COMUNE DI CASINA

PROVINCIA DI PREGGIO EMILIA
REGIONE EMILIA ROMAGNA

LAVORO:

PIANO OPERATIVO COMUNALE 2014

AREA ATR5

FRAZIONE FABBRICA COMUNE DI CASINA

TITOLO:

RELAZIONE GEOLOGICA

COMMESSA N°	G 1 4 G A 0 1 8
DATA	MARZO 2014
ELABORATO	R G 0 1 A

ESTENSORE:

geode S.C.R.L.

Geode scrl
Via Martinella 50/C
43124 – PARMA
tel: 0521257057 – fax: 0521921910
e-mail: geologia@geodeonline.it

ORDINE DEI GEOLOGI REGIONE EMILIA ROMAGNA
DOTT. GIANCARLO BONINI
Emilia-Romagna
GEOLOGO
n. 802 ALBO P.

Dott. Geol. Giancarlo Bonini

COMMITTENTE:

ZENEVREDI MARIO
ZNWMRA67B25B967S
Via La strada – loc.Giandeto 4/1 Casina

A. PREMESSA

Per incarico della proprietà è stato eseguito uno studio geologico-sismico al fine di verificare la fattibilità geologica inerente l'inserimento nel POC dell'area denominata **ATR5** posta in frazione Fabbrica, nel settore orientale dell'abitato, in comune di Casina (RE) avente una superficie di 3722 mq circa.

Lo studio svolto ha contemplato:

- Modello geologico di riferimento: in esso vengono descritte le formazioni e le litologie presenti nell'area, l'assetto stratigrafico e strutturale; l'analisi è supportata dalla redazione di una carta geologica;
- Studio geomorfologico di dettaglio costituito da cartografia geomorfologica, analisi dell'acclività, valutazione del rischio di dissesto;
- Indagini geognostiche costituite da prove penetrometriche dinamiche (3) e misure di microtremore sismico (HVSR) per la definizione delle frequenze fondamentali del sito in esame;
- Definizione del modello stratigrafico e caratterizzazione meccanica del sottosuolo ed analisi di fattibilità delle fondazioni;
- Valutazione della risposta sismica locale;
- Analisi sull'esclusione della verifica di liquefazione;
- Verifiche di stabilità delle scarpate;
- Analisi di fattibilità geologica-sismica

Tavole allegate alla relazione:

Tavola 01: Carta geologica. Scala 1:5.000

Tavola 02: Carta geomorfologica. Scala 1:2.000

A.1 Normative di riferimento

- *O.P.C.M. 3274 del 20.03.2003 Costruzioni in zona sismica*
- *D.A.L. 112/2007. Atto di indirizzo e coordinamento tecnico ai sensi dell'art.16, c.1 della L.R. 20/2000 per "Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica"*
- *D.M. 14 Gennaio 2008. Nuove Norme Tecniche per le costruzioni*
- *L.R. 19 del 30.10.2008. Norme per la riduzione del rischio sismico.*
- *D.G.R. 1373/2011. Atto di indirizzo recante l'individuazione della documentazione attinente alla riduzione del rischio sismico necessaria per il rilascio del permesso di costruire e per gli altri titoli edilizi, alla individuazione degli elaborati costitutivi e dei contenuti del progetto esecutivo riguardante le strutture e alla definizione delle modalità di controllo degli stessi ai sensi dell'art. 12, comma 1 e dell'art. 4, comma 1 della L.R. 19 del 2008 per la riduzione del rischio sismico.*

B. INQUADRAMENTO PROGRAMMATICO

Di seguito si riporta in sintesi l'inquadramento programmatico per l'area in esame, relativo ai principali vincoli e tematiche geologico-geomorfologiche. Le principali cartografie sono riprese e descritte nei relativi paragrafi.

PTCP	Tavola P6	*Carta inventario del dissesto (PAI-PTCP) e degli abitati da consolidare e trasferire (L445/1908)"*	Esterno alle aree delimitate
	Tavola P7	*Carta di delimitazione delle fasce fluviali (PAI-PTCP)*	Esterno alle fasce fluviali
	Tavola P9a	*Rischio sismico-carta degli effetti attesi*	Categoria C – effetto atteso amplificazione stratigrafica
	Tavola P9b	*Rischio sismico-carta dei livelli di approfondimento*	Livello di approfondimento I
	Tavola 10a	*Carta delle tutele delle acque superficiali e sotterranee*	Esterna alle aree di protezione
PSC	Tavola P2	*Carta delle tutele ambientali, storico-culturali e dei vincoli sovraordinati*	Ambito di trasformazione residenziale da regolare con il POC.
	Tavola P3	*Rispetti e limiti all'edificazione*	Ambito di trasformazione residenziale da regolare con il POC. Esterno al sistema degli ambiti interessati da rischi naturali.
	Tavola P6	*Carta dell'inventario del dissesto*	Esterno alle aree perimetrate.
	Tavola P8	*Carta delimitazione fasce fluviali*	Esterno alle fasce fluviali
	Tavola P9	*Aree soggette ad effetti locali*	Aree potenzialmente instabili e soggette ad amplificazione per caratteristiche litologiche
	Tavola P10	*Carta di Microzonazione sismica*	3a - Area potenzialmente instabile e soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche
	Tavola P11	*Livelli di approfondimento*	livello di approfondimento II: nel caso le indagini indichino proprietà meccaniche scadenti occorre stimare potenziali cedimenti e densificazione secondo le procedure di terzo livello
Vincolo idrogeologico		*R.D. 3267/23*	Non è ricompreso nelle aree soggette a vincolo idrogeologico.

Sedimentazione in ambiente da litorale a piattaforma esterna. Potenza fino a circa 400 m. (Burdigaliano sup. - Langhiano inf.)

PATa - Formazione di Pantano - litofacies arenitica
Areniti gradate e laminate in strati medi e sottili, alternanti con peliti bioturbate, formanti litosomi lenticolari dello spessore massimo di poche decine di metri. Rappresenta isolati episodi di risedimentazione (tempestiti?). (Burdigaliano sup. - Langhiano inf.)

PAT4 - Formazione di Pantano - membro di Santa Maria
Areniti bioturbate a stratificazione mal distinguibile; intercalazioni di areniti in strati da sottili a spessi, risedimentati, sovente alla base dell'unità.
Contatto discordante su CTG; al tetto passaggio graduale alle areniti di PAT. Potenza variabile da qualche decina ad oltre cento metri. (Langhiano)

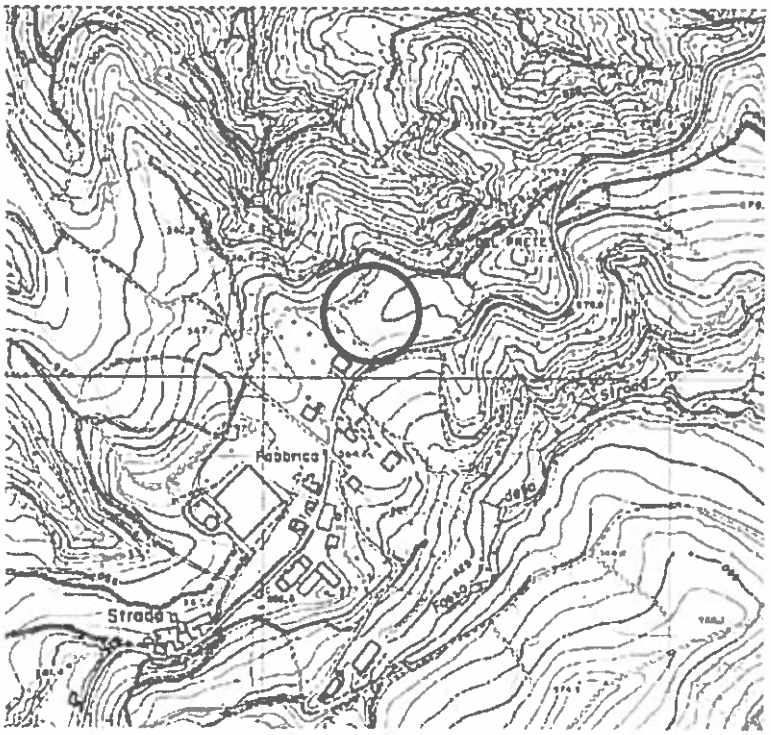
C.2.2 Depositi quaternari continentali

a4 - *Deposito eluvio-colluviale*
Coltre di materiale detritico, generalmente fine (frammenti di roccia, sabbie, limi e peliti) prodotto da alterazione "in situ" o selezionato dall'azione mista delle acque di ruscellamento e della gravità (subordinata), con a luoghi clasti a spigoli vivi o leggermente arrotondati.

C.3 Aspetti geomorfologici

L'area in esame si colloca ad est della frazione di Fabbrica, in corrispondenza di un crinale secondario, con quote topografiche comprese tra 565 e 575 m s.l.m, con pendenze comprese tra 10 e 20% declinati in direttrice ovest, adiacente a un pendio con inclinazione del 50%. Il sito non è coinvolto da fenomeni gravitativi quiescienti o attivi, ma è interessato da un esteso deposito di versante.

L'area in esame risulta esterna ai dissesti censiti nella Tavola P6 del PTCP della Provincia di Reggio Emilia di cui di seguito si riporta un estratto e nella quale si evidenzia la presenza dei depositi di versante.



C.4 Idrogeologia e vulnerabilità degli acquiferi

Nella "Cartografia delle sorgenti ed unità geologiche sede di Acquiferi nell'Appennino emiliano-romagnolo" disponibile nel sito della Regione Emilia Romagna, si evidenzia come il sito in esame risulti caratterizzato dalla presenza di coperture detritiche di versante (a4) associate ad ammassi rocciosi (Formazione di Pantano), entrambi considerati tra le aree di approfondimento di importanza primaria. Le "aree di approfondimento" sono unità geologiche litologicamente idonee ad ospitare acquiferi, nelle quali va implementato il censimento delle sorgenti nelle analisi territoriali.
La Formazione di Pantano è contraddistinta, per le sue caratteristiche litotecniche, da permeabilità secondaria, per fratturazione, di grado medio ed è interessata da modesta circolazione idrica sotterranea come indicato da un pattern del drenaggio di tipo subdendritico.
Durante l'esecuzione delle prove geognostiche non è stata reperita acqua nei fori di indagine.
Al sottosuolo dell'ambito in oggetto, costituito prevalentemente dai litotipi arenitici sopra descritti, è attribuita una vulnerabilità all'inquinamento delle acque sotterranee di grado medio.
L'area non ricade in prossimità di pozzi o sorgenti captate e relative zone di protezione ed è esterna alle zone di ricarica degli acquiferi.

D. DATI GEOGNOSTICI

D.1 Indagini geognostiche

Per ottenere informazioni relative alla situazione del sottosuolo sono state eseguite tre prove penetrometriche dinamiche (DSPH) e due prove sismiche tipo HVSR; l'ubicazione delle indagini è riportata nella figura seguente.

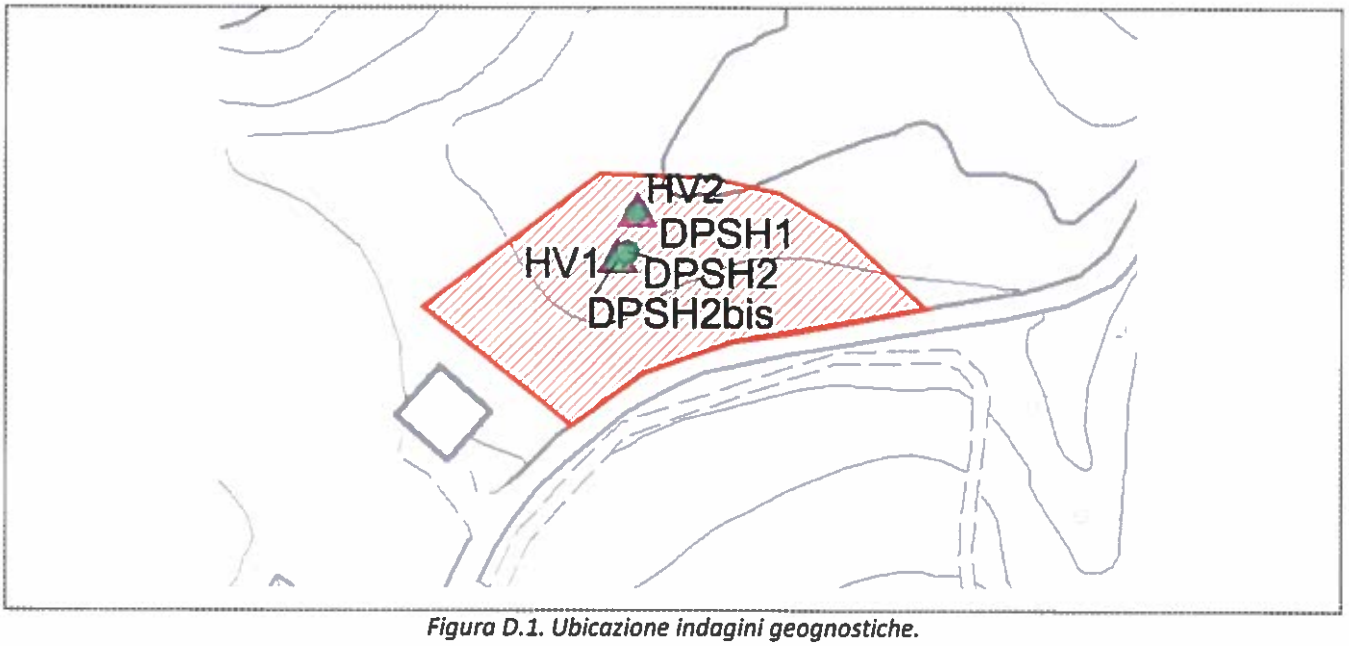


Figura D.1. Ubicazione indagini geognostiche.

SIGLA	TIPO	PROFONDITÀ (m dal p.c.)	SOGGIACENZA FALDA (m dal p.c.)	Note
DSPH1	Prova penetrometrica dinamica	2.4	-	[eseguite in data 18/02/2014]
DPSH2	Prova penetrometrica dinamica	0.8	-	[eseguite in data 18/02/2014]
DPSH2bis	Prova penetrometrica dinamica	0.8	-	[eseguite in data 18/02/2014]
HV1	Misura microtremore			
HV2	Misura microtremore			

Tabella D.1. Elenco indagini geognostiche eseguite.

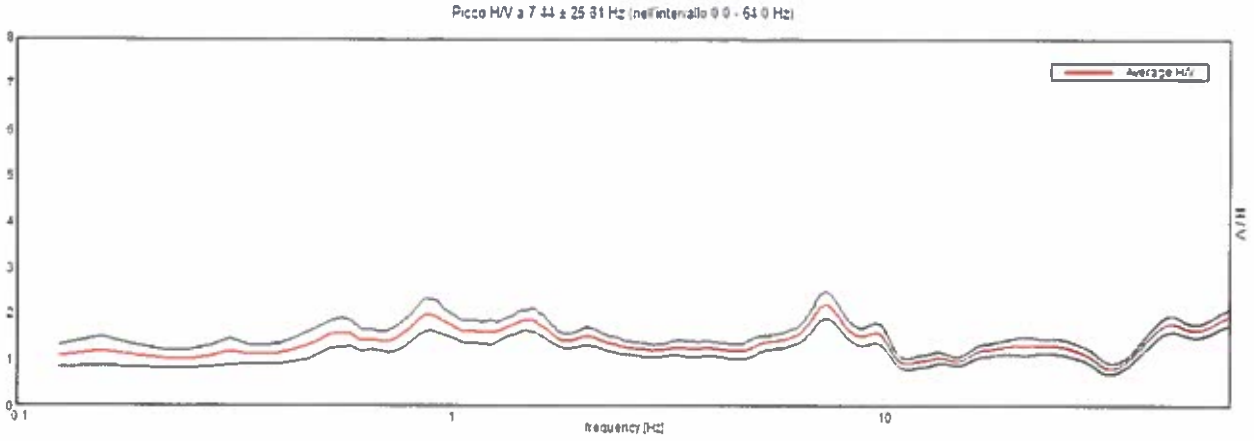


Figura D.4. Spettro d'ampiezza della prova HV2

D.1 Schema litologico e modello geologico-tecnico

Il modello geologico e stratigrafico è stato definito in prima fase attraverso la ricostruzione topografica e geologica di dettaglio dell'area eseguendo rilievi geologici e topografici specifici ed in seconda fase effettuando una serie di indagini geognostiche.

Le prove hanno consentito di individuare le seguenti unità geotecniche-geomeccaniche:

- *Unità L1*: suolo e deposito eluvio-colluviale. Lo spessore è variabile e compreso tra 0.6 m ed 2.2 m. (Dati caratterizzanti: Nspt = 3.7, Vs = 200-230 m/s).

- *Unità L2*: Substrato roccioso fratturato costituito da rocce lapidee stratificate (As), in cui la stratificazione non influenza in modo significativo le caratteristiche di resistenza dell'ammasso. Unità Geologica della Formazione di Pantano (PAT). Dati caratterizzanti: Nspt >60; Vs =458 m/s.

Il modello geologico-tecnico semplificato e la relativa parametrizzazione sono riportati nello schema successivo.

Profondità m dal pc	Litologia	Comportamento	Parametri caratteristici*	
0.0-0.6/2.2	***L1.*** Suolo e deposito eluvio colluviale	Coesivo/granulare	Parametri totali γ_k=18-19/m^3 Cu_k= 20-34 KPa Φ_u = 0° Mk= 3-5 MPa	Parametri efficaci γ_k=17-18 kN/m^3 c'_k = 0-5.0 kPa Φ'_k = 26° -27°
>0.6/2.2	***L2***- Substrato roccioso Formazione di Pantano PAT	Roccioso		*Parametri efficaci* γ = 22-24 kN/m^3 (da bibliografia) c' = 0.56 MPa ϕ' = 38.65° E = 1701 MPa

	L1
media	30,1
5° percen	26,2
minimo	26,2
massimo	36,8
Dev stad	4,9
COV	0,16
Bayesianc	27,66
16°Percen	26,23

Figura D.6. Parametri di f' (°) elaborati da Nspt

D.2.2 Parametri dell'ammasso roccioso

I parametri di ammasso per la Formazione di Pantano sono desunti dalla bibliografia.
Di seguito vengono riportati dati estrapolati dalle relazione geotecniche a supporto del progetto definitivo ed esecutivo dei "Lavori di completamento della variante alla statale SS63 dal km 88+600 al km 90+104 in comune di Casina (RE)".

		STUDIO 2003	ELABORAZIONI SISMICHE	ANALISI DI LABORATORIO	GSI
Peso dell'unità di volume (γ)	(kN/mc)	24.0		23.4-24.0	
Peso di volume secco (γd)	(kN/mc)			21.4	
Coesione drenata di picco (c')	(Mpa)	1.5-2.5			0.733-0.846
Angolo di attrito drenato (di picco) (ϕ')	(°)	25.0-30.0			25.2-27.6
Coesione drenata residua (c'r)	(Mpa)				
Angolo di attrito drenato residuo (ϕ'r)	(°)				
Resistenza a compressione semplice (σc)	(Mpa)	20			
Modulo di deformazione (E)	(Mpa)		900-2600		510-880

Tabella D.2 Estratto dalla relazione geotecnica allegata al progetto definitivo dei "Lavori di completamento della variante alla statale SS63 dal km 88+600 al km 90+104 in comune di Casina (RE)" – dati relativi alla Formazione di Pantano.

Formazione	Membro	Descrizione	σ_{ci} [MPa]	m_i [-]	E_i [MPa]
Pantano	PAT	Arenarie e peliti arenacee bioturbate a stratificazione mal distinta	40	10	6000

Tabella D.3 Proprietà intrinseche della formazione del Pantano.

formazione	γ_t [kN/m^3]	c' [kPa]	ϕ' [°]	E [MPa]	Cu [kPa]	spessori massimi depositi sciolti [m]	coperture in calotta [m]	GSI	RMR base
PAT	23-24	220-870	42-55	2900			40-60 m		
		173-800	47-55	1140-2900			20-40m		
		80-100	42-45	300-500			<20m	35	40

Tabella D.4 Parametri geotecnici di progetto estratti dalla relazione geotecnica relativa ai "Lavori di completamento della variante alla statale SS63 dal km 88+600 al km 90+104 in comune di Casina (RE)".

E. MODELLAZIONE SISMICA CONCERNENTE LA "PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE" DEL SITO DI COSTRUZIONE

E.1 Sismicità

E.1.1 Zonazione sismica e pericolosità

L'area in esame, nella zonazione sismogenetica pubblicata sul sito http://zonesismiche.mi.ingv.it/ (G.d L., 2004[9]), si viene a trovare nella zona sismogenetica 913. Le zone sismogenetiche 913, 914 e 918 risultano dalla scomposizione della fascia che da Parma si estende fino all'Abruzzo. In questa fascia si verificano terremoti prevalentemente compressivi nella porzione nord-occidentale e probabilmente distensivi nella porzione più sud-orientale; si possono altresì avere meccanismi trascorrenti nelle zone di svincolo che dissecano la continuità longitudinale delle strutture. L'intera fascia è caratterizzata da terremoti storici che raramente hanno raggiunto valori molto elevati di magnitudo. Le profondità ipocentrali sono mediamente maggiori in questa fascia di quanto non siano nella fascia più esterna.

Nel "*Database of individual seismogenetic sources - DISS*"[10] disponibile al sito www.ingv.it l'area in esame ricade esternamente alle sorgenti sismogenetiche in quanto ubicato in una fascia compresa tra la sorgente sismogenetica **ITC026** "Langhirano-Sassuolo" a nord e la sorgente sismogenetica denominata **ITCS027** Bore-Montefeltro-Fabriano-Laga a sud, per la quali sono riportate alcune informazioni sintetizzate nelle tabelle seguenti

DISS 3.1.1: Seismogenic Source ITCS046 - Langhirano-Sassuolo

Source Info Summary | Commentary | References | Pictures

General information

Code	ITCS046
Name	Langhirano-Sassuolo
Compiled By	Burrato, P., and S. Mariano
Latest Update	12/09/2007

Parametric information

	Parameter	Qual.	Evidence
Min Depth (km)	2	OD	Based on geological data from various authors.
Max Depth (km)	8	OD	Based on geological data from various authors.
Strike (deg)	95 - 120	OD	Based on geological data from various authors.
Dip (deg)	20 - 40	OD	Based on geological data from various authors.
Rake (deg)	80 - 100	EJ	Inferred from regional geological data.
Slip Rate (mm/y)	0.1 - 0.5	EJ	Derived from geological data concerning adjacent structures.
Max Magnitude (Mw)	5.9	OD	Based on the strongest earthquake occurred in the region.
Q-keys:	LD = Literature Data; OD = Original Data; ER = Empirical Relationship; AR = Analytical Relationship; EJ = Expert Judgement		

[9] *Gruppo di Lavoro (2004): Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM 3274 del 20 marzo 2003. Rapporto conclusivo per il Dipartimento della Protezione Civile, INGV, Milano-Roma.*

[10] *Basili R., G. Valensise, P. Vannoli, P. Burrato, U. Fracassi, S. Mariano, M.M. Tiberti, E. Boschi (2008), The Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), version 3: summarizing 20 years of research on Italy's earthquake geology, Tectonophysics*

AE denominazione dell'area dei massimi effetti
AE denominazione dell'area dei massimi effetti
Rt codice dell'elaborato di riferimento vedi tabella 1
Np numero dei dati puntuali di intensità disponibili
Np numero dei dati puntuali di intensità disponibili
Imx Intensità massima x 10 (scala MCS)
Imx Intensità massima x 10 (scala MCS)
Io Intensità epicentrale x 10 (scala MCS)
Io Intensità epicentrale x 10 (scala MCS)
TI codice di determinazione di Io M: valore assegnato manualmente
TI codice di determinazione di Io
Lat localizzazione epicentrale: latitudine in gradi sessagesimali-decimali
Lat localizzazione epicentrale: latitudine in gradi sessagesimali-decimali
Lon localizzazione epicentrale: longitudine in gradi sessagesimalidecimali
Lon localizzazione epicentrale: longitudine in gradi sessagesimalidecimali
TL codice di localizzazione A: localizzazione macrosismica automatica M: localizzazione macrosismica manuale S: localizzazione strumentale
TL codice di localizzazione
TW codice di determinazione di Maw O valore osservato –
Mas Magnitudo calcolata sulle onde di superficie fino al 1980 coincide con Ma di CPTI99
Ma Magnitudo media (calibrata a Ms)
Das Errore associato alla stima di Mas fino al 1980 coincide con Da di CPTI99
Da Errore associato alla stima di Ma
TS Codice di determinazione delle magnitudo per la zona etnea En: valore per il calcolo del quale è stata usata la relazione Io/Mm di Azzaro e Barbano (1997)
Msp Magnitudo da utilizzare in combinazione con la relazione di attenuazione di Sabetta e Pugliese (1996) per Ms>5.5: Msp=Ms; per Ms≤5.5: Msp=(Ms+0.584)/1.079
Dsp Errore associato alla stima di Msp
ZS9 Zona sorgente di ZS9 cui l'evento è assegnato
TZ Codice di assegnazione alla zona sorgente G: assegnazione geografica A: assegnazione ponderata cautelativa
Ncft Numero progressivo del record nel catalogo CFTI2
Ncft Numero progressivo del record nel catalogo CFTI2
Nnt Numero d'ordine del record nel catalogo NT4.1.1

Tabella E.1. Estratto dal Catalogo Parametrico dei Terremoti italiani, terremoti con epicentro compreso in un raggio di 30Km dall'area in esame.

E.1.2 Classificazione sismica

Nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003 "*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*", pubblicata sul Supplemento Ordinario n. 72 alla Gazzetta Ufficiale n. 105 dell'8 maggio 2003, il Comune di **Casina** viene classificato in **zona 3**. Nella figura seguente viene riportata la classificazione sismica a scala regionale.

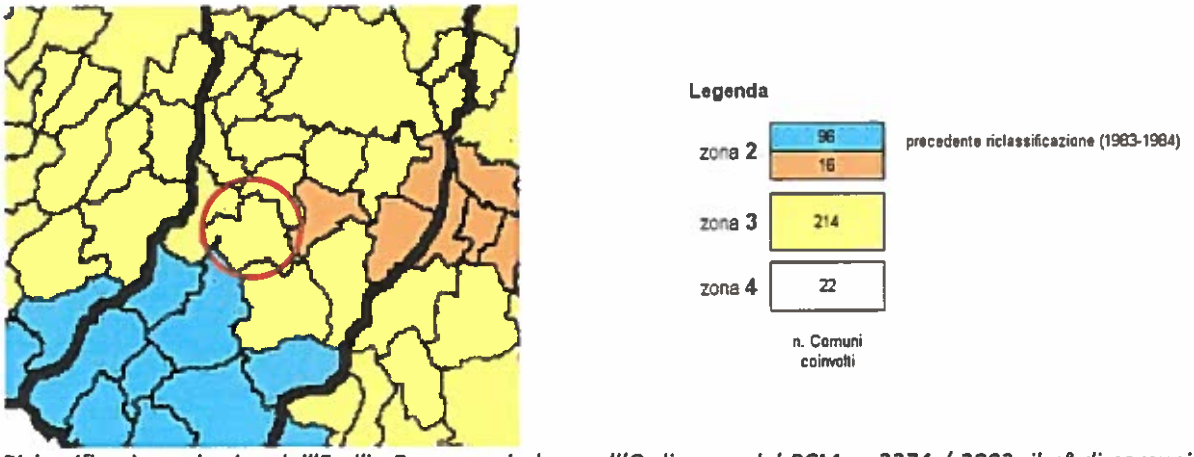


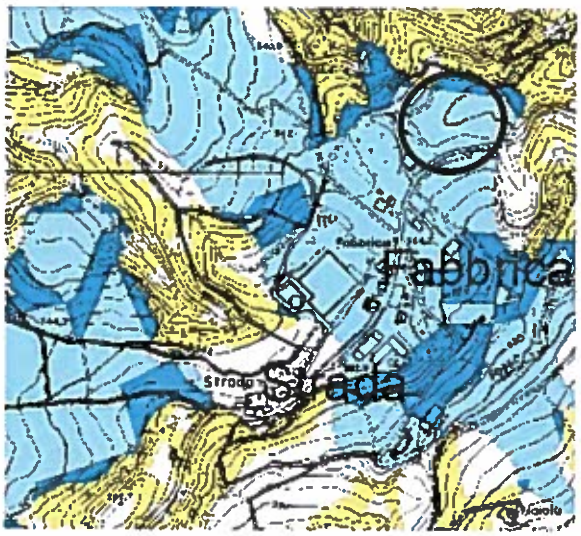
Figura E.1. Riclassificazione sismica dell'Emilia-Romagna in base all'Ordinanza del PCM n. 3274 / 2003, il n° di comuni si riferisce all'intero territorio regionale.

Con Decreto del Ministero delle Infrastrutture del 14/01/08 sono state approvate le *Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni* (G.U. n°29 del 04/02/08) nelle quali è presente un allegato relativo alla pericolosità sismica del territorio nazionale, in particolare è fornita la pericolosità sismica su reticolo di riferimento per diversi intervalli di riferimento (sito http://esse1.mi.ingv.it/).
Poiché l'area in esame non ricade precisamente su uno di tali punti, i valori dei parametri di interesse per la definizione dell'azione sismica di progetto possono essere calcolati come media pesata dei valori assunti da tali parametri nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento attraverso la seguente espressione:

$$p = \frac{\sum_{i=1}^{4} \frac{p_i}{d_i}}{\sum_{i=1}^{4} \frac{1}{d_i}}$$

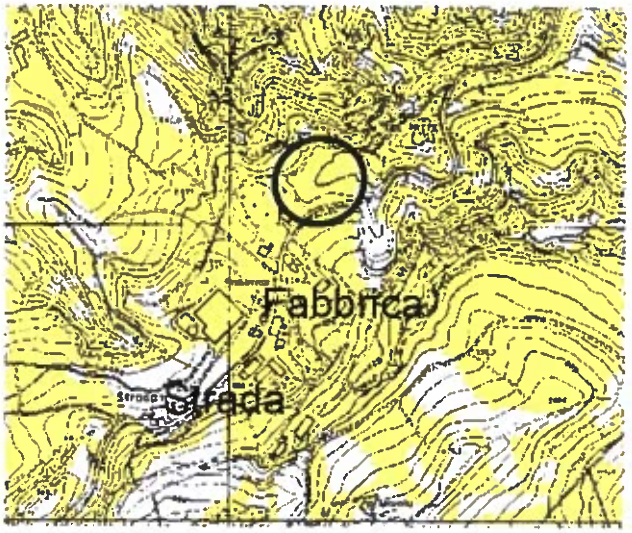
dove p è il valore del parametro di interesse nel punto in esame; pi è il valore del parametro di interesse nell'iesimo punto della maglia elementare contenente il punto in esame; d è la distanza del punto in esame dall'iesimo punto della maglia suddetta.

Di seguito si riportano i parametri a_g, F_0 e T_c' per diversi periodo di ritorno TR ottenuti con il programma "Spettri-NTC ver 1.3" disponibile sul sito del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici http://www.cslp.it/cslp/.



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

Figura E.2. Estratto dalla tavola P9a (218 NE) del PTCP della provincia di Reggio Emilia (2010) – "Rischio sismico-carta degli effetti attesi".



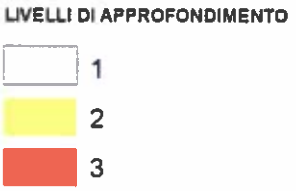


Figura E.3. Estratto dalla tavola P9b (218 NE) del PTCP della provincia di Reggio Emilia (2010) – "Rischio sismico-carta dei livelli di approfondimento".

E.2.1 Rischio sismico da PSC di Casina

Il PCS associato dei comuni di Baiso-Canossa- Casina-Vetto-Villaminozzo contiene alcune cartografie relative alla microzonazione sismica del territorio, esaminate e riportate in estratto qui di seguito.
Nella tavola P9 "Aree soggette ad effetti locali", la zona in esame è interessata essenzialmente da aree potenzialmente instabili e soggette ad amplificazione per caratteristiche litologiche.
Gli effetti attesi, gli studi previsti e la microzonazione sismica sono meglio precisati all'interno della tavola P10 "Carta di Microzonazione sismica"; nell'area in esame e negli immediati dintorni è individuata le categoria 3a così definita [in riferimento – alla "Deliberazione dell'Assemblea Legislativa della Regione Emilia Romagna n.112 del 2/5/2007: Atto di indirizzo e coordinamento tecnico ai sensi dell'art.16, c.1, della L.R. 20/2000 per "Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica", pubblicata sul B.U. della Regione Emilia Romagna n.64 del 17/5/2007"]:

3a - Area potenzialmente instabile e soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche
studi: valutazione del coefficiente di amplificazione litologico e del grado di stabilità del versante in condizioni dinamiche o pseudostatiche;
microzonazione sismica: (a) approfondimenti di II livello, (b) approfondimenti di III livello.

Nella tavola P11 "livelli di approfondimento" il sito ricade in aree soggette ad approfondimento di secondo livello: nel caso le indagini indichino proprietà meccaniche scadenti, occorre stimare potenziali cedimenti e densificazione secondo le procedure di terzo livello.

Condizioni e limiti di fattibilità geologica e sismica	*Caratteristiche principali: depositi eluvio-colluviali, con spessore di 2 ÷ 4 m.* Area stabile. Coperture di materiali fini di spessore di 2 ÷ 4 m circa, valutazione dei spessori delle coperture, regimazione delle acque superficiali e del primo sottosuolo; per le analisi di microzonazione sismica approfondimenti di II° livello per amplificazione stratigrafica; approfondimenti di III° livello per le verifiche di stabilità dei versanti adiacenti; data l'adiacenza del versante a zona ad accentuata acclività, valutazione dell'amplificazione per effetti topografici.

E.2.2 Elementi di Analisi locale di secondo livello

L'analisi di secondo livello prevede la definizione dei coefficienti di amplificazione. Nel caso in esame non è stata elaborata una cartografia di microzonazione sismica, ma ci si è limitati a calcolare il fattore di amplificazione, in particolare secondo il metodo riportato nell'Allegato A2 della DGR 112/2007 della Regione Emilia Romagna.
Il valore di a_{refg} per il Comune di Casina è pari a **0.158g**.
Il primo step del calcolo del valore di FA prevede la determinazione della velocità equivalente delle onde di taglio per lo spessore considerato (Vs_H e Vs_{30}) del deposito di copertura secondo le formule di seguito riportate.

La velocità delle onde di taglio equivalente nei primi 30 m di sottosuolo al di sotto delle fondazioni è stata determinata attraverso la seguente formula:

$$Vs_{30} = 30/[\sum_{i=1,n} (h_i/Vs_i)]$$

In modo analogo la velocità delle onde di taglio equivalente fino alla profondità del bedrock si determina nel seguente modo:

$$Vs_H = H/[\sum_{i=1,n} (h_i/Vs_i)]$$

Due prove sismiche eseguite hanno restituito un valore di Vs_{30} al piano campagna pari a 376-377 m/s.

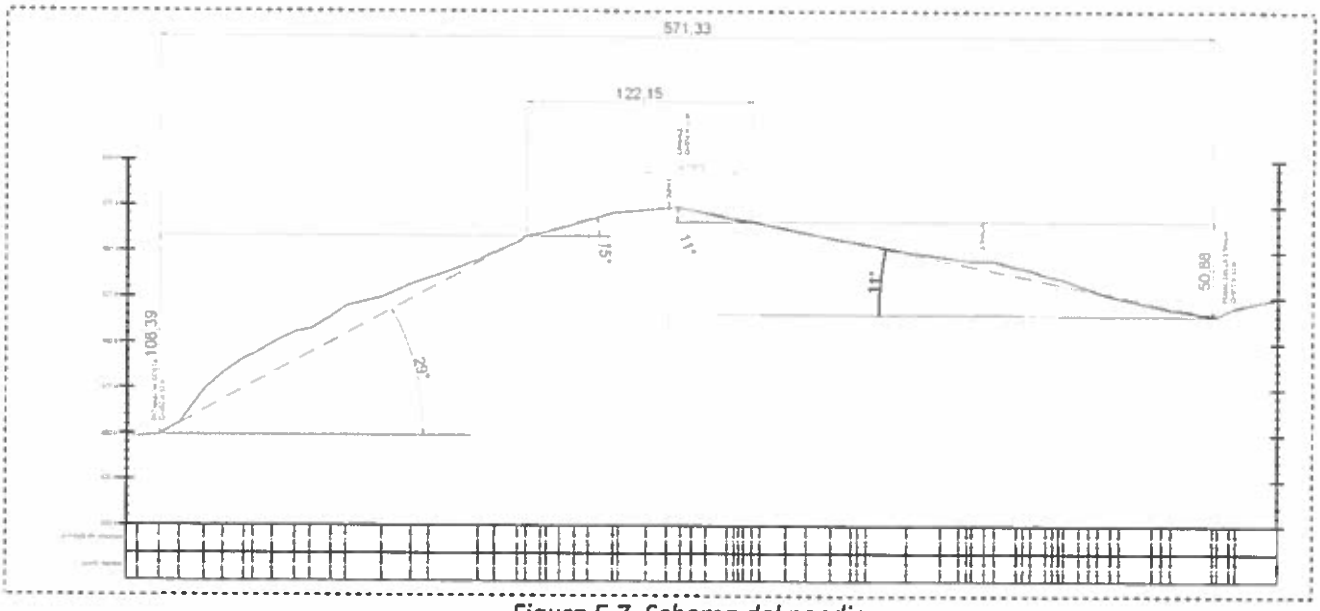
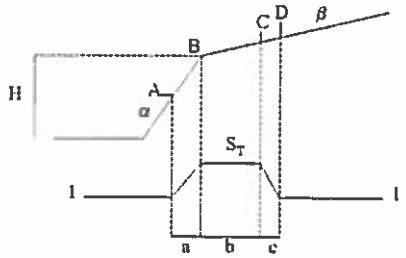


Figura E.7. Schema del pendio

DAL 112/07

Il calcolo è stato eseguito, per entrambi i pendii, secondo i criteri della DAL 112/07, le cui risultanze sono riportate nella figura seguente. In entrambi i casi il valore di St è risultato pari all'unità.



Lato Nord Est		Lato Sud Ovest	
H=	50.88	H=	108.00
α =	0.20	α =	0.54
β =	0.20	β =	0.27
a=	16.96	a=	36
b=	4.03	b=	10.90
c=	12.72	c=	27.00
ST	1.00	ST	1.00
Area influenza	16.75	Area influenza	37.90

Figura E.8. Scheda per il calcolo delle amplificazioni topografiche secondo la DAL 112/2007

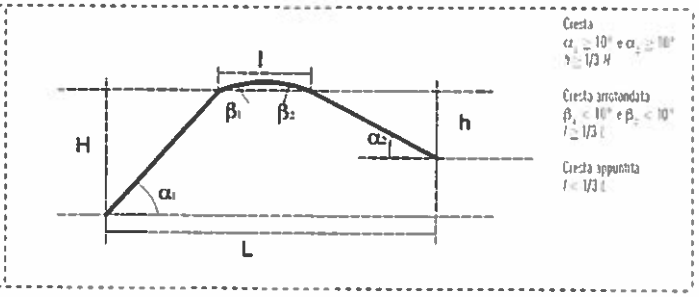
IMCS 2008

Il calcolo è stato eseguito anche con il metodo proposto dai ICMS 2008 verificando se la configurazione topografica esistente si configuri come cresta (sensu IMCS 2008).

L'analisi eseguita ha permesso di riconoscere nell'assetto dell'area in esame una cresta appuntita.

Il calcolo di Fa ha indicato un valore di 1.25.

α_1=29°	Cresta	
α_2=11°	α_1 e $\alpha_2 \geq 10°$	Si (29°-11°)
β_1=15°	h≥1/3H	Si (50.88>36.13)
β_2=11°	Cresta arrotondata	
h=50.88	β_1 e β_2>10°	Si (15°-11°)
H=108.39	l≥1/3L	No (122.15<190.44)
L=571.33	Cresta appuntita	
l=122.15	L≤1/3L	Si (122.15<190.44)



E.2.2.4 Accelerazione massima orizzontale e coefficienti sismici

Sulla base di quanto riportato nell'Allegato A4 dell'Atto di Indirizzo della Regione Emilia Romagna il valore di accelerazione massima orizzontale di picco al suolo (cioè per T=0) per il comune di Casina è $a_{g\ ref}$ = 0,158; il valore di PGA calcolato sulla base del fattore di amplificazione stratigrafico e topografico calcolati nei paragrafi precedenti risulta:

Amax = agref*Fa (stratigrafico)*Fa (topografico) = 0.158*1.4*1.25 = 0.2765g

Il valore del coefficiente sismico orizzontale Kh può essere calcolato con formulazioni differenti, derivanti da diverse normative (Eurocodice 8, D.A.L. 112/2007, NTC2008) ed autori di seguito riportate:

$$Kh_{EC8} = 0.5*(a_{max})$$

$$Kh_{(Marcuson,\ 1981)} = 0.33*(a_{max})$$

$$Kh_{DAL.RER112/2007} = 0.5*\gamma i*a_{gR}/g$$

$$Kh_{NTC2008} = \beta_s*(a_{max})/g$$

Dove γi è un fattore di importanza che per costruzioni ordinarie risulta pari all'unità; β_s = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima al sito riportato nella seguente tabella 7.11.I, in funzione della categoria di suolo; a_{max} = accelerazione orizzontale massima attesa al sito; g = accelerazione di gravità.

Dal valore di a_{max} si ottiene quindi il valore di Kh con diverse le diverse formulazioni riportate in precedenza. dal valore del coefficiente sismico orizzontale Kh si ottiene il coefficiente sismico verticale Kv dalla seguente formulazione: Kv = 0.5 Kh.

	Kh	Kv
EC8 –Linee Guida AGI (2005) [13]	0.13825	0.06912
Marcuson, 1981[14]	0.09124	0.04562
DAL.RER n°112/2007	0.13825	0.06912
NTC2008	0.07742	0.03871

Tabella 7.11.I – *Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.*

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	β_s	β_s
$0.2 < a_g(g) \leq 0.4$	0.30	0.28
$0.1 < a_g(g) \leq 0.2$	0.27	0.24
$a_g(g) \leq 0.1$	0.20	0.20

[13] *Associazione Geotecnica Italiana (2005): "Linee guida: Aspetti geotecnici della progettazione in zona sismica" Patron Editore*

[14] *Marcuson W.F. III (1981): "Moderator's report for session on Earth dams and stability of slopes under dynamic loads" Proc. Of International Conference on Recent Advances in Geothecnical Earthquake Engineering and soil Dynamic , St. Louis, vol3.1175*

geologica e geotecnica, nonché sulla base delle conseguenze di un'eventuale frana. Si è optato per un fattore di sicurezza che sia superiore a 1.0.

F.1.3 Considerazioni di stabilità

Le verifiche di stabilità sono state eseguite con il programma di calcolo "Slide 6.0" della Società Canadese Rocscience.
Le verifiche sono state eseguite lungo la sezione trasversale al versante ricostruita e di seguito schematizzata.

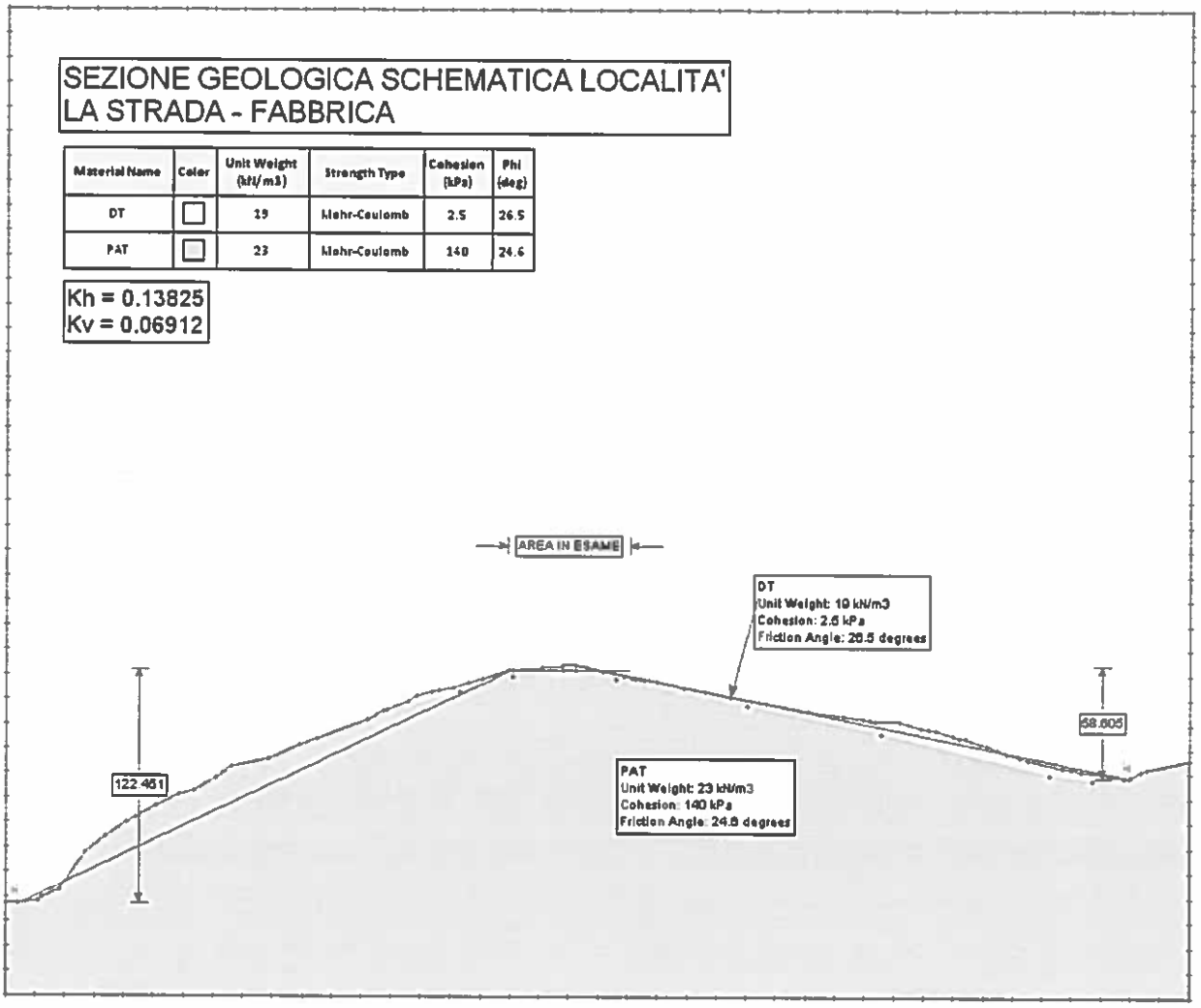


Figura F.1. Schema geologico e morfologico di riferimento

I risultati delle verifiche evidenziano una stabilità generalizzata dei versanti con coefficienti di sicurezza superiori alla norma ed individuazione di cerchi dei coefficienti di sicurezza minimi posti alla base della scarpata morfologica immergente verso sud-est nell'area esterna alla zona in esame.

In sintesi la disequazione finale di stabilità del versante risulta:
Condizione statica con saturazione dei terreni e falda a piano campagna:

	Ed (kPa)	Rd (kPa)	Fs	verifica positiva se Fs ≥ 1
Versante sinistro	7438.40	10232.11	1.3756	**positiva**
Versante destro	568.85	601.53	1.0574*	**positiva**

F.1.4 Verifiche di stabilità- stato di fatto

Caso 1. Condizione statica

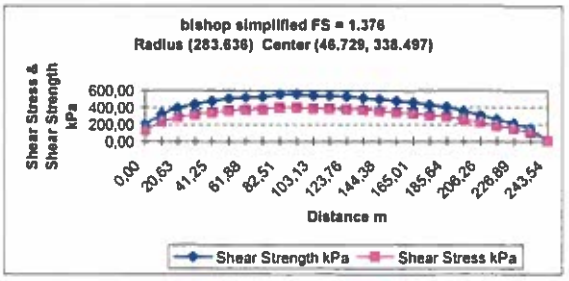
Versante sinistro Verifica statica

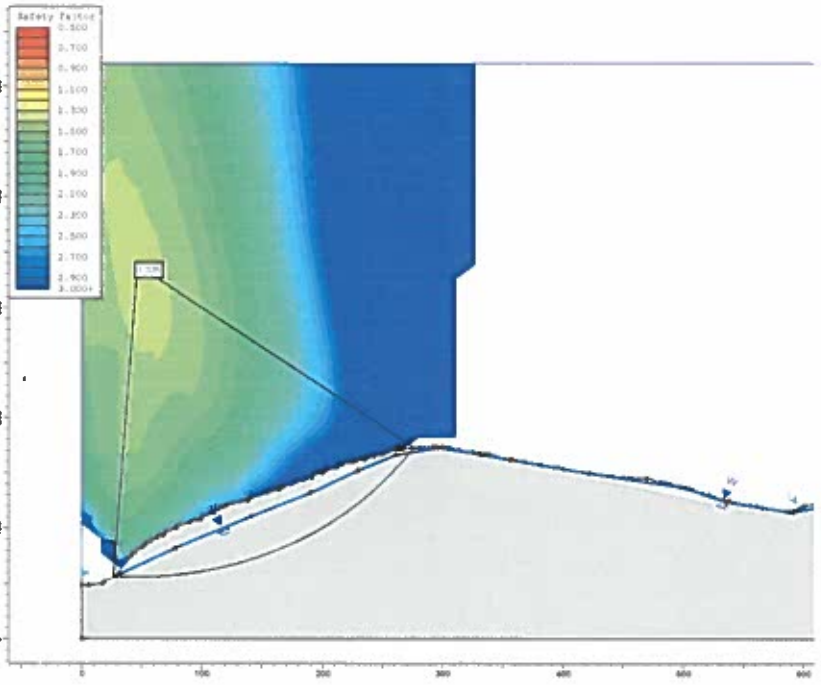
Analysis Method: bishop simplified

Factor of Safety	1,37558	
Circle Center	46,73	338,50
Radius	283,64	
Circle Endpoint 1	26,82	55,56
Circle Endpoint 2	276,70	172,48
Surface Intercept 1	26,82	55,56
Surface Intercept 2	276,70	172,48

Distance m	Shear Strength kPa	Shear Stress kPa
0,00	200,22	145,55
10,31	326,07	237,04
20,63	400,15	290,90
30,94	448,52	326,06
41,25	479,16	348,33
51,57	507,59	369,00
61,88	518,90	377,22
72,19	526,06	382,43
82,51	554,90	403,40
92,82	558,69	406,15
103,13	540,89	393,21
113,45	535,62	389,38
123,76	530,88	385,93
134,07	514,36	373,92
144,38	497,89	361,95
154,70	478,39	347,77
165,01	459,78	334,25
175,32	433,85	315,40
185,64	407,79	296,45
195,95	361,77	262,99
206,26	314,07	228,32
216,58	264,39	192,20
226,89	211,13	153,49
237,20	149,75	108,87
243,54	11,29	8,21

Rd	Ed
10232,11	7438,40
Fs =	1,3756



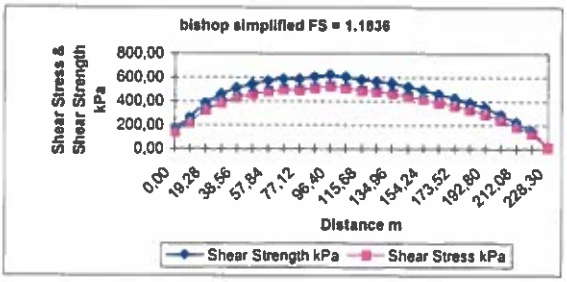


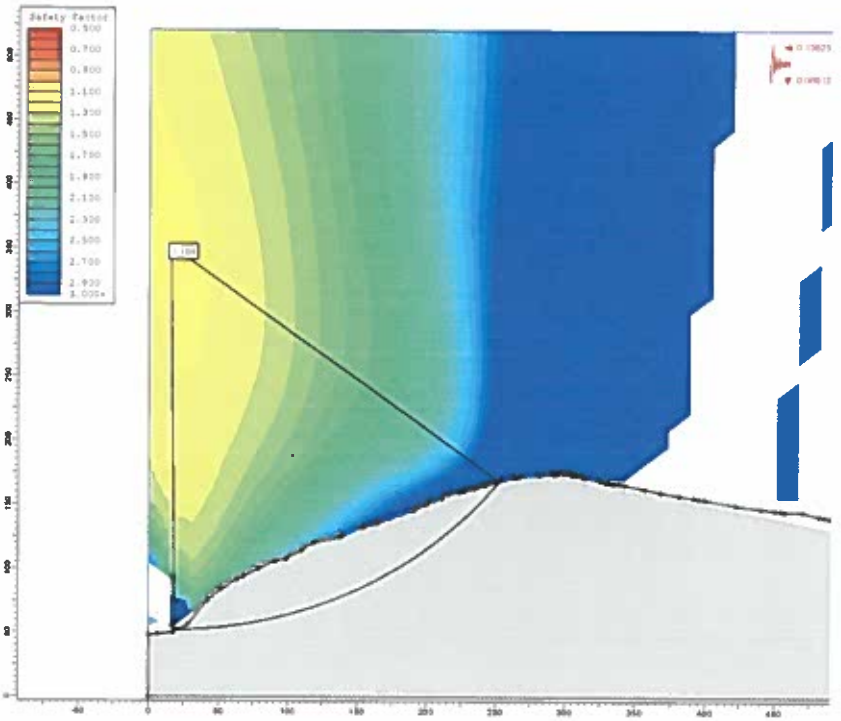
Caso 2. Condizione sismica

Versante sinistro Verifica pseudostatica

Analysis Method:	bishop simplified	
Factor of Safety	1,18355	
Circle Center	15,58	351,52
Radius	300,26	
Circle Endpoint 1	18,45	51,27
Circle Endpoint 2	253,34	168,15
Surface Intercept 1	18,45	51,27
Surface Intercept 2	253,34	168,15

Distance m	Shear Strength kPa	Shear Stress kPa
0,00	165,78	140,07
9,64	257,72	217,75
19,28	383,60	324,11
28,92	458,56	387,44
38,56	509,80	430,74
48,20	541,24	457,30
57,84	570,61	482,11
67,48	586,52	495,56
77,12	583,14	492,70
86,76	602,57	509,12
96,40	619,21	523,18
106,04	600,29	507,19
115,68	578,14	488,48
125,32	567,74	479,69
134,96	548,67	463,58
144,60	520,78	440,02
154,24	491,68	415,43
163,88	458,46	387,36
173,52	426,39	360,27
183,16	386,68	326,71
192,80	345,49	291,91
202,44	286,09	241,72
212,08	219,81	185,72
221,72	150,96	127,54
228,30	12,77	10,79
	Rd	Ed
	10872,67	9186,49
	Fs =	1,1836





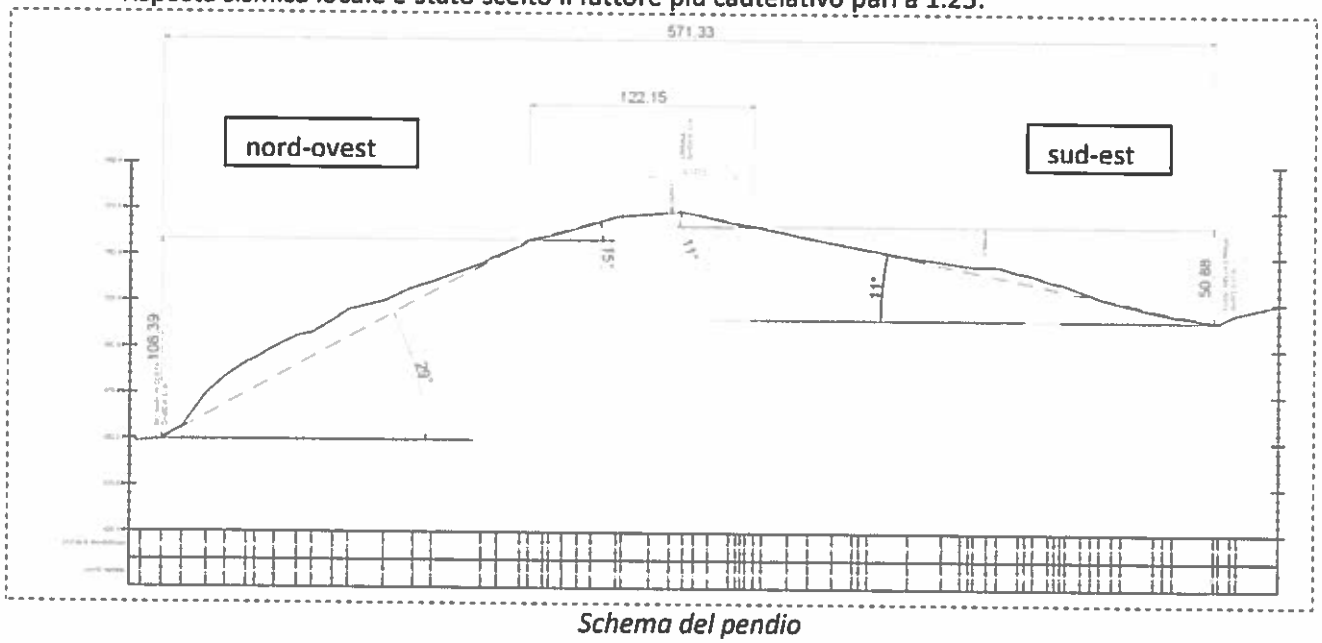
G. CONSIDERAZIONI FINALI E GIUDIZIO DI FATTIBILITA' GEOLOGICO-SISMICA

Il presente elaborato rappresenta la relazione geologica per la richiesta di variante POC per l'ambito ATR 5 sito nei pressi della località Fabbrica e La Strada in comune di Casina (RE).

- Nell'area di studio, al di sotto di una coltre di depositi eluvio-colluviali limoso sabbiosi con presenza di clasti litici, di spessore variabile tra 2 e 4 m, affiora il substrato roccioso riferibile ai terreni della successione epiligure ed in particolare della Formazione del Pantano (PAT – età Burdigaliano p.p.-Langhiano p.p.). Non sono presenti, nell'intorno dell'ambito in esame, lineazioni tettoniche.

- L'area in esame risulta esterna ai dissesti censiti nella Tavola P6 del PTCP della Provincia di Reggio Emilia e nella cartografia del PSC del Comune di Casina. Nei pressi dell'area si riscontra la presenza di un esteso deposito eluvio colluviale (a4 – Dt). Durante i rilievi eseguiti non sono state censite frane o dissesti in atto. Il sito non ricade in aree in vincolo idrogeologico.

- L'area interessa un piccolo crinale delimitato a nord-ovest da un versante avente altezza superiore i 100 m e pendenza media di 29°, mentre il versante che immerge verso sud-est ha un'altezza di circa 50 m con pendenza di 11°. La configurazione topografica esistente si configura come cresta i sensu IMCS 2008. In tal senso è stata eseguita una valutazione sul fattore topografico di amplificazione dell'onda sismica che è risultato pari a 1.25 per IMCS, 1.0 per DAL 112/2007, 1.2 per NTC 2008. Per l'analisi di risposta sismica locale è stato scelto il fattore più cautelativo pari a 1.25.



Schema del pendio

- Sono state eseguite 3 prove penetrometriche dinamiche che hanno raggiunto profondità massime comprese tra 0.8 e 2.4 m da p.c.: tutte le prove son state portate a rifiuto. Sono state eseguite anche due indagini sismiche con microtremori HVRS.

- Durante l'esecuzione delle prove (febbraio 2014) non è stata rilevata la presenza della falda. L'area non ricade in prossimità di pozzi o sorgenti captate e relative zone di protezione ed è esterna alle zone di ricarica degli acquiferi. Non è segnalata la presenza di rocce magazzino in s.s. ma di "aree di approfondimento di importanza primaria". La vulnerabilità all'inquinamento delle acque sotterranee risulta media.

- Il Comune di Casina in base all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica", pubblicata sul Supplemento Ordinario n. 72 alla Gazzetta Ufficiale n. 105 dell'8 maggio 2003, viene classificato in prima applicazione in zona 3.

- Le prove sismiche eseguite hanno evidenziato valori di Vs_{30} pari a 376-377 m/s con categoria di sottosuolo B ai sensi delle NTC 2008. Gli strumenti urbanistici (PSC) prevedono un'analisi di terzo livello per gli effetti topografici che, come sopra riportato, ha evidenziato un fattore di amplificazione topografico locale dell'onda sismica pari a 1.25. L'analisi di secondo livello ha evidenziato un fattore di amplificazione topografica di PGA pari a 1.4 individuando quindi un fattore di amplificazione dell'onda sismica locale pari a FA = 1.25*1.4 = 1.75.

- Sulla base di quanto riportato nell'Allegato A4 dell'Atto di Indirizzo della Regione Emilia Romagna (DAL 112/2007) il valore di accelerazione massima orizzontale di picco al suolo (con T=0) per il comune di Casina è ag ref = 0,158g; il valore di PGA calcolato sulla base del fattore di amplificazione stratigrafico e topografico risulta: **Amax = agref*Fa (stratigrafico)*Fa (topografico) = 0.158*1.4*1.25 = 0.2765g.**

- I valori del coefficiente sismico orizzontale Kh e del coefficiente sismico verticale Kv sono stati calcolati con formulazioni differenti, derivanti da diverse normative (Eurocodice 8, D.A.L. 112/2007, NTC2008) e sono stati ottenuti i seguenti valori.

	Kh_{eq}	Kv_{eq}
EC8 –Linee Guida AGI (2005) [15])	0.13825	0.06912
(Marcuson, 1981[16]*)*	0.09124	0.04562
DAL.RER n°112/2007	0.13825	0.06912
NTC2008	0.07742	0.03871

Per le verifiche di stabilità sono stati utilizzati i coefficienti determinati con la DAL 112/2007.

- Per valutare la stabilita del pendio esaminato è stata adottata la seguente procedura:
  - ✓ Fase1: Ricostruzione geometrica e geotecnica del versante esaminato;
  - ✓ Fase 2: Verifica di stabilità del pendio con metodi pseudo statici.

  Dato che l'area è posta lungo un crinale sono state eseguite le verifiche di stabilità sia del versante che immerge verso nord-ovest (dette di sinistra) e del versante che immerge verso sud-est (dette di destra). I risultati delle verifiche evidenziano una stabilità generalizzata dei versanti con coefficienti di sicurezza superiori alla norma ed individuazione di cerchi dei coefficienti di sicurezza minimi posti alla base della scarpata morfologica immergente verso sud-est nell'area esterna alla zona in esame.

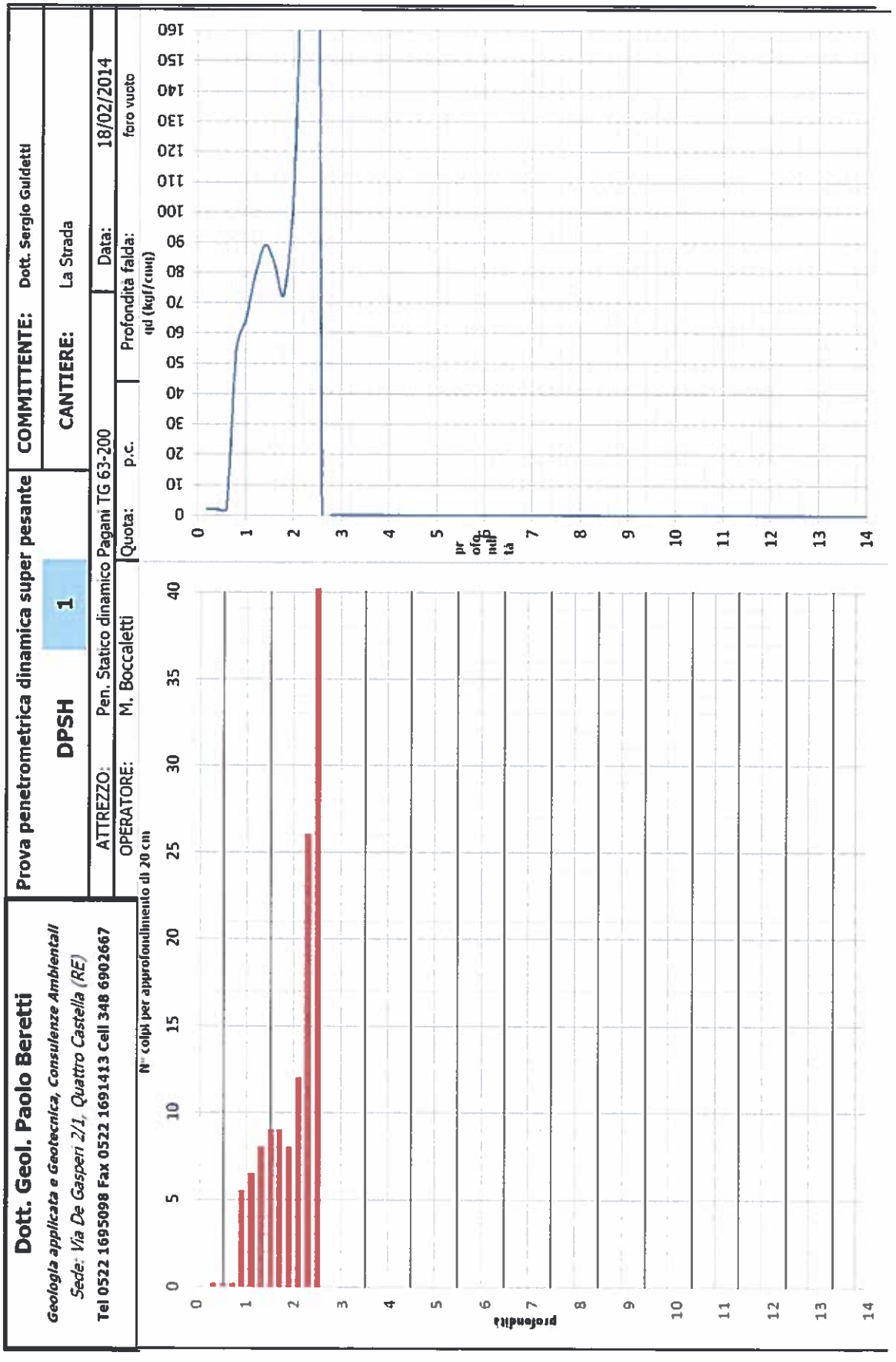
Sulla base delle risultanze delle analisi condotte l'intervento risulta compatibile con le seguenti raccomandazioni:

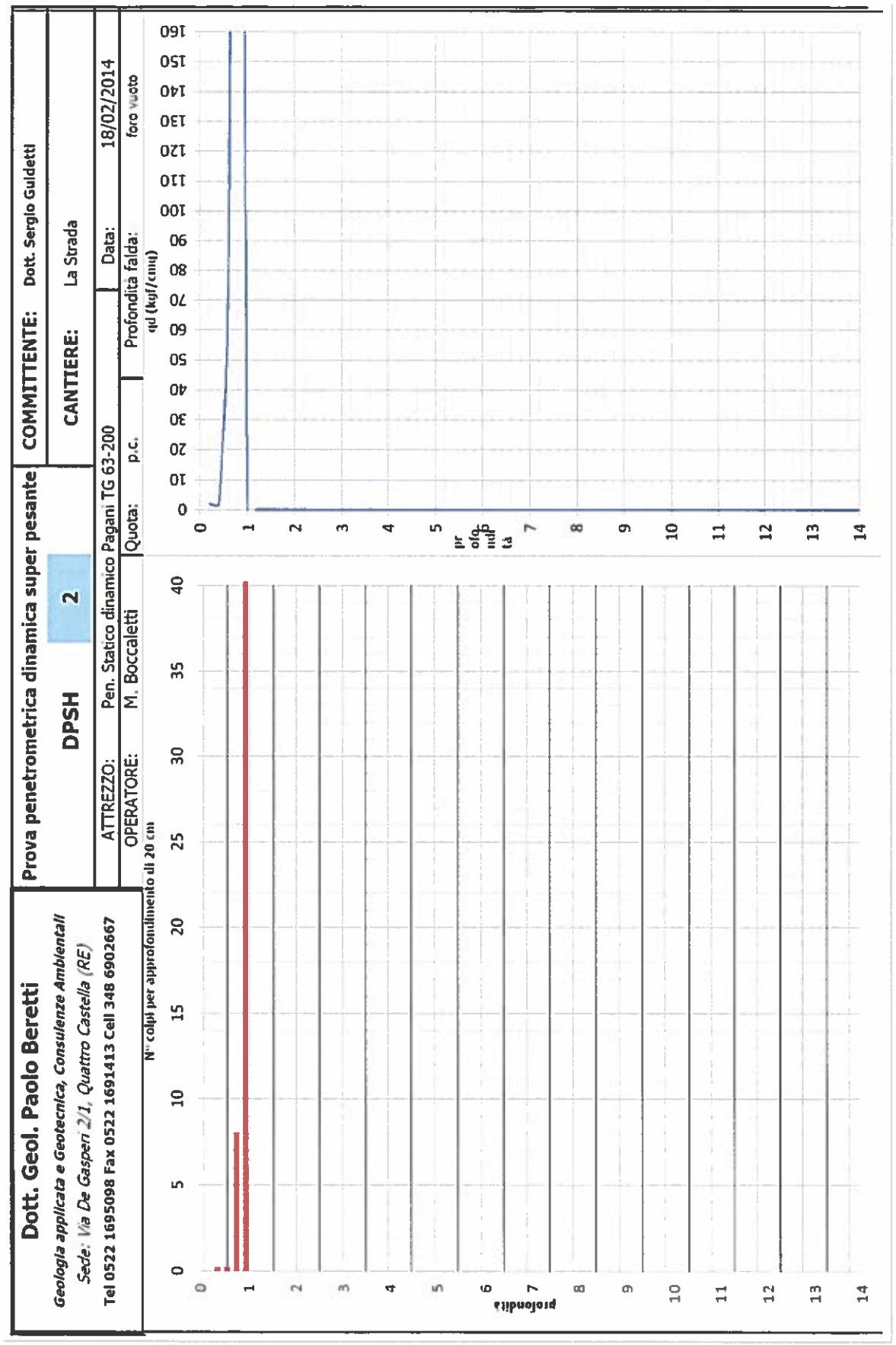
- ✓ Si raccomanda l'esecuzione di un sistema di drenaggio superficiale e sotterraneo idoneo, in grado di evitare ristagni e ruscellamenti incontrollati. In particolare prevedere opere di drenaggio sotterranee lungo il versante immergente verso sud-est e prevedere opere di drenaggio superficiali (canali) nella porzione di versante posta a monte della scarpata morfologica individuata nell'area immergente verso nord-ovest e nel tratto a monte della strada provinciale nel versante immergente verso sud-est;
- ✓ Nel caso in cui fossero previsti seminterrati si valuti l'opportunità di eseguire opere di impermeabilizzazione e/o drenaggio
- ✓ Incastrare l'edificio fino al raggiungimento del substrato (1.5-2.0 m di profondità);
- ✓ eseguire controlli annuali sulla condizione di stabilità delle opere in esame.

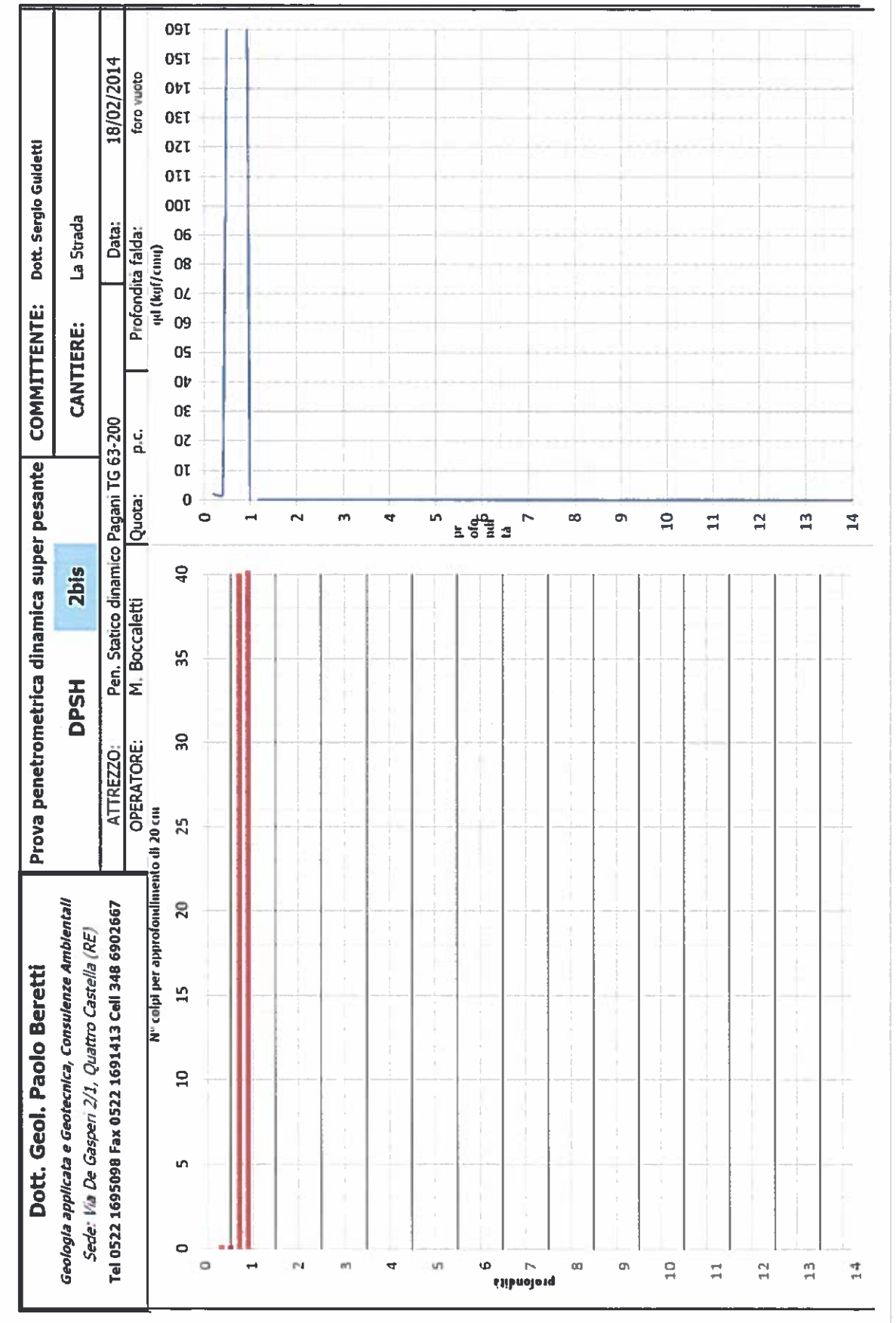
[15] *Associazione Geotecnica Italiana (2005): "Linee guida: Aspetti geotecnici della progettazione in zona sismica" Patron Editore*

[16] *Marcuson W.F. III (1981): "Moderator's report for session on Earth dmas and stability of slopes under dynamic loads" Proc. Of International Conference on Recent Advances in Geothecnical Earthquake Engineering and soil Dynamic , St. Louis, vol3.1175*

ALLEGATO 1
PROVE PENETROMETRICHE
STATICHE E DINAMICHE


Dott. Geol. Paolo Beretti
Geologia applicata e Geotecnica, Consulenze Ambientali
Sede: Via De Gasperi 2/1, Quattro Castella (RE)
Tel 0522 1695098 Fax 0522 1691413 Cell 348 6902667
Prova penetrometrica dinamica super pesante
DPSH
1
COMMITTENTE: Dott. Sergio Guidetti
CANTIERE: La Strada
ATTREZZO: Pen. Statico dinamico Pagani TG 63-200
Data: 18/02/2014
OPERATORE: M. Boccaletti
Quota: p.c.
Profondità falda: foro vuoto
N° colpi per approfondimento di 20 cm
profondità
resistenza dinamica ridotta (kgf/cm²)


Dott. Geol. Paolo Beretti
Geologia applicata e Geotecnica, Consulenze Ambientali
Sede: Via De Gasperi 2/1, Quattro Castella (RE)
Tel 0522 1695098 Fax 0522 1691413 Cell 348 6902667
Prova penetrometrica dinamica super pesante
DPSH
2
COMMITTENTE: Dott. Sergio Guidetti
CANTIERE: La Strada
ATTREZZO: Pen. Statico dinamico Pagani TG 63-200
Data: 18/02/2014
OPERATORE: M. Boccaletti
Quota: p.c.
Profondità falda: foro vuoto
N° colpi per approfondimento di 20 cm
profondità
qd (kgf/cmq)
resistenza


Dott. Geol. Paolo Beretti
Geologia applicata e Geotecnica, Consulenze Ambientali
Sede: Via De Gasperi 2/1, Quattro Castella (RE)
Tel 0522 1695098 Fax 0522 1691413 Cell 348 6902667
Prova penetrometrica dinamica super pesante
DPSH
2bis
COMMITTENTE: Dott. Sergio Guidetti
CANTIERE: La Strada
Data: 18/02/2014
ATTREZZO: Pen. Statico dinamico Pagani TG 63-200
OPERATORE: M. Boccaletti
Quota: p.c.
Profondità falda: foro vuoto
N° colpi per approfondimento di 20 cm
profondità
resistenza dinamica (kgf/cmq)

Premessa

La prova H/V valuta sperimentalmente i rapporti di ampiezza spettrale fra le componenti orizzontali (H) e la componente verticale (V) delle vibrazioni ambientali sulla superficie del terreno.

Le vibrazioni ambientali sono movimenti del terreno caratterizzati da ampiezze $10^{-4} - 10^{-2}$ mm dovute a diverse sorgenti quali ad esempio onde marine e perturbazioni atmosferiche (campo d'onda a frequenze inferiori a 0.5Hz), vento, traffico veicolare e attività industriali (campo d'onda a frequenze superiori a 0.5Hz).

La struttura del campo d'onde presente sul terreno (microtremore) è pertanto condizionata dalle caratteristiche delle sorgenti ma anche dalle proprietà dei terreni attraversati, infatti in presenza di campo d'onde diffuso (sorgenti distribuite in modo statisticamente omogeneo) la struttura media del segnale risulterà statisticamente indipendente dalla natura e posizione delle sorgenti, ma rifletterà la struttura del sottosuolo. La struttura del segnale registrato in superficie è potenzialmente in grado di fornire informazioni sul mezzo attraversato dalle onde.

Misurando il rapporto H/V (con H componente orizzontale e V componente verticale) determinabile dai microtremori (le oscillazioni del suolo indotte da una serie di fattori sia naturali che antropici) si può identificare in maniera passiva la frequenza di risonanza del sottosuolo, che risulta in relazione diretta con l'amplificazione sismica.

La trattazione classica di Nakamura prevedrebbe il coinvolgimento delle onde di corpo (S e P) mentre le evidenze teoriche e sperimentali più recenti portano a concludere che il fattore principale che determina la curva H/V sperimentale sia dato invece dalle onde di superficie (più specificatamente dall'ellitticità, cioè appunto dal rapporto che sussiste tra le componenti orizzontali e quella verticale).

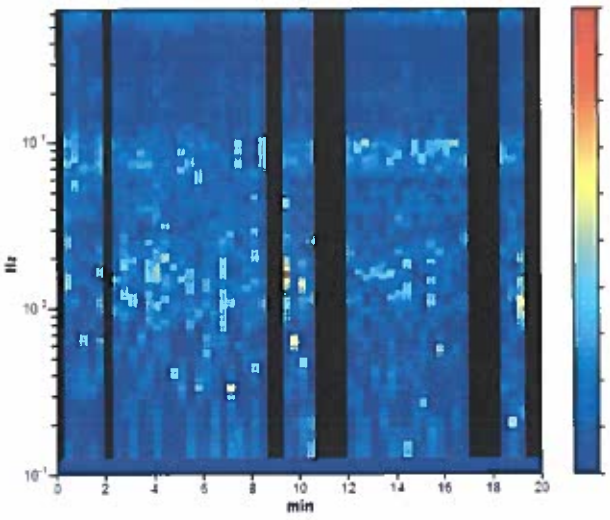
Strumentazione

Lo strumento è costituito da una terna di geofoni (due orizzontali disposti perpendicolarmente, il terzo verticale) in grado di rispondere allo stesso modo ad una medesima sollecitazione.

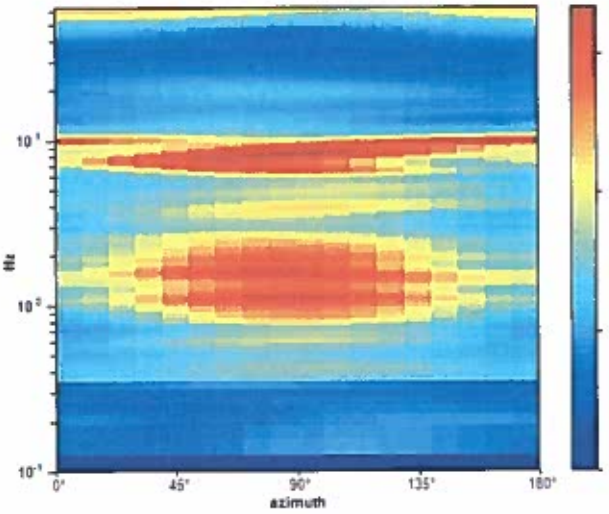
Le acquisizioni durano normalmente circa 20 minuti. Le frequenze che interessano l'ambito geologico-ingegneristico sono comprese nell'intervallo tra i 0.5 e i 20 Hz.

Per la campagna di indagine è stato utilizzato un sismografo Micromed Tromino Zero 3G con una frequenza di campionamento di 128Hz ed un tempo di registrazione di 20 minuti. L'elaborazione dei dati e stata eseguita con il software Grilla della Micromed, impostando la lunghezza delle finestre a 20s e lisciamento con finestra triangolare di ampiezza 10%.

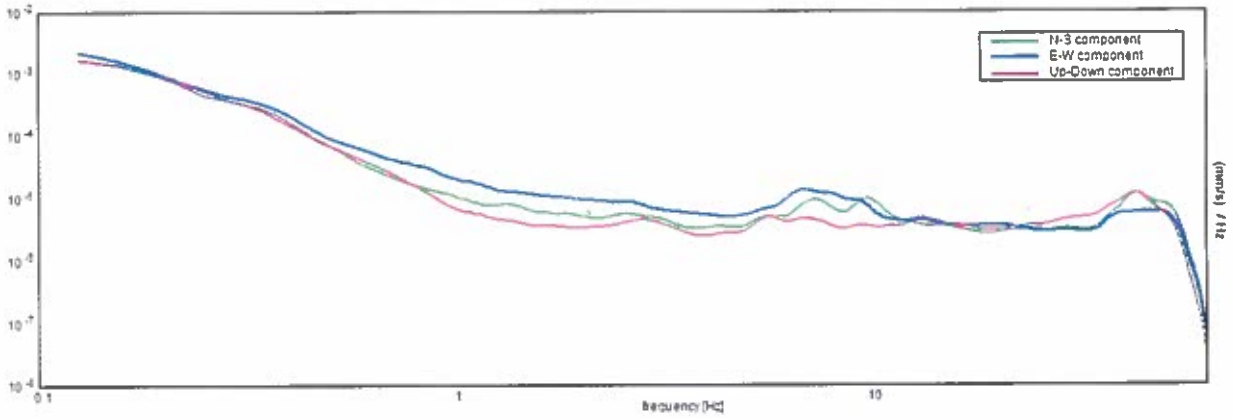
SERIE TEMPORALE H/V

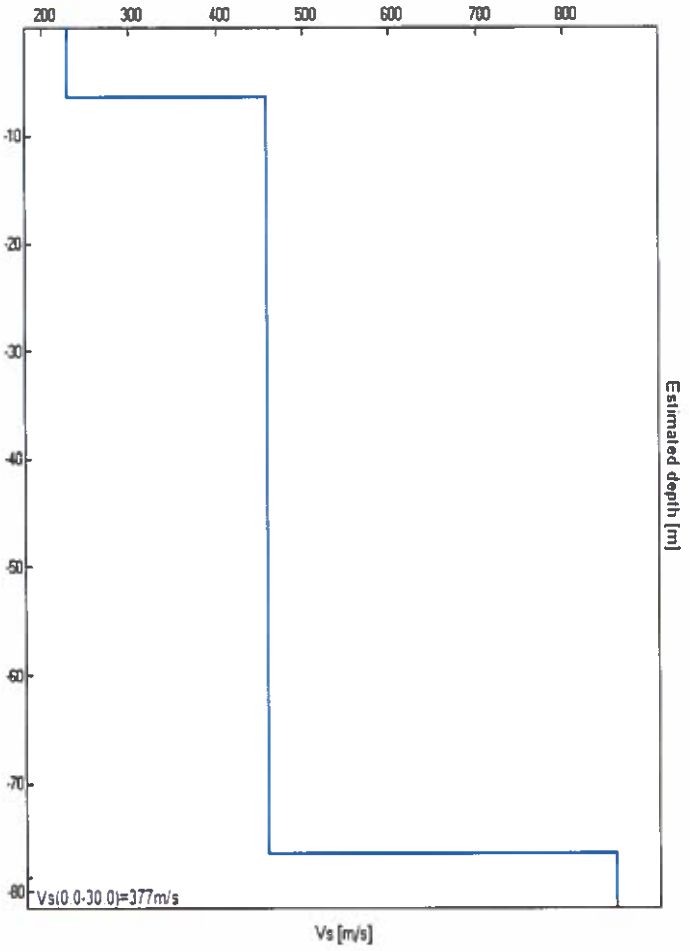


DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



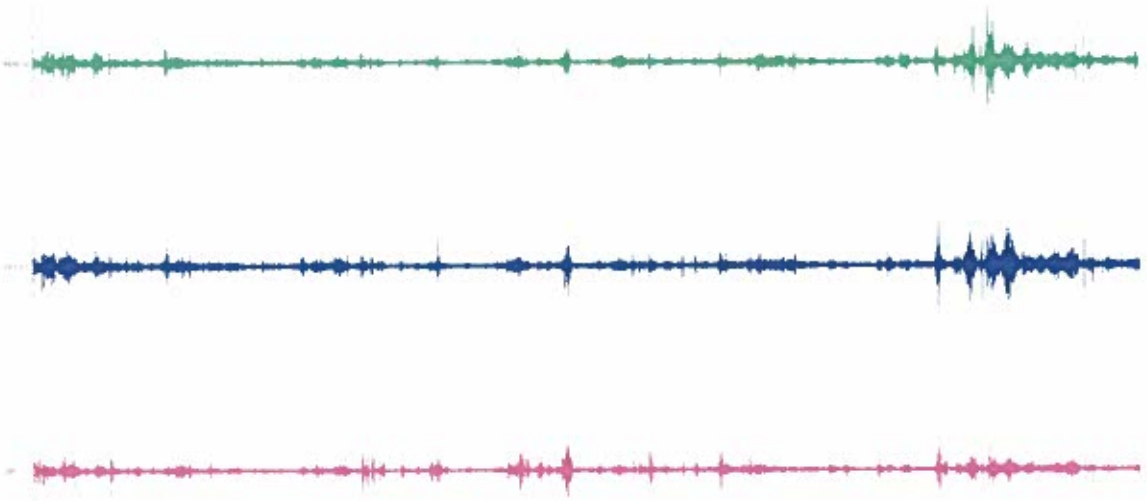

200
300
400
500
600
700
800
-10
-20
-30
-40
-50
-60
-70
-80
Vs(0.0-30.0)=377m/s
Vs [m/s]
Estimated depth [m]

VPOC CASINA, FABBRICA HV2 ATR5

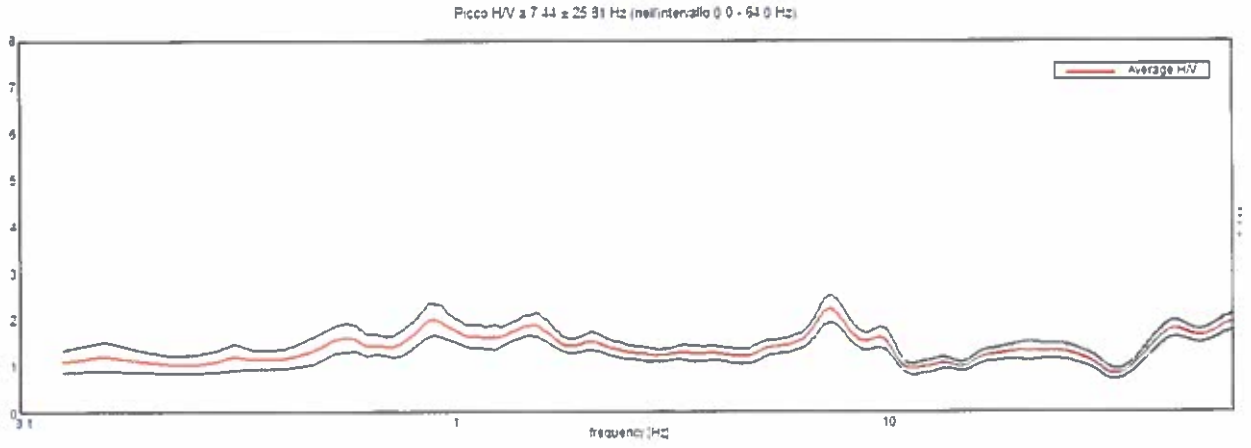
Strumento: TZ3-0013/01-13
Formato dati: 32 byte
Fondo scala [mV]: 51
Inizio registrazione: 10/03/14 14:53:50
Fine registrazione: 10/03/14 15:13:50
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
Dato GPS *Longitudine* :1621639
Latitudine: 4930566
Quota: 573.96 m slm

Durata registrazione: 0h20'00''.
Analizzato 75% tracciato (selezione automatica)
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

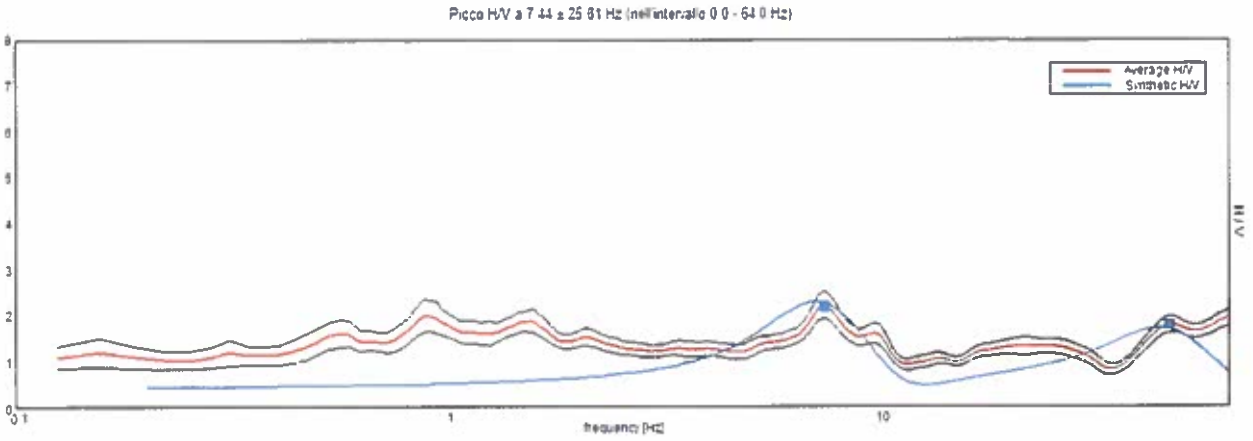
TIME HISTORY



RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

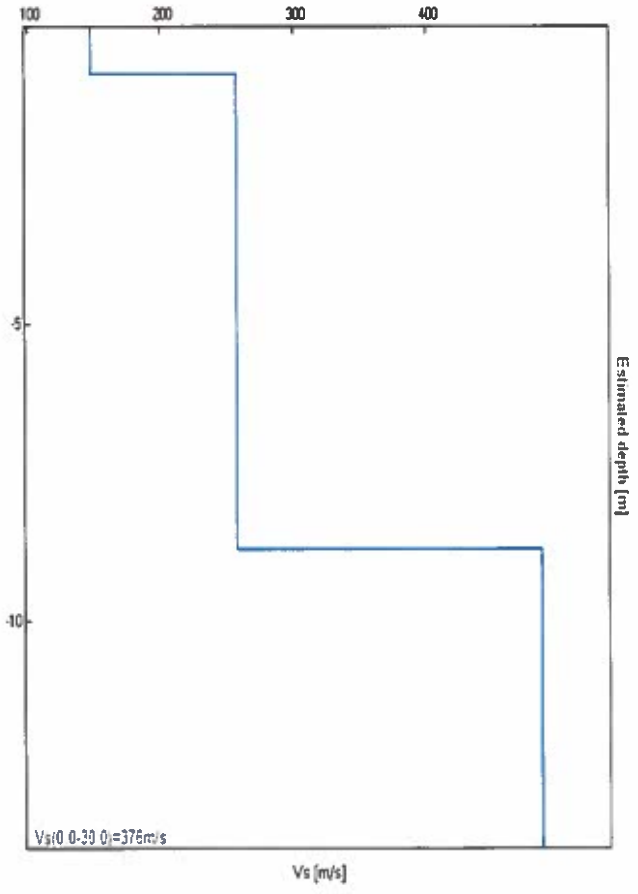


H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
0.80	0.80	148	0.42
8.80	8.00	258	0.42
inf.	inf.	489	0.42

Vs(0.0-30.0)=376m/s



COMUNITA' MONTANA DELL'APPENNINO REGGIANO

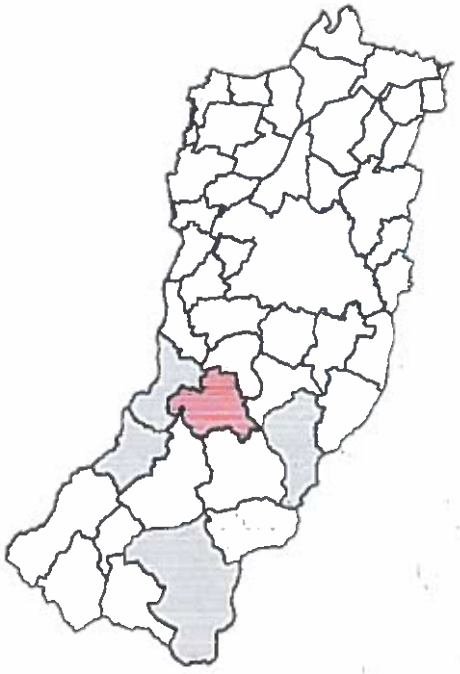
Provincia di Reggio Emilia

PSC associato dei comuni di:
BAISO - CANOSSA
CASINA - VETTO
VILLAMINOZZO

psc

CASINA

Attuazione degli artt. 48 e 28 della L.R. 20/2000 e s.m.i.



La Presidente della Comunità Montana
dell'Appennino Reggiano
LEONILDE MONTEMERLI

Il Vicepresidente della Comunità
Montana dell'Appennino Reggiano
ALBERTO OVI

La Dirigente del Servizio
Programmazione Tutela e
Valorizzazione
Responsabile del procedimento
Arch. M. LEONARDA LIVIERATO

Progettisti
Urbanistica - Arch Aldo Caiti
VALSAT - Dott. Stefano Baroni, Dott. Tania Tellini
Geologia e caratterizzazione sismica - Dott. Geol. Gian Pietro Mazzetti
Dr. Stefano Gilli - Dr. Luca Martelli
Consulenza socio-economica - PEGroup

adottato con D.C.C. n°46 del 04-11-2008

IL RESPONSABILE
SETTORE 3°
USO E ASSETTO DEL TERRITORIO
(Geom. Fabio Ruffini)

Il Progettista
Dr. Geol. GIAN PIETRO MAZZETTI

Il Sindaco del Comune di
CASINA

Il Segretario

CENTROGEO SURVEY
Studio Geologico
P.zza S Quirino, 6
42015 Correggio, RE
tel 0522 641001 fax 0522 632162

ORDINE DEI GEOLOGI
Dott. Geol. GIAN PIETRO MAZZETTI
N. 248

COMUNE DI CASINA
Prov. di Reggio Emilia

COMUNE DI CASINA
Prov. di Reggio Emilia

LIVELLI DI APPROFONDIMENTO

P11

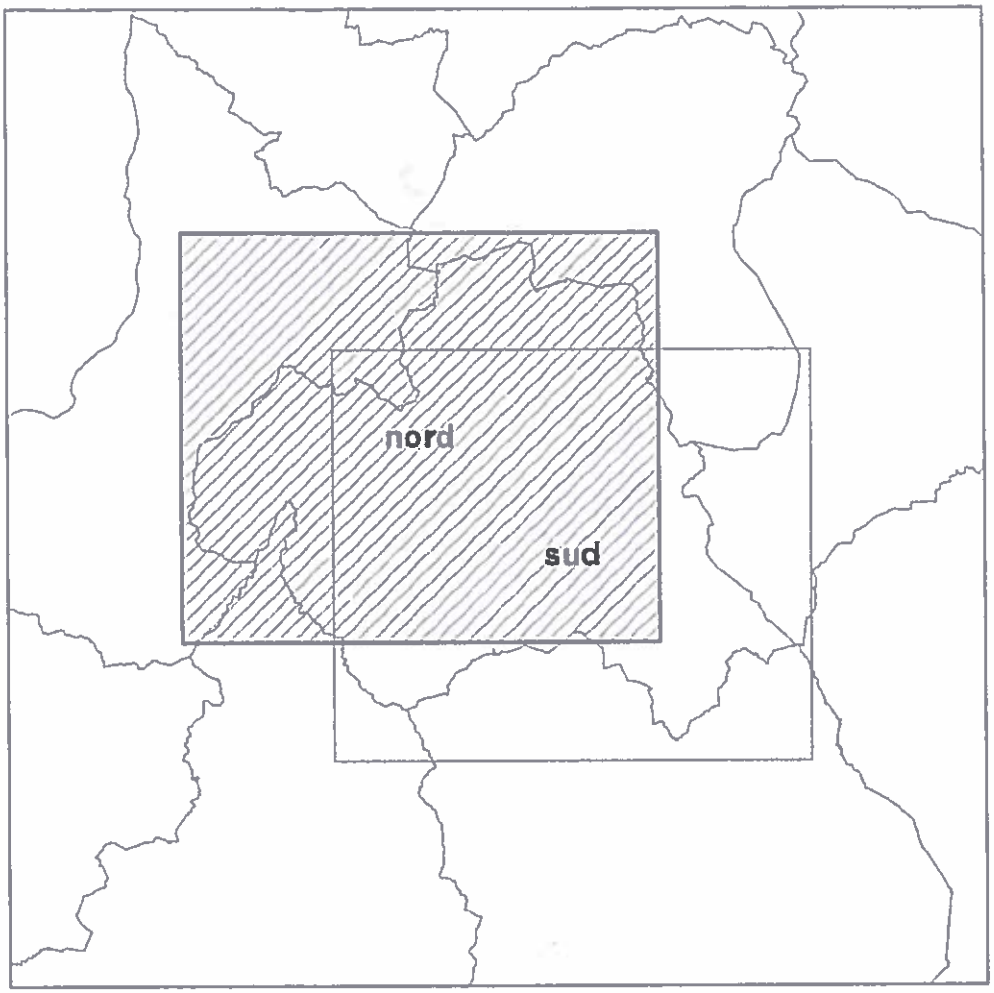
N

TAVOLA NORD

SCALA 1:10000

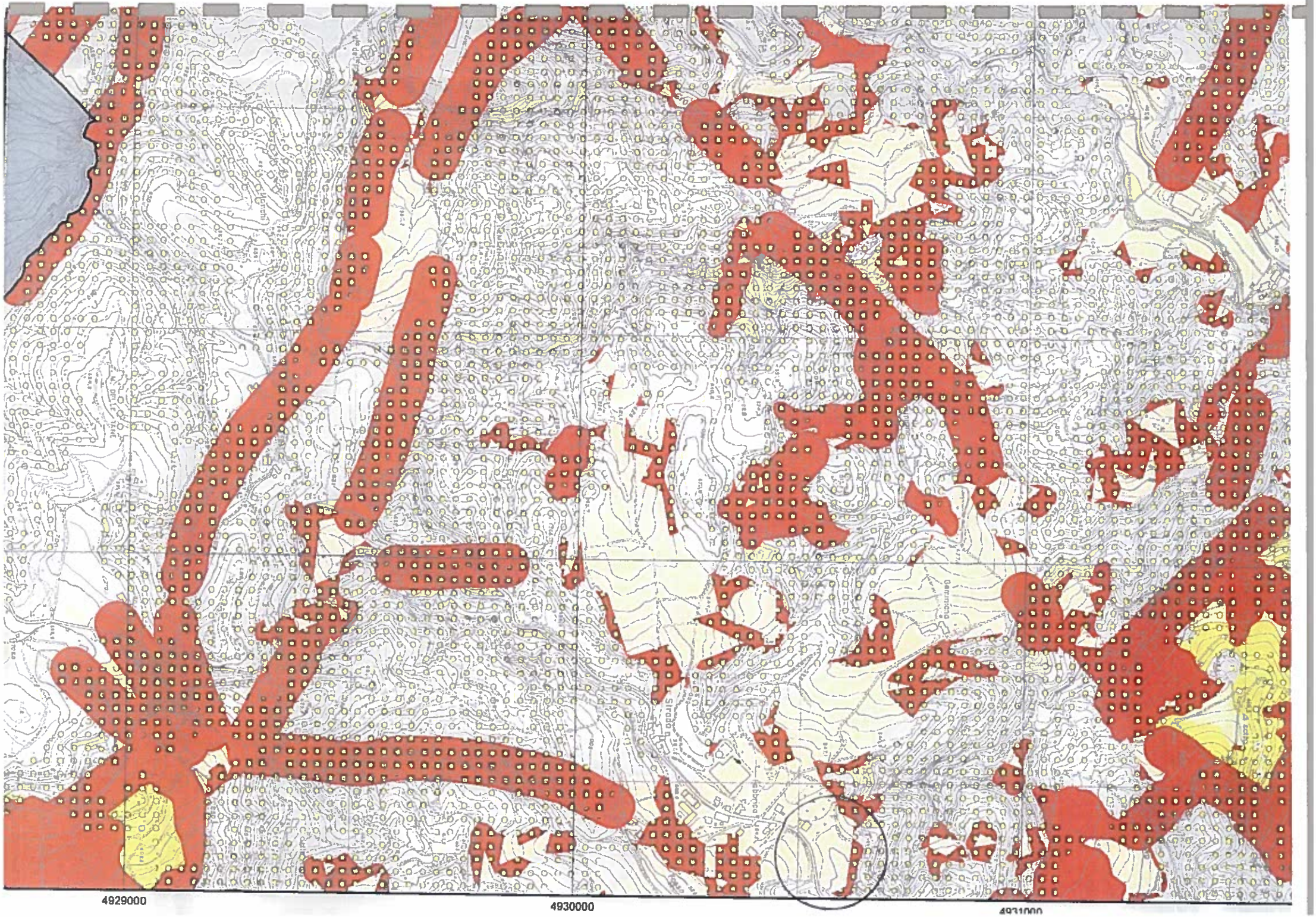
Limite di Regione — Limite di Provincia — Limite di Comune

QUADRO D'UNIONE DELLE TAVOLE - SCALA 1:10.000



Base cartografica derivata dalla rasterizzazione della Carta Tecnica Regionale alla scala 1:5.000.
Il reticolo della base topografica e della carta tematica sono rappresentati in coordinate Gauss Boaga

VOCI DI LEGENDA		
LIVELLI DI APPROFONDIMENTO		
	3	Aree soggette ad approfondimenti di III livello
	2	Nel caso le indagini indichino proprità meccaniche scadenti occorre stimare i potenziali cedimenti e densificazione secondo procedure di III livello.
		Aree soggette ad approfondimenti di II livello
	1	Aree soggette a valutazione di Vs30
		Aree soggette a valutazione del coefficiente di amplificazione topografico, approfondimenti di II livello


4929000
4930000
4931000