



COMUNE DI SANT'ELPIDIO A MARE
PROVINCIA DI FERMO

**REALIZZAZIONE DI UNA ROTATORIA
ALL'INCROCIO TRA VIA TEVERE E VIA ANGELI**

**PROGETTO
DEFINITIVO-ESECUTIVO**

**PROGETTO A CURA DELL'UFFICIO TECNICO DEL SETTORE VIABILITA' DELLA
PROVINCIA DI FERMO - Dirigente Ing. Ivano PIGNOLONI**

STUDIO GEOLOGICO:
geol. Costantino BERARDINI

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO: arch. Monia ILLUMINATI

**RELAZIONE GEOLOGICA E SULLE INDAGINI
GEOGNOSTICHE, GEOTECNICHE E GEOFISICHE**

R03



PROVINCIA DI FERMO

SETTORE VIABILITA' – INFRASTRUTTURE - URBANISTICA

INDICE

1. PREMESSA	pag. 2
2. UBICAZIONE TOPOGRAFICA	pag. 3
3. GEOLOGIA, IDROGEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA E TETTONICA	pag. 3
4. ANALISI DELLA PERICOLOSITA GEOLOGICA	pag. 5
5. GEOTECNICA	pag. 5
6. SISMICA	pag. 6

ALLEGATI

- Allegato 1: Corografia, scala 1:25.000
- Allegato 2: Inquadramento geologico, scala 1:50.000
- Allegato 3: Inquadramento Piano Assetto Idrogeologico
- Allegato 4: Ubicazione indagini geognostiche, geotecniche e geofisiche
- Allegato 5: Stratigrafie sondaggi geognostici
- Allegato 6: Stratigrafie e certificati prove penetrometriche dinamiche
- Allegato 7: Relazione sulle indagini geofisiche
- Allegato 8: Modello geotecnico, scala 1:200



PROVINCIA DI FERMO

SETTORE VIABILITA' – INFRASTRUTTURE - URBANISTICA

1. PREMESSA

L'Amministrazione Provinciale di Fermo – Settore Viabilità-Infrastrutture-Urbanistica, dovendo procedere alla redazione del progetto per la realizzazione di una rotatoria all'incrocio tra la S.P. 27 "Elpidiense" e n. 165 "Vecchia del Porto", ha incaricato il sottoscritto di redigere uno studio geologico, geomorfologico, geotecnico e geofisico.

La campagna dei rilievi è stata effettuata secondo la normativa vigente:

- D.M. LL PP n. 47 del 11.03.1988 (G.U. 01/06/1988, S.O. n°. 127) circa "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione" e relative circolari applicative (Circ. LL.PP. 24.09.1988 n°. 30483) che sancisce normativa tecnica riguardante le indagini sui terreni in attuazione della Legge n°. 64 del 02.02.1974;
- Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri n°. 2788 del 12.06.1998 (G.U. 25/06/1988, S.O. n°. 146) "Individuazione delle zone ad elevato rischio sismico del territorio nazionale";
- Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri n°. 3274 del 20.03.2003 (G.U. 08/05/2003, S.O. n°. 72) recante "primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e nuova normativa tecnica per le costruzioni in zona sismica";
- D.G.R. n. 1046 del 29/07/2003 "Indirizzi generali per la prima applicazione sismica dell'Ordinanza n.3274/2003 – individuazione e formazione dell'elenco delle zone sismiche nella Regione Marche";
- D.C.R. n. 116 del 2004 "Approvazione Piano Stralcio di bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI" pubblicato sul Supplemento n. 5 al BUR n.15 del 13 Febbraio 2004;
- D.M. 14/01/2008 recante "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni";
- Circolare Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 2 febbraio 2009, n. 617 – Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008. G.U. n. 47 del 26/02/ 2009 – S. O. n. 27);



PROVINCIA DI FERMO

SETTORE VIABILITA' – INFRASTRUTTURE - URBANISTICA

La campagna delle indagini geognostiche e geotecniche è stata eseguite mediante:

- N. 2 sondaggi geognostici a rotazione a carotaggio continuo, portati fino alla profondità di 20.0 ml. dall'attuale piano di campagna. Nel sondaggio S2 sono state eseguite n. 10 SPT in foro. Il sondaggio S2 è stato attrezzato con piezometro a tubo aperto;
- N. 2 prove penetrometriche dinamiche SCPT.

La campagna delle indagini geofisiche è stata esperita mediante:

- N.1 linea sismica a rifrazione di superficie (Allegato 6).

2. UBICAZIONE TOPOGRAFICA

L'incrocio tra la S.P. 27 "Elpidiense" e la S.P. 165 "Vecchia del Porto" si trova nel territorio comunale di Sant'Elpidio a Mare (FM). L'area è inquadrata topograficamente nel Foglio 125 "Fermo" - Quadrante II°, in scala 1:25.000 (Allegato 1), della Carta Topografica Regionale (base I.G.M.).

3. GEOLOGIA, IDROGEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA E TETTONICA

Sotto il profilo geologico, il territorio comunale appartiene al Bacino Marchigiano esterno in cui si rinvencono terreni, depositi dal Pleistocene inferiore all'Olocene, litologicamente giovani che si sono depositati in ambienti sedimentari che passano dal marino prevalente, alla transizione tipo spiaggia, fluviale ed infine continentale (alluvionale ed eluvio-colluviale).

L'area costituiva un bacino di avampaese migrante verso Est e si è morfologicamente individuato nel Pliocene Inferiore, quando ormai il corrugamento aveva interessato sia le dorsali carbonatiche mesozoiche che la depressione interna (Bacino della Laga). L'avanfossa soggetta ad accentuata subsidenza ed in seguito all'instaurarsi della trasgressione medio-pliocenica è stata colmata dalla sedimentazione di ingenti spessori di depositi terrigeni a granulometria finissima, prevalentemente argillosi. Durante l'emersione del Pleistocene inferiore (1° fase tettonica) si è deposta, in lieve discordanza angolare sul substrato pelitico, la cosiddetta "sequenza di tetto", costituita dalle sabbie stratificate alla base, passanti a ghiaie poligeniche di origine fluviale. In contatto erosivo sulle sabbie gialle stratificate, si sono infatti sedimentate le ghiaie eterometriche con clasti di



PROVINCIA DI FERMO

SETTORE VIABILITA' – INFRASTRUTTURE - URBANISTICA

natura prevalentemente carbonatica, in matrice sabbioso-limosa. Il litotipo si presenta ben addensato e compatto ed a tratti debolmente cementato.

Infatti, i depositi della successione marina del Plio-Pleistocene, del settore meridionale delle Marche (CENTAMORE E., MICARELLI A., 1991), rappresentano un ciclo sedimentario del I° ordine post-orogenco, disposto secondo una struttura monoclinale blandamente immergente verso N-E. Tale struttura rappresenta il risultato delle deformazioni più recenti legate, in ordine di tempo, a processi di tipo compressivo (Pleistocene Inf.) e distensivo (Pleistocene Sup.-Quaternario). La discordanza angolare rilevata tra i litotipi pelitici e i depositi del corpo grossolano regressivo è sintomatico di una tettonica sinsedimentaria che ha agito con intensità via via decrescente.

La formazione più antica affiorante è costituita da fitte alternanze di argille grigio-azzurre sottilmente stratificate ed alternate a livelli sabbiosi (unità pelitica) anche se non mancano livelli marcatamente sabbiosi (unità pelitico-arenacea). In continuità stratigrafica si rinvencono litotipi sabbioso-conglomeratici di ambiente di sedimentazione che passa da marino a continentale a testimoniare il progressivo ritiro del livello del mare, ciclo regressivo che termina con la deposizione dell'unità sabbioso-conglomeratica di tetto, affiorante in corrispondenza della parte alta dei versanti e sulle creste dei crinali e spartiacque.

Successivamente alla loro deposizione i litotipi del substrato sono stati interessati da processi di disfacimento subaereo che hanno prodotto, coltri detritiche di genesi eluvio-colluviale che interessano i versanti ed il fondovalle dei fossi.

L'evoluzione tettonica del territorio è coeva a quella di tutto il margine Adriatico ed ai fini del presente studio verrà esaminata a partire dal Pleistocene. Tre sono le fasi tettoniche principali individuabili nel territorio, la prima del Pleistocene inferiore pone termine alla sedimentazione marina delle argille e genera un diffuso sollevamento dell'area fino all'emersione. In concomitanza con questo fenomeno inizia la sedimentazione delle sabbie di spiaggia e successivamente delle ghiaie fluviali. Alla seconda fase tettonica è associata la formazione dei terrazzamenti fluviali del II° ordine e la regressione marina. La terza fase tettonica, la più blanda, da origine ai terrazzamenti fluviali del III° ordine e ad una regressione marina che genera

RELAZIONE GEOLOGICA E SULLE INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOTECNICHE E GEOFISICHE	Pagina 4 di 7
Realizzazione di una rotatoria all'incrocio tra la S.P. 27 "Elpidiense" e la S.P. 165 "Vecchia del Porto". Comune di Sant'Elpidio a Mare (FM)	



PROVINCIA DI FERMO

SETTORE VIABILITA' – INFRASTRUTTURE - URBANISTICA

le paleo-spiagge ed una seconda linea di erosione marina ancora visibile soprattutto lungo la fascia costiera.

Le tre fasi descritte sono certamente molto blande in confronto a quelle Plioceniche che hanno generato in profondità una serie di pieghe-faglie con vergenza in direzione Est. Il bacino Pliocenico infatti si presentava molto articolato e costituito da un susseguirsi di sinclinali ed anticlinali delimitate da faglie inverse. Nel Pleistocene si è avuto un colmamento ed un pareggiamento di tutte queste strutture da parte delle "argille grigie" di provenienza principalmente appenninica.

Le tre piccole fasi tettoniche presenti nel Pleistocene non hanno fatto altro che "basculare" verso Est tutto il pacco di argille portandole in parte in emersione. A causa della blanda azione delle tre fasi tettoniche pleistoceniche non si sono generate "faglie sismogenetiche" (ricollegabili cioè a quelle presenti nei sedimenti del Pliocene inferiore e tuttora attive) ma solamente delle piccole fratture localizzate e di scarsa importanza.

4. ANALISI DELLA PERICOLOSITA GEOLOGICA

Dagli elaborati del Piano Stralcio di Assetto idrogeologico P.A.I. l'area risulta esterna alle perimetrazioni di aree a rischio idrogeologico (Allegato 3).

5. GEOTECNICA

Attraverso l'analisi delle indagini geognostiche e geotecniche eseguite è stato possibile ricavare il valore dei "parametri geotecnici nominali (n)" ottenuti dalla media aritmetica dei dati disponibili per ogni livello geotecnico rinvenuto.

Livelli geotecnici	Natura sedimentologica	PARAMETRI GEOTECNICI NOMINALI (n)							
		Peso di volume P.V. (t/m ³)	Angolo d'attrito (°)	Coesione drenata c' (Kg/cm ²)	Coesione non drenata Cu (Kg/cm ²)	Modulo elastico E (Kg/cm ²)	K ₀ (Kg/cm ³)	Densità relativa Dr (%)	Velocità delle onde sismiche (Vs)
Livello 1	RIPORTO	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Livello 2	Sabbia-limoso (COLTRE ELUVIALE)	2.0	32.0	-	-	134.5	3.44	45	300
Livello 3	Sabbie con argille (SUBSTRATO)	2.0	36.5	-	-	253.9	5.84	64.5	740

Tabella 2. Valori dei parametri geotecniche nominali (n).



PROVINCIA DI FERMO

SETTORE VIABILITA' – INFRASTRUTTURE - URBANISTICA

6. SISMICA

Il D.M. 14/01/2008, prevede che ai fini della definizione dell'Azione Sismica di progetto si debbano conoscere i seguenti parametri:

1. Pericolosità sismica di base del sito (a_g , F_0 , T_c^*)
2. Categoria di sottosuolo;
3. Coefficiente di amplificazione topografica (ST);

La pericolosità sismica di base viene definita in termini di accelerazione massima attesa a_g in condizioni di campo libero, su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale, nonché di ordinate dello spettro di risposta elastici. Le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR, a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido ed orizzontale:

- A_g accelerazione orizzontale massima al sito;
- F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_c^* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale;

Per la seconda la normativa individua le seguenti categorie di sottosuolo:

A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori V_s 30 superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti con spessori superiori a 30 m., caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di scarsamente compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{spt30} > 50$ nei terreni a grana grossa, e $Cu_{30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m., caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{spt30} < 50$ nei terreni a grana grossa, e $70 < Cu_{30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fine scarsamente consistenti con spessori superiori a 30 m., caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} inferiori 180 m/s (ovvero $N_{spt30} < 15$ nei terreni a grana grossa, e $Cu_{30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina.</i>
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessori non superiore a 20 m. posti sul substrato di riferimento (con $V_{s30} > 800$ m/s).</i>

Dalle risultanze delle indagini geofisiche effettuate con metodo della sismica a rifrazione di superficie è stata definita la categoria di sottosuolo che è il tipo "B" con $V_{s30} = 457.78$ m/sec.

RELAZIONE GEOLOGICA E SULLE INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOTECNICHE E GEOFISICHE	Pagina 6 di 7
Realizzazione di una rotatoria all'incrocio tra la S.P. 27 "Elpidiense" e la S.P. 165 "Vecchia del Porto". Comune di Sant'Elpidio a Mare (FM)	



PROVINCIA DI FERMO

SETTORE VIABILITA' – INFRASTRUTTURE - URBANISTICA

Per tener conto delle condizioni topografiche del sito per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione (Tabella 3.2. IV del D.M.14/01/2008).

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

Il coefficiente di amplificazione topografica S_T in funzione delle categorie topografiche precedentemente descritte e dell'ubicazione dell'area sono riportate nella seguente tabella (Tabella 3.2. VI del D.M. 14/01/2008).

Categoria Topografica	Ubicazione dell' opera o dell'intervento	St
T1	-	1.0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1.2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1.2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1.4

Per il caso in esame potrà essere assunto $= 1.2$.

Fermo li, Aprile 2016

Il Geologo

Dott. Costantino Berardini

n. 584 Albo sezione A – Ordine dei geologi delle Marche



PROVINCIA DI FERMO

SETTORE VIABILITA' - INFRASTRUTTURE - URBANISTICA



— S.P. 27 "ELPIDIENSE"

— S.P. 165 "VECCHIA DEL PORTO"

— ALTRE STRADE PROVINCIALI

COROGRAFIA, scala 1:25.000

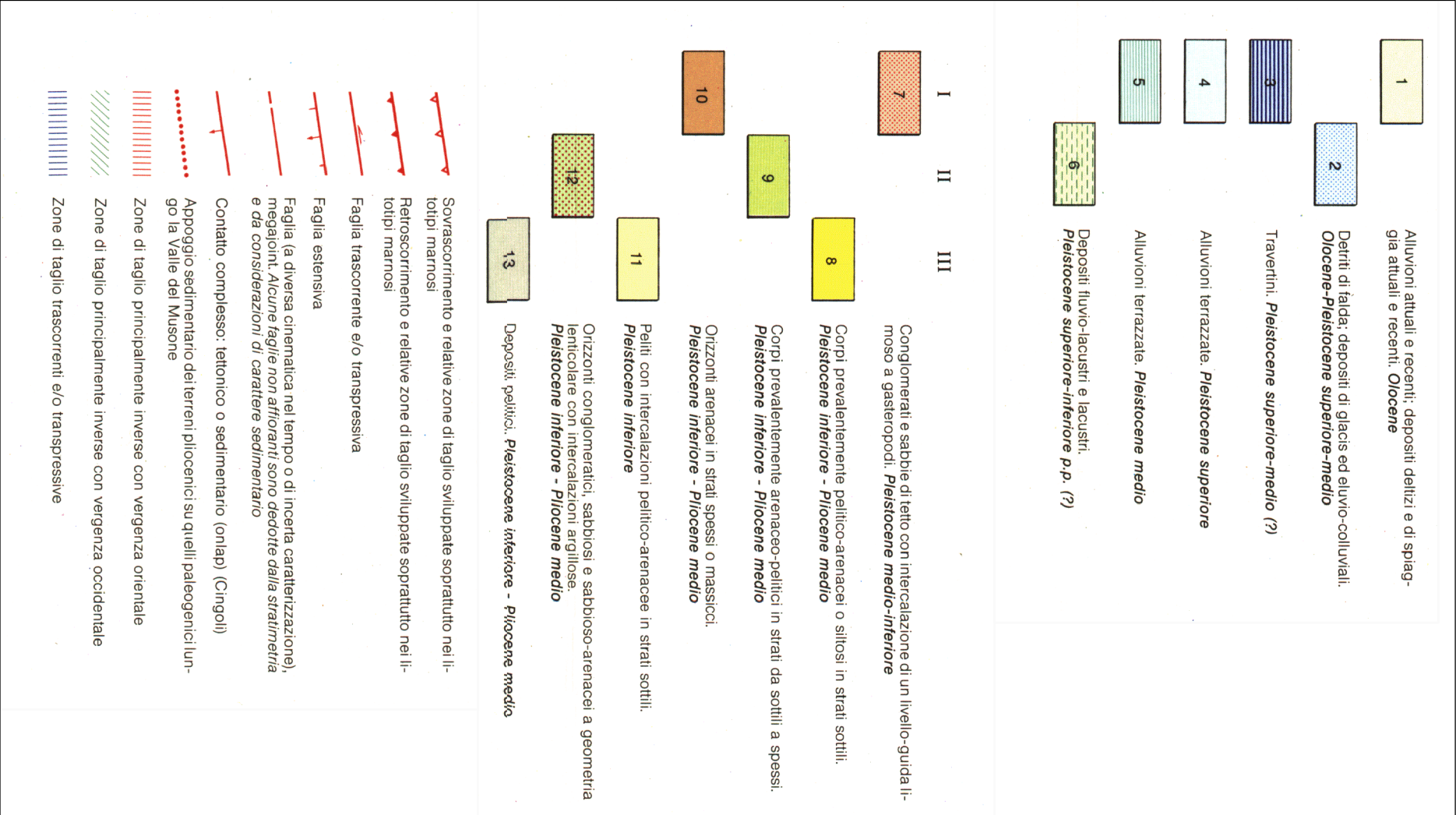
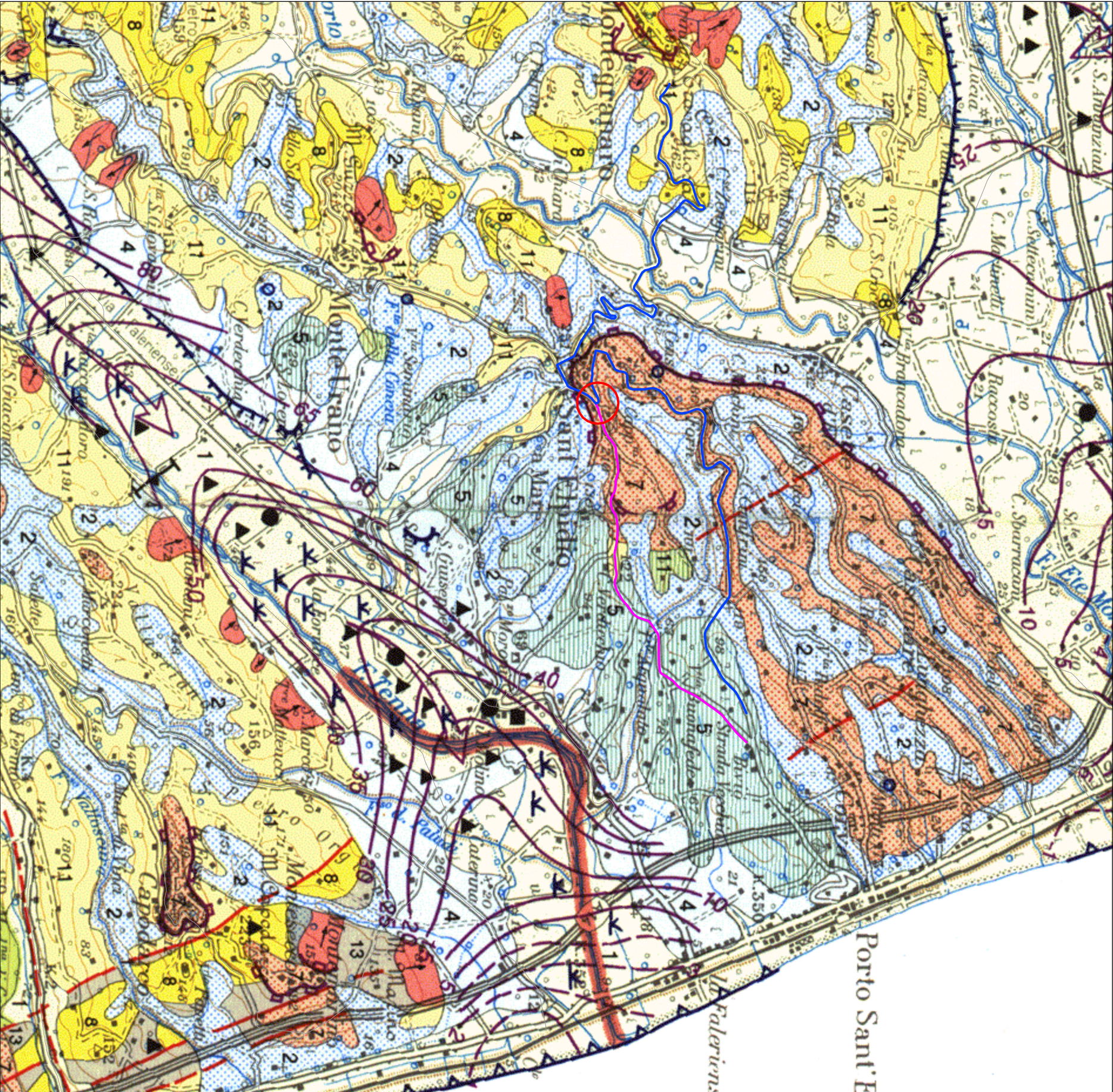
ALLEGATO 1

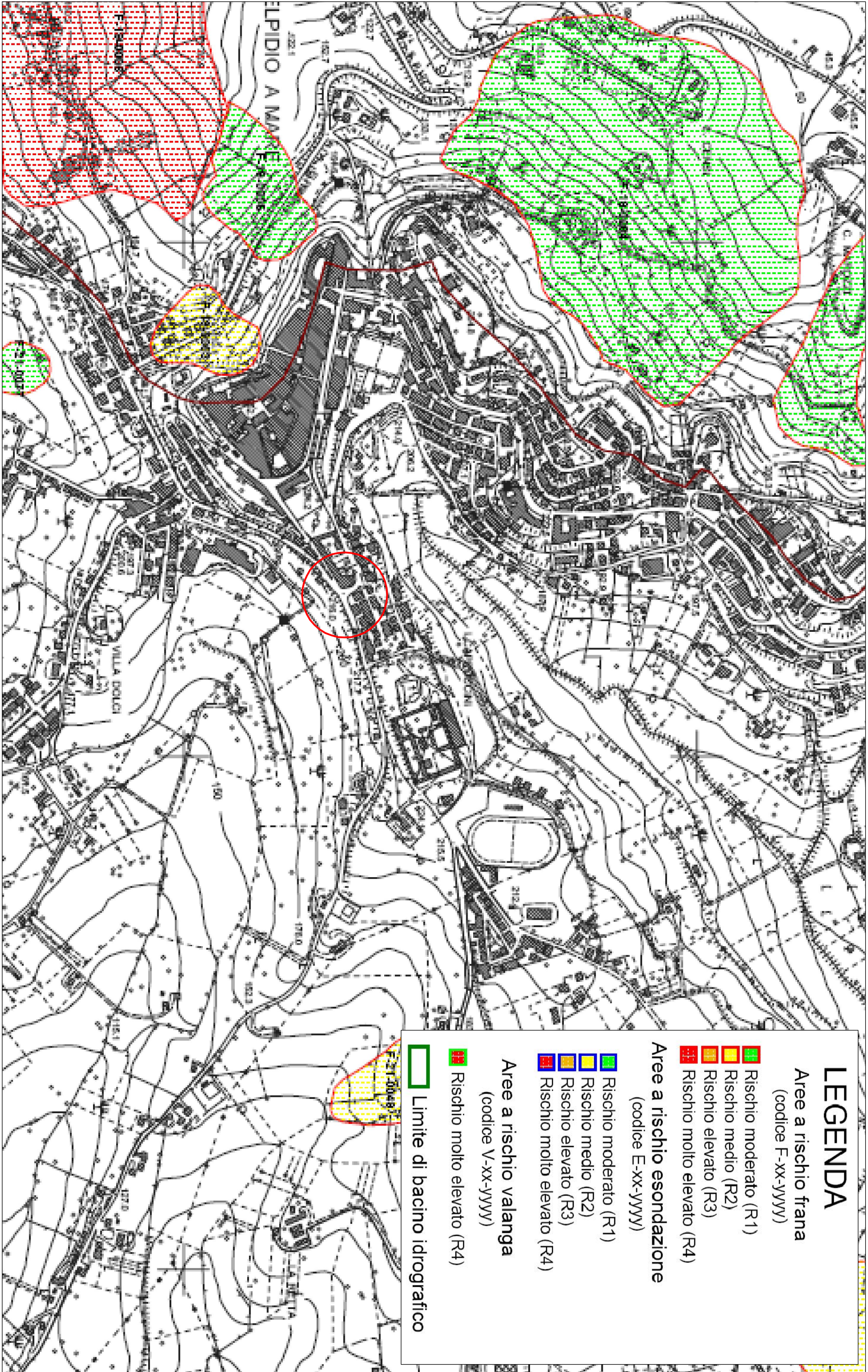
Realizzazione di rotatoria tra la SP 27 "Elpidiense" e SP. "165 Vecchia del porto". Comune di S.Elpidio a Mare (FM)

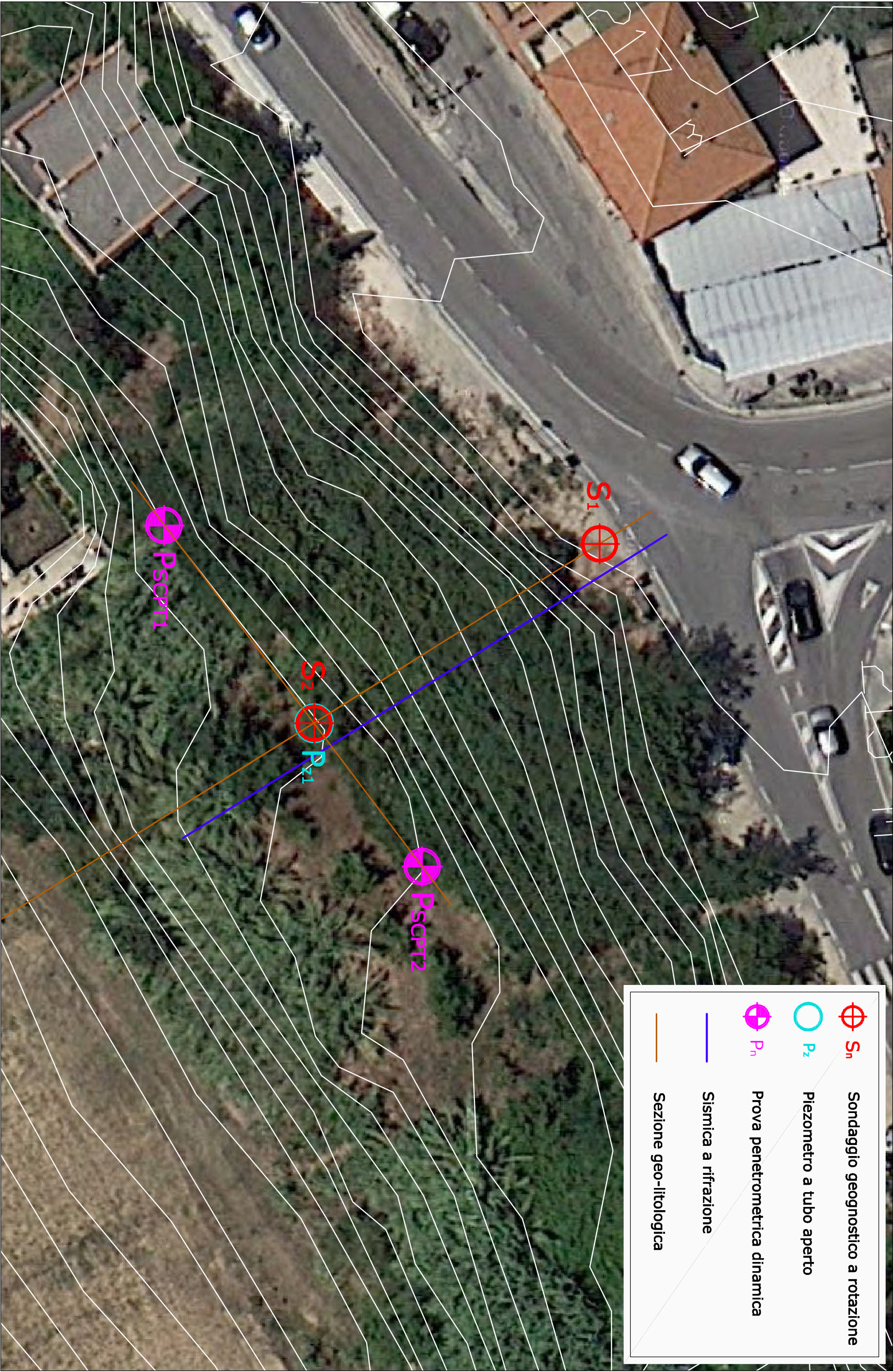


PROVINCIA DI FERMO

SETTORE VIABILITA' - INFRASTRUTTURE - URBANISTICA









PROVINCIA DI FERMO

SETTORE VIABILITA' - INFRASTRUTTURE - URBANISTICA

<input checked="" type="checkbox"/> Campione rimaneggiato	<input checked="" type="checkbox"/> Campione a percussione	Ditta esecutrice: OPERE SPECIALI srl	SONDAGGIO S1
<input checked="" type="checkbox"/> Campione S.P.T.	<input checked="" type="checkbox"/> Campione indisturbato a pressione (Shelby)	Progetto: Realizzazione di rotatoria	
<input checked="" type="checkbox"/> Campione da Vane Test	<input checked="" type="checkbox"/> Campione indisturbato rotativo (Dennison)	Località: S.P. 27 "ELPIDIENSE" - S.P. 165 "VECCHIA DEL POERTO" - Comune di Sant'Elpidio a Mare (FM)	

QUOTA DA P.d.C.	SIMBOLOGIA	POTENZA STRATO	CAMPIONE	S.P.T.		PERFORAZIONE	CAROTAGGIO	RIVESTIMENTO	RQD (%)	PIEZOMETRI	DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA
1		5.0			Riporto eterogeneo	Ø 127 mm CAROTIERE SEMPLICE	CONTINUO				
2											
3											
4											
5											
5.00		15.0			Sabbie di colore beige-nocciola con ossidazioni rossastre (ELUVIONI)						
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
20.00											

STRATIGRAFIA SONDAGGIO S1, Scala 1:100	ALLEGATO 5
Realizzazione di rotatoria tra la SP 27 "Elpidiense" e SP. "165 Vecchia del porto". Comune di S.Elpidio a Mare (FM)	



PROVINCIA DI FERMO

SETTORE VIABILITA' - INFRASTRUTTURE - URBANISTICA

☒ Campione rimaneggiato

☒ Campione a percussione

☒ Campione S.P.T.

☒ Campione indisturbato a pressione (Shelby)

☒ Campione da Vane Test

☒ Campione indisturbato rotativo (Dennison)

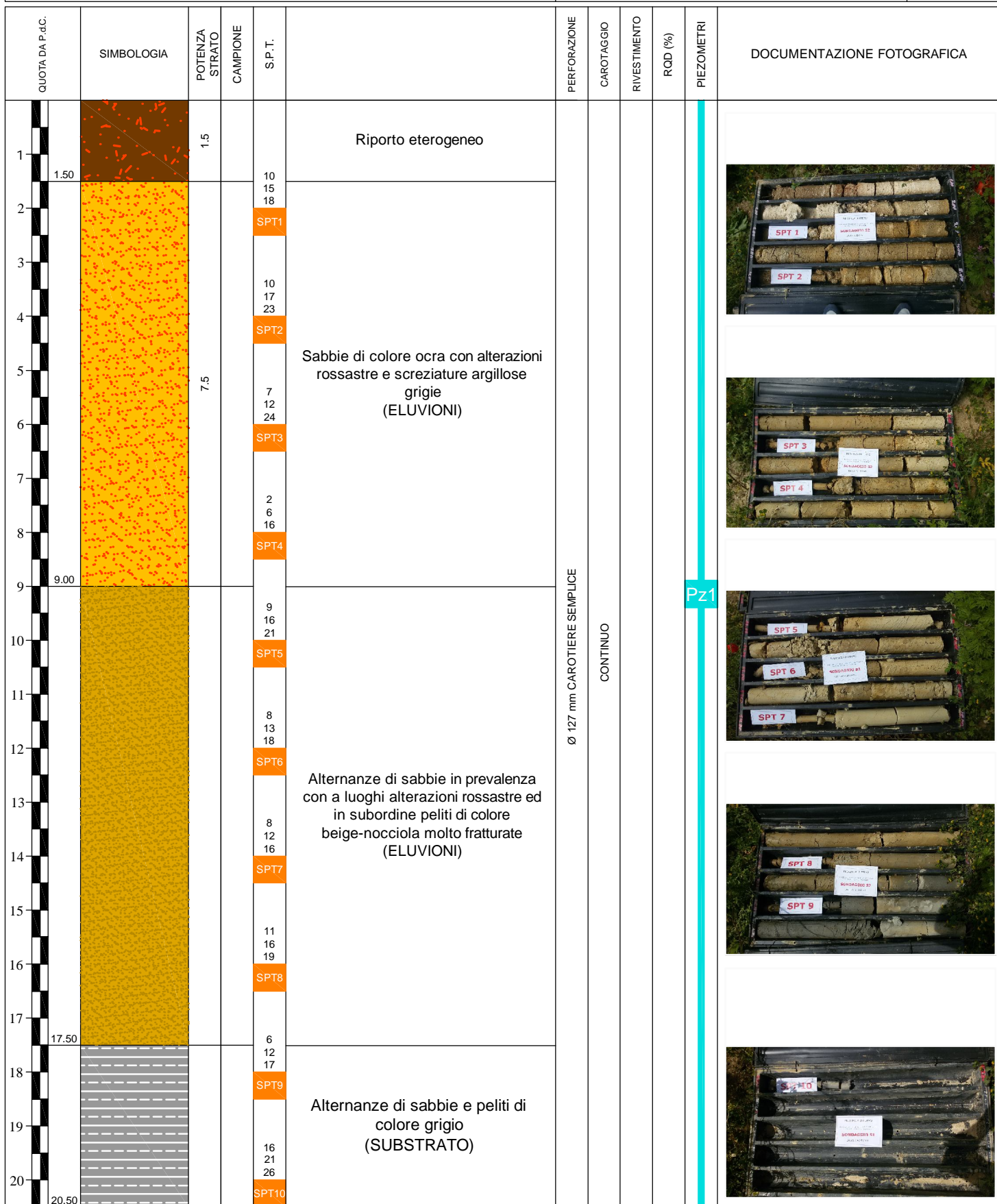
Ditta esecutrice: OPERE SPECIALI srl

SONDAGGIO

Progetto: Realizzazione di rotatoria

Località: S.P. 27 "ELPIDIENSE" - S.P. 165 "VECCHIA DEL POERTO" - Comune di Sant'Elpidio a Mare (FM)

S2



STRATIGRAFIA SONDAGGIO S2, Scala 1:100

ALLEGATO 5

Realizzazione di rotatoria tra la SP 27 "Elpidiense" e SP. "165 Vecchia del porto". Comune di S.Elpidio a Mare (FM)



Geodrill s.a.s.

Dr. Geol. Valeriano Bassani & C.

SERVIZI GEOLOGICI

Via Roma, 14 Tel/Fax 0732678888

60043 Cerreto d'Esi(AN)

P.IVA: 02334920424

E-Mail: a_geodrill@libero.it

Cerreto d'Esi, 01 aprile 2016

COMMITTENTE: Amm.ne Provinciale di Fermo

CANTIERE: Rotatoria SP27 "Elpidiense"-SP165 "Vecchia del Porto" -S.Elpidio a M.

PROVA DPSH: SCHEDA TECNICA E LEGENDA

caratteristiche tecniche del penetrometro

Tipo di attrezzatura: DPSH penetrometro dinamico super pesante

Peso del maglio: 63,5 Kg

Altezza di caduta: 75 cm

Penetrazione standard: 20 cm

Dimensioni punta: area = 20 cm² angolo = 90°

Dimensioni aste: diametro = 32 mm lunghezza = 1,00 m

Peso aste: 6,15 Kg

Peso massa passiva: 4,2 Kg

legenda per la rappresentazione grafica

H = profondità

NC = numero di colpi

q_d = resistenza alla penetrazione dinamica

legenda per la caratterizzazione geomeccanica

NC_m = numero di colpi medio per quel determinato strato

C = coefficiente di correlazione fra il numero di colpi dello SPT e quelli del DPSH

N_{spt equiv} = numero di colpi dello SPT equivalenti ricavati per correlazione

Dr = densità relativa (Skempton, 1986)

φ = angolo di attrito interno (De Mello - Japanese National Railway)

E = modulo di elasticità (Schmertmann, Shultze-Menzenbach)

Ed = modulo edometrico (Stroud e Butler 1975, Mitchell e Gardner)

γ = peso unità di volume

V_s = velocità delle onde di taglio (Lyisan, 1996)

K_o = modulo di reazione (Navfac)

ν = modulo di Poisson

C_u = coesione non drenata (Benassi - Vannelli - 1983, Schmertmann - 1975)



Geodrill s.a.s.

Dr. Geol. Valeriano Bassani & C.

SERVIZI GEOLOGICI

Via Roma, 14 Tel/Fax 0732678888

60043 Cerreto d'Esi (AN)

P.IVA: 02334920424

E-Mail: a_geodrill@libero.it

Cerreto d'Esi, 01 aprile 2016

COMMITTENTE: Amm.ne Provinciale di Fermo

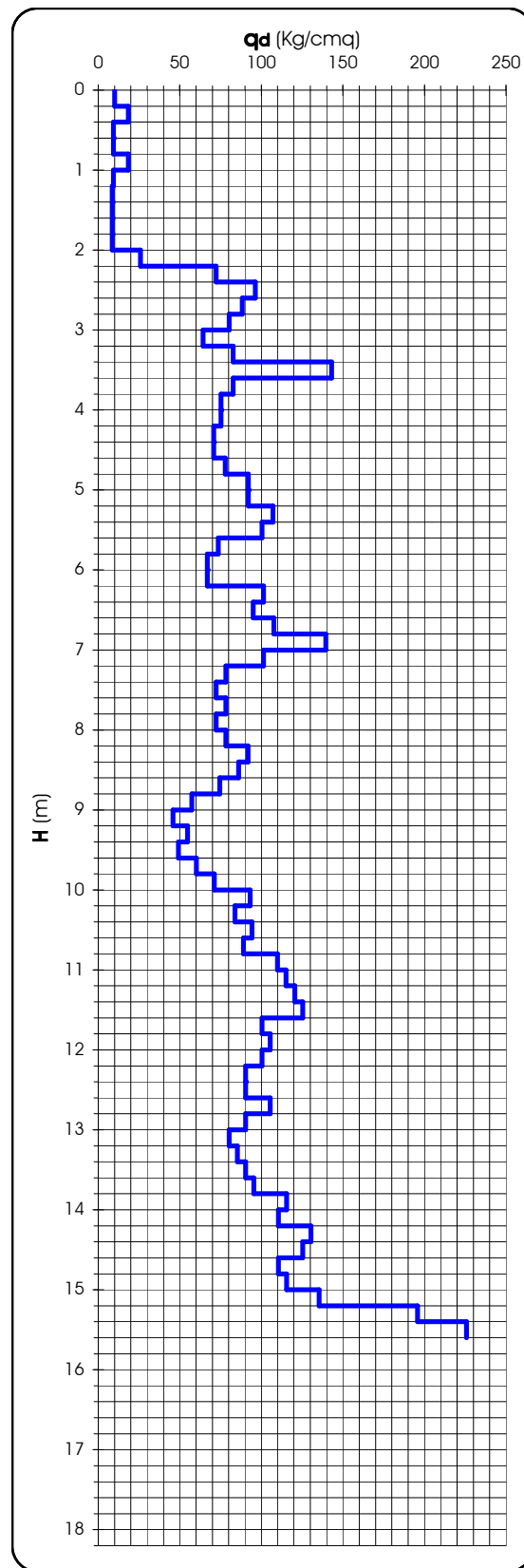
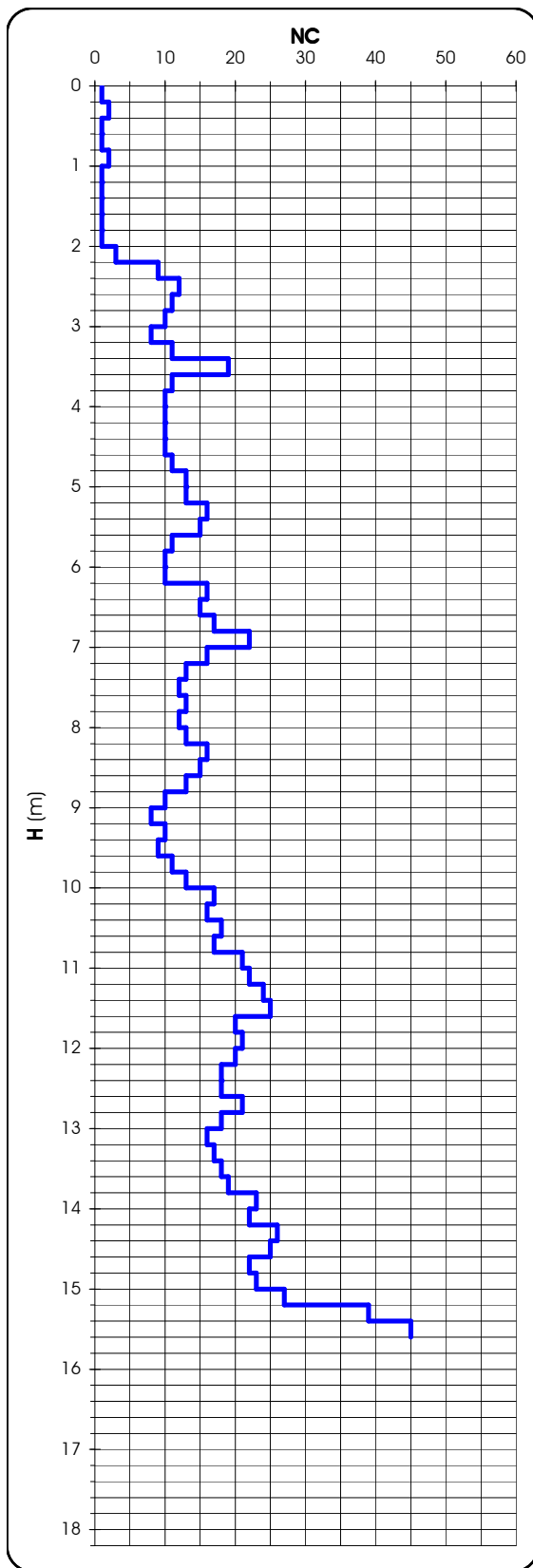
CANTIERE: Rotatoria SP27 "Elpidiense" - SP165 "Vecchia del Porto" - S. Elpidio a M.

PROVA N.1 del 31/03/16

PROF.: 15,60 m

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH: RAPPRESENTAZIONE GRAFICA

H (m)	NC	q _d (Kg/cm ²)
0,2	1	10,03
0,4	2	18,53
0,6	1	9,26
0,8	1	9,26
1,0	2	18,53
1,2	1	9,26
1,4	1	8,60
1,6	1	8,60
1,8	1	8,60
2,0	1	8,60
2,2	3	25,80
2,4	9	72,25
2,6	12	96,34
2,8	11	88,31
3,0	10	80,28
3,2	8	64,23
3,4	11	82,79
3,6	19	143,01
3,8	11	82,79
4,0	10	75,27
4,2	10	75,27
4,4	10	70,84
4,6	10	70,84
4,8	11	77,93
5,0	13	92,09
5,2	13	92,09
5,4	16	107,05
5,6	15	100,36
5,8	11	73,60
6,0	10	66,91
6,2	10	66,91
6,4	16	101,42
6,6	15	95,08
6,8	17	107,76
7,0	22	139,45
7,2	16	101,42
7,4	13	78,29
7,6	12	72,26
7,8	13	78,29
8,0	12	72,26
8,2	13	78,29
8,4	16	91,76
8,6	15	86,03
8,8	13	74,56
9,0	10	57,35
9,2	8	45,88
9,4	10	54,75
9,6	9	49,27
9,8	11	60,22
10,0	13	71,17
10,2	17	93,07
10,4	16	83,79
10,6	18	94,26
10,8	17	89,02
11,0	21	109,97
11,2	22	115,21
11,4	24	120,45
11,6	25	125,47
11,8	20	100,37
12,0	21	105,39
12,2	20	100,37
12,4	18	90,34
12,6	18	90,34
12,8	21	105,39
13,0	18	90,34
13,2	16	80,30
13,4	17	85,32
13,6	18	90,34
13,8	19	95,35
14,0	23	115,43
14,2	22	110,41
14,4	26	130,48
14,6	25	125,47
14,8	22	110,41
15,0	23	115,43
15,2	27	135,50
15,4	39	195,73
15,6	45	225,84
15,8		
16,0		
16,2		
16,4		
16,6		
16,8		
17,0		
17,2		
17,4		
17,6		
17,8		
18,0		
18,2		





CANTIERE: Rotatoria SP27 "Elpidiense"-SP165 "Vecchia del Porto" -S.Elpidio a M.

PROF.: 15,60 m

[illegible]



Geodrill s.a.s.
Dr.Geol.Valeriano Bassani & C.
SERVIZI GEOLOGICI
Via Roma,14 Tel/Fax 0732678888
60043 Cerreto d'Esio(AN)
P.IVA: 02334920424
E-Mail: a_geodrill@libero.it

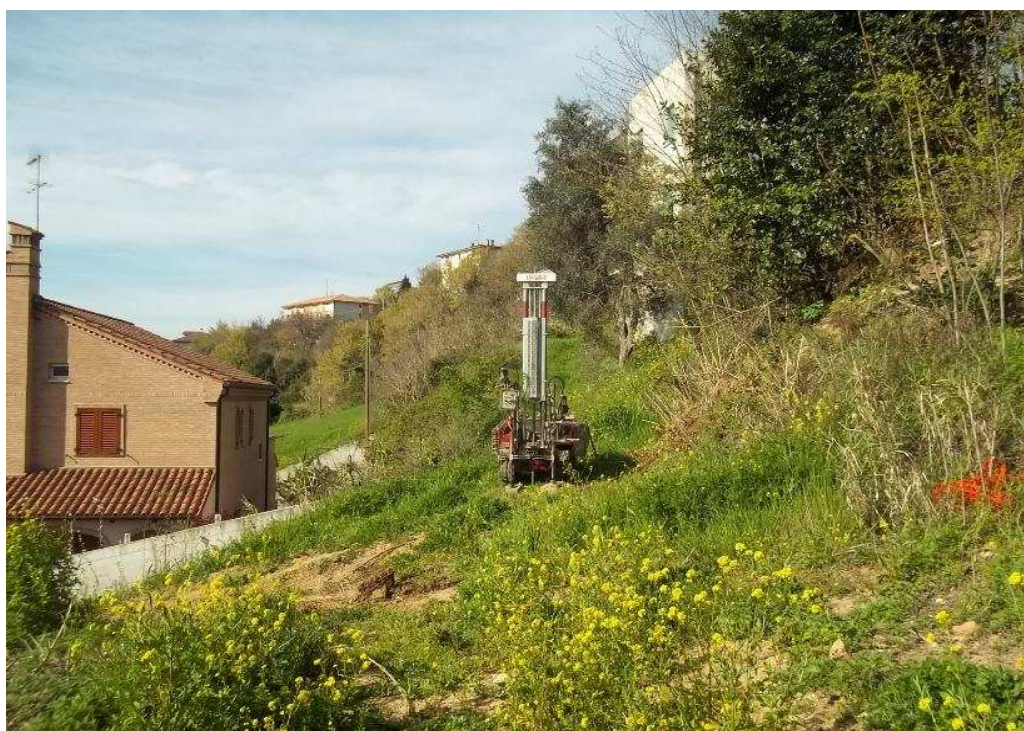
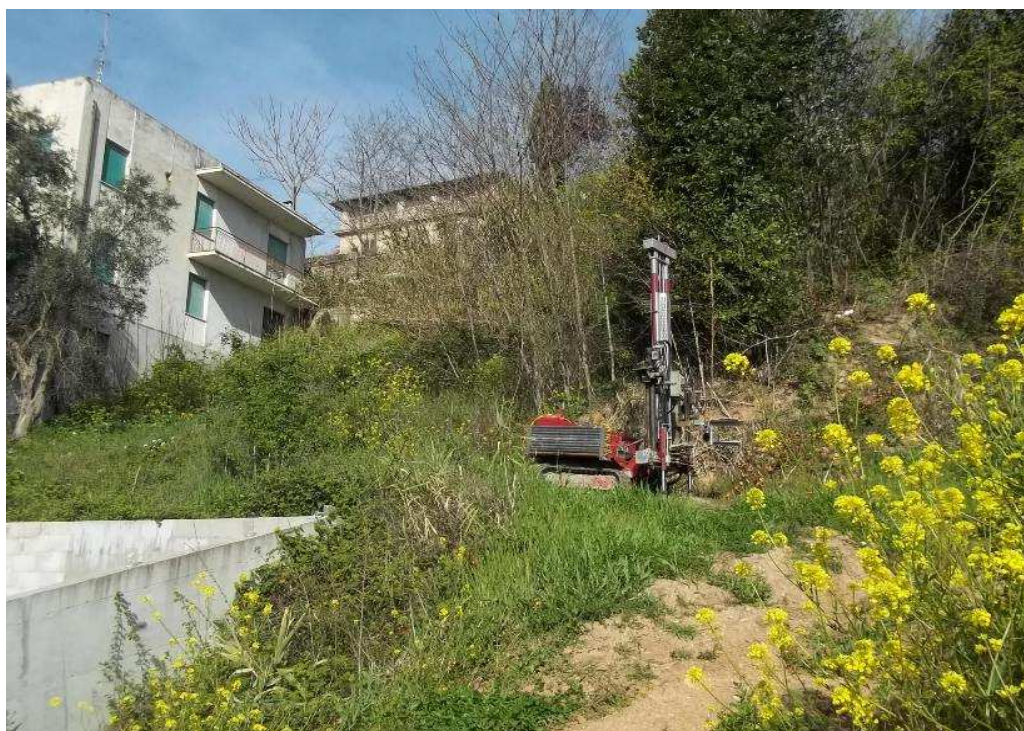
Cerreto d'Esio, 01 aprile 2016

COMMITTENTE: Amm.ne Provinciale di Fermo

CANTIERE: Rotatoria SP27 "Elpidiense"-SP165 "Vecchia del Porto" -S.Elpidio a M.

PROVA N.1 del 31/03/16

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA





Geodrill s.a.s.

Dr. Geol. Valeriano Bassani & C.

SERVIZI GEOLOGICI

Via Roma, 14 Tel/Fax 0732678888

60043 Cerreto d'Esi(AN)

P.IVA: 02334920424

E-Mail: a_geodrill@libero.it

Cerreto d'Esi, 01 aprile 2016

COMMITTENTE: Amm.ne Provinciale di Fermo

CANTIERE: Rotatoria SP27 "Elpidiense"-SP165 "Vecchia del Porto" -S.Elpidio a M.

PROVA DPSH: SCHEDA TECNICA E LEGENDA

caratteristiche tecniche del penetrometro

Tipo di attrezzatura: DPSH penetrometro dinamico super pesante

Peso del maglio: 63,5 Kg

Altezza di caduta: 75 cm

Penetrazione standard: 20 cm

Dimensioni punta: area = 20 cm² angolo = 90°

Dimensioni aste: diametro = 32 mm lunghezza = 1,00 m

Peso aste: 6,15 Kg

Peso massa passiva: 4,2 Kg

legenda per la rappresentazione grafica

H = profondità

NC = numero di colpi

q_d = resistenza alla penetrazione dinamica

legenda per la caratterizzazione geomeccanica

NC_m = numero di colpi medio per quel determinato strato

C = coefficiente di correlazione fra il numero di colpi dello SPT e quelli del DPSH

N_{spt equiv} = numero di colpi dello SPT equivalenti ricavati per correlazione

Dr = densità relativa (Skempton, 1986)

φ = angolo di attrito interno (De Mello - Japanese National Railway)

E = modulo di elasticità (Schmertmann, Shultze-Menzenbach)

Ed = modulo edometrico (Stroud e Butler 1975, Mitchell e Gerdner)

γ = peso unità di volume

V_s = velocità delle onde di taglio (Iyisan, 1996)

Ko = modulo di reazione (Navfac)

ν = modulo di Poisson

C_u = coesione non drenata (Benassi - Vannelli - 1983, Schmertmann - 1975)



Geodrill s.a.s.
 Dr. Geol. Valeriano Bassani & C.
SERVIZI GEOLOGICI
 Via Roma, 14 Tel/Fax 0732678888
 60043 Cerreto d'Esi (AN)
 P.IVA: 02334920424
 E-Mail: a_geodrill@libero.it

Cerreto d'Esi, 01 aprile 2016

COMMITTENTE: Amm.ne Provinciale di Fermo

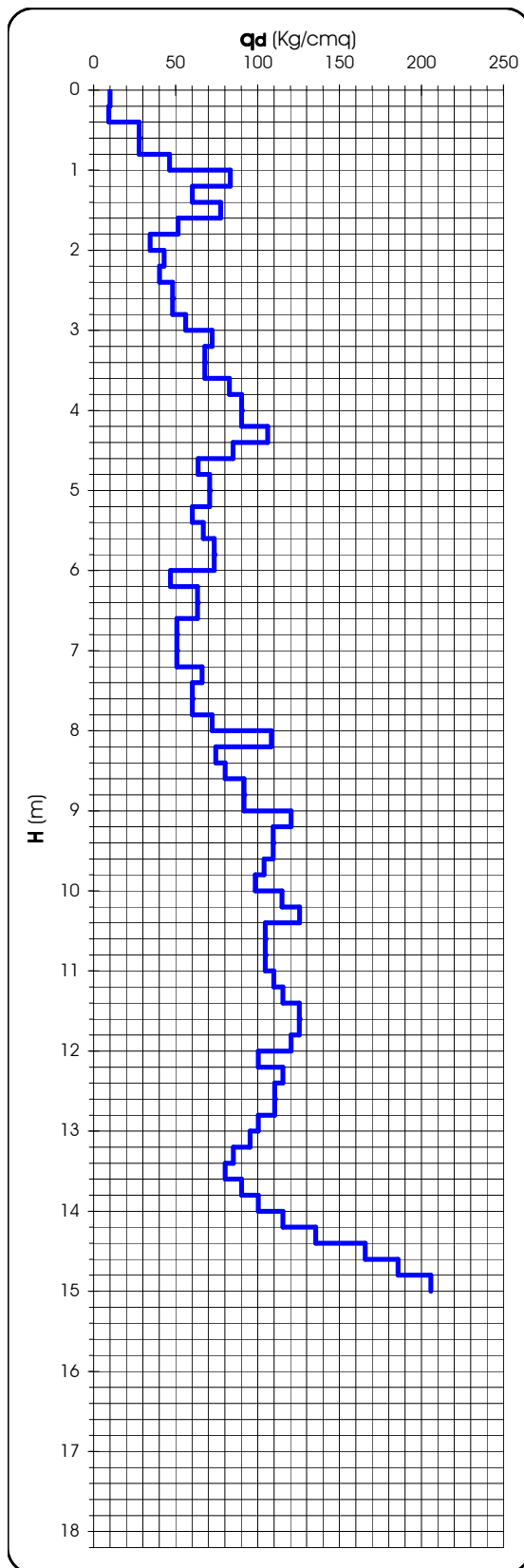
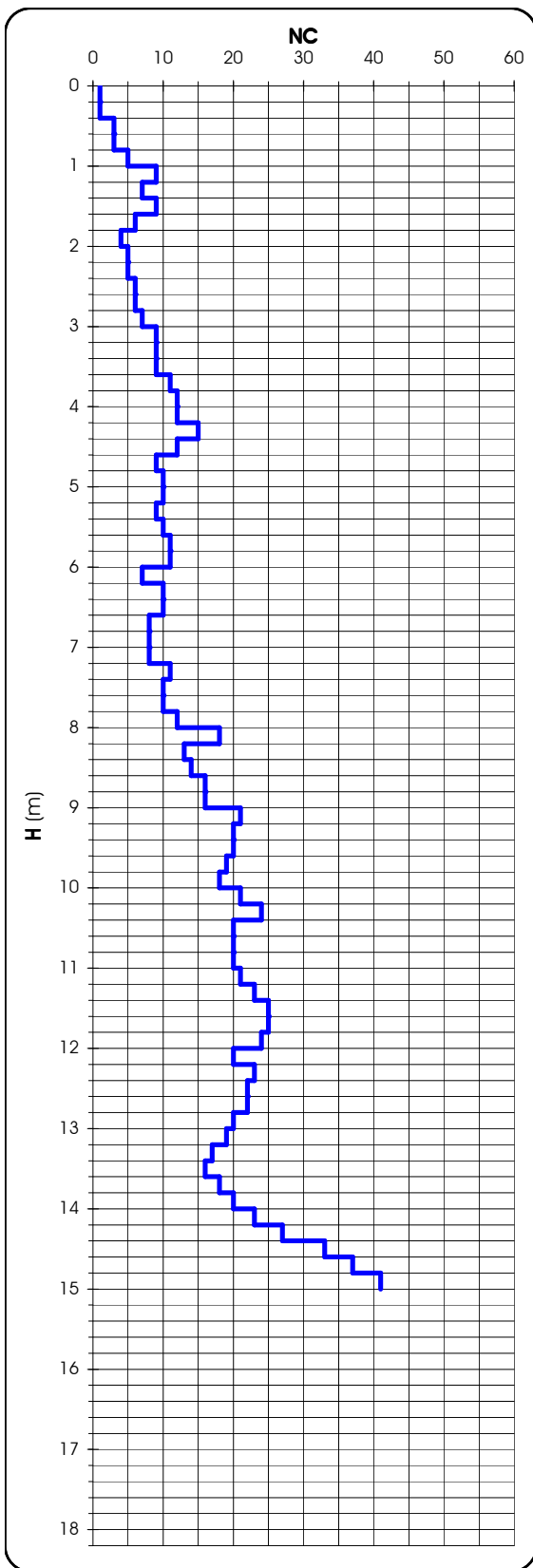
CANTIERE: Rotatoria SP27 "Elpidiense" - SP165 "Vecchia del Porto" - S.Elpidio a M.

PROVA N.2 del 31/03/16

PROF.: 15,00 m

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH: RAPPRESENTAZIONE GRAFICA

H (m)	NC	Q _d (Kg/cm ²)
0,2	1	10,03
0,4	1	9,26
0,6	3	27,79
0,8	3	27,79
1,0	5	46,31
1,2	9	83,36
1,4	7	60,21
1,6	9	77,41
1,8	6	51,61
2,0	4	34,41
2,2	5	43,01
2,4	5	40,14
2,6	6	48,17
2,8	6	48,17
3,0	7	56,20
3,2	9	72,25
3,4	9	67,74
3,6	9	67,74
3,8	11	82,79
4,0	12	90,32
4,2	12	90,32
4,4	15	106,26
4,6	12	85,01
4,8	9	63,76
5,0	10	70,84
5,2	10	70,84
5,4	9	60,22
5,6	10	66,91
5,8	11	73,60
6,0	11	73,60
6,2	7	46,84
6,4	10	63,39
6,6	10	63,39
6,8	8	50,71
7,0	8	50,71
7,2	8	50,71
7,4	11	66,24
7,6	10	60,22
7,8	10	60,22
8,0	12	72,26
8,2	18	108,39
8,4	13	74,56
8,6	14	80,29
8,8	16	91,76
9,0	16	91,76
9,2	21	120,44
9,4	20	109,49
9,6	20	109,49
9,8	19	104,02
10,0	18	98,54
10,2	21	114,97
10,4	24	125,68
10,6	20	104,73
10,8	20	104,73
11,0	20	104,73
11,2	21	109,97
11,4	23	115,43
11,6	25	126,47
11,8	25	126,47
12,0	24	120,45
12,2	20	100,37
12,4	23	115,43
12,6	22	110,41
12,8	22	110,41
13,0	20	100,37
13,2	19	95,35
13,4	17	85,32
13,6	16	80,30
13,8	18	90,34
14,0	20	100,37
14,2	23	115,43
14,4	27	135,50
14,6	33	165,61
14,8	37	185,69
15,0	41	205,76
15,2		
15,4		
15,6		
15,8		
16,0		
16,2		
16,4		
16,6		
16,8		
17,0		
17,2		
17,4		
17,6		
17,8		
18,0		
18,2		





CANTIERE: Rotatoria SP27 "Elpidiense"-SP165 "Vecchia del Porto" -S.Elpidio a M.

PROF.: 15,00 m

[illegible]



Geodrill s.a.s.
Dr.Geol.Valeriano Bassani & C.
SERVIZI GEOLOGICI
Via Roma,14 Tel/Fax 0732678888
60043 Cerreto d'Esi(AN)
P.IVA: 02334920424
E-Mail: a_geodrill@libero.it

Cerreto d'Esi, 01 aprile 2016

COMMITTENTE: Amm.ne Provinciale di Fermo
CANTIERE: Rotatoria SP27 "Elpidiense"-SP165 "Vecchia del Porto" -S.Elpidio a M.

PROVA N.2 del 31/03/16

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA





COMUNE DI SANT'ELPIDIO A MARE

PROVINCIA DI FERMO

INDAGINE GEOFISICA TRAMITE SISMICA
A RIFRAZIONE PER LA REALIZZAZIONE
DI ROTATORIA
TRA LA SP 27 E LA SP 165 VECCHIA DEL PORTO



Geodrill s.p.a.

Dr. Geol. Valeriano Bassani & C.

SERVIZI GEOLOGICI

Via Roma, 14 Tel/Fax 0732678888

60043 Cerreto d'ESI (AN)

P.IVA: 02334920424

E-Mail: a_geodrill@libero.it

GEODRILL S.p.A.
Dr. Bassani Valeriano & C.
Via Roma, 14
60043 CERRETO D'ESI (AN)
Tel. e Fax 0732.678888
C.F. e P.IVA 02334920424
CCIAA AN Reg. n. 179313

Data: 30 MARZO 2016



INDAGINE GEOFISICA TRAMITE SISMICA A RIFRAZIONE

PREMESSA

A seguito dell'incarico della Provincia di Fermo è stata eseguita la presente prospezione geofisica per la realizzazione di rotatoria tra la SP 27 e la SP 165 Vecchia del Porto Sant'Elpidio a Mare (FM)

PRINCIPI GENERALI

Le indagini geosismiche vengono realizzate utilizzando il metodo sismico a rifrazione, che utilizza la determinazione della velocità di propagazione delle onde longitudinali (onde P). Tali onde sono generate, e si propagano nel terreno, ogni qualvolta quest'ultimo è sottoposto a sollecitazioni meccaniche sia di tipo naturale, sia di tipo artificiale (esplosioni, mazze battenti, vibratorii ecc.).

La tecnica di prospezione sismica a rifrazione consiste nella misura dei tempi di primo arrivo delle onde sismiche generate in un punto in superficie (punto di sparo o scoppio), in corrispondenza di una molteplicità di sensori disposti allineati sulla superficie topografica (geofoni).

Lo studio della propagazione delle onde sismiche consente di valutare le proprietà meccaniche e fisiche dei terreni, la compattezza dei materiali e la loro stratificazione da queste attraversati.

Mediante questo tipo di indagine si può risalire alla probabile composizione litologica dei terreni al loro grado di fratturazione, alla geometria delle prime unità sottostanti la coltre superficiale, alla profondità in cui si trova la roccia di fondo ("bedrock"), alla sua forma e talora, in terreni alluvionali, alla profondità della falda freatica.

L'elaborazione dei dati sismici con un modello matematico bidimensionale attraverso procedure iterative, consente di massimizzare la risoluzione e il dettaglio di ricostruzione del modello di velocità attribuito al terreno in esame.

Utilizzando quindi le distanze tra il punto di scoppio e quello di ricezione e i tempi di primo arrivo dei segnali sismici, sono ricavate le dromocrone (curve tempi-distanze – vedi allegato), dalle quali si risale, tramite opportuno programma di calcolo, alle velocità reali nei singoli strati, al loro spessore, profondità, forma ed inclinazione.

Per questa parte di procedura interpretativa l'algoritmo utilizzato dal programma di calcolo è stato pubblicato nel 1986 da Dereck Palmer in un articolo dal titolo "The Generalized Reciprocal Method of Seismic Refraction Interpretation (Society of Exploration Geophysicists).



ELABORAZIONE - METODO GRM

Il metodo G.R.M. (Palmer, 1980), consente di ricostruire morfologie del substrato piane o irregolari, anche nel caso di variazioni laterali di velocità.

Per ricostruire l'andamento dell'interfaccia di strato lungo tutto lo stendimento, è necessario che i segnali provenienti dal singolo rifrattore siano ricevuti da tutti i geofoni messi in opera.

Il grafico distanza-tempi che si ottiene è considerevolmente più complesso rispetto al caso del metodo convenzionale.

L'interpretazione del grafico distanza-tempi prevede due passaggi:

- la ricostruzione delle dromocrone relative ai singoli strati;
- la stima delle velocità e delle profondità di ogni singolo rifrattore.

La fase essenziale quella di ricostruire la dromocrona relativa ad ogni strato, seguendola, se possibile, da un estremo all'altro dello stendimento, assemblando quindi insieme tratti di dromocrone relative a sorgenti differenti, ma i cui segnali provengono dallo stesso rifrattore.

Ciò è stato eseguito sia per il tiro diretto che per quello coniugato.

Con il metodo reciproco generalizzato si parte dall'ipotesi che esista una distanza intergeofonica XY ottimale, distanza che fornisce il maggior dettaglio possibile nella ricostruzione della morfologia del rifrattore.

Per determinare la distanza XY ottimale in pratica si è proceduto come indicato di seguito:

- Si fa variare XY da un valore minimo corrispondente alla spaziatura reale fra i geofoni fino a un valore massimo di 9-10 volte tale distanza;
- quindi se, come nel nostro caso, i geofoni sono spazati di 3 m, si dovranno prendere in considerazione intervalli di XY uguali a 3 e sui multipli.
- Per ogni valore di XY scelto si stima, con un passo di calcolo uguale a XY, la funzione velocità.

ATTREZZATURE

Per la presente indagine sismica è stata utilizzata un'attrezzatura ad acquisizione digitale costituita da: acquisitore digitale per prospezione sismica MAE A3000S, avente le seguenti caratteristiche; risoluzione scheda di acquisizione: 12 bit; numero canali da 1 a 16; CPU chipset VIA 500 Mhz; monitor colori LCD transflettivo 6.4" touch-screen; salvataggio dati su disk on module interno allo stato solido e/o su memoria USB; interfaccia LAN 10/100 per controllo e diagnosi da remoto; interfaccia USB per periferiche esterne; Interfaccia VGA, monitor esterno, e PS2, mouse e tastiera; Alimentazione: 12 Volt tramite BOX batteria esterno; Temperatura di funzionamento da 0 a 60°C; Dimensioni e peso L280 X H220 X P170 mm, 3 Kg; visualizzazione fenomeno intero o parziale per ogni canale; funzione di analisi del rumore ambientale pre-



acquisizione; funzione test geofoni automatico; funzioni grafiche limita ed evidenza onda; funzioni lettura velocità e picking primi arrivi in tempo reale; filtri settabili e parzializzabili da software.

MODALITA' OPERATIVE

E' stato eseguito uno stendimento con distanza intergeofonica 3 m. per una lunghezza dello stendimento di 33 metri con scoppi esterni posti a 3 metri rispetto ai geofoni estremi della linea. Sono quindi stati attuati n. 4 scoppi di cui n. 2 esterni due centrali allo stendimento (v.d.r. report allegato).

CLASSIFICAZIONE SECONDO LA NORMATIVA SISMICA VIGENTE LINEA 1

Nella sezione elaborata, sono stati riscontrati tre strati o sismostrati a differente velocità, il primo con velocità media di 239.80 m/s con spessore di circa 2 m.

Il secondo sismostrato, con velocità di 664.20 m/s, con spessore intorno a 4.80 metri.

Lo strato di base presenta velocità 1747.00 m/s è caratteristico di un substrato competente.

Di seguito vengono ricapitolate le medie delle velocità e degli spessori:

N. Strato	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Spessore fino a 30 m. [m]
1	110,00	239,80	2,00
2	300,00	664,20	4,80
3	740,00	1747,00	23,20

Ai fini della definizione delle azioni sismiche di progetto in base al D.M. 14.01.2008, si determina la categoria di riferimento del sito in funzione della velocità media di propagazione delle onde di taglio entro 30 m. di profondità, secondo la seguente equazione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}} = 457.78 \cdot m/s$$

Possiamo a questo punto valutare la categoria e l'effetto della risposta sismica locale in base alla Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo del D.M. 14.01.2008.

B	Depositi di terreni a grana grossolana caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità . Vs ₃₀ comprese tra 360 e 800 m/s
----------	--

Di seguito si riporta per completezza la Tabella 3.2.II:

Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo

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

VALUTAZIONE MODULI ELASTICI DEI MEZZI ATTRAVERSATI

L'attenuazione delle onde sismiche dipende direttamente dalle caratteristiche elasto-meccaniche delle diverse parti che costituiscono il mezzo materiale che esse attraversano, i parametri che intervengono nella modificazione del segnale sismico sono:

- γ_{din} – densità geofisica;
- ρ – coefficiente di Poisson;
- E – Modulo di Young;
- G_0 – Modulo di taglio.

DENSITÀ GEOFISICA (γ_{din})

Esprime la concentrazione volumetrica di un corpo. Può essere calcolata indirettamente in condizioni dinamiche in relazione alla velocità V_p . La densità geofisica è espressa dalla seguente relazione:

$$\gamma_{din} = 0,51 \times V_p^{0,19} \Rightarrow \text{Possiamo determinarci il suo valore per ogni sismostrato}$$

N. Strato	γ_{din}	V_p [m/s]
1	1,4446	239,80
2	1,7531	664,20
3	2,1067	1747,00

COEFFICIENTE DI POISSON (ν)

Indica la misura di cambiamento geometrico di un corpo. Può presentare un intervallo di variazione tra 0.1 e 0.5. Viene definito dalla seguente relazione:

$$\nu = \frac{V_p^2 - 2 \cdot V_s^2}{2 \times (V_p^2 - V_s^2)}$$

N. Strato	Vs [m/s]	Vp [m/s]	v_Poisson
1	110,00	239,80	0,366752
2	300,00	664,20	0,371854
3	740,00	1747,00	0,390673

MODULO DI YOUNG (E)

Esprime la resistenza alla deformazione lineare di un corpo ad uno sforzo di trazione o di compressione.

$$E = V_p^2 \times \gamma \frac{(1 + \nu) \times (1 - 2\nu)}{1 - \nu} \quad (\text{espresso in MPa})$$

N. Strato	E_Young	Vp [m/s]	v_Poisson	γ_{din}
1	0,496488	239,80	0,366752	1,4446
2	4,498309	664,20	0,371854	1,7531
3	33,341583	1747,00	0,390673	2,1067

MODULO DI TAGLIO (G_0)

Misura il rapporto sforzo-deformazione nel caso di una spinta tangenziale; è funzione della velocità Vs ed esprime quindi la capacità del materiale a resistere cambiando di forma e non di volume.

$$G_0 = \frac{\gamma \times (V_s)^2}{g} \quad (\text{espresso in MPa})$$

N. Strato	Vs [m/s]	G_0 _Taglio	γ_{din}
1	110,00	0,18163	1,4446
2	300,00	1,63950	1,7531
3	740,00	11,98757	2,1067



Linea sismica andamento monte valle

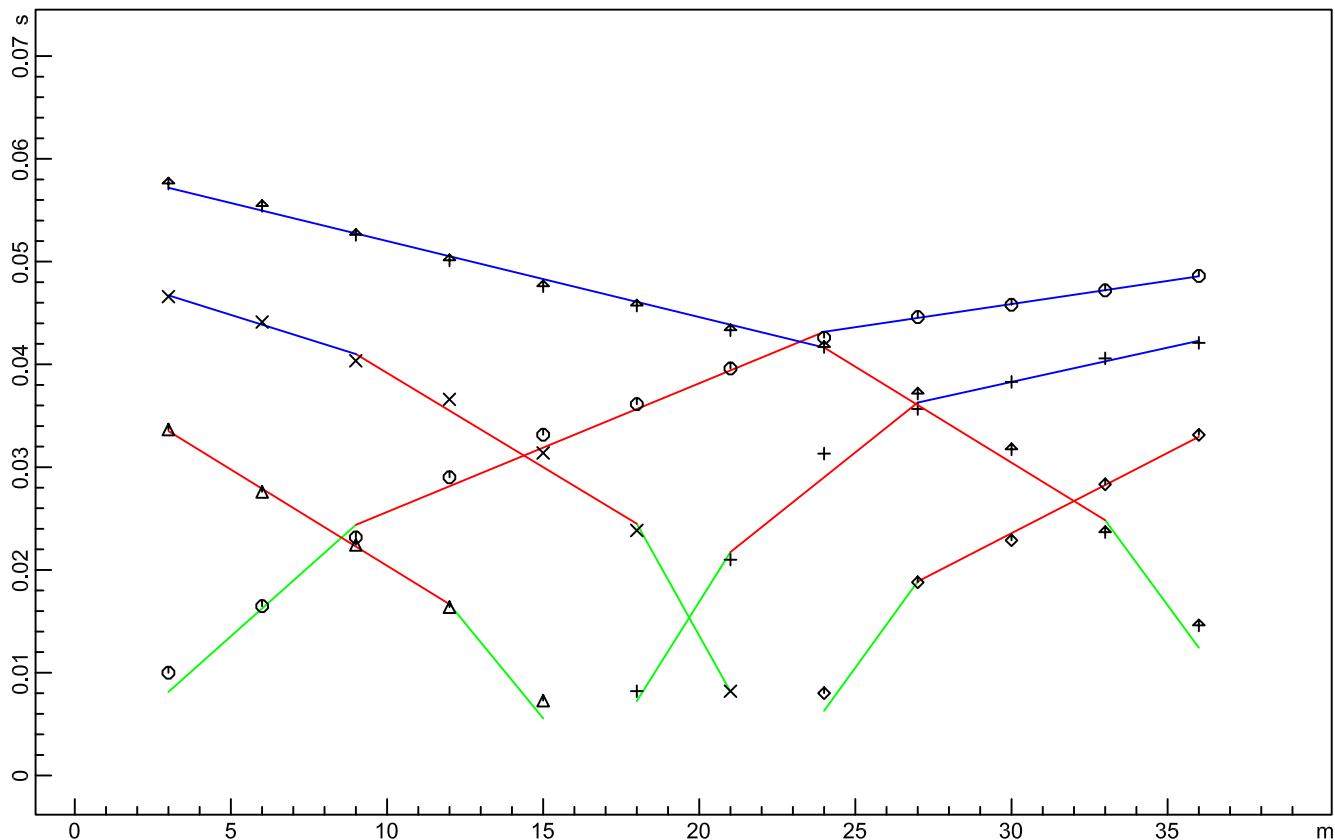
Cerreto d'Esi 30/03/2016

Il responsabile
Dr. Geol. Valeriano Bassani

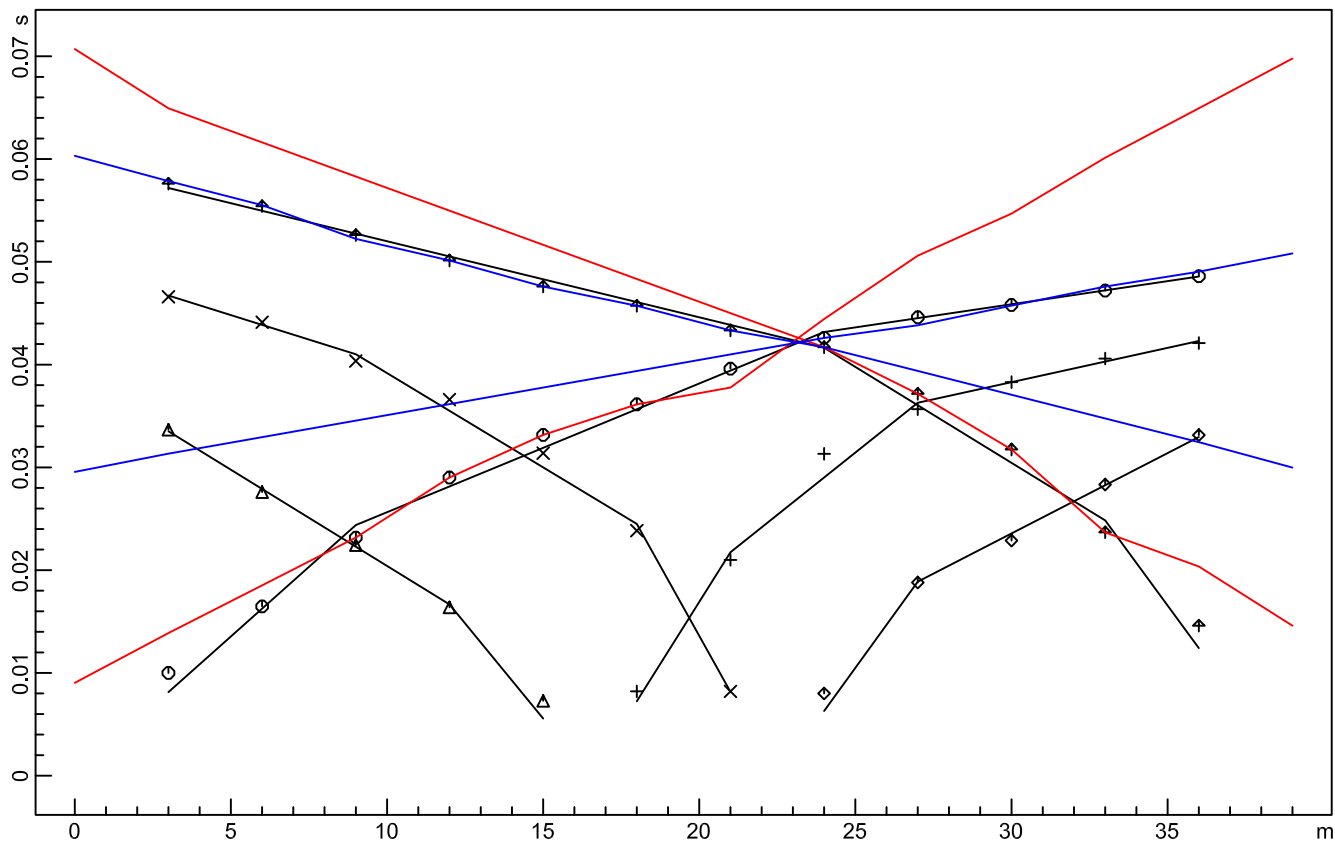
GEODRILL S.a.s
di **Bassani Valeriano & C.**
Via Roma, 14
60043 CERRETO D'ESI (AN)
Tel. e Fax 0732.678888
C.F. e P.IVA 02334920424
CCIAA AN Rea n. 179313



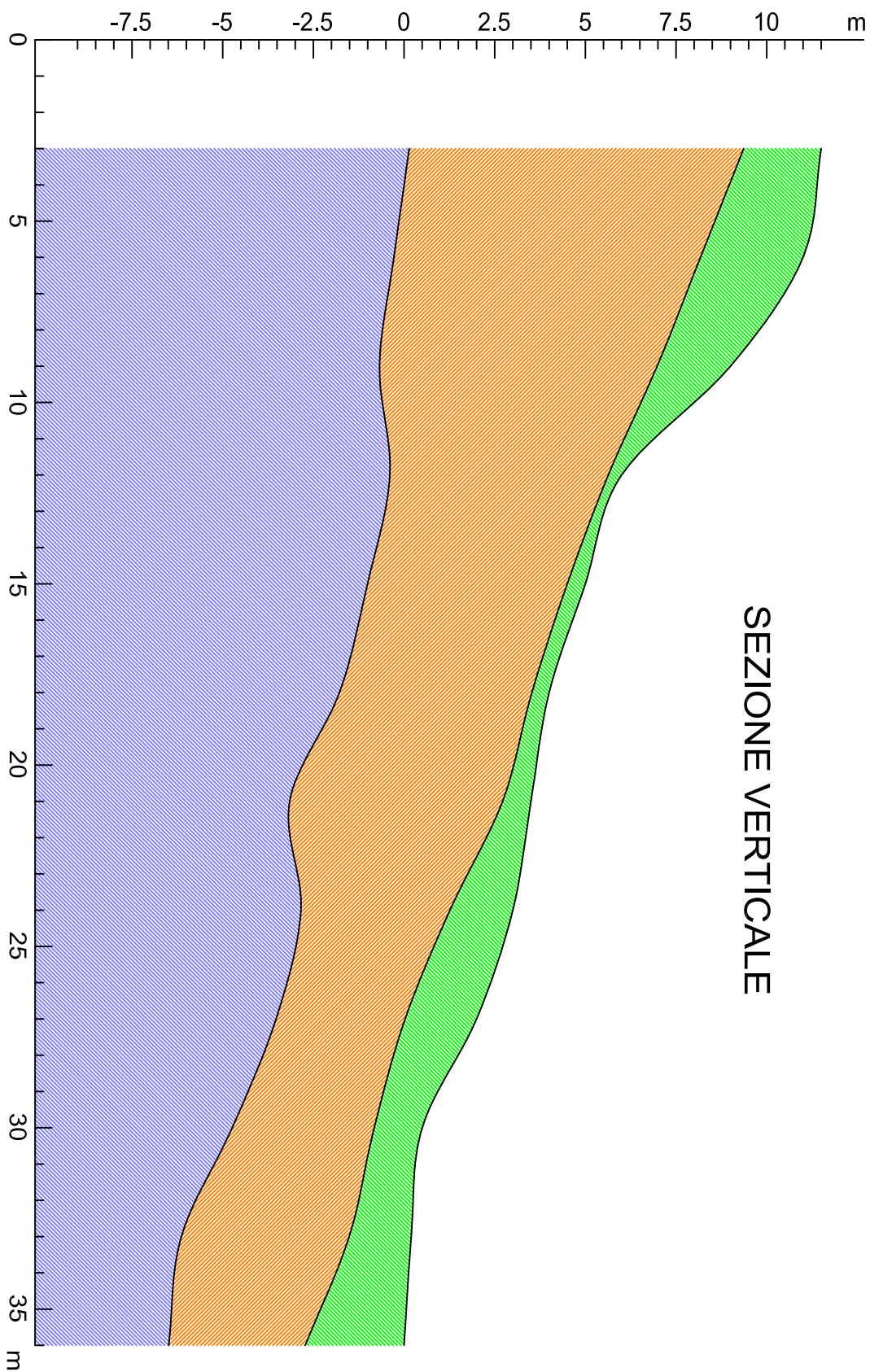
DROMOCRONE ORIGINALI

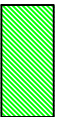


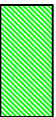




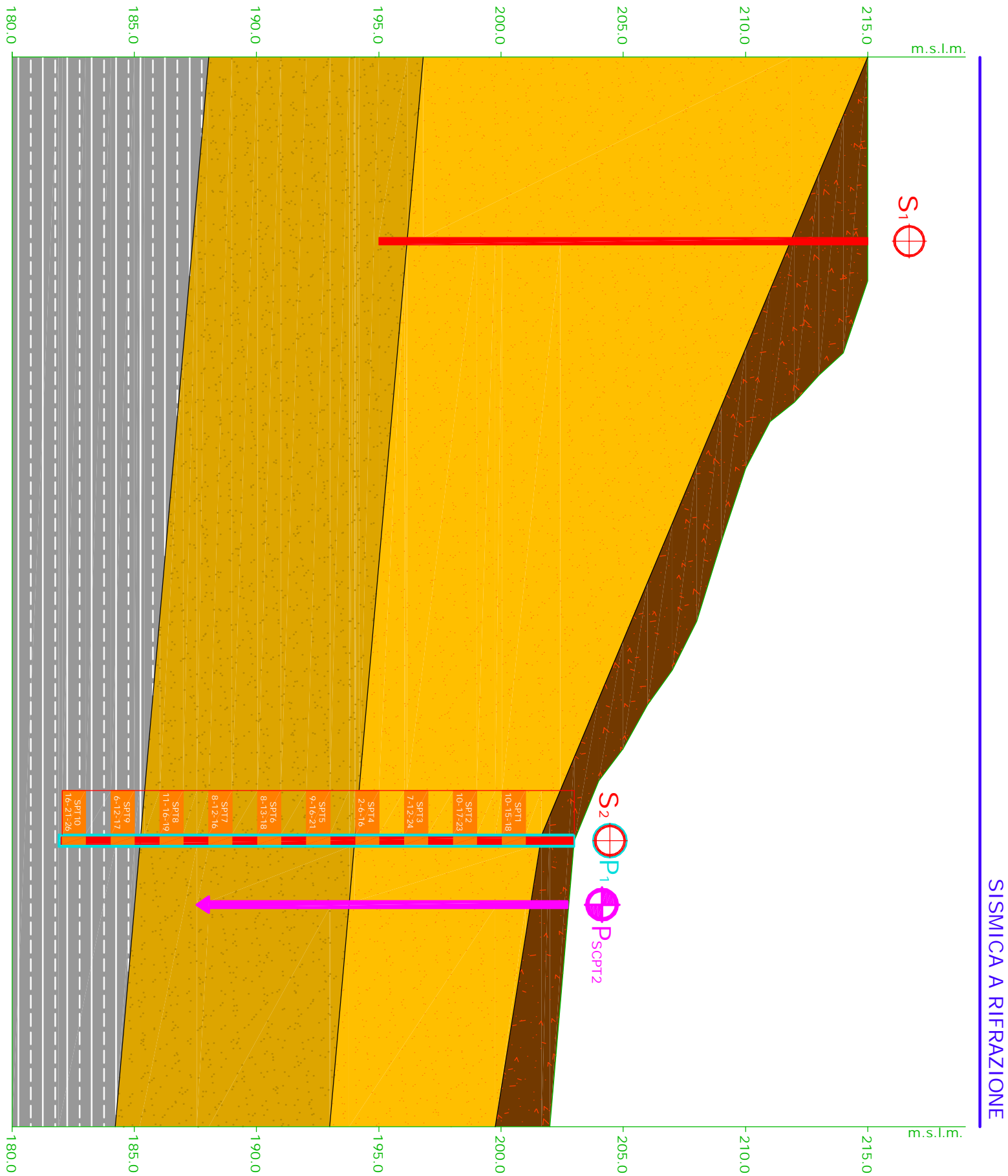
DROMOCRONE TRASLATE

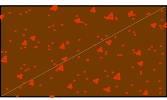
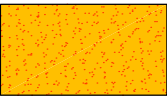
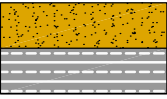


SEZIONE VERTICALE



	$V_p = 239.8 \text{ m/s}$		$V_p = 664.2 \text{ m/s}$		$V_p = 1747.0 \text{ m/s}$
	$V_s = 110 \text{ m/s}$		$V_s = 300 \text{ m/s}$		$V_s = 740 \text{ m/s}$



DESCRIZIONE				CARATTERISTICHE FISICHE E GEOTECNICHE (Valori nominali)								
Livello geotecnico	Unità	Simbologia	Natura sedimentologica	Peso di volume (t/mc)	Angolo di attrito (°)	Coesione drenata (Kg/cmq)	Coesione non drenata (Kg/cmq)	Densità Relativa Dr (%)	Numero colpi NSPT	Modulo Elastico E (Kg/cmq)	Modulo orizzontale Ko (Kg/cmq)	Velocità onde sismiche Vs (m/sec)
Livello 1	UNITA' COPERTURA		RIPORTO	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.	n.c.
Livello 2	UNITA' SUBSTRATO		Sabbia-limoso (COLTRE ELUVIALE)	2.0	32.0	-	-	45	16.9	134.5	3.44	300
Livello 3			Sabbie con argille stratificate (SUBSTRATO)	2.0	36.5	-	-	64.5	31.8	253.9	5.84	740