

REGIONE UMBRIA

PROVINCIA DI PERUGIA



COMUNE DI MASSA MARTANA

INTERVENTI PER IL CONSOLIDAMENTO DELLA RUPE DI MASSA MARTANA

OPERA:

COMPLETAMENTO DEGLI INTERVENTI IN PARETE
E DEL CIGLIO SUPERIORE NEL TRATTO COMPRESO
TRA VIA DELLE PIAGGE E VIA DEL MATTATOIO VECCHIO

DESCRIZIONE:

PROGETTO ESECUTIVO

PROGETTISTI:

prof. ing. Claudio Comastri
dott. ing. Rodolfo Biondi
dott. ing. Giuseppe Federici
dott. geol. Luca Domenico Venanti

COLLABORATORI:



IAG PROGETTI STUDIO ASSOCIATO

dott. arch. Andrea Balletti
dott. ing. Vincenzo Mario Cavallaro
dott. ing. Federica Ferrotti
dott. arch. Andrea Sabbatini



THESIS ENGINEERING

dott. ing. Elia Comastri
dott. ing. Federica Forlani



SGA STUDIO GEOLOGI ASSOCIATI

dott. geol. Luciano Faralli
dott. geol. Nello Gasparri
dott. geol. Riccardo Piccioni

REGIONE UMBRIA:

TAVOLA:

RELAZIONE GEOLOGICA

REVISIONE	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	CONTR.	APPROV.
0	SET_2014	1° EMISSIONE	L.D.V.	L.D.V.	C.C.

-	-	Codice tavola C_RGL_01	2014_04	E0	A	PE
---	---	----------------------------------	---------	----	---	----

Prog. generale CIV	Tipo docum. ELG	Formato A4	Scala ----	Redatto Geol. Luca D. Venanti	Controllato Geol. Luca D. Venanti	Approvato Ing. Claudio Comastri	Responsabile S.S.	ELABORATO_n. c_01
-----------------------	--------------------	---------------	---------------	----------------------------------	--------------------------------------	------------------------------------	----------------------	-------------------

Percorso server: Z:\2014\Consolidamenti\041-2014_Completamento_Piagge_Mattatoio\041-2014_RGL01

Nome File: C_RGL_01

1. PREMESSA

La presente relazione di sintesi illustra i risultati dello studio geologico eseguito nell'ambito del Progetto esecutivo dei lavori di "Completamento degli interventi in parete e del ciglio superiore nel tratto compreso tra Via delle Piagge e Via del Mattatoio Vecchio" degli Interventi di Consolidamento della Rupe di Massa Martana (PG). Lo studio svolto ha permesso di verificare le caratteristiche morfologiche, litologico stratigrafiche, idrogeologiche, meccaniche e sismiche dei terreni interessati, ed è da considerarsi come aggiornamento (NTC2008 e s.m.i.) di quanto ampiamente dettagliato nello studio prodotto a supporto della progettazione definitiva (aggiornamento), redatto nell'anno 2004.

Specificatamente, l'indagine ha previsto la consultazione e l'utilizzo delle risultanze di informazioni puntuali, note e disponibili, derivanti dalle numerose campagne geognostiche, geotecniche e geofisiche, nonché dai dati derivanti dalle campagne di monitoraggio geotecnico e piezometrico della rete di misurazione presente nell'ambito in esame, che, a partire dagli anni '60 e fino ad oggi, sono stati realizzati nell'area in esame, nell'ambito delle fasi dei lavori di studio e consolidamento delle aree in dissesto presenti nell'abitato.

Dall'analisi dei dati puntuali e delle fasi di rilevamento di superficie, condotte a supporto delle fasi di progettazione, fino alla progettazione definitiva (2004) sono state prodotte carte di sintesi della distribuzione areale dei corpi sedimenti presenti nell'area in esame, unitamente ad una cartografia geomorfologica di dettaglio, da cui a supporto del presente studio sono state prodotte sezioni geologiche di dettaglio rappresentative del modello litostratigrafico, idrogeologico e morfologico dell'area oggetto di intervento.

La presente relazione, infine, è stata redatta in ottemperanza alle Norme Tecniche per le Costruzioni 2008 (D.M. 14 Gennaio 2008), nonché al D.M. del 21.1.1981 e successive integrazioni, in considerazione del fatto che la zona di intervento rientra in quelle definite sismiche come zona 2 (Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3274 del 20 marzo 2003 "Nuove norme tecniche sulla riclassificazione sismica del territorio nazionale" e del D.G.R. del 18 giugno 2003 n. 852 "Approvazione classificazione sismica del territorio regionale dell'Umbria").

In allegato alla presente:

- Corografia area di studio, estratto sez. I.G.M. Foglio 335, Sez. I "Massa Martana" a scala 1:25.000;
- Logs sondaggi geognostici di riferimento.

Parte integrante dello studio geologico sono inoltre le seguenti tavole:

- (TAV. C_GEO_01) – CARTA GEOMORFOLOGICA, CARTA GEOLOGICA E SEZIONI GEOLOGICHE, scala 1:500.

2. DATI BIBLIOGRAFICI ED INDAGINI DI RIFERIMENTO

Al fine di ricostruire le condizioni litostratigrafiche, geomorfologiche ed idrogeologiche in corrispondenza dell' area d'intervento, sono state consultate le risultanze dei dati puntuali reperiti e delle fasi di rilevamento di superficie, condotte a supporto delle fasi di progettazione, fino alla progettazione definitiva (2005), che hanno permesso di redigere carte di sintesi della distribuzione areale dei corpi sedimenti presenti nell'area in esame, unitamente ad una cartografia geomorfologica di dettaglio, da cui a supporto del presente studio sono state prodotte sezioni geologiche di dettaglio rappresentative del modello litostratigrafico, idrogeologico e morfologico dell'area oggetto di intervento.

Per quanto concerne i dati bibliografici, geognostici e geofisici disponibili, utilizzati per la ricostruzione di dettaglio del modello litostratigrafico, si è fatto riferimento agli elaborati di sintesi, progettuali, delle fasi di progettazione preliminare e definitiva (1996-99 ed aggiornamento progettazione definitiva del 2004) e della progettazione esecutiva (I,II,III e IV stralcio esecutivo e IV Perizia di variante), che hanno previsto l'esecuzione di rilievi di dettaglio compresi rilievi strutturali in parete, di sondaggi con prove in situ, di indagini geofisiche, di prove geotecniche di laboratorio e di campagne di monitoraggio geotecnico.

In particolare, le campagne di monitoraggio piezometrico, condotte dallo studio degli scriventi in oltre un decennio nell'ambito degli interventi di consolidamento e monitoraggio della Rupe di Massa Martana, hanno permesso una ricostruzione delle circolazioni idriche sotterranee.

Infine, sulla base degli studi geofisici di dettaglio eseguiti nelle suddette campagne d'indagini, eseguiti a seguito della crisi sismica del 1997, è stata effettuata la caratterizzazione sismica del sottosuolo, anche mediante la misura diretta delle velocità sismiche (V_p e V_s) con misure DH e CH in foro.

Vengono brevemente riepilogati gli studi e le campagne di indagine eseguiti nell'area di specifico interesse dell'abitato di Massa Martana, le cui risultanze sono state utilizzate nel presente studio:

2.1 Indagini di riferimento

CAMPAGNA D'INDAGINI 1981

Nell'ambito della campagna di indagini geognostiche del 1981, relative alla progettazione esecutiva per il consolidamento di un muro in L.go Piervisani (Ing. M. Serra), venne realizzato un sondaggio a carotaggio continuo I2/81, di cui risulta disponibile una sommaria stratigrafia allegata al Progetto Preliminare dei Lavori di Consolidamento, non allegata al presente studio in quanto congruente con la successione stratigrafica dettagliata nelle indagini successivamente eseguite e disponibili per il sito.

Nel foro di sondaggio spinto sino alla profondità di 50,0 m da p.c., venne installata una tubazione inclinometrica, danneggiata da lungo tempo e per la quale non sono disponibili dati di monitoraggio.

CAMPAGNA D'INDAGINI 1994 (RPA SpA)

Nell'anno 1994, a supporto di uno studio preliminare sulle aree in dissesto dell'abitato di Massa Martana, per incarico dell'Amministrazione comunale, venne eseguita una campagna di indagini in sito, comprendenti anche un sondaggio verticale a carotaggio continuo, successivamente condizionato con una tubazione inclinometrica, poi sottoposta a monitoraggio, ad oggi non più utilizzabile in quanto danneggiata dai lavori di rifacimento delle nuove linee infrastrutturali, eseguiti a seguito della crisi sismica del 1997.

CAMPAGNA D'INDAGINI 1997 (dott. L.D.Venanti)

Nell'ambito della campagna di indagini geognostiche dell'agosto-settembre 1997, relative alla progettazione preliminare generale di consolidamento dell'abitato di Massa Martana, vennero realizzati sondaggi verticali a carotaggio continuo, di cui S1/97, S4/98, S5/97, S6/97 e S18/97 ricadente nell'area di studio, le cui stratigrafie sono riportate in allegato.

Durante l'esecuzione degli stessi, vennero prelevati campioni indisturbati e disturbati di terreno, sui quali furono realizzate prove di laboratorio per la caratterizzazione fisica e meccanica dei litotipi presenti.

La realizzazione del sondaggio S18/97 ha previsto inoltre l'installazione di una tubazione inclinometrica, successivamente monitorata; i dati disponibili sono stati utilizzati per la definizione del modello geomorfologico dell'area.

CAMPAGNA D'INDAGINI 1998 (SGA)

Nel periodo novembre 1998-gennaio 1999 a supporto della progettazione dei lavori di consolidamento dell'abitato, venne eseguita una indagine geologico-geotecnica integrativa, che ha previsto la realizzazione di sondaggi verticali a carotaggio continuo e a distruzione di nucleo lungo le cui verticali sono state eseguite numerose operazioni in sito, con prelievo di campioni indisturbati e disturbati di terreno, prove geotecniche in situ, installazione di nuove strumentazioni inclinometriche e piezometriche, ed in particolare lungo la verticale del foro S6N/98 a distruzione di nucleo, venne eseguita una prova geofisica del tipo DH, con misura delle velocità V_p e V_s . Tale indagine ha permesso di caratterizzare l'andamento delle velocità lungo la verticale indagata per uno spessore massimo di 40,0 m dalla quota sommitale dell'abitato (V.le Regina Margherita) e fornire quindi informazioni sulla sismostratigrafia di riferimento.

CAMPAGNA D'INDAGINI 2000 (SGA)

Nell'ambito della campagna di indagini geognostiche 2000 eseguita nel marzo 2002, relative all'integrazione della strumentazione di monitoraggio geotecnico dell'abitato di Massa Martana, "Il stralcio esecutivo dei lavori di consolidamento dell'abitato", nell'area in esame venne realizzato il sondaggio a carotaggio continuo ST12/00, la cui stratigrafia è riportata in allegato.

Durante l'esecuzione dello stesso, vennero prelevati campioni indisturbati di terreno, sui quali furono realizzate prove di laboratorio per la caratterizzazione fisica e meccanica dei litotipi presenti.

La realizzazione del sondaggio ST12/00 ha previsto inoltre l'installazione di una tubazione inclinometrica e piezometrica, successivamente monitorata; i dati disponibili sono stati utilizzati per la definizione del modello geomorfologico dell'area.

CAMPAGNA D'INDAGINI 2001 (SGA)

Nell'ambito della campagna di indagini geognostiche 2001, a supporto della progettazione del "III stralcio esecutivo dei lavori di consolidamento dell'abitato", eseguita nel dicembre 2001-gennaio 2002, tra le indagini effettuate vennero realizzati i sondaggi S1/01, S2/01, S3/01, S4/01 a carotaggio continuo e SD4/01 a distruzione di nucleo, ricadenti nell'area in oggetto, la cui stratigrafia è riportata in allegato.

Durante l'esecuzione degli stessi, vennero prelevati campioni indisturbati di terreno, sui quali furono realizzate prove di laboratorio per la caratterizzazione fisica e meccanica dei litotipi presenti.

I fori di sondaggio S1/01, S2/01, S3/01 e SD4/01 vennero strumentati con tubazioni piezometriche di tipologie differenti (Norton e Casagrande) il foro S4/01 con tubazione inclinometrica, successivamente monitorati; i dati disponibili sono stati utilizzati per la definizione del modello idrogeologico e geomorfologico dell'area.

L'ubicazione dei punti d'indagine è riportata nella tavola C _GEO_01 – CARTA GEOMORFOLOGICA, CARTA GEOLOGICA E SEZIONI GEOLOGICHE, in scala 1:500.

3. CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE ED AMBIENTALI

L'abitato di Massa Martana è collocato nel Foglio n. 335, Sez. I "Massa Martana", della cartografia I.G.M., in scala 1:25.000 (vedi stralcio allegato) ed è ubicato lungo il bordo occidentale della catena montuosa dei Monti Martani (Umbria centrale), ad una quota media di 348 m s.l.m.

L'area interessata dagli interventi oggetto del presente stralcio ricade nella porzione perimetrale NW della rupe, in prossimità nel tratto compreso tra Via delle Piagge e Via del Mattatoio Vecchio, tra l'area oggetto dell'attuale intervento in corso di riorganizzazione morfologica e consolidamento parietale a S e NE (V stralcio) e l'area già oggetto di lavori di consolidamento e tombamento del F.so della Rocca a N (III stralcio esecutivo).

L'organizzazione del reticolo idrografico superficiale è fortemente condizionata dal substrato sul quale è impostato e dall'orientamento spaziale delle lineazioni tettoniche presenti.

La sezione trasversale del fosso, ad oggi in gran parte riorganizzato nell'ambito degli interventi del III stralcio esecutivo, originariamente assumeva localmente un profilo a V per poi allargarsi a conca scendendo verso quote minori. L'evoluzione morfologica dei versanti in destra e sinistra idrografica, come peraltro per tutta la rupe sulla quale sorge l'abitato di Massa Martana, è conseguenza dei seguenti fattori: azione primaria della tettonica, natura del substrato, idrografia superficiale.

Il fattore tettonico, assume un ruolo determinante nell'innescare dei processi morfologici in atto nelle pareti esposte della placca sabbioso-travertinosa sommitale: l'orientamento del margine settentrionale della placca sabbioso-travertinosa, infatti, è condizionato dalla direzione dei principali sets di discontinuità tettoniche presente nell'area, che unitamente all'azione erosiva del fosso, ha determinato pareti con pendenze elevate, funzione dei depositi affioranti, con locali processi di scalzamento alla base e innescare di fenomeni gravitativi che hanno coinvolto sia le unità sommitali "coerenti", che le sottostanti successioni limo argillose.

L'alterazione delle porzioni superficiali dell'Unità sommitale ha facilitato, unitamente alla presenza delle coperture detritiche i processi di degradazione e di disfacimento dei materiali che affiorano lungo la parete i quali, per gravità, si dispongono a valle della rupe stessa in frequenti apparati conoidali e depositi detritici.

Lungo le pareti del Fosso della Rocca, si sono verificati nel tempo, inoltre, numerosi eventi franosi con meccanismi complessi di ribaltamento (*toppling*) e crollo (*fall*) delle maggiori porzioni detritiche e sabbioso/travertinose, isolate dal substrato in posto dalle linee di frattura delle principali discontinuità tettoniche con nicchie di distacco di forma concava verso il basso e corpi d'accumulo spesso caoticizzati in seguito alla disgregazione del materiale in porzioni minori una volta avvenuto il contatto con il suolo.

Tali fenomeni localmente hanno assunto geometrie complesse, coinvolgendo anche le unità basali limoso argillose, che hanno richiamato, con successive riattivazioni, le coltri detritiche gravitative, secondo tipologie rototraslazionali di differente spessore.

Il materiale può talvolta rimanere integro, in tal caso è possibile ritrovare porzioni di materiale, ricoperto successivamente da materiali detritici superficiali. Ben evidente è il corpo di frana attualmente quiescente, osservabile lungo la parete settentrionale bordante l'abitato (tra la strada delle Piagge e il fondovalle), relativo ad un dissesto verificatosi negli anni '30 e negli anni '60 (XX sec) e successivamente riattivatosi in più fasi (zona Portella – foto n.1). Il corpo di frana è stato in parte eroso al piede dall'azione del Fosso della Rocca e in parte rielaborato a causa di interventi di consolidamento (III stralcio).

In questo tratto il versante attualmente presenta una pendenza variabile tra 20-25°



foto1

Lo spessore degli accumuli di frana è stimabile, definito dalle risultanze delle campagne di indagini, attraverso l'esecuzione dei sondaggi verticali a carotaggio (rif.S4/01), tra 10-20m. (Sez. 48 e Sez. 52 allegate).

L'organizzazione del reticolo idrografico superficiale è fortemente condizionata dal substrato sul quale è impostato e dall'orientamento spaziale delle lineazioni tettoniche presenti.

La rete idrografica superficiale è rappresentata principalmente dal Fosso di Castel Rinaldi, posto al piede del versante occidentale della rupe, caratterizzato da un asse idrografico orientato c.ca N-S, mentre, per l'area del F.so della Rocca, quest'ultimo, tributario in sinistra idrografica del precedente, risulta presente nella porzione posta immediatamente al piede dell'area d'intervento ma, già oggetto di regimazione mediante opere di colmamento e gradonatura e canalizzazione artificiale, opere eseguite nell'ambito degli interventi di consolidamento di III stralcio, nel corso dei quali sono state anche realizzate opere di regimazione della porzione di monte, mediante interventi analoghi e sistemazioni sulle sponde e briglie in terre rinforzate.

L' area d'intervento risulta inserita nella carta di perimetrazione ai sensi della D.G.R. n. 902 del 13.03.1989 e zonizzazione ai fini edificatori aree "a3", ai sensi del punto "e" della stessa D.G.R. (Progetto definitivo - Interventi di consolidamento della Rupe di Massa Martana capoluogo – Carta di perimetrazione, approvata dal Comune di Massa Martana con D.G.M. n. 36 del 23/03/1999 e dal Servizio Difesa del Suolo della regione Umbria con D.D. n. 1868 del 24/03/1999, aggiornata dal Comune di Massa Martana con D.G.M. n. 112 del 12/07/2001).

Dall'esame della carta di perimetrazione, di cui viene di seguito allegato uno stralcio, la zona d'intervento risulta compresa prevalentemente nell' area A1.

Le tre zonizzazioni individuate e riportate nello stralcio allegato vengono di seguito riportate:

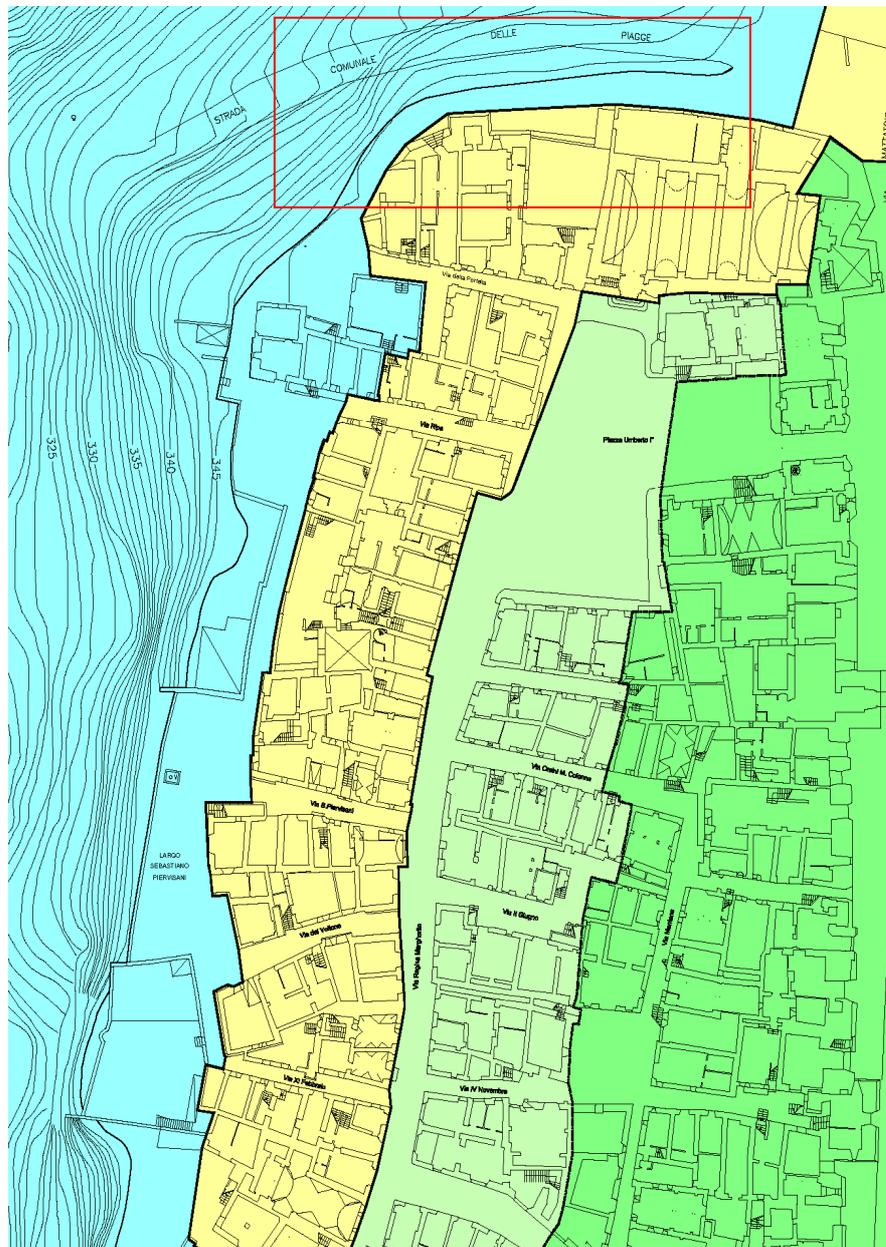
AREA A1 (colore blu) – Area oggetto di consolidamento terreni.

AREA A2 (colore giallo) – Aree definite come fasce di rispetto:

- a – gli interventi sugli edifici sono vincolati alla realizzazione di fondazioni di tipo diretto in grado di assorbire eventuali spostamenti differenziali;
- b – l'esecuzione dei lavori dovrà essere coordinata con le fasi di cantiere dei lavori di consolidamento della rupe;

AREA A3 (colore verde) – Aree potenzialmente stabili morfologicamente ricomprese:

- a – non sono consentite fondazioni profonde e perforazioni ad una distanza inferiore a 20 metri dal limite fra area A3 e area A2.



Estratto Carta di Perimetrazione – Progetto definitivo, aggiornamento febbraio 2005 – Interventi di Consolidamento della Rupe di Massa Martana (non in scala)

4. CARATTERISTICHE GEOLITOLOGICHE

4.1. – Inquadramento generale

Il contesto geologico in esame è da riferire al dominio di transizione tra i massicci carbonatici della catena dei M.ti Martani, che può venire concepita, tanto geograficamente quanto per la genesi tettonica delle unità affioranti, come la ripresa verso Nord della catena Sabina (*Lotti, 1926*), che comprende formazioni giurassiche ed in parte cretache della successione umbro-marchigiana ed il bacino di sedimentazione meridionale, plio-pleistocenico.

Il massiccio dei M.ti Martani rappresenta strutturalmente un'anticlinale a sommità piatta, sviluppatasi in seno alla fase deformativa appenninica con asse di sviluppo principale NW/SE, il cui fianco orientale si rovescia debolmente sulla sinclinale adiacente, ad andamento appenninico SE/NW, sviluppatasi in seno al multilayer giurassico-cretaceo umbro – marchigiano, a partire dai calcari e dolomie del Retico fino alla formazione Marnoso-Arenacea, di età eocenica.

Il fianco occidentale della struttura risulta delimitato da una faglia bordiera a componente diretta associata alla fase distensiva post-appenninica, con immersione W.

A chiusura della sedimentazione marina prima detta, segue una successione di colmamento continentale plio-pleistocenica, che caratterizza la successione del bacino Tiberino, costituita da termini argilloso-limosi basali e sequenze eteropiche a granulometria grossolana, sabbioso-conglomeratiche e/o successioni di termini calcareo-travertinosi, noti in letteratura come “*travertini antichi s.s.*”, peraltro associabili alla fase distensiva tettonica tardo pliocenica.

4.2. - Caratteristiche geologico-stratigrafiche di dettaglio

Attraverso le informazioni delle numerose campagne geognostiche condotte nell'area dell'abitato di Massa Martana ed in dettaglio dall'esame dei logs stratigrafici dei sondaggi a disposizione, unitamente ad una serie di osservazioni generali delle aree d'intervento, è stato possibile descrivere dettagliatamente le varie unità presenti e definire i reciproci rapporti stratigrafici.

Attraverso tale analisi, sono state distinte due unità litostratigrafiche informali, costituenti la rupe ed il substrato di riferimento, di seguito dettagliate:

- **Unità basale [Unità di Santa Maria di Ciciliano s.l. (Subsistema di S. Maria di Ciciliano – TOD₂)]**
- **Unità sommitale [Unità di Acquasparta s.l. ((Subsistema di Acquasparta))].**

Tali unità, assieme alle *litofacies* che le compongono ed ai materiali costituenti la coltre di copertura presente (depositi detritici s.l. e s.s. e terreni di riporto), saranno descritte in senso stratigrafico (dal più antico al più recente), con riferimento ai *logs* stratigrafici reperiti ove sono state riconosciute.

Unità basale - USMC [Unità di S. Maria di Ciciliano s.l. (Subsistema di S. Maria di Ciciliano)]

L'unità basale è stata rilevata quasi esclusivamente attraverso l'osservazione delle carote di sondaggio; esigui affioramenti sono stati analizzati nella zona a sud del Fosso di Massa Martana, ad ovest del Fosso di Castelrinaldi e nel Fosso della Rocca (zona a N dell'abitato).

Lo spessore massimo rilevato è di 27-30 m; il limite stratigrafico inferiore ad una sottostante unità non è mai visibile ed è quindi impossibile determinarne la potenza reale.

Il passaggio all'unità sovrastante è risultato visibile intorno alla quota di circa 318 m s.l.m. presso il F.so della Rocca (antecedentemente agli interventi di tombamento dello stesso), netto ma non erosivo, con andamento sub planare a piccola scala, ma presenta un andamento marcatamente ondulato ed irregolare a scala maggiore con possibile presenza di eteropie.

Le evidenze maggiori del passaggio stratigrafico al tetto risultano:

- repentina variazione cromatica da litologie nocciola avana a grigie verdastre o grigie azzurre ;
- scomparsa di litofacies litoidi tipiche delle unità sommitale, che verranno descritte successivamente ;
- netta variazione composizionale con forte subordinazione degli strati a composizione silicoclastica a favore di livelli carbonatici.

Dal confronto dei *logs* stratigrafici si può osservare che le *litofacies* presenti non hanno grande continuità laterale, ciò è indice di un ambiente deposizionale piuttosto articolato e mutevole nel tempo, di tipo fluvio-lacustre.

Unità sommitale – UA [Unità di Acquasparta s.l.(Subsistema di Acquasparta)]

L'unità sommitale è quella che costituisce la porzione esposta della Rupe di Massa Martana, ed è stata descritta, per l'area d'interesse, attraverso i sondaggi I4/94, S1/97, S3/97, S4/97, e tramite numerose osservazioni dirette, effettuate in parete lungo i numerosi affioramenti presenti.

Lo spessore massimo, nell'area d'intervento, è stimabile intorno a 25-30 m circa.

Tale unità, inferiormente, è in continuità di sedimentazione con l'unità di S. Maria di Ciciliano mentre, al tetto, nell'area d'intervento è coperta localmente da depositi antropici e/o Detriti di falda s.l. .

Il contatto tra la copertura detritica s.l. e l'Unità di Acquasparta, è caratterizzato da una superficie erosiva.

Le *litofacies* presenti nell'unità sommitale sono:

- limi sabbiosi, sabbie limose e sabbie fini calcaree grigio verdastre o nocciola biancastre (LA₁) ;
- sabbie medie o grossolane a volte ghiaiose calcaree avana biancastre (LB₁) ;
- calcari litoidi derivanti da incrostazioni su resti vegetali (LC₁) ;
- calcari litoidi massivi (LD₁).

- **Litofacies LA₁**

E' costituita da argille, limi, sabbie limose e sabbie fini di colore grigio verdastro o biancastre calcaree o terrigene, solitamente massive e più raramente laminate più o meno consistenti, con un'alternanza di livelli chiari e livelli nerastri con frequenti frammenti di gusci di gasteropodi ben conservati. Lo spessore dei singoli strati supera raramente i 20 cm.

Tali livelli risultano in assoluto quelli maggiormente erodibili.

Sono riconducibili a deposizione in ambiente a bassa energia con apporto clastico limitato alla frazione più fine, la componente calcarea deriverebbe dalla degradazione delle parti calcificate di alcune alghe *Charoficeae* (Basilici, 1992).

- **Litofacies LB₁**: è caratterizzata da sabbie medie o grossolane a volte ghiaiose prevalentemente calcaree con calcinoli anche di dimensioni centimetrici; gli strati hanno spessore variabile da pochi centimetri a 50 cm e con grado di cementazione da medio ad alto, maggiore superficialmente più basso all'interno. Sono osservabili spesso in superficie concrezioni carbonatiche di spessore centimetrico, derivante da dissoluzione e riprecipitazione di carbonato di calcio. La frazione più fine della LB₁ potrebbe anch'essa avere la stessa genesi della LA₁ mentre la frazione sabbioso grossolana ghiaiosa deriverebbe da erosione e rielaborazione di *litofacies* compatte quali la LC₁ e la LD₁.

- **Litofacies LC₁**: è costituita da incrostazioni carbonatiche, intorno a steli di macrofite, disposte verticalmente e quindi presumibilmente in posizione vitale, in presenza di una lama d'acqua di profondità molto limitata ricca in carbonato di calcio in soluzione. Questa *litofacies* è classificabile come "travertino fitoermale s.s."

I sopraddetti litotipi sono caratterizzati da una porosità primaria elevatissima responsabile di una notevole fragilità complessiva. Lo spessore dei singoli strati è variabile da 10 cm a > di 50 cm.

- **Litofacies LD₁**: è caratterizzata da strati calcarei litoidi massivi nocciola o bianchi, di spessore ridotto (solitamente < 30 cm), interpretati come derivanti da incrostazioni di tappeti algali (*Cyanoficeae*) in ambiente

tranquillo e d'acqua poco profonda. I livelli appartenenti a questa litofacies risultano scarsamente o mediamente porosi massivi e solitamente molto compatti.

Gli strati costituenti la rupe appaiono sub orizzontali con inclinazioni locali che raramente superano i 10°, a causa dei loro contatti spesso ondulati l'immersione dei piani di strato è estremamente variabile ed una media matematica dei valori misurati porterebbe ad un errore di valutazione nell'assetto orientativo del multilayer; si può comunque affermare che gli strati immergono nel loro complesso tra ENE e NNE.

Tale immersione, quindi, denota un assetto, nel tratto in studio (sottostante Largo Piervisani – Via dell Piagge), a traversopoggio leggermente reggipoggio.

Per quanto riguarda la distribuzione verticale delle litofacies, è osservabile una presenza piuttosto omogenea delle litofacies LA1 e LB1, mentre, i travertini fitoermali ed i calcari litoidi sembrano maggiormente localizzati nella parte alta della rupe e tendono a diminuire progressivamente dall'alto verso il basso.

La continuità laterale degli strati è notevolmente differente a seconda delle caratteristiche litologiche: i travertini fitoermali s.s. ed i livelli calcareo litoidi sono quelli a minore continuità laterale, a causa di uno spessore dello strato estremamente variabile lateralmente, con possibili chiusure e successive riaperture dei vari livelli, con contatti eteropici con depositi solitamente sabbiosi.

I livelli appartenenti alla facies LA₁ sembrano, invece, essere quelli con maggiore continuità laterale e risultano facilmente seguibili anche nelle aree di intervento.

L'Unità di Acquasparta è caratterizzata da evidenti sistemi di fratturazione osservabili facilmente in parete; tali fratture risultano spesso riempite da limo sabbioso grigiastro che probabilmente deriva da riempimento post diagenetico da parte dei livelli deposizionali più fini di questa unità.

Nell'ambito delle fasi di indagine che si sono succedute a partire dall'Agosto 1997 relativamente alla progettazione degli interventi di consolidamento della Rupe di Massa Martana, con dettagli differenti, sono stati condotti rilievi geostrutturali lungo 34 stazioni di rilevamento relativamente ai fronti della rupe esposti ad est, a sud ed a nord.

L'elaborazione dei dati rilevati ha permesso, nelle varie fasi di studio della Rupe di Massa Martana, l'individuazione, oltre alla stratificazione denominata S₀, di n. 4 famiglie di discontinuità tettoniche principali (S₁, S₂, S₃, S₄), costituite da famiglie di *joints* (discontinuità prive di spostamenti relativi fra le superfici laterali).

Il *set* principale (S₁) ha una direzione compresa tra N140°E e N175°E, con inclinazioni elevate, per lo più superiori agli 80°. Il secondo *set* di *joints* rilevato (S₂) presenta una direzione compresa tra N50°E e N80°E,

con inclinazioni mediamente superiori ai 70°. Un altro set (S_3) ha direzione N80-100°E ed inclinazione sub verticale. Un ultimo set di *joints* minore (S_4) presenta un'orientazione N10°E±15° con angoli d'inclinazione sempre prossimi alla verticale.

La frequenza delle fratture è inoltre influenzata, indipendentemente dal loro orientamento, dalle caratteristiche litologiche del multilayer; in particolare, si osserva un aumento della frequenza delle fratture nei litotipi limosi ed argillosi con la formazione di discontinuità aventi però persistenza limitata allo spessore stesso dello strato. In tutta la parete, oltre ad un disfacimento della stessa a causa di fenomeni di dilavamento e termoclastismo, facilitati dai caratteri prevalentemente incoerenti dei materiali, si osserva la formazione di porzioni instabili di dimensione prevalentemente da centimetriche a metriche; tali porzioni sono limitate dalle superfici di discontinuità di tipo tettonico e stratigrafiche.

Le discontinuità S_2 e S_3 regolano lo spessore delle porzioni, le S_1 ed S_4 la loro larghezza e le S_0 l'altezza.

L'orientamento dei piani S_0 non influenza primariamente la stabilità delle singole porzioni mentre sembra essere maggiormente importante il grado di erodibilità dei singoli livelli. In corrispondenza degli strati maggiormente erodibili si creano infatti con il tempo delle porzioni aggettanti, che diventano potenzialmente instabili indipendentemente dall'orientamento spaziale della stratificazione.

Per quanto riguarda lo stato di alterazione dei litotipi presenti, si osserva un avanzato stato di alterazione della parte più alta della parete, a causa, primariamente, dell'azione disgregante degli apparati radicali e delle acque di infiltrazione superficiale; il materiale risulta facilmente divisibile in frammenti decimetrici, le fratture appaiono spesso riempite di detriti terrosi.

Tale porzione è stata individuata anche per la parte sommitale dell'Unità di Acquasparta sottostante la copertura antropica presente, ed è stata intercettata durante la realizzazione dei sondaggi attuati nell'area d'intervento (I4/94, S1/97 e S4/97), con spessori plurimetrici, in genere compresi tra 2.0-7.0 m.

Il grado di alterazione dell'Unità di Acquasparta è in genere direttamente connesso con la natura litologica prevalente nella porzione superficiale della stessa, ed appare maggiormente sostenuto in presenza di livelli limosi e sabbiosi rispetto alle porzioni travertinose e calcaree. Sovente si tratta di limi, sabbie e sabbie-limose, brune, bruno-nocciola e verdastre-nocciola, con inclusi sub-angolosi prevalentemente travertinosi a tratti abbondanti, non classati, con dimensioni molto variabili, e livelli travertinosi e calcarei intensamente fratturati ed alterati, provenienti dal disfacimento della sottostante Unità di Acquasparta.

Detrito di falda s.l. – dt₂ (Subsistema di Viepri-Cesi –VIE)

Sono presenti nella parte sommitale dell'abitato ed a NE dell'area di intervento (Sez. 60), in prossimità dell'area di raccordo tra il fosso e la sommità della rupe. Caratterizzati da litologie detritiche con rapporto scheletro/matrice variabile, con componente fine limoso argillosa rossastra e trovanti spigolosi calcarei, centimetrici in assetto caotico.

Terreni di riporto – Terreno vegetale - Ant

Al di sopra della coltre detritica e della porzione di alterazione precedentemente descritte, sono presenti terreni di riporto che costituiscono per lo più le aree di sistemazione della viabilità esistente (Via delle Piagge), con sedimenti fini frammisti a resti di laterizi e materiali antropici di varia natura.

Depositi detritici s.l. – dt₁

All'interno del Fosso della Rocca, nella porzione settentrionale dell'area coinvolta dal presente progetto, il contatto tra UA e USMC è coperto da detrito di falda derivante dal disfacimento della rupe (vedi carta geologica con elementi geomorfologici) ed è presente lungo il tratto di versante NW interessato dagli interventi, a valle della rupe. Tale detrito risulta molto eterogeneo dal punto di vista granulometrico ed è costituito da sabbie e limi con frammenti e blocchi di travertino s.s. da decimetrici a metrici.

La genesi di tali depositi detritici è dovuta a meccanismi di alterazione del substrato pleistocenico presente al contorno, mediante processi sedimentari che possono essere legati anche a fenomeni di trasporto gravitativi, in genere limitati.

Depositi di frana - Cfr

La zona di versante dell'area in studio, è caratterizzata dalla presenza di un'ampia area interessata da accumuli di frana derivante da una sovrapposizione di dissesti gravitativi, che hanno interessato il versante in sinistra idrografica del fosso (lato rupe) l'area immediatamente a monte, coinvolgendo fin dagli anni '30 (XX sec) le infrastrutture del centro abitato ed i versanti N e NW, con spessori ricompresi tra 10-20 m (vedi sezioni geologiche di dettaglio).

Il dettaglio della distribuzione areale delle unità sopra descritte e dell'andamento litostratigrafico è riportato schematicamente nel dettaglio nella tavola C _GEO_01 – CARTA GEOMORFOLOGICA, CARTA GEOLOGICA E SEZIONI GEOLOGICHE, in scala 1:500.

5. CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE

La caratterizzazione idrogeologica dell'area d'intervento è stata effettuata sulla scorta del modello idrogeologico e delle circolazioni idriche ricostruito nel Progetto Definitivo dei lavori di consolidamento della Rupe di Massa Martana, aggiornato nel febbraio 2005 (SGA, 2005), basato sulle risultanze delle campagne di monitoraggio eseguite sulla strumentazione piezometrica presente, per oltre un decennio, dagli stessi scriventi, nell'ambito di tali interventi.

Lo schema delle circolazioni idriche superficiali è stato desunto dalla carta della piezometria relativa al suddetto progetto definitivo, di cui viene allegato uno stralcio.

Relativamente invece alla valutazione della permeabilità del complesso, sono state utilizzati valori basati su dati puntuali ricavati da prove di permeabilità in situ, eseguite nelle numerose campagne di indagini geognostiche eseguite.

L'area in esame è caratterizzata dalla presenza, in successione stratigrafica, di litologie granulometricamente differenziate, come meglio specificato nel paragrafo geologico, costituite da un basamento limo-argilloso fluvio-lacustre al quale si è sovrapposto un complesso sedimentario stratificato.

Quest'ultimo a sua volta è costituito da una alternanza di veri e propri episodi travertinosi, in genere modesti, con livelli, più o meno sottili, di materiale di tipo sabbio-limoso e limo-argilloso.

Al tetto dei due depositi sedimentari è presente un complesso detritico, costituito da frammenti calcarei prevalenti in matrice prevalentemente limo-argilloso; l'insieme del complesso è pertanto caratterizzato da elevata eterogeneità sia verticale che orizzontale.

La natura granulometrica dei complessi suddetti ed i loro rapporti geometrici condizionano le circolazioni idriche presenti.

I sedimenti descritti sono dotati di permeabilità primaria per porosità; essa è variabile in funzione della presenza percentuale della frazione granulometrica più sottile e risulta nel suo complesso mediamente bassa, come verificato con prove "Lefranc" in foro, determinando comunque circolazioni idriche, anche se in generale di modesta entità, all'interno dei sedimenti a percentuale sabbiosa più elevata.

I valori del coefficiente di permeabilità "K" sono risultati compresi tra 10^{-4} cm/sec, per sedimenti di natura prevalentemente sabbiosa e 10^{-7} cm/sec per sedimenti limo argillosi.

I circuiti idrici che normalmente si sviluppano all'interno di formazioni di questo tipo, caratterizzate da una sovrapposizione di sedimenti a permeabilità variabile, una volta raggiunto il livello di saturazione, sono in genere di tipo orizzontale o a basso gradiente idraulico.

L'interconnessione idraulica tra i vari strati è comunque possibile laddove, per eteropie laterali, la stratificazione stessa assume un assetto interdigitato.

Tali circolazioni, definibili di strato, sorrette da intercalazioni meno permeabili, possono inoltre dare origine lungo il pendio a risorgive dislocate a quote diverse.

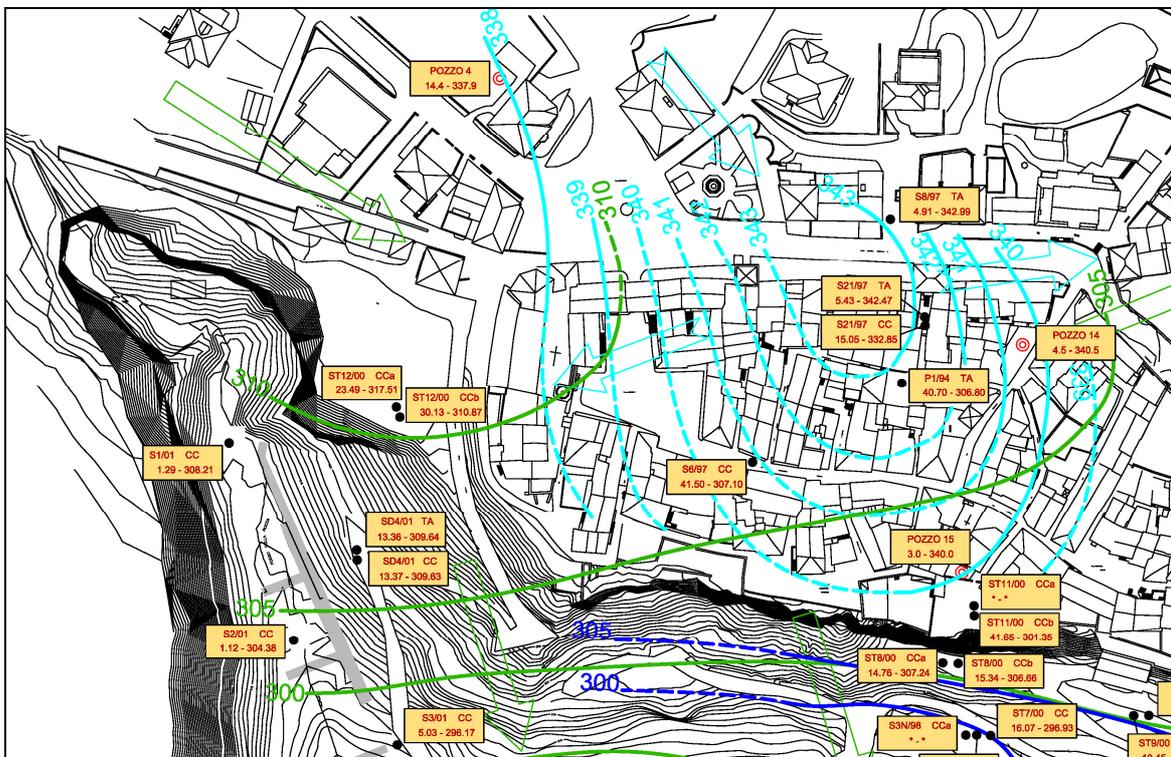
Nel caso in esame le formazioni presenti, in particolare quelle con un certo grado di cementazione dei sedimenti, quelle a matrice travertinosa e quelle di natura limo-argillosa sovra-consolidate, hanno inoltre acquisito per effetti della tettonica recente, una certa permeabilità secondaria per fessurazione, determinando a sua volta uno scambio idrico verticale, anche se modesto, tra i livelli sedimentari sovrapposti.

Pertanto per quanto l'elemento condizionante della circolazione idrica sotterranea sia determinato in primo luogo dalla geometria dei sedimenti prima richiamati e dai loro rapporti stratigrafici, da quanto è stato possibile estrapolare, il complesso sedimentario risulterebbe caratterizzato da una circolazione idrica multistrato con presenza di almeno due complessi idrici di interesse, in linea di massima separati e caratterizzati da un basso gradiente idraulico (ved. Carta della piezometria allegata).

Sono così individuabili:

- primo acquifero*, è stato ipotizzato intorno ad una quota di circa 340 m s.l.m. per l'area di studio (circa – 6 m da p.c.), sulla scorta dei dati derivanti da un antico pozzo presente a ridosso dell'area d'intervento; si ritiene comunque un sensibile abbassamento della quota piezometrica verso le porzioni perimetrali della rupe per effetto del drenaggio esercitato dalle stesse
- *secondo acquifero*, il più profondo, contenuto all'interno del complesso alluvionale basale (USMC) mostra un livello statico intorno alla quota di 300-305 m s.l.m.

Come precedentemente accennato anche se l'acquifero è dotato di una medio-bassa permeabilità, sia la porosità ma soprattutto il grado di fratturazione presente determina il costituirsi di una circolazione idrica diffusa, anche se quantitativamente modesta.



Estratto Carta Piezometrica – Progetto definitivo, aggiornamento febbraio 2005 – Interventi di Consolidamento della Rupe di Massa
Martana (non in scala)

6. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO DI INTERVENTO

6.1 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DELL'AREA E PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE

Il territorio comunale di Massa Martana (PG), è classificato come *zona sismica 2*, come evidenziato dall'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3274 del 20 marzo 2003 "Nuove norme tecniche sulla riclassificazione sismica del territorio nazionale", dalla D.G.R. del 18 giugno 2003 n. 852 "Approvazione classificazione sismica del territorio regionale dell'Umbria" e dalla D.G.R. del 18 settembre 2012 n. 1111 "Aggiornamento della classificazione sismica del territorio regionale dell'Umbria".

La sismicità storica dell'Umbria, con particolare riferimento all'Appennino Umbro Marchigiano, presenta caratteristiche ben conosciute, anche sulla base di ricerche condotte sin dall'inizio del secolo e dai dati del Catalogo dei Terremoti, dalle ricerche sulla zonazione sismogenetica, dagli studi delle relazioni di attenuazione del moto del suolo e dalle valutazioni di a_{max} (accelerazione massima), attesa con determinati tempi di ritorno

La zonazione sismogenetica del territorio nazionale, assegna l'Umbria a più zone sismogenetiche della Catena Appenninica settentrionale e centrale; principalmente sono coinvolte le zone 918, 919 e 920 (Medio-Marchigiana/Abruzzese, Appennino Umbro, Val di Chiana-Ciociaria) che, anche in virtù della loro maggiore estensione in senso NNO-SSE, coprono quasi tutto il territorio regionale in senso appenninico.

In particolare nella zona 919 (Appennino Umbro), sono previste magnitudo (MW [Magnitudo momento sismico]), massime attese (cautelative), pari a 6.37 e nella zona 920 (Val di Chiana-Ciociaria), pari a 6.14.

La massima intensità sismica osservata è di intensità pari al 10° grado della Scala MCS (Mercalli-Cancani-Sieberg), mentre la massima magnitudo (Ms) Richter mai registrata, è oltre a circa 6.5, con una frequenza di terremoti al di sopra del 7° grado MCS maggiore od uguale a 20 eventi per secolo negli ultimi tre secoli e, complessivamente per tale periodo, con 15 sismi di intensità maggiore od uguale all'8° grado MCS.

Si tratta prevalentemente di un'attività sismica concentrata nei settori orientali e nord-orientali della regione, entro la crosta terrestre, con il 95% degli eventi con profondità epicentrale inferiore ai 15 Km.

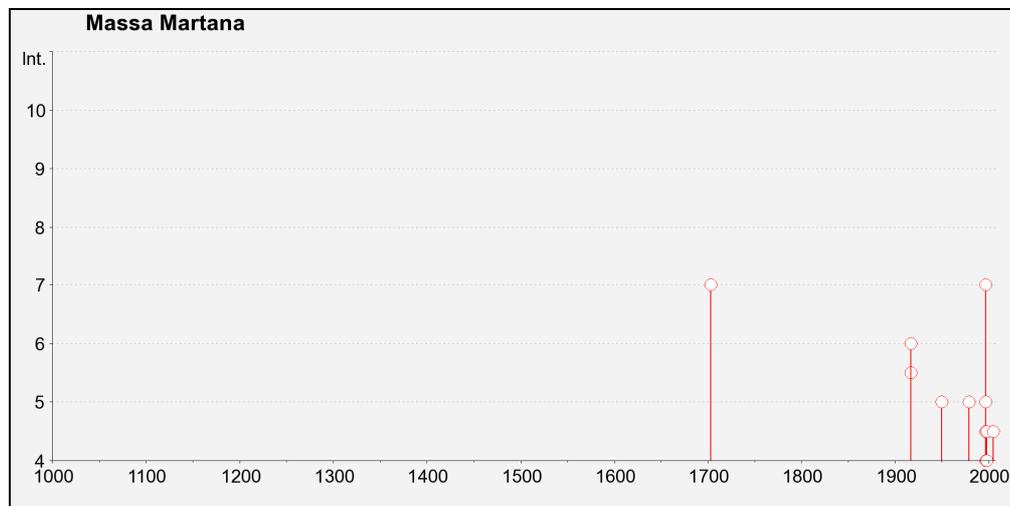
La distribuzione dei sismi è conseguente alla disposizione delle zone sismogenetiche ed alle loro caratteristiche geologico-strutturali.

In linea generale si può affermare che la zona ad Est dell'allineamento F. Tevere-Valle Umbra risente di una sismicità medio-alta ed alta mentre, quella ad Ovest è interessata da un più modesto grado di sismicità da medio-basso a medio.

Dal Database Macrosismico Italiano 2011 (DBMI11) dell'INGV-Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (M. Locati, R. Camassi e M. Stucchi - Milano, Bologna, <http://emidius.mi.ingv.it/DBMI11>), è consultabile la storia sismica del comune di Massa Martana, nella quale sono riassunti 27 eventi a partire dall'anno 1703.

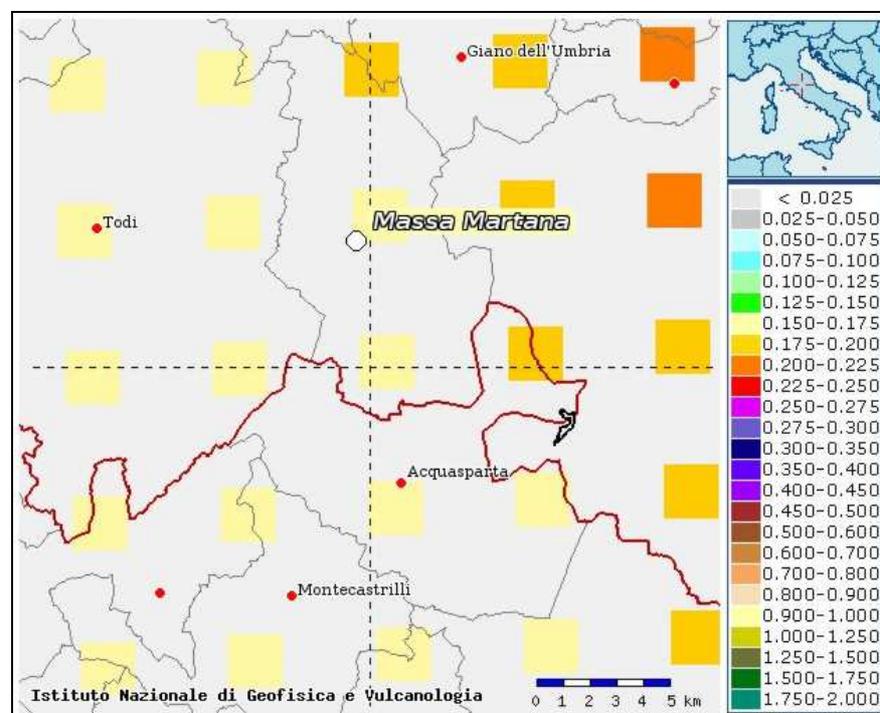
In particolare si osserva che la massima intensità di sito, **Is**, è di VII gradi della scala Mercalli (MCS), per eventi di intensità epicentrale, **Io**, del XI grado MCS del terremoto del 1703 dell'Appennino Umbro-Reatino, e del VI grado MCS del terremoto del maggio 1997 di Massa Martana, con una magnitudo Richter compresa tra più di 6,7 nel primo caso e di quasi 4,8 nel secondo.

Storia Sismica di Massa Martana				
[42.775, 12.525]				
Numero totale di terremoti: 27				
Effetti	Terremoti::			
Is	Data	Terremoto	Io	M
7	1703 01 14 18:00	Appennino umbro-reatino	11	6.74 $\hat{A}\pm 0.11$
NF	1899 07 19 13:18:54	Colli Albani	7	5.13 $\hat{A}\pm 0.17$
5-6	1917 04 26 09:35:59	Valtiberina	9-10	5.89 $\hat{A}\pm 0.11$
6	1917 05 12 15:34	Ternano	7-8	5.10 $\hat{A}\pm 0.27$
2	1948 06 13 06:33:31	Valtiberina	7	5.05 $\hat{A}\pm 0.14$
5	1950 09 05 04:08	GRAN SASSO	8	5.68 $\hat{A}\pm 0.07$
5	1979 09 19 21:35:37	Valnerina	8-9	5.86 $\hat{A}\pm 0.09$
NF	1980 11 23 18:34:52	Irpinia-Basilicata	10	6.89 $\hat{A}\pm 0.09$
NF	1986 10 13 05:10:01	Appennino umbro-marchigiano	5-6	4.65 $\hat{A}\pm 0.09$
NF	1987 07 03 10:21:58	PORTO SAN GIORGIO		5.09 $\hat{A}\pm 0.09$
2-3	1993 06 04 21:36:51	Nocera Umbra	5-6	4.50 $\hat{A}\pm 0.13$
3-4	1993 06 05 19:16:17	GUALDO TADINO	6	4.74 $\hat{A}\pm 0.09$
7	1997 05 12 13:50:15	MASSA MARTANA	6	4.79 $\hat{A}\pm 0.17$
3-4	1997 09 03 22:07:30	Appennino umbro-marchigiano	5-6	4.56 $\hat{A}\pm 0.09$
2-3	1997 09 07 23:28:06	Appennino umbro-marchigiano	5-6	4.38 $\hat{A}\pm 0.15$
4-5	1997 09 26 00:33:13	Appennino umbro-marchigiano		5.70 $\hat{A}\pm 0.09$
5	1997 09 26 09:40:27	Appennino umbro-marchigiano	8-9	6.01 $\hat{A}\pm 0.09$
4-5	1997 10 03 08:55:22	Appennino umbro-marchigiano		5.25 $\hat{A}\pm 0.09$
4-5	1997 10 06 23:24:53	Appennino umbro-marchigiano		5.46 $\hat{A}\pm 0.09$
4-5	1997 10 14 15:23:11	Appennino umbro-marchigiano	7-8	5.65 $\hat{A}\pm 0.09$
4	1997 11 09 19:07:33	Appennino umbro-marchigiano	5-6	4.90 $\hat{A}\pm 0.09$
4	1998 03 21 16:45:09	Appennino umbro-marchigiano	6	5.03 $\hat{A}\pm 0.09$
4-5	1998 03 26 16:26:17	Appennino umbro-marchigiano	6	5.29 $\hat{A}\pm 0.09$
4	1998 04 05 15:52:21	Appennino umbro-marchigiano	6	4.81 $\hat{A}\pm 0.09$
NF	1998 06 02 23:11:23	Appennino umbro-marchigiano	5-6	4.28 $\hat{A}\pm 0.09$
2	2000 12 16 07:31:08	Ternano	5-6	4.25 $\hat{A}\pm 0.09$
4-5	2005 12 15 13:28:39	Valle del Topino	5-6	4.66 $\hat{A}\pm 0.09$



Storia sismica di Massa Martana – DBMI11 - INGVIstituto Nazionale di geofisica e Vulcanologia

Per quanto concerne la Pericolosità sismica di base, si è fatto riferimento alla Mappa interattiva di Pericolosità Sismica del progetto DPC-INGV S1 (consultabili al sito <http://esse-1gis.mi.ingv.it>), dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, espressa in termini di accelerazione massima al suolo (a_{max}), con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita a sottosuoli molto rigidi ($V_s > 800$ m/s, Cat. A).



Mappa di Pericolosità Sismica del Comune di Massa Martana - INGVIstituto Nazionale di geofisica e Vulcanologia

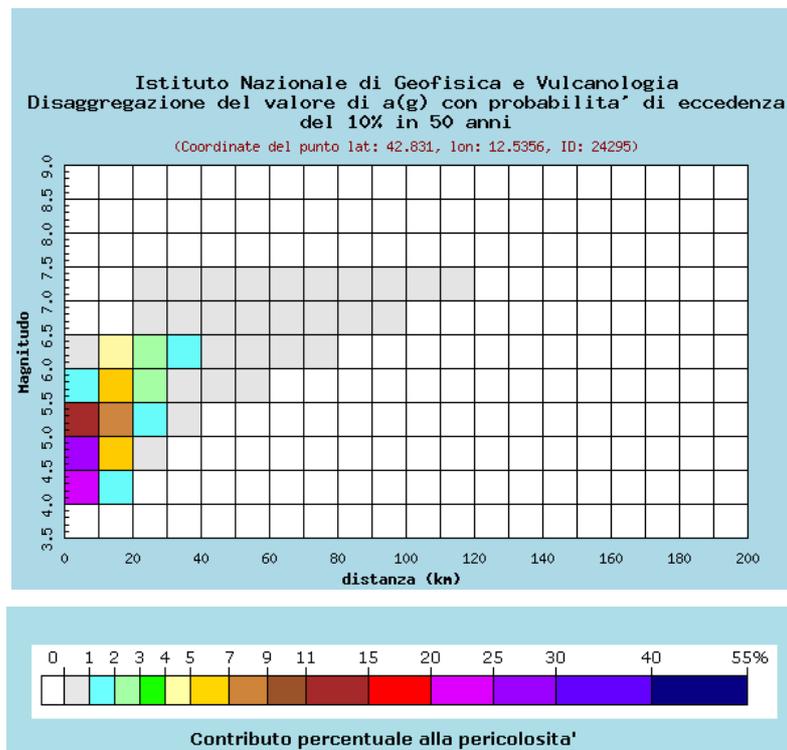
E' stata quindi effettuata una stima della Magnitudo Massima del Sito, a seguito di attività di sorgenti simogenetiche limitrofe al sito progettuale, utilizzando i dati di disaggregazione del valore di a_g di cui alla Mappe Interattive di Pericolosità Sismica sopra indicata.

La disaggregazione (o deaggregazione) della pericolosità sismica (McGuire, 1995; Bazzurro and Cornell, 1999) è una operazione che consente di valutare i contributi di diverse sorgenti sismiche alla pericolosità di uno specifico sito.

La disaggregazione del valore di a_g con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (corrispondente ad evento sismico con tempo di ritorno pari a 475 anni – Stato Limite di Vita SLV per verifiche di una struttura standard) riferita al **nodo ID24295** evidenzia un valore medio di M - D (Magnitudo-Distanza) pari a:

- **Magnitudo:** **5,07**
- **Distanza sorgente sismica:** **10,50 Km**

Tale dato, anche in base a quanto valutato con il progetto DISS (*Database of Individual Seismogenic Sources*) dell'INGV e l'analisi dei terremoti storici, è altamente attendibile entro la finestra temporale considerata.



Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilita' di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 42.831, lon: 12.5356, ID: 24295)										
	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	20.200	28.700	11.400	1.400	0.751	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	1.940	6.740	7.610	5.710	4.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.000	0.127	1.200	2.050	2.160	0.252	0.168	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	0.000	0.031	0.538	1.100	0.768	0.582	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.000	0.000	0.046	0.425	0.525	0.475	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.104	0.277	0.303	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.013	0.096	0.137	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.027	0.065	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.030	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.070	10.500	1.260



Disaggregazione del valore di ag per nodo di riferimento con M_{max} - INGV/Istituto Nazionale di geofisica e Vulcanologia

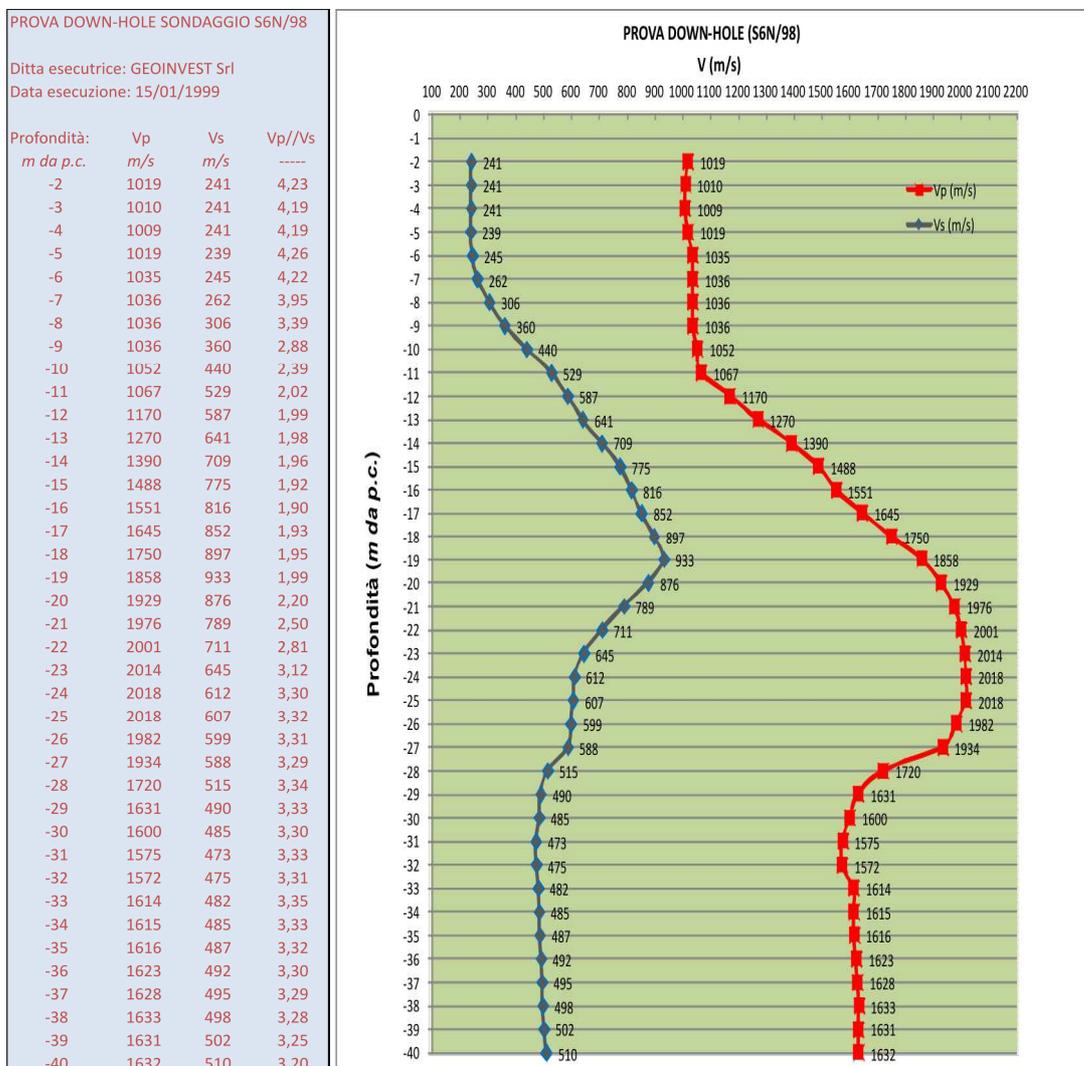
6.2 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEI TERRENI

La caratterizzazione sismica del sottosuolo, relativamente all'area di intervento è stata effettuata sulla base delle caratteristiche litologiche, di resistenza meccanica e sismiche, evidenziate nel corso dello studio effettuato.

In particolare, per la valutazione della classe di terreno effettuata in base ai criteri dettati dal Decreto Ministeriale del 14/01/2008 (G.U. n. 29 del 04/02/2008 – Supplemento Ordinario n.30) "Approvazione delle norme tecniche per le costruzioni" cap. 3.2.2. Categorie di sottosuolo, ci si è avvalsi risultanze delle indagini sismiche

in foro eseguite nel sondaggio S6N/98 (Down-Hole con determinazione dei valori di Vp e Vs fino a 40,0 m di profondità).

La prova Down-Hole eseguita nel sondaggio S6N/98 (vedi tabella e grafico allegati) ha evidenziato valori di Vs compresi tra circa 230-260 m/sec, per le coperture e la facies “fine” della porzione alterata dell’unità sommitale (UA), valori di circa 300-360 m/sec, per la porzione “granulare”, alterata dell’unità sommitale (UA alt.), valori compresi mediamente tra 440-933 m/sec, per le differenti facies inalterate dell’Unità di Acquasparta (UA) e valori compresi tra 470-510 m/sec, per l’unità basale (USMC).



Profilo andamento Vp-Vs (Down-Hole in foro S6N/98)

In considerazione di quanto sopra riportato, esaminando i differenti modelli litostratigrafici evidenziati nelle tre sezioni tipologiche (Sez.48, Sez.52 e Sez. 60) e, cautelativamente, utilizzando i valori minimi di Vs rilevati nella prova Down-hole in S6N/98, i valori di VS₃₀ nei differenti scenari di intervento,risultano:

Sezione 48 Tratto sommitale (Intervento con micropali) (*misura degli spessori da p.c. circa coincidente con trave di collegamento dei micropali di fondazione*):

Spessore (m)	Vs(m/s)	Litotipo
2,0	230	Alterazione UA (fine)
2,5	300	Alterazione UA (granulare)
17,5	440	UA
8,0	470	USMC

$$V_{S_{30}} = \frac{\sum_{i=1,N} h_i}{\sum_{i=1,M} \frac{h_i}{V_{S_{30}}}} = \frac{30}{\frac{2.0}{230} + \frac{2.5}{300} + \frac{17.5}{440} + \frac{8.0}{470}} = \frac{30}{0,0737} = 407,05 \text{ m/s}$$

Sezione 48 Tratto basale (Intervento con pali e tiranti) (*misura degli spessori da p.c. circa coincidente con trave di collegamento dei pali di fondazione*):

Spessore (m)	Vs(m/s)	Litotipo
11,0	230	cfr (depositi gravitativi)
19,0	470	USMC

$$V_{S_{30}} = \frac{\sum_{i=1,N} h_i}{\sum_{i=1,M} \frac{h_i}{V_{S_{30}}}} = \frac{30}{\frac{11.0}{230} + \frac{19.0}{470}} = \frac{30}{0,088} = 340,9 \text{ m/s}$$

Sezione 52 Tratto basale (Intervento con pali) (*misura degli spessori da p.c. circa coincidente con trave di collegamento dei pali di fondazione*):

Spessore (m)	Vs(m/s)	Litotipo
14,0	230	cfr (depositi gravitativi)
2,5	300	Alterazione UA (granulare)
13,5	470	USMC

$$V_{S_{30}} = \frac{\sum_{i=1,N} h_i}{\sum_{i=1,M} \frac{h_i}{V_{S_{30}}}} = \frac{30}{\frac{14.0}{230} + \frac{2.5}{300} + \frac{13.5}{470}} = \frac{30}{0,098} = 306,12 \text{ m/s}$$

Sezione 60 Tratto basale (Intervento con pali) (*misura degli spessori da p.c. circa coincidente con trave di collegamento dei pali di fondazione*):

Spessore (m)	Vs(m/s)	Litotipo
2,0	230	Detrito di falda s.l.
1,5	300	Alterazione UA (granulare)
3,0	230	Alterazione UA (fine)
15,5	440	UA
8,0	470	USMC

$$V_{S_{30}} = \frac{\sum_{i=1,N} h_i}{\sum_{i=1,M} \frac{h_i}{V_{S_{30}}}} = \frac{30}{\frac{2,0}{230} + \frac{1,5}{300} + \frac{3,0}{230} + \frac{15,5}{440} + \frac{8,0}{470}} = \frac{30}{0,0787} = 381,2 \text{ m/s}$$

Secondo quanto previsto dal D.M. del 14 gennaio 2008 (Tab. 3.2.II), si possono quindi assegnare le seguenti classi di suolo:

Sezione 48 Tratto sommitale (Intervento con micropali): $V_{S_{30}} = 407,00 \text{ m/s}$

Categoria "**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 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 $c_{u_{30}} > 250 \text{ kPa}$ nei terreni a grana fina)".

Sezione 48 Tratto basale (Intervento con pali e tiranti): $V_{S_{30}} = 341,00 \text{ m/s}$

Categoria "**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 $70 < c_{u_{30}} < 250 \text{ kPa}$ nei terreni a grana fina).

Sezione 52 Tratto basale (Intervento con pali): $V_{S_{30}} = 306,00 \text{ m/s}$

Categoria "**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 $70 < c_{u_{30}} < 250 \text{ kPa}$ nei terreni a grana fina).

Sezione 60 Tratto basale (Intervento con pali): $V_{S30} = 381,00$ m/s

Categoria "**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 un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{S30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina)".

Sempre in riferimento alle suddette Norme tecniche per le costruzioni, relativamente a tutte le sezioni tipologiche sopra elencate (Sez.48, 52 e 60) la categoria topografica individuata è da riferirsi alla Categoria T2 (Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$).

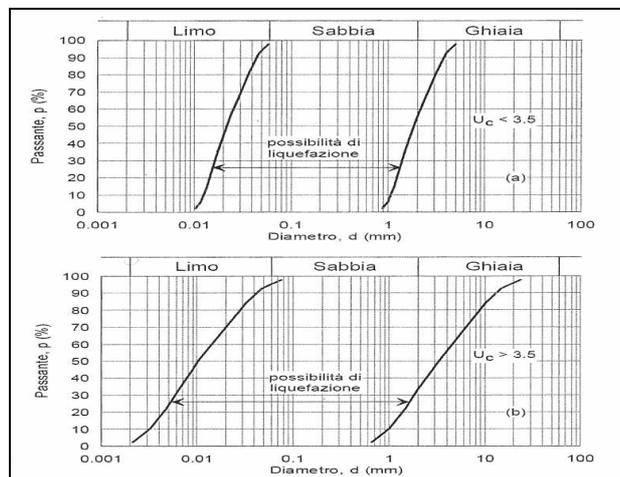
NTC 2008 - Tab. 3.2.II – Categorie di sottosuolo

Categoria di sottosuolo	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori V_{S30} superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>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 un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{S30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
C	<i>Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{S30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
D	<i>Depositati 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_{S30} inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
E	<i>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).</i>

6.3 VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE

Le NTC 2008 stabiliscono che la verifica nei confronti della liquefazione di un terreno di fondazione possa essere omessa qualora si verifichi una delle seguenti condizioni:

- Eventi sismici di magnitudo M inferiore a 5;
- Accelerazioni massime attese al p. campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0.1g;
- Profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
- Depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N_1)_{60} > 30$ oppure $q_{c1N} > 180$;
- Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nelle figura sottostante (terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3.5$ e terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3.5$).



Distribuzione granulometrica per terreni soggetti a possibile liquefazione

In considerazione di quanto sopra riportato:

a)tenendo conto dello scenario idrogeologico di dettaglio, che da quanto ricostruito dalle risultanze dei cicli di monitoraggio nella strumentazione piezometrica installata, evidenzia in corrispondenza delle aree di intervento quote relative superiori ai 15-20 m da p.c.;

b)escludendo l'unità sommitale di Acquasparta, valutando la natura granulometrica dei sedimenti granulari e fini presenti nell'area d'intervento, i quali presentano percentuali variabili ma sempre presenti di argilla e quindi distribuzioni granulometriche esterne a quelle sopraindicate come potenzialmente soggette a possibile liquefazione.

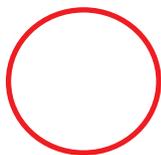
conformemente a quanto indicato nell'NTC 2008 non si è proceduto ad alcuna verifica della suscettibilità alla liquefazione dei terreni presenti, ritenendo che gli stessi possono essere classificati come non liquefacibili in fase sismica in riferimento alla normativa vigente.

COROGRAFIA AREA DI STUDIO

ESTRATTO SEZ. I.G.M. FOGLIO 335, SEZ. I "MASSA MARTANA"

SCALA 1:25.000

ESTRATTO TAV. IGM
F. 335 SEZ. I "MASSA MARTANA"
SCALA 1:25.000

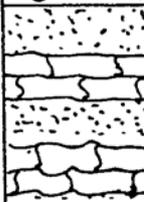
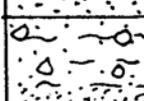
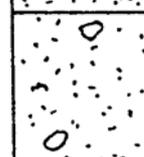


INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO

LOGS STRATIGRAFICI SONDAGGI DI RIFERIMENTO

CANTIERE

MASSA MARTANA - PERUGIA

MET. PERF. ROTAZIONE (CAROTIERE SEMPLICE) ... ØFORO (mm) 101 DATA INIZIO 13.6.94 ... DATA FINE 15.6.94 ... QT. ASS. (m) RESPONSABILE: Dott. Geol. STEFANO PIAZZOLI			 REGIONE E PROVINCE PERUGIA		SONDAGGIO N. I 4		
PROFONDITA' DAL P. c (m)	COLONNA STRATIGRAFICA	DESCRIZIONE	RILIEVO FALDA	S.P.T.	CAMPIONI INDISTURBATI	% CAROTAOGGIO 	STRUMENTI INSTALLATI
0,00		Materiali di riporto eterogenei					
5,90		Alternanza di limo argillosoavana, plastico, con ciottoli travertinosi e patine di ossidi, e travertino sabbioso giallastro, poco addensato, con frammenti di travertino litoide					
8,80		Alternanza di travertino sabbioso sciolto e travertino litoide					
11,80		Limo calcareo sabbioso bianco, poco consistente con trovanti di travertino, in basso livello litoide alternato a travertino sabbioso					
13,00		Alternanza di argilla sabbiosa con limo marrone rossastro, fortemente ossidat. e limo calcareo bianco, consistente, con trovanti di travertino. Intercalati livelli di travertino sabbioso biancastro e travertino litoide					
18,00		Sabbia travertinoso sciolta, con clasti sparsi					

Inclinmetro

CANTIERE ... MASSA MARTANA ... PERUGIA



RICERCHE E
PROGETTI
PERUGIA

SONDAaggio N.

I 4

PROFONDITA' DAL P.C. (m)	COLONNA STRATIGRAFICA	DESCRIZIONE	RILIEVO FALDA	S.P.T.	CAMPIONI INDISTURBATI	CAROTaggio		STRUMENTI INSTALLATI
						5	100	
22,00		Alternanza di travertino litoide e sabbioso, livelli sabbiosi e livelli sottili limo argillosi ossidati						
26,00		Limo argilloso a luoghi sabbioso, avana e grigio, mediamente consistente, a tratti plastico, con ciottoli millimetrici, ossidi e noduli limonitici. Intercalati livelli argillosi grigi consistenti e livelli sabbiosi grigi addensati						
35,50		Alternanza di sabbia finissima limosa grigia, poco addensata e limo argilloso grigio, molto consistente						
37,00		Sabbia travertinoso da poco addensata ad addensata, con un livello di travertino litoide in alto						

inclinometro

CANTIERE: Centro storico di Massa Martana (PG)
 SONDAGGIO N. S3
 QUOTA (m s.l.m.): 350.6
 DITTA PERFORATRICE: SICEF S.a.s.
 RESPONSABILE: Dott. Luca D. Venanti

STUDIO GEOLOGICO
 Dott. Luca D. Venanti
 V.le O. Antinori, 25
 06124 PERUGIA

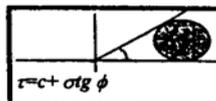


Scala 1:100	Profondita'	Carotaggio	Cassetta	Stratigrafia	Pocket	Descrizione	Campione disturbato	Campione indisturbato	S.P.T.	Pr. Leifranc	Telecamera	Pressiometro	Cross-hole	C. Casagrande	Tubo aperto	Inclinometro
		20 40 60 80			1 2 3 4				10 20 30 40							
1	1.0					Terreno di riporto limo sabbiosi brunastro con inclusi poligenici prevalentemente calcarei, basso grado di consistenza										
2	2.0					Limo sabbiosi nocciola brunastro, media consistenza		2.45					2.0			
3	3.0					Sabbia debolmente limosa brunastro, compatta							CH1			
4	4.5		1			Sabbia e ghiaia grossolana in matrice limosa avana							3.0			
5	4.5					Limo grigio verdastro con calcinoli millimetrici, mediamente consistente	5.00						4.0			
6	5.6					Sabbia fine limosa verdastra con calcinoli e fustoli di lignite, medio grado di consistenza	5.40						5.0			
7	7.0					Limo verdognolo consistente	7.00						6.0			
8	8.0					Sabbia fine limosa verdognola mediamente compatta	7.50						CH2			
9	9.5		2			Limo sabbioso a fiamme verdastre, consistente	9.00						6.45			
10	9.5					Alternanza di sabbia calcarea grossolana e livelli calcarei sottilmente stratificati biancastr	9.40						CH3			
11	11.5					Alternanza di sabbia grossolana di colore nocciola e livelli calcari litoidi, sottilmente stratificati	10.00						7.00			
12	11.5					Calcare litode costituito da incrostazioni su resti vegetali a sviluppo verticale (travertino fitoermale)	10.50						CH4			
13	13.0												9.00			
14	14.0												CO2			
15	15.0												9.45			
16	15.0		3										10.00			
17	15.0												CO1			
18	18.0												7.50			
19	18.0												9.45			
20	18.0												9.45			
													10.00			
													10.50			
													13.0			
													PL1			
													14.0			
													CH5			
													11.0			
													CH6			
													12.0			
													CH7			
													13.0			
													14.0			
													15.0			

CANTIERE: Centro storico di Massa Martana (PG)
SONDAGGIO N. S3
QUOTA (m s.l.m.): 350.6
DITTA PERFORATRICE: SICEF S.a.s.
RESPONSABILE: Dott.Luca D.Venanti

STUDIO GEOLOGICO
 Dott. Luca D. Venanti

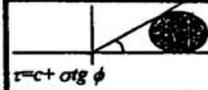
V.le O.Antinori, 25
 06124 PERUGIA



Scala 1:100	Profondita'	Carotaggio	Cassetta	Stratigrafia	Pocket	Descrizione	Campione disturbato	Campione indisturbato	S.P.T.	Pr. Lefranc	Telecamera	Pressiometro	Cross-hole	C. Casagrande	Tubo aperto	Inclinometro
	40.0	20 40 60 80			1 2 3 4	Limo consistente grigiastro							40.0			
41													CH12			
42													41.0			
43			5													
44																
45	45.0					Ghiaia calcarea in matrice limo sabbiosa grigia		44.00 C3 44.50					45.0			
46	46.0					Sabbia limosa fine grigia, mediamente compatta							CH13			
47													46.0			
48			6													
49													49.0			
50	50.0							49.50 C4 50.00					CH14			
													50.0			

CANTIERE: Centro storico di Massa Martana (PG)
 SONDAGGIO N. S18
 QUOTA (m s.l.m.):
 DITTA PERFORATRICE: SICEF S.a.s.
 RESPONSABILE: Dott. Luca D. Venanti

STUDIO GEOLOGICO
 Dott. Luca D. Venanti
 V.le O. Antinori, 25
 06124 PERUGIA



Scala 1:100	Profondita'	Carotaggio	Cassetta	Stratigrafia	Pocket	Descrizione	Campione disturbato	Campione indisturbato	S.P.T.	Pr. Lefranc	Telecamera	Pressiometro	Cross-hole	C.Casagrande	Tubo aperto	Inclinometro
		20 40 60 80			1 2 3 4				10 20 30 40							
	21					Limo grigio verdastro con fiamme nere ed ocra, medio alta consistenza		20.20 20.60								
	22															
	23	22.5				Sabbia limosa grigio verdastra con fiamme nocciola, mediamente compatta	22.20 22.60									
	24															
	25															
	26															
	27															
	28															
	29															
	30															
	31															
	32															
	33	33.0														
	34	34.0				Limo sabbioso grigio azzurro consistente		33.00 C3 33.50								

30.0

Committente REGIONE UMBRIA

Cantiere Consolidamento Rupe di Massa Martana (PG) - Progettaz. esec. III° str.

Località Fosso della Rocca - Massa Martana (PG)

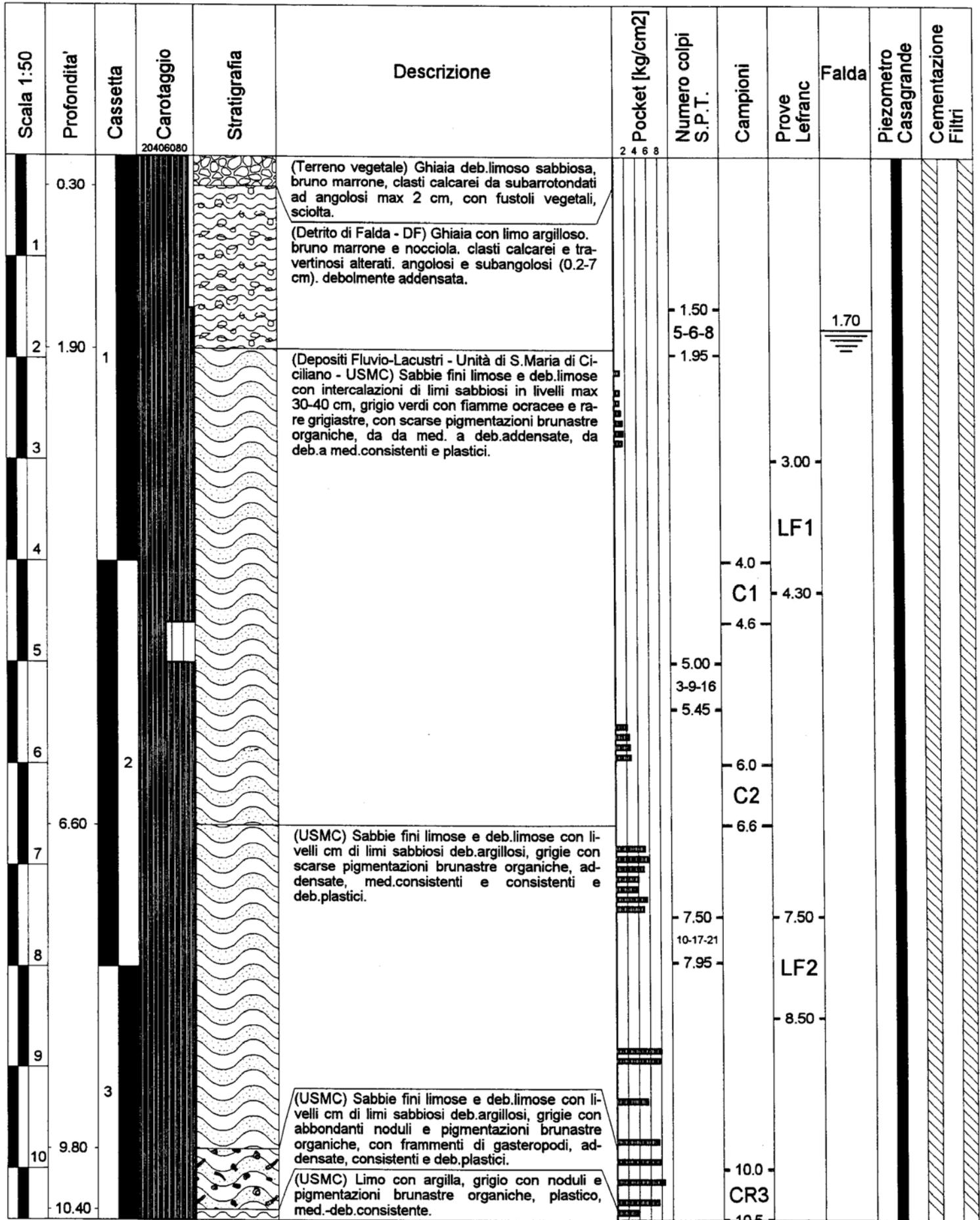
Data Inizio 19.12.2001

Data Fine 04.01.2002

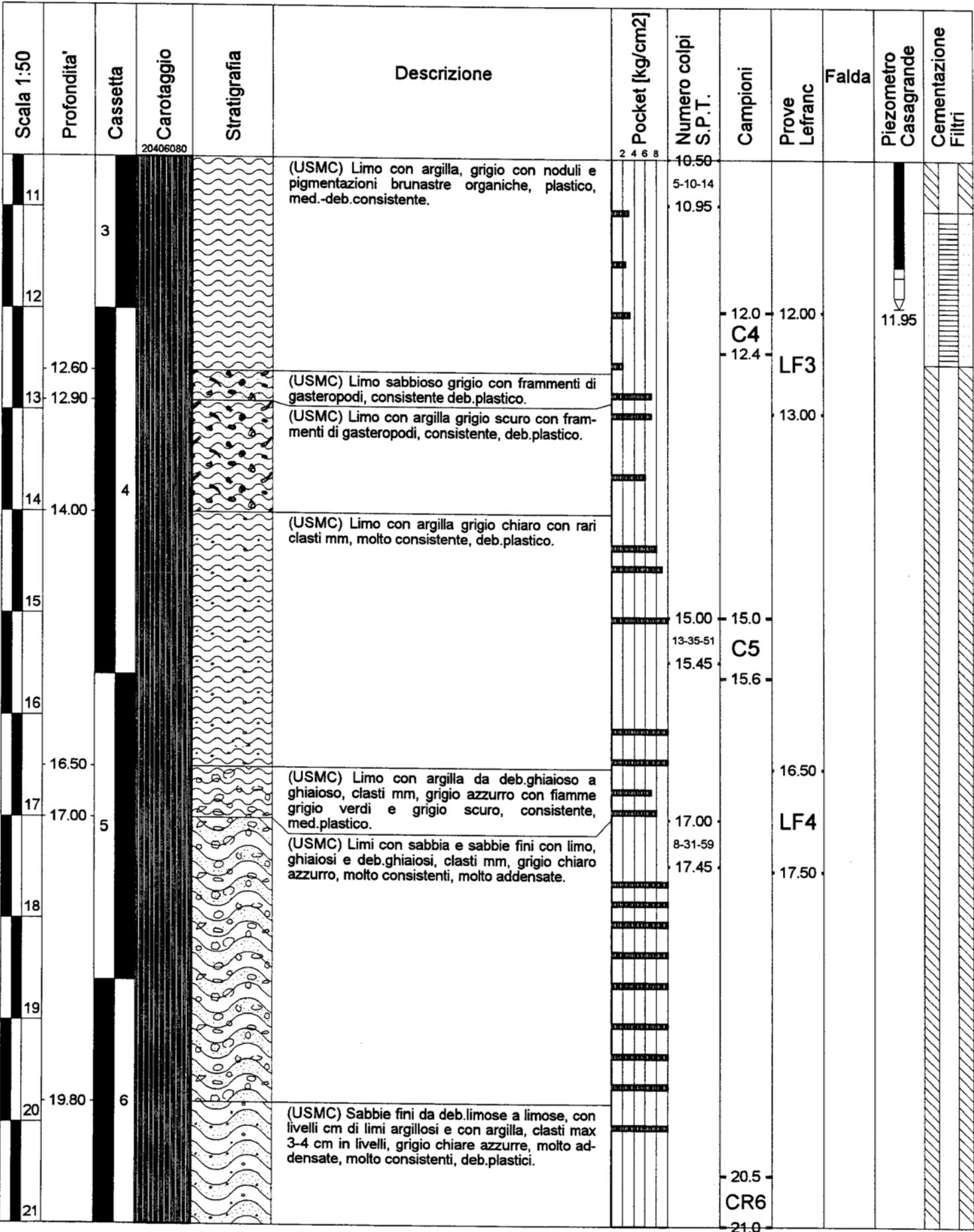
SONDAGGIO FOGLIO

S2/01 1/3

Il geologo
S.G.A.



Committente	REGIONE UMBRIA		SONDAGGIO	FOGLIO
Cantiere	Consolidamento Rupe di Massa Martana (PG) - Progettaz. esec. III° str.		S2/01	2/3
Località	Fosso della Rocca - Massa Martana (PG)		Il geologo	
Data Inizio	19.12.2001	Data Fine	04.01.2002	S.G.A.



Committente **REGIONE UMBRIA**
 Cantiere **Consolidamento Rupe di Massa Martana (PG) - Progettaz. esec. III° str.**
 Località **Fosso della Rocca - Massa Martana (PG)**
 Data Inizio **11.12.2001** Data Fine **18.12.2001**

SONDAGGIO **S3/01** FOGLIO **2/3**

Il geologo
S.G.A.

Scala 1:50	Profondita'	Cassetta	Carotaggio	Stratigrafia	Descrizione	Pocket [kg/cm2]	Numero colpi S.P.T.	Campioni	Prove Lefranc	Falda	Piezometro Casagrande	Cementazione Filtri
			20406080			2 4 6 8						
11	11.20	3			(USMC) Limi argillosi, ghiaiosi e deb.ghiaiosi, grigio scuri, grigio azzurri, clasti mm, deb.plastici, consistenti.		10.70 13-33-42					
12					(USMC) Limi argillosi con scarsi clasti mm, grigio azzurri e grigi con fiamme grigio verdi fino 13.0 m, con pigmentazioni brunastre organiche, med.deb.plastici, consistenti.		11.15					
13								12.5 CR4				
14	14.00	4			Limi argillosi deb.sabbiosi, deb.ghiaiosi, grigio chiari, grigio azzurri, clasti mm, molto consistenti.		13.50 4-14-25		13.45			
15							13.95		LF3			
16									14.50			
17	16.90				(USMC) Limi sabbiosi con livelli di sabbie fini limose e deb.limose, grigio azzurri, con scarsi clasti angolosi max 2 cm, localmente deb.ghiaiosi, deb.plastici, da consistenti a molto consistenti, addensate.		18.00 22-36-51		17.90			
18		5					18.45		LF4			
19	18.90				(USMC) Limi argillosi deb.sabbiosi, grigi, grigio scuri e grigi con fiamme grigio verdi, inclinati c.ca 20-25°, localmente suborizzontali, con struttura caotica da 21.8 m c.ca, con tracce di diaclasi da 70° a subverticali, med.deb.plastici, consistenti. Da c.ca 24.0 m con scarsi clasti mm e pigmentazioni brunastre organiche.				19.00			
20												
21		6						20.5 C6				

Committente REGIONE UMBRIA

Cantiere Consolidamento Rupe di Massa Martana (PG) - Progettaz. esec. III° str.

Località Fosso della Rocca - Massa Martana (PG)

Data Inizio 27.11.2001

Data Fine 06.12.2001

SONDAGGIO FOGLIO

S4/01 2/4

Il geologo
S.G.A.

Scala 1:50	Profondita'	Cassetta	Carotaggio	Stratigrafia	Descrizione	Pocket [kg/cm2]	Numero colpi S.P.T.	Campioni	Prove Lefranc	Falda	Inclinometro
	10.00	2	20406080		(CFR) Limi argillosi e argille limose, con clasti, a tratti ghiaiose, marroni e grigiastre, con fiamme azzurre, ocracee e brunastre, clasti travertinosi, calcarei e frammenti di laterizi, da subangolosi ad angolosi (0.2->10 cm, rari > 3 cm), con frammenti vegetali, caotiche, plastiche, debolmente consistenti.	2 4 6 8	10.00 2-3-3 10.45	10.5 CR4 11.0			
11											
12											
13										13.00	
14		3								13.50	
15										LF3 14.55	
16										15.0 CR5 15.5	
17	16.40				(Depositi Fluvio-Lacustri - Unità di S.Maria di Ciciliano - USMC) Limi argillosi, grigi con fiamme e pigmentazioni brunastre organiche, con scarsi clasti mm e frammenti di gasteropodi, plastici, medio-debolmente consistenti.		16.00 6-5-5 16.45				
18	16.80				(USMC) Sabbie fini con limo e limose e limi sabbiosi, grigio chiare con fiamme e pigmentazioni brunastre organiche, con scarsi clasti mm, medio-alto addensamento.						
19	17.30				(USMC) Limi argillosi, grigi con fiamme verdastre e ocracee, con scarsi clasti mm, caotiche, plastiche, da med.consistenti a consistenti.					18.0 C6 18.00	
20	18.80	4			(USMC) Sabbie fini limose e con limo e limi-sabbiosi, grigio chiare avana con scarse pigmentazioni brunastre organiche, addensate.					18.5 LF4 19.00	
	19.60				(USMC) Limi argillosi, grigio azzurri con fiamme grigio verdi, localmente grigio verdi, con fiamme e pigmentazioni brunastre organiche e scarsi clasti mm, plastici, med.consistenti e consistenti. Il cutting tende ad allungarsi.					19.00	

Committente REGIONE UMBRIA
 Cantiere Consolidamento Rupe di Massa Martana (PG) - Progettaz. eseg. III° str.
 Località Fosso della Rocca - Massa Martana (PG)
 Data Inizio 27.11.2001 Data Fine 06.12.2001

SONDAGGIO FOLGIO
S4/01 3/4
 Il geologo
 S.G.A.

Scala 1:50	Profondita'	Cassetta	Carotaggio	Stratigrafia	Descrizione	Pocket [kg/cm2]	Numero colpi S.P.T.	Campioni	Prove Lefranc	Falda	Inclinometro
			20406080			2 4 6 8					
	21	4			(USMC) Limi argillosi, grigio azzurri con fiamme grigio verdi, localmente grigio verdi, con fiamme e pigmentazioni brunastre organiche e scarsi clasti mm, plastici, med.consistenti e consistenti. Il cutting tende ad allungarsi.		21.00 6-7-9 21.45				
	22				(USMC) Sabbie fini limo-argillose con clasti subangolosi mm, grigio chiare con pigmentazioni brunastre organiche, addensate. (USMC) Limi argillosi con scarsi clasti mm, grigio azzurri con fiamme e pigmentazioni brunastre organiche, plastici, med.-debolmente consistenti.						
	23				(USMC) Sabbie fini limose e con limo, con livelli cm di limi argillosi e sabbiosi, grigio verdi con scarse fiamme e pigmentazioni brunastre organiche, addensate e med.consistenti.		23.0	C7			
	24	5			(USMC) Limi argillosi grigio azzurri con fiamme grigiastre e pigmentazioni brunastre organiche e rari clasti mm, plastici da med.consistenti a consistenti alla base. (USMC) Sabbie fini limose grigio azzurre, addensate. (USMC) Limi argillosi con livelli cm di limi sabbiosi e sabbie fini con limo, grigio verdi, grigio azzurre con scarse pigmentazioni brunastre organiche e scarsi clasti mm, plastiche, da med-deb.consistenti a consistenti.		23.50 23.5 8-8-10 23.95				
	25				(USMC) Sabbie fini limose e deb.limose e sabbie medie deb.limose, con livelli cm di limi sabbiosi e limi argillosi plastici e med-deb.consistenti, grigie, con scarse pigmentazioni e noduli brunastri organici, addensate.		25.0 C8 25.5 25.50				
	26						26.00 17-31-35 26.45		LF5		
	27						27.0 CR9 27.5				
	28	6									
	29						28.50 5-19-27 28.95				
	30				(USMC) Limi argillosi e limi sabbiosi, grigi con abbondanti noduli, pigmentazioni e fiamme brunastre organiche, deb.plastici, consistenti.						

Committente	REGIONE UMBRIA		SONDAGGIO	FOGLIO
Cantiere	Consolidamento Rupe di Massa Martana (PG) - Progettaz. esec. III° str.		S4/01	4/4
Località	Fosso della Rocca - Massa Martana (PG)			
Data Inizio	27.11.2001	Data Fine	06.12.2001	
			Il geologo S.G.A.	

Scala 1:50	Profondita'	Cassetta	Carotaggio	Stratigrafia	Descrizione	Pocket [kg/cm2]	Numero colpi S.P.T.	Campioni	Prove Lefranc	Falda	Inclinometro
			20406080								
	31	6			(USMC) Limi argillosi e limi sabbiosi, grigi con abbondanti noduli, pigmentazioni e fiamme brunastre organiche, deb.plastici, consistenti.	2 4 6 8		30.5 C10			
	31.50 31.60				(USMC) Sabbie fini limose grigio scure verdastre con frammenti di gasteropodi, addensate, inclinate c.ca 20°.				31.45		
	32				(USMC) Limi argillosi con scarsi clasti mm, grigio verdi scuri, con frammenti di gasteropodi, deb.plastici, consistenti.				LF6		
	32.10				(USMC) Limi argillosi da deb.ghiaiosi a ghiaiosi, grigi e grigio azzurri, con scarse fiamme ocracee, con pigmentazioni brunastre organiche, clasti mm, consistenti e molto consistenti.				32.25		
	33	7									
	34							33.5 C11			
	35							34.0			
	35.00										
	36										

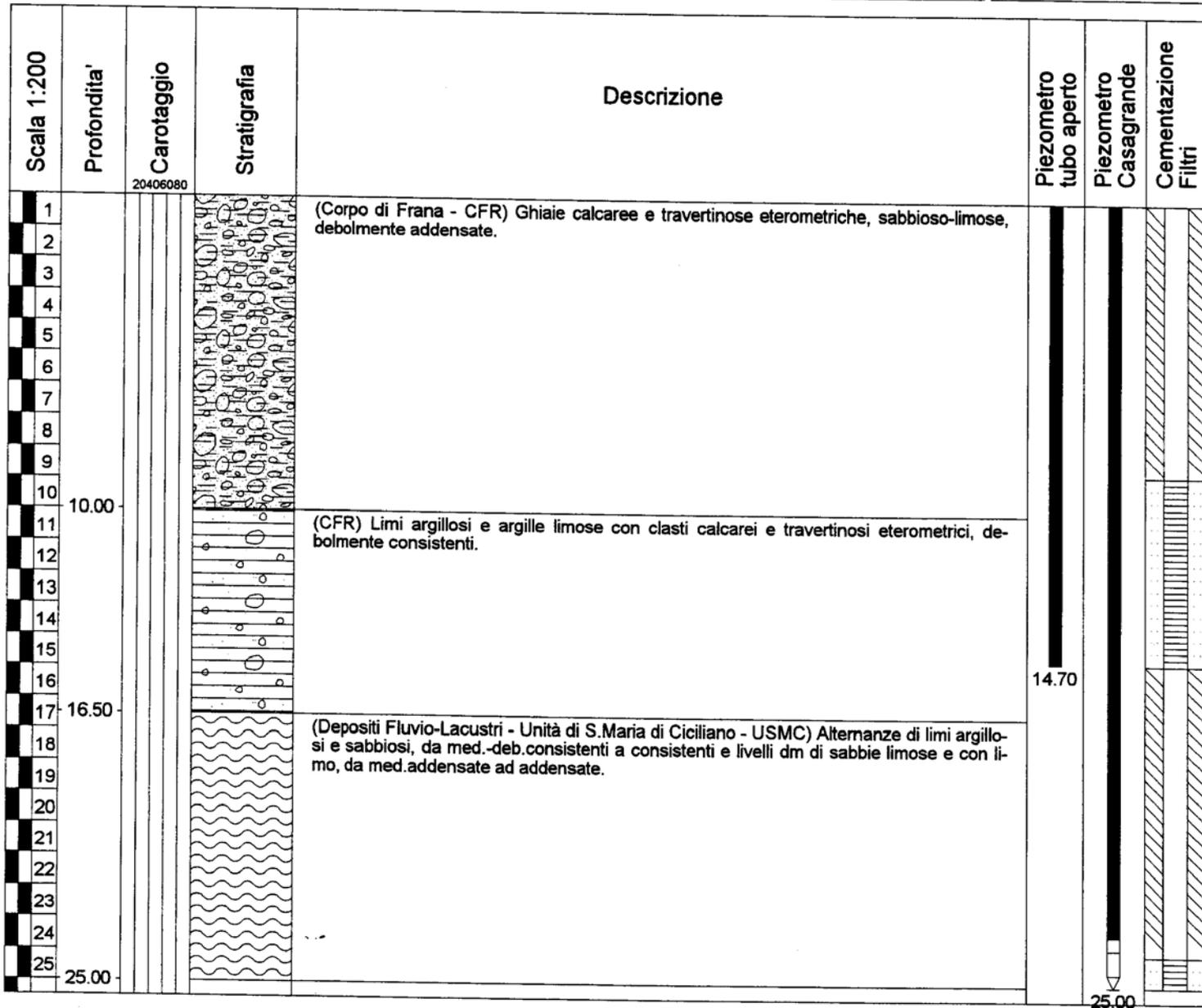
NOTE: Macchina operatrice NENZI GELMA.
 Metodo di perforazione: Carotaggio continuo.
 Carotiere semplice phi 101 mm (0.00-25.50 m); Wire line phi 110 mm (25.50-35.00 m).
 Rivestimento: phi 146 mm (0.00-35.00 m).
 Fluido di perforazione: acqua, uso continuo (25.50-35.00 m).
 Perdita continua del fluido di perforazione.
 Perforazione senza rotazione tratto 10.00-16.5 m c.ca.

Committente **REGIONE UMBRIA**
 Cantiere **Consolidamento Rupe di Massa Martana (PG) - Progettaz. esec. III° str.**
 Località **Fosso della Rocca - Massa Martana (PG)**
 Data Inizio **07.12.2001** Data Fine **10.12.2001**

SONDAGGIO FOGLIO

SD4/01 1/1

**Il geologo
S.G.A.**



NOTE: Macchina operatrice NENZI GELMA.
 Metodo di perforazione: Distruzione di nucleo.
 Wire line con punta trilama phi 110 mm (0.00-25.50 m).
 Rivestimento: phi 146 mm (0.00-25.50 m).
 Fluido di perforazione: acqua, uso continuo (0.00-25.50 m).

Livelli piezometrici post-installazione (m da p.c.):
 Piezometro T. Aperto (prof. 14.70 m da p.c.)
 12.59 m (13.12.01);
 12.75 m (20.12.01);
 12.93 m (07.01.02).
 Piezometro Casagrande (prof. 25.00 m da p.c.)
 13.31 m (13.12.01);
 13.34 m (20.12.01);
 13.34 m (07.01.02).

Committente	REGIONE UMBRIA		SONDAGGIO	FOLGIO
Cantiere	Consolidamento Rupe di Massa Martana (PG) - Prog.esec. II° stralcio		ST12/1/00	1/4
Località	Massa Martana (PG)		Il geologo	
Data Inizio	14.03.2002	Data Fine	15.03.2002	
			S.G.A. - Dr. L.Faralli	

Scala 1:50	Profondita'	Cassetta	Carotaggio	Stratigrafia	Descrizione	Pocket [kg/cm2]	Campioni	Inclinometro
			20406080			2 4 6 8		
	0.60				(Terreno vegetale) Limo argilloso ghiaioso, bruno marrone rossiccio, clasti poligenici, calcarei, travertinosi e frammenti di laterizi, subangolosi e angolosi max 4 cm, presenti fustoli vegetali, plastici, med-deb.consistenti.			
1	1.60				(Detrito di Falda - DF) Limo argilloso ghiaioso e deb.ghiaioso, marrone rossiccio, clasti angolosi e subangolosi, calcarei e travertinosi (0.2-5 cm. rari >2 cm), plastico, da med.consistente a consistente.			
2	2.90	1			(Depositi Fluvio-Lacustri - Unità di Acquasparta - UA) Limo sabbioso deb.argilloso, con rari clasti mm e calcinoli, grigio verde con fiamme grigiastre e abbondanti pigmentazioni brunastre organiche, med.plastico, med.consistente, localmente consistente.			
3	3.50				(UA) Sabbie medie calcaree debolmente addensate con livelli (4-5 cm) di travertini litoidi deb.vacuolari, fratturati, nocciola giallastri, presenti riempimenti limoso argilloso bruno rossicci, plastici, deb.consistenti.			
4	3.80				(UA) Limo argilloso grigio verde con rari clasti mm, plastico, deb.consistente.			
5	5.20				(UA) Alternanze irregolari di travertini litoidi, vacuolari, fratturati in livelli cm e sabbie fini limose deb.addensate, marroni nocciola.			
6	7.60	2			(UA) Alternanze irregolari di sabbie da fini a medie, localmente deb.limose, med.addensate e addensate, e travertini litoidi vacuolari, med.fratturati, marroni nocciola e giallastri; presenti riempimenti limo argilloso e radici.			
7	8.00				(UA) Limo sabbioso argilloso, con clasti mm, grigio verde con fiamme ocracee, plastico, med.consistente.			
8					(UA) Alternanze irregolari di sabbie da fini a medie localmente limose e deb.limose, in livelli max 10-15 cm e travertini litoidi vacuolari fratturati e travertini fitoermali, presenti livelli di sabbie medie med.addensate e addensate, travertini compatti fratturati e calcari, marroni nocciola e marroni ocracei.			
9								
10		3						

Committente	REGIONE UMBRIA	SONDAGGIO	FOGLIO
Cantiere	Consolidamento Rupe di Massa Martana (PG) - Prog.esec. II° stralcio	ST12/1/00	3/4
Località	Massa Martana (PG)	Il geologo	
Data Inizio	14.03.2002	Data Fine	15.03.2002
		S.G.A. - Dr. L.Faralli	

Scala 1:50	Profondita'	Cassetta	Carotaggio	Stratigrafia	Descrizione	Pocket [kg/cm2]	Campioni	Inclinometro
			20406080			2 4 6 8		
	22	5			(UA) Alternanze irregolari di travertini litoidi vacuolari fratturati e scarse sabbie fini limose avana, deb.addensate.			
	22.10							
	22.50				(UA) Sabbie fini e medie localmente deb.limose, deb.addensate, nocciola e avana.			
	23				(Depositi Fluvio-Lacustri - Unità di S.Maria di Ciciliano - USMC) Limi sabbioso argillosi con rari clasti mm, grigio verdi con abbondanti pigmentazioni e noduli brunastrati, plastici, consistenti e med.consistenti.		23.20	
	23.60						C1	
	24				(USMC) Sabbie limose ghiaiose, clasti subangolosi max 1 cm, con frammenti di gasteropodi, da med.addensate ad addensate.		23.60	
	24.10	6						
	25				(USMC) Limi con sabbia e sabbiosi con clasti sparsi max 1 cm, a tratti deb.argillosi o ghiaiosi, grigi, grigio chiari con locali pigmentazioni brunastre organiche, da med.plastici a deb.plastici, deb.consistenti fino c.ca 24.50 m poi consistenti, presenti livelli di sabbie fini con limo.			
	26							
	26.80	7			(USMC) Limi con sabbia e sabbie fini con limo, con rari clasti mm, med.plastici, med.consistenti, med.addensate.			
	28							
	28.70				(USMC) Limi con sabbia e/o sabbie fini con limo con clasti sparsi max 1 cm, a tratti deb.argillosi o ghiaiosi, grigio chiari con locali pigmentazioni brunastre organiche, med.plastici, consistenti, addensate.			
	29							
	30							
	31	8						
	31.10				(USMC) Sabbie fini localmente con limo, grigie con noduli nerastrati organici, da med.addensate ad addensate.			

Committente	REGIONE UMBRIA		SONDAGGIO	FOGLIO
Cantiere	Consolidamento Rupe di Massa Martana (PG) - Prog.esec. II° stralcio		ST12/1/00	4/4
Località	Massa Martana (PG)		Il geologo	
Data Inizio	14.03.2002	Data Fine	15.03.2002	
			S.G.A. - Dr. L.Faralli	

Scala 1:50	Profondita'	Cassetta	Carotaggio	Stratigrafia	Descrizione	Pocket [kg/cm2]	Campioni	Inclinometro
			20406080					
	32				(USMC) Sabbie fini localmente con limo, grigie con noduli nerastri organici, da med.addensate ad addensate.	2 4 6 8	31.50	
	32.40	8					C2	
	32.70				(USMC) Limo argilloso grigio con pigmentazioni brunastre organiche, plastico, deb.consistente.		32.00	
	33				(USMC) Sabbie fini e medio fini, localmente limose, da med.addensate ad addensate con livelli cementati e livelli travertinosi, grigio marroni, presenti abbondanti gasteropodi.			
	34							
	35							
	36	9						
	37							
	38				(USMC) Sabbie medio fini e fini, localmente deb.limose, marroni nerastre, fortemente organiche, con livelli cm e noduli torbosi, med.addensate e med-deb.addensate con livelli cementati, presenti livelli 5-7 cm di travertini vacuolari.			
	37.90							
	39							
	40	10						
	40.00							

NOTE: Macchina operatrice SOIL MEC SM 400.
 Metodo di perforazione: Carotaggio continuo.
 Wire line phi 101 mm (0.00-40.00 m).
 Rivestimento: phi 146 mm (0.00-40.00 m).
 Fluido di perforazione: acqua, uso continuo (0.00-40.00 m).
 Perdita continua del fluido di perforazione tratto c.ca 5.00-40.00 m.