caratteri di una pronunciata fossa tettonica denominata "Avanfossa appenninico - adriatica" (Ori G.G., Roveri M. e Vannoni F., 1986; "Plio - Pleistocene Sedimentation in the Appenninic - Adriatic Foredeep Adriatic Sea". In: P.A. Allen, P. Homewood and G. Williams (eds.), Foreland Basins, International Association of Sedimentologists Special Publication, 8: 183 - 198, 1986).

L'intrecciarsi di complessi meccanismi sedimentari e tettonici hanno dato luogo alla formazione di bacini alla fronte e sulla parte retrostante degli accavallamenti traslando con essi all'interno della Avanfossa. Il risultato finale è quello di un consistente impilamento di sedimenti caratteristici della successione sedimentaria plio - pleistocenica della zona di studio.

### **2.2 Modello geologico dell'area**

Il D.M. 14/01/2008 (Norme Tecniche sulle costruzioni) entrato in vigore dal 01/07/2009 nella progettazione geotecnica (capitolo n. 6) introduce il concetto di modello geologico del sito che consiste nella ricostruzione dei caratteri litologici, stratigrafici strutturali, idrogeologici e geomorfologici. La definizione della "pericolosità geologica del territorio" deve costituire un elemento utile nella progettazione geotecnica per "inquadrare i problemi geotecnici" e definire il programma delle indagini geotecniche.

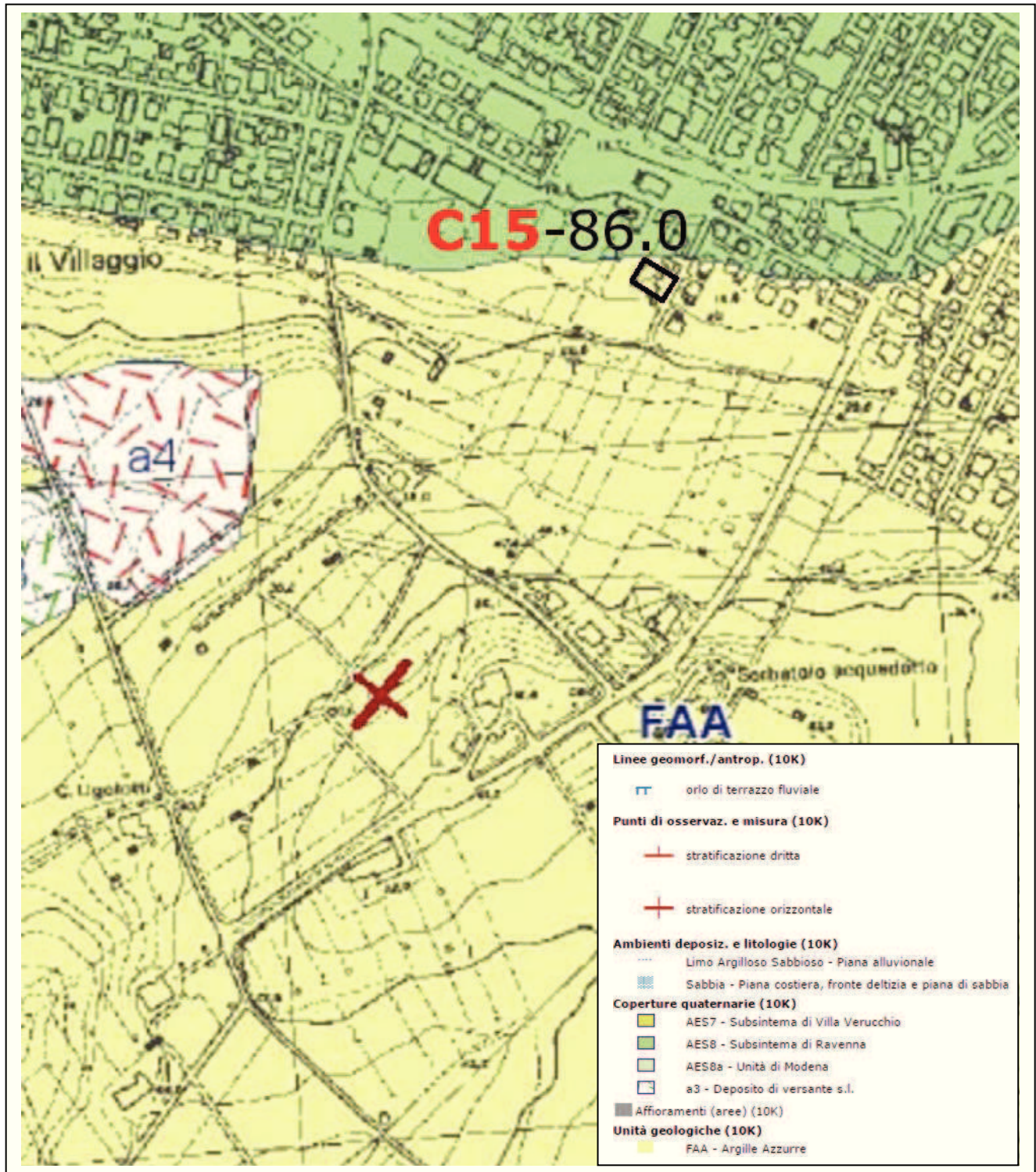
L'area ricade in vicinanza alla fascia costiera romagnola. Una ricostruzione del modello geologico è possibile attraverso la consultazione della Carta Geologica della Regione Emilia Romagna che viene riportata in stralcio nella pagina successiva.

I terreni costituenti l'ossatura geologica dell'area sono attribuibili alla successione umbro - marchigiano - romagnola nella porzione collinare. Ai piedi dei sedimenti marini di età pliocenica, coinvolti negli accavallamenti appenninici, troviamo i depositi alluvionali terrazzati del Rio delle Fornaci in giacitura suborizzontale. Le unità sono distinte sulla base della Carta Geologica del recente rilevamento Carta Geologica della Regione Emilia Romagna alle quali si riferisce anche la simbologia adottata. A partire dalle unità più antiche si possono distinguere:

#### **Formazione delle Argille Grigio Azzurre "FAA" (Pliocene inf - pleistocene inferiore)**

Si tratta di peliti grigie e grigio azzurre siltose e sabbiose, con frattura a saponetta, organizzate in strati decimetrici o massive, ricche di microfossili talvolta intercalate ad arenarie giallastre poco cementate. Argille marnose e marne argillose grigio - azzurre, siltose, con rare intercalazioni di intervalli arenaceo - pelitici costituiti da arenarie silicoclastiche, medio-fini giallastre, in letti da sottili a spessi. Depositi di scarpata e base scarpata. Lateralmente e verso l'alto, le peliti passano a lenti di arenarie risedimentate di colore giallo ocraceo alternate a sottili livelli pelitici. L'ambiente di sedimentazione è di tipo batiale e marino profondo.

Tali terreni compongono la collina di Riccione alta a sud e presentano una successione suddividibile generalmente in tre litotipi differenziati in base alle caratteristiche di alterazione (colore fratturazione), di quelle geotecniche (grado di compattezza) nonché a quelle di composizione mineralogica. A partire dalla superficie vi è una “coltre eluvio – colluviale” di alcuni metri caratterizzata da un elevato grado di fratturazione dovuto ai fenomeni di essiccamento (sovracconsolidazione) e legato ai fattori meteo - climatici; essa è individuabile dal colore marrone scuro che diviene più chiaro in profondità. Al di sotto vi è il cosiddetto substrato “decompresso” che rappresenta la porzione più alterata del substrato ed è individuabile da tracce di stratificazione e da variegature e chiazze di colore grigio - marrone chiaro. Il “substrato” in senso stretto lo è spesso solo per definizione geotecnica (duro - molto duro nel grado di compattezza) poiché, in realtà, in base alla velocità delle onde sismiche tale substrato molte volte non coincide con il “bed rock” sismico propriamente detto.



### Subsintema di Ravenna (AES8) (Pleistocene superiore - Olocene)

Depositi fluviali intravallivi e di piana alluvionale. I depositi fluviali sono generalmente 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. Limite inferiore coincidente, in affioramento, con una superficie di erosione fluviale o con il contatto delle tracimazioni fluviali sul suolo non calcareo. Subsintema contenente un'unità di rango gerarchico inferiore (AES8a) che, dove presente, ne costituisce il tetto stratigrafico. Spessore massimo di 20-25 metri.

### Depositi di versante "a4" (Olocene)

Depositi eterometrici, spesso a matrice limo – argillosa, generalmente privi di strutture sedimentarie e non cementati.

La formazione in posto, in base all'andamento presunto dei contatti litostratigrafici, delle strutture tettoniche e degli affioramenti vicini, risulta avere un assetto stratigrafico tendenzialmente a traverso poggio rispetto la pendio che declina verso l'area di edificazione. Infine non sono riscontrabili strutture plicative e/o disgiuntive affioranti certe di rilievo.

## **3 ANALISI GEOLOGICA**

### **3.1 Ubicazione, geologia e geomorfologia**

L'area oggetto di PUA è ubicata in località "Il Villaggio" nella porzione centro occidentale del nucleo urbanizzato di Riccione. Essa si colloca in via Carbonia ad una distanza di 65 mt a sud ovest della Strada Statale n. 16 Adriatica, ai piedi dei primi rilievi collinari pliocenici.

La morfologia possiede caratteri di transizione da una situazione di bassa collina con versanti regolari intensamente antropizzati ad un'altra di pianura alluvionale costiera la cui tabularità è interrotta unicamente da un terrazzamento esteso che rappresenta una antica falesia.

La zona è collocata alla quota altimetrica media di +19.0 mt s.l.m. ai piedi di un versante che declina a nord est con pendenze molto blande (5° - 8°) raccordandosi infine alla piana alluvionale con pendenze suborizzontali.

Data la morfologia sub pianeggiante nella zona oggetto di PUA non si riscontra alcuna evidenza di fenomeni gravitativi. Il tratto di pendio che declina verso la zona in studio è regolarmente antropizzato e non presenta morfologie addebitabili a fenomeni gravitativi.

Dal punto di vista geologico l'area di indagine è posta a cavallo del limite tra la formazione Quaternaria denominata "f3" della Carta Geologica d'Italia ("AES8" nella Carta Geologica Regionale Alluvioni e depositi terrazzati del III° ordine) e le Argille grigio - azzurre "P2a" ("FAA" nella Carta Geologica Regionale) marine di età pliocenica superiore contro le quali le alluvioni si chiudono a "becco di flauto".

I depositi alluvionali terrazzati rappresentano il prodotto della sedimentazione in piana inondabile del Rio Melo; essi sono costituiti, nel primo sottosuolo litologicamente, da alternanze verticali ed orizzontali di argille e limi intercalati a livelli con maggiore contenuto in sabbia. Le Argille marine di età pliocenica marnose collinari azzurre lievemente sabbiose alternate a sottili livelli sabbiosi lievemente cementati) contrassegnate nella Carta Geologica d'Italia con "P2a". Considerata la locale assenza di affioramenti dalla consultazione della cartografia geologica risulta un assetto stratigrafico locale a traversopoggio: direzione antiappenninica (Nord 40° - 60°) e deboli inclinazioni verso Nord - Ovest.

I depositi alluvionali della pianura si chiudono, assottigliandosi, a becco di flauto contro le pendici collinari costituite dai terreni (Argille grigio-azzurre "FAA") marini di età pliocenica. Entrambi sono ricoperti da una coltre alluvio – colluviale di natura litologica limo - argillosa e argillo - limosa di spessore variabile, generalmente scarso in sommità crinale, in aumento sul pendio ed ai piedi del versante.

Per questo motivo accade spesso che i terreni superficiali alterati non siano distinguibili per caratteristiche geomeccaniche ma unicamente per colore in affioramento. I terreni argillosi più superficiali in condizioni di sufficiente idratazione risultano normalconsolidati con grado di sovra consolidazione che aumenta in maniera consistente con la profondità al passaggio con i terreni marini pliocenici.

## **3.2 Idrografia e idrogeologia**

La zona in studio è compresa tra le conoidi alluvionali del Torrente Marano (a Nord-Ovest) e del Torrente Conca (a Sud-Est). Gli elementi idrografici principali sono rappresentati da corsi d'acqua brevi e perlopiù tombinati.

L'idrografia è caratterizzata, quindi, da fossetti peristradali che raccolgono le acque di precipitazione meteorica da via Caprera, via Sardegna, via Cagliari (vie di sommità crinale), nonché dal versante, convogliandole verso la rete fognaria urbana presente nell'area pianeggiante urbanizzata.

Il principale fattore di modellamento dei versanti è rappresentato dall'azione dilavante delle acque meteoriche che si manifesta con fenomeni di erosione per ruscellamento superficiale sia diffuso che canalizzato e, in subordine, con fenomeni di erosione da pioggia in periodi di forti e prolungati afflussi.

Dal punto di vista idrogeologico i terreni pliocenici argillosi del pendio sono caratterizzati da una scarsa permeabilità e porosità efficace primaria che aumenta all'aumentare delle intercalazioni sabbiose. Tali caratteristiche unitamente alla presenza di un versante favorisce il deflusso superficiale a scapito della infiltrazione efficace nel sottosuolo. Pertanto non sussistono rischi di esondabilità da parte dei piccoli fossi presenti in zona in quanto caratterizzati da portate modeste. Trovandosi in zona pedecollinare le pendenze sono più che sufficienti per far defluire le acque di precipitazione meteorica.

In sedimenti a "granulometria fine" il livello piezometrico è soggetto a consistenti variazioni stagionali che possono divenire notevoli quando a periodi aridi si succedono altri di prolungata e intensa piovosità.

Le modeste circolazioni di acqua talora presenti nel versante in oggetto, contenute nella coltre eluvio - colluviale, evidenziano carattere effimero, intermittente a seconda dell'andamento dei periodi siccitosi e piovosi. Al contrario, nel fondovalle sottostante, le falde contenute nei terrazzi alluvionali evidenziano un andamento annuale più regolare ed una maggiore potenzialità.

Pertanto non esiste una vera e propria falda ma solamente circolazioni idriche di carattere occasionale che si formano all'interno della coltre colluviale o al contatto con i sottostanti terreni marini pliocenici soprattutto in corrispondenza di precipitazioni intense e prolungate. Tali circolazioni idriche effimere vanno ad alimentare, unitamente alle precipitazioni direttamente insistenti sull'area, le falde di terrazzo alluvionale.

All'epoca in cui è stata effettuata la campagna geognostica realizzata originariamente nel lotto (maggio 2009) si è riscontrata la presenza di acqua unicamente nella penetrometria P2 a ml -4.30 dal p.c.. In occasione della presente campagna geognostica, successiva ad un periodo di intensa e prolungata piovosità non è stata rilevata la falda alle profondità sondate.

In sintesi da questi dati nonché in base alla raccolta di testimonianze storiche e alla conoscenza idrogeologica locale derivata da una serie di indagini effettuate sul territorio limitrofo si può ragionevolmente ipotizzare un innalzamento dell'acqua fino a ml -1.0 dal piano campagna in caso di precipitazioni intense e prolungate. In tale occasione si pensa che il livello dell'acqua può innalzarsi vicino alla superficie considerando il copioso deflusso sotterraneo che si può creare nel pendio che declina l'area oggetto di PUA.

Tuttavia occorre considerare come tale dato possieda un certo margine di incertezza trattandosi di valutazioni non suffragabili direttamente visto anche il breve periodo a disposizione per l'indagine in rapporto alle oscillazioni stagionali e ai cicli meteorologici pluriennali.

Come conseguenza della natura litologica argillosa del terreno si possono manifestare innalzamenti della frangia capillare e/o ristagni nel terreno perimetrali al fabbricato a seguito di abbondanti afflussi meteorici. Pertanto la presenza di umidità nei pressi della superficie topografica consiglia una impermeabilizzazione completa di eventuali piani interrati.

### **3.2.1 Valutazioni idrologiche per opere di regimazione**

Per il progetto di tratti di fognature e di opere di scolo delle acque bianche supplementari alla rete fognaria già esistente nelle aree limitrofe si possono utilizzare i dati di seguito riportati.



Conoscendo i dati delle precipitazioni massime, minime e medie e della piovosità massima con durata da una a ventiquattro ore (Stazioni idrografiche site in Provincia di Rimini) si sono ipotizzate le precipitazioni massime (tramite elaborazione statistica di Gumbel a cura del Consorzio di Bonifica) con tempi di ritorno da decennali a monosecolari.

Altezze di pioggia in mm stimate per diversi tempi di ritorno

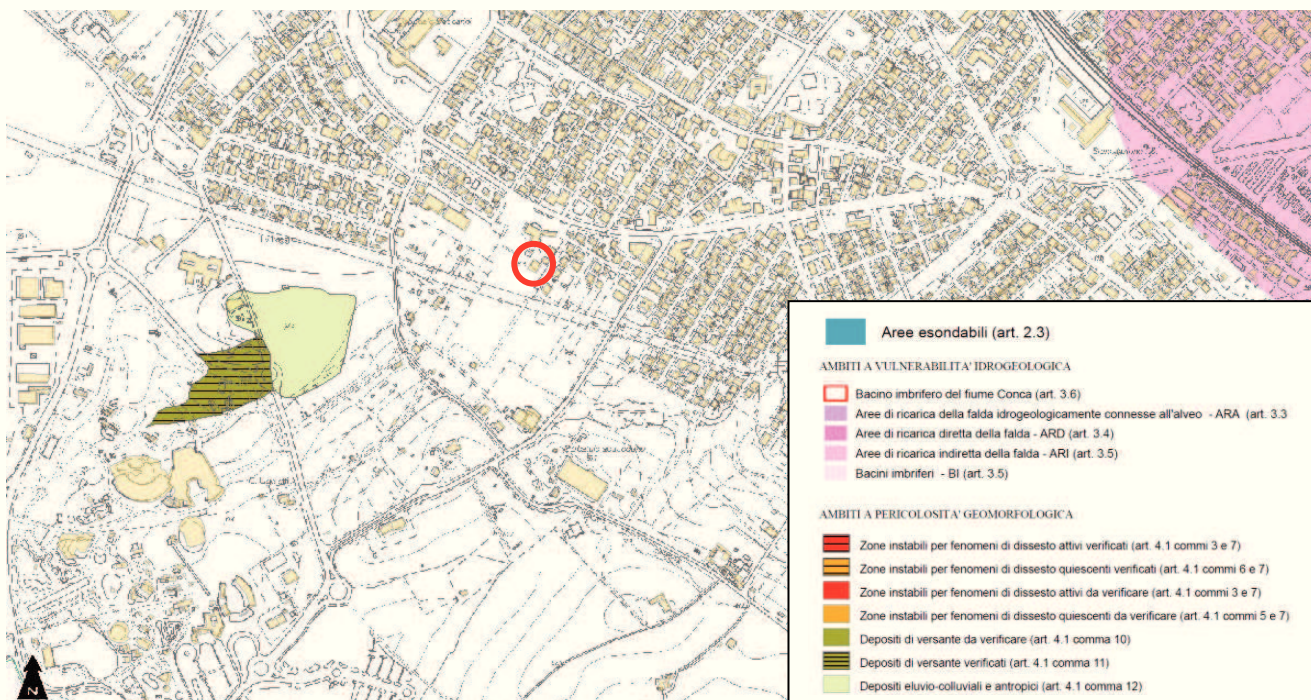
	1 Ora	3 Ore	6 Ore	12 Ore	24 Ore
<b>Tr=100</b>	64,23	89,25	99,48	115,72	143,44
<b>Tr=50</b>	57,64	80,22	89,76	105,00	129,96
<b>Tr=25</b>	51,00	71,13	79,95	94,21	116,37
<b>Tr=10</b>	42,06	58,87	66,74	79,66	98,06

Ulteriori valutazioni potranno essere effettuate in base ai dati pluviometrici che si riferiscono alla Stazione di Rimini per il periodo 1934 - 1998, riportati in allegato n. 6.

### 3.2.2 Tutela assetti idraulici e idrogeologici

Il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale non evidenzia alcuna zona esondabile e di fatto segnala come assente il problema dell'esondabilità da parte del Rio Melo e del Torrente Conca che peraltro scorrono a considerevole distanza. Non vi è una trattazione specifica da parte della cartografia sopraccitata sulle possibilità di esondazione del reticolo idrografico minore che peraltro in loco risulta non individuato o assente.

Lo stralcio di seguito riportato della Tavola D2 del P.T.C.P. 2007 riporta il reticolo idrografico minore (art. 2.2).



Dal punto di vista dell'assetto idrogeologico, relativamente all'acquifero superficiale non sono segnalate situazioni di vulnerabilità normate dal PTCP (vedi figura precedente) se si eccettua la porzione di territorio comunale a mare della Strada Statale Adriatica. Infatti la fascia costiera è individuata come "Area di ricarica indiretta della falda" (art. 3.5. NTA). Neppure si segnalano ambiti a pericolosità geomorfologica nel pendio dell'area oggetto di PUA ma solo un "deposito eluvio - colluviale e antropico alcune decine di metri ad ovest di via Cagliari che rappresenta una linea spartiacque tra unità geomorfologiche distinte.

Infine, per riassumere, dalla Scheda del POC Comparto 15 Sub-Comparto 86.0 si evince come “Non si evidenziano situazioni di pericolo per fenomeni gravitativi, rischio di esondabilità e vulnerabilità idraulica” dalla pianificazione sovraordinata di carattere geologico e idrogeologico (PAI e PTCP).

## **4 INDAGINE GEOGNOSTICA**

### **4.1 Prove in sito**

La campagna geognostica è stata eseguita mediante l'esecuzione di n. 1 prova penetrometrica statica che ha fornito una valutazione delle caratteristiche fisico - meccaniche dei terreni dell' area in studio. A supporto e completamento dell'indagine si riportano n. 2 prove penetrometriche dinamiche realizzate in precedenza dallo scrivente sullo stesso lotto.

Infine a titolo di controllo della situazione di stabilità del pendio a sud dell'area oggetto di PUA si riporta una prova penetrometrica statica CPT messa a disposizione dalla committenza e realizzata nel mese di gennaio 2011 in occasione dell'indagine allegata al POC del Comune di Riccione. Le prove eseguite con l'ausilio di penetrometro statico tipo "PAGANI" da 10/20 tons si spingono fino a profondità comprese tra 11.0 e 20.0 ml dal piano campagna rilevando, in maniera continua, i valori di resistenza di punta "Rp" e resistenza di attrito laterale locale "Rl" (vedi allegato 4).

Le caratteristiche dello strumento utilizzato i grafici e le tabelle analitiche delle penetrometrie sono riportati in allegato n. 4. L'ubicazione dei sondaggi penetrometrici e delle prova geofisica HVSR è riportata in allegato n. 3.

### **4.2 Prove di laboratorio Analisi granulometriche**

In occasione dell'indagine allegata al POC del comune di Riccione è stato prelevato n. 2 campione di terreno (C3 e C4; riportati nella schede dei sub-comparti 35.0 e 19.0) nell'area collinare in vicinanza all'area oggetto di PUA alla profondità di -2.0 mt dal piano di campagna. Le relative prove di laboratorio, messe a disposizione dalla committenza, hanno fornito una caratterizzazione litologica; le risultanze sono riportate nei certificati in allegato n. 5.

Le prove di laboratorio unitamente alla campagna geognostica hanno consentito di definire il quadro stratigrafico dell'area in esame. L'analisi granulometrica sul campione è stata effettuata in parte con setacci e in parte mediante decantazione (aerometria) in quanto trattasi di terreno a dominante frazione granulometrica limo-argillosa. Lo scopo è quello di fornire alcune descrizioni del terreno finalizzate ad una sua caratterizzazione.

Il risultato è quello riportato in allegato n. 5 dove unitamente al grafico della curva granulometrica (in ordinate % cumulativa e in ascisse diametro equivalente) vengono fornite le classificazioni A.G.I. e CNR-UNI 10006.

Il campione C4 presenta una frazione argillosa del 61 %, quella limosa di 35% e la sabbiosa pari al 4 %, si tratta pertanto di **“Argille con limo debolmente sabbiose”**.

### **4.3 Stratigrafia e litologia**

La campagna geognostica ha permesso di individuare e raggruppare i terreni costituenti il primo sottosuolo, sinteticamente, in n. 4 litotipi. Per l'identificazione dei tipi litologici ci si è avvalsi delle metodologie di Begemann (1965) e di Schmertmann (1978) basate sul rapporto dei parametri Rp e Rl.

Sulla base delle esperienze empiriche di G. Sanglerat e di altri Autori si sono ricavate, in prima approssimazione, dalla resistenza alla penetrazione delle prove penetrometriche, le caratteristiche geomeccaniche dei terreni oggetto di analisi.

Dalla ricostruzione stratigrafica appare evidente come l'area, pur nella sua vastità, sia caratterizzata da una successione piuttosto regolare ed omogenea e che lo spessore della coltre superficiale (litotipi VP e AP) sulla parte più decompressa del substrato non evidenzia variazioni di spessore apprezzabili tra la fascia di sommità crinale e quella alla base del pendio.

### N O T A

Le quote di seguito riportate si riferiscono al piano campagna nel punto in cui ciascuna penetrometria è stata effettuata e che risulta in loco suborizzontale.

LITOLOGIA	Descrizione
<b>VP</b>	<p><b>Livello superficiale</b> Limi con argilla e argille con limo con colore da verdastro a marrone; in superficie terreno vegetale. L'origine è quella di alterazione in posto e di accumulo di versante (Eluvium - colluvium) a seconda che ci si trovi in sommità crinale o ai piedi del versante dove vi è il passaggio ai terreni della pianura alluvionale. Le caratteristiche meccaniche sono variabili in funzione del grado di umidità naturale, generalmente scadenti. Presenza di indurimenti a seguito di fenomeni di sovraconsolidazione per essiccamento; ciò evidenzia una elevata sensibilità all'andamento climatico stagionale con oscillazioni volumetriche del litotipo talora anche accentuate.</p>
<b>AP</b>	<p><b>Limi con argilla med. consistenti – compatti</b> Limi con argilla e argille con limo con colore da verdastro a marrone. L'origine è quella di alterazione in posto e di accumulo di versante (Eluvium - colluvium) a seconda che ci si trovi in sommità crinale o ai piedi dei versanti dove vi è il passaggio ai terreni della pianura alluvionale. Le caratteristiche meccaniche sono da sufficienti a discrete e quindi il grado di consistenza da media a compatta in funzione anche del grado di umidità naturale. Presenza di indurimenti, anche se in minor misura rispetto al litotipo VP, a seguito di fenomeni di sovraconsolidazione per essiccamento; ciò evidenzia una certa sensibilità all'andamento climatico stagionale con oscillazioni volumetriche del litotipo talora anche accentuate.</p>
<b>D</b>	<p><b>Substrato decompresso</b> Limi con argilla e argille con limo con colore da grigio – verdastro a marrone grigiastro con striature giallastre in corrispondenza di rare intercalazioni sabbiose o limo sabbiose che quindi rappresentano tracce di stratificazione relative al sottostante substrato pliocenico. Sedimentati in ambiente marino e oggetto di sollevamento a seguito dei tetto-genesi appenninica in zona di avanfossa. Terreni sovraconsolidati da compatti a molto consistenti e a limitata compressibilità.</p>
<b>P</b>	<p><b>Substrato pliocenico</b> Limi con argilla e argille con limo, argilliti con colore da grigio – bluastro a bluastro con striature giallastre in corrispondenza di intercalazioni sabbiose o limo sabbiose, generalmente subordinate, che evidenziano ove presenti la stratificazione. Sedimentati in ambiente marino e oggetto di sollevamento a seguito dei tetto-genesi appenninica in zona di avanfossa. Si tratta della formazione in posto ("bed rock") pliocenica formata da terreni pseudolitoidi da molto compatti a duri e a ridotta compressibilità.</p>

Litologia	Profondità Da mt a mt	De (ton/mc) Peso di volume	Cu (ton/mq) Coesione Totale	C' (ton/mq) Coesione Drenata	Fi (gradi) Angolo di Attri. Interno	Ed (Kg/cmq) Modulo di compress.	OCR (ad) Grado di sovraconsolida.	Rp (Kg/cmq) Resistenza alla penetrazione
-----------	--------------------------	-------------------------------------	--------------------------------------	---------------------------------------	--	---	---	--

#### PENETROMETRIA DINAMICA DL1

<b>VP</b>	0.0 - 1.50	1.70 - 1.80	3 - 5	/	18° - 21°	30 - 50	/	5 - 10
<b>AP</b>	1.50 - 2.60	1.80 - 1.90	8 - 12	0.5 - 1.0	20° - 23°	65 - 80	1 - 3	15 - 25
<b>D</b>	2.60 - 10.0 t.p.	1.90 - 2.0	12 - 25	1.0 - 2.0	22° - 24°	90 - 120	4 - 8	25 - 50

#### PENETROMETRIA DINAMICA DL2

<b>VP</b>	0.0 - 1.20	1.70 - 1.80	3 - 5	/	18° - 21°	30 - 50	/	5 - 10
<b>AP</b>	1.20 - 3.10	1.80 - 1.90	8 - 12	0.5 - 1.0	20° - 23°	65 - 80	1 - 3	15 - 25
<b>D</b>	3.10 - 7.40	1.90 - 2.0	12 - 25	1.0 - 2.0	22° - 24°	90 - 120	4 - 8	25 - 50
<b>P</b>	7.40 - 8.0 t.p.	2.0 - 2.10	30 - 40	2.0 - 4.0	24° - 26°	120 - 150	8 - 12	60 - 80

**PENETROMETRIA STATICA CPT7**

<b>VP</b>	0.0 - 1.20	1.70 - 1.80	3 - 5	/	18° - 21°	30 - 50	/	5 - 10
<b>AP</b>	1.20 - 5.0	1.80 - 1.90	11 - 14	0.8 - 1.0	21° - 23°	70 - 80	2 - 3	23 - 28
<b>D</b>	5.0 - t.p.	1.90 - 2.0	15 - 25	1.50 - 2.0	22° - 24°	90 - 110	4 - 8	30 - 50

**PENETROMETRIA STATICA P31 - POC - pendio sud (ubicazione allegato n. 2)**

<b>VP</b>	0.0 - 2.0	1.70 - 1.80	3 - 5	/	18° - 21°	30 - 50	/	5 - 10
<b>AP</b>	2.0 - 4.40	1.80 - 1.90	9 - 15	0.8 - 1.0	21° - 23°	70 - 80	1 - 3	17 - 30
<b>D</b>	4.40 - 7.80	1.90 - 2.0	15 - 27	1.50 - 2.0	22° - 24°	90 - 110	4 - 8	30 - 55
<b>P</b>	7.80 - 11.0 t.p.	2.0 - 2.10	30 - 35	2.0 - 4.0	24° - 26°	120 - 150	8 - 15	60 - 70

## 5 INDAGINI GEOFISICHE

### 5.1 Prova HVSR (Horizontal Vertical Spectral Ratio) – Strumentazione utilizzata e modalità esecutive

Ai sensi dell'art. 3.2.2. Norme Tecniche per le Costruzioni (DM 14/01/08) è necessario valutare la azione sismica di progetto attraverso la Risposta Sismica Locale (R.S.L.) con specifiche analisi. Tuttavia l'indagine geofisica proposta in questa sede è esclusivamente finalizzata ad un "approccio semplificato" come previsto in alternativa alla suddetta R.S.L. Resta, comunque, facoltà del progettista scegliere l'approccio metodologico che più ritiene opportuno in funzione della tipologia e dell'importanza dell'opera.

Pertanto è stata eseguita un'indagine sismica passiva a stazione singola per fornire una indicazione sulla categoria di suolo di fondazione secondo le Norme Tecniche per le Costruzioni (DM 14/01/08) e per individuare eventuali frequenze di risonanza del sito.

Nel caso specifico, di concerto con la parte progettuale, si è ritenuto adeguato l'utilizzo di tale metodologia in quanto **è possibile una "taratura stratigrafica" tramite le prove in sito che hanno raggiunto il substrato pliocenico decompresso (litotipo D) all'interno del quale la velocità delle onde S (Vs) risulta elevata e generalmente omogenea per spessori consistenti.**

La misura di microtremore ambientale è stata effettuata per mezzo di un registratore sismico mostrato in figura.



Il registratore è composto da una terna di velocimetri, i quali trasmettono il segnale ad un sistema di acquisizione digitale a basso rumore. Lo strumento è stato posizionato correttamente (tramite bolla sferica e piedini regolabili) sul terreno; inizia l'acquisizione dei microtremori: i modi di vibrare del terreno vengono amplificati, convertiti in forma digitale, organizzati e salvati su una memoria digitale. Successivamente i dati vengono trasferiti nel PC dove, mediante il codice di calcolo Grilla appositamente sviluppato, vengono archiviati, analizzati ed elaborati come mostrato in seguito.

## **5.2 Procedure di analisi dati per stazioni singole H/V – elaborati e risultati**

Dall'elaborazione della registrazione del rumore sismico ambientale, è stata ricavata la curva H/V (HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO; vedi allegato n. 8).

Il grafico H/V TIME HISTORY (all. 8) mostra le “finestre temporali” analizzate per l'elaborazione della curva H/V e permette di individuare eventuali finestre di disturbo all'interno di una registrazione.

In seguito, il grafico SINGLE COMPONENT SPECTRA, mostra l'andamento delle singole componenti nelle tre direzioni (N-S\_E-O\_Verticale).

In base alle conoscenze stratigrafiche, utilizzando la curva H/V, è stato possibile realizzare su di essa un modello sintetico di  $V_s$  (EXPERIMENTAL VS. SYNTHETIC H/V; allegato n. 8 seconda pagina) seguendo inoltre le linee guida Sesame, 2005.

La curva H/V è stata invertita creando una serie di modelli sintetici (che contemplano la propagazione delle onde di Rayleigh e di Love nel modo fondamentale e superiori in sistemi multistrato), fino a considerare per buono il modello teorico più vicino alle curve sperimentali. L'inversione delle curve H/V è possibile esclusivamente in presenza di un vincolo. Nel caso in questione tale vincolo è fornito dalla conoscenza della stratigrafia e, quindi, della profondità di almeno un riflettore sismico significativo individuabile tramite prove geognostiche (o anche tramite altre metodologie di indagine geofisica), il cui marker sia ben riconoscibile e correlabile anche nelle curve H/V.

In allegato n. 8 sono riportati i risultati della prova HVSR eseguita come sopra descritto, unitamente alle frequenze di risonanza caratteristiche dei terreni in sito, infine viene mostrato il grafico delle  $V_s$ . Per fenomeno di “risonanza” si intende la coincidenza tra le frequenze dominanti del segnale sismico in ingresso e quelle naturali del sottosuolo. Con il termine “doppia risonanza” si intende la corrispondenza tra le frequenze fondamentali del segnale sismico così come trasmesso in superficie e quelle dei manufatti ivi edificati (da Risposta Sismica Locale di Lanzo e Silvestri, Hevelius Edizioni).

L'indagine sismica basata sulla misura del microtremore, nel massimo valore H/V del rapporto spettrale, individua le frequenze caratteristiche del sottosuolo. Sarà compito del progettista strutturale verificare la frequenza fondamentale dell'edificio in progetto e confrontarla con la frequenza fondamentale o le frequenze caratteristiche del sottosuolo onde evitare pericolosi fenomeni di doppia risonanza in caso di sisma.

Dall'analisi dell'indagine HVSR si può dedurre come il sito sia caratterizzato da frequenze caratteristiche con fattore di amplificazione F.A. della curva H/V contenuto: circa 2 Hz con fattore di amplificazione di circa 1.5; circa 50 Hz anche se meno significativa della precedente in quanto non rientra nell'ambito di interesse ai fini edilizi per fabbricati ordinari (1 – 10 piani ovvero 1 - 12 Hz).

La  $V_{s30}$  è stata ricavata indirettamente mediante l'utilizzo della formula:  $V_{s30} = 30 / \sum_{i=1,N} h_i / V_i$  dove  $h_i$  e  $V_i$  indicano lo spessore (in m) e la velocità delle onde di taglio (m/s) dello strato  $i$ -esimo, per un totale di  $N$  strati presenti nei 30 mt superiori.

Con la determinazione delle onde di taglio  $V_s$  i terreni indagati vengono inseriti in una delle categorie riportate nella tabella 3.2.II del D.M. 14/01/2008 e descritte al paragrafo 3.3.1 della presente relazione. Dall'analisi dell'indagine sismica si può affermare come il sito sia caratterizzato da una velocità media delle onde di taglio ( **$V_{s30}$** ) di **235 mt/sec**, calcolata indirettamente da -2.50 mt, che rappresenta la presumibile quota minima di posa degli elementi fondali, fino a -32.50 mt.

## 6 PERICOLOSITA' SISMICA

### 6.1. Sismicità dell'area

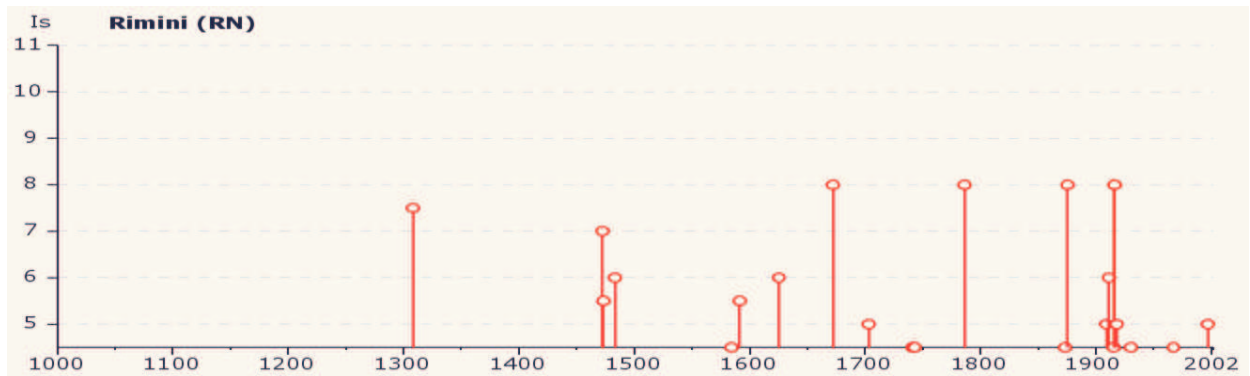
Facendo riferimento alle osservazioni macrosismiche di terremoti al di sopra della soglia del danno censiti nel Catalogo Parametrico dei terremoti Italiani di seguito si riporta in breve la storia sismica del territorio riminese. Quest'ultima è stata effettuata mediante la consultazione del database dell'INGV 2011 di cui di seguito si riporta uno stralcio.

STORIA SISMICA DEL RIMINESE											
Effects	Earthquake occurred:			Np	Io	Mw					
Is	Data	Ax									
7-8	1308 01 25 17:15	Rimini	4	7-8	5.35 ±0.34	4	1914 10 27 09:22:36	Garfagnana	618	7	5.76 ±0.09
7	1472	RIMINI	1	7	5.14 ±0.34	4-	1915 01 13 06:52	Avezzano	1041	11	7.00 ±0.09
5-6	1473 02 02	RIMINI	1	5-6	4.51 ±0.34	5	1916 05 17 12:49:50	Alto Adriatico	132		5.95 ±0.14
6	1483 08 11 19:40	Romagna meridionale	14	8	5.68 ±0.40	6	1916 06 16 01:27	Alto Adriatico	17		
4-5	1584 09 10 20:30	Appennino tosco-emiliano	18	9	5.80 ±0.33	8	<b>1916 08 16 07:06</b>	<b>Alto Adriatico</b>	<b>257</b>		<b>6.14 ±0.14</b>
5-6	1591 07 10	FORLI'	6	6-7	5.19 ±0.79	2	1916 11 16 06:35	REATINO	40	8	5.53 ±0.22
6	1625 12 05	RIMINI	1	6	4.72 ±0.34	3	1917 04 26 09:35:59	Valtiberina	134	9-10	5.89 ±0.11
5	1661 03 22 12:50	Appennino romagnolo	79	9	6.09 ±0.16	3-	1917 12 02 17:39	GALEATA	32	6-7	5.09 ±0.20
8	1672 04 14 15:45	Riminese	92	8	5.61 ±0.21	4	1918 11 10 15:12:28	Appennino romagnolo	187	9	5.88 ±0.11
5	1688 04 11 12:20	Romagna	39	8-9	5.78 ±0.35	4	1920 09 07 05:55:40	Garfagnana	756	10	6.48 ±0.09
F	1703 01 14 18:00	Appennino umbro-reatino	199	11	6.74 ±0.11	4	1924 01 02 08:55:08	Medio Adriatico	76	7-8	5.36 ±0.16
5	1703 02 02 11:05	Aquilano	71	10	6.72 ±0.17	2	1926 01 01 18:04:06	Slovenia	63	7-8	5.85 ±0.18
4-5	1741 04 24 09:00	FABRIANESE	145	9	6.21 ±0.13	3	1928 05 30 20:01	Adriatico centrale	17	5	4.88 ±0.28
4-5	1743 02 20 16:30	Basso Ionio	77	9	7.13 ±0.19	3	1929 04 10 05:43:12	Bolognese	87	7	5.03 ±0.13
4	1768 10 19 23:00	Appennino romagnolo	45	9	5.87 ±0.21	4-	1930 10 30 07:13:13	SENIGALLIA	263	8	5.81 ±0.09
3	1780 05 25	RAVENNA	5	5-6	4.51 ±0.34	5	1934 11 30 02:58:19	Alto Adriatico	51		5.34 ±0.17
5	1781 04 04 21:20	Romagna	96	9-10	5.94 ±0.17	4	1936 10 18 03:10:12	BOSCO CANSIGLIO	267	9	6.12 ±0.09
8	1786 12 25 01:00	Riminese	91	8	5.62 ±0.17	2-	1943 10 03 08:28:29	Marche meridionali-Abruzzo	131	8-9	5.83 ±0.14
4	1861 10 16	FORLI'	10	6-7	5.10 ±0.48	3	1962 01 23 17:31	Adriatico	49	5	4.52 ±0.25
3	1870 10 30 18:34	Romagna	41	8	5.58 ±0.27	4-	1967 12 30 04:19:20	BASSA PADANA	40	6	5.24 ±0.19
4-5	1873 03 12 20:04	Marche meridionali	196	8	5.95 ±0.10	3	1980 11 23 18:34:52	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.89 ±0.09
3-4	1873 06 29 03:58	Bellunese	199	9-10	6.32 ±0.11	2	1983 11 09 16:29:52	Parmense	850	6-7	5.06 ±0.09
NF	1874 10 07	IMOLESE	60	7	5.02 ±0.18	3-	1984 04 29 05:02:60	GUBBIO/VALFABBRICA	709	7	5.65 ±0.09
8	1875 03 17 23:51	Romagna sud-orientale	144		5.93 ±0.16	NF	1986 12 06 17:07:20	BONDENO	604	6	4.61 ±0.10
3	1878 03 12 21:36	Bolognese	31	6	5.06 ±0.30	3-	1996 10 15 09:56:02	Correggio	135	7	5.41 ±0.09
3	1881 09 28	CESENA	24	6-7	4.82 ±0.27	4	1997 09 26 00:33:13	Appennino umbro-marchigiano	760		5.70 ±0.09
3	1904 11 17 05:02	Pistoiese	204	7	5.15 ±0.14	5	1997 09 26 09:40:27	Appennino umbro-marchigiano	869	8-9	6.01 ±0.09
5	1909 01 13 00:45	BASSA PADANA	799	6-7	5.53 ±0.09	4	1997 10 14 15:23:11	Appennino umbro-marchigiano	786	7-8	5.65 ±0.09
NF	1909 08 25 00:22	MURLO	283	7-8	5.37 ±0.10	3-	1998 04 05 15:52:21	Appennino umbro-marchigiano	395	6	4.81 ±0.09
4	1911 02 19 07:18	Romagna meridionale	181	7	5.28 ±0.11	4	2000 05 08 12:29:56	Emilia Romagna	126	5	4.66 ±0.09
6	1911 03 26 13:51:02	RIMINI	9	5	5.00 ±0.30	3	2000 05 10 16:52:12	Emilia Romagna	151	5-6	4.86 ±0.09
NF	1913 11 25 20:55	Val di Taro	73	4-5	4.84 ±0.20	4	2000 08 01 02:34:31	MONTEFELTRO	83	5-6	4.34 ±0.09
						3	2001 11 26 00:56:55	Casentino	213	5-6	4.72 ±0.09
						5	2003 12 07 10:20:33	Zona Forli	172	5	4.22 ±0.09

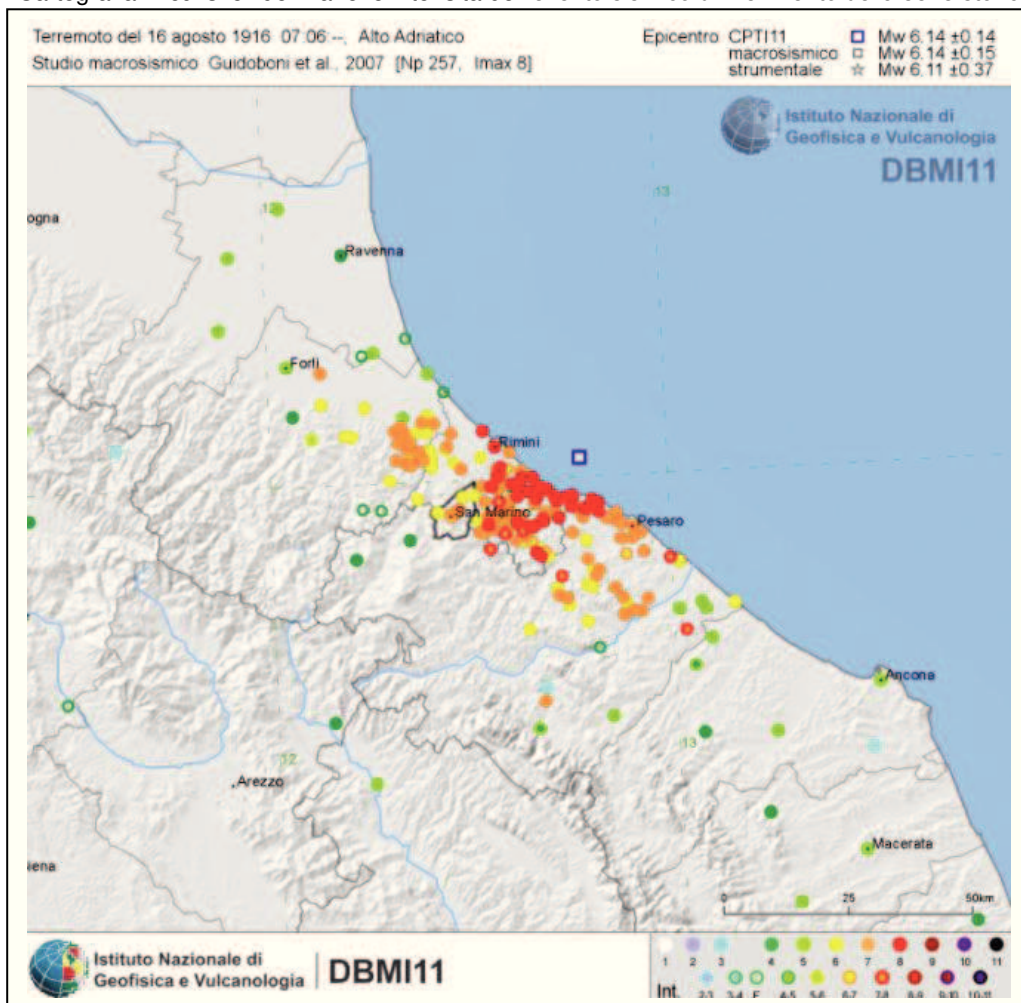
Estratto della tabella esplicativa riportante i parametri che costituiscono il formato sintetico del database

Parametro	Descrizione	Provenienza
<b>Ax</b>	Area epicentrale, area geografica in cui sono stati riscontrati gli effetti maggiori del terremoto	
<b>Np</b>	Numero di punti, numero di osservazioni macrosismiche disponibili per il terremoto	CPTI11 (N)
<b>Io</b>	Intensità macrosismica epicentrale, espressa in scala MCS, Mercalli-Cancani-Sieberg	CPTI11
<b>Mw</b>	Magnitudo momento	CPTI11 (Mw)

Distribuzione temporale degli eventi sismici considerati



Cartografia in cui si evidenziano le intensità dell'evento sismico di riferimento della serie storica



## 6.2 Azione sismica

L'azione sismica sul modello geotecnico è valutata a partire da una “pericolosità sismica di base”, in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A nelle NTC). Le valutazioni della “pericolosità sismica di base” derivano da studi condotti a livello nazionale, su dati aggiornati, con procedure trasparenti e metodologie validate.

La “pericolosità sismica di base” è definita in termini di valori di accelerazione orizzontale massima  $a_g$  in condizioni di sito di riferimento rigido orizzontale, in corrispondenza dei punti di un reticolo (reticolo di riferimento) e per diverse probabilità di superamento in 50 anni e/o diversi periodi di ritorno  $T_r$  ricadenti in un intervallo di riferimento compreso almeno tra 30 e 2475 anni.

Allo stato attuale, la pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento è fornita dai dati pubblicati sul sito <http://esse1.mi.ingv.it/>. Le forme spettrali previste dalle NTC sono definite, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione dei tre parametri:

Tali forme spettrali sono contraddistinte da prescelte probabilità di superamento e vite di riferimento della costruzione (insieme definiscono il “periodo di ritorno della azione sismica”), per individuare a partire dai dati di pericolosità sismica disponibili le corrispondenti azioni sismiche.

Nel caso specifico i parametri relativi a fabbricati in classe d'uso II, vita nominale delle opere  $V_n \geq 50$  anni, periodo di riferimento dell'azione sismica di 50 anni e per un tempo di ritorno di 475 anni relativo allo “Stato Limite di Salvaguardia della Vita”, sono:

$a_g$  = accelerazione orizzontale massima del terreno = 0.184g

$F^\circ$  = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale = 2.485

$T_c$  = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale = 0.299

Per ciascun nodo del reticolo di riferimento e per ciascuno dei periodi di ritorno  $T_R$  considerati dalla pericolosità sismica, i tre parametri si ricavano riferendosi ai valori corrispondenti al 50esimo percentile.

Per un qualunque punto del territorio non ricadente nei nodi del *reticolo di riferimento*, i valori dei parametri di interesse per la definizione dell'azione sismica di progetto possono essere calcolati come media pesata dei valori assunti da tali parametri nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento. In allegato n. 7 si riportano i parametri di pericolosità sismica ricavati con la procedura sopra descritta per il sito oggetto di studio.

L'azione sismica così individuata viene successivamente variata, per tener conto delle modifiche prodotte dalle condizioni locali stratigrafiche del sottosuolo effettivamente presente nel sito di interesse e dalla morfologia della superficie. Tali modifiche caratterizzano la risposta sismica locale.

## 6.3 Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche

### 6.3.1 Definizione e individuazione della categoria di suolo

In assenza di una analisi di risposta sismica locale si può far riferimento ad un approccio semplificato che si basa sulla definizione delle categorie di suolo di riferimento al paragrafo 3.2.2. nelle NTC come di seguito illustrato:

**Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo**

Categoria	Descrizione
<b>A</b>	<b>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</b> caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
<b>B</b>	<b>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</b> 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 360 m/s e 800 m/s (ovvero $NSPT_{,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $cu_{,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
<b>C</b>	<b>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</b> 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 $15 < NSPT_{,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu_{,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
<b>D</b>	<b>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</b> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $NSPT_{,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $cu_{,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
<b>E</b>	<b>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</b> , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Per sottosuoli appartenenti alle ulteriori categorie **S1** ed **S2** di seguito indicate (Tab. 3.2.III) nelle NTC, è necessario predisporre specifiche analisi per la definizione delle azioni sismiche, particolarmente nei casi in cui la presenza di terreni suscettibili di liquefazione e/o di argille d'elevata sensitività possa comportare fenomeni di collasso del terreno.



**Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo**

<b>S1</b>	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
<b>S2</b>	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

La classificazione si effettua in funzione dei valori della velocità equivalente  $V_{s,30}$  di propagazione delle onde di taglio (definita successivamente) entro i primi 30 m di profondità. Per le fondazioni superficiali, tale profondità è riferita al piano di imposta delle stesse, per quelle profonde su pali essa è riferita alla testa dei pali.

Nel nostro caso la misura indiretta della velocità in sito attraverso la prova HVSR (vedi capitolo precedente) da -2.50 a profondità di -32.50 mt dal piano di campagna permette di inquadrare il suolo di fondazione all'interno della **categoria "C"** ovvero *depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente 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  $15 < NSPT_{30} < 50$  nei terreni a grana grossa e  $70 < c_{u,30} < 250$  kPa nei terreni a grana fina).*

### 6.3.2 Individuazione dell'amplificazione stratigrafica, della condizione topografica e della accelerazione massima attesa al sito

Nella definizione della pericolosità sismica di sito si devono verificare, quindi, i possibili fenomeni di amplificazione sismica locale dovuti alla situazione stratigrafica, con particolare riferimento alla tipologia di suolo definita in seguito alla valutazione delle  $V_{s,30}$  (vedi paragrafo precedente) ed all'assetto morfologico locale.

Pertanto il coefficiente S da inserire nelle formulazioni per la definizione dell'accelerazione sismica max ( $A_{gmax}$ ) e per i relativi spettri elastici di riferimento risulta:

$$S = S_s * S_T$$

Lo schema per la definizione del  $S_s$  che si riferisce alle categorie di suolo in tabella 3.2.II riportata nel paragrafo precedente, con il D.M.14/01/2008, risulta:

Classe	$S_s$
<b>A</b>	1,00
<b>B</b>	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 F_0 a_{g/q} \leq 1,20$
<b>C</b>	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 F_0 a_{g/q} \leq 1,50$
<b>D</b>	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 F_0 a_{g/q} \leq 1,80$
<b>E</b>	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 F_0 a_{g/q} \leq 1,60$

dove  $F_0$  è l'amplificazione spettrale massima, su bedrock orizzontale (vedi paragrafo 3.2) si ricava, come  $a_g$ , dalla tabella allegata al D.M.14 gennaio 2008.

Pertanto il valore di  $S_s$  adottabile in sito per un suolo tipo C, considerando i valori  $F_0=2.485$  e  $A_g=0.184$  (da assumere allo SLV per eventuali calcoli agli stati limite ultimi per la stabilità dei terreni), risulta:  $S_s=1.43$ .

Infine le NTC prevedono la scelta della situazione topografica di sito. Per configurazioni topografiche superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione che vale per condizioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, che devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.

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 successiva tabella, in funzione delle categorie topografiche ivi definite e dell'ubicazione dell'opera o dell'intervento.

**Tabella 3.2.IV – Categorie topografiche - Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica  $S_T$** 

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica	$S_T$
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$	<b>1,0</b>
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$	<b>1,2</b>
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$	<b>1,2</b>
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$	<b>1,4</b>

La situazione topografica del nostro caso, potendo essere generalmente assimilato a “pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$ ”, rientra nella categoria T1 che non reca alcuna tipo di amplificazione. Da quanto sopra il coefficiente di amplificazione S risulta:

$$S = S_s * S_T = 1.43 * 1.0$$

e l'accelerazione max attesa nel sito al suolo libero al periodo  $T=0$ :

$$A_{g_{max}} = 0.184 * 1.43 * 1.0 = \mathbf{0.26}$$

#### **6.4 Valutazione del potenziale di liquefazione**

I litotipi costituenti la successione stratigrafica del primo sottosuolo sono di origine alluvionale, colluviale e marina. Tali depositi se sottoposti ad intense e prolungate sollecitazioni cicliche (come in caso di sisma) possono ipoteticamente collassare e fluidificarsi; 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. 14 gennaio 2008 (Norme Tecniche per le Costruzioni) l'approccio metodologico delle verifiche alla liquefacibilità viene descritto all'interno del paragrafo 7.11 (Opere e Sistemi Geotecnici). 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 5 circostanze di riferimento e, nel caso si manifesti almeno una di queste, la verifica alla liquefazione può essere omessa.

In considerazione della suscettibilità alla liquefazione dei terreni nel sottosuolo si può affermare come i litotipi V, AP, D e P, caratterizzati da un elevato contenuto argilloso, risultino ricadere al di fuori dei fusi granulometrici dei sedimenti potenzialmente suscettibili al fenomeno della “liquefazione” secondo quanto indicato al punto n. 5 del paragrafo 7.11.3.4.2 - D.M. 14 gennaio 2008 (riferimento fig. 7.11.1) e secondo quanto ipotizzato da vari autori (Seed - Idris 1967, Kishide 1970, Tsuchida, 1970).

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

## **7 VALUTAZIONI SULLA STABILITA'**

La cartografia tematica di settore (Tavola D RISCHI AMBIENTALI - PTCP 2007 Provincia di Rimini, Tavola 1-3 Inventario dei Dissesti del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino Marecchia – Conca, Carta Geomorfologica allegata allo studio geologico del PSC del Comune di Riccione e la Carta Geologica della Regione Emilia Romagna) non evidenzia alcun fenomeno gravitativo in atto o potenziale (vedi anche carta geologica in allegato n. 2) in corrispondenza dell'area oggetto di Piano Urbanistico Attuativo.

La ricostruzione stratigrafica effettuata con l'ausilio delle prove in sito evidenzia spessori della copertura (litotipi “VP” e “AP”) del versante piuttosto limitati e comunque con caratteristiche discrete e consistenza da media a compatta.

L'intervento di cui trattasi si prevede al piede del versante e quindi non può determinare turbamento al suo equilibrio per incremento delle forze destabilizzanti (fungendo, anzi, da sostegno). Le opere di sbancamento saranno condotte per lo stretto necessario a creare il piano di imposta delle fondazioni e saranno precedute da interventi atti alla corretta regimazione delle acque superficiali provenienti da monte.

In ogni caso il rilevamento geomorfologico e l'indagine di superficie non hanno evidenziato la presenza di dissesti, ondulazioni, contropendenze o qualsiasi altra morfologia riconducibile a movimenti gravitativi in atto o progressi sul versante che degrada verso la zona oggetto di studio.

Anche nelle penetrometrie realizzate ed in quella utilizzata a titolo correlativo verso la sommità crinale (CPT31 del POC in allegato n. 2) non vi sono minimi di resistenza che possano far pensare a scorrimenti gravitativi in atto o potenziali.

Tali supposizioni sono confermate, peraltro, dalle risultanze positive delle verifiche di stabilità prodotte nella Scheda del Comparto 15 - Sub comparto 86.0 all'interno del Piano Operativo Comunale e di seguito riportate.

#### **VERIFICHE SCHEDA POC Comparto 15 Sub Comparto 86.0**

• **FS Lungo Termine statico / Post Sisma = 1.63**

Parametri utilizzati per calcolo = B (angolo medio del pendio) = 9°, Fi (angolo di attrito interno) = 18°, H (Spessore strato potenzialmente instabile) = 4,0 mt., Hw (spessore medio falda) = 1.5 mt., G, Gi (peso di volume; peso immerso) = 1.80, 1.1 Ton/mc

• **FS Breve Termine con sisma senza e con parametri degradati = 3.15**

Parametri utilizzati per calcolo = B, H, G, Gi (come sopra), Hw (spessore max falda) = 3.0 mt., Cu (coesione non drenata) = 5.0 Ton/mc

**N.B.:** Il fattore di sicurezza globale calcolato tramite parametri caratteristici è stato rapportato ai requisiti prescritti nell'EC7 come recepito dalla normativa italiana, ovvero **Fs>1.375** (equivalente al prodotto dei fatt. parziali 1.25\*1.1) per le condizioni in tensioni efficaci (lungo termine), oppure **Fs>1.54** (equiv. al prodotto dei fatt. parziali 1.4\*1.1) per le tensioni totali (breve termine).

L'assetto stratigrafico non sfavorevole e la presenza del substrato decompresso (litotipo D) vicino alla superficie forniscono una certa garanzia anche nei confronti di ipotetici scivolamenti gravitativi profondi.

Tuttavia, data la matrice limo-argillosa dei terreni superficiali, potenzialmente suscettibile di fenomeni di ritiro - rigonfiamento in relazione ai cicli di saturazione/essiccamento del terreno quale ulteriore garanzia contro fenomeni di ristagno localizzati, onde evitare fenomeni di degradazione e rammollimento, dovrà essere realizzato un sistema di drenaggio a tergo del piano interrato del fabbricato come descritto nel capitolo 8.

L'area non è attraversata da corsi d'acqua di un certo rilievo; in ogni caso appare opportuno mantenere una efficiente regimazione delle acque superficiali come descritto nel capitolo 8.

La scarsa entità dei carichi in gioco non altererà, nel complesso, la stabilità del versante anche nel caso in cui vengano adottate fondazioni dirette attestate all'interno del litotipo AP.

## **8 EDIFICABILITA' DELL'AREA E CRITERI COSTRUTTIVI**

### **8.1 Considerazioni generali**

Da quanto emerso dal rilevamento geologico e geomorfologico generale e dalla campagna geognostica condotta, si ritiene non sussistano problemi di edificabilità nell'area, già da tempo urbanizzata ed edificata, oggetto di PUA corrispondente al Comparto 01 Sub-Comparto 86.0 del POC.

Come da rilevamento geologico, indagini in sito e verifiche di stabilità riportate nel capitolo precedente non si riscontra alcuna evidenza di fenomeni gravitativi all'interno dell'area. Neppure si rinvenivano condizioni idonee per la liquefacibilità dei terreni.

Pertanto l'edificabilità è normalmente consentita senza particolari prescrizioni. In relazione alle caratteristiche geomorfologiche del sito e alle caratteristiche litostratigrafiche dei litotipi presenti in stratigrafia si ritengono adeguate fondazioni dirette continue attestate almeno al di sotto del livello superficiale (litotipo VP) dotato di scadenti caratteristiche geomeccaniche.

Occorrerà inoltre, nel progetto degli apparati fondazionali, tenere conto della particolare sensibilità che i terreni argillosi possiedono nei confronti delle variazioni di umidità del terreno. In particolare periodi piovosi prolungati determinano forte idratazione ed aumento di volume dei terreni, ed al contrario periodi siccitosi impongono la perdita della umidità e quindi riduzione di volume (fenomeni di ritiro e rigonfiamento). Questo alternarsi di effetti e di variabilità caratteristiche geomeccaniche raggiunge, seppur in maniera attenuata, anche profondità di -4.0/-5.0 mt dal p.c..

Tuttavia essendo il fabbricato previsto con piano interrato questa problematica potrà essere risolta con facilità attraverso la messa in opera di muri di cantina in c.a. in grado di irrigidire adeguatamente la struttura.

## **8.2 Problematiche legate all'edificazione dell'area di intervento**

Il PUA prevede la costruzione di un unico edificio in un lotto inserito all'interno del tessuto urbanizzato esistente, di un allargamento della strada esistente e di alcuni parcheggi pubblici in adiacenza.

Per lo smaltimento delle acque di pioggia all'interno dell'area edificata andrà creata una idonea rete fognaria in grado di integrarsi con quella urbana già esistente negli insediamenti adiacenti. Un diffuso inerbimento ed una messa a dimora di piante sulle superfici non edificate forniranno una protezione al suolo da eventuali fenomeni di ruscellamento e degradazione superficiale.

Essendo previsto un piano interrato occorrerà quantificare in sede geotecnica le spinte del terreno per il corretto dimensionamento di eventuali opere di sostegno provvisionali e/o dei muri perimetrali di cantina. Tuttavia in un contesto di stabilità del pendio sovrastante le spinte incideranno in maniera marginale considerato che le fondazioni stesse continue e i muri di cantina in c.a. daranno luogo ad una "struttura scatolare".

Per la realizzazione degli sbancamenti necessari alla realizzazione di piano interrato, di modellamenti del terreno temporanei, si avrà cura di non creare situazioni sfavorevoli al versante utilizzando angoli di scarpa provvisoria in funzione della litologia prevalente ma con inclinazioni di 50°-55° e per dislivelli non superiori di 3.0 mt. Per eventuali dislivelli maggiori occorrerà realizzare banche orizzontali provvisorie di interruzione della continuità del fronte di scavo.

L'autosostentamento dei fronti di sbanco, in situazione a breve termine, risulta possibile affidandosi alle capacità di tenuta del terreno condizionate localmente dalla presenza di acqua (in funzione del periodo in cui si effettua l'intervento e della litologia locale) dallo stato fessurativo, dalla stratigrafia dei litotipi e dalle caratteristiche geotecniche del terreno, per situazioni con dislivelli di scavo contenuti ( $H < 3.0$  mt). Pertanto sul breve la stabilità sarebbe ottenuta mantenendo angoli di scarpa non superiori a quelli suindicati se in assenza di circolazioni idriche localizzate o di fessurazioni incipienti. Diversamente andranno adottate opportuni accorgimenti di modellamento dello scavo oppure opere di sostegno provvisionali e/o definitive. Ciò previa valutazione tramite scavi pilota preventivi allo sbancamento.

In presenza di situazioni critiche ovvero in adiacenza a fabbricati esistenti e o a strade occorrerà verificare l'opportunità di adottare opere di contenimento provvisionali e/o definitive.

Vista la presenza idrica nel primo sottosuolo, seppure occasionale, nonostante la sostanziale stabilità dell'area di edificazione si ritiene opportuno realizzare drenaggi collegati unicamente alle opere previste e cioè a tergo del fabbricato ed i muri di contenimento del terreno onde evitare spinte supplementari di terreno saturo a monte del manufatto.

In corso e ad opere ultimate sarà inoltre opportuno rispettare le seguenti cautele:

- raccogliere e regimare le acque di ruscellamento superficiale per proteggere la zona di imposta del fabbricato realizzando un fossetto di guardia a monte prima di procedere alle opere di scavo; mantenere tale fossetto nel tempo per prevenire il ruscellamento dal pendio sovrastante;
- proteggere con teloni i terreni delle scarpate di sbanco e di posa delle fondazioni, in caso di soste prolungate nei lavori, onde evitare che copiose infiltrazioni di acqua possano deteriorare le caratteristiche geomeccaniche di tali terreni nonché predisporre opere o dispositivi in grado di allontanare le acque dal fondo scavo;
- intercettare eventuali acque di infiltrazione nel sottosuolo a ridosso del muro contro pendio sul lato sud inserendo un drenaggio (dimensioni larghezza/altezza min. pari a 50cm/100 cm di ghiaietto  $D=20-40$  mm) avvolto da non tessuto e dotata di tubo di fondo forato, sul lato sopra pendio e convogliarle in minimo morfologico verso la rete idrografica o fognaria esistente.

- Tutte le tubazioni di raccordo e di scarico in minimo morfologico delle acque raccolte (sistemi di smaltimento delle acque bianche e di drenaggio del primo sottosuolo) dovranno essere realizzate con materiali flessibili quali il p.v.c., senza soluzione di continuità tra un pozzetto e l'altro e poste in opera con andamento blandamente sinuoso, nonché immerse in letto di sabbia, in modo da non subire danni a seguito di eventuali assestamenti del terreno impedendo in tal modo aspersioni e rammollimenti del terreno nell'intorno.

Per le modeste opere di urbanizzazione e viarie si dovrà osservare le seguenti cautele:

- Movimentazione del terreno procedendo dapprima alla decorticazione ed accantonamento provvisorio del cotico vegetale e/o agrario (circa 40-50 cm) nell'area di proprietà non soggetta ad intervento;
- preparazione del terreno di posa mediante gradonatura in leggera contropendenza di larghezza idonea al passaggio dei mezzi, atta a costituire un migliore ammorsamento del corpo del riporto con i terreni in sito meno sensibili alle variazioni di umidità e conseguenti ritiri e rigonfiamenti e, quindi, maggiormente stabili;
- realizzazione del riporto con materiali granulometricamente idonei (vedi paragrafo successivo) e privi di sostanze inquinanti, secondo strati di 20-30 cm, costipati alla max densità con mezzi convenzionali (escavatore e ruspa).
- stesura del terreno in strati successivi dello spessore non eccedente i 20-30 cm, compattazione allo stato plasto-consistente con mezzi idonei alla compattazione di terre a grana fine partendo dal basso e fino a raggiungere una densità ottimale;
- recupero del terreno vegetale precedentemente accantonato e riutilizzo a copertura delle aree destinate a verde per un migliore attecchimento degli interventi di rinverdimento;
- inerbimento e/o piantumazione dei tratti nudi con specie vegetali autoctone allo scopo di proteggerli dai fenomeni di degradazione superficiale.

### **8.3 Tipologia fondazionale**

Il progetto del PUA prevede la costruzione di un fabbricato residenziale. Considerata la presenza nel primo sottosuolo di terreni con sufficienti caratteristiche geotecniche si potranno adottare fondazioni dirette a platea oppure continue (nastriformi o a trave rovescia) con soletta di collegamento. Vista la previsione di un piano interrato ed essendovi solo un leggerissimo dislivello (oltre un metro) tra le due estremità del manufatto da edificare, le fondazioni sul lato valle saranno prevedibilmente attestate ad una profondità minima di circa -2.50 mt dal piano di campagna.

Nella situazione specifica si ritiene soddisfatto quanto richiesto nel paragrafo 6.2.2. al concetto di "volume significativo di terreno" espresso nella Circolare del 02 febbraio 2009 ("*Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni*"). Ciò in quanto si fornisce una caratterizzazione geotecnica dei terreni sia alla profondità influenzata direttamente (scavo e posa in opera delle fondazioni) che indirettamente dalle opere (volume di terreno coinvolto nella rottura o negli assestamenti per consolidazione relativi alla trasmissione nel sottosuolo dei carichi della struttura, possibilità di fenomeni di liquefazione nel sottosuolo del fabbricato).

A titolo puramente indicativo e di riferimento per il progettista vengono in tal senso individuate delle caratteristiche di capacità portante del terreno in condizioni statiche e in termini di tensioni totali.

La  $q_{amm}$  (pressione ammissibile del terreno " $q_{amm}$ " = pressione limite " $q_{lim}$ " / 3) può sommariamente essere definita sulla base della resistenza a compressione semplice ( $q_u = R_p/10$ ; pag. 207 - 208 fig. 13.3 da "Elementi di geotecnica", Pietro Colombo, 1980 ) rappresentativa dei terreni sottostanti il piano di fondazione ed entro cui si sviluppa il "cuneo di portanza" poiché questo governa la potenziale superficie di rottura del terreno. Tale valore è, quindi, ricavabile dalle tabelle di conversione nei diagrammi penetrometrici (allegato n. 4) al di sotto del presunto piano di posa delle fondazioni e riferibile, cautelativamente, alla media ponderata dei valori caratteristici del litotipo AP e D al di sotto delle fondazioni riferibile alla media ponderata dei valori caratteristici dei litotipi suddetti.

Nell'ipotesi di fondazione nastriforme con soletta di collegamento e muri di cantina che garantiscono una certa rigidità alla struttura fondale (reticolo di travi) si crea un meccanismo di trasferimento dei carichi dalle zone più deboli a quelle più forti del terreno (compensazione strutturale) per cui il fenomeno di rottura in questo caso è governato da parametri caratteristici e valori di resistenza del litotipo prossimi a quelli medi e stimabili, cautelativamente, tra 1.5 e 1.7 Kg/cmq ( $q_{lim} = 4.5 - 5.1$  Kg/cmq).

I valori indicativi della portanza così ricavati possono rappresentare un utile strumento di comparazione con quello che risulterà dall'esatto dimensionamento delle fondazioni in base alla geometria, alla rigidità, la distribuzione spaziale dei carichi. In particolare la verifica allo stato ultimo della resistenza di progetto e dei relativi cedimenti ammissibili nelle condizioni di esercizio dell'apparato fondale andranno eseguiti con criterio semiprobabilistico sulla base di una modellazione geotecnica agli stati limite di riferimento. Questi ultimi dovranno tener conto dei parametri caratteristici dei terreni di fondazione, delle resistenze caratteristiche nonché dei carichi ed azioni effettivamente trasmessi in condizioni statiche e sismiche, secondo le prescrizioni relative alle verifiche della sicurezza e delle prestazioni contenute nel DM 14/01/2008 nonché della relativa circolare esplicativa ai paragrafi 6.4 e 7.11.5.

### 8.3.1 Interazione terreno - struttura

Per il calcolo delle pressioni di contatto per fondazioni superficiali nel dominio di Winkler (fondazioni deformabili su terreno ideale elastico) si fornisce il coefficiente di sottofondo "Ks". La pressione sul terreno e i momenti flettenti corrispondenti sono poco sensibili al coefficiente di sottofondo usato; ciò deriva dal fatto che in genere la rigidità degli elementi strutturali è pari ad almeno 10 volte la rigidità del terreno misurata con Ks.

Alla luce di questo Bowles (1991) propone di calcolare indicativamente il coefficiente di sottofondo sulla base della portanza del terreno mediante la seguente formula:

$$K_s = C * q_{amm} * F_s$$

C = coefficiente adimensionale corrispondente ad un cedimento di un pollice (0,4)  
o di mezzo pollice (0,8)

F<sub>s</sub> = coefficiente di sicurezza per il calcolo della q<sub>amm</sub> dalla portanza limite = 3

q<sub>amm</sub> = pressione ammissibile media stimata = 1.6 Kg/cmq

Il valore relativo ad un determinato cedimento potrà essere scelto dal progettista delle strutture all'interno dell'intervallo sopra riportato (da 0,4 a 0,8) in funzione delle caratteristiche fondazionali (tipologia e rigidità) dell'edificio; ciò considerando che 0,4 è ragionevolmente a favore della sicurezza e pertanto è possibile ammettere cedimenti inferiori adottando anche un coefficiente superiore.

Nel caso specifico il valore individuato dal calcolo nelle due situazioni limite è pari a **Ks = 1.92 - 3.84 Kg/cm<sup>2</sup>**

In alternativa il progettista, conoscendo le dimensioni fondali, potrà adottare la formula:  $K_s \approx E_s / B(1-\mu^2)$  (Bowles, 1991) con: E<sub>s</sub> = modulo di Young secante e  $\mu$  = coefficiente di Poisson (vedi nota in allegato 4). In condizioni dinamiche si può adottare K<sub>w</sub> dinamico = 0.7 \* K<sub>w</sub> statico e Bowles consiglia una riduzione del 10-50% in presenza di carichi ciclici. Per quanto concerne il parametro K<sub>s,h</sub> (modulo di Winkler orizzontale in condizioni statiche) Bowles suggerisce K<sub>s,h</sub> = 2 K<sub>s,v</sub>. Tuttavia nel caso in cui non si voglia considerare la resistenza passiva del terreno rimaneggiato dallo scavo fino al piano di posa delle fondazioni dirette sarà opportuno porre K<sub>s,h</sub> = 0.5 K<sub>s,v</sub>.

## 8.4 Caratteristiche dei terreni superficiali come sottofondo per sovrastrutture stradali

Il PUA prevede l'ampliamento della strada esistente con alcuni parcheggi adiacenti annessi.

Dalle prove in situ effettuate e da correlazioni con analisi di laboratorio in aree adiacenti risulta come i terreni del primo sottosuolo siano di natura prevalente argillo – limosa. Il livello superficiale limo-argilloso possiede valori di modulo di compressibilità insufficienti e pertanto il giudizio come sottofondo è, in prima approssimazione, mediocre. In classificazione H.R.B. accolta nella norma CNR - UNI 10006 si ipotizza trattarsi di “terre argillose” **Classe A-7** (argille con limo debolmente sabbiose).

### CLASSIFICAZIONE STRADALE SECONDO LA NORMA UNI-CNR 1006

Gruppo	Terreni granulari (passante al 200 A.S.T.M. <35%)							Terreni argillosi-limosi (passante al 200 A.S.T.M. >35%)			
	A1		A3	A2				A4	A5	A6	A7
Sottogruppo	A1a	A1b		A2-4	A2-5	A2-6	A2-7				A7-5 A7-6
Granulometria:											
passante al 10 A.S.T.M.	50 max	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
passante al 40 A.S.T.M.	30 max	50 max	50 max	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
passante al 200 A.S.T.M.	15 max	25 max	10 max	35 max	35 max	35 max	35 max	36 min	36 min	36 min	36 min
Frazione passante al setaccio 40:											
Limite di liquidità	-----	-----	-----	40 max	41 min	40 max	41 min	40 max	41 min	40 max	41 min
Indice di plasticità	6 max	6 max	N.P.	10 max	10 max	11 min	11 min	10 max	10 max	11 min	11 min
Indice di gruppo	0	0	0	0	0	4 max	4 max	8 max	12 max	16 max	20 max
Tipo del terreno	Frammenti di pietre e sabbia		Sabbia fine	Sabbia con limo od argilla				Limo		Argilla	
Giudizio come terreno di sottofondo	Terreni eccellenti-buoni						Medioci e cattivi				

Per la formazione dei rilevati stradali si dovranno utilizzare materiali appartenenti alle classi A-1, A-3 e A-2 nel caso specifico. Pertanto prima di procedere alla realizzazione delle opere stradali e dei parcheggi si consiglia una asportazione del terreno vegetale per almeno 50-60 cm per poi procedere al rifacimento dello strato di sottofondo a partire da un piano di imposta costipato, con mezzi meccanici idonei, al 95% della densità max. delle prove Proctor (AASHO modificato) e, comunque, a valori non inferiori dell'85%.

Per il dimensionamento della sovrastruttura stradale si potranno adottare metodi quali prove C.B.R. in sito per la verifica della compattezza e analisi di laboratorio per l'utilizzazione di miscele idonee alle necessità locali. In particolare si consiglia un utilizzo di materiali granulari e inerti costipati alla max densità proctor onde inibire la risalita capillare che è consistente soprattutto in terreni argillosi.

## 9 VALUTAZIONI DI MICROZONAZIONE SISMICA

### 9.1 Premesse normative

Con obiettivo di riduzione del rischio sismico, così come specificato nell'art. 2, comma 4, dell'allegato alla L.R. 20/2000, la Regione Emilia-Romagna con Delibera di Assemblea Legislativa n.112 del 02/05/07 ha approvato il seguente documento: “Atto di indirizzo e coordinamento tecnico ai sensi dell'art. 16, comma 1, della L.R. 20/2000 – Disciplina generale sulla tutela e l'uso del territorio”, in merito a “Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica”, seguita successivamente da una nota esplicativa redatta dai Servizi della Regione Emilia - Romagna con prot. n. 2007.0166430 del 22/06/07. Nello specifico, la normativa di cui sopra stabilisce che, lo strumento urbanistico potrà essere approvato solo successivamente alla valutazione sull'eventuale necessità di eseguire approfondimenti tecnici che la rendano conforme all'atto di indirizzo di cui sopra ed alla successiva nota regionale.

In sostanza occorre valutare se l'area oggetto di PUA debba contenere le analisi tecniche e gli approfondimenti di cui al terzo livello dell'allegato "A", punto 4.2, della Delibera di Assemblea Legislativa n.112 del 02/05/07, ricadendo nelle situazioni qui di seguito elencate:

- aree soggette a liquefazione e densificazione (punto "a");
- aree instabili e potenzialmente instabili (punto "b");
- aree in cui le coperture hanno spessori fortemente variabili, come ad esempio nelle aree pedemontane e di fondovalle a ridosso dei versanti (punto "c");
- aree in cui è prevista la realizzazione di opere di rilevante interesse pubblico (punto "d").

## 9.2 Verifiche e valutazioni di microzonazione sismica

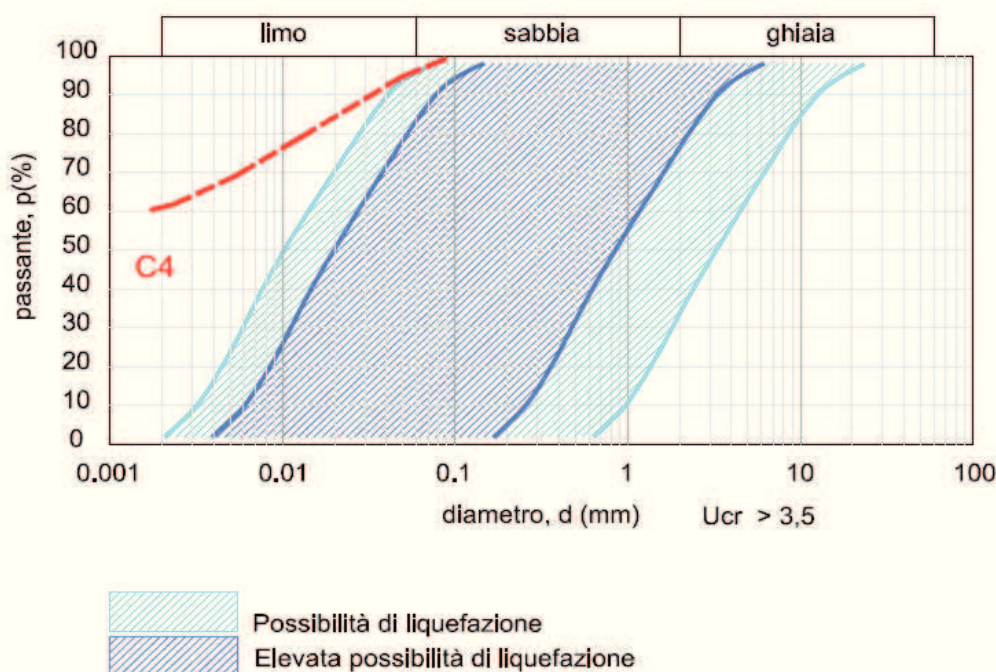
Per la verifica in oggetto se si è in presenza di aree soggette a liquefazione e densificazione, come da punto a) dell'allegato "A", punto 4.2, della Delibera di Assemblea Legislativa n.112 del 02/05/07, si procederà nei seguenti modi:

1. verifica cartografica con la Tavola del PTCP 2007 della Provincia di Rimini denominata "S.A. 11 – SISTEMA AMBIENTALE – Rischio sismico e carta delle zone suscettibili degli effetti locali" ed in particolare con il punto 6: aree suscettibili di liquefazione;
2. valutazione della presenza di caratteri predisposti alla liquefazione sull'occorrenza di tale fenomeno, con riferimento al punto 4.1.2, ultimo comma dell'allegato "A", della Delibera di Assemblea Legislativa n.112 del 02/05/07, che a sua volta rimanda tale valutazione alla figura 1 dell'Allegato A3 della medesima Delibera.

A riguardo del punto 1) la verifica ha dato esito negativo e pertanto si rileva che l'area non presenta una suscettibilità alla liquefazione.

Per le valutazioni di cui al punto 2) è stata sovrapposta la curva granulometrica del campione di terreno individuato come rappresentativo del sub comparto nella relativa scheda POC (C4; vedi figure in pagina successiva) con le fasce granulometriche di riferimento di cui alla figura 1 dell'Allegato A3 della Delibera di Assemblea Legislativa n.112 del 02/05/07.

I terreni interessati dall'area di PUA sono a dominante natura argillo – limosa (vedi litotipi VP e AP) almeno fino a 15-20 mt di profondità oltre la quale la pressione litostatica inibisce il fenomeno e pertanto ricadono al di fuori delle fasce granulometriche di riferimento di cui alla figura 1 dell'Allegato A3 della Delibera di Assemblea Legislativa n.112.





**Pertanto si può asserire che l'area oggetto di PUA non presenta alcun rischio circa la possibilità di verificarsi del fenomeno di liquefazione.**

Per le aree instabili e potenzialmente instabili di cui al punto b) dell'allegato "A", punto 4.2, della Delibera di Assemblea Legislativa n.112 del 02/05/07), le valutazioni e verifiche si sono articolate come segue:

- aree instabili: aree direttamente interessate da fenomeni franosi attivi;
- aree potenzialmente instabili: aree in cui sono possibili riattivazioni (frane quiescenti) o attivazioni di movimenti franosi (tutti gli accumuli detritici incoerenti indipendenti dalla genesi, con acclività > 15°, pendii costituiti da terreni prevalentemente argillosi e/o intensamente fratturati con acclività >15°, versanti con giacitura degli strati a franapoggio con inclinazione minore o uguale a quella del pendio, aree prossime a zone instabili che possono essere coinvolte dalla riattivazione del movimento franoso, scarpate subverticali, accumuli detritici incoerenti prossimi all'orlo di scarpate).

A seguito di quanto sopra le valutazioni e verifiche sono state articolate come segue:

1. esame della condizione geologica, geomorfologia e litostratigrafica del territorio attraverso rilevamento diretto di superficie;
2. confronto con le Tavole "S.A. 9 – SISTEMA AMBIENTALE – Carta del dissesto", "S.A. 10 – RISCHIO SISMICO – Carta delle zone suscettibili di effetti di sito", "S.A. 11 - RISCHIO SISMICO – Carta delle zone suscettibili degli effetti locali" del PTCP 2007 adottato della Provincia di Rimini ai fini della verifica della condizione di instabilità e potenziale instabilità gravitativa delle aree oggetto di P.U.A. e con la Cartografia Regionale CTR 1:5.000 ai fini della valutazione dell'acclività dei versanti, così come specificato in Allegato A2.2 della Delibera di Assemblea Legislativa n.112 del 02/05/07;
3. Verifica delle condizioni stratigrafiche di giacitura degli strati dalla Cartografia Geologica e dei Suoli della Regione Emilia - Romagna redatta dal Servizio Geologico Sismico e dei Suoli della medesima Regione.

Al termine delle analisi effettuate secondo lo schema sopra indicato, emerge quanto segue:

- L'area oggetto di PUA, ai piedi di un pendio che declina verso sud, risulta a debole acclività e pertanto gli effetti topografici di amplificazione sismica possono essere trascurati;
- la zona oggetto di PUA non risulta direttamente interessata da fenomeni franosi;
- le zone, infine, non risulta essere potenzialmente instabile in quanto non si prevedono riattivazioni di frane quiescenti o attivazioni di movimenti franosi (pendio con acclività inferiore a 15°, versanti con giacitura degli strati a traversopoggio, non coinvolgimento di aree prossime a zone instabili, assenza di scarpate subverticali e accumuli detritici incoerenti) come è dimostrato anche dalle valutazioni di stabilità illustrate al paragrafo n. 7.

**Pertanto l'area oggetto di PUA non presenta alcun rischio né di instabilità gravitativa, né di potenziale instabilità gravitativa e di effetti di sito a seguito della topografia.**

Nel merito del punto c) dell'allegato "A", punto 4.2, della Delibera di Assemblea Legislativa n.112 del 02/05/07, nel formulare le dovute valutazioni si terrà conto di:

1. esame della condizione geologica e geomorfologia delle singole aree direttamente in sito e più in generale della conoscenza geologica del territorio;
2. verifica della condizioni litostratigrafiche locali direttamente attraverso la campagna geognostica eseguita e indirettamente mediante l'utilizzo della banca dati geologici reperibile presso il Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna;
3. confronto con la Tavola "S.A. 10 – RISCHIO SISMICO – Carta delle zone suscettibili di effetti di sito", e con la Tavola "S.A. 11 - RISCHIO SISMICO – Carta delle zone suscettibili degli effetti locali" del PTCP 2007 della Provincia di Rimini.

Al termine delle analisi effettuate secondo lo schema sopra indicato emerge come il sito presenti una successione stratigrafica omogenea e comunque lo spessore della copertura eluvio - colluviale al di sopra del substrato decompresso sia piuttosto limitato e comunque con caratteristiche geotecniche sufficienti.

**Pertanto a conclusione delle valutazioni sopra esperite si può affermare che l'area oggetto di PUA non presenta caratteristiche geologiche in alcun modo riconducibili alla situazione di *“aree in cui le coperture hanno spessori fortemente variabili, come ad esempio nelle aree pedemontane e di fondovalle a ridosso dei versanti”*.**

Nella presente non viene preso in esame il punto d) dell'allegato “A”, punto 4.2, della Delibera di Assemblea Legislativa n.112 del 02/05/07 (opere di rilevante interesse pubblico). Tuttavia occorre far presente che il POC alla tavola 4B (Valutazioni di Microzonazione Sismica – Livelli di Approfondimento) non prevede per l'area nessuna analisi approfondita del III° livello in quanto *“l'ambito di riqualificazione e nuovo insediamento previsto non ricade in nessuna delle aree previste nell'art. 4.2.”*

In definitiva in conformità sia a quanto prevede la DAL 112/2007 della Regione Emilia-Romagna nonché a quanto indicato nelle “Schede descrittive comparti P.O.C.” si dichiara che nella “Relazione geologica per piano urbanistico attuativo di iniziativa privata (art. 4.10 del P.S.C.) comparto n. 15 sito in via Carbonia n. 6 – Riccione (RN)” redatta dal sottoscritto in data marzo 2015, sono state effettuate tutte le indagini geologiche di dettaglio al fine di verificare la necessità o meno di eseguire studi di microzonazione sismica di III° livello di approfondimento.

A seguito di tali verifiche ed ai sensi dell'allegato “A”, punto 4.2, della DAL 112/2007 della Regione Emilia-Romagna, si attesta che non sussistono le condizioni di cui ai punti:

- aree soggette a liquefazione e densificazione - punto a);
- aree instabili e potenzialmente instabili - punto b);
- aree in cui le coperture hanno spessori fortemente variabili, come ad esempio nelle aree pedemontane e di fondovalle a ridosso dei versanti - punto c).

Pertanto non necessita di eseguire studi di microzonazione sismica di III° livello di approfondimento.

**Riccione, marzo 2015**

**ALLEGATI**

Allegato n. 1

# COROGRAFIA



C.T.R. SCALA I: 25.000

FOGLIO 267 NE - MORCIANO DI ROMAGNA



Area di studio





GEOPROGET

Studio di Geologia

via Ceccarini, 171 – Riccione 47036  
tel. 0541/606464

## UBICAZIONE PROVE IN SITO

Allegato n.3

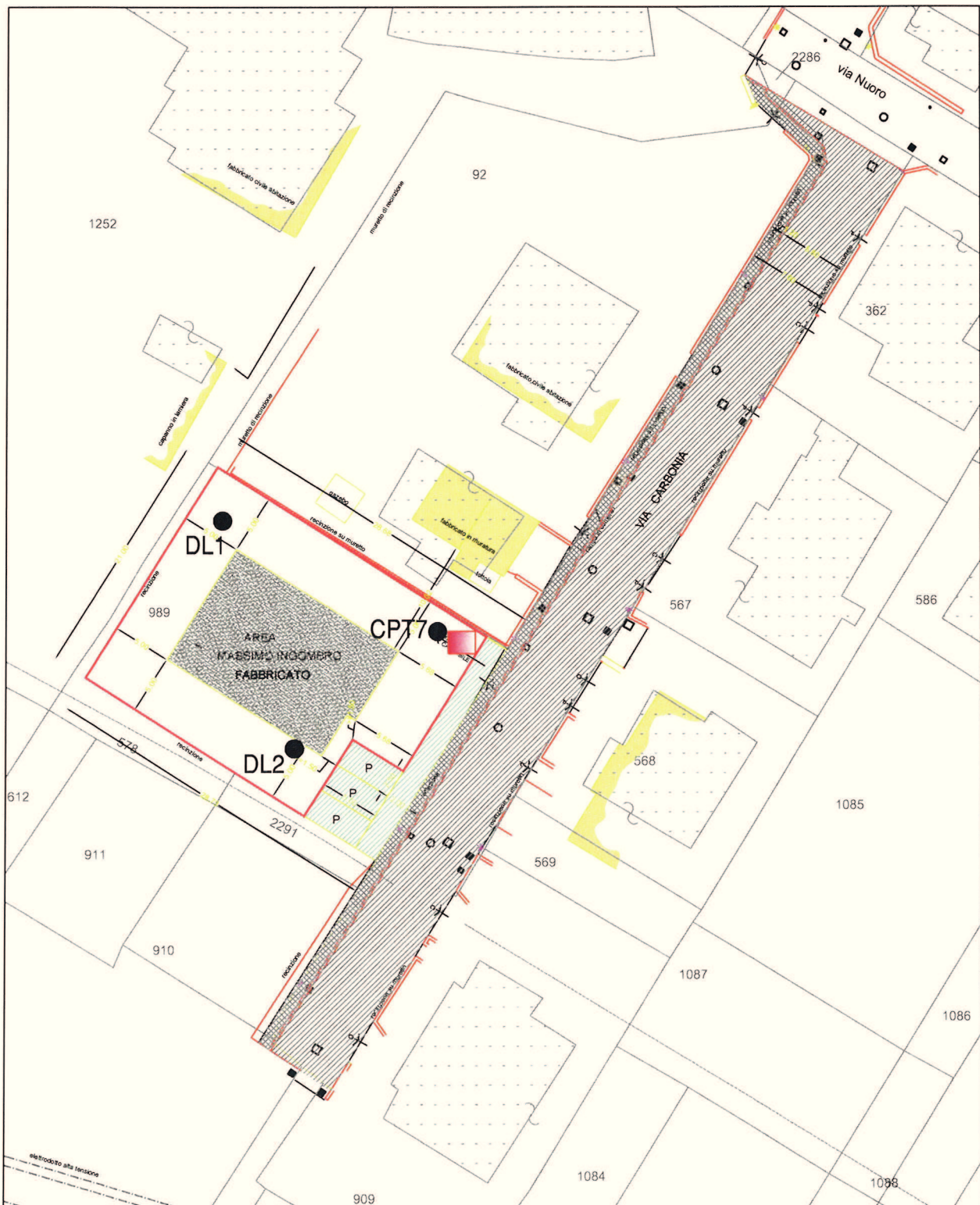
SCALA 1 : 200  
r.f. 2153

### LEGENDA

CPT7 ● PENETROMETRIA STATICA C.P.T.

DL1 ● PENETROMETRIA DINAMICA PRECEDENTE

■ PROVA HVSR



# Prova Penetrometrica Statica

Prova n.: CPT 7  
 Cantiere: Riccione (RN) - Via Carbonaia  
 Data: Marzo 2015

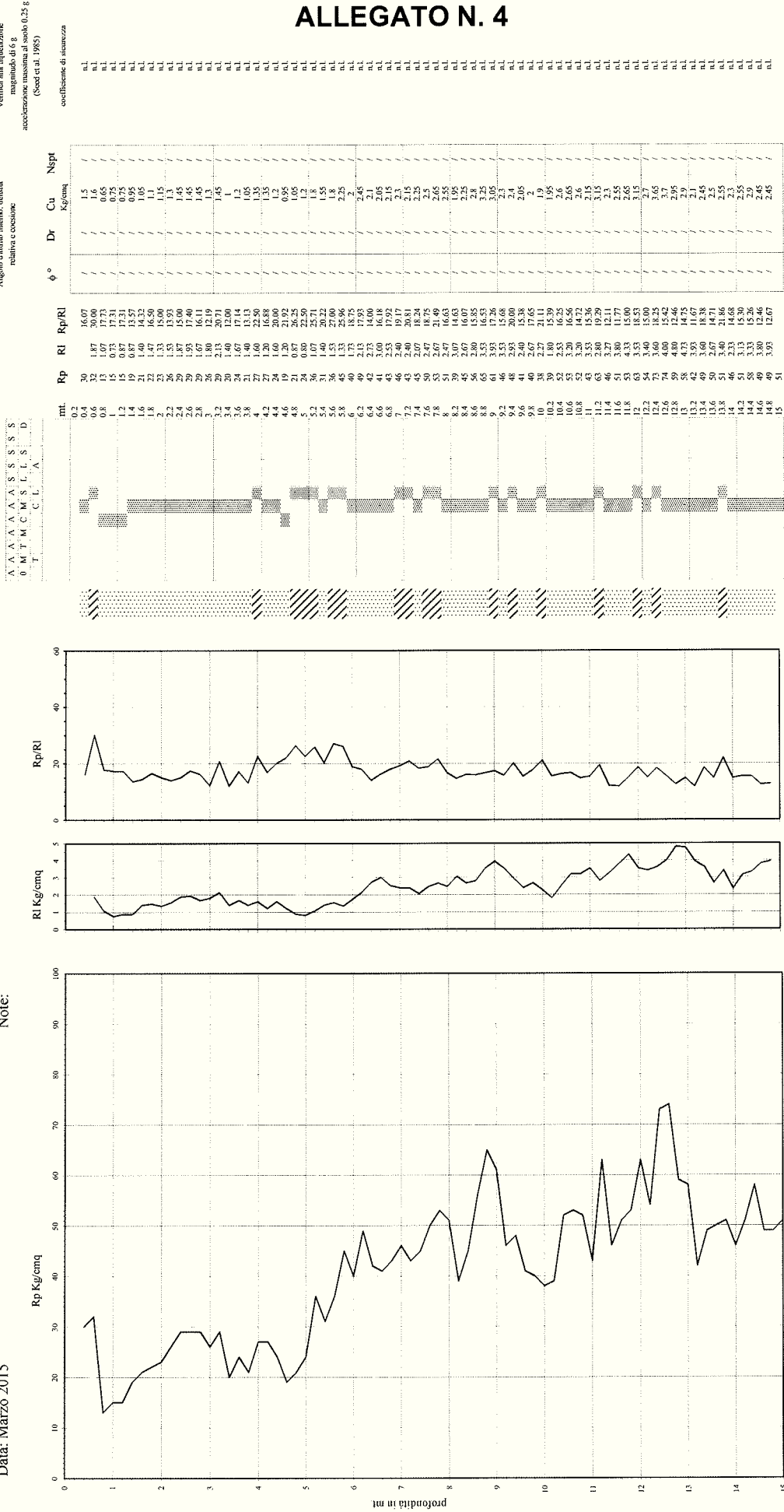
Intergeo s.r.l. - Servizi Geologici - info@intergeosm.com

Quota inizio: piano campagna  
 Liv. falda: assente  
 Note:

Classificazione orientativa dei terreni (Schmertmann - 1978)

Verifica alla liquefazione  
 magnitudine di 6 g  
 accelerazione massima di 0,05 g  
 (Seed et al. 1985)

Angolo d'attrito interno, densità  
 relativa e coesione



Legenda:

- argilla
- sabbia limoso argillosa
- sabbia limosa argillosa
- sabbia
- AO argilla organica e terreni misti; AMT argilla molto tenera;
- AT argilla tenera; AM argilla media; AC argilla compatta
- AMC argilla molto compatta; ASL argilla sabbiosa limosa;
- SI sabbia e limo; SLA sabbia limoso argillosa
- SS sabbia sciolta; S sabbia; SD sabbia densa

Cu media Kg/cmq 2.04 Np media n. colpi 0

Caratteristiche strumento/parametro stato normale, 20kN spina  
 Punta meccanica tipo Begemann - manico laterale superficie 150 cmq

## ALLEGATO N. 4



**GEOPROGET**

Geologia Tecnica e Ambientale

COMMITTENTE: Immobiliare Marina

LOCALITA': Riccione

SONDAGGIO

**1**

**Allegato n.3**

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA**

DATA	FALDA
04/2009	/

MAGLIO (Kg) 30 VOLATA (cm) 20 PUNTA (cmq) 15  
 ASTE (Kg/ml) 3,1 PESO CUFFIA (Kg) 1

Profondità metri	Colpi N.ro	Rd Kg/cmq	S.P.T. N.ro	Rp Kg/cmq	Fi (S.P.T.) Gradi	Ed Kg/cmq	Dr %	Cu Kg/cmq
0,10	1	3,52	1	3,52	0	29	0,00	0,18
0,20	1	3,52	1	3,52	0	29	0,00	0,18
0,30	5	17,60	4	17,60	0	79	0,00	0,88
0,40	5	17,60	4	17,60	0	79	0,00	0,88
0,50	4	14,08	3	14,08	0	70	0,00	0,70
0,60	10	35,19	9	35,19	0	105	0,00	1,76
0,70	7	24,63	6	24,63	0	92	0,00	1,23
0,80	5	17,60	4	17,60	0	79	0,00	0,88
0,90	5	17,60	4	17,60	0	79	0,00	0,88
1,00	6	19,35	5	19,35	0	83	0,00	0,97
1,10	6	19,35	5	19,35	0	83	0,00	0,97
1,20	5	16,13	4	16,13	0	75	0,00	0,81
1,30	6	19,35	5	19,35	0	83	0,00	0,97
1,40	6	19,35	5	19,35	0	83	0,00	0,97
1,50	5	16,13	4	16,13	0	75	0,00	0,81
1,60	6	19,35	5	19,35	0	83	0,00	0,97
1,70	8	25,81	7	25,81	0	94	0,00	1,29
1,80	8	25,81	7	25,81	0	94	0,00	1,29
1,90	8	25,81	7	25,81	0	94	0,00	1,29
2,00	7	20,84	6	20,84	0	86	0,00	1,04
2,10	8	23,82	7	23,82	0	91	0,00	1,19
2,20	8	23,82	7	23,82	0	91	0,00	1,19
2,30	8	23,82	7	23,82	0	91	0,00	1,19
2,40	8	23,82	7	23,82	0	91	0,00	1,19
2,50	8	23,82	7	23,82	0	91	0,00	1,19
2,60	8	23,82	7	23,82	0	91	0,00	1,19
2,70	11	32,75	9	32,75	0	103	0,00	1,64
2,80	13	38,71	11	38,71	0	109	0,00	1,94
2,90	13	38,71	11	38,71	0	109	0,00	1,94
3,00	15	41,47	13	41,47	0	111	0,00	2,07
3,10	14	38,71	12	38,71	0	109	0,00	1,94
3,20	13	35,94	11	35,94	0	106	0,00	1,80
3,30	13	35,94	11	35,94	0	106	0,00	1,80
3,40	14	38,71	12	38,71	0	109	0,00	1,94
3,50	14	38,71	12	38,71	0	109	0,00	1,94
3,60	14	38,71	12	38,71	0	109	0,00	1,94
3,70	15	41,47	13	41,47	0	111	0,00	2,07
3,80	13	35,94	11	35,94	0	106	0,00	1,80
3,90	13	35,94	11	35,94	0	106	0,00	1,80
4,00	11	28,39	9	28,39	0	98	0,00	1,42
4,10	12	30,97	10	30,97	0	101	0,00	1,55
4,20	10	25,81	9	25,81	0	94	0,00	1,29
4,30	10	25,81	9	25,81	0	94	0,00	1,29
4,40	10	25,81	9	25,81	0	94	0,00	1,29
4,50	10	25,81	9	25,81	0	94	0,00	1,29
4,60	10	25,81	9	25,81	0	94	0,00	1,29
4,70	11	28,39	9	28,39	0	98	0,00	1,42



4,80	10	25,81	9	25,81	0	94	0,00	1,29
4,90	10	25,81	9	25,81	0	94	0,00	1,29
5,00	11	26,61	9	26,61	0	95	0,00	1,33
5,10	11	26,61	9	26,61	0	95	0,00	1,33
5,20	12	29,03	10	29,03	0	99	0,00	1,45
5,30	14	33,87	12	33,87	0	104	0,00	1,69
5,40	15	36,29	13	36,29	0	106	0,00	1,81
5,50	13	31,45	11	31,45	0	101	0,00	1,57
5,60	14	33,87	12	33,87	0	104	0,00	1,69
5,70	19	45,97	16	45,97	0	113	0,00	2,30
5,80	20	48,39	17	48,39	0	114	0,00	2,42
5,90	21	50,81	18	50,81	0	116	0,00	2,54
6,00	21	47,82	18	47,82	0	114	0,00	2,39
6,10	19	43,26	16	43,26	0	112	0,00	2,16
6,20	17	38,71	14	38,71	0	109	0,00	1,94
6,30	16	36,43	14	36,43	0	106	0,00	1,82
6,40	14	31,88	12	31,88	0	102	0,00	1,59
6,50	13	29,60	11	29,60	0	99	0,00	1,48
6,60	12	27,32	10	27,32	0	96	0,00	1,37
6,70	13	29,60	11	29,60	0	99	0,00	1,48
6,80	13	29,60	11	29,60	0	99	0,00	1,48
6,90	12	27,32	10	27,32	0	96	0,00	1,37
7,00	16	34,41	14	34,41	0	104	0,00	1,72
7,10	15	32,26	13	32,26	0	102	0,00	1,61
7,20	15	32,26	13	32,26	0	102	0,00	1,61
7,30	15	32,26	13	32,26	0	102	0,00	1,61
7,40	14	30,11	12	30,11	0	100	0,00	1,51
7,50	14	30,11	12	30,11	0	100	0,00	1,51
7,60	13	27,96	11	27,96	0	97	0,00	1,40
7,70	13	27,96	11	27,96	0	97	0,00	1,40
7,80	13	27,96	11	27,96	0	97	0,00	1,40
7,90	13	27,96	11	27,96	0	97	0,00	1,40
8,00	14	28,52	12	28,52	0	98	0,00	1,43
8,10	14	28,52	12	28,52	0	98	0,00	1,43
8,20	16	32,60	14	32,60	0	103	0,00	1,63
8,30	19	38,71	16	38,71	0	109	0,00	1,94
8,40	17	34,63	14	34,63	0	105	0,00	1,73
8,50	17	34,63	14	34,63	0	105	0,00	1,73
8,60	18	36,67	15	36,67	0	107	0,00	1,83
8,70	17	34,63	14	34,63	0	105	0,00	1,73
8,80	18	36,67	15	36,67	0	107	0,00	1,83
8,90	18	36,67	15	36,67	0	107	0,00	1,83
9,00	18	34,84	15	34,84	0	105	0,00	1,74
9,10	17	32,90	14	32,90	0	103	0,00	1,65
9,20	16	30,97	14	30,97	0	101	0,00	1,55
9,30	16	30,97	14	30,97	0	101	0,00	1,55
9,40	17	32,90	14	32,90	0	103	0,00	1,65
9,50	20	38,71	17	38,71	0	109	0,00	1,94
9,60	21	40,65	18	40,65	0	110	0,00	2,03
9,70	20	38,71	17	38,71	0	109	0,00	1,94
9,80	21	40,65	18	40,65	0	110	0,00	2,03
9,90	25	48,39	21	48,39	0	114	0,00	2,42
10,00	28	51,61	24	51,61	0	117	0,00	2,58



**GEOPROGET**

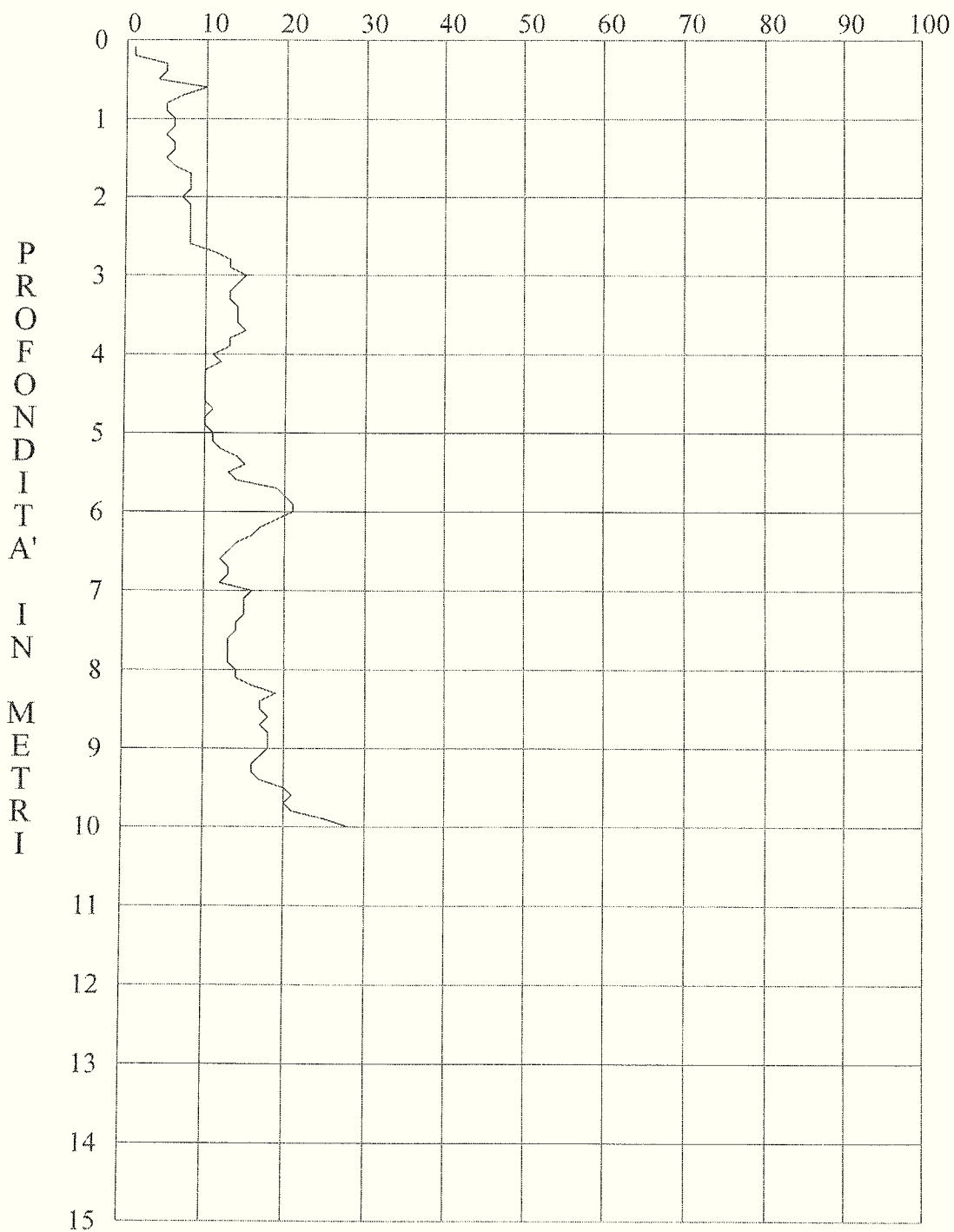
Studio di geologia  
via Ceccarini, 171 - Riccione 47036  
tel. 0541/606464

COMMITTENTE **Immobiliare Marina**  
LOCALITA' **Riccione**  
ATTREZZATURA **Penetrometro dinamico leggero**  
DATA **04/2009**  
LIVELLO ACQUA /

**PROVA DINAMICA n° 1**

Peso Maglio 30 Kg - Caduta 20 cm - Sez. punta 15 cmq

**NUMERO DI COLPI**





**GEOPROGET**

Geologia Tecnica e Ambientale

DATA  
04/2009

FALDA  
-4.3

COMMITTENTE: Immobiliare Marina

LOCALITA': Riccione

SONDAGGIO

**2**

**Allegato n.3**

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA**

MAGLIO (Kg) 30 VOLATA (cm) 20 PUNTA (cmq) 15  
ASTE (Kg/ml) 3.1 PESO CUFFIA (Kg) 1

<i>Profondità</i> metri	<i>Colpi</i> N.ro	<i>Rd</i> Kg/cmq	<i>S.P.T.</i> N.ro	<i>Rp</i> Kg/cmq	<i>Fi (S.P.T.)</i> Gradi	<i>Ed</i> Kg/cmq	<i>Dr</i> %	<i>Cu</i> Kg/cmq
0,10	7	24,63	6	24,63	0	92	0,00	1,23
0,20	11	38,71	9	38,71	0	109	0,00	1,94
0,30	18	63,34	15	63,34	0	128	0,00	3,17
0,40	7	24,63	6	24,63	0	92	0,00	1,23
0,50	7	24,63	6	24,63	0	92	0,00	1,23
0,60	6	21,11	5	21,11	0	86	0,00	1,06
0,70	7	24,63	6	24,63	0	92	0,00	1,23
0,80	8	28,15	7	28,15	0	97	0,00	1,41
0,90	6	21,11	5	21,11	0	86	0,00	1,06
1,00	7	22,58	6	22,58	0	89	0,00	1,13
1,10	8	25,81	7	25,81	0	94	0,00	1,29
1,20	7	22,58	6	22,58	0	89	0,00	1,13
1,30	8	25,81	7	25,81	0	94	0,00	1,29
1,40	8	25,81	7	25,81	0	94	0,00	1,29
1,50	7	22,58	6	22,58	0	89	0,00	1,13
1,60	7	22,58	6	22,58	0	89	0,00	1,13
1,70	6	19,35	5	19,35	0	83	0,00	0,97
1,80	7	22,58	6	22,58	0	89	0,00	1,13
1,90	7	22,58	6	22,58	0	89	0,00	1,13
2,00	9	26,80	8	26,80	0	95	0,00	1,34
2,10	9	26,80	8	26,80	0	95	0,00	1,34
2,20	8	23,82	7	23,82	0	91	0,00	1,19
2,30	8	23,82	7	23,82	0	91	0,00	1,19
2,40	7	20,84	6	20,84	0	86	0,00	1,04
2,50	8	23,82	7	23,82	0	91	0,00	1,19
2,60	7	20,84	6	20,84	0	86	0,00	1,04
2,70	8	23,82	7	23,82	0	91	0,00	1,19
2,80	8	23,82	7	23,82	0	91	0,00	1,19
2,90	7	20,84	6	20,84	0	86	0,00	1,04
3,00	7	19,35	6	19,35	0	83	0,00	0,97
3,10	8	22,12	7	22,12	0	88	0,00	1,11
3,20	10	27,65	9	27,65	0	97	0,00	1,38
3,30	11	30,41	9	30,41	0	100	0,00	1,52
3,40	12	33,18	10	33,18	0	103	0,00	1,66
3,50	13	35,94	11	35,94	0	106	0,00	1,80
3,60	15	41,47	13	41,47	0	111	0,00	2,07
3,70	15	41,47	13	41,47	0	111	0,00	2,07
3,80	16	44,24	14	44,24	0	112	0,00	2,21
3,90	15	41,47	13	41,47	0	111	0,00	2,07
4,00	13	33,55	11	33,55	0	104	0,00	1,68
4,10	12	30,97	10	30,97	0	101	0,00	1,55
4,20	10	25,81	9	25,81	0	94	0,00	1,29
4,30	10	25,81	9	25,81	0	94	0,00	1,29
4,40	10	25,81	9	25,81	0	94	0,00	1,29
4,50	10	25,81	9	25,81	0	94	0,00	1,29
4,60	11	28,39	9	28,39	0	98	0,00	1,42
4,70	14	36,13	12	36,13	0	106	0,00	1,81

4,80	12	30,97	10	30,97	0	101	0,00	1,55
4,90	11	28,39	9	28,39	0	98	0,00	1,42
5,00	11	26,61	9	26,61	0	95	0,00	1,33
5,10	11	26,61	9	26,61	0	95	0,00	1,33
5,20	11	26,61	9	26,61	0	95	0,00	1,33
5,30	11	26,61	9	26,61	0	95	0,00	1,33
5,40	12	29,03	10	29,03	0	99	0,00	1,45
5,50	13	31,45	11	31,45	0	101	0,00	1,57
5,60	13	31,45	11	31,45	0	101	0,00	1,57
5,70	13	31,45	11	31,45	0	101	0,00	1,57
5,80	13	31,45	11	31,45	0	101	0,00	1,57
5,90	13	31,45	11	31,45	0	101	0,00	1,57
6,00	12	27,32	10	27,32	0	96	0,00	1,37
6,10	11	25,05	9	25,05	0	93	0,00	1,25
6,20	11	25,05	9	25,05	0	93	0,00	1,25
6,30	12	27,32	10	27,32	0	96	0,00	1,37
6,40	15	34,16	13	34,16	0	104	0,00	1,71
6,50	16	36,43	14	36,43	0	106	0,00	1,82
6,60	16	36,43	14	36,43	0	106	0,00	1,82
6,70	13	29,60	11	29,60	0	99	0,00	1,48
6,80	11	25,05	9	25,05	0	93	0,00	1,25
6,90	11	25,05	9	25,05	0	93	0,00	1,25
7,00	12	25,81	10	25,81	0	94	0,00	1,29
7,10	13	27,96	11	27,96	0	97	0,00	1,40
7,20	15	32,26	13	32,26	0	102	0,00	1,61
7,30	17	36,56	14	36,56	0	107	0,00	1,83
7,40	24	51,61	20	51,61	0	117	0,00	2,58
7,50	35	75,27	30	75,27	0	151	0,00	3,76
7,60	33	70,97	28	70,97	0	142	0,00	3,55
7,70	37	79,57	31	79,57	0	159	0,00	3,98
7,80	38	81,72	32	81,72	0	163	0,00	4,09
7,90	35	75,27	30	75,27	0	151	0,00	3,76
8,00	36	73,34	31	73,34	0	147	0,00	3,67



**GEOPROGET**

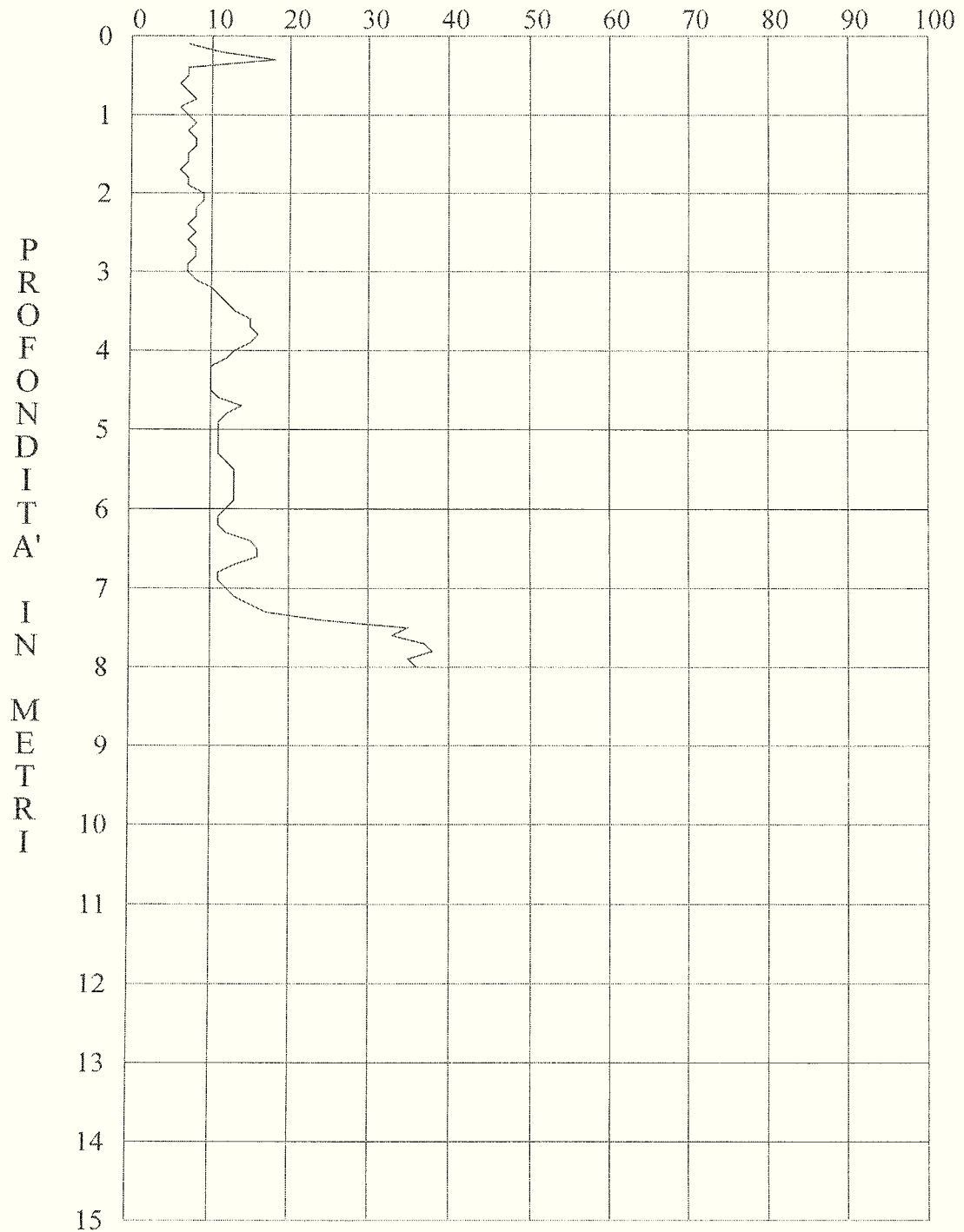
Studio di geologia  
via Ceccarini, 171 - Riccione 47036  
tel. 0541/606464

COMMITTENTE	Immobiliare Marina
LOCALITA'	Riccione
ATTREZZATURA	Penetrometro dinamico leggero
DATA	04/2009
LIVELLO ACQUA	-4.3

PROVA DINAMICA n° 2

Peso Maglio 30 Kg - Caduta 20 cm - Sez. punta 15 cmq

### NUMERO DI COLPI

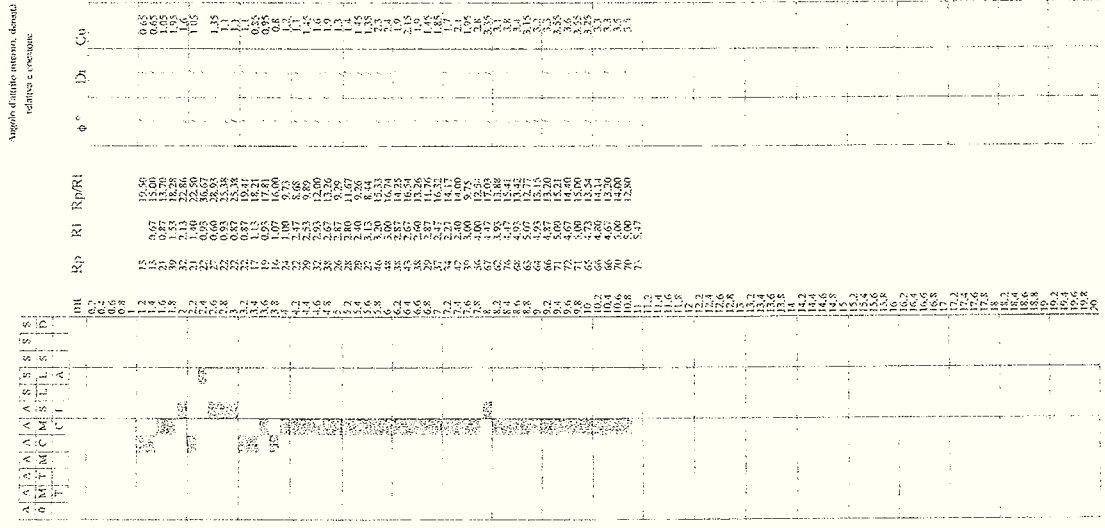
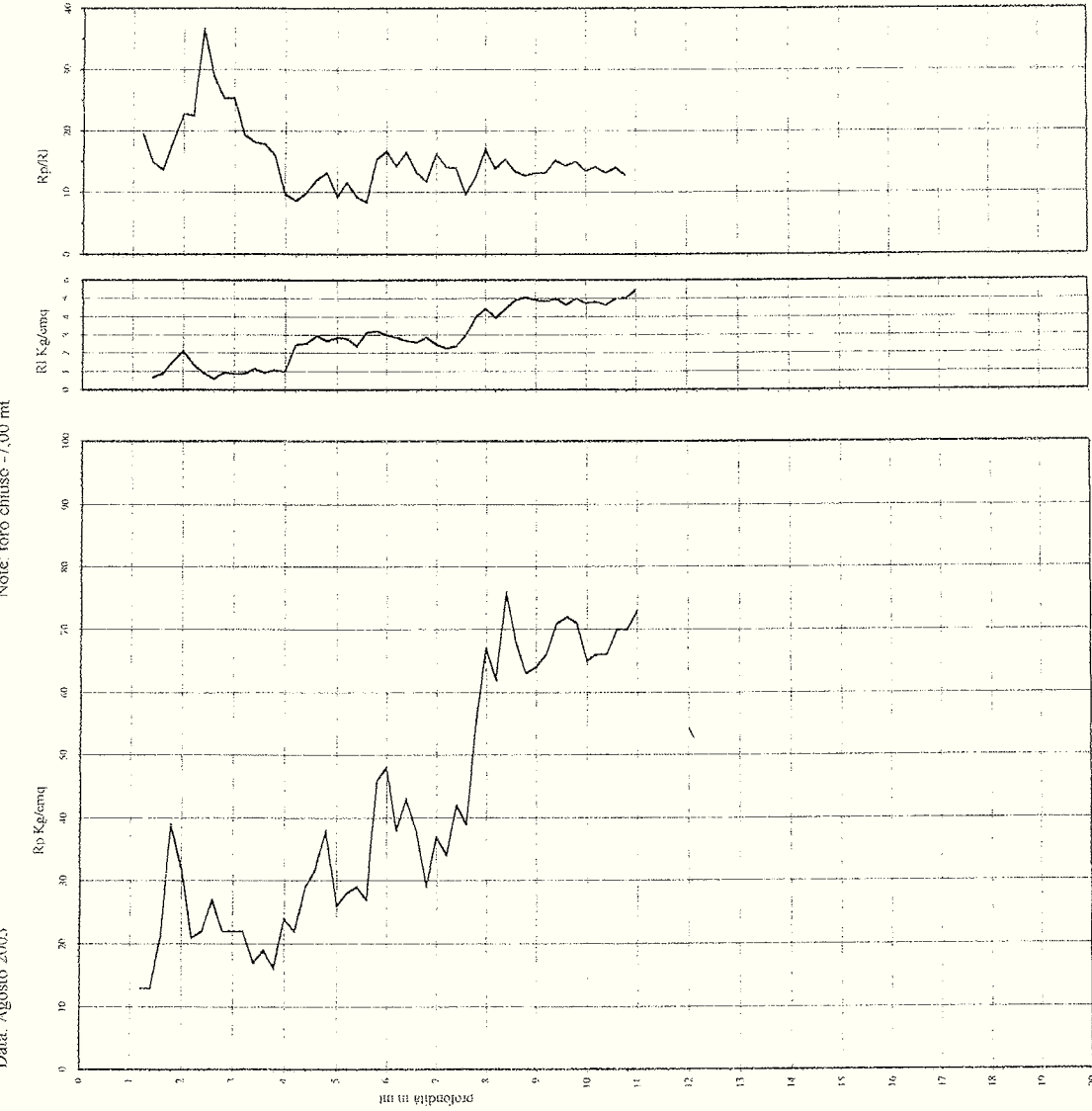


# Prova Penetrometrica Statica

Prova n. : CPT1  
 Cantiere: Riccione (RN) - via Sardegna  
 Data: Agosto 2003

Quota inizio: piano campagna  
 Liv. falda: assente  
 Note: foro chiuso - 7,00 mt

Classificazione orientativa dei terreni (Schmertmann - 1978)



Profondità (m)	Rp (kg/cm²)	Rc (kg/cm²)	Rf (kg/cm²)	Classe	Descrizione
0,2	15,06	0,2	0,2	A1	argilla
0,5	0,67	0,5	0,5	A1	argilla
0,8	13,20	0,8	0,8	A1	argilla
1,1	2,13	1,1	1,1	A1	argilla
1,4	22,50	1,4	1,4	A1	argilla
1,7	1,85	1,7	1,7	A1	argilla
2,0	2,06	2,0	2,0	A1	argilla
2,3	23,36	2,3	2,3	A1	argilla
2,6	1,1	2,6	2,6	A1	argilla
2,9	0,87	2,9	2,9	A1	argilla
3,2	1,1	3,2	3,2	A1	argilla
3,5	1,15	3,5	3,5	A1	argilla
3,8	1,15	3,8	3,8	A1	argilla
4,1	1,15	4,1	4,1	A1	argilla
4,4	1,15	4,4	4,4	A1	argilla
4,7	1,15	4,7	4,7	A1	argilla
5,0	1,15	5,0	5,0	A1	argilla
5,3	1,15	5,3	5,3	A1	argilla
5,6	1,15	5,6	5,6	A1	argilla
5,9	1,15	5,9	5,9	A1	argilla
6,2	1,15	6,2	6,2	A1	argilla
6,5	1,15	6,5	6,5	A1	argilla
6,8	1,15	6,8	6,8	A1	argilla
7,1	1,15	7,1	7,1	A1	argilla
7,4	1,15	7,4	7,4	A1	argilla
7,7	1,15	7,7	7,7	A1	argilla
8,0	1,15	8,0	8,0	A1	argilla
8,3	1,15	8,3	8,3	A1	argilla
8,6	1,15	8,6	8,6	A1	argilla
8,9	1,15	8,9	8,9	A1	argilla
9,2	1,15	9,2	9,2	A1	argilla
9,5	1,15	9,5	9,5	A1	argilla
9,8	1,15	9,8	9,8	A1	argilla
10,1	1,15	10,1	10,1	A1	argilla
10,4	1,15	10,4	10,4	A1	argilla
10,7	1,15	10,7	10,7	A1	argilla
11,0	1,15	11,0	11,0	A1	argilla
11,3	1,15	11,3	11,3	A1	argilla
11,6	1,15	11,6	11,6	A1	argilla
11,9	1,15	11,9	11,9	A1	argilla
12,2	1,15	12,2	12,2	A1	argilla
12,5	1,15	12,5	12,5	A1	argilla
12,8	1,15	12,8	12,8	A1	argilla
13,1	1,15	13,1	13,1	A1	argilla
13,4	1,15	13,4	13,4	A1	argilla
13,7	1,15	13,7	13,7	A1	argilla
14,0	1,15	14,0	14,0	A1	argilla
14,3	1,15	14,3	14,3	A1	argilla
14,6	1,15	14,6	14,6	A1	argilla
14,9	1,15	14,9	14,9	A1	argilla
15,2	1,15	15,2	15,2	A1	argilla
15,5	1,15	15,5	15,5	A1	argilla
15,8	1,15	15,8	15,8	A1	argilla
16,1	1,15	16,1	16,1	A1	argilla
16,4	1,15	16,4	16,4	A1	argilla
16,7	1,15	16,7	16,7	A1	argilla
17,0	1,15	17,0	17,0	A1	argilla
17,3	1,15	17,3	17,3	A1	argilla
17,6	1,15	17,6	17,6	A1	argilla
17,9	1,15	17,9	17,9	A1	argilla
18,2	1,15	18,2	18,2	A1	argilla
18,5	1,15	18,5	18,5	A1	argilla
18,8	1,15	18,8	18,8	A1	argilla
19,1	1,15	19,1	19,1	A1	argilla
19,4	1,15	19,4	19,4	A1	argilla
19,7	1,15	19,7	19,7	A1	argilla
20,0	1,15	20,0	20,0	A1	argilla

Caratteristiche strumento penetrometro: affidato seriale: 2000N spin  
 Punta: miscela tipo Beganiani - manico: laterale - superficie: 130 cm²

argilla  
 sabbia limosa argillosa  
 sabbia  
 sabbia

AO: argilla organica e terreni impati, AMI: argilla molto tenera;  
 AT: argilla tenera, AM: argilla media, AC: argilla compatta  
 AMC: argilla molto compatta, ASI: argilla sabbiosa limosa,  
 SI: sabbia e limo, SLA: sabbia limosa argillosa  
 SS: sabbia sciolta; S: sabbia; S7: sabbia densa

R.I. non liquefificabile

P31



Cantiere: Comune di Riccione (RN) - Piano Operativo Comunale	Data: Febbraio 2011
Sondaggio: statica n.25	Campione: 4
	Profondità : -2,00mt.

Descrizione del campione : Argilla limosa di colore grigio verde

Stato del campione: indisturbato

### Caratteristiche fisico - meccaniche

caratteristiche generali		limiti di consistenza	
Contenuto in acqua	w = 19 %	Limite di liquidità	Wl = 58 %
Peso di volume umido	y = 1,86 gr/cmc	Limite di plasticità	Wp = 22 %
Peso di volume secco	yd = 1,56 gr/cmc	Limite di ritiro	Ws = " %
Peso specifico	Gs = 2,742 gr/cmc	Ritiro lineare	R = " %
Indice dei vuoti	e = 0,754	Indice di plasticità	Ip = 36 %
Grado di saturazione	s = 69 %	Indice di consistenza	Ic = 1,08

resistenza	
Penetrometro tascabile	qu = 1,85 Kg/cmq
Vane test	cu = 0,90 Kg/cmq

granulometria	classificazione A.G.I.
ghiaia : " % sabbia : 4 % limo : 35 % argilla : 61 %	Argilla con limo



**INTERGEO** s.r.l. - Servizi Geologici

Via Rancaglia, 37 47899 Serravalle - RSM  
tel. 320 2447949 / 333 2208376 www.intergeosm.com  
Cod. Op. Ec. SM21197

Cantiere: Comune di Riccione (RN) - Piano Operativo Comunale

Data: Febbraio 2011

Sondaggio: statica n.25

Campione n. : 4

Profondità : -2,00mt.

## Analisi granulometrica

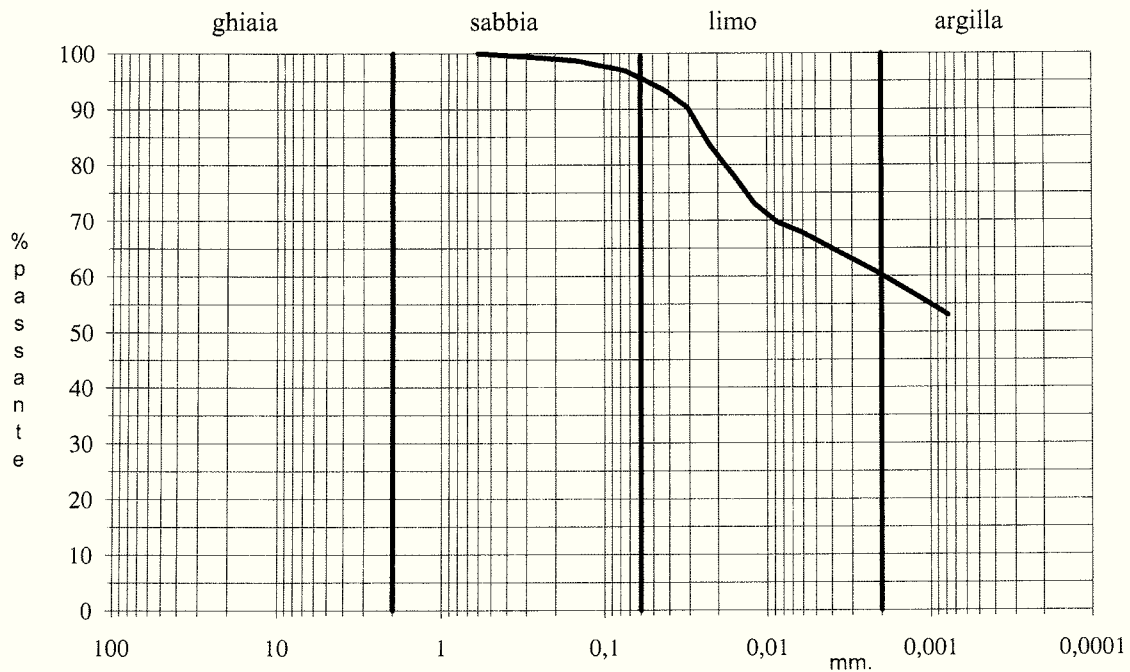
Metodo della prova: per setacciatura e sedimentazione

Stato del campione: indisturbato

Peso secco netto: 46,72 gr.

setacci A.S.T.M. n.	luce netta mm.	passante %
30	0,600	100,00
50	0,300	99,43
100	0,150	98,76
200	0,075	96,91

Descrizione (Classificazione A.G.I.)	Ghiaia %	Sabbia %	Limo %	Argilla %
Argilla con limo	"	4	35	61





## Allegato n. 6

### DATI PLUVIOMETRICI

Dati di pioggia del  
Servizio Idrografico

-Stazione di Rimini-

Anno	Durata						
	10 min	15 min	20 min	25 min	30 min	40 min	45 min
1934							
1935							
1936			10,2				
1937		13,8			16,5		
1938		11,0					
1939			16,6			23,6	
1940	12,0						
1941					20,0		
1942					23,0		
1943					15,0		
1944							
1945							
1946					20,0		
1947							
1948					26,0		
1949					34,8		
1950					32,4		
1951				14,0	19,6		
1952			17,4	14,2			52,2
1953	10,0		16,0				
1954							
1955			12,0				32,0
1956							
1957		14,2	21,4				
1958							
1959			20,6				
1960			11,0		28,0		
1961		11,4	14,0		63,0		
1962			20,4				
1963			15,2	16,6		25,0	
1964		10,2	20,4		18,0		
1965		17,4					
1966		12,0	11,6				
1967		12,8	14,0				
1968			19,0				26,0
1969				12,8			
1970							
1971							
1972							48,2
1973					20,2		
1974	13,5						
1975		12,4				26,4	
1976					38,0		
1977					13,0		
1978					45,0		
1979					16,8		
1980			12,0				

1981				24,8	
1982			15,0		
1983				11,0	
1984				16,4	
1985				16,0	
1986					25,8
1987				13,0	
1988				12,0	
1989				29,0	
1990		7.2		9.6	
1991		9.8		15.0	
1992		12.8		15.2	
1993		9.2		10.4	
1994		8.6		11.6	
1995		8.8		14.2	
1996		12.2		15.0	
1997		10.4		20.2	
1998		10.6			

dati di pioggia forniti dal Servizio Idrografico per la stazione di Rimini

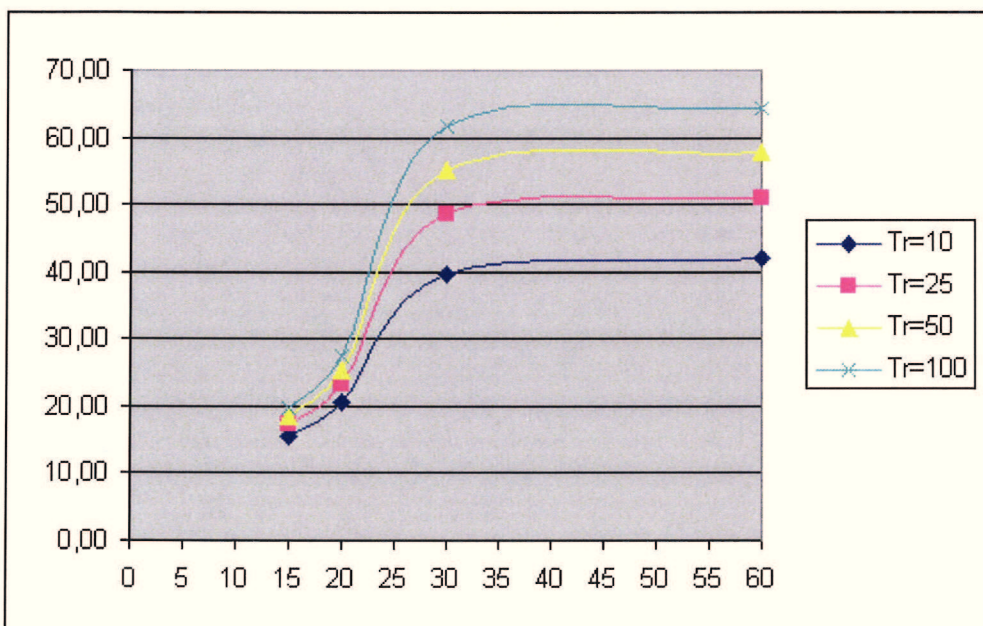
Analisi statistica dei dati di pioggia eseguita tramite tramite il metodo di Gumbel (precipitazioni di durata inferiore a 1 ora).

Equazione curva delle precipitazioni:  $H = a * t^n$

H = altezza precipitazione (in mm)

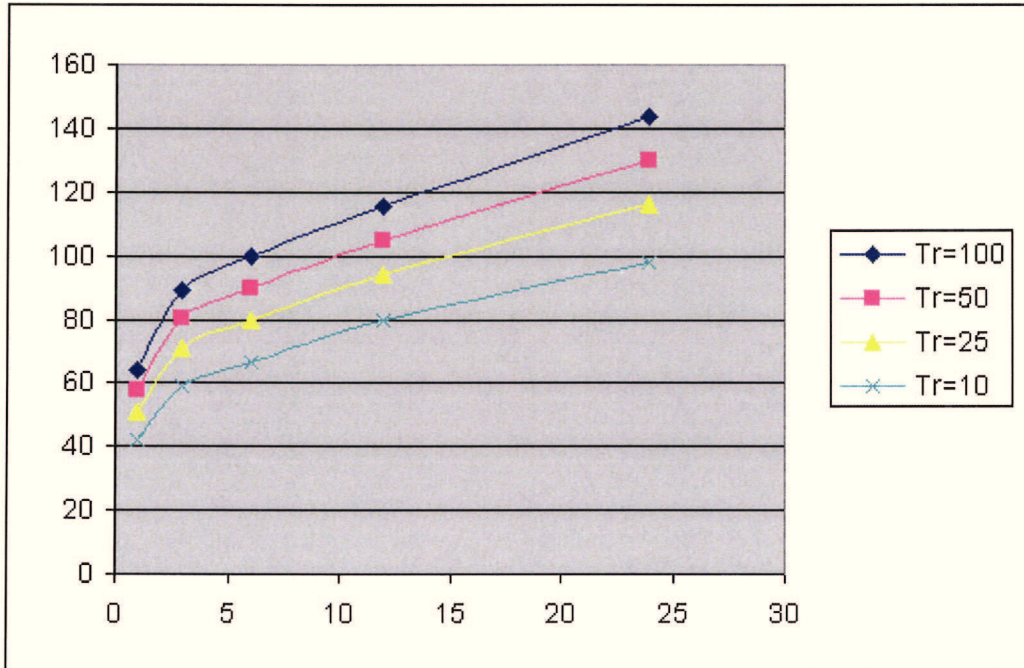
t = tempo durata precipitazione (in ore)

	15	20	30	60
	15 min	20 min	30 min	60 min
<b>Tr=100</b>	19,54	27,29	61,74	64,22514
<b>Tr=50</b>	18,37	25,28	55,15	57,63954
<b>Tr=25</b>	17,19	23,25	48,52	51,00496
<b>Tr=10</b>	15,60	20,52	39,59	42,06174



**ORE**

	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>12</b>	<b>24</b>
<b>Tr=100</b>	64,23	89,25	99,48	115,72	143,44
<b>Tr=50</b>	57,64	80,22	89,76	105,00	129,96
<b>Tr=25</b>	51,00	71,13	79,95	94,21	116,37
<b>Tr=10</b>	42,06	58,87	66,74	79,66	98,06



# EdiLus-MS

## Mappe Sismiche



EdiLus-MS è il software ACCA per individuare la pericolosità sismica di tutte le località italiane direttamente dalla mappa. Scrivi l'indirizzo e/o sposta il segnalino sul sito che ti interessa e otterrai dinamicamente tutti i parametri di pericolosità sismica.

ad es. "Via M. Cianciulli, 114 MONTELLA"

Via Carbonia, 1, 47838 Riccione RN, Italia

Cerca

### ALLEGATO N. 7

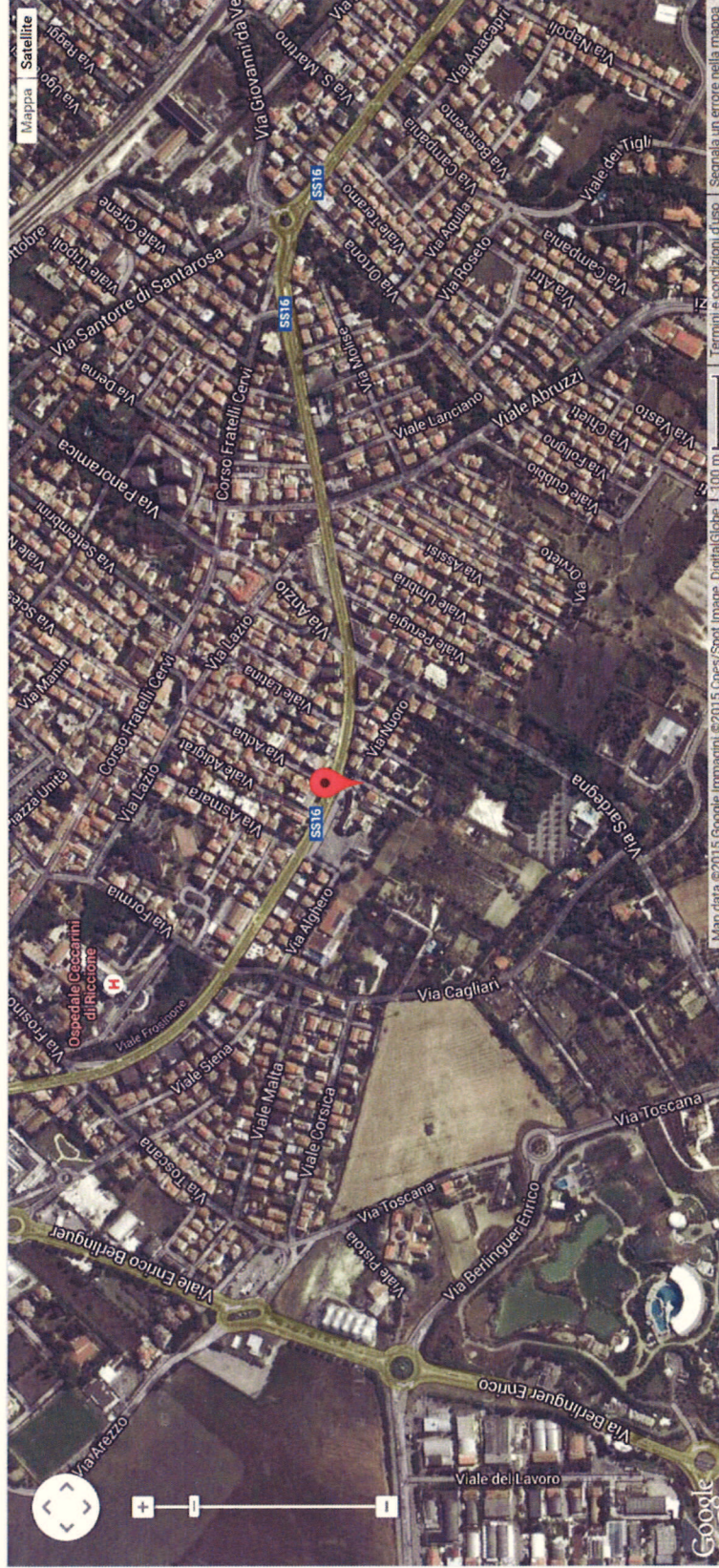
Latitudine (WGS84)   Longitudine (WGS84)  
 Latitudine (ED50)   Longitudine (ED50)

Altitudine (mt)   
 Classe dell'edificio   
 Via Nominale Struttura   
 Periodo di Riferimento per l'azione sismica

#### Parametri di pericolosità Sismica

Stato Limite	T <sub>r</sub> [anni]	a <sub>0</sub> /g [-]	F <sub>0</sub> [-]	T <sub>c</sub> [s]
Operatività	30	0.049	2.429	0.272
Danno	50	0.063	2.551	0.279
Salvaguardia Vita	475	0.184	2.485	0.299
Prevenzione Collasso	975	0.238	2.525	0.310

Termini e Condizioni di utilizzo di EdILUS-MS



43.99174315, 12.64595461



ACCA SOFTWARE  
 Tel. 082769.504 - Fax 0827/60.12.35  
 P.IVA 01883740647 - E-mail: info@acca.it



# ALLEGATO N. 8

## NERI2155, VIA CARBONIA RICCIONE 1

Strumento: TRZ-0144/01-11

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 06/03/15 15:28:59 Fine registrazione: 06/03/15 15:48:59

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h20'00".

Analizzato 32% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

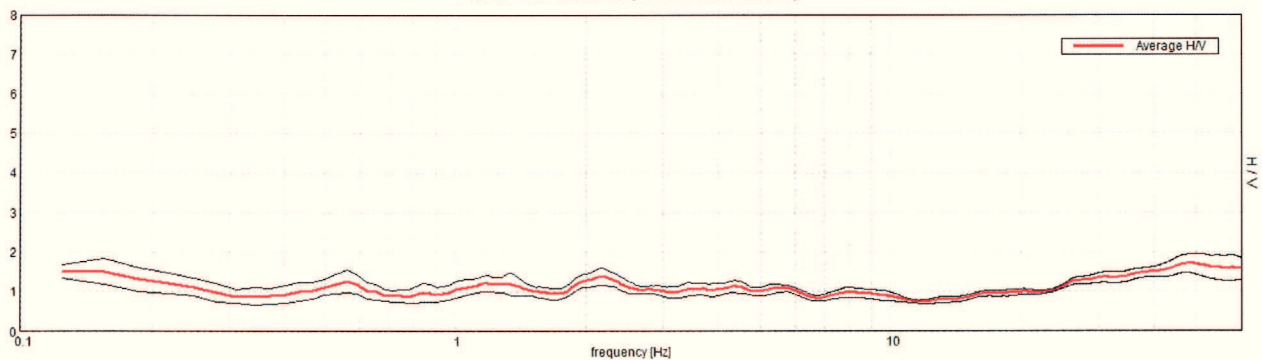
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

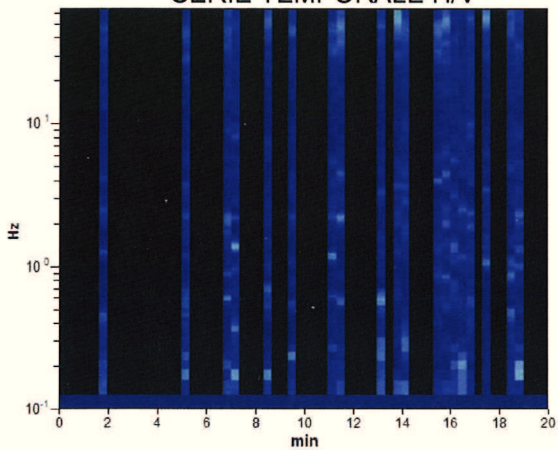
Lisciamento: 10%

### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

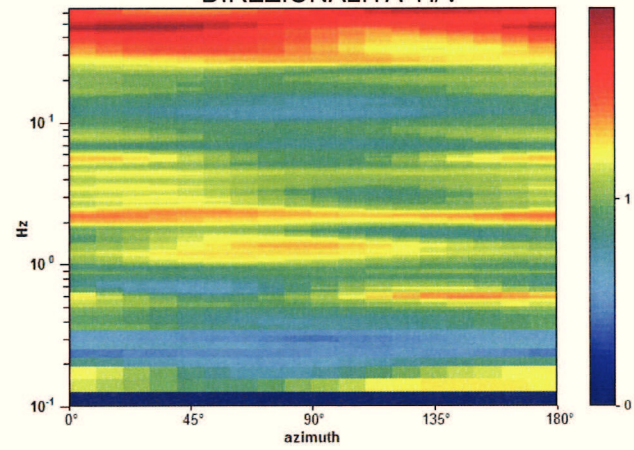
Picco H/V a 0.16 ± 0.07 Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).



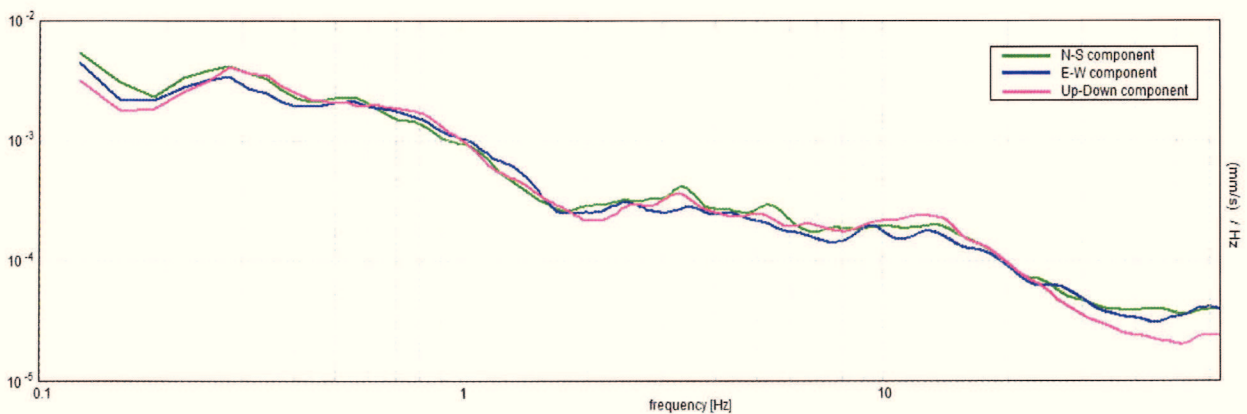
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



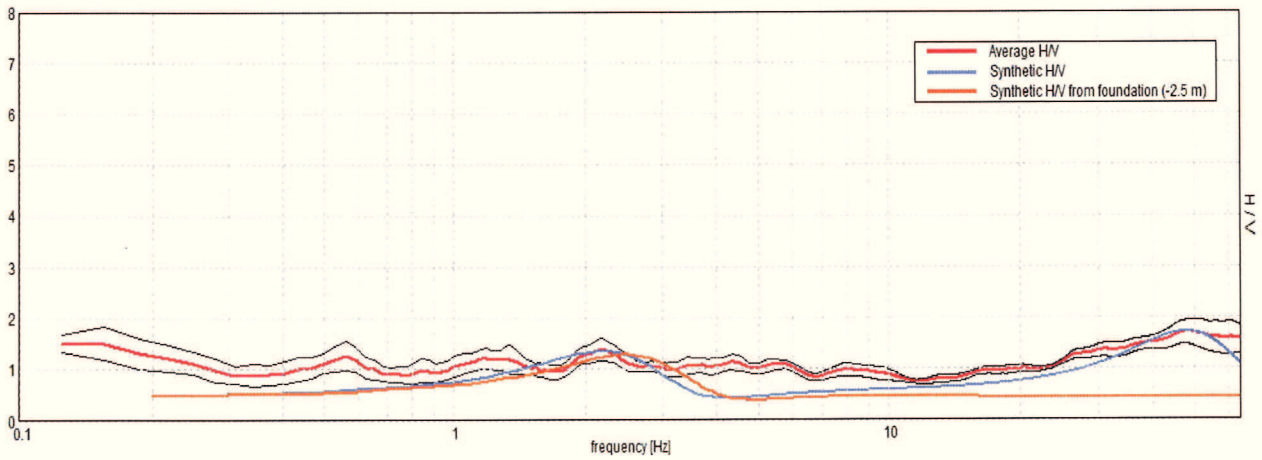
### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI





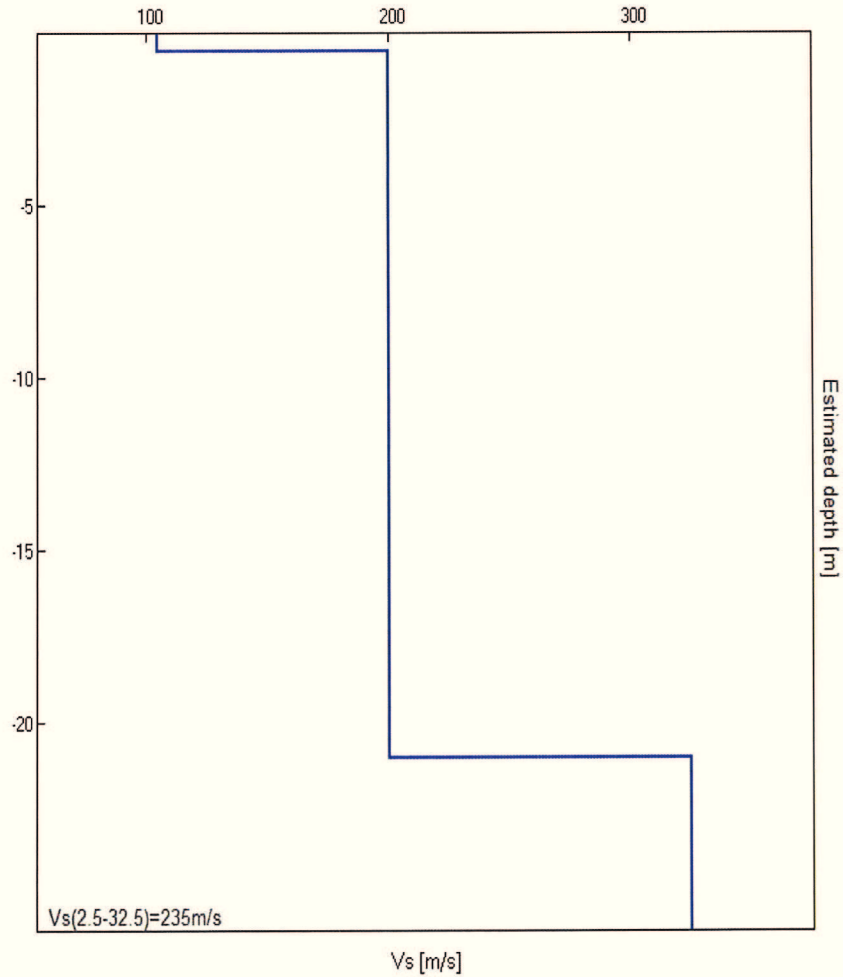
### H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO

Picco H/V a  $0.16 \pm 0.07$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz)



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
0.50	0.50	105	0.42
21.00	20.50	200	0.42
inf.	inf.	325	0.40

Vs(2.5-32.5)=235m/s





Secondo le linee guida SESAME, 2005.

Picco H/V a  $0.16 \pm 0.07$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 20.0 Hz).

**Criteri per una curva H/V affidabile**

$f_0 > 10 / L_w$	0.16 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	59.4 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$ Hz	Superato 0 volte su 8	OK	

**Criteri per un picco H/V chiaro**

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.094 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	1.52 > 2		NO
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.43286  < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.06763 < 0.03906		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.3364 < 3.0	OK	

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$
$f^-$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per  $\sigma_f$  e  $\sigma_A(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 - 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 $f_0$	0.2 $f_0$	0.15 $f_0$	0.10 $f_0$	0.05 $f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20