

MONTEFELTRO FORAGGI srl

Via Indipendenza n. 17
61028 Sassocorvaro (PU)

**IMPIANTO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA
DA FONTI RINNOVABILI (POTENZA NOMINALE 999 KWeI)
MEDIANTE UTILIZZO DI BIOGAS PRODOTTO DALLA DIGESTIONE
ANAEROBICA DI BIOMASSE DI ORIGINE AGRICOLA
SITO NEL COMUNE DI SASSOCORVARO IN VIA PIAN DI CELLE, 9**

PROCEDURA DI VERIFICA ai sensi della L.R. 7/2004 e s.m.i.

SCREENING:

RELAZIONE GEOLOGICA

ALLEGATO:

2

ELABORATO:

3

SCALA:

NOME FILE

CODICE COMMESSA

DATA PROGETTO:

A02E03RGEOLR00-MNT_SCBIO_PP

MNT_SCBIO_PP

OTTOBRE 2011

PROGETTAZIONE:



**STUDIO ASSOCIATO
LOMBARDI
SPAZZOLI
PAGLIONICO**

AZIENDA CERTIFICATA ISO 9001:2008

Via Copernico n° 99 – 47122 Forlì

Tel. 0543/795.295 Fax 0543/798.310

Email: info@studioassociatolombardi.it - www.studioassociatolombardi.it

RESPONSABILE DEL PROGETTO

DOTT. ING. ENNIO SPAZZOLI

PROCEDURA DI CONTROLLO INTERNO:

REV.	DESCRIZIONE:	REDAZIONE:	APPROVAZIONE:	VERIFICA:	DATA:
00	EMISSIONE	RM	ES	ES	OTTOBRE 2011
01					
02					
03					

Comune di Sassocorvaro
PROVINCIA DI PESARO E URBINO



Progetto:

REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO A BIOMASSA

RELAZIONE GEOLOGICA - GEOTECNICA

Il Progettista:

Committente:

Ditta Montefeltro Foraggi SRL

Il Tecnico:
Geol. Emanuele Pedini



Giugno 2011

INDICE

1	PREMESSA	4
2	INQUADRAMENTO TERRITORIALE	5
3	INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRATIGRAFICO REGIONALE	6
4	INQUADRAMENTO TETTONICO-STRUTTURALE REGIONALE	7
5	LITOLOGIA	9
6	GEOMORFOLOGIA	10
7	IDROGEOLOGIA E RETICOLO SUPERFICIALE	11
8	PERICOLOSITÀ IDROGEOLOGICA E VINCOLI ESISTENTI	14
9	CARATTERIZZAZIONE SISMICA	15
9.1	NORMATIVA VIGENTE	15
9.2	DETERMINAZIONE DELLA CATEGORIA DI SOTTOSUOLO	23
9.2.1	STRUMENTAZIONE, MODALITÀ DI ESECUZIONE ED ELABORAZIONE	26
9.2.2	DETERMINAZIONE DELLA CATEGORIA DI SUOLO DI FONDAZIONE	26
9.3	PARAMETRI SISMICI LOCALI	27
9.4	SISMICITÀ STORICA	29
10	INDAGINE GEOGNOSTICA	30
10.1	PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE DPSH	30
10.2	SONDAGGI MECCANICI A CAROTAGGIO CONTINUO	37
10.2.1.	SONDAGGIO S1	37
10.2.2.	SONDAGGIO S2	39
10.2.3.	SONDAGGIO S3	42
10.2.4.	SONDAGGIO S4	45
10.2.5.	SONDAGGIO S5	47
10.3	MODELLO GEOLOGICO	49
10.4	MODELLO GEOTECNICO	50
11	CONCLUSIONI	51

ALLEGATI

ALL. 1	Stralcio carta topografica	Scala 1:25.000
ALL. 2	Inquadramento territoriale.....	Scala 1:10.000
ALL. 3	Inquadramento territoriale.....	Scala 1:2.000
ALL. 4	Estratto catastale	Scala 1:2000
ALL. 5	Stralcio Carta Geologica.....	Scala 1:10.000
ALL. 6	Estratto P.A.I.	Scala 1: 10.000
ALL. 7	Estratto P.R.G.	
ALL. 8	Planimetria con ubicazione delle indagini in sito	
ALL. 9	Grafici prove penetrometriche dinamiche	
ALL. 10	Elaborazioni MASW	
ALL. 11	Sezioni stratigrafiche	
ALL. 12	Certificato laboratorio geotecnico	

1 PREMESSA

Il presente lavoro è stato eseguito su commissione del sig. Migiani Tiziano e per conto della Ditta Montefeltro Foraggi SRL con lo scopo di delineare la stratigrafia e le caratteristiche geologiche e geotecniche dei terreni che verranno interessati dalla realizzazione di un impianto a biomassa per la produzione di energia.

A tal fine è stato realizzato uno studio che si è articolato in più fasi:

1. Rilievo geologico – geomorfologico di campagna con lo scopo di delineare le caratteristiche geologiche e geomorfologiche dell'area di interesse;
2. Esecuzione delle indagini geofisiche MASW per la determinazione della categoria di suolo del fondazione;
3. Esecuzione di indagini in sito costituite da 6 prove penetrometriche dinamiche super pesanti DPSH e di 5 sondaggi a carotaggio continuo per determinare la stratigrafia e le caratteristiche geotecniche dei terreni interessati dalla realizzazione dell'opera;
4. Elaborazione dei dati scaturiti dalle indagini di campagna, stima dei parametri geotecnici dei terreni di fondazione.

La relazione è stata eseguita tenendo in considerazione come normativa di riferimento le Norme tecniche per le costruzioni D.M. 14 gennaio 2008 e la Circolare 2 febbraio 2009.

2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'area in oggetto, di proprietà della ditta Montefeltro Foraggi s.r.l., si trova in comune di Sassocorvaro in località Pian di Celle a pochi chilometri dal centro abitato di Caprazzino, situata ad una altezza di circa 230 m s.l.m., su un terrazzo alluvionale del III ordine che presenta un dislivello minimo di circa 13 m dall'alveo del fiume Foglia.



Fig. 2.1 - Foto aerea dell'area di studio.

Come è possibile vedere nell'Al. 4 l'area di intervento ricade nel foglio catastale N. 52 particelle 67 72.

3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRATIGRAFICO REGIONALE

L'ambiente geologico provinciale ricade nel dominio umbro - marchigiano costituito da rocce sedimentarie depositatesi in modo quasi continuo dal Trias superiore al Tortoniano su un basamento ercinico e ricoperte a loro volta da depositi quaternari. La base della sequenza sedimentaria coinvolta nella dorsale umbro - marchigiana è contraddistinta dal Calcare Massiccio il quale ha subito, nel Giurassico, una disarticolazione (tettonica distensiva) che ha generato seamounts e depressioni, ad andamento longitudinale rispetto l'Appennino, ricoperte da depositi che sono stati distinti in sequenze complete, condensate, lacunose e composte. Le successioni complete, localizzate in quelle aree a più rapida subsidenza sono costituite, dal basso verso l'alto, da Corniola, Formazione del Bosso, Calcari diasprini umbro - marchigiani. Le successioni condensate, che si rinvencono in quelle aree a debole subsidenza, sono rappresentate dalla Formazione del Bugarone. Le successioni lacunose, depositatesi sugli alti strutturali, sono caratterizzate da lacune sedimentarie variamente estese nel tempo e dipendenti da varie cause come: variazione del livello marino, locali emersioni, erosione o trasporto sottomarino. Le successioni composte si differenziano dalle altre in quanto sono costituite da successioni condensate o lacunose alle quali si sovrappongono formazioni della successione completa.

Con la fine della fase distensiva giurassica le depressioni marine tendono ad essere livellate attraverso la sedimentazione della Formazione della Maiolica sulle varie successioni giurassiche e talvolta direttamente sul Calcare massiccio del Monte Nerone o sulla Corniola.

Successivamente la sedimentazione di questa formazione si verifica un aumento dell'apporto argilloso con conseguente passaggio ad una sedimentazione marnoso - calcarea, marnosa o marnosa - argillosa che si protrarrà per tutto il Cretacico inferiore p.p. - Oligocene.

Questo periodo è caratterizzato dalla deposizione delle Marne a Furoidi, Scaglia Bianca, Scaglia Rosata, Scaglia Variegata, Scaglia Cinerea. La formazione delle Marne a Furoidi si è depositata in un bacino che presentava lievi ondulazioni come indicano le differenze di spessore e di litofacies; con la successiva sedimentazione della Scaglia le variazioni morfologiche all'interno del bacino si sono accentuate. L'oligocene è caratterizzato dall'inizio della genesi della catena appenninica mentre ancora nell'area umbro - marchigiana continua la deposizione della Scaglia Cinerea in condizioni pelagiche. Con la sedimentazione del Bisciaro e dello Schlier (depositi di natura terrigena) la morfologia del fondo marino risulta più articolata rispetto ai precedenti intervalli di tempo questo a causa dell'attività compressiva iniziata con il Miocene mentre nel dominio umbro - marchigiano (avanpaese) si delinea un'avanfossa torbida che si evolve nel tempo verso una morfologia caratterizzata da depressioni e dorsali. Durante il Tortoniano - Messiniano nel "bacino marchigiano interno", esistente sin dal Miocene inferiore - medio, si formano delle depressioni che assumono i caratteri di bacini minori tra i quali troviamo quello di Pietrarubbia - Peglio - Urbania nel quale si sono depositate in successione stratigrafica la formazione marnoso - arenacea, le arenarie di Urbania, le argille azzurre, la formazione gessoso - solfifera, le argille a colombacci, i conglomerati ed arenarie di Pietrarubbia. All'interno del "bacino marchigiano esterno" si distinguono due bacini minori che influenzano il territorio provinciale: bacino di Montecalvo in Foglia - Isola del Piano e il Bacino di Monte Luro - Monte delle Forche i quali risultano molto simili dal punto di vista deposizionale con una successione di facies marginali (Tripoli, Calcare di base, Gessi, Formazione a colombacci) e una di bacino (Tripoli, Marne bituminose, Formazione di S. Donato, Argille a colombacci). Il Pliocene inferiore e medio è rappresentato da depositi pelitici; nelle zone costiere, nel periodo successivo (Pliocene medio - Pleistocene inferiore) si ha una deposizione di orizzonti conglomeratici, sabbiosi e sabbiosi arenacei con intercalazioni argillose mentre nelle parti più interne del territorio, sempre durante lo stesso periodo, si aveva una sedimentazione arenaceo - pelitica in strati da sottili a spessi con sovrapposti corpi prevalentemente pelitico arenacei in strati sottili. Nell'area del Montefeltro è presente la colata gravitativa della Val Marecchia (alloctono), il cui cammino avvenuto da Ovest verso Est, è iniziato nell'Eocene ed è proseguito, a più riprese, dal Tortoniano al Pliocene.

Tra i terreni che costituiscono la copertura si possono distinguere gli accumuli di frana, i terreni eluviali, i depositi colluviali e detritici, i depositi alluvionali in evoluzione, recenti e terrazzati, i depositi di spiaggia emersa recenti.

4 INQUADRAMENTO TETTONICO-STRUTTURALE REGIONALE

L'attuale assetto strutturale della'area umbro-marchigiana è il risultato di una complessa storia deformativa, caratterizzata dal susseguirsi di processi tettonici differenti, ma tra loro correlati, sviluppatasi negli ultimi 15 MA.

Un primo campo di sforzi comprensivo ha avuto direzione di massima compressione SW-NE; questo campo di sforzi è migrato progressivamente verso da W verso E ed ha determinato una serie di domini strutturali che sono stati progressivamente deformati, per pieghe e sovrascorrimenti, e traslati verso E sul dominio antistante.

Il risultato di questi movimenti è che le dorsali carbonatiche umbro - marchigiane sono costituite da una associazione di pieghe concentriche e sovrascorrimenti dovuti ad una tettonica di scollamento a falde sovrascorse. Il primo livello di scollamento principale viene ubicato in corrispondenza delle Anidridi di Burano mentre livelli secondari sono stati riconosciuti in corrispondenza della Scaglia Cinerea, delle Marne a Fucoidi, del Rosso ammonitico. Queste associazioni di pieghe e sovrascorrimenti sono a loro volta dislocate da numerose faglie appartenenti a diversi sistemi che presentano un andamento non solo appenninico e antiappenninico ma anche N-S, E-O, NNO-SSE. Le anticlinali maggiori, in corrispondenza della propria culminazione assiale, presentano un nucleo formato dal Calcere Massiccio o dalle formazioni prevalentemente calcaree depositatesi nel periodo giurassico - infracretacico. In questo gruppo si trovano i rilievi montuosi dell'entroterra costituiti da formazioni carbonatiche antiche che presentano un orientamento NNO - SSE come la dorsale di Monte Nerone - Monte Catria, la dorsale di Piobbico, la dorsale di Monte Pietralata - Monte Paganuccio e la dorsale dei Monti della Cesana. Le azioni tettoniche, che si sono succedute e hanno condotto all'assetto strutturale attuale, hanno agito sulle formazioni mesozoiche comportando una fratturazione tanto più intensa quanto maggiore è la competenza della litofacies e tanto minore è la distanza dalle faglie e dalle principali dislocazioni.

Dal Pliocene ad oggi è stato attivo un campo di sforzi distensivo, coassiale al precedente, che ha dislocato le strutture compressive e determinato la formazione di graben e bacini in tramontani.

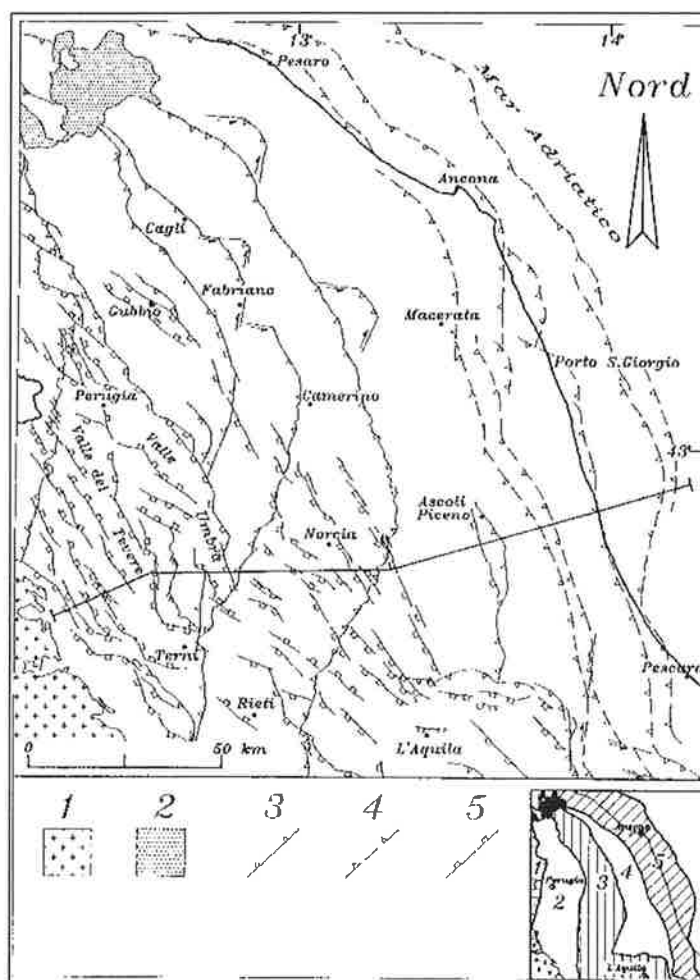
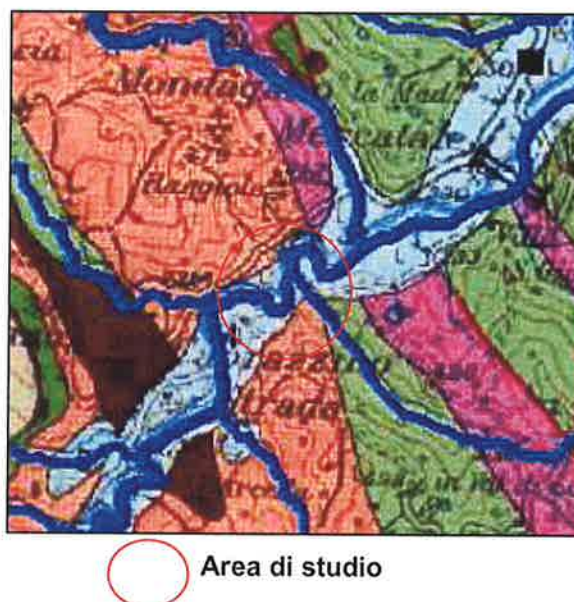


Fig. 4.1 - Carta strutturale dell'area umbro-marchigiana.

5 LITOLOGIA

Dal punto di vista geologico e litologico, l'area d'interesse è rappresentata e descritta nel Foglio 109 "Pesaro" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000 con relative Note illustrative (vedi Fig. 5.1).



SUCCESSIONE PLIO-OLIGOCENICA



Alluvioni terrazzate. Pleistocene superiore

SUCCESSIONE DEI BACINI MINORI



Depositi arenacei instrati spessi e massicci.

Messiniano Inf. - Tortoniano



Depositi arenaceo-pelitici in strati da sottili a medi.

Messiniano inf.-Tortoniano



Depositi pelitico-arenacei in strati sottili e medi. Messiniano inf-Tortoniano

SUCCESSIONE UMBRO MARCHIGIANA



SCHLIER. Marne siltose e argille siltose grigiastre con intercalazioni calcarenitiche.

Tortoniano – Langhiano p.p.

Fig. 5.1 - Stralcio della carta geologica

In particolare la formazione che si trova nell'area di studio e la cui presenza è stata confermata dal rilievo geologico è la formazione Marnoso Arenacea. Questa Formazione si trova stratigraficamente sopra lo Schlier con il quale è parzialmente eteropica.

La formazione Marnoso Arenacea può essere suddivisa in quattro membri:

1. il membro più basso è costituito da torbiditi in facies pelitico – arenacea di piana sottomarina, con intercalate torbiditi calcareo – silicatiche. Le prime sono di provenienza alpina, le seconde di provenienza occidentale.
2. il secondo membro è caratterizzato da un'associazione arenaceo – pelitica di conoide esterna e di provenienza alpina; contiene inoltre torbiditi carbonatiche (colombine), di provenienza meridionale, e torbiditi carbonatico – silicatiche di provenienza occidentale.
3. il terzo membro, eteropico con il precedente, è costituito da un'associazione pelitico – arenacea di piana sottomarina e di provenienza alpina. Le torbiditi carbonatico – silicatiche sono ancora presenti e si assottigliano verso E.
4. il quarto membro è presente nell'area immediatamente a ridosso della dorsale Umbro Marchigiana e nella parte più settentrionale del bacino Marchigiano Esterno. È caratterizzato da un'associazione pelitico – arenacea di piana sottomarina e di provenienza alpina. In questo membro mancano completamente gli apporti da altre aree di alimentazione.

6 GEOMORFOLOGIA

Le linee fondamentali dell'assetto geomorfologico sono fondamentalmente controllate dalla litologia e dalla struttura tettonica. Quest'ultima, oltre ad aver determinato il disegno di un primordiale reticolo idrografico, ha guidato successivamente con movimenti post-orogeni distensivi, basculamenti, fenomeni di subsidenza e di sollevamento, l'evoluzione morfologica di dettaglio.

Su di essa si è esercitata, spesso profondamente, anche l'influenza della litologia. Ciò ha favorito una spiccata selettività da parte delle forze erosive, con riflessi notevoli sugli aspetti del paesaggio, con il concorso di una marcata intensità dei fenomeni di alterazione superficiale e di modellamento gravitativo, in coincidenza con le frequenti variazioni climatiche nel corso del quaternario e con la presenza di forti dislivelli asimmetrici.

L'area, pressoché pianeggiante, è situata ad una altezza di circa 230 m s.l.m., su un terrazzo alluvionale del III ordine che presenta un dislivello minimo di circa 13 m. dall'alveo del fiume Foglia.

Il fiume ha un andamento meandriforme ed in particolare l'area si trova all'interno di un'ansa in sponda sinistra (lato in deposizione); sul letto del Fiume è stata realizzata una soglia che impedisce l'approfondimento del corso d'acqua che, quindi, scarica la propria energia solo sulla parete rocciosa esistente in sponda destra erodendola al piede. A poche centinaia di metri verso valle, il fiume si allarga ed entra nella piana alluvionale (sulla quale è stato costruito il paese di Mercatale) dove viene sbarrato da una diga artificiale.

7 IDROGEOLOGIA E RETICOLO SUPERFICIALE

Il sistema idrografico dell'area in esame è costituito dalla presenza di alcuni fossi senza nome, affluenti di destra del Fiume Foglia. Il fiume Foglia, che è il corso d'acqua principale della provincia di Pesaro e Urbino, si trova ad una quota di circa 13 m inferiore rispetto l'area di studio e regola il livello di base dei fossi circostanti.

Il bacino del Fiume Foglia

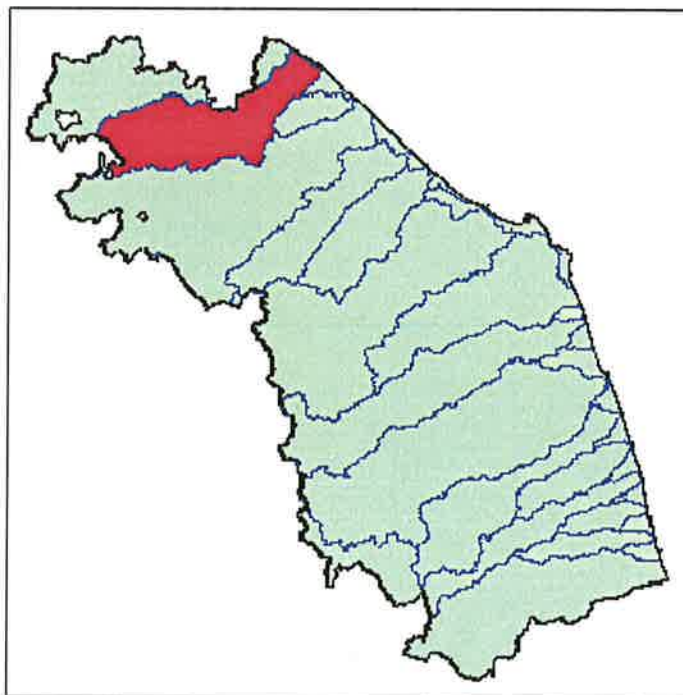


Fig. 7.1 - Bacino del Fiume Foglia

Il Fiume Foglia ha origine in Provincia di Arezzo da Monte Simoncello (1.221 m.s.m.) il suo più importante affluente è in destra, l'Apsa. Il percorso si sviluppa per 79 Km sino la città di Pesaro. Il suo bacino imbrifero misura complessivamente 628 Km², dei quali 603 costituiscono il bacino montano propriamente detto. Lungo il corso d'acqua è presente, a meno di 1 km di distanza dell'area di studio, un invaso di volume pari a 6×10^6 m³, la diga di Mercatale. Tale diga modifica l'andamento delle portate a valle e di conseguenza d'estate si hanno portate basse ed in inverno a fronte di eventi piovosi di modesta entità la diga rilascia, per vari motivi, una notevole quantità d'acqua e il fiume raggiunge lo stato di piena.

L'alto bacino del Foglia confina a Nord con l'alto bacino del Marecchia; a Sud il dislivello tra Foglia e Metauro inizia verso Monteguiduccio (409 m.s.m.) e prosegue poi per un lungo tratto sino al crinale appenninico dell'Alpe della luna.

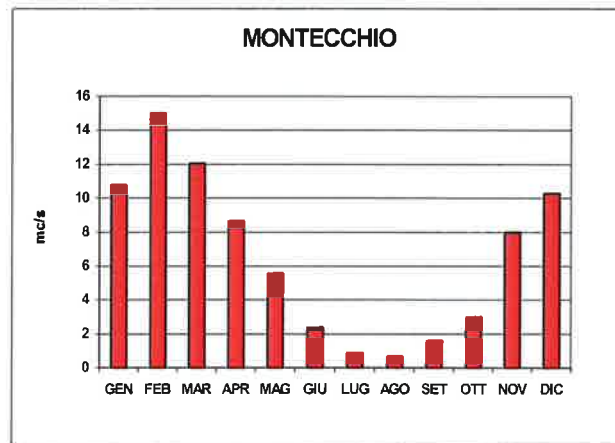
La vallata del fiume Foglia ha un andamento abbastanza regolare, con un bacino aperto nella parte alta e fortemente allungato nel tratto da Urbino al mare.

Il bacino idrografico del fiume Foglia è di formazione molto recente con grande prevalenza di terreni autoctoni.

Il regime idrologico è strettamente condizionato dall'andamento delle precipitazioni ed è tipicamente torrentizio.

Sul Foglia sono presenti due captazioni per acque destinate alla potabilizzazione: Mercatale di Sassocorvaro (43°47'00" N, 12°29'33" E) e Schieti di Urbino (43°47'15" N, 12°38'08" E).

Dall'analisi del grafico seguente, realizzato sul calcolo delle medie mensili per il periodo 1937-1965, risulta che le portate minime assolute si registrano nel mese di agosto e le massime assolute nel mese di febbraio.



Per quanto riguarda la permeabilità del bacino, nel complesso, possiamo considerarlo impermeabile e proprio per la sua impermeabilità nel periodo estivo o siccitoso il fiume riduce spaventosamente la sua portata minima.

I parametri idraulici indicano una porosità che si assesta fra valori di $K = 10^{-3} - 10^{-4}$ m/sec per il deposito in generale, e di $K = 10^{-2} - 10^{-3}$ m/sec in presenza di ghiaie, oppure nel caso di coperture limoso-argillose $K = 10^{-6} - 10^{-8}$ m/sec. La trasmissività varia, indicativamente, da $T = 10^{-1}$ a 10^{-4} m²/sec. Nei depositi alluvionali caratterizzati da variabilità composizionale, la porosità efficace assume normalmente un valore $Pe = 5\%$. L'infiltrazione totale nelle pianure dei fiumi principali, è nettamente superiore al ruscellamento. L'elevata concentrazione di insediamenti abitativi, produttivi (industriali e zootecnici) e la presenza di una agricoltura intensiva nelle pianure alluvionali, ha causato un notevole degrado qualitativo delle acque sotterranee, rendendole a volte non più utilizzabili a fini idropotabili.

La pianura alluvionale del Fiume Foglia è sede di falde acquifere importanti sia per capacità idrica che per facilità di captazione, infatti costituisce, nonostante il degrado per i fenomeni d'inquinamento (soprattutto nella parte finale delle vallate), una delle principali fonti di approvvigionamento idrico sia pubblico che privato.

Le zona, invece, del territorio pedeappenninico è generalmente meno produttiva a causa della minore permeabilità delle formazioni e della loro notevole eterogeneità verticale ed areale. Gli acquiferi hanno interesse locale e possono fornire risorse utili a ridotti centri di domanda in quanto i volumi delle risorse disponibili sono generalmente limitati.

Come è possibile vedere dalla Fig. 7.2, l'area di studio ricade nel complesso idrogeologico delle pianure alluvionali e dei depositi fluvio-lacustri e lacustri e complesso idrogeologico delle argille, argille marnose e marne argillose. Il primo complesso limitato alla zona di fondovalle è costituito principalmente da depositi alluvionali terrazzati recenti ed antichi delle pianure alluvionali, costituiti da corpi ghiaiosi, ghiaioso-sabbiosi e ghiaioso limosi, con intercalate lenti di estensione e spessore variabili, argilloso-limose e sabbioso-limose. Nella parte medio alta delle pianure gli acquiferi di subalveo sono caratterizzati da falde monostrato a superficie libera. La trasmissività dei corpi ghiaiosi e ghiaioso-sabbiosi varia da $1,5 \times 10^{-2}$ a 9×10^{-3} m²/s, la permeabilità da 7×10^{-2} a 2×10^{-3} m/s e la velocità effettiva nei depositi ghiaiosi in condizioni di moto perturbato, da 2 a 30 m/h. il secondo complesso idrogeologico è costituito da corpi argillosi che sono intercalati a diversa altezza dalla sequenza corpi arenacei, arenaceo-conglomeratici, arenaceo-pelitici, arenaceo-organogeni e conglomeratici sede di acquiferi, tipici delle colline circostanti l'area di interesse. Le argille costituiscono normalmente il substrato impermeabile degli acquiferi della pianure alluvionali

Dal complesso emergono anche sorgenti mineralizzate e solfuree. Le sorgenti salate emergono principalmente dalle Argille del Messiniano Superiore e del Pliocene inferiore e medio p.p.. Le sorgenti solfuree emergono soprattutto dalle argille Messiniane ad opera del processo di messa in soluzione li livelli evaporitici.



Il secondo piezometro è stato installato in corrispondenza del foro di sondaggio S2, qui le marne argillose sono state riscontrate alla profondità di circa 5,4 m e il livello piezometrico è stato

misurato a 4,75 m dal p.c.. Questo dimostra che la falda scorre al di sopra delle marne argillose all'interno dei terreni eluvio colluviali e ghiaiosi soprastanti.

8 PERICOLOSITÀ IDROGEOLOGICA E VINCOLI ESISTENTI

L'area di interesse, come si evince dalla seguente immagine, non interferisce con alcuna area a rischio perimetrata dall'Autorità di Bacino Regionale delle Marche.

Per quanto riguarda la pericolosità idraulica l'area si trova al di fuori del limite di esondazione, infatti, il fiume Foglia scorre incassato in una valletta con ripidi fianchi scavati direttamente nella roccia a circa 13 m al di sotto dell'area di intervento (vedi All. 6).

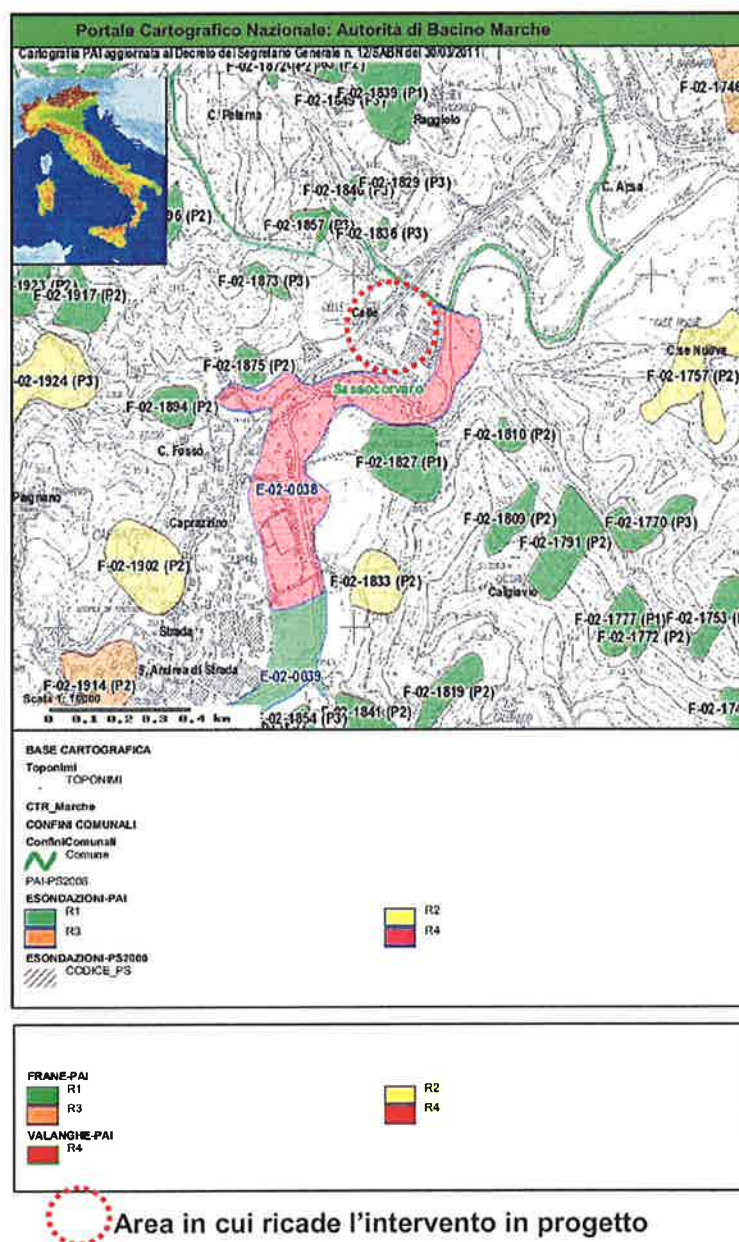


Fig. 8.1 - Perimetrazione aree a rischio frane ed esondazione (AdB delle Marche).

Il PRG, Piano Regolatore Generale del comune di Sassocorvaro (vedi All. 7), indica che la zona di studio ricade in una zona di Recupero Produttivo (r.p.) di cui all'ART. 2.37. Riguarda le zone nelle quali l'edificazione degli stabilimenti produttivi è stata effettuata in passato senza un piano urbanistico preventivo ed attualmente prive degli standards urbanistici e delle caratteristiche funzionali ed ambientali previste da P.R.G. per le zone produttive.

9 CARATTERIZZAZIONE SISMICA

9.1 Normativa vigente

Le opere oggetto di indagine interessano il territorio comunale di Sassocorvaro che appartiene alla Provincia di Pesaro e Urbino (Regione Marche).

Il comune di Sassocorvaro, come è osservabile nella sottostante immagine, ricade nella seconda categoria della zonazione sismica (Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 – Delibera della Giunta Regionale n. 1046 del 29 Luglio 2003).

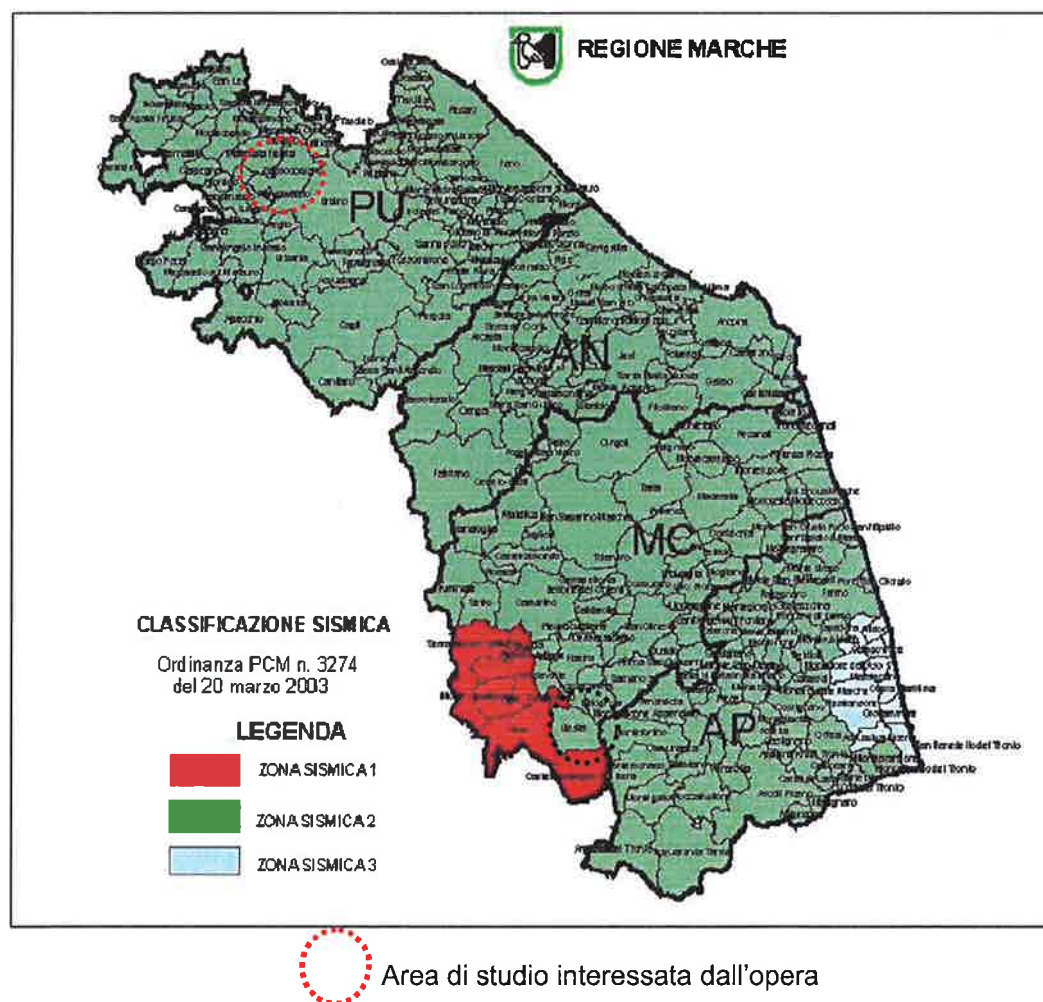


Fig. 9.1 - Classificazione sismica della Regione Marche in base all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 – Delibera della Giunta Regionale n. 1046 del 29 Luglio 2003.

Si ricorda che nella classificazione definita dai decreti emessi fino al 1984 la sismicità è definita attraverso il «grado di sismicità» S.

Nella proposta di riclassificazione del GdL del 1998 si utilizzano 3 categorie sismiche più una categoria di comuni non classificati (N.C.).

Nella classificazione 2003 la sismicità è definita mediante 4 zone, numerate da 1 a 4.

La corrispondenza fra queste diverse definizioni è riportata di seguito:

Questo allegato	Decreti fino al 1984	GdL 1998	Classificazione 2003
1	S = 12	prima categoria	zona 1
2	S = 9	seconda categoria	zona 2
3	S = 6	terza categoria	zona 3
4	non classificato	n.c.	zona 4

Sulla base di tali delibere, il comune di Sassocorvaro in cui ricade l'area di studio, è stato classificato come evidenziato nella tabella sottostante.

Comune	Categoria secondo il decreto MLP (1984)	Categoria secondo la proposta del GDL (1998)	Zona ai sensi dell'Ordinanza n. 3274 e ai sensi della Deliberazione della Giunta Regionale n. 1046 (2003)	Zona sismica 2006
Sassocorvaro U 11041059 (PU)	S=9	II	2	2

Tab. 9.1 - Classificazione sismica del comune di Sassocorvaro.

Dalla tabella si può osservare come il comune di Sassocorvaro sia caratterizzato da un rischio sismico pari a 2, ad indicare una sismicità dell'area in studio tendenzialmente elevata.

La zona sismica "2" è individuata secondo valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo (a_g), con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, secondo lo schema riportato nella seguente tabella.

ZONA	ACCELERAZIONE ORIZZONTALE CON PROBABILITA' DI SUPERAMENTO PARI AL 10% IN 50 ANNI (a_g/g)	ACCELERAZIONE ORIZZONTALE DI ANCORAGGIO DELLO SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO (NORME TECNICHE) (a_g/g)
1	> 0,25	0,35
2	0,15-0,25	0,25
3	0,05-0,15	0,15
4	< 0,05	0,05

Tab. 9.2 - Valori di accelerazione orizzontale.

Tale criterio ha individuato, come detto, una prima, provvisoria, classificazione del territorio nazionale suscettibile di modifiche limitate da parte delle regioni e prevede un aggiornamento periodico delle mappe di classificazione sismica.

La nuova mappa di pericolosità sismica predisposta dall'I.N.G.V. suddivide il territorio nazionale in aree caratterizzate da diversa pericolosità.

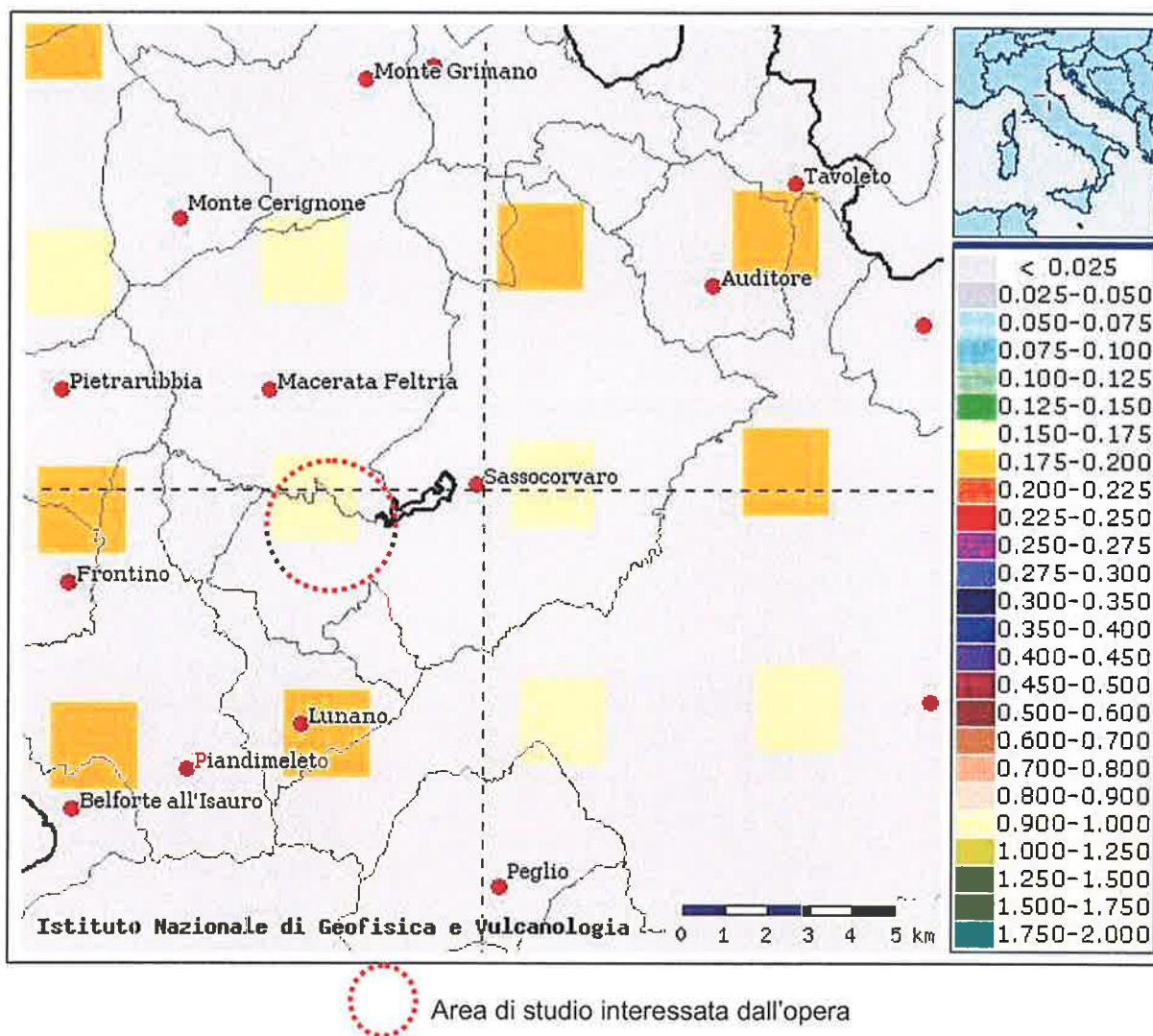


Fig. 9.2 - Mappa di pericolosità sismica del territorio in cui ricade l'opera in progetto (tratto da INGV).

Come si può notare dalla fig. 9.2, l'opera in progetto interesserà terreni che presentano un'accelerazione massima del suolo che varia da **0,150-0,175g**.

Quest'ultima classificazione ha rappresentato il punto di partenza per la definizione delle attuali **NTC (2008)**.

Le azioni di progetto si ricavano, ai sensi delle NTC, dalle accelerazioni a_g e dalle relative forme spettrali.

Le forme spettrali previste dalle NTC sono definite, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione dei tre parametri:

- a_g accelerazione orizzontale massima del terreno;
- F_o 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 ciascun nodo del reticolo di riferimento e per ciascuno dei periodi di ritorno T_R considerati dalla pericolosità sismica, i tre parametri si ricavano riferendosi ai valori corrispondenti al 50esimo percentile ed attribuendo a:

- a_g il valore previsto dalla pericolosità sismica,
- F_o e T^*_C i valori ottenuti imponendo che le forme spettrali in accelerazione, velocità e spostamento previste dalle NTC scartino al minimo dalle corrispondenti forme spettrali previste dalla pericolosità sismica (la condizione di minimo è imposta operando ai minimi quadrati, su spettri di risposta normalizzati ad uno, per ciascun sito e ciascun periodo di ritorno).

Le forme spettrali previste dalle NTC sono caratterizzate da prescelte probabilità di superamento e vite di riferimento. A tal fine occorre fissare:

- la vita di riferimento V_R della costruzione,
- le probabilità di superamento nella vita di riferimento P_{VR} associate a ciascuno degli stati limite considerati,

per individuare infine, a partire dai dati di pericolosità sismica disponibili, le corrispondenti azioni sismiche.

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate, dunque, in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U :

$$V_R = V_N \cdot C_U$$

La vita nominale di un'opera strutturale V_N è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata.

La vita nominale dei diversi tipi di opere è quella riportata nella sottostante tabella e deve essere precisata nei documenti di progetto.

TIPI DI COSTRUZIONE		Vita Nominale V_N (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva ¹	≤ 10
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	≥ 50
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100

Il valore del coefficiente d'uso C_U è definito, al variare della classe d'uso, come mostrato nella sottostante tabella:

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

Se $V_R \leq 35$ anni si pone comunque $V_R = 35$ anni.

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite:

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e ad impianti di produzione di energia elettrica.

Nei confronti delle azioni sismiche gli stati limite, sia di esercizio che ultimi, sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti.

Gli stati limite di esercizio sono:

- Stato Limite di Operatività (SLO): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;
- Stato Limite di Danno (SLD): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidità nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Gli stati limite ultimi sono:

- Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV): a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;
- Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC): a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportate nella successiva tabella:

Stati Limite		P_{VR} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Qualora la protezione nei confronti degli stati limite di esercizio sia di prioritaria importanza, i valori di P_{VR} forniti in tabella devono essere ridotti in funzione del grado di protezione che si vuole raggiungere.

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi. In assenza di tali analisi, per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento:

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

Fatta salva la necessità della caratterizzazione geotecnica dei terreni nel volume significativo, ai fini della identificazione della categoria di sottosuolo, la classificazione si effettua in base ai valori della velocità equivalente $V_{s,30}$ di propagazione delle onde di taglio (definita successivamente) entro i primi 30 m di profondità. Per le fondazioni superficiali, tale profondità è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.

Per queste cinque categorie di sottosuolo, le azioni sismiche sono definite al capitolo 3.2.3 delle NTC.

Per sottosuoli appartenenti alle ulteriori categorie S1 ed S2 di seguito indicate, è necessario predisporre specifiche analisi per la definizione delle azioni sismiche, particolarmente nei casi in

cui la presenza di terreni suscettibili di liquefazione e/o di argille d'elevata sensitività possa comportare fenomeni di collasso del terreno.

Categoria	Descrizione
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

La velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,30}$ è definita dall'espressione:

$$V_{s,30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{s,i}}} \text{ [m/s]}.$$

La resistenza penetrometrica dinamica equivalente $N_{SPT,30}$ è definita dall'espressione:

$$N_{SPT,30} = \frac{\sum_{i=1,M} h_i}{\sum_{i=1,M} \frac{h_i}{N_{SPT,i}}}.$$

La resistenza non drenata equivalente $C_{u,30}$ è definita dall'espressione:

$$C_{u,30} = \frac{\sum_{i=1,K} h_i}{\sum_{i=1,K} \frac{h_i}{C_{u,i}}}.$$

Nelle precedenti espressioni si indica con:

- h_i spessore (in metri) dell'i-esimo strato compreso nei primi 30 m di profondità;
- $V_{s,i}$ velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;
- $N_{SPT,i}$ numero di colpi NSPT nell'i-esimo strato;
- $C_{u,i}$ resistenza non drenata nell'i-esimo strato;
- N numero di strati compresi nei primi 30 m di profondità;
- M numero di strati di terreni a grana grossa compresi nei primi 30 m di profondità;
- K numero di strati di terreni a grana fina compresi nei primi 30 m di profondità.

In riferimento alle condizioni topografiche si può affermare che per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione:

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 $i > 30^\circ$

L'area in oggetto ricade nella **categoria T1**.

Le sopraesposte categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.

La verifica dei parametri sismici di riferimento è stata eseguita in corrispondenza dell'area di intervento tenendo conto dei coefficienti di amplificazione stratigrafica S_s e amplificazione topografica S_T secondo quanto riportato nelle seguenti tabelle:

Categoria sottosuolo	S_s	C_c
A	1.00	1.00
B	$1.00 \leq 1.40 - 0.40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1.20$	$1.10 \cdot (T_C^*)^{-0.20}$
C	$1.00 \leq 1.70 - 0.60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1.50$	$1.05 \cdot (T_C^*)^{-0.33}$
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	$1.00 \leq 2.00 - 1.10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1.60$	$1.15 \cdot (T_C^*)^{-0.40}$

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 del rilievo	1.2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1.4

9.2 Determinazione della categoria di sottosuolo

Per la definizione della categoria sismica dei terreni per il calcolo dell'azione sismica di progetto, in ottemperanza alle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M.14 gennaio 2008 integrato con la circ. 02/02/09 N° 617 C.S. LL.PP, sono stati realizzati due profili MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) per la determinazione del parametro V_{s30} .

I risultati dell'indagine vengono di seguito illustrati e commentati.

Il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una tecnica di indagine non invasiva che individua il profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s , basandosi sulla misura delle onde superficiali in corrispondenza dei geofoni posti lungo uno stendimento. Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che viaggiano con una velocità correlata alla rigidità della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde. In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive, cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase e velocità di gruppo (Achenbach, J.D., 1999, Aki, K. and Richards, P.G., 1980) o, detto in maniera equivalente, la velocità di fase (o di gruppo) apparente delle onde di Rayleigh dipende dalla frequenza di propagazione. La natura dispersiva delle onde superficiali è correlabile al fatto che onde ad alta frequenza con lunghezza d'onda corta si propagano negli strati più superficiali, mentre le onde a bassa frequenza raggiungono gli strati più profondi.

La metodologia MASW non è influenzata dai fenomeni di inversione di velocità (strati soffici compresi tra strati più rigidi) o presenza di falde acquifere superficiali consentendo di individuare il profilo di velocità V_s anche in presenza di contrasti di rigidità tra gli strati del suolo. Considerando un semispazio elastico, omogeneo ed isotropo, si dimostra che la velocità di propagazione delle onde di Rayleigh è indipendente dalla frequenza e che il moto indotto dalla propagazione si smorza rapidamente con la profondità sino ad estinguersi ad una profondità circa pari ad una lunghezza d'onda. Ciò vuol dire che la profondità raggiunta dipende dalla lunghezza d'onda, e che, a diverse lunghezze d'onda corrisponde la stessa velocità di fase (V_R).

In un mezzo verticalmente eterogeneo, costituito cioè da strati con proprietà meccaniche differenti, il comportamento delle onde superficiali avviene con diversa modalità. La propagazione delle onde presenta un comportamento dispersivo (a frequenze diverse corrispondono diverse velocità di fase).

Quindi, nel caso di mezzo eterogeneo, le onde superficiali non hanno una singola velocità, ma una velocità di fase che è funzione della frequenza: tale fenomeno, dipendente dalla distribuzione spaziale delle proprietà sismiche del sottosuolo è noto come dispersione geometrica e la relazione che lega la frequenza alla velocità di fase prende il nome di curva di dispersione. Alle alte frequenze, la velocità di fase coincide con la velocità delle onde di Rayleigh dello strato più superficiale, mentre, alle basse frequenze, l'effetto degli strati più profondi diventa importante, e la velocità di fase tende asintoticamente alla velocità dello strato più profondo come se questo fosse esteso infinitamente in profondità. La curva di dispersione gioca un ruolo centrale nell'utilizzo delle onde di Rayleigh ai fini della caratterizzazione dei terreni, infatti, è funzione delle caratteristiche di rigidità del mezzo e, posto di riuscire a misurarla sperimentalmente, può essere utilizzata per un processo inverso avente come obiettivo la stima delle caratteristiche di rigidità stesse.

La propagazione delle onde di Rayleigh in un mezzo verticalmente eterogeneo è un fenomeno multimodale: data una determinata stratigrafia, in corrispondenza di una certa frequenza, possono esistere diverse lunghezze d'onda. Di conseguenza, ad una determinata frequenza possono corrispondere diverse velocità di fase, ad ognuna delle quali corrisponde un modo di propagazione, e differenti modi di vibrazione possono esibirsi simultaneamente.

La curva di dispersione ottenuta elaborando i dati derivanti dalle indagini sismiche col metodo SWM è una curva apparente, derivante dalla sovrapposizione delle curve relative ai vari modi di vibrazione, e che per i limiti indotti dal campionamento non necessariamente coincide con singoli modi nei diversi intervalli di frequenza campionati.

Il processo di caratterizzazione basato sul metodo delle onde superficiali, schematizzato nelle figure sottostanti, può essere suddiviso in tre fasi: 1) Acquisizione (Figura 9.3); 2) Processing (Figura 9.4); 3) Inversione (Figura 9.5).

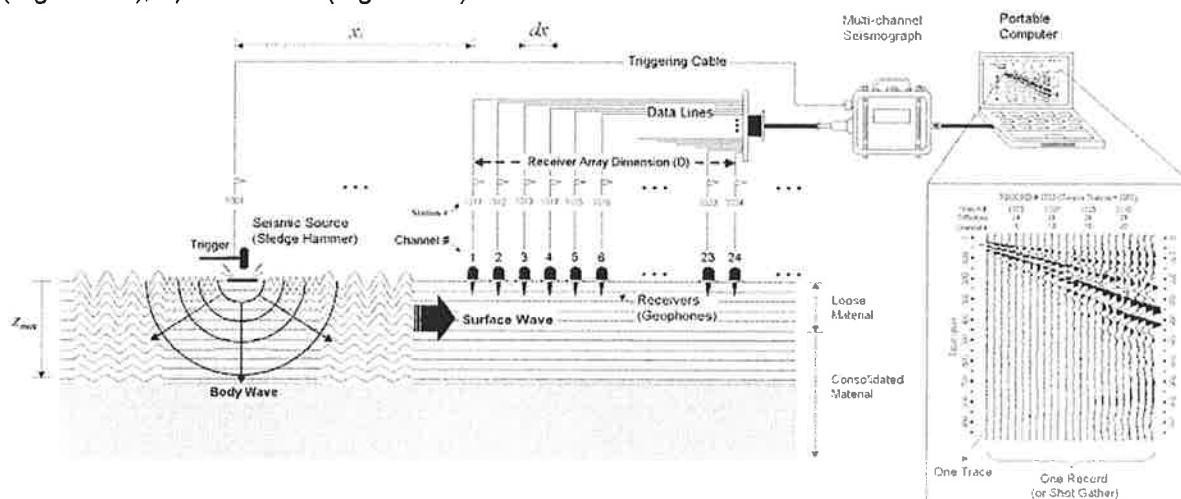


Fig. 9.3 - Schema di acquisizione dati MASW

I dati acquisiti vengono sottoposti ad una fase di processing che consente di stimare la curva di dispersione caratteristica del sito in oggetto ovvero, la velocità di fase delle onde di Rayleigh in funzione della.

Esistono diverse tecniche di processing per estrarre dai sismogrammi le caratteristiche dispersive del sito. La metodologia più diffusa è l'analisi spettrale in dominio f-k (frequenza numero d'onda).

I dati sismici registrati vengono sottoposti ad una doppia trasformata di Fourier che consente di passare dal dominio x-t (spazio tempo) al dominio f-k. Lo spettro f-k del segnale consente di ottenere una curva di dispersione per le onde di Rayleigh, nell'ipotesi che nell'intervallo di frequenze analizzato le onde che si propagano con il maggiore contenuto di energia siano proprio le onde di Rayleigh, e se le caratteristiche del sito sono tali da consentire la propagazione delle onde superficiali e un comportamento dispersivo delle stesse.

Si dimostra infatti che la velocità delle onde di Rayleigh è associata ai massimi dello spettro f-k; si può ottenere facilmente una curva di dispersione individuando ad ogni frequenza il picco spettrale, al quale è associato un numero d'onda k e quindi una velocità delle onde di Rayleigh V_R , determinabile in base alla teoria delle onde dalla relazione:

$$V_R(f) = 2\pi f/k$$

Riportando le coppie di valori (V_R, f) in un grafico, si ottiene la curva di dispersione utilizzabile nella successiva fase di inversione (Figura 9.4). La fase di inversione deve essere preceduta da una parametrizzazione del sottosuolo, che viene di norma schematizzato come un mezzo visco-elastico a strati piano-paralleli, omogenei ed isotropi, nel quale l'eterogeneità è rappresentata dalla differenziazione delle caratteristiche meccaniche degli strati.

Il processo di inversione è iterativo: a partire da un profilo di primo tentativo, costruito sulla base di metodi semplificati, ed eventualmente delle informazioni note a priori riguardo la stratigrafia, il problema diretto viene risolto iterativamente variando i parametri che definiscono il modello. Il processo termina quando viene individuato quel set di parametri di modello che minimizza la differenza fra il set di dati sperimentali (curva di dispersione misurata) e il set di dati calcolati (curva di dispersione sintetica).

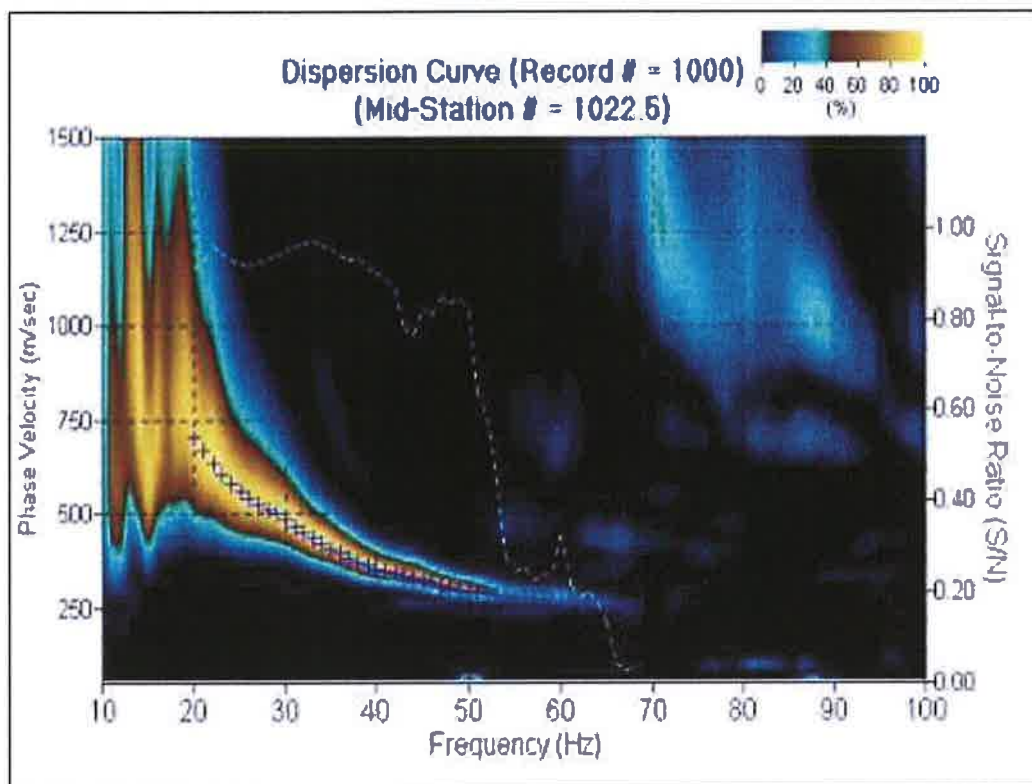


Fig. 9.4 - Curva di dispersione della velocità V_s in funzione della frequenza e della velocità di fase

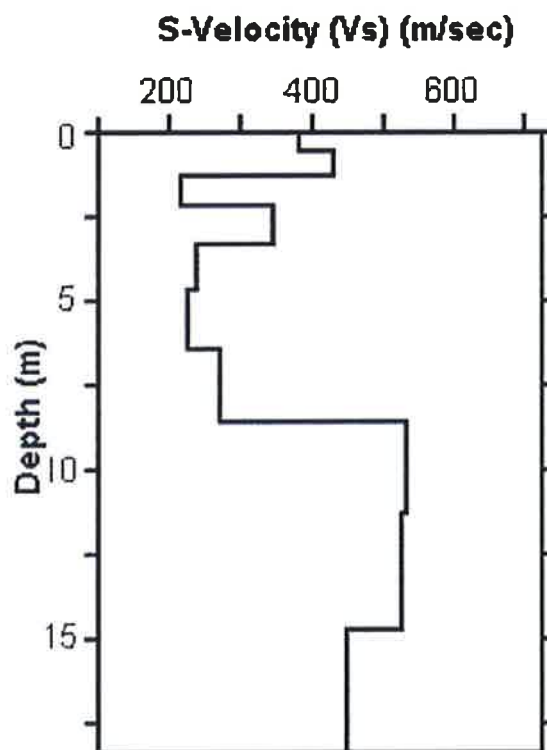


Fig. 9.5 - Modello di propagazione delle velocità delle onde V_s

9.2.1 Strumentazione, modalità di esecuzione ed elaborazione

La strumentazione utilizzata è costituita da: un acquisitore a 24 canali della Seismic Source (DAQLink III System – 24 bit Acquisition System) 24 geofoni a frequenza di 4,5 Hz, una mazza battente per la generazione dell'impulso sismico da 8 Kg.

L'indagine MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è stata effettuata realizzando uno stendimento lineare di 46 m di lunghezza con 24 geofoni a 4.5 Hz equidistanziati di 2 m.

Per l'acquisizione dei dati sono state effettuate energizzazioni disposte a varie distanze dal geofono più vicino. Per ogni punto di energizzazione sono stati generati 3 impulsi sismici.

I dati sono stati elaborati con il software Surfseis V. 2.05 (Kansas University, USA), che analizza la curva di dispersione sperimentale per le onde di Rayleigh. L'inversione numerica della curva, secondo un processo iterativo ai minimi quadrati, consente di ottenere un profilo di velocità delle onde di taglio nel sottosuolo.

9.2.2 Determinazione della categoria di suolo di fondazione

Per la definizione dell'azione sismica di progetto ai sensi del nuovo D.M.14 gennaio 2008 integrato con la circ. 02/02/09 N°617 C.S. LL.PP (Norme Tecniche per le Costruzioni), la velocità media di propagazione delle onde di taglio V_s nei primi 30 m di profondità, è calcolata con la seguente espressione

$$V_{s,30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{s,i}}} \quad [\text{m/s}].$$

nella quale il valore V_{s30} è riferito al piano di posa della fondazione. Nel caso in esame considerando per semplicità l'intervallo di profondità di 30 m riferito al piano campagna, si ottiene, sostituendo:

Profilo 1 $V_{s30} = 595 \text{ m/sec}$

Profilo 2 $V_{s30} = 674 \text{ m/sec}$

valori che identificano la categoria di appartenenza dei terreni in: **Categoria B**, corrispondente a "Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti,.....".

9.3 Parametri sismici locali

Tipo di elaborazione: Fondazioni

Sito in esame.

latitudine: 43,773652
 longitudine: 12,468549
 Classe: 2
 Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 20076	Lat: 43,7803Lon: 12,4515	Distanza: 1559,201
Sito 2 ID: 20077	Lat: 43,7809Lon: 12,5207	Distanza: 4264,465
Sito 3 ID: 20299	Lat: 43,7309Lon: 12,5215	Distanza: 6375,955
Sito 4 ID: 20298	Lat: 43,7303Lon: 12,4524	Distanza: 4994,102

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: **B**
 Categoria topografica: **T1**
 Periodo di riferimento: 50anni
 Coefficiente cu: 1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %
 Tr: 30 [anni]
 ag: 0,058 g
 Fo: 2,469
 Tc*: 0,269 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %
 Tr: 50 [anni]
 ag: 0,073 g
 Fo: 2,444
 Tc*: 0,283 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %
 Tr: 475 [anni]
 ag: 0,178 g
 Fo: 2,439
 Tc*: 0,326 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %
 Tr: 975 [anni]
 ag: 0,230 g
 Fo: 2,474
 Tc*: 0,331 [s]

Coefficienti Sismici

SLO:

Ss: 1,200
Cc: 1,430
St: 1,000
Kh: 0,014
Kv: 0,007
Amax: 0,681
Beta: 0,200

SLD:

Ss: 1,200
Cc: 1,420
St: 1,000
Kh: 0,018
Kv: 0,009
Amax: 0,858
Beta: 0,200

SLV:

Ss: 1,200
Cc: 1,380
St: 1,000
Kh: 0,051
Kv: 0,026
Amax: 2,092
Beta: 0,240

SLC:

Ss: 1,170
Cc: 1,370
St: 1,000
Kh: 0,075
Kv: 0,038
Amax: 2,640
Beta: 0,280

Le coordinate sono in ED50

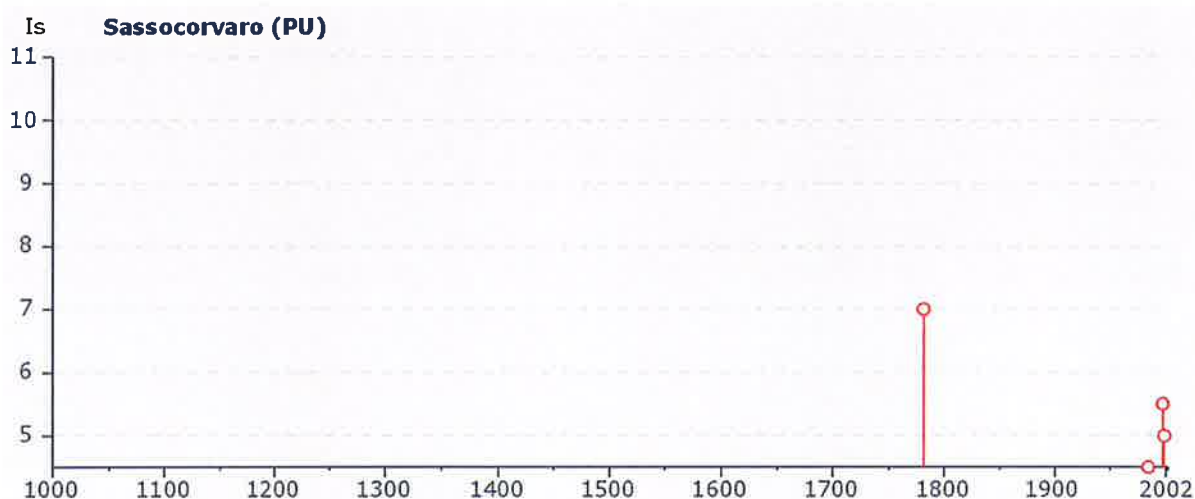
9.4 Sismicità storica

Per evidenziare il risentimento nell'area in studio, dei terremoti avvenuti in passato, è stata inoltre ricostruita la storia sismica del comune di Sassocorvaro. I dati sono stati tratti dal database disponibile sul web "DBMI04", un database di osservazioni macrosismiche di terremoti di area italiana (a cura di Stucchi M. et al., 2007), che contiene i dati macrosismici provenienti da studi INGV e di altri enti, che sono stati utilizzati per la compilazione del catalogo parametrico CPTI04.

Storia sismica di Sassocorvaro (PU) [43.780, 12.496]

Osservazioni disponibili: 6

Effetti	In occasione del terremoto:								
Is	Anno	Me	Gi	Or	Mi	Se	AE	Io	Mw
7	1781	06	03				CAGLIESE	9-10	6.23
2-3	1980	11	23	18	34	52	Irpinia-Basilicata	10	6.89
4-5	1984	04	29	05	02	59	GUBBIO-VALFABBRICA	7	5.68
4	1987	07	05	13	12	36	VALMARECCHIA	6	4.65
5-6	1997	09	26	09	40	25	Appennino umbro-march	8-9	6.05
5	1998	03	26	16	26	17	Appennino umbro-march	6	5.33



10 INDAGINE GEOGNOSTICA

Per determinare le caratteristiche geologiche e geotecniche dei terreni interessati dalla realizzazione dell'impianto, è stata condotta un'indagine geologica/geotecnica costituita da:

- Esecuzione di N 6 prove penetrometriche dinamiche super pesanti DPSH;
- Esecuzione di N 5 sondaggi geognostici a carotaggio continuo;
- Indagine geofisica MASW per la determinazione delle V_{s30} .

10.1 Prove penetrometriche dinamiche DPSH

Le prove penetrometriche sono state eseguite nel mese di maggio 2011 mediante l'utilizzo di un Penetrometro Dinamico di tipo : TG 63-200 ISM.C che presenta le seguenti caratteristiche tecniche:

CARATTERISTICHE TECNICHE : TG 63-200 ISM.C

PESO MASSA BATTENTE $M = 63,50 \text{ kg}$

ALTEZZA CADUTA LIBERA $H = 0,75 \text{ m}$

PESO SISTEMA BATTUTA $M_s = 0,63 \text{ kg}$

DIAMETRO PUNTA CONICA $D = 51,00 \text{ mm}$

AREA BASE PUNTA CONICA $A = 20,43 \text{ cm}^2$

ANGOLO APERTURA PUNTA $\alpha = 90^\circ$

LUNGHEZZA DELLE ASTE $L_a = 1,00 \text{ m}$

PESO ASTE PER METRO $M_a = 6,31 \text{ kg}$

PROF. GIUNZIONE 1ª ASTA $P_1 = 0,40 \text{ m}$

AVANZAMENTO PUNTA $d = 0,20 \text{ m}$

NUMERO DI COLPI PUNTA $N = N(20)$ □ Relativo ad un avanzamento di 20 cm

RIVESTIMENTO / FANGHI NO

ENERGIA SPECIFICA x COLPO $Q = (MH)/(Ad) = 11,66 \text{ kg/cm}^2$ (prova SPT : $Q_{spt} = 7.83 \text{ kg/cm}^2$)

COEFF.TEORICO DI ENERGIA $bt = Q/Q_{spt} = 1,489$ (teoricamente : $N_{spt} = bt N$)

Valutazione resistenza dinamica alla punta R_{pd} [funzione del numero di colpi N] (FORMULA OLANDESE) :

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

R_{pd} = resistenza dinamica punta [area A]

M = peso massa battente (altezza caduta H)

e = infissione per colpo = d / N

P = peso totale aste e sistema battuta

• Prova penetrometrica dinamica DPSH N1



Fig. 10.1 - Postazione prova dinamica N. 1.

La prova penetrometrica dinamica N1 è stata spinta fino al raggiungimento del rifiuto, cioè fino alla profondità di 4,20 m . Di seguito vengono riassunte le profondità e il numero di colpi registrato.

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0,20	14	0,805	11,61	14,43	580,37	721,29
0,40	36	0,701	26,00	37,09	1299,75	1854,75
0,60	29	0,747	20,49	27,43	1024,34	1371,26
0,80	8	0,843	6,38	7,57	319,02	378,28
1,00	4	0,840	3,18	3,78	158,83	189,14
1,20	3	0,836	2,37	2,84	118,63	141,85
1,40	2	0,833	1,58	1,89	78,76	94,57
1,60	2	0,830	1,45	1,75	72,49	87,39
1,80	2	0,826	1,44	1,75	72,21	87,39
2,00	3	0,823	2,16	2,62	107,90	131,08
2,20	3	0,820	2,15	2,62	107,50	131,08
2,40	3	0,817	2,14	2,62	107,11	131,08
2,60	5	0,814	3,31	4,06	165,32	203,04
2,80	13	0,761	8,04	10,56	401,96	527,90
3,00	16	0,759	9,86	12,99	492,93	649,72
3,20	19	0,756	11,67	15,43	583,29	771,55
3,40	15	0,753	9,18	12,18	458,91	609,12
3,60	18	0,751	10,25	13,65	512,65	682,74
3,80	37	0,648	18,20	28,07	909,98	1403,40
4,00	49	0,596	22,15	37,17	1107,74	1858,56
4,20	57	0,594	25,67	43,24	1283,57	2162,00

Tab. 10.1 Tabella numero dei colpi e resistenza all'avanzamento

• Prova penetrometrica dinamica DPSH N2



Fig. 10.2 - Postazione prova dinamica N. 2.

La prova penetrometrica dinamica N2 è stata spinta fino al raggiungimento del rifiuto, cioè fino alla profondità di 3,60 m dove molto probabilmente un trovante ha impedito l'avanzamento della prova . Di seguito vengono riassunte le profondità e il numero di colpi registrato.

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0,20	26	0,755	20,22	26,79	1010,86	1339,54
0,40	23	0,751	17,79	23,70	889,65	1184,98
0,60	12	0,847	9,61	11,35	480,61	567,42
0,80	5	0,843	3,99	4,73	199,38	236,42
1,00	3	0,840	2,38	2,84	119,12	141,85
1,20	4	0,836	3,16	3,78	158,17	189,14
1,40	4	0,833	3,15	3,78	157,53	189,14
1,60	4	0,830	2,90	3,50	144,98	174,77
1,80	5	0,826	3,61	4,37	180,52	218,46
2,00	6	0,823	4,32	5,24	215,80	262,16
2,20	4	0,820	2,87	3,50	143,33	174,77
2,40	3	0,817	2,14	2,62	107,11	131,08
2,60	3	0,814	1,98	2,44	99,19	121,82
2,80	3	0,811	1,98	2,44	98,85	121,82
3,00	4	0,809	2,63	3,25	131,35	162,43
3,20	8	0,806	5,24	6,50	261,84	324,86
3,40	25	0,703	14,28	20,30	714,09	1015,20
3,60	50	0,601	22,79	37,93	1139,55	1896,49

Tab. 10.2 Tabella numero dei colpi e resistenza all'avanzamento

- Prova penetrometrica dinamica DPSH N3



Fig. 10.3 - Postazione prova dinamica N. 3.

La prova penetrometrica dinamica N3 è stata spinta fino al raggiungimento del rifiuto, cioè fino alla profondità di 2,00 m. Di seguito vengono riassunte le profondità e il numero di colpi registrato.

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0,20	16	0,805	13,27	16,49	663,28	824,33
0,40	30	0,751	23,21	30,91	1160,41	1545,62
0,60	18	0,797	13,57	17,02	678,35	851,13
0,80	13	0,793	9,75	12,29	487,67	614,70
1,00	6	0,840	4,76	5,67	238,25	283,71
1,20	11	0,836	8,70	10,40	434,97	520,13
1,40	10	0,833	7,88	9,46	393,82	472,85
1,60	23	0,730	14,66	20,10	733,15	1004,93
1,80	19	0,776	12,89	16,60	644,48	830,16
2,00	50	0,623	27,23	43,69	1361,43	2184,64

Tab. 10.3 Tabella numero dei colpi e resistenza all'avanzamento

- Prova penetrometrica dinamica DPSH N4



Fig. 10.4 - Postazione prova dinamica N. 4.

La prova penetrometrica dinamica N4 è stata spinta fino al raggiungimento del rifiuto, cioè fino alla profondità di 2,80 m dove molto probabilmente un trovante ha impedito l'avanzamento della prova. Di seguito vengono riassunte le profondità e il numero di colpi registrato.

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0,20	21	0,755	16,33	21,64	816,46	1081,93
0,40	7	0,851	6,14	7,21	306,83	360,64
0,60	4	0,847	3,20	3,78	160,20	189,14
0,80	4	0,843	3,19	3,78	159,51	189,14
1,00	3	0,840	2,38	2,84	119,12	141,85
1,20	4	0,836	3,16	3,78	158,17	189,14
1,40	4	0,833	3,15	3,78	157,53	189,14
1,60	5	0,830	3,62	4,37	181,23	218,46
1,80	4	0,826	2,89	3,50	144,42	174,77
2,00	3	0,823	2,16	2,62	107,90	131,08
2,20	5	0,820	3,58	4,37	179,17	218,46
2,40	7	0,817	5,00	6,12	249,92	305,85
2,60	36	0,664	19,42	29,24	971,04	1461,88
2,80	58	0,611	28,80	47,11	1440,05	2355,25

Tab. 10.4 Tabella numero dei colpi e resistenza all'avanzamento

• Prova penetrometrica dinamica DPSH N5



Fig. 10.5 - Postazione prova dinamica N. 5.

La prova penetrometrica dinamica N5 è stata spinta fino al raggiungimento del rifiuto, cioè fino alla profondità di 4,40 m. Di seguito vengono riassunte le profondità e il numero di colpi registrato.

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0,20	41	0,655	27,66	42,25	1382,81	2112,35
0,40	20	0,801	16,50	20,61	825,13	1030,41
0,60	5	0,847	4,01	4,73	200,25	236,42
0,80	6	0,843	4,79	5,67	239,26	283,71
1,00	9	0,840	7,15	8,51	357,37	425,56
1,20	8	0,836	6,33	7,57	316,34	378,28
1,40	8	0,833	6,30	7,57	315,06	378,28
1,60	9	0,830	6,52	7,86	326,21	393,23
1,80	11	0,826	7,94	9,61	397,15	480,62
2,00	10	0,823	7,19	8,74	359,67	436,93
2,20	12	0,820	8,60	10,49	430,00	524,31
2,40	19	0,767	12,74	16,60	636,85	830,16
2,60	23	0,714	13,34	18,68	667,09	933,98
2,80	24	0,711	13,87	19,49	693,34	974,59
3,00	21	0,709	12,09	17,06	604,33	852,76
3,20	25	0,706	14,33	20,30	716,73	1015,20
3,40	21	0,703	12,00	17,06	599,84	852,76
3,60	25	0,701	13,29	18,96	664,60	948,24
3,80	24	0,698	12,72	18,21	635,78	910,31
4,00	18	0,746	10,19	13,65	509,34	682,74
4,20	39	0,594	17,56	29,59	878,23	1479,26
4,40	57	0,591	25,57	43,24	1278,68	2162,00

Tab. 10.5 Tabella numero dei colpi e resistenza all'avanzamento

• Prova penetrometrica dinamica DPSH N6



Fig. 10.6 - Postazione prova dinamica N. 6.

La prova penetrometrica dinamica N6 è stata spinta fino al raggiungimento del rifiuto, cioè fino alla profondità di 3,40 m. Di seguito vengono riassunte le profondità e il numero di colpi registrato.

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0,20	32	0,705	23,23	32,97	1161,70	1648,66
0,40	16	0,801	13,20	16,49	660,10	824,33
0,60	4	0,847	3,20	3,78	160,20	189,14
0,80	3	0,843	2,39	2,84	119,63	141,85
1,00	3	0,840	2,38	2,84	119,12	141,85
1,20	2	0,836	1,58	1,89	79,09	94,57
1,40	2	0,833	1,58	1,89	78,76	94,57
1,60	3	0,830	2,17	2,62	108,74	131,08
1,80	11	0,826	7,94	9,61	397,15	480,62
2,00	14	0,773	9,46	12,23	472,96	611,70
2,20	15	0,770	10,09	13,11	504,73	655,39
2,40	17	0,767	11,40	14,86	569,82	742,78
2,60	30	0,714	17,40	24,36	870,12	1218,23
2,80	39	0,611	19,37	31,67	968,31	1583,70
3,00	32	0,659	17,12	25,99	855,91	1299,45
3,20	51	0,606	25,10	41,42	1255,03	2071,00
3,40	61	0,603	29,89	49,54	1494,67	2477,08

Tab. 10.6 Tabella numero dei colpi e resistenza all'avanzamento

I grafici con i risultati delle prove sono riportati nell'Al 9.

10.2 Sondaggi meccanici a carotaggio continuo

I sondaggi a carotaggio continuo sono stati realizzati utilizzando una sonda a rotazione carrocingolata.

La perforazione è stata eseguita a rotazione a "carotaggio continuo" utilizzando carotieri semplici del diametro di 101 mm ed è stata spinta fino al raggiungimento del substrato in tutte e 5 le indagini eseguite.

La perforazione è stata condotta in modo da minimizzare la variazione di stato dei terreni attraversati e, in particolar modo, del fondo foro. A questo scopo sono stati costantemente tenuti sotto controllo i valori della velocità e pressione del fluido (acqua). La stabilità del fondo foro è stata ottenuta mediante il rivestimento dello stesso nei primi metri e grazie all'utilizzo di velocità molto basse durante la manovra di estrazione del carotiere, specie nella prima parte del recupero. Le carote estratte nel corso della perforazione sono state scortecciate se composte da depositi coesivi o lavate se composte da elementi lapidei e sistemate in apposite cassette catalogatrici in plastica, munite di scomparti divisorii e di coperchio apribile.

10.2.1. Sondaggio S1

Il sondaggio S1 è stato spinto fino alla profondità di 6,0 m da p.c.



Fig. 10.7 - Postazione S1.

Dal sondaggio si può schematizzare la seguente stratigrafia:

Strato	Profondità	Stratigrafia
S1	Da 0,00 a – 1,20 m da p.c.	Terreno di riporto costituito da limo e sabbie di colore marroncino con ciottoli di varia natura
S2	da 1,20 a – 1,60 m da p.c.	Terreno eluviale costituito da limi sabbiosi con scaglie di marna ed arenaria di colore avana
S3	da 1,60 a – 6,00 m da p.c.	Marna di colore grigio azzurra con livello più consistente, costituito da arenaria grigia, tra 3,0 e 3,8 m.

Committente		Profondità raggiunta								
		Indagine						Inizio/Fine Esecuzione 19/05/2011		
Responsabile		Sondaggio S1		Tipo Carotaggio CONTINUO						
Scala (m)	Litologia	Descrizione	Quota	%Carotaggio R.Q.D.	S.P.T. (n° Colp.)	Probet Test logcmq	Vena Test logcmq	Campioni	Falda	Piezometro (P) o inclinometro (I) P-(1)
1		Terreno di riporto costituito da limi e sabbie di colore marroncino con ciottoli di varia natura	1.20						1.65 	
2			1.60							
3		Terreno eluviale costituito da limi sabbiosi con scaglie di marna e arenaria di colore avana								
4										
5		Marna grigio azzurra con livello più consistente da 3,0 a 3,8 costituito da arenaria grigia	6.00							
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										

Campioni: S-Paroli Sotili, O-Osterberg, M-Mazier, R-Rimaneggiato, R-Rimaneggiato da SPT
Piezometro: ATA-Tubo Aperto, CSG-Casagrande
Prove SPT: PA-Punta Aperta, PC-Punta Chiusa
Carotaggio: CONTINUO

Sonda: Carotaggio: CONTINUO

Il sondaggio S1 è stato attrezzato con piezometro per la misurazione della falda. Dalle misurazioni effettuate è stato possibile valutare che la falda scorre ad una profondità di circa 1,65 m da p.c. scorrendo sullo strato impermeabile costituito dalle marne.

Fotografie delle cassette catalogatrici



0,00-6,00 m

10.2.2. Sondaggio S2

Il sondaggio S2 è stato spinto fino alla profondità di 7,0 m da p.c.



Fig. 10.8 - Postazione S2.

Dal sondaggio si può schematizzare la seguente stratigrafia:

Strato	Profondità	Stratigrafia
S1	Da 0,00 a – 2,10 m da p.c.	Terreno di riporto costituito da limo e sabbie di colore marroncino con ciottoli di varia natura
S2	da 2,10 a – 4,20 m da p.c.	Ghiaia arrotondata in matrice sabbioso limosa di colore marrone. Presenza di un livello di calci nello dello spessore di circa 5 cm alla profondità di circa 2,9 m
S3	da 4,20 a – 5,40 m da p.c.	Terreno eluviale costituito da limi sabbiosi con scaglie di marna ed arenaria di colore avana
S4	da 5,40 a – 7,00 m da p.c.	Marna di colore grigio azzurra molto consistente

Committente		Profondità raggiunta								Inizio/Fine Esecuzione 19/05/2011	
		Indagine									
Responsabile		Sondaggio		Tipo Caricaggio CONTINUO							
Scala	Litologia	Descrizione	Quota	N. Caricaggio R.Q.D.	S.P.T. (n° Colate)	Profilo Telerilevato	Valori Test logica	Campioni	Fotie	Piezometro (P) o inclinometro P-(1)	
1		Terreno di riporto costituito da limi e sabbie di colore marroncino con ciottoli di varia natura	2.10								
2											
3		Ghiaia arrotondata in matrice sabbiosa limosa di colore marrone. Presenza di un livello di calcinello di circa 5 cm alla profondità di 2,90 m	4.20								
4											
5			5.40								
6		Terreno aluviale costituito da limi sabbiosi con scaglie di marna e arenaria di colore avana	7.00								
7											
8											
9											
10		Marna grigio azzurra molto consistente									
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											

Campioni: S-Pareti Satili, O-Osterberg, M-Mazzer, R-Filmaneggiato, R-Filmaneggiato da SPT
 Piazzometro: ATA-Tubo Aperto, CSG-Casagrande
 Prove SPT: PA-Punta Aperta, PC-Punta Chiusa
 Caricaggio: CONTINUO

Sonda: Caricaggio: CONTINUO

Il sondaggio S2 è stato attrezzato con piezometro per la misurazione della falda. Dalle misurazioni effettuate è stato possibile valutare che la falda scorre ad una profondità di circa 4,75 m da p.c. scorrendo sullo strato impermeabile costituito dalle marne.

Fotografie delle cassette catalogatrici



0,00-5,00 m



5,00-7,00 m

10.2.3. Sondaggio S3

Il sondaggio S3 è stato spinto fino alla profondità di 7,0 m da p.c.



Fig. 10.9 - Postazione S3.

Dal sondaggio si può schematizzare la seguente stratigrafia:

Strato	Profondità	Stratigrafia
S1	Da 0,00 a – 1,10 m da p.c.	Terreno di riporto costituito da limo e sabbie di colore marroncino con ciottoli di varia natura
S2	da 1,10 a – 2,40 m da p.c.	Limo sabbioso marroncino con frustoli carboniosi
S3	da 2,40 a – 5,40 m da p.c.	Ghiaia arrotondata in matrice sabbioso limosa di colore marrone
S4	da 5,40 a – 6,00 m da p.c.	Formazione marnosa alterata
S5	da 6,00 a – 7,00 m da p.c.	Marna di colore grigio azzurra molto consistente

Committente		Profondità raggiunta								
		Indagine						Inizio/Fine Esecuzione 19/05/2011		
Responsabile		Sondaggio S3		Tipo Carotaggio CONTINUO						
Scala (m)	Litologia	Descrizione	Quota	%Carotaggio R.Q.D.	S.P.T. (n° Colpi)	Probet Test Nella	Valve Test Nella	Campioni	Falda	Piezometro (P) o Inclinometro
1		Terreno di riporto costituito da limi e sabbie di colore marroncino con ciottoli di varia natura	1.10							
2		Limo sabbioso marroncino con frustoli carboniosi	2.40							
3		Ghiaia arrotondata in matrice sabbiosa	5.40							
4		limosa di colore marrone. Presenza di un livello di calcinello di circa 5 cm alla profondità di 4,5 m	6.00							
5		Formazione alterata	7.00							
6		Marna grigio azzurra molto consistente								
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										

Campioni: S-Parelli Sottili, O-Osterberg, M-Mazier, R-Rimaneggiato, R-Rimaneggiato da SPT
Piezometro: ATA-Tubo Aperto, CSG-Casagrande
Prove SPT: PA-Punta Aperta, PC-Punta Chiusa
Carotaggio: CONTINUO

Sonda Carotaggio CONTINUO

Fotografie delle cassette catalogatrici



0,00-5,00 m



5,00-7,00 m

10.2.4. Sondaggio S4

Il sondaggio S4 è stato spinto fino alla profondità di 6,0 m da p.c.



Fig. 10.10 - Postazione S4.

Dal sondaggio si può schematizzare la seguente stratigrafia:

Strato	Profondità	Stratigrafia
S1	Da 0,00 a – 1,30 m da p.c.	Terreno di riporto costituito da limo e sabbie di colore marroncino con ciottoli di varia natura
S2	da 1,30 a – 3,70 m da p.c.	Ghiaia arrotondata in matrice sabbioso limosa di colore marrone con trovanti decimetrici
S3	da 3,70 a – 4,60 m da p.c.	Formazione marnosa alterata
S4	da 4,60 a – 6,00 m da p.c.	Marna di colore grigio azzurra molto consistente

RELAZIONE GEOLOGICA-GEOTECNICA

Pagina 46 di 63

Committenza		Profondità raggiunta								
		Indagine								Inizio/Fine Esecuzione 19/05/2011
Responsabile		Sondaggio S4		Tipo Carotaggio CONTINUO						
Scala [m]	Liblogia	Descrizione	Quota	%Carotaggio R.Q.D.	S.P.T. (n° Colpi)	Probet Test Ag/cmq	Vane Test Ag/cmq	Campioni	Falda	Piezometro (P) o Incisometro (I)
1		Terreno di riporto costituito da limi e sabbie di colore marroncino con ciottoli di varia natura	1.30							
2										
3		Ghiaia arrotondata in matrice sabbiosa	3.70							
4		limosa di colore marrone con trovanti decimetrici	4.60							
5		Formazione alterata	6.00							
6		Marna grigio azzurra molto consistente								
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
<p>Campioni: S-Pareti Solilli, O-Osterberg, M-Mazier, R-Rimanaggiato, Rs-Rimanaggiato da SPT Piezometro: ATA-Tubo Aperto, CSG-Casagrande Prove SPT: PA-Punta Aperta, PC-Punta Chiusa Carotaggio: CONTINUO</p> <p style="text-align: right;">Sonda Carotaggio CONTINUO</p>										

Fotografie delle cassette catalogatrici



0,00-6,00 m

10.2.5. Sondaggio S5


Il sondaggio S5 è stato spinto fino alla profondità di 5,0 m da p.c.



Fig. 10.11 - Postazione S5.

Dal sondaggio si può schematizzare la seguente stratigrafia:

Strato	Profondità	Stratigrafia
S1	Da 0,00 a – 1,40 m da p.c.	Terreno di riporto costituito da limo e sabbie di colore marroncino con ciottoli di varia natura
S2	da 1,40 a – 3,00 m da p.c.	Ghiaia arrotondata in matrice sabbioso limosa di colore marrone con trovanti decimetrici
S3	da 3,00 a – 3,30 m da p.c.	Formazione marnosa alterata
S4	da 3,30 a – 5,00 m da p.c.	Marna di colore grigio azzurra molto consistente

Committente		Profondità raggiunta								
		Indagine						Inizio/Fine Esecuzione 19/05/2011		
Responsabile		Sondaggio S5		Tipo Caricaggio CONTINUO						
Scala [m]	Litologie	Descrizione	Quota	%Caricaggio R.Q.D.	S.P.T. (n° Colpi)	Rock Test Aggiung.	Vene Test Aggiung.	Campioni	Falda	Piezometro (P) o inclinometro (I)
1		Terreno di riporto costituito da limi e sabbie di colore marroncino con ciottoli di varia natura	1.40							
2		Ghiaia arrotondata in matrice sabbiosa limosa di colore marrone con trovanti decimetrici	3.00							
3			3.30							
4										
5		Formazione alterata	5.00							
6		Marna grigio azzurra molto consistente								
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										

Campioni: S-Parati Sottili, O-Osterberg, M-Mazzer, R-Rimaneggiato, R-Rimaneggiato da SPT
Piezometro: ATA-Tubo Aperto, CSG-Casagrande
Prova SPT: PA-Punta Aperta, PC-Punta Chiusa
Caricaggio: CONTINUO

Sonda: Caricaggio: CONTINUO

Fotografie delle cassette catalogatrici



0,00-5,00 m

10.3 Modello geologico

Le indagini in sito hanno permesso di suddividere i primi metri di sottosuolo in 4 principali livelli. Il primo livello è caratterizzato da terreni di copertura costituiti da terreno di riporto, il secondo livello è costituito da terreni alluvionali, il terzo livello è costituito dalla parte alterata della formazione marnosa e il quarto livello dalla formazione marnosa in posto. Il modello litologico del sottosuolo può essere così schematizzato:

Orizzonte	Descrizione
1	Terreno di riporto costituito da limo sabbioso con ciottoli
2	Ghiaia alluvionale in matrice limoso sabbiosa
3	Formazione marnosa alterata
4	Formazione marnosa molto consistente

Per un maggiore dettaglio della stratigrafia sono state realizzate due sezioni stratigrafiche (vedi All.11).

La prima sezione è stata realizzata lungo la congiungente il sondaggio S1 e il sondaggio S2.

La seconda sezione è stata realizzata lungo la congiungente il sondaggio S4 e il sondaggio S5.

Come è possibile notare dalle sezioni, lo spessore delle ghiaie alluvionale aumenta man mano che ci avviciniamo all'orlo del terrazzo alluvionale e la superficie del substrato marnoso si abbassa man mano che ci si avvicina al fiume.

Di conseguenza il livello della falda superficiale riscontrata durante le indagini, che ha come livello impermeabile di scorrimento il substrato marnoso, decresce man mano che ci si avvicina al fiume.

10.4 Modello geotecnico

Sulla base dei dati ottenuti dall'indagine geognostica, si è caratterizzato dal punto di vista geotecnico il terreno che interferirà con le opere di fondazione.

Le caratteristiche geotecniche dei terreni sono state ricavate dalle elaborazioni delle prove in situ DPSH. L'elaborazione di tali prove ha permesso di determinare il peso di volume dei livelli incontrati, l'angolo di attrito interno dei terreni incoerenti, la coesione non drenata dei terreni coesivi ed il modulo edometrico ed il modulo di Young.

La formazione marnosa è stata caratterizzata invece mediante il prelievo di un campione derivante dal carotaggio del sondaggio S5 alla profondità compresa tra 3,5 e 4,0 m. Questo campione è stato messo immediatamente in un sacchetto, sigillato e portato in laboratorio geotecnico dove sono state misurate le caratteristiche volumetriche ed è stata eseguita una prova ad espansione laterale libera ELL.

La prova ELL consente la determinazione della resistenza al taglio non drenata di una terra coesiva. Un provino ricavato da campione indisturbato, lasciato libero di espandersi lateralmente, viene sottoposto ad un carico assiale fino a rottura.

La resistenza al taglio non drenata del terreno viene assunta come la metà del carico a rottura misurato.

La fase di compressione avviene a velocità di deformazione costante, compresa tra lo 0.5 ed il 2% min dell'altezza iniziale del provino.

Il campione ha mostrato una resistenza al taglio non drenata pari a 180,7 kPa e una deformazione a rottura del 3,9 %.

Il certificato delle prove eseguite sul campione è riportato nell'All. 12.

Orizzonte	γ (t/m ³)	γ_s (t/m ³)	c_u (t/m ²)	Φ (°)	Resistenza al taglio non drenata (t/m ²)	Modulo edometrico (t/m ²)	Modulo young (t/m ²)	Litologia
1	1.7	1.8		21		-	1750	Terreno di riporto
2	1.9	2.0		35		-	2100	Ghiaie alluvionali
3	1.8	1.9	40			2600	5800	Formazione alterata
4	1.87	2.0	60		18	3890	8490	Formazione Marnosa

11 CONCLUSIONI

Le indagini geologiche, geognostiche, geotecniche e geofisiche eseguite nel mese di maggio 2011, hanno permesso di delineare la stratigrafia e le caratteristiche dei terreni che verranno interessati dalla realizzazione dei serbatoi necessari per la realizzazione di un impianto a biomassa per la produzione di energia.

Le indagini in situ hanno permesso la determinazione, oltre che della stratigrafia e delle caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione, anche della categoria di sottosuolo che è stata definita tramite l'esecuzione di due prove MASW che hanno permesso di definire le Vs30. Tali prove hanno permesso di valutare una Vs30, rispettivamente, pari a **595 m/s e 674 m/s** che corrispondono ad una categoria di suolo **B**.

Dal punto di vista morfologico l'area risulta pianeggiante e ricade nella categoria topografica **T1**.

È stata riscontrata la presenza di una falda che ha come strato impermeabile di scorrimento il substrato marnoso degradante verso il fiume Foglia. Tale falda scorre all'interno dei sedimenti alluvionali depositati del fiume stesso o sulla parte alta e degradata della formazione. Tale falda ha sostanzialmente un carattere stagionale e legato soprattutto alle precipitazioni.

La presenza di questa falda dovrà essere tenuta in considerazione al momento della realizzazione del piano di fondazione dei serbatoi.

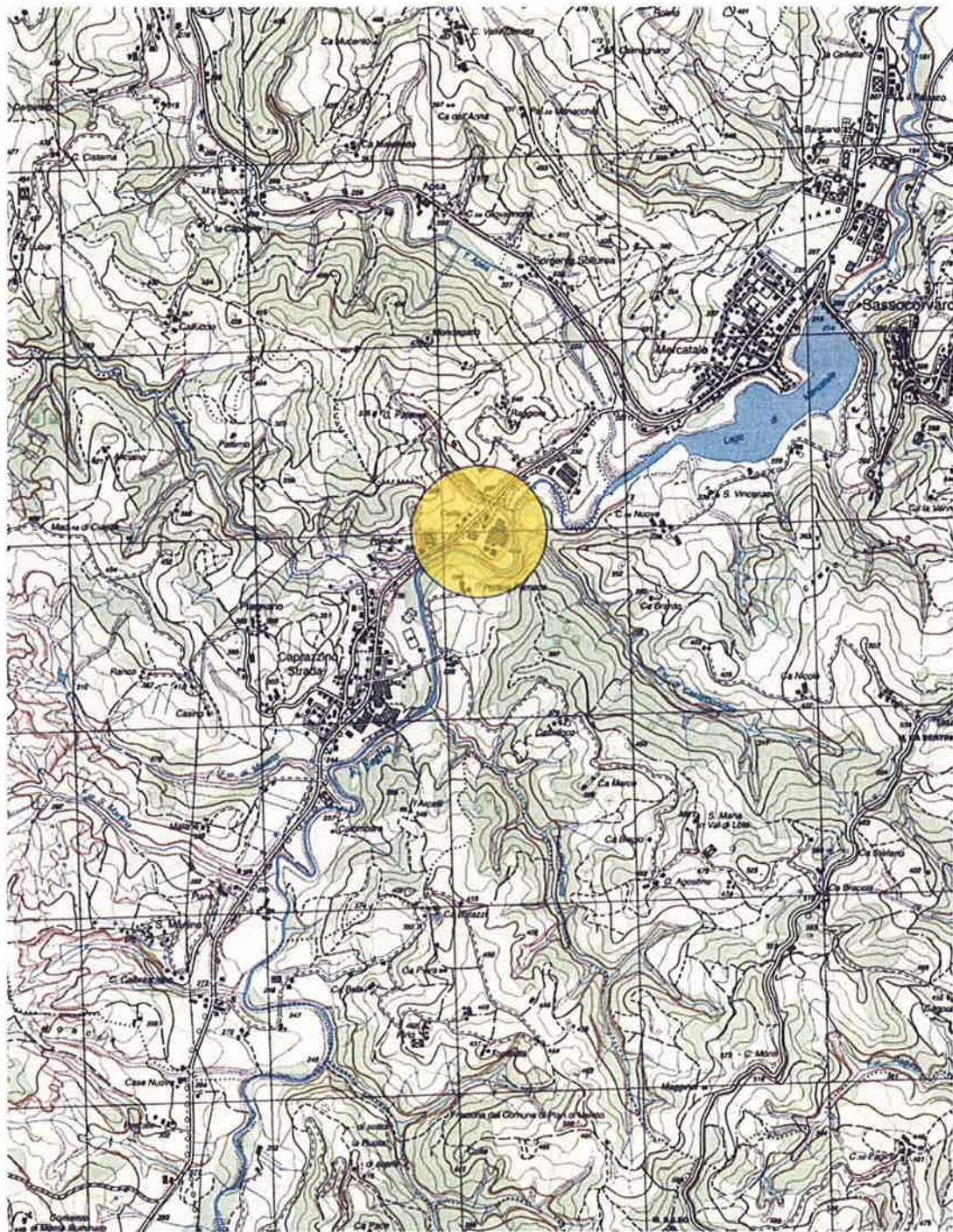
I terreni di fondazione, data la loro tipologia e le caratteristiche geotecniche ricavate dalle indagini eseguite, risultano idonei alla tipologia di opera che si intende realizzare.

Per quanto riguarda la tipologia e dimensione di fondazioni da realizzare sarà compito del progettista valutare sulla base delle reali dimensioni delle opere e dei carichi che verranno scaricati sul terreno di fondazione.

Sassocorvaro, Giugno 2011

ALLEGATO 1

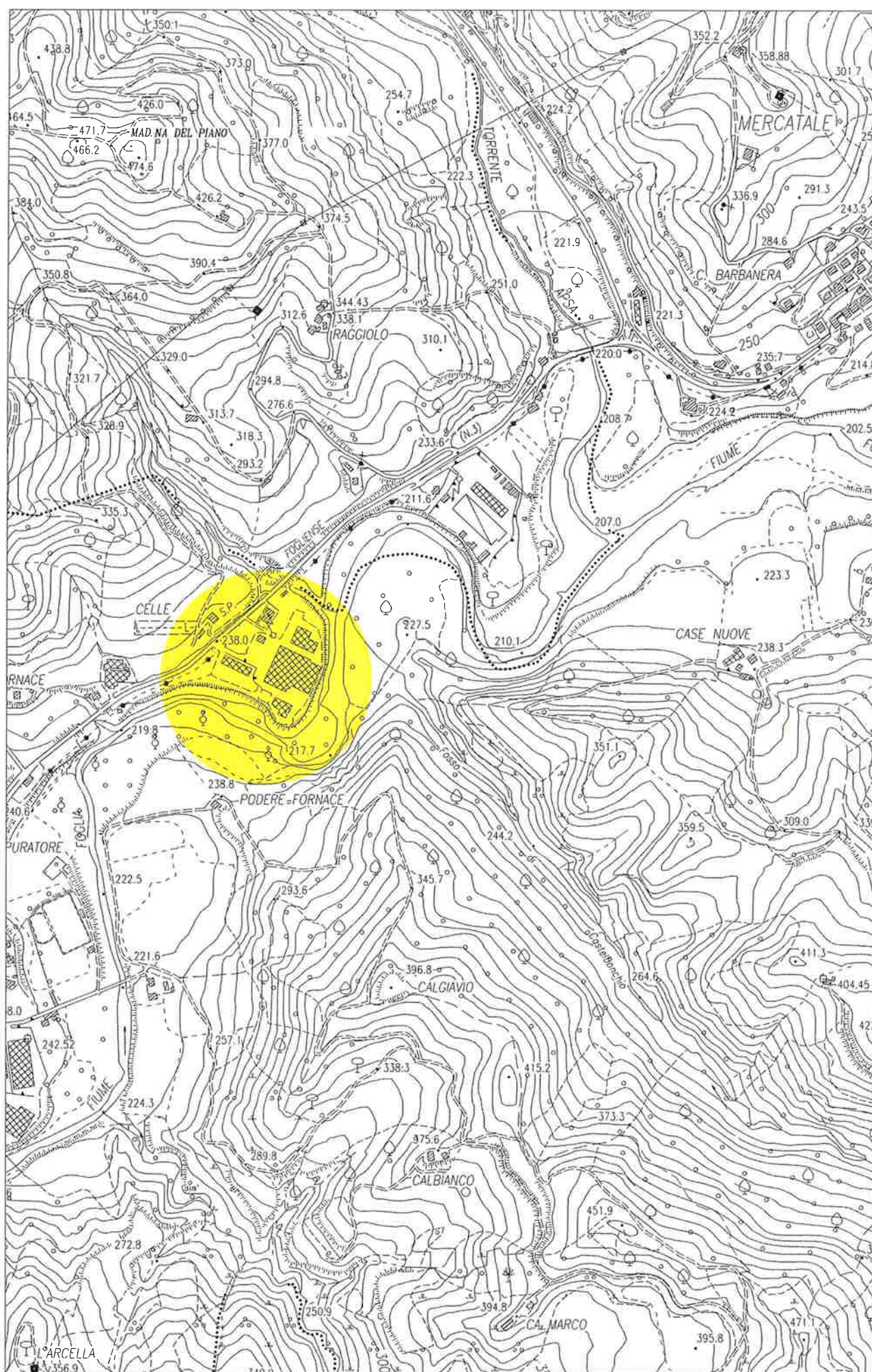
CARTA TOPOGRAFICA SCALA 1:25.000



Area di studio

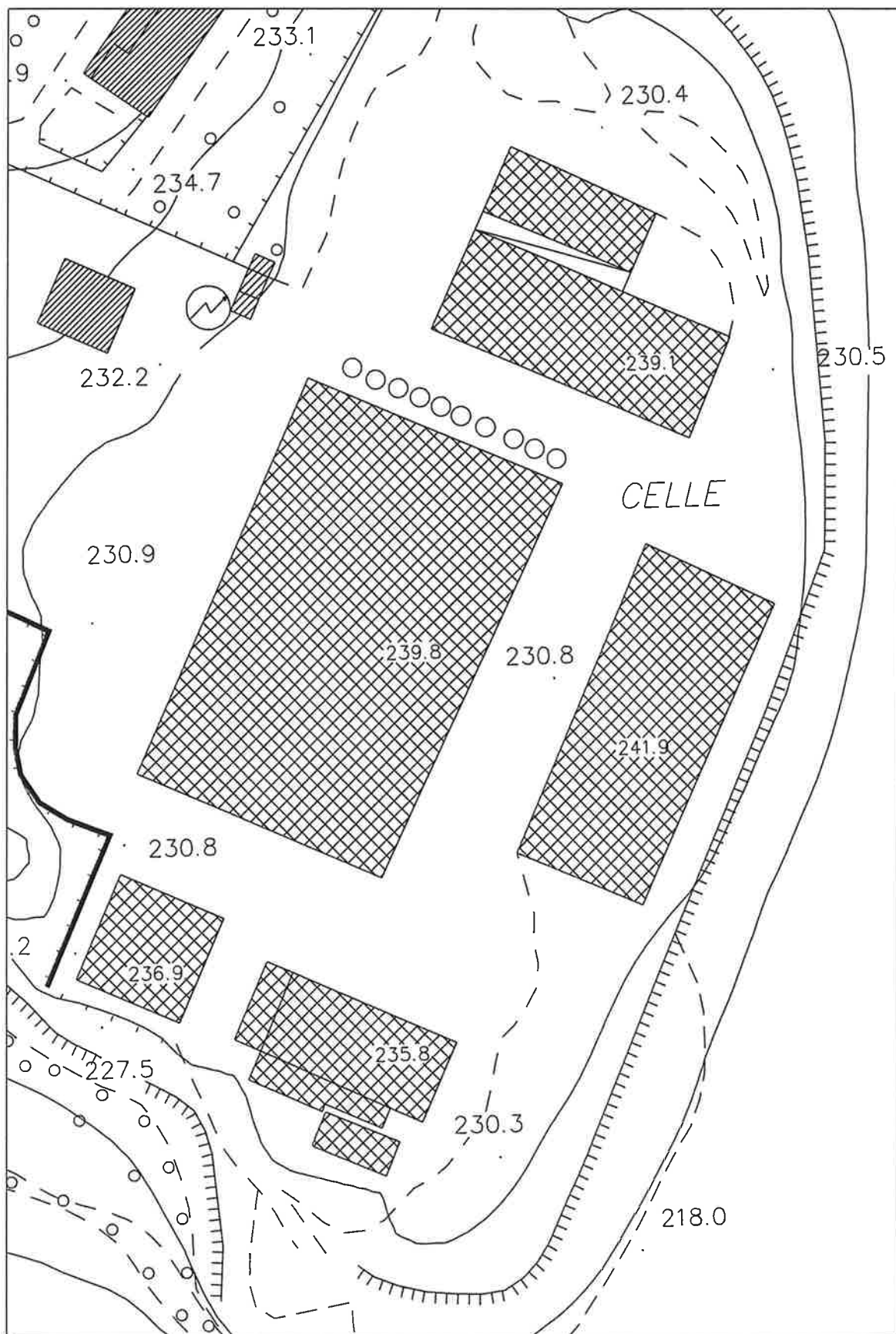
ALLEGATO 2

INQUADRAMENTO TERRITORIALE SCALA 1:10.000



ALLEGATO 3

INQUADRAMENTO TERRITORIALE SCALA 1:2.000



ALLEGATO 4

STRALCIO CATASTALE



ALLEGATO 5

STRALCIO CARTA GEOLOGICA SCALA 1:10.000

LEGENDA GEOLOGICA



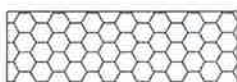
Formazione Marnoso Arenacea



Schlier



Alluvioni attuali e terrazzi alluvionali



Movimenti franosi



Detrito di versante



Asse di anticlinale



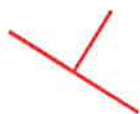
Asse di sinclinale



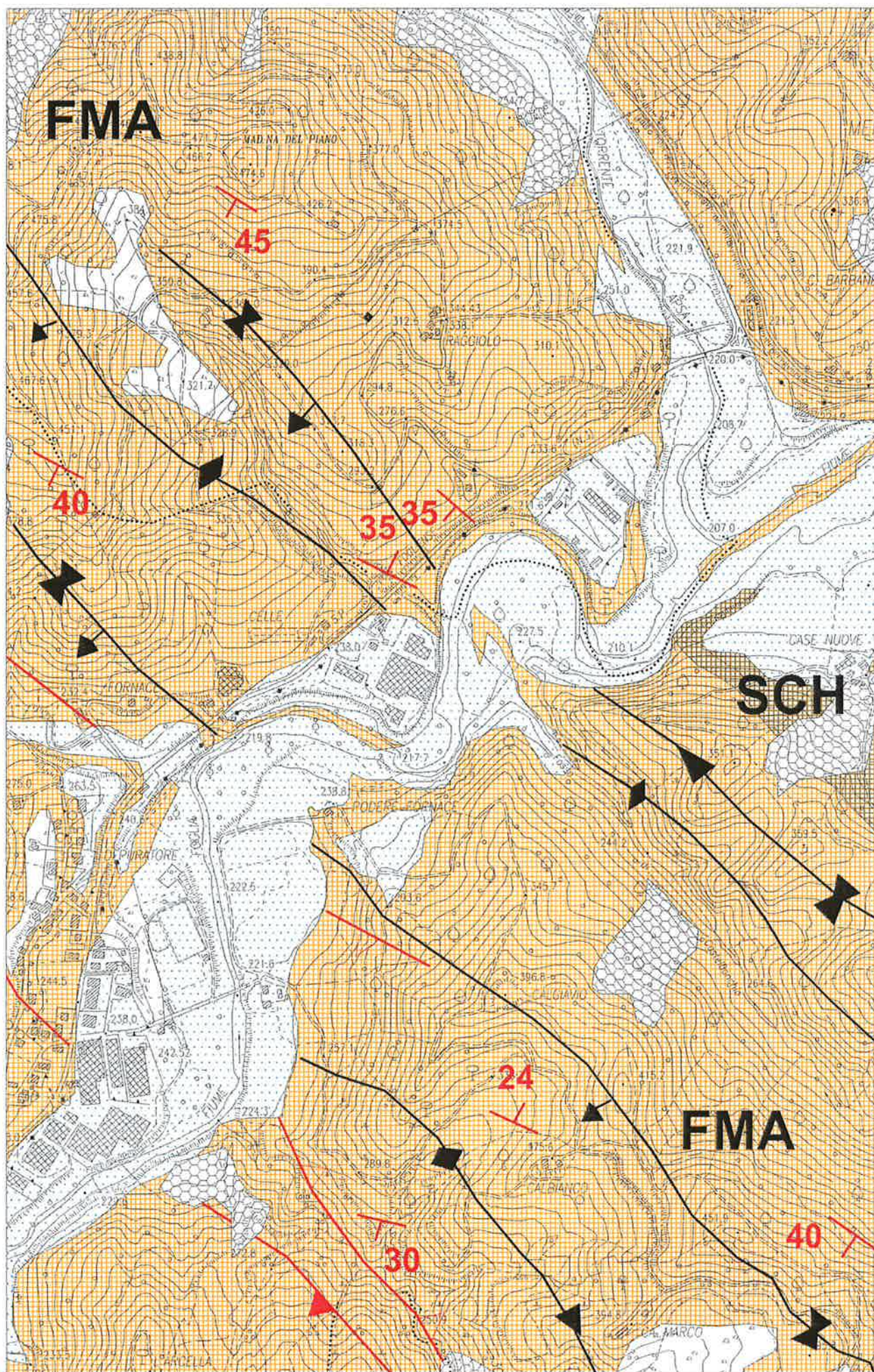
Sovrascorrimento



Faglia inversa



Giacitura



ALLEGATO 6

ESTRATTO P.A.I.

LEGENDA

ZONE OMOGENEE

	VINCOLO LEGGE DL N° 490/1999
	A CENTRO STORICO
	r.a. RECUPERO AMBIENTALE
	r.p. RECUPERO PRODUTTIVO
	B1 COMPLETAMENTO RESIDENZIALE
	B2 COMPLETAMENTO RESIDENZIALE
	B3 COMPLETAMENTO RESIDENZIALE
	C1 ESPANSIONE RESIDENZIALE
	C2 ESPANSIONE RESIDENZIALE
	C3 RESIDENZIALE COMMERCIALE C3a RESIDENZIALE COMMERCIALE
	NUOVO INTERVENTO URBANISTICO PREVENTIVO
	INTERVENTO URBANISTICO PREVENTIVO IN ATTO
	E.E.P.1 - E.E.P.2
	D1 PRODUTTIVE DI COMPLETAMENTO D1c PRODUTTIVE COMMERCIALI E DIREZIONALI DI COMPLETAMENTO
	D2 PRODUTTIVE DI ESPANSIONE D2c PRODUTTIVE COMMERCIALI E DIREZIONALI DI ESPANSIONE
	EDIFICI DA DEMOLIRE
	E AGRICOLA
	E1 ALLEVAMENTI INDUSTRIALI
	F1 SERVIZI PUBBLICI
	F2 SERVIZI DI PUBBLICO INTERESSE F2a STRUTTURE RICETTIVE ALBERGHIERE
	VIABILITA' DI PROGETTO
	PISTE CICLABILI
	V1 VERDE PUBBLICO PER PARCHI URBANI VPA VERDE PUBBLICO PER ATTREZZATURE SPORTIVE
	V2 VERDE PRIVATO
	V3 RISPETTO CIMITERIALE
	V4 RIVA ATTREZZATA
	PARCO URBANO
	PARCHEGGIO PUBBLICO
	LIMITE ZONA DI RISPETTO STRADALE
	CONFINI DI COMUNE
	CONFINI DI REGIONE

AMBITI DI TUTELA

	CORSI D'ACQUA E SORGENTI
	LIMITE ZONA DI TUTELA

	CRINALI
	CRINALE
	AMBITO DI TUTELA

	PERICOLOSITA' GEOLOGICA
	FRANE RISCHIO MODERATO
	FRANE RISCHIO MEDIO
	FRANE RISCHIO ELEVATO
	FRANE RISCHIO MOLTO ELEVATO
	ESONDAZIONE RISCHIO MODERATO
	ESONDAZIONE RISCHIO MEDIO
	ESONDAZIONE RISCHIO ELEVATO
	ESONDAZIONE RISCHIO MOLTO ELEVATO
	EROSIONE FLUVIALE
	PIENA ORDINARIA
	MOVIMENTI GRAVITATIVI
	SPESSORI COSPICUI
	Art. 31 PENDENZA SOPRA IL 30%

	CENTRI E NUCLEI STORICI
	AMBITO DI TUTELA PER TAVOLE IN SCALA 1:10000
	AMBITO DI TUTELA PER TAVOLE IN SCALA 1:2000
	PAESAGGIO AGRARIO STORICO

	MANUFATTI STORICI EXTRAURBANI
	AMBITO DI TUTELA

	PUNTI PANORAMICI E STRADE PANORAMICHE
	LIMITE ZONA DI RISPETTO

	AREE A RILEVANTE VALORE PAESISTICO AMBIENTALE
	AREE C : A QUALITA' DIFFUSA PER TAVOLE IN SCALA 1:10000
	AREE C : A QUALITA' DIFFUSA PER TAVOLE IN SCALA 1:2000

Legge N° 431/85

	PARCHI E FORESTE
	FASCIA DI RISPETTO DEI FIUMI, CORSI D'ACQUA E LAGHI
	AREE SIC : SITI DI IMPORTANZA COMUNITARIA
	AREE ZPS : ZONE DI PROTEZIONE SPECIALE

SIMBOLI

d.	DEPURATORE
M.	MUNICIPIO
C.	CHIESA
S.	SCUOLE
PT	UFFICIO POSTALE
H.	OSPEDALE

REGIONE MARCHE
PROVINCIA DI PESARO e URBINO
COMUNE DI SASSOCORVARO

PRG PIANO
REGOLATORE
GENERALE

Approvato con delibera
CC N°10 del 15/12/2004

Approvato dalla
Giunta Provinciale di

A nome della: 1) delibera 591 n. 1750/L.R. 5 Aprile 1997 n. 31
e successive integrazioni e modificazioni

TAV. 4.6 ZONIZZAZIONE DEI CENTRI ABITATI
LEGENDA
MODIFICATO CON LE PRESCRIZIONI DELLA PROVINCIA DI PESARO E URBINO
ATTO G.P. N° 264/2005

Scala 1:2000

STUDIO URBANISTICO

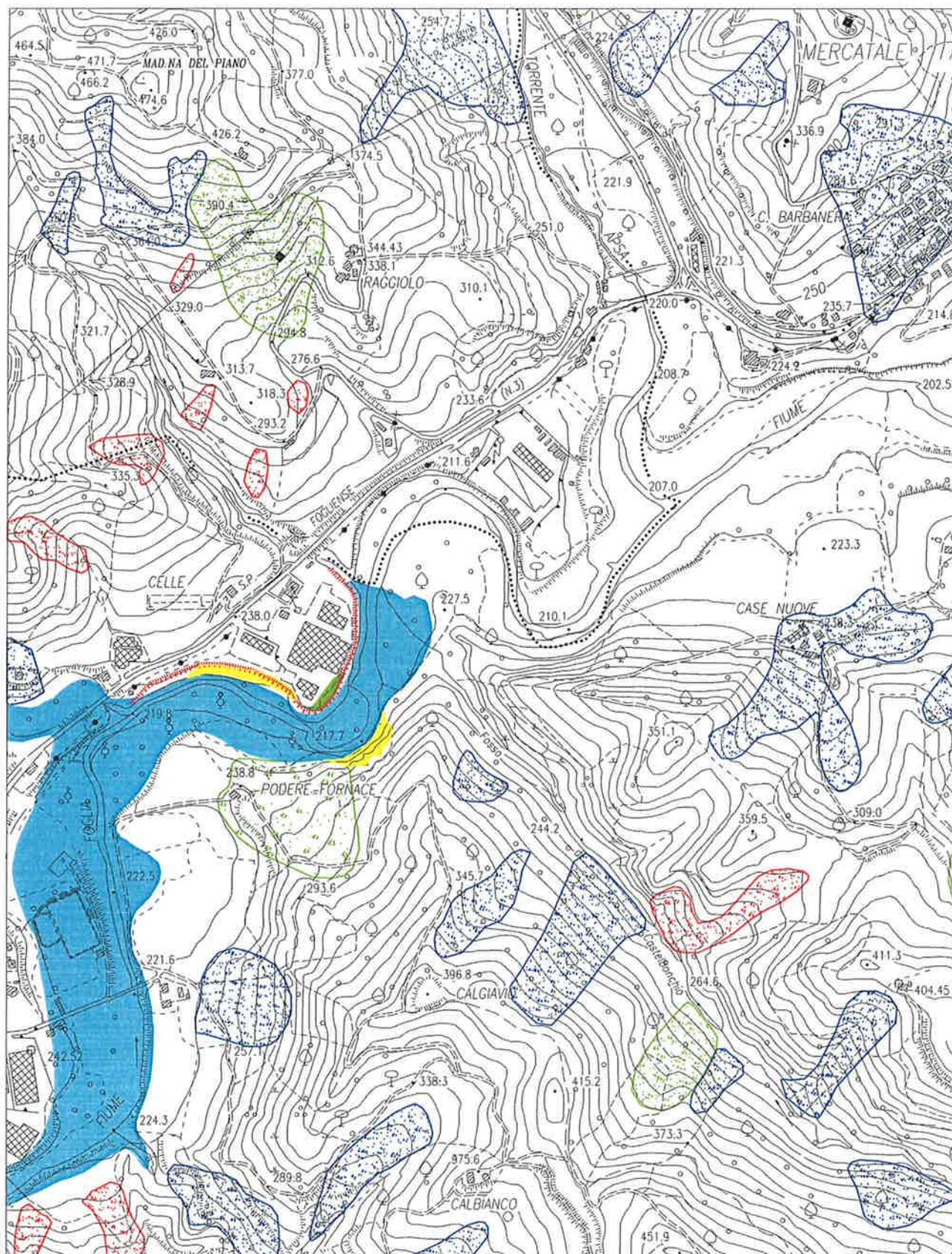
ANASTASIO
URBANISTICO
E PIANIFICAZIONE

Via G. Mazzini, 25
Tel. 0722/741108 Fax 0722/744332
E-mail: anastasio@urbano.net
Sede: 61023 Sassotetto (Pes.)
Partita IVA 05264627419

STUDIO GEOLOGICO E BOTANICO VEGETAZIONALE

STUDIO ASSOCIATO INTERTECNO

Via S. Maria 12 - 61023 Sassotetto (Pes.)
Tel. 0722/741108 Fax 0722/744332
E-mail: intertecno@urbano.net
Sede: 61023 Sassotetto (Pes.)
Partita IVA 05264627419



Frane pericolosità P1 (PAI)



Frane pericolosità P3 (PAI)



Frane pericolosità P2 (PAI)



Perimetro di esondazione P4 (PAI)



**Scarpata di erosione
fluviale**



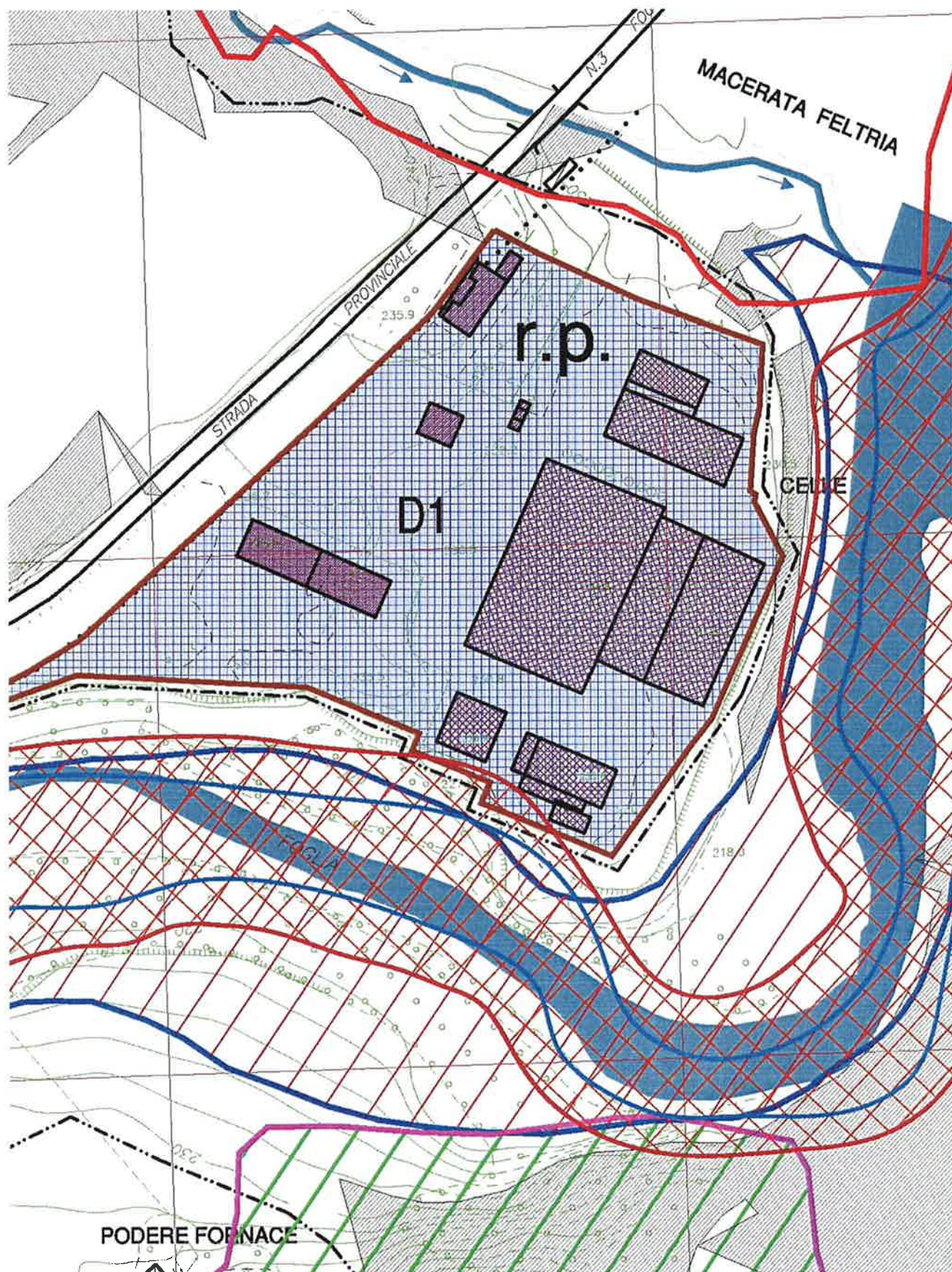
Zona in erosione



Area di riporto con spessori presunti > 3m

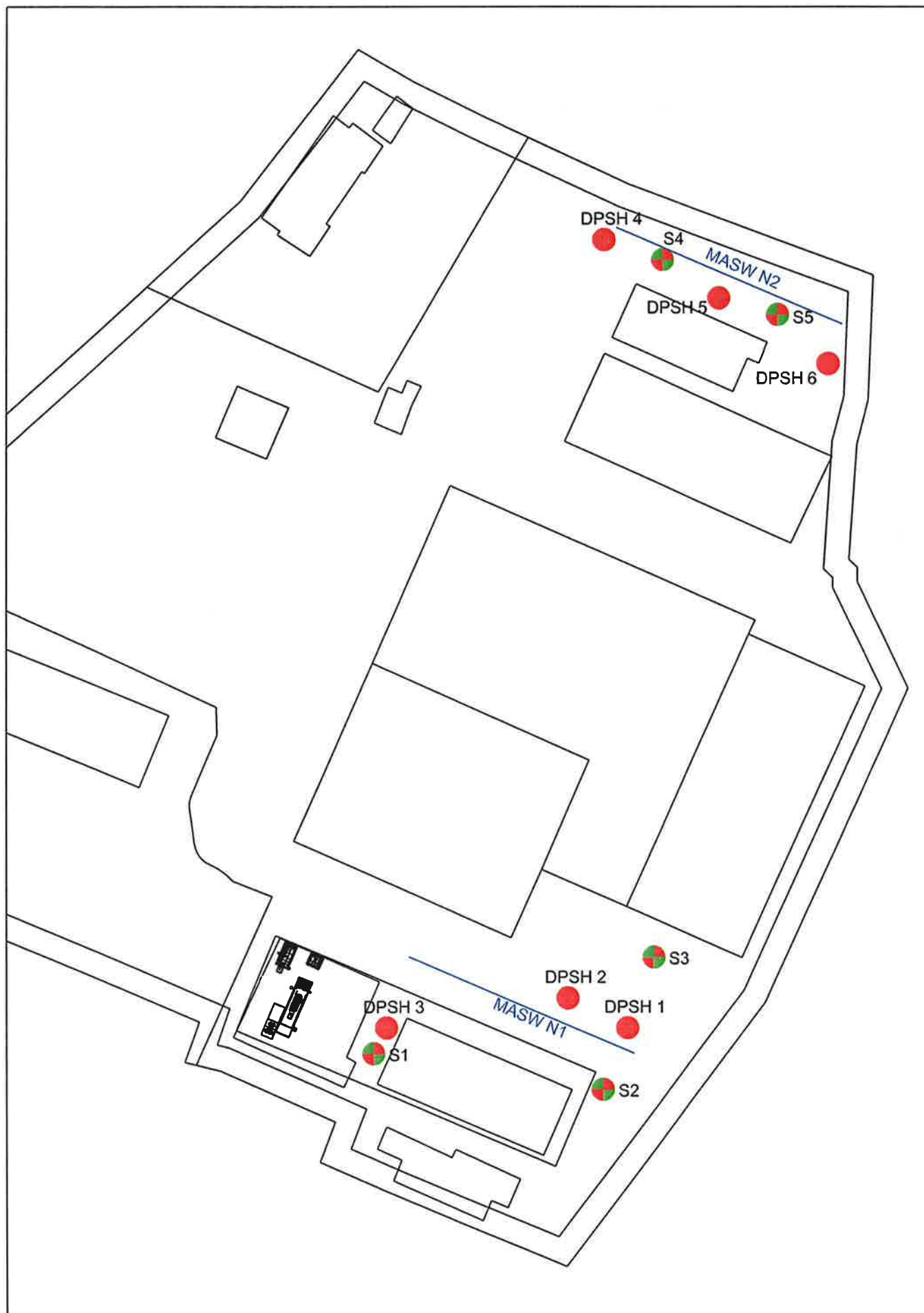
ALLEGATO 7

ESTRATTO PRG COMUNE DI SASSOCORVARO



ALLEGATO 8

PLANIMETRIA CON UBICAZIONE DELLE INDAGINI IN SITO



ALLEGATO 9

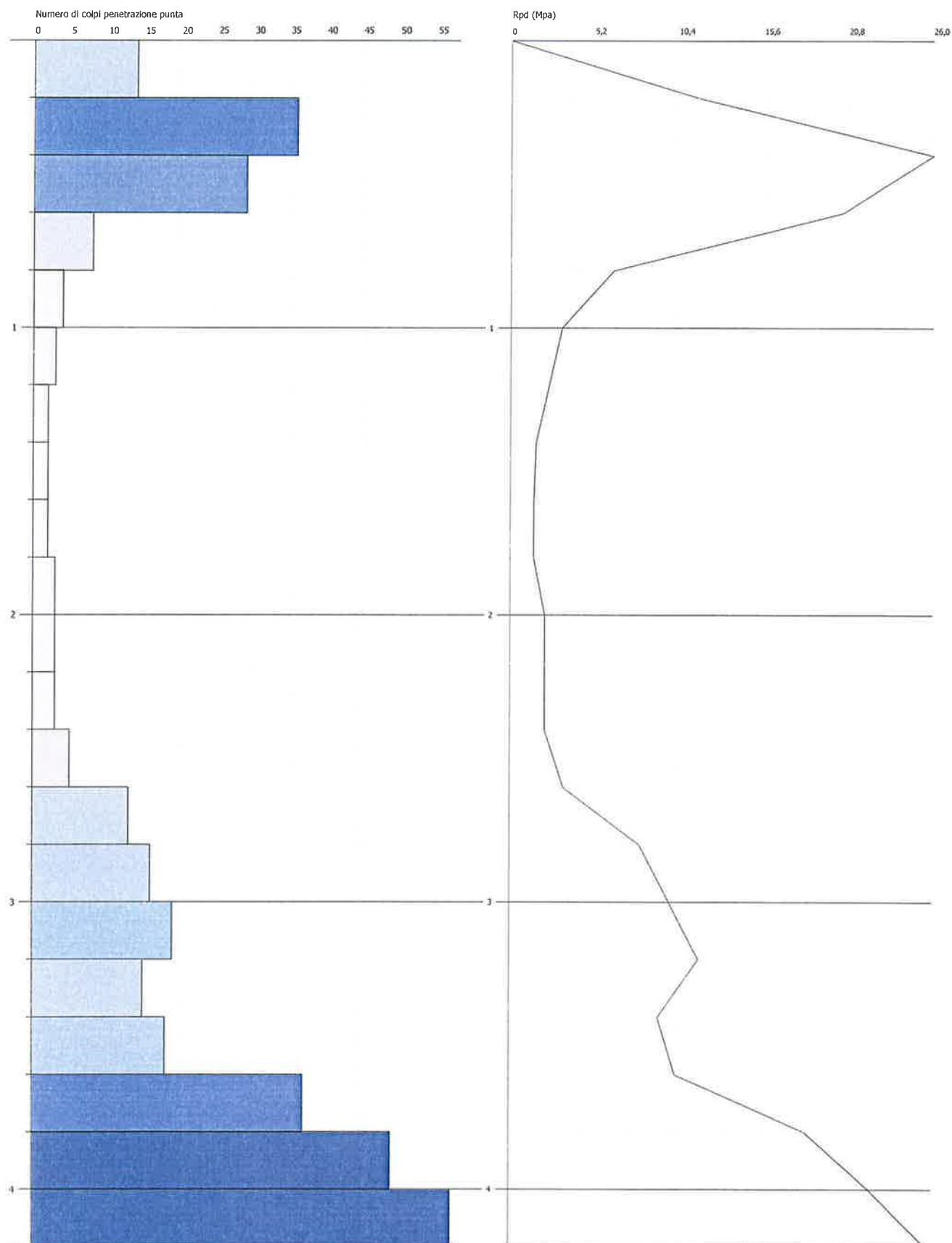
GRAFICI PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1
 Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: Montefeltro Foraggi srl
 Cantiere: Pian di Celle - Sassocorvaro
 Località: Sassocorvaro (PU)

Data: 19/05/2011

Scala 1:18

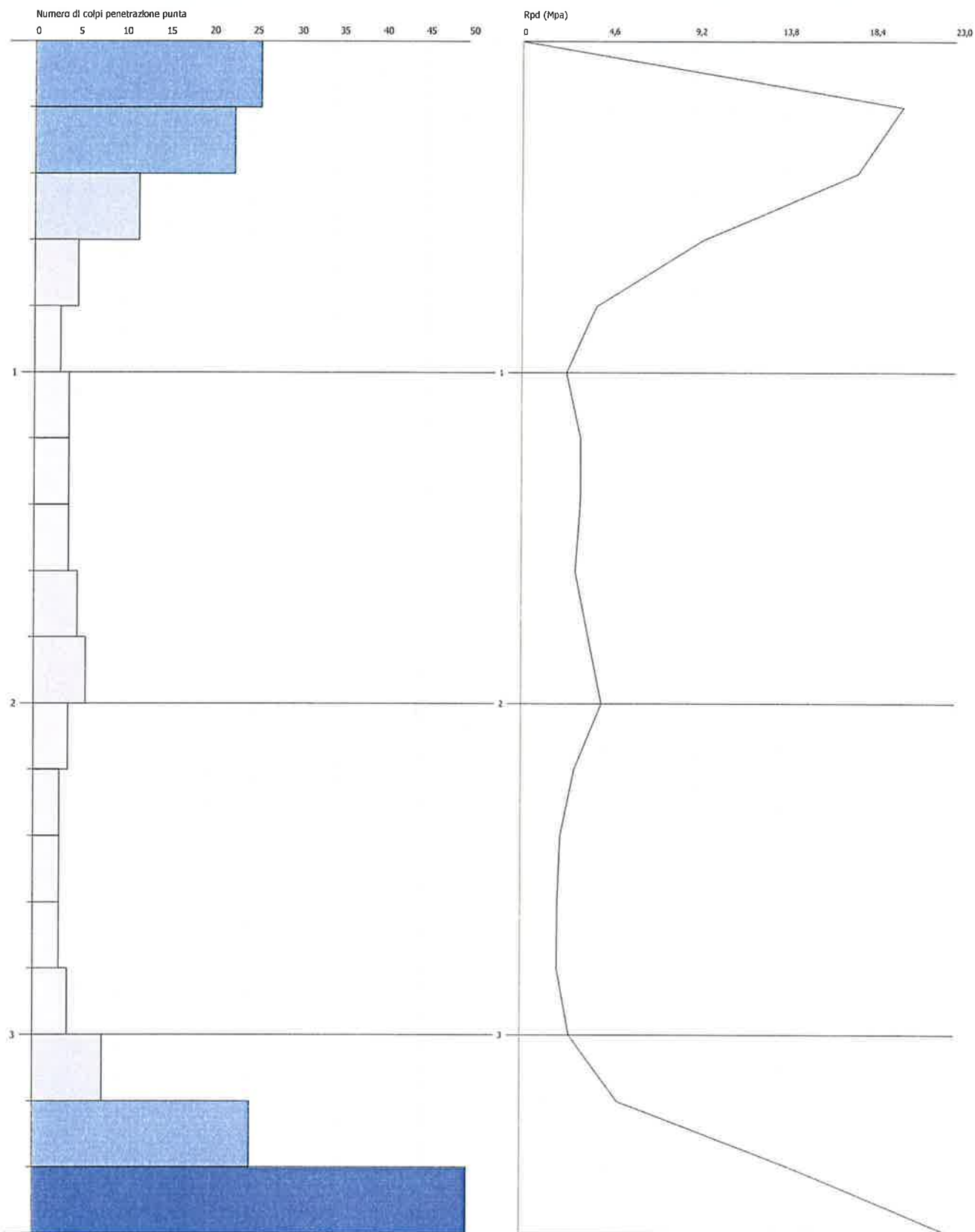


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2
Strumento utilizzato... DPHS TG 63-200 PAGANI

Committente: Montefeltro Foraggi srl
Cantiere: Pian di Celle - Sassocorvaro
Località: Sassocorvaro (PU)

Data: 19/05/2011

Scala 1:16

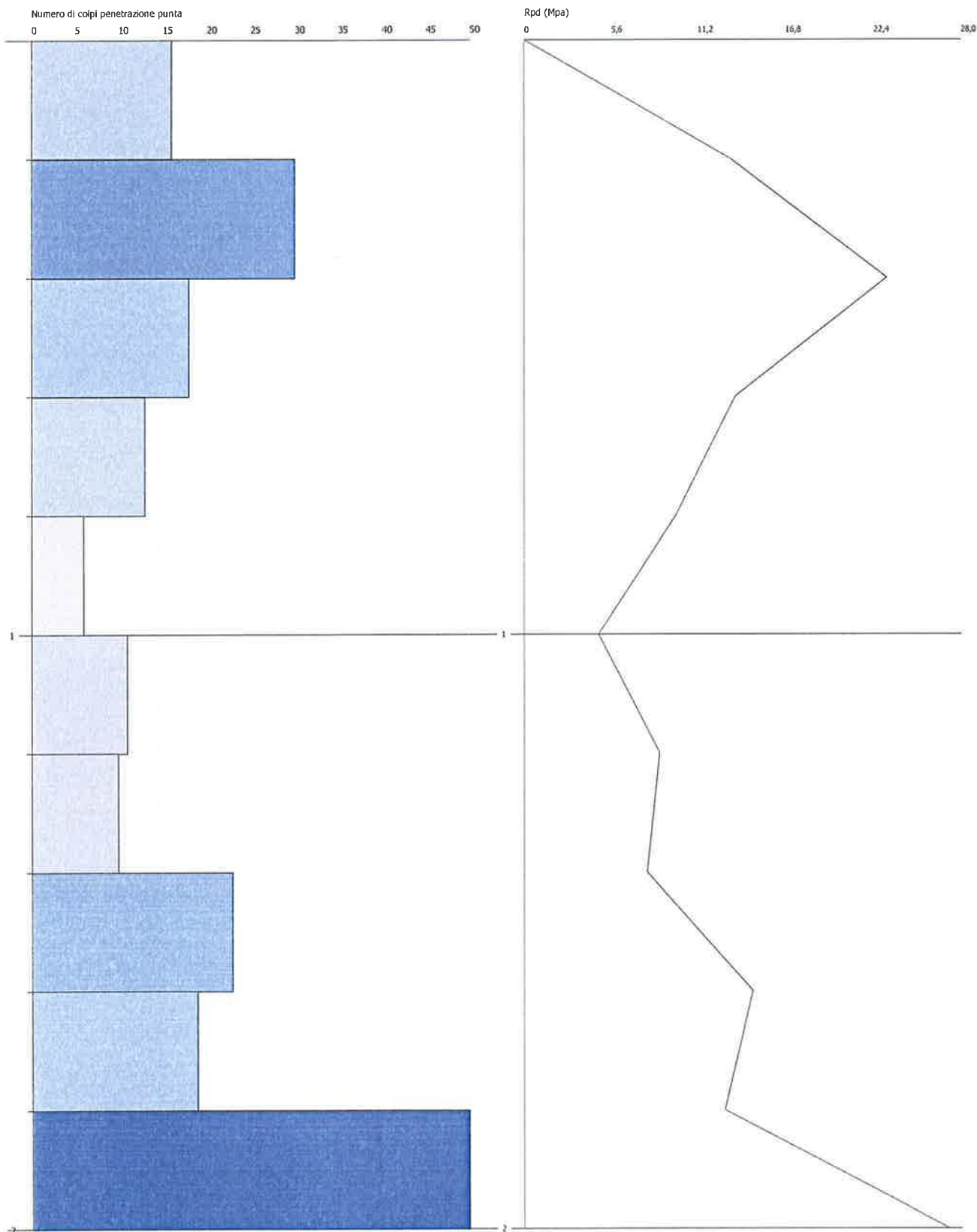


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.3
Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: Montefeltro Foraggi srl
Cantiere: Pian di Celle - Sassocorvaro
Località: Sassocorvaro (PU)

Data: 19/05/2011

Scala 1:9

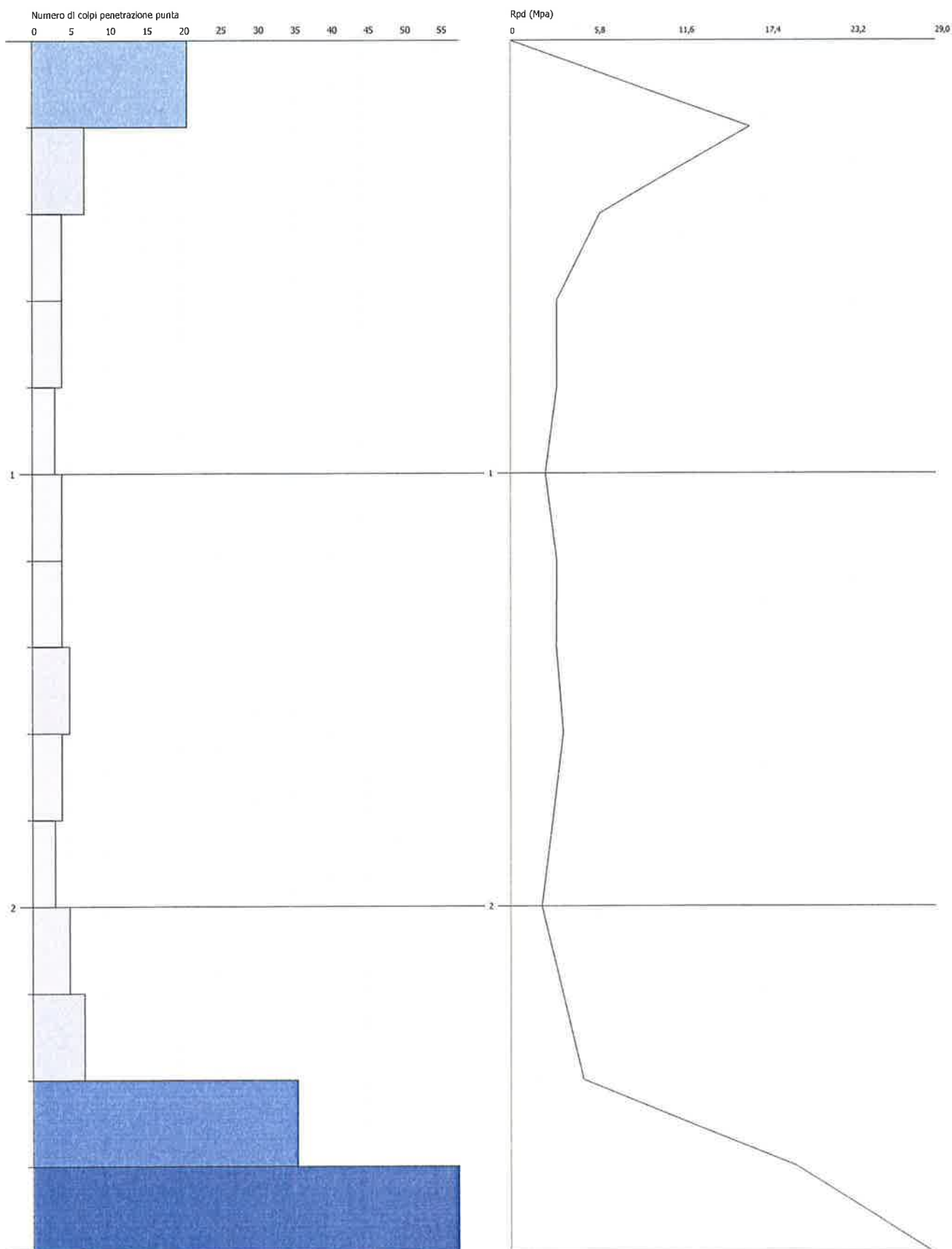


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.4
Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: Montefeltro Foraggi srl
Cantiere: Pian di Celle - Sassocorvaro
Località: Sassocorvaro (PU)

Data: 19/05/2011

Scala 1:12

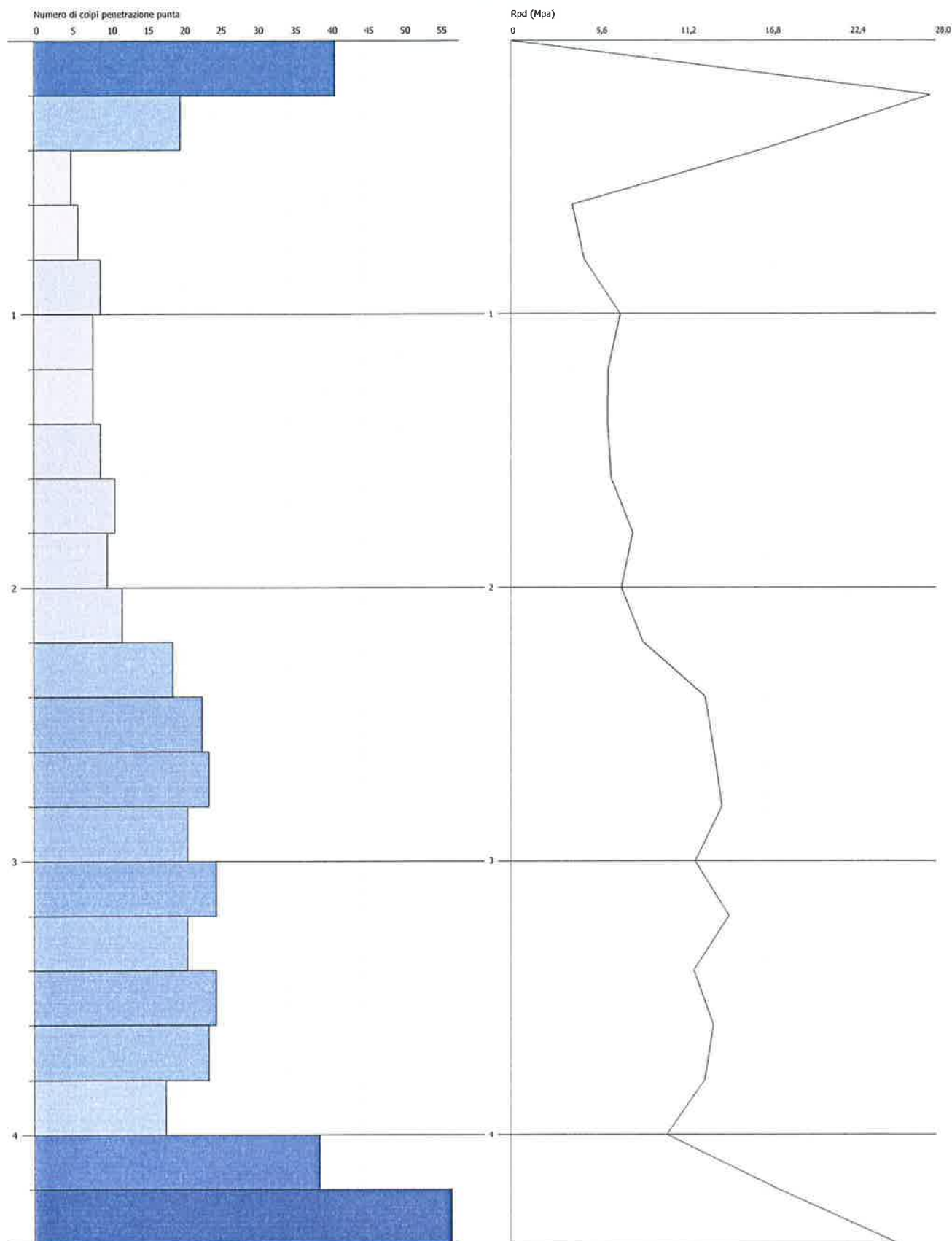


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.5
Strumento utilizzato... DPH TG 63-200 PAGANI

Committente: Montefeltro Foraggi srl
Cantiere: Pian di Celle - Sassocorvaro
Località: Sassocorvaro (PU)

Data: 19/05/2011

Scala 1:19

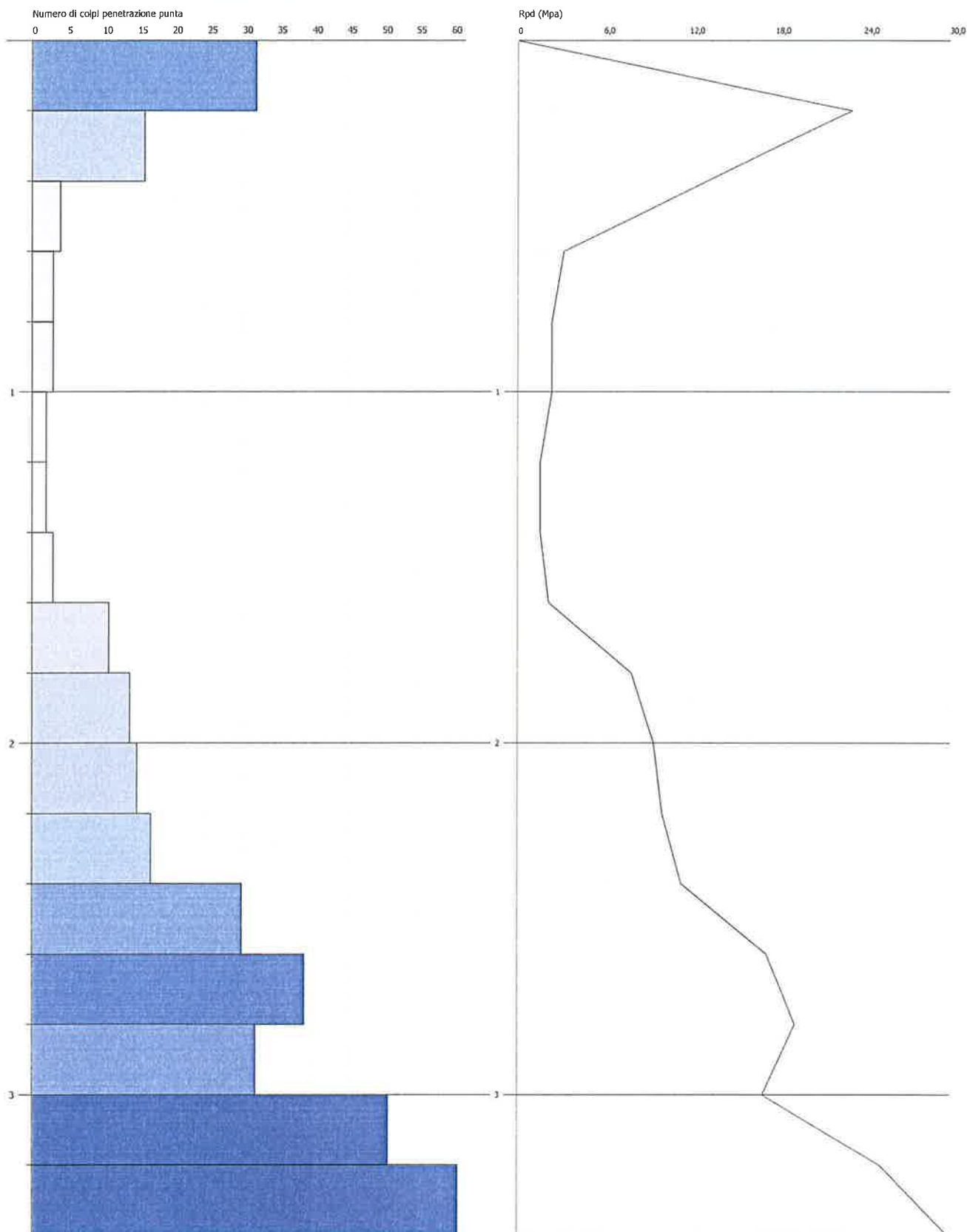


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.6
Strumento utilizzato... DPH TG 63-200 PAGANI

Committente: Montefeltro Foraggi srl
Cantiere: Pian di Celle - Sassocorvaro
Località: Sassocorvaro (PU)

Data: 19/05/2011

Scala 1:15



ALLEGATO 10

ELABORAZIONI MASW

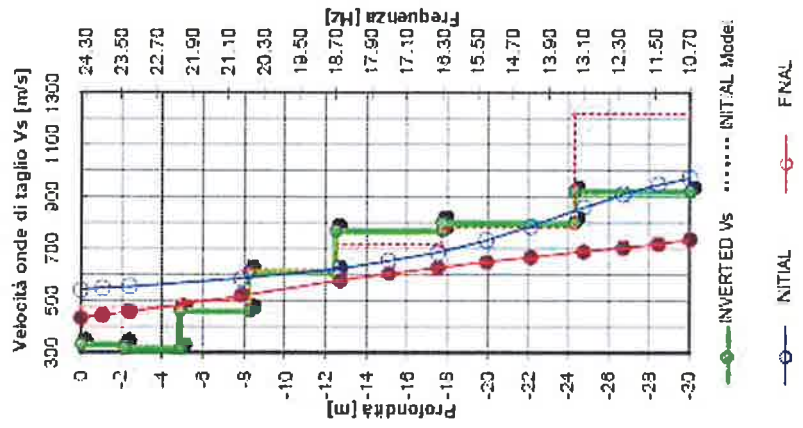
LOCALITÀ CAPRAZZINO
Ubicazione indagini MASW



GEOS <small>geosystem</small> QUANTIFICA	
Comitente:	MONTELTRO FORAGO S.p.A.
Progetto:	FORAGO S.p.A. MAGN
Sito:	Loc. Caprazzino (PZ)
Data:	Maggio 2011
Revisione:	Ed. 1.1
	Figure
	1

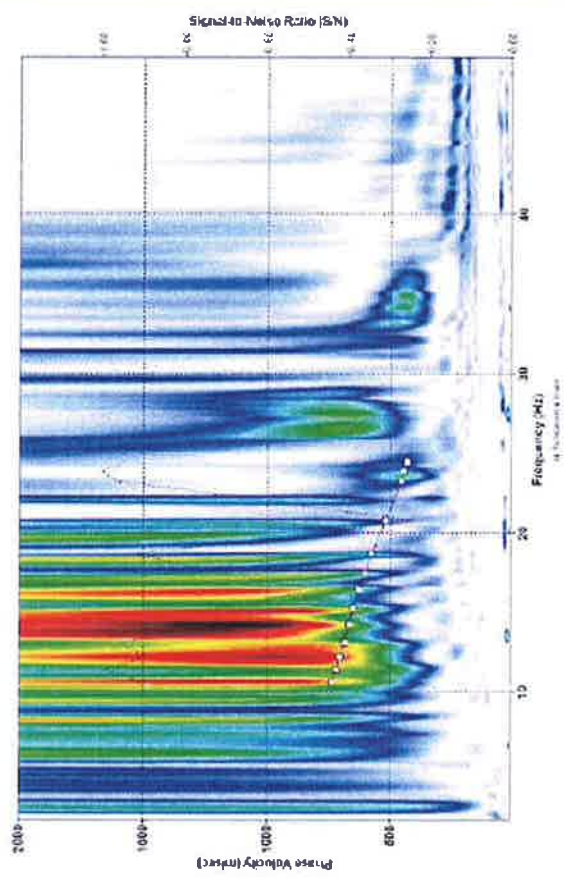
LOCALITÀ CAPRAZZINO – MASW N.1
 Curva di dispersione e modello di velocità Onde Vs

Modello delle velocità



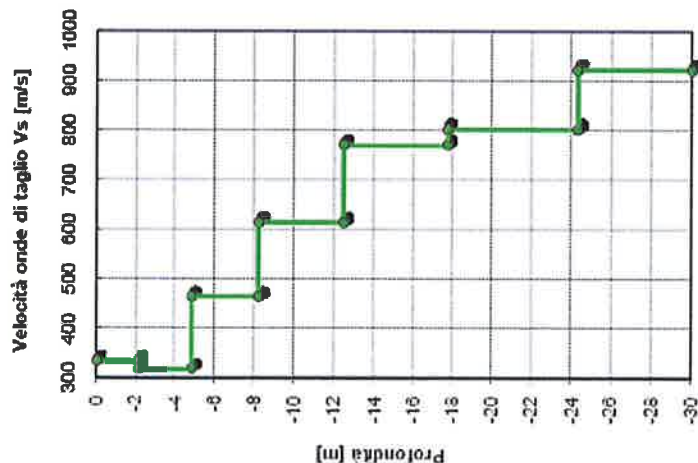
Curva di dispersione

..... Rapporto segnale-rumore [S/N] - - - Curva di dispersione modo fondamentale



<div> <div> </div> <div> GEOSONICS MONTEFALCONE </div> </div>	
Progetto:	MONTEFALCONE FORNACE 111
Indirizzo:	LOC. CAPRAZZINO (PZ)
Data:	12/11/2011
Realizzatore:	SAIT
Figura:	2

LOCALITÀ CAPRAZZINO – MASW N.1
 Profilo di velocità – Onde Vs



Modello Profilo Vs a 10 strati		
Strato	Profondità	Vs
1	-2.16	333.27
2	-4.66	318.23
3	-8.23	463.5
4	-12.45	612.72
5	-17.72	769.22
6	-24.3	801.05
7	-30	920.53

Vs30 CALCOLATO

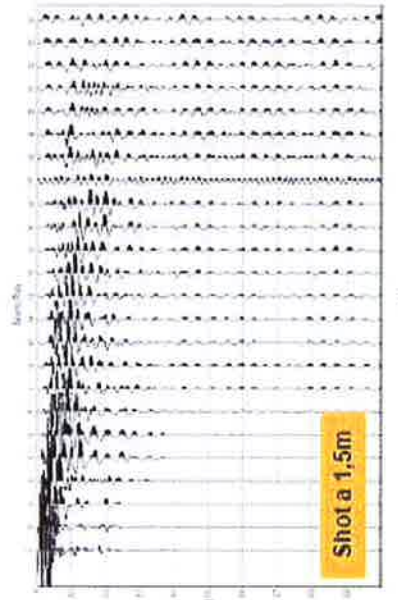
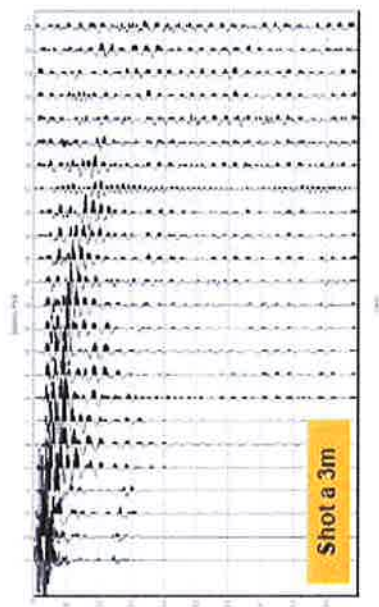
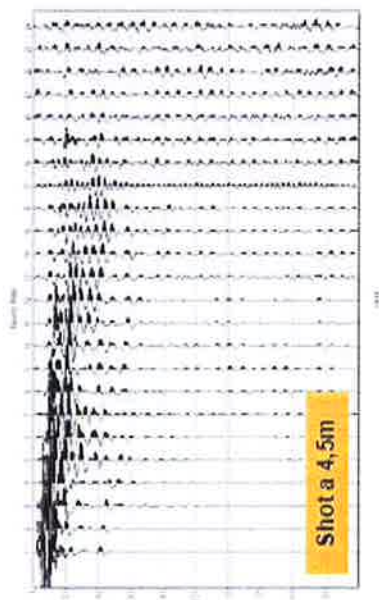
$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_i}}$$

595 m/sec
(media pesata sugli spessori fino a 30 m)

Profilo di velocità delle onde di taglio e proposta modello stratigrafico



LOCALITÀ CAPRAZZINO – MASW N.1
Sismogrammi



Schema di acquisizione

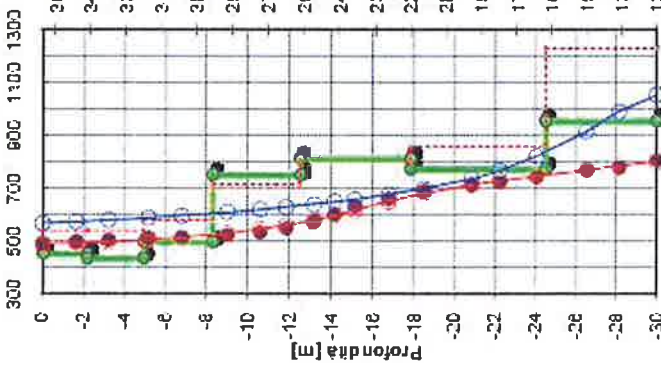


GEOS <small>geofisica</small>	
Comitente:	MONTELTRO FORAGO, S.r.l.
Progetto:	POSSIBILE SARMON
Sito:	Loc. Caprazzino (P.V.)
Obb.:	Maggio 2011
Realizzazione:	Set 11
Figura:	6

LOCALITÀ CAPRAZZINO – MASW N.2
Curva di dispersione e modello di velocità Onde Vs

Modello delle velocità

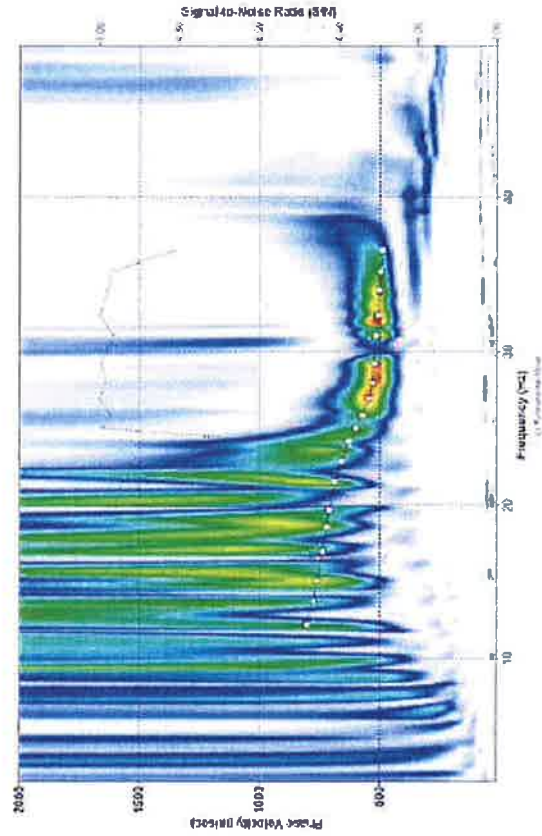
Velocità onde di taglio Vs [m/s]



INVERTED Vs INITIAL Model
INITIAL FINAL

Curva di dispersione

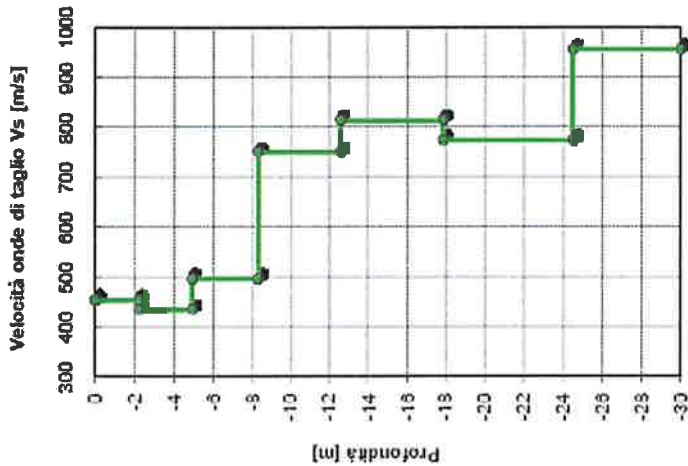
Rapporto segnale-rumore [S/N] - D - Curva di dispersione modo fondamentale



Scala cromatica
Amplitude (%)
0 20 40 60 80 100

<div> <div> <div></div> <div> <div></div> <div></div> </div> </div> <div> <div></div> <div></div> </div> </div>		<div> <div></div> <div></div> </div>	
COMPAGNIE	MONTEFELTRO FORNARO S.R.L.	Progetto	Prospetto di ricerca MASW
Sito	Loc. Caprazzino (P.V.)	Data	Maggio 2011
Relazione	84/11	Figura	1

LOCALITÀ CAPRAZZINO – MASW N.2
 Profilo di velocità – Onde Vs



Modello Profilo Vs a 10 strati

Strato	Profondità	Vs
1	-2.17	451.45
2	-4.89	433.83
3	-8.29	494.5
4	-12.54	749.28
5	-17.85	813.26
6	-24.48	773.08
7	-30	955.38

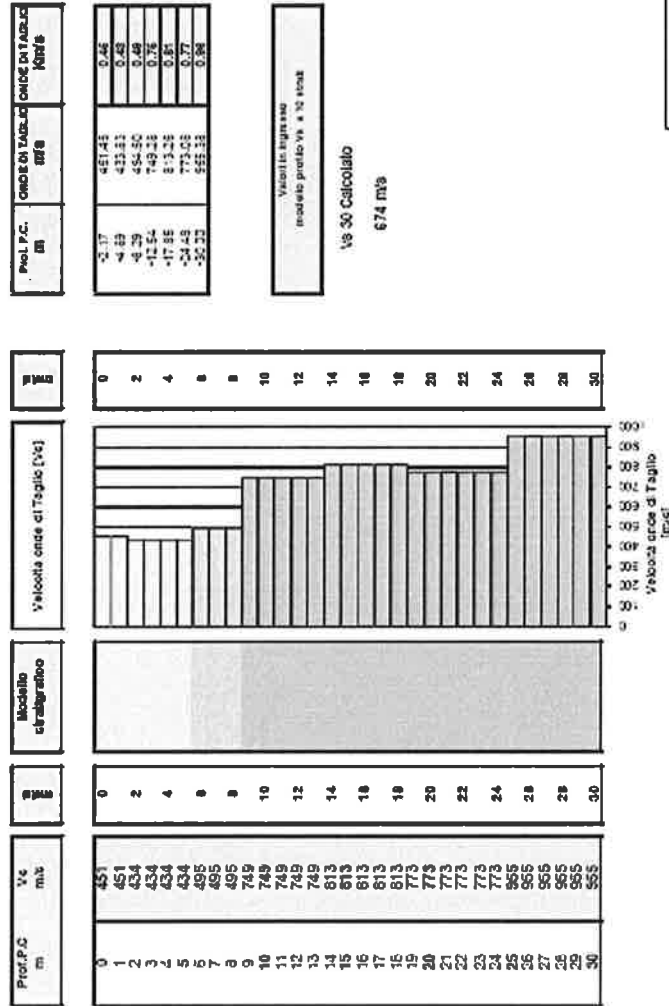
Vs₃₀ CALCOLATO

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_i}} \quad 674 \text{ m/sec}$$

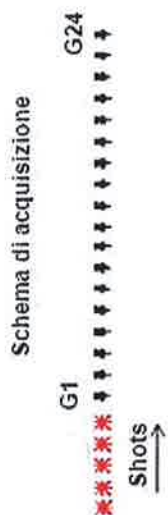
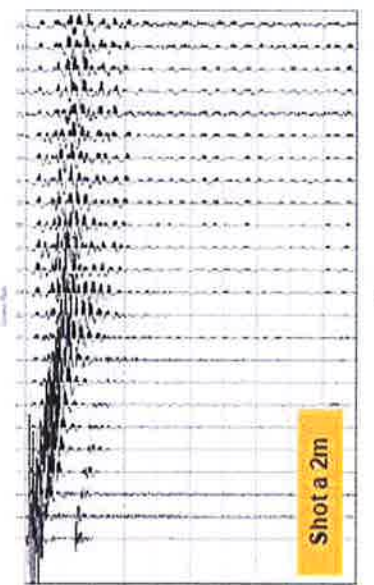
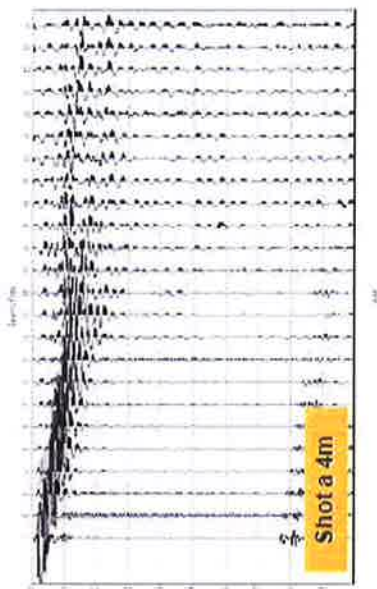
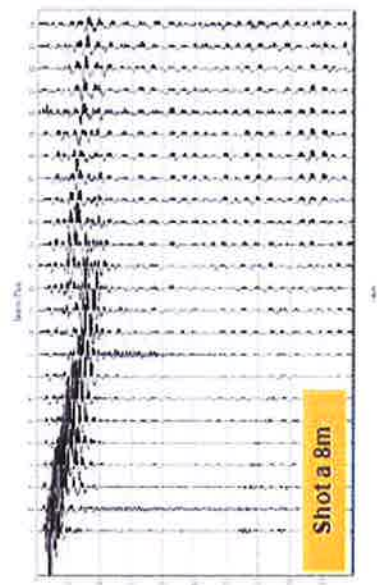
(media pesata sugli spessori fino a 30 m)

LOCALITÀ CAPRAZZINO – MASW N.2

Profilo di velocità delle onde di taglio e proposta modello stratigrafico



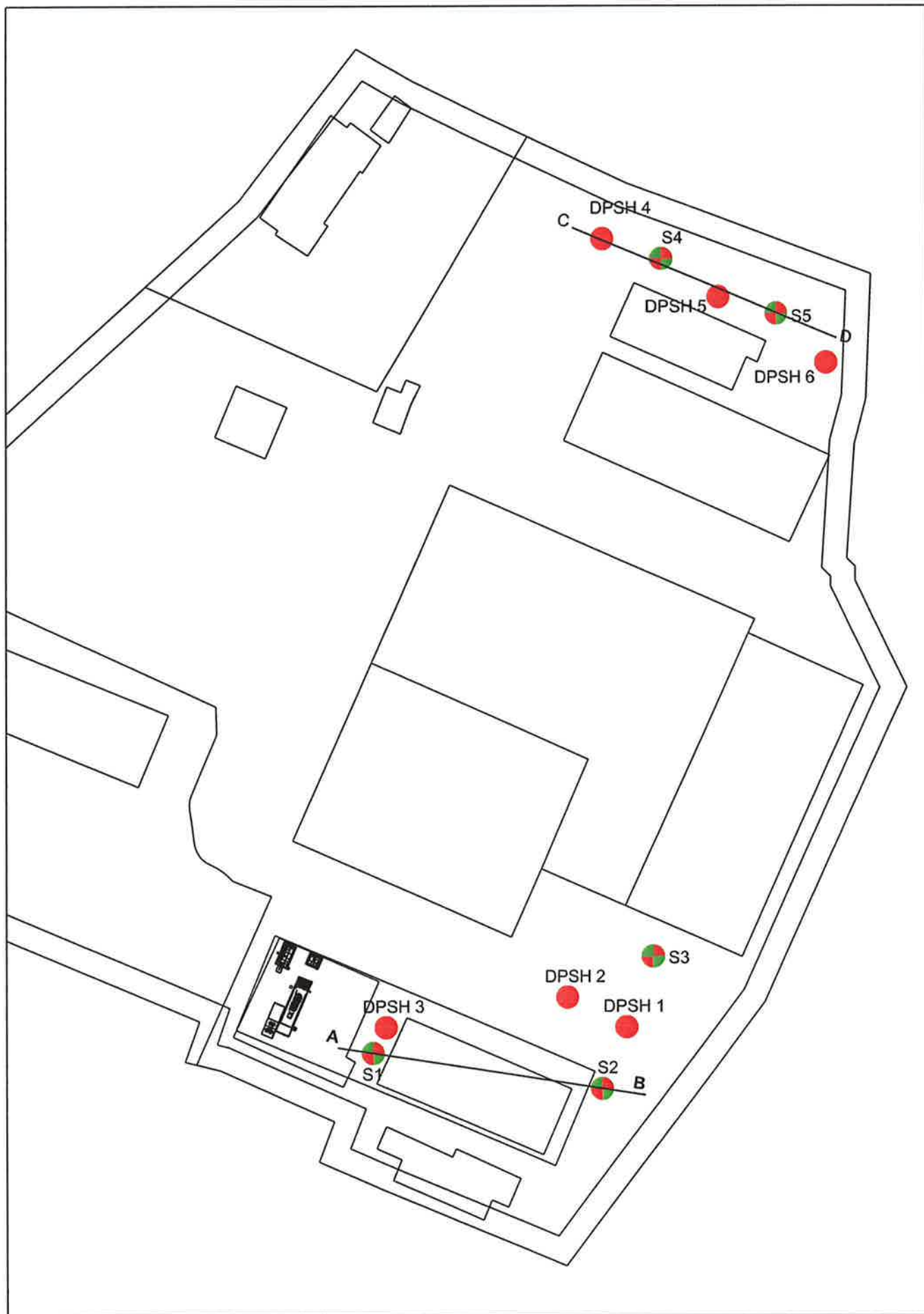
LOCALITÀ CAPRAZZINO – MASW N.2
Sismogrammi

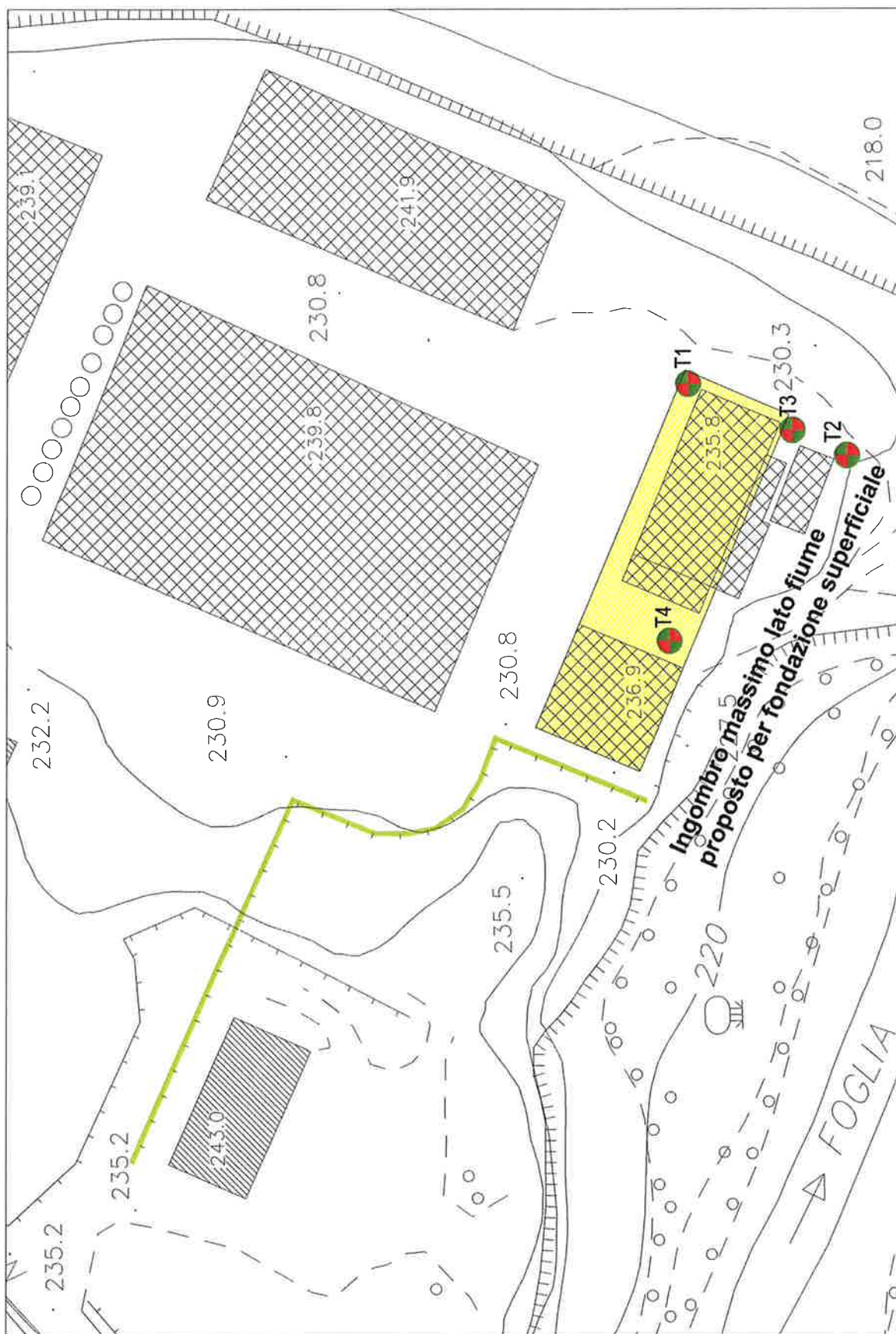


GEOS <small>Geophysical Engineering & Surveying</small>	
Comune: MONTELTRO FORAGG. 111	Progetto: MASW N.2
Site: Loc. Caprazzino (Pz)	Data: Maggio 2011
Relatore: 84/11	Figure: 4

ALLEGATO 11

SEZIONI STRATIGRAFICHE





[illegible]

[illegible]

[illegible]

SONDAGGIO: 4

DA METRI: 0.0 A METRI: 4.4

Responsabile:

LUNGHEZZA (m): 4.4

Sonda tipo:

Operatore:

LEGENDA:

PROVE S.P.T.: PA Punta aperta - PC Punta chiusa

CAMPIONI: S Pareti sottili - O Osterberg - M Mazier

R Rimaneggiato - Rs Rimaneggiato da S.P.T.

PIEZOMETRI: TA Aperto - C Casagrande - E Elettrico

PERFORAZIONE: CS Carotiere semplice - CD Carotiere doppio - EC Elica continua

STABILIZZAZIONE: RM Rivestimento metallico

FB Fanghi bentonitici


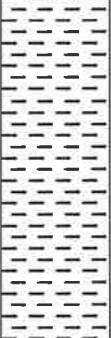
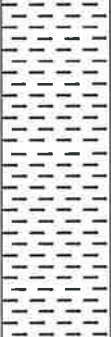


COMMITTENTE: Montefeltro Foraggi S.R.L.

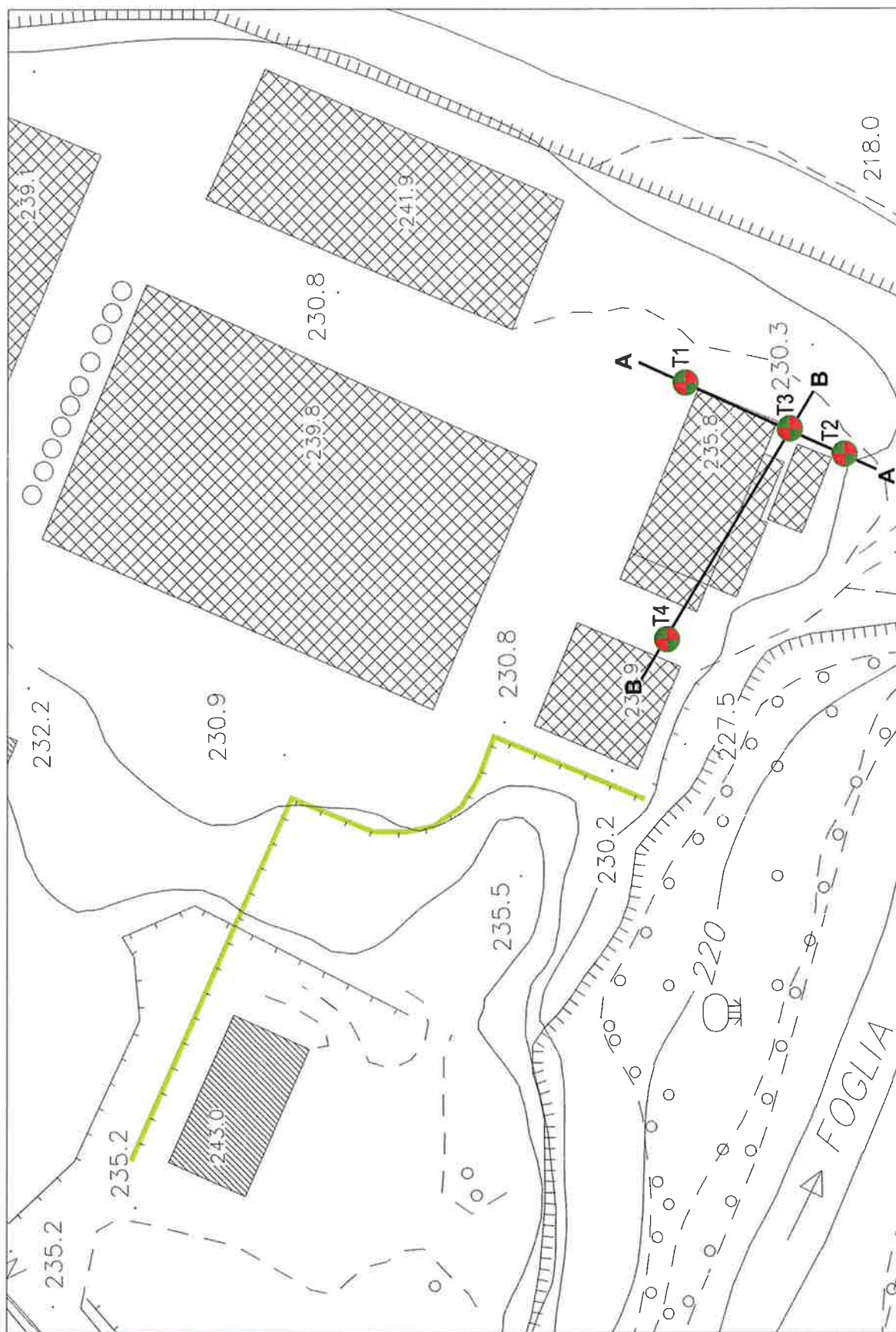
CANTIERE: S. Andrea

LOCALITA': Sassocorvaro

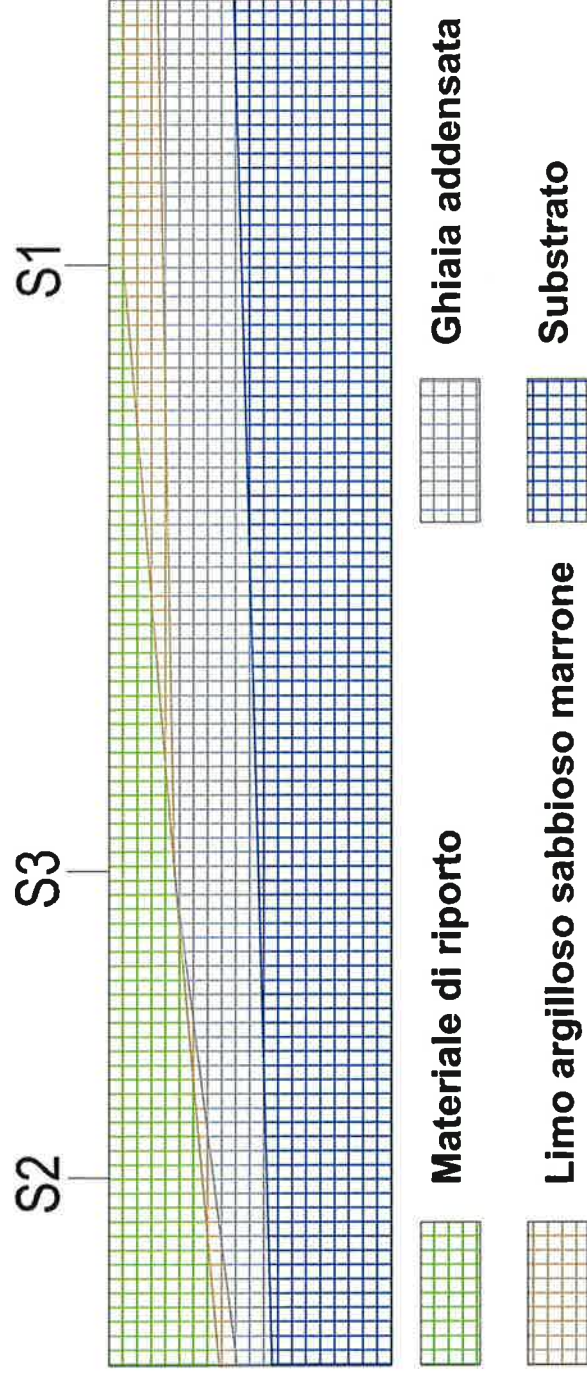
DATA INIZIO: 29-9-2006 DATA FINE: 29-9-2006

QUOTA BOCCA FORO (m s.l.m.): 230

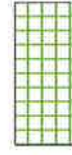
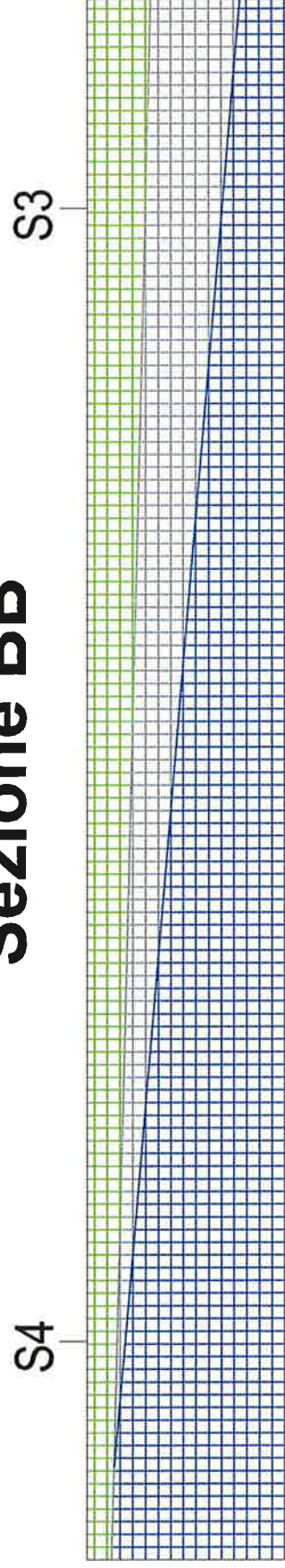
S.P.T. Prof. Tipo Valori	CAMPIONI Prof. Tipo	STRATIGRAFIA E DESCRIZIONE		Prof. (m)	Carotag- gio (%) 20 40 60 80	Pocket Test kg/cmq	Vane Test	FALDA Rinv Stab	Piezo- metri	Diam. (mm)	Metodo Perf.	Metodo Stab.
1			Terreno di riporto									
			Ghiaie addensate a pezzatura medio grossa da 10 a 30 cm di diametro	1.2								
			Substrato	1.5								
2												
3												
4												
5												
6				4.4								



Sezione AA



Sezione BB



Materiale di riporto



Ghiaia addensata



Substrato

ALLEGATO 12

CERTIFICATO LABORATORIO GEOTECNICO



LABORATORIO GEOMECCANICO

di Ugo Sergio Orazi

Laboratorio concessionato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ad effettuare e certificare prove geotecniche

Iscritto all'Albo dei laboratori pubblici e privati altamente qualificati del Ministero dell'Istruzione dell'Università e della Ricerca (MIUR)

SOCIO **UN**



Via Cairo, snc - 61024 Mombaroccio (PU) - Tel. 0721 470043 - Fax 0721 920260 - e-mail labgeomeccanico@libero.it

COMMITTENTE TECNOSONDAGGI DI BRUGIAPAGLIA CLAUDIO

CANTIERE SASSOCORVARO - PIAN DI CELLE

COMMESSA 148 / 11

MOMBAROCCIO (PU) 27/05/2011

LABORATORIO GEOMECCANICO
Dr. Ugo Sergio Orazi

TABELLA RIASSUNTIVA

COMMITTENTE TECNOSONDAGGI DI BRUGIAPAGLIA CLAUDIO
CANTIERE SASSOCORVARO - PIAN DI CELLE

SONDAGGIO		S5	-	-	-
CAMPIONE		1	-	-	-
PROFONDITA' (m)		3,5	-	-	-
CARATTERISTICHE FISICHE					
Contenuto in acqua	%	18,5	-	-	-
Massa volumica	Mg/m ³	1,87	-	-	-
Massa volumica secca	Mg/m ³	1,58	-	-	-
Massa volumica granuli solidi	Mg/m ³	-	-	-	-
Indice dei vuoti	-	-	-	-	-
Grado di saturazione	-	-	-	-	-
COMPRESSIONE NON CONFINATA					
Resistenza al taglio non drenata	kPa	180,7	-	-	-
Deformazione a rottura	%	3,9	-	-	-

LABORATORIO GEOMECCANICO di Ugo Sergio Orazi

via Cairo, snc - 61024 Mombaroccio (Pesaro - Urbino)

Laboratorio autorizzato dal **Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti** ad eseguire e
certificare prove geotecniche di cui all'articolo 59 del DPR 380/01Iscritto all'Albo dei laboratori pubblici e privati altamente qualificati del **MIUR**Azienda con sistema di gestione
per la qualità certificato da DNV
= **UNI EN ISO 9001** =Socio **UNI** n. C2710**COMMITTENTE** TECNOSONDAGGI DI BRUGIAPAGLIA CLAUDIO
CANTIERE SASSOCORVARO - PIAN DI CELLE**COMMESSA** 148
VERBALE D'ACCETTAZIONE 0585
Data ricevimento campione 23/05/11
Data apertura campione 25/05/11**SONDAGGIO** S5
CAMPIONE 1
PROFONDITA' [m] 3.50**CARATTERISTICHE GENERALI**

Apertura e descrizione visiva dei campioni ASTM 2488 - AGI 1977

Contenitore	Doppio sacchetto	Classe di qualità [AGI '77]	Q4
Diametro campione	mm 80	Reazione HCl	Positiva
Lunghezza campione	mm 200		

Rp
kg/cm²**Tv****PROGRAMMA**
PROVE DI LABORATORIO**STRATIGRAFIA****DESCRIZIONE LITOLOGICA**

4.2

Contenuto in acqua
Massa volumica
Compressione non confinata

10 cm

20 cm

30 cm

40 cm

50 cm

60 cm

Limo argilloso plastico estremamente
compatto.

Alto

Basso



LABORATORIO GEOMECCANICO di Ugo Sergio Orazi

via Cairo, snc - 61024 Mombaroccio (Pesaro - Urbino)

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ad eseguire e certificare prove geotecniche di cui all'articolo 59 del DPR 380/01

Iscritto all'Albo dei laboratori pubblici e privati altamente qualificati del MIUR

Azienda con sistema di gestione
per la qualità certificato da DNV
= UNI EN ISO 9001 =

Socio UNI n. C2710

COMMITTENTE TECNOSONDAGGI DI BRUGIAPAGLIA CLAUDIO
CANTIERE SASSOCORVARO - PIAN DI CELLECOMMESSA 148
VERBALE D'ACCETTAZIONE 0585
Data ricevimento campione 23/05/11
Data esecuzione prova 25/05/11SONDAGGIO S5
CAMPIONE 1
PROFONDITA' [m] 3.50DESCRIZIONE DEL CAMPIONE Limo argilloso estremamente compatto
CLASSE DI QUALITA' [AGI '77] Q4**CONTENUTO IN ACQUA**

UNI CEN ISO/TS 17892-1

Massa capsula	g	25.04
Massa capsula + terreno umido	g	99.68
Massa capsula + terreno secco	g	88.03
Contenuto in acqua	w	% 18.5

OSSERVAZIONI



Certificato numero

0451

Data di emissione

27.05.11

Il Direttore
Dr. Ugo-Sergio OraziLo Sperimentatore
Dr. Michele Orazi

LABORATORIO GEOMECCANICO di Ugo Sergio Orazi

via Cairo, snc - 61024 Mombaroccio (Pesaro - Urbino)

Laboratorio autorizzato dal **Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti** ad eseguire e
certificare prove geotecniche di cui all'articolo 59 del DPR 380/01Iscritto all'Albo dei laboratori pubblici e privati altamente qualificati del **MIUR**Azienda con sistema di gestione
per la qualità certificato da DNV
= **UNI EN ISO 9001** =Socio **UNI** n. C2710COMMITTENTE
CANTIERETECNOSONDAGGI DI BRUGIAPAGLIA CLAUDIO
SASSOCORVARO - PIAN DI CELLECOMMESSA 148
VERBALE D'ACCETTAZIONE 0585
Data ricevimento campione 23/05/11
Data esecuzione prova 25/05/11SONDAGGIO S5
CAMPIONE 1
PROFONDITA' [m] 3.50DESCRIZIONE DEL CAMPIONE Limo argilloso estremamente compatto
CLASSE DI QUALITA' [AGI '77] Q4**MASSA VOLUMICA DEI TERRENI A GRANA FINE**

UNI CEN ISO/TS 17892-2

METODO CON MISURAZIONI LINEARI

Massa provino	g	74,64
Volume provino	cm ³	40,00
Massa volumica	Mg/m ³	1.87

OSSERVAZIONI

Certificato numero

0452

Data di emissione

24-05-11

Il Direttore
Dr. Ugo-Sergio OraziLo Sperimentatore
Dr. Michele Orazi

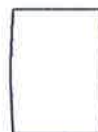
LABORATORIO GEOMECCANICO di Ugo Sergio Orazi

via Cairo, snc - 61024 Mombaroccio (Pesaro - Urbino)

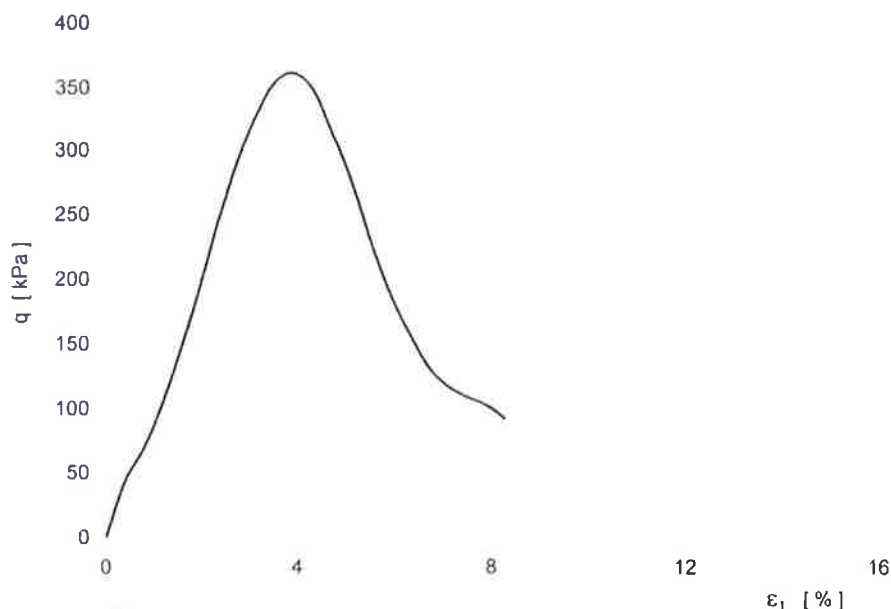
Laboratorio autorizzato dal **Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti** ad eseguire e
certificare prove geotecniche di cui all'articolo 59 del DPR 380/01Iscritto all'Albo dei laboratori pubblici e privati altamente qualificati del **MIUR**Azienda con sistema di gestione
per la qualità certificato da DNV
= **UNI EN ISO 9001** =Socio **UNI** n. C2710**COMMITTENTE** TECNOSONDAGGI DI BRUGIAPAGLIA CLAUDIO
CANTIERE SASSOCORVARO - PIAN DI CELLE**COMMESSA** 148
VERBALE D'ACCETTAZIONE 0585
Data ricevimento campione 23/05/11
Data esecuzione prova 25/05/11**SONDAGGIO** S5
CAMPIONE 1
PROFONDITA' [m] 3,50**DESCRIZIONE DEL CAMPIONE** Limo argilloso estremamente compatto
CLASSE DI QUALITA' [AGI '77] Q4**COMPRESSIONE NON CONFINATA**

UNI CEN ISO/TS 17892-7

Contenuto in acqua	w	%	18,0
Massa volumica	ρ	Mg/m ³	1,89
Massa volumica secca	ρ_d	Mg/m ³	1,60
Massa volumica granuli	ρ_s	Mg/m ³	
Indice dei vuoti	e		
Grado di saturazione	S_R		
Velocità di deformazione	v	%/min	1,58
Altezza	H	mm	76,0
Diametro	D	mm	38,0

OSSERVAZIONI**SCHEMA DI ROTTURA**

ϵ_1	q
%	kPa
0,0	0,0
0,4	43,1
0,8	69,5
1,2	105,1
1,6	148,9
2,0	196,7
2,4	248,2
2,8	293,5
3,2	330,8
3,6	355,3
3,9	361,3
4,3	348,2
4,7	313,9
5,1	274,8
5,5	228,7
5,9	188,7
6,3	158,8
6,7	132,3
7,1	117,3
7,5	108,8
7,9	102,7
8,3	92,0



Certificato numero

0453

Data di emissione

27-05-11

Il Direttore
Dr. Ugo-Sergio OraziLo Sperimentatore
Dr. Michele Orazi