




Comune di Pisogne
Provincia di Brescia

PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

ADEGUAMENTO GEOLOGICO

Relazione Generale

Sindaco:	Dott. Oscar Panigada	Adottato
Assessore:	Ing. Massimo Berlinghieri	
Progettista:	Arch. Ivo Filosi	Approvato
Responsabile scientifico:	Arch. Federico Acuto	
Ufficio di Piano:	Ing. Fabrizio Cortinovis Arch. Federico Baiguini	
Adeguamento Geologico:	 Dott. Geol. Luca Albertelli	

Impostazione		
Fase	Data	Note

INDICE

CAPITOLO 1 - CONSIDERAZIONI GENERALI -	2
1.0 PREMESSA	2
1.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	3
1.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO	3
CAPITOLO 2 AGGIORNAMENTO SISMICO	7
2.0 PREMESSA	7
2.0.1 ANALISI SISMICA DEL COMUNE DI PISOGNE: ASPETTI GENERALI	8
2.1 ANALISI DI 1^ LIVELLO	8
2.2 ANALISI DI 2° LIVELLO: EFFETTI MORFOLOGICI	9
2.2.1 DESCRIZIONE DELLA METODOLOGIA DI VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI MORFOLOGICI: SCENARIO DI SCARPATA (Z3a)	9
2.2.2 DESCRIZIONE DELLA METODOLOGIA DI VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI MORFOLOGICI: SCENARIO DI CRESTA ROCCIOSA O COCUZZOLO (Z3b)	10
2.2.3 INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI	11
2.3 ANALISI DI 2° LIVELLO: EFFETTI LITOLOGICI	13
2.3.1 DESCRIZIONE DELLA METODOLOGIA DI VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI LITOLOGICI	13
2.4 RACCOLTA DATI	14
2.4.1 TECNICA DEI MICROTREMORI PER LA CLASSIFICAZIONE SISMICA	15
2.5 INDAGINI IN SITO	21
2.5.1 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	23
CAPITOLO 3 RIELABORAZIONE GRAFICA DELLA CARTA DI FATTIBILITA'	24
3.0 PREMESSA	24
3.1 ELABORATO GRAFICO	25
3.2 PRESCRIZIONI DI CARATTERE SISMICO	25
AREE SOGGETTE AD AMPLIFICAZIONE SISMICA	25
AREE SOGGETTE A INSTABILITA' SISMICA	25
3.3 VARIAZIONI RISPETTO AI DOCUMENTI PRECEDENTI	26
CAPITOLO 4 CARTA DEL DISSESTO CON LEGENDA UNIFORMATA PAI	28
CAPITOLO 5 CARTA DI SINTESI DELLE FENOMENICHE GEOLOGICHE	28

ALLEGATI:

ALLEGATO 1	EFFETTI MORFOLOGICI
ALLEGATO 2	EFFETTI LITOLOGICI
ALLEGATO 3	RACCOLTA DATI BIBLIOGRAFICI
ALLEGATO CARTOGRAFICO 1	EFFETTI MORFOLOGICI
ALLEGATO CARTOGRAFICO 2	UBICAZIONE DELLE PROVE

CAPITOLO 1 - CONSIDERAZIONI GENERALI -

1.0 PREMESSA

Su incarico del Comune di Pisogne si è proceduto alla realizzazione del presente studio per l'adeguamento del Piano di Governo del Territorio così come previsto dall'articolo 57 della l.r. 12/2005, per quanto attiene l'analisi di pericolosità sismica locale, ad integrazione dello studio geologico vigente.

Attualmente il Comune di Pisogne dispone della seguente documentazione, che ci è stata fornita in formato digitale:

- Studio Geologico del Territorio Comunale (DEL. G. R. 18.05.1993 N.5/36147 e DEL. G. M.15.06.1994 n. 262).
- Aggiornamento della componente geologica di supporto alla pianificazione comunale contenuta nell'Adeguamento urbanistico del P.R.G. vigente in attuazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Bacino del Fiume Po (PAI) ai sensi della D.G.R. 11.12.01 n°7/7365, redatto dal Dott. Geol. Fabio Fenaroli.
- Studio del Reticolo Idrico Minore (DGR n.VII/7868 del 25.01.2002 e DGR n.VII/13950 del 01.08.2003), redatto dal Dott. Ing. Pier Giuseppe Fenaroli.

Stante la situazione del quadro geologico del Comune di Pisogne, si è proceduto a:

- Aggiornare lo studio geologico per la componente sismica;
- Rielaborare in forma grafica la Carta della Fattibilità sull'intero territorio comunale riportandola su volo aerofotogrammetrico;
- Rielaborare in forma grafica la Carta del Dissesto con legenda uniformata PAI senza modificare l'attribuzione dei diversi dissesti. Le aree in dissesto non sono state modificate. Inoltre è stata riportata su volo aerofotogrammetrico la perimetrazione dell'Area a Rischio Idrogeologico Molto Elevato (Area 146-LO-BS);
- Rielaborare in forma grafica la Carta di Sintesi delle fenomeniche geologiche sull'intero territorio comunale riportandola su volo aerofotogrammetrico.

Il presente studio si compone di:

- Relazione Generale (presente documento);
Allegato 1 "Effetti Morfologici";
Allegato 2 "Effetti Litologici";
Allegato 3 "Raccolta Dati Bibliografici";
Allegato cartografico 1 "Effetti morfologici";
Allegato cartografico 2 "Ubicazione delle prove";
- Tavola A.1.6: Carta del dissesto con legenda uniformata PAI;
- Tavola A.1.7: Carta della Fattibilità Geologica e Sismica;
- Tavola A.2.1: Carta Geologica;
- Tavola A.2.2: Carta Geomorfologica;
- Tavola A.2.3: Carta di Sintesi delle fenomeniche geologiche;
- Tavola A.2.4: Carta della Pericolosità Sismica Locale;

1.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il Comune di Pisogne si sviluppa prevalentemente in sinistra idrografica al Fiume Oglio nella bassa Valle Camonica, sul lato nord del Lago d'Iseo, confina a nord con i comuni di Piancamuno e Costa Volpino, a ovest con il Lago d'Iseo, a sud con i comuni di Marone, Zone, Tavernole sul Mella e a Est con il comune di Pezzaze.

Il territorio comunale è rappresentato nella Carta Tecnica Regionale nel foglio D4 alla scala 1:50.000 ed in maggior dettaglio nelle sezioni D4b5, D4b4 alla scala 1:10.000.

1.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Di seguito vengono descritte le diverse formazioni affioranti sul territorio del Comune di Pisogne dalla più recente alla più antica:

Detrito di versante.

Accumuli di detrito e detrito di falda, formati da clastici di dimensioni variabili, sciolti, derivanti dalla disgregazione delle pareti rocciose.

La composizione litologica dipende evidentemente dalla roccia da cui si sono staccati e che forma le pareti ai cui piedi della quale si trovano gli accumuli stessi. Nel territorio in esame si hanno detriti di falda derivanti prevalentemente da rocce di tipo carbonatico e da rocce arenaceo - conglomeratiche.

Depositi di conoide alluvionale.

Depositi prevalentemente ghiaiosi, disposti in coni di deiezione. Sono i depositi lasciati dai vari torrenti allo sbocco sul fondovalle e sono formati prevalentemente da detriti ciottolosi grossolani. Hanno spessori variabili e possono raggiungere anche qualche decina di metri.

Depositi alluvionali, attuali e recenti.

Depositi di fondovalle, ghiaiosi, sabbiosi, limosi incoerenti; si tratta dei depositi alluvionali del fiume Oglio, che formano la pianura del fondovalle della Valle Camonica. Essi sono formati da depositi di detrito di varie dimensioni, prevalentemente sabbiosi sabbioso - ghiaiosi con intercalazioni di lenti limoso - sabbiose.

Depositi di origine glaciale.

Depositi formati da materiale clastico di natura e di granulometria assai varia comprendente ciottoli, talora massi frammisti a sabbie e limi, sia sciolti che debolmente cementati di origine glaciale. Una caratteristica costante di questi terreni è la presenza di una matrice finissima, di natura argilloso - limosa, più o meno abbondante. La potenza di questi depositi è molto variabile, ma generalmente non supera lo spessore della decina di metri.

Dolomia Principale (Norico).

Dolomie e calcari dolomitici da grigio chiari a nerastri, a stratificazione per lo più indistinta o in grossi banchi. In particolare alla base sono presenti brecce monogeniche ad elementi calcareo - dolomitici. Dal punto di vista meccanico, si comportano come masse rigide e presentano sistemi di fratturazione che per l'effetto della circolazione idrica, possono evolversi in forme carsiche.

Formazione di S. Giovanni Bianco (Carnico superiore).

Argilliti verdastre e talora rossastre, sottilmente stratificate, alternate a dolomie marnose e marne. Sono rocce caratterizzate da un comportamento plastico e danno origine ad affioramenti con morfologia dolce ed abbondantemente ricoperti di coltri di alterazione. Nei livelli superiori della formazione in oggetto si hanno lenti di evaporiti (gessi ed anidriti) ben stratificate e molto solubili che possono dar luogo a cavità carsiche.

Formazione di Gorno (Carnico medio - inferiore).

Calcari neri alternati a marne nerastre, talora calcari marnosi o arenacei in strati sottili.

Arenarie di Val Sabbia (Carnico medio - inferiore).

Arenarie molto compatte e stratificate in banchi e strati decimetrici alternate a siltiti laminate, di origine sedimentaria e vulcanica. Il comportamento è piuttosto rigido e le rocce danno origine ad affioramenti con morfologia variabile, a seconda della presenza o meno della componente siltitica.

Calcare di Esino (Ladinico).

Calcari, calcari - dolomitici e dolomie da grigio - chiari a grigio - scuri, a stratificazione per lo più indistinta o in grossi banchi. Caratteristica è l'abbondanza di resti fossiliferi (gasteropodi, lamellibranchi ed alghe). La formazione è caratterizzata da un comportamento rigido e dalla presenza di frequenti fratturazioni e di fenomeni carsici.

Formazione di Wengen (Ladinico superiore).

Marne e calcari marnosi neri, ben stratificati, arenarie e siltiti grigio - verdastre talora tufacee. Tali rocce sono caratterizzate da un comportamento plastico e da un'elevata degradabilità e danno luogo ad affioramenti con morfologia molto dolce.

Formazione di Buchenstein (Ladinico inferiore).

Calcari scuri silicei, con stratificazione netta e regolare con strati di 20 - 30cm, talora con piani di stratificazione bernoccoluti; sono presenti sottili interstrati argillosi da neri a verdastrì.

Calcari anisici (Calcare di Prezzo e di Angolo - Anisico).

Calcari a strati sottili, localmente nodulari, con interstrati di argilliti bruno nerastre nella parte superiore della formazione. Inferiormente abbiamo calcari da grigi a nerastri a stratificazione poco distinta oltre che calcari marnosi neri a stratificazione media. Si tratta di rocce carbonatiche mediamente degradabili, carsificabili e mediamente fratturate.

Carniola di Bovegno (Scitico superiore).

Calcari dolomitici, per lo più gessosi e vacuolari, grigio - giallastri, a stratificazione indistinta passanti a brecce giallastre. Hanno debole consistenza e sono facilmente degradabili. Nella formazione in esame sono presenti lenti di evaporiti anche di grandi dimensioni, quale quella affiorante in località Gasso, sede di attività estrattiva fino al Novembre 2000, periodo in cui, in seguito a degli eventi alluvionali, l'area fu interessata da un franamento di grosse proporzioni.

Servino (Scitico inferiore).

Marne arenacee e micacee con intercalati livelli di calcari oolitici; arenarie e siltiti micacee, merne e calcari marnoso - arenacei ben stratificati con locali mineralizzazioni a siderite. Queste rocce formano, pur con caratteristiche litologiche variabili, un complesso omogeneo dal punto di vista meccanico.

Verrucano Lombardo (Permiano superiore).

Arenarie quarzose - feldspatiche rosse, talora micacee, con intercalazioni di siltiti e di conglomerati a ciottoli di quarzo e di rocce vulcaniche; la stratificazione si presenta da poco evidente a massiccia.

Vulcaniti permiane (Permiano inferiore).

Trattasi di porfidi, talora conglomerati e quarziti, generalmente molto compatti. Sono rocce di origine vulcanica e vulcanico - sedimentaria.

Micascisti del Maniva (prepermiano).

Trattasi di micascisti muscovitico - biotitico - cloritico granatiferi. Sono rocce di origine metamorfica che si presentano pieghettate, laminate e con spiccata tendenza alla sfaldabilità. La morfologia a cui danno luogo è sempre molto dolce con rilievi arrotondati.

Le linee principali che caratterizzano l'andamento strutturale del territorio comunale sono orientate in direzione NW - SE. In corrispondenza di tali linee tettoniche si riscontra un graduale innalzamento di varie zolle rocciose, a partire da SW verso NE, provocato dall'emergenza del Basamento Cristallino rappresentato in zona dai Micascisti del Maniva. La meccanica dei movimenti di innalzamento progressivo delle zolle, sopradescritta, si basa su un profilo diretto da SW a NE, normale all'andamento delle principali linee tettoniche.

CAPITOLO 2 AGGIORNAMENTO SISMICO

2.0 PREMESSA

La nuova metodologia per l'analisi sismica del territorio rappresenta la principale novità introdotta dai nuovi criteri approvati con la d.g.r. 1566/05. Questa innovazione tiene conto anche del d.m. 14 settembre 2005 "Norme tecniche sulle costruzioni" che richiede, per la definizione dell'azione sismica di progetto, la valutazione dell'influenza delle condizioni stratigrafiche, morfologiche e geotecniche locali mediante studi di risposta sismica locale (microzonazione). Il d.m. 14/2005 è entrato in vigore il 23 ottobre 2005, ma attualmente è in corso un periodo transitorio durante il quale è possibile applicare, in fase di progettazione, la normativa precedentemente in vigore (O.P.C.M. 3274/2003).

La d.g.r. 1566/05 dedica un intero allegato, il numero 5, alle procedure per l'analisi e la valutazione degli effetti sismici di sito vista la grande rilevanza assunta dalla materia nella normativa. In particolare tale metodologia si basa su 3 livelli di approfondimento successivi:

- 1^ livello: prevede l'individuazione degli scenari di pericolosità sismica locale (PSL) e la predisposizione della Carta della Pericolosità Sismica Locale.
- 2^ livello: prevede la caratterizzazione semi-quantitativa del Fattore di amplificazione (Fa) nelle aree PSL individuate con il 1^ livello e confronto con i valori di riferimento.
- 3^ livello: prevede la caratterizzazione quantitativa degli effetti di amplificazione tramite indagini e analisi più approfondite rispetto al 2^ livello.

2.0.1 ANALISI SISMICA DEL COMUNE DI PISOgne: ASPETTI GENERALI

Il Comune di Pisogne è classificato in zona sismica 3. La normativa, ed in particolare i "Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio" definiscono che, per i comuni appartenenti alla zona sismica 3:

- è obbligatorio il 1^ livello in fase pianificatoria;
- è obbligatorio il 2^ livello, sempre in fase pianificatoria, nelle zone classificate nella carta di pericolosità sismica locale (PSL) come Z3 e Z4 se interferenti con urbanizzato e urbanizzabile, ad esclusione delle aree già inedificabili;
- è necessario effettuare un'analisi di 3^ livello, solo in fase progettuale, nelle aree indagate con il 2^ livello quando Fa calcolato risulta maggiore del valore di soglia comunale e nelle zone di PSL Z1, Z2 e Z5.

La società incaricata della presente indagine, dopo aver redatto la Carta di Pericolosità Locale (PSL) e dopo aver sentito i professionisti incaricati dello studio urbanistico, ha proceduto all'analisi di 2^ livello per quelle aree classificate come Z3 e Z4 nella PSL interferenti con l'urbanizzato e l'urbanizzabile.

2.1 ANALISI DI 1^ LIVELLO

Tale procedura consiste in un approccio di tipo qualitativo e costituisce lo studio propedeutico ai successivi livelli di approfondimento; è un metodo empirico che trova le basi nella continua e sistematica osservazione diretta degli effetti prodotti dai terremoti.

Il metodo permette l'individuazione delle zone ove i diversi effetti prodotti dall'azione sismica sono, con buona attendibilità, prevedibili sulla base di osservazioni geologiche e sulla raccolta dei dati disponibili per una determinata area, quali la cartografia topografica di dettaglio, la carta geologica e dei dissesti, e i risultati di indagini geognostiche, geofisiche e geotecniche già svolte e che sono oggetto di un'analisi mirata alla definizione delle condizioni locali. Le diverse situazioni tipo in grado di determinare gli effetti sismici locali sono riportate in tabella (All. n.5 l.r. 12/2005).

Sigla	SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	EFFETTI
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	Instabilità
Z1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	
Z1c	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana	
Z2	Zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti (riporti poco addensati, terreni granulari fini con falda superficiale)	Cedimenti e/o liquefazioni
Z3a	Zona di ciglio $H > 10$ m (scarpata con parete subverticale, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica)	Amplificazioni topografiche
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite - arrotondate	
Z4a	Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi	Amplificazioni litologiche e geometriche
Z4b	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre	
Z4c	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)	
Z4d	Zone con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale	
Z5	Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse	Comportamenti differenziali

Il territorio del Comune è stato suddiviso nelle diverse zone ed è stata redatta la carta della Pericolosità Sismica Locale sull'intero territorio comunale (cfr Tavola A.2.4).

2.2 ANALISI DI 2° LIVELLO: EFFETTI MORFOLOGICI

2.2.1 DESCRIZIONE DELLA METODOLOGIA DI VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI MORFOLOGICI: SCENARIO DI SCARPATA (Z3a)

Lo scenario di scarpata rocciosa (Z3a) è caratterizzato da irregolarità con fronti di altezza (H) uguale o superiore a 10 m ed inclinazione (α) del fronte principale uguale o superiore ai 10° in funzione della tipologia del fronte superiore si distinguono:

- scarpate ideali con fronte superiore orizzontale;
- scarpate in pendenza con fronte superiore inclinato nello stesso senso del fronte principale;
- scarpate in controtendenza con fronte superiore inclinato nel senso opposto a quello del fronte principale.

Sulla base delle situazioni reali identificate sono stati costruiti modelli caratterizzati da diverse altezze H , diverse inclinazioni α del fronte

principale e diversa tipologia del fronte superiore ed è stato calcolato l'andamento del valore del Fattore di amplificazione identificando anche l'area di influenza (A_i) dei fenomeni di amplificazione sismica.

2.2.2 DESCRIZIONE DELLA METODOLOGIA DI VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI MORFOLOGICI: SCENARIO DI CRESTA ROCCIOSA O COCUZZOLO (Z3b)

Con riferimento alla normativa regionale, la procedura semplificata è valida per lo scenario di zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo (Z3b), caratterizzata da pendii con inclinazione maggiore o uguale ai 10° ; il rilievo è identificato sulla base di cartografie a scala almeno 1:10.000 e la larghezza alla base è scelta in corrispondenza di evidenti rotture morfologiche: sono da considerare creste solo quelle situazioni che presentano il dislivello altimetrico minimo (h) maggiore o uguale ad un terzo del dislivello altimetrico massimo (H).

Il materiale costituente il rilievo topografico deve avere una V_s maggiore o uguale ad 800 m/s.

Nell'ambito delle creste si distinguono due situazioni:

- rilievo caratterizzato da una larghezza in cresta (l) molto inferiore alla larghezza alla base (L) (*cresta appuntita*);
- rilievo caratterizzato da una larghezza in cresta paragonabile alla larghezza alla base, ovvero pari ad almeno $1/3$ della larghezza alla base; la zona di cresta è pianeggiante o subpianeggiante con inclinazioni inferiori a 10° (*cresta arrotondata*).

Per l'utilizzo della scheda di valutazione si richiede la conoscenza dei seguenti parametri:

- larghezza alla base del rilievo L ;
- larghezza in cresta del rilievo l ;
- dislivello altimetrico massimo H e dislivello altimetrico minimo h dei versanti;
- coefficiente di forma H/L .

All'interno della scheda di valutazione si sceglie, in funzione della tipologia di cresta (appuntita o arrotondata) e della larghezza alla base del rilievo, solo per le creste appuntite, la curva più appropriata per la valutazione del valore di F_a nell'intervallo 0.1-0.5 s , in base al valore del coefficiente di forma H/L .

2.2.3 INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI

Sia per lo scenario Z3a che per lo scenario Z3b la procedura di 2° livello fornisce, per gli effetti morfologici, valori di F_a solo per l'intervallo 0.1-0.5 s: questa limitazione è causata dall'impiego, per la messa a punto della scheda di valutazione, di codici di calcolo di tipo bidimensionale ad elementi di contorno che sono risultati più sensibili all'influenza del moto di input nell'intervallo di periodo 0.5-1.5 s.

Il valore di F_a determinato dovrà essere approssimato alla prima cifra decimale ed assegnato all'area corrispondente alla larghezza in cresta l , mentre lungo i versanti tale valore è scalato in modo lineare fino al valore unitario alla base di ciascun versante.

I valori di F_a così ottenuti dovranno essere utilizzati per valutare il grado di protezione raggiunto al sito dall'applicazione della normativa sismica vigente. La valutazione del grado di protezione viene effettuata in termini di contenuti energetici, confrontando i valori di F_a ottenuti dalla scheda di valutazione con un parametro di analogo significato calcolato per ciascun comune e valido per ciascuna zona sismica (zone 2, 3 e 4) e per suolo di tipo A ($V_s \geq 800$ m/s) e per l'intervallo di periodo 0.1-0.5 s.

Il parametro calcolato per ciascun Comune della Regione Lombardia è riportato nella banca dati in formato .xls (*soglie_lomb.xls*) e rappresenta il valore di soglia, oltre il quale lo spettro proposto dalla normativa risulta insufficiente a tenere in considerazione la reale amplificazione presente nel sito.

La procedura prevede pertanto di valutare il valore di F_a con la scheda di valutazione e di confrontarlo con il corrispondente valore di soglia, considerando una variabilità di ± 0.1 che tiene in conto la variabilità del valore di F_a ottenuto dalla procedura semplificata.

Si possono presentare quindi due situazioni:

- il valore di F_a è inferiore o uguale al valore di soglia corrispondente: la normativa è da considerarsi sufficiente a tenere in considerazione anche i possibili effetti di amplificazione morfologica del sito e quindi si applica lo spettro previsto dalla normativa (classe di pericolosità H1);
- il valore di F_a è superiore al valore di soglia corrispondente: la normativa è insufficiente a tenere in considerazione i possibili effetti di amplificazione morfologica e quindi è necessario effettuare analisi più approfondite (3° livello) in fase di progettazione edilizia (classe di pericolosità H2).

Da valutazioni geomorfologiche condotte sull'intero territorio comunale sono state eseguite le analisi geometriche e topografiche richieste dalla normativa vigente per le seguenti località (cfr ALLEGATO CARTOGRAFICO 1):

- Scarpata Località Ronchi (Z3a);
- Cresta Dosso della Pedona (Z3b);
- Cresta Dosso Camussone (Z3b);
- Cresta Dosso della Regina (Z3b);
- Cresta Località Cugolo (Z3b);
- Cresta Località Govine (Z3b);
- Cresta Località Sedergho (Z3b).

Si precisa che queste risultano essere le uniche situazioni che rispondono ai criteri di classificazione di scarpate e di cresta individuati dalla Regione Lombardia.

In tabella si riportano i valori soglia ottenuti dalla consultazione della banca dati *soglie_lomb.xls* per il comune di Pisogne.

COMUNE	CLASSIFICAZIONE	VALORI DI SOGLIA (0.1-0.5 s)		
		SUOLO TIPO A	SUOLO TIPO B-C-E	SUOLO TIPO D
PISOGNE	3	1,6	2,1	2,2

Di seguito si riportano i risultati delle analisi eseguite (cfr ALLEGATO 1 per le elaborazioni numeriche).

LOCALITA'	SCENARIO	Fa CALCOLATO	Fa SOGLIA
Scarpata Loc. Ronchi	Z3a	1,2	1,6
Cresta Dosso della Pedona	Z3b	1,2	1,6
Cresta Dosso Camussone	Z3b	1,1	1,6
Cresta Dosso della Regina	Z3b	1,1	1,6
Cresta Località Cugolo	Z3b	1,1	1,6
Cresta Località Govine	Z3b	1,1	1,6
Cresta Località Sedergho	Z3b	1,1	1,6

Tutti i Fattori di Amplificazione calcolati per i diversi secanti risultano minori del Fattore di soglia per suoli di tipo A.

2.3 ANALISI DI 2° LIVELLO: EFFETTI LITOLOGICI

2.3.1 DESCRIZIONE DELLA METODOLOGIA DI VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI LITOLOGICI

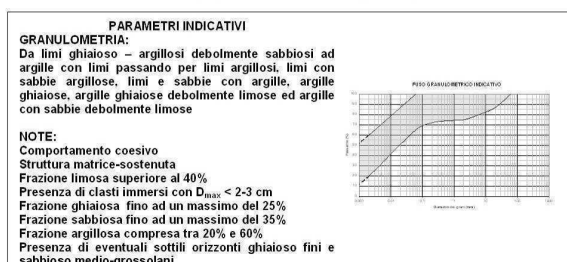
Tale procedura consiste in un approccio di tipo semiquantitativo e fornisce la stima quantitativa della risposta sismica dei terreni in termini di valore di fattore di amplificazione (F_a). Gli studi sono condotti con metodi quantitativi semplificati, validi per la valutazione delle amplificazioni litologiche e morfologiche e sono utilizzati per zonare l'area di studio in funzione del valore di F_a .

Il valore di F_a si riferisce agli intervalli di periodo tra 0.1-0.5 s e 0.5-1.5 s: i due intervalli di periodo nei quali viene calcolato il valore di F_a sono stati scelti in funzione del periodo proprio delle tipologie edilizie presenti più frequentemente nel territorio regionale; in particolare il primo intervallo si riferisce a strutture relativamente basse, regolari e piuttosto rigide, mentre il secondo intervallo si riferisce a strutture più alte e più flessibili. Per quanto riguarda gli effetti litologici, la procedura semplificata richiede la conoscenza dei seguenti parametri:

- litologia prevalente dei materiali presenti nel sito;
- stratigrafia del sito;
- andamento delle Vs con la profondità fino a valori pari o superiori a 800 m/s;
- spessore e velocità di ciascun strato;

Sulla base di intervalli indicativi di alcuni parametri geotecnici, quali curva granulometrica, parametri indice, numero di colpi della prova SPT, si individua la litologia prevalente presente nel sito e per questa si sceglie la relativa scheda di valutazione di riferimento redatta dalla Regione Lombardia.

EFFETTI LITOLOGICI – SCHEDA LITOLOGIA LIMOSO – ARGILLOSA TIPO 1



Esempio scheda litologica

Una volta individuata la scheda di riferimento è necessario verificarne la validità in base all'andamento dei valori di Vs con la profondità.

Si procede poi scegliendo, in funzione della profondità e della velocità Vs dello strato superficiale, la curva più appropriata (indicata con il numero e il colore di riferimento) per la valutazione del valore di Fa nell'intervallo 0.1-0.5 s o nell'intervallo 0.5-1.5 s, in base al valore del periodo proprio del sito T calcolato considerando tutta la stratigrafia fino alla profondità in cui il valore della velocità Vs è uguale o superiore a 800 m/s ed utilizzando la seguente equazione:

$$T = \frac{4 \times \sum_{i=1}^n h_i}{\left(\frac{\sum_{i=1}^n Vs_i \times h_i}{\sum_{i=1}^n h_i} \right)}$$

ove h_i e Vs_i sono lo spessore e la velocità dello strato i-esimo del modello.

Da considerazioni sulla velocità del primo strato si sceglie la formula corretta per il calcolo di Fa tra quelle proposte nell'all.5 della l.r. 12/2005. Tali valori devono essere poi confrontati con i parametri calcolati per ciascun Comune della Regione Lombardia e riportati nella banca dati in formato .xls (soglie_lomb.xls) che rappresentano il valore di soglia oltre il quale lo spettro proposto dalla normativa risulta insufficiente a tenere in considerazione la reale amplificazione presente nel sito.

2.4 RACCOLTA DATI

Per la definizione del modello geofisico necessario alla realizzazione dell'analisi di 2° livello si sono intraprese due diverse metodologie:

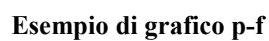
- raccolta dati bibliografici inerenti sondaggi geognostici a carotaggio continuo con esecuzione prove SPT (cfr ALLEGATO 3).
- indagini sismiche con la tecnica dei microtremiti eseguite nei diversi ambiti geologici-geomorfologici per la definizione delle Vs30. Tali indagini sono state realizzate ed elaborate nel mese di luglio 2007 dalla società Progea Consulting di Bergamo, ed essendo prove dirette di carattere geofisico, hanno un livello di attendibilità medio-alto.

2.4.1 TECNICA DEI MICROTREMORI PER LA CLASSIFICAZIONE SISMICA

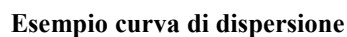
La tecnica di analisi del sottosuolo mediante l'uso di microtremori (Refraction Microtremor) prende origine dagli studi e dalle sperimentazioni condotte da J. Louie presso la Nevada University e fornisce una caratterizzazione semplificata di volumi relativamente ampi del sottosuolo in profili verticali 1D sino alla profondità di 100 metri. ReMi può caratterizzare un orizzonte meno veloce che è sottostante ad uno più veloce (velocity reversal) che rappresenta una condizione non distinguibile con il metodo tradizionale della sismica a rifrazione. In situazioni dove un terreno più "competente" è sovrapposto a una zona più debole legata a subsidenza o al collasso di materiali più deboli sottostanti o a spazi vuoti, ReMi ha la capacità di individuare la velocità delle onde S dell'orizzonte debole sottostante. E' inoltre efficace come metodo nella caratterizzazione rapida e generale del sottosuolo, specialmente se abbinata alla sismica a rifrazione, con lo scopo di definire il contatto roccia/terreno o il contrasto tra materiali più deboli/più compatti. I dati di campagna (analisi dei microtremori) possono essere acquisiti con un equipaggiamento standard di sismica a rifrazione, usando geofoni ad alta frequenza per stendimenti corti con profondità di investigazione limitata, e geofoni a bassa frequenza per applicazioni geotecniche tipiche con profondità di indagine elevata. La fonte di energia delle onde di superficie per il ReMi può essere il rumore ambientale o i semplici passi per stendimenti che indagano profondità limitate o rumore di veicoli per lunghezze maggiori. Le basi della teoria sono le stesse dell'analisi spettrale delle onde di superficie (SASW) e della multi analisi delle onde di superficie (MASW).

METODO REMI

L'analisi e l'interpretazione ReMi viene eseguita utilizzando un software appropriato prodotto dalla Optim LLC (Reno, Nevada, USA) che tra l'altro fornisce direttamente il valore di V_{s30} e la categoria della classificazione del suolo secondo la normativa americana. L'elaborazione del segnale consiste nell'elaborare una trasformata bidimensionale "slowness-frequency" (p-f) che analizza l'energia di propagazione del rumore in entrambe le direzioni della linea sismica e nel rappresentarne lo spettro di potenza su un grafico p-f.



Supportive Illustration



EQUIPAGGIAMENTO E PROCEDURE

Le indagini sono state eseguite in accordo con quanto descritto da Louie per sviluppare profili verticali 1D delle onde di taglio. E' stato impiegato lo stesso equipaggiamento che generalmente viene usato per la sismica a rifrazione.

Equipaggiamento

E' stato usato un sismografo multicanale (OYO Mcseis 48 sx) capace di acquisire fino a 36000 campioni per canale con intervallo di campionamento da 1 a 4 ms in formato SEG1 o SEG2. I cavi dei geofoni hanno spaziatura delle uscite di 10 metri con la possibilità di tutte le misure intermedie.

I geofoni verticali con frequenza di risonanza di 14 Hz sono stati usati per l'analisi dei profili verticali delle onde S. Come sorgente di energia delle onde superficiali si è sfruttato il "noise" ambientale a banda larga.

Procedure ReMi

E' stata eseguita una linea sismica della lunghezza di 115 metri utilizzando due cavi sismici e 24 geofoni mentre la distanza tra i geofoni è risultata essere di 5 metri. La spaziatura geofonica rappresenta una sorta di filtro di frequenza per il segnale che può arrivare da tutte le direzioni. Pertanto è implicito che maggiore è la spaziatura minore è la frequenza del segnale utile campionabile e conseguentemente maggiore è la profondità di investigazione.

L'acquisizione dati è consistita nel campionamento dell'ambiente e/o delle onde di superficie generate (un evento di campionamento) in corrispondenza della stesa sismica per diversi secondi.

I parametri di acquisizione adottati sono i seguenti: sample rate 2 m/s; record lenght 32 s; numero di misure acquisite = 10.

Poiché non si era in presenza di una sorgente fissa di "noise" e soprattutto per la presenza di ostacoli soggettivi, non si è provveduto a ruotare di 90° lo stendimento sismico (accompagnato dalla ripetizione di alcune acquisizioni).

INTERPRETAZIONE

Sebbene un controllo iniziale e preliminare di qualità dell'interpretazione dei dati ReMi può essere eseguito sul terreno, l'interpretazione completa va fatta in ufficio. I dati acquisiti in campagna sono stati trasferiti dal sismografo al personal computer, utilizzando per l'interpretazione il software SeisOpt ReMi della Optim, che è composto da due moduli.

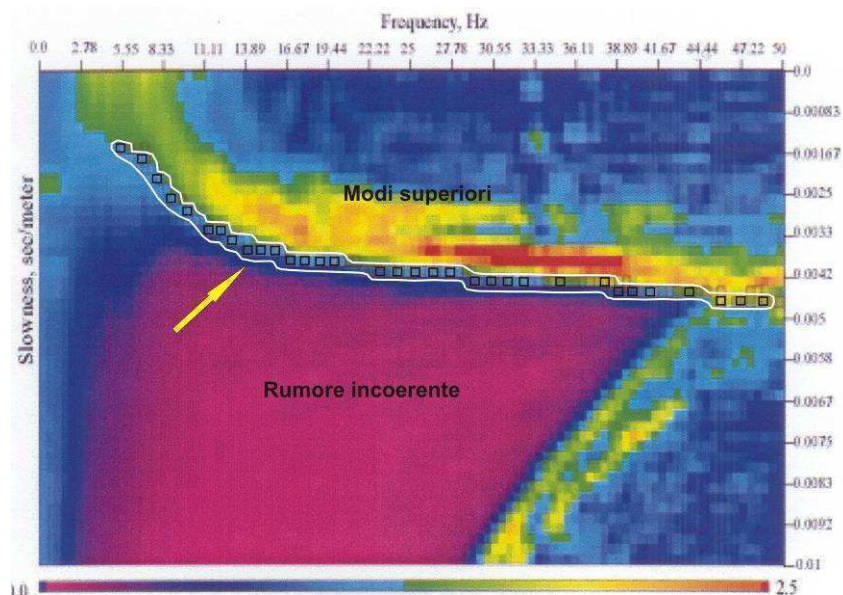
Analisi del segnale

Nella prima fase elaborativi dei record l'interprete si è limitato ad eseguire alcuni passi obbligati quali la conversione dei file ed il preprocess semiautomatizzato che filtra ed equalizza le tracce. Inoltre sono stati introdotti alcuni parametri: la geometria utilizzata, la frequenza massima da indagare, la velocità di fase minima di partenza ed il numero di vettori "slowness" ($np=2*n$ geofoni).

Gli ultimi tre parametri, opportunamente scelti, concorrono ad aumentare il dettaglio dello spettro di potenza p-f ed a renderlo più adatto ad una campionatura meno ambigua della curva di dispersione.

Picking

Muovendosi con il puntatore del mouse sopra l'immagine p-f sono state selezionate un ragionevole numero di triplette di valori ($f, p, V_{apparente}$) ricalcando il trend visualizzato nel grafico p-f.



Spettro di potenza con evidenziata l'area utile per il corretto picking della velocità di fase

I criteri che si è cercato di seguire nella scelta del picking sono:

- Selezionare solo quelle triplette contraddistinte da una buona definizione dello spettro di potenza (elevata intensità di segnale);
- Scegliere la velocità più bassa, prossima al confine tra incoerenza propria del rumore e segnale (tonalità azzurre posizionate al contatto tra verde/giallo e blu/viola) in quanto eseguire il picking lungo l'involuppo

a velocità più bassa fornisce maggiori garanzie di campionare velocità che appartengono al modo fondamentale delle onde di Rayleigh.

Modellazione delle onde di taglio

I dati selezionati dall'immagine p-f sono stati plottati su un diagramma nel quale compare una curva di distorsione calcolata a partire da un modello di Vs che è modificabile dall'interprete. Variando il numero di strati, la loro velocità e la densità, la curva di distorsione calcolata viene adattata fino a farla aderire il più possibile a quella sperimentale ottenuta con il picking. Si tratta di una modellazione diretta, monodimensionale, che può accettare inversioni di velocità con la profondità ed in cui conta molto l'esperienza del geofisico. Si ricorda, infine, che i profili di Vs ricavati con il metodo ReMi non presentano una soluzione univoca in quanto più di un modello può fornire curve di dispersione simili tra loro e con il medesimo RMS; pertanto è fondamentale avere delle conoscenze dirette sulla stratigrafia del sottosuolo indagato.

Successione stratigrafica

Nelle figure seguenti appare il profilo verticale delle onde S e delle onde P ottenuto mediante i procedimenti citati in precedenza. E' da sottolineare che questo tipo di interpretazione non presenta una soluzione unica, pertanto è importante avere delle conoscenze dirette sulla stratigrafia del sottosuolo indagato.

CALCOLO DELLE "Vs30" (velocità di taglio nell'ambito dei primi trenta metri di sottosuolo)

L'applicazione del software SeisOpt ReMi Version 4.0 consente di calcolare attraverso la determinazione della "Dispersion Curve", il valore delle velocità di taglio (Vs) nell'ambito dei primi 30 o più metri investigati. Sulla base di quanto sopra esposto, si è provveduto al calcolo delle V_{s30} mediante la seguente espressione:

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

dove :

- h_i = spessore in metri dello strato i-esimo per un totale di N strati presenti nei primi 30 metri di sottosuolo
- V_i = velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio $\gamma < 10^{-6}$) dello strato i-esimo per un totale di N strati presenti nei primi 30 metri di sottosuolo
- N = numero strati nell'ambito dei primi 30 metri di sottosuolo

L'Ordinanza n° 3274 del marzo 2003 della Presidenza del Consiglio dei Ministri: "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" aggiorna la normativa sismica in vigore, con l'attribuzione alle diverse località del territorio nazionale, di un valore di scuotimento sismico di riferimento espresso in termini di incremento dell'accelerazione al suolo. Inoltre tale Ordinanza ed in seguito il D.M. 14 settembre 2005, pubblicato sulla G.U. n.222 del 23 settembre 2005, "Norme Tecniche per le costruzioni" propongono l'adozione di un sistema di caratterizzazione geofisica e geotecnica del profilo stratigrafico del suolo, mediante cinque categorie principali (dalla A alla E), a cui ne sono aggiunte altre 2 (S_1 e S_2 per le quali sono richiesti studi speciali per definire l'azione sismica da considerare), da individuare in relazione ai parametri di velocità delle onde di taglio mediate sui primi 30 metri di terreno (V_{s30}).

Le classi di cui sopra sono definite da parametri indicati nel EC8 (euro codice 8) e più specificatamente: velocità delle onde S, numero dei colpi della prova SPT, coesione non drenata.

2.5 INDAGINI IN SITO

Viste le caratteristiche geomorfologiche del territorio sono state effettuate indagini sismiche con la tecnica dei microtremiti in diverse zone del Comune e precisamente:

- Piana Alluvionale Loc. Gratacasolo
- Piana Alluvionale Loc. Boschetta
- Conoide Gratacasolo
- Conoide Valle dei Togni (Val Palot)
- Conoide Govine
- Conoide Rovina
- Località Fraine
- Località Sonvico
- Località Grignaghe
- Località Pontasio
- Località Pressò
- Abitato di Pisogne (Parco Damioli)
- Abitato di Pisogne (Pieve Vecchia)

In tabella si riportano i valori soglia ottenuti dalla consultazione della banca dati *soglie_lomb.xls* per il comune di Pisogne.

COMUNE	CLASSIFICAZIONE	VALORI DI SOGLIA (0.1-0.5 s)		
		SUOLO TIPO A	SUOLO TIPO B-C-E	SUOLO TIPO D
PISOGNE	3	1,6	2,1	2,2

COMUNE	CLASSIFICAZIONE	VALORI DI SOGLIA (0.5-1.5 s)		
		SUOLO TIPO A	SUOLO TIPO B-C-E	SUOLO TIPO D
PISOGNE	3	2,1	3,3	5,4

Di seguito si riportano i risultati delle analisi eseguite (cfr ALLEGATO 2 per i risultati delle indagini sismiche e le relative elaborazioni numeriche).

Intervallo 0.1 - 0.5 s:

LOCALITA'	SCENARIO	TIPO DI SUOLO	Fa CALCOLATO	Fa SOGLIA
<i>Piana Alluvionale Loc. Gratacasolo</i>	Z4a	C	1,82	2,1
<i>Piana Alluvionale Loc. Boschetta</i>	Z4a	C	2,13	2,1
<i>Conoide Gratacasolo</i>	Z4b	B	1,61	2,1
<i>Conoide Valle dei Togni</i>	Z4b	B	1,56	2,1
<i>Conoide Govine</i>	Z4b	B	1,37	2,1
<i>Conoide Rovina</i>	Z4b	C	2,40	2,1
<i>Località Fraine</i>	Z4c	B	1,45	2,1
<i>Località Sonvico</i>	Z4c	A	1,10	1,6
<i>Località Grignaghe</i>	Z4c	A	1,00	1,6
<i>Località Pontasio</i>	Z4c	B	1,25	2,1
<i>Località Pressò</i>	Z4c	A	1,10	1,6
<i>Abitato di Pisogne (Parco Damioli)</i>	Z4b	B	1,35	2,1
<i>Abitato di Pisogne (Pieve Vecchia)</i>	Z4b	B	1,44	2,1

Intervallo 0.5 -1.5 s:

LOCALITA'	SCENARIO	TIPO DI SUOLO	Fa CALCOLATO	Fa SOGLIA
<i>Piana Alluvionale Loc. Gratacasolo</i>	Z4a	C	1,32	3,3
<i>Piana Alluvionale Loc. Boschetta</i>	Z4a	C	1,37	3,3
<i>Conoide Gratacasolo</i>	Z4b	B	1,15	3,3
<i>Conoide Valle dei Togni</i>	Z4b	B	1,14	3,3
<i>Conoide Govine</i>	Z4b	B	1,08	3,3
<i>Conoide Rovina</i>	Z4b	C	1,38	3,3
<i>Località Fraine</i>	Z4c	B	1,11	3,3
<i>Località Sonvico</i>	Z4c	A	0,99	2,1
<i>Località Grignaghe</i>	Z4c	A	1,00	2,1
<i>Località Pontasio</i>	Z4c	B	1,05	3,3
<i>Località Pressò</i>	Z4c	A	0,99	2,1
<i>Abitato di Pisogne (Parco Damioli)</i>	Z4b	B	1,08	3,3
<i>Abitato di Pisogne (Pieve Vecchia)</i>	Z4b	B	1,10	3,3

2.5.1 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

I risultati ottenuti a seguito delle indagini di carattere sismico, eseguite nel Comune di Pisogne, hanno evidenziato delle incongruenze relative all'ambito sismico della conoide della Rovina.

Per questo ambito il valore del Fattore di Amplificazione F_a calcolato (pari a 2,4) risulta maggiore del valore del Fattore di Amplificazione F_a di soglia (pari a 2,1) fornito dalla Regione Lombardia, per il periodo compreso tra 0.1-0.5 s (cfr Allegato 2).

In questo caso la normativa è insufficiente a tenere in considerazione i possibili effetti di amplificazione litologica per la zona sismica 3.

Inoltre si evidenzia che i dati ottenuti nei dintorni della conoide della Rovina, e più precisamente nell'ambito della Piana Alluvionale in località Boschetta, risultano al limite della verifica.

In conclusione per le nuove edificazioni, in fase progettuale, sarà necessario considerare le seguenti prescrizioni:

- **Ambito Z4B del Conoide della Rovina** si dovrà scegliere tra l'applicazione dei coefficienti di accelerazione della zona sismica 2, o effettuare analisi di 3° livello con esecuzione di sondaggi, prove sismiche in foro e/o prove penetrometriche ed indagini sismiche di superficie, secondo le prescrizioni contenute nei Criteri Attuativi l.r.12/05 per il Governo del Territorio.
- **Ambito Z4A di Fondovalle** sarà responsabilità del consulente geologo e del progettista decidere se mantenere i valori di accelerazione della zona 3 che risultano al limite della verifica. In alternativa si dovrà condurre un'analisi di 3° livello o adottare i coefficienti di accelerazione della zona 2.

CAPITOLO 3 RIELABORAZIONE GRAFICA DELLA CARTA DI FATTIBILITA'

3.0 PREMESSA

La Carta di Fattibilità Geologica per le azioni di piano fornisce le indicazioni in ordine alle limitazioni e destinazioni d'uso del territorio.

Di seguito vengono riportate le definizioni attribuite a ciascuna classe di fattibilità:

Classe 1 Fattibilità senza particolari limitazioni

La classe comprende quelle aree che non presentano particolari limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso e per le quali deve essere direttamente applicato quanto prescritto dal d.m. 14 settembre 2005 "Norme tecniche per le costruzioni".

Classe 2 Fattibilità con modeste limitazioni

La classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate modeste limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso, che possono essere superate mediante approfondimenti di indagine e accorgimenti tecnico-costruttivi e senza l'esecuzione di opere di difesa.

Classe 3 Fattibilità con consistenti limitazioni

La classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate consistenti limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione dell'uso per le condizioni di pericolosità/vulnerabilità individuate, per il superamento delle quali potrebbero rendersi necessari interventi specifici o opere di difesa.

Classe 4 Fattibilità con gravi limitazioni

La classe comprende le zone nelle quali l'alta pericolosità/vulnerabilità comporta gravi limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso. Deve essere esclusa qualsiasi nuova edificazione, se non opere tese al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti. Per gli edifici esistenti sono consentite esclusivamente le opere relative ad interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, come definiti dall'art. 27, comma 1, lettere a), b), c) delle l.r. 12/05, senza aumento di superficie o volume e senza aumento del carico insediativo. Sono consentite le innovazioni necessarie per l'adeguamento alla normativa antisismica.

La revisione del documento è descritta di seguito, specificando i metodi utilizzati per la revisione grafica, l'adeguamento sismico e le variazioni ai documenti precedenti.

3.1 ELABORATO GRAFICO

L'Aggiornamento della componente geologica di supporto alla pianificazione comunale già approvata dal Comune di Pisogne, dal quale siamo partiti per apportare le revisioni grafiche di seguito meglio dettagliate, comprendeva già una carta di Fattibilità in scala 1:10000 di tutto il territorio su base cartografica CTR (Carta Tecnica Regionale).

Si è proceduto a:

- Riportare i poligoni delle classi di fattibilità della cartografia su base CTR al volo aereofotogrammetrico.
- Riportare sullo stesso volo aereofotogrammetrico i poligoni delle classi di fattibilità delle aree di conoide che nel precedente studio erano riportate in altri elaborati grafici.

3.2 PRESCRIZIONI DI CARATTERE SISMICO

Sulla carta di fattibilità sono state sovrapposte le aree soggette ad amplificazione sismica locale e le aree soggette ad instabilità desunte dalla carta di pericolosità sismica locale così come previsto dall'Allegato 5 della l.r. 12/2005.

Ai fini dell'adeguamento sismico del presente studio si introducono le seguenti prescrizioni di carattere sismico:

AREE SOGGETTE AD AMPLIFICAZIONE SISMICA

In queste aree sono comprese le zone interessate da possibile amplificazione sismica ricadenti nelle zone di PSL Z3 e Z4 (cfr Tav. A.2.4).

In tali aree, qualora l'analisi di 2° livello condotta determini il rispetto del fattore di amplificazione, si dovranno adottare i parametri di accelerazione previsti dalla normativa nazionale per la zona sismica 3.

Nelle aree in cui tale fattore non è rispettato (Conoide della Rovina nell'intervallo 0.1 – 0.5 s), si dovrà procedere ad un'analisi di 3° livello o, adottare i coefficiente di accelerazione sismica relativi alla zona 2 (cfr paragrafo 2.5.1).

AREE SOGGETTE A INSTABILITA' SISMICA

Ricadono in questa classe le aree interessate da possibile comportamento instabile nei confronti delle sollecitazioni sismiche. Per tali aree, che corrispondono alle zone Z1-Z2-Z5 (cfr Tav. A.2.4) individuate nella carta di

Pericolosità Sismica Locale, è necessario procedere all'analisi di 3° Livello in fase progettuale.

3.3 VARIAZIONI RISPETTO AI DOCUMENTI PRECEDENTI

Le revisioni apportate alla Carta di Fattibilità, rispetto a quella contenuta nell'Adeguamento Urbanistico del PRG vigente in attuazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino del Fiume Po del 2002, hanno riguardato:

- L'inserimento in classe di fattibilità 4 delle aree classificate come **Fa** nella Carta del Dissesto con Legenda Uniformata PAI che, nella precedente Carta di Fattibilità, erano state omesse;
- L'inserimento in classe di fattibilità 4 delle aree classificate come **Ee** nella Carta del Dissesto con Legenda Uniformata PAI che, nella precedente Carta di Fattibilità, erano state omesse;
- L'inserimento in classe di fattibilità 4 dell'area classificata come **Zona 1** delle aree a rischio idrogeologico molto elevato e perimetrata nella Carta del Dissesto con Legenda Uniformata PAI. Per tali aree valgono le prescrizioni di cui all'art.50 delle N.d.A. del PAI;
- L'inserimento in classe di fattibilità 3 dell'area classificata come **Zona 2** delle aree a rischio idrogeologico molto elevato e perimetrata nella Carta del Dissesto con Legenda Uniformata PAI. Per tali aree valgono le prescrizioni di cui all'art.50 delle N.d.A. del PAI;
- L'inserimento in classe di fattibilità 4 delle aree comprese nelle fasce del reticolo Idrico Minore;
- L'edificio di coordinate 1587170-5074462 inserito nel precedente piano in classe 3, risulta inserito nel presente studio in classe 2. Il motivo di tale declassamento è dovuto al fatto che nel precedente piano l'ubicazione della sorgente nei pressi del torrente del Conoide della Rovina era errata. Corretta l'ubicazione di tale sorgente, la sua area di influenza risulta traslata, e non coinvolge più tale edificio.

Per quanto riguarda le aree di conoide si tenga presente che:

- Per i Conoidi di Gratacasolo e della Rovina si è ripresa la stessa perimetrazione utilizzata nelle *Carte di Fattibilità dell'Adeguamento Urbanistico del PRG vigente*, semplicemente riportando tale perimetrazione in un'unica Carta di Fattibilità su volo aereofotogrammetrico alla scala 1:5000;

- Per i Conodi di Toline, Govine e Togni poiché la perimetrazione utilizzata nelle *Carte di Fattibilità dell'Adeguamento Urbanistico del PRG* vigente era su una diversa base cartografica, si è proceduto ad uniformare la base cartografica adattandola al volo aereofotogrammetrico alla scala 1:5000.

Per quanto attiene le aree del perimetro edificato rientranti nella fascia B di esondazione del Fiume Oglio, e nello specifico le aree di Nistoi, Gere, e l'area a sud del Canale Italsider, si è proceduto a:

- Ricomprendere l'area di Nistoi, che ricade nelle zone del perimetro edificato, nelle zone di seconda categoria. Per tali aree valgono le prescrizioni e limitazioni contenute nelle norme del piano vigente.
- Le aree di prima categoria comprendono pertanto le sole porzioni di territorio ricadenti in fascia B esternamente al perimetro del centro edificato.

CAPITOLO 4 CARTA DEL DISSESTO CON LEGENDA UNIFORMATA PAI

Nel presente studio non si sono apportate modifiche alle aree in dissesto, ma si è esclusivamente operato una rielaborazione grafica unificando la carta in un unico formato alla scala 1:10000.

In questa carta è stata inserita la perimetrazione dell'area a rischio idrogeologico molto elevato (Codice dell'area 146-LO-BS), contenuta nell'Allegato 4.1 dell'Atlante dei rischi idraulici e idrogeologici dell'Autorità di Bacino del Fiume Po.

CAPITOLO 5 CARTA DI SINTESI DELLE FENOMENICHE GEOLOGICHE

La base utilizzata per la rielaborazione di questa carta è la *Carta di Sintesi dell'Adeguamento Urbanistico del PRG vigente in attuazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino del Fiume Po*.

A quest'ultima si sono aggiunte:

- Le perimetrazioni delle aree a diversa pericolosità dei conoidi contenute nelle *Carte della Pericolosità su conoide dell'Adeguamento Urbanistico del PRG vigente in attuazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino del Fiume Po del 2002*;
- La perimetrazione dell'area a rischio idrogeologico molto elevato (Codice dell'area 146-LO-BS), contenuta nell'Allegato 4.1 dell'Atlante dei rischi idraulici e idrogeologici dell'Autorità di Bacino del Fiume Po.

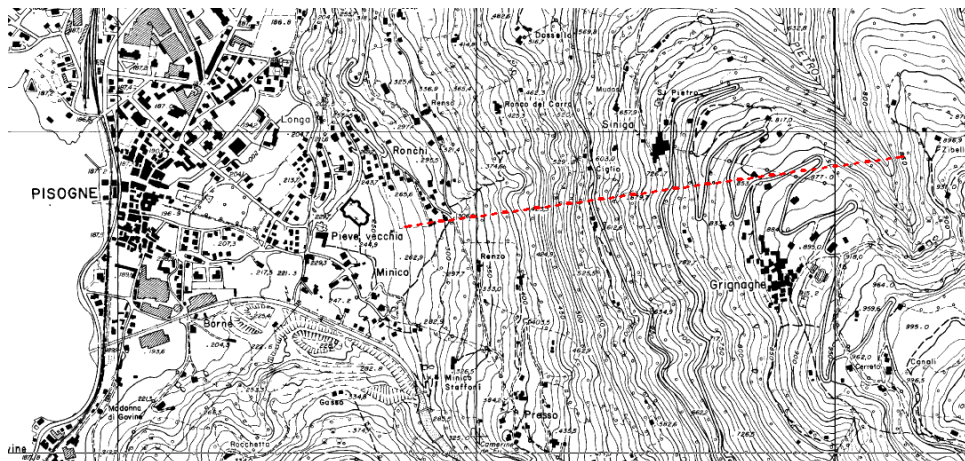
In questa nuova versione della Carta di Sintesi è stata modificata e corretta l'ubicazione di alcune sorgenti così come indicato dall'Ufficio Tecnico del Comune di Pisogne.

ALLEGATO 1

EFFETTI MORFOLOGICI

ANALISI DI 2° LIVELLO (Z3a)

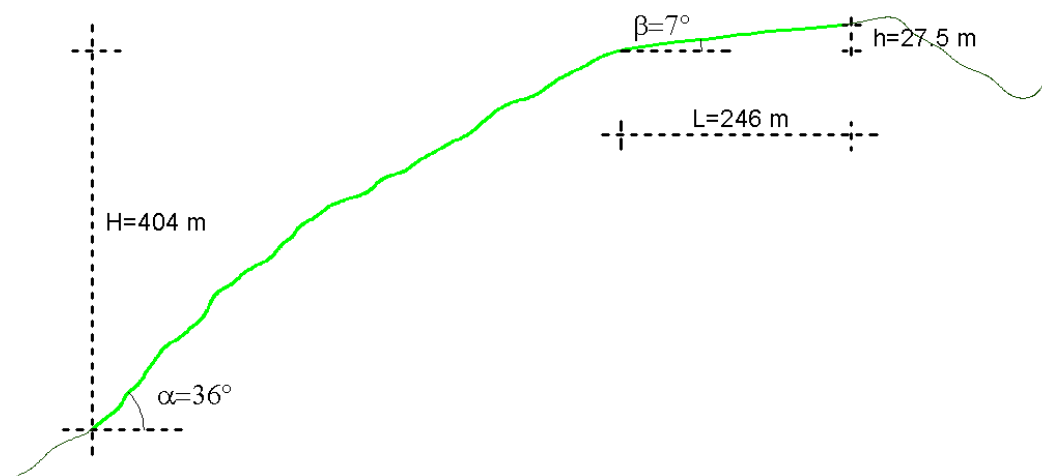
LOCALIZZAZIONE DELLA SEZIONE CLASSIFICATA COME ZONA DI CIGLIO (SCARPATA CON PARETE SUB-VERTICALE)



PARAMETRI DI RICONOSCIMENTO



SCARPATA IN PENDENZA $H \geq 10$ m, $\alpha \geq 10^\circ$, $\beta \leq 1/5 \alpha$



Fa CALCOLATO 1.2

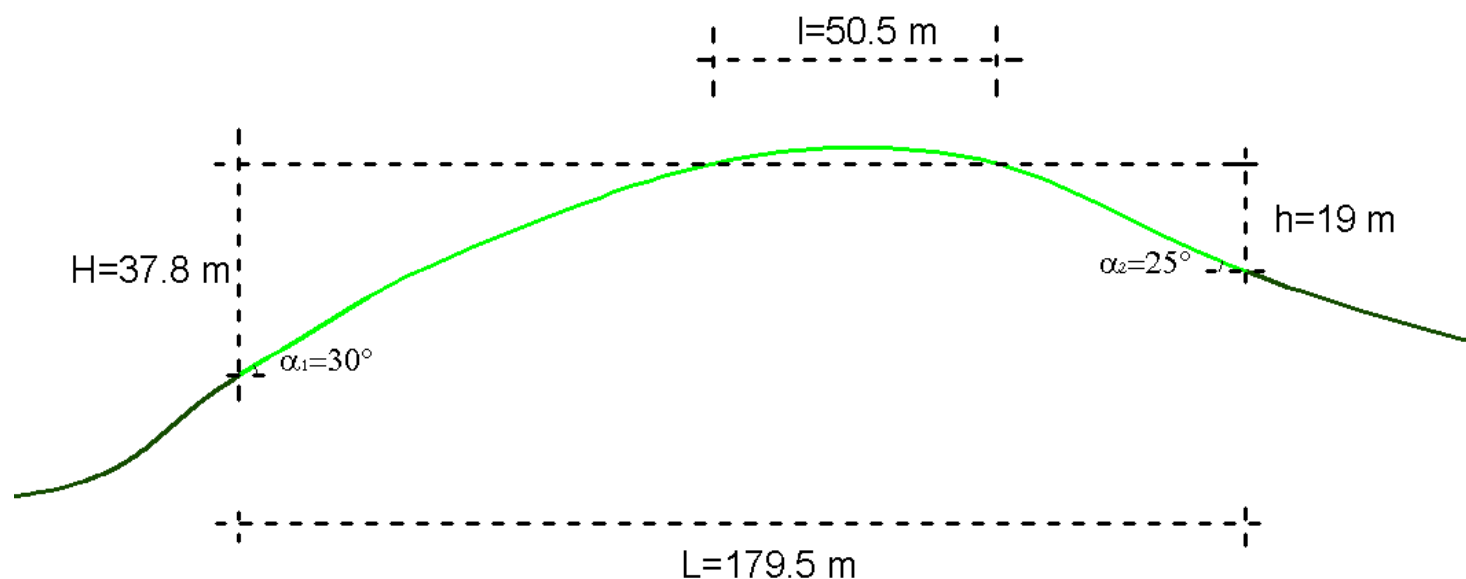
Area di Influenza 2/3 H

Fa SOGLIA 0.1 – 0.5 s PER CLASSE DI SUOLO A 1.6

VERIFICATO

ANALISI DI 2° LIVELLO (Z3b): SEZ. TOPOGRAFICA 1 - DOSSO DELLA PEDONA -

PARAMETRI DI RICONOSCIMENTO  CRESTA APPUNTITA ($l < 1/3L$)



FATTORE DI FORMA H/L 0.21

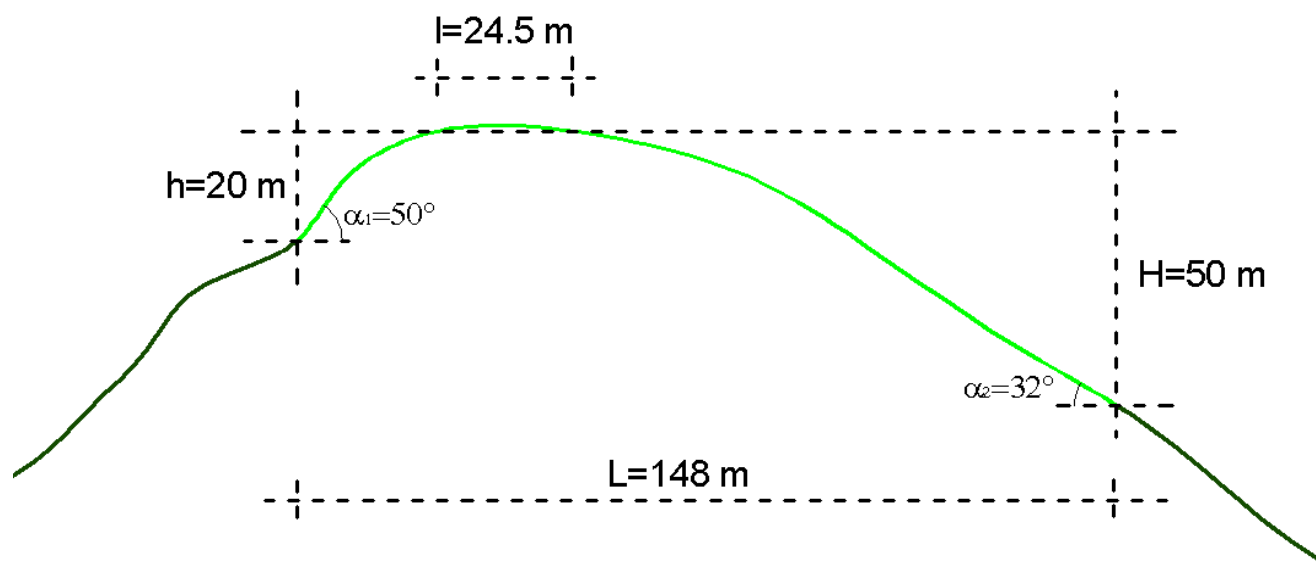
Fa 1.2

SOGLIA 0.1 – 0.5 s PER CLASSE DI SUOLO A 1.6

VERIFICATO

ANALISI DI 2° LIVELLO (Z3b): SEZ. TOPOGRAFICA 2 - DOSSO CAMUSSONE -

PARAMETRI DI RICONOSCIMENTO  CRESTA APPUNTITA ($l < 1/3L$)



FATTORE DI FORMA H/L 0.34

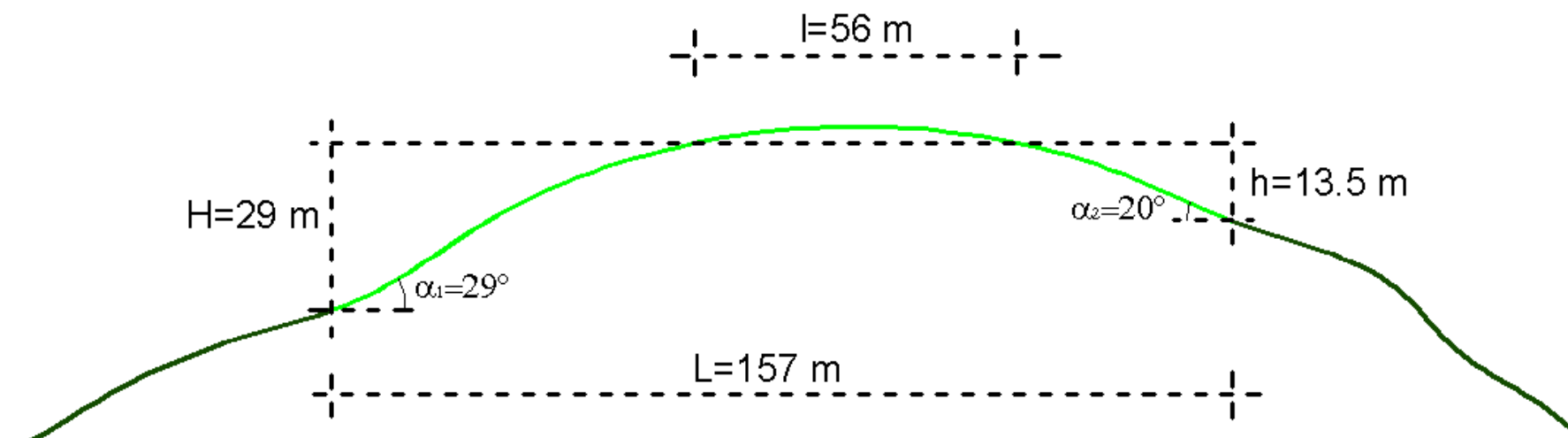
Fa 1.1

VERIFICATO

SOGLIA 0.1 – 0.5 s PER CLASSE DI SUOLO A 1.6

ANALISI DI 2° LIVELLO (Z3b): SEZ. TOPOGRAFICA 3 - DOSSO DELLA REGINA -

PARAMETRI DI RICONOSCIMENTO  CRESTA ARROTONDATA ($l > 1/3L$)



FATTORE DI FORMA H/L 0.18

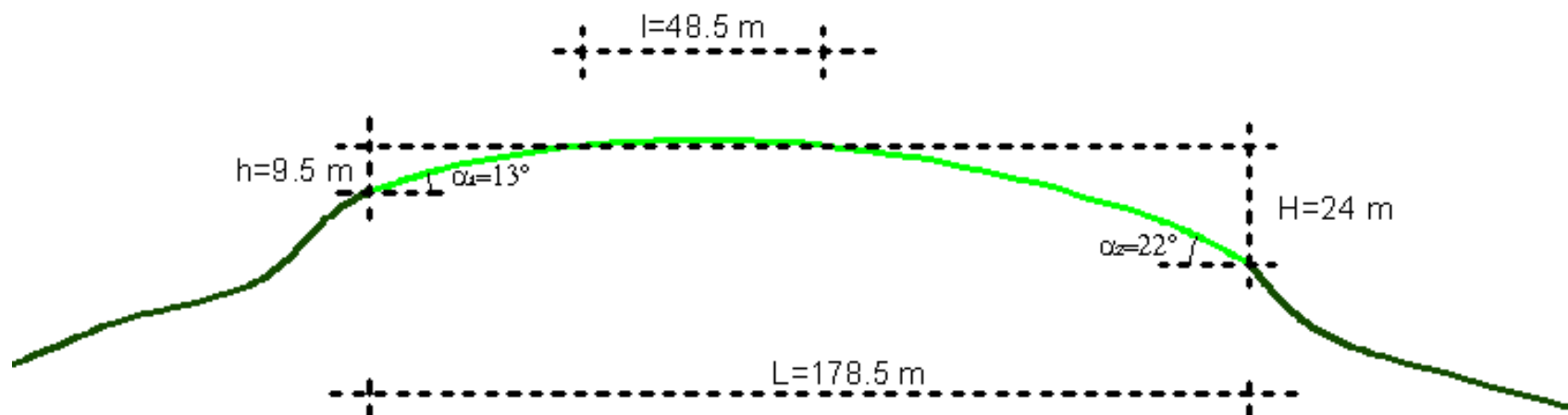
Fa 1.1

SOGLIA 0.1 – 0.5 s PER CLASSE DI SUOLO A 1.6

VERIFICATO

ANALISI DI 2° LIVELLO (Z3b): SEZ. TOPOGRAFICA 4 – LOC. CUGOLO -

PARAMETRI DI RICONOSCIMENTO  CRESTA APPUNTITA ($l < 1/3L$)



FATTORE DI FORMA H/L 0.13

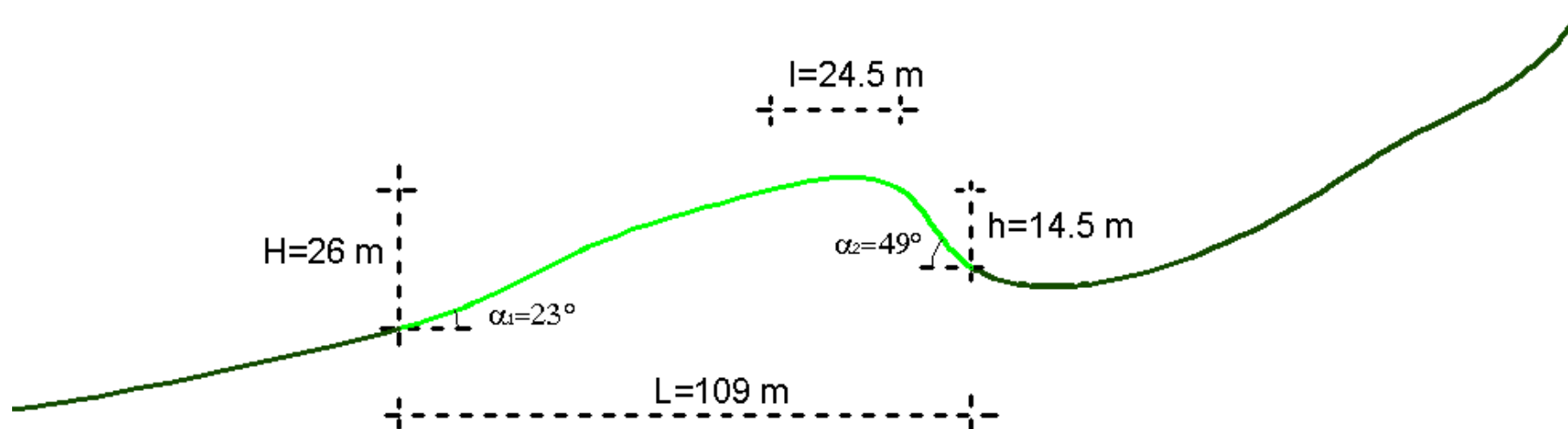
Fa 1.1

VERIFICATO

SOGLIA 0.1 – 0.5 s PER CLASSE DI SUOLO A 1.6

ANALISI DI 2° LIVELLO (Z3b): SEZ. TOPOGRAFICA 5 – LOC. GOVINE -

PARAMETRI DI RICONOSCIMENTO  CRESTA APPUNTITA ($l < 1/3L$)




FATTORE DI FORMA H/L 0.24

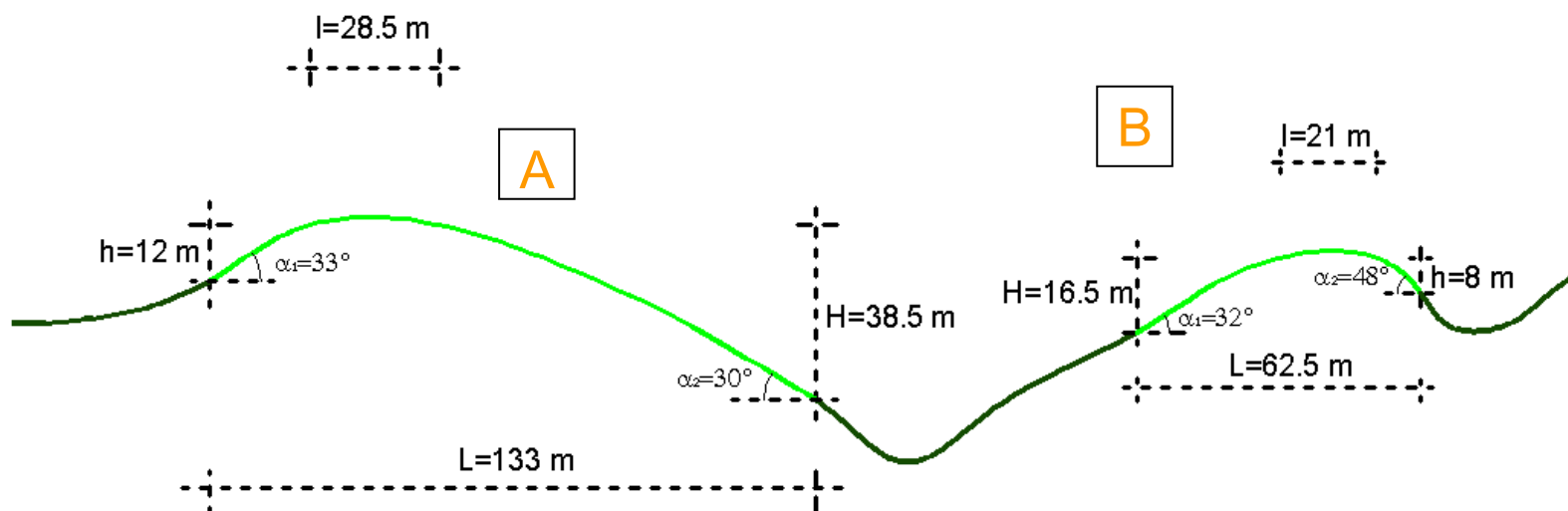
Fa 1.1

SOGLIA 0.1 – 0.5 s PER CLASSE DI SUOLO A 1.6

VERIFICATO

ANALISI DI 2° LIVELLO (Z3b): SEZ. TOPOGRAFICA 6 – LOC. SEDERGNO -

PARAMETRI DI RICONOSCIMENTO  A CRESTA APPUNTITA ($I < 1/3L$)
B CRESTA ARROTONDATA ($I > 1/3L$)



FATTORE DI FORMA H/L A 0.29 e B 0.26

Fa A e B 1.1

SOGLIA 0.1 – 0.5 s PER CLASSE DI SUOLO A 1.6

VERIFICATO

ALLEGATO 2

EFFETTI LITOLGICI

ANALISI DI 2° LIVELLO:

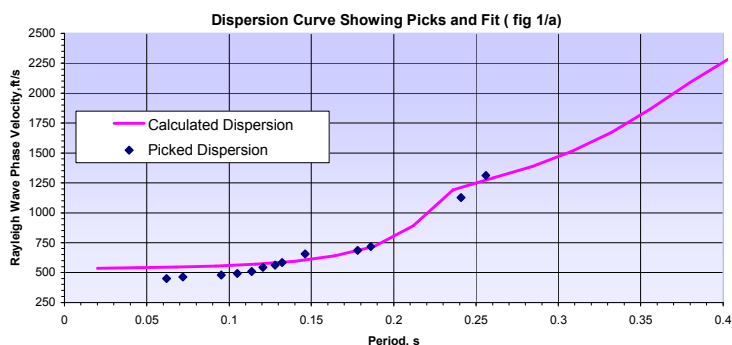
PIANA ALLUVIONALE LOC. GRATACASOLO

Le indagini sono state condotte nella piana alluvionale in località Gratacasolo nei pressi del nuovo cimitero (cfr tavola 09), il giorno 4 luglio 2007.

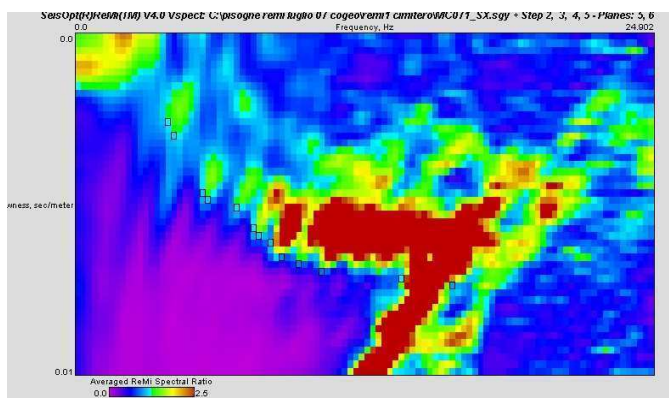
L'analisi e l'interpretazione ReMi hanno prodotto i risultati rappresentati dalle due seguenti figure: la prima rappresenta la curva di dispersione e la seconda il grafico p-f.



Supportive Illustration



p-f Image with Dispersion Modeling Picks (fig 1/b)

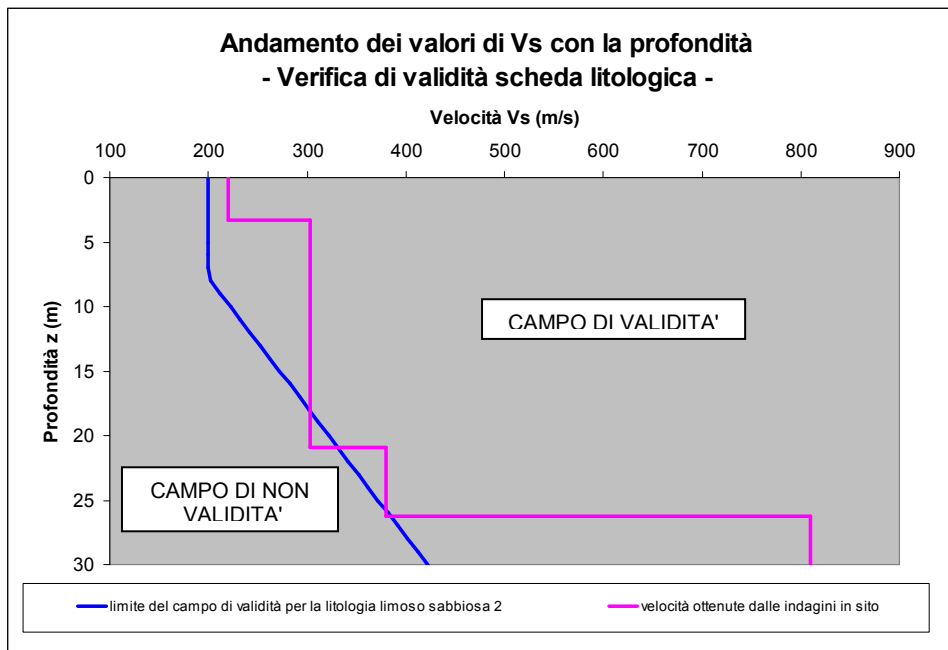


Diagrammando l'andamento delle onde di taglio e di compressione secondo un rapporto profondità/velocità è possibile ricostruire il modello del terreno rappresentato nella figura seguente:

	Density		Shear/Compression Velocities		
3.325 m	2.0 g/cc		220.674 m/s	382.208 m/s	ratio: 1.732
	2.0 g/cc		303.258 m/s	525.244 m/s	ratio: 1.732
20.897 m	2.0 g/cc		380.337 m/s	658.744 m/s	ratio: 1.732
26.201 m	2.0 g/cc		809.775 m/s	1402.531 m/s	ratio: 1.732
30.0 m	2.0 g/cc				

da cui deriva un valore di Vs30 pari a circa 330 m/sec.

Tale valore di Vs30 corrisponde, in riferimento alla classificazione dei suoli del D.M. 14/2005 "Norme tecniche per le costruzioni", alla classe di suolo C - Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate o di argille di media consistenza - caratterizzati da valori Vs30 compresi tra 180 e 360 m/sec. Considerata la litologia prevalente presente nel sito, si è scelto come scheda di riferimento, tra quelle messe a punto dalla Regione Lombardia, quella limoso sabbiosa di tipo 2 e si è proceduto alla verifica di validità:



Si è poi proceduto scegliendo, in funzione della profondità e della velocità Vs dello strato superficiale, la curva più appropriata (indicata con il numero e il colore di riferimento) per la valutazione del valore di Fa nell'intervallo 0,1-0,5 s o nell'intervallo 0,5-1,5 s, in base al valore del periodo proprio del sito T calcolato considerando tutta la stratigrafia fino alla profondità in cui il valore della velocità Vs è uguale o superiore a 800 m/sec ed utilizzando la seguente equazione:

$$T = \frac{4 \times \sum_{i=1}^n h_i}{\left(\frac{\sum_{i=1}^n V_{s_i} \times h_i}{\sum_{i=1}^n h_i} \right)}$$

ove h_i e V_{s_i} sono lo spessore e la velocità dello strato i-esimo del modello.

I valori a cui si fa riferimento per il calcolo del periodo proprio del sito in esame sono riportati nella seguente tabella:

N. STRATO	PROFONDITA' STRATO	SPESSORE STRATO	VELOCITA' DELLO STRATO
1	3,325 m	3,325 m	220,674 m/sec
2	20,897 m	17,572 m	303,258 m/sec
3	26,201 m	5,304 m	380,337 m/sec

da cui deriva un T pari a 0,34.

Scelta la formula corretta per il calcolo di F_a , tra quelle proposte nell'all.5 della l.r. 12/2005, si è ottenuto un valore di F_a per l'intervallo 0,1-0,5 s e uno per l'intervallo 0,5-1,5 s. Tali valori sono stati poi confrontati con i parametri calcolati per ciascun Comune della Regione Lombardia e riportati nella banca dati in formato .xls (soglie_lomb.xls) che rappresentano il valore di soglia oltre il quale lo spettro proposto dalla normativa risulta insufficiente a tenere in considerazione la reale amplificazione presente nel sito.

I risultati ottenuti sono riassunti nella seguente tabella:

INTERVALLO	VALORE DI F_a CALCOLATO	VALORE DI F_a DI SOGLIA TIPO DI SUOLO C
0,1 – 0,5 s	1,82	$2,1 \pm 0,1$
0,5 – 1,5 s	1,32	$3,3 \pm 0,1$

I valori di F_a risultano essere verificati in entrambi gli intervalli poiché inferiori ai valori di soglia per il comune di Pisogne e per il tipo di suolo C.

ANALISI DI 2° LIVELLO:

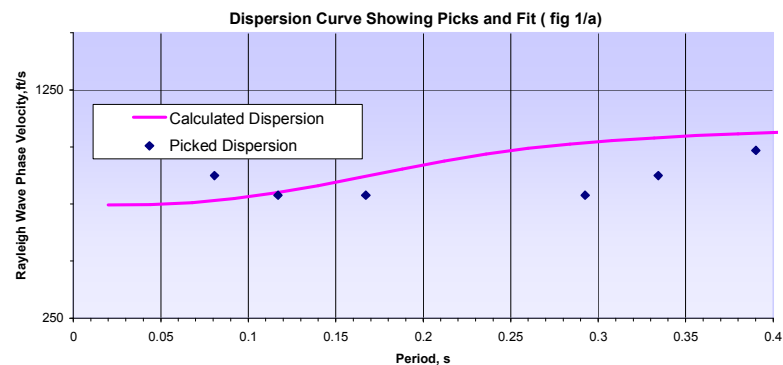
PIANA ALLUVIONALE LOC. BOSCHETTA

Le indagini sono state condotte nella piana alluvionale in località Boschetta (cfr tavola 09), il giorno 19 luglio 2007.

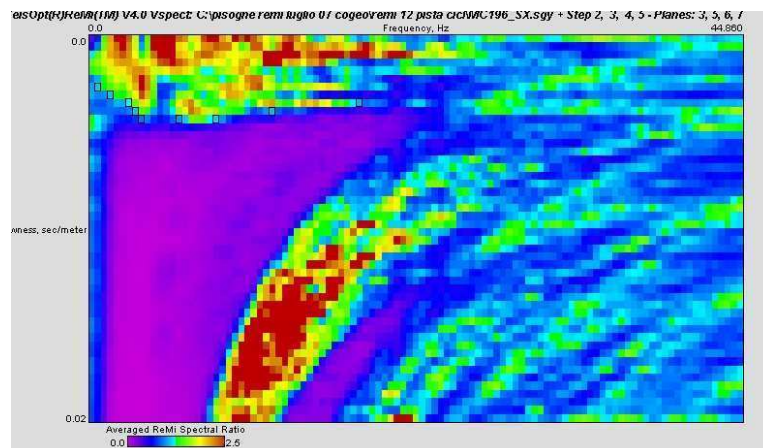
L'analisi e l'interpretazione ReMi hanno prodotto i risultati rappresentati dalle due seguenti figure: la prima rappresenta la curva di dispersione e la seconda il grafico p-f.



Supportive Illustration



p-f Image with Dispersion Modeling Picks (fig 1/b)

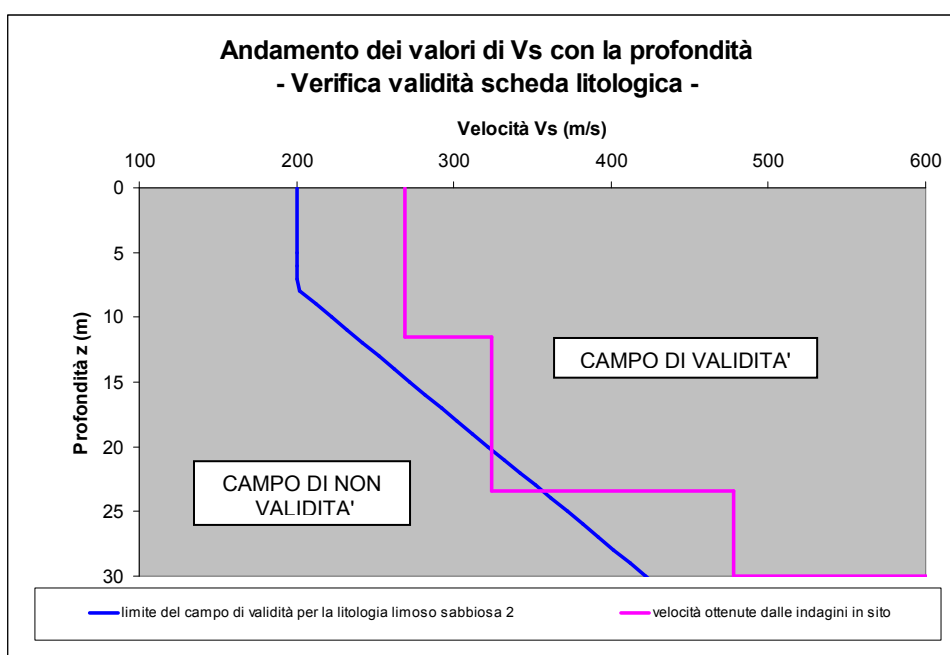


Diagrammando l'andamento delle onde di taglio e di compressione secondo un rapporto profondità/velocità è possibile ricostruire il modello del terreno rappresentato nella figura seguente:

	Density	Shear/Compression Velocities		
11.55 m	2.0 g/cc	269.239 m/s	465.784 m/s	ratio: 1.73
23.4 m	2.0 g/cc	324.049 m/s	560.605 m/s	ratio: 1.73
30.0 m	2.0 g/cc	477.517 m/s	826.104 m/s	ratio: 1.73

da cui deriva un valore di Vs30 pari a circa 285 m/sec.

Tale valore di Vs30 corrisponde, in riferimento alla classificazione dei suoli del D.M. 14/2005 "Norme tecniche per le costruzioni", alla classe di suolo C - Depositi di sabbie e ghiaie medianente addensate o di argille di media consistenza - caratterizzati da valori Vs30 compresi tra 180 e 360 m/sec. Considerata la litologia prevalente presente nel sito, si è scelto come scheda di riferimento, tra quelle messe a punto dalla Regione Lombardia, quella limoso sabbiosa di tipo 2 e si è proceduto alla verifica di validità:



Si è poi proceduto scegliendo, in funzione della profondità e della velocità V_s dello strato superficiale, la curva più appropriata (indicata con il numero e il colore di riferimento) per la valutazione del valore di F_a nell'intervallo 0,1-0,5 s o nell'intervallo 0,5-1,5 s, in base al valore del periodo proprio del sito T calcolato considerando tutta la stratigrafia fino alla profondità in cui il valore della velocità V_s è uguale o superiore a 800 m/sec ed utilizzando la seguente equazione:

$$T = \frac{4 \times \sum_{i=1}^n h_i}{\left(\frac{\sum_{i=1}^n V_{s_i} \times h_i}{\sum_{i=1}^n h_i} \right)}$$

ove h_i e V_{s_i} sono lo spessore e la velocità dello strato i -esimo del modello.

I valori a cui si fa riferimento per il calcolo del periodo proprio del sito in esame sono riportati nella seguente tabella:

N. STRATO	PROFONDITA' STRATO	SPESSORE STRATO	VELOCITA' DELLO STRATO
1	11,500 m	11,500 m	269,239 m/sec
2	23,400 m	11,850 m	324,049 m/sec
3	30,000 m	6,600 m	477,517 m/sec
4	37,000 m	7,000 m	600,000 m/sec

da cui deriva un T pari a 0,38.

Scelta la formula corretta per il calcolo di F_a , tra quelle proposte nell'all.5 della l.r. 12/2005, si è ottenuto un valore di F_a per l'intervallo 0,1-0,5 s e uno per l'intervallo 0,5-1,5 s. Tali valori sono stati poi confrontati con i parametri calcolati per ciascun Comune della Regione Lombardia e riportati nella banca dati in formato .xls (soglie_lomb.xls) che rappresentano il valore di soglia oltre il quale lo spettro proposto dalla normativa risulta insufficiente a tenere in considerazione la reale amplificazione presente nel sito.

I risultati ottenuti sono riassunti nella seguente tabella:

INTERVALLO	VALORE DI Fa CALCOLATO	VALORE DI Fa DI SOGLIA TIPO DI SUOLO C
0,1 – 0,5 s	2,13	2,1 ± 0,1
0,5 – 1,5 s	1,37	3,3 ± 0,1

I valori di Fa risultano essere verificati in entrambi gli intervalli poiché inferiori ai valori di soglia per il comune di Pisogne e per il tipo di suolo C.

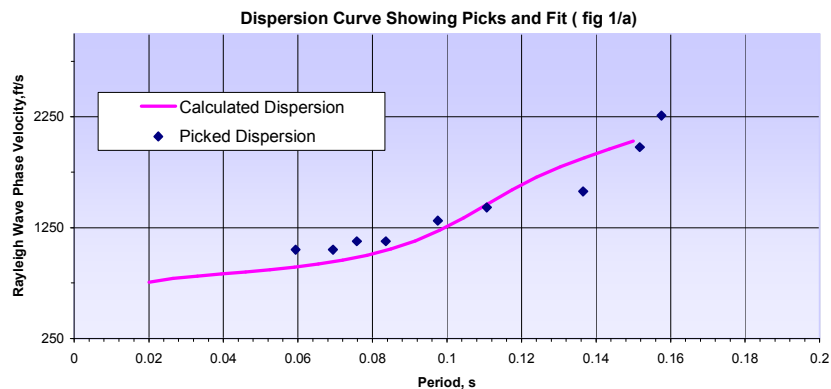
ANALISI DI 2° LIVELLO: CONOIDE DI GRATACASOLO

Le indagini sono state condotte nel centro di Gratacasolo nelle vicinanze del torrente Re (cfr tavola 09), il giorno 04 luglio 2007.

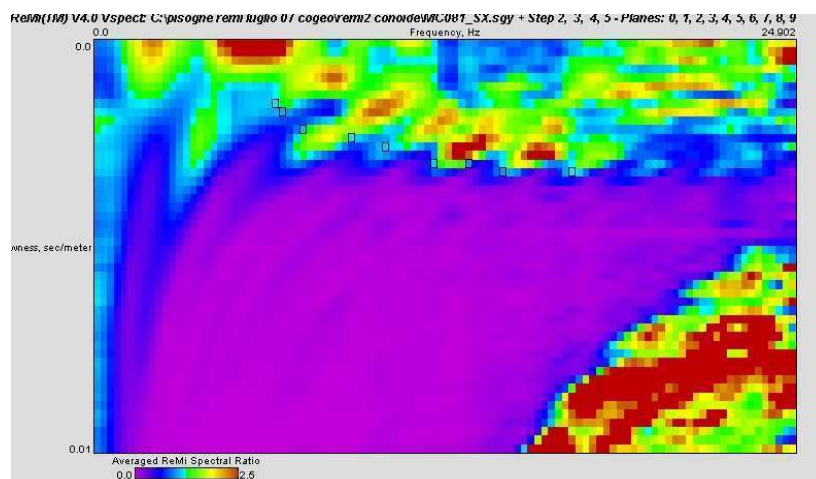
L'analisi e l'interpretazione ReMi hanno prodotto i risultati rappresentati dalle due seguenti figure: la prima rappresenta la curva di dispersione e la seconda il grafico p-f.



Supportive Illustration



p-f Image with Dispersion Modeling Picks (fig 1/b)

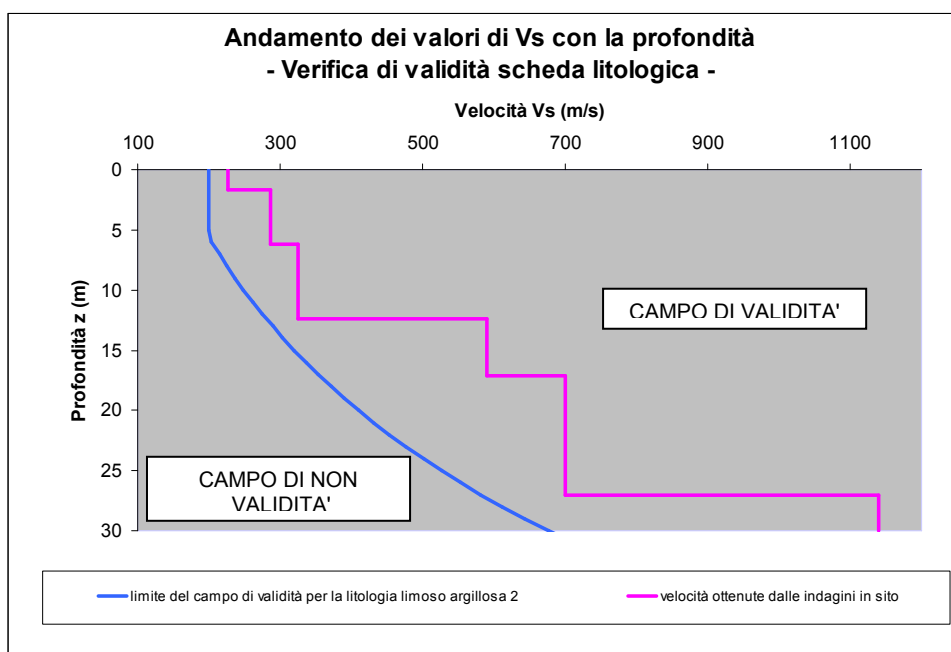


Diagrammando l'andamento delle onde di taglio e di compressione secondo un rapporto profondità/velocità è possibile ricostruire il modello del terreno rappresentato nella figura seguente:

	Density	Shear/Compression Velocities		
1.685 m	2.0 g/cc	226.18 m/s	391.743 m/s	ratio: 1.732
	2.0 g/cc	286.742 m/s	496.636 m/s	ratio: 1.732
6.152 m	2.0 g/cc	325.281 m/s	563.387 m/s	ratio: 1.732
12.388 m	2.0 g/cc	589.551 m/s	1021.102 m/s	ratio: 1.732
17.078 m	2.0 g/cc	699.663 m/s	1211.816 m/s	ratio: 1.732
27.042 m	2.0 g/cc	1140.112 m/s	1974.675 m/s	ratio: 1.732
30.0 m	2.0 g/cc			

da cui deriva un valore di Vs30 pari a circa 450 m/sec.

Tale valore di Vs30 corrisponde, in riferimento alla classificazione dei suoli del D.M. 14/2005 "Norme tecniche per le costruzioni", alla classe di suolo B - Depositi di sabbie e ghiaie molto addensate o di argille molto consistenti - caratterizzati da valori Vs30 compresi tra 360 e 800 m/sec. Considerata la litologia prevalente presente nel sito, si è scelto come scheda di riferimento, tra quelle messe a punto dalla Regione Lombardia, quella limoso argillosa di tipo 2 e si è proceduto alla verifica di validità:



Si è poi proceduto scegliendo, in funzione della profondità e della velocità Vs dello strato superficiale, la curva più appropriata (indicata con il numero e il colore di riferimento) per la valutazione del valore di Fa nell'intervallo 0,1-0,5 s o nell'intervallo 0,5-1,5 s, in base al valore del periodo proprio del sito T calcolato considerando tutta la stratigrafia fino alla profondità in cui il valore della velocità Vs è uguale o superiore a 800 m/sec ed utilizzando la seguente equazione:

$$T = \frac{4 \times \sum_{i=1}^n h_i}{\left(\frac{\sum_{i=1}^n V s_i \times h_i}{\sum_{i=1}^n h_i} \right)}$$

ove h_i e $V s_i$ sono lo spessore e la velocità dello strato i-esimo del modello.

I valori a cui si fa riferimento per il calcolo del periodo proprio del sito in esame sono riportati nella seguente tabella:

N. STRATO	PROFONDITA' STRATO	SPESSORE STRATO	VELOCITA' DELLO STRATO
1	1,685 m	1,685 m	226,180 m/sec
2	6,152 m	4,467 m	286,742 m/sec
3	12,388 m	6,236 m	325,281 m/sec
4	17,078 m	4,69 m	589,551 m/sec
5	27,042 m	9,964 m	699,663 m/sec

da cui deriva un T pari a 0,22.

Scelta la formula corretta per il calcolo di Fa, tra quelle proposte nell'all.5 della l.r. 12/2005, si è ottenuto un valore di Fa per l'intervallo 0,1-0,5 s e uno per l'intervallo 0,5-1,5 s. Tali valori sono stati poi confrontati con i parametri calcolati per ciascun Comune della Regione Lombardia e riportati nella banca dati in formato .xls (soglie_lomb.xls) che rappresentano il valore di soglia oltre il quale lo spettro proposto dalla normativa risulta insufficiente a tenere in considerazione la reale amplificazione presente nel sito.

I risultati ottenuti sono riassunti nella seguente tabella:

INTERVALLO	VALORE DI Fa CALCOLATO	VALORE DI Fa DI SOGLIA TIPO DI SUOLO B
0,1 – 0,5 s	1,61	2,1 ± 0,1
0,5 – 1,5 s	1,15	3,3 ± 0,1

I valori di Fa risultano essere verificati in entrambi gli intervalli poiché inferiori ai valori di soglia per il comune di Pisogne e per il tipo di suolo B.

ANALISI DI 2° LIVELLO:

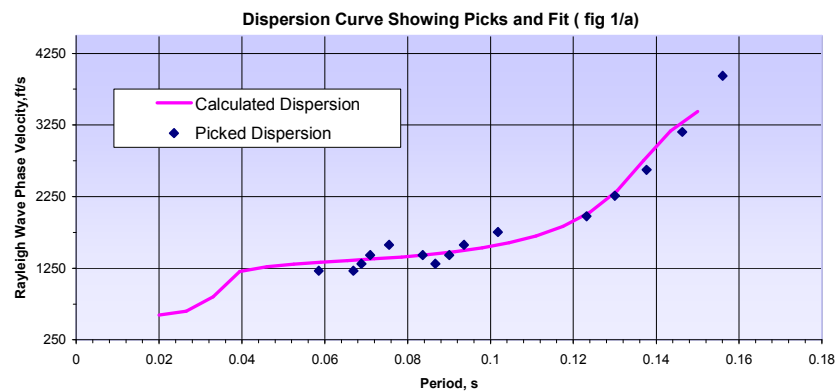
CONOIDE TOGNI (LOCALITA' VAL PALOT)

Le indagini sono state condotte sull'apparato di conoide del torrente della Valle dei Togni (cfr tavola 09), il giorno 11 luglio 2007.

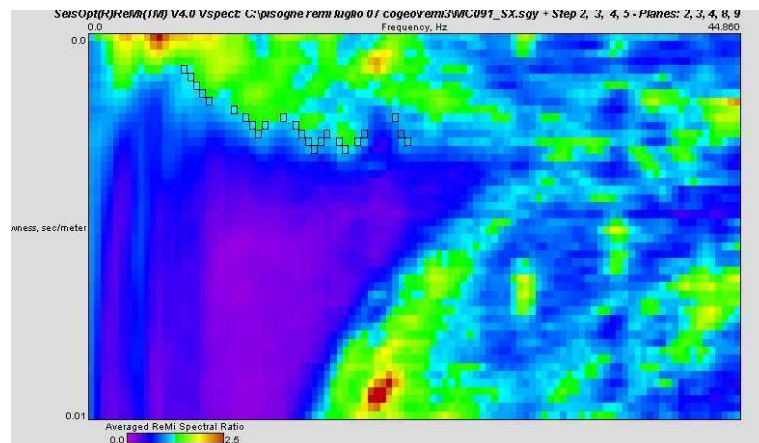
L'analisi e l'interpretazione ReMi hanno prodotto i risultati rappresentati dalle due seguenti figure: la prima rappresenta la curva di dispersione e la seconda il grafico p-f.



Supportive Illustration



p-f Image with Dispersion Modeling Picks (fig 1/b)

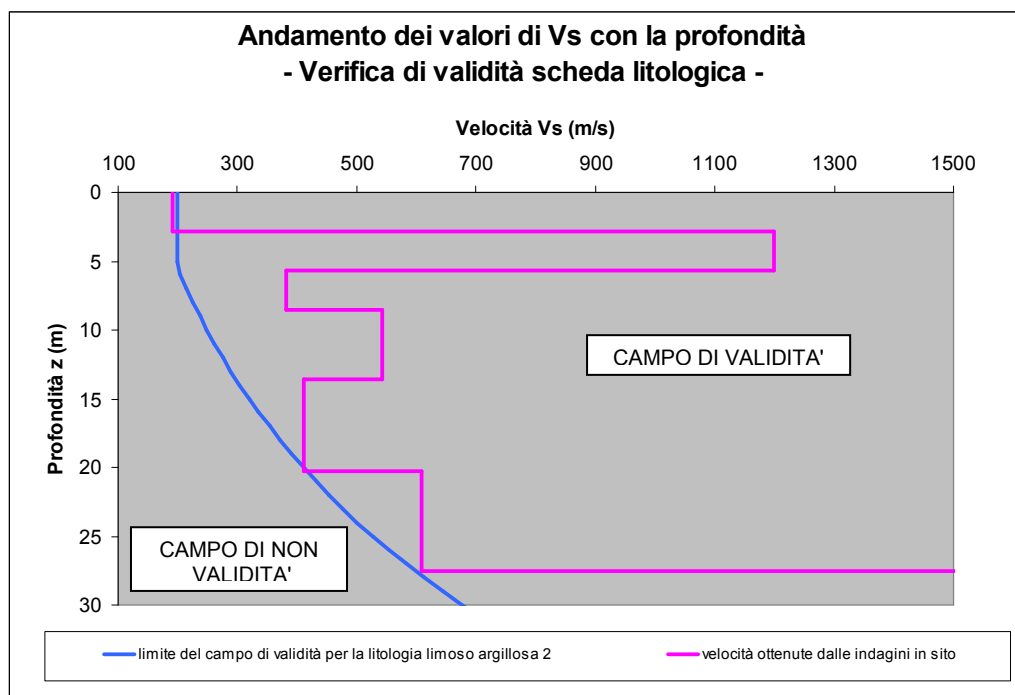


Diagrammando l'andamento delle onde di taglio e di compressione secondo un rapporto profondità/velocità è possibile ricostruire il modello del terreno rappresentato nella figura seguente:

	Density	Shear/Compression Velocities		
2.844 m	2.0 g/cc	191.38 m/s	331.471 m/s	ratio: 1.732
5.696 m	2.0 g/cc	1199.255 m/s	2077.11 m/s	ratio: 1.732
8.522 m	2.0 g/cc	382.46 m/s	662.421 m/s	ratio: 1.732
13.587 m	2.0 g/cc	542.395 m/s	938.428 m/s	ratio: 1.732
20.238 m	2.0 g/cc	410.68 m/s	711.297 m/s	ratio: 1.732
27.509 m	2.0 g/cc	609.06 m/s	1054.893 m/s	ratio: 1.732
30.0 m	2.0 g/cc	1661.409 m/s	2877.561 m/s	ratio: 1.732

da cui deriva un valore di Vs30 pari a circa 470 m/sec.

Tale valore di Vs30 corrisponde, in riferimento alla classificazione dei suoli del D.M. 14/2005 "Norme tecniche per le costruzioni", alla classe di suolo B - Depositi di sabbie e ghiaie molto addensate o di argille molto consistenti - caratterizzati da valori Vs30 compresi tra 360 e 800 m/sec. Considerata la litologia prevalente presente nel sito, si è scelto come scheda di riferimento, tra quelle messe a punto dalla Regione Lombardia, quella limoso argillosa di tipo 2 e si è proceduto alla verifica di validità:



Si è poi proceduto scegliendo, in funzione della profondità e della velocità Vs dello strato superficiale, la curva più appropriata (indicata con il numero e il colore di riferimento) per la valutazione del valore di Fa nell'intervallo 0,1-0,5 s o nell'intervallo 0,5-1,5 s, in base al valore del periodo proprio del sito T calcolato considerando tutta la stratigrafia fino alla profondità in cui il valore della velocità Vs è uguale o superiore a 800 m/sec ed utilizzando la seguente equazione:

$$T = \frac{4 \times \sum_{i=1}^n h_i}{\left(\frac{\sum_{i=1}^n V s_i \times h_i}{\sum_{i=1}^n h_i} \right)}$$

ove h_i e $V s_i$ sono lo spessore e la velocità dello strato i-esimo del modello.

I valori a cui si fa riferimento per il calcolo del periodo proprio del sito in esame sono riportati nella seguente tabella:

N. STRATO	PROFONDITA' STRATO	SPESSORE STRATO	VELOCITA' DELLO STRATO
1	2,844 m	2,844 m	191,38 m/sec
2	5,696 m	2,852 m	1199,255 m/sec
3	8,522 m	2,826 m	382,46 m/sec
4	13,587 m	5,065 m	542,395 m/sec
5	20,238 m	6,651 m	410,68 m/sec
6	27,509 m	7,271 m	1661,409 m/sec

da cui deriva un T pari a 0,20. Si è scelto di considerare questi strati, compreso lo strato 2 con valori di velocità > 800 m/sec, poiché visto l'andamento generale delle velocità con la profondità appare chiaro che lo strato 2 sia indice di una anomalia dovuta probabilmente alla presenza di un accumulo di grossi blocchi.

Scelta la formula corretta per il calcolo di Fa, tra quelle proposte nell'all.5 della l.r. 12/2005, si è ottenuto un valore di Fa per l'intervallo 0,1-0,5 s e uno per l'intervallo 0,5-1,5 s. Tali valori sono stati poi confrontati con i parametri calcolati per ciascun Comune della Regione Lombardia e riportati nella banca dati in formato .xls (soglie_lomb.xls) che rappresentano il valore di soglia oltre il quale lo

spettro proposto dalla normativa risulta insufficiente a tenere in considerazione la reale amplificazione presente nel sito.

I risultati ottenuti sono riassunti nella seguente tabella:

INTERVALLO	VALORE DI Fa CALCOLATO	VALORE DI Fa DI SOGLIA TIPO DI SUOLO B
0,1 – 0,5 s	1,56	2,1 ± 0,1
0,5 – 1,5 s	1,14	3,3 ± 0,1

I valori di Fa risultano essere verificati in entrambi gli intervalli poiché inferiori ai valori di soglia per il comune di Pisogne e per il tipo di suolo B.

ANALISI DI 2° LIVELLO:

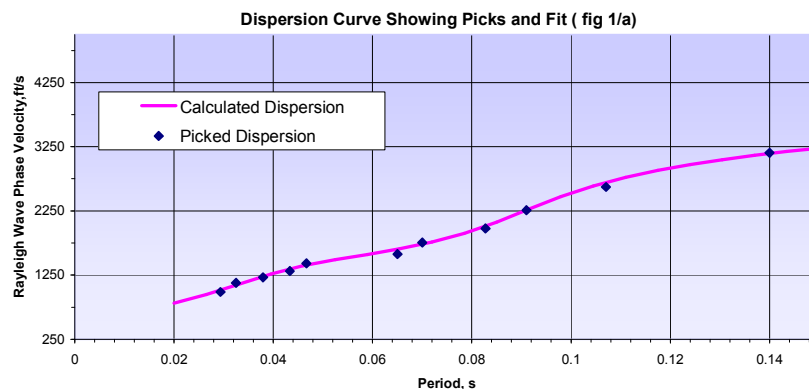
CONOIDE GOVINE

Le indagini sono state condotte sull'apparato di conoide in località Govine (cfr tavola 09), il giorno 12 luglio 2007.

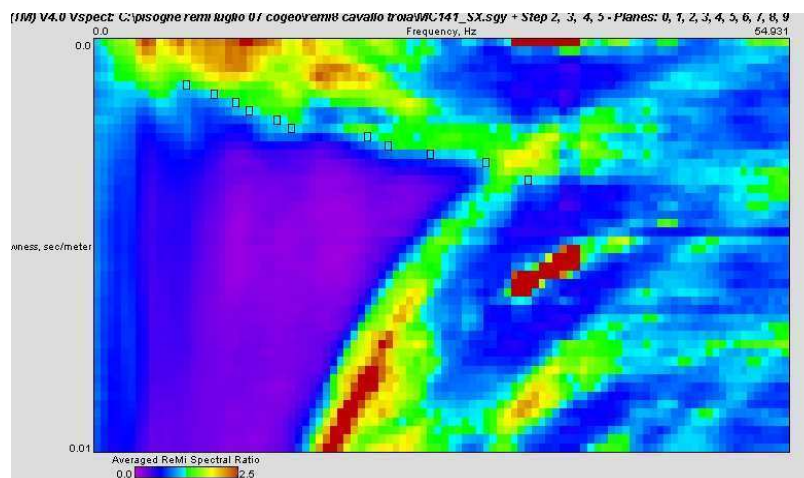
L'analisi e l'interpretazione ReMi hanno prodotto i risultati rappresentati dalle due seguenti figure: la prima rappresenta la curva di dispersione e la seconda il grafico p-f.



Supportive Illustration



p-f Image with Dispersion Modeling Picks (fig 1/b)



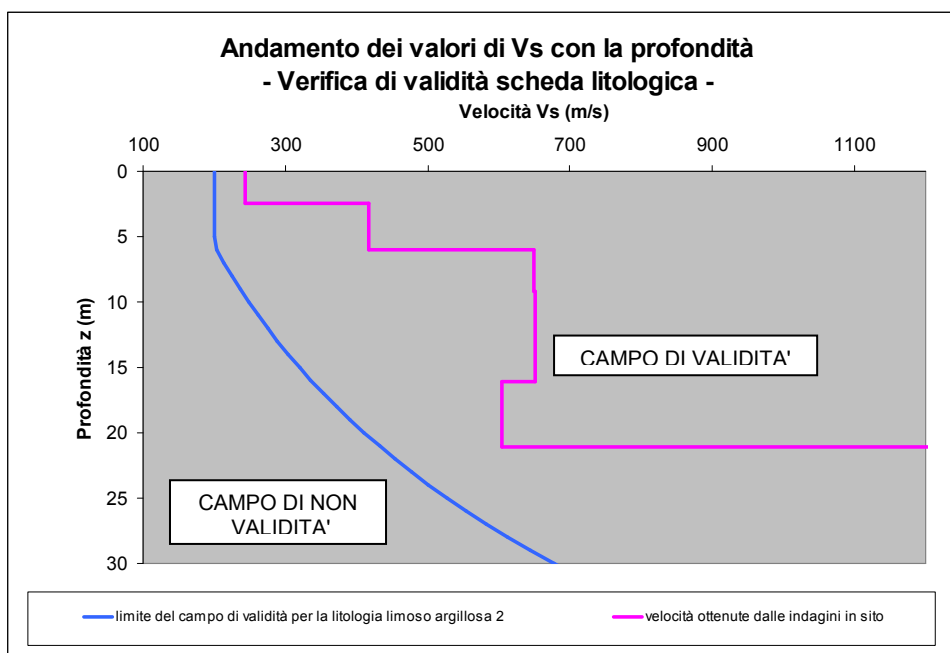
Diagrammando l'andamento delle onde di taglio e di compressione secondo un rapporto profondità/velocità è possibile ricostruire il modello del terreno rappresentato nella figura seguente:

	Density	Shear/Compression Velocities		
2.466 m	2.0 g/cc	243.508 m/s	421.756 m/s	ratio: 1.732
6.005 m	2.0 g/cc	417.541 m/s	723.181 m/s	ratio: 1.732
9.185 m	2.0 g/cc	648.652 m/s	1123.466 m/s	ratio: 1.732
16.052 m	2.0 g/cc	651.237 m/s	1127.943 m/s	ratio: 1.732
21.061 m	2.0 g/cc	604.154 m/s	1046.394 m/s	ratio: 1.732
30.0 m	2.0 g/cc	1341.903 m/s	2324.175 m/s	ratio: 1.732

da cui deriva un valore di Vs30 pari a circa 610 m/sec.

Tale valore di Vs30 corrisponde, in riferimento alla classificazione dei suoli del D.M. 14/2005 "Norme tecniche per le costruzioni", alla classe di suolo B - Depositi di sabbie e ghiaie molto addensate o di argille molto consistenti - caratterizzati da valori Vs30 compresi tra 360 e 800 m/sec.

Considerata la litologia prevalente presente nel sito, si è scelto come scheda di riferimento, tra quelle messe a punto dalla Regione Lombardia, quella limoso argillosa di tipo 2 e si è proceduto alla verifica di validità:



Si è poi proceduto scegliendo, in funzione della profondità e della velocità Vs dello strato superficiale, la curva più appropriata (indicata con il numero e il colore di riferimento) per la valutazione del valore di Fa nell'intervallo 0,1-0,5 s o nell'intervallo 0,5-1,5 s, in base al valore del periodo proprio del sito T calcolato considerando tutta la stratigrafia fino alla profondità in cui il valore della velocità Vs è uguale o superiore a 800 m/sec ed utilizzando la seguente equazione:

$$T = \frac{4 \times \sum_{i=1}^n h_i}{\left(\frac{\sum_{i=1}^n V s_i \times h_i}{\sum_{i=1}^n h_i} \right)}$$

ove h_i e $V s_i$ sono lo spessore e la velocità dello strato i-esimo del modello.

I valori a cui si fa riferimento per il calcolo del periodo proprio del sito in esame sono riportati nella seguente tabella:

N. STRATO	PROFONDITA' STRATO	SPESSORE STRATO	VELOCITA' DELLO STRATO
1	2,466 m	2,466 m	243,508 m/sec
2	6,005 m	3,539 m	417,541 m/sec
3	9,185 m	3,180 m	648,652 m/sec
4	16,052 m	6,867 m	651,237 m/sec
5	21,061 m	5,009 m	604,154 m/sec

da cui deriva un T pari a 0,15.

Scelta la formula corretta per il calcolo di Fa, tra quelle proposte nell'all.5 della l.r. 12/2005, si è ottenuto un valore di Fa per l'intervallo 0,1-0,5 s e uno per l'intervallo 0,5-1,5 s. Tali valori sono stati poi confrontati con i parametri calcolati per ciascun Comune della Regione Lombardia e riportati nella banca dati in formato .xls (soglie_lomb.xls) che rappresentano il valore di soglia oltre il quale lo spettro proposto dalla normativa risulta insufficiente a tenere in considerazione la reale amplificazione presente nel sito.

I risultati ottenuti sono riassunti nella seguente tabella:

INTERVALLO	VALORE DI Fa CALCOLATO	VALORE DI Fa DI SOGLIA TIPO DI SUOLO B
0,1 – 0,5 s	1,37	2,1 ± 0,1
0,5 – 1,5 s	1,08	3,3 ± 0,1

I valori di Fa risultano essere verificati in entrambi gli intervalli poiché inferiori ai valori di soglia per il comune di Pisogne e per il tipo di suolo B.

ANALISI DI 2° LIVELLO:

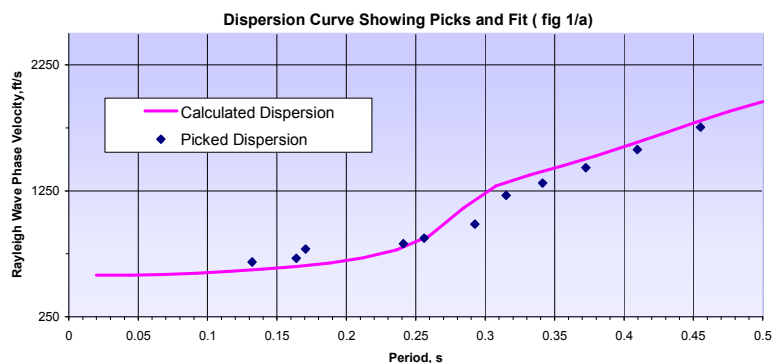
CONOIDE ROVINA

Le indagini sono state condotte sull'apparato di conoide in località Boschetta (cfr tavola 09), il giorno 19 luglio 2007.

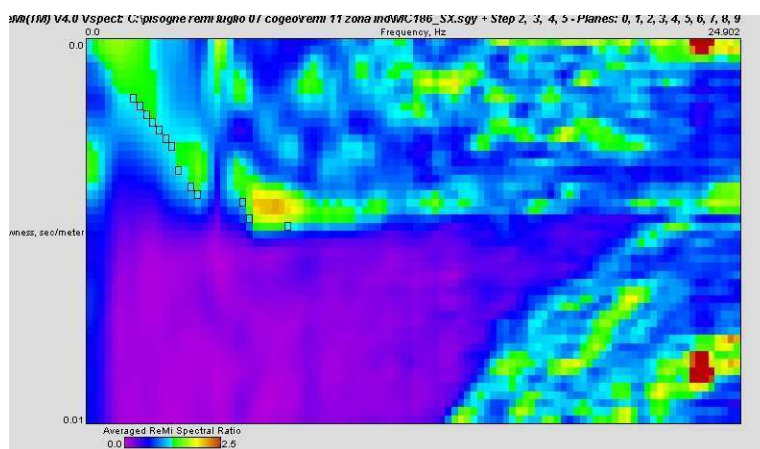
L'analisi e l'interpretazione ReMi hanno prodotto i risultati rappresentati dalle due seguenti figure: la prima rappresenta la curva di dispersione e la seconda il grafico p-f.



Supportive Illustration



p-f Image with Dispersion Modeling Picks (fig 1/b)



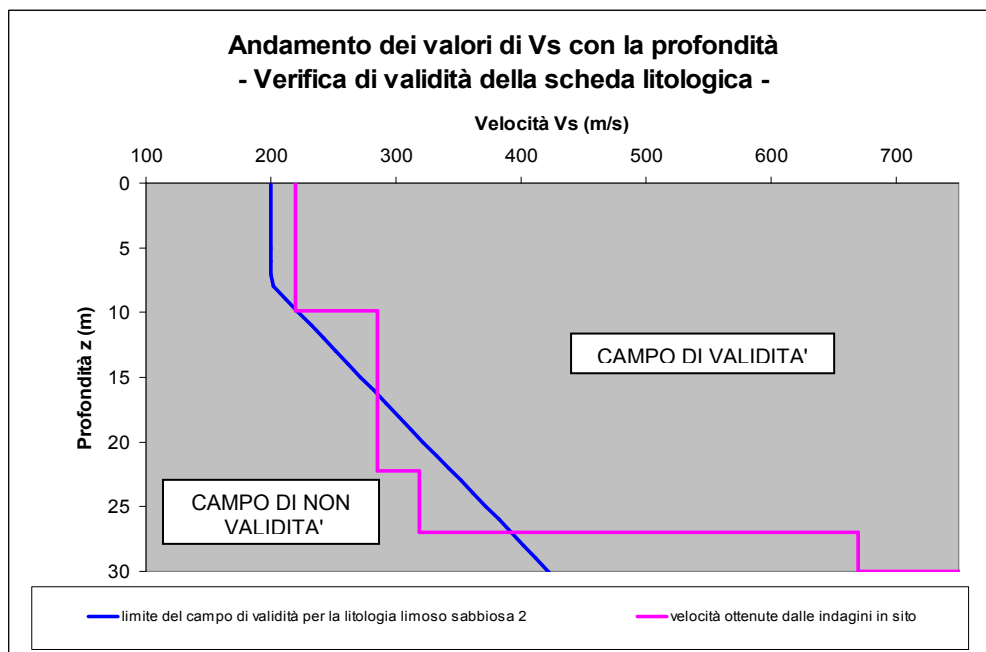
Diagrammando l'andamento delle onde di taglio e di compressione secondo un rapporto profondità/velocità è possibile ricostruire il modello del terreno rappresentato nella figura seguente:

	Density	Shear/Compression Velocities		
9.9 m	2.0 g/cc	219.911 m/s	380.445 m/s	ratio: 1.73
22.2 m	2.0 g/cc	285.682 m/s	494.23 m/s	ratio: 1.73
27.0 m	2.0 g/cc	318.568 m/s	551.123 m/s	ratio: 1.73
30.0 m	2.0 g/cc	669.351 m/s	1157.978 m/s	ratio: 1.73

da cui deriva un valore di Vs30 pari a circa 270 m/sec.

Tale valore di Vs30 corrisponde, in riferimento alla classificazione dei suoli del D.M. 14/2005 "Norme tecniche per le costruzioni", alla classe di suolo C - Depositi di sabbie e ghiaie medianamente addensate o di argille di media consistenza - caratterizzati da valori Vs30 compresi tra 180 e 360 m/sec.

Considerata la litologia prevalente presente nel sito, si è scelto come scheda di riferimento, tra quelle messe a punto dalla Regione Lombardia, quella limoso sabbiosa di tipo 2 e si è proceduto alla verifica di validità:



Si è poi proceduto scegliendo, in funzione della profondità e della velocità Vs dello strato superficiale, la curva più appropriata (indicata con il numero e il colore di riferimento) per la valutazione del valore di Fa nell'intervallo 0,1-0,5 s o nell'intervallo 0,5-1,5 s, in base al valore del periodo proprio del sito T calcolato considerando tutta la stratigrafia fino alla profondità in cui il valore della velocità Vs è uguale o superiore a 800 m/sec ed utilizzando la seguente equazione:

$$T = \frac{4 \times \sum_{i=1}^n h_i}{\left(\frac{\sum_{i=1}^n V_{s_i} \times h_i}{\sum_{i=1}^n h_i} \right)}$$

ove h_i e V_{s_i} sono lo spessore e la velocità dello strato i-esimo del modello.

I valori a cui si fa riferimento per il calcolo del periodo proprio del sito in esame sono riportati nella seguente tabella:

N. STRATO	PROFONDITA' STRATO	SPESSORE STRATO	VELOCITA' DELLO STRATO
1	9,900 m	9,900 m	219,911 m/sec
2	22,200 m	12,300 m	285,682 m/sec
3	27,000 m	4,800 m	318,568 m/sec
4	30,000 m	3,000 m	669,351 m/sec

da cui deriva un T pari a 0,39.

Scelta la formula corretta per il calcolo di Fa, tra quelle proposte nell'all.5 della l.r. 12/2005, si è ottenuto un valore di Fa per l'intervallo 0,1-0,5 s e uno per l'intervallo 0,5-1,5 s. Tali valori sono stati poi confrontati con i parametri calcolati per ciascun Comune della Regione Lombardia e riportati nella banca dati in formato .xls (soglie_lomb.xls) che rappresentano il valore di soglia oltre il quale lo spettro proposto dalla normativa risulta insufficiente a tenere in considerazione la reale amplificazione presente nel sito.

I risultati ottenuti sono riassunti nella seguente tabella:

INTERVALLO	VALORE DI Fa CALCOLATO	VALORE DI Fa DI SOGLIA TIPO DI SUOLO C
0,1 – 0,5 s	2,40	2,1 ± 0,1
0,5 – 1,5 s	1,38	3,3 ± 0,1

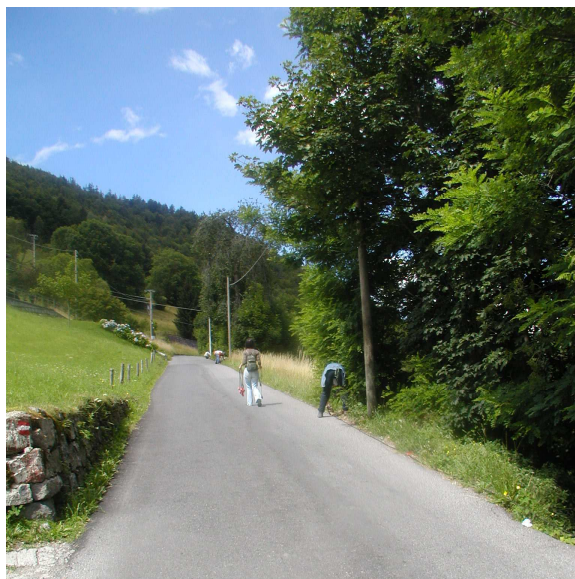
Il valore di Fa non risulta essere verificato per l'intervallo 0,1 – 0,5 s poiché superiore al valore di soglia per il comune di Pisogne e per il tipo di suolo C, mentre risulta verificato per l'intervallo 0,5 – 1,5 s poiché inferiore al valore di soglia per il comune di Pisogne e per il tipo di suolo C.

ANALISI DI 2° LIVELLO:

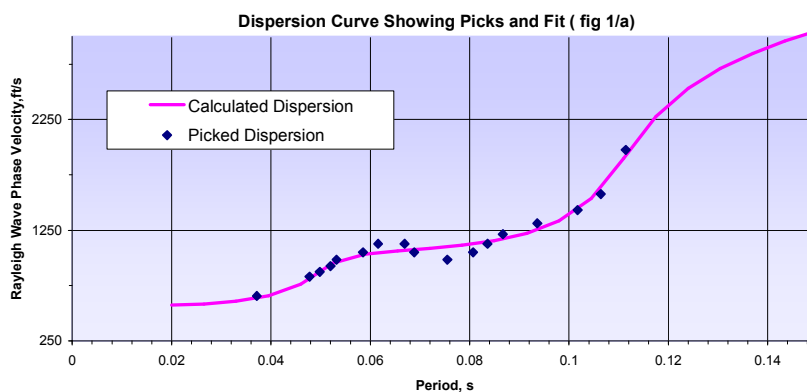
LOCALITA' FRAINE

Le indagini sono state condotte nei pressi di Fraine (cfr tavola 09), il giorno 11 luglio 2007.

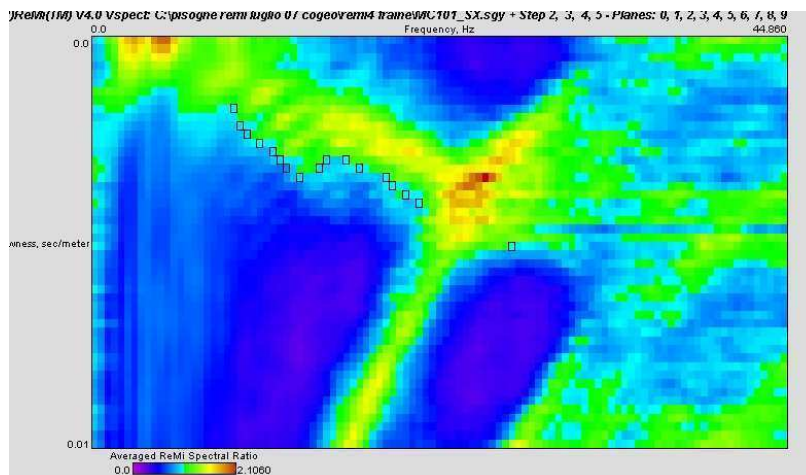
L'analisi e l'interpretazione ReMi hanno prodotto i risultati rappresentati dalle due seguenti figure: la prima rappresenta la curva di dispersione e la seconda il grafico p-f.



Supportive Illustration



p-f Image with Dispersion Modeling Picks (fig 1/b)

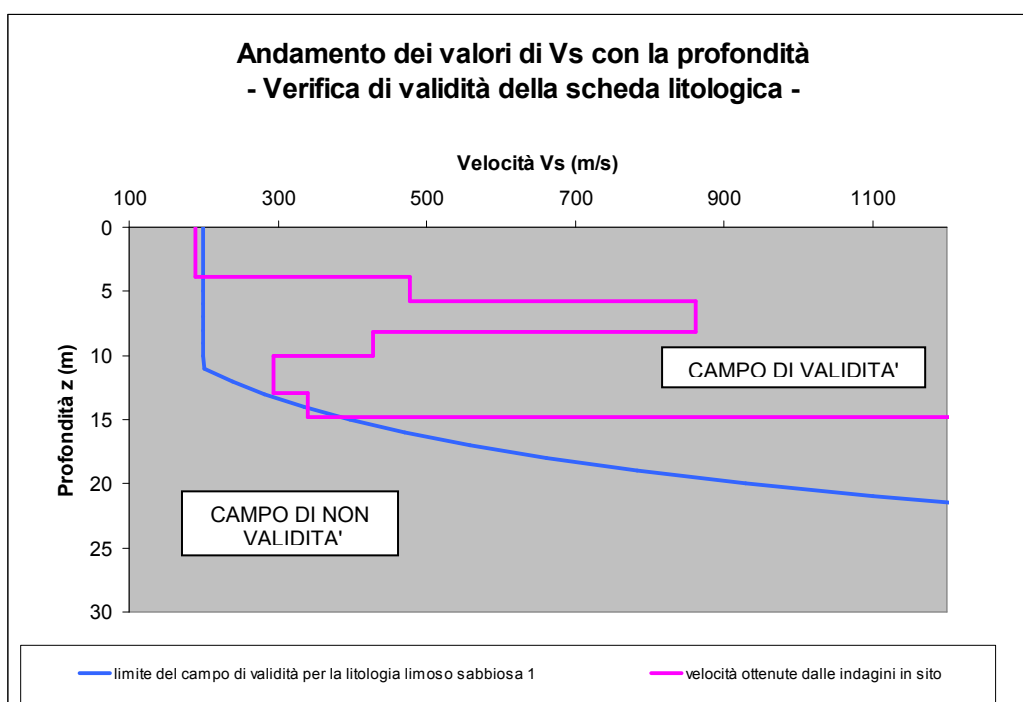


Diagrammando l'andamento delle onde di taglio e di compressione secondo un rapporto profondità/velocità è possibile ricostruire il modello del terreno rappresentato nella figura seguente:

	Density	Shear/Compression Velocities		
3.883 m	2.0 g/cc	189.429 m/s	328.091 m/s	ratio: 1.732
5.81 m	2.0 g/cc	477.517 m/s	827.059 m/s	ratio: 1.732
8.173 m	2.0 g/cc	861.186 m/s	1491.574 m/s	ratio: 1.732
10.035 m	2.0 g/cc	428.188 m/s	741.621 m/s	ratio: 1.732
12.887 m	2.0 g/cc	294.292 m/s	509.714 m/s	ratio: 1.732
14.752 m	2.0 g/cc	340.492 m/s	589.732 m/s	ratio: 1.732
30.0 m	2.0 g/cc	1309.124 m/s	2267.403 m/s	ratio: 1.732

da cui deriva un valore di Vs30 pari a circa 515 m/sec.

Tale valore di Vs30 corrisponde, in riferimento alla classificazione dei suoli del D.M. 14/2005 "Norme tecniche per le costruzioni", alla classe di suolo B - Depositi di sabbie e ghiaie molto addensate o di argille molto consistenti - caratterizzati da valori Vs30 compresi tra 360 e 800 m/sec. Considerata la litologia prevalente presente nel sito, si è scelto come scheda di riferimento, tra quelle messe a punto dalla Regione Lombardia, quella limoso sabbiosa di tipo 1 e si è proceduto alla verifica di validità:



Si è poi proceduto scegliendo, in funzione della profondità e della velocità V_s dello strato superficiale, la curva più appropriata (indicata con il numero e il colore di riferimento) per la valutazione del valore di F_a nell'intervallo 0,1-0,5 s o nell'intervallo 0,5-1,5 s, in base al valore del periodo proprio del sito T calcolato considerando tutta la stratigrafia fino alla profondità in cui il valore della velocità V_s è uguale o superiore a 800 m/sec ed utilizzando la seguente equazione:

$$T = \frac{4 \times \sum_{i=1}^n h_i}{\left(\frac{\sum_{i=1}^n V_{s_i} \times h_i}{\sum_{i=1}^n h_i} \right)}$$

ove h_i e V_{s_i} sono lo spessore e la velocità dello strato i -esimo del modello.

I valori a cui si fa riferimento per il calcolo del periodo proprio del sito in esame sono riportati nella seguente tabella:

N. STRATO	PROFONDITA' STRATO	SPESSORE STRATO	VELOCITA' DELLO STRATO
1	3,883 m	3,883 m	189,429 m/sec
2	477,517 m	1,927 m	477,517 m/sec
3	861,186 m	2,363 m	861,186 m/sec
4	428,188 m	1,862 m	428,188 m/sec
5	294,292 m	2,852 m	294,292 m/sec
6	340,492 m	1,865 m	340,492 m/sec

da cui deriva un T pari a 0,15.

Scelta la formula corretta per il calcolo di F_a , tra quelle proposte nell'all.5 della l.r. 12/2005, si è ottenuto un valore di F_a per l'intervallo 0,1-0,5 s e uno per l'intervallo 0,5-1,5 s. Tali valori sono stati poi confrontati con i parametri calcolati per ciascun Comune della Regione Lombardia e riportati nella banca dati in formato .xls (soglie_lomb.xls) che rappresentano il valore di soglia oltre il quale lo spettro proposto dalla normativa risulta insufficiente a tenere in considerazione la reale amplificazione presente nel sito.

I risultati ottenuti sono riassunti nella seguente tabella:

INTERVALLO	VALORE DI Fa CALCOLATO	VALORE DI Fa DI SOGLIA TIPO DI SUOLO B
0,1 – 0,5 s	1,45	2,1 ± 0,1
0,5 – 1,5 s	1,11	3,3 ± 0,1

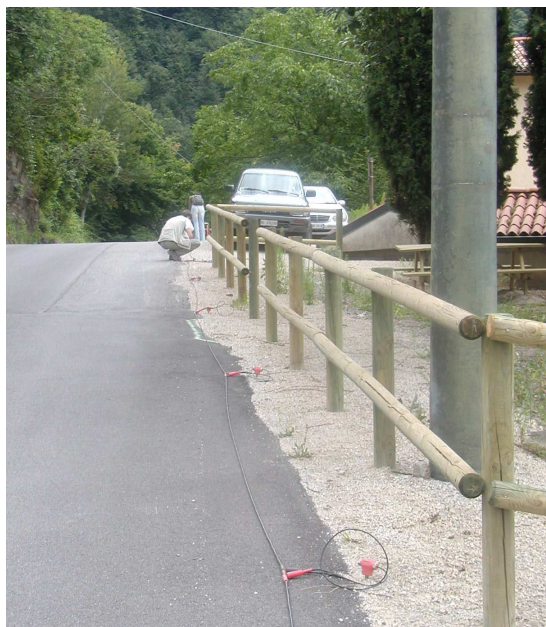
I valori di Fa risultano essere verificati in entrambi gli intervalli poiché inferiori ai valori di soglia per il comune di Pisogne e per il tipo di suolo B.

ANALISI DI 2° LIVELLO:

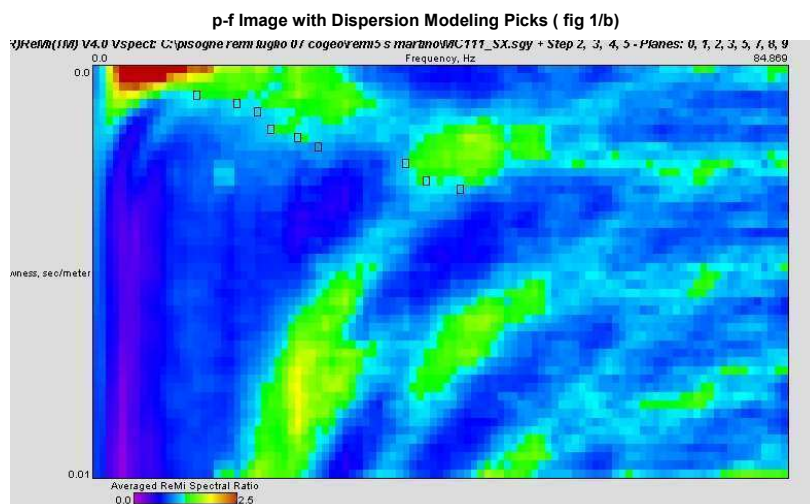
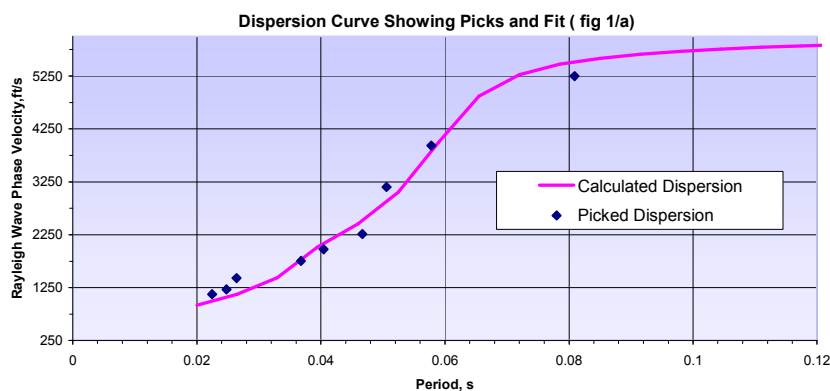
LOCALITA' SONVICO

Le indagini sono state condotte in località Sonvico nei pressi della chiesa di San Martino (cfr tavola 09), il giorno 11 luglio 2007.

L'analisi e l'interpretazione ReMi hanno prodotto i risultati rappresentati dalle due seguenti figure: la prima rappresenta la curva di dispersione e la seconda il grafico p-f.

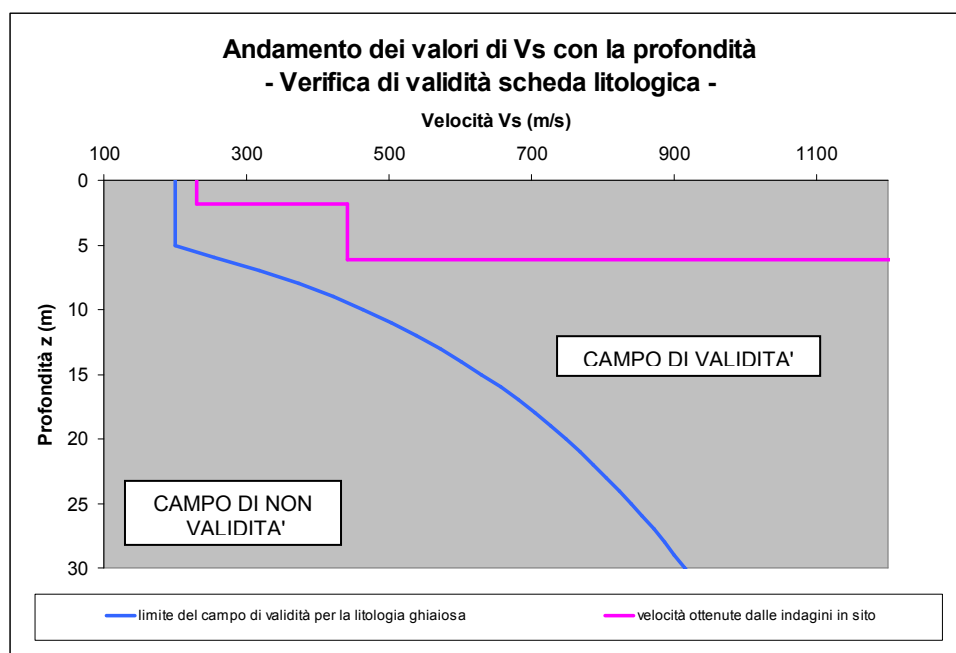


Supportive Illustration



Density		Shear/Compression Velocities		
1.815 m	2.0 g/cc	229.817 m/s	398.042 m/s	ratio: 1.732
6.169 m	2.0 g/cc	441.101 m/s	763.987 m/s	ratio: 1.732
30.0 m	2.0 g/cc	2032.477 m/s	3520.25 m/s	ratio: 1.732

Considerata la litologia prevalente presente nel sito, si è scelto come scheda di riferimento, tra quelle messe a punto dalla Regione Lombardia, quella ghiaiosa e si è proceduto alla verifica di validità:



Si è poi proceduto scegliendo, in funzione della profondità e della velocità Vs dello strato superficiale, la curva più appropriata (indicata con il numero e il colore di riferimento) per la valutazione del valore di Fa nell'intervallo 0,1-0,5 s o nell'intervallo 0,5-1,5 s, in base al valore del periodo proprio del sito T calcolato considerando tutta la stratigrafia fino alla profondità in cui il valore della velocità Vs è uguale o superiore a 800 m/sec ed utilizzando la seguente equazione:

$$T = \frac{4 \times \sum_{i=1}^n h_i}{\left(\frac{\sum_{i=1}^n V s_i \times h_i}{\sum_{i=1}^n h_i} \right)}$$

ove h_i e $V s_i$ sono lo spessore e la velocità dello strato i-esimo del modello.

I valori a cui si fa riferimento per il calcolo del periodo proprio del sito in esame sono riportati nella seguente tabella:

N. STRATO	PROFONDITA' STRATO	SPESSORE STRATO	VELOCITA' DELLO STRATO
1	1,815 m	1,815 m	229,817 m/sec
2	6,169 m	4,354 m	441,101 m/sec

da cui deriva un T pari a 0,07.

Scelta la formula corretta per il calcolo di Fa, tra quelle proposte nell'all.5 della l.r. 12/2005, si è ottenuto un valore di Fa per l'intervallo 0,1-0,5 s e uno per l'intervallo 0,5-1,5 s. Tali valori sono stati poi confrontati con i parametri calcolati per ciascun Comune della Regione Lombardia e riportati nella banca dati in formato .xls (soglie_lomb.xls) che rappresentano il valore di soglia oltre il quale lo spettro proposto dalla normativa risulta insufficiente a tenere in considerazione la reale amplificazione presente nel sito.

I risultati ottenuti sono riassunti nella seguente tabella:

INTERVALLO	VALORE DI Fa CALCOLATO	VALORE DI Fa DI SOGLIA TIPO DI SUOLO A
0,1 – 0,5 s	1,10	1,6 ± 0,1
0,5 – 1,5 s	0,99	2,1 ± 0,1

I valori di Fa risultano essere verificati in entrambi gli intervalli poiché inferiori ai valori di soglia per il comune di Pisogne e per il tipo di suolo A.

ANALISI DI 2° LIVELLO:

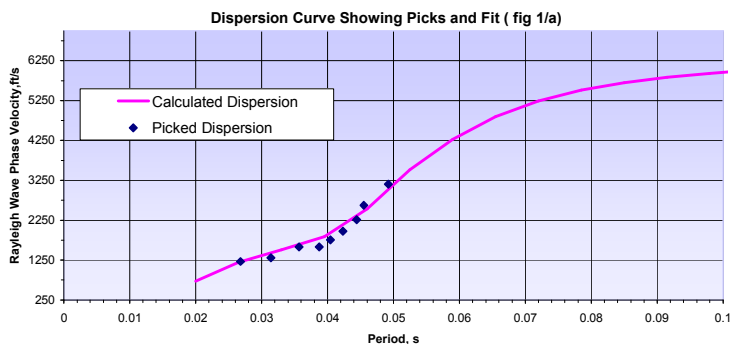
LOCALITA' GRIGNAGHE

Le indagini sono state condotte in località Grignaghe (cfr tavola 09), il giorno 11 luglio 2007.

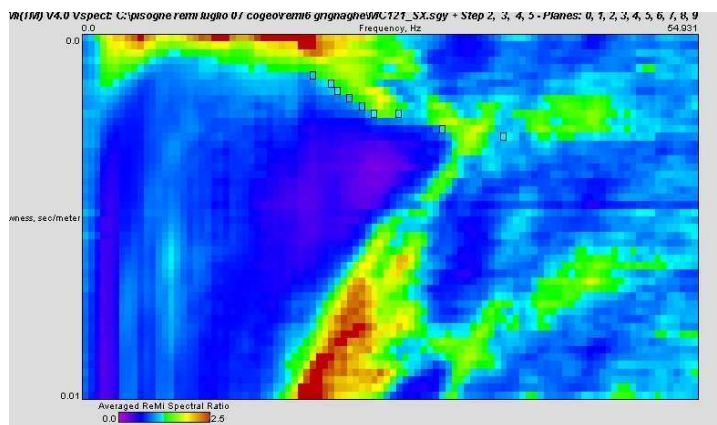
L'analisi e l'interpretazione ReMi hanno prodotto i risultati rappresentati dalle due seguenti figure: la prima rappresenta la curva di dispersione e la seconda il grafico p-f.



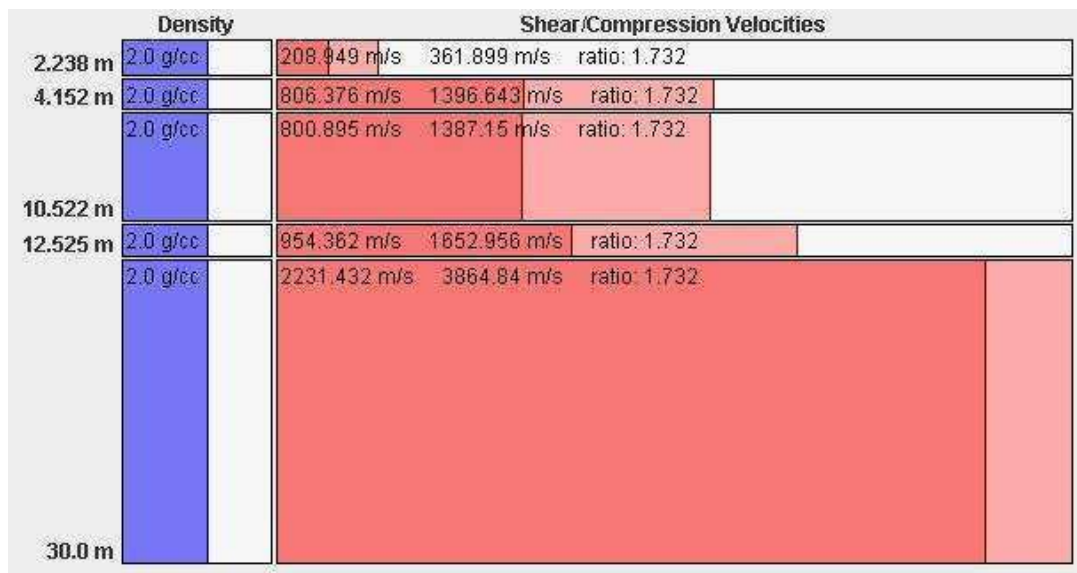
Supportive Illustration



p-f Image with Dispersion Modeling Picks (fig 1/b)



Diagrammando l'andamento delle onde di taglio e di compressione secondo un rapporto profondità/velocità è possibile ricostruire il modello del terreno rappresentato nella figura seguente:



da cui deriva un valore di Vs30 pari a circa 970 m/sec.

Tale valore di Vs30 corrisponde, in riferimento alla classificazione dei suoli del D.M. 14/2005 "Norme tecniche per le costruzioni", alla classe di suolo A - Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi - caratterizzati da valori Vs30 superiori a 800 m/sec.

Poiché dalle indagini condotte risulta che la roccia è subaffiorante il fattore di amplificazione è pari all'unità ($F_a=1$).

Tale fattore di amplificazione deve essere confrontato direttamente con il valore di F_a di soglia per i terreni di tipo A.

INTERVALLO	VALORE DI F_a	VALORE DI F_a DI SOGLIA TIPO DI SUOLO A
0,1 - 0,5 s	1,00	1,6 ± 0,1
0,5 - 1,5 s	1,00	2,1 ± 0,1

I valori di F_a risultano essere verificati in entrambi gli intervalli poiché inferiori ai valori di soglia per il comune di Pisogne e per il tipo di suolo A.

ANALISI DI 2° LIVELLO:

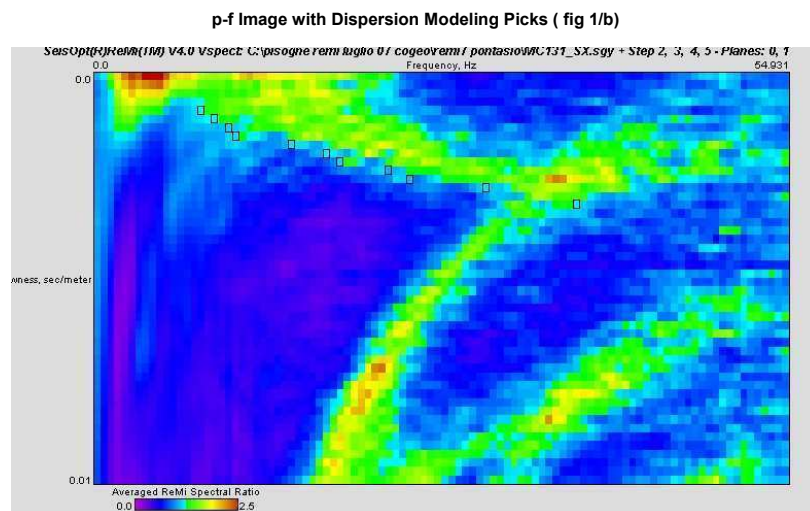
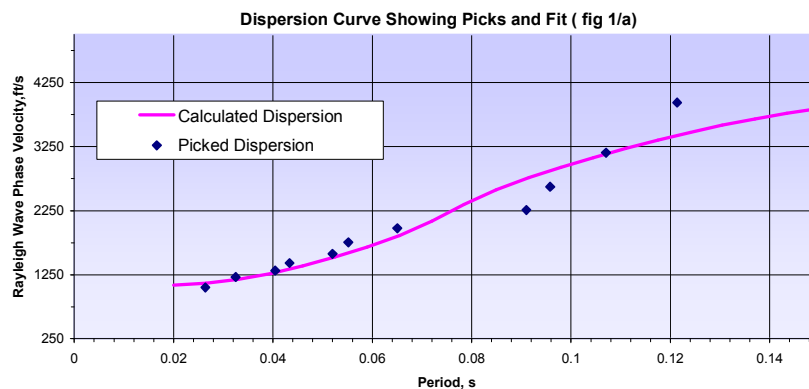
LOCALITA' PONTASIO

Le indagini sono state condotte nei pressi di Pontasio (cfr tavola 09), il giorno 11 luglio 2007.

L'analisi e l'interpretazione ReMi hanno prodotto i risultati rappresentati dalle due seguenti figure: la prima rappresenta la curva di dispersione e la seconda il grafico p-f.



Supportive Illustration



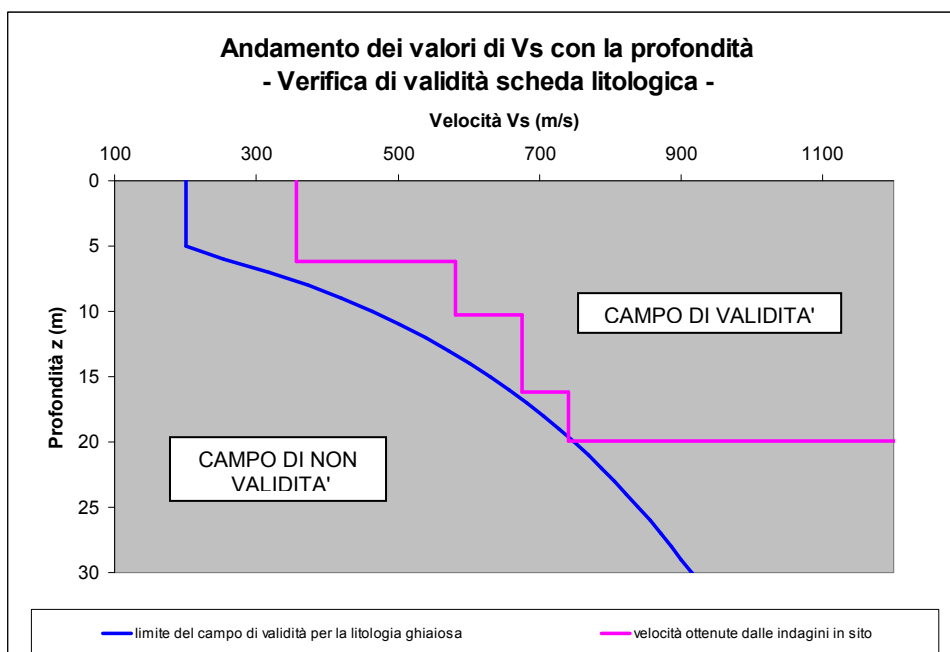
Diagrammando l'andamento delle onde di taglio e di compressione secondo un rapporto profondità/velocità è possibile ricostruire il modello del terreno rappresentato nella figura seguente:

	Density		Shear/Compression Velocities		
	2.0 g/cc		356.935 m/s	618.212 m/s	ratio: 1.732
6.162 m	2.0 g/cc		581.655 m/s	1007.427 m/s	ratio: 1.732
10.316 m	2.0 g/cc		674.832 m/s	1168.809 m/s	ratio: 1.732
16.211 m	2.0 g/cc		740.604 m/s	1282.726 m/s	ratio: 1.732
19.895 m	2.0 g/cc		1584.676 m/s	2744.658 m/s	ratio: 1.732
30.0 m	2.0 g/cc				

da cui deriva un valore di Vs30 pari a circa 675 m/sec.

Tale valore di Vs30 corrisponde, in riferimento alla classificazione dei suoli del D.M. 14/2005 "Norme tecniche per le costruzioni", alla classe di suolo B - Depositi di sabbie e ghiaie molto addensate o di argille molto consistenti - caratterizzati da valori Vs30 compresi tra 360 e 800 m/sec.

Considerata la litologia prevalente presente nel sito, si è scelto come scheda di riferimento, tra quelle messe a punto dalla Regione Lombardia, quella ghiaiosa e si è proceduto alla verifica di validità:



Si è poi proceduto scegliendo, in funzione della profondità e della velocità Vs dello strato superficiale, la curva più appropriata (indicata con il numero e il colore di riferimento) per la valutazione del valore di Fa nell'intervallo 0,1-0,5 s o nell'intervallo 0,5-1,5 s, in base al valore del periodo proprio del sito T calcolato considerando tutta la stratigrafia fino alla profondità in cui il valore della velocità Vs è uguale o superiore a 800 m/sec ed utilizzando la seguente equazione:

$$T = \frac{4 \times \sum_{i=1}^n h_i}{\left(\frac{\sum_{i=1}^n V_{s_i} \times h_i}{\sum_{i=1}^n h_i} \right)}$$

ove h_i e V_{s_i} sono lo spessore e la velocità dello strato i-esimo del modello.

I valori a cui si fa riferimento per il calcolo del periodo proprio del sito in esame sono riportati nella seguente tabella:

N. STRATO	PROFONDITA' STRATO	SPESSORE STRATO	VELOCITA' DELLO STRATO
1	6,162 m	6,162m	356,935 m/sec
2	10,316 m	4,154 m	581,655 m/sec
3	16,211 m	5,895 m	674,832 m/sec
4	19,895 m	3,684 m	740,604 m/sec

da cui deriva un T pari a 0,14.

Scelta la formula corretta per il calcolo di Fa, tra quelle proposte nell'all.5 della l.r. 12/2005, si è ottenuto un valore di Fa per l'intervallo 0,1-0,5 s e uno per l'intervallo 0,5-1,5 s. Tali valori sono stati poi confrontati con i parametri calcolati per ciascun Comune della Regione Lombardia e riportati nella banca dati in formato .xls (soglie_lomb.xls) che rappresentano il valore di soglia oltre il quale lo spettro proposto dalla normativa risulta insufficiente a tenere in considerazione la reale amplificazione presente nel sito.

I risultati ottenuti sono riassunti nella seguente tabella:

INTERVALLO	VALORE DI Fa CALCOLATO	VALORE DI Fa DI SOGLIA TIPO DI SUOLO B
0,1 – 0,5 s	1,25	2,1 ± 0,1
0,5 – 1,5 s	1,05	3,3 ± 0,1

I valori di Fa risultano essere verificati in entrambi gli intervalli poiché inferiori ai valori di soglia per il comune di Pisogne e per il tipo di suolo B.

ANALISI DI 2° LIVELLO:

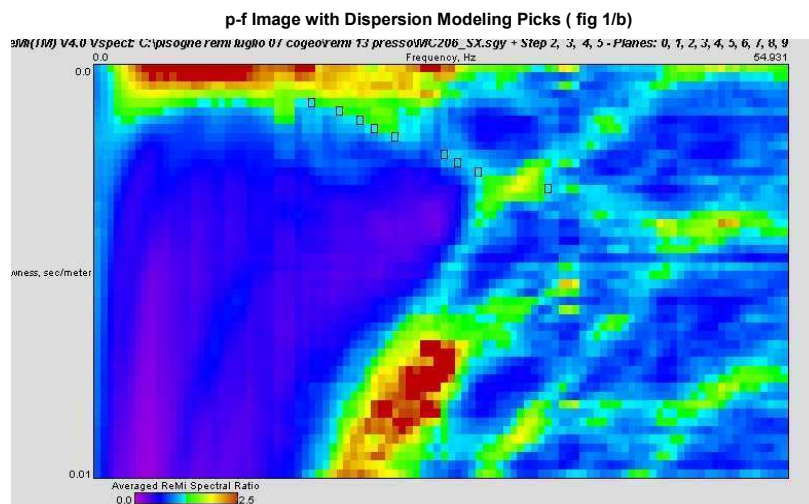
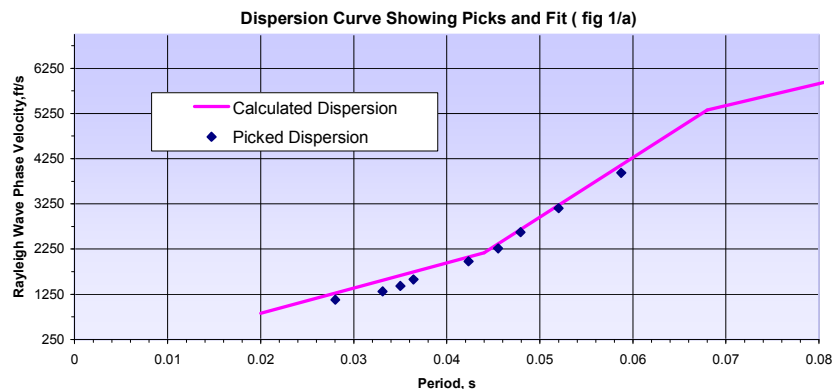
LOCALITA' PRESSO'

Le indagini sono state condotte in località Pressò (cfr tavola 09), il giorno 19 luglio 2007.

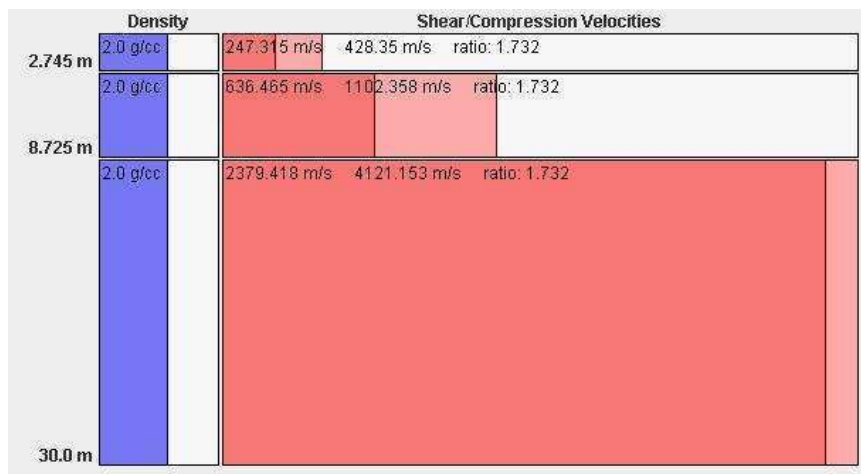
L'analisi e l'interpretazione ReMi hanno prodotto i risultati rappresentati dalle due seguenti figure: la prima rappresenta la curva di dispersione e la seconda il grafico p-f.



Supportive Illustration



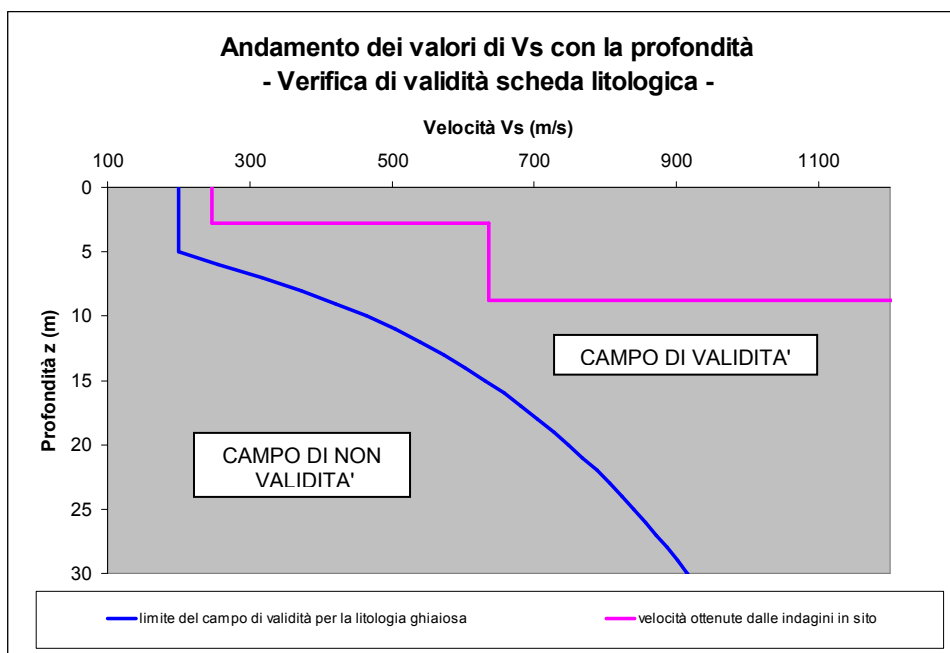
Diagrammando l'andamento delle onde di taglio e di compressione secondo un rapporto profondità/velocità è possibile ricostruire il modello del terreno rappresentato nella figura seguente:



da cui deriva un valore di Vs30 pari a circa 1020 m/sec.

Tale valore di Vs30 corrisponde, in riferimento alla classificazione dei suoli del D.M. 14/2005 "Norme tecniche per le costruzioni", alla classe di suolo A - Formazioni Litoidi o suoli omogenei molto rigidi - caratterizzati da valori Vs30 superiori agli 800 m/sec.

Considerata la litologia prevalente presente nel sito, si è scelto come scheda di riferimento, tra quelle messe a punto dalla Regione Lombardia, quella ghiaiosa e si è proceduto alla verifica di validità:



Si è poi proceduto scegliendo, in funzione della profondità e della velocità Vs dello strato superficiale, la curva più appropriata (indicata con il numero e il colore di riferimento) per la valutazione del valore di Fa nell'intervallo 0,1-0,5 s o nell'intervallo 0,5-1,5 s, in base al valore del periodo proprio del sito T calcolato considerando tutta la stratigrafia fino alla profondità in cui il valore della velocità Vs è uguale o superiore a 800 m/sec ed utilizzando la seguente equazione:

$$T = \frac{4 \times \sum_{i=1}^n h_i}{\left(\frac{\sum_{i=1}^n V s_i \times h_i}{\sum_{i=1}^n h_i} \right)}$$

ove h_i e $V s_i$ sono lo spessore e la velocità dello strato i-esimo del modello.

I valori a cui si fa riferimento per il calcolo del periodo proprio del sito in esame sono riportati nella seguente tabella:

N. STRATO	PROFONDITA' STRATO	SPESSORE STRATO	VELOCITA' DELLO STRATO
1	2,745 m	2,745 m	247,315 m/sec
2	8,725 m	4,354 m	636,465 m/sec

da cui deriva un T pari a 0,07.

Scelta la formula corretta per il calcolo di Fa, tra quelle proposte nell'all.5 della l.r. 12/2005, si è ottenuto un valore di Fa per l'intervallo 0,1-0,5 s e uno per l'intervallo 0,5-1,5 s. Tali valori sono stati poi confrontati con i parametri calcolati per ciascun Comune della Regione Lombardia e riportati nella banca dati in formato .xls (soglie_lomb.xls) che rappresentano il valore di soglia oltre il quale lo spettro proposto dalla normativa risulta insufficiente a tenere in considerazione la reale amplificazione presente nel sito.

I risultati ottenuti sono riassunti nella seguente tabella:

INTERVALLO	VALORE DI Fa CALCOLATO	VALORE DI Fa DI SOGLIA TIPO DI SUOLO A
0,1 – 0,5 s	1,10	1,6 ± 0,1
0,5 – 1,5 s	0,99	2,1 ± 0,1

I valori di Fa risultano essere verificati in entrambi gli intervalli poiché inferiori ai valori di soglia per il comune di Pisogne e per il tipo di suolo A.

ANALISI DI 2° LIVELLO:

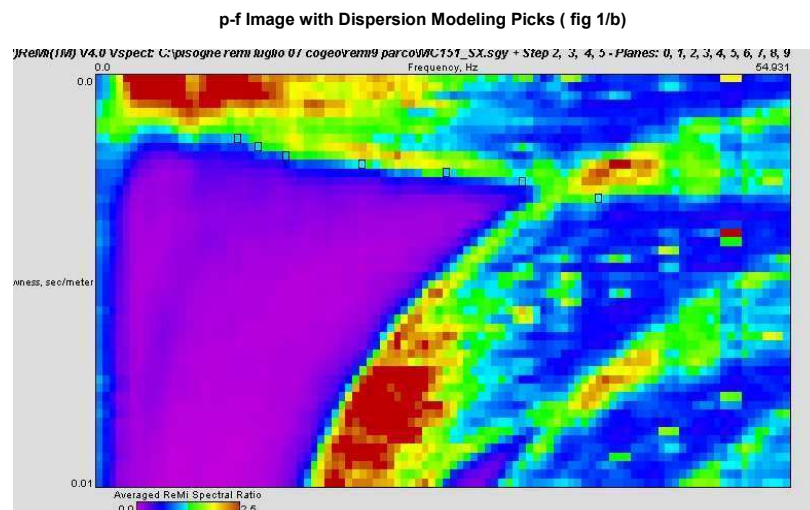
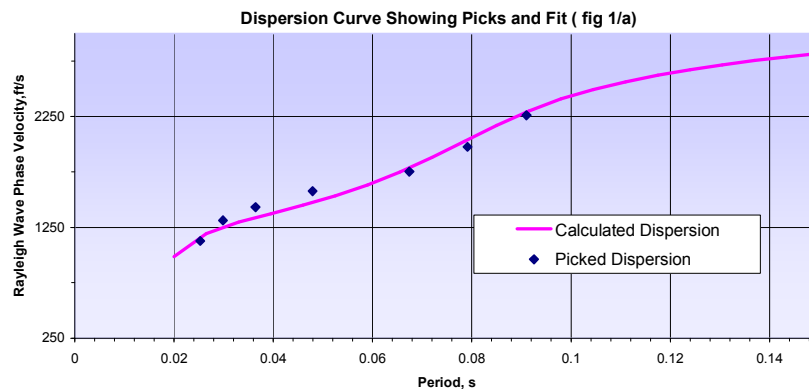
ABITATO DI PISOgne (PARCO DAMIOLI)

Le indagini sono state condotte nel parco comunale Damioli (cfr tavola 09), il giorno 12 luglio 2007.

L'analisi e l'interpretazione ReMi hanno prodotto i risultati rappresentati dalle due seguenti figure: la prima rappresenta la curva di dispersione e la seconda il grafico p-f.



Supportive Illustration

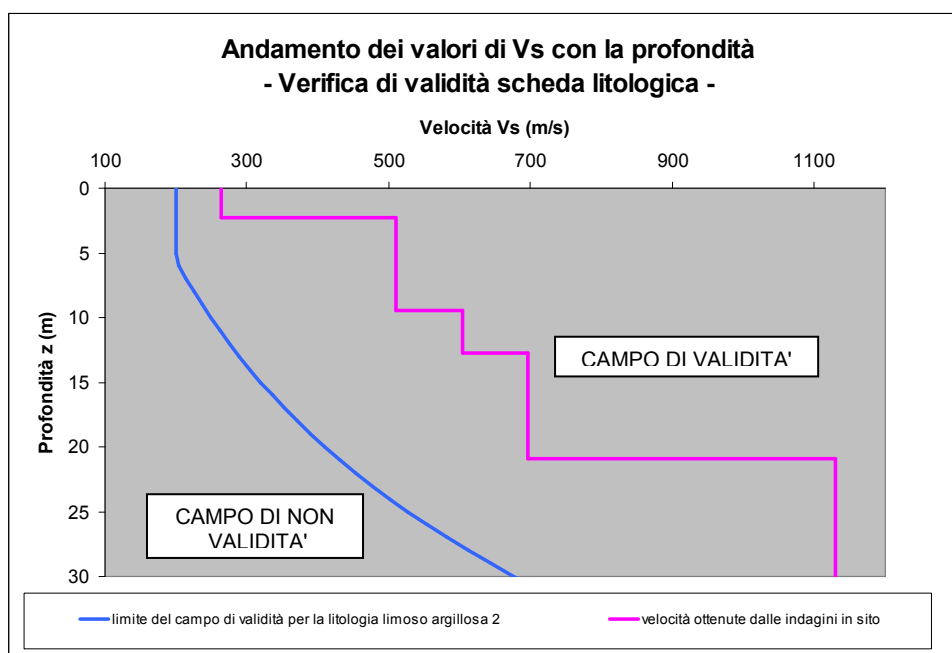


Diagrammando l'andamento delle onde di taglio e di compressione secondo un rapporto profondità/velocità è possibile ricostruire il modello del terreno rappresentato nella figura seguente:

	Density	Shear/Compression Velocities		
2.286 m	2.0 g/cc	263.758 m/s	456.83 m/s	ratio: 1.732
	2.0 g/cc	510.403 m/s	884.017 m/s	ratio: 1.732
9.429 m	2.0 g/cc	603.579 m/s	1045.4 m/s	ratio: 1.732
12.762 m	2.0 g/cc	696.756 m/s	1206.782 m/s	ratio: 1.732
20.952 m	2.0 g/cc	1129.754 m/s	1956.734 m/s	ratio: 1.732
30.0 m				

da cui deriva un valore di Vs30 pari a circa 625 m/sec.

Tale valore di Vs30 corrisponde, in riferimento alla classificazione dei suoli del D.M. 14/2005 "Norme tecniche per le costruzioni", alla classe di suolo B - Depositi di sabbie e ghiaie molto addensate o di argille molto consistenti - caratterizzati da valori Vs30 compresi tra 360 e 800 m/sec. Considerata la litologia prevalente presente nel sito, si è scelto come scheda di riferimento, tra quelle messe a punto dalla Regione Lombardia, quella limoso argillosa di tipo 2 e si è proceduto alla verifica di validità:



Si è poi proceduto scegliendo, in funzione della profondità e della velocità Vs dello strato superficiale, la curva più appropriata (indicata con il numero e il colore di riferimento) per la valutazione del valore di Fa nell'intervallo 0,1-0,5 s o nell'intervallo 0,5-1,5 s, in base al valore del periodo proprio del sito T calcolato considerando tutta la stratigrafia fino alla profondità in cui il valore della velocità Vs è uguale o superiore a 800 m/sec ed utilizzando la seguente equazione:

$$T = \frac{4 \times \sum_{i=1}^n h_i}{\left(\frac{\sum_{i=1}^n V_{s_i} \times h_i}{\sum_{i=1}^n h_i} \right)}$$

ove h_i e V_{s_i} sono lo spessore e la velocità dello strato i-esimo del modello.

I valori a cui si fa riferimento per il calcolo del periodo proprio del sito in esame sono riportati nella seguente tabella:

N. STRATO	PROFONDITA' STRATO	SPESSORE STRATO	VELOCITA' DELLO STRATO
1	2,286 m	2,286 m	263,758 m/sec
2	9,429 m	7,143 m	510,403 m/sec
3	12,762 m	3,333 m	603,579 m/sec
4	20,952 m	8,190 m	696,756 m/sec

da cui deriva un T pari a 0,15.

Scelta la formula corretta per il calcolo di Fa, tra quelle proposte nell'all.5 della l.r. 12/2005, si è ottenuto un valore di Fa per l'intervallo 0,1-0,5 s e uno per l'intervallo 0,5-1,5 s. Tali valori sono stati poi confrontati con i parametri calcolati per ciascun Comune della Regione Lombardia e riportati nella banca dati in formato .xls (soglie_lomb.xls) che rappresentano il valore di soglia oltre il quale lo spettro proposto dalla normativa risulta insufficiente a tenere in considerazione la reale amplificazione presente nel sito.

I risultati ottenuti sono riassunti nella seguente tabella:

INTERVALLO	VALORE DI Fa CALCOLATO	VALORE DI Fa DI SOGLIA TIPO DI SUOLO B
0,1 – 0,5 s	1,35	2,1 ± 0,1
0,5 – 1,5 s	1,08	3,3 ± 0,1

I valori di Fa risultano essere verificati in entrambi gli intervalli poiché inferiori ai valori di soglia per il comune di Pisogne e per il tipo di suolo B.

ANALISI DI 2° LIVELLO:

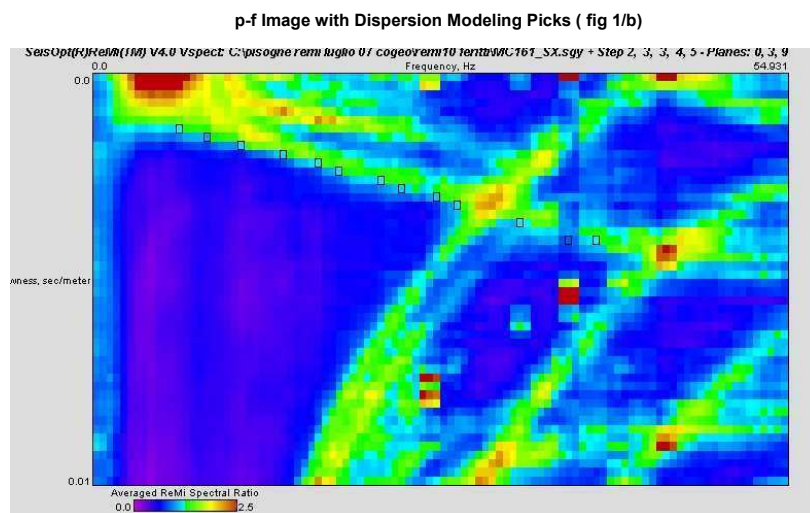
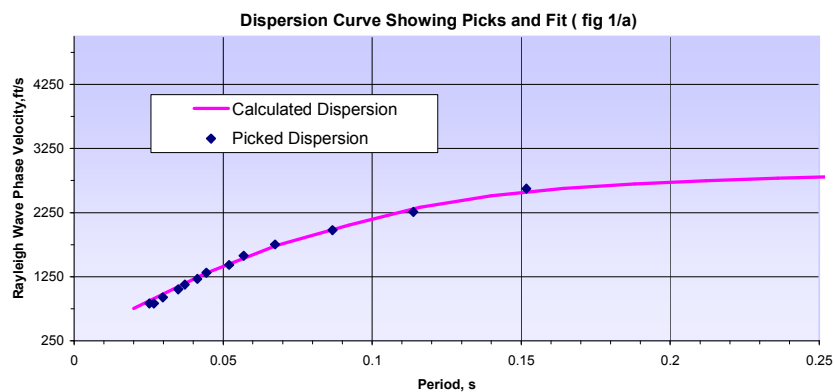
ABITATO DI PISOgne (PIEVE VECCHIA)

Le indagini sono state condotte nelle vicinanze della Pieve Vecchia (cfr tavola 09), il giorno 12 luglio 2007.

L'analisi e l'interpretazione ReMi hanno prodotto i risultati rappresentati dalle due seguenti figure: la prima rappresenta la curva di dispersione e la seconda il grafico p-f.



Supportive Illustration

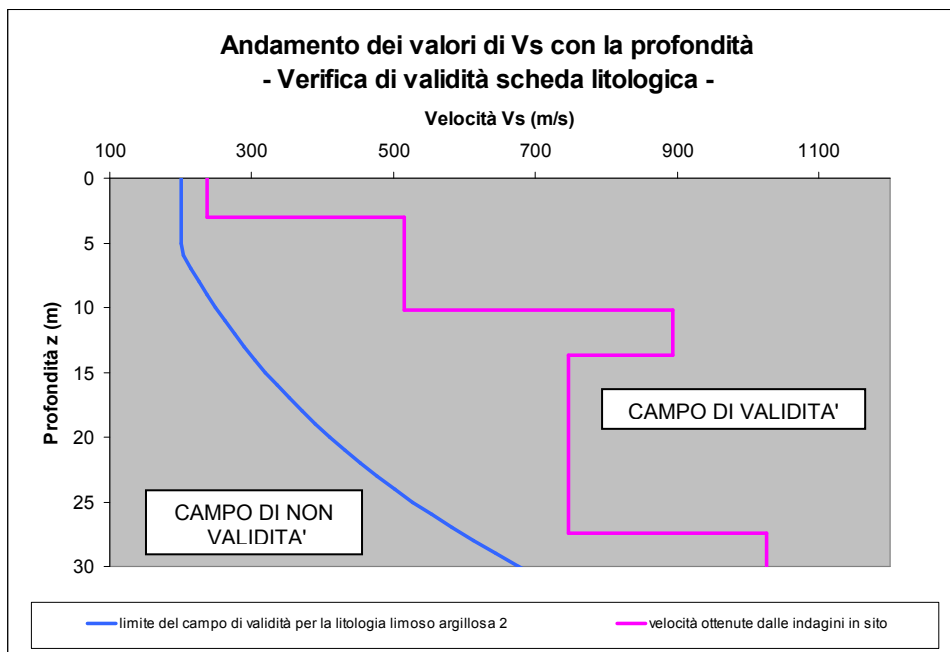


Diagrammando l'andamento delle onde di taglio e di compressione secondo un rapporto profondità/velocità è possibile ricostruire il modello del terreno rappresentato nella figura seguente:

	Density		Shear/Compression Velocities		
3.067 m	2.0 g/cc		237.567 m/s	411.466 m/s	ratio: 1.732
	2.0 g/cc		515.884 m/s	893.511 m/s	ratio: 1.732
10.2 m					
13.65 m	2.0 g/cc		894.072 m/s	1548.532 m/s	ratio: 1.732
	2.0 g/cc		746.085 m/s	1292.219 m/s	ratio: 1.732
27.45 m					
30.0 m	2.0 g/cc		1025.615 m/s	1776.366 m/s	ratio: 1.732

da cui deriva un valore di Vs30 pari a circa 580 m/sec.

Tale valore di Vs30 corrisponde, in riferimento alla classificazione dei suoli del D.M. 14/2005 "Norme tecniche per le costruzioni", alla classe di suolo B - Depositi di sabbie e ghiaie molto addensate o di argille molto consistenti - caratterizzati da valori Vs30 compresi tra 360 e 800 m/sec. Considerata la litologia prevalente presente nel sito, si è scelto come scheda di riferimento, tra quelle messe a punto dalla Regione Lombardia, quella limoso argillosa di tipo 2 e si è proceduto alla verifica di validità:



Si è poi proceduto scegliendo, in funzione della profondità e della velocità Vs dello strato superficiale, la curva più appropriata (indicata

con il numero e il colore di riferimento) per la valutazione del valore di Fa nell'intervallo 0,1-0,5 s o nell'intervallo 0,5-1,5 s, in base al valore del periodo proprio del sito T calcolato considerando tutta la stratigrafia fino alla profondità in cui il valore della velocità Vs è uguale o superiore a 800 m/sec ed utilizzando la seguente equazione:

$$T = \frac{4 \times \sum_{i=1}^n h_i}{\left(\frac{\sum_{i=1}^n V s_i \times h_i}{\sum_{i=1}^n h_i} \right)}$$

ove h_i e $V s_i$ sono lo spessore e la velocità dello strato i-esimo del modello.

I valori a cui si fa riferimento per il calcolo del periodo proprio del sito in esame sono riportati nella seguente tabella:

N. STRATO	PROFONDITA' STRATO	SPESSORE STRATO	VELOCITA' DELLO STRATO
1	3,067 m	3,067 m	237,567 m/sec
2	10,2 m	7,133 m	515,884 m/sec
3	13,65 m	3,450 m	894,072 m/sec
4	27,45 m	13,800 m	746,085 m/sec

da cui deriva un T pari a 0,17. Si è scelto di considerare questi strati, compreso lo strato 3 con valori di velocità > 800 m/sec, poiché tale strato presenta una velocità solo di poco superiore agli 800 m/sec ed il livello sottostante (strato 4) presenta delle velocità inferiori agli 800 m/sec. A conferma della profondità scelta come bedrock si faccia riferimento all'indagine eseguita nel Parco Damioli nello stesso ambito geologico-geomorfologico di conoide alluvionale.

Scelta la formula corretta per il calcolo di Fa, tra quelle proposte nell'all.5 della l.r. 12/2005, si è ottenuto un valore di Fa per l'intervallo 0,1-0,5 s e uno per l'intervallo 0,5-1,5 s. Tali valori sono stati poi confrontati con i parametri calcolati per ciascun Comune della Regione Lombardia e riportati nella banca dati in formato .xls (soglie_lomb.xls) che rappresentano il valore di soglia oltre il quale lo spettro proposto dalla normativa risulta insufficiente a tenere in considerazione la reale amplificazione presente nel sito.

I risultati ottenuti sono riassunti nella seguente tabella:

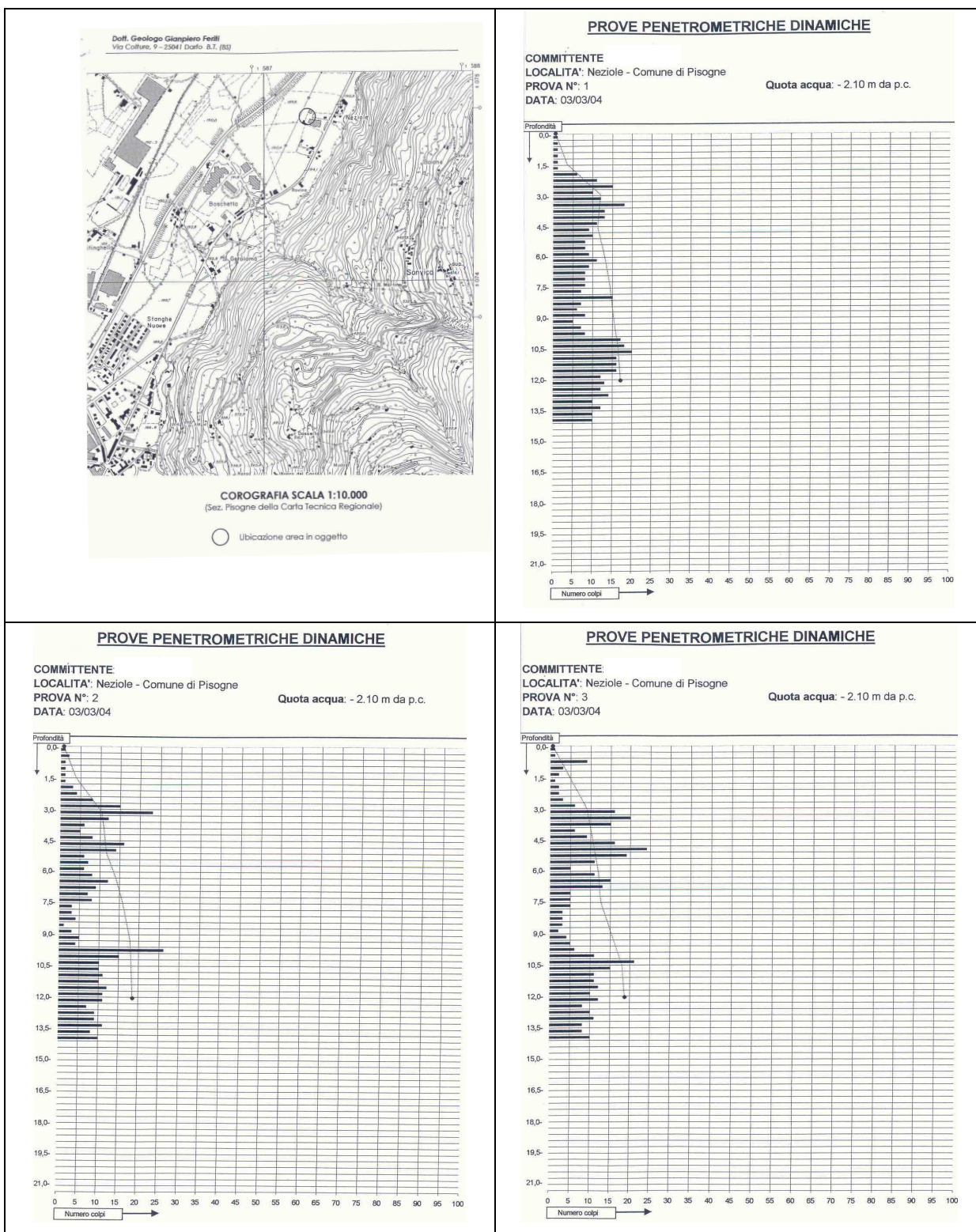
INTERVALLO	VALORE DI Fa CALCOLATO	VALORE DI Fa DI SOGLIA TIPO DI SUOLO B
0,1 – 0,5 s	1,44	2,1 ± 0,1
0,5 – 1,5 s	1,10	3,3 ± 0,1

I valori di Fa risultano essere verificati in entrambi gli intervalli poiché inferiori ai valori di soglia per il comune di Pisogne e per il tipo di suolo B.

ALLEGATO 3

RACCOLTA DATI BIBLIOGRAFICI

PROVA 1: ESECUZIONE DI 7 PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE IN LOCALITA' NEZIOLE 2004 (DOTT. GEOLOGO GIANPIERO FERITI)



PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

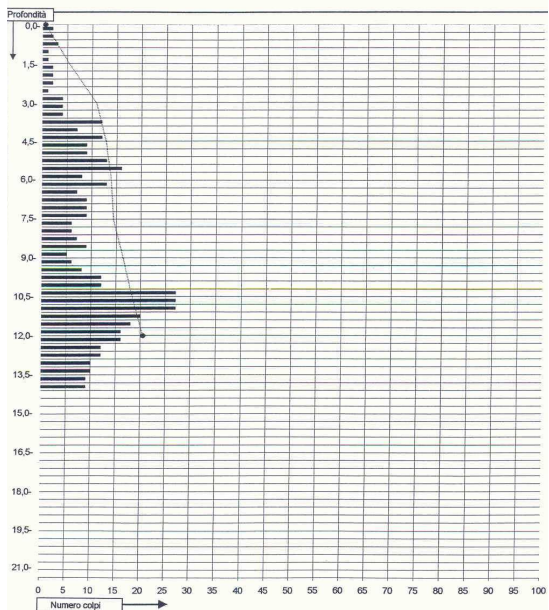
COMMITTENTE:

LOCALITA': Neziole - Comune di Pisogne

PROVA N°: 4

DATA: 03/03/04

Quota acqua: - 2.10 m da p.c.



PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

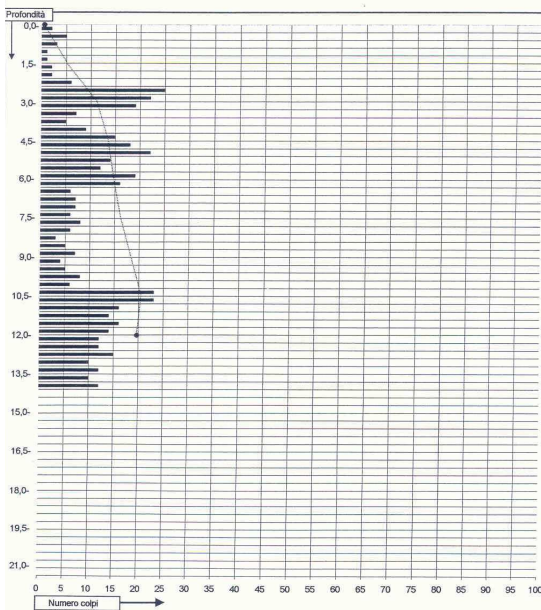
COMMITTENTE:

LOCALITA': Neziole - Comune di Pisogne

PROVA N°: 5

DATA: 03/03/04

Quota acqua: - 2.10 m da p.c.



PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

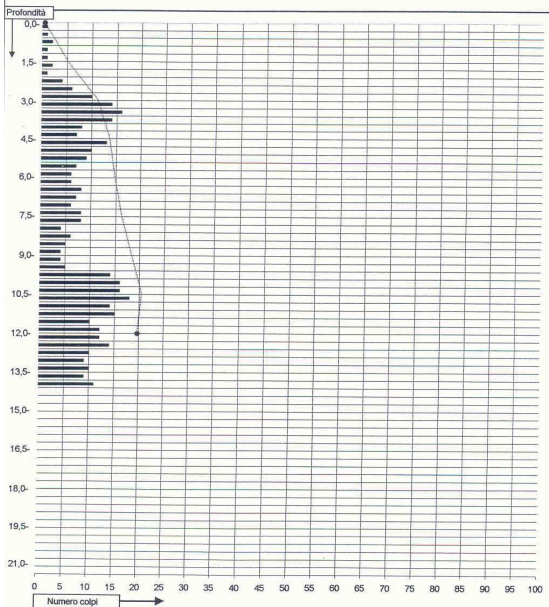
COMMITTENTE:

LOCALITA': Neziole - Comune di Pisogne

PROVA N°: 6

DATA: 03/03/04

Quota acqua: - 2.10 m da p.c.



PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

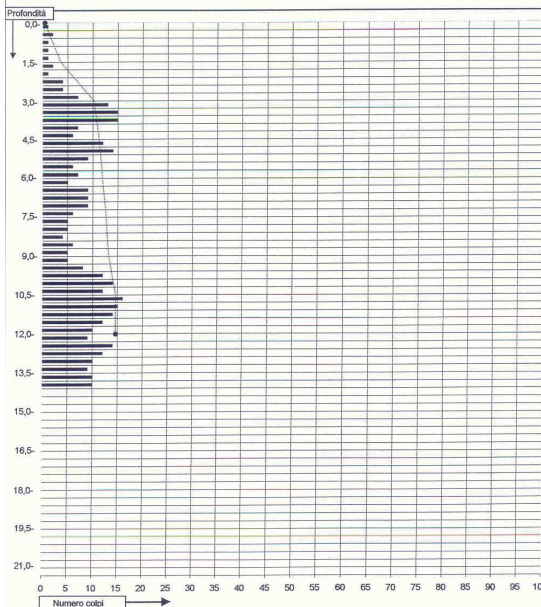
COMMITTENTE:

LOCALITA': Neziole - Comune di Pisogne

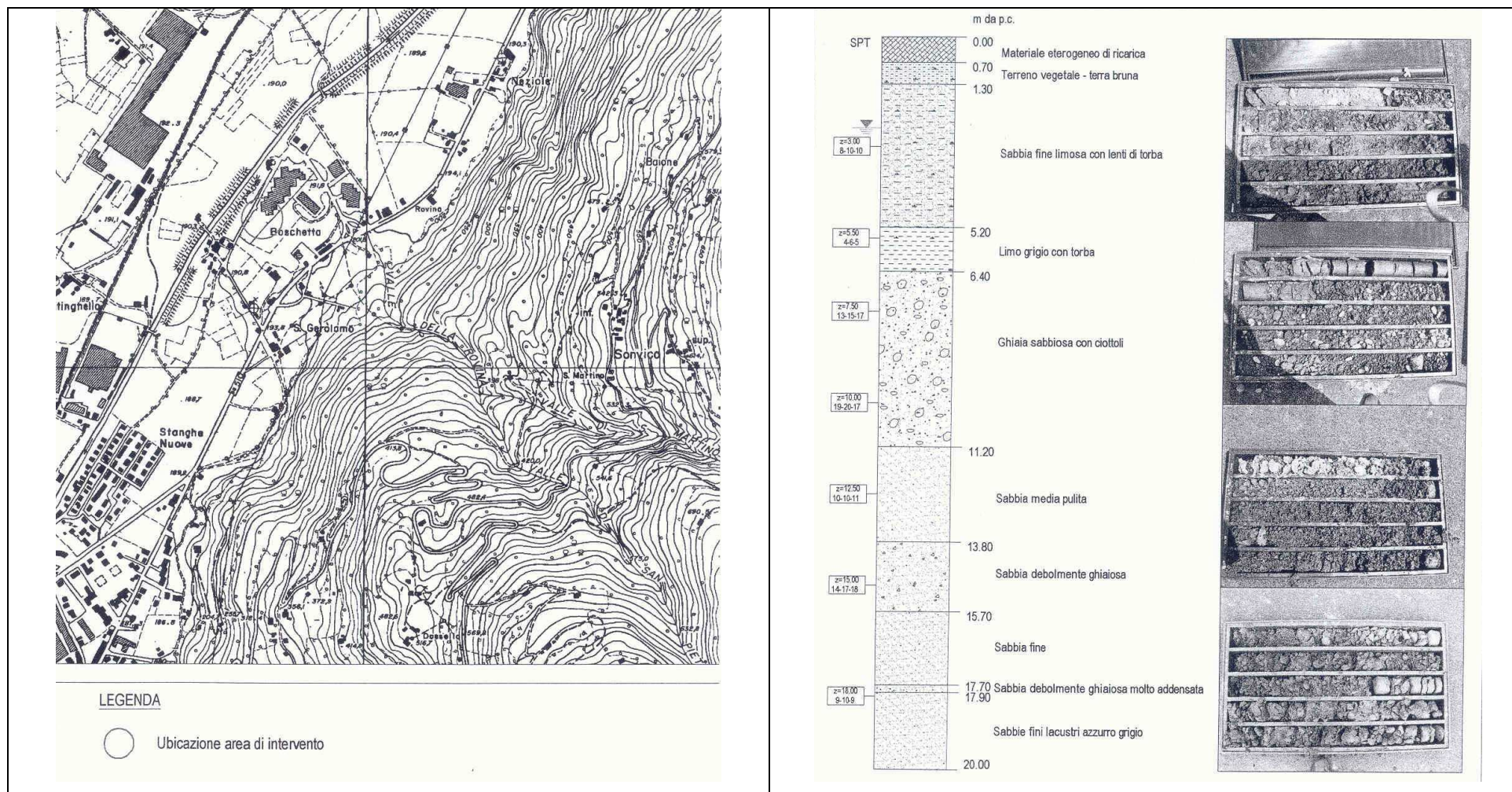
PROVA N°: 7

DATA: 03/03/04

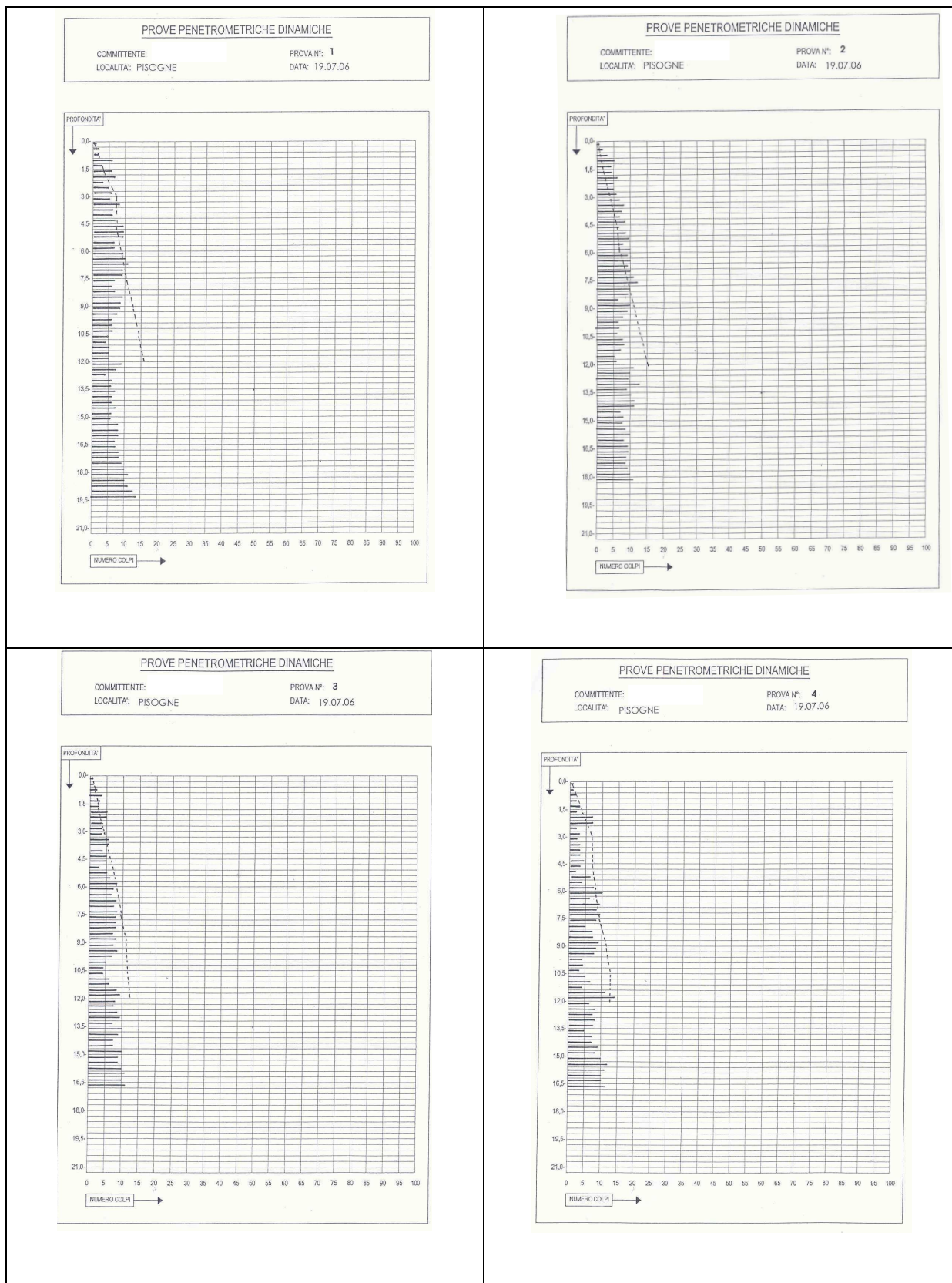
Quota acqua: - 2.10 m da p.c.



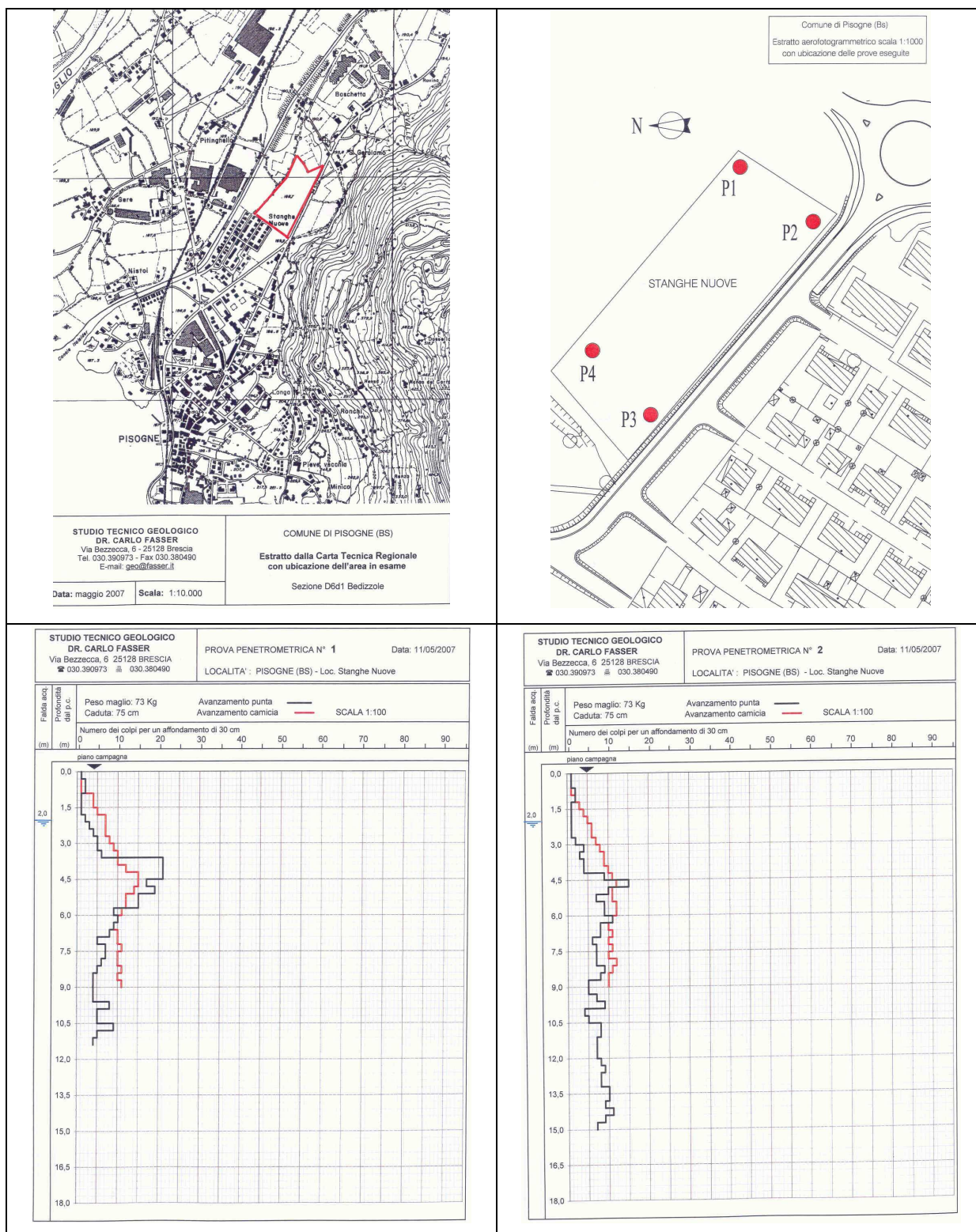
PROVA 2: ESECUZIONE DI 1 SONDAGGIO IN LOCALITA' BOSCHETTA (DOTT. GEOLOGO GIANPIERO FERITI)

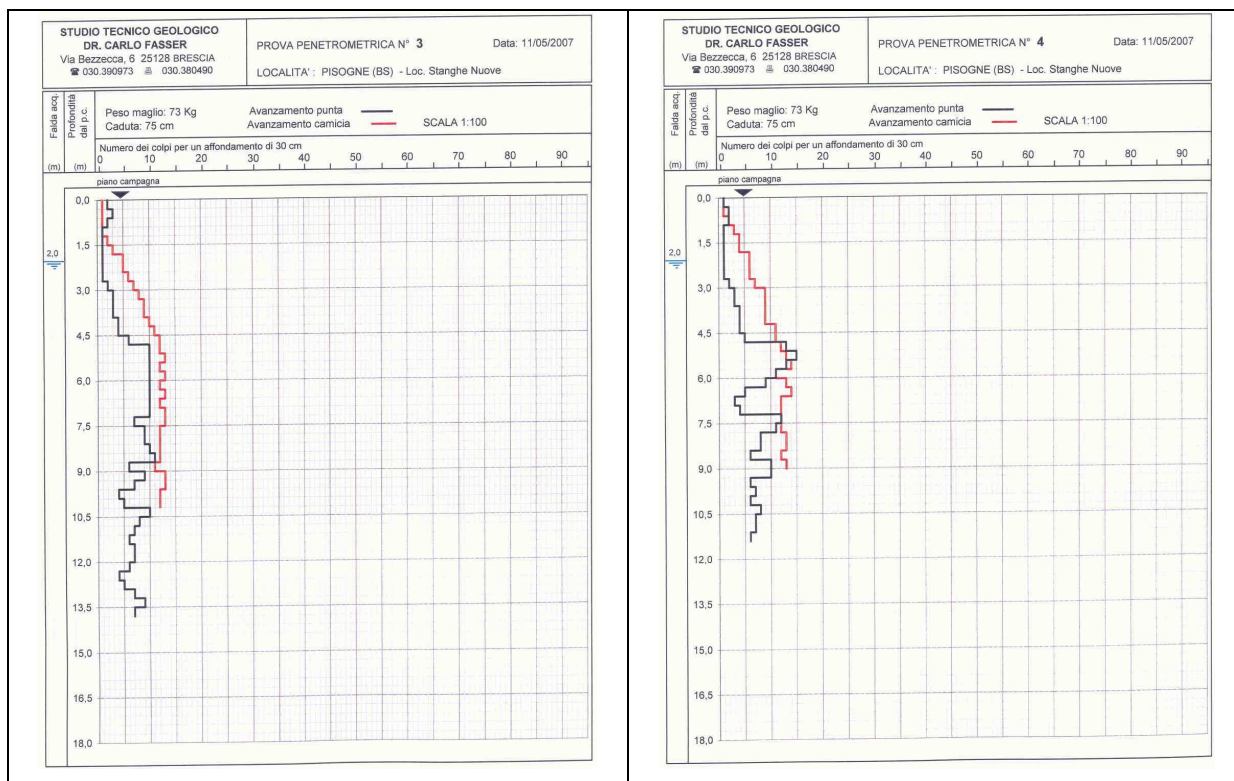


PROVA 3: ESECUZIONE DI 4 PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE IN LOCALITA' NISTOI 2006 (DOTT. GEOLOGO VITTORIO SIGALA)

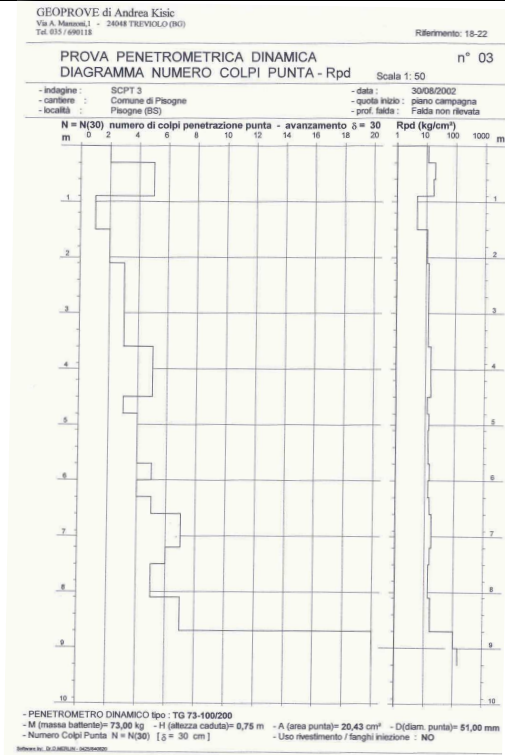
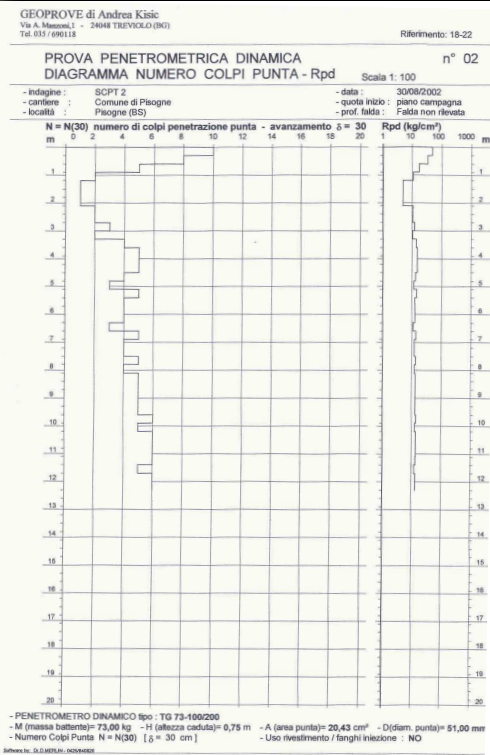
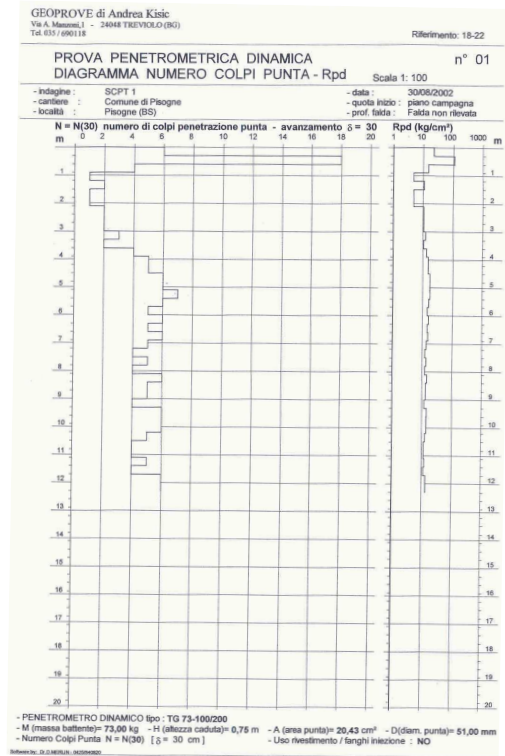
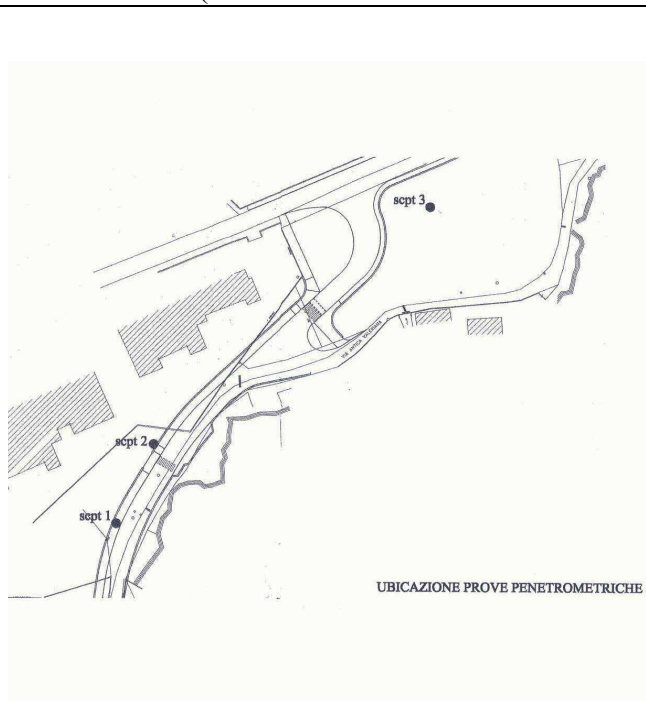


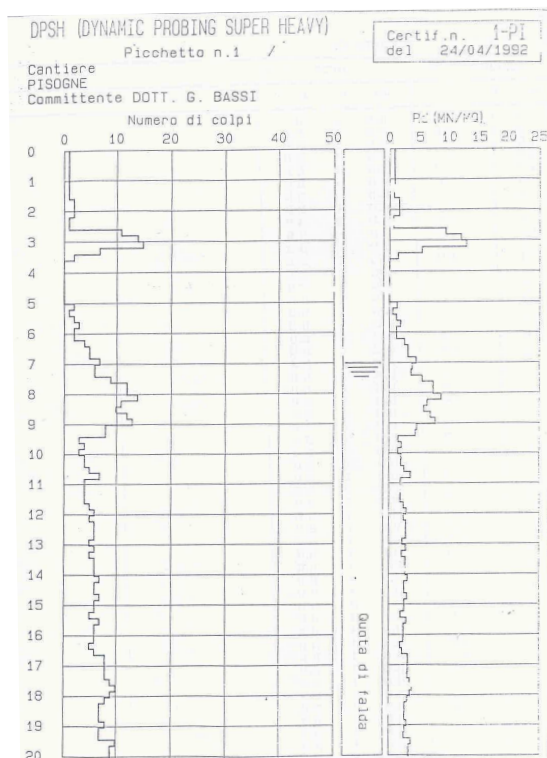
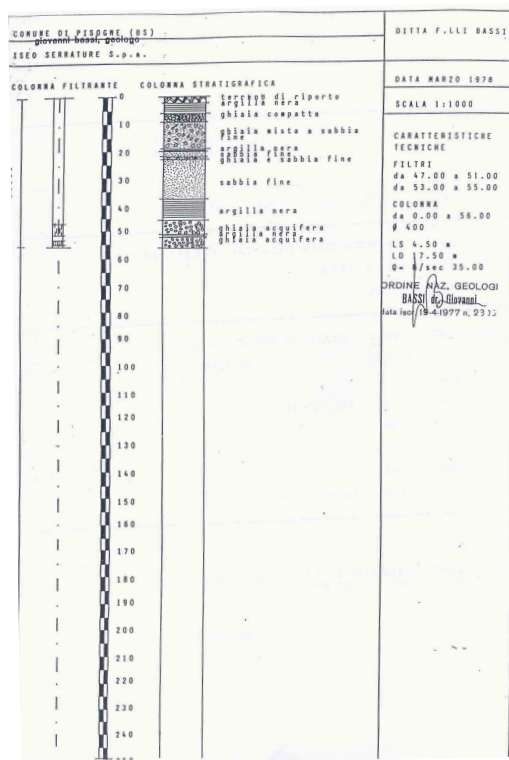
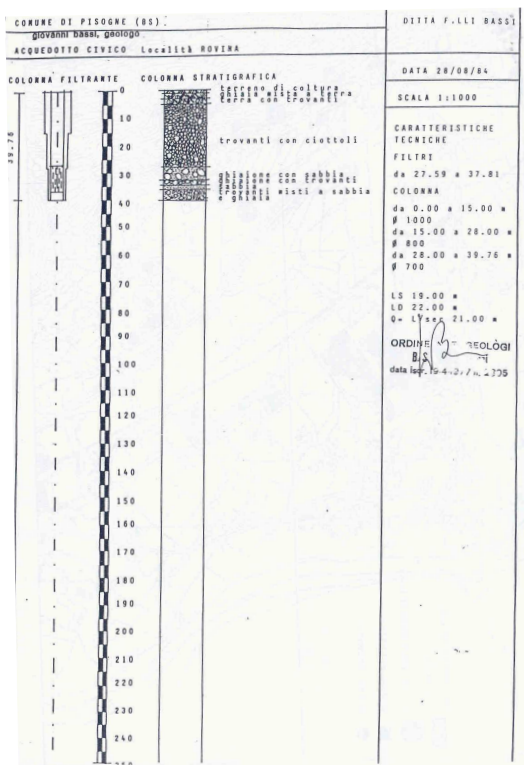
PROVA 4: ESECUZIONE DI 4 PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE IN LOCALITA' STANGHE NUOVE 2007 (DOTT. GEOLOGO CARLO FASSER)

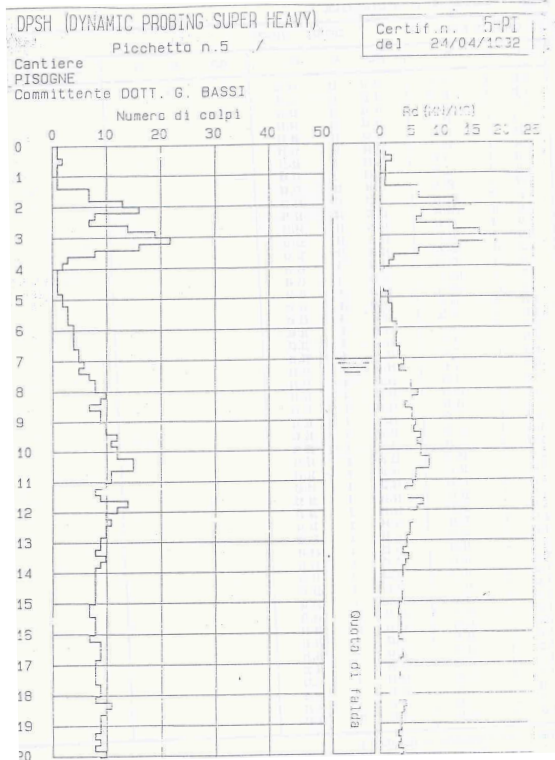
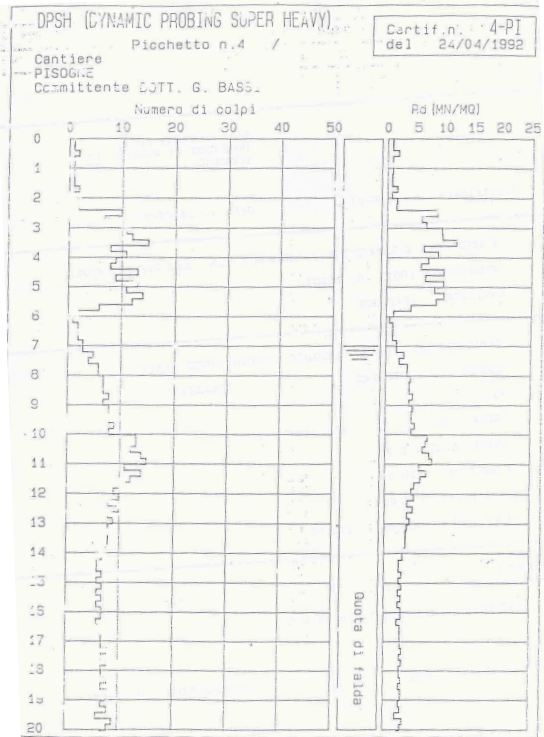
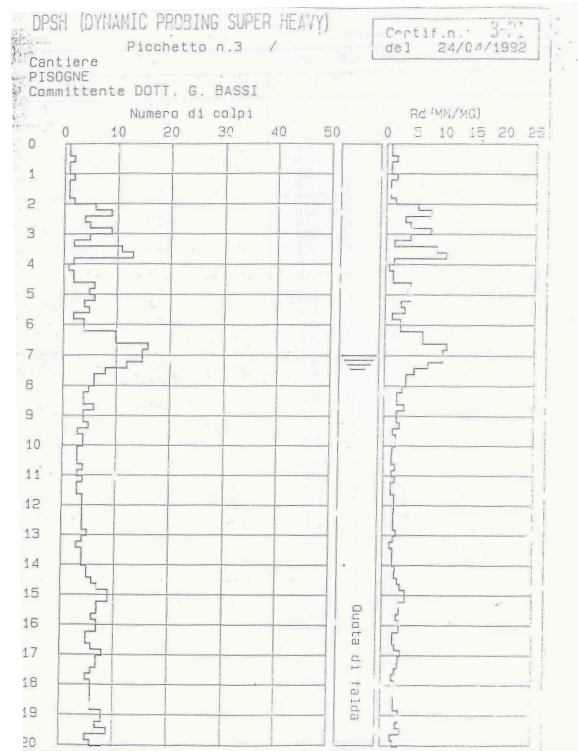
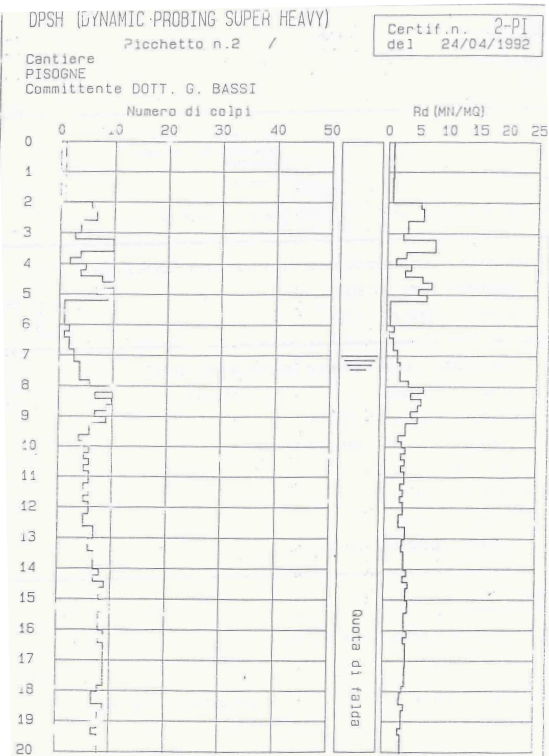




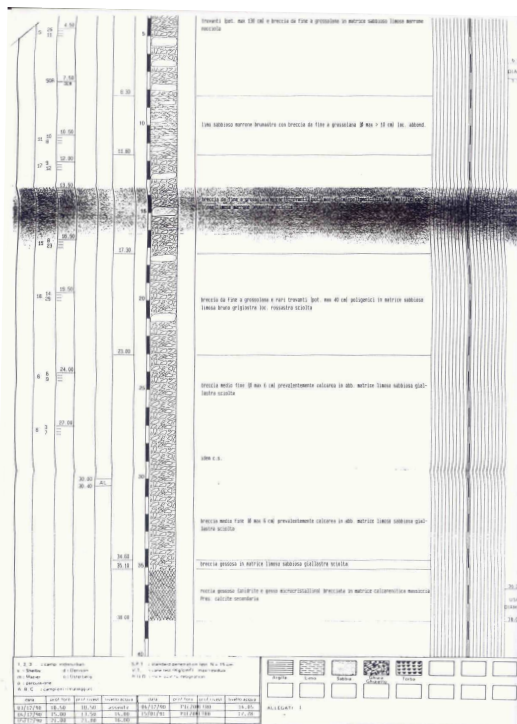
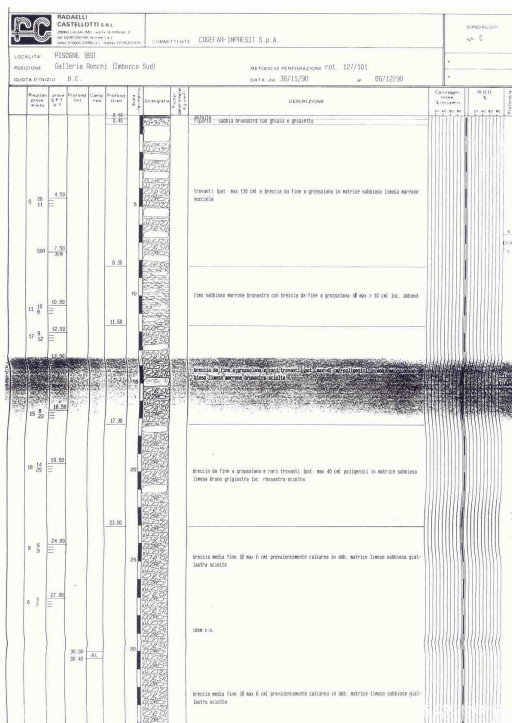
PROVA 5: ESECUZIONE DI 3 PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE IN LOCALITA' PISOGNE 2002 (DOTT. GEOLOGO FABIO FENAROLI)



[illegible]



[illegible]



CONSODA SpA

Viale Richard, 3
20143 Milano - Tel. 02/891341


PISOGNE S.C.a.r.l.

Dis. CS.91.74.27 - 30-09-94

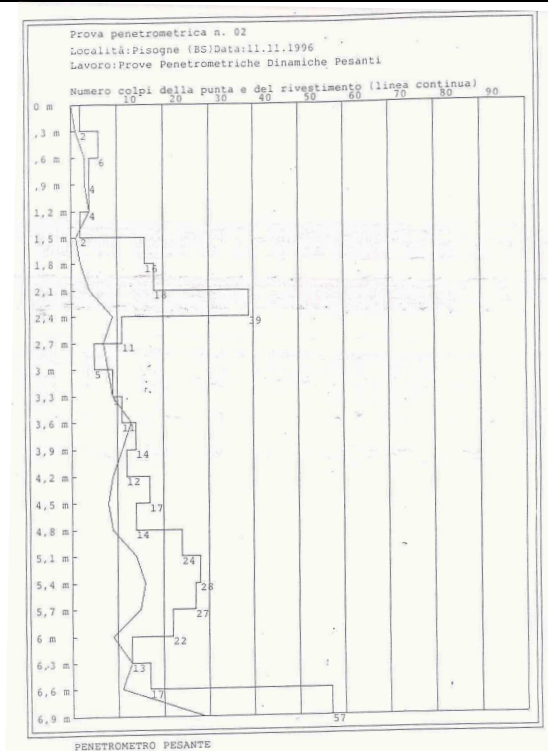
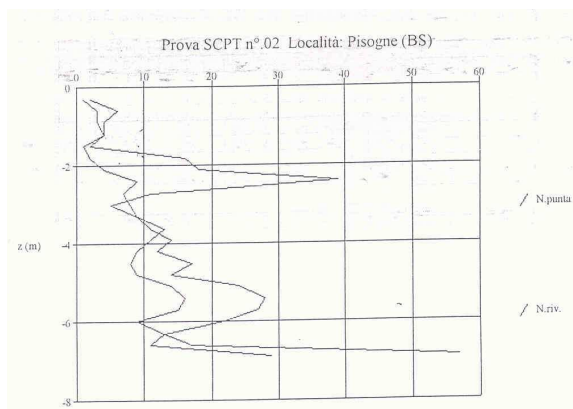
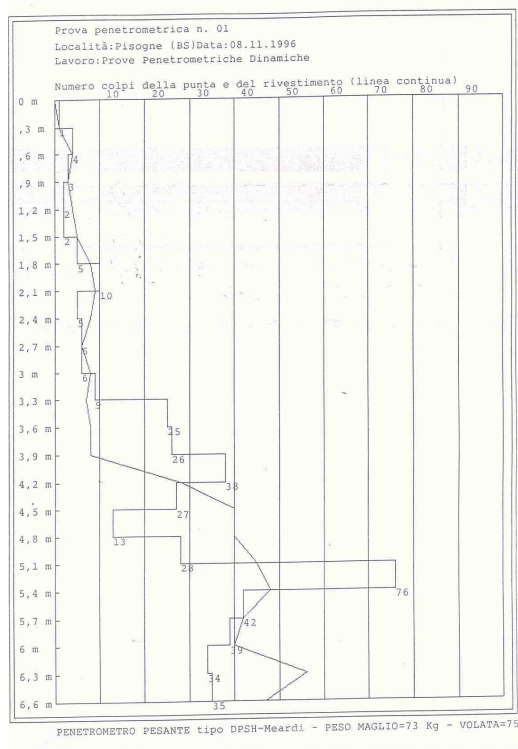
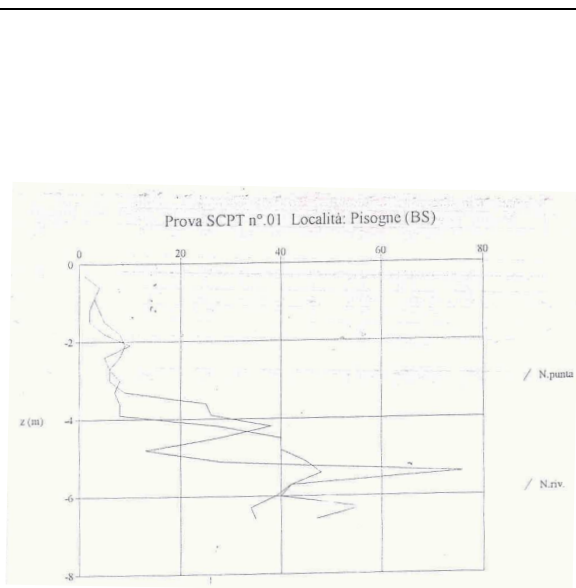
Pag. 1 / 2 Scala 1:100

Ubicaz. GALLERIA RONCHI NORD - PROG.1942.00	Sondaggio S.1
CANTIERE DI PISOGNE - S.S. SEBINA ORIENTALE	Quota s.m. Falda Inclinaz. Orientaz. I =
0,00 m -14,60 m VERT.	F =
Note: Spostato di 2 m verso ISEO, a prog.1940, per cavo telefonico.	

Prof.	DESCRIZIONE Preliminare	PROCEDURA	DATA % RND %	S. P. T. Prof. N1 N2 N3
0,00	LIM. sabbioso con GHIACCIAIA, debolmente addensato.		100	
1,50	CIOTOLI subarrotondati (arenacei, calcarei) e di natura intrusiva) aventi ϕ max 15 cm matrice dilavata.	Perforaz. a carotaggio ϕ 110 mm	25	2,50- 3 8 9
2,50	LIM. sabbioso, marrone, poco addensato		75	
3,00	GHIACCIAIA con CIOTOLI aventi ϕ max 7,5 cm, marrone, matrice dilavata.			5,00- 16 7 15
4,15	LIM. con GHIACCIAIA sabbioso, marrone, moderata mente addensato.			
4,60	GHIACCIAIA, matrice dilavata, sciolta			
5,00	LIM. sabbioso, marrone, poco addensato.			
7,00	GHIACCIAIA con ciottoli, ϕ max 5 cm, sciolta.			7,50- 14 16 17
7,50	LIM. sabbioso, marrone, poco addensato.			
8,00	GHIACCIAIA sciolta.			10,00- 16 12 11
8,50	LIM. sabbioso (con ciottoli ϕ 9,50 m).	Perforaz. a carotaggio ϕ 80 mm	100	
11,70	TRONANTE costituito da ARENARIA e SILTITE (individuato cemento iniettato in calotta a quota 12,0 m).			14,00- 4 2 2
13,70	LIM. sabbioso, marrone rossastro, addensato			16,50- 50 nulla
15,50	TRONANTE di natura metamorfica.			15,50- 10 14 6
16,50	LIM. con GHIACCIAIA sabbiosa, grigio rossastro, moderatamente addensato.			17,00- 50 nulla
17,40	CIOTOLI di natura arenacea e metamorfica in matrice dilavata.			18,50- 17 30 nu

 CONSODA SpA Viale Richard, 3 20143 Milano - Tel. 02/891341		PISOGNE S.c.a.r.l.		Dis. CS.91.74.27 - 30-09-94	
				Pag. 2 / 2 Scala 1:100	
Ubicaz. GALLERIA RONCHI NORD - PROG.1942.00		Sondaggio S.1			
CANTIERE DI PISOGNE - S.S. SEBINA ORIENTALE		Quota s.m. Falda Inclinaz. Orientaz.		I =	
0,00 m -14,60 m VERT.				F =	
Note: Spostato di 2 m verso ISEO, a prog.1940, per cavo telefonico					
Prof.	DESCRIZIONE Preliminare	PROCEDURA	DATA	% RND	S. P. T. Prof. N1 N2 N3
21,50	CIOTOLI di natura arenacea e metamorfica in matrice dilavata.				20,00- 50 nulla
25,50	TRONANTE di natura arenacea.	Perforaz. a carotaggio ϕ 101 mm	20	10	21,50- 50 nulla
26,50	LIM. sabbioso con GHIACCIAIA, marrone chiaro, debolmente addensato.		30		23,00- 50 nulla
27,00	TRONANTE			9	
30,00	LIM. sabbioso con GHIACCIAIA, marrone chiaro, moderatamente addensato.		100		

PROVA 8: ESECUZIONE DI 2 PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE IN LOCALITA' PIEVE 1996





Cogeo snc di Albertelli & C.

Uffici: Via Montegrappa 41 – 26040 ROGNO (BG)

Sede Legale: Piazza Mercato, 5 – 25051 CEDEGOLO (BS)

www.cogeo.info

tel e fax 035 4340011
