

PROSPEZIONI SISMICHE HVSR

COMUNE DI ALTAVILLA IRPINA (AV)

COMUNE DI
ALTAVILLA IRPINA (AV)
20. APR. 2012
PROT. N. . . . 3582.

**AGGIORNAMENTO PERIZIA GEOLOGICA
DM 14/01/2008 PER REDAZIONE
VARIANTE GENERALE AL P.R.G. (P.U.C.)**

**INTEGRAZIONE PROSPEZIONI SISMICHE
2011-2012**

IL GEOLOGO:

Dott. Costantino Severino



Questo elaborato può essere utilizzato solo al fine di cui in intestazione. Ogni altro uso, per intero od in parte, anche in fotocopia, deve essere preventivamente autorizzato dal consulente

MICROZONAZIONE SISMICA

PIANIFICAZIONE COMUNALE

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 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. A tal fine è utile e opportuno l'esecuzione di una microzonazione sismica e, sebbene non esistono vere e proprie linee di classificazione, si ritiene valido un indirizzo che tenga conto di alcuni requisiti fondamentali.

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.

Effetti locali (o di sito) – Effetti dovuti al comportamento del terreno in caso di evento sismico per la presenza di particolari condizioni lito-stratigrafiche e morfologiche che determinano amplificazioni locali e fenomeni di instabilità del terreno (instabilità di versante, liquefazioni, faglie attive e capaci, cedimenti differenziali, ecc.).

Elementi (o beni) esposti – Ciò che può essere negativamente affetto da un evento sismico e sul quale viene svolta l'analisi di rischio sismico. È identificabile attraverso categorie omogenee e sistemi che possono subire perdite a seguito di evento sismico. Esempi di categorie e sistemi esposti sono: ambiente, popolazione, attività economiche, servizi pubblici, beni culturali, ecc.

Fenomeni di instabilità del terreno – Modificazioni permanenti del terreno quali fenomeni franosi, fenomeni di liquefazione o densificazione (addensamento), fagliazione superficiale, ecc. dovuti ad un evento sismico.

Microzonazione sismica (MS) – Valutazione della pericolosità sismica locale attraverso l'individuazione di zone del territorio caratterizzate da comportamento sismico omogeneo. In sostanza la MS individua e caratterizza le zone stabili, le zone stabili suscettibili di amplificazione locale del moto sismico e le zone suscettibili di instabilità.

Pericolosità sismica – Stima quantitativa dello scuotimento del terreno dovuto a un evento sismico, in

COMUNE DI ALTAVILLA IRPINA (AV)

AGGIORNAMENTO PERIZIA GEOLOGICA

D. M. 14/01/2008 PER REDAZIONE VARIANTE GENERALE AL PRG (PUC)

una determinata area. La pericolosità sismica può essere analizzata con metodi deterministici, assumendo un determinato terremoto di riferimento, o con metodi probabilistici, nei quali le incertezze dovute alla grandezza, alla localizzazione e al tempo di occorrenza del terremoto sono esplicitamente considerati. Tale stima include le analisi di pericolosità sismica di base e di pericolosità sismica locale.

Pericolosità sismica di base – Componente della pericolosità sismica dovuta alle caratteristiche sismologiche dell'area (tipo, dimensioni e profondità delle sorgenti sismiche, energia e frequenza dei terremoti). La pericolosità sismica di base calcola (generalmente in maniera probabilistica), per una certa regione e in un determinato periodo di tempo, i valori di parametri corrispondenti a prefissate probabilità di eccedenza. Tali parametri (velocità, accelerazione, intensità, ordinate spettrali) descrivono lo scuotimento prodotto dal terremoto in condizioni di suolo rigido e senza irregolarità morfologiche (terremoto di riferimento). La scala di studio è solitamente regionale. Una delle finalità di questi studi è la classificazione sismica a vasta scala del territorio, finalizzata alla programmazione delle attività di prevenzione e alla pianificazione dell'emergenza. Costituisce una base per la definizione del terremoto di riferimento per studi di microzonazione sismica.

Pericolosità sismica locale – Componente della pericolosità sismica dovuta alle caratteristiche locali (litostratigrafiche e morfologiche, eventuali effetti locali). Lo studio della pericolosità sismica locale è condotto a scala di dettaglio partendo dai risultati degli studi di pericolosità sismica di base (terremoto di riferimento) e analizzando i caratteri geologici, geomorfologici geotecnici e geofisici del sito. Questo studio permette di definire le amplificazioni locali e la possibilità di accadimento di fenomeni di instabilità del terreno. Il prodotto più importante di questo genere di studi è la carta di microzonazione sismica. La sua finalità è:

Rischio sismico – Probabilità che accada o che venga superato un certo livello di danno o di perdita in termini economico-sociali in un prefissato intervallo di tempo ed in una data area, a causa di un evento sismico.

Riduzione del rischio (o mitigazione del rischio) – Azioni intraprese al fine di ridurre le probabilità, le conseguenze negative, o entrambe, associate al rischio (ISO , Guide 73:2002).

Risposta sismica locale (amplificazione locale) – Modificazione in ampiezza, frequenza e durata dello scuotimento sismico dovuta alle specifiche condizioni lito-stratigrafiche e morfologiche di un sito. Si può quantificare mediante il rapporto tra il moto sismico alla superficie del sito e quello che si osserverebbe per lo stesso evento sismico su un ipotetico affioramento di roccia rigida con morfologia orizzontale. Se questo rapporto è maggiore di 1, si parla di amplificazione locale.

Vulnerabilità sismica – Propensione al danno o alla perdita di un sistema a seguito di un dato evento sismico. La vulnerabilità è detta primaria se relativa al danno fisico subito dal sistema per effetto delle azioni dinamiche dell'evento, secondaria se relativa alla perdita subita dal sistema a seguito del danno fisico. Per ogni sistema, la vulnerabilità può essere espressa in maniera diretta attraverso la definizione della distribuzione del livello di danno o di perdita a seguito di un dato scuotimento o in maniera indiretta attraverso indici di vulnerabilità ai quali correlare danno e scuotimento.

COMUNE DI ALTAVILLA IRPINA (AV)

AGGIORNAMENTO PERIZIA GEOLOGICA

D. M. 14/01/2008 PER REDAZIONE VARIANTE GENERALE AL PRG (PUC)

La distribuzione del danno apparente agli elementi strutturali o non strutturali di un edificio al variare dello scuotimento sismico fornisce una misura della vulnerabilità primaria. La distribuzione del costo di riparazione di un edificio in relazione al danno apparente o meccanico è una misura di vulnerabilità secondaria. 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;

Valutazione stratigrafico/sismico e parametrizzazione elastica dei terreni;

Misure dirette di V_p , V_s , G , E , K ;

- 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 situ sia in laboratorio, mirate all'acquisizione di dati e geotecnici nei campi di sollecitazione e deformazione indotti dai terremoti attesi;

Essendo la Microzonazione Sismica (MS) e lo studio della Risposta Sismica Locale (RSL) uno studio interdisciplinare che contempla varie figure professionali in questa sede si è proceduto alla esecuzione delle attività che riguardano il II livello di approfondimento in particolare le indagine geofisiche in situ eseguite in tempi diversi sul territorio comunale.

Il livello:

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

COMUNE DI ALTAVILLA IRPINA (AV)

AGGIORNAMENTO PERIZIA GEOLOGICA

D. M. 14/01/2008 PER REDAZIONE VARIANTE GENERALE AL PRG (PUC)

SISMICA PASSIVA

- HVSR - misura del rumore sismico con valutazione della/e frequenze di risonanza dei terreni e/o edifici.

SISMICA ATTIVA

- Down-Hole;
- Prospezioni fisiche di superficie.

Una relazione finale, ove si terrà conto di tutte le indagini eseguite, sarà successivamente accompagnata da una idonea cartografia che terrà conto dei seguenti aspetti:

EFFETTI LOCALI (O DI SITO) – Effetti dovuti al comportamento del terreno in caso di evento sismico per la presenza di particolari condizioni lito-stratigrafiche e morfologiche che determinano amplificazioni locali e fenomeni di instabilità del terreno (instabilità di versante, liquefazioni, faglie attive e capaci, cedimenti differenziali, ecc.).

FENOMENI DI INSTABILITÀ DEL TERRENO – Modificazioni permanenti del terreno quali fenomeni franosi, fenomeni di liquefazione o densificazione (addensamento), fagliazione superficiale, ecc. dovuti ad un evento sismico.

MICROZONAZIONE SISMICA (MS) – Valutazione della pericolosità sismica locale attraverso l'individuazione di zone del territorio caratterizzate da comportamento sismico omogeneo. In sostanza la MS individua e caratterizza le zone stabili, le zone stabili suscettibili di amplificazione locale del moto sismico e le zone suscettibili di instabilità.

LE INDAGINI ESEGUITE

Le indagini in sito e in laboratorio contribuiscono alla definizione del modello del sottosuolo, in base alle unità litotecniche presenti, ai loro rapporti stratigrafici e geometrici e ai parametri fisico- meccanici che le caratterizzano. La conoscenza di tale modello permette di fare valutazioni sui fenomeni di amplificazione locale per le zone stabili e su eventuali fenomeni di instabilità. Le indagini eseguite in vari tempi hanno consentito di estrapolare un modello del sottosuolo per tutto il territorio comunale, tali indagini possono essere così sintetizzate:

- RILEVAMENTI GEOLOGICI, GEOMORFOLOGICI E LITOLOGICO-TECNICI
- INDAGINI GEOFISICHE
- INDAGINI GEOTECNICHE

COMUNE DI ALTAVILLA IRPINA (AV)

AGGIORNAMENTO PERIZIA GEOLOGICA

D. M. 14/01/2008 PER REDAZIONE VARIANTE GENERALE AL PRG (PUC)

DOTT. COSTANTINO SEVERINO

- GEOLOGO -

- INDAGINI IN SITO
- PROVE DI LABORATORIO

Per rivedere e ricostruire l'assetto stratigrafico locale si è tenuto conto di indagini in situ ed dai dati di laboratorio riferiti a campioni prelevati nei sondaggi effettuati in epoca precedente. In questa sede si è integrate le indagini sismiche (esecuzione di prospezioni sismiche tipo HVSR) uniformando il tutto alle normative recenti e in particolare alla normativa antisismica nazionale ivi compreso "L'aggiornamento della classificazione sismica dei Comuni della Regione Campania", che classifica il Comune di Altavilla Irpina come "2° Categoria". Queste indagini eseguite fra la fine del 2011 e l'inizio del 2012 sono riscontrabili in appendice.

Avellino, Aprile 2012

dott. Costantino Severino



COMUNE DI ALTAVILLA IRPINA (AV)

AGGIORNAMENTO PERIZIA GEOLOGICA

D. M. 14/01/2008 PER REDAZIONE VARIANTE GENERALE AL PRG (PUC)

Teoria HVSR.

TECNICA DI MISURAZIONE E STRUMENTAZIONE

La tecnica HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) consiste nel misurare direttamente, sfruttando il rumore di fondo ambientale (microtremori), le frequenze di risonanza degli edifici e dei terreni costituenti il sottosuolo, allo scopo di stimare gli effetti di sito e la vulnerabilità sismica dell'opera. Per rumore ambientale di fondo s'intende l'insieme delle vibrazioni che si propagano nel terreno dovute sia a fenomeni naturali, moto ondoso, perturbazioni atmosferiche, ecc., sia all'azione antropica, traffico veicolare, macchinari, ecc.. Si è riconosciuto, a partire dagli anni settanta, che i microtremori tendono a eccitare le frequenze naturali di oscillazione dei terreni, permettendone l'individuazione. In pratica ciò che viene misurato sono, in certo intervallo di frequenze, solitamente 0.1-100 Hz, le velocità dei microtremori lungo il piano orizzontale e verticale (H e V) e il rapporto fra le due componenti (H/V). I valori di massimo locale (picchi positivi) di H/V ai quali corrispondono minimi locali di V individuano le frequenze di risonanza degli strati di terreno lungo la verticale di misura. Più elevato è il valore del rapporto H/V maggiore è il contrasto d'impedenza sismica e quindi la variazione di velocità delle onde S fra livelli stratigrafici contigui.

La tecnica HVSR richiede l'utilizzo di un velocimetro triassiale, cioè di un sismometro a stazione singola in grado di registrare i microtremori lungo le due direzioni orizzontali (X, Y) e lungo quella verticale (Z), in un ampio intervallo di frequenze (0.1-100 Hz) e per una durata sufficientemente lunga (mediamente 10-20 minuti). Il moto indotto nel terreno viene misurato in termini di velocità attraverso tre velocimetri, uno per ogni direzione di misura (X, Y e Z), secondo il passo di campionamento impostato dall'operatore. Le misure registrate vengono poi elaborate e restituite graficamente in forma di spettri H/V (rapporto H/V in funzione della frequenza, dove H è la media delle misure lungo X e Y) e spettri V (componente verticale del moto in funzione della frequenza).

Attraverso la tecnica HVSR è possibile:

- valutare in maniera quantitativa gli effetti di sito (risposta sismica locale e suscettibilità alla liquefazione del terreno);
- ricavare il profilo delle velocità delle onde S con la profondità e calcolare il parametro Vs30;
- analizzare la vulnerabilità sismica degli edifici, esistenti o in progetto.

EFFETTI DI SITO E RISPOSTA SISMICA LOCALE

Le onde di taglio (S) sono le principali responsabili delle lesioni che subiscono gli edifici durante un evento sismico. Infatti, mentre le onde di compressione (P) agiscono sulle sovrastrutture in direzione prevalentemente verticale (moto sussultorio), le onde S sollecitano le stesse con forze di taglio lungo il piano orizzontale (moto ondulatorio), dove gli elementi strutturali sono più vulnerabili. Nelle analisi di pericolosità sismica è quindi fondamentale esaminare in dettaglio in che modo le onde S si propagano. E', infatti, ampiamente dimostrato che questo tipo di oscillazione durante il percorso verso la superficie può subire un'azione di filtraggio che tende a ridistribuire l'energia associata al treno d'onda, concentrandola in determinate frequenze, corrispondenti alle frequenze naturali di vibrazione dei terreni attraversati. L'effetto finale è quello di amplificare le onde S che andranno a sollecitare l'opera. Questo fenomeno può essere dovuto sia a particolarità topografiche del sito (amplificazione topografica), come valli sepolte o zone di cresta o di versante in pendii naturali o artificiali, sia a variazioni brusche nelle caratteristiche meccaniche dei terreni attraversati lungo la verticale (amplificazione stratigrafica).

Lermo e Chavez-Garcia (1993), basandosi sul lavoro di Nakamura (1989), suggeriscono che lo spettro H/V possa essere visto, a tutti gli effetti, come rappresentativo della funzione di trasferimento del moto sismico dal bedrock alla superficie. Secondo questi Autori quindi le ampiezze dei picchi stratigrafici nello spettro H/V possono essere interpretate direttamente come fattori di amplificazione del moto sismico, almeno per quanto riguarda la componente stratigrafica. Va tenuto presente però che gli Autori citati, parlando di microtremori, intendono essenzialmente microsismi, cioè eventi sismici di bassa energia, in cui le sorgenti sono ubicate in profondità nella crosta. In questo contesto lo spettro H/V può essere interpretato come prodotto essenzialmente da onde di volume (P e S). Nella tecnica HVSR

comunemente impiegata nella geologia applicata i microtremori registrati derivano da sorgenti superficiali e sono composti essenzialmente da onde di superficie (Rayleigh e Love). In questo caso, mentre è ancora possibile riconoscere le frequenze in cui ricadono i picchi H/V come frequenze di risonanza del terreno, le ampiezze dei massimi non possono essere più considerate come rappresentative dell'amplificazione sismica. Per valutare la funzione di trasferimento del moto sismico in superficie bisogna operare allora partendo dal profilo delle Vs, ricavato dall'inversione dello spettro H/V, e calcolare la curva teorica secondo le procedure più accreditate.

Sulla base del valore calcolato di Vs30 vengono identificate 5 classi, A, B, C, D ed E alle quali corrispondono un differente spettro di risposta elastico. Lo schema indicativo di riferimento per la determinazione della classe del sito è il seguente:

CATEGORIE DI SOTTOSUOLO					
Categoria sottosuolo	Descrizione	Spessore (m)	Vs (m/s)	Nspt	Cu (kPa)
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di Vs30 superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 3 m.	Qualsiasi	≥ 800		
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, con spessori superiori a 30m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30, compresi fra 360 m/s e 800 m/s (Nspt,30 > 50 nei terreni a grana grossa o cu30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).	> 30 m	≥ 360 ≤ 800	> 50	> 250
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi fra 180 e 360 m/s (15 < Nspt,30 < 50 nei terreni a grana grossa, 70 < cu30 < 250 kPa nei terreni a grana fina).	> 30 m	≥ 180 ≤ 360	> 15 < 50	> 50 < 250
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati oppure di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 < 180 m/s (Nspt,30 < 15 nei terreni a grana grossa, cu30 < 70 kPa nei terreni a grana fina).	> 30 m	< 180	< 15	> 70
E	Terreni di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, giacenti su un substrato di riferimento (Vs30 > 800 m/s).	Fino a 20 m	≈ C e D	≈ C e D	≈ C e D
CATEGORIE AGGIUNTIVE DI SOTTOSUOLO					
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di Vs, 30 inferiori a 100 m/s (ovvero 10 < cu,30 < 20 kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.				
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.				

PARAMETRI GEOTECNICI DEL TERRENO.

Stimata la velocità delle onde P e S lungo la verticale d'indagine, è possibile ricavare, attraverso alcune correlazioni analitiche, non empiriche, i parametri geotecnici dinamici del terreno.

MODULO DI DEFORMAZIONE AL TAGLIO.

$$G(kPa) = \rho V_s^2$$

dove:

MODULO DI COMPRESSIBILITA' VOLUMETRICA.

$$M(kPa) = \rho \left(V_p^2 - \frac{4}{3} V_s^2 \right)$$

MODULO EDOMETRICO.

$$E_{vd}(kPa) = \rho V_p^2$$

MODULO DI YOUNG

$$E(kPa) = 2\rho V_s^2(1 + \nu)$$

RISULTATI DI INDAGINI SISMICHE HVSR¹

In sintesi, i risultati che si possono ottenere da indagini sismiche HVSR sono:

- La frequenza caratteristica di risonanza del sito che rappresenta un parametro fondamentale per il corretto dimensionamento degli edifici antisismici;
- La velocità media delle onde di taglio V_s calcolata tramite un apposito codice di calcolo. In tal modo è possibile calcolare la V_{s30} e la relativa categoria del suolo di fondazione come esplicitamente richiesto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni del 14 gennaio 2008;
- La stratigrafia del sottosuolo con un range di indagine compreso tra 0.5 e 700 m di profondità, anche se il dettaglio maggiore si ha nei primi 100 metri.

Avellino, Aprile 2012

Dott. Costantino Severino



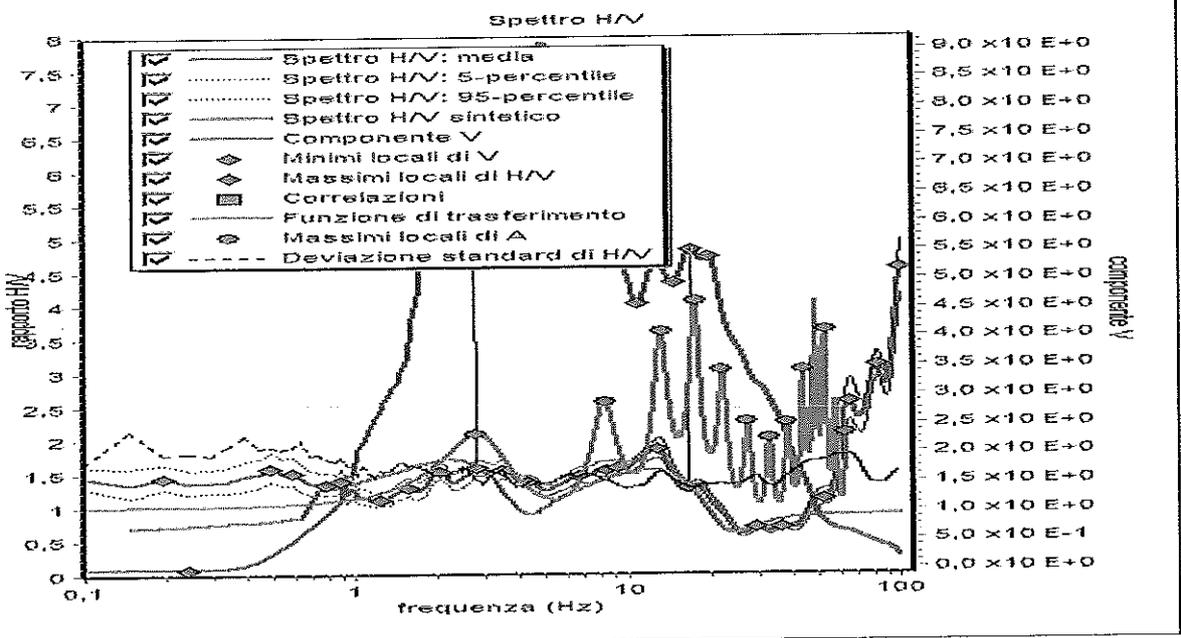
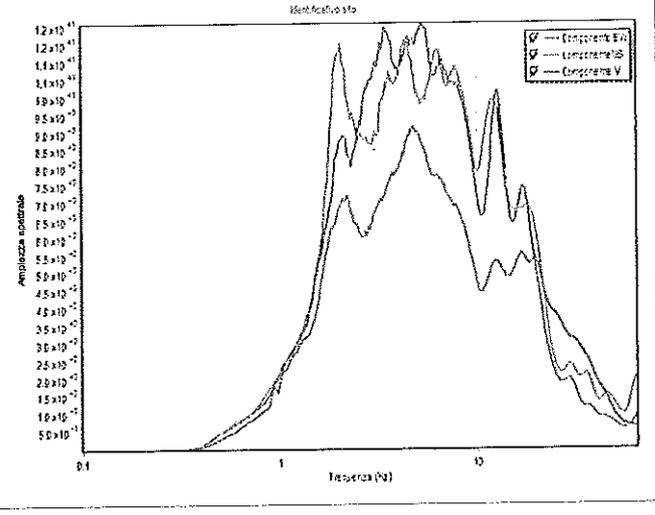
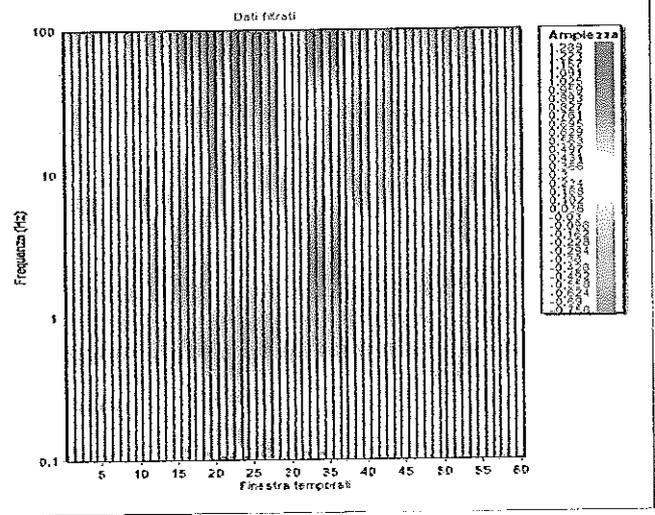
¹ Parametri geotecnici e i dati sismici ricavabili da una prova HVSR sono:

- Profili verticali di velocità (V_p e V_s) - Ottemperanza normativa vigente con stima parametro V_{s30}
- Coefficiente di Poisson medio [ν - medio]
- Modulo di deformazione al taglio medio [G - medio]
- Modulo di compressibilità edometrica medio [E_d - medio]
- Modulo di Young medio [E - medio]
- Modulo di compressibilità volumetrica medio [E_v - medio]

Riassunto interpretazione HVSR V1

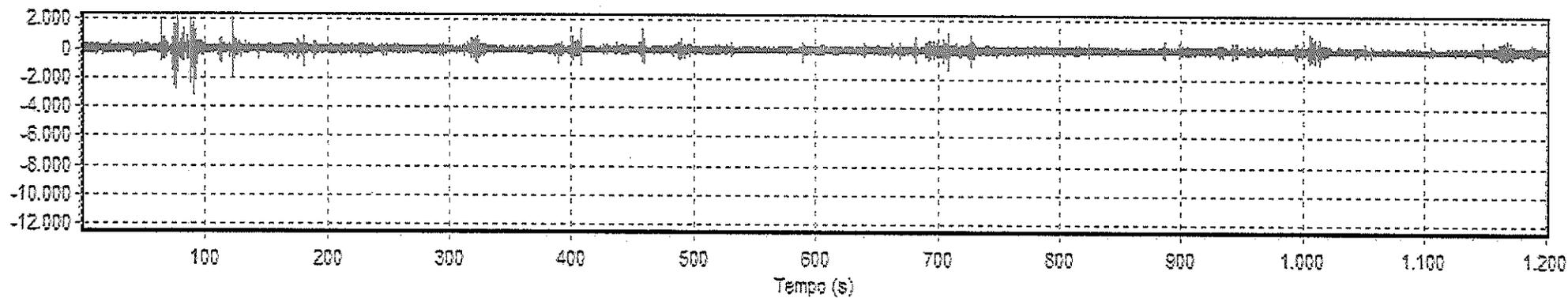
N.	H(m)	Vs(m/s)
1	1,05	70
2	12,86	143
3	Oltre	271

$V_s = 70$
 Classe C-150 (m/s) - Z85

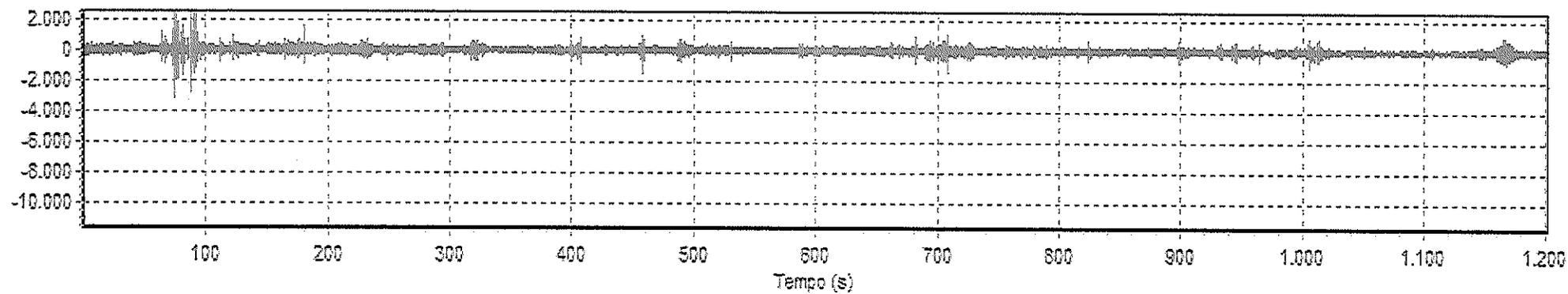


Acquisizione di campagna HVSR V1

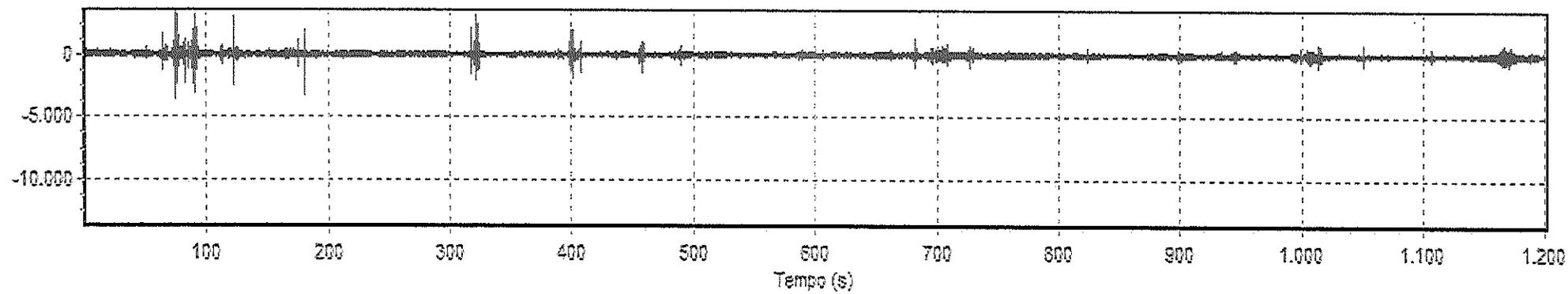
COMPONENTE E-W



COMPONENTE N-S



COMPONENTE VERTICALE



Spettro H/V

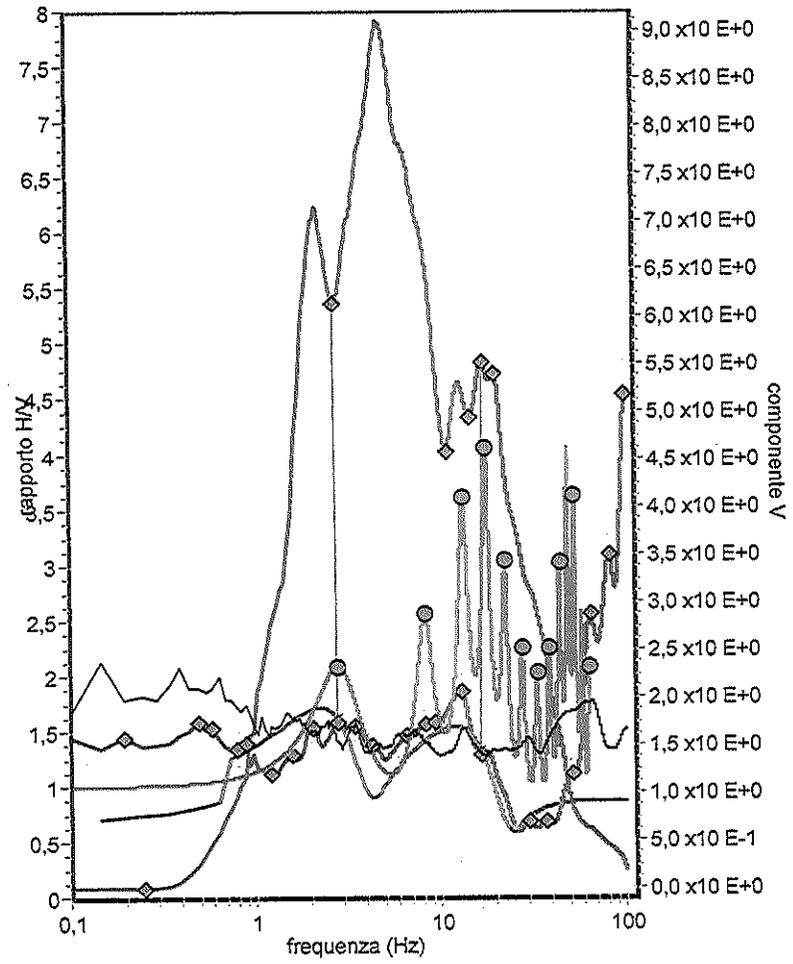
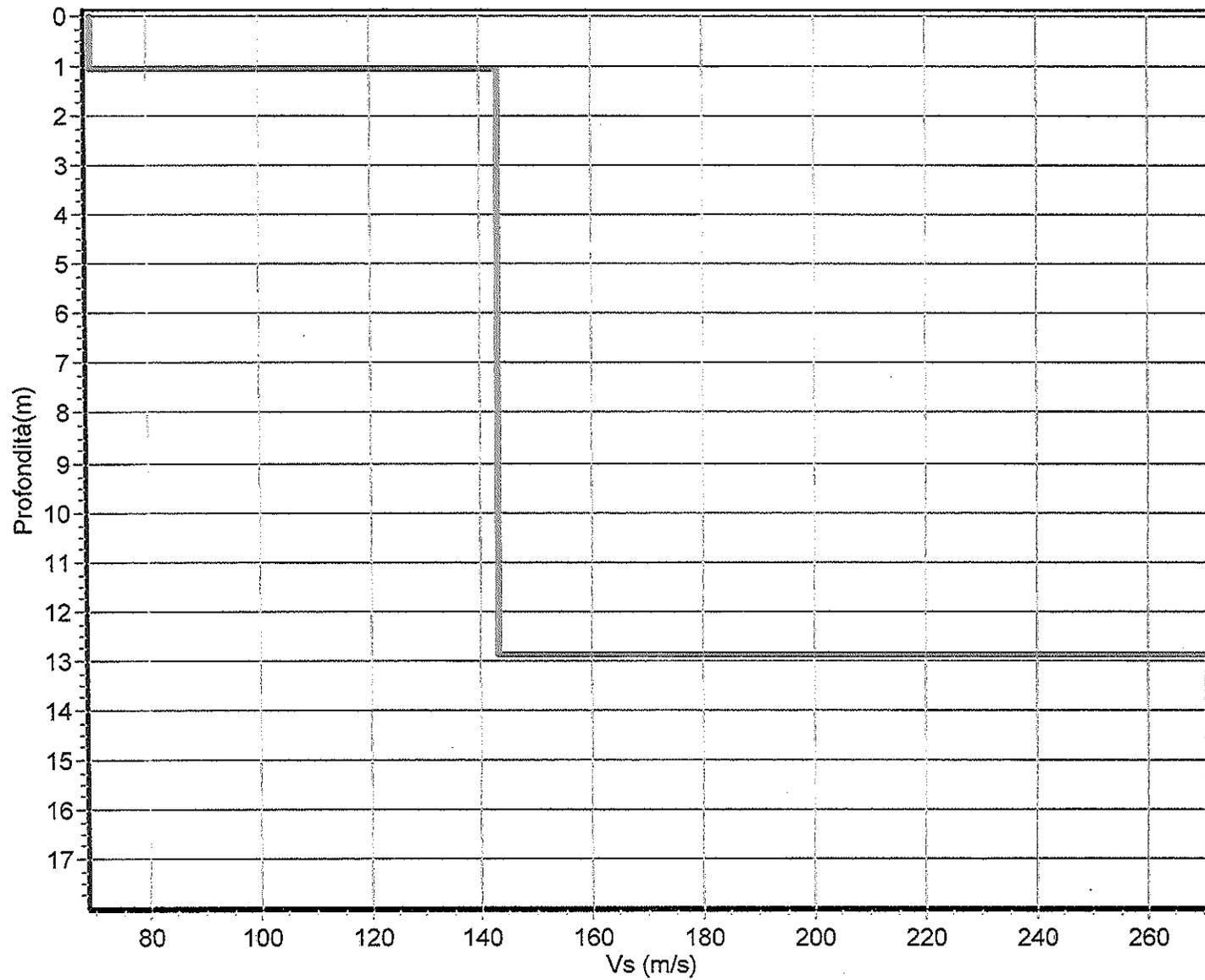


Tabella parametri geotecnici da HVSR V1

N.	Da (m)	a (m)	dz (m)	Vs(m/s)	Gamma(kN/mc)	Smorzamento	Vp(m/s)	G0(Mpa)	Ed(Mpa)	Kv(Mpa)	Ey(Mpa)
1	0,0	1,05	1,05	70	18,0	0,0	146	8,99	38,96	26,97	24,28
2	1,05	12,86	11,81	143	17,92	0,0	306	37,35	170,76	120,96	101,6
3			0,0	271	19,2	0,0	516	143,74	521,99	330,34	376,59



✓ — V_s media

Classe sito: C - V_{s30} (m/s) = 258,5

Dott. Costantino Severino

GEOLOGO



Figura 1- Esecuzione Prospezione HVSR V1 - Loc. Centro Storico

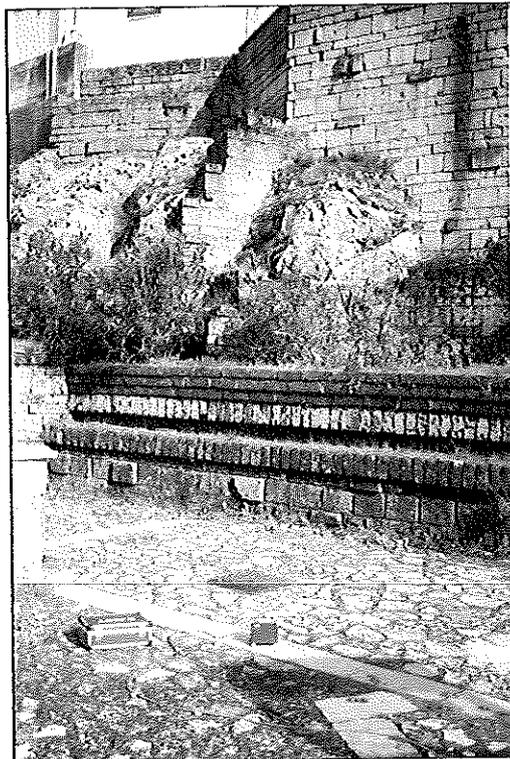
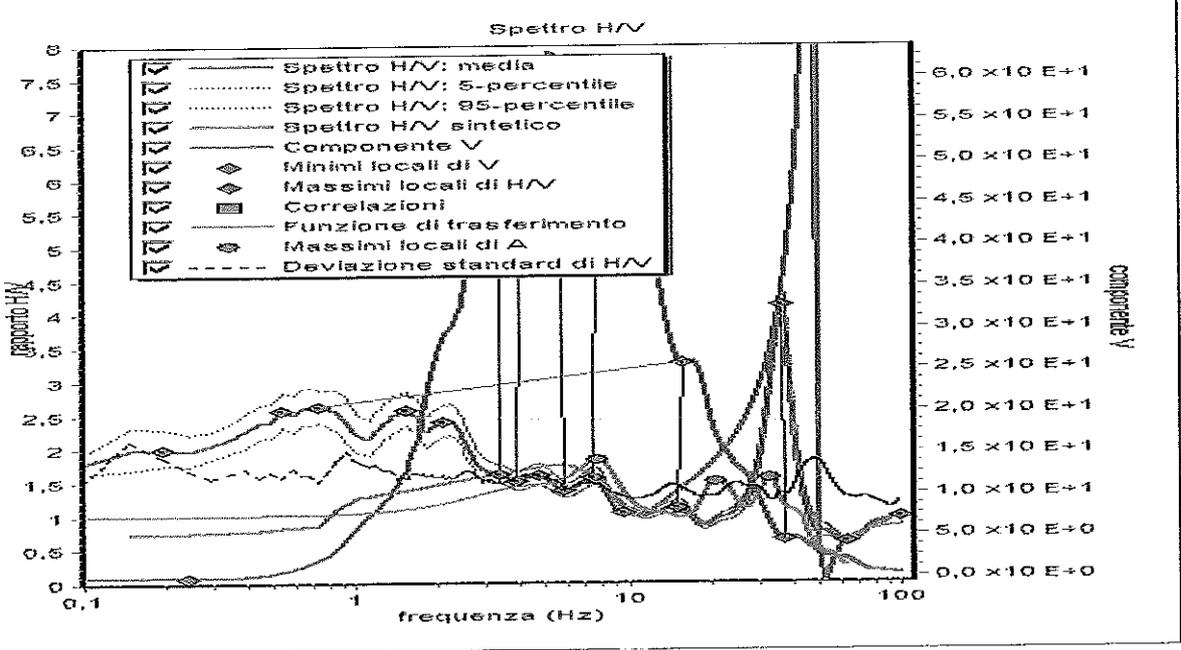
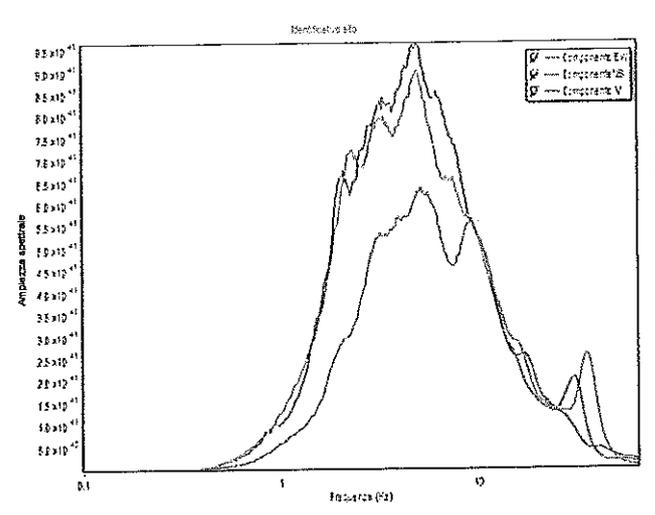
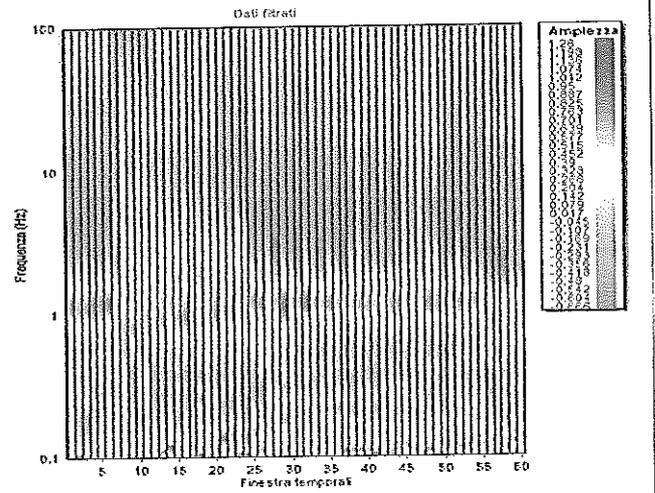
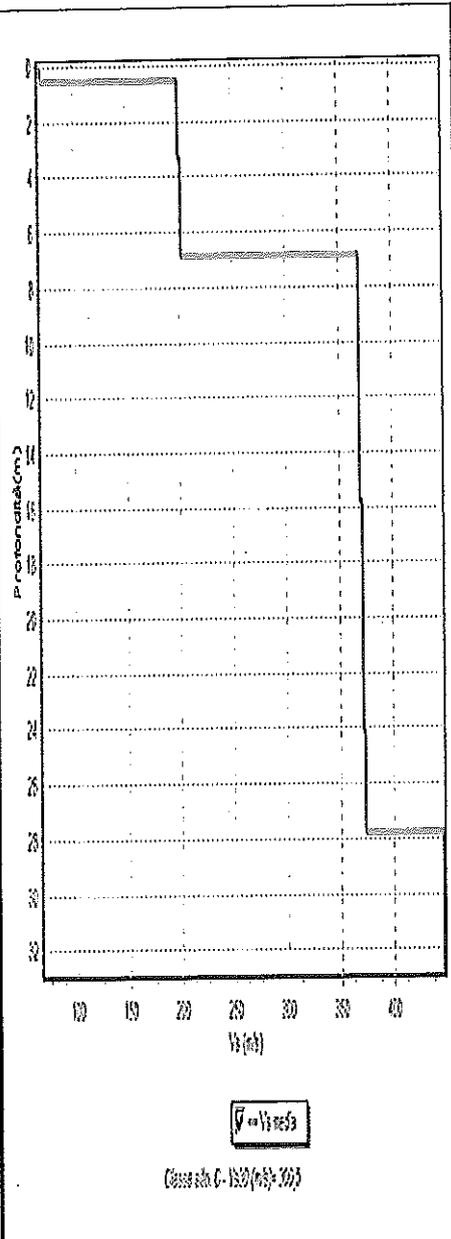


Figura 2 - Particolare della foto precedente

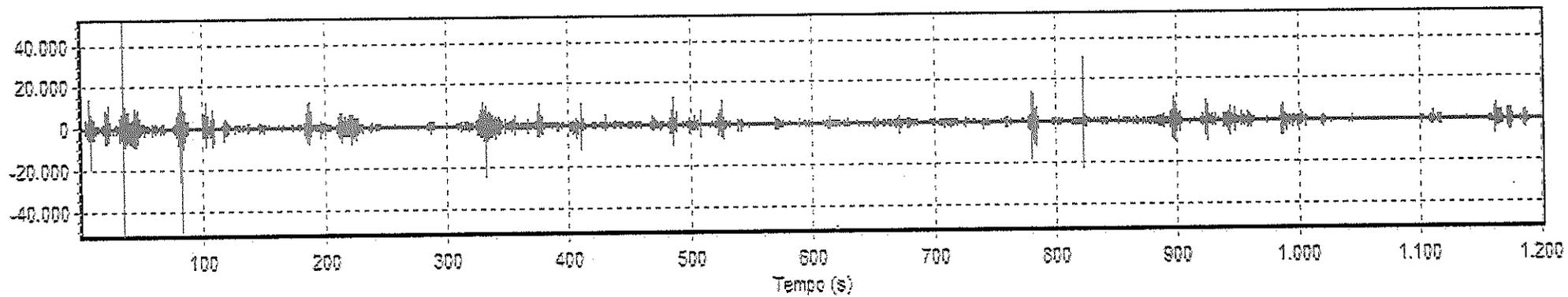
Riassunto interpretazione HVSR V2

N.	H(m)	Vs(m/s)
1	0,48	70
2	3,29	200
3	6,85	202
4	15,78	370
5	24,09	372
6	27,74	374
7	Oltre	447

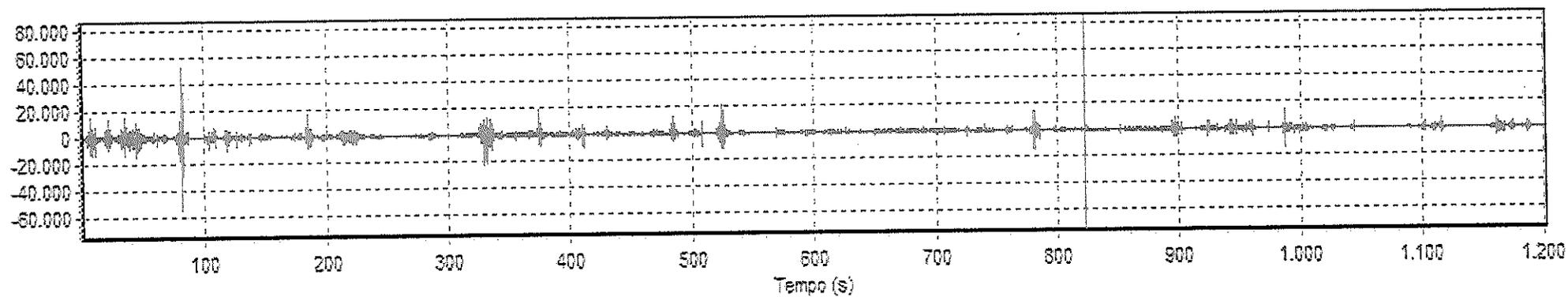


Acquisizione di campagna HVSR V2

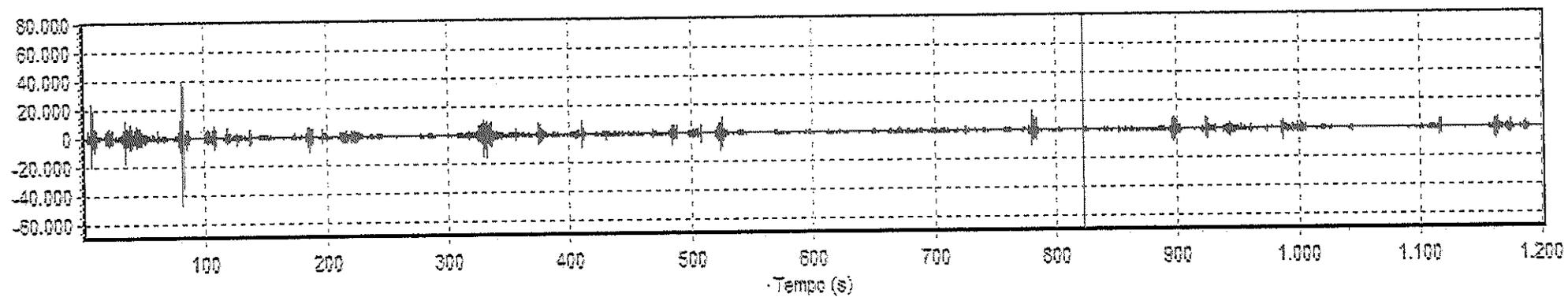
COMPONENTE E-W



COMPONENTE N-S



COMPONENTE VERTICALE



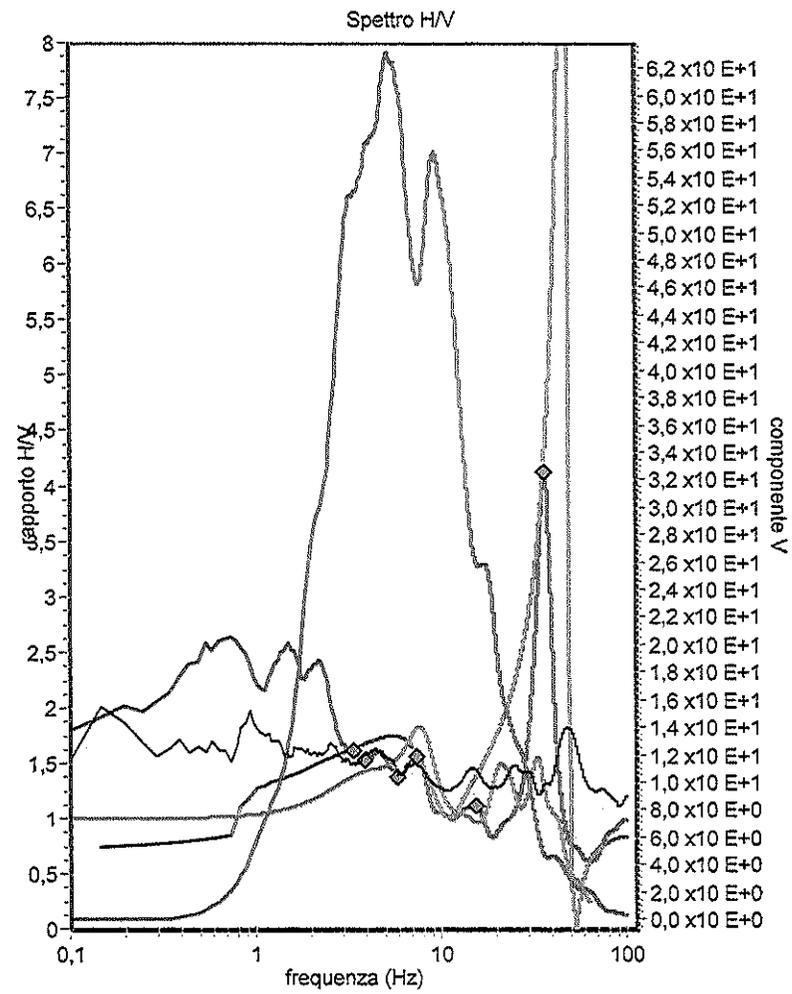
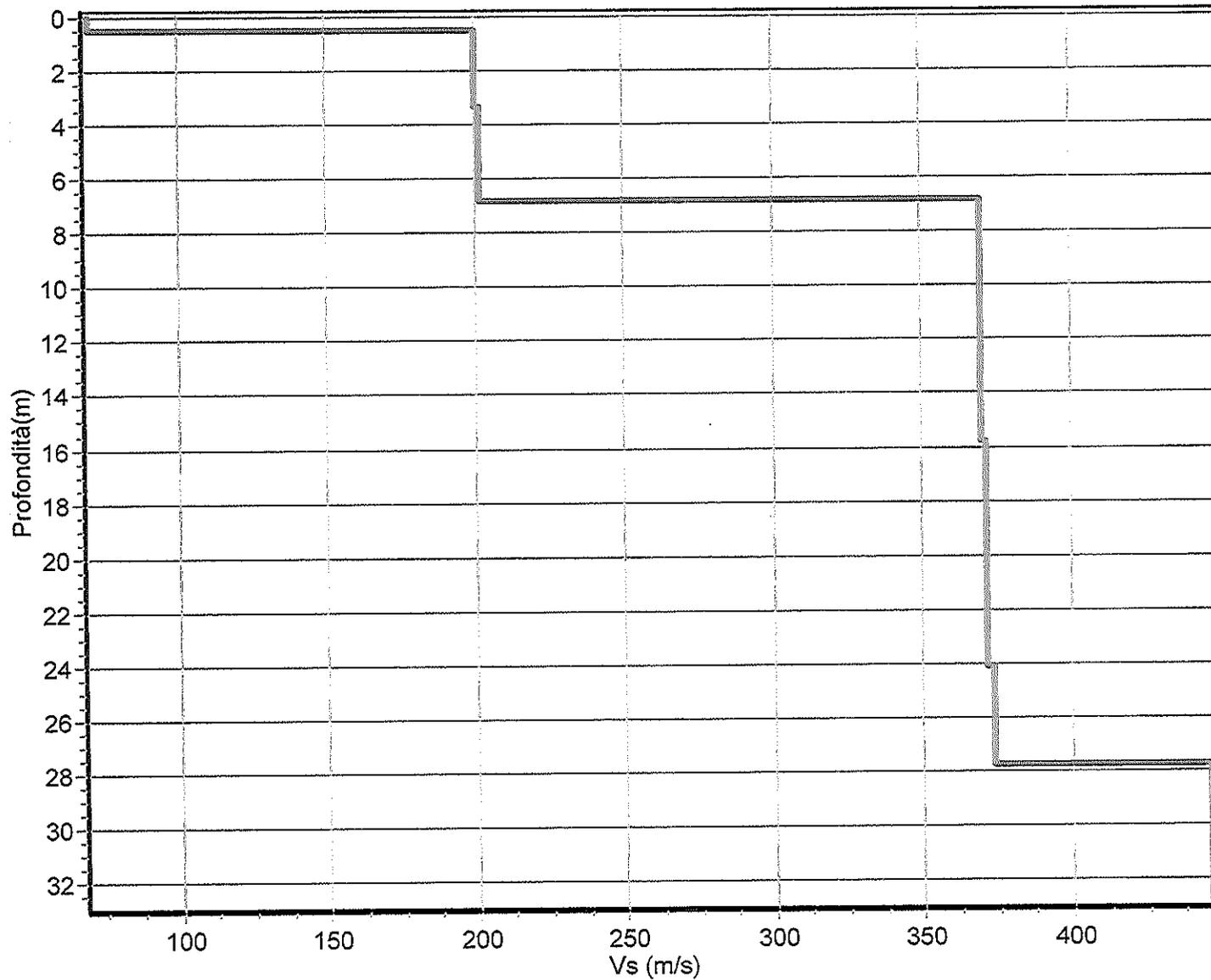


Tabella parametri geotecnici da HVSR V2

N.	Da (m)	a (m)	dz (m)	Vs(m/s)	Gamma(kN/mc)	Smorzamento	Vp(m/s)	G0(Mpa)	Ed(Mpa)	Kv(Mpa)	Ey(Mpa)
1	0,0	0,48	0,48	70	18,0	0,05	146	8,99	38,96	26,97	24,28
2	0,48	3,29	2,81	200	18,49	0,05	406	75,39	310,99	210,47	202,05
3	3,29	6,85	3,56	202	18,51	0,05	410	76,99	317,59	214,93	206,34
4	6,85	15,78	8,93	370	20,19	0,05	659	281,75	894,26	513,59	715,66
5	15,78	24,09	8,31	372	20,21	0,05	663	285,09	904,85	524,73	724,13
6	24,09	27,74	3,65	374	20,23	0,05	666	288,45	915,51	530,91	732,66
7	0,0	0,0	0,0	447	20,96	0,05	764	426,91	1247,89	678,68	1058,74



✓ — V_s media

Classe sito: C - V_{s30} (m/s) = 300,5

Dott. Costantino Severino
GEOLOGO

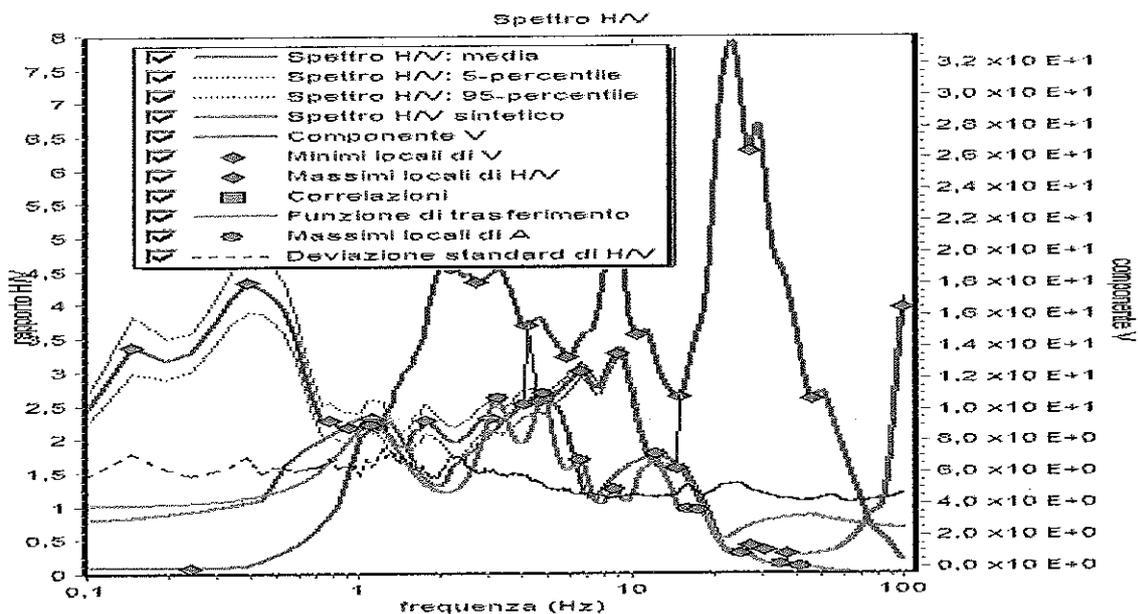
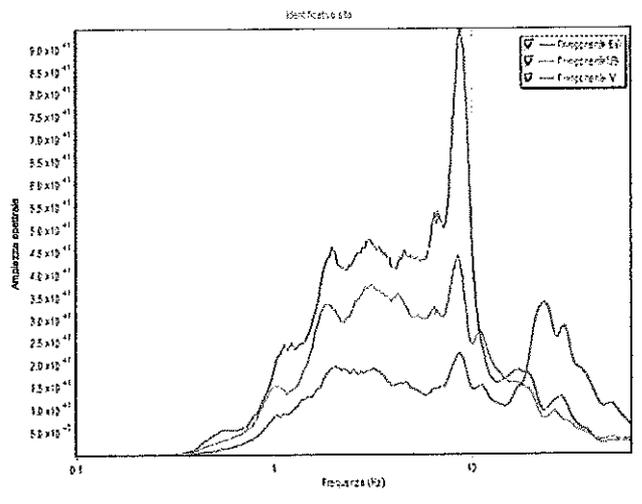
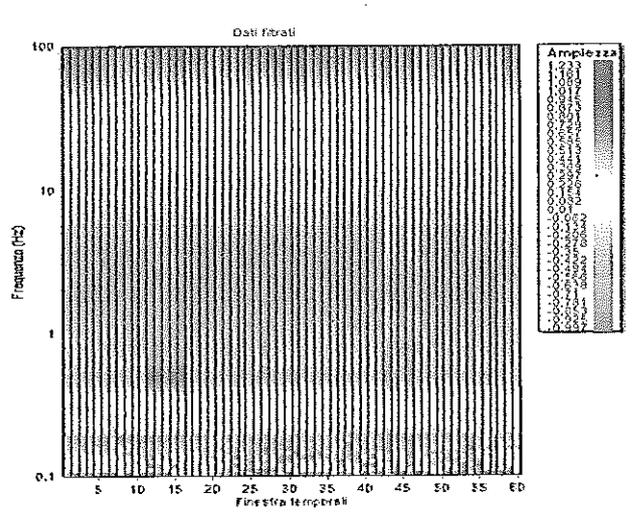
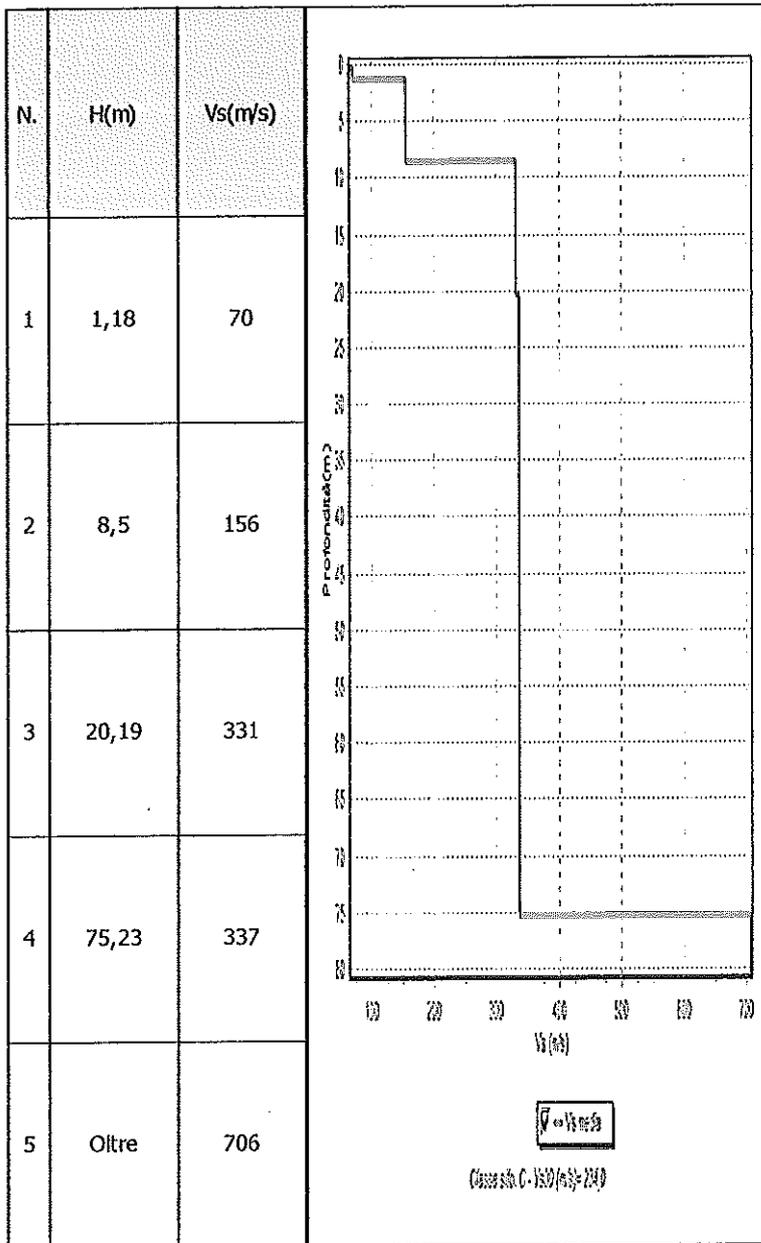


Figura 3 - Esecuzione Prospezione HVSR V2 - Loc. Pannone di Sotto



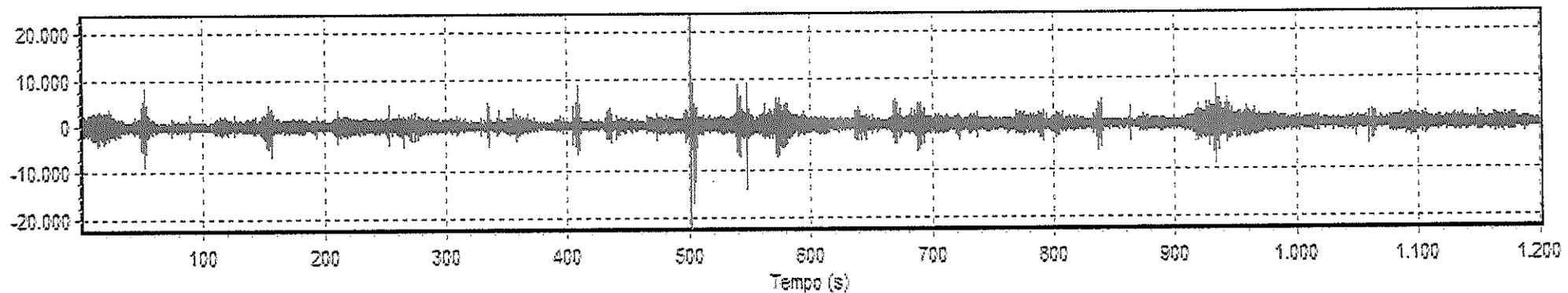
Figura 4 - Particolare della foto precedente

Riassunto interpretazione HVSR V3

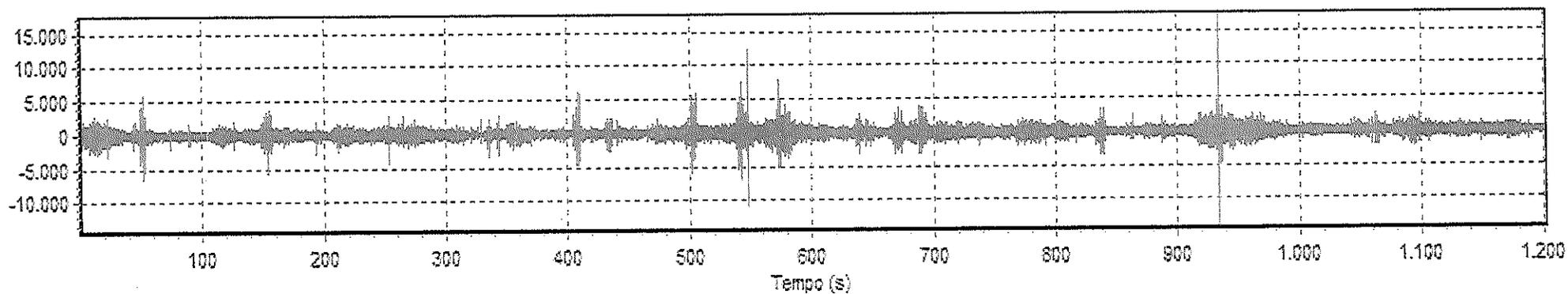


Acquisizione di campagna HVSR V3

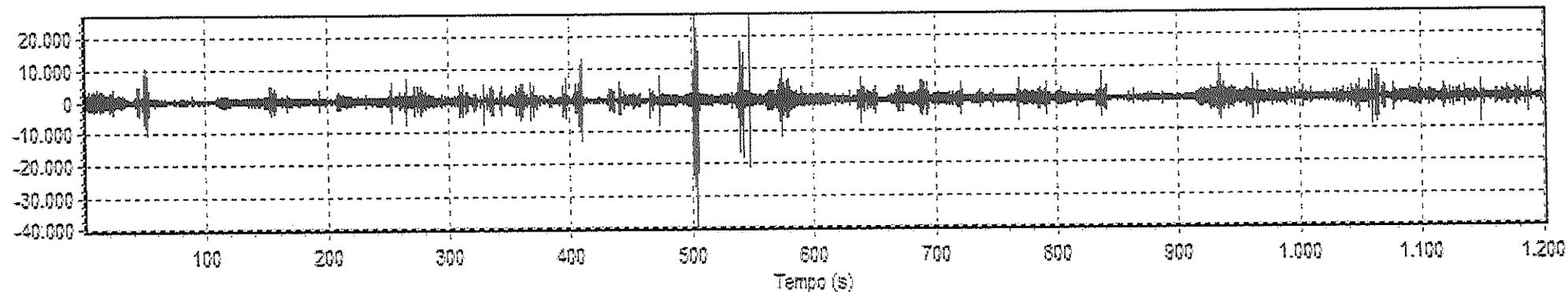
COMPONENTE E-W



COMPONENTE N-S



COMPONENTE VERTICALE



Spettro H/V

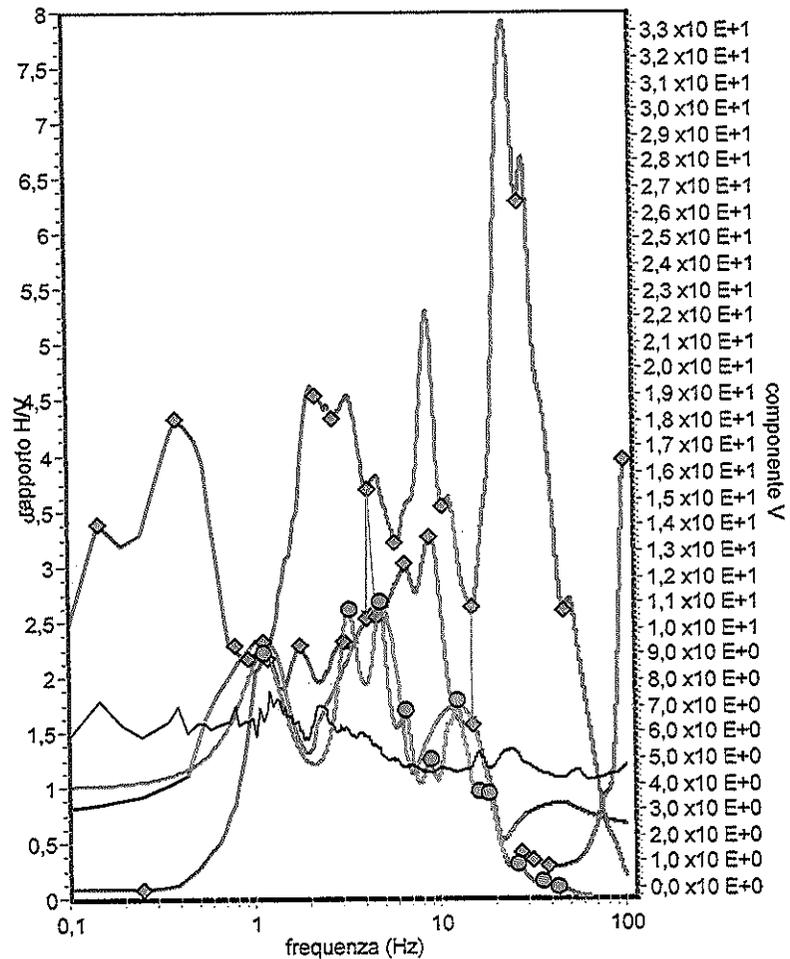
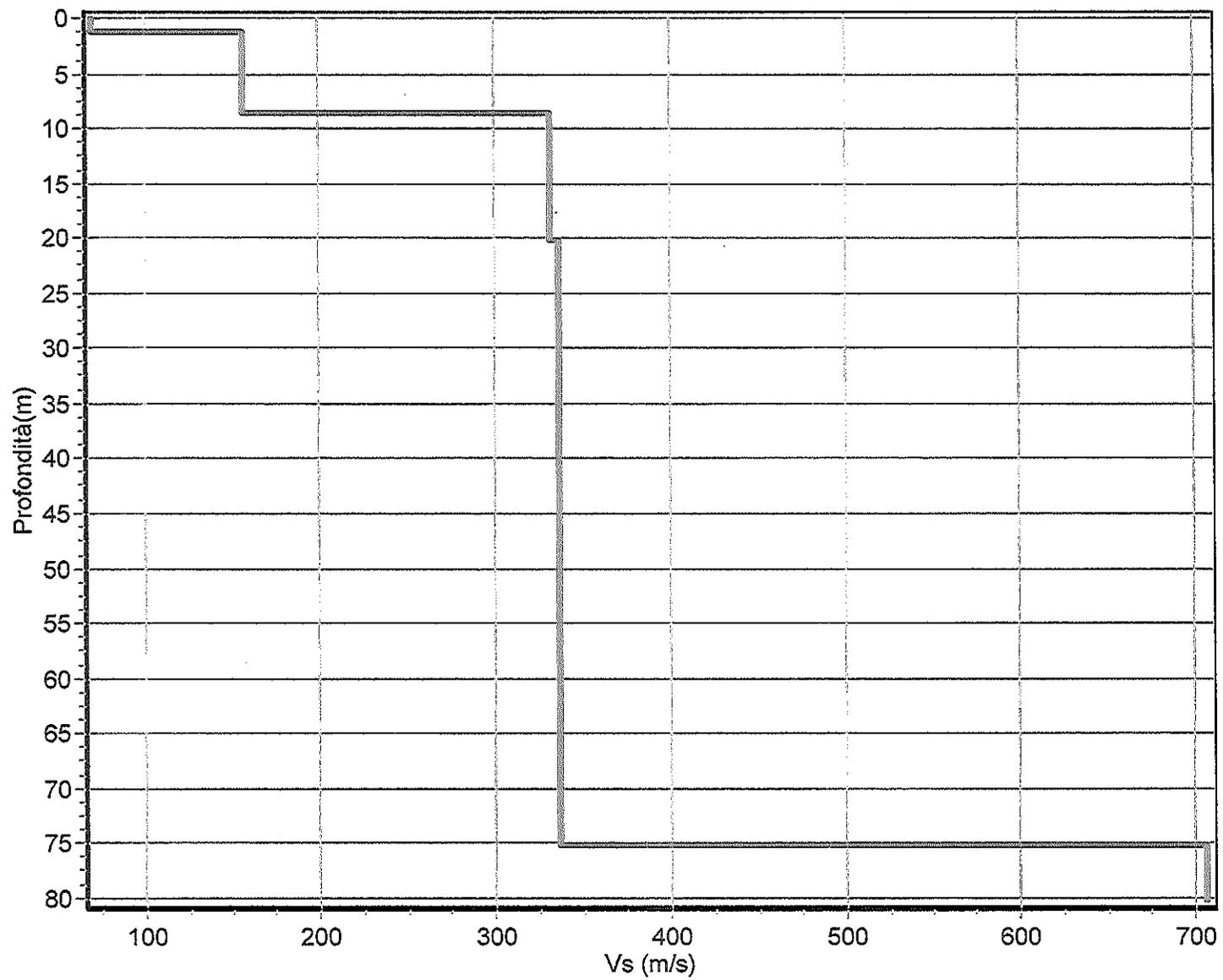


Tabella parametri geotecnici da HVSr V3

N.	Da (m)	a (m)	dz (m)	Vs(m/s)	Gamma(kN/mc)	Smorzamento	Vp(m/s)	G0(Mpa)	Ed(Mpa)	Kv(Mpa)	Ey(Mpa)
1	0,0	1,18	1,18	70	18,0	0,05	146	8,99	38,96	26,97	24,28
2	1,18	8,5	7,32	156	18,05	0,05	334	44,78	204,7	144,99	121,79
3	8,5	20,19	11,69	331	19,8	0,05	609	221,13	747,64	452,79	570,52
4	20,19	75,23	55,04	337	19,86	0,05	620	229,92	777,34	470,78	593,18
5	0	0	0,0	706	23,55	0,05	1153	1196,55	3190,8	1595,4	2871,72



✓ — V_s media

Classe sito: C - V_{s30} (m/s) = 234,0

Dott. Costantino Severino

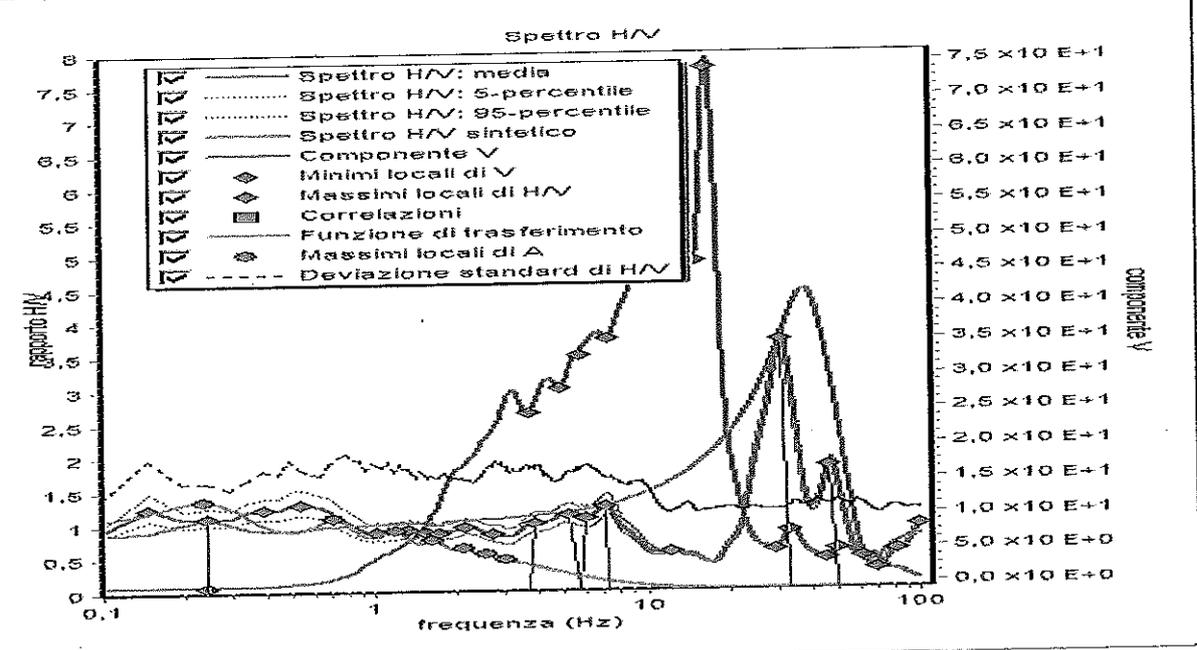
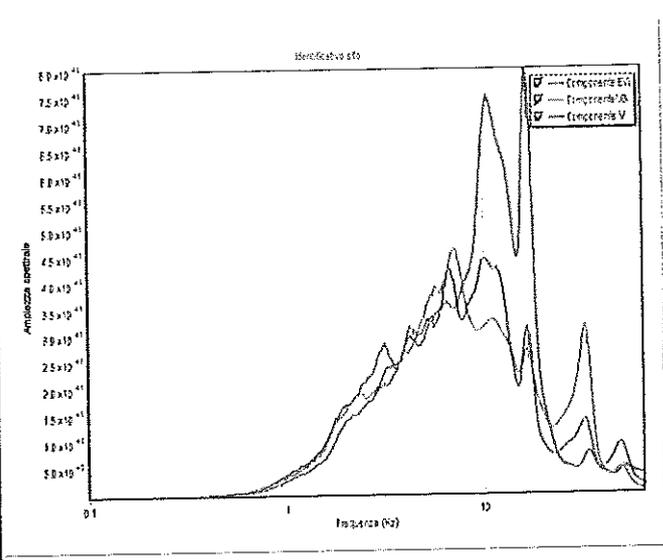
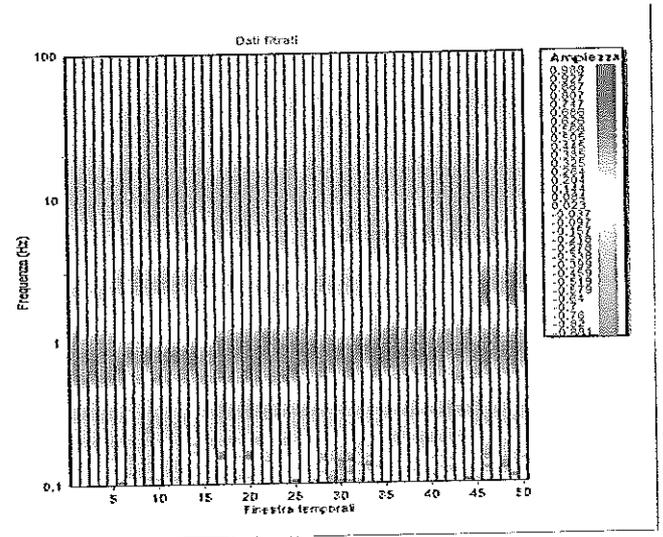
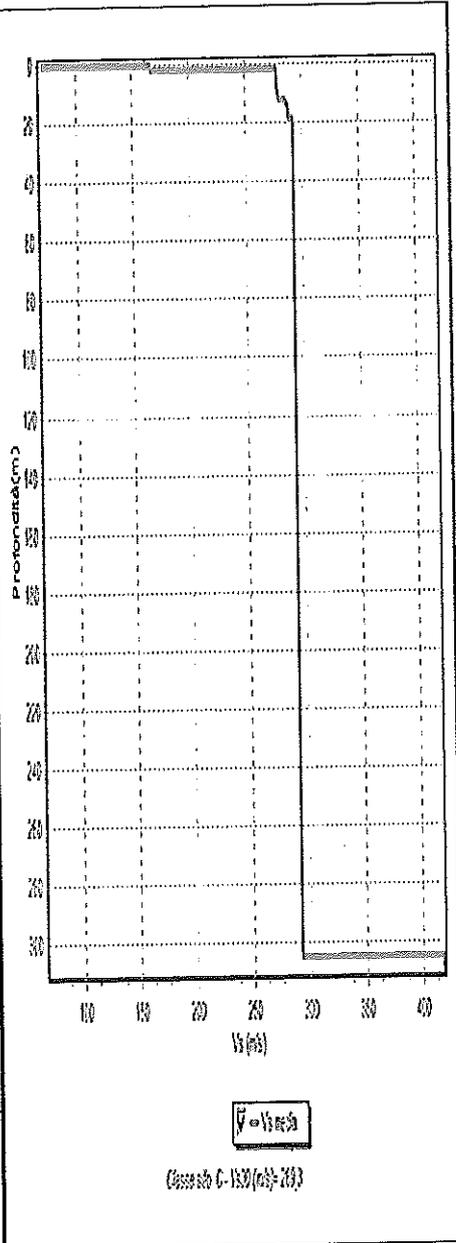
GEOLOGO



Figura 5 - Esecuzione Prospezione HVSR V3 - Loc. Madonna del Carmine

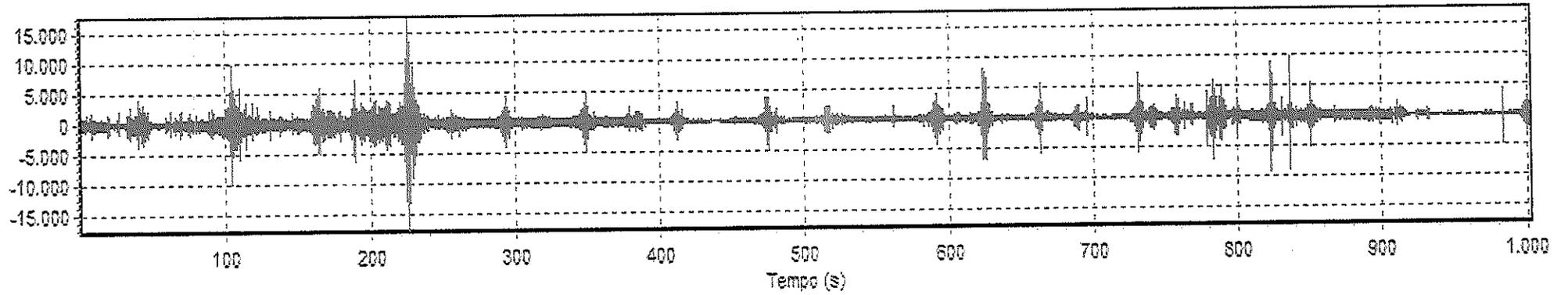
Riassunto interpretazione HVSR V4

N.	H(m)	Vs(m/s)
1	0,37	70
2	1,35	167
3	9,75	278
4	11,75	280
5	13,81	286
6	18,42	288
7	304,17	292
8	Oltre	418

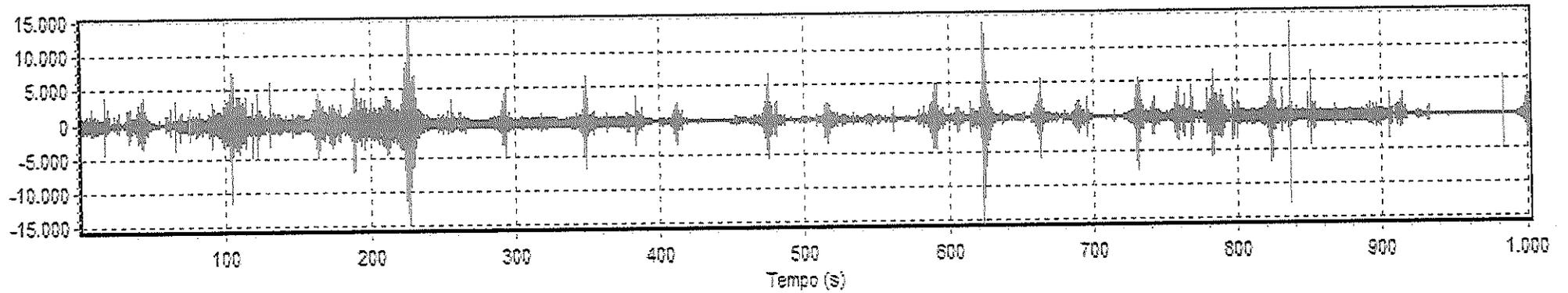


Acquisizione di campagna HVSR V4

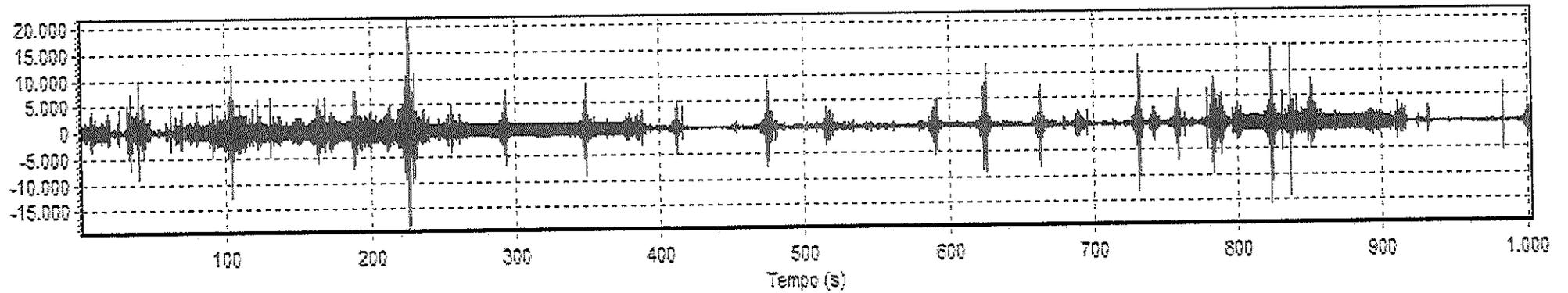
COMPONENTE E-W



COMPONENTE N-S



COMPONENTE VERTICALE



Spettro H/V

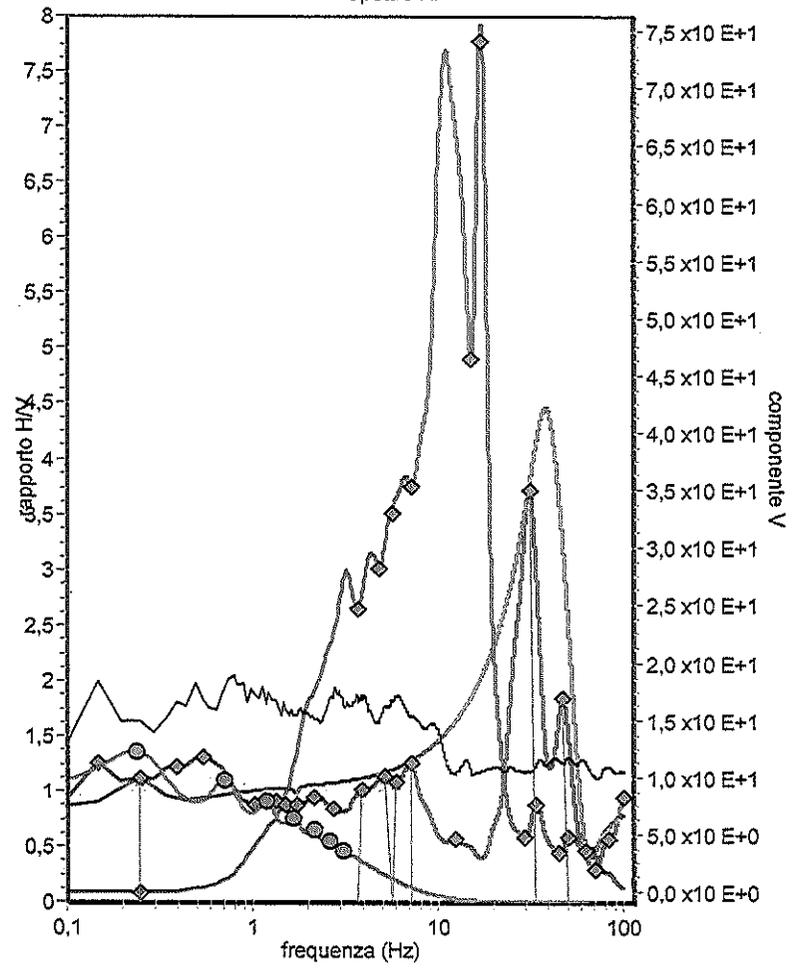
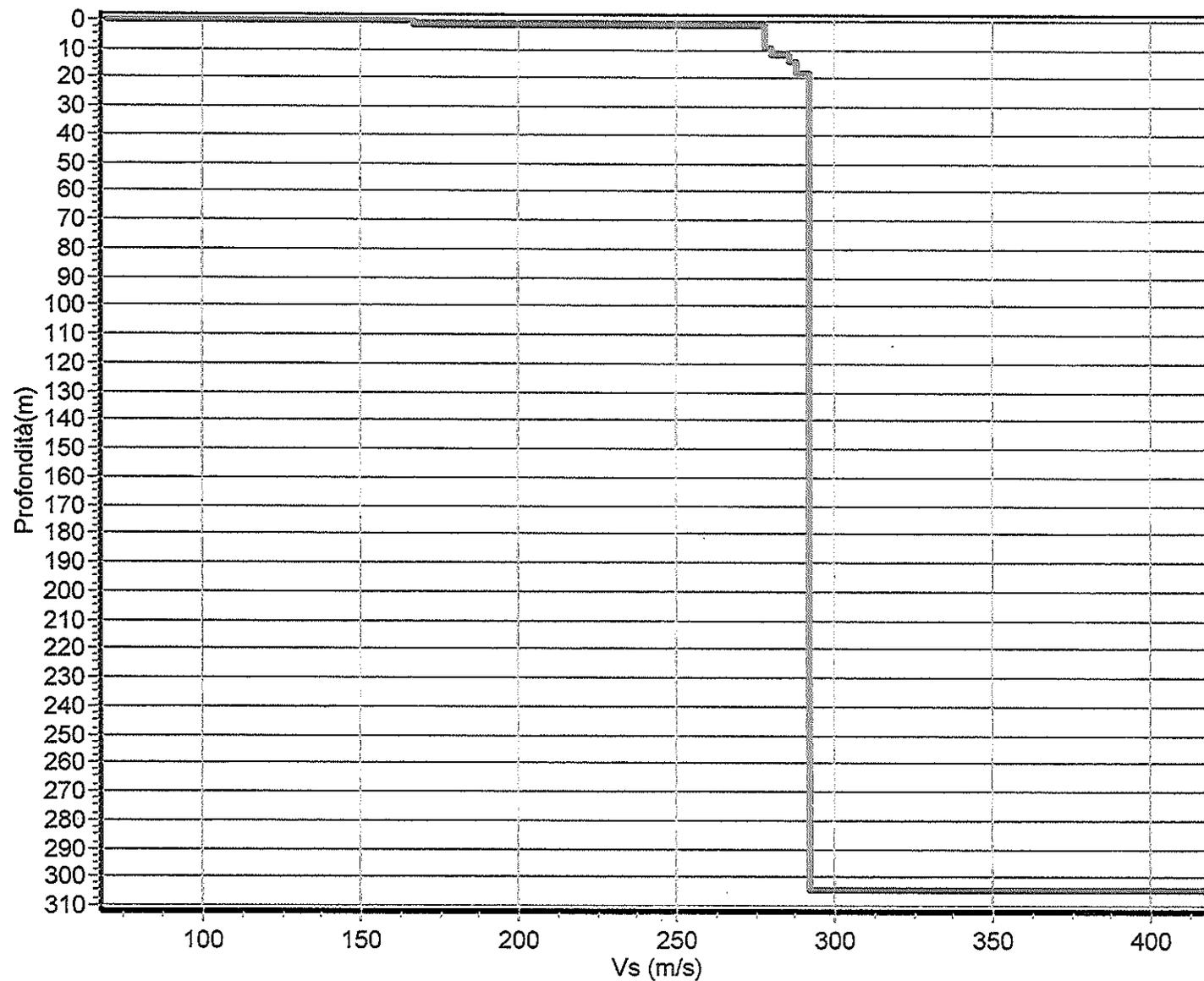


Tabella parametri geotecnici da HVSr V4

N.	Da (m)	a (m)	dz (m)	Vs(m/s)	Gamma(kN/mc)	Smorzamento	Vp(m/s)	G0(Mpa)	Ed(Mpa)	Kv(Mpa)	Ey(Mpa)
1	0,0	0,37	0,37	70	18,0	0,05	146	8,99	38,96	26,97	24,28
2	0,37	1,35	0,98	167	18,16	0,05	348	51,63	223,72	154,88	139,39
3	1,35	9,75	8,4	278	19,27	0,05	530	151,81	551,31	348,9	397,74
4	9,75	11,75	2,0	280	19,29	0,05	534	154,16	559,85	354,3	403,91
5	11,75	13,81	2,06	286	19,35	0,05	545	161,34	585,92	370,8	422,71
6	13,81	18,42	4,61	288	19,37	0,05	549	163,77	594,76	376,39	429,09
7	18,42	304,17	285,75	292	19,41	0,05	546	168,7	590,46	365,52	438,63
8	0	0	0,0	418	20,63	0,05	724	367,44	1102,31	612,39	918,59



✓ — V_s media

Classe sito: C - V_{s30} (m/s) = 269,3

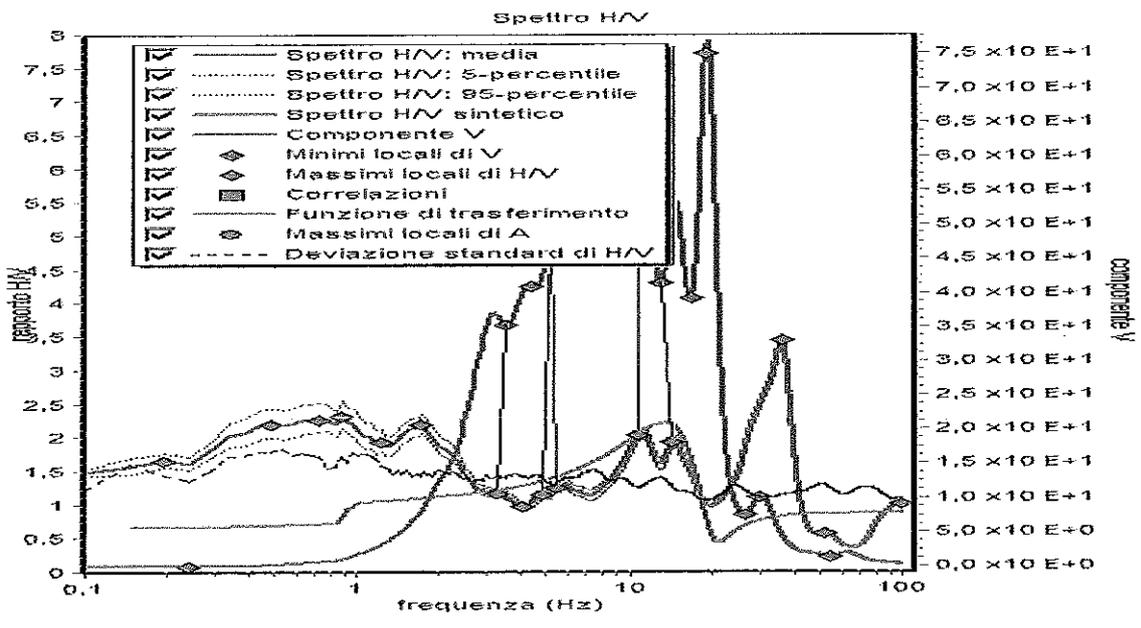
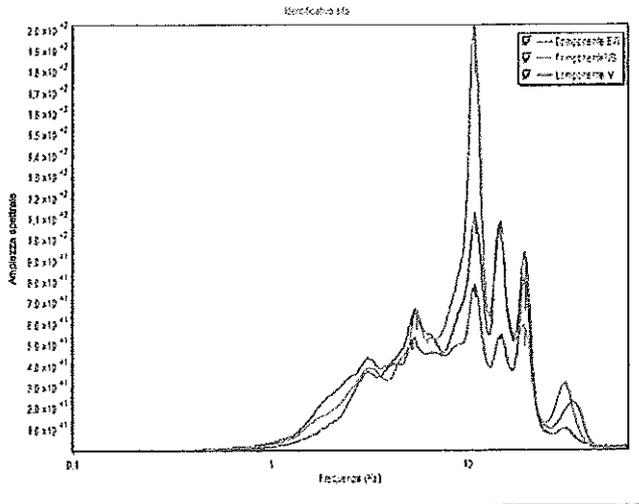
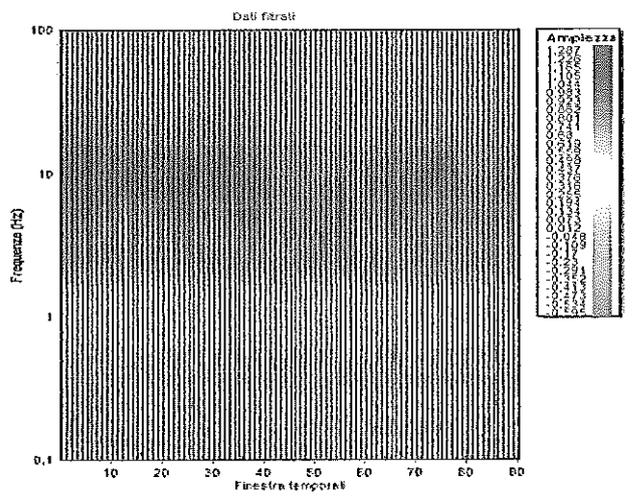
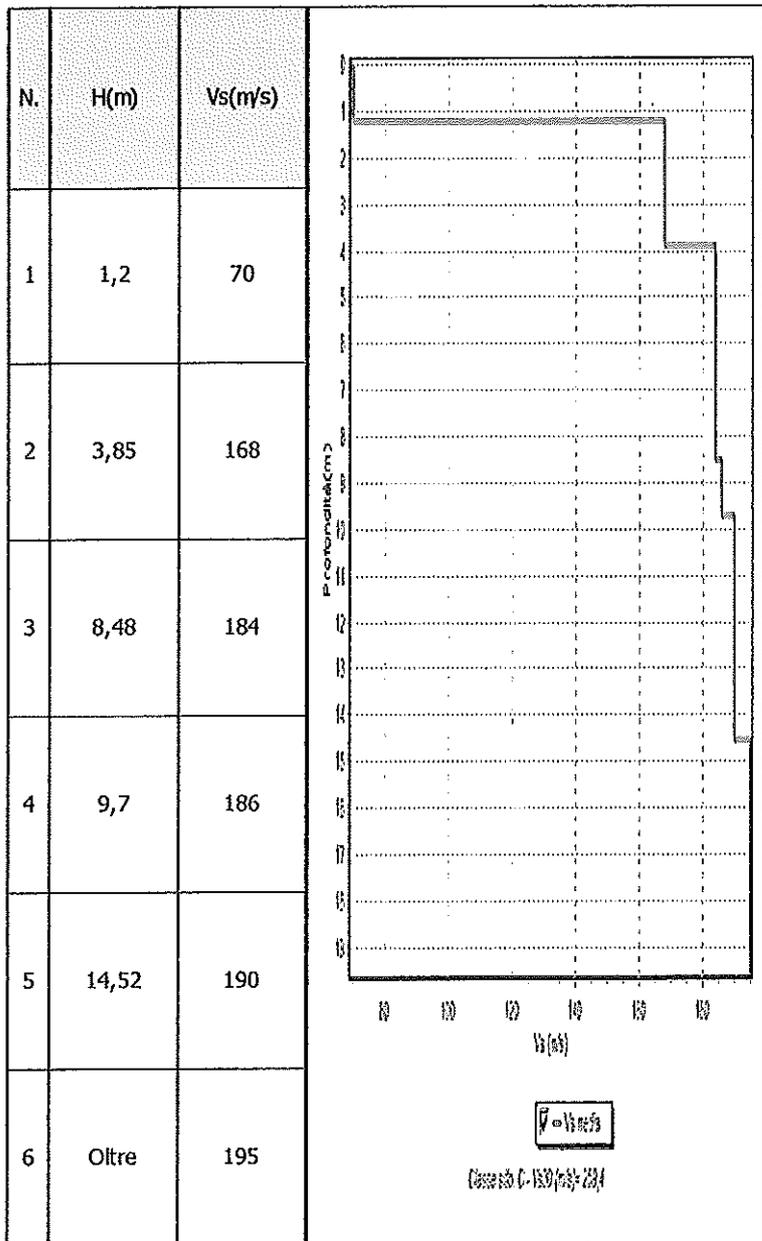


Figura 6 - Esecuzione Prospezione HVSR V4 - Loc. Cimitero



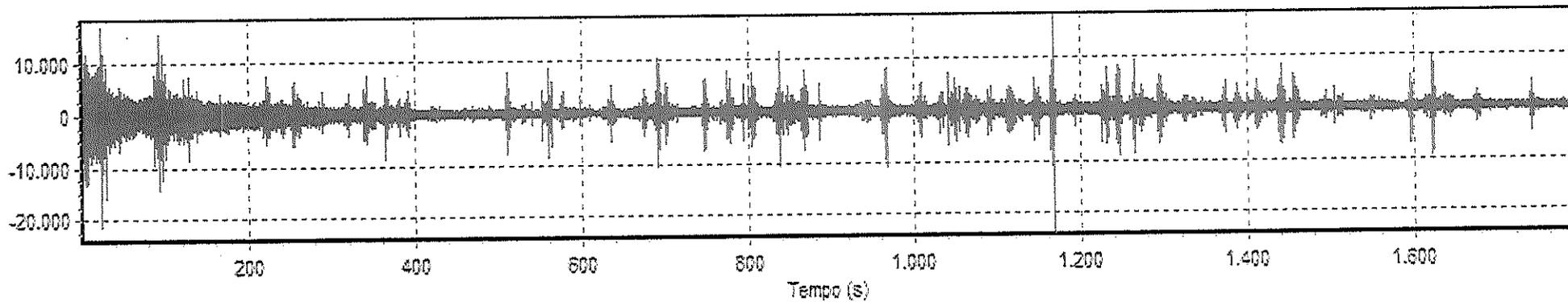
Figura 7 - Particolare della foto precedente

Riassunto interpretazione HVSR V5

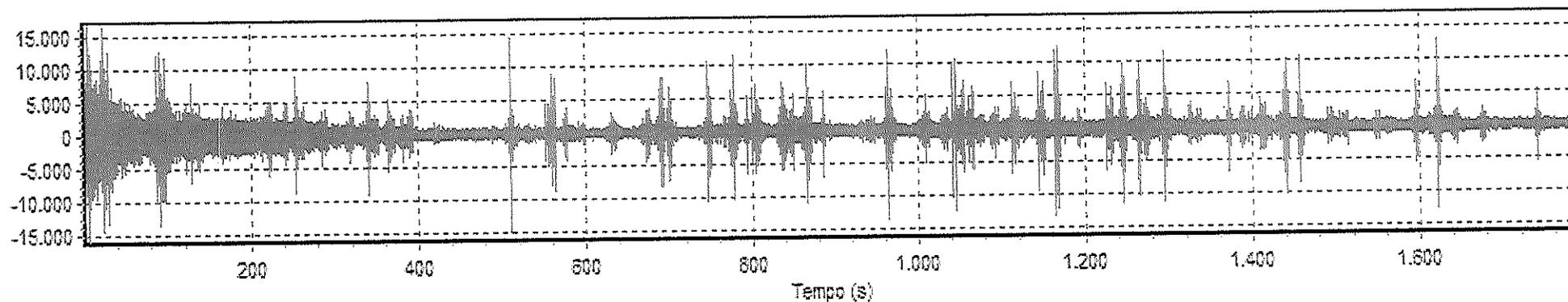


Acquisizione di campagna HVSR V5

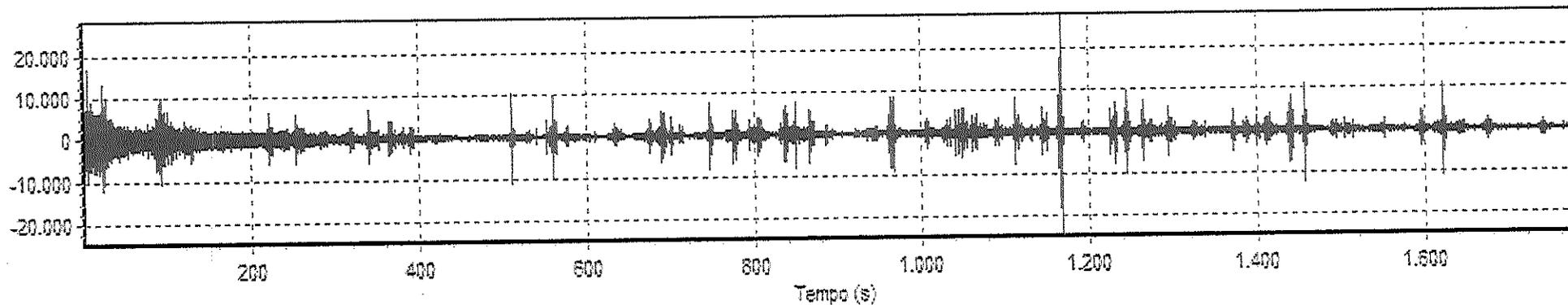
COMPONENTE E-W



COMPONENTE N-S



COMPONENTE VERTICALE



Spettro H/V

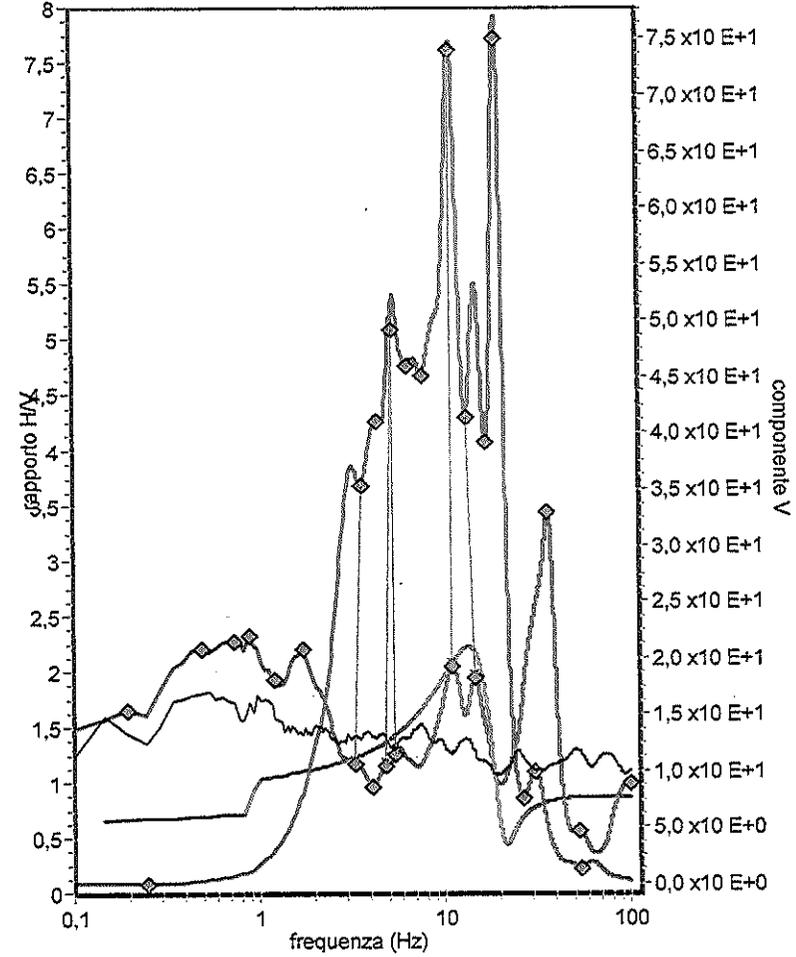
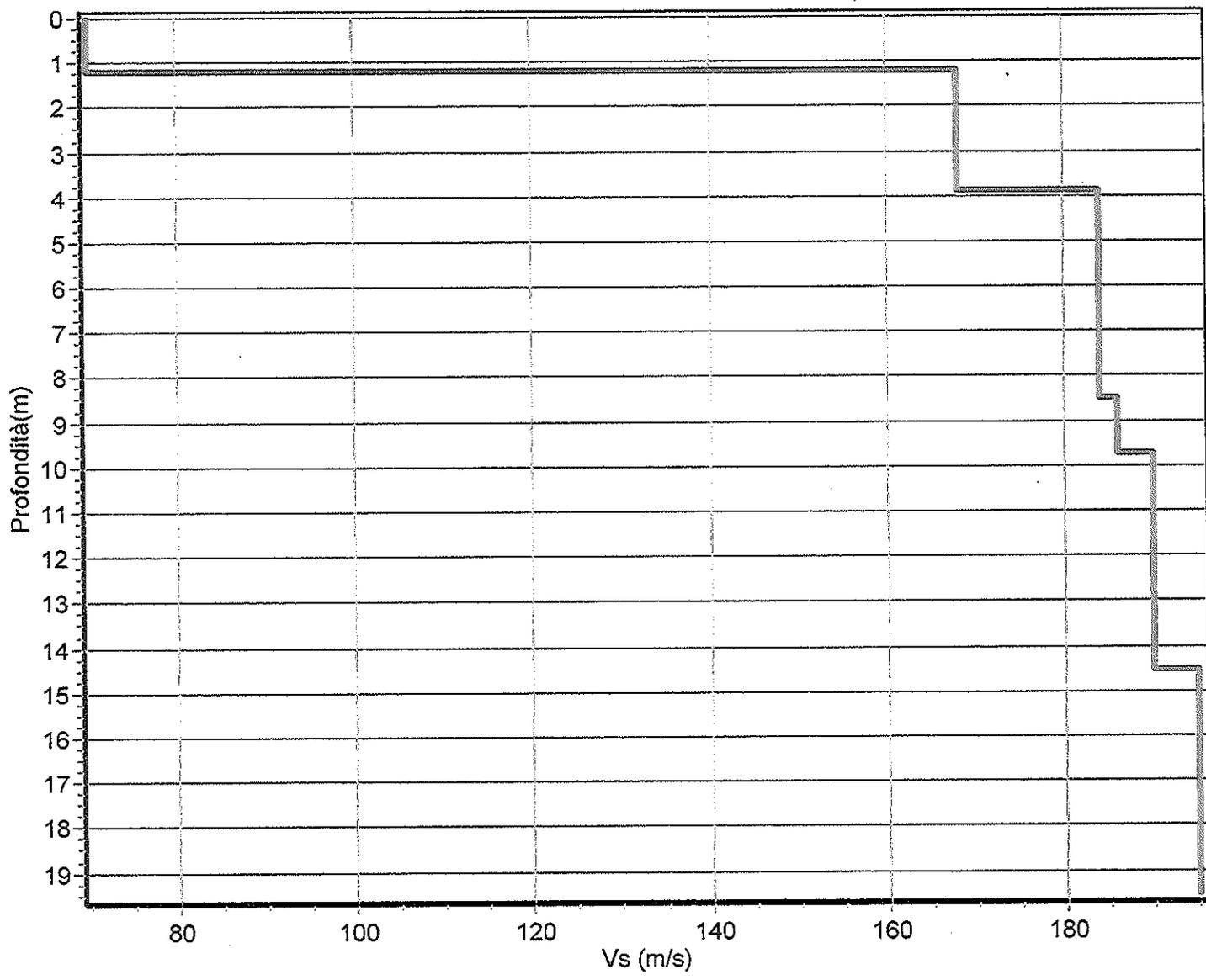


Tabella parametri geotecnici da HVSR V5

N.	Da (m)	a (m)	dz (m)	Vs(m/s)	Gamma(kN/mc)	Smorzamento	Vp(m/s)	G0(Mpa)	Ed(Mpa)	Kv(Mpa)	Ey(Mpa)
1	0,0	1,2	1,2	70	18,0	0,0	146	8,99	38,96	26,97	24,28
2	1,2	3,85	2,65	168	18,17	0,0	350	52,28	226,53	156,83	141,15
3	3,85	8,48	4,63	184	18,33	0,0	383	63,26	274,13	189,78	170,8
4	8,48	9,7	1,22	186	18,35	0,0	387	64,71	280,42	194,14	174,73
5	9,7	14,52	4,82	190	18,39	0,0	386	67,67	279,15	188,92	181,37
6	0,0	0,0	0,0	195	18,44	0,0	396	71,48	294,84	199,54	191,56



✓ — Vs media

Classe sito: C - Vs30 (m/s) = 259,4



Figura 8 - Esecuzione Prospezione HVSR V5 - Loc. Madonna di Loreto



Figura 9 - Particolare della foto precedente



LEGENDA

- Linea sorvata
- Linea provinciale

Facciatore: Simone MUSA
2011-2012