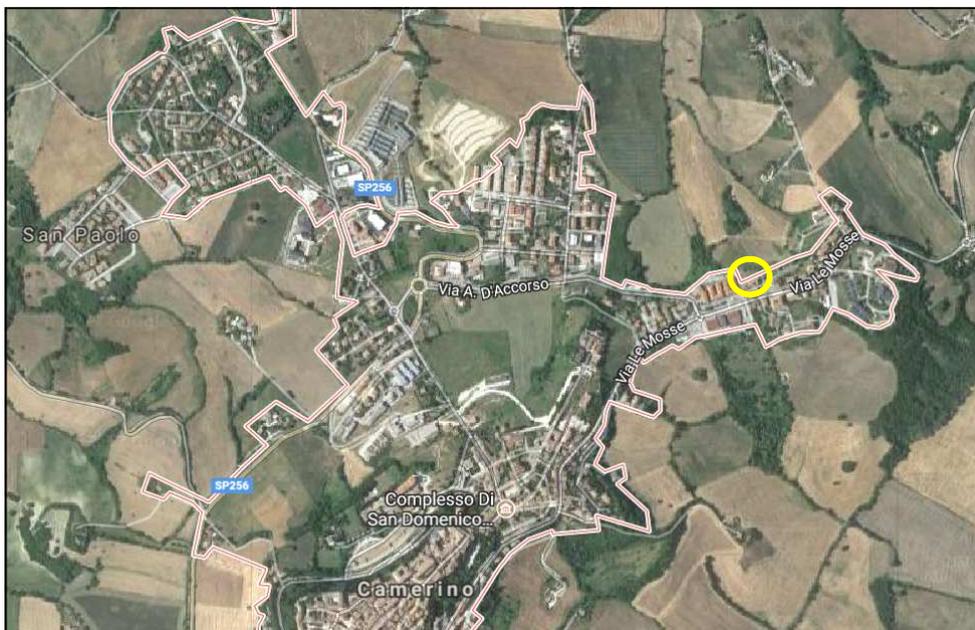


Comune di Camerino

Provincia di Macerata

PROGETTO DI LOTTIZZAZIONE AREA RESIDENZIALE LE MOSSE

art. 26 L.R. n. 34 del 5.08.1992 e art. 2 L.R. n. 19 del 16.08.2001



1. **MODELLAZIONE GEOLOGICA**
2. **MODELLAZIONE SISMICA**
3. **MODELLAZIONE GEOTECNICA**
4. **ANALISI DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA**

[D.M. 14.01.2008 S.M.I.]

[D.P.R. 328/01] - art. 41 comma 1 lettera E

[P.A.I.] - N.T.A.

Richiedenti

FABRIZIO BOLDRINI

Geologo Specialista

Dr. Fabio ROSSI

ORDINE DEI GEOLOGI DELLE MARCHE



CAMERINO - SETTEMBRE 2017

**AMBIENTE
GEOBIOLOGIA
GEOLOGIA APPLICATA**

STUDIO ELLERRE

Dr. Fabio Rossi - Geologo specialista (Albo sezione A) - cell. 335/6745527

SEDE LEGALE: Via Adige 26 63821 Porto Sant'Elpidio (FM) - 0734/993476

SEDE OPERATIVA:

Viale Matteotti n. 156 62012 Civitanova Marche (MC) - tel. 0733-778009

CONTATTI

www.studioellerre.eu

info@studioellerre.eu

PEC: geologo.fabiorossi@epap.sicurezzapostale.it

INDICE

I. PREMESA E PRASSI D'INDAGINE	3
II. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E CLIMATICO	6

PARTE PRIMA: RELAZIONE e MODELLAZIONE GEOLOGICA

1. NOTE DI GEOLOGIA.....	8
2. TOPOGRAFIA, GEOMORFOLOGIA ED IDROGEOLOGIA	8
4. LITOLOGIA E MECCANICA TERRENI (PARAMETRI MEDI).....	9

PARTE SECONDA: RELAZIONE e MODELLAZIONE GEOLOGICA

5. Rischio sismico e pericolosità geologiche.....	11
5.1 premessa.....	11
6. azione sismica (D.M. 14.01.2008).....	12
6.1 classificazione sismica del suolo	12
6.2 valori di pericolosità sismica.....	13
7. analisi stabilità di versante.....	13
8. STIMA ANALITICA PERICOLOSITÀ DELL'AREA.....	15
8.1 premessa.....	15
8.2 metodo HAZARD.....	15

PARTE TERZA: ANALISI DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA

9.1 Premessa.....	17
9.2 Caratterizzazione urbanistica	17
9.3 Impatto dell'opera sul sistema ambientale e territoriale.....	17
9.4 PARERE TECNICO E MISURE DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO	18

ALLEGATI

- [ALLEGATO 1]: COROGRAFIA
- [ALLEGATO 2]: STRALCIO TAVOLA RISCHIO P.A.I.
- [ALLEGATO 3]: PLANIMETRIA GENERALE
- [ALLEGATO 4]: CARTA CLIVOMETRICA
- [ALLEGATO 5]: CARTA LITOTECNICA
- [ALLEGATO 6]: CARTA DELLE CLASSI DI RISCHIO SISMICO
- [ALLEGATO 6A]: LOGS TEST IN SITO E GEOSISMICA
- [ALLEGATO 7]: CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA
- [ALLEGATO 8]: CARTA DELLE CLASSI DI PERICOLOSITÀ GEOLOGICHE
- [ALLEGATO 9]: CARTA DI SINTESI DELLA FATTIBILITÀ

I. PREMESSA E PRASSI DI INDAGINE

Su incarico della ditta Fabrizio Boldrini, nella presente relazione sono esposti i risultati relativi l'indagine geologico-tecnica per il progetto di "lottizzazione dell'area a destinazione urbanistica residenziale di completamento denominata "Le Mosse", ubicata in località le Mosse nel Comune di Camerino (MC).

L'intero lavoro è stato redatto in conformità con quanto previsto da:

- *D.M. 14 gennaio 2008 Testo Unitario Norme Tecniche per le Costruzioni per programmi e progetti edilizi in zona sismica 2.*
- *Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14.01.2008. 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 n. 8 (1998) Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture. Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (anno 2003).*
- *N.T.A. del Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.)*
- *P.P.A.R., P.R.G.*

Il valore di A(g), accelerazione orizzontale al suolo espressa come frazione della accelerazione di gravità (g), nella zona di progetto risulta pari a:

ZONA	A(g) d'ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme tecniche)	A(g) con probabilità di superamento della soglia pari al 10% in 50 anni
2	0,25	0,15÷0,25

All'uopo è stata adottata la seguente metodologia di indagine:

1. ricerca dei dati disponibili (indagini geologiche da progetto esecutivo effettuate in lotti limitrofi o geologicamente correlabili, cartografia e relazione geologico-tecnica della I e II Fase del P.R.G. adeguato al P.P.A.R. - L.R. 26/1987, prescrizioni di rischio tratteggiate dall'Autorità di Bacino Regionale nel P.A.I. e dalla Provincia di Macerata nel P.T.C.);
2. rilievo geologico, geomorfologico ed idrogeologico di dettaglio delle aree in oggetto e d'influenza adiacenti in scala 1:500;
3. studio geologico del terreno mediante il reperimento di prove penetrometriche, di definizione geotecnica e verifica meccanica dei litotipi riscontrati.
4. studio "geo-sismico" del terreno mediante prospezione sismiche.
5. esplorazione geognostica del sottosuolo tramite sondaggi geognostici eseguiti con macchine a rotazione, per il riconoscimento geolitologico dei terreni immergenti.

Il corpo della Relazione Geologica è distinto in due sezioni.

Nella prima sezione abbiamo:

1. L'inquadramento geologico, geomorfologico ed idrogeologico dell'area di progetto;
2. La tassonomia "geologico-litotecnica" e "geomeccanica media (Fm)" dei terreni;

3. La verifica di stabilità dei versanti (chart analysis), secondo le metodologie più appropriate con relativi tabulati, grafici e rappresentazioni (ove necessaria e/o significativa);
4. I logs attinenti ai saggi geognostici ed alle prove penetrometriche con relativo censimento e mappatura.
5. Le sezioni geologico-tecniche.

Nella seconda sezione abbiamo:

1. La «Zonazione di fattibilità» per l'area oggetto di progetto, con identificazione della compatibilità dell'intervento con le condizioni di dissesto ed il livello di rischio esistente nell'area.
- La legge urbanistica della Regione Marche individua differenti livelli di pianificazione urbanistica, distinti per i contenuti delle analisi territoriali e coordinati tra loro in modo che ciascun livello costituisca il quadro obbligatorio di riferimento per quelli di livello inferiore, secondo uno «schema a cascata».

Nel presente lavoro si è pertanto tenuto conto dell'Ordinamento Nazionale (D.M. 14 gennaio 2008 s.m.i.), Regionale e Provinciale (L.R. n. 26/87, D.P.G.R. 14 settembre 1989, circolari nn. 4/88, 14/90 e 15/90, prescrizioni di rischio redatte dall'Autorità di Bacino Regionale nel P.A.I. e dalla Provincia di Macerata nel P.T.C.), dei Regolamenti Comunali, delle N.T.d.A. contenute nel P.R.G. adeguato al P.P.A.R. del Comune di Camerino.

All'uopo, data la natura specialistica del presente lavoro, è stata prodotta una cartografia progettuale in scala di dettaglio che rivela le attitudini delle singole unità di terreno riscontrate, con particolare riferimento all'assetto geologico, geomorfologico, reologico, idrogeologico e geodinamico dell'area di progetto e contenente la classificazione puntuale dei terreni ai fini della loro utilizzazione come risorsa naturale.

La documentazione per questa sezione della Relazione Geologica contiene:

1. **Stralcio P.A.I.** Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico.
2. **Carta Clivometrica.** La carta è stata realizzata secondo lo schema generale che un progressivo incremento di pendenza corrisponde ad un presumibile aumento del grado d'instabilità di un versante. All'uopo sono state adottate 4 (quattro) classi di pendenze: I $\leq 10\%$; II $10 \div 20\%$; III $20 \div 30\%$; IV $\geq 30\%$ laddove, secondo quanto previsto dal P.P.A.R., per pendenze superiori al 30% è precluso qualsiasi intervento edilizio.
3. **Carta Geo-Litotecnica.** I rilevamenti di campagna in scala 1:500, stereoscopici di aeroriprese e le indagini dirette in sito (saggi geognostici e test geomeccanici), hanno reso possibile l'agnizione di unità litologiche precipue, classificandole sulla base della tipologia, dello spessore e del comportamento geomeccanico, reologico, geoidrologico e geodinamico, in funzione della tessitura, dello stato d'aggregazione particellare e del grado d'alterazione del litotipo. La legenda proposta distingue i terreni superficiali riscontrati in differenti unità e sub-unità.

In tale carta è altresì riprodotto lo schema idrogeologico secondo la seguente didascalia:

- Depositi colluviali (terreni a permeabilità medio-bassa: $K = 10^{-4} \div 10^{-6}$ m/sec);

- Depositi eluvio-alluvionali (terreni a permeabilità medio-alta: $K = 10^{-4} \div 10^{-1}$ m/sec);
 - Depositi argillosi marnosi - substrato (terreni a bassa permeabilità: $K = 10^{-5} \div 10^{-7}$ m/sec);
4. **Carta di Microzonazione sismica.** Per l'ottimizzazione del programma progettuale, si è prodotta una carta di «Microzonazione analitica» con relativa distribuzione delle accelerazioni sismiche orizzontale $A(g)$ e delle velocità (V_s) delle onde S di taglio, nella quale si ricapitolano i dati analitici effettivamente riscontrati per: accelerazione sismica orizzontale di picco [$A_{max}(g)$] e di progetto [$A_e(g)$]; Velocità di propagazione delle onde S mediata nei primi 30 m di profondità [V_{s30}] ed andamento della microzonazione correlati alla classificazione sismica dei suoli secondo lo schema previsto dal D.M. 14.01.2008 s.m.i.. La sintesi, attuata secondo il principio della sovrapposizione degli effetti, contempla 5 classi attitudinali di rischio: R1) zona priva di amplificazione; R2) zona di bassa amplificazione; R3) zona di moderata amplificazione; R4) zona di amplificazione; R5) zona di elevata amplificazione.
 5. **Carte sinottiche delle «Pericolosità geologica» e «Classi di Rischio Sismico».** Poiché l'area oggetto di studio ricade in zona sismica 2, a norma della L. n. 64/1974 s.m.i. (Circolari Regione Marche nn. 14 e 15 del 1990, Delibera n.1287/97 e segnalazioni del P.T.C.) e del D.M. 14.01.2008 s.m.i., l'analisi di tutti caratteri in precedenza elencati è stata integrata con valutazioni sulla «pericolosità geologica» e sul «rischio sismico». Per un'ottimale critica si è applicato il principio della sovrapposizione degli effetti, sia in riferimento ai meccanismi sorgenti dei terremoti sia alle possibili amplificazioni delle onde telluriche in coincidenza di scenari e forme sfavorevoli.
 6. **Carta di sintesi della fattibilità geologica per la previsione urbanistica.** La cartografia di fattibilità geologica o di «Vincolo e Penalità» assume una funzione di cerniera fra il progetto urbanistico e l'analisi esecutiva, in quanto consente di avere una visione mirata e circostanziata delle diverse penalità geologico-ambientali riscontrate nell'area di progetto. Il territorio analizzato è stato suddiviso in 3 (tre) differenti classi attitudinali estensive [con «V» = Vincolo].
 - V1) aree prive di vincoli;
 - V2) aree con prescrizioni;
 - V3) aree vincolate.

Data la natura specialistica del presente lavoro è stato adottato tale canone così da avere una visione mirata e circostanziata delle diverse penalità e vincoli riscontrati nell'area di progetto.

Tutte le carte di sintesi allegate si autocommentano tramite legenda a fianco delle mappe.

II. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E CLIMATICO

L'area di progetto è geograficamente localizzata nella sezione C.T.R. n. 313050 dell'ortofotocarta in scala 1:10.000 della Regione Marche (Cfr. Allegato 1).

Dal punto climatologico l'area può essere inserita, secondo la classificazione adottata dal Köppen, che suddivide la Regione Marche in 3 tipi climatici principali, nel tipo "Continentale fresco", caratteristico delle zone montuose ed alto collinari, contraddistinto da inverni freddi, dove si registrano di continuo temperature al di sotto dello zero ed estati mediamente calde ed asciutte, durante le quali, specie nei mesi di luglio ed agosto, le temperature possono anche raggiungere i $28^{\circ} \div 30^{\circ}$. L'escursione termica è significativa, con punte annuali che superano $18^{\circ} \div 20^{\circ}$.

Dal punto di vista pluviometrico, l'area in esame si caratterizza per picchi in corrispondenza delle stagioni intermedie, in accordo con quanto accade nelle altre regioni dell'Italia centrale (Pinna 1978, Moisiello e Piccini, 1982, Enea-OGS, 1987, L'Ambiente fisico delle Marche VV.AA., 1993). Le precipitazioni risultano condizionate dalle altitudini; i massimi di piovosità si registrano in corrispondenza dei rilievi montuosi, a quote superiori a 1000 m di altitudine, con massimi nella tarda stagione autunnale (novembre-dicembre) e con valori anche superiori a 1300 mm annuali. In linea di trend, si osserva che le precipitazioni tendono a regredire gradualmente al diminuire della distanza dall'entroterra, indipendentemente dalla quota.

La macrozona in oggetto, prettamente urbana, ubicata lungo il crinale di spartiacque del bacino idrografico del fiume Potenza, mostra precipitazioni annue comprese attorno a 850 mm.

Per quanto attiene al soleggiamento, in assenza comunque di dati temporali significativi (ENAEA-OGS 1987), si assiste, previa le "normali" variazioni stagionali, ad una progressiva crescita dei valori di irradiazione solare al calare della latitudine, in conseguenza del progressivo e minore l'angolo di incidenza solare.

Il territorio di progetto, per la sua collocazione geografica e topografica, mostra un modesto irraggiamento solare.

PARTE PRIMA: MODELLAZIONE GEOLOGICA

1. INTRODUZIONE

L'area in esame presenta una situazione geologico geomorfologica tipica delle zone di altro strutturale della successione miocenica umbro-marchigiano-romagnola, caratterizzata da diffusi affioramenti della cosiddetta formazione di Camerino, contraddistinta da 3 litofacies:

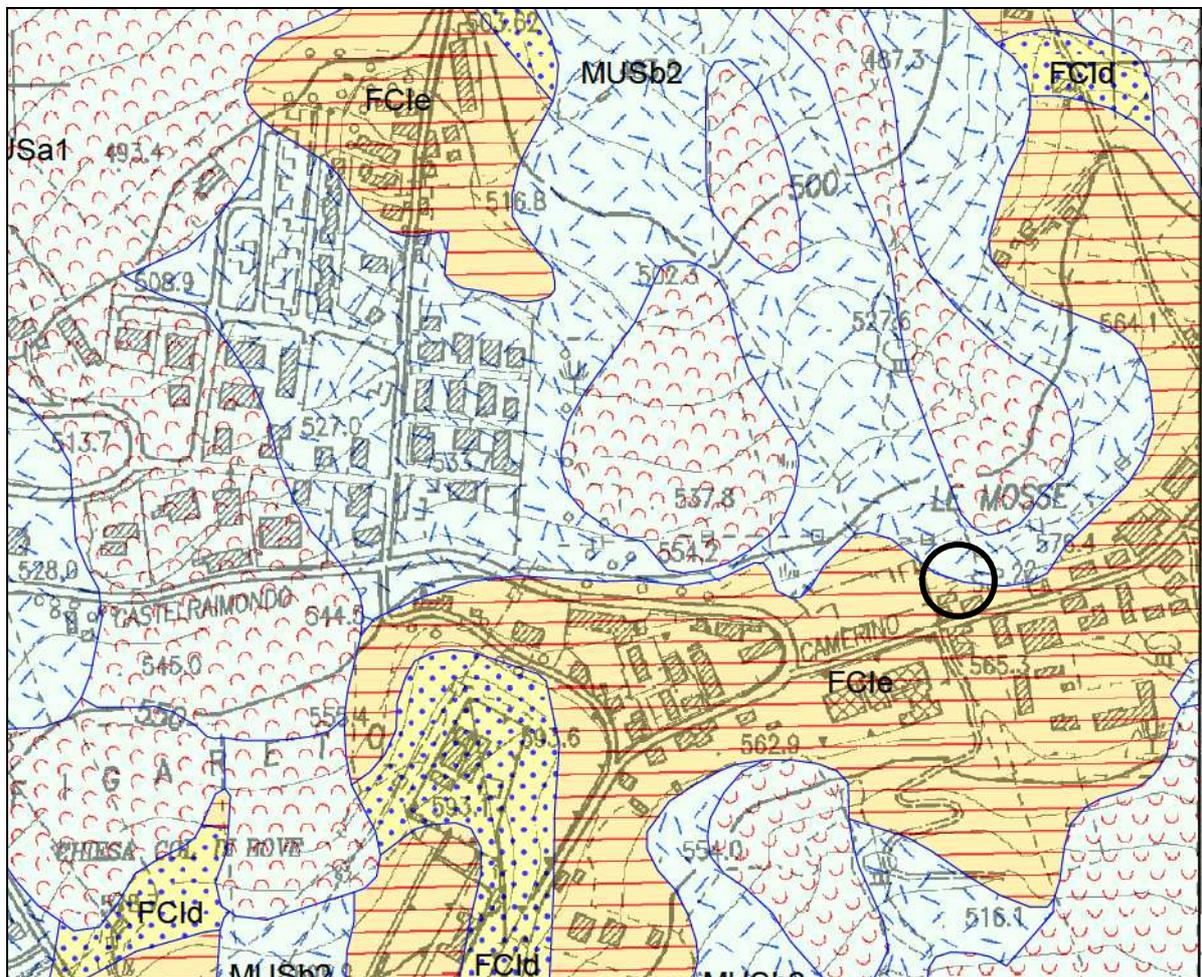
- arenacea
- arenaceo/pelitica
- pelitico/arenacea

L'area di progetto si caratterizza per la persistenza della litofacies pelitico/arenacea, composta da argille marnose stratificate a sabbie.

La suddetta formazione è in talune zone, specie in fondovalle, ammantata da cospicua coltre eluvio colluviale prevalentemente limosa argillosa e limosa sabbiosa argillosa, con spessori da pochi decimetri fino sopra i 10÷15 metri.

Al contatto tra la coltre ed il substrato si possono instaurare livelli di scollamento, e dunque frane di diversa tipologia, a seguito di circolazione idrica, lame d'acqua e forte pendenza topografica.

L'unità in questione è costantemente ricoperta da spessori di materiale di riporto, più o meno cospicui a secondo dell'antropizzazione dell'area, che si pone in continuità stratigrafica.



DEPOSITI CONTINENTALI QUATERNARI

SINTEMA DEL MUSONE

(OLOCENE)

	MUSa1	Frane in evoluzione
	MUSa1q	Frane senza indizi di evoluzione
	MUSb2	Depositi eluvio-colluviali
	MUSb	Depositi alluvionali attuali ghiaie, ghiaie sabbiose
	MUSbn	Depositi alluvionali terrazzati a) ghiaie, ghiaie sabbiose b) ghiaie, ghiaie sabbiose e sabbie c) sabbie, sabbie ghiaiose
	MUSg2a	Depositi di spiaggia attuale a) ghiaie, ghiaie sabbiose b) ghiaie, ghiaie sabbiose e sabbie
	MUSg2b	Depositi di spiaggia antica sabbie, sabbie ghiaiose

SINTEMA DI MATELICA (PLEISTOCENE SUPERIORE)

	MTIa	Depositi di versante
	MTIbn	Depositi alluvionali terrazzati (ghiaia, sabbia, limo)

SUCCESSIONE UMBRO-MARCHIGIANO-ROMAGNOLA

SUCCESSIONE MIOCENICA

	FC1c	FORMAZIONE DI CAMERINO litofacies arenacea Tortoniano p.p. - Messiniano p.p.
	FC1d	FORMAZIONE DI CAMERINO litofacies arenaceo-pelitica Tortoniano p.p. - Messiniano p.p.
	FC1e	FORMAZIONE DI CAMERINO litofacies pelitico-arenacea Tortoniano p.p. - Messiniano p.p.
		Contatto stratigrafico e/o litologico
		Faglia
		Sovrascorrimento principale
		Stratificazione diritta
		Stratificazione orizzontale diritta
		Stratificazione verticale con indicazione della polarità
		Stratificazione rovesciata
		Asse di piega asimmetrica
		Asse di piega

2. TOPOGRAFIA, GEOMORFOLOGIA E IDROGEOLOGIA

L'area di lottizzazione è ubicata in loc. Le Mosse, zona urbana ubicata al margine settentrionale dell'abitato di Camerino.

La zona risulta in fase di espansione ed antropizzata, e caratterizzata dalla presenza di diffuse abitazioni ad uso civile intervallate da taluni manufatti commerciali, tutti pressoché allineati lungo la principale arteria di comunicazione.

Nello specifico, l'area sede del progetto (Cfr. Allegato 1 - Corografia e 2 - Stralcio PAI), è posizionata lungo la sezione apicale di un versante relativamente ampio, concavo ed esposto a nord, alla quota di circa 560 mt s.l.m., che degrada con pendenze progressivamente crescenti verso il fosso di Sperimento che incide la locale successione stratigrafica miocenica.

Nel complesso il tratto di pendice in intervento mantiene la tipica morfologia e fisionomia del rilievo collinare marchigiano interno, con deboli ondulazioni nell'ambito di pendenze differenziate (anche significative), lineamenti che si ripetono in altri tratti del versante relazionato.

La cartografia clivometrica e geomorfologica da P.R.G. adeguata al P.P.A.R. della 1° e 2° fase NON accerta l'esistenza nella microzona di progetto di situazioni di disequilibrio. L'esame delle foto aeree, il rilievo geomorfologico di dettaglio e le indagini geognostiche reperite ed eseguite hanno confermato simili osservazioni, non consentendo allo stato attuale ed in condizioni statiche l'identificazione di forme di rischio significative.

Simili rilievi sono confermati nel P.A.I., dove non sono registrati processi morfogenetici nell'intorno dell'area di progetto, sostanzialmente connessi a sviluppi di forme gravitative superficiali (Cfr. Allegato 4: Stralcio Tavola Rischio P.A.I.).

Soltanto nel tratto di valle, ad almeno 30 ml dal perimetro dell'area di lottizzazione, è stata cartografata dal P.A.I. la testata (corona) di una forma gravitativa superficiale di tipo P2- R3, catalogata con la sigla F-16-0622. La stessa, tuttavia, non interferisce con l'area di progetto, che appare stabile dal punto di vista geomorfologico.

Le risultanze esposte fanno ritenere l'area in parola non subordinata a processi geomorfologici in grado d'inficiarne la stabilità.

2.2 Idrologia. L'area si caratterizza per l'assenza di corsi d'acqua e fossi minori a distanza significativa, laddove l'idrologia della macrozona territoriale è condizionata dal fosso di Sperimento, che scorre con un andamento pressoché rettilineo a valle e circa 500 m in direzione settentrionale dell'area di progetto.

▪ Considerato il franco esistente con il suddetto corso d'acqua e la distanza dallo stesso, non sussistono problematiche idrologiche

2.3 Idrogeologia. La composizione litologica e tessiturale dei litotipi riscontrati NON favorisce l'instaurarsi della falda acquifera.

Le analisi precipue eseguite nel sito ed il materiale tecnico reperito hanno confermato simili valutazioni, non evidenziando nelle colonne stratigrafiche elaborate manifestazioni idriche, fatta eccezione per maggiore umidità e/o circoscritte manifestazioni idriche al contatto tra la coltre ed il substrato nei periodi di forte piovosità.

→ In relazione a quanto sopra, rapportato al progetto, non sussistono problematiche di fattibilità idrogeologica.

4. LITOLOGIA E MECCANICA MEDIA TERRENI (PARAMETRI FM)

Le puntuali indagini effettuate sul terreno hanno consentito di accertare differenti litologie, distinte per qualità mineralogiche, tessiturali, granulometriche e geomeccaniche.

La classificazione delle differenti unità accertate è stata eseguita seguendo di base lo schema indicato dalla Circolare della Regione Marche n. 14 del 28 agosto 1990, distinguendo i depositi in base alle genesi. La tassonomia geologico-tecnica dei litotipi rilevati è stata definita come segue.

▪ **[Unità litotecnica D0]** È composto da materiale eterogeneo di colore variegato, terroso in matrice limosa argillosa sabbiosa, sostanza vegetale, organica e grossolana (laterizi, mattoni ecc.). Simile unità rappresenta il risultato del rimaneggiamento antropico del suolo. Lo spessore del complesso è molto variabile, dal metro sin sopra i 3 mt nelle zone sub-pianeggianti antropizzate e di accumulo. *Scendenti e/o sovradimensionate e/o non significative le qualità geotecniche e reologiche.*

[Unità litotecniche F1a-Ef1 / E2] - Litotipi B. Il complesso è composto da limi e sabbie destrut-urati in amalgama ad argille lamellari. Trattasi di un'unità di superficie propriamente eluvio-colluviali, eteropica e lentiforme, di grossezza irregolare sia arealmente che verticalmente. Lo spessore dell'unità

tende progressivamente a crescere da monte a valle, risultando comunque sempre superiore a 2,50÷3,0 metri. Insufficienti le qualità reologico-geotecniche, sebbene lo stato di addensamento/consolidamenti sia influenzato dalle circolazione idrica superficiale.

UNITÀ LITOTECNICHE: F1a-Ef1 / E2 - Litotipi B					
parametri geotecnici medi (Fm)					
PESO DI VOLUME	DENSITÀ RELATIVA	MODULO POISSON	ANGOLO D'ATTRITO	MODULO ELASTICO	NSPT
γ (G/CMC)	D_R (%)	ν (-)	ϕ (°)	E_s (KG/CMQ)	(-)
1,78 ÷ 1,86	39 ÷ 52	0,35 ÷ =,34	27,2 ÷ 29,8	100 ÷ 148	8,6 ÷ 14,1
COESIONE DRENATA	LIQUEFACIBILITÀ	COSTANTE QUIETE	ANGOLO EFFICACE	MODULO DI TAGLIO	
C' (KG/CMQ)	F_s (-)	K_0 (-)	ϕ' (°)	G_0 (KG/CMQ)	
0,08 ÷ 0,13	1,85 ÷ 3,96	0,46 ÷ 0,44	22,8 ÷ 25,0	483 ÷ 689	

UNITÀ LITOTECNICHE DEL SUBSTRATO:

Sedimenti a grana finissima.

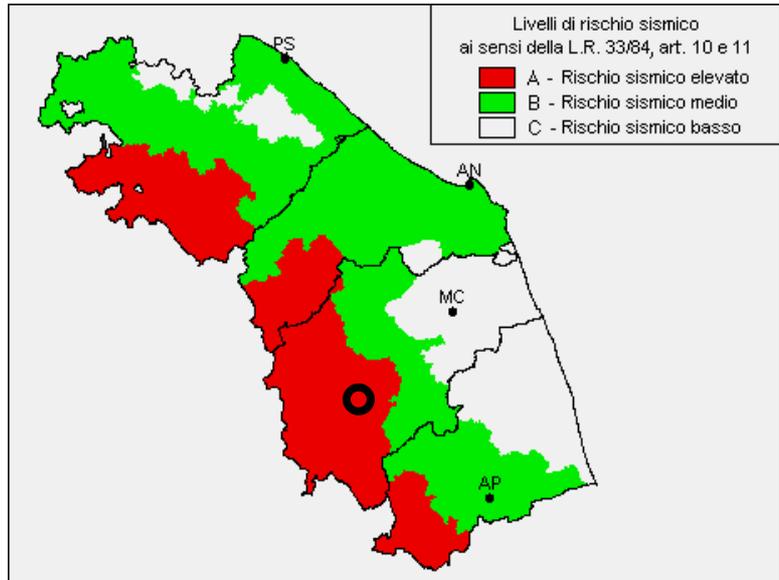
F1 - Litotipi C. Argille marnose mioceniche di colore grigio sottilmente stratificate a sabbie grigio-rossastre, passanti ad argille marnose grigio-azzurre massive, plumbee a frattura concoide. Il litotipo si presenta alterato e decompresso nella sezione apicale, laddove il grado d'alterazione decresce con l'aumentare della profondità di riscontro e della relativa tensione di confinamento. Medio alto il grado di sovraconsolidazione e più che buone le qualità geomeccaniche e reologiche.

UNITÀ LITOTECNICA (F1e): facies E2a					
PESO DI VOLUME	RAPPORTO OCR	MODULO POISSON	COES. NON DRENATA	MODULO EDOMETRICO	NSPT
γ (G/CMC)	OCR (-)	ν (-)	C_u (KG/CMQ)	E_s (KG/CMQ)	(-)
1,91 ÷ 1,92	1,14 ÷ 2,07	0,34 ÷ 0,33	1,62 ÷ 1,68	106 ÷ 107	20,8
ANGOLO EFFICACE	LIQUEFACIBILITÀ	COSTANTE QUIETE	COESIONE DRENATA	MODULO DI TAGLIO	
ϕ' (°)	F_s (-)	K_0 (-)	C' (KG/CMQ)	G_0 (KG/CMQ)	
22,3 ÷ 26,4	15,2 ÷ 64,9	0,45 ÷ 0,43	0,20 ÷ 0,21	934 ÷ 975	
UNITÀ LITOTECNICA (F1e): facies E2b					
PESO DI VOLUME	RAPPORTO OCR	MODULO POISSON	COES. NON DRENATA	MODULO EDOMETRICO	NSPT
γ (G/CMC)	OCR (-)	ν (-)	C_u (KG/CMQ)	E_s (KG/CMQ)	(-)
2,00 ÷ 2,04	1,64 ÷ 2,72	0,29	3,50 ÷ 4,12	182 ÷ 232	47,5 ÷ 54,8
ANGOLO EFFICACE	LIQUEFACIBILITÀ	COSTANTE QUIETE	COESIONE DRENATA	MODULO DI TAGLIO	
ϕ' (°)	F_s (-)	K_0 (-)	C' (KG/CMQ)	G_0 (KG/CMQ)	
30,4 ÷ 31,3	> 260	0,38	0,44 ÷ 0,51	1751 ÷ 1989	

PARTE SECONDA: RELAZIONE DI MODELLAZIONE SISMICA

5. RISCHIO SISMICO E PERICOLOSITÀ GEOLOGICHE

5.1 Premessa. La normativa sismica italiana, alla luce dell'avvicinarsi di molteplici terremoti, ha subito una sensibile evoluzione. La Regione Marche, in attuazione delle leggi nazionali, ha prodotto nuove norme tendenti alla riduzione del rischio sismico (L.R. 33/84). Sulla base degli artt. 10 e 11 dell'anzidetta legge, la Regione Marche ha emanato nell'agosto del 1990 le circolari nn. 14 e 15 ascritte rispettivamente al P.P.A.R. ed alla pericolosità sismica. Le indagini richieste dalla L.R. 33/84 sono infine finalizzate alla valutazione del rischio sismico alla scala delle scelte del piano urbanistico, che incidono su tutto l'assetto urbano.



Nel particolare, la circolare 15/90 classifica e raggruppa i comuni marchigiani in tre livelli di rischio sismico: (A) alto, (B) medio e (C) basso.

Il comune di CAMERINO incluso nel livello "A": Alto Rischio Sismico.

Con *rischio sismico R* si indica il probabile danno che un determinato sito può subire in occasione di un sisma. In maniera analitica può essere espresso come il prodotto della pericolosità sismica *P*, della vulnerabilità sismica *V* e della quantificazione economica delle realtà danneggiate *Q*, ovvero: $R = P \times V \times Q$. La pericolosità sismica può essere direttamente riferita alla vibrazione che un sito può subire durante un evento tellurico, mentre la vulnerabilità definisce lo stato di conservazione del patrimonio edilizio e delle strutture sociali potenzialmente rese inattive dal terremoto. Il parametro relativo alla quantificazione delle realtà danneggiate è di non semplice valutazione, in quanto comprendente oltre a edifici o strutture produttive con relativo detrimento di redditività anche le vite umane ed i valori artistici e culturali.

A determinare il rischio sismico concorrono, in misura diversa, alcuni fattori quali:

- I. la *pericolosità sismica*, cioè le caratteristiche del sisma atteso nella località e la sua probabilità di ricorrenza nel tempo di riferimento (tempo di ritorno);
- II. la *risposta sismica locale*, ovvero le diversificazioni del terremoto atteso in relazione a condizioni geologiche, geomorfologiche, reologiche e geotecniche locali valutabili a scala di dettaglio;
- III. la *vulnerabilità*, ovvero la predisposizione dei manufatti esistenti e di progetto a subire danni in caso di evento tellurico;
- IV. l'*esposizione al terremoto*, cioè la distribuzione delle attività localizzate nel territorio urbanizzato e/o infrastrutturato, nonché dei carichi urbanistici inteso negli aspetti demografici e occupazionali, nelle specifiche articolazioni delle densità edilizie, della dotazione impiantistica e delle loro interconnessioni.

6. AZIONE SISMICA (D.M. 14.01.2008 smi)

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto (D.M. 14.01.2008 T.U. Norme tecniche per costruzioni in zone sismiche), si è provveduto alla caratterizzazione preliminare, in assenza del progetto esecutivo, delle diverse categorie di profilo stratigrafico del suolo di fondazione, tramite il discriminare delle differenti "Vs". Di seguito sono ricapitolati i valori prossimali delle velocità di propagazione delle onde sismiche di taglio "Vs" per i vari litotipi rilevati, restituiti nel Cap. 4.

		Velocità onde di taglio (m/sec)
LITOTIPO di riferimento	Spessore (m)	"Vs30"
Velocità HVSR-1:	30.0	634,8
Velocità HVSR-2:	30.0	454,9
Velocità mediata:	30.0	544,85

- **Vs30** (m/sec). Velocità ponderale di propagazione delle onde di taglio S mediata nei primi 30 m di profondità nel sottosuolo

6.1 CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL SUOLO

Per classificare un sito da un punto di vista sismico è necessario conoscere le caratteristiche litostratigrafiche del sottosuolo dell'area indagata. Nello specifico devono essere noti:

1. il numero e lo spessore degli strati di copertura, cioè dei livelli sovrastanti il *bedrock* o il *bedrock-like*, intendendo con questi termini l'eventuale substrato roccioso (*bedrock*) o uno strato sciolto (*bedrock-like*) con velocità delle onde S nettamente maggiori ai livelli sovrastanti (in genere $V_s > 500$ m/s);
2. la velocità delle onde S negli strati di copertura;

La caratterizzazione può essere effettuata, utilizzando prove penetrometriche dinamiche o statiche conformabili all'SPT o attraverso la sismica a rifrazione.

L'Ordinanza della P.C.M. n. 3274 del 25 marzo 2003 ed il D.M. 14.01.2008 s.m.i. aggiornano la normativa sismica vigente con l'attribuzione alle diverse località del territorio nazionale di un valore di scuotimento sismico di riferimento espresso in termini d'incremento dell'accelerazione al suolo e propone una classificazione di un *sito* basata sulle tipologie di suolo del profilo stratigrafico che vengono individuate in relazione ai parametri di velocità di propagazione delle onde di taglio (V_{s30}) mediate sui primi 30 metri di terreno, ovvero sulla base dei valori NSPT. Tali tipologie sono:

- A. Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi** caratterizzati da valori di $V_{s30} \geq 800$ m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m;
- B. Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti** con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà geomeccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 e 800 m/s;

C. Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 180 e 360 m/s;

D. Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fina scarsamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} minori di 180 m/s;

E. Terreni di sottosuolo di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti su substrato di riferimento (con $V_{s30} > 800$ m/s).

Per le suddette 5 categorie di sottosuolo le azioni sismiche sono definite dal D.M. 14.01.2008 attraverso opportuni coefficienti da utilizzare per la determinazione degli spettri di risposta. In particolare in base alla categoria di sottosuolo si definiscono i coefficienti S_s (coefficiente di amplificazione stratigrafica) e C_c , che per sottosuolo di categoria A valgono 1, mentre per le altre categorie si calcolano in funzione dei parametri forniti in base alle coordinate geografiche del sito (A_g , F_0 e T_c^).*

S1. Depositi di terreni caratterizzati da valori di V_{s30} minori di 100 m/s, che includono uno strato di almeno 8,0 m di terreni a grana fina di bassa consistenza oppure che includono almeno 3,0 m di torba o di argille organiche;

S2. Depositi di terreni soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti.

Il fenomeno d'amplificazione sismica si accentua al decrescere di "Vs" alla stessa profondità.

In relazione alle puntuali indagini effettuate sul terreno, secondo la parametrizzazione di cui al Capitolo 4, con una velocità mediata delle onde di taglio pari a: $V_{s30} = 544,85$ m/sec, discerniamo una categoria di suolo: **"B"**.

6.2 VALORI DI PERICOLOSITÀ SISMICA

Le NTC2008 definiscono i valori standard di salvaguardia A(g) (SLV) e relative variabili: operatività (SLO), danno (SLD) e collasso (SLC) calcolati su griglia con passo 0,02°, in relazione alle coordinate geografiche dell'area di riferimento (latitudine e longitudine) su base in scala 1:10.000.

Di seguito sono restituiti i valori specifici per il "sito di progetto" (Cfr. sotto - Computo parametri Stati Limite Sisma):

Via n°

Comune Cap.

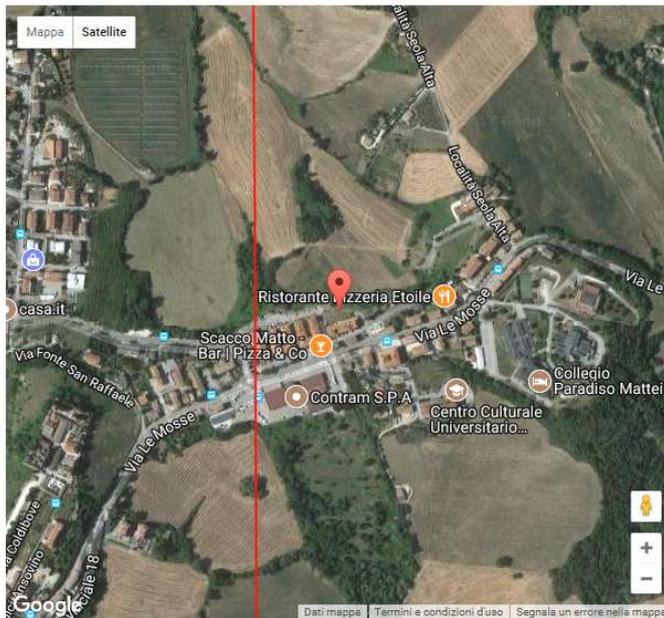
Provincia

WGS84 (°)

Latitudine

Longitudine

Isole



Visualizza vertici della maglia di appartenenza

(1)* Il software converte i dati dal sistema WGS84 al sistema ED50, prima di elaborare i risultati è comunque possibile inserire direttamente le coordinate nel sistema ED50. I punti sulla mappa sono da considerarsi esclusivamente in coordinate WGS84.
 (2)* Il file creato con "Salva file" può essere importato automaticamente negli applicativi GeoStru.

(1)* Coordinate WGS84 (°)
 Latitudine Longitudine

(1)* Coordinate ED50 (°)
 Latitudine Longitudine

Classe dell'edificio

Cu = 1

Vita nominale (Opere provvisorie <=10, Opere ordinarie >=50, Grandi opere >=100)

Interpolazione

Stato Limite	Tr [anni]	a _g [g]	F _o	T _c [s]
Operatività (SLO)	30	0,064	2,449	0,276
Danno (SLD)	50	0,080	2,453	0,288
Salvaguardia vita (SLV)	475	0,189	2,515	0,329
Prevenzione collasso (SLC)	975	0,240	2,566	0,338
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

CALCOLO COEFFICIENTI SISMICI

Muri di sostegno Paratie

Stabilità dei pendii e fondazioni

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

H (m)

us (m)

Categoria sottosuolo

Categoria topografica

	SLO	SLD	SLV	SLC
Ss * Amplificazione stratigrafica	1,20	1,20	1,20	1,15
Cc * Coeff. funz categoria	1,42	1,41	1,37	1,37
St * Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Acc.ne massima attesa al sito [m/s²]

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,015	0,019	0,054	0,077
kv	0,008	0,010	0,027	0,039
Am _{ax} [m/s²]	0,755	0,942	2,221	2,703
Beta	0,200	0,200	0,240	0,280

manufatto	Coordinate	Longitudine	Latitudine
comparto	WGS84	13,079638	43,143487
comparto	ED50	13,080569	43,144444

comparto	Long.	Lat.	operatività (SLO)	danno (SLD)	salvaguardia (SLV)	collasso (SLC)
Residenziale Le Mosse	-	-	0,064	0,080	0,189	0,240

PARTE TERZA: MODELLAZIONE GEOTECNICA

7. ANALISI STABILITÀ DEI VERSANTI

7.1. Premessa. Al punto 6.3 e relativi sottopunti del D.M. 14.01.2008 s.m.i. vengono specificate le indagini e le procedure di verifica di sicurezza agli SLU dei pendii naturali. Le verifiche di sicurezza devono essere effettuate con metodi che tengano conto della forma e posizione della superficie di scorrimento (potenziale e/o effettiva), dell'assetto strutturale, dei parametri geotecnici e del regime delle pressioni interstiziali.

Il livello di sicurezza "Fs" è espresso come rapporto tra la resistenza al taglio disponibile (τ_s), presa con il suo valore caratteristico, e lo sforzo di taglio mobilitato (τ_m), lungo la superficie di scorrimento effettiva o potenziale. Nel dettaglio si esplicita con la seguente relazione:

$$F_s = \frac{\tau_s}{\tau_m}$$

La letteratura tecnica accerta la persistenza della testa di un movimento gravitativo di tipo P2 a circa 30 ml dal perimetro esterno della lottizzazione.

Il rilievo geomorfologico di superficie, i sondaggi meccanici e le prove penetrometriche hanno avallato siffatte valutazioni: NON sono stati difatti riconosciuti dei potenziali piani di debolezza capaci d'ingenerare superfici di slittamento epidermiche e/o (pseudo)deprese.

Parimenti, le caratteristiche reologiche e geomeccaniche dei litotipi rilevati risultano uniformi, più che discrete e crescenti con l'approfondimento (Cfr. Prg. 3)

L'assenza di falda idrica epidermica (Cfr. Prg. 2.2), la sub-orizzontalità o minima topografica dell'area di progetto (Cfr. Allegato 4: Carta Clivometrica) ed il riscontro della formazione a modesta profondità, rappresentano ulteriori vincoli alla completa stabilità dell'area di progetto.

Le verifiche di stabilità sono pertanto state omesse in quanto NON significative.

8. STIMA ANALITICA PERICOLOSITÀ DELL'AREA

8.1 Premessa. Nel seguito, sulla base dei dati in possesso scaturiti dal rilievo areale e puntuale dell'area, è stata effettuata una verifica analitica del livello di pericolosità del sito di progetto.

8.2 - Metodo "Hazard". Il metodo Hazard 1 (Riga, 2008) sintetizza analiticamente ed in modo tabulare tutte le variabili geologiche, geomorfologiche, idrologiche, idrogeologiche, uso del suolo, topografiche, geotecniche e sismiche del area di riferimento.

MICROZONAZIONE DI 2° LIVELLO																							
LIVELLO DI PERICOLOSITA' PER FENOMENI DI AMPLIFICAZIONE																							
COMUNE : CAMERINO	LOCALITA' : LE MOSSE																						
COMMITTENTE : Fabrizio Boldrini	DATA : settembre 2017																						
LAVORO : Lottizzazione Area																							
STABILITA' DELL'AREA	FACIES LITOLOGICA																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 20%;">AREA</td><td></td></tr> <tr><td>LITOLOGIA</td><td>Argille marnose mioceniche ammantate</td></tr> <tr><td>USO DEL SUOLO</td><td>Suolo antropizzato ed incolto</td></tr> <tr><td>ACCLIVITA' (%)</td><td>pendenza > 10%</td></tr> <tr><td>GIACITURA</td><td>strati a traversopoggio</td></tr> </table>	AREA		LITOLOGIA	Argille marnose mioceniche ammantate	USO DEL SUOLO	Suolo antropizzato ed incolto	ACCLIVITA' (%)	pendenza > 10%	GIACITURA	strati a traversopoggio	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 70%;">RIGIDITA' DI RIFERIMENTO (km/s.kN/mc)</td><td style="text-align: center;">18000</td></tr> <tr><td>NUMERO DI STRATI</td><td style="text-align: center;">4</td></tr> <tr><td>PROFONDITA' DELLA FALDA (m)</td><td style="text-align: center;">25</td></tr> <tr><td>RIGIDITA' SUPERFICIALE (km/s.kN/mc)</td><td style="text-align: center;">17527.341</td></tr> <tr><td>FATTORE DI AMPLIFICAZIONE</td><td style="text-align: center;">-.4</td></tr> <tr><td>INCREMENTO SISMICO</td><td style="text-align: center;">.04</td></tr> </table>	RIGIDITA' DI RIFERIMENTO (km/s.kN/mc)	18000	NUMERO DI STRATI	4	PROFONDITA' DELLA FALDA (m)	25	RIGIDITA' SUPERFICIALE (km/s.kN/mc)	17527.341	FATTORE DI AMPLIFICAZIONE	-.4	INCREMENTO SISMICO	.04
AREA																							
LITOLOGIA	Argille marnose mioceniche ammantate																						
USO DEL SUOLO	Suolo antropizzato ed incolto																						
ACCLIVITA' (%)	pendenza > 10%																						
GIACITURA	strati a traversopoggio																						
RIGIDITA' DI RIFERIMENTO (km/s.kN/mc)	18000																						
NUMERO DI STRATI	4																						
PROFONDITA' DELLA FALDA (m)	25																						
RIGIDITA' SUPERFICIALE (km/s.kN/mc)	17527.341																						
FATTORE DI AMPLIFICAZIONE	-.4																						
INCREMENTO SISMICO	.04																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;">CLASSE DI INSTABILITA'</td> <td style="text-align: center;">INSTABILITA' LIMITATA</td> </tr> </table>	CLASSE DI INSTABILITA'	INSTABILITA' LIMITATA	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 70%;">CLASSE DI PERICOLOSITA'</td> <td style="text-align: center;">MOLTO BASSA</td> </tr> </table>	CLASSE DI PERICOLOSITA'	MOLTO BASSA																		
CLASSE DI INSTABILITA'	INSTABILITA' LIMITATA																						
CLASSE DI PERICOLOSITA'	MOLTO BASSA																						
CARATTERISTICHE GEO-MORFOLOGICHE																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 30%;">DISSESETI</td><td>Assenza di dissesti geomorfologici</td></tr> <tr><td>MORFOTETTONICA</td><td>Area di crinale</td></tr> <tr><td>ACQUE SUPERFICIALI</td><td>Area non interessata dal fenomeno</td></tr> <tr><td>ACQUE PROFONDE</td><td>Falda idrica profonda</td></tr> <tr><td>CONDIZIONI GEOTECNICHE</td><td>Sedimenti da medio a molto consistenti</td></tr> <tr><td>FORMA DEL PENDIO</td><td>pendio Concavo</td></tr> </table>	DISSESETI	Assenza di dissesti geomorfologici	MORFOTETTONICA	Area di crinale	ACQUE SUPERFICIALI	Area non interessata dal fenomeno	ACQUE PROFONDE	Falda idrica profonda	CONDIZIONI GEOTECNICHE	Sedimenti da medio a molto consistenti	FORMA DEL PENDIO	pendio Concavo											
DISSESETI	Assenza di dissesti geomorfologici																						
MORFOTETTONICA	Area di crinale																						
ACQUE SUPERFICIALI	Area non interessata dal fenomeno																						
ACQUE PROFONDE	Falda idrica profonda																						
CONDIZIONI GEOTECNICHE	Sedimenti da medio a molto consistenti																						
FORMA DEL PENDIO	pendio Concavo																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;">CLASSE DI PERICOLOSITA'</td> <td style="text-align: center;">MOLTO BASSA</td> </tr> </table>	CLASSE DI PERICOLOSITA'	MOLTO BASSA																					
CLASSE DI PERICOLOSITA'	MOLTO BASSA																						

Calcolo della pericolosità finale

Pericolosità finale

Pericolosità BASSA	Prescrizioni AREA EDIFICABILE
Classe di utilizzo 1	
<input type="button" value="Calcola"/>	
<input type="button" value="Chiudi"/>	VALUTARE L'AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA

- Sulla base del computo l'area di progetto mostra una pericolosità finale: BASSA, risultando edificabile senza prescrizioni.

PARTE QUARTA: ANALISI DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA

9.1 - PREMESSA. L'analisi della fattibilità geologica (o di Vincolo e Penalità) rappresenta a tutti gli effetti il documento di sintesi dello studio condotto nel territorio, in quanto compendia le informazioni sulle qualità litologico-tecniche e reologiche dei sedimenti rilevati, sugli aspetti geomorfologici e sulla risposta sismica locale e che consente di definire il "grado di vincolo geologico" dell'area di progetto in relazione alla previsione urbanistica.

9.2 - CARATTERIZZAZIONE URBANISTICA. Il progetto di lottizzazione riguarda un'area sita lungo via Le Mosse, nel comune di Camerino.

Nello specifico, il progetto concerne l'esame specifico di in un unico comparto a destinazione residenziale denominato "Le Mosse".

9.3 - IMPATTO DELL'OPERA SUL SISTEMA AMBIENTALE E TERRITORIALE. Lo studio condotto ha consentito di definire quanto segue:

- I. **MODELLAZIONE SISMICA.** In riferimento alla modellazione sismica eseguita nel rispetto del D.M. 14.01.2008 s.m.i. per l'opera da realizzare, il sito di progetto può essere ricondotto ad una categoria di pericolosità sismica BASSA (Cfr. Cap. 6). L'area rientra in una classe di moderata amplificazione sismica (R2) per una categoria di sottosuolo "B" (D.M. 14.01.2008 s.m.i.) [Cfr. Allegato 7: Carta tematica di microzonazione sismica].
- II. **VERIFICA DI STABILITÀ** (Cfr. Cap. 7). Le verifiche di stabilità sono state omesse in quanto NON significative per l'area di progetto.
- III. **MODELLAZIONE GEOLOGICA.** La modellazione geologica del sito di progetto, condotta nel rispetto del D.M. 14.01.2008 s.m.i, punto 6.2.1, ha consentito di specificare:
 - A. Nell'ambito della microzona progettuale la clivometria è minimale: trattasi di un'area da sub-pianeggiante a modesta pendenza topografica (<10%) [Cfr. Allegato 4: Carta tematica clivometrica].
 - B. La potenza media dei sedimenti di copertura a grana medio-fine, litotipi di classe B (coltre eluvio-colluviale), è inferiore a 4 metri. Le qualità geotecniche dei litotipi di copertura "B" sono sufficienti ma crescenti con la profondità. Il substrato marino argilloso marnoso (litotipi di classe C) è stato marcato a profondità relativa dal p.c. ed è dotato di qualità reologiche e geotecniche eccellenti, tutti caratteri che attestano la capacità dei terreni del sottosuolo di portare le fondazioni del manufatto che verrà realizzato, senza l'instaurarsi di processi di subsidenza e/o cedimenti assoluti e differenziali significativi [Cfr. Allegato 5: Carta tematica litotecnica].
 - C. In riferimento alle forme geologiche e geomorfologiche:
 - il rischio sismico del sito di progetto è di tipo: C(tipo 3)/S2-T0 [area poco esposta].
 - L'area rientra nelle zone ad alto rischio sismico (A) definite dalla Circolare Regio-

ne Marche n. 15 del 28.08.1990 con lineamenti (tipo 3). Trattasi di un'area di cresta con assenza di indizi di processi idromorfogenetici in atto e/o quiescenti e remote condizioni di pericolosità e fattori di esposizione facilmente rilevabili ed eliminabili (ruscellamento, soliflusso). la liquecibilità dei livelli a granulometria fine ($f_s > 1,30$) non è preventivabile. Rischio geodinamico minimo: zona di bassa amplificazione [Cfr. Allegato 6: Carta tematica rischio geo-sismico].

- La pericolosità geologica dei siti di progetto è uniforme e di tipo: P1 [area esente da rischi]. [Cfr. Allegato 8: Carta tematica della pericolosità geologica].

IV. STIMA ANALITICA PERICOLOSITÀ DELL'AREA E RISCHIO FRANA. Al Cap. 8 del presente elaborato tecnico è stata effettuata tramite due diverse metodologie una stima analitica del livello di pericolosità dei siti di progetti. La valutazione è stata effettuata con il metodo HAZARD 1.

Dall'analisi dei risultati le aree di progetto presentano un grado di pericolosità "BASSA", risultando edificabile senza prescrizioni significative.

9.4 - PARERE TECNICO E MISURE DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO

▪ La previsione di LOTTIZZAZIONE per l'area di progetto è **ATTUABILE senza prescrizioni significative**, dichiarandone al contempo la compatibilità idrogeologica, di cui all'art. 13 della L. 2 febbraio 1974, commi 1° e 2° delle N.T.A. e s.m.i., nonché all'art. 13 del N.T.A. del P.A.I. approvato con D.C.R. n. 116 del 21.01.2004.

Le grandezze valutate e le analisi (territoriali ed analitiche) geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e sismiche condotte nel sito di progetto hanno dato risultati favorevoli. Lo scrivente studio tecnico, incaricato di redigere il presente elaborato, rappresenta che la variante al P.R.G. per l'area di comparto industriale è **ATTUABILE: zone "V1"** [Cfr. Allegato 9: Carta tematica: Sintesi della fattibilità geologica].

Indicazioni costruttive:

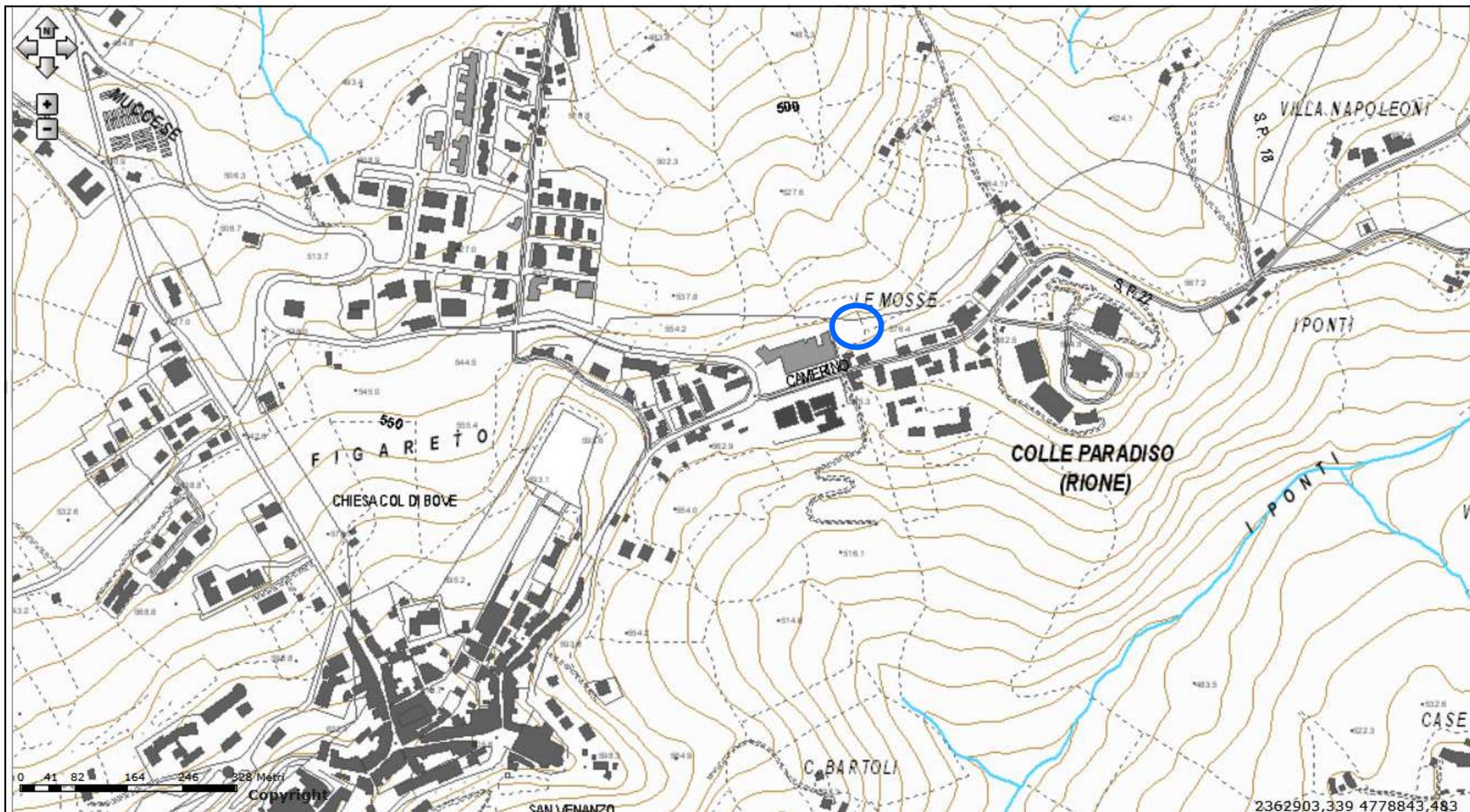
- I. Accorgimenti costruttivi in relazione al progetto esecutivo ed ai litotipi attraversati. In via preliminare, come previsto dalle NTC2008, in assenza dei progetti esecutivi, si rileva che per i fabbricati dovranno essere adottate fondazioni intelaiate a tecnologia profonda indiretta che prevedano il superamento delle litologie superficiali di copertura ed il riporto, indipendentemente dalla messa in opera di eventuali piani seminterrati, e dimensionate in funzione dei carichi di progetto permanenti ed accidentali + sismici.
- II. Mantenere di continuo un naturale grado d'umidità dei sedimenti fondali evitando il più possibile variazioni idrauliche al contorno (come la dispersione idrica dei pluviali, delle fogne ecc.), in quanto la reologia dei terreni superficiali (litotipi B) risente sensibilmente della circolazione idrica. Per le medesime motivazioni si dovranno evitare estese pavimentazioni impermeabili e/o drenaggi che potrebbero inficiare la filtrazione delle acque nel sottosuolo con ripercussioni sul tenore umido dei sedimenti di fondazione.

- III. In via preliminare **NON** sussistono problematiche di liquefacibilità. In ogni caso si dovrà valutare la tale parametro caso per caso secondo le metodiche di cui alle NTC2008 punto 7.11.3.4.2.

ALLEGATI

COROGRAFIA

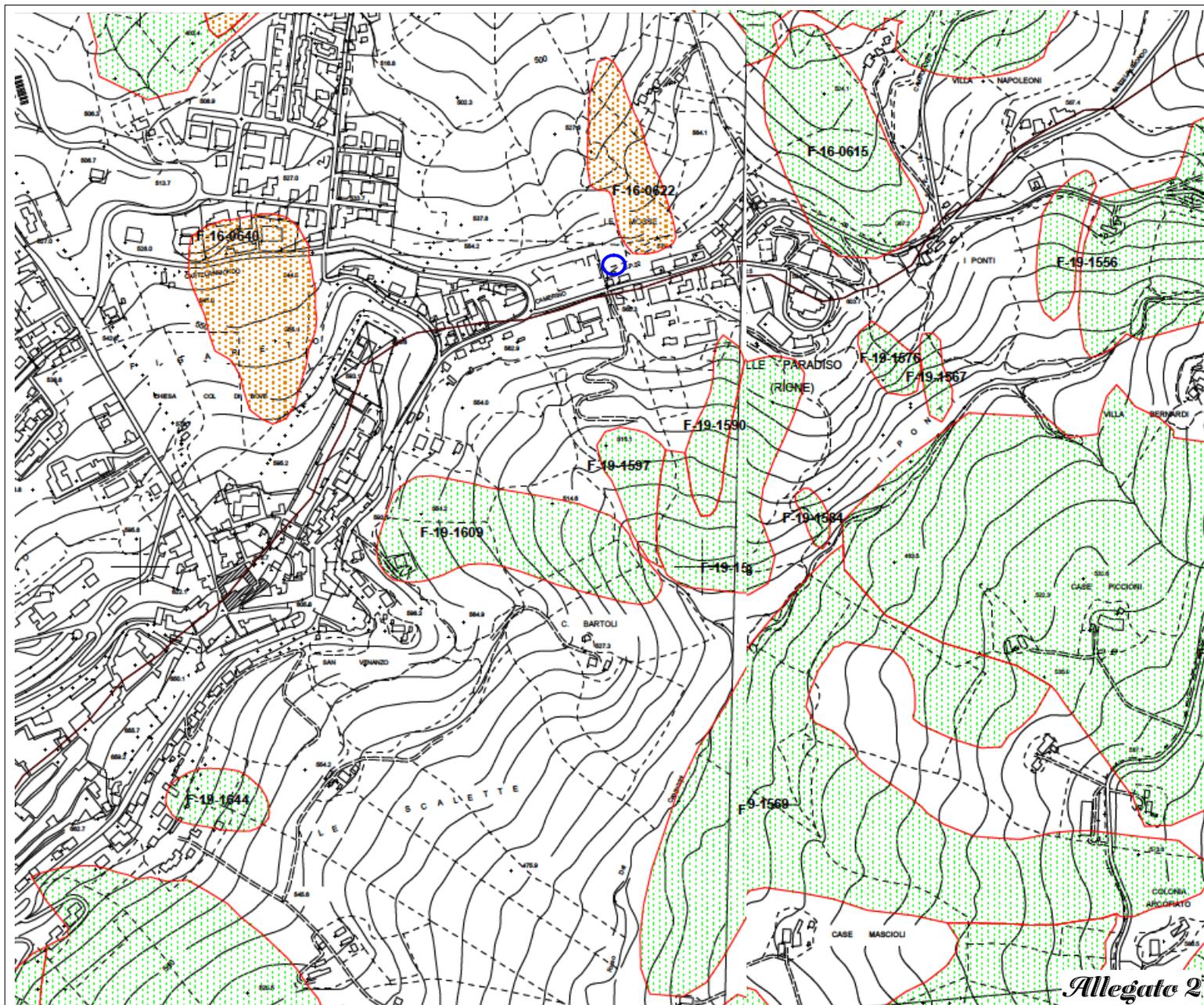
Sezione C.T.R. n. 313050



Scala 1:10.000

Allegato 1

Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)



Aree a rischio frana
(Codice F-xx-yyyy)

- Rischio moderato (R1)
- Rischio medio (R2)
- Rischio elevato (R3)
- Rischio molto elevato (R4)

Aree a rischio esondazione
(Codice E-xx-yyyy)

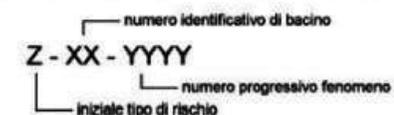
- Rischio moderato (R1)
- Rischio medio (R2)
- Rischio elevato (R3)
- Rischio molto elevato (R4)

Aree a rischio valanga
(Codice V-xx-yyyy)

- Rischio molto elevato (R4)

Limite di Bacino Idrografico

DESCRIZIONE CODICE LEGATO AI FENOMENI



TAVOLE RI-56C

scala 1:10.000

**Aree a rischio
Idrogeologico**

Sezione 313050

PROGETTO DI LOTTOZZAZIONE "LE MOSSE"

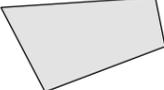
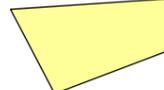
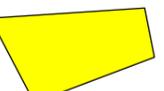
Carta tematica: CLIVOMETRICA

scala 1:1.000



Allegato 4

CLASSI DI PENDENZA

-  I: <10%
-  II: 10%-20%
-  III: 20%-30%
-  IV: >30%



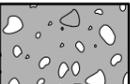
CARTA GEO-LITOTECNICA

zonazione geologico-tecnica

Litotipi (B). DEPOSITI di COPERTURA CONTINENTALI - Sedimenti eluvio-colluviali a grana fina composti da una amalgama limi argillosi sabbiosi (unità litotecnica F1a-Ef1) di colore variabile dal marrone al grigiastro, privi di struttura e tessitura interni, intercalati, sincroni e/o in eteropia a sedimenti detritico colluviali composti da limi sabbiosi argillosi marroni di media consistenza (E2) passanti a limi sabbiosi di colore avana-giallastro ricchi di inclusioni calcitiche ed inglobanti pezzame arenaceo e ghiaie sparse (E2c). Da sporadiche a diffuse le concrezioni calcitiche sotto forma di grumi eterometrici anche grossolani. Il grado di cementazione e/o di consistenza è variabile.

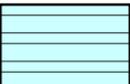
-  **B1 - DEPOSITO DI COPERTURA**
(spessore minore di 4.00 m)
-  **B2 - DEPOSITO DI COPERTURA**
(spessore compreso tra 4.00 m e 8.00 m)
-  **B3 - DEPOSITO DI COPERTURA**
(spessore compreso tra 8.00 m e 10.00 m)
-  **B4 - DEPOSITO DI COPERTURA**
(spessore maggiore di 10.00 m)

Litotipi (C). DEPOSITI ALLUVIONALI (E2) - Sedimenti alluvionali composti da limi eterogenei prevalentemente sabbiosi di colore variabile da avana a marrone, privi di inclusioni alloctone, passanti a limi sabbiosi con diffuse inclusioni ghiaiose e sabbie limose pulite con livelli argillosi grigiastri, fino a ghiaie eterometriche disperse in una copiosa matrice sabbiosa di colore ocraceo. Le varie unità sono eteropiche, lenticolari e reiterate nella colonna stratigrafica. Permeabilità medio alta.

-  **C - DEPOSITO ALLUVIONALE**
(spessore non differenziato)

SUBSTRATO (Formazione marina).

Litotipo E. ARGILLE stratificate (Unità litotecnica F1-F1e). Argille ed Argille Marnose debolmente Sabbiose stratificate di consistenza medio alta, passanti ad argille azzurre plumbee e massive. Rapporto A/S >> 1.

-  **E2a - Facies Argillosa Sabbiosa stratificata**
- **E2b - Facies Argillosa massiva**

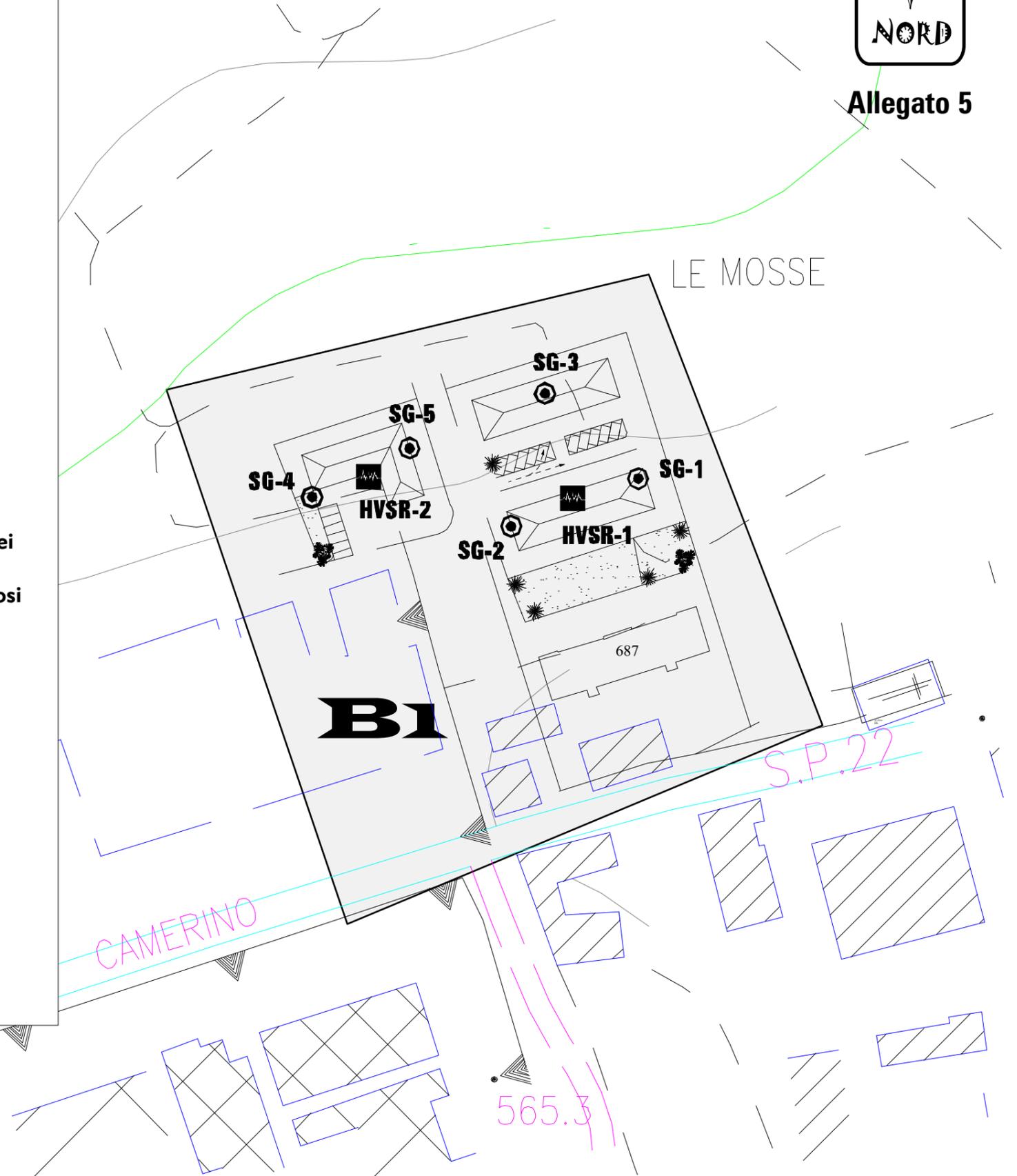
PROGETTO DI LOTTOZZAZIONE "LE MOSSE"

Carta tematica: LITOTECNICA

scala 1:1.000



Allegato 5



RISCHIO SISMICO: CARTA SINOTTICA

[SCENARIO ESTENSIVO]

[TIPOLOGIA PUNTUALE]



S1. AREA NON ESPOSTA. Assenza di condizioni di pericolosità geologica e di fattori di esposizione al rischio. Zona (sub)pianeggiante o a debole pendenza topografica, con morfologia uniforme e non subordinata ad indizi di processi idro-morfogenetici. Assenza di tipi e forme geologici ed idro-geomorfologici che fanno presumere amplificazioni dell'onda tellurica. Rischio geodinamico nullo: zona libera da amplificazioni



S2. AREA POCO ESPOSTA. Presenza di remote condizioni di pericolosità e fattori di esposizione facilmente rilevabili ed eliminabili (ruscellamento, soliflusso). Zone a geomorfologia di transizione ma con topografia uniforme e moderata pendenza, con scarpate sia naturali che antropiche di altezza limitata, ovvero zona sub-pianeggiante con differenziati volumi di alluvioni dense. Assenza di indizi di processi idromorfogenetici in atto e/o quiescenti. Rischi geologici, geomorfologici ed idrogeologici non presenti in condizioni statiche e remote in condizioni transitorie a seguito di sismi. Liquecibilità dei livelli a granulometria fine ($f_s > 1,30$) non preventivabili. Rischio geodinamico minimo: zona di bassa amplificazione



S3. AREA MEDIAMENTE ESPOSTA. Presenza di condizioni di pericolosità e fattori di esposizione al rischio rilevabili ed eliminabili con efficace bonifica ambientale e/o idonei sistemi costruttivi. Zona a morfologia di transizione con scarpate naturali ed antropiche a pendenza diversificata e di altezza sintomatica ($>> 5,0$), ovvero zona sub-pianeggiante con differenziati volumi di alluvioni sciolte. Processi idromorfogenetici locali, temporanei ma di natura non estensiva. Rischi geologici, geomorfologici ed idrogeologici non presenti in condizioni statiche ma da verificare in condizioni transitorie. Potenziale liquecibilità dei livelli a granulometria fine ($f_s > 1,30$) prevedibili solo in coincidenza di sismi d'intensità elevata. Circolazione idrica iposuperficiale diffusa ma controllabile e regolabile. Rischio geodinamico medio: zona di moderata amplificazione



S4. AREA MOLTO ESPOSTA. Presenza di frequenti condizioni d'instabilità, manifeste o latenti, di difficile rilievo o pressoché ineliminabili: zone di incisione con dislivelli ripidi caratterizzate da erosione per ruscellamento concentrato, aree di cresta e scarpate a pendenza elevata, con frane attive e/o quiescenti di natura mista. Aree interessate da linee di faglia e/o aree di fondovalle con cospicui spessori di sedimenti sciolti soggetti o erosione per scalzamento. Processi morfogenetici operanti già in condizioni statiche con accentuazione dei rischi geologici, geomorfologici ed idrogeologici in condizioni transitorie (sismi). Potenziale liquecibilità dei livelli di copertura a granulometria fine ($f_s < 1,30$) già in concomitanza di sismi di media intensità. Presenza di circolazione idrica sub-superficiale di difficile controllo e zone di esondazione manifeste. Rischio geodinamico medio-alto: zona di amplificazione



S5. AREA AD ELEVATO RISCHIO. Presenza di palesi e/o incipienti condizioni di pericolosità con marcati fattori di esposizione richiedenti subitanei interventi di protezione o correzione per la eliminazione o la mitigazione del rischio. Necessità di monitoraggio permanente dell'area. Rischio geodinamico elevato: zona di alta amplificazione

Classe - T0

A. Assenza di forme e processi

Classe - T1

A. Versanti caratterizzati da movimenti franosi attivi, quiescenti o esposti a rischio frana

B. Versanti caratterizzati da palesi indizi d'instabilità superficiale

C. Versanti con copertura detritica subordinata da intensa erosione al piede

D. Versanti e pendici eccessivamente acclivi in rapporto alla reologia dei terreni di copertura, allo stato fisico del substrato ed alla condizioni di giacitura degli strati e della vegetazione.

E. Versanti caratterizzati da circolazione idrica superficiale e forme morfologiche epidermiche

Classe - T2

A. Aree di fondovalle con terreni incoerenti.

Alluvioni limoso argillose

Fa = 1,20 (per $H < 10$ m)

Fa = 1,50 (per $10 \text{ m} < H < 20$ m)

Fa = 1,70 (per $20 \text{ m} < H < 30$ m)

Alluvioni sabbioso ghiaiose

Fa = 1,10 (per $H < 10$ m)

Fa = 1,20 (per $10 \text{ m} < H < 20$ m)

Fa = 1,40 (per $20 \text{ m} < H < 30$ m)

B. Aree caratterizzate da terreni di fondazione con caratteristiche reologiche e geotecniche particolarmente scadenti (riporti poco addensati, terreni granulari fini sotto falda epidermica)
[Fa. Indagini specifiche per valutare la fattibilità di interventi di bonifica e consolidamento]

C. Aree di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse.

[Fa. Indagini specifiche per valutare la possibilità di cedimenti o costipamenti differenziali sotto sollecitazione sismica]

D. Aree di bordo e ciglio di scarpata di altezza $H >> 5$ m: parete sub-verticale, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale, taglio di versante di natura antropica.

Fa = 1,20 (per $H < 10$ m)

Fa = 1,40 (per $10 \text{ m} < H < 20$ m)

Fa = 1,60 (per $20 \text{ m} < H < 30$ m)

Classe - T3

A. Aree di cresta rocciosa, cucuzzolo o dorsale.

Fa = 1,00 (rapp. $H/L < 0,10$)

Fa = 1,20 (rapp. $H/L 0,10-0,20$)

Fa = 1,40 (rapp. $H/L 0,20-0,30$)

Classe - T4

A. Aree di fondovalle con litotipi fluvio-lacustri e pedemontane di falda di detrito (conoide)

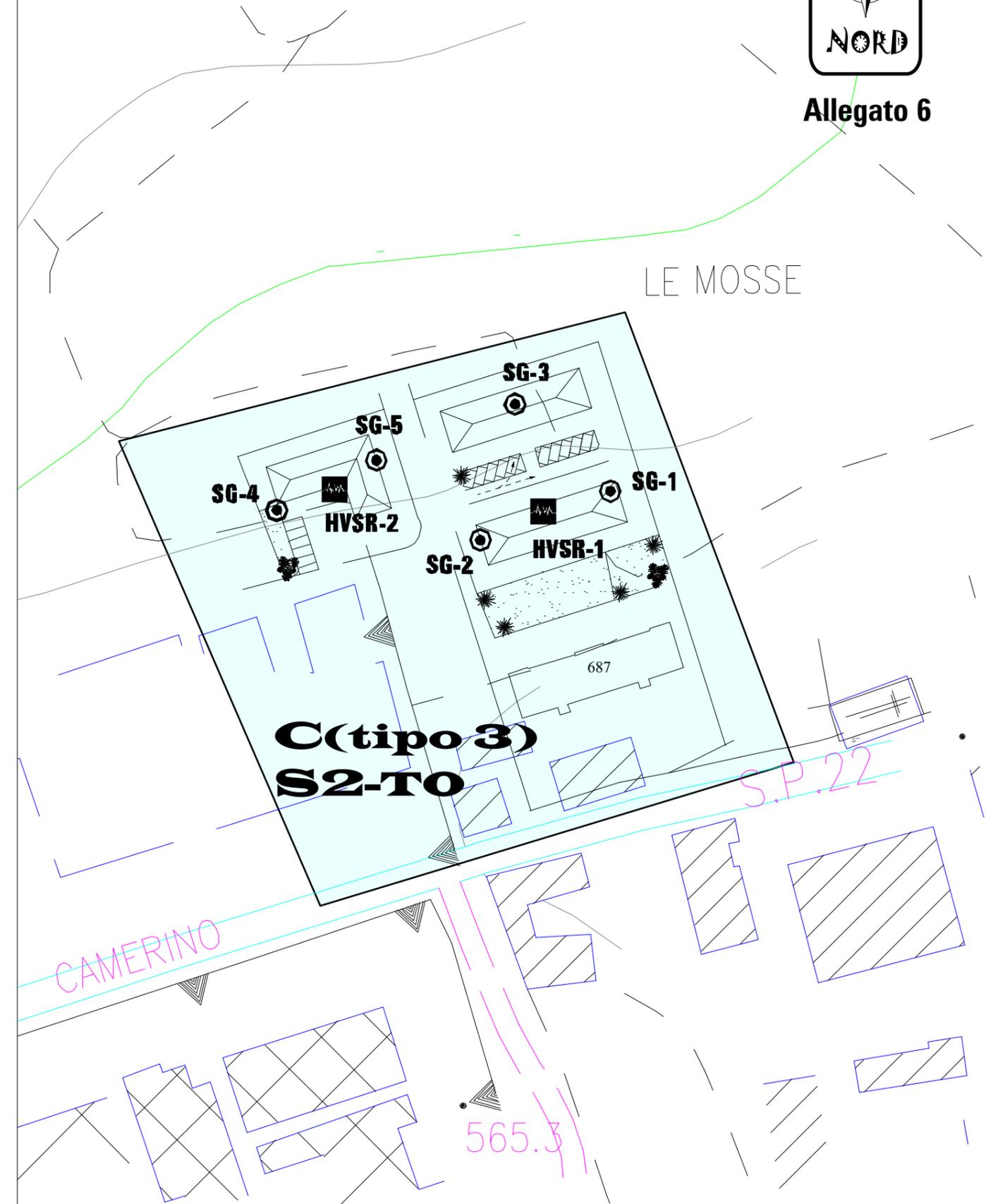
PROGETTO DI LOTTOZZAZIONE "LE MOSSE"

Carta tematica: Microzonazione livello 2

scala 1:1.000



Allegato 6



Committente: Sig. Fabrizio BOLDRINI		Località: Loc. le Mosse		Comune: Camerino		Prov. MC
Quota bocca foro (m): -	s.l.m. (medio)	Quota fondo foro: -	[m]	Profondità Totale: 7,50		Rotazione meccanica n°
Coordinate (long.): -	GAUSS-BOAGA	Angolo rispetto alla verticale: 0	[°]	Direzione: Dr. F. Rossi Di Giacobbi		distruzione
Coordinate (lat.): -	GAUSS-BOAGA	Terminato il: 29/08/2017	esecuzione	Impresa: Maurizio		SG-1
Data: 29/08/2017		esecuzione		Prof. Max = 30 m		

Falda [m]	Perdita d'acqua di circolazione	Corona diamant.	Profondità [m]	Profilo lito-stratigrafico	Carotaggio totale (% di recupero)	R.Q.D. %	Descrizione Litologica	Grado di alterazione	Grado di durezza	Grado di fratturazione	Pocket	NOTE	Strumentazione		
													Inclinometro	Piez. Tipo:	Quote
			0				Terreno di riporto. Litotipo A Limi Sabbiosi Argillosi Marroni Litotipo B (colluvioni) Argille siltose grigie Litotipo C1 (Sub. Alt.) Argille Marnose azzurre Litotipo C2 (Sub. Int.)				2,0 2,5 3,0 4,0				

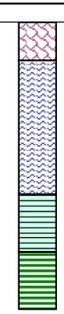
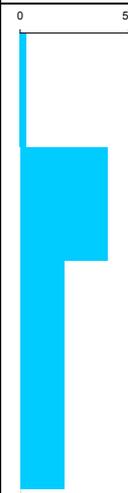
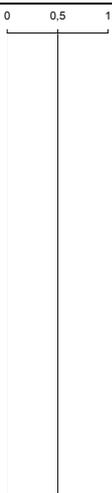
TIPO DI DISCONTINUITA		TIPO E DIAMETRO DEL SONDAGGIO			
L = Contatto rocci-roccia liscio R = Contatto roccia-roccia ruvido I = Contatto roccia-roccia irregolare E = Contatto roccia-roccia striato A = Giunto aperto Ox = Giunto ossidato Ag = Giunto con argilla M = Giunto o faglia Mineralizzata J = Discontinuità principale			φ [mm]	DA	A
		RIVESTIMENTO	assente		
		FORO	600		

Compilato: Dr. Geologo Fabio ROSSI	data: 20 luglio 2017	Controllato:
---	-----------------------------	--------------

ALTERAZIONE	DUREZZA	FRATTURAZIONE	Mod. Scavatore meccanico
A-1 Sana	D-1 Molto duro	F-0 Non fratturato	
A-2 Leggermente alterata	D-2 Duro	F-1 Poco fratturato	
A-3 Mediamente alterata	D-3 Mediamente duro	F-2 Fratturato	
A-4 Profondamente alterata	D-4 Poco duro	F-3 Molto fratturato	
A-5 Totalmente alterata e argillificata	D-5 Soffice	F-4 Estremamente fratturato	
		F-5 Terreno	

Quota Falda da p. c. - [m]	Quota Perforazione con corona diamantata da p. c. 7,50 [m]
------------------------------	---

Committente: Sig. Fabrizio BOLDRINI		Località: Loc. le Mosse		Comune: Camerino		Prov. MC
Quota bocca foro (m): -	s.l.m. (medio)	Quota fondo foro: -	[m]	Profondità Totale: 7,50		Rotazione meccanica n°
Coordinate (long.): -	GAUSS-BOAGA	Angolo rispetto alla verticale: 0	[°]	Direzione: Dr. F. Rossi Di Giacobbi		distruzione
Coordinate (lat.): -	GAUSS-BOAGA	Terminato il: 29/08/2017 esecuzione		Impresa: Maurizio		SG-2
Data: 29/08/2017 esecuzione						Prof. Max = 30 m

Falda [m]	Perdita d'acqua di circolazione	Corona diamant.	Profondità [m]	Profilo lito-stratigrafico	Carotaggio totale (% di recupero)	R.Q.D. %	Descrizione Litologica	Grado di alterazione	Grado di durezza	Grado di fratturazione	Pocket	NOTE	Strumentazione		
													Inclinometro	Piez. Tipo:	Quote
			0				Terreno di riporto. Litotipo A Limi Sabbiosi Argillosi Marroni Litotipo B (colluvioni) Argille siltose grigie Litotipo C1 (Sub. Alt.) Argille Marnose azzurre Litotipo C2 (Sub. Int.)				4,0 4,5 5,0 3 2,5				

TIPO DI DISCONTINUITA		TIPO E DIAMETRO DEL SONDAGGIO			
L = Contatto rocci-roccia liscio R = Contatto roccia-roccia ruvido I = Contatto roccia-roccia irregolare E = Contatto roccia-roccia striato A = Giunto aperto Ox = Giunto ossidato Ag = Giunto con argilla M = Giunto o faglia Mineralizzata J = Discontinuità principale			φ [mm]	DA	A
		RIVESTIMENTO	assente		
		FORO	600		

Compilato: Dr. Geologo Fabio ROSSI	data: 20 luglio 2017	Controllato:
---	-----------------------------	--------------

ALTERAZIONE	DUREZZA	FRATTURAZIONE	Mod. Scavatore meccanico
A-1 Sana	D-1 Molto duro	F-0 Non fratturato	
A-2 Leggermente alterata	D-2 Duro	F-1 Poco fratturato	
A-3 Mediamente alterata	D-3 Mediamente duro	F-2 Fratturato	
A-4 Profondamente alterata	D-4 Poco duro	F-3 Molto fratturato	
A-5 Totalmente alterata e argillificata	D-5 Soffice	F-4 Estremamente fratturato	
		F-5 Terreno	

Quota Falda da p. c. - [m]	Quota Perforazione con corona diamantata da p. c. 7,50 [m]
------------------------------	---

Committente: Sig. Fabrizio BOLDRINI		Località: Loc. le Mosse		Comune: Camerino		Prov. MC
Quota bocca foro (m): -	s.l.m. (medio)	Quota fondo foro: -	[m]	Profondità Totale: 11,00		Rotazione meccanica n°
Coordinate (long.): -	GAUSS-BOAGA	Angolo rispetto alla verticale: 0	[°]	Direzione: Dr. F. Rossi Di Giacobbi		distruzione
Coordinate (lat.): -	GAUSS-BOAGA	Terminato il: 29/08/2017	esecuzione	Impresa: Maurizio		SG-4
Data: 29/08/2017		esecuzione		Prof. Max = 30 m		

Falda [m]	Perdita d'acqua di circolazione	Corona diamant.	Profondità [m]	Profilo lito-stratigrafico	Carotaggio totale (% di recupero)	R.Q.D. %	Descrizione Litologica	Grado di alterazione	Grado di durezza	Grado di fratturazione	Pocket	NOTE	Strumentazione					
													Inclinometro	Piez. Tipo:	Quote			
			0				Terreno di riporto. Litotipo A Limi Argillosi sabbiosi Litotipo B1 (colluvioni) Limi Sabbiosi Argillosi Litotipo B2 (colluvioni) Argille siltose grigie Litotipo C1 (Sub. Alt.) Argille Marnose azzurre Litotipo C2 (Sub. Int.)											
			1															
			2															
			3															
			4															
			5															
			6															
			7															
			8															
			9															
			10															
			11															
			12															
			13															
			14															
			15															
			16															
			17															
			18															
			19															
			20															
			21															
			22															
			23															
			24															
			25															
			26															
			27															
			28															
			29															
			30															

TIPO DI DISCONTINUITA	TIPO E DIAMETRO DEL SONDAGGIO		
L = Contatto rocci-roccia liscio R = Contatto roccia-roccia ruvido I = Contatto roccia-roccia irregolare E = Contatto roccia-roccia striato A = Giunto aperto Ox = Giunto ossidato Ag = Giunto con argilla M = Giunto o faglia Mineralizzata J = Discontinuità principale	RIVESTIMENTO	φ [mm]	DA
		assente	
	FORO	600	

Compilato: Dr. Geologo Fabio ROSSI	data: 20 luglio 2017	Controllato:
---	-----------------------------	--------------

ALTERAZIONE	DUREZZA	FRATTURAZIONE	Mod. Scavatore meccanico
A-1 Sana	D-1 Molto duro	F-0 Non fratturato	
A-2 Leggermente alterata	D-2 Duro	F-1 Poco fratturato	
A-3 Mediamente alterata	D-3 Mediamente duro	F-2 Fratturato	
A-4 Profondamente alterata	D-4 Poco duro	F-3 Molto fratturato	
A-5 Totalmente alterata e argillificata	D-5 Soffice	F-4 Estremamente fratturato	
		F-5 Terreno	

Quota Falda da p. c. - [m]	Quota Perforazione con corona diamantata da p. c. 11,00 [m]
------------------------------	--

Committente: Sig. Fabrizio BOLDRINI		Località: Loc. le Mosse		Comune: Camerino		Prov. MC
Quota bocca foro (m): -	s.l.m. (medio)	Quota fondo foro: -	[m]	Profondità Totale: 8,00		Rotazione meccanica
Coordinate (long.): -	GAUSS-BOAGA	Angolo rispetto alla verticale: 0	[°]	Direzione: Dr. F. Rossi Di Giacobbi		n° distruzione
Coordinate (lat.): -	GAUSS-BOAGA	Terminato il: 29/08/2017	esecuzione	Impresa: Maurizio		SG-5
Data: 29/08/2017		esecuzione		Prof. Max = 30 m		

Falda [m]	Perdita d'acqua di circolazione	Corona diamant.	Profondità [m]	Profilo lito-stratigrafico	Carotaggio totale (% di recupero)	R.Q.D. %	Descrizione Litologica	Grado di alterazione	Grado di durezza	Grado di fratturazione	Pocket	NOTE	Strumentazione		
													Inclinometro	Piez. Tipo:	Quote
			0				Terreno di riporto. Litotipo A Limi Argillosi sabbiosi Lit. B1 (coll.) Limi sabbiosi argillosi Lit. B2 (coll.) Argille siltose grigie Litotipo C1 (Sub. Alt.) Argille Marnose azzurre Litotipo C2 (Sub. Int.)				1,5 0,6 0,8 1,5 1,8 3,0				

TIPO DI DISCONTINUITA		TIPO E DIAMETRO DEL SONDAGGIO			
L = Contatto rocci-roccia liscio R = Contatto roccia-roccia ruvido I = Contatto roccia-roccia irregolare E = Contatto roccia-roccia striato A = Giunto aperto Ox = Giunto ossidato Ag = Giunto con argilla M = Giunto o faglia Mineralizzata J = Discontinuità principale			φ [mm]	DA	A
		RIVESTIMENTO	assente		
		FORO	600		

Compilato: Dr. Geologo Fabio ROSSI	data: 20 luglio 2017	Controllato:
---	-----------------------------	--------------

ALTERAZIONE	DUREZZA	FRATTURAZIONE	Mod. Scavatore meccanico
A-1 Sana	D-1 Molto duro	F-0 Non fratturato	
A-2 Leggermente alterata	D-2 Duro	F-1 Poco fratturato	
A-3 Mediamente alterata	D-3 Mediamente duro	F-2 Fratturato	
A-4 Profondamente alterata	D-4 Poco duro	F-3 Molto fratturato	
A-5 Totalmente alterata e argillificata	D-5 Soffice	F-4 Estremamente fratturato	
		F-5 Terreno	

Quota Falda da p. c. - [m]	Quota Perforazione con corona diamantata da p. c. 8,00 [m]
------------------------------	---

Allegato 6A

Logs sondaggi geognostici

AMBIENTE
GEOBIOLOGIA
GEOLOGIA APPLICATA
STUDIO ELLEFFE

**MODELLAZIONE
ANALISI GEOFISICA
HVSr**

PROVA SISMICA PASSIVA HVSr

PREMESSA. La prova sismica passiva a stazione singola mette in luce le frequenze alle quali il moto del terreno viene amplificato per risonanza stratigrafica. La prova, comunemente nota con il termine H/V (rapporto tra le componenti spettrali orizzontali, H, e verticale, V) fu applicata per la prima volta da Nogoshi e Igarashi (1970) e resa popolare da Nakamura (1989).

In un sistema costituito da uno strato tenero (es. coperture) + semispazio rigido (es. bedrock), un'onda tenderà a rimanere intrappolata nello strato tenero per riflessioni multiple (alla superficie libera, di nuovo al bedrock ecc.) dando luogo a fenomeni di risonanza per lunghezze d'onda incidenti [$\lambda = n \times 4 \times H$]. Le frequenze a cui si manifesta la risonanza sono descritte dalla legge:

$$f_{Hz} = n \times \frac{Vs}{4H}$$

Dove:

- n = 1, 3, 5, ecc. indica l'ordine del modo di vibrare (fondamentale, primo superiore ecc.)
- Vs è la velocità delle onde di taglio nello strato che risuona
- H è lo spessore dello strato di riferimento

Nella maggior parte delle situazioni, a causa della attenuazione delle coperture, il solo modo visibile è il fondamentale.

Un suolo vibra con maggiore ampiezza a specifiche frequenze (per l'appunto di risonanza) non solo quando è eccitato da un terremoto ma anche quando è eccitato da un (micro)tremore di qualsiasi origine. Questo fa sì che la misura delle frequenze di risonanza dei terreni sia possibile ovunque ed in modo semplice, anche in assenza di terremoti.

L'Equazione riportata permette di comprendere come la tecnica H/V possa fornire indicazioni di carattere stratigrafico: a partire da una misura di microtremore che fornisce f , nota la Vs delle coperture, si può infatti stimare la profondità dei riflettori sismici principali o viceversa.

MODALITÀ DI ACQUISIZIONE. La misura di microtremore a stazione singola deve avere una durata commisurata alla frequenza di indagine di interesse. Nella già citata ipotesi che una misura di interesse ingegneristico ricada nell'intervallo 0.1-20 Hz, segue che un campionamento adeguato deve durare 15+20 min, in modo da poter analizzare il segnale su finestre di almeno 30 s di lunghezza e da avere almeno 20-30 finestre su cui effettuare una media, considerando anche che qualcuna potrà dover essere rimossa per la presenza di disturbi che alterano lo spettro medio. La frequenza di campionamento adeguata per questo tipo di prove non deve essere inferiore a 50 Hz, in modo da permettere una ricostruzione spettrale sino ad almeno 20 Hz. Lo strumento di misura va posto a diretto contatto col terreno e reso solidale con questo senza interfacce intermedie.

STRUMENTAZIONE. Le misure di microtremore a stazione singola a scopo di microzonazione sismica si effettuano per mezzo di sismometri (o tromometri) tricomponenti sufficientemente sensibili nell'intervallo di frequenze di interesse ingegneristico (0.1-20 Hz), corrispondenti alle frequenze dei modi di vibrare della maggior parte delle strutture in elevazione. Per definirsi sufficientemente sensibile, lo strumento deve essere in grado di rilevare segnale anche nei punti più silenziosi

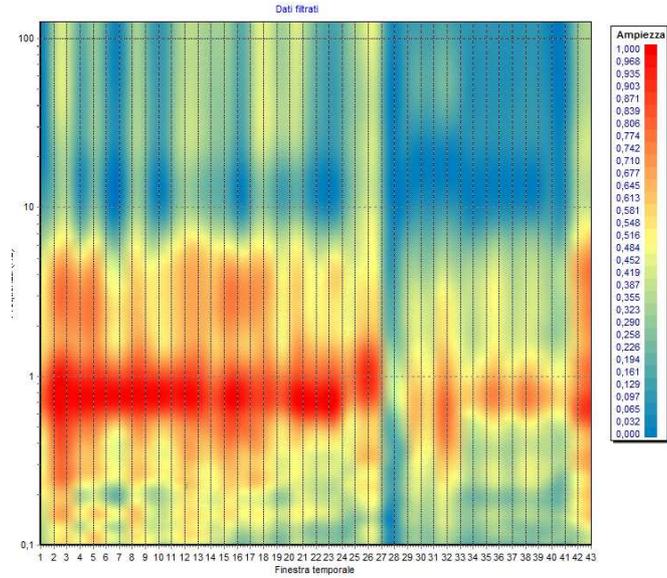
della superficie terrestre. Di fatto non esistono modelli statisticamente affidabili che descrivono il minimo del rumore di fondo su roccia in questa banda di frequenze poiché si tratta un intervallo di modesto interesse sismologico, che tradizionalmente si concentra su frequenze inferiori (per una revisione sui modelli comunemente usati si veda Castellaro-Mulargia, 2011).



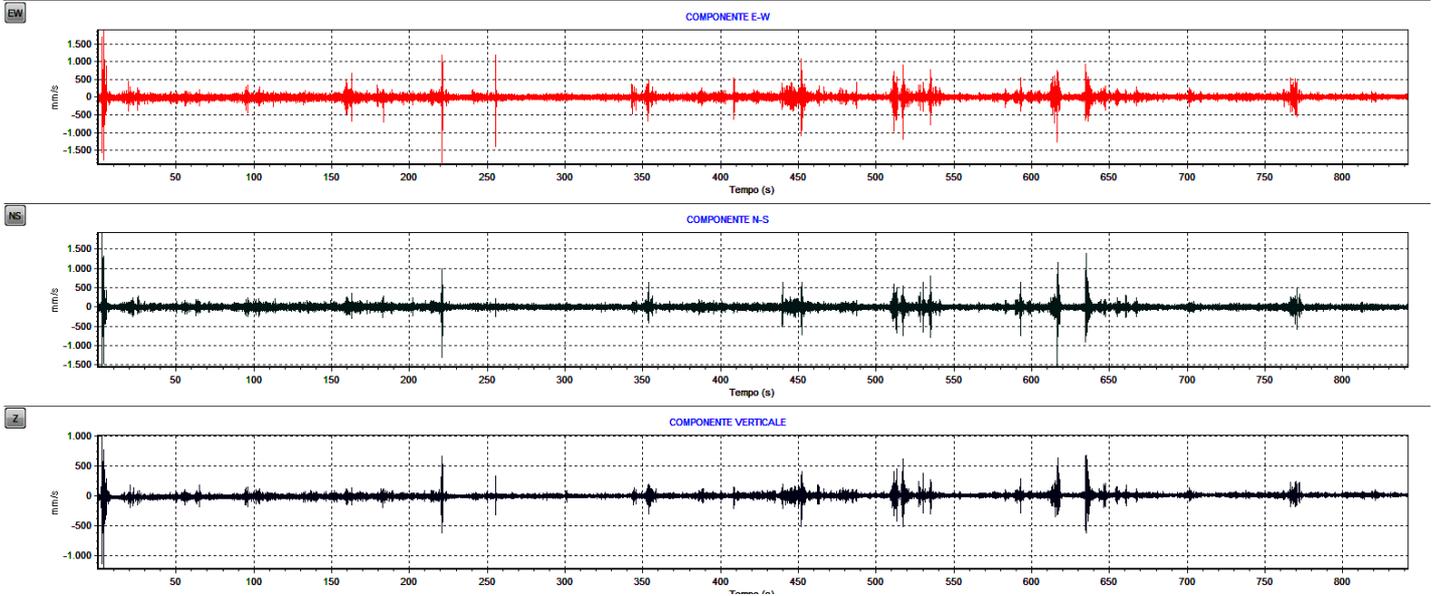
ANALISI DEI DATI. Le serie temporali registrate nelle tre componenti del moto vengono analizzate secondo procedure spettrali di vario tipo (FFT, wavelet, ecc.) fino alla produzione delle curve H/V, dove H è la media di due componenti spettrali orizzontali ortogonali. Si rimanda a SESAME (Site EffectS Assessment using Ambient Excitations, 2005) per uno dei possibili esempi di protocollo di analisi.

BIBLIOGRAFIA PRIMARIA. Berger, J., P. Davis, and G. Ekstrom, 2004. Ambient Earth Noise: a survey of the Global Seismic Network, *J. Geophys. Res.*, 109, B11307 10.1029/2004JB003408. Bonnefoy-Claudet S., Köhler A., Cornou C., Wathelet M. e Bard P.-Y., 2008. Effects of Love waves on microtremor H/V ratio, *Bull. Seism. Soc. Am.*, 98, 288 – 300. Castellaro S. e Mulargia F., 2009a. Vs30 estimates using constrained H/V measurements, *Bull. Seism. Soc. Am.*, 99, 761-773. Castellaro S. e Mulargia F., 2009b. The effect of velocity inversions on H/V, *Pure Appl. Geophys.*, 166, 567-592. Castellaro S. e Mulargia F., 2010a. How far from a building does the ground-motion free-field start? The cases of three famous towers and a modern building, *Bull. Seism. Soc. Am.*, 100 (5A), doi: 10.1785/0120090188. Ohrnberger M., Scherbaum F., Krüger F., Pelzing R. e Reamer S.K., 2004. How good are shear wave velocity models obtained from inversion of ambient vibrations in the Lower Rhine Embayment (N.W. Germany)?, *Boll. Geofis. Teorica Appl.*, 45, 215-232. Parolai S., Richwalski S., Milkereit C. e Fäh D., 2006. S-wave velocity profiles for earthquake engineering purposes for the Cologne area (Germany), *Bull. Earthq. Eng.* 4, 65–94. Kanai K., 1957. The requisite conditions for predominant vibration of round, *Bull. Earthquake Res. Inst. Tokyo Univ.*, 31, 457. Nakamura Y., 1989. A method for dynamic characteristics estimates of subsurface using microtremor on the round surface, *QR of RTRI*, 30, 25-33. Nogoshi M., Igarashi T., 1970. On the propagation characteristics of microtremors., *J. Seism. Soc. Japan*, 23, 264-280. Peterson J., 1993. Observations and modeling of seismic background noise. U.S. Geol. Survey OpenFileReport 93322, 95 pp. Scherbaum, F., Hinzen, K.G. & Ohrnberger, M., 2003. Determination of shallow shear wave velocity profiles in the Cologne Germany area using ambient vibrations, *Geophys. J. Int.*, 152, 597–612. SESAME Project (2005). Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations. Measurements, processing and interpretation, WP12, deliverable no. D23.12.

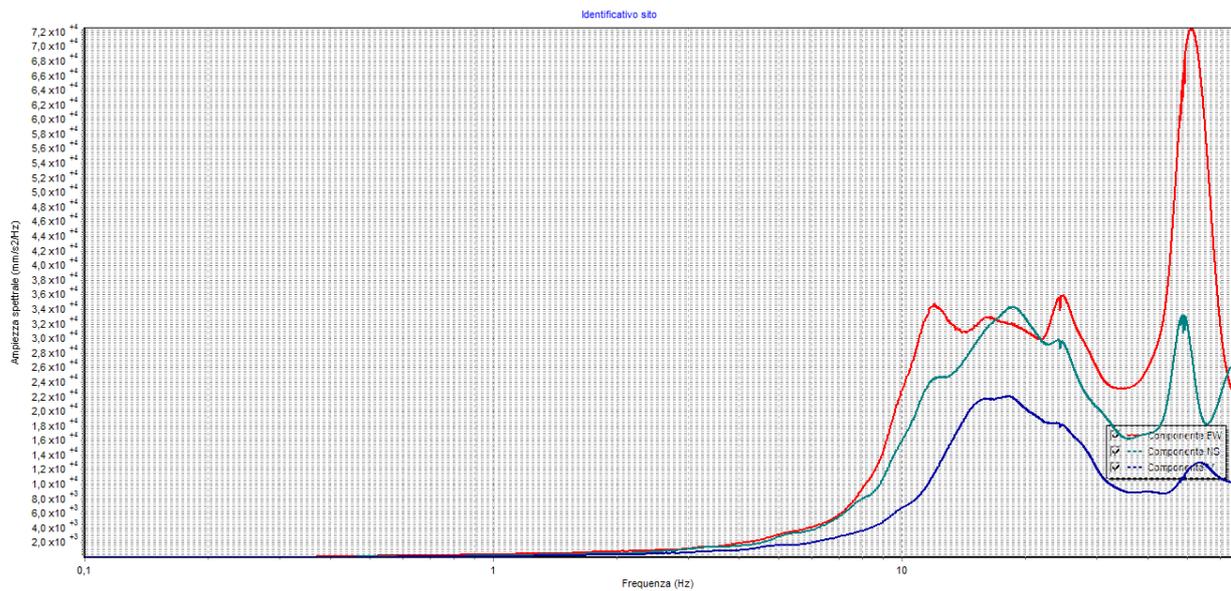
LNI



ACQUISIZIONE

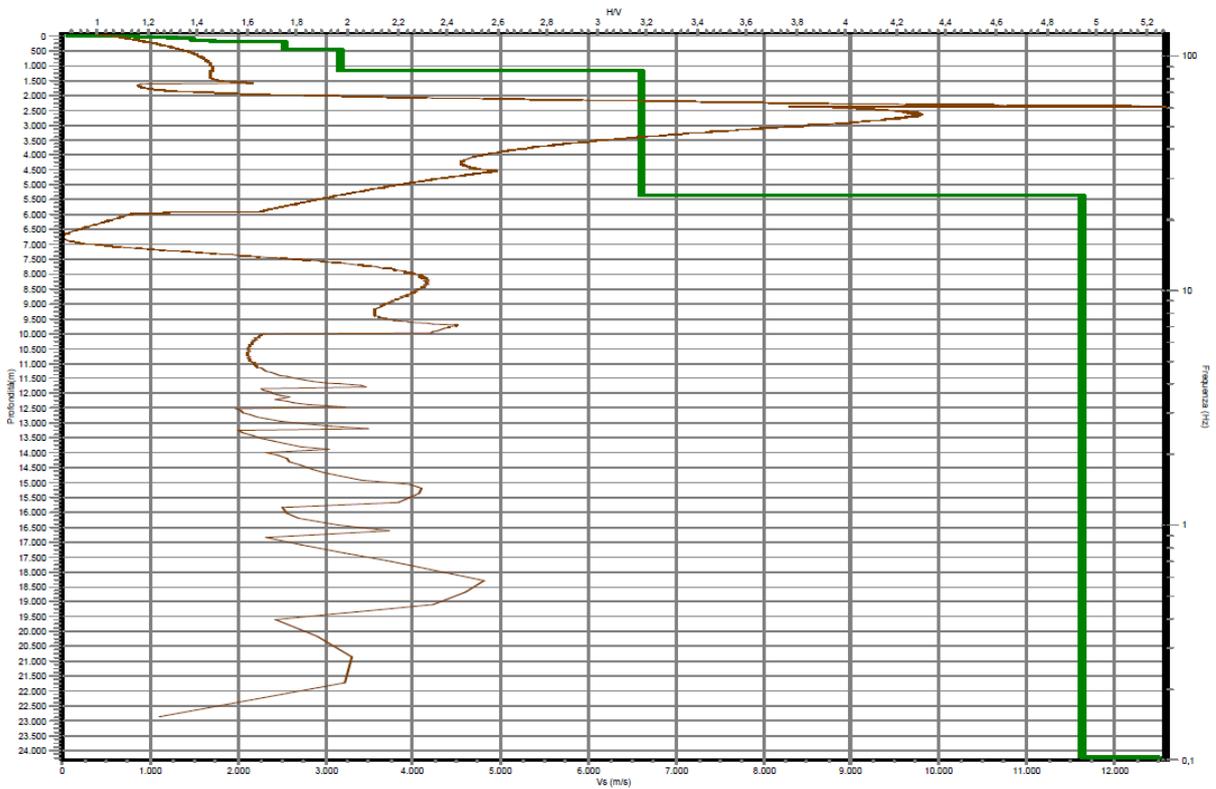
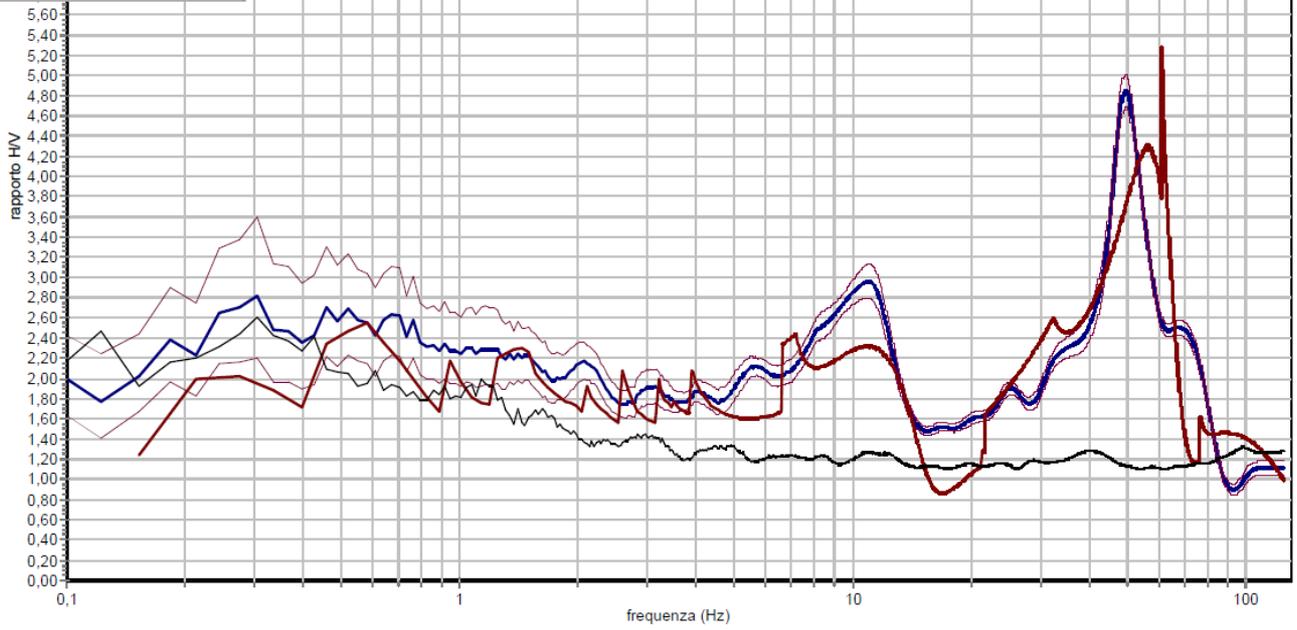


ACCELERAZIONE



- Spettro H/V: media
- Spettro H/V: 5-percentile
- Spettro H/V: 95-percentile
- Spettro H/V teorico
- Componente V
- Minimi locali di V
- Massimi locali di H/V
- Correlazioni
- Funzione di trasferimento
- Massimi locali di A
- Deviazione standard di H/V

Spettro H/V



V_s media Spettro H/V teorico
 Classe sito: B - V_{s30} (m/s)= 634,8

Tabella parametri geotecnici per alte deformazioni da HVSR LN1 - Loc. le Mosse, Camerino (MC)

N.	Da (m)	a (m)	dz (m)	Vs(m/s)	Gamma(kN/mc)	sigmav(MPa)	RQD%	E(MPa)	Phi(°)	Cu(kPa)
1	0,0	0,14	0,14	70	17,21	0,00		4,36	32,4	31,905
2	0,14	0,28	0,14	138	18,9	0,00		18,86	40	93,878
3	0,28	0,29	0,01	140	18,73	0,00		19,11	40,1	96,05
4	0,29	0,3	0,01	142	18,76	0,00		19,69	40,1	98,241
5	0,3	0,83	0,53	162	18,78	0,01		25,65	37,8	121,139
6	0,83	3,44	2,61	346	20,59	0,04		120,77	44,4	404,843
7	3,44	7,97	4,53	348	19,93	0,08		118,21	40,6	408,57
8	7,97	36,52	28,55	847	22,19	0,43	6	731,05	37,7	456,218
9	36,52	51,74	15,22	1169	22,88	0,63	11	1435,55	37,6	565,635
10	51,74	55,51	3,77	1232	22,93	0,68	12	1598,18	37,6	656,63
11	55,51	79,88	24,37	1297	22,95	1,0	14	1773,03		
12	79,88	136,91	57,03	1473	23,08	1,76	18	2299,88		
13	136,91	204,46	67,55	1701	23,29	2,67	24	3093,88		
14	204,46	454,12	249,66	2543	24,28	6,28	53	7209,97		
15	454,12	1177,25	723,13	3155	24,42	16,85	81	11164,11		
16	1177,25	5339,53	4162,28	6621	26,13	84,8	358	52609,24		
17	5339,53	24222,93	18883,4	11627	27,11	411,51	1104	168304,11		
18			0,0	12513	27,03	411,51	1278	194356,3		

Tabella parametri geotecnici per basse deformazioni da HVSR LN1 - Loc. le Mosse, Camerino (MC)

N.	Da (m)	a (m)	dz (m)	Vs(m/s)	Gamma(kN/mc)	Smorzamento	Vp(m/s)	G0(Mpa)	Ed(Mpa)	Kv(Mpa)	Ey(Mpa)
1	0,0	0,14	0,14	70	17,21	0,05	146	8,6	37,25	25,79	23,21
2	0,14	0,28	0,14	138	18,9	0,05	304	36,68	177,76	128,85	100,5
3	0,28	0,29	0,01	140	18,73	0,05	299	37,43	171,1	121,2	101,81
4	0,29	0,3	0,01	142	18,76	0,05	304	38,56	176,28	124,87	104,89
5	0,3	0,83	0,53	162	18,78	0,05	346	50,25	229,7	162,71	136,67
6	0,83	3,44	2,61	346	20,59	0,05	626	251,33	822,53	487,42	643,4
7	3,44	7,97	4,53	348	19,93	0,05	630	246,01	805,14	477,12	629,8
8	7,97	36,52	28,55	847	22,19	0,05	1383	1622,83	4327,55	2163,78	3894,8
9	36,52	51,74	15,22	1169	22,88	0,05	1909	3186,72	8497,92	4248,96	7648,13
10	51,74	55,51	3,77	1232	22,93	0,05	2012	3547,72	9460,58	4730,29	8514,52
11	55,51	79,88	24,37	1297	22,95	0,05	2118	3935,87	10495,64	5247,82	9446,08
12	79,88	136,91	57,03	1473	23,08	0,05	2405	5105,41	13614,42	6807,21	12252,97
13	136,91	204,46	67,55	1701	23,29	0,05	2778	6867,96	18314,55	9157,28	16483,1
14	204,46	454,12	249,66	2543	24,28	0,05	4153	16005,08	42680,2	21340,1	38412,18
15	454,12	1177,25	723,13	3155	24,42	0,05	5152	24782,71	66087,21	33043,6	59478,49
16	1177,25	5339,53	4162,28	6621	26,13	0,05	10812	116784,86	311426,31	155713,16	280283,66
17	5339,53	24222,93	18883,4	11627	27,11	0,05	18987	373610,63	996295,06	498147,59	896665,5
18	0	0	0,0	12513	27,03	0,05	20434	431442,69	1150513,75	575256,81	1035462,44

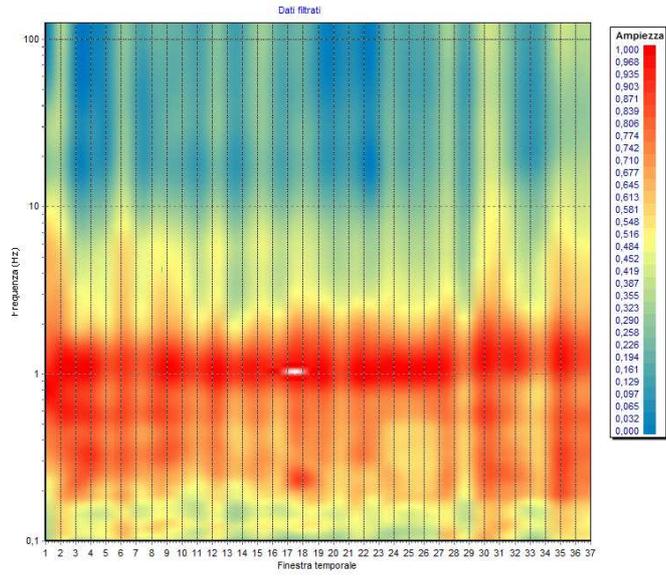
Tabella parametri picchi stratigrafici da spettro H/V delle onde di Rayleigh e Love LN1 - Loc. le Mosse, Camerino (MC)

Criteri SESAME (2005) per una curva H/V attendibile S1: $f_p > 10/L_w$ - S2: $L_w \times N_w \times f_p > 200$ - S3: $sa < 2$ per $0.5f_p < f < 2f_p$

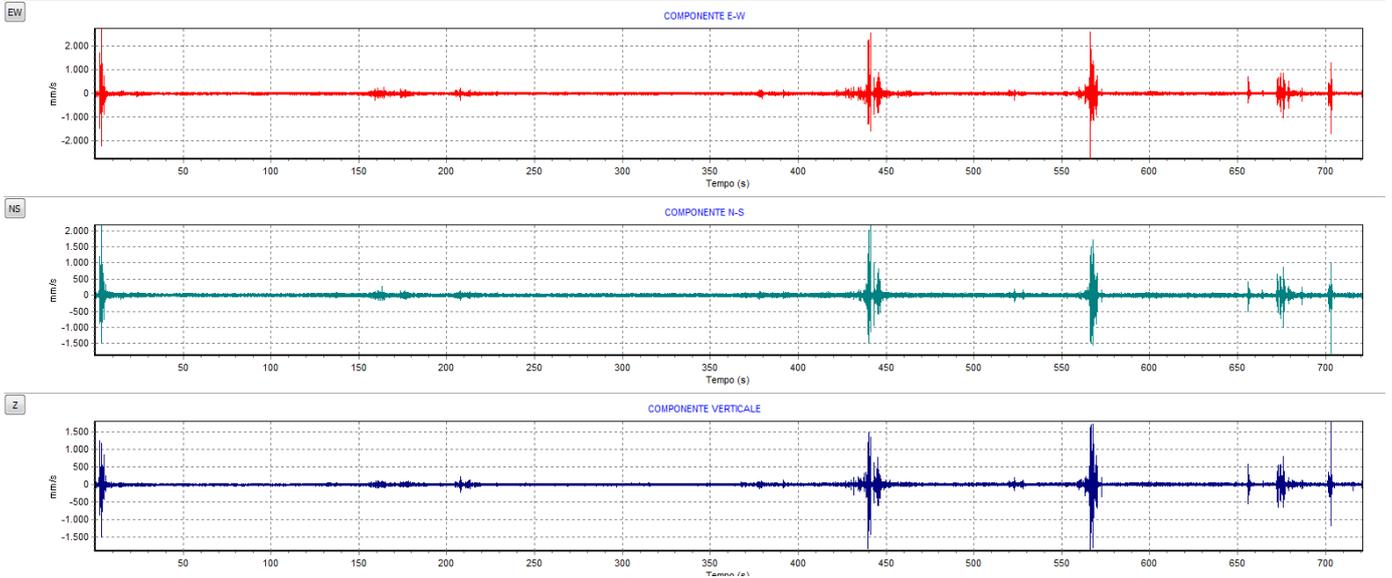
LEGENDA: L_w =lunghezza della finestra (s) - N_w =n. finestre - f_p (Hz)=frequenza del picco stratigrafico - sa =deviazione standard

N.	fz(Hz)	H/V	Kg	H1(m)	H2(m)	H3(m)	S1	S2	S3
1	0,31	2,82	25,99	263,86	153,69	130,07	No	Si	No
2	0,12	1,77	25,74	895,0	521,31	441,2	No	No	No
3	0,67	2,63	10,3	92,24	53,73	45,47	Si	Si	No
4	1,4	2,25	3,6	34,51	20,1	17,01	Si	Si	Si
5	2,08	2,17	2,26	20,49	11,94	10,1	Si	Si	Si
6	2,69	1,77	1,17	14,53	8,47	7,16	Si	Si	Si
7	4,06	1,88	0,87	8,38	4,88	4,13	Si	Si	Si
8	5,55	2,11	0,81	5,52	3,21	2,72	Si	Si	Si
9	5,65	2,12	0,79	5,4	3,14	2,66	Si	Si	Si
10	5,8	2,11	0,77	5,21	3,03	2,57	Si	Si	Si
11	10,93	2,96	0,8	2,24	1,3	1,1	Si	Si	Si
12	25,24	1,9	0,14	0,73	0,43	0,36	Si	Si	Si
13	49,59	4,84	0,47	0,3	0,17	0,15	Si	Si	Si
14	121,89	1,12	0,01	0,09	0,05	0,04	Si	Si	Si
15	122,47	1,12	0,01	0,09	0,05	0,04	Si	Si	Si
16	123,9	1,12	0,01	0,09	0,05	0,04	Si	Si	Si
17	125,0	1,12	0,01	0,09	0,05	0,04	Si	Si	Si

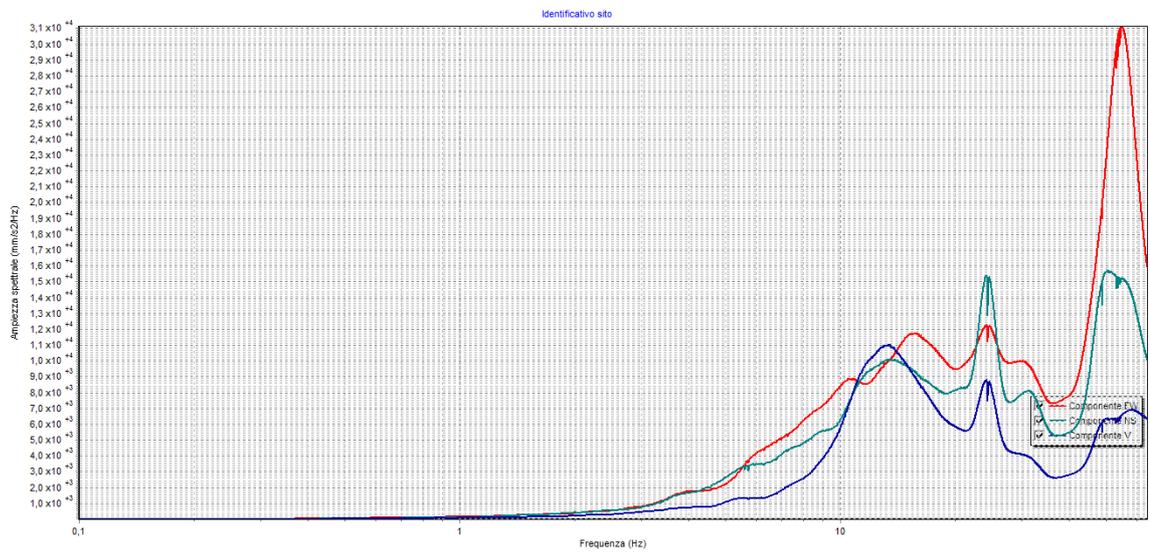
LN2



ACQUISIZIONE

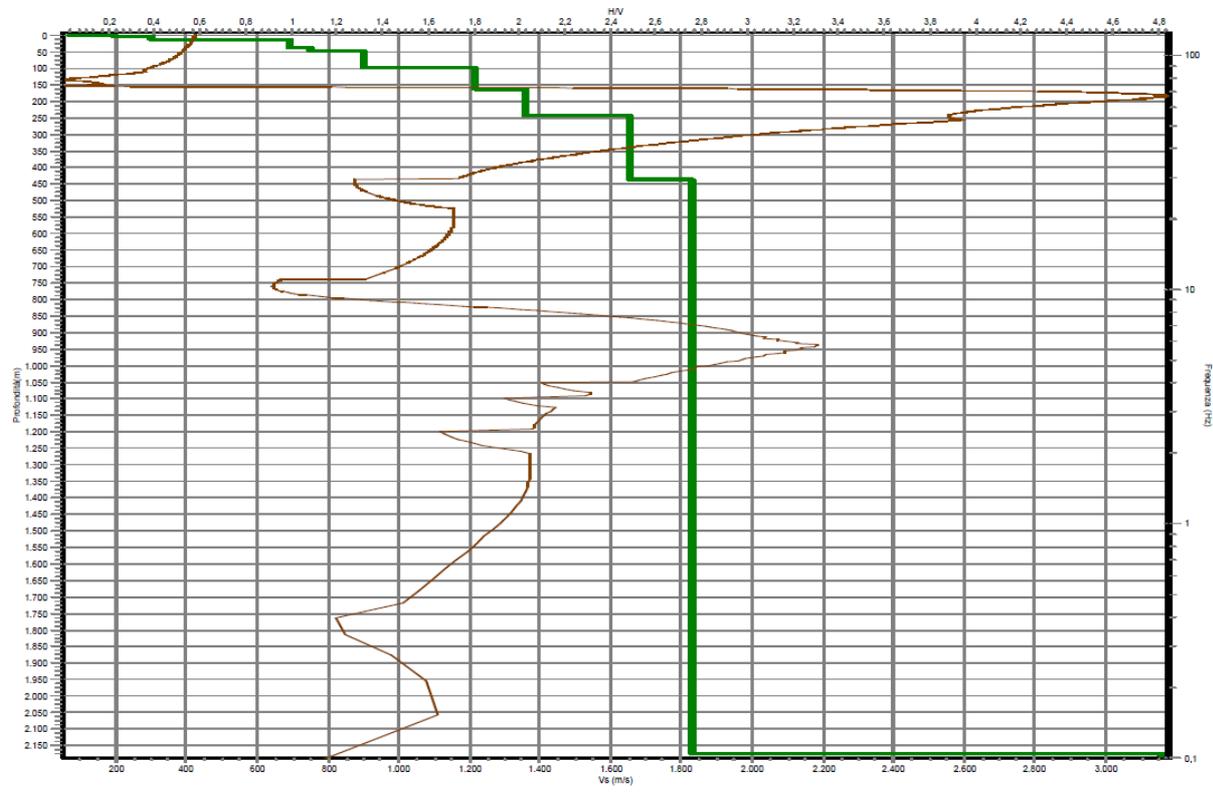
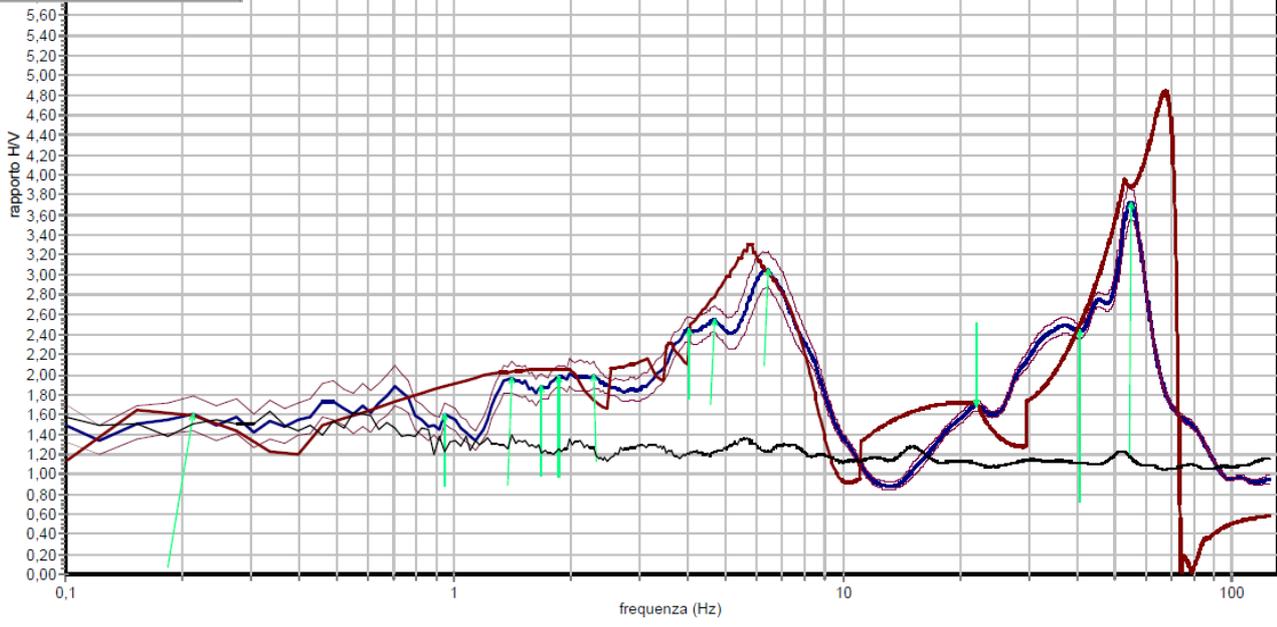


ACCELERAZIONE



- Spettro H/V: media
- Spettro H/V: 5-percentile
- Spettro H/V: 95-percentile
- Spettro H/V teorico
- Componente V
- Minimi locali di V
- Massimi locali di H/V
- Correlazioni
- Funzione di trasferimento
- Massimi locali di A
- Deviazione standard di H/V

Spettro H/V



- Vs media
- Spettro HV teorico

Classe sito: B - Vs30 (m/s)= 454,9

Tabella parametri geotecnici per alte deformazioni da HVSR LN2 - Loc. Le Mosse, Camerino

N.	Da (m)	a (m)	dz (m)	Vs(m/s)	Gamma(kN/mc)	sigmav(MPa)	RQD%	E(MPa)	Phi(°)	Cu(kPa)
1	0,0	0,32	0,32	70	16,63	0,00		4,21	29,8	31,905
2	0,32	1,17	0,85	190	19,17	0,01		35,48	39,1	156,09
3	1,17	2,2	1,03	195	18,69	0,02		36,44	36,8	162,671
4	2,2	3,36	1,16	296	19,85	0,03		86,5	42	315,871
5	3,36	11,62	8,26	298	19,18	0,11		84,72	36,7	319,271
6	11,62	36,88	25,26	689	21,38	0,4		466,17	46	1210,387
7	36,88	46,71	9,83	753	21,32	0,51	5	555,24		
8	46,71	98,25	51,54	900	21,58	1,12	7	802,84		
9	98,25	163,03	64,78	1213	22,25	1,93	12	1503,4		
10	163,03	202,37	39,34	1360	22,43	2,42	15	1905,05		
11	202,37	243,2	40,83	1362	22,3	2,93	15	1899,3		
12	243,2	435,78	192,58	1656	22,71	5,42	22	2859,6		
13	435,78	2174,99	1739,21	1827	22,12	26,83	27	3390,74		
14			0,0	3158	23,74	26,83	81	10872,88		

Tabella parametri geotecnici per basse deformazioni da HVSR LN2 - Loc. Le Mosse, Camerino

N.	Da (m)	a (m)	dz (m)	Vs(m/s)	Gamma(kN/mc)	Smorzamento	Vp(m/s)	G0(Mpa)	Ed(Mpa)	Kv(Mpa)	Ey(Mpa)
1	0,0	0,32	0,32	70	16,63	0,05	146	8,31	36,0	24,92	22,43
2	0,32	1,17	0,85	190	19,17	0,05	386	70,53	290,92	196,88	189,01
3	1,17	2,2	1,03	195	18,69	0,05	396	72,44	298,81	202,22	194,14
4	2,2	3,36	1,16	296	19,85	0,05	554	177,25	620,38	384,05	460,86
5	3,36	11,62	8,26	298	19,18	0,05	558	173,6	607,61	376,14	451,37
6	11,62	36,88	25,26	689	21,38	0,05	1125	1034,83	2759,56	1379,78	2483,6
7	36,88	46,71	9,83	753	21,32	0,05	1230	1232,56	3286,83	1643,41	2958,15
8	46,71	98,25	51,54	900	21,58	0,05	1470	1782,19	4752,52	2376,26	4277,27
9	98,25	163,03	64,78	1213	22,25	0,05	1981	3337,33	8899,54	4449,77	8009,59
10	163,03	202,37	39,34	1360	22,43	0,05	2221	4228,94	11277,16	5638,58	10149,45
11	202,37	243,2	40,83	1362	22,3	0,05	2224	4216,16	11243,1	5621,55	10118,79
12	243,2	435,78	192,58	1656	22,71	0,05	2704	6347,89	16927,71	8463,86	15234,94
13	435,78	2174,99	1739,21	1827	22,12	0,05	2983	7526,95	20071,88	10035,94	18064,69
14	0	0	0,0	3158	23,74	0,05	5157	24136,2	64363,2	32181,6	57926,88

Legenda: Vs=velocità onde S; gamma=peso di volume; Vp=velocità onde P; G0=modulo di taglio; Ed=modulo edometrico; Kv=modulo di compressibilità volumetrica; Ey=Modulo di Young.

STUDIO ELLERRE DI DR. FABIO RUSSI

Tabella parametri picchi stratigrafici da spettro H/V delle onde di Rayleigh e Love LN2 - Loc. Le Mosse, Camerino

Criteria SESAME (2005) per una curva H/V attendibile S1: fp>10/Lw - S2: Lw x Nw x fp>200 - S3: sa<2 per 0.5fp<f<2fp

LEGENDA: Lw=lunghezza della finestra (s) - Nw=n. finestre - fp(Hz)=frequenza del picco stratigrafico - sa=deviazione standard

N.	fz(Hz)	H/V	Kg	H1(m)	H2(m)	H3(m)	S1	S2	S3
1	0,21	1,6	12,06	424,47	247,24	209,25	No	No	Si
2	0,95	1,6	2,72	58,4	34,01	28,79	Si	Si	Si
3	1,4	1,96	2,75	34,51	20,1	17,01	Si	Si	Si
4	1,68	1,88	2,1	27,19	15,84	13,41	Si	Si	Si
5	1,86	1,98	2,1	23,69	13,8	11,68	Si	Si	Si
6	2,29	1,99	1,74	17,99	10,48	8,87	Si	Si	Si
7	4,03	2,46	1,5	8,47	4,93	4,17	Si	Si	Si
8	4,67	2,55	1,4	6,95	4,05	3,43	Si	Si	Si
9	6,41	3,05	1,45	4,56	2,66	2,25	Si	Si	Si
10	22,03	1,69	0,13	0,88	0,51	0,43	Si	Si	Si
11	22,13	1,69	0,13	0,87	0,51	0,43	Si	Si	Si
12	40,59	2,43	0,15	0,39	0,23	0,19	Si	Si	Si
13	54,9	3,72	0,25	0,26	0,15	0,13	Si	Si	Si

Carta di Microzonazione analitica e distribuzione delle accelerazioni sismiche orizzontali A(g)

V_{sm} (m/sec). Velocità ponderale di propagazione delle onde di taglio S negli strati di copertura

V_{s30} (m/sec). Velocità ponderale di propagazione delle onde di taglio S nei primi 30 m di profondità

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1}^n \frac{h_i}{v_i}}$$

D.M. 14.01.2008 ss.mm.ii

N_{spt} (-). Media ponderale N. colpi penetrometro adottato standardizzato all'NSPT

H_T (Kg/cm²). Spessore totale della colonna stratigrafica di copertura

$$T_{sec} = 4 \frac{\sum_{i=1}^n H_T}{\sum_{i=1}^n V_{sm}}$$

T (sec) = Periodo di risonanza della colonna stratigrafica rispetto al bedrock (o bedrock-like). Il periodo di risonanza corrisponde al periodo per il quale nello spettro di risposta del sito si ha il coefficiente di risposta R di picco e dunque di massima sollecitazione per edifici aventi il medesimo periodo di vibrazione. Pertanto, un edificio dovrebbe essere realizzato nel sito in questione in modo tale da prevedere un periodo di risonanza superiore lontano per il 20% a quello ponderale calcolato per la colonna stratigrafica.

Rischio Sismico (microzonazione):
Amplificazione d'onda

Classificazione sismica suolo

D.M. 14.01.2008 ss.mm.ii

R1. Zona esente da amplificazione

A. Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di V_{s30} maggiori di 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m

R2. Zona di bassa amplificazione

B. Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà geomeccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 e 800 m/s

R3. Zona di moderata amplificazione

C. Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 180 e 360 m/s

R4. Zona di amplificazione

D. Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fina scarsamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} minori di 180 m/s;

R5. Zona di elevata amplificazione

E. Terreni di sottosuolo di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti su substrato di riferimento (con V_{s30} > 800 m/s).

S1. Depositi di terreni caratterizzati da valori di V_{s30} minori di 100 m/s, che includono uno strato di almeno 8,0 m di terreni a grana fina di bassa consistenza oppure che includono almeno 3,0 m di torba o di argille organiche;

S2. Depositi di terreni soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti.

Il fenomeno dell'amplificazione sismica si accentua al decrescere di V_s (o NSPT) alla medesima profondità

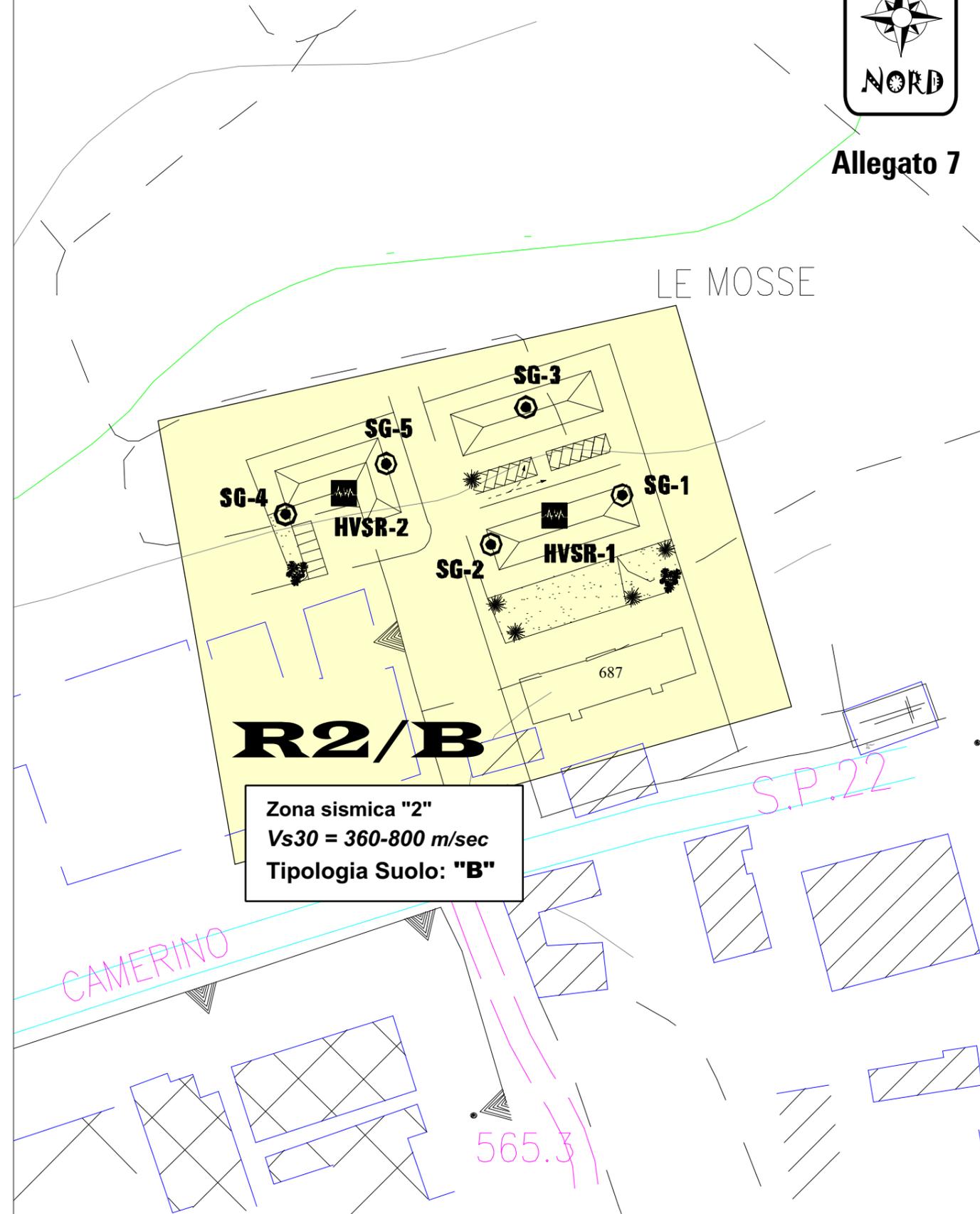
PROGETTO DI LOTTOZZAZIONE "LE MOSSE"

Carta tematica: RISCHIO GEO-SISMICO

scala 1:1.000



Allegato 7



PERICOLOSITA' GEOLOGICHE: CARTA SINOTTICA

P1 - AREE ESENTI DA RISCHI. *Sinottica:* Zone prive di circolazione idrica o trascurabile. Zone di ottimo drenaggio con falda idrica da media a profonda. Zone esenti da frane sovraincombenti e di movimenti gravitativi antichi e/o attuali, quiescenti e/o in atto. Zone di Sub-orizzontalità topografica e/o pendenze naturali minime (< 10%). Stabilità morfologica dei versanti efficace ($F \gg 1,300$) sia in condizioni statiche (F_s) sia dinamiche (F_d). **Trattasi di zone prive di dissesti, con substrato integro affiorante e/o coltre equiparabile (bedrock-like) e/o di minimo spessore, omogenea, con qualità geotecnico-reologiche buone e crescenti con l'approfondimento.**

P2 - AREE SOTTESE A RISCHI MODERATI. *Sinottica:* Zone con circolazione idrica epidermica assente o, se presente, regolabile tramite drenaggio. Falda idrica controllabile. Zone con pendenze naturali moderate (< 10%-20%), piuttosto che zone sub-pianeggianti con omogenei volumi di colluvioni a stato di consistenza crescente. Zone esenti di movimenti gravitativi antichi e/o attuali. Zone con stabilità morfologica dei versanti buona ($F \gg 1,30$), sia in condizioni statiche (F_s) sia dinamiche (F_d). Zone con litotipi dotati di qualità tessuturali, geomeccaniche e reologiche buone, con occasionali orizzonti superficiali di ridotta potenza compressibili. **Trattasi di zone con remoti indizi di dissesto geologico ed idraulico e/o remote possibilità d'esondazione.**

P3 - AREE SOTTESE A RISCHI MEDI. *Sinottica:* Zone con versanti a pendenze naturali medie significative ma accettabili (< 30%), ovvero zone sub-pianeggianti con differenziati volumi di materiali alluvionali. Zone con qualità geotecniche dei litotipi di copertura variabili localmente sia in senso estensivo che normale, ma con substrato rilevabile a profondità accettabile. Zone con eventuale circolazione idrica superficiale ma sanabile tramite drenaggio piuttosto che aree ai margini delle zone di esondazione. Zone con movimenti gravitativi epidermici e/o quiescenti, ma privi di segni di riattivazione e con stabilità delle coltri verificata analiticamente ($F > 1,30$). **Trattasi di zone con assenza di indizi di dissesto geologico ed idraulico ma collocate su di versanti a pendenza significativa ma accettabile (< 30°) e/o su sedimenti compressibili, ovvero zone con dissesti geologici ed idraulici di ridotta entità e sulle quali si può intervenire tramite idonei accorgimenti costruttivi e risanamento e/o in funzione dell'opera da realizzare (*)**

(*) *Accorgimenti costruttivi:* fondazioni dirette intelaiate, massicce a struttura rigida con piani compensati per eludere i cedimenti delle strutture in elevazione o indirette profonde di grosso diametro.

Programmi di bonifica ambientale e/o interventi di stabilizzazione preventivi: rimodellamento della geometria dei versanti; opere di stabilizzazione delle scarpate naturali e di sbancamento (muri controterra e/o terre rinforzate).

Programmi di bonifica idraulica: wells points, precarichi, tappeti drenanti, vibroflottazione; drenaggi superficiali e profondi, trincee, impermeabilizzazione dei perimetri e complementari opere specifiche da definire in relazione alla tipologia progettuale.

P4 - AREE SOTTESE A RISCHI SIGNIFICATIVI. *Sinottica:* Condizioni d'instabilità rilevabile: fenomeni gravitativi reali e/o potenziali. Zone molto acclivi (scarpate antropiche e poligeniche sintomatiche e/o di intensa erosione), anche con substrato affiorante. Zone con sedimenti di copertura di notevole potenza su versanti con pendenze naturali significative (> 25%) con substrato integro marcabile ad alta profondità (> 25-30 m). Zone di esondazione. Drenaggio impedito con falda prossima al piano di campagna. Zone con frequenti condizioni di saturazione del terreno. Zone con caratteristiche geotecniche e reologiche dei litotipi scadenti, variabili arealmente e localmente decrescenti con l'approfondimento. Zone con diffusi cedimenti differenziali e/o processi di subsidenza. **Trattasi di zone con presenza puntuale di dissesto geologico ed idraulico da monitorare puntualmente per l'attuazione di interventi edilizi o meno.**

P5 - AREE AD ALTO RISCHIO. *Sinottica:* Instabilità gravitativa evidente: movimenti franosi in atto e/o incombenti. Zone con pendio molto acclive (> 30%). Zone con drenaggio impedito e/o manifestazioni idriche significative e/o falda cospicua impilata e/o al piano di campagna. Zone con caratteristiche geomeccaniche dei litotipi pessime e molto differenziate sia arealmente sia verticalmente. **Zone con diffuso dissesto geologico-idraulico: sono ammissibili solamente le opere e gli interventi volti alla riparazione ed al consolidamento dell'esistente**

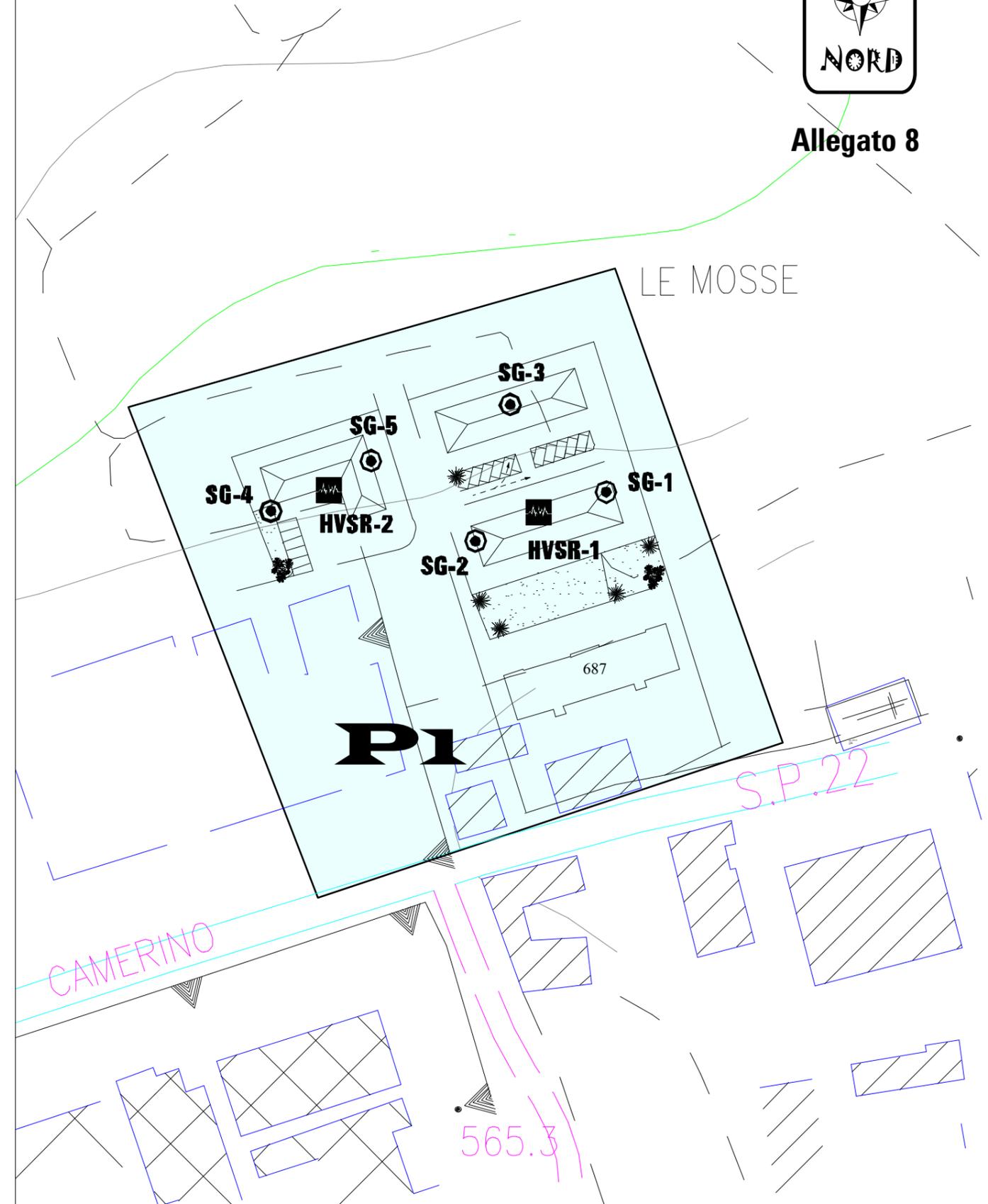
PROGETTO DI LOTTOZZAZIONE "LE MOSSE"

Carta tematica: Pericolosità geologiche

scala 1:1.000



Allegato 8



PROGETTO DI LOTTOZZAZIONE "LE MOSSE"

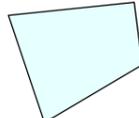
Carta tematica: Sintesi della fattibilità

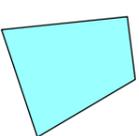
scala 1:1.000

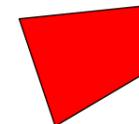


Allegato 9

**Penalità ai fini edificatori:
vincoli geologici**

 **V1 - AREE PRIVE DI VINCOLI.** Aree di progetto prive di vincoli geologici-geomorfologici-ambientali. Interventi edilizi ed assimilabili eseguibili tramite l'uso di ordinarie tecniche costruttive nel rispetto della normativa sismica vigente e delle previsioni urbanistiche

 **V2 - AREE CON PRESCRIZIONI.** Edificazione ed interventi assimilabili consentiti tramite l'ausilio di idonei accorgimenti costruttivi ed indagini geologico-tecniche suppletive in relazione al progetto esecutivo

 **V3 - AREE VINCOLATE.** Edificazione ed interventi assimilabili preclusi per l'elevata penalizzazione geologico-ambientale

