

STUDIO TECNICO DI GEOLOGIA

Dott. Geol. STEFANO BOCCAROSSA

60019 SENIGALLIA (AN) – Via Piave n. 70

Tel./Fax 071-64894 – Cell. 339-4754219

**Geologia,
Geotecnica,
Idrogeologia,
Geologia Ambientale**

C.F. BCCSFN55M08H809X P. IVA 00790430417

COMUNE DI FANO – PROVINCIA DI PESARO-URBINO

***PIANO DI RECUPERO IN VARIANTE AL PRG, AI SENSI DELL'ART. 27-28
LEGGE 457/1978, DELL'IMMOBILE DENOMINATO "RISTORANTE NUOVA
CASACCIA", SITO IN LOCALITA' RONCOSANBACCIO,
STRADA COMUNALE TOMBA, N. 70/A***

COMMITTENTE: LIVI AROLDI – LIVI ROBERTO – SALUCCI GIUSEPPINA

**RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA e DI CARATTERIZZAZIONE
SISMICA DEL SITO redatta ai sensi del D.M. 17.01.2018**

Il Geologo
Dott. Boccarossa Stefano
N. 134 ALBO SEZIONE A
ORDINE DEI GEOLOGI DELLE MARCHE
Firmato Digitalmente

Senigallia, lì GENNAIO/2020

I N D I C E

1) PREMESSA	PAG. 2
2) METODOLOGIA D'INDAGINE	PAG. 3
3) COROGRAFIA - GEOMORFOLOGIA	PAG. 6
4) LITOLOGIA – CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	PAG. 6
5) IDROLOGIA – IDROGEOLOGIA	PAG. 11
6) VINCOLI IDROGEOLOGICI	PAG. 11
7) CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL SITO	PAG. 13
7.1 – Risposta Sismica Locale - Considerazioni relativamente alle Norme Tecniche D.M. 17/Gennaio/2018	PAG. 14
7.2 – Valutazione dell'azione sismica - Considerazioni relativamente alle Norme Tecniche D.M. 17/Gennaio/2018	PAG. 16
8) EDIFICABILITA' DELL'AREA	PAG. 17
8.1 - Intervento di ristrutturazione del fabbricato principale	PAG. 18
8.2 - Realizzazione di un nuovo garage ed un vano tecnico al servizio della piscina	PAG. 19
8.3 - Realizzazione di una piscina	PAG. 19

1) PREMESSA

Su incarico del Tecnico Progettista Architetto Pietro Broccoli e per conto dei Sig.ri Committenti, questo Studio ha redatto la presente relazione in adeguamento alla Normativa vigente in materia di costruzioni in zona sismica, in considerazione dell'entrata in vigore del D.M. 17 gennaio 2018 "Aggiornamento Norme Tecniche per le Costruzioni", relativamente al Piano di Recupero in Variante al P.R.G. del Comune di Fano, ai sensi dell'art. 27-28 Legge 457/1978, dell'Immobile denominato "Ristorante Nuova Casaccia", in Località Roncosanbaccio, lungo Strada Comunale Tomba n. 70/A, nel territorio Comunale di Fano (PU), come da elaborati tecnico – progettuali.

Il Piano di Recupero in Variante al PRG e N.T.A., prevede quanto segue:

- Variante dell'attuale Zona omogenea, da Zona D7 a Zona E2;
- Intervento di ristrutturazione del fabbricato principale con cambio di destinazione d'uso da ristorante a civile abitazione, finalizzata alla realizzazione di quattro appartamenti;
- Recupero della volumetria e superficie del piano seminterrato fuori sedime, tramite demolizione dell'esistente e realizzazione di un nuovo garage ed un vano tecnico al servizio della piscina;
- Realizzazione di una piscina nel giardino di proprietà al servizio delle 4 unità residenziali completa di recinzione di sicurezza;
- Sistemazione dello scoperto pertinenziale con inserimento di nuovo accesso carrabile, di sei posti auto nel rispetto della normativa vigente e della recinzione dell'intero complesso immobiliare, costituita da paletti e rete schermata da siepe di pitosforo.

Nella presente relazione vengono riportati gli aspetti geomorfologici, idrologici – idrogeologici dell'area, caratterizzando dal punto di vista litostratigrafico e sismico i terreni presenti nel sottosuolo, al fine di esprimere delle valutazioni di

idoneità complessiva dell'area all'edificazione per realizzazione degli interventi edilizi previsti, il tutto nel rispetto della vigente normativa in materia di costruzioni in zona sismica (NTC 2018).

Tale Studio fa riferimento alla seguente normativa vigente:

- D.M. 11.03.1988;
- D.M. 17 gennaio 2018 "Aggiornamento Norme Tecniche per le Costruzioni".

2) METODOLOGIA D'INDAGINE

L'indagine svolta si è così articolata.

Esecuzione di un rilevamento geomorfologico di campagna con presa visione di affioramenti della formazione geologica in posto caratteristica della zona, integrato con i dati della Carta Ambiente Fisico delle Marche – Regione Marche, scala 1:100.000 e della Carta Geologica Regionale Edizione CTR – Sez. 268120 - Novilara - Regione Marche, scala 1:10.000 – TAV.1.

Per il riconoscimento della successione litologica e l'acquisizione dei parametri geotecnici necessarie e sufficienti allo scopo, nell'area in esame si è eseguita n. 1 prova penetrometrica statica CPT e n. 1 prova penetrometrica dinamica super pesante DPSH n.1, ubicate rispettivamente come indicato nelle allegate planimetrie - TAV.4, 5, e TAV.6.

La prova penetrometrica statica CPT consiste nella misura della resistenza alla penetrazione di una punta conica infissa a velocità costante nel terreno.

Il penetrometro tipo PAGANI EMILIA da 20 t. con anello allargatore, è costituito da un dispositivo di spinta che agisce su una batteria di aste cave alla cui estremità inferiore è collegata una punta munita di un manicotto mobile, aventi entrambi dimensioni standard.

Lo sforzo per l'infissione della punta è misurato mediante manometri collegati ad un martinetto idraulico che esercita la spinta di progetto di 20 t. sulla batteria di aste cave.

Le informazioni che la prova fornisce permettono di ricostruire il profilo stratigrafico e geotecnico dei litotipi attraversati.

Difatti dal rapporto tra le resistenza all'avanzamento della punta e la resistenza laterale locale, è possibile risalire alla natura dei sedimenti attraversati ed alla diversa consistenza.

La prova penetrometrica dinamica DPSH consiste nella misurazione della resistenza a penetrazione di una punta conica della misura standard, infissa per battitura nel terreno per mezzo di idoneo dispositivo di percussione (vedere grafici allegati).

Le informazioni che la prova fornisce permettono di ricostruire il profilo geotecnico dei litotipi attraversati.

Si è inoltre eseguita un'indagine geofisica mediante Prospezione Sismica Passiva – Metodo HVSR per il calcolo della frequenza di risonanza dei terreni e la stima della velocità equivalente $V_{s,eq} = V_{s,30}$ delle onde sismiche, secondo quanto prescritto dalla normativa sismica nazionale vigente (NTC), ubicata come indicato nelle allegate planimetrie - TAV.4, 5, e TAV.6.

I risultati ottenuti dalla metodologia HVSR sono riportati nell'allegato a cura della TECNOSONDAGGI – Osimo (AN).

L'elaborazione dei dati così acquisiti ha permesso la stesura della presente relazione alla quale si allegano:

- Stralcio Carta Geologica Regionale Edizione CTR – Sez. 268120 - Novilara - Regione Marche, scala 1:10.000 – TAV.1;
- Carta del Rischio Idrogeologico - Stralcio da Piano Assetto Idrogeologico (PAI) Regione Marche, scala 1:10.000 – TAV.2;

- Città di Fano – Piano Regolatore Generale – Studi Propedeutici Pericolosità Geologiche, Rischi Idrogeologici, Pericolosità Sismiche – TAV. 04 A – 04 B – 04 C, scala 1:25.000 – TAV.3;
- Planimetria Generale Stato Attuale, con indicati i punti di indagine CPT e DPSH e sismica HVSR, scala 1:400 – TAV.4;
- Planimetria Generale Stato di Progetto, con indicati i punti di indagine CPT e DPSH e sismica HVSR, scala 1:400 – TAV.5;
- Planimetria di Progetto, con indicati i punti di indagine CPT e DPSH e sismica HVSR e Sezione A – A di riferimento, scala 1:300 – TAV.6;
- Sezione Geologica Indicativa – Sezione A – A (progetto), su cui sono state proiettate le prove penetrometriche eseguite, scala 1:200 – TAV.7;
- Grafici Prova Penetrometrica Statica CPT e Dinamica DPSH;
- Prospezione sismica passiva HVSR;
- Documentazione Fotografica Esecuzione Indagine.

3) COROGRAFIA - GEOMORFOLOGIA

L'area in oggetto è ubicata nel territorio comunale di Fano in Località Roncosanbaccio, lungo Strada Comunale Tomba n. 70/A, come da allegate planimetrie TAV.1, 2, 3.

Dal punto di vista geomorfologico, questa ricade in una zona di crinale di una dorsale collinare allungata con direzione N.W. – S.E., che nel versante mare rappresenta una falesia inattiva, separata dal mare, compresa in una fascia altitudinale a circa 90 metri sul l.m.m. (vedere TAV.2).

In particolare, ai rilievi di superficie la zona presenta un profilo topografico molto regolare con andamento da sub pianeggiante dove insiste l'immobile, a debolmente acclive man mano che si procede sul versante sottostante esposto a Sud.

Nella zona in generale non si sono rintracciate fratture o segni di tensione del terreno imputabili a fattori di instabilità geomorfologia, risultando pertanto naturalmente stabile.

La formazione geologica in posto, è rappresentata dalla Formazione Pliocenica delle Argille Azzurre – Membro delle Arenarie di Borello, in litofacies arenitico – pelitica (FAA2 nell'allegata Carta Geologica – TAV.1), costituita da sabbie ed arenarie debolmente cementate con talvolta intercalazioni argilloso – marnose.

Dal rilevamento eseguito, non sono scaturiti elementi tali da poter definire lo stile tettonico della zona in esame.

4) **LITOLOGIA – CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA**

Dall'analisi ed interpretazione della prova penetrometrica statica CPT e dinamica DPSH, comparate con i dati bibliografici disponibili, nell'area in esame si evidenzia la seguente successione litologica di terreni dall'alto verso il basso a partire dal piano campagna attuale (Litologia Schmertmann, 1978) (vedere grafici allegati).

Prova CPT n.1

0.00 m / -0.60 – Terreno di riporto e vegetale, di natura sabbioso - argillosa (**Litotipo R-TV**).

γ (g/cmc)
1.85

Segue la Formazione in Posto Pliocenica, rappresentata da:

-0.60 m / -4.00 m – Argille inorganiche e argille sabbiose e limose; materiale duro in superficie fino a -1.00 m di profondità per probabile disidratazione, poi generalmente compatto a molto compatto con la profondità.

Questo terreno rappresenta la formazione in posto parzialmente alterata in litofacies argilloso – marnosa e sabbiosa, in strati variamente intercalati tra loro con le argille che risultano generalmente di colore nocciola o grigio – nocciola e la sabbia generalmente nocciola ed ocracea (**Litotipo AMS**).

La parametrizzazione geotecnica del **Litotipo AMS**, è riferita alla litofacies argilloso – marnosa, più cautelativa.

Parametri Nominali

Cu (Kg/cmq)	γ (g/cmc)	Mo (Kg/cmq)	ϕ' (gradi)
$1.17 \div \geq 2.00$	$2.00 \div 2.05$	$105 \div 180$	$22^\circ \div 24^\circ$

-4.00 m / -4.40 m - (termine prova per disancoraggio strumentazione e difficoltà di avanzamento) – Sabbia e limo, sabbia e limo - argilloso; materiale estremamente addensato.

Questo terreno rappresenta la formazione in posto compatta in litofacies sabbiosa (prevalente), con la sabbia generalmente nocciola ed ocrea (**Litotipo S**).

La parametrizzazione geotecnica è riferita al **Litotipo S**.

Parametri Nominali

Dr%	γ (g/cmc)	Mo (Kg/cm ²)	ϕ' (gradi)
95.0 ÷ 100,0	2.03 ÷ 2.09	≥ 300	36° ÷ 40°

Prova DPSH n.1

0.00 m / -0.60 – Terreno di riporto e vegetale di natura argillosa e sabbiosa (**Litotipo R-TV**).

γ (g/cmc)
1.86

Segue la Formazione in Posto Pliocenica, rappresentata da:

-0.60 m / -1.60 m - (termine prova per raggiunto rifiuto) – Formazione in posto compatta in litofacies sabbiosa: terreno di natura granulare costituito da sabbia ben addensata di colore nocciola (visionata con elica di ancoraggio del penetrometro) (**Litotipo S**).

Parametri Nominali

Dr%	γ (g/cmc)	Mo (Kg/cm ²)	ϕ' (gradi)
72.0	2.09	≥300	38°
N spt			
37			

Le prove sono state interrotte rispettivamente rispetto al p.c., alla profondità di -4.40 m la CPT n. 1 e - 1.60 m la DPSH n.1, dato l'elevato valore di resistenza registrato, con disancoraggio della strumentazione impiegata; profondità comunque significative ai fini della presente relazione in quanto la formazione in posto presenta spessori considerevoli, con progressivo aumento dei valori di consistenza in profondità.

La caratterizzazione geotecnica sopra riportata **(parametri nominali)**, è risultata dai dati emersi dall'interpretazione delle prove penetrometrica dinamica superpesante DPSH, come risulta dalle allegate SCHEDE nonché dalla bibliografia esistente e per comparazione analogica con campioni simili già esaminati in laboratorio in analoghe esperienze professionali.

C_u = coesione non drenata

γ = peso di volume

ϕ' = angolo di attrito

M_o = modulo di deformazione edometrico

D_r = densità relativa

N_{spt} = correlazione colpi Standard Penetration Test

– Parametri Caratteristici

I parametri caratteristici per terreno coesivo C_{uk} , (posto $\phi' = 0$) e per terreno granulare ϕ'_k (posto $c' = 0$), sono determinabili come di seguito.

Dato che il valore caratteristico k rappresenta la soglia al disotto della quale si colloca non più del 5% dei valori desumibili da una serie teoricamente illimitata di prove, il valore caratteristico di C_u e ϕ' (parametri nominali), sono determinabile con le seguenti relazioni:

$$(1) C_{uk} = C_{um} (1 + X \times V_c)$$

$$(2) \phi'_k = \phi'_m (1 + X \times V_\phi)$$

dove:

C_{uk} = valore caratteristico della coesione

C_{um} = valore medio della coesione

ϕ'_k = valore caratteristico dell'angolo di attrito interno

ϕ'_m = valore medio dell'angolo di attrito

V_c = coefficiente di variazione (COV) di c_u , definito come il rapporto fra lo scarto quadratico medio e la media dei valori di c_u

V_ϕ = coefficiente di variazione (COV) di ϕ' , definito come il rapporto fra lo scarto quadratico medio e la media dei valori di ϕ'

X = parametro dipendente dalla legge di distribuzione della probabilità di non superamento adottata; l'Eurocodice 7 fissa per i parametri di resistenza al taglio, una probabilità di non superamento del 5%, alla quale corrisponde, per una distribuzione di tipo gaussiano, un valore di $X = a - 1.645$

Calcolo dei valori caratteristici (f_k) con il frattile del 5%

Valori medi (V_m) \Rightarrow Valori Caratteristici (V_k) \Rightarrow Valori di progetto (V_d)

Litotipo AMS: formazione in posto parzialmente alterata in litofacies argilloso – marnosa e sabbiosa, in strati variamente intercalati tra loro; valore caratteristico riferito alla litofacies argilloso – marnosa, più cautelativo.

valore caratteristico c_{uk} (Kg/cmq)
1.10

Litotipo S: formazione in posto compatta in litofacies sabbiosa (prevalente).

valore caratteristico ϕ'_k (gradi)
35°

(si allega Tabella 6.2.II delle NTC 2018)

Tab. 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	γ_ϕ	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	γ_c	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ_r	γ_γ	1,0	1,0

5) IDROLOGIA – IDROGEOLOGIA

L'idrologia superficiale è in parte condizionata dall'urbanizzazione della zona in cui ricade l'area in oggetto e comunque caratterizzata da fenomeni di ruscellamento superficiale data la morfologia da sub pianeggiante a debolmente acclive..

Nel sottosuolo, in fase di indagine introspettiva (22/10/2019), non è stata rilevata la presenza della falda idrica fino alle profondità indagate, tranne tracce di umidità superficiale nel terreno della formazione in posto parzialmente alterata (**Litotipo AMS**).

6) VINCOLI IDROGEOLOGICI e VERIFICA PERICOLOSITA' GEOLOGICHE, IDROGEOLOGICHE E SISMICHE PRG COMUNE DI FANO

PIANO STRALCIO DI BACINO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO DEI BACINI DI RILIEVO REGIONALE (PAI)

Approvato con deliberazione del Consiglio Regionale n. 116 del 21/01/2004 e Aggiornamento Anno/2016.

(Verifica Aree a Rischio)

Dall'esame dell'elaborato grafico relativo al PAI Regionale, Carta del Rischio Idrogeologico – Tavola RI 06a – scala 1:10.000, di cui si allega uno stralcio (vedere TAV.2), è risultato quanto segue.

- Aree di versante in dissesto

L'area su cui insiste l'immobile denominato "Ristorante Nuova Casaccia", interessata dal Piano di Recupero in Variante al PRG in oggetto, in Località

Roncosanbaccio, Strada Comunale Tomba n. 70/A, Comune di Fano, non ricade e non è perimetralmente interessata da aree cartografate a rischio frana.

- Fascia di territorio inondabile – aree a rischio esondazione

L'area su cui insiste l'immobile denominato "Ristorante Nuova Casaccia", interessata dal Piano di Recupero in Variante al PRG in oggetto, in Località Roncosanbaccio, Strada Comunale Tomba n. 70/A, Comune di Fano, non ricade e non è perimetralmente interessata da aree cartografate a rischio esondazione.

Dall'esame della cartografia relativa al **PRG Vigente 2009 del Comune di Fano (TAV. 04 A, 04 B e 04 C, scala 1:25.000 – Maggio/2006)**, esaminata sul sito del Comune di Fano (www.comune.fano.ps.it) ed allegata al testo (vedere TAV.3), per l'area su cui insiste l'immobile denominato "Ristorante Nuova Casaccia", interessata dal Piano di Recupero in Variante al PRG in oggetto, in Località Roncosanbaccio, Strada Comunale Tomba n. 70/A, Comune di Fano, non si rilevano condizioni di rischio geo – idrogeologico; dal punto di vista di pericolosità sismica, l'area è classificata "Area di cresta rocciosa, dorsale o cucuzzolo".

7) CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL SITO

Il territorio comunale di Fano, ricade in zona sismica classificata come **Zona 2**, con valore di accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro elastico (Norme Tecniche) **$a_g/g = 0.25$** e con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni **$a_g/g = 0.15-0.25$** .

In riferimento all'Ordinanza PCM del 28 aprile 2006 n. 3519, All. 1b, si allega alla presente relazione la Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale (da Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia).

Nella mappa è graficamente rappresentata la pericolosità sismica espressa in termini di accelerazione massima del suolo, con probabilità di accelerazione del 10% in 50 anni, riferita ai suoli rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s; cat.A, punto 3.2.1 del D.M. 14.09.2005).

Nel contesto descritto, il territorio comunale di Fano, in via generale è caratterizzato da un'accelerazione (a_g) orizzontale massima convenzionale sul suolo di tipo A, compresa tra **0.175 e 0.200 g**.

In riferimento alle coordinate geografiche del sito, il territorio comunale di Fano, è caratterizzato da un'accelerazione (a_g) orizzontale massima convenzionale sul suolo di tipo A, uguale a **0.182 g**.

(dalla consultazione del sito www.cslp.it del Consiglio Sup. LL. PP.).

L'azione sismica sulle costruzioni è valutata a partire da "una pericolosità sismica di base" in considerazioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A nelle NTC).

Il Progettista valuterà la *pericolosità sismica* sulla base di quanto disposto dalle NTC 2018.

7.1 – Risposta Sismica Locale - Considerazioni relativamente alle Norme Tecniche D.M. 17/Gennaio/2018

Per la definizione dell'azione sismica di progetto, è necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale, in considerazione delle caratteristiche topografiche e stratigrafiche dei depositi di terreno e degli ammassi rocciosi, non che delle proprietà fisico – meccaniche dei materiali che li costituiscono, che possono modificare il moto sismico atteso nel sito rispetto a quello che si avrebbe su roccia affiorante.

Pertanto nel caso in esame oltre alla caratterizzazione geotecnica, dei terreni superficiali, si è attuata la classificazione della categoria di sottosuolo in base ai valori della velocità equivalente $V_{s,eq} = V_{s,30}$ di propagazione delle onde di taglio, entro i primi 30 metri di profondità riferiti al piano di fondazione per fondazioni superficiali o testa dei pali per fondazioni profonde, per la definizione della categoria di sottosuolo, come riportato nella Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo delle suddette Norme, nel caso specifico ricavata da una indagine geofisica mediante una prospezione sismica passiva – METODO HVSR.

Il metodo di prospezione sismica passiva – METODO HVSR, è stato introdotto da Nakamura (1989) e permette la determinazione delle frequenze di risonanza dei terreni e la stima dell'amplificazione sismica locale.

Nel caso in esame le analisi eseguite conducono a valori di $V_{s,eq}$ pari a circa **352 m/s** (modello medio), che corrispondono ad un sottosuolo di Categoria **"C"** della Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo delle Norme Tecniche D.M. 17/Gennaio/2018 – **Assenza di picchi significativi alle frequenze di interesse ingegneristico.**

Condizioni Topografiche in base alla Tabella 3.2.III, analoghe alla – Categorie Topografiche: **T3** .

(vedere Tabelle di seguito allegate)

Tab. 3.2.II – *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti 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 fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

Tab. 3.2.III – *Categorie topografiche*

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

7.2 – Valutazione dell'azione sismica - Considerazioni relativamente alle Norme Tecniche D.M. 17/Gennaio/2018

Nella valutazione dello spettro di risposta elastico delle componenti orizzontali, per la definizione del coefficiente S_S (coefficiente di amplificazione stratigrafica) e del coefficiente S_T (coefficiente di amplificazione topografica), si fa riferimento ai valori riportati nelle relative Tabella 3.2.IV – *Espressioni di S_S e C_C* e Tabella 3.2.V – *Valori Massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T* delle Norme Tecniche D.M. 17/Gennaio/2018, in cui il parametro F_0 (fattore di amplificazione massima su suolo A) e a_g (accelerazione), sono deducibili dal reticolo sismico delle NTC.

(vedere Tabelle di seguito allegate)

Tab. 3.2.IV – Espressioni di S_S e di C_C

Categoria sottosuolo	S_S	C_C
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,10}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,13}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

Tab. 3.2.V – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a 30°	1,2
T4	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di 30°	1,4

8) EDIFICABILITA' DELL'AREA

Relativamente al Piano di Recupero in Variante al PRG per l'Immobile denominato "Ristorante Nuova Casaccia", una attenta analisi di ogni elemento di carattere geomorfologico e litologico tecnico acquisito, permettono di esprimere un parere di idoneità complessiva dell'area all'intervento edificatorio previsto, come da elaborati del Tecnico Progettista, per le seguenti considerazioni.

- L'area ricade in un contesto morfologico di cresta di dorsale collinare generalmente caratterizzata da naturali condizioni di stabilità, così come risulta anche dall'esame della cartografia PAI della Regione Marche (TAV.5) e Carte del rischio geologico, idrogeologico e sismico del PRG – Comune di Fano (TAV.3).
- L'assetto stratigrafico è rappresentato dall'affioramento della formazione in posto delle Argille Azzurre – Membro delle Arenarie di Borello, in litofacies arenitico – pelitica (FAA2 nell'allegata Carta Geologica – TAV.1), costituita da sabbie ed arenarie debolmente cementate con talvolta intercalazioni argilloso – marnose.
- Nella zona è assente la falda idrica.
- Il sito ricade nell'ambito della categoria di sottosuolo **"C"** (Tabella 3.2.II NTC).
- Le condizioni topografiche sono analogamente riconducibili alla categoria **"T3"** (Tabella 3.2.III NTC).
- I terreni della formazione in posto presenti nel sito, per le loro caratteristiche granulometriche (argille e sabbia), generalmente

sovracconsolidati, non rientrano nel fuso granulometrico dei terreni suscettibili di liquefazione, e con riferimento al Capitolo 7.11.3.4. delle NTC, la verifica alla liquefazione del terreno è stata pertanto omessa.

Pertanto per quanto esposto nella presente relazione, per l'intervento edificatorio previsto nel Piano Di Recupero in Variante al PRG dell'Immobile denominato "Ristorante Nuova Cascia", come da elaborati del Tecnico Progettista, quanto di seguito riportato è puramente indicativo, spettando al Tecnico Incaricato le opportune valutazioni compatibilmente con le verifiche previste dalla normativa vigente.

8.1 - Intervento di ristrutturazione del fabbricato principale

Il fabbricato principale, sulla base di informazioni reperite, dovrebbe essere dotato di fondazioni di tipo superficiali dirette continue eseguite secondo i canoni costruttivi a cui risale il fabbricato, non esaminate dal sottoscritto e sulle quali relazionerà in maniera dovuta il Tecnico Incaricato.

Il terreno di fondazione è verosimilmente rappresentato dalla formazione in posto delle Argille Azzurre – Membro delle Arenarie di Borello, in litofacies arenitico – pelitica (FAA2 nell'allegata Carta Geologica – TAV.1), costituita da sabbie ed arenarie debolmente cementate con talvolta intercalazioni argilloso – marnose (Litotipo AMS e Litotipo S dell'allegata sezione geologica indicativa TAV.7).

Per il fabbricato, in considerazione del fenomeno di consolidamento avvenuto nel terreno sotto l'azione dei carichi già trasmessi nel tempo dalla struttura, il valore del carico limite attuale sarà superiore a quanto valutabile in condizioni di assenza di carichi e nel caso, comparabile alle attuali sollecitazioni trasmesse.

Pertanto in considerazione di ciò, si può considerare tollerabile un incremento dei carichi dell'ordine dal 10 ÷ 15 % rispetto al carico attuale, che dovrà essere conseguentemente verificato, valutando a discrezione del Professionista Incaricato, l'opportunità di interventi sulle attuali fondazioni o la necessità di nuove fondazioni.

8.2 - Realizzazione di un nuovo garage ed un vano tecnico al servizio della piscina

Per le fondazioni della nuova struttura in progetto, la natura e le caratteristiche dei litotipi riscontrati, consente di orientare la scelta del tipo di struttura fondativa verso una fondazione superficiale di tipo (dirette incrociate a cordoli in c.a. o travi rovesce, diretta a platea), compatibilmente con l'entità dei cedimenti ammissibili per le suddette fondazioni.

Il terreno di fondazione è rappresentato prevalentemente dalla formazione in posto parzialmente alterata in litofacies argilloso – marnosa e sabbiosa, in strati variamente intercalati tra loro con le argille che risultano generalmente di colore nocciola o grigio – nocciola e la sabbia generalmente nocciola ed ocrea (**Litotipo AMS, corrispondente alla prova CPT n.1**), i cui parametri geotecnici sono esposti nel paragrafo 4).

8.3 - Realizzazione di una piscina

Per le fondazioni della piscina in progetto, la natura e le caratteristiche dei litotipi riscontrati, consente di orientare la scelta del tipo di struttura fondativa verso una fondazione superficiale a platea, compatibilmente con l'entità dei cedimenti ammissibili per la suddetta fondazione.

Il terreno di fondazione è rappresentato prevalentemente dalla formazione in posto compatta in litofacies sabbiosa (prevalente), con la sabbia generalmente nocciola ed ocracea (**Litotipo S, corrispondente alla prova DPSH n.1**), i cui parametri geotecnici sono esposti nel paragrafo 4).

Questo Studio resta a disposizione per fornire nella fase esecutiva dei lavori la propria assistenza tecnica e geologica.



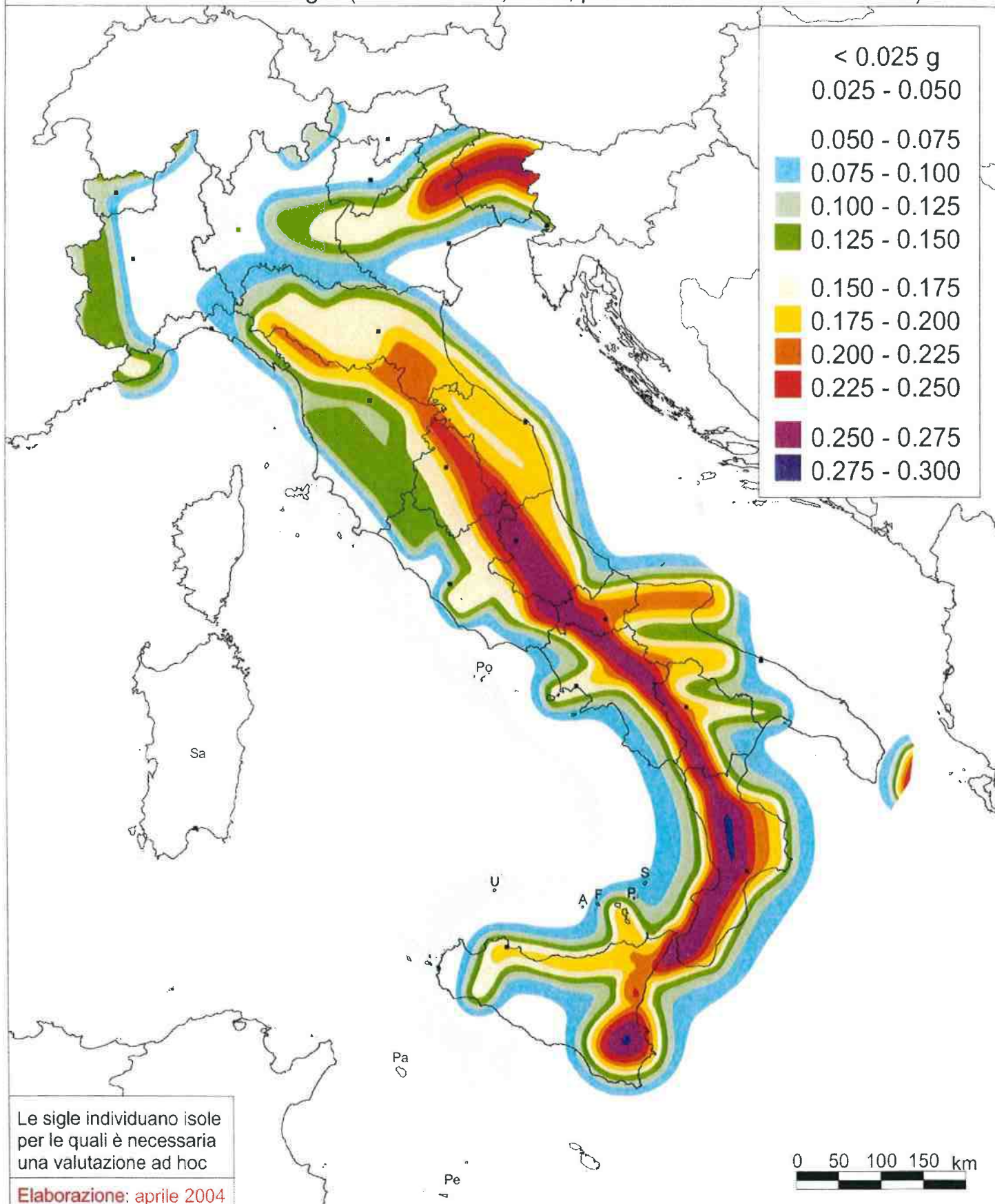
Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale

(riferimento: Ordinanza PCM del 28 aprile 2006 n.3519, All.1b)

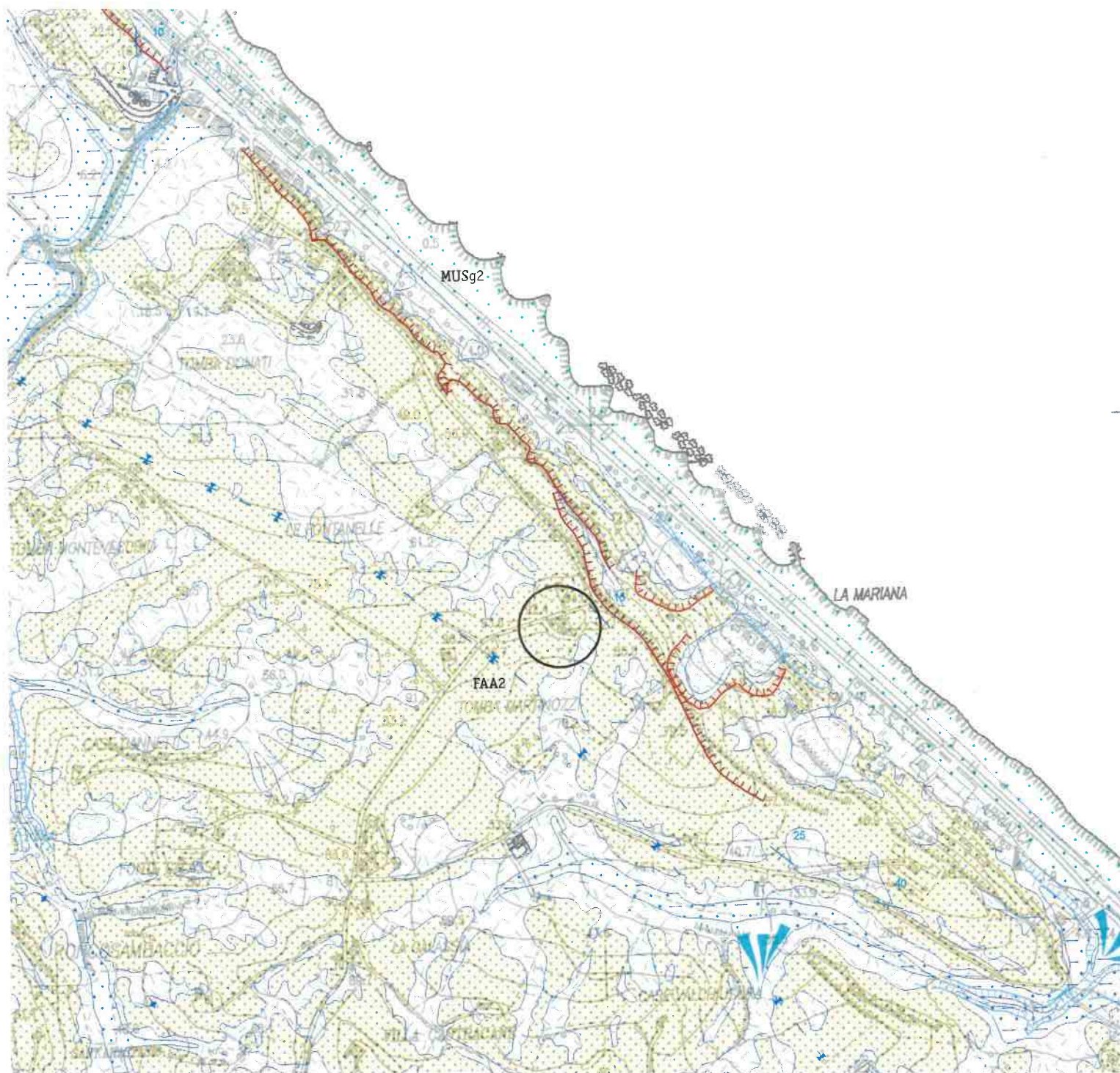
espressa in termini di accelerazione massima del suolo

con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni

riferita a suoli rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s; cat.A, punto 3.2.1 del D.M. 14.09.2005)



STRALCIO DA CARTA GEOLOGICA REGIONALE – EDIZIONE CTR
- REGIONE MARCHE -
SEZ. 268120 – NOVILARA, Sc. 1:10.000



Area in esame

LEGENDA GEOLOGICA

DEPOSITI CONTINENTALI QUATERNARI

SISTEMA DEL MUSONE

(OLOCENE)



MUSa1 Frane in evoluzione



MUSa1a Frana antica



MUSa1e Frana senza indizi di evoluzione



MUSa1s Frana di scivolamento
con indizi di evoluzione



MUSb Deposito alluvionali attuali
argille prevalenti



MUSbn Depositi alluvionali terrazzati
a) ghiaie prevalenti associate a subordinate sabbie, limi e argille
b) argille, limi e sabbie associate a subordinate ghiaie



MUSb2 Deposito eluvio colluviale



MUSg2 Depositi di spiaggia attuale
sabbie prevalenti



MUSg2b Depositi di spiaggia antica
sabbie, limi, argille e subordinate ghiaie

SISTEMA DI MATELICA

(PLISTOCENE SUPERIORE p.p. - OLOCENE p.p.)



MT1bn Depositi alluvionali terrazzati
a) ghiaie prevalenti associate a subordinate sabbie, limi e argille
b) argille, limi e sabbie associate a subordinate ghiaie



















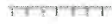




SUCCESSIONE UMBRO-MARCHIGIANO-ROMAGNOLA

SUCCESSIONE PLIOGENICA

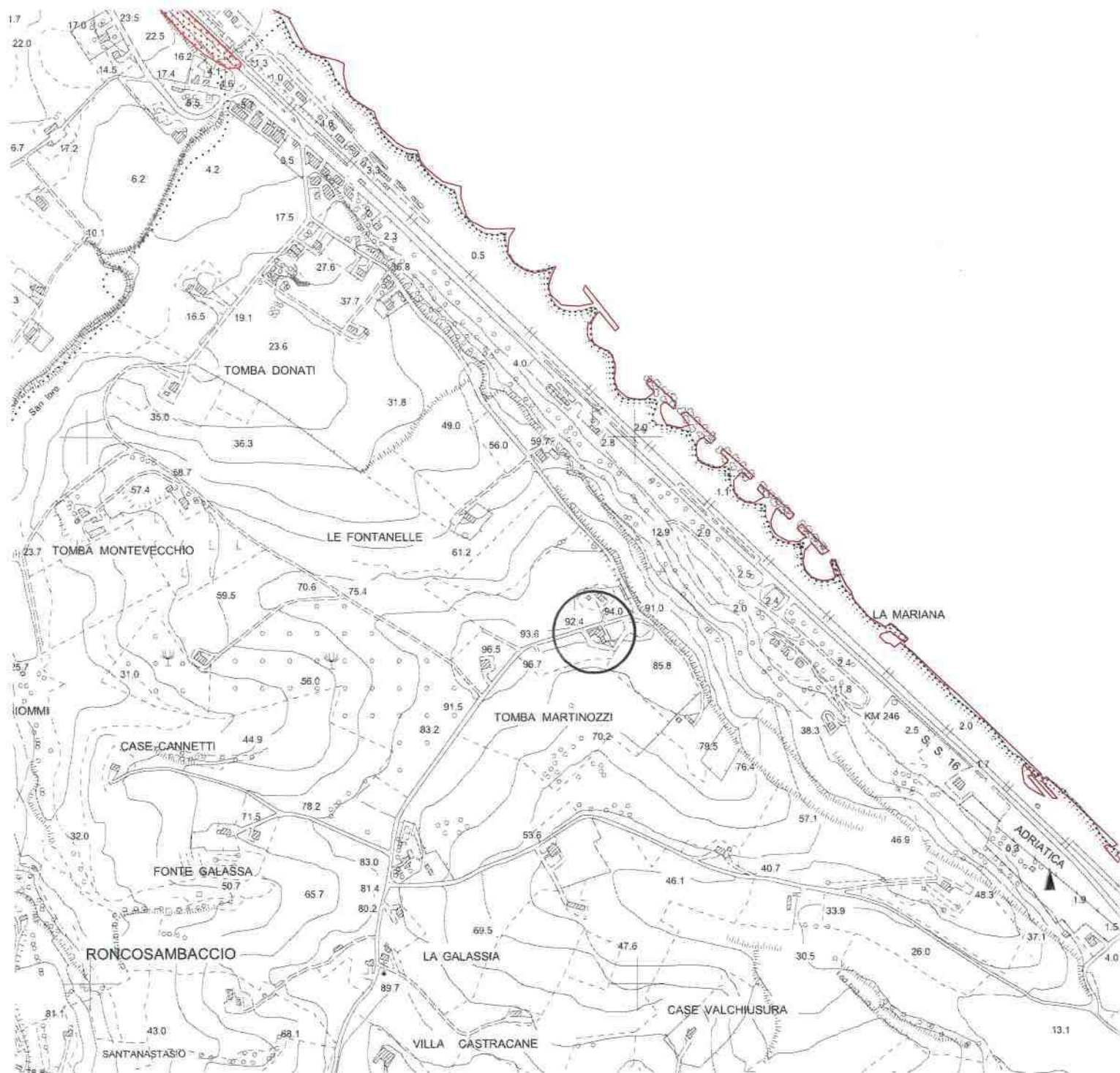


FAA2 ARGILLE AZZURRE
Membro delle Arenarie di Borello
(Pliocene inferiore p.p. - Pliocene medio p.p.)

SUCCESSIONE MIOCENICA

	FCO	FORMAZIONE A COLOMBACCI (Messiniano p.p.)
	FSD	FORMAZIONE di SAN DONATO (Messiniano p.p.)
	GS	GESSOSO SOLFIFERA (Messiniano p.p.)
	SCH	SCHLIER (Burdigaliano superiore p.p. - Messiniano inferiore p.p.)
		Contatto stratigrafico o litologico
		Contatto stratigrafico o litologico incerto
		Contatto stratigrafico inconforme incerto
		Sovrascorrimento
		Sovrascorrimento incerto o sepolto
		Traccia di superficie assiale di anticlinale
		Traccia di superficie assiale di sinclinale
		Traccia di superficie assiale di anticlinale incerta o sepolta
		Traccia di superficie assiale di sinclinale incerta o sepolta
		Orlo di scarpata di frana
		Orlo di terrazzo fluviale
		Orlo di falesia
		Orlo di scarpata di cava
		Orlo di scarpata antropica
		Stratificazione dritta
		Stratificazione rovesciata
		Cava attiva/inattiva
		Conoide alluvionale e da debris flow
		Deposito antropico / struttura antropica

STRALCIO DA PIANO ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI)
- REGIONE MARCHE -
CARTA DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO – da Tav. RI 06a.pdf,
Sc. 1:10.000, con verifica Aggiornamento Anno/2016



Area a rischio frana (Codice F - xx-yyyy)

Area a rischio esondazione (Codice E – xx-yyyy)



Area in esame

Città di Fano – Piano Regolatore Generale

-

**Studi Propedeutici PERICOLOSITA' GEOLOGICHE, RISCHI IDROGEOLOGICI,
PERICOLOSITA' SISMICHE**

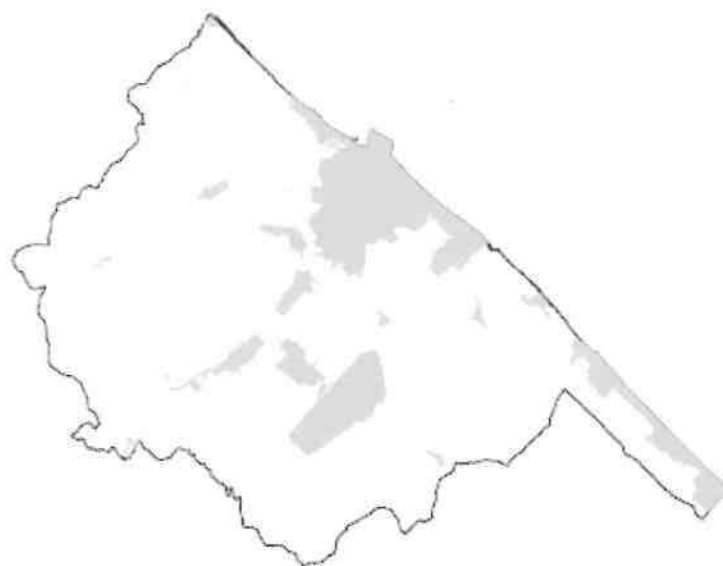
TAV. 04 A – 04 B – 04 C, Sc. 1:25.000



Area in esame



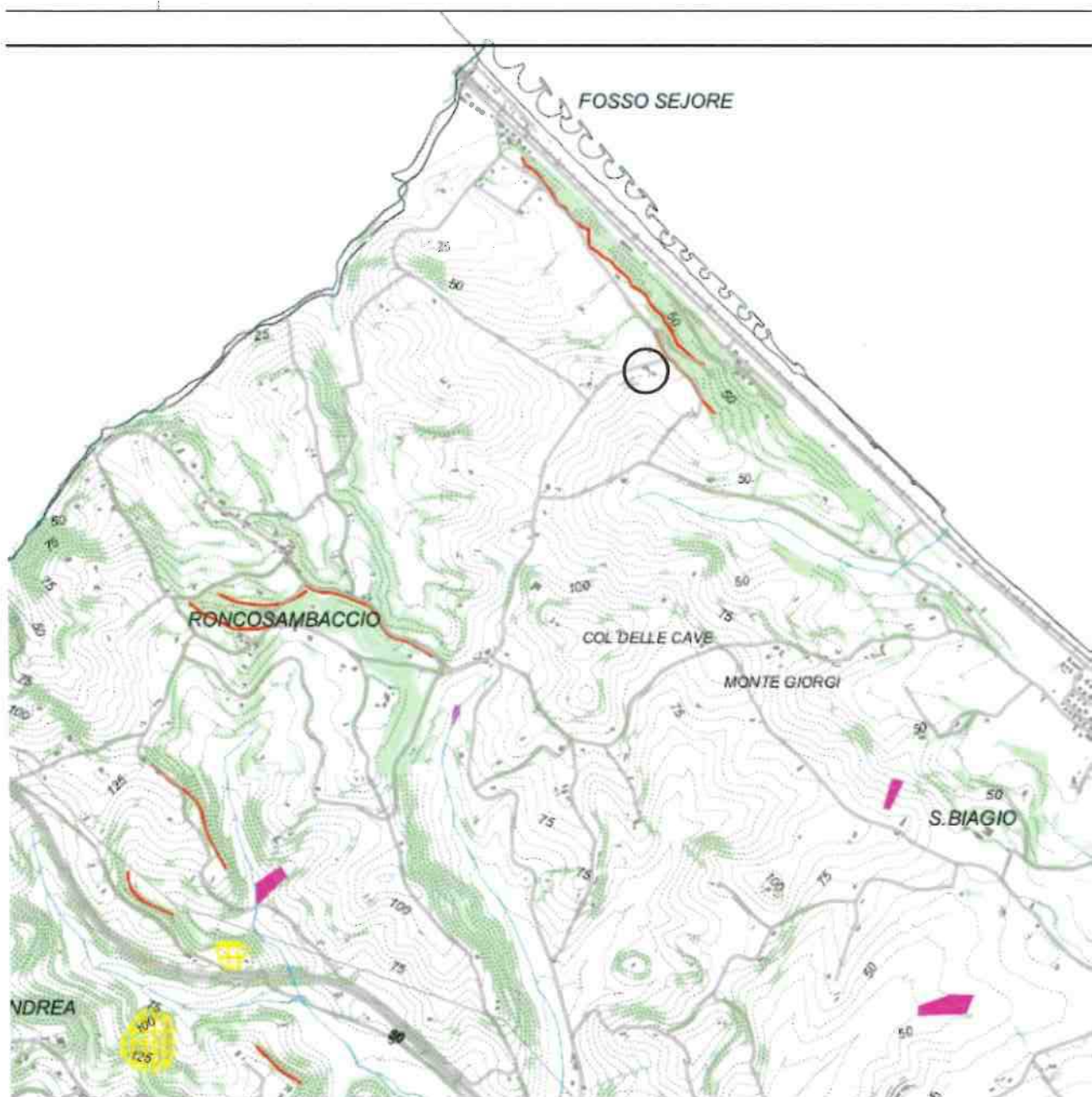
Città di Fano
Piano Regolatore Generale



TAV. 04 A

Scala: 1:25 000

Maggio 2006



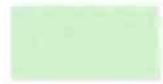
LEGENDA



Area instabile



Area potenzialmente instabile



Area con pendenza $> 30\%$



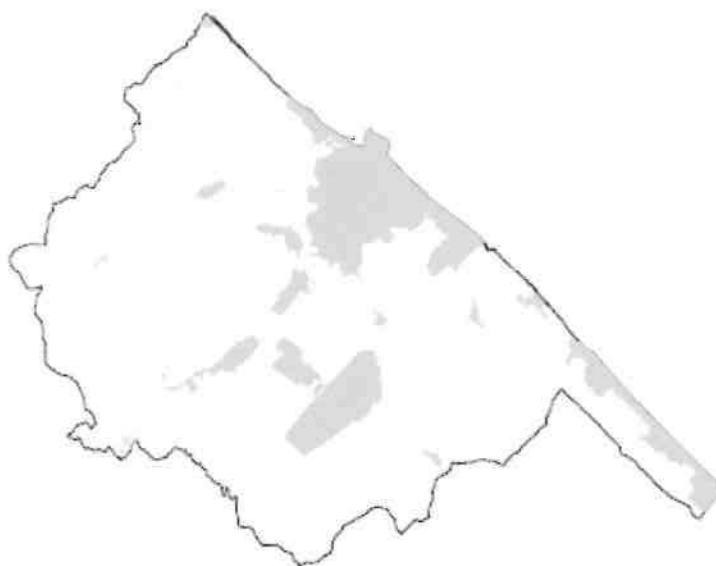
Area a valle di invaso artificiale in zona di pendio



Area a ridosso di scarpata con altezza > 10 m.



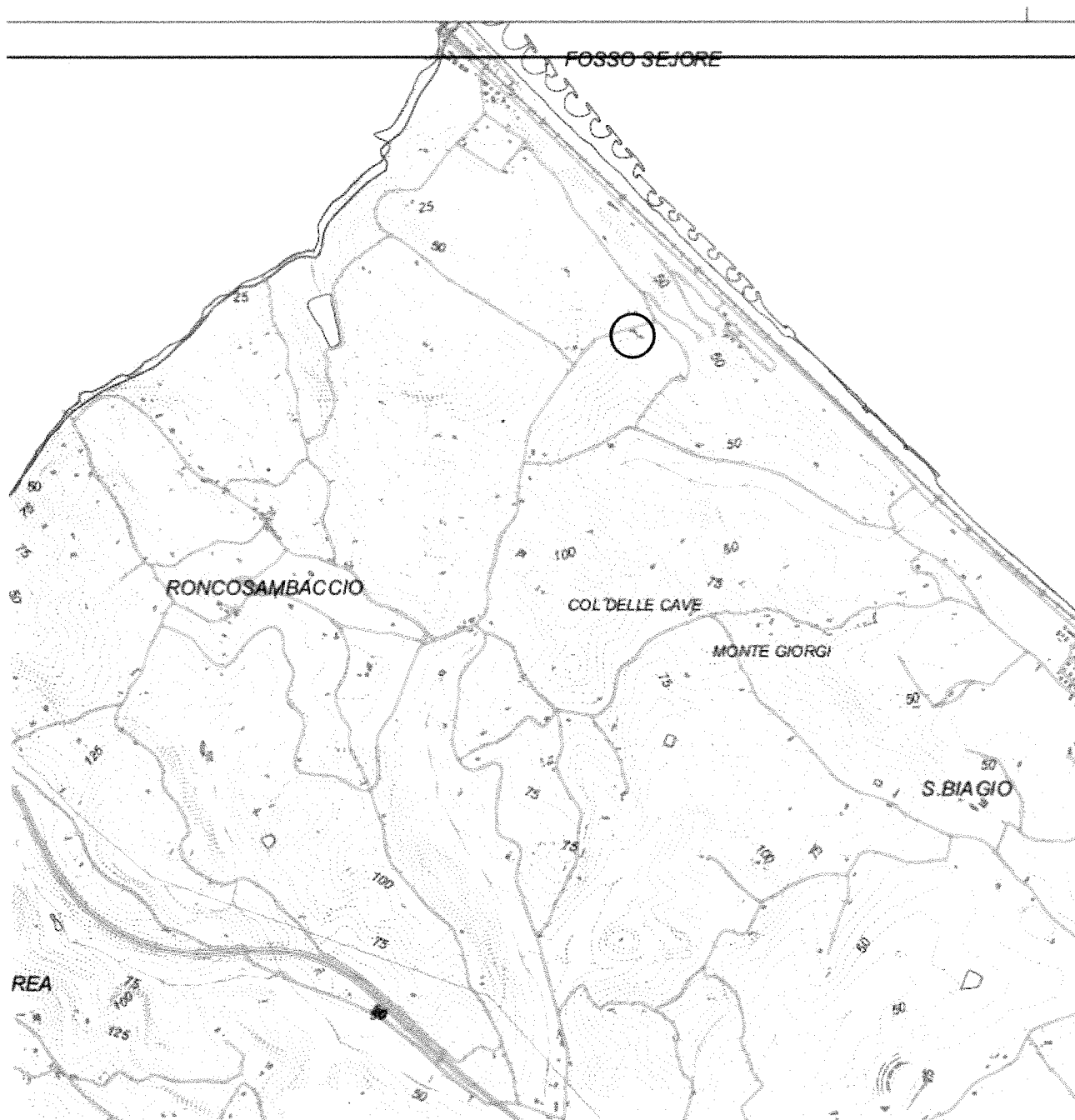
Città di Fano
Piano Regolatore Generale



TAV. 04 B

Scala: 1:25 000

Maggio 2006



LEGENDA



Area esondabile probabile



Area esondabile in eventi eccezionali



Pozzo o sorgente comunale



Area di rispetto dell'acquifero (200 m)



Area di protezione dell'acquifero



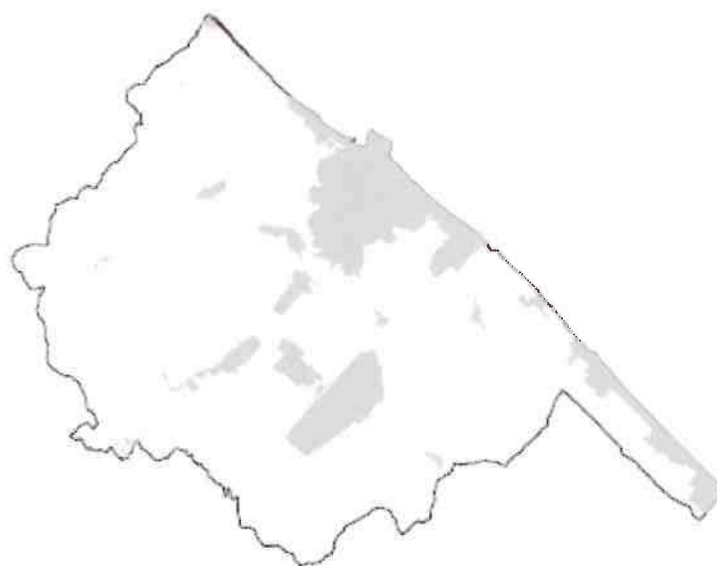
Isofreatiche e loro quota s.l.m. (aprile 2000)



Isofreatiche e loro quota s.l.m. (luglio 2000)



Città di Fano
Piano Regolatore Generale



TAV. 4 C

Scala: 1:25 000

Maggio 2006



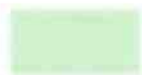
LEGENDA



Area instabile



Area potenzialmente instabile



Area con pendenza $> 30\%$



Area caratterizzata da terreni granulari grossolani con falda acquifera a profondità $\leq 5\text{m}$. oppure da terreni granulari fini



Area a ridosso di scarpata con altezza $> 10\text{ m}$.



Area di cresta rocciosa, dorsale o cocuzzolo



Area di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse

PLANIMETRIA GENERALE-STATO ATTUALE, SC. 1.400 - TAV.4



CPT n.1



UBICAZIONE PROVA PENETROMETRICA STATICA

DPSH n.1



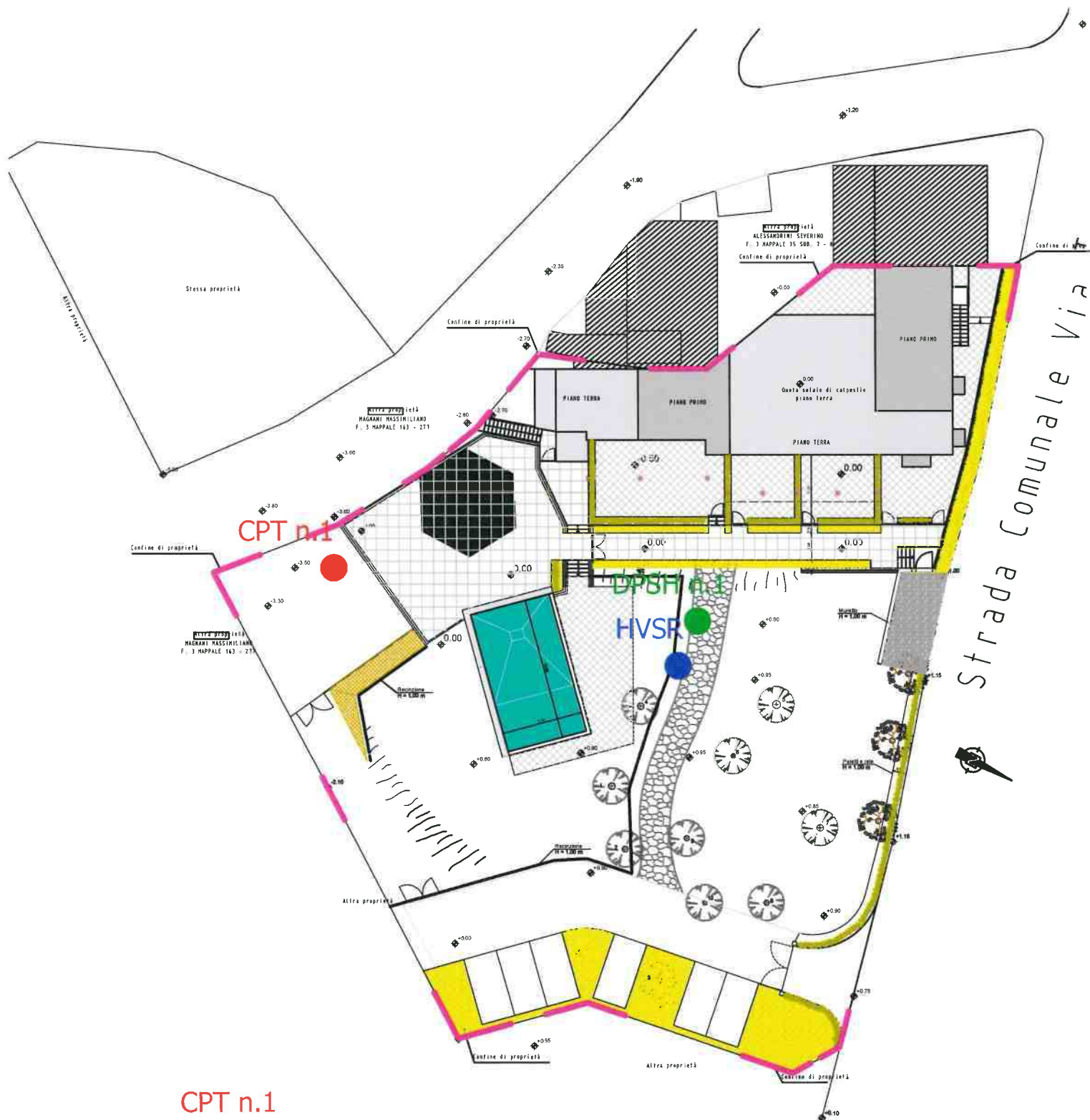
UBICAZIONE PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SUPER PESANTE

HVSr



UBICAZIONE PROSPEZIONE SISMICA PASSIVA

PLANIMETRIA GENERALE-STATO DI PROGETTO, SC. 1:400-TAV. 5



CPT n.1



UBICAZIONE PROVA PENETROMETRICA STATICA

DPSH n.1



UBICAZIONE PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SUPER PESANTE

HVSr



UBICAZIONE PROSPEZIONE SISMICA PASSIVA

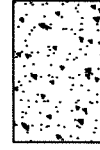
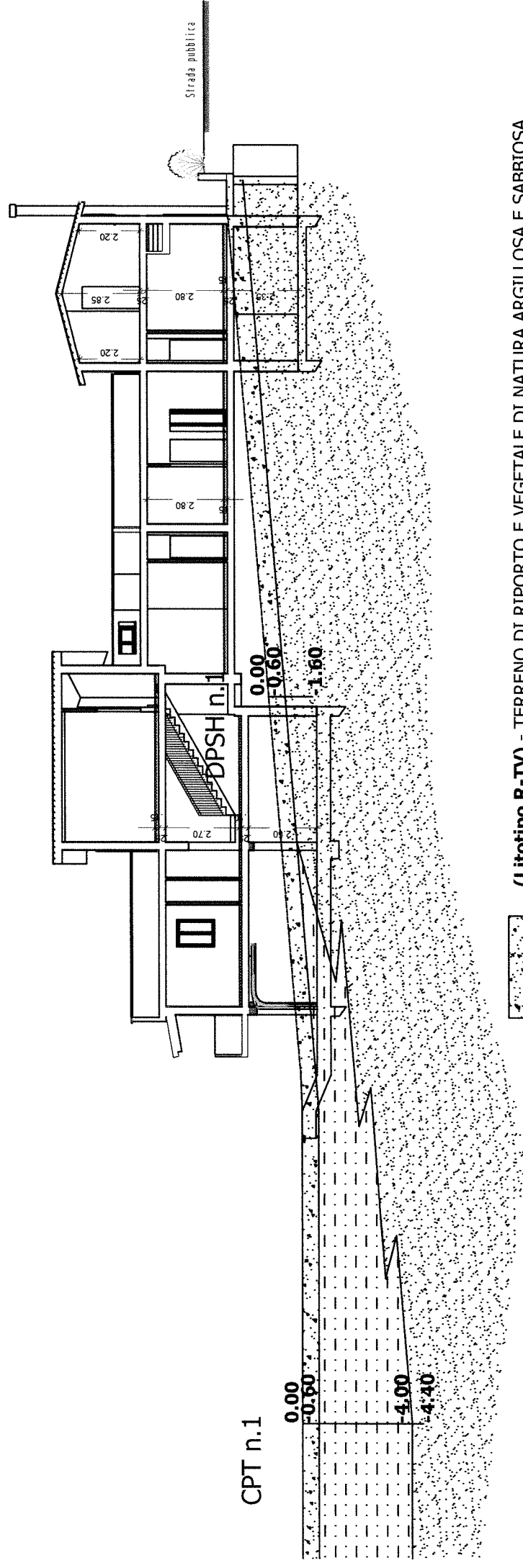
Φ -1.20



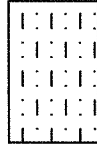
Is

SR

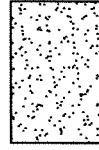
SEZIONE GEOLOGICA INDICATIVA SEZIONE A - A (PROGETTO), SC. 1:200 - TAV.7



(Litotipo R-TV) - TERRENO DI RIPOSTO E VEGETALE DI NATURA ARGILLOSA E SABBIOSA



(Litotipo AMS) - FORMAZIONE IN POSTO PARZIALEMNET ALTERATA IN LITOFACIES ARGILLOSO-MARNOSA E SABBIOSA: ARGILLE INORGANICHE E ARGILLE SABBIOSE E LIMOSE



(Litotipo S) - FORMAZIONE IN POSTO COMPATTA IN LITOFACIES SABBIOSA PREVALENTE: SABBIA E LIMO, SABBIA E LIMO ARGILLOSO

PROVA PENETROMETRICA STATICA **LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA**

CPT 1

2.010496-097

- committente : Livi-Salucci
- lavoro : Strada Comunale Tomba, 70/a
- località : FANO (PU)
- note : Prova conclusa causa rifiuto

- data : 22/10/2019
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI	prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI
m	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-	m	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-
0,20	----	----	--	-----	----	2,40	35,0	81,0	35,0	2,13	16,0
0,40	----	----	--	3,47	----	2,60	79,0	111,0	79,0	2,20	36,0
0,60	85,0	137,0	85,0	3,87	22,0	2,80	52,0	85,0	52,0	2,87	18,0
0,80	61,0	119,0	61,0	2,00	30,0	3,00	52,0	95,0	52,0	2,33	22,0
1,00	77,0	107,0	77,0	5,27	15,0	3,20	59,0	94,0	59,0	2,73	22,0
1,20	60,0	139,0	60,0	5,47	11,0	3,40	74,0	115,0	74,0	3,80	19,0
1,40	54,0	136,0	54,0	5,00	11,0	3,60	77,0	134,0	77,0	3,33	23,0
1,60	45,0	120,0	45,0	4,80	9,0	3,80	91,0	141,0	91,0	4,07	22,0
1,80	38,0	110,0	38,0	4,33	9,0	4,00	145,0	206,0	145,0	11,93	12,0
2,00	39,0	104,0	39,0	2,67	15,0	4,20	161,0	340,0	161,0	6,67	24,0
2,20	40,0	80,0	40,0	3,07	13,0	4,40	290,0	390,0	290,0	-----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo da 20 t - (con anello allargatore) -
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann $\varnothing = 35.7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

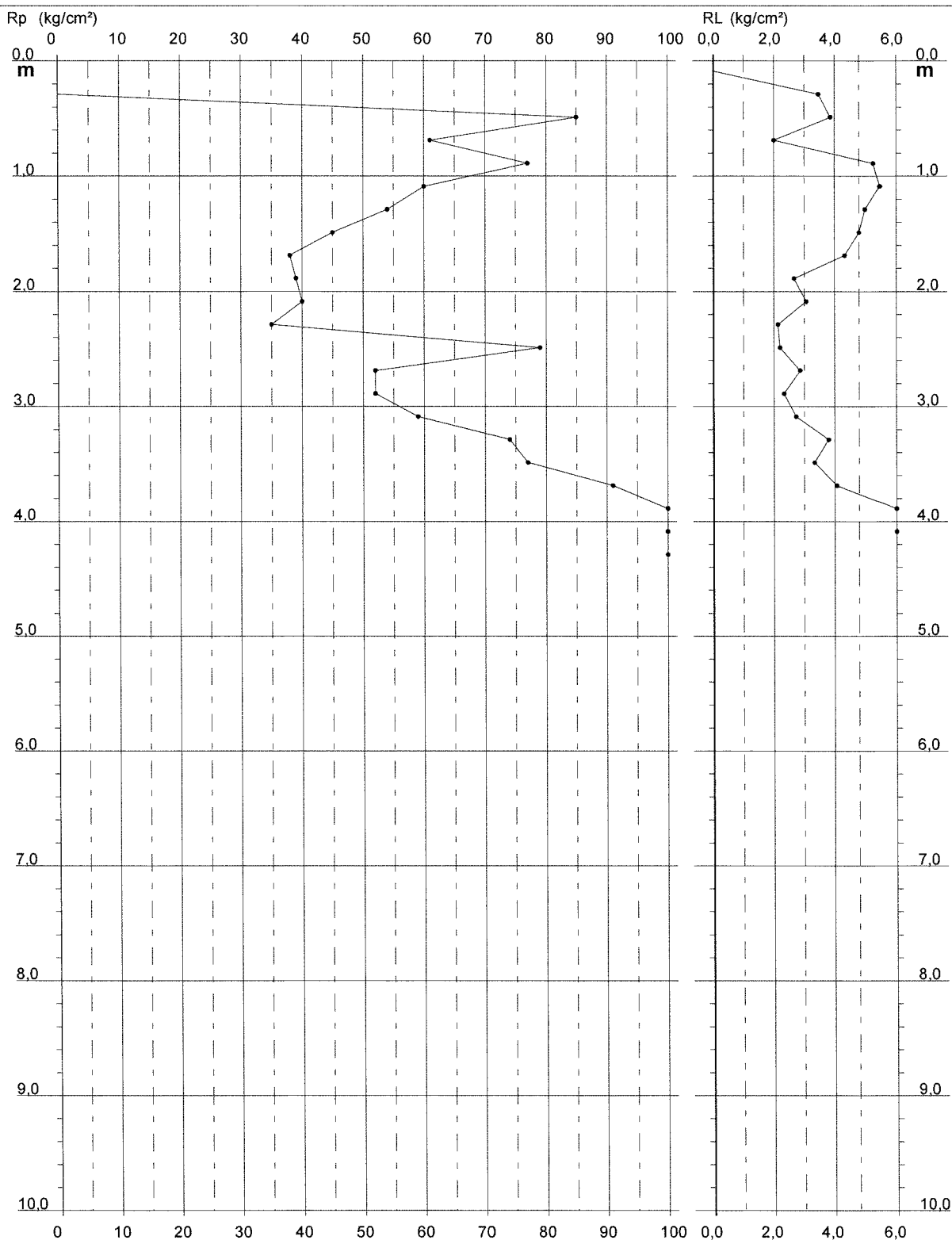
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 1

2.010496-097

- committente : Livi-Salucci
- lavoro : Strada Comunale Tomba, 70/a
- località : FANO (PU)
- note : Prova conclusa causa rifiuto

- data : 22/10/2019
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 50



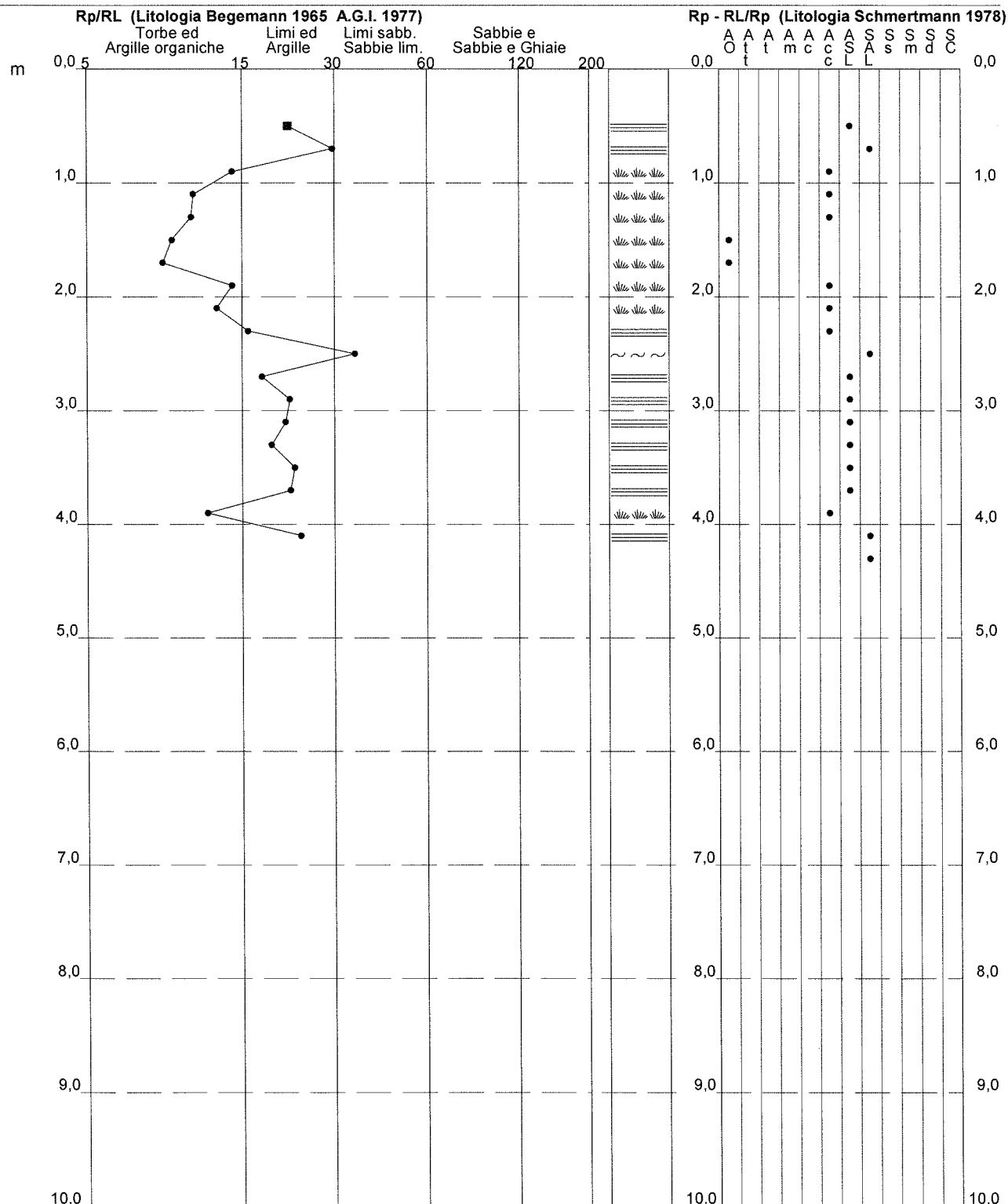
PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 1

2.010496-097

- committente : Livi-Salucci
- lavoro : Strada Comunale Tomba, 70/a
- località : FANO (PU)
- note : Prova conclusa causa rifiuto

- data : 22/10/2019
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- scala vert.: 1 : 50



PROVA PENETROMETRICA STATICA TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 1

2.010496-097

- committente : Livi-Salucci
- lavoro : Strada Comunale Tomba, 70/a
- località : FANO (PU)
- note : Prova conclusa causa rifiuto

- data : 22/10/2019
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

NATURA COESIVA											NATURA GRANULARE										
Prof. m	Rp kg/cm²	Rp/Ri (-)	Natura Litol.	Y' t/m³	p'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	--	--	???	1,85	0,07	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,60	85	22	4/1	1,85	0,11	2,83	99,9	482	723	255	100	42	43	45	46	45	33	0,258	142	213	255
0,80	61	30	4/1	1,85	0,15	2,03	99,9	346	519	183	100	42	43	45	46	43	32	0,258	102	153	183
1,00	77	15	4/1	1,85	0,19	2,57	99,9	436	655	231	100	42	43	45	46	43	33	0,258	128	193	231
1,20	60	11	4/1	1,85	0,22	2,00	98,0	340	510	180	91	41	42	44	45	41	32	0,227	100	150	180
1,40	54	11	4/1	1,85	0,26	1,80	70,8	306	459	162	84	40	41	43	45	40	31	0,202	90	135	162
1,60	45	9	4/1	1,85	0,30	1,50	47,7	255	383	135	74	38	40	42	44	39	31	0,172	75	113	135
1,80	38	9	4/1	1,85	0,33	1,27	33,4	215	323	114	66	37	39	41	43	38	30	0,146	63	95	114
2,00	39	15	4/1	1,85	0,37	1,30	30,2	221	332	117	64	37	39	41	43	37	30	0,141	65	98	117
2,20	40	13	4/1	1,85	0,41	1,33	27,7	227	340	120	62	37	39	41	43	37	30	0,137	67	100	120
2,40	35	16	4/1	1,85	0,44	1,17	21,0	198	298	105	56	36	38	40	42	36	29	0,119	58	88	105
2,60	79	36	3/1	1,85	0,48	--	--	--	--	--	82	39	41	43	45	39	33	0,196	132	198	237
2,80	52	18	4/1	1,85	0,52	1,73	28,4	295	442	156	66	37	39	41	43	37	31	0,146	87	130	156
3,00	52	22	4/1	1,85	0,55	1,73	26,1	295	442	156	64	37	39	41	43	37	31	0,141	87	130	156
3,20	59	22	4/1	1,85	0,59	1,97	28,2	334	502	177	67	37	39	41	43	37	32	0,149	98	148	177
3,40	74	19	4/1	1,85	0,63	2,47	34,6	419	629	222	73	38	40	42	44	38	32	0,188	123	185	222
3,60	77	23	4/1	1,85	0,67	2,57	33,9	436	655	231	73	38	40	42	44	38	33	0,188	128	193	231
3,80	91	22	4/1	1,85	0,70	3,03	39,0	516	774	273	77	39	41	42	44	38	33	0,182	152	228	273
4,00	145	12	4/1	1,85	0,74	4,83	65,6	822	1233	435	92	41	42	44	45	40	36	0,230	242	363	435
4,20	161	24	4/1	1,85	0,78	5,37	70,3	912	1369	483	95	41	43	44	46	40	36	0,239	268	403	483
4,40	290	--	3/1	1,85	0,81	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	42	40	0,258	483	725	870

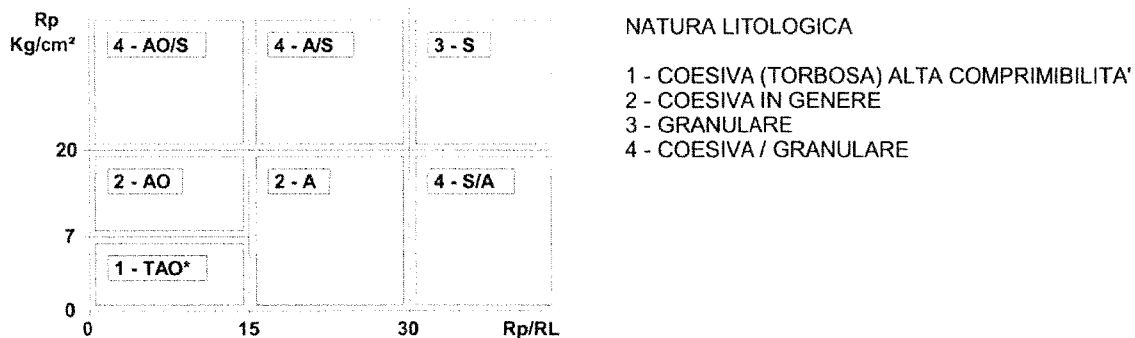
LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI

SCELTE LITOLOGICHE (validità orientativa)

Le scelte litologiche vengono effettuate in base al rapporto R_p / R_L
(Begemann 1965 -Raccomandazioni A.G.I. 1977), prevedendo altresì la possibilità di casi dubbi :

$R_p \leq 20 \text{ kg/cm}^2$: possibili terreni COESIVI anche se $(R_p / R_L) > 30$

$R_p \geq 20 \text{ kg/cm}^2$: possibili terreni GRANULARI anche se $(R_p / R_L) < 30$



PARAMETRI GEOTECNICI (validità orientativa) - simboli - correlazioni - bibliografia

- γ = peso dell' unità di volume (efficace) del terreno [correlazioni : γ - R_p - natura]
(Terzaghi & Peck 1967 -Bowles 1982)
- σ'_{vo} = tensione verticale geostatica (efficace) del terreno (valutata in base ai valori di γ)
- C_u = coesione non drenata (terreni coesivi) [correlazioni : C_u - R_p]
- OCR = grado di sovra consolidazione (terreni coesivi) [correlazioni : OCR - C_u - σ'_{vo}]
(Ladd et al. 1972 / 1974 / 1977 - Lancellotta 1983)
- E_u = modulo di deformazione non drenato (terr.coes.) [correl. : E_u - C_u - OCR - I_p I_p = ind.plast.]
 E_{u50} - E_{u25} corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50-25% (Duncan & Buchigani 1976)
- E' = modulo di deformazione drenato (terreni granulari) [correlazioni : E' - R_p]
 E'_{50} - E'_{25} corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50-25% (coeff. di sicurezza $F = 2 - 4$ rispettivamente)
(Schmertmann 1970 / 1978 - Jamiolkowski et al. 1983)
- M_o = modulo di deformazione edometrico (terreni coesivi e granulari) [correl. : M_o - R_p - natura]
(Sanglerat 1972 - Mitchell & Gardner 1975 - Ricceri et al. 1974 - Holden 1973)
- D_r = densità relativa (terreni gran. N. C. - normalmente consolidati)
[correlazioni : D_r - R_p - σ'_{vo}] (Schmertmann 1976)
- ϕ' = angolo di attrito interno efficace (terreni granulari N.C.) [correl. : ϕ' - D_r - R_p - σ'_{vo}]
(Schmertmann 1978 - Durgunoglu & Mitchell 1975 - Meyerhof 1956 / 1976)
 ϕ'_{1s} - (Schmertmann) sabbia fine uniforme ϕ'_{2s} - sabbia media unif./ fine ben gradata
 ϕ'_{3s} - sabbia grossa unif./ media ben gradata ϕ'_{4s} - sabbia-ghiaia poco lim./ ghiaietto unif.
 ϕ'_{dm} - (Durgunoglu & Mitchell) sabbie N.C. ϕ'_{my} - (Meyerhof) sabbie limose
- A_{max} = accelerazione al suolo che può causare liquefazione (terreni granulari)
(g = acc.gravità)(Seed & Idriss 1971 - Sirio 1976) [correlazioni : (A_{max}/g) - D_r]

LEGENDA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

Valutazioni in base al rapporto: $F = (R_p / R_L)$

(Begemann 1965 - Raccomandazioni A.G.I. 1977)

valide in via approssimata per terreni immersi in falda :

$F = R_p / R_L$	NATURA LITOLOGICA	PROPRIETA'
$F < 15$	TORBE ED ARGILLE ORGANICHE	COESIVE
$15 < F \leq 30$	LIMI ED ARGILLE	COESIVE
$30 < F \leq 60$	LIMI SABBIOSI E SABBIE LIMOSE	GRANULARI
$F > 60$	SABBIE E SABBIE CON GHIAIA	GRANULARI

Vengono inoltre riportate le valutazioni stratigrafiche fornite da Schmertmann (1978), ricavabili in base ai valori di R_p e di $FR = (R_L / R_p) \%$:

- AO = argilla organica e terreni misti
- Att = argilla (inorganica) molto tenera
- At = argilla (inorganica) tenera
- Am = argilla (inorganica) di media consistenza
- Ac = argilla (inorganica) consistente
- Acc = argilla (inorganica) molto consistente
- ASL = argilla sabbiosa e limosa
- SAL = sabbia e limo / sabbia e limo argilloso
- Ss = sabbia sciolta
- Sm = sabbia mediamente addensata
- Sd = sabbia densa o cementata
- SC = sabbia con molti fossili, calcareniti

Secondo Schmertmann il valore della resistenza laterale da usarsi, dovrebbe essere pari a:

- $1/3 \pm 1/2$ di quello misurato , per depositi sabbiosi
- quello misurato (inalterato) , per depositi coesivi.

LEGENDA VALORI DI RESISTENZA

Strumento utilizzato:

PENETROMETRO STATICO tipo: TG 63-100 ISM.C

Caratteristiche:

- punta conica meccanica \varnothing 35.7 mm, angolo di apertura $\alpha = 60^\circ$ - (area punta $A_p = 10 \text{ cm}^2$)
- manicotto laterale di attrito tipo 'Begemann' (\varnothing 35.7 mm - h 133 mm - sup. lat. $A_m = 150 \text{ cm}^2$)
- velocità di avanzamento costante $V = 2 \text{ cm / sec}$ ($\pm 0,5 \text{ cm / sec}$)
- spinta max nominale dello strumento S_{max} variabile a seconda del tipo
- costante di trasformazione (lett. \Rightarrow Spinta) $C_t = \text{SPINTA (Kg)} / \text{LETTURA DI CAMPAGNA}$

fase 1 - resistenza alla punta $R_p \text{ (Kg / cm}^2 \text{)} = (L. \text{ punta }) C_t / 10$

fase 2 - resistenza laterale locale $R_L \text{ (Kg / cm}^2 \text{)} = [(L. \text{ laterale}) - (L. \text{ punta})] C_t / 150$

fase 3 - resistenza totale $R_t \text{ (Kg)} = (L. \text{ totale }) C_t$

$R_p / R_L = \text{'rapporto Begemann'}$

- L. punta = lettura di campagna durante l' infissione della sola punta (fase 1)

- L. laterale = lettura di campagna relativa all'infissione di punta e manicotto (fase 2)

- L. totale = lettura di campagna relativa all'infissione delle aste esterne (fase 3)

N.B. : la spinta $S \text{ (Kg)}$, corrispondente a ciascuna fase, si ottiene moltiplicando la corrispondente lettura di campagna L per la costante di trasformazione C_t .

N.B. : causa la distanza intercorrente (20 cm circa) fra il manicotto laterale e la punta conica del penetrometro, la resistenza laterale locale R_L viene computata 20 cm sopra la punta.

CONVERSIONI

$1 \text{ kN (kiloNewton)} = 1000 \text{ N} \approx 100 \text{ kg} = 0,1 \text{ t} - 1 \text{ MN (megaNewton)} = 1000 \text{ kN} = 1000000 \text{ N} \approx 100 \text{ t}$

$1 \text{ kPa (kiloPascal)} = 1 \text{ kN/m}^2 = 0,001 \text{ MN/m}^2 = 0,001 \text{ MPa} \approx 0,1 \text{ t/m}^2 = 0,01 \text{ kg/cm}^2$

$1 \text{ MPa (MegaPascal)} = 1 \text{ MN/m}^2 = 1000 \text{ kN/m}^2 = 1000 \text{ kPa} \approx 100 \text{ t/m}^2 = 10 \text{ kg/cm}^2$

$\text{kg/cm}^2 = 10 \text{ t/m}^2 \approx 100 \text{ kN/m}^2 = 100 \text{ kPa} = 0,1 \text{ MN/m}^2 = 0,1 \text{ Mpa}$

$1 \text{ t} = 1000 \text{ kg} \approx 10 \text{ kN}$

PENETROMETRO DINAMICO IN USO : TG 63-100 EML.C

Classificazione ISSMFE (1988) dei penetrometri dinamici		
TIPO	Sigla riferimento	Peso Massa Battente M (kg)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$
Super pesante	DPSH (Super Heavy)	$M \geq 60$

CARATTERISTICHE TECNICHE : TG 63-100 EML.C

PESO MASSA BATTENTE	M = 63,50 kg
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H = 0,75 m
PESO SISTEMA BATTUTA	Ms = 0,63 kg
DIAMETRO PUNTA CONICA	D = 51,00 mm
AREA BASE PUNTA CONICA	A = 20,43 cm ²
ANGOLO APERTURA PUNTA	$\alpha = 60^\circ$
LUNGHEZZA DELLE ASTE	La = 1,00 m
PESO ASTE PER METRO	Ma = 6,31 kg
PROF. GIUNZIONE 1 ^a ASTA	P1 = 0,40 m
AVANZAMENTO PUNTA	$\delta = 0,20$ m
NUMERO DI COLPI PUNTA	N = N(20) \Rightarrow Relativo ad un avanzamento di 20 cm
RIVESTIMENTO / FANGHI	SI
ENERGIA SPECIFICA x COLPO	Q = (MH)/(A δ) = 11,66 kg/cm ² (prova SPT : Qspt = 7.83 kg/cm ²)
COEFF. TEORICO DI ENERGIA	$\beta_t = Q/Q_{spt} = 1,489$ (teoricamente : Nspt = β_t N)

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd [funzione del numero di colpi N] (FORMULA OLANDESE) :

$$R_{pd} = M^2 H / [A e (M+P)] = M^2 H N / [A \delta (M+P)]$$

Rpd = resistenza dinamica punta [area A]
e = infissione per colpo = δ / N

M = peso massa battente (altezza caduta H)
P = peso totale aste e sistema battuta

UNITA' di MISURA (conversioni)

1 kg/cm² = 0.098067 MPa
1 MPa = 1 MN/m² = 10.197 kg/cm²
1 bar = 1.0197 kg/cm² = 0.1 MPa
1 kN = 0.001 MN = 101.97 kg

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

n° 1

- indagine : Livi-Salucci
 - cantiere : Strada Comunale Tomba, 70/a
 - località : FANO (PU)
 - note : Raggiunto il rifiuto

- data : 22/10/2019
 - quota inizio : p.c.
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm ²)	N(colpi r)	asta
0,00 - 0,20	3	31,5	----	1	0,80 - 1,00	13	125,4	----	2
0,20 - 0,40	4	42,0	----	1	1,00 - 1,20	13	125,4	----	2
0,40 - 0,60	9	86,8	----	2	1,20 - 1,40	33	318,2	----	2
0,60 - 0,80	17	163,9	----	2	1,40 - 1,60	50	445,5	----	3

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63-100 EML.C**

- M (massa battente)= **63,50** kg - H (altezza caduta)= **0,75** m - A (area punta)= **20,43** cm² - D(diam. punta)= **51,00** mm

- Numero Colpi Punta N = N(**20**) [δ = 20 cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **SI**

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

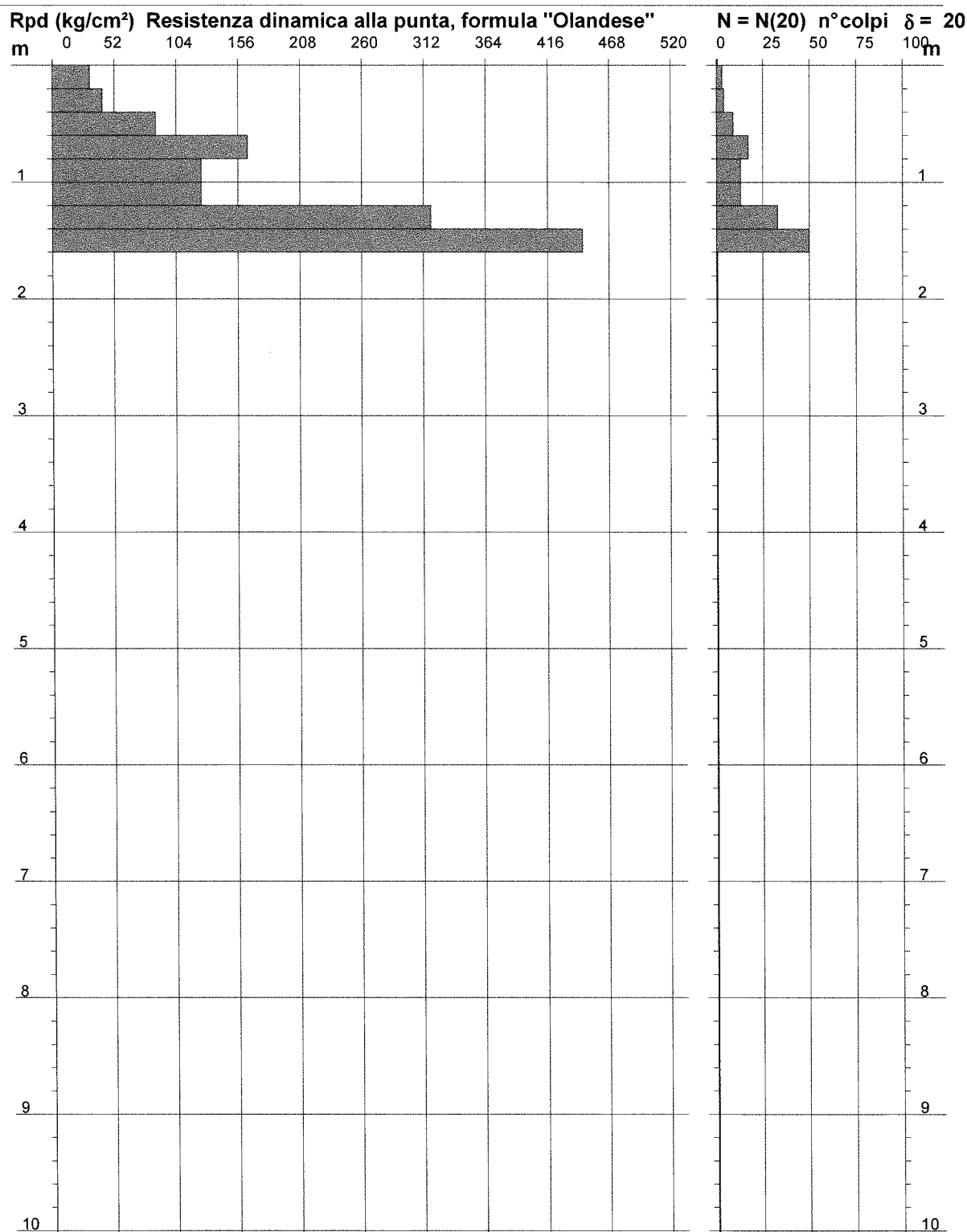
DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA

n° 1

Scala 1: 50

- indagine : Livi-Salucci
 - cantiere : Strada Comunale Tomba, 70/a
 - località : FANO (PU)

- data : 22/10/2019
 - quota inizio : p.c.
 - prof. falda : Falda non rilevata



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63-100 EML.C**

- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,43 cm²** - D(diam. punta)= **51,00 mm**

- Numero Colpi Punta N = N(20) [$\delta = 20$ cm]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **SI**

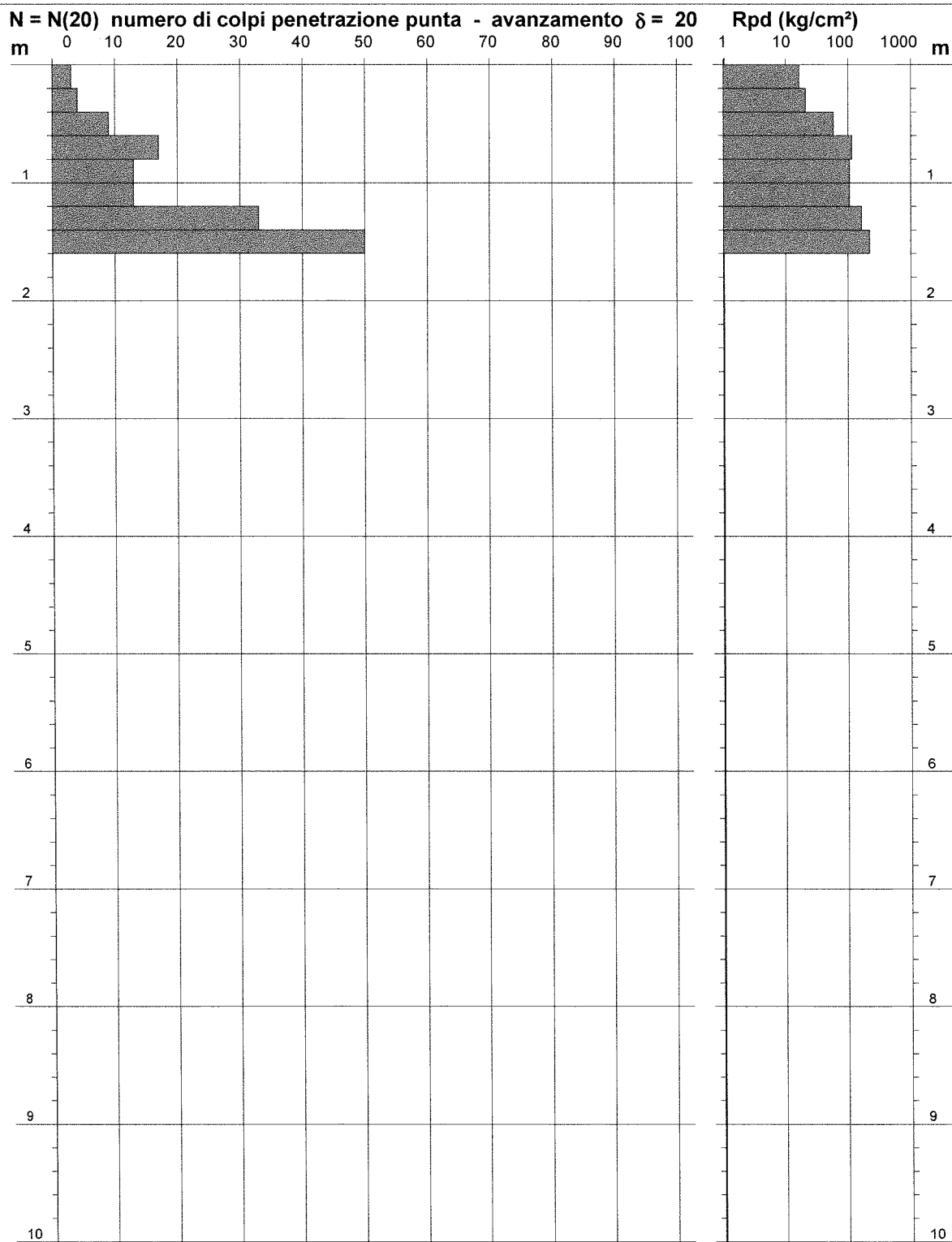
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA **DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd**

n° 1

Scala 1: 50

- indagine : Livi-Salucci
 - cantiere : Strada Comunale Tomba, 70/a
 - località : FANO (PU)

- data : 22/10/2019
 - quota inizio : p.c.
 - prof. falda : Falda non rilevata

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63-100 EML.C**- M (massa battente)= **63,50 kg** - H (altezza caduta)= **0,75 m** - A (area punta)= **20,43 cm²** - D(diam. punta)= **51,00 mm**- Numero Colpi Punta **N = N(20)** [$\delta = 20$ cm]- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **SI**

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

- indagine : Livi-Salucci
 - cantiere : Strada Comunale Tomba, 70/a
 - località : FANO (PU)
 - note : Raggiunto il rifiuto

- data : 22/10/2019
 - quota inizio : p.c.
 - prof. falda : Falda non rilevata
 - pagina : 0

n°	Prof.(m)		LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
					DR	ϕ'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00	0.60		7	25.0	28.8	245	1.90	1.45	0.44	1.86	36	0.972
2	0.60	1.60		37	72.0	38.6	477	2.09	1.74	----	----	----	----

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento δ = 30 cm)

DR % = densità relativa ϕ' (°) = angolo di attrit o efficace E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua
 e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

TECNOSONDAGGI
DI BRUGIAPAGLIA CLAUDIO
VIA ABBADIA 39 – OSIMO 60027 – ANCONA
TEL/FAX 071 781840 – CELL. 335 6686573
P.I. 01511970426 – WWW.TECNOSONDAGGI.IT

EDIFICIO
STRADA COMUNALE TOMBA 70/A
FANO (PU)

INDAGINE SISMICA
PROSPEZIONE SISMICA PASSIVA – METODO HVSR

Committente: Livi - Salucci

OSIMO, ottobre 2019

1 PREMESSA

Il giorno 22 ottobre 2019, su committenza dei Signori Livi – Salucci e sotto la direzione tecnica del Geol. Stefano Boccarossa, si è eseguita un'indagine geofisica mediante una Prospezione Sismica Passiva – METODO HVSR per il calcolo delle frequenze di risonanza dei terreni e la stima della Velocità delle onde Vs.

2 INDAGINE EFFETTUATA

Nel caso in esame la strumentazione è composta da:

- sismografo EEG BR24 24 canali
- Geofono triassiale;

3 PROSPEZIONE SISMICA PASSIVA – METODO HVSR

La metodologia sismica HVSR misura il rumore sismico ambientale che è presente ovunque sulla superficie terrestre, ed è prodotto dai fenomeni atmosferici (onde oceaniche, microterremoti, vento) e dall'attività antropica.

Il rumore sismico ambientale viene anche chiamato *microtremore* in quanto costituito da oscillazioni di piccolissima ampiezza se confrontate con quelle associate ai terremoti.

La denominazione di sismica passiva dipende dal fatto che il rumore non viene generato *artificialmente*, come nelle energizzazione della sismica attiva, ma è presente naturalmente.

In qualsiasi luogo pianeggiante sono sempre presenti delle vibrazioni associate alle onde oceaniche con dei picchi a 0,14 e 0,07 Hz. A questo comportamento spettrale di "fondo", sempre presente in varia forma, e soggetto a scarsissima attenuazione, si sovrappongono le sorgenti locali dovute alle attività antropiche (traffico, macchinari ecc..) e naturali. L'effetto di queste sorgenti locali è soggetto ad attenuazioni all'aumentare della frequenza che sono dovute all'assorbimento anelastico associato all'attrito interno delle rocce e dei terreni.

La metodologia HVSR è stata introdotta da Nakamura (1989) per la determinazione delle frequenze di risonanza dei terreni e la stima dell'amplificazione sismica locale, elementi di grande utilità per l'ingegneria sismica.

La frequenza fondamentale di risonanza (F) dello strato di terreno n è data dalla formula:

$$F_n = V_s / 4h$$

in cui V_s è la velocità media delle onde S nello strato N ed h è lo spessore.

Teoricamente questo effetto è sommabile cosicché la curva HVSR mostra come massimi relativi le frequenze di risonanza dei vari strati. Questo, insieme ad una stima delle velocità è in grado di fornire previsioni sullo spessore h degli strati.

Viceversa, nota la stratigrafia è teoricamente possibile fornire una valutazione approssimativa della velocità delle onde S nei singoli strati.

Il sito verrà classificato sulla base del valore di V_{S30} come riportato nella seguente tabella:

Tab. 3.2.II – *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

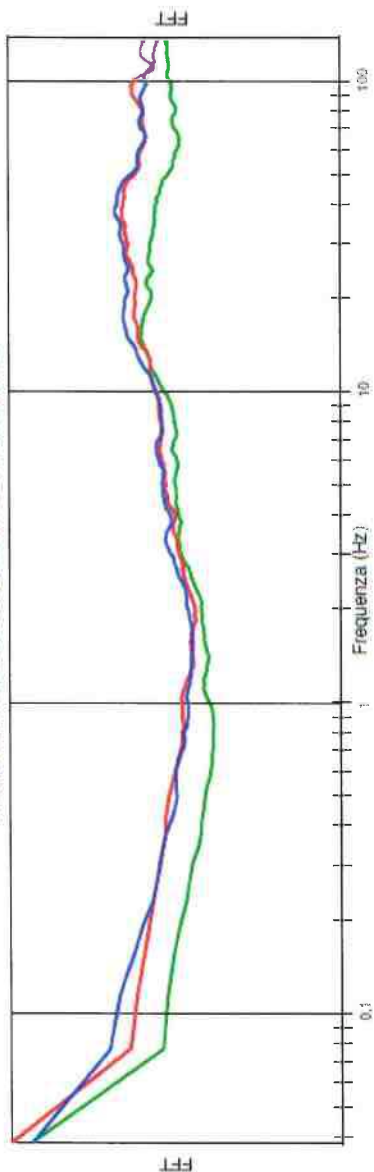
Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

La velocità calcolata dal piano campagna è:

$$V_{seq} = 352 \text{ m/sec}$$

Assenza di picchi significativi alle frequenze d'interesse ingegneristico

COMPONENTI XYZ DELLO SPETTRO DI FREQUENZA



LEGENDA

- Spettro asse Z (verticale)
- Spettro asse X
- Spettro asse Y
- H/V direzione X
- H/V direzione Y
- H/V media

Durata della registrazione 20' 5.9"
Campionamento 10 KHz
Finestra di campionamento 26,2 s
Assenza di picchi significativi alle frequenze d'interesse ingegneristico

RAPPORTO DELLE COMPONENTI SPETTRALI ORIZZONTALI SULLA VERTICALE

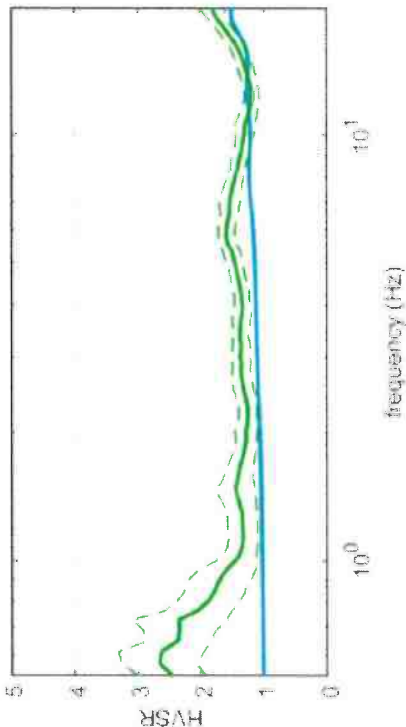
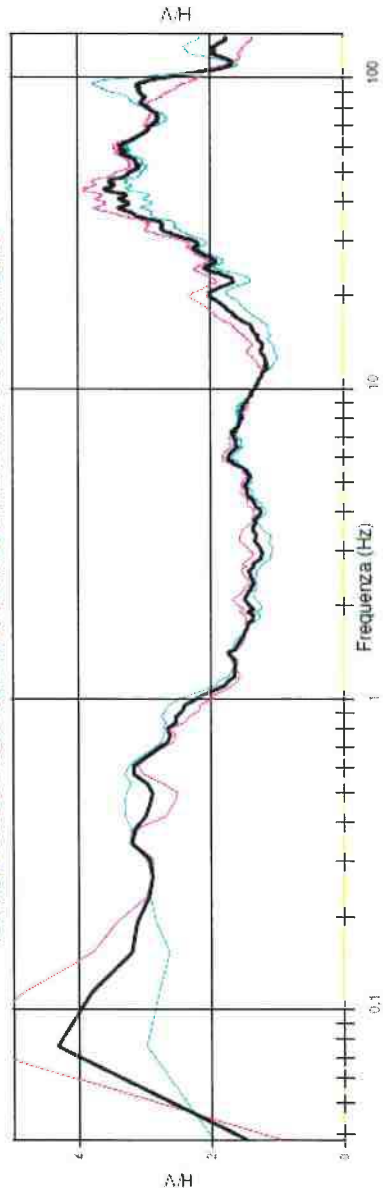


TABELLA DI CALCOLO

Da	Prod.	a	Prod.	Vs	H/Vi	VsX	G
0	2	120	.0017	120	23		
2	1.2	135	.0074	132	30		
1.2	3.2	250	.0077	191	119		
3.2	6.4	322	.0098	239	189		
6.4	11.8	359	.0151	283	240		
11.8	22.5	405	.0255	330	313		
22.5	40.8	436	.0419	371	353		

VALORE CALCOLATO VS Eq. = 352 m/s

PROVA H/V

Fano - Strada Comunale Tomba 70/a

Livi-Salvucci

Metodo Nakamura

SPETTRI DI FREQUENZA PROVA F583

Ottobre 2019

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



FOTO N.1 – Esecuzione prova penetrometrica statica CPT n.1 – Area "Ristorante Nuova Casaccia" – Loc. Roncosanbaccio – Fano (PU).



FOTO N.2 – Esecuzione prova penetrometrica dinamica DPSH n.1 – Area "Ristorante Nuova Casaccia" – Loc. Roncosanbaccio – Fano (PU).

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



FOTO N.3 – Esecuzione prospezione sismica HVSR – Area "Ristorante Nuova Casaccia" – Loc. Roncosanbaccio – Fano (PU).



FOTO N.4 – Affioramento della formazione in posto in litofacies sabbioso-arenacea in corrispondenza della prova DPSH n.1, Area "Ristorante Nuova Casaccia" – Loc. Roncosanbaccio – Fano (PU).