



Regione Lombardia



Comune di Sellero



Provincia di Brescia

ADEGUAMENTO PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO DEL COMUNE DI SELLERO

Committente:
Comune di Sellero

N°TAVOLA

01

RELAZIONE GENERALE

Scala: Data: *febbraio 2007* N° progetto: *0611725* Redatto da:

AGGIORNAMENTI E REVISIONI		Data	Descrizione	Redatto	Controllato	Approvato
	c					
	b					
	a					

Collaborazione professionale:

Dr. Geol. Luca Maffeo Albertelli

Progettazione, coordinamento, implementazione dati e grafica:



Uffici: Via Montegrappa, 41 - 25060 Rogno (BG) Tel. e fax 035 4340011
Sede amministrativa: Piazza Mercato, 5 - 25051 Cedegolo (BS)
Tel. e fax 035 4340011

www.cogeo.info
e-mail: cogeo@cogeo.info

SOCIETA' CERTIFICATA
ISO 9001 / UNI EN ISO 9001 - ED.2000



GEOLOGIA - GEOTECNICA - GEOLOGIA AMBIENTALE INDAGINI GEOTECNICHE E GEOGNOSTICHE

INDICE

<i>CAPITOLO 1 - CONSIDERAZIONI GENERALI -</i>	2
1.0 PREMESSA.....	2
1.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	3
1.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....	4
LITOLOGIA.....	4
ASSETTO STRUTTURALE.....	7
1.3 INQUADRAMENTO METEO-CLIMATICO.....	9
<i>CAPITOLO 2 - AGGIORNAMENTO SISMICO -</i>	11
2.0 PREMESSA.....	11
2.1 ANALISI SISMICA DEL COMUNE DI SELLERO.....	12
ASPETTI GENERALI	12
ANALISI DI 1^ LIVELLO	13
INDAGINI IN SITO	16
TECNICA DEI MICROTREMORI E CLASSIFICAZIONE SISMICA	17
METODO REMI	18
EQUIPAGGIAMENTO E PROCEDURE.....	20
INTERPRETAZIONE.....	21
CALCOLO DELLE "Vs30".....	25
ANALISI DI 2^ LIVELLO	26
SIMULAZIONE DI ANALISI DI 3^ LIVELLO	30
<i>CAPITOLO 3 – ALTRI AGGIORNAMENTI –</i>	35
3.0 PREMESSA.....	35
3.1 CARTA DI SINTESI	35
3.2 CARTA DEI VINCOLI.....	35
3.3 CARTA DI FATTIBILITA'	36
<i>Classe 1</i> Fattibilità senza particolari limitazioni.....	36
<i>Classe 2</i> Fattibilità con modeste limitazioni	36
<i>Classe 3</i> Fattibilità con consistenti limitazioni.....	36
<i>Classe 4</i> Fattibilità con gravi limitazioni.....	36

CAPITOLO 1 - CONSIDERAZIONI GENERALI -

1.0 PREMESSA

Su incarico del Comune di Sellero 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.

Il Comune di Sellero è dotato di Studio Geologico a supporto del PRG a suo tempo redatto secondo i criteri della l.r. 41/97.

Oltre allo studio geologico citato, approvato e adottato, il Comune dispone di:

- 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. Geologo Albertelli Luca.
- Studio Geologico di dettaglio relativa all'area a rischio idrogeologico molto elevato nella parte terminale dell'alveo del torrente Re, e sulla relativa conoide di deiezione. Lo studio è stato eseguito a seguito della realizzazione di una serie di interventi finanziati con legge 267/98, nell'ambito del "Programma 2001". La relazione di proposta di modifica di perimetrazione dell'area a rischio idrogeologico molto elevato, redatta dal dott. Geologo Zaina Gilberto recepisce le osservazioni contenute nel parere formulato dalla Regione Lombardia con nota prot. N. Z1.2006.00 - 19828 datata 8/872006 ed è stato approvato dal Comune di Sellero con delibera n.18/2006 del 29 novembre 2006.

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

- Aggiornare lo studio geologico per la componente sismica;
- Estendere la Carta di Fattibilità all'intero territorio comunale;
- Aggiornare le carte dei Vincoli, di Sintesi e di Fattibilità ai contenuti della pianificazione sovraordinata.

Restano valide le cartografie dello Studio Geologico per quanto riguarda il quadro del dissesto, fatte salve le modifiche all'area di conoide del Torrente Re che sono state recepite nel presente Studio, così come approvate dal Comune di Sellero e dalla Regione Lombardia.

Il presente studio si compone di 2 tavole descrittive e 6 tavole cartografiche delle quali si fornisce l'elenco:

Tav. 01: Relazione Generale;

Tav. 02: Carta di Sintesi;

Tav. 03: Carta dei Vincoli;

Tav. 04: Carta della Pericolosità Sismica Locale (PSL);

Tav. 05: Carta di Fattibilità;

Tav. 05A: Carta di Fattibilità -Sellero-;

Tav. 05B: Carta di Fattibilità -Novelle-;

Tav. 06: Norme Geologiche di Piano.

1.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il Comune di Sellero (BS) è ubicato nella media Valcamonica sulla sponda destra orografica del fiume Oglio.

Il territorio comunale che ricopre un'area di circa 13 Km², compresa tra quota 370 m s.l.m. e quota 2147,5 m s.l.m. del Monte Elto, si estende in direzione W-E, la quale coincide con la direzione del torrente Re, che è il più importante torrente interamente compreso nel territorio comunale.

Il Comune è composto da un nucleo abitativo principale situato tra le quote di 400 e 500 m.s.l.m. circa, in prossimità della confluenza del torrente Re con il fiume Oglio e da due altri centri abitativi minori: la località di Scianica posta nel fondovalle del fiume Oglio sulla destra orografica e la frazione di Novelle ubicata a nord rispetto l'abitato di Sellero e posta alla quota di 450 m.s.l.m..

Il territorio comunale confina a Nord-Est con il Comune di Berzo Demo, a Nord-Ovest con il Comune di Paisco Lovenò, da Ovest a Sud con il Comune di Capo di Ponte ed infine a Est con il Comune di Cedegolo.

Per il lavoro di rilevamento sono state usate le sezioni D3C4-D3D4-D3D5 della Carta Tecnica Regionale della Regione Lombardia alla scala 1:10.000, mentre per la cartografia di dettaglio è stata utilizzato il volo aereofotogrammetrico alla scala di 1:2000.

La zona è inoltre contenuta nella porzione sudorientale del Foglio 19 "Tirano", della carta alla scala 1:100.000 della Carta Geologica d'Italia.

1.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

LITOLOGIA

Il territorio comunale di Sellero si trova in destra orografica della media Valle Camonica, dove la *Successione Permo-Triassica* ricopre in discordanza il *Basamento Cristallino Sudalpino* che è qui rappresentato dagli *Scisti di Edolo* composti in prevalenza da paragneiss e micascisti; questa ultima litologia occupa una parte rilevante della zona in esame.

Le successioni sedimentarie sono invece rappresentate dalla formazione permiana del Verrucano Lombardo da quelle triassiche del Servino, della Dolomia di Elto e dal Calcare di Angolo.

L'Unità degli *Scisti di Edolo*, che nella zona in esame rappresenta il basamento Sudalpino, deriva dal metamorfismo, in facies scisti verdi, di una serie sedimentaria pelitica a Sud e neritico-pelitica a Nord; essa è composta per lo più da micascisti muscovitici, talora a due miche, con scistosità ben marcata contenenti inclusi di quarzo di dimensioni da centimetriche a decimetriche, con presenza di granati e vene di siderite.

La litologia soprascritta affiora nel territorio comunale nella zona SE, dove si ha il contatto con la formazione del Verrucano Lombardo, nella zona NW e nella zona NE dove è spesso alternata a tipologie più paragneissiche in cui la componente leucocrata (Qz e feldspati) è prevalente (zona della miniera di ferro abbandonata).

Nella zona a Nord del territorio comunale in prossimità del fondovalle del fiume Oglio, sono presenti masse di gneiss chiari e gneiss occhiadini a microclino e fengite (imbocco Nord della galleria in costruzione) con lenti di anfibolite ed intercalazioni lenticolari di anfiboliti albitico-epidotiche. Sempre nella medesima zona sono inoltre state riconosciute zone a retrocessione metamorfica molto accentuata in cui compaiono micascisti ad albite e clorite (filloniti) a foliazione ben marcata.

In tutta l'Unità degli *Scisti di Edolo*, sono inoltre presenti numerose intercalazioni filoniane aplitiche e di Qz, poste per lo più in concordanza con i vari set di discontinuità.

La *Formazione del Verrucano Lombardo* (Permiano superiore) è di ambiente continentale ed è costituita da conglomerati grossolani a ciottoli di natura quarzosa e porfirica di colore rosso, alternati ad arenarie rosse massicce e siltiti. La matrice siltoso-arenacea è abbondante ed intensamente colorata di rosso. Tale litologia affiora

nella zona SW-S-SE della area in esame dalla Sorgente S.Carlo, ove vi è il contatto lungo un piano di faglia, con il basamento metamorfico, fino alle pendici del Monte Adamone lungo il torrente Re, dove il contatto, di origine tettonica, è evidenziato dalla presenza di un orizzonte cataclastico.

Lungo il suo limite superiore essa passa ad una Formazione prevalentemente marnoso-arenacea, denominata *Servino* (Scitico). Quest'ultima è costituita da marne arenacee con intercalati livelli di calcari oolitici rossastri con gasteropodi, assieme alle quali sono presenti anche livelli di arenarie e siltiti micacee laminate, con marne e calcari marnosi grigio-verdi. Nella parte inferiore si ha prevalenza di arenarie quarzoso-micacee a cemento dolomitico ben stratificate, di colore grigio-rossastro, alternate con dolomie arenacee giallastre o brune e con dolomie marnoso-arenacee policrome in strati sottili, suddivisi in lamine. Ad esse fanno seguito calcari rossastri o grigiastri a stratificazione ben distinta, con ooliti e intraclasti, in banchi di 40-80 cm. Seguono verso l'alto marne, argilliti e siltiti verdi, o più raramente rosse, sovente micacee, in strati da 20 a 40 cm, finemente suddivisi in lamine fissili. Nella zona in esame tale litologia è stata rilevata nelle ripide pareti della base del monte Elto che vanno dalla quota di 1850 m.s.l.m. fino alla quota di 2000 m.s.l.m .

A tetto del *Servino* affiora la *Dolomia di Elto* (Scitico sup.) costituita da dolomie e calcari dolomitici grigi e grigio-giallastri a stratificazione generalmente massiccia.

Nella zona in esame tale unità affiora nella parete verticale ai piedi del monte Elto, nei livelli basali, per uno spessore di pochi metri, presenta caratteristiche litologiche scadenti molto simili a quelle della formazione della Carniola di Bòvegno (di cui la *Dolomia di Elto* è eteropica); subito dopo dalla quota di circa 2050 s.l.d.m. si sviluppa la facies tipica, che è rappresentata dalle dolomie e dai calcari dolomitici a stratificazione massiccia o in piccole bancate ricchi di vene di calcite.

In posizione stratigrafica superiore si trova il *Calcare di Angolo* (Anisico medio-inf.), la cui litologia è caratterizzata da una ritmica alternanza di calcari neri in straterelli di spessore variabile alternati ad argilliti carboniose nerastre finemente laminate che possono raggiungere alcuni centimetri di spessore.

Quest'ultima, nella zona studiata, affiora limitatamente alla sommità del Monte Elto.

Nell' area in esame sono inoltre presenti diverse tipologie di depositi quaternari, che ricoprono superficialmente le successioni litologiche prima analizzate.

I Depositi glaciali, rilasciati dal ghiacciaio Camuno principale, sono caratterizzati da grossi blocchi eterogenei immersi in una matrice sabbiosa, ghiaiosa e limosa. I depositi glaciali sono certamente la tipologia di deposito più diffusa nell'area in esame, sono presenti su tutto il versante della Val Camonica fino alle quote di 1600-1700 m.s.l.m.; depositi legati a fenomeni glaciali minori si sono osservati nella parte bassa del torrente Re.

I depositi glaciali sono presenti o frammentati a detrito di versante, diffusi lungo tutti i pendii (depositi glaciali rimaneggiati), o come depositi glaciali indisturbati, spesso terrazzati, nelle zone che per motivi strutturali, o per la morfologia sono pianeggianti o sub-pianeggianti.

Per quanto riguarda i depositi fluvioglaciali, si tratta di materiale molto caotico che va dalle sabbie più o meno fini alle ghiaie. Le ghiaie sono di natura molto varia e comprendono elementi di rocce del Paleozoico, del Terziario e del plutone adamellino.

Nell' area in esame il loro riconoscimento è risultato alquanto incerto in mancanza di incisioni particolarmente significative. Dato che le forme generate da questi depositi sono molto simili a quelle glaciali si è deciso di cartografarli insieme ai depositi glaciali.

Numerosi sono anche i depositi costituiti da *detrito di falda*, che si rinvencono in vaste fasce ai piedi di pareti rocciose, dove avviene l'accumulo di blocchi di varie dimensioni, che staccandosi dalla roccia madre per l'azione di cicli di gelo e disgelo, per alterazione chimico fisica e per motivi tettonico-strutturali precipitano poi verso il basso per azione della gravità.

Generalmente tali depositi sono costituiti da blocchi spigolosi, ghiaia e ciottoli con subordinata matrice sabbiosa; la loro granulometria va aumentando man mano che si passa dalla parte alta alla parte bassa della falda.

I depositi alluvionali sono stati rilevati in particolar modo lungo l'asta fluviale del fiume Oglio, in cui si sono distinti depositi alluvionali attuali in alveo e depositi alluvionali recenti e terrazzati.

Questa tipologia di deposito è il risultato delle continue esondazioni del fiume e della sua erosione che porta successivamente l'alveo ad approfondirsi, formando così delle terrazzature.

Molto importante per le dimensioni notevoli è risultato l'apparato alluvionale della località Scianica nella zona a Sud dell'area in esame.

I depositi alluvionali sono presenti in quantità non rilevanti lungo gli alvei torrentizi minori.

Altri tipi di deposito legati all'azione fluviale sono i *depositi di conoide*, che si formano in corrispondenza della confluenza dei tributari minori con l'asta principale; la conoide maggiore per dimensioni risulta essere quella su cui si è sviluppato l'abitato di Sellero.

Poco frequenti sono anche i depositi lacustri torbosi, rilevati soprattutto in alta quota in corrispondenza di spazi umidi subpianeggianti, come ad esempio nella zona della Baita Desmo e nella zona delle Baita Tambione, i quali testimoniano la presenza residuale di terreni glaciali ricchi di materiale organico ed ora soggetto a decomposizione.

Nel territorio comunale sono stati riconosciuti anche numerosi depositi eluvio-colluviali presenti lungo i versanti, specialmente nelle zone più elevate, e lungo le creste, dove l'azione glaciale è stata solo marginale; lo spessore di questi ultimi è spesso ridotto (pochi centimetri) e consente in molti punti l'affioramento del substrato roccioso.

ASSETTO STRUTTURALE

Le rocce del basamento cristallino delle Alpi orobiche sono caratterizzate da un assetto strutturale dato dalla sovrapposizione di più fasi plicative, ognuna delle quali legata a diverse condizioni metamorfiche.

Una prima fase, caratterizzata da condizioni metamorfiche di grado medio-basso (facies anfibolitica) ha dato origine a pieghe isoclinali con una evidente scistosità di piano assiale, determinata dall'alternanza di letti micacei e quarzoso feldspatici, chiaramente riconoscibile nelle rocce del basamento all'interno dell'area comunale.

Una seconda fase, sempre precedente la deposizione dei sedimenti mesozoici, legata a condizioni metamorfiche di grado più basso (facies scisti verdi) ha piegato le strutture preesistenti dando origine a pieghe isoclinali a grande scala; anche in questo caso con la generazione di una scistosità di piano assiale. Legate alle strutture a grande scala di fase 2 sono presenti pieghe, con diverse simmetrie,

a piccola scala (da centimetriche a metriche) ben evidenti e diffuse in modo omogeneo su tutta l'area, con asse immergente verso SE.

La scistosità all'interno delle rocce del basamento è caratterizzata da un trend piuttosto costante con direzione circa E-W ed immergente prevalentemente verso S.

La struttura plicativa predominante riconoscibile nell'area è una piega di età alpina che interessa sia le rocce del basamento sia la copertura sedimentaria soprastante. Tale piega, conosciuta in letteratura come Anticlinale di Cedegolo, presenta al nucleo le rocce del basamento cristallino, asse con direzione NE-SW e causa un forte aumento dell'immersione delle strutture planari spostandosi da N verso S (scistosità nelle rocce del basamento e superfici di strato nelle rocce sedimentarie).

L'area comunale è inoltre interessata dalla presenza di alcune faglie che interessano, nella maggioranza dei casi solo le rocce del basamento.

Il settore NW dell'area è caratterizzato dalla più estesa di queste strutture che presenta direzione circa N-S, lungo la quale si è impostata la valle del torrente Allione ed è riconoscibile per tutta la sua estensione fino poco ad W della vetta del monte Elto.

Una seconda faglia ben evidente si estende con direzione SW-NE dalla località Baita Dosmo, dove origina una pronunciata contropendenza del versante, fino al fondovalle del fiume Oglio, dando origine alla valle delle Fratte.

Sul territorio comunale sono inoltre presenti faglie di minore estensione: due si estendono con direzione circa N-S nella porzione settentrionale dell'area interessando esclusivamente le rocce del basamento e danno origine ad impluvi poco profondi e di limitata estensione.

A sud dell'abitato di Sellero è presente un'ulteriore faglia che si estende con direzione E-W dal fondovalle, attraverso le rocce del basamento, probabilmente fino alla copertura soprastante. La presenza di questa faglia, probabilmente costituita da due o più strutture affiancate è testimoniata dalla presenza di due impluvi che si sviluppano con la stessa direzione all'interno dei depositi detritici soprastanti.

Tutte le faglie rilevate nell'area comunale sono caratterizzate dalla presenza di brecce o cataclasiti originate dai movimenti avvenuti lungo le faglie stesse: tali rocce sono facilmente erodibili e per tanto in tutti i casi le faglie caratterizzano morfologicamente il territorio con la presenza di valli ed impluvi più o meno incisi e di detrito in corrispondenza degli affioramenti.

1.3 INQUADRAMENTO METEO-CLIMATICO

Lo studio del territorio comunale in funzione della pianificazione, non può prescindere dalla conoscenza dei dati meteorologici e climatici, soprattutto per la previsione di eventi eccezionali con tempi di ritorno molto lunghi. In questo paragrafo vengono forniti dati di valutazione principalmente a scala sovracomunale ed interpretabili a scala comunale, riferiti ai valori di piogge medie mensili ed annue, piogge di breve durata e forte intensità.

Per quanto attiene le precipitazioni medie annue, nella provincia di Brescia si riconoscono tre zone caratteristiche:

- Zona di pianura: precipitazioni in genere comprese tra i 700 e i 1100 mm, crescenti con leggero gradiente avvicinandosi alla zona pedemontana
- Zona intermedia: precipitazioni comprese tra i 1000 e i 1500 mm, crescenti con l'aumento di quota
- Zona montana: si estende tra il crinale alpino e quello prealpino con precipitazioni comprese fra i 1000 ed i 1800 mm.

L'influenza orografica concorre in modo determinante alla formazione di aree con diverso valore delle precipitazioni annue. La Valle Camonica, avendo un'ampiezza maggiore in senso trasversale rispetto alle altre valli principali, presenta una notevole diminuzione delle precipitazioni annue, passando da valori prossimi ai 1800 mm (sul crinale) a valori inferiori a 1000 mm (sul fondo valle). In sostanza, l'esame delle isoiete totali annue evidenzia una distribuzione delle precipitazioni notevolmente influenzata dall'orografia dominante e dai rapporti sussistenti tra le correnti aeree di diversa provenienza. Inoltre l'orografia ed i venti prevalenti contribuiscono a creare zone con diversa equazione della retta di possibilità climatica.

Il comune di Sellero, in tal senso può considerarsi compreso in una fascia climatica di tipo continentale alpino, con un regime pluviometrico caratterizzato da valori di altezza di pioggia massimi nei mesi estivi e minimi in quelli invernali. Le precipitazioni chiaramente crescono di intensità con l'aumento di quota.

A grande scala le precipitazioni medie annue sono comprese tra 1000 e 1800 mm. Per le osservazioni più dettagliate sulle piogge sono stati presi in considerazione i dati delle stazioni meteo del Servizio Idrografico più vicine. Per quanto riguarda la zona in esame sono stati presi come riferimento i dati della stazione di Edolo. Sono state esaminate le piogge brevi ed intense, cioè quelle di 1-3-6-12-24- ore di massima intensità che si sono verificate ogni anno per l'intervallo di anni che va dal 1951 al 1982, comprensivo quindi

dell'evento piovoso eccezionale del 1960. Le curve così ricavate mettono in evidenza come l'altezza di precipitazione di 124 mm relativa alle 24 ore del 1960 abbia un tempo di ritorno di circa 55-60 anni.

Per quanto riguarda il vento, nella zona è sicuramente un fattore climatologico di rilevante importanza, dal momento che assume velocità abbastanza elevate, specialmente di inverno derivando dalle correnti fredde che provengono dal massiccio dell'Adamello.

L'effetto del vento, che influisce direttamente in maniera minima sulla stabilità dei pendii (a causa dell'oscillazione degli alberi), è però catastrofico in caso di incendio contribuendo in maniera determinante alla propagazione dei focolai; la zona in passato è infatti stata sede di numerosi incendi le cui evidenze sono ancora ben visibili sul territorio fino alle quote di 1400-1500 m.s.l.m.

Tale situazione ha portato ad una notevole diminuzione della flora presente, con conseguente aumento dell'instabilità dei versanti non più stabilizzati dalle radici degli alberi.

Le precipitazioni nevose hanno una notevole importanza sul territorio comunale e particolarmente nelle zone più alte della valle del torrente Re e delle pendici del Monte Elto.

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.

2.1 ANALISI SISMICA DEL COMUNE DI SELLERO

ASPETTI GENERALI

Il Comune di Sellero è classificato in zona sismica 4. 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 4:

- 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 solo per edifici strategici e rilevanti (elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03);
- 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 per edifici strategici.

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 ritenuto necessario procedere all'analisi di 2[^] livello per quelle aree che risultano essere classificate come ambiti residenziali di trasformazione e ambiti industriali ed artigianali di completamento e di espansione. L'analisi di 2[^] livello era finalizzata alla verifica dei fattori di soglia nell'ipotesi che in tali aree possano venire realizzati edifici strategici e rilevanti (elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03). I risultati ottenuti da quest'analisi, di seguito riportati, non hanno trovato riscontro nei valori di soglia comunali.

Per completezza si riporta l'elenco tipologico definito dal d.d.u.o. 21 novembre 2003, n. 19904 che individua come:

- Edifici ed opere strategiche:
 - Ø Edifici destinati a sedi "istituzionali" (Regione, Province, Comuni, Comunità Montane)
 - Ø Strutture o Sale operative per la gestione delle emergenze

- Ø Centri funzionali di Protezione Civile
- Ø Edifici ed opere individuate nei Piani di Emergenza o in altre disposizioni per la gestione dell'emergenza
- Ø Ospedali e strutture sanitarie dotati di Pronto Soccorso o dipartimenti di emergenza, urgenza e accettazione
- Ø Sedi Aziende Unità Sanitarie Locali
- Ø Centri Operative 118

- Edifici ed opere rilevanti:

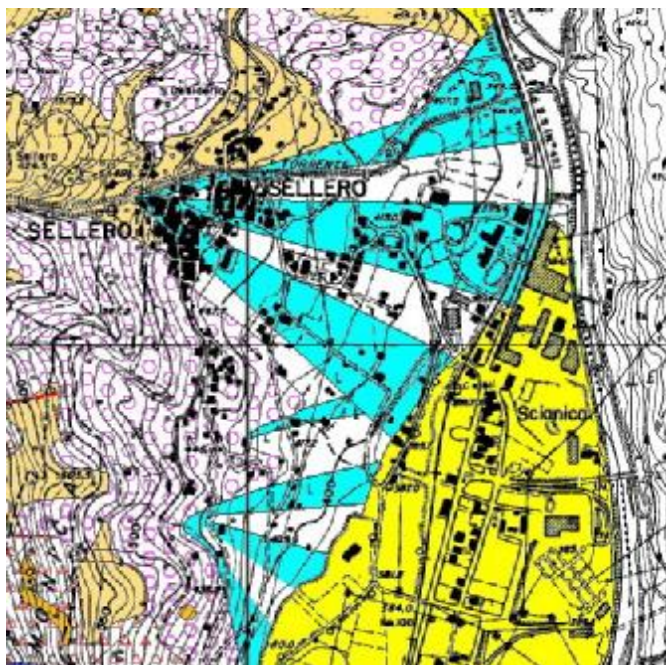
- Ø Asili e scuole
- Ø Strutture ricreative, sportive e culturali, locali di spettacolo e intrattenimento in genere
- Ø Edifici aperti al culto
- Ø Strutture sanitarie e/o socio-assistenziali con ospiti non autosufficienti (ospizi, orfanotrofi, ecc)
- Ø Edifici e strutture aperti al pubblico destinate alla erogazione di servizi, adibiti al commercio suscettibili di grande affollamento

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



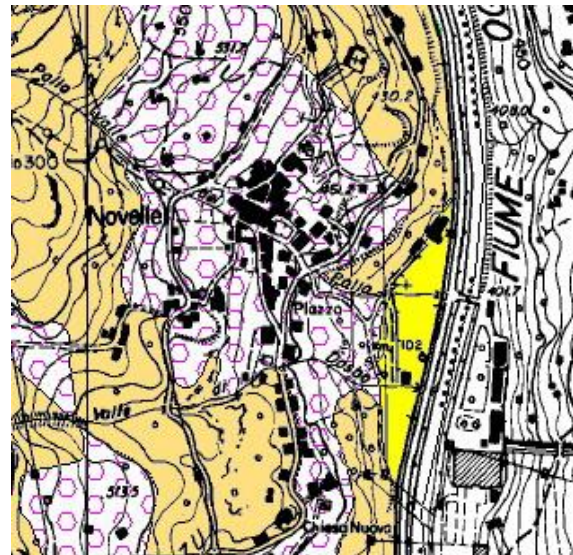
Il territorio del Comune è stato suddiviso nelle diverse zone. L'abitato di Sellero risulta essere classificato quasi totalmente come Z4b sviluppandosi sull'apparato di conoide del Torrente Re, mentre la zona industriale di fondovalle, che si sviluppa lungo la ss 42, risulta essere classificata come Z4A insistendo su depositi alluvionali del fiume Oglio.



Figura 1 Stralcio della carta geologica dell'abitato di Sellero

L'abitato della frazione di Novelle, invece, è classificato come Z4c poiché si sviluppa su un versante caratterizzato da depositi di origine glaciale così come mostrato nella tavola geologica n.1 dello Studio Geologico Tecnico a supporto del Piano Regolatore Generale.

Figura 2 Stralcio della Carta Geologica della frazione Novelle



Poiché dal Piano di azzonamento del Comune risulta che le future zone di espansione risultano essere interessate da possibili amplificazioni sismiche litologiche e geometriche si è proceduto ad un'analisi di 2° livello. Per fare ciò è stato necessario ricorrere a indagini in sito con lo scopo di ottenere la successione stratigrafica e l'andamento delle velocità delle onde S nei primi 30 metri di sottosuolo.

La carta della Pericolosità Sismica Locale è stata redatta in scala 1:10000 sulla Carta Tecnica Regionale ricoprendo tutto il territorio Comunale (cfr carta 04).

INDAGINI IN SITO

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

- la prima nella Piana Alluvionale del Fiume Oglio in località Scianica;
- la seconda nell'apparato di conoide nei pressi del torrente Re.



TECNICA DEI MICROTREMORI E CLASSIFICAZIONE SISMICA

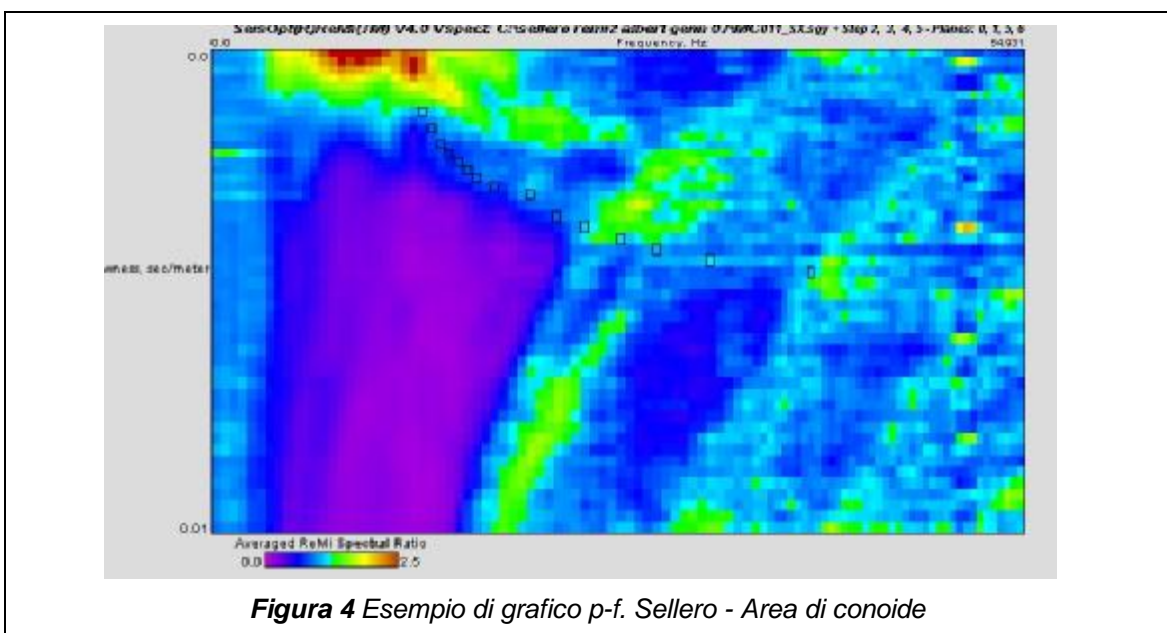
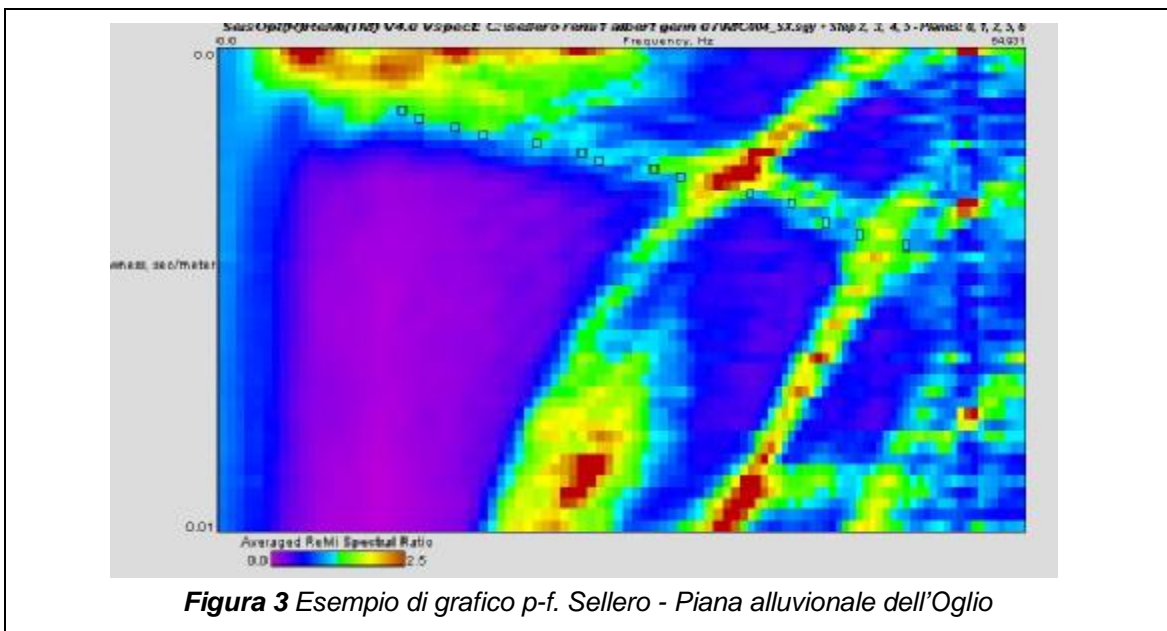
La tecnica di analisi del sottosuolo mediante l'uso di microtremori (Refraction Microtremor) prende origine dagli studi e dalle sperimentazioni condotte da J. Louie presso la Nevada University e fornisce una caratterizzazione semplificata di volumi relativamente ampi del sottosuolo in profili verticali 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).



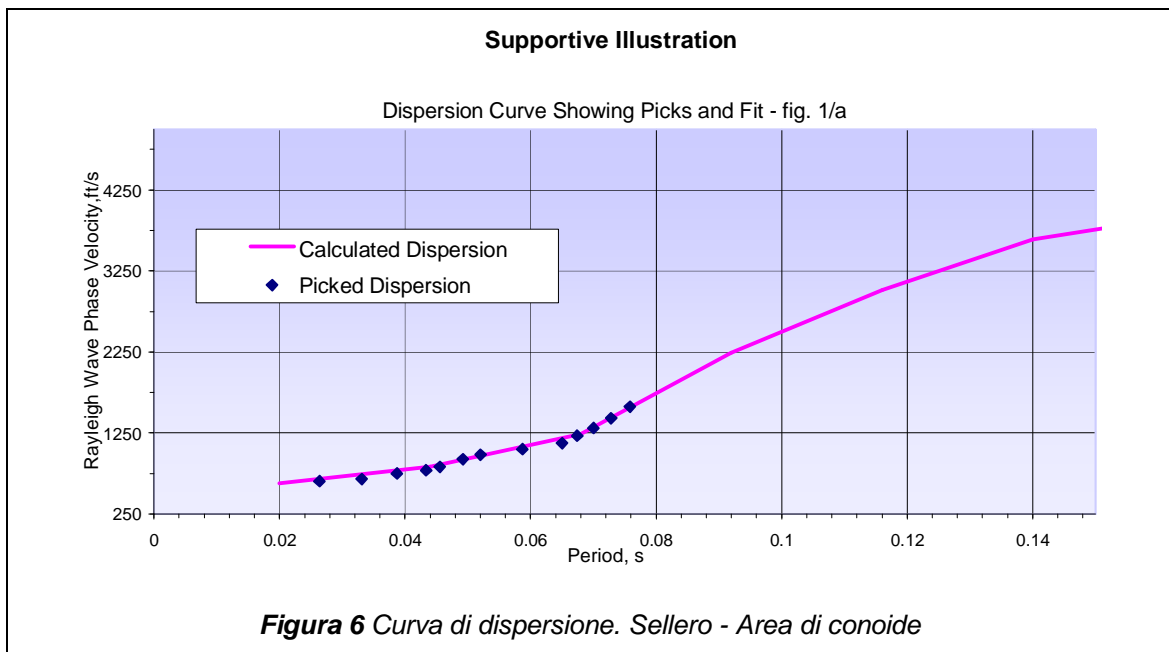
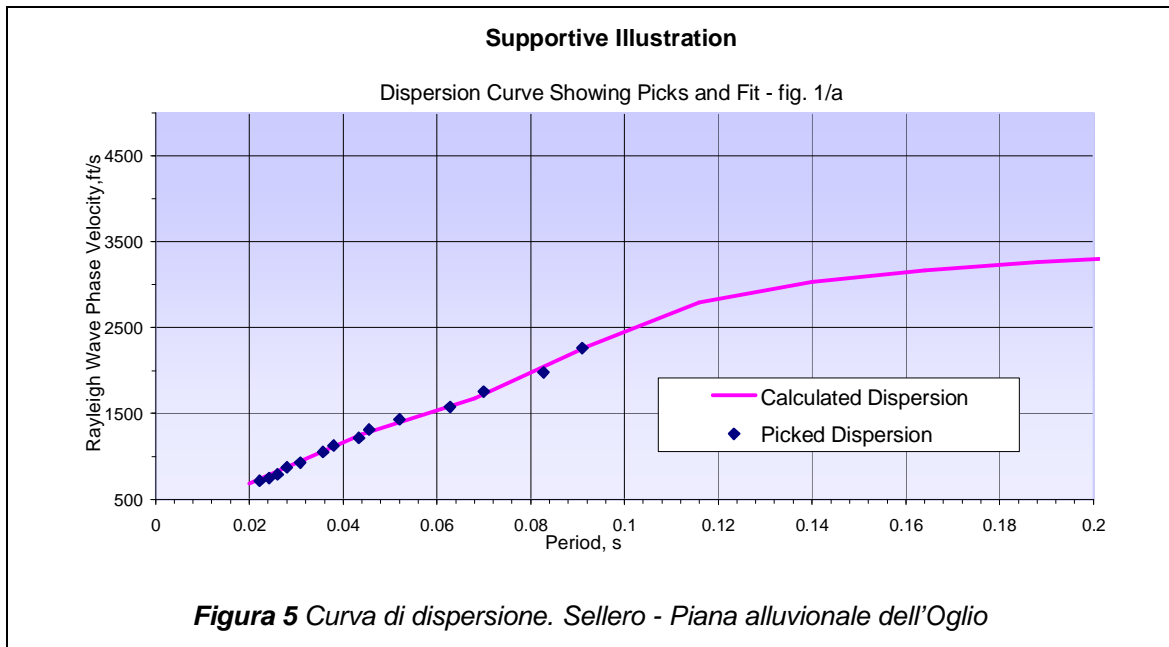
Foto 1. Indagine sismica a Sellero

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 $p-f$.



A questo punto l'operatore, in modo arbitrario ed in base all'esperienza, esegue un picking attribuendo ad un certo numero di punti una o più slowness (p o $1/\text{velocità di fase}$) per talune frequenze. Questi valori vengono in seguito plottati su un diagramma *periodo-velocità di fase* per l'analisi della curva di dispersione e l'ottimizzazione di un modello diretto.



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 length 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).

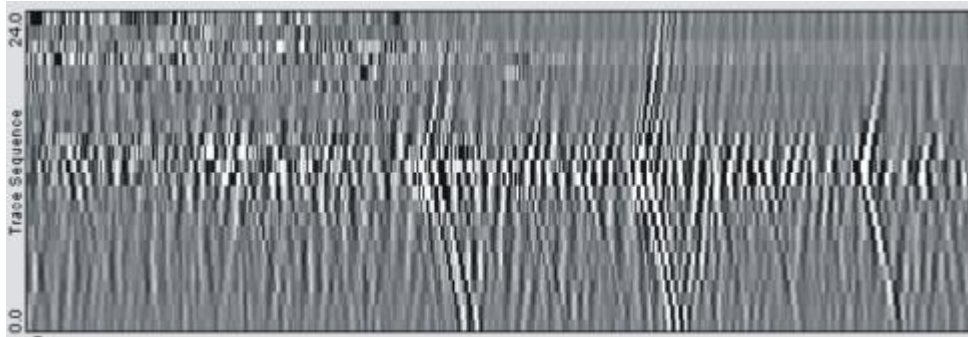
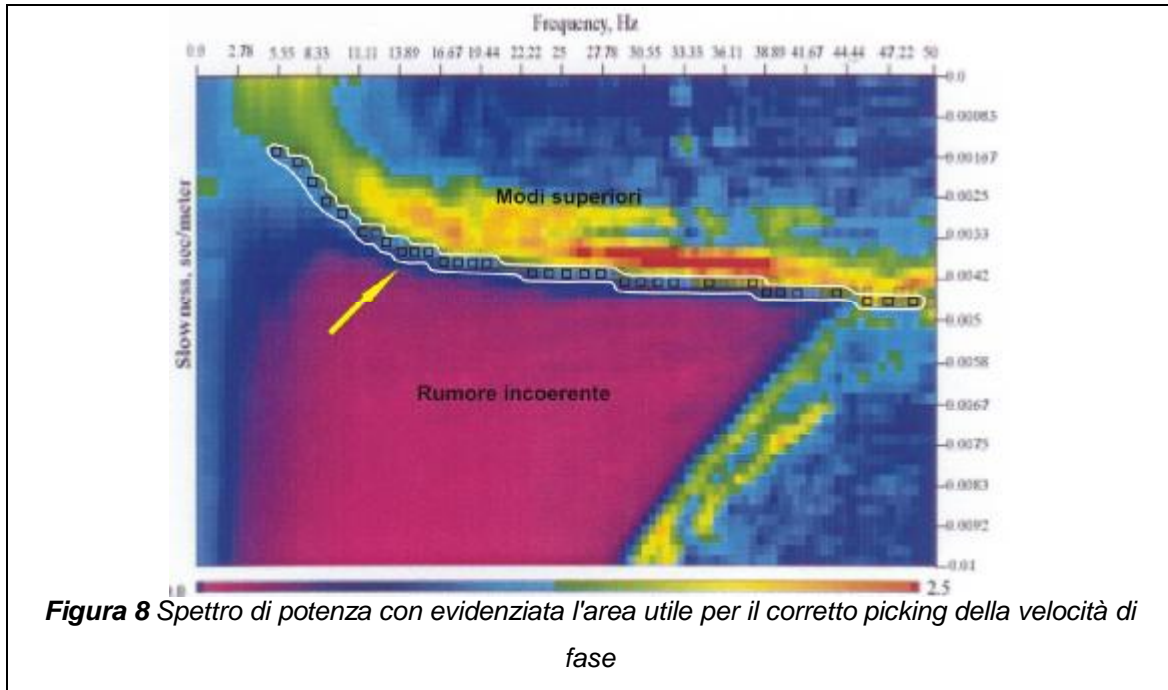


Figura 7 Esempio di "trace sequence"

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 ($f, p, V_{\text{apparente}}$) ricalcando il trend visualizzato nel grafico $p-f$.



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 V_s 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.

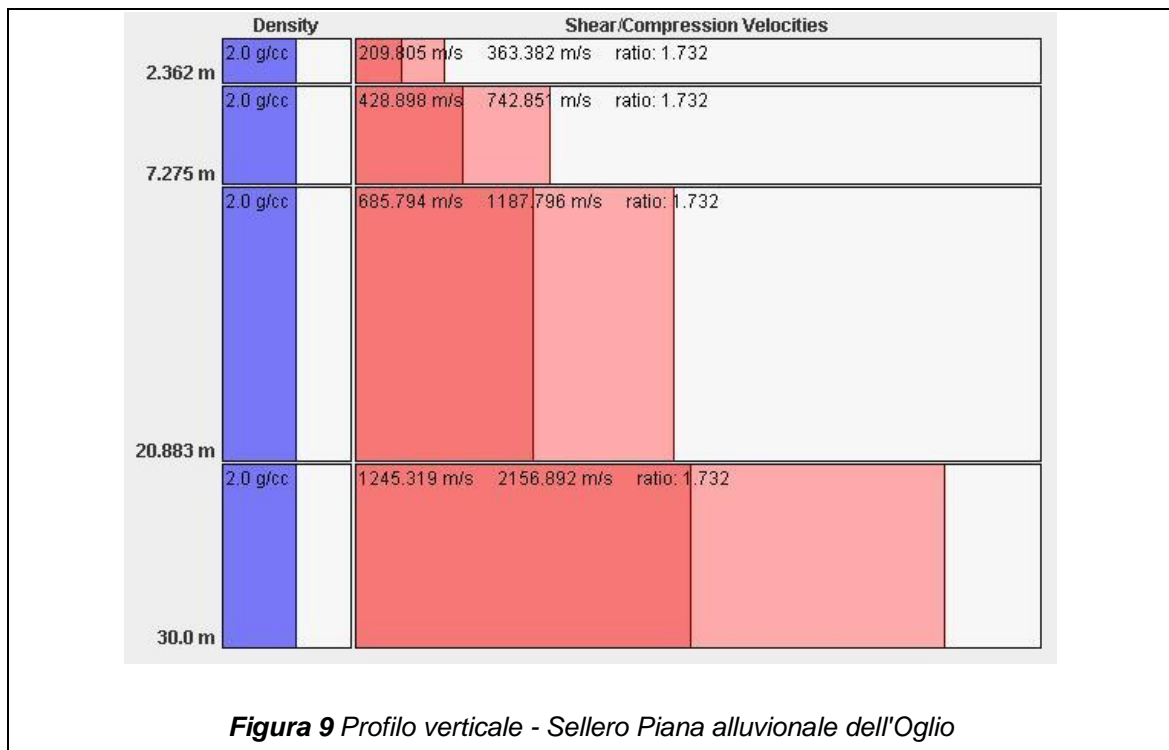
Si ricorda, infine, che i profili di Vs ricavati con il metodo ReMi non presentano una soluzione univoca in quanto più di un modello può fornire curve di dispersione simili tra loro e con il medesimo RMS; pertanto è fondamentale avere delle conoscenze dirette sulla stratigrafia del sottosuolo indagato.

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. In sintesi, si osserva:

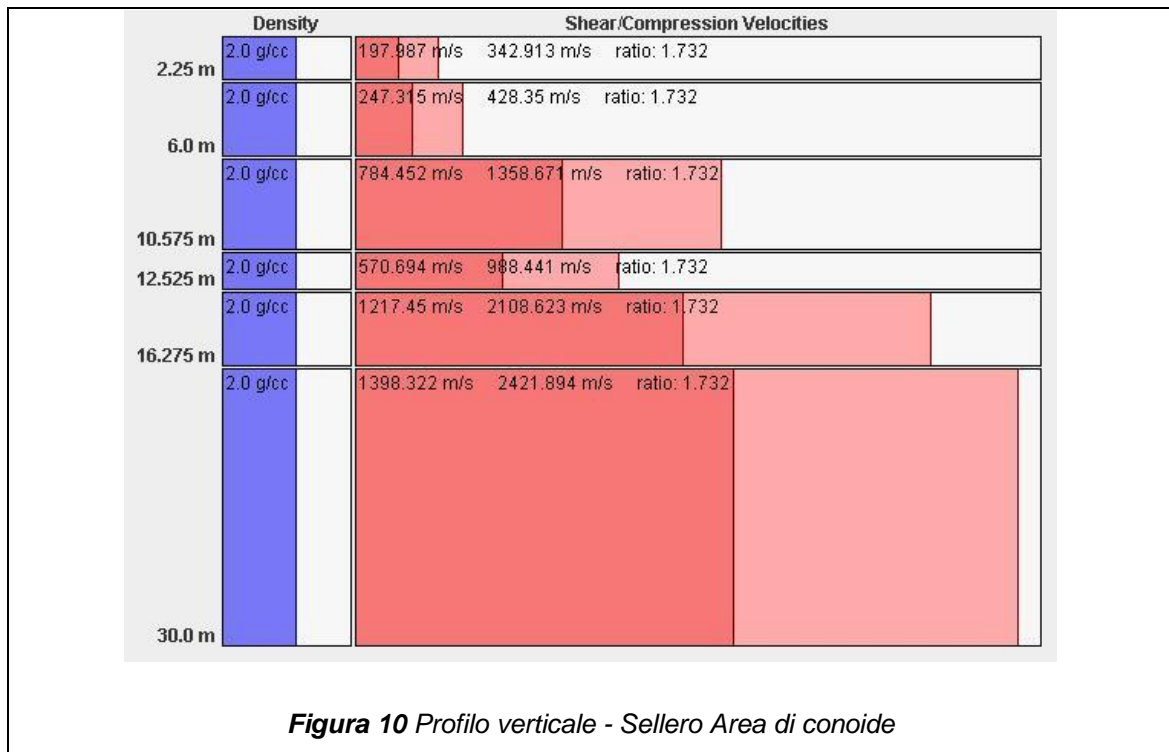
Piana alluvionale dell'Oglio:

- Nell'ambito dei primi 30 metri di sottosuolo le velocità delle onde sismiche non sono correlabili con la presenza di materiali molto rigidi (roccia in posto).
- A partire da oltre 7 metri di profondità le velocità delle onde di taglio possono suffragare la presenza di materiale da mediamente rigidi a rigidi in modo particolare da circa 21 sino a 30 metri di profondità.



Area di conoide:

- Nell'ambito dei primi 15 metri circa di sottosuolo la velocità delle onde sismiche non sono correlabili con la presenza di materiali rigidi (roccia in posto), bensì indicano in maniera perentoria la presenza di materiali sciolti che mostrano un certo grado di rigidità a partire da oltre 12 metri dal piano topografico.
- Alla quota di oltre 16 metri e sino alla massima profondità investigata, le velocità sismiche delle onde di taglio possono suffragare le presenza di materiali rigidi quale, appunto, il bed rock ($V_s =$ circa 1400 m/s).



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

Dallo sviluppo del calcolo si ottiene un valore di V_{s30} pari a: 605 m / s per la piana alluvionale dell'Oglio e un valore di V_{s30} pari a: 622 m / s per l'area di conoide.

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.

I valori delle V_{s30} calcolati precedentemente corrispondono alla **classe B**, le cui caratteristiche più salienti sono: "*Depositi di sabbie e ghiaie molto addensate o di argille molto consistenti*" caratterizzati da valori V_{s30} compresi tra 360 e 800 m/s.

ANALISI DI 2[^] LIVELLO

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.

Per quanto riguarda la Piana alluvionale del fiume Oglio si farà riferimento alla schede per le litologie prevalentemente limoso-

argillose di tipo 1, mentre per l'area di conoide quella per le litologie prevalentemente ghiaiose.

EFFETTI LITOLOGICI – SCHEDA LITOLOGIA LIMOSO – ARGILLOSA TIPO 1

PARAMETRI INDICATIVI

GRANULOMETRIA:

Da limi ghiaioso – argillosi debolmente sabbiosi ad argille con limi passando per limi argillosi, limi con sabbie argillose, limi e sabbie con argille, argille ghiaiose, argille ghiaiose debolmente limose ed argille con sabbie debolmente limose

NOTE:

Comportamento coesivo
 Struttura matrice-sostenuta
 Frazione limosa superiore al 40%
 Presenza di clasti immersi con $D_{max} < 2-3$ cm
 Frazione ghiaiosa fino ad un massimo del 25%
 Frazione sabbiosa fino ad un massimo del 35%
 Frazione argillosa compresa tra 20% e 60%
 Presenza di eventuali sottili orizzonti ghiaioso fini e sabbioso medio-grossolani



EFFETTI LITOLOGICI – SCHEDA LITOLOGIA GHIAIOSA

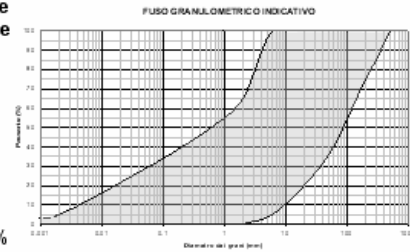
PARAMETRI INDICATIVI

GRANULOMETRIA:

Da ghiaie e ciottoli con blocchi a ghiaie e sabbie limose debolmente argillose passando per ghiaie con sabbie limose, ghiaie sabbiose, ghiaie con limo debolmente sabbiose e sabbie con ghiaie

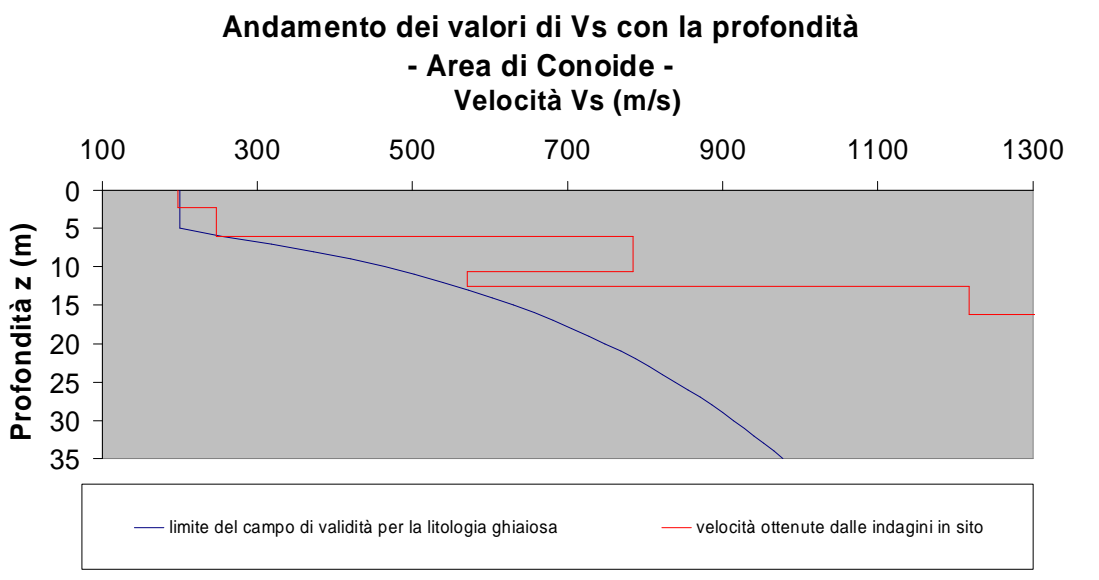
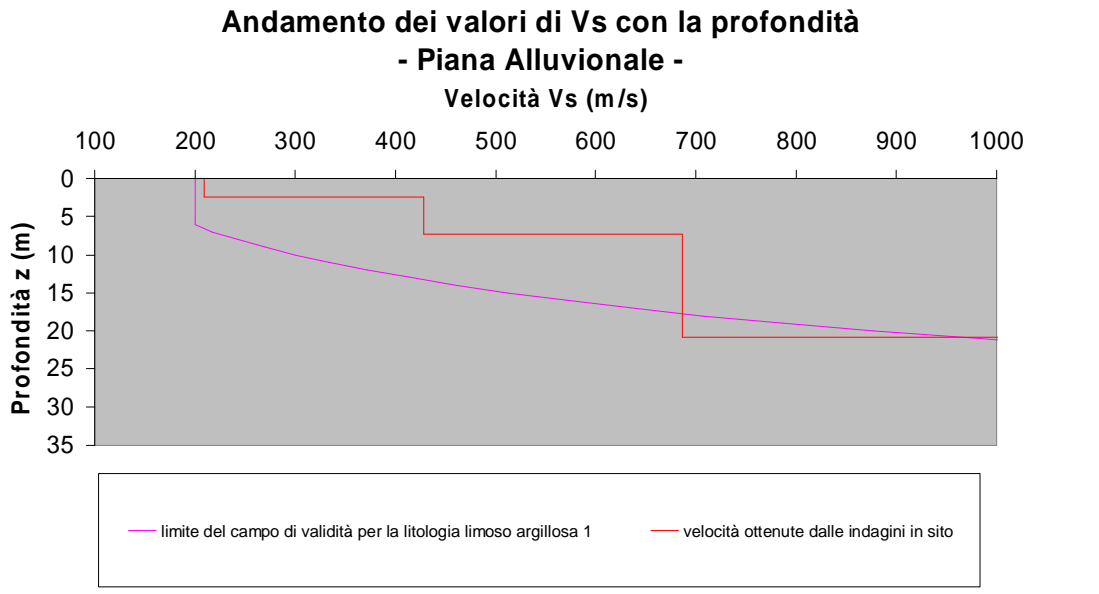
NOTE:

Comportamento granulare
 Struttura granulo-sostenuta
 Frazione ghiaiosa superiore al 35%
 Frequenti clasti con $D_{max} > 20$ cm
 Frazione sabbiosa fino ad un massimo del 65%
 Matrice limoso - argillosa fino ad un massimo del 30% con frazione argillosa subordinata (fino al 5%)
 Presenza di eventuali trovanti con $D > 50$ cm



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

Per fare questo è stato costruito un grafico a partire dai dati ricavati dalle indagini in sito ed in particolare dai dati delle Vs per le diverse profondità.



Si procede 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:

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

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 nelle seguenti tabelle:

Piana Alluvionale

N. STRATO	PROFONDITA' STRATO	SPESSORE STRATO	VELOCITA' DELLO STRATO
1	2,362 m	2,362 m	209,805 m/s
2	7,275 m	4,865 m	428,898 m/s
3	20,883 m	13,656 m	685,794 m/s

Area di Conoide

N. STRATO	PROFONDITA' STRATO	SPESSORE STRATO	VELOCITA' DELLO STRATO
1	2,25 m	2,25 m	197,987 m/s
2	6 m	3,75 m	247,315 m/s
3	10,575 m	4,575 m	784,452 m/s
4	12,525 m	1,95 m	570,694 m/s

I valori del periodo proprio del sito calcolati risultano essere pari a $T = 0,15$ per la Piana alluvionale e $T = 0,10$ per l'area di conoide.

Da considerazioni sulla velocità del primo strato si è scelta la formula corretta per il calcolo di F_a tra quelle proposte nell'all.5 della l.r. 12/2005. 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 nelle tabelle seguenti:

Piana Alluvionale

Intervallo	Valore calcolato	Valore di Soglia
0,1 - 0,5 s	1,30	1,10 ± 0,1
0,5 - 1,5 s	1,06	1,70 ± 0,1

Area di Conoide

Intervallo	Valore calcolato	Valore di Soglia
0,1 - 0,5 s	1,26	1,10 ± 0,1
0,5 - 1,5 s	1,02	1,70 ± 0,1

In tutti e due i casi i valori di F_a calcolati per l'intervallo 0,1 - 0,5 s non risultano verificati.

Per considerare l'entità dello scostamento tra lo spettro di risposta sismica locale e quello fornito dalla Regione Lombardia si è deciso di procedere ad una simulazione di un'analisi di 3[^] livello.

SIMULAZIONE DI ANALISI DI 3[^] LIVELLO

L'analisi prevede un approccio di tipo quantitativo e costituisce lo studio di maggior dettaglio, in cui la valutazione della pericolosità sismica locale è effettuata ricorrendo a metodologie che possono essere classificate come strumentali o numeriche.

Per questo studio si è proceduto mediante una metodologia numerica che consiste nella modellazione di situazioni reali mediante un'appropriata e dettagliata caratterizzazione geometrica e meccanica del sito e nella valutazione della risposta sismica locale tramite codici di calcolo matematico basati su opportune semplificazioni e riduzioni del problema. L'applicazione della metodologia numerica richiede una caratterizzazione geometrica di dettaglio del sottosuolo, tramite rilievi specifici, una caratterizzazione geofisica e una caratterizzazione meccanica, tramite accurate indagini geologiche e geotecniche, in grado di determinare i parametri geotecnici statici e dinamici specifici su campioni indisturbati o comunque di alta qualità e in condizioni tali per cui vengano simulate al meglio possibile le condizioni di sito del terreno durante i terremoti attesi. Perciò viene richiesto un programma di indagini geotecniche specifico, i cui risultati saranno da aggiungere a quelli esistenti (1[^] e 2[^] livello).

E' inoltre necessaria l'individuazione di uno o più input sismici sotto forma di spettri di risposta e/o di accelerogrammi.

Come codice di calcolo si è utilizzato il programma Shake. Tale algoritmo è il capostipite dei programmi di analisi del comportamento sismico del terreno e adotta una serie di scelte di modellazione riprese in altri codici numerici. Le ipotesi su cui si basa il codice possono essere così riassunte:

MONODIMENSIONALE (metodo della trave a taglio)

Terreno soggetto solo ad oscillazione orizzontale e deformazioni di taglio puro trascurando le dimensioni trasversali

CAMPO DI APPLICAZIONE

Situazioni piano-parallele ad uno o più strati ipotizzando lateralmente omogenea la stratigrafia presente ai lati della verticale di analisi
Esempio di situazioni riconducibili ad uno schema monodimensionale:
aree centrali di estese valli alluvionali superficiali

FENOMENI CONSIDERATI

Amplificazione del moto sismico per effetto litologico:
INTRAPPOLAMENTO di onde S all'interno del deposito, favorito dal contrasto di impedenza fra terreno e basamento roccioso
RISONANZA determinata dalla prossimità tra le frequenze del moto al substrato e quelle naturali di vibrazione del deposito

I dati iniziali necessari per l'utilizzo di Shake sono:

- *Stratigrafia del sottosuolo, spessore di ciascun strato omogeneo di terreno e profondità della base rigida ($V_s > 800$ m/s);*
- *Densità ρ di ciascuno strato e del materiale rigido;*
- *Velocità delle onde S (V_s);*
- *Rapporto di smorzamento iniziale D_0 ;*
- *Curve di correlazione G-g e D-g, cioè leggi di variazione del modulo di taglio e del rapporto di smorzamento con la deformazione tangenziale;*
- *Eccitazione sismica applicata verticalmente alla base ed espressa in storia temporale dell'accelerazione.*

Al fine di poter effettuare le analisi di 3° livello la Regione Lombardia ha predisposto due banche dati:

1. lo-acc contenente, per ogni comune, diversi accelerogrammi attesi caratterizzati da due periodi di ritorno (475 e 975 anni);

2. curve_lomb.xls contenente i valori del modulo di taglio normalizzato (G/G_0) e del rapporto di smorzamento (D) in funzione della deformazione (γ).

Sono stati utilizzati gli accelerogrammi dati dalla regione Lombardia per il comune di Sellero con tempo di ritorno di 475 anni e le curve di correlazione per la litologia limoso argillosa di tipo 1 e per la litologia ghiaiosa.

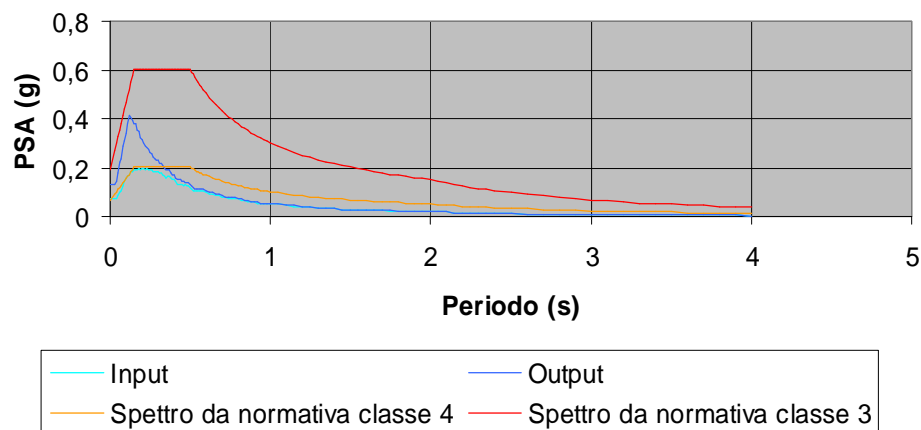
I risultati che si ottengono dall'utilizzo di questo codice di calcolo sono gli accelerogrammi in superficie, gli spettri di risposta elastica ed i fattori di amplificazione F_a .

Sono stati calcolati valori di F_a del tutto simili a quelli ottenuti dall'analisi di 2° livello, ed in particolare:

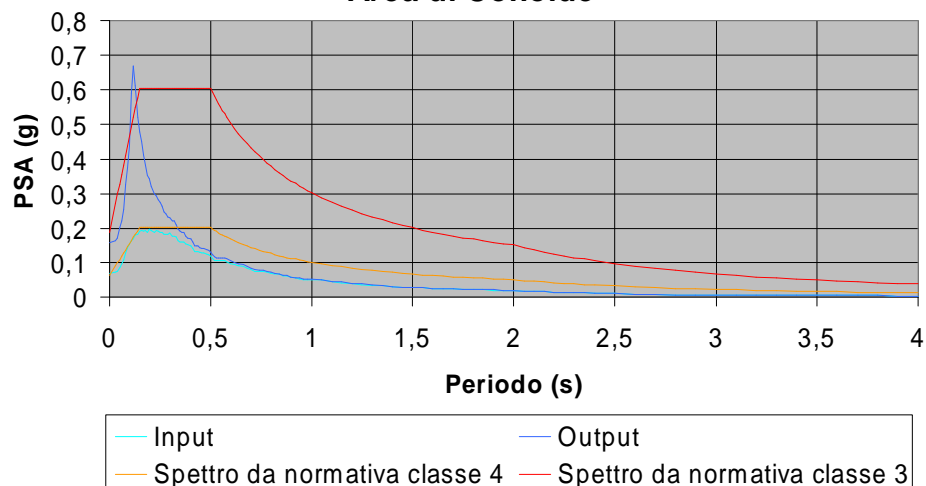
	Valore calcolato con analisi di 2^ livello	Valore calcolato con analisi di 3^ livello
Piana Alluvionale	1,30	1,33
Area di Conoide	1,26	1,41

Gli spettri di risposta calcolati sono stati confrontati con gli spettri di risposta elastici delle componenti orizzontali forniti dal D.M. 14/2005 per tipo di suolo B.

Spettro di risposta - Piana Alluvionale -

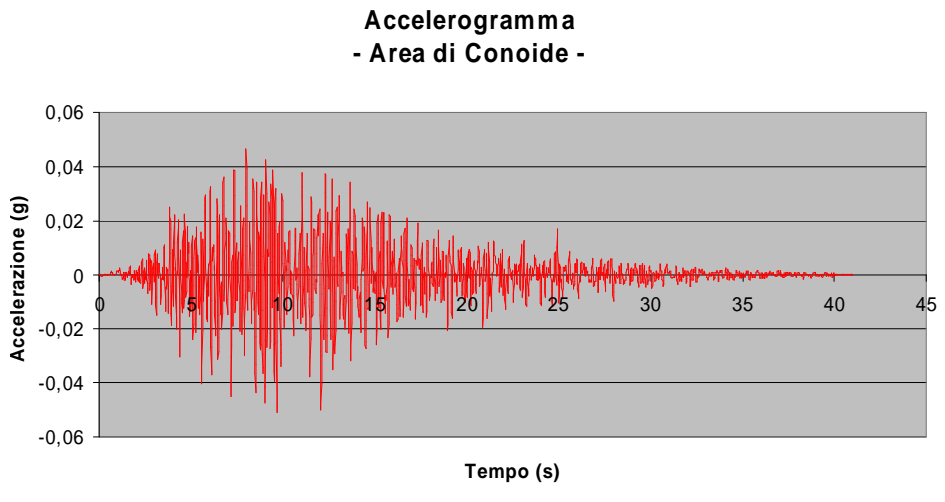
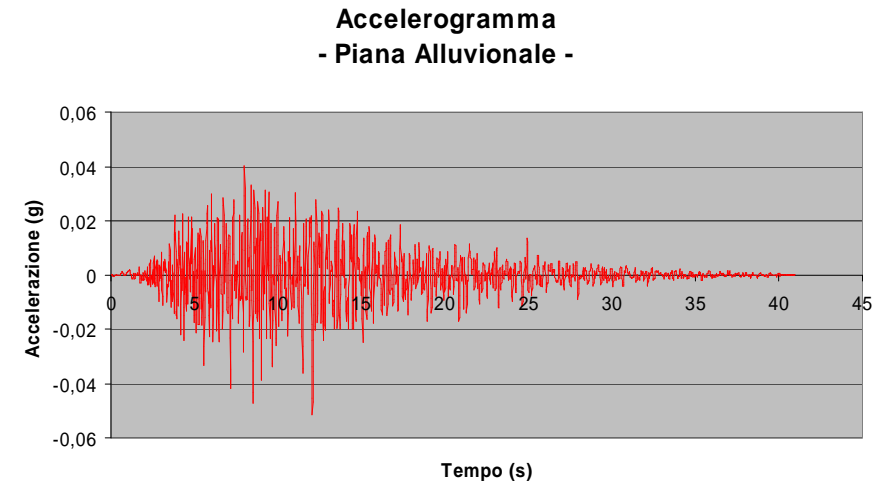


Spettro di risposta - Area di Conoide -



Da questi confronti è possibile notare come lo spettro di output, cioè quello che tiene conto delle amplificazioni, sia meglio rappresentato dallo spettro di risposta della classe di sismicità 3 e non da quello della classe di sismicità 4.

Di seguito si riportano anche i 2 accelerogrammi ottenuti dalle elaborazioni:



CAPITOLO 3 – ALTRI AGGIORNAMENTI –

3.0 PREMESSA

Gli altri aggiornamenti hanno riguardato:

- Ü estensione ed aggiornamento della Carta di Fattibilità a tutto il territorio comunale;
- Ü aggiornamento della Carta di Sintesi ai contenuti della pianificazione sovraordinata;
- Ü aggiornamento della Carta dei Vincoli ai contenuti della pianificazione sovraordinata.

3.1 CARTA DI SINTESI

La carta di Sintesi è stata redatta su tutto il territorio Comunale alla scala di 1:10000 (cfr Tav. 02) definendo i diversi ambiti di pericolosità e vulnerabilità. Più specificatamente il territorio comunale è stato suddiviso in aree omogenee riferite al fenomeno che genera la pericolosità; tali aree possono essere raggruppate in:

- Aree pericolose dal punto di vista dell'instabilità dei versanti;
- Aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico;
- Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico;
- Aree che presentano scadenti caratteristiche geotecniche.

3.2 CARTA DEI VINCOLI

La carta dei Vincoli è stata redatta su tutto il territorio Comunale alla scala di 1:10000 (cfr Tav. 03) rappresentando le limitazioni d'uso del territorio derivanti da normative e piani sovraordinati in vigore di contenuto prettamente geologico con particolare riferimento a:

- Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, approvato con d.p.c.m. 24 maggio 2001;
- Piano Stralcio delle Fasce Fluviali approvato con d.p.c.m. 24 luglio 1998;
- Quadro del Dissesto come presente nel SIT regionale.

3.3 CARTA DI FATTIBILITA'

La carta di fattibilità geologica per le azioni di piano fornisce le indicazioni in ordine alle limitazioni e destinazioni d'uso del territorio ed è stata desunta dalla carta di sintesi e dalla carta dei vincoli attribuendo i diversi valori di classe di fattibilità. Sulla carta sono state sovrapposte le aree soggette ad amplificazione sismica locale e le aree soggette ad instabilità desunte dalla carta di pericolosità sismica locale.

La carta deve essere utilizzata congiuntamente alle "norme geologiche di Piano" che ne riportano la relativa normativa d'uso.

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.