

RE1586

geometra

CLAUDIO MARANI

COMUNE DI NOVI DI MODENA
PROVINCIA DI MODENA

DEMOLIZIONE DI FABBRICATO ESISTENTE E
RICOSTRUZIONE IN DIVERSA AREA DI SEDIME,
IN NOVI DI MODENA VIA SERRAGLI 51



O.

PIANO DI SVILUPPO AZIENDALE

RELAZIONE GEOLOGICA

SCALA:

DITTA:

LUSVARDI FRANCA

PROGETTISTA:

GEOM. CLAUDIO MARANI

COLLABORATORI:

DATA:

aprile 2016

AGGIORNAMENTO/I:

La diffusione e la riproduzione, anche parziale, di questo disegno è vietata a termini di legge.



WWW.CONSULENZEMARCOMELLI.EU SEGUICI SU:



REGIONE EMILIA ROMAGNA

PROVINCIA DI MODENA

COMUNE DI NOVI DI MODENA

OGGETTO: CONSULENZA GEOLOGICA RELATIVA ALLE INDAGINI GEOGNOSTICHE E REALIZZAZIONE DELLE RELAZIONI GEOLOGICA, GEOTECNICA E SISMICA.

PROGETTO: PERMESSO DI COSTRUIRE PER LA REALIZZAZIONE DI UN DEPOSITO PER L'ATTIVITÀ AGRICOLA (*)

UBICAZIONE: VIA SERRAGLI, N. 51
41016 NOVI DI MODENA (MO)

RIF. CATASTALI FOGLIO N.30 MAPPALE N. 297

RICHIEDENTE: SIG.RA FRANCA LUSVARDI

(*) NB: QUESTA RELAZIONE NON DOVRÀ RITENERSI VALIDA SE RIFERITA A UN PROGETTO DIVERSO DAL PRESENTE



AI SENSI: D.P.R. 328/01; L. 64 DEL 2/2/74; D.M. 11/3/88; O.P.C.M. 3274/03; D.M. 14/01/08 E CIRC. 617 DEL 2/2/09

INDAGINI GEOGNOSTICHE RELAZIONE GEOLOGICA RELAZIONE GEOTECNICA RELAZIONE SISMICA

RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE SISMICA CONCERNENTE LA PERICOLOSITÀ DI BASE DEL SITO DI COSTRUZIONE

E G R . S I G .

MANTOVANI FRANCO

VIA SERRAGLI, N. 51

41016 NOVI DI MODENA (MO)

T . 0 5 9 6 7 6 7 2 5

COD. FISC. MNTFNC47M03F966E

NATO A NOVI DI MODENA IL 03/08/1947



RESPONSABILE:

MARCO MELLI DR.

ISCRITTO ALL'ORDINE

DEI GEOLOGI DELLA

LOMBARDIA COL N. 971

RESPONSABILE: MELLI DR. MARCO

WWW.CONSULENZEMARCOMELLI.EU

U F F I C I :

1] VILAFRANCA DI VERONA (VR) VIA LUIGI FANTONI, N.15

2] SUZZARA (MN) VIA GUIDO, N. 12

T.M. 3358427595 E-MAIL: MELLI.GEO@TIN.IT

FAX 02700426729 SKYPE: MARCO.MELLI.66

SUZZARA - VILAFRANCA, MARZO DUEMILASEDICI

[Rif. Int. 1625-16G.odt (MM)] Suzzara - Villafranca di Verona, marzo 2016

1 . R I F E R I M E N T I N O R M A T I V I

I quadro normativo a cui si è fatto riferimento nelle presenti relazioni geologica, geotecnica e sismica è rappresentato in primis dalle seguenti norme:

T A B E L L A 1 : R I F E R I M E N T I N O R M A T I V I .

- Ministero delle infrastrutture e dei trasporti - Circolare 11 dicembre 2009: "Entrata in vigore delle norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14/01/08 e relativa Circolare 5 agosto 2009".
- 14 gennaio 2008. Circolare 5 agosto 2009 - Ulteriori considerazioni esplicative.
- Decreto Ministeriale 14.01.2008: Testo Unitario - Norme Tecniche per le Costruzioni.
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici: Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008. Circolare n. 617 del 2 febbraio 2009.
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici: Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale. Allegato al voto n. 36 del 27.07.2007
- Eurocodice 8 (1998): Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture. Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003)
- Eurocodice 7.1 (1997): Progettazione geotecnica – Parte I: Regole Generali . - UNI
- Eurocodice 7.2 (2002): Progettazione geotecnica – Parte II: Progettazione assistita da prove di laboratorio (2002).
- UNI Eurocodice 7.3 (2002) Progettazione geotecnica – Parte II: Progettazione assistita con prove in sito (2002).
- D.M.11/3/88 (vigente per la Zona sismica 4 con edifici in Classe I e II).
- Presidenza del Consiglio dei Ministri - Ordinanza n. 3274 del 20 marzo 2003. Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica. Modifiche ed integrazioni all'ordinanza del presidente del consiglio dei ministri n. 3274 del 20- 03 - 2003.
- PAI (Del. del Com. Ist. Dell'Aut. Di Bac. fiume Po del 26/04/01 con DPCM 24/05/01).
- Terre e Rocce da scavo D. M. 10 agosto 2012, n. 161, D.lgs n. 152/2006, D.lgs n. 4/2008 .
- Vincolo Idrogeologico: R.D.L. 30 dicembre 1923, n. 3267 e dal successivo Regolamento di applicazione approvato con R.D.L. 16 maggio 1926, n. 1126.
- Decreto del Presidente della Repubblica n. 164 del 7 gennaio 1956: "Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro nelle costruzioni" Artt. 12 e 14.
- Art. 33 Costituzione italiana.
- Determinazione 1105/2014 del Servizio Geologico.
- D.G.R. Reg. Emilia Romagna n. 1677 del 2005.
- Circ. Reg. E.R. prot. 1288 dell'11/02/1983.
- L. R. 20/2000, L. R. 31/02.
- Del. Assemblea Legislativa della R.E.R. n. 112 del 02/05/07 (atto ai sensi dell'art. 16 della L. R. 20/00).
- L. R. n. 19 del 30/10/2008.
- R.E.R. Determinazione n° 1105 del 03/02/2014: "Indicazioni sulla documentazione tecnica da produrre a supporto della richiesta di contributi per interventi di consolidamento del terreno di fondazione in caso di riparazione, ripristino con miglioramento sismico o demolizione e ricostruzione di edifici dichiarati inagibili che abbiano riportato danni da liquefazione, a seguito della sequenza sismica che ha interessato la pianura emiliana nel maggio-giugno 2012".
- Comunicazione 179/2002 della Commissione Europea "Il suolo è una risorsa vitale, e deve essere protetta per assicurare lo sviluppo sostenibile".
- R. D. 523 del 1904.

2 . R E L A Z I O N E G E O L O G I C A
3 . P R E M E S S A

A seguito dell'incarico del richiedente, la sig.ra Franca Lusvardi, sono state redatte le presenti Relazione Geologica, Geotecnica e Relazione sulla modellazione sismica concernente la pericolosità di base del sito di costruzione. La consulenza riguarda il progetto di permesso di costruire per la realizzazione di un deposito strumentale all'attività agricola del committente. L'intervento è presso Via Serragli, n. 51, nel Comune di Novi di Modena (MO). L'area è censita catastalmente nel Foglio 30° Mappale 297 nel Catasto del Comune di Novi di Modena (MO).

L'area di intervento è una zona prevalentemente agricola: il fabbricato si inserisce in un contesto paesaggistico con una continuità stilistica.

Lo scopo della presente consulenza consiste nell'analisi della fattibilità geologica ai fini della progettazione architettonica, nell'individuazione delle caratteristiche geologiche e del sottosuolo e degli aspetti geomorfologici ed idrogeologici della zona, la verifica della stabilità dei terreni superficiali e profondi, valutazione del rischio sismico, nonché il rischio di esondazione della zona in riferimento al P.A.I., e la verifica della presenza del Vincolo Idrogeologico. In particolare la relazione geologica, seguendo i dettami della vigente normativa e dello stato dell'arte, è finalizzata alla definizione del modello geologico, che è imprescindibile per la redazione del successivo modello geotecnico, facente parte della relazione d'opera geotecnica. La presente relazione Geologica, Geotecnica e Sismica ha validità esclusivamente per il lotto ed il progetto in oggetto (Foglio 30° Mappale 297).

4 . D E S C R I Z I O N E S I N T E T I C A D E L P R O G E T T O

Deposito

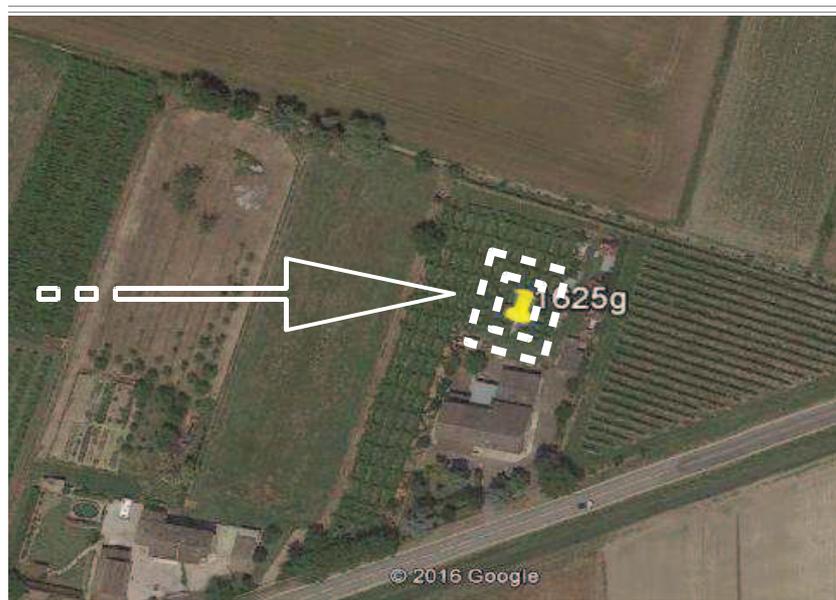


FIG. 1 : O R T O F O T O

N.B.: l'area in oggetto è quella incorniciata.

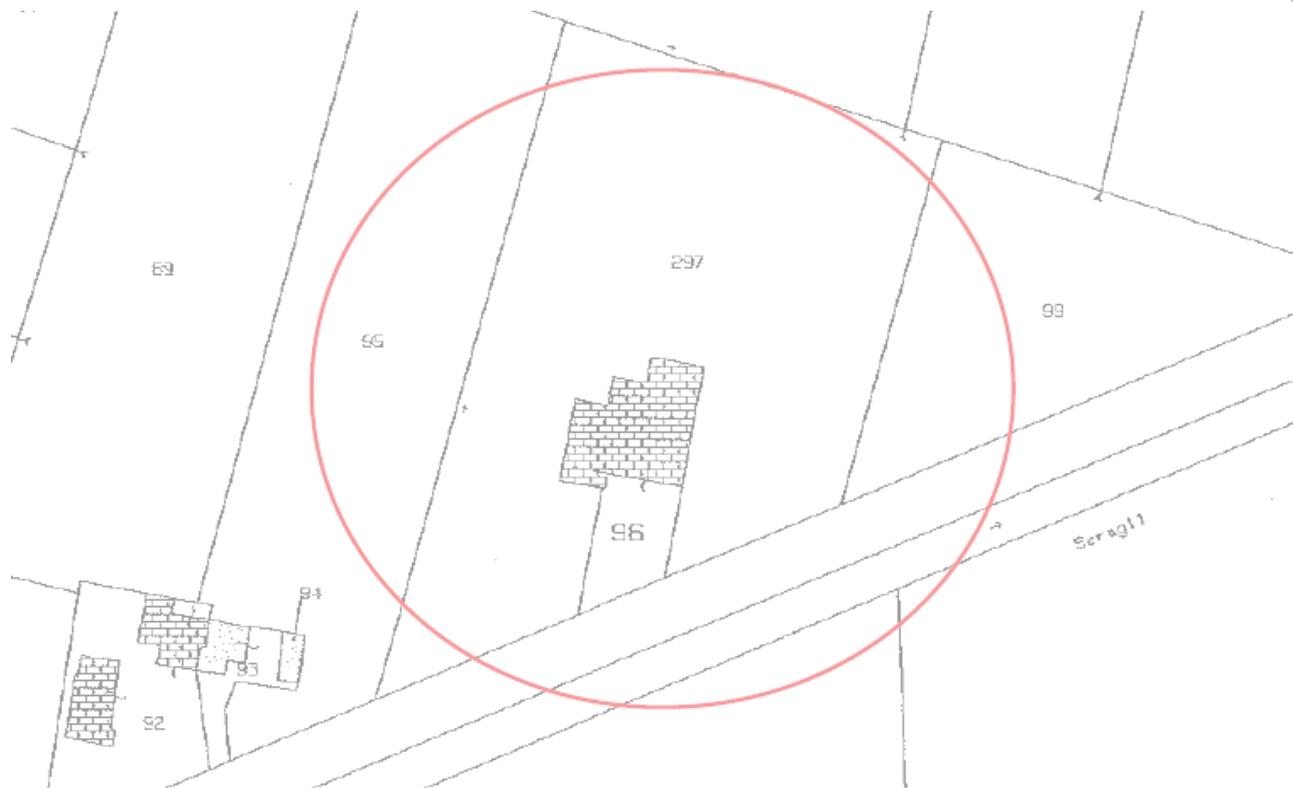


FIG. 2: ESTRATTO DI MAPPA CATASTALE F.30 MAPP. 297

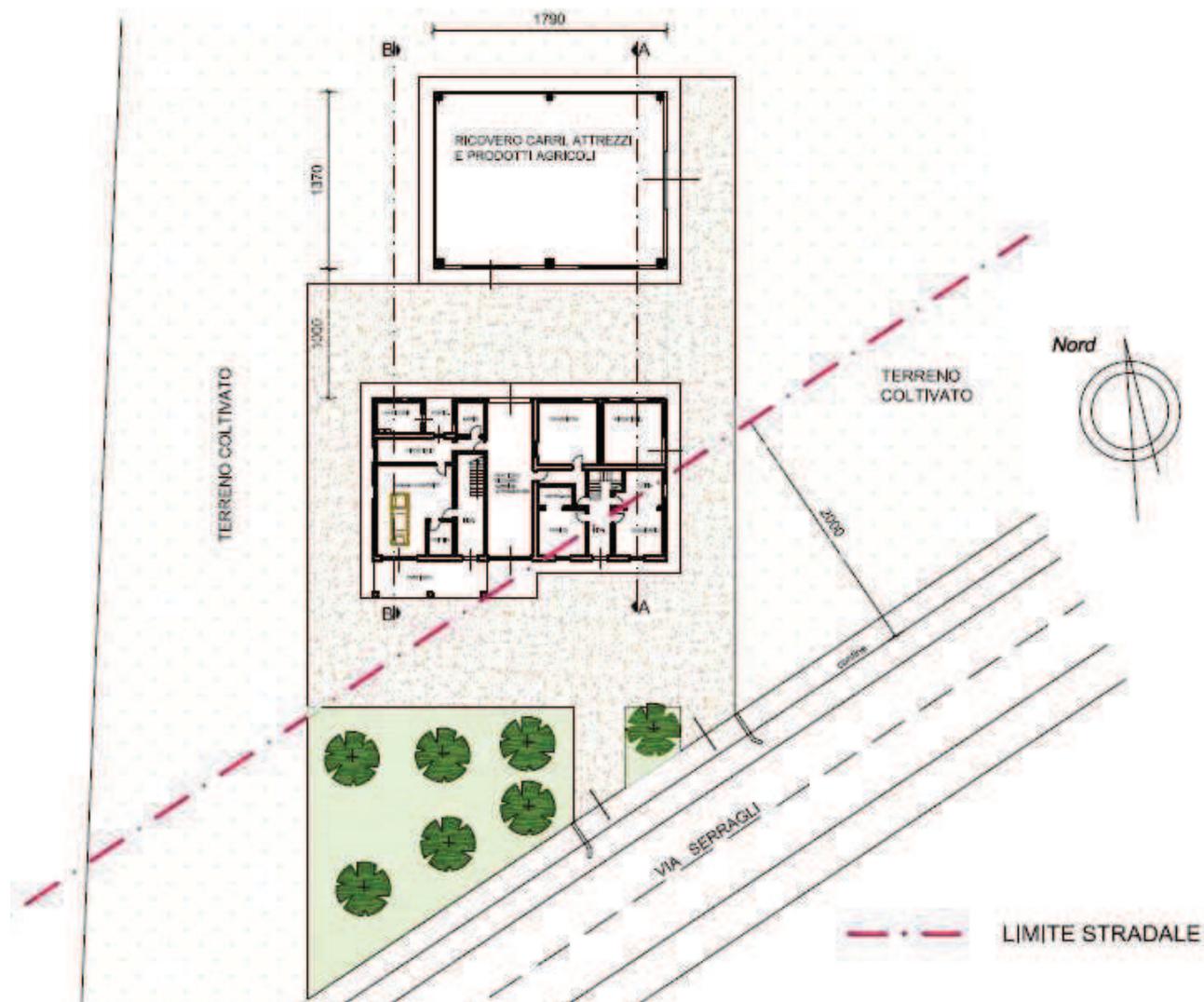


FIG. 3: PLANIMETRIA PROGETTO

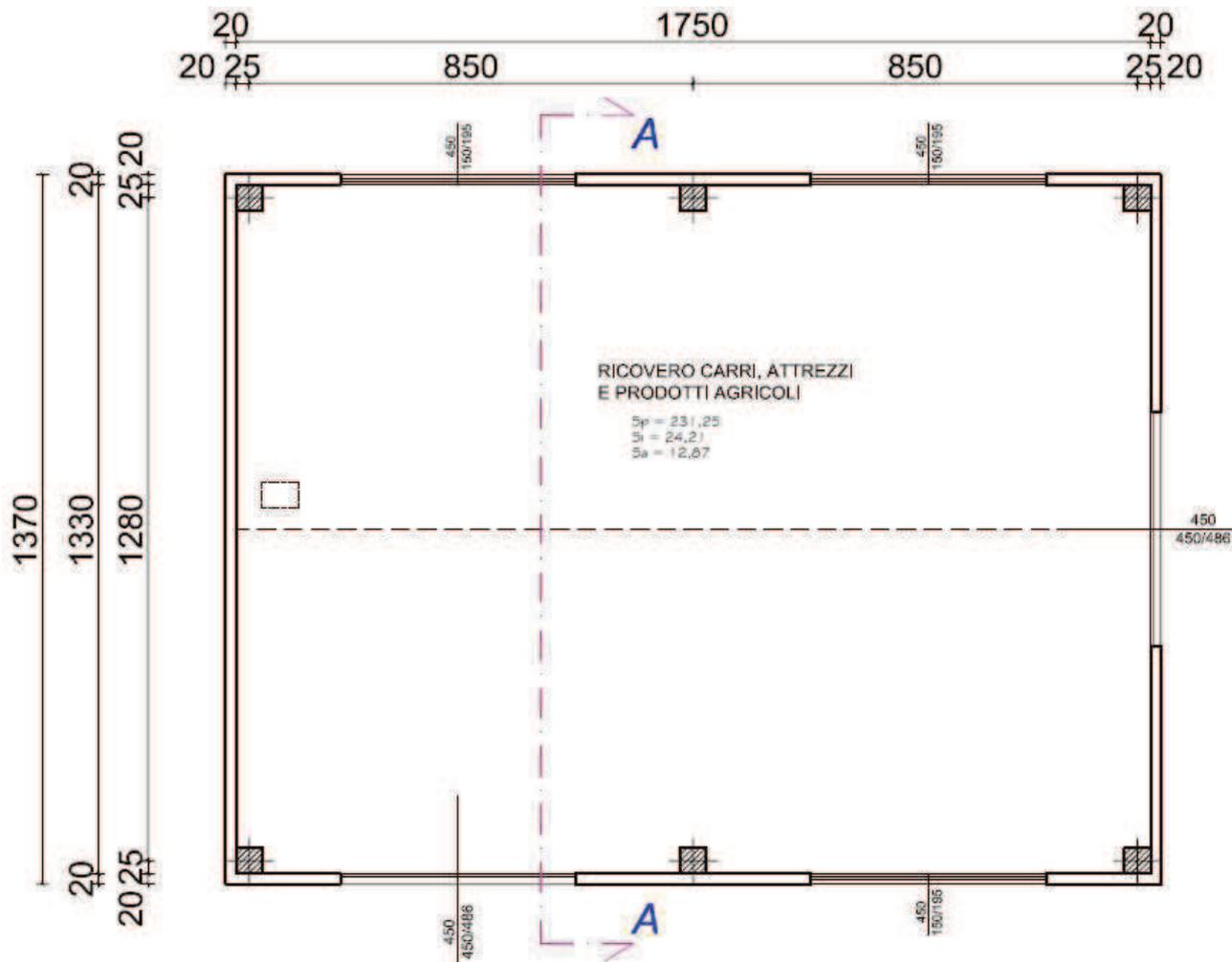


FIG. 4: PIANTA PIANO TERRA PROGETTO

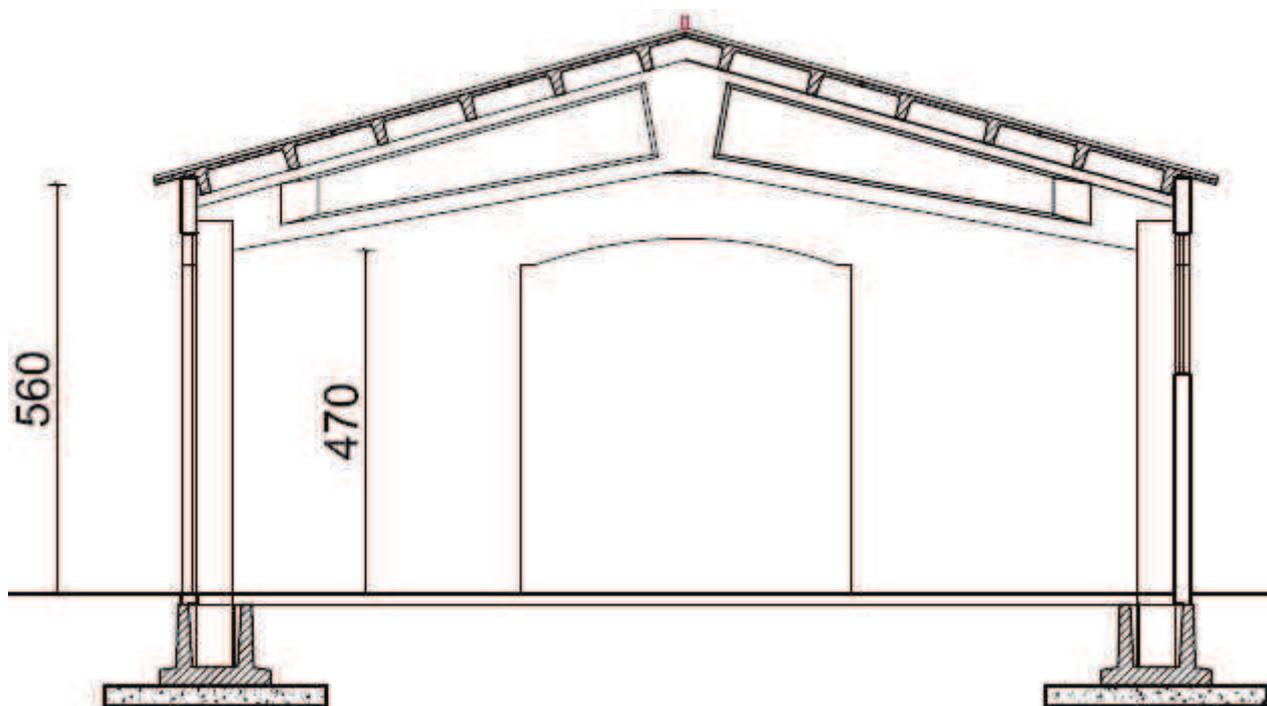


FIG. 5: SEZIONE DI PROGETTO

LEGENDA:

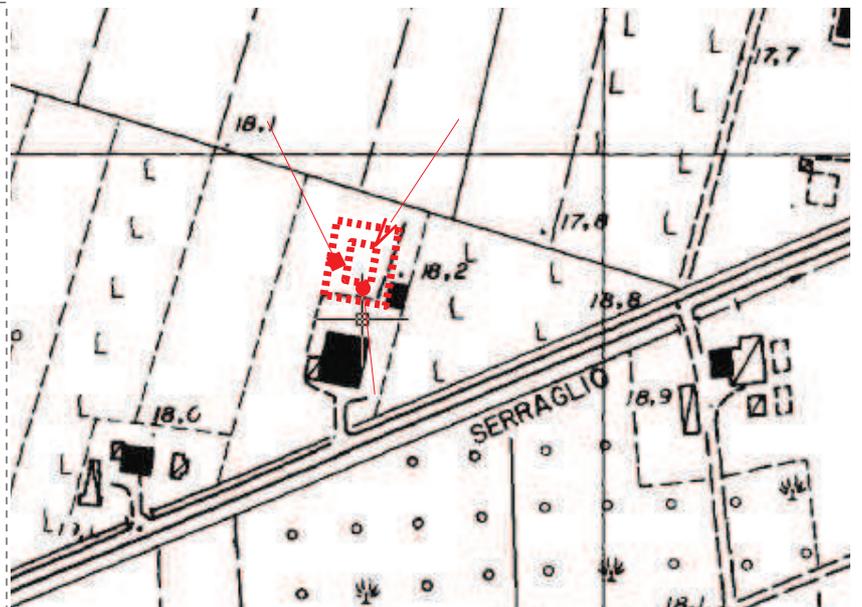
Litologia: Substrato costituito da limo argilloso da poco a mediamente consistente, soprastante argilla limosa.

Idrogeologia: Falda acquifera a prof. ≥ -1 [m] da p.c..

Permeabilità idrogeologica: $E10^{-8} > K > E10^{-4}$ [cm/s].

Geomorfologia: Bassa pianura modenese.

Geotecnica: Terreni con caratteristiche geotecniche da sufficienti a mediocri.



POSIZIONE INDAGINI GEOLOGICHE SVOLTE DA DR GEOLOGO MARCO MELLI IL 22/03/16 PER COSTRUZIONE DEPOSITO ATTREZZI PER CONTO DEL SIG. FRANCO MANTOVANI.

FIG. 6 : CARTA GEOLOGICA

Legenda simboli: [1] Prova penetrometrica DPM 1 e Prospezione sismica 1: ● [2] Posizione fabbricato: 
 [3] Prova penetrometrica DPM 2 e Prospezione sismica 2:  [4] Prospezione sismica 3 

5 . I N D A G I N I G E O G N O S T I C H E O P E R A T E

La fase di analisi geologica del sottosuolo, oltre che su precedenti indagini geologiche fatte nelle vicinanze, si è basata sul rilievo geologico di campagna e sull'esecuzione di indagini geognostiche di tipo diretto, secondo il seguente calendario:

- 1] In data 22/03/16 è stato svolto il rilievo geologico di campagna dell'area di progetto.
- 2] Il 22/03/16 sono state effettuate 3 indagini sismiche sul microtremore sismico mediante stazione singola Tromino.
- 3] Il 22/03/16 è stata effettuata 2 prove geognostiche consistente nell'indagine geologica di tipo diretto con Penetrometrie dinamiche del tipo DPM.

Le prove penetrometriche dinamiche permettono di ricostruire la stratigrafia dei terreni interessati dall'intervento e di individuare i parametri geotecnici ed idrogeologici per la corretta impostazione progettuale. Il penetrometro utilizzato è di tipo dinamico "Medio". I dati tecnici strumentali del penetrometro sono: Penetrometro dinamico DPM 30 – 20.

T A B E L L A 2 : D A T I T E C N I C I D P M 3 0 – 2 0

Peso del Maglio	kg	30
Altezza di caduta	m	0,20 - 0,50
Passo di lettura	m	0,1
Co no:	Diametro	m
	Angolo	gradi
	Area	cm ²
Ast e:	Peso	kg/m
	Lunghezza	m

La prova consiste nel contare i colpi necessari per la penetrazione nel terreno della punta ogni 10 centimetri, secondo quanto previsto dalle procedure standard. Lo svolgimento di parte delle prove penetrometriche sono disponibili sui web site: <https://youtu.be/3ucRh-5TX3Y> https://youtu.be/nSc544WYvPo?list=PLB2Cs-ssWbqMTz2EN_O2qpZualMfjzJ_.



FIG. 7: INDAGINE SISMICA (SN) E PROVA PENETROMETRICA (DX)

6. NOTE ILLUSTRATIVE SUL PENETROMETRO DINAMICO

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infingere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi "d") misurando il numero di colpi "N" necessari per raggiungere una data profondità. Le Prove Penetrometriche Dinamiche sono molto diffuse ed utilizzate, nel nostro territorio, da geologi e geotecnici, data la loro semplicità esecutiva, economicità e rapidità di esecuzione. La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consentono di "catalogare e parametrizzare" il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica. La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno. L'utilizzo dei dati, ricavati da correlazioni indirette e facendo riferimento a vari autori, deve comunque essere trattato con le opportune cautele e, possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona. Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti: 1] peso massa battente M. 2] altezza libera caduta H. 3] punta conica: diametro base cono D, area base A (angolo di apertura). 4]-avanzamento (penetrazione) "d". 5] presenza o meno del rivestimento esterno (fanghi bentonitici). Dato il tipo di indagine, anche la scelta sulla caratterizzazione della natura prevalente dei terreni investigati (incoerente, coesiva, coesiva /incoerente - terreno dotato di comportamento intermedio e non inquadrabile in maniera certa), in genere, viene fatta di concerto con il professionista incaricato dal committente e/o con la D.L. nel rispetto delle competenze. Con riferimento alla classificazione ISSMFE (1988) dei diversi tipi di penetrometri dinamici (vedi tabella più sotto riportata) si rileva una prima suddivisione in quattro classi (in base al peso M della massa battente): tipo Leggero (DPL) - tipo Medio (DPM) - tipo Pesante (DPH) - tipo Superpesante (DPSH).

TABELLA 3: CLASSIFICAZIONE ISSMFE DEI PENETROMETRI DINAMICI:

Tipo	Sigla di riferimento	Peso della massa M [kg]	Prof.max indagine battente [m]
Leggero	DPL (Light)	$M < 10$	8
Medio \longleftrightarrow	DPM (Medium)	$10 < M < 40$	25-30
Pesante	DPH (Heavy)	$40 < M < 60$	30
Super pesante	DPSH	$M > 60$	30

Come riportato sopra il penetrometro utilizzato in questa consulenza è il DPM.

7. RISULTATI DELLE INDAGINI: MODELLO GEOLOGICO DEL SOTTOSUOLO

8. STRATIGRAFIA - CATEGORIE DEL SOTTOSUOLO DI FONDAZIONE

La stratigrafia naturale, presente fino a circa 15 [m] di profondità, è costituita dalla sovrapposizione ed alternanza di diversi litotipi; può essere così descritta:

TAB. 4: MODELLO GEOLOGICO DEL PRIMO SOTTOSUOLO.

Litotipo 1: [L1] Strato superficiale; Suolo con Limo argilloso poco consistente, con poca sabbia. Presente da 0,0 [m] sino a circa -3,5 [m]. Sono depositi continentali di tipo alluvionale, coesivi e quindi semi plastici, caratterizzati da parametri geotecnici da mediocri a sufficienti. Secondo la classificazione USCS si tratta di terreni classificabili come ML-MH.

Litotipo 2: [L2] Strato sottostante ai litotipi "L1", strato con argilla limosa, con colorazione grigio scuro. Lo spessore è compreso tra -3,5 [m] e -15 [m] di profondità. Sono sedimenti fini. Si tratta di un sedime consistente e tendenzialmente plastico essendo composto da terra coesiva. L'origine è alluvionale. Secondo la classificazione USCS si tratta di terreni classificabili come CL-CH.

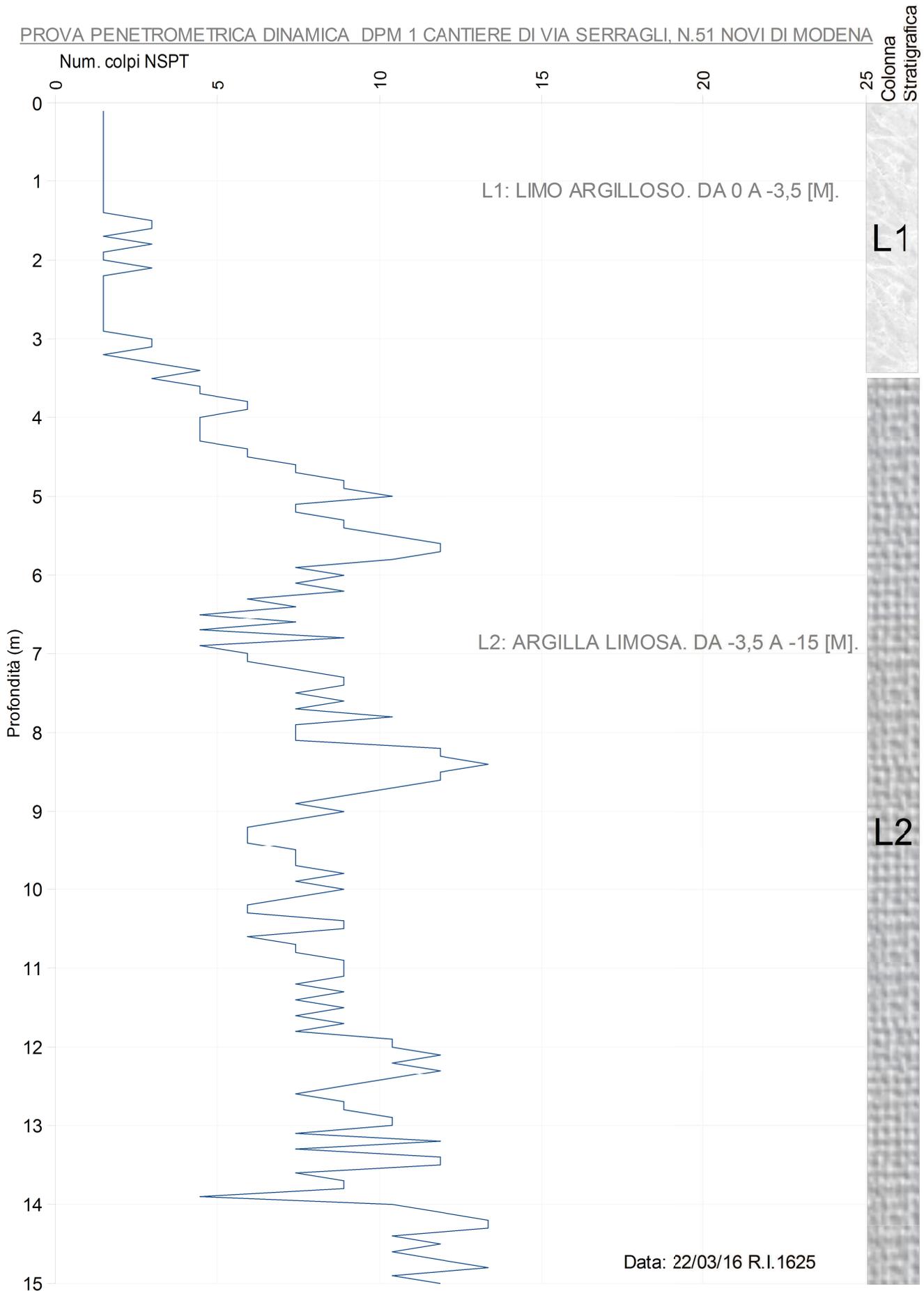
In riferimento alla classificazione sismica la categoria di appartenenza è la C "Depositati coesivi di media rigidità caratterizzati da valori di Vs30, riferibile al sito è compresa tra 180 e 220 [m/s].

È utile sottolineare che le fondazioni andranno poste con base nel litotipo 1. Le pareti degli scavi, al massimo di 1,5 [m] di profondità, in questo litotipo risultano stabili nel breve periodo (al massimo 1 ora), oltre al quale potrebbero franare.

Tale stratigrafia può essere assunta come indicativa del sottosuolo naturale (indisturbato) della posizione ove si realizzerà il progetto in oggetto. Le caratteristiche geotecniche sono in generale da mediocri a sufficienti, e consentono quindi di poter edificare, ovviamente pur sempre nel rispetto delle buone regole costruttive. Tali indicazioni sopra riportate non sono più valide se il progetto fosse differente e venisse riferito ad un'altra posizione rispetto a quella censita al Foglio 30° Mappali 297 nel Catasto del Comune di Novi di Modena (MO).

TAB. 5: PROVA PENETROMETRICA

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPM 1 CANTIERE DI VIA SERRAGLI, N.51 NOVI DI MODENA



Data: 22/03/16 R.I.1625



9. GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA E IDROGEOLOGIA DEL SITO

Il territorio dell'Emilia Romagna è costituito dal versante Padano dell'Appennino settentrionale e dalla Pianura Padana a Sud del Fiume Po; il limite regionale, infatti, coincide per lunghi tratti con lo spartiacque appenninico verso sud e con il corso del Po verso Nord. Pur essendo due ambienti geomorfologici distinguibili, essi risultano strettamente correlati fra loro: il fronte della catena appenninica non coincide con il limite morfologico catena montuosa-pianura, ma è individuabile fra gli archi esterni delle Pieghe Emiliane e Ferraresi (Pieri & Groppi, 1981), sepolte dai sedimenti quaternari della Pianura Padana. Il fronte appenninico sovrascorre verso nord sulla piattaforma padano-veneta, di conseguenza l'evoluzione del territorio dell'Emilia Romagna risulta strettamente legata ai cambiamenti del settore esterno della catena nord-appenninica. La sismicità rappresenta uno strumento indispensabile per le analisi sismotettoniche e un utile supporto alla geologia strutturale, in quanto varie tipologie di dati sismici, ottenuti attraverso differenti metodologie, garantiscono l'identificazione e la caratterizzazione delle strutture geologicamente attive. L'analisi della sismotettonica dell'Emilia-Romagna è costituita da strutture caratterizzate da attività da molto recenti ad attuali. In particolare, risultano attivi i sovrascorrimenti sepolti che danno luogo agli archi di Piacenza-Parma, Reggio Emilia e di Ferrara. A tali strutture (in particolare alla dorsale Ferrarese) possono essere associati i fenomeni di fagliazione superficiale osservati in alcune aree di Pianura Padana, nelle province di Reggio Emilia e Modena (Pellegrini & Mezzani, 1978). Informazioni sulla presenza di strutture recenti si determinano dalla geometria di alcune superfici stratigrafiche come ad esempio gli alti di S. Bartolomeo in Bosco (a sud di Ferrara) e di Busseto-Casaglia-Occhiobello (a nordovest di Ferrara). Queste zone di alto ricadono tutte sul culmine della dorsale ferrarese, permettendo di ipotizzare un'attività tardo-pleistocenica di questa struttura. Le faglie derivanti dai movimenti dei sovrascorrimenti appenninici quindi, danno origine alle manifestazioni sismiche che interessano la regione .

Nel caso specifico, l'area in esame, vede la presenza di un sovrascorrimento profondo post-tortoniano dedotto, ubicato in direzione sud, delle isobate della base del Pliocene, ubicate in direzione est e sud a profondità di 500/1.500 [m] da p.c., di faglie profonde dirette dedotte, ubicate in direzione nord e sud e di una faglia profonda indeterminata dedotta, ubicata in direzione sud - est (da

[https://applicazioni.regione.emiliaromagna.it/cartografia_sgss/user/viewer.jsp?](https://applicazioni.regione.emiliaromagna.it/cartografia_sgss/user/viewer.jsp?service=geologia)

[service=geologia](https://applicazioni.regione.emiliaromagna.it/cartografia_sgss/user/viewer.jsp?service=geologia)). Il Comune di Novi di Modena secondo l'ultima zonazione sismogenetica pubblicata ZS9 (Meletti e Valensise, 2004), nella quale vengono individuate per tutto il territorio Italiano n. 42 zone – sorgente identificate con un numero da 901 a 936, ricade nelle vicinanze della Zona sismogenetica 912. La storia sismica del territorio si evince dalla lettura dei dati scaricati da ISIDe e relativi agli eventi sismici avvenuti in un raggio di 50 Km; in seguito si riporta la tabella riassuntiva degli eventi. Dai dati storici si evince che il Comune di Novi di Modena è stato caratterizzato, da modesta sismicità sia in termini di frequenza degli eventi che di intensità, nella storia delle registrazioni sismiche. L'area presa in considerazione si presenta pianeggiante, con quote assolute comprese tra 21 e 22 [m] s.l.m.; è stabile e con rischio di alluvionamento basso. Tali depositi alluvionali sono contraddistinti da media permeabilità; ciò rallenta l'infiltrazione di acqua nel terreno, influenzando in tal modo il reticolo idrografico superficiale. Nel territorio sono distribuiti frequenti canali artificiali, gestiti dal Consorzio di bonifica competente. La falda acquifera

è di tipo freatico essa è stata misurata durante le prove penetrometriche a profondità > di -3 [m], si ritiene comunque che essa si attesti mediamente a profondità media compresa tra -2 e -4 [m] a partire dal piano campagna naturale dell'area. Tale livello è fluttuante in senso verticale e risente del regime delle precipitazioni e dell'irrigazione agricola. L'acquifero è permeabile per porosità ed ha un drenaggio superficiale rapido. L'acquifero presenta le seguenti caratteristiche:

- Falda acquifera più superficiale presente, mediamente tra -1 e -1,5 [m] fluttuante nell'ordine del decimetro in senso verticale;
- Influenzare ed essere influenzato dal livello delle precipitazioni piovose e dell'irrigazione agricola e dal livello dell'acqua del canale consortile;
- Avente una permeabilità legata alla porosità;
- La presenza di terreni generalmente semipermeabili con $1 \times 10^{-3} \geq k \geq 1 \times 10^{-4}$ [cm/s] fino alla profondità di 10 [m] al di sotto dell'attuale piano campagna.

La presenza di un consistente strato di limo nei primi 10 [m] consente di valutare la vulnerabilità dell'acquifero come alta.

Il territorio del Comune di Novi di Modena non rientra in zona soggetta a Vincolo Idrogeologico ai sensi dell'All. n. 1 della De. G. R. E-R. n. 1117/2000.

10. PERICOLOSITÀ GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA E FATTIBILITÀ DEL SITO

Dal punto di vista della Pericolosità e della Fattibilità geologica, in base a quanto indicato nei vigenti studi geologici a scala comunale e sovracomunale, l'area può essere considerata idonea a condizione che per ciascun progetto edificatorio siano rispettate le norme vigenti in materia.

In riferimento alla geomorfologia, nell'intorno non sono presenti fattori di pericolosità quali versanti instabili. Dal punto di vista tettonico nell'area di intervento, almeno superficialmente, non sono evidenti faglie tettoniche¹.

In senso idrogeologico ed idraulico l'area d'intervento è parte della cosiddetta Fascia -C- del Progetto di Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (detto P.A.I.) ovvero nelle "Aree di inondazione per piana catastofica del fiume Po. In quest'area sono gli interventi ammessi possono essere esclusivamente quelli previsti dalla normativa dei Piani di Stralcio. Si ritiene che l'intervento proposto nel presente progetto non interferisce con l'assetto idrogeologico ed idraulico del sito. Le acque piovane vanno opportunamente regimate e poi disperse preferibilmente nel sottosuolo attraverso la progettazione di un sistema di sub-irrigazione. Anche gli scarichi derivanti dall'attività umana, in assenza della rete di raccolta della fognatura comunale, andranno dispersi in un adeguato sistema di dispersione mediante sub-irrigazione. Con queste modalità sarà rispettato il Principio dell'Invarianza idraulica. La vulnerabilità intrinseca degli acquiferi viene definita come elevata; si dovrà comunque evitare di sversare sul suolo sostanze nocive in quanto andrebbero ad inquinare direttamente, e rapidamente, la falda acquifera.

Il territorio del Comune di Novi di Modena, ai sensi del R.D.L. 30 dicembre 1923, n. 3267, e dal successivo Regolamento di applicazione, approvato con R.D.L. 16 maggio 1926, n. 1126, e dell'All. n. 1 della De. G. R. E-R. n. 1117/2000 non rientra in zona soggetta a Vincolo Idrogeologico.

¹Per maggiori approfondimenti § Caratteri Sismotettonici.

1 1 . P A R A M E T R I G E O T E C N I C I N A T U R A L I

La diretta osservazione dei terreni durante il rilevamento geologico dell'area di intervento e durante le indagini geognostiche operate hanno consentito il raggiungimento di una sufficiente definizione del quadro litologico e stratigrafico del sottosuolo in esame. É possibile riassumere i valori dei parametri geotecnici da considerare. Per il calcolo dei parametri geotecnici sono stati considerati i seguenti riferimenti teorici: Angolo d'attrito interno = Road Bridge Specification. Coesione non drenata = Terzaghi & Peck. Densità relativa = Gibbs & Holtz. In base ai risultati ed alle elaborazioni precedenti suggeriamo l'impiego dei seguenti parametri geomeccanici:

TABELLA 6: PARAMETRI GEOTECNICI DI RIFERIMENTO.

Peso di volume	γ	[t/m ³]	Da 1,80 a 1,82
Angolo d'attrito riferita a L1 e L2	φ	(°) sessagesimali	Da 0° a 0°
Coesione non drenata riferita a L1 e L2	Cu	[kg/cm ²]	Da 0,2 a 0,35
Densità relativa riferita a L1 e L2	Dr	%	Da 0 a 0
Modulo edometrico medio del terreno		[kg/cm ²]	

Range di incertezza dei risultati nella definizione dei parametri geotecnici è pari al 5%. Nella valutazione dei risultati dei parametri geotecnici è possibile valutare che si tratta di parametri in linea con quelli delle zone della bassa pianura modenese.

1 2 . R E L A Z I O N E S I S M I C A

13. RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE SISMICA CONCERNENTE LA PERICOLOSITÀ DI BASE DEL SITO DI COSTRUZIONE

1 4 . S I S M I C I T À S T O R I C A

La sismicità del territorio, prevalentemente correlata alle strutture superficiali (primi 15 [km]) e di media profondità (15 ÷ 35 km), è principalmente collegata a meccanismi focali compressivi e trascorrenti, mentre risultano nettamente secondari e subordinati i meccanismi focali distensivi². I principali eventi registrati nel territorio in analisi ed al suo intorno sono riportati nelle tabelle di seguito esposte:

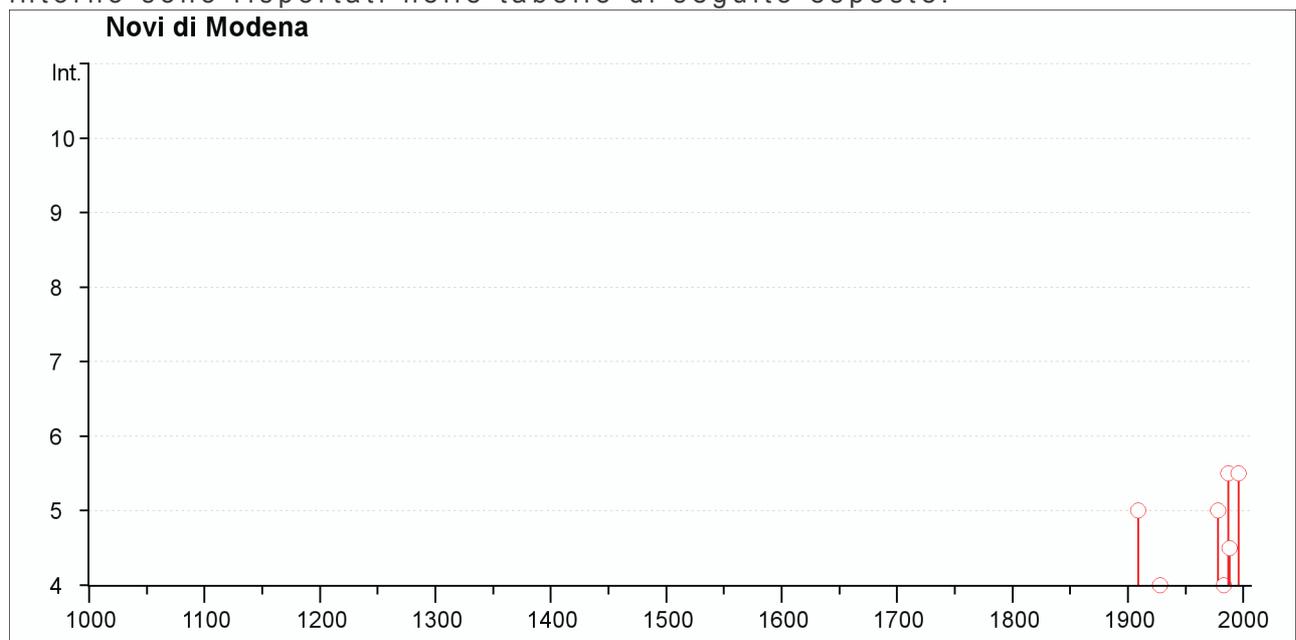


FIG. 8: INTENSITÀ STORIA SISMICA DEL TERRITORIO COMUNALE

²http://emidius.mi.ingv.it/DBMI11/query_place/ \\lex\Sismica_Normativa\Sismica Regioni\Storicità_da_httpemidius.mi.ingv.it/DBMI11dataimagesplaces/Marcaria

Seismic history of Novi di Modena [44.893, 10.901]

Total number of earthquakes: 13

Effects

Earthquake occurred:

Is	Anno mese GG ora	Epicentro	Np	Io	Mw
2	1898 03 04 21:05	Valle del Parma	313	7-8	5.41±0.09
5	1909 01 13 00:45	BASSA PADANA	799	6-7	5.53±0.09
4	1928 06 13 08:00	CARPI	35	6	4.78±0.23
5	1978 12 25 22:53:42	Bassa mantovana	28	5	4.22±0.22
4	1983 11 09 16:29:52	Parmense	850	6-7	5.06±0.09
2	1986 12 06 17:07:20	BONDENO	604	6	4.61±0.10
5-6	1987 05 02 20:43:53	Reggiano	802	6	4.74±0.09
4-5	1988 03 15 12:03:18	Reggiano	160	6	4.66±0.12
5-6	1996 10 15 09:56:02	Correggio	135	7	5.41±0.09
NF	1997 05 12 22:13:51	Reggiano	56	4-5	4.22±0.27
3-4	1998 02 21 02:21:13	Reggiano	104	5	4.34±0.17
3-4	2000 06 18 07:42:08	Parmense	300	5-6	4.43±0.09
NF	2002 11 13 10:48:03	Franciacorta	770	5-6	4.29±0.09

This file has been downloaded from INGV - DBMI11

TABELLA 7: STORIA SISMICA DEL TERRITORIO COMUNALE (FINO AL 2011)³

15. CENNI DI TETTONICA PROFONDA

L'area in oggetto appartiene alla bassa pianura modenese dove, dal punto di vista stratigrafico, almeno per le prime decine di metri di profondità, si rilevano alternanze di strati con granulometrie comprese tra le sabbie, fini e grosse, ghiaie e le argille fini, collocabili cronologicamente ad attività Oloceniche. Tale situazione è la conseguenza dell'azione di deposito e di erosione svolta, a partire dal Pleistocene, dal sistema fluviale locale, di cui oggi il F. Po ne rappresenta uno. I depositi superficiali presenti nel sito sono prevalentemente costituiti da limo argilla e sabbia-limoso. Per quanto riguarda la struttura tettonica profonda, notizie precise si trovano nelle pubblicazioni dell'AGIP mineraria (1959). L'area in esame, che nel suo complesso rappresenta la zona di raccordo tra la terminazione occidentale della dorsale ferrarese e la monoclinale Alpino-Padana, risente, anche nei riguardi della distribuzione dei depositi più profondi, degli influssi dovuti alle strutture sinclinaliche di Piadena e Cremona, poste direttamente a O e che, unitamente alla dorsale ferrarese, hanno sicuramente controllato l'evoluzione del Po in questa zona (Pellegrini 1969). La monoclinale Alpino Padana è scomposta da faglie che peraltro, almeno nella zona in esame, presentano rigetti per lo più limitati; di conseguenza la loro influenza sui depositi alluvionali sovrastanti dovrebbe essere molto ridotta. Nella zona studiata la bibliografia non mostra la presenza di strutture tettoniche molto attive quali faglie o sovrascorrimenti o pieghe. Dagli studi sulla neotettonica dell'area risulta che la zona in oggetto è stata interessata dal Pliocene inferiore e per tutto il Pleistocene da una lenta subsidenza non compensata del tutto dalla sedimentazione. Tra la fine del Pleistocene e l'Olocene inferiore il motivo tettonico predominante è l'abbassamento continuo e generalizzato di tutta l'area in esame, così come probabilmente anche in buona parte della pianura padana. Tale abbassamento non è da considerarsi uniforme, ma differenziato, con spessori diversi dei sedimenti. Dall'Olocene inferiore ad oggi si sarebbe avuto l'abbassamento relativo seguito da stabilità nell'area.

In particolare, la fascia di alta pianura si inserisce in un contesto geodinamico caratterizzato da una tettonica a stile compressivo, che ha determinato un generale

³ http://emidius.mi.ingv.it/DBMI11/query_place/

raccorciamento del margine appenninico e dell'edificio padano.

Tale raccorciamento si è prodotto attraverso due importanti fasce parallele di strutture di embricazione sepolte aventi direzione NW-SE e vergenza verso NE, le cui superfici di distacco interessano la copertura mesozoica e terziaria (Boccaletti et al., 1985) Il fascio più settentrionale è denominato Fronte di accavallamento esterno (External Thrust Front: ETF), appartiene all'arco delle "Pieghe Emiliana e Ferraresi" che costituiscono il fronte Nord della catena appenninica, sepolto dai sedimenti quaternari padani, che all'altezza del Po sovrascorre verso Nord sulla Piattaforma padano-veneta. Il fascio meridionale, coincidente con il margine morfologico appenninico, si sviluppa nel sottosuolo in corrispondenza dei terrazzi pre-wurmiani ed è denominato Fronte di accavallamento pedeappenninico (Pedeappenninic Thrust Front: PTF) Anche questo fronte risulta coinvolto da discontinuità trasversali (linee coincidenti con alcuni corsi d'acqua appenninici, tra i quali il F. Secchia), che delimitano settori a diverso comportamento tettonico-sedimentario.

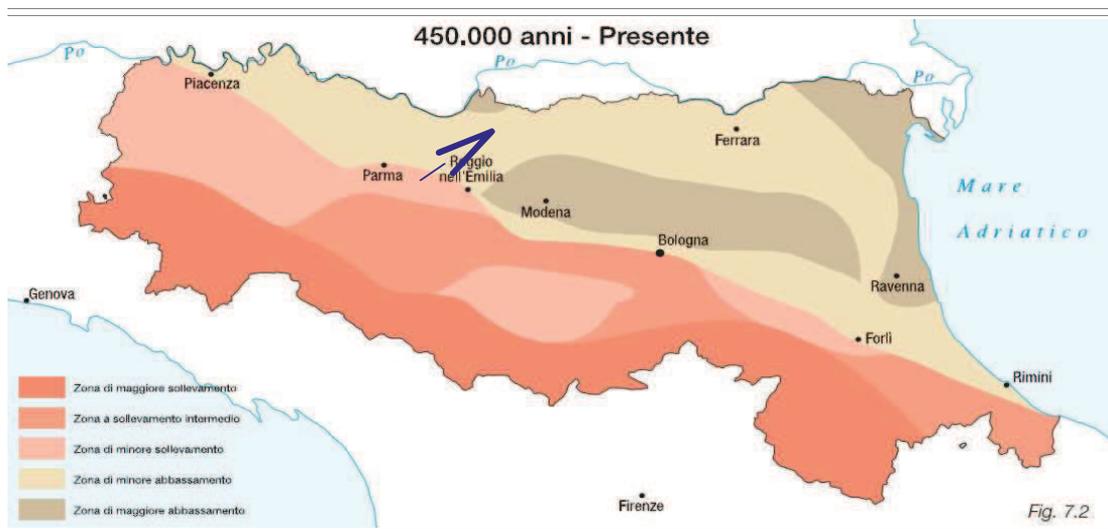


FIG. 9: CARTA MOVIMENTI VERTICALI SUOLO DELLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA ⁴.

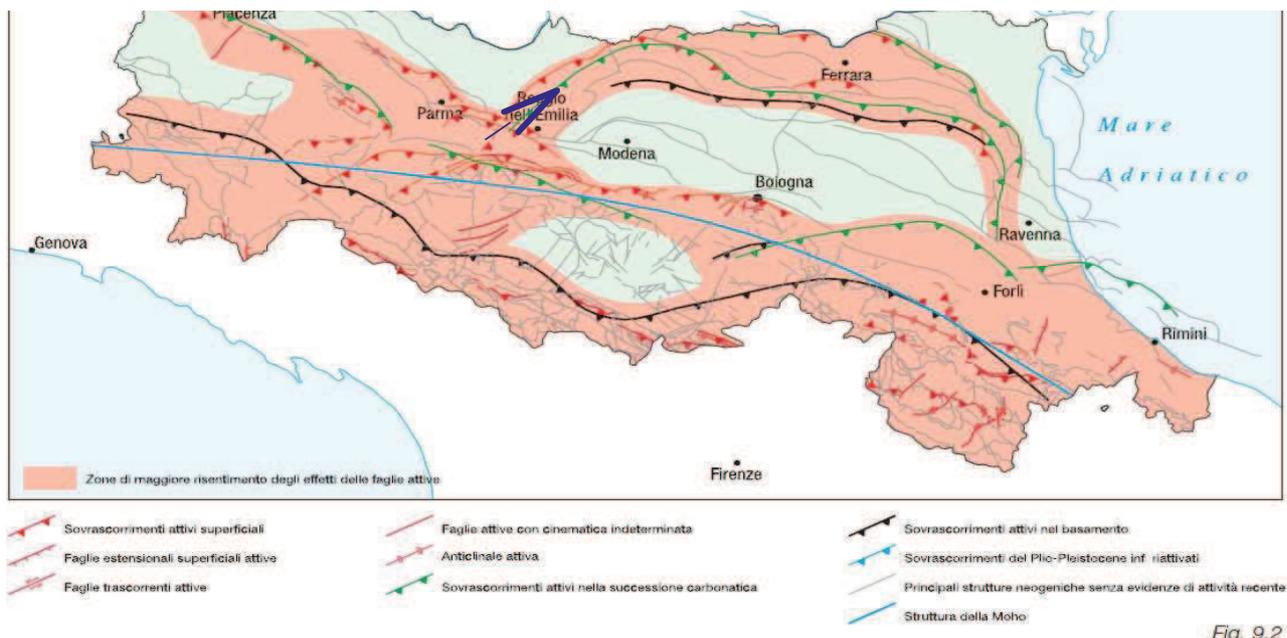


FIG. 10: CARTA SISMOTETTONICA DELLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA (1:250.000) ⁵

Le principali zone sismogenetiche della provincia di Reggio Emilia e Modena sono: [A] Appennino, [B] Garfagnana, [C] Margine Appenninico-Padano e [D] Dorsale ferrarese.

⁴ <http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/geologia/divulgazione/pubblicazioni/sismica/carta-sismotettonica-della-regione-emilia-romagna-in-scala-1-250.000>
 Rif.: \\192.168.1.200\Dat\cartoteca\Cartografia_tematica\Emilia_Romagna\Carta_sismotettonica_2004\Note_4parte.pdf

⁵ <http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/geologia/divulgazione/pubblicazioni/sismica/carta-sismotettonica-della-regione-emilia-romagna-in-scala-1-250.000>
 Rif.: \\SME\cartoteca\Cartografia_tematica\Emilia_Romagna\Carta_sismotettonica_2004\Note_5parte.pdf

Gli studi sulla pericolosità sismica promossi dall'INGV hanno permesso la definizione della nuova zonazione sismogenetica del territorio nazionale, tale zona sismogenetica è indicata come "ZS9", che prevede l'individuazione di 36 "Zone sorgenti", i cui limiti sono stati tracciati sulla base di informazioni tettoniche o geologico-strutturali e di differenti caratteristiche della sismicità, quali la distribuzione spaziale e la frequenza degli eventi, massima magnitudo rilasciata, ecc...

Principali zone sismogenetiche:

- Appennino
- Garfagnana
- margine appenninico-padano
- dorsale ferrarese

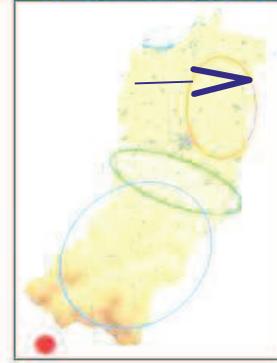


FIG. 11: ZONE SIMOGENETICHE PROVINCIA DI REGGIO E. E MODENA.⁶

In riferimento al D.I.S.S. (Database of individual Seismogenic Sources) 3.1.1, la zona d'indagine ricade nelle Zona sismogenetica 912 denominata "Dorsale ferrarese". La zona 912 rappresenta la porzione più esterna, sepolta da sedimenti alluvionali, della fascia in compressione dell'arco appenninico settentrionale, ed è caratterizzata da terremoti che avvengono in genere a profondità comprese tra 12 e 20 [km]. Sulla base dei meccanismi focali, i valori di magnitudo massima previsti sono pari a $M_{wmax} = 6,0$.

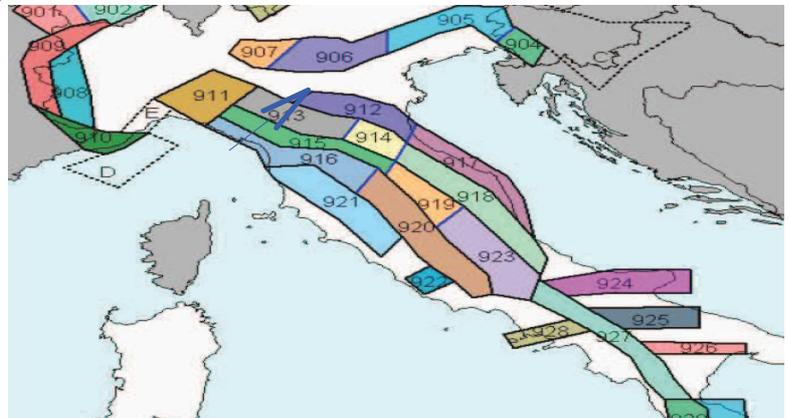


FIG. 12: ZONAZIONE SISMICA ITCS0447

Per quanto riguarda la struttura tettonica profonda, notizie precise si trovano nelle pubblicazioni dell'AGIP mineraria (1959). Nella zona in oggetto, la base dei depositi quaternari continentali varia tra -400 e -600 [m] (figura seguente).



FIG. 13: CARTA NEOTETTONICA

⁶Rif.: \\192.168.1.200\Dati\cartoteca\Cartografia_tematica\Emilia_Romagna\RE\PTCP_RE\PTCP DI REGGIO EMILIA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE _ PROV RE\ngnts+2007.pdf

⁷ <http://www.geostru.com/geoapp/mappa-sismogenetica.aspx>

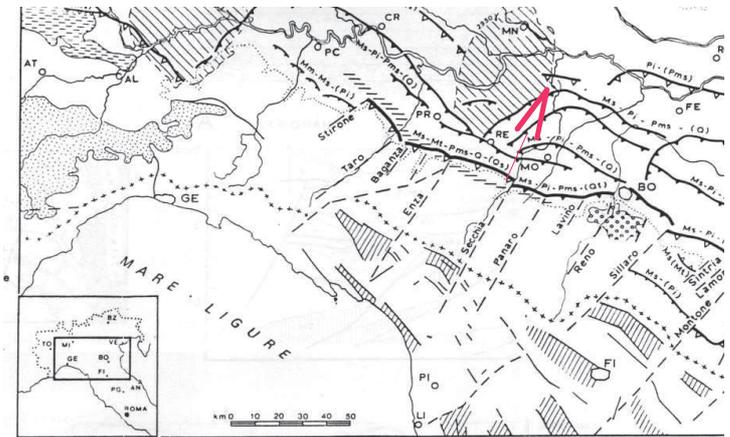


FIG. 14: PROFONDITÀ IN [M] S.L.M. DEL LIMITE BASALE DEI SEDIMENTI QUATERNARI CONTINENTALI⁸

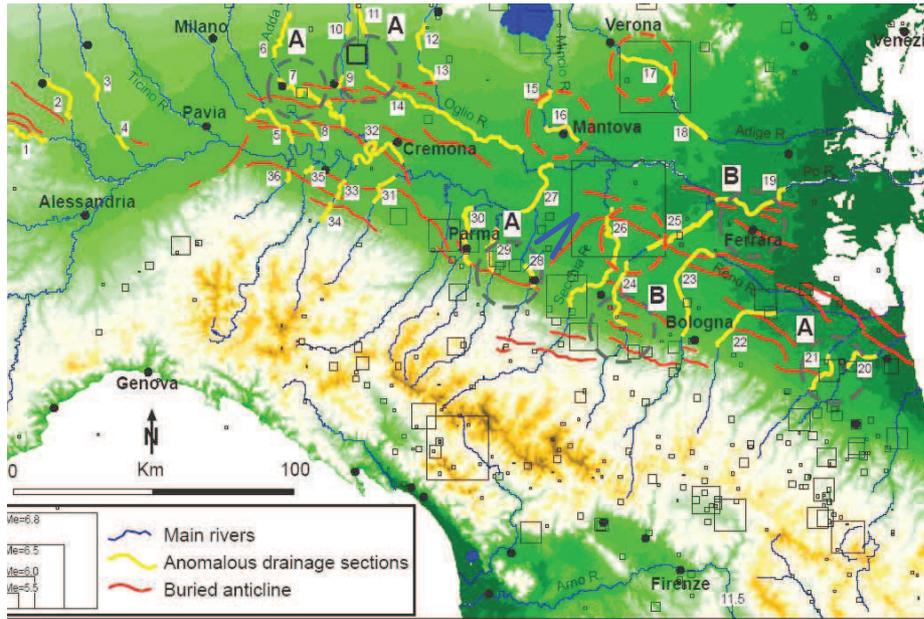


Fig. 5. Distribution of drainage anomalies in the Po Plain (marked in yellow). Dashed black circles labelled A outline areas where an anomaly, a fold axis, and a historical earthquake coincide. Dashed black circles labelled B indicate areas where surface evidence corresponds to buried anticlines, but no historical earthquakes are reported. Dashed red circles highlight areas that require further investigations: see text for discussion. Drainage anomalies are numbered according to table 1.

FIG. 15: DISTRIBUZIONE DELLA ANOMALIE DI DRENAGGIO

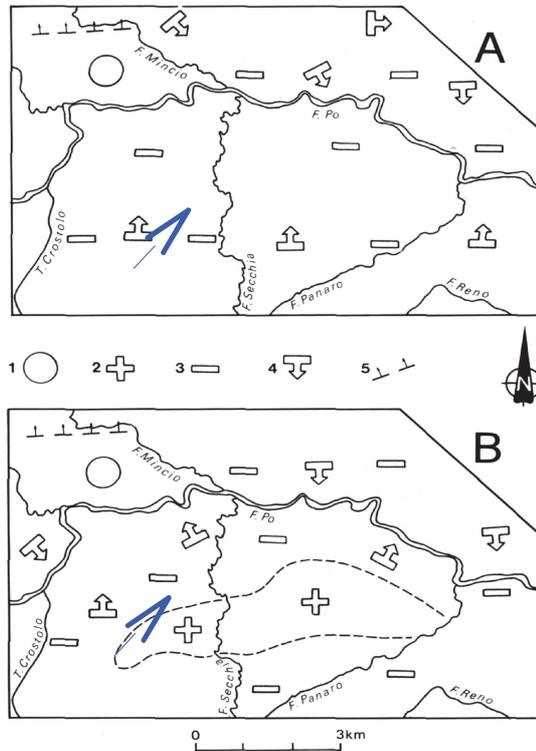


Fig. 26. Example of a final synthetic map for morpho-neotectonic studies in alluvial plains (from PANIZZA et al., in press) A) neotectonic situation around 3000 years B.P.; B) neotectonic situation attributable to the Iron Age, Roman period and Middle Ages; 1) stable area; 2) area undergoing uplift; 3) area undergoing subsidence; 4) differential subsidence (arrow points towards lowest area); 5) axis of deformation held to be active (arrow points towards area undergoing subsidence).

FIG. 16: CARTA NEOTETTONICA SCHEMATIZZATA

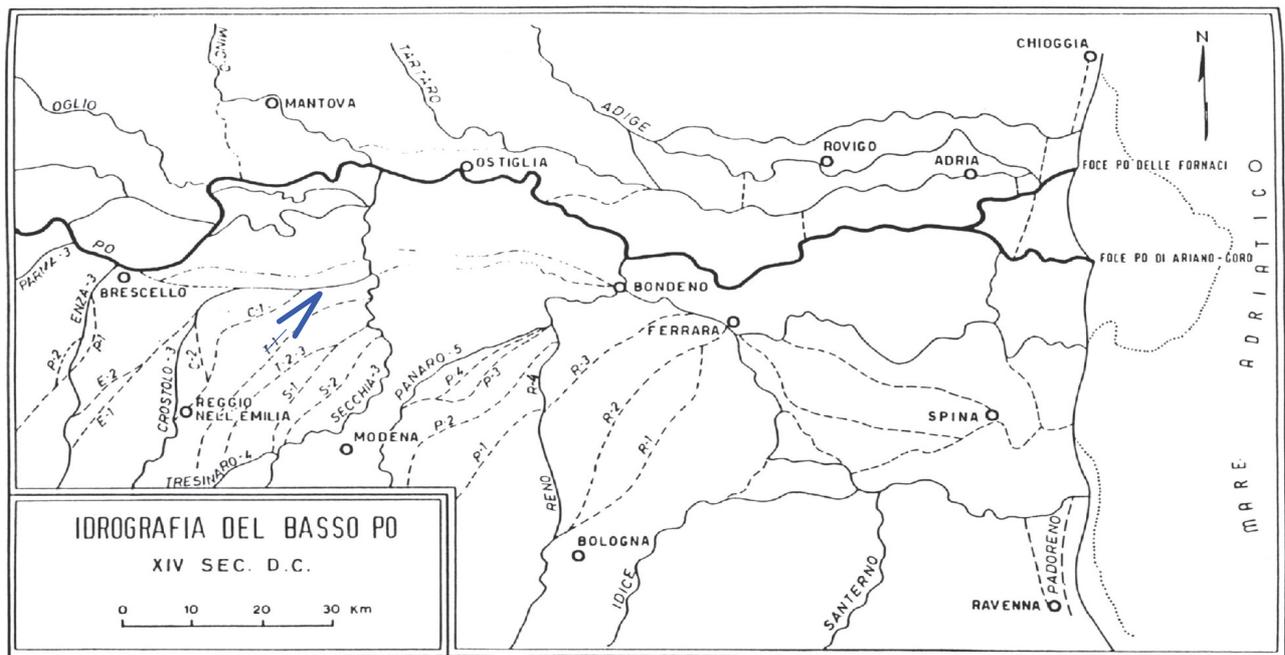


FIG. 17: IDROGRAFIA DEL BASSO PO AL XIV SECOLO

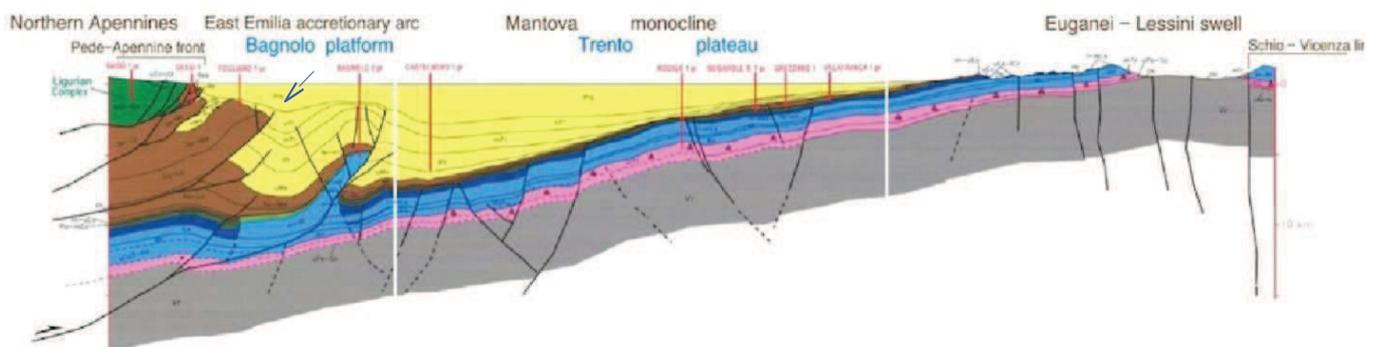


FIG. 18: SEZIONE GEOLOGICA (DIST. VERT. IN RAPP. 2:1 CON LE ORIZZ.)

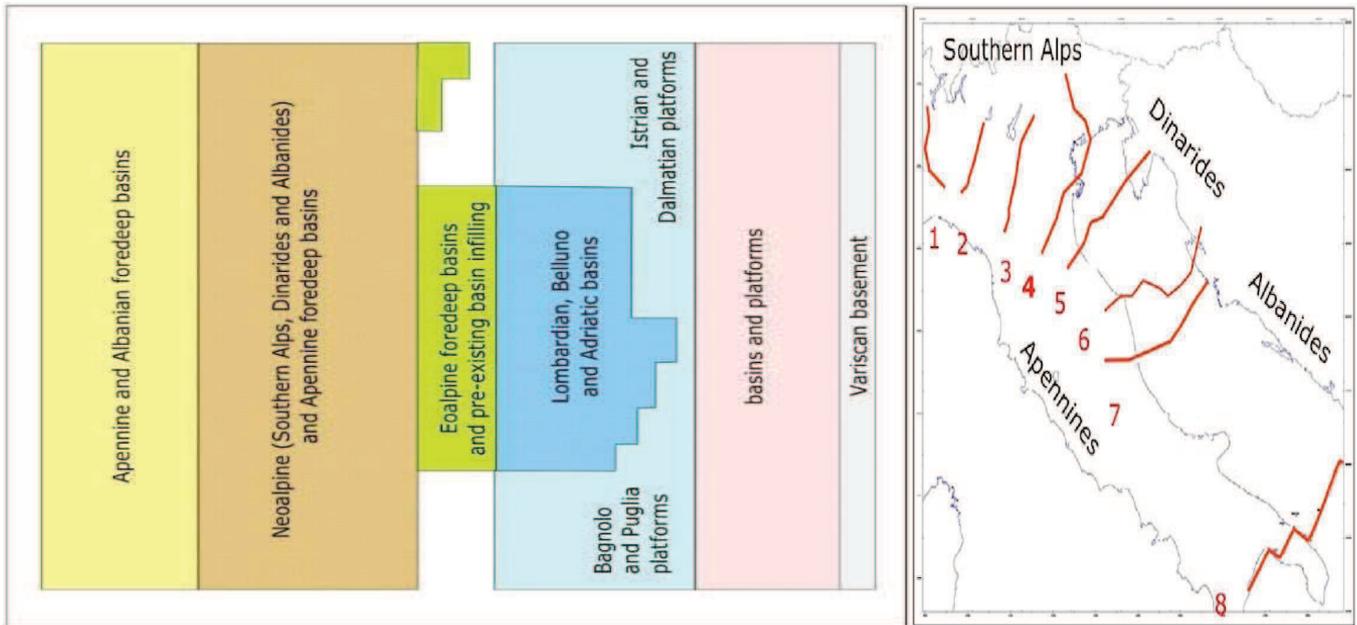


FIG. 19: COLONNA STRATIGRAFICA PER INTERPRETAZIONE DELLA SEZ. GEOLOGICA

L'area in esame, che nel suo complesso rappresenta la zona di raccordo tra la terminazione occidentale della dorsale ferrarese e la monoclinale Alpino-Padana, risente, anche nei riguardi della distribuzione dei depositi più profondi, degli influssi dovuti alle strutture sinclinali di Piadena e Cremona, poste direttamente a O e che, unitamente alla dorsale ferrarese, hanno sicuramente controllato l'evoluzione del Po in questa zona (Pellegrini 1969). La monoclinale Alpino Padana è scomposta da faglie che peraltro, almeno nella zona in esame, presentano rigetti per lo più limitati; di conseguenza la loro influenza sui depositi alluvionali sovrastanti dovrebbe essere molto ridotta. Nella zona studiata la bibliografia non mostra la presenza di strutture tettoniche attive quali faglie o sovrascorrimenti o pieghe. Dagli studi sulla neotettonica dell'area risulta che la zona in oggetto è stata interessata dal Pliocene inferiore e per tutto il Pleistocene da una lenta subsidenza non compensata del tutto dalla sedimentazione. Tra la fine del Pleistocene e l'Olocene inferiore il motivo tettonico predominante è l'abbassamento continuo e generalizzato di tutta l'area in esame, così come probabilmente anche in buona parte della pianura padana. Tale abbassamento non è da considerarsi uniforme, ma differenziato, con spessori diversi dei sedimenti. Dall'Olocene inferiore ad oggi si sarebbe avuto l'abbassamento relativo seguito da stabilità nell'area.

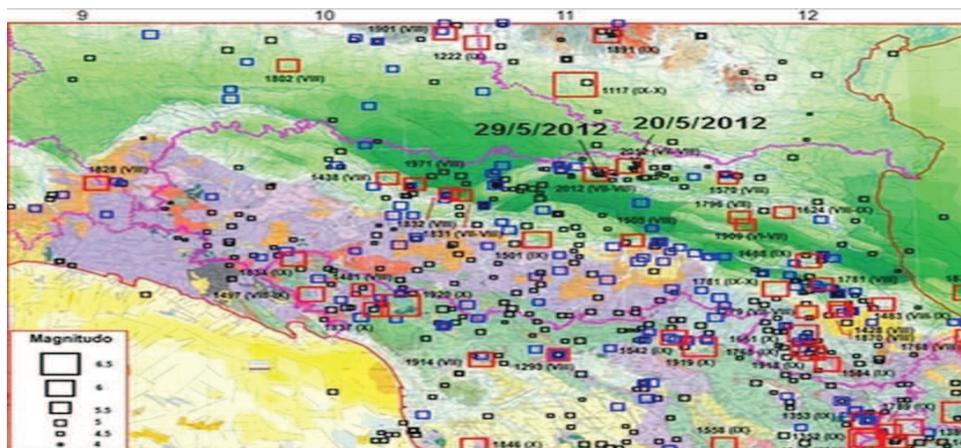


FIG. 20: LOCALIZZAZIONE DEGLI EPICENTRI DEI PRINCIPALI TERREMOTI⁹

Localizzazione degli epicentri dei principali terremoti (magnitudo maggiore di 4) che hanno interessato l'Emilia-Romagna e le aree limitrofe. In azzurro i terremoti di magnitudo compresa tra 5 e 5,5, in rosso i terremoti di magnitudo maggiori di 5,5 (da

⁹<http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/primo-piano/2013/terremoti-emiliani-2012-tra-certezze-storiche-e-indagini-scientifiche>

Mantovani et al., 2013). Sono evidenziati anche i terremoti principali del 20 e 29 maggio 2012 e del 1570. Base cartografica: Structural Model of Italy (CNR, 1992). (<http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/primopiano/2013/terremoti-emiliani-2012-tra-certezze-storiche-e-indagini-scientifiche>).

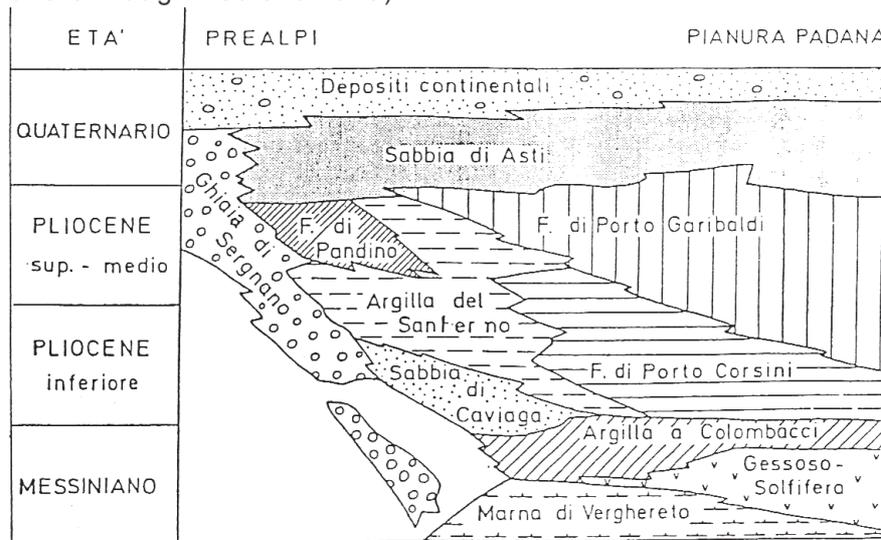


FIGURA 21: SCHEMA STRATIGRAFICO DEL QUATERNARIO (DA RIZZINI & DONDI 1978).

Profondità (m)	Età dei depositi	Litologia
0 - 500	Quaternario continentale	Sabbie argillose e ghiaie
500 - 1500	Quaternario marino	Argille marine
1500 - 2500	Pliocene	Sabbie e sabbie argillose
2500 - 2885	Miocene	Argille e marna
2885 - 2918	Eocene	Calcari e marna
2918 - 3015	Cretacico	Calcari e marna
3015 - 4095	Giurassico	Calcari
4095 - 5312	Triassico	Dolomite e rocce effusive

FIG. 22: STRATIGRAFIA SONDAGGIO RODIGO 1 (DA A. CASTELLARIN 1985 – AGIP).

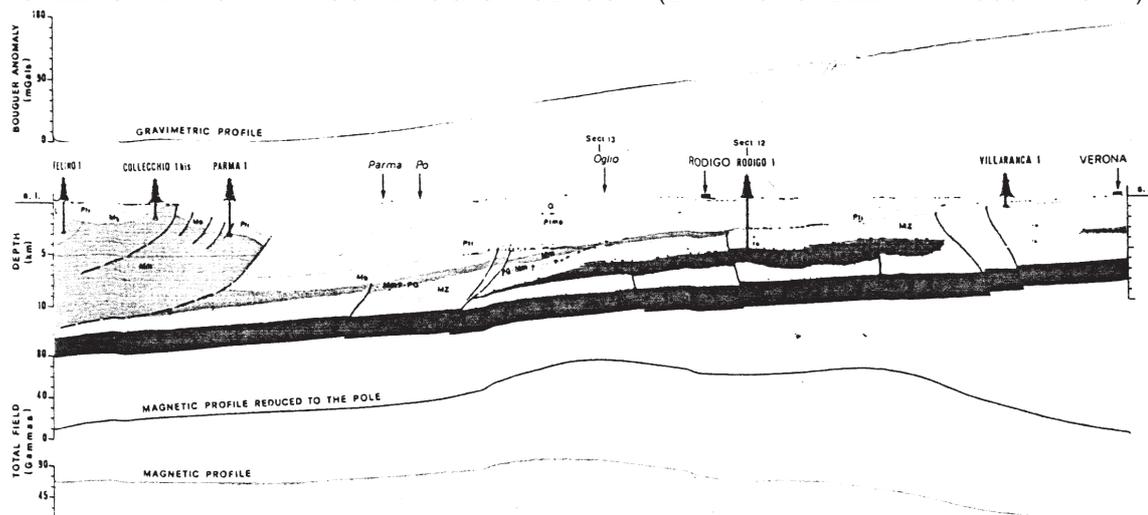


FIG. 23: SCHEMA TETTONICO PIANURA PADANA OCCIDENTALE

16. SCENARI DI PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE: PRIMA FASE DI ANALISI¹⁰

Come indicato nella Del. Assemblea Legislativa della RER n. 112 del 02/05/2007 “Gli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica concorrono alla riduzione del rischio sismico – così come specificato nell’art. A-2, comma 4, dell’Allegato alla LR 20/20001 - attraverso analisi di pericolosità, vulnerabilità ed esposizione urbanistica ed orientano le proprie scelte localizzative, i possibili processi di trasformazione urbana e la realizzazione delle opere di interesse pubblico verso scenari di prevenzione e mitigazione del rischio sismico“. Pertanto, nel definire il quadro conoscitivo, gli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica devono avere riguardo alle parti di territorio interessate dai rischi per le opere e le attività umane determinate anche dalla pericolosità sismica.

Queste conoscenze della Pericolosità Sismica potenziale del territorio dovrebbero consentire alla pianificazione di evitare l’insorgenza di nuovi rischi attraverso la localizzazione di interventi in aree caratterizzate da minore pericolosità sismica.

Lo studio della pericolosità di base e della pericolosità locale hanno come obiettivo:

- l’individuazione delle aree dove in occasione dei terremoti attesi possono verificarsi effetti locali;
- la stima quantitativa della risposta sismica locale dei depositi e delle morfologie presenti nell’area di indagine (“Analisi della Risposta Sismica Locale”, RSL);
- la suddivisione del territorio in sottozone a diversa pericolosità sismica locale (“Microzonazione Sismica”, MZS).

Gli studi di risposta sismica locale e microzonazione sismica vanno condotti a diversi livelli di approfondimento a seconda delle finalità e delle applicazioni nonché degli scenari di pericolosità locale. La prima fase è diretta a definire gli scenari di pericolosità sismica locale, cioè ad identificare le parti di territorio suscettibili di effetti locali (amplificazione del segnale sismico, cedimenti, instabilità dei versanti, fenomeni di liquefazione, rotture del terreno, ecc.). Tale prima analisi finalizzata alla definizione della pericolosità sismica locale è stata sviluppata partendo dal rilievo geologico di campagna del territorio limitrofo, oltre che dalla raccolta dei dati bibliografici disponibili, in primis il PTCP.

17. LA CLASSIFICAZIONE SISMICA, RISCHIO FRANA, RISCHIO IDRAULICO E IDROGEOLOGICO¹¹

L’Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20/03/2003 ha introdotto una nuova classificazione sismica del territorio nazionale, allo scopo di mitigare il rischio sismico. Ai sensi dell’attuale normativa sismica, il territorio nazionale viene suddiviso in 4 zone sismiche, ciascuna contraddistinta da un diverso valore del parametro a_g (accelerazione orizzontale, massima su suolo di categoria A). Il Comune di Novi di Modena, così come gran parte dei Comuni contermini, è classificato in Zona 3.

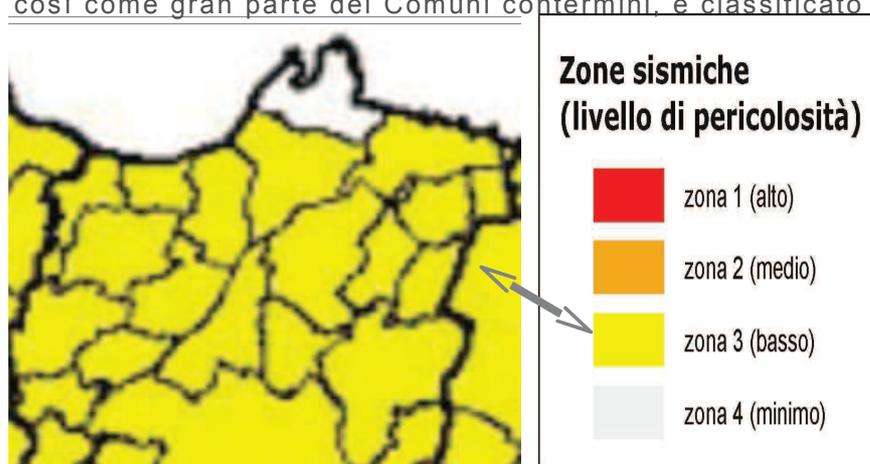


FIG. 24: CLASSIFICAZIONE SISMICA COMUNI COMUNE DI Novi di Modena¹²

Dalla ricerca storica effettuata risulta che il territorio comunale è stato interessato da terremoti $I_s=8$ e M_w 5,5-6.

¹⁰Rif. 0820_rel.doc

¹¹ Rif.: \\SME\cartoteca\Cartografia_tematica\Emilia_Romagna\RE\PTCP_RE\PTCP DI REGGIO EMILIA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE _ PROV RE\ngts+2007.pdf

¹² \\192.168.1.200\Dati\lex\Sismica_Normativa\Sismica Regioni\Sismica_Reg_E_R\Classificazione_emiliaromagna_.pdf estratta dal sito <http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/geologia/temi/sismica/la-classificazione-sismica>

TAB. 8: ELENCO CRONOLOGICO TERREMOTI PROVINCIA DI RE (ESTRATTO DA DOC. PROVINCIA DI RE)¹³

Storia sismica di Novellara (RE) [44.845, 10.731]										
	Is	Anno	Me	Gi	Or	Mi	Se	AE	Io	Mw
Dorsale Ferrarese	7	1806	02	12				NOVELLARA	7	5,26
	7	1810	12	25		45		NOVELLARA	7	5,28
	7	1831	09	11	18	15		Reggiano	7-8	5,48
	6	1547	02	10	13	20		Reggio Emilia	7	5,21
	6	1832	03	13	03	30		Reggiano	7-8	5,59
	6	1987	05	02	20	43	53	REGGIANO	6	5,05
	6	1996	10	15	09	55	60	CORREGGIO	7	5,44

A questi vanno aggiunti quelli del 21 e 29 maggio 2012 con Mw 6. Le principali zone sismogenetiche della provincia di Modena e Reggio Emilia sono: [A] Appennino, [B] Garfagnana, [C] Margine Appenninico-Padano e [D] Dorsale ferrarese. L'area in oggetto rientra nell'ambito della Dorsale ferrarese.

18. INQUADRAMENTO GEOLOGICO DA STUDIO DELLA PROVINCIA DI MODENA

TABELLA 9: CARATTERISTICHE FISICHE DEL TERRITORIO DETERMINANTI POSSIBILI EFFETTI LOCALI¹⁴

<p>Depositi che possono determinare amplificazione (spessore ≥ 5 m):</p> <ul style="list-style-type: none"> - detriti di versante (frane, detriti di falda, detriti <input type="checkbox"/> luvio-colluviali, detriti di versante s.l., depositi morenici, depositi da geliflusso); - detriti di conoidi alluvionale; - depositi alluvionali terrazzati e di fondovalle; - accumuli detritici in zona pedemontana (falde di detrito e coni di deiezione); - depositi fluvio-lacustri - riporti antropici poco addensati; - substrato affiorante alterato o intensamente fratturato (per uno spessore ≥ 5 m); - litotipi del substrato con Vs < 800 m/sec.
<p>Elementi morfologici che possono determinare amplificazione:</p> <ul style="list-style-type: none"> - creste, cocuzzoli, dorsali allungate, versanti con acclività > 15° e altezza ≥ 30 m
<p>Depositi suscettibili di amplificazione, liquefazione e cedimenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> - depositi granulari fini (sabbie) con livello superiore della falda acquifera nei primi 15 m dal piano campagna, (fattori predisponenti al fenomeno di liquefazione); - depositi (spessore ≥ 5 m) di terreni granulari sciolti o poco addensati o di terreni coesivi poco consistenti, caratterizzati da valori N_{SPT} < 15 o c_u < 70 kPa.
<p>Aree soggette ad instabilità di versante:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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, indipendentemente 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).
<p>Elementi che possono determinare effetti differenziali, sia amplificazione che cedimenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> - contatto laterale tra litotipi con caratteristiche fisico - meccaniche molto diverse; - cavità sepolte.

Tab. 17 - Caratteristiche fisiche del territorio che possono determinare effetti locali

Classi degli effetti a

- A
- B
- C
- D
- E
- F
- G
- H

		EFFETTI ATTESI				
		AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA	AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA	INSTABILITA' DI VERSANTE	CEDIMENTI	LIQUEFAZIONE
CLASSI	A	X		X		
	B	X	X	X		
	C	X				
	D	X	X			
	E		X			
	F	X				X
	G	X			X (potenziale)	
	H					

FIG. 25: CARTA EFFETTI SISMICI ATTESI da PTCP 2008 ELABORATO P9a¹⁵.

L'Area è classificata in Classe G. In merito al Coefficiente Ss, si allega la seguente tabella.

¹³ Atti XXVI Conv. Naz. GDGTS: PTCP di Reggio Emilia: rappresentazione della pericolosità sismica locale a scala provinciale e indirizzi per la pianificazione comunale. Aut. Servizio Pianificazione Territoriale, Paesaggistica ed Ambientale. Campisi A.1, Guerra M.1, Manenti F.1, Martelli L.2, Mazzetti G. P..

Rif.: \\SME\cartoteca\Cartografia tematica\Emilia_Romagna\RE\PTCP_REVPTCP DI REGGIO EMILIA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE_PROV RE\ngts+2007.pdf

¹⁴ \\192.168.1.200\Dati\biblioteca\Libri_testi_in formato_digitale\G\G0121\2010\Relazione_QC6_6.pdf [pag. 50]

¹⁵ \\192.168.1.200\Dati\cartoteca\Cartografia tematica\Emilia_Romagna\RE\PTCP_REV9a\EFF_ATT_183SO.pdf

TABELLE E FORMULE PER LA VALUTAZIONE DEI FATTORI DI AMPLIFICAZIONE SISMICA PER LE ANALISI DEL SECONDO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO E PER LA VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI TOPOGRAFICI

L'ambito territoriale di riferimento è quello "A2.1.2 - Pianura Padana e Costa Adriatica", in ambito di pianura caratterizzato da profilo stratigrafico costituito da alternanze di sabbie e peliti, con spessori anche decametrici, talora con intercalazioni di orizzonti di ghiaie (di spessore anche decine di metri), con substrato profondo (≥ 100 m da p.c.) (Pianura 2) si devono usare le seguenti tabelle. In merito al Fattore di amplificazione FA in riferimento al cap. 4.1 della DAL 112/7 di cui all'Allegato A2, si allega la seguente tabella dove è specificato il valore di FA a cui fare riferimento.

TABELLA 10: FATTORE DI AMPLIFICAZIONE

F.A. P.G.A.

Vs30	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800
F.A.	1,5	1,5	1,5	1,4	1,4	1,4	1,3	1,1	1,0	1,0

➤ F.A. 1,5

F.A. INTENSITÀ SPETTRALE $-0,1s < T_o < 0,5s$

Vs30	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800
F.A.	1,8	1,8	1,7	1,7	1,5	1,4	1,3	1,2	1,0	1,0

➤ F.A. 1,8

F.A. INTENSITÀ SPETTRALE $-0,5s < T_o < 1,0s$

Vs30	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800
F.A.	2,5	2,3	2,3	2,0	1,8	1,7	1,7	1,5	1,2	1,0

➤ F.A. 2,5

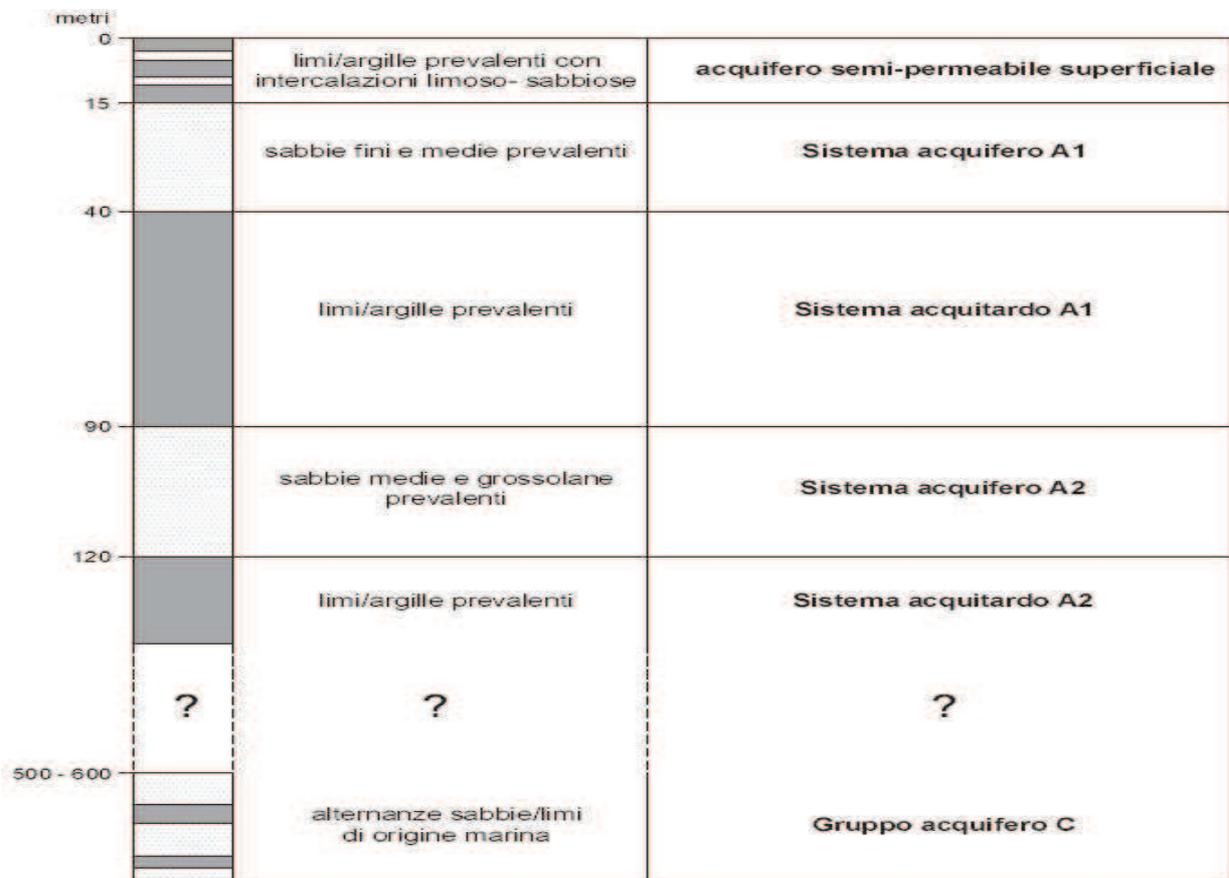


FIG. 26: SCHEMA IDROSTRATIGRAFICO DELL'AREA DI STUDIO¹⁶.

¹⁶\\192.168.1.200\lavori\L_16\1615\m\1615Schemaldrostr_daFig5StudioGeolGuast.jpg

Ai sensi del vigente Studio Geologico comunale l'area non è suscettibile di effetti locali amplificazioni sismiche, la Vs30 > 180 [m/s], e F.A. P.G.A. =1,5, F.A. (0,1s<T0<0,5s)=1,8 e F.A. (0,5s<T0<1,0s)=2,5, la Classe del suolo è la C. Alla luce delle caratteristiche acquisite e precedentemente illustrate si conferma quanto illustrato nella Carta degli Effetti attesi con valore della classe d'appartenenza ovvero alle Aree non suscettibili ad effetti sismici di amplificazione locali. Tale risultato è così schematizzabile:

TABELLA 11: SCHEMA INTERPRETATIVI ELABORAZIONE CARTA EFFETTI ATTESI¹⁷

Effetti Attesi							
		Amplificazion e stratigrafica	Amplificazion e topografica	Instabilità di versante	Cedimenti	Liquefazione	Liv. Di approfondim ento
CLASSI	A						3
	B						3
	C						2
	D						2
	E						2
	F						3
	G	x					2
	H						1

Dai dati raccolti l'area in oggetto rientra nella Classe G.

Classe G¹⁸: Zone potenzialmente soggette a liquefazione, corrispondenti alle aree 10 e 12 (di cui alla suddetta "Carta delle aree suscettibili ad effetti locali), In queste zone dovranno essere valutati, oltre al fattore di amplificazione litologico, anche il potenziale di liquefazione e gli eventuali cedimenti. Per quanto riguarda la Microzonazione sismica, è richiesto un approfondimento di III livello della direttiva regionale. Zone soggette a cedimenti, corrispondenti alle aree 11 (di cui alla suddetta "Carta delle aree suscettibili ad effetti locali), Queste zone sono potenzialmente soggette ad amplificazione e a cedimenti per la presenza di sedimenti fini, limi e argille, con caratteristiche meccaniche scadenti. Dovranno essere stimati il fattore di amplificazione litologico e i potenziali cedimenti. Per quanto riguarda la Microzonazione sismica, è richiesto di base un approfondimento di II livello della direttiva regionale, ma nel caso le prove geognostiche indichino proprietà meccaniche scadenti, occorre stimare i cedimenti attesi secondo le procedure del III livello. A seguito degli ultimi eventi sismici del 20 e 29 maggio 2012 non si sono verificati cedimenti significativi e/o fenomeni di liquefazione nell'area in esame.

19. CARATTERISTICHE SISMICHE DEL TERRITORIO

L'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20/03/2003 ha introdotto una nuova classificazione sismica del territorio nazionale, allo scopo di mitigare il rischio sismico. Ai sensi dell'attuale normativa sismica, il territorio nazionale viene suddiviso in 4 zone sismiche, ciascuna contraddistinta da un diverso valore del parametro a_g (accelerazione orizzontale massima attesa al sito). Nell'attuale quadro normativo il territorio comunale in oggetto è in Classe sismica 3: Zona sismica. Si riporta la tabella ove ciascuna zona è individuata secondo valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo a_g, con probabilità di superamento del 10% in 50 anni.

TABELLA 12: ZONE SISMICHE E ACCELERAZIONI ORIZZONTALI DI PICCO AL SUOLO.

Zona sismica	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni [ag/g].	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico [ag/g].
1	> 0.25	0.35
2	0.15 – 0.25	0.25
→ 3	→ 0.05 – 0.15	→ 0.15
4	< 0.05	0.05

¹⁷ \\192.168.1.200\Dati\Biblioteca\Libri_testi_in formato digitale\G\G0121\2010\All_06_Rel_3.pdf [pag. 55]

¹⁸ \\192.168.1.200\Dati\cartoteca\Cartografia tematica\Emilia_Romagna\RE\PTCP_RE\All_06_Rel_3.pdf [pag. 55]

In riferimento alla D. A. L. della R.E.R. n. 112 del 02/05/07 (All. A4) alle zone sismogenetiche dei territori comunali in narrativa compete un valore dell'accelerazione massima orizzontale, espressa in frazione di "g" (accelerazione di gravità) corrispondenti a: $A_{refg} = 0,139$ g. L'accelerazione orizzontale massima del suolo come definita dall'OPCM 3519/2006, corrisponde a quella che in ambito internazionale viene chiamata PGA ($\backslash\backslash 192.168.1.200\backslash\backslash \text{Dati}\backslash\backslash \text{cartoteca}\backslash\backslash \text{Cartografia_tematica}\backslash\backslash \text{Emilia_Romagna}\backslash\backslash \text{RE}\backslash\backslash \text{Casalgrande}^{19}$). Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008, infatti, la stima della pericolosità sismica viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente". L'azione sismica di progetto in base alla quale valutare il rispetto dei diversi stati limite presi in considerazione viene definita partendo dalla "pericolosità di base" del sito di costruzione, che è l'elemento essenziale di conoscenza per la determinazione dell'azione sismica. Le indagini geognostiche sopra descritte hanno consentito di ottenere i seguenti valori: velocità media delle onde di taglio nei primi 30 [m], partendo dalla profondità di circa -1,0 [m] da piano campagna, quota dell'intradosso della fondazione di progetto, la V_{s30} , riferibile al singolo sito, è compresa tra 180 e 360 [m/s] e congruente con la descrizione stratigrafica secondo la Tab. 3.2. II delle NTC '08, il sito in esame ricade, quindi, nella categoria di sottosuolo C. In riferimento alle condizioni topografiche il sito è riferibile alla categoria T1: "Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con angolo d'inclinazione media minore uguale a 15°. L'amplificazione sismica dovuta alla topografia, ovvero amplificazione topografica "St" (coefficiente topografico), risulta pari a 1 (rif. alla Tab. 3,2,VI del D.M. 14/01/08).

20. DEFINIZIONI DELLE SCELTE PROGETTUALI ED UBICAZIONE DEL SITO

Le caratteristiche progettuali ai fini dell'analisi sismica svolta sono le seguenti:

21. DETERMINAZIONE DELL'ACCELERAZIONE MASSIMA DI RIFERIMENTO ED IN GENERALE DEI PARAMETRI INDIPENDENTI

Tramite l'uso del Foglio di calcolo Spettri-NTCvers.1.0.3 rilasciato dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici è stata fatta la stima dell'accelerazione (a_g) di base e la stima dell'azione sismica di progetto.

TAB. 13: VALORI DEI PARAMETRI a_g , F_0 , T_c^* PER I PERIODI DI RITORNO T_r DI RIFERIMENTO

Stato Limite	T_r [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_c^* [s]
Operatività (SLO)	30	0,038	2,579	0,244
Danno (SLD)	50	0,047	2,535	0,266
L' $a(g)$ di riferimento è 0,139 (g) per SLV.	72	0,056	2,512	0,276
	101	0,066	2,482	0,281
	140	0,079	2,518	0,274
	201	0,093	2,590	0,267
Salvaguardia vita (SLV) \rightarrow	475	0,139	2,579	0,269
Prevenzione collasso (SLC)	975	0,189	2,533	0,275
	2475	0,272	2,446	0,287

¹⁹ $\backslash\backslash 192.168.1.200\backslash\backslash \text{Dati}\backslash\backslash \text{cartoteca}\backslash\backslash \text{Cartografia_tematica}\backslash\backslash \text{Emilia_Romagna}\backslash\backslash \text{RE}\backslash\backslash \text{Casalgrande}\backslash\backslash \text{B1}$. Relazione geologica.pdf Pag. 65

TABELLA 14: PARAMETRI D'INGRESSO USATI

Tipo di Costruzione: (Rif. Tab. 2.4.I DM 14/01/08): Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale: 2.
 Vita nominale "Vn" : (Rif. Tab. 2.4.I DM 14/01/08): ≥ 50 anni
 Classe d'uso: (Rif. i 2.4.2 DM 14/01/08): Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti. II
 Coefficiente d'uso "Cu": (Rif. Tab. 2.4.II DM 14/01/08): 1
 Periodo di riferimento: (Rif. § 2.4.3 DM 14/01/08) $V_r = V_n \times C_u = 50$ anni.
 Ubicazione del sito: Coordinate ED50: Latitudine: 44,885556 Longitudine: 10,911313
 Categoria topografica: L'amplificazione sismica dovuta alla topografia, ovvero amplificazione topografica "St" (coefficiente topografico), risulta pari a 1 (rif. alla Tab. 3,2,VI del D.M. 14/01/08).
 Stato limite di Salvaguardia della Vita: (SLV) con $T_r = 475$ anni $V_R = 50$ anni

22. PARAMETRI DI DISAGGREGAZIONE

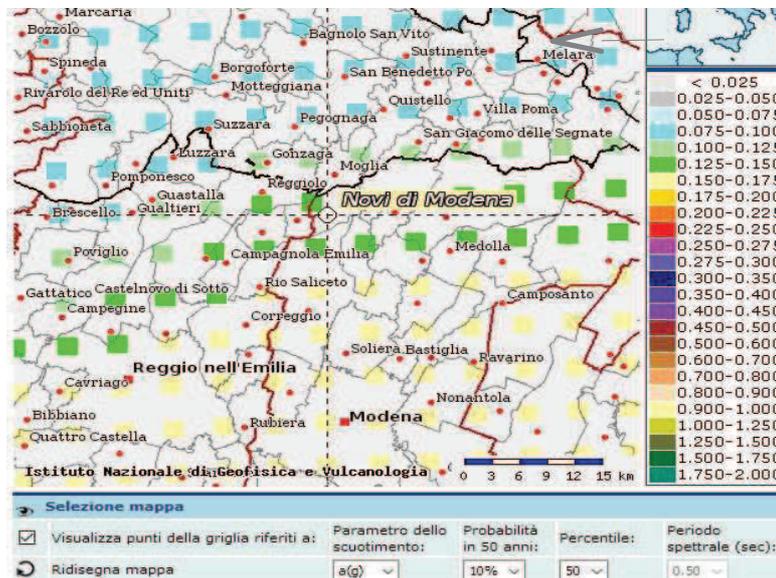
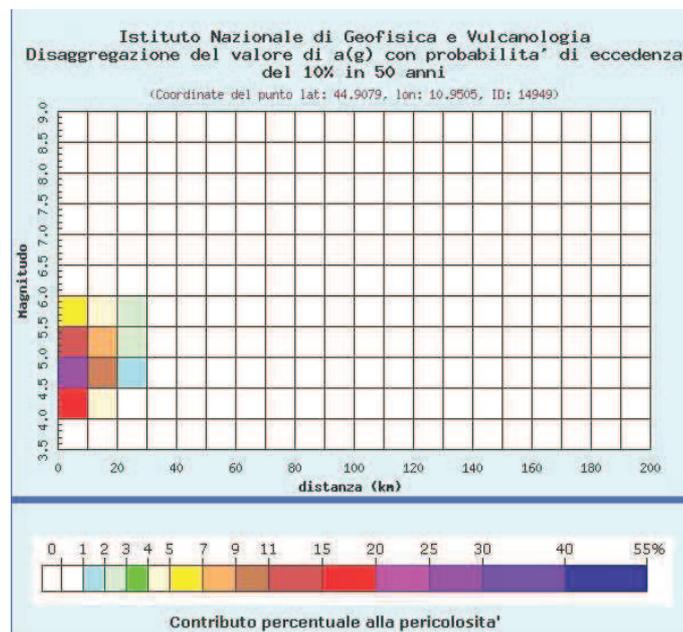


FIG. 27: MAPPA INTERATTIVA PERICOLOSITÀ SISMICA



Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilita' di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 44.9079, lon: 10.9505, ID: 14949)										
	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.000	16.900	27.400	12.900	5.350	0.575	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	4.100	9.770	7.540	4.710	0.640	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.441	1.870	2.330	2.110	0.355	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.001	0.203	0.669	0.785	0.123	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.002	0.153	0.358	0.112	0.013	0.000	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.019	0.172	0.127	0.022	0.000	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.049	0.082	0.017	0.000	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.010	0.049	0.013	0.000	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.021	0.009	0.000	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.006	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
4.940	9.990	0.491

FIG. 28 DISAGGREGAZIONE DEL VALORE DI A(G) CON PROBABILITA' DI ECCEDEZZA DEL 10% IN 50 ANNI

Parametri di disaggregazione: R compresa tra 0 km e 30 km, M è compresa tra 4 e 6 per lo Stato limite di Salvaguardia della Vita (SLV) La Magnitudo di riferimento è 5,5.

23. DETERMINAZIONE DELLA SISMICITÀ DI PROGETTO NEL SITO ESAMINATO

24. METODOLOGIA UTILIZZATA PER L'INDAGINE SISMICA

Lo strumento utilizzato per l'indagine sismica è il "Tromino", che consente di indagare i microtremori ambientali al fine di definire un modello di risonanza del terreno e di risposta sismica locale (metodo Nakamura). Esso è caratterizzato da un involucro di dimensioni 10x7x14 [cm] per 1 [kg] di peso ed è dotato di tre sensori elettrodinamici (velocimetri) orientati N-S, E-W e verticalmente, alimentato da 1 batteria AA da 1.5 [V]. I dati di rumore, amplificati e digitalizzati a 24 bit equivalenti sono acquisiti alla frequenza di campionamento di 128 [Hz]. L'utilizzo di tale apparecchiatura è servita ad effettuare l'indagine di sismica passiva a stazione fissa, senza utilizzo di energizzazione esterna come massa battente o esplosivo, e consente ai fini metodologici di determinare:

- *le stratigrafie sismiche dei suoli andando in profondità;*
- *le frequenze di risonanza degli strati sedimentari sovrastanti il bedrock;*
- *la stima del profilo di velocità delle onde sismiche di taglio;*
- *la determinazione del Vs30 come previsto dalla normativa.*

Il tipo di stratigrafia che le tecniche di sismica passiva possono restituire si basa su contrasto d'impedenza determinata dal rapporto di velocità delle onde sismiche nel mezzo

e densità del mezzo stesso. Le misure effettuate forniscono le frequenze di risonanza dei livelli sedimentari sopra il bedrock. Nel sito d'indagine il rapporto delle frequenze di oscillazione edificio / strutture può evidenziare fenomeni di doppia risonanza in caso di terremoto. Le strutture hanno una frequenza naturale alla quale la sovrapposizione di energia alla stessa frequenza amplifica il moto. Se il moto sismico indotto dal terremoto eccita la base di un edificio a frequenze prossime a quelle di risonanza naturale dell'edificio, l'amplificazione del moto risultante può diventare distributiva e portare al collasso della struttura. Le misure fatte con la sismica passiva si basano sul rumore sismico ambientale. Tale rumore è chiamato anche microtremore in quanto riguarda oscillazioni a basse frequenze, quindi molto più piccole di quelle indotte dai terremoti, è vicino ai 10-15 [m/sq] in termine di accelerazione. I dati di rumore sono amplificati e digitati a 24 bit equivalenti. Nel proseguo sono riportati i rapporti delle analisi delle tracce delle misure del tromino effettuate in sito.

25. INDAGINE DI SISMICA PASSIVA CON TROMINO NEL SITO

1 625, NOVI T09-16 Instrument: TRZ-0053/01-09 Start recording: 22/03/16 14:56:23 End recording: 22/03/16 15:02:24 Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN GPS data not available Trace length: 0h06'00". Analyzed 72% trace (manual window selection) Sampling rate: 128 Hz. Window size: 20 s Smoothing type: Triangular window Smoothing: 10%

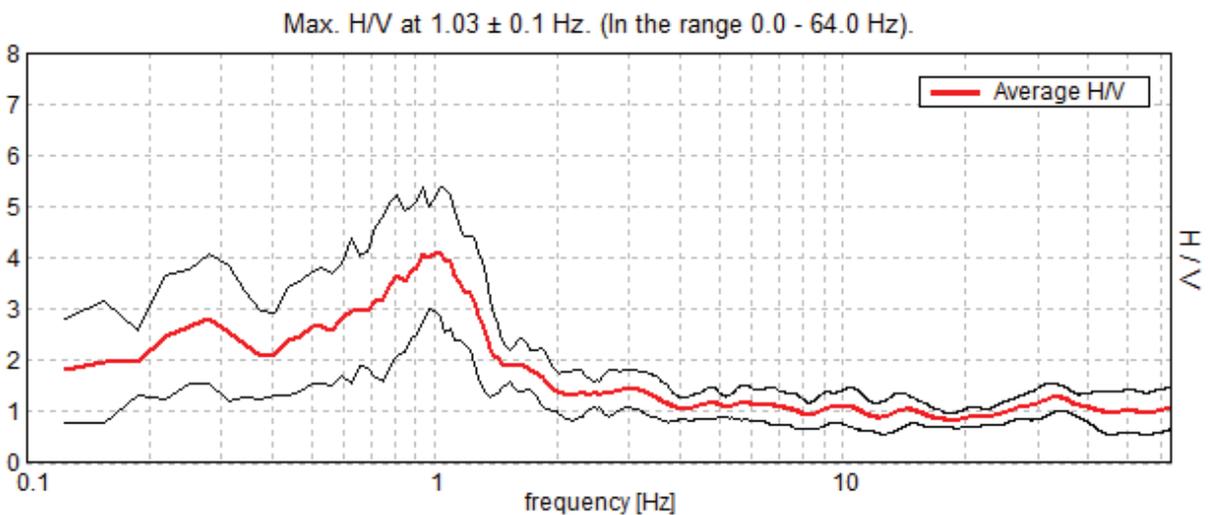


FIG. 29: RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

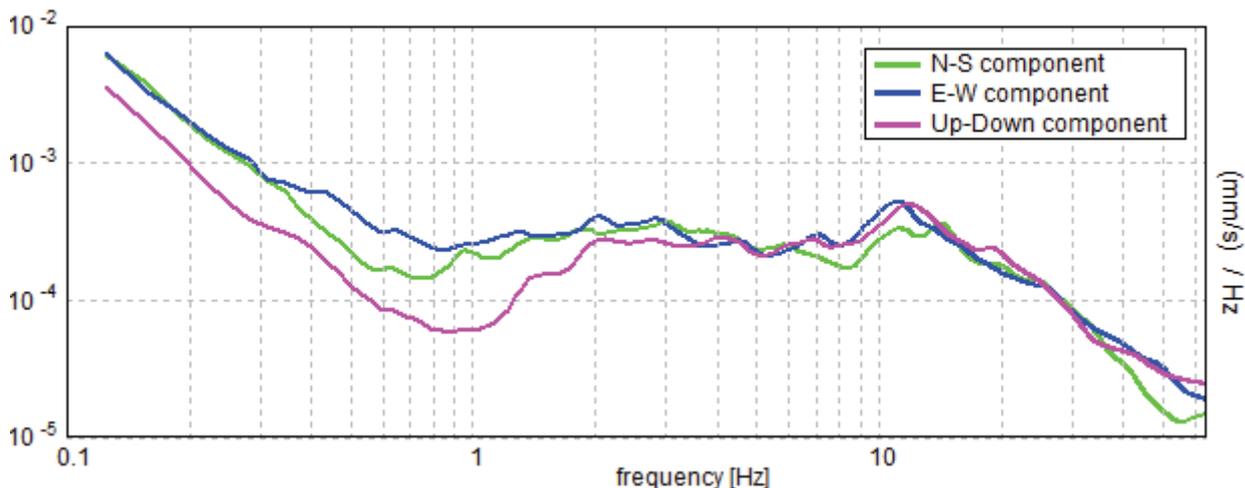


FIG. 30: SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

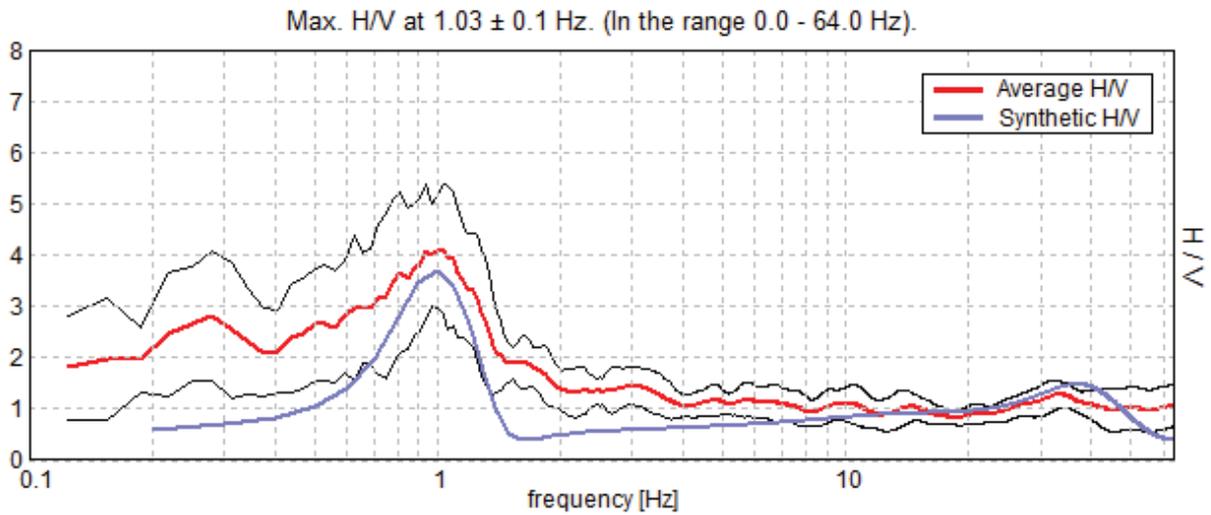


FIG. 31: H/V SPERIMENTALE VS. H/V SINTETICO

TABELLA 15: STRATIGRAFIA SISMICA:

Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
0.65	0.65	100	0.35
3.65	3.00	200	0.35
33.65	30.00	250	0.35
73.65	40.00	285	0.35
inf.	inf.	650	0.35

$V_s(1,3-31,3) = 245 \text{ [m/s]}$

NB: La frequenza di risonanze del sottosuolo risulta avere il picco a $1,03 \pm 0,1 \text{ [Hz]}$.

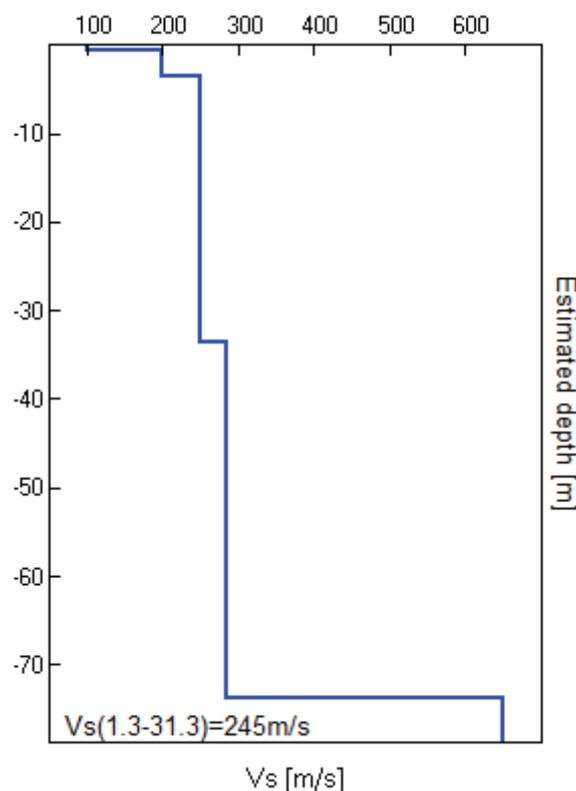


FIG. 32: ANDAMENTO DELLA Vs CON LA PROFONDITÀ

Secondo le linee guida SESAME, 2005.

Max. H/V at 1,03 ± 0.1 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	1.03 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	268.1 > 200	OK	
$\odot_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\odot_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 50 times	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro:

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	Hz		no
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	1.438 Hz	OK	
$A_0 > 2$	4.10 > 2	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \odot_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.04098 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.04226 < 0.10313$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.5593 < 1.78$	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
σ_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 σ_f e $\sigma_A(f_0)$

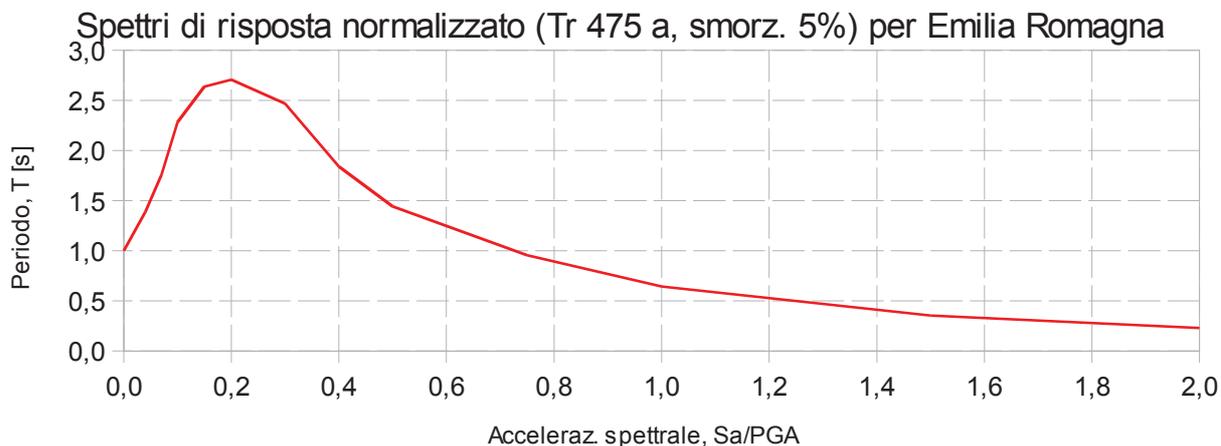
Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

26. SPETTRI DI RISPOSTA LOCALE PER IL COMUNE DI NOVI DI MODENA²⁰

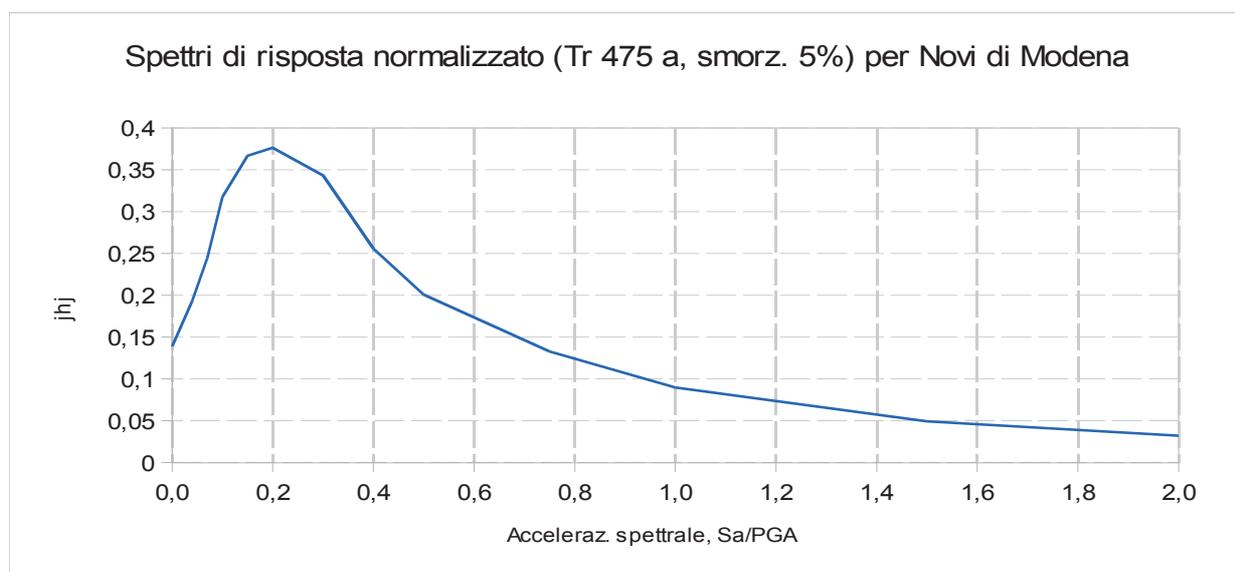
In riferimento all'allegato A4 della DAL 112/07 è riportato di risposta sismica locale.

TAB. 16: VALORI DELLO SPETTRO NORMALIZZATO PREVISTO PER L'EMILIA ROMAGNA E PER NOVI DI MODENA

T (s)	Sa/aref	Sa/aref Novi di Modena
0,00000	1,00000	0,139
0,04000	1,38865	0,19302235
0,07000	1,75927	0,24453853
0,10000	2,28349	0,31740511
0,15000	2,63726	0,36657914
0,20000	2,70745	0,37633555
0,30000	2,46642	0,34283238
0,40000	1,84047	0,25582533
0,50000	1,44476	0,20082164
0,75000	0,95494	0,13273666
1,00000	0,64546	0,08971894
1,50000	0,35479	0,04931581
2,00000	0,23070	0,0320673



F I G . 3 3 : SPETTRI DI RISPOSTA NORMALIZZATO (TR 475 A, SMORZ. 5%) PER EMILIA ROMAGNA



F I G . 3 4 : SPETTRI DI RISPOSTA NORMALIZZATO (TR 475 A, SMORZ. 5%) PER NOVI DI MODENA

²⁰\\192.168.1.200\Dati\lavori\L_16\1615\1615-15117Spettri_di_risposta.xls

2 7 . V E R I F I C A A L L A L I Q U E F A Z I O N E ^{2 1}

2	0,25	B	1,25	> 15°	1,2
3	0,15	C	1,25	15° to 30°	1,2
4	0,05	D	1,35	> 30°	1,4
		E	1,25		

Dati del Sito

a max = agx (S x FT) 0,1390 g
 M 6

Dati sulla Stratigrafia

Strato 1 2
 Profondità [m] 1 30
 Densità [kN7mc] 18 18
 Classificazione ML CL

Dati della DPM → SPT Prof. [m] Nm
 29 8

Prof. Della falda acq. [m] = 1
 Carico in superficie [kPa] -83,35
 Contenuto di fini 68

Calcolo della Domanda di resistenza ciclica CSR (carico in superficie 0 kPa)

Calcolo della pressione totale [kPa]:

$$\sigma_{vo} = 2,5 \times 17,5 + 3,1 \times 18 \quad 522 \quad 99,55$$

Calcolo della pressione dei pori [kPa]:

$$U_0 = (5,6-3) \times 9,81 = \quad 274,68 \quad 25,51$$

Calcolo della pressione effettiva [kPa]:

$$\sigma'_{vo} = \sigma_{vo} - U_0 \quad 247,32$$

Calcolo dei coefficienti di riduzione:

$$R_d = 1 - 0,00765 \times 5,6 \quad 0,78$$

$$CSR = \quad 0,15$$

Calcolo della Domanda di resistenza ciclica CSR (carico in superficie 98,06 kPa)

Calcolo della pressione totale [kPa]:

$$\sigma_{vo} = 2,5 \times 17,5 + 3,1 \times 18 + 98,06 \quad 620,06 \quad 197,61$$

Calcolo della pressione dei pori [kPa]:

$$U_0 = (5,6-3) \times 9,81 = \quad 264,87 \quad 25,51$$

Calcolo della pressione effettiva [kPa]:

$$\sigma'_{vo} = \sigma_{vo} - U_0 \quad 355,19 \quad 355,19$$

Calcolo dei coefficienti di riduzione:

$$R_d = 1 - 0,00765 \times 5,6 \quad 0,78$$

$$CSR = \quad 0,17 \quad 0,17$$

Calcolo della resistenza penetrometrica corretta, (N)60

$$C_e = \quad 0,7 \quad (N)_{60} = N_m \times C_e \times C_b \times C_r \times C_s$$

$$C_b = \quad 1 \quad (N)_{60} = \quad 5,66$$

$$C_r = \quad 0,75$$

$$C_s = \quad 1$$

Fattore di correzione della pressione litostatica efficace C_n (senza carico)

$$C_N = (P_a / \sigma'_{vo})^{0,5} \quad 0,61$$

Calcolo della resistenza penetrometrica corretta, (N1)60

$$(N1)_{60} = \quad 3,46$$

Fattore di correzione della pressione litostatica efficace C_n

$$C_N = (P_a / \sigma'_{vo})^{0,5} \quad 0,52$$

Calcolo della resistenza penetrometrica corretta, (N1)60

$$(N1)_{60} = \quad 2,95$$

CALCOLO DI CRR 5,5 (capacità di resistenza ciclica per un terremoto di magnitudo 5,5)

Correzione di $(N1)_{60}$ a un equivalente valore di $(N1)_{60cs}$ di sabbia pulita

$$(N1)_{60cs} = \alpha + \beta (N1)_{60}$$

$$\alpha = \exp[1,76 - (190 / (FC \times FC))] \quad 1,72 \quad 5,58$$

$$\beta = 0,99 + (FC)^{1,5} / 1000 \quad 1,55$$

$$(N1)_{60cs} \text{ (senza carico)} \quad 10,94$$

$$(N1)_{60cs} \quad 10,15$$

- a 0,048000000
- b -0,124800000
- c -0,004721000
- d 0,009578000
- e 0,000613600
- f -0,000328500
- g -0,000016730
- h 0,000003715

Calcolo di CRR eq (capacità di resistenza ciclica corretta)

$$CRR_{eq} = CRR_{5,5} \times MSF \times k_{\alpha} \times k_{\sigma}$$

0,12 senza carico 0,11 con carico

MSF 0,9996

fattore di correzione per la tensione tangenziale mobilizzata:

k_{α} 1

k_{σ} 1

CALCOLO DEL FATTORE DI SICUREZZA

$F S_L = CRR_{eq}/CSR$

$F S_L = CRR_{eq}/CSR$

Calcolo della probabilità di liquefazione PL

RISULTATI PROVA DPM 1

$PL = 1 / (1 + (fs/0,77)^{3,25})$

0,19	senza carico	0,19	con carico
------	--------------	-------------	-------------------

SUSCETTIBILITÀ

PROBABILITÀ DI LIQUEFAZIONE E SUSCETTIBILITÀ	PROBABILITÀ DI LIQUEFAZIONE E SUSCETTIBILITÀ
ALLA LIQUEFAZIONE NON PROBABILE	ALLA LIQUEFAZIONE NON PROBABILE

ALLA LIQUEFAZIONE

Calcolo della probabilità di liquefazione PL

RISULTATI PROVA DPM 2

$PL = 1 / (1 + (fs/0,77)^{3,25})$

0,17	senza carico	0,18	con carico
------	--------------	-------------	-------------------

SUSCETTIBILITÀ

PROBABILITÀ DI LIQUEFAZIONE E SUSCETTIBILITÀ	PROBABILITÀ DI LIQUEFAZIONE E SUSCETTIBILITÀ
ALLA LIQUEFAZIONE NON PROBABILE	ALLA LIQUEFAZIONE NON PROBABILE

ALLA LIQUEFAZIONE

2 8 . R E L A Z I O N E G E O T E C N I C A 2 9 . P R E M E S S A

La presente relazione geotecnica completa la relazione geologica sopra esposta. Pertanto, le informazioni riguardanti:

- A] I riferimenti normativi.
- B] I parametri del progetto architettonico.
- C] Le indagini geognostiche svolte.
- D] La caratterizzazione del modello di sottosuolo.
- E] La pericolosità sismica.
- F] Livello della falda freatica.

andranno mutuati nella parte della Relazione Geologica.

Lo schema geotecnico è il seguente:

- Piano campagna orizzontale alla quota 0.00 del riferimento locale.
- Terreno di fondazione: Litotipo 1-2. In riferimento alla classificazione sismica la categoria del sottosuolo di appartenenza è la C caratterizzati da valori di Vs30, riferibile alla zona e non al singolo sito, è compresa tra 180 e 360 [m/s].
- Volume significativo: rientra nel Litotipo 1-2 ad una profondità inferiore a 10 [m]
- Requisiti del sito di costruzione e del terreno di fondazione: Vedere la relazione geologica.

Verifiche da effettuare:

- Stabilità dei pendii – pendio $\ll 15^\circ$ non ci sono condizioni di instabilità.
- Liquefazione: la verifica alla Liquefazione del terreno di fondazione fatta ha data il seguente esito: suscettibilità alla liquefazione risulta poco probabile.
- Addensamento eccessivo in caso di sisma: non si ritiene necessario fare la verifica.
- Distanza da faglie: non si ritiene necessario fare la verifica.

30. CRITERI DI PROGETTO GEOTECNICO

Valori caratteristici (V_k). Applicando quanto contenuto nelle Istruzioni del C.S.L.P. si sono assunti quali valori caratteristici delle terre i valori prossimi ai medi a meno di una deviazione standard. Quindi si ha: $V_k = V_m - d$. Nel presente progetto per i Valori caratteristici del terreno si dovrà fare riferimento a quanto riportato nella Tabella: Parametri geotecnici di riferimento per il Litotipo 2.

Valori di progetto (V_d): I valori di progetto di c' , c_u e ϕ' da adottare nel calcolo si ottengono per la Combinazione contenente M1 (quindi DA1.2 – A1+M1+R3), dividendo i valori caratteristici per un coefficiente riduttivo parziale secondo quanto indicato nell'Eurocodice 7 e nel D.M. 14.01.2008 – NTC. I valori di progetto (V_d) si ottengono come segue:

$$\begin{aligned} \text{tg}\phi'_d &= \text{tg}\phi'_k / 1,0 \rightarrow 0,0 \text{ [L1]} \\ c'_d &= c'_k / 1,0 \rightarrow 0,0 \text{ [kg/cm}^2\text{]} \\ c_{ud} &= c_{uk} / 1,0 \rightarrow 0,24 \text{ [L2]} \text{ [kg/cm}^2\text{]} \\ q_{ud} &= q_{uk} / 1,6 \text{ (resistenza a compressione uniassiale per le rocce)} \end{aligned}$$

Nelle verifiche nei confronti degli Stati Limite ultimi SLU si distinguono in strutturali (STR) e geotecnici (GEO) si possono adottare, in alternativa, due diversi approcci progettuali:

- DA1.1 - **Approccio 1:** - Combinazione 1: (A1+M1+R1) o - Combinazione 2: (A2+M2+R2)
- DA1.2 - **Approccio 2:** - Combinazione 1: (A1+M1+R3)

Stati limite e relative probabilità di superamento:

Nei confronti delle azioni sismiche gli stati limite, sia ultimi che di esercizio, sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso:

Gli stati limite di esercizio (SLE) sono:

- Stato Limite di Operatività (SLO)
- Stato Limite di Danno (SLD)

Gli stati limite ultimi (SLU) sono: Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV); Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC).

TABELLA 17: PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO PV_R AL VARIARE DELLO STATO LIMITE CONSIDERATO

Stati Limite		P _{V_R} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V _R
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

31. RESISTENZE DEL SOTTOSUOLO

Nel calcolo della portanza del terreno si è farà riferimento al “Metodo degli Stati Limite Ultimi” (S.L.U.), secondo quanto previsto dal DM 14-01-08. Per ogni stato limite ultimo deve essere rispettata la condizione: $E_d \leq R_d$, dove E_d è il valore di progetto dell’azione e R_d è il valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico. Effetto delle azioni e resistenza sono espressi in funzione delle azioni di progetto $\gamma_f F_k$, dei parametri di progetto X_k/γ_M e della geometria di progetto a_d . La verifica della suddetta condizione deve essere effettuata impiegando diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definiti per le azioni (A1 e A2), per i parametri geotecnici (M1 e M2) e per le resistenze (R1, R2 e R3). Scopo della seguente relazione è fornire la capacità portante del sottosuolo, ci si soffermerà quindi sul calcolo della resistenza R_d . Esistono 2 approcci (DA1 e DA2) per la considerazione dei coefficienti parziali che sono riassunti nelle seguenti tabelle:

TABELLA 18: COMBINAZIONI DEI COEFFICIENTI PARZIALI (DM 14-01-08)

APPROCCI (secondo DM 14-01-08)		AZIONI	RESISTENZE	
			MATERIALI	SISTEMA GLOBALE
DA1	Combinazione 1	A1	M1	R1
	Combinazione 2	A2	M2	R2
DA2		A1	M1	R3

TABELLA 19: COEFFICIENTI PARZIALI RIFERITI ALLE RESISTENZE DEI MATERIALI

PARAMETRO	SIMBOLO	COEFFICIENTE PARZIALE	M1	M2
tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'k$	$\gamma\phi'$	1,00	1,25
coesione efficace	$c'k$	$\gamma c'$	1,00	1,25
resistenza non drenata	c_{uk}	γc_u	1,00	1,40
peso dell'unità di volume	γ	$\gamma\gamma$	1,00	1,00

TABELLA 20: COEFFICIENTI PARZIALI RIFERITI ALLE RESISTENZE DEL SISTEMA

VERIFICA	COEFFICIENTE PARZIALE	R1	R2	R3
capacità portante	γ_R	1,0	1,8	2,3
scorrimento	γ_R	1,0	1,1	1,1

Si è ritenuto opportuno effettuare l'elaborazione seguendo il tutti e tre gli approcci. Vengono di seguito esposti i risultati dell'elaborazione.

TABELLA 21: RESISTENZE DEL SOTTOSUOLO IN CONDIZIONI STATICHE RIFERITA AL LITOTIPO 1-2 CON FONDAZIONE DIRETTA A PLINTI:

Tabella riassuntiva	Nome file:	192.168.1.200\Dati\lavori\L_16\1625\1a	1625_24DPM.ods	RisPlc
Parametro	Note di calcolo	Valore	U.M.	
Parametri considerati				
Coesione non drenata caratteristico (ck)	5° percentile di distribuzione della media calcolato con la distribuzione della t di Student	0,24	[kg/cmq]	
Coesione non drenata di progetto (cd)		0,24	[kg/cmq]	
Peso dell'unità di volume caratteristico (γ_k)	valore caratteristico	1,82	[t/m³]	
Peso dell'unità di volume di progetto (γ_d)	$\gamma_d = \gamma_k / \gamma_\gamma$	1,82	[t/m³]	
Geometria della fondazione : fondazione diretta a plinto				
Larghezza della fondazione (B)		2,00	[m]	
Profondità di posa (D) rispetto al piano di calpestio al momento delle indagini geol.		1,50	[m]	
Resistenze calcolate				
Resistenza caratteristica (Rk)	Formula di Terzaghi	2,09	[kg/cm²]	
		204,65	[kN/m²]	
Resistenza di progetto (Rd) Approccio DA2	Rd=Rk/gR	0,91	[kg/cm²]	
		88,98	[kN/m²]	
Resistenza di progetto (Rd) Approccio DA1 C2	Rd=Rk/gR	1,16	[kg/cm²]	
		113,70	[kN/m²]	
Resistenza di progetto (Rd) Approccio DA1 C1	Rd=Rk/gR	2,09	[kg/cm²]	
		204,65	[kN/m²]	
Portanza limite del terreno secondo il metodo di calcolo delle "tensioni ammissibili".	q lim	2,09	[kg/cm²]	
Portanza limite del terreno secondo il metodo di calcolo delle "tensioni ammissibili".	q lim	204,65	[kN/m²]	
Portanza ammissibile del terreno secondo il metodo di calcolo delle "tensioni ammissibili".	q amm	0,70	[kg/cm²]	
Portanza ammissibile del terreno secondo il metodo di calcolo delle "tensioni ammissibili".	q amm	68,22	[kN/m²]	

La resistenza di progetto (Rd) è stata calcolata sia per l'ipotesi di fondazione diretta. Nel calcolo della portanza del terreno si è fatto riferimento anche, al "Metodo delle tensioni ammissibili", secondo l'analisi tradizionale deterministica con fattore di sicurezza di 3. Questa condizione comporta che le pressioni verticali permanenti trasmesse dal nuovo fabbricato ($\Sigma \sigma$ - kg/cm²) alla fondazione non debbano assolutamente superare tali dati. Qualora le condizioni progettuali previste dovessero essere modificate, ci si riserva di riverificare anche il valore della portanza del terreno di fondazione e i cedimenti. È necessario che le azioni di progetto, calcolate secondo lo stesso approccio, non superino tale valore. Si specifica che nulla osta a valutare altre tipologie di fondazioni, che dovranno comunque essere verificate dal punto di vista della compatibilità geotecnica.

3 2 . C O N S I D E R A Z I O N I C O N C L U S I V E

In riferimento al progetto architettonico oggetto della presente consulenza, si raccomandano i seguenti accorgimenti generali:

a) Per il terreno naturale di fondo scavo si suggerisce un adeguato compattamento prima di procedere alla stesura del misto granulare di ritombamento, mediante rullo pesante a "piede di pecora" con un numero di passaggi indicativamente pari a 8.

b) Osservare una distanza minima di almeno 2 [m] dal ciglio dello scavo per eventuali carichi (es. gru), per escludere situazioni di instabilità.

c) Mantenere lo scavo aperto il minore tempo possibile, evitando potenziali periodi piovosi. In caso di necessità, procedere alla copertura del fronte di scavo con teli in PVC evitando così infiltrazioni d'acqua.

d) Evitare di appoggiare le fondazioni in punti ove il terreno risulta non essere uniforme a causa, per esempio, della presenza di ex canali di scolo delle acque superficiali o per la presenza di terreno di riporto ovvero vasche di liquami. Si invita pertanto ad appoggiare le fondazioni sul terreno naturale, ovvero a profondità maggiore di -1,0 [m] dal piano di calpestio del lotto attuale e o bonificare il sottosuolo di fondazione qualora risultasse differente alle caratteristiche geotecniche qualificate del Litotipo 2.

e) La direzione lavori dovrà comunque accertare, all'atto dello scavo, la sussistenza delle condizioni assunte per i calcoli geotecnici di tutti i sedimenti fondazionali. Nel caso che, durante i lavori esecutivi, si constatassero evidenti differenze rispetto a quanto precedentemente indicato nella presente relazione, si raccomanda di contattare il sottoscritto che potrà verificare le eventuali anomalie geologiche.

f) Evitare di appoggiare i carichi delle nuove strutture in progetto su costruzioni esistenti senza l'opportuna valutazione da parte del responsabile della progettazione strutture.

g) Tenere conto che nel caso in cui le pareti del fronte di attacco degli scavi superano l'altezza di 1,50 [m], è vietato il sistema di scavo manuale per scalzamento alla base e conseguente potenziale franamento della parete.

h) Quando per la particolare natura del terreno o per causa di piogge, di infiltrazione, di gelo o disgelo, o per altri motivi, siano da temere frane o scoscendimenti, deve essere provveduto all'armatura o al consolidamento del terreno. Inoltre devono essere prese in considerazione e previste tutte le norme e procedure di sicurezza al fine che il terreno risulti stabilizzato avvalendosi della migliore tecnologia possibile.

i) Nei lavori di escavazione con mezzi meccanici deve essere vietata la presenza degli operai nel campo di azione dell'escavatore e sul ciglio del fronte di attacco.

l) Si suggerisce di appoggiare le fondazione tutte alla medesima profondità d'incastro al fine di contenere il più possibile cedimenti differenziali.

m) Le acque piovane andranno opportunamente regimate e poi disperse preferibilmente nel sottosuolo, distanti dalle fondazioni, attraverso la progettazione di un sistema di sub-irrigazione. Con queste modalità sarà rispettato il Principio dell'Invarianza idraulica.

In riferimento all'uso della Gru si raccomandano i seguenti accorgimenti:

n) Evitare di superare lo Sforzo massimo trasmesso al suolo per piede con braccio con carichi, il valore come indicato nel manuale d'uso della gru stessa usata.

o) Si consiglia di tenere periodicamente monitorato la messa in bolla della gru al fine di verificarne lo stato di equilibrio.

p) Nella Tabella 21 sono indicate le Resistenza di progetto del terreno calcolata agli stati limite.

q) Classificazione sismica del sito è in Classe sismica 3: Zona a bassa sismicità.

r) Categoria sottosuolo: C.

s) Classe d'uso: II.

t) Categoria topografica: 1.

u) Altitudine sito: 18 [m] s.l.m.

v) La suscettibilità alla liquefazione risulta poco probabile.

Da quanto sinora esposto deriva che: con riferimento all'aspetto geologico e geotecnico ed in riferimento alla vigente normativa, non risulta sussistere alcun condizionamento negativo alla fattibilità degli interventi previsti negli elaborati progettuali, ferma restando l'applicazione delle corrette regole costruttive previste dal codice civile, delle altre norme vigenti e di quanto sopra riportato. Qualora le condizioni progettuali previste dovessero essere modificate, ci si riserva di riverificare quanto precedentemente esposto. La presente relazione geologica, geotecnica e sismica non dovrà essere considerata valida se riferita ad un altro [A] sito, o altro [B] lotto, o ad altro [C] progetto, diverso da quello previsto per il Foglio 30° Mappali 297.

TABELLA 22: BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO.

Autore	Titolo	Editore
J. E. Bowles	Fondazioni progetto e analisi	Mc Graw-Hill
Prof. Eros Aiello (Univ. Siena)	Appunti del Corso su NTC del Milano 4/12/09	

TABELLA 23: CASE HISTORY.

Rif. Int.	Titolo	Committente
13119 1613 1616	Consulenze geologiche geotecniche	Privato

R E S P O N S A B I L E :
M E L L I D R . M A R C O
WWW.CONSULENZEMARCOMELLI.EU
U F F I C I :
1] VILLAFRANCA DI VERONA (VR) VIA LUIGI FANTONI, N. 11
2] SUZZARA (MN) VIA GUIDO, N. 12
T.M. 3358427595 E-MAIL: MELLI.GEO@TIN.IT
FAX 02700426729 SKYPE: MARCO.MELLI.66
SUZZARA-VILLAFRANCA, MARZO DUEMILASEDICI



Marco Melli

ALLEGATO 1: CONSIGLI PRATICI IN CASO DI TERREMOTO

Se arriva il terremoto...



Cerca riparo all'interno di una porta in un muro portante o sotto una trave. Se rimani al centro della stanza potresti essere ferito dalla caduta di vetri, intonaco o altri oggetti.



Non precipitarti fuori per le scale: sono la parte più debole dell'edificio. Non usare l'ascensore: si può bloccare. In strada potresti essere colpito da vasi, tegole ed altri materiali che cadono.



Chiudi gli interruttori generali del gas e della corrente elettrica, alla fine della scossa, per evitare possibili incendi.



Esci alla fine della scossa. Indossa le scarpe: in strada potresti ferirti con vetri rotti. Raggiungi uno spazio aperto, lontano dagli edifici e dalle linee elettriche.



Non bloccare le strade. Servono per i mezzi di soccorso. Usa l'automobile solo in caso di assoluta necessità.



Il terremoto: un fenomeno naturale non prevedibile, che dura molto poco, quasi sempre un minuto. La tua sicurezza dipende soprattutto della casa in cui abiti. Se è costruita o adattata in modo da resistere al terremoto, non subirà danni gravi e ti proteggerà. Ovunque tu sia in quel momento, è molto importante mantenere la calma e sapere cosa fare. Preparati ad affrontare il terremoto, pensaci fin da ora. Seguire alcune semplici norme di comportamento può salvarti la vita.

INDICE GENERALE TITOLI, FIGURA E TABELLE

1.RIFERIMENTI NORMATIVI.....	2
TABELLA 1: RIFERIMENTI NORMATIVI.....	2
2.RELAZIONE GEOLOGICA.....	3
3.PREMESSA.....	3
4.DESCRIZIONE SINTETICA DEL PROGETTO.....	3
FIG. 1: ORTOFOTO.....	3
FIG. 2: ESTRATTO DI MAPPA CATASTALE F.30 MAPP. 297.....	4
FIG. 3: PLANIMETRIA PROGETTO.....	4
FIG. 4: PIANTA PIANO TERRA PROGETTO.....	5
FIG. 5: SEZIONE DI PROGETTO.....	5
FIG. 6: CARTA GEOLOGICA.....	6
5.INDAGINI GEOGNOSTICHE OPERATE.....	6
TABELLA 2: DATI TECNICI DPM 30– 20.....	6
FIG. 7: INDAGINE SISMICA (SN) E PROVA PENETROMETRICA (DX).....	7
6.NOTE ILLUSTRATIVE SUL PENETROMETRO DINAMICO.....	7
TABELLA 3: CLASSIFICAZIONE ISSMFE DEI PENETROMETRI DINAMICI:.....	7
7.RISULTATI DELLE INDAGINI: MODELLO GEOLOGICO DEL SOTTOSUOLO.....	8
8.STRATIGRAFIA - CATEGORIE DEL SOTTOSUOLO DI FONDAZIONE.....	8
TAB. 4: MODELLO GEOLOGICO DEL PRIMO SOTTOSUOLO.....	8
TAB. 5: PROVA PENETROMETRICA.....	9
9.GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA E IDROGEOLOGIA DEL SITO.....	10
10. PERICOLOSITÀ GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA E FATTIBILITÀ DEL SITO.....	11
11. PARAMETRI GEOTECNICI NATURALI.....	12
TABELLA 6: PARAMETRI GEOTECNICI DI RIFERIMENTO.....	12
12.RELAZIONE SISMICA.....	12
13.RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE SISMICA CONCERNENTE LA PERICOLOSITÀ DI BASE DEL SITO DI COSTRUZIONE.....	12
14.SISMICITÀ STORICA.....	12
FIG. 8: INTENSITÀ STORIA SISMICA DEL TERRITORIO COMUNALE.....	12
TABELLA 7: STORIA SISMICA DEL TERRITORIO COMUNALE (FINO AL 2011).....	13
15.CENNI DI TETTONICA PROFONDA.....	13
FIG. 9: CARTA MOVIMENTI VERTICALI SUOLO DELLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA.....	14
FIG. 10: CARTA SISMOTETTONICA DELLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA (1:250.000).....	14
FIG. 11: ZONE SISMOGENETICHE PROVINCIA DI REGGIO E. E MODENA.....	15
FIG. 12: ZONAZIONE SISMICA ITCS044.....	15
FIG. 13: CARTA NEOTETTONICA.....	15
FIG. 14: PROFONDITÀ IN [M] S.L.M. DEL LIMITE BASALE DEI SEDIMENTI QUATERNARI CONTINENTALI.....	16
FIG. 15: DISTRIBUZIONE DELLA ANOMALIE DI DRENAGGIO.....	16
FIG. 16: CARTA NEOTETTONICA SCHEMATIZZATA.....	17
FIG. 17: IDROGRAFIA DEL BASSO PO AL XIV SECOLO.....	17

FIG. 18: SEZIONE GEOLOGICA (DIST. VERT. IN RAPP. 2:1 CON LE ORIZZ.).....17

FIG. 19: COLONNA STRATIGRAFICA PER INTERPRETAZIONE DELLA SEZ. GEOLOGICA.....18

FIG. 20: LOCALIZZAZIONE DEGLI EPICENTRI DEI PRINCIPALI TERREMOTI18

FIGURA 21: SCHEMA STRATIGRAFICO DEL QUATERNARIO (DA RIZZINI & DONDI 1978).....19

FIG. 22: STRATIGRAFIA SONDAGGIO RODIGO 1 (DA A. CASTELLARIN 1985 – AGIP).....19

FIG. 23: SCHEMA TETTONICO PIANURA PADANA OCCIDENTALE.....19

16.SCENARI DI PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE: PRIMA FASE DI ANALISI.....20

17.LA CLASSIFICAZIONE SISMICA, RISCHIO FRANA, RISCHIO IDRAULICO E IDROGEOLOGICO.....20

FIG. 24: CLASSIFICAZIONE SISMICA COMUNI COMUNE DI NOVI DI MODENA20

TAB. 8: ELENCO CRONOLOGICO TERREMOTI PROVINCIA DI RE (ESTRATTO DA DOC. PROVINCIA DI RE).....21

18.INQUADRAMENTO GEOLOGICO DA STUDIO DELLA PROVINCIA DI MODENA.....21

TABELLA 9: CARATTERISTICHE FISICHE DEL TERRITORIO DETERMINANTI POSSIBILI EFFETTI LOCALI.....21

FIG. 25: CARTA EFFETTI SISMICI ATTESI DA PTCP 2008 ELABORATO P9A21

TABELLA 10: FATTORE DI AMPLIFICAZIONE22

19.CARATTERISTICHE SISMICHE DEL TERRITORIO.....23

TABELLA 12: ZONE SISMICHE E ACCELERAZIONI ORIZZONTALI DI PICCO AL SUOLO.....23

20.DEFINIZIONI DELLE SCELTE PROGETTUALI ED UBICAZIONE DEL SITO.....24

21.DETERMINAZIONE DELL'ACCELERAZIONE MASSIMA DI RIFERIMENTO ED IN GENERALE DEI PARAMETRI INDIPENDENTI.....24

TAB. 13: VALORI DEI PARAMETRI a_g , F_0 , T_C^* PER I PERIODI DI RITORNO T_r DI RIFERIMENTO.....24

TABELLA 14: PARAMETRI D'INGRESSO USATI.....25

22.PARAMETRI DI DISAGGREGAZIONE.....25

FIG. 27: MAPPA INTERATTIVA PERICOLOSITÀ SISMICA25

FIG. 28 DISAGGREGAZIONE DEL VALORE DI $A(G)$ CON PROBABILITÀ DI ECCEDEZZA DEL 10% IN 50 ANNI.....26

23.DETERMINAZIONE DELLA SISMICITÀ DI PROGETTO NEL SITO ESAMINATO.....26

24.METODOLOGIA UTILIZZATA PER L'INDAGINE SISMICA.....26

25.INDAGINE DI SISMICA PASSIVA CON TROMINO NEL SITO.....27

FIG. 29: RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE.....27

FIG. 30: SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI.....27

FIG. 31: H/V SPERIMENTALE VS. H/V SINTETICO.....28

TABELLA 15: STRATIGRAFIA SISMICA:.....28

FIG. 32: ANDAMENTO DELLA V_s CON LA PROFONDITÀ.....28

26.SPETTRI DI RISPOSTA LOCALE PER IL COMUNE DI NOVI DI MODENA.....30

TAB. 16: VALORI DELLO SPETTRO NORMALIZZATO PREVISTO PER L'EMILIA ROMAGNA E PER NOVI DI MODENA.....30

FIG. 33: SPETTRI DI RISPOSTA NORMALIZZATO (TR 475 A, SMORZ. 5%) PER EMILIA ROMAGNA.....30

FIG. 34: SPETTRI DI RISPOSTA NORMALIZZATO (TR 475 A, SMORZ. 5%) PER NOVI DI MODENA.....30

27.VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE31

28.RELAZIONE GEOTECNICA.....34

29.PREMESSA.....34

30.CRITERI DI PROGETTO GEOTECNICO.....34

TABELLA 17: PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO PVR AL VARIARE DELLO STATO LIMITE CONSIDERATO.....35

31.RESISTENZE DEL SOTTOSUOLO35

TABELLA 18: COMBINAZIONI DEI COEFFICIENTI PARZIALI (DM 14-01-08).....35

TABELLA 19: COEFFICIENTI PARZIALI RIFERITI ALLE RESISTENZE DEI MATERIALI.....35

TABELLA 20: COEFFICIENTI PARZIALI RIFERITI ALLE RESISTENZE DEL SISTEMA.....35

TABELLA 21: RESISTENZE DEL SOTTOSUOLO IN CONDIZIONI STATICHE RIFERITA AL LITOTIPO 1-2 CON FONDAZIONE DIRETTA A PLINTI:36

32.CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE.....37

TABELLA 22: BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO.....38

TABELLA 23: CASE HISTORY.....38

ALLEGATO 1: CONSIGLI PRATICI IN CASO DI TERREMOTO.....39

