

Maggio
2021

REGIONE DELL'UMBRIA - PROVINCIA DI PERUGIA

COMUNE GIANO DELL'UMBRIA - Località: BASTARDO

Proprietà

Soc. DE MATTEIS NATURAL FOOD S.R.L.



Progetto

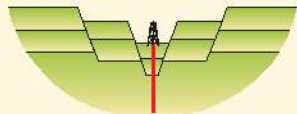
**REALIZZAZIONE DI UN NUOVO TRATTO DI STRADA DI ACCESSO
ALLO STABILIMENTO PRODUTTIVO IN VARIANTE AL PRG OPERATIVO
E PIANO ATTUATIVO DI CUI AL C.C. N.34 DEL 28/06/2007**

*Elaborato
RG*

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOLOGICO-TECNICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA

Geologo

Studio di Geologia
Dott. Geol. Edelberto Santini



Dott. Geol. Edelberto Santini
n.190 Ordine dei Geologi della Regione Umbria

Via Matteotti 71/1, 06035 Gualdo Cattaneo (Pg)
Tel - Fax 0742-91131 - Cell. 335-5616882
E-mail: segeol@virgilio.it - P.IVA 02057710549

GEOLOGIA TECNICA ED APPLICATA - IDROGEOLOGIA - GEOLOGIA AMBIENTALE



P.P.V. Timbri e Firme

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOLOGICO-SISMICA ED IDROGEOLOGICA RELATIVA ALL'AREA DEL "PROGETTO ESECUTIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO TRATTO DI STRADA DI ACCESSO ALLO STABILIMENTO PRODUTTIVO IN VARIANTE AL PRG OPERATIVO E PIANO ATTUATIVO DI CUI AL C.C. N.34 DEL 28/06/2007. PROCEDURA SUAP ART.7-8 del DPR 160/2010" SITA IN FRAZIONE BASTARDO - P.ZZA DEL MERCATO.

- Comune di GIANO DELL'UMBRIA - Provincia di PERUGIA -

XXXX XXXX XXXX

PREMESSA

Lo scrivente Dott. Geol. Edelberto Santini domiciliato per lo svolgimento dell'attività professionale presso il proprio studio con sede in Gualdo Cattaneo, Via Matteotti 71/1, frazione Marcellano (Pg), iscritto all'Ordine dei Geologi della Regione Umbria al n.190, a seguito di incarico conferito dalla Società De Matteis Natural Food S.r.l. quale Committente il progetto e Proprietaria degli immobili oggetto d'intervento, illustra nella presente Relazione i risultati di uno studio geologico-technico, geomorfologico, sismico ed idrogeologico condotto nell'area d'interesse.

L'istanza presenta la proposta di Variante al PRG, Parte Operativa, per una limitata estensione di territorio ricadente in un'area immediatamente esterna al centro urbano di Bastardo, frazione del comune di Giano Dell'Umbria, e di pertinenza allo stabilimento produttivo in attività di proprietà della società Committente; la finalità della variante è consentire una diversa viabilità di accesso agli autoarticolati per il trasporto delle merci con lo scopo di agevolare l'ingresso dei automezzi e di conseguenza migliorare anche la sicurezza del transito.

Le informazioni ed i risultati conseguiti sono illustrati nei paragrafi e relativi allegati di cui al seguente indice:

✕ CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO

☑ 1. Finalità e metodologia di studio	- pag. 2
☑ 2. Quadro Normativo di riferimento	- pag. 2
☑ 3. Inquadramento geografico e cartografico dell' area	- pag. 3
☑ 4. Note di Geomorfologia e Geologia	- pag. 4
4.1. Dati sulla franosità storica dell'area	- pag. 5
4.2. Condizioni topografiche	- pag. 5
4.3. Amplificazioni topografiche	- pag. 5
☑ 5. Note di Idrologia e Idrogeologia	- pag. 6
5.1. Dati sull'alluvionamento dell'area	- pag. 5

✕ CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE SISMICA DEL SITO

☑ 6. Caratterizzazione sismica dell'area	- pag. 7
6.1 - Classificazione sismica	- pag. 7
6.2 - Sismicità storica dell'area	- pag. 8
6.3 - Suscettibilità Sismica dell'area;	- pag. 9



7. Elementi di geotecnica	- pag. 10
7.1 - Indagini geofisiche e caratterizzazione sismica del sottosuolo	- pag. 10
7.2 - Indagini geognostiche e caratterizzazione “fisico-meccanica” dei litotipi	- pag. 12
7.3 - Stabilità del sito nei confronti del rischio di liquefazione	- pag. 14
8. Conclusioni	- pag. 15

 TAVOLE

- ❖ *Tav. IGM.* - *Stralcio Cartografico "Carta Topografica d'Italia - scala 1:25.000*
- ❖ *Tav. CTR.* - *Stralcio Carta Tecnica Regionale - scala 1:10.000.*
- ❖ *Tav. GEO.* - *Carta Geologica - scala 1:10.000*
- ❖ *Tav. PRG.* - *Stralcio Carta "Tav.7b" e "Tav.15ba" di PRG - scala 1:10.000.*
- ❖ *Tav. PAT.* - *Stralcio Carta planimetria Piano Attuativo - scala 1:1.000.*
- ❖ *Tav. CMS.* - *Carta di Microzonazione Sismica - scala 1:5.000*
- ❖ *Tav. MSS.* - *Carta di Microzonazione Sismica Speditiva 1997- scala 1:5.000*
- ❖ *Tav. CAT.* - *Stralcio Planimetria Catastale - scala 1:2.000*

 ALLEGATI

- ✦ *All.to Ia/Ib - Successione litostratigrafica e Ricostruzione grafica del “Modello Geotecnico”*
- ✦ *All.to II - Sondaggi geognostici*
- ✦ *All.to III - Certificati di analisi di laboratorio*

CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO

1. FINALITÀ E METODOLOGIA DI STUDIO

Lo studio è stato condotto al fine di verificare la congruità della proposta variante urbanistico-territoriale, relativamente ai fattori di natura geologica, morfologica, sismica e idrogeologica presenti nel luogo per giungere ad una valutazione della pericolosità geologica ed idrogeologica; inoltre ha permesso di individuare i parametri geotecnici (*fisico-meccanici*) indicativi dei terreni di sedime, utili alla previsioni progettuali nell'area. Per la previsione e prevenzione del rischio sismico per l'area si sono svolte indagini di microzonazione sismica livello locale. La microzonazione sismica consiste *“nella valutazione della pericolosità sismica locale attraverso l'individuazione di zone del territorio caratterizzate da comportamento sismico omogeneo, individua e caratterizza le zone stabili, le zone stabili suscettibili di amplificazione locale del moto sismico e le zone suscettibili di instabilità”*.

Per assolvere l'incarico si è eseguito un rilievo geologico di superficie nel sito d'intervento, esteso all'intorno dello stesso per un'area esaurientemente rappresentativa dei luoghi, integrato da indagini geognostiche e sismiche puntuali, e da informazioni sul territorio tratte dalla bibliografia di settore o da precedenti studi condotti nell'area; in particolare si è consultato lo studio di *“Microzonazione Sismica Speditiva - Area Bastardo”* condotto per l'abitato successivamente agli eventi sismici del 1997 e gli elaborati a corredo dello studio *“Microzonazione Sismica di II°*



livello - Abitato Bastardo". Ciò ha permesso di riconoscere le locali formazioni, sia per l'aspetto litologico e sia per quello geologico-technico, di ricostruire la successione litostratigrafica, di definire la locale modellazione sismica, valutare le condizioni di stabilità geomorfologica ed idrogeologica, di individuare il reticolo idrografico superficiale e l'andamento della circolazione idrica sotterranea locale.

Le indagini sono state condotte in prospettiva sismica in quanto l'area, ai sensi della "O.P.C.M. del 20/03/2003 n.3274", ricade in zona dichiarata sismica di "2° categoria" ($S = 9$), ciò impone di ottemperare al quadro normativo di riferimento vigente in materia sismica ed urbanistica. Lo studio è stato svolto, inoltre, in osservanza delle vigenti "N.T.C. 2018", della "Circolare n.7/2019 del C.S.LL.PP." e delle norme degli strumenti di pianificazione territoriale quali P.U.T., P.A.I. e P.R.G. Comune di **Giano Dell'Umbria**.

XXXX XXXX XXXX

2. QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO.

Lo studio è stato condotto ai sensi delle vigenti Leggi e Normative nazionali e regionali, che regolano la progettazione civile in materia di tutela delle acque e di urbanistica, di seguito elencate:

- * D.P.R. 380/01: "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia".
- * O.P.C.M. 3274/03: "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio ...".
- * D.G.R. n°852/03: "Approvazione classificazione sismica del territorio regionale dell'Umbria".
- * L.R. n°11/05: "Norme in materia di governo del territorio: pianificazione urbanistica comunale".
- * O.P.C.M. 3519/06: "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e".
- * D.G.R. n°477/08: "Piano bacino del F. Tevere - Stralcio per l'assetto idrogeologico PAI-P6 Disposizioni ...".
- * D.G.R. n°377/10: "Criteri per l'esecuzione di studi di Microzonazione Sismica".
- * D.G.R. n°167/12: "Prima individuazione interventi di minore rilevanza per pubblica incolumità ai fini sismici".
- * D.G.R. n°1111/12: "Aggiornamento della classificazione sismica del territorio regionale dell'Umbria".
- * D.P.C.M. 10/04/13: "Approvazione Piano di bacino del F. Tevere - 6° stralcio funzionale P.S.6 per ...".
- * L.R. n°1/15: "Testo Unico Governo del territorio e materie correlate".
- * R.R. n°2/15: "Norme regolamentari attuative della Legge Regionale n.1 del 21 gennaio 2015".
- * D.M. 17/01/18 (N.T.C. 2018): "Aggiornamento delle "Norme Tecniche per le Costruzioni".
- * Circolare C.S.LL.PP. n.7/19: "Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle N.T.C. 2018".
- * D.G.R. n°593/19: "Atto di indirizzo sulle nuove procedure sul rilascio dell'autorizzazione sismica, ...".
- * D.G.R. n°627/19: "Direttiva Tecnica in materia di scarichi acque reflue - approvazione e pubblicazione.
- * Delib. n°27/11 e Delib. n°36/12 del Cons. Ordine Geologi Regione Umbria.
- * "Standard minimo Relazione Geologica per il Piano Attuativo" - Ordine Geologi Regione Umbria.

XXXX XXXX XXXX

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E CARTOGRAFICO DELL'AREA

Il complesso industriale ove si colloca il fabbricato oggetto d'intervento si pone in sponda destra al vicino T.te Puglia, nella zona periferica Nord-occidentale dell'abitato di **Bastardo** ad una quota altimetrica di 280.00 m ca.



s.l.m.⁽¹⁾. La stessa è rappresentata nella nuova Carta Topografica d'Italia (I.G.M.I.)⁽²⁾, al foglio n° 323 Sezione II - Montefalco.

L'immobile oggetto del proposto intervento è censito al N.C.E.U. del Comune di Giano dell'Umbria ed è contraddistinto nel fog. n°2 dalla p.lla n°2072-2074. Lo stesso, ai sensi del vigente PRG del comune di Giano Dell'Umbria ricade urbanisticamente in un'area indicata come "Zona C7 - Ambito P.zza del Mercato «Ambiti di riqualificazione urbana»" (Tav.1 parte operativa - Bastardo UTU 2A) e, sempre ai sensi del vigente PRG, risulta insistere su terreni inseriti nella "Area di salvaguardia paesaggistica dei corsi d'acqua principali di rilevanza territoriale" (Tav.5 parte strutturale - Carta dei contenuti paesaggistici vincoli di tutela paesaggistico-ambientale) mentre non risultano ricadere nelle "Aree sottoposte a Vincolo Idrogeologico" (V. Tav. PRG in allegato). La medesima area è stata oggetto di un Piano Attuativo (C.C. n.34 del 28/06/2007) che ne ha permesso l'attuale classificazione in "Zona a verde pubblico".



Fig.2.1 Vista aerea dell'area oggetto di intervento

Per la puntuale localizzazione dell'area in oggetto si sono individuate le coordinate geografiche⁽³⁾ indicative del fabbricato oggetto d'intervento. (In Tav.CAT si produce stralcio catastale).

Gauss Boaga	Sistema WGS84	Sistema ED50
N 4749571.89	Lat. 42.872588°	Lat. 42.873556°
E 2320551.51	Long. 12.558053°	Long. 12.558992°

Tab.2.1 – Coordinate geografiche relative al sito nei sistemi di riferimento più comuni.

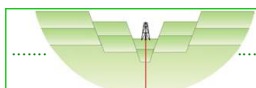
(1) - Riferimento cartografico: Carta tecnica della Regione Umbria 1:10.000 - Sez.323-110 Bastardo".

(2) - Istituto Geografico Militare Italiano.

(3) - Acquisizione dati con software online "GeostruPS" e conversione con software "Ferens plus" edito dalla Regione Umbria.

3. NOTE DI GEOMORFOLOGIA E GEOLOGIA

Lo studio è stato condotto nel rispetto dei limiti delineati dall'ingombro del lotto, così come individuato nella planimetria di progetto, ed esteso ad un intorno significativo del perimetro della zona d'intervento. A supporto conoscitivo preliminare, si è effettuata una ricerca bibliografica e documentale di lavori e studi condotti nel territorio; in particolare si sono consultati gli elaborati a corredo delle "Indagini di Microzonazione Sismica Speditiva: zona Bastardo" (D.G.R. n°6244/98) che hanno investigato, oltre l'abitato, un'estesa area prossima al sito di progetto ed il successivo studio di "Microzonazione Sismica di II° livello" condotto per il Comune di Giano Dell'Umbria nell'anno 2012 dal Dr. Geol. Fabio Mazzeo. Nella fase successiva è stato condotto un rilievo geologico



di superficie e geomorfologico su un'area, contenente il sito d'intervento, sufficientemente rappresentativa dei luoghi di studio.

Il polo industriale da servire con il proposto intervento si posiziona in destra idrografica al *T.te Puglia*, ai limiti dell'area urbana esterna al nucleo originario dell'abitato di Bastardo; la zona si presenta pianeggiante, anche a seguito di datati, ma importanti, interventi di livellamento e bonifica.

L'area in esame si inserisce in un quadro morfologico tipico dell'ambiente di piana alluvionale, a chiara evoluzione planimetrica di torrente meandriforme, con quote altimetriche che variano nell'intervallo compreso tra i 250.00 m ed i 300.00 m s.l.m. Il modellato morfologico è caratterizzato dall'area pianeggiante della valle alluvionale, creata dal *T.te Puglia*, che si raccorda alla più estesa piana di origine fluvio-lacustre delimitata da diversi ordini di rilievi di tipo basso e medio collinari con versanti a modesta e media acclività; ciò conferisce al paesaggio circostante un andamento dal profilo arrotondato.

Localmente si rilevano gradini morfologici e modeste rotture di pendenza, incisioni generate dall'azione erosiva delle acque di scorrimento superficiale ed, inoltre, si osservano numerose aree terrazzate di origine antropica. In queste zone, a prevalente vocazione viticola ed olivicola, il fattore umano è presente con un'attiva pratica agricola ed assume il ruolo di importante agente esogeno, in grado di condizionare l'evoluzione morfologica dei versanti in tempi brevi. L'attuale assetto del territorio è la conseguenza locale dell'orogenesi che ha coinvolto tutta l'Italia Centrale e determinato il sollevamento della dorsale montuosa degli Appennini; le diverse fasi evolutive sono riconducibili a tre principali fasi, durante le quali si svilupparono due diversi stili tettonico-deformativi:

- ✓ nel *Miocene* si realizzarono delle spinte tettoniche compressive (*I° stile deformativo*) che determinarono il sollevamento della dorsale appenninica secondo un modello a pieghe rovesce e vergenza orientale con direttrice principale NO-SE;
- ✓ alla fine del *Pliocene* e nel corso del *Pleistocene* si ebbe una fase distensiva (*II° stile deformativo*) con sistemi di faglie dirette che determinarono l'apertura di valli, per lo più orientate secondo la direttrice appenninica.
- ✓ infine numerose conche vallive furono allagate dalle acque e si originarono diversi bacini fluvio-lacustri; tra questi il più esteso era il *Lago Tiberino*, che conteneva quasi completamente l'attuale valle del Fiume Tevere; l'attuale *Lago Trasimeno* è la residua testimonianza di tale paleopaesaggio morfologico.

L'area di studio può essere localizzata nell'ambito del pleistocenico "*Bacino lacustre di Bastardo*", ritenuto un'estesa zona lacustre e palustre che ha avuto una propria storia evolutiva, coeva, ma indipendente dal sopra citato *Lago Tiberino*.

Dal rilievo geolitologico si è potuto appurare che nel luogo d'intervento sono presenti depositi di materiale antropico, di limitata estensione e potenza, conseguenti una vecchia bonifica dell'area occupata da zone in depressione morfologica, quindi si osserva un coltre di alterazione superficiale costituita da un suolo di natura limo-argillosa con scarsa frazione sabbiosa; gli spessori non sono costanti e solitamente superano il metro.



Sono presenti, inoltre, “*depositi alluvionali*”⁽⁴⁾ di origine fluviale, in stretto rapporto con la morfologia e la dinamica attuali conseguenti l'evoluzione del tracciato del *Torrente Puglia*, costituiti da sedimenti limosi, limosi-argillosi ed argille prevalenti. Seguono in successione stratigrafica, depositi di argille-limose e limi sabbiosi, quindi, argille grigie consistenti, poco plastiche con estese lenti e sacche di sabbie e conglomerati con elementi calcarei leggermente cementati ed orizzonti di lignite. Tali sedimenti appartengono alla formazione “*fluvio-lacustre*”⁽⁴⁾ e datati con il periodo *Villafranchiano*. La letteratura di settore individua in questi depositi tre complessi sedimentari principali posti in successione stratigrafica, dal basso verso l'alto, nel seguente ordine: *compl.so argilloso basale; compl.so argilloso-sabbioso; compl.so sabbioso conglomeratico sup.* (in precedenza, e per un lungo periodo di tempo, gli studi di settore dividevano la formazione nei seguenti quattro complessi sedimentari, sempre dal basso verso l'alto: *compl.so sabbioso-conglomeratico inf.; compl.so argilloso; compl.so sabbioso-argilloso; compl.so sabbioso conglomeratico sup.*)

Nel dettaglio i sedimenti presenti nel sito di progetto possono essere ascritti alla “*Litofacies BEVa*” ossia appartenenti all'Unità di *Bevagna*, come riscontrabile nella *Carta Geologica dell'Umbria*, Sez. *Bastardo* (scala 1:10.000) elaborata dalla Regione Umbria.

Si è constatato che nelle area oggetto di studio non vi sono indizi di fenomeni di dissesto idrogeologico, in atto e/o potenziale, che possano compromettere la stabilità dell'opera, né quest'ultima influirà sull'equilibrio geomorfologico della zona. Tale condizione di stabilità morfologica trova conferma anche nella specifica cartografia tematica, infatti, sia nel progetto *I.F.F.I. (Inventario dei Fenomeni Franosi Italiani)* realizzato e coordinato dall' *I.S.P.R.A.* e sia nella “*Carta Inventario dei Movimenti Franosi della Regione Umbria*” curato dal *C.N.R.-I.R.P.I.* non sono segnalati fenomeni di dissesto gravitativo.

Il livello di Pericolosità Idrogeologica del luogo può essere reputato minimo ed i rischi di erosione per l'area sono nulli, vista la posizione collinare del sito e l'assenza di significative vie d'acqua di scorrimento superficiale nelle prossimità dello stesso.

(4) - Nelle note a corredo della “*Carta Geologica dell'Umbria: Sez.323-110 Bastardo*” in scala 1:10.000 redatta dalla *Regione Umbria*:
 - il complesso litologico “*DEPOSITI ALLUVIONALI*” viene individuato dalla sigla “*b*” e viene descritto in breve come segue: *Depositi alluvionali in rapporto con la morfologia e la dinamica attuali. A) con prevalenza di ghiaie e ghiaie sabbiose; B) con prevalenza di sabbie e sabbie limose; C) con limi, limi argillosi e argille prevalenti; D) depositi palustri. PLEISTOCENE – OLOCENE.*
 - il complesso litologico “*LITOFACIES BEVa*” viene individuato dalla sigla “*BEVa*”, appartiene all'Unità di *Bevagna* del “*Sintema della Valle Umbra (Ovest)*” e viene descritto in breve come segue: “*Sedimenti prevalentemente argillosi-sabbiosi con lenti conglomeratiche. Contenuto fossilifero: molluschi continentali. PLIOCENE Sup. - PLEISTOCENE inf.*”

xxx x xxx

3.1 Condizioni topografiche

La condizione topografica del luogo d'intervento si può reputare non particolarmente complessa, quindi, non risulta necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale e di conseguenza si può adottare la seguente classificazione suggerita per le configurazioni superficiali semplici. Le suesposte categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono esse-



re considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30.00 m. Per il caso specifico l'area di progetto può essere ascrivita alla categoria "T1".

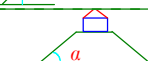
Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i < 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ > i < 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Tab.3.1.1 – Categorie topografiche - (Tab. 3.2.III - D.M. 17.01.2018).

XXXX XXXX

3.2 Amplificazione topografica

Al fine della valutazione delle condizioni topografiche e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si utilizzano i valori del coefficiente topografico " S_T ", come riportati nella Tab.3.2.V del D.M.17/01/2018, in funzione delle categorie topografiche definite nel § 3.2.3. e dell'ubicazione dell'opera o dell'intervento.

<i>Categoria topografica</i>	<i>Ubicazione dell'opera</i>	<i>St</i>	
<i>T1</i>	<i>i < 15</i>	<i>1,0</i>	
<i>T2</i>	<i>Sommità del pendio con i > 15</i>	<i>1,2</i>	
<i>T3</i>	<i>Cresta del rilievo con 15 < i > 30</i>	<i>1,2</i>	
<i>T4</i>	<i>Cresta del rilievo con i > 30</i>	<i>1,4</i>	
<i>Fattore di amplificazione (St)</i>			
<i>Morfologia</i>		<i>Pendenza media</i>	<i>St</i>
<i>Pendo scoscesi isolati</i>		<i>> 15°</i>	<i>< 1.2</i>
<i>Larghezza in cresta molto inferiore alla larghezza alla base</i>		<i>15° to 30°</i>	<i>< 1.2</i>
		<i>> 30°</i>	<i>> 1.4</i>

Tab.3.2.1 – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T

La variazione spaziale del coefficiente di amplificazione topografica è definita da un decremento lineare con l'altezza del pendio o rilievo, dalla sommità o cresta fino alla base dove S_T assume valore unitario. Per il caso specifico si assume un " $S_T = 1.00$ ".

XXXX XXXX

4.1 Dati sulla franosità storica dell'area

Si è constatato che il sito oggetto di proposta variante al PRG non risulta interessato da indizi di fenomeni di dissesto idrogeologico in atto che possano compromettere la stabilità delle future opere. Tale condizione di stabilità morfologica del sito trova conferma nella specifica cartografia tematica; infatti, sia il progetto I.F.F.I. (Inventario dei Fenomeni Franosi Italiani) realizzato e coordinato dall'I.S.P.R.A. e sia il vigente P.R.G. comunale non segnalano fenomeni di dissesto gravitativo. Si è rilevato, comunque, che in aree non molto lontane dal sito in esame sono presenti alcune aree, anche piuttosto estese, interessate da rischi di fenomeni di dissesto gravitativo; ciò denota come il locale territorio, ma situazione che si riscontra per molte zone del territorio comunale, siano presenti fattori che inducono una rilevante propensione al dissesto idrogeologico e ciò implica una particolare attenzione e cautela



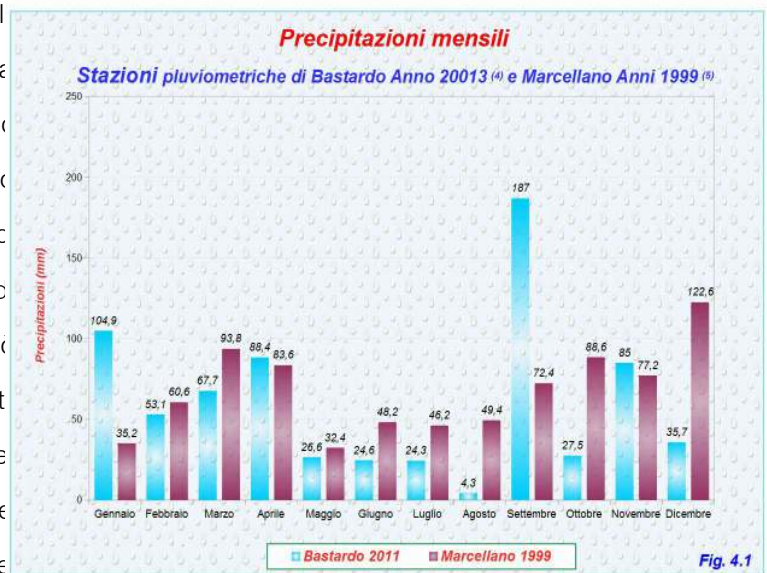
nella gestione del territorio stesso. Relativamente a quanto emerso per l'ambito dell'area oggetto d'interesse il livello di *Pericolosità Idrogeologica* può essere considerato nullo.

XXXX XXXX XXXX

4. NOTE DI IDROLOGIA ED IDROGEOLOGIA

L'area indagata si colloca in un ambito territoriale ove i caratteri climatici e idro-meteorologici sono simili a quelli presenti lungo l'arco Appenninico dell'Italia Centrale, per cui l'idrologia locale risulta soggetta all'intensità e alla periodicità degli eventi meteorici; da ciò, sia le acque di scorrimento superficiale, sia quelle sotterranee sono modulate da regimi stagionali. L'afflusso meteorico medio annuo è prossimo ai 1000 mm, le massime precipitazioni sono concentrate nei periodi Marzo-Aprile ed Ottobre-Novembre, mentre i minimi pluviometrici, con prevedibili e ricorrenti periodi di siccità, si registrano nei mesi estivi. (In Fig.4.1 il pluviogramma della stazione pluviometrica di

riferimento per l'area). Nei luoghi in oggetto il drenaggio superficiale è presente con una media densità e si manifesta con un complesso reticolo di fossi, rivoli e ruscelli con sviluppo sub-dentritico. Questi corsi d'acqua sono alimentati dalle acque di dilavamento e infiltrazione superficiale, solo per alcuni si può supporre un modesto contributo di apporto sotterranei. Il *Torrente Puglia* è il principale corso dell'area e svolge il ruolo di collettore ultimo, raccogliendo gli afflussi di tutte le vie



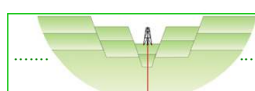
d'acqua presenti nel territorio circostante, prima di affluire, quale importante tributario di sinistra, nel *Fiume Tevere*.

La litologia presente nei luoghi indagati è per sua natura poco permeabile, ma la presenza di numerosi sistemi di fratturazione, estesi con continuità areale, inducono una permeabilità primaria con un coefficiente medio-basso ($10^{-5} > K_{(m/s)} > 10^{-6}$), relativamente alla frazione granulometrica prevalente nei sedimenti presenti in sito. (Cfr. Tab.4.1).

<i>K</i> (cm/s)	1	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸	10 ⁻⁹
Classi di permeabilità	> B	BUONA	DISCRETA	BASSA		> BASSA		IMPERMEABILE		
Spessore attraversabile in 1 anno	> 10 km	3 km	300 m	30 m	3 m	30 cm	3 cm	3 mm		
Tipo di terreno	GHIAIETTI	SABBIE SABBIE MISTE A GHIAIE	SABBIE MEDIE E FINI		LIMI SABBIE FINI ARGILLE LIMOSE			ARGILLE COMPATTE E OMOGENEE		

Tab. 4.1 - Valori orientativi della velocità di filtrazione verticale. Tratta da "Prospezione idrogeologiche" P.Celico

Gli acquiferi si impostano negli orizzonti ove i sistemi di frattura sono comunicanti e si sviluppano con



continuità areale, in tal caso si possono registrare portate significative. Nel sito di progetto non si sono censiti punti d'acqua, ma alla luce di precedenti indagini condotte nelle vicinanze dell'area e nell'ipotesi di spessori stratigrafici costanti, si può ipotizzare la presenza di un corpo acquifero ad una profondità non inferiore ai 10.00/15.00 m dal p.c. Il livello piezometrico nei periodi particolarmente piovosi può risalire di 2.0/3.0 metri rispetto al livello statico, ciò permette di escludere rischi di interferenza tra l'attuale corpo idrico e le previste opere di fondazione, quindi l'intervento proposto non costituirà causa di inquinamenti o di interferenza all'attuale regime idrico sotterraneo o al reticolo idrografico superficiale.

(5) - *Dati pluviometrici tratti dagli "Annali idrologici 2018 - Regione Umbria". Ultimo agg.to acquisito.*

(6) - *Dati pluviometrici tratti da "Annali idrologici 1999 - Ufficio Idrografico e Mareografico di Roma".*

*** **

5.1 Dati sull'alluvionamento dell'area

L'ambito territoriale, limitatamente all'area coinvolta dal presente studio, non risulta essere stato oggetto in tempi recenti di importanti alluvionamenti; anche se la situazione morfologica e la presenza, ai limiti del lotto del polo produttivo, del principale corso d'acqua del territorio, il *T.te Puglia*, induce a previsioni con elevata attendibilità di importanti fenomeni di alluvionamento per la zona, anche se con tempi di ritorno alquanto lunghi. Ciò comporta la necessità di eseguire una corretta e continua manutenzione ordinaria di tutte vie di scorrimento superficiale e di monitorare costantemente le linee di displuvio naturali ed artificiali nonché le infrastrutture di rete per verificare la corretta regimazione ed il rapido allontanamento delle acque meteoriche superficiali.

CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA DEL SITO

5. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DELL'AREA

5.1 - Classificazione Sismica

Il sito oggetto di studio si colloca in una zona sismicamente attiva con una sismicità rilevante, anche se distribuita sul territorio in modo disomogeneo, quindi risulta particolarmente soggetta alle sollecitazioni indotte dalle scosse telluriche provenienti dalle zone epicentrali situate al margine della catena appenninica umbro-marchigina.

La sismicità presente in questo territorio, che costituisce la parte assiale della dorsale appenninica, è subordinata all'esistenza di faglie attive normali e oblique che si sviluppano secondo le direttrici NW-SE e N-S, a cui attività è evidenziata dalla dislocazione dei depositi di età riferibile al *Pleistocene sup.* - *Olocene*.

Il "G.N.D.T." (Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti) ha individuato un modello sismogenetico che divide tale territorio in più zone sismogenetiche, come rilevabile nel catalogo "NT4.1", ove le zone fortemente attive risultano essere la "45", la "46" e la "47". Dall'osservazione di tale cartografia si rileva che nella "zona 47" ricadono gli epicentri relativi agli eventi tellurici della grave crisi sismica del settembre 1997.

Sotto l'aspetto tettonico l'area epicentrale è caratterizzata dalla presenza di due faglie principali; la *Faglia di*



Colfiorito e la Faglia di Cesi che delimitano ad oriente il bacino di Colfiorito e di Cesi.

Altra interessante carta, elaborata sempre dal "G.N.D.T." sulla base dei dati sismici acquisiti, rappresenta le località che hanno subito danni maggiori o uguali a 7/8 gradi MCS in occasione dei più forti terremoti localizzati lungo la fascia appenninica. L'O.P.C.M. n°3.274 del 20/03/2003 ha emanato le norme che determinano i criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche ai sensi dell'art.93, com. 1), lett. g) del D.Lgs.n.112/98 ai fini della formazione ed aggiornamento degli elenchi nelle medesime zone da parte delle Regioni.



5.2 Sismicità storica locale

La storia della regione Umbria è stata da sempre ritmata da eventi tellurici, più o meno intensi, e tale realtà viene periodicamente ricordata e ratificata da rovinosi e, talvolta tragici, episodi sismici.

Le prime attendibili e documentate fonti storiche su un terremoto umbro, che interessò il territorio di Norcia, vengono riferite al 99 a.C. ed attribuite allo storico *Aulo Gellio* e successivamente ricordate da *Giulio Ossequente*, altro storiografo romano. Ma già nel 217 a.C. il famoso storico romano, *Tito Livio*, mentre narrava della storica *Battaglia sul Trasimeno (seconda guerra punica)*, inseriva un breve verso su un forte terremoto che colpì l'area durante la battaglia, ma che non fu percepito dai combattenti, "... e così grande fu l'ardore degli animi, il loro accanimento fino a tal punto teso alla lotta che nessuno dei combattenti si accorse di quel terremoto che rase al suolo molte parti di numerose città d'Italia, deviò dal proprio corso vorticosi fiumi, fece penetrare il mare nei fiumi, squarciò i monti in gigantesche voragini che fece precipitare con frane imponenti..."⁽⁸⁾.

Da ciò si comprende come le popolazioni umbre, sin dai tempi più antichi, hanno dovuto accettare e convivere con gli eventi sismici ed i suoi effetti, anche disastrosi, e ne hanno conservato i tragici ricordi negli scritti o rappresentato nelle opere pittoriche i momenti di paura e dolore. Tale attenzione ha contribuito alla realizzazione di un dettagliato archivio storico sin dall'anno mille.

Per l'area oggetto di studio, si rintracciano alcune frammentarie note su alcuni gravi episodi tellurici che hanno coinvolto la popolazione e l'edificato nell'anno 1760 (VI-VII grado Mercalli). Quasi certamente l'area fu nuovamente interessata dalla forza distruttiva di una crisi sismica avvenuta nel 1815; tali eventi tellurici danneggiarono numerose località dei comuni confinanti, infatti molte di queste subirono estesi crolli ed una diffusa inabitabilità⁽⁸⁾. Ed ancora, risulta, che negli anni 1917-1918 il comune di *Giano dell'Umbria* ottenne un importante finanziamento statale per poter procedere alla riparazione di alcuni edifici assai lesionati dai terremoti avvenuti in quel periodo. Infine, è ancora ben presente nei ricordi e nelle testimonianze dirette dei tanti residenti che li hanno vissuti, i gravi terremoti degli anni 1981 e del 1997, nonché la più recente crisi sismica dell'anno 2016.

A titolo indicativo si reputa opportuno riportare le Scale d'Intensità Sismica solitamente usate nel nostro Paese: la "Scala Mercalli Modificata (MM)" e la più precisa "Scala Richter".



Scala Mercalli Modificata		Scala Richter (MI* = Magnitudo)	
I grado	Non percepito dalle persone (<i>strumentale</i>)	3.5 MI*	Strumentale
II "	Percepito da persone in riposo Ai piani alti di edifici (<i>leggerissima</i>)	4.2 "	Leggera locale
III "	Percepito nelle case. Oscillazione di oggetti (<i>leggera</i>)	4.3 "	"
IV "	Tintinnio di vetri. Vibrano i vasellami (<i>mediocre</i>)	4.5 "	Intensità poco rilevante, locale
V "	Percepito all'esterno. I dormienti si svegliano (<i>forte</i>)	4.8 "	"
VI "	Sentito da tutti. Caduta di oggetti. Screpolature nei muri (<i>molto forte</i>)	5.4 "	Media potenza
VII "	Difficile restare in piedi. Danni alle murature (<i>fortissima</i>)	6.1 "	Grande potenza, su scala locale
VIII "	Crolli parziali. Crepacci nei terreni (<i>fortissima</i>)	6.2 "	"
IX "	Gravi danni alle murature. Tubature rotte. Panico (<i>disastrosa</i>)	6.9 "	"
X "	Distruzione di gran parte degli edifici. Frane (<i>disastrosissima</i>)	7.0 "	Grande potenza, su scala regionale
XI "	Forti deviazioni delle rotaie. Incendi (<i>catastrofe</i>)	7.4 "	"
XII "	Demolizione quasi totale Oggetti scagliati in aria (<i>grande catastrofe</i>)	8.1-8.5 "	Grande potenza su larga scala

Tab. 5.2.1 - Scale d'intensità sismica.

(8) - Rif. Bibliografici: "Ab Urbe Condita XXII, V" - Tito Livio

(9) - Rif. Bibliografici: "I terremoti dell'Appennino Umbro-Marchigiano" di E. Boschi, E. Guidoboni, G. Ferrari, G. Valensise.

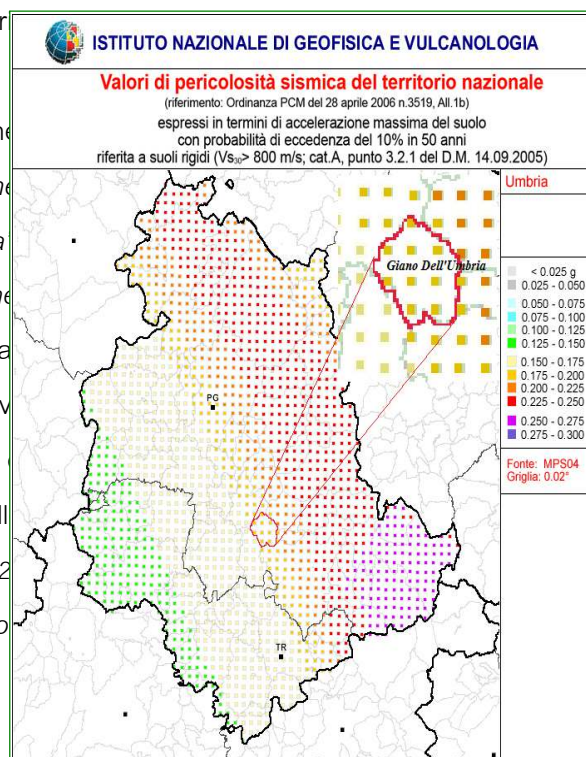
(10) - Rif. Bibliografici: "I terremoti umbri negli anni 1935-1938" di P. Maffei - Ed. Orfini Numeister.

XXXX XXXX

5.3 - Suscettibilità Sismica dell'area

L'intero territorio del Comune di Giano Dell'Umbria è descritto Nell'Atlante della Classificazione Sismica del Territorio Nazionale, redatto dal Servizio Sismico del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici. Lo stesso, ai sensi della "O.P.C.M. del 20/03/2003 n.3274", è stato mappato dall'INGV (Ist.to Nazionale di Geofisica e Vulcanologia) sulla base delle mappe di "Pericolosità sismica" del territorio nazionale espressa in termini di accelerazione massima del suolo (ag_{max}), come area di intensità sismica di 2° categoria ($0,15 < ag_{max} < 0,25$); ciò non ha comportato la variazione della classificazione attribuita al territorio comunale dal precedente D.M. 19/03/82.

L'Ordinanza Ministeriale è stata recepita dalla Regione Umbria con la D.G.R. N.852/2003 "Approvazione della classificazione sismica del territorio regionale dell'Umbria" e D.G.R. N.1111/2012 "Aggiornamento della classificazione sismica del territorio regionale dell'Umbria" (Fig.5.3.1). Da ciò la progettazione delle opere civili in tali aree deve avvenire in adempimento alla normativa vigente e con riferimento, quindi al D.M. 17/01/2018. Relativamente alle condizioni esistenti nel sito si progetto (zona sismica 2° categoria di sottosuolo "C") si ottengono i "Parametri dello spettro di risposta elastico" riassunti nella Tab.5.3.1.



PARAMETRI DELLO SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO				
Componente verticale	<i>S</i>	<i>Tb</i>	<i>Tc</i>	<i>Td</i>
	1,00	0,05	0,15	1,00
Componente orizzontale	<i>T_E(s)</i>		<i>T_E(s)</i>	
	6,00		10,00	

Tab. 5.3.1. Valori dei parametri dello spettro di risposta elastico (cfr. Tab.3.2.VII e Tab. 3.2.VIII D.M. 17/01/2018)

XXXX XXXX XXXX

6. ELEMENTI DI GEOLOGIA-TECNICA

In esito alle indagini puntuali e ai rilievi geologico-tecnici effettuati nell'area d'intervento, condotti in prospettiva sismica, si sono potute assumere utili informazioni restituite da affioramenti dei sedimenti presenti nell'area d'intervento o nelle immediate prossimità; si è quindi giunti ad una valutazione dei rapporti geometrici e stratigrafici dei litotipi, appartenenti alla facies sedimentaria continentale, e alla caratterizzazione fisico-meccanica degli stessi. I dati raccolti sono stati correlati e confrontati con le indicazioni lito-stratigrafiche e geomeccaniche direttamente acquisite con studi⁽¹⁰⁾ ed indagini geognostiche precedentemente eseguite in luoghi prossimi.

XXXX XXXX

6.1 Indagini geognostiche e geofisiche

Per la caratterizzazione dei luoghi, sotto l'aspetto geosismico, si è fatto riferimento ad una precedente indagine geofisica eseguita nelle immediate prossimità dell'area d'intervento a corredo di un precedente intervento edilizio. Tale indagine puntuale aveva previsto l'esecuzione di una prova *M.A.S.W.* (*Multichannel Analysis of Surface Waves*) e di una prova *Re.Mi.* (*Refraction Microtremor*); la scelta di eseguire due prove con metodologie diverse è stata adottata al fine di compensare gli errori che le due diverse metodiche comportano e di restituire una più corretta interpretazione⁽¹¹⁾.

Il metodo *M.A.S.W.* viene definito come una prova in *sismica attiva*, le onde sismiche superficiali sono prodotte da una sorgente impulsiva al piano campagna, ed è una tecnica di indagine che permette di individuare una precisa ricostruzione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali *Vs*, basandosi sulla misura delle onde superficiali tipo *Rayleigh* fatta in corrispondenza di diversi sensori (*geofoni*) posti sulla superficie del suolo. Limite significativo di tale metodo di indagine è la profondità di investigazione che solitamente non supera i trenta metri dal p.c. Il metodo *Re.Mi.*, definito di *sismica passiva* in quanto le onde sismiche registrate sono dovute a microtremori (*o rumore di fondo*) prodotti da sorgenti naturali o antropiche,

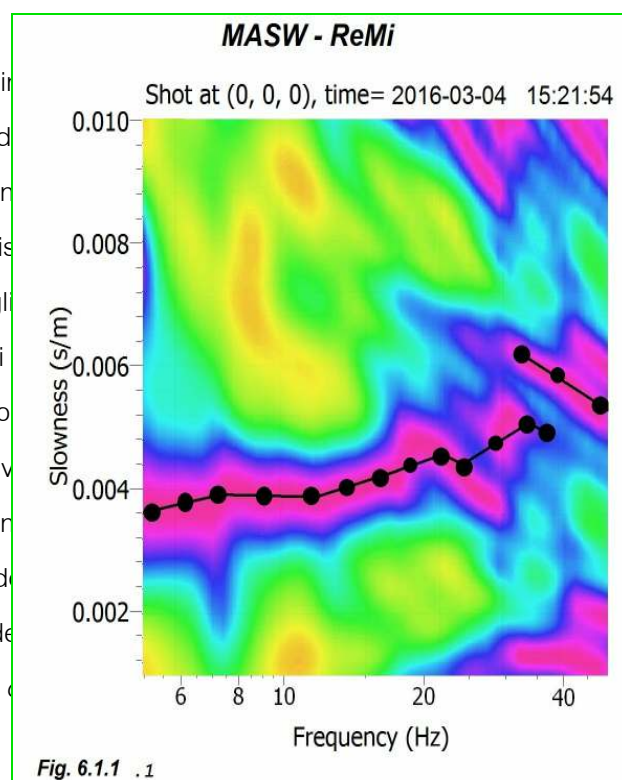
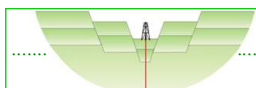
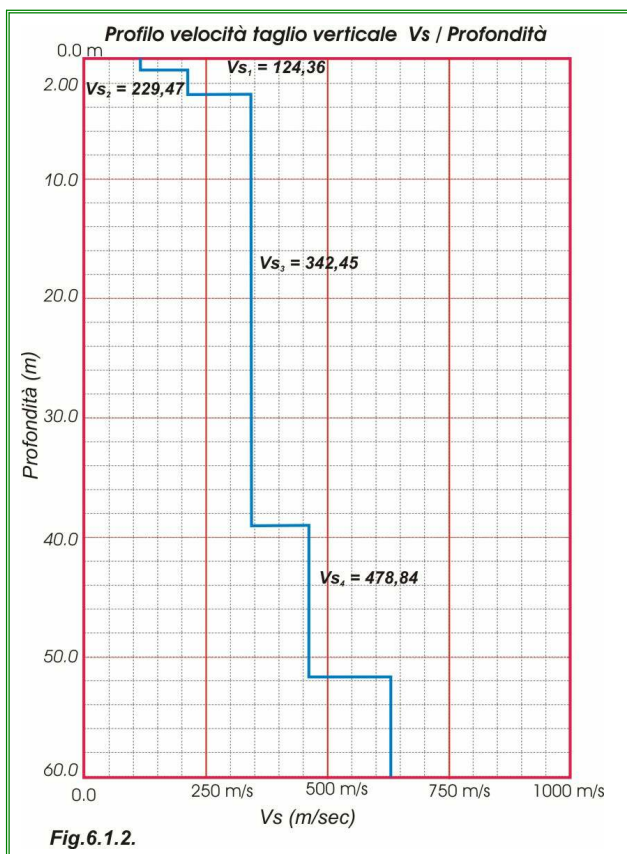


Fig. 6.1.1 .1



permette di delineare un profilo verticale delle onde Vs relativamente al volume di sottosuolo sotteso dalla stendimento, sino a raggiungere significative profondità; il limite dell'indagine è una restituzione meno dettagliata del profilo verticale delle onde Vs. A tale proposito si tende a combinare i risultati dei due metodi di indagine per ottenere una risposta maggiormente attendibile sino alla profondità dei 30.00 m, come richiesto dalle N.T.C. 2018.

Per entrambe le indagini si ricorre alla medesima strumentazione, la quale permette di impostare i settaggi di output e di input specifici per la prova che si intende condurre. La strumentazione utilizzata è il sistema "DOREMI" (Sara Electronics Instruments s.r.l.) che consiste in un sismografo multicanale a trasmissione digitale, ampliabile sino a 255 canali, ed in 12 geofoni verticali ($f=4.5$ Hz) posizionati in senso longitudinale alla sorgente di emissione e con una distanza intergeofonica di 4.00 m (array sismico lineare). L'energizzazione viene effettuata con l'ausilio di una massa battente di 22.5 kg, costituita da un grave cilindrico in acciaio ($f = 15.00$ cm), in caduta libera guidata da un'altezza di 0.90 m su un piattello in alluminio. L'acquisizione avviene direttamente su un Personal Computer portatile collegato al sismografo mediante il software dedicato "DOREMI", che opera in ambiente Windows. I sismogrammi registrati in campagna sono stati successivamente elaborati ed perfezionati a tavolino; quindi, avvalendosi del software specifico "Geopsy", che ha elaborato e combinato i dati acquisiti dalle prove MASW e ReMi, si è giunti alla restituzione di diagramma rappresentativo dello spettro di frequenza (Fig.6.1.1) ed è stato possibile effettuare la prima interpretazione dei risultati mediante l'operazione di "picking". Si è rilevata la presenza di un leggero rumore di fondo dovuto al traffico veicolare, ma che comunque non ha inficiato l'acquisizione dei segnali utili. Successivamente si è ricorsi al programma "Denver", altro software dedicato, che ha consentito



un'ulteriore elaborazione e la ricostruzione grafica del profilo sismico verticale direttamente in onde Vs sino ad una profondità ben superiore i 30.00 m dal piano campagna (Fig.6.1.2).

La traccia della sezione sismica, individuata in planimetria quale "Profilo sismico V'-V" (cfr. Tav.III), si posiziona in senso longitudinale al lotto di progetto ed ha restituito una sezione sismostratigrafica riconducibile a tre strati principali con differente velocità di propagazione delle onde Vs. Si è, infatti, rilevata la presenza di un sismo-strato superficiale con spessore di 1.20/1.60 m ca., individuabile con la coltre vegetale e di alterazione o di terreni di riporto, la cui velocità di propagazione dell'onda è $V_{s1}=124,36$ m/s (strato I). Si è poi individuato un secondo strato, con una potenza di 2,00/2.40 m circa caratterizzato



da una velocità pari a $V_{s2} = 229,47 \text{ m/s}$, relativo ai depositi di argille ed argille limose piuttosto plastiche (*strato II*) ed un terzo orizzonte sismico che raggiunge una profondità superiore ai 30.00 m dal p.c. che permette di individuare depositi di argille consistenti con una $V_{s3} = 342,45 \text{ m/sec.}$; l'indagine sismica *non ha individuato la formazione di bed-rock*. Si è potuto osservare un buon riscontro con le indagini pregresse e gli spessori litologici della locale stratigrafia.

Come anticipato, la correlazione dei dati acquisiti permette di giungere ad una misurazione diretta delle " V_{s_i} " per ogni orizzonte litostratigrafico e conseguentemente alla " $V_{s_{eq}}$ " rappresentativa del luogo d'indagine sino alla profondità della formazione di bedrock o comunque dei primi 30.00 m dal p.c.; per cui, applicando l'equazione di seguito riprodotta, come formulata al § 3.2.2 delle NTC/2018 si giunge alla:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1, N} \frac{h_i}{V_{s,i}}} \text{ (m/s)} = V_{s30} \cong \mathbf{305,03 \text{ m/s}}$$

Si produce, in *Tab.6.1.1*, il foglio di calcolo per la determinazione della V_{s30} relativa al sito di progetto:

Riepilogo dati di calcolo per determinazione della V_{s30}					
Strato	Litologia	H sismico	H di calcolo	Vs	H/Vs _i
I	Coltre vegetale e di alterazione	1,20	1,20	124,36	0,0096
II	Argille e Argille limose plastiche	3,20	3,20	229,47	0,0139
III	Argille grigie consistenti	> 30,00	25,60	342,45	0,0748
				$\Sigma H/Vs_i$	0,0984

- Tab. 6.1.1 -

A seguito di ciò, e sempre ai sensi del D.M. 17/01/2018, al fine della definizione della azione sismica di progetto, i sedimenti presenti in loco, alla profondità del piano di posa delle fondazione, sono quindi ascrivibili alla *Categoria di sottosuolo "C"* così come enunciato nel più volte menzionato D.M. del 17/01/2018 (cfr. Tab.6.1.2).

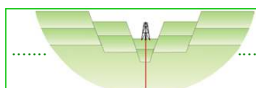
Categoria	Descrizione
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati 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 $NSPT_{30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 200 \text{ kPa}$ 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
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
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_{s,30} > 800 \text{ m/s}$).

Tab. 6.1.2 - Categorie di suolo di fondazione (D.M. 17/01/2018)

XXXX XXXX

6.2 Caratterizzazione fisico-meccanica dei litotipi

Il rilievo geologico di campagna, condotto nei luoghi d'interesse, ha permesso di assumere utili informazioni



restituite dai puntuali affioramenti dei sedimenti presenti nell'area d'intervento o nelle immediate prossimità. I dati raccolti sono stati correlati con le indicazioni lito-stratigrafiche e geomeccaniche direttamente acquisite nel sito mediante indagini geognostiche puntuali; in particolare nell'anno 2018 sono stati eseguiti due sondaggi a carotaggio continuo, denominati **S1** ed **S2**, spinti sino alla profondità di 10.0 m e 15.40 m dal p.c. che hanno permesso il prelievo di 2 campioni indisturbati e l'immediato successivo conferimento al laboratorio di analisi e prove geotecniche "Terra S.n.c."⁽¹⁰⁾, del Dottor Paolo Bartoccini. I campioni prelevati sono stati individuati dalla sigla **S1C1**, profondità di prelievo 10.60 m dal p.c., ed **S2C2**, profondità di prelievo 5.50 m dal p.c., sui quali sono state eseguite una "Prova di taglio", una "Prova di espansione laterale libera" ed una "Prova granulometrica", quest'ultima in quanto nel sondaggio S2 si è intercettata una circolazione idrica nei sedimenti dalla profondità di 3.00 m ca. dal p.c. (In allegato i certificati di laboratorio, già prodotti per il precedente intervento edilizio).

La definizione dei valori geomeccanici è il risultato dei dati acquisiti sulla base degli studi precedenti condotti nell'area e dalle analisi di laboratorio condotte su campioni di sedimenti prelevati in sito; si sono pertanto eseguite le necessarie valutazioni ed interpretazioni giungendo alla determinazione, a seguito di correlazioni note in Letteratura, di tipo anche empirico, dei parametri geotecnici in condizioni non drenate (*breve termine*) e drenate (*lungo termine*)⁽¹⁰⁾. I dati espressi sono stati valutati anche in funzione della diretta esperienza acquisita dallo scrivente e dal confronto con quelli suggeriti dai testi di settore⁽¹¹⁾.

Si è comunque preferito, con fine cautelativo, di contenere i *valori caratteristici* entro i limiti inferiori dell'intervallo di variabilità dei *valori nominali* riscontrato con le indagini. I parametri fisico-meccanici dei locali litotipi come riassunti nella seguente **Tab. 6.1.2**.

MODELLO GEOTECNICO - Parametri fisico-meccanici dei sedimenti												
S t r a t o		H P r o f o n d a		Breve termine (non drenata)			Lungo termine (drenata)					
				γ_u Peso volume t/m ³	C_u Coesione Kg/cm ²	ϕ_u Angolo attrito interno °	γ' Peso volume Kg/m ³	C' Coesione Kg/cm ²	ϕ' Angolo attrito interno °	μ Coeff. di Poisson	Ed Modulo Edometrico Kg/cm ²	Et Modulo di Elasticità Kg/cm ²
I	Coltre vegetale e di alterazione superficiale	0,00	Nominali	1,85-1,90	0,80-0,85	0	1,85-1,90	0,35-0,45	8-10		25-30	30-40
		1,30	Caratteristici	1,85	0,80	0	1,85	0,35	8	0,45	25,0	30,0
II	Argille ed argille limose, plastiche e poco consistenti		Nominali	1,90-1,95	1,10-1,20	0	1,90-1,95	0,60-0,70	12-14		70-80	50-60
		3,40	Caratteristici	1,90	1,10	0	1,90	0,60	12	0,40	70,0	50,0
III	Argille limose grigie poco plastiche e buona consistenza	>	Nominali			0					130-150	150-170
		30,0	Caratteristici	1,95	2,30	0	1,95	0,50	25	0,35	130,0	150,0

Tab. 6.1.2 - Parametri fisico meccanici dei sedimenti. In colore rosso quelli determinati dalle prove di laboratorio.

Si suggerisce, inoltre, l'intervallo di variabilità del *Coefficiente di sottofondo* o *Modulo di Winkler* (*K* espresso in KN/m³ o Kg/cm³), che viene definito dalla letteratura di settore come quel "...valore che esprime il rapporto tra la pressione verticale che agisce su un elemento di terreno ed il cedimento corrispondente...", si sono adottati i parametri suggeriti da una tabella dovuta a P. Pozzati. Gli stessi sono posti a confronto con il valore individuato dal



software di calcolo dedicato ("LoadCap Vers.10" edito da Geostru Software) che applica il **Metodo di Bowles**.

La citata tabella, ritenuta da diversi Autori particolarmente affidabile, è stilata sulla sintesi dei risultati acquisiti sperimentalmente in anni di attività dall'Autore e dalla metodica raccolta dei valori enunciati da numerosi testi. Il ricorso a tabelle viene ritenuto più attendibile che non quello a formule empiriche, ciò deriva dal fatto che variazioni, anche sensibili, del modulo non provocano sostanziali differenze nei valori restituiti dalle equazioni di applicazione.

"K - Modulo di Winkler" (tratta dalla Tabella di P. Pozzati⁽¹²⁾)		
Natura del terreno	K dalla tabella redatta dal Pozzati	K restituito dal Metodo di Bowles
<i>Depositi argillosi-limosi consistenti</i>	K = 4.0-5.0 Kg/cm³	K = 3.84 Kg/cm³

Tab. 6.2.2

(9) - "Terra snc" Laboratorio Geotecnico Certificato Settore A - Autorizzazione D.M. n°2612 del 26/03/2010 - Circolare 7618/STC/2010

(10) - Rif. Bibliografici: - "Microzonazione Sismica Speditiva: area Bastardo" atti depositati c/o Comune Giano Dell'Umbria

(11) - Rif. Bibliografici: - "Geotecnica" di K. Terzaghi - R. B. Peck; - "Geologia applicata all'ingegneria" di A. Desio; - "Geotecnica" di R. Lancellotta. - "Il manuale del geologo" di M. Casadio, C. Elmi - "Le Fondazioni" di M. Parente.

(12) - Rif. Bibliografici: - "Micropali tecniche di progetto e di verifica" di A. Mammino.

XXXX XXXX

6.3 - Opere fondali e "Capacità portante ultima"

A seguito di quanto emerso dalle indagini geologiche condotte nel sito di progetto si ritiene necessario prevedere che le nuove opere fondali raggiungano e si attestino nei sedimenti inalterati con buoni caratteri fisico-meccanici che si collocano al letto dei depositi di argille limose con scadenti caratteristiche fisiche e meccaniche. La "Capacità Portante Ultima" di una fondazione può essere definita secondo le condizioni dettate dal "Metodo di Prandtl", come quel "...valore del carico per il quale il fenomeno di rottura è esteso ad un ampio volume del suolo..."; a tale criterio fanno riferimento numerose teorie di calcolo usualmente utilizzate quali quelle dovute agli autori Terzaghi (1943), Meyerhof (1951) ed Hansen (1970). I procedimenti di calcolo, elaborati con l'ausilio di sistemi informatici e programmi dedicati si differenziano per alcuni coefficienti correttivi (*fattore di forma, f. di capacità portante, f. di profondità, ...*) introdotti o differenziati dal diverso autore. Si impongono invece costanti:

- ✓ il carico, baricentrico e centrato, applicato alla fondazione;
- ✓ il piano di posa impostato alla stessa quota;
- ✓ il grado di sollecitazione sismica, conseguente la classificazione dell'area oggetto d'intervento.
- ✓ i coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno secondo il criterio individuato dall'"Approccio 2" delle NTC/2018.

Le soluzioni delle espressioni nelle diverse procedure permettono di assumere una capacità portante ultima che potrà essere rappresentativa dei sedimenti in posto, relativamente al dimensionamento delle opere fondali assunte dal Tecnico calcolatore delle strutture.

XXXX XXXX



6.4 - Stabilità del sito nei confronti del rischio di liquefazione

Il sito ove si prevede la realizzazione del proposto intervento può considerarsi non soggetto a “rischio di stabilità per liquefazione” in quanto a seguito delle indagini geognostiche condotte in sito e alla relativa prova granulometrica eseguita sul campione **S1C1** dal già citato laboratorio geotecnico “Terra S.n.c.”, si giunge ad escludere la presenza di orizzonti sabbiosi a rischio di liquefazione; difatti dai parametri emersi dalle indagini e dalle prove di laboratorio i sedimenti possono essere ascritti alle classi delle “argille limose” e delle “argille limose sovraconsolidate”. Ciò permette di omettere la conseguente “Verifica a liquefazione”, ai sensi del D.M.17/01/2018, in quanto si manifesta una delle circostanze elencate nel relativo § 7.11.3.4.2 - “Esclusione della verifica a liquefazione”, ossia: ... 5) Distribuzione granulometrica esterna ai fusi granulometrici di cui al D.M.17/01/2018.

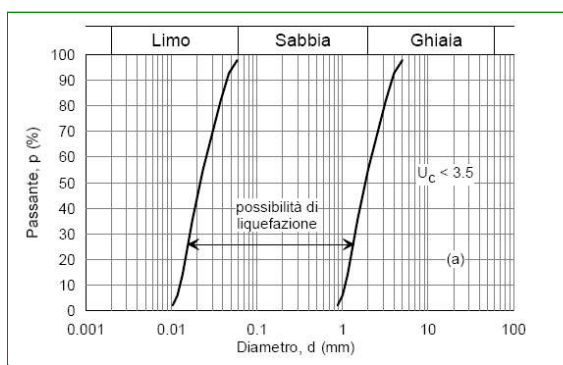


Fig. 6.4.1.

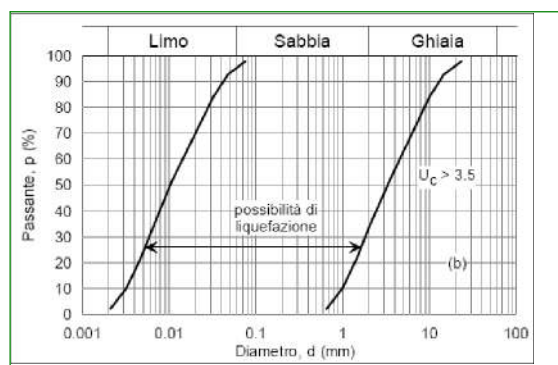


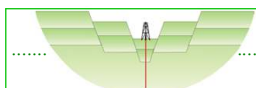
Fig. 6.4.2.

XXXX XXXX XXXX

8. CONCLUSIONI

Da quanto emerso dallo studio effettuato ed illustrato nella presente relazione si conclude che le caratteristiche geologiche, sismiche ed idrogeologiche esistenti nella zona non rivestono carattere ostativo alla proposta Variante al vigente P.R.G. nella sua parte operativa, del comune di Giano Dell'Umbria. L'area non risulta essere interessata da pericolosità geologica e/o idrogeologica; per gli aspetti del rischio sismico si è osservato che non sussistono fattori che inducono particolari azioni di amplificazione sismica; la zona risulta stabile (V. In allegato Carta MS) a condizione che i futuri interventi edilizi prevedano la completa rimozione o comunque il superamento della coltre dei terreni vegetali e dei locali depositi di riporto antropico, che risultano essere spessori superabili.

La previsione della Variante al PRG è di modificare lo stato d'uso dell'attuale area urbanistica ove è presente una “Zona a verde” e trasformarla nella proposta “Zona per viabilità privata” a servizio della stabilimento produttivo ove si svolgono le attività della società De Matteis Natural Food S.r.l. Ciò permetterebbe di modificare la viabilità degli autoarticolati migliorando notevolmente il transito, specialmente sotto l'aspetto della sicurezza; le opere previste, oltre alla realizzazione del nuovo manto stradale, consistono nella realizzazione di un muro di delimitazione della proprietà sormontato di rete metallica plastificata, di un cancello automatico, di una siepe arborea e della necessaria segnaletica orizzontale e verticale, si tratta quindi di interventi a bassa e bassissima incidenza sui terreni in posto.



Eventuali futuri interventi edilizi dovranno essere oggetto di attenti studi puntuali e particolareggiati oltre ad essere corredati di tutti i necessari approfondimenti ed indagini mirate al corretto dimensionamento delle opere; tra questi si ricorda la redazione della *Relazione Geologica e Geologico-tecnica* completa delle necessarie indagini puntuali nel rispetto delle vigenti *NTC 2018*.

Gli interventi di scavo e rinterro dovranno essere realizzati nei tempi strettamente necessari, quindi, svolgersi possibilmente senza interruzioni ed in periodi con previsione di piovosità nulla. I volumi dei terreni di risulta, provenienti dalle operazioni di movimento terra, dovranno essere condotti in osservanza della vigente normativa in materia di *terre e rocce da scavo*⁽¹⁷⁾.

Si dovrà predisporre e verificare che le acque di ruscellamento superficiale dell'area, siano correttamente regimate ed allontanate dalla futura struttura, indirizzandole all'esistente reticolo di drenaggio superficiale. Il rispetto di tali prescrizioni consentirà di evitare variazioni del contenuto in acqua nei sedimenti d'imposta e l'eventuale loro scadimento nei parametri fisico-meccanici con la parziale riduzione della capacità portante; inoltre, si contrasterà efficacemente l'insorgere di fenomeni di ristagno dell'acqua e di fenomeni di umidità.

La realizzazione degli interventi nel rispetto delle vigenti normative non saranno causa di turbativa alla morfologia e alla staticità del luogo, non produrranno inquinamenti o interferenze all'attuale regime idrico sotterraneo e non influiranno sul deflusso delle acque superficiali; in conclusione la proposta variante al PRG, non avrà incidenza sul livello di *pericolosità geologica, geomorfologica ed idrogeologica* del luogo.

Si conclude precisando che la tipologia, l'ampiezza dello studio geologico e le relative considerazioni e conclusioni sono strettamente subordinate al tipo e alle dimensioni degli interventi del presente progetto e per tanto non devono essere generalizzate per eventuali opere future senza il necessario approfondimento dello studio geologico, corredato da mirate e specifiche indagini, relativamente alla peculiarità dell'intervento di progetto

(17) - D.P.R. 120/17

Gualdo Cattaneo, 14 Maggio 2021

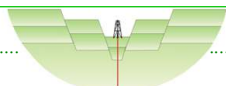
Il Geologo



"Il presente elaborato è composto da 18 pagine più la sezione delle "Tavole e Allegati" che contiene 25 pagine per complessivi 41 fogli.

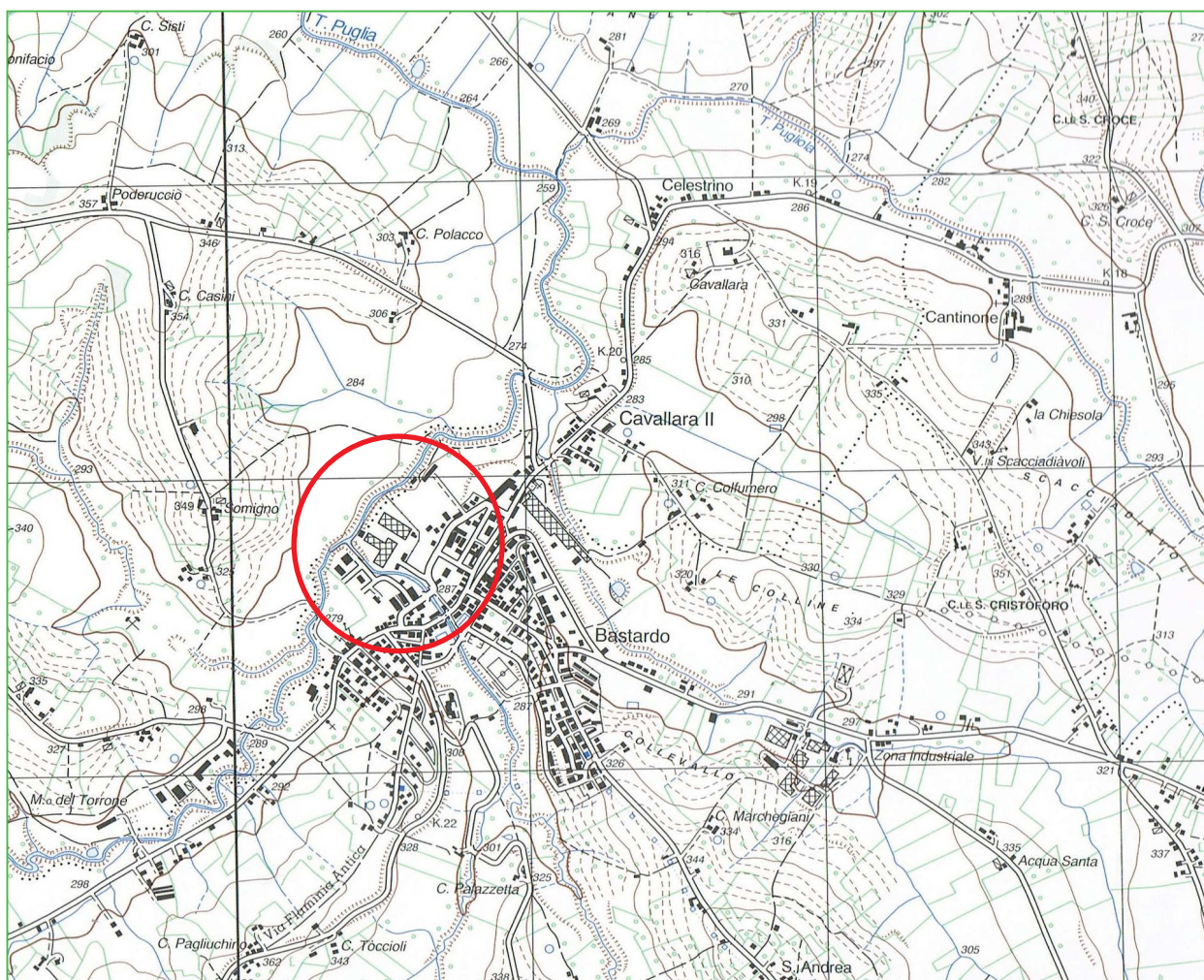
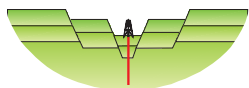
XXXX XXXX XXXX
XXXX XXXX
XXXX XXXX
XXXX

Elaborato di proprietà esclusiva dello "Studio di Geologia - Dott. Edelberto Santini". E' vietata la riproduzione, anche parziale dello stesso, e/o cessione senza esplicita autorizzazione. Lo "Studio" tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge. Ai sensi Art.9 del Tariffario O.N.G.; D.M. 18.11.1971; D.M.n.519/97.



Dott. Edelberto Santini - GEOLOGO

V. Matteotti, 71/1 - 06035 Gualdo Cattaneo (Pg) - Tel/Fax 0742/91131



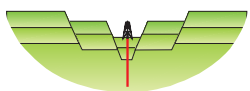
LEGENDA



Area oggetto di studio

Scala 1 : 25.000



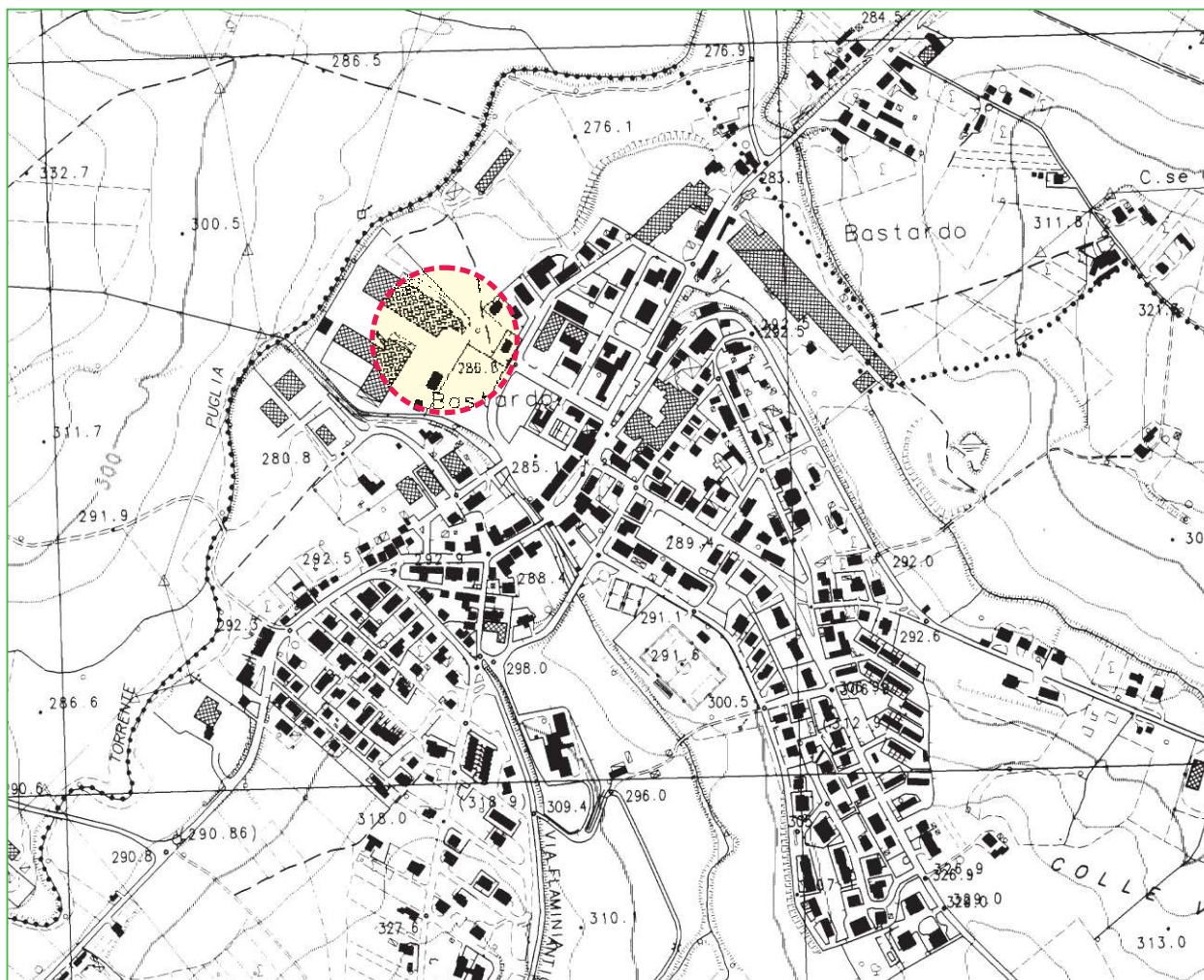


**STRALCIO CARTA TECNICA REGIONALE
REGIONE DELL'UMBRIA**

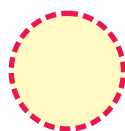


Sezione 323-110 BASTARDO

- TAVOLA CTR -



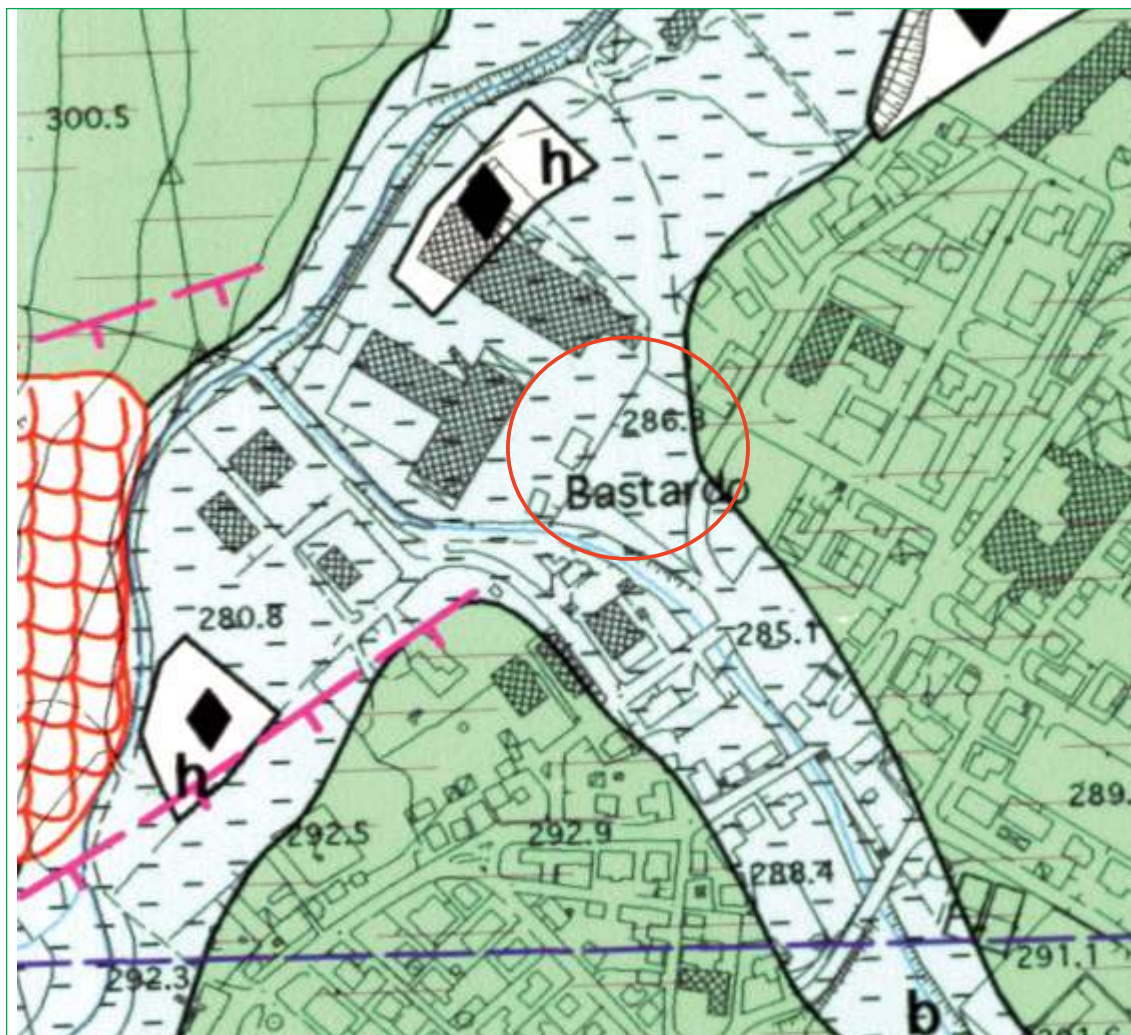
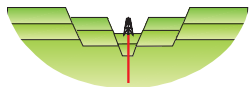
LEGENDA



Area oggetto di studio

Scala 1 : 10.000





LEGENDA



Depositi antropici

Deposito di materiale non cementato; materiale di riporto di origine antropica, Olocene



Depositi alluvionali - b

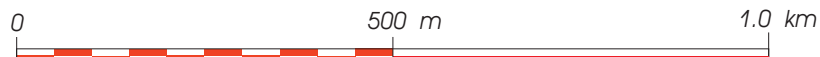
Depositi alluvionali in rapporto con la morfologia e la dinamica attuali con prevalenza di sabbie e sabbie limose Pleistocene - Olocene

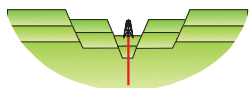


Unità di Bevagna

Litofacies BEVb - Prevalentemente lignitifera, lenti torbose e lignitifere con resti arborei (Conifere).
Pliocene sup.-Pleistocene inf.

Scala 1 : 10000



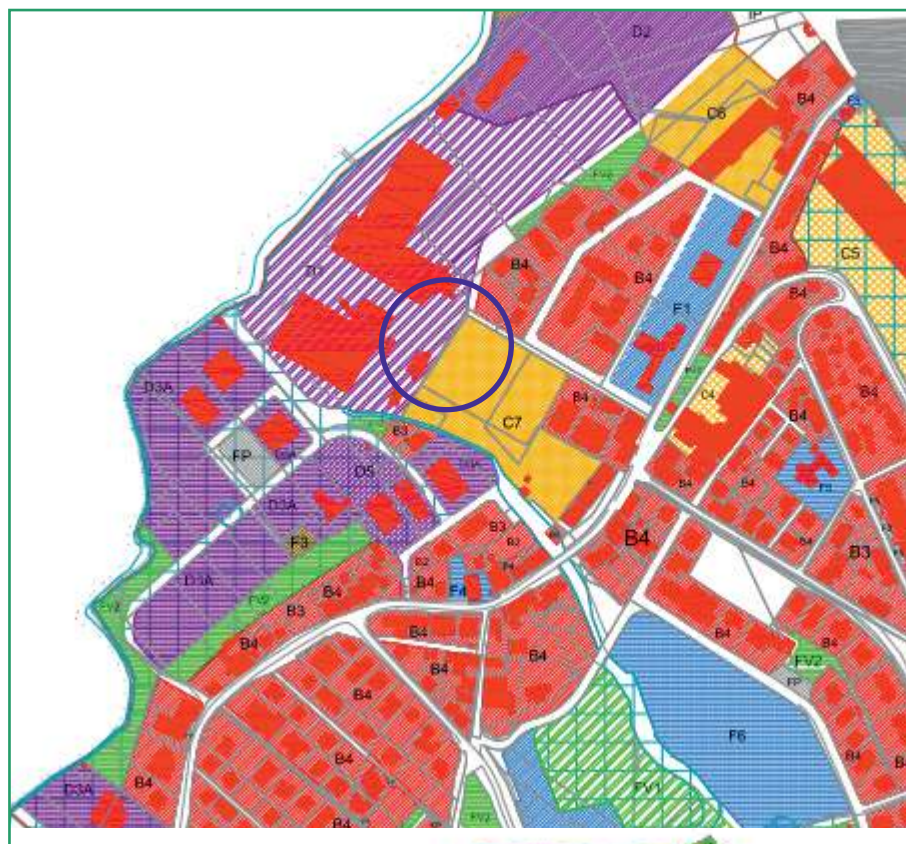


Tav. 1 p. Operativa - Bastardo UTU 1 (a)

Tav. 5 p. strutturale - Carta dei contenuti paesaggistici vincoli di tutela paesaggistico-ambientale (b)



- TAVOLA PRG



LEGENDA



Area di progetto



D1 : Zona Industriale
artigianale di completamento



a



LEGENDA



Area di progetto

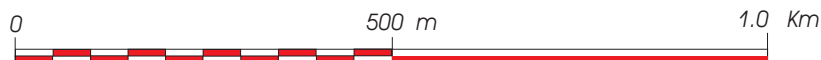


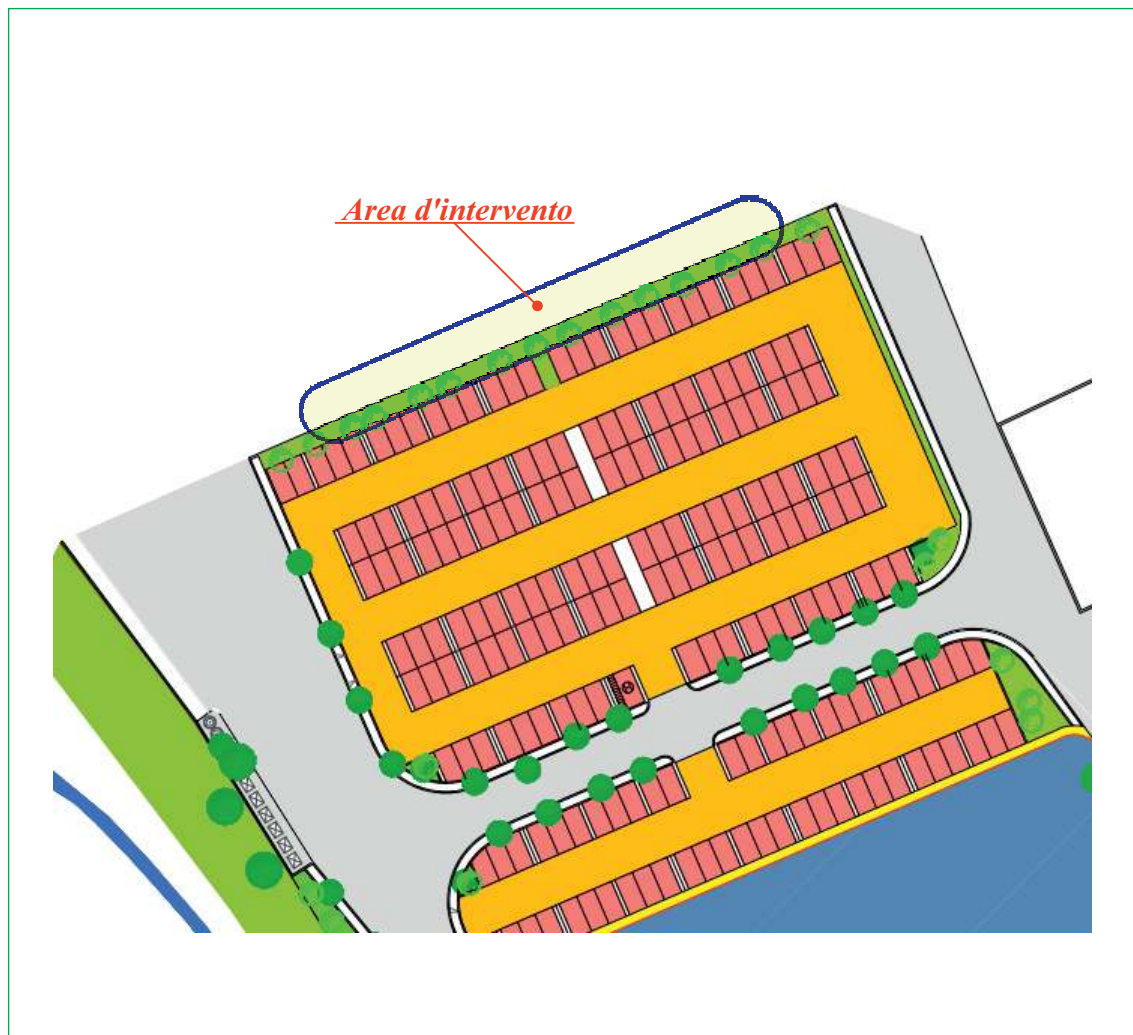
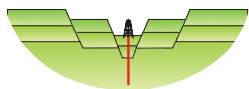
Fascia di rispetto dei corsi
d'acqua



b

Scala 1 : 10.000

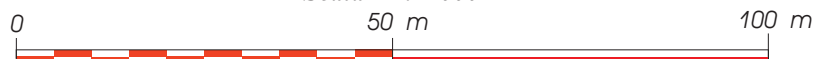


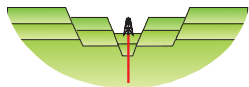


LEGENDA

-  **Ambito edificabile**
-  **Parcheggi auto/stalli mercato settimanale**
-  **Corselli di distribuzione parcheggio**
-  **Area per misure di moderazione del traffico**
-  **Sede stradale**
-  **Isola ecologica**
-  **Verde**
-  **Alberature**
-  **Edifici esistenti**

Scala 1 : 1000





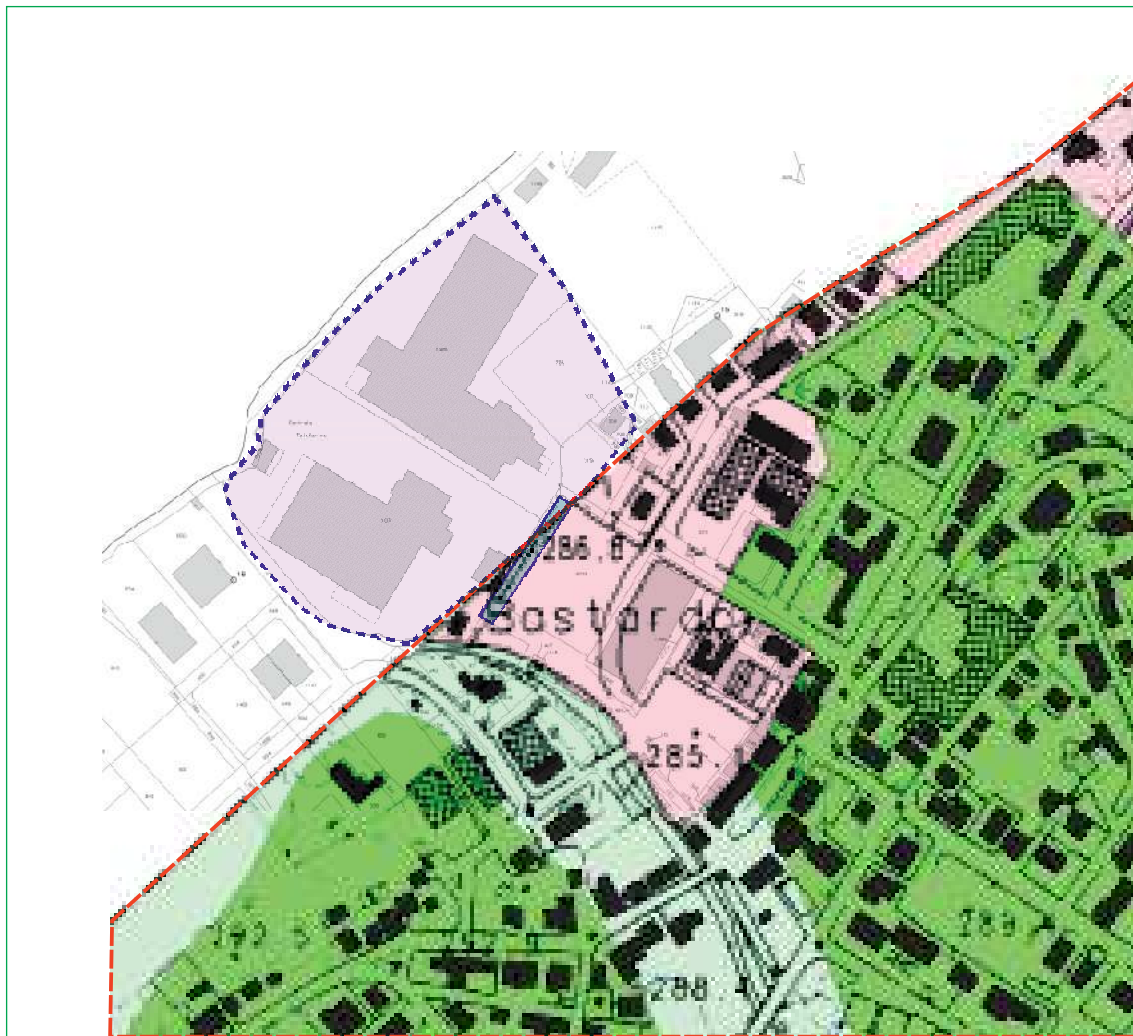
CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA

XXXX

COMUNE DI GIANO DELL'UMBRIA
Foglio n.2



- TAVOLA CMS -



LEGENDA



Perimetro della "Microzonazione Sismica Fraz. Bastardo"
Studio Geol. F. Mazzeo per Comune Giano Dell'Umbria 2012

Zone suscettibili di instabilità



Zona 1



Zona 2

Zone stabili suscettibili di amplificazione locale



Cedimenti differenziali



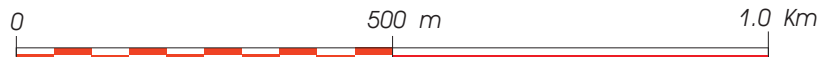
Perimetro "Microzonazione Sismica" Area De Matteis Natural Food
Studio attuale a corredo della presente Variante di PRG

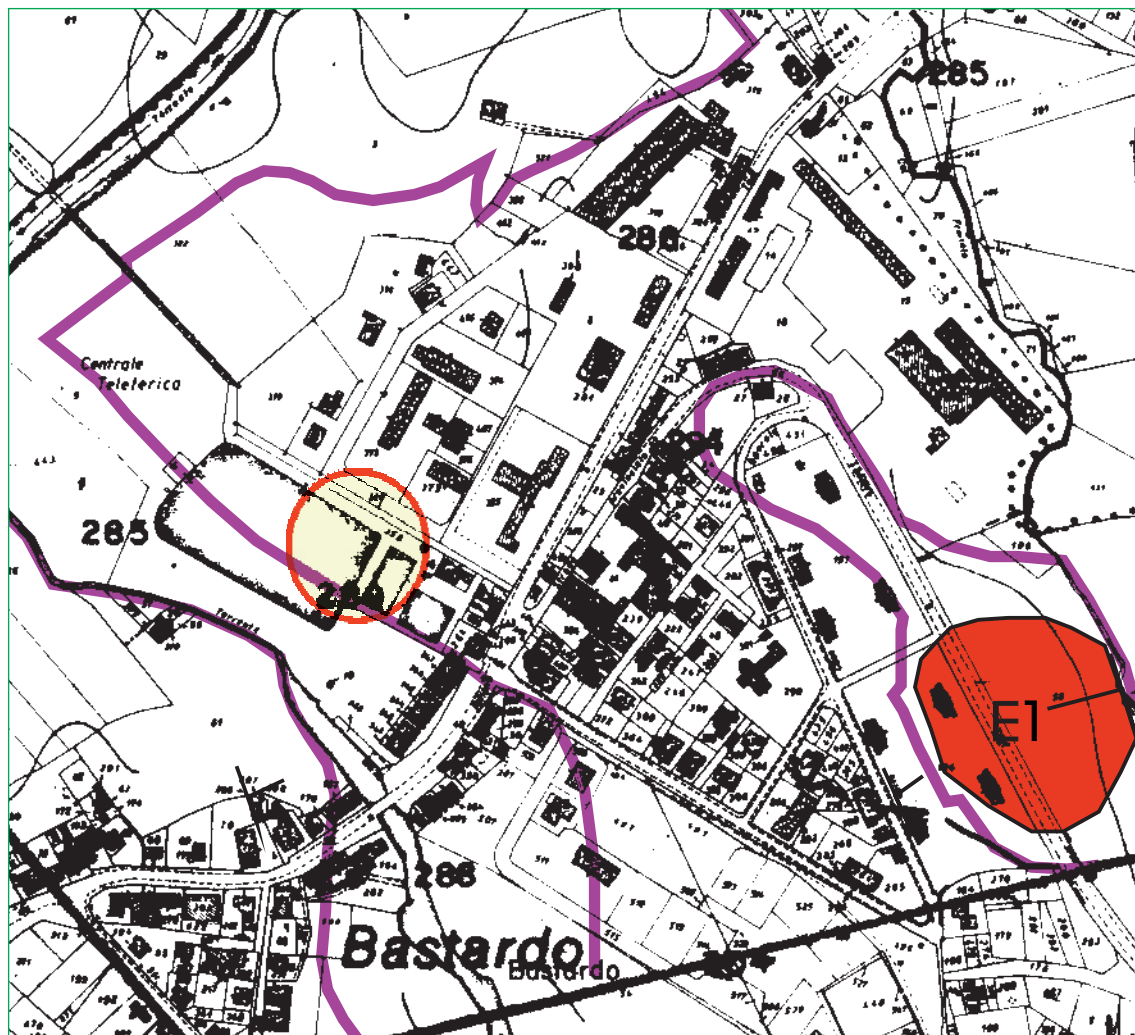
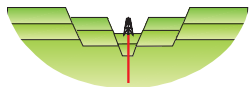
Zone stabili suscettibili di amplificazione locale



Cedimenti differenziali

Scala 1 : 10000





LEGENDA



Area d'intervento

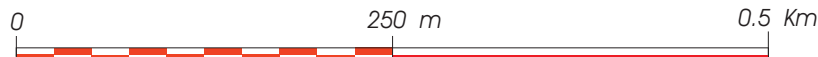


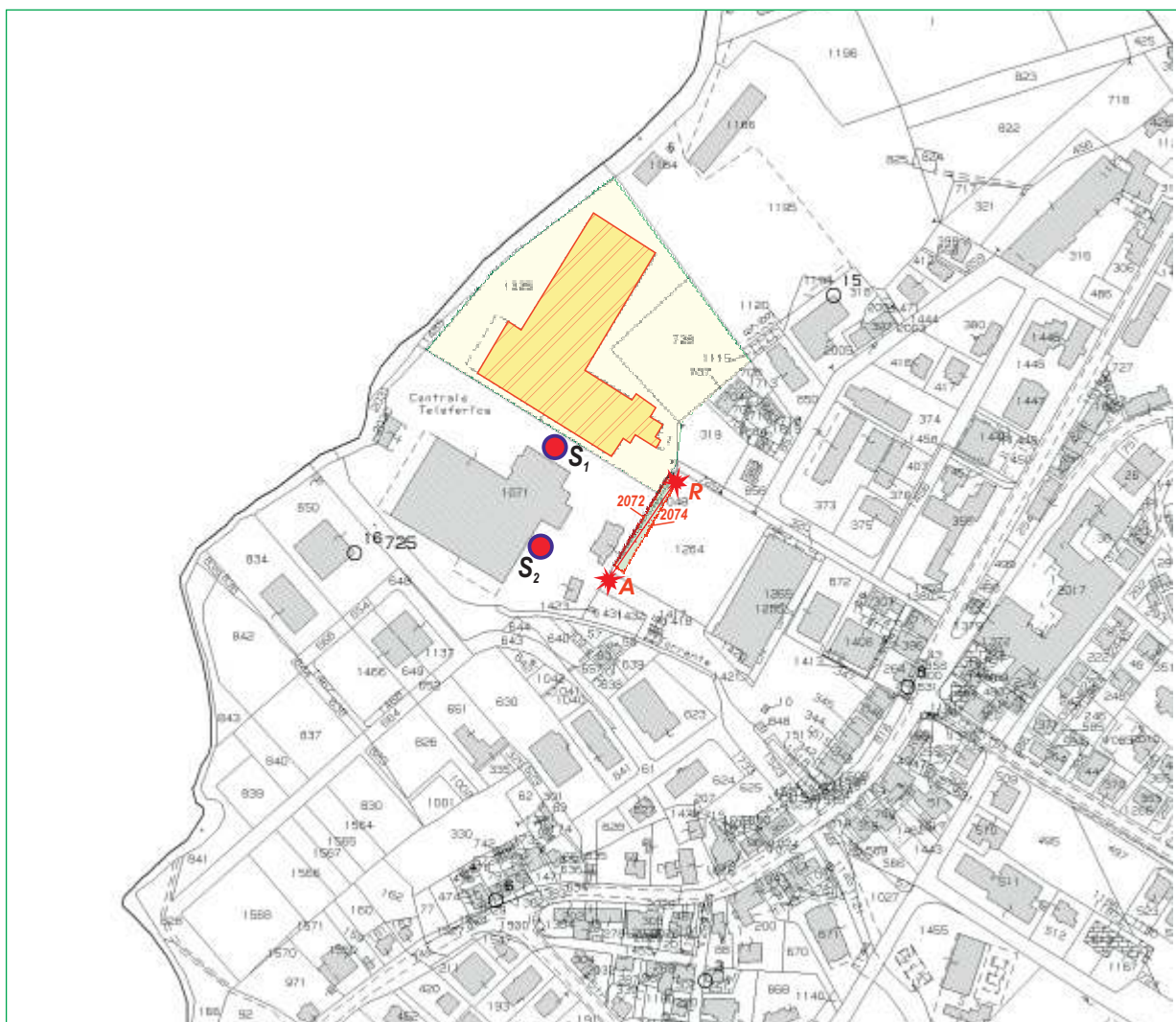
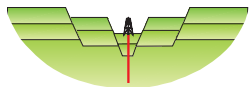
E1 Zona caratterizzata da movimenti
franosì attivi



E9 Zona di contatto tra litotipi con
caratteristiche fisico-meccaniche
molto diverse

Scala 1 : 5.000

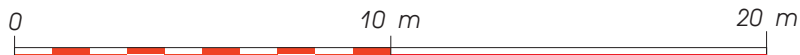


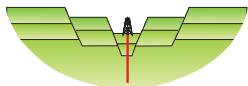


LEGENDA

-  Area di proprietà
-  Ubicazione sondaggio geognostico S_n
(Campagna indagini 2017)
-  Polo produttivo da servire
-  Area d'intervento
-  Traccia Array sismico - MASW

Scala 1 : 2000

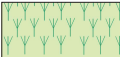


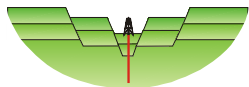


Proprietà **Soc. De Matteis Natural Food S.r.l.**
Progetto **Variante al PRG Parte Strutturale**
Località **Bastardo - P.zza Del Mercato**
Comune **Giano Dell'Umbria**
Data **Maggio 2021**



- ALLEGATO MG -

F a l d a	P r o f o n. e	S p e s s o r e	C a m p i o n e	Colonna Lito-Stratigrafica	Descrizione Litologia	RICOSTRUZIONE MODELLO GEOTECNICO *** Parametri fisico-meccanici dei tipi litologici
	0.00					
	1,30				- Strato I - Terreno di alterazione superficiale e riporti antropici	 Strato I° (0.00 m; -1.30 m p.c.) Spessore dello strato $h_1 = 1.30 \text{ m}$ Peso di volume $\gamma = 1.85 \text{ Ton/m}^3$ Angolo attrito interno a breve termine $\phi_u = 0^\circ$ Coefficiente di coesione a breve termine $c_u = 0.80 \text{ Kg/cm}^2$ Angolo attrito interno a lungo termine $\phi' = 8^\circ$ Coefficiente di coesione a lungo termine $c' = 0.35 \text{ Kg/cm}^2$ Modulo Edometrico $E_{ed} = 25 \text{ Kg/cm}^2$ Coefficiente di Poisson $\mu = 0.45$
	3,40				- Strato II - Deposito fluvio-lacustri: Argille ed argille-limose mediamente plastiche	 Strato II° (-1.30 m; -3.40 m p.c.) Spessore dello strato $h_2 = 1.90 \text{ m}$ Peso di volume $\gamma = 1.90 \text{ Ton/m}^3$ Angolo attrito interno a breve termine $\phi_u = 0^\circ$ Coefficiente di coesione a breve termine $c_u = 1.10 \text{ Kg/cm}^2$ Angolo attrito interno a lungo termine $\phi' = 12^\circ$ Coefficiente di coesione a lungo termine $c' = 0.60 \text{ Kg/cm}^2$ Modulo Edometrico $E_{ed} = 70 \text{ Kg/cm}^2$ Coefficiente di Poisson $\mu = 0.40$
	5.00					
	10.00				- Strato III - Deposito fluvio-lacustri: Argille ed argille-limose con lenti e sacche di sabbie e ghiaie ed orizzonti lignitosi.	 Strato III° (-3.20 m; >-30.00 m p.c.) Spessore dello strato $h_3 > 30.00 \text{ m}$ Peso di volume $\gamma = 1.95 \text{ Ton/m}^3$ Angolo attrito interno a breve termine $\phi_u = 0^\circ$ Coefficiente di coesione a breve termine $c_u = 2.30 \text{ Kg/cm}^2$ Angolo attrito interno a lungo termine $\phi' = 25^\circ$ Coefficiente di coesione a lungo termine $c' = 0.50 \text{ Kg/cm}^2$ Modulo Edometrico $E_{ed} = 130 \text{ Kg/cm}^2$ Coefficiente di Poisson $\mu = 0.35$
	>30					
	15.00					
	20.00					
	25.00					
	30.00					
	35.00					



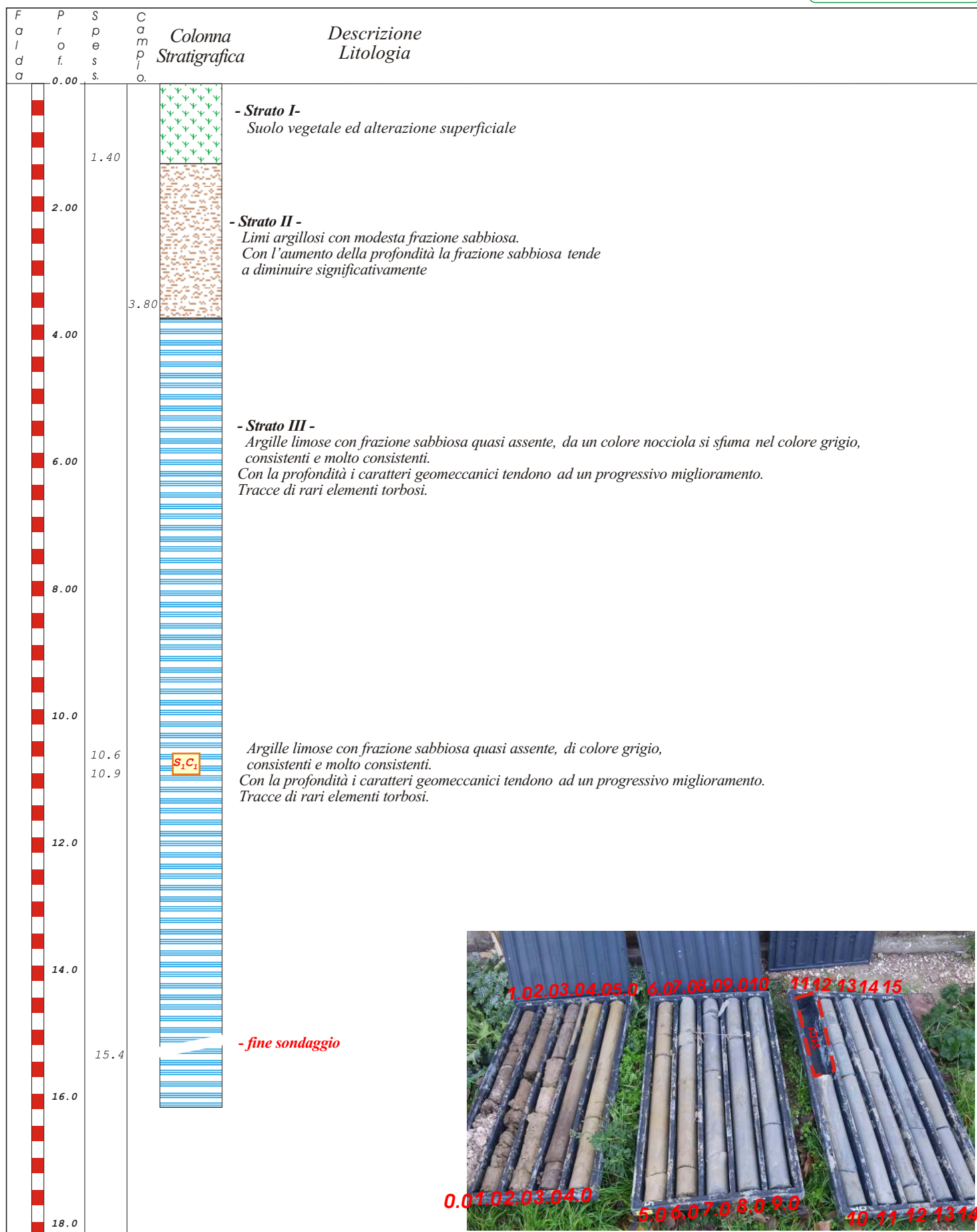
SONDAGGIO S1

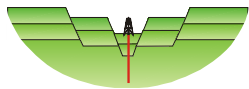
Rappresentazione grafica

Proprietà **Bianconi Alimenti Zootecnici**
 Progetto **Ampliamento Complesso Industriale**
 Località **Bastardo**
 Comune **Giano Dell'Umbria**
 Data **Gennaio 2018**



- Allegato S1 -





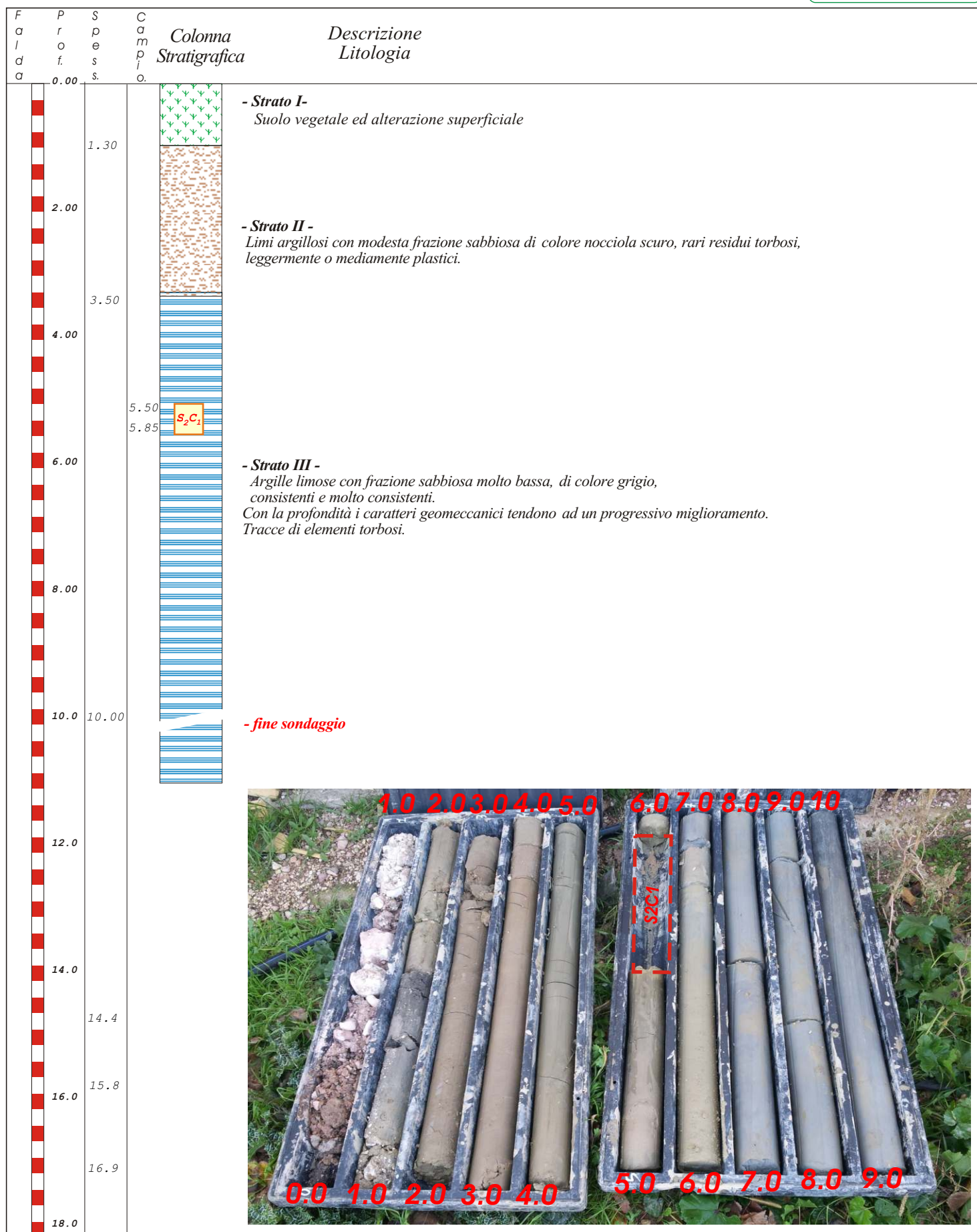
SONDAGGIO S2

Rappresentazione grafica

Proprietà **Bianconi Alimenti Zootecnici**
 Progetto **Ampliamento Complesso Industriale**
 Località **Bastardo**
 Comune **Giano Dell'Umbria**
 Data **Gennaio 2018**



- Allegato S2 -





TERRA S.n.c.

via Vittorio Veneto 4 - 06055 Papiano (PG)

tel: 075 8089539 fax: 075 7823018

info@laboratoriogeotecnico.it

ANALISI E PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO

Committente:	GRANIERI COSTRUZIONI S.r.l.
Riferimento:	
Località:	Bastardo, Giano dell'Umbria (PG)
Verbale di Accettazione n°:	17/212
Data accettazione:	14/12/2017
Certificazione del:	28/12/2017

Il direttore del laboratorio
Paolo Bartocci

**TERRA S.n.c.**

Via Comunale Vittorio Veneto 48
06055 Papiano (PG)
tel: 075 8089539 - 075 8795142
info@laboratoriogeotecnico.it

AZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Settore A (prove di laboratorio sui terreni con estensione carico su pali)
D.M. n° 2612 del 26/03/2010 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

COMMITTENTE: GRANIERI COSTRUZIONI S.r.l.

RIFERIMENTO: Bastardo, Giano dell'Umbria (PG)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 10.60 - 10.90

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	23,0	%
Peso di volume	20,5	kN/m ³
Peso di volume secco	16,7	kN/m ³
Peso di volume saturo	20,6	kN/m ³
Peso specifico	27,7	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,658	
Porosità	39,7	%
Grado di saturazione	98,9	%

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia		%
Sabbia	0,1	%
Limo	45,6	%
Argilla	54,3	%

**TERRA S.n.c.**

Via Comunale Vittorio Veneto 48
06055 Papiano (PG)
tel: 075 8089539 - 075 8795142
info@laboratoriogeotecnico.it

AZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Settore A (prove di laboratorio sui terreni con estensione carico su pali)
D.M. n° 2612 del 26/03/2010 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

COMMITTENTE: GRANIERI COSTRUZIONI S.r.l.**RIFERIMENTO:** Bastardo, Giano dell'Umbria (PG)**SONDAGGIO:** S1**CAMPIONE:** C1**PROFONDITA':** m 10.60 - 10.90**TIPO DI CAMPIONE**

- ☒ Cilindrico
☐ Cubico
☐ Massivo

QUALITA' DEL CAMPIONE

- ☒ Q5 (Ottima)
☐ Q4 (Buona)
☐ Q3 (Sufficiente)
☐ Q2 (Insufficiente)
☐ Q1 (Pessima)



CERTIFICATO DI PROVA N°: 01152 Pagina 1/1

DATA DI EMISSIONE 28/12/17

Inizio analisi: 19/12/17

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 17/212 del 14/12/17

Apertura campione: 18/12/17

Fine analisi: 22/12/17

COMMITTENTE: GRANIERI COSTRUZIONI S.r.l.

RIFERIMENTO: Bastardo, Giano dell'Umbria (PG)

SONDAGGIO: S1

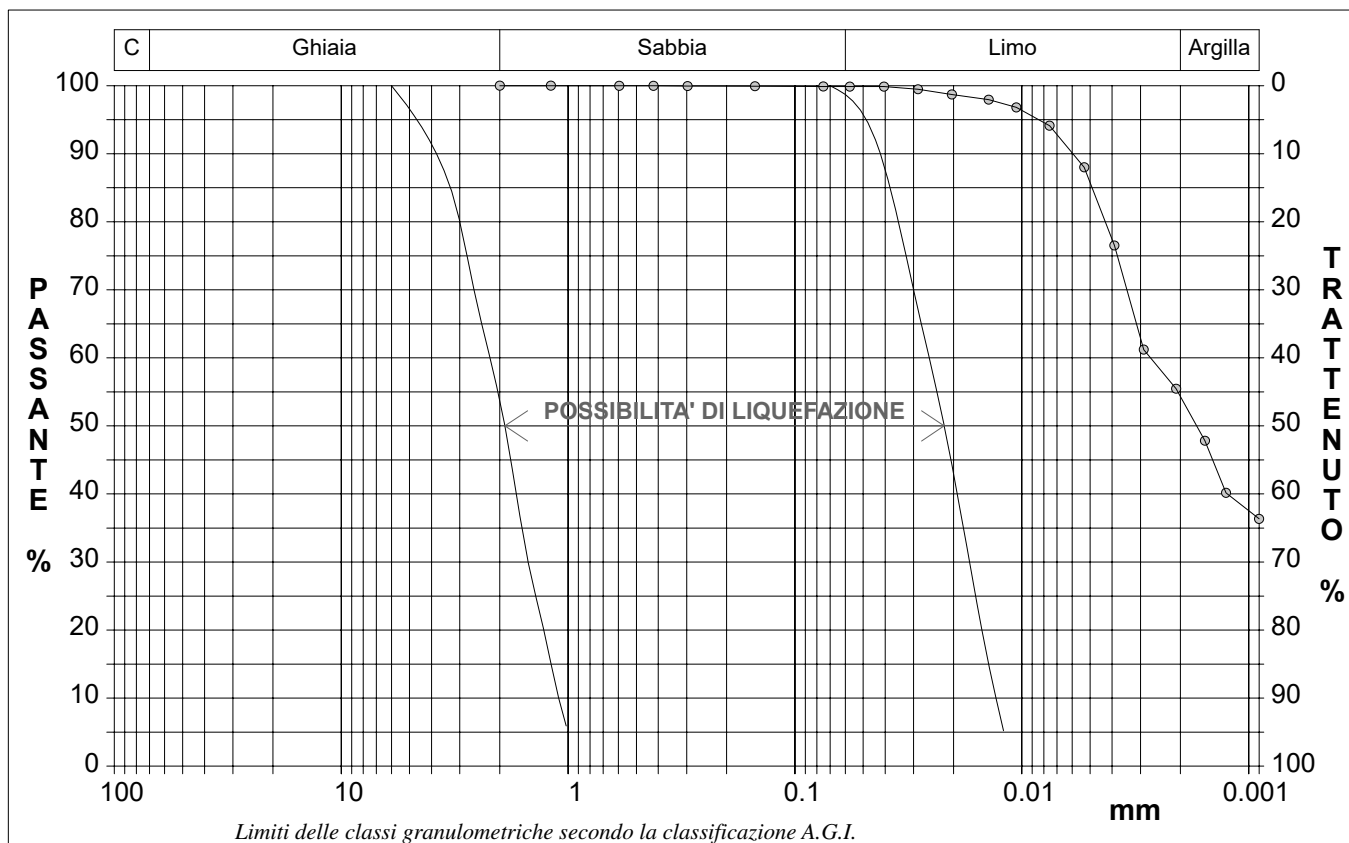
CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 10.60 - 10.90

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422

Ghiaia	0,0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	100,0 %	D10	---	mm
Sabbia	0,1 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	100,0 %	D30	---	mm
Limo	45,6 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	99,9 %	D50	0,00169	mm
Argilla	54,3 %			D60	0,00271	mm
				D90	0,00595	mm
Coefficiente di uniformità		---	Coefficiente di curvatura		---	



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
2,0000	100,00	0,1500	99,93	0,0203	98,71	0,0039	76,52	0,0009	36,35
1,1900	100,00	0,0750	99,89	0,0140	97,95	0,0029	61,22		
0,5950	99,99	0,0573	99,86	0,0106	96,80	0,0021	55,48		
0,4200	99,98	0,0405	99,86	0,0075	94,12	0,0016	47,83		
0,2970	99,95	0,0287	99,48	0,0053	88,00	0,0013	40,17		



CERTIFICATO DI PROVA N°: 01153 Pagina 1/2

DATA DI EMISSIONE 28/12/17

Inizio analisi: 18/12/17

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 17/212 del 14/12/17

Apertura campione: 18/12/17

Fine analisi: 18/12/17

COMMITTENTE: GRANIERI COSTRUZIONI S.r.l.

RIFERIMENTO: Bastardo, Giano dell'Umbria (PG)

SONDAGGIO: S1

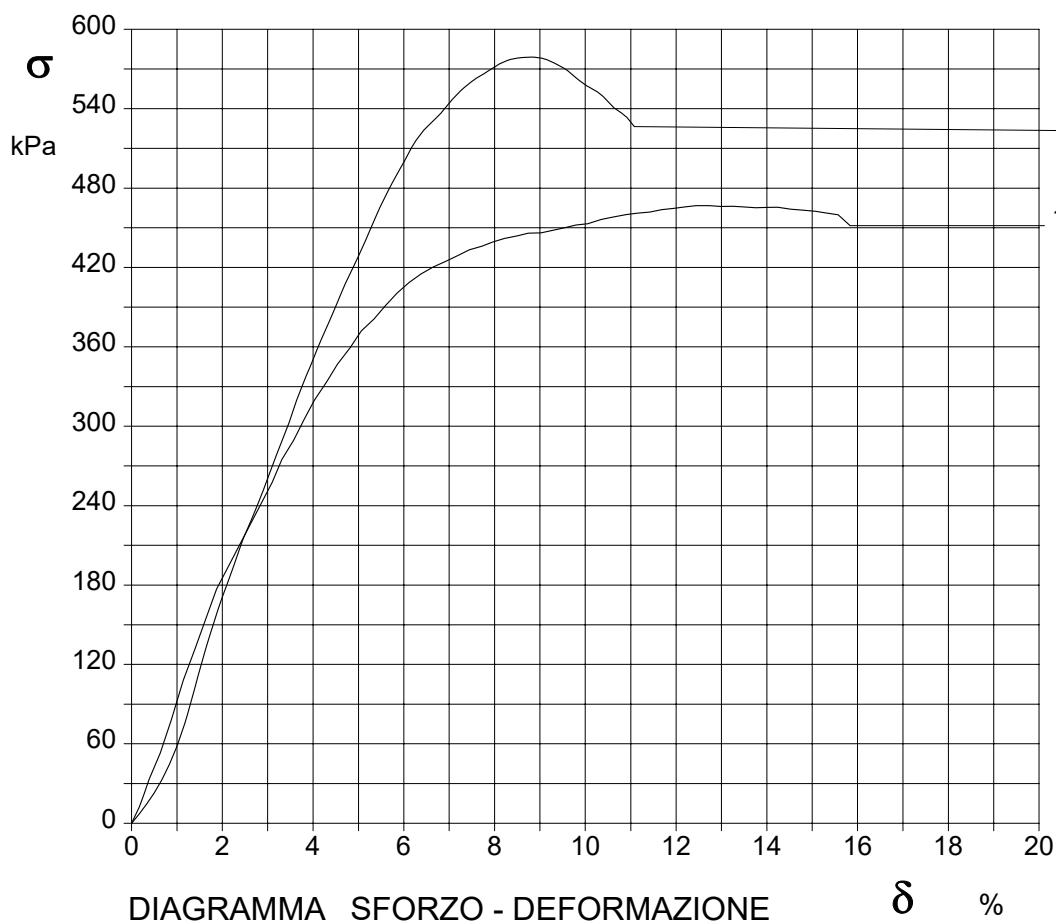
CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 10.60 - 10.90

PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2166

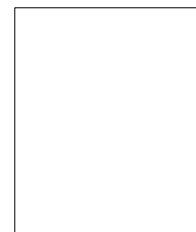
Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	-----
Velocità di deformazione (mm/min):	0,500	0,500	-----
Altezza (cm):	5,71	5,71	-----
Sezione (cm²):	11,03	11,03	-----
Peso di volume (kN/m³):	20,5	20,5	-----
Umidità naturale (%):	23,1	22,4	-----
Deformazione a rottura (%):	12,44	8,86	-----
Sforzo a rottura (kPa):	466,7	578,9	-----



Provino 1



Provino 2



Provino 3



CERTIFICATO DI PROVA N°: 01153 Pagina 2/2

DATA DI EMISSIONE 28/12/17

Inizio analisi: 18/12/17

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 17/212 del 14/12/17

Apertura campione: 18/12/17

Fine analisi: 18/12/17

COMMITTENTE: GRANIERI COSTRUZIONI S.r.l.

RIFERIMENTO: Bastardo, Giano dell'Umbria (PG)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 10.60 - 10.90

PROVA DI COMPRESSIONE AD ESPANSIONE LATERALE LIBERA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2166

Provino 1				Provino 2				Provino 3			
Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione	Deform.	Tensione
%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa	%	kPa
0,18	12,5	10,62	458,2	1,23	81,6	10,91	533,4				
0,28	22,3	10,90	459,9	1,47	112,0	11,14	523,4				
0,39	33,0	11,14	461,0	1,73	143,2						
0,63	53,0	11,42	461,9	1,98	168,9						
0,88	78,4	11,68	463,7	2,24	193,7						
1,14	108,0	11,95	464,7	2,47	215,8						
1,40	132,3	12,19	465,7	2,73	236,8						
1,65	155,5	12,44	466,7	2,98	258,6						
1,87	177,0	12,74	466,7	3,21	279,5						
3,10	257,7	12,98	466,2	3,47	302,7						
3,31	274,9	13,26	466,2	3,68	323,5						
3,57	289,6	13,49	465,8	3,94	345,6						
3,80	305,1	13,75	465,1	4,19	366,0						
4,03	319,7	14,00	465,3	4,47	387,9						
4,31	334,1	14,24	465,5	4,71	408,0						
4,54	346,9	14,52	464,0	4,99	427,9						
4,82	359,4	14,79	463,3	5,24	447,0						
5,06	372,0	15,07	462,5	5,48	466,0						
5,34	380,9	15,31	461,2	5,75	484,0						
5,59	390,9	15,57	459,8	6,01	500,2						
5,85	400,6	15,84	451,6	6,27	516,3						
6,11	408,7			6,52	526,5						
6,38	415,0			6,81	536,5						
6,66	420,4			7,08	547,3						
6,94	425,0			7,32	555,8						
7,22	429,5			7,60	563,1						
7,45	433,3			7,85	568,2						
7,73	436,1			8,11	573,9						
7,95	439,1			8,36	577,2						
8,22	442,0			8,64	578,7						
8,50	443,9			8,86	578,9						
8,74	445,9			9,14	577,1						
9,02	446,2			9,39	573,2						
9,28	448,1			9,62	568,5						
9,55	450,0			9,86	561,4						
9,79	452,0			10,11	555,8						
10,06	453,1			10,39	549,3						
10,35	456,4			10,63	540,7						



CERTIFICATO DI PROVA N°: 01154 Pagina 1/2

DATA DI EMISSIONE 28/12/17

Inizio analisi: 18/12/17

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 17/212 del 14/12/17

Apertura campione: 18/12/17

Fine analisi: 28/12/17

COMMITTENTE: GRANIERI COSTRUZIONI S.r.l.

RIFERIMENTO: Bastardo, Giano dell'Umbria (PG)

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 10.60 - 10.90

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

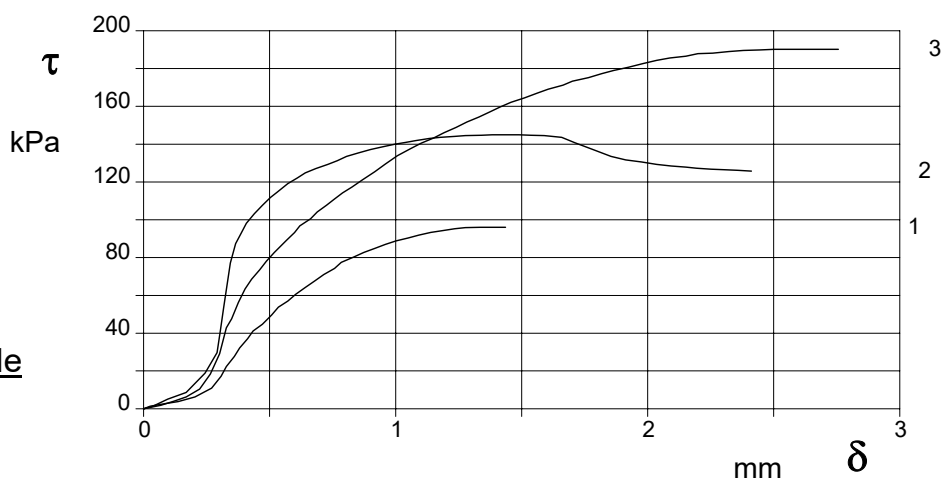
Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Pressione verticale (kPa):	98	196	294
Tensione a rottura (kPa):	96	145	190
Deformazione orizzontale e verticale a rottura (mm):	1,34 0,10	1,38 0,09	2,50 0,09
Umidità iniziale e umidità finale (%):	23,2 24,0	23,5 24,2	23,3 23,3
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	20,6 20,8	20,6 20,7	20,5 20,8
Grado di saturazione iniziale e finale (%):	100,0 100,0	100,0 100,0	100,0 100,0
Tipo di prova: Consolidata - lenta Tempo di consolidazione (ore): 24 Velocità di deformazione: 0,002 mm / min			

DIAGRAMMA

Tensione

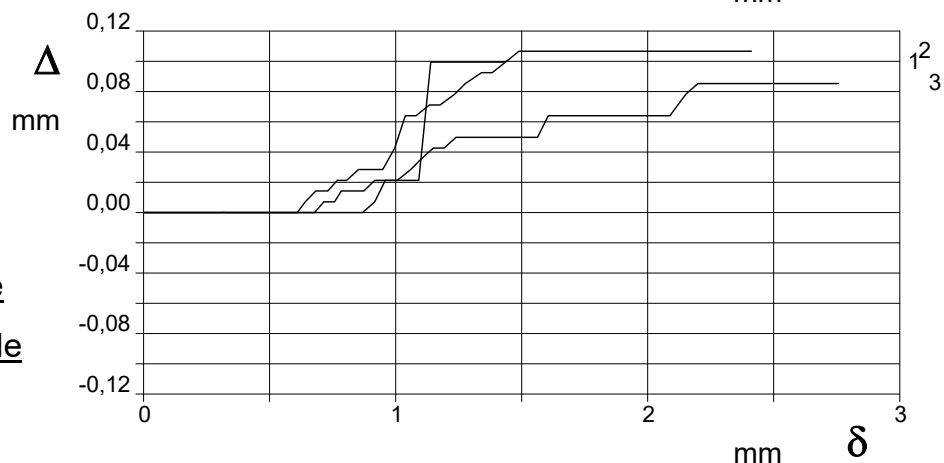
Deformazione orizzontale



DIAGRAMMA

Deformazione verticale

Deformazione orizzontale



CERTIFICATO DI PROVA N°: 01154 Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE 28/12/17	Inizio analisi: 18/12/17
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 17/212 del 14/12/17	Apertura campione: 18/12/17	Fine analisi: 28/12/17

COMMITTENTE: GRANIERI COSTRUZIONI S.r.l.			
RIFERIMENTO: Bastardo, Giano dell'Umbria (PG)			
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m	10.60 - 10.90

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

[illegible]

**TERRA S.n.c.**

Via Comunale Vittorio Veneto 48
06055 Papiano (PG)
tel: 075 8089539 - 075 8795142
info@laboratoriogeotecnico.it

AZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Settore A (prove di laboratorio sui terreni con estensione carico su pali)
D.M. n° 2612 del 26/03/2010 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

COMMITTENTE: GRANIERI COSTRUZIONI S.r.l.

RIFERIMENTO: Bastardo, Giano dell'Umbria (PG)

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 5.50 - 5.85

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	28,3	%
Peso di volume	19,3	kN/m ³
Peso di volume secco	15,1	kN/m ³
Peso di volume saturo	19,4	kN/m ³
Peso specifico	27,2	kN/m ³
Indice dei vuoti	0,808	
Porosità	44,7	%
Grado di saturazione	97,4	%

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	0,1	%
Sabbia	0,8	%
Limo	76,1	%
Argilla	23,0	%

**TERRA S.n.c.**

Via Comunale Vittorio Veneto 48
06055 Papiano (PG)
tel: 075 8089539 - 075 8795142
info@laboratoriogeotecnico.it

AZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Settore A (prove di laboratorio sui terreni con estensione carico su pali)
D.M. n° 2612 del 26/03/2010 - Art. 59 DPR 380/2001 - Circolare 7618/STC/2010

COMMITTENTE: GRANIERI COSTRUZIONI S.r.l.**RIFERIMENTO:** Bastardo, Giano dell'Umbria (PG)**SONDAGGIO:** S2**CAMPIONE:** C1**PROFONDITA':** m 5.50 - 5.85

Posizione delle prove	cm	Rp kPa	cm	DESCRIZIONE DEL CAMPIONE
GR	0			Limo con argilla
	10			
	20			
	30			
		38		

**TIPO DI CAMPIONE**

- ☒ Cilindrico
☐ Cubico
☐ Massivo

QUALITA' DEL CAMPIONE

- ☒ Q5 (Ottima)
☐ Q4 (Buona)
☐ Q3 (Sufficiente)
☐ Q2 (Insufficiente)
☐ Q1 (Pessima)



CERTIFICATO DI PROVA N°: 01155 Pagina 1/1

DATA DI EMISSIONE 27/12/17

Inizio analisi: 19/12/17

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 17/212 del 14/12/17

Apertura campione: 18/12/17

Fine analisi: 22/12/17

COMMITTENTE: GRANIERI COSTRUZIONI S.r.l.

RIFERIMENTO: Bastardo, Giano dell'Umbria (PG)

SONDAGGIO: S2

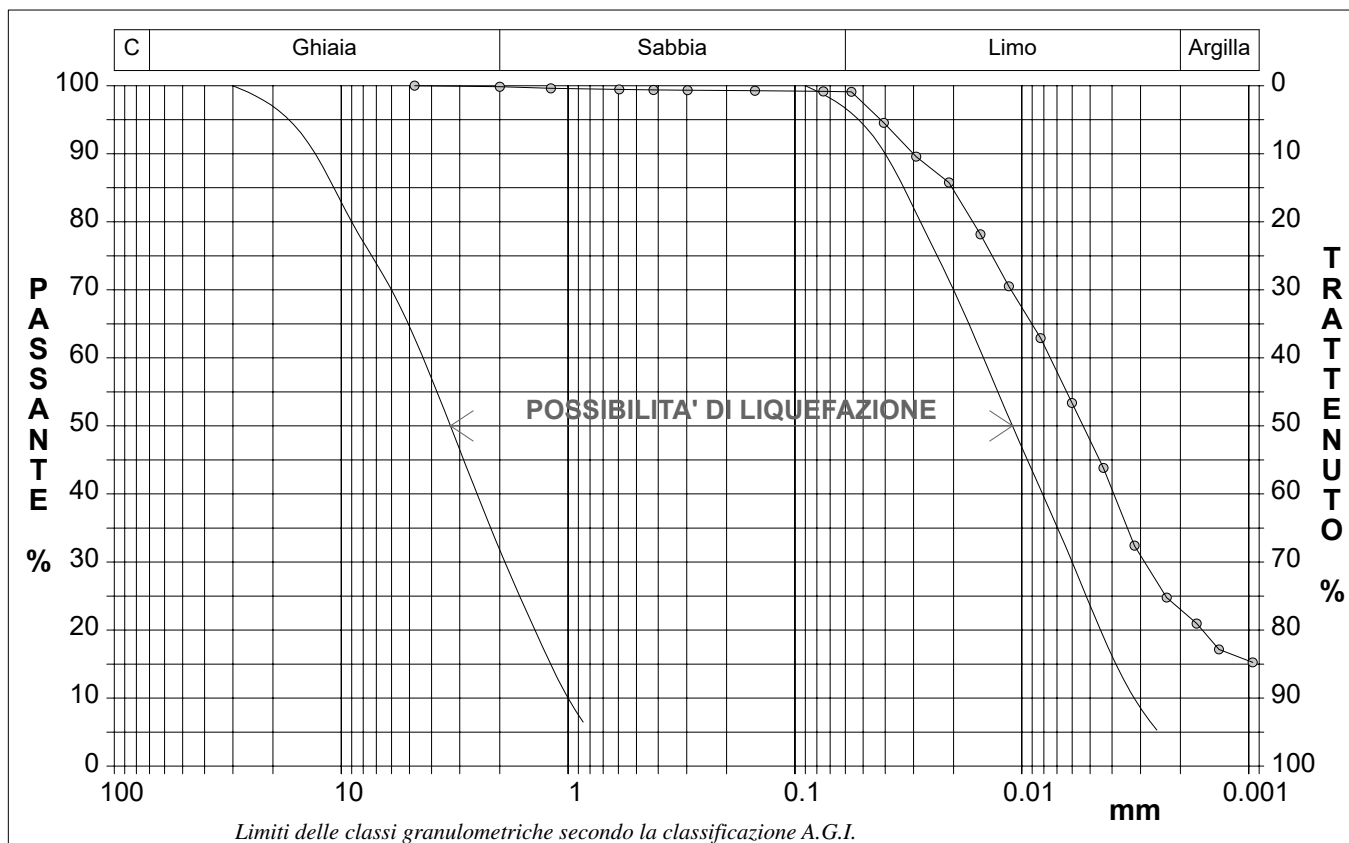
CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 5.50 - 5.85

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 422

Ghiaia	0,1 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	99,9 %	D10	0,00037 mm
Sabbia	0,8 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	99,4 %	D30	0,00288 mm
Limo	76,1 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	99,2 %	D50	0,00537 mm
Argilla	23,0 %			D60	0,00750 mm
				D90	0,03005 mm
Coefficiente di uniformità		20,03	Coefficiente di curvatura		2,94



Limiti delle classi granulometriche secondo la classificazione A.G.I.

Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
4,7500	100,00	0,2970	99,33	0,0292	89,58	0,0060	53,37	0,0014	17,15
2,0000	99,85	0,1500	99,25	0,0210	85,77	0,0044	43,84	0,0010	15,25
1,1900	99,60	0,0750	99,16	0,0152	78,14	0,0032	32,40		
0,5950	99,45	0,0563	99,11	0,0114	70,52	0,0023	24,78		
0,4200	99,38	0,0406	94,54	0,0083	62,90	0,0017	20,97		