

**REGIONE PIEMONTE
PROVINCIA DI TORINO
COMUNE DI OULX**

**INDAGINI GEOFISICHE DI TIPO SISMICO A RIFRAZIONE E MASW
IN LOCALITA' BAUME**



RAPPORTO INTERPRETATIVO DELLE INDAGINI

<i>ELABORATO N°</i>	<i>ALLEGATO N°</i>	<i>CODICE</i>	 <p style="text-align: center;">COMPAGNIA TORINESE MONITORAGGI Srl</p>		
GF-ig	--	10025\GF-ig			
<i>COMMITTENTE</i>					
 SIS S.p.a. SIS Scpa Via Inverio, 24/a 10146 TORINO					
<i>2</i>					
<i>1</i>			<i>M. Brunatto</i>	<i>G. Sola</i>	<i>G. Sola</i>
<i>0</i>	GIUGNO 2010	Edizione	Ing. M. Brunatto	Dott. G. Sola	Dott. G. Sola
<i>REV.</i>	<i>DATA</i>	<i>DESCRIZIONE</i>	<i>REDATTO</i>	<i>CONTROLLATO</i>	<i>APPROVATO</i>



REGIONE PIEMONTE
PROVINCIA DI TORINO
COMUNE DI OULX

INDAGINI GEOFISICHE DI TIPO SISMICO A RIFRAZIONE E MASW
IN LOCALITA' BAUME

Rapporto interpretativo delle indagini

Giugno 2010

SOMMARIO

PREMESSA	
INDAGINE SISMICA A RIFRAZIONE.....	
INDAGINE GEOFISICA MASW.....	
ANALISI DEI RISULTATI.....	
<i>ALLEGATI</i>	
INDAGINE GEOFISICA SISMICA A RIFRAZIONE.....	
INDAGINE GEOFISICA MASW.....	
DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA.....	



PREMESSA

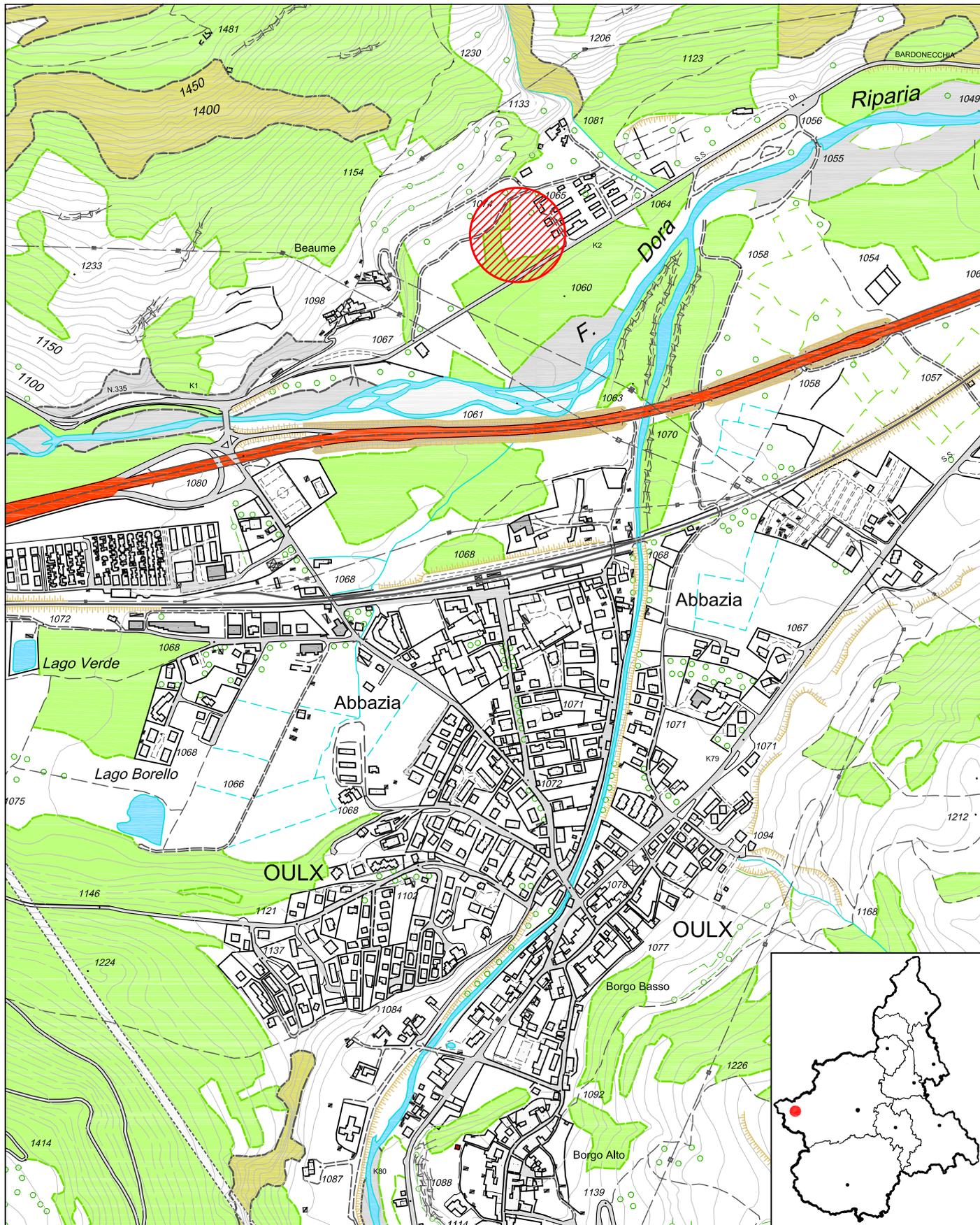
Il giorno 11/06/2010 è stata condotta un'indagine geofisica di tipo sismico a rifrazione e MASW in Località Baume nel Comune di Oulx (TO), volta alla determinazione dell'andamento del substrato roccioso e delle velocità delle onde S.

L'indagine è stata strutturata in n° 3 stendimenti geosismici a rifrazione aventi 24 geofoni ciascuno (denominati ST 01, ST 02 ed ST 03 secondo la nomenclatura fornitaci dai Progettisti), aventi lo scopo di definire un'ipotesi di andamento degli strati di terreno con la profondità in funzione delle variazioni di velocità delle onde sismiche, delle tipologie e delle caratteristiche meccaniche del terreno interessato.

È stato inoltre eseguito uno stendimento sismico di tipo MASW composto da 24 geofoni (denominato MASW 01) allo scopo di determinare il valore delle velocità delle onde S nei primi 30 metri di profondità.

Le stese sono state ubicate seguendo le indicazioni della Committenza; nel dettaglio ST 01, ST 02 ed ST 03 risultano lunghe 115 metri (distanza intergeofonica pari a 5 metri), MASW 01 43 metri (distanza tra i geofoni pari a 2 metri).

Nel presente report sono illustrate le metodologie di indagine, le modalità di rilievo e di interpretazione dei dati acquisiti e i risultati ottenuti.



COROGRAFIA DI INQUADRAMENTO GENERALE
 DELL'AREA OGGETTO DELL'INTERVENTO
 (Reg. Piemonte - C.T.R. Vettoriale Sez. 153150)





INDAGINE SISMICA A RIFRAZIONE

Descrizione del metodo

Il metodo sismico a rifrazione utilizza la determinazione della velocità di propagazione delle onde longitudinali (onde P) e talvolta trasversali (onde S) nel sottosuolo per caratterizzare l'assetto litostratigrafico in termini di presenza di strati a diversa velocità sismica.

Le onde sono generate e si propagano nel terreno ogni qualvolta quest'ultimo è sottoposto a sollecitazioni sia di tipo naturale (terremoti), sia artificiale (esplosioni, mazze battenti, ecc.), con velocità che sono funzione delle caratteristiche elastiche dei materiali attraversati e quindi delle caratteristiche litologiche degli stessi e del loro stato di conservazione.

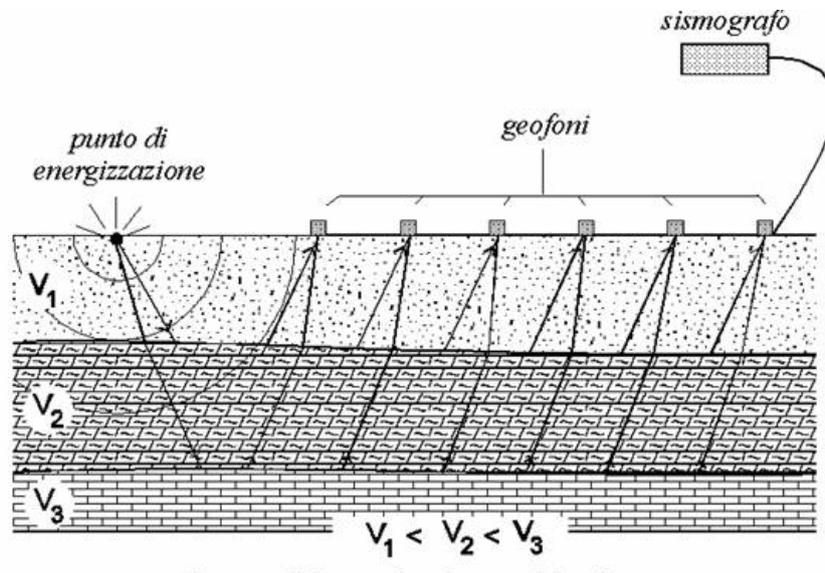
Depositi incoerenti (ghiaie, sabbie, detriti in genere) hanno velocità sismiche notevolmente inferiori alle velocità riscontrabili nelle rocce coerenti (calcari, graniti, ecc.); approssimativamente i primi hanno velocità che possono variare da 0.35 km/s a 1.4 km/s; le rocce coerenti hanno, invece, valori generalmente superiori ai 2.0 km/s.

Lo studio della propagazione delle onde sismiche consente quindi di valutare le proprietà meccaniche e fisiche dei terreni e la compattezza dei materiali da queste attraversati, individuando una possibile geometria delle prime unità sottostanti la coltre superficiale, la profondità in cui si trova la roccia di fondo ("bedrock"), la sua forma e talora, in terreni alluvionali, la profondità della falda freatica.

La tecnica di prospezione sismica a rifrazione consiste nella misura dei tempi di primo arrivo delle onde sismiche generate in un punto in superficie (punto di sparo o energizzazione), in corrispondenza di una serie di punti (geofoni) disposti secondo un allineamento sulla superficie topografica.

Operativamente si dispone lungo l'allineamento che si desidera ispezionare una serie di trasduttori velocimetrici (geofoni) posizionati secondo una ripetitività geometrica (equidistanti) ed in numero tale da soddisfare le finalità diagnostiche. In funzione della risoluzione e della profondità ricercate, si scelgono i punti di produzione dell'energia elastica (shot) che saranno disposti in posizioni

simmetriche rispetto alla copertura geofonica. Anche il numero e l'intensità degli scoppi dipende dalla profondità di investigazione e dal grado di definizione finale dei risultati desiderato.



Schema di rifrazione sismica

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

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

Per registrare simultaneamente gli impulsi sismici rilevati dai geofoni è necessario l'utilizzo di una strumentazione elettronica multicanale, a bassissimo rumore interno, ad alta velocità di campionamento, dotata di supporto magnetico per la registrazione dei dati ottenuti dopo opportuna amplificazione, filtraggio e conversione analogico/digitale.

Per generare le onde sismiche si utilizza un apposito fucile sismico o in alternativa una massa battente. L'impulso di sparo viene trasmesso immediatamente al sismografo per consentire una registrazione sincronizzata al tempo 0.



Le sezioni sismiche sono costituite da 24 o più geofoni (verticali e orizzontali) allineati a passo costante e vengono energizzate in cinque, sette o nove punti in linea interni ed esterni alle stesse.

La procedura di elaborazione dati è sinteticamente descrivibile nei passi seguenti.

- Trasferimento dei sismogrammi al programma di prelevamento dei tempi di primo arrivo;
- Emissione delle dromocrone misurate sia in forma grafica che in forma leggibile dal programma di elaborazione tradizionale basato su l'algoritmo GRM (Generalized Reciprocal Method);
- Immissione dei valori delle quote dei geofoni e degli spari nel programma di interpretazione GRM e lettura delle dromocrone misurate;
- Elaborazione dei dati e interpretazione tradizionale;
- Emissione delle sezioni interpretate riportanti le interfacce fra strati di diversa velocità sismica e i valori stessi di velocità. Si noti che le velocità sismiche attribuite a ciascuno strato sono caratterizzate da un gradiente nullo in direzione verticale (sono costanti in verticale per ogni strato);
- Emissione di un file riportante l'ubicazione e la quota di ciascun punto di sparo e di ciascun geofono, leggibile dal programma di iterazione tomografica e di ray-tracing (tracciamento dei percorsi dei raggi sismici);
- Emissione del modello bidimensionale del terreno ricavato dalla procedura GRM sotto forma di una matrice a celle di dimensione definibile (inferiori al metro), adatta ad essere letta dal programma di ray-tracing e di elaborazione tomografica. L'interpretazione GRM viene quindi a fornire il modello iniziale delle velocità del terreno, necessario ad attivare le iterazioni del completo modello matematico bidimensionale (modellizzazione tomografica). Il terreno viene quindi suddiviso in celle di dimensione minima, ciascuna dotata di una diversa velocità sismica e ciascuna pronta a venir modificata dalla procedura di iterazione tomografica allo scopo di ridurre al minimo l'errore fra le dromocrone calcolate in base al modello di terreno e quelle effettivamente misurate durante la prospezione.



Finalità e programmazione dello studio

L'indagine è stata eseguita con la finalità di individuare la geometria e le dimensioni (spessore) di strati di terreno caratterizzati da valori di velocità sismiche sufficientemente omogenei e le cui caratteristiche fossero correlabili a quelle delle litologie individuate in sito mediante indagine diretta, confrontando, ove possibile, i risultati ottenuti in prossimità con le stratigrafie dei sondaggi geognostici più vicini.

Per l'ubicazione in sito degli stendimenti si faccia riferimento alla planimetria di Tav. 01GF.

Strumentazione utilizzata

Per il rilievo sismico è stata utilizzata la seguente strumentazione:

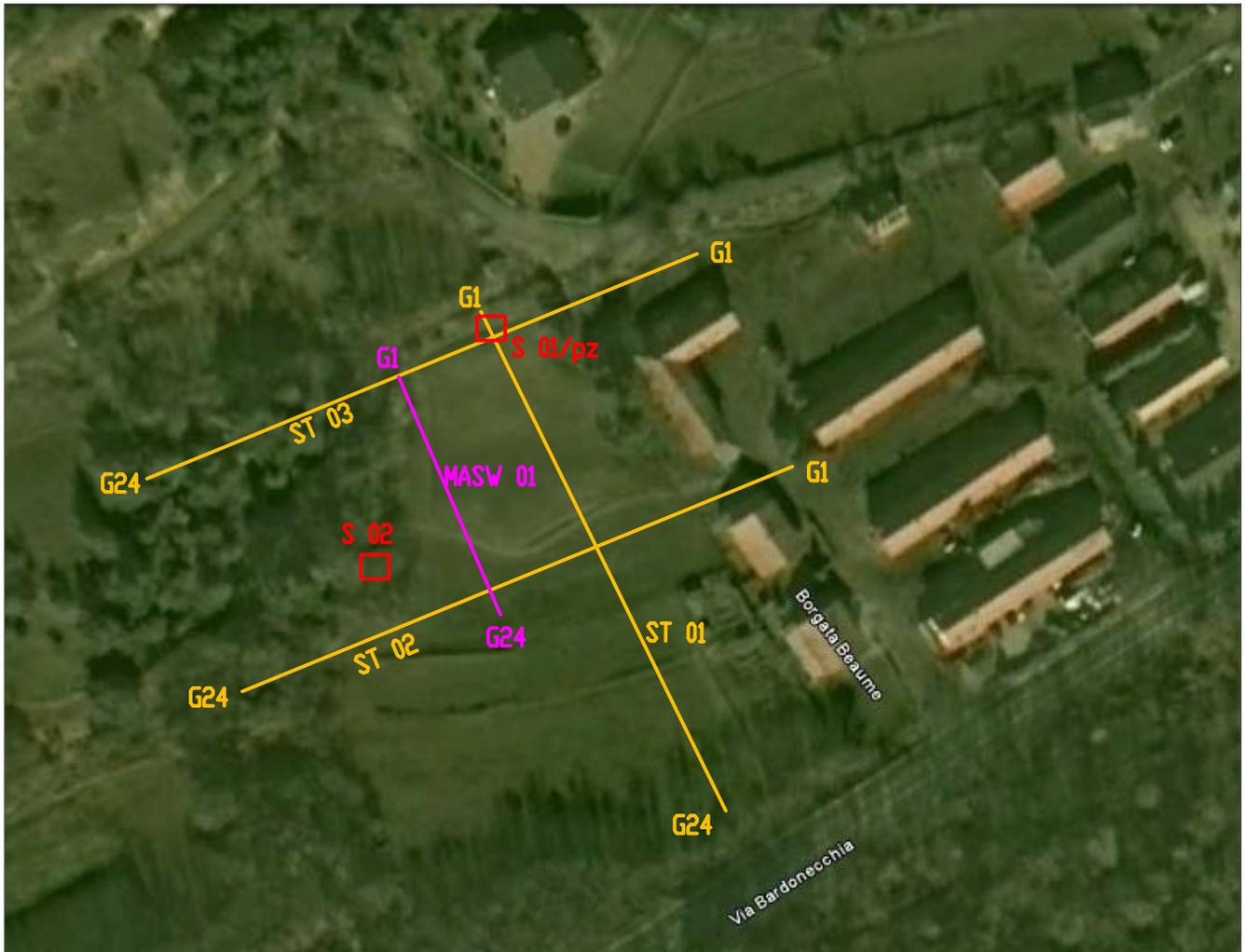
- Sismografo 24 canali
- Canale aggiuntivo segnale di starter non filtrato
- 24 geofoni verticali con frequenza naturale di 8 Hz, contenitore ermetico, puntale
- Fucile sismico (minibang) con cartucce da 8mm per l'energizzazione
- Sistema di trigger
- Alimentazione 12V – 3A
- Set di connessioni d'uso

Specifiche Unità di Acquisizione Dati

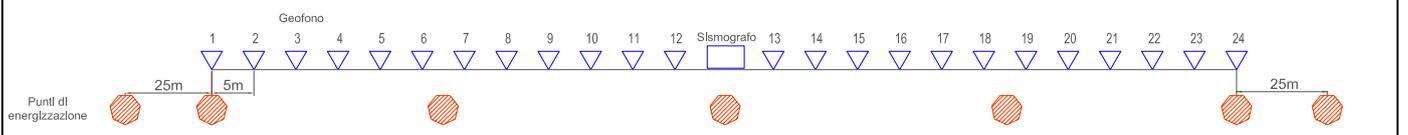
- Canali: 24
- Risoluzione: 16 bit
- Dinamica: equiv. 22 bit su 24 canali camp 0.1 ms/canale con sovracampionamento
- Pretrigger: automatico
- Rumore: paria a 1 lsb con ingressi canali in corto
- Trigger: segnale, apertura e chiusura
- Alimentazione: 12V - 3A

Specifiche Unità Centrale

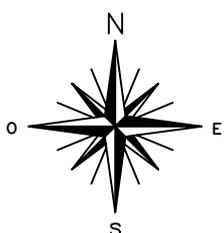
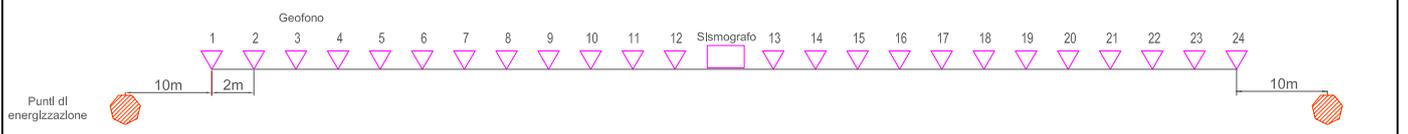
- CPU NS Geode GXLV 233MHz
- Memoria RAM 128 Mb PC200 Mhz



Schema della configurazione degli stendimenti sismici a rifrazione



Schema della configurazione dello stendimento MASW



- Stendimento sismico a rifrazione
- Stendimento MASW
- Punti di energizzazione
- G24 Numero geofono
- Sondaggi geognostici

REGIONE PIEMONTE PROVINCIA DI TORINO COMUNE DI OULX		
INDAGINI GEOFISICHE SISMICA A RIFRAZIONE E MASW		
File: 10025\T01GF.dwg	UBICAZIONE DEGLI STENDIMENTI	Tavola: 01GF



- Hard Disk 64 Mb on Compact Flash Disk Udma/33
- Display LCD 6,4" Tft a colori, touch screen
- Controller Fast Ethernet Intel 82559ER 10/100 Base-T
- Alimentazione con alimentatore Switching 12 Volt 3A
- Valigia in copolimeri di polypropylene antischiacciamento
- Temperatura di funzionamento da 0 a 60°C

Geometria degli stendimenti

Sono stati eseguiti n°3 stendimenti sismici (ST 01, ST 02 ed ST 03), costituiti da 24 geofoni ciascuno, al fine di determinare l'andamento delle Vp e, di conseguenza, stimare l'andamento del substrato.

La geometria degli stendimenti ha previsto una distanza intergeofonica pari a 5 metri, in grado quindi di coprire con 24 geofoni una lunghezza complessiva di 115 metri.

Ogni stendimento è stato poi energizzato in 7 punti; la necessità di 7 "shots" è legata alla scelta di invertire topograficamente il dato sismico acquisito. È infatti noto che la miglior soluzione deve essere caratterizzata da una copertura il più possibile omogenea del modello di sottosuolo che si vuole ricostruire.

I 7 scoppi sono stati eseguiti come definito nella pagina seguente dove si illustra schematicamente la geometria delle stese.

Al termine del rapporto è allegata la documentazione fotografica.

STENDIMENTO TIPO



SPARO	DESCRIZIONE
E1	A metà stendimento, in corrispondenza del sismografo
E2	A metà del semi stendimento di sinistra tra i geofoni 6 e 7
E5	Nel semi stendimento di destra tra i geofoni 18 e 19
E3	In corrispondenza del geofono 1
E6	In corrispondenza del geofono 24
E4	A circa 25 m di distanza dal geofono 1 lungo la linea di prosecuzione dello stendimento
E7	A circa 25 m di distanza dal geofono 24 lungo la linea di prosecuzione dello stendimento



INDAGINE GEOFISICA MASW

Nella maggior parte delle indagini sismiche per le quali si utilizzano le onde compressive, più di due terzi dell'energia sismica totale generata viene trasmessa nella forma di onde di Rayleigh, la componente principale delle onde superficiali.

Ipotizzando una variazione di velocità dei terreni in senso verticale, ciascuna componente di frequenza dell'onda superficiale ha una diversa velocità di propagazione (chiamata velocità di fase) che, a sua volta, corrisponde ad una diversa lunghezza d'onda per ciascuna frequenza che si propaga: questa proprietà si chiama dispersione.

Sebbene le onde superficiali siano considerate rumore per le indagini sismiche che utilizzano le onde di corpo (riflessione e rifrazione), la loro proprietà dispersiva può essere utilizzata per studiare le proprietà elastiche dei terreni superficiali.

La costruzione di un profilo verticale di velocità delle onde di taglio (V_s), ottenuto dall'analisi delle onde piane della modalità fondamentale delle onde di Rayleigh è una delle pratiche più comuni per utilizzare le proprietà dispersive delle onde superficiali.

Questo tipo di analisi fornisce i parametri fondamentali comunemente utilizzati per valutare la rigidità superficiale, una proprietà critica per molti studi geotecnici.

L'intero processo comprende tre passi successivi:

- l'acquisizione delle onde superficiali (ground roll);
- la costruzione di una curva di dispersione (il grafico della velocità di fase rispetto alla frequenza);
- l'inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle V_s .

Il principale vantaggio di un metodo di registrazione multicanale è la capacità di riconoscimento dei diversi comportamenti, che consente di identificare ed estrarre il segnale utile dall'insieme di varie e differenti tipi di onde sismiche.



Quando un impatto è applicato sulla superficie del terreno, tutte queste onde vengono simultaneamente generate con differenti proprietà di attenuazione, velocità e contenuti spettrali.

Queste proprietà sono individualmente identificabili in una registrazione multicanale e lo stadio successivo del processo fornisce grande versatilità nell'estrazione delle informazioni utili.

Per ottenere un profilo Vs bisogna produrre un treno d'onde superficiali a banda larga e registrarlo minimizzando il rumore. Una molteplicità di tecniche diverse sono state utilizzate nel tempo per ricavare la curva di dispersione, ciascuna con i suoi vantaggi e svantaggi.

L'inversione della curva di dispersione viene realizzata iterativamente, utilizzando la curva di dispersione misurata come riferimento sia per la modellizzazione diretta che per la procedura ai minimi quadrati.

Quando si generano le onde piane della modalità fondamentale delle onde di Rayleigh, vengono generate anche una molteplicità di tipi diversi di onde. Fra queste le onde di corpo, le onde superficiali non piane, le onde riverberate (back scattered) dalle disomogeneità superficiali, il rumore ambientale e quello imputabile alle attività umane.

Le onde di corpo sono in vario modo riconoscibili in un sismogramma multicanale. Quelle rifratte e riflesse sono il risultato dell'interazione fra le onde e l'impedenza acustica (il contrasto di velocità) fra le superfici di discontinuità, mentre le onde di corpo dirette viaggiano, come è implicito nel nome, direttamente dalla sorgente ai ricevitori (geofoni).

Le onde che si propagano a breve distanza dalla sorgente sono sempre onde superficiali. Queste onde, in prossimità della sorgente, seguono un complicato comportamento non lineare e non possono essere trattate come onde piane.

Le onde superficiali riverberate (back scattered) possono essere prevalenti in un sismogramma multicanale se in prossimità delle misure sono presenti discontinuità orizzontali quali fondazioni e muri di contenimento.



Le ampiezze relative di ciascuna tipologia di rumore generalmente cambiano con la frequenza e la distanza dalla sorgente.

Ciascun rumore, inoltre, ha diverse velocità e proprietà di attenuazione che possono essere identificate sulla registrazione multicanale grazie all'utilizzo di modelli di coerenza e in base ai tempi di arrivo e all'ampiezza di ciascuno.

La scomposizione di un campo di onde registrate in un formato a frequenza variabile consente l'identificazione della maggior parte del rumore, analizzando la fase e la frequenza dipendentemente dalla distanza dalla sorgente.

La scomposizione può essere quindi utilizzata in associazione con la registrazione multicanale per minimizzare il rumore durante l'acquisizione.

La scelta dei parametri di elaborazione così come del miglior intervallo di frequenza per il calcolo della velocità di fase, può essere fatto con maggior accuratezza utilizzando dei sismogrammi multicanale.

Una volta scomposto il sismogramma, una opportuna misura di coerenza applicata nel tempo e nel dominio della frequenza può essere utilizzata per calcolare la velocità di fase rispetto alla frequenza.

La velocità di fase e la frequenza sono le due variabili (x ; y), il cui legame costituisce la curva di dispersione.

E' anche possibile determinare l'accuratezza del calcolo della curva di dispersione analizzando la pendenza lineare di ciascuna componente di frequenza delle onde superficiali in un singolo sismogramma. In questo caso MASW permette la miglior registrazione e separazione ad ampia banda ed elevati rapporti S/N. Un buon rapporto S/N assicura accuratezza nel calcolo della curva di dispersione, mentre l'ampiezza di banda migliora la risoluzione e la possibile profondità di indagine del profilo V_s di inversione.



Stendimento di geofoni verticali

Le onde di superficie sono facilmente generate da una sorgente sismica quale, ad esempio, una mazza battente. La configurazione base di campo e la routine di acquisizione per la procedura MASW sono generalmente le stesse utilizzate in una convenzionale indagine a riflessione (CMP). Però alcune regole operative per MASW sono incompatibili con l'ottimizzazione della riflessione. Questa similitudine permette di ottenere, con la procedura MASW, delle sezioni superficiali di velocità che possono essere utilizzate per accurate correzioni statiche dei profili a riflessione.



Finalità e programmazione dello studio

L'indagine sismica MASW è stata realizzata per determinare il valore delle velocità delle onde S nei primi 30 metri e, di conseguenza, valutare il parametro V_{S30} del terreno in fase di studio.

L'indagine sismica multicanale è servita a fornire un valore dello stato di addensamento del sottosuolo fino a 30m da piano campagna.

La Normativa Italiana (Decreto Ministeriale del 14/01/2008 Norme Tecniche per le costruzioni e S.O. n. 30 alla G.U. n. 29 del 04/02/08), coerentemente con quanto indicato nell'Eurocodice 8, prevede una classificazione del sito in funzione sia della velocità delle onde S nella copertura sia dello spessore della stessa. Vengono identificate 5 classi, A, B, C, D e E a ognuna delle quali è associato uno spettro di risposta elastico. Lo schema indicativo di riferimento per la determinazione della classe del sito è il seguente:

Classe	Descrizione
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di V_{S30} superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{S30} compresi fra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{spt30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{S30} compresi fra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{spt30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).



D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{S30} inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{spt30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_{S30} > 800$ m/s).

Per V_{S30} s'intende la media pesata delle velocità delle onde S negli strati fino a 30 metri di profondità dal piano di posa della fondazione.

In generale il fenomeno dell'amplificazione sismica diventa più accentuato passando dalla classe A alla classe E.

Strumentazione utilizzata

La strumentazione coinvolta nell'indagine sismica MASW è la stessa descritta nel capitolo relativo all'indagine sismica a rifrazione, con differenze nella disposizione dei geofoni (ogni 2 metri contro i 5 dell'indagine precedente) e nelle caratteristiche di acquisizione (fondoscala inferiore, tempo di registrazione inferiore).



Geometria dello stendimento

E' stato realizzato n° 1 stendimento sismico MASW (denominato MASW 01), costituito da 24 geofoni e ubicato parallelamente allo stendimento sismico a rifrazione ST 01, come mostrato nella Tav. 01GF, in modo da determinare con precisione il parametro V_{S30} .

Lo stendimento ha previsto la collocazione dei geofoni ad una distanza reciproca di 2m fino a coprire un'estensione lineare di 46m complessivi.

L'energizzazione è stata effettuata in 2 punti, collocati rispettivamente a circa 10m di distanza dal primo e dall'ultimo geofono dello stendimento, sparando nel terreno una cartuccia da 8mm con un apposito fucile.

Un geofono 'starter' è stato disposto accanto ad ogni punto di energizzazione per dare inizio alla registrazione del segnale trasmesso dai 24 geofoni al sismografo multicanale.

La scelta di energizzare lo stendimento in due punti diversi è dettata dalla possibilità, in fase di elaborazione dati, di selezionare la registrazione migliore e più chiara ai fini del calcolo del V_{S30} ; pertanto in allegato viene presentata la tavola riepilogativa di un solo sismogramma.



ANALISI DEI RISULTATI

Indagine sismica a rifrazione

I risultati dell'indagine sono presentati nelle tavole allegate denominate da All. 01GF, All. 02GF e All. 03GF.

Ogni tavola riporta i grafici relativi alle dromocrone misurate e traslate (grafici tempi/distanze), i percorsi dei raggi sismici, le sezioni verticali con indicazione della velocità delle onde sismiche P all'interno degli strati individuati e l'interpretazione del modello di velocità.

Nella lettura delle sezioni verticali occorre tenere in considerazione come la superficie di separazione tra due strati risulta dall'unione delle profondità dei rifrattori al di sotto di ogni geofono, per cui può risultare piuttosto ondulata, con un andamento che non sempre si può ricondurre alla reale conformazione geomorfologica del sottosuolo.

ST 01

È stato determinato uno strato di materiale di copertura detritica con velocità progressivamente crescenti (fino al valore di 1.4 km/s) per uno spessore che oscilla intorno agli otto – dieci metri nella parte indagata dai primi geofoni (topograficamente più in alto) e circa 6 metri nella parte finale della stesa.

Al di sotto di questo strato sono state registrate velocità delle onde sismiche maggiori, dovute al rinvenimento del substrato alterato, fino al raggiungimento di valori tipici del substrato litoide (≥ 1.8 km/s) oltre i sedici metri da p.c. lungo tutta la stesa, con un avvallamento (circa 20 metri da p.c.) a circa 90 metri dall'inizio della stesa, nella parte topograficamente più in basso.

ST 02

Anche per la stesa ST 02 è stato riscontrato un mezzo (terreno di copertura detritica) dalle velocità progressivamente crescenti (fino al valore di circa 1.4 km/s), per uno spessore che oscilla tra circa 17 metri nella parte indagata dai primi geofoni (lato case del villaggio della Baume) e circa 5 metri nella parte finale della stesa.

Al di sotto di questo strato sono state registrate velocità delle onde sismiche maggiori, dovute alla presenza del substrato alterato, fino al raggiungimento di valori tipici del substrato litoide (≥ 1.8



km/s), che si dispone seguendo l'andamento delineato dallo strato superiore: si riscontra infatti a profondità maggiori (circa 25 metri da p.c.) nella parte iniziale della stesa e, man mano che si procede verso l'ultimo geofono, a profondità più contenute (circa 8 metri da p.c. in corrispondenza del geofono 24), confermando quanto rilevato dal sondaggio geognostico (S 02) posto nelle vicinanze.

ST 03

Anche lo stendimento ST 03 ha evidenziato un andamento simile a quello mostrato da ST 02, rilevando uno strato costituito da terreno di copertura detritica (velocità delle onde sismiche fino a circa 1.4 km/s) con spessori compresi tra circa 13 – 14 metri nella prima metà della stesa (lato villaggio della Baume) e pochi metri nella parte finale.

Al di sotto di tale strato le velocità delle onde P sono crescenti e raggiungono valori tipici del substrato roccioso (V_p oltre 1.8 km/s) in corrispondenza di circa 20 metri da p.c. nei primi 70 metri dalla posizione del geofono 1 mentre nella parte finale della stesa tali velocità sono state riscontrate a profondità via via più superficiali, fino a circa 4 metri da p.c. in corrispondenza del geofono 24.

Le indicazioni fornite dai tre stendimenti realizzati sono confrontabili tra loro e confermano quanto evidenziato dalle stratigrafie dei due sondaggi geognostici presenti nelle vicinanze (S 01/pz ed S 02).

Indagine MASW

I risultati dell'indagine sono riportati nel seguito; oltre a una planimetria con indicazione dello stendimento (Tav. 01GF), è stata allegata la tavola contenente il sismogramma registrato in fase di misura e i relativi grafici ottenuti dall'elaborazione (All. 04GF).

La tavola riporta il sismogramma prodotto dai 24 geofoni in fase di acquisizione dati, ossia a seguito dell'attivazione del geofono starter dopo l'energizzazione, le curve delle velocità rapportate alla frequenza ed alla profondità del terreno, una tabella di calcolo del V_{S30} ed il valore finale di V_{S30} .

I risultati ottenuti consentono di evidenziare un mezzo dalle mediocri caratteristiche, costituito nei primi sette metri da materiale con velocità delle onde S basse (intorno a 220 m/s); man mano che si scende in profondità le velocità sono risultate progressivamente crescenti, con un incremento



maggiore tra 7 e 14 metri da piano campagna (V_s pari a circa 440 m/s) e superando i 550 m/s oltre i 25 metri di profondità, a testimonianza della presenza di strati con un grado di compattazione progressivamente crescente con la profondità e migliori proprietà meccaniche (substrato roccioso).

Il risultato finale dello stendimento è pertanto molto dettagliato per quanto riguarda i primi trenta metri di profondità e permette di evidenziare la presenza di un materiale dalle buone caratteristiche meccaniche (substrato roccioso) soltanto oltre circa 14 metri (V_s pari a circa 500 m/s).

Per il calcolo del V_{s30} è stata utilizzata la formula proposta dall'O.P.C.M. 3274 s.m.i., ovvero:

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

h_i = Spessore in metri dello strato i -esimo

V_i = Velocità dell'onda di taglio i -esima

N = Numero di strati

Dall'applicazione della relazione precedente si è ricavato quanto segue:

MASW 01 : $V_{s30} = 374$ m/s;

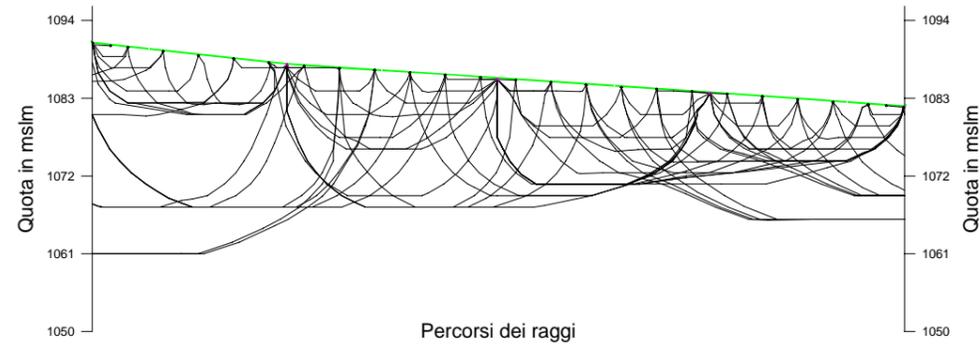
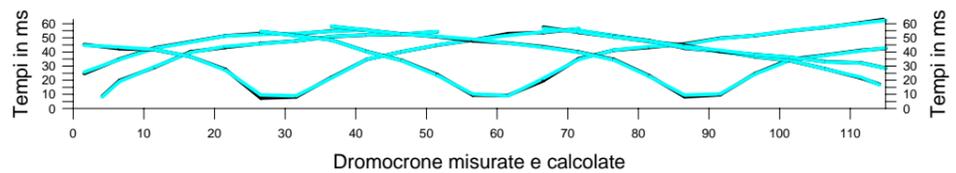
In riferimento al Decreto Ministeriale del 14/01/2008 (Norme Tecniche per le costruzioni) e alla Successiva Ordinanza n. 30 riportante alla G.U. n. 29 del 04/02/08), il sito in esame si colloca pertanto all'interno della categoria B che fornisce la seguente descrizione di terreno generalmente incontrato:

Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi fra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{spt30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).

Si noti come il valore ottenuto si colloca all'inizio della fascia B, poco oltre il limite di separazione tra la classe C e la B.

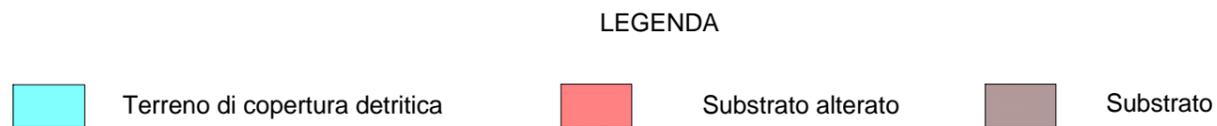
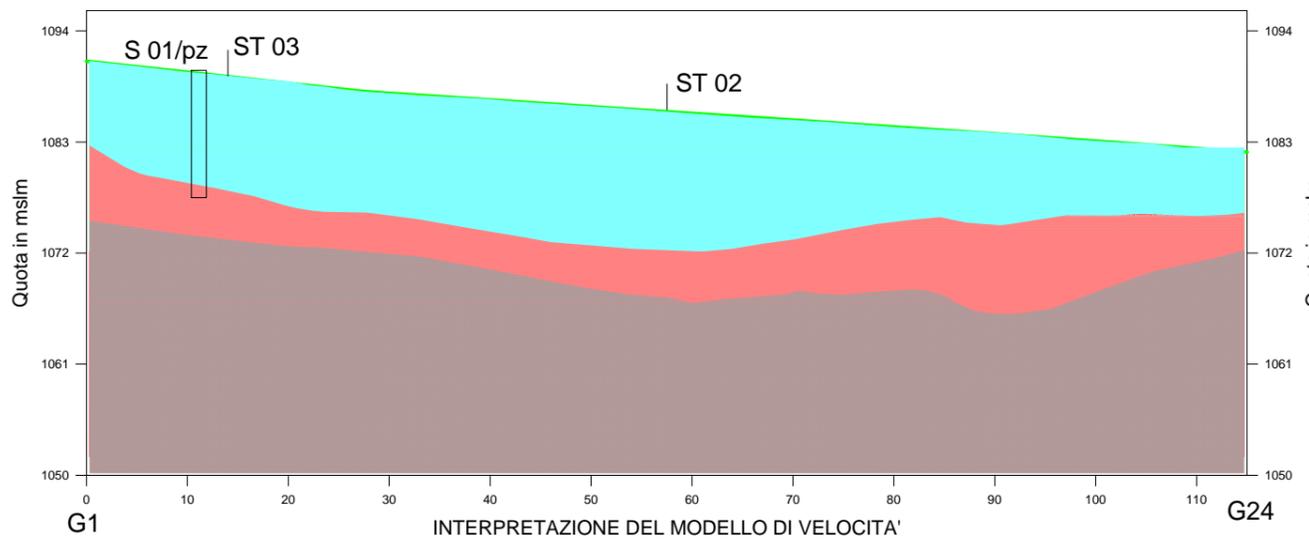
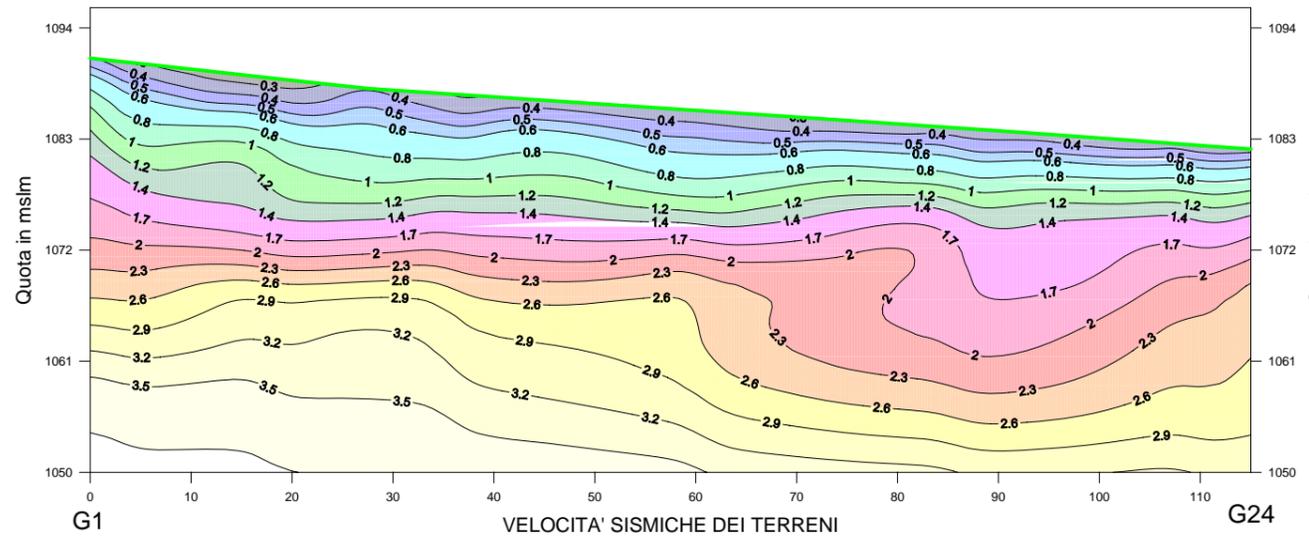
ALLEGATI

**INDAGINE GEOFISICA
SISMICA A RIFRAZIONE**



File with raypaths: b.ray
 Number of data: 90
 RMS relative residual(%): 4.414084

#	Source	Receiver	T obs.:	T calc.:	T - T0	Resid.:				
2	-25.000	1095.000	0.000	5.000	1090.460	0.000	32.700	32.391	0.309	0.955
3	-25.000	1095.000	0.000	10.000	1089.910	0.000	40.600	40.207	0.393	0.978
5	-25.000	1095.000	0.000	25.000	1088.270	0.000	50.700	50.096	0.604	1.205
6	-25.000	1095.000	0.000	30.000	1087.830	0.000	50.400	50.733	-0.333	-0.657
8	-25.000	1095.000	0.000	40.000	1087.170	0.000	53.300	53.420	-0.120	-0.224
9	0.000	1091.000	0.000	2.500	1089.730	0.000	6.400	5.941	0.459	7.719
11	0.000	1091.000	0.000	10.000	1089.910	0.000	27.000	27.326	-0.326	-1.193
12	0.000	1091.000	0.000	15.000	1089.360	0.000	37.800	37.238	0.562	1.510
14	0.000	1091.000	0.000	25.000	1088.270	0.000	43.700	43.462	0.238	0.547
15	0.000	1091.000	0.000	30.000	1087.830	0.000	45.500	45.487	0.013	0.029
17	0.000	1091.000	0.000	40.000	1087.170	0.000	49.700	49.851	-0.151	-0.302
18	0.000	1091.000	0.000	45.000	1086.830	0.000	50.200	50.299	-0.099	-0.198
20	27.500	1088.000	0.000	0.000	1091.000	0.000	43.000	42.453	0.547	1.289
21	27.500	1088.000	0.000	5.000	1090.460	0.000	40.000	41.105	-1.105	-2.689
23	27.500	1088.000	0.000	15.000	1089.360	0.000	34.400	34.446	-0.046	-0.135
24	27.500	1088.000	0.000	20.000	1088.820	0.000	25.300	24.714	0.586	2.370
26	27.500	1088.000	0.000	30.000	1087.830	0.000	5.900	6.673	-0.773	-11.581
27	27.500	1088.000	0.000	35.000	1087.500	0.000	19.700	19.335	0.365	1.890
29	27.500	1088.000	0.000	45.000	1086.830	0.000	37.900	37.933	-0.033	-0.087
30	27.500	1088.000	0.000	50.000	1086.500	0.000	42.600	42.633	-0.033	-0.078
32	27.500	1088.000	0.000	60.000	1085.830	0.000	50.600	49.483	1.117	2.258
33	27.500	1088.000	0.000	65.000	1085.500	0.000	51.400	51.814	-0.414	-0.799
35	57.500	1086.000	0.000	25.000	1088.270	0.000	52.100	52.173	-0.073	-0.140
36	57.500	1086.000	0.000	30.000	1087.830	0.000	49.300	49.102	0.198	0.403
38	57.500	1086.000	0.000	40.000	1087.170	0.000	38.000	37.888	0.112	0.296
39	57.500	1086.000	0.000	45.000	1086.830	0.000	31.600	31.426	0.174	0.553
41	57.500	1086.000	0.000	55.000	1086.170	0.000	7.200	7.904	-0.704	-8.908
42	57.500	1086.000	0.000	60.000	1085.830	0.000	7.000	6.621	0.379	5.720
44	57.500	1086.000	0.000	70.000	1085.170	0.000	32.900	32.384	0.516	1.593
45	57.500	1086.000	0.000	75.000	1084.830	0.000	38.900	39.082	-0.182	-0.467
47	57.500	1086.000	0.000	85.000	1084.170	0.000	43.400	42.826	0.574	1.340
48	57.500	1086.000	0.000	90.000	1083.820	0.000	47.400	47.200	0.200	0.424
50	57.500	1086.000	0.000	100.000	1083.090	0.000	52.600	52.778	-0.178	-0.337
51	57.500	1086.000	0.000	105.000	1082.730	0.000	55.100	55.217	-0.117	-0.212
53	57.500	1086.000	0.000	115.000	1082.000	0.000	62.100	60.904	1.196	1.964
54	87.500	1084.000	0.000	35.000	1087.500	0.000	55.800	55.999	-0.199	-0.354
56	87.500	1084.000	0.000	50.000	1086.500	0.000	48.500	48.620	-0.120	-0.247
57	87.500	1084.000	0.000	55.000	1086.170	0.000	45.600	46.707	-1.107	-2.371
59	87.500	1084.000	0.000	65.000	1085.500	0.000	41.400	40.968	0.432	1.054
60	87.500	1084.000	0.000	70.000	1085.170	0.000	37.700	37.439	0.261	0.696
62	87.500	1084.000	0.000	80.000	1084.500	0.000	20.800	20.373	0.427	2.094
63	87.500	1084.000	0.000	85.000	1084.170	0.000	6.000	7.177	-1.177	-16.397
65	87.500	1084.000	0.000	95.000	1083.460	0.000	22.400	22.062	0.338	1.534
66	87.500	1084.000	0.000	100.000	1083.090	0.000	32.600	31.909	0.691	2.165
68	87.500	1084.000	0.000	110.000	1082.360	0.000	38.800	38.578	0.222	0.576
69	87.500	1084.000	0.000	115.000	1082.000	0.000	40.900	41.462	-0.562	-1.354
71	115.000	1082.000	0.000	75.000	1084.830	0.000	49.100	49.157	-0.057	-0.116
72	115.000	1082.000	0.000	80.000	1084.500	0.000	45.700	45.571	0.129	0.284
74	115.000	1082.000	0.000	90.000	1083.820	0.000	38.200	37.975	0.225	0.592
75	115.000	1082.000	0.000	95.000	1083.460	0.000	34.300	34.462	-0.162	-0.469
77	115.000	1082.000	0.000	105.000	1082.730	0.000	25.600	25.569	0.031	0.119
78	115.000	1082.000	0.000	110.000	1082.360	0.000	19.100	19.649	-0.549	-2.794
80	140.000	1083.000	0.000	65.000	1085.500	0.000	55.200	54.447	0.753	1.382
81	140.000	1083.000	0.000	70.000	1085.170	0.000	51.600	51.860	-0.260	-0.502
83	140.000	1083.000	0.000	80.000	1084.500	0.000	45.100	45.324	-0.224	-0.493
84	140.000	1083.000	0.000	85.000	1084.170	0.000	42.300	41.557	0.743	1.789
86	140.000	1083.000	0.000	95.000	1083.460	0.000	35.900	35.904	-0.004	-0.010
87	140.000	1083.000	0.000	100.000	1083.090	0.000	33.900	33.964	-0.064	-0.188
89	140.000	1083.000	0.000	110.000	1082.360	0.000	29.900	29.881	0.019	0.063
90	140.000	1083.000	0.000	115.000	1082.000	0.000	24.600	24.481	0.119	0.486



LEGENDA

Velocità

Dromocrone misurate Dromocrone calcolate

Strumento: EEG-BR24
 Geofoni: Geospace 8 Hz
 Energizzazione: Fucile sismico
 Elaborazione: GRM + inversione tomografica 2D

Scala orizzontale = 1:700 Scala verticale = 1:700

INDAGINE GEOFISICA

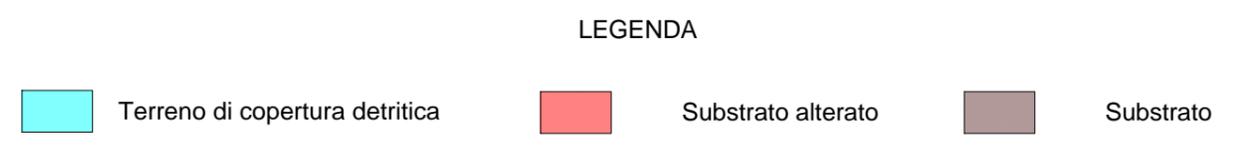
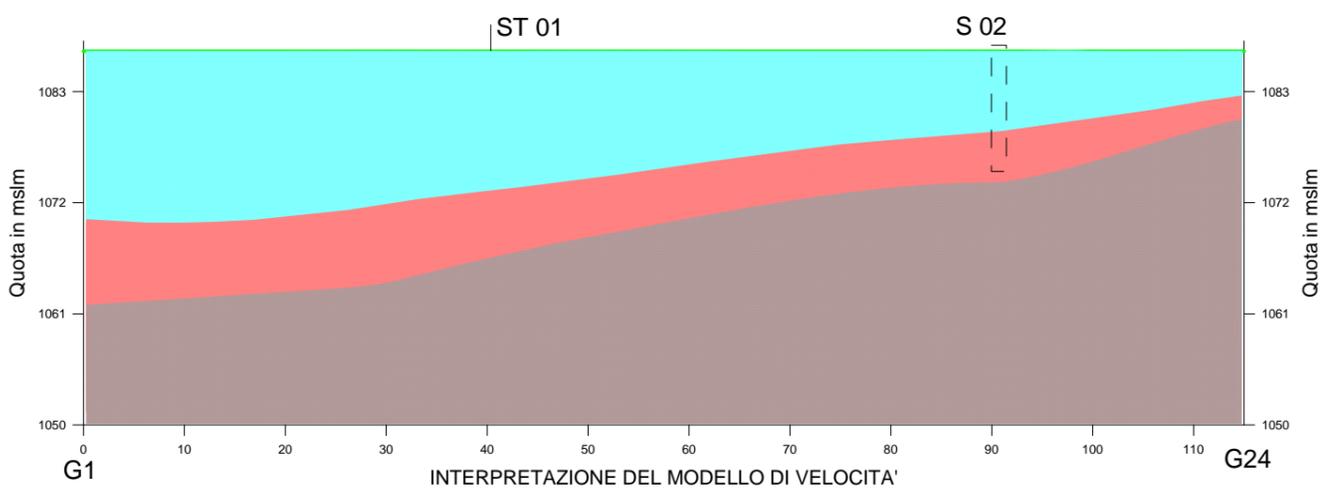
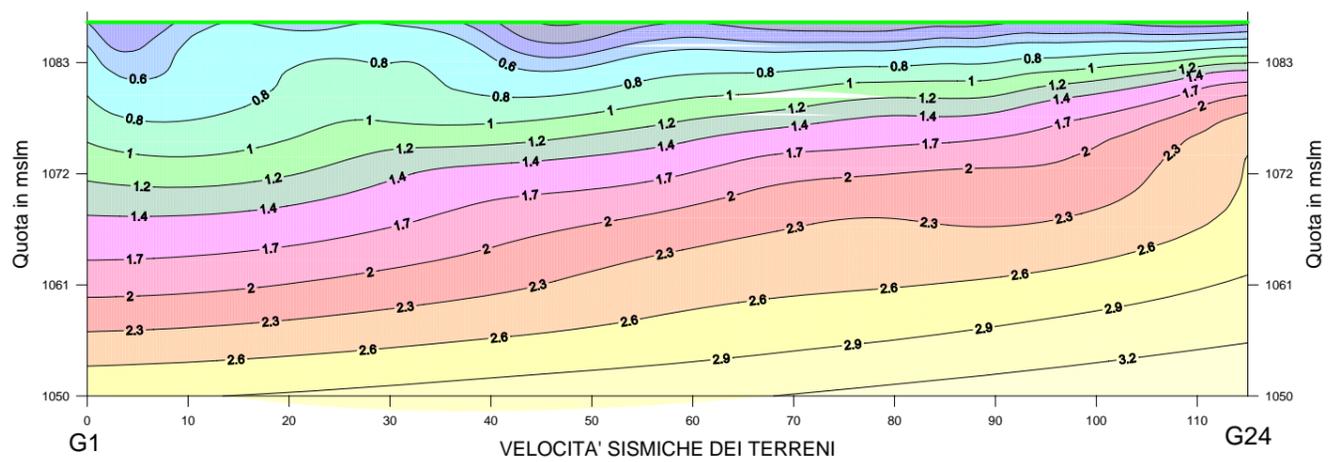
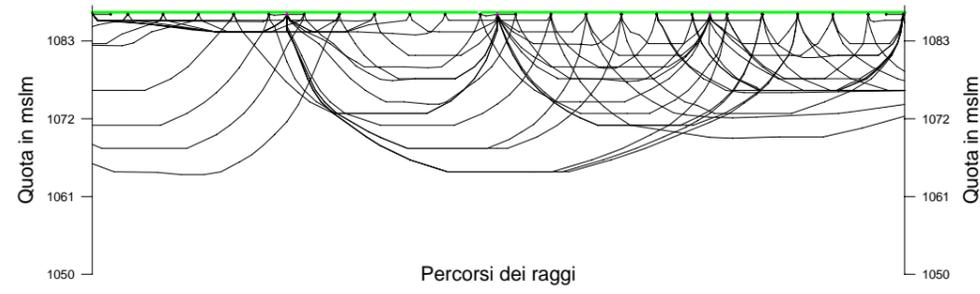
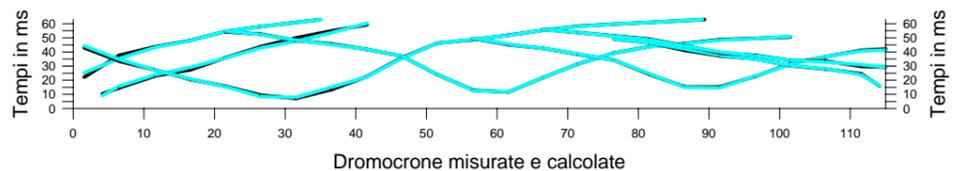
Santuario della Baume

SIS Scpa

Prospezione sismica a rifrazione

SEZIONI SISMICHE
SEZIONE ST01

All. 01GF **Giugno 2010**



File with raypaths: b.ray
 Number of data: 85
 RMS residual: 0.740221

#	Source	Receiver	T obs.:	T calc.:	T - T0	Resid.:
1	-25.000	1087.000	0.000	0.000	19.900	22.971 -3.071 -13.368
3	-25.000	1087.000	0.000	10.000	41.400	40.935 0.465 1.136
4	-25.000	1087.000	0.000	15.000	45.900	45.772 0.128 0.279
5	-25.000	1087.000	0.000	20.000	52.300	52.274 0.026 0.050
7	-25.000	1087.000	0.000	30.000	58.700	58.719 -0.019 -0.032
8	-25.000	1087.000	0.000	35.000	61.700	61.653 0.047 0.076
10	0.000	1087.000	0.000	5.000	12.400	13.538 -1.138 -8.409
11	0.000	1087.000	0.000	10.000	20.800	21.489 -0.689 -3.208
12	0.000	1087.000	0.000	15.000	25.100	26.787 -1.687 -6.297
14	0.000	1087.000	0.000	25.000	41.500	40.658 0.842 2.071
15	0.000	1087.000	0.000	30.000	47.700	45.336 2.364 5.215
16	0.000	1087.000	0.000	35.000	52.600	51.405 1.195 2.325
18	27.500	1087.000	0.000	0.000	40.700	42.176 -1.476 -3.500
19	27.500	1087.000	0.000	5.000	31.100	32.399 -1.299 -4.009
21	27.500	1087.000	0.000	15.000	18.300	18.695 -0.395 -2.115
22	27.500	1087.000	0.000	20.000	13.400	13.158 0.242 1.836
23	27.500	1087.000	0.000	25.000	7.100	6.132 0.968 15.782
25	27.500	1087.000	0.000	35.000	11.100	12.816 -1.716 -13.390
26	27.500	1087.000	0.000	40.000	20.151	0.149 0.738
28	27.500	1087.000	0.000	50.000	44.100	44.041 0.059 0.133
29	27.500	1087.000	0.000	55.000	46.400	46.557 -0.157 -0.338
30	27.500	1087.000	0.000	60.000	49.600	49.492 0.108 0.219
32	27.500	1087.000	0.000	70.000	56.000	55.898 0.102 0.182
33	27.500	1087.000	0.000	75.000	57.400	57.431 -0.031 -0.054
35	27.500	1087.000	0.000	95.000	62.200	62.283 -0.283 -0.454
36	27.500	1087.000	0.000	100.000	64.100	63.740 0.360 0.564
37	57.500	1087.000	0.000	20.000	52.000	52.507 -0.507 -0.966
39	57.500	1087.000	0.000	30.000	45.900	46.016 -0.116 -0.251
40	57.500	1087.000	0.000	35.000	43.400	43.020 0.380 0.883
42	57.500	1087.000	0.000	45.000	34.700	34.743 -0.043 -0.124
43	57.500	1087.000	0.000	50.000	21.700	21.786 -0.086 -0.392
44	57.500	1087.000	0.000	55.000	10.700	10.476 0.224 2.139
46	57.500	1087.000	0.000	65.000	19.700	19.714 -0.014 -0.073
47	57.500	1087.000	0.000	70.000	29.500	29.474 0.026 0.087
49	57.500	1087.000	0.000	80.000	41.600	41.520 0.080 0.192
50	57.500	1087.000	0.000	85.000	43.800	43.553 0.247 0.567
51	57.500	1087.000	0.000	90.000	46.500	46.180 0.320 0.693
53	57.500	1087.000	0.000	100.000	48.300	48.762 -0.462 -0.948
54	87.500	1087.000	0.000	55.000	47.400	47.522 -0.122 -0.256
56	87.500	1087.000	0.000	65.000	40.300	40.355 -0.055 -0.135
57	87.500	1087.000	0.000	70.000	36.000	36.178 -0.178 -0.493
58	87.500	1087.000	0.000	75.000	31.958	0.042 0.133
60	87.500	1087.000	0.000	85.000	13.000	12.694 0.306 2.410
61	87.500	1087.000	0.000	90.000	13.000	12.528 0.472 3.764
63	87.500	1087.000	0.000	100.000	29.500	29.032 0.468 1.611
64	87.500	1087.000	0.000	105.000	34.400	34.547 -0.147 -1.425
65	87.500	1087.000	0.000	110.000	38.900	38.461 0.439 1.142
67	115.000	1087.000	0.000	75.000	46.800	46.892 -0.092 -0.197
68	115.000	1087.000	0.000	80.000	44.300	44.310 -0.010 -0.022
70	115.000	1087.000	0.000	90.000	35.000	35.428 -0.428 -1.209
71	115.000	1087.000	0.000	95.000	32.800	32.569 0.240 0.737
73	115.000	1087.000	0.000	105.000	25.600	25.864 -0.264 -1.019
74	115.000	1087.000	0.000	110.000	22.200	21.662 0.538 2.482
75	115.000	1087.000	0.000	12.500	13.800	14.055 -0.255 -1.813
77	140.000	1087.000	0.000	70.000	51.500	51.437 0.063 0.122
78	140.000	1087.000	0.000	80.000	46.800	46.510 0.290 0.623
80	140.000	1087.000	0.000	90.000	37.000	37.732 -0.732 -1.940
81	140.000	1087.000	0.000	95.000	35.400	35.097 0.303 0.864
82	140.000	1087.000	0.000	100.000	31.800	31.892 -0.092 -0.290
84	140.000	1087.000	0.000	110.000	27.500	28.659 -1.159 -4.044
85	140.000	1087.000	0.000	115.000	26.800	26.335 0.465 1.764

LEGENDA

4 Velocità

3.5

3.2

2.9

2.6

2.3

2

1.7

1.4

1.2

1

0.8

0.6

0.5

0.4

0.3

0.2

Km/s

Dromocrone misurate

Dromocrone calcolate

Strumento: EEG-BR24
 Geofoni: Geospace 8 Hz
 Energizzazione: Fucile sismico
 Elaborazione: GRM + inversione tomografica 2D

Scala orizzontale = 1:700 Scala verticale = 1:700

INDAGINE GEOFISICA

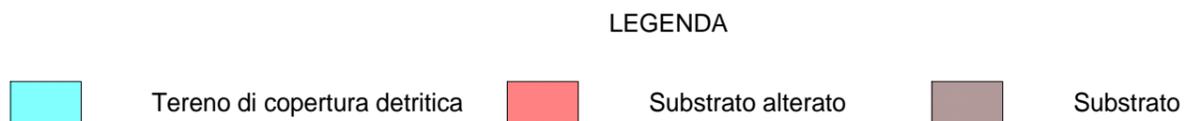
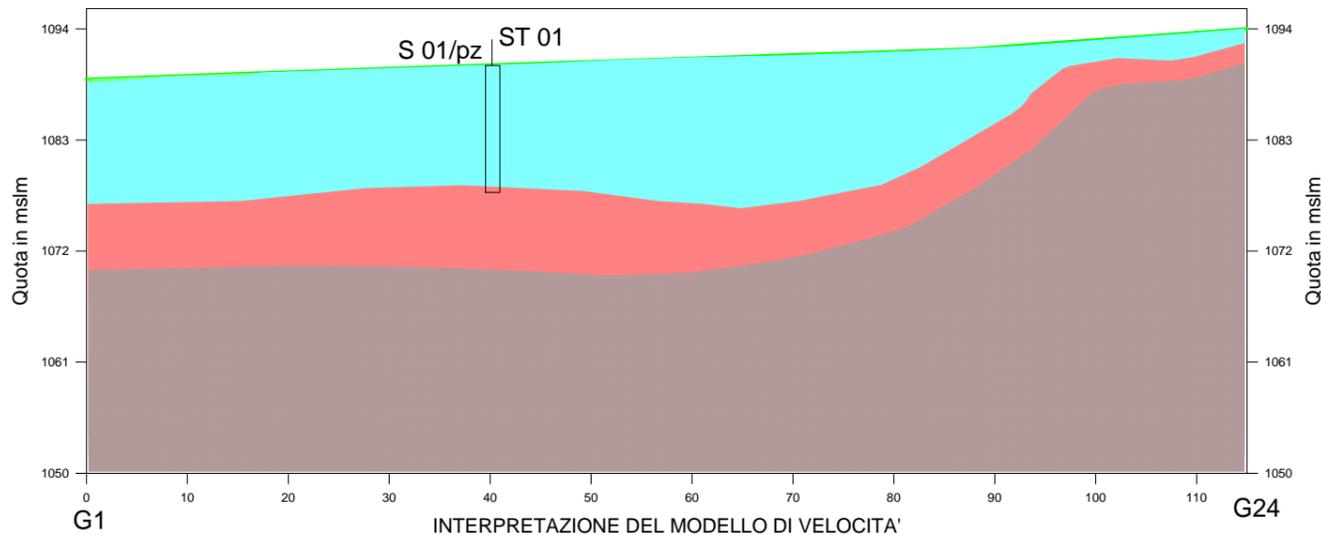
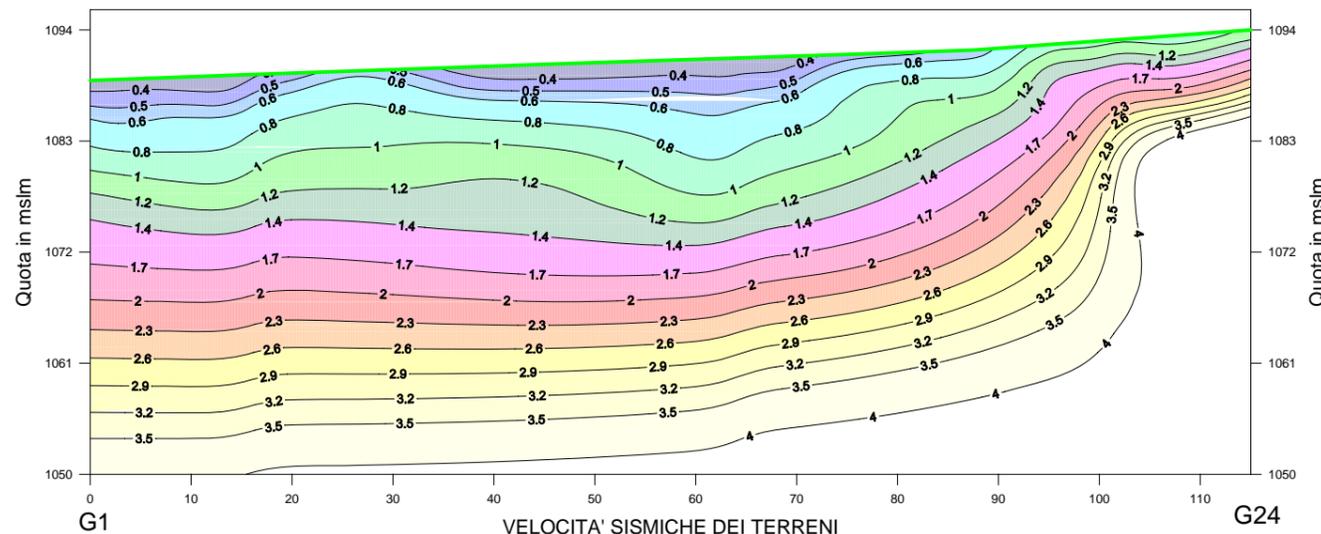
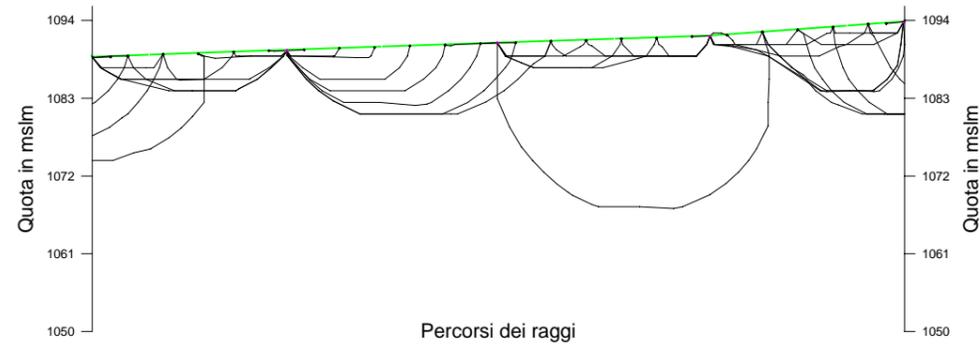
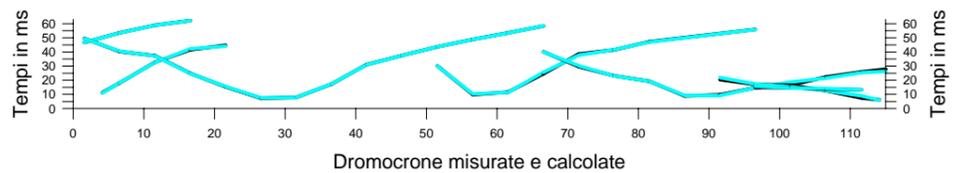
Santuario della Baume

SIS Scpa

Prospezione sismica a rifrazione

SEZIONI SISMICHE
SEZIONE ST02

AII. 02GF **Giugno 2010**



File with raypaths: b.ray
 Number of data: 52
 RMS residual: 0.628264
 RMS relative residual(%): 4.877175

##	Source	Receiver	T obs.:	T calc.:	T - T0	Resid.:
1	-25.000 1089.000	0.000 0.000 1089.000	0.000 44.100	44.274	-0.174	-0.392
2	-25.000 1089.000	0.000 5.000 1089.180	0.000 51.000	50.921	0.079	0.155
3	-25.000 1089.000	0.000 10.000 1089.360	0.000 56.400	56.437	-0.037	-0.065
4	-25.000 1089.000	0.000 15.000 1089.550	0.000 59.700	59.702	-0.002	-0.003
5	0.000 1089.000	0.000 2.500 1089.090	0.000 8.700	8.343	0.357	4.278
6	0.000 1089.000	0.000 5.000 1089.180	0.000 15.500	15.678	-0.178	-1.132
7	0.000 1089.000	0.000 10.000 1089.360	0.000 30.100	30.069	0.031	0.103
8	0.000 1089.000	0.000 15.000 1089.550	0.000 39.000	39.680	-0.680	-1.715
9	0.000 1089.000	0.000 20.000 1089.730	0.000 42.200	41.647	0.553	1.328
10	27.500 1090.000	0.000 0.000 1089.000	0.000 47.100	46.967	0.133	0.284
11	27.500 1090.000	0.000 5.000 1089.180	0.000 37.800	37.956	-0.156	-0.411
12	27.500 1090.000	0.000 10.000 1089.360	0.000 34.800	34.749	0.051	0.148
13	27.500 1090.000	0.000 15.000 1089.550	0.000 22.300	22.167	0.133	0.599
14	27.500 1090.000	0.000 20.000 1089.730	0.000 12.800	13.012	-0.212	-1.626
15	27.500 1090.000	0.000 25.000 1089.910	0.000 4.700	4.893	-0.193	-3.951
16	27.500 1090.000	0.000 30.000 1090.080	0.000 5.300	5.290	0.010	0.193
17	27.500 1090.000	0.000 35.000 1090.250	0.000 14.800	14.881	-0.081	-0.542
18	27.500 1090.000	0.000 40.000 1090.420	0.000 28.500	28.446	0.054	0.189
19	27.500 1090.000	0.000 45.000 1090.580	0.000 35.000	35.032	-0.032	-0.090
20	27.500 1090.000	0.000 50.000 1090.750	0.000 41.100	41.113	-0.013	-0.031
21	27.500 1090.000	0.000 55.000 1090.920	0.000 46.400	46.374	0.026	0.056
22	27.500 1090.000	0.000 60.000 1091.080	0.000 51.000	50.937	0.063	0.123
23	27.500 1090.000	0.000 65.000 1091.250	0.000 55.900	55.980	-0.080	-1.142
24	57.500 1091.000	0.000 50.000 1090.750	0.000 27.600	27.538	0.062	0.226
25	57.500 1091.000	0.000 55.000 1090.920	0.000 7.300	7.713	-0.413	-5.356
26	57.500 1091.000	0.000 60.000 1091.080	0.000 9.100	8.821	0.279	3.162
27	57.500 1091.000	0.000 65.000 1091.250	0.000 22.000	23.056	-1.056	-4.581
28	57.500 1091.000	0.000 70.000 1091.420	0.000 36.000	35.270	0.730	2.069
29	57.500 1091.000	0.000 75.000 1091.580	0.000 38.900	39.026	-0.126	-0.324
30	57.500 1091.000	0.000 80.000 1091.750	0.000 44.800	44.516	0.284	0.638
31	57.500 1091.000	0.000 85.000 1091.920	0.000 53.400	53.345	0.055	0.103
32	87.500 1092.000	0.000 65.000 1091.250	0.000 37.500	37.448	0.052	0.138
33	87.500 1092.000	0.000 70.000 1091.420	0.000 27.100	27.680	-0.580	-2.095
34	87.500 1092.000	0.000 75.000 1091.580	0.000 20.600	20.480	0.120	0.584
35	87.500 1092.000	0.000 80.000 1091.750	0.000 16.700	16.662	0.038	0.226
36	87.500 1092.000	0.000 85.000 1091.920	0.000 6.300	6.709	-0.409	-6.100
37	87.500 1092.000	0.000 90.000 1092.100	0.000 7.200	6.692	0.508	7.585
38	87.500 1092.000	0.000 95.000 1092.550	0.000 12.100	12.128	-0.028	-0.230
39	87.500 1092.000	0.000 100.000 1092.910	0.000 14.100	16.143	-2.043	-12.654
40	87.500 1092.000	0.000 105.000 1093.270	0.000 19.800	18.934	0.866	4.574
41	87.500 1092.000	0.000 110.000 1093.640	0.000 23.400	22.869	0.531	2.320
42	87.500 1092.000	0.000 115.000 1094.000	0.000 26.100	24.025	2.075	8.637
43	115.000 1094.000	0.000 90.000 1092.180	0.000 17.900	19.400	-1.500	-7.731
44	115.000 1094.000	0.000 95.000 1092.550	0.000 14.500	14.768	-0.268	-1.814
45	115.000 1094.000	0.000 100.000 1092.910	0.000 14.000	12.948	1.052	8.124
46	115.000 1094.000	0.000 105.000 1093.270	0.000 10.000	10.042	-0.042	-0.423
47	115.000 1094.000	0.000 110.000 1093.640	0.000 5.000	6.421	-1.421	-22.132
48	115.000 1094.000	0.000 112.500 1093.820	0.000 3.600	3.359	0.241	7.162
49	140.000 1095.000	0.000 85.000 1092.550	0.000 12.400	13.318	-0.918	-6.896
50	140.000 1095.000	0.000 100.000 1092.910	0.000 12.200	11.886	0.314	2.643
51	140.000 1095.000	0.000 105.000 1093.270	0.000 11.100	11.597	-0.497	-4.285
52	140.000 1095.000	0.000 110.000 1093.640	0.000 10.800	10.697	0.103	0.967

LEGENDA

4 Velocità

3.5

3.2

2.9

2.6

2.3

2

1.7

1.4

1.2

1

0.8

0.6

0.5

0.4

0.3

0.2

Km/s

Dromocrone misurate

Dromocrone calcolate

Strumento: EEG-BR24
 Geofoni: Geospace 8 Hz
 Energizzazione: Fucile sismico
 Elaborazione: GRM + inversione tomografica 2D

Scala orizzontale = 1:700 Scala verticale = 1:700

INDAGINE GEOFISICA

Santuario della Baume

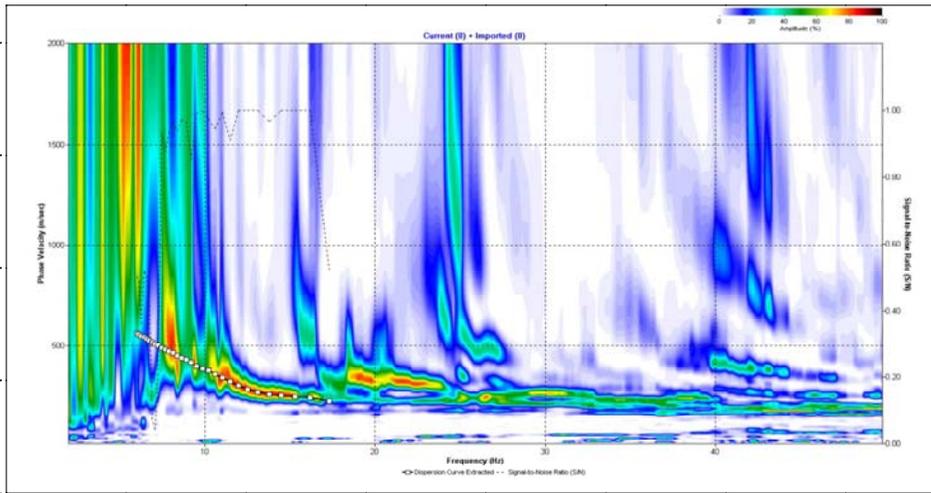
SIS Scpa

Prospezione sismica a rifrazione

SEZIONI SISMICHE
SEZIONE ST03

AII. 03GF Giugno 2010

INDAGINE GEOFISICA MASW



LEGENDA

- + Curva di dispersione misurata
- Curva di dispersione calcolata
- Velocità sismica delle onde S
- Modulo di taglio (Mpascal)
- VsX

Il valore approssimato del peso di volume per il calcolo del parametro G è dato dalla formula $D=1.5 + Vs/1000$

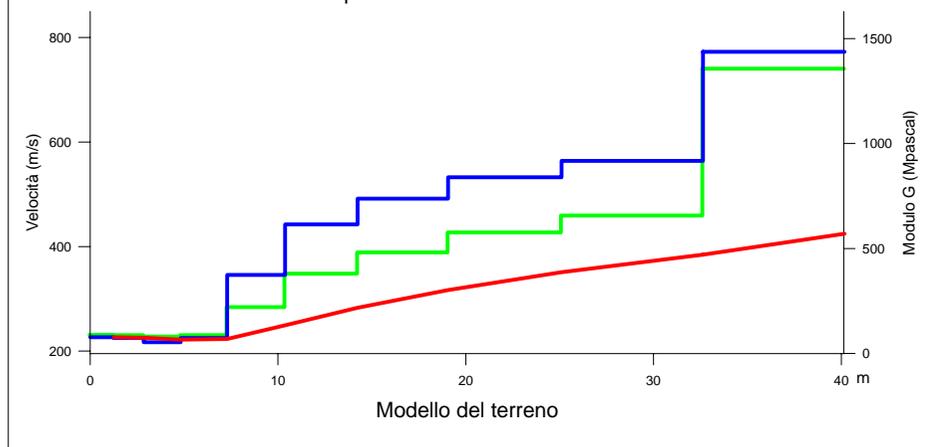
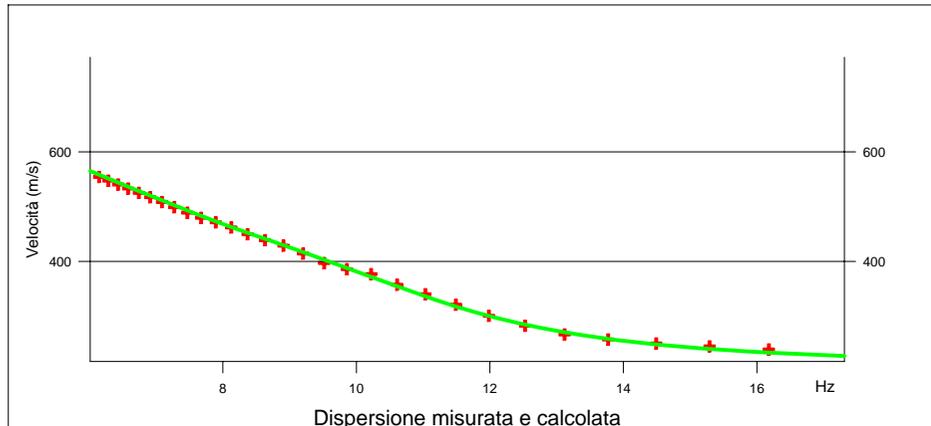
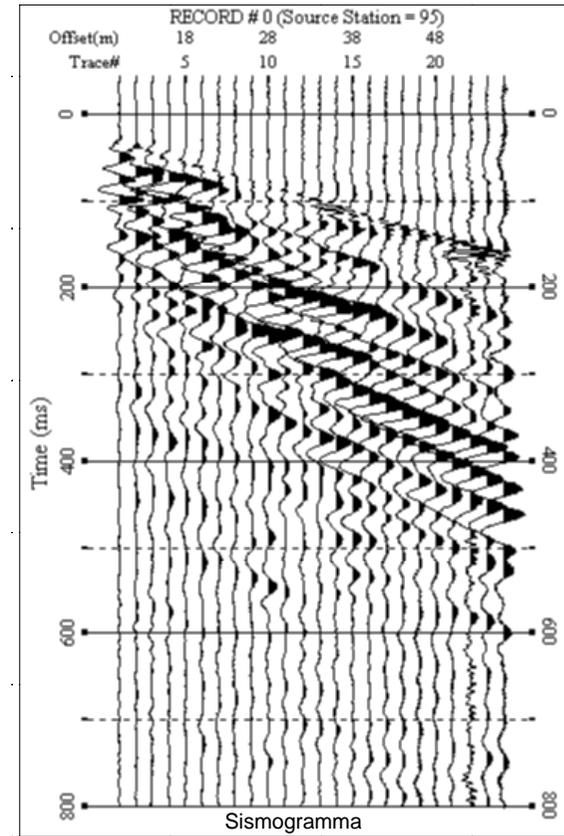


TABELLA DI CALCOLO

Da Prof.	a Prof.	Vs	Hi/Vi	VsX	G
0	1.3	227	.0056	227	89
1.3	2.8	225	.0071	226	87
2.8	4.8	217	.0091	222	81
4.8	7.3	225	.011	223	87
7.3	10.4	346	.0089	249	221
10.4	14.2	442	.0087	283	380
14.2	19.1	492	.0098	317	482
19.1	25.1	532	.0113	351	576
25.1	32.6	564	.0133	385	657
32.6	40.2	773	.0097	425	1357

VALORE CALCOLATO VS30 = 374 m/s

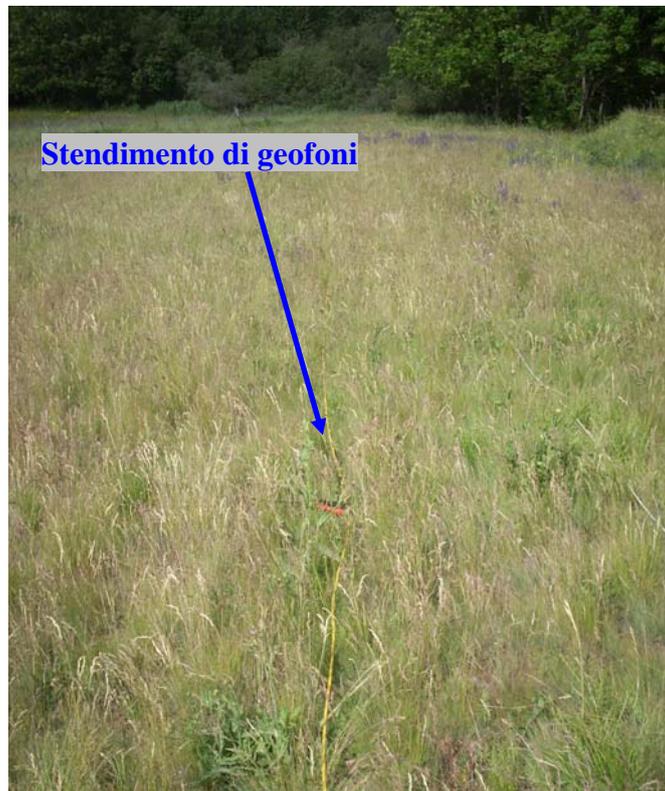
PROVA SISMICA VS30		
Santuario della Baume		
SIS Scpa		
Indagine Masw		
VELOCITA' DELLE ONDE S		
PROVA H5983 - MASW 01		
All. 04GF	Giugno 2010	

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Stendimento di geofoni

Figura 1 Area di esecuzione dello stendimento ST 01



Stendimento di geofoni

Figura 2 Area di esecuzione dello stendimento ST 02



Figura 3 Area di esecuzione dello stendimento ST 01



Figura 4 Strumentazione utilizzata

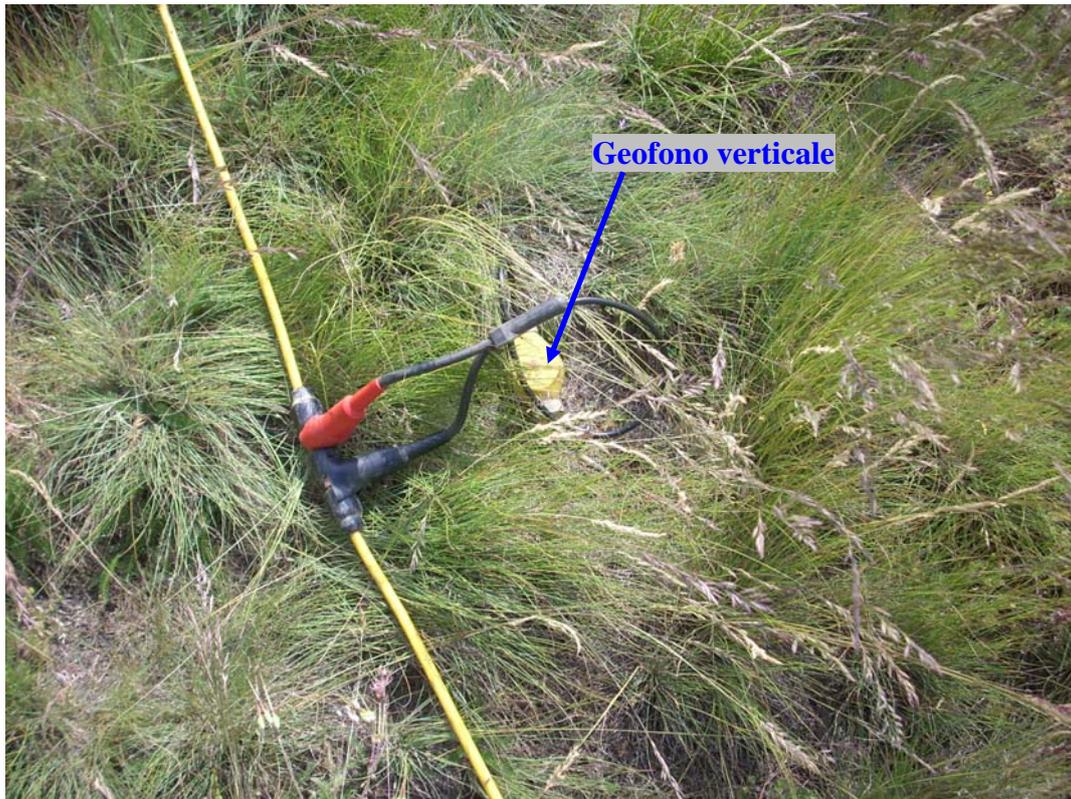


Figura 5 Geofono verticale

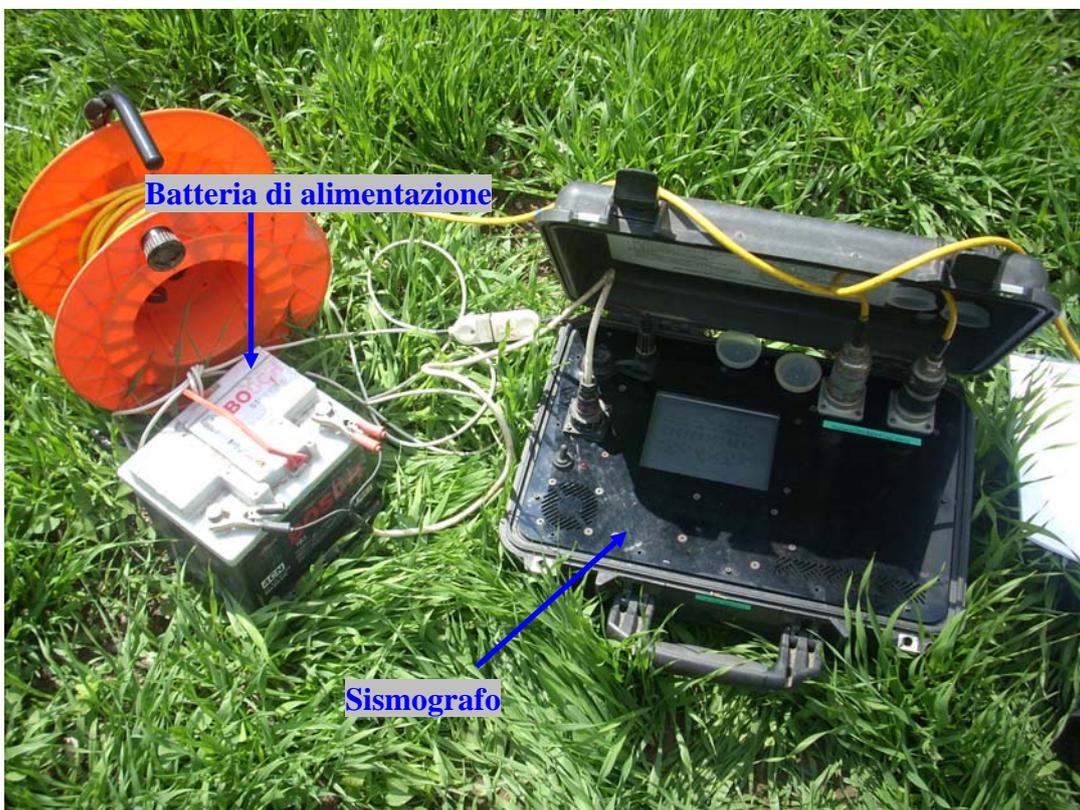


Figura 6 Strumentazione di registrazione

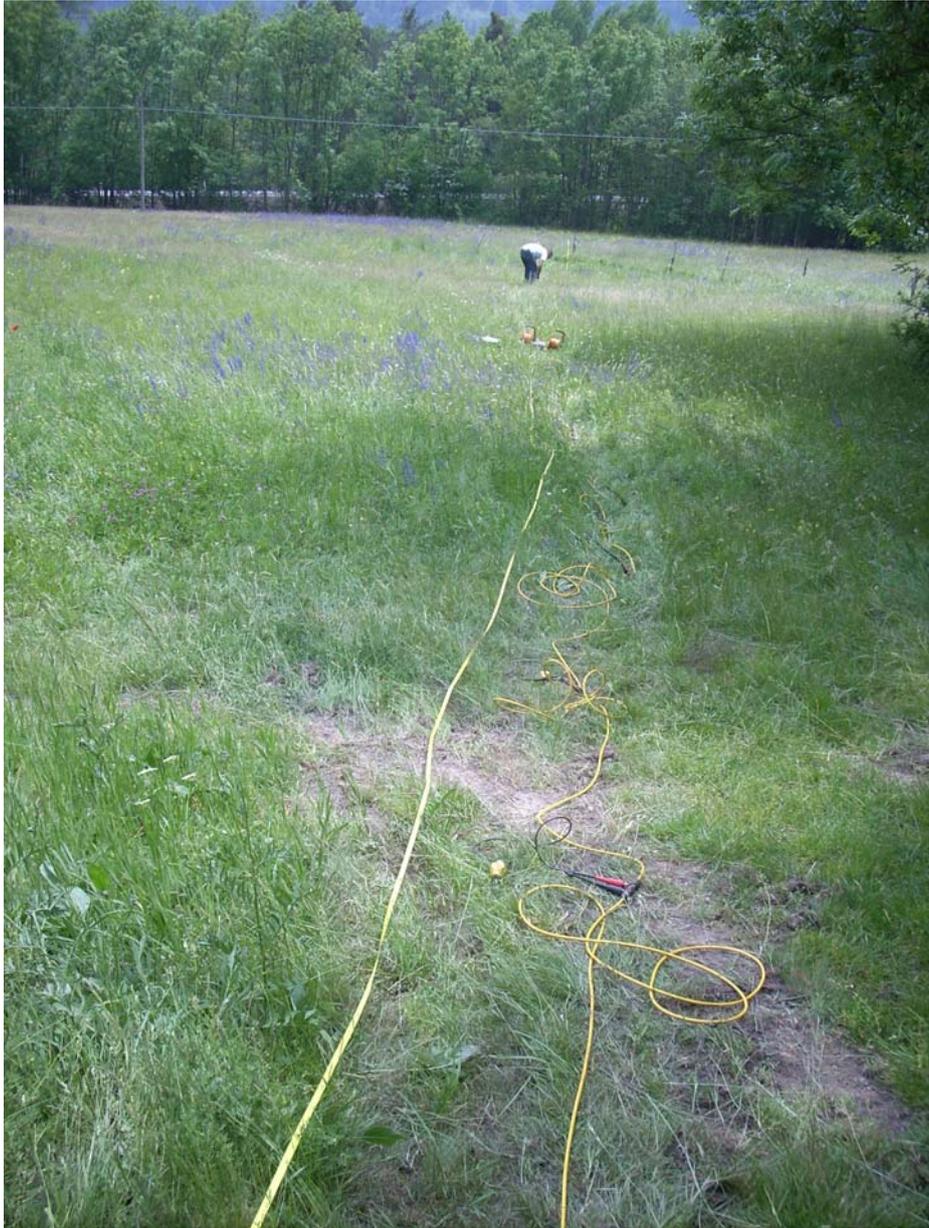


Figura 7 Area di esecuzione dello stendimento MASW 01