REGIONE DELL'UMBRIA

COMUNE DI MASSA MARTANA

REALIZZAZIONE DI UN BLOCCO DI LOCULI PUBBLICI ALL'INTERNO DELL'AMPLIAMENTO DEL CIMITERO DEL CAPOLUOGO

PRIMO STRALCIO

P R O G E T T O E S E C U T I V O

STUDIO LOMBARDINI S.R.L.

VOC. BODOGLIE 180/12 - 06059 TODI (PG) - T +390758987785 - F +390758981334 - info@studiolombardini.com

PROGETTISTA e DL
Ing. Lombardini Andrea

IL R.U.P.
Ing. Marianna Grigioni

Titolo Elaborato

RELAZIONE GEOLOGICA

Progetto	Fase	Release	Elaborato	Parte	Revisione	Tavola	Scala
S008010	A02	R0	B01	P01	R0	01/01	/

Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Controllato	Approvato
0	13/10/2016	PRIMA EMISSIONE	AL	AL	AL
1					
2					
3					

COMUNE DI MASSA MARTANA
PROVINCIA DI PERUGIA

RELAZIONE GEOLOGICA – GEOMORFOLOGICA-IDROGEOLOGICA E CONSIDERAZIONI GEOTECNICHE

RELATIVA ALLA REALIZZAZIONE DI UN BLOCCO DI LOCULI PUBBLICI CIVICO CIMITERO DI MASSA MARTANA

LOCALITA' : **Civico Cimitero Massa Martana**

RIF. CATASTALI : **Foglio n°22 Particelle n°**

COMMITTENTI : **Comune Massa Martana**

TECNICO LITI GEOLOGICO

Dott. Geol. Stefano LITI

Via Roma 5/m 05021
Acquasparta TR
Tel. 0744/930647
C.F. LTISFN68R19AO45B

Dott. Geologo Stefano LITI

ORDINE DEI GEOLOGI
DOTT. GEOLOGO
LITI STEFANO
ALBO
288

Acquasparta Settembre 2016

PREMESSA

Nel mese di Settembre 2016 per conto del Comune di Massa Martana su incarico dello Stduio Ing. Lombardini Andrea , è stato eseguito un rilevamento geologico di superficie sul terreno in studio per il progetto di realizzazione di un Blocco di Loculi Pubblici all'interno del Civico Cimitero di di Massa Martana.

I terreni interessati dall'opera, risultano censiti al Catasto terreni del Comune di Massa Martana al Foglio n° 22 .

L'ampiezza dell'area investigata è stata definita in funzione delle sue caratteristiche litologiche, geomorfologiche e idrogeologiche.

Scopo del lavoro è stato quello di accertare ed analizzare:

- gli aspetti idrologici e morfologici del territorio;
- le condizioni litologiche locali;
- i parametri geotecnici e geofisici delle terre in situ.

Le considerazioni riportate sono basate sui dati acquisiti tramite un rilevamento geologico di superficie e sull'analisi dei dati derivanti dall'elaborazione delle indagini geognostiche e geofisiche realizzate nel sito oggetto di intervento da parte dell'Impresa Società Geologica S.r.l. nel periodo 2014 e 2016 sempre su incarico dello scrivente.

In particolare sono state effettuate:

- n° 2 prove penetrometriche dinamiche medie;

- n° 1 indagine geofisica di tipo MASW.

Periodo dello studio e delle indagini: **Dicembre 2014 – Settembre 2016.**

.GEOMORFOLOGIA E GEOLITOLOGIA

L'area indagata, è ubicata ad Est del comune di Massa Martana, ad una quota topografica di circa 387 m s.l.m.

Il sito in esame risulta stabile dal punto di vista geologico e geomorfologico; infatti, dall'accurato rilevamento geologico di superficie effettuato e dalla realizzazione delle indagini geognostiche e geofisiche realizzate nel sito oggetto di intervento, esso non risulta essere interessato da fenomeni franosi attivi e/o quiescenti, nonostante la **TAVOLA N°180 DEL P.A.I. (PIANO STRALCIO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO)** riporti la presenza di un fenomeno franoso inattivo (falda/cono di detrito).

La categoria topografica può essere assunta pari a T2: aree pianeggianti con inclinazione media > 15°.

Geologicamente, tutto il settore è caratterizzato dalla fascia di transizione tra i depositi terrigeni a granulometria grossolana (detriti di falda) ed i termini afferenti alla serie stratigrafica del Lago Tiberino rappresentati qui da una piccola placca di travertini poggianti sulle argille grigie.

Nel particolare, la geologia della zona oggetto d'intervento, appare caratterizzata dalla presenza di ***detrito di falda*** come si può osservare dalla consultazione della **Carta Geologica d'Italia scala 1:100.000 Foglio n°131 (Foligno)**.

INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Il lotto in questione è ubicato lungo la zona più depressa di una fascia che funge da raccordo morfologico tra la struttura montuosa dei Monti Martani ad Oriente e la Zona di affioramento dei depositi Villafranchiani ad Occidente. In particolare , il sito in studio è ubicato tra rilievi montuosi dei Monti Martani,e la zona pedemontana sita

alle pendici degli stessi ed è compresa tra le quote 380-420 mt s.l.m..

Il litotipo affiorante nell'area è rappresentato dai depositi detritici derivanti dal disfacimento dei rilievi carbonatici della catena Martana.

Al di sotto di questa coltre di terreni detritici sono presenti banconi di travertino litoide ; tali travertini si sono sovrapposti con discordanza stratigrafica ai depositi di chiusura del ciclo sedimentario continentale del "Lago Tiberino" che nel Plio-Pleistocene (Villafranchiano Auctt.) ricopriva la zona e che sono in affioramento immediatamente ad Ovest di Acquasparta ove in alcuni punti raggiungono uno spessore complessivo superiore ai 50 metri .

Facendo riferimento all'assetto geologico strutturale del *bedrock* costituito dalla Serie Stratigrafica Umbro – Marchigiana, il sito è ubicato sul bordo occidentale di un'ampia depressione tettonica originatesi durante la fase distensiva che ha interessato questo settore dell' Appennino settentrionale durante il Pliocene sup. – Pleistocene . Ad Est del *graben* in oggetto si sviluppa la struttura anticlinalica individuata dalla dorsale dei Monti Martani la quale coinvolge nella deformazione i terreni della successione sedimentaria meso – cenozoica Umbro – Marchigiana, dai calcari e marne Triassiche (Formazione dei calcari marnosi a Rhaetavicula Contorta) , che affiorano al nucleo della struttura, fino ai termini Oligo – miocenici della Scaglia Cinerea e del Bisciaro. La suddetta dorsale presenta il fianco orientale rovesciato ad Est su di un ampio sinclinorio al cui nucleo affiora la Formazione dello Schlier.

La depressione tettonica e la dorsale Martana sono separate da un importante sistema di faglie dirette denominato "Faglia bordiera dei Monti Martani" immergente ad Ovest con direzione NNO –SSE, la quale sembra essere anche una struttura sismogenetica attiva alla luce delle scosse che si sono verificate ultimamente lungo questo settore.

IDROGRAFIA ED IDROGEOLOGIA

L'area in esame non presenta particolari situazioni di importanza idrogeologica;

la natura granulare dei sedimenti affioranti garantisce infatti una medio-alta permeabilità del terreno, non permettendo l'affioramento di falde idriche e limitando fortemente il ruscellamento superficiale; si nota solo la presenza di alcuni fossi a regime stagionale che convogliano le acque verso il collettore principale dell'area rappresentato dal Fosso castelrinaldi, che scorre a Sud rispetto al sito in esame e la cui direzione di flusso è da NE a SO, raccogliendo tutte le acque provenienti dall'esteso reticolo di fossi e rivoli dell'intera zona.

Durante l'esecuzione delle prove penetrometriche realizzate nel sito oggetto d'intervento non è stata intercettata alcuna falda acquifera. Per quanto riguarda la quota della stessa, risulta essere ubicata oltre i - 15,00 metri di profondità dal piano attuale di campagna, anche se più superficialmente possono essere presenti modeste falde sospese all'interno dei livelli sabbiosi - travertinosi.

Date le condizioni morfologiche e ideologiche del sito, non si evincono ostacoli costruttivi nei confronti dell'opera prevista.

CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Classificazione Sismica

Sulla base dell'O.P.C.M. n° 3274/2003 della DGR 852/2003 e dell'O.P.C.M n° 35119/2006, ciascuna zona sismica è individuata mediante i valori di accelerazione massima del suolo ag con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni , riferita a suolo rigidi caratterizzati da Vs30 > 800 m/s (categoria A) di cui al D.M. 14/01/2008. Pertanto il Territorio del Comune di Massa Martana risulta caratterizzato da 0.15< ag<0.025 a cui corrisponde una Zona Sismica 2.

Pericolosità sismica di base (Macrozonazione Sismica)

Le azioni sismiche di progetto si definiscono a partire dalla pericolosità di base del sito di costruzione. La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione massima attesa ag in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido (Tipo A) , con superficie topografica orizzontale nonché di ordinate dello spettro di risposta

elestico in accelerazione ad essa corrispondente Sc (T) con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza (PVR), nel periodo di riferimento (VR). (Par. 3.2 D.M. 14/01/2008).

Le forme spettrali sono definite per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR dai valori dei seguenti parametri in riferimento ad un sito rigido (Tipo A) e orizzontale:

ag = accelerazione orizzontale massima al sito;

Fo = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

TC*= periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale;

Attraverso il programma Excel Spettri NCT versione 1.0.3 messo a disposizione dal consiglio superiore dei Lavori Pubblici è stato possibile definire i parametri per lo specifico sito (individuato dalle coordinate geografiche ad Est di Greenwich) interpolando mediante media ponderata i "valori dei nodi" .

Coordinate (ED50) del sito Oggetto ;- Latitudine Lat 42° 78' 201"

Longitudine 12° 52' 90".

L'azione sismica è valutata in relazione ad un periodo di riferimento dell'opera (VR) e allo stato limite (SL) da verificare, cui è associata una prefissata probabilità di superamento (PVR).

VR= VN*CU

Dove

VR definisce il periodo di osservazione durante il quale ad ogni stato limeite viene definito un terremoto di intensità prefissata specificata da una probabilità di superamento , durantevtale periodo dell'azione da considerare;

VN = vita nominale " numero degli anni nel quale la struttura è soggetta alla manutenzione ordinaria , deve poter essere usata per lo scopo per la quale è destinata"

CU = coefficiente d'uso, definito in base alla classe d'uso. " In presenza di azioni sismiche con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un

eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso" a ciascuna delle quali è associato un coefficiente d'uso.

In ipotesi considerando che ai sensi del D.M. 14/01/2008 all'opera in progetto possa essere attribuita una vita nominale VN superiore ai 50 anni e che l'intervento possa essere inserito in classe d'uso II alla quale corrisponde un coefficiente d'uso CU =1 il periodo di riferimento (VR=VN*CU) per l'azione sismica da considerare è VR≥50.

Sulla base di tali considerazioni si fornisce di seguito il grafico degli spettri di risposta per i diversi stati limite e la tabella dei parametri per i diversi tempi di ritorno associati a ciascuno stato limite.

Risposta sismica locale effetti di Sito (Microzonazione Sismica)

Il segnale sismico può subire per effetto di determinati fattori, fenomeni di amplificazione rispetto al moto che avrebbe in un sito rigido (sottosuolo di categoria A) con superficie topografica orizzontae. I fattori che concorrono ad amplificare il segnale sismico sono legati alla topografia del sito , alla stratigrafia dei depositi presenti ed alle proprietà fisico-meccaniche dei materiali che li costituiscono.

Per il sito in studio risulta quanto segue.

Amplificazione litostratigrafica

Sulla base dei risultati ottenuti attraverso lo stendi mento sismico eseguito nell'area di cui si allega il rapporto di indagine è stato possibile identificare una categoria di suolo B.

Questa categoria comprende **B** *Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT,30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu,30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).

Il Valore di accelerazione orizzontale su suolo rigido è pari a 0,25 g.

Amplificazione topografica

In considerazione del fatto che l'area di intervento si colloca alla base di un versante con pendenza media > 15° si ritiene di poter attribuire al sito una categoria topografica T2 corrispondente ad un coefficiente di amplificazione topografica St=1,2

Verifica condizioni di liquefazione

In considerazione delle NTC08 si ha la necessità di verificare si vi siano le condizioni di possibili rischi di liquefazione dei terreni presenti nel sottosuolo. Tali verifiche si possono omettere, perché il rischio non sussiste, qualora siano soddisfatte delle condizioni tra cui l'assenza di una falda idrica con una profondità media entro i 15 metri dal piano come avviene nel sito in esame.

CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL SUOLO

Per quanto riguarda la **zona sismica** il territorio di Massa Martana, indicato nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003, aggiornato con la Delibera della Giunta Regionale dell'Umbria n. 1111 del 18 settembre 2012 (BUR n. 47 del 3/10/2012) risulta classificato come *Zona 2*; mentre il terreno investigato e sede del futuro intervento edilizio rientra nella *Categoria B* della suddetta ordinanza.

Questa categoria comprende **B** *Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT,30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu,30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).

Il Valore di accelerazione orizzontale su suolo rigido è pari a 0,25 g.

La categoria Topografica è la T2.

ANALISI CARTOGRAFIE E ALTRI VINCOLI

Da un punto di vista geomorfologico non sono stati trattati argomenti relativi alla franosità storica poiché nell'area oggetto di intervento non sono mai stati segnalati tali eventi, tantomeno sono presenti nella cartografia relativa al Dissesto dell'IFFI.
Lo stesso per quanto riguarda gli aspetti Idrogeologici poiché l'area non oggetto di valutazioni dell'Autorità di Bacino del Fiume Tevere, anche per l'assenza di corpi idrici significativi nelle vicinanze del sito .
Il PAI bis è entrato in vigore il 13 agosto 2013 (il giorno successivo alla sua pubblicazione nella Gazzetta Ufficiale n°188 del 12 agosto 2013) ed era stato approvato con Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri il 10 aprile 2013.Dall'esame della cartografia attuale si evince che il sito in oggetto di studio non rientra nelle aree perimetrale a rischio esondazione ,né del reticolo principale ,né del reticolo secondario , altresì lo stesso non rientra nelle aree a rischio frana

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E CONSIDERAZIONI

Dalle n° 2 prove penetrometriche dinamiche medie eseguite nel sito oggetto del presente studio è stata desunta la presenza delle seguenti litologie, di cui vengono riportati in tabella i principali parametri geotecnici medi.

Con riferimento alla quota del piano di campagna si evince che il profilo geotecnico dei terreni attraversati è scadente per i primi 0.8-09 m
Il progetto prevede realizzazione di un Blocco di loculi Pubblici.
In considerazione del fatto che la morfologia del terreno presenta nell'area oggetto del progetto un profilo abbastanza omogeneo si consiglia di effettuare uno sbancamento di 080 -0.90 metri dal p.d.c e realizzare una platea armata come fondazione.
Si riassumono di seguito le caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione

Utilizzando come dati di partenza i risultati delle prove penetro metriche allineandoli a considerazioni su esperienze professionali

PP1 / LITOLOGIA	Profondità (m)	Φ (°)	γ_{NAT} (t/m^3)	C_u (kg/cm^2)	C_D (kg/cm^2)	K (kg/cm^2)
[1] - Terreno vegetale / riporto antropico	0.00-0.90	18.00	1.70	0.14	0.01	0.50
[2] - sabbia limosa addensata con ciottoli	0.90-2.00	26.00	2.10	0.00	0.00	2.00
[3] - Detriti in matrice sabbiosa rossastra	2.00-2.60	30.00	2.21	0.00	0.00	4.00

PP2 / LITOLOGIA	Profondità (m)	Φ (°)	γ_{NAT} (t/m^3)	C_u (kg/cm^2)	C_D (kg/cm^2)	K (kg/cm^2)
[1] - Terreno vegetale / riporto antropico	0.00 - 0.50	18.00	1.70	0.14	0.01	0.50
[2] - sabbia limosa addensata con ciottoli	0.50 - 1.30	26.00	2.10	0.00	0.00	2.00
[3] - Detriti in matrice sabbiosa rossastra	1.30 - 3.00	30.00	2.21	0.00	0.00	4.00

Legenda: γ_{NAT} =peso in volume naturale; ϕ= angolo d'attrito interno efficace; C_D=coesione drenata (efficace); C_u=coesione non drenata; **K**=coefficiente di sottofondo.

CONCLUSIONI

Sulla base delle caratteristiche litotecniche, idrogeologiche e geomorfologiche della zona in studio e facendo riferimento alla normativa vigente in materia si perviene alle seguenti conclusioni:

- Il sito oggetto di studio risulta idoneo e le opere di progetto non comportano alcuna modifica da un punto di vista strettamente geologico – idrogeologico – geomorfologico ed idraulico;

- Il sito in esame risulta stabile dal punto di vista geologico e geomorfologico; infatti, dall'accurato rilevamento geologico di superficie effettuato e dalla realizzazione delle indagini geognostiche e geofisiche realizzate nel sito oggetto di intervento, esso non risulta essere interessato da fenomeni franosi attivi e/o quiescenti, nonostante la **TAVOLA N°180 DEL P.A.I. (PIANO STRALCIO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO)** riporti la presenza di un fenomeno franoso inattivo (falda/cono di detrito);

- Non si nota una circolazione randagia di acque meteoriche provenienti dalle aree limitrofe;

- Durante l'esecuzione delle prove penetrometriche realizzate nel sito oggetto d'intervento non è stata intercettata alcuna falda acquifera. Per quanto riguarda la quota della stessa, risulta essere ubicata oltre i - 15,00 metri di profondità dal piano attuale di campagna, anche se più superficialmente possono essere presenti modeste falde sospese all'interno dei livelli sabbiosi .

La categoria topografica può essere assunta pari a T2: aree pianeggianti con inclinazione media > 15°.

Per quanto attiene la nuova normativa sismica, il sito in esame, rientra nella categoria di suolo ***B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu30> 250 kPa nei terreni a grana fina).***

Settembre 2016

GEOLOGO STEFANO LITI

DOTT. GEOLOGO LITI STEFANO ALBO 288

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

Committente: Cantiere: Località:	

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DL-30 (60°)

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	30 Kg
Altezza di caduta libera	0,20 m
Peso sistema di battuta	11 Kg
Diametro punta conica	35,68 mm
Area di base punta	10 cm²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	2,4 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,80 m
Avanzamento punta	0,10 m
Numero colpi per punta	N(10)
Coeff. Correlazione	0,783
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	60 °

Società Geologica srl

PROVA ... Nr.1

Strumento utilizzato... DL-30 (60°)
Prova eseguita in data 19/12/2014
Profondità prova 2,60 mt
Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0,10	4	0,857	14,21	16,59	0,71	0,83
0,20	9	0,855	31,90	37,33	1,60	1,87
0,30	7	0,853	24,76	29,03	1,24	1,45
0,40	4	0,851	14,11	16,59	0,71	0,83
0,50	5	0,849	17,60	20,74	0,88	1,04
0,60	5	0,847	17,56	20,74	0,88	1,04
0,70	5	0,845	17,53	20,74	0,88	1,04
0,80	5	0,843	17,49	20,74	0,87	1,04
0,90	11	0,842	36,38	43,23	1,82	2,16
1,00	26	0,740	75,59	102,18	3,78	5,11
1,10	30	0,738	87,01	117,90	4,35	5,90
1,20	29	0,736	83,92	113,97	4,20	5,70
1,30	31	0,685	83,40	121,83	4,17	6,09
1,40	37	0,683	99,30	145,41	4,96	7,27
1,50	36	0,681	96,38	141,48	4,82	7,07
1,60	36	0,680	96,15	141,48	4,81	7,07
1,70	38	0,678	101,25	149,35	5,06	7,47
1,80	39	0,626	96,00	153,28	4,80	7,66
1,90	44	0,625	102,66	164,32	5,13	8,22
2,00	40	0,623	93,09	149,38	4,65	7,47
2,10	55	0,622	127,68	205,39	6,38	10,27
2,20	50	0,620	115,79	186,72	5,79	9,34
2,30	47	0,619	108,58	175,52	5,43	8,78
2,40	51	0,617	117,54	190,46	5,88	9,52
2,50	56	0,616	128,76	209,13	6,44	10,46
2,60	60	0,614	137,63	224,07	6,88	11,20

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1

Strato	Prof. (m)	Nspt	Tipo	Peso unità di volume (t/m³)	Peso unità di volume saturo Saturo (t/m³)	Angolo di resistenza al taglio (°)	Coesione non drenata (Kg/cm²)	Modulo Edometrico (Kg/cm²)	Modulo Elastico (Kg/cm²)	Modulo Poisson	Modulo di taglio G (Kg/cm²)	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - Terreno vegetale / riporto antropico	0,9	4,00	Coesivo Incoerente	1,70	1,87	22	0,14	18,35	40,00	0,35	239,25	74,53
[2] - sabbia limosa addensata con ciottoli	2,0	27,00	Incoerente	2,10	2,50	35	--	82,92	210,00	0,3	1440,11	129,98
[3] - Detriti in matrice sabbiosa rossastra	2,6	41,00	Incoerente	2,21	2,50	40	--	111,68	280,00	0,27	2132,70	152,74

PROVA ... Nr.2

Strumento utilizzato... DL-30 (60°)
Prova eseguita in data 19/12/2014
Profondità prova 3,00 mt
Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0,10	7	0,857	24,87	29,03	1,24	1,45
0,20	7	0,855	24,81	29,03	1,24	1,45
0,30	5	0,853	17,68	20,74	0,88	1,04
0,40	6	0,851	21,17	24,88	1,06	1,24
0,50	7	0,849	24,64	29,03	1,23	1,45
0,60	9	0,847	31,62	37,33	1,58	1,87
0,70	10	0,845	35,05	41,47	1,75	2,07
0,80	14	0,793	46,06	58,06	2,30	2,90
0,90	12	0,842	39,69	47,16	1,98	2,36
1,00	12	0,840	39,60	47,16	1,98	2,36
1,10	13	0,788	40,26	51,09	2,01	2,55
1,20	11	0,836	36,15	43,23	1,81	2,16
1,30	16	0,785	49,33	62,88	2,47	3,14
1,40	27	0,733	77,77	106,11	3,89	5,31
1,50	39	0,631	96,75	153,28	4,84	7,66
1,60	46	0,630	113,81	180,79	5,69	9,04
1,70	41	0,628	101,18	161,14	5,06	8,06
1,80	35	0,676	93,03	137,55	4,65	6,88
1,90	39	0,625	90,99	145,64	4,55	7,28
2,00	42	0,623	97,74	156,85	4,89	7,84
2,10	37	0,672	92,80	138,17	4,64	6,91
2,20	50	0,620	115,79	186,72	5,79	9,34
2,30	42	0,619	97,03	156,85	4,85	7,84
2,40	48	0,617	110,63	179,25	5,53	8,96
2,50	58	0,616	133,36	216,60	6,67	10,83
2,60	50	0,614	114,69	186,72	5,73	9,34
2,70	48	0,613	109,85	179,25	5,49	8,96
2,80	47	0,611	107,32	175,52	5,37	8,78
2,90	58	0,610	125,87	206,32	6,29	10,32
3,00	64	0,609	138,58	227,67	6,93	11,38

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2

Strato	Prof. (m)	Nspt	Tipo	Peso unità di volume (t/m³)	Peso unità di volume saturo Saturo (t/m³)	Angolo di resistenza al taglio (°)	Coesione non drenata (Kg/cm²)	Modulo Edometrico (Kg/cm²)	Modulo Elastico (Kg/cm²)	Modulo Poisson	Modulo di taglio G (Kg/cm²)	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - Terreno vegetale / riporto antropico	0,5	5,00	Coesivo Incoerente	1,76	1,88	23	0,11	22,94	50,00	0,34	295,08	69,16
[2] - Sabbie limose scarsamente addensate	1,3	9,00	Incoerente	1,70	1,91	26	--	45,95	---	0,34	512,74	98,03
[3] - Detriti in matrice sabbiosa rossastra	3,0	39,00	Incoerente	2,20	2,50	40	--	107,57	270,00	0,28	2034,76	149,46

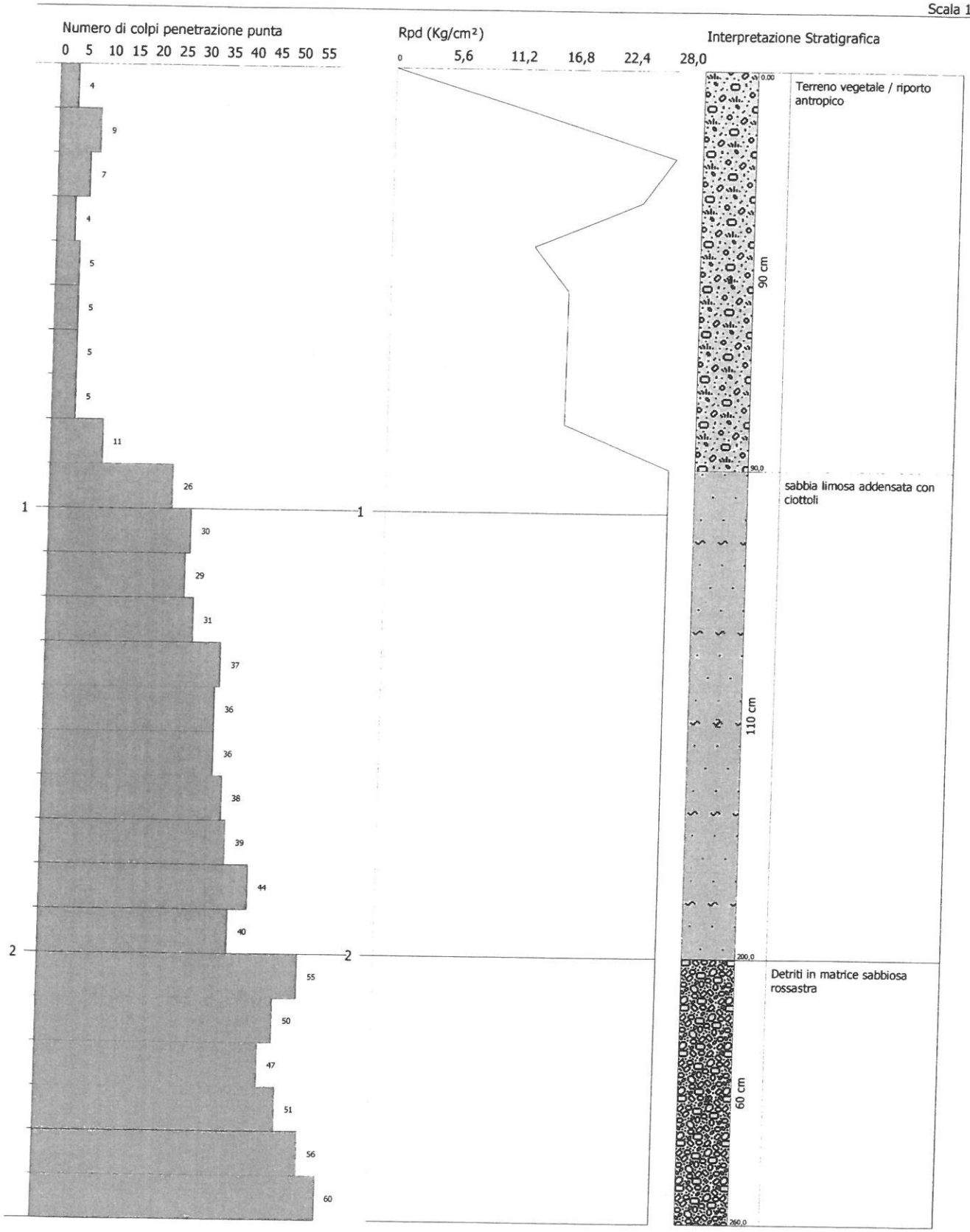
GEOSTRU SOFTWARE SRL
VIA LUNGOMARE
89032 BIANCO RC ITALY
www.geostru.com

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1
Strumento utilizzato... DL-30 (60°)

Committente:
Cantiere:
Località:

Data: 19/12/2014

Scala 1:12



SIGNATURE 1

SIGNATURE 2

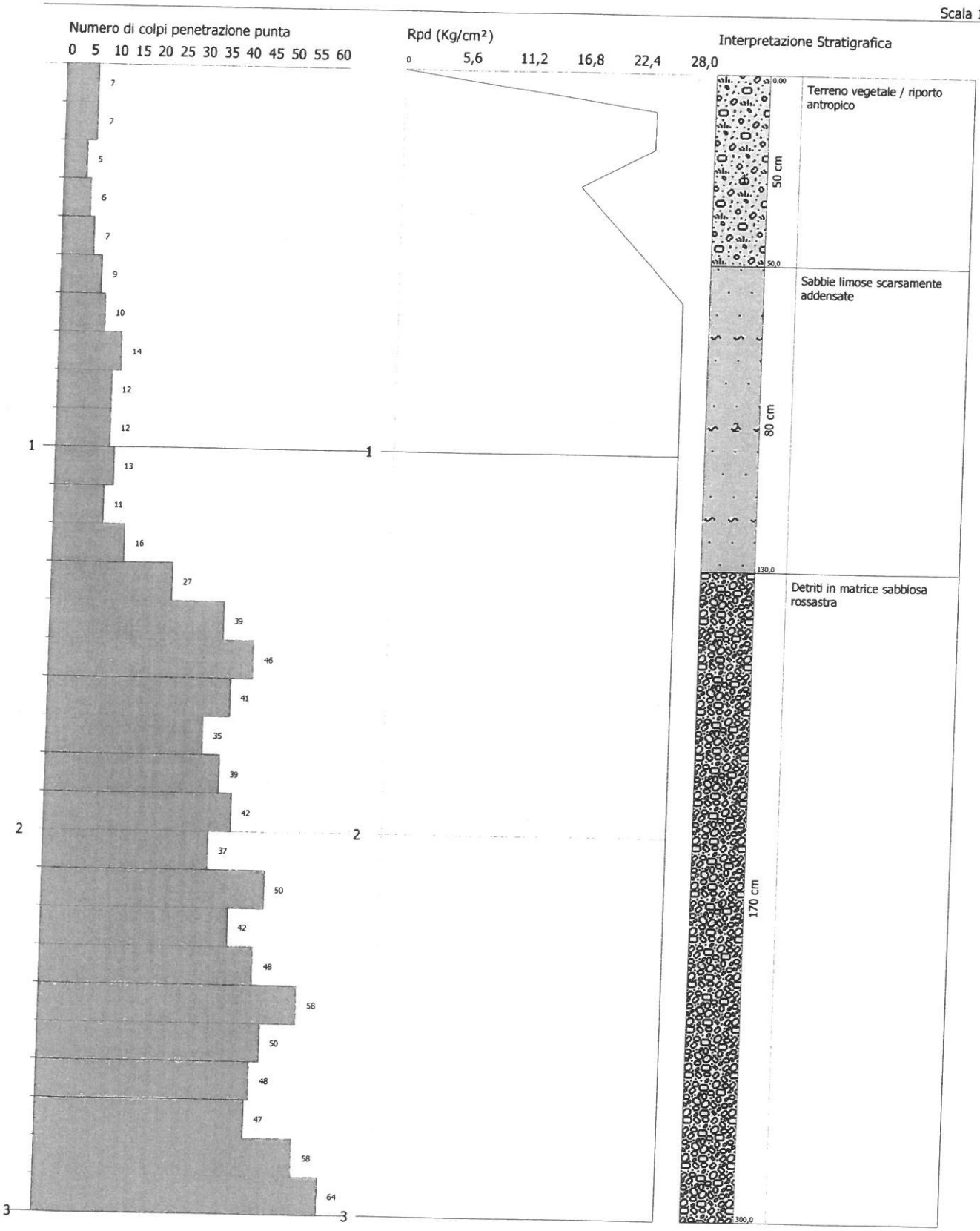
GEOSTRU SOFTWARE SRL
VIA LUNGOMARE
89032 BIANCO RC ITALY
www.geostru.com

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2
Strumento utilizzato... DL-30 (60°)

Committente:
Cantiere:
Località:

Data: 19/12/2014

Scala 1:14



SIGNATURE 1

SIGNATURE 2

Società Geologica Srl
Via G. Vitalone 18 - 05100 Terni
Cod. Fisc./P.IVA 01374990552

REGIONE UMBRIA

PROVINCIA DI PERUGIA

COMUNE DI MASSA MARTANA

COMMITTENTE:
Dott. Geol. Stefanoliti

INDAGINE MASW

MULTI-CHANNEL ANALYSIS OF SURFACE WAVES
(ANALISI MULTI-CANALE DI ONDE DI SUPERFICIE)

DATA:
SETTEMBRE 2016

SOCIETA' GEOLOGICA S.R.L

SOCIETA' GEOLOGICA s.r.l.
Via G. Di Vitalone, 18 - 05100 TERNI
Tel. 0744 402427 / Fax 0744 293784
P. IVA 01374990552

PREMESSA

Nel mese di Settembre 2016 è stata eseguita una indagine di tipo MASW (*Multi-channel Analysis of Surface Waves*) all'interno del territorio del Comune di Massa Martana, in Provincia di Perugia.

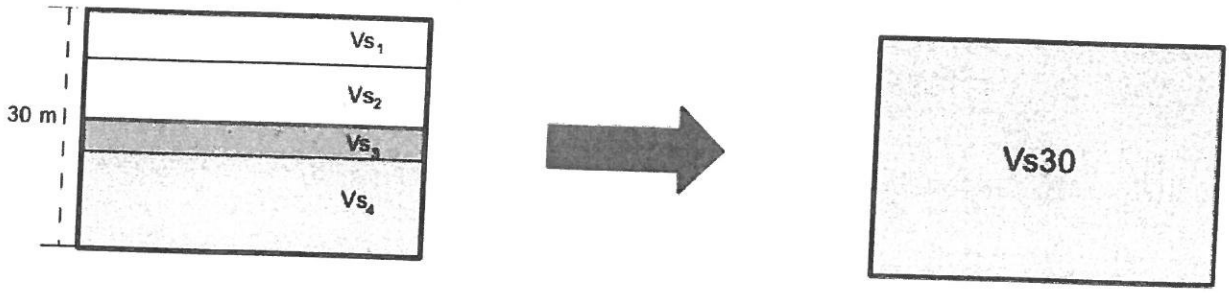
L'indagine è consistita nell'esecuzione di n. 1 stendimento di lunghezza pari a 24 m, e le acquisizioni sono state effettuate utilizzando il Sismografo a 12 canali 16SG24 della P.A.S.I. s.r.l. di Torino; come sorgente di energia è stata utilizzata una mazza di battuta su piastra in alluminio, mentre la successiva elaborazione è avvenuta mediante il software WinMASW, della Eliosoft.

NOTE TEORICHE

A cosa serve sapere la V_s?

La questione della conoscenza della velocità delle onde S, V_s, è venuta alla ribalta in relazione alle novità normative in materia antisismica, in quanto utile a stimare l'effetto di sito (amplificazione litologica). La recente normativa (D.M. 14.01.2008) ha introdotto la definizione dell'azione sismica di progetto per diverse categorie di suolo di fondazione, sulla base del parametro $\mathbf{V_{s30}}$, definito come la media equivalente delle velocità delle onde S nei primi 30 m di profondità, secondo la relazione:

$$Vs_{30} = \frac{30}{\sum \frac{h_i}{Vs_i}}$$



Le categorie di suolo descritte dal D.M. 14.01.2008 e classificate in base al parametro Vs30 sono le seguenti:

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

La V_s ha un notevole valore anche dal punto di vista dell'ingegneria civile (ricordiamo ad esempio che il *modulo di taglio* è dato dal prodotto della densità per il quadrato della V_s) e, in generale, la conoscenza di V_s e V_p consente di effettuare una serie di considerazioni sulle caratteristiche geofisiche geomeccaniche e litologiche.

Si ricordi, giusto per dare un motivo di riflessione, come la V_p sia fortemente influenzata dalla presenza di acqua (le rifrazioni in V_p fatte in pianura alluvionale forniscono V_p attorno a 1500 m/s a pochissimi metri di profondità proprio a causa della "tavola d'acqua") mentre la V_s ne sia solo modestamente influenzata.

Cos'è una misura MASW

MASW è l'acronimo di *Multi-channel Analysis of Surface Waves* (*Analisi Multi-canale di Onde di Superficie*): il fenomeno che si analizza è la propagazione delle onde di superfcie, prodotte attraverso una *sorgente*.

Più precisamente si analizza la ***dispersione*** delle onde di superfice (il particolare fenomeno in base al quale onde caratterizzate da diverse frequenze viaggiano a profondità diverse); il principio base è piuttosto semplice: le varie componenti (frequenze) del segnale

(cioè dell'onda sismica che si propaga) viaggiano a profondità diverse, attraverso mezzi con caratteristiche meccaniche, e quindi velocità, diverse; dall'interpretazione delle indagini è possibile ottenere *una curva di dispersione*, che mostra la velocità corrispondente a diverse frequenze e, quindi, a diverse profondità, secondo l'esempio mostrato in figura 1.

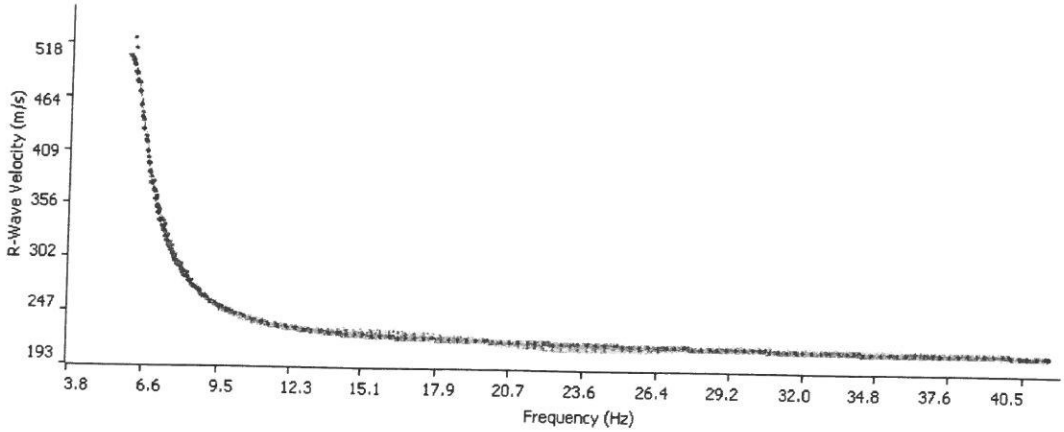


Figura 1: Esempio di curva di dispersione

Lunghezze d'onda più ampie (corrispondenti a frequenze più basse) viaggiano più in profondità (in altri termini *sentono* gli strati più profondi), mentre le piccole lunghezze d'onda (corrispondenti alle frequenze più alte) si concentrano nella parte più superficiale; poiché tipicamente la velocità delle onde sismiche aumenta con la profondità, le frequenze più basse viaggeranno ad una velocità maggiore rispetto le frequenze più alte.

Tradizionalmente le *MASW* sono effettuate tramite analisi delle onde di Rayleigh (che vengono registrate tramite i comuni geofoni a componente verticale e prodotte attraverso una comunissima sorgente ad impatto verticale, cioè la classica martellata).

Questo avviene per almeno 2 motivi:

1. tali geofoni (e tale modalità di acquisizione) sono sicuramente i più semplici e comuni.
2. la propagazione e dispersione delle onde di Rayleigh si verifica senza problemi anche in presenza di canali a bassa velocità (inversioni di velocità) che, come sappiamo, risultano invisibili per la rifrazione.

In sintesi, poiché la dispersione delle onde di superficie dipende dalle caratteristiche del sottosuolo (dalle sue variazioni verticali), dalla determinazione delle curve di dispersione è possibile ricavare le caratteristiche del mezzo (i parametri fondamentali sono la velocità delle onde di taglio e lo spessore degli strati).

SINTESI DEI RISULTATI

Riepilogando, nell'area in esame è stata effettuata n° 1 indagine geofisica di tipo MASW, che ha permesso di desumere la stratigrafia del sito oggetto di studio dal punto di vista geofisico, individuando spessori dei depositi, qui chiamati *sismostrati*, e le relative velocità delle onde S, V_s.

Di seguito vengono esposti i risultati dell'indagine.

PROFILO MASW

- Lunghezza stendimento: 24 m
- Distanza Intergeofonica: 2 m

L'acquisizione dei risultati è avvenuta effettuando n.2 battute rispettivamente con offset di 2 e 5 metri dal primo geofono, ed utilizzando come sorgente di energia una mazza di battuta.

L'interpretazione dei dati ha permesso di individuare il seguente risultato :

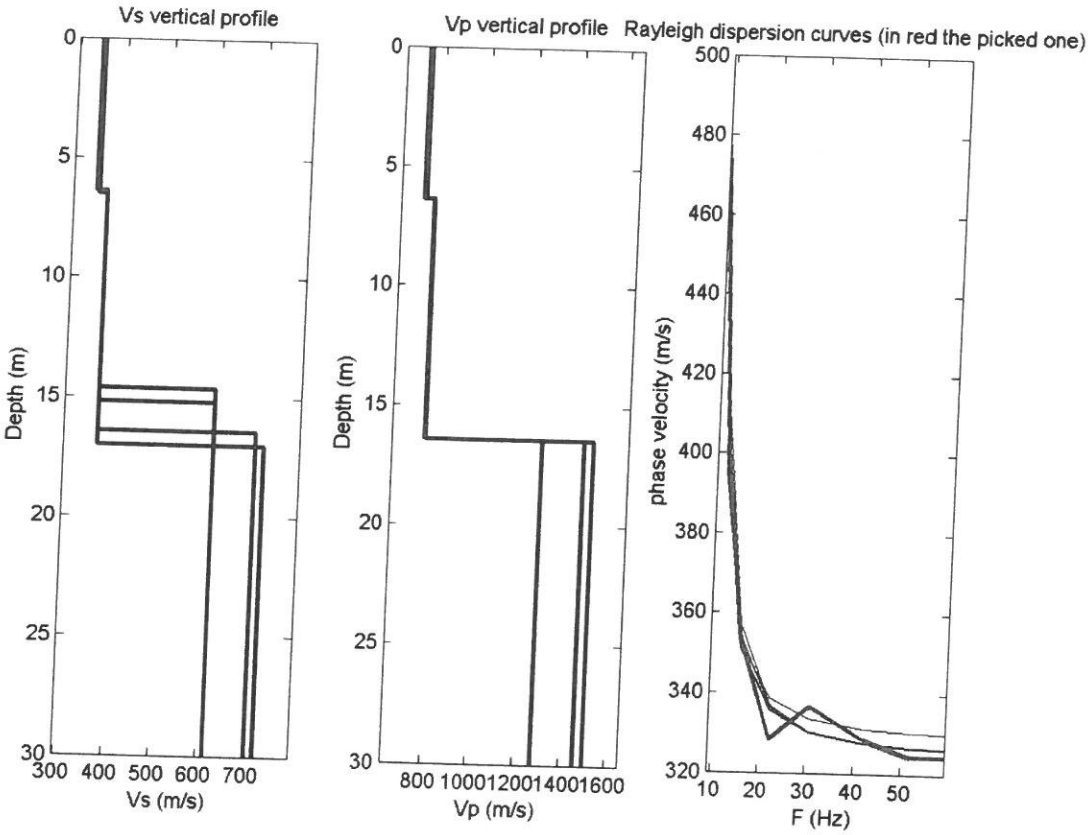
$$Vs_{30}\ (m/s) = 460$$

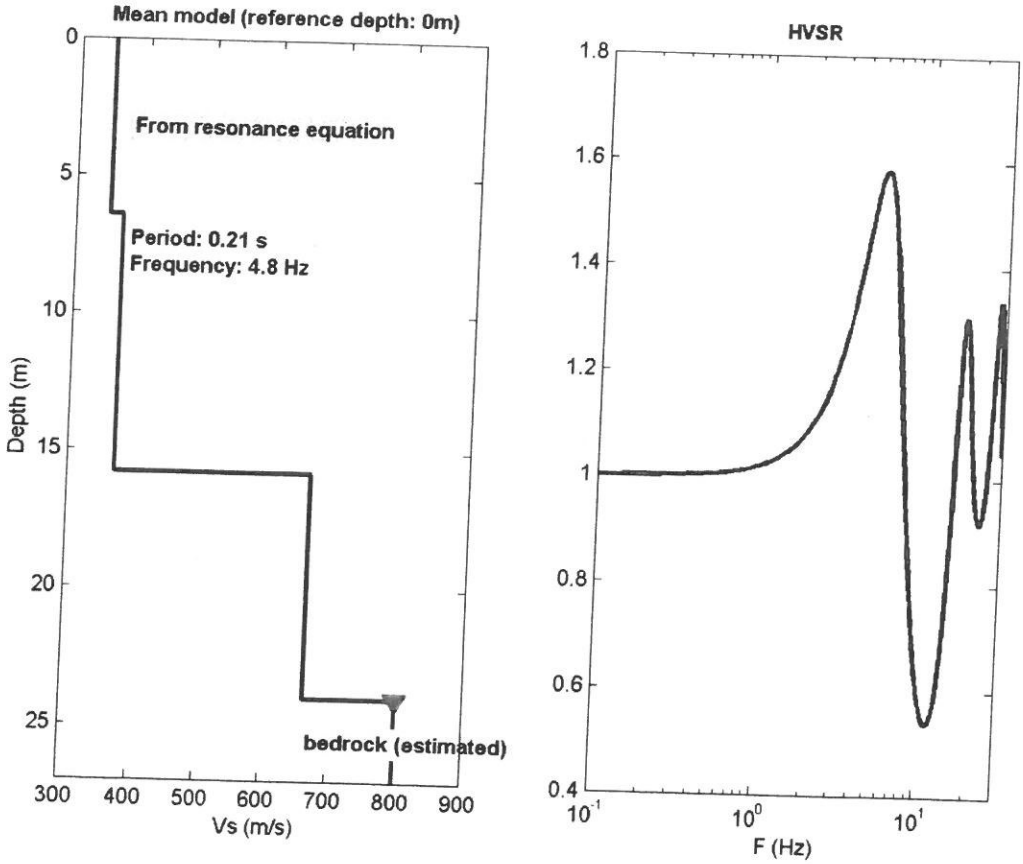
Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, dalla normativa (modifiche del D.M. 14/09/2005 Norme Tecniche per le Costruzioni, emanate con D.M. Infrastrutture del 14/01/2008, pubblicato su Gazzetta Ufficiale Supplemento ordinario n° 29 del 04/02/2008) il terreno in oggetto ricade nella categoria di sottosuolo: ***B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu30> 250 kPa nei terreni a grana fina).***

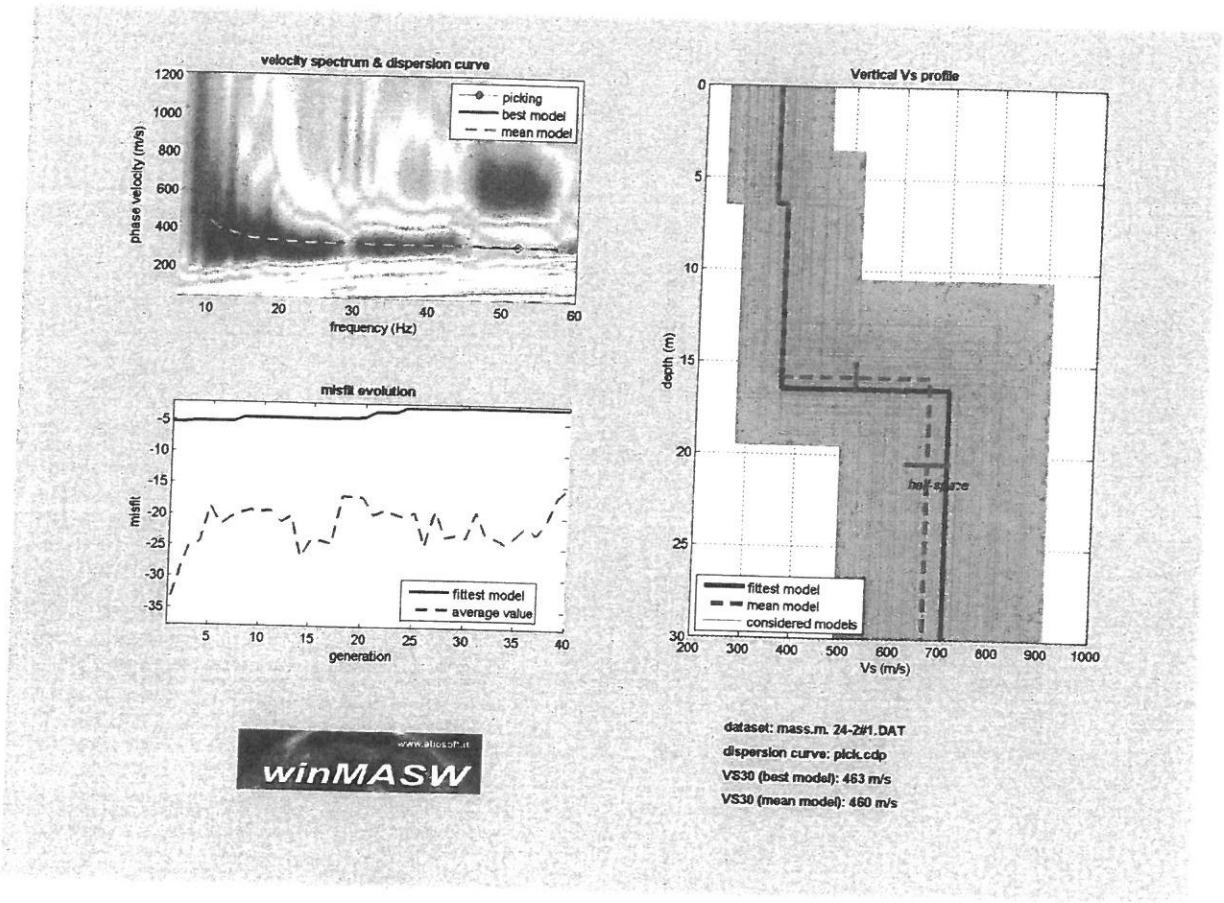
Sismostrato	Vs (m/s)	Spessore (m)
1	349	6.4
2	369	9.4
3	665	--

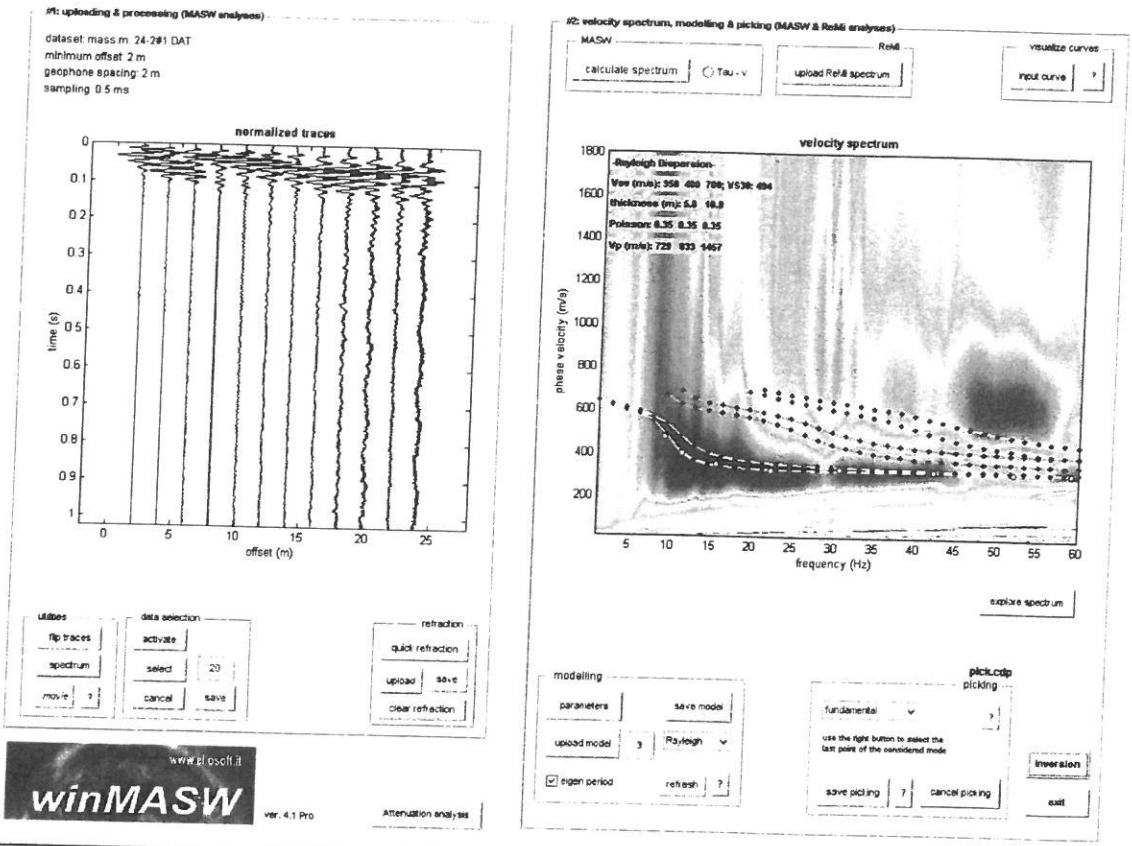
E' da tener presente, tuttavia, che le Vs30, e la relativa categoria di sottosuolo risultante, si riferiscono ai 30 metri di profondità a partire dal piano campagna.

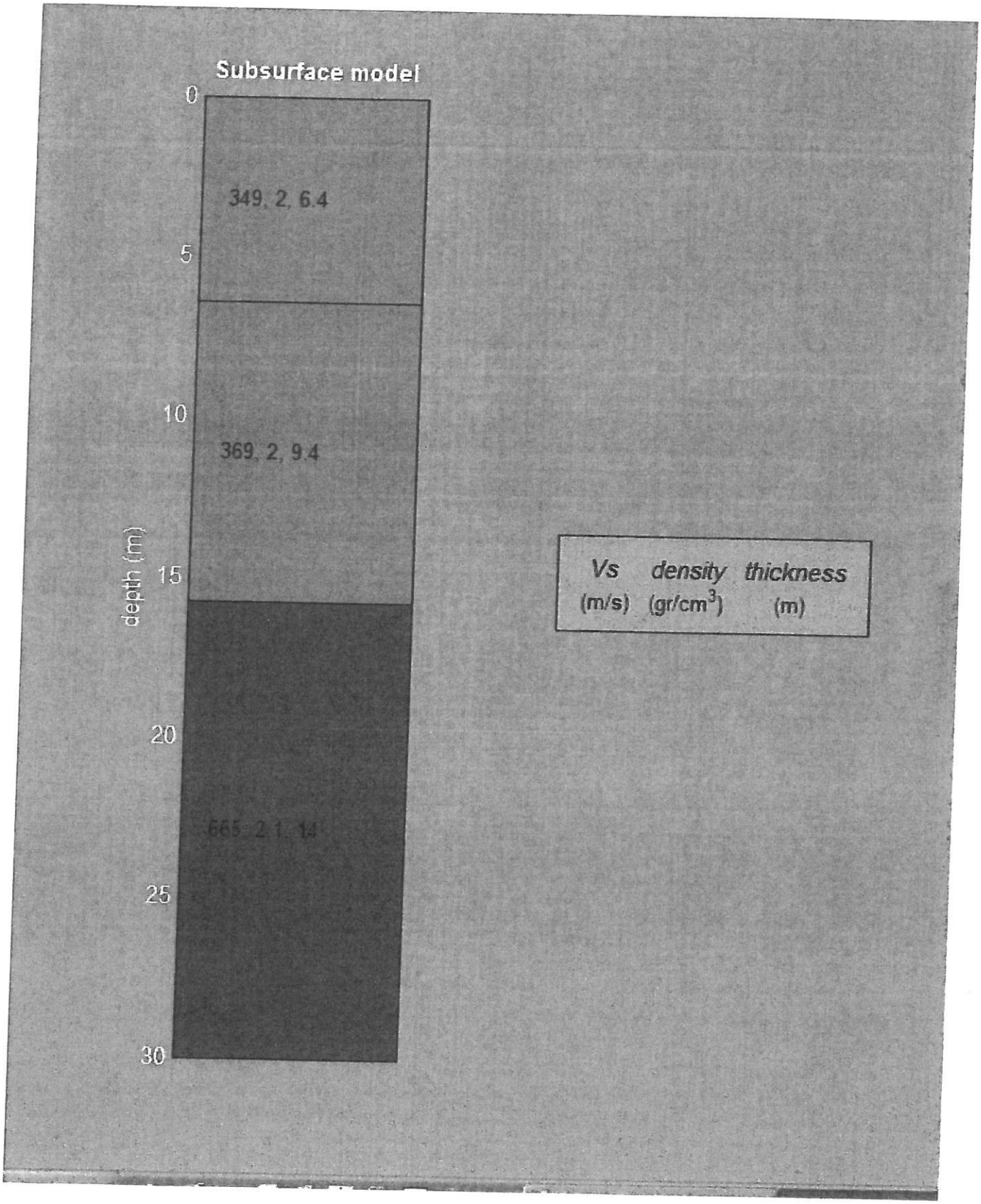
ALLEGATI


Vs vertical profile
Depth (m)
Vs (m/s)
Vp vertical profile
Depth (m)
Vp (m/s)
Rayleigh dispersion curves (in red the picked one)
phase velocity (m/s)
F (Hz)


Mean model (reference depth: 0m)
From resonance equation
Period: 0.21 s
Frequency: 4.8 Hz
bedrock (estimated)
Depth (m)
Vs (m/s)
HVSR
F (Hz)


velocity spectrum & dispersion curve
picking
best model
mean model
phase velocity (m/s)
frequency (Hz)
misfit evolution
misfit
fittest model
average value
generation
Vertical Vs profile
depth (m)
half-space
fittest model
mean model
considered models
Vs (m/s)
www.eloosft.it
winMASW
dataset: mass.m. 24-2#1.DAT
dispersion curve: pick.cdp
VS30 (best model): 463 m/s
VS30 (mean model): 460 m/s

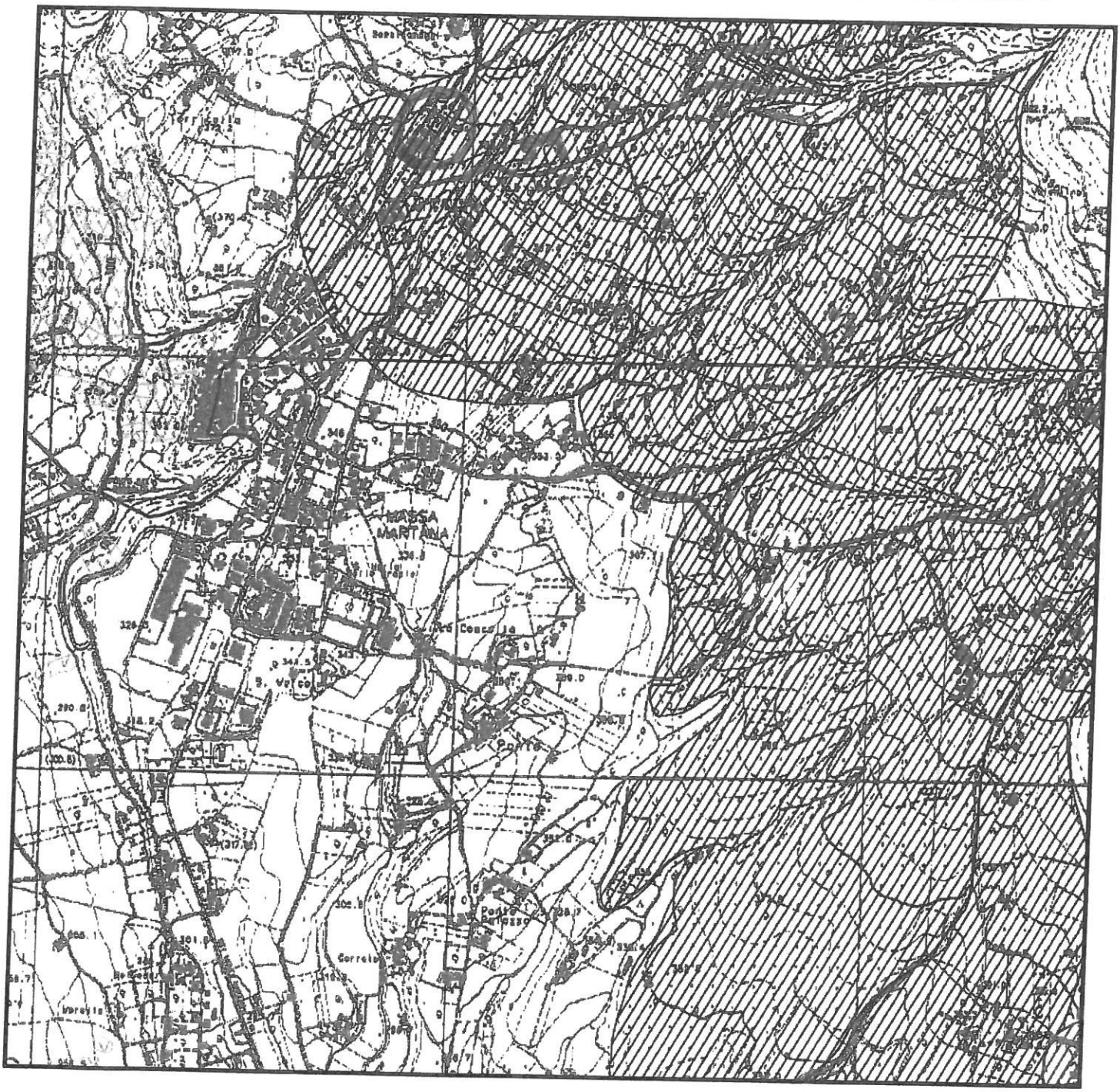

#1: uploading & processing (MASW analyses)
dataset: mass.m. 24-2#1.DAT
minimum offset: 2 m
geophone spacing: 2 m
sampling: 0.5 ms
normalized traces
time (s)
offset (m)
utilities
flip traces
spectrum
movie
data selection
activate
select
cancel
save
refraction
quick refraction
upload
save
clear refraction
www.eloosft.it
winMASW
ver. 4.1 Pro
Attenuation analysis
#2: velocity spectrum, modelling & picking (MASW & ReMi analyses)
MASW
calculate spectrum
Tau - v
ReMi
upload ReMi spectrum
visualize curves
input curve
velocity spectrum
Rayleigh Dispersion
phase velocity (m/s)
frequency (Hz)
explore spectrum
modelling
parameters
save model
upload model
Rayleigh
eigen period
refresh
pick.cdp
picking
fundamental
use the right button to select the last point of the considered mode
save picking
cancel picking
inversion
exit


Subsurface model
0
5
10
15
20
25
30
depth (m)
349, 2, 6.4
369, 2, 9.4
665, 2.1, 14
Vs (m/s)
density (gr/cm3)
thickness (m)

.:: Geoportale Nazionale ::.

.:: Geoportale Nazionale ::.

TAVOLA N°180 DEL P.A.I.
(PIANO STRALCIO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO)



Legenda

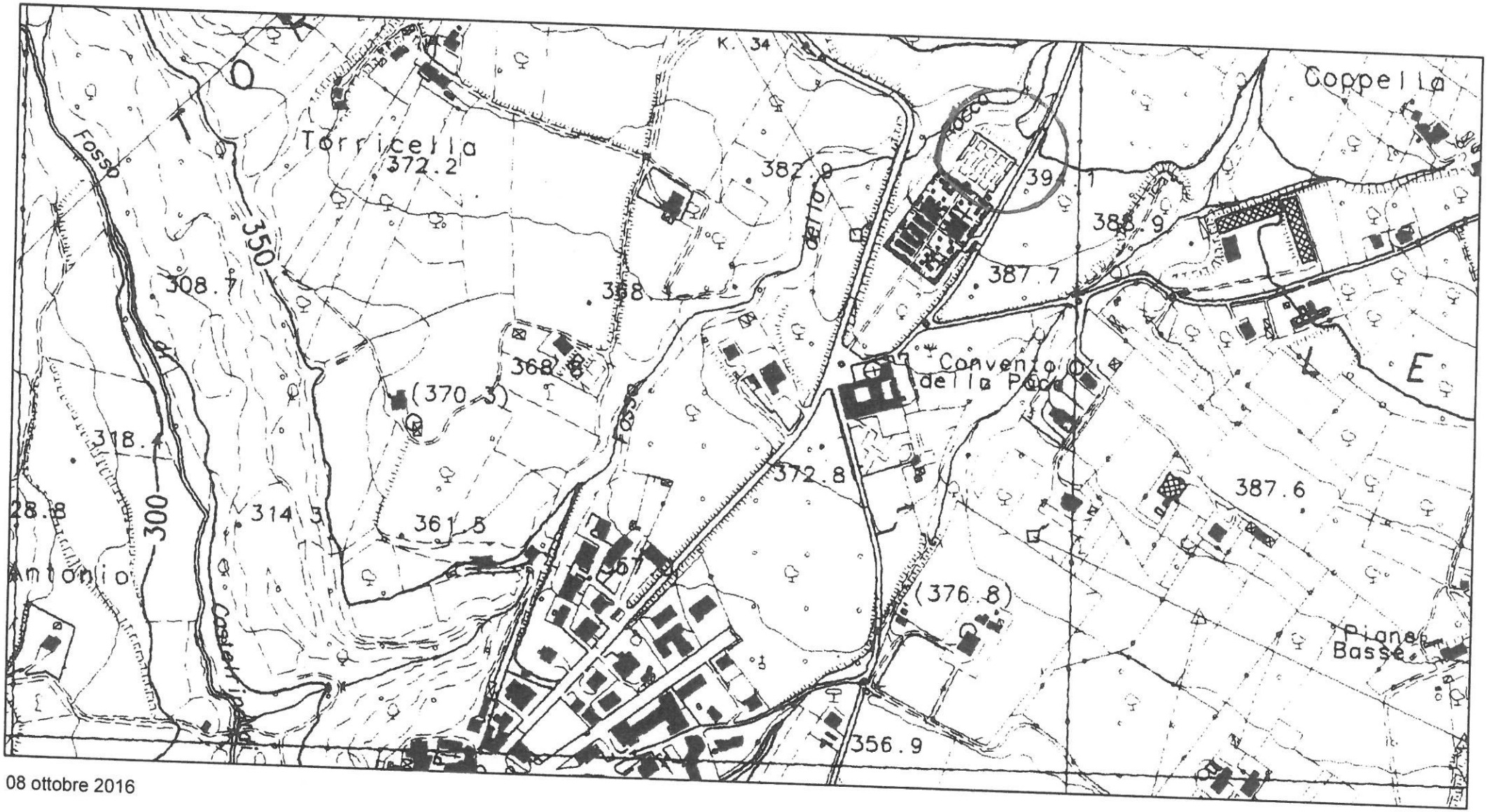
falda e/o cono di detrito

fenomeno inattivo*

Area in studio

Il sito in esame risulta stabile dal punto di vista geologico e geomorfologico; infatti, dall'accurato rilevamento geologico di superficie effettuato e dalla realizzazione delle indagini geognostiche e geofisiche realizzate nel sito oggetto di intervento, esso non risulta essere interessato da fenomeni franosi attivi e/o quiescenti, nonostante la carta riporti la presenza di un fenomeno franoso inattivo (falda/cono di detrito).

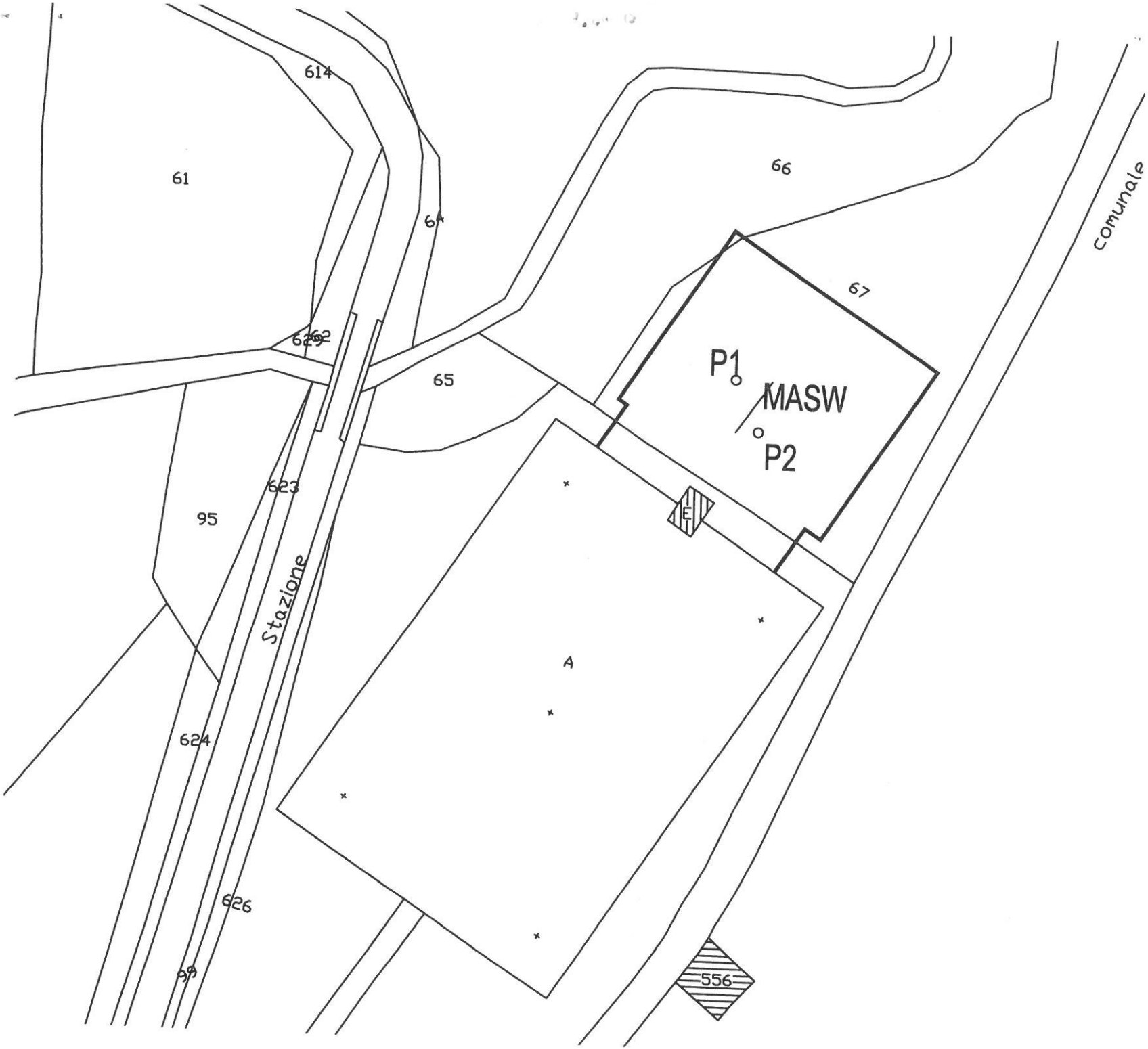
REGIONE UMBRIA
Direzione regionale Governo del territorio e Paesaggio. Protezione civile. Infrastrutture e mobilità
SIAT - Sistema Informativo regionale Ambientale e Territoriale

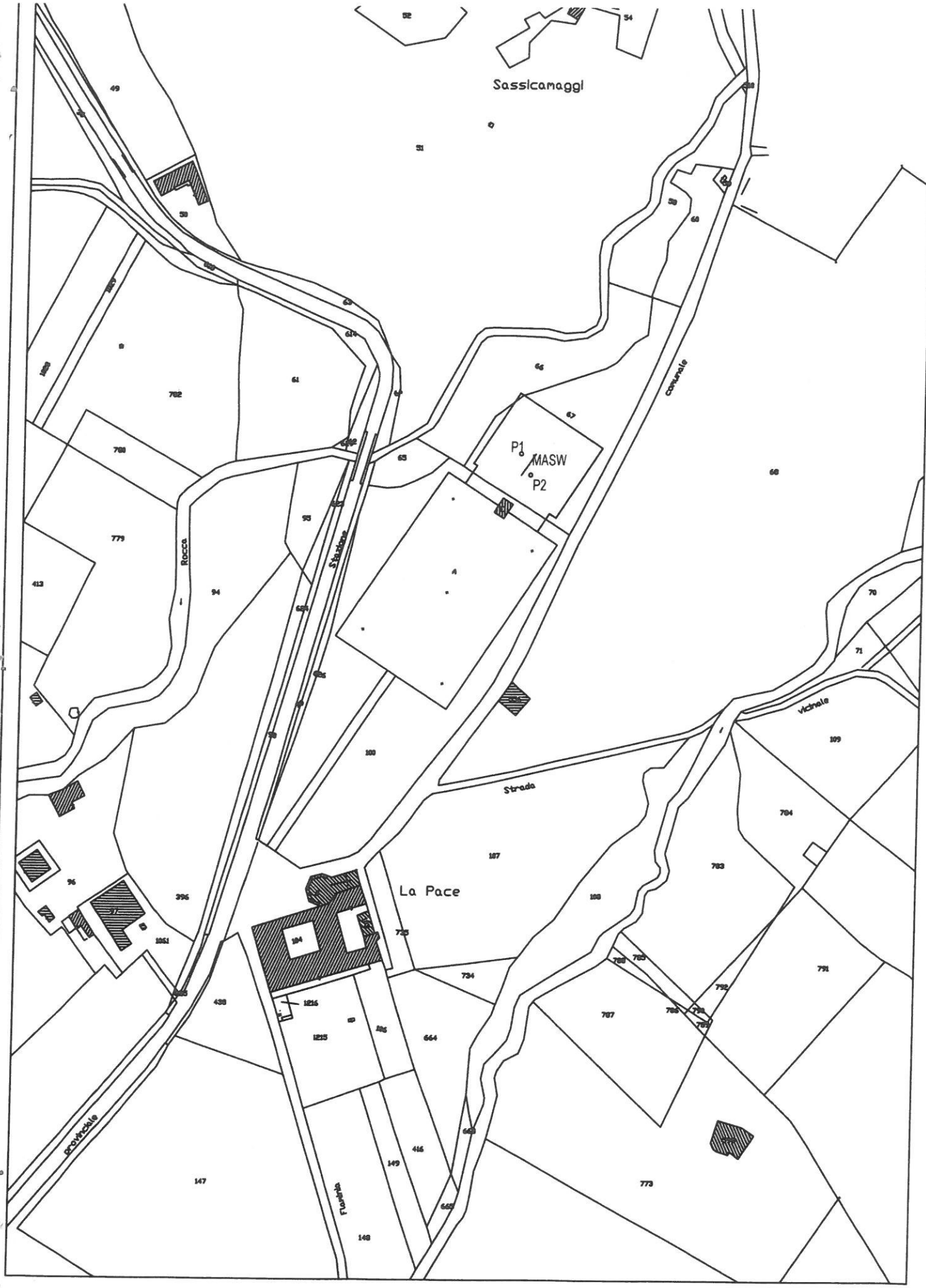


08 ottobre 2016

1:5.000
0 0,0425 0,085 0,17 mi
0 0,05 0,1 0,2 km
Regione Umbria - SIAT

© Regione Umbria - SIAT


614
61
64
66
comunale
67
P1
MASW
P2
65
629
62
623
95
Stazione
E
A
624
626
99
556



PLANIMETRIA CATASTALE _scala 1:2000 FG. 22

PIA