

PROJECT
Progetto **MONTALTO DI CASTRO (VT)
Centrale Termoelettrica "A. Volta"**

Security Index
Indice Sicurezza

**Riservato
Aziendale**

TITLE
Titolo **Sostituzione gruppi tur bogas esistenti "E", "F", "G" e "H"
RELAZIONE GEOLOGICA E DI MODELLAZIONE SISMICA**

CLIENT
Cliente **ENEL PRODUZIONE S.p.A.**



JOB no. Document no.

CLIENT SUBMITTAL Inoltro al Cliente	<input type="checkbox"/> FOR APPROVAL Per Approvazione	<input type="checkbox"/> FOR INFORMATION ONLY Per Informazione	<input type="checkbox"/> NOT REQUESTED Non Richiesto
--	---	--	---

SYSTEM Sistema	00B	DOCUMENT TYPE Tipo Documento	TH	DISCIPLINE Disciplina	C	FILE File	PBMOG2001501.doc
-------------------	------------	---------------------------------	-----------	--------------------------	----------	--------------	-------------------------

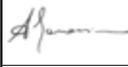
REV	DESCRIPTION OF REVISIONS / Descrizione delle revisioni
00	PRIMA EMISSIONE
01	CORREZIONI MINORI
02	REVISIONE GENERALE



COMMESSA JOB	DATA Date	IDENTIFICATIVO DOCUMENT CODE	REDATTO PREPARED	CONTROLLATO CHECKED	APPROVATO APPROVED
221	29/06/21	R.221-03.04	G. Sedani	C. Riva	A. Garassino

via Elia Lombardini, 10 - 20143 Milano

phone: +39 02-38.24.82.30 - e-mail: geo.consulet@consulet.it

02	29/06/21	FC													
			CONSULET	PRO	ELE	I&C	MEC	CIV	C&E	COS	AVV	QUA	MAC	PE	
REV	Date Data	Scope Scopo	Prepared by Preparato	Co-operations Collaborazioni									Approved by Approvato	Issued by Emesso	

	MONTALTO DI CASTRO (VT)	Document <i>Documento n.</i> PBMOG20015
	RELAZIONE GEOLOGICA E DI MODELLAZIONE SISMICA	REV. 02 29.06.21 Sheet of <i>Pagina</i> 2 <i>di</i> 79

INDICE

1.	INTRODUZIONE	3
2.	DOCUMENTI E NORME DI RIFERIMENTO.....	5
2.1	DOCUMENTI.....	5
2.2	NORMATIVE	7
3.	ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO	8
4.	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO E IDROGRAFICO.....	13
5.	LITOLOGIE PRESENTI E STRATIGRAFIA DI RIFERIMENTO	15
6.	CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEI TERRENI.....	18
6.1	VERTICALI CROSS-HOLE	19
6.2	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONE TOPOGRAFICA	27
7.	STUDIO DI RISPOSTA SISMICA LOCALE E APPROFONDIMENTI.....	28
7.1	INPUT SISMICI.....	29
7.2	SISMOSTRATIGRAFIE DI RIFERIMENTO	32
7.2.1	CURVE DI DEGRADAZIONE DI G E DEL FATTORE DI SMORZAMENTO	34
7.2.2	CARATTERIZZAZIONE DEL SUBSTRATO ROCCIOSO	38
7.3	ANALISI: METODO DI CALCOLO E RISULTATI.....	39
7.3.1	SPETTRI E ACCELEROGRAMMI DI RIFERIMENTO	45
7.4	SUSCETTIBILITA' A LIQUEFAZIONE.....	48
8.	QUADRO VINCOLISTICO E FATTIBILITA' GEOLOGICA.....	55
9.	OSSERVAZIONI CONCLUSIVE	56
10.	BIBLIOGRAFIA	59
	ALLEGATO 1: OUTPUT STRATA	60

	MONTALTO DI CASTRO (VT)	Document <i>Documento n.</i> PBMOG20015
	RELAZIONE GEOLOGICA E DI MODELLAZIONE SISMICA	REV. 02 29.06.21 Sheet <i>Pagina</i> 3 of <i>di</i> 79

1. INTRODUZIONE

Il presente documento viene redatto nell'ambito del progetto di riqualificazione della Centrale Termoelettrica "A. Volta" di Montalto di Castro (VT), in cui è prevista la sostituzione degli esistenti gruppi turbogas "E", "F", "G" e "H".

L'impianto sede dell'intervento in progetto è ubicato in Località Pian dei Gangani e dista circa 6 km dai centri Montalto di Castro e Montalto Marina, circa 36 km dal centro di Civitavecchia e circa 47 km da quello del capoluogo di provincia, Viterbo.

L'accesso al sito avviene tramite una strada di circa 2 km di lunghezza che collega l'impianto stesso alla Strada Statale n°1 "Aurelia".

Dal punto di vista dell'inquadramento geografico l'area d'interesse è compresa nelle C.T.R. 1:5.000 elementi numero 353032 "Sant'Agostino" e 353033 "Centrale di Montalto". La figura 1.1 mostra l'area della centrale su base C.T.R.

Oggetto di questo documento è lo studio dei terreni interessati dall'opera in progetto dal punto di vista della situazione stratigrafica e dell'assetto geologico locale, fornendo inoltre un inquadramento geomorfologico e idrogeologico più ampio e generale dell'intera zona con l'indicazione, ove presenti, delle relative pericolosità, criticità o vincoli ambientali gravanti sull'area, facendo riferimento anche ai risultati ottenuti dalle indagini geognostiche eseguite sia storicamente sia recentemente all'interno dell'area della centrale (si vedano in proposito i documenti di riferimento [1], [2], [3], [4], [6] e [8] e il capitolo 5 di questa relazione).

Lo studio geologico si è basato sull'analisi della cartografia ufficiale reperibile, sulla ricerca bibliografica di informazioni geologiche, sulla raccolta e sull'esame di carte tematiche e di profili stratigrafici esistenti, nonché delle prove geotecniche sopramenzionate.

Per la caratterizzazione sismica dell'area si è proceduto alla classificazione sismica del sito e ad una successiva analisi di risposta sismica locale 1D, necessaria a valutare le eventuali frequenze di amplificazione del terreno rispetto agli accelerogrammi di riferimento. Tale analisi è stata svolta in ottemperanza alla DGR 489 del 2012, la quale prevede l'esecuzione di uno studio di risposta sismica locale per le opere ricadenti nelle classi d'uso III e IV.

Lo studio sismico è completato da una valutazione del potenziale di liquefazione dei terreni nell'ambito del sisma di riferimento.

Infine, si riportano le considerazioni circa la fattibilità geologica dell'opera in progetto.

	MONTALTO DI CASTRO (VT)	Document <i>Documento n.</i> PBMOG20015
	RELAZIONE GEOLOGICA E DI MODELLAZIONE SISMICA	REV. 02 29.06.21 Sheet of <i>Pagina</i> 4 <i>di</i> 79

Tutte le considerazioni e le valutazioni esposte nelle pagine a seguire sono state condotte in osservanza a quanto contenuto nell'aggiornamento alle Norme Tecniche per le Costruzioni (approvato con D.M. 17.01.2018, pubblicato sulla G.U. il 20.02.2018) ed alla successiva Circolare Esplicativa.

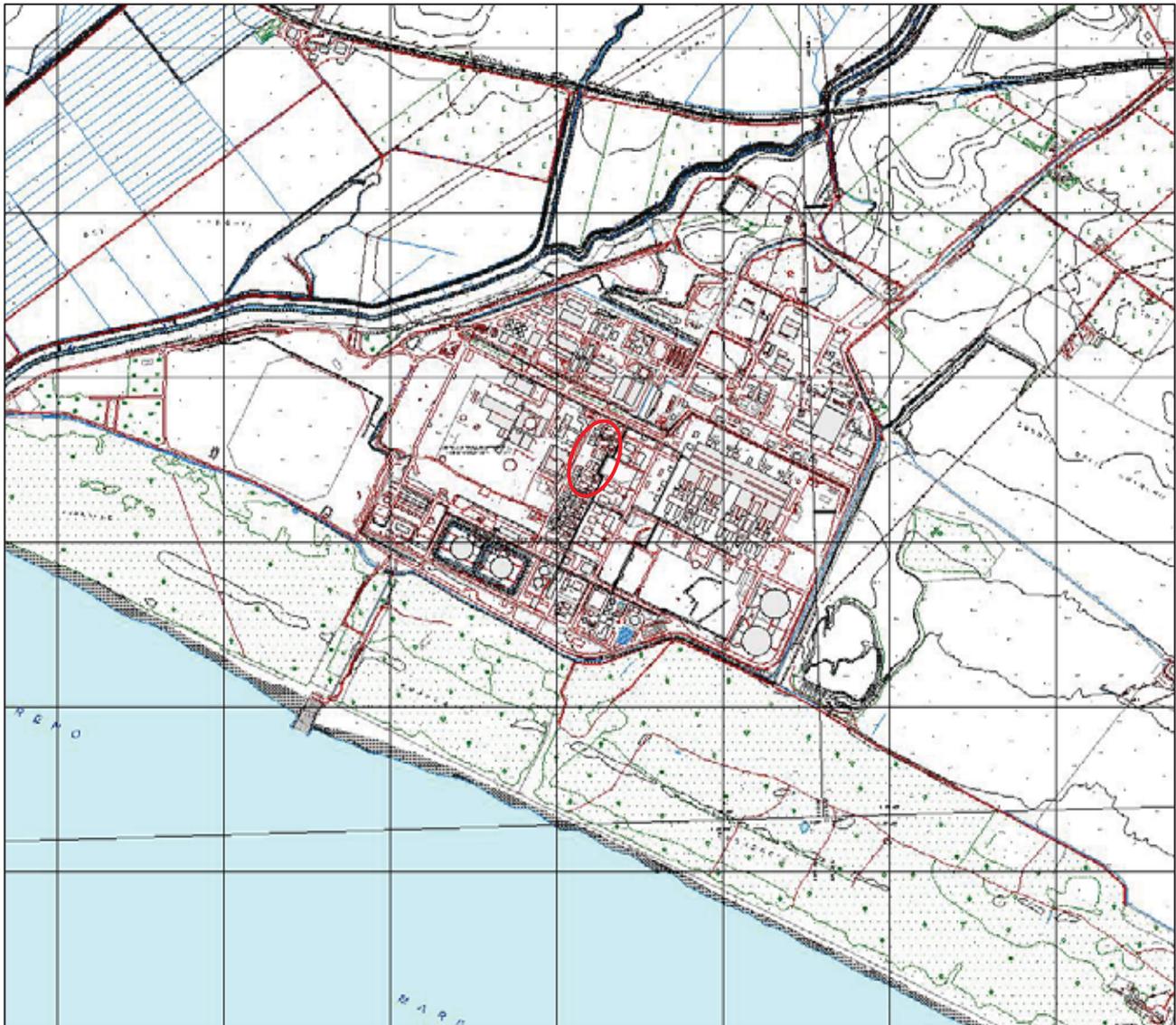


Figura 1.1 – Inquadramento geografico su CTR scala 1:5000

	MONTALTO DI CASTRO (VT)	Document <i>Documento n.</i> PBMOG20015
	RELAZIONE GEOLOGICA E DI MODELLAZIONE SISMICA	REV. 02 29.06.21 Sheet of <i>Pagina</i> 6 di 79

Montalto di Castro. Esecuzione di sondaggi geognostici in prossimità del palo BTG/019 ed al centro del terreno di fondazione della caldaia 4^sezione;

- Rif.[13] **PBMOG20016** del 2020 – Consulet Servizi S.r.l.
Montalto di Castro. Planimetria delle indagini e traccia delle sezioni;
- Rif.[14] **PBMOG20017** del 2021 – Consulet Servizi S.r.l.
Montalto di Castro. Sezione stratigrafica A-A;
- Rif.[15] **PBMOG20018** del 2020 – Consulet Servizi S.r.l.
Montalto di Castro. Sezione stratigrafica B-B;
- Rif.[16] **PBMOG20013** del 2020 – Consulet Servizi S.r.l.
Montalto di Castro. Inquadramenti 1/2;
- Rif.[17] **PBMOG20014** del 2020 – Consulet Servizi S.r.l.
Montalto di Castro. Inquadramenti 2/2;
- Rif.[18] **Carta Tecnica Regionale** – Regione Lazio
<http://dati.lazio.it/catalog/it/dataset/carta-tecnica-regionale-2002-2003-5k-viterbo>
Elementi n°353033 Centrale di MONTALTO e n°353032 S. Agostino;
- Rif.[19] **Carta Geologica d'Italia** – ISPRA
http://193.206.192.231/carta_geologica_italia/tavoletta.php?foglio=136
Foglio n°136 Toscana;
- Rif.[20] **Piano Territoriale Paesistico Regionale DCR5/2021** – Regione Lazio
http://www.regione.lazio.it/rl_urbanistica/?vw=contenutiDettaglio&cat=1&id=287
- Rif.[21] **Piano Territoriale Provinciale Generale** – Provincia di Viterbo
<http://www.provincia.vt.it/PTPG/default.htm>
Relazione generale – Luglio 2006

	MONTALTO DI CASTRO (VT)	Document <i>Documento n.</i> PBMOG20015
	RELAZIONE GEOLOGICA E DI MODELLAZIONE SISMICA	REV. 02 29.06.21 Sheet of <i>Pagina</i> 7 di 79

2.2 NORMATIVE

- Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, Decreto 17 Gennaio 2018: Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni (NTC)».
- CIRCOLARE 21 gennaio 2019, n.7 C.S.LL.PP.: Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.
- EC8-5 (EN 1998-5, 2005): Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica. Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici
- Nuova Classificazione Sismica della Regione Lazio - Delibera di Giunta Regionale n. 387 del 22.05.2009 (BUR Lazio n. 24 del 27.06.2009 - Supplemento Ordinario 106)
- Deliberazione Giunta Regionale - numero 835 del 03/11/2009: Rettifica all'Allegato 1 della DGR Lazio 387 del 22 Maggio 2009.
- Deliberazione Giunta Regionale - numero 489 del 17/10/2012: Modifica dell'Allegato 2 della DGR Lazio n. 387 del 22 maggio 2009 - Nuovo elenco delle strutture in Classe d'uso IV (Strategiche) e in Classe d'uso III (Rilevanti) ai sensi del D.M. Infrastrutture del 14.01.2008, della DGR Lazio n. 545/10 e del Regolamento Regionale n. 2/2012

	MONTALTO DI CASTRO (VT)	Document <i>Documento n.</i> PBMOG20015
	RELAZIONE GEOLOGICA E DI MODELLAZIONE SISMICA	REV. 02 29.06.21 Sheet <i>Pagina</i> 8 of 79 <i>di</i>

3. ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Geologia

Il sito d'interesse ricade in un contesto pedeappenninico, al margine occidentale dell'Appennino Centro-settentrionale. Nella porzione di Appennino rappresentata nel Foglio 136 "Tuscania" della carta d'Italia alla scala 1:100,000, affiorano numerose formazioni di diversa natura, da sedimentaria a metamorfica a vulcanica; tale varietà testimonia la grande complessità del processo di orogenesi appenninica, processo che si è sviluppato nel corso degli ultimi 20 milioni di anni circa e che ha generato quell'edificio strutturale a thrust vergenti verso NE che costituisce l'ossatura della catena appenninica. Le spinte compressive, dirette tendenzialmente verso E-NE, hanno causato il progressivo sovrascorrimento delle unità più occidentali sopra a quelle orientali, coinvolgendo nell'orogenesi unità man mano situate più a est, e provocando perciò la contemporanea migrazione, verso la medesima direzione, dei processi costruttivi della catena. Questa migrazione permetteva, ad occidente del fronte, l'impostarsi di un regime distensivo, con formazione di vari sistemi di faglie dirette orientate NW-SE e NE-SW. Se le deformazioni compressive danno indicazione di essere iniziate al passaggio dall'Oligocene al Miocene, e di aver interessato la penisola partendo da nord e poi coinvolgendone man mano le porzioni più meridionali, le successive forze distensive, connesse con l'apertura del bacino tirrenico, non avrebbero preso piede prima del Miocene inferiore-medio. Anche il regime distensivo presenta una migrazione verso i quadranti orientali, testimoniata dalla formazione di strutture tettoniche distensive sempre più recenti man mano che ci si sposta verso est, e dalla progressiva disattivazione delle faglie più occidentali.

Ad una scala minore, per un raggio di circa una decina di chilometri attorno all'area della centrale, si ha un assetto decisamente meno variegato: infatti nella zona affiorano pressoché esclusivamente depositi quaternari. Questi evidenziano un passaggio graduale da un ambiente deposizionale marino a un ambiente intermedio salmastro, per finire con depositi tipici di ambiente continentale. Aspetto particolare di questa successione, è che porta le tracce di un contemporaneo aumento relativo del materiale vulcanico, che in alcune occasioni si trova in quantità prevalente.

La causa della genesi di questi depositi è da ricercare nella strutturazione relativamente recente di questa zona ai piedi dell'Appennino: sono infatti le forze distensive più recenti, successive a quelle compressive che hanno costruito l'edificio appenninico, ad aver generato le depressioni strutturali entro cui si è assistito alla deposizione di questa successione marina, salmastra, ed infine continentale, nonché, grazie alla riduzione dello spessore crostale, ad aver dato l'impulso all'attività magmatica responsabile del progressivo aumento della componente vulcanica all'interno di tale successione. Il sito in esame ricade proprio entro una di queste depressioni, quella di Montalto-

	MONTALTO DI CASTRO (VT)	Document <i>Documento n.</i> PBMOG20015
	RELAZIONE GEOLOGICA E DI MODELLAZIONE SISMICA	REV. 02 29.06.21 Sheet <i>Pagina</i> 9 of <i>di</i> 79

Tarquini, che si trova circondata dagli alti strutturali dei rilievi dell'Argentario-M. Bellino, a nord, e dei monti della Tolfa a sud.

Tale situazione è ben rappresentata nella cartografia geologica 1:100,000 del Servizio Geologico d'Italia, Foglio 136 "Tuscania", della quale si riporta uno stralcio in figura 3.1.

Si hanno principalmente le seguenti formazioni:

Q_T: Sabbie, marne ed argille, con materiale vulcanico, di ambiente salmastro, alternati ad argille sabbiose o a calcare sabbioso con materiale vulcanico;

Q_{T-s}: Sabbie argillose, conglomerati e argille, con materiale vulcanico nella parte alta del complesso. Si passa gradualmente da sedimenti essenzialmente marini a depositi costieri ed in facies salmastra;

a_{1-a1s}: Alluvioni antiche e detriti di falda provenienti quasi esclusivamente dalla formazione delle filladi; sabbia e dune antiche dislocate lungo la costa perlopiù a poca distanza dalla spiaggia attuale, con una potenza in genere di pochi metri;

a_{3-a3s}: Depositi alluvionali lacustri fluvio-palustri recenti più o meno terrazzati ed attuali ed eluviali; conglomerati e sabbie più o meno argillose; sabbie e dune costiere recenti ed attuali.

Al di sotto di queste formazioni, a grande profondità si possono incontrare dei depositi più antichi, sedimenti marini del Messiniano e del Pliocene.

L'area in esame è stata interessata dalla revisione della cartografia geologica d'Italia, dalla quale sono scaturite le carte geologiche al 50,000; il sito ricade nel Foglio 353 "Montalto di Castro". La classificazione qui adottata è leggermente differente rispetto a quella della carta geologica al 100,000, vista l'introduzione dell'uso dei sintemi (nuove unità stratigrafiche di base, limitate a tetto e a letto da limiti inconformi), tuttavia i concetti già espressi riguardanti la paleogeografia e le età dei sedimenti, rimangono invariate.

Si riporta uno stralcio anche di questa cartografia, con relativa legenda, in figura 3.2. Questa riporta, in corrispondenza dell'impronta della centrale elettrica, anche il terreno di riporto che ne costituisce il piano d'appoggio.

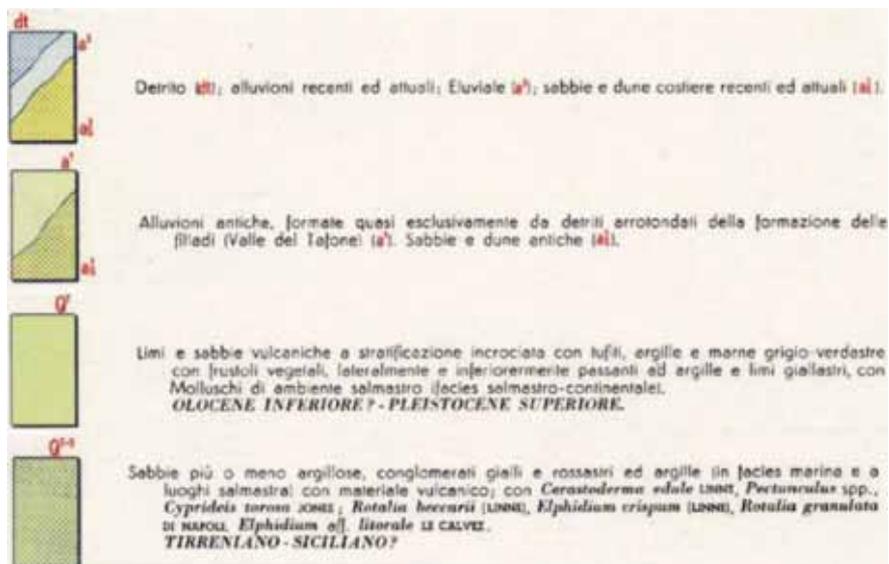
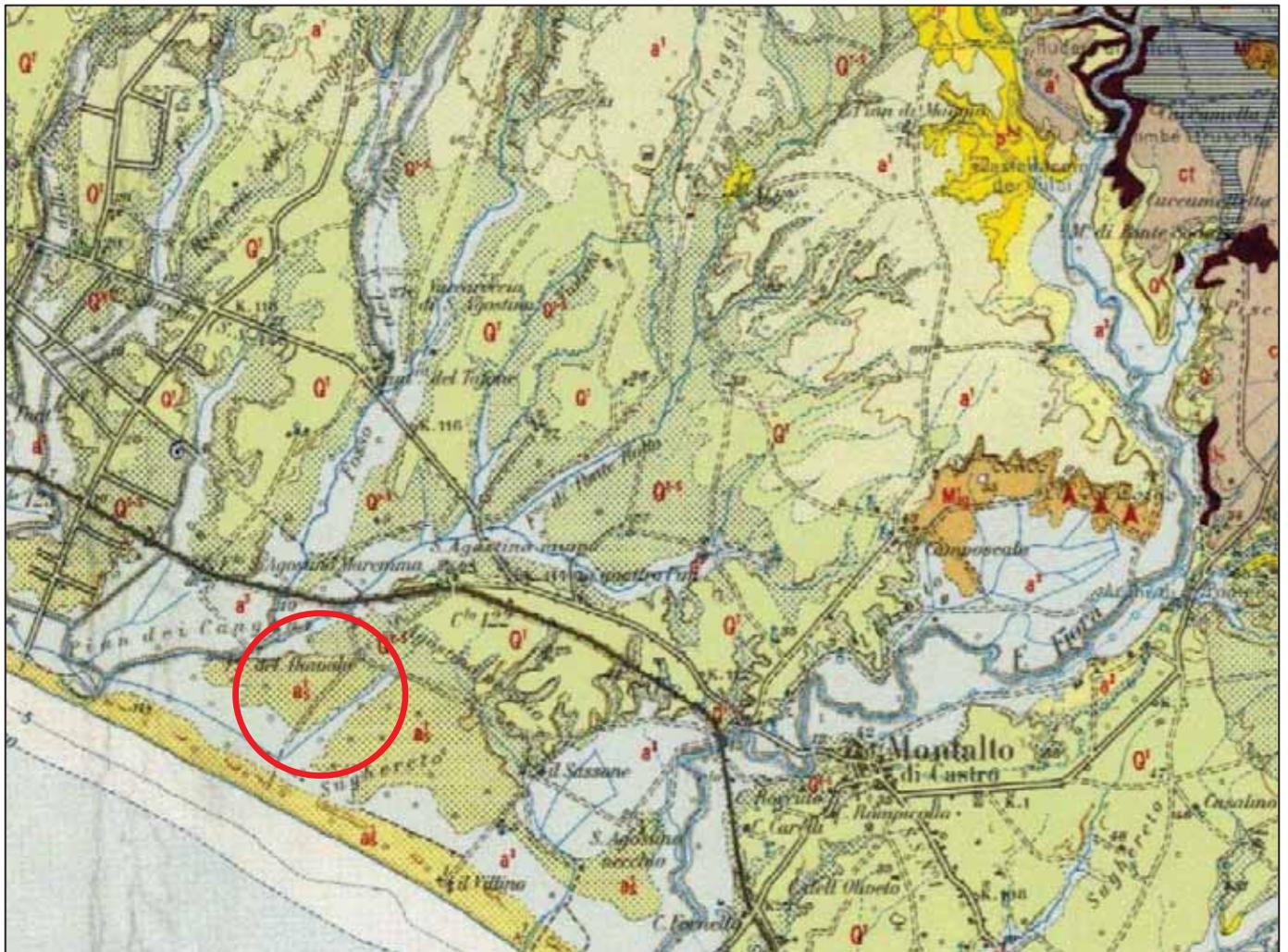
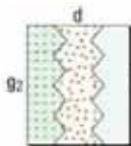


Figura 3.1 – Stralcio della carta geologica 1:100,000 – Foglio 136 “Tuscania”



Depositi di spiaggia (g₂). Depositi eolici (d). Depositi alluvionali, colluviali e di piana costiera: conglomerati, ghiaie, sabbie, sabbie limose e arglie a luoghi con materiale organico (b).
OLOCENE

**SUPERSISTEMA AURELIO-PONTINO (AU)
SISTEMA FIUME MARTA (FUM)**

UNITÀ DI CASALE PALOMBINI

Sabbie, ghiaie grossolane costituite da ciottoli di materiale vulcanico, quarzifico e calcareo-marnoso ad alto grado di evoluzione e depositi di fussi iperconcentrati (cfr. Complesso continentale di Casale Palombini p.p. e Complesso marino e continentale superiore p.p., AMBROSETTI et alii, 1981). Affioranti a quote comprese tra 3 e 45 m s.l.m., in discordanza, con locali forme di erosione lineare, sui sedimenti riferibili all'Unità di Casale San Martino e all'Unità di Pian d'Arcione. Potenza massima di circa 5 m.
PLEISTOCENE SUPERIORE p.p.



UNITÀ DI CASALE SAN MARTINO

Sabbie di ambiente marino costiero, localmente cementate e con intercalazioni grossolane, costituite principalmente da materiale di origine vulcanica ed in modo subordinato da materiale quarzifico e carbonatico (cfr. Gruppo di Pian di Spile p.p., BOSI et alii, 1990) (MTN). Affiorano in modo discontinuo e non superano la quota di 25 m s.l.m. Trasgressivi sulla Unità di Pian d'Arcione. La malacofauna è abbondante (*Glycymeris* sp., *Donax* sp., *Strombus bubonius*, *Conus* sp.). Il ritrovamento di *Strombus bubonius* permette di attribuire l'Unità al Tirreniano (125 ka) (PALIERI & SPOSATO, 1988). Potenza massima di circa 7 m.
PLEISTOCENE SUPERIORE p.p.



SISTEMA FIUME FIORA (FUF)

UNITÀ DI PIAN D'ARCIONE

Limi e limi sabbiosi di laguna salmastra ricchi di fauna oligotipica (*Cerastoderma lamarcki*, *Cypridius torosa*) e localmente continentali, con resti vegetali e gasteropodi polmonati, intercalati a depositi vulcanici rimaneggiati e primari riferibili alla Unità di Grotte di Castro (cfr. Tufo giallo *Litoides*, ALBERTI et alii, 1970; Grotte di Castro Formation, VEZZOLI et alii, 1987) (168 - 190 ka, NICOLETTI et alii, 1981; METZELTIN & VEZZOLI, 1983) (PCN). Argille sabbiose, sabbie e ghiaie ad elementi vulcanici ricche di malacofauna marina (*Glycymeris insubricus* e *Ostrea (Ostrea) edulis*) (PCN₂). Potenza massima di circa 20 m. La successione dei depositi marini, salmastrici e continentali affiora fino a quote prossime ai 45 m s.l.m. (cfr. Membro di Pian d'Arcione, BOSI et alii, 1990).
PLEISTOCENE MEDIO p.p.

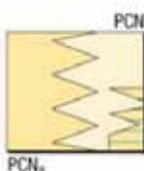


Figura 3.2 – Stralcio della carta geologica 1:50,000 – Foglio 353 “Montalto di Castro”

\Questo documento è proprietà di Enel E&C. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.

This document is property of Enel E&C. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.

	MONTALTO DI CASTRO (VT)	Document <i>Documento n.</i> PBMOG20015
	RELAZIONE GEOLOGICA E DI MODELLAZIONE SISMICA	REV. 02 29.06.21 Sheet of <i>Pagina</i> 14 di 79

qualsiasi sostanza potenzialmente inquinante nelle matrici ambientali, sia in fase di costruzione che di esercizio.

Dal confronto con la carta del PTPG relativa alle aree poste a tutela e vulnerabili dal punto di vista idrogeologico, di cui gli stralci sono presentati nella tavola PBMOG20013, non emergono comunque situazioni di allarme. Le opere di captazione private segnalate nella cartografia ufficiale, si trovano ad una distanza tale da scongiurare qualsivoglia interessamento da parte di un'eventuale contaminazione locale nell'area d'interesse.

	MONTALTO DI CASTRO (VT)	Document <i>Documento n.</i> PBMOG20015
	RELAZIONE GEOLOGICA E DI MODELLAZIONE SISMICA	REV. 02 29.06.21 Sheet <i>Pagina</i> 15 of <i>di</i> 79

5. LITOLOGIE PRESENTI E STRATIGRAFIA DI RIFERIMENTO

Per la ricostruzione della stratigrafia del terreno, si è fatto riferimento prevalentemente ai due carotaggi condotti nel corso del 2020 all'interno dell'area di progetto (vedere doc. rif. [8]); si tratta dei sondaggi S102 e CH100, spinti entrambi fino a 40.0 metri di profondità. Questi sono stati confrontati anche con i sondaggi storici condotti entro l'area e nelle adiacenze (riportati nei documenti di Rif.[1, 2, 3 e 6]), sia per verificare la variabilità spaziale dei terreni, sia per poter ricostruire un profilo che raggiungesse maggiore profondità, soprattutto ai fini della successiva analisi di risposta sismica locale.

La stratigrafia si presenta caratterizzata dapprima da un'alternanza di sedimenti costituiti da sabbia da fine a medio-grossa e sedimenti prevalentemente argillosi; tale alternanza, definita come "Unità A" nei sondaggi storici, è tipica delle condizioni continentali e di transizione da cui derivano questi depositi; si nota inoltre una componente variabile di ceneri e lapilli rimaneggiati dovuti all'attività vulcanica descritta al capitolo precedente. Tra i due sondaggi del 2020, come visibile anche dalle sezioni stratigrafiche di rif. [14] e [15], è possibile notare un discreto grado di correlazione, a grande scala, tra gli strati sabbiosi e argillosi, mentre non è possibile correlare i sottolivelli presenti all'interno di questi strati principali, a riconferma della variabilità intrinseca dell'ambiente fluviale e di transizione di derivazione.

Al di sotto dell'unità A, ad una profondità tra i 33 e i 35 metri da p.c, si passa alle argille limose fossilifere. Tali argille prendono il nome di Unità B e, dal momento che i sondaggi del 2020 non hanno raggiunto il letto di tale unità, si è fatto riferimento alle indagini storiche giungendo ad attribuire a queste argille uno spessore di circa 30 metri.

L'unità sottostante, storicamente definita "Livello 3", è caratterizzata di nuovo da alternanze di sedimenti sabbiosi e argillosi.

Il substrato roccioso è stato rinvenuto a quote variabili da 57 a 150 m di profondità; nell'area di interesse, affidandosi alle valutazioni riportate dallo studio di rif. [7], se ne può ipotizzare la presenza a circa 80 m dall'attuale piano campagna; questo, individuato nel sondaggio storico SM5, viene descritto come "Alternanze di marne con venature calcitiche, argille marnose, marne argillose e scagliose"; tale strato è probabilmente solo parzialmente litificato, e tuttavia corrisponde verosimilmente al substrato sismico ($V_s > 800$ m/s).

La falda freatica superficiale risiede nell'Unità A; le letture storiche dei piezometri presenti nell'area della centrale indicano quote della falda comprese tra +1.0 e -1.0 m s.l.m.m. Si può perciò adottare un livello di falda corrispondente al livello medio del mare.

	MONTALTO DI CASTRO (VT)	Document <i>Documento n.</i> PBMOG20015
	RELAZIONE GEOLOGICA E DI MODELLAZIONE SISMICA	REV. 02 29.06.21 Sheet <i>Pagina</i> 16 of <i>di</i> 79

Di seguito si riporta una descrizione più precisa degli strati individuati, mentre la stratigrafia valida per l'area, in cui sono visibili anche i sedimenti profondi non investigati direttamente nell'area di intervento, è visibile in figura 5.1.

Stratigrafia superficiale

RIPORTO: Materiale di riporto eterogeneo, costituito da pietrisco calcareo, ghiaia, asfalto, calcestruzzo frantumato e terreno vegetale. Questo materiale è stato rinvenuto quasi ovunque, con spessori variabili tra 0.3 e 2.0 m; nell'area di intervento si mostra variabile tra 0.5 e 1.6 metri.

UNITA' A: Formazione sabbioso limosa, caratterizzata da notevole variabilità ed eterogeneità stratigrafica.

E' prevalentemente costituita da sabbia, da limosa a grossolana, e limo sabbioso, con presenza locale di livelletti cementati. All'interno di questa formazione sono presenti, a quote e con spessori variabili, dei sottolivelli argillosi di esiguo spessore. Si estende sino a circa 33 ÷ 35 m dal piano campagna.

UNITA' B: Formazione argilloso-limosa, caratterizzata da uniformità stratigrafica.

Si tratta di argilla plastica, localmente limosa; generalmente compatta, talora contenente resti carboniosi, conchiglie e inclusi lapidei; rari gli orizzonti sabbiosi (centimetrici).

L'unità ha uno spessore di circa 30 m.

Stratigrafia profonda e bedrock sismico

Ai fini della caratterizzazione sismica si riporta la stratigrafia profonda, presente al di sotto dell'unità B; tale porzione di stratigrafia è caratterizzata da un maggior grado di incertezza rispetto ai metri più superficiali e tuttavia si presenta verosimile e discretamente a favore di sicurezza. Alcuni sondaggi storici condotti circa 900 metri più a ovest dell'area di progetto, in particolare i sondaggi LST4 e LST28 riportati nei documenti di Rif.[2] e [3], hanno individuato i seguenti materiali:

- Dalla base dell'unità B e con uno spessore di circa 10 m, materiali essenzialmente sabbiosi (L3_1);
- Argille limose compatte, con intercalazioni sabbiose per uno spessore di almeno 15 ÷ 20 m (L3_2);
- Sabbie ghiaiose cementate passanti ad argille limose a consistenza talora litoide (L3_3).

	MONTALTO DI CASTRO (VT)	Document <i>Documento n.</i> PBMOG20015
	RELAZIONE GEOLOGICA E DI MODELLAZIONE SISMICA	REV. 02 29.06.21 Sheet <i>Pagina</i> 18 of <i>di</i> 79

6. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEI TERRENI

La caratterizzazione sismica dei terreni su cui verrà realizzato l'intervento in progetto è stata eseguita sulla base delle indagini condotte nel 2020 entro l'area di interesse, con l'integrazione da parte di indagini geofisiche pregresse eseguite in aree limitrofe.

In particolare, le indagini recenti consistono, per quanto riguarda la ricostruzione del profilo delle velocità delle onde sismiche, in due prove MASW e in una prova Cross-Hole; sono poi state condotte anche tre prove HVSR che hanno restituito un'ipotesi sulla collocazione del substrato sismico; tutte queste prove sono contenute nel documento di rif. [8].

Per quanto riguarda le indagini storiche si è fatto riferimento ai risultati delle cross-hole (CH1 e CH2) condotte da D'Appollonia nel 1975 (Rif. [7]), e a quelle realizzate durante le indagini ISMES del 1992 (Rif. [4]) e (Rif. [5]). Per quanto concerne queste ultime, una prima prova è stata condotta entro una coppia di sondaggi nell'area prevista per i serbatoi criogenici (verticale CH28). Una seconda prova è stata ripetuta, sempre da ISMES, negli stessi fori in data successiva allo scopo di verificare il funzionamento di un nuovo tipo di sorgente sismica, caratterizzato dalla possibilità di polarizzare l'emissione di onde S anche orizzontalmente (oltre che verticalmente, come usualmente fatto).

Nella planimetria sottostante sono ubicate indicativamente l'area di intervento (in rosso), le indagini del 1975 (cerchietti gialli), la verticale CH28 ISMES del 1992 (triangolo verde) e le prove MASW, Cross-Hole e HVSR condotte nel 2020 (in azzurro).

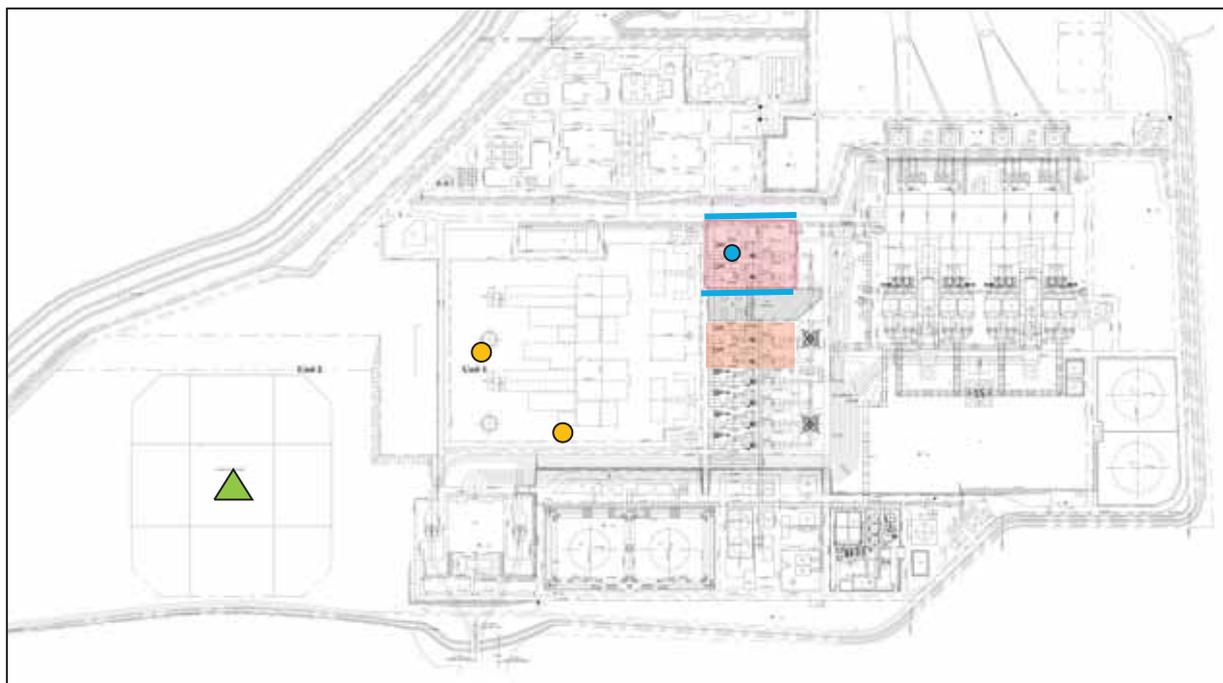


Figura 6.1 – Aree di intervento e ubicazione indicativa delle indagini geofisiche di riferimento

	MONTALTO DI CASTRO (VT)	Document <i>Documento n.</i> PBMOG20015	
	RELAZIONE GEOLOGICA E DI MODELLAZIONE SISMICA	REV. 02 29.06.21	Sheet <i>Pagina</i> 19 of <i>di</i> 79

6.1 VERTICALI CROSS-HOLE

Dall'osservazione dei risultati ottenuti dalle precedentemente citate prove geofisiche, si evince quanto segue:

- PROVE D'Appollonia 1975:

L'intervallo di restituzione del dato di velocità sismica è variabile, ma generalmente quantificabile in circa 3 m. I risultati delle prove condotte sono riportati in termini di velocità delle onde S (Vs) in figura 6.1.1 e di velocità delle onde P (Vp) in figura 6.1.2.

Da piano campagna (+ 5 m s.l.m. circa) a -30 m s.l.m. le Vs misurate variano da 370 m/s a circa 550 m/s; a profondità maggiori e fino a fondo foro si attestano invece mediamente sui valori più bassi, attorno a 370 m/s. Picchi anomali sono stati registrati alle quote di -15 m s.l.m., -28 m s.l.m. e -55 m s.l.m.

Il profilo di Vp, soprattutto per la verticale CH2, è costante con la profondità: il valore medio (minimo) registrato è di circa 1700 m/s.

- PROVE ISMES 1992:

Il passo di acquisizione dati è pari a 1 m, come mostrato nelle figure 6.1.3 (Vs) e 6.1.4 (Vp), in cui la rappresentazione grafica delle velocità è stata distinta per unità litostratigrafica di appartenenza.

La maggiore risoluzione delle misure rispetto a quelle del 1975 consente di rilevare in modo più accurato la variazione delle velocità con la profondità, come di seguito descritto.

- I primi 20 m dal piano campagna sono caratterizzati da Vs mediamente pari a circa 380 m/s e da Vp dell'ordine di 1700 m/s, in accordo con quanto registrato da D'Appollonia.
- A profondità maggiori e fino a circa -35 m dal p.c., si riscontra un incremento sia delle Vs (misure variabili da 500 a oltre 1000 m/s) che delle Vp (da 1800 a oltre 3000 m/s). Questi incrementi sono dovuti ad un complessivo aumento di rigidità del materiale investigato che passa da sabbia limosa e limo sabbioso a sabbie medie o grossolane. I picchi maggiori sono invece dovuti alla presenza di livelli cementati, riscontrati nell'area serbatoi ma non in quella di interesse per il progetto in esame. Non verranno quindi presi in considerazione nelle analisi a seguire.
- Tra 35 e 65 m dal p.c. (all'interno dell'Unità B) si rilevano valori minori delle velocità delle onde S misurate, che crescono però quasi linearmente con la profondità, passando da un minimo di circa 250 m/s ad un massimo di 400 m/s.

	MONTALTO DI CASTRO (VT)	Document <i>Documento n.</i> PBMOG20015
	RELAZIONE GEOLOGICA E DI MODELLAZIONE SISMICA	REV. 02 29.06.21 Sheet <i>Pagina</i> 20 of 79 <i>di</i>

Sempre nello stesso strato di terreno, le onde P si propagano invece con velocità abbastanza uniformi, mediamente dell'ordine di 1750 m/s, come registrato anche nel 1975 da d'Appollonia.

- A profondità comprese tra 65 e 75 m dal p.c., dove sono stati riscontrati terreni prevalentemente sabbiosi, si osserva un incremento dei valori misurati: le Vs raggiungono i 600 m/s mentre le Vp superano i 2000 m/s.
- Da -75 m da p.c. e fino a fondo foro, le velocità misurate aumentano gradualmente con la profondità: le Vs passano da 360 a ca. 640 m/s, mentre le Vp variano da 2000 a 2500 m/s. Attorno ai 90 m di profondità si osservano dei picchi dovuti probabilmente alla presenza di un livello cementato.

Nel grafico di figura 6.1.3 sono mostrati, con un cerchietto nero, anche i valori delle Vsv misurati nel corso del rifacimento della prova in CH28. Confrontando i risultati ottenuti si evince sostanzialmente un buon accordo con i dati misurati in precedenza. Tuttavia, focalizzandosi più nel dettaglio si rileva che tra 20 e 35 m di profondità il rifacimento della prova ha fatto registrare velocità leggermente inferiori e una significativa riduzione dei valori di picco. Analogamente, valori mediamente inferiori si osservano anche nello strato sabbioso tra 65 e 75 m di profondità.

Sempre in merito alla prova rifatta con polarizzazione sia orizzontale che verticale, è interessante osservare in figura 6.1.5 come varia il rapporto Vsh/Vsv in funzione delle caratteristiche elastiche dei terreni indagati, individuandone in maniera netta i mutamenti.

- Nei primi 35 m, dove il terreno è costituito prevalentemente da sabbie e limi appartenenti alla formazione A, il suddetto rapporto è prossimo all'unità.
- Da 35 a 65 m, in depositi appartenenti all'unità B, il rapporto Vsh/Vsv aumenta e si allinea al valore 1.09, discostandosi da questo solo in corrispondenza di locali intercalazioni più sabbiose (cerchiate in arancione).
- A profondità maggiori (65÷75 m da p.c.) la situazione cambia radicalmente: Vsv risulta maggiore di Vsh e il rapporto tra le velocità scende mediamente a 0.84.
- Infine, da 75÷80 m al termine della verticale indagata il rapporto tra le velocità misurate torna ad allinearsi all'unità.

Le prove geofisiche recenti, utilizzate per la caratterizzazione della porzione più superficiale del profilo, sono descritte di seguito:

- CROSS-HOLE 100 (2020)

La prova presenta un passo di test di un metro e una profondità totale di 40 metri; sono stati ottenuti valori che in alcuni tratti si discostano da quelli storici, soprattutto in superficie; inoltre

	MONTALTO DI CASTRO (VT)	Document <i>Documento n.</i> PBMOG20015
	RELAZIONE GEOLOGICA E DI MODELLAZIONE SISMICA	REV. 02 29.06.21 Sheet of <i>Pagina</i> 21 di 79

non è stata trovata evidenza dell'aumento di velocità che, nelle prove storiche, aveva permesso di distinguere una porzione dell'Unità A più cementata rispetto alla porzione soprastante; in figura 6.1.3 si riportano sia le singole misure di velocità, sia il profilo di velocità derivante dall'interpretazione della prova, calibrata con la stratigrafia del sondaggio CH100;

- MASW 101 E 103 (2020)

Le prove MASW sono caratterizzate da una risoluzione minore rispetto alle altre prove condotte; tuttavia presentano velocità comparabili a quelle misurate con le prove Cross-hole condotte; nei primi metri si mostrano più in accordo alle prove Cross-hole storiche rispetto alla Cross-hole recente, caratterizzata da valori sensibilmente più bassi; anche i profili di velocità ottenuti da queste prove sono riportati in figura 6.1.3;

- HVSr 100, 101 E 103 (2020)

Tali prove hanno evidenziato dei picchi nei grafici dei rapporti tra le componenti spettrali orizzontali e verticali a frequenze variabili tra 0.5 Hz e 1.5 Hz. Hanno inoltre portato a stimare una profondità del bedrock ($V_s > 800$ m/s) di circa $70 \div 75$ m da p.c, compatibile con quanto individuato nel sondaggio storico SM5, che lo colloca a 79 metri. Per i grafici di queste prove si veda il doc. rif. [8].

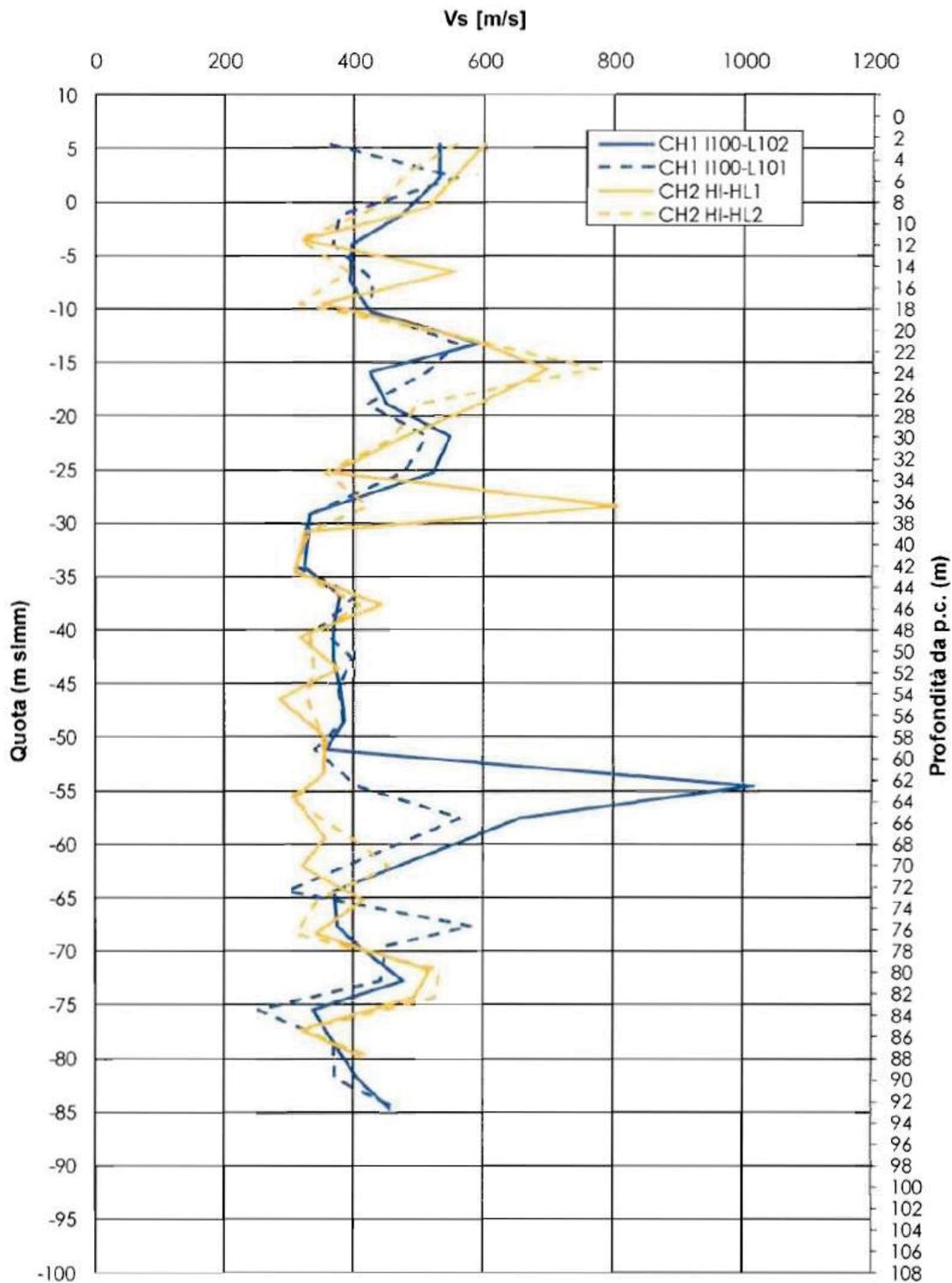


Figura 6.1.1 – Vs misurate da D’Appollonia nel 1975

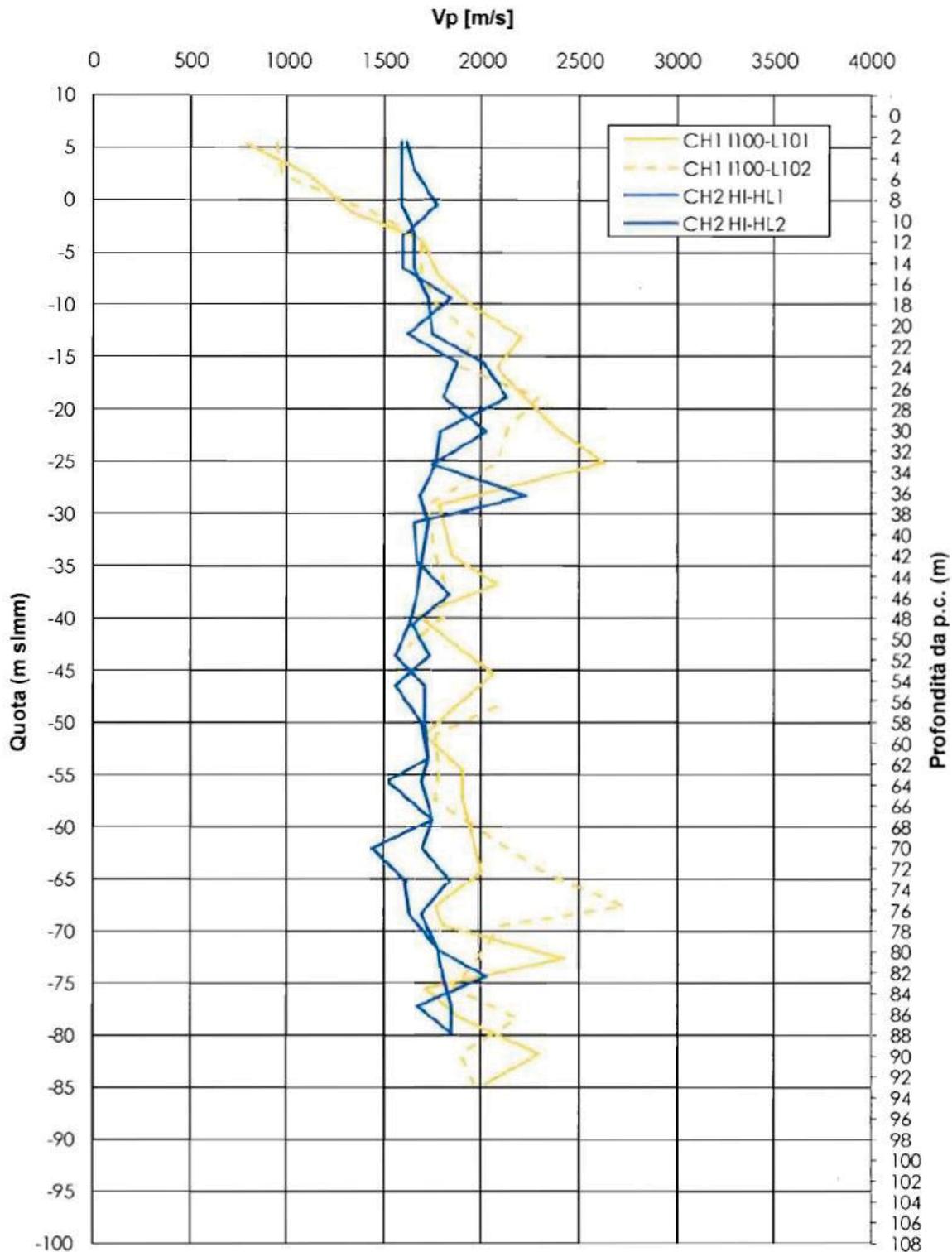


Figura 6.1.2 – Vp misurate da D’Appollonia nel 1975

VELOCITA' DI PROPAGAZIONE DELLE ONDE SISMICHE

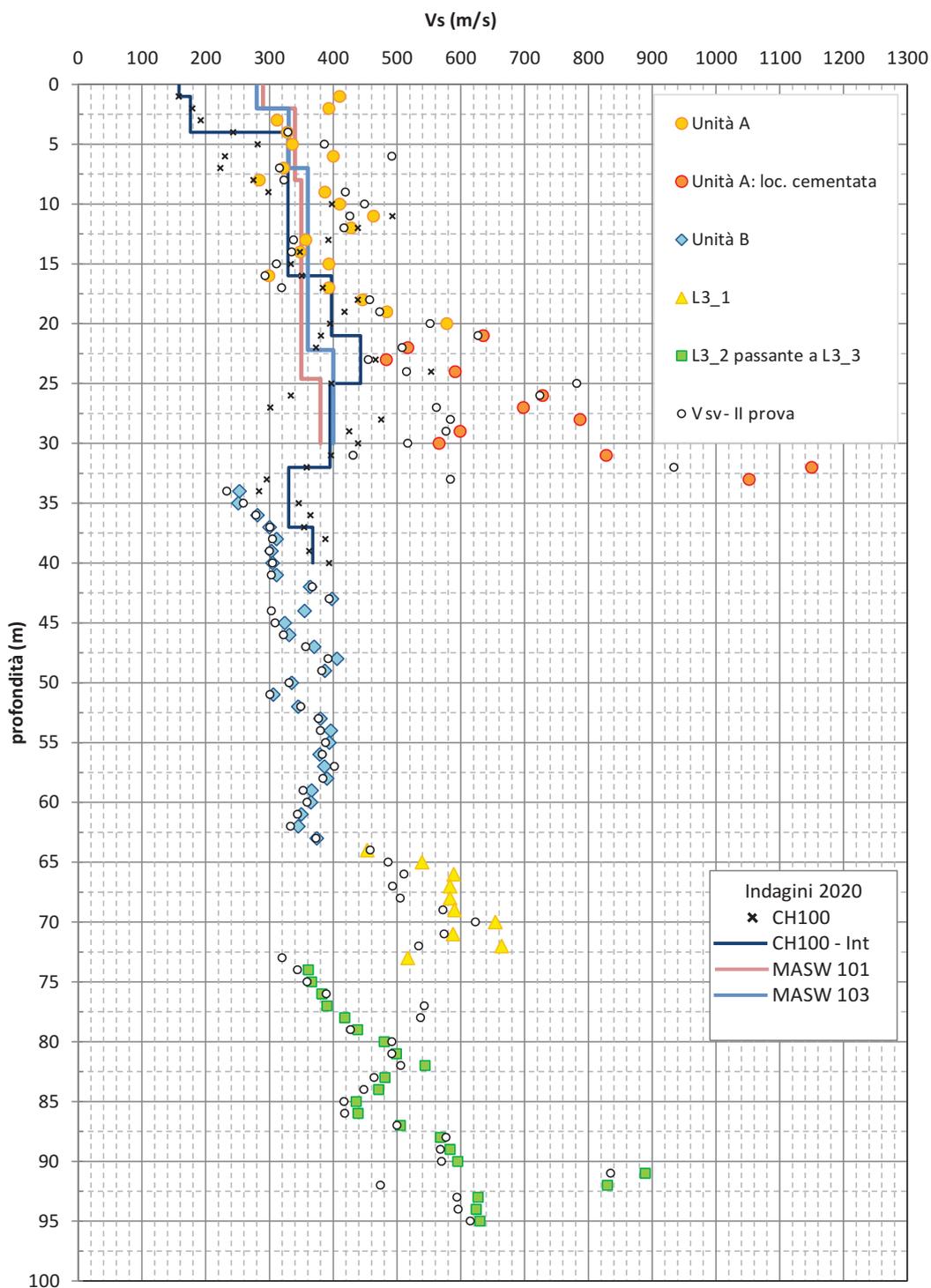


Figura 6.1.3 – V_s misurate nel corso delle indagini ISMES 1992 e dell'indagine 2020

VELOCITA' DI PROPAGAZIONE DELLE ONDE SISMICHE

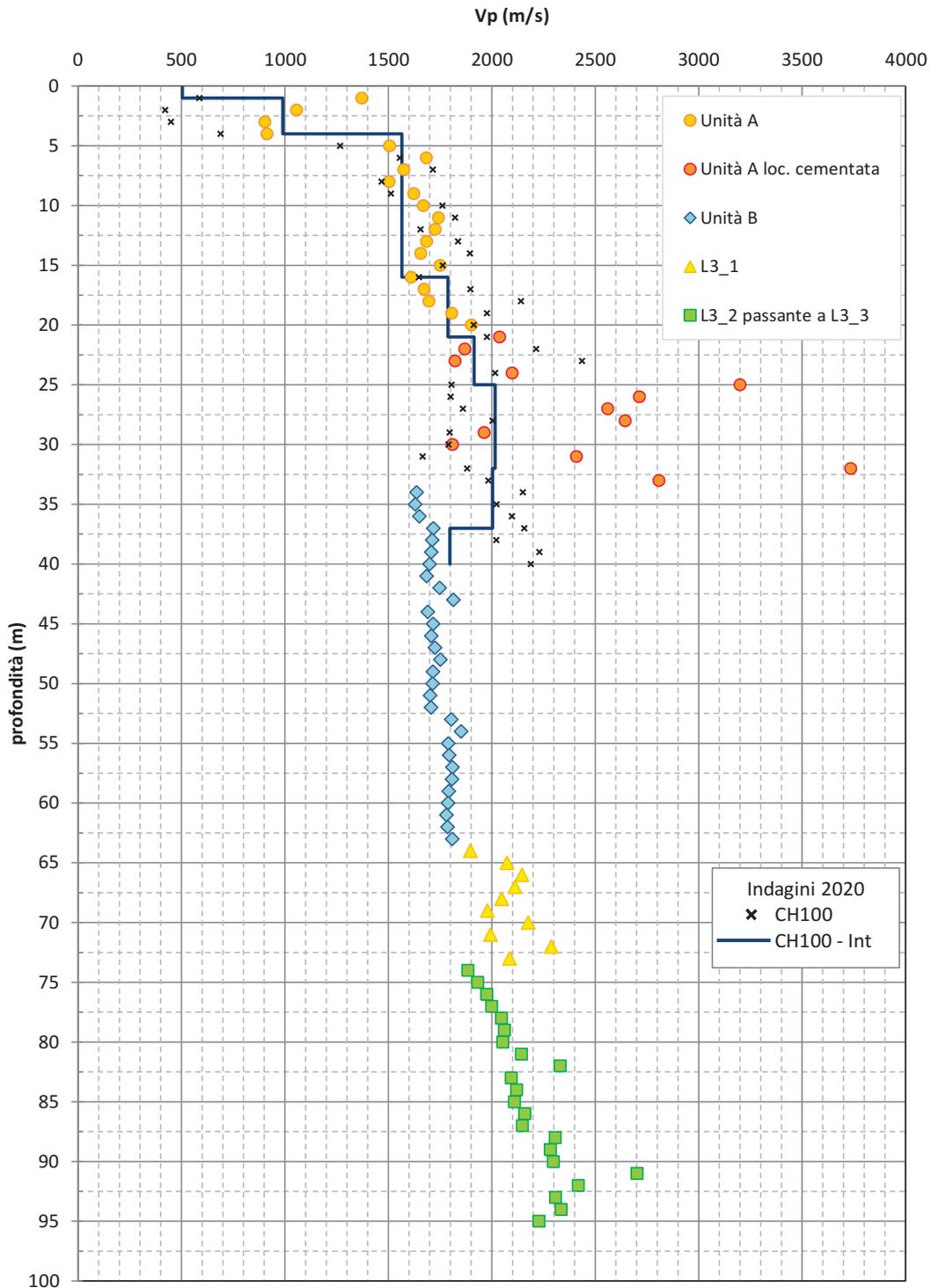


Figura 6.1.4 – V_p misurate nel corso dell'indagine ISMES 1992 e dell'indagine 2020

RAPPORTO Vsh / Vsv

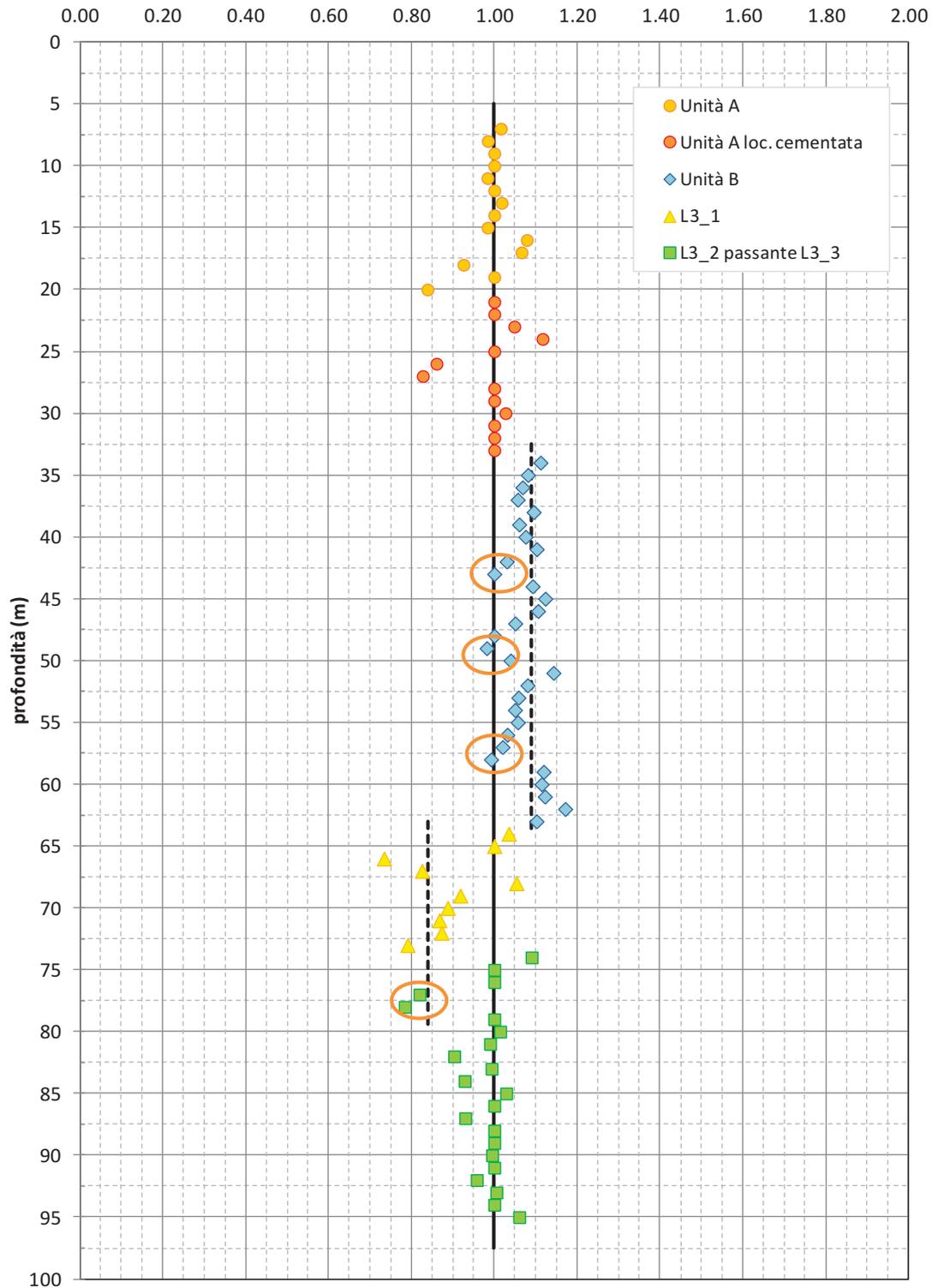


Figura 6.1.5 – Rapporto Vsh/Vsv misurate da ISMES

	MONTALTO DI CASTRO (VT)	Document <i>Documento n.</i> PBMOG20015
	RELAZIONE GEOLOGICA E DI MODELLAZIONE SISMICA	REV. 02 29.06.21 Sheet <i>Pagina</i> 29 of <i>di</i> 79

quindi, lo studio sismico di primo livello non è sufficiente, ma occorre un approfondimento con analisi della Risposta Sismica Locale.

Tale analisi è qui condotta secondo l'approccio analitico lineare equivalente, utilizzando il noto software STRATA, sviluppato presso il "Geotechnical Engineering Center" dell'Università del Texas per verifiche monodimensionali.

Il processo di analisi che si è seguito può essere così schematizzato:

- Scelta degli input sismici (accelerogrammi) di riferimento;
- Definizione del modello sismostratigrafico locale;
- Elaborazione degli accelerogrammi di output e degli spettri di risposta richiesti.

7.1 INPUT SISMICI

Le elaborazioni numeriche sono state impostate sul set di cinque accelerogrammi di riferimento forniti dalla Regione Lazio, utilizzabili appunto per studi di Risposta Sismica Locale al fine di ottenere risultati confrontabili per tutto il territorio regionale.

Gli accelerogrammi forniti specificatamente per il Comune di Montalto di Castro sono riprodotti graficamente nelle figure seguenti e disponibili in forma tabellare nel Rif.[9].

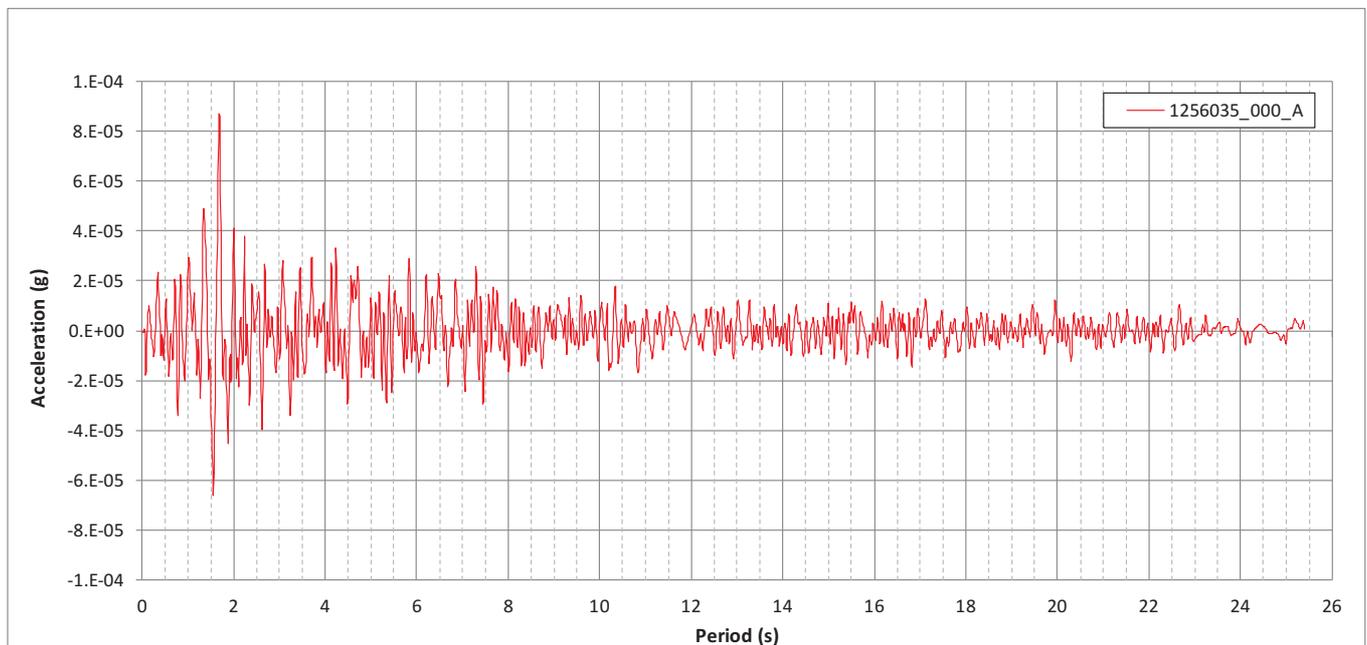
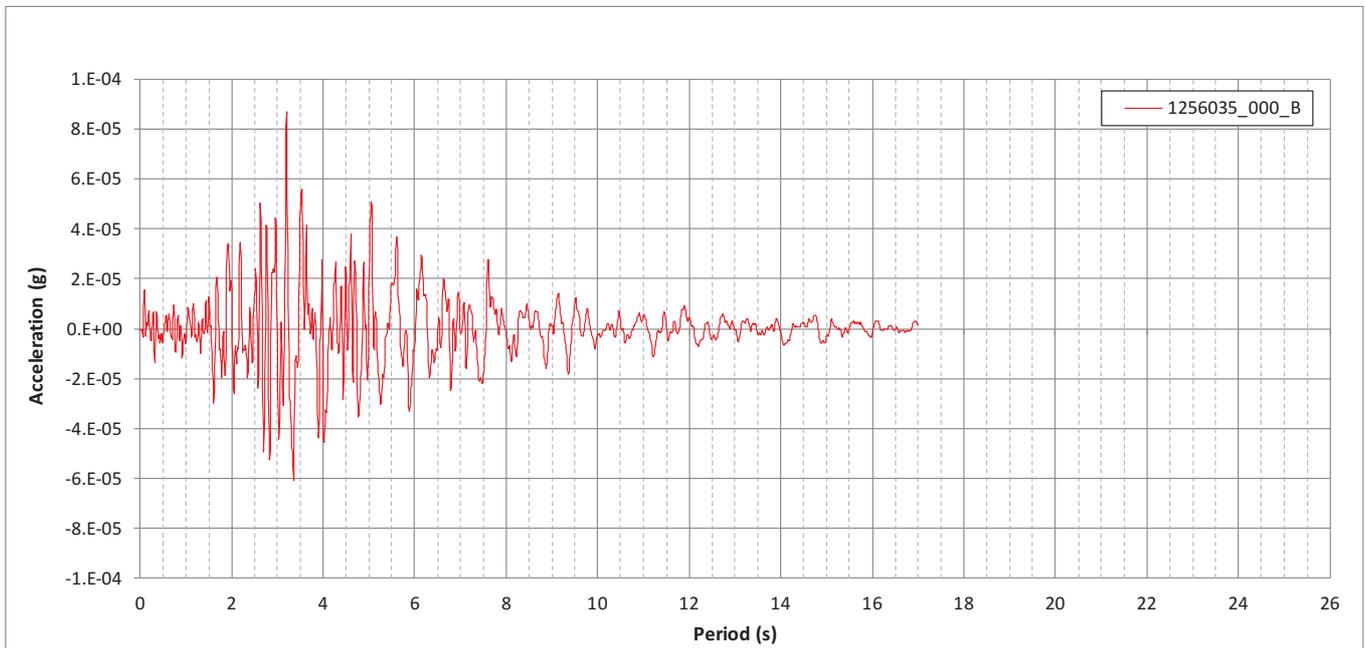
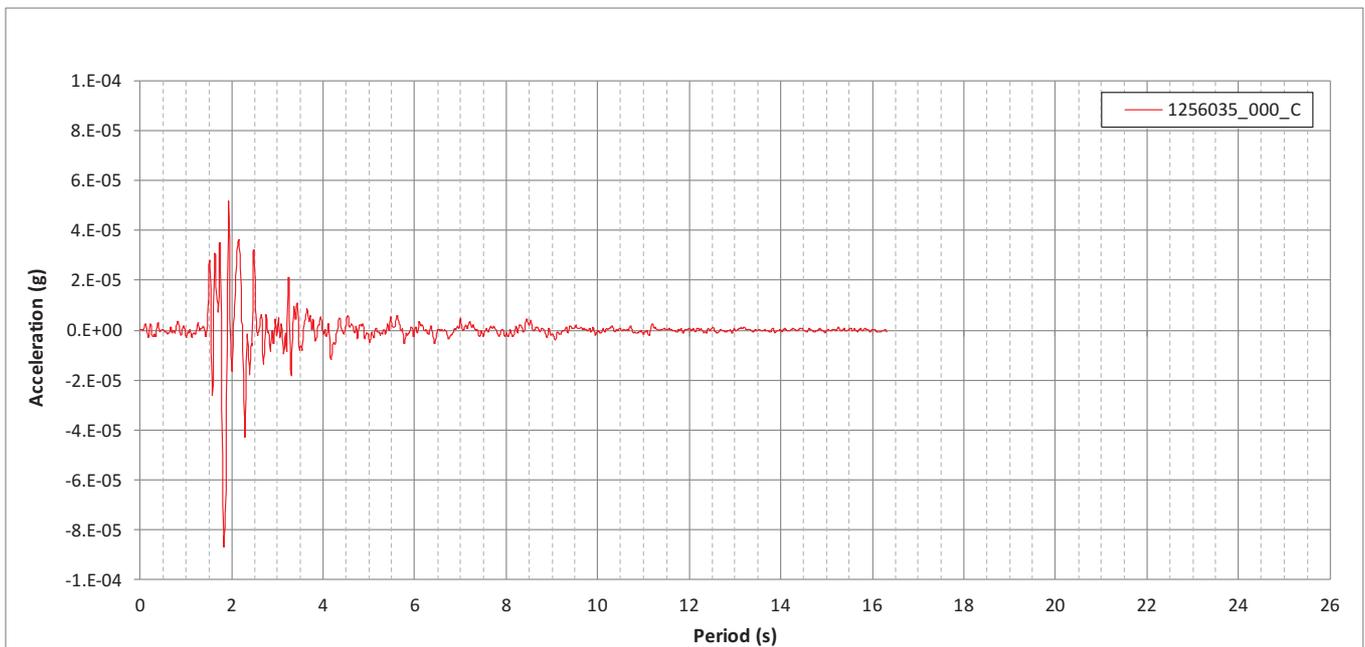


Figura 7.1.1 – Accelerogramma 1256035_000_A fornito dalla regione Lazio

**Figura 7.1.2** – Accelerogramma 1256035_000_B fornito dalla regione Lazio**Figura 7.1.3** – Accelerogramma 1256035_000_C fornito dalla regione Lazio



MONTALTO DI CASTRO (VT)

RELAZIONE GEOLOGICA E DI MODELLAZIONE SISMICA

Document
Documento n.

PBMOG20015

REV. 02 29.06.21

Sheet
Pagina **31** of
di **79**

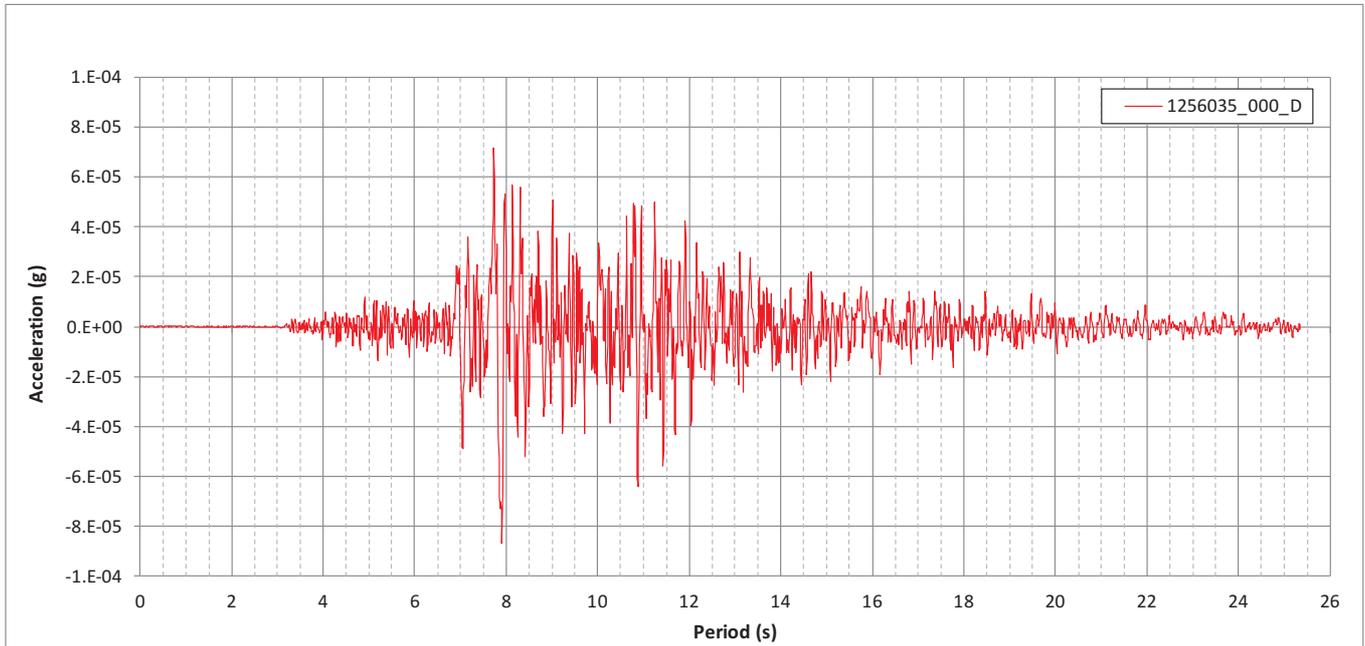


Figura 7.1.4 – Accelerogramma 1256035_000_D fornito dalla regione Lazio

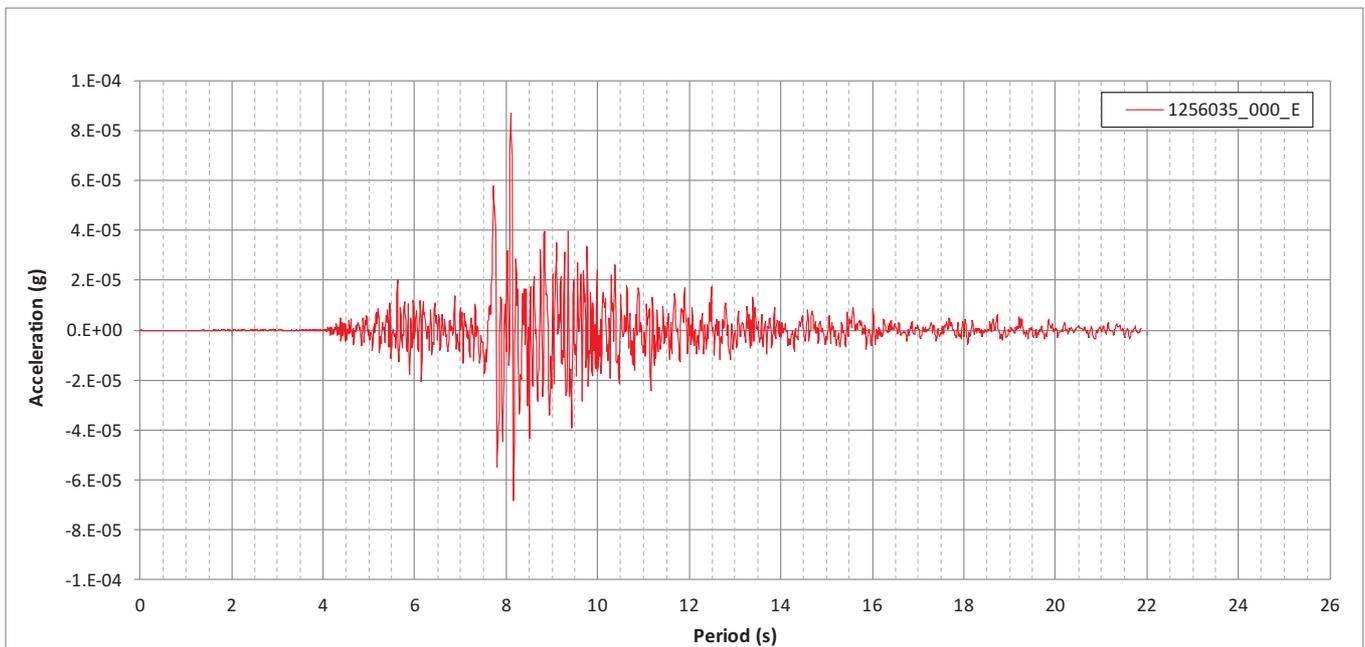


Figura 7.1.5 – Accelerogramma 1256035_000_E fornito dalla regione Lazio

	MONTALTO DI CASTRO (VT)	Document Documento n. PBMOG20015
	RELAZIONE GEOLOGICA E DI MODELLAZIONE SISMICA	REV. 02 29.06.21 Sheet Pagina 34 of di 79

Quota (m da p.c.)	Litologia	γ (kN/m ³)	Vs (m/s)	Vp (m/s)	G (MPa)
0 - 4	Unità A	18	250	990	56
4 - 16			329	1565	208
16 - 35			408	1920	331
35 - 50	Unità B	19.6	330	1800	200÷310
50 - 65			375	1800	
65 - 70	L3_1	20	425	1850	310
70 - 75	L3_2	20	475	÷	÷
75 - 80	L3_3	20	525	2200	600

Tabella 7.2.I – Sismo-stratigrafia di riferimento – Profilo 2

7.2.1 CURVE DI DEGRADAZIONE DI G E DEL FATTORE DI SMORZAMENTO

Nel corso delle indagini geognostiche ISMES, sono state eseguite prove di laboratorio dinamiche cicliche in colonna risonante, sia su campioni indisturbati (terreni appartenenti all'Unità B) sia su campioni rimaneggiati (terreni appartenenti all'Unità A).

Nei documenti di Rif.[2] e [3] sono contenuti i certificati di laboratorio e l'elaborazione delle curve di decadimento derivate dalle prove. Tali curve sono riprodotte anche qui nelle figure 7.2.1.1 (decadimento del modulo di taglio G) e 7.2.1.2 (incremento del fattore di smorzamento D). Le figure 7.2.1.3 e 7.2.1.4 riportano invece i risultati della prova di colonna risonante condotta su un campione indisturbato prelevato durante l'indagine del 2020; il campione è SH2 del sondaggio S102, prelevato a 37.50 ÷ 38.15 metri di profondità e appartenente quindi allo strato B. La curva G/G₀ ottenuta da tale prova è risultata sovrapponibile con quella relativa alle indagini storiche; per quanto riguarda invece la curva dello smorzamento, questa mostra valori più alti della controparte storica a partire da una deformazione di 0.05% circa; tuttavia, mostrandosi più a favore di sicurezza la curva storica, si è deciso di fare riferimento ad essa per l'analisi del comportamento sismico dei terreni nei primi 65 m dal piano campagna. Per i terreni a profondità maggiori di 65 m da p.c., in mancanza di una caratterizzazione diretta mediante prove di laboratorio, si useranno curve note da Letteratura. In particolare nel caso in esame si è scelto di utilizzare quelle proposte da Idriss nel 1990 per sabbie (figura 7.2.1.5) e per argille (figura 7.2.1.6), da usare rispettivamente tra 65÷75 m dal p.c. e per terreni a profondità maggiori di 75 m dal piano campagna.

Tali curve sono già implementate all'interno del software STRATA che verrà utilizzato per l'analisi di risposta sismica locale.

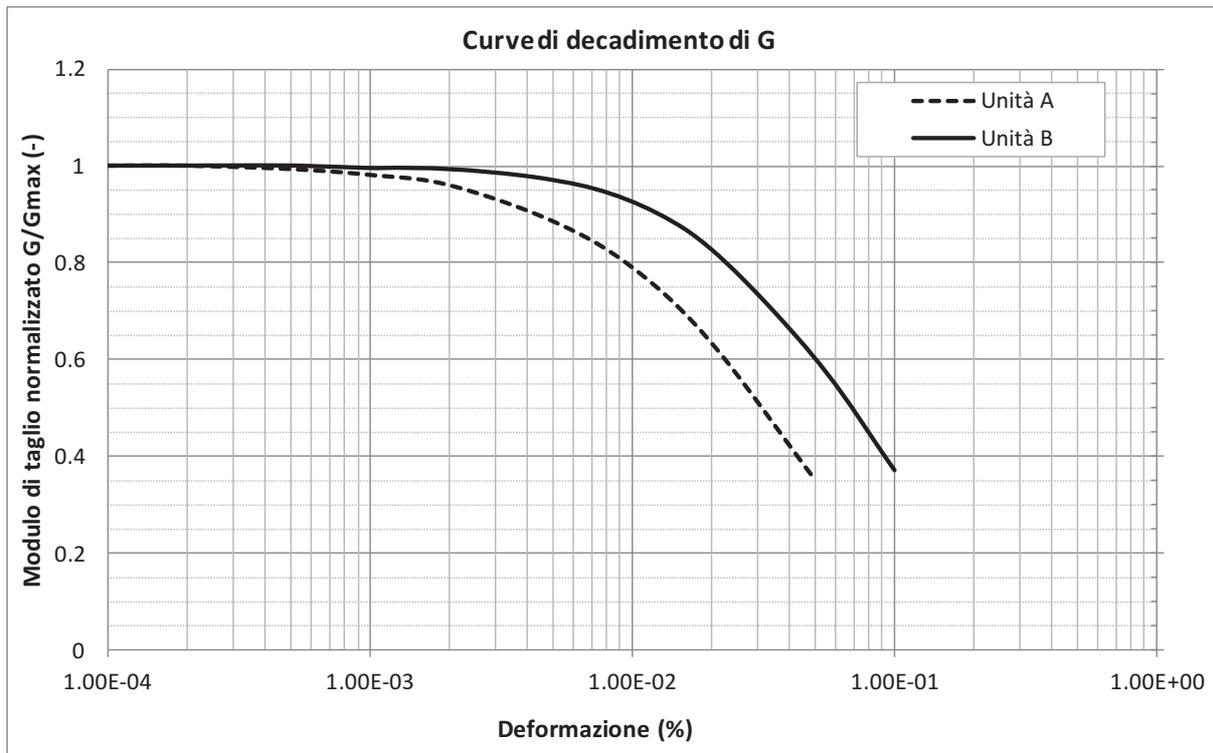


Figura 7.2.1.1 – Curve di decadimento di G per le Unità A e B (indagini storiche)

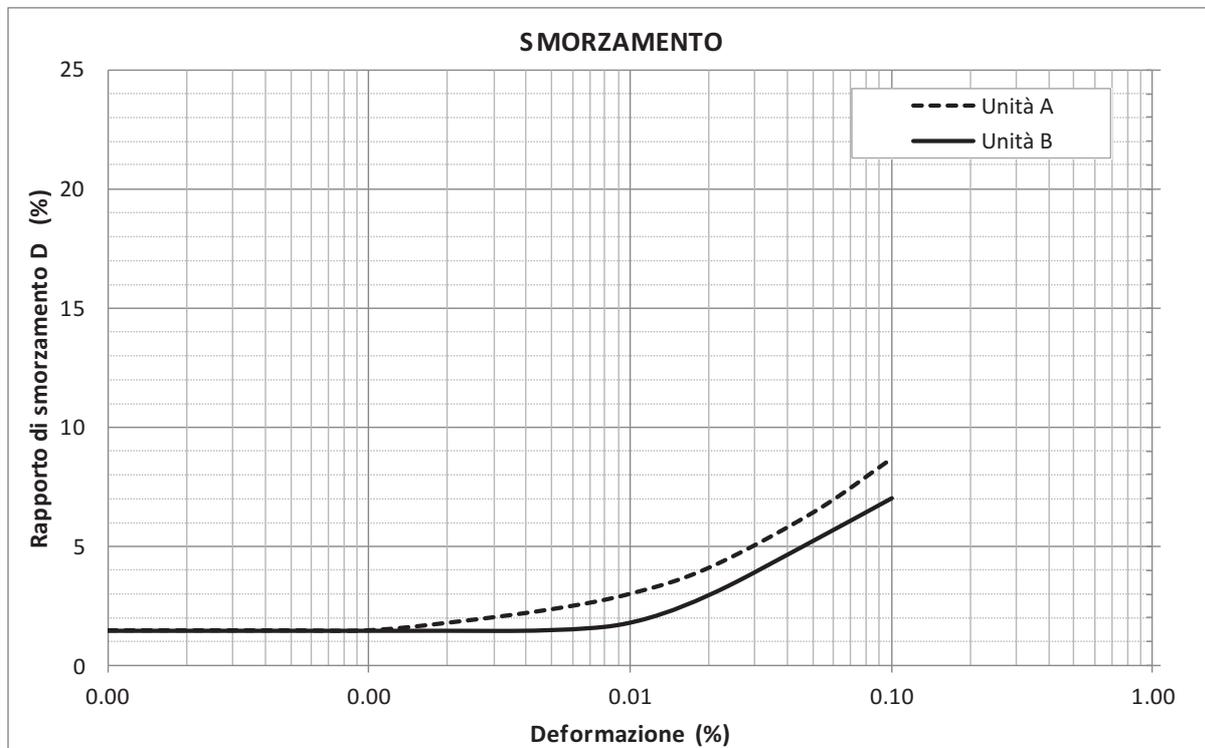


Figura 7.2.1.2 – Curve di incremento di D per le Unità A e B (indagini storiche)

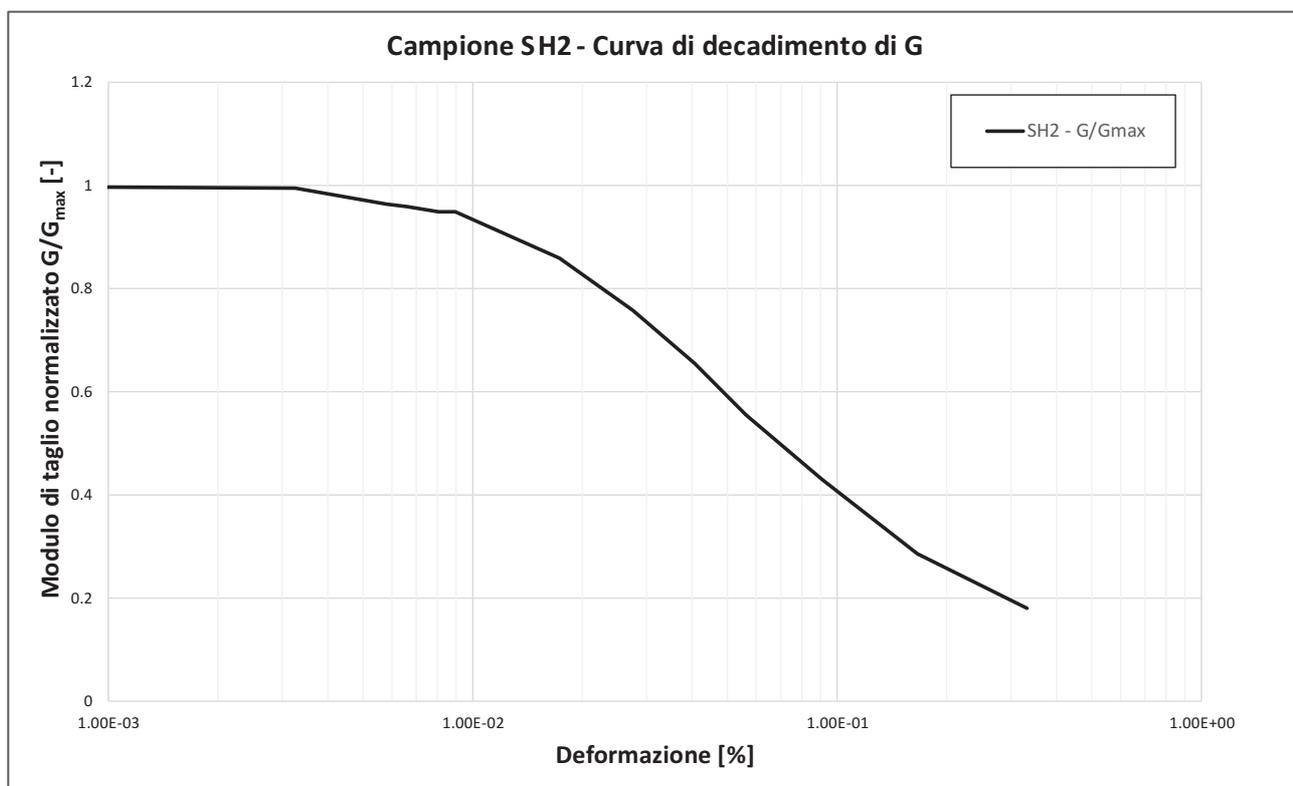


Figura 7.2.1.3 – Curva di decadimento di G per l’Unità B (da campione SH2)

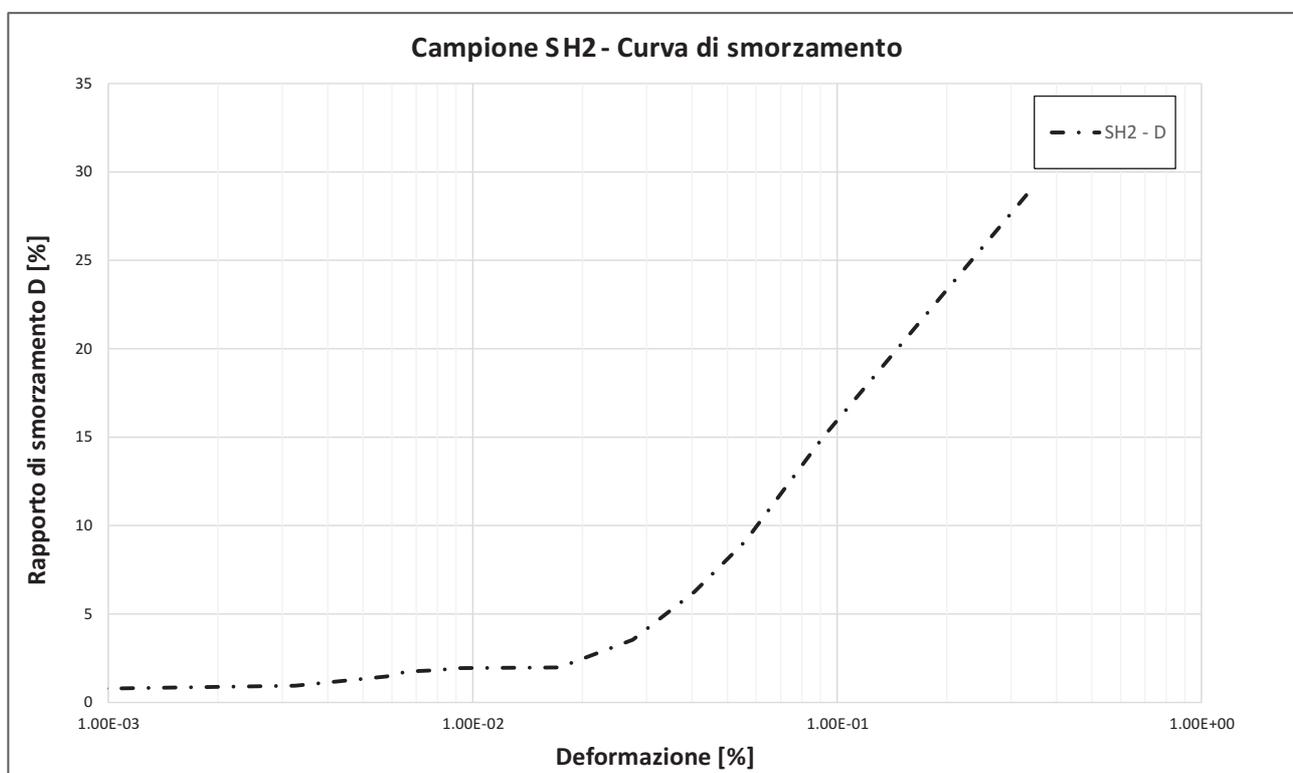


Figura 7.2.1.4 – Curva di incremento di D per l’Unità B (da campione SH2)

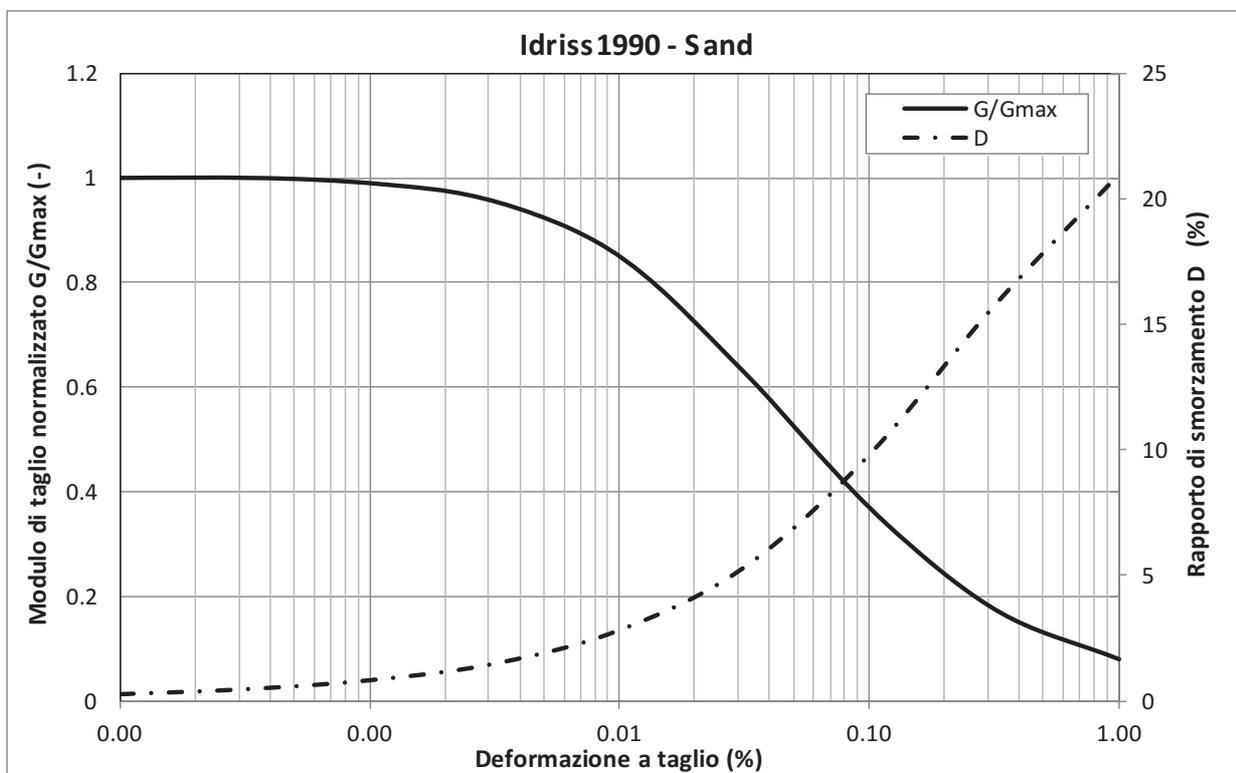


Figura 7.2.1.5 – Curve di decadimento proposte da Idriss per sabbie (tra 65 e 75 m da p.c.)

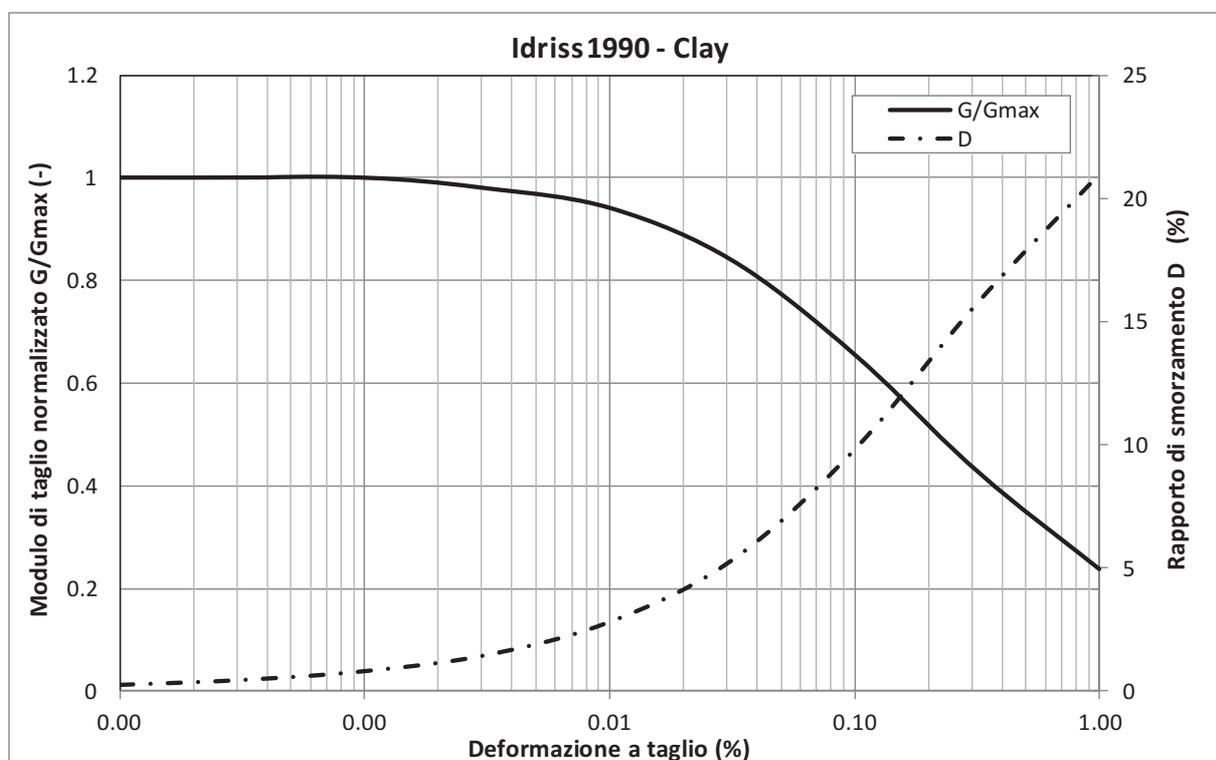


Figura 7.2.1.6 – Curve di decadimento proposte da Idriss per argille (tra 75 e 105 m da p.c.)

	MONTALTO DI CASTRO (VT)	Document <i>Documento n.</i> PBMOG20015
	RELAZIONE GEOLOGICA E DI MODELLAZIONE SISMICA	REV. 02 29.06.21 Sheet <i>Pagina</i> 38 of <i>di</i> 79

7.2.2 CARATTERIZZAZIONE DEL SUBSTRATO ROCCIOSO

Il substrato roccioso nelle aree adiacenti a quella d'interesse è stato riscontrato a quote variabili da circa 57 a 150 m di profondità dal piano campagna, come mostrato nella planimetria sottostante.

I sondaggi più vicini all'area di interesse sono quelli cerchiati in azzurro: SM13 e, un poco più distanti, SM18, SM20 e SM5. Tra questi solo SM5, situato a est dei terreni in esame, ha riscontrato il substrato, a -71 m s.l.m.m. I sondaggi realizzati nei terreni posti più a Nordovest, invece, avevano intercettato il substrato a quote ben più profonde, variabili tra -136 e -147 m s.l.m.m. Considerando la vicinanza del sondaggio SM5 all'area di interesse e le prove HVSR condotte nel 2020, nelle analisi è stata considerata per il bedrock sismico una profondità media pari a 80 m.

Per quanto riguarda la sua caratterizzazione, al substrato sono stati attribuiti un peso di volume pari a 23 kN/m³ e una velocità media di propagazione delle onde S pari a 850 m/s.

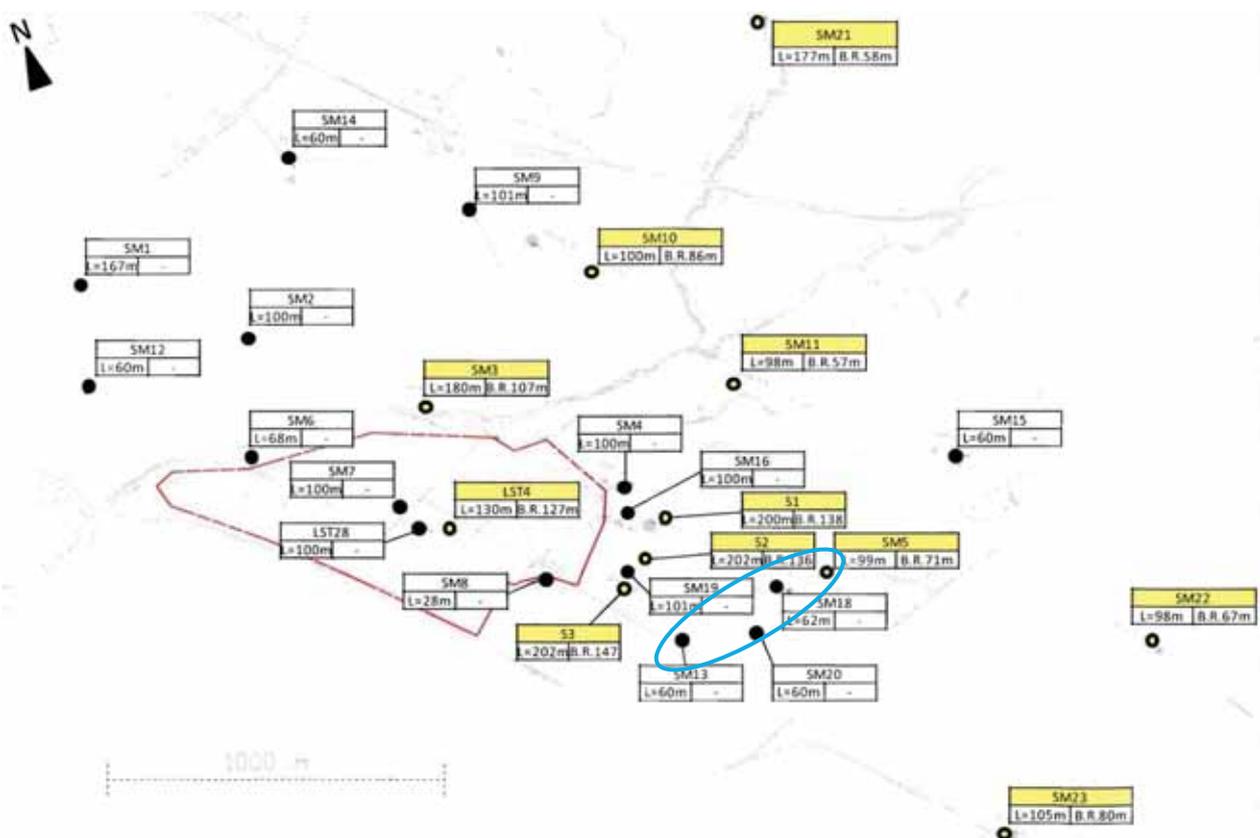


Figura 7.2.2.1 – Ubicazione dei sondaggi profondi con indicazione della quota del bedrock sismico dove riscontrato (caselle gialle)

	MONTALTO DI CASTRO (VT)	Document <i>Documento n.</i> PBMOG20015
	RELAZIONE GEOLOGICA E DI MODELLAZIONE SISMICA	REV. 02 29.06.21 Sheet of <i>Pagina</i> 39 di 79

7.3 ANALISI: METODO DI CALCOLO E RISULTATI

Il software STRATA computa la risposta dinamica unidimensionale del sito utilizzando l'approccio di analisi LINEARE EQUIVALENTE, con l'aggiornamento successivo dei parametri di rigidezza e smorzamento in funzione delle deformazioni.

Per tenere conto dell'incertezza che risiede nella definizione e nella semplificazione dei principali parametri sismostratigrafici del modello di riferimento, rispetto all'effettiva situazione reale, il programma permette di generare set di simulazioni numeriche considerando la variabilità delle proprietà non lineari (moduli di taglio e smorzamento) e/o dei profili (spessore strati, velocità V_s , profondità del substrato).

Per il caso in esame le maggiori incertezze sono legate agli strati più profondi, in particolare al substrato, per il quale le velocità V_s di riferimento sono state variate da un minimo di 800 m/s ad un massimo di 1200 m/s, mentre la sua profondità è stata variata tra 80 e 150 m dal piano campagna.

Si è scelto invece di non analizzare la variazione delle V_s all'interno della coltre poiché da un lato si sono ritenuti validi e affidabili i risultati ottenuti dalle prove cross-hole e dall'altro perché sono stati comunque studiati due profili caratterizzati da differenti velocità a profondità maggiori di 65 m dal piano campagna.

Nel prosieguo si mostrano i grafici dei principali risultati ottenuti per entrambi i profili (sismografie) di riferimento:

- Accelerazione spettrale (figura 7.3.1);
- "Spectral ratio", ossia amplificazione dell'accelerazione 0.00 m / substrato (figura 7.3.2);
- Funzione di trasferimento dell'accelerazione (figura 7.3.3)
- Andamento della PGA con la profondità (figura 7.3.4);
- Andamento dello "stress ratio" (τ/σ_v) con la profondità (figura 7.3.5).

Le curve raffigurate nei grafici corrispondono alla MEDIANA dei valori calcolati considerando tutti e 5 gli accelerogrammi di input.

I tabulati numerici contenenti i valori delle grandezze rappresentate nei suddetti grafici sono riportati in Allegato 1 alla presente.

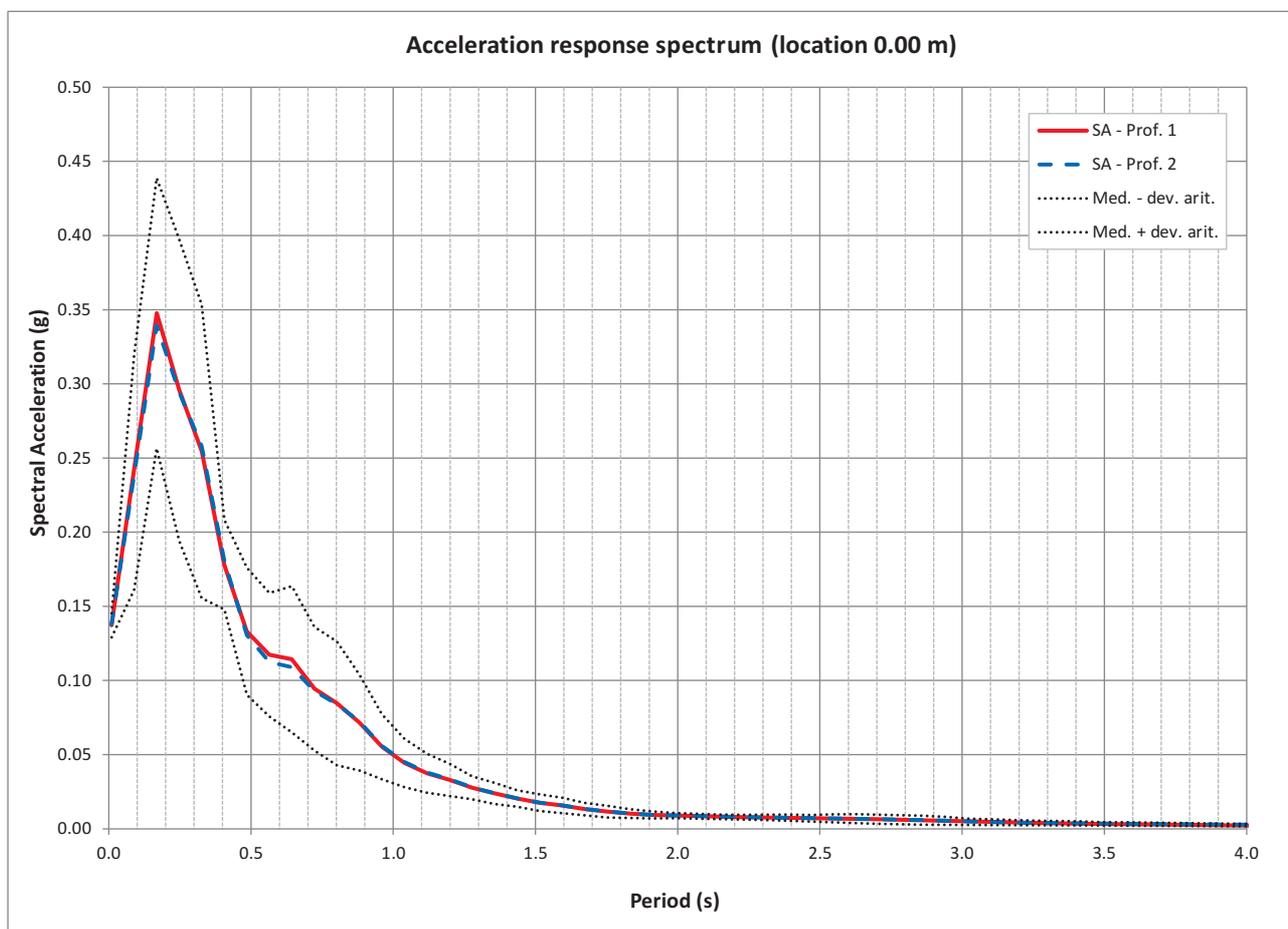
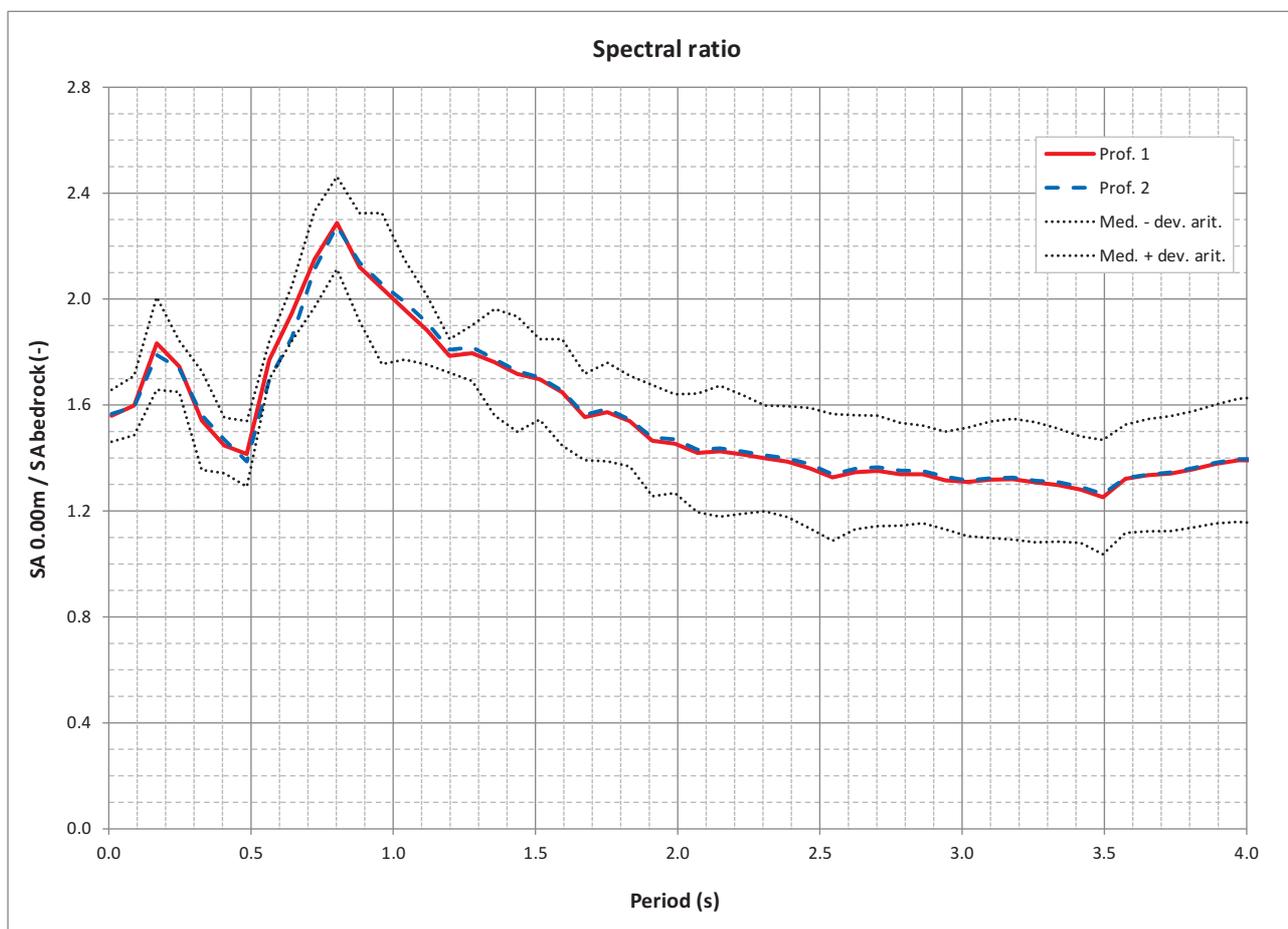


Figura 7.3.1 – Spettro di risposta in accelerazione

I risultati ottenuti per i due profili non si discostano molto tra loro e poiché il picco di accelerazione calcolato per il Profilo 1 è leggermente superiore quello determinato per il Profilo 2, si è scelto quest'ultimo come "Profilo di Progetto".

Per questo motivo, e per avere una visione complessiva più ampia che tenga conto delle possibili variazioni dei parametri e delle caratteristiche degli strati, nel grafico soprastante, così come nei successivi, sono indicate anche le deviazioni aritmetiche standard dalla mediana del solo Profilo 1.

Considerazioni più dettagliate in merito allo spettro di risposta sopra illustrato verranno esposte nel paragrafo 7.3.1, dove i valori di calcolo verranno confrontati con quelli attesi da normativa.


Figura 7.3.2 – "Spectral ratio"

Il grafico soprastante riporta per entrambi i profili analizzati il rapporto tra spettri di risposta calcolati rispetto a due profondità selezionate: nel caso in esame in superficie e al substrato.

L'amplificazione massima calcolata per i due profili è molto simile, leggermente maggiore per il Profilo 1.

Nella tabella sottostante si esplicitano i fattori di amplificazione medi per entrambi i profili calcolati tra 0.1÷0.5 secondi e tra 0.5÷1 secondi.

PROFILO	F.A. per 0,1s < t0 < 0,5s)	F.A. per 0,5s < t0 < 1,0s
Prof. 1	1.588	2.040
Prof. 2	1.584	2.024

Tabella 7.3.I – Fattori di amplificazione (0.00 m / substrato)

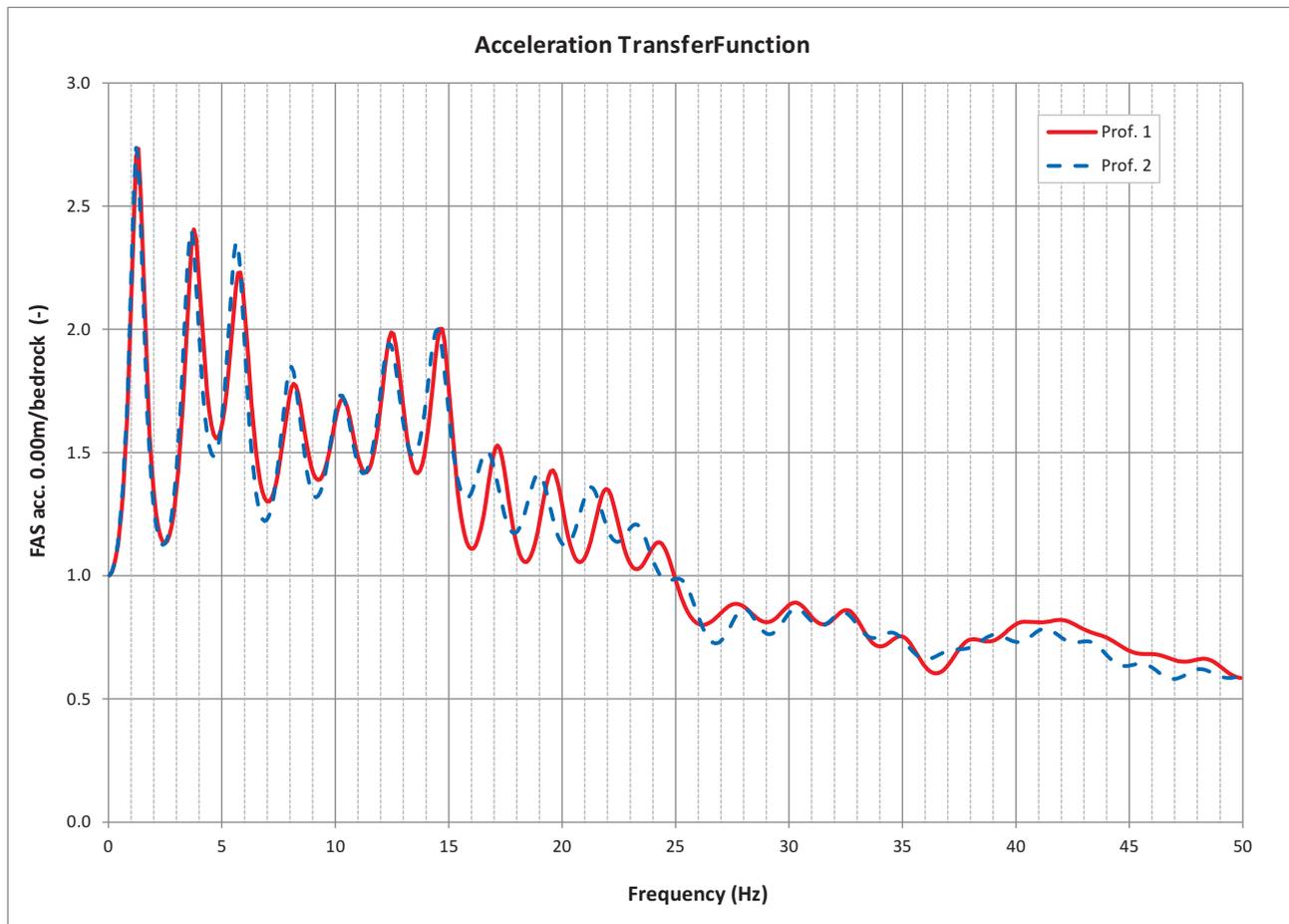


Figura 7.3.3 – Funzione di trasferimento dell’accelerazione

Il grafico soprastante fornisce la funzione di trasferimento dell’accelerazione, ossia l’andamento del fattore di amplificazione con la frequenza, calcolato tra il substrato e lo strato di terreno superficiale.

Poiché la funzione di trasferimento risulta poco influenzata dalle variazioni imposte allo smorzamento dei parametri dinamici negli strati, nel grafico soprastante, per facilitarne la lettura, non sono state riportate le curve delle deviazioni standard dalla mediana.

L’analisi sismica evidenzia come l’amplificazione spettrale più significativa del moto interessi le basse frequenze: dal grafico si osserva facilmente che per entrambi i profili il primo e più alto picco di amplificazione è situato in corrispondenza di una frequenza pari a 1.1 Hz.

Gli altri picchi significativi si trovano a frequenze di 3.8 e 5.5 Hz circa.

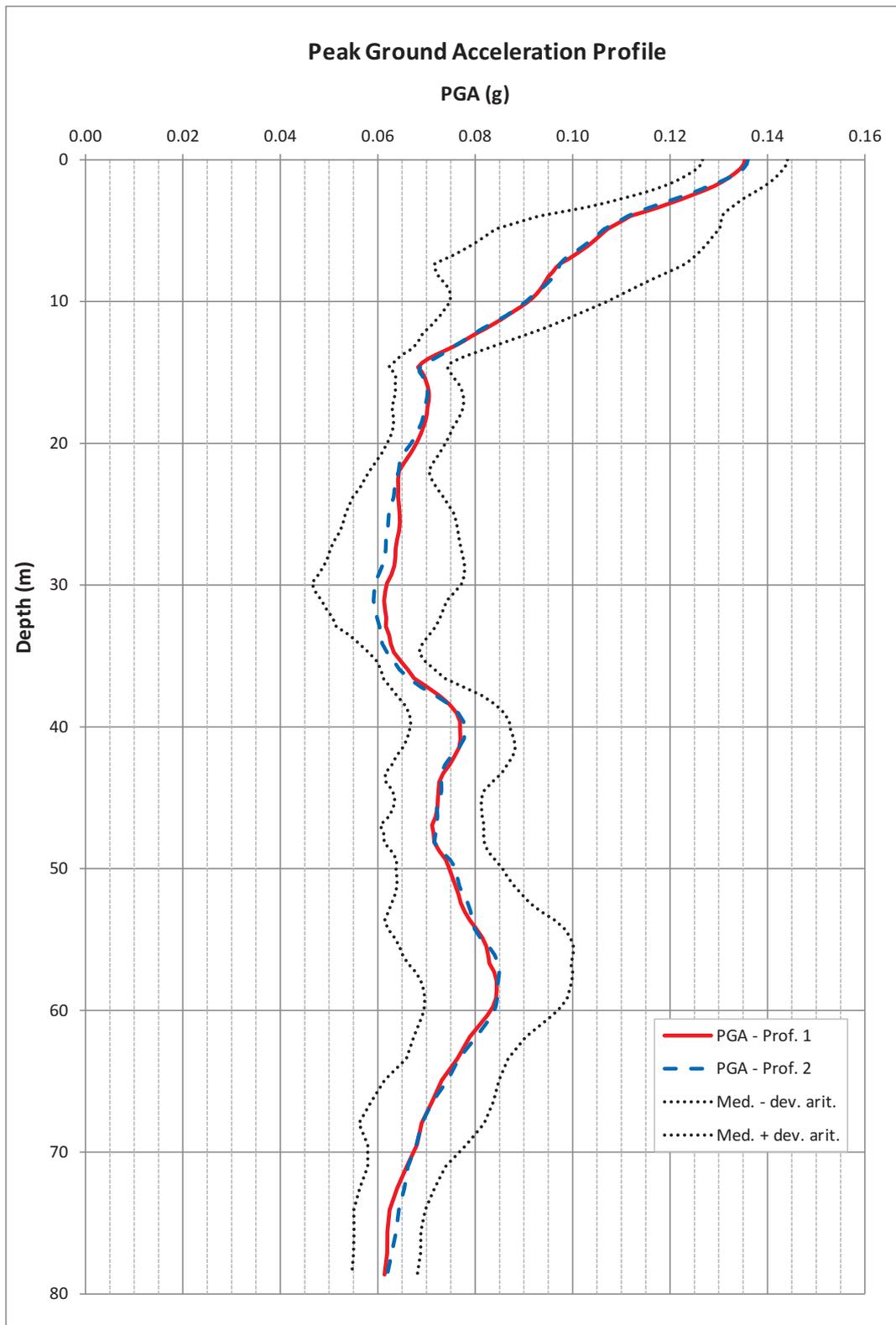


Figura 7.3.4 – Andamento della PGA con la profondità

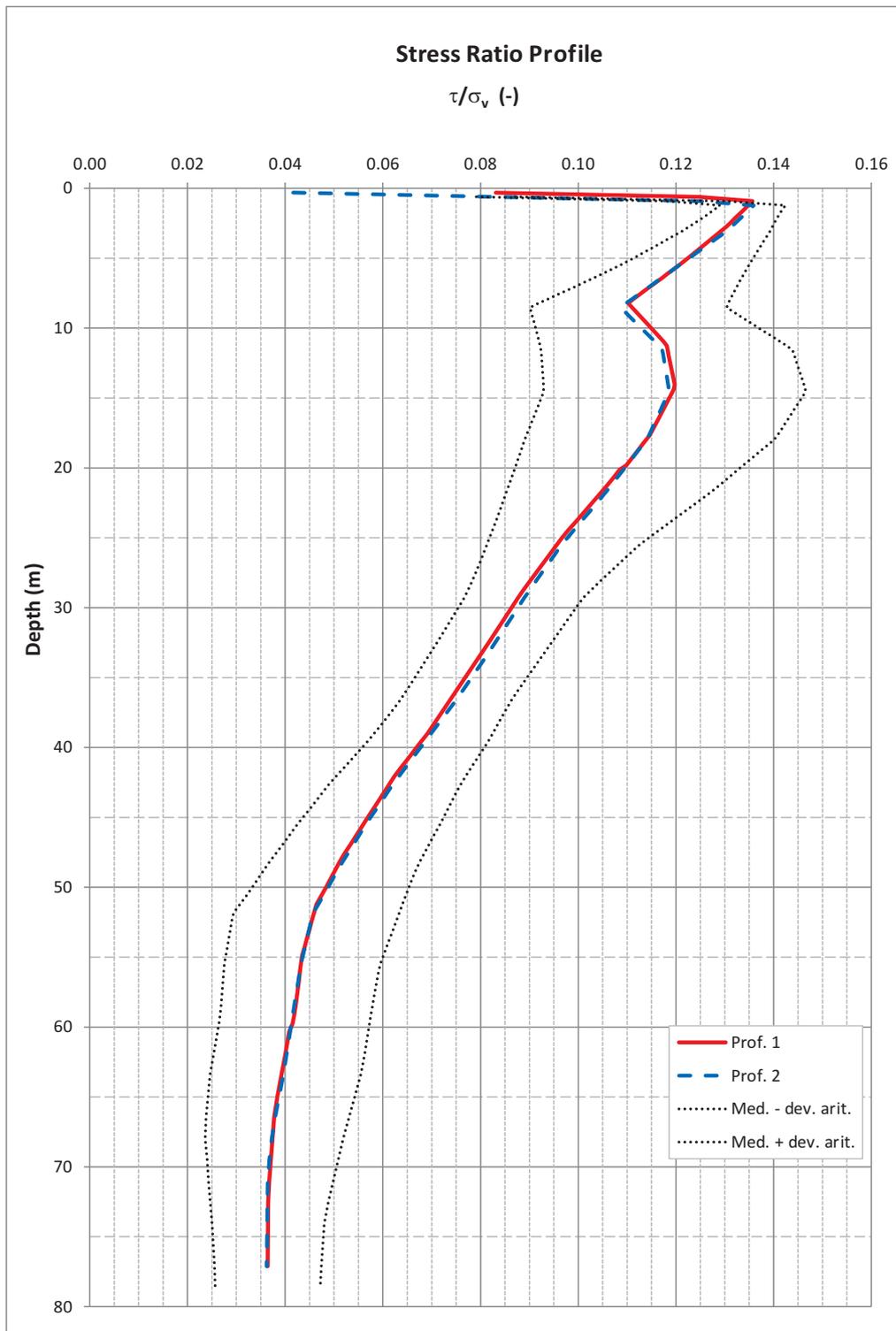


Figura 7.3.5 – Andamento dello "Stress Ratio (*)" con la profondità
(*) Rapporto tra il massimo sforzo di taglio e massimo sforzo efficace
(valore corrispondente al CSR delle verifiche a liquefazione)

	MONTALTO DI CASTRO (VT)	Document <i>Documento n.</i> PBMOG20015
	RELAZIONE GEOLOGICA E DI MODELLAZIONE SISMICA	REV. 02 29.06.21 Sheet <i>Pagina</i> 45 of <i>di</i> 79

7.3.1 SPETTRIE ACCELEROGRAMMI DI RIFERIMENTO

Nel grafico della sottostante figura 7.3.1.1, lo spettro medio (unitamente alla sua deviazione standard) in uscita dall'elaborazione di STRATA per il Profilo 1 (scelto come profilo di Progetto) è messo a confronto con lo spettro di normativa per suolo rigido ($T_r = 949$ anni) e per quello analogamente determinato per terreni appartenenti alla Categoria C delle NTC (linea nera tratteggiata).

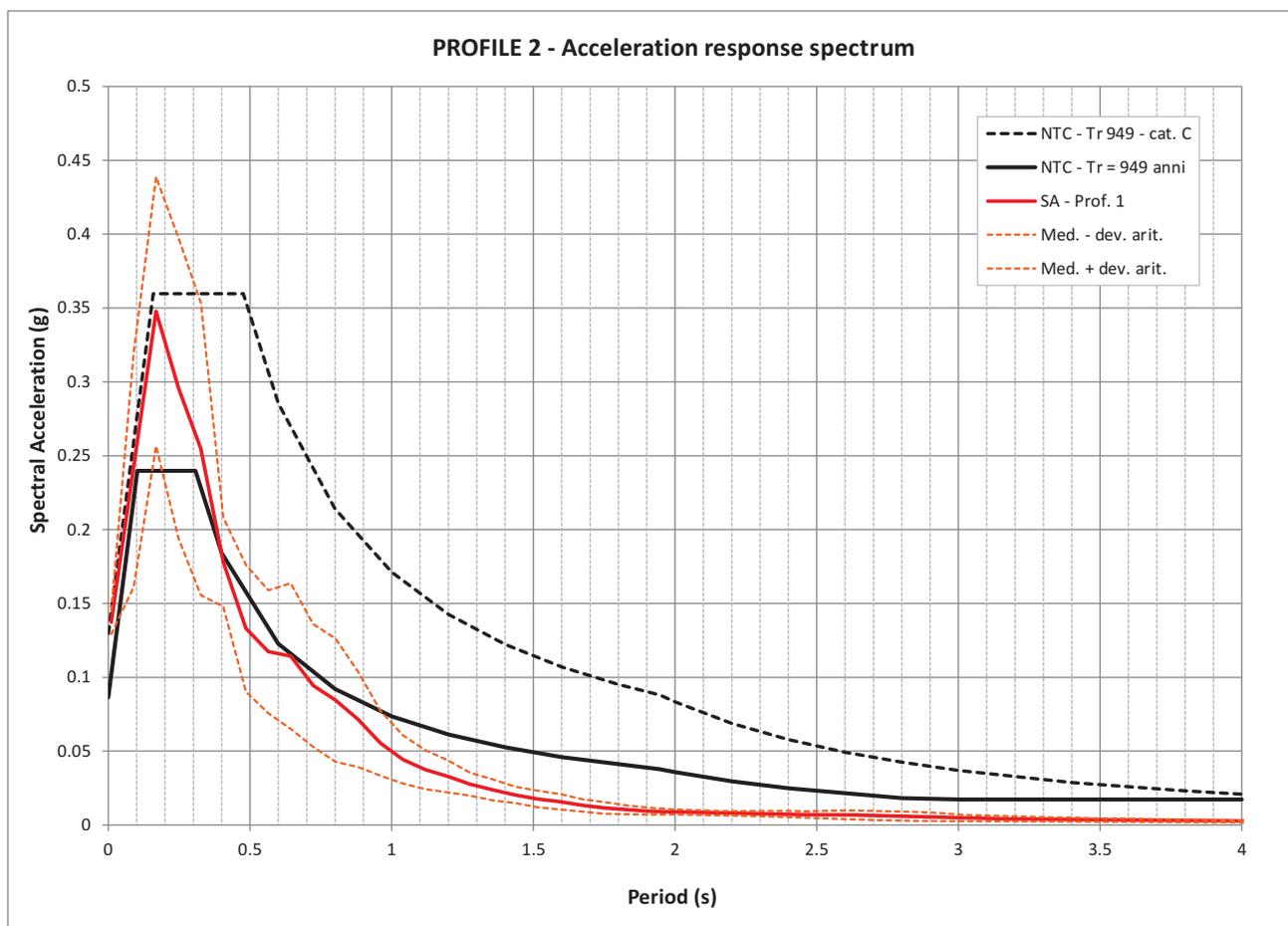


Figura 7.3.1.1 – Spettro di risposta confrontato con quelli di normativa

Confrontando le curve sopra raffigurate emerge che lo spettro calcolato si presenta, a parte il massimo del picco, sempre deamplificato rispetto allo spettro relativo alla categoria C proposto dalla normativa; per periodi superiori a 0.3 secondi, anche la deviazione standard si trova ad essere deamplificata rispetto ad esso.

Nelle figure sottostanti si riportano gli accelerogrammi calcolati in output al software STRATA, per il Profilo 2 (con riferimento a quelli di input A, B, C, D ed E). In Allegato alla relazione, ma su supporto informatico, ciascuna serie temporale è esplicitata in forma tabellare.

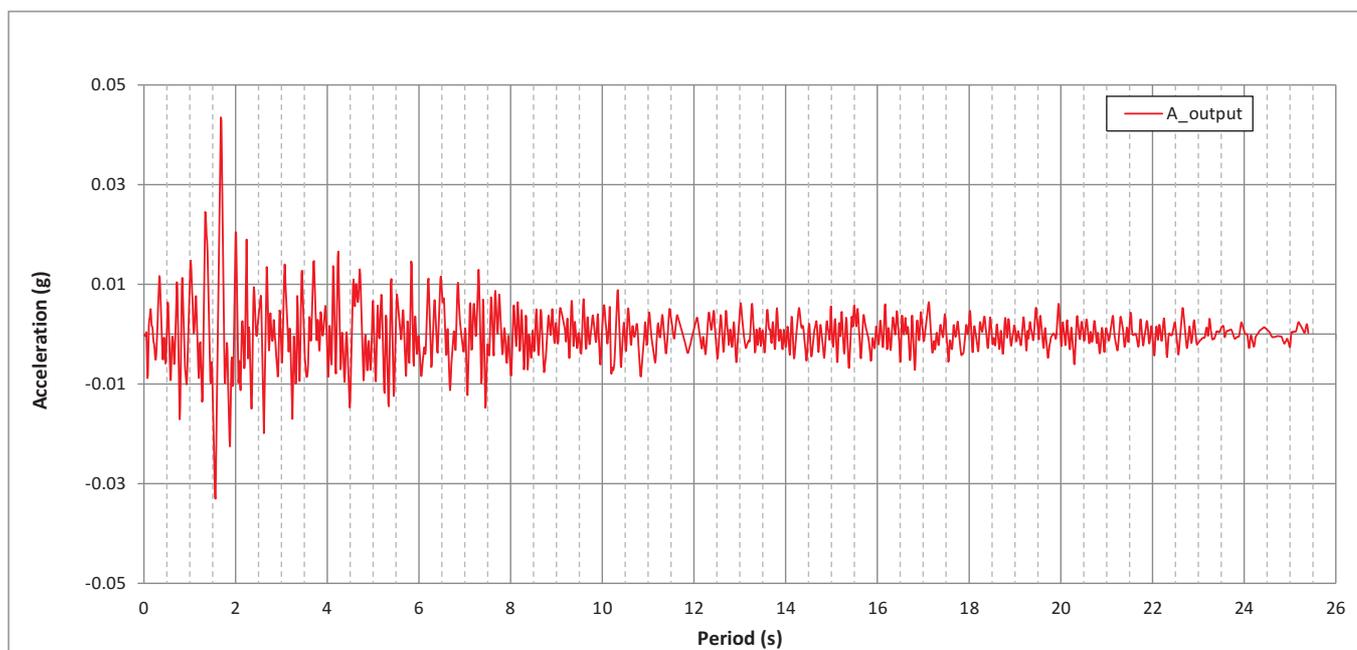


Figura 7.3.1.2 – Accelerogramma in output – A

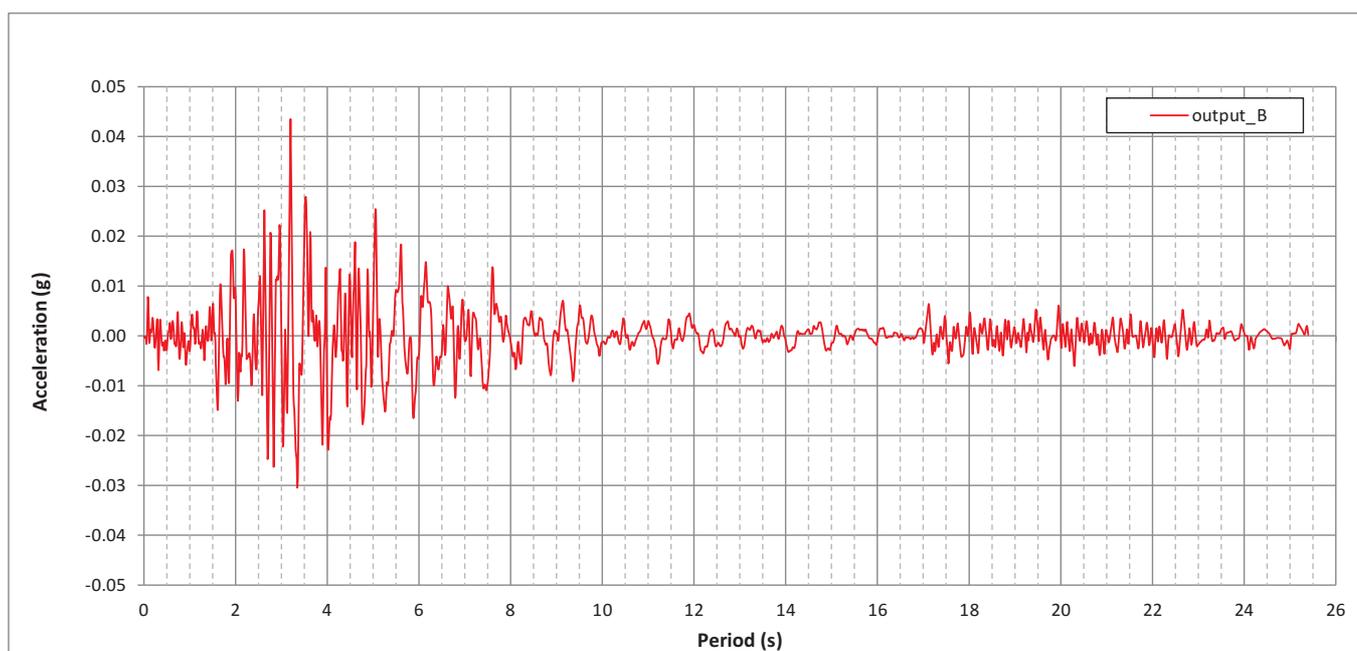


Figura 7.3.1.3 – Accelerogramma in output – B

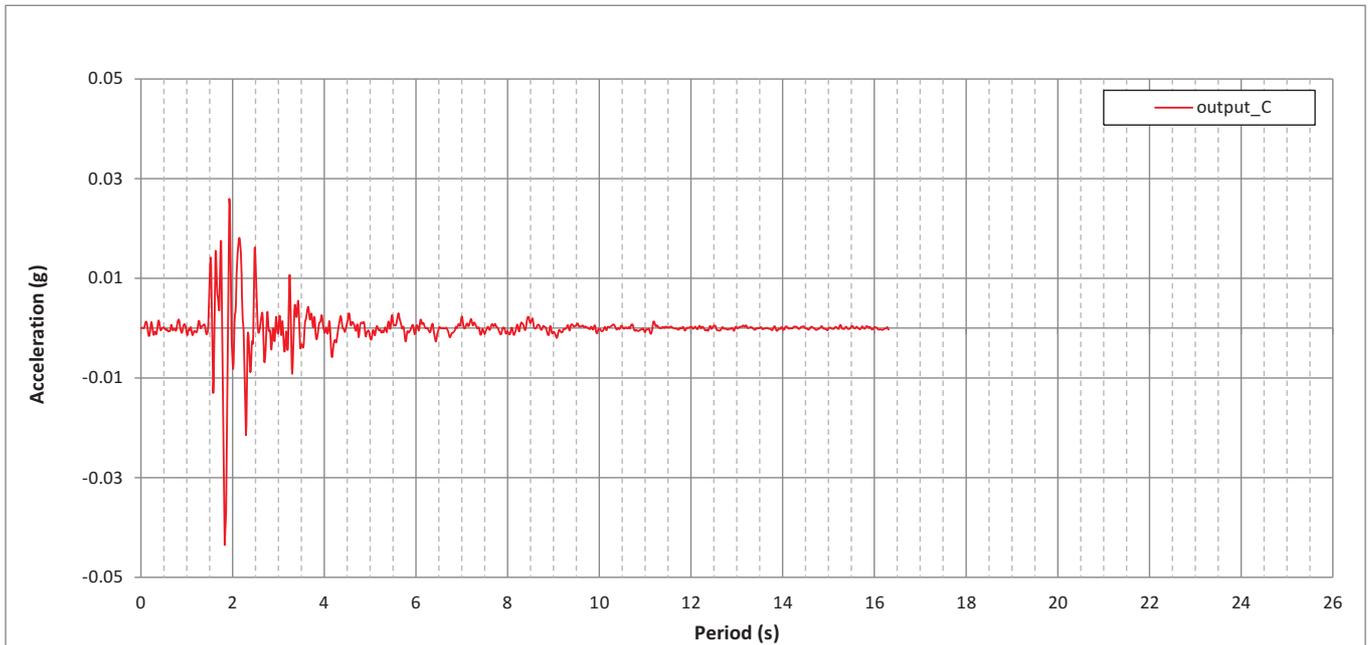


Figura 7.3.1.4 – Accelerogramma in output – C

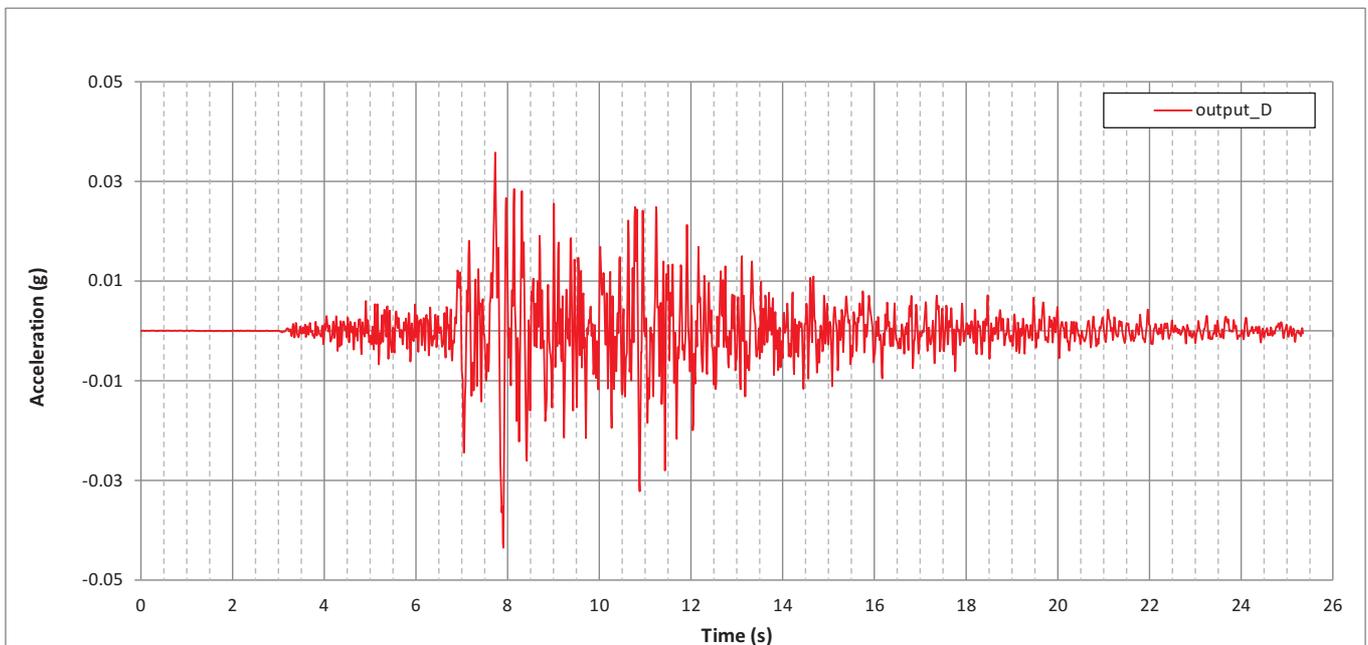
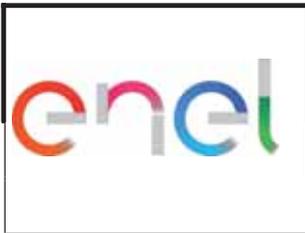


Figura 7.3.1.5 – Accelerogramma in output - D



MONTALTO DI CASTRO (VT)

RELAZIONE GEOLOGICA E DI MODELLAZIONE SISMICA

Document
Documento n.

PBMOG20015

REV. 02 29.06.21

Sheet
Pagina **48** of
di **79**

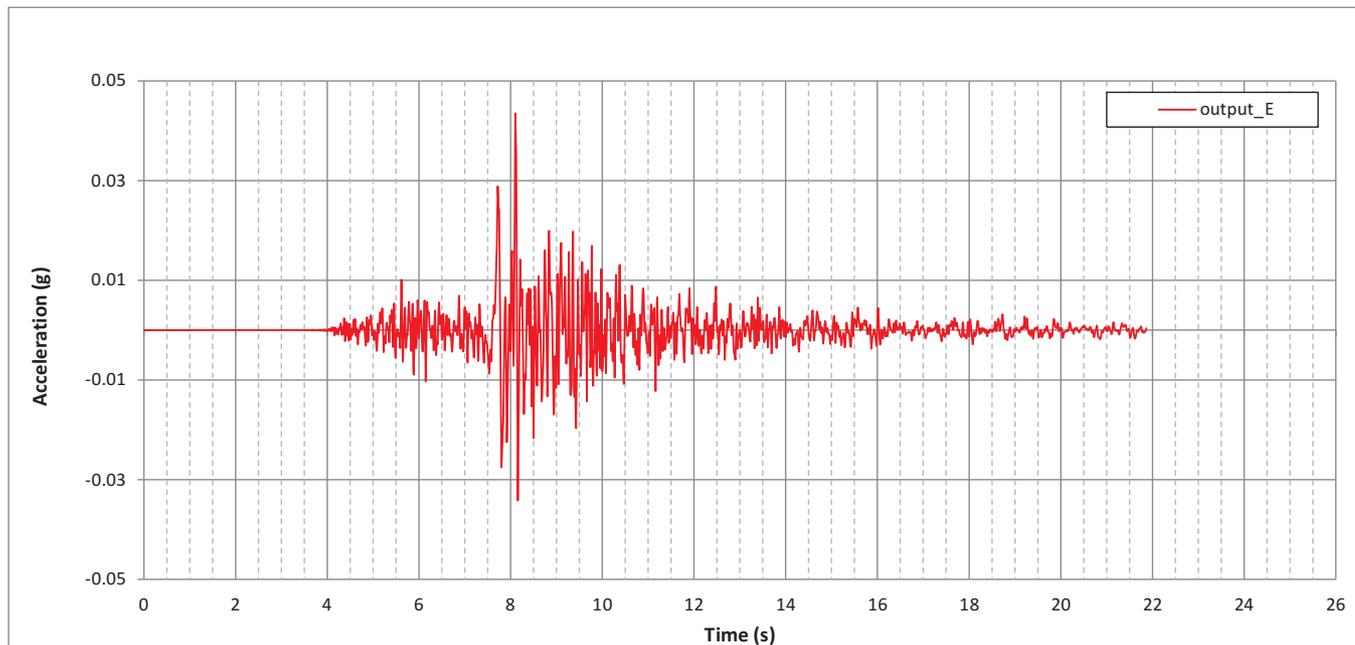


Figura 7.3.1.6 – Accelerogramma in output – E

7.4 SUSCETTIBILITA' A LIQUEFAZIONE

Nel presente capitolo si valuterà se i terreni di fondazione possono essere suscettibili o meno a fenomeni di liquefazione.

A tal fine si sono determinati prima e confrontati poi i parametri di resistenza alla liquefazione CRR (Cyclic Resistance Ratio) e di carico sismico CSR (Cycling Stress Ratio) per il terreno in esame. Il parametro di resistenza alla liquefazione CRR è desunto dai risultati delle prove in sito: nel caso in esame, con riferimento alle prove SPT eseguite nel sondaggio S5 (indagine pregressa), e nei sondaggi CH100 e S102 (indagini del 2020) può essere espresso in funzione di N_{SPT} . Il parametro di carico sismico CSR equivale allo "stress ratio" già stimato con STRATA e illustrato nella precedente figura 7.3.5.

Il fattore di sicurezza FS nella verifica di resistenza alla liquefazione di un livello di terreno è dato dal rapporto fra CRR e CSR.

$$F_s = \frac{CRR}{CSR}$$

Un fattore di sicurezza maggiore di 1 caratterizza in linea di massima depositi potenzialmente non soggetti a liquefazione, viceversa per risultati minori.

	MONTALTO DI CASTRO (VT)	Document <i>Documento n.</i> PBMOG20015
	RELAZIONE GEOLOGICA E DI MODELLAZIONE SISMICA	REV. 02 29.06.21 Sheet <i>Pagina</i> 49 of <i>di</i> 79

La normativa italiana non esplicita un valore di FS di riferimento da considerare come il limite minimo oltre il quale la non liquefacibilità del terreno è garantita con un adeguato margine. L'Eurocodice EC8-5 (EN 1998-5, 2005), invece, stabilisce tale soglia in 1.25.

Per stimare il sopra menzionato fattore di sicurezza FS, noto CSR (figura 7.3.5), resta quindi da valutare CRR, come di seguito esposto.

Valutazione della resistenza disponibile **CRR**

La resistenza alla liquefazione di un terreno sabbioso CRR è espressa in funzione delle caratteristiche del terreno stesso, ricavabili, tra le altre, anche dalle prove SPT.

Le curve empiriche disponibili in letteratura sono valide per terreni sabbiosi (sabbia pulita) e siti con magnitudo di riferimento 7.5, e sono quindi utilizzabili per il calcolo diretto del CRR_{7.5}.

Per poter stimare CRR di terreni qualsiasi occorre pertanto inserire una doppia correzione, sia per tenere in conto della possibile diversa granulometria dei depositi e del contenuto di fine, sia per rapportare il tutto all'effettiva magnitudo del sisma registrata in loco.

Nello specifico, in merito a quest'ultimo punto, al fine di considerare magnitudo diverse da quella del riferimento teorico (7.5) è utilizzato il coefficiente correttivo MSF:

$$CRR = CRR_{7.5} \cdot MSF$$

Tale coefficiente è pari a 1 nel caso di magnitudo 7.5, mentre per valori di M maggiori o minori può essere determinato secondo la seguente equazione:

$$MSF = \frac{10^{2.24}}{M^{2.56}} \quad \text{(formulata da Idriss 1985, successivamente adottata da Robertson, Youd et al. 2001)}$$

Consultando il database dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (Rif.[10]), si evince che la magnitudo media di riferimento, derivata da analisi di disaggregazione dei dati storici, può essere assunta pari a 5.01 (si veda la figura 7.4.1).

Nel caso in esame, quindi, il coefficiente MSF, calcolato in funzione di suddetto valore, risulta pari a 2.808.



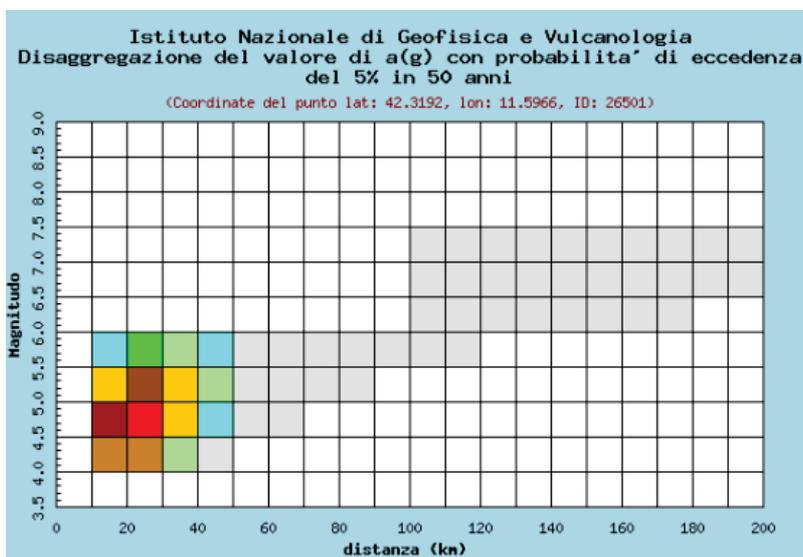
MONTALTO DI CASTRO (VT)

RELAZIONE GEOLOGICA E DI MODELLAZIONE SISMICA

Document
Documento n.
PBMOG20015

REV. 02 29.06.21

Sheet
Pagina **50** of di **79**



Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.010	32.000	1.630

Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilita' di eccedenza del 5% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 42.3192, lon: 11.5966, ID: 26501)										
	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	8.890	14.500	6.430	1.870	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	8.400	16.900	9.720	3.470	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	2.150	6.750	5.440	2.430	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.061	1.540	2.150	1.180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.158	0.812	0.570	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.001	0.263	0.195	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.059	0.084	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.004	0.031	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.021	0.169	0.147	0.131	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.011	0.310	0.424	0.399	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.228	0.459	0.466	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.128	0.418	0.462	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.061	0.354	0.430	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.030	0.219	0.297	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.010	0.119	0.188	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.072	0.142	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.043	0.111	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.022	0.077	0.000	0.000	0.000

Figura 7.4.1 – Database dell'INGV

	MONTALTO DI CASTRO (VT)	Document <i>Documento n.</i> PBMOG20015
	RELAZIONE GEOLOGICA E DI MODELLAZIONE SISMICA	REV. 02 29.06.21 Sheet <i>Pagina</i> 51 of <i>di</i> 79

Valutazione della resistenza disponibile **CRR_{7,5}** – da prove SPT

Metodo di Youd et al. 2001

Nel caso delle prove penetrometriche, la resistenza alla liquefazione non è espressa direttamente in funzione dell'indice di prova N_{SPT} ma di un valore opportunamente corretto, $(N_1)_{60cs}$, che tiene conto della pressione di confinamento e del contenuto di fine.

$$(N_1)_{60cs} = \alpha + \beta \cdot N_1(60) \quad (\text{rif. bib.: Skempton, A. K. 1986})$$

$$N_1(60) = N_{SPT} \cdot C_N \cdot C_E \cdot C_B \cdot C_R \cdot C_S \quad (\text{Robertson \& Wride 1998})$$

Youd et al. 2001)

dove:

α, β = fattori correttivi in funzione del contenuto di fine (FC):

- $\alpha = 0$ per $FC \leq 5\%$;
- $\alpha = \exp[1.76 - (190/FC^2)]$ per $5\% < FC < 35\%$;
- $\alpha = 5.0$ per $FC \geq 35\%$.

- $\beta = 1.0$ per $FC \leq 5\%$;
- $\beta = [0.99 + (FC^{1.5}/1000)]$ per $5\% < FC < 35\%$;
- $\beta = 1.2$ per $FC \geq 35\%$.

C_N = fattore correttivo funzione della pressione di confinamento = $\sqrt{\frac{P_a}{\sigma'_v}} \leq 1.7$

in cui P_a = pressione atmosferica = 100 kPa

σ'_v = tensione verticale litostatica efficace;

C_E = fattore correttivo del rapporto energetico del maglio (assunto pari a 0.70);

C_B = fattore correttivo del diametro del foro di sondaggio (assunto pari a 1.05);

C_R = fattore correttivo della lunghezza dell'asta (assunto pari a 0.75);

C_S = fattore correttivo del metodo di campionamento (assunto pari a 1).

La valutazione della resistenza alla liquefazione $CRR_{7.5}$, viene qui calcolata mediante la relazione che segue, citata da Youd et al. 2001; tale relazione è valida per $(N_1)_{60} < 30$, mentre per valori superiori i terreni sono ritenuti troppo densi per liquefare e vengono classificati come "non liquefacibili".

	MONTALTO DI CASTRO (VT)	Document Documento n. PBMOG20015
	RELAZIONE GEOLOGICA E DI MODELLAZIONE SISMICA	REV. 02 29.06.21 Sheet of Pagina 52 di 79

$$CRR_{7.5} = \frac{1}{34 - (N_1)_{60cs}} + \frac{(N_1)_{60cs}}{135} + \frac{50}{[10 \cdot (N_1)_{60cs} + 45]^2} - \frac{1}{200}$$

Per il calcolo si è fatto riferimento ai valori di N_{SPT} ed al contenuto di fine indicati in figura 7.4.2, stralciata dal documento di Rif. [6], e ai dati recentemente ottenuti dalla campagna d'indagine del 2020, riportati nel doc. di rif. [8].

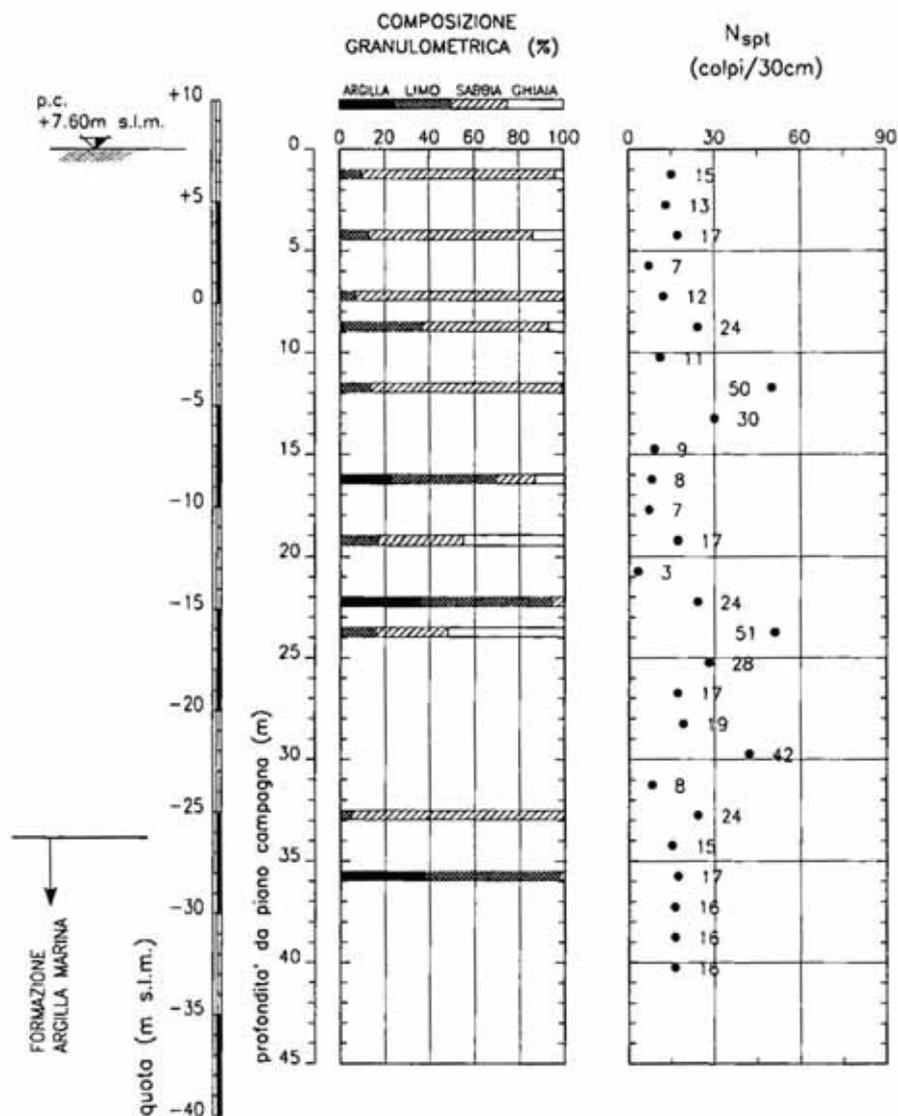


Figura 7.4.2 – N_{SPT} e contenuto di fine (da Rif.[6])

	MONTALTO DI CASTRO (VT)	Document <i>Documento n.</i> PBMOG20015
	RELAZIONE GEOLOGICA E DI MODELLAZIONE SISMICA	REV. 02 29.06.21 Sheet of <i>Pagina</i> 53 di 79

Valutazione del potenziale di liquefazione

Dopo aver valutato separatamente i termini CSR, MSF e CRR_{7.5}, si è quindi proceduto alla verifica vera e propria del potenziale di liquefazione, il cui risultato è riportato nella figura seguente.

Sono stati messi a grafico il profilo di CSR ottenuto per mezzo dell'analisi di risposta sismica locale e i valori di CRR per ogni prova SPT condotta (i valori maggiori di 0.75 sono stati graficati come 0.75). Si evidenzia che CSR è stato moltiplicato per 1.25, in modo da includere il fattore di sicurezza suggerito dall'Eurocodice, il quale è appunto pari a 1.25. Dal grafico risulta evidente che non si ha liquefazione al verificarsi del sisma di riferimento.

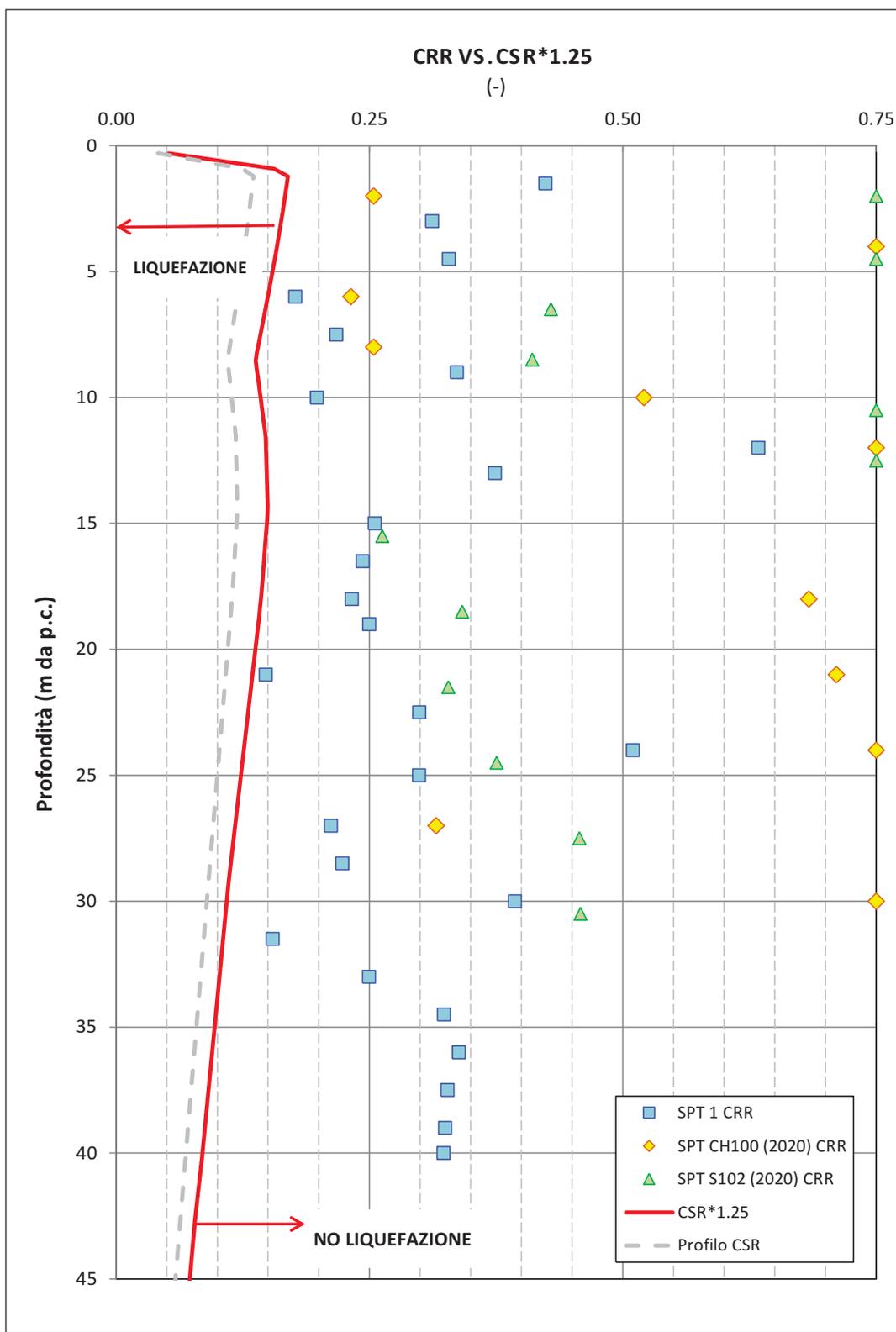


Figura 7.4.3: Resistenza disponibile alla liquefazione (CRR) per ogni prova SPT, nei confronti della sollecitazione ciclica (da indagini storiche e indagini del 2020)

	MONTALTO DI CASTRO (VT)	Document <i>Documento n.</i> PBMOG20015
	RELAZIONE GEOLOGICA E DI MODELLAZIONE SISMICA	REV. 02 29.06.21 Sheet of <i>Pagina</i> 55 di 79

8. QUADRO VINCOLISTICO E FATTIBILITA' GEOLOGICA

Per l'esame dei vincoli insistenti nell'area d'interesse si è proceduto al confronto con la cartografia redatta a livello provinciale e regionale, dal momento che non risultava disponibile una singola carta in cui venissero evidenziati tutti gli aspetti della vincolistica.

Le tavole di inquadramento PBMOG20013 e PBMOG20014 riportano diversi stralci della cartografia ufficiale presa in esame, ed in particolare:

- Aree vulnerabili, aree a rischio e aree tutelate dai punti di vista idrogeologico e geomorfologico, dal PTPG (piano territoriale provinciale generale);
- Carta dei vincoli ambientali, dal PTPG;
- Aree di captazione ad uso idropotabile, dal PTPG;
- Carta dei beni paesaggistici, dal PTPR (Piano territoriale paesistico regionale);
- Carta dei sistemi ed ambiti del paesaggio, dal PTPR.

Dal confronto con tale cartografia, si nota che sussistono alcuni vincoli di tipo ambientale che interessano anche l'area della centrale; si tratta tuttavia di vincoli in essere da prima della costruzione dei primi impianti nell'area e tali da non averne impedita la costruzione.

E' necessario inoltre evidenziare anche che la fascia di rispetto relativa al fosso del Tafone, che scorre adiacente al limite nordoccidentale dell'area della centrale, ricade parzialmente all'interno di tale area, stando alla carta dei vincoli ambientali del PTPG; tuttavia altre carte (Carta dei beni paesaggistici e Carta dei sistemi ed ambiti del paesaggio) mostrano che la porzione di fascia di rispetto generatrice di interferenza è stata rimossa, adattandosi al bordo dell'area di centrale.

In conclusione, considerando il fatto che le nuove strutture verranno realizzate all'interno dell'area della centrale, un'area già totalmente trasformata rispetto al suo stato naturale iniziale, e posta ad una quota rilevata rispetto a buona parte delle aree circostanti, nonché in una posizione tale da mantenere valide le necessarie condizioni di sicurezza rispetto agli eventi alluvionali che si possono verificare ad opera dei corsi d'acqua presenti in un ragionevole intorno, come descritto nel capitolo 4, non si evidenziano elementi ostativi alla fattibilità dell'opera.

	MONTALTO DI CASTRO (VT)	Document <i>Documento n.</i> PBMOG20015
	RELAZIONE GEOLOGICA E DI MODELLAZIONE SISMICA	REV. 02 29.06.21 Sheet 56 of <i>Pagina</i> <i>di</i> 79

9. OSSERVAZIONI CONCLUSIVE

Il presente documento viene redatto nell'ambito del progetto di riqualificazione della Centrale Termoelettrica "A. Volta" di Montalto di Castro (VT), in cui è prevista la sostituzione degli esistenti gruppi turbogas "E", "F", "G" e "H".

L'impianto sede dell'intervento in progetto è ubicato in Località Pian dei Gangani e dista circa 6 km dai centri Montalto di Castro e Montalto Marina, circa 36 km dal centro di Civitavecchia e circa 47 km da quello del capoluogo di provincia, Viterbo.

Scopo di questa relazione geologica è lo studio dei terreni interessati dall'opera in progetto dal punto di vista della situazione stratigrafica, dell'assetto geologico locale, e del loro comportamento in risposta alle sollecitazioni sismiche, fornendo inoltre un inquadramento geomorfologico e idrogeologico più ampio e generale dell'intera zona con l'indicazione, ove presenti, delle relative pericolosità, criticità o vincoli ambientali gravanti sull'area.

Dal punto di vista stratigrafico l'area è caratterizzata, in superficie, dalla presenza di depositi relativamente giovani (depositi quaternari). Gli strati che costituiscono il terreno entro le profondità d'interesse ingegneristico testimoniano un passaggio graduale da un ambiente deposizionale marino a un ambiente intermedio salmastro, per finire con depositi tipici di ambiente continentale; nella successione si nota inoltre un incremento del materiale vulcanico, che in alcune occasioni si trova in quantità prevalente.

Si passa, dal basso della successione, da conglomerati, sabbie, marne e argille a successivi depositi alluvionali e sabbie di duna.

Alla scala di progetto, l'analisi delle indagini geotecniche ha permesso di definire la seguente stratigrafia:

RIPORTO: Materiale di riporto eterogeneo, costituito da pietrisco calcareo, ghiaia, asfalto, calcestruzzo frantumato e terreno vegetale. Questo materiale è stato rinvenuto quasi ovunque, con spessori variabili tra 0.3 e 2.0 m; nell'area di intervento si mostra variabile tra 0.5 e 1.6 metri.

UNITA' A: Formazione sabbioso limosa, caratterizzata da notevole variabilità ed eterogeneità stratigrafica.

Questo documento è proprietà di Enel E&C. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.

This document is property of Enel E&C. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.

	MONTALTO DI CASTRO (VT)	Document <i>Documento n.</i> PBMOG20015
	RELAZIONE GEOLOGICA E DI MODELLAZIONE SISMICA	REV. 02 29.06.21 Sheet 57 of <i>Pagina</i> <i>di</i> 79

E' prevalentemente costituita da sabbia, da limosa a grossolana, e limo sabbioso, con presenza locale di livelletti cementati. Si estende sino a circa 35 m dal piano campagna.

- UNITA' B:** Formazione argilloso-limosa, caratterizzata da uniformità stratigrafica. Argilla plastica, localmente limosa; generalmente compatta. Talora contenente resti carboniosi, conchiglie e inclusi lapidei; rari gli orizzonti sabbiosi (centimetrici). L'unità ha uno spessore di circa 30 m.
- LIVELLO 3:** Costituito, secondo le prove geotecniche non direttamente condotte all'interno dell'area in esame, da un'alternanza di formazioni sabbiose e argillose.

Si vedano per dettagli la stratigrafia di figura 5.1 e il relativo capitolo.

La caratterizzazione sismica del territorio ha permesso di calcolare, ai sensi del paragrafo 3.2.2 delle NTC 2018, la categoria di sottosuolo e la condizione topografica proprie dei terreni sui quali si realizzerà l'intervento in progetto.

In base ai risultati delle prove cross-hole, i terreni in esame si possono classificare in **categoria C**: "Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s".

Dal punto di vista topografico, invece, l'area in esame è classificabile nella **categoria T1**: "Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$ ".

Dato che l'opera in progetto riveste importanza strategica, ai sensi della DGR 489 del 2012, si è proceduto ad un'analisi della Risposta Sismica Locale per il sito in esame, dalla quale sono stati ricavati i fattori di amplificazione medi per i periodi compresi tra 0.1÷0.5 secondi e tra 0.5÷1.0 secondi; l'analisi riporta inoltre la funzione di trasferimento dell'accelerazione, ossia l'andamento del fattore di amplificazione con la frequenza, calcolato tra il substrato e lo strato di terreno superficiale. I risultati dello studio evidenziano infine come l'amplificazione spettrale più significativa del moto interessi prevalentemente le basse frequenze. Per maggiori dettagli si rimanda al capitolo dedicato a tale analisi (cap. 7).

	MONTALTO DI CASTRO (VT)	Document <i>Documento n.</i> PBMOG20015
	RELAZIONE GEOLOGICA E DI MODELLAZIONE SISMICA	REV. 02 29.06.21 Sheet 58 of <i>Pagina</i> <i>di</i> 79

E' stato completato lo studio sismico con una verifica del potenziale di liquefazione dei terreni costituenti il sottosuolo dell'area in esame, dalla quale risulta che si può escludere il verificarsi del fenomeno della liquefazione per il sisma di riferimento.

E' stato infine fatto un confronto per l'area di progetto con la cartografia geomorfologica, idrogeologica, e relativa alla vincolistica, redatta a livello provinciale e regionale. Da tale confronto emerge che sussistono alcuni vincoli di tipo ambientale che interessano anche l'area della centrale; si tratta tuttavia di vincoli in essere da prima della costruzione dei primi impianti nell'area e tali da non averne impedita la costruzione.

Non emergono invece situazioni di pericolo negli ambiti geomorfologico e idrogeologico.

In conclusione, considerando il fatto che le nuove strutture verranno realizzate all'interno dell'area della centrale, un'area già totalmente trasformata rispetto al suo stato naturale iniziale, e posta ad una quota rilevata rispetto a buona parte delle aree circostanti, nonché in una posizione tale da mantenere valide le necessarie condizioni di sicurezza rispetto agli eventi alluvionali che si possono verificare ad opera dei corsi d'acqua presenti in un ragionevole intorno, non si evidenziano controindicazioni alla realizzazione dell'opera in progetto.

	MONTALTO DI CASTRO (VT)	Document Documento n. PBMOG20015
	RELAZIONE GEOLOGICA E DI MODELLAZIONE SISMICA	REV. 02 29.06.21 Sheet 59 of 79 Pagina di

10. BIBLIOGRAFIA

Idriss, I.M. (1985)

"Evaluating seismic risk in engineering practice".

Proceedings, 11th Int. Conf. on Solid Mechanics and Foundation Engineering, San Francisco.

Kottke A.R, Wang X., Rathje E.M. (2013-2019)

Technical Manual for Strata - 2013.

Technical Manual for Strata - 2019.

Geotechnical Engineering Center - Department of Civil, Architectural, and Environmental Engineering - University of Texas.

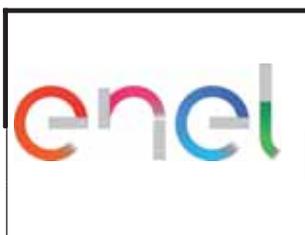
Nori L., Di Mar cantonio P. (2014)

Manuale pratico di risposta sismica locale. Dal sismogramma allo spettro di progetto con Rexel e Strata. EPC Libri.

Youd T. L., et al. (2001)

Liquefaction resistance of soils: summary report from the 1996 NCEER and 1998 NCEER/NSF workshops on evaluation of liquefaction resistance of soils.

J. Geotech. Geoenviron. Eng. 2001.127:817-833.

**MONTALTO DI CASTRO (VT)**Document
Documento n.**PBMOG20015****RELAZIONE GEOLOGICA E DI
MODELLAZIONE SISMICA**

REV. 02 29.06.21

Sheet
Pagina **60** of
di **79****ALLEGATO 1: OUTPUT STRATA****Spectral Acceleration (g)**

PROFILO 2			PROFILO 1		
Period (s)	SA - Prof. 2	LogStdev	Period (s)	SA - Prof. 1	LogStdev
0.0100	0.137900055	0.06979925	0.0100	0.137261851	0.058830383
0.0892	0.239504158	0.339956965	0.0892	0.240309576	0.329539548
0.1684	0.339356898	0.272444874	0.1684	0.347704945	0.261932609
0.2476	0.294525713	0.32824237	0.2476	0.295837821	0.343613137
0.3268	0.257995335	0.392203301	0.3268	0.25456494	0.388903323
0.4060	0.180728141	0.165705995	0.4060	0.178103534	0.169318757
0.4852	0.130500529	0.308487293	0.4852	0.133179575	0.322002735
0.5644	0.11244711	0.349921055	0.5644	0.117349564	0.354658182
0.6437	0.108929759	0.424329434	0.6437	0.11430253	0.431314179
0.7229	0.092806231	0.424974724	0.7229	0.094465649	0.440168483
0.8021	0.084101725	0.492494167	0.8021	0.084529363	0.493187432
0.8813	0.072187958	0.453519236	0.8813	0.071598959	0.451004126
0.9605	0.055783265	0.401095654	0.9605	0.055314026	0.396738305
1.0397	0.04499977	0.368016363	1.0397	0.04434308	0.368399574
1.1189	0.038001535	0.353635619	1.1189	0.037438031	0.351782901
1.1981	0.033387479	0.336388749	1.1981	0.03295447	0.328951803
1.2773	0.028001214	0.289457204	1.2773	0.027663973	0.280190382
1.3565	0.023989016	0.302919868	1.3565	0.023838876	0.298193524
1.4357	0.020503984	0.274187178	1.4357	0.020373538	0.271647935
1.5149	0.017673718	0.320714074	1.5149	0.017592227	0.317305095
1.5941	0.015854675	0.328746986	1.5941	0.015788742	0.322205233
1.6733	0.013375642	0.320320676	1.6733	0.013298853	0.314216609
1.7525	0.011655609	0.349502636	1.7525	0.011569945	0.339673368
1.8317	0.01035458	0.302963574	1.8317	0.010314748	0.288360981
1.9110	0.00941901	0.266950116	1.9110	0.009339287	0.252620779
1.9902	0.009020236	0.201459696	1.9902	0.008914428	0.190350678
2.0694	0.008551802	0.204989255	2.0694	0.008479488	0.192150094
2.1486	0.008226142	0.181994253	2.1486	0.008161383	0.172738083
2.2278	0.007931251	0.207842578	2.2278	0.007866751	0.202740711
2.3070	0.00779533	0.241134073	2.3070	0.007729094	0.238285765
2.3862	0.00747323	0.294131671	2.3862	0.007406003	0.290612553
2.4654	0.007100198	0.337833563	2.4654	0.007022435	0.330586686
2.5446	0.007076081	0.395663283	2.5446	0.007018215	0.392730339
2.6238	0.006894991	0.446989888	2.6238	0.00683033	0.445047337
2.7030	0.006526234	0.488151552	2.7030	0.006459429	0.486166661
2.7822	0.006144302	0.511166337	2.7822	0.006081041	0.508820334
2.8614	0.005863834	0.522258851	2.8614	0.005809607	0.51714521
2.9406	0.00546813	0.487809461	2.9406	0.005410507	0.481243465
3.0198	0.004863289	0.42779492	3.0198	0.004843352	0.428029839
3.0990	0.004487295	0.418398171	3.0990	0.004468376	0.418644934
3.1783	0.00417818	0.416488703	3.1783	0.004158895	0.416870636
3.2575	0.003910286	0.417051495	3.2575	0.003893412	0.419118059
3.3367	0.003728517	0.424671503	3.3367	0.003695523	0.42075928
3.4159	0.003541515	0.436998173	3.4159	0.003512716	0.429689421
3.4951	0.00322752	0.412152557	3.4951	0.003196467	0.402977916
3.5743	0.003073828	0.441780963	3.5743	0.003067183	0.442764173
3.6535	0.002911155	0.42890076	3.6535	0.002905876	0.429983835
3.7327	0.002745847	0.4066833	3.7327	0.002737004	0.405941918
3.8119	0.002518809	0.394119182	3.8119	0.002509913	0.393439841
3.8911	0.002314849	0.393569057	3.8911	0.002306424	0.392867325
3.9703	0.002171638	0.39161233	3.9703	0.002163804	0.390824884
4.0495	0.002071874	0.379994491	4.0495	0.002064216	0.379048876
4.1287	0.001975034	0.358829271	4.1287	0.001967224	0.357795647
4.2079	0.001892287	0.358277089	4.2079	0.001884013	0.357608019
4.2871	0.001801143	0.35735899	4.2871	0.001792957	0.356855152
4.3663	0.001701468	0.356410172	4.3663	0.001693372	0.356056412
4.4456	0.001610545	0.357651168	4.4456	0.001602668	0.357451796
4.5248	0.00153538	0.364198458	4.5248	0.001527844	0.364109202
4.6040	0.001471014	0.375767327	4.6040	0.001463781	0.375758329
4.6832	0.001408559	0.385040636	4.6832	0.001401606	0.385072948
4.7624	0.001347689	0.387758316	4.7624	0.001341009	0.387783315
4.8416	0.001292508	0.385706201	4.8416	0.001286122	0.385723624
4.9208	0.001247502	0.382585062	4.9208	0.001241395	0.382666572
5.0000	0.001216731	0.383987529	5.0000	0.001210889	0.3841625

Questo documento è proprietà di Enel E&C. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.

This document is property of Enel E&C. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.

	MONTALTO DI CASTRO (VT)	Document <i>Documento n.</i> PBMOG20015
	RELAZIONE GEOLOGICA E DI MODELLAZIONE SISMICA	REV. 02 29.06.21 Sheet 61 of <i>Pagina</i> <i>di</i> 79

Spectral Ratio (Sa 0.00 / Sa bedrock)

PROFILO 2			PROFILO 1		
Period (s)	Prof. 2	LogStdev	Period (s)	Prof. 1	LogStdev
0.0100	1.5666	0.0723	0.0100	1.5594	0.0630
0.0892	1.5931	0.0852	0.0892	1.5984	0.0702
0.1684	1.7890	0.1239	0.1684	1.8330	0.0955
0.2476	1.7379	0.0630	0.2476	1.7457	0.0554
0.3268	1.5624	0.1092	0.3268	1.5416	0.1211
0.4060	1.4689	0.0719	0.4060	1.4476	0.0726
0.4852	1.3869	0.1031	0.4852	1.4154	0.0879
0.5644	1.6963	0.0362	0.5644	1.7702	0.0400
0.6437	1.8543	0.0563	0.6437	1.9458	0.0535
0.7229	2.1122	0.0772	0.7229	2.1500	0.0843
0.8021	2.2759	0.0773	0.8021	2.2875	0.0765
0.8813	2.1382	0.1057	0.8813	2.1208	0.0959
0.9605	2.0570	0.1525	0.9605	2.0397	0.1398
1.0397	1.9895	0.1117	1.0397	1.9605	0.0965
1.1189	1.9107	0.0771	1.1189	1.8824	0.0690
1.1981	1.8089	0.0300	1.1981	1.7854	0.0355
1.2773	1.8178	0.0479	1.2773	1.7959	0.0586
1.3565	1.7726	0.0994	1.3565	1.7615	0.1143
1.4357	1.7282	0.1101	1.4357	1.7172	0.1267
1.5149	1.7046	0.0755	1.5149	1.6967	0.0898
1.5941	1.6544	0.1069	1.5941	1.6475	0.1219
1.6733	1.5636	0.0907	1.6733	1.5546	0.1050
1.7525	1.5850	0.1084	1.7525	1.5734	0.1184
1.8317	1.5450	0.1168	1.8317	1.5390	0.1112
1.9110	1.4777	0.1551	1.9110	1.4652	0.1427
1.9902	1.4710	0.1366	1.9902	1.4538	0.1282
2.0694	1.4316	0.1660	2.0694	1.4195	0.1578
2.1486	1.4367	0.1821	2.1486	1.4254	0.1733
2.2278	1.4252	0.1656	2.2278	1.4136	0.1585
2.3070	1.4107	0.1474	2.3070	1.3987	0.1428
2.3862	1.3988	0.1528	2.3862	1.3862	0.1508
2.4654	1.3761	0.1644	2.4654	1.3610	0.1672
2.5446	1.3380	0.1810	2.5446	1.3271	0.1802
2.6238	1.3592	0.1601	2.6238	1.3464	0.1598
2.7030	1.3652	0.1530	2.7030	1.3513	0.1543
2.7822	1.3529	0.1426	2.7822	1.3389	0.1450
2.8614	1.3508	0.1346	2.8614	1.3383	0.1377
2.9406	1.3294	0.1354	2.9406	1.3154	0.1403
3.0198	1.3150	0.1532	3.0198	1.3096	0.1566
3.0990	1.3240	0.1627	3.0990	1.3184	0.1665
3.1783	1.3263	0.1683	3.1783	1.3202	0.1728
3.2575	1.3140	0.1694	3.2575	1.3084	0.1735
3.3367	1.3092	0.1603	3.3367	1.2976	0.1647
3.4159	1.2916	0.1552	3.4159	1.2811	0.1568
3.4951	1.2645	0.1648	3.4951	1.2523	0.1726
3.5743	1.3247	0.1531	3.5743	1.3218	0.1546
3.6535	1.3377	0.1577	3.6535	1.3352	0.1585
3.7327	1.3456	0.1607	3.7327	1.3413	0.1620
3.8119	1.3624	0.1601	3.8119	1.3576	0.1618
3.8911	1.3823	0.1609	3.8911	1.3772	0.1627
3.9703	1.3959	0.1654	3.9703	1.3909	0.1670
4.0495	1.3963	0.1706	4.0495	1.3911	0.1721
4.1287	1.3825	0.1699	4.1287	1.3770	0.1716
4.2079	1.3923	0.1476	4.2079	1.3862	0.1499
4.2871	1.4072	0.1270	4.2871	1.4008	0.1297
4.3663	1.4225	0.1142	4.3663	1.4157	0.1173
4.4456	1.4201	0.1163	4.4456	1.4132	0.1195
4.5248	1.4183	0.1221	4.5248	1.4114	0.1253
4.6040	1.4279	0.1185	4.6040	1.4208	0.1217
4.6832	1.4429	0.1111	4.6832	1.4358	0.1144
4.7624	1.4477	0.1109	4.7624	1.4405	0.1142
4.8416	1.4513	0.1093	4.8416	1.4441	0.1126
4.9208	1.4511	0.1056	4.9208	1.4440	0.1091
5.0000	1.4448	0.0990	5.0000	1.4379	0.1027

Questo documento è proprietà di Enel E&C. È severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.

This document is property of Enel E&C. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.

	MONTALTO DI CASTRO (VT)	Document Documento n. PBMOG20015
	RELAZIONE GEOLOGICA E DI MODELLAZIONE SISMICA	REV. 02 29.06.21 Sheet 62 of 79 Pagina 62 di 79

Acceleration Transferfunction

PROFILO 2			PROFILO 1		
Freq. (Hz)	Prof. 2	LogStdev	Freq. (Hz)	Prof. 1	LogStdev
0.0500	1.0016	0.0000	0.0500	1.0015	0.0000
0.1477	1.0150	0.0003	0.1477	1.0141	0.0003
0.2455	1.0430	0.0007	0.2455	1.0405	0.0007
0.3432	1.0872	0.0015	0.3432	1.0820	0.0014
0.4410	1.1505	0.0025	0.4410	1.1411	0.0023
0.5387	1.2369	0.0038	0.5387	1.2215	0.0035
0.6365	1.3526	0.0054	0.6365	1.3285	0.0051
0.7342	1.5057	0.0075	0.7342	1.4691	0.0070
0.8320	1.7061	0.0097	0.8320	1.6524	0.0092
0.9297	1.9618	0.0120	0.9297	1.8866	0.0115
1.0275	2.2658	0.0132	1.0275	2.1712	0.0132
1.1252	2.5649	0.0114	1.1252	2.4739	0.0129
1.2230	2.7371	0.0063	1.2230	2.7016	0.0091
1.3207	2.6763	0.0082	1.3207	2.7333	0.0055
1.4185	2.4307	0.0145	1.4185	2.5537	0.0107
1.5162	2.1331	0.0178	1.5162	2.2729	0.0152
1.6140	1.8660	0.0185	1.6140	1.9944	0.0169
1.7117	1.6518	0.0179	1.7117	1.7605	0.0169
1.8095	1.4873	0.0168	1.8095	1.5765	0.0161
1.9072	1.3636	0.0155	1.9072	1.4356	0.0149
2.0050	1.2722	0.0142	2.0050	1.3295	0.0137
2.1027	1.2065	0.0131	2.1027	1.2511	0.0126
2.2005	1.1619	0.0124	2.2005	1.1953	0.0117
2.2982	1.1354	0.0120	2.2982	1.1582	0.0112
2.3960	1.1251	0.0122	2.3960	1.1375	0.0112
2.4937	1.1302	0.0130	2.4937	1.1318	0.0117
2.5915	1.1505	0.0144	2.5915	1.1404	0.0128
2.6892	1.1869	0.0164	2.6892	1.1634	0.0145
2.7870	1.2408	0.0189	2.7870	1.2017	0.0168
2.8847	1.3145	0.0219	2.8847	1.2566	0.0194
2.9825	1.4110	0.0251	2.9825	1.3302	0.0224
3.0802	1.5336	0.0284	3.0802	1.4251	0.0257
3.1780	1.6846	0.0313	3.1780	1.5440	0.0289
3.2757	1.8627	0.0329	3.2757	1.6888	0.0317
3.3735	2.0571	0.0319	3.3735	1.8578	0.0334

Questo documento è proprietà di Enel E&C. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.

This document is property of Enel E&C. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.

	MONTALTO DI CASTRO (VT)	Document Documento n. PBMOG20015
	RELAZIONE GEOLOGICA E DI MODELLAZIONE SISMICA	REV. 02 29.06.21 Sheet Pagina 63 of di 79

3.4712	2.2404	0.0266	3.4712	2.0419	0.0327
3.5690	2.3686	0.0167	3.5690	2.2187	0.0282
3.6667	2.4009	0.0097	3.6667	2.3519	0.0192
3.7645	2.3321	0.0183	3.7645	2.4054	0.0088
3.8622	2.1960	0.0272	3.8622	2.3675	0.0123
3.9600	2.0366	0.0315	3.9600	2.2600	0.0217
4.0577	1.8848	0.0319	4.0577	2.1197	0.0273
4.1555	1.7553	0.0298	4.1555	1.9776	0.0291
4.2532	1.6523	0.0263	4.2532	1.8508	0.0281
4.3510	1.5755	0.0222	4.3510	1.7465	0.0254
4.4487	1.5228	0.0179	4.4487	1.6660	0.0218
4.5465	1.4926	0.0136	4.5465	1.6085	0.0178
4.6442	1.4834	0.0098	4.6442	1.5726	0.0135
4.7420	1.4949	0.0077	4.7420	1.5569	0.0093
4.8397	1.5271	0.0087	4.8397	1.5606	0.0056
4.9375	1.5810	0.0120	4.9375	1.5834	0.0044
5.0352	1.6579	0.0161	5.0352	1.6252	0.0069
5.1330	1.7586	0.0200	5.1330	1.6861	0.0105
5.2307	1.8824	0.0228	5.2307	1.7658	0.0137
5.3285	2.0240	0.0232	5.3285	1.8622	0.0158
5.4262	2.1689	0.0196	5.4262	1.9702	0.0161
5.5240	2.2905	0.0108	5.5240	2.0792	0.0135
5.6217	2.3544	0.0074	5.6217	2.1722	0.0076
5.7195	2.3353	0.0248	5.7195	2.2283	0.0063
5.8172	2.2363	0.0418	5.8172	2.2304	0.0183
5.9150	2.0862	0.0535	5.9150	2.1753	0.0314
6.0127	1.9194	0.0588	6.0127	2.0753	0.0419
6.1105	1.7603	0.0592	6.1105	1.9511	0.0483
6.2082	1.6212	0.0563	6.2082	1.8219	0.0507
6.3060	1.5056	0.0517	6.3060	1.7010	0.0501
6.4037	1.4129	0.0462	6.4037	1.5949	0.0473
6.5015	1.3411	0.0403	6.5015	1.5061	0.0433
6.5992	1.2878	0.0343	6.5992	1.4346	0.0386
6.6970	1.2510	0.0283	6.6970	1.3796	0.0336
6.7947	1.2292	0.0224	6.7947	1.3398	0.0283
6.8925	1.2213	0.0166	6.8925	1.3140	0.0231
6.9902	1.2268	0.0110	6.9902	1.3013	0.0180
7.0880	1.2453	0.0059	7.0880	1.3011	0.0130
7.1857	1.2769	0.0039	7.1857	1.3129	0.0086

Questo documento è proprietà di Enel E&C. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.

This document is property of Enel E&C. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.

	MONTALTO DI CASTRO (VT)	Document Documento n. PBMOG20015
	RELAZIONE GEOLOGICA E DI MODELLAZIONE SISMICA	REV. 02 29.06.21 Sheet Pagina 64 of di 79

7.2835	1.3218	0.0074	7.2835	1.3363	0.0056
7.3812	1.3801	0.0118	7.3812	1.3711	0.0059
7.4790	1.4511	0.0156	7.4790	1.4166	0.0084
7.5767	1.5328	0.0180	7.5767	1.4717	0.0110
7.6745	1.6210	0.0185	7.6745	1.5344	0.0126
7.7722	1.7080	0.0160	7.7722	1.6010	0.0126
7.8700	1.7828	0.0100	7.8700	1.6659	0.0105
7.9677	1.8327	0.0026	7.9677	1.7221	0.0062
8.0655	1.8481	0.0124	8.0655	1.7618	0.0030
8.1632	1.8267	0.0247	8.1632	1.7790	0.0104
8.2610	1.7747	0.0352	8.2610	1.7713	0.0194
8.3587	1.7036	0.0425	8.3587	1.7412	0.0276
8.4565	1.6253	0.0462	8.4565	1.6946	0.0339
8.5542	1.5490	0.0467	8.5542	1.6392	0.0379
8.6520	1.4807	0.0449	8.6520	1.5817	0.0394
8.7497	1.4234	0.0414	8.7497	1.5276	0.0388
8.8475	1.3785	0.0369	8.8475	1.4803	0.0367
8.9452	1.3461	0.0318	8.9452	1.4420	0.0334
9.0430	1.3262	0.0264	9.0430	1.4137	0.0294
9.1407	1.3185	0.0209	9.1407	1.3958	0.0249
9.2385	1.3225	0.0154	9.2385	1.3885	0.0202
9.3362	1.3380	0.0102	9.3362	1.3916	0.0155
9.4340	1.3646	0.0057	9.4340	1.4050	0.0110
9.5317	1.4017	0.0030	9.5317	1.4281	0.0071
9.6295	1.4483	0.0043	9.6295	1.4602	0.0044
9.7272	1.5025	0.0062	9.7272	1.5001	0.0037
9.8250	1.5612	0.0066	9.8250	1.5456	0.0039
9.9227	1.6197	0.0052	9.9227	1.5937	0.0034
10.0205	1.6719	0.0029	10.0205	1.6401	0.0019
10.1182	1.7112	0.0068	10.1182	1.6797	0.0040
10.2159	1.7317	0.0145	10.2159	1.7072	0.0098
10.3137	1.7306	0.0231	10.3137	1.7185	0.0171
10.4114	1.7090	0.0310	10.4114	1.7120	0.0246
10.5092	1.6715	0.0370	10.5092	1.6889	0.0314
10.6069	1.6246	0.0405	10.6069	1.6532	0.0365
10.7047	1.5745	0.0414	10.7047	1.6098	0.0394
10.8024	1.5268	0.0401	10.8024	1.5641	0.0401
10.9002	1.4851	0.0370	10.9002	1.5205	0.0388
10.9979	1.4520	0.0326	10.9979	1.4823	0.0358

Questo documento è proprietà di Enel E&C. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.

This document is property of Enel E&C. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.

	MONTALTO DI CASTRO (VT)	Document Documento n. PBMOG20015
	RELAZIONE GEOLOGICA E DI MODELLAZIONE SISMICA	REV. 02 29.06.21 Sheet Pagina 65 of di 79

11.0957	1.4290	0.0274	11.0957	1.4519	0.0316
11.1934	1.4169	0.0217	11.1934	1.4308	0.0266
11.2912	1.4162	0.0158	11.2912	1.4199	0.0210
11.3889	1.4274	0.0105	11.3889	1.4200	0.0155
11.4867	1.4506	0.0076	11.4867	1.4316	0.0109
11.5844	1.4861	0.0093	11.5844	1.4552	0.0093
11.6822	1.5335	0.0134	11.6822	1.4911	0.0121
11.7799	1.5923	0.0173	11.7799	1.5396	0.0168
11.8777	1.6603	0.0201	11.8777	1.6001	0.0214
11.9754	1.7341	0.0209	11.9754	1.6713	0.0249
12.0732	1.8077	0.0189	12.0732	1.7499	0.0263
12.1709	1.8731	0.0138	12.1709	1.8303	0.0246
12.2687	1.9208	0.0077	12.2687	1.9037	0.0192
12.3664	1.9428	0.0123	12.3664	1.9594	0.0101
12.4642	1.9355	0.0242	12.4642	1.9872	0.0086
12.5619	1.9010	0.0359	12.5619	1.9813	0.0229
12.6597	1.8460	0.0450	12.6597	1.9426	0.0381
12.7574	1.7799	0.0503	12.7574	1.8787	0.0504
12.8552	1.7111	0.0517	12.8552	1.8003	0.0582
12.9529	1.6465	0.0500	12.9529	1.7177	0.0612
13.0507	1.5903	0.0458	13.0507	1.6389	0.0603
13.1484	1.5453	0.0399	13.1484	1.5691	0.0562
13.2462	1.5127	0.0329	13.2462	1.5112	0.0501
13.3439	1.4932	0.0255	13.3439	1.4666	0.0426
13.4417	1.4870	0.0182	13.4417	1.4358	0.0343
13.5394	1.4945	0.0123	13.5394	1.4188	0.0259
13.6372	1.5156	0.0108	13.6372	1.4158	0.0183
13.7349	1.5505	0.0147	13.7349	1.4270	0.0137
13.8327	1.5988	0.0205	13.8327	1.4528	0.0153
13.9304	1.6598	0.0258	13.9304	1.4934	0.0215
14.0282	1.7310	0.0293	14.0282	1.5492	0.0290
14.1259	1.8083	0.0299	14.1259	1.6198	0.0359
14.2237	1.8842	0.0265	14.2237	1.7031	0.0407
14.3214	1.9487	0.0180	14.3214	1.7943	0.0419
14.4192	1.9903	0.0055	14.4192	1.8842	0.0377
14.5169	1.9998	0.0151	14.5169	1.9589	0.0264
14.6147	1.9741	0.0346	14.6147	2.0020	0.0089
14.7124	1.9172	0.0527	14.7124	2.0010	0.0208
14.8102	1.8386	0.0664	14.8102	1.9532	0.0482

Questo documento è proprietà di Enel E&C. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.

This document is property of Enel E&C. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.

	MONTALTO DI CASTRO (VT)	Document Documento n. PBMOG20015
	RELAZIONE GEOLOGICA E DI MODELLAZIONE SISMICA	REV. 02 29.06.21 Sheet Pagina 66 of di 79

14.9079	1.7494	0.0744	14.9079	1.8672	0.0729
15.0057	1.6596	0.0769	15.0057	1.7584	0.0904
15.1034	1.5758	0.0750	15.1034	1.6420	0.0994
15.2012	1.5023	0.0699	15.2012	1.5299	0.1008
15.2989	1.4407	0.0628	15.2989	1.4290	0.0968
15.3967	1.3917	0.0546	15.3967	1.3424	0.0892
15.4944	1.3550	0.0459	15.4944	1.2707	0.0796
15.5922	1.3301	0.0371	15.5922	1.2135	0.0690
15.6899	1.3163	0.0286	15.6899	1.1697	0.0579
15.7877	1.3129	0.0208	15.7877	1.1383	0.0466
15.8854	1.3191	0.0143	15.8854	1.1183	0.0354
15.9832	1.3340	0.0103	15.9832	1.1092	0.0245
16.0809	1.3563	0.0096	16.0809	1.1105	0.0141
16.1787	1.3844	0.0106	16.1787	1.1218	0.0063
16.2764	1.4158	0.0109	16.2764	1.1431	0.0100
16.3742	1.4474	0.0091	16.3742	1.1742	0.0186
16.4719	1.4753	0.0047	16.4719	1.2147	0.0268
16.5697	1.4956	0.0035	16.5697	1.2638	0.0336
16.6674	1.5046	0.0130	16.6674	1.3197	0.0380
16.7652	1.5002	0.0243	16.7652	1.3791	0.0390
16.8629	1.4822	0.0358	16.8629	1.4367	0.0356
16.9607	1.4524	0.0459	16.9607	1.4857	0.0269
17.0584	1.4143	0.0535	17.0584	1.5185	0.0135
17.1562	1.3716	0.0579	17.1562	1.5293	0.0107
17.2539	1.3282	0.0591	17.2539	1.5159	0.0300
17.3517	1.2872	0.0573	17.3517	1.4807	0.0499
17.4494	1.2508	0.0532	17.4494	1.4294	0.0661
17.5472	1.2205	0.0472	17.5472	1.3693	0.0769
17.6449	1.1973	0.0400	17.6449	1.3069	0.0817
17.7427	1.1816	0.0321	17.7427	1.2474	0.0815
17.8404	1.1737	0.0237	17.8404	1.1940	0.0773
17.9382	1.1735	0.0155	17.9382	1.1486	0.0704
18.0359	1.1810	0.0083	18.0359	1.1121	0.0616
18.1337	1.1959	0.0061	18.1337	1.0847	0.0517
18.2314	1.2177	0.0107	18.2314	1.0663	0.0413
18.3292	1.2454	0.0158	18.3292	1.0567	0.0307
18.4269	1.2777	0.0195	18.4269	1.0559	0.0204
18.5247	1.3125	0.0210	18.5247	1.0636	0.0117
18.6224	1.3469	0.0198	18.6224	1.0798	0.0096

Questo documento è proprietà di Enel E&C. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.

This document is property of Enel E&C. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.

	MONTALTO DI CASTRO (VT)	Document Documento n. PBMOG20015
	RELAZIONE GEOLOGICA E DI MODELLAZIONE SISMICA	REV. 02 29.06.21 Sheet Pagina 67 of di 79

18.7202	1.3775	0.0161	18.7202	1.1043	0.0160
18.8179	1.4005	0.0120	18.8179	1.1368	0.0240
18.9157	1.4126	0.0151	18.9157	1.1768	0.0311
19.0134	1.4121	0.0260	19.0134	1.2228	0.0364
19.1112	1.3987	0.0392	19.1112	1.2726	0.0389
19.2089	1.3740	0.0516	19.2089	1.3227	0.0377
19.3067	1.3411	0.0615	19.3067	1.3683	0.0320
19.4044	1.3035	0.0677	19.4044	1.4039	0.0219
19.5022	1.2647	0.0702	19.5022	1.4245	0.0118
19.5999	1.2276	0.0690	19.5999	1.4269	0.0200
19.6977	1.1943	0.0650	19.6977	1.4112	0.0382
19.7954	1.1665	0.0587	19.7954	1.3799	0.0557
19.8932	1.1450	0.0508	19.8932	1.3377	0.0695
19.9909	1.1303	0.0420	19.9909	1.2898	0.0781
20.0886	1.1227	0.0327	20.0886	1.2407	0.0814
20.1864	1.1222	0.0236	20.1864	1.1943	0.0801
20.2841	1.1288	0.0154	20.2841	1.1529	0.0752
20.3819	1.1421	0.0103	20.3819	1.1181	0.0677
20.4796	1.1618	0.0116	20.4796	1.0907	0.0585
20.5774	1.1870	0.0164	20.5774	1.0709	0.0483
20.6751	1.2167	0.0209	20.6751	1.0589	0.0377
20.7729	1.2491	0.0237	20.7729	1.0546	0.0273
20.8706	1.2819	0.0240	20.8706	1.0578	0.0180
20.9684	1.3122	0.0215	20.9684	1.0685	0.0128
21.0661	1.3370	0.0168	21.0661	1.0863	0.0153
21.1639	1.3535	0.0129	21.1639	1.1110	0.0221
21.2616	1.3598	0.0170	21.2616	1.1417	0.0291
21.3594	1.3552	0.0275	21.3594	1.1776	0.0348
21.4571	1.3407	0.0393	21.4571	1.2167	0.0381
21.5549	1.3183	0.0497	21.5549	1.2564	0.0382
21.6526	1.2907	0.0575	21.6526	1.2936	0.0344
21.7504	1.2606	0.0618	21.7504	1.3243	0.0264
21.8481	1.2308	0.0627	21.8481	1.3448	0.0152
21.9459	1.2033	0.0606	21.9459	1.3526	0.0107
22.0436	1.1796	0.0560	22.0436	1.3467	0.0249
22.1414	1.1608	0.0496	22.1414	1.3282	0.0425
22.2391	1.1473	0.0421	22.2391	1.2994	0.0586
22.3369	1.1394	0.0340	22.3369	1.2638	0.0712
22.4346	1.1370	0.0260	22.4346	1.2247	0.0794

Questo documento è proprietà di Enel E&C. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.

This document is property of Enel E&C. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.

	MONTALTO DI CASTRO (VT)	Document Documento n. PBMOG20015
	RELAZIONE GEOLOGICA E DI MODELLAZIONE SISMICA	REV. 02 29.06.21 Sheet Pagina 68 of di 79

22.5324	1.1396	0.0184	22.5324	1.1853	0.0831
22.6301	1.1467	0.0118	22.6301	1.1479	0.0828
22.7279	1.1572	0.0067	22.7279	1.1144	0.0792
22.8256	1.1700	0.0036	22.8256	1.0857	0.0731
22.9234	1.1834	0.0027	22.9234	1.0625	0.0654
23.0211	1.1956	0.0039	23.0211	1.0451	0.0565
23.1189	1.2047	0.0081	23.1189	1.0335	0.0472
23.2166	1.2089	0.0151	23.2166	1.0274	0.0377
23.3144	1.2072	0.0243	23.3144	1.0267	0.0285
23.4121	1.1989	0.0349	23.4121	1.0309	0.0198
23.5099	1.1843	0.0458	23.5099	1.0396	0.0122
23.6076	1.1645	0.0558	23.6076	1.0519	0.0062
23.7054	1.1410	0.0640	23.7054	1.0670	0.0036
23.8031	1.1153	0.0696	23.8031	1.0837	0.0046
23.9009	1.0893	0.0724	23.9009	1.1005	0.0049
23.9986	1.0643	0.0725	23.9986	1.1158	0.0031
24.0964	1.0417	0.0701	24.0964	1.1278	0.0037
24.1941	1.0221	0.0657	24.1941	1.1349	0.0108
24.2919	1.0062	0.0600	24.2919	1.1358	0.0208
24.3896	0.9942	0.0535	24.3896	1.1300	0.0326
24.4874	0.9861	0.0467	24.4874	1.1175	0.0453
24.5851	0.9816	0.0401	24.5851	1.0989	0.0577
24.6829	0.9802	0.0343	24.6829	1.0754	0.0690
24.7806	0.9812	0.0296	24.7806	1.0485	0.0783
24.8784	0.9836	0.0263	24.8784	1.0196	0.0851
24.9761	0.9864	0.0249	24.9761	0.9901	0.0894
25.0739	0.9881	0.0256	25.0739	0.9612	0.0912
25.1716	0.9875	0.0289	25.1716	0.9337	0.0907
25.2694	0.9834	0.0348	25.2694	0.9084	0.0884
25.3671	0.9750	0.0431	25.3671	0.8856	0.0846
25.4649	0.9619	0.0530	25.4649	0.8655	0.0798
25.5626	0.9443	0.0634	25.5626	0.8483	0.0741
25.6604	0.9230	0.0731	25.6604	0.8339	0.0680
25.7581	0.8989	0.0813	25.7581	0.8222	0.0616
25.8559	0.8733	0.0872	25.8559	0.8132	0.0550
25.9536	0.8474	0.0902	25.9536	0.8067	0.0485
26.0514	0.8224	0.0904	26.0514	0.8026	0.0421
26.1491	0.7992	0.0880	26.1491	0.8007	0.0360
26.2469	0.7785	0.0832	26.2469	0.8009	0.0302

Questo documento è proprietà di Enel E&C. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.

This document is property of Enel E&C. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.

	MONTALTO DI CASTRO (VT)	Document Documento n. PBMOG20015
	RELAZIONE GEOLOGICA E DI MODELLAZIONE SISMICA	REV. 02 29.06.21 Sheet Pagina 69 of di 79

26.3446	0.7609	0.0765	26.3446	0.8029	0.0249
26.4424	0.7466	0.0684	26.4424	0.8066	0.0202
26.5401	0.7360	0.0592	26.5401	0.8118	0.0161
26.6379	0.7290	0.0493	26.6379	0.8182	0.0129
26.7356	0.7258	0.0391	26.7356	0.8257	0.0107
26.8334	0.7262	0.0290	26.8334	0.8339	0.0096
26.9311	0.7303	0.0194	26.9311	0.8426	0.0092
27.0289	0.7379	0.0113	27.0289	0.8513	0.0094
27.1266	0.7487	0.0084	27.1266	0.8598	0.0098
27.2244	0.7623	0.0122	27.2244	0.8677	0.0105
27.3221	0.7782	0.0173	27.3221	0.8746	0.0118
27.4199	0.7955	0.0211	27.4199	0.8801	0.0141
27.5176	0.8134	0.0227	27.5176	0.8839	0.0176
27.6154	0.8304	0.0219	27.6154	0.8859	0.0220
27.7131	0.8455	0.0188	27.7131	0.8858	0.0272
27.8109	0.8572	0.0151	27.8109	0.8838	0.0329
27.9086	0.8646	0.0157	27.9086	0.8799	0.0386
28.0064	0.8671	0.0236	28.0064	0.8744	0.0440
28.1041	0.8647	0.0354	28.1041	0.8675	0.0488
28.2019	0.8579	0.0478	28.2019	0.8597	0.0528
28.2996	0.8475	0.0591	28.2996	0.8514	0.0556
28.3974	0.8348	0.0681	28.3974	0.8430	0.0571
28.4951	0.8208	0.0740	28.4951	0.8349	0.0574
28.5929	0.8067	0.0766	28.5929	0.8275	0.0564
28.6906	0.7935	0.0761	28.6906	0.8212	0.0542
28.7884	0.7820	0.0727	28.7884	0.8163	0.0510
28.8861	0.7729	0.0671	28.8861	0.8130	0.0468
28.9839	0.7665	0.0598	28.9839	0.8114	0.0421
29.0816	0.7631	0.0515	29.0816	0.8118	0.0370
29.1794	0.7629	0.0426	29.1794	0.8141	0.0317
29.2771	0.7658	0.0337	29.2771	0.8183	0.0266
29.3749	0.7717	0.0254	29.3749	0.8242	0.0219
29.4726	0.7803	0.0184	29.4726	0.8318	0.0181
29.5704	0.7912	0.0136	29.5704	0.8406	0.0152
29.6681	0.8038	0.0116	29.6681	0.8502	0.0135
29.7659	0.8173	0.0118	29.7659	0.8600	0.0128
29.8636	0.8309	0.0126	29.8636	0.8695	0.0128
29.9614	0.8435	0.0135	29.9614	0.8780	0.0139
30.0591	0.8541	0.0154	30.0591	0.8848	0.0165

Questo documento è proprietà di Enel E&C. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.

This document is property of Enel E&C. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.

	MONTALTO DI CASTRO (VT)	Document Documento n. PBMOG20015
	RELAZIONE GEOLOGICA E DI MODELLAZIONE SISMICA	REV. 02 29.06.21 Sheet Pagina 70 of di 79

30.1568	0.8619	0.0195	30.1568	0.8894	0.0211
30.2546	0.8663	0.0263	30.2546	0.8912	0.0273
30.3523	0.8670	0.0350	30.3523	0.8902	0.0348
30.4501	0.8641	0.0443	30.4501	0.8864	0.0427
30.5478	0.8582	0.0532	30.5478	0.8800	0.0505
30.6456	0.8500	0.0607	30.6456	0.8715	0.0574
30.7433	0.8404	0.0660	30.7433	0.8616	0.0629
30.8411	0.8301	0.0687	30.8411	0.8509	0.0665
30.9388	0.8202	0.0688	30.9388	0.8401	0.0680
31.0366	0.8113	0.0664	31.0366	0.8298	0.0675
31.1343	0.8041	0.0619	31.1343	0.8206	0.0649
31.2321	0.7990	0.0558	31.2321	0.8130	0.0606
31.3298	0.7962	0.0486	31.3298	0.8073	0.0549
31.4276	0.7960	0.0409	31.4276	0.8038	0.0482
31.5253	0.7982	0.0332	31.5253	0.8026	0.0409
31.6231	0.8027	0.0260	31.6231	0.8038	0.0334
31.7208	0.8091	0.0198	31.7208	0.8073	0.0261
31.8186	0.8169	0.0152	31.8186	0.8129	0.0197
31.9163	0.8255	0.0125	31.9163	0.8201	0.0144
32.0141	0.8340	0.0116	32.0141	0.8284	0.0108
32.1118	0.8417	0.0127	32.1118	0.8373	0.0088
32.2096	0.8477	0.0161	32.2096	0.8458	0.0080
32.3073	0.8512	0.0222	32.3073	0.8532	0.0088
32.4051	0.8519	0.0305	32.4051	0.8585	0.0126
32.5028	0.8494	0.0405	32.5028	0.8610	0.0196
32.6006	0.8439	0.0511	32.6006	0.8602	0.0294
32.6983	0.8358	0.0616	32.6983	0.8559	0.0410
32.7961	0.8256	0.0709	32.7961	0.8482	0.0536
32.8938	0.8141	0.0783	32.8938	0.8375	0.0661
32.9916	0.8019	0.0833	32.9916	0.8244	0.0776
33.0893	0.7899	0.0856	33.0893	0.8097	0.0871
33.1871	0.7786	0.0852	33.1871	0.7942	0.0939
33.2848	0.7686	0.0825	33.2848	0.7786	0.0978
33.3826	0.7602	0.0778	33.3826	0.7636	0.0986
33.4803	0.7538	0.0717	33.4803	0.7499	0.0966
33.5781	0.7495	0.0646	33.5781	0.7380	0.0920
33.6758	0.7473	0.0571	33.6758	0.7282	0.0854
33.7736	0.7471	0.0496	33.7736	0.7207	0.0773
33.8713	0.7486	0.0426	33.8713	0.7157	0.0681

Questo documento è proprietà di Enel E&C. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.

This document is property of Enel E&C. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.

	MONTALTO DI CASTRO (VT)	Document Documento n. PBMOG20015
	RELAZIONE GEOLOGICA E DI MODELLAZIONE SISMICA	REV. 02 29.06.21 Sheet Pagina 71 of di 79

33.9691	0.7516	0.0366	33.9691	0.7132	0.0585
34.0668	0.7555	0.0320	34.0668	0.7132	0.0487
34.1646	0.7599	0.0292	34.1646	0.7154	0.0394
34.2623	0.7640	0.0285	34.2623	0.7196	0.0309
34.3601	0.7672	0.0301	34.3601	0.7253	0.0237
34.4578	0.7691	0.0340	34.4578	0.7320	0.0182
34.5556	0.7690	0.0400	34.5556	0.7390	0.0149
34.6533	0.7668	0.0476	34.6533	0.7455	0.0145
34.7511	0.7624	0.0564	34.7511	0.7507	0.0172
34.8488	0.7558	0.0655	34.8488	0.7538	0.0231
34.9466	0.7474	0.0742	34.9466	0.7543	0.0318
35.0443	0.7376	0.0819	35.0443	0.7516	0.0428
35.1421	0.7269	0.0879	35.1421	0.7458	0.0554
35.2398	0.7159	0.0918	35.2398	0.7370	0.0688
35.3376	0.7050	0.0935	35.3376	0.7257	0.0818
35.4353	0.6947	0.0930	35.4353	0.7124	0.0934
35.5331	0.6855	0.0904	35.5331	0.6979	0.1027
35.6308	0.6775	0.0861	35.6308	0.6828	0.1092
35.7286	0.6711	0.0804	35.7286	0.6678	0.1124
35.8263	0.6663	0.0738	35.8263	0.6535	0.1125
35.9241	0.6632	0.0666	35.9241	0.6404	0.1096
36.0218	0.6618	0.0593	36.0218	0.6290	0.1042
36.1196	0.6620	0.0522	36.1196	0.6194	0.0966
36.2173	0.6635	0.0456	36.2173	0.6120	0.0874
36.3151	0.6663	0.0399	36.3151	0.6069	0.0771
36.4128	0.6701	0.0355	36.4128	0.6042	0.0660
36.5106	0.6744	0.0326	36.5106	0.6039	0.0546
36.6083	0.6791	0.0315	36.6083	0.6059	0.0433
36.7061	0.6838	0.0321	36.7061	0.6102	0.0323
36.8038	0.6883	0.0341	36.8038	0.6168	0.0224
36.9016	0.6922	0.0372	36.9016	0.6254	0.0144
36.9993	0.6954	0.0409	36.9993	0.6357	0.0109
37.0971	0.6979	0.0449	37.0971	0.6476	0.0130
37.1948	0.6997	0.0489	37.1948	0.6605	0.0170
37.2926	0.7008	0.0525	37.2926	0.6740	0.0202
37.3903	0.7014	0.0553	37.3903	0.6875	0.0219
37.4881	0.7017	0.0572	37.4881	0.7004	0.0219
37.5858	0.7021	0.0580	37.5858	0.7122	0.0206
37.6836	0.7027	0.0576	37.6836	0.7224	0.0191

Questo documento è proprietà di Enel E&C. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.

This document is property of Enel E&C. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.

	MONTALTO DI CASTRO (VT)	Document Documento n. PBMOG20015
	RELAZIONE GEOLOGICA E DI MODELLAZIONE SISMICA	REV. 02 29.06.21 Sheet Pagina 72 of di 79

37.7813	0.7038	0.0560	37.7813	0.7306	0.0194
37.8791	0.7056	0.0535	37.8791	0.7366	0.0233
37.9768	0.7082	0.0502	37.9768	0.7404	0.0300
38.0746	0.7117	0.0465	38.0746	0.7423	0.0382
38.1723	0.7161	0.0427	38.1723	0.7425	0.0465
38.2701	0.7214	0.0391	38.2701	0.7414	0.0538
38.3678	0.7273	0.0362	38.3678	0.7395	0.0595
38.4656	0.7336	0.0341	38.4656	0.7373	0.0632
38.5633	0.7400	0.0330	38.5633	0.7352	0.0648
38.6611	0.7461	0.0331	38.6611	0.7337	0.0644
38.7588	0.7515	0.0345	38.7588	0.7329	0.0621
38.8566	0.7559	0.0372	38.8566	0.7333	0.0584
38.9543	0.7589	0.0413	38.9543	0.7349	0.0537
39.0521	0.7604	0.0466	39.0521	0.7378	0.0483
39.1498	0.7604	0.0529	39.1498	0.7421	0.0429
39.2476	0.7589	0.0596	39.2476	0.7477	0.0377
39.3453	0.7561	0.0662	39.3453	0.7543	0.0332
39.4431	0.7524	0.0722	39.4431	0.7617	0.0297
39.5408	0.7481	0.0768	39.5408	0.7695	0.0273
39.6386	0.7435	0.0798	39.6386	0.7776	0.0262
39.7363	0.7392	0.0809	39.7363	0.7854	0.0264
39.8341	0.7354	0.0801	39.8341	0.7927	0.0276
39.9318	0.7325	0.0773	39.9318	0.7991	0.0299
40.0295	0.7308	0.0730	40.0295	0.8044	0.0331
40.1273	0.7305	0.0673	40.1273	0.8085	0.0370
40.2250	0.7317	0.0607	40.2250	0.8114	0.0413
40.3228	0.7345	0.0537	40.3228	0.8131	0.0457
40.4205	0.7387	0.0468	40.4205	0.8138	0.0499
40.5183	0.7441	0.0404	40.5183	0.8137	0.0534
40.6160	0.7506	0.0350	40.6160	0.8131	0.0560
40.7138	0.7577	0.0309	40.7138	0.8122	0.0575
40.8115	0.7649	0.0283	40.8115	0.8113	0.0579
40.9093	0.7717	0.0274	40.9093	0.8106	0.0573
41.0070	0.7775	0.0281	41.0070	0.8103	0.0557
41.1048	0.7820	0.0307	41.1048	0.8104	0.0535
41.2025	0.7847	0.0352	41.2025	0.8111	0.0509
41.3003	0.7854	0.0415	41.3003	0.8122	0.0482
41.3980	0.7842	0.0492	41.3980	0.8138	0.0457
41.4958	0.7811	0.0576	41.4958	0.8155	0.0437

Questo documento è proprietà di Enel E&C. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.

This document is property of Enel E&C. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.

	MONTALTO DI CASTRO (VT)	Document Documento n. PBMOG20015
	RELAZIONE GEOLOGICA E DI MODELLAZIONE SISMICA	REV. 02 29.06.21 Sheet Pagina 73 of di 79

41.5935	0.7764	0.0660	41.5935	0.8173	0.0423
41.6913	0.7706	0.0736	41.6913	0.8189	0.0419
41.7890	0.7640	0.0798	41.7890	0.8202	0.0424
41.8868	0.7572	0.0841	41.8868	0.8208	0.0439
41.9845	0.7504	0.0861	41.9845	0.8207	0.0463
42.0823	0.7442	0.0859	42.0823	0.8197	0.0495
42.1800	0.7389	0.0836	42.1800	0.8178	0.0532
42.2778	0.7346	0.0795	42.2778	0.8151	0.0572
42.3755	0.7315	0.0741	42.3755	0.8116	0.0612
42.4733	0.7296	0.0678	42.4733	0.8076	0.0650
42.5710	0.7290	0.0613	42.5710	0.8030	0.0682
42.6688	0.7293	0.0550	42.6688	0.7982	0.0706
42.7665	0.7304	0.0494	42.7665	0.7933	0.0722
42.8643	0.7318	0.0452	42.8643	0.7885	0.0730
42.9620	0.7332	0.0427	42.9620	0.7839	0.0728
43.0598	0.7341	0.0422	43.0598	0.7797	0.0719
43.1575	0.7340	0.0439	43.1575	0.7758	0.0705
43.2553	0.7326	0.0478	43.2553	0.7723	0.0687
43.3530	0.7296	0.0537	43.3530	0.7691	0.0668
43.4508	0.7251	0.0611	43.4508	0.7661	0.0651
43.5485	0.7190	0.0696	43.5485	0.7633	0.0637
43.6463	0.7115	0.0784	43.6463	0.7605	0.0628
43.7440	0.7030	0.0868	43.7440	0.7576	0.0626
43.8418	0.6938	0.0941	43.8418	0.7544	0.0632
43.9395	0.6842	0.0998	43.9395	0.7508	0.0645
44.0373	0.6747	0.1034	44.0373	0.7468	0.0664
44.1350	0.6657	0.1046	44.1350	0.7423	0.0688
44.2328	0.6573	0.1035	44.2328	0.7374	0.0715
44.3305	0.6500	0.1002	44.3305	0.7321	0.0742
44.4283	0.6439	0.0949	44.4283	0.7264	0.0767
44.5260	0.6391	0.0882	44.5260	0.7207	0.0788
44.6238	0.6358	0.0804	44.6238	0.7149	0.0801
44.7215	0.6339	0.0720	44.7215	0.7093	0.0806
44.8193	0.6333	0.0636	44.8193	0.7039	0.0803
44.9170	0.6338	0.0557	44.9170	0.6991	0.0790
45.0148	0.6352	0.0487	45.0148	0.6947	0.0768
45.1125	0.6372	0.0432	45.1125	0.6911	0.0738
45.2103	0.6395	0.0395	45.2103	0.6881	0.0703
45.3080	0.6415	0.0381	45.3080	0.6858	0.0665

Questo documento è proprietà di Enel E&C. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.

This document is property of Enel E&C. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.

	MONTALTO DI CASTRO (VT)	Document Documento n. PBMOG20015
	RELAZIONE GEOLOGICA E DI MODELLAZIONE SISMICA	REV. 02 29.06.21 Sheet Pagina 74 of di 79

45.4058	0.6429	0.0392	45.4058	0.6842	0.0625
45.5035	0.6434	0.0426	45.5035	0.6831	0.0588
45.6013	0.6428	0.0481	45.6013	0.6826	0.0554
45.6990	0.6409	0.0552	45.6990	0.6823	0.0527
45.7968	0.6377	0.0634	45.7968	0.6823	0.0510
45.8945	0.6332	0.0722	45.8945	0.6822	0.0503
45.9923	0.6278	0.0808	45.9923	0.6819	0.0507
46.0900	0.6216	0.0887	46.0900	0.6813	0.0522
46.1878	0.6150	0.0951	46.1878	0.6803	0.0548
46.2855	0.6083	0.0997	46.2855	0.6788	0.0580
46.3833	0.6018	0.1020	46.3833	0.6767	0.0618
46.4810	0.5958	0.1018	46.4810	0.6742	0.0658
46.5788	0.5905	0.0994	46.5788	0.6713	0.0695
46.6765	0.5863	0.0948	46.6765	0.6680	0.0729
46.7743	0.5832	0.0883	46.7743	0.6647	0.0754
46.8720	0.5814	0.0805	46.8720	0.6614	0.0770
46.9698	0.5810	0.0718	46.9698	0.6583	0.0774
47.0675	0.5820	0.0627	47.0675	0.6556	0.0767
47.1653	0.5843	0.0538	47.1653	0.6534	0.0747
47.2630	0.5878	0.0456	47.2630	0.6519	0.0716
47.3608	0.5921	0.0385	47.3608	0.6510	0.0676
47.4585	0.5972	0.0330	47.4585	0.6509	0.0629
47.5563	0.6025	0.0292	47.5563	0.6516	0.0579
47.6540	0.6078	0.0270	47.6540	0.6529	0.0529
47.7518	0.6125	0.0261	47.7518	0.6547	0.0482
47.8495	0.6165	0.0268	47.8495	0.6568	0.0441
47.9473	0.6194	0.0292	47.9473	0.6590	0.0409
48.0450	0.6209	0.0336	48.0450	0.6611	0.0390
48.1428	0.6211	0.0402	48.1428	0.6626	0.0384
48.2405	0.6200	0.0485	48.2405	0.6633	0.0395
48.3383	0.6177	0.0578	48.3383	0.6631	0.0423
48.4360	0.6145	0.0671	48.4360	0.6616	0.0468
48.5338	0.6106	0.0759	48.5338	0.6590	0.0529
48.6315	0.6063	0.0832	48.6315	0.6551	0.0602
48.7293	0.6020	0.0887	48.7293	0.6501	0.0682
48.8270	0.5977	0.0919	48.8270	0.6443	0.0763
48.9248	0.5939	0.0928	48.9248	0.6377	0.0841
49.0225	0.5906	0.0914	49.0225	0.6307	0.0908
49.1203	0.5880	0.0880	49.1203	0.6235	0.0961

Questo documento è proprietà di Enel E&C. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.

This document is property of Enel E&C. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.

	MONTALTO DI CASTRO (VT)	Document Documento n. PBMOG20015
	RELAZIONE GEOLOGICA E DI MODELLAZIONE SISMICA	REV. 02 29.06.21 Sheet 75 of 79 Pagina di

49.2180	0.5862	0.0830	49.2180	0.6165	0.0996
49.3158	0.5853	0.0769	49.3158	0.6097	0.1010
49.4135	0.5852	0.0702	49.4135	0.6035	0.1002
49.5113	0.5858	0.0634	49.5113	0.5979	0.0975
49.6090	0.5870	0.0570	49.6090	0.5932	0.0930
49.7068	0.5886	0.0516	49.7068	0.5895	0.0871
49.8045	0.5904	0.0474	49.8045	0.5867	0.0801
49.9023	0.5919	0.0449	49.9023	0.5849	0.0726

	MONTALTO DI CASTRO (VT)	Document Documento n. PBMOG20015
	RELAZIONE GEOLOGICA E DI MODELLAZIONE SISMICA	REV. 02 29.06.21 Sheet 76 of 79 Pagina di

Stress Ratio Profile

PROFILO 2			PROFILO 1		
Depth (m)	Prof. 2	LogStdev	Depth (m)	Prof. 1	LogStdev
0.3048	0.0416	0.0571	0.3048	0.0416	0.0480
0.6096	0.0833	0.0571	0.6096	0.0831	0.0480
0.9144	0.1249	0.0571	0.9144	0.1247	0.0480
1.2192	0.1359	0.0593	1.2192	0.1357	0.0494
1.5240	0.1350	0.0627	1.5240	0.1348	0.0517
1.8288	0.1341	0.0662	1.8288	0.1339	0.0545
2.1336	0.1332	0.0700	2.1336	0.1330	0.0576
2.4384	0.1323	0.0740	2.4384	0.1321	0.0611
2.7432	0.1314	0.0782	2.7432	0.1312	0.0649
3.0480	0.1305	0.0823	3.0480	0.1303	0.0690
3.3528	0.1292	0.0850	3.3528	0.1293	0.0733
3.6576	0.1280	0.0879	3.6576	0.1282	0.0778
3.9624	0.1268	0.0909	3.9624	0.1271	0.0825
4.2672	0.1256	0.0942	4.2672	0.1261	0.0873
4.5720	0.1244	0.0976	4.5720	0.1250	0.0922
4.8768	0.1232	0.1011	4.8768	0.1240	0.0973
5.1816	0.1219	0.1049	5.1816	0.1229	0.1025
5.4864	0.1207	0.1088	5.4864	0.1218	0.1079
5.7912	0.1195	0.1151	5.7912	0.1207	0.1142
6.0960	0.1183	0.1219	6.0960	0.1195	0.1209
6.4008	0.1171	0.1290	6.4008	0.1183	0.1278
6.7056	0.1159	0.1364	6.7056	0.1172	0.1349
7.0104	0.1147	0.1442	7.0104	0.1160	0.1423
7.3152	0.1135	0.1523	7.3152	0.1148	0.1500
7.6200	0.1122	0.1607	7.6200	0.1136	0.1580
7.9248	0.1110	0.1694	7.9248	0.1124	0.1662
8.2296	0.1097	0.1785	8.2296	0.1112	0.1747
8.5344	0.1087	0.1872	8.5344	0.1102	0.1829
8.8392	0.1096	0.1898	8.8392	0.1111	0.1865
9.1440	0.1105	0.1924	9.1440	0.1119	0.1902
9.4488	0.1113	0.1950	9.4488	0.1127	0.1938
9.7536	0.1122	0.1976	9.7536	0.1135	0.1974
10.0584	0.1131	0.2002	10.0584	0.1143	0.2010
10.3632	0.1139	0.2029	10.3632	0.1151	0.2046

Questo documento è proprietà di Enel E&C. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.

This document is property of Enel E&C. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.

	MONTALTO DI CASTRO (VT)	Document Documento n. PBMOG20015
	RELAZIONE GEOLOGICA E DI MODELLAZIONE SISMICA	REV. 02 29.06.21 Sheet Pagina 77 of di 79

10.6680	0.1148	0.2055	10.6680	0.1159	0.2082
10.9728	0.1157	0.2081	10.9728	0.1167	0.2117
11.2776	0.1165	0.2107	11.2776	0.1175	0.2153
11.5824	0.1172	0.2128	11.5824	0.1181	0.2180
11.8872	0.1174	0.2140	11.8872	0.1183	0.2186
12.1920	0.1175	0.2151	12.1920	0.1185	0.2192
12.4968	0.1177	0.2162	12.4968	0.1187	0.2198
12.8016	0.1178	0.2174	12.8016	0.1188	0.2204
13.1064	0.1180	0.2186	13.1064	0.1190	0.2210
13.4112	0.1181	0.2197	13.4112	0.1192	0.2217
13.7160	0.1183	0.2209	13.7160	0.1194	0.2223
14.0208	0.1184	0.2221	14.0208	0.1195	0.2230
14.3256	0.1185	0.2233	14.3256	0.1197	0.2237
14.6304	0.1185	0.2240	14.6304	0.1196	0.2240
14.9352	0.1181	0.2242	14.9352	0.1192	0.2239
15.2400	0.1177	0.2245	15.2400	0.1187	0.2238
15.5448	0.1173	0.2247	15.5448	0.1183	0.2237
15.8496	0.1169	0.2249	15.8496	0.1178	0.2237
16.1544	0.1165	0.2252	16.1544	0.1174	0.2236
16.4592	0.1161	0.2255	16.4592	0.1169	0.2235
16.7640	0.1157	0.2258	16.7640	0.1164	0.2235
17.0688	0.1153	0.2261	17.0688	0.1160	0.2234
17.3736	0.1149	0.2264	17.3736	0.1155	0.2234
17.6784	0.1145	0.2268	17.6784	0.1151	0.2234
17.9832	0.1140	0.2264	17.9832	0.1146	0.2228
18.2880	0.1133	0.2242	18.2880	0.1139	0.2208
18.5928	0.1126	0.2220	18.5928	0.1132	0.2188
18.8976	0.1120	0.2198	18.8976	0.1125	0.2167
19.2024	0.1113	0.2175	19.2024	0.1119	0.2147
19.5072	0.1106	0.2153	19.5072	0.1112	0.2126
19.8120	0.1099	0.2130	19.8120	0.1105	0.2106
20.1168	0.1093	0.2107	20.1168	0.1098	0.2085
20.7264	0.1079	0.2061	20.7264	0.1085	0.2043
21.3360	0.1065	0.2015	21.3360	0.1071	0.2001
21.9456	0.1051	0.1965	21.9456	0.1057	0.1953
22.5552	0.1037	0.1911	22.5552	0.1042	0.1897
23.1648	0.1022	0.1856	23.1648	0.1027	0.1839
23.7744	0.1007	0.1801	23.7744	0.1012	0.1781
24.3840	0.0993	0.1744	24.3840	0.0997	0.1721

Questo documento è proprietà di Enel E&C. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.

This document is property of Enel E&C. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.

	MONTALTO DI CASTRO (VT)	Document Documento n. PBMOG20015
	RELAZIONE GEOLOGICA E DI MODELLAZIONE SISMICA	REV. 02 29.06.21 Sheet Pagina 78 of di 79

24.9936	0.0978	0.1687	24.9936	0.0982	0.1661
25.6032	0.0963	0.1632	25.6032	0.0967	0.1603
26.2128	0.0951	0.1590	26.2128	0.0954	0.1560
26.8224	0.0939	0.1549	26.8224	0.0941	0.1518
27.4320	0.0927	0.1510	27.4320	0.0928	0.1478
28.0416	0.0915	0.1474	28.0416	0.0915	0.1440
28.6512	0.0902	0.1441	28.6512	0.0902	0.1404
29.2608	0.0890	0.1411	29.2608	0.0889	0.1371
29.8704	0.0879	0.1408	29.8704	0.0878	0.1376
30.4800	0.0867	0.1407	30.4800	0.0866	0.1384
31.0896	0.0856	0.1407	31.0896	0.0855	0.1393
31.6992	0.0845	0.1407	31.6992	0.0843	0.1403
32.3088	0.0833	0.1410	32.3088	0.0832	0.1414
32.9184	0.0822	0.1413	32.9184	0.0820	0.1427
33.5280	0.0810	0.1426	33.5280	0.0809	0.1439
34.1376	0.0798	0.1444	34.1376	0.0797	0.1453
34.7472	0.0787	0.1463	34.7472	0.0785	0.1467
35.3568	0.0775	0.1483	35.3568	0.0773	0.1482
35.9664	0.0763	0.1504	35.9664	0.0762	0.1498
36.5760	0.0751	0.1527	36.5760	0.0750	0.1518
37.1856	0.0738	0.1566	37.1856	0.0738	0.1561
37.7952	0.0725	0.1610	37.7952	0.0727	0.1610
38.4048	0.0711	0.1660	38.4048	0.0715	0.1665
39.0144	0.0698	0.1714	39.0144	0.0703	0.1726
39.6240	0.0685	0.1773	39.6240	0.0691	0.1791
40.2336	0.0672	0.1836	40.2336	0.0678	0.1855
40.8432	0.0659	0.1904	40.8432	0.0664	0.1924
41.4528	0.0646	0.1978	41.4528	0.0650	0.2000
42.0624	0.0632	0.2057	42.0624	0.0637	0.2082
42.6720	0.0620	0.2135	42.6720	0.0624	0.2164
43.2816	0.0608	0.2202	43.2816	0.0612	0.2238
43.8912	0.0596	0.2277	43.8912	0.0601	0.2318
44.5008	0.0585	0.2359	44.5008	0.0590	0.2405
45.1104	0.0573	0.2449	45.1104	0.0578	0.2499
45.7200	0.0561	0.2536	45.7200	0.0567	0.2589
46.3296	0.0551	0.2608	46.3296	0.0556	0.2664
46.9392	0.0540	0.2687	46.9392	0.0545	0.2748
47.5488	0.0529	0.2773	47.5488	0.0533	0.2840
48.1584	0.0518	0.2868	48.1584	0.0522	0.2941

Questo documento è proprietà di Enel E&C. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.

This document is property of Enel E&C. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.

	MONTALTO DI CASTRO (VT)	Document Documento n. PBMOG20015
	RELAZIONE GEOLOGICA E DI MODELLAZIONE SISMICA	REV. 02 29.06.21 Sheet Pagina 79 of di 79

48.7680	0.0508	0.2963	48.7680	0.0512	0.3042
49.3776	0.0498	0.3056	49.3776	0.0503	0.3139
49.9872	0.0488	0.3158	49.9872	0.0493	0.3247
50.5968	0.0478	0.3272	50.5968	0.0484	0.3368
51.2064	0.0468	0.3399	51.2064	0.0474	0.3503
51.8160	0.0458	0.3539	51.8160	0.0464	0.3653
52.4256	0.0453	0.3561	52.4256	0.0459	0.3668
53.0352	0.0449	0.3571	53.0352	0.0454	0.3668
53.6448	0.0445	0.3581	53.6448	0.0449	0.3668
54.2544	0.0441	0.3591	54.2544	0.0445	0.3668
54.8640	0.0437	0.3602	54.8640	0.0440	0.3669
55.4736	0.0433	0.3614	55.4736	0.0435	0.3670
56.0832	0.0430	0.3617	56.0832	0.0432	0.3665
56.6928	0.0427	0.3618	56.6928	0.0430	0.3659
57.3024	0.0424	0.3622	57.3024	0.0428	0.3656
57.9120	0.0421	0.3629	57.9120	0.0426	0.3656
58.5216	0.0418	0.3638	58.5216	0.0423	0.3658
59.1312	0.0416	0.3650	59.1312	0.0421	0.3663
59.7408	0.0413	0.3670	59.7408	0.0418	0.3682
60.3504	0.0410	0.3696	60.3504	0.0416	0.3711
61.8744	0.0403	0.3768	61.8744	0.0408	0.3790
63.3984	0.0396	0.3831	63.3984	0.0401	0.3856
64.9224	0.0388	0.3813	64.9224	0.0392	0.3826
66.4464	0.0380	0.3798	66.4464	0.0384	0.3806
67.9704	0.0373	0.3732	67.9704	0.0378	0.3744
69.4944	0.0367	0.3616	69.4944	0.0374	0.3583
71.0184	0.0364	0.3447	71.0184	0.0371	0.3447
72.5424	0.0364	0.3314	72.5424	0.0367	0.3284
74.0664	0.0363	0.3190	74.0664	0.0365	0.3145
75.5904	0.0363	0.3066	75.5904	0.0365	0.3067
77.1144	0.0362	0.2950	77.1144	0.0365	0.3001
78.6384	0.0361	0.2843	78.6384	0.0364	0.2948

Questo documento è proprietà di Enel E&C. E' severamente proibito riprodurre anche in parte il documento o divulgare ad altri le informazioni contenute senza la preventiva autorizzazione scritta.

This document is property of Enel E&C. It is strictly forbidden to reproduce this document, wholly or partially, and to provide any related information to others without previous written consent.