

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N. 443/01e s.m.i.



Progetto cofinanziato
dalla Unione Europea

CUP: J94F04000020001

U.O. GEOLOGIA

PROGETTO DEFINITIVO

ASSE FERROVIARIO MONACO - VERONA

ACCESSO SUD ALLA GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO
QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA

LOTTO 1: FORTEZZA - PONTE GARDENA

GEOLOGIA ED IDROGEOLOGIA

INDAGINI GEOFISICHE

PROVE CH SONDAGGI D18-D7 E PROVE DH SONDAGGIO C19

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

I B L 1 1 0 D 6 9 I G G E 0 0 0 5 0 2 4 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	Emissione Esecutiva	C. Corno		S. Rodani		C. Mazzocchi		F. Marchese	

File:

n. Elab.:

INDICE

1	PREMESSA	3
2	PROVA CROSS-HOLE	4
2.1	METODOLOGIA UTILIZZATA E MODALITÀ ESECUTIVE	4
2.2	ANALISI DEI RISULTATI.....	5
3	PROVE DI VERTICALITA'	6
3.1	METODOLOGIA DI RILIEVO	6
3.2	STRUMENTAZIONE IMPIEGATA.....	7
3.3	ELABORAZIONE DELLE MISURE DI CAMPAGNA	8
3.4	VERIFICA DEI RISULTATI.....	9
4	PROVA DOWN-HOLE	10
4.1	ELABORAZIONE E RESTITUZIONE DEI DATI.....	10
4.2	ANALISI DEI RISULTATI.....	11

1 PREMESSA

Il Rapporto illustra e commenta l'indagine geofisica eseguiti nei fori di sondaggio con metodologia Cross-hole e Down-hole nell'ambito del progetto definitivo del lotto 1 Fortezza-Ponte Gardena.

Le misure geofisiche sono state eseguite nei fori di sondaggio, appositamente predisposti.

Gli impulsi simici sono stati originati con procedure specifiche in modo da generare, oltre alle onde di compressione (onde P) le onde a componente di taglio verticale (onde S), essendo queste utilizzatili per la determinazione del modulo dinamico (G), del modulo di Young (E), del modulo di compressione (Ev) ed il rapporto di Poisson (s).

Sono stati eseguiti:

- Prove Cross-Hole unitamente alla verifica di verticalità nei fori a sigla: D18-D7
- Prova Down-Hole nel foro a sigla: C19

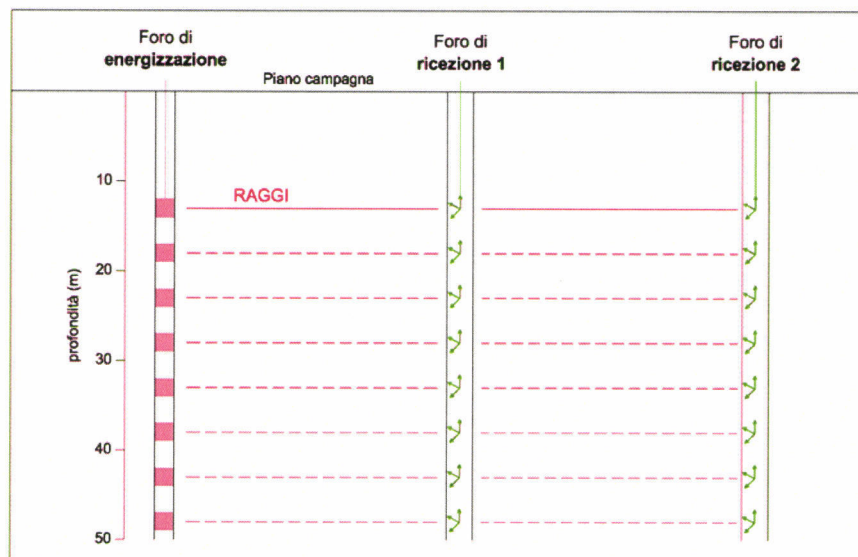
2 PROVA CROSS-HOLE

La metodologia utilizzata, attraverso la misurazione delle velocità sismiche delle onde di compressione (P) e delle onde di taglio (S), ha consentito la valutazione dei parametri dinamici del terreno: Modulo di Poisson σ , Modulo dinamico G e Modulo di Young E (questi ultimi calcolati con valori di densità dedotti dalle analisi di laboratorio).

2.1 Metodologia utilizzata e modalità esecutive

Le prove Cross-Hole consistono nella misurazione della velocità con cui impulsi sismici di tipo longitudinale (onde P) e di tipo trasversale (onde di taglio o onde S) percorrono il terreno tra un punto sorgente energizzante (posizionato all'interno di un foro di sondaggio) e uno o più punti di ricezione, posti alla stessa quota, all'interno di altri fori, in linea con il primo.

La prova, in dettaglio, consiste nel produrre all'interno del terreno, ad una profondità nota, una sollecitazione verticale mediante una sorgente meccanica, e nello studiare il treno d'onde, P e S, che si propagano all'interno del terreno in direzione orizzontale, con vibrazioni polarizzate nella direzione di propagazione (onde P), e dirette perpendicolarmente alla direzione di propagazione, polarizzate su un piano verticale (onde SV). In particolare viene calcolato, mediante due ricevitori (geofoni) disposti sempre nel terreno, alla medesima profondità, l'istante di arrivo del treno di onde P e S, rispetto all'istante in cui vengono indotte le sollecitazioni alla sorgente, in modo che dividendo per tali valori la distanza, supposta, nota, tra sorgente e ricevitori, si possa ricavare la velocità delle onde P e S.



Schema di registrazione con metodologia Cross-Hole

La prova Cross-Hole è stata realizzata mediante l'energizzazione e la registrazione dei segnali sismici eseguiti a profondità decrescente, dal basso verso l'alto, con equidistanza di 1 metro.

Per ogni posizione è stato predisposto l'aggancio dell'energizzatore da foro e alla stessa quota sono stati fissati i sistemi di acquisizione. In ogni stazione di misure sono state acquisite due registrazioni corrispondenti ad eventi di eccitazione di opposta direzione, allo scopo di saltare il più possibile il segnale di taglio Sv (componente verticale delle onde S).

I dati sismici sono stati registrati, in forma, con un sismografo Geometrics-Geode a 24 canali, a 24 bit. L'elaborazione dei dati è stata eseguita mediante l'impiego di un software dedicato IXSeg2Segy della Interpex per la lettura delle tracce sismiche.

I grafici allegati riassumono l'andamento delle velocità Vp e Vs calcolate fra i fori di registrazione.

Nella tabella allegata sono riassunti i valori di velocità sismica calcolati Vs e Vp, nonché il rapporto di velocità Vp/Vs, nella stessa tabella sono inoltre riportati i moduli dinamici calcolati: Rapporto di Poisson σ , modulo di taglio G e modulo di Young E utilizzando i valori di densità fornita dalla Committenza.

2.2 Analisi dei risultati

- Ch-D18: I valori di velocità Vp variano da 1000 m/sec nella porzione sommitale a valori di 2000 m/sec nella fase basale. Nello specifico si osservano:
 - velocità VP= 1100 m/sec sino a -15,00m dal p.c.
 - velocità Vp= 1500 m/sec sino a -25,00m dal p.c.
 - velocità Vp= 1750/2000 m/sec sino a fondo foro

I valori di velocità Vs si attestano fra i 500 m/sec nella porzione superficiale con incremento sino a 900 m/sec a fondo foro.

- Ch-D7: I valori di Vp presentano un incremento costante della velocità da 1000 m/sec a 2250 m/sec nella porzione di sondaggio fra -2,00m e -47,00m dal p.c.; quindi si riscontra un'unità geofisica con Vp compresa fra 3000/3250 m/sec.

Anche la velocità Vs varia da 300 m/sec a 700 m/sec nel tratto compreso fino a profondità di -47,00m dal p.c.; segue un'unità con Vs dell'ordine di 1250/1400 m/sec.

3 PROVE DI VERTICALITA'

Per la verifica delle condizioni di verticalità dei fori utilizzati sono state acquisite misure specifiche di seguito descritte.

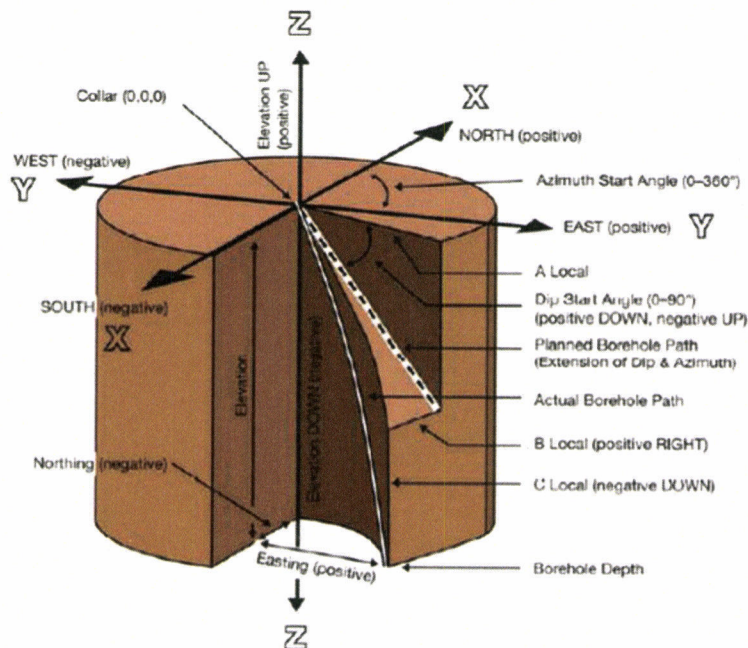
3.1 Metodologia di rilievo

Per “*deviazione*” del foro ad una certa profondità, s’intende la misura dello spostamento orizzontale del centro foro dall’asse verticale passante per il centro in superficie. Lo spostamento è rappresentato da un vettore orizzontale, orientato in senso orario rispetto al Nord magnetico.

Nelle usuali perforazioni di tipo geognostico, lunghe qualche decina di metri, lo spostamento aumenta blandamente con la profondità, e può dipendere sia dalla tecnica di perforazione (*assetto iniziale della batteria di perforazione, senso di rotazione dell’utensile, usura degli scalpelli...*) che dall’assetto litologico attraversato (*pendenza degli strati, presenza di trovanti o corpi metallici, anisotropia meccanica dei materiali incontrati...*).

In queste perforazioni lo spostamento si manifesta generalmente con un andamento curvilineo e giace solitamente su un piano: lo si approssima pertanto con un grafico bidimensionale (*grafico delle risultanti*).

In altre classi di perforazioni, di maggiore complessità e sviluppo (*p.es. pozzi profondi per acqua, geotermici o petroliferi*), l’andamento assume frequentemente un andamento tridimensionale, che frequentemente si presenta spiralato destrorso.



Schema convenzioni di orientamento

	QUADRUPPLICAMENTO DELLA LINEA FORTEZZA - VERONA					
	LOTTO 1: FORTEZZA – PONTE GARDENA					
PROVE CH SONDAGGI D18-D7 E PROVE DH SONDAGGIO C19	COMMESSA IBL1	LOTTO 10	CODIFICA D 69 IG	DOCUMENTO GE 00 05 024	REV. A	FOGLIO 7 di 22

3.2 Strumentazione impiegata

Per la misura si è utilizzata la sonda ADS175 ÷ S/N 03 in validità di taratura. La sonda è composta da:

- unità di alimentazione e lettura, valigetta in testa foro.
- cavo di sospensione, rinforzato in kevlar e metrato;
- slitta di centraggio, costituita da centratori di allineamento al foro;
- corpo sensori amagnetico, fissato sopra la slitta.

Nel corpo sensori sono inseriti: un **inclinometro** verticale biassiale, che misura l'inclinazione locale con risoluzione di 1/100 di grado, ed una **bussola** elettronica *fluxgate*, che misura l'orientazione dell'inclinometro rispetto al Nord.

Per ogni livello di misura vengono acquisiti due valori di inclinazione (*tra loro perpendicolari, convenzionalmente denominati A e B*) ed un valore di azimut magnetico.

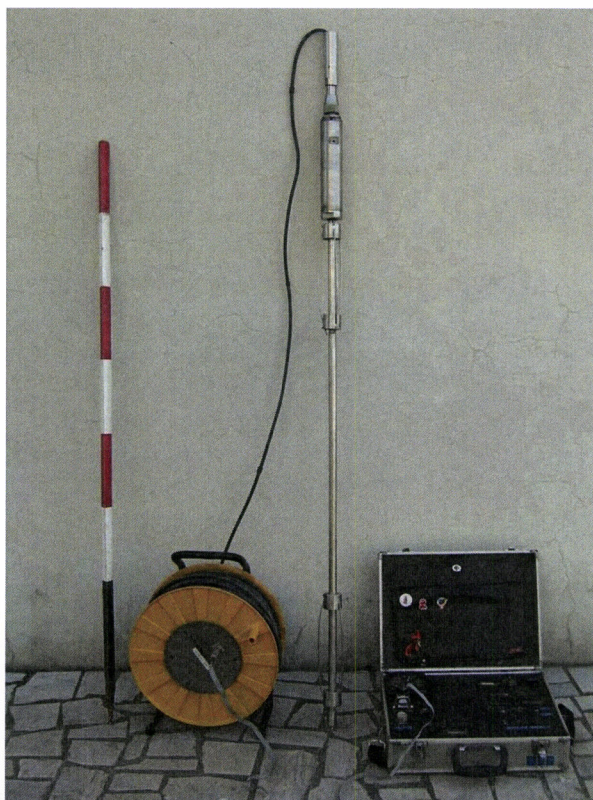


Foto illustrativa dell'attrezzatura di misura

La procedura adottata per la misura è la seguente:

- dapprima ispezione del foro con sonda testimone, in modo da verificarne l'effettiva profondità e praticabilità;
- si misura la distanza tra i fori in superficie, la sua orientazione rispetto al Nord e gli eventuali dislivelli tra le teste tubo;
- viene calata la sonda a fondo foro;
- si effettuano le misure dal basso verso l'alto con il previsto passo, trascrivendo, ad ogni livello, il valore dell'azimut e delle due inclinazioni;
- il rilievo è ripetuto per due cicli di misura indipendenti.

3.3 Elaborazione delle misure di campagna

I due valori misurati sono rappresentativi dell'inclinazione del tubo in quel tratto. Assumendo il tubo subverticale, la lunghezza del tratto di tubo è pari allo spostamento P tra due misure successive (*passo di misura*); lo spostamento misurato dal sensore A si ottiene quindi da:

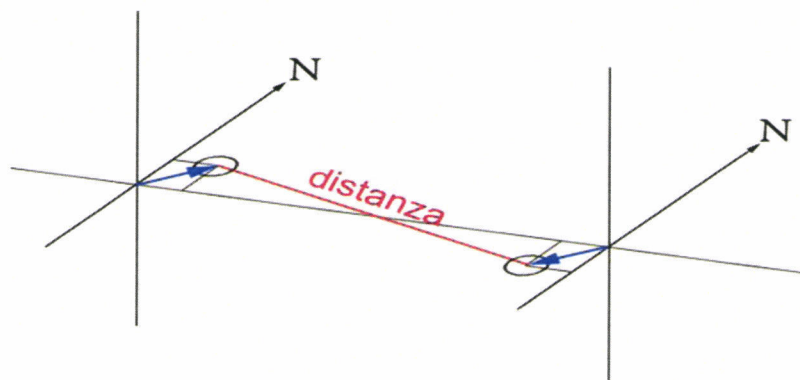
$$spostA = P \sin \alpha$$

dove α è l'angolo verticale sul piano A tra l'asse tubo e la verticale. Allo stesso modo, lo spostamento B sarà misurato dal sensore B, ortogonale ad A.

Conoscendo, grazie alla bussola magnetica, l'orientazione dei piani A e B rispetto al Nord, è possibile proiettare i due spostamenti ottenuti sui piani magnetici **NordSud** ed **EstOvest**.

Sommando alla base di misura che unisce in superficie i due tubi (*distanza in testa tubo*), riproiettata sui piani **NS** ed **EO**, i contributi di spostamento misurati, si ottiene la distanza risultante del tratto *i-esimo*.

Ciò premesso, sarà sufficiente calcolare il modulo delle risultanti vettoriali su tutti i livelli per ottenere la tabella delle distanze alle diverse profondità.



3.4 Verifica dei risultati

Il controllo dell'affidabilità dei risultati avviene rispettando i seguenti accorgimenti:

- controllo periodico dell'attrezzatura in laboratorio, con redazione di documenti di taratura e calibrazione;
- verifica del valore di zero strumento ad inizio e fine campagna (*deriva di zero per sospensione*);
- eseguendo più cicli distinti di misura, ad elaborazione indipendente, e successivo confronto degli scarti tra i distinti rilievi.

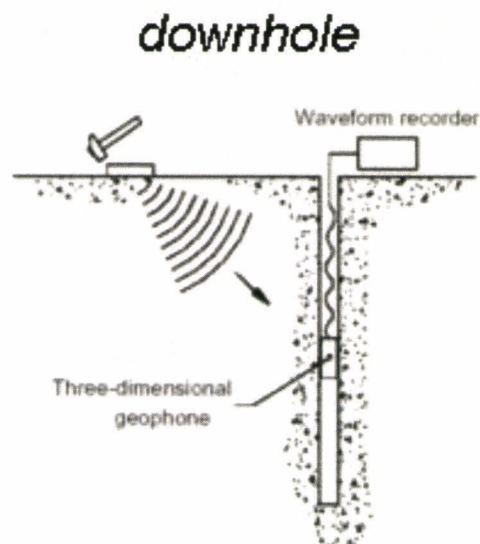
nel caso di misure su triplete di tubi, verifica della congruenza dei risultati. (*è possibile ricavare una base sia come elaborazione diretta che come somma delle altre due. La differenza tra i due valori fornisce riscontro dell'incertezza del rilievo*).

4 PROVA DOWN-HOLE

La tecnica del Down-Hole consiste nel misurare i tempi di arrivo delle onde sismiche P e S generate da una specifica sorgente ad un geofono tridimensionale (costituito da tre geofoni orientati secondo le tre direzioni spaziali) posto in un foro di sondaggio a profondità crescenti.

Le onde di taglio (S), sono state generate con impulsi orizzontali battendo sul lato di una tavola zavorrata dal peso di un'autovettura. Le Onde di compressione (P) sono state create con impulsi verticali generati da una massa battente in prossimità del sondaggio (v. schema a lato).

Con gli impulsi orizzontali generati sulla tavola zavorrata, si creano prevalentemente onde di taglio, questo permette di individuare l'istante di primo arrivo delle onde SH sul sismogramma di campagna e sue elaborazioni molto nitidamente in quanto l'onda P tende a scomparire con la profondità. Per ogni stazione di misura (cadenza ogni metro), sono stati dunque registrati 2 sismogrammi (uno con energizzazione orizzontale ed uno con energizzazione verticale).



4.1 Elaborazione e restituzione dei dati

Sui sismogrammi registrati sono stati "letti" i tempi di arrivo sia delle onde sismiche P che delle onde S, per ogni intervallo di profondità. Il calcolo delle velocità sismiche è stato realizzato attraverso la misura della differenza di tempi fra porzioni differenti del geofono ed il punto di energizzazione.

Nei grafici è visualizzato l'andamento delle velocità sismiche d'intervallo, dalla superficie fino a fondo foro.

Nel grafico sono rappresentate le velocità delle onde P e S calcolate ad intervalli di 1 metro. Nelle tabelle sono riportati i valori dei principali parametri dei materiali, ricavati dall'indagine sismica:

- Velocità Onde P= VP
- Velocità Onde S= VS
- Rapporto VP/VS
- Rapporto di Poisson σ ,
- Modulo di taglio G din
- Modulo di Young E din
- Modulo di compressione Ev

Per il calcolo dei moduli dinamici sono stati utilizzati i valori di γ = peso di volume valutati sulla base delle litologie presenti.

4.2 Analisi dei risultati

- Down-Hole C19: l'andamento della velocità V_p si caratterizza per velocità comprese fra 1100/1500 m/sec sino a profondità di -37,00m dal p.c.; segue un'unità geofisica con velocità $V_p = 1800$ m/sec.

Relativamente alla velocità V_s si passa da valori attorno a 650 m/sec nella parte sommitale a $V_s = 800$ m/sec nella parte finale.

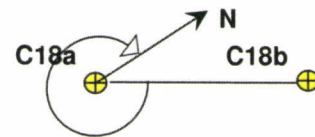
DISTANZA FRA FORI

CROSS HOLE

CH-D18

Committente.....
 ubicazione.....
 coppia / terna..... **C18a - C18b**
 scheda di elaborazione su..... **C18a C18b**
 data rilievo..... 17/07/2012
 distanza tra le teste tubo (cm @ piano campagna) **515**
 orientamento della base tra i tubi (angolo BASE^N) **345 °**
 quota di riferimento..... Piano Campagna
 rilevatori

orientamento:



angolo della base: angolo ORARIO dalla BASE al NORD magnetico, misurato sul PRIMO tubo

note: strumento S175A

TUBO	C18a		TUBO		C18b		
	m	/	m	/			
	m	/	m	/	- profondità max del tubo		(1): profondità dalla quota di riferimento
	m	/	m	/	- fuori terra della testa tubo		(2): spostamento asse tubo sui piani N°S° e E°W°
	m	/	m	/	- quote assolute della T.T.		(3): componenti NS ed EW della distanza tra i tubi
							(4): distanza orizzontale tra i tubi alla profondità P

prof.	spostamenti		spostamenti		distanze tra i fori C18a - C18b			cm
	NS	EW	NS	EW	NS	EW	distanza	
	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	
(1)	(2)	(2)	(2)	(2)	(3)	(3)	(4)	
T.T	0	0	0	0	497	-133	515	
2	0.7	4.5	-4.5	1.5	492	-136	511	
4	1.1	8.4	-4.7	2.9	492	-139	511	
6	1.6	12.4	-3.2	4.6	493	-141	513	
8	1.7	16.2	-3.4	6.1	492	-143	513	
10	0.0	19.2	-4.3	7.4	493	-145	514	
12	-0.4	23.0	-6.5	8.6	491	-148	513	
14	-3.0	26.3	-10.6	9.9	490	-150	512	
16	-3.1	30.1	-15.2	11.1	485	-152	509	
18	-2.6	33.8	-18.8	13.0	481	-154	505	
20	0.1	38.0	-23.1	14.7	474	-157	499	
22	1.7	41.7	-28.0	16.3	468	-159	494	
24	3.0	45.2	-32.5	17.2	462	-161	489	
26	4.7	48.8	-37.9	18.3	455	-164	483	
28	7.0	52.3	-42.9	19.5	448	-166	477	
30	9.2	56.0	-47.4	20.2	441	-169	472	
32	11.0	59.5	-51.5	21.3	435	-172	468	
34	12.2	62.8	-51.3	22.9	434	-173	467	
36	13.3	66.0	-52.8	24.0	431	-175	466	
38	15.3	69.3	-55.1	24.5	427	-178	463	
40	16.9	72.4	-58.4	24.8	422	-181	459	
42	18.8	75.3	-61.8	25.9	417	-183	455	
44	20.8	78.1	-65.3	26.2	411	-185	451	
46	21.1	80.5	-69.0	25.9	407	-188	449	
48	21.6	82.9	-72.2	25.8	404	-190	446	
50	22.4	85.2	-76.0	26.1	399	-192	443	

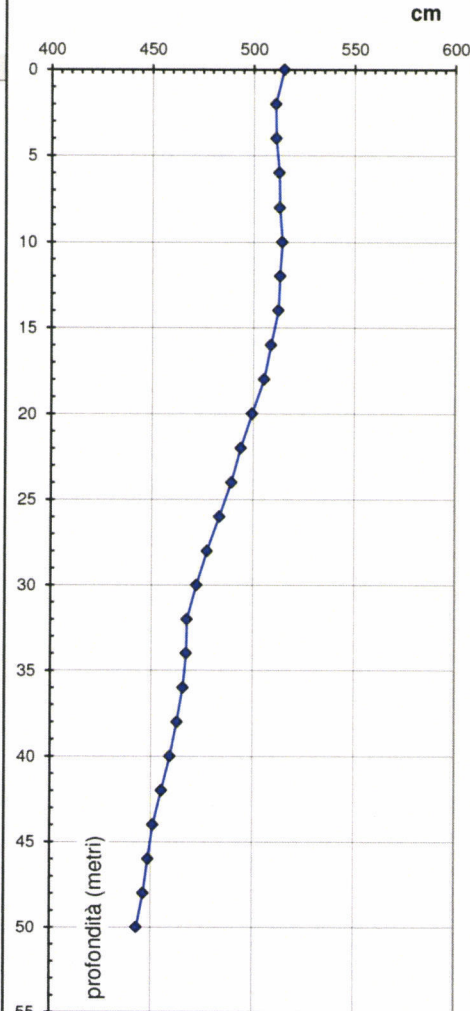
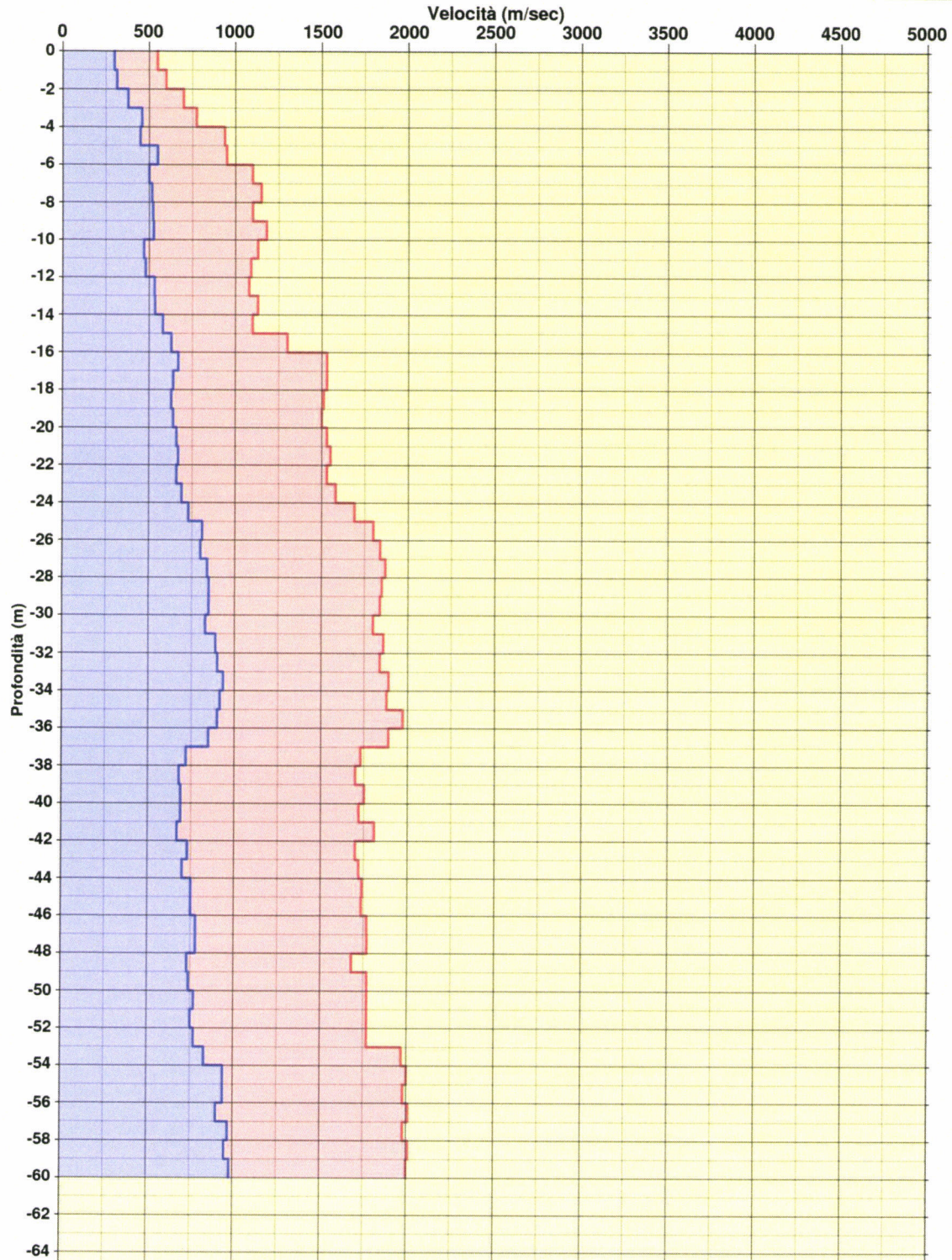


GRAFICO VELOCITÀ

CROSS HOLE

CH-D18



Velocità
Onde VSV



Velocità
Onde VP



E Foro di energizzazione
R Foro di registrazione

TABELLA PARAMETRI

CROSS HOLE

CH-D18

Prof (m)	Distanza tra i fori (m)	Tempi VP (ms)	Velocità VP (m/sec)	Tempi VSV (ms)	Velocità VSV (m/sec)	VP/VSV	Rapporto di Poisson	Mod taglio G Gdin (MPa)	Mod. Young E Edin (MPa)	Mod. Comp. Vol. Ev. (MPa)	Densità (t/m3)
0	5.15		550		300	1.83	0.29	1.7E+02	4.5E+02	3.5E+03	1.90
-1	5.13	9.3	550	17.1	300	1.83	0.29	1.7E+02	4.5E+02	3.5E+03	1.90
-2	5.11	8.5	600	16.2	315	1.90	0.31	1.9E+02	5.0E+02	4.4E+03	1.90
-3	5.11	7.3	700	13.4	380	1.84	0.29	2.8E+02	7.2E+02	5.8E+03	1.90
-4	5.11	6.6	775	11.1	460	1.68	0.23	4.1E+02	1.0E+03	6.2E+03	1.90
-5	5.12	5.5	938	11.4	450	2.08	0.35	3.9E+02	1.1E+03	1.2E+04	1.90
-6	5.13	5.4	950	9.3	550	1.73	0.25	5.9E+02	1.5E+03	9.7E+03	1.90
-7	5.13	4.7	1100	10.3	500	2.20	0.37	4.9E+02	1.3E+03	1.7E+04	1.90
-8	5.13	4.5	1150	9.9	517	2.22	0.37	5.2E+02	1.4E+03	1.9E+04	1.90
-9	5.13	4.7	1100	9.8	522	2.11	0.35	5.3E+02	1.4E+03	1.6E+04	1.90
-10	5.14	4.4	1180	9.8	526	2.24	0.38	5.4E+02	1.5E+03	2.0E+04	1.90
-11	5.14	4.5	1130	10.9	470	2.40	0.40	4.3E+02	1.2E+03	1.9E+04	1.90
-12	5.13	4.7	1090	10.7	480	2.27	0.38	4.5E+02	1.2E+03	1.7E+04	1.90
-13	5.13	4.7	1080	9.6	532	2.03	0.34	5.5E+02	1.5E+03	1.5E+04	1.90
-14	5.12	4.5	1130	9.6	535	2.11	0.36	5.6E+02	1.5E+03	1.7E+04	1.90
-15	5.10	4.6	1100	8.8	580	1.90	0.31	6.5E+02	1.7E+03	1.5E+04	1.90
-16	5.09	3.9	1300	8.1	630	2.06	0.35	7.7E+02	2.1E+03	2.2E+04	1.90
-17	5.07	3.3	1530	7.6	670	2.28	0.38	8.7E+02	2.4E+03	3.4E+04	1.90
-18	5.05	3.3	1530	7.9	640	2.39	0.39	8.0E+02	2.2E+03	3.5E+04	1.90
-19	5.02	3.3	1510	8.0	630	2.40	0.39	7.7E+02	2.1E+03	3.4E+04	1.90
-20	4.99	3.3	1500	7.8	640	2.34	0.39	8.0E+02	2.2E+03	3.3E+04	1.90
-21	4.97	3.2	1530	7.5	660	2.32	0.39	8.5E+02	2.3E+03	3.4E+04	1.90
-22	4.94	3.2	1550	7.4	670	2.31	0.39	8.9E+02	2.5E+03	3.6E+04	1.95
-23	4.92	3.2	1530	7.4	660	2.32	0.39	8.7E+02	2.4E+03	3.5E+04	1.95
-24	4.89	3.1	1580	7.1	690	2.29	0.38	9.5E+02	2.6E+03	3.7E+04	1.95
-25	4.86	2.9	1690	6.7	730	2.32	0.39	1.1E+03	2.9E+03	4.3E+04	1.95
-26	4.84	2.7	1800	6.0	810	2.22	0.37	1.3E+03	3.6E+03	4.7E+04	1.95
-27	4.81	2.6	1840	6.0	800	2.30	0.38	1.3E+03	3.5E+03	5.0E+04	1.95
-28	4.77	2.6	1870	5.7	840	2.23	0.37	1.4E+03	3.9E+03	5.1E+04	1.95
-29	4.75	2.6	1850	5.6	850	2.18	0.37	1.4E+03	3.9E+03	4.9E+04	1.95
-30	4.72	2.6	1840	5.6	850	2.16	0.36	1.4E+03	3.9E+03	4.8E+04	1.95
-31	4.70	2.6	1800	5.7	830	2.17	0.36	1.4E+03	3.7E+03	4.6E+04	1.95
-32	4.68	2.5	1860	5.3	890	2.09	0.35	1.6E+03	4.3E+03	4.8E+04	1.95
-33	4.67	2.5	1840	5.2	900	2.04	0.34	1.6E+03	4.3E+03	4.6E+04	1.95
-34	4.67	2.5	1890	5.0	935	2.02	0.34	1.7E+03	4.7E+03	4.8E+04	1.95
-35	4.67	2.5	1880	5.1	915	2.05	0.34	1.7E+03	4.5E+03	4.8E+04	1.95
-36	4.66	2.4	1973	5.2	900	2.19	0.37	1.6E+03	4.4E+03	5.6E+04	1.95
-37	4.64	2.5	1890	5.5	850	2.22	0.37	1.4E+03	4.0E+03	5.2E+04	1.95
-38	4.63	2.7	1730	6.4	720	2.40	0.40	1.0E+03	2.9E+03	4.6E+04	1.95
-39	4.61	2.7	1700	6.8	680	2.50	0.40	9.2E+02	2.6E+03	4.5E+04	1.95
-40	4.59	2.6	1750	6.7	690	2.54	0.41	9.5E+02	2.7E+03	4.8E+04	1.95
-41	4.57	2.7	1720	6.6	690	2.49	0.40	9.5E+02	2.7E+03	4.6E+04	1.95
-42	4.55	2.5	1810	6.8	670	2.70	0.42	8.9E+02	2.5E+03	5.3E+04	1.95
-43	4.53	2.7	1700	6.2	730	2.33	0.39	1.1E+03	2.9E+03	4.3E+04	1.95
-44	4.51	2.6	1720	6.4	700	2.46	0.40	9.8E+02	2.7E+03	4.6E+04	1.95
-45	4.50	2.6	1740	6.0	750	2.32	0.39	1.1E+03	3.1E+03	4.5E+04	1.95
-46	4.49	2.6	1735	6.0	750	2.31	0.39	1.1E+03	3.1E+03	4.5E+04	1.95
-47	4.47	2.5	1769	5.7	780	2.27	0.38	1.2E+03	3.3E+03	4.6E+04	1.95
-48	4.46	2.5	1770	5.7	780	2.27	0.38	1.2E+03	3.3E+03	4.6E+04	1.95
-49	4.45	2.6	1680	6.1	730	2.30	0.38	1.1E+03	2.9E+03	4.2E+04	1.95
-50	4.43	2.5	1770	6.0	740	2.39	0.39	1.1E+03	3.0E+03	4.8E+04	1.95

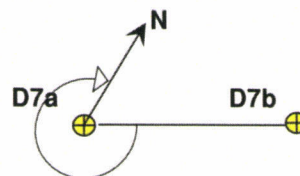
DISTANZA FRA FORI

CROSS HOLE

CH-D7

Committente.....
 ubicazione.....
 coppia / terna..... **D7a - D7b**
 scheda di elaborazione su..... **D7a D7b**
 data rilievo..... 17/07/2012
 distanza tra le teste tubo (cm @ piano campagna) **495**
 orientamento della base tra i tubi (angolo BASE^N) **305 °**
 quota di riferimento..... Piano Campagna
 rilevatori

orientamento:



ver. 25/06/12

angolo della base: angolo ORARIO dalla BASE al NORD magnetico, misurato sul PRIMO tubo

note: strumento S175A

TUBO	D7a		TUBO		D7b		
	m	/	m	/			
	m	/	m	/	- profondità max del tubo	(1): profondità dalla quota di riferimento	
	m	/	m	/	- fuori terra della testa tubo	(2): spostamento asse tubo sui piani N^S e E^W	
	m	/	m	/	- quote assolute della T.T.	(3): componenti NS ed EW della distanza tra i tubi	
						(4): distanza orizzontale tra i tubi alla profondità P	

prof.	spostamenti		spostamenti		distanze tra i fori D7a - D7b		
	NS	EW	NS	EW	NS	EW	distanza
m	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm
(1)	(2)	(2)	(2)	(2)	(3)	(3)	(4)
T.T	0	0	0	0	284	-405	495
2	11.2	-3.3	7.5	-1.4	280	-404	491
4	19.3	-6.8	15.8	-3.5	280	-402	490
6	28.5	-9.8	24.8	-6.2	280	-402	490
8	35.1	-12.8	27.3	-7.2	276	-400	486
10	42.3	-16.5	30.4	-7.6	272	-397	481
12	47.2	-20.0	33.3	-7.6	270	-393	477
14	53.8	-21.3	37.6	-8.2	268	-392	475
16	63.1	-22.9	42.4	-8.7	263	-391	472
18	72.9	-24.7	47.4	-10.1	258	-391	469
20	82.7	-29.4	51.5	-11.9	253	-388	463
22	93.1	-34.0	54.7	-13.6	246	-385	457
24	103.0	-35.8	57.5	-14.8	238	-384	452
26	114.0	-41.0	61.7	-16.0	232	-380	445
28	128.7	-45.0	65.5	-17.2	221	-378	437
30	143.5	-46.3	71.2	-18.8	212	-378	433
32	157.7	-47.2	75.0	-20.9	201	-379	429
34	170.3	-48.8	78.6	-22.6	192	-379	425
36	183.2	-51.1	82.0	-25.3	183	-380	421
38	195.0	-53.4	85.9	-28.5	175	-381	419
40	205.8	-55.9	89.8	-32.2	168	-382	417
42	216.0	-60.0	93.9	-36.0	162	-381	414
44	224.1	-64.6	98.1	-39.8	158	-381	412
46	230.1	-70.5	102.8	-42.5	157	-377	409
48	233.6	-77.3	107.9	-44.6	158	-373	405
50	234.5	-84.7	113.1	-46.6	162	-367	402

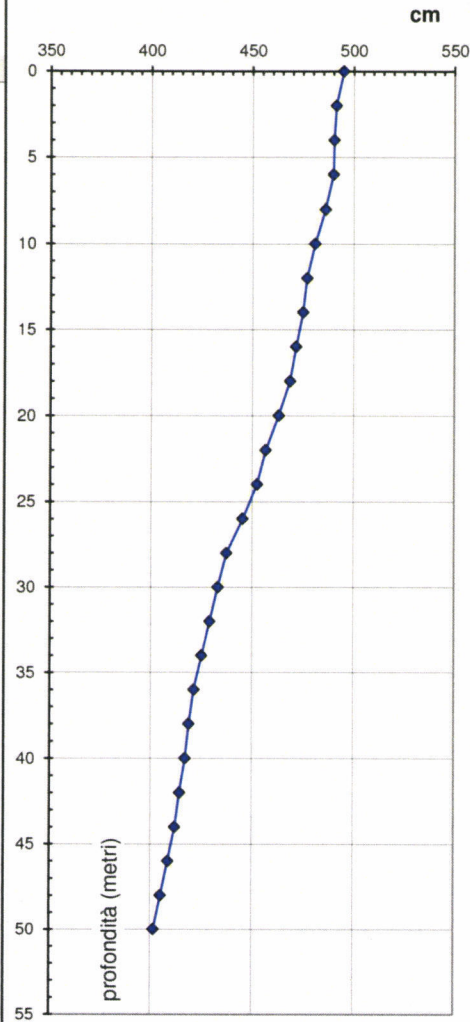
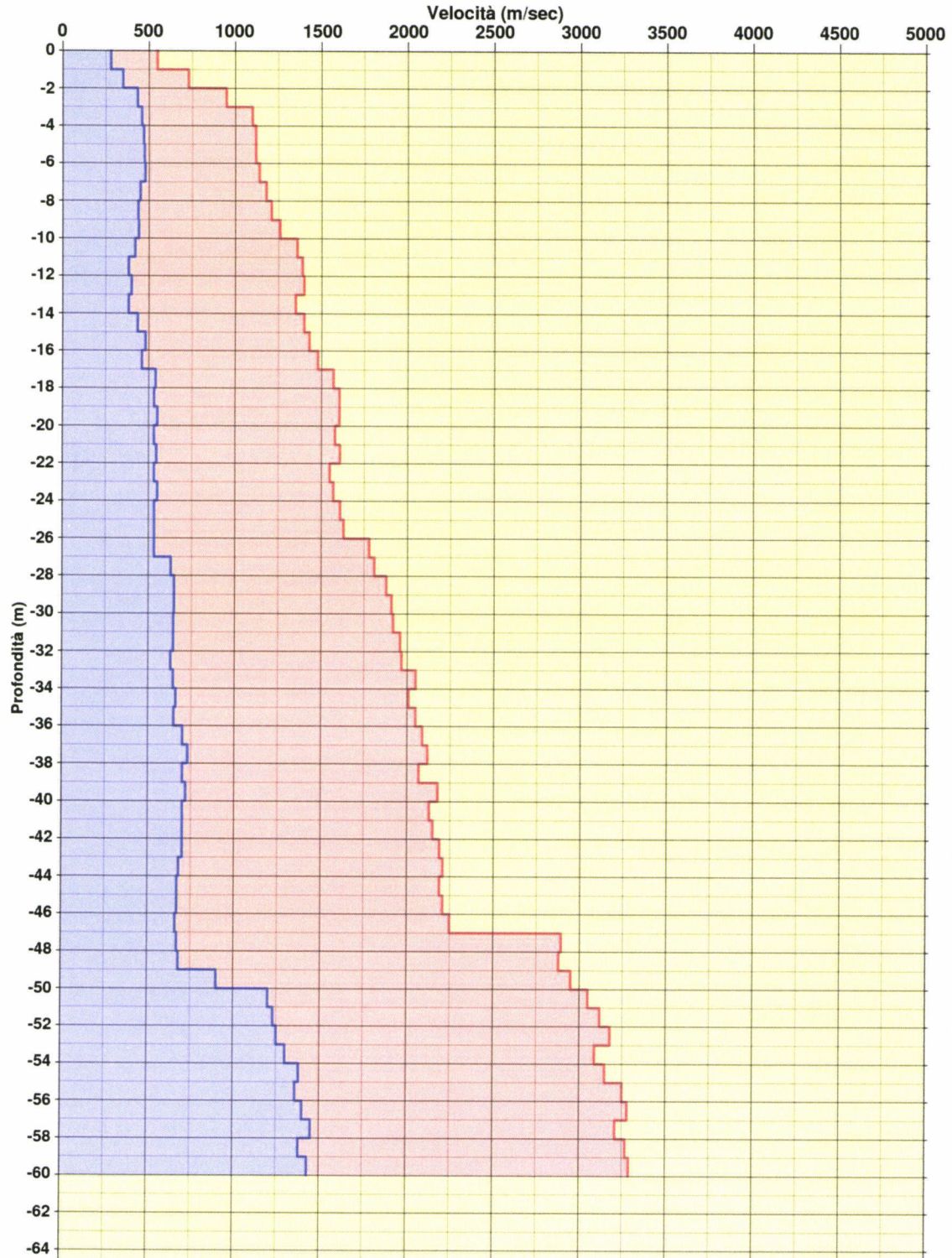


GRAFICO VELOCITÀ

CROSS HOLE

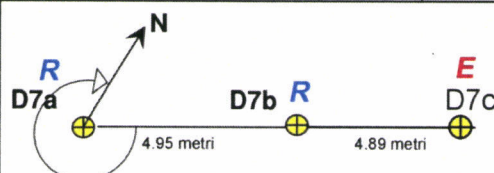
CH-D7



Velocità
Onde VSV



Velocità
Onde VP



E Foro di energizzazione
R Foro di registrazione

TABELLA PARAMETRI

CROSS HOLE

CH-D7

Prof (m)	Distanza tra i fori (m)	Tempi VP (ms)	Velocità VP (m/sec)	Tempi VSV (ms)	Velocità VSV (m/sec)	VP/VSV	Rapporto di Poisson	Mod taglio G Gdin (MPa)	Mod. Young E Edin (MPa)	Mod. Comp. Vol. Ev. (MPa)	Densità (t/m3)
0	4.95		550		280	1.96	0.33	1.5E+02	4.0E+02	3.8E+03	1.90
-1	4.93	9.0	550	17.6	280	1.96	0.33	1.5E+02	4.0E+02	3.8E+03	1.90
-2	4.91	6.7	730	14.0	350	2.09	0.35	2.4E+02	6.4E+02	7.2E+03	1.90
-3	4.91	5.2	950	11.3	434	2.19	0.37	3.7E+02	1.0E+03	1.3E+04	1.90
-4	4.90	4.5	1100	10.7	458	2.40	0.40	4.1E+02	1.1E+03	1.8E+04	1.90
-5	4.90	4.4	1120	10.4	469	2.39	0.39	4.3E+02	1.2E+03	1.9E+04	1.90
-6	4.90	4.4	1120	10.3	474	2.36	0.39	4.4E+02	1.2E+03	1.8E+04	1.90
-7	4.88	4.3	1140	10.2	478	2.38	0.39	4.4E+02	1.2E+03	1.9E+04	1.90
-8	4.86	4.1	1180	10.8	450	2.62	0.41	3.9E+02	1.1E+03	2.2E+04	1.90
-9	4.84	4.0	1210	11.0	438	2.76	0.42	3.7E+02	1.1E+03	2.3E+04	1.90
-10	4.81	3.8	1260	10.9	440	2.86	0.43	3.8E+02	1.1E+03	2.6E+04	1.90
-11	4.79	3.5	1360	11.4	420	3.24	0.45	3.4E+02	9.9E+02	3.1E+04	1.90
-12	4.77	3.4	1390	12.5	383	3.63	0.46	2.8E+02	8.3E+02	3.4E+04	1.90
-13	4.76	3.4	1400	11.9	400	3.50	0.46	3.1E+02	9.0E+02	3.4E+04	1.90
-14	4.75	3.5	1350	12.4	383	3.52	0.46	2.8E+02	8.3E+02	3.2E+04	1.90
-15	4.73	3.4	1400	10.9	435	3.22	0.45	3.7E+02	1.1E+03	3.3E+04	1.90
-16	4.72	3.3	1430	9.8	480	2.98	0.44	4.5E+02	1.3E+03	3.4E+04	1.90
-17	4.70	3.2	1480	10.2	460	3.22	0.45	4.1E+02	1.2E+03	3.7E+04	1.90
-18	4.69	3.0	1570	8.7	540	2.91	0.43	5.7E+02	1.6E+03	4.0E+04	1.90
-19	4.66	2.9	1605	8.8	531	3.02	0.44	5.5E+02	1.6E+03	4.3E+04	1.90
-20	4.63	2.9	1606	8.4	550	2.92	0.43	5.9E+02	1.7E+03	4.2E+04	1.90
-21	4.60	2.9	1580	8.7	531	2.98	0.44	5.5E+02	1.6E+03	4.1E+04	1.90
-22	4.57	2.8	1608	8.4	545	2.95	0.44	5.8E+02	1.7E+03	4.2E+04	1.90
-23	4.55	2.9	1550	8.6	531	2.92	0.43	5.5E+02	1.6E+03	3.9E+04	1.90
-24	4.52	2.9	1570	8.2	550	2.85	0.43	5.9E+02	1.7E+03	4.0E+04	1.90
-25	4.49	2.8	1610	8.4	532	3.03	0.44	5.5E+02	1.6E+03	4.3E+04	1.90
-26	4.45	2.7	1630	8.4	532	3.06	0.44	5.5E+02	1.6E+03	4.4E+04	1.90
-27	4.41	2.5	1780	8.3	532	3.35	0.45	5.5E+02	1.6E+03	5.4E+04	1.90
-28	4.37	2.4	1810	6.9	630	2.87	0.43	7.9E+02	2.3E+03	5.5E+04	1.95
-29	4.35	2.3	1880	6.7	650	2.89	0.43	8.4E+02	2.4E+03	5.9E+04	1.95
-30	4.33	2.3	1910	6.7	650	2.94	0.43	8.4E+02	2.4E+03	6.1E+04	1.95
-31	4.31	2.2	1920	6.7	645	2.98	0.44	8.3E+02	2.4E+03	6.2E+04	1.95
-32	4.29	2.2	1960	6.7	645	3.04	0.44	8.3E+02	2.4E+03	6.5E+04	1.95
-33	4.27	2.2	1970	6.8	630	3.13	0.44	7.9E+02	2.3E+03	6.7E+04	1.95
-34	4.25	2.1	2050	6.6	645	3.18	0.45	8.3E+02	2.4E+03	7.3E+04	1.95
-35	4.23	2.1	2010	6.4	660	3.05	0.44	8.7E+02	2.5E+03	6.9E+04	1.95
-36	4.21	2.1	2050	6.5	650	3.15	0.44	8.4E+02	2.4E+03	7.2E+04	1.95
-37	4.20	2.0	2090	6.0	700	2.99	0.44	9.8E+02	2.8E+03	7.4E+04	1.95
-38	4.19	2.0	2120	5.7	730	2.90	0.43	1.1E+03	3.0E+03	7.5E+04	1.95
-39	4.18	2.0	2070	6.0	700	2.96	0.44	9.8E+02	2.8E+03	7.2E+04	1.95
-40	4.17	1.9	2180	5.8	720	3.03	0.44	1.0E+03	3.0E+03	8.1E+04	1.95
-41	4.16	2.0	2130	5.9	700	3.04	0.44	9.8E+02	2.8E+03	7.7E+04	1.95
-42	4.14	1.9	2150	5.9	700	3.07	0.44	9.8E+02	2.8E+03	7.9E+04	1.95
-43	4.13	1.9	2190	5.9	700	3.13	0.44	9.8E+02	2.8E+03	8.2E+04	1.95
-44	4.12	1.9	2210	6.1	680	3.25	0.45	9.2E+02	2.7E+03	8.5E+04	1.95
-45	4.10	1.9	2190	6.1	670	3.27	0.45	8.9E+02	2.6E+03	8.3E+04	1.95
-46	4.09	1.8	2210	6.1	670	3.30	0.45	8.9E+02	2.6E+03	8.5E+04	1.95
-47	4.07	1.8	2250	6.2	660	3.41	0.45	8.7E+02	2.5E+03	8.9E+04	1.95
-48	4.05	1.4	2893	6.0	670	4.32	0.47	1.2E+03	3.5E+03	2.1E+05	2.60
-49	4.45	1.5	2880	6.5	680	4.24	0.47	1.2E+03	3.6E+03	2.0E+05	2.60
-50	4.43	1.5	2950	4.9	900	3.28	0.45	2.2E+03	6.2E+03	2.0E+05	2.60

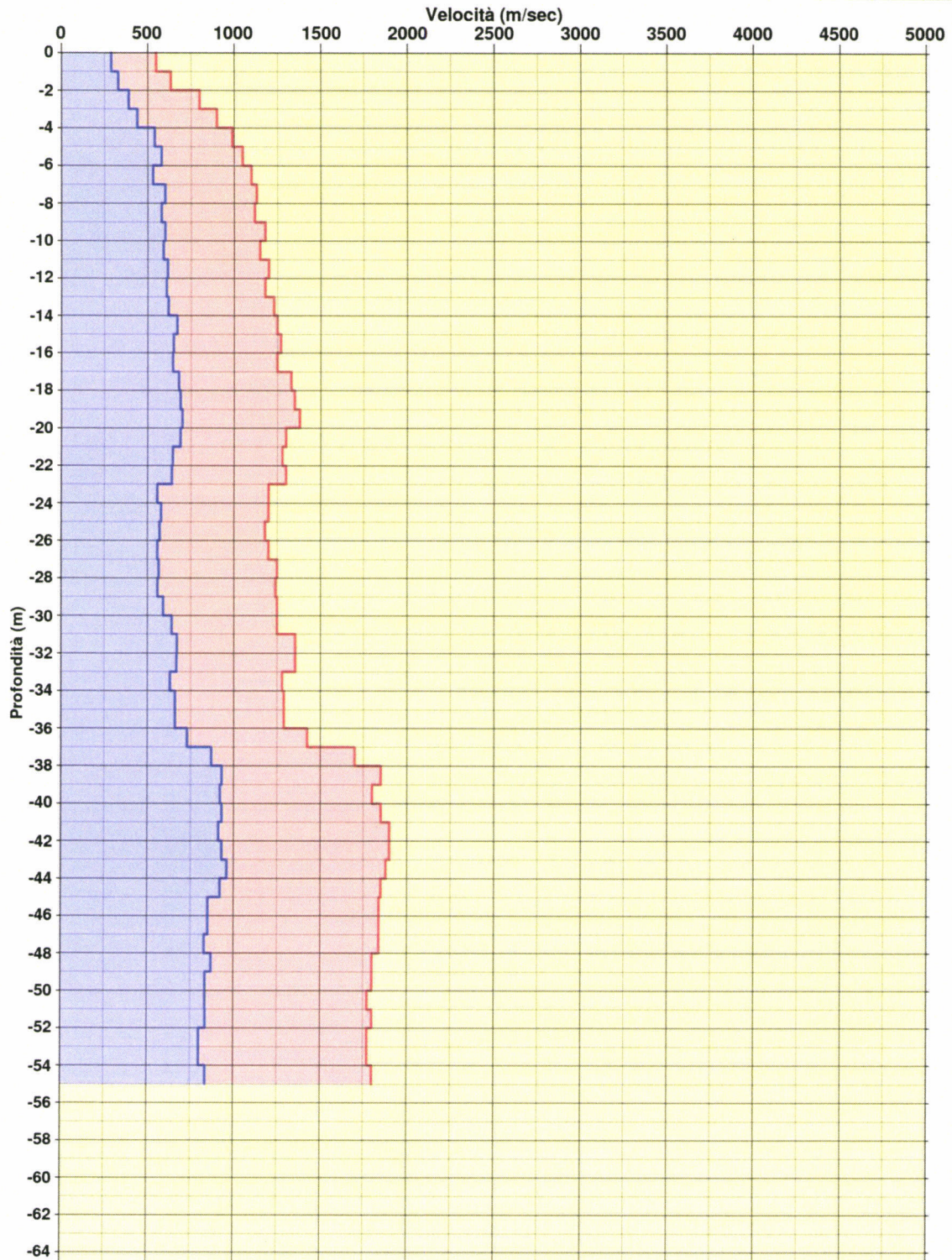
PROVE CH SONDAGGI D18-D7 E PROVE DH
SONDAGGIO C19

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IBL1	10	D 69 IG	GE 00 05 024	A	20 di 22

GRAFICO VELOCITÀ

DOWN HOLE

DH-C19



	Velocità Onde VSH		Velocità Onde VP
---	----------------------	---	---------------------

TABELLA PARAMETRI
DOWN HOLE
DH-C19

Prof. (m)	TP letti (ms)	TP corretti (ms)	VP (m/sec)	TSH letti (ms)	TSH corretti (ms)	VSH (m/sec)	VP/VSH	Rapporto di Poisson	Mod. taglio G _{din} (MPa)	Mod. Young E _{Edin} (MPa)	Mod. Comp. Vol. Ev (MPa)	Densità (t/m ³)
0			550			290	1.90	0.31	1.6E+02	4.3E+02	3.7E+03	1.90
-1	4.1	1.8	550	7.7	3.4	290	1.90	0.31	1.6E+02	4.3E+02	3.7E+03	1.90
-2	4.8	3.4	634	9.2	6.5	330	1.92	0.31	2.1E+02	5.6E+02	5.0E+03	1.90
-3	5.6	4.6	800	10.9	9.0	390	2.05	0.34	3.0E+02	7.9E+02	8.5E+03	1.90
-4	6.4	5.8	900	12.7	11.3	439	2.05	0.34	3.7E+02	1.0E+03	1.1E+04	1.90
-5	7.3	6.8	990	14.2	13.2	540	1.83	0.29	5.7E+02	1.5E+03	1.1E+04	1.90
-6	8.1	7.7	1050	15.7	14.9	580	1.81	0.28	6.5E+02	1.7E+03	1.3E+04	1.90
-7	9.0	8.6	1100	17.5	16.8	530	2.08	0.35	5.5E+02	1.5E+03	1.6E+04	1.90
-8	9.8	9.5	1130	19.0	18.5	600	1.88	0.30	7.0E+02	1.8E+03	1.5E+04	1.90
-9	10.7	10.4	1120	20.7	20.2	580	1.93	0.32	6.5E+02	1.7E+03	1.6E+04	1.90
-10	11.5	11.3	1180	22.3	21.8	600	1.97	0.33	7.0E+02	1.9E+03	1.8E+04	1.90
-11	12.3	12.1	1150	23.9	23.5	590	1.95	0.32	6.8E+02	1.8E+03	1.7E+04	1.90
-12	13.1	13.0	1200	25.5	25.2	615	1.95	0.32	7.3E+02	1.9E+03	1.8E+04	1.90
-13	14.0	13.8	1180	27.1	26.8	608	1.94	0.32	7.2E+02	1.9E+03	1.7E+04	1.90
-14	14.8	14.6	1230	28.7	28.4	620	1.98	0.33	7.5E+02	2.0E+03	1.9E+04	1.90
-15	15.6	15.4	1250	30.2	29.9	670	1.87	0.30	8.7E+02	2.3E+03	1.9E+04	1.90
-16	16.3	16.2	1270	31.7	31.5	650	1.95	0.32	8.2E+02	2.2E+03	2.0E+04	1.90
-17	17.1	17.0	1250	33.2	33.0	645	1.94	0.32	8.1E+02	2.1E+03	2.0E+04	1.90
-18	17.9	17.8	1330	34.7	34.5	680	1.96	0.32	9.0E+02	2.4E+03	2.2E+04	1.90
-19	18.6	18.5	1350	36.1	35.9	690	1.96	0.32	9.2E+02	2.4E+03	2.3E+04	1.90
-20	19.3	19.2	1380	37.5	37.3	700	1.97	0.33	9.5E+02	2.5E+03	2.4E+04	1.90
-21	20.1	20.0	1300	39.0	38.8	690	1.88	0.30	9.2E+02	2.4E+03	2.0E+04	1.90
-22	20.9	20.8	1280	40.5	40.3	646	1.98	0.33	8.3E+02	2.2E+03	2.2E+04	1.95
-23	21.6	21.5	1300	42.1	41.9	640	2.03	0.34	8.2E+02	2.2E+03	2.3E+04	1.95
-24	22.5	22.4	1200	43.9	43.7	557	2.15	0.36	6.2E+02	1.7E+03	2.0E+04	1.95
-25	23.3	23.2	1200	45.6	45.4	579	2.07	0.35	6.7E+02	1.8E+03	2.0E+04	1.95
-26	24.1	24.1	1180	47.3	47.2	570	2.07	0.35	6.5E+02	1.7E+03	1.9E+04	1.95
-27	25.0	24.9	1200	49.1	49.0	558	2.15	0.36	6.2E+02	1.7E+03	2.0E+04	1.95
-28	25.8	25.7	1250	50.9	50.7	565	2.21	0.37	6.4E+02	1.7E+03	2.3E+04	1.95
-29	26.6	26.5	1240	52.7	52.5	558	2.22	0.37	6.2E+02	1.7E+03	2.2E+04	1.95
-30	27.4	27.3	1250	54.4	54.2	590	2.12	0.36	6.9E+02	1.9E+03	2.2E+04	1.95
-31	28.2	28.1	1250	55.9	55.8	640	1.95	0.32	8.2E+02	2.2E+03	2.0E+04	1.95
-32	28.9	28.8	1355	57.4	57.3	670	2.02	0.34	8.9E+02	2.4E+03	2.5E+04	1.95
-33	29.6	29.6	1355	58.9	58.8	667	2.03	0.34	8.9E+02	2.4E+03	2.5E+04	1.95
-34	30.4	30.4	1280	60.5	60.4	630	2.03	0.34	7.9E+02	2.1E+03	2.2E+04	1.95
-35	31.2	31.1	1290	62.0	61.9	660	1.95	0.32	8.7E+02	2.3E+03	2.2E+04	1.95
-36	32.0	31.9	1290	63.5	63.4	660	1.95	0.32	8.7E+02	2.3E+03	2.2E+04	1.95
-37	32.7	32.6	1424	64.9	64.8	730	1.95	0.32	1.1E+03	2.8E+03	2.6E+04	1.95
-38	33.2	33.2	1700	66.0	65.9	870	1.95	0.32	1.5E+03	4.0E+03	3.7E+04	1.95
-39	33.8	33.7	1850	67.1	67.0	930	1.99	0.33	1.7E+03	4.6E+03	4.5E+04	1.95
-40	34.3	34.3	1800	68.2	68.1	920	1.96	0.32	1.7E+03	4.5E+03	4.2E+04	1.95
-41	34.9	34.8	1850	69.2	69.2	930	1.99	0.33	1.7E+03	4.6E+03	4.5E+04	1.95
-42	35.4	35.4	1900	70.3	70.3	910	2.09	0.35	1.6E+03	4.5E+03	5.0E+04	1.95
-43	35.9	35.9	1900	71.4	71.3	930	2.04	0.34	1.7E+03	4.6E+03	4.9E+04	1.95
-44	36.5	36.4	1880	72.5	72.4	960	1.96	0.32	1.8E+03	4.9E+03	4.6E+04	1.95
-45	37.0	37.0	1850	73.5	73.5	920	2.01	0.34	1.7E+03	4.5E+03	4.6E+04	1.95
-46	37.5	37.5	1840	74.7	74.6	850	2.16	0.36	1.4E+03	3.9E+03	4.8E+04	1.95
-47	38.1	38.0	1840	75.9	75.8	850	2.16	0.36	1.4E+03	3.9E+03	4.8E+04	1.95
-48	38.6	38.6	1840	77.1	77.0	830	2.22	0.37	1.4E+03	3.8E+03	4.9E+04	1.95
-49	39.2	39.1	1800	78.2	78.2	870	2.07	0.35	1.5E+03	4.1E+03	4.4E+04	1.95
-50	39.7	39.7	1800	79.4	79.4	835	2.16	0.36	1.4E+03	3.8E+03	4.6E+04	1.95

