

**Certificato n° del**

Committente: CONSORZIO HIRPINIA AV

Sondaggio: SN_03

Riferimento: 1° Lotto funzionale Apice - Irpinia

Data: 24/09/2019-04/10/2019

Coordinate:

Quota: m s.l.m.

Perforazione: Carotaggio continuo

SCALA 1:135

STRATIGRAFIA - SN 03

Pagina 3/4

Ø mm	R v	A r s	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	Standard Penetration Test		prove in foro	RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE	Cass.
										m	S.P.T. N					
				55											Alternanze di argille marnose e marne argillose, umide, dure, grigiastre, a struttura compatta che a rottura si scagliettano alternate a livelli millimetrici limo-argillosi.	11
				56		CR7) Rim 56,00 56,40									Presenti a luoghi inclusi calcarei da millimetrici a centimetrici e livelletti di calcite biancastra, a luoghi presenti anche livelli di marne calcaree di colore grigiastro-nerastro.	12
				57											Presenti livelli di roccia calcarea di colore biancastro, debolmente alterati, poco fratturata con all'interno livelli millimetrici (venature) di calcite in una struttura compatta (35,0+35,70m; 35,85+35,95m; 36,0+36,10m; 36,20+36,30m; 36,40+36,50m; 37,30+37,50m; 39,80+40,10m; 42,50+42,60m; 42,90+43,00m; 43,10+43,20m; 44,70+44,80m; 46,90+47,30m; 49,55+49,65m; 50,00+50,35m; 50,70+50,90m; 51,20+51,25m; 51,30+51,50m; 52,40+52,60m; 53,80+54,20m; 54,70+55,00m; 55,90+56,00m; 56,50+56,60m; 57,10+58,00m; 64,10+64,15m; 64,90+65,00m; 65,40+65,50m; 65,70+65,80m; 67,40+67,60m).	13
				58												
				59												
				60												
				61												
				62												
				63		CR8) Rim 63,45 63,80										
				64												
				65												
				66												
				67												
				68												
				69		CR9) Rim 68,55 68,90										
				70												
				71												
				72												
				73												
				74												
				75												
				76												
				77												
				78												
				79												
101				80									80,0			

**Certificato n° del**

Committente: CONSORZIO HIRPINIA AV

Sondaggio: SN_03

Riferimento: 1° Lotto funzionale Apice - Irpinia

Data: 24/09/2019-04/10/2019

Coordinate:

Quota: m s.l.m.

Perforazione: Carotaggio continuo

SCALA 1 :135

STRATIGRAFIA - SN 03

Pagina 4/4

Utilizzata sonda perforatrice tipo CMV 1500.
Eseguito rilievo masse metalliche in superficie.
Eseguito rilievo del gas in foro.
Utilizzato carotiere doppio con corona diamantata da 15,00m a 80,00m.
Prelevati n. 8 campioni indisturbati.
Prelevati n. 14 campioni rimaneggiati.
Eseguite n. 10 prove S.P.T..
Eseguite n. 2 prove Lefranc.
Eseguite n. 1 prove Lugeon.
Eseguite n. 3 prove Pressiometriche.
Eseguite n. 2 prove Dilatometriche.
Eseguite n. 2 prove Fratturazione Idraulica.
Foro rialesato con diametro 152mm.
Installata tubazione in PVC da 4" per l'installazione della colonna vertical array.
*Ind: Campionatore triplo.
Normativa: A.G.I. 1977



Sondaggio SN_03



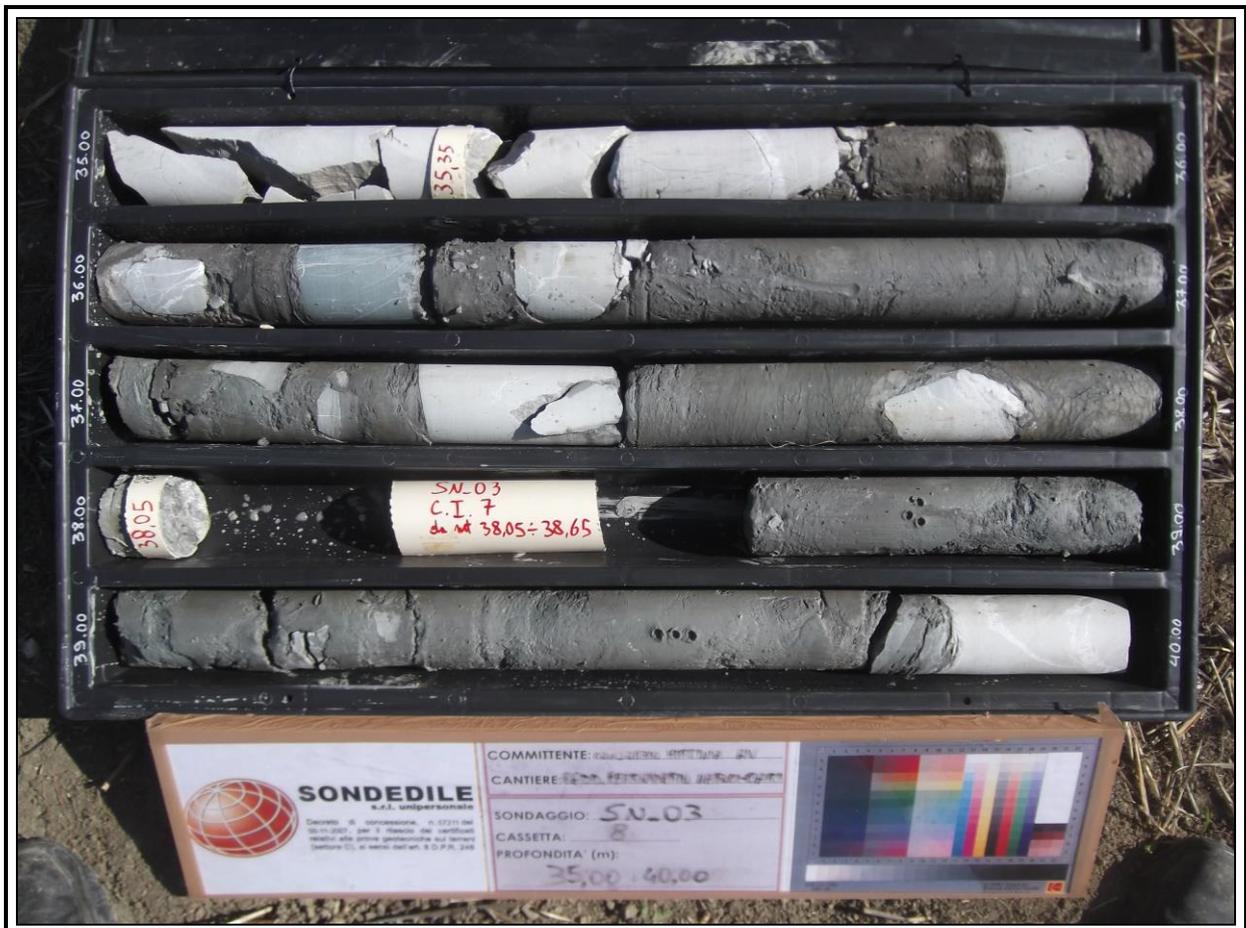
Sondaggio SN_03



Sondaggio SN_03



Sondaggio SN_03



Sondaggio SN_03



Sondaggio SN_03



Sondaggio SN_03

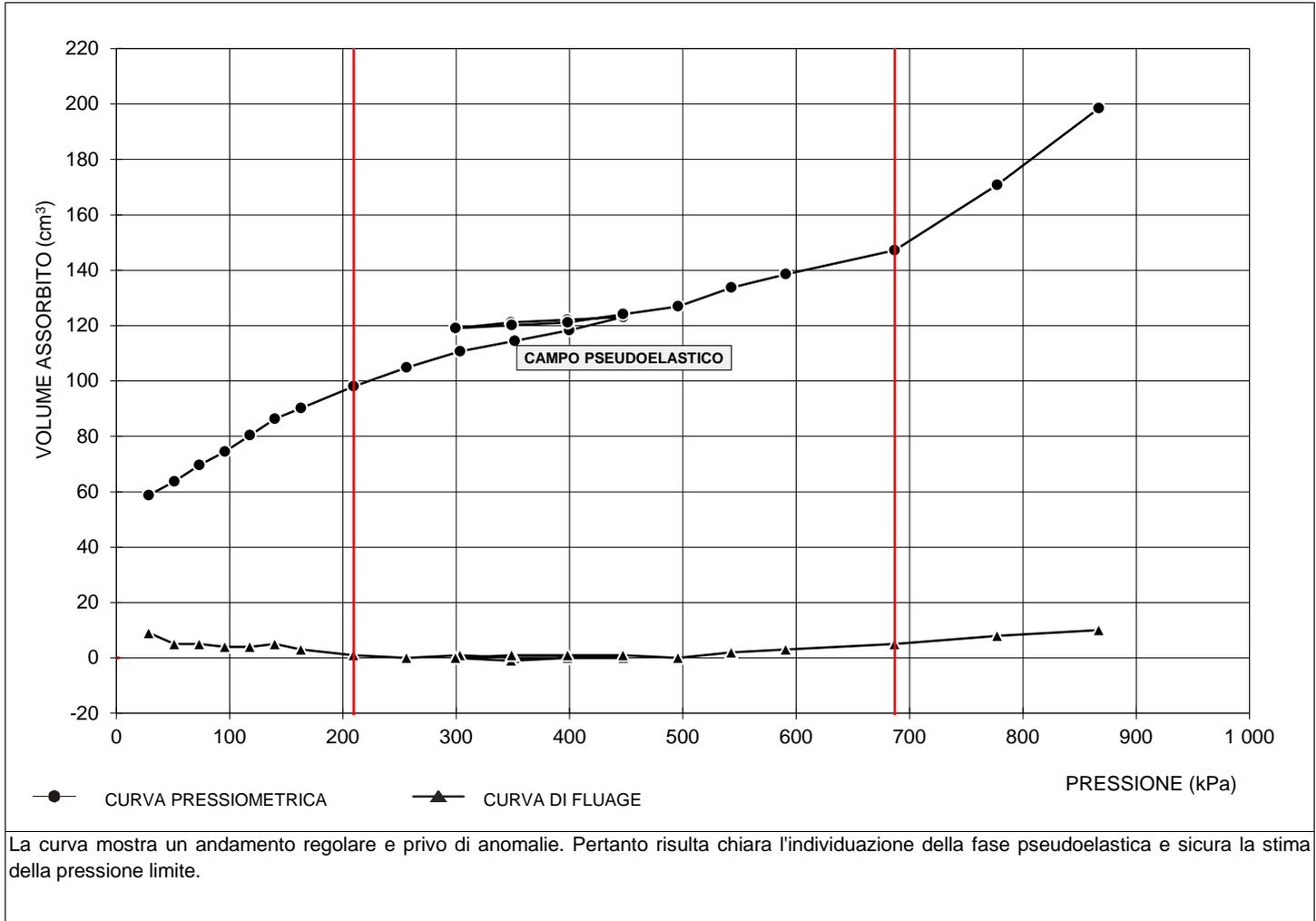


Sondaggio SN_03



Sondaggio SN_03

CURVA PRESSIOMETRICA E DI FLUAGE



LIMITI DEL CAMPO PSEUDOELASTICO

PRESSIONE DI RICOMPRESSIONE	Po	209.4	(kPa)
VOLUME DI RICOMPRESSIONE	Vo	98.0	(cm ³)
PRESSIONE DI SCORRIMENTO FINALE	Pf	687.0	(kPa)
VOLUME DI SCORRIMENTO FINALE	Vf	147.2	(cm ³)

PARAMETRI DI CALCOLO

VOLUME LIMITE	Vi	731.0	(cm ³)
VOLUME CORRETTO LETTO NELLA PORZIONE CENTRALE DI ΔV	Vm	657.6	(cm ³)
PARAMETRO DI CONTROLLO	Ep/P'I	18	(-)
VOLUME DELLA CELLA ALLA LETTURA DI 0 VOLUME IN SUPERFICIE	Vi	535	(cm ³)
COEFFICIENTE DI POISSON	v	0.40	(-)
COEFFICIENTE REOLOGICO	α	0.84	(-)

RISULTATI

PRESSIONE LIMITE	PI	1 200	(kPa)
PRESSIONE LIMITE NETTA	P'I	991	(kPa)
MODULO DI MENARD	Ep	17 874	(kPa)
MODULO DI YOUNG	E	21 278	(kPa)
RESIST. AL TAGLIO ESPRESSA SOLO IN CONDIZIONI NON DRENATE	Cu	180	(kPa)
RESIST. AL TAGLIO ESPRESSA SOLO IN CONDIZIONI DRENATE	φ'	/	(°)

1° CICLO D'ISTERESI

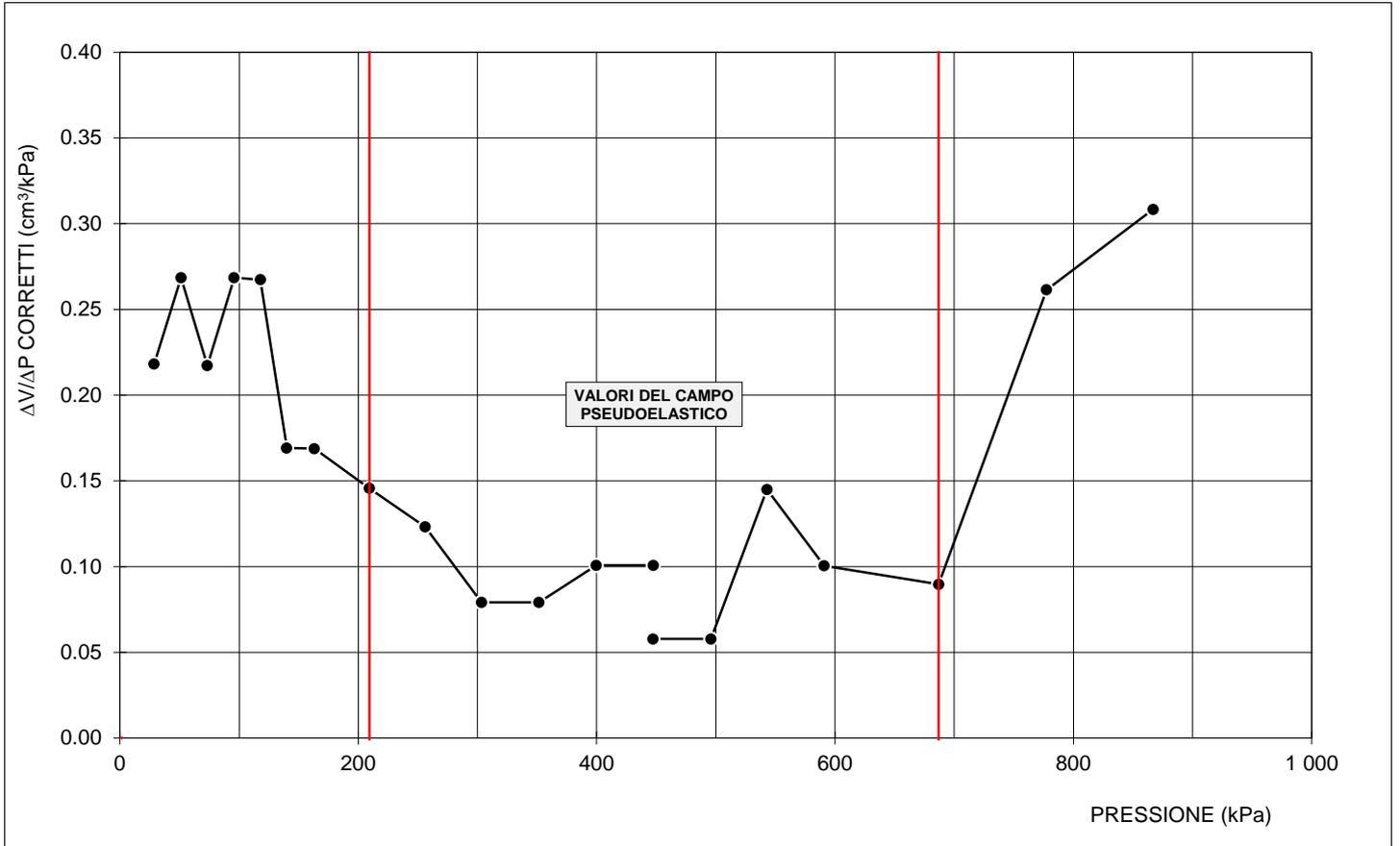
2° CICLO D'ISTERESI

VOLUME INIZIALE	V ₀	119.1	(cm ³)	VOLUME INIZIALE	V ₁	(cm ³)
VOLUME FINALE	Vf	124.1	(cm ³)	VOLUME FINALE	V ₂	(cm ³)
PRESSIONE INIZIALE	P ₀	299.4	(kPa)	PRESSIONE INIZIALE	P ₁	(kPa)
PRESSIONE FINALE	Pf	447.2	(kPa)	PRESSIONE FINALE	P ₂	(kPa)
MODULO DI MENARD	Ep	54 345	(kPa)	MODULO DI MENARD	Ep	(kPa)

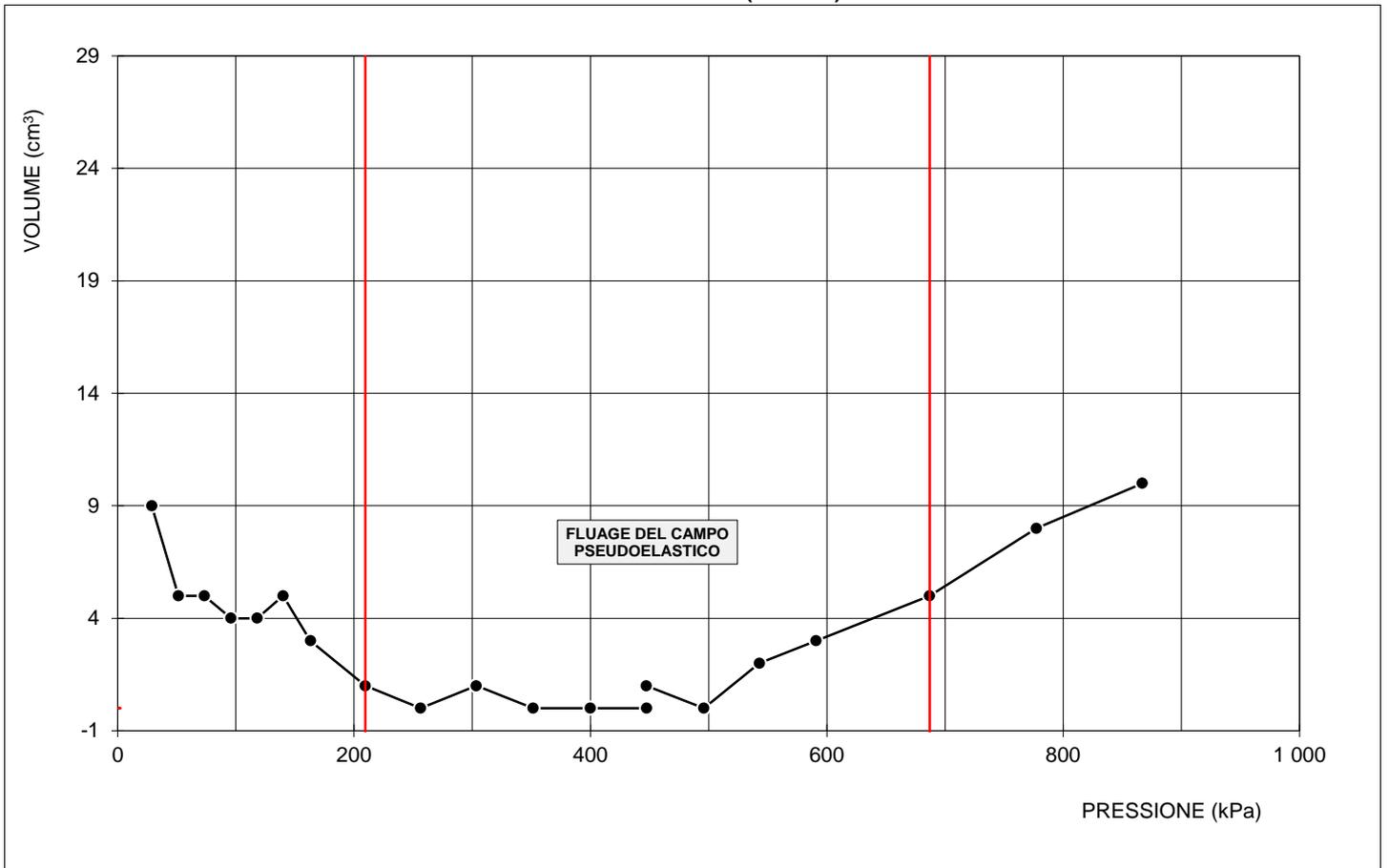


COMMITTENTE:	CONSORZIO HIRPINIA AV	DATA EM.	06/11/19
OPERA:	LINEA FS NA-BA - TRATTA APICE ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE-HIRPINIA	PAG.:	3 di 5
SONDAGGIO:	SN_03	PROVA N°:	MPM 1
		PROFOND.:	5.50
		DATA ESEC.	24/09/19

**CURVA DELLA VARIAZIONE DI ΔV CORRETTO PER OGNI STEP DI PRESSIONE
IN FUNZIONE DELLA PRESSIONE**



CURVA DI FLUAGE (V60-V30)



DETERMINAZIONE DELLA PRESSIONE LIMITE

GRAFICO PRESSIONE CORRETTA IN FUNZIONE DEL VOLUME CORRETTO

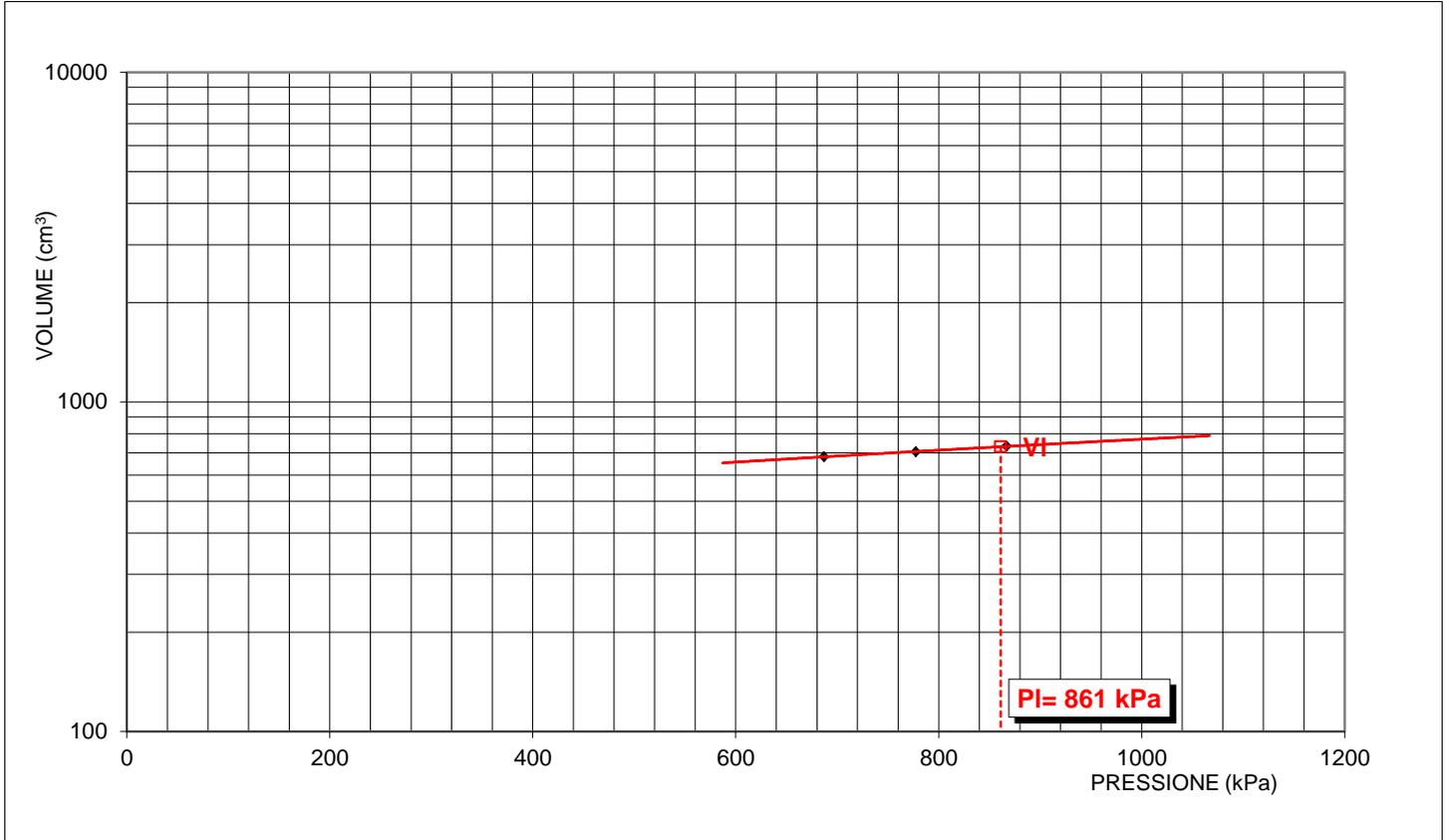
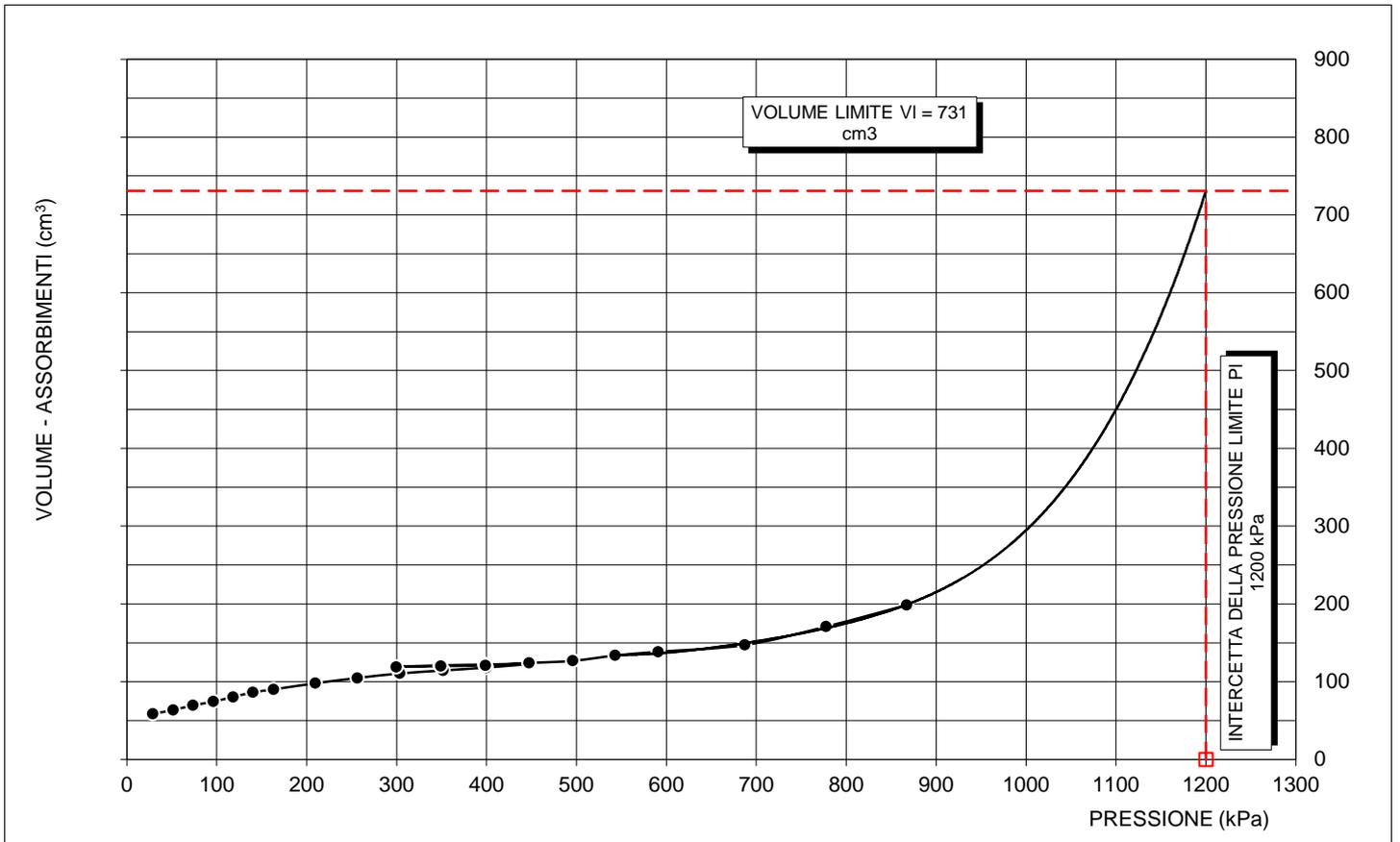
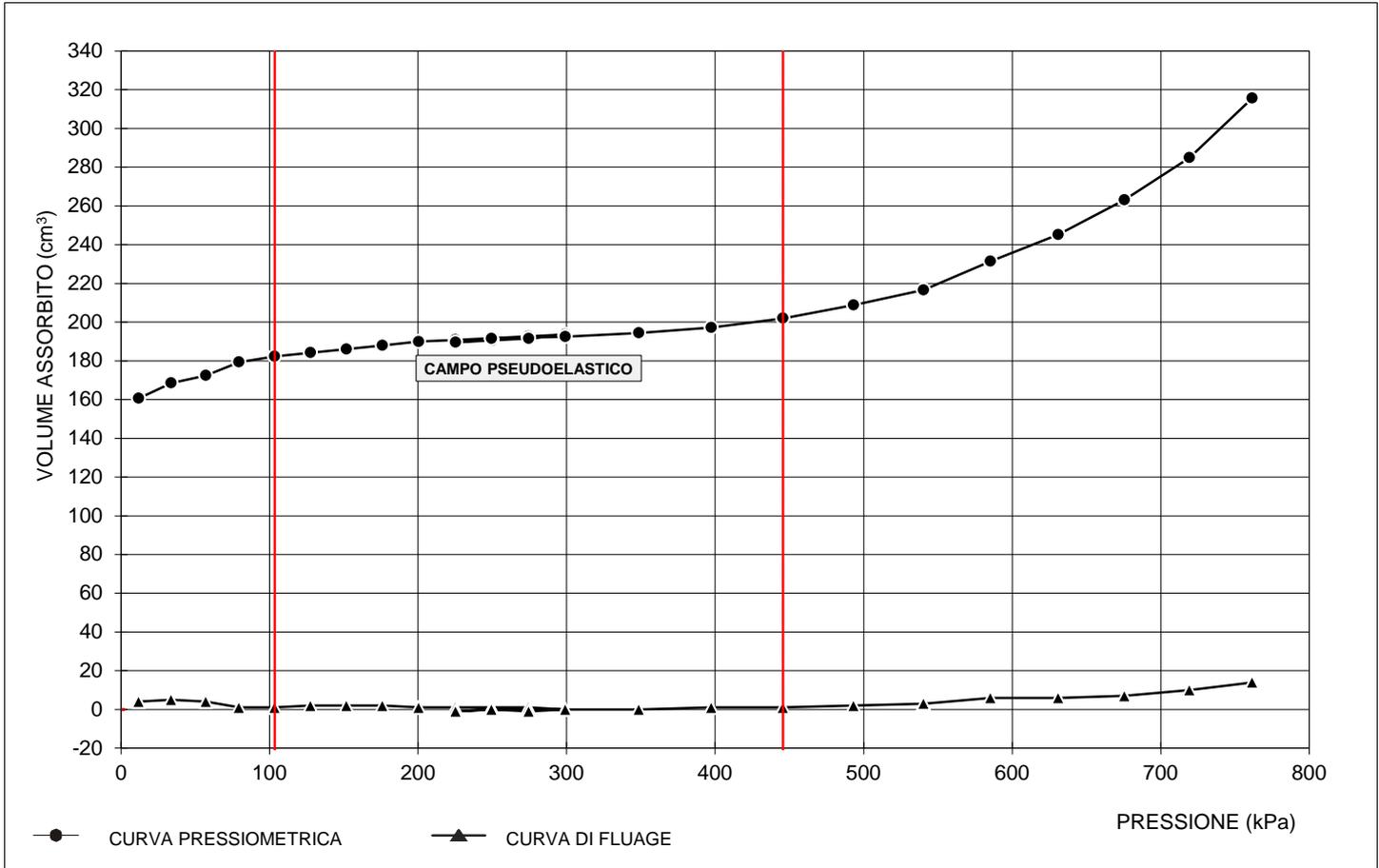


GRAFICO PRESSIONE - VARIAZIONE VOLUME CON INTERPOLAZIONE DELLA CURVA FINO AL VALORE DEL VOLUME LIMITE



CURVA PRESSIOMETRICA E DI FLUAGE



La curva mostra un andamento regolare e privo di anomalie. Pertanto risulta chiara l'individuazione della fase pseudoelastica e sicura la stima della pressione limite.

LIMITI DEL CAMPO PSEUDOELASTICO

PRESSIONE DI RICOMPRESSIONE	Po	103.4	(kPa)
VOLUME DI RICOMPRESSIONE	Vo	182.3	(cm³)
PRESSIONE DI SCORRIMENTO FINALE	Pf	445.7	(kPa)
VOLUME DI SCORRIMENTO FINALE	Vf	202.0	(cm³)

PARAMETRI DI CALCOLO

VOLUME LIMITE	Vi	899.6	(cm³)
VOLUME CORRETTO LETTO NELLA PORZIONE CENTRALE DI ΔV	Vm	727.2	(cm³)
PARAMETRO DI CONTROLLO	Ep/P'I	39	(-)
VOLUME DELLA CELLA ALLA LETTURA DI 0 VOLUME IN SUPERFICIE	Vi	535	(cm³)
COEFFICIENTE DI POISSON	v	0.40	(-)
COEFFICIENTE REOLOGICO	α	0.84	(-)

RISULTATI

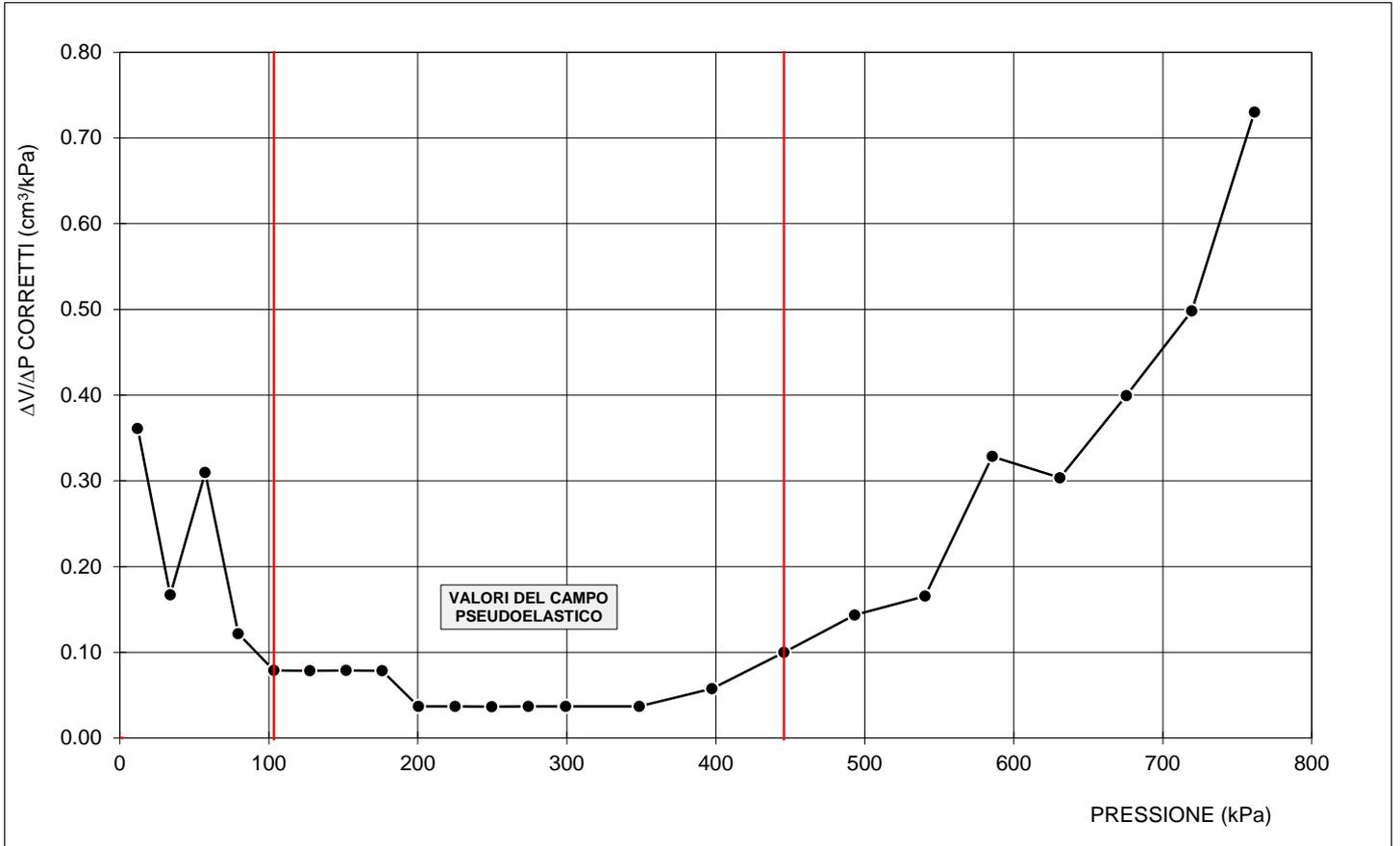
PRESSIONE LIMITE	PI	1 000	(kPa)
PRESSIONE LIMITE NETTA	P'I	897	(kPa)
MODULO DI MENARD	Ep	35 377	(kPa)
MODULO DI YOUNG	E	42 116	(kPa)
RESIST. AL TAGLIO ESPRESSA SOLO IN CONDIZIONI NON DRENATE	Cu	163	(kPa)
RESIST. AL TAGLIO ESPRESSA SOLO IN CONDIZIONI DRENATE	φ'	/	(°)

1° CICLO D'ISTERESI

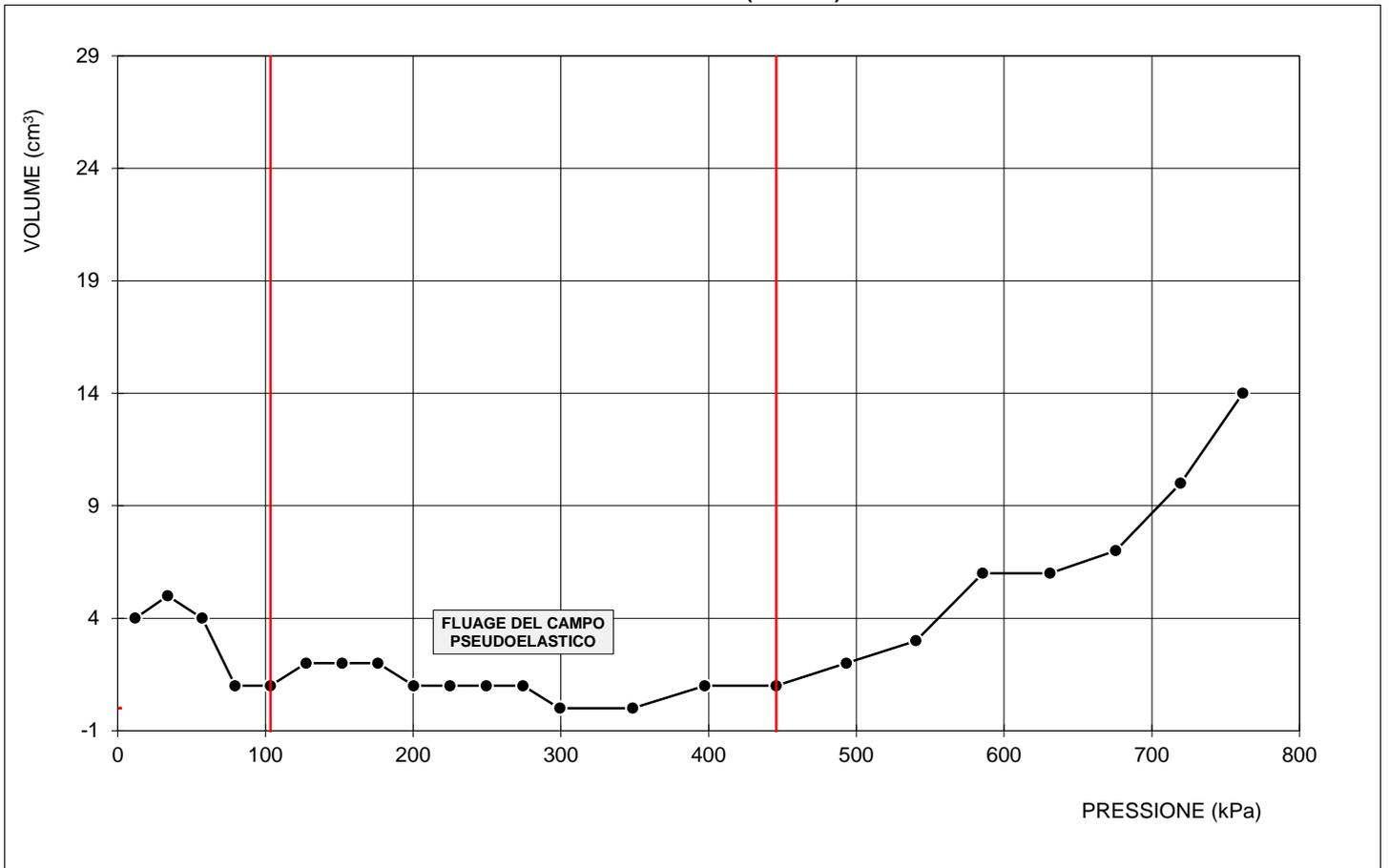
2° CICLO D'ISTERESI

VOLUME INIZIALE	V ₀	189.5	(cm³)	VOLUME INIZIALE	V ₁	(cm³)
VOLUME FINALE	Vf	192.5	(cm³)	VOLUME FINALE	V ₂	(cm³)
PRESSIONE INIZIALE	P ₀	225.4	(kPa)	PRESSIONE INIZIALE	P ₁	(kPa)
PRESSIONE FINALE	Pf	299.3	(kPa)	PRESSIONE FINALE	P ₂	(kPa)
MODULO DI MENARD	Ep	50 078	(kPa)	MODULO DI MENARD	Ep	(kPa)

**CURVA DELLA VARIAZIONE DI ΔV CORRETTO PER OGNI STEP DI PRESSIONE
IN FUNZIONE DELLA PRESSIONE**



CURVA DI FLUAGE (V60-V30)



DETERMINAZIONE DELLA PRESSIONE LIMITE

GRAFICO PRESSIONE CORRETTA IN FUNZIONE DEL VOLUME CORRETTO

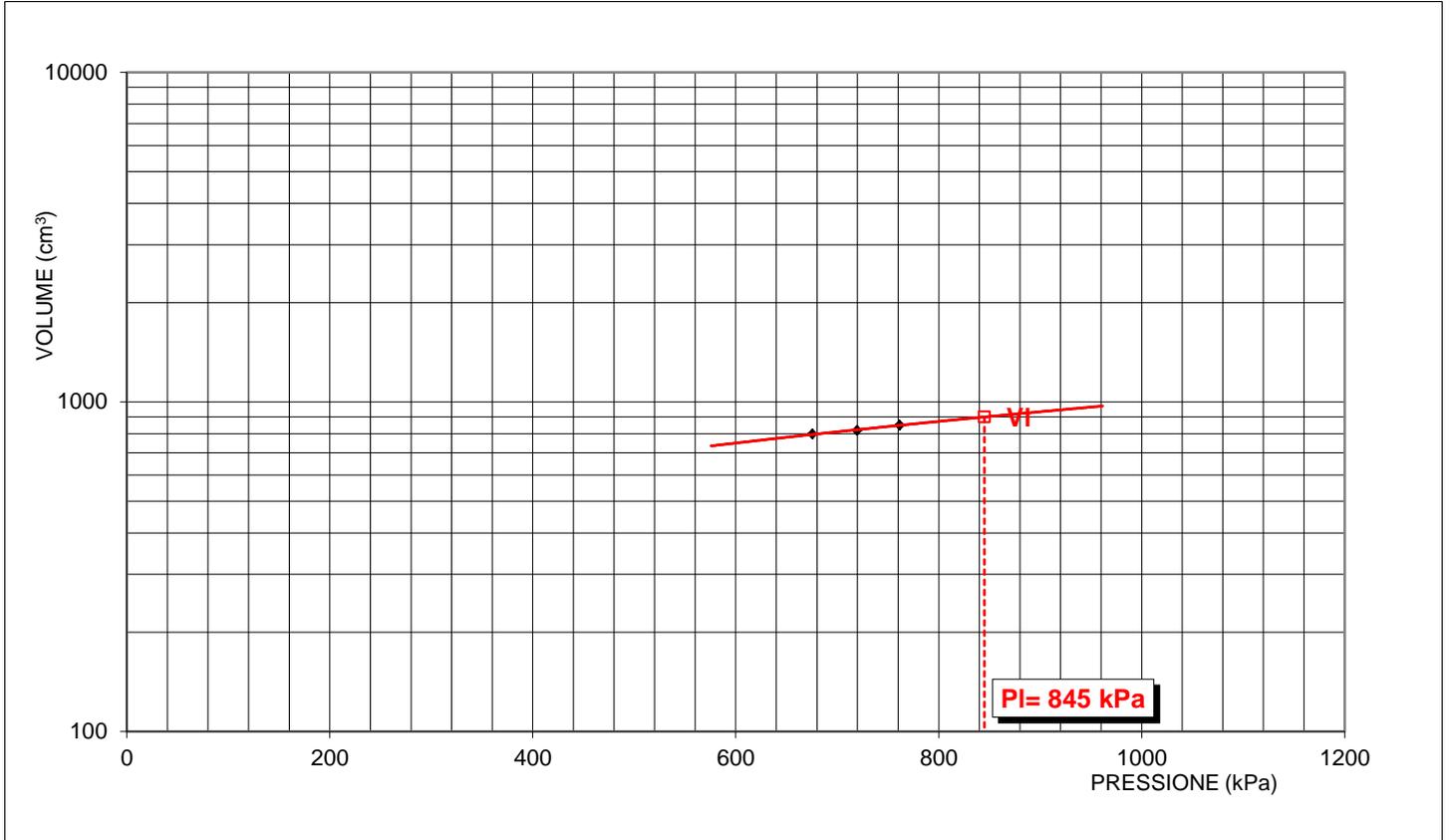
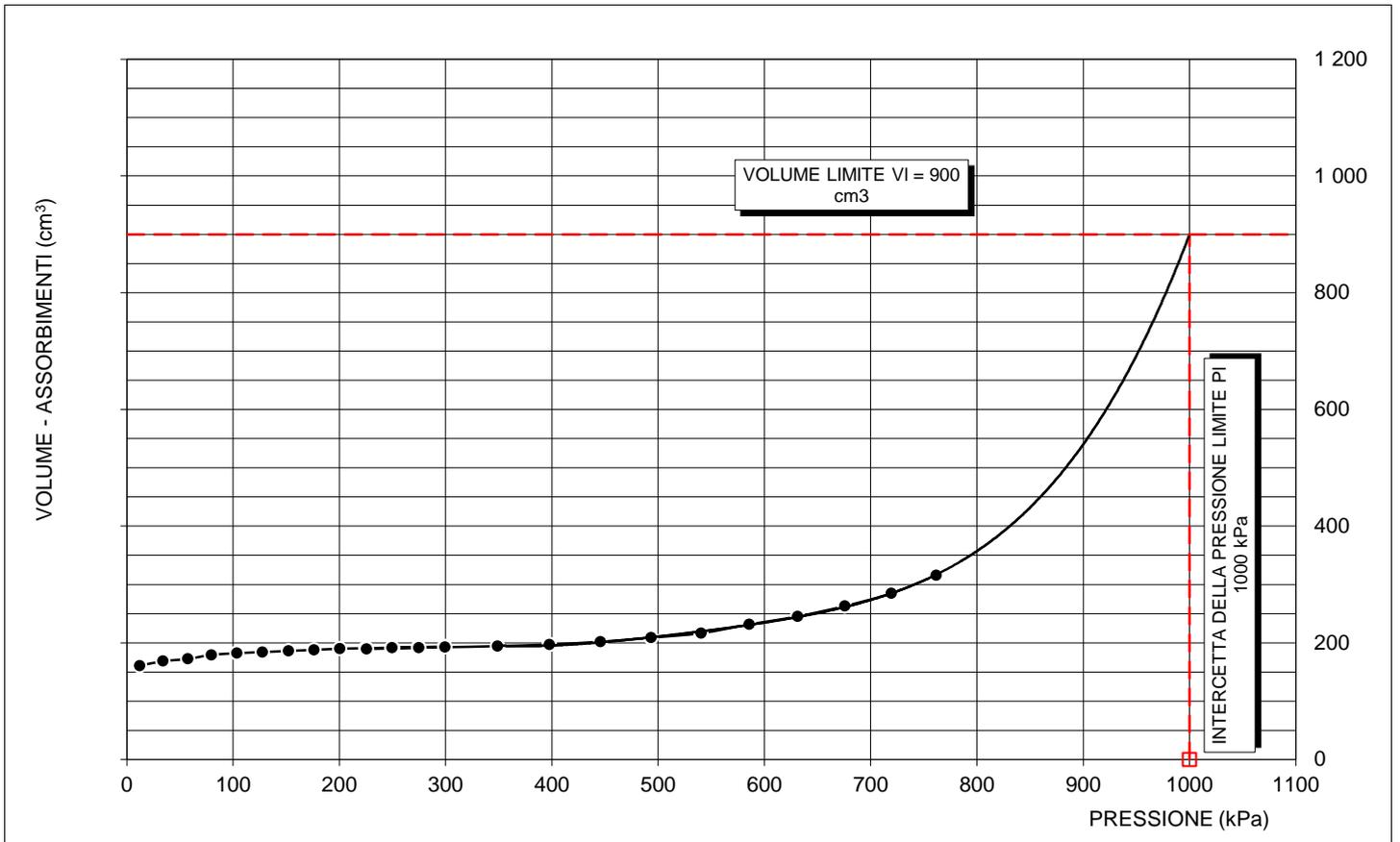
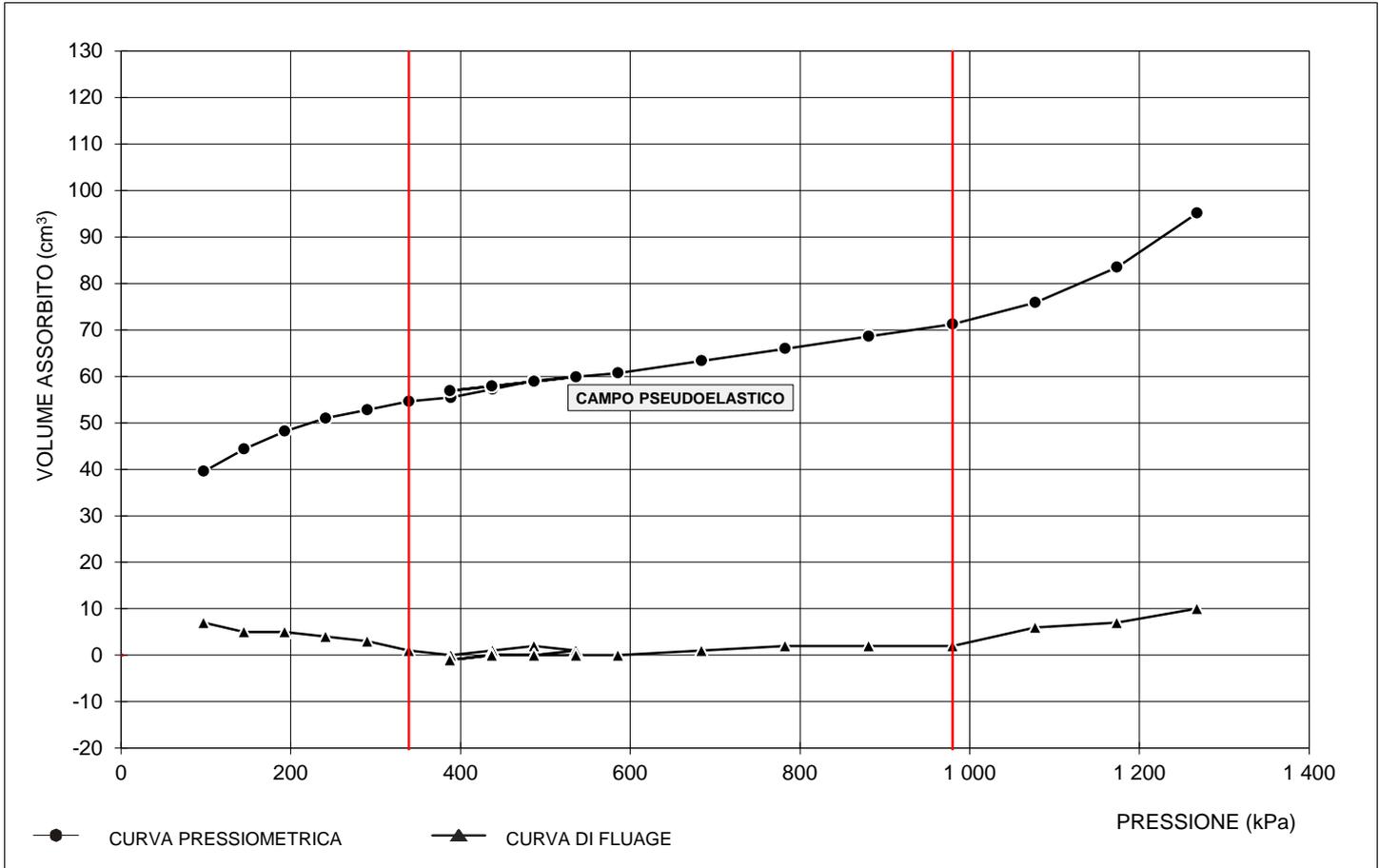


GRAFICO PRESSIONE - VARIAZIONE VOLUME CON INTERPOLAZIONE DELLA CURVA FINO AL VALORE DEL VOLUME LIMITE



CURVA PRESSIOMETRICA E DI FLUAGE



La curva mostra un andamento regolare e privo di anomalie. Pertanto risulta chiara l'individuazione della fase pseudoelastica e sicura la stima della pressione limite.

LIMITI DEL CAMPO PSEUDOELASTICO

PRESSIONE DI RICOMPRESSIONE	Po	339.2	(kPa)
VOLUME DI RICOMPRESSIONE	Vo	54.6	(cm³)
PRESSIONE DI SCORRIMENTO FINALE	Pf	979.7	(kPa)
VOLUME DI SCORRIMENTO FINALE	Vf	71.2	(cm³)

PARAMETRI DI CALCOLO

VOLUME LIMITE	Vi	644.2	(cm³)
VOLUME CORRETTO LETTO NELLA PORZIONE CENTRALE DI ΔV	Vm	597.9	(cm³)
PARAMETRO DI CONTROLLO	Ep/P'I	41	(-)
VOLUME DELLA CELLA ALLA LETTURA DI 0 VOLUME IN SUPERFICIE	Vi	535	(cm³)
COEFFICIENTE DI POISSON	v	0.40	(-)
COEFFICIENTE REOLOGICO	α	0.84	(-)

RISULTATI

PRESSIONE LIMITE	PI	1 900	(kPa)
PRESSIONE LIMITE NETTA	P'I	1 561	(kPa)
MODULO DI MENARD	Ep	64 595	(kPa)
MODULO DI YOUNG	E	76 899	(kPa)
RESIST. AL TAGLIO ESPRESSA SOLO IN CONDIZIONI NON DRENATE	Cu	284	(kPa)
RESIST. AL TAGLIO ESPRESSA SOLO IN CONDIZIONI DRENATE	φ'	/	(°)

1° CICLO D'ISTERESI

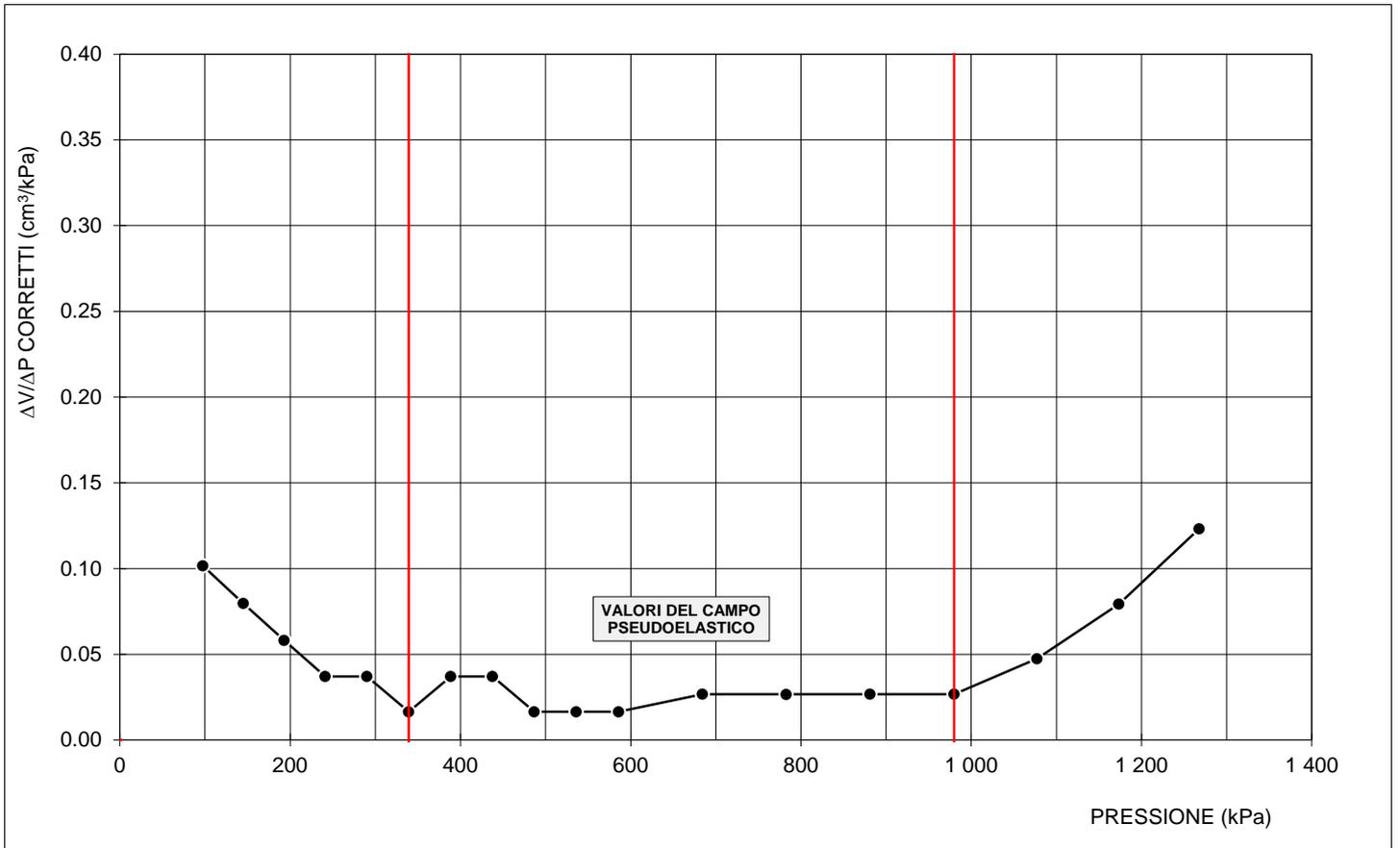
2° CICLO D'ISTERESI

VOLUME INIZIALE	V ₀	56.9	(cm³)	VOLUME INIZIALE	V ₁		(cm³)
VOLUME FINALE	Vf	59.9	(cm³)	VOLUME FINALE	V ₂		(cm³)
PRESSIONE INIZIALE	P ₀	387.7	(kPa)	PRESSIONE INIZIALE	P ₁		(kPa)
PRESSIONE FINALE	Pf	536.2	(kPa)	PRESSIONE FINALE	P ₂		(kPa)
MODULO DI MENARD	Ep	82 243	(kPa)	MODULO DI MENARD	Ep		(kPa)

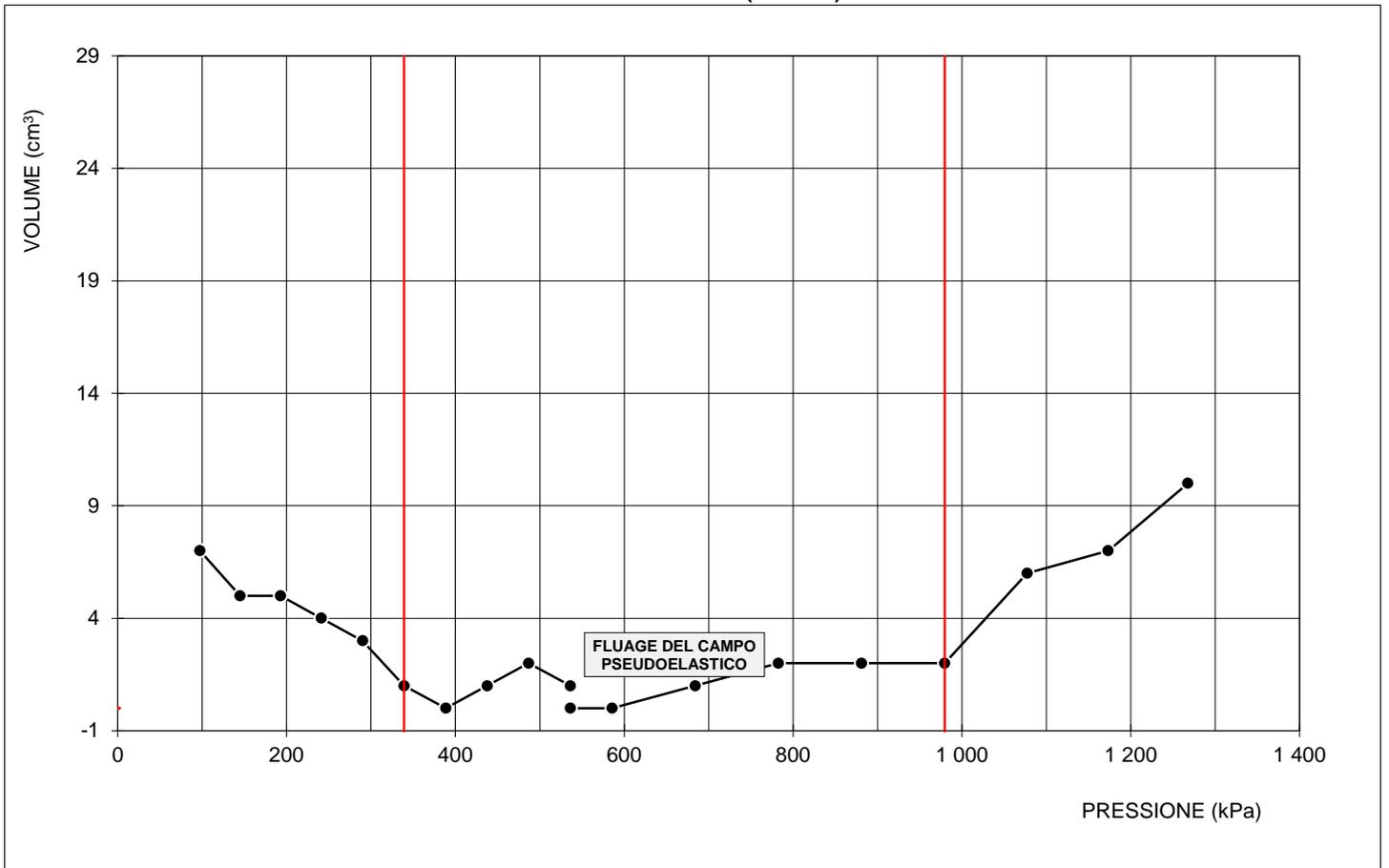


COMMITTENTE:	CONSORZIO HIRPINIA AV	DATA EM.	06/11/19
OPERA:	LINEA FS NA-BA - TRATTA APICE ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE-HIRPINIA	PAG.:	3 di 5
SONDAGGIO:	SN_03	PROVA N°:	MPM 3
		PROFOND.:	11.50
		DATA ESEC.	25/09/19

**CURVA DELLA VARIAZIONE DI $\Delta V/\Delta P$ CORRETTI PER OGNI STEP DI PRESSIONE
IN FUNZIONE DELLA PRESSIONE**



CURVA DI FLUAGE (V60-V30)



DETERMINAZIONE DELLA PRESSIONE LIMITE

GRAFICO PRESSIONE CORRETTA IN FUNZIONE DEL VOLUME CORRETTO

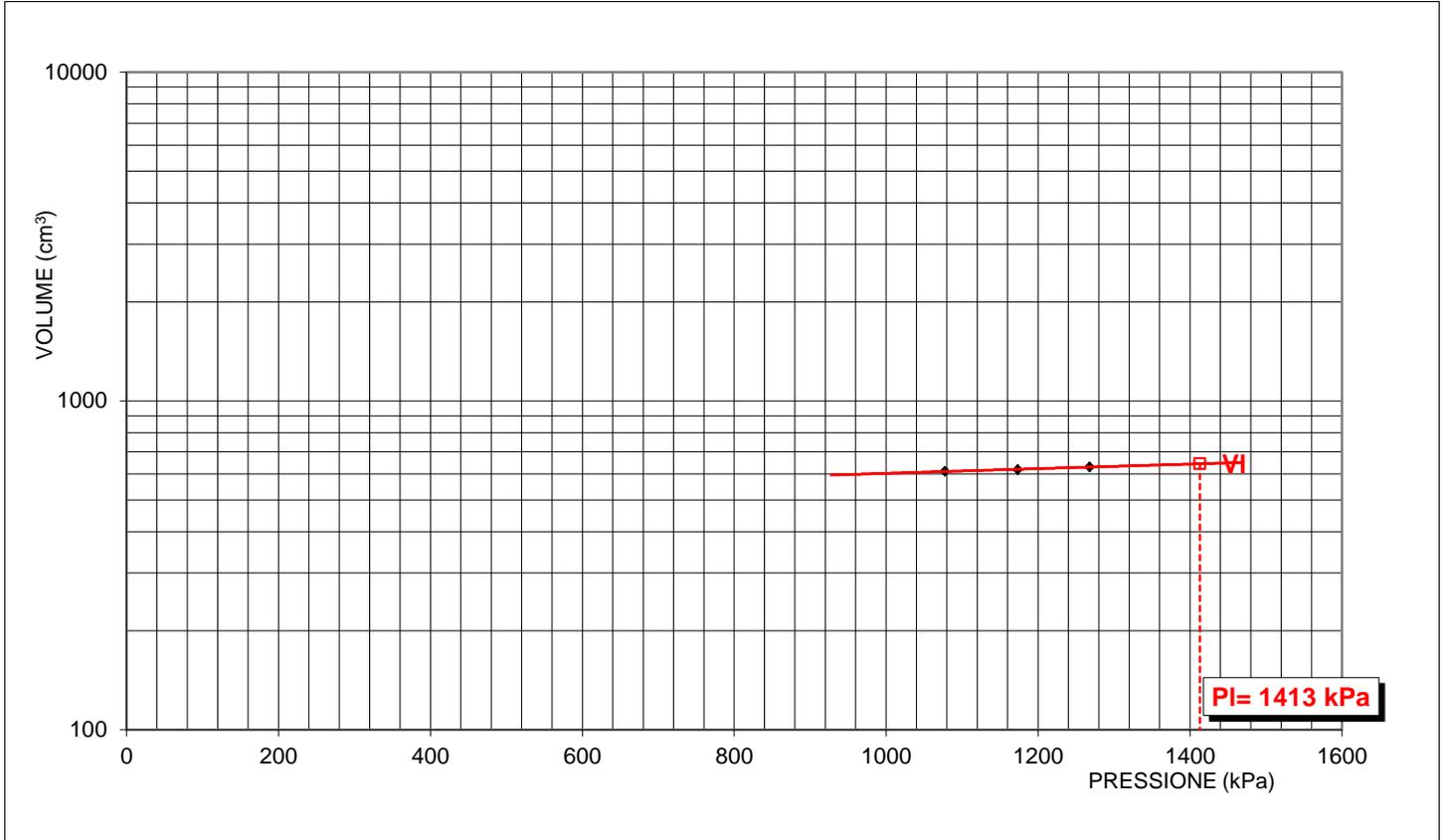
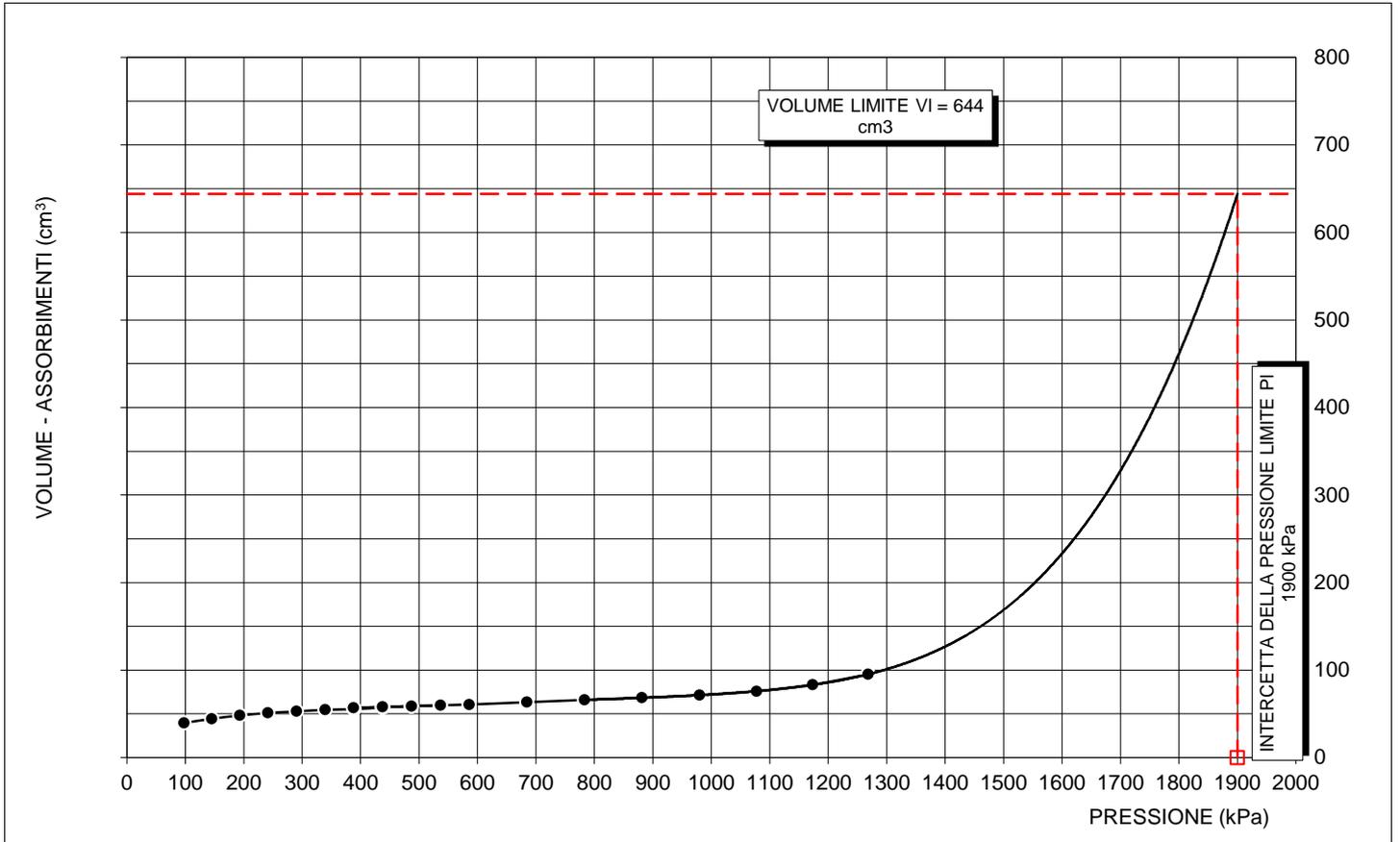


GRAFICO PRESSIONE - VARIAZIONE VOLUME CON INTERPOLAZIONE DELLA CURVA FINO AL VALORE DEL VOLUME LIMITE



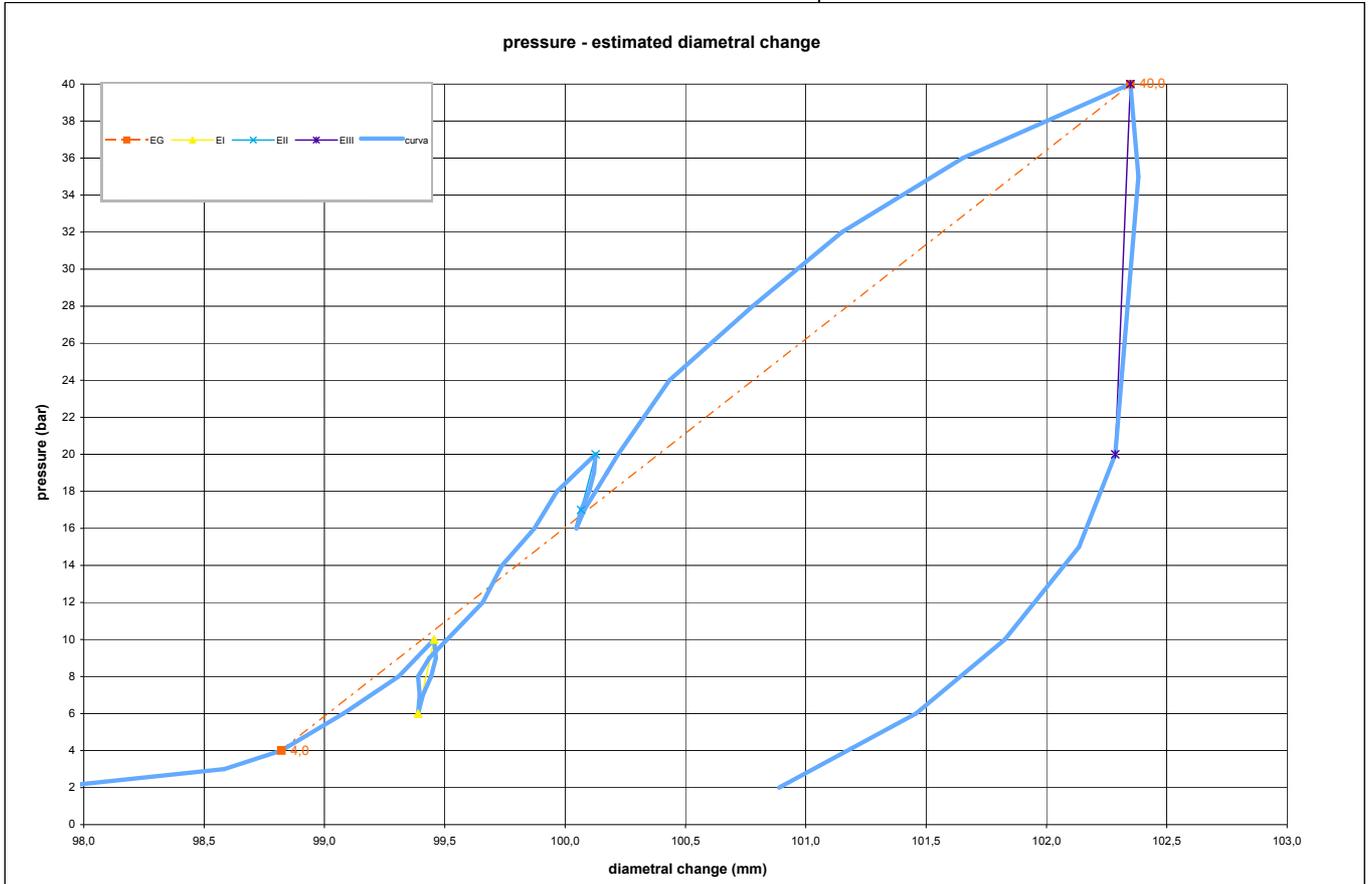
A.T.I. tra	borehole	SN_03	probe depth m	34,5	mod DVT REV 2 MARZO 2018
SONDEDILE SRL - Teramo (mandataria)	Client:	CONSORZIO HIRPINIA	job	1925-28	v. accept. 1925-28
GEOSERVING SRL - San Vittore del Lazio (mandante)	Project	RADDOPPIO FERR.RIO NA-BA - TRATTA APICE - HIRPINIA	report	1925-28	DRT
GEOTEC SPA - Campobasso (mandante)	site	STRADA VICINALE PONTE MELITO	coordinates	EAST NORTH	date 27.09.19
TRIVELSONDAGGI SRL - Crispano (mandante)					pag 1/3

DILATOMETRIC ROCK TEST WITH VOLUME CHANGE MEASUREMENTS - ISRM 1987

Borehole				LITHOTYPE				PRESSURE								
SN_03				direction - displacement				STEP	P	Pcorr	Vol	e c	1/V	diameter	Dil. Diam	Modulo
test	1	depth m	34,50					bar	Kpa	cmc	%	1000/cmc	(mm)	(mm)	MPa	
slope (degree)	90	core barrel	C.SEMPLICE 101 MM					0	0,0	0	0,0	-7,264	0,000	91,643	0,000	0,0
Device:	CSM Type GEODV03 95 mm							1	2,0	491	439,0	-0,979	2,278	97,854	6,211	9,4
Orientation capteur	Standard method: ISRM 1987							2	3,0	583	492,5	-0,240	2,031	98,584	6,941	15,5
Probe diam 95 MM	Borehole diam 101 MM							3	4,0	679	510,0	0,000	1,961	98,821	7,178	49,9
Meteo	Temperature							4	6,0	873	528,9	0,260	1,891	99,079	7,435	93,3
lithotype	CALCARE							5	8,0	1067	545,9	0,492	1,832	99,308	7,665	104,9
water table	POCKET PENETRO METER							6	10,0	1262	556,9	0,642	1,796	99,456	7,813	163,4
Creep test P (Bars) =								7	9,0	1164	557,4	0,649	1,794	99,463	7,820	-1776,5
Temps min	PBAR	MM						8	8,0	1066	555,9	0,629	1,799	99,443	7,800	605,6
0								9	7,0	968	553,4	0,595	1,807	99,409	7,766	361,8
1								10	6,0	870	551,9	0,575	1,812	99,389	7,746	604,9
2								11	7,0	968	552,4	0,581	1,810	99,396	7,753	1839,8
3								12	8,0	1067	551,9	0,574	1,812	99,389	7,746	-1774,1
4								13	9,0	1164	555,4	0,622	1,800	99,436	7,793	257,8
5								14	10,0	1262	560,9	0,697	1,783	99,510	7,867	163,7
PROBE SCHEME								15	12,0	1456	571,9	0,846	1,749	99,658	8,015	164,1
	rod adaptor	electronic device						16	14,0	1652	577,9	0,928	1,730	99,738	8,095	302,8
	double action piston							17	16,0	1847	587,8	1,063	1,701	99,872	8,229	181,4
	expandable cylinder							18	18,0	2042	594,8	1,158	1,681	99,966	8,323	260,4
PROBE CALIBRATION								19	20,0	2237	606,8	1,321	1,648	100,127	8,483	151,7
probe	GEODV03 CSM TYPE							20	19,0	2139	606,3	1,314	1,649	100,120	8,477	1866,9
membrane	CAUCCIU' ARMATO							21	18,0	2041	604,8	1,294	1,653	100,100	8,457	613,6
measure cell height (cm)								22	17,0	1943	602,3	1,260	1,660	100,067	8,424	366,6
V0 cell volume at rest (cmc)	3133							23	16,0	1845	600,8	1,240	1,664	100,047	8,404	613,0
length cable (mt)	100							24	17,0	1943	603,3	1,274	1,657	100,080	8,437	366,5
Volume initial Vi (cmc)	673							25	18,0	2041	606,8	1,321	1,648	100,127	8,484	261,4
diam calibration tube (cm)	10,1							26	19,0	2138	610,3	1,368	1,638	100,173	8,530	261,6
tube calibration volume cmc	3806							27	20,0	2236	613,8	1,416	1,629	100,220	8,577	261,9
Calibration in air								28	24,0	2626	629,8	1,631	1,588	100,433	8,790	229,5
coeff m	0,11 Kpa/cmc							29	28,0	3016	655,7	1,981	1,525	100,779	9,136	141,5
Confined calibration								30	32,0	3405	683,7	2,357	1,463	101,151	9,508	132,2
first load	9,7 cmc/Mpa							31	36,0	3792	721,7	2,865	1,386	101,653	10,009	98,0
unload	5,1 cmc/Mpa							32	40,0	4179	774,6	3,569	1,291	102,349	10,705	70,7
i valori diametrali sono calcolati come valore medio della sonda cilindrica in espansione																
FIELD LIMITS																
		P	P corr	V corr	creep	1000/V	diameter	Dil. Diam	loop							
min	4,0	679,1	510,0	98,8	0,0	2,0	98,8	7,2	primo							
max	40,0	4178,5	774,6	3,6	1,3	102,3	10,7	carico								
max	10,0	1262,0	556,9	0,6	1,8	99,5	7,8	I								
min	6,0	870,4	551,9	0,6	1,8	99,4	7,7									
max	20,0	2236,8	606,8	1,3	1,6	100,1	8,5	II								
min	17,0	1943,2	602,3	1,3	1,7	100,1	8,4									
max	40,0	4178,5	774,6	3,6	1,3	102,3	10,7	III								
min	20,0	2218,2	769,8	3,5	1,3	102,3	10,6									

A.T.I. tra	DILATOMETRIC ROCK TEST DRT			mod DVT REV 2 MARZO 2018			
SONDEDILE SRL - Teramo (mandataria)	borehole	SN_03	probe depth m	34,5	code	1	
GEOSERVING SRL - San Vittore del Lazio (mandante)	Client:	CONSORZIO HIRPINIA		job	1925-28	v. accept.	1925-28
GEOTEC SPA - Campobasso (mandante)	Project	RADDOPPIO FERR.RIO NA-BA - TRATTA APICE - HIRPINIA		report	1925-28	DRT	
TRIVELSONDAGGI SRL - Crispano (mandante)	site	STRADA VICINALE PONTE MELITO		coordinates	EAST	date	27.09.19
					NORTH	pag	2/3

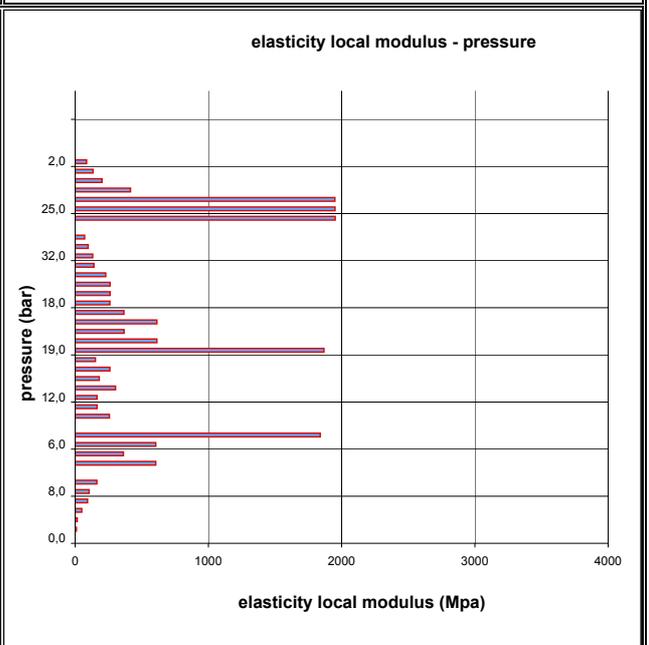
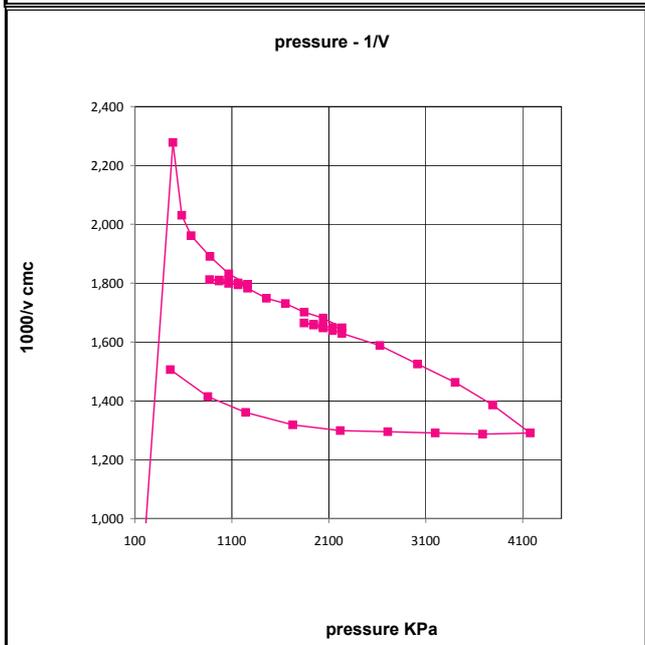
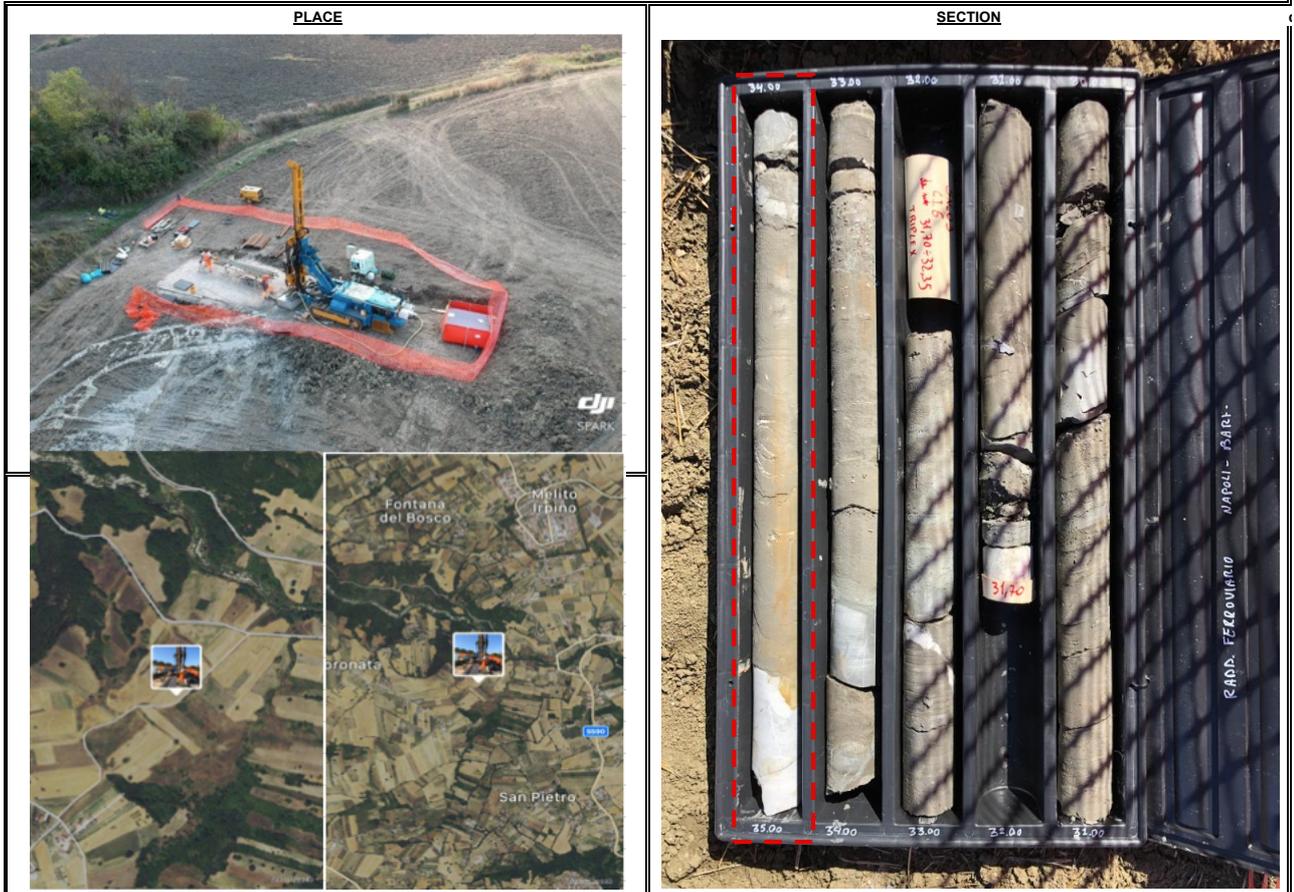
DILATOMETRIC ROCK TEST WITH VOLUME CHANGE MEASUREMENTS - ISRM 1987



DATA PROCESSING		SENSOR 1			SENSOR 2		SENSOR 3		SENSOR AVE			
Legend: H = test depth W = water table depth v = Poisson ratio vo = cell initial volume do = cell initial diameter Φ = borehole wall diameter Po = start pressure Pmax = max loop pressure (MPa) Pmin = min loop pressure (MPa) dmax = displacement at P max dmin = displacement at P min σv = vertical total stress estimated εc = dR / Ro	DATA	ELASTICITY MODULUS Ei										
		symbol	datum	loop	Pmax	Pmin	E1 (Mpa)	E2 (Mpa)	E3 (Mpa)	Eav (Mpa)		
		γnsoil	2,5	2	20,00	17,00				723		
		W (ml)	34,5	3	40,00	20,00				606		
		v	0,25	4						3841		
	vo (cmc)	3133	5									
	do (mm)	91,64	DEFORMATION MODULUS Ti									
	σv (kPa)	863	loop	Pmax	Pmin	T1 (Mpa)	T2 (Mpa)	T3 (Mpa)	Tm (Mpa)			
			1	10,00	4,00				113			
			2	20,00	10,00				180			
		3	40,00	20,00				108				
		4										
		5										
		GLOBAL DEFORMATION MODULUS EG										
ELASTICITY MODULUS Ei		ELASTICITY MODULUS Ey estimated		Pmax	Pmin	EG1 (Mpa)	EG2 (Mpa)	EG3 (Mpa)	EGm (Mpa)			
Ei = (1+ v) Φ Pax - Pmin		Ey = (EII+EIII)/2		40,00	4,00				123			
dmax - dmin		Ey = EIII				F	F	F	F			
DEFORMATION MODULUS Ti		beginning diameter (mm)								98,821		
Ti = (1+ v) Φ Pi - Pi-1		final diameter (mm)								100,127		
Xi - Xi-1		range mm								1,305		
GLOBAL DEFORMATION MODULUS EG		DM loop minimum displacement				DILATOMETRIC AND GEOTECHNICAL ESTIMATED PARAMETERS						
EG = (1+ v) Φ Pmax - Po		Pbar	C1	C2	C3	Cm	Po initial pressure (KPa)	679	T3 (MPa)		108	
dmax - do		bar	0	120	240	0	Pf creep pressure (KPa)	4179	E3 (MPa)		3.841	
		10,0	10,997	10,997	10,997	7,813	PL limit pres. (KPa) Cassan >	6621	E/PL		18,20	
note:								PL' net limit pres (KPa) >	5931	EG/Ey		0,03
								Ko lateral coeff at rest (KPa)	0,80	cu cohesion (KPa) johnson		
								Pho lateral pressure (KPa)	690	φ friction angle (°) >		

A.T.I. tra SONDEDILE SRL - Teramo (mandataria) GEOSERVING SRL - San Vittore del Lazio (mandante) GEOTEC SPA - Campobasso (mandante) TRIVELSONDAGGI SRL - Crispiano (mandante)	DILATOMETRIC ROCK TEST DRT			mod DVT REV 2 MARZO 2018			
	borehole	SN_03	probe depth m	34,5	code	1	
Client:	CONSORZIO HIRPINIA		job	1925-28	v. accept	1925-28	
Project	RADDOPPIO FERR.RIO NA-BA - TRATTA APICE - HIRPINIA		report	1925-28	DRT		
site	STRADA VICINALE PONTE MELITO	coordinates	EAST	date	27.09.19	pag	3/3
			NORTH				

DILATOMETRIC ROCK TEST WITH VOLUME CHANGE MEASUREMENTS - ISRM 1987



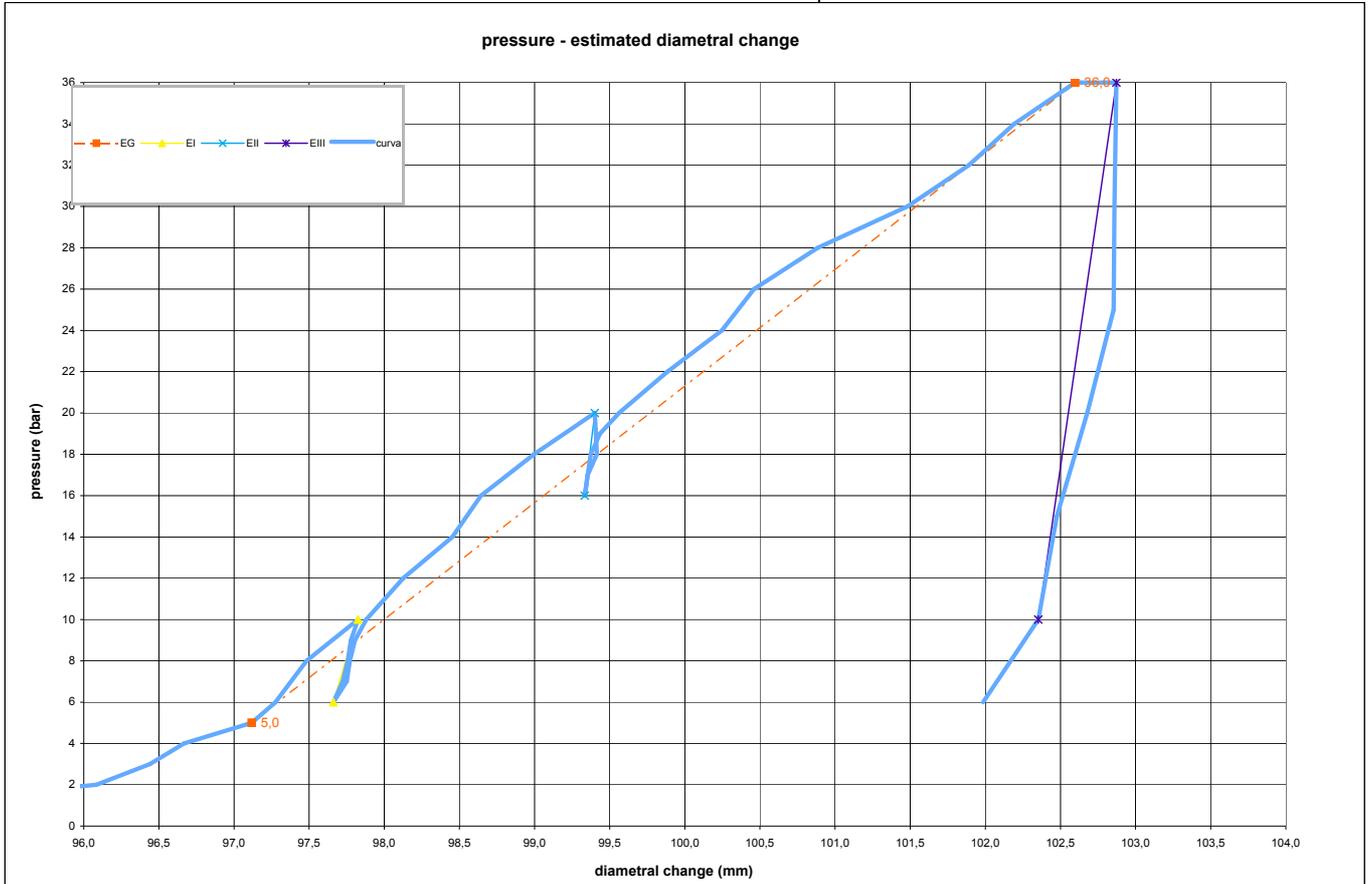
A.T.I. tra	borehole	SN_03	probe depth m	41,5	mod DVT REV 2 MARZO 2018				
SONDEDILE SRL - Teramo (mandataria)	Client:	CONSORZIO HIRPINIA	job	1925-28	v. accept.	1925-28			
GEOSERVING SRL - San Vittore del Lazio (mandante)	Project	RADDOPPIO FERR.RIO NA-BA - TRATTA APICE - HIRPINIA	report	1925-28	DRT				
GEOTEC SPA - Campobasso (mandante)	site	STRADA VICINALE PONTE MELITO	coordinates	EAST	NORTH	date	30.09.19	pag	1/3
TRIVELSONDAGGI SRL - Crispano (mandante)									

DILATOMETRIC ROCK TEST WITH VOLUME CHANGE MEASUREMENTS - ISRM 1987

Borehole				LITHOTYPE		PRESSURE													
SN_03				direction - displacement		STEP	P	Pcorr	Vol	e c	1/V	diameter	Dil. Diam	Modulo					
test	2	depth m	41,50			bar	Kpa	cmc	%	1000/cmc	(mm)	(mm)	MPa						
slope (degree)	90	core barrel	DOPPIO			0	0,0	0	0,0	-5,637	0,000	91,643	0,000	0,0					
Device:	CSM Type GEODV03 95 mm					1	1,0	489	209,5	-2,533	4,773	94,658	3,015	18,9					
Orientation capteur	Standard method: ISRM 1987					2	2,0	576	311,0	-1,064	3,216	96,084	4,441	7,2					
C1=	Borehole diam 101 MM					3	3,0	671	336,5	-0,699	2,972	96,439	4,796	32,3					
Probe diam 95 MM	Borehole diam 101 MM					4	4,0	767	353,0	-0,463	2,833	96,668	5,025	50,7					
Meteo	Temperatu re					5	5,0	861	385,5	0,000	2,594	97,118	5,475	25,4					
lithotype	MARNE ARGILLOSE CON LIVELLI DI CALCARE					6	6,0	958	396,9	0,163	2,519	97,276	5,633	74,2					
water table	12,0	POCKET PENETRO METER				7	8,0	1152	411,9	0,376	2,428	97,482	5,839	114,7					
Creep test P (Bars) =						8	10,0	1346	436,9	0,729	2,289	97,825	6,182	68,8					
Temps min	PBAR	MM				9	9,0	1248	433,4	0,679	2,307	97,778	6,134	249,5					
0	36,0	102,598				10	8,0	1150	431,9	0,658	2,315	97,757	6,114	585,2					
1	36,0	102,637				11	7,0	1052	429,4	0,623	2,329	97,723	6,080	349,6					
2	36,0	102,676				12	6,0	955	424,9	0,560	2,353	97,661	6,018	193,3					
3	36,0	102,728				13	7,0	1052	431,4	0,651	2,318	97,750	6,107	133,5					
4	36,0	102,793				14	8,0	1150	432,9	0,672	2,310	97,771	6,128	585,1					
5	36,0	102,872				15	9,0	1248	435,4	0,708	2,297	97,805	6,162	350,0					
PROBE SCHEME						16	10,0	1345	440,9	0,785	2,268	97,880	6,237	158,4					
rod adaptor	electronic device					17	12,0	1539	458,9	1,038	2,179	98,126	6,483	96,6					
double action piston						18	14,0	1733	482,9	1,375	2,071	98,453	6,810	72,6					
expandable cylinder						19	16,0	1927	496,8	1,571	2,013	98,643	7,000	126,0					
PROBE CALIBRATION						20	18,0	2120	522,8	1,934	1,913	98,996	7,353	67,7					
probe	GEODV03 CSM TYPE					21	20,0	2313	552,8	2,351	1,809	99,401	7,758	59,0					
membrane	CAUCCIU' ARMATO					22	19,0	2215	553,3	2,358	1,807	99,408	7,765	-1774,5					
measure cell height (cm)						23	18,0	2117	553,8	2,365	1,806	99,415	7,772	-1774,8					
V0 cell volume at rest (cmc)	3133					24	17,0	2019	549,3	2,303	1,820	99,354	7,711	200,0					
length cable (mt)	100					25	16,0	1921	547,8	2,282	1,825	99,334	7,691	604,3					
Volume initial Vi (cmc)	673					26	17,0	2019	549,3	2,303	1,820	99,354	7,711	604,3					
diam calibration tube (cm)	10,1					27	18,0	2117	550,8	2,323	1,815	99,374	7,731	604,5					
tube calibration volume cmc	3806					28	19,0	2215	555,3	2,386	1,801	99,435	7,792	200,1					
Calibration in air						29	20,0	2312	564,8	2,517	1,770	99,563	7,920	94,3					
coeff m	0,11 Kpa/cmc					30	22,0	2505	588,8	2,849	1,698	99,885	8,242	74,8					
Confined calibration						31	24,0	2698	615,8	3,222	1,624	100,246	8,603	66,8					
first load	9,7 cmc/Mpa					32	26,0	2892	631,8	3,441	1,583	100,460	8,817	114,2					
unload	5,1 cmc/Mpa					33	28,0	3085	663,7	3,880	1,507	100,886	9,243	56,9					
						34	30,0	3276	708,7	4,493	1,411	101,482	9,839	40,5					
						35	32,0	3468	739,7	4,914	1,352	101,890	10,247	59,9					
						36	34,0	3662	762,7	5,225	1,311	102,192	10,549	81,7					
						37	36,0	3854	793,7	5,642	1,260	102,598	10,955	60,8					
						38	36,0	3854	796,7	5,683	1,255	102,637	10,994	-1,1					
						39	36,0	3854	799,7	5,723	1,251	102,676	11,033	-1,1					
						40	36,0	3853	803,7	5,777	1,244	102,728	11,085	-1,1					
						41	36,0	3852	808,7	5,844	1,237	102,793	11,150	-1,1					
						42	36,0	3852	814,7	5,925	1,228	102,872	11,229	-1,1					
						43	30,0	3264	813,7	5,912	1,229	102,859	11,216	6149,2					
						44	25,0	2774	813,3	5,906	1,230	102,853	11,210	10671,8					
						45	20,0	2285	799,8	5,725	1,250	102,678	11,035	357,7					
						46	15,0	1796	784,4	5,517	1,275	102,476	10,833	310,1					
						47	10,0	1307	774,9	5,390	1,290	102,352	10,709	506,1					
						i valori diametrali sono calcolati come valore medio della sonda cilindrica in espansione													
						FIELD LIMITS													
						min	P	P corr	V corr	creep	1000/V	diameter	Dil. Diam	loop					
						min	5,0	861,3	385,5	0,0	2,6	97,1	5,5	primo					
						max	36,0	3854,2	793,7	5,6	1,3	102,6	11,0	carico					
						max	10,0	1345,7	436,9	0,7	2,3	97,8	6,2	I					
						min	6,0	954,9	424,9	0,6	2,4	97,7	6,0						
						max	20,0	2312,9	552,8	2,4	1,8	99,4	7,8	II					
						min	16,0	1921,3	547,8	2,3	1,8	99,3	7,7						
						max	36,0	3851,8	814,7	5,9	1,2	102,9	11,2	III					
						min	10,0	1307,2	774,9	5,4	1,3	102,4	10,7						

A.T.I. tra	DILATOMETRIC ROCK TEST DRT		mod DVT REV 2 MARZO 2018	
SONDEDILE SRL - Teramo (mandataria)	borehole SN_03	probe depth m 41,5	code 2	
GEOSERVING SRL - San Vittore del Lazio (mandante)	Client: CONSORZIO HIRPINIA	job 1925-28	v. accept. 1925-28	
GEOTEC SPA - Campobasso (mandante)	Project: RADDOPPIO FERR.RIO NA-BA - TRATTA APICE - HIRPINIA	report 1925-28	DRT	
TRIVELSONDAGGI SRL - Crispano (mandante)	site: STRADA VICINALE PONTE MELITO	coordinates EAST NORTH	date 30.09.19	pag 2/3

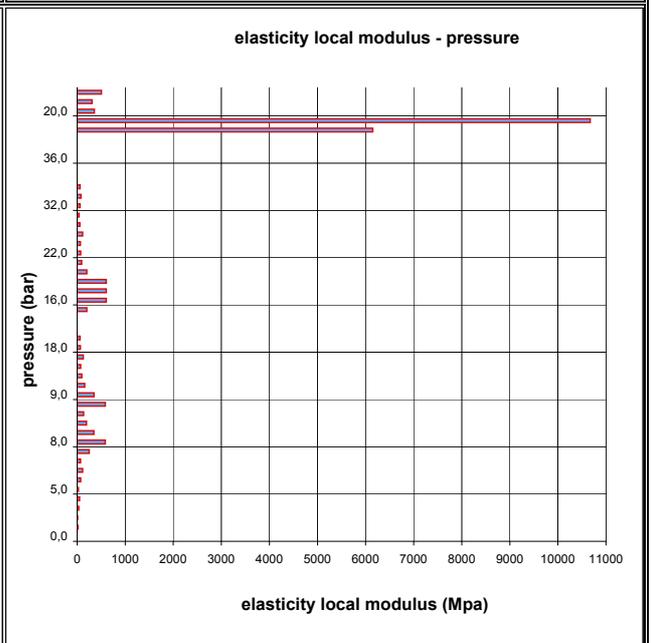
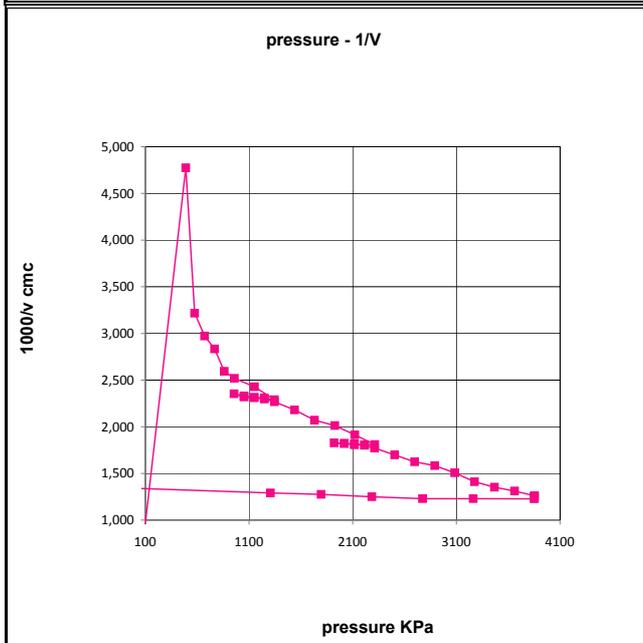
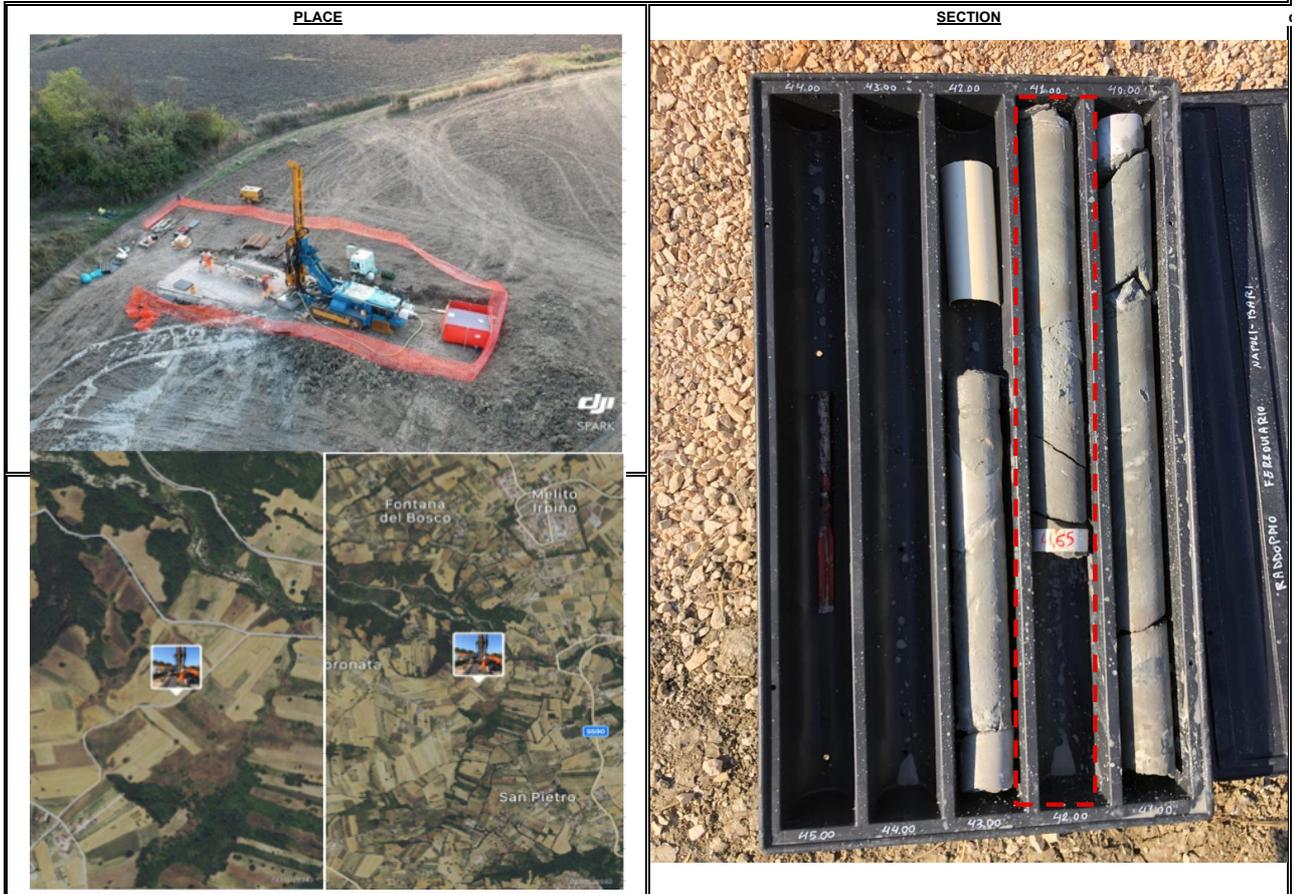
DILATOMETRIC ROCK TEST WITH VOLUME CHANGE MEASUREMENTS - ISRM 1987



DATA PROCESSING		SENSOR 1		SENSOR 2		SENSOR 3		SENSOR AVE	
Legend: H = test depth W = water table depth v = Poisson ratio vo = cell initial volume do = cell initial diameter Φ = borehole wall diameter Po = start pressure Pmax = max loop pressure (MPa) Pmin = min loop pressure (MPa) d max = displacement at P max d min = displacement at P min σv vertical total stress estimated εc = dR / Ro		ELASTICITY MODULUS Ei							
		DATA	loop	Pmax	Pmin	E1 (Mpa)	E2 (Mpa)	E3 (Mpa)	Eav (Mpa)
	symbol	datum	1	10,00	6,00				289
	γsoil	2,5	2	20,00	16,00				710
	W (ml)	41,5	3	36,00	10,00				595
	v	0,25	4						
	vo (cmc)	3133	5						
	do (mm)	91,64	DEFORMATION MODULUS Ti						
	σv (kPa)	1038	loop	Pmax	Pmin	T1 (Mpa)	T2 (Mpa)	T3 (Mpa)	Tm (Mpa)
			1	10,00	5,00				83
			2	20,00	10,00				75
			3	36,00	20,00				54
			4						
			5						
	GLOBAL DEFORMATION MODULUS EG								
	ELASTICITY MODULUS Ei	ELASTICITY MODULUS Ey estimated		Pmax	Pmin	EG1 (Mpa)	EG2 (Mpa)	EG3 (Mpa)	EGm (Mpa)
	Ei = (1+ v) Φ Pax - Pmin	Ey = (EII+EIII)/2		36,00	5,00				66
	dmax - dmin	Ey = EIII	DIAMETER		F	F	F	F	
	DEFORMATION MODULUS Ti		beginning diameter (mm)						97,118
	Ti = (1+ v) Φ Pi - Pi-1		final diameter (mm)						99,401
	Xi - Xi-1		range mm						2,283
	GLOBAL DEFORMATION MODULUS EG		DM loop minimum displacement		DILATOMETRIC AND GEOTECHNICAL ESTIMATED PARAMETERS				
	Pbar	C1	C2	C3	Cm	Po initial pressure (KPa)	861	T3 (MPa)	54
	bar	0	120	240	0	Pf creep pressure (KPa)	3854	E3 (MPa)	595
	10,0	10,997	10,997	10,997	6,182	PL limit pres. (KPa) Cassan >	5826	E/PL	11,24
						PL' net limit pres (KPa) >	4788	EG/Ey	0,09
	note:					Ko lateral coeff at rest (KPa)	1,00	cu cohesion (KPa) johnson	608
						Pho lateral pressure (KPa)	1038	φ friction angle (°) >	

A.T.I. tra	DILATOMETRIC ROCK TEST DRT			mod DVT REV 2 MARZO 2018			
SONDEDILE SRL - Teramo (mandataria)	borehole	SN_03	probe depth m	41,5	code	2	
GEOSEVING SRL - San Vittore del Lazio (mandante)	Client:	CONSORZIO HIRPINIA		job	1925-28	v. accept	1925-28
GEOTEC SPA - Campobasso (mandante)	Project	RADDOPPIO FERR.RIO NA-BA - TRATTA APICE - HIRPINIA		report	1925-28	DRT	
TRIVELSONDAGGI SRL - Crispano (mandante)	site	STRADA VICINALE PONTE MELITO		coordinates	EAST	date	30.09.19
					NORTH	pag	3/3

DILATOMETRIC ROCK TEST WITH VOLUME CHANGE MEASUREMENTS - ISRM 1987





TITLE:

AVAILABLE LANGUAGE: ITA

Prove di fratturazione idraulica eseguite nel sondaggio
geognostico SN03 in località Melito Irpino (AV)

00

01/10/2019

Issued



1. INTRODUZIONE	3
2. UBICAZIONE DEL SITO D'INDAGINE.....	3
3. MODALITA' DI ESECUZIONE DELLE PROVE	4
3.1. Log acustico	4
3.2. Verricello	5
3.3. Hardware e Software utilizzata.....	5
3.4. Parametri di acquisizione.....	6
3.5. Procedura per l'esecuzione dei log acustici.....	6
3.6. Modalità di esecuzione della prova di fratturazione	7
3.7. Tecnica della fratturazione idraulica	8
4. CARATTERISTICHE TECNICHE DELLA STRUMENTAZIONE UTILIZZATA	11
4.1. Sonda acustica o scanner acustico (BHTV).....	11
4.2. Sistema a doppio packer utilizzato per fratturazione idraulica	12
5. RISULTATI DELLE INDAGINI	13
5.1. Fratturazione idraulica	13

1. INTRODUZIONE

Su incarico della società Sonedile srl di Teramo in data 01.10.2019 nel foro di sondaggio SN03 sono state eseguite n 2 prove di fratturazione idraulica. Il foro di sondaggio verticale, di diametro \varnothing 101,00mm è ubicato nel Comune di Grottaminarda nella provincia di Avellino. Il tratto indagato dal punto di vista litologico ha attraversato una formazione di marne argillose con strati di calcari litoidi.

2. UBICAZIONE DEL SITO D'INDAGINE



Fig. 1: Ubicazione approssimativa del sondaggio SN03



Fig. 2: Foto del sondaggio SN03

3. MODALITA' DI ESECUZIONE DELLE PROVE

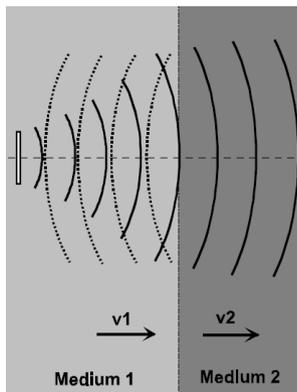
3.1. Log acustico

La sonda esegue una scansione ad ultrasuoni della parete del foro. Viene misurato il tempo di percorrenza di un segnale ad ultrasuoni dalla trasmittente alla parete del foro e viceversa e l'ampiezza del segnale riflesso. L'ampiezza dipende dalla geometria del foro e dal coefficiente di riflessione al passaggio tra fluido di circolazione e roccia (o calcestruzzo). Le ampiezze sono riprodotte a colori su uno sviluppo planare della parete del foro. Colorazioni scure indicano riflessioni ridotte (fratture, fessure e materiale tenero come per esempio argilla o materiale degradato), colorazioni gialle indicano forti riflessioni (materiale competente). La graduazione della scala di colori viene adattata in relazione alle unità di misura. Giunti, fessure o faglie vengono rappresentate mediante strutture sinusoidali. Per rappresentare con un simbolo la posizione tridimensionale di queste strutture e al fine di poterle classificare in modo semplice, vengono utilizzati i cosiddetti „Tad poles“. La posizione sull'asse orizzontale indica l'inclinazione della struttura (0 – 90 gradi) e la linea sul simbolo indica la direzione dell'immersione della struttura.

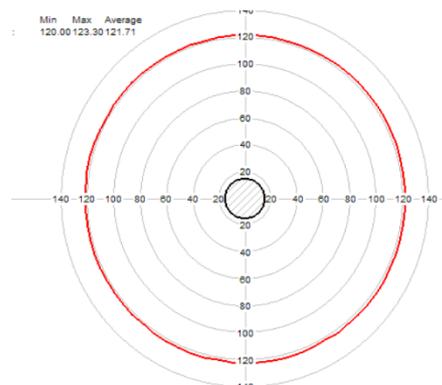


tad pole: giunto o fessura con direzione ca. N80 (ca. est) e inclinazione ca. 62°.

Le strutture riconosciute vengono rappresentate su appositi diagrammi come proiezione sferica (reticolo di Schmidt - come proiezione equi areale sull'emisfero sud). La sonda misura anche l'orientamento del foro di sondaggio; inclinazione (tilt) e direzione (azimut). Le curve dell'inclinazione (Dip, Tilt) e direzione (Azimut, riferito al Nord magnetico) indicano la deviazione del foro alle diverse profondità. La graduazione della scala di direzione avviene da 0 a 360 gradi. La sonda acustica (BHTV) non riesce a distinguere tra un indebolimento locale dell'ammasso roccioso, (come ad esempio una frattura o una piccola fessura) e la velocità più bassa dovute alla densità del materiale (come ad esempio depositi argillosi in roccia calcarea o materiale meno competente), pertanto la misura viene compensata con la sonda ottica. La sonda acustica fornisce inoltre la misura del diametro del foro di sondaggio e sue variazioni.



Propagazione delle onde acustiche
sondaggio



Misura del calibro del foro di

3.2. Verricello

La sonda è stata calate all'interno del foro di sondaggio per mezzo di un verricello a motore. Il motore è stato alimentato con corrente elettrica a 220 Volt. La profondità massima che può raggiungere il verricello è di 1800 m.

3.3. Hardware e Software utilizzata

Come il verricello, anche l'Hardware e il computer sono stati alimentati con corrente elettrica a 220 Volt. L'Hardware viene connesso al computer, sul quale vengono registrati i dati. Per mezzo dei

programmi LoggerSuite e WellCAD i dati possono essere visualizzati in tempo reale sul computer. I dati in un secondo momento vengono elaborati col programma WellCAD del fornitore Advanced Logic Technology (ALT).

3.4. Parametri di acquisizione

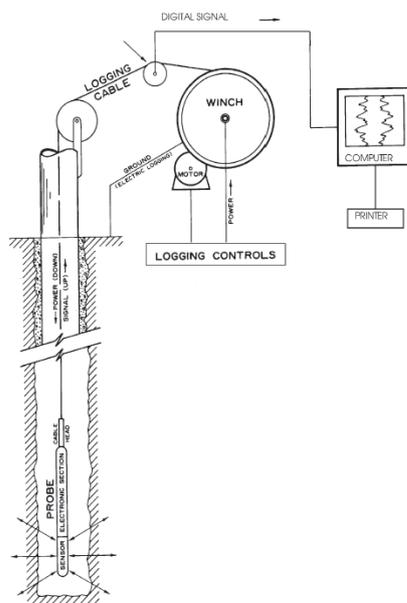
In fase di acquisizione sono stati impostati i seguenti parametri:

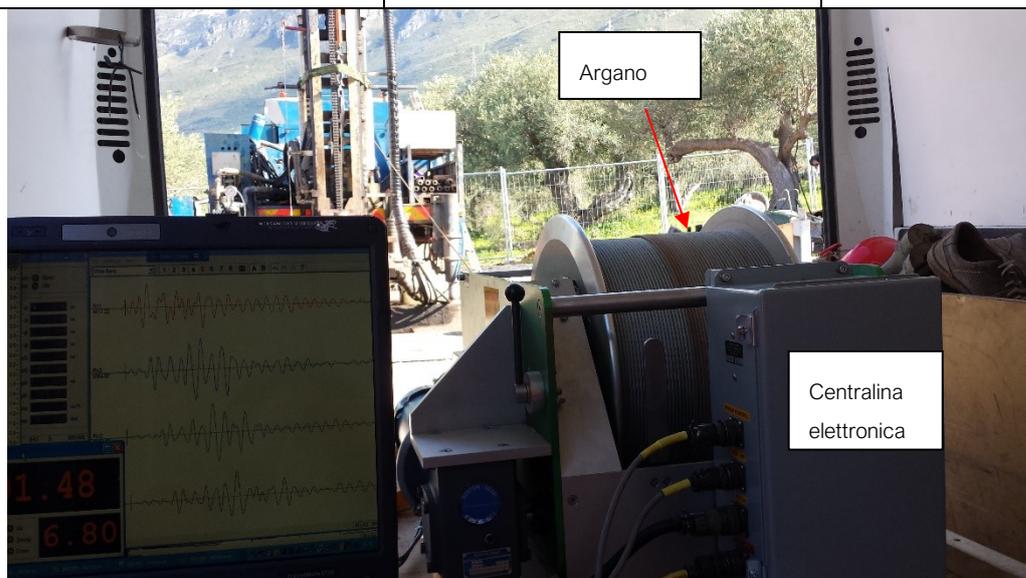
ABI: sampling rate: 0.5 scan/mm

Velocità d'acquisizione: 1m/min

3.5. Procedura per l'esecuzione dei log acustici

Per l'esecuzione di log geofisici, la sonda viene calata all'interno del foro di sondaggio per mezzo di un verricello a velocità costante, con l'acquisizione dei dati consultabili in tempo reale su un PC. Tutti i dati sono stati elaborati con il programma Well Cad e sono consultabile con l'apposito programma Well Cad reader messo a disposizione in allegato.





3.6. Modalità di esecuzione della prova di fratturazione

La prova di fratturazione idraulica è una tecnica che viene utilizzata al fine di stimare lo stato tensionale dell'ammasso roccioso ad una determinata profondità di un foro di sondaggio inducendo una fratturazione della roccia per mezzo di iniezione di un liquido. Le prove di fratturazione idraulica sono state condotte con un sistema a doppio packer che isolano un tratto adibito per la prova ($L=1,00\text{m}$), una pompa di iniezione ad alta pressione, una unità di flusso e controllo packer e da un sistema ad acquisizione automatica. Al di sopra del packer superiore è presente una valvola che garantisce lo sgonfiamento dei packers a fine prova. Il sistema dei packers è stato calato all'interno del foro di sondaggio per mezzo di aste cave capaci di resistere a pressioni maggiori di 40MPa , all'interno delle quali si ha il passaggio dell'acqua di iniezione per la prova di fratturazione idraulica. I packers vengono gonfiati per mezzo di acqua attraverso un apposito tubo separato.

Per rilevare l'inclinazione del sondaggio nel tratto di prova e per definire l'orientazione delle fratture indotte è stata utilizzata una sonda acustica ABHTV. Lo scanner acustico o ABHTV genera un'immagine delle pareti del foro di sondaggio trasmettendo impulsi ad ultrasuoni da un sensore roteante capace di registrare contemporaneamente l'ampiezza ed i tempi di percorrenza dei segnali riflessi all'interfaccia tra il fluido e le formazioni rocciose.

Le profondità delle prove sono state indicate dal committente.

Ogni prova è stata preceduta da una ispezione del foro di sondaggio per mezzo di telecamera acustica ABHTV, al fine di definire:

direzione ed inclinazione del sondaggio;

la presenza o meno nel tratto di prova di fratture preesistenti;

il diametro del tratto di prova.

I dati della prova sono stati registrati automaticamente.

Le fratturazioni idrauliche sono state eseguite in ottemperanza alle normative ASTM D 4645 - 87.

3.7. Tecnica della fratturazione idraulica

La fratturazione idraulica viene eseguita secondo le seguenti modalità

Rilievo del foro di sondaggio: misura dell'inclinazione, direzione e delle pareti del tratto di foro da indagare per mezzo di telecamera acustica BHTV

Pulse test: posizionata la strumentazione alla profondità di prova, i packers vengono gonfiati e portati in aderenza con le pareti del foro di sondaggio (ca. 5MPa > rispetto alla pressione presente). Segue un breve test di permeabilità (Pulse test, definito anche Formation Integrity Test – FIT) che comporta un'iniezione di liquido ad una pressione di ca. 1-2 MPa maggiore rispetto a quella presente. Lo scopo di questo test è di accertare che non ci siano fratture permeabili nel tratto di prova. Una volta definita questa situazione la pressione nel tratto di prova viene riportata a quella iniziale.

Breakdown cycle: l'iniezione nell'intervallo di prova avviene attraverso un flusso costante di acqua di ca. 3-15 l / min controllata da un conta litri digitale.

Inizialmente, nel tratto di prova la pressione sale rapidamente secondo un rapporto di ca. 40 MPa /l, fino a quando viene indotta una frattura assiale della parete della roccia (Breakdown). Durante la pressurizzazione del tratto di prova, per effetto di un fenomeno di autocompensazione si ha un medesimo aumento della pressione nei packers. Al generarsi della frattura, nel tratto di prova si ha un rapido decadimento della pressione. A questo punto viene immediatamente interrotta l'iniezione del liquido registrando per vari minuti il fenomeno di shut-in. Segue una apertura del circuito di pressione che riporta i valori di pressione a quello iniziale. A questo punto si ha un ritorno in superficie di una quantità di acqua che viene

misurata.

Re-open cycles (Refrac cycles)

Una volta riportata la pressione nel tratto di prova ai valori iniziali la frattura indotta viene sottoposta a vari cicli di riapertura per mezzo di piccoli volumi di iniezioni di acqua (ca. 5-15 l). Lo scopo è quello di definire la pressione con cui le pareti della frattura vengono supportate solo da un cuscinetto di fluido. La pressione di riapertura è un valore, che in certe condizioni, può essere utilizzato per stimare lo stato tensionale principale sul piano normale all'asse del sondaggio, usando il metodo proposto da Bredehoeft et al. (1976). La teoria di Bredehoeft et al. (1976) presuppone che la zona di prova, sino alla riapertura della frattura sia impermeabile. La pressione di riapertura è un valore che può rappresentare la componente di sollecitazione normale al piano della frattura della roccia e viene definita 'pressione di chiusura' o 'jacking pressure'.

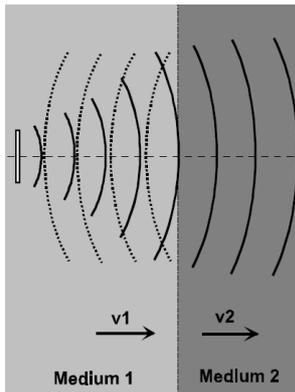
Rilievo delle fratture indotte

Una volta terminata la fratturazione idraulica si procede con il rilievo delle fratture indotte o per mezzo di un packer (impression packer) o con la telecamera acustica BHTV.

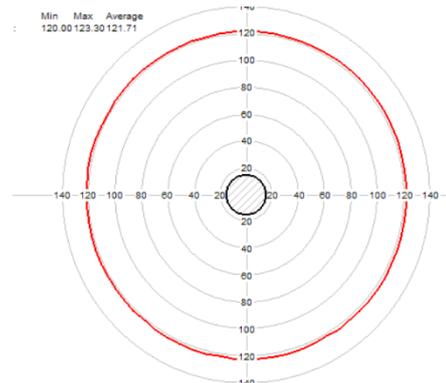
La sonda esegue una scansione ad ultrasuoni della parete del foro. Viene misurato il tempo di percorrenza di un segnale ad ultrasuoni dalla trasmittente alla parete del foro e viceversa e l'ampiezza del segnale riflesso. L'ampiezza dipende dalla geometria del foro e dal coefficiente di riflessione al passaggio tra fluido di circolazione e roccia (o calcestruzzo). Le ampiezze sono riprodotte a colori su uno sviluppo planare della parete del foro. Colorazioni scure indicano riflessioni ridotte (fratture, fessure e materiale tenero come per esempio argilla o materiale degradato), colorazioni gialle indicano forti riflessioni (materiale competente). La graduazione della scala di colori viene adattata in relazione alle unità di misura. Giunti, fessure o faglie vengono rappresentate mediante strutture sinusoidali.

Le strutture riconosciute vengono rappresentate su appositi diagrammi come proiezione sferica (reticolo di Schmidt - come proiezione equi areale sull'emisfero sud). La sonda misura anche l'orientamento del foro di sondaggio; inclinazione (tilt) e direzione (azimut). Le curve dell'inclinazione (Dip, Tilt) e direzione (Azimut, riferito al Nord magnetico) indicano la

deviazione del foro alle diverse profondità. La sonda acustica fornisce inoltre la misura del diametro del foro di sondaggio e sue variazioni.



Propagazione delle onde acustiche



Misura del calibro del foro di sondaggio

4. CARATTERISTICHE TECNICHE DELLA STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

4.1. Sonda acustica o scanner acustico (BHTV)



QL40.ABI acoustic borehole imager

Principle of measurement

The tool generates an image of the borehole wall by transmitting ultrasound pulses and recording the amplitude and the travel time of the reflected signal. The ABI is capable of detecting multiple reflections. This multi-echo system is achieved by digital recording of the reflected acoustic wave train. On line analysis of the acoustic data is made by a DSP (Digital Signal Processor). Sophisticated algorithms allow the system to detect the reflexion from the acoustic window and to separate all subsequent echoes.

- Direct linear 14 Bit, 10MHz A/D conversion (automatic gain settings)
- Dynamic range of amplitude measurement is 84dB
- Caliper resolution is better than 0.1mm
- Increased telemetry bandwidth (data transmission rate up to 500 Kbits depending on wireline), 166 kbps typical on 3000m four-conductor.
- Full wave form recording and real time display for quality control
- Multiecho mode to realize acoustic measurements through plastic pipes (require the plastic pipe to be centralized inside the borehole).
- Pipe-inspection mode to detect inner corrosion, outer corrosion, and wall thickness*
- Automatic optimization of measurement window under all borehole conditions
- Very high travel time resolution

Measurements / Features

- 360° orientated acoustic image (amplitude & travel time)
- Borehole azimuth and dip
- Tool internal temperature
- Relative bearing
- Magnetic field
- Gravity

Operating Conditions

- Water filled hole
- Open & cased hole
- Centralisation necessary
- Compatible with ALTLogger & Matrix
- Digital data transmission up to 500 Kbit per second depending on wireline
- Real time automatic telemetry tuning according to the cable length/type
- Measurement range : 2" to 20" borehole depending on mud conditions
- Logging speed : variable, function of resolution and wireline. i.e 2.0 m/min for 144 pt @ 3mm int.

Technical Specifications

- Diameter : 40mm (1,575")
- Length (min/max): 1.61/2,12 m (63/83")
- Weight (min/max): 6,7/8,7 kgs (14,7/19,2 lbs)
- Max temp : 70°C
- Max pressure : 200 bar

Acoustic sensor

- Fixed transducer and rotating focusing mirror
- Focus optimized for 6" borehole (152mm)
- Frequency : 1.2 Mhz
- Acoustic beam width : 1.5 mm (-3db) focal distance
- Rotation speed : up to 12 revolutions per second - automatic
- Samples per revolution : 72, 144, 288 user defined
- Caliper resolution : 0.08mm (0,003")

Orientation sensor

- APS 544 - 3-axis magnetometer - 3-axis accelerometer
- Inclination accuracy : +/- 0.5 degree
- Azimuth accuracy : +/- 1.2 degree

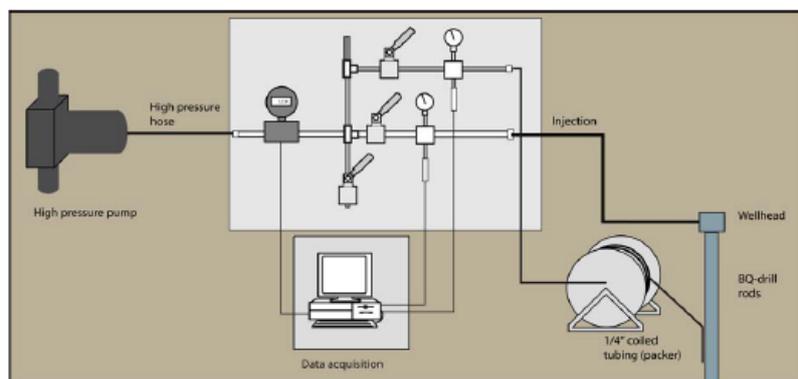
Natural gamma ray sensor

- 0,875" x 3" NaI (Tl) scintillation crystal

4.2. Sistema a doppio packer utilizzato per fratturazione idraulica



L'acqua per gonfiare i packer e per l'esecuzione della fratturazione idraulica viene pompata attraverso una pompa pneumatica ad alta pressione e controllata da un circuito dotato di manometri in grado di sopportare pressioni di 40MPa.



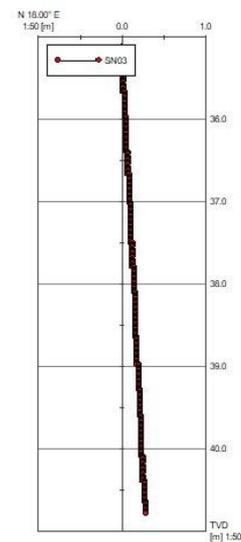
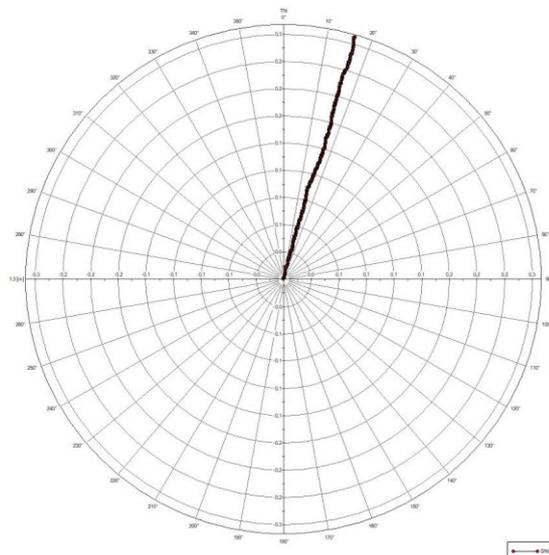
5. RISULTATI DELLE INDAGINI

5.1. Fratturazione idraulica

Condizioni del foro di sondaggio e modalità della prova

Per l'esecuzione delle fratturazioni idraulica si è proceduto calando la strumentazione all'interno del foro di sondaggio per mezzo di aste metalliche SPT. Al fine di evitare variazioni di pressioni i packer sono stati collegati a tubi di alimentazione di metallo. Prima dell'esecuzione della prova è stata misurata la verticalità del foro di sondaggio che è risultata avere una deviazione rispetto alla verticale di ca. 2.8° in direzione ca. N018°. La misura della deviazione del foro di sondaggio come anche la misura del diametro della camera di prova, è stato misurato per mezzo della sonda acustica. Il diametro della camera di prova è stato misurato sia prima che dopo la prova. I dati della fratturazione idraulica sono stati misurati digitalmente.

Prima di ogni campagna geognostica i manometri digitali vengono testati direttamente presso i nostri laboratori.



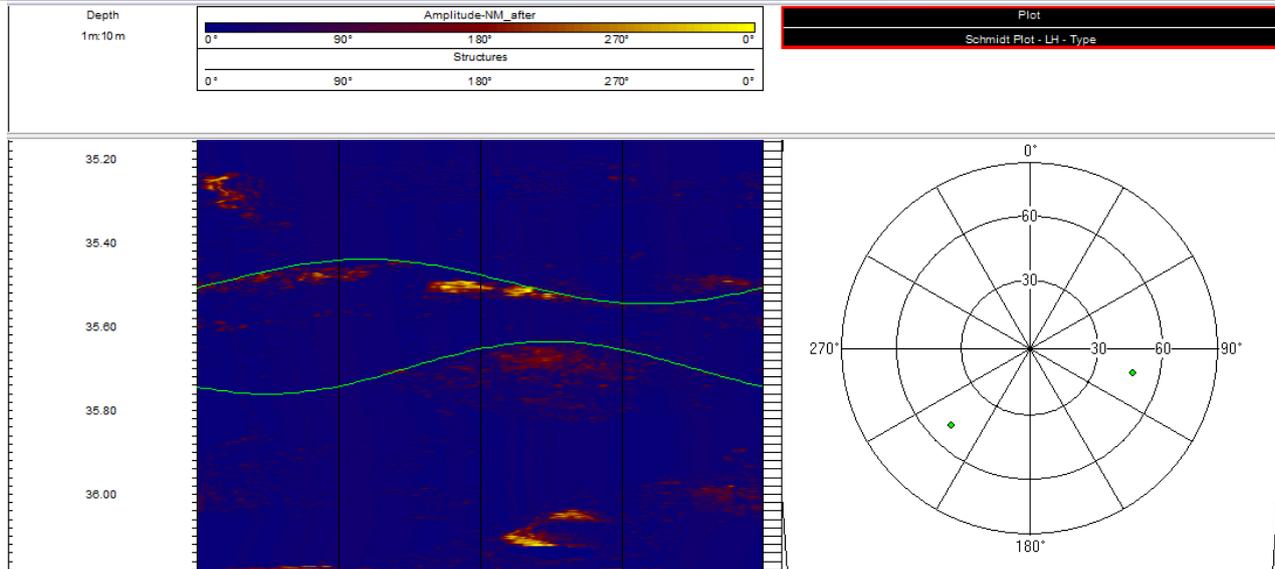
In totale sono state eseguite n 2 fratturazioni idrauliche alle seguenti profondità 36m e 40m.

Prova	HF 1
Data esecuzione prove	01-10-2019
Profondità prova	36,00m
Litologia	Marne argillose con strati calcari
Profondità della falda in data 01.10.2019	2 m

N Prova	Profondità tratto di prova da piano campagna m	Stima dei valori della tensione minima ricavata dai valori di shut-in (MPa) con il metodo delle tangenti	Stima della misura della tensione massima ricavati dai valori del primo ciclo di riapertura (MPa)	Stima dei valori del carico litostatico (MPa)
HF 1	36.00m	0.90	1.08	0.86
	H2o totali assorbiti Litri	Stima del peso specifico della roccia Kg/m3	Pressione dei pori dell'acqua (MPa)	Valore di K0 in termine di tensioni totali (MPa)
	61.56	2400	0.34	1.05 < K0 > 1.25

La prova di fratturazione idraulica ha indotto n2 di fratture.

Depth [m]	Azimuth	Dip
35.49	284.0	46.9
35.70	45.0	49.2



profondità della prova HF1 m	36	densità roccia T/m3=	2.4
Copertura quaternaria m	1	densità terreno T/m3=	2.2
Carico litostatico terreno Mpa	2.2		
Carico litostatico roccia Mpa	84		
Profondità della falda da p.c. m	2	Carico idraulico sul tratto di prova Mpa=	0.34

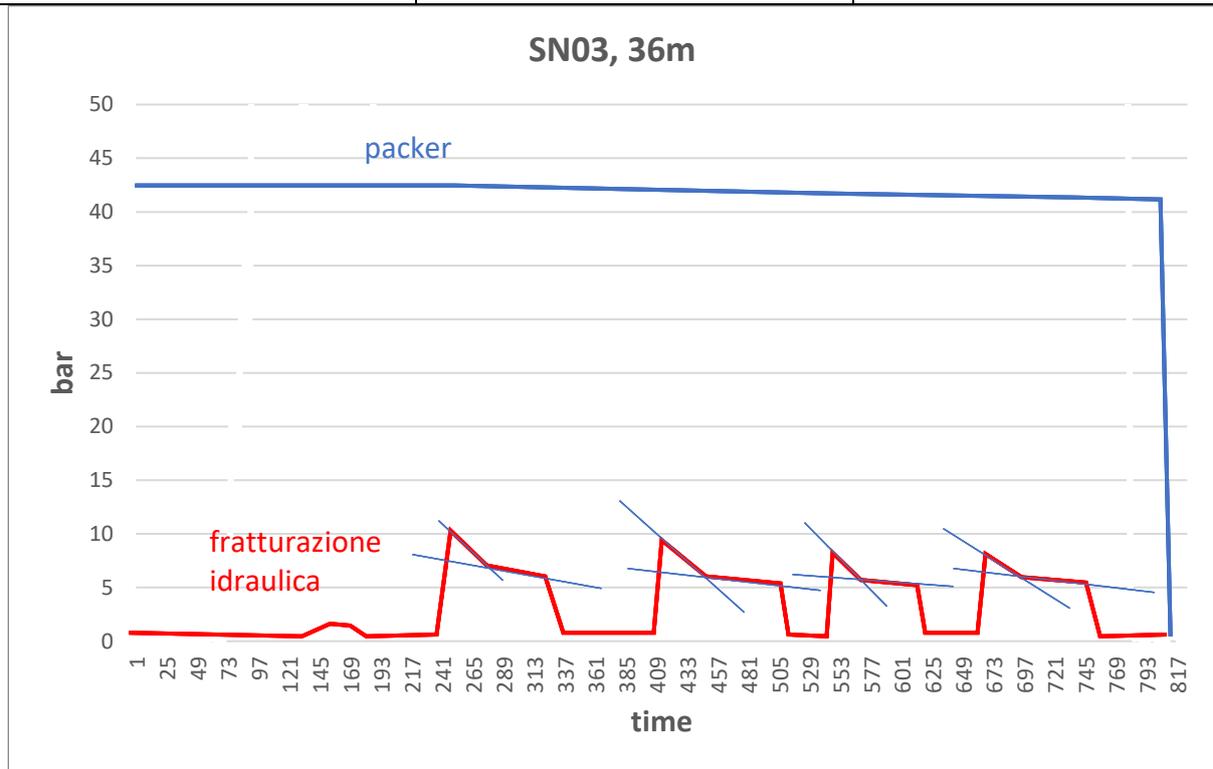
Ciclo	Breakdown MPa	Riapertura MPa	Metodo della tangente MPa
Breakdown	1.1		0.65
Riapertura 1		0.95	0.55
Riapertura 2		0.8	0.55
Riapertura 3		0.8	0.5

Dati registrati nella finestra di prova considerando il carico idraulico

Ciclo	Breakdown MPa	Riapertura MPa	Metodo della tangente MPa
Breakdown	1.44		0.99
Riapertura 1		1.29	0.89
Riapertura 2		1.14	0.89
Riapertura 3		1.14	0.84

	Mpa
σ_{min} =	0.90
σ_{max} =	1.08
σ_{lit} =	0.86

Pulse test: il test ha evidenziato l'integrità dell'ammasso roccioso in tutti i tratti di prova.

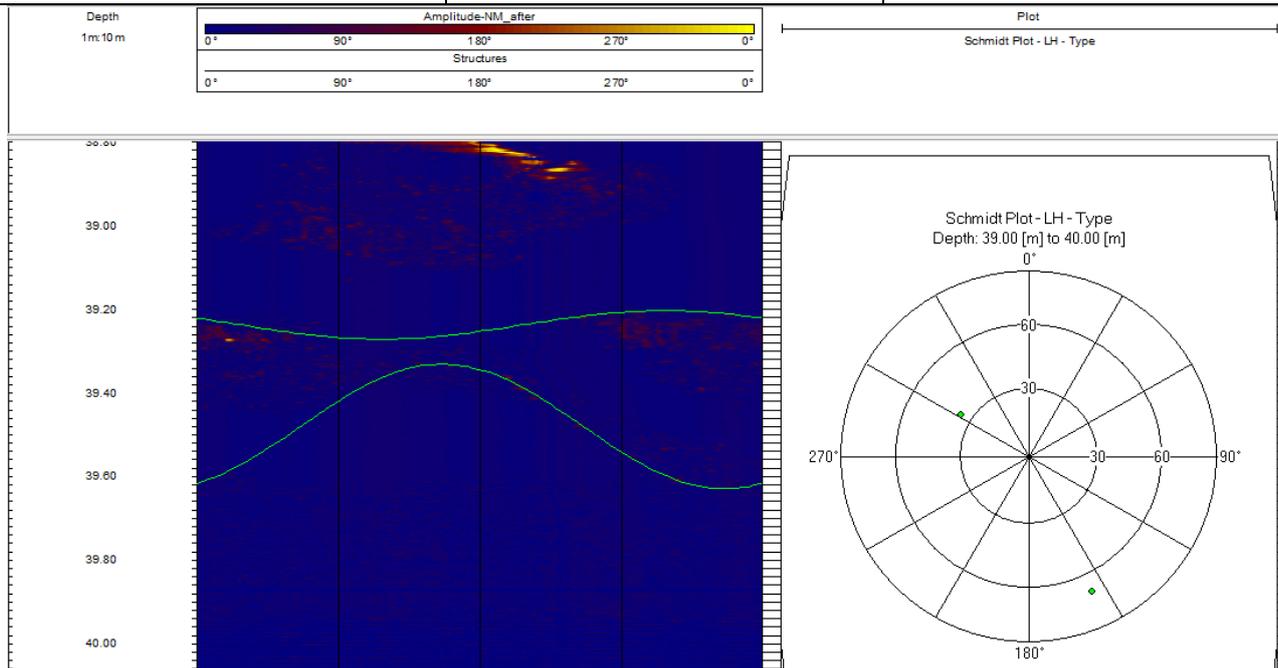


Prova	HF 2
Data esecuzione prove	01-10-2019
Profondità prova	40,00m
Litologia	Marne argillose con strati calcari
Profondità della falda in data 01.10.2019	2 m

N Prova	Profondità tratto di prova da piano campagna m	Stima dei valori della tensione minima ricavata dai valori di shut-in (MPa) con il metodo delle tangenti	Stima della misura della tensione massima ricavati dai valori del primo ciclo di riapertura (MPa)	Stima dei valori del carico litostatico (MPa)
HF 2	40.00m	1.01	1.26	0.96
	H2o totali assorbiti Litri	Stima del peso specifico della roccia Kg/m3	Pressione dei pori dell'acqua (MPa)	Valore di K0 in termine di tensioni totali (MPa)
	68.34	2400	0.38	1.05 < K0 > 1.31

La prova di fratturazione idraulica ha indotto n2 di fratture.

Depth [m]	Azimuth	Dip
39.24	121.5	35.1
39.48	335.2	69.4



profondità della prova HF2 m	40	densità roccia T/m3=	2.4
Copertura quaternaria m	1	densità terreno T/m3=	2.2
Carico litostatico terreno Mpa	2.2		
Carico litostatico roccia Mpa	93.6		
Profondità della falda da p.c. m	2	Carico idraulico sul tratto di prova Mpa=	0.38

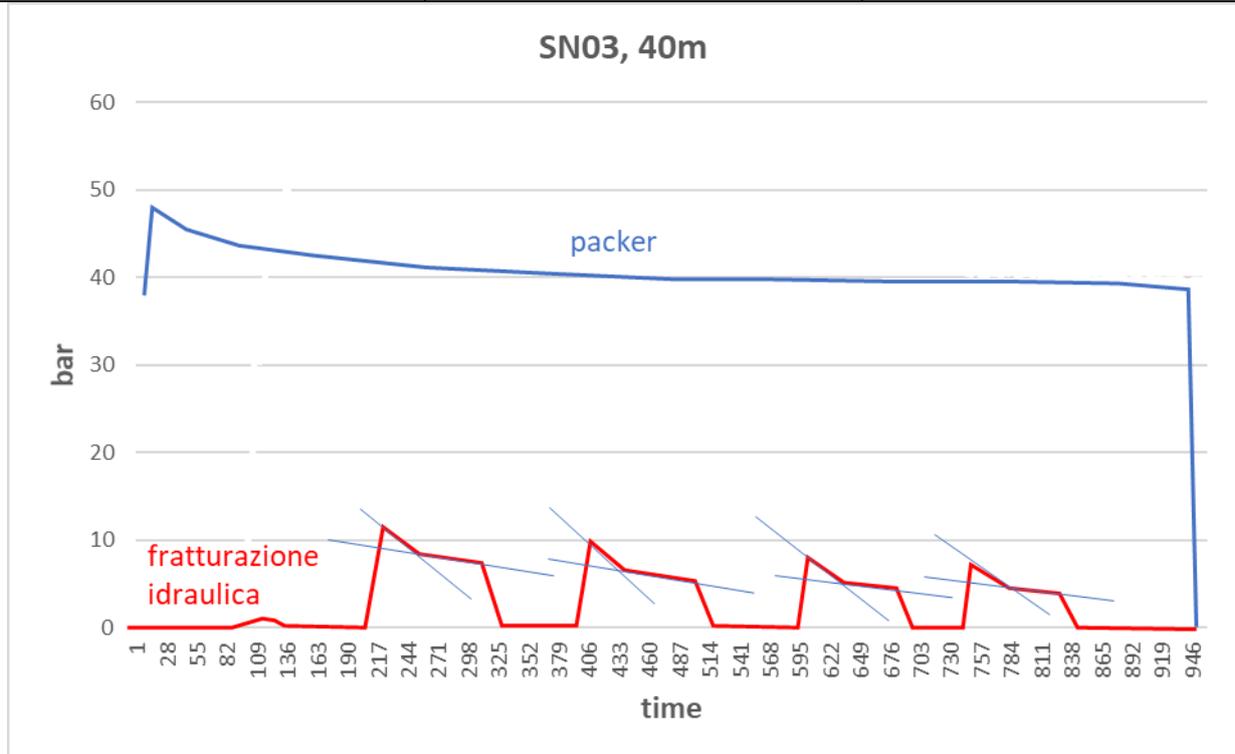
Ciclo	Breakdown MPa	Riapertura MPa	Metodo della tangente MPa
Breakdown	1.2		0.85
Riapertura 1		1	0.7
Riapertura 2		0.8	0.5
Riapertura 3		0.7	0.45

Dati registrati nella finestra di prova considerando il carico idraulico

Ciclo	Breakdown MPa	Riapertura MPa	Metodo della tangente MPa
Breakdown	1.58		1.23
Riapertura 1		1.38	1.08
Riapertura 2		1.18	0.88
Riapertura 3		1.08	0.83

	Mpa
σ_{min} =	1.01
σ_{max} =	1.26
σ_{lit} =	0.96

Pulse test: il test ha evidenziato l'integrità dell'ammasso roccioso in tutti i tratti di prova.

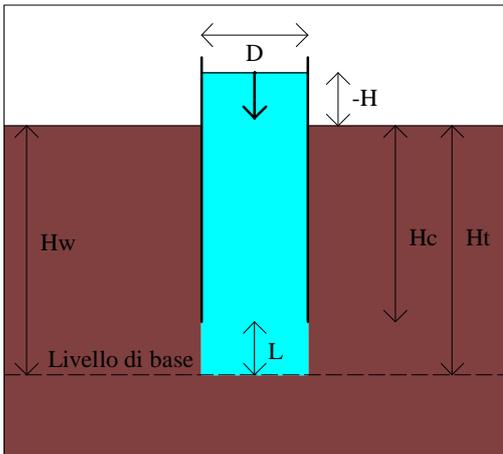


**PROVA LEFRANC A CARICO VARIABILE**

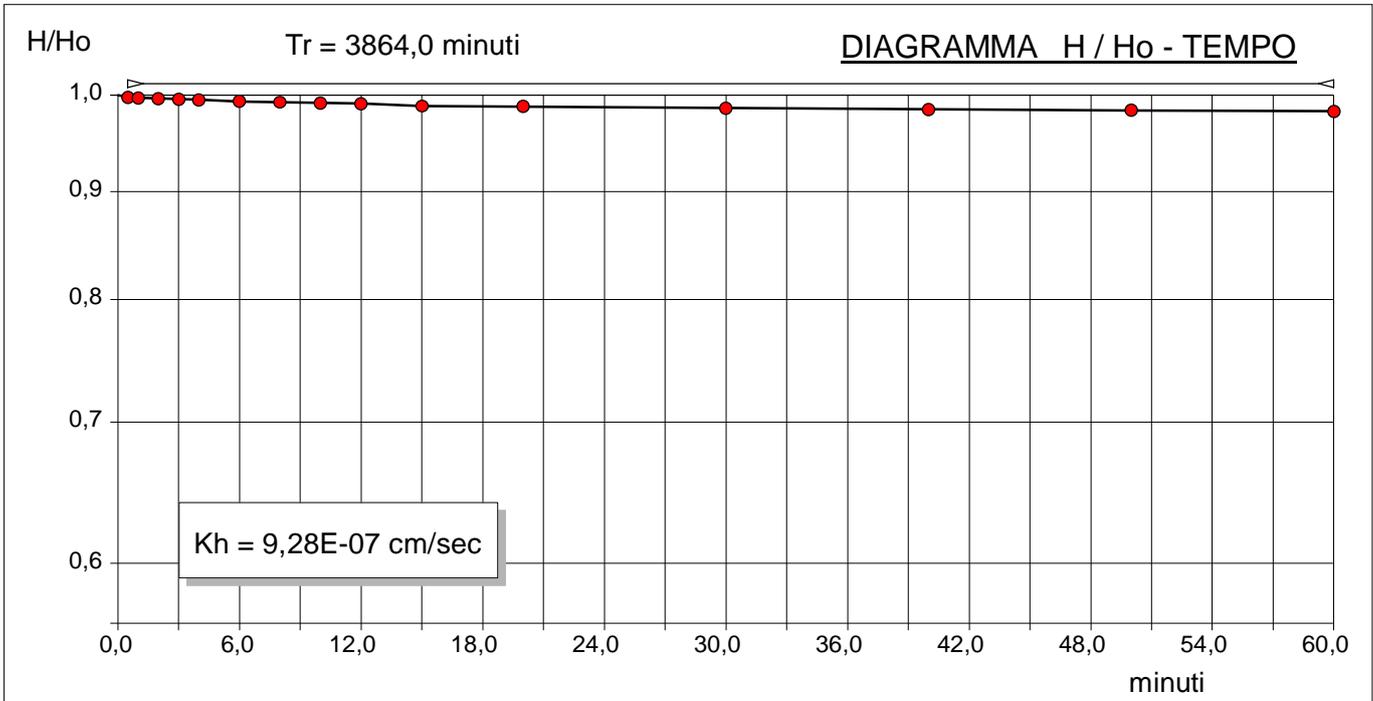
Certificato n° del	Verbale di accettazione n° del
---------------------------	---------------------------------------

Committente: CONSORZIO HIRPINIA AV	
Riferimento: 1° Lotto funzionale Apice - Irpinia	Prova: 1
Località:	Data: 25/09/2019
Sondaggio: SN_03	Orario prova:

Prova eseguita in abbassamento	
Livello di base dell'acqua [Hw] (m)	7,50
Livello dell'acqua dal p.c. [H] (m)	-0,50
Diametro del tratto di prova [D] (m)	0,101
Profondità del rivestimento [Hc] (m)	6,00
Profondità del foro [Ht] (m)	7,50
Spessore del tratto di prova [L] (m)	1,50
Coefficiente di forma	3,7230



T min	H cm	dH cm	H/Ho	T min	H cm	dH cm	H/Ho
0,0	800,0	0,0					
0,5	798,0	2,0	0,9975				
1,0	797,5	2,5	0,9969				
2,0	797,0	3,0	0,9963				
3,0	796,5	3,5	0,9956				
4,0	795,9	4,1	0,9949				
6,0	794,6	5,4	0,9933				
8,0	793,9	6,1	0,9924				
10,0	793,1	6,9	0,9914				
12,0	792,5	7,5	0,9906				
15,0	790,5	9,5	0,9881				
20,0	790,2	9,8	0,9878				
30,0	788,8	11,2	0,9860				
40,0	787,5	12,5	0,9844				
50,0	786,8	13,2	0,9835				
60,0	785,9	14,1	0,9824				



$K = A/C \cdot T$ dove: K = coefficiente di permeabilità, A = area di base, C = coefficiente di forma dipendente dalla configurazione geometrica, T = Tempo di Riequilibrio.
Coefficiente di forma secondo Hvorslev, 1951 config. 8: $F = (2 \pi L) / \ln((L/d) + (1+(L/d)^2)^{0.5})$

Il Responsabile di sito
Dott. Geol. Pierluigi De Luca

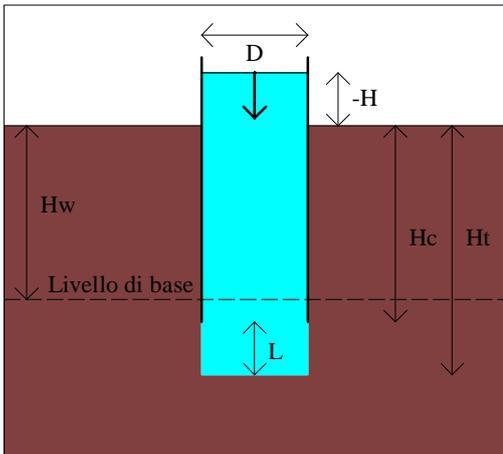
Il Direttore
Dott. Geol. Davide Cosentino

**PROVA LEFRANC A CARICO VARIABILE**

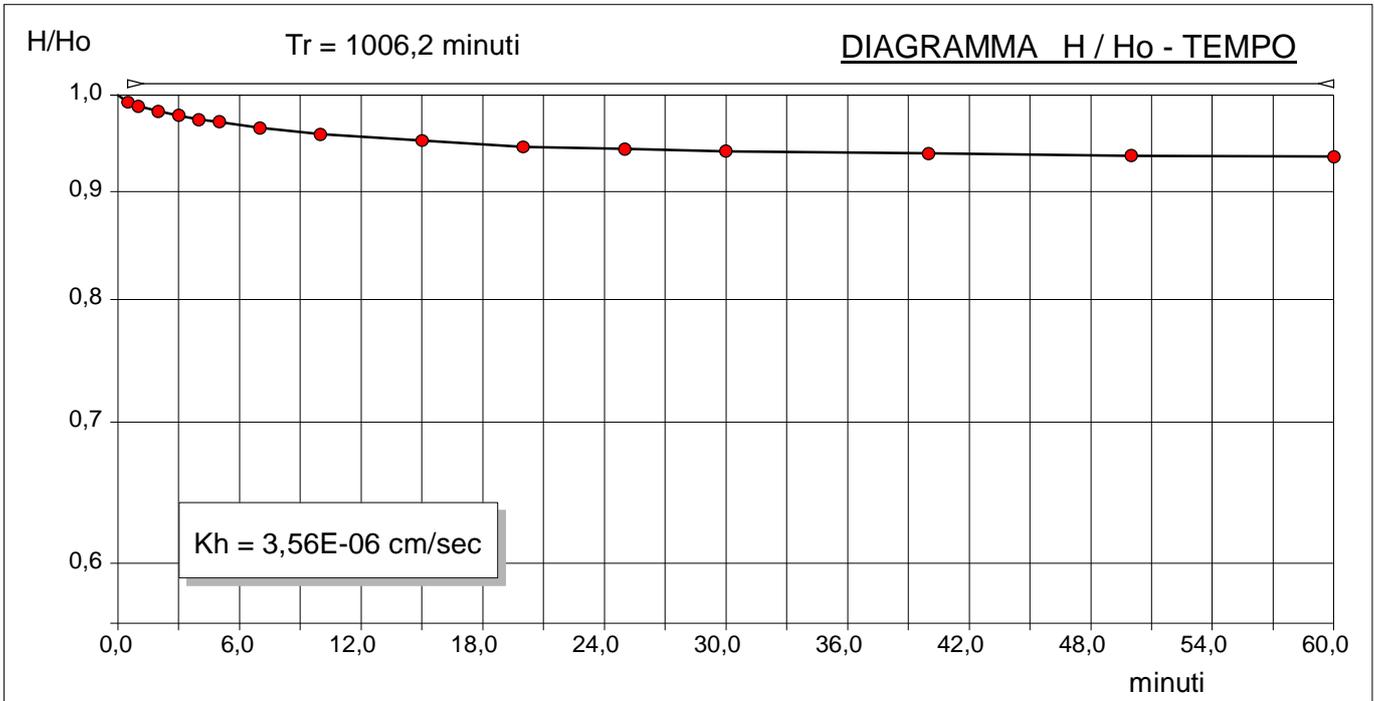
Certificato n° del	Verbale di accettazione n° del
--------------------	--------------------------------

Committente: CONSORZIO HIRPINIA AV	
Riferimento: 1° Lotto funzionale Apice - Irpinia	Prova: 2
Località:	Data: 25/09/2019
Sondaggio: SN_03	Orario prova:

Prova eseguita in abbassamento	
Livello di base dell'acqua [Hw] (m)	4,05
Livello dell'acqua dal p.c. [H] (m)	-0,50
Diametro del tratto di prova [D] (m)	0,101
Profondità del rivestimento [Hc] (m)	10,50
Profondità del foro [Ht] (m)	12,00
Spessore del tratto di prova [L] (m)	1,50
Coefficiente di forma	3,7230



T min	H cm	dH cm	H/Ho	T min	H cm	dH cm	H/Ho
0,0	455,0	0,0					
0,5	451,5	3,5	0,9923				
1,0	449,5	5,5	0,9879				
2,0	447,0	8,0	0,9824				
3,0	445,0	10,0	0,9780				
4,0	443,0	12,0	0,9736				
5,0	442,0	13,0	0,9714				
7,0	439,0	16,0	0,9648				
10,0	436,0	19,0	0,9582				
15,0	433,0	22,0	0,9516				
20,0	430,0	25,0	0,9451				
25,0	429,0	26,0	0,9429				
30,0	428,0	27,0	0,9407				
40,0	427,0	28,0	0,9385				
50,0	426,0	29,0	0,9363				
60,0	425,5	29,5	0,9352				



$K = A/C \cdot T$ dove: K = coefficiente di permeabilità, A = area di base, C = coefficiente di forma dipendente dalla configurazione geometrica, T = Tempo di Riequilibrio.
Coefficiente di forma secondo Hvorslev, 1951 config. 8: $F = (2 \pi L) / \ln((L/d) + (1+(L/d)^2)^{0.5})$

Il Responsabile di sito
Dott. Geol. Pierluigi De Luca

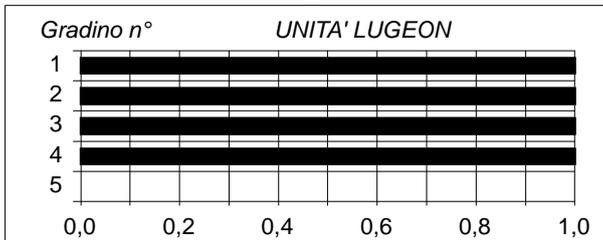
Il Direttore
Dott. Geol. Davide Cosentino

**PROVA LUGEON**

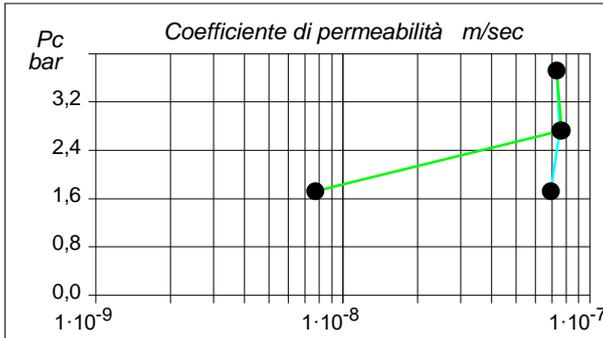
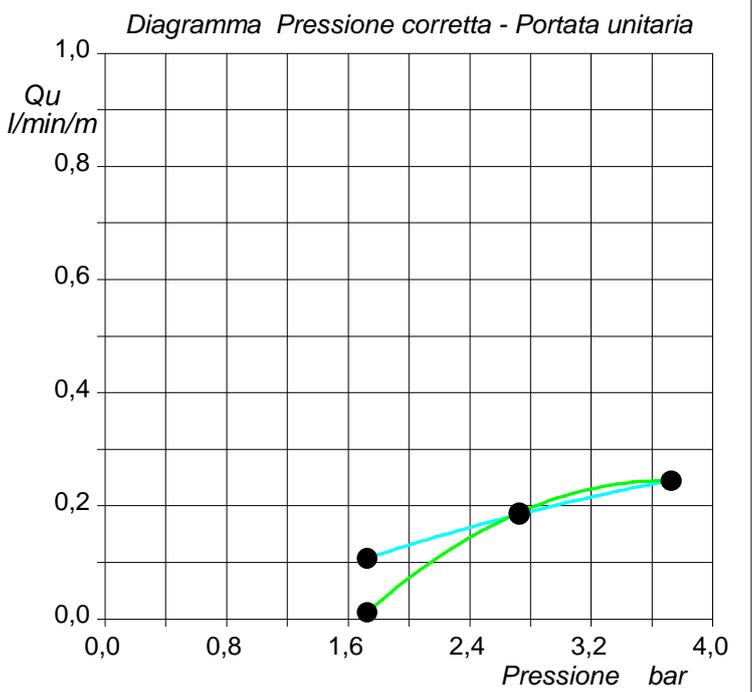
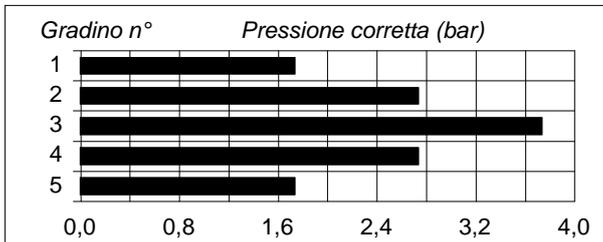
Certificato n° del	Verbale di accettazione n° del
Committente: CONSORZIO HIRPINIA AV	
Riferimento: 1° Lotto funzionale Apice - Irpinia	Prova: 1
Località:	Data: 27/09/2019
Sondaggio: SN_03	Orario prova:

<i>Caratteristiche generali</i>		Assorbimento (litri)					
		min	1,0	2,0	3,0	2,0	1,0
Sezione di misura: profondità da m	32,00	0	221,7	225,7	232,4	241,5	248,2
Sezione di misura: profondità a m	35,35	2	222,0	227,0	234,2	242,9	248,2
Diametro del foro (mm):	101	4	222,7	228,3	235,9	243,1	248,3
Altezza immissione acqua dal p.c. (m):	0,45	6	223,4	229,5	237,8	243,2	248,5
Profondità della falda dal p.c. (m):	6,80	8	224,2	231,1	239,5	246,6	248,5
Inclinazione del sondaggio (°):	0,0	10	225,3	231,9	240,6	247,8	248,6
Packer tipo:		12					
Coefficiente di forma:	5,02	14					
UNITA' LUGEON (valore rappresentativo):	-	16					
Regime di Flusso:	Riempimento	18					
		20					

<i>Legenda</i>	Pressione (bar):	1,00	2,00	3,00	2,00	1,00
Gradino n° 1 ●	Pressione corretta (bar):	1,73	2,73	3,73	2,73	1,73
Gradino n° 2 ●	Assorbimento (litri):	3,6	6,2	8,2	6,3	0,4
Gradino n° 3 ●	Portata (litri/minuto):	0,36	0,62	0,82	0,63	0,04
Gradino n° 4 ●	Portata unitaria (litri/minuto/metro):	0,107	0,185	0,245	0,188	0,012
Gradino n° 5 ●	UNITA' LUGEON	1	1	1	1	0
	Coefficiente di permeabilità (m/sec):	6,9E-8	7,6E-8	7,3E-8	7,7E-8	7,7E-9



In blu il ciclo di carico.
In verde il ciclo di scarico.



Il Responsabile di sito
Dott. Geol. Pierluigi De Luca

Il Direttore
Dott. Geol. Davide Cosentino



SONDEDILE
s.r.l. unipersonale

Decreto di concessione, n.57211 del
05-11-2007 per il rilascio dei certificati
relativi alle prove geotecniche sui terreni
(settore C) ai sensi dell'art. 8 D.P.R. 248

Sonedile s.r.l. unipersonale

Viale Francesco Crispi, 17
64100 Teramo (TE)

ITALY

Tel: +39 0861 411432

Fax: +39 0861 411442

www.sonedile.com

info@sonedile.com

C.C.I.A.A. di Teramo

P.IVA e C.F.: 00075830679

Capitale Sociale: € 52.000,00 i.v.

SINCERT

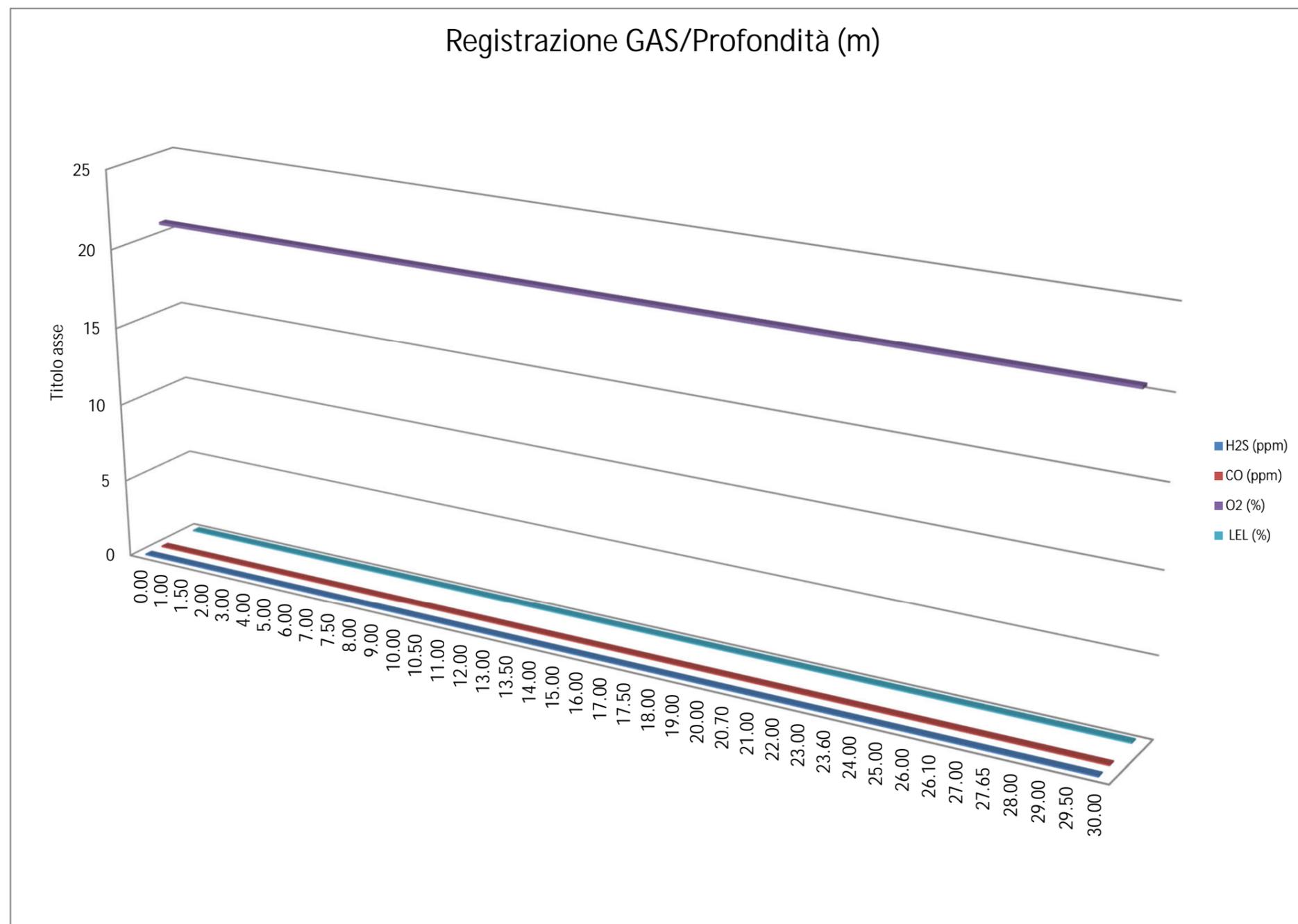


COMMITTENTE:	CONSORZIO HIRPINIA AV
CANTIERE:	1° Lotto funzionale Apice - Irpinia
SONDAGGIO:	SN_03
Data:	24/09/2019-04/10/2019

TABELLA RILEVAMENTO GAS A BOCCAFORO

Profondità (m da p.c)	H2S (ppm)	CO (ppm)	O2 (%)	LEL (%)
0.00	0.00	0.00	20.90	0.00
1.00	0.00	0.00	20.90	0.00
1.50	0.00	0.00	20.90	0.00
2.00	0.00	0.00	20.90	0.00
3.00	0.00	0.00	20.90	0.00
4.00	0.00	0.00	20.90	0.00
5.00	0.00	0.00	20.90	0.00
6.00	0.00	0.00	20.90	0.00
7.00	0.00	0.00	20.90	0.00
7.50	0.00	0.00	20.90	0.00
8.00	0.00	0.00	20.90	0.00
9.00	0.00	0.00	20.90	0.00
10.00	0.00	0.00	20.90	0.00
10.50	0.00	0.00	20.90	0.00
11.00	0.00	0.00	20.90	0.00
12.00	0.00	0.00	20.90	0.00
13.00	0.00	0.00	20.90	0.00
13.50	0.00	0.00	20.90	0.00
14.00	0.00	0.00	20.90	0.00
15.00	0.00	0.00	20.90	0.00
16.00	0.00	0.00	20.90	0.00
17.00	0.00	0.00	20.90	0.00
17.50	0.00	0.00	20.90	0.00
18.00	0.00	0.00	20.90	0.00
19.00	0.00	0.00	20.90	0.00
20.00	0.00	0.00	20.90	0.00
20.70	0.00	0.00	20.90	0.00
21.00	0.00	0.00	20.90	0.00
22.00	0.00	0.00	20.90	0.00
23.00	0.00	0.00	20.90	0.00
23.60	0.00	0.00	20.90	0.00
24.00	0.00	0.00	20.90	0.00
25.00	0.00	0.00	20.90	0.00
26.00	0.00	0.00	20.90	0.00
26.10	0.00	0.00	20.90	0.00
27.00	0.00	0.00	20.90	0.00
27.65	0.00	0.00	20.90	0.00
28.00	0.00	0.00	20.90	0.00
29.00	0.00	0.00	20.90	0.00
29.50	0.00	0.00	20.90	0.00
30.00	0.00	0.00	20.90	0.00

Registrazione GAS/Profondità (m)





SONDEDILE
s.r.l. unipersonale

Decreto di concessione, n.57211 del
05-11-2007 per il rilascio dei certificati
relativi alle prove geotecniche sui terreni
(settore C) ai sensi dell'art. 8 D.P.R. 248

Sonedile s.r.l. unipersonale

Viale Francesco Crispi, 17
64100 Teramo (TE)
ITALY
Tel: +39 0861 411432
Fax: +39 0861 411442

www.sonedile.com
info@sonedile.com

C.C.I.A.A. di Teramo
PIVA e C.F.: 00075830679
Capitale Sociale: € 52.000,00 i.v.

SINCERT



COMMITTENTE:	CONSORZIO HIRPINIA AV
CANTIERE:	1° Lotto funzionale Apice - Irpinia
SONDAGGIO:	SN_03
Data:	24/09/2019-04/10/2019

TABELLA RILEVAMENTO GAS A BOCCAFORO

Profondità (m da p.c)	H2S (ppm)	CO (ppm)	O2 (%)	LEL (%)
31.00	0.00	0.00	20.90	0.00
31.70	0.00	0.00	20.90	0.00
32.00	0.00	0.00	20.90	0.00
32.00	0.00	0.00	20.90	2.00
30.35	0.00	0.00	20.90	1.00
33.00	0.00	0.00	20.90	0.00
34.00	0.00	0.00	20.90	0.00
35.00	0.00	0.00	20.90	0.00
35.35	0.00	0.00	20.90	0.00
36.00	0.00	0.00	20.90	0.00
37.00	0.00	0.00	20.90	0.00
38.00	0.00	0.00	20.90	0.00
38.65	0.00	0.00	20.90	0.00
39.00	0.00	0.00	20.90	0.00
40.00	0.00	0.00	20.90	0.00
41.00	0.00	0.00	20.90	0.00
42.00	0.00	0.00	20.90	0.00
42.40	0.00	0.00	20.90	0.00
43.00	0.00	0.00	20.90	0.00
44.00	0.00	0.00	20.90	0.00
44.70	0.00	0.00	20.90	0.00
45.00	0.00	0.00	20.90	0.00
46.00	0.00	0.00	20.90	0.00
47.00	0.00	0.00	20.90	0.00
47.50	0.00	0.00	20.90	0.00
48.00	0.00	0.00	20.90	0.00
49.00	0.00	0.00	20.90	0.00
50.00	0.00	0.00	20.90	0.00
50.50	0.00	0.00	20.90	0.00
51.00	0.00	0.00	20.90	0.00
52.00	0.00	0.00	20.90	0.00
53.00	0.00	0.00	20.90	0.00
53.40	0.00	0.00	20.90	0.00
54.00	0.00	0.00	20.90	0.00
55.00	0.00	0.00	20.90	0.00
55.20	0.00	0.00	20.90	0.00
56.00	0.00	0.00	20.90	0.00
56.60	0.00	0.00	20.90	0.00
57.00	0.00	0.00	20.90	0.00
58.00	0.00	0.00	20.90	0.00
59.00	0.00	0.00	20.90	0.00

Registrazione GAS/Profondità (m)

