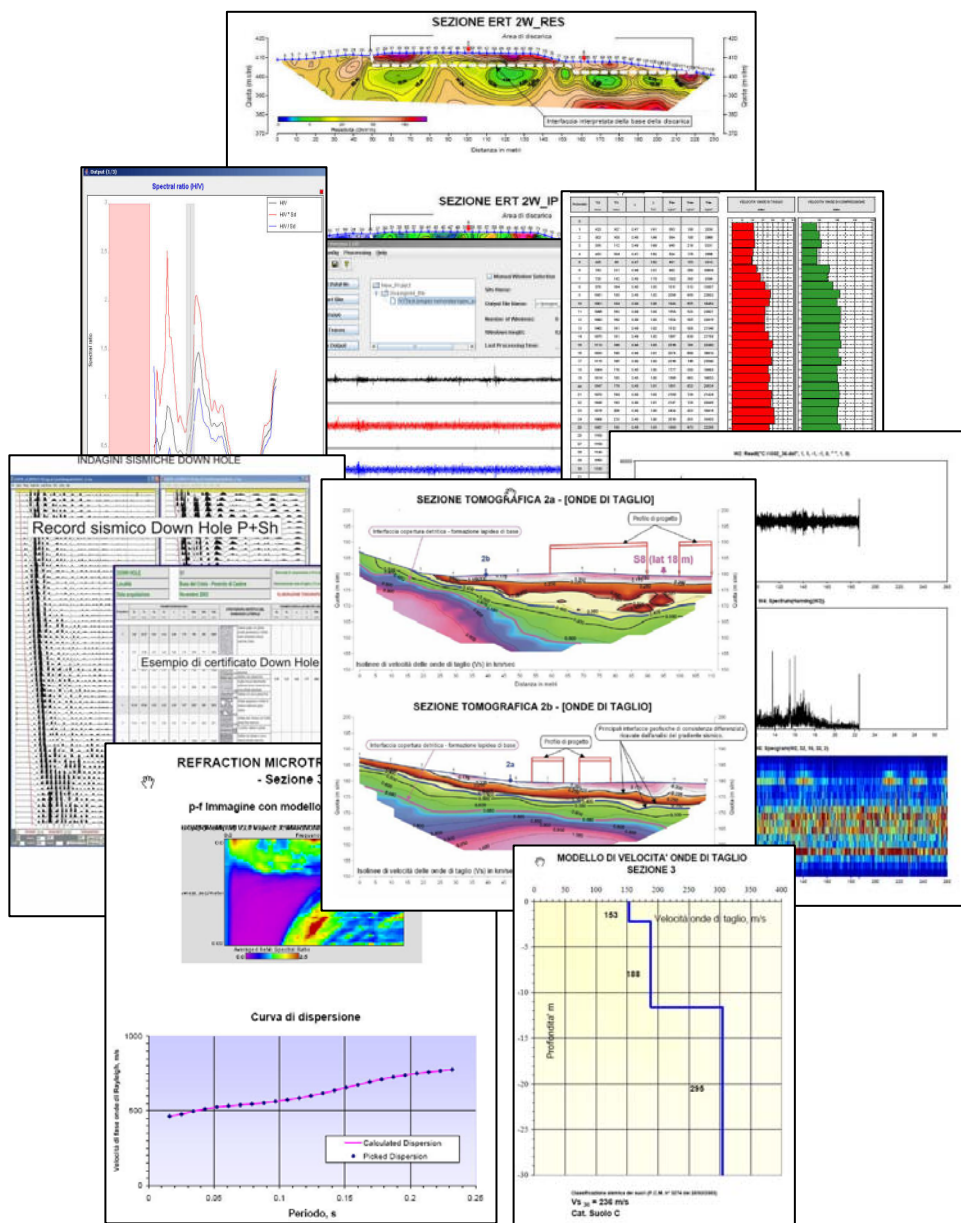


# LINEE GUIDA PER LA MICROZONAZIONE SISMICA



**PROGEO**

Via Talete, 10/8 47100 Forlì

Tel 0543 723580

Fax 0543 7214866

E-mail [mail.progeo@progeo.com](mailto:mail.progeo@progeo.com)

[www.progeo.info](http://www.progeo.info)



REG. N. 2619 - A  
UNI EN ISO 9001 - 2000

## LINEE GUIDA PER LA MICROZONAZIONE SISMICA

L'assetto geologico locale esercita un'importante influenza sulla distribuzione areale del danneggiamento prodotto da un terremoto. I rilievi macrosismici nei momenti immediatamente successivi a forti eventi sismici (Friuli 1976; Irpinia 1980, Umbria-Marche 1997) hanno evidenziato la dipendenza del grado di danno dalle caratteristiche meccaniche dei depositi superficiali e dall'assetto geomorfologico locale. E' quindi evidente che nella fase di definizione di politiche di riduzione del rischio sismico le caratteristiche geologiche locali devono essere sempre prese in considerazione. Risultano quindi importanti gli aspetti della microzonazione sismica.

Non esistono vere e proprie linee guida per la microzonazione sismica. Ciò dipende dalla difficoltà di fornire una metodologia universalmente applicabile che risponda efficacemente a pochi fondamentali requisiti. Il più importante riguarda la congruità tra la metodologia d'indagine adottata e il livello di sismicità dell'area presa in considerazione.

Il livello di sismicità è fondamentale per stabilire quali siano gli effetti del sito che richiedono indagini dettagliate.

Ad esempio, la valutazione di un comportamento deformativo non lineare di un terreno è poco importante in zone dove il potenziale sismico non produce terremoti con magnitudo elevata, mentre assume forte rilevanza in zone con un significativo potenziale sismico.

Il fondamento delle linee guida di microzonazione è la definizione di una metodologia capace di fornire risultati con lo stesso grado di attendibilità indipendentemente dalle caratteristiche geologiche locali e dal livello di sismicità. Ciò presuppone che sia il calcolo del moto di riferimento che la valutazione delle amplificazioni del moto sismico siano effettuate sito per sito

La sismicità della regione Emilia-Romagna può essere catalogata come moderata, ma le caratteristiche di vulnerabilità del patrimonio edilizio esistente e le condizioni socio-economiche determinano un livello di rischio sismico non trascurabile.

La Regione Emilia Romagna e la Provincia di Forlì-Cesena in collaborazione con il Consiglio Nazionale delle Ricerche di Milano, hanno promosso un programma per la messa a punto di linee guida per la elaborazione di microzonazioni sismiche da utilizzarsi nell'ambito della redazione dei Piani Territoriali di Coordinamento Provinciale.

Da questa collaborazione sono stati proposti nuovi elementi che permettono di inserire nella pianificazione comunale obiettivi di prevenzione più sofisticati di quelli attualmente suggeriti dalla normativa italiana sfruttando i progressi, ottenuti negli ultimi 10 anni, nelle conoscenze relative al rischio sismico a scala regionale e locale.

Le principali normative che impongono alla Regione Emilia-Romagna la predisposizione di studi e indirizzi da applicare in sede di pianificazione urbanistica per la riduzione del rischio sismico che richiedono indagini geologiche nelle zone classificate sismiche, la definizione della pericolosità sismica locale e la realizzazione di appositi studi di approfondimento sono:

- **L.R. 49/1995**, "Modifiche e integrazioni alla L.R. 19 giugno 1984, n. 35, recante norme per lo snellimento delle procedure per le costruzioni in zone sismiche."
- **L.R. 20/2000**, "Disciplina generale sulla tutela e l'uso del territorio."
- **L.R. 31/2002** "Disciplina generale dell'edilizia", Art. 37 "Parere sugli strumenti di pianificazione urbanistica nelle zone sismiche"
- **Delibera G.R. 1435/2003**, "Prime disposizioni di attuazione dell'ordinanza del PCM n. 3274/2003 recante "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per la costruzioni in zona sismica".

### **Lo studio di microzonazione sismica ha due finalità :**

1. Fornire mappe che individuino le aree con comportamento sismico differente in un formato direttamente utilizzabile in sede applicativa;
2. Raccogliere i dati geologici, geotecnici e sismici necessari per individuare i criteri per l'estrapolazione dei risultati a situazioni analoghe.

### **Le indagini e le elaborazioni si basano su:**

- Dati geologici e geolitologici disponibili;
- Studio della pericolosità sismica già disponibile a scala regionale;
- Indagini geofisiche effettuate in sito per la determinazione della velocità delle onde sismiche e delle caratteristiche di risonanza dei terreni.

### **Una procedura di microzonazione sismica può essere suddivisa in:**

- Calcolo del moto di riferimento, a sua volta articolato in due fasi: nella prima vengono stabilite le caratteristiche del terremoto di progetto, nella seconda vengono fissati comune per comune i parametri che descrivono lo scuotimento su un suolo di riferimento.
- PGA (accelerazione massima orizzontale di picco) cioè una valutazione del moto sismico punto per punto;
- Spettro di risposta in accelerazione con smorzamento del 5%;
- Parametri di intensità spettrale;
- Accelerogrammi.

Requisito fondamentale per l'analisi di microzonazione è il reperimento e l'organizzazione delle informazioni geologiche e delle caratteristiche meccaniche dei litotipi presenti nell'area.

Per la redazione di una microzonazione sismica si farà riferimento alle specifiche assegnate comune per comune e raccolte in una banca dati messa a disposizione dalla regione.

Tali specifiche comprendono:

- aspetti geologici
- aspetti geotecnici riguardanti la liquefazione e l'instabilità in campo dinamico dei versanti
- tutti i parametri precedentemente elencati per quanto riguarda il moto di riferimento
- aspetti legati all'amplificazione del moto del suolo vincolati ai diversi livelli di approfondimento

Al primo stadio dell'indagine si propone di definire una mappa che contiene elementi propedeutici alla microzonazione sismica individuati sulla base di caratteristiche geologiche e geomorfologiche. Il risultato finale sarà una prima valutazione dei fattori locali e della loro predisposizione a modificare il moto sismico.

Agli stadi successivi l'indagine si propone di redigere carte di microzonazione sismica, quindi si richiede la determinazione della profondità del bedrock sismico, la definizione di profili Vs per i depositi indagati e la determinazione del moto atteso attraverso:

- l'esecuzione di prove geofisiche in-situ per la misura dei profili di Vs
- l'impiego di formule di correlazione tra parametri geotecnici e la velocità di propagazione delle onde di taglio

Le indagini di Microzonazione sismica quindi, in funzione delle finalità e applicazioni, possono essere svolte a diversi livelli di approfondimento. In relazione all'area di indagine, alla sismicità della zona e alla gravità delle conseguenze di eventuali franamento e/o liquefazioni e collassi, si può operare secondo 3 livelli di approfondimento:

#### **I livello**

- Reperimento e interpretazione dei dati esistenti;

- Definizione delle condizioni geologiche e morfologiche locali;
- Risultati utilizzabili nelle fasi preliminari della programmazione territoriale.

### II livello

- Rilevazione più dettagliata delle condizioni locali e determinazione dei parametri necessari per la definizione della risposta sismica dei terreni;
- Indagini in situ: prove geofisiche e prove geotecniche di tipo corrente;
- Risultati utilizzabili nella pianificazione urbanistica;
- Zonazione sismica alla scala del centro abitato.

### III livello

- Microzonazione sismica di maggiore dettaglio per situazioni particolari (ad esempio: aree ad alta vulnerabilità, studio di fattibilità di infrastrutture di rilevante interesse);
- Numero elevato di prove geofisiche e geotecniche, sia in sito che in laboratorio, mirate all'acquisizione di dati e geotecnici nei campi di sollecitazione e deformazione indotti dai terremoti attesi;
- Risultati utilizzabili nella pianificazione urbanistica e negli studi di fattibilità di opere di rilevante interesse pubblico.

I risultati possono essere sintetizzati in un sistema informatico GIS nel quale saranno rappresentate in dettaglio le condizioni locali che potrebbero modificare le caratteristiche del moto sismico atteso (amplificazione) o produrre effetti cosismici (instabilità dei versanti, liquefazione, densificazione e conseguenti cedimenti) rilevanti per le costruzioni e infrastrutture, i fattori di amplificazione e/o gli spettri di risposta relativi alle condizioni locali.

Essendo la Microzonazione Sismica (**MS**) e lo studio della Risposta Sismica Locale (**RSL**) uno studio interdisciplinare che contempla varie figure professionali la **Progeo srl** si propone per le attività che riguardano il II e III livello di approfondimento in particolare per tutte le indagini geofisiche in situ essendo queste misure parte del Know How della società.

### II livello:

Le indagini geofisiche relative a questo livello di approfondimento di riferiscono a:

#### SISMICA PASSIVA

- HVSR → misura del rumore sismico con valutazione della/e frequenze di risonanza dei terreni e/o edifici
- Re.Mi. → misura del rumore sismico con determinazione dei log di Vs

#### SISMICA ATTIVA

- Tomografia P e S
  - Down-Hole
  - Cross-Hole
  - SASW
  - MASW
  - Cono Sismico
- } Valutazione stratigrafico/sismico e parametrizzazione elastica dei terreni.  
Misure dirette di  $V_p$ ,  $V_s$ , G, E, K.

Altre tecnologie

- Tomografia Elettrica → valutazione litologica e stratigrafica

### III livello:

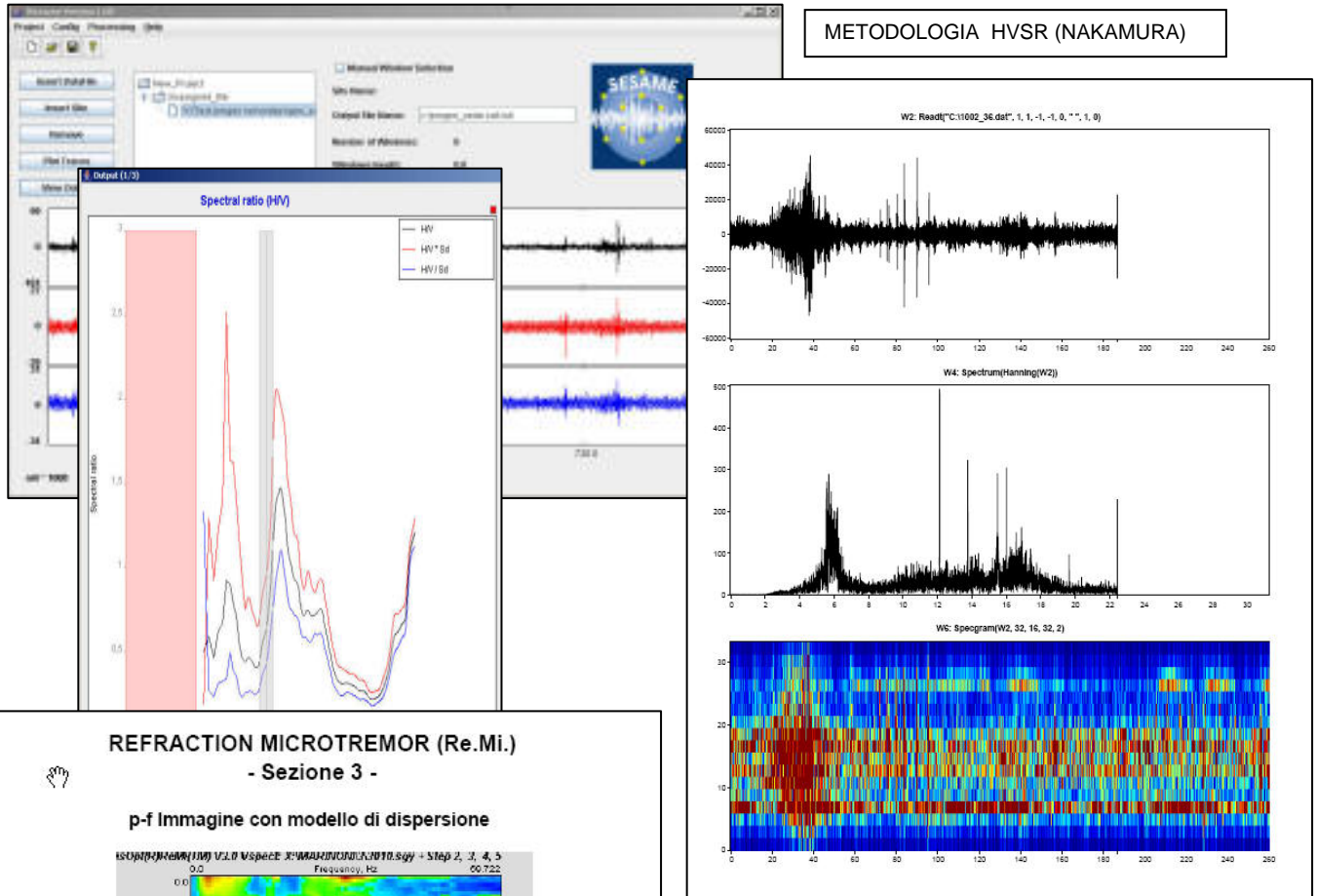
Le indagini geofisiche relative a questo livello di approfondimento di riferiscono a:

- Analisi spettri terremoti
- Valutazione delle amplificazioni locali

# TECNOLOGIE PROGEO METODOLOGIE GEOFISICHE PER LA MICROZONAZIONE SISMICA

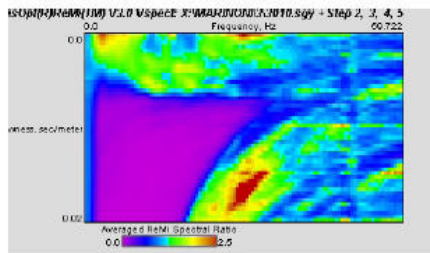
## SISMICA PASSIVA

METODOLOGIA HVSR (NAKAMURA)

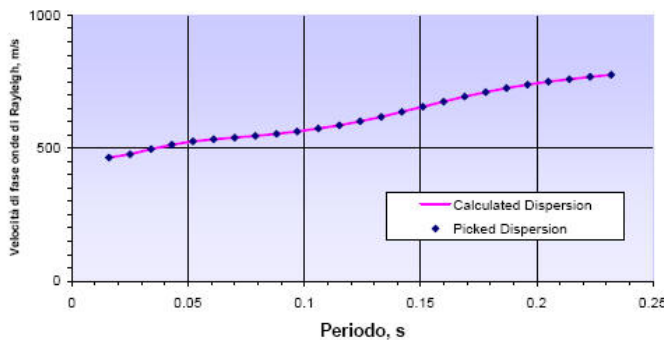


### REFRACTION MICROTREMOR (Re.Mi.) - Sezione 3 -

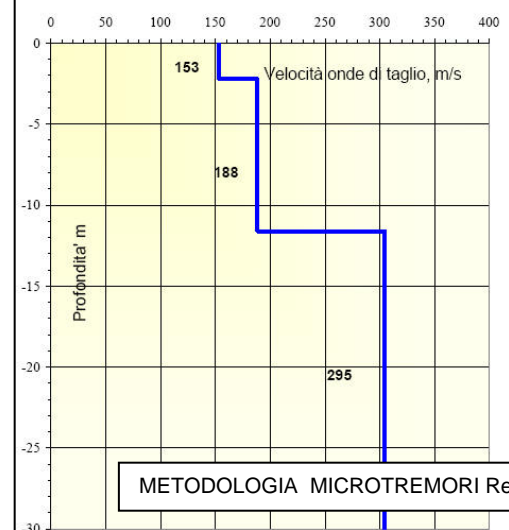
p-f Immagine con modello di dispersione



### Curva di dispersione



### MODELLO DI VELOCITA' ONDE DI TAGLIO SEZIONE 3

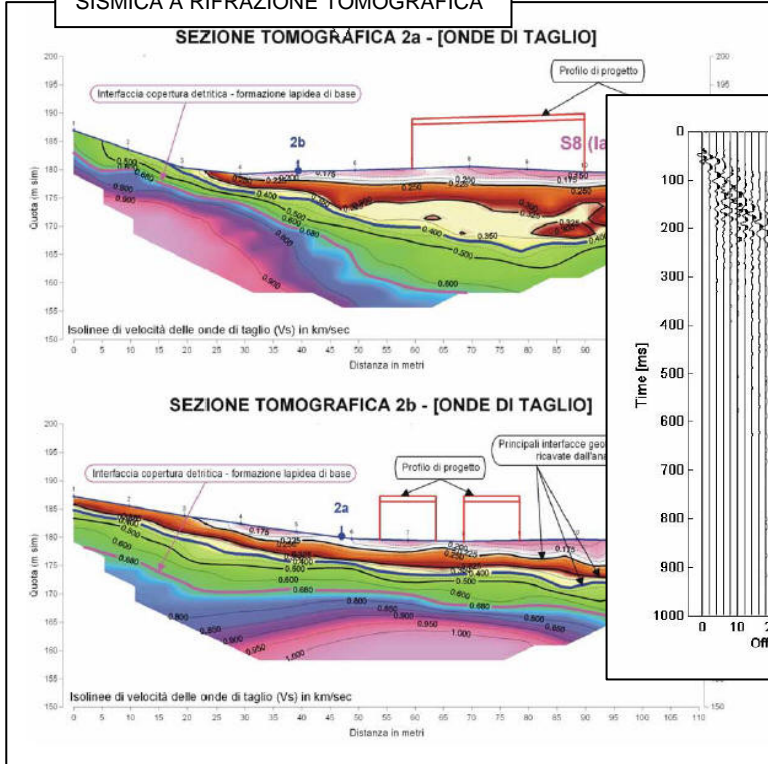


METODOLOGIA MICROTREMORI Re.Mi.

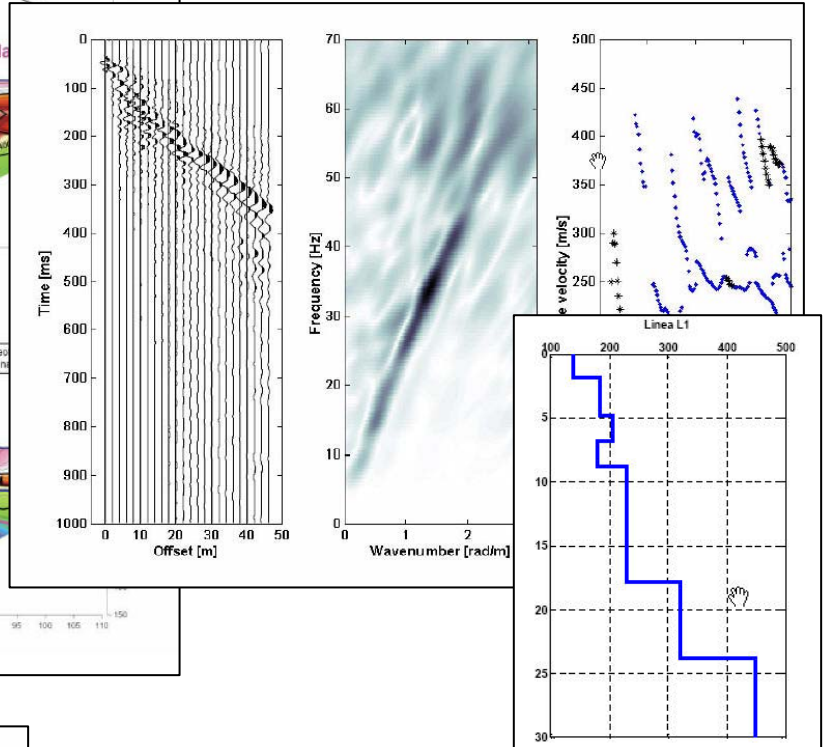
Classificazione sismica dei suoli (P.C.M. n° 3274 del 20/03/2003)  
 $V_{S30} = 236$  m/s  
 Cat. Suolo C

# SISMICA ATTIVA

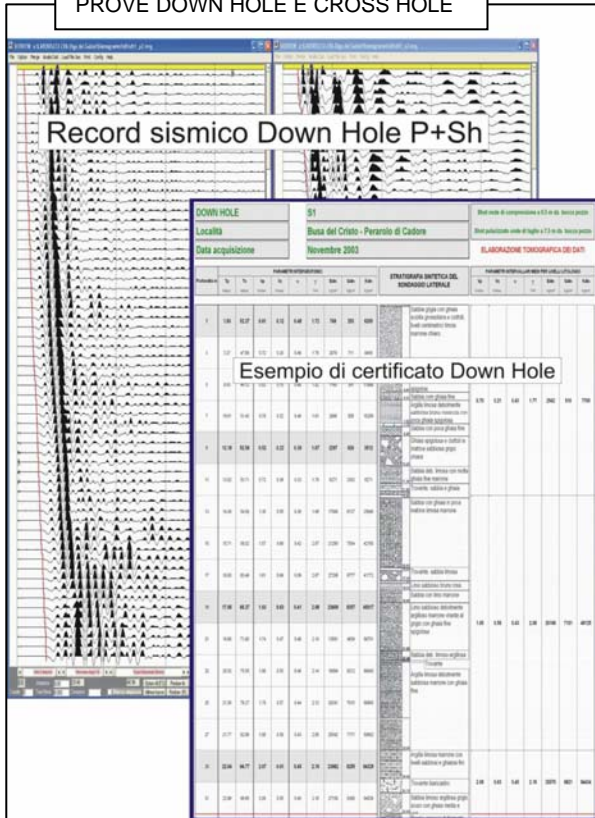
## SISMICA A RIFRAZIONE TOMOGRAFICA



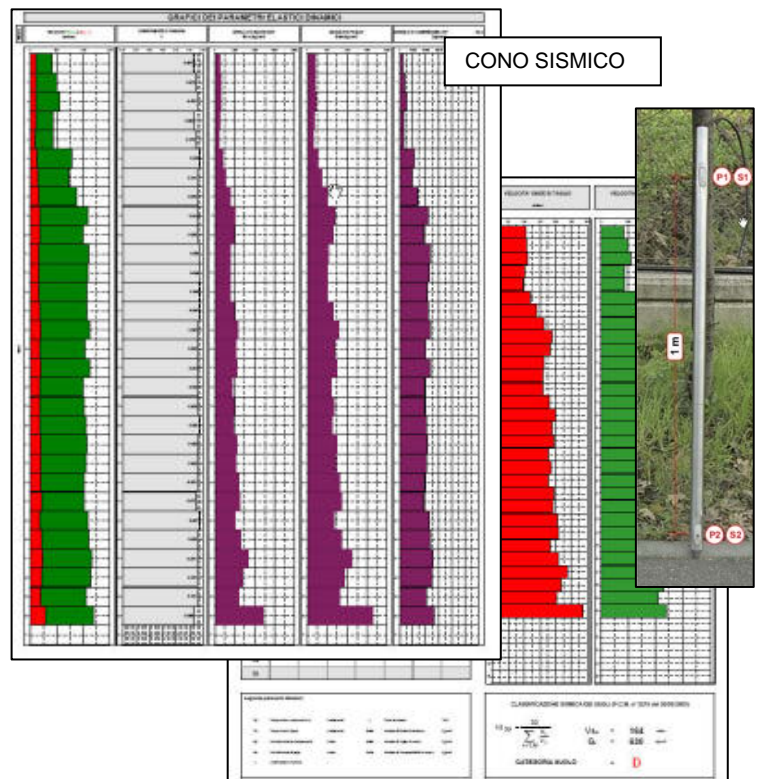
## SASW E MASW



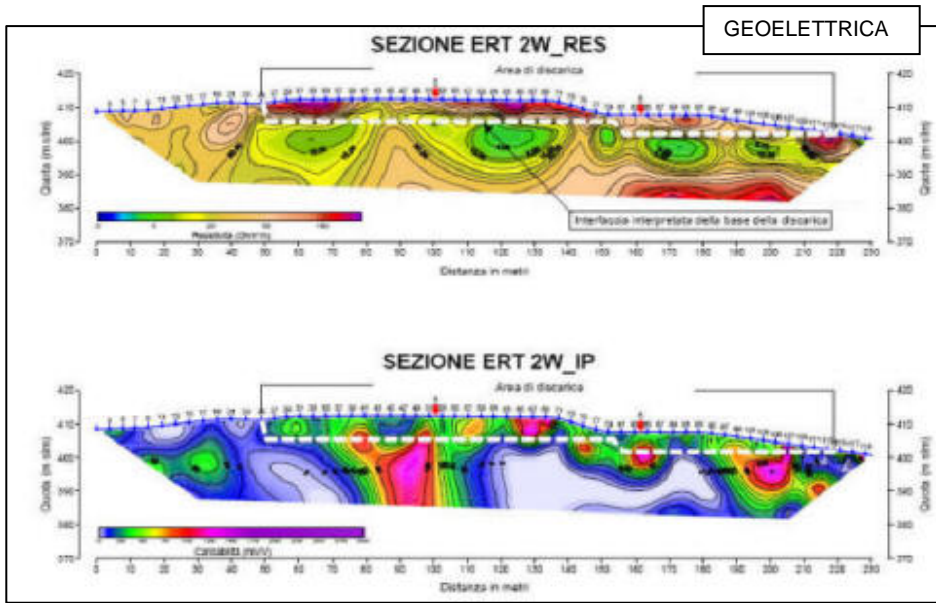
## PROVE DOWN HOLE E CROSS HOLE



## CONO SISMICO



## ALTRE TECNOLOGIE



ESEMPIO DI ZONAZIONE SISMICA

