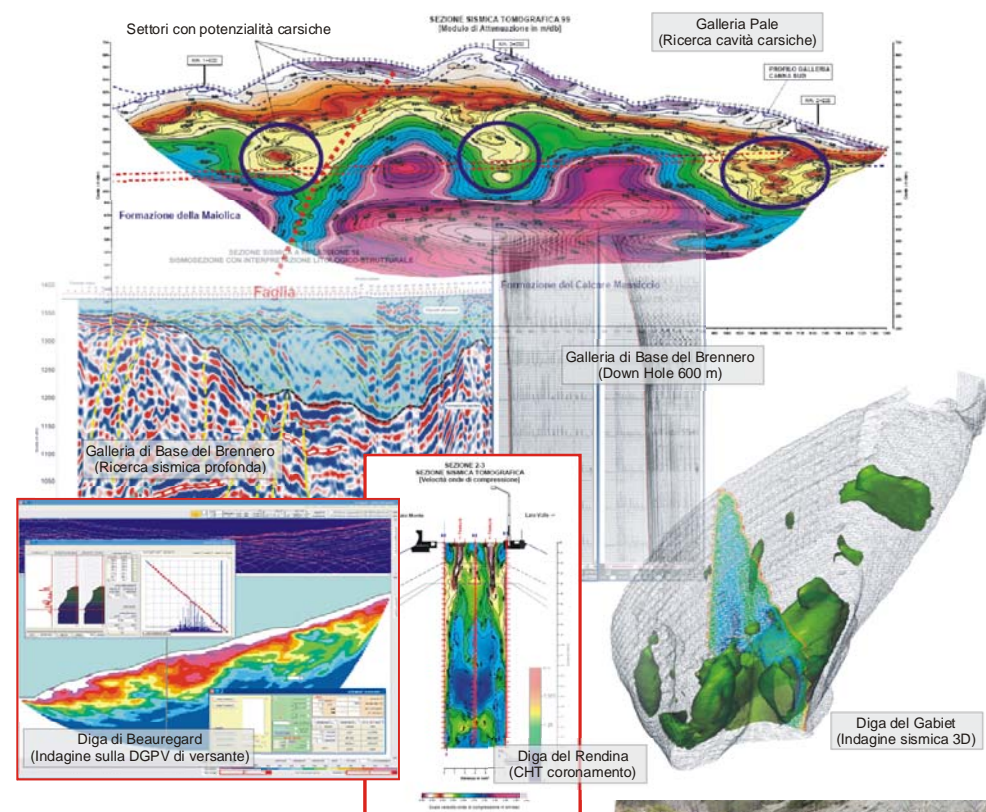


INDAGINI GEOFISICHE APPLICATE

Indagini per dighe



PROGEO srl

Via Talete 10/8
47100 Forlì
tel. 0543 -723580
fax. 0543 721486
mail.progeo@gmail.com
www.progeo.info

CASE HISTORY

DIGA DI ESARO

DIGA DI BEAUREGARD

DIGA DEL GABIET

DIGA DEL RENDINA

DIGA IN TERRA NEL CENTRO ITALIA



DIGA DI ESARO

CLIENTE: TORNO SpA

LOCALITA': COSENZA



1^a – Agosto 2000

(2500 m di Tomografia sismica)

Eseguita per valutare il grado di alterazione della roccia allo scopo di caratterizzare i materiali



2^a – Settembre 2003

(3600 m di Tomografia sismica)

Eseguita principalmente in sovrapposizione alla campagna del 2000 per valutare l'effetto di detensionamento/alterazione in funzione del tempo della roccia decorticata per programmare gli scavi oltre ad indagini pre-post blasting per la determinazione della metodologia di scavo (tradizionale e/o esplosivo)



3^a – Febbraio - Settembre 2004

(3800 m di Tomografia sismica)

Controllo e monitoraggio in fase di scavo dell'impronta



DIGA DI ESARO

NUOVA DIGA SULL'ALTO ESARO (Calabria)

INDAGINI TOMOGRAFICHE

Nel dicembre del 1987 si verificò un dissesto sulla sponda sinistra dovuto ad un detensionamento dell'ammasso che portò alla sospensione dei lavori per ulteriori accertamenti ed indagini.

L'insorgenza di contenziosi ed il mancato rifinanziamento dell'opera si prolungò fino al 1999 quando l'emergenza idrica determinò la non procrastinabilità dell'opera.

Nel 1999 la Regione Calabria ed il Ministero dei Lavori Pubblici indicarono come primaria la realizzazione dell'opera ed approvarono il nuovo programma di indagini atte alla valutazione attualizzata dello stato di consistenza dei materiali di fondazione sia nei settori relativi alla vecchia impronta diga, sia nel settore dell'avvenuto allentamento in sponda sinistra con particolare riguardo alla valutazione dello spessore del materiale lapideo alterato e delle caratteristiche geomeccaniche del settore detensionato.

Le indagini geognostiche sono consistite essenzialmente in una campagna di sismica a rifrazione tomografica, sondaggi geomeccanici in cui si sono eseguite prove down hole oltre ad alcune misure geostrutturali.

Sulla base anche di tali informazioni è stato redatto il progetto della nuova diga.

Le indagini Sismiche Tomografiche (agosto 2000) si sono sviluppate mediante una serie di 15 allineamenti di cui 8 trasversali all'asta fluviale e 7 paralleli a questa per complessivi 2500 m (su questi ultimi sono state registrate anche le onde di taglio allo scopo di ottenere dati relativamente ai moduli elastici).

E' stata utilizzata una spaziatura dei sensori ogni 5 m con energizzazioni ogni 3-4 stazioni (15-20 m).

L'elaborazione è avvenuta applicando algoritmi di ray tracing curvilineo per definire le traiettorie dei raggi sismici ed è stato impiegato l'algoritmo SIRT (Simultaneous Iterative Method) per la backanalysis del campo delle velocità.

Sulla base dei dati ricavati per ogni sezione tomografica sono state realizzate mappature a varie quote dal piano campagna allo scopo di evidenziare lo stato di consistenza dell'ammasso roccioso in funzione del profilo di progetto e quindi definirne lo stato di allentamento superficiale (spessore e parametri elastici).

Oltre alle velocità sismiche (onde di compressione e taglio) è stata analizzata, sempre con metodologia tomografica, l'attenuazione delle onde sismiche allo scopo di incrementare le informazioni relative all'ammasso e permettere una caratterizzazione su base geosismica.

Sono state infine realizzati n° 6 Down Hole con registrazioni ogni 0.5 m con impiego di sonda 3D.

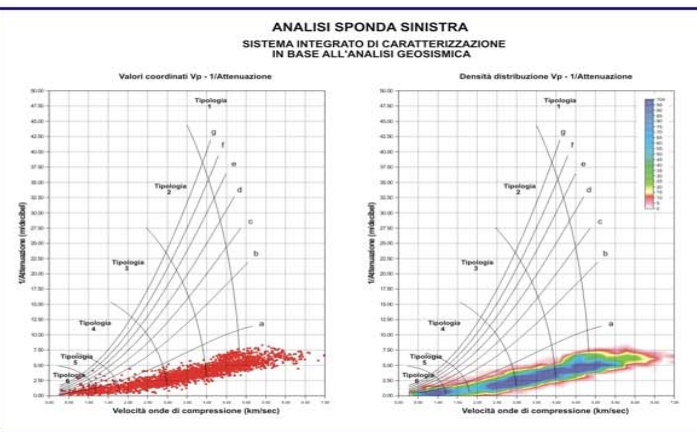
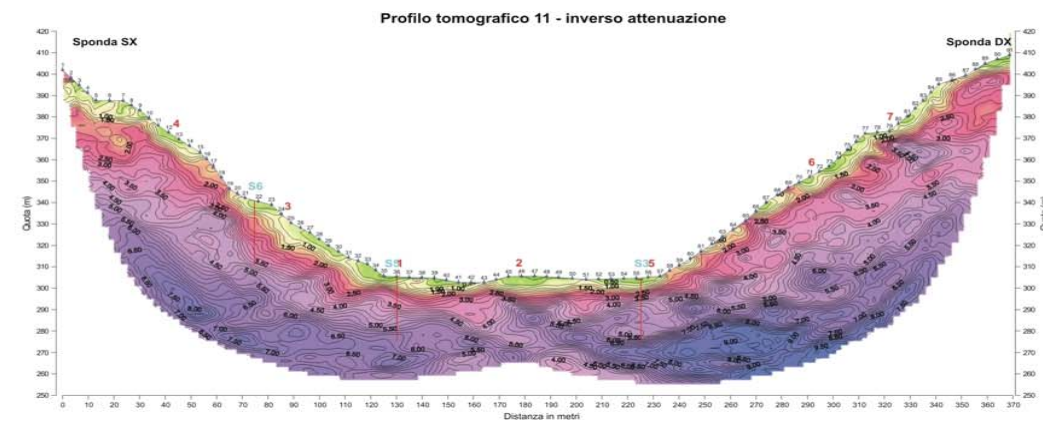
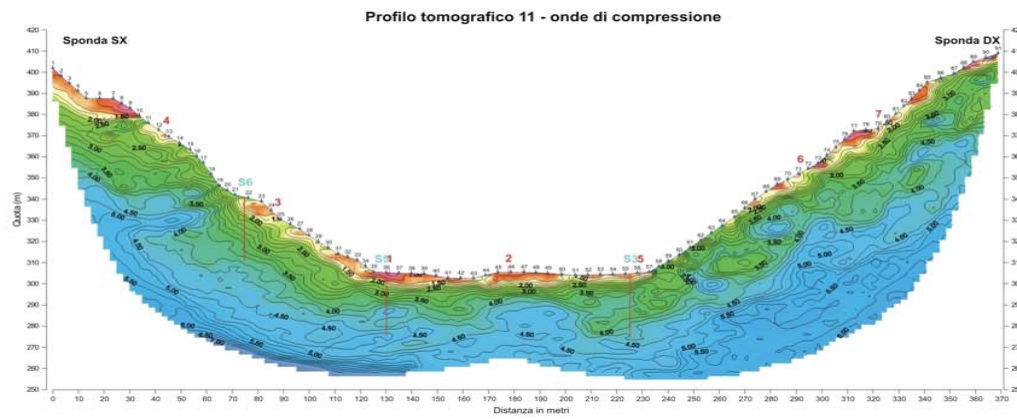
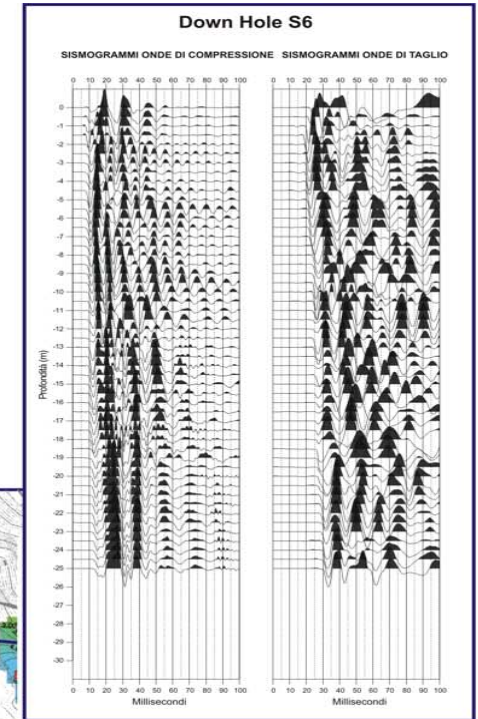
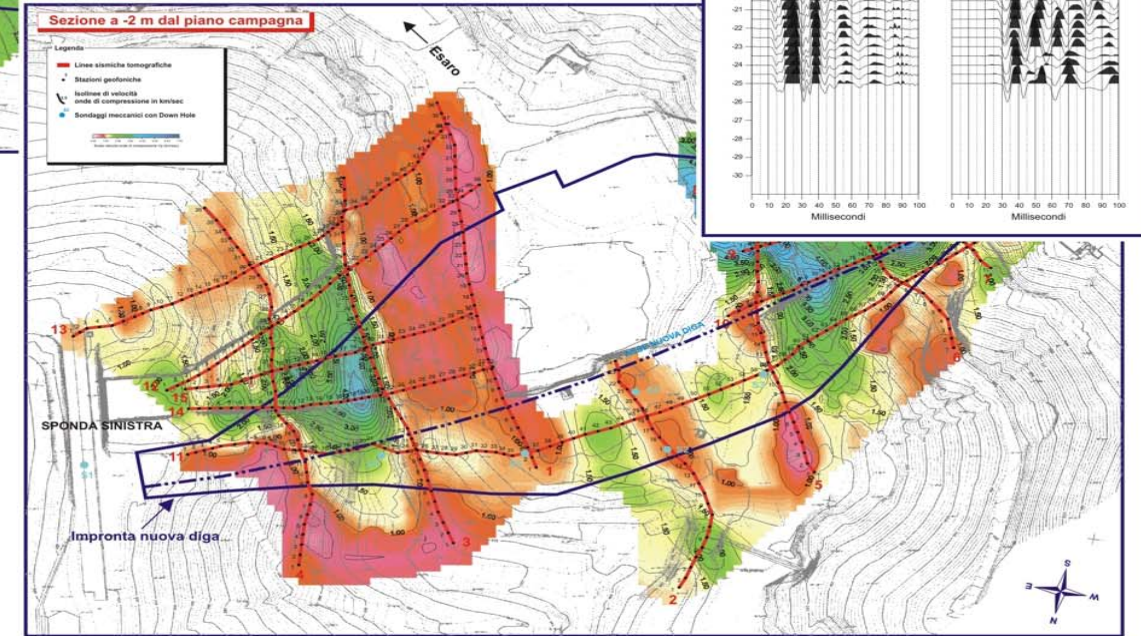
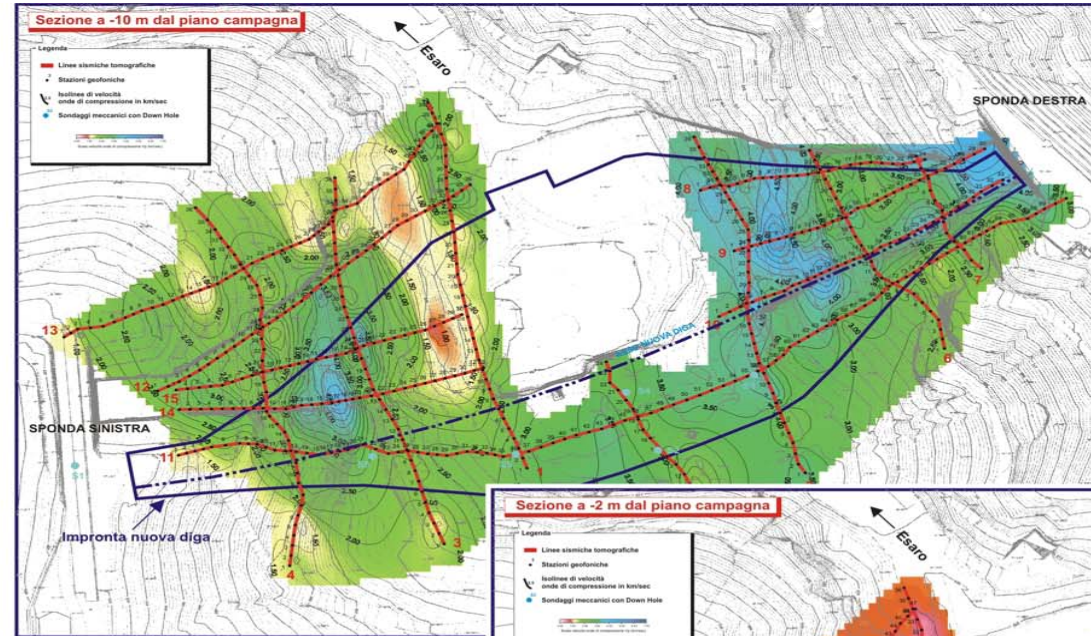
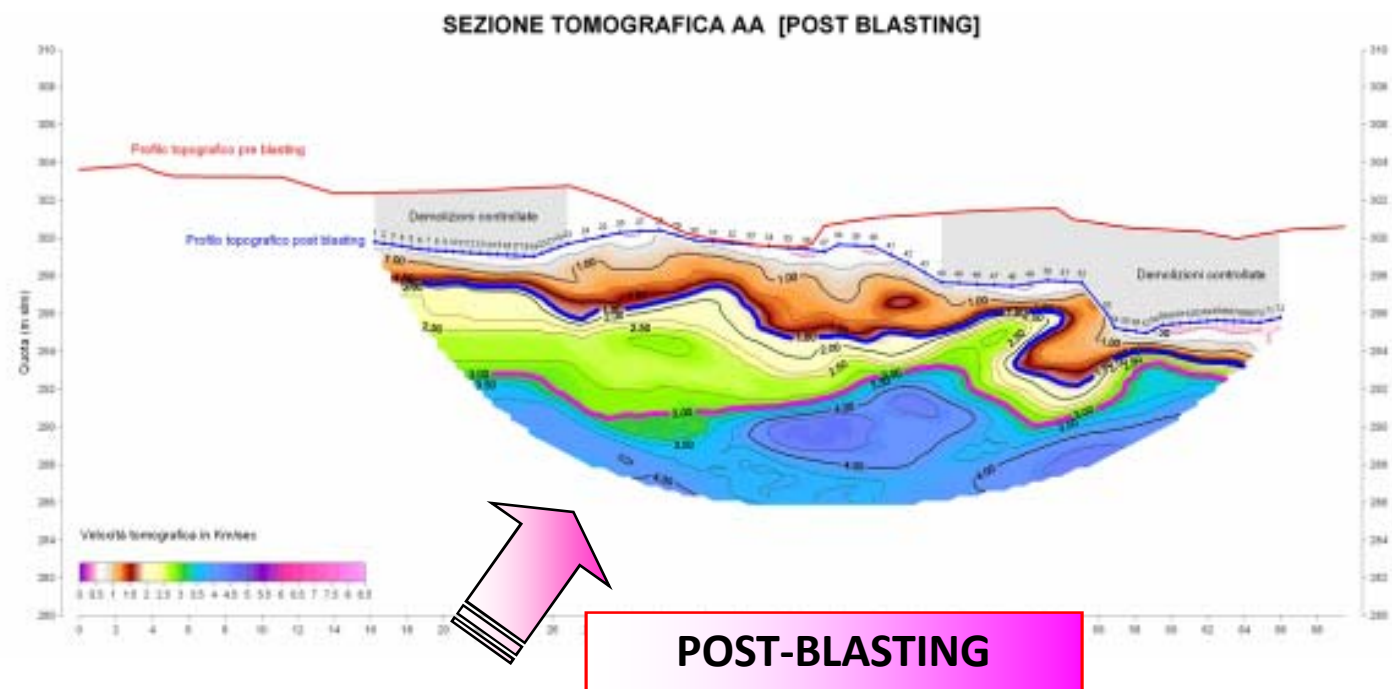
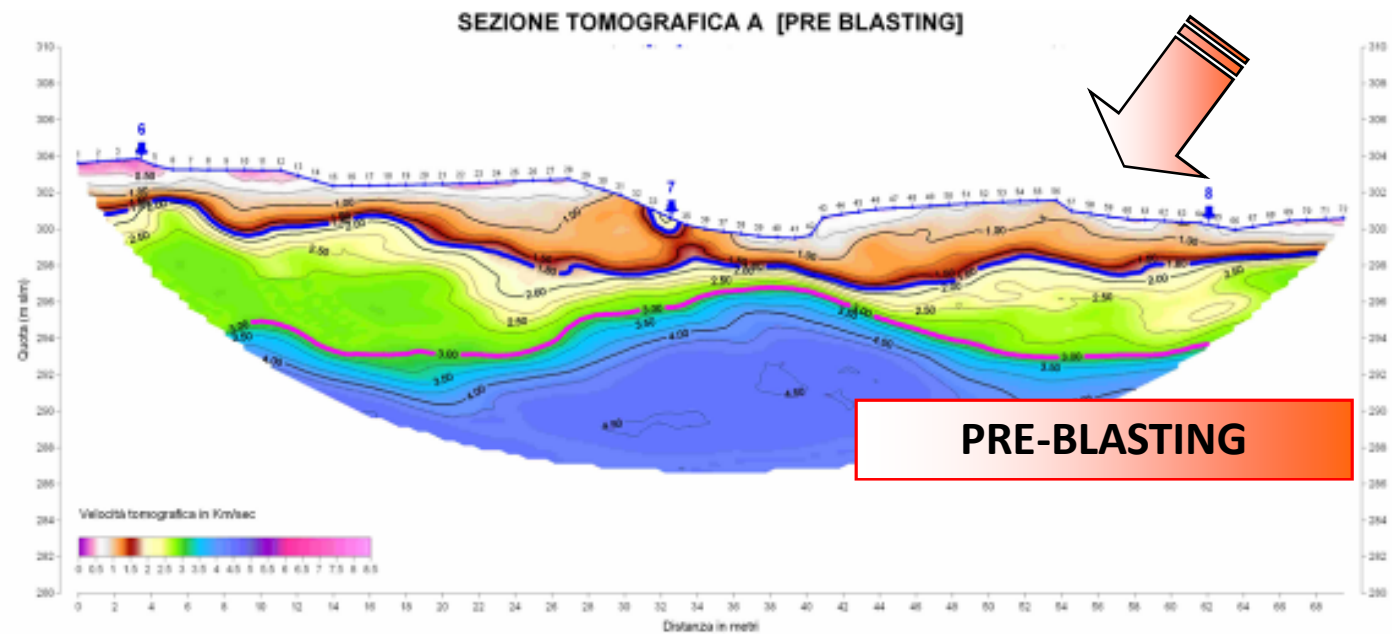


TABELLA PARAMETRI STATISTICI - DIGA ALTO ESARO (settore relativo alla vecchia impronta diga - Metabastiti)									
SPONDA DESTRA					SPONDA SINISTRA				
Sezioni Planimetriche	Analisi	Vp (km/sec)			Sezioni Planimetriche	Analisi	Vp (km/sec)		
Piano campagna	minimo	1,22	media	3,28	Piano campagna	minimo	1,20	media	2,14
	massimo	5,40				massimo	4,65		
A - 2 m	minimo	1,27	media	3,49	A - 2 m	minimo	1,46	media	2,54
	massimo	5,53				massimo	4,78		
A - 10 m	minimo	2,45	media	4,00	A - 10 m	minimo	2,17	media	3,30
	massimo	5,49				massimo	4,52		
Area totale investigata = 7236 m²					Area totale investigata = 7639 m²				
Livelli di consistenza Piano campagna					Livelli di consistenza Piano campagna				
1.2 - 1.8	Superficie	432	6%		1.2 - 1.8	Superficie	2489	31%	
1.8 - 3.0	Superficie	2314	31%		1.8 - 3.0	Superficie	4533	58%	
> 3.0	Superficie	4490	61%		> 3.0	Superficie	887	11%	
Livelli di consistenza A - 2 m					Livelli di consistenza A - 2 m				
1.2 - 1.8	Superficie	193	3%	-65%	1.2 - 1.8	Superficie	302	4%	-65%
1.8 - 3.0	Superficie	1944	27%	-16%	1.8 - 3.0	Superficie	2168	28%	-42%
> 3.0	Superficie	5139	71%	16%	> 3.0	Superficie	4920	63%	44%
Livelli di consistenza A - 10 m					Livelli di consistenza A - 10 m				
1.2 - 1.8	Superficie	0	0%	-100%	1.2 - 1.8	Superficie	0	0%	-100%
1.8 - 3.0	Superficie	292	3%	-87%	1.8 - 3.0	Superficie	2889	36%	9%
> 3.0	Superficie	6984	97%	35%	> 3.0	Superficie	5931	64%	2%

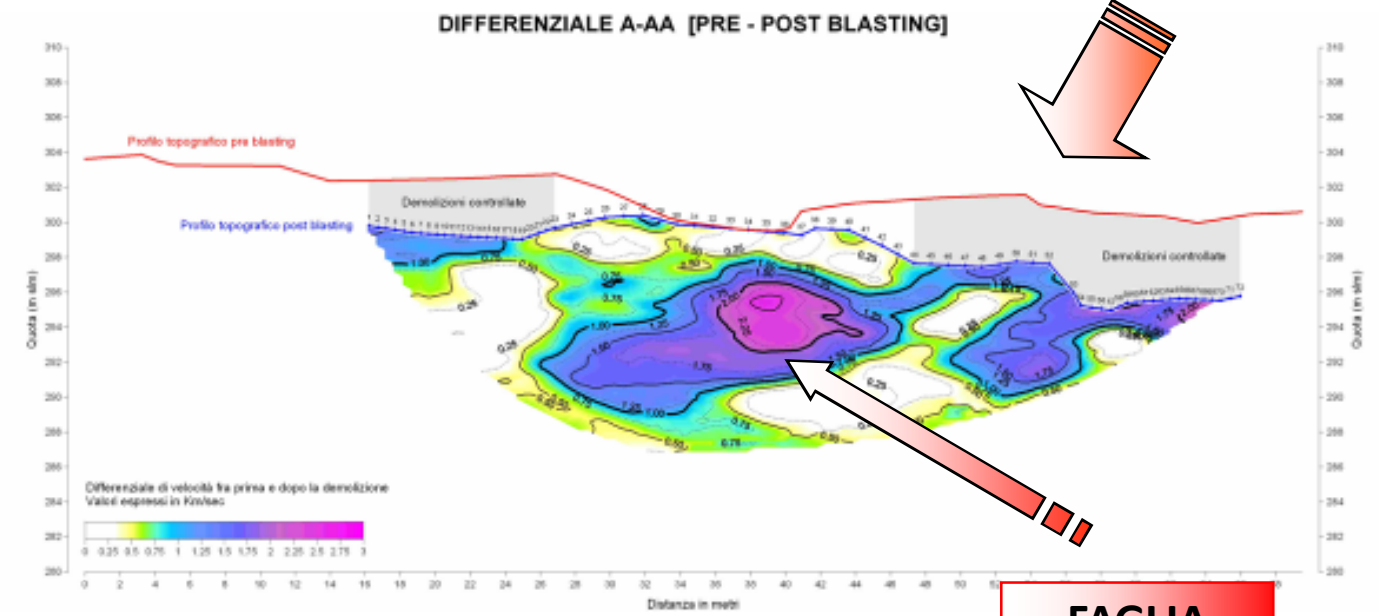


DIGA DI ESARO

STUDIO DELL'EFFETTO DI BLASTING SULLA ROCCIA



DIFFERENZIALE PRE-POST BLASTING



DIGA DI BEAUREGARD

CLIENTE: CVA SpA (2002 – 2005)

LOCALITA': Valgrisanche (Val d'Aosta)

Indagini in sito [2002 – 2005]

- Campagna d'indagine sul corpo della diga
- Campagna d'indagine di dettaglio sulle fessure
- Campagna d'indagine sul versante sinistro in frana
- Campagna d'indagine per il progetto della briglia
- Campagna d'indagine sull'avandiga

9 14:40



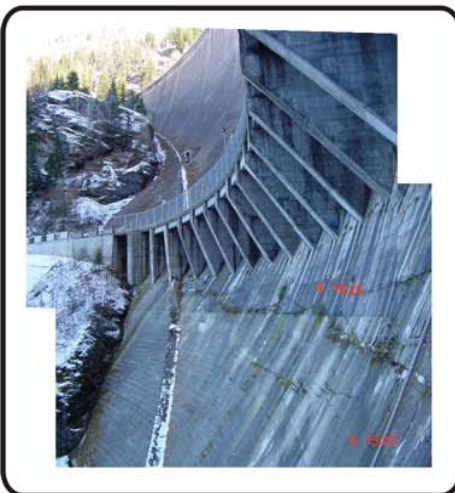
DIGA DI BEAUREGARD

INDAGINI SUI CONCI

DIGA LATO VALLE
Settore con le fratture principali



Lato destro



Lato sinistro

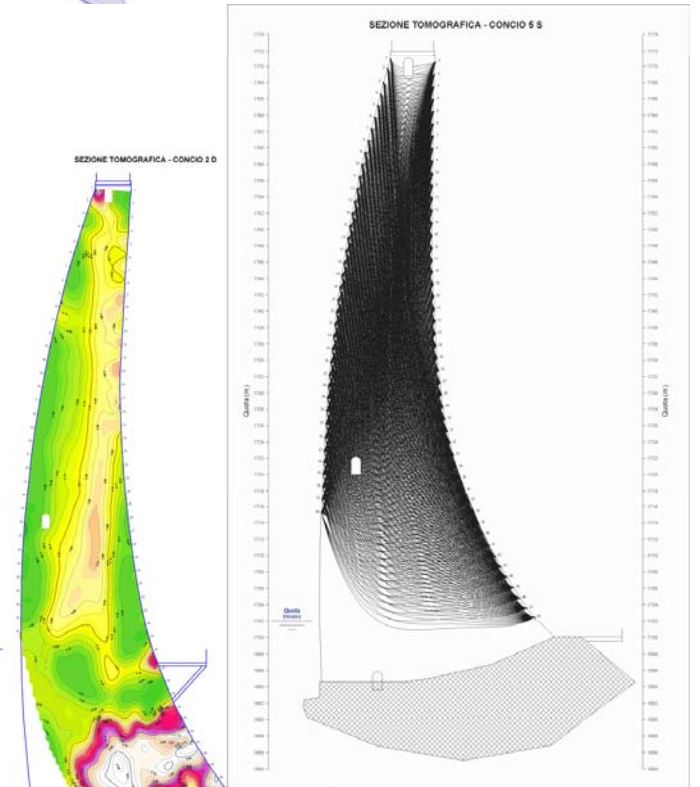
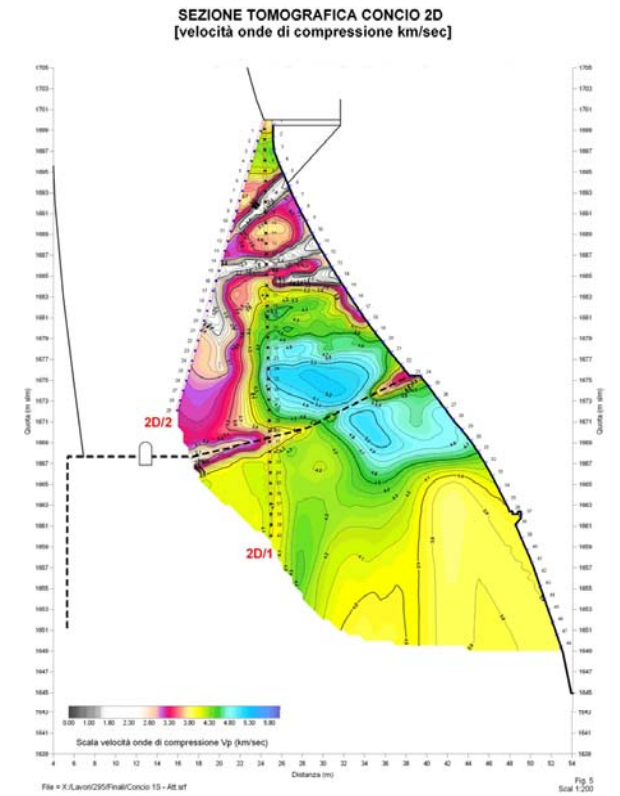
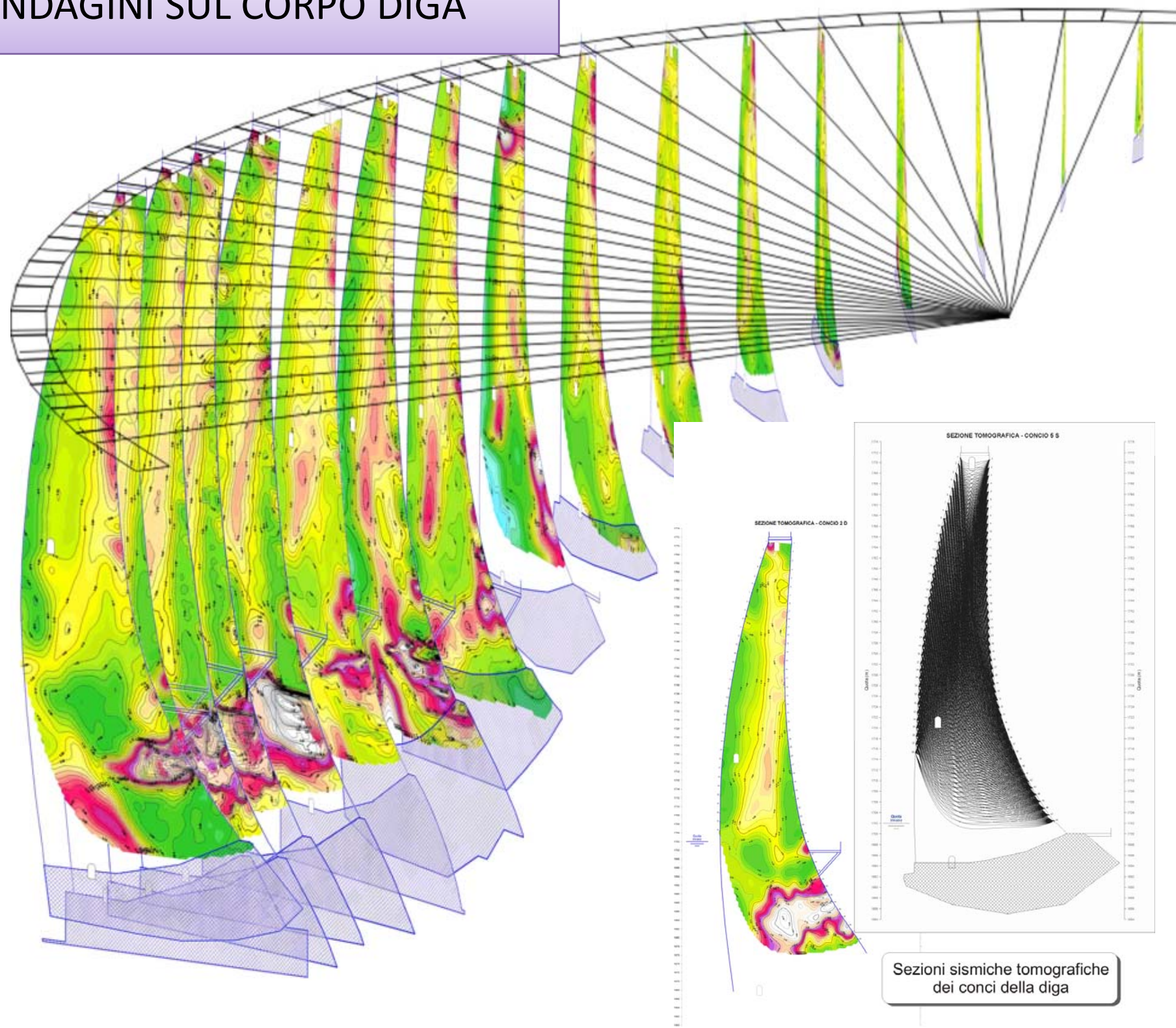


Frattura principale

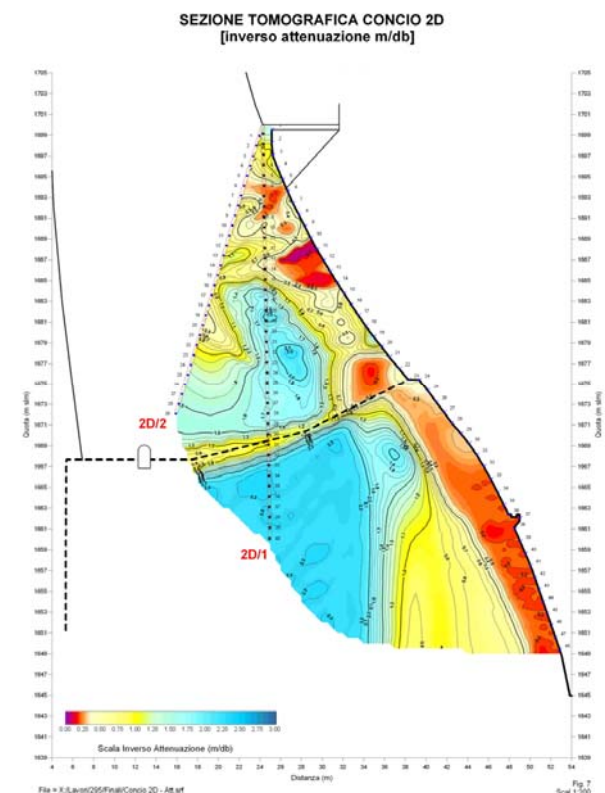


DIGA DI BEAUREGARD

INDAGINI SUL CORPO DIGA



Sezioni sismiche tomografiche dei conci della diga



DIGA DEL GABIET

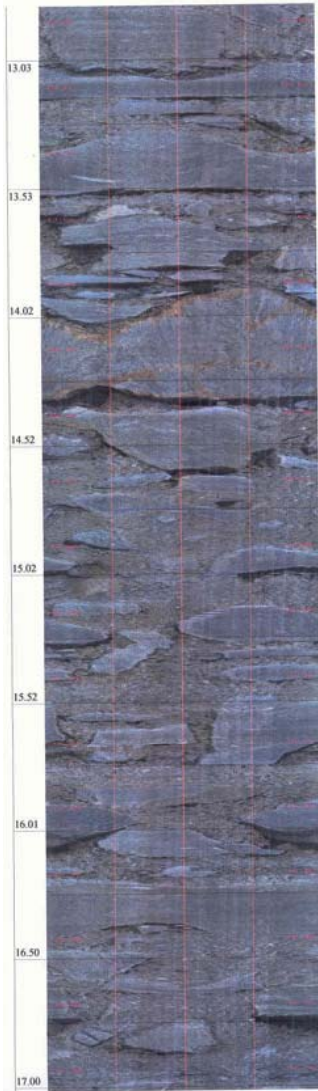
CLIENTE: CVA (2003)

LOCALITA': GRESSONEY



DIGA DEL GABIET

CARATTERIZZAZIONE DEL CORPO DIGA



Down Hole H.R.

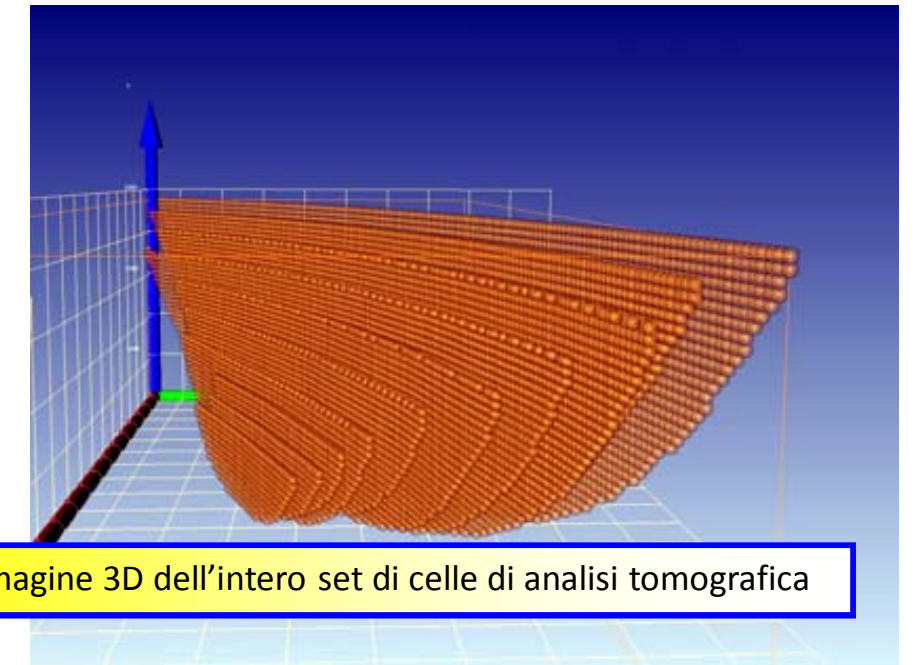
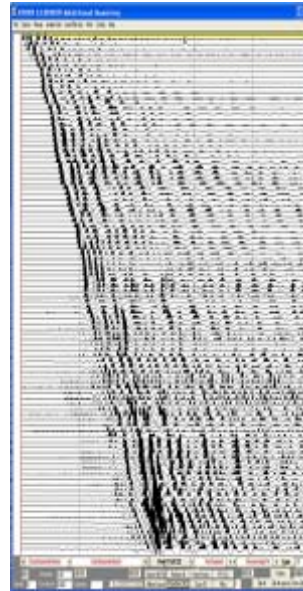


Immagine 3D dell'intero set di celle di analisi tomografica

N° celle complessive = 24809

Estensione delle risultanze dei sondaggi geomeccanici all'intera diga

- Valutazione della porosità e della percentuale lapideo dalle carote e dal rilievo televisivo
- Correlazione con prove di laboratorio
- Correlazione con prove Down Hole H.R.
- Realizzazione di curve di taratura.

INDAGINI SISMICHE TOMOGRAFICHE

Per ogni cella si sono calcolati tomograficamente

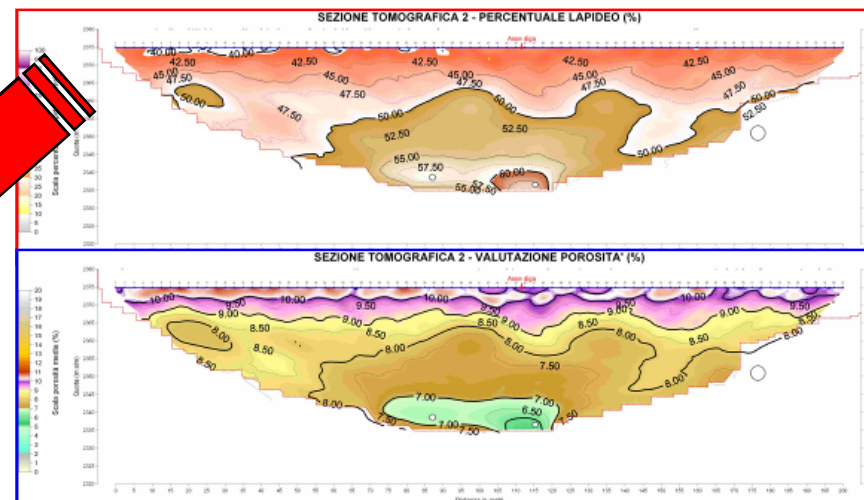
- Velocità onde di compressione
- Modulo di attenuazione
- Fattore Qualità

Per ogni cella si sono valutate, tramite correlazioni sperimentali locali utilizzando prove Down Hole – prove di laboratorio e sondaggi meccanici

- Percentuale lapideo
- Porosità

Sintesi parametri complessivi della diga

Percentuale lapideo = 48.31 %
Percentuale malta = 51.69 %
Porosità media = 8.50 %



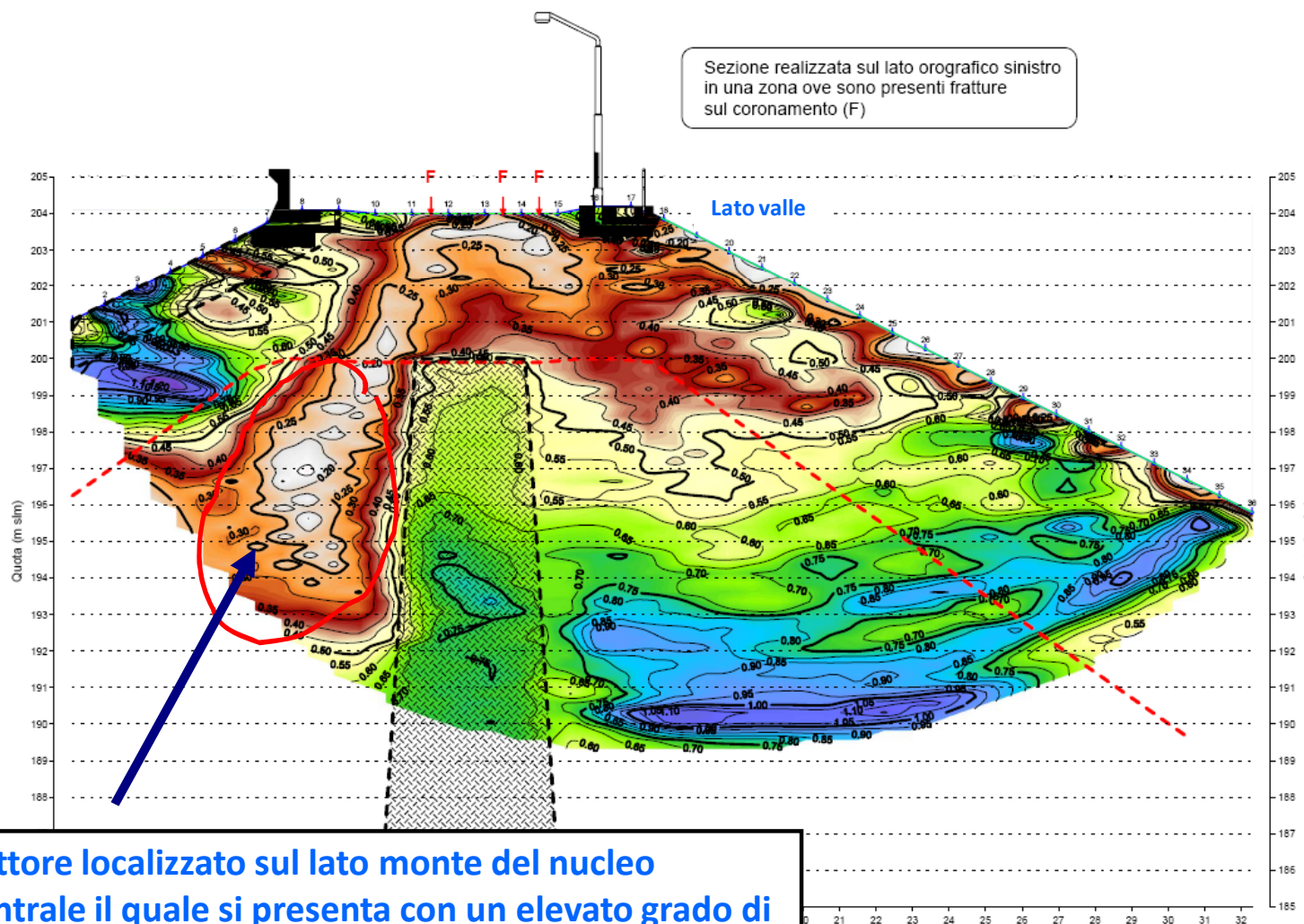
DIGA DEL RENDINA

CLIENTE: CONSORZIO DEL VULTURE

LOCALITA': LAVELLO (PZ)

Indagine volta alla determinazione geometrica delle fessure in coronamento e delle caratteristiche elastiche dei materiali presenti in diga

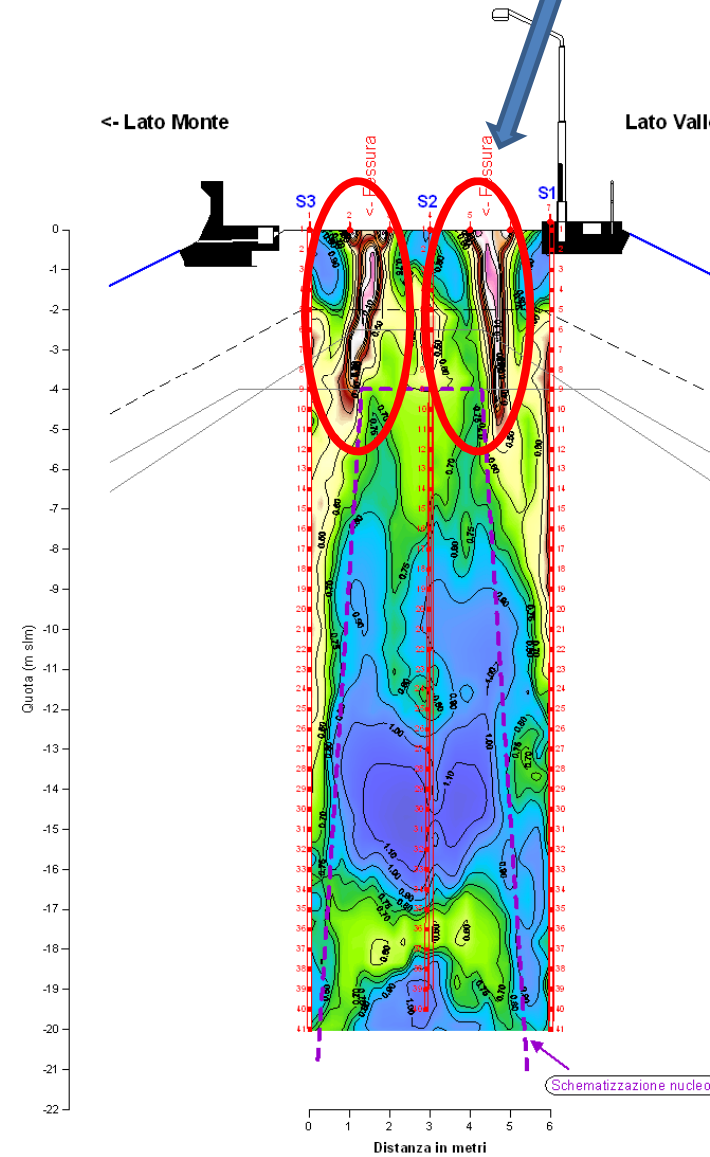
SEZIONE SISMICA TOMOGRAFICA 1
[VELOCITA' ONDE DI COMPRESSIONE km/sec]



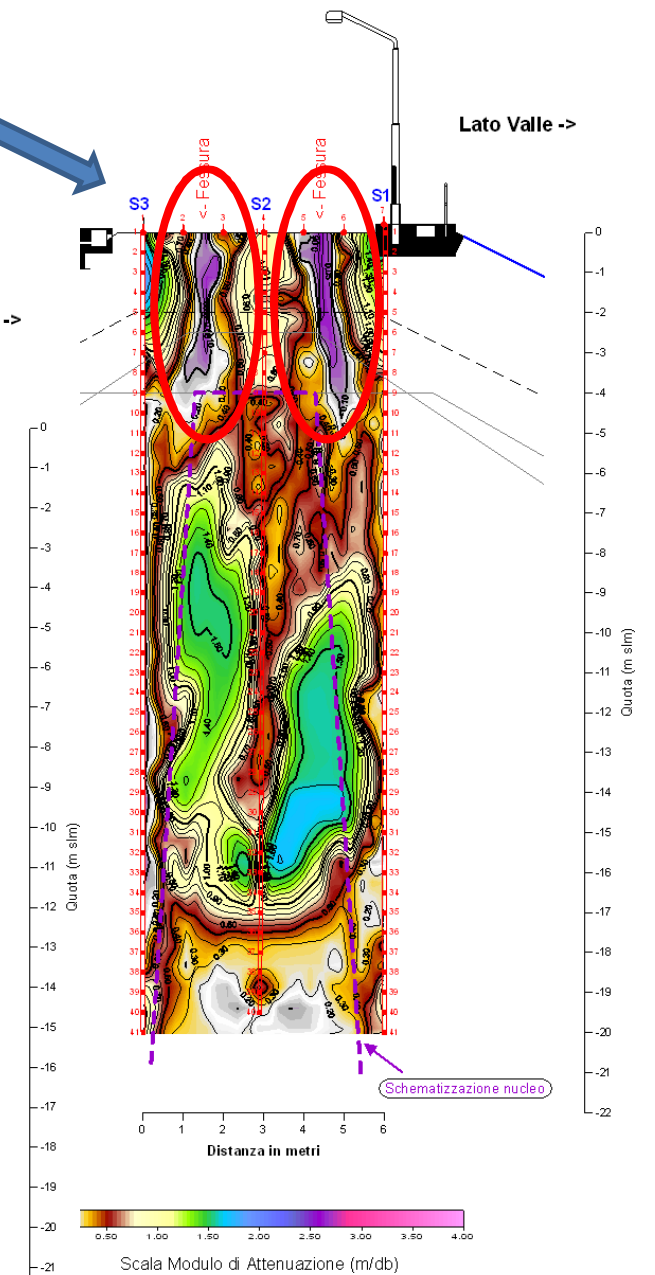
Settore localizzato sul lato monte del nucleo centrale il quale si presenta con un elevato grado di allentamento e ad elevata porosità.

Fessure in coronamento

SEZIONE 2-3
SEZIONE SISMICA TOMOGRAFICA
[Velocità onde di compressione]



SEZIONE 2-3
SEZIONE SISMICA TOMOGRAFICA
[Modulo di Attenuazione]



DIGA IN TERRA NEL CENTRO ITALIA

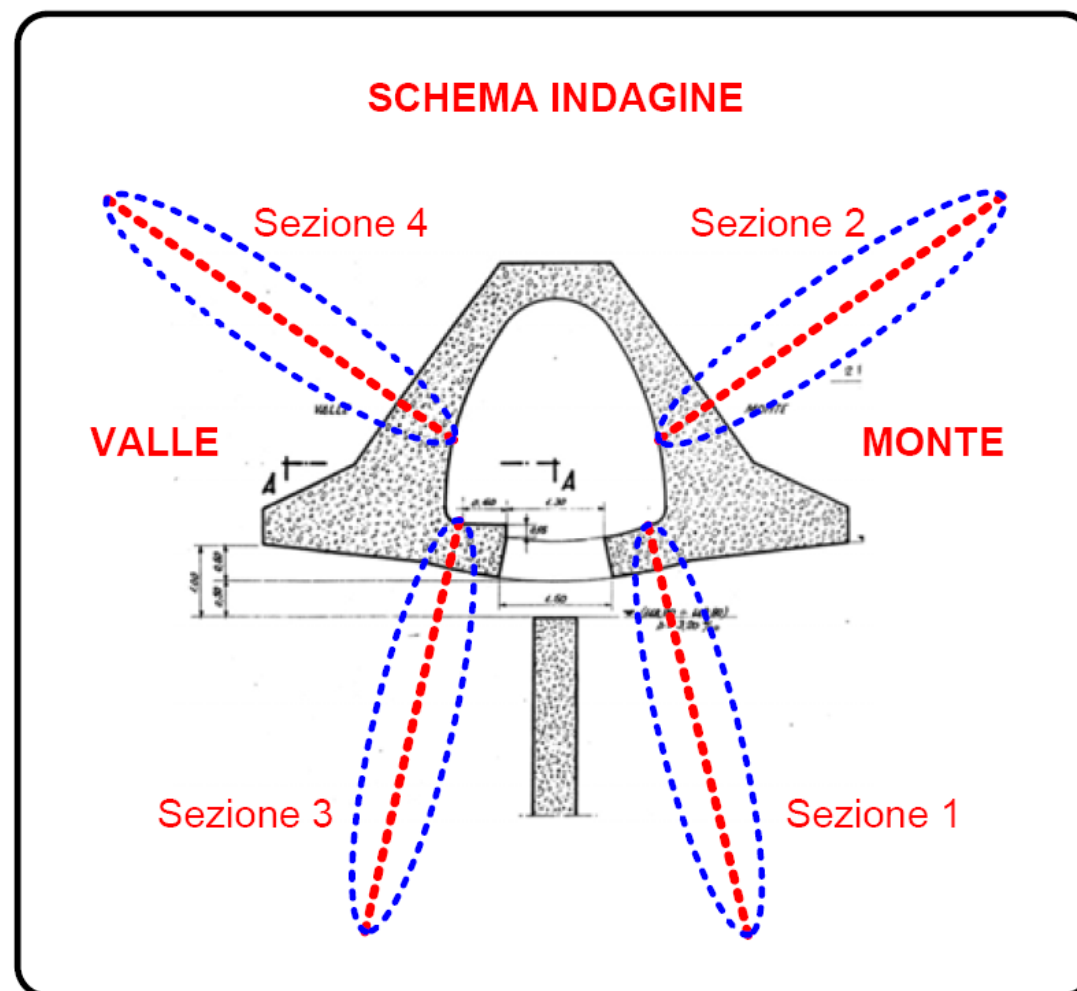
CLIENTE: riservato (2008)

LOCALITA': riservato



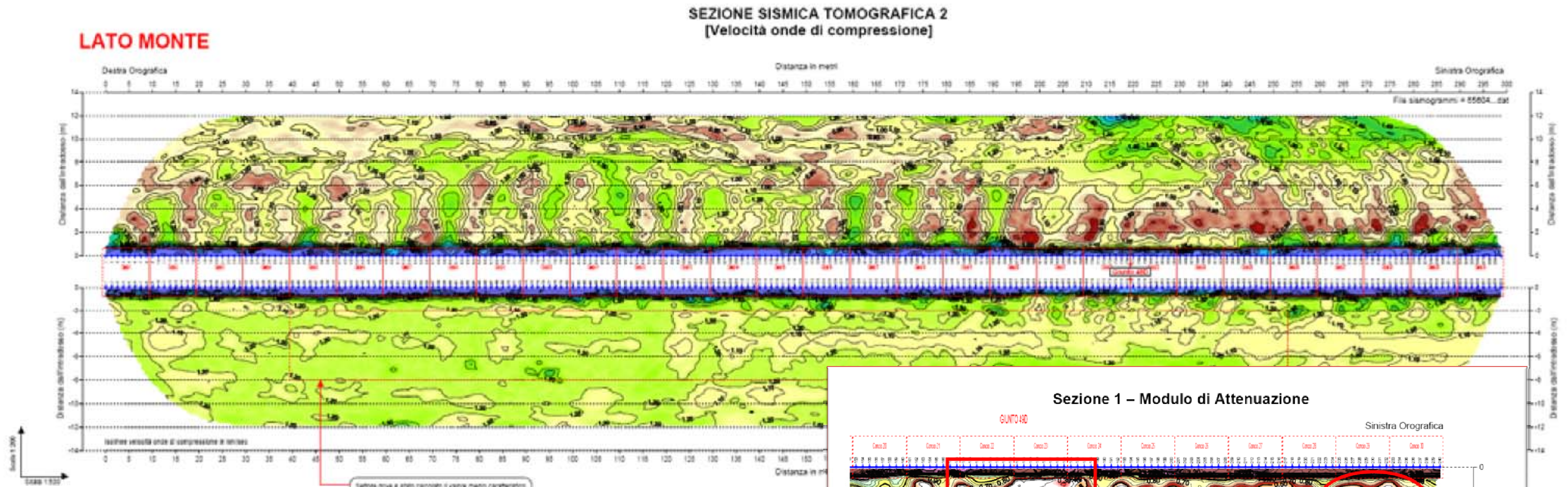
SCHEMA D'INDAGINE DEL NUCLEO IMPERMEABILE DALL'INTERNO DEL CUNICOLO

SONO STATE REALIZZATE N° 4 SEZIONI SISMICHE TOMOGRAFICHE CIASCUNA LUNGA OLTRE 350 M
CON ANALISI DELLA VELOCITA' DELLE ONDE DI COMPRESIONE E DELL'ATTENUAZIONE
(Passo sensori 0.5 m – shot ogni 2 m)



DIGA IN TERRA NEL CENTRO ITALIA

Esempio di anomalie del nucleo impermeabile



LATO VALLE

Velocità di compressione medio $V_p = 1.202$ km/sec ricavato dalla sezione 4

SEZIONE SISMICA TOMOGRAFICA 1
[Velocità onde di compressione]

