

ANEJO Nº 6: ESTRUCTURAS

ANEJO Nº1

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS

FCC FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS,S.A.
LABORATORIO CENTRAL

Procedencia: SODEO 1 DE – 2.00 A –2.60 M Fecha de la toma: 23/09/96

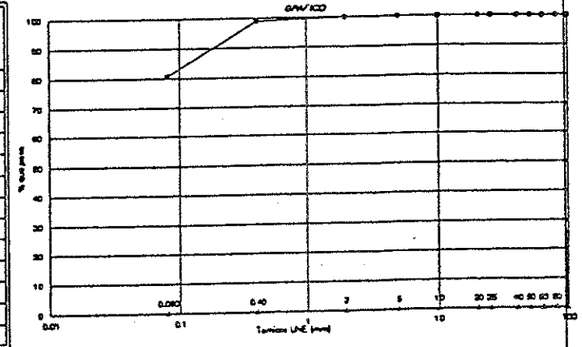
Material: SUELO Cata: Muestra: – Ref.Lab.: 118/96

ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO–CALCULO

CALCULOS PREVIOS		
A	Muestra total seca al aire	135.9
B	Gruesos lavados	0
A–B	Fracción fina seca al aire	135.9
C=(A–B) x f	Fracción fina seca	129
D= B+C	MUESTRA TOTAL SECA	129
E	Fracción fina ensayada seca al aire	
F= E x f	FRACCION FINA ENSAYADA SECA	
K	Factor de conversión en parte fina	

HUMEDAD HIGROSCOPICA		
–	Referencia tara	22
t+s+a	Tara+suelo+agua	224.5
t+s	Tara+suelo	221.1
t	Tara	157.9
s=(t+s)–t	Suelo	63.2
a=(t+s+a)–(t+s)	Agua	3.4
h= a/s x 100	Humedad hig. %	5.4
f= 100/(100+h)	Factor de corrección	0.949

Tamices UNE mm	% retenido g parte fina ensayada	% retenido g muestra total	% que pasa en muestra total
120			
100			
80			
63			
50			
40			
25			
20			
10			
5			
2			100.0
0,40		1.5	98.8
0.080		23.2	80.8



EQUIVALENTE DE ARENA

Lectura superficie de arena	A			E.A.	
Lectura superficie de arcilla	B				
Equivalente de arena	A/B x 100				

LIMITES DE ATTERBERG

Nº golpes	30	18			
Ref. tara	B	J			
t+s+a	60.52	59.07			
t+s	56.40	54.85			
t	42.06	40.95			
s=(t+s)–t	14.34	13.90			
a=(t+s+a)–(t+s)	4.12	4.22			
w= (a/s) x 100	28.7	30.4		L.L.	
				29.3	LIMITE LIQUIDO

Ref. tara	A	F			
t+s+a	50.84	52.52			
t+s	49.57	51.25			
t	41.47	43.11			
s=(t+s)–t	8.10	8.14			
a=(t+s+a)–(t+s)	1.27	1.27		L.P.	
w= (a/s) x 100	15.7	15.6		15.6	LIMITE PLASTICO
				I.P.	
				13.7	INDICE DE PLASTICIDAI

Observaciones:

FCC FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS
LABORATORIO CENTRAL

Operador o responsable:

Jefe de Sección:

LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

OBRA: UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Hoja: A-1 3 de 30
Fecha: 24/10/96
Muestra:
Referencia: 118/96
Informe: 186/96

Procedencia: SONDEO 1 DE 4.60 A 5.20 M — Fecha de la toma: 23/09/96

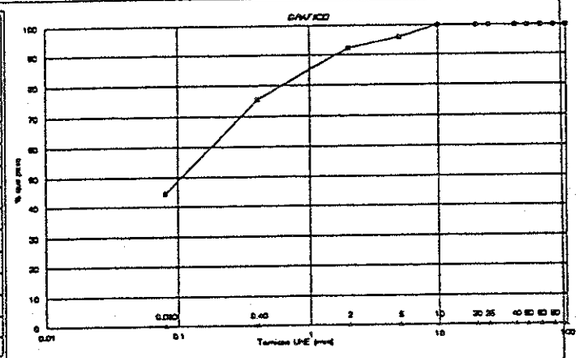
Material: SUELO — Cata: — Muestra: — Ref.Lab.: 118/96

ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO–CALCULO

CALCULOS PREVIOS		
A	Muestra total seca al aire	140.1
B	Gruesos lavados	0
A–B	Fracción fina seca al aire	140.1
C=(A–B) x f	Fracción fina seca	136
D= B+C	MUESTRA TOTAL SECA	136
E	Fracción fina ensayada seca al aire	
F= E x f	FRACCION FINA ENSAYADA SECA	
K	Factor de conversión en parte fina	

HUMEDAD HIGROSCOPICA		
–	Referencia tara	17
t+s+a	Tara+suelo+agua	322.2
t+s	Tara+suelo	317.9
t	Tara	173.9
s=(t+s)–t	Suelo	144.0
a=(t+s+a)–(t+s)	Agua	4.3
h= a/s x 100	Humedad hig. %	3.0
f= 100/(100+h)	Factor de corrección	0.971

Tamices UNE mm	% retenido g parte fina ensayada	% retenido g muestra total	% que pasa en muestra total
120			
100			
80			
63			
50			
40			
25			
20			
10			100.0
5		5.3	96.1
2		5.1	92.4
0.40		22.8	75.6
0.080		42.4	44.4



EQUIVALENTE DE ARENA

Lectura superficie de arena	A				E.A.
Lectura superficie de arcilla	B				
Equivalente de arena	A/B x 100				

LIMITES DE ATTERBERG

Nº golpes	28	16			
Ref. tara	D	K			
t+s+a	60.65	62.36			
t+s	56.65	58.35			
t	41.06	42.47			
s=(t+s)–t	15.59	15.88			
a=(t+s+a)–(t+s)	4.00	4.01			
w= (a/s) x 100	25.7	25.3			

L.L. 25.0 LIMITE LIQUIDO

Ref. tara	E	L			
t+s+a	49.95	51.84			
t+s	48.76	50.54			
t	41.28	42.51			
s=(t+s)–t	7.48	8.03			
a=(t+s+a)–(t+s)	1.19	1.30			
w= (a/s) x 100	15.9	16.2			

L.P. 16.0 LIMITE PLASTICO

I.P. 9.0 INDICE DE PLASTICIDAD

Observaciones:

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS,S.A.
LABORATORIO CENTRAL

Operador o responsable:

El Jefe de Sección:

LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

OBRA: UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Hoja: A-1 4 de 30
Fecha: 24/10/96
Muestra:
Referencia: 118/96
Informe: 186/96

Procedencia: SONDEO 1 DE 9.40 A10.00 M — Fecha de la toma: 23/09/96

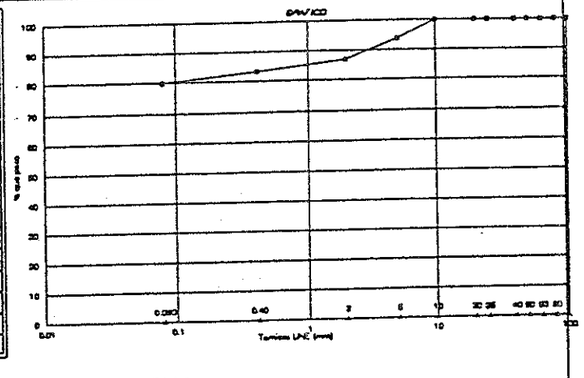
Material: SUELO — Cata: — Muestra: — Ref.Lab.: 118/96

ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO–CALCULO

CALCULOS PREVIOS		
A	Muestra total seca al aire	117.2
B	Gruesos lavados	0
A–B	Fracción fina seca al aire	117.2
C=(A–B) x f	Fracción fina seca	108
D= B+C	MUESTRA TOTAL SECA	108
E	Fracción fina ensayada seca al aire	
F= E x f	FRACCION FINA ENSAYADA SECA	
K	Factor de conversión en parte fina	

HUMEDAD HIGROSCOPICA		
–	Referencia tara	11
t+s+a	Tara+suelo+agua	330.4
t+s	Tara+suelo	320.7
t	Tara	209.1
s=(t+s)–t	Suelo	111.6
a=(t+s+a)–(t+s)	Agua	9.7
h= a/s x 100	Humedad hig. %	8.7
f= 100/(100+h)	Factor de corrección	0.920

Tamices UNE mm	% retenido g parte fina ensayada	% retenido g muestra total	% que pasa en muestra total
120			
100			
80			
63			
50			
40			
25			
20			
10			100.0
5		6.8	93.7
2		7.2	87.0
0.40		4.0	83.3
0.080		3.7	79.9



EQUIVALENTE DE ARENA

Lectura superficie de arena	A				E.A.
Lectura superficie de arcilla	B				
Equivalente de arena	A/B x 100				

LIMITES DE ATTERBERG

Nº golpes	30	20			
Ref. tara	O	H			
t+s+a	56.79	61.19			
t+s	51.24	54.47			
t	40.89	42.35			
s=(t+s)–t	10.35	12.12			
a=(t+s+a)–(t+s)	5.55	6.72			
w= (a/s) x 100	53.6	55.4			

L.L. 54.4 LIMITE LIQUIDO

Ref. tara	19	M			
t+s+a	49.78	49.71			
t+s	48.07	47.96			
t	40.98	40.63			
s=(t+s)–t	7.09	7.33			
a=(t+s+a)–(t+s)	1.71	1.75			
w= (a/s) x 100	24.1	23.9			

L.P. 24.0 LIMITE PLASTICO

I.P. 30.4 INDICE DE PLASTICIDA

Observaciones:

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS,S.A.
LABORATORIO CENTRAL

Operador o responsable:

El Jefe de Sección:

LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

OBRA: UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Hoja: A-1 5 de 30
Fecha: 24/10/96
Muestra:
Referencia: 118/96
Informe: 186/96

Procedencia: SONDEO 2 DE 2.00 A 2.60 — Fecha de la toma: 23/09/96

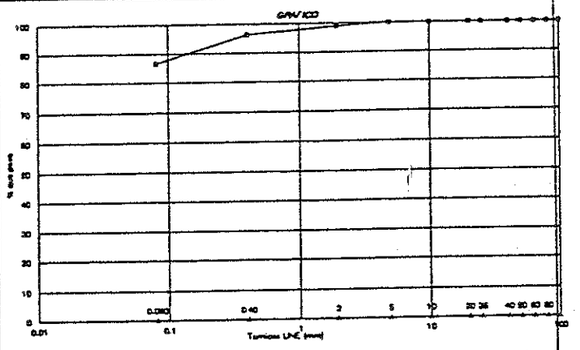
Material: SUELO — Cata: — Muestra: — Ref.Lab.: 118/96

ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO–CALCULO

CALCULOS PREVIOS		
A	Muestra total seca al aire	127.7
B	Gruesos lavados	0
A–B	Fracción fina seca al aire	127.7
C=(A–B) x f	Fracción fina seca	124
D= B+C	MUESTRA TOTAL SECA	124
E	Fracción fina ensayada seca al aire	
F= E x f	FRACCION FINA ENSAYADA SECA	
K	Factor de conversión en parte fina	

HUMEDAD HIGROSCOPICA		
–	Referencia tara	6
t+s+a	Tara+suelo+agua	277.9
t+s	Tara+suelo	273.9
t	Tara	142.4
s=(t+s)–t	Suelo	131.5
a=(t+s+a)–(t+s)	Agua	4.0
h= a/s x 100	Humedad hig. %	3.0
f= 100/(100+h)	Factor de corrección	0.970

Tamices UNE mm	% retenido: g parte fina ensayada	% retenido: g muestra total	% que pasa en muestra total
120			
100			
80			
63			
50			
40			
25			
20			
10			
5			100.0
2		1.4	98.9
0.40		3.1	96.4
0.080		12.0	86.7



EQUIVALENTE DE ARENA

Lectura superficie de arena	A			E.A.	
Lectura superficie de arcilla	B				
Equivalente de arena	A/B x 100				

LIMITES DE ATTERBERG

Nº golpes	32	19			
Ref. tara	3	9			
t+s+a	64.85	67.27			
t+s	59.27	61.34			
t	45.19	47.40			
s=(t+s)–t	14.08	13.94			
a=(t+s+a)–(t+s)	5.58	5.93			
w= (a/s) x 100	39.6	42.5			

L.L. 41.0 LIMITE LIQUIDO

Ref. tara	6	11			
t+s+a	54.51	54.36			
t+s	53.34	52.83			
t	47.44	45.09			
s=(t+s)–t	5.90	7.74			
a=(t+s+a)–(t+s)	1.17	1.53			
w= (a/s) x 100	19.8	19.8			

L.P. 19.8 LIMITE PLASTICO

I.P. 21.2 INDICE DE PLASTICIDAD

Observaciones:

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS,S.A.
LABORATORIO CENTRAL

Operador o responsable:

El Jefe de Sección:

LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

OBRA: UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Hoja: A-1 6 de 30
Fecha: 24/10/96
Muestra:
Referencia: 118/96
Informe: 186/96

Procedencia: SONDEO 2 DE 4.00 A 4.60 — Fecha de la toma: 23/09/96

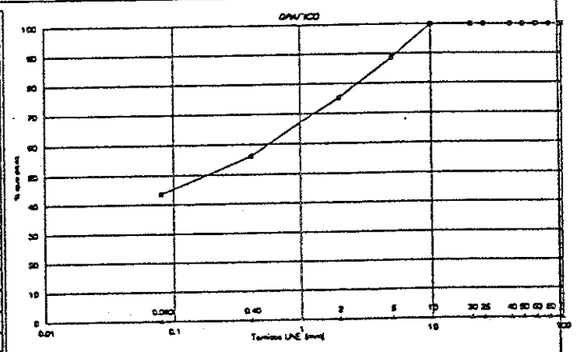
Material: SUELO — Cata: — Muestra: — Ref.Lab.: 118/96

ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO–CALCULO

CALCULOS PREVIOS		
A	Muestra total seca al aire	108.8
B	Gruesos lavados	0
A–B	Fracción fina seca al aire	108.8
C=(A–B) x f	Fracción fina seca	102
D= B+C	MUESTRA TOTAL SECA	102
E	Fracción fina ensayada seca al aire	
F= E x f	FRACCION FINA ENSAYADA SECA	
K	Factor de conversión en parte fina	

HUMEDAD HIGROSCOPICA		
–	Referencia tara	34
t+s+a	Tara+suelo+agua	262.7
t+s	Tara+suelo	256.5
t	Tara	159.2
s=(t+s)–t	Suelo	97.3
a=(t+s+a)–(t+s)	Agua	6.2
h= a/s x 100	Humedad hig. %	6.4
f= 100/(100+h)	Factor de corrección	0.940

Tamices UNE mm	% retenido: g parte fina ensayada	% retenido: g muestra total	% que pasa en muestra total
120			
100			
80			
63			
50			
40			
25			
20			
10			100.0
5		11.6	88.7
2		13.7	75.3
0.40		19.5	56.2
0.080		12.8	43.7



EQUIVALENTE DE ARENA

Lectura superficie de arena	A			E.A.	
Lectura superficie de arcilla	B				
Equivalente de arena	A/B x 100				

LIMITES DE ATTERBERG

Nº golpes	31	21			
Ref. tara	41	44			
t+s+a	70.98	70.54			
t+s	65.58	64.71			
t	51.17	49.87			
s=(t+s)–t	14.41	14.84			
a=(t+s+a)–(t+s)	5.40	5.83			
w= (a/s) x 100	37.5	39.3			

L.L. 38.5 LIMITE LIQUIDO

Ref. tara	8	28			
t+s+a	40.79	41.38			
t+s	39.28	39.88			
t	32.05	32.61			
s=(t+s)–t	7.23	7.27			
a=(t+s+a)–(t+s)	1.51	1.50			
w= (a/s) x 100	20.9	20.6			

L.P. 20.8 LIMITE PLASTICO

I.P. 17.7 INDICE DE PLASTICIDAI

Observaciones:

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS,S.A.
LABORATORIO CENTRAL

Operador o responsable:

El Jefe de Sección:

LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

OBRA: UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Hoja: A-1 7 de 30
Fecha: 24/10/96
Muestra:
Referencia: 118/96
Informe: 186/96

Procedencia: SONDEO 2 DE 6.00 A 6.60 M — Fecha de la toma: 23/09/96

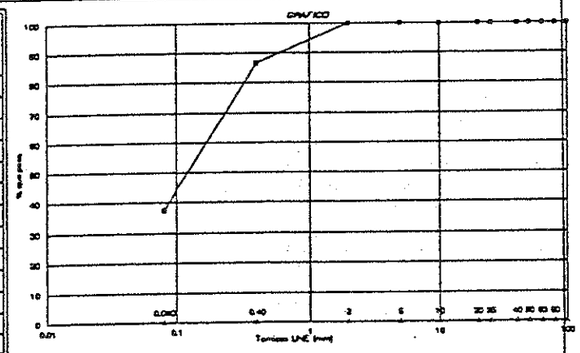
Material: SUELO — Cata: — Muestra: — Ref.Lab.: 118/96

ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO—CALCULO

CALCULOS PREVIOS		
A	Muestra total seca al aire	135.7
B	Gruesos lavados	0
A-B	Fracción fina seca al aire	135.7
C=(A-B) x f	Fracción fina seca	131
D= B+C	MUESTRA TOTAL SECA	131
E	Fracción fina ensayada seca al aire	
F= E x f	FRACCION FINA ENSAYADA SECA	
K	Factor de conversión en parte fina	

HUMEDAD HIGROSCOPICA		
-	Referencia tara	22
t+s+a	Tara+suelo+agua	284.3
t+s	Tara+suelo	279.5
t	Tara	157.9
s=(t+s)-t	Suelo	121.6
a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	4.8
h= a/s x 100	Humedad hig. %	3.9
f= 100/(100+h)	Factor de corrección	0.962

Tamices UNE mm	% retenido g parte fina ensayada	% retenido g muestra total	% que pasa en muestra total
120			
100			
80			
63			
50			
40			
25			
20			
10			
5			
2			100.0
0.40		17.5	86.6
0.080		64.3	37.3



EQUIVALENTE DE ARENA

Lectura superficie de arena	A			E.A.
Lectura superficie de arcilla	B			
Equivalente de arena	A/B x 100			

LIMITES DE ATTERBERG

Nº golpes	30	17		
Ref. tara	0	E		
t+s+a	64.43	68.43		
t+s	60.84	64.05		
t	40.90	41.28		
s=(t+s)-t	19.94	22.77		
a=(t+s+a)-(t+s)	3.59	4.38		
w= (a/s) x 100	18.0	19.2		

L.L. 18.4 LIMITE LIQUIDO

Ref. tara	19	M		
t+s+a	50.04	49.89		
t+s	48.86	48.68		
t	40.98	40.63		
s=(t+s)-t	7.88	8.05		
a=(t+s+a)-(t+s)	1.18	1.21		
w= (a/s) x 100	15.0	15.0		

L.P. 15.0 LIMITE PLASTICO

I.P. 3.4 INDICE DE PLASTICIDAD

Observaciones:

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS,S.A. LABORATORIO CENTRAL

Operador o responsable: El Jefe de Sección:

LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

OBRA: UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Hoja: A-1 8 de 30
Fecha: 24/10/96
Muestra:
Referencia: 118/96
Informe: 186/96

Procedencia: SONDEO 2 DE 9.50 A 10.10 M — Fecha de la toma: 23/09/96

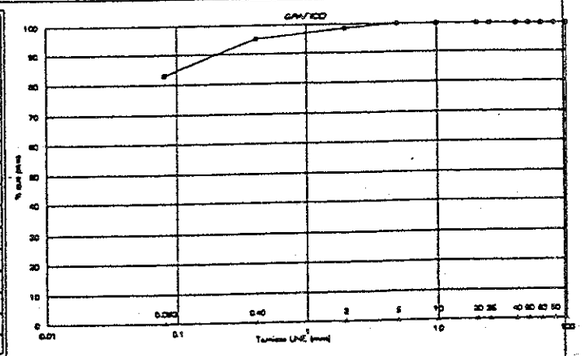
Material: SUELO — Cata: — Muestra: — Ref.Lab.: 118/96

ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO—CALCULO

CALCULOS PREVIOS		
A	Muestra total seca al aire	139.9
B	Gruesos lavados	0
A-B	Fracción fina seca al aire	139.9
C=(A-B) x f	Fracción fina seca	124
D= B+C	MUESTRA TOTAL SECA	124
E	Fracción fina ensayada seca al aire	
F= E x f	FRACCION FINA ENSAYADA SECA	
K	Factor de conversión en parte fina	

HUMEDAD HIGROSCOPICA		
-	Referencia tara	26
t+s+a	Tara+suelo+agua	344.9
t+s	Tara+suelo	325.0
t	Tara	169.5
s=(t+s)-t	Suelo	155.5
a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	19.9
h= a/s x 100	Humedad hig. %	12.8
f= 100/(100+h)	Factor de corrección	0.887

Tamices UNE mm	% retenido g parte fina ensayada	% retenido g muestra total	% que pasa en muestra total
120			
100			
80			
63			
50			
40			
25			
20			
10			
5			100.0
2		1.9	98.5
0.40		4.1	95.2
0.080		14.9	83.1



EQUIVALENTE DE ARENA

Lectura superficie de arena	A			E.A.
Lectura superficie de arcilla	B			
Equivalente de arena	A/B x 100			

LIMITES DE ATTERBERG

Nº golpes	31	18		
Ref. tara	F	K		
t+s+a	59.95	58.73		
t+s	54.35	53.06		
t	43.11	42.47		
s=(t+s)-t	11.24	10.59		
a=(t+s+a)-(t+s)	5.60	5.67		
w= (a/s) x 100	49.8	53.5		

L.L. 51.3 LIMITE LIQUIDO

Ref. tara	H	17		
t+s+a	50.95	50.26		
t+s	49.34	48.64		
t	42.35	41.47		
s=(t+s)-t	6.99	7.17		
a=(t+s+a)-(t+s)	1.61	1.62		
w= (a/s) x 100	23.0	22.6		

L.P. 22.8 LIMITE PLASTICO

I.P. 28.5 INDICE DE PLASTICIDAD

Observaciones:

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS,S.A. LABORATORIO CENTRAL

Operador o responsable: El Jefe de Sección:

LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

OBRA: UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Hoja: A-1 9 de 30
Fecha: 24/10/96
Muestra:
Referencia: 118/96
Informe: 186/96

Procedencia: S-3 9.20-9-46 Fecha de la toma:**********

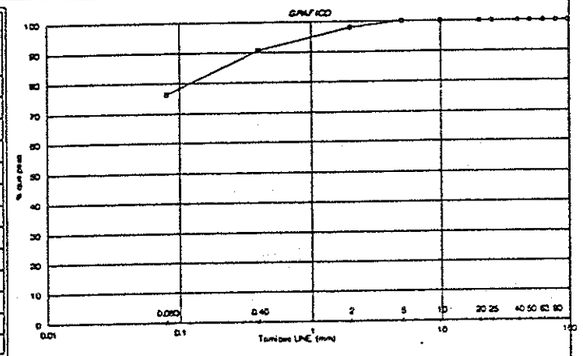
Material: SUELO Cata: Muestra: Ref.Lab.: 118/96

ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO-CALCULO

CALCULOS PREVIOS		
A	Muestra total seca al aire	132.1
B	Gruesos lavados	2.4
A-B	Fracción fina seca al aire	129.7
C=(A-B) x f	Fracción fina seca	116
D= B+C	MUESTRA TOTAL SECA	119
E	Fracción fina ensayada seca al aire	132.1
F= E x f	FRACCION FINA ENSAYADA SECA	118.5
K	Factor de conversión en parte fina	1.0

HUMEDAD HIGROSCOPICA		
-	Referencia tara	21
t+s+a	Tara+suelo+agua	243.9
t+s	Tara+suelo	231.0
t	Tara	119.0
s=(t+s)-t	Suelo	112.0
a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	12.9
h= a/s x 100	Humedad hig. %	11.5
f= 100/(100+h)	Factor de corrección	0.897

Tamices UNE mm	% retenido g parte fina ensayada	% retenido g muestra total	% que pasa en muestra total
120			
100			
80			
63			
50			
40			
25			
20			
10			
5			100.0
2		2.4	98.0
0.40	8.8	8.6	90.7
0.080	17.4	17.1	76.3



EQUIVALENTE DE ARENA

Lectura superficie de arena	A				E.A.
Lectura superficie de arcilla	B				
Equivalente de arena	A/B x 100				

LIMITES DE ATTERBERG

Nº golpes	32	20			
Ref. tara	E	O			
t+s+a	64.69	63.06			
t+s	57.40	55.87			
t	41.28	40.89			
s=(t+s)-t	16.12	14.98			
a=(t+s+a)-(t+s)	7.29	7.19			
w= (a/s) x 100	45.2	48.0			L.L. 46.7 LIMITE LIQUIDO

Ref. tara	K	M			
t+s+a	50.53	48.67			
t+s	49.03	47.18			
t	42.47	40.63			
s=(t+s)-t	6.56	6.55			
a=(t+s+a)-(t+s)	1.50	1.49			
w= (a/s) x 100	22.9	22.7			L.P. 22.8 LIMITE PLASTICO

I.P. 23.9 INDICE DE PLASTICIDAD

Observaciones:

Operador o responsable:

FCC FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS,S.A. LABORATORIO CENTRAL

El Jefe de Sección:

LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

OBRA: UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Hoja: A-1 10 de 30
Fecha: 24/10/96
Muestra:
Referencia: 118/96
Informe: 186/96

Procedencia: SONDEO 4 DE 2.00 A 2.60 M Fecha de la toma: 23/09/96

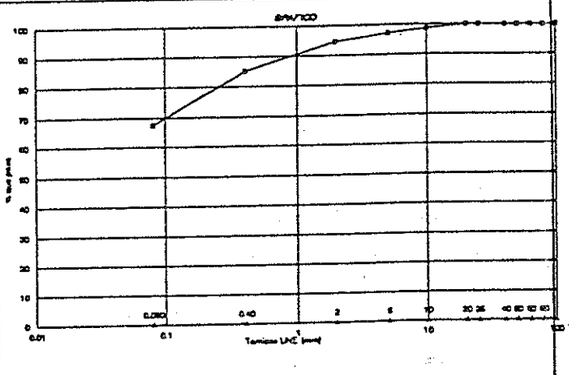
Material: SUELO Cata: Muestra: Ref.Lab.: 118/96

ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO-CALCULO

CALCULOS PREVIOS		
A	Muestra total seca al aire	171.5
B	Gruesos lavados	0
A-B	Fracción fina seca al aire	171.5
C=(A-B) x f	Fracción fina seca	165
D= B+C	MUESTRA TOTAL SECA	165
E	Fracción fina ensayada seca al aire	
F= E x f	FRACCION FINA ENSAYADA SECA	
K	Factor de conversión en parte fina	

HUMEDAD HIGROSCOPICA		
-	Referencia tara	13
t+s+a	Tara+suelo+agua	378.5
t+s	Tara+suelo	371.3
t	Tara	202.0
s=(t+s)-t	Suelo	169.3
a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	7.2
h= a/s x 100	Humedad hig. %	4.3
f= 100/(100+h)	Factor de corrección	0.959

Tamices UNE mm	% retenido g parte fina ensayada	% retenido g muestra total	% que pasa en muestra total
120			
100			
80			
63			
50			
40			
25			
20			100.0
10		2.3	98.6
5		2.4	97.1
2		4.2	94.6
0.40		15.5	85.2
0.080		29.2	67.4



EQUIVALENTE DE ARENA

Lectura superficie de arena	A				E.A.
Lectura superficie de arcilla	B				
Equivalente de arena	A/B x 100				

LIMITES DE ATTERBERG

Nº golpes	32	17			
Ref. tara	41	44			
t+s+a	70.78	71.92			
t+s	66.04	66.25			
t	51.17	49.89			
s=(t+s)-t	14.87	16.36			
a=(t+s+a)-(t+s)	4.74	5.67			L.L. 33.0 LIMITE LIQUIDO
w= (a/s) x 100	31.9	34.7			

Ref. tara	N	8			
t+s+a	50.58	54.98			
t+s	49.25	53.71			
t	41.33	46.08			
s=(t+s)-t	7.92	7.63			
a=(t+s+a)-(t+s)	1.33	1.27			L.P. 16.7 LIMITE PLASTICO
w= (a/s) x 100	16.8	16.6			

I.P. 16.3 INDICE DE PLASTICIDA

Observaciones:

Operador o responsable:

FCC FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS,S.A. LABORATORIO CENTRAL

El Jefe de Sección:

LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

OBRA: UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Hoja: A-1 11 de 30
Fecha: 24/10/96
Muestra:
Referencia: 118/96
Informe: 186/96

Procedencia: SONDEO 4 DE 5.50 A6.10 M — Fecha de la toma: 23/09/96

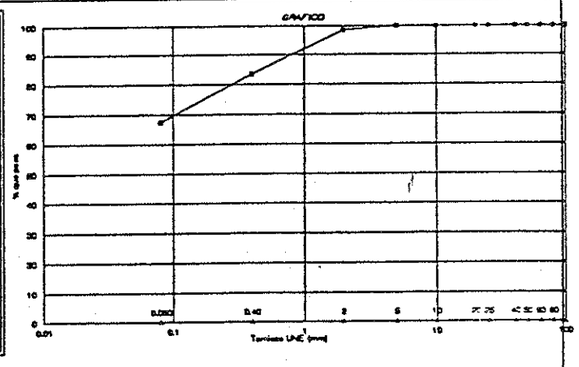
Material: SUELO — Cata: — Muestra: — Ref.Lab.: 118/96

ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO–CALCULO

CALCULOS PREVIOS		
A	Muestra total seca al aire	119.9
B	Gruesos lavados	0
A–B	Fracción fina seca al aire	119.9
C=(A–B) x f	Fracción fina seca	115
D= B+C	MUESTRA TOTAL SECA	115
E	Fracción fina ensayada seca al aire	
F= E x f	FRACCION FINA ENSAYADA SECA	
K	Factor de conversión en parte fina	

HUMEDAD HIGROSCOPICA		
–	Referencia tara	12
t+s+a	Tara+suelo+agua	314.3
t+s	Tara+suelo	308.8
t	Tara	172.6
s=(t+s)–t	Suelo	136.2
a=(t+s+a)–(t+s)	Agua	5.5
h= a/s x 100	Humedad hig. %	4.0
f= 100/(100+h)	Factor de corrección	0.961

Tamices UNE mm	% retenido g parte fina ensayada	% retenido g muestra total	% que pasa en muestra total
120			
100			
80			
63			
50			
40			
25			
20			
10			
5			100.0
2		1.7	98.5
0.40		17.4	83.4
0.080		18.3	67.5



EQUIVALENTE DE ARENA

Lectura superficie de arena	A				E.A.
Lectura superficie de arcilla	B				
Equivalente de arena	A/B x 100				

LIMITES DE ATTERBERG

Nº golpes	28	18			
Ref. tara	5	10			
t+s+a	65.60	64.98			
t+s	61.55	60.20			
t	48.27	45.37			
s=(t+s)–t	13.28	14.83			
a=(t+s+a)–(t+s)	4.05	4.78			
w= (a/s) x 100	30.5	32.2			

L.L. 30.9 LIMITE LIQUIDO

Ref. tara	9	3			
t+s+a	56.43	54.70			
t+s	55.25	53.46			
t	47.40	45.19			
s=(t+s)–t	7.85	8.27			
a=(t+s+a)–(t+s)	1.18	1.24			
w= (a/s) x 100	15.0	15.0			

L.P. 15.0 LIMITE PLASTICO

I.P. 15.9 INDICE DE PLASTICIDAD

Observaciones:

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS,S.A. LABORATORIO CENTRAL

Operador o responsable:

El Jefe de Sección:

LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

OBRA: UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Hoja: A-1 12 de 30
Fecha: 24/10/96
Muestra:
Referencia: 118/96
Informe: 186/96

Procedencia: S–4-8.44–8.70 — Fecha de la toma: **********

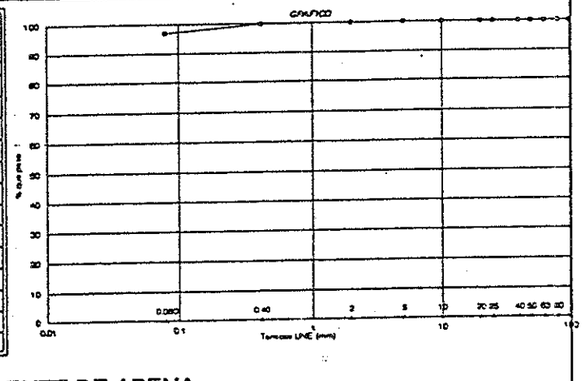
Material: SUELO — Cata: — Muestra: — Ref.Lab.: 118/96

ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO–CALCULO

CALCULOS PREVIOS		
A	Muestra total seca al aire	108.4
B	Gruesos lavados	0
A–B	Fracción fina seca al aire	108.4
C=(A–B) x f	Fracción fina seca	100
D= B+C	MUESTRA TOTAL SECA	100
E	Fracción fina ensayada seca al aire	108.4
F= E x f	FRACCION FINA ENSAYADA SECA	100.3
K	Factor de conversión en parte fina	1.0

HUMEDAD HIGROSCOPICA		
–	Referencia tara	5
t+s+a	Tara+suelo+agua	267.6
t+s	Tara+suelo	259.7
t	Tara	162.4
s=(t+s)–t	Suelo	97.3
a=(t+s+a)–(t+s)	Agua	7.9
h= a/s x 100	Humedad hig. %	8.1
f= 100/(100+h)	Factor de corrección	0.925

Tamices UNE mm	% retenido g parte fina ensayada	% retenido g muestra total	% que pasa en muestra total
120			
100			
80			
63			
50			
40			
25			
20			
10			
5			
2			100.0
0.40	0.3	0.3	99.7
0.080	2.8	2.8	96.9



EQUIVALENTE DE ARENA

Lectura superficie de arena	A				E.A.
Lectura superficie de arcilla	B				
Equivalente de arena	A/B x 100				

LIMITES DE ATTERBERG

Nº golpes	32	20			
Ref. tara	9	7			
t+s+a	64.70	63.41			
t+s	58.71	56.73			
t	47.40	44.70			
s=(t+s)–t	11.31	12.03			
a=(t+s+a)–(t+s)	5.99	6.68			
w= (a/s) x 100	53.0	55.5			

L.L. 54.3 LIMITE LIQUIDO

Ref. tara	19	6			
t+s+a	49.89	56.88			
t+s	48.07	54.97			
t	40.98	47.44			
s=(t+s)–t	7.09	7.53			
a=(t+s+a)–(t+s)	1.82	1.91			
w= (a/s) x 100	25.7	25.4			

L.P. 25.5 LIMITE PLASTICO

I.P. 28.8 INDICE DE PLASTICIDA

Observaciones:

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS,S.A. LABORATORIO CENTRAL

Operador o responsable:

Jefe de Sección:

LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

OBRA

UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Hoja: A-1 30 de 30
Fecha: 24/10/96
Muestra:
Referencia: 118/96
Informe: 186/96

Procedencia: S-7-7.90-8.27 Fecha de la toma:

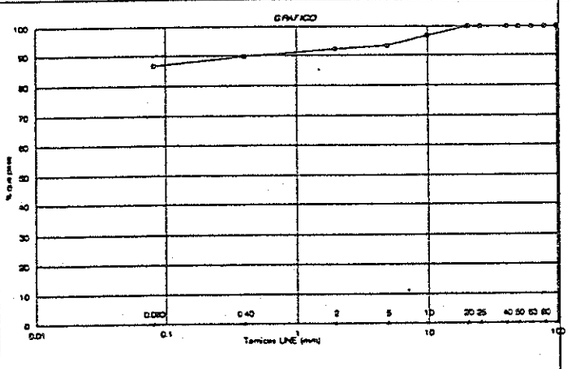
Material: SUELO Cata: Muestra: Ref.Lab.: 118/96

ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO-CALCULO

CALCULOS PREVIOS		
A	Muestra total seca al aire	101.6
B	Gruesos lavados	7.3
A-B	Fracción fina seca al aire	94.3
C=(A-B) x f	Fracción fina seca	85
D= B+C	MUESTRA TOTAL SECA	92
E	Fracción fina ensayada seca al aire	101.6
F= E x f	FRACCION FINA ENSAYADA SECA	91.7
K	Factor de conversión en parte fina	0.9

HUMEDAD HIGROSCOPICA		
-	Referencia tara	20
t+s+a	Tara+suelo+agua	290.8
t+s	Tara+suelo	283.0
t	Tara	211.1
s=(t+s)-t	Suelo	71.9
a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	7.8
h= a/s x 100	Humedad hig. %	10.8
f= 100/(100+h)	Factor de corrección	0.902

Tamices UNE mm	% retenido g parte fina ensayada	% retenido g muestra total	% que pasa en muestra total
120			
100			
80			
63			
50			
40			
25			
20			100.0
10		3.0	96.8
5		3.2	93.3
2		1.1	92.1
0.40	2.5	2.3	89.6
0.080	2.9	2.7	86.7



EQUIVALENTE DE ARENA

Lectura superficie de arena	A				E.A.
Lectura superficie de arcilla	B				
Equivalente de arena	A/B x 100				

LIMITES DE ATTERBERG

Nº golpes	30	20			
Ref. tara	B	0			
t+s+a	57.41	60.23			
t+s	52.03	53.19			
t	42.06	40.89			
s=(t+s)-t	9.97	12.30			
a=(t+s+a)-(t+s)	5.38	7.04			
w= (a/s) x 100	54.0	57.2			

L.L. 55.4 LIMITE LIQUIDO

Ref. tara	K	12			
t+s+a	50.69	55.95			
t+s	48.97	54.21			
t	42.47	47.67			
s=(t+s)-t	6.50	6.54			
a=(t+s+a)-(t+s)	1.72	1.74			
w= (a/s) x 100	26.5	26.6			

L.P. 26.5 LIMITE PLASTICO

I.P. 28.9 INDICE DE PLASTICIDAD

Observaciones:

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS,S.A.
LABORATORIO CENTRAL

Operador responsable:

El Jefe de Sección:

LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

OBRA

UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Hoja: A-1 29 de 30
Fecha: 24/10/96
Muestra:
Referencia: 118/96
Informe: 186/96

Procedencia: S-7 DE 2.00 -2.60 Fecha de la toma:

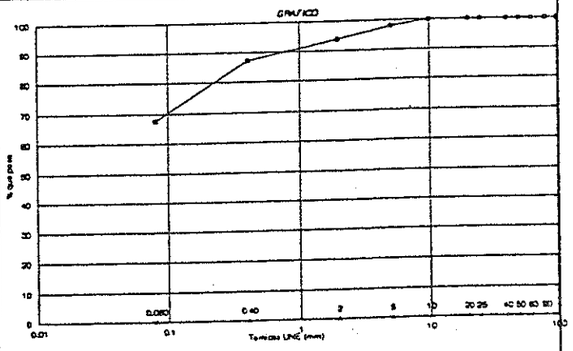
Material: SUELO Cata: Muestra: Ref.Lab.: 118/96

ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO-CALCULO

CALCULOS PREVIOS		
A	Muestra total seca al aire	96.1
B	Gruesos lavados	5.7
A-B	Fracción fina seca al aire	90.4
C=(A-B) x f	Fracción fina seca	88
D= B+C	MUESTRA TOTAL SECA	93
E	Fracción fina ensayada seca al aire	96.1
F= E x f	FRACCION FINA ENSAYADA SECA	93.0
K	Factor de conversión en parte fina	0.9

HUMEDAD HIGROSCOPICA		
-	Referencia tara	11
t+s+a	Tara+suelo+agua	300.2
t+s	Tara+suelo	297.3
t	Tara	209.1
s=(t+s)-t	Suelo	88.2
a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	2.9
h= a/s x 100	Humedad hig. %	3.3
f= 100/(100+h)	Factor de corrección	0.968

Tamices UNE mm	% retenido g parte fina ensayada	% retenido g muestra total	% que pasa en muestra total
120			
100			
80			
63			
50			
40			
25			
20			
10			100.0
5		1.9	98.0
2		3.8	93.9
0.40	6.6	6.2	87.2
0.080	19.3	18.2	67.8



EQUIVALENTE DE ARENA

Lectura superficie de arena	A				E.A.
Lectura superficie de arcilla	B				
Equivalente de arena	A/B x 100				

LIMITES DE ATTERBERG

Nº golpes	28	18			
Ref. tara	4	8			
t+s+a	64.39	65.41			
t+s	59.83	60.64			
t	45.34	46.08			
s=(t+s)-t	14.49	14.56			
a=(t+s+a)-(t+s)	4.56	4.77			
w= (a/s) x 100	31.5	32.8			

L.L. 31.7 LIMITE LIQUIDO

Ref. tara	A	10			
t+s+a	50.10	54.38			
t+s	48.91	53.14			
t	41.47	45.37			
s=(t+s)-t	7.44	7.77			
a=(t+s+a)-(t+s)	1.19	1.24			
w= (a/s) x 100	16.0	16.0			

L.P. 16.0 LIMITE PLASTICO

I.P. 15.7 INDICE DE PLASTICIDAD

Observaciones:

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS,S.A.
LABORATORIO CENTRAL

Operador responsable:

Jefe de Sección:

LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

OBRA

UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Hoja: A-1 30 de 30
Fecha: 24/10/96
Muestra:
Referencia: 118/96
Informe: 186/96

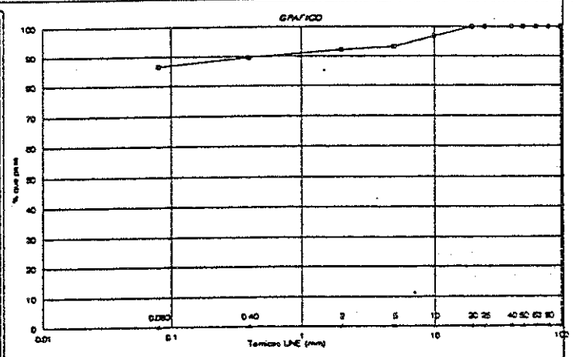
Procedencia: S-7 7.90-8.27 Fecha de la toma:

Material: SUELO Cata: Muestra: Ref.Lab.: 118/96

ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO-CALCULO

CALCULOS PREVIOS			HUMEDAD HIGROSCOPICA		
A	Muestra total seca al aire	101.6	-	Referencia tara	20
B	Gruesos lavados	7.3	t+s+a	Tara+suelo+agua	290.8
A-B	Fracción fina seca al aire	94.3	t+s	Tara+suelo	283.0
C=(A-B) x f	Fracción fina seca	85	t	Tara	211.1
D=B+C	MUESTRA TOTAL SECA	92	s=(t+s)-t	Suelo	71.9
E	Fracción fina ensayada seca al aire	101.6	a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	7.8
F=E x f	FRACCION FINA ENSAYADA SECA	91.7	h= a/s x 100	Humedad hig. %	10.8
K	Factor de conversión en parte fina	0.9	f= 100/(100+h)	Factor de corrección	0.902

Tamices UNE mm	% retenido g parte fina ensayada	% retenido g muestra total	% que pasa en muestra total
120			
100			
80			
63			
50			
40			
25			
20			100.0
10		3.0	96.8
5		3.2	93.3
2		1.1	92.1
0.40	2.5	2.3	89.6
0.080	2.9	2.7	86.7



EQUIVALENTE DE ARENA

Lectura superficie de arena	A				E.A.
Lectura superficie de arcilla	B				
Equivalente de arena	A/B x 100				

LIMITES DE ATTERBERG

Nº golpes	30	20			
Ref. tara	B	0			
t+s+a	57.41	60.23			
t+s	52.03	53.19			
t	42.06	40.89			
s=(t+s)-t	9.97	12.30			
a=(t+s+a)-(t+s)	5.38	7.04			
w= (a/s) x 100	54.0	57.2			L.L. 55.4 LIMITE LIQUIDO

Ref. tara	K	12			
t+s+a	50.69	55.95			
t+s	48.97	54.21			
t	42.47	47.67			
s=(t+s)-t	6.50	6.54			
a=(t+s+a)-(t+s)	1.72	1.74			L.P. 26.5 LIMITE PLASTICO
w= (a/s) x 100	26.5	26.6			

I.P. 28.9 INDICE DE PLASTICIDAD

Observaciones:

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS,S.A.
LABORATORIO CENTRAL

Operador responsable:

El Jefe de Sección:

LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

OBRA

UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Hoja: A-1 29 de 30
Fecha: 24/10/96
Muestra:
Referencia: 118/96
Informe: 186/96

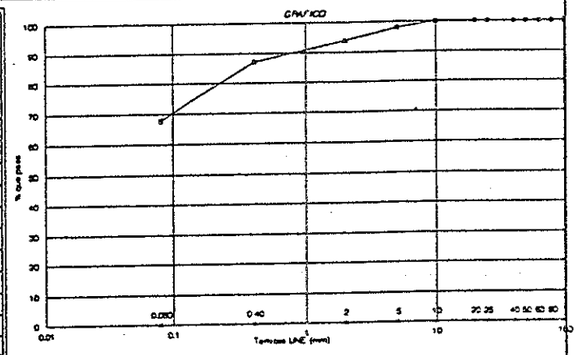
Procedencia: S-7 DE 2.00 -2.60 Fecha de la toma:

Material: SUELO Cata: Muestra: Ref.Lab.: 118/96

ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO-CALCULO

CALCULOS PREVIOS			HUMEDAD HIGROSCOPICA		
A	Muestra total seca al aire	96.1	-	Referencia tara	11
B	Gruesos lavados	5.7	t+s+a	Tara+suelo+agua	300.2
A-B	Fracción fina seca al aire	90.4	t+s	Tara+suelo	297.3
C=(A-B) x f	Fracción fina seca	88	t	Tara	209.1
D=B+C	MUESTRA TOTAL SECA	93	s=(t+s)-t	Suelo	88.2
E	Fracción fina ensayada seca al aire	96.1	a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	2.9
F=E x f	FRACCION FINA ENSAYADA SECA	93.0	h= a/s x 100	Humedad hig. %	3.3
K	Factor de conversión en parte fina	0.9	f= 100/(100+h)	Factor de corrección	0.968

Tamices UNE mm	% retenido g parte fina ensayada	% retenido g muestra total	% que pasa en muestra total
120			
100			
80			
63			
50			
40			
25			
20			
10			100.0
5		1.9	98.0
2		3.8	93.9
0.40	6.6	6.2	87.2
0.080	19.3	18.2	67.8



EQUIVALENTE DE ARENA

Lectura superficie de arena	A				E.A.
Lectura superficie de arcilla	B				
Equivalente de arena	A/B x 100				

LIMITES DE ATTERBERG

Nº golpes	28	18			
Ref. tara	4	8			
t+s+a	64.39	65.41			
t+s	59.83	60.64			
t	45.34	46.08			
s=(t+s)-t	14.49	14.56			
a=(t+s+a)-(t+s)	4.56	4.77			L.L. 31.7 LIMITE LIQUIDO
w= (a/s) x 100	31.5	32.8			

Ref. tara	A	10			
t+s+a	50.10	54.38			
t+s	48.91	53.14			
t	41.47	45.37			
s=(t+s)-t	7.44	7.77			
a=(t+s+a)-(t+s)	1.19	1.24			L.P. 16.0 LIMITE PLASTICO
w= (a/s) x 100	16.0	16.0			

I.P. 15.7 INDICE DE PLASTICIDAD

Observaciones:

LABORATORIO C...L

Operador responsable:

El Jefe de Sección:

ANEJO Nº2

ENSAYOS MECÁNICOS

FCC FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.
LABORATORIO CENTRAL

ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL DE UN SUELO EN EDÓMETRO UNE 103.405

DATOS DE LA PROBETA:

MUESTRA Nº	SONDEO 2 DE 4,00 A 4,60
TIPO DE MUESTRA	INALTERADA
DENSIDAD SECA (Tm/m3)	1.472
HUMEDAD INICIAL %	27.1
HUMEDAD FINAL %	24.4
ALTURA EDÓMETRO EN mm	20
ÍNDICE DE POROS INICIAL	0.84
PESO ESPECÍFICO (Tm/m3)	2.705
GRADO DE SATURACIÓN INICIAL %	87.4

OBSERVACIONES:

OPERADOR O RESPONSABLE

JEFE DE SECCIÓN

FCC FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.
LABORATORIO CENTRAL

LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

OBRA

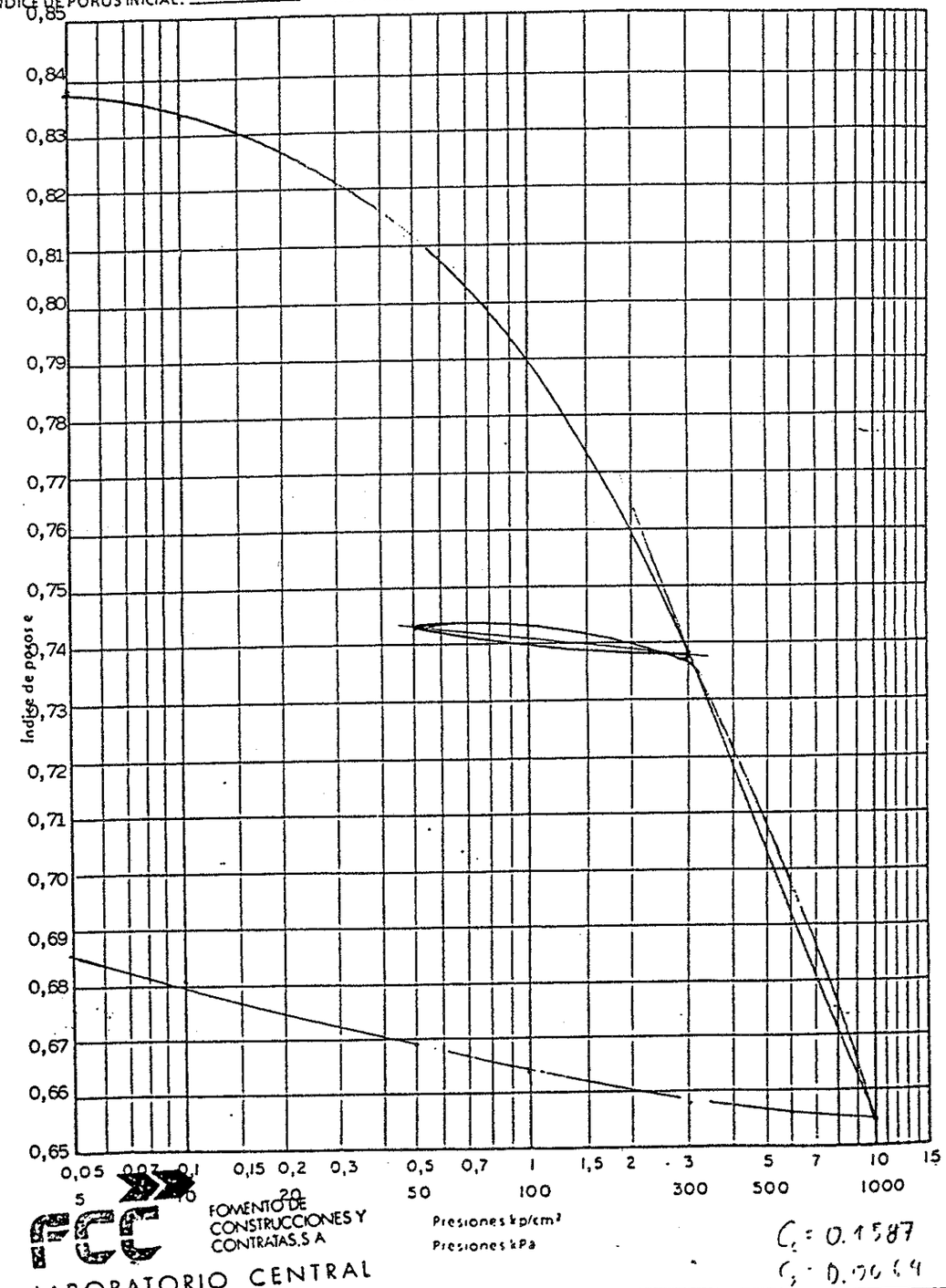
UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Hoja: A-2 5 de 73
Fecha: 6-11-96
Muestra:
Referencia: 118/96
Informe: 186/96

SONDEO 2 4,00 a 4,60

DENSIDAD SECA INICIAL: 1,472 HUMEDAD INICIAL: 27,1 DENSIDAD RELATIVA DE LAS PARTÍCULAS: 2,705

ÍNDICE DE POROS INICIAL: 0,84 HUMEDAD FINAL: 24,4



$C_c = 0.1587$

$C_s = 0.0614$

LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

OBRA

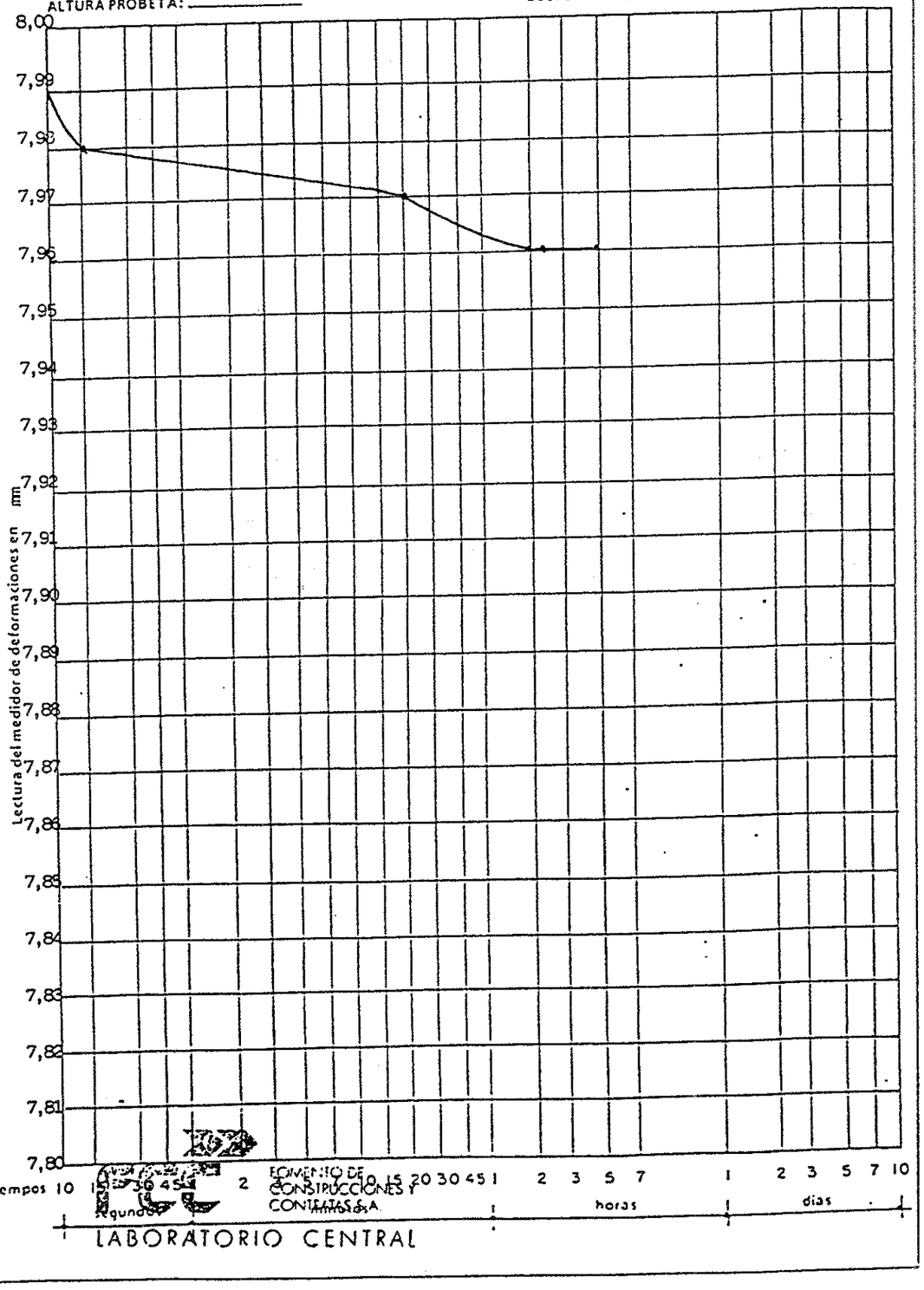
UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Hoja: A-2 6 de 73
Fecha: 6-11-96
Muestra:
Referencia: 118/96
Informe: 186/96

SONDEO 2 4,00 a 4,60

DIÁMETRO PROBETA: 50 mm
ALTURA PROBETA: 20 mm

INTERVALO DE PRESIONES ENTRE: 0,05-0,1 kg/cm²
LECTURA INICIAL MEDIDOR: 8,00



LABORATORIO CENTRAL

LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

OBRA

UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Hoja: A-2 7 de 73
Fecha: 6-11-96
Muestra: 118/96
Referencia: 186/96
Informe:

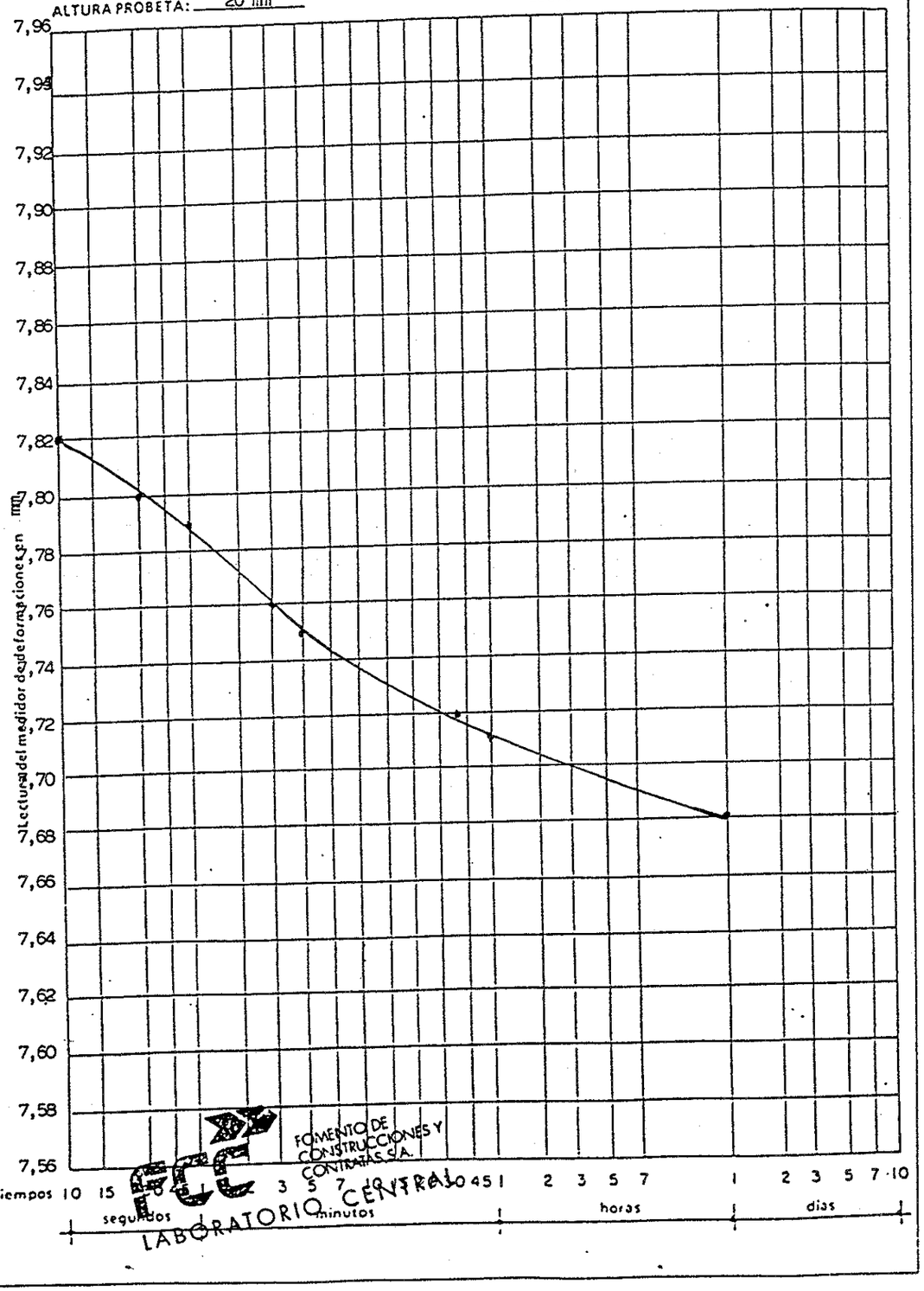
SONDEO 2 4,00 a 4,60

DIÁMETRO PROBETA: 50 mm

ALTURA PROBETA: 20 mm

INTERVALO DE PRESIONES ENTRE: 0,1-0,5 kg/cm²

LECTURA INICIAL MEDIDOR: 7,96



FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS S.A.

LABORATORIO CENTRAL

LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

OBRA

UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Fecha: 6-11-96
Muestra: 118/96
Referencia: 186/96
Informe:

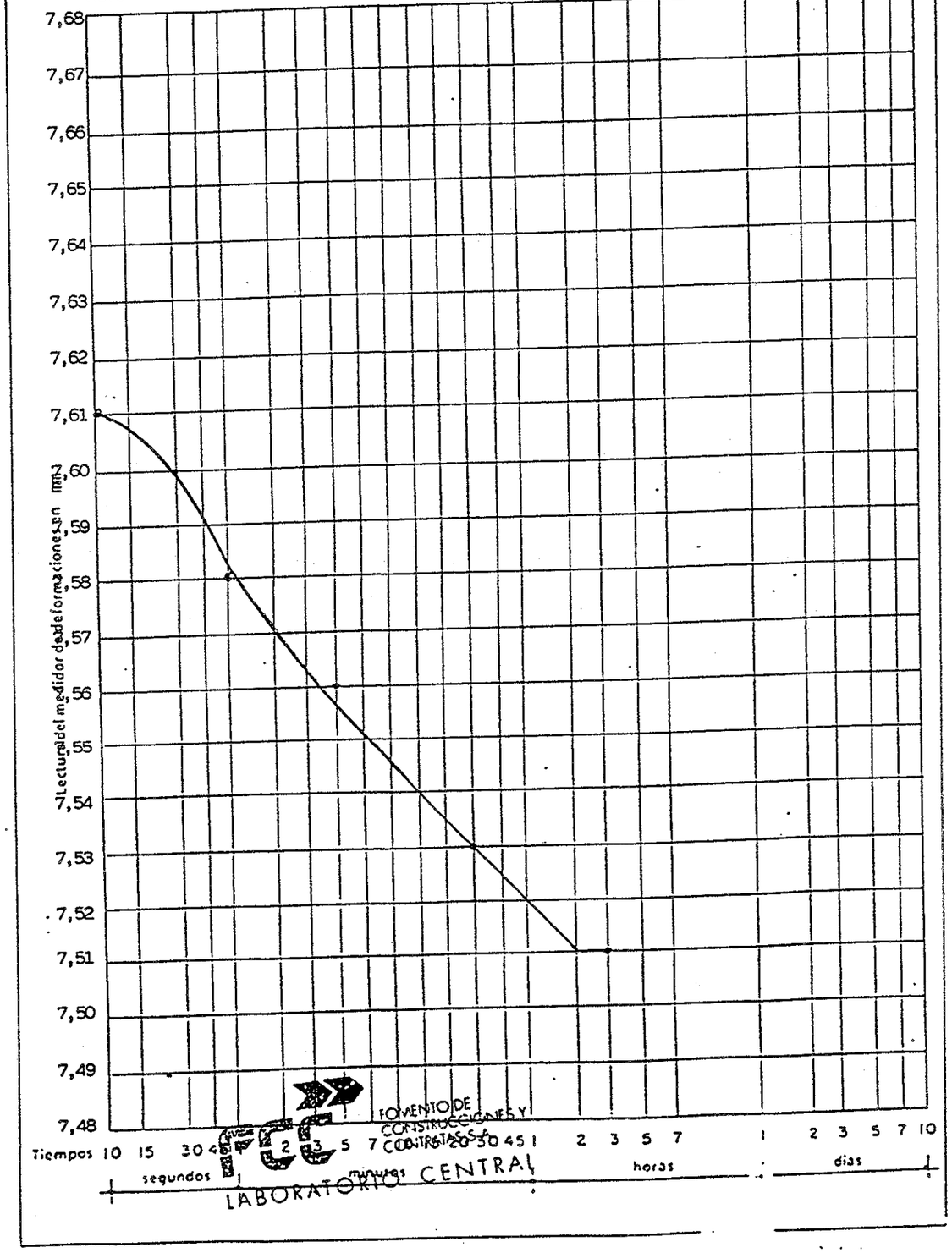
SONDEO 2 4,00 a 4,60

DIÁMETRO PROBETA: 50 mm / 20 mm

ALTURA PROBETA:

INTERVALO DE PRESIONES ENTRE: 0,5-1 kg/cm²

LECTURA INICIAL MEDIDOR: 7,68



FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS S.A.

LABORATORIO CENTRAL

LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

OBRA

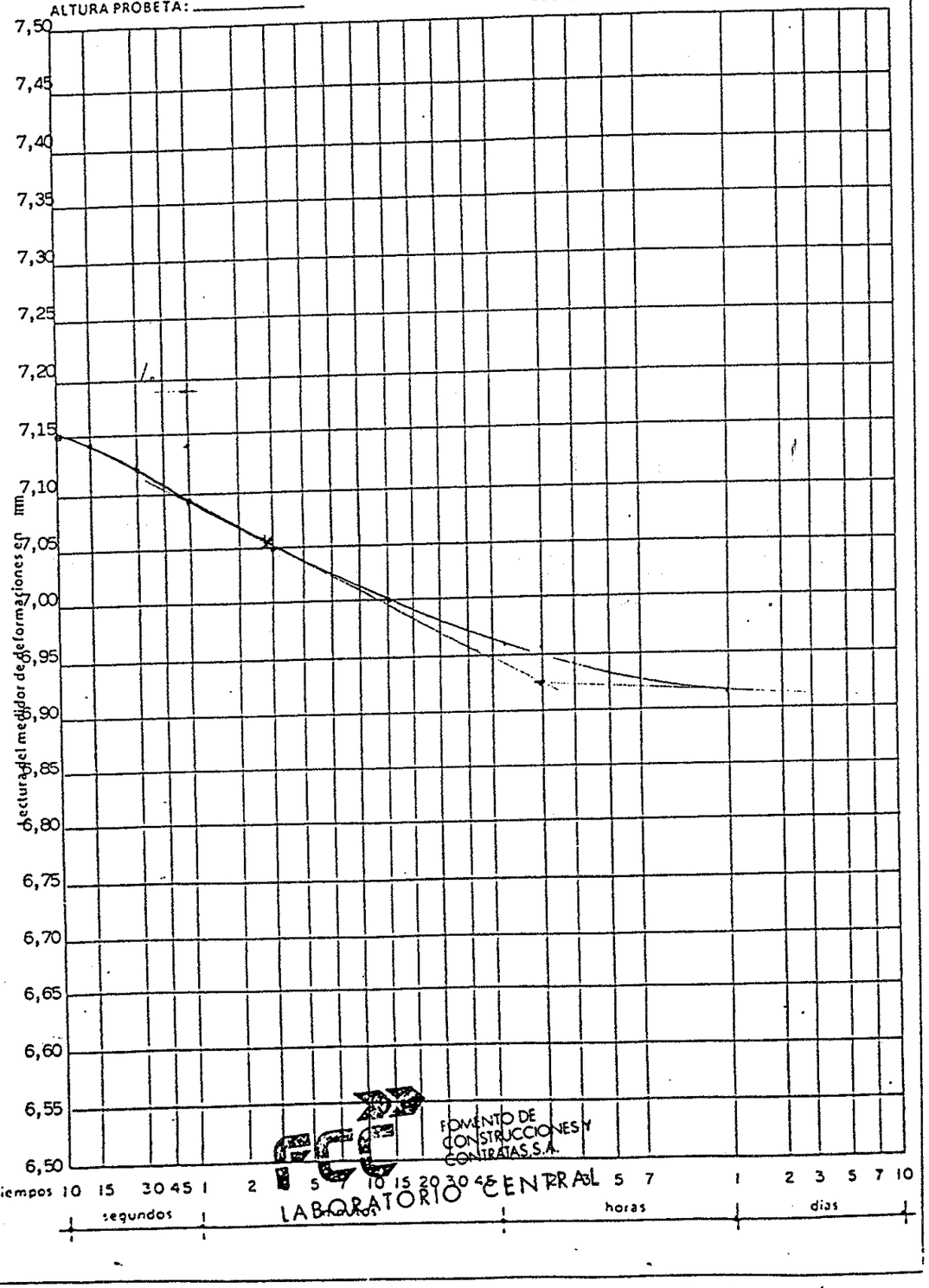
UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Hoja: A-2 9 de 73
Fecha: 6-11-96
Muestra:
Referencia: 118/96
Informe: 186/96

SONDEO 2 4,00 a 4,60

DIÁMETRO PROBETA: 50 mm
ALTURA PROBETA: 20 mm

INTERVALO DE PRESIONES ENTRE: 1-3 kg/cm²
LECTURA INICIAL MEDIDOR: 7,51



LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

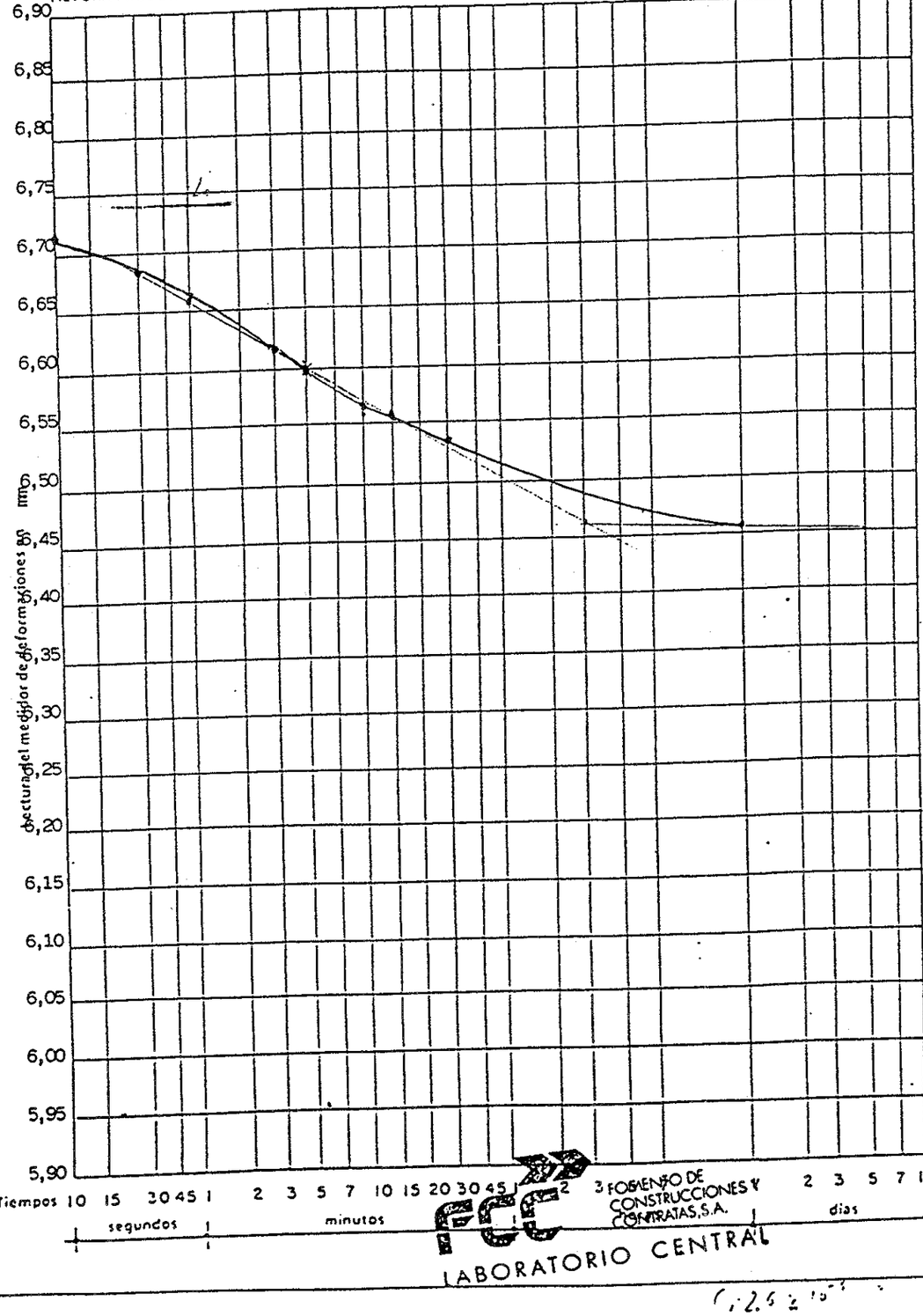
OBRA

UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Hoja: A-2 10 de 73
Fecha: 6-11-96
Muestra: 118/96
Referencia: 186/96
Informe:

DIÁMETRO PROBETA: 50 mm
ALTURA PROBETA: 20 mm

INTERVALO DE PRESIONES ENTRE: 3-6 kg/cm²
LECTURA INICIAL MEDIDOR: 6,90



LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

OBRA

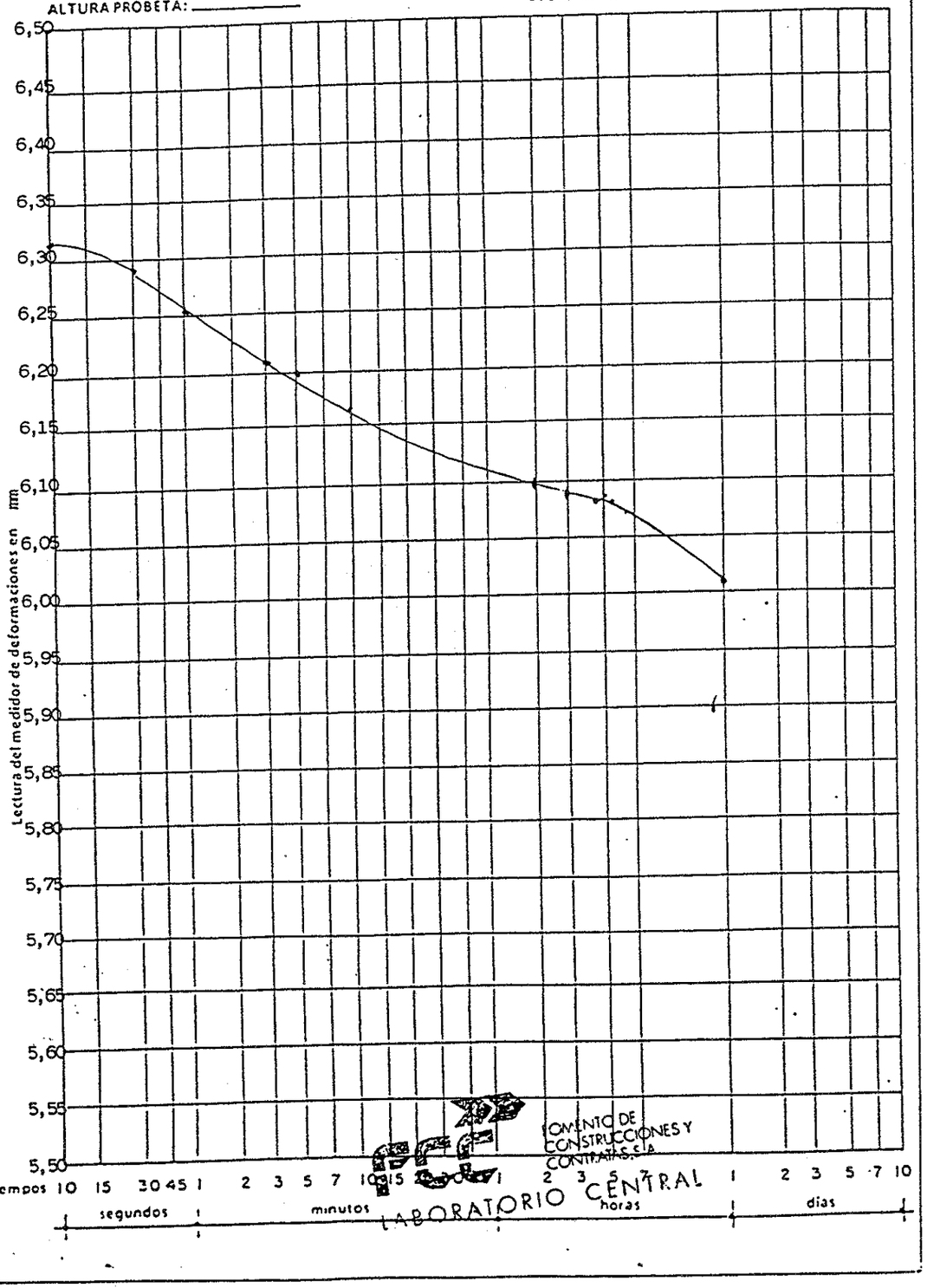
UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Hoja: A-2 11 de 73
Fecha: 6-11-96
Muestra:
Referencia: 118/96
Informe: 186/96

SONDEO 2 4,00 a 4,60

DIÁMETRO PROBETA: 50 mm
ALTURA PROBETA: 20 mm

INTERVALO DE PRESIONES ENTRE: 6-10 kg/cm^2
LECTURA INICIAL MEDIDOR: 6,46



FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS S.A.
LABORATORIO CENTRAL

LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

OBRA

UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Hoja: A-2 12 de 73
Fecha: 6/11/96
Muestra:
Referencia: 118/96
Informe: 186/96

ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL DE UN SUELO EN EDÓMETRO UNE 103.405

DATOS DE LA PROBETA:

MUESTRA Nº	SONDEO 2 DE 9.50 A 10.10
TIPO DE MUESTRA	INALTERADA
DENSIDAD SECA (Tm/m3)	1.453
HUMEDAD INICIAL %	30.5
HUMEDAD FINAL %	29.5
ALTURA EDÓMETRO EN mm	20
ÍNDICE DE POROS INICIAL	0.89
PESO ESPECÍFICO (Tm/m3)	2.750
GRADO DE SATURACIÓN INICIAL %	93.9

OBSERVACIONES:

OPERADOR O RESPONSABLE

JEFE DE SECCIÓN

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS S.A.
LABORATORIO CENTRAL

LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

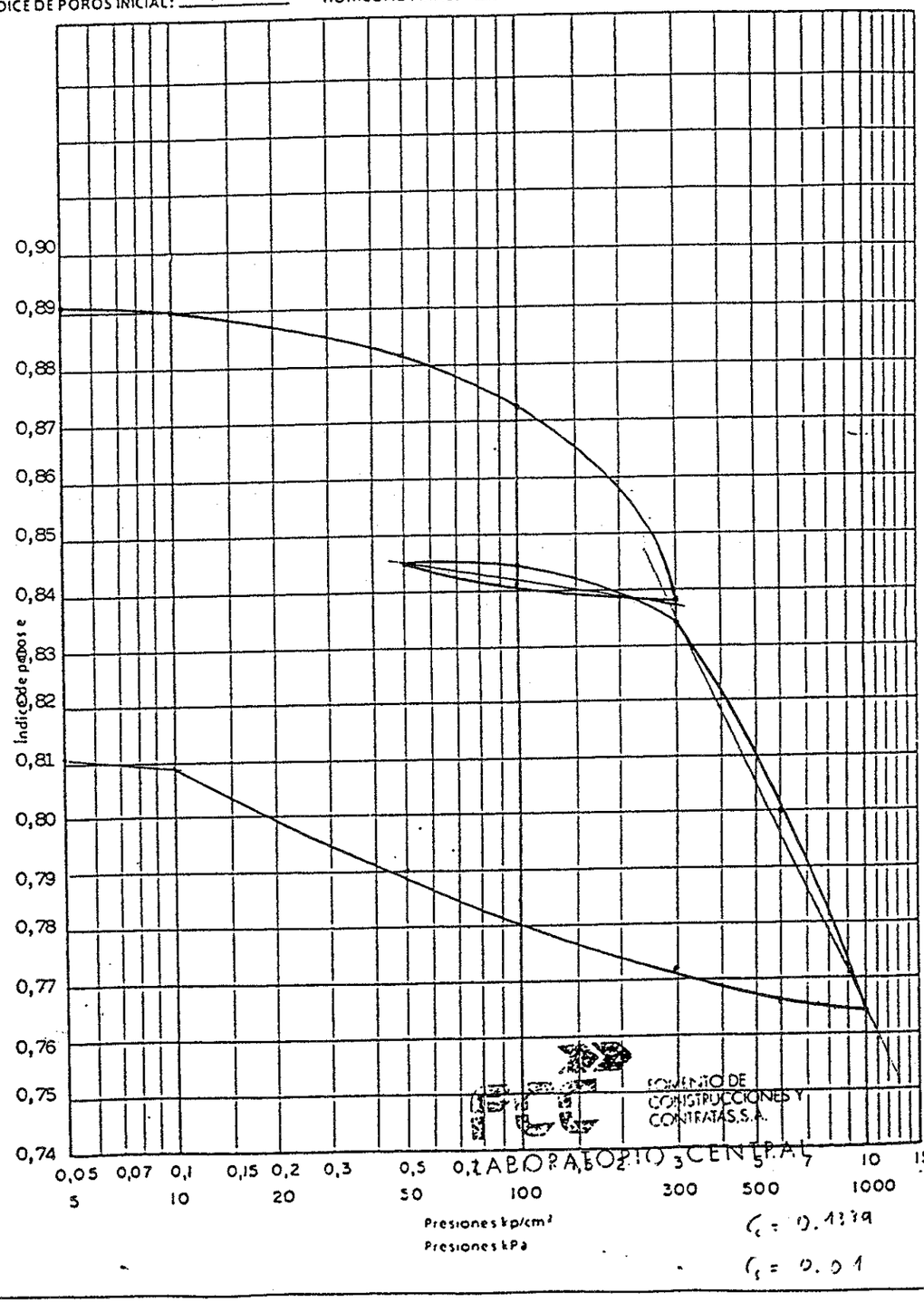
OBRA: UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Hoja: A-2 13 de 73
Fecha: 11-11-96
Muestra:
Referencia: 118/96
Informe: 186/96

SONDEO 2 9,50 a 10,10

DENSIDAD SECA INICIAL: 1,453 HUMEDAD INICIAL: 30,5 DENSIDAD RELATIVA DE LAS PARTÍCULAS: 2,750

ÍNDICE DE POROS INICIAL: 0,89 HUMEDAD FINAL: 29,5



$C_c = 0.139$

$C_s = 0.01$

LABORATORIO CENTRAL

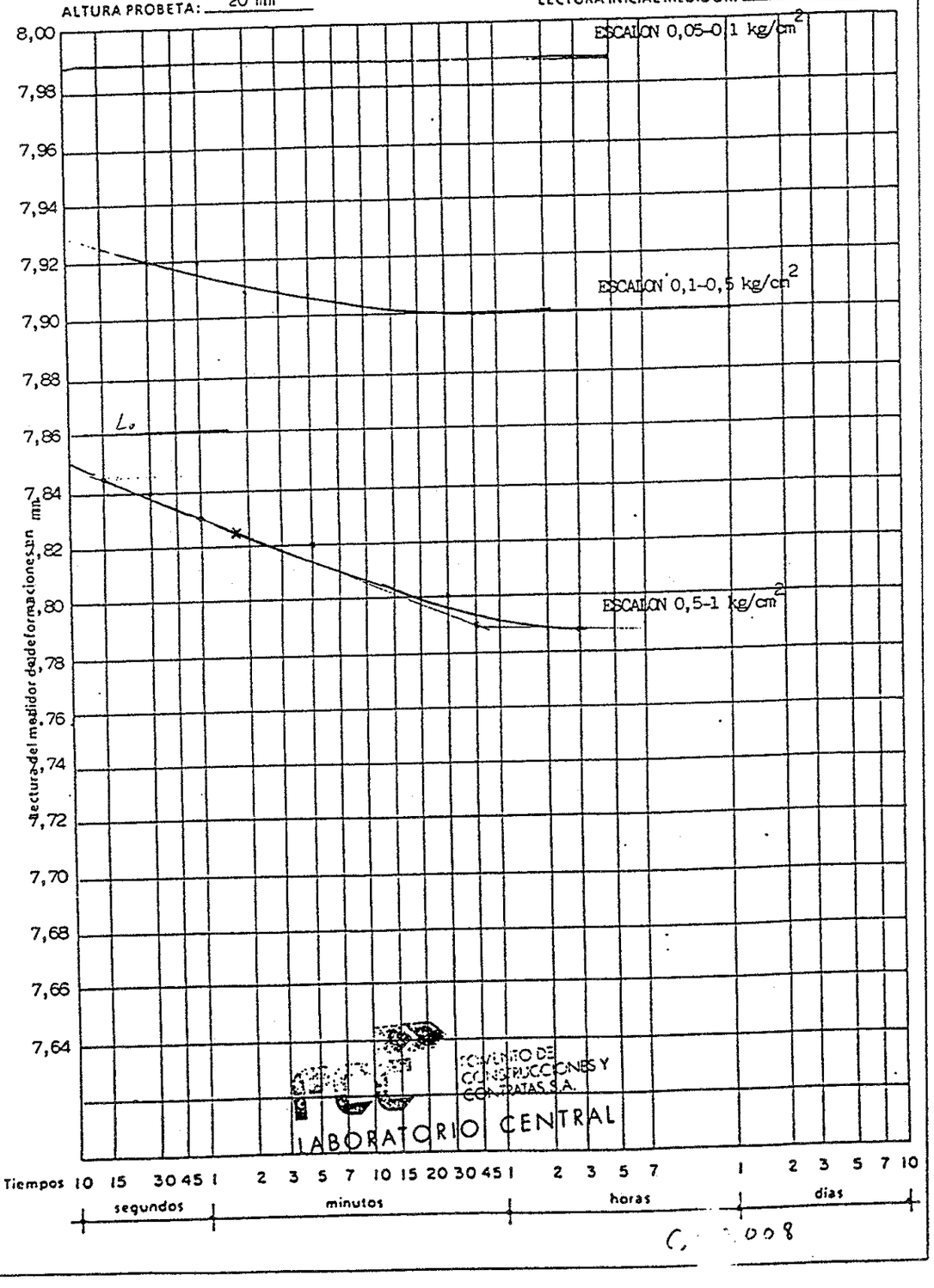
FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

OBRA: UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Hoja: A-2 14 de 73
Fecha: 11-11-96
Muestra:
Referencia: 118/96
Informe: 186/96

SONDEO 2 9,50 a 10,10

DIÁMETRO PROBETA: 50 mm
ALTURA PROBETA: 20 mm
INTERVALO DE PRESIONES ENTRE:
LECTURA INICIAL MEDIDOR: 8,00



$C_c = 0.008$

LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

OBRA

UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Hoja: A-2 15 de 73
Fecha: 11-11-96
Muestra:
Referencia: 118/96
Informe: 186/96

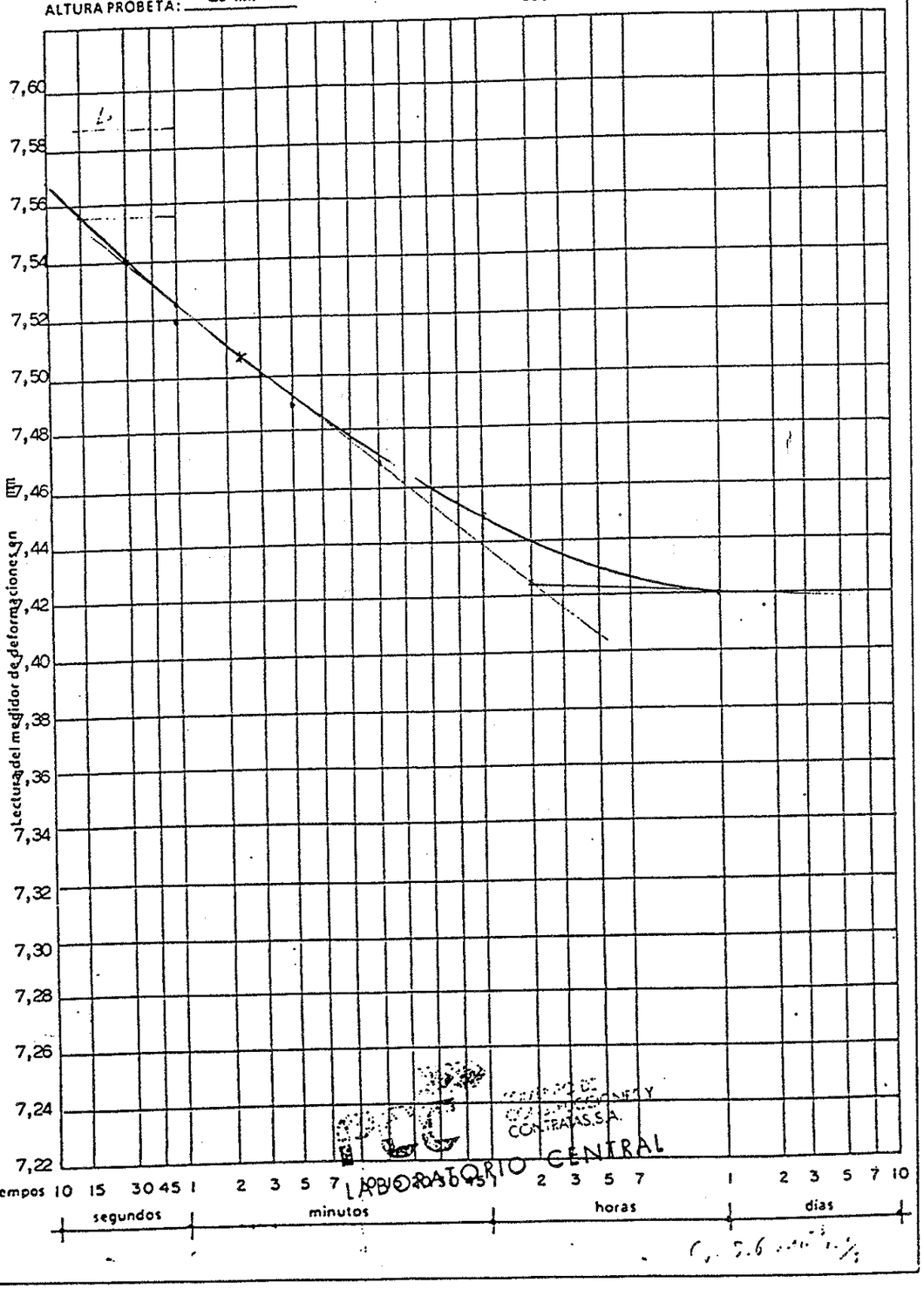
SONDEO 2 9,50 a 10,10

DIÁMETRO PROBETA: 50 mm

ALTURA PROBETA: 20 mm

INTERVALO DE PRESIONES ENTRE: 1-3 kg/cm²

LECTURA INICIAL MEDIDOR: 7,79



C_v 5.6 ... cm^2/s

LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

OBRA

UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Hoja: A-2 16 de 73
Fecha: 11-11-96
Muestra:
Referencia: 118/96
Informe: 186/96

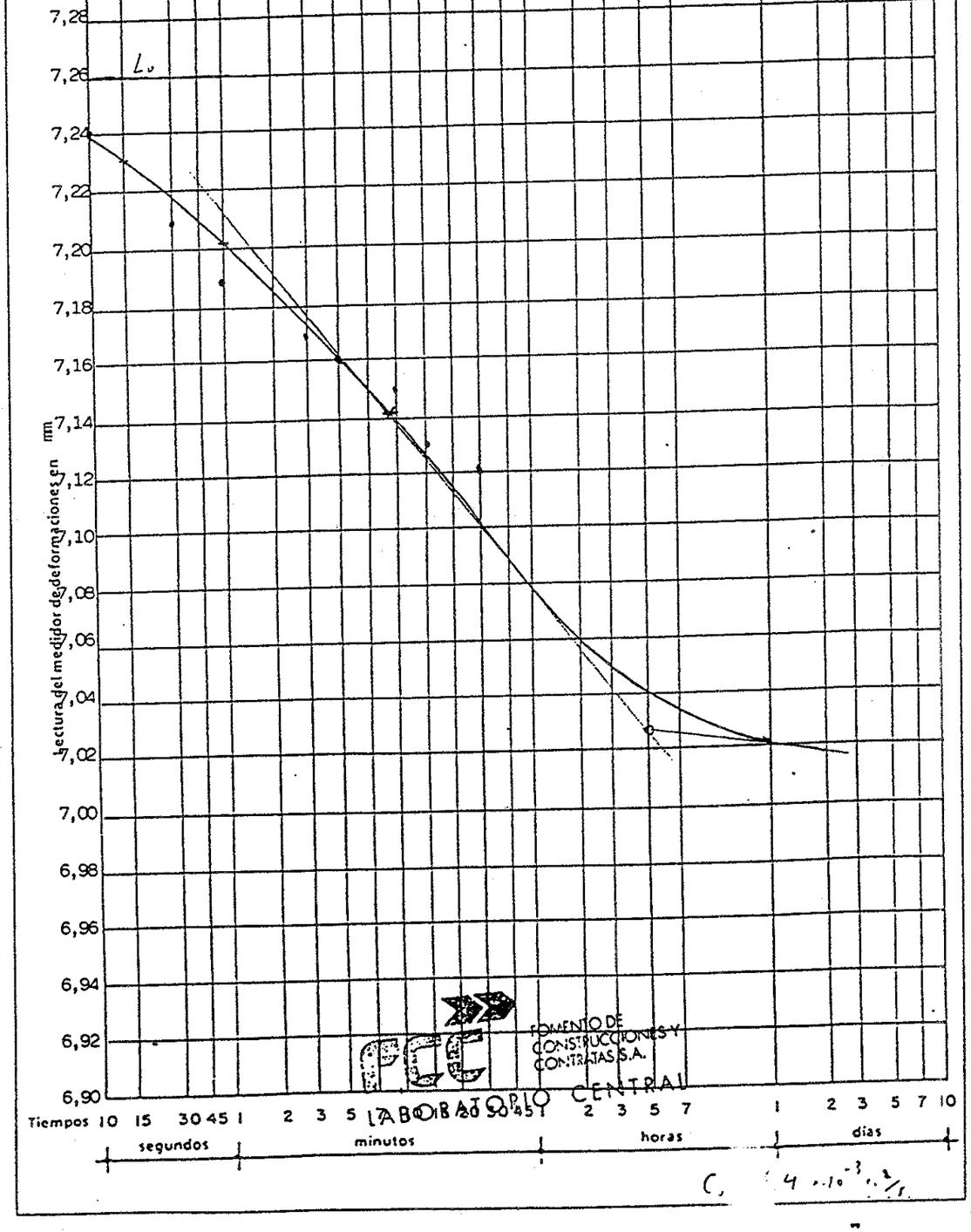
SONDEO 2 9,50 a 10,10

DIÁMETRO PROBETA: 50 mm

ALTURA PROBETA: 20 mm

INTERVALO DE PRESIONES ENTRE: 3-6 kg/cm²

LECTURA INICIAL MEDIDOR: 7,38



C_v 4 ... cm^2/s

LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

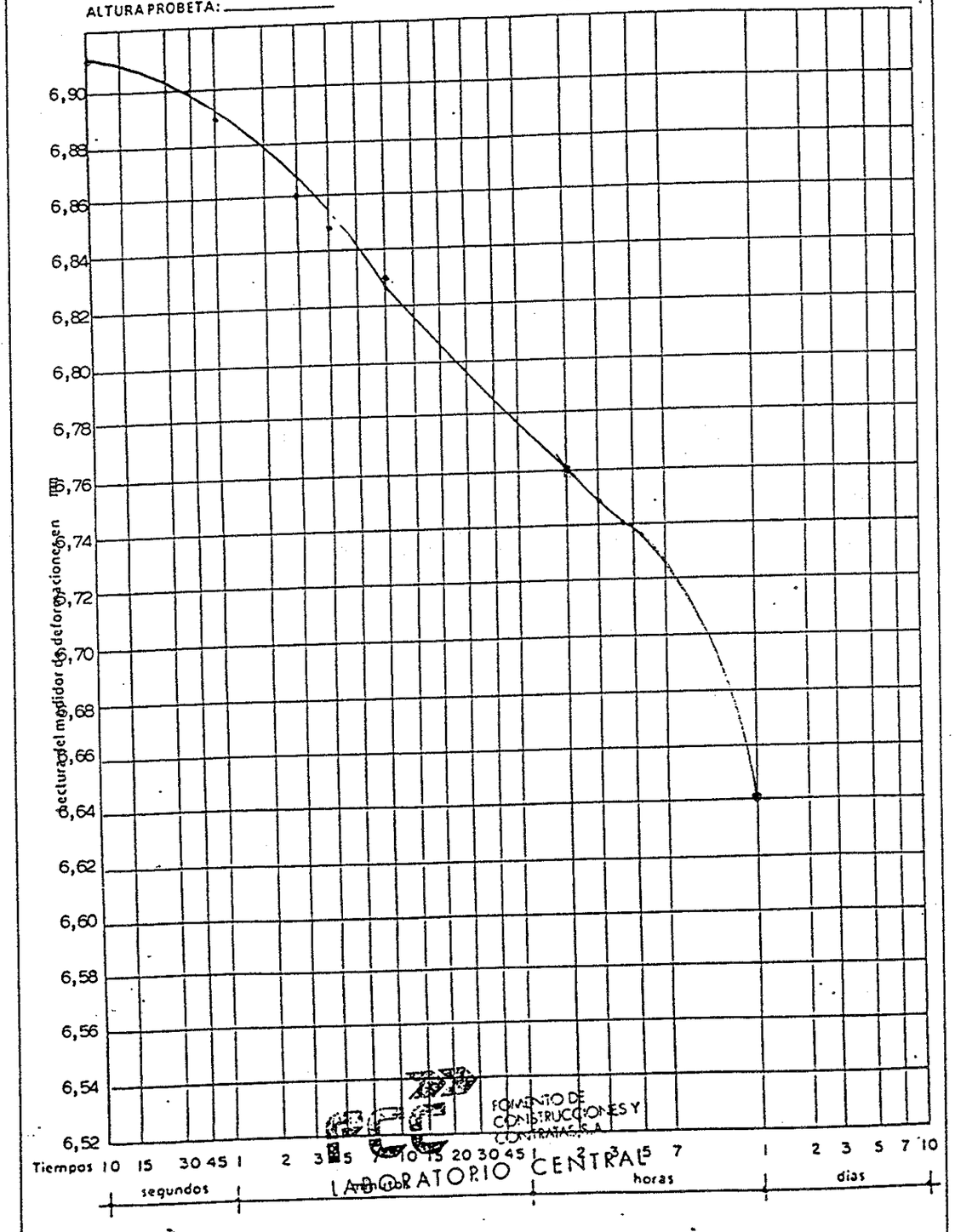
OBRA: UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Hoja: A-2 17 de 73
Fecha: 11-11-96
Muestra:
Referencia: 118/96
Informe: 186/96

SONDEO 2 9,50 a 10,10

DIÁMETRO PROBETA: 50 mm
ALTURA PROBETA: 20 mm

INTERVALO DE PRESIONES ENTRE: 6-10 kg/cm2
LECTURA INICIAL MEDIDOR: 7,02



LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

OBRA: UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Hoja: A-2 18 de 73
Fecha: 6/11/96
Muestra:
Referencia: 118/96
Informe: 186/96

ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL DE UN SUELO EN EDÓMETRO UNE 103.405

DATOS DE LA PROBETA:

MUESTRA Nº	SONDEO 4 DE 2.00 A 2.60
TIPO DE MUESTRA	INALTERADA
DENSIDAD SECA (Tm/m3)	1.678
HUMEDAD INICIAL %	20.0
HUMEDAD FINAL %	18.8
ALTURA EDÓMETRO EN mm	20
ÍNDICE DE POROS INICIAL	0.63
PESO ESPECÍFICO (Tm/m3)	2.727
GRADO DE SATURACIÓN INICIAL %	87.2

OBSERVACIONES:

OPERADOR O RESPONSABLE

JEFE DE SECCIÓN

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.
LABORATORIO CENTRAL

LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

OBRA

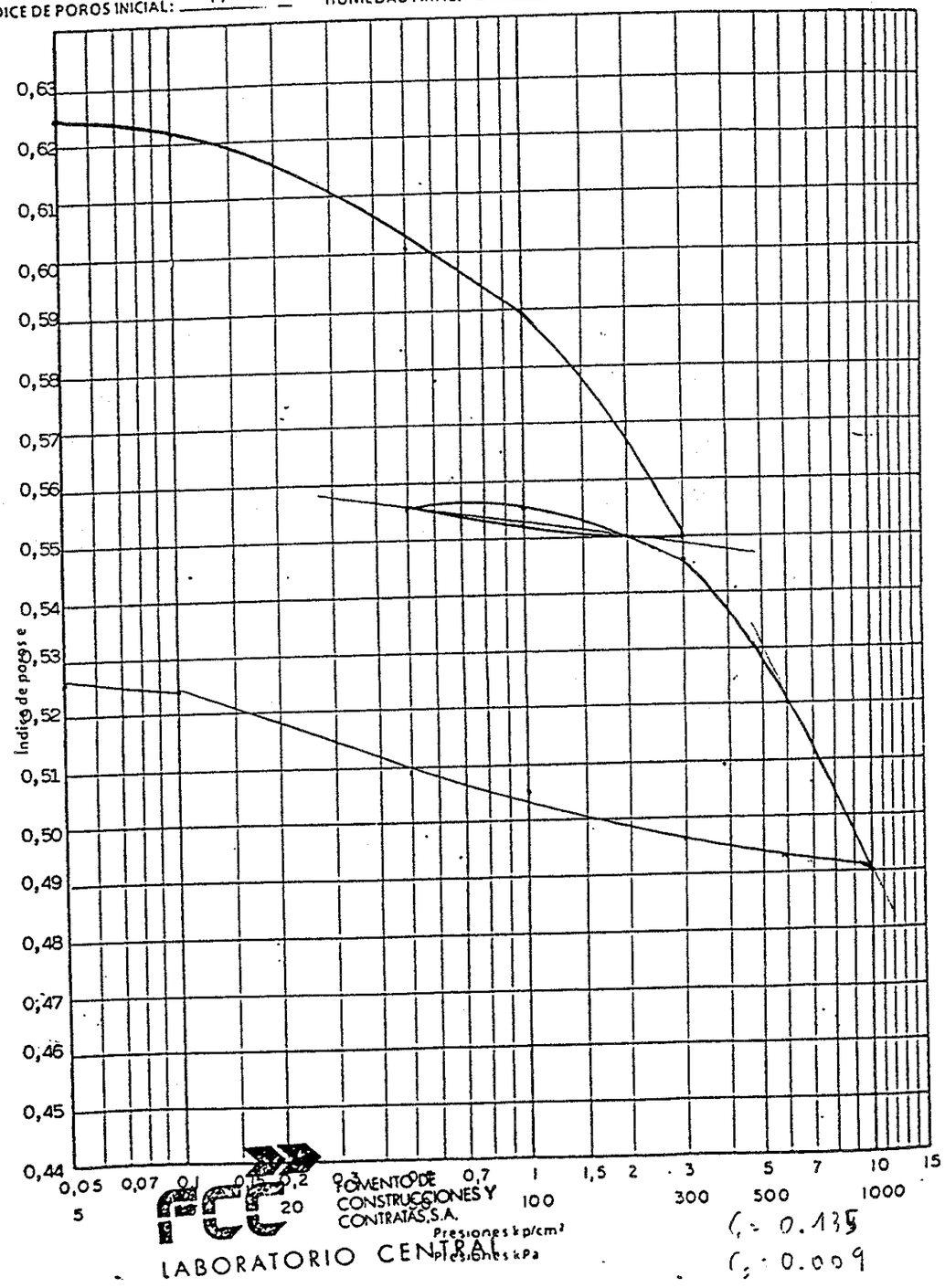
UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Hoja: A-2 19 de 73
Fecha: 11-11-96
Muestra:
Referencia: 118/96
Informe: ~~186/96~~

SONDEO 4 2,00 a 2,60

DENSIDAD SECA INICIAL: 1,678 HUMEDAD INICIAL: 20,0 DENSIDAD RELATIVA DE LAS PARTÍCULAS: 2,727

ÍNDICE DE POROS INICIAL: 0,625 HUMEDAD FINAL: 18,8



$C_c = 0.135$

$C_v = 0.009$

LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

OBRA

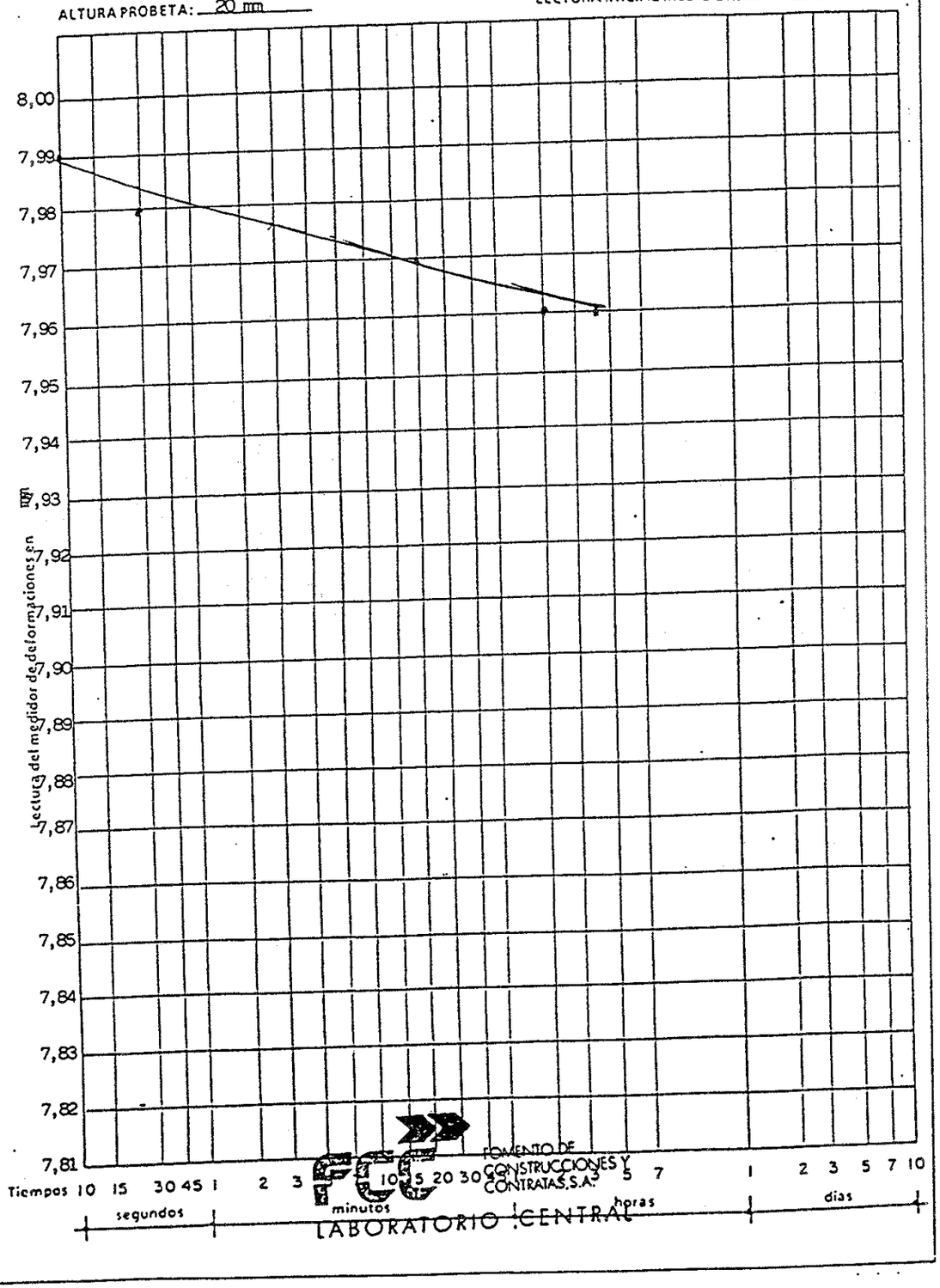
UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Hoja: A-2 20 de 73
Fecha: ~~11-11-96~~
Muestra: ~~110/96~~
Referencia: ~~185/96~~

SONDEO 4 2,00 a 2,60

DIÁMETRO PROBETA: 50 mm
ALTURA PROBETA: 20 mm

INTERVALO DE PRESIONES ENTRE: 0,05-0,1 kg
LECTURA INICIAL MEDIDOR: 8,00



LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

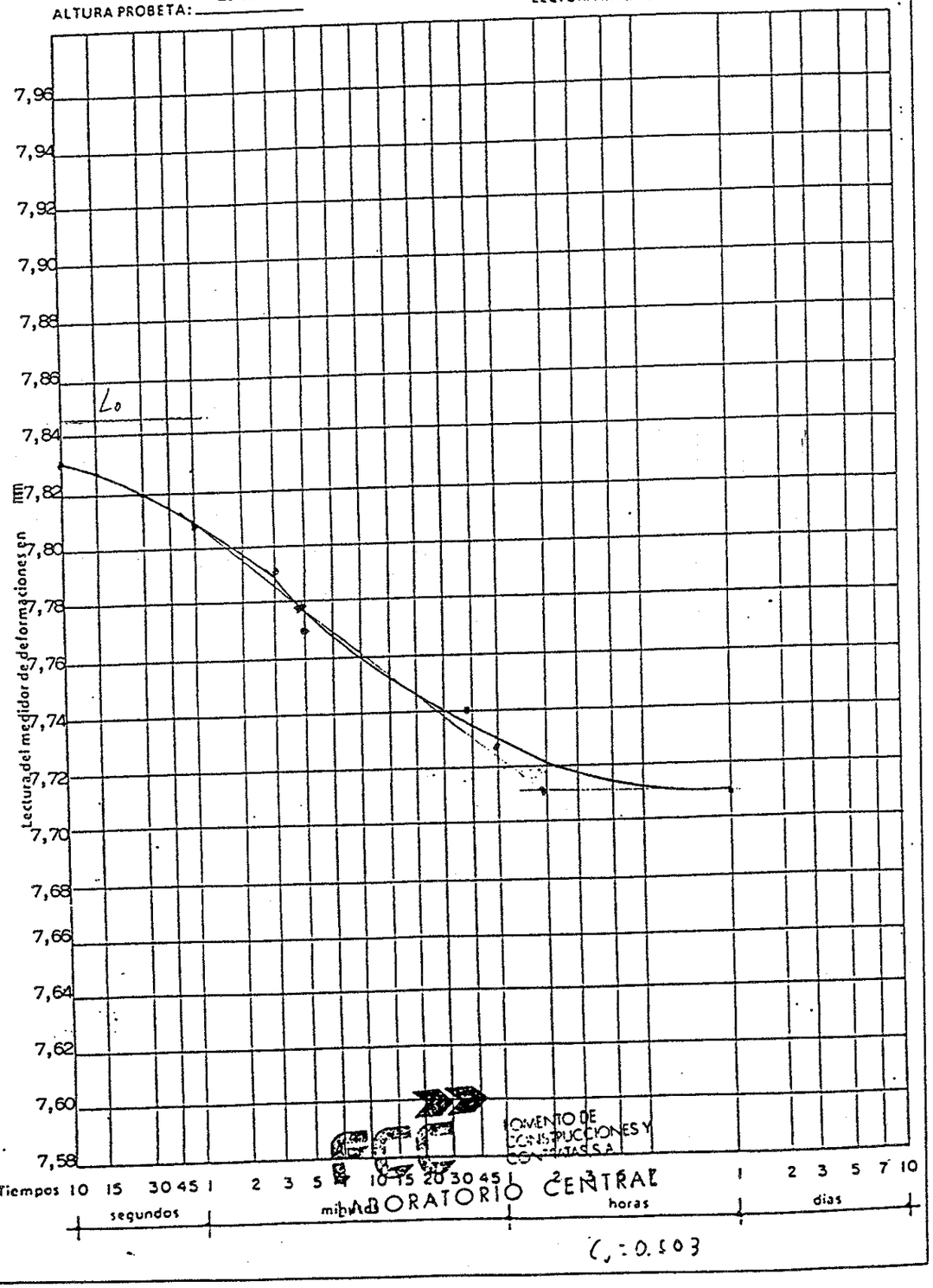
OBRA: UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Hoja: A-2 21 de 73
Fecha: 11-11-96
Muestra:
Referencia: 118/96
Informe: 186/96

SONDEO 4 2,00 a 2,60

DIÁMETRO PROBETA: 50 mm
ALTURA PROBETA: 20 mm

INTERVALO DE PRESIONES ENTRE: 0,1-0,5 kg/cm²
LECTURA INICIAL MEDIDOR: 7,96



$C_v = 0.503$

LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

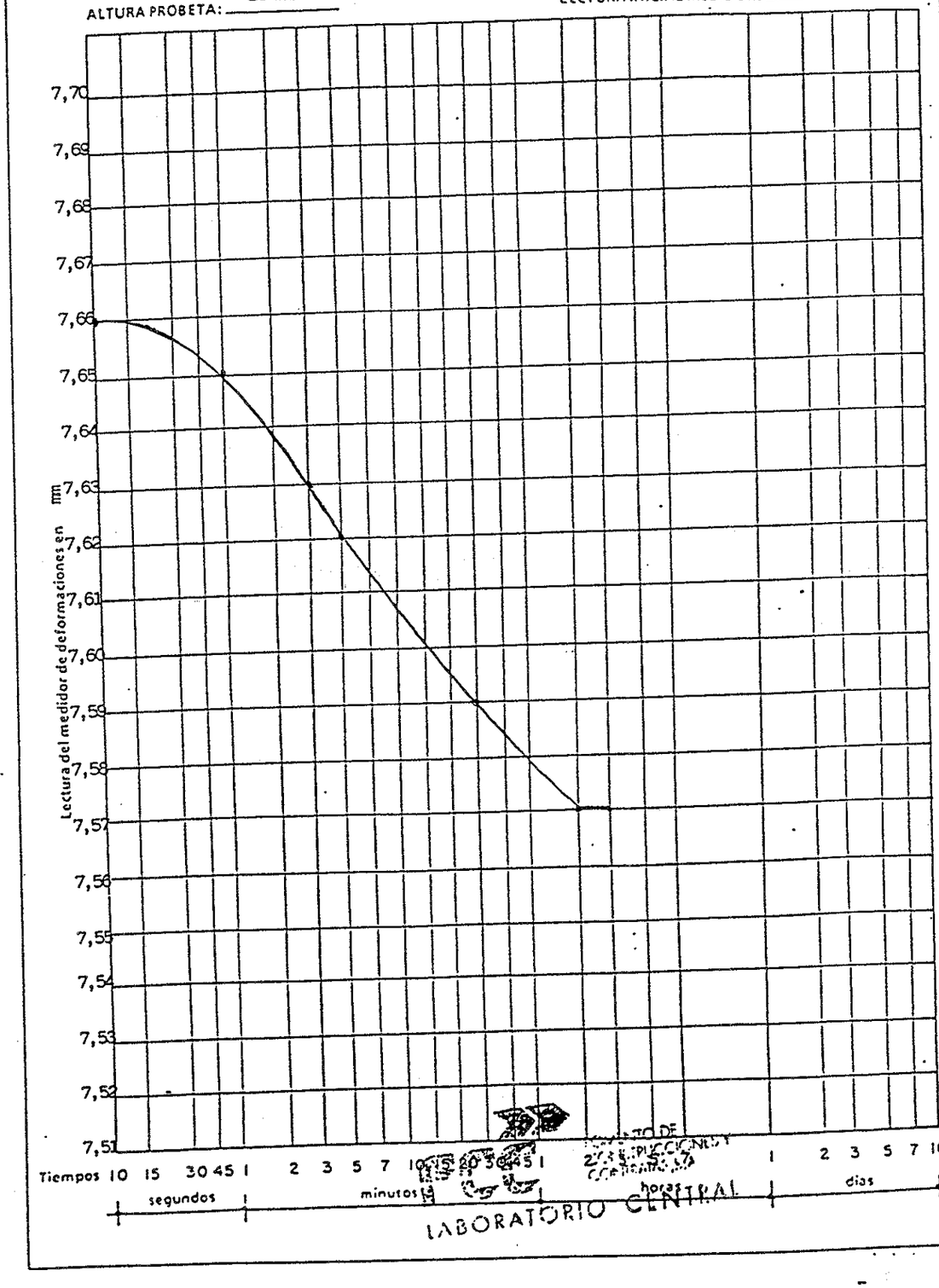
OBRA: UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Hoja: A-2 22 de 73
Fecha: 11-11-96
Muestra:
Referencia: 118/96
Informe: 186/96

SONDEO 4 2,00 a 2,60

DIÁMETRO PROBETA: 50 mm
ALTURA PROBETA: 20 mm

INTERVALO DE PRESIONES ENTRE: 0,5-1 kg/cm²
LECTURA INICIAL MEDIDOR: 7,71



LABORATORIO CENTRAL

FCC FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

OBRA

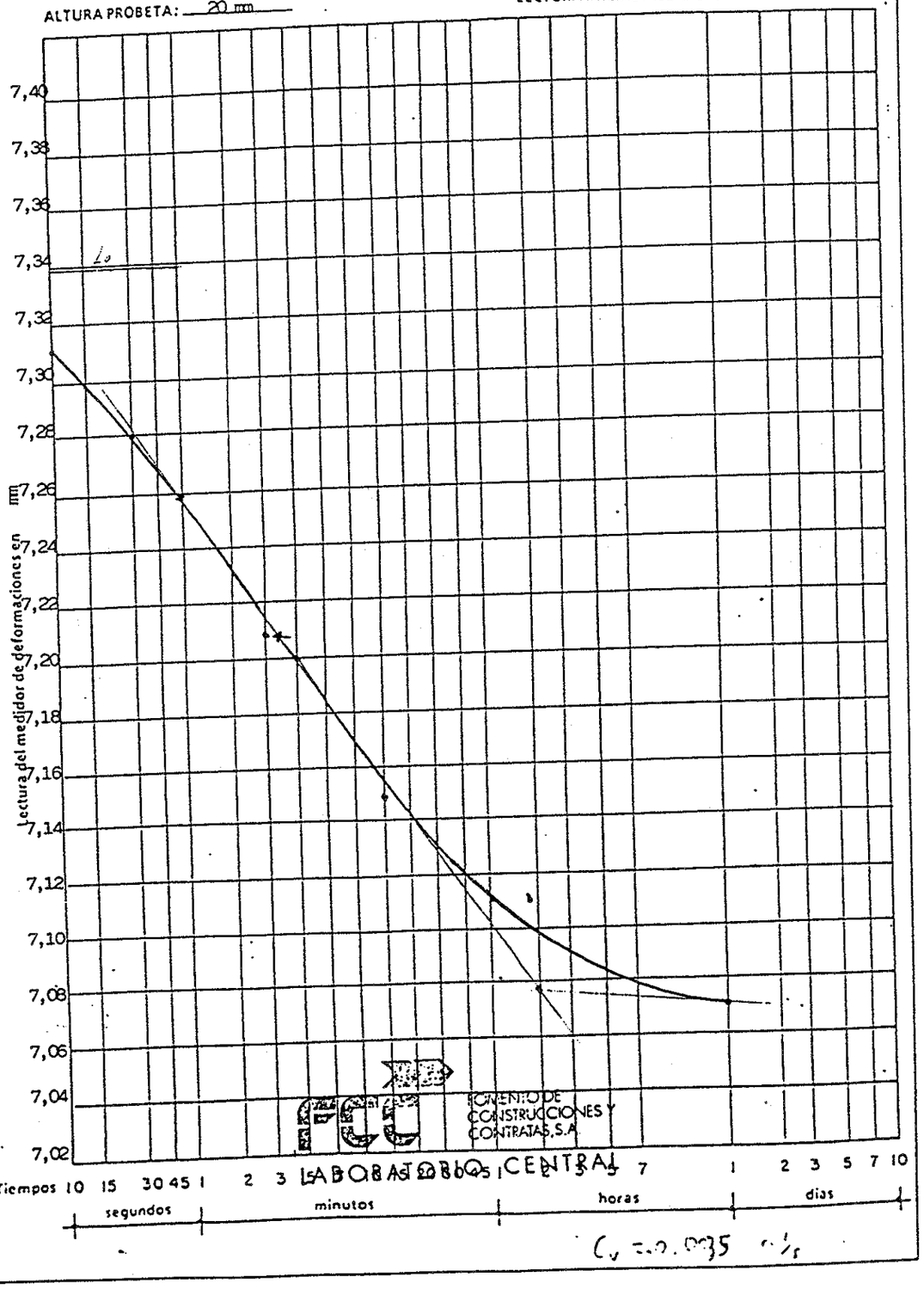
UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Hoja: A-2 23 de 73
Fecha: 11-11-96
Muestra: 118/96
Referencia: 118/96
Informe: 186/96

SONDEO 4 2,00 a 2,60

DIÁMETRO PROBETA: 50 mm
ALTURA PROBETA: 20 mm

INTERVALO DE PRESIONES ENTRE: 1-3 kg/cm2
LECTURA INICIAL MEDIDOR: 7,57



Cv = 0,0035 cm²/s

LABORATORIO CENTRAL

FCC FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

OBRA

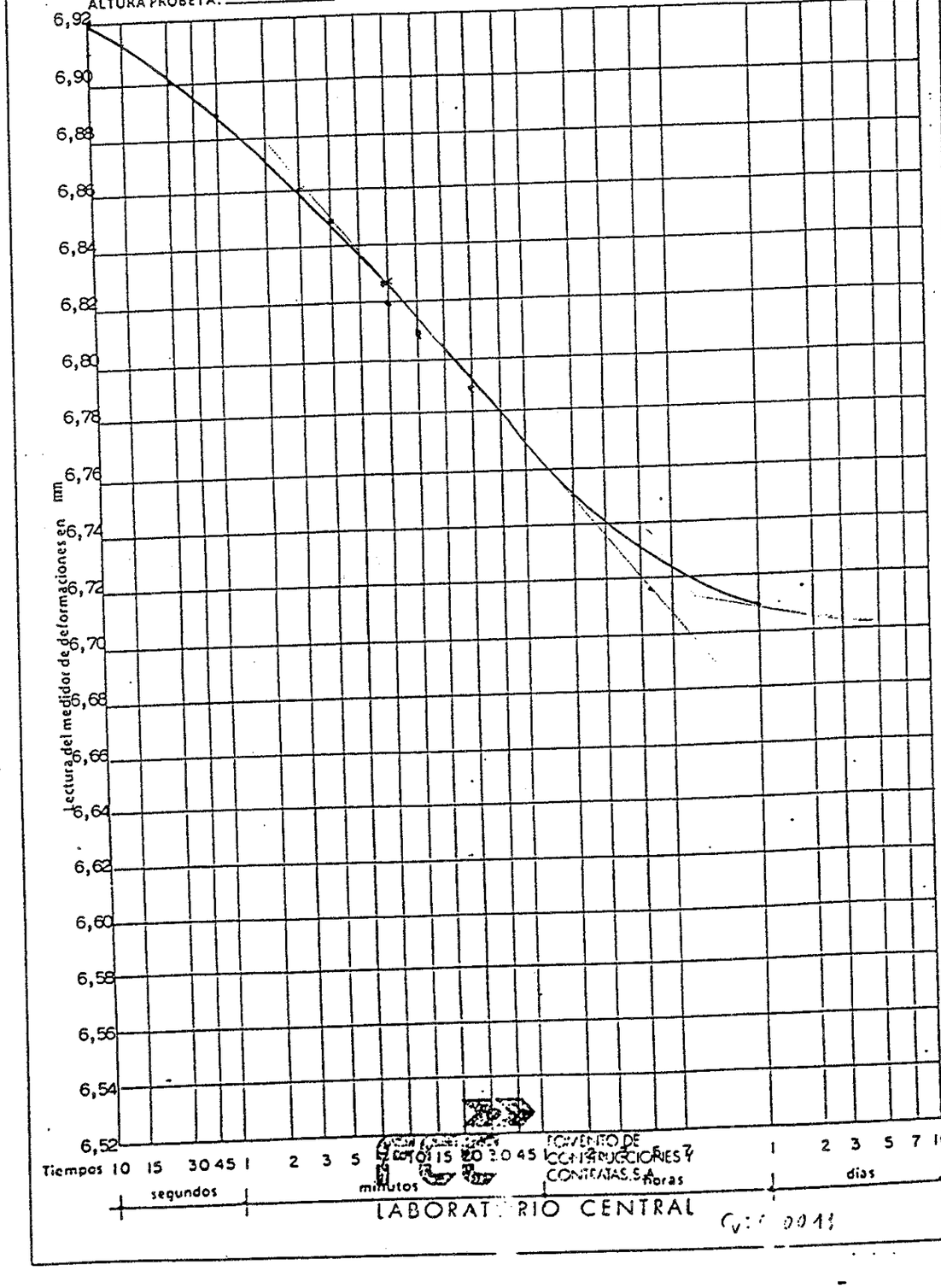
UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Hoja: A-2 11-11-96
Fecha: 11-11-96
Muestra: 118/96
Referencia: 118/96
Informe: 186/96

SONDEO 4 2,00 a 2,60

DIÁMETRO PROBETA: 50 mm
ALTURA PROBETA: 20 mm

INTERVALO DE PRESIONES ENTRE: 3-6 kg/cm2
LECTURA INICIAL MEDIDOR: 7,03



Cv = 0,001

LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

OBRA

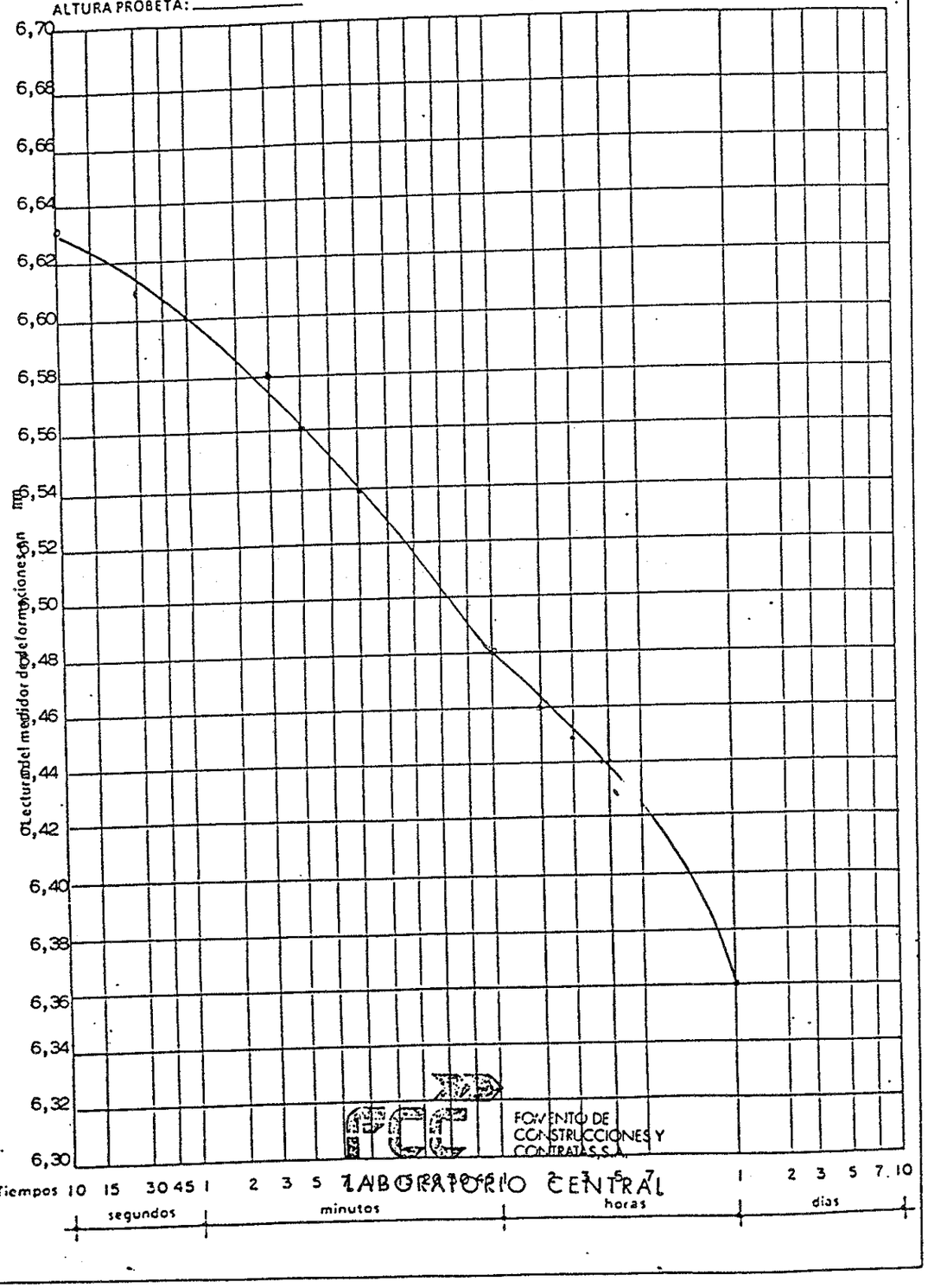
UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Hoja: A-2 23 de 73
Fecha: 11-11-96
Muestra:
Referencia: 118/96
Informe: 186/96

SONDEO 4 2,00 a 2,60

DIÁMETRO PROBETA: 50 mm
ALTURA PROBETA: 20 mm

INTERVALO DE PRESIONES ENTRE: 6-10 kg
LECTURA INICIAL MEDIDOR: 6,71



FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.
LABORATORIO CENTRAL

LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

OBRA

UTE CALATAYUD TRAMO 1-A

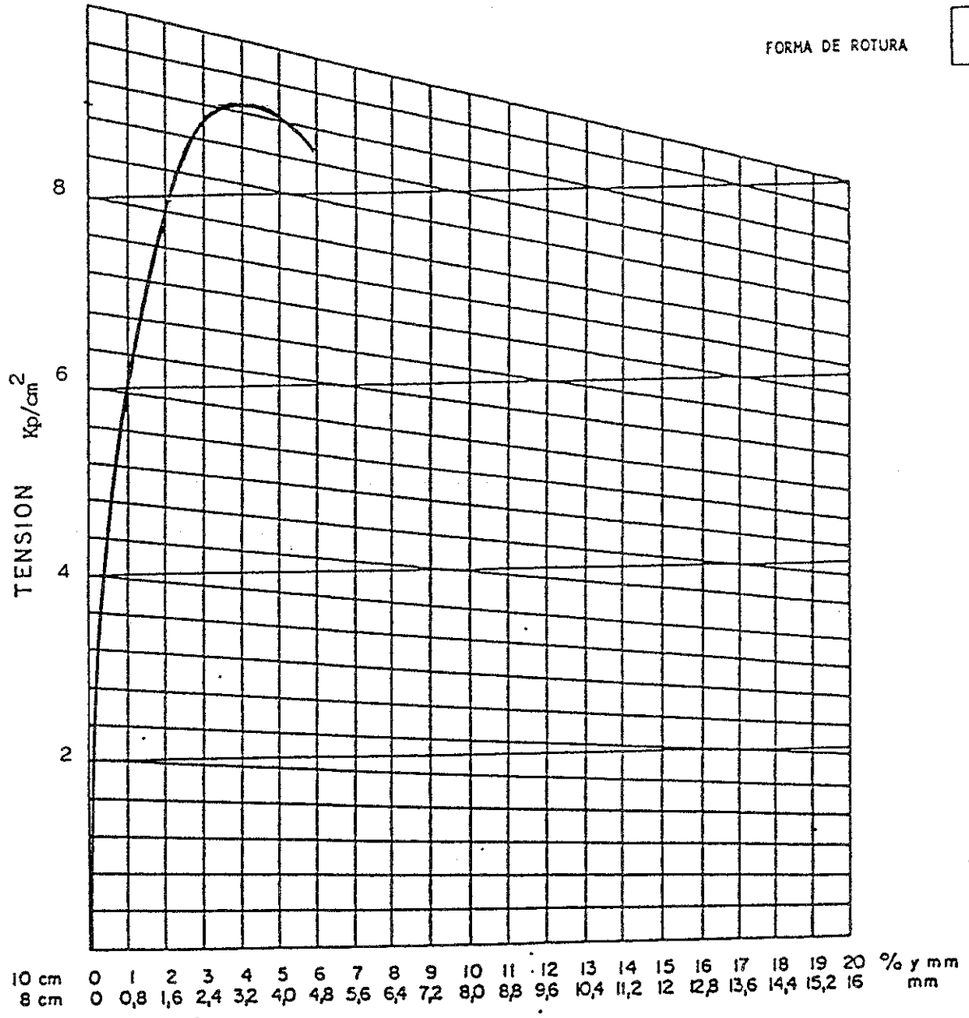
Hoja: A-2 3 de 73
Fecha: 25-10-96
Muestra:
Referencia: 118/96
Informe: 186/96

ENSAYO DE ROTURA A COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS DE SUELO (UNE 103.400)

MUESTRA: S-4 de 8,44 a 8,70 DIÁMETRO: 73 mm ALTURA: 144,9 mm

DENSIDAD SECA: 1,58 HUMEDAD %: 22,6 RESISTENCIA qu: 9,2 % DEFORMACIÓN: 3,0

FORMA DE ROTURA



OBSEVACIONES:

OPERADOR O RESPONSABLE

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.
LABORATORIO CENTRAL
JEFE SECCION

LABORATORIO CENTRAL

FCC — FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

OBRA

UTE CALATAYUD TRAMO 1-A

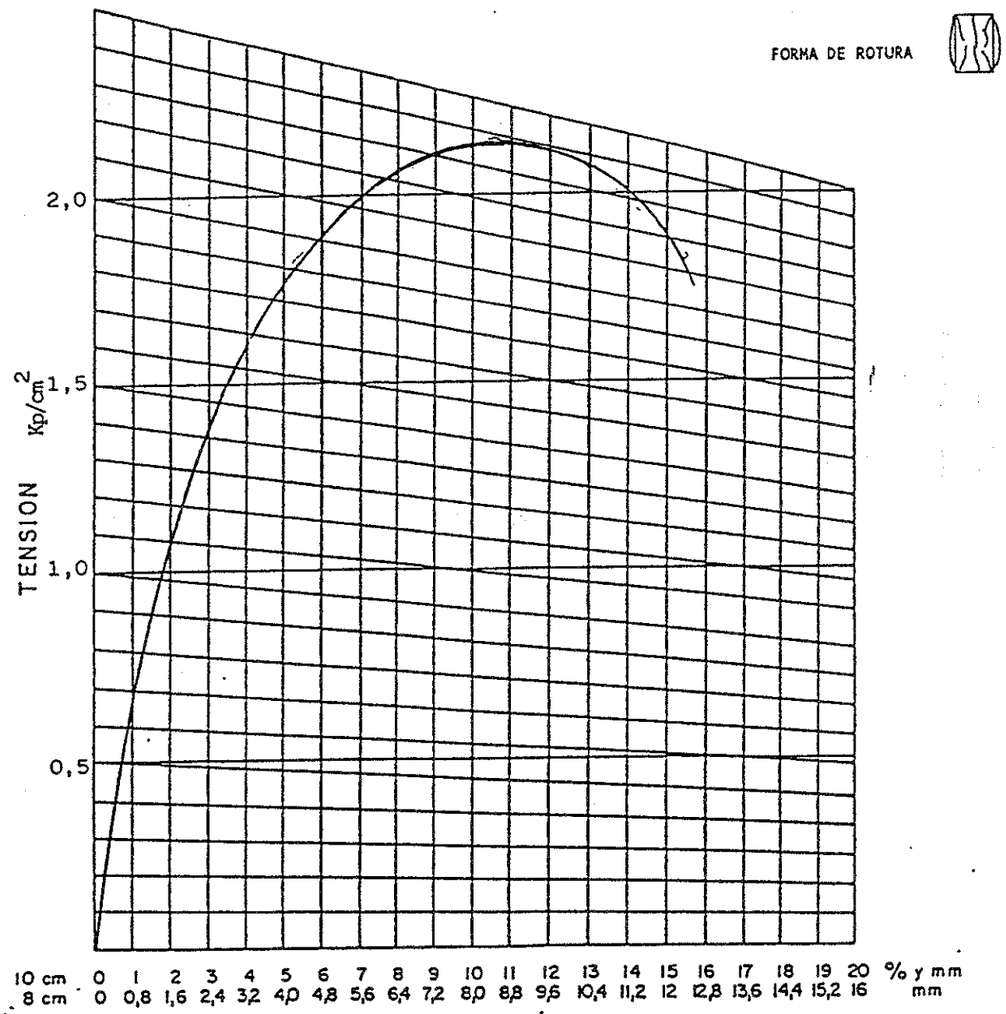
Hoja: A-2 2 de 73
Fecha: 25-10-96
Muestra:
Referencia: 118/96
Informe: 186/96

ENSAYO DE ROTURA A COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS DE SUELO (UNE 103.400)

MUESTRA: S-3 de 9,20 a 9,46 DIÁMETRO: 73,9 mm ALTURA: 99 mm

DENSIDAD SECA: 1,46 HUMEDAD %: 30,0 RESISTENCIA qu: 2,2 kp/cm² DEFORMACIÓN: 8,8

FORMA DE ROTURA



DEFORMACION

OBSEVACIONES:

OPERADOR O RESPONSABLE

FCC FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A. LABORATORIO CENTRAL

JEFE DE SECCIÓN

GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

ENCARGO Nº.: 1125/96 INF: S-350/96-2

DENOMINACION : U.T.E. CALATAYUD

MUESTRA Nº.: 22.351

REFERENCIA MUESTRA: Sondeo 3 de 2.0 a 2.6 m.

TIPO MUESTRA: Inalterada PK. 2+190

EQUIVALENTE DE ARENA :

GRANULOMETRIA (En % que pasa)
==========

Tamices A.S.T.M.	
3/8''	100.0
Nº 4	99.5
Nº 10	99.4
Nº 40	97.7
Nº 200	85.2

LIMITES DE ATTERBERG:
==========

Limite líquido :	33
Limite plástico :	17
Indice de plasticidad:	16

DENSIDAD SECA (TN/M3) : 1.68

HUMEDAD NATURAL % : 22.0

CLASIFICACIONES:
==========

Casagrande :	CL-2
H.R.B.	A-6
INDICE DE GRUPO :	10

TIPO DE SUELO Arcilla de plasticidad media

OBSERVACIONES :

se han empleado tamices ASTM para poder clasificar geotécnicamente las muestras.

ENCARGO N°. : 1125/96 INF: S-350/96-2

DENOMINACION : U.T.E. CALATAYUD

ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

MUESTRA N°.: 22.351

REFERENCIA MUESTRA: Sondeo 3 de 2.0 a 2.6 m.

TIPO MUESTRA: Inalterada PK+2190

Probeta N°.	I	II	III
Densidad seca (Tm./M3)	1.68	1.68	1.68
Humedad inicial en %	22.3	22.0	21.7
Humedad final en %	21.9	22.4	23.3
Velocidad ensayo (Min./1% Def.)	25	25	25
$\sigma 3$ (Kg.Cm².)	9.0	7.5	6.5
Deformación en rotura (%)	18.0	15.0	15.0
$\sigma 1 - \sigma 3$ (Kg./Cm².)	3.84	2.70	1.86
Valor de K	1.00	1.00	1.00
$\sigma 1$ (Kg./Cm².)	12.84	10.20	8.36
$\sigma 1 + \sigma 3$	21.84	17.70	14.86
$(\sigma 1 + \sigma 3) / 2$	10.92	8.85	7.43
Presión intersticial u.(Kg/Cm².)	7.25	6.40	5.81
$\sigma'1 = \sigma 1 - u$	5.59	3.80	2.55
$\sigma'3 = \sigma 3 - u$	1.75	1.10	0.69
$\sigma'1 + \sigma'3$	7.34	4.90	3.24
$(\sigma'1 + \sigma'3)/2$	3.67	2.45	1.62

ENCARGO N°. : 1125/96 INF: S-350/96-2

DENOMINACION : U.T.E. CALATAYUD

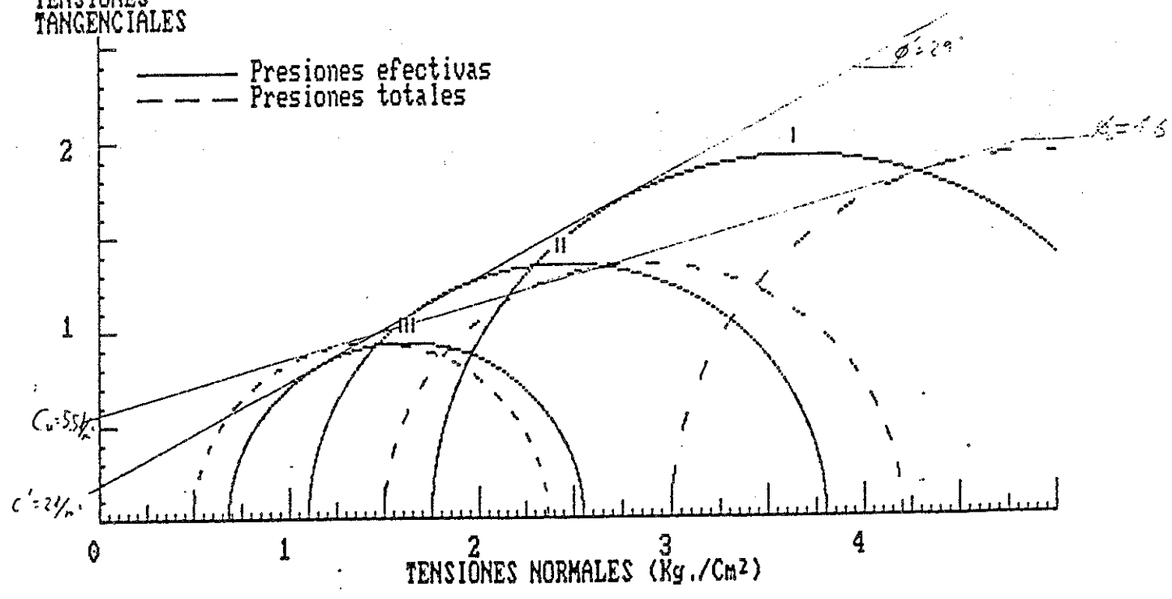
ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

MUESTRA N°.: 22.351

REFERENCIA MUESTRA: Sondeo 3 de 2.0 a 2.6 m.

TIPO MUESTRA: Inalterada PK+2190

MUESTRA INALTERADA, EN CELULA DE 1½ ''DE DIAMETRO



OBSERVACIONES.- Saturación con contrapresión de 6 Kg./cm².

Las presiones totales estan dibujadas una vez descontada la presión neutra de 6 Kg./cm².

ENCARGO N°. : 1125/96 INF: S-350/96-2

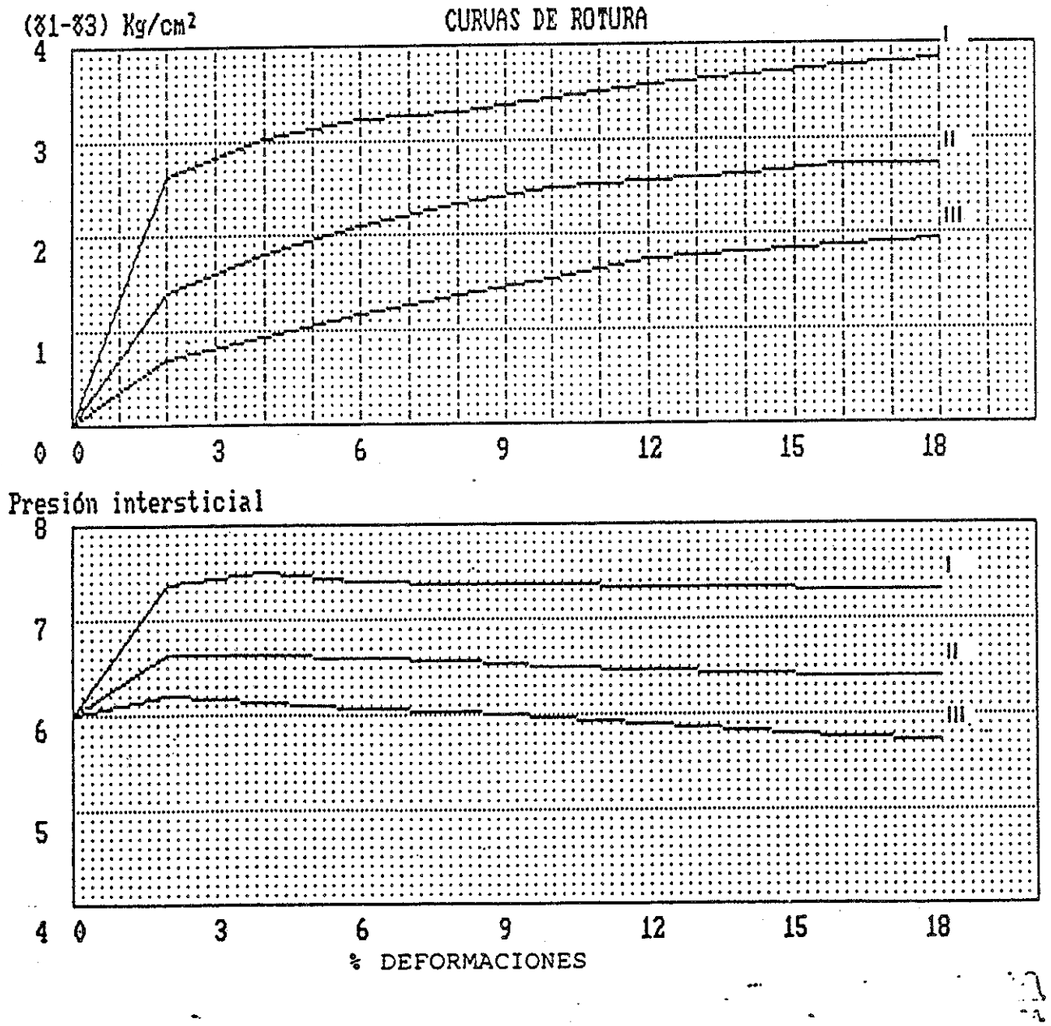
DENOMINACION : U.T.E. CALATAYUD

ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

MUESTRA N°.: 22.351

REFERENCIA MUESTRA: Sondeo 3 de 2.0 a 2.6 m.

TIPO MUESTRA: Inalterada PK+2190



Trabajo N° ..: 1125/96 INF: S-350/96-2

Referencia ...: U.T.E. CALATAYUD

ENSAYO EDOMETRICO

U.N.E. 7.392/75

DATOS DE LA PROBETA

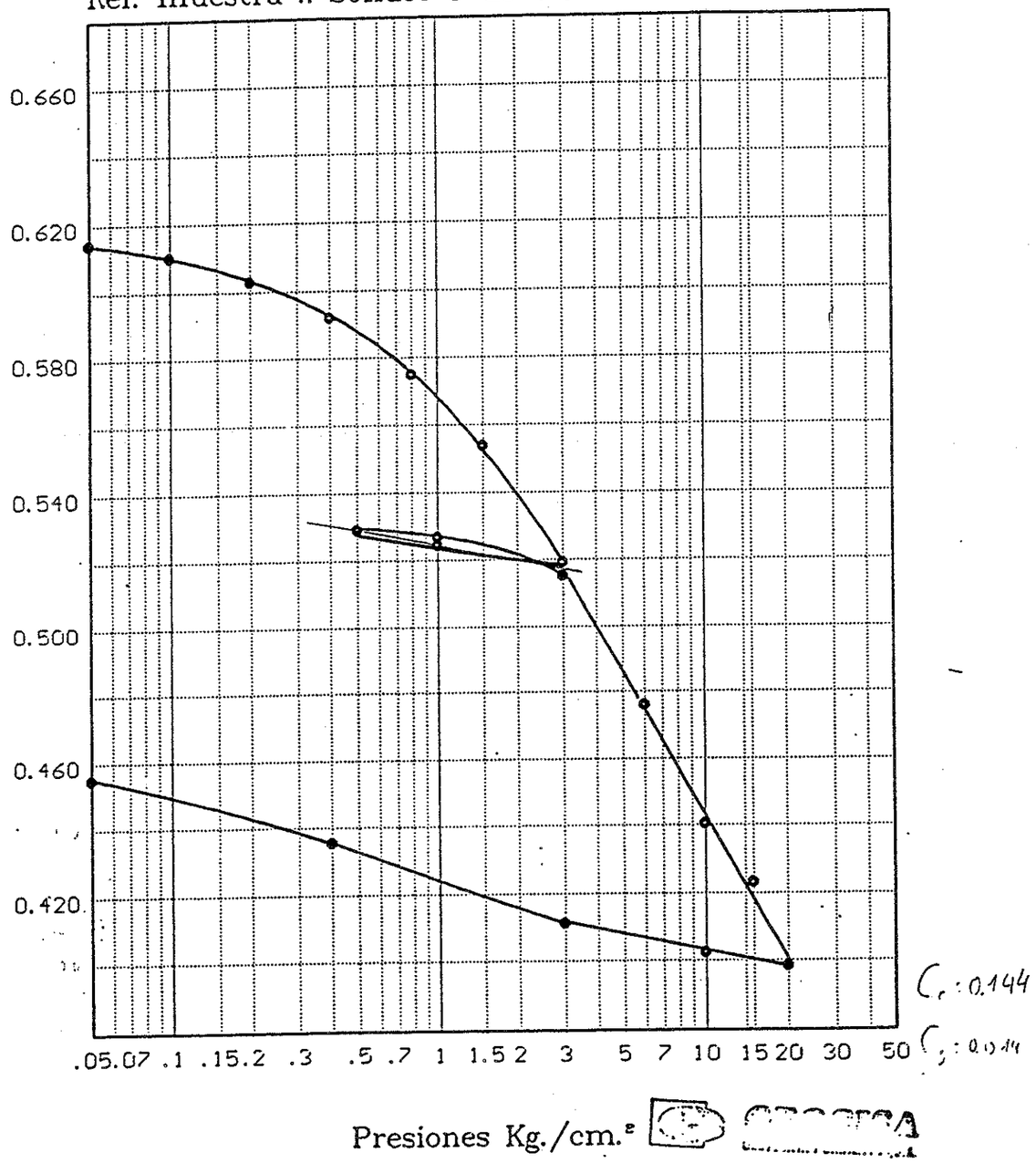
Muestra N°	22351
Referencia muestra	Sondeo 3 de 2.0 a 2.6 m.
Tipo de muestra	Inalterada PK 2+190
Densidad seca (Tm/m3)	1.67
Humedad inicial en %	21.43
Humedad final en %	17.86
Altura edómetro en mm	20
Indice de poros inicial	0.61
Peso específico (Tm/m3)	2.70

GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Trabajo N° ....: 1125/96 INF: S-350/96-2
Referencia ....: U.T.E. CALATAYUD

ENSAYO EDOMETRICO – Curva edométrica

Muestra N° ....: 22351
Ref. muestra .: Sondeo 3 de 2.0 a 2.6 m.

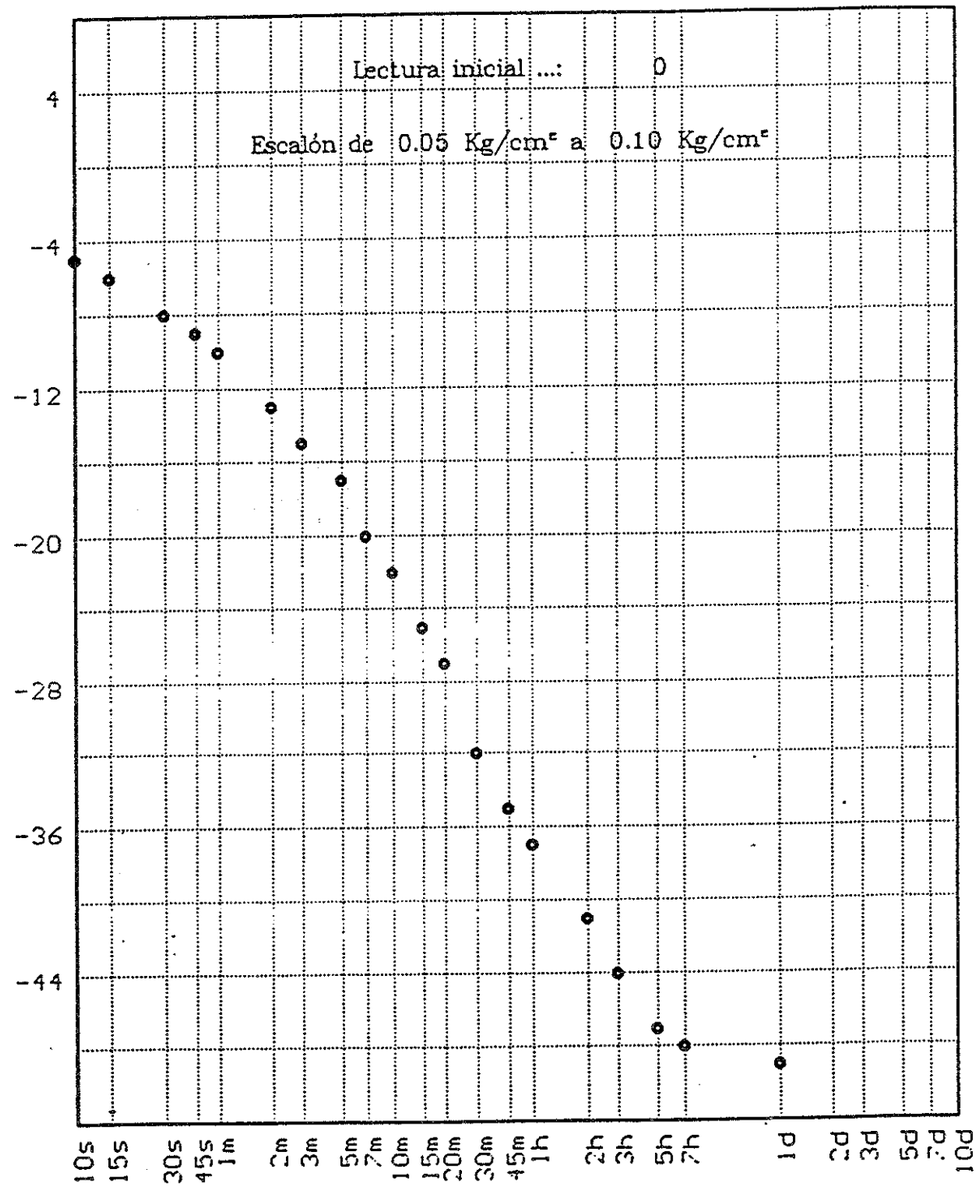


GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Trabajo N° ....: 1125/96 INF: S-350/96-2
Referencia ....: U.T.E. CALATAYUD

ENSAYO EDOMETRICO – Curva de consolidación

Muestra N° ....: 22351
Ref. muestra .: Sondeo 3 de 2.0 a 2.6 m.

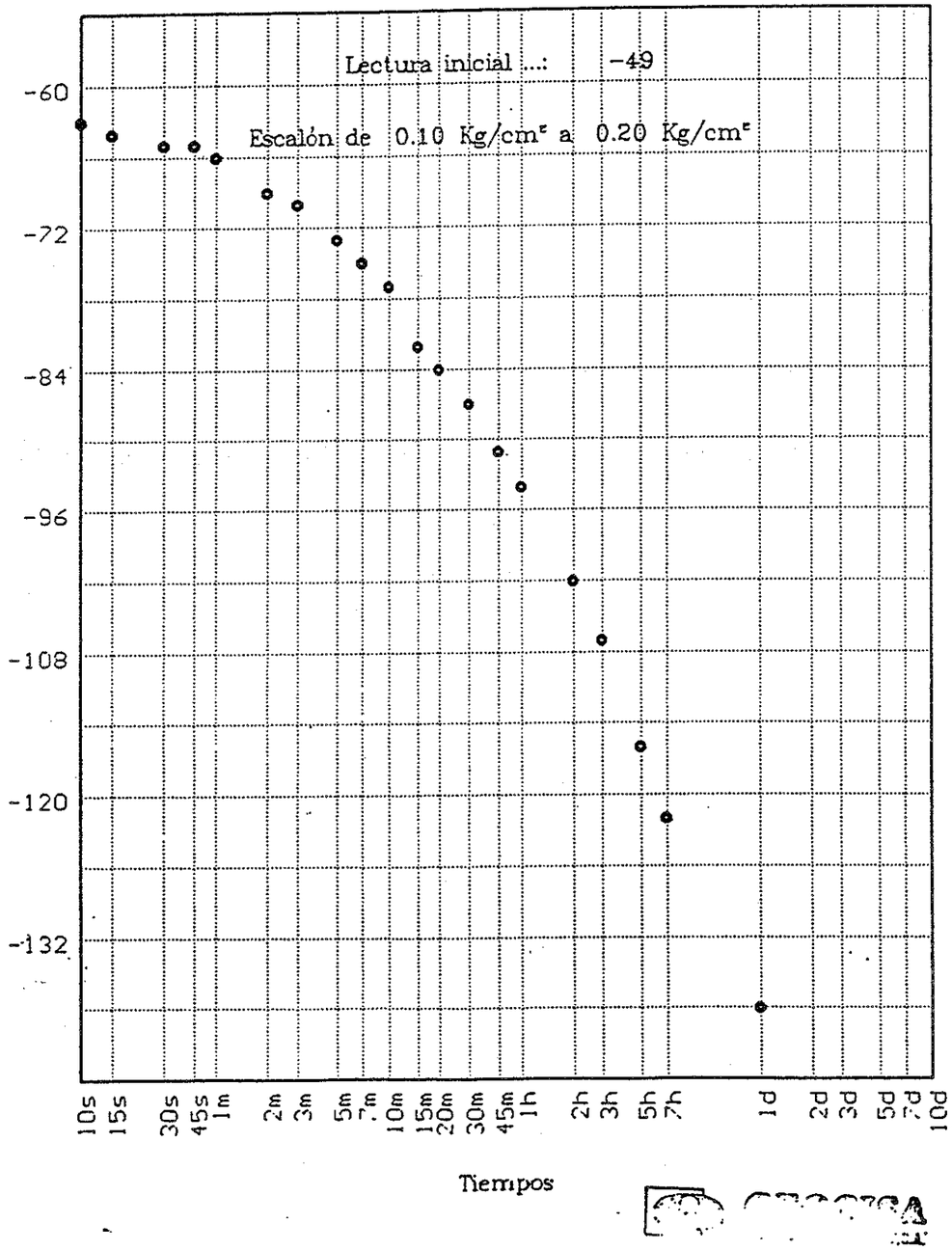


GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Trabajo N° ....: 1125/96 INF: S-350/96-2
Referencia ....: U.T.E. CALATAYUD

ENSAYO EDOMETRICO - Curva de consolidación

Muestra N° ....: 22351
Ref. muestra .: Sondeo 3 de 2.0 a 2.6 m.

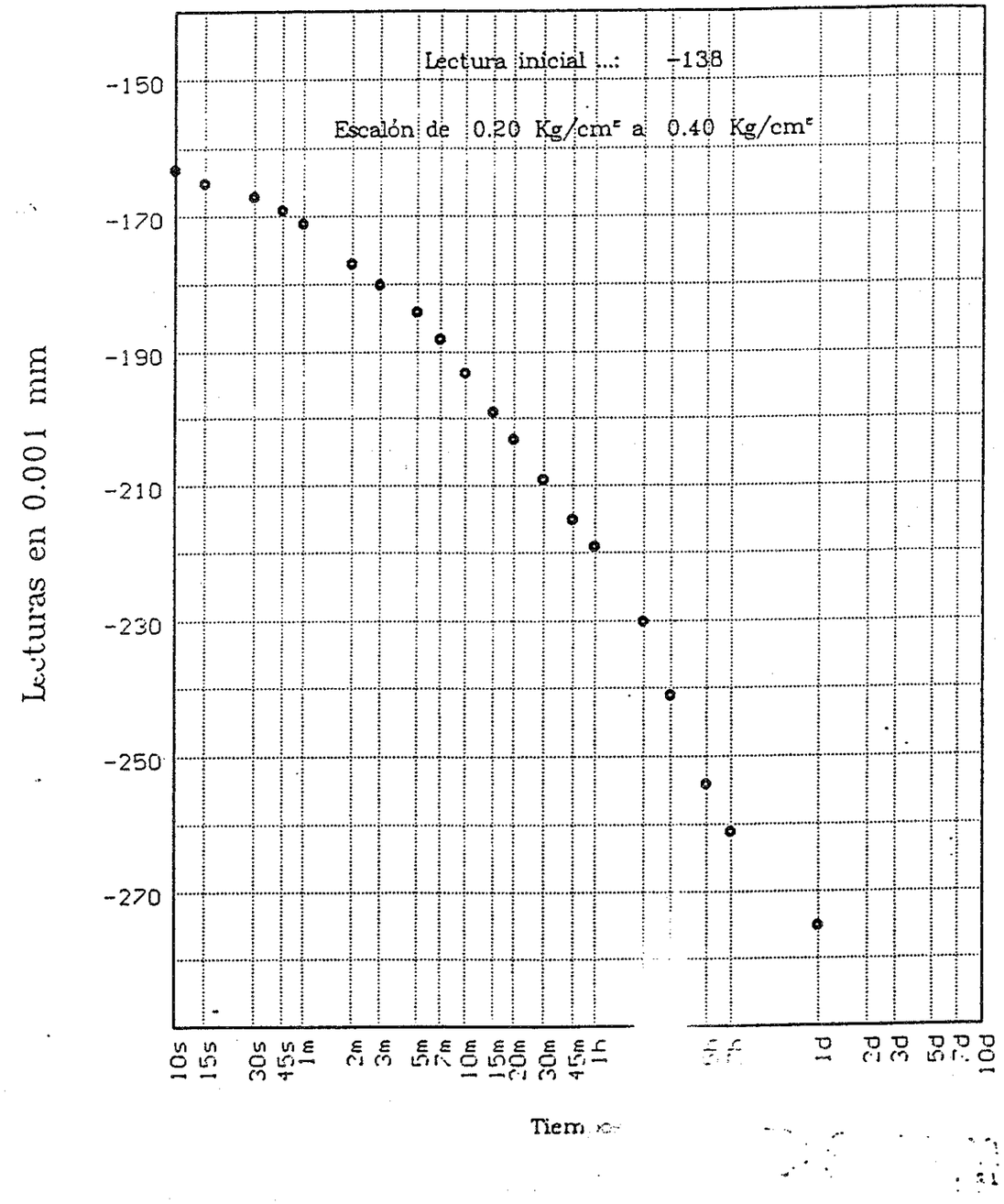


GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Trabajo N° ....: 1125/96 INF: S-350/96-2
Referencia ....: U.T.E. CALATAYUD

ENSAYO EDOMETRICO - Curva de consolidación

Muestra N° ....: 22351
Ref. muestra .: Sondeo 3 de 2.0 a 2.6 m.

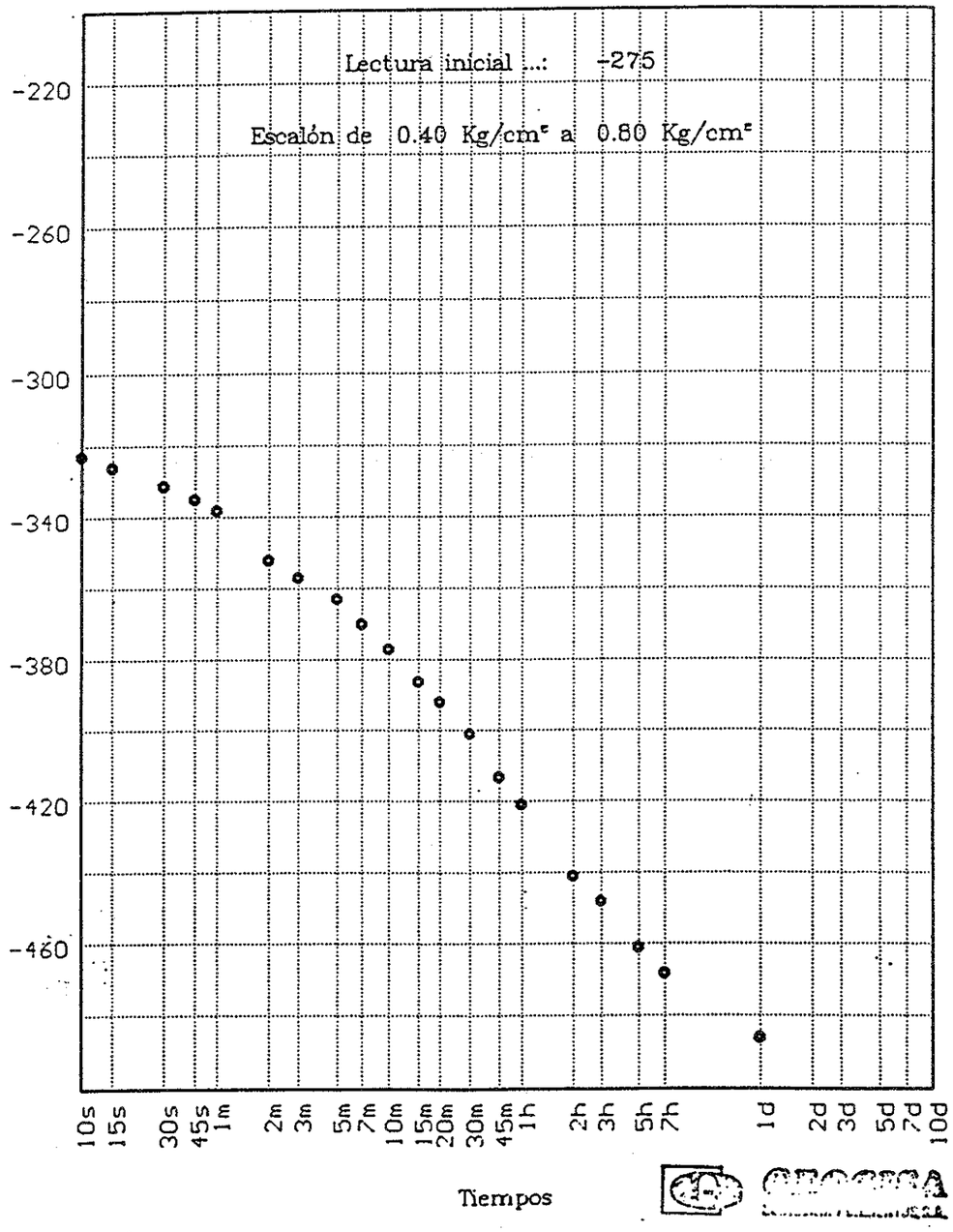


GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Trabajo N° ....: 1125/96 INF: S-350/96-2
Referencia ....: U.T.E. CALATAYUD

ENSAYO EDOMETRICO - Curva de consolidación

Muestra N° ....: 22351
Ref. muestra .: Sondeo 3 de 2.0 a 2.6 m.

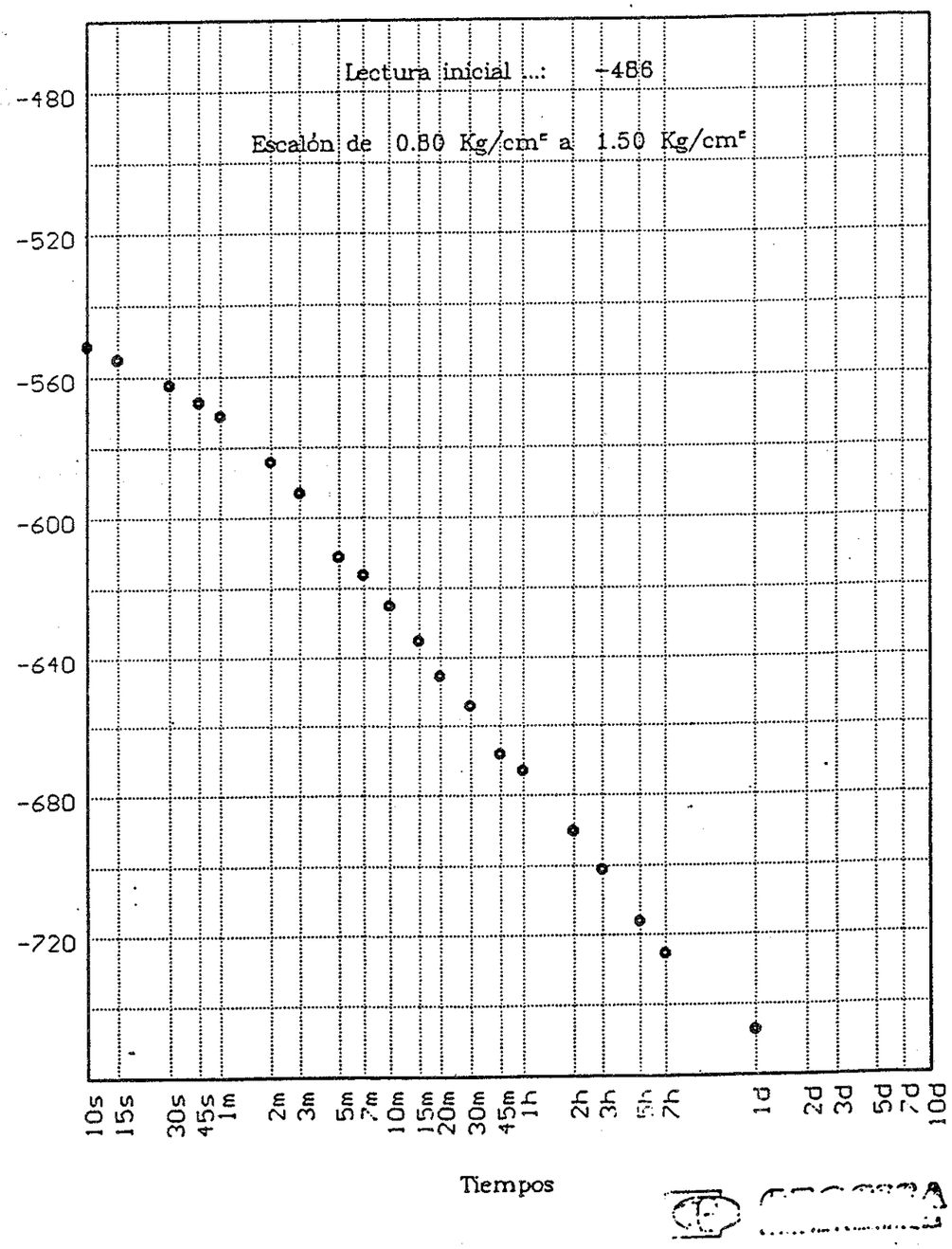


GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Trabajo N° ....: 1125/96 INF: S-350/96-2
Referencia ....: U.T.E. CALATAYUD

ENSAYO EDOMETRICO - Curva de consolidación

Muestra N° ....: 22351
Ref. muestra .: Sondeo 3 de 2.0 a 2.6 m.

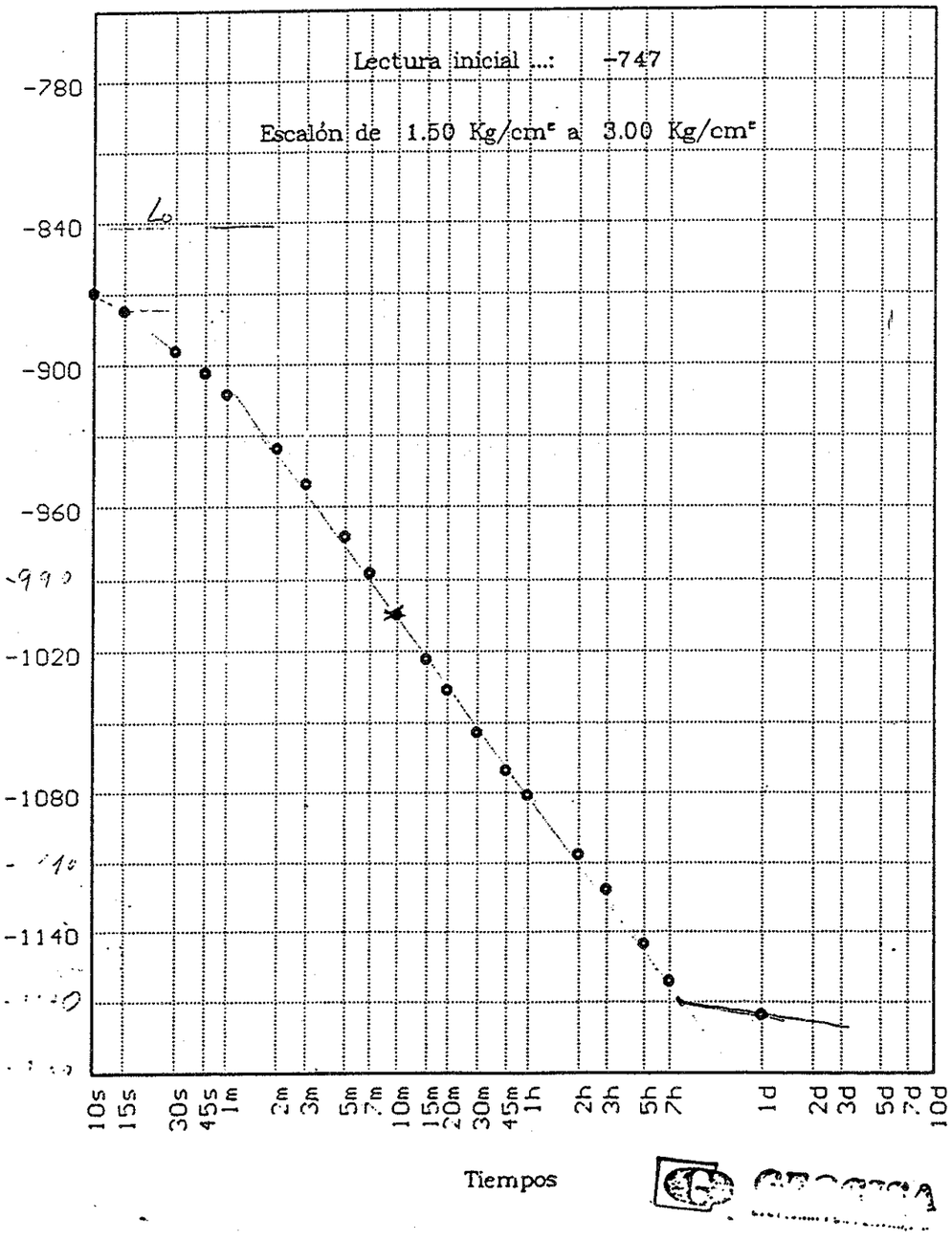


GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Trabajo N° ....: 1125/96 INF: S-350/96-2
Referencia ....: U.T.E. CALATAYUD

ENSAYO EDOMETRICO – Curva de consolidación

Muestra N° ....: 22351
Ref. muestra .: Sondeo 3 de 2.0 a 2.6 m.

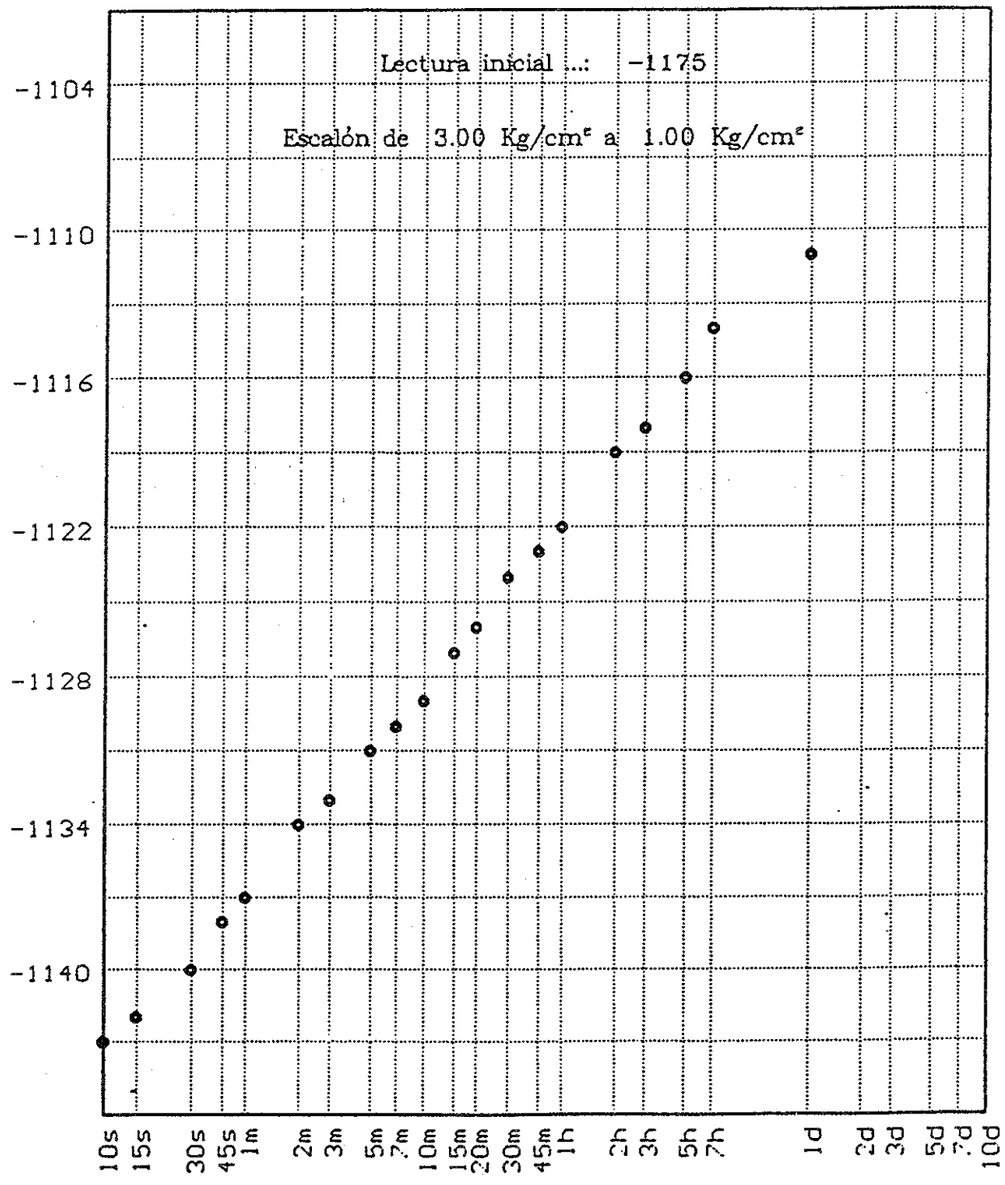


GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Trabajo N° ....: 1125/96 INF: S-350/96-2
Referencia ....: U.T.E. CALATAYUD

ENSAYO EDOMETRICO – Curva de consolidación

Muestra N° ....: 22351
Ref. muestra .: Sondeo 3 de 2.0 a 2.6 m.

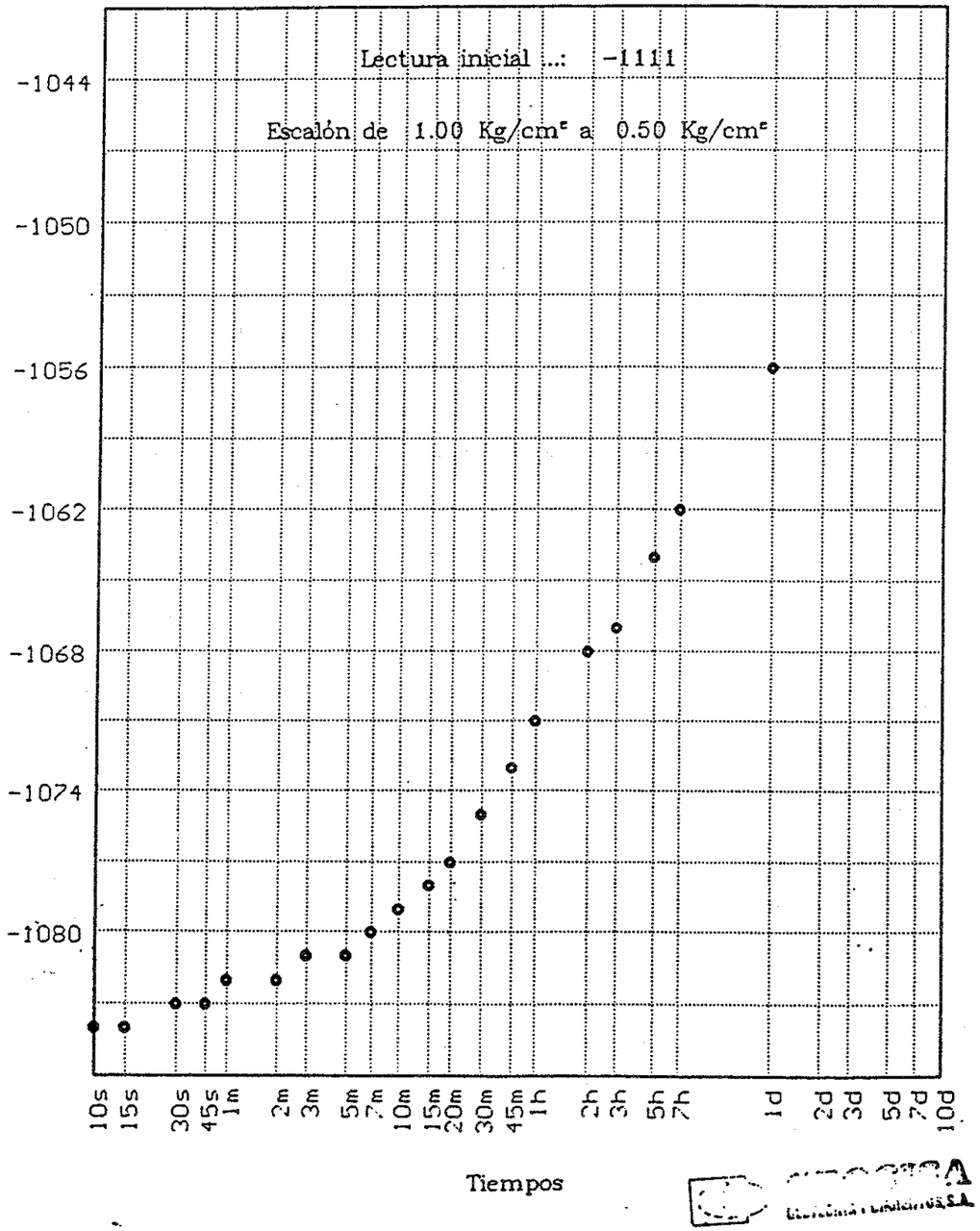


GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Trabajo N° ....: 1125/96 INF: S-350/96-2
Referencia ....: U.T.E. CALATAYUD

ENSAYO EDOMETRICO – Curva de consolidación

Muestra N° ....: 22351
Ref. muestra .: Sondeo 3 de 2.0 a 2.6 m.

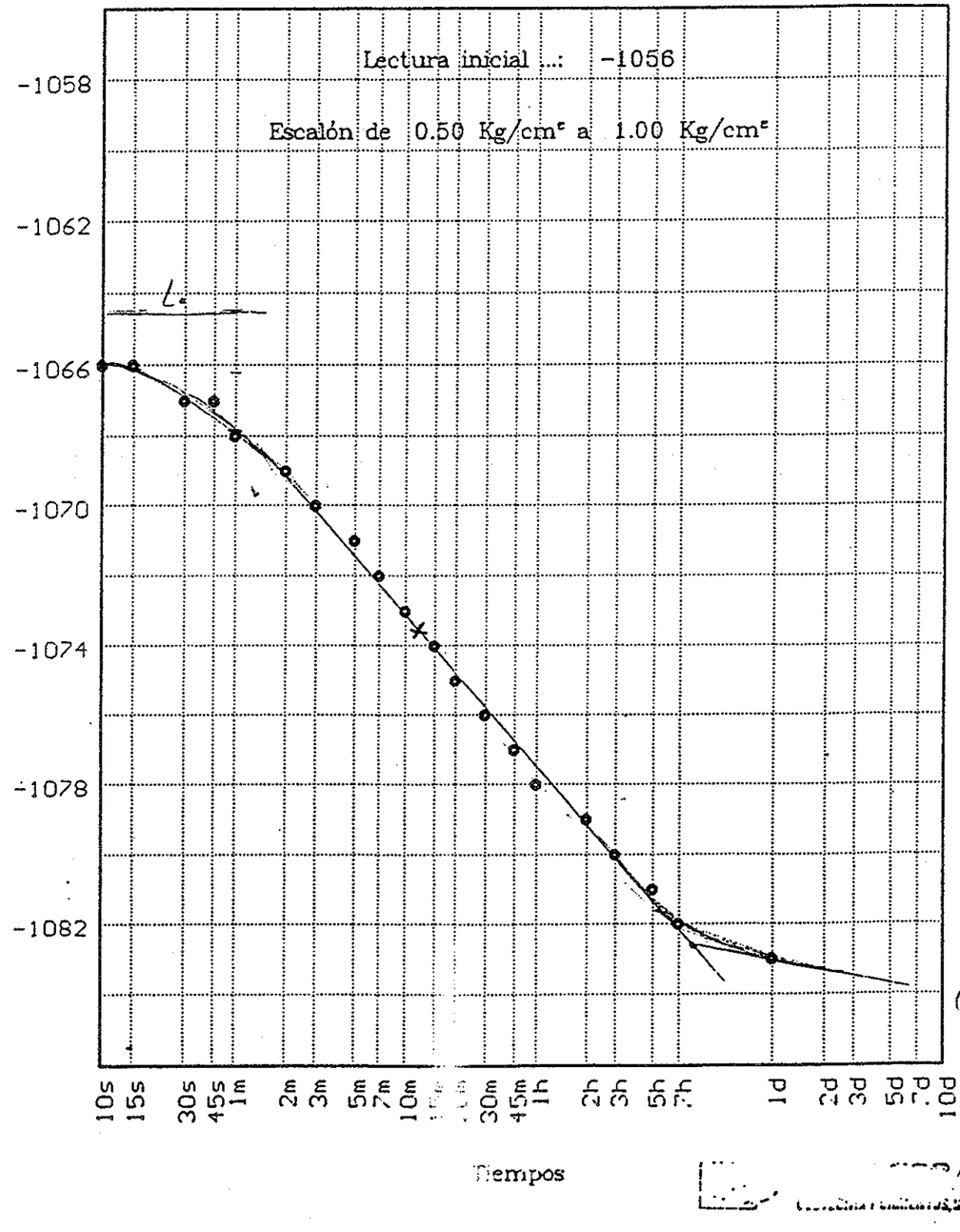


GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Trabajo N° ....: 1125/96 INF: S-350/96-2
Referencia ....: U.T.E. CALATAYUD

ENSAYO EDOMETRICO – Curva de consolidación

Muestra N° ....: 22351
Ref. muestra .: Sondeo 3 de 2.0 a 2.6 m.

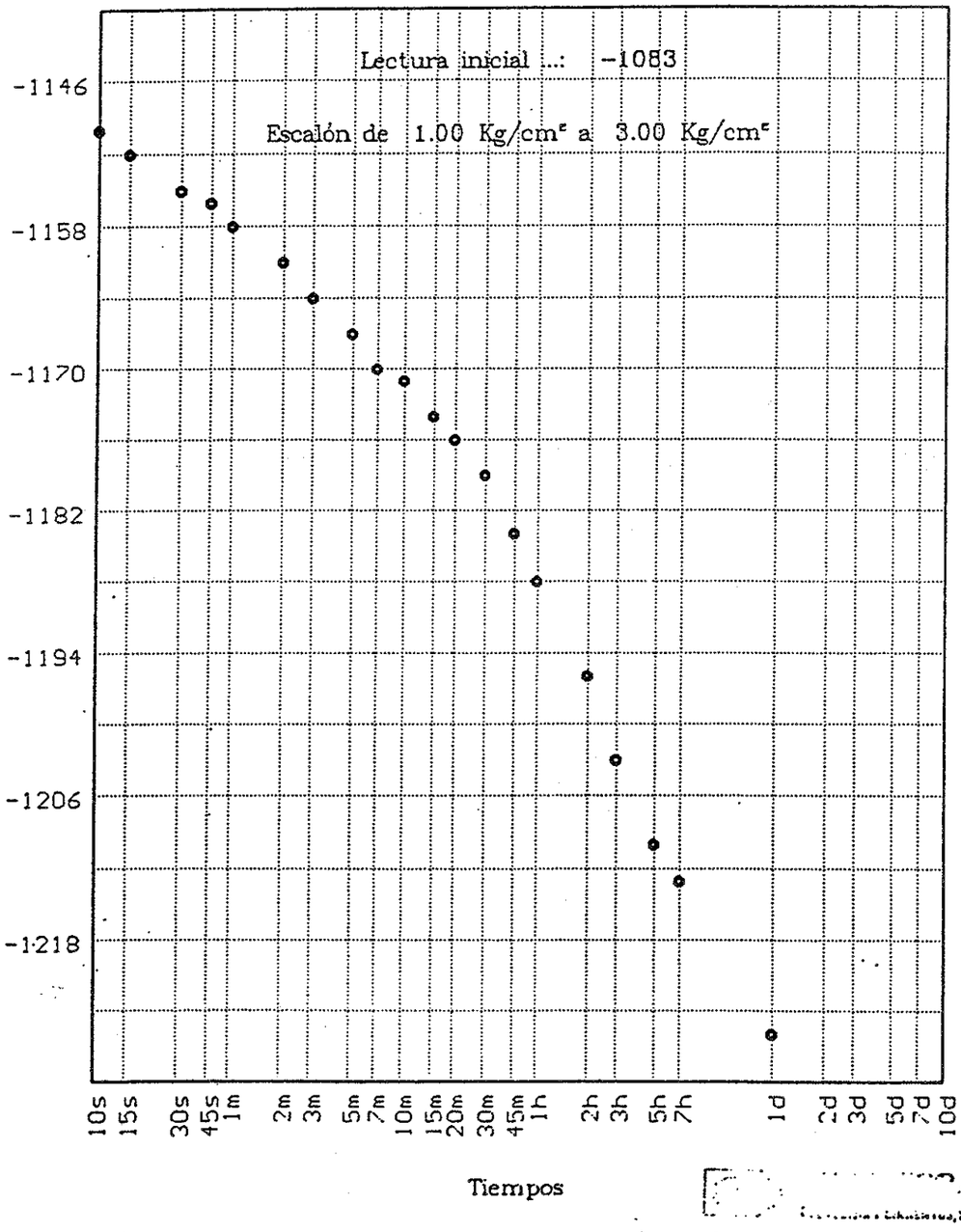


GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Trabajo N° ....: 1125/96 INF: S-350/96-2
Referencia ....: U.T.E. CALATAYUD

ENSAYO EDOMETRICO – Curva de consolidación

Muestra N° ....: 22351
Ref. muestra .: Sondeo 3 de 2.0 a 2.6 m.

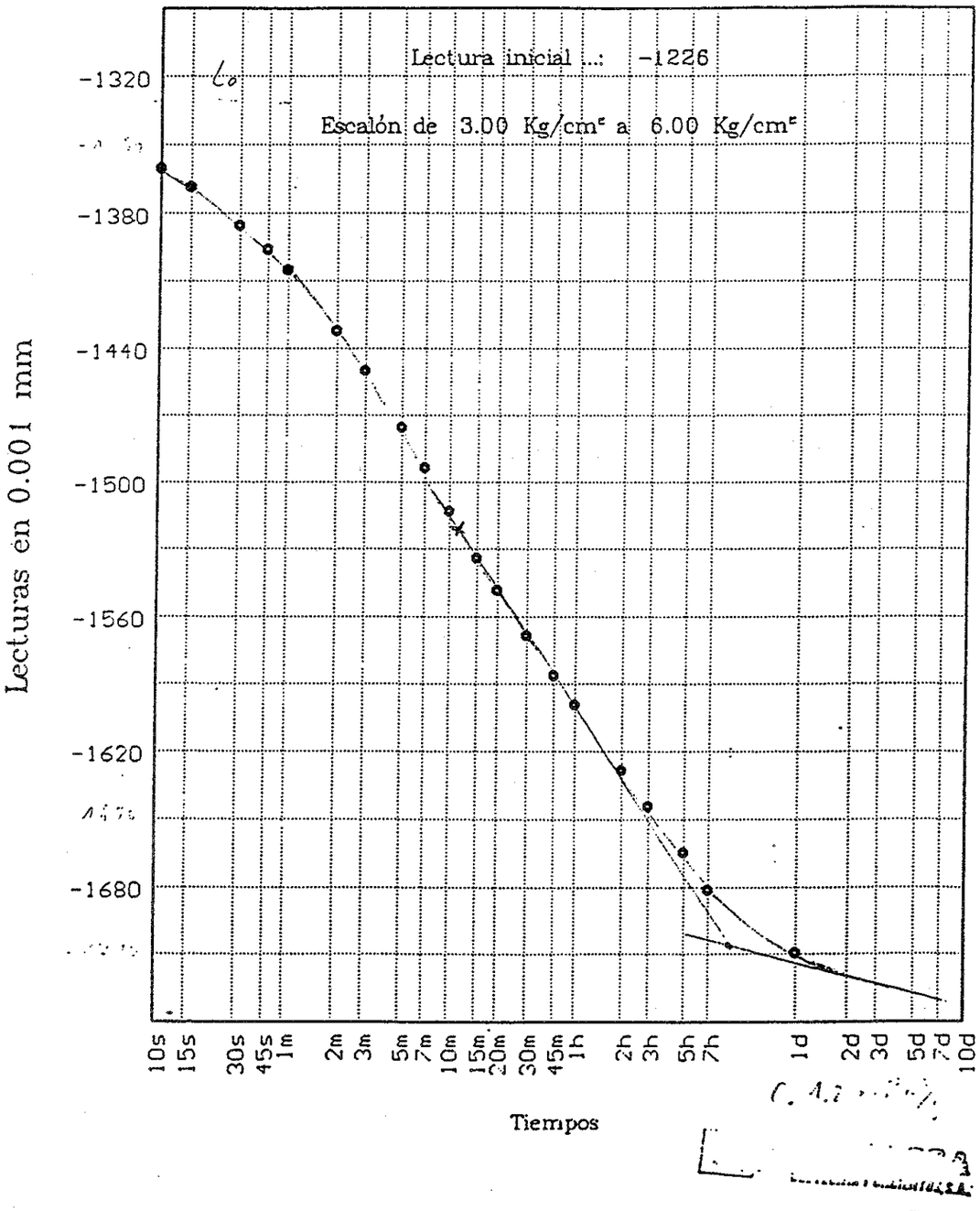


GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Trabajo N° ....: 1125/96 INF. S-350/96-2
Referencia ....: U.T.E. CALATAYUD

ENSAYO EDOMETRICO – Curva de consolidación

Muestra N° ....: 22351
Ref. muestra .: Sondeo 3 de 2.0 a 2.6 m.

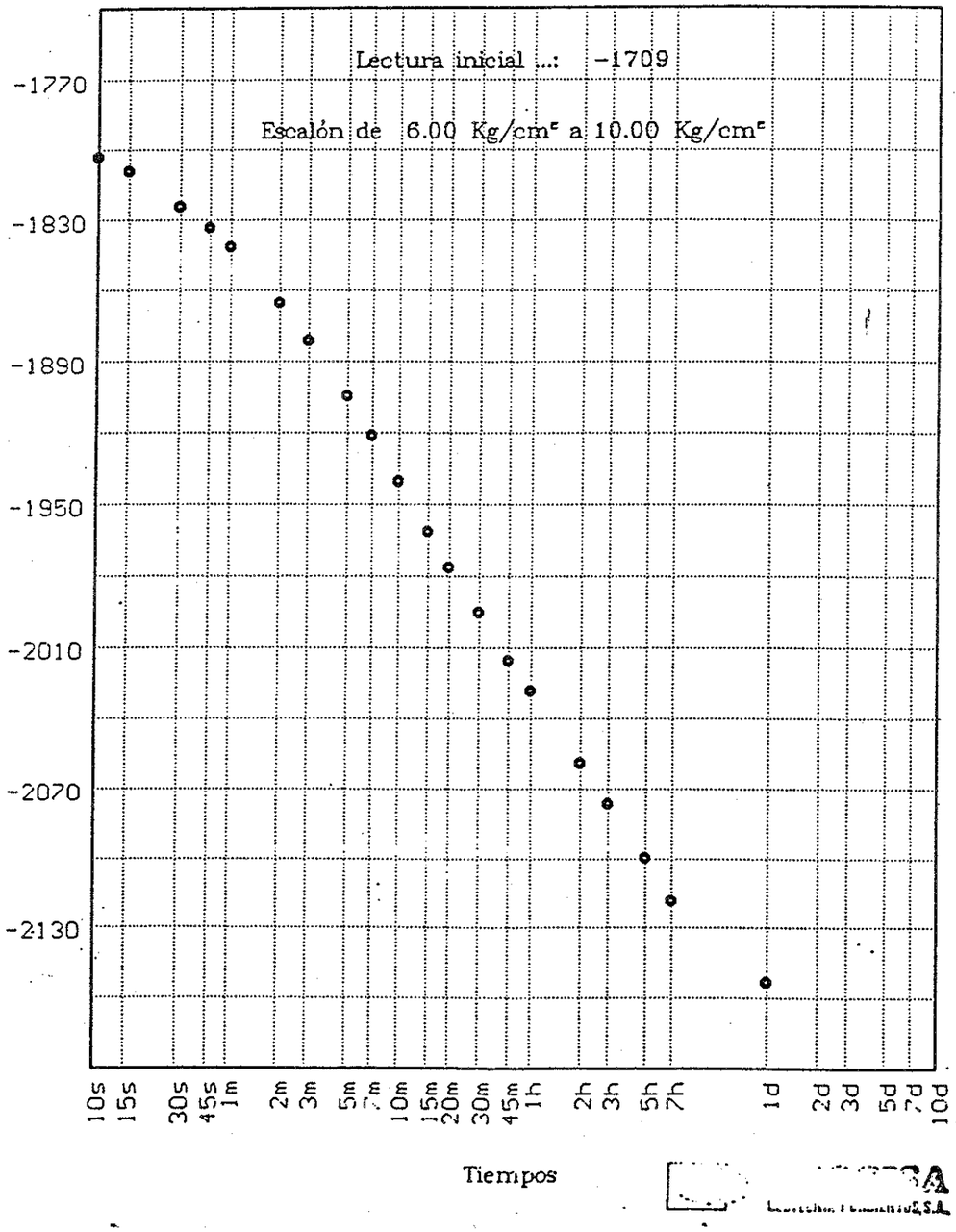


GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Trabajo N° ....: 1125/96 INF. S-350/96-2
Referencia ....: U.T.E. CALATAYUD

ENSAYO EDOMETRICO – Curva de consolidación

Muestra N° ....: 22351
Ref. muestra .: Sondeo 3 de 2.0 a 2.6 m.

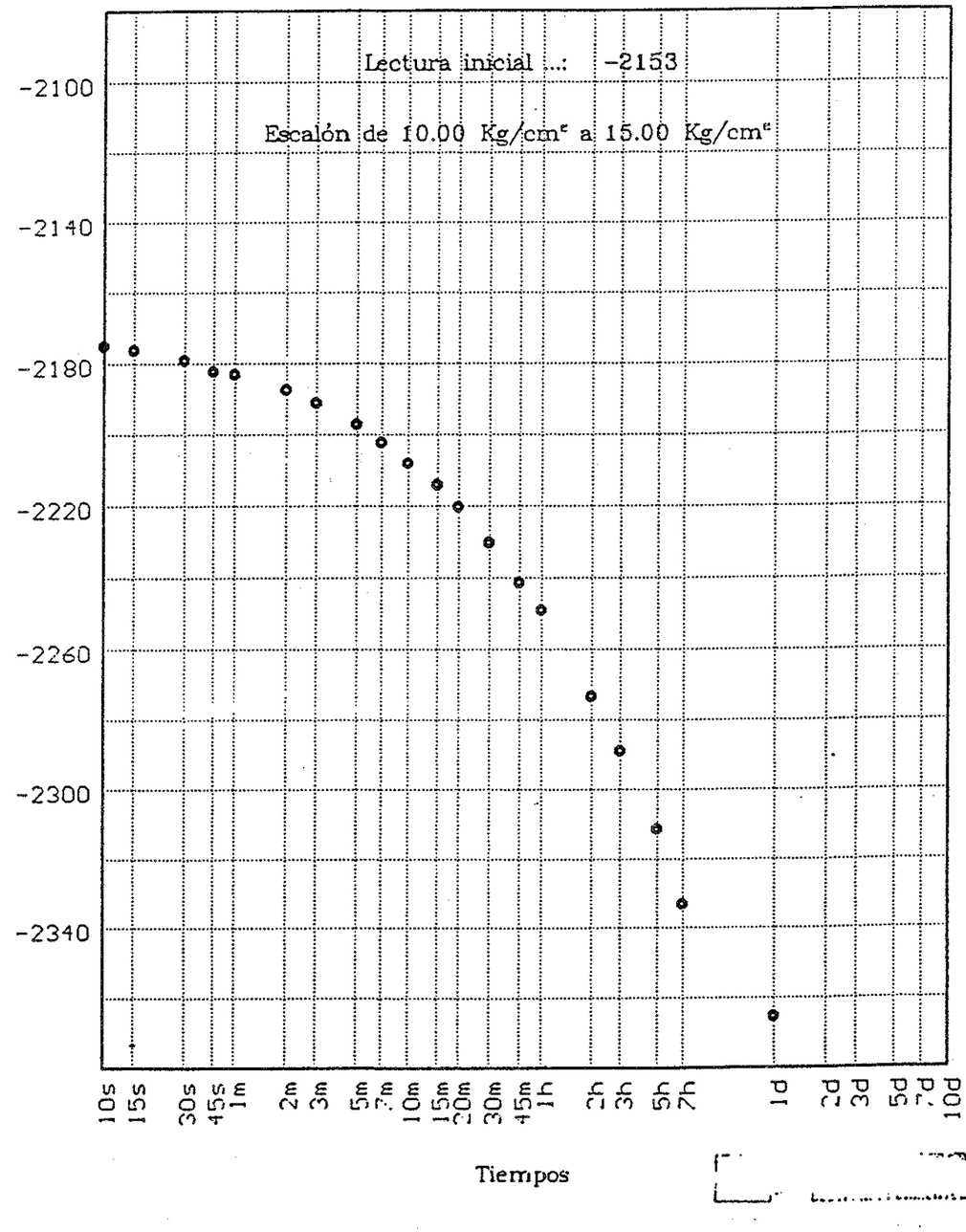


GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Trabajo N° ....: 1125/96 INF. S-350/96-2
Referencia ....: U.T.E. CALATAYUD

ENSAYO EDOMETRICO – Curva de consolidación

Muestra N° ....: 22351
Ref. muestra .: Sondeo 3 de 2.0 a 2.6 m.

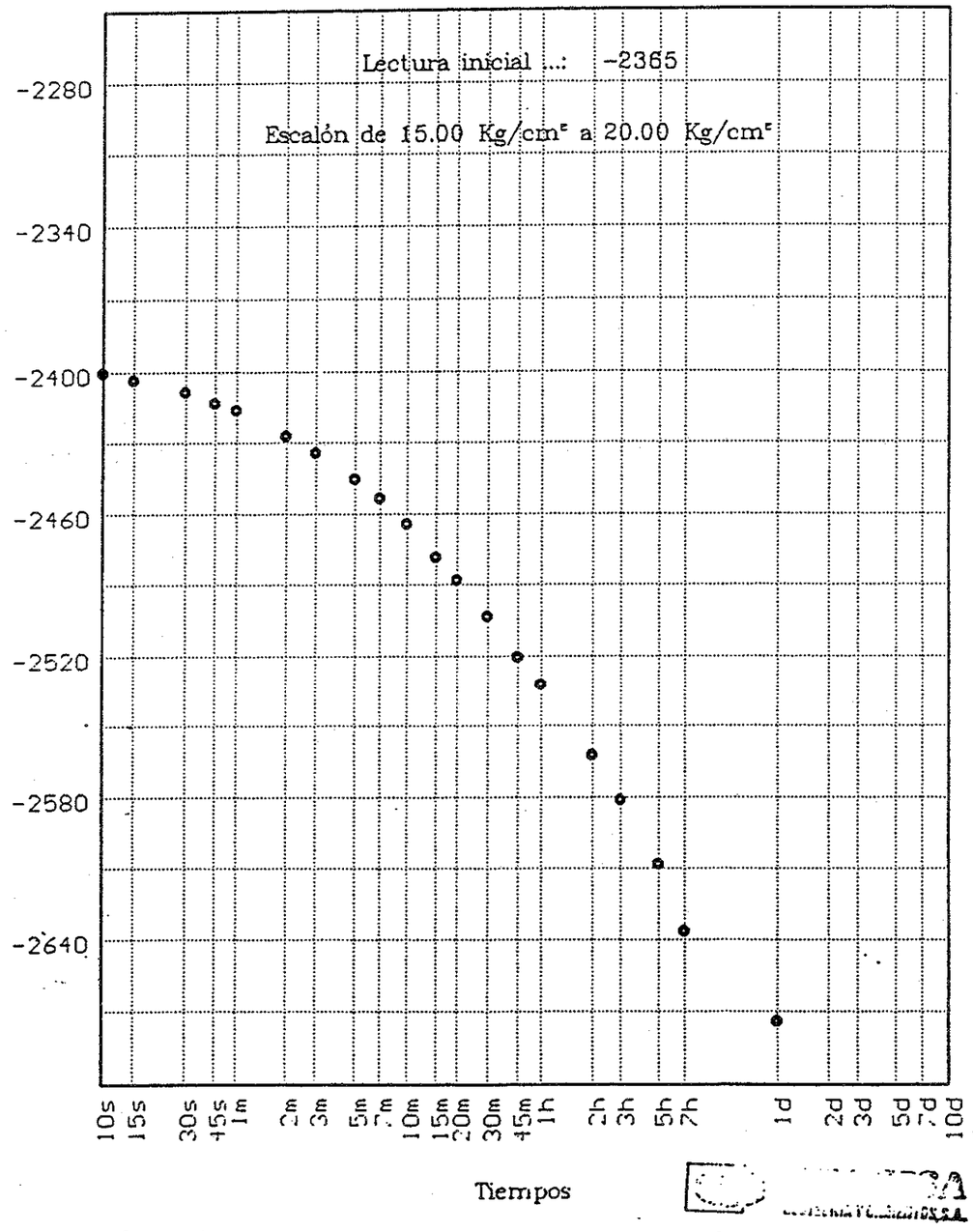


GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Trabajo N° ....: 1125/96 INF. S-350/96-2
Referencia ....: U.T.E. CALATAYUD

ENSAYO EDOMETRICO - Curva de consolidación

Muestra N° ....: 22351
Ref. muestra .: Sondeo 3 de 2.0 a 2.6 m.



GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

ENCARGO Nº.: 1125/96 INF: S-350/96-2

DENOMINACION : U.T.E. CALATAYUD

MUESTRA Nº.: 22.352

REFERENCIA MUESTRA: Sondeo 3 de 4.0 a 4.6 m.

TIPO MUESTRA: Inalterada Pk. 2+190

EQUIVALENTE DE ARENA :

GRANULOMETRIA (En % que pasa)
==========

Tamices A.S.T.M.

Nº 4	100.0
Nº 10	98.9
Nº 40	89.4
Nº 200	75.1

LIMITES DE ATTERBERG:
==========

Limite líquido :	29
Limite plástico :	15
Indice de plasticidad:	14

DENSIDAD SECA (TN/M3) : 1.83

HUMEDAD NATURAL % : 18.2

CLASIFICACIONES:
==========

Casagrande : CL-2

H.R.B. A-6

INDICE DE GRUPO : 9

TIPO DE SUELO Arcilla de plasticidad media

OBSERVACIONES :

Se han empleado tamices ASTM para poder clasificar geotécnicamente las muestras.

GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

ENCARGO N°. : 1125/96 INF: S-350/96-2

DENOMINACION : U.T.E. CALATAYUD

ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

MUESTRA N°.: 22.352

REFERENCIA MUESTRA: Sondeo 3 de 4.0 a 4.6 m.

TIPO MUESTRA: Inalterada

Probeta N°.	I	II	III
Densidad seca (Tm./M3)	1.82	1.84	1.82
Humedad inicial en %	18.2	18.2	18.4
Humedad final en %	15.9	17.1	17.7
Velocidad ensayo (Min./1% Def.)	25	25	25
$\sigma 3$ (Kg.Cm².)	9.0	7.5	6.5
Deformación en rotura (%)	18.0	15.0	15.0
$\sigma 1 - \sigma 3$ (Kg./Cm².)	5.66	3.70	1.63
Valor de K	1.00	1.00	1.00
$\sigma 1$ (Kg./Cm².)	14.66	11.20	8.13
$\sigma 1 + \sigma 3$	23.66	18.70	14.63
$(\sigma 1 + \sigma 3) / 2$	11.83	9.35	7.32
Presión intersticial u.(Kg/Cm².)	6.43	6.00	5.84
$\sigma'1 = \sigma 1 - u$	8.23	5.20	2.29
$\sigma'3 = \sigma 3 - u$	2.57	1.50	0.66
$\sigma'1 + \sigma'3$	10.80	6.71	2.95
$(\sigma'1 + \sigma'3)/2$	5.40	3.35	1.48

GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

ENCARGO N°. : 1125/96 INF: S-350/96-2

DENOMINACION : U.T.E. CALATAYUD

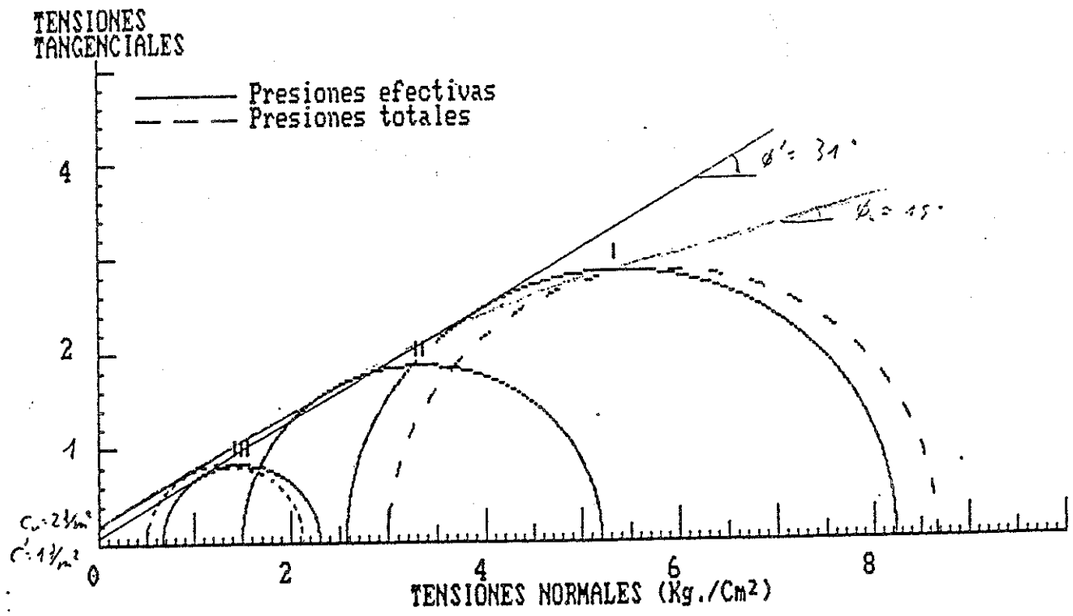
ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

MUESTRA N°.: 22.352

REFERENCIA MUESTRA: Sondeo 3 de 4.0 à 4.6 m.

TIPO MUESTRA: Inalterada

MUESTRA INALTERADA, EN CELULA DE 1½ ''DE DIAMETRO



OBSERVACIONES.- Saturación con contrapresión de 6 Kg./cm².

Las presiones totales estan dibujadas una vez descontada la presión neutra de 6 Kg./cm².

GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

ENCARGO N°. : 1125/96 INF: S-350/96-2

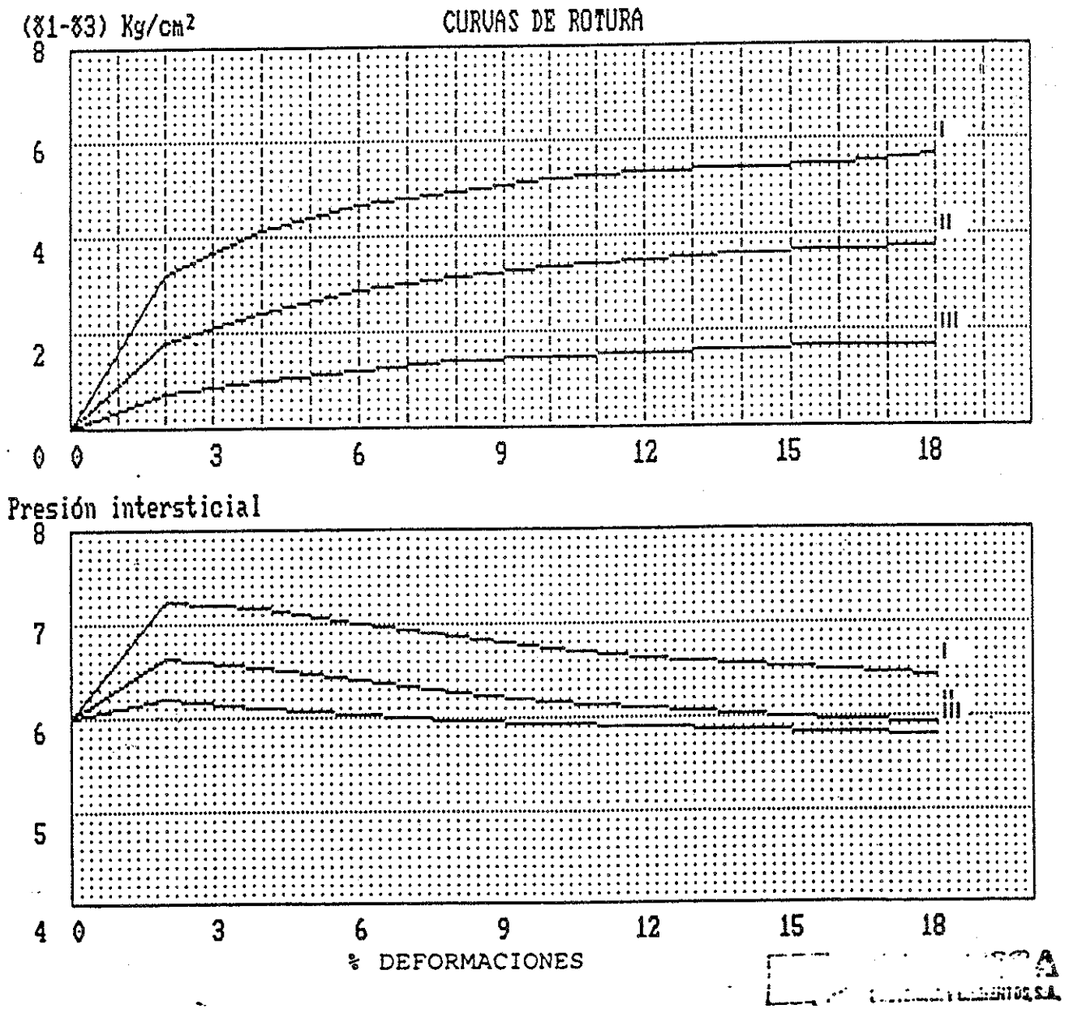
DENOMINACION : U.T.E. CALATAYUD

ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

MUESTRA N°.: 22.352

REFERENCIA MUESTRA: Sondeo 3 de 4.0 à 4.6 m.

TIPO MUESTRA: Inalterada



GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Trabajo N° ..: 1125/96 INF: S-350/96-2

Referencia ...: U.T.E CALATAYUD

ENSAYO EDOMETRICO

U.N.E. 7.392/75

DATOS DE LA PROBETA

Muestra N°	22352
Referencia muestra	Sondeo 3 de 4.0 a 4.6 m.
Tipo de muestra	Inalterada PK 2+190
Densidad seca (Tm/m3)	1.82
Humedad inicial en %	17.99
Humedad final en %	14.53
Altura edómetro en mm	20
Indice de poros inicial	0.49
Peso específico (Tm/m3)	2.71

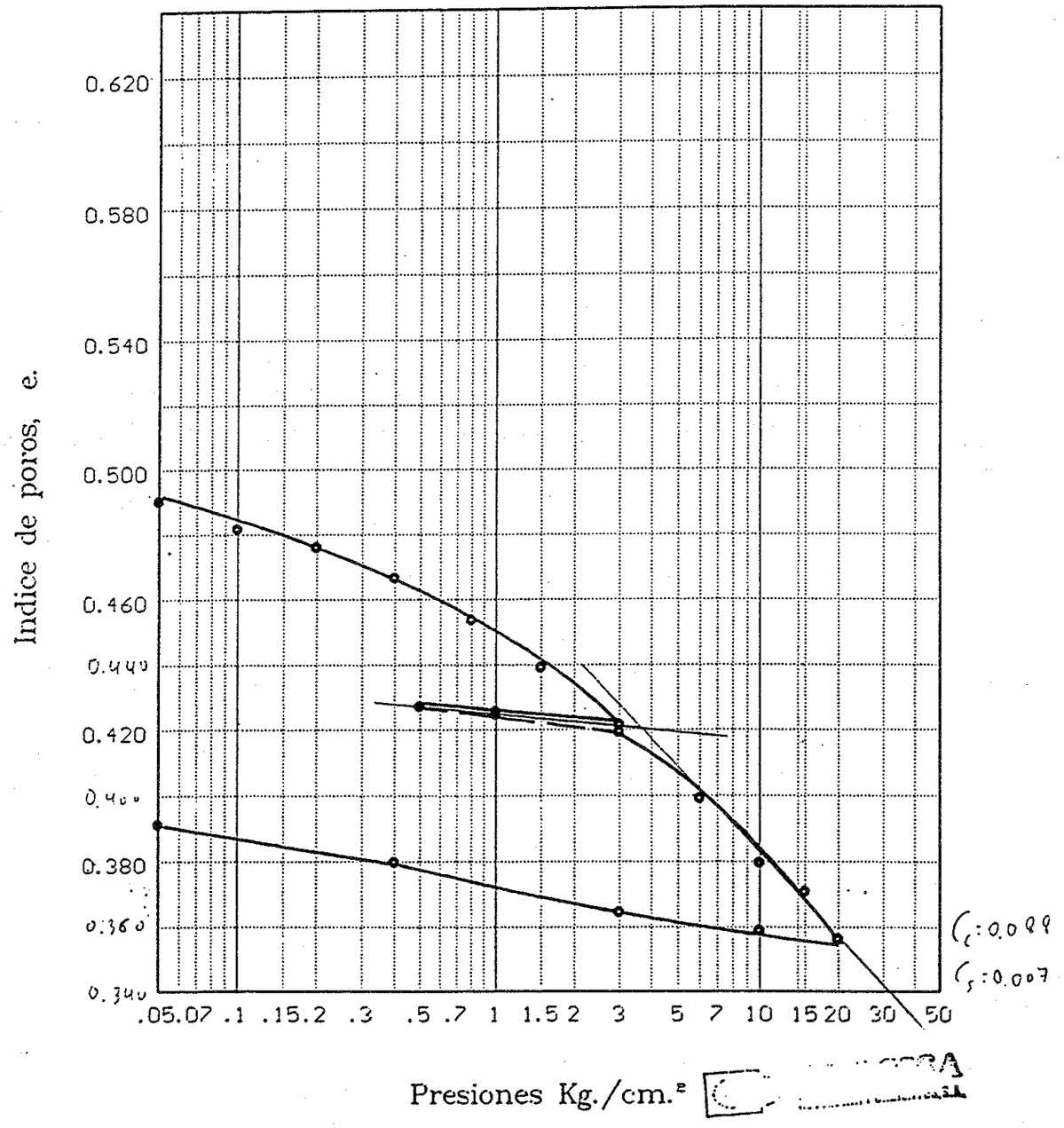
Mod. G-004 M Capital Social 500.000.000 ptas 1ª Insc., Rgtro Merc. Madrid T. 2.256, G 1.110, S. 3ª, F. 126, H 16.794 - C.I.F. A-28200824

GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Trabajo N° ....: 1125/96 INF: S-350/96-2
Referencia ....: U.T.E. CALATAYUD

ENSAYO EDOMETRICO - Curva edométrica

Muestra N° ....: 22352
Ref. muestra .: Sondeo 3 de 4.0 a 4.6 m.

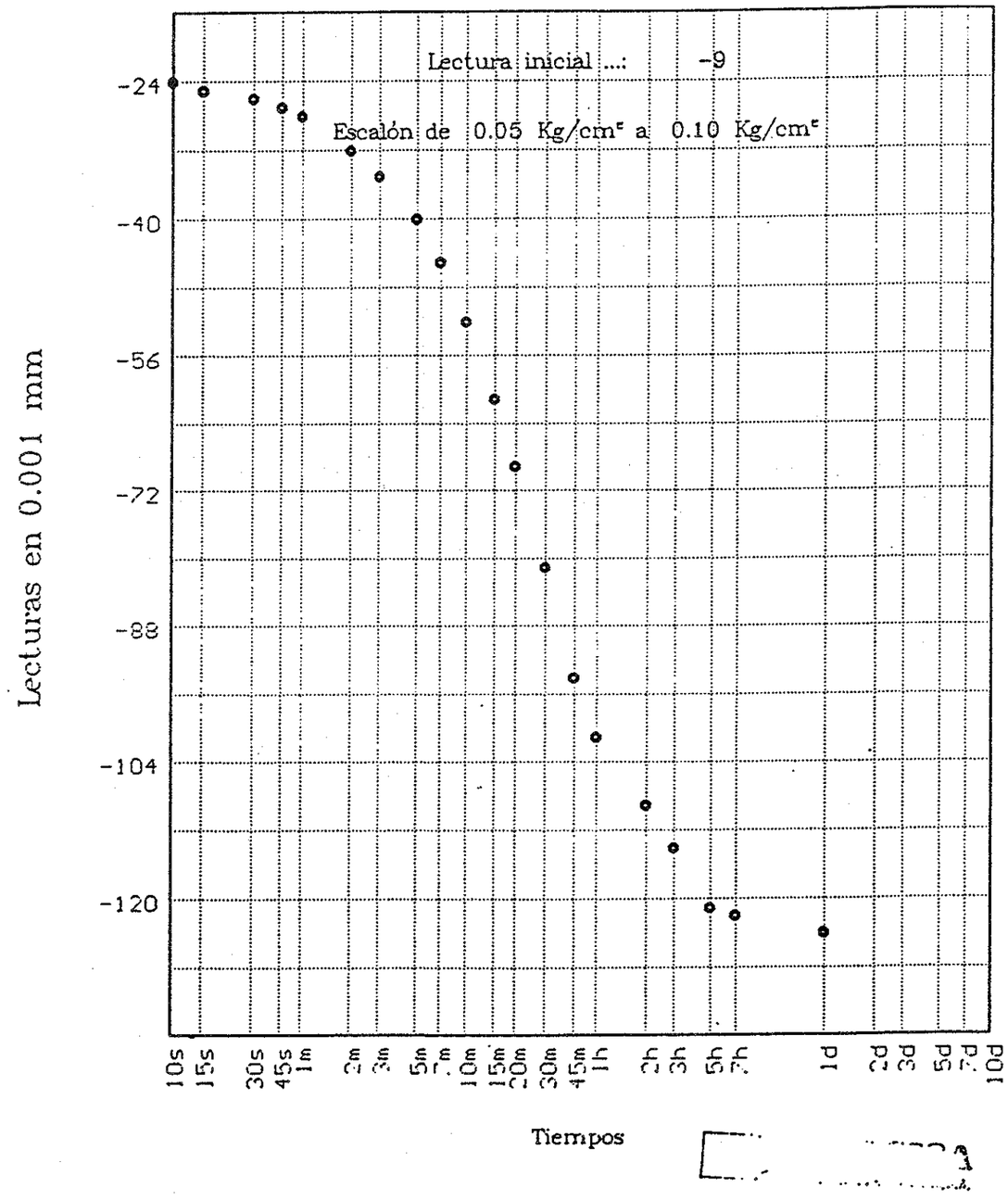


GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Trabajo N° ....: 1125/96 INF:S-350/96-2
Referencia ....: U.T.E. CALATAYUD

ENSAYO EDOMETRICO - Curva de consolidación

Muestra N° ....: 22352
Ref. muestra .: Sondeo 3 de 4.0 a 4.6 m.

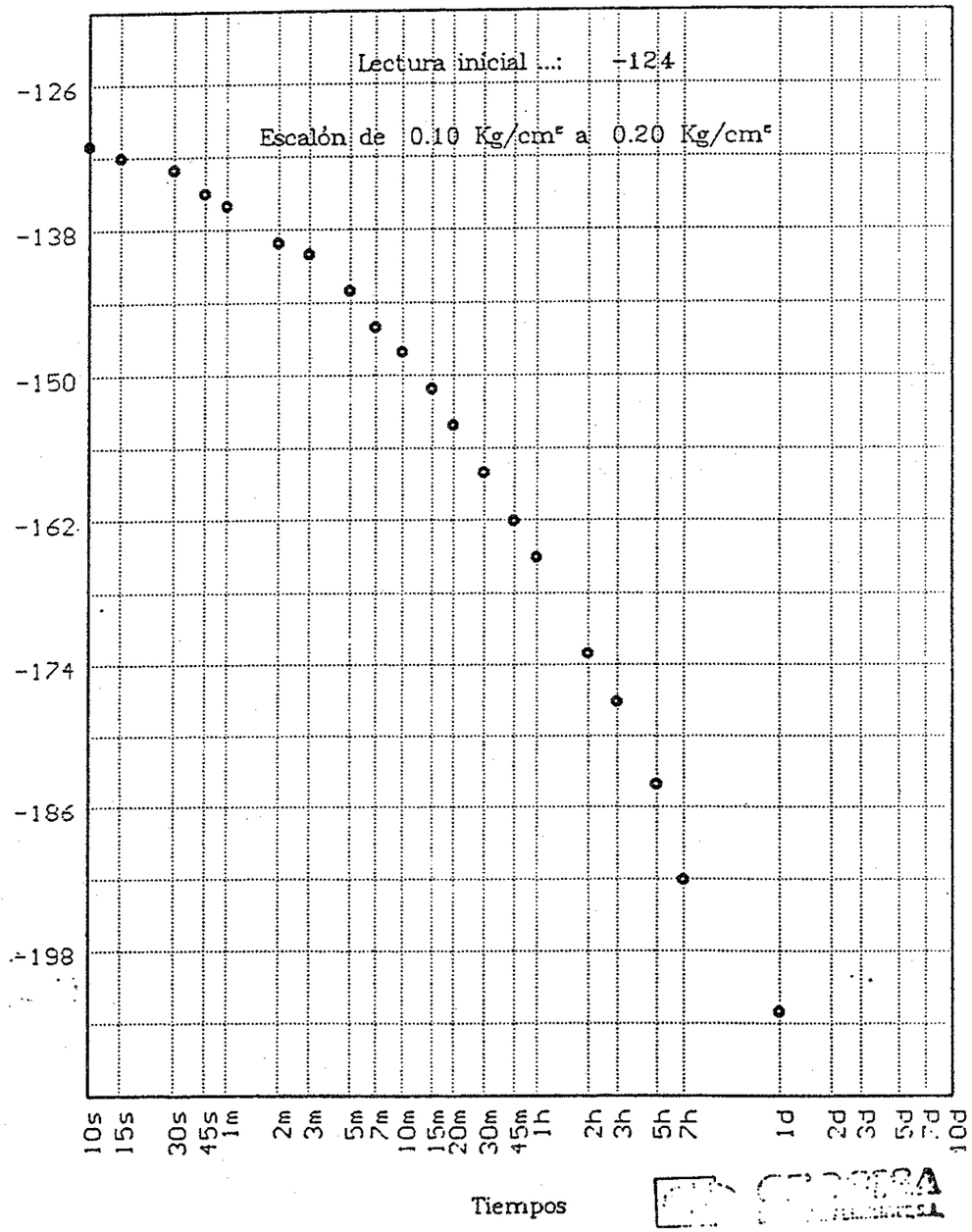


GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Trabajo Nº ....: 1125/96 INF: S-350/96-2
Referencia ....: U.T.E. CALATAYUD

ENSAYO EDOMETRICO – Curva de consolidación

Muestra Nº ....: 22352
Ref. muestra .: Sondeo 3 de 4.0 a 4.6 m.

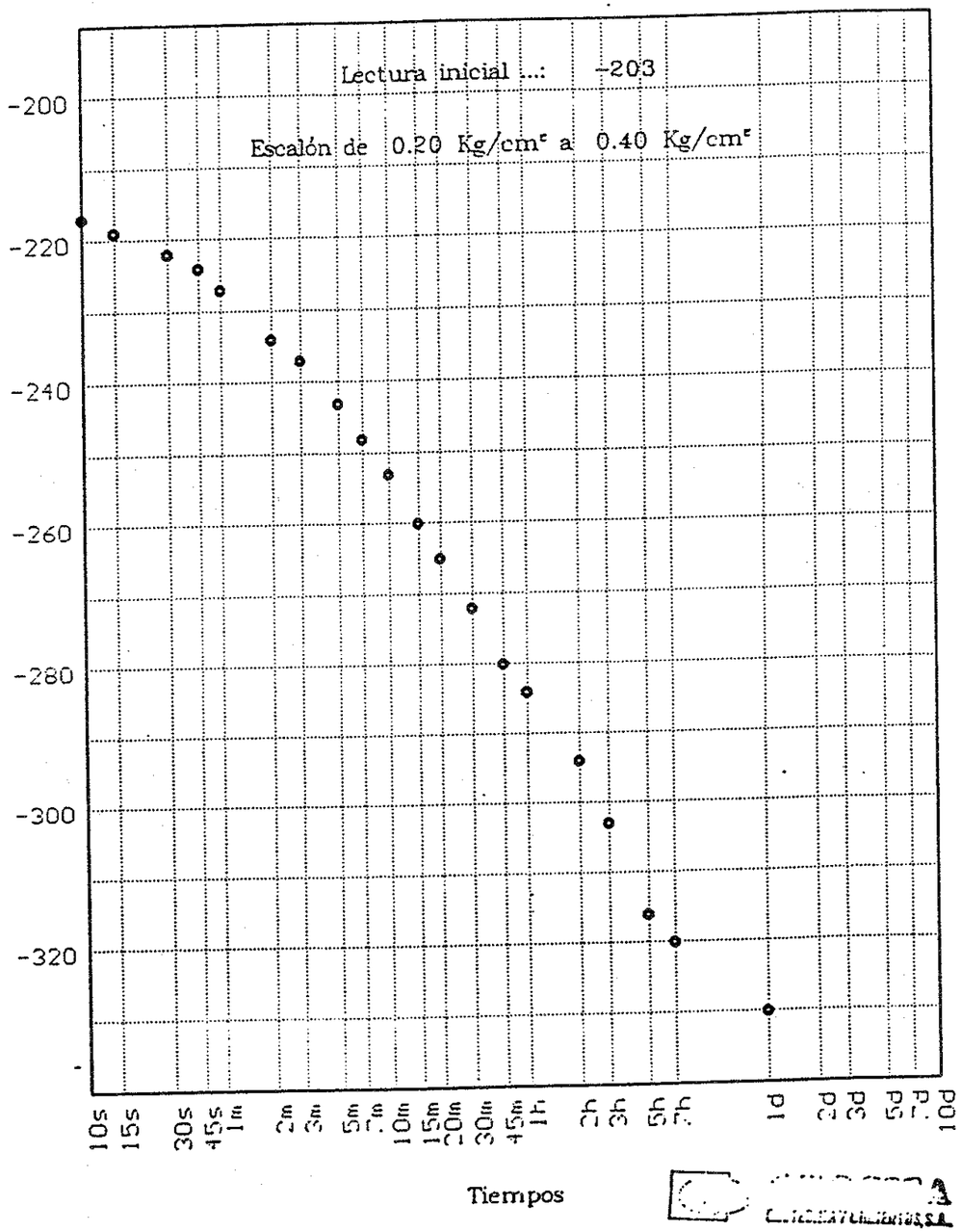


GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Trabajo Nº ....: 1125/96 INF:S-350/96-2
Referencia ....: U.T.E. CALATAYUD

ENSAYO EDOMETRICO – Curva de consolidación

Muestra Nº ....: 22352
Ref. muestra .: Sondeo 3 de 4.0 a 4.6 m.

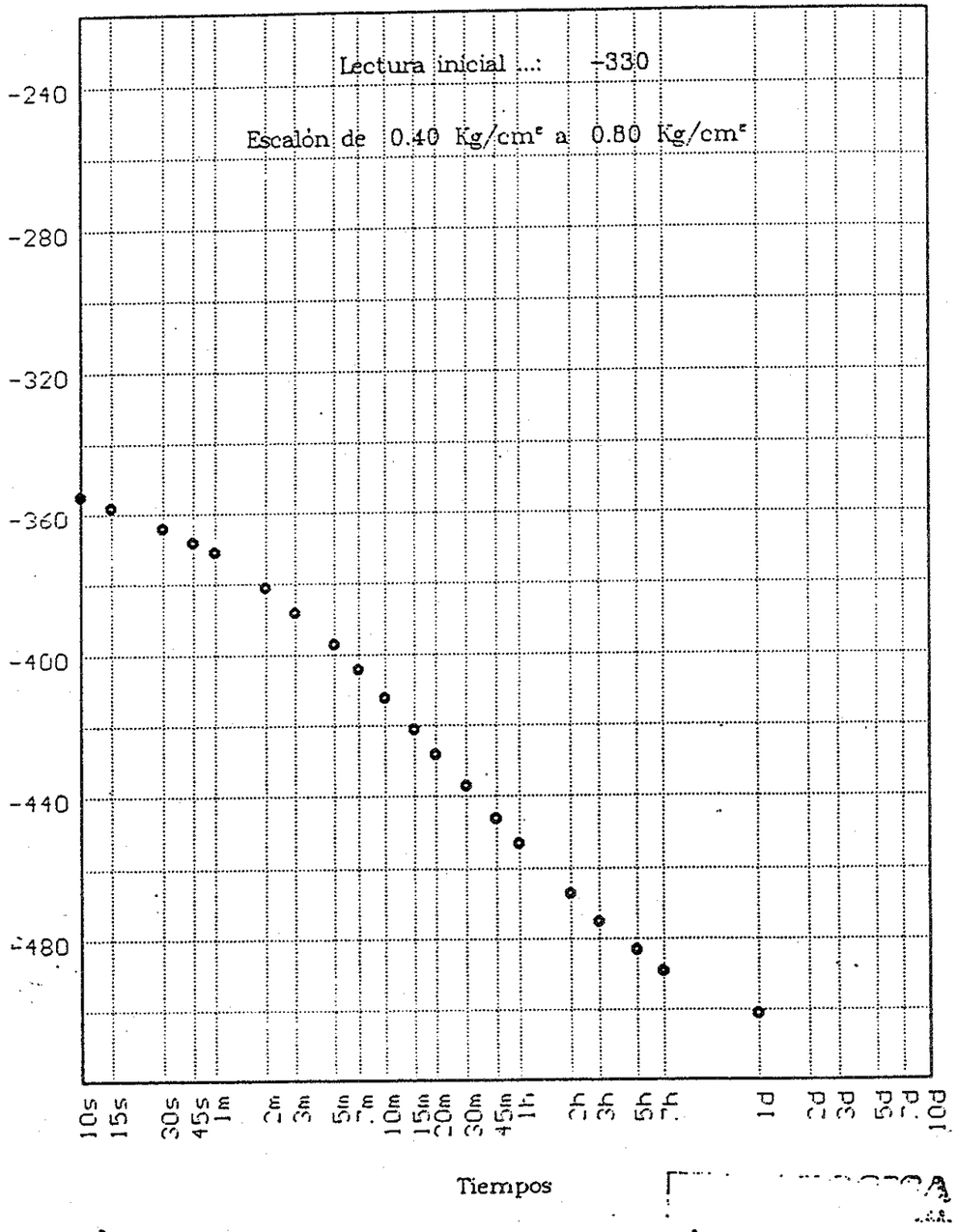


GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Trabajo N° ....: 1125/96 INF:S-350/96-2
Referencia ....: U.T.E. CALATAYUD

ENSAYO EDOMETRICO - Curva de consolidación

Muestra N° ....: 22352
Ref. muestra .: Sondeo 3 de 4.0 a 4.6 m.

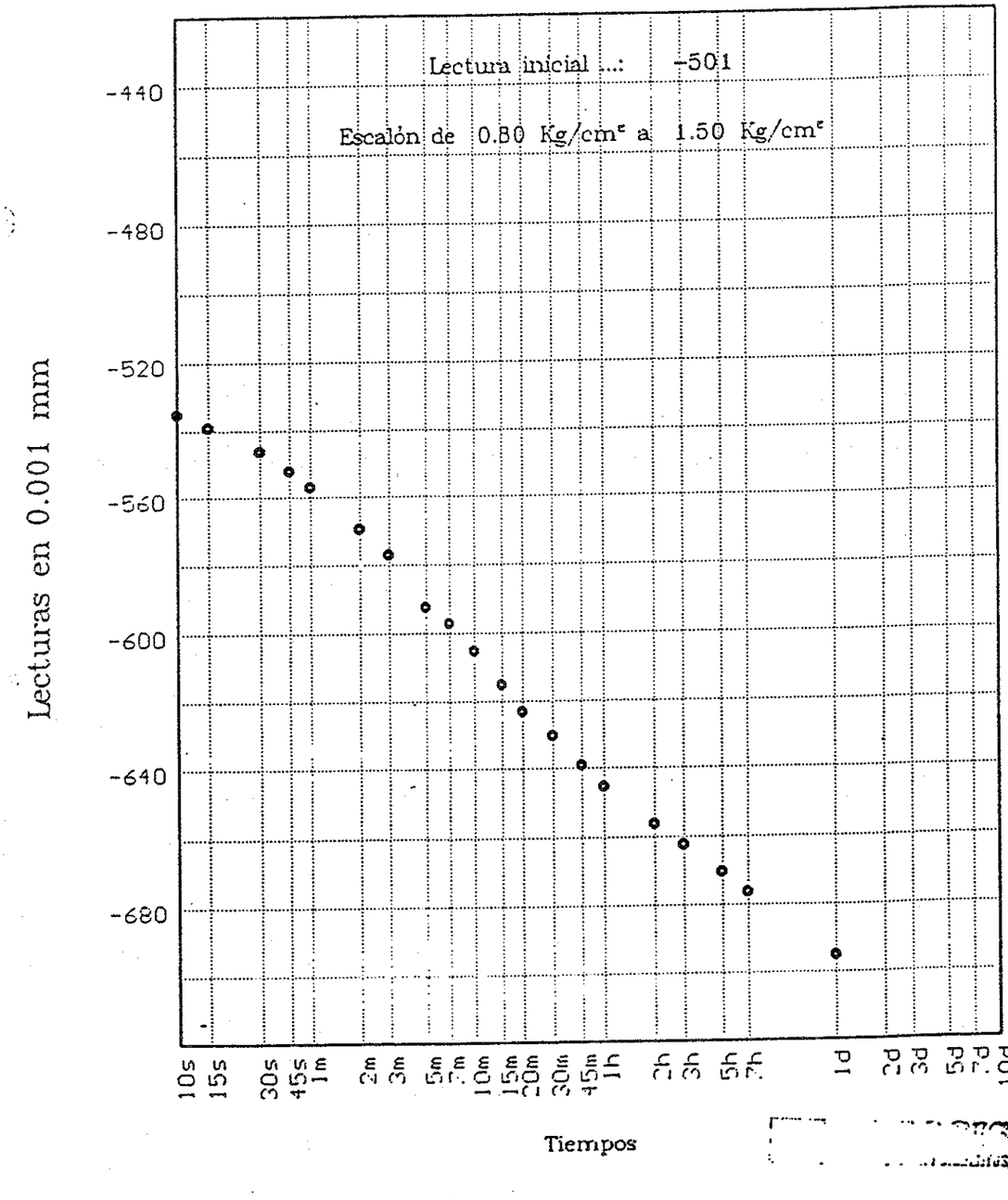


GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Trabajo N° ....: 1125/96 INF:S-350/96-2
Referencia ....: U.T.E. CALATAYUD

ENSAYO EDOMETRICO - Curva de consolidación

Muestra N° ....: 22352
Ref. muestra .: Sondeo 3 de 4.0 a 4.6 m.

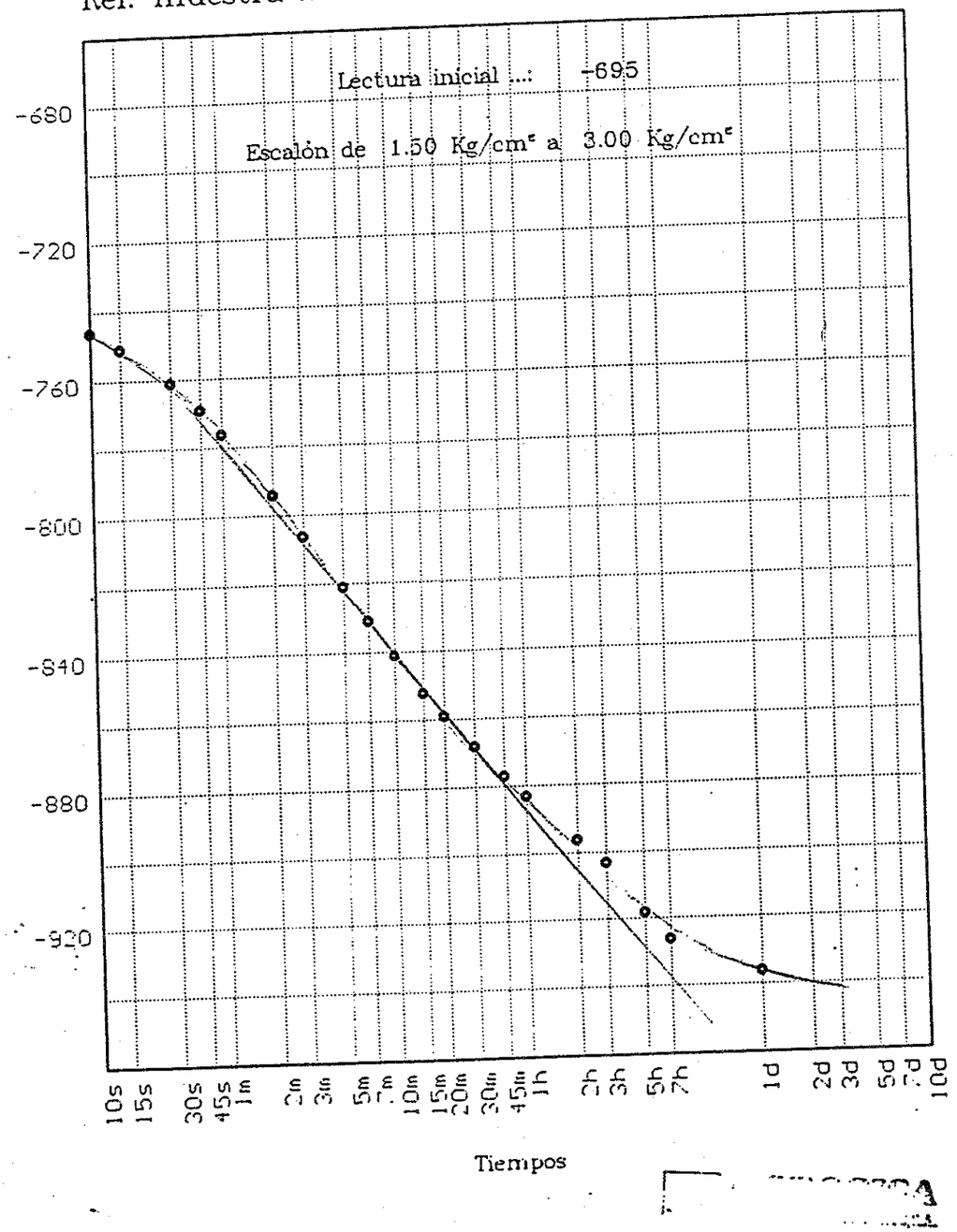


GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Trabajo Nº ....: 1125/96 INF:S-350/96-2
Referencia ....: U.T.E. CALATAYUD

ENSAYO EDOMETRICO – Curva de consolidación

Muestra Nº ....: 22352
Ref. muestra .: Sondeo 3 de 4.0 a 4.6 m.

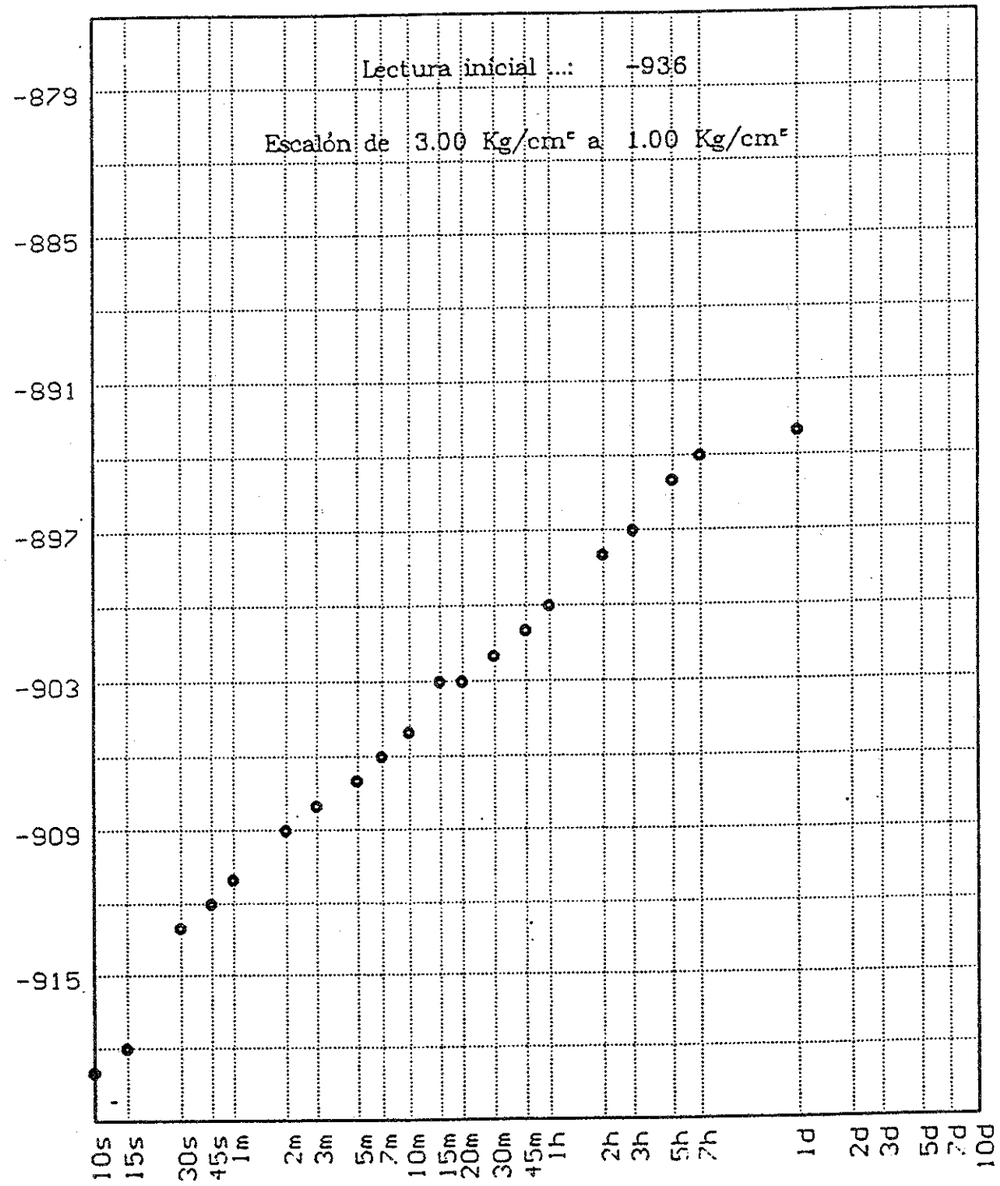


GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Trabajo Nº ....: 1125/96 INF: S-350/96-2
Referencia ....: U.T.E. CALATAYUD

ENSAYO EDOMETRICO – Curva de consolidación

Muestra Nº ....: 22352
Ref. muestra .: Sondeo 3 de 4.0 a 4.6 m.

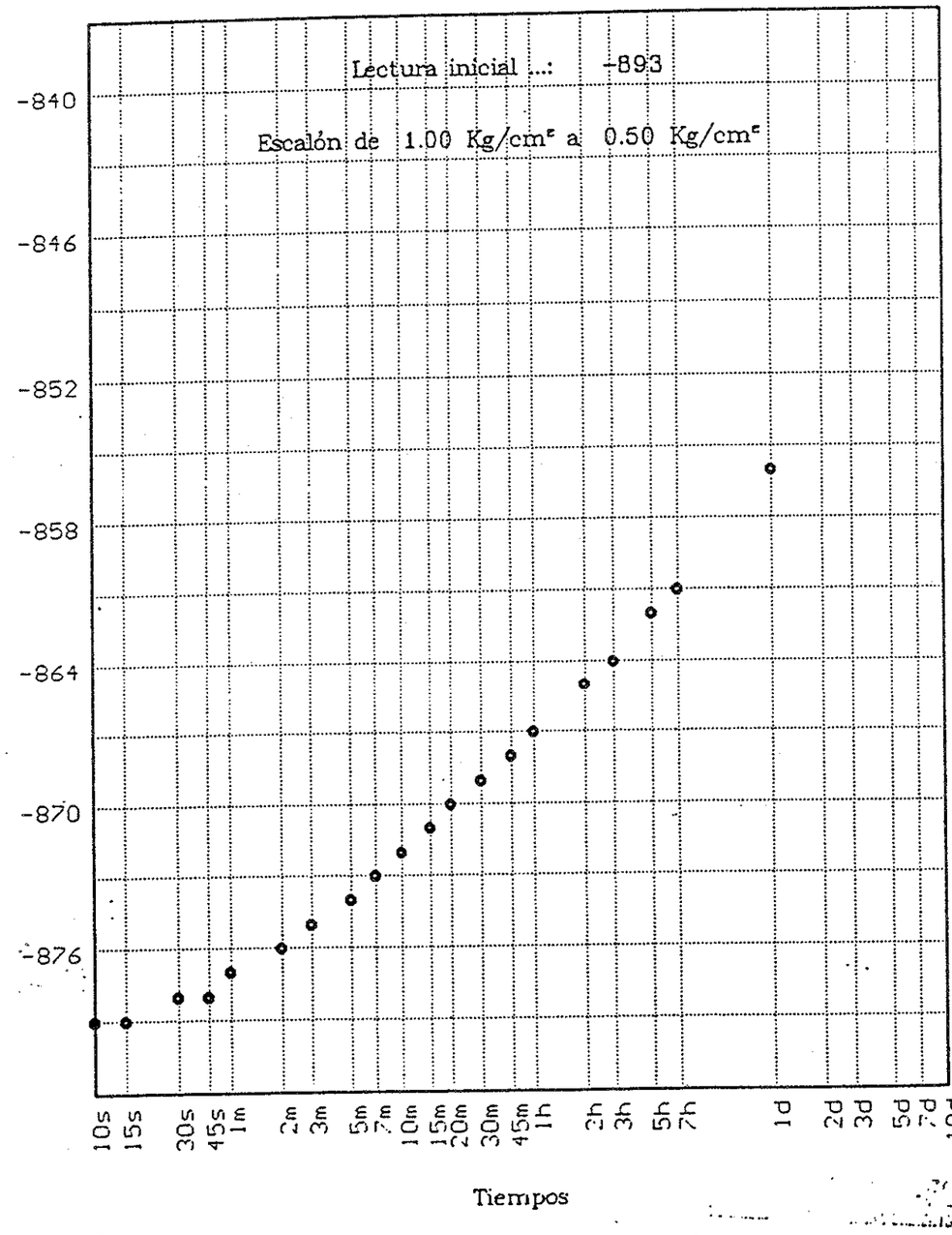


GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Trabajo N° ....: 1125/96 INF: S-350/96-2
Referencia ....: U.T.E CALATAYUD

ENSAYO EDOMETRICO - Curva de consolidación

Muestra N° ....: 22352
Ref. muestra .: Sondeo 3 de 4.0 a 4.6 m.

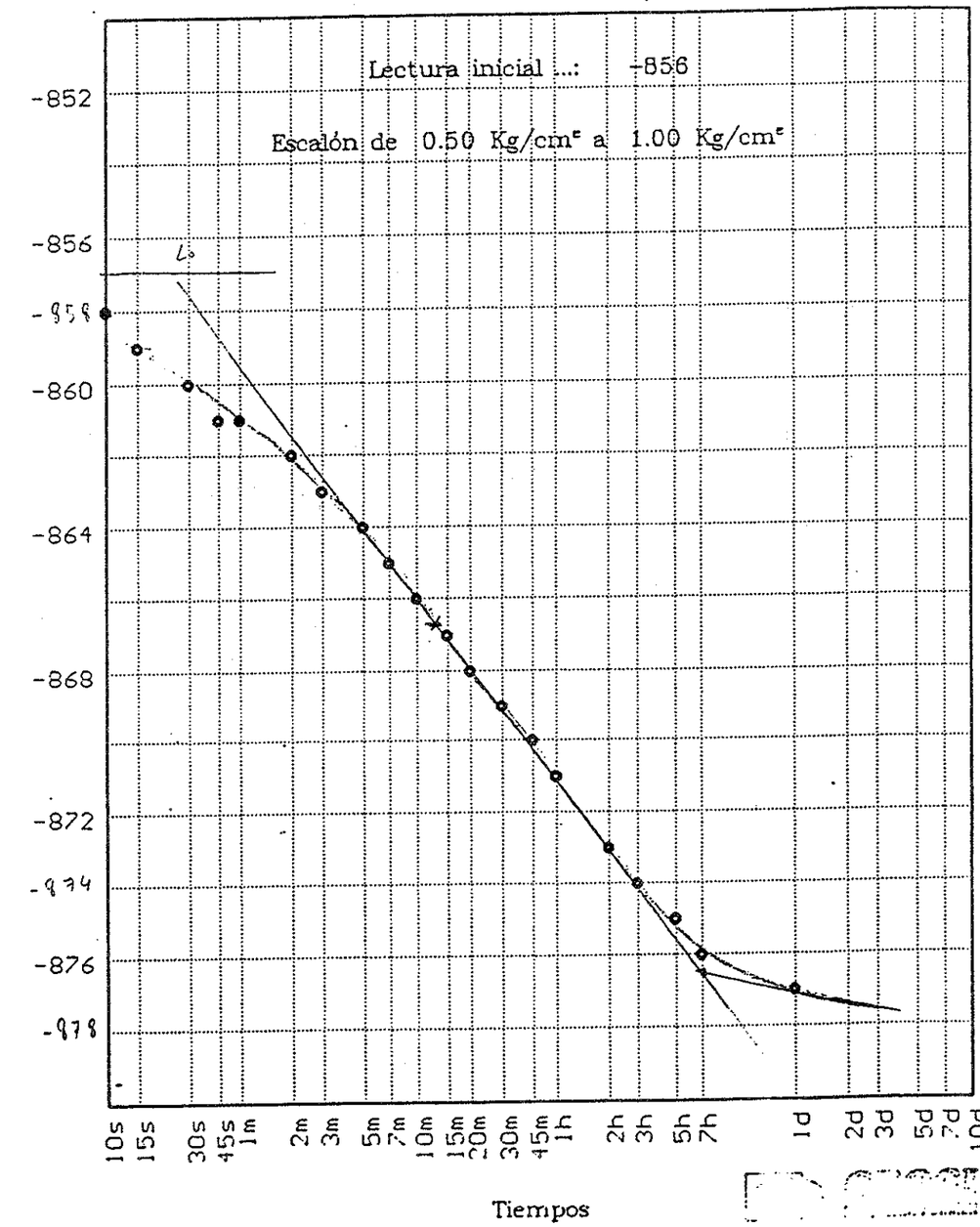


GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Trabajo N° ....: 1125/96 INF: S-350/96-2
Referencia ....: U.T.E. CALATAYUD

ENSAYO EDOMETRICO - Curva de consolidación

Muestra N° ....: 22352
Ref. muestra .: Sondeo 3 de 4.0 a 4.6 m.

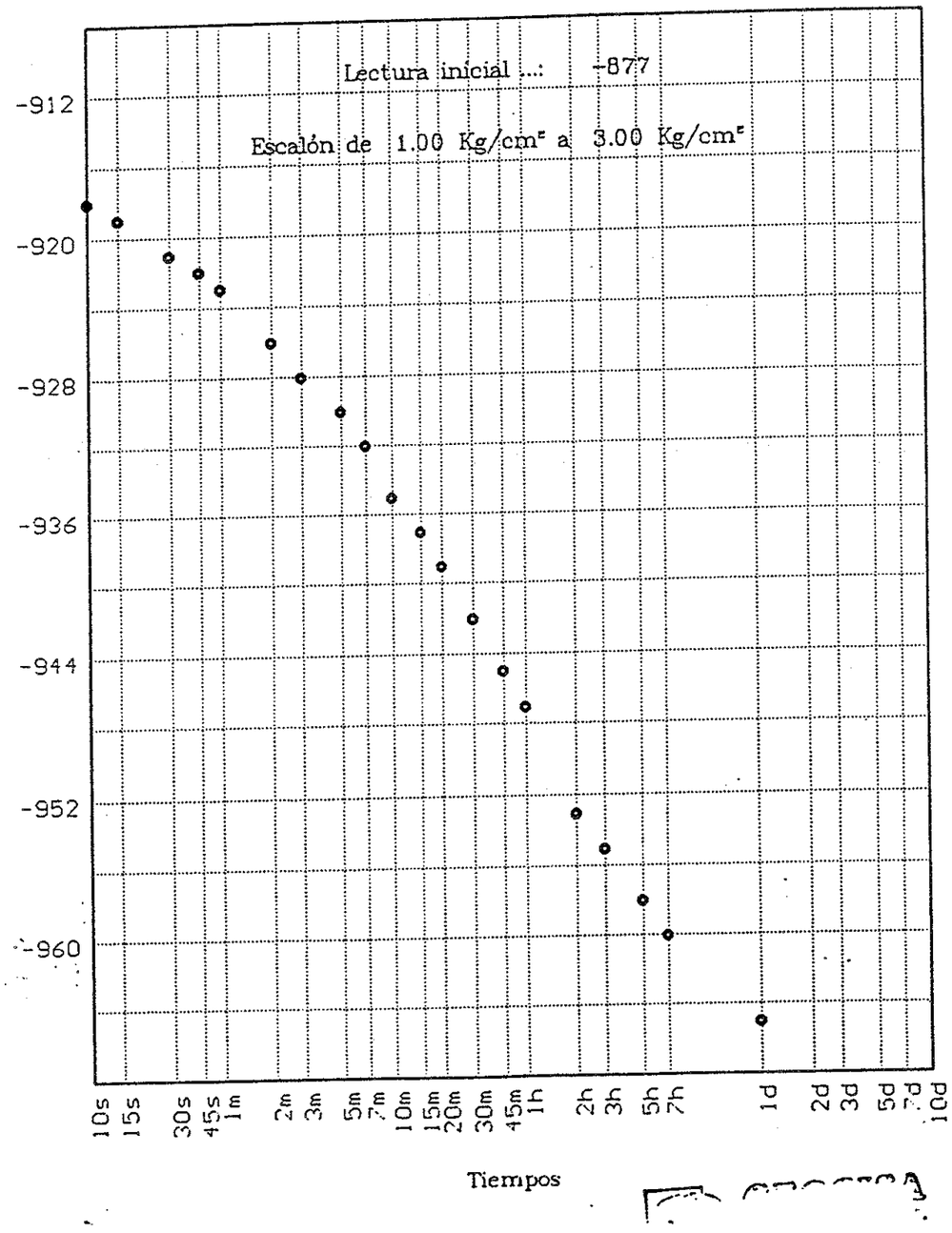


GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Trabajo N° ....: 1125/96 INF: S-350/96-2
Referencia ....: U.T.E. CALATAYUD

ENSAYO EDOMETRICO - Curva de consolidación

Muestra N° ....: 22352
Ref. muestra .: Sondeo 3 de 4.0 a 4.6 m.

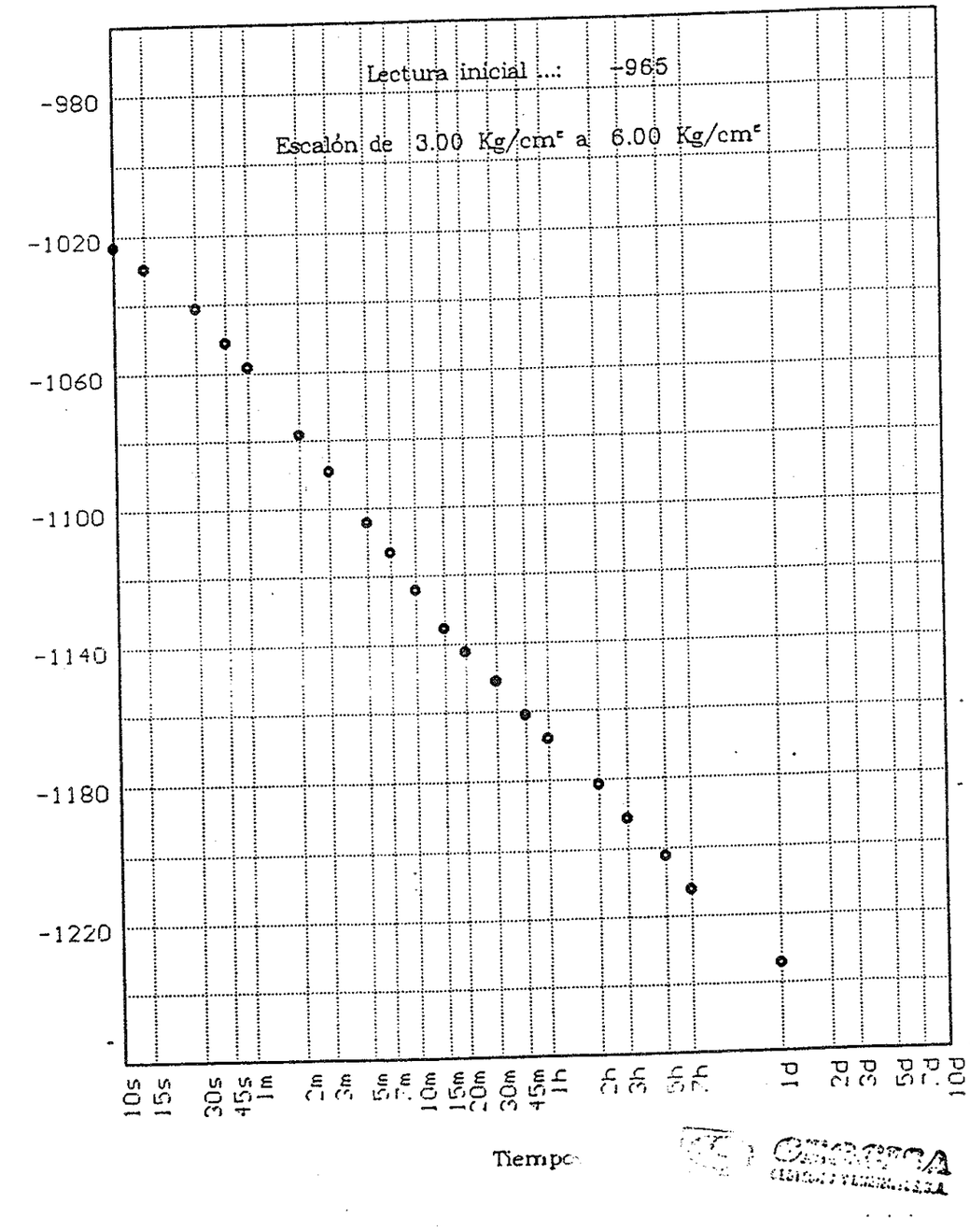


GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Trabajo N° ....: 1125/96 INF:S-350/96-2
Referencia ....: U.T.E. CALATAYUD

ENSAYO EDOMETRICO - Curva de consolidación

Muestra N° ....: 22352
Ref. muestra .: Sondeo 3 de 4.0 a 4.6 m.

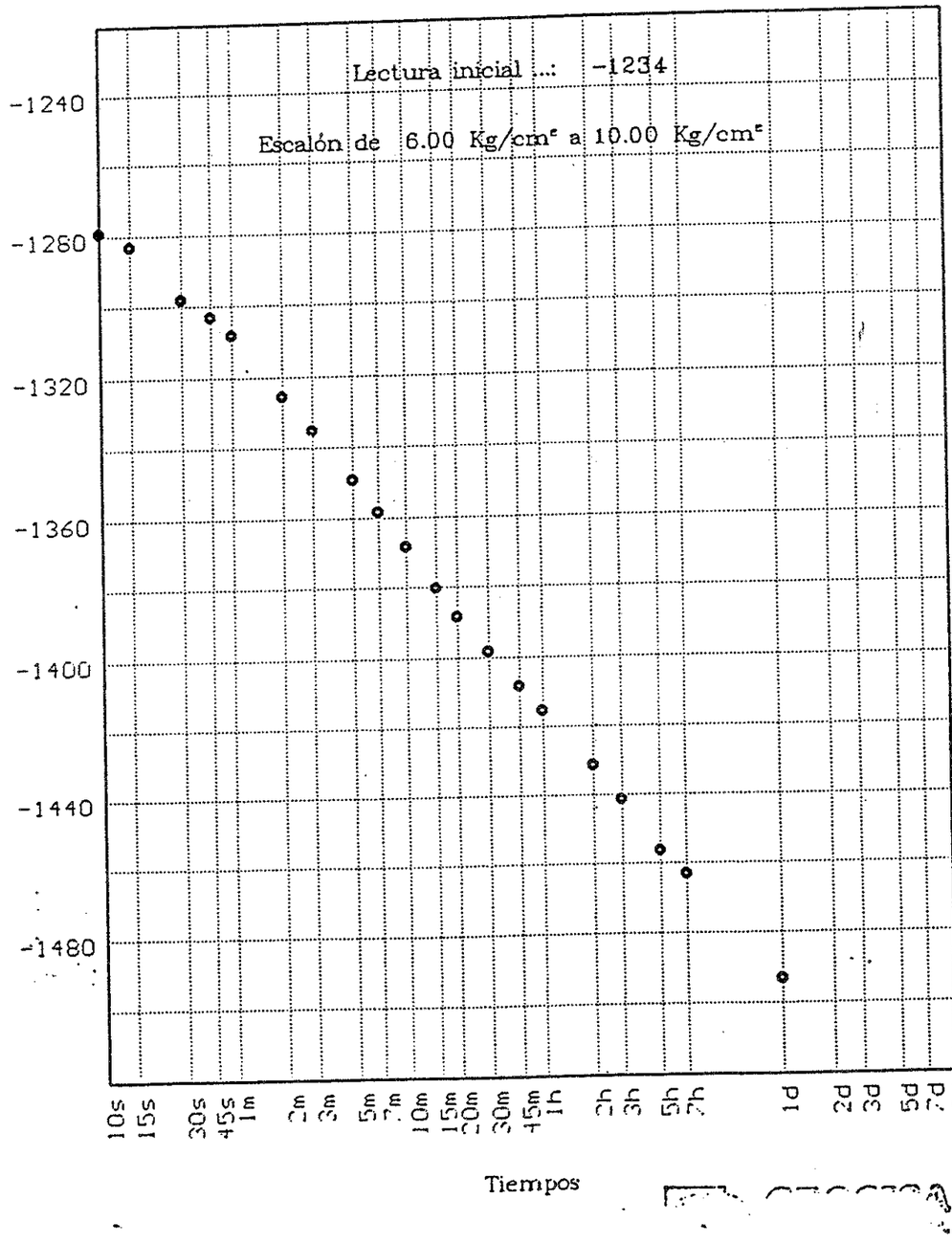


GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Trabajo N° ....: 1125/96 INF:S-350/96-2
Referencia ....: U.T.E. CALATAYUD

ENSAYO EDOMETRICO – Curva de consolidación

Muestra N° ....: 22352
Ref. muestra .: Sondeo 3 de 4.0 a 4.6 m.

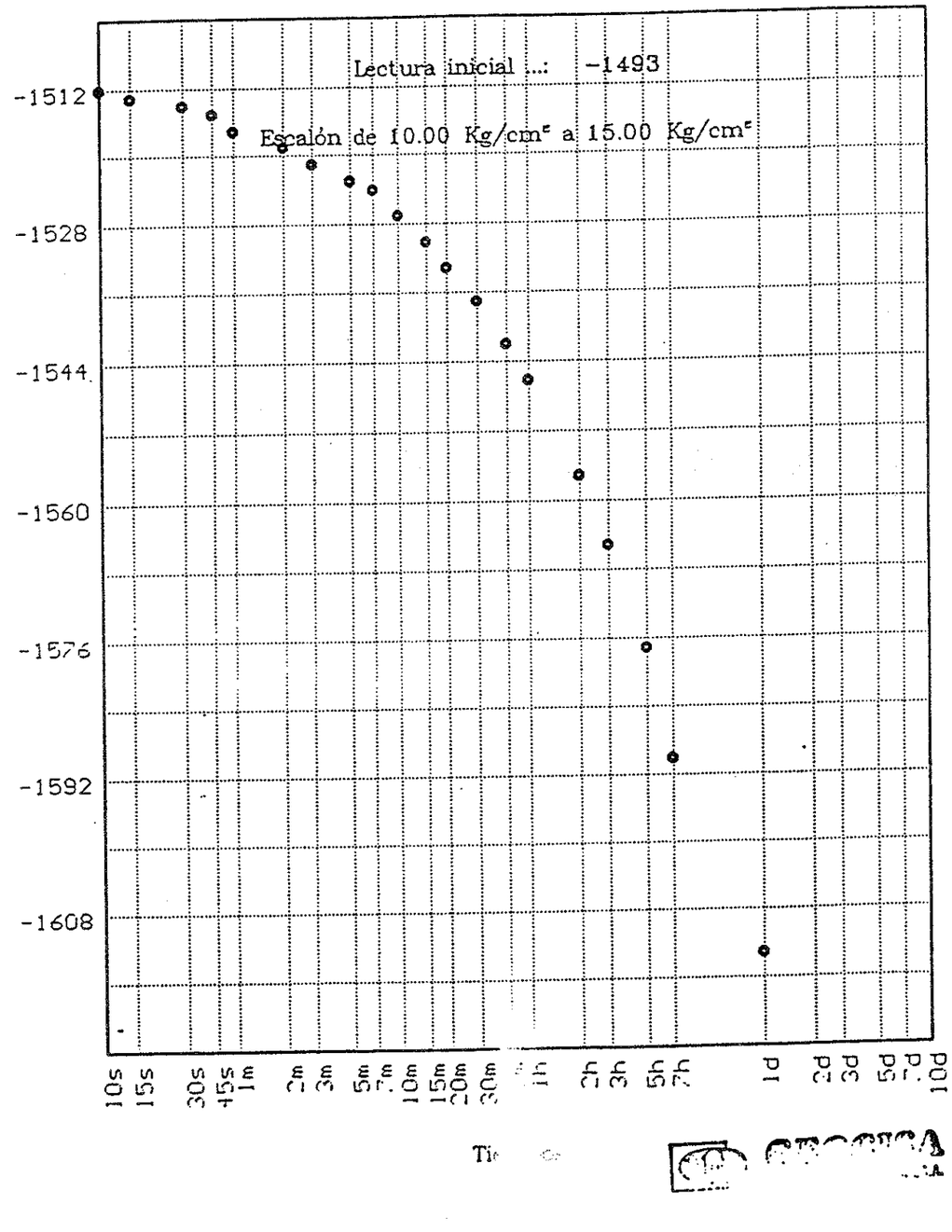


GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Trabajo N° ....: 1125/96 INF: S-350/96-2
Referencia ....: U.T.E CALATAYUD

ENSAYO EDOMETRICO – Curva de consolidación

Muestra N° ....: 22352
Ref. muestra .: Sondeo 3 de 4.0 a 4.6 m.

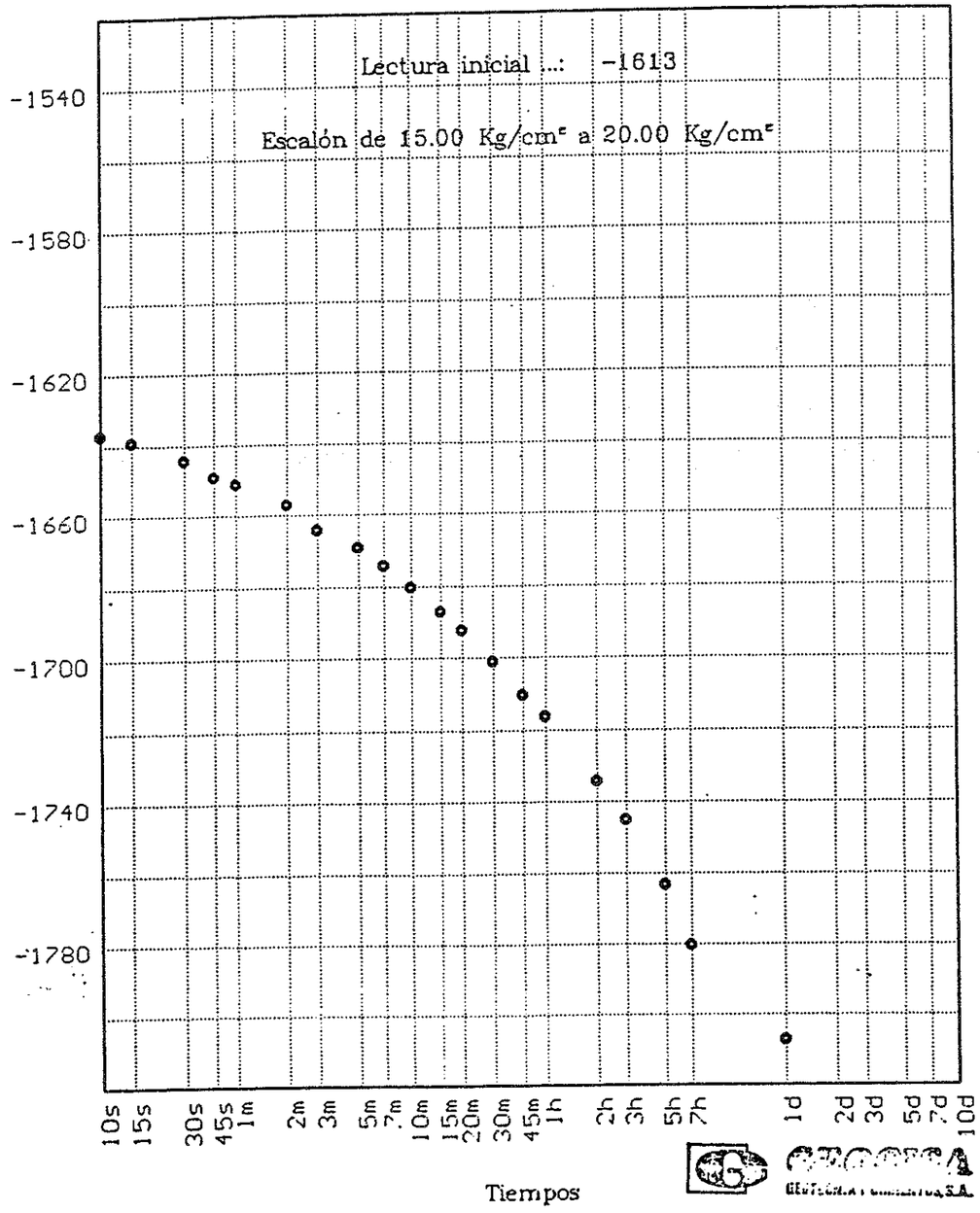


GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Trabajo Nº ....: 1125/96 INF:S-350/96-2
Referencia ....: U.T.E. CALATAYUD

ENSAYO EDOMETRICO – Curva de consolidación

Muestra Nº ....: 22352
Ref. muestra .: Sondeo 3 de 4.0 a 4.6 m.



GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

ENCARGO Nº.: 1125/96 INF: S-350/96-2

DENOMINACION : U.T.E. CALATAYUD

MUESTRA Nº.: 22.353

REFERENCIA MUESTRA: Sondeo 3 de 6.6 a 7.1 m..

TIPO MUESTRA: Inalterda PK. 2+190

EQUIVALENTE DE ARENA :

GRANULOMETRIA (En % que pasa)
==========

Tamices A.S.T.M.

3/8''	100.0
Nº 4	99.3
Nº 10	95.6
Nº 40	62.8
Nº 200	36.7

LIMITES DE ATTERBERG:
==========

Limite líquido :	24
Limite plástico :	14
Indice de plasticidad:	10

DENSIDAD SECA (TN/M3) : 1.82

HUMEDAD NATURAL % : 16.6

CLASIFICACIONES:
==========

Casagrande :	SC
H.R.B.	A-4
INDICE DE GRUPO :	0
TIPO DE SUELO	Arena arcillosa

OBSERVACIONES :
Se han empleado tamices ASTM para poder clasificar geotécnicamente las muestras.

GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

ENCARGO N°. : 1125/96 INF: S-350/96-2

DENOMINACION : U.T.E. CALATAYUD

ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

MUESTRA N°.: 22.353

REFERENCIA MUESTRA: Sondeo 3 de 6.6 à 7.2 m.

TIPO MUESTRA: Inalterada PK 2+190

Probeta N°.	I	II	III
Densidad seca (Tm./M3)	1.85	1.82	1.77
Humedad inicial en %	12.9	16.6	18.4
Humedad final en %	9.3	12.4	14.3
Velocidad ensayo (Min./1% Def.)	25	25	25
σ3(Kg.Cm².)	9.0	7.5	6.5
Deformación en rotura (%)	15.0	15.0	15.0
σ1 - σ3 (Kg./Cm².)	13.45	6.60	3.40
Valor de K	1.00	1.00	1.00
σ1 (Kg./Cm².)	22.45	14.10	9.90
σ1 + σ3	31.45	21.60	16.40
(σ1 + σ3) / 2	15.73	10.80	8.20
Presión intersticial u.(Kg/Cm².)	4.56	5.25	5.40
σ'1 = σ1 - u	17.89	8.85	4.50
σ'3 = σ3 - u	4.44	2.25	1.10
σ'1 + σ'3	22.33	11.10	5.60
(σ'1 + σ'3)/2	11.17	5.55	2.80

GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

ENCARGO N°. : 1125/96 INF: S-350/96-2

DENOMINACION : U.T.E. CALATAYUD

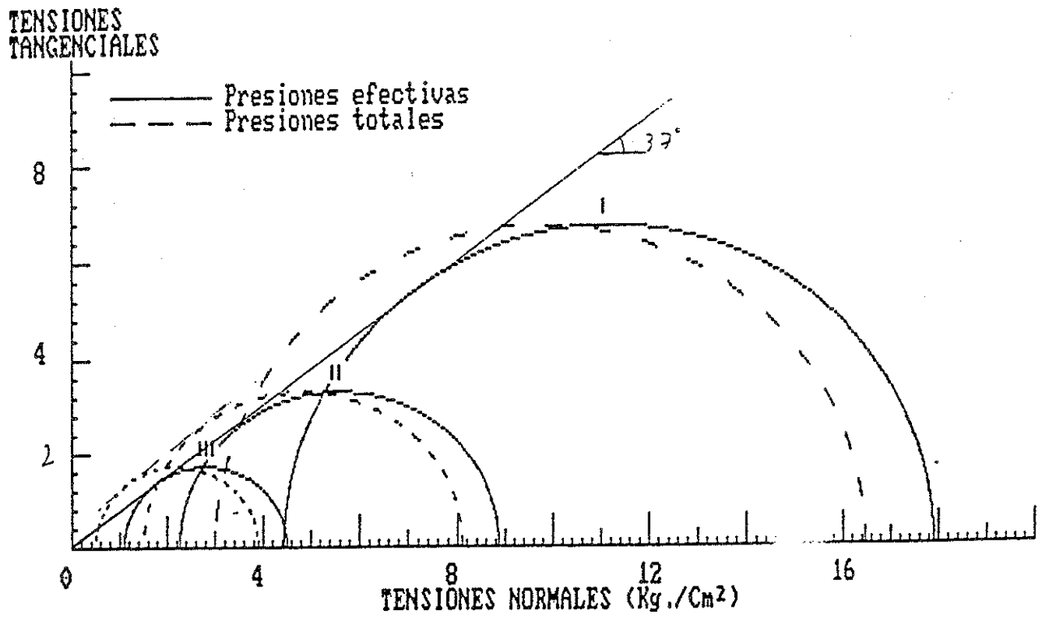
ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

MUESTRA N°.: 22.353

REFERENCIA MUESTRA: Sondeo 3 de 6.6 à 7.2 m.

TIPO MUESTRA: Inalterada PK 2+190

MUESTRA INALTERADA, EN CELULA DE 1½ ''DE DIAMETRO



OBSERVACIONES.- Saturación con contrapresión ../cm².

Las presiones totales estan dibujadas una ve: :ada

la presión neutra de 6 Kg./cm².

GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

ENCARGO N°. : 1125/96 INF: S-350/96-2

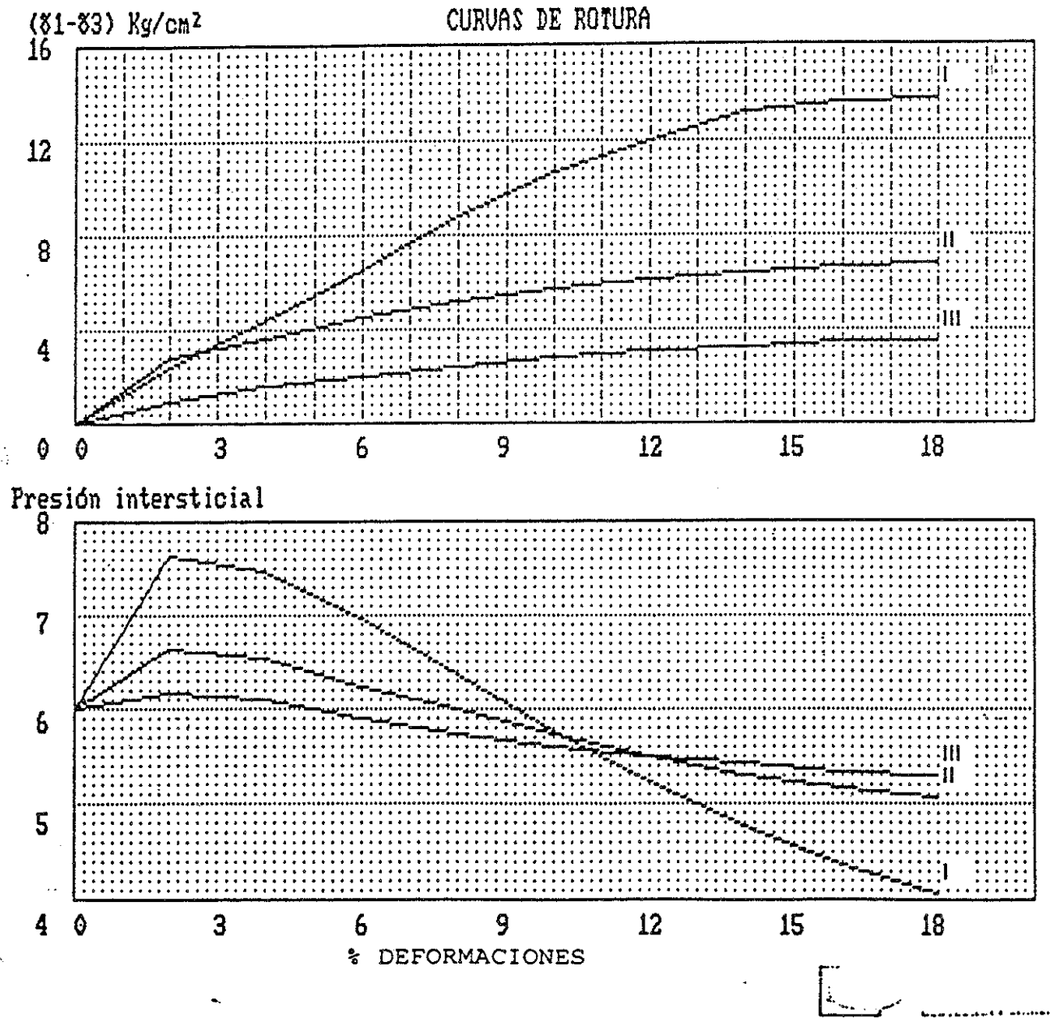
DENOMINACION : U.T.E. CALATAYUD

ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

MUESTRA N°.: 22.353

REFERENCIA MUESTRA: Sondeo 3 de 6.6 a 7.2 m.

TIPO MUESTRA: Inalterada PK 2+190



GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Trabajo N° ..: 1125/96 INF: S-250/96-2

Referencia ...: U.T.E. CALATAYUD

ENSAYO EDOMETRICO

U.N.E. 7.392/75

DATOS DE LA PROBETA

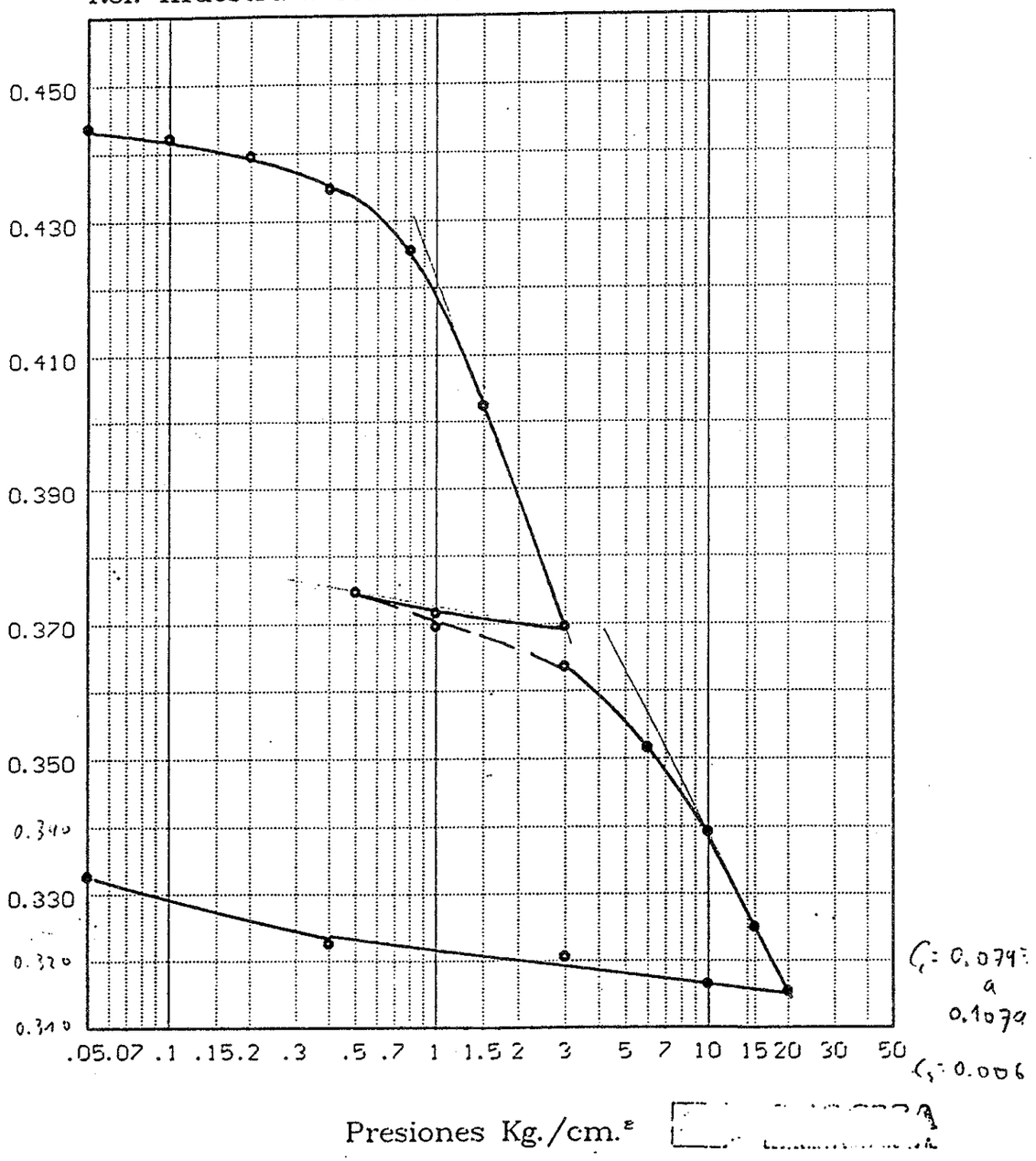
Muestra N°	22353
Referencia muestra	Sondeo 3 de 6.6 a 7.2 m.
Tipo de muestra	Inalterada PK 2+190
Densidad seca (Tm/m3)	1.85
Humedad inicial en %	15.25
Humedad final en %	11.86
Altura edómetro en mm	20
Indice de poros inicial	0.44
Peso específico (Tm/m3)	2.68

GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Trabajo N° ....: 1125/96 INF: S-250/96-2
Referencia ....: U.T.E. CALATAYUD

ENSAYO EDOMETRICO – Curva edométrica

Muestra N° ....: 22353
Ref. muestra .: Sondeo 3 de 6.6 a 7.2 m.

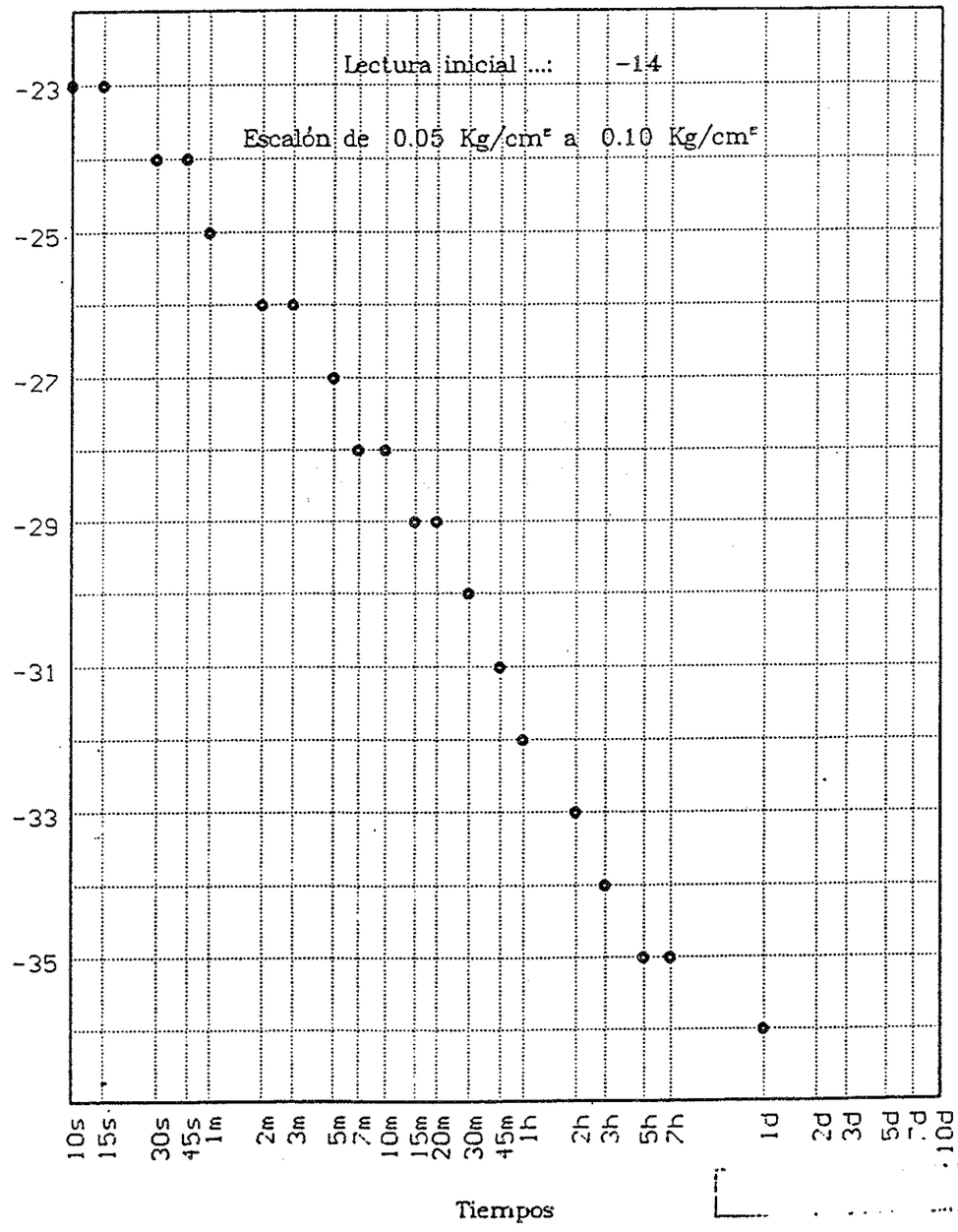


GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Trabajo N° ....: 1125/96 INF: S-250/96-2
Referencia ....: U.T.E. CALATAYUD

ENSAYO EDOMETRICO – Curva de consolidación

Muestra N° ....: 22353
Ref. muestra .: Sondeo 3 de 6.6 a 7.2 m.

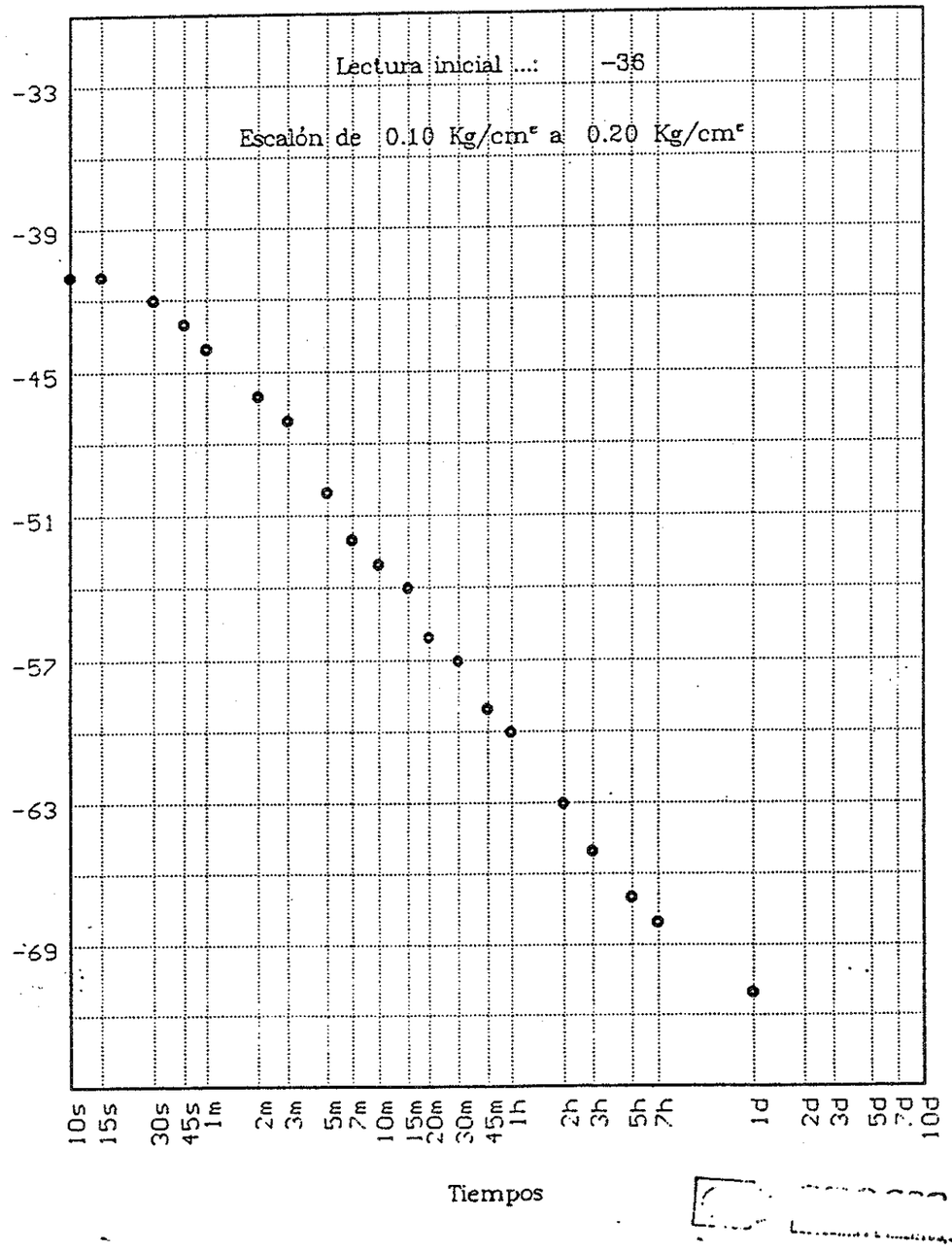


GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Trabajo N° ....: 1125/96 INF: S-250/96-2
Referencia ....: U.T.E. CALATAYUD

ENSAYO EDOMETRICO – Curva de consolidación

Muestra N° ....: 22353
Ref. muestra .: Sondeo 3 de 6.6 a 7.2 m.

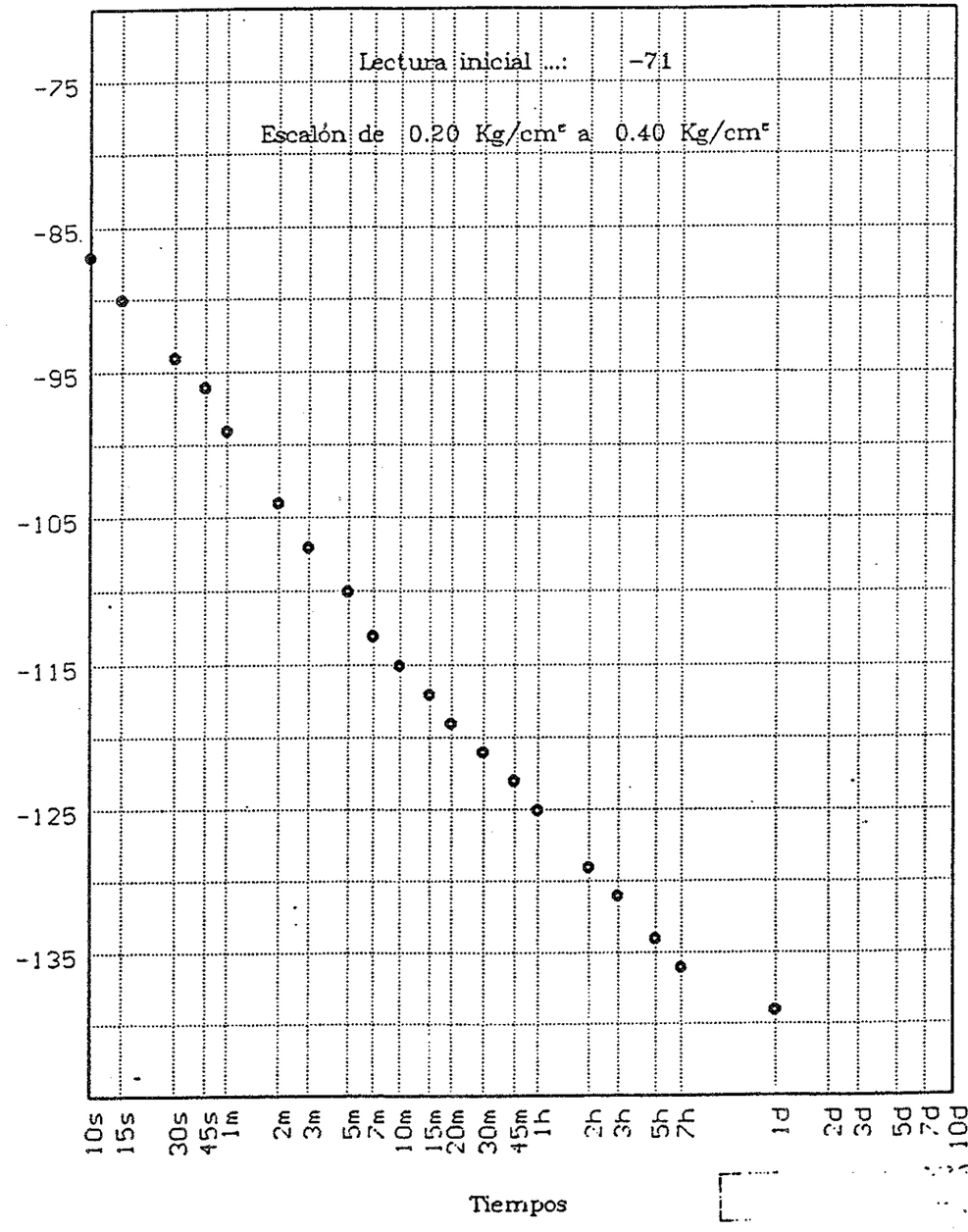


GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Trabajo N° ....: 1125/96 INF: S-250/96-2
Referencia ....: U.T.E. CALATAYUD

ENSAYO EDOMETRICO – Curva de consolidación

Muestra N° ....: 22353
Ref. muestra .: Sondeo 3 de 6.6 a 7.2 m.

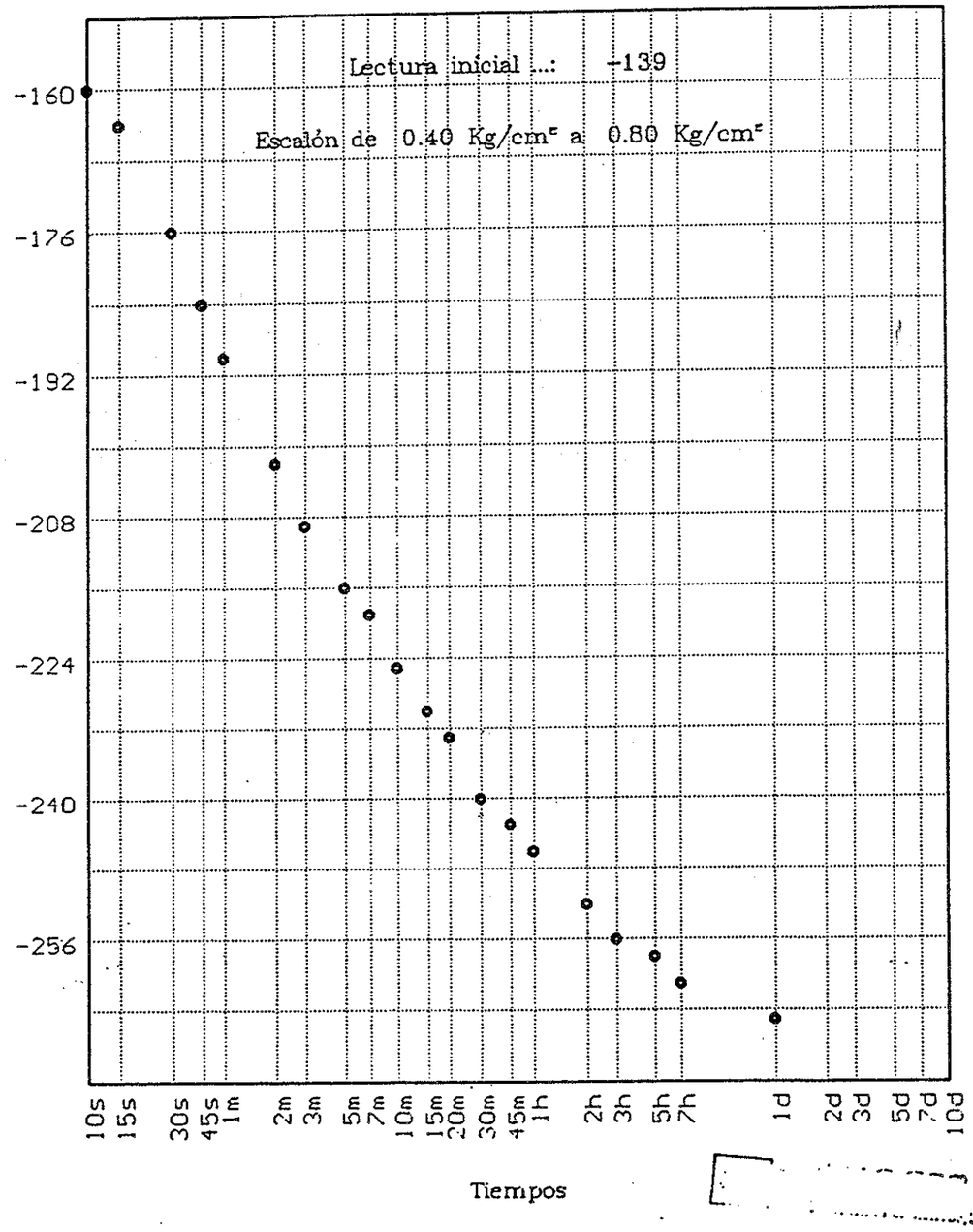


GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Trabajo N° ....: 1125/96 INF: S-250/96-2
Referencia ....: U.T.E. CALATAYUD

ENSAYO EDOMETRICO - Curva de consolidación

Muestra N° ....: 22353
Ref. muestra .: Sondeo 3 de 6.6 a 7.2 m.

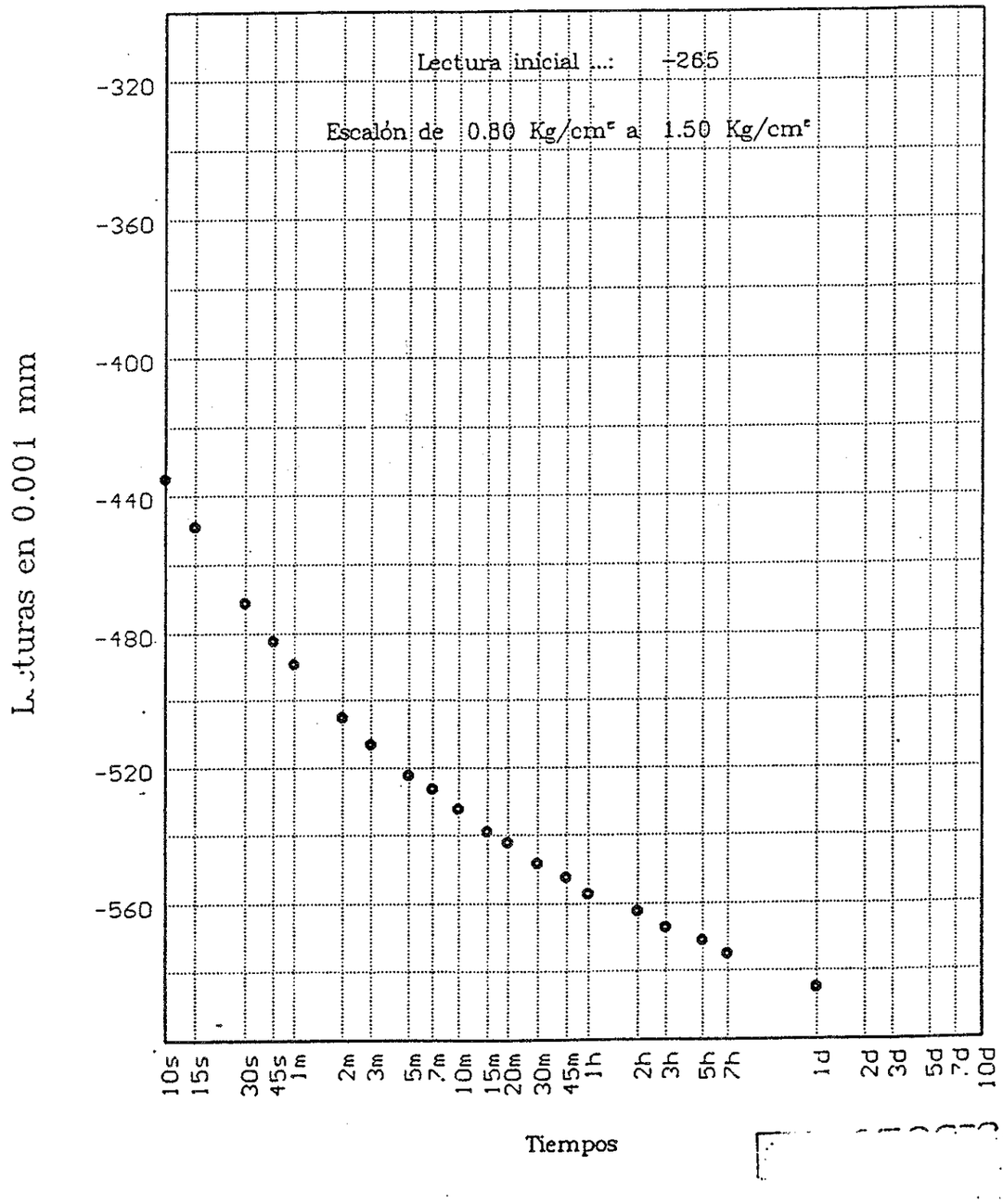


GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Trabajo N° ....: 1125/96 INF: S-250/96-2
Referencia ....: U.T.E. CALATAYUD

ENSAYO EDOMETRICO - Curva de consolidación

Muestra N° ....: 22353
Ref. muestra .: Sondeo 3 de 6.6 a 7.2 m.

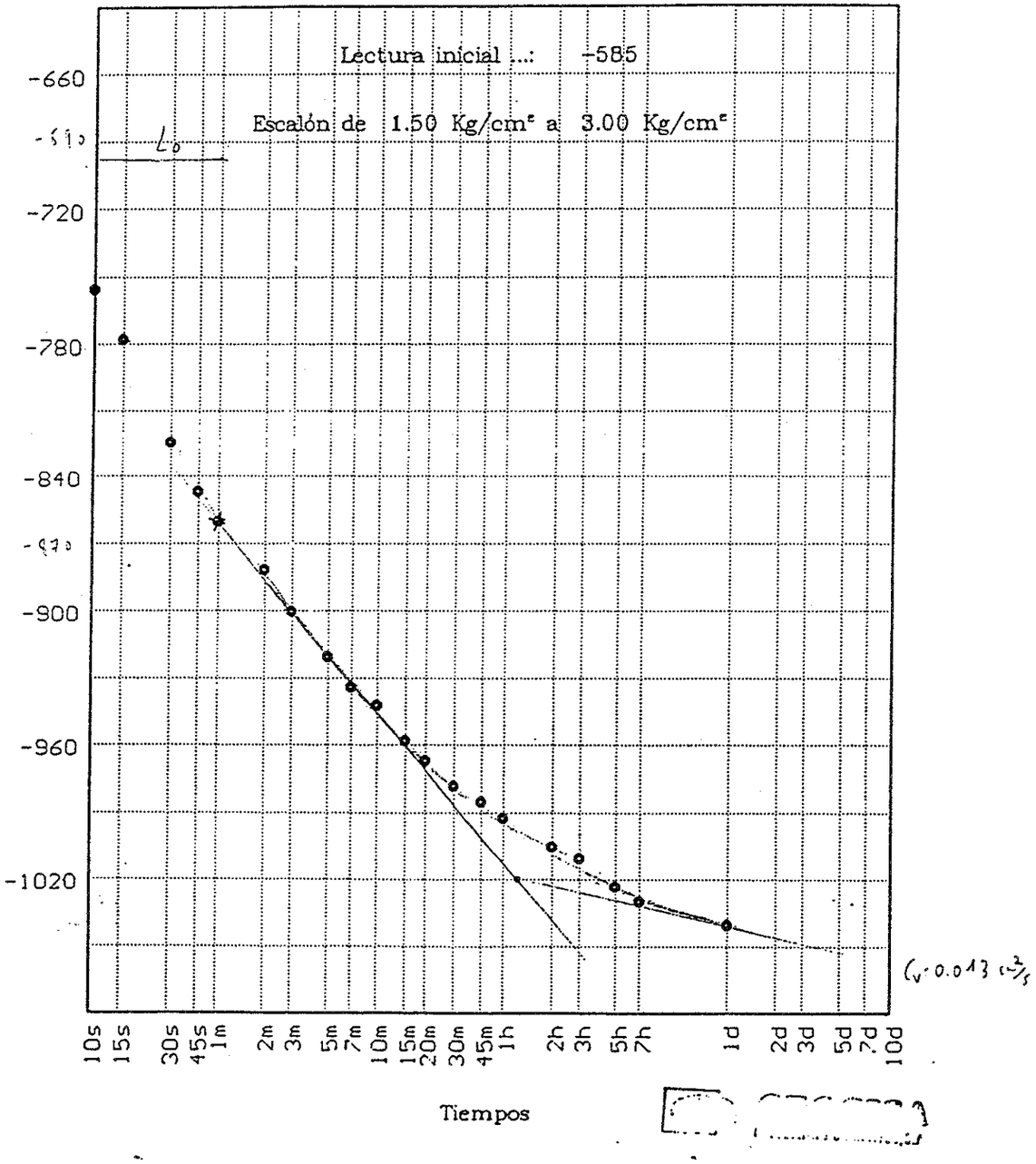


GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Trabajo N° ....: 1125/96 INF: S-250/96-2
Referencia ....: U.T.E. CALATAYUD

ENSAYO EDOMETRICO - Curva de consolidación

Muestra N° ....: 22353
Ref. muestra .: Sondeo 3 de 6.6 a 7.2 m.

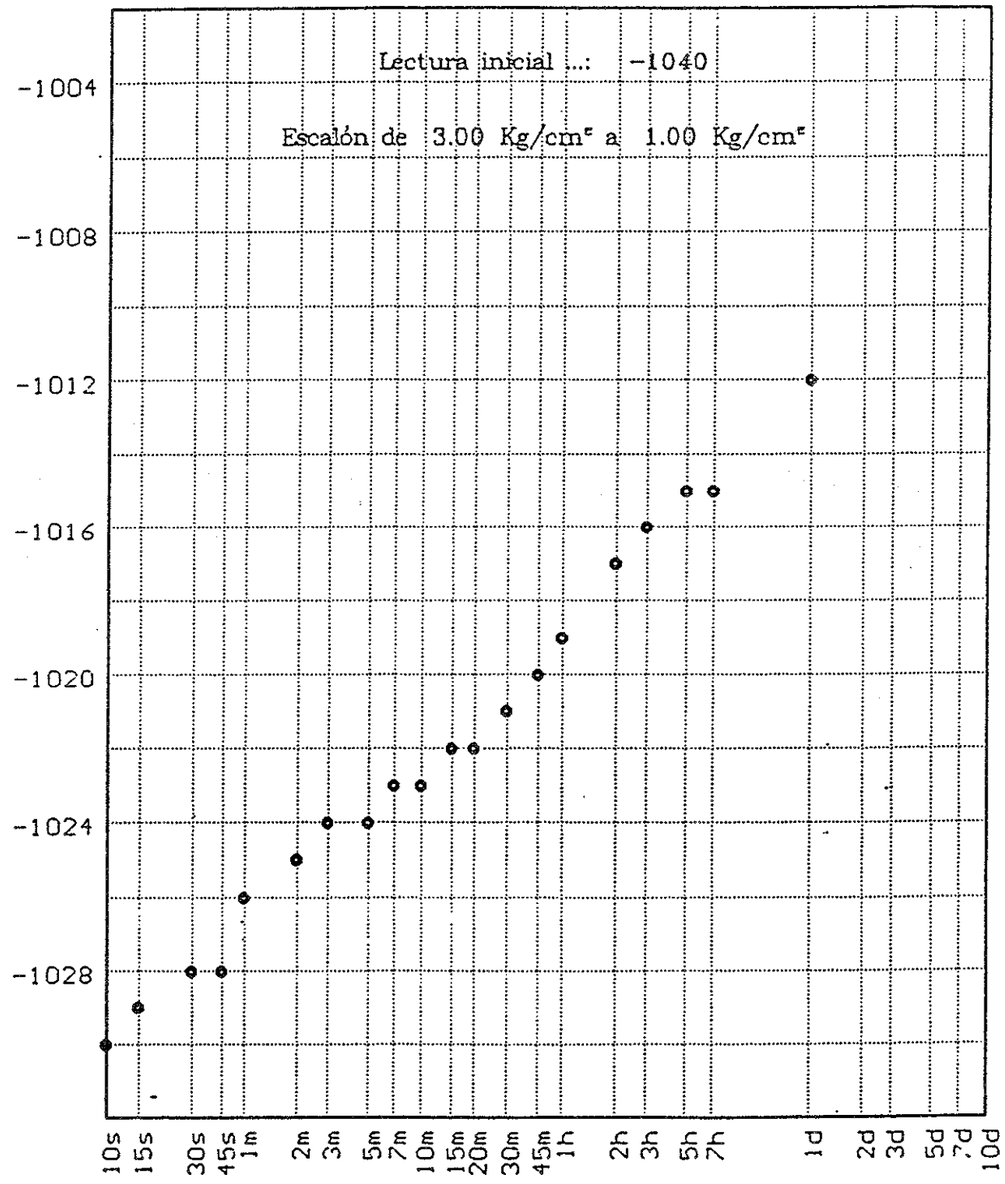


GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Trabajo N° ....: 1125/96 INF: S-250/96-2
Referencia ....: U.T.E. CALATAYUD

ENSAYO EDOMETRICO - Curva de consolidación

Muestra N° ....: 22353
Ref. muestra .: Sondeo 3 de 6.6 a 7.2 m.

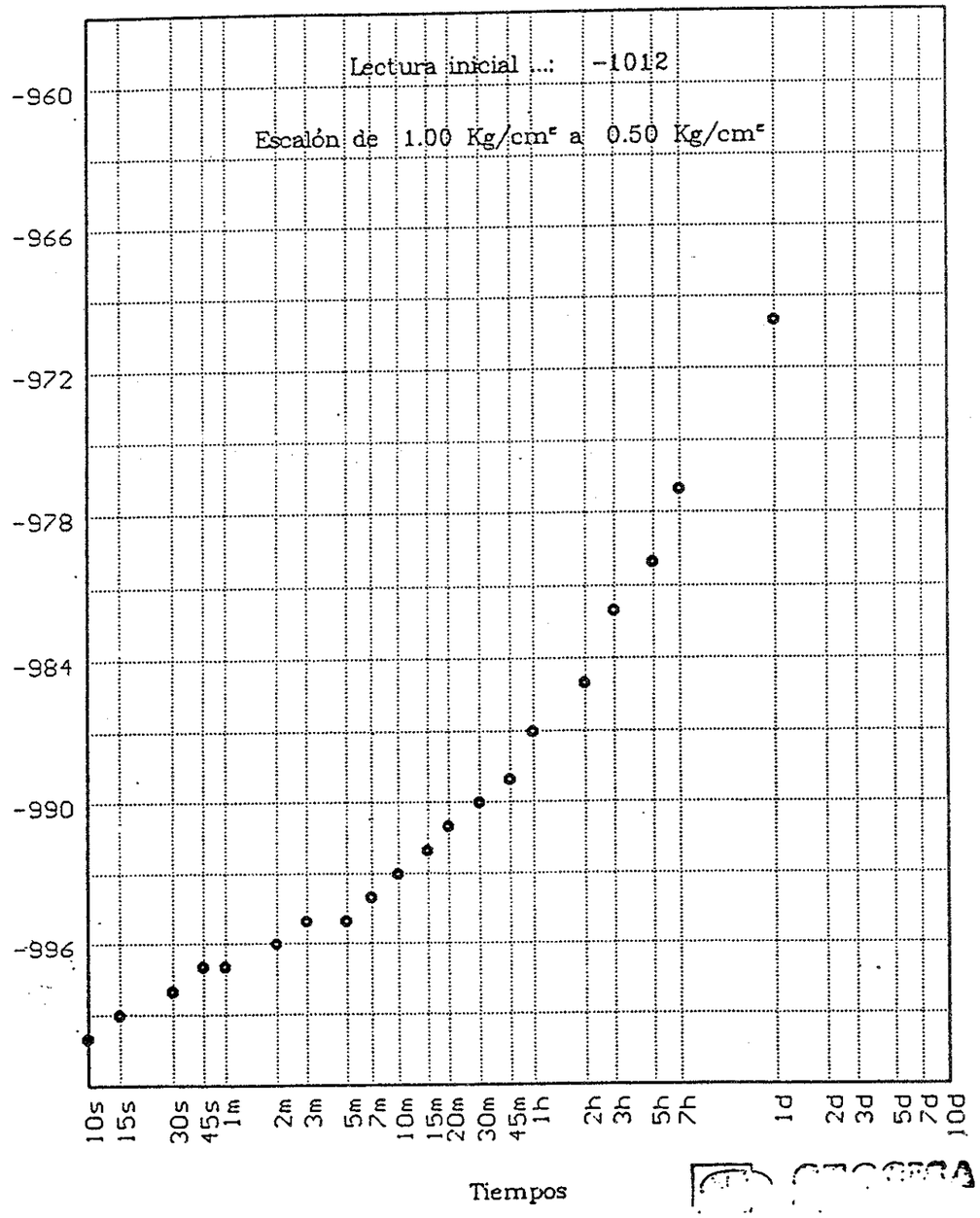


GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Trabajo Nº ....: 1125/96 INF: S-250/96-2
Referencia ....: U.T.E. CALATAYUD

ENSAYO EDOMETRICO - Curva de consolidación

Muestra Nº ....: 22353
Ref. muestra .: Sondeo 3 de 6.6 a 7.2 m.

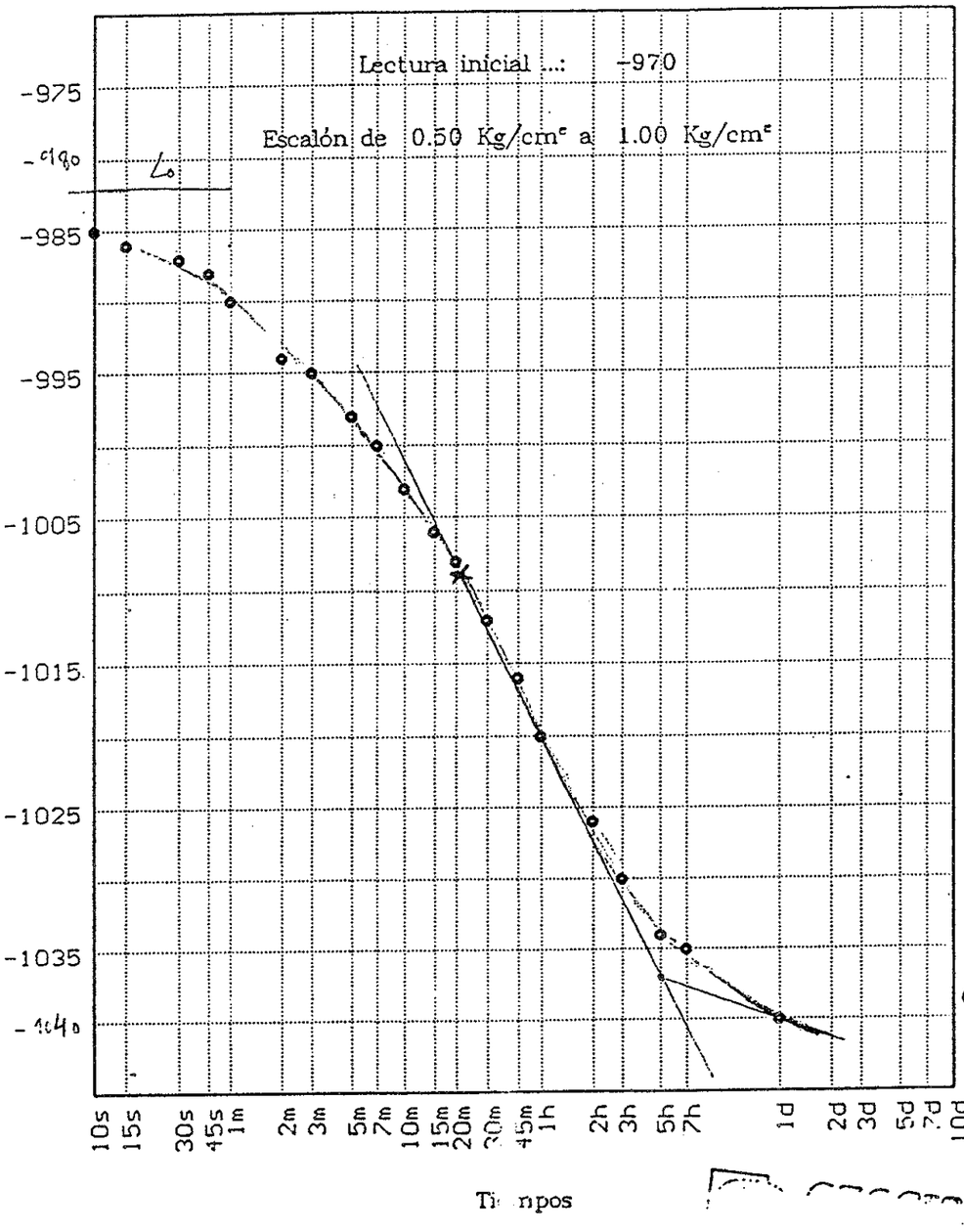


GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Trabajo Nº ....: 1125/96 INF: S-250/96-2
Referencia ....: U.T.E. CALATAYUD

ENSAYO EDOMETRICO - Curva de consolidación

Muestra Nº ....: 22353
Ref. muestra .: Sondeo 3 de 6.6 a 7.2 m.

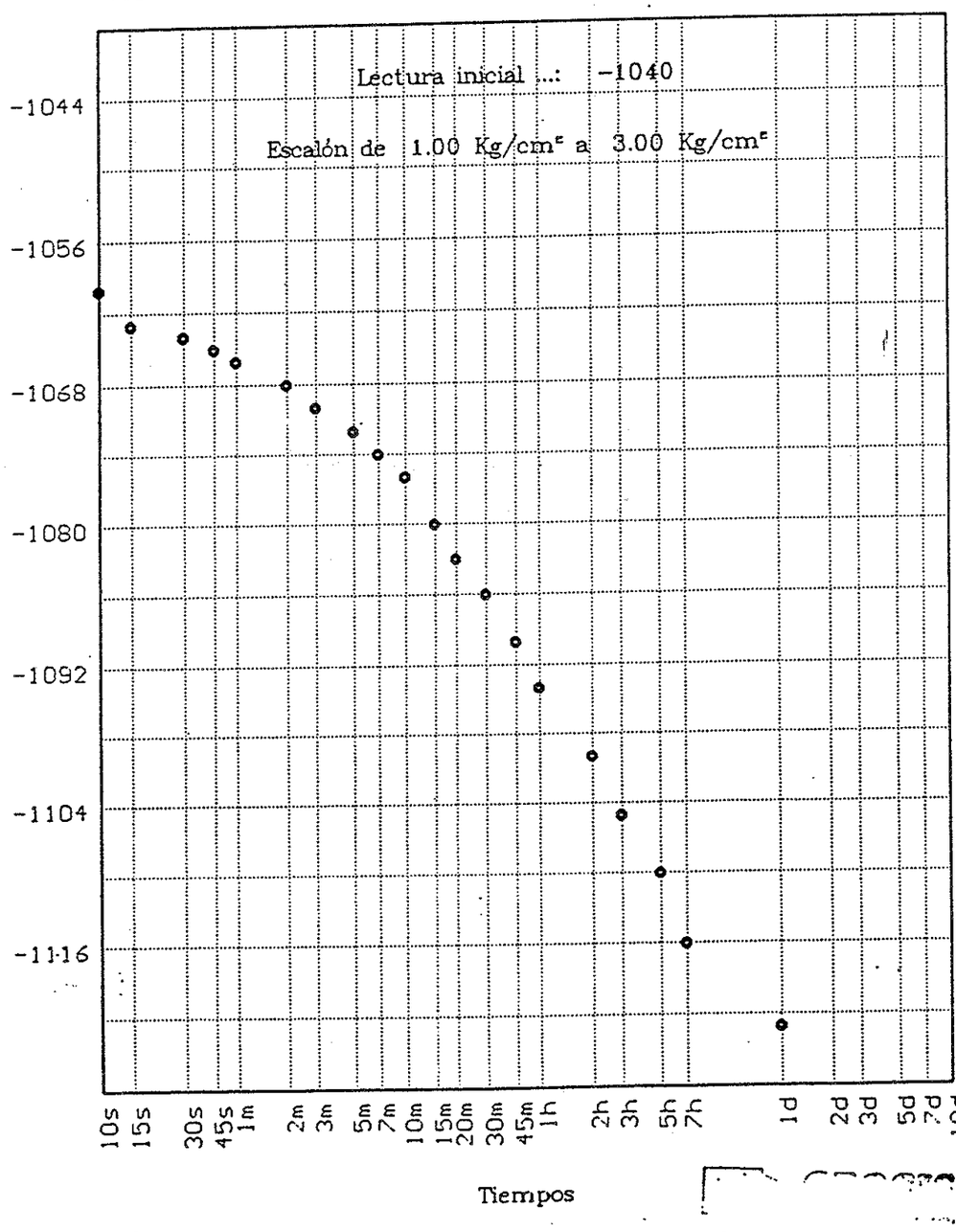


GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Trabajo N° ....: 1125/96 INF: S-250/96-2
Referencia ....: U.T.E. CALATAYUD

ENSAYO EDOMETRICO – Curva de consolidación

Muestra N° ....: 22353
Ref. muestra .: Sondeo 3 de 6.6 a 7.2 m.

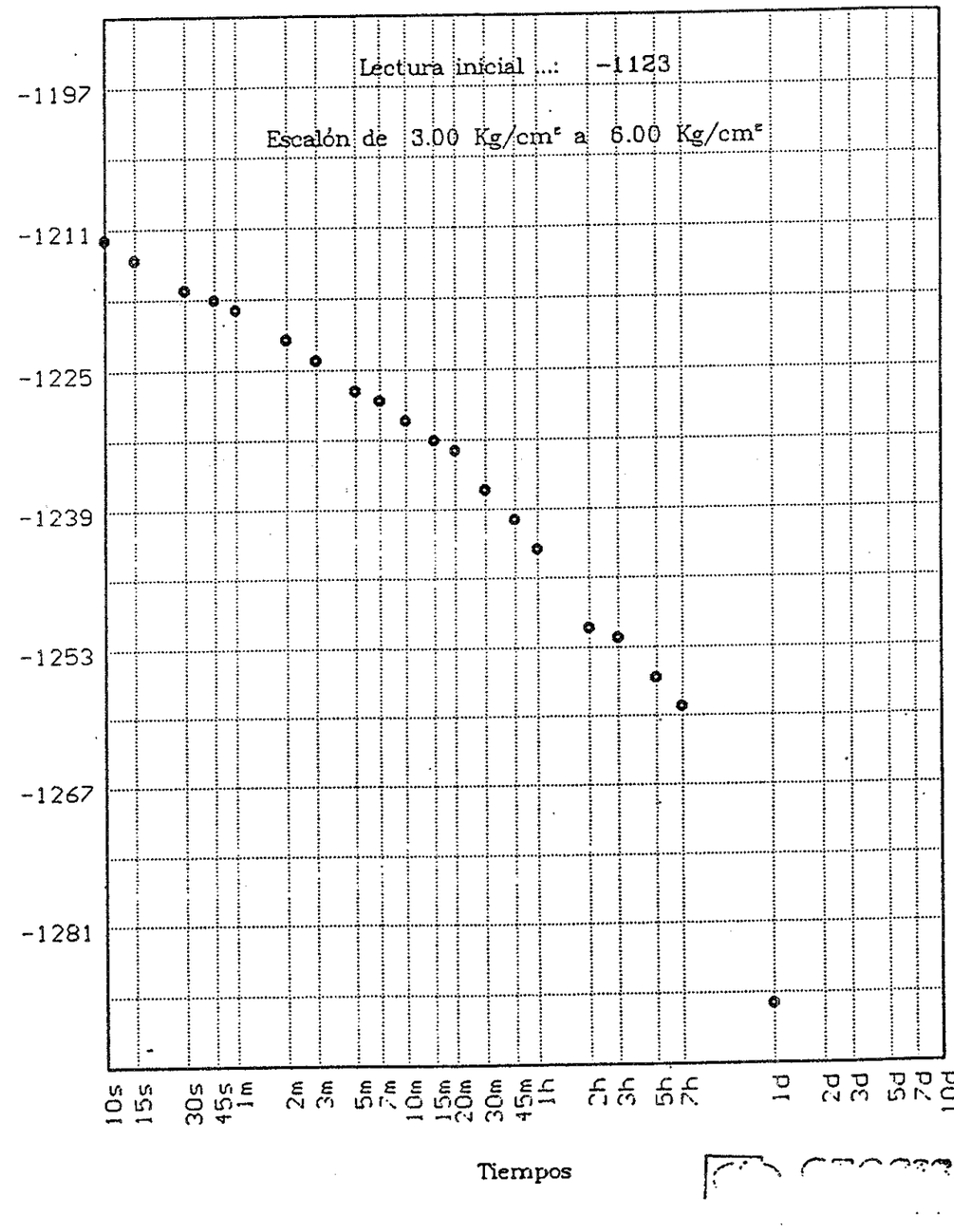


GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Trabajo N° ....: 1125/96 INF: S-250/96-2
Referencia ....: U.T.E. CALATAYUD

ENSAYO EDOMETRICO – Curva de consolidación

Muestra N° ....: 22353
Ref. muestra .: Sondeo 3 de 6.6 a 7.2 m.

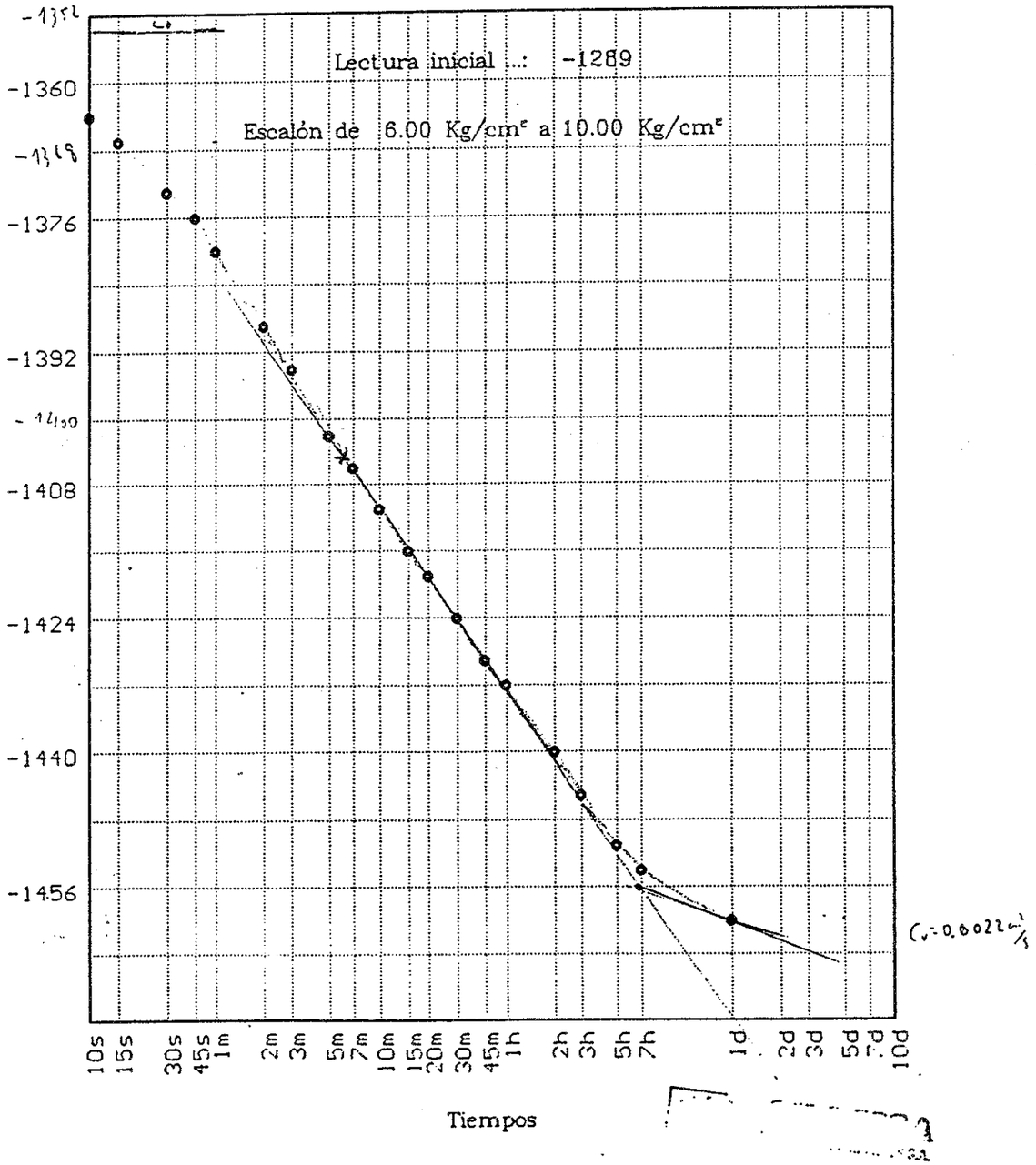


GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Trabajo N° ....: 1125/96 INF: S-250/96-2
Referencia ....: U.T.E. CALATAYUD

ENSAYO EDOMETRICO - Curva de consolidación

Muestra N° ....: 22353
Ref. muestra .: Sondeo 3 de 6.6 a 7.2 m.

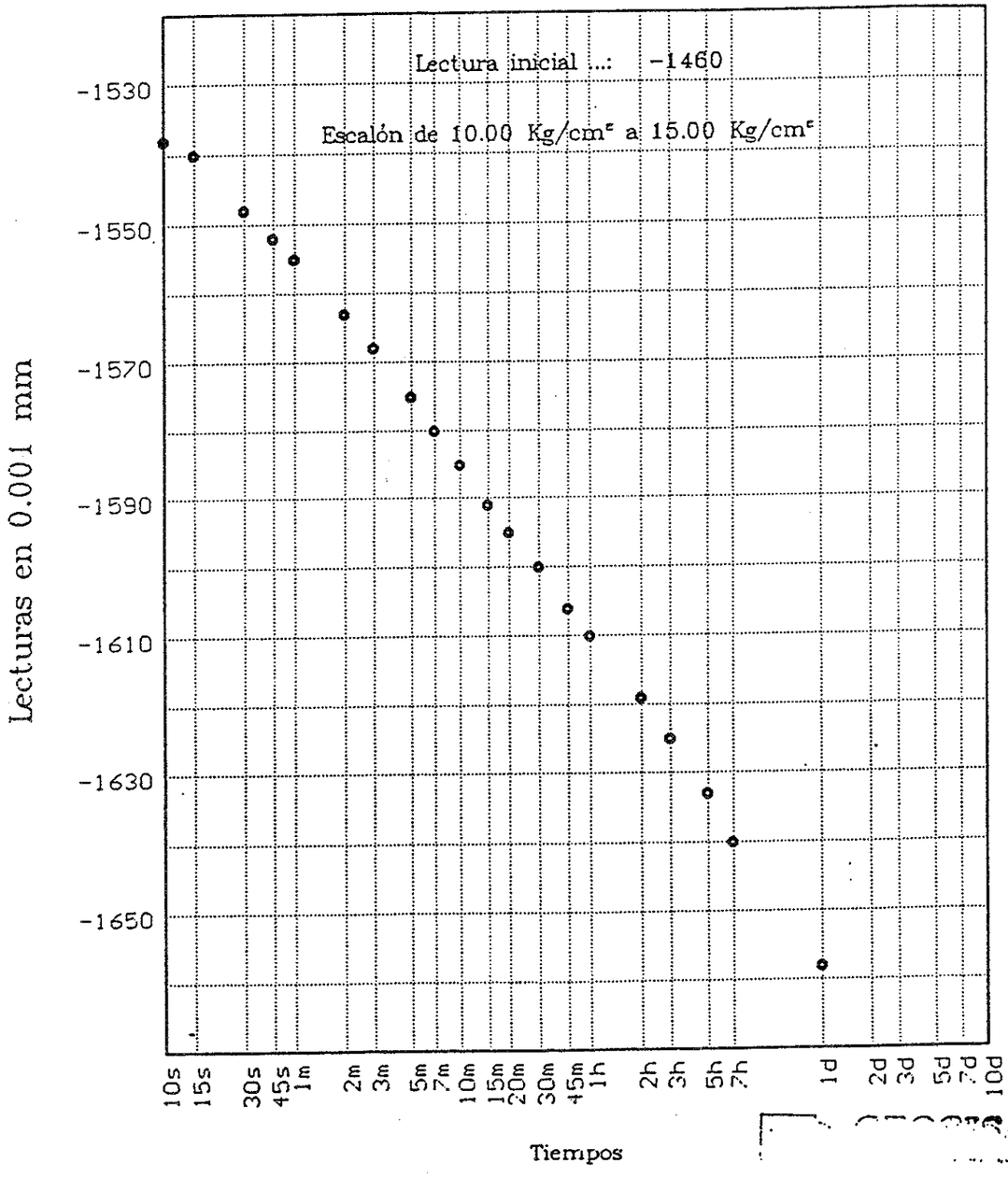


GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Trabajo N° ....: 1125/96 INF: S-250/96-2
Referencia ....: U.T.E. CALATAYUD

ENSAYO EDOMETRICO - Curva de consolidación

Muestra N° ....: 22353
Ref. muestra .: Sondeo 3 de 6.6 a 7.2 m.

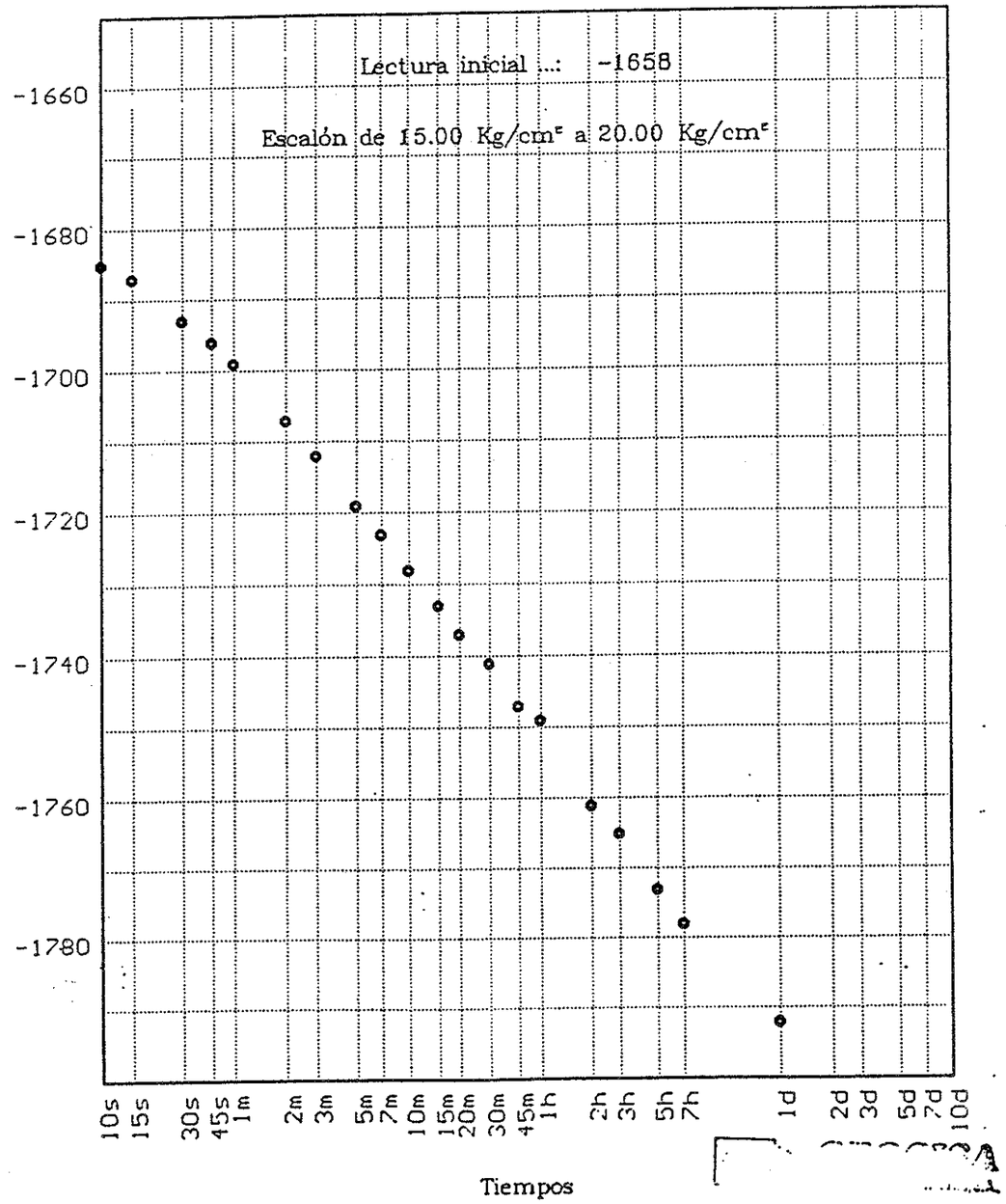


GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Trabajo Nº ....: 1125/96 INF: S-250/96-2
Referencia ....: U.T.E. CALATAYUD

ENSAYO EDOMETRICO – Curva de consolidación

Muestra Nº ....: 22353
Ref. muestra .: Sondeo 3 de 6.6 a 7.2 m.



GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

ENCARGO Nº.: 1125/96 INF: S-350/96-2

DENOMINACION : U.T.E. CALATAYUD

MUESTRA Nº.: 22.354

REFERENCIA MUESTRA: Sondeo 4 de 5.0 a 6.1 m.

TIPO MUESTRA: Inalterada PK. 2+976

EQUIVALENTE DE ARENA :

GRANULOMETRIA (En % que pasa)
==========
Tamices A.S.T.M.

Nº 4	100.0
Nº 10	99.9
Nº 40	99.3
Nº 200	95.0

LIMITES DE ATTERBERG:
==========

Limite líquido :	44
Limite plástico :	20
Indice de plasticidad:	24

DENSIDAD SECA (TN/M3) : 1.43

HUMEDAD NATURAL % : 33.5

CLASIFICACIONES:
==========

Casagrande :	CL-2
H.R.B.	A-7-6
INDICE DE GRUPO :	14
TIPO DE SUELO	Arcilla de plasticidad media

OBSERVACIONES :
Se han empleado tamices ASTM para poder clasificar geotécnicamente las muestras.

GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

ENCARGO N°. : 1125/96 INF: S-350/96-2

DENOMINACION : U.T.E. CALATAYUD

ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

MUESTRA N°.: 22.354

REFERENCIA MUESTRA: Sondeo 4 de 5.5 a 6.1 m.

TIPO MUESTRA: Inalterada PK 2976

Probeta N°.	I	II	III
Densidad seca (Tm./M3)	1.43	1.46	1.43
Humedad inicial en %	34.4	32.6	33.6
Humedad final en %	27.6	30.4	31.4
Velocidad ensayo (Min./1% Def.)	25	25	25
σ3(Kg.Cm².)	9.0	7.5	6.5
Deformación en rotura (%)	9.0	9.0	9.0
σ1 - σ3 (Kg./Cm².)	2.61	1.40	1.00
Valor de K	1.00	1.00	1.00
σ1 (Kg./Cm².)	11.61	8.90	7.50
σ1 + σ3	20.61	16.40	14.00
(σ1 + σ3) / 2	10.31	8.20	7.00
Presión intersticial u.(Kg/Cm².)	7.55	6.84	6.22
σ'1 = σ1 - u	4.06	2.06	1.28
σ'3 = σ3 - u	1.45	0.66	0.28
σ'1 + σ'3	5.51	2.72	1.56
(σ'1 + σ'3)/2	2.76	1.36	0.78

GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

ENCARGO N°. : 1125/96 INF: S-350/96-2

DENOMINACION : U.T.E. CALATAYUD

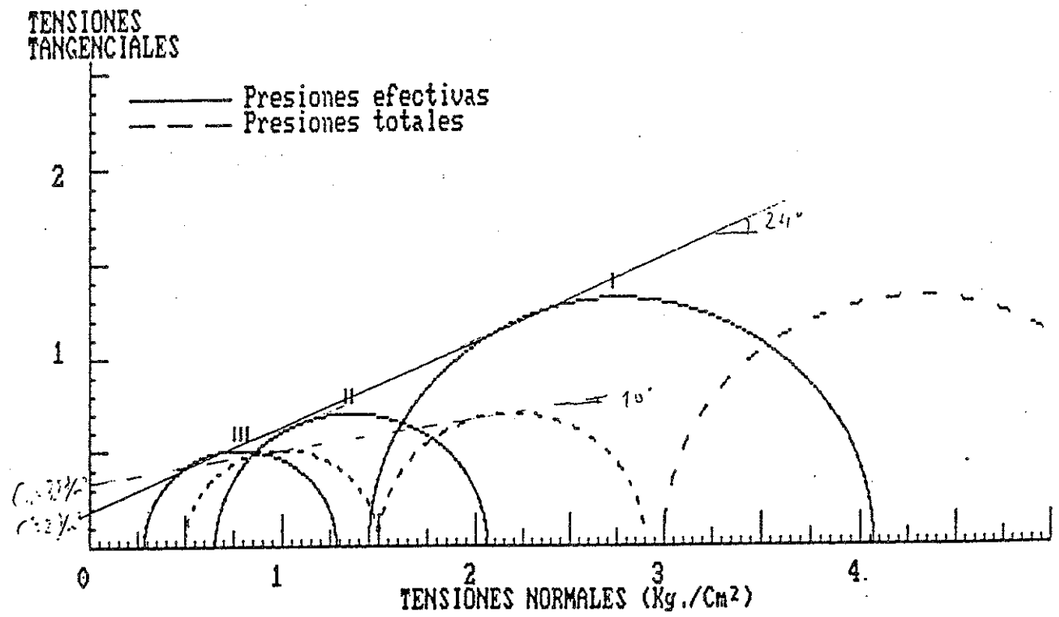
ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

MUESTRA N°.: 22.354

REFERENCIA MUESTRA: Sondeo 4 de 5.5 a 6.1 m.

TIPO MUESTRA: Inalterada PK 2976

MUESTRA INALTERADA, EN CELULA DE 1½ ''DE DIAMETRO



OBSERVACIONES.- Saturación con contrapresión de 6 Kg./cm².

Las presiones totales estan dibujadas una vez descontada la presión neutra de 6 Kg./cm².

GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

ENCARGO N°. : 1125/96 INF: S-350/96-2

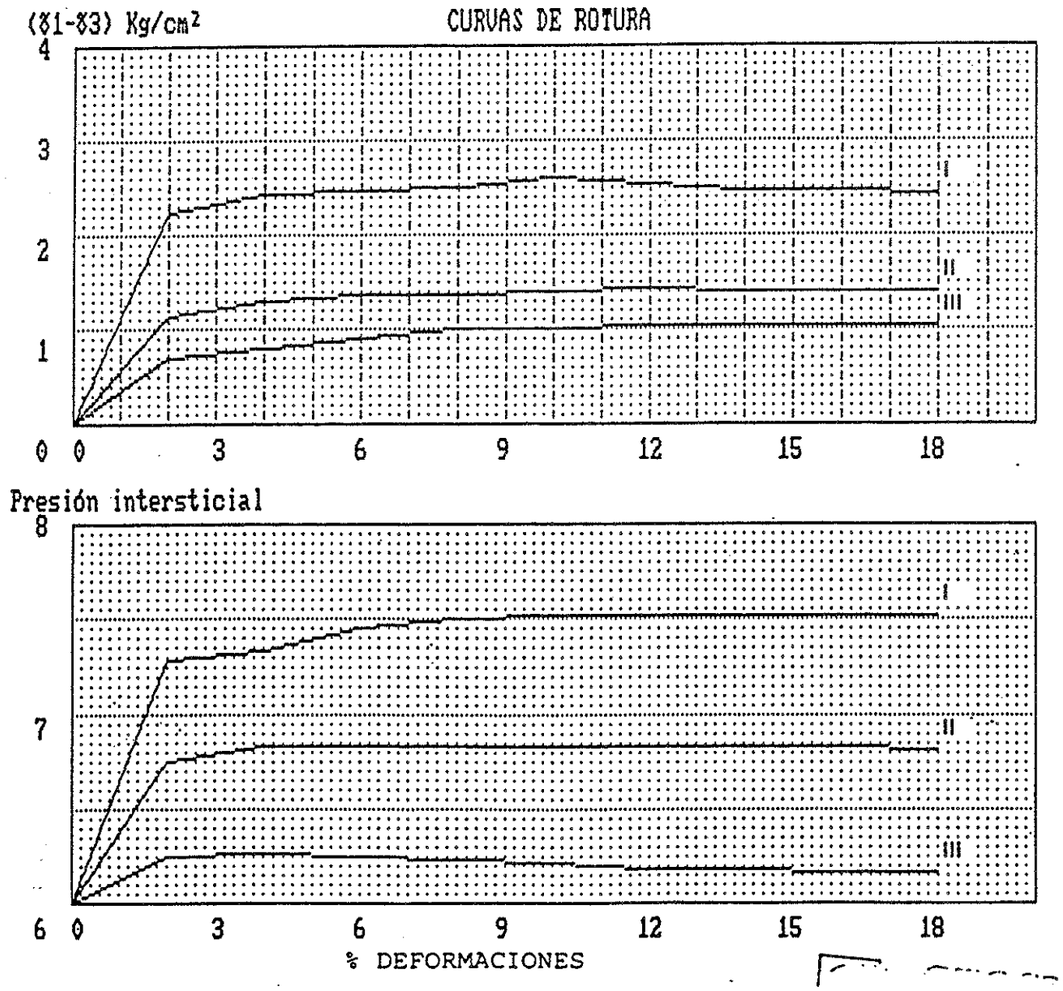
DENOMINACION : U.T.E. CALATAYUD

ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

MUESTRA N°.: 22.354

REFERENCIA MUESTRA: Sondeo 4 de 5.5 a 6.1 m.

TIPO MUESTRA: Inalterada PK 2+976



GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Trabajo N° ..: 1125/96 INF: S-350/96-2

Referencia ...: U.T.E. CALATAYUD

ENSAYO EDOMETRICO

U.N.E. 7.392/75

DATOS DE LA PROBETA

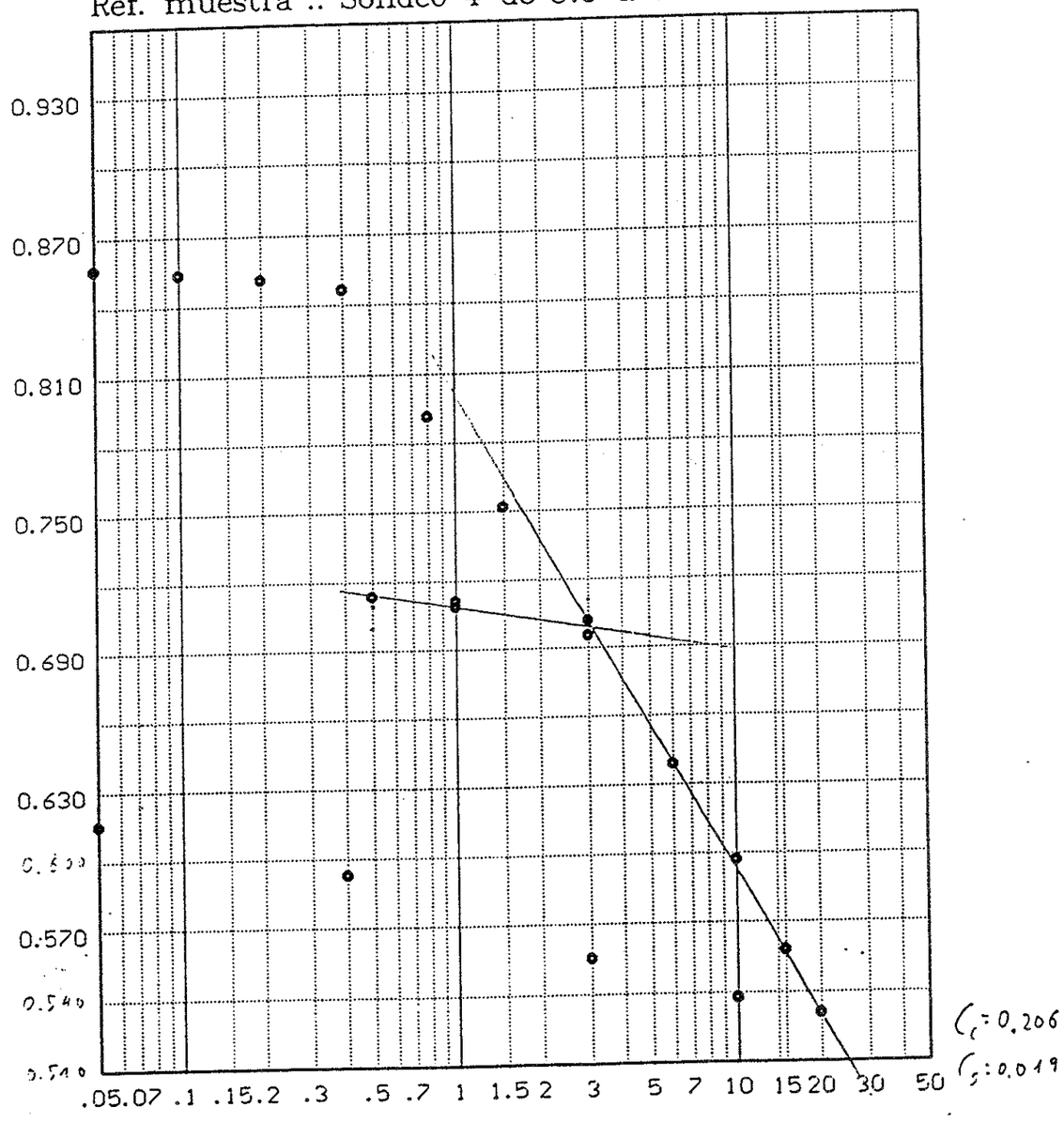
Muestra N°	22354
Referencia muestra	Sondeo 4 de 5.5 a 6.1 m.
Tipo de muestra	Inalterada PK 2+976
Densidad seca (Tm/m3)	1.45
Humedad inicial en %	32.25
Humedad final en %	21.43
Altura edómetro en mm	20
Indice de poros inicial	0.86
Peso específico (Tm/m3)	2.71

GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Trabajo Nº ....: 1125/96 INF: S-350/96-2
Referencia ....: U.T.E. CALATAYUD

ENSAYO EDOMETRICO – Curva edométrica

Muestra Nº ....: 22354
Ref. muestra .: Sondeo 4 de 5.5 a 6.1 m.

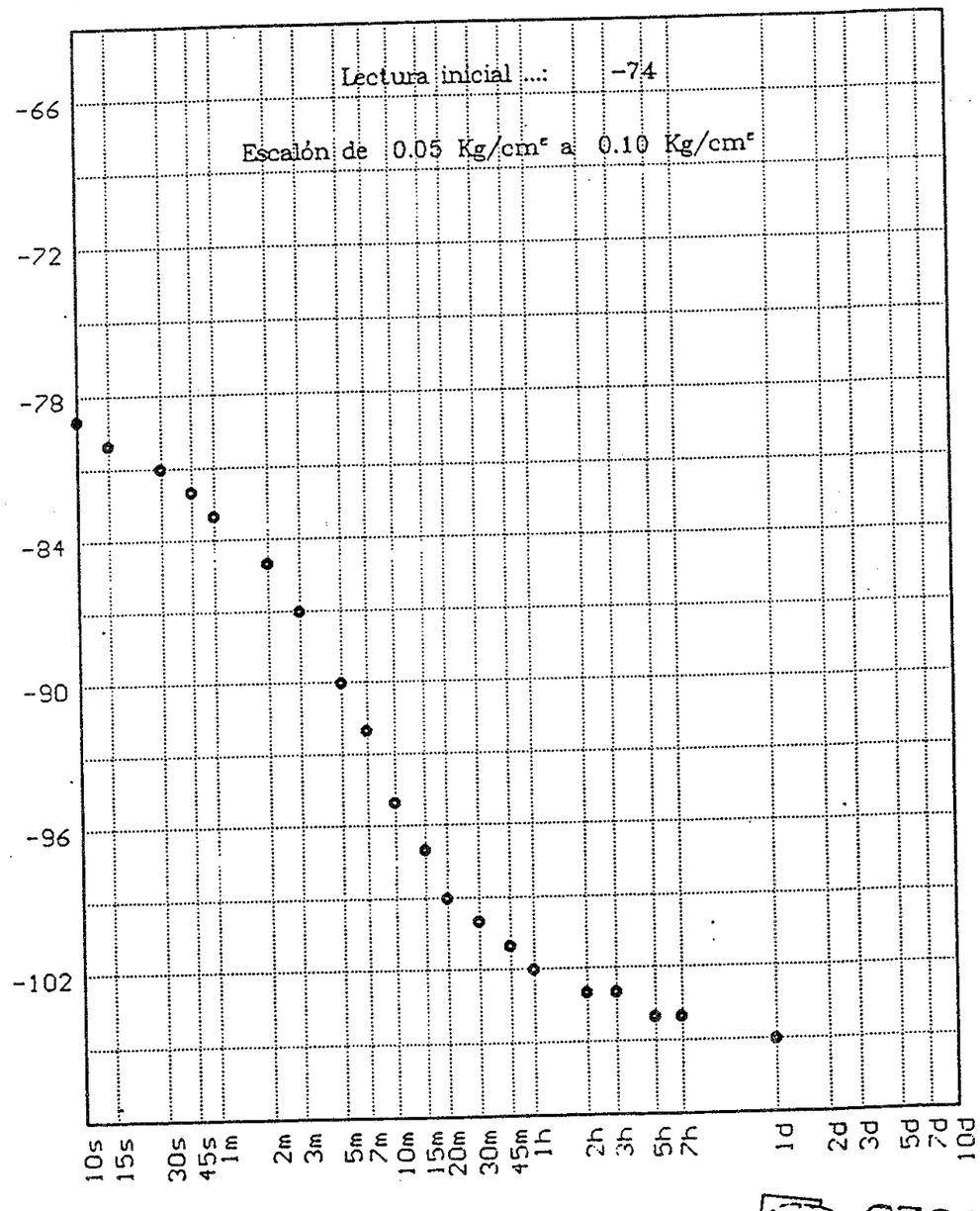


GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Trabajo Nº ....: 1125/96 INF: S-350/96-2
Referencia ....: U.T.E. CALATAYUD

ENSAYO EDOMETRICO – Curva de consolidación

Muestra Nº ....: 22354
Ref. muestra .: SONDEO 4 DE 5.5 A 6.1 M.

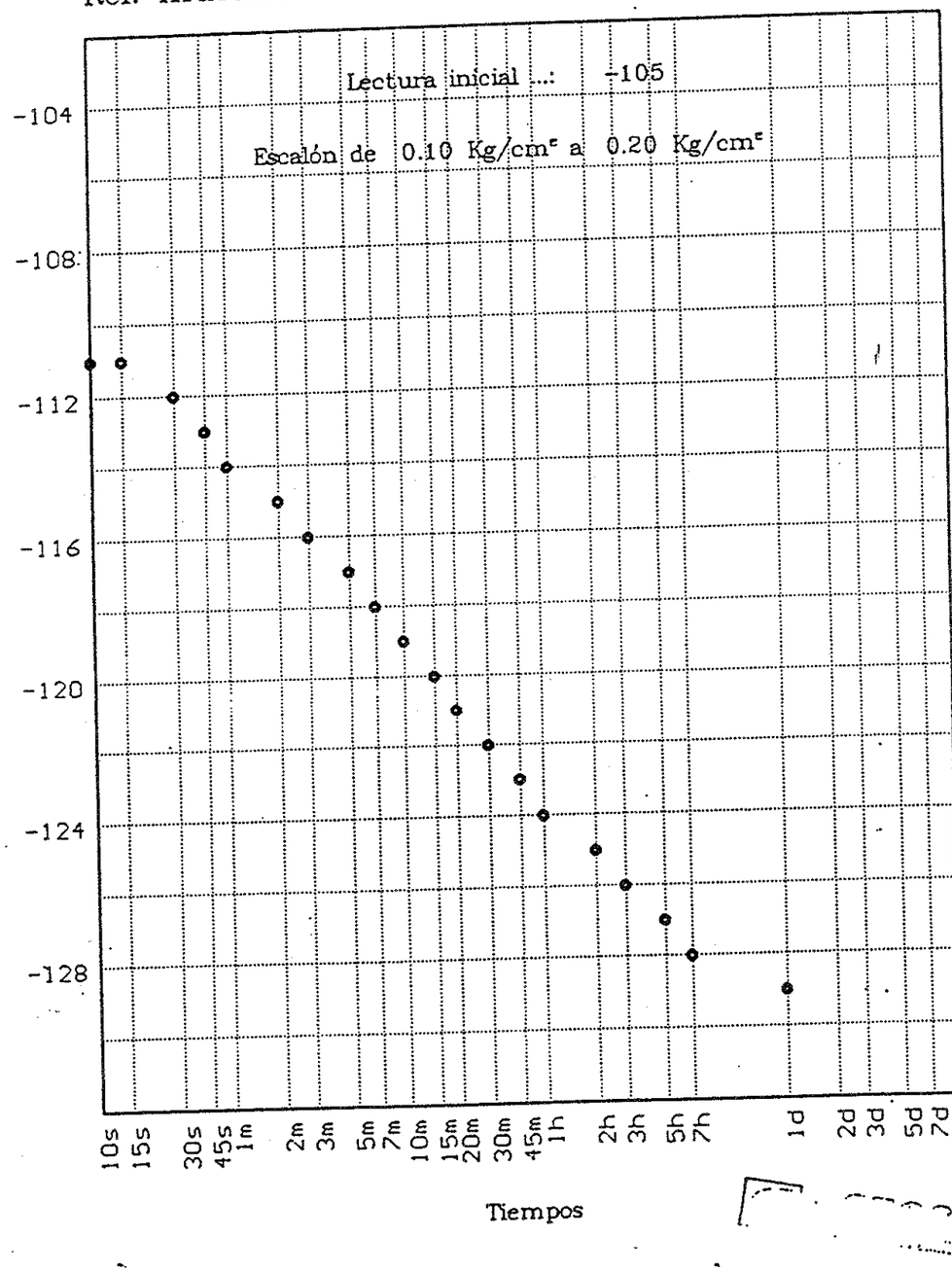


GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Trabajo N° ....: 1125/96 INF: S-350/96-2
Referencia ....: U.T.E. CALATAYUD

ENSAYO EDOMETRICO – Curva de consolidación

Muestra N° ....: 22354
Ref. muestra .: SONDEO 4 DE 5.5 A 6.1 M.

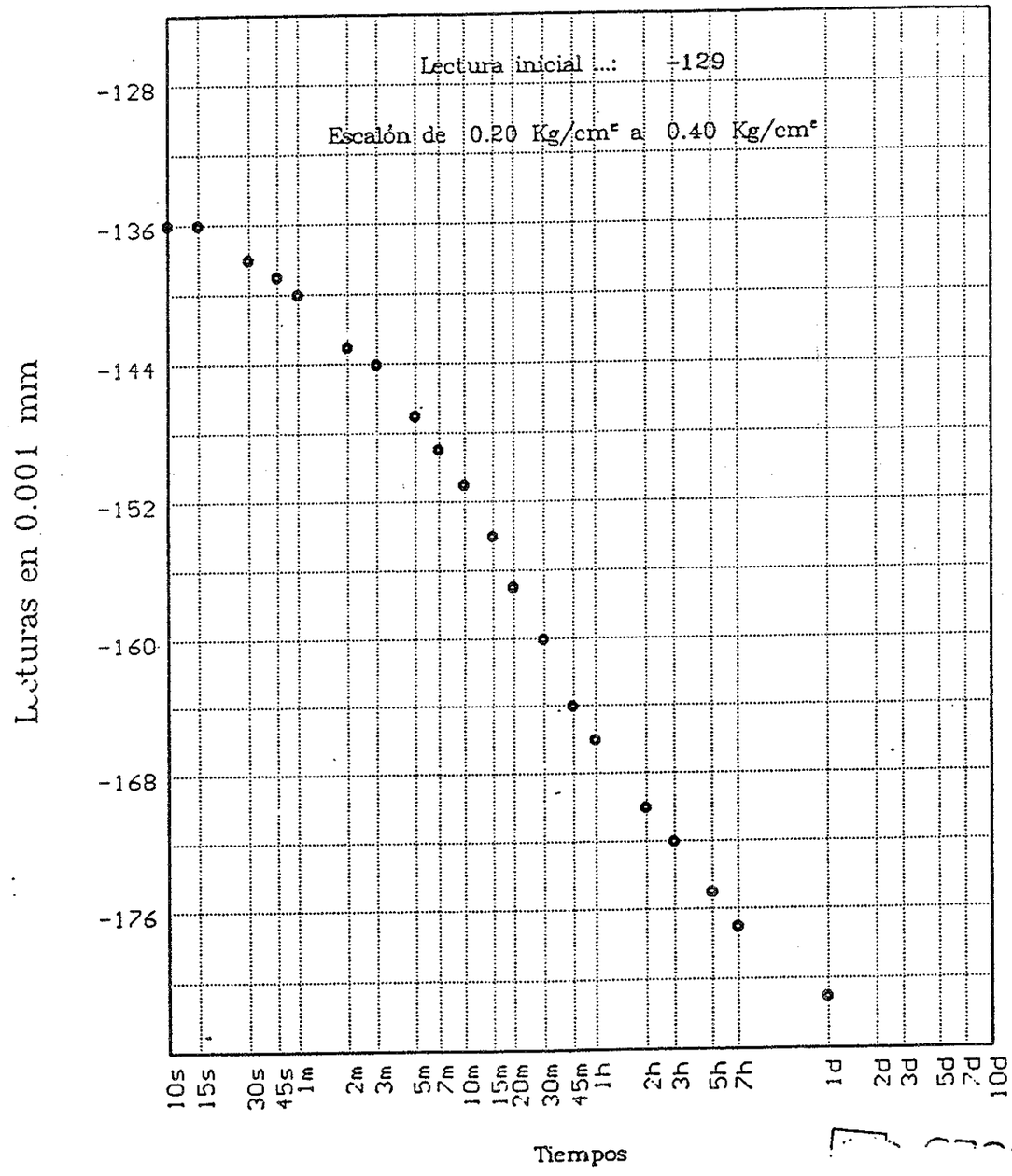


GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Trabajo N° ....: 1125/96 INF: S-350/96-2
Referencia ....: U.T.E. CALATAYUD

ENSAYO EDOMETRICO – Curva de consolidación

Muestra N° ....: 22354
Ref. muestra .: SONDEO 4 DE 5.5 A 6.1 M.

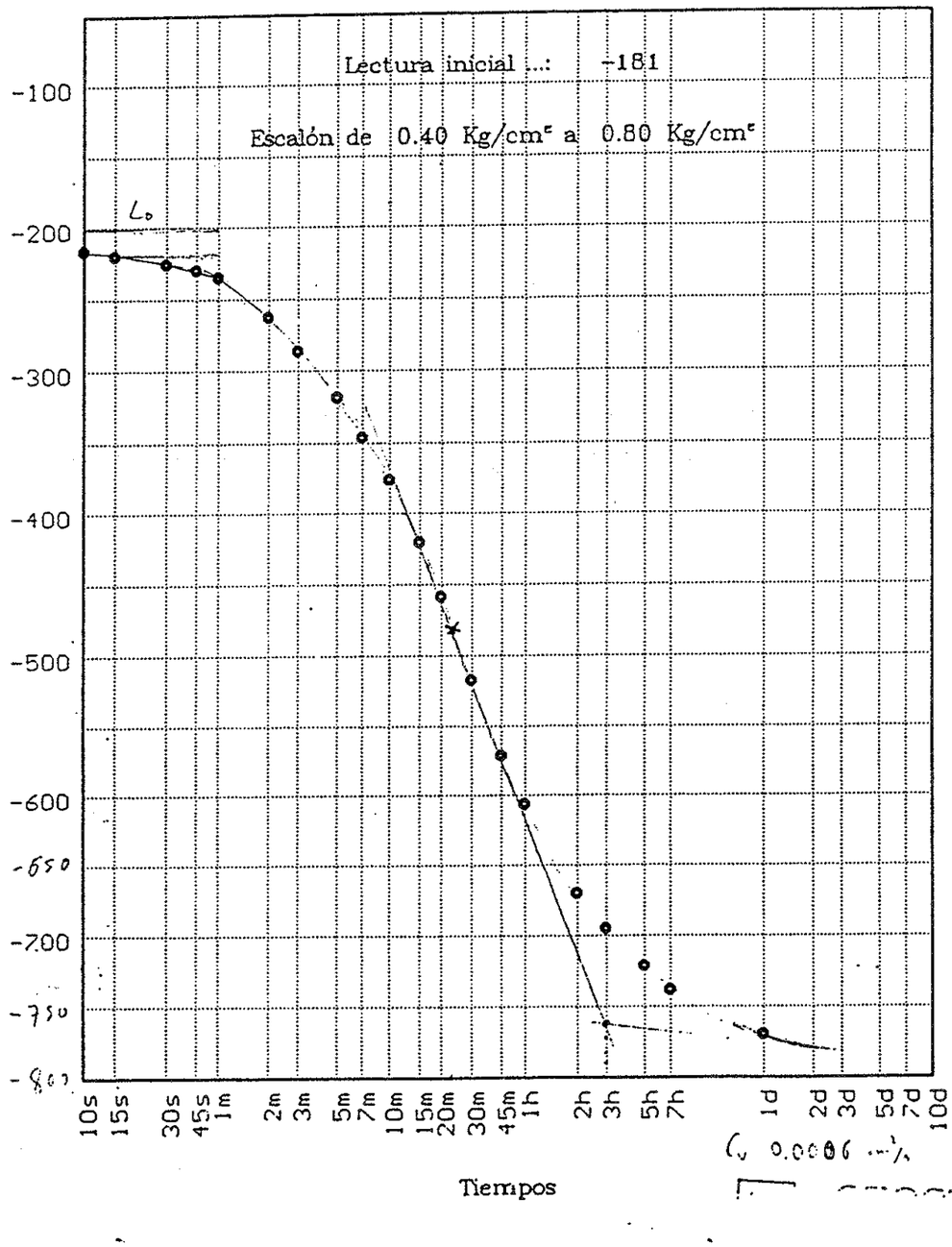


GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Trabajo N° ....: 1125/96 INF: S-350/96-2
Referencia ....: U.T.E. CALATAYUD

ENSAYO EDOMETRICO – Curva de consolidación

Muestra N° ....: 22354
Ref. muestra .: SONDEO 4 DE 5.5 A 6.1 M.

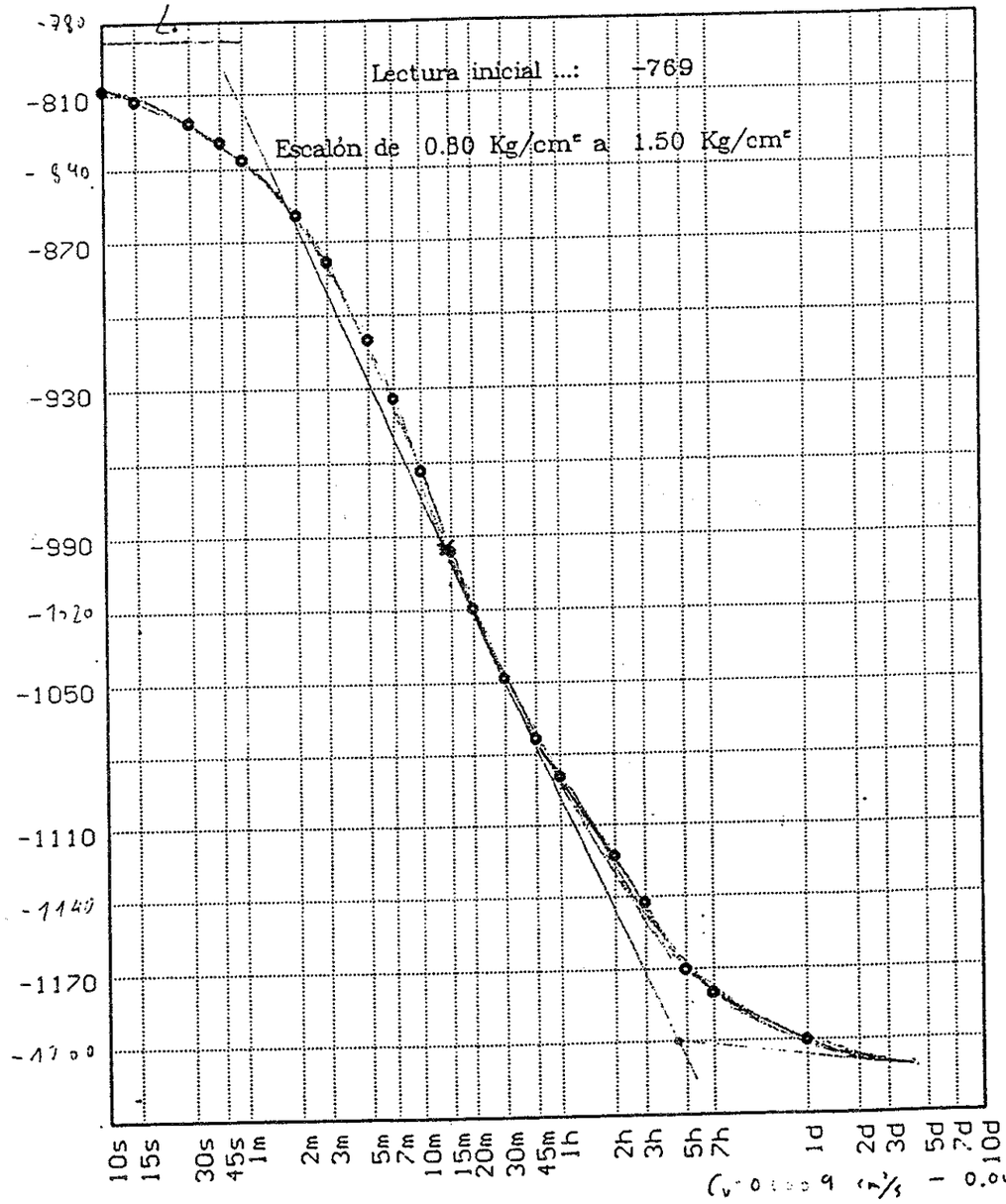


GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Trabajo N° ....: 1125/96 INF: S-350/96-2
Referencia ....: U.T.E. CALATAYUD

ENSAYO EDOMETRICO – Curva de consolidación

Muestra N° ....: 22354
Ref. muestra .: SONDEO 4 DE 5.5 A 6.1 M.

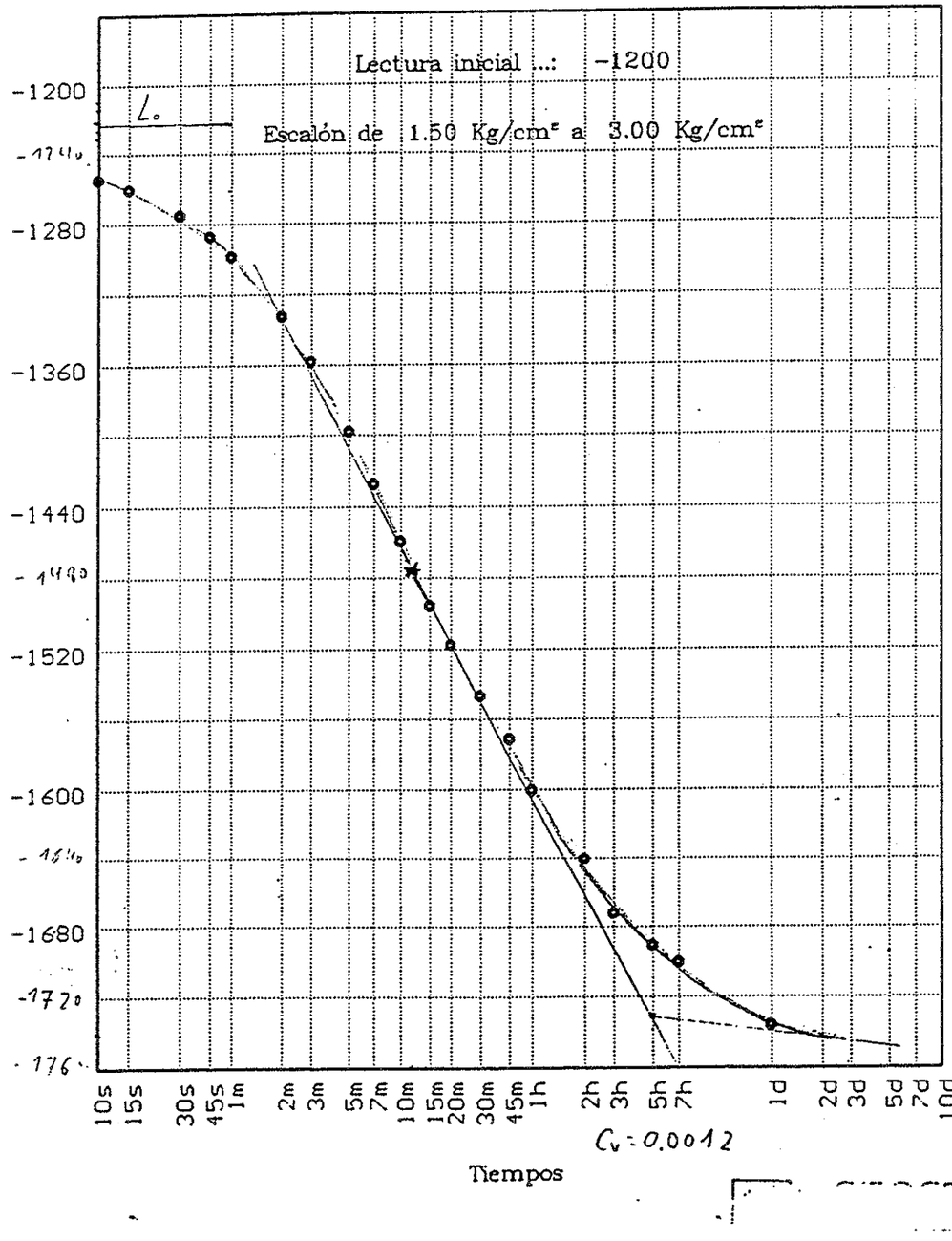


GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Trabajo N° ....: 1125/96 INF: S-350/96-2
Referencia ....: U.T.E. CALATAYUD

ENSAYO EDOMETRICO – Curva de consolidación

Muestra N° ....: 22354
Ref. muestra .: SONDEO 4 DE 5.5 A 6.1 M.

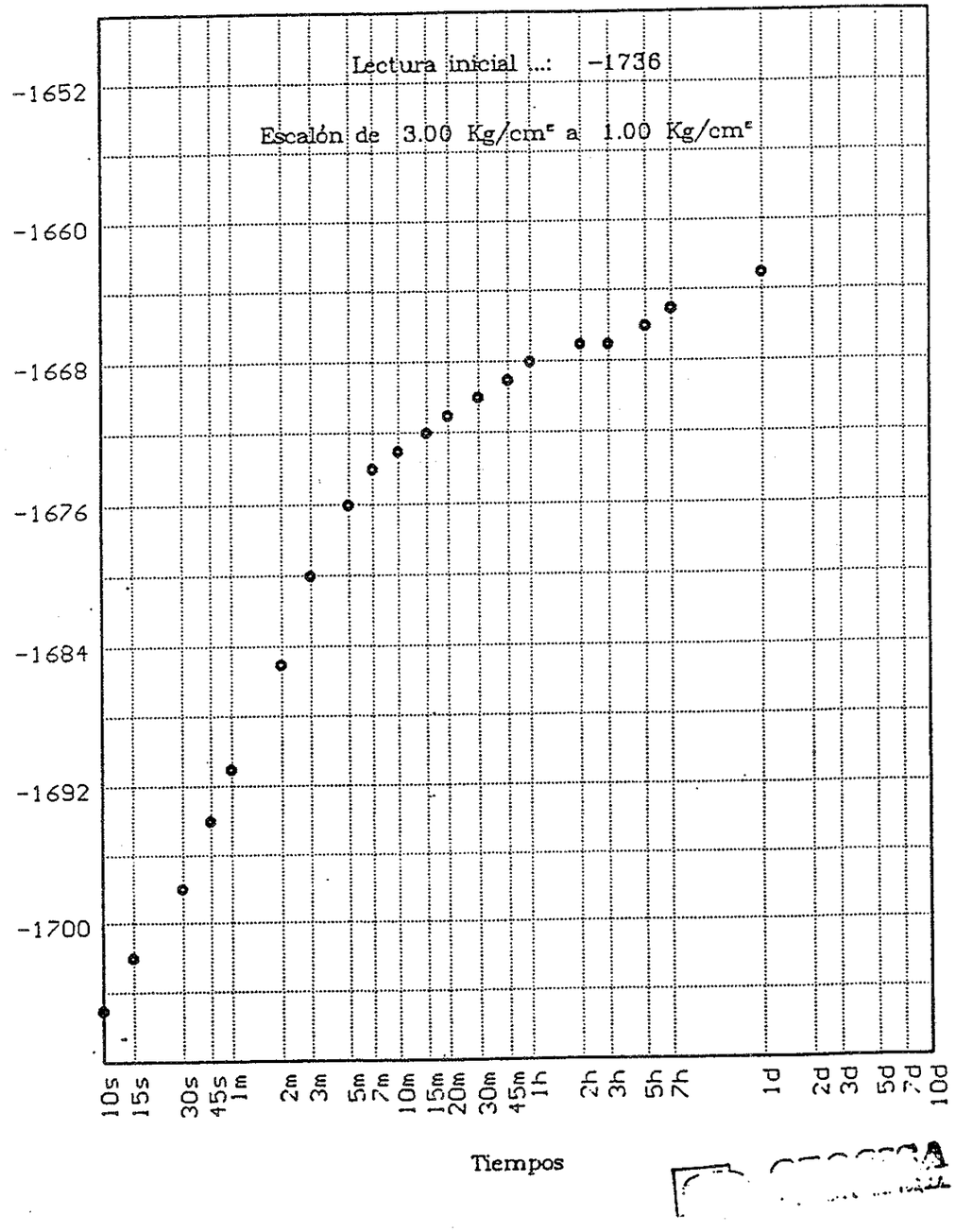


GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Trabajo N° ....: 1125/96 INF: S-350/96-2
Referencia ....: U.T.E. CALATAYUD

ENSAYO EDOMETRICO – Curva de consolidación

Muestra N° ....: 22354
Ref. muestra .: SONDEO 4 DE 5.5 A 6.1 M.

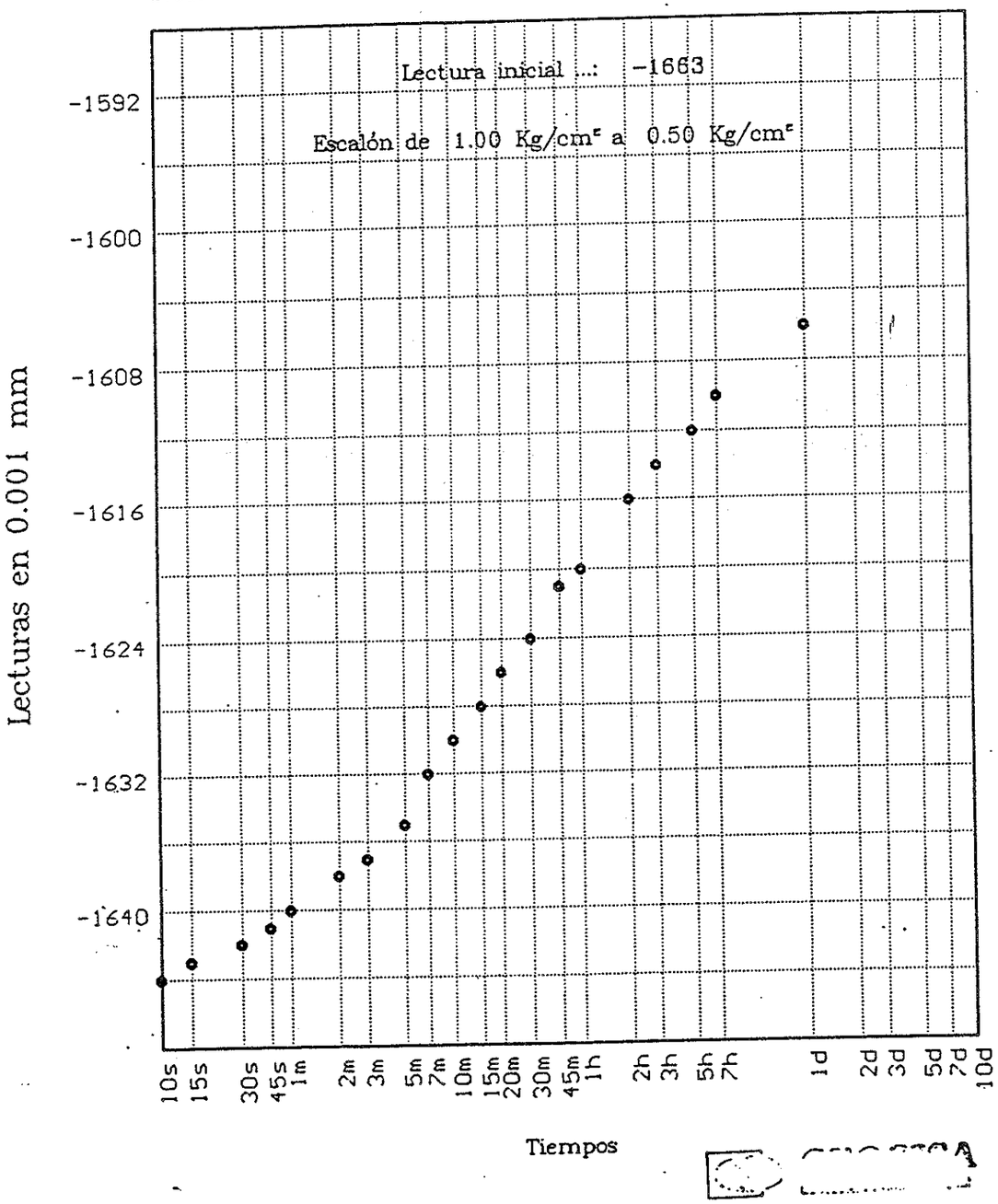


GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Trabajo N° ....: 1125/96 INF: S-350/96-2
Referencia ....: U.T.E. CALATAYUD

ENSAYO EDOMETRICO – Curva de consolidación

Muestra N° ....: 22354
Ref. muestra .: SONDEO 4 DE 5.5 A 6.1 M.

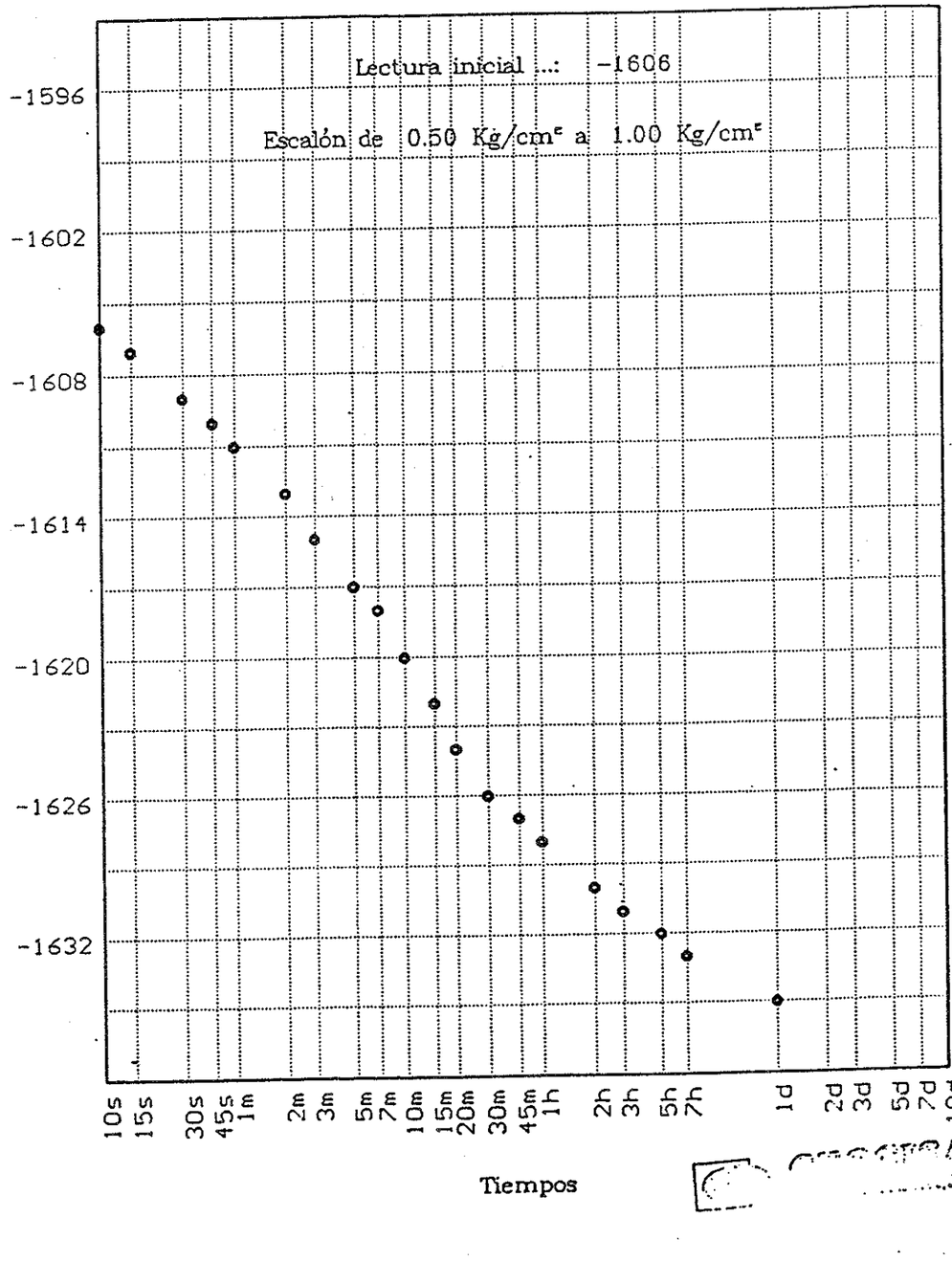


GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Trabajo N° ....: 1125/96 INF: S-350/96-2
Referencia ....: U.T.E. CALATAYUD

ENSAYO EDOMETRICO – Curva de consolidación

Muestra N° ....: 22354
Ref. muestra .: SONDEO 4 DE 5.5 A 6.1 M.

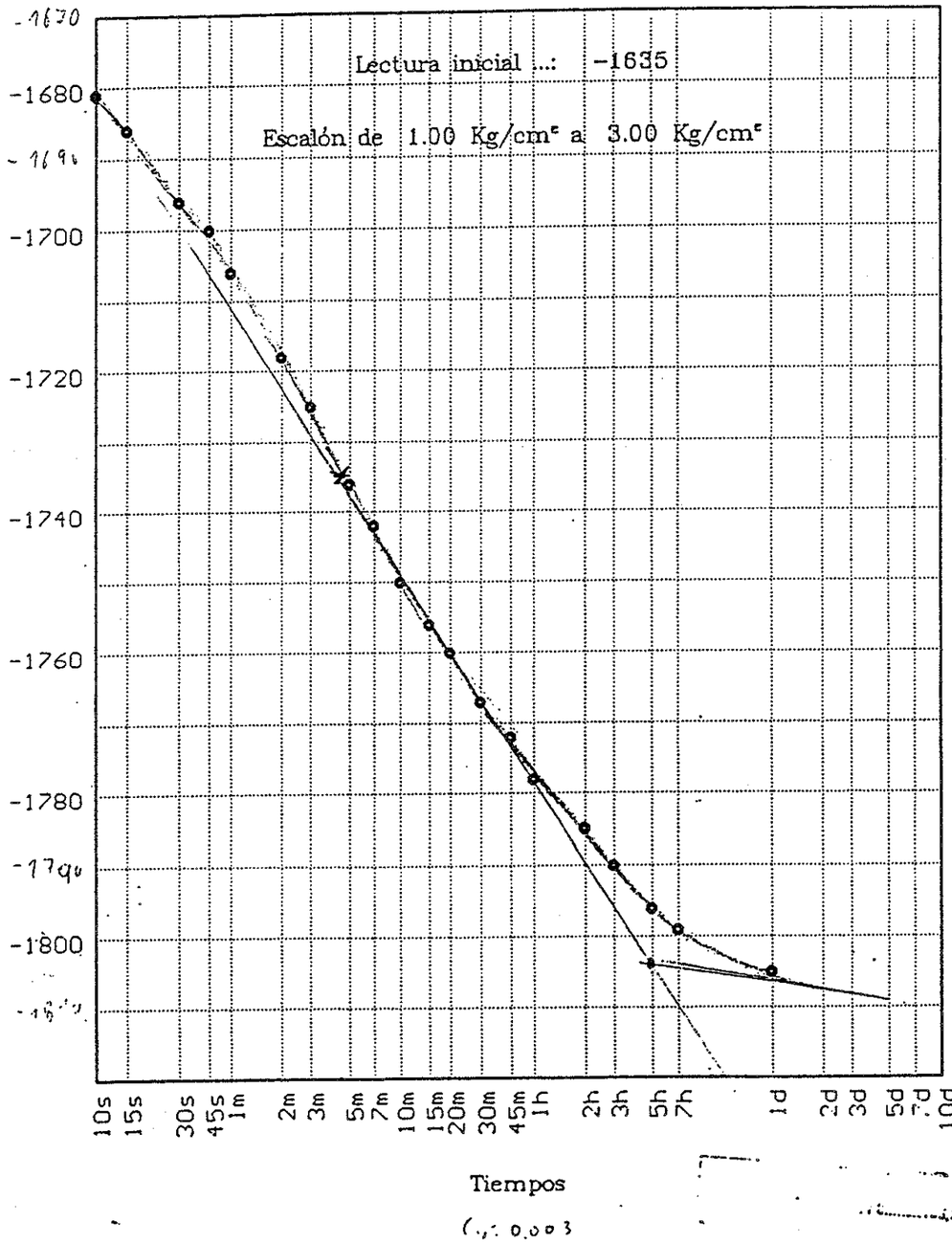


GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Trabajo N° ....: 1125/96 INF: S-350/96-2
Referencia ....: U.T.E. CALATAYUD

ENSAYO EDOMETRICO - Curva de consolidación

Muestra N° ....: 22354
Ref. muestra .: SONDEO 4 DE 5.5 A 6.1 M.

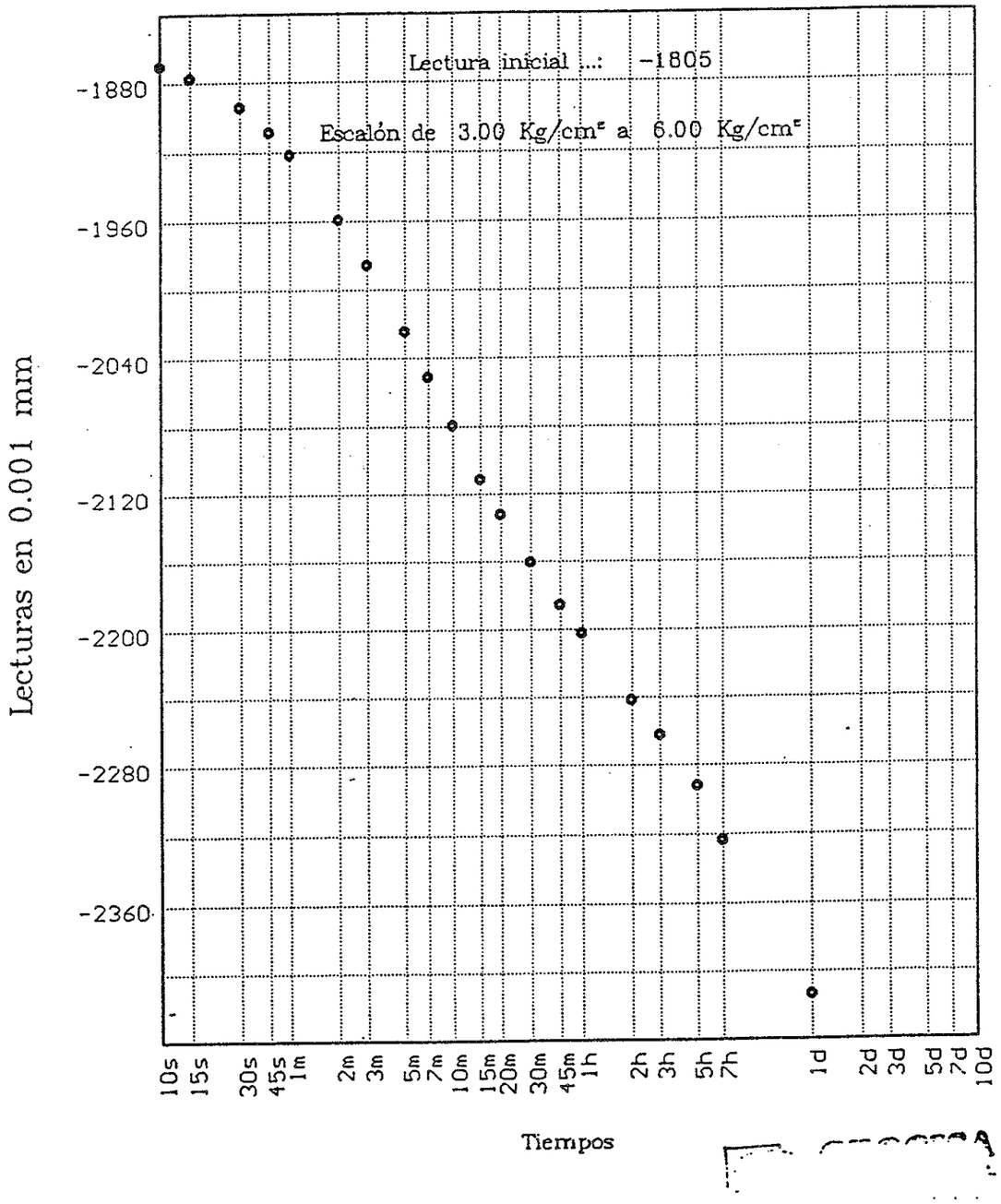


GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Trabajo N° ....: 1125/96 INF: S-350/96-2
Referencia ....: U.T.E. CALATAYUD

ENSAYO EDOMETRICO - Curva de consolidación

Muestra N° ....: 22354
Ref. muestra .: Sondeo 4 de 5.5 a 6.1 m.

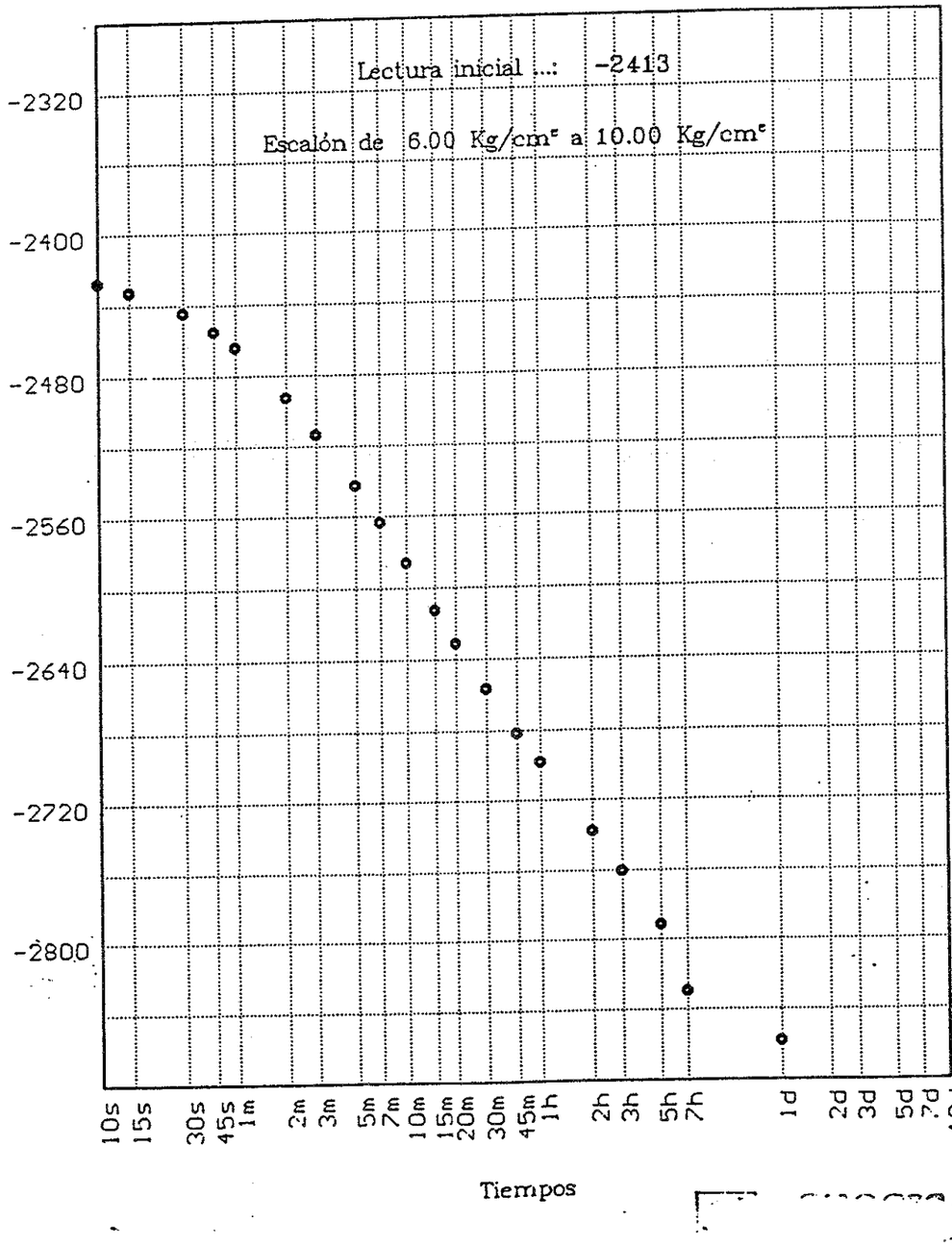


GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Trabajo Nº ....: 1125/96 INF: S-350/96-2
Referencia ....: U.T.E. CALATAYUD

ENSAYO EDOMETRICO - Curva de consolidación

Muestra Nº ....: 22354
Ref. muestra .: Sondeo 4 de 5.5 a 6.1 m.

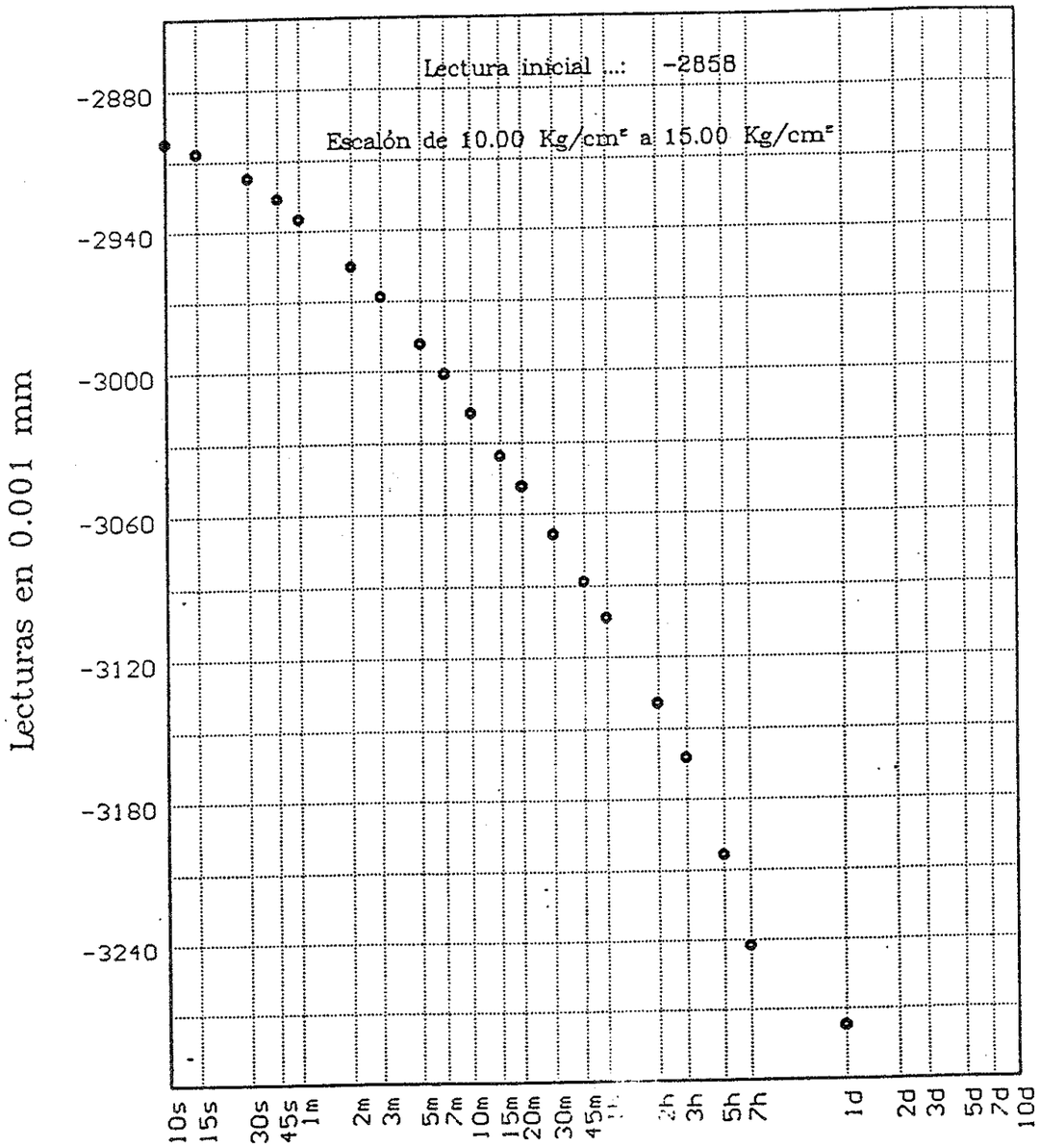


GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Trabajo Nº ....: 1125/96 INF: S-350/96-2
Referencia ....: U.T.E. CALATAYUD

ENSAYO EDOMETRICO - Curva de consolidación

Muestra Nº ....: 22354
Ref. muestra .: Sondeo 4 de 5.5 a 6.1 m.

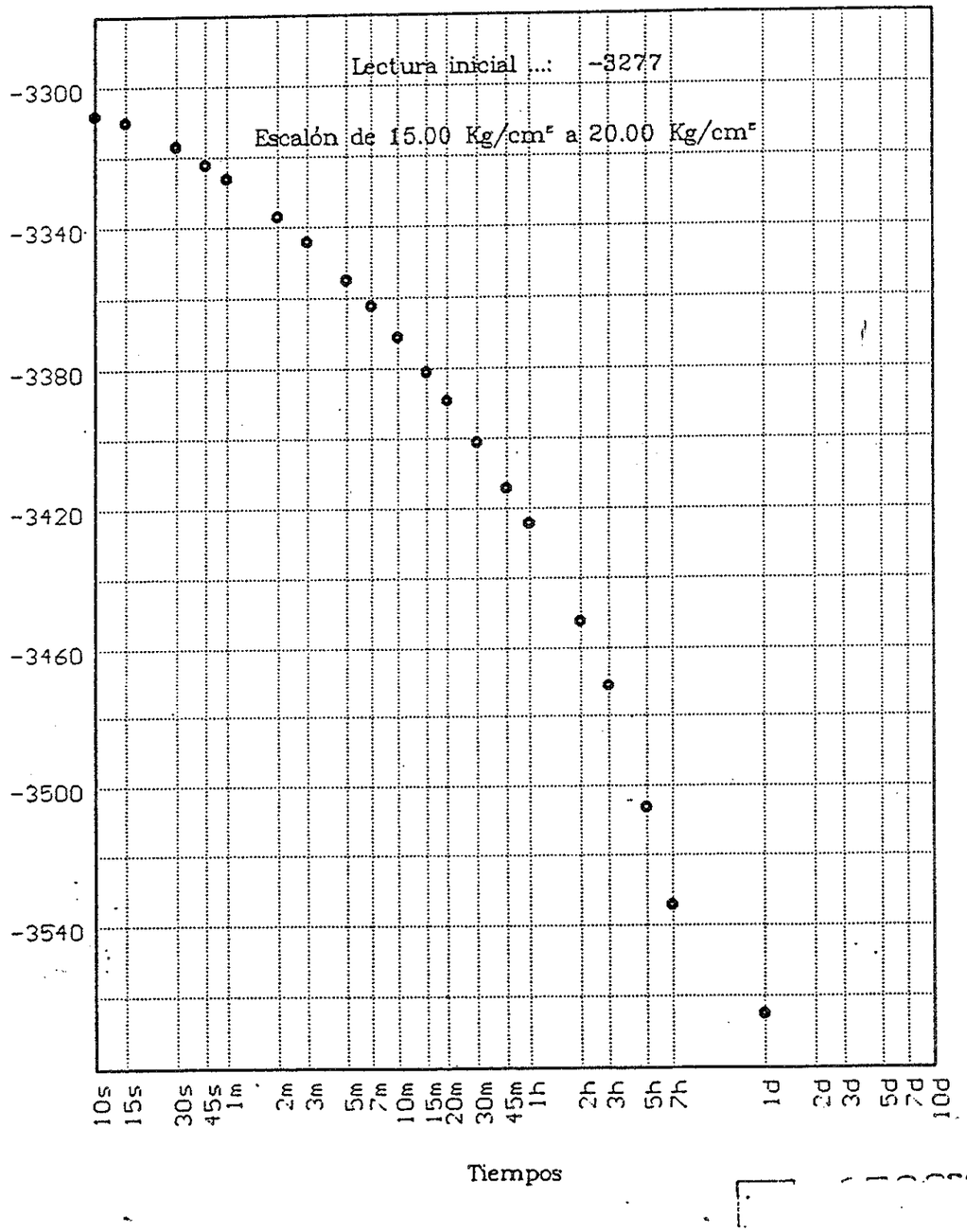


GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Trabajo Nº ....: 1125/96 INF: S-350/96-2
Referencia ....: U.T.E. CALATAYUD

ENSAYO EDOMETRICO – Curva de consolidación

Muestra Nº ....: 22354
Ref. muestra .: Sondeo 4 de 5.5 a 6.1 m.



GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

ENCARGO Nº.: 1125/96 INF: S-350/96-2

DENOMINACION : U.T.E. CALATAYUD

MUESTRA Nº.: 22.355

REFERENCIA MUESTRA: Sondeo 7 de 4.0 a 4.6 m.

TIPO MUESTRA: Inalterada

EQUIVALENTE DE ARENA :

GRANULOMETRIA (En % que pasa)
==========

Tamices A.S.T.M.

3/8''	100.0
Nº 4	99.3
Nº 10	97.0
Nº 40	90.6
Nº 200	63.0

LIMITES DE ATTERBERG:
==========

Limite líquido :	28
Limite plástico :	14
Indice de plasticidad:	14

DENSIDAD SECA (TN/M3) : 1.68

HUMEDAD NATURAL % : 22.5

CLASIFICACIONES:
==========

Casagrande : CL-2

H.R.B. - A-6

INDICE DE GRUPO : 7

TIPO DE SUELO Arcilla de plasticidad media

OBSERVACIONES :

Se han empleado tamices ASTM para poder clasificar geotécnicmen-t
e las muestras.

GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

ENCARGO N°. : 1125/96 INF: S-350/96-2

DENOMINACION : U.T.E. CALATAYUD

ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

MUESTRA N°.: 22.355

REFERENCIA MUESTRA: Sondeo 7 de 4.0 a 4.6 m.

TIPO MUESTRA: Inalterada

Probeta N°.	I	II	III
Densidad seca (Tm./M3)	1.68	1.68	1.69
Humedad inicial en %	22.8	22.1	22.8
Humedad final en %	16.9	17.5	18.6
Velocidad ensayo (Min./1% Def.)	25	25	25
$\sigma 3$ (Kg.Cm².)	9.0	7.5	6.5
Deformación en rotura (%)	15.0	15.0	15.0
$\sigma 1 - \sigma 3$ (Kg./Cm².)	4.50	3.31	1.80
Valor de K	1.00	1.00	1.00
$\sigma 1$ (Kg./Cm².)	13.50	10.81	8.30
$\sigma 1 + \sigma 3$	22.50	18.31	14.80
$(\sigma 1 + \sigma 3) / 2$	11.25	9.16	7.40
Presión intersticial u.(Kg/Cm².)	7.15	6.20	5.90
$\sigma'1 = \sigma 1 - u$	6.35	4.61	2.40
$\sigma'3 = \sigma 3 - u$	1.85	1.30	0.60
$\sigma'1 + \sigma'3$	8.20	5.91	3.00
$(\sigma'1 + \sigma'3)/2$	4.10	2.96	1.50

GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

ENCARGO N°. : 1125/96 INF: S-350/96-2

DENOMINACION : U.T.E. CALATAYUD

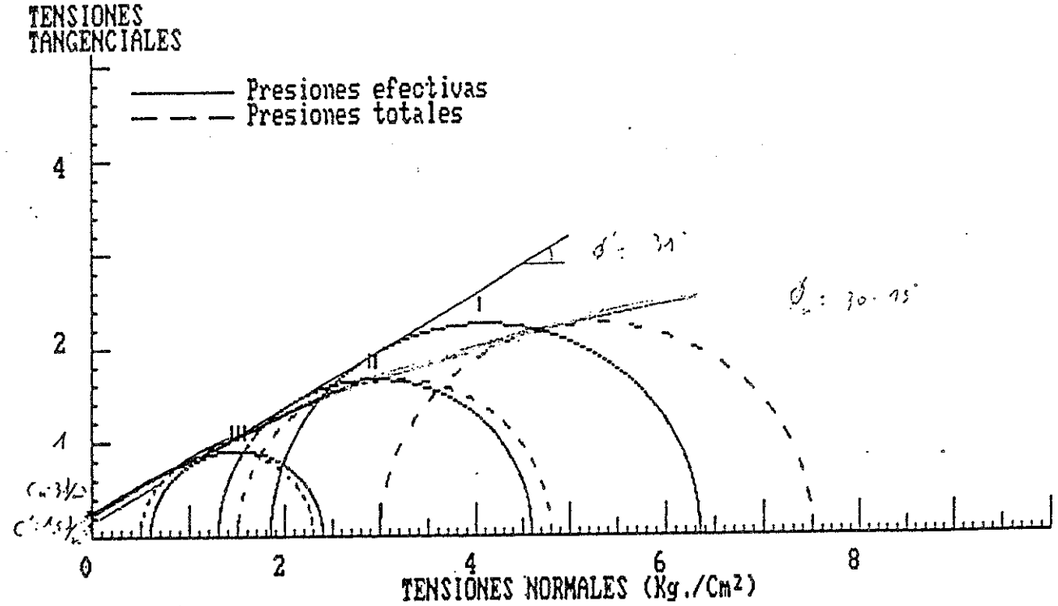
ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

MUESTRA N°.: 22.355

REFERENCIA MUESTRA: Sondeo 7 de 4.0 a 4.6 m.

TIPO MUESTRA: Inalterada

MUESTRA INALTERADA, EN CELULA DE 1½ ''DE DIAMETRO



OBSERVACIONES.- Saturación con contrapresión de 6 Kg./cm².

Las presiones totales estan dibujadas una vez descontada la presión neutra de 6 Kg./cm².

GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

ENCARGO N°. : 1125/96 INF: S-350/96-2

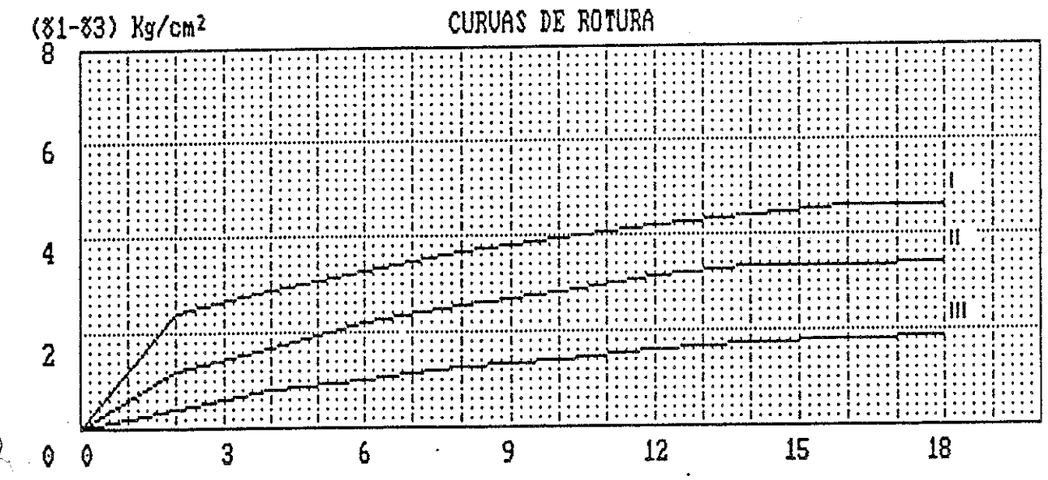
DENOMINACION : U.T.E. CALATAYUD

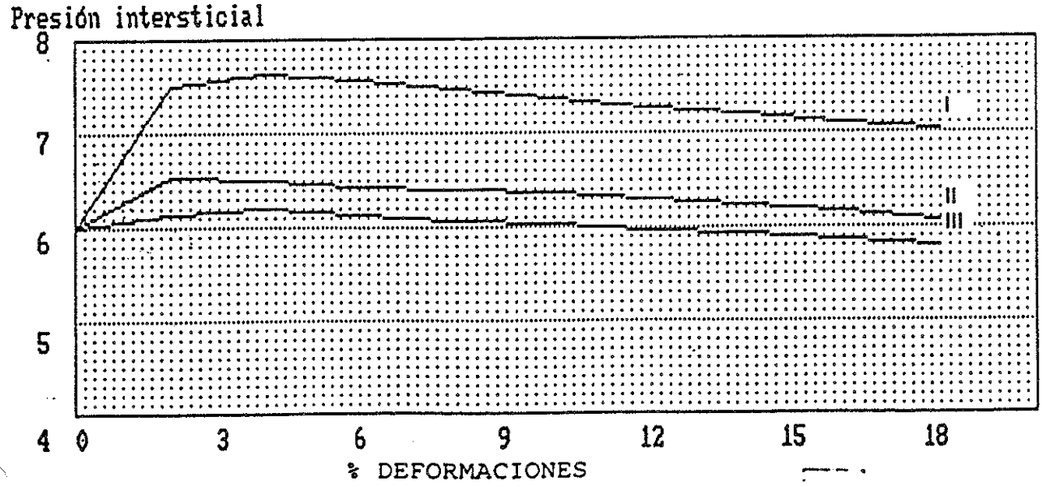
ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

MUESTRA N°.: 22.355

REFERENCIA MUESTRA: Sondeo 7 de 4.0 à 4.6 m.

TIPO MUESTRA: Inalterada





GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Trabajo Nº ..: 1125/96 INF: S-350/96-2

Referencia ...: U.T.E. CALATAYUD

ENSAYO EDOMETRICO

U.N.E. 7.392/75

DATOS DE LA PROBETA

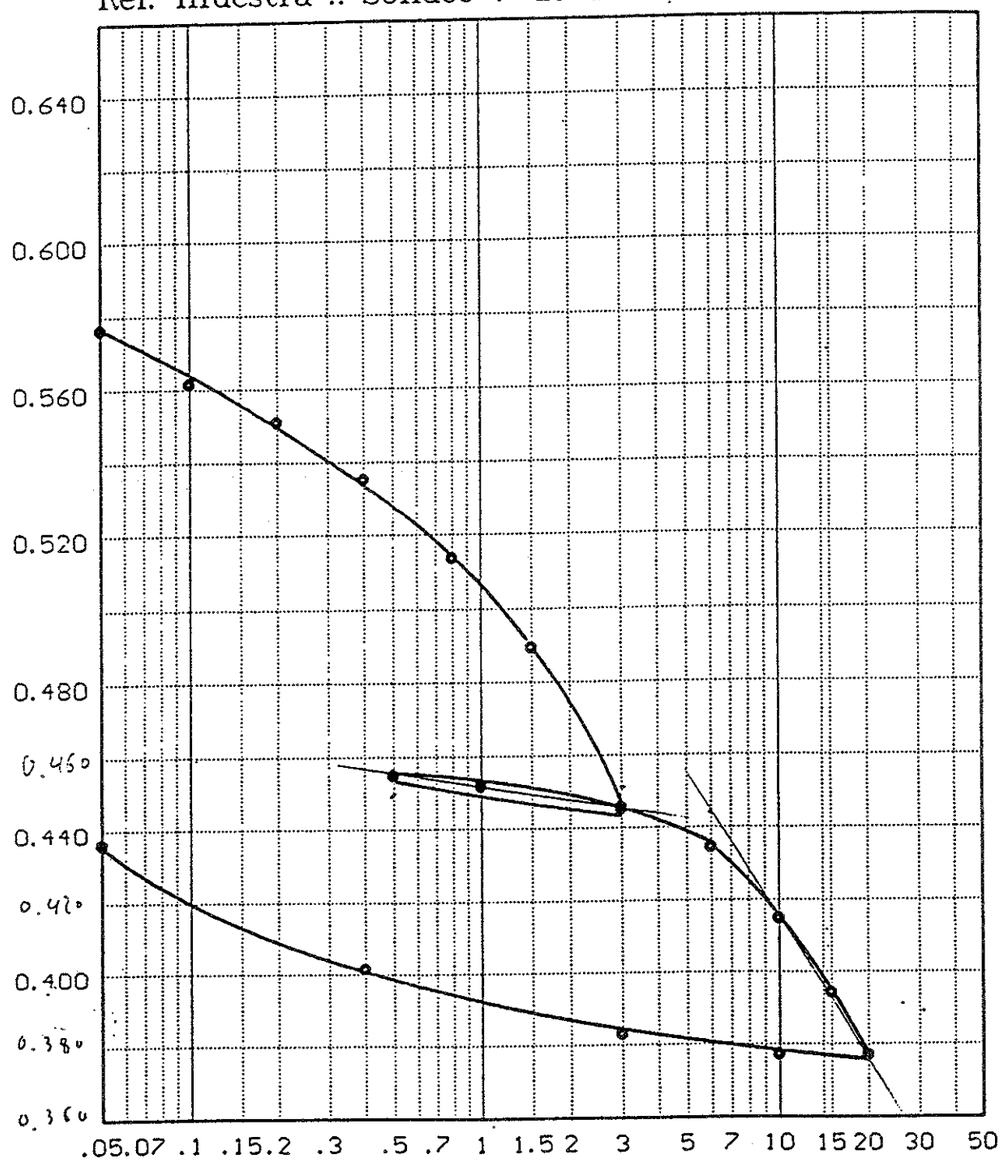
Muestra Nº	22355
Referencia muestra	Sondeo 7 de 4.0 a 4.6 m.
Tipo de muestra	Inalterada
Densidad seca (Tm/m3)	1.69
Humedad inicial en %	22.45
Humedad final en %	16.33
Altura edómetro en mm	20
Indice de poros inicial	0.59
Peso específico (Tm/m3)	2.70

GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Trabajo N° ....: 1125/96 INF: S-350/96-2
Referencia ....: U.T.E. CALATAYUD

ENSAYO EDOMETRICO – Curva edométrica

Muestra N° ....: 22355
Ref. muestra .: Sondeo 7 de 4.0 a 4.6 m.

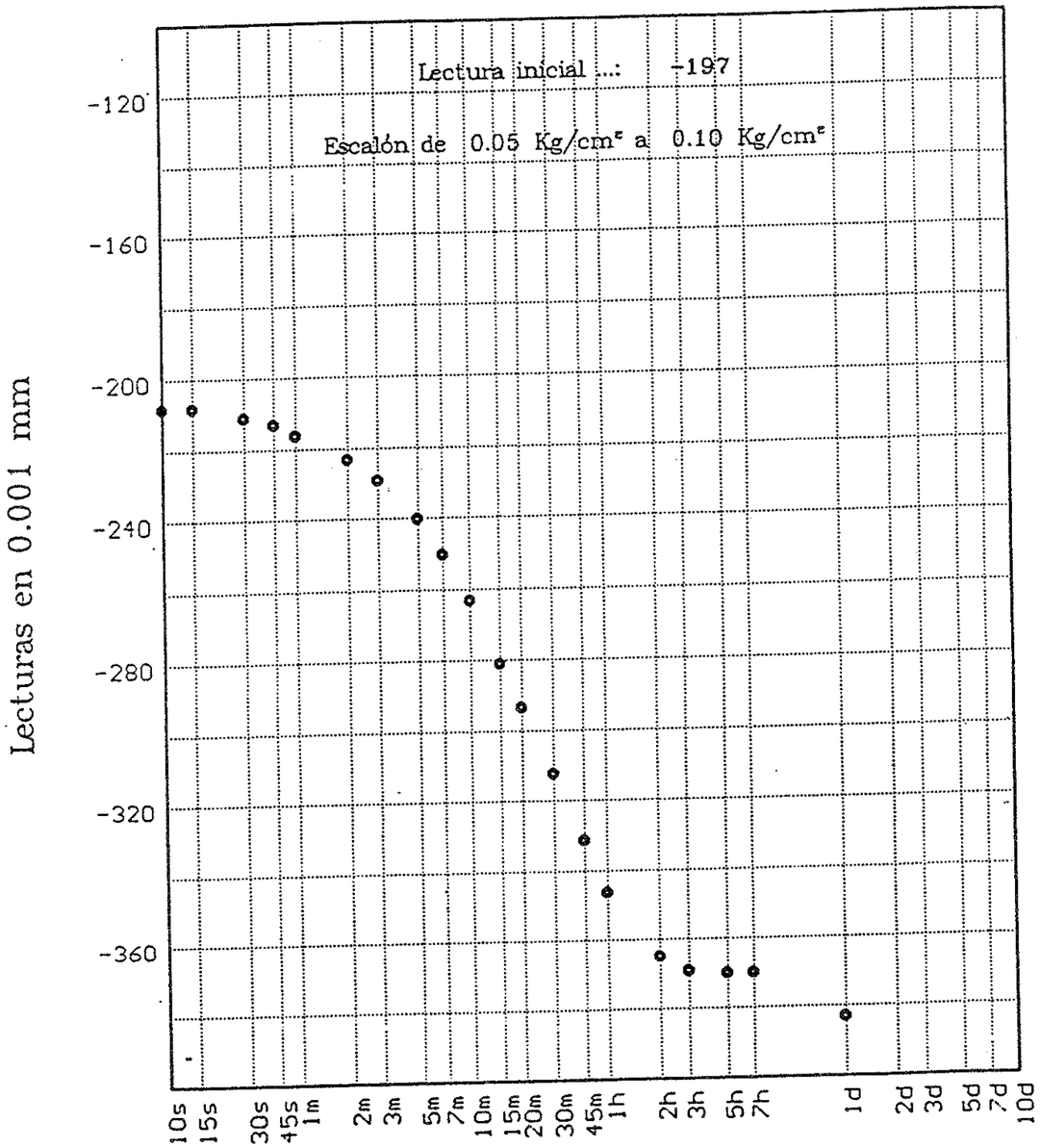


GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Trabajo N° ....: 1125/96 INF: S-350/96-2
Referencia ....: U.T.E. CALATAYUD

ENSAYO EDOMETRICO – Curva de consolidación

Muestra N° ....: 22355
Ref. muestra .: Sondeo 7 de 4.0 a 4.6 m.

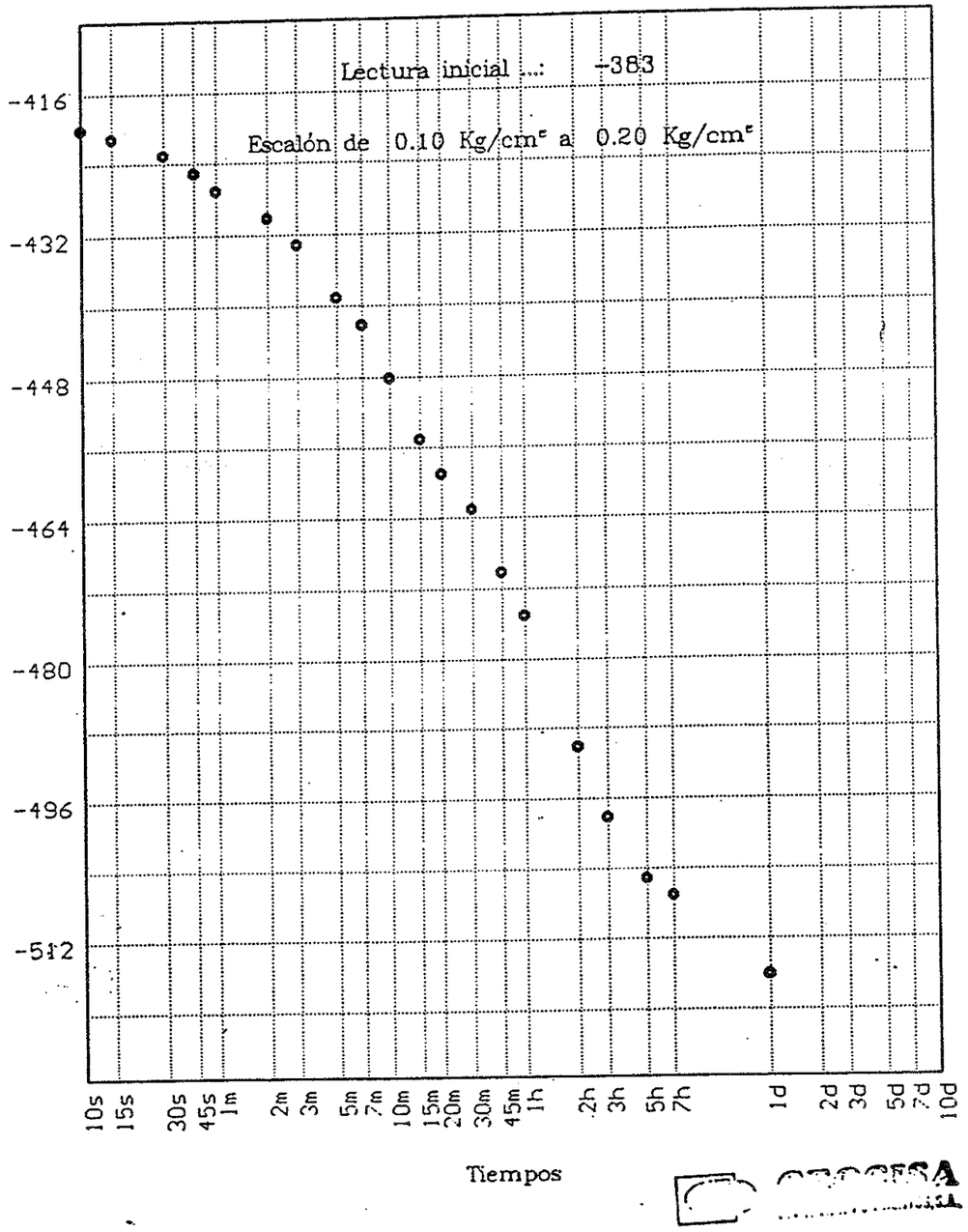


GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Trabajo N° ....: 1125/96 INF: S-350/96-2
Referencia ....: U.T.E. CALATAYUD

ENSAYO EDOMETRICO – Curva de consolidación

Muestra N° ....: 22355
Ref. muestra .: Sondeo 7 de 4.0 a 4.6 m.

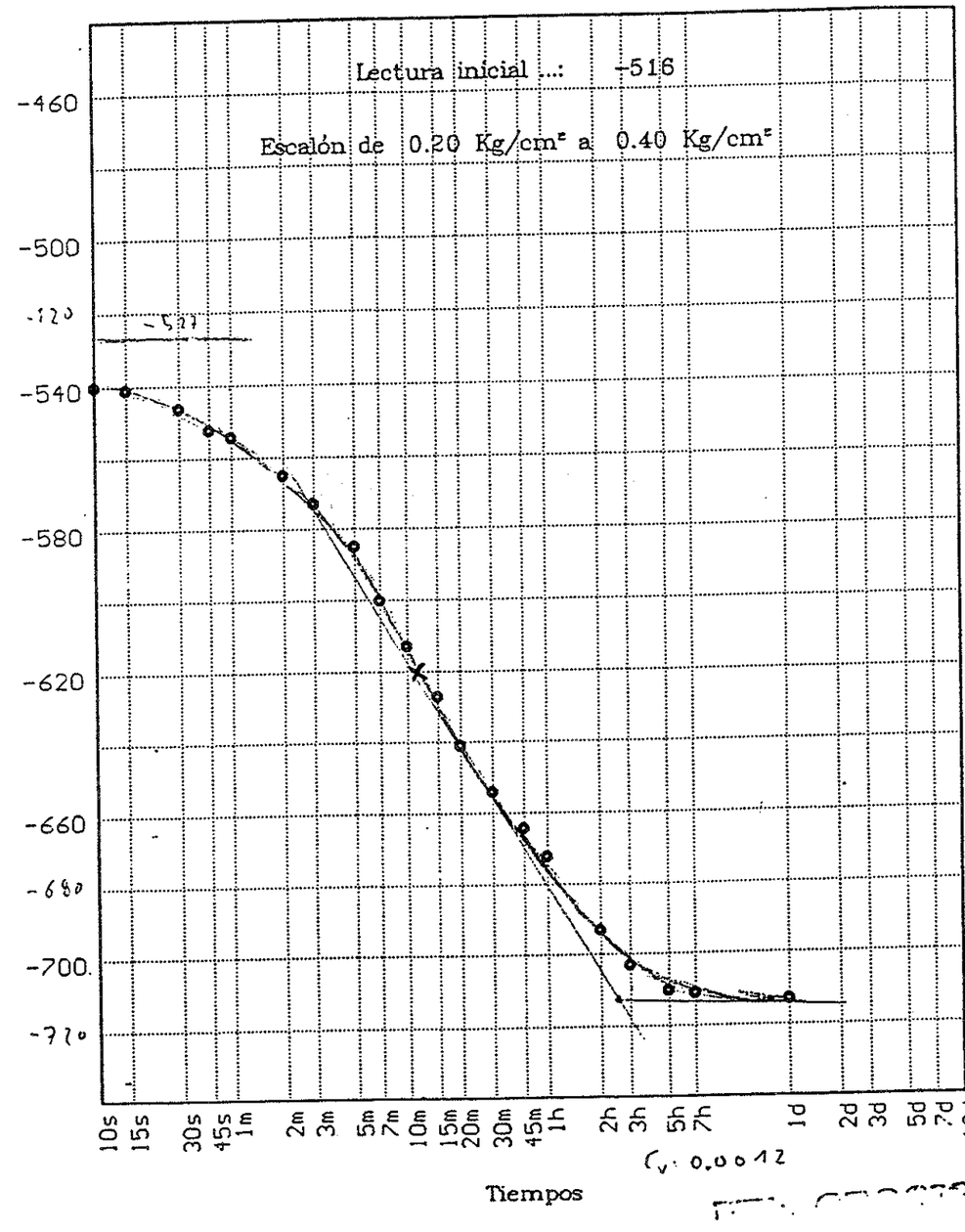


GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Trabajo N° ....: 1125/96 INF: S-350/96-2
Referencia ....: U.T.E. CALATAYUD

ENSAYO EDOMETRICO – Curva de consolidación

Muestra N° ....: 22355
Ref. muestra .: Sondeo 7 de 4.0 a 4.6 m.

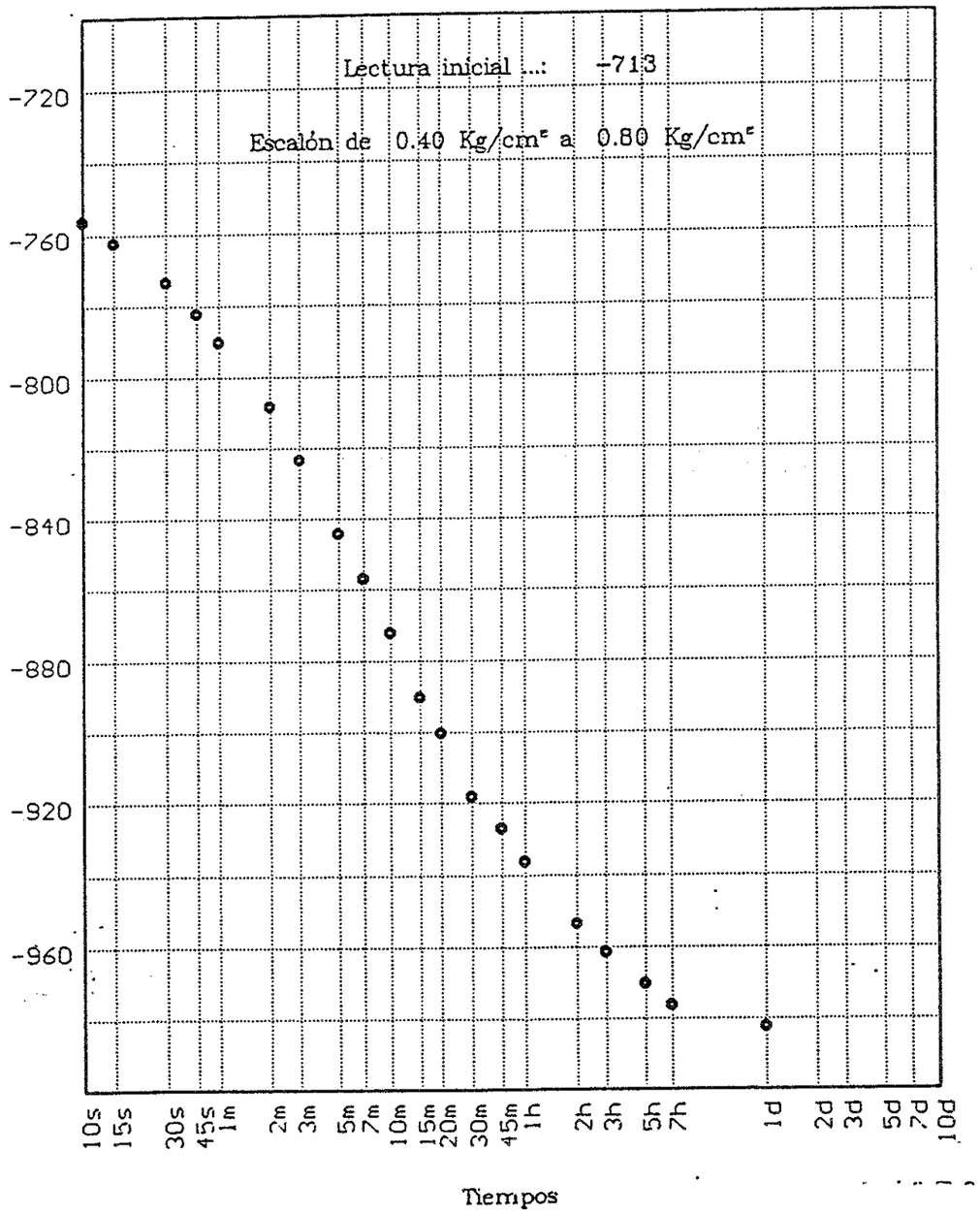


GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Trabajo N° ....: 1125/96 INF: S-350/96-2
Referencia ....: U.T.E. CALATAYUD

ENSAYO EDOMETRICO – Curva de consolidación

Muestra N° ....: 22355
Ref. muestra .: Sondeo 7 de 4.0 a 4.6 m.

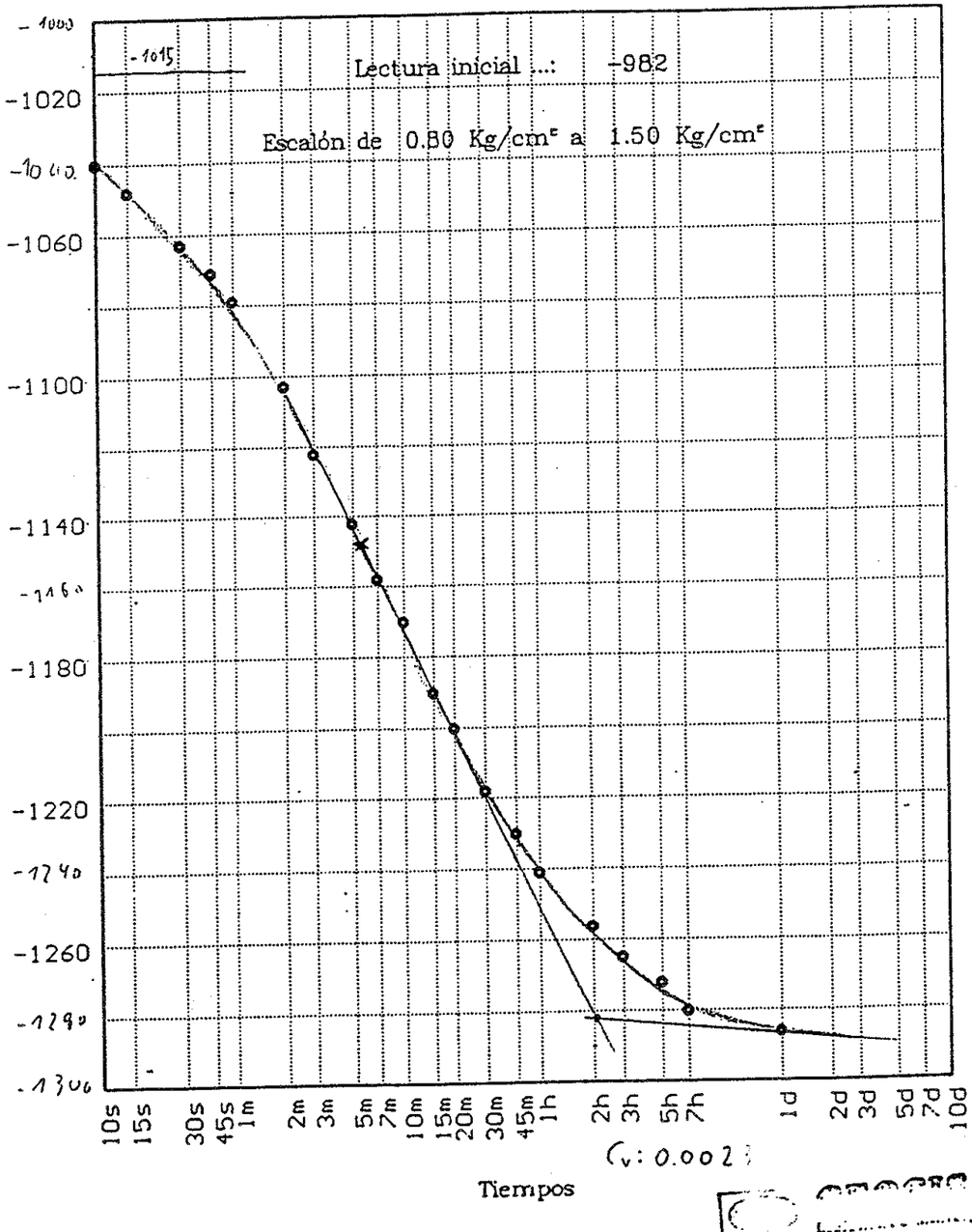


GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Trabajo N° ....: 1125/96 INF: S-350/96-2
Referencia ....: U.T.E. CALATAYUD

ENSAYO EDOMETRICO – Curva de consolidación

Muestra N° ....: 22355
Ref. muestra .: Sondeo 7 de 4.0 a 4.6 m.

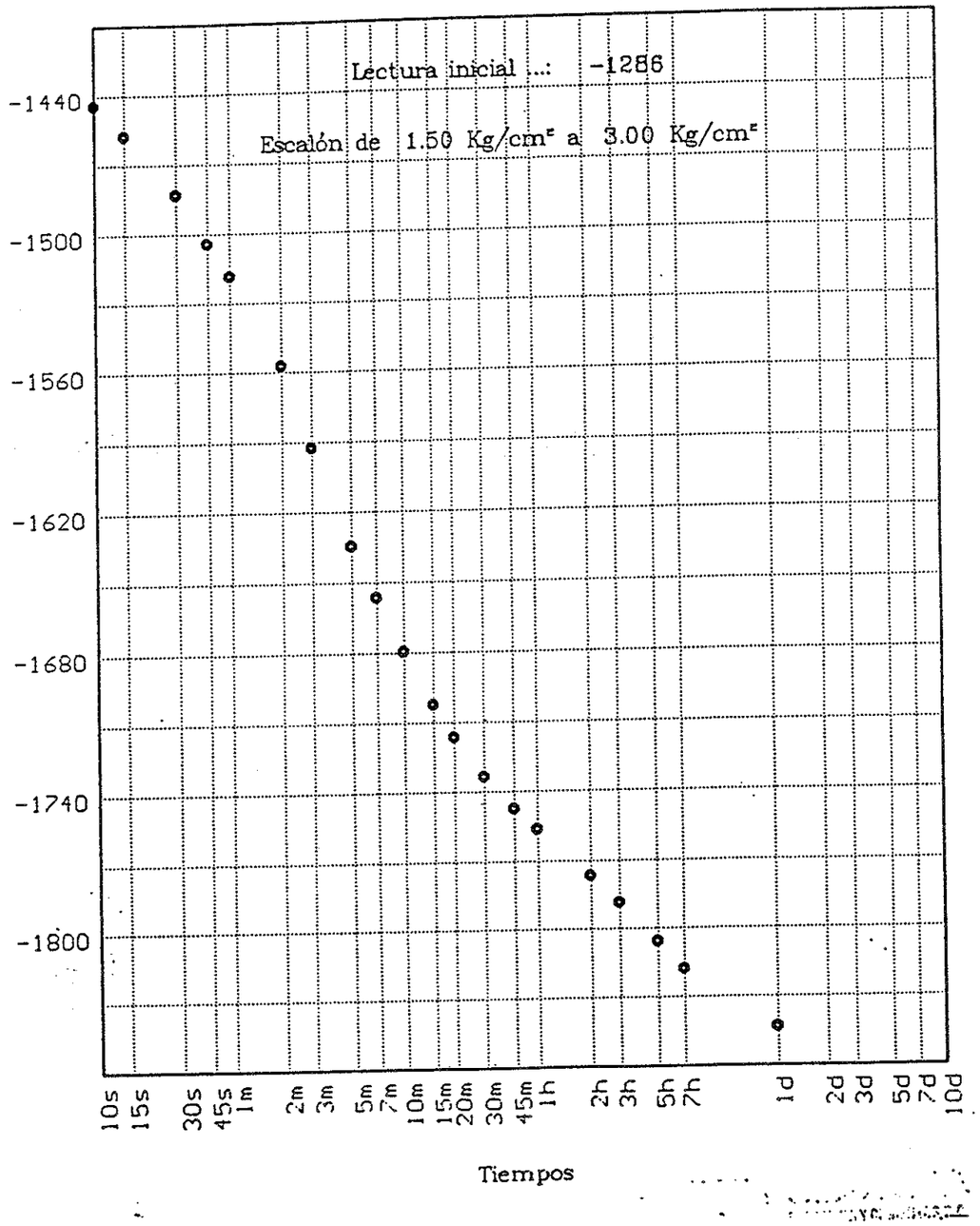


GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Trabajo N° ....: 1125/96 INF: S-350/96-2
Referencia ....: U.T.E. CALATAYUD

ENSAYO EDOMETRICO – Curva de consolidación

Muestra N° ....: 22355
Ref. muestra .: Sondeo 7 de 4.0 a 4.6 m.

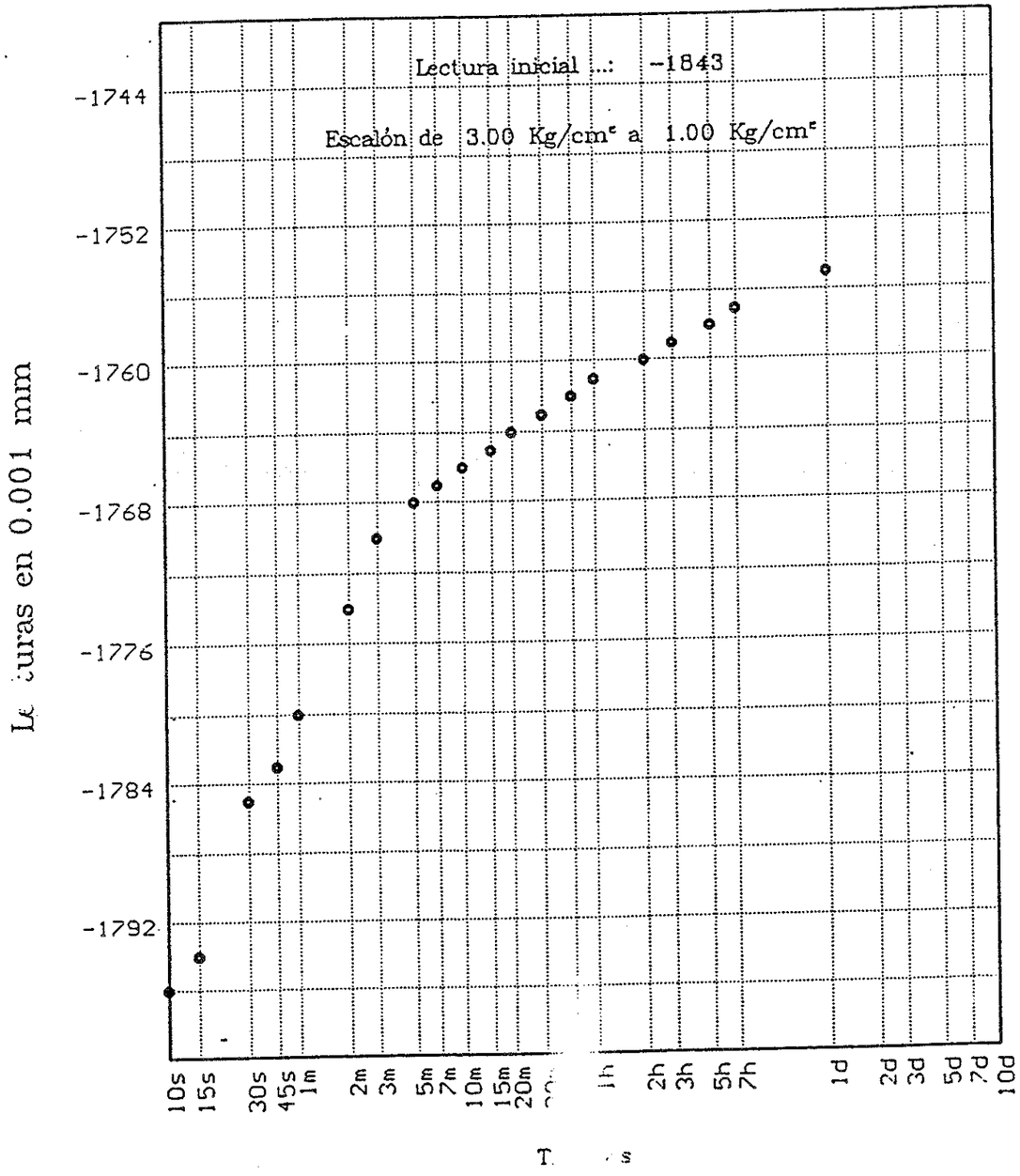


GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Trabajo N° ....: 1125/96 INF: S-350/96-2
Referencia ....: U.T.E. CALATAYUD

ENSAYO EDOMETRICO – Curva de consolidación

Muestra N° ....: 22355
Ref. muestra .: Sondeo 7 de 4.0 a 4.6 m.

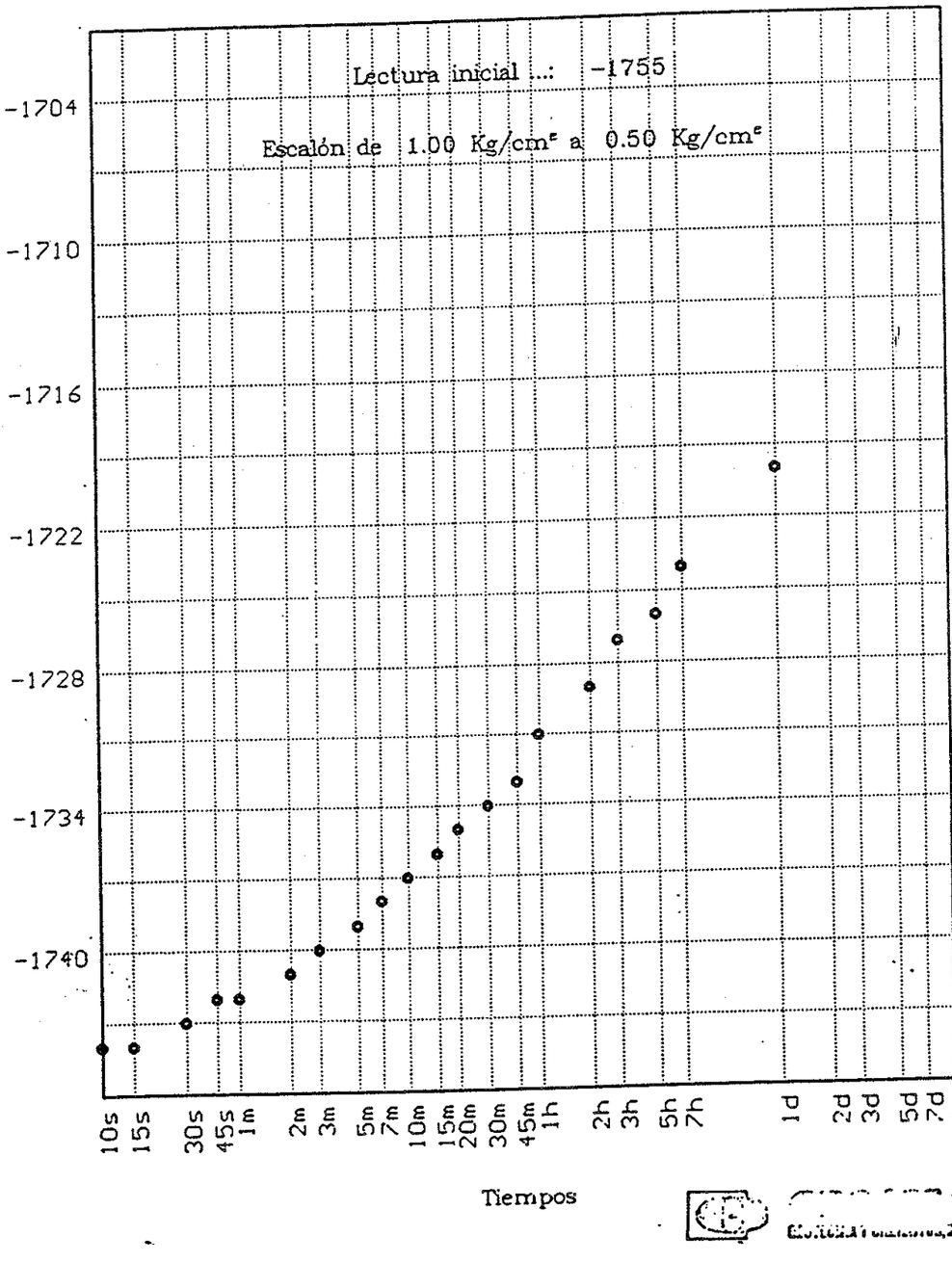


GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Trabajo N° ....: 1125/96 INF: S-350/96-2
Referencia ....: U.T.E. CALATAYUD

ENSAYO EDOMETRICO – Curva de consolidación

Muestra N° ....: 22355
Ref. muestra .: Sondeo 7 de 4.0 a 4.6 m.

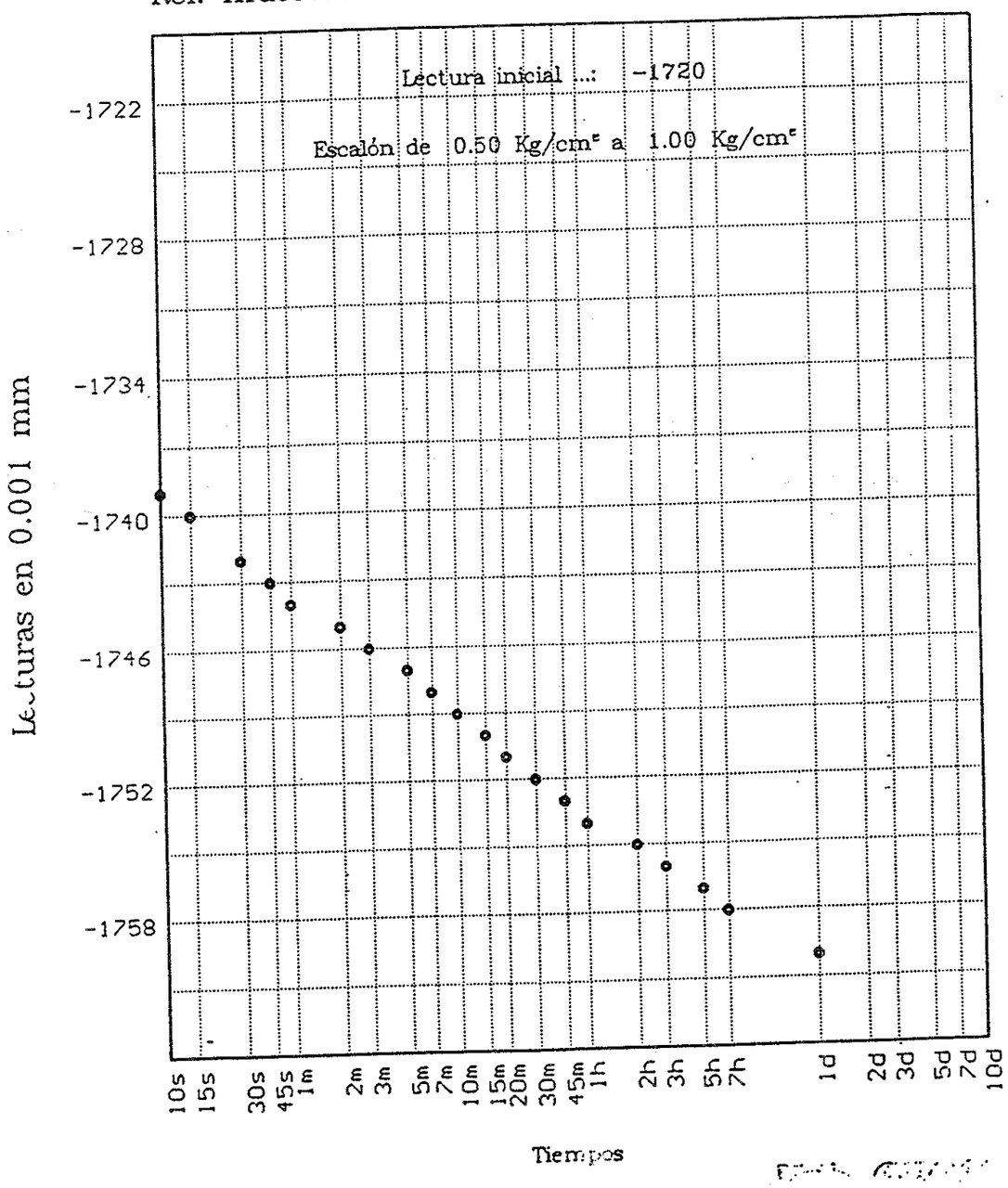


GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Trabajo N° ....: 1125/96 INF: S-350/96-2
Referencia ....: U.T.E. CALATAYUD

ENSAYO EDOMETRICO – Curva de consolidación

Muestra N° ....: 22355
Ref. muestra .: Sondeo 7 de 4.0 a 4.6 m.

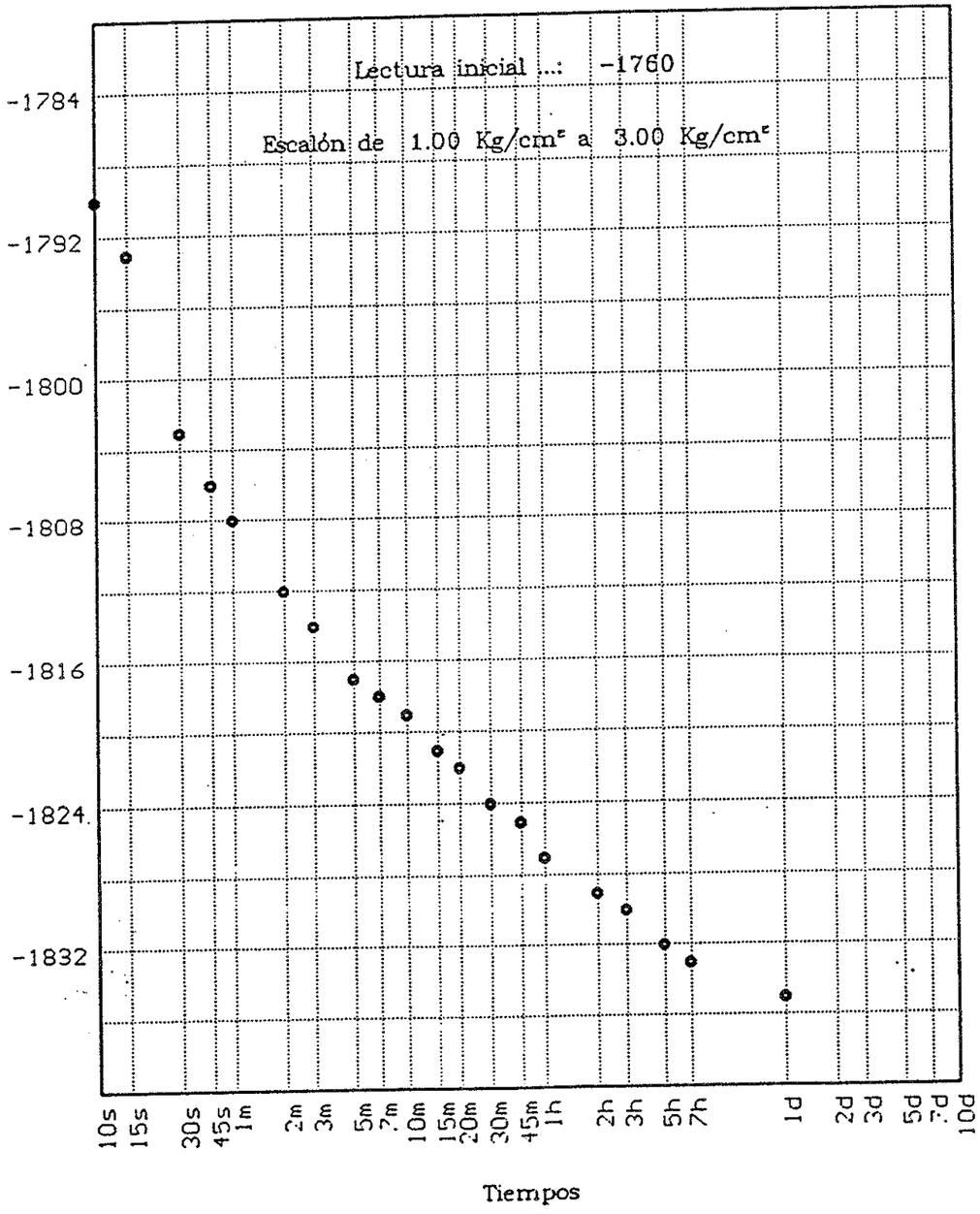


GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Trabajo N° ....: 1125/96 INF: S-350/96-2
Referencia ....: U.T.E. CALATAYUD

ENSAYO EDOMETRICO - Curva de consolidación

Muestra N° ....: 22355
Ref. muestra .: Sondeo 7 de 4.0 a 4.6 m.

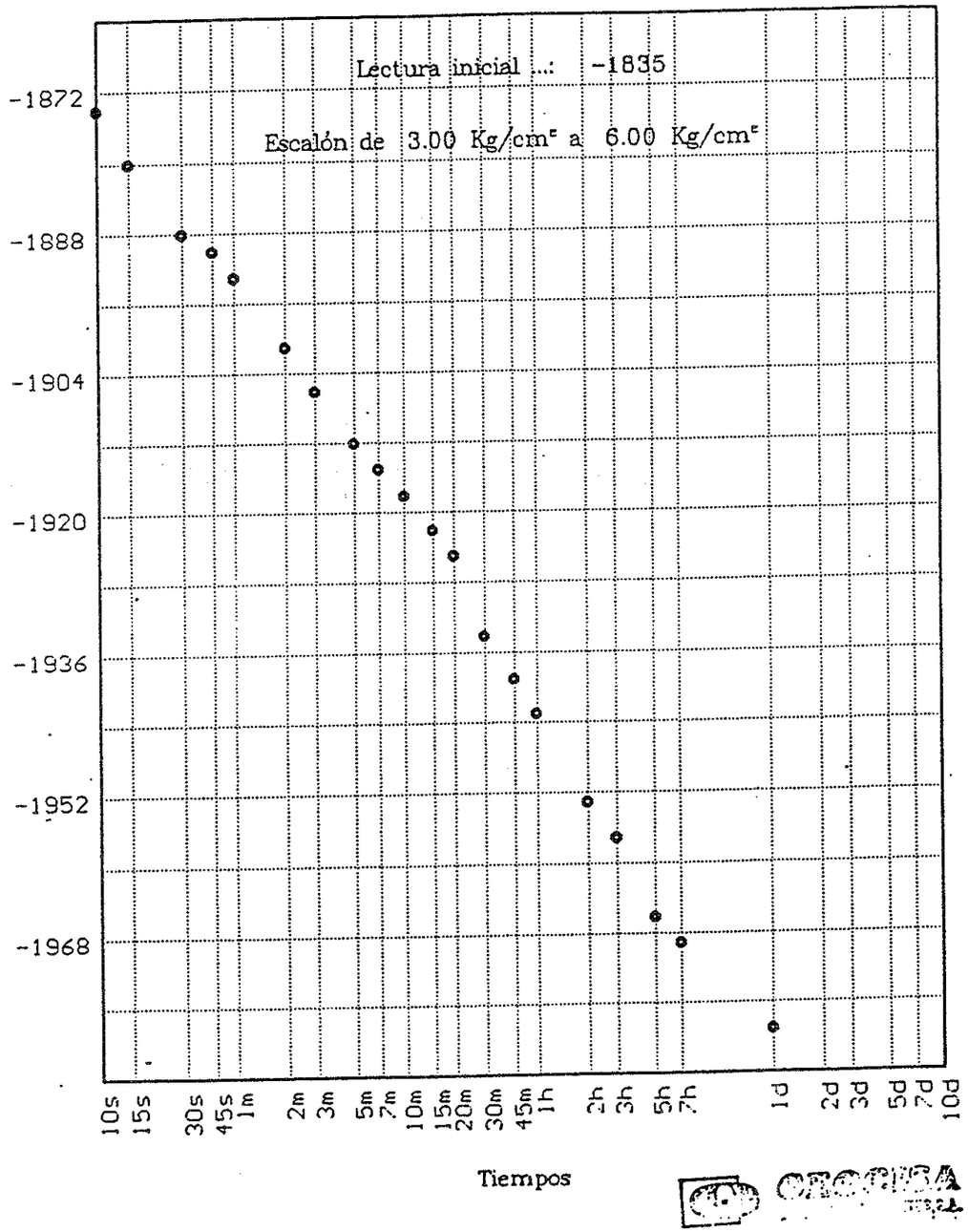


GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Trabajo N° ....: 1125/96 INF: S-350/96-2
Referencia ....: U.T.E. CALATAYUD

ENSAYO EDOMETRICO - Curva de consolidación

Muestra N° ....: 22355
Ref. muestra .: Sondeo 7 de 4.0 a 4.6 m.

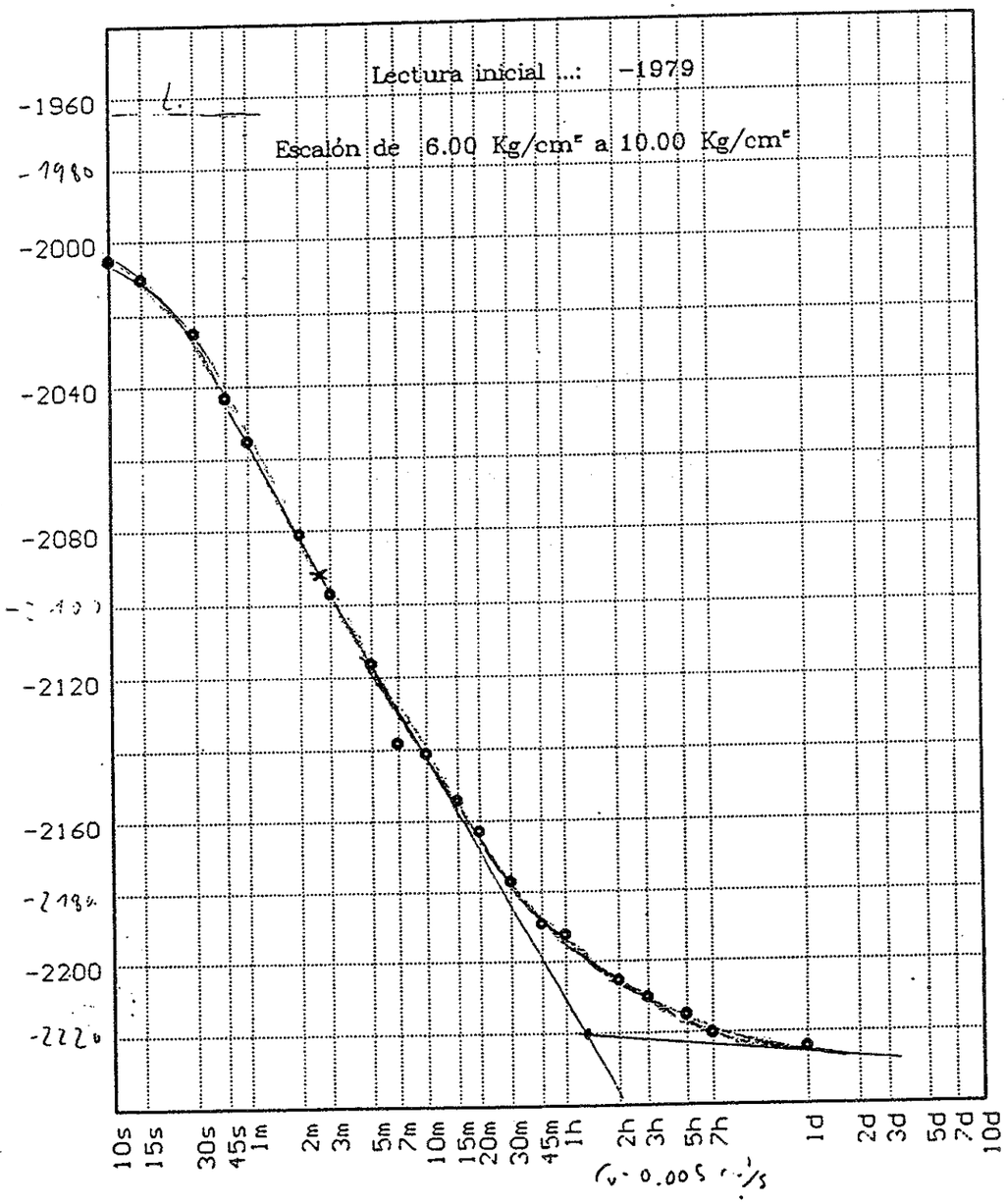


GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Trabajo N° ....: 1125/96 INF: S-350/96-2
Referencia ....: U.T.E. CALATAYUD

ENSAYO EDOMETRICO – Curva de consolidación

Muestra N° ....: 22355
Ref. muestra .: Sondeo 7 de 4.0 a 4.6 m.

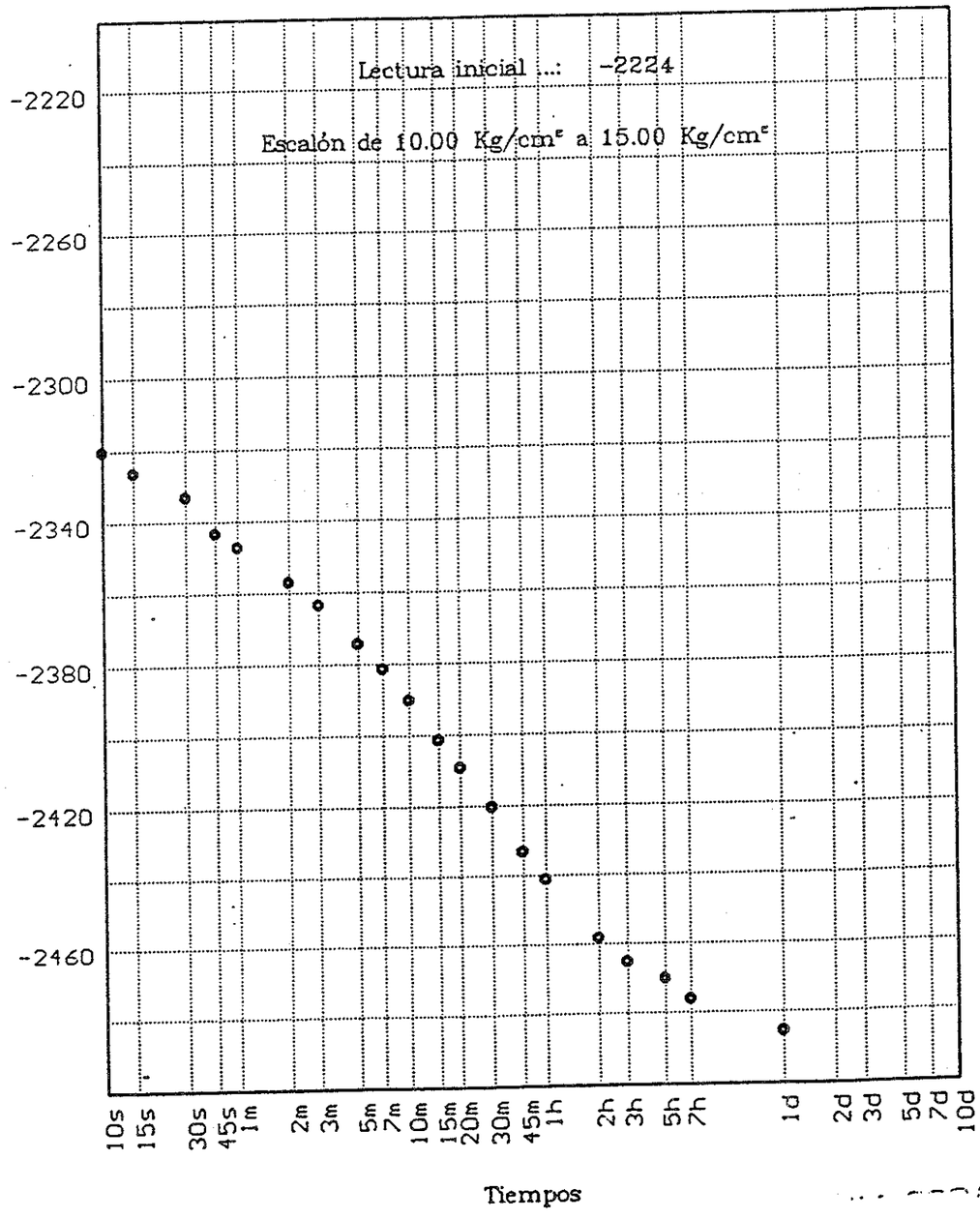


GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Trabajo N° ....: 1125/96 INF: S-350/96-2
Referencia ....: U.T.E. CALATAYUD

ENSAYO EDOMETRICO – Curva de consolidación

Muestra N° ....: 22355
Ref. muestra .: Sondeo 7 de 4.0 a 4.6 m.

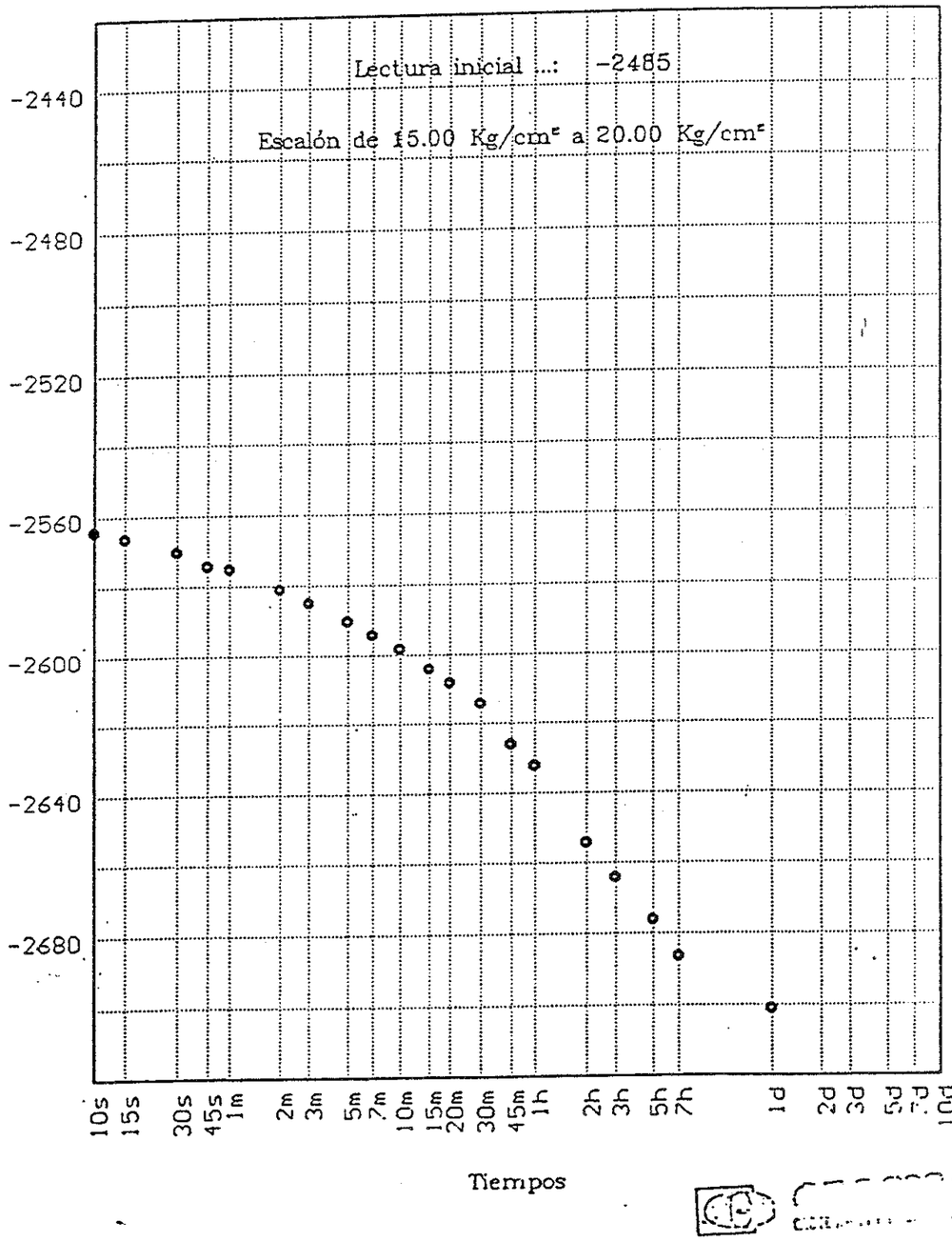


GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Trabajo Nº ....: 1125/96 INF: S-350/96-2
Referencia ....: U.T.E. CALATAYUD

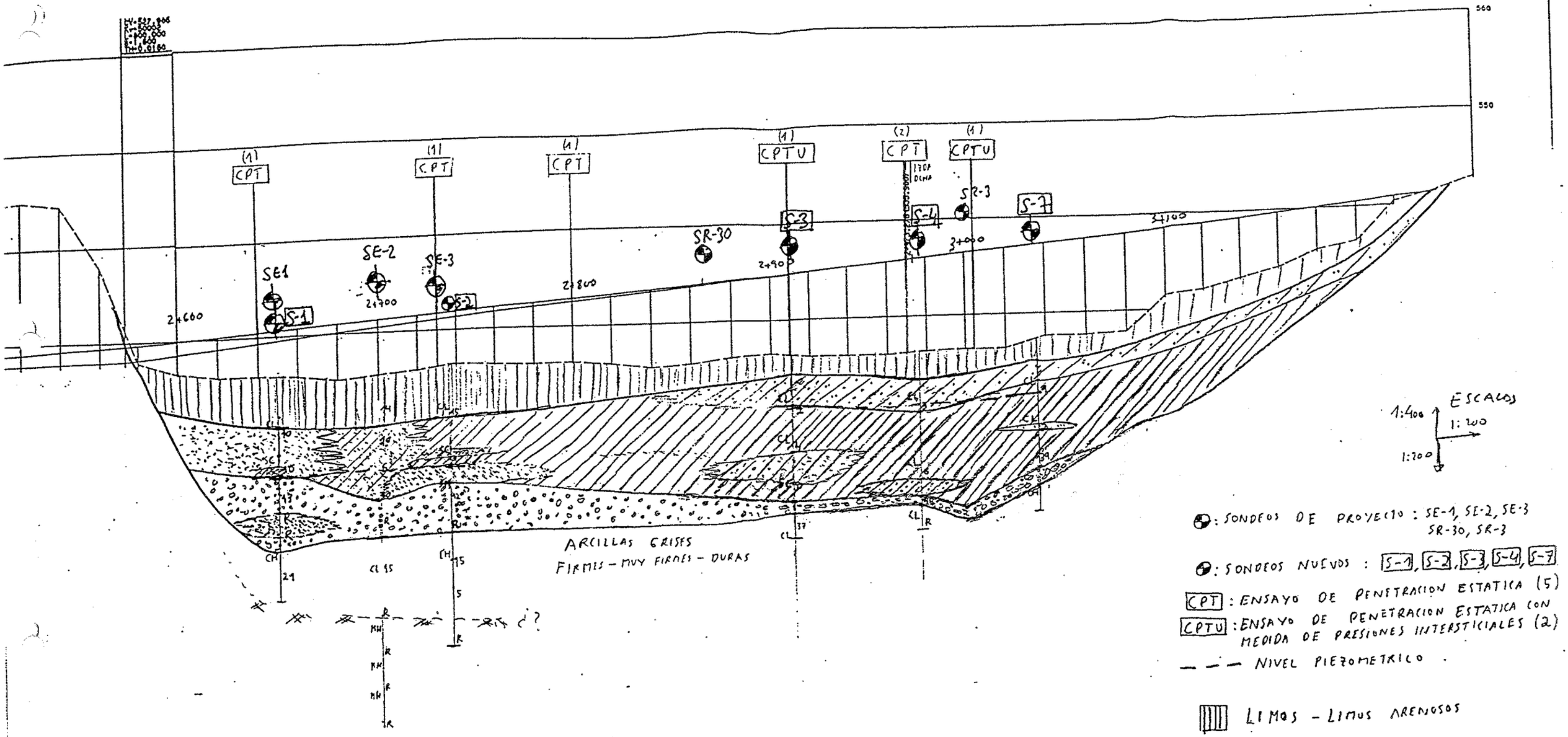
ENSAYO EDOMETRICO - Curva de consolidación

Muestra Nº ....: 22355
Ref. muestra .: Sondeo 7 de 4.0 a 4.6 m.



ANEJO E

PERFIL GEOTECNICO LONGITUDINAL


560
550
(1) CPT
(1) CPT
(1) CPT
(1) CPTU
(2) CPT
(1) CPTU
STOP DCHA
SE1
SE-2
SE-3
SR-30
SR-3
S-1
S-2
S-3
S-4
S-7
2+600
2+700
2+800
2+900
3+000
3+100
ARCILLAS GRISES
FIRMES - MUY FIRMES - DURAS
CH
CL
MH
R
21
15
5
37
ESCALAS
1:400
1:200
1:100
: SONDEOS DE PROYECTO : SE-1, SE-2, SE-3 SR-30, SR-3
: SONDEOS NUEVOS : S-1, S-2, S-3, S-4, S-7
CPT : ENSAYO DE PENETRACION ESTATICA (5)
CPTU : ENSAYO DE PENETRACION ESTATICA CON MEDIDA DE PRESIONES INTERSTICIALES (2)
NIVEL PIEZOMETRICO
LIMOS - LIMOS ARENOSOS
ARENA CON ALGO DE ARCILLA
GRAVAS CON ALGO DE ARENA
ARCILLA CON INDICIOS DE ARENA
ARCILLA CON ALGO - BASTANTE ARENA

GE test

EL ENSAYO DE PENETRACION ESTATICA (CPT) y EL PIEZOCONO (CPTU): APLICACIONES GEOTECNICAS

Marcelo J. Devincenzi Fabetti
Lic. en Cs. Geológicas
GeoTest, S.L. Laboratorio Acreditado ST
Febrero de 1996[1]

ANEJO F

ENSAYOS CPT Y CPTU REALIZADOS

[1] La presente Monografía es parte de una más extensa que el autor a presentado para su publicación.

TABLA DE CONTENIDO

1. OBJETIVO Y APLICABILIDAD DEL ENSAYO 1
2. NORMATIVAS 1
3. EQUIPOS 1
3.1 Conos 3
3.2 Características del filtro poroso y su ubicación en la punta 4
3.3 Sistema de Hincado 4
3.4 Varillaje 4
3.5 Equipo de Toma de Datos 5
3.6 Calibrado de los equipos 5
4. EJECUCION DEL ENSAYO 5
4.1 Comentarios Generales 6
4.2 Saturación del Filtro Poroso y Punta 7
4.3 Disipación de Presiones y Ensayo de Disipación 7
5. FACTORES QUE AFECTAN A LAS MEDIDAS Y PROCESADO DE DATOS 8
5.1 Efectos de la presión de poros sobre las áreas desiguales de la punta y manguito *8*
5.1.1 Resistencia por punta corregida: q_T *8*
5.1.2 Resistencia por fuste corregida f_T 9
5.2 Presión insterticial U - Influencia de la ubicación del filtro 11
5.3 Otros factores que afectan las medidas *11*
5.3.1 Velocidad de Penetración *11*
5.3.2 Temperatura 11
6. PRESENTACION DE RESULTADOS 12
7. INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS 12
7.1 Perfil Estratigráfico 14
7.2 Clasificación del Suelo *14*
7.2.1 Puntas eléctricas 16
7.3 Suelos Granulares *16*
7.3.1 Evaluación de la Densidad Relativa DR% *18*
7.3.2 Evaluación del Angulo de Rozamiento *18*
7.3.3 Evaluación de los parámetros de deformabilidad 19
7.3.3.1 Módulo Confinado M 19
7.3.3.2 Módulo de Yourg E 19
7.3.3.3 Módulo G_{max} *20*
7.3.4 Historia Tensional: OCR *20*
7.3.5 Resistencia a la Licuefacción de las arenas 21
7.4 Suelos Cohesivos *21*
7.4.1 Evaluación de la resistencia al corte no drenada (S_u) 21
7.4.1.1 Uso de qc 22
7.4.1.2 Uso de q_T y el Limite Liquido 22
7.4.1.3 Uso de la resistencia efectiva q_E : Sunneset (1982), Campanella (1982) 23
7.4.1.4 Uso de U, presión de poro en exceso. 24
7.4.1.5 Uso de U, presión de poro en exceso y el limite liquido LL *25*
7.4.2 Evaluación de la Sensitividad *26*
7.4.3 Evaluación de los parámetros de deformabilidad 26
7.4.3.1 Módulo confinado M 27
7.4.3.2 Módulo de Young no drenado E_u 28
7.4.3.3 Módulo G_{max} *28*
7.4.4 Historia Tensional: O.C.R 28
7.4.4.1 Uso de q_c (o q_T) y S_u 29
7.4.4.2 Otros parámetros derivados de U *30*
7.4.5 Evaluación del coeficiente de consolidación ch 31
7.4.5.1 Método de Baligh y Levadoux (1986) 32
7.4.5.2 Método de Teh y Houlsby (1991) 34
7.4.5.3 Método práctico para la estimación de la C_h 34
7.5 Evaluación de otros parámetros *34*
7.5.1 Permeabilidad *34*
7.5.2 Correlaciones con el ensayo SPT 35
8. BIBLIOGRAFIA 169

RELACION DE FIGURAS

FIGURA 1: CONO HOLANDÉS (DUCH MANTLE CONE).
FIGURA 2: CONO CON MEDIDA DE ROZAMIENTO LATERAL TIPO BEGEMANN.
FIGURA 3: ESQUEMA DE PUNTA ELÉCTRICA CON MEDICIÓN DE PRESIÓN INSTERTICIAL
FIGURA 4: PUNTA CPTU
FIGURA 5: DISTINTAS POSICIONES DE UBICACIÓN DE LA PIEDRA POROSA EN PUNTAS CPTU
FIGURA 6: RELACIONES DE AREAS (INFLUENCIA DE LAS ÁREAS DESIGUALES)
FIGURA 7: INFLUENCIA DE UBICACIÓN DEL FILTRO EN EL VALOR DE U (BALIGH ET AL., 1980)
FIGURA 8: INFLUENCIA DE UBICACIÓN DEL FILTRO EN EL VALOR DE U (CAMPANELLA ET AL., 1988)
FIGURA 9: INFLUENCIA DE UBICACIÓN DEL FILTRO EN EL VALOR DE U (ROBERTSON ET AL., 1986)
FIGURA 10: INFLUENCIA DE UBICACIÓN DEL FILTRO EN EL VALOR DE U (SUGAWARA, 1986)
FIGURA 11: INFLUENCIA DE LA VELOCIDAD DE PENETRACIÓN EN LOS VALORES DE U (CANOU, 1987)
FIGURA 12: CARTA DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA PUNTAS ELÉCTRICAS SEGÚN DOUGLAS, 1984
FIGURA 13: CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN OLSEN Y FARR (1986)
FIGURA 14: CARTA DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA PUNTAS ELÉCTRICAS UTILIZANDO EL PARÁMETRO BQ VS QT, SEGÚN SENNESET Y JAMBU (1984), ADAPTADA POR PAREZ Y FAURIEL (1988)
FIGURA 15: CLASIFICACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS Y ORGÁNICOS SEGÚN LARSSON Y MULABDIC, 1991
FIGURA 16: CARTA MIXTA DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN ROBERTSON, 1990
FIGURA 17: COMPARACIÓN DE DISTINTAS CORRELACIONES DE LA DENSIDAD RELATIVA (ROBERTSON Y CAMPANELLA, 1983)
FIGURA 18: INFLUENCIA DE LA COMPRESIBILIDAD EN ARENAS NORMALMENTE CONSOLIDADAS CUARZOSAS. JAMIOLKOWSKI ET AL., 1985
FIGURA 19: DENSIDAD RELATIVA PARA ARENAS CUARZOSAS NORMALMENTE CONSOLIDADAS Y DE COMPRESIBILIDAD MODERADA. BALDI ET AL., 1986
FIGURA 20: RELACIÓN ENTRE EL FACTOR DE CAPACIDAD PORTANTE NQ Y EL ÁNGULO DE ROZAMIENTO PICO EN CÁMARA DE CALIBRACIÓN. ROBERTSON Y CAMPANELLA, 1983
FIGURA 21: RELACIÓN SUGERIDA ENTRE LA RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN ESTÁTICA Y EL ÁNGULO DE ROZAMIENTO PICO PARA ARENAS PREDOMINANTEMENTE CUARZOSA, NO CEMENTADAS, ROBERTSON Y CAMPANELLA, 1983
FIGURA 22: RELACIÓN ENTRE QC Y EL MÓDULO DE YOUNG E DRENADO PARA ARENAS NC CUARZOSAS NO CEMENTADAS (ROBERTSON Y CAMPANELLA, 1983)
FIGURA 23: RELACIÓN ENTRE QC Y GMAX. ROBERTSON Y CAMPANELLA, 1983
FIGURA 24: RESISTENCIA A LA LICUEFACCIÓN DE LAS ARENAS.
FIGURA 25: PROPOSICIÓN PARA OBTENER SU A PARTIR DE U (CAMPANELLA, 1985)
FIGURA 26: RELACIÓN ENTRE EL FACTOR DE PRESIÓN INSTERTICIAL NU VS. BQ (ROBERTSON ET AL., 1986)
FIGURA 27: MÓDULO DE YOUNG NO DRENADO (ARCILLAS). ROBERTSON Y CAMPANELLA, 1983, ADAPTADO DE LADD ET AL., 1977
FIGURA 28: CORRELACIÓN TENTATIVA PARA ESTIMAR GMAX (ROBERTSON Y CAMPANELLA, 1988) OLD PP 113
FIGURA 29: SU / SIG VS. OCR. SCHMERTMAN, 1978 RELACIÓN ESTADÍSTICA ENTRE SU / SIG E IP PARA SUELOS NORMALMENTE CONSOLIDADOS. ROBERTSON Y CAMPANELLA, 1983.
FIGURA 30: OCR A PARTIR DE QC. ROBERTSON 1990.
FIGURA 31: RELACIÓN DE UN PARÁMETRO INDIRECTO DE U Y QT CON OCR. BATTAGLIO ET AL., 1986
FIGURA 32: VARIACIONES DE LA U_i. KURUP Y TUMAY, 1995.
FIGURA 33: CAVIDAD CILÍNDRICA: VARIACIÓN DE U EN FUNCIÓN DEL FACTOR TIEMPO. BATTAGLIO ET AL., 1986
FIGURA 34: DISIPACIÓN DE U NORMALIZADA VS. FACTOR TIEMPO MODIFICADO. TEH Y HOULSBY, 1991
FIGURA 35: ESTIMACIÓN DE LA PERMEABILIDAD HORIZONTAL EN FUNCIÓN DEL T50. PAREZ Y FAURIEL, 1988.
FIGURA 36: VARIACIÓN DE QC/NSPT CON EL TAMAÑO MEDIO DE GRANO D50. ROBERTSON ET AL., 1983.

RELACION DE TABLAS

TABLA 1: VALORES EMPÍRICOS DEL FACTOR K DE AJUSTE PARA PRESIONES INSTERTICIALES 10
TABLA 2: VALORES DEL COEFICIENTE α PARA DISTINTOS TIPOS DE ARCILLAS. MITCHELL Y GARDNER, 1975, ADAPTADO DE SANGLERAT, 1972 27
TABLA 3: ESTIMACIÓN DEL ÍNDICE DE COMPRESIÓN A PARTIR DE Su/σ_{v0} (SCHMERTMANN, 1978) 27
TABLA 4: DIFERENTES PARÁMETROS DERIVADOS DE U UTILIZADOS PARA ESTIMAR EL OCR. ADAPTADO DE ROBERTSON Y CAMPANELLA, 1988. 30
TABLA 5: FACTOR TIEMPO T PARA DISTINTAS POSICIONES DE LA PIEDRA POROSA Y DISTINTOS GRADOS DE CONSOLIDACIÓN. BALIGH Y LEVADOUX. 32
TABLA 6:VALORES DE FACTOR TIEMPO MODIFICADO PARA DISTINTOS % DE DISIPACIÓN. HOULSBY Y TEH, 1988 34

1. OBJETIVO Y APLICABILIDAD DEL ENSAYO

El ensayo de penetración estática (CPT, Cone Penetration Test), consiste en hincar a presión en el suelo a velocidad constante una punta cónica y medir el esfuerzo necesario para la penetración del cono, denominado q_c. En los conos de tipo móvil, se mide además el rozamiento lateral local, denominado f_s, en un manguito especial, colocado encima de la base del cono.

Desde un punto de vista geológico/geotécnico, al margen de otras aplicaciones medioambientales, presenta tres aplicaciones principales:

- Determinar el perfil estratigráfico del terreno.
- Evaluar los parámetros geotécnicos de las capas atravezadas.
- Cálcular la capacidad portante del terreno y asientos frente a solicitaciones externas.

2. NORMATIVAS

El primer estándar para este ensayo fué la norma ASTM D-3441-75T, revisada en 1979 (ASTM D-3441-79) y en 1986 (ASTM D-3441-86). En 1988, la Sociedad Internacional de Mecánica del Suelo publicó un procedimiento de referencia (ISSMFE, 1988), traducido en el Informe UNE 103-804-93. En Francia se dispone de la Norma NF P 94 113 y en Holanda, la NEN 5140.

3. EQUIPOS

En términos generales, el equipo consta de los siguientes componentes:

- Punta o sonda **CPT/CPTU**.
- Varillaje de hinca.
- Equipo de toma de datos (en superficie).
- Sistema de empuje o hinca.

3.1 Conos

Existen dos tipos principales de puntas:

- Mecánicas
- Eléctricas

Las primeras puntas mecánicas permitían medir sólo la resistencia de punta q_c (Barentsen, 1936) y se denominan tradiconalmente como "cono holandés" (*mantle cone o Duch mantle cone*, Figura 1). Posteriormente (Begemann, 1953), diseñó un dispositivo que permite medir por separado q_c y f_s (*friction sleeve cone*, Figura 2). En ambos casos, el movimiento de la punta y manguito se logra por medio de un varillaje interno, independiente del varillaje de penetración propiamente dicho.

Las puntas eléctricas se introdujeron en 1948 (Geuze, 1953), aunque su uso generalizado comenzó a partir de la década de los '60'. Estas puntas permiten medir q_c y f_s por medio de captores de presión montados en el interior del cono. La información recogida se transmite a superficie por medio de un cable que pasa por el interior de las varillas de hinca.

La instalación de un captor adicional de la presión insterticial constituye el equipo denominado piezocono (CPTU) y permite medir además las presiones insterticiales '**U**' que se van generando durante la hinca, hecho que ha significado un importantísimo avance en la interpretación de esta técnica de investigación *in situ*. En la Figura 3 se presenta un esquema de una punta **CPTU** con su terminología y en la Figura 4 la punta considerada actualmente como estándar.

Otros captores pueden utilizarse en combinación con los mencionados, por ejemplo, temperatura, inclinación, captores especiales, etc. Incluso existen conos con dos captores de punta, de alta y baja sensibilidad, lo que permite un mayor grado de exactitud al investigar suelos estratificados con materiales granulares densos y cohesivos blandos, un ejemplo típico de lo cual son los sedimentos deltaicos del río Llobregat en Barcelona.

Las principales ventajas del ensayo **CPTU** sobre el convencional **CPT** son (Campanella y Robertson, 1988):

- Posibilidad de distinguir entre penetración drenada, parcialmente drenada y no drenada.
- Posibilidad de corregir los parámetros obtenidos con el cono.
- Posibilidad de evaluar las características de consolidación del suelo ensayado.
- Posibilidad de valorar las condiciones de equilibrio hidrostático.
- Mayor exactitud en la identificación y estratigrafía del suelo.
- Mejor evaluación de los parámetros geotécnicos.

Con respecto a su geometría, la sonda dispone de una punta cónica de 10 cm^2 de sección con un ángulo de apertura 60° y de una extensión cilíndrica con un diámetro exterior de 35,7 mm. Por encima de la punta cónica se ubica el manguito (friction

sleeve) destinado a medir el rozamiento lateral específico f_s. Su superficie estándar es de 150 cm^2 .

3.2 Características del filtro poroso y su ubicación en la punta

El elemento poroso o filtro permite poner en contacto el agua del suelo con el captor de presión insterticial. El elemento poroso debe reunir las siguientes características (Smits, 1982):

- Rigidez. A fin de que las presiones de agua medidas no están influenciadas por la compresión del filtro.
- Alta permeabilidad y elevada relación área/espesor anular (conjuntamente con un fluido de saturación de baja viscosidad y baja compresibilidad).

No obstante, para mantener la saturación, el filtro debe tener una elevada resistencia a la entrada de aire lo que se logra con una granulometría fina y/o la utilización de un fluido viscoso. Claramente, no todos estos requisitos pueden ser cumplidos a la vez. Se debe alcanzar un compromiso entre una alta permeabilidad para lograr una rápida respuesta del captor de presión y una baja permeabilidad para evitar la entrada del aire (pérdida de saturación).

El filtro debe ser además resistente a la abrasión. Se utilizan normalmente distintos tipos de materiales para la fabricación de filtros: cerámicos, bronce sintético, carborundum, arena cuarzosa cementada, teflón, polipropileno, aerolith-10, etc.

No existe aún un estándar para la localización del filtro poroso en el cono. En la Figura 5 (Robertson y Campanella, 1988) se observa un esquema de la punta CPTU con distintas localizaciones del mismo. En la práctica, se utilizan dos posiciones básicas del filtro:

- Sobre la cara del cono (*U1*).
- Sobre la base del cono (*U2*).

Estas posiciones se denominan en la literatura actual como *Tipo 1 (U_1)* y *Tipo 2 (U_2)*, respectivamente. La localización del filtro debe seleccionarse de acuerdo al tipo de suelo y objetivos del estudio (Hekma, 1991). Distintas posiciones de la piedra porosa, así como distintos diseños de conos no estánar son presentadas por Campanella y Robertson (1988), Cestari (1990).

GE test

3.3 Sistema de Hincado

El cono y el varillaje que se agrega encima del mismo a medida que avanza el ensayo, es hincado en el terreno por un dispositivo hidráulico montado en un vehículo apropiado. El recorrido ha de ser el suficiente como para hincar de una vez tramos de 1 m de varillaje a velocidad constante, estandarizada en 2 cm/s. La penetración por "golpes" o rotando no está permitida. De hecho, la penetración debe detenerse lo menos posible, sólo para agregar varillaje o efectuar ensayos de disipación de las presiones insterticiales.

La reacción para hincar la punta y varillaje en el terreno está proporcionada bien por el peso del mismo vehículo, bien mediante anclajes al terreno. Usualmente las reacciones necesarias para el ensayo oscilan entre 5 y 20 toneladas. Actualmente existen vehículos especiales que alcanzan las 30 y hasta las 40 toneladas aunque destinados a actuaciones especiales y que utilizan diámetros mayores de varillaje (Braton y Timian, 1995; Lightner y Purdy, 1995).

El equipo de empuje debe poder nivelarse para garantizar la verticalidad del ensayo. La desviación de la vertical no debe superar el 2% (2 cm/m).

3.4 Varillaje

El varillaje estándar, hueco, está fabricado de aceros especiales. Las varillas tienen una longitud de 1.000 mm, un diámetro exterior de 36 mm e interior usualmente de 16 mm. Las roscas de unión han de ser cónicas. Por el interior de las varillas se introduce un varillaje interno (puntas mecánicas) o un cable para la transmisión de datos (puntas eléctricas).

Por supuesto, las varillas deben ser perfectamente rectas, no pudiendo existir una deflexión superior a 0,5 mm entre los extremos de la varilla para los primeros 5 metros de penetración (los más profundos).

Es posible colocar un reductor de fricción para evitar un exesivo rozamiento del todo el varillaje (Sherwood y Child, 1971; Amar, 1974). El mismo debe estar colocado como mínimo a 1 m de la punta.

3.5 Equipo de Toma de Datos

Los sistemas eléctricos están equipados con modernos sistemas de adquisición de datos que permiten registrar en tiempo real los parámetros medidos con el ensayo.

Brevemente, al realizar el ensayo las células de carga incluídas en el interior de la punta envían señales analógicas, que, tras ser amplificadas, son convertidas en señales digitales por medio de un convertidor A/D. Las señales digitales son interpretadas por un ordenador en superficie, restituyendo en fórma gráfica y/o numérica los valores de q_c, f_s,U, etc., en tiempo real.

Los intervalos de lectura son de 20 cm para las puntas mecánicas y de 5, 2 o 1 cm para las eléctricas. De hecho, un intervalo de 5 cm es más que aceptable para las lecturas de q_c y f_s. El intervalo de lectura deseable para el valor de U es el de la altura del filtro (0,5 cm). Esto, no obstante, es en la práctica muy difícil de llevar a cabo.

3.6 Calibrado de los equipos

Todos los componenetes electrónicos (punta, cables,conecciones, central de toma de datos) necesitan un correcto mantenimiento y han de ser recalibrados periódicamente. En Holanda, por ejemplo, es obligatoria la recalibración de los equipos cada 3 meses, aunque debe tenerse en cuenta que en este país se trata de un ensayo "rutinario". En todo caso, recalibrar los equipos cada 2.500 m de penetración resulta lo más apropiado.

Existen dispositivos (simuladores) que permiten verificar la bondad del calibrado en el campo.

4. EJECUCION DEL ENSAYO

4.1 Comentarios Generales

Antes de ejecutar una campaña de ensayos, los componentes deben estar correctamente inspeccionados, limpios y calibrados. La ejecución de un ensayo **CPT/CPTU** consta de una serie de pasos que deben ser cuidadosamente observados:

1. Realizar un sondeo previo o sondeo de avance hasta el Nivel Freático (**CPTU**).
2. Instalar el equipo de empuje verticalmente.
3. Saturar correctamente el filtro poroso y la punta en su conjunto (**CPTU**).
4. Verificar todas y cada una de las conecciones eléctricas del sistema.
5. Introducción de la punta + varillaje en el interior del sondeo de avance, evitando la aireación del sistema.
6. Esperar unos minutos antes de comenzar la penetración a fin de igualar lo más posible (±5°C) la temperatura del suelo y la punta.

GE test

7. Verificar los ceros iniciales (voltaje para carga 0).
8. Penetrar en el suelo a una velocidad constante de 20 (±5) mm/seg.
9. Registrar los parámetros medidos (q_c, f_s, U) con una tolerancia en la medida de la profundidad de 0,1 m.
10. Al finalizar el ensayo y retirar el varillaje obtener nuevamente el cero inicial (una vez desensamblada la punta) y descartar si no cumple con la precisión adecuada.

Existen pocas diferencias en los procedimientos de realización del ensayo **CPTU** con respecto al ensayo **CPT** estándar, excepto aquellas relacionadas con la saturación del elemento poroso y las pausas para realizar los ensayos de disipación de las presiones insterticiales.

4.2 Saturación del Filtro Poroso y Punta

La completa saturación del piezocono es esencial para realizar correctamente el ensayo. La medida de la presión de poro en exceso generada al hincar la punta resultará inexacta para sistemas mal saturados. La presencia de aire en el interior del sistema afecta tanto a la lectura de la presión de poro como a los tiempos de los ensayos de disipación, especialmente en suelos blandos poco permeables (Acar, 1981).

Por completa saturación se entiende la del filtro poroso, cavidades y conductos del cono en su conjunto.

El procedimiento de saturación resulta de una combinación de los métodos propuestos por Robertson y Campanella, 1988 y Parez y Fauriel, 1988:

1. Desaireación del filtro poroso en laboratorio con bomba de vacío en un fluido saturante adecuado (aceite de glicerina es el más utilizado) un mínimo de 3 horas (Riaud y Mirau, 1992).
2. Almacenar los filtros saturados en un recipiente hermético, lleno del fluido utilizado.
3. Una vez en el campo, eliminar las burbujas de aire de las cavidades y conductos del cono con la ayuda de una jeringuilla.
4. Ensamblaje del cono y filtro dentro de un recipiente con agua, preferiblemente desaireada.
5. Desaireación del conjunto, ya montado, con bomba de vacío (este paso, propuesto por Parez y Fauriel, 1988), no es impresindible pero si asegura al 100% la correcta saturación del sistema.
6. Protección de la punta ensamblada y saturada con un capuchón de caucho hasta que entra en contacto con el agua del terreno.

7. Repetir el proceso para cada ensayo, descartando el filtro ya utilizado.

4.3 Disipación de Presiones y Ensayo de Disipación

En los suelos saturados, la introducción de la punta del penetrómetro estático provoca un cizallamiento que se acompaña de una variación ΔU de la presión insterticial, positiva (suelos contractantes) o negativa (suelos dilatantes).

Según el sistema de empuje, al ir agregando varillas, la penetración se puede ver detenida un breve tiempo en el que las presiones de poro en exceso comienzan a disiparse; al recomenzar la penetración, se requiere un cierto movimiento del cono para realcanzar la presión en exceso original (entre 2 y 50 cm según el tipo de suelo, Campanella y Robertson, 1988).

Un ensayo de disipación puede realizarse en cualquier momento de la penetración y consiste en detener el avance del cono y medir la velocidad con que se disipa la presión ΔU en exceso hasta alcanzar un cierto porcentaje del valor de equilibrio; este último coincide con el valor de la presión hidrostática a la profundidad del captor de presión.

Normalmente se utiliza el tiempo $T_{50\%}$, es decir el tiempo necesario para alcanzar la mitad del valor de la presión de poro en exceso. Es recomendable, no obstante, realizar algunos ensayos hasta la presión final de equilibrio, que no coincidirá con la hidrostática teórica en el caso de acuíferos confinados. En la práctica, este hecho es mucho más frecuente de lo que pudiera pensarse.

La disipación de la presión de poro en exceso (velocidad de disipación) generada por la penetración depende del coeficiente de consolidación horizontal C_h del suelo que a su vez es función de la compresibilidad y permeabilidad horizontal K_h del terreno.

5. FACTORES QUE AFECTAN A LAS MEDIDAS Y PROCESADO DE DATOS

Existen distintos factores, propios o ajenos al sistema, que afectan las lecturas. Al utilizar conos eléctricos, los datos de voltaje de salida deben ser corregidos a fin de obtener los parámetros básicos obtenidos con este ensayo (no se incluyen aquí los captores considerados como opcionales):

- Resistencia por punta corregida q_T
- Resistencia por fuste corregida f_T.
- Presión insterticial U

5.1 Efectos de la presión de poros sobre las áreas desiguales de la punta y manguito

5.1.1 Resistencia por punta corregida: q_T

Durante la penetración bajo el nivel freático, la presión insterticial actúa en la superficie de la punta y también en los extremos del manguito. Esto hace que la resistencia a la punta q_c (y el rozamiento lateral del manguito f_s) medidos no representen exactamente la resistencia total del suelo. El valor leído de q_c es más bajo que la resistencia real del suelo q_T que actúa en la cara del cono.

El esfuerzo total sobre el cono F_t será igual al esfuerzo de punta medido F_p aumentado del esfuerzo debido a la acción de la presión insterticial sobre la sección anular del cono F_u (ver Figura 6 Cestari, 1990):

$$\boxed{F_t = F_p + F_u} \quad (1)$$

siendo

$$\boxed{F_u = u \cdot (Ac - An)} \quad (2)$$

donde,
Ac = Area exterior
An = Area interior
u = Presión de poro en exceso generada sobre la punta del cono

dividiendo por A_c se obtiene:

$$\boxed{q_T = q_c + u \cdot (1 - \frac{Ac - An}{Ac}) = q_c + u \cdot (1 - a)} \quad (3)$$

donde a es la *relación de áreas.*

Esta relación, propuesta por Baligh et al. (1981) y Campanella et al. (1982), resulta importante, sobre todo en arcillas donde q_c suele ser baja y U relativamente fuerte.

5.1.2 Resistencia por fuste corregida f_T

Una corrección similar sería necesaria para el valor f_s medido (obteniendo f_T), sin embargo sería necesario conocer la presión u en los dos extremos del manguito. A

fin de evitar esta corrección, actualmente los conos están diseñados con áreas iguales.

5.2 Presión insterticial U - Influencia de la ubicación del filtro

Como se ha mencionado, no existe un estándar en cuanto a la ubicación de la piedra porosa dentro del cono. Se acepta que una sola ubicación de ésta no provee información para todas las posibles aplicaciones (Campanella y Robertson, 1988). La presión de poro en exceso generada y medida durante la penetración depende mucho de la posición que ocupe el filtro (Tavenas et al., 1981; Campanella et al., 1982).

Numerosos estudios comparativos sobre este tema han sido llevados a cabo. La Figura 7 (Baligh el al., 1980), la Figura 8 (Campanella et al., 1988), la Figura 9 (Robertson et al., 1986) y la Figura 10 (Sugawara et al., 1986) muestran diferentes medidas de presión insterticial para diferentes posicionamientos del elemento poroso dentro del cono y diferentes tipos de suelos.

En la Figura 7 los valores de presión de poro en exceso para arcillas normalmente consolidadas medidos con la piedra porosa en la parte cónica (A) son un 35% más fuertes que aquellas medidas con la piedra ubicada sobre el cono (B). Esta relación se incremente a un 44 % para arcillas sobreconsolidadas (OCR = 4, curva de la derecha).

La Figura 8 muestra las medidas en 3 posicionamientos diferentes en arcillas sobreconsolidadas (>6,5 m).

En la Figura 9 en arcillas y limos normalmente consolidados, las presiones medidas en la cara del cono (U_1 según la nomenclatura actual) son unas 3 veces superior a la presión de equilibrio (U_0) y un 20% mayores que las medidas inmediatamente sobre el cono (U_2):

$$\boxed{U_1 \cong 3U_0 \cong 1{,}2U_2} \quad (4)$$

A medida que la sobreconsolidación aumenta, la presión medida en la cara del cono aumenta:

$$\boxed{U_1 \gg U_0 \rangle U_2} \quad (5)$$

Senneset et al. (1989), ha intentado establecer una relación experimental entre las presiones insterticiales en distintas posiciones del filtro que, siguiendo la misma nomenclatura, es:

$$\boxed{U_2 = U_0 + k(U_1 - U_0)} \quad (6)$$

Siendo **k** un factor de ajuste que se obtiene de la Tabla en función del tipo de suelo y la localización del filtro.

Tipo de Suelo	Ubicación	
	U_1	U_2
Arcilla normalmente consolidada (NC)	0,6 - 0,8	0,7 - 0,9
Arcillas sensitivas levemente sobreconsolidadas	0,5 - 0,7	0,6 - 0,8
Arcillas altamente sobreconsolidadas	0,0 - 0,3	0,1 - 0,3
Limos compresibles	0,5 - 0,6	0,5 - 0,7
Limos densos dilatantes	0,0 -0,2	0,1 - 0,3
Limos arenosos sueltos	0,2 - 0,4	0,5 - 0,7

Tabla 1: Valores empíricos del factor k de ajuste para presiones insterticiales

Resumiendo, la ubicación del elemento poroso en el cono no es unívoca. Ambas soluciones tienen ventajas y desventajas aunque la tendencia actual parece decantarse a ubicarlo encima de la base del cono, teniendo en cuenta los siguientes argumentos:

- El elemento poroso está mucho menos sujeto a abrasión.
- Las medidas están menos influenciadas de la compresibilidad propia del filtro.
- Esta posición resulta más adecuada para corregir los valores de q_c y f_s a q_T y f_T por el efecto de reas desiguales.
- Posibilidad de buen detalle de la estratigrafía atravesada (permite la medida de u negativas en arenas y limos y positivas en arcillas).

- Permite soluciones teóricas para estimar los parámetros de consolidación en base a los ensayos de disipación.

El tamaño del elemento poroso también influencia la medida de U, si bien existen pocos datos publicados al respecto para cuantificar sus efectos.

5.3 Otros factores que afectan las medidas

5.3.1 Velocidad de Penetración

El estándar europeo y americano para los ensayos de penetración estática es de 2 cm/seg para la velocidad de hincado, con una tolerancia del 0,5 cm/seg.

Se admite en general que esta velocidad resulta en condiciones de ensayo drenado en suelos arenosos donde las presiones de poro en exceso generadas se disipan de forma rápida y condiciones no drenadas en arcillas y limos arcillosos. La penetración en arenas muy finas y arenas limosas tiene lugar bajo condiciones parcialmente drenadas.

La influencia de la velocidad de penetración en las presiones insterticiales puede apreciarse claramente en la Figura 11 (Canou, 1987).

5.3.2 Temperatura

Las células de carga y trasductores de presión se taran en laboratorio a temperatura ambiente. Sin embargo la temperatura en el interior del suelo saturado será en general menor. Al manipular los equipos se debe tener la precaución de minimizar los cambios bruscos de temperatura, no se debe dejar el cono bajo la luz directa del sol, por ejemplo. Ciertas variaciones, en cambio, no pueden ser evitadas.

6. PRESENTACION DE RESULTADOS

Para la interpretación de los resultados, los siguientes parámetros básicos son necesarios:

- Presión insterticial inicial U_0
- Tensión efectiva vertical in situ σ_{v0}

Diferentes relaciones entre estos parámetros básicos dan lugar a parámetros secundarios, utilizados para la interpretación de los resultados. Para una interpretación preliminar, los siguientes son muy a menudo utilizados:

$$\boxed{\Delta U = U - U_0} \quad (7)$$

$$\boxed{FR\% = f_T / q_T \times 100} \quad (8)$$

$$\boxed{DPPR = \Delta U / q_T} \quad (9)$$

$$\boxed{B_q = \Delta U / (q_T - \sigma_{v0})} \quad (10)$$

FR% es la relación de fricción (friction ratio) y DPPR la relación diferencial de presión de insterticial (diferential pore pressure ratio).

Los resultados de los ensayos CPT/CPTU deben se presentan en gráficos en los que se plotean los parámetros básicos y algunos (o todos) los parámetros secundarios recién mencionados en función de la profundidad.

7. INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS

7.1 Perfil Estratigráfico

Siempre que el tipo de suelo permita la aplicación de este ensayo, no existe mejor herramienta de investigación geotécnica para la definición del perfil estratigráfico, a lo cual se suma la evaluación de los parámetros geomecánicos.

El valor de q_c es una medida de la resistencia del suelo a la vez que f_s es, entre otras cosas, una medida de la presión horizontal que se desarrolla durante la penetración y está afectada por el tipo de suelo y por su grado de sobreconsolidación (**OCR**). Las transiciones entre distintos tipos de suelo se manifiestan así por un cambio en la relación **FR%**. La presión **U** registrada en el ensayo es representativa del nivel en que se mide, pudiendo registrar la presencia de capas muy delgadas (< 5 cm). Se debe tener presente, no obstante que el **OCR** también influye en el valor de U alcanzado, como se verá más adelante.

El análisis de las curvas de q_c, f_s, **U**, **FR%** y B_q en función de la profundidad constituyen una potente herramienta para analizar el perfil estratigráfico del sitio ensayado. La comparación de estas curvas y en particular el examen de la B_q **f(profundidad)**, permiten obtener información detallada de la naturaleza de las capas atravesadas. Así, en arenas densas se obtendrá una q_c elevada y valores de U

diámetros por delante de la misma y esta distancia aumenta con la compacidad del terreno (Schmertman, 1978; Treadwell, 1975). Así, q_c puede alcanzar mejor su valor real en capas delgadas de suelos blandos que en capas densas del mismo espesor, por lo tanto se debe interpretar con precaución el valor de q_c de una capa de arena delgada intercalada en un depósito arcilloso.

En la práctica, una intercalación debe tener un espesor mínimo de entre 36 y 72 cm (entre 10 y 20 diámetros del cono estándar) para desarrollar su máximo valor de resistencia de punta. Este es un hecho importante a la hora de valorar la densidad relativa u otros parámetros geotécnicos en terrenos arenosos estratificados, ya que podrían ser subestimados.

Otra observación a tener presente es que algunas arcillas sobreconsolidadas (OC, Over Consolidated) podrían clasificarse como como una arena poco densa. En estos casos, la comparación con sondeos de constraste es imprescindible.

Una ventaja del piezocono es que puede medir la presión en exceso en el entorno inmediato del cono y por lo tanto identificar con mayor exactitud la presencia de intercalaciones arenosas, hecho muy importante para valorar las características de drenaje.

7.2 Clasificación del Suelo

El ensayo de penetración estática es una herramienta muy útil de cara a la clasificación del suelo. Tradicionalmente las variables que se manejaban para determinar el tipo de suelo ensayado han sido q_c y **FR%**, posteriormente se comenzó a hacer uso de la presión insteticial U. Son muy numerosos los trabajos publicados a este respecto.

7.2.1 Puntas eléctricas

Se han presentado numerosos gráficos para la clasificación del suelo para puntas eléctricas, entre ellas las de Douglas y Olsen (1981), Robetson y Campanella (1983), Douglas (1984), Olsen (1984), Robertson (1985), Olsen y Farr (1986), Olsen y Malone (1988), Robertson (1990), Olsen (1994), Olsen y Mitchell (1995).

La carta de Douglas (1984), reproducida en la Figura 12, utiliza el valor de q_c normalizado para tener en cuenta la tensión efectiva vertical del terreno que el autor denomina q_{c1}, determinado a través de la expresión:

$$q_{c1} = q_c \cdot \left[1 - 1{,}25 \log(\sigma'_{v0})\right] \quad (11)$$

donde σ'_{v0} se expresa en bar o tsf. El uso de q_{c1} ayuda a clasificar mejor el suelo ya que tiene en cuenta que el valor de q_c se incrementa en profundidad dentro de un depósito uniforme.

Olsen y Farr (1986) presentaron otra clasificación en base a q_{cn} vs. **FR%** (Figura 13) también con una normalización del valor de q_c para tener en cuenta el incremento de profundidad, en este caso denominado q_{cn}:

$$q_{cn} = \frac{q_c}{(\sigma_{v0})^n} \quad (12)$$

donde n varía entre 0,6 y 0,86 (Baldi et al., 1986). De la misma forma f_s es normalizado mediante:

$$f_{sn} = \frac{f_s}{\sigma_{vo}} \quad (13)$$

Sin embargo, se debe tener en cuenta que el valor de f_s medido es menos preciso que el de q_c. Además conos de diferente diseño dan diferentes resultados de f_s y **FR%** (Lune et al., 1986). Por estas razones, numerosos autores han confeccionado cartas de clasificación basadas en q_c (o q_T) vs. U (o algún parámetro secundario en el que la presión insterticial interviene, principalmente B_q). Entre estas clasificaciones se encuentran las de Baligh et al. (1980), Jones y Rust (1982), Senneset y Jambu (1984), Robertson y Campanella (1986), Larsson y Mulabdic (1991).

La carta propuesta por Senneset y Jambu, modificada para usar q_T en lugar de q_c y adaptada por Parez y Fauriel (1988) para tener en cuenta valores negativos de presión de poro en exceso, se presenta en la Figura 14. La clasificación para suelos arcillosos y orgánicos propuesta por Lasson y Mulabdic (1991) se presenta en la Figura 15.

La posibilidad de la medida de la presión de poro en exceso U agrega una nueva dimensión para clasificar el suelo, no obstante, resulta más adecuado utilizar las tres variables disponibles con este ensayo: q_c U y f_s en la forma de q_T , B_q y **FR%**, por

ejemplo según lo propuesto por Campanella y Robertson (1988) o Robertson (1990). Figura 16).

Las cartas de clasificación resultan una aproximación a utilizar como guía, preferiblemente contrastadas con correlaciones locales. Factores tales como:

- Historia tensional
- Sensitividad
- Compacidad
- Indice de huecos
- Compresibilidad
- Fábrica y cementación

influirán las clasificaciones basadas tanto en **FR%** como en B_q (Campanella et al., 1988). Ocasionalmente un suelo puede caer en campos distintos en ambas cartas, en cuyo caso los ensayos de disipación constituyen un criterio adicional importante para juzgar el tipo de suelo. Por otro lado, la tensión efectiva influye también en las medidas de q_c y f_s que tienden a aumentar con la profundidad. Las cartas de clasificación están basadas predominantemente en ensayos de hasta 30 metros de profundidad.

Es importante notar que estas cartas no se refieren al tamaño real de las partículas, sino más bien al tipo de *comportamiento del suelo en cuanto a sus condiciones de drenaje*, es decir, desde un punto de vista geotécnico, y deben ir acompañadas de correlaciones locales basadas en sondeos, ya que resulta imposible por ejemplo distinguir entre una arcilla altamente sobreconsolidada y una arena limosa normalmente consolidada basándose solamente en el análisis de la carta q_T f(B_q).

El principal propósito del ensayo **CPT** no es el de dar una clasificación *exacta* del suelo sino aclarar la estratificación y los límites entre las distintas capas o estratos así como sus propiedades. La clasificación e interpretación preliminar es una gran ayuda para planificar más racionalmente una campaña de investigación.

7.3 Suelos Granulares

7.3.1 Evaluación de la Densidad Relativa DR%

Para suelos granulares, la densidad relativa (**D.R.%**) es normalmente utilizado como un parámetro intermedio. No existe una única relación entre la resistencia a la

penetración y la **D.R.%** ya que otros factores como la compresibilidad también influyen en el valor de q_c.

La Figura 17 (Robertson y Campanella, 1983) muestra una comparación de las curvas propuestas por Schmertmann (1978), Villet et al. (1981) y Baldi et al. (1981) en la que se observa la **D.R.%** en función de q_c y tensión efectiva (σ'_{v0}). La figura pone de manifiesto la importancia de la *compresibilidad* de la arena, que aumenta con la angularidad de los granos, contenido de mica y contenido de carbonatos. Aplicando esta figura a arenas sobreconsolidadas (OCR >1), se sobreestima el valor de la **D.R.%**.

La Figura 18 muestra las relaciones propuestas por Jamilkowski et al. (1985) para arenas ensayadas en cámara de calibración.. En ésta también se aprecia la influencia de la compresibilidad del material. La expresión matemática de esta relación es:

$$\mathbf{DR\% \approx -98 + 66 \log\left(\frac{q_c}{\sqrt{\sigma'_{v0}}}\right),\%} \quad (14)$$

donde q_c y σ'_{v0} se expresan en t/m^2.

Por su parte, Robertson y Campanella (1988) y Riaud y Miran (1992), recomiendan utilizar la Figura 19 (Baldi, 1986) que representa otra relación entre **D.R.%**, q_c y σ'_{v0}), si se debe estimar la **DR%** en arenas predominantemente cuarzosas de compresibilidad moderada. Los coeficientes C_0, C_1 y C_2 de la expresión matemática de esta correlación son coeficientes de regresión y **R** (0,96) es el parámetro que indica la bondad del ajuste.

$$\mathbf{DR\% = \frac{1}{C_2} \ln\left(\frac{q_c}{C_0 \cdot \left(\sigma'_{v0}\right)^{C_1}}\right)} \quad (15)$$

donde, $C_0 = 157$ $C_1 = 0{,}55$ $C_2 = 2{,}41$. q_c y σ'_{v0} en kPa

Debe notarse que las relaciones entre la tensión efectiva vertical, q_c y **FR%** responden principalmente a estudios realizados en *cámaras de calibración*.

7.3.2 Evaluación del Angulo de Rozamiento

Existen numerosas teorías empíricas o semiempíricas que correlacionan la resistencia al corte drenada a partir del ensayo CPT o CPTU. En general estas teorías pueden dividirse en dos categorías:

- basadas en la teoría de la capacidad portante (Jambu y Senneset, 1974; Durgunoglu y Mitchell, 1975).
- basadas en la teoría de expansión de una cavidad (Vésic, 1972; Baligh, 1976).

Como ha notado Vesic (1963) no existe una relación única entre la resistencia a la penetración estática y el ángulo de rozamiento ya que q_c en terrenos no cohesivos depende de:

- la resistencia al corte,
- la deformabilidad.

Numerosas pruebas llevadas a cabo en cámaras de calibración han confirmado la imposibilidad de encontrar una relaciónϕ' - q_c simple y general.

El **FR%** de las arenas se incrementa con la compresibilidad. Muchas arenas carbonáticas compresibles tienen valores de **FR%** tan elevados como 3% mientras que arenas cuarzosas relativamente incompresibles alcanzan un valor del 0,5%. La presencia de arenas compresibles debe identificarse así por el valor del **FR%**.

Robertson et al. (1988) recomiendan que para las arenas, el ángulo de rozamiento pico puede estimarse en base a la Figura 20 y la Figura 21, con una sobreestimación del orden del 2° para arenas sobreconsolidadas.

No es posible en el estado de los conocimientos actuales determinar los parámetros de cizallamiento efectivos (c' y ϕ') a partir de los resultados de un ensayo CPTU (Robertson et al., 1988).

7.3.3 Evaluación de los parámetros de deformabilidad

Como se ha mencionado, el valor de q_c en suelos granulares es una función compleja de los parámetros reistentes y de deformabilidad y por lo tanto no es posible una solución analítica que relacione estas variables. Existen, no obstante numerosas correlaciones empíricas entre el módulo de deformación y q_c.

Estas relaciones empíricas se refieren principalmente a arenas NC, predominantemente cuarzosas y pueden subestimar significativamente los módulos en el caso de arenas OC.

7.3.3.1 Módulo Confinado M

La mayoría de las correlaciones se refieren al módulo tangente, como el determinado en ensayos edométricos, donde un incremento de presión ΔP resulta en un cambio relativo de volumen $\Delta V/V$.

$$\boxed{M = 1/m_v} \quad (16)$$

donde m_v es el módulo de compresibilidad volumétrico.

Mitchel y Gardner (1975) han hecho una revisión de las correlaciones existentes para arenas. Las correlaciones toman generalmente la forma:

$$\boxed{M = \alpha \cdot q_c} \quad (17)$$

El coeficiente α varía en el rango de 1,5 a 4. Para sedimentos deltaicos predominantemente granulares con intercalaciones cohesivas del delta del río Guadarranque (Cádiz), Gómez y Devincenzi (1995), han determinado $\alpha = 2{,}36$. En base a un exaustivo "back análisis" para sedimentos aluviales sudafricanos, Jones y Roust (1995) han encontrado$\alpha = 2{,}75$.

Numerosas discusiones parecen existir en torno a si α permanece constante con la profundidad.

7.3.3.2 Módulo de Yourg E

Para condiciones de carga no unidimensionales, el parámetro más indicado resulta el de un Módulo de Young Equivalente (Schmertman, 1970). En la Figura 22 se presenta la relación entre el Módulo secante drenado $E_{25\%}$ y $E_{50\%}$ y q_c para distintos niveles de tensión efectiva vertical en cámara de calibración.

7.3.3.3 Módulo G_{max}

Investigaciones similares de labortorio se han llevado a cabo para relacionar q_c y G_{max} (Seed e Idris, 1970; Handin y Drnevich, 1972). Basado en los trabajos de estos

autores, Robertson (1982) propuso la relación mostrada en la Figura 23. En la misma se observa también la relación desarrollada en Japón por Imai y Tonouchi (1982) entre N_{spt} y G_{max}. El valor N_{spt} se ha convertido a q_c multiplicado por 4,5.

La relación mencionada es:

$$G_{max} = 125\left(N_{spt}\right)^{0,611} \quad (18)$$

Jamiolkowski (1988) propuso una relación entre G_{max}, q_c, **DR%** y el esfurezo vertical efectivo medio (σ_m):

$$\frac{G_{max}}{q_c} \approx 30,1 p_a \left(\frac{\sigma'_m}{p_a}\right)^{-0.08} \exp\left(-1,84DR\right) \quad (19)$$

donde p_a = 98,1 kPa y **Dr** es una fracción de la unidad (no expresado en porcentaje). Esta relación es, evidentemente, sólo válida para los datos experimentales de los cuales fue deducida.

Más recientemente (Robertson, 1990), propuso una nueva correlación para arenas NC, cuarzosas y no cementadas donde $G_{máx}$ es una función de q_c y la tensión efectiva vertical.

7.3.4 Historia Tensional: OCR

De la medida de la penetración drenada en arenas sólo pueden obtenerse aproximaciones muy groseras sobre el grado de sobreconsolidación (**OCR** Over Consolidation Ratio) del depósito. Por ejemplo si se estiman **D.R.%** >> 100%, esto es un indicio de altas tensiones efectivas horizontales (indicativo de un alto **OCR** o cementación).

De todas formas es en la práctica imposible distinguir entre una arena NC densa de una arena **OC** suelta. La medida de **U** tampoco aporta información en este sentido ya que la elevada permeabilidad de las arenas hace que **U** se disipe casi tan rápido como se produce, resultando en lecturas cercanas a la presión hidrostática de equilibrio.

7.3.5 Resistencia a la Licuefacción de las arenas

El potencial de licuefacción puede estimarse a partir de la Figura 24 de Seed, 1983 (en Parez, 1988).

7.4 Suelos Cohesivos

La evaluación de parámetros geomecánicos en suelos cohesivos se basa pricipalmente en la utilización de puntas eléctricas. Aplicar los resultados obtenidos con puntas mecánicas resulta muchas veces inadecuado, teniendo en cuenta la impresición de las medidas sobre todo en suelos muy blandos. Las valoraciones, por lo tanto, se deben efectuar con cautela.

7.4.1 Evaluación de la resistencia al corte no drenada (S_u)

El complejo comportamiento del suelo cohesivo y las elevadas variaciones de los esfuerzos y deformaciones generadas por la penetración hacen difícil establecer una base teórica para determinar el valor de S_u.

Por otro lado, se debe tener en cuenta que la resistencia al corte de una arcilla no es un parámetro unívoco, sino que dependerá de:

- Tipo de ensayo con el que se determina (trayectoria de tensiones seguida).
- Velocidad de deformación.
- Orientación de los planos de rotura.

Uno de las primeras utilidades del ensayo CPT fue, no obstante, la evaluación de S_u. Revisiones sobre este tema han sido presentadas, entre otros, por Baligh et al., 1980; Lunne y Kelven, 1981; Jamiolkowski, 1982; Robertson et al., 1986; Robertson y Campanella, 1988; Robertson, 1990; Riaund y Miran (1992) y Larsson (1995).

En general el valor de S_u se estima empíricamente o en base a soluciones teóricas aproximadas.

7.4.1.1 Uso de qc

La estimación de S_u puede realizarse mediante la relación:

$$S_u = \frac{q_c - \sigma_{vo}}{N_k} \quad (20)$$

donde,

N_k = fáctor de cono = 15 +- 3. Función del ángulo de apertura del cono y del Indice de Rigidez $I_r = G/S_u$ (G, módulo de deformación tangencial no drenado). Este factor se obtiene de correlaciones empíricas, preferentemente de los valores de S_u

obtenidos con el Vane Test, corregidos para tener en cuenta la influencia del IP (Bjerrum, 1972). Parece ser independiente de OCR. Para suelos sensitivos se deben adoptar valores inferiores de N_k (~10 o menor).

σ'_{v0} = Tensión efectiva vertical, que puede ser reemplazada en la fórmula por la tensión efectiva horizontal o el esfuerzo octaédrico in situ.

Utilizando el valor corregido de q_c (q_T), la ecuación anterior se expresa (Lune et al., 1985):

$$S_u = \frac{q_T - \sigma_{v0}}{N_{kT}} \quad (21)$$

7.4.1.2 Uso de q_T y el Límite Líquido

La relación entreu S_u, q_T neta es dependiente también del limite líquido (L.L.) del suelo (Larsson y Mulabdic, 1991):

$$S_u = \frac{q_T - \sigma_{v0}}{13{,}4 + 6{,}65LL} \quad (22)$$

Esta relación no hace más que poner en evidencia la relación entre el factor N_k o N_{kT} con el LL del suelo. En arcillas fisuradas S_u puede ser sobreestimada.

7.4.1.3 Uso de la resistencia efectiva q_E : Sunneset (1982), Campanella (1982).

S_u se estima a partir de la relación:

$$S_u = \frac{q_T - U}{N_{kE}} \quad (23)$$

donde

$q_T - U = q_E$. Valor muy sensible a pequeños errores de qc

$N_{kE} = 9 \pm 3$ (Senneset, 1982). Lune et al., 1985; Robertson et al., 1986 indicaron que varía entre 1 y 13 y parece correlacionarse con el parámetro indirecto B_q.

7.4.1.4 Uso de U, presión de poro en exceso.

El valor de U, sobre todo en arcillas blandas, puede ser medido con notable exactitud, en contra de lo que ocurre con q_c. La presión insterticial en exceso depende pricipalmente de:

- Historia tensional del depósito
- Sensitividad
- Indice de rigidez

y en particular

- ΔU disminuye al aumentar OCR
- ΔU aumenta al aumentar la sensitividad
- ΔU aumenta al aumentar el índice de rigidez en terrenos poco plásticos.

Se han propuesto varias relaciones entre S_u y ΔU, basadas en aproximaciones teóricas que utilizan la teoría de expansión de una cavidad (Vésic, 1972; Randolph y Worth, 1979; Bataglio et al., 1981; Massarach y Broms, 1981; Campanella et al., 1985, etc. mediante la relación:

$$S_u = \frac{\Delta U}{N_{\Delta U}} \quad (24)$$

donde $N_{\Delta U}$ puede variar entre 2 y 20 y varía con OCR, sensitividad S_t y G/S_u

La ventaja de estas relaciones es la exactitud con que se puede medir U, especialmente en suelos blandos.

En la Figura 25 se presentan los gráficos de Massasrch y Broms (1981) para la estimación de S_u. Se trata ésta de una solución semi-empírica basada en las teorías de la expanción de una cavidad pero que incluye los efectos de la sobreconsolidación y sensitividad, utilizando el parámetro de presión de poro en rotura (A_f) de Skempton. No es aplicable a arcillas fuertemente sobreconsolidadas. Para utilizar esta figura en la práctica es necesario estimar el valor de S_t (ver epígrafe 7.4.2) y OCR (ver epígrafe 7.4.4). Posteriormente se debe elegir un valor apropiado de A_f, presentados en la tabla de la misma figura de acuerdo [illegible]bertson y Campanella (1988).

Nota: Ya que es necesario conocer S_u a fin de deter[illegible]R, este método sólo puede utilizarse si el OCR se estima con otro método [illegible]gación o mediante un cálculo iterativo.

La Figura 26 (Robertson et al., 1986) presenta la variación del factor $N_{\Delta U}$ con el parámetro B_q. Si bien existe dispersión, en términos generales se puede afirmar que (Robertson y Campanella, 1988):

- Suelos con alto valor de **OCR** tienen un bajos valores de B_q y $N_{\Delta U}$.
- Suelos con el mismo valor de **OCR** pero con creciente S_t muestran un marcado incremento de $N_{\Delta U}$ y un menor incremento de B_q.
- Los datos de esta figura corresponden a suelos con similar **I.P.** y no se puede deducir ninguna tendencia al variar éste.
- Los datos de la figura Figura 26 muestran que un incremento de la S_t pueden incrementar $N_{\Delta U}$ hasta valores tan altos como 18 (el máximo valor de la Figura 25 es aproximadamente igua a 10).

Basados en estas dos últimas figuras, Robertson y Campanella proponen el siguiente método para calcular el valor de S_u a partir de los ensayos **CPTU**:

1. Usando el perfil del **CPTU**, estimar **OCR** y S_t (ver epígrafes siguientes).
2. Estimar un apropiado valor de A_f.
3. Utilizar la Figura 25 para estimar . $N_{\Delta U}$
4. Calcular B_q y utilizar la Figura 26 $N_{\Delta U}$, utilizando un valor estimado de y S_t.
5. Comparar los valores de $N_{\Delta U}$ y utilizar la media para calcular S_u.
6. Utilizando el valor de S_u así calculado, re-evaluar el cálculo de **OCR** utilizando S_u/σ_{v0} (ver epígrafe 7.4.4).
7. Continuar efectuando iteraciones hasta obtener un valor consistente de S_u.

Se debe destacar que relaciones más simples se pueden obtener localmente para suelos específicos. Si es posible siempre se deben hacer mediciones directas de S_u mediante ensayos Vane Test, UU, etc, determinando el verdadero valor de $N_{\Delta U}$ para el sitio en cuestión.

Por su parte, Larsson (1995) recomienda para arcillas **NC** o levemente **OC**, adoptar un valor de $N_{\Delta U} = 16$ *si se mide U en la cara del cono.*

7.4.1.5 Uso de U, presión de poro en exceso y el límite líquido LL

Las relaciones vistas anteriormente del tipo $\Delta U/N_{\Delta U}$ son sensibles al **LL** del suelo y se pueden modificar a otras del tipo (Larsson, 1995):

$$S_u = \frac{\Delta U1_{face}}{17{,}23 - 1{,}65LL} \quad (25)$$

o, alternativamente:

$$S_u = \frac{\Delta U1_{face}}{13 + \ln(S_t)} \quad (26)$$

Estas relaciones son muy sensibles a la homogeneidad del suelo y su **OCR**, por lo que sólo se deben aplicar a arcillas **NC** o ligeramente **OC**.

Relaciones similares pueden obtenerse para la posición normal del filtro (*U2*) para suelos **NC**:

$$S_u = \frac{\Delta U2}{14{,}1 - 2.8LL} \quad (27)$$

sin embargo esta relación es extremadamente sensible al **OCR** (Larsson, 1995) y se aplicar con mucha precausión o incluso no aplicarse si no existen correlaciones locales.

7.4.2 Evaluación de la Sensitividad

La sensitividad (S_t) de un suelo arcilloso, que es la relación entre su resistencia en sus estados inalterado y remoldeado, se puede estimar a partir de la relación propuesta por Schmertmann (1978):

$$S_t = \frac{N_S}{FR\%} \quad (28)$$

Schmertman sugirió valores de $N_s = 15$ para ensayos con **CPT** punta mecánica. Robertson y Campanella (1978) sugirieron inicialmente un valor de $N_s = 10$ para conos eléctricos. Los mismos autores recomiendan más recientemente (1988) utilizar un $N_s = 6$.

Debe tenerse siempre en cuenta el bajo valor de f_s que caracteriza a los suelos sensitivos, y la inherente dificultad en la medida de este parámetro.

7.4.3 Evaluación de los parámetros de deformabilidad

7.4.3.1 Módulo confinado M

En suelos predominantemente cohesivos es posible relacionar el Módulo Edométrico con la resistencia por punta q_c mediante la relación:

$$\boxed{M = \alpha \cdot q_c} \quad (29)$$

idéntica a la vista para suelos granulares.

Dependiendo el factor de correlación del tipo de suelo. En la Tabla 2 se presentan estos valores según Sanglerat (1972), adaptado por Mitchell y Gardner (1975).

Se debe destacar que este método puede llegar a producir errores del 100% (Robertson y Campanella, 1988), por lo que siempre resultan necesarias correlaciones locales con ensayos edométricos, triaxiales o "back analisis" a escala real.

q_c (bar)	α	Tipo de Suelo
< 7	3 a 8	Arcillas de bajo plasticidad
7 a 20	2 a 5	CL
> 20	1 a 2,5	
>20	3 a 6	Limos de baja plasticidad
< 20	1 a 3	ML
< 20	2 a 6	Arcillas y limos plásticos
		MH; CH
< 12	2 a 8	Limos orgánicos (OL)
<7		Arcillas orgánicas (OH)
50 < W <100	1,5 a 4	Turbas P_t
100 < W <200	1 a 1,5	

W > 200	0,4 a 1	

Tabla 2: Valores del coeficiente α para distintos tipos de arcillas. Mitchell y Gardner, 1975, Adaptado de Sanglerat, 1972

Por otro lado, Schmertman (1978) desarrolló un método empírico que relaciona el cociente S_u/σ_{v0} con el valor de OCR y éste con el índice de compresión C_c. Estos valores se muestran en la Tabla 3. Se recuerda que el módulo de compresibilidad volumétrica y el C_c se relacionan por:

$$\boxed{m_v = \frac{0{,}435 \cdot C_c}{(1+e_0)\sigma_m}} \quad (30)$$

siendo C_c el ídice de compresión y σ_m el incremento medio de tensiones.

Los valores obtenidos son muy conservadores, del orden de dos veces (Robertson y Campanella, 1988).

S_u/σ_{v0}	OCR aproximado	$C_c/(1+e_1)$
0 a 0,1	< 1	> 0,4 (aún consolidando)
0,1 a 0,25	1	0,4
0,26 a 0,50	1 a 1,5 (se aume 1)	0,3
0,51 a 1,00	3	0,15
1 a 4	6	0,10
> 4	> 6	0,05

Tabla 3: Estimación del índice de compresión a partir de Su/σ_{v0} (Schmertmann, 1978)

7.4.3.2 Módulo de Young no drenado E_u

Robertson y Campanella (1988) recomiendan la Figura 27, que muestra la variación de E_u/S_u en función del estado de tensiones para siete distintos suelos cohesivos.

Esta relació puede expresarse de la forma:

$$\boxed{E_u = n \cdot S_u} \quad (31)$$

El procedimiento recomendado por estos autores es:

1. Estimar S_u
2. Estimar OCR
3. Utilizando la Figura 27 estimar E_u para el nivel tensional apropiado al problema.

El conocimiento del IP resulta una ayuda adicional para su determinación.

7.4.3.3 Módulo G_{max}

No existen correlaciones muy sólidas ntre G_{max} y q_c.Correlaciones tentativas se presentan en la Figura 28 (Robertson y Campanella, 1988).

7.4.4 Historia Tensional: O.C.R.

La razón de sobrecosolidación (OCR, Over Consolidation Ratio) se define como el cociente entre la presión de consolidación σ'_c y la presión efectiva vertical actual σ'_{v0}

$$\boxed{OCR = \frac{\sigma'_c}{\sigma'_{v0}}} \quad (32)$$

7.4.4.1 Uso de q_c (o q_T) y S_u

Schmertmann (1975), modificado por Robertson et al. (1986, 1988), sugieren el siguiente método para estimar el índice OCR:

1. Estimar S_u a partir de q_c o U (7.4.1)
2. Estimar σ'_{v0} del perfil del suelo.
3. Calcular S_u / σ'_{v0}.
4. Estimar el valor medio de la resistencia al corte no drenada normalizada normalmente consolidada (NC) de la Figura 29, conociendo el IP:

$$\boxed{\frac{S_u}{\sigma'_{v0}} = 0{,}11 + 0{,}0037 \cdot IP} \quad (33)$$

5. Calcular $(S_u / \sigma'_{v0}) / (S_u / \sigma'_{v0})_{NC}$

6. Estimar **OCR** de las correlaciones de Ladd y Foott (1974), normalizadas por Schmertmann (1978), presentadas en la figura antes mencionada.
7. Si se desconoce el valor de **IP** se puede asumir $(S_u / \sigma'_{v0})_{NC} \approx 0{,}33$ para arcillas post-pleistocenas (Schmertmann, 1978).

Por su parte, Ladd et al. (1974, 1977) han propuesto la siguiente relación:

$$\frac{S_u}{\sigma'_{v0}} = (0{,}23 \pm 0{,}4) \cdot OCR^{0{,}8} \quad (34)$$

Más recientemente, Robertson (1990) presentó una versión simplificada del trabajo de Schmertmann, en el que el log(OCR) es una función de $(q_{cT} - \sigma'_{v0}) / \sigma'_{v0}$. Esta relación se presenta en la Figura 30

El análisis de la forma de la curva de q_c (q_T) con la profundidad puede dar también información aproximada de la historia tensional de los depósitos. Para arcillas NC, q_c se incrementa linealmente con la profundidad.

Para gran parte de las arcillas de depósitos recientes, donde ha tenido lugar sobreconsolidación por erosión o desecación, el **OCR** disminuirá hasta alcanzar una profundidad a partir de la cual el depósito es aproximadamente **NC**. En estos casos, q_c es aproximadamente constante o incluso disminuye, hasta una profundidad a partir de la cual se incrementa linealmente.

7.4.4.2 Otros parámetros derivados de U

Baligh et al. (1980) sugirieron que **U** puede también relacionarse con el **OCR**. Desde entonces se han publicado diversas correlaciones entre varios parámetros en los que intervienen estas dos variables.

Entre ellos:

U / q_c	**Baligh et al., 1981**
$\Delta U / q_T$	**Camapanella y Robertson, 1981**
$\Delta U / (q_c - U_0)$	**Smits, 1982**

$\Delta U / (q_c - \sigma_{v0})$	**Senneset et al., 1982; Jones y Roust, 1982; Jefferies y Funegard, 1983; Worth, 1984**
$(q_T - \Delta U - \sigma_{v0}) / \sigma'_{v0}$	**Lancellota et al., 1983; Jamiolkowski et al., 1985**
$\Delta U / \sigma'_{v0}$	**Azzour et al., 1983**

Tabla 4: Diferentes parámetros derivados de U utilizados para estimar el OCR. Adaptado de Robertson y Campanella, 1988.

Utilizando q_T en lugar de q_c en la cuarta relación de la Tabla 4, se transforma en el parámetro indirecto ya definido B_q.

En la Figura 31 se presenta la relación entre el parámetro indirecto de U de la quinta columna de la Tabla 4 con **OCR**, de acuerdo a Battaglio (1986). Este autor presenta diversos ejemplos para distintas arcillas italianas y concluye que no existe una relación única entre los parámetros mencionados derivados de U ya que ésta depende de la sensitividad S_t, mecanismos de preconsolidación, tipo de suelo y su grado de homogeneidad.

Campanella et al. (1985) sugirieron que la medida de U en distintas posiciones del cono a la vez se podrían correlacionar mejor con OCR.

7.4.5 Evaluación del coeficiente de consolidación ch

A partir de los datos obtenidos con los ensayos de disipación se puede estimar el valor de coeficiente de consolidación en dirección horizontal c_h

Como se ha visto, la realización de un ensayo de dispación consiste en detener la penetración y medir los valores de U el tiempo que sea necesario hasta que alcance un cierto porcentaje de la presión de equilibrio. La disipación en el tiempo de la presión insterticial en exceso está evidentemente relacionada con las condiciones de drenaje del suelo, o sea, con su coeficiente de consolidación, que, a su vez, depende de la compersibilidad y de la permeabilidad del terreno.

La velocidad a la cual se disipa **ΔU** es por lo tanto un índice de las características de consolidación de la arcilla que se encuentra alrededor de la punta del piezocono.

La interpretación para evaluar el coeficiente de consolidación horizontal c_h (o más estrictamente, el coeficiente de consolidación radial c_r) se debe basar en el valor inicial de la disipación, es decir una vez que ésta comienza (ΔU_i) y *no* en el valor leído al detener la penetración (ΔU_p), ya que estos valores pueden no ser iguales (Kurup, 1993; Kurup et al., 1994; Kurup y Tumay, 1995).

Un resumen de los distintos factores, dependientes de las características del suelo, diseño del cono y de la realización propia del ensayos, que influyen en el valor de ΔU_i es presentado por Kurup y Tumay (1995). De acuerdo a estos autores existen dos causas esenciales que influyen en el valor de ΔU_i al detener la penetración:

1. Efectos viscosos y dinámicos.
2. Efectos de drenaje.

Así pueden obteneres los distintos tipos de tramos iniciales en las curvas de disipación que son presentadas en la Figura 32.

La estimación del coeficiente de consolidación es, en suma, compleja a causa de los numerosos factores teóricos, del terreno y del cono que influyen en su cálculo.

Se comentan a continuación dos métodos para la estimación de c_h.

7.4.5.1 Método de Baligh y Levadoux (1986)

Este método es sólo aplicable a arcillas inorgánicas con un OCR < 3. Robertson y Campanella (1988) recomiendan seguir los siguientes pasos para obtener c_h:

1. Realizar el ensayo de disipación.
2. Trazar la curva de presión de poro en exeso normalizada ($\Delta U / \Delta U_i$) vs. log del tiempo.
3. Estimar el parámetro de Skempton de presión de poro en rotura A_f (Figura 25) y calcular $I_r = G / S_u$.
   Si no se dispone de datos referente a A_f o I_r, asumir:
   $A_f = 0{,}8$ par la mayoría de arcillas blandas.
   $I_r = 100 = G / S_u \approx E/3\, S_u$
4. Comparar la curva obtenida con la de la Figura 33. Si las curvas son similares, estimar c_h a partir de (Baligh et al., 1986):

$$c_h = \frac{T \cdot R^2}{t} \quad (35)$$

donde,
T = Factor tiempo

R = Radio del cono
t = Tiempo para alcanzar un determinado valor de disipación

En la misma figura (referida a una cavidad cilíndrica) puede observarse la influencia del índice I_r y del parámetro A_f de Skempton.

Normalmente se utiliza el tiempo para alcanzar el 50% de la consolidación (t_{50}).

En la Tabla 5 se presentan los valores de T para distintos grados de consolidación y distintas posiciones de la piedra porosa para conos estándar de 60°.

% de consolidación	*U1*	*U2*	*U3*
20%	0,44	0,69	7,3
40%	1,9	3,0	22
50%	3,7	5,6	33
60%	6,5	10	47
80%	27	39	114

Tabla 5: Factor Tiempo T para distintas posiciones de la piedra porosa y distintos grados de consolidación. Baligh y Levadoux.

7.4.5.2 Método de Teh y Houlsby (1991)

Más recientemente, Teh y Houlsby (1991), definen el Factor Tiempo modificado T^* en el que también interviene el Indice de Rigidez I_r, ya que la zona alrededor del cono en la que se desarrollan las presiones en exceso varía con este parámetro. De acuerdo a estos autores:

$$T^* = \frac{c_h \cdot t}{R^2 \cdot \sqrt{I_r}} \quad (36)$$

En la Figura 34 se observa como se unifican las curvas de disipación para valores de I_r comprendidos entre 50 y 500 al utilizar la raíz cuadrada de este parámetro, que es más representativo (que el radio del cono) de la zona plástica, donde se desarrollan

principalmente las presiones insterticiales en exceso. En la Tabla 6 se presentan los valores de T^* para distintos grados de consolidación.

% de consolidación	*U1*	*U2*
20%	0,014	0,038
30%	0,032	0,078
40%	0,063	0,142
50%	0,118	0,245
60%	0,226	0,439
70%	0,463	0,804
80%	1,040	1,600

Tabla 6:Valores de Factor Tiempo modificado para distintos % de disipación. Houlsby y Teh, 1988

7.4.5.3 Método práctico para la estimación de la C_h

Un método práctico para la determinación de C_h y Cv en suelos deltaicos con distribución lenticular de los depósitos fue presentado recientemente por Gómez y Devincenzi (1995).

7.5 Evaluación de otros parámetros

7.5.1 Permeabilidad

La permeabilidad horizontal k_h puede ser estimada groseramente a partir del gráfico preparado por Parez et al. (1988) en función del t_{50}, presentado en la Figura 35.

7.5.2 Correlaciones con el ensayo SPT

Robertson, et al.1983 presentaron la relación q_c / N_{spt} como una función del tamaño medio de grano D_{50} (ver Figura 36).

8. BIBLIOGRAFIA

ACAR, Y., 1981."Piezocone penetrating testing in soft cohesive soils". Fugro, Activity Report 4.

AMAR, S., y JEZEQUEL, 1., 1972. "Essais en place et en laboratoire sur sols cohérents. Comparaison des résultats". Bull. Lab. Ponts et Chauss., n° 61

BALDI, G., R. BELLOTI, V. GHIONA, M. JAMIOLKOWSKI y E. PASQUALINI, 1981."Cone resistence of a dry medium sand."10th. International conf. on Soil Mech. and Found. Eng. Stockholm, Vol2.

BALDI, G., R.BELLOTI, V.GHIONA, M. JAMIOLKOWSKI y E.PASQUALINI, 1986."Interpretation of CPT sand CPTU's, 2nd part: Drained penetration of sands."4th Int. Geotech. Sem., Nenying Tech. Inst., Singapore, Fieldinst. & insitu meas.

BALIGH, M. M., 1976."Cavity expansion in sand with curves envelopes." Jour. Geot. Eng. Div., ASCE, Vol102, n° GT11.

BALIGH, M.M. y J.N. LEVADOUX, 1980."Pore pressure dissipation after cone penetration." Massachusetts Inst. of Technol. ,Dept. of Civil Eng., Cambridge.

BALIGH, M.M., A.S. AZZOUS, A.Z. WISSA, R.T. MARTIN, M.J. MORRISON, 1981."The piezocone penetrometrer." ASCE, Geot. Div., Symp. on CPT and exper., St.Louis.

BATTAGLIO M. ,M. JAMIOLKOWSKI ,R. LANCELLOTTA, E. PASQUALINI, 1981. "Piezometer probe test in cohesive deposits." ASCE Geot. Div. Symp. on Cone Penetration and Exper., StLouis.

BATTAGLIO M., D BRUZZI, M. JAMIOKOWSKI, R. LANCELLOTTA, 1986."Undrained penetration of saturated clays." Proc .IV Int. Geot. Sem., Singapore.

BRATON, J.L.y TIMIAN, D.A.N, 1995. "Enviromental site applications of the CPT". Proc. Int. Symp. on Cone Pen. Testing. CPT'95. Linköping.

CAMPANELLAR. G., D. GILLESPIE, P.K. ROBERTSON, 1982."Pore pressure during cone penetration testing." Proc. ESOPT2, Amstermdam.

CAMPANELLAR. G. y P.K .ROBERTSON, 1988." Current status of the piezocone test." Proc. ISOPT1, Orlando.

CANOU J., 1987." Application d'un essai au minipiézocône á l'etude de la liquéfaction des sables."Raport CERMES, ENPC, Paris.

CESTARI ,F., 1990." Prove Geoteniche in sito." Ed. Geo-Graph, Segrate, Milan.

DOUGLAS B.J. y R.S. OLSEN, 1981. "Soil classification using the electric cone penetrometer." ASCE Geot. Div. Symp. on Cone Penet. Testing and Exper. St.Louis.

DOUGLAS B.J., 1984 en fhwa new

DURGUNOGLU, H.T. y J.K. MITCHELL, 1975." Static penetration resistence of soil: I Analysis." Proc. ASCE Spec. Conf. on in situ Meas. of Soil Param., Raleigh, USA.

GOMEZ, R y DEVINCENZI, M., 1995. "Settlements evolution forecasting for a future coal stock piling on Guadarranque industrial area". Proc. Int. Symp. on Cone Pen. Testing. CPT'95. Linköping.

JAMIOLKOWSKI, M., C. C. LADD, J T. GERMAINE, R. LANCELLOTTA, 1985."New developments in field and laboratory testing of soils."Proc. XI ICSMFE, San Francisco.

JANBU, N. y K. SENNESET, 1974. "Efective stress interpretation of in situ static penetration test." Proc. ESOPT1, Stockholm.

JONES, G.A. y E. RUST, 1982. "Piezometer penetration testing." Proc. ESOPT 2, Amsterdam.

JONES, G.A. y E. RUST, 1995. "Piezocone settlement prediction parameters for embankments on alluvium". Proc. Int. Symp. on Cone Pen. Testing. CPT'95. Linköping.

LAAD, C.C. y R. FOOT, 1974. "New design Procedure for stability of soft clays." JGED ASCE, GT7.

LAAD, C.C., R. FOOT, K. ISHITHARA, F. SCHOLSSER, H.G. POULOS, 1977. "Stress-deformation and strength characteristics." Proc. IX ICSMFE, Tokio.

LARSSON, R., 1995. "The cpt Test. Equipment - Testing - Evaluation. An In Situ Method for Determination of Stratigraphy and properties in soil profiles". SGI, Swedish Geotechnical Institute Information 15 E. Linköping.

LEVADOUX, J. y M. BALIGH, 1986 a. "Consolidation after undreined piezocone penetration. I: Prediction." Jour. Geot. Eng., ASCE, Vol. 112, n° 7.

LEVADOUX, J. y M. BALIGH, 1986 b. "Consolidation after undreined piezocone penetration. II: Interpretation." Jour. Geot. Eng., ASCE, Vol. 112, n° 7.

LUNNE, T. ,T. EDISMOEN, D. GILLESPIE, J.D. HOWLAND, 1986. "Laboratory and field evaluation of cone penetrometers." Proc. Int. Symp. IN-SITU '86, Blaksburg, USA.

MITCHEL Y GARDENER, 1975 FWHA OLD

OLSEN, R.S., 1984. "Liquefaction analysis using the cone penetrometer test." Proc. 8th World Conf. on Earthquake Eng. San Francisco.

OLSEN, R.S. y J.V. FARR, 1986. "Site characterization using the cone penetrometer test." Proc. Int. Symp. IN-SITU '86, Blaksburg, USA.

OLSEN, R.S. y J.K. MITCHEL, 1995. "CPT stress normalization and prediction of soil classification". Proc. Int. Symp. on Cone Pen. Testing. CPT'95. Linköping.

PAREZ, L. y R. FAURIEL, 1988. "Le piézocône, améliorations apportées á la reconnaissance des sols." Rev. Franc. Geot., n° 44.

RANDOLPHM. F. y C.P. WROTH, 1979. "Ananalitical solution for the consolidation around a driven pile." Int. Jour. for Num. and Anal. Methods in Geomech., Vol 3.

RIAUD, J.L. y MIRAN, J., 1992. "The Cone Penetration Test." U. S. FHWA Report SA-91-043.

ROBERTSON, P.K, 1990. "Soil classification using the cone penetration test". Canadian Geotech. Journ., Vol 27, n° 1.

ROBERTSON, P.K. y R.G. CAMPANELLA, 1983 ver Meigh y fwha old

ROBERTSON, P.K. y R.G. CAMPANELLA, 1985. "Evaluation of liquefaction potential of sand using the CPT." Jour. Geot. Div, ASCE, Vol III, 3.

ROBERTSON, P.K. y R.G. CAMPANELLA, 1986." Guidelines for use, interpretation and application of the CPT and CPTU." U B C Soil Mech. Series99, Civil Eng. Dep., Vancouver.

ROBERTSON, P.K. y R.G. CAMPANELLA, 1988. "Guidelines for using the CPT, CPTU and Marchetti DMT for Geotechnical design." U.S.FHWA ReportPA-87-023+84-24.

ROBERTSON, P.K., R.G. CAMPANELLA, D. GILLESPIE, J. GRIEG, 1986. "Use of piezometer cone data." Proc. Int. Symp. IN-SITU '86, Blaksburg, USA.

SCHMERTMAN, J.H., 1975. "Measurement of in situ shear strength." Proc. ASCE Spec. In Situ Meas. of Soil Prop., Raleigh, USA.

SCHMERTMAN, J.H., 1978. "Guidelines for cone penetration test, performance and design." U.S. FHWA. Report TS-78-209.

SEED, H.B. e I.M. IDRIS, 1970 OLD

SEED, H.B., I.M. IDRIS, I. ARANGO, 1983."Evaluation of liquefaction using field performance data." Jour. Geot. Eng. ASCE, Vol 109, 3.

SENNESET, K,N. JANBU, G. SVAN, 1982. "Strength and deformation parameters from cone penetration tests." Proc. ESOPT II, Amsterdam.

SENNESET, K. y N. JANBU, 1984. "Shear strength parameters obteined from satic cone penetration tests." Symp. ASTM STP 883, San Diego, USA.

SMITS, F.P., 1982. "Penetration pore pressure measured with piezometer cones." Proc. ESOPT II, Amsterdam.

SUGAWARA, N. y M. CHICARIASKI, 1982. "An estimation of ϕ' by using the pore pressure cone penetrometer." Proc. ESOPT II, Amsterdam.

TAVENAS, F., S. LEROUEIL, M. ROY, 1982. "The piezocone test in clays: use and limitations." Proc. ESOPT II, Amsterdam.

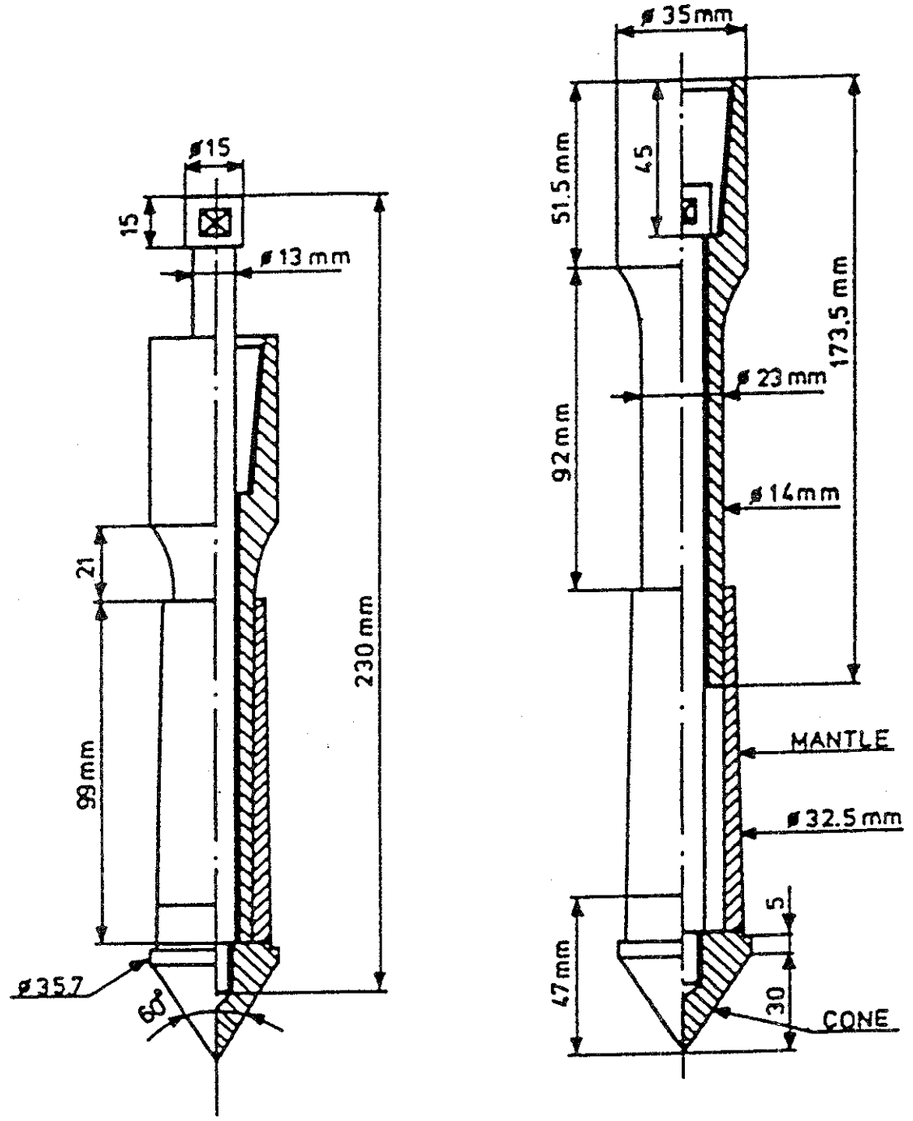
TEH, C.I. y HOULSBY, G.T., 1991. "Ananalitical Study of the Cone Penetration Test in Clay." Géotechnique 41, N°1.

TREADWELL, D.D., 1975. "The influence of gravity, prestress, compressibility and layering on soil resistance to static penetration." University of California, Ph. D. Dissertation.

VESIC, A.S., 1972. "Expansion of cavities in infinite soil masses." Jour. SMFD, ASCE, Vol 98, SM 3.

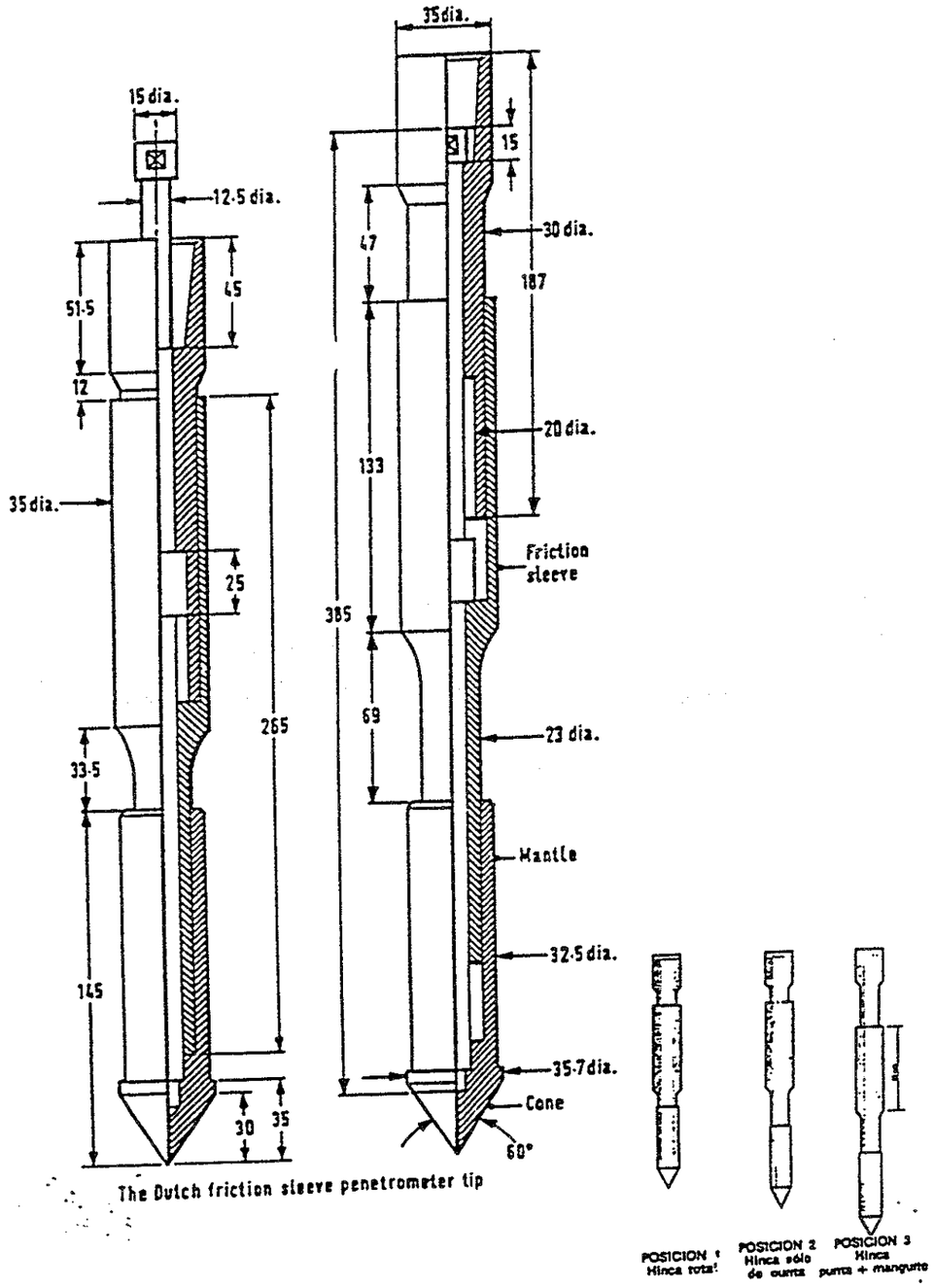
VILLET, W.C.B. y J.K. MITCHELL, 1981. "Cone resistance, relative density and friction angle." Symp. on Cone Penet. Test. and Exper. ASCE, St. Louis, USA.

YILMAZ, 1991



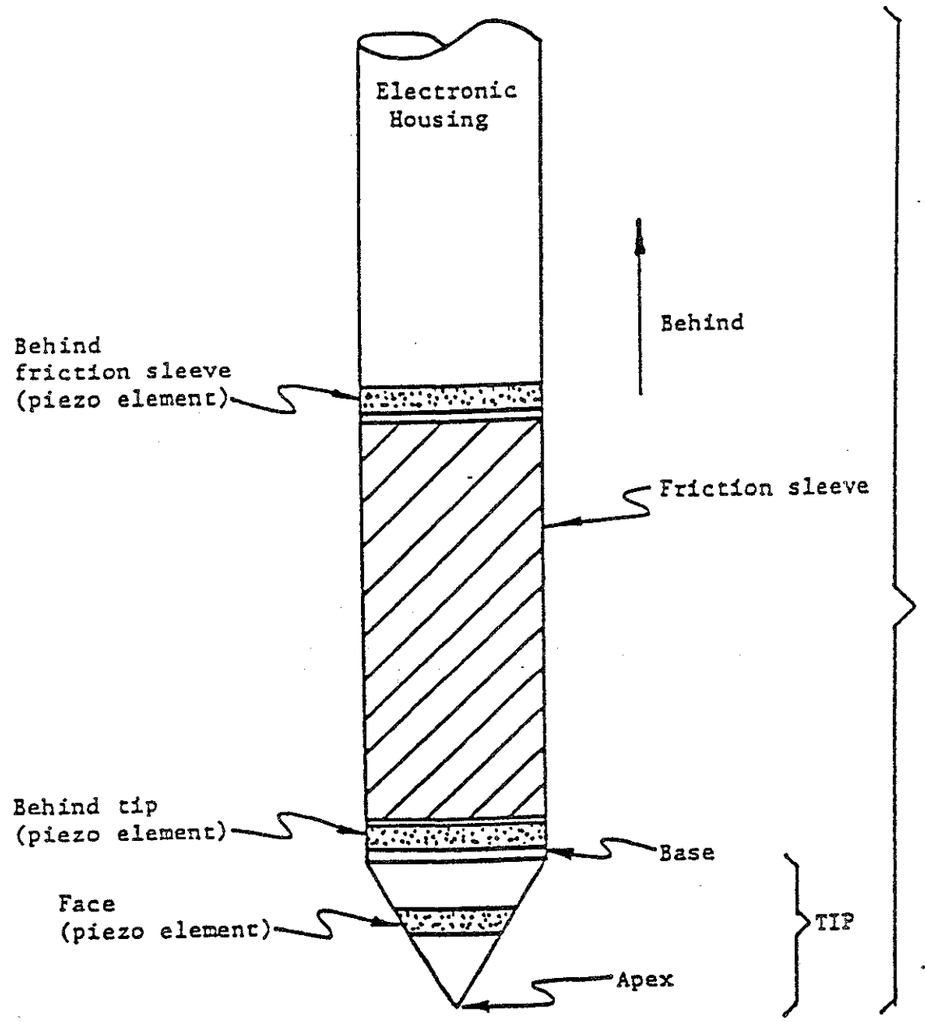
The Dutch mantle cone penetrometer tip.

GEOTEST	FIGURA 1



The Dutch friction sleeve penetrometer tip

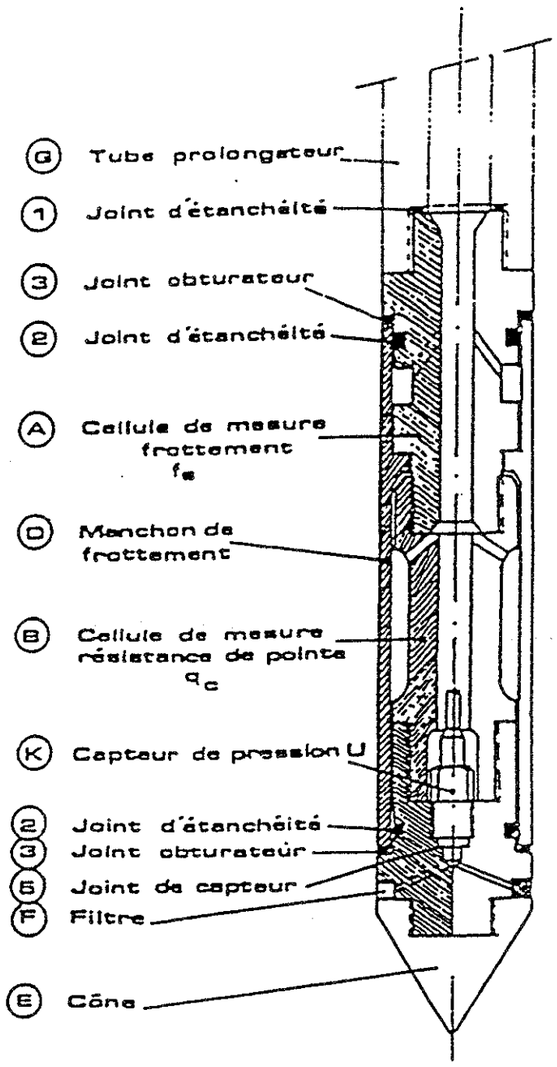
GEOTEST | FIGURA 2



FRONT

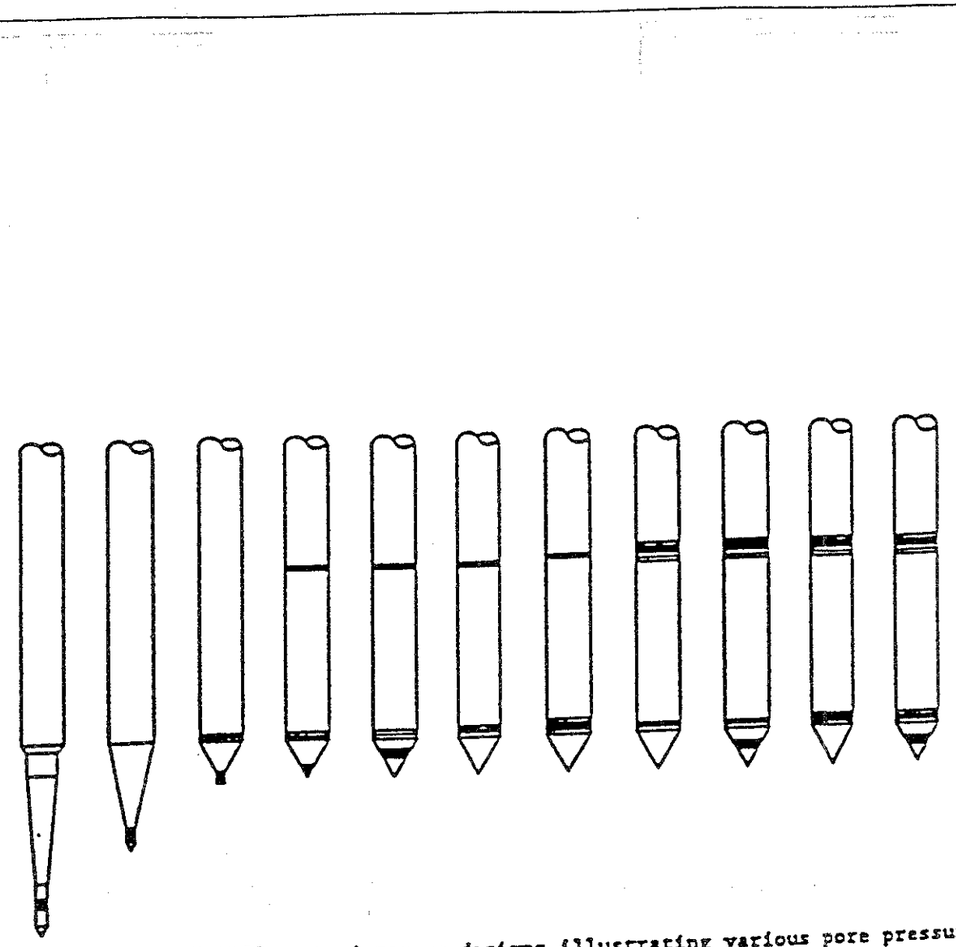
Terminology regarding the Cone Penetrometer

GEOTEST | FIGURA 3



GEOTEST

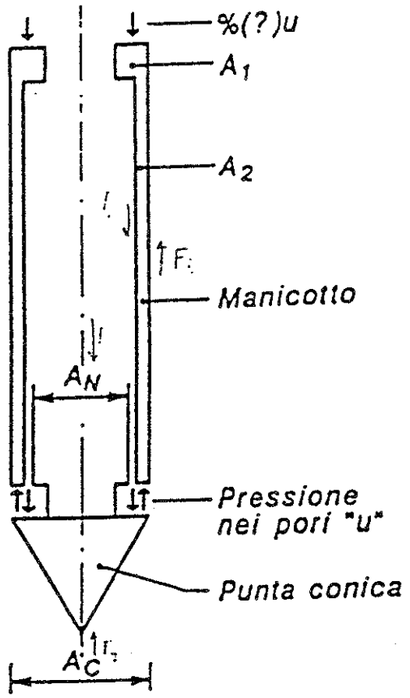
FIGURA 4



Examples of different piezocone designs illustrating various pore pressure element locations

GEOTEST

FIGURA 5

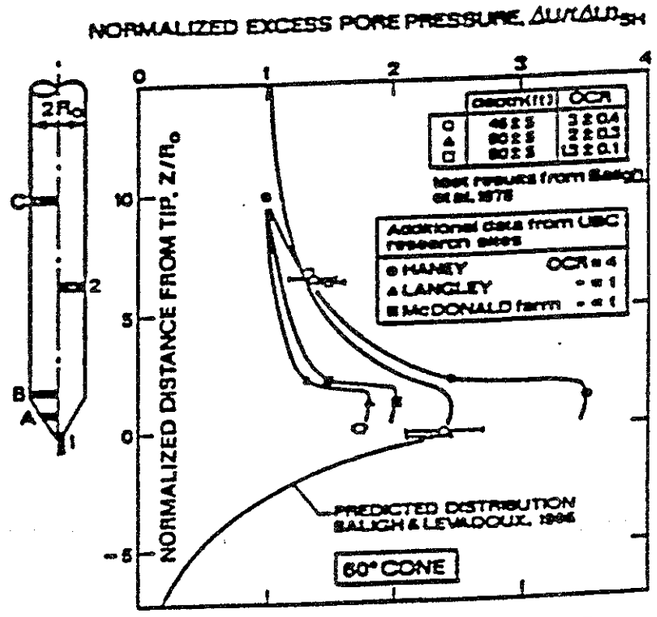


Influenza delle aree disuguali (punte elettriche e piezoconi)

$\frac{A_N}{A_c}$ = a = rapporto delle aree (punta)

$q_T = q_c + U\left(\frac{A_c - A_N}{A_c}\right) = q_c + U(1-a)$

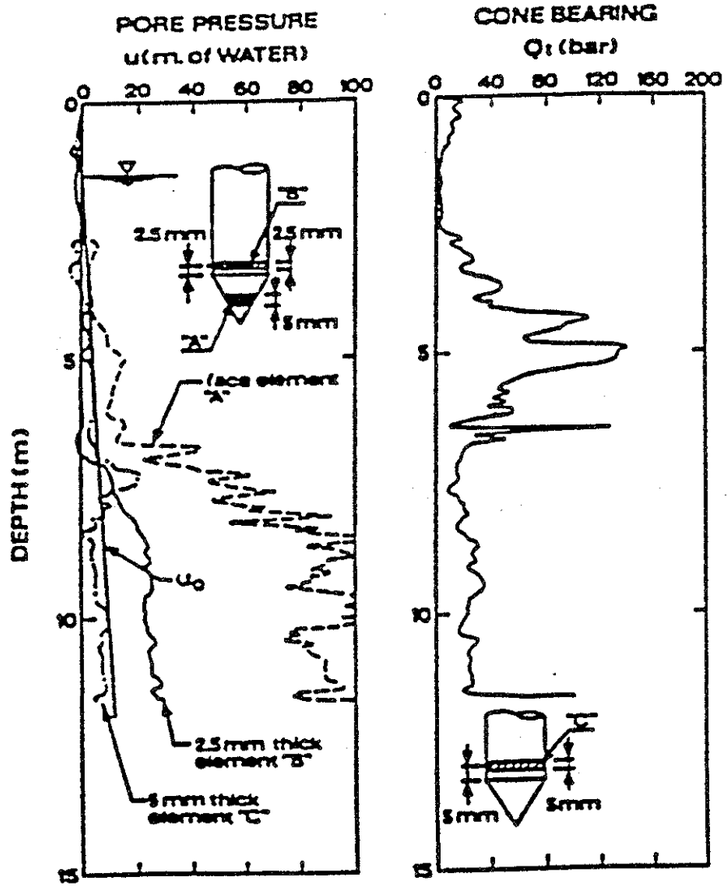
GEOTEST | FIGURA 6



Δu_{SH} = PORE PRESSURE ALONG SHAFT.
$Z/R_o \geq 10$

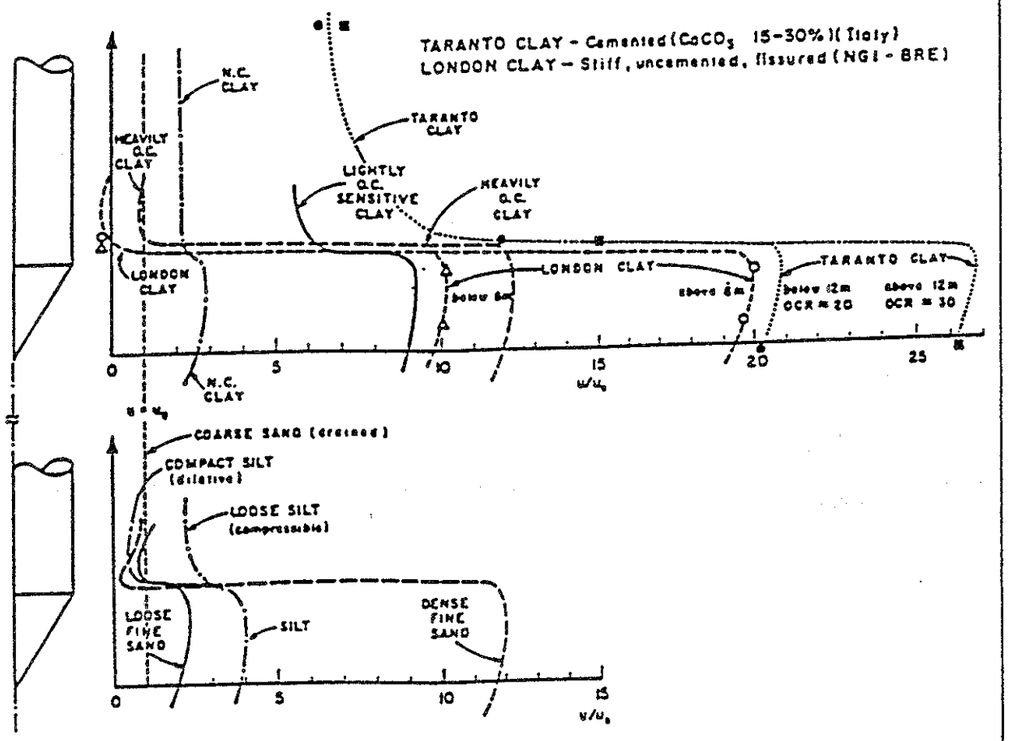
Comparison between measured and predicted pore pressures on a penetrating cone

GEOTEST | FIGURA 7



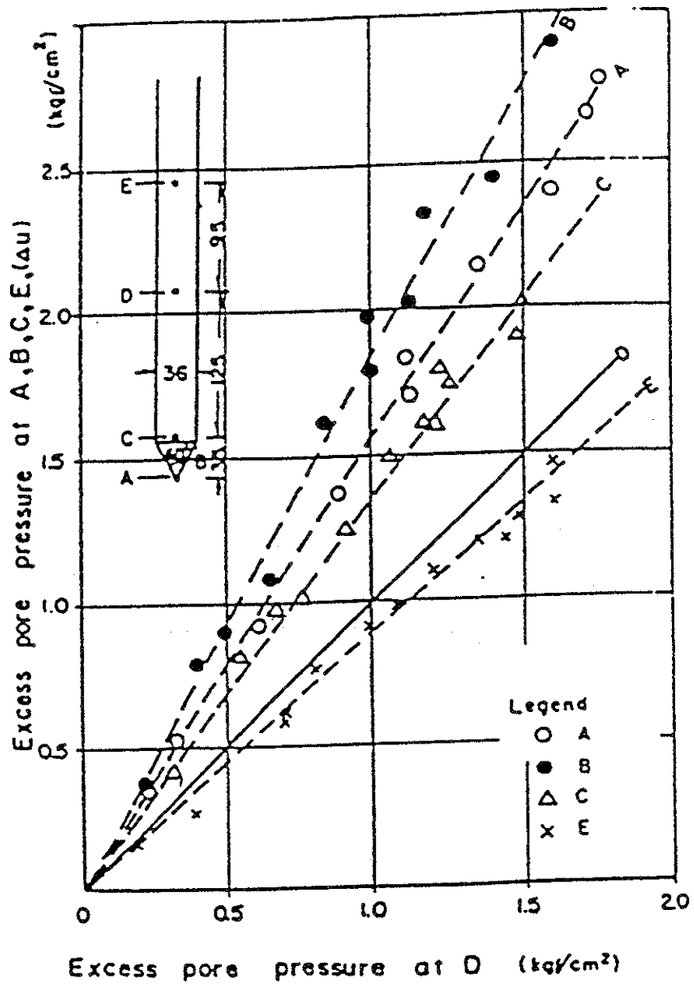
Arcillas sobreconsolidadas

GEOTEST | FIGURA 8



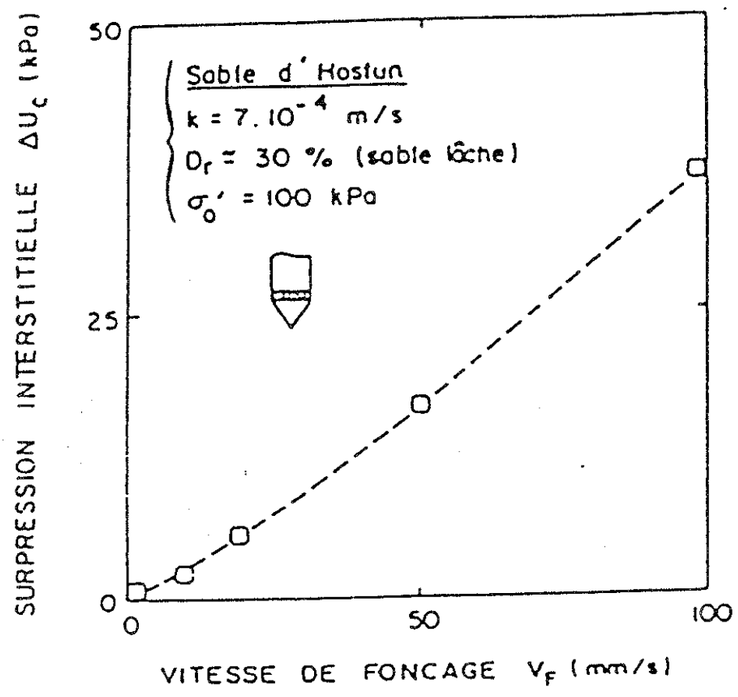
Conceptual Pore Pressure Distribution in Saturated Soil During CPT Based on Field Measurements (After Robertson et al, 1986)

GEOTEST | FIGURA 9



Pression interstitielle en différents points rapportée à celle au point D.

GEOTEST	FIGURA 10



Influence de la vitesse de fonçage sur la surpression interstitielle.

GEOTEST	FIGURA 11

$$q_{cl} = q_c(1 - 1.25\log_{10}\sigma'_{vo})$$

with $\sigma'_{vo}, q_c, q_{cl}$ in bars or tsf.

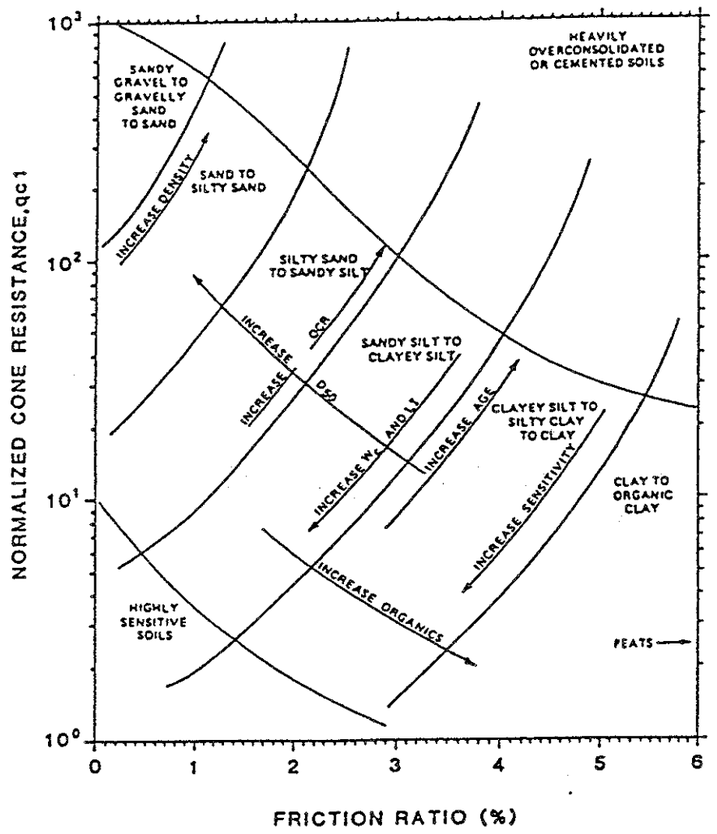
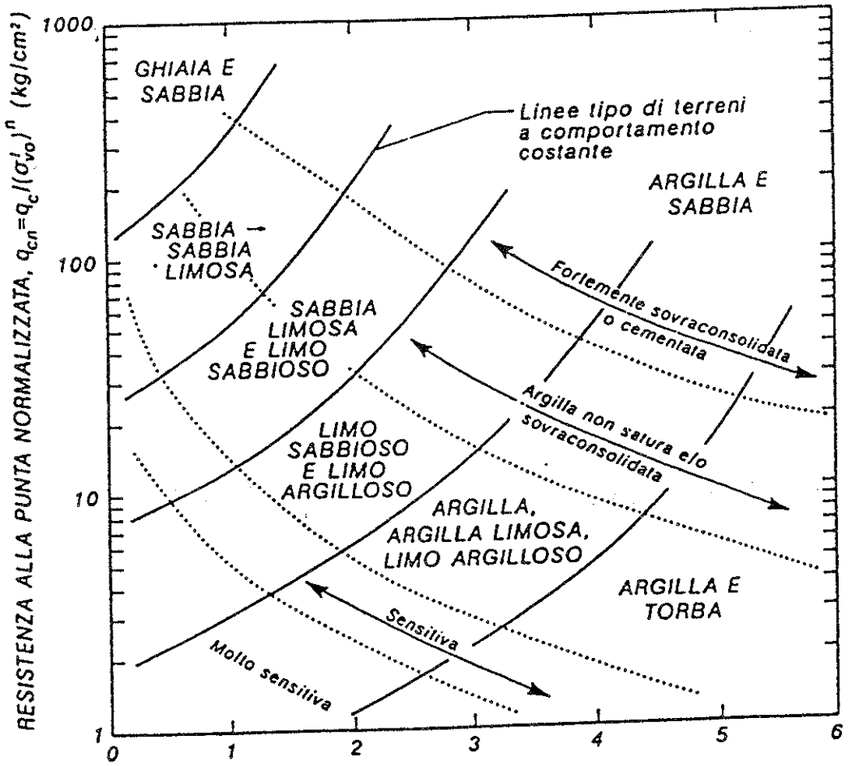


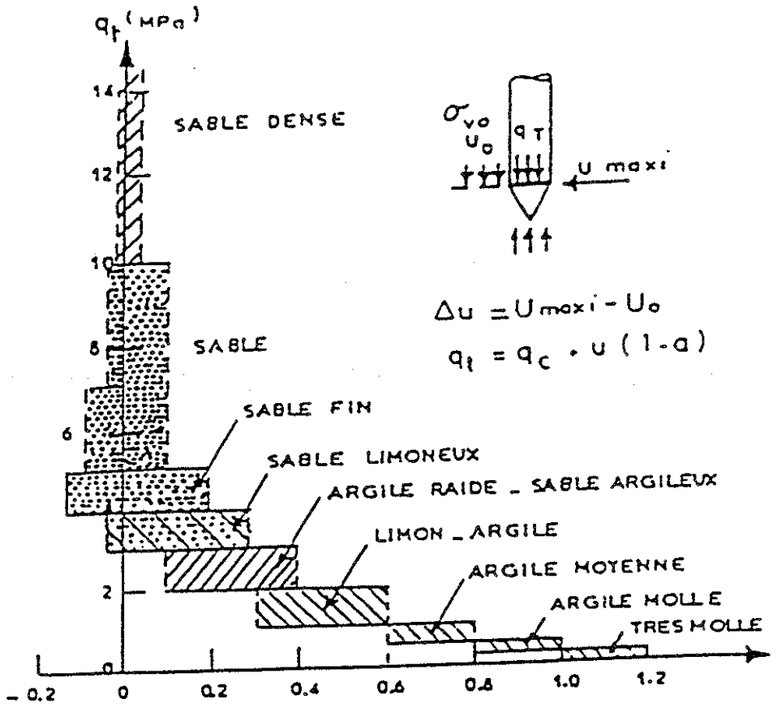
FIG. 6.7. Simplified Soil Behavior Type Classification Chart (from Douglas, 1984)

GEOTEST	FIGURA 12



(Olsen R., Farr J., 1986).

GEOTEST	FIGURA 13

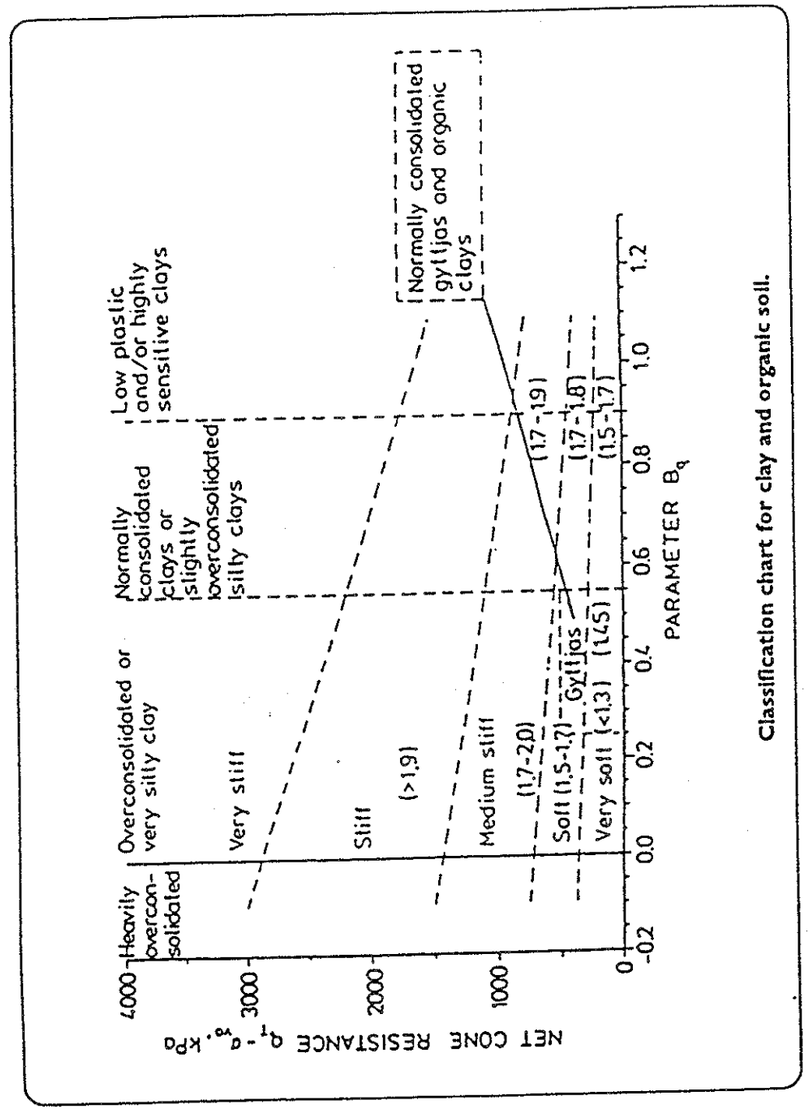


$$\Delta u = U_{maxi} - U_o$$

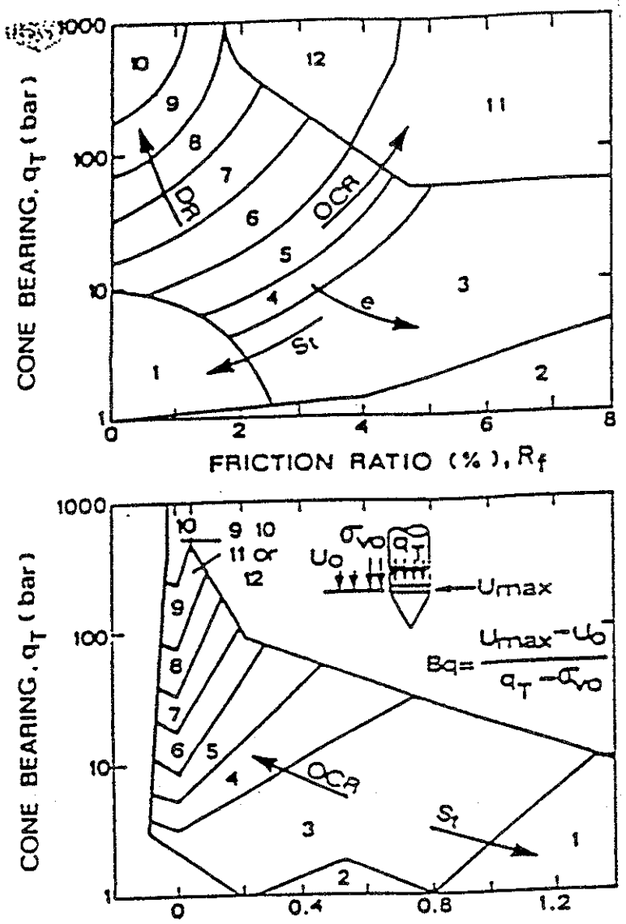
$$q_t = q_c + u\,(1-a)$$

$$Bq = \frac{\Delta u}{q_t - \sigma_{vo}}$$

GEOTEST | FIGURA 14



GEOTEST | FIGURA 15

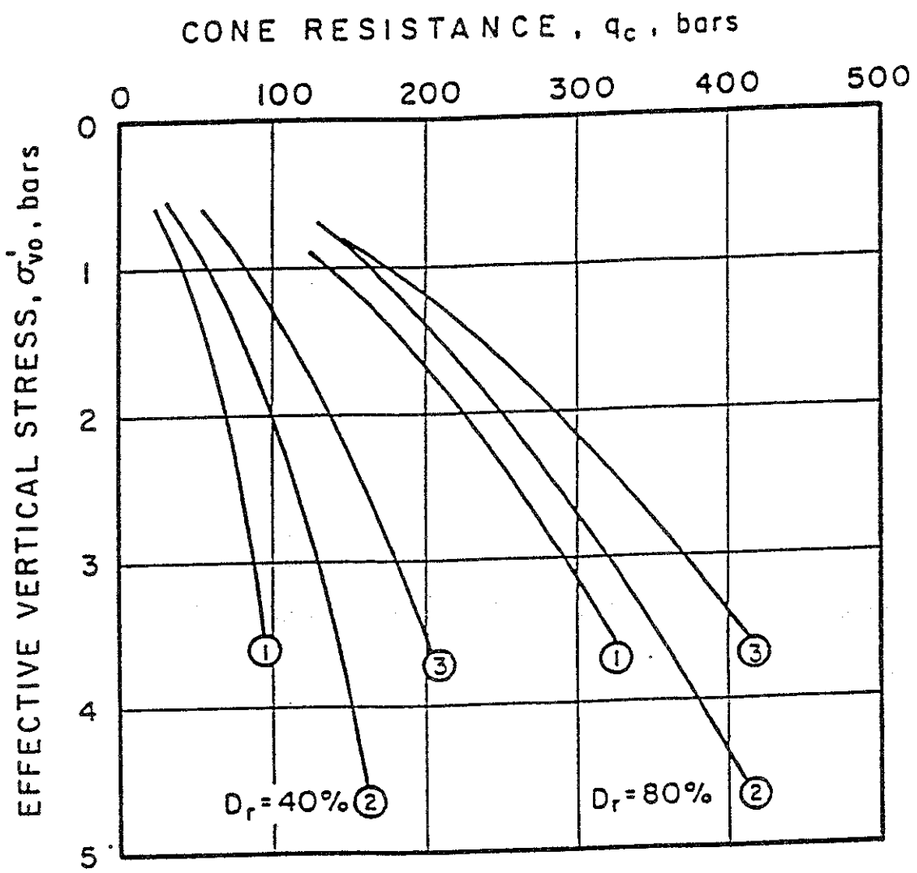


Zone	q_T/N	Soil Behaviour Type
1)	2	sensitive fine grained
2)	1	organic material
3)	1	clay
4)	1.5	silty clay to clay
5)	2	clayey silt to silty clay
6)	2.5	sandy silt to clayey silt
7)	3	silty sand to sandy silt
8)	4	sand to silty sand
9)	5	sand
10)	6	gravelly sand to sand
11)	1	very stiff fine grained (*)
12)	2	sand to clayey sand (*)

(*) overconsolidated or cemented

Proposed Soil Behavior Type Classification System from CPTU Data (After Campanella and Robertson, 1988)

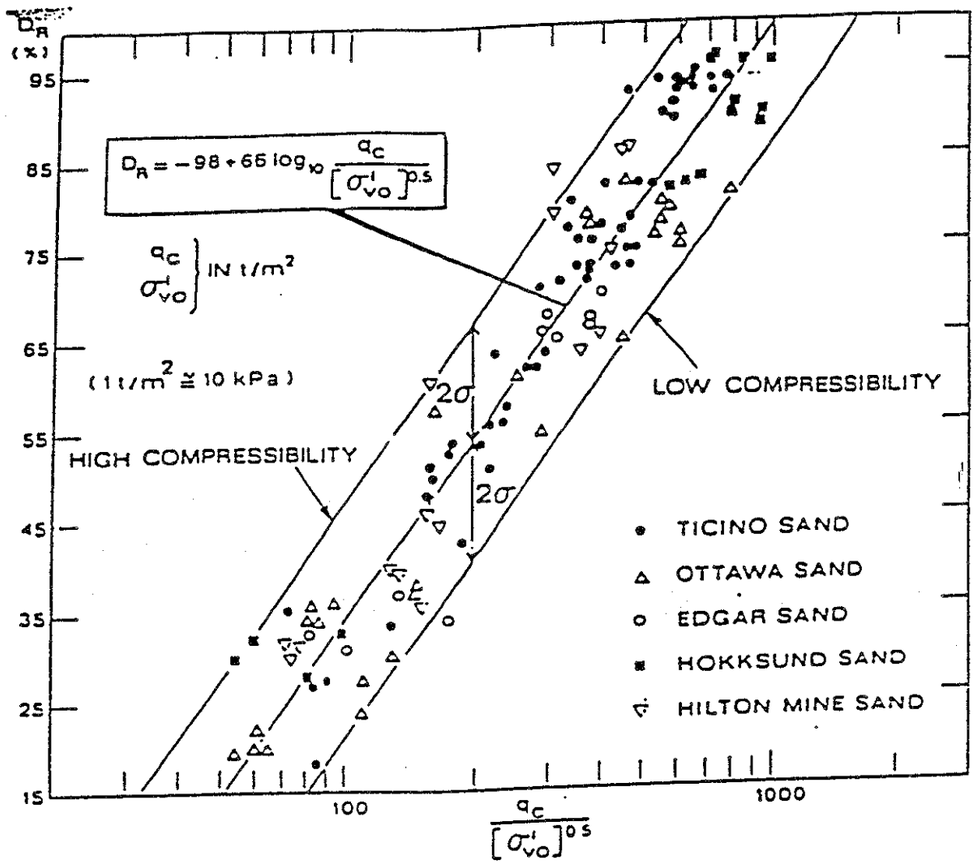
GEOTEST | FIGURA 16



① SCHMERTMANN (1978b) Hilton Mines Sand - High Compressibility
② BALDI et al. (1982) Ticino Sand - Moderate Compressibility
③ VILLET & MITCHELL (1981) Monterey Sand - Low Compressibili

Comparison of Different Relative Density Relationshi (After Robertson and Campanella, 1983a)

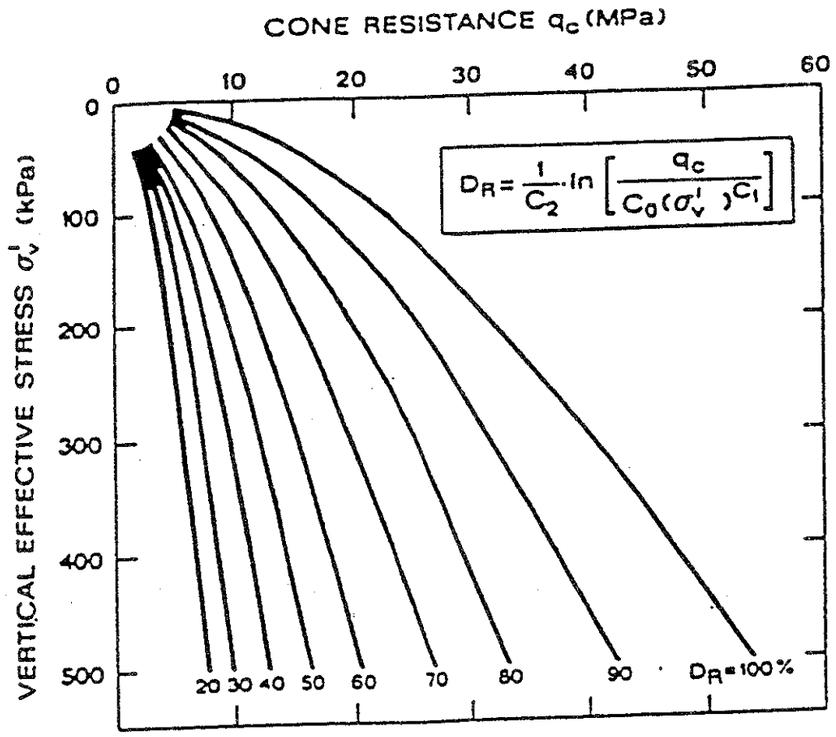
GEOTEST | FIGURA 17



Influence of Compressibility on N.C. Uncemented, Unaged, Predominantly Quartz Sands
(After Jamiolkowski et al. 1985)

GEOTEST | FIGURA 18

D_R VERSUS q_c FOR NC SANDS



TICINO SAND

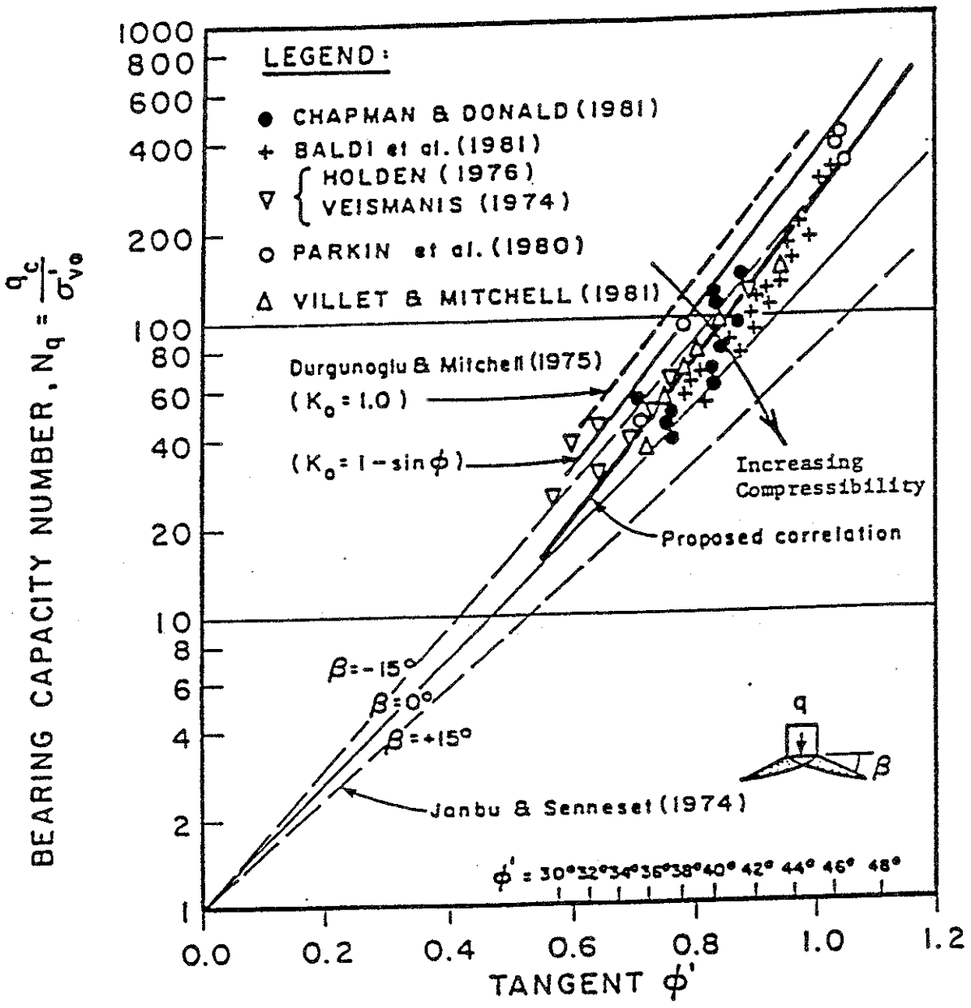
$C_0 = 157$: $C_1 = 0.55$: $C_2 = 2.41$: $R = 0.96$

q_c & σ'_v (kPa)

(FOR $K_o = 0.45$)

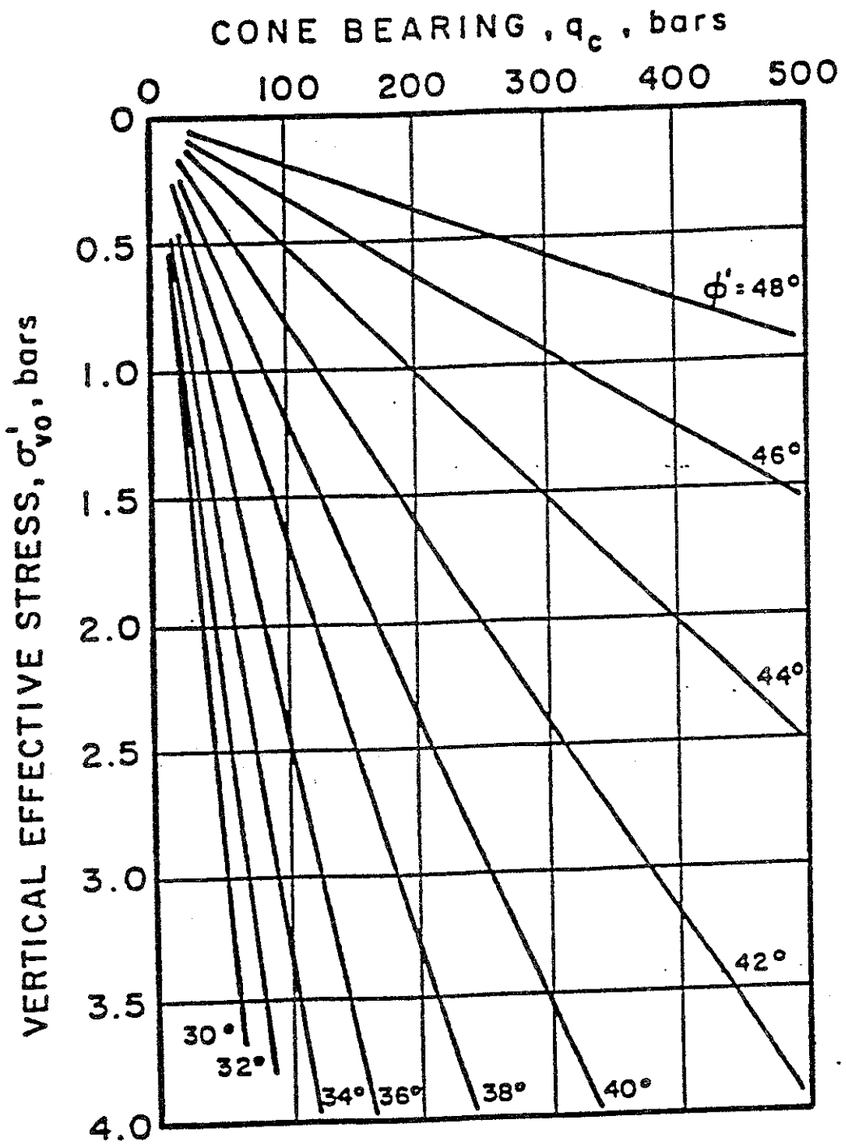
Relative Density Relationship for N.C., Moderately Compressible, Uncemented, Unaged Quartz Sands
(After Baldi et al, 1986)

GEOTEST | FIGURA 19



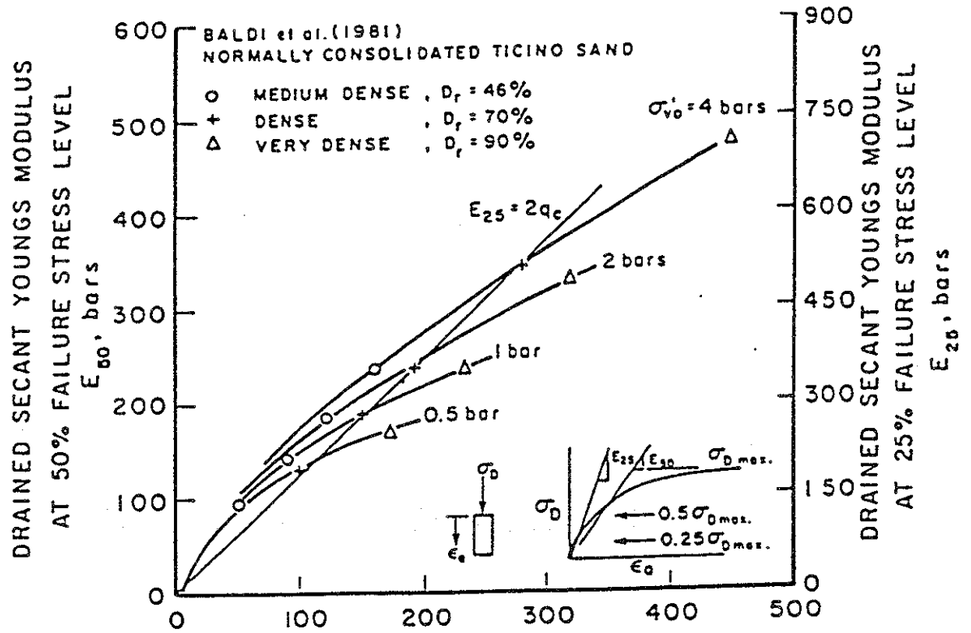
Relationship between Bearing Capacity Number and Friction Angle from Large Calibration Chamber Tests (After Robertson and Campanella, 1983a)

GEOTEST	FIGURA 20



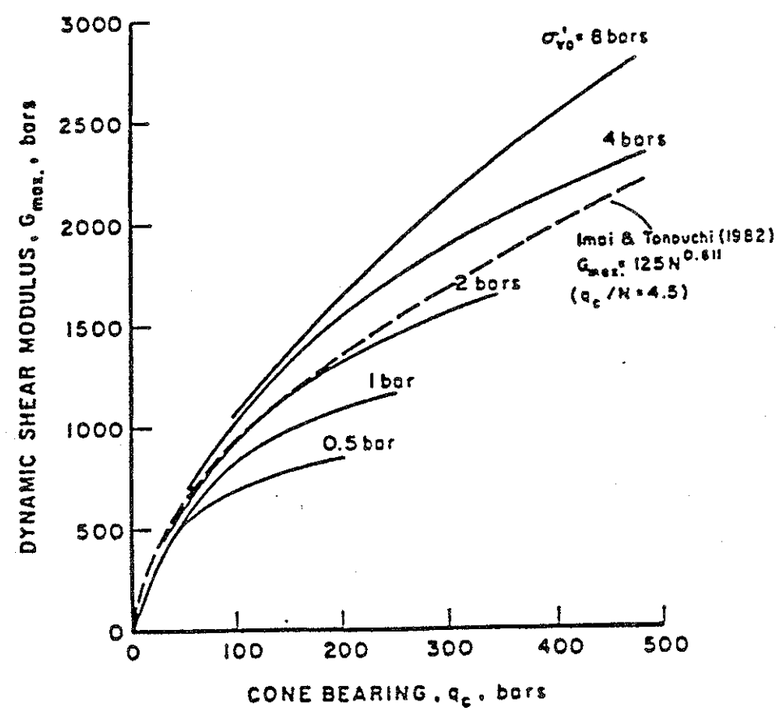
Proposed Correlation Between Cone Bearing and Peak Friction Angle for Uncemented Quartz Sands (After Robertson and Campanella, 1983a)

GEOTEST	FIGURA 21



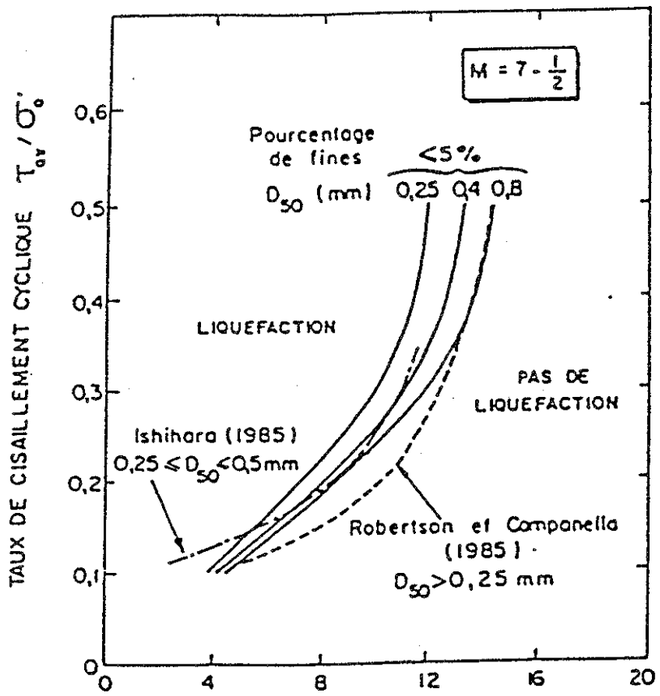
Relationship between Cone Bearing and Drained Young's Modulus for Normally Consolidated, Uncemented Quartz Sands (Based on Data from Baldi et al, 1981) (After Robertson and Campanella, 1983a)

GEOTEST | FIGURA 22



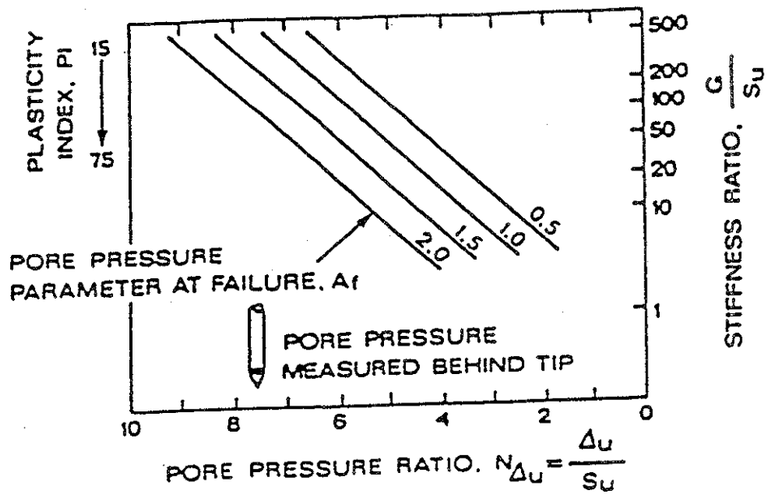
Relationship between Cone Bearing and Dynamic Shear Modulus for Normally Consolidated, Uncemented Quartz Sands (After Robertson and Campanella, 1983a)

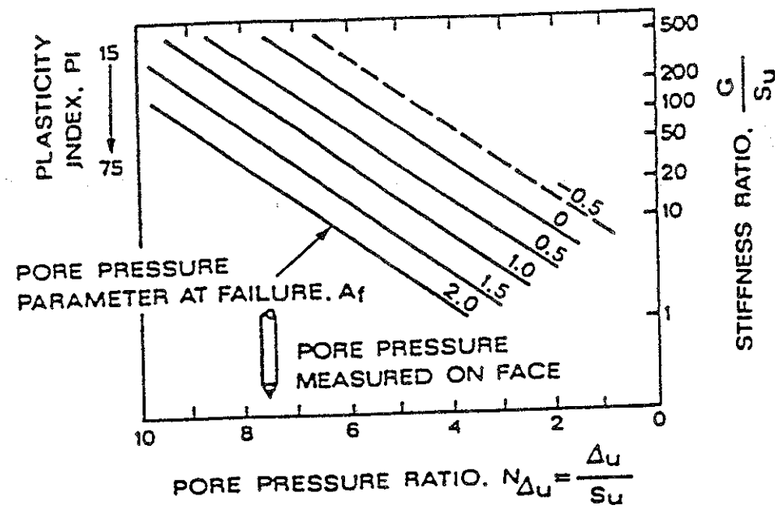
GEOTEST | FIGURA 23



GEOTEST

FIGURA 24



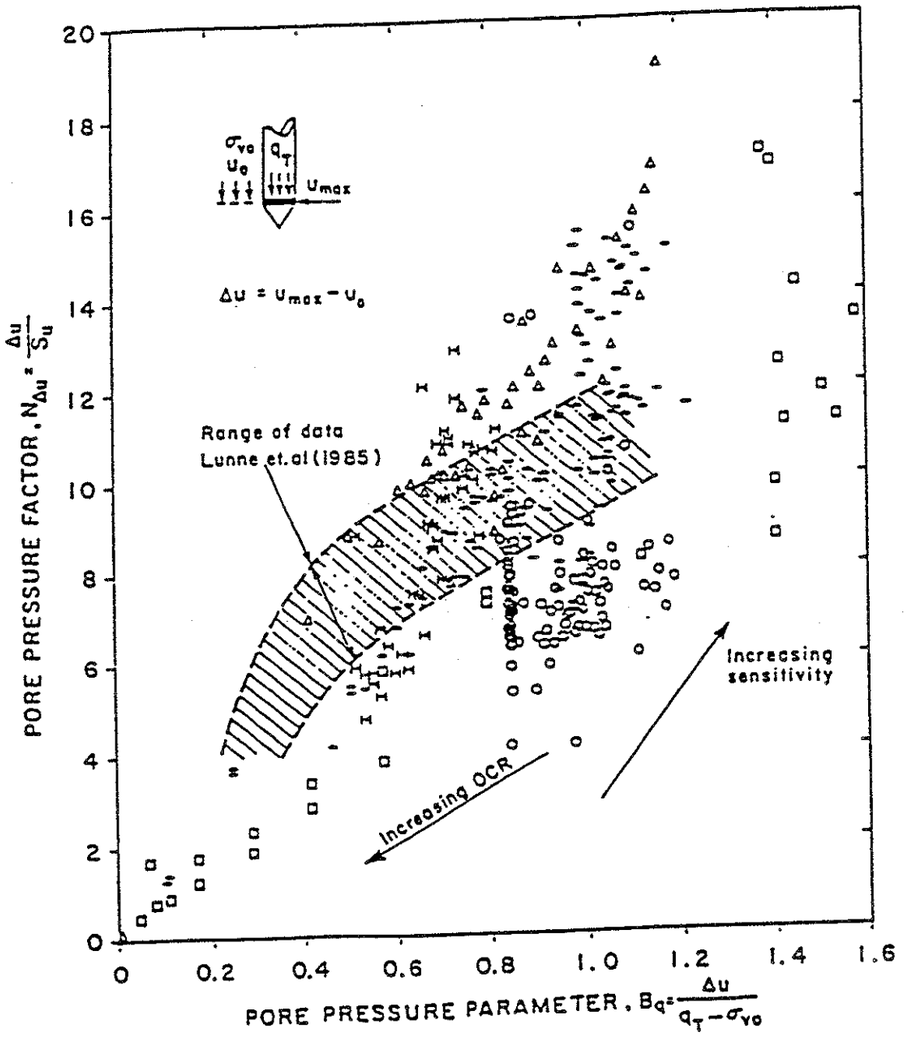


Estimates of Skempton's Pore Pressure Parameter, A_f

Saturated Clays	A_f
Very sensitive to quick	1.5 - 3.0
Normally consolidated	0.7 - 1.3
Lightly consolidated	0.3 - 0.7
Highly consolidated	-0.5 - 0.0

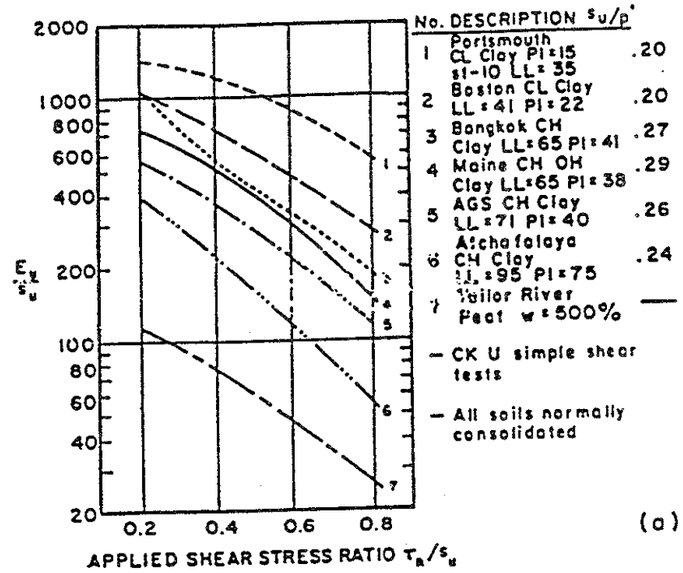
GEOTEST

FIGURA 25

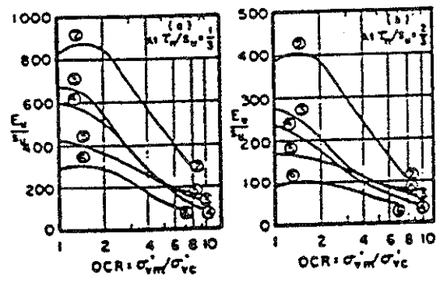


Pore Pressure Factor $N_{\Delta u}$ vs. Pore Pressure Parameter B_q for Vancouver Data
(After Robertson et al, 1986)

GEOTEST | FIGURA 26



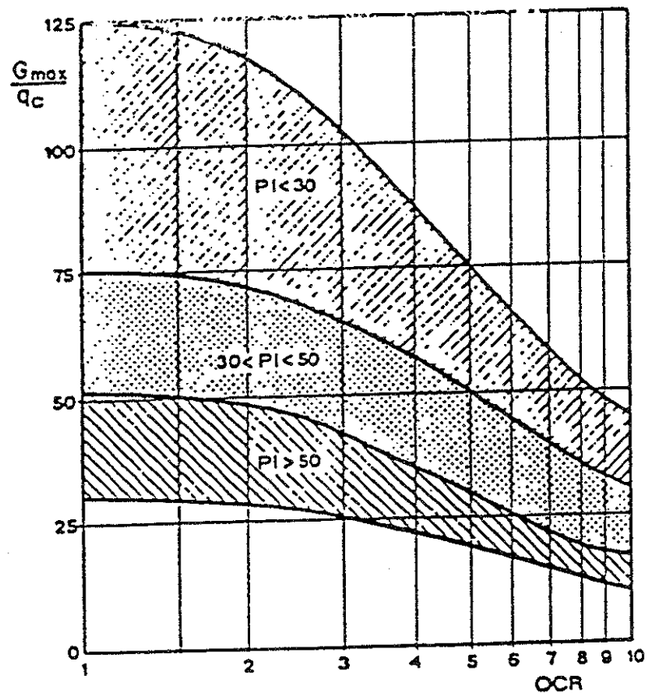
(a)



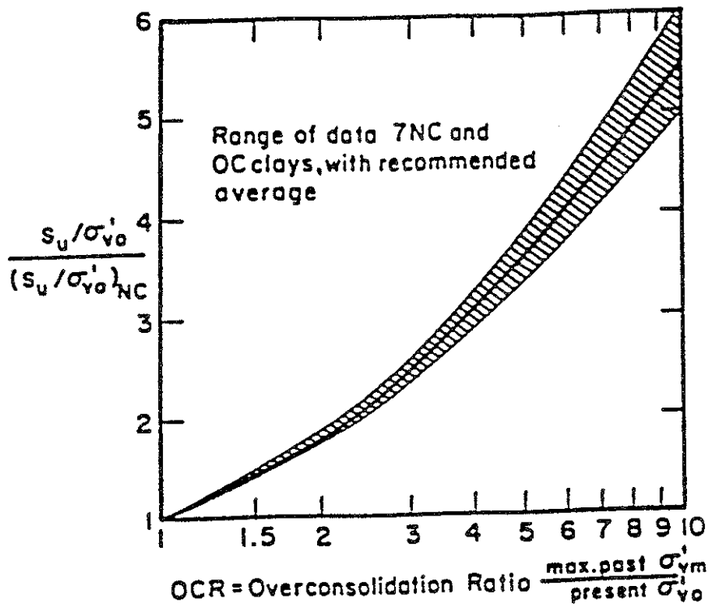
(b)

(a) Selection of Soil Stiffness Ratio for Clays
(b) (Adapted from Ladd et al, 1977)

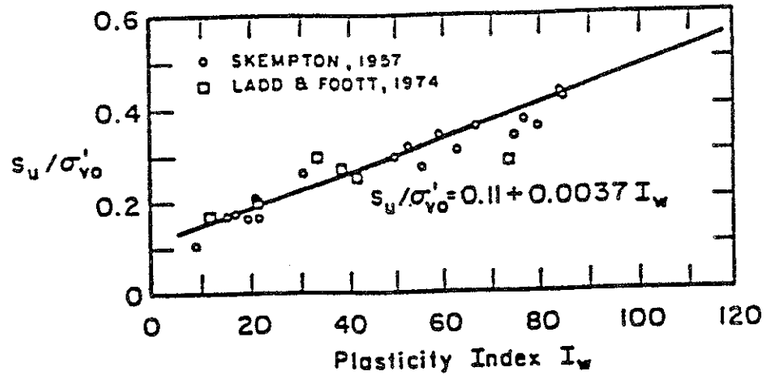
GEOTEST | FIGURA 27



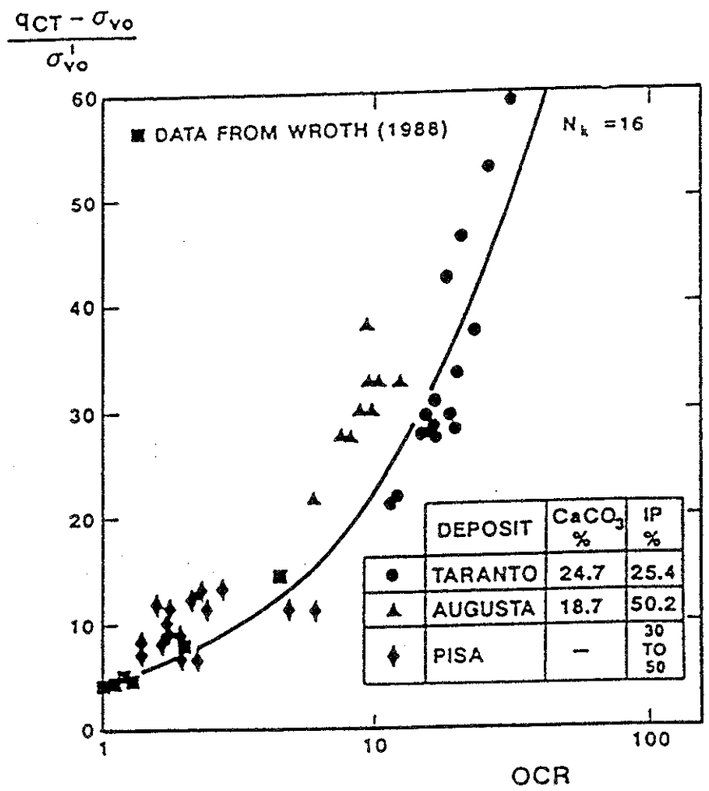
Tentative Correlation for Estimating Dynamic Shear Moduli (G_{max}) in Clay Soils



(a) Normalized s_u/σ'_{vo} Ratio vs. OCR for Use in Estimating OCR (After Schmertmann, 1978a)

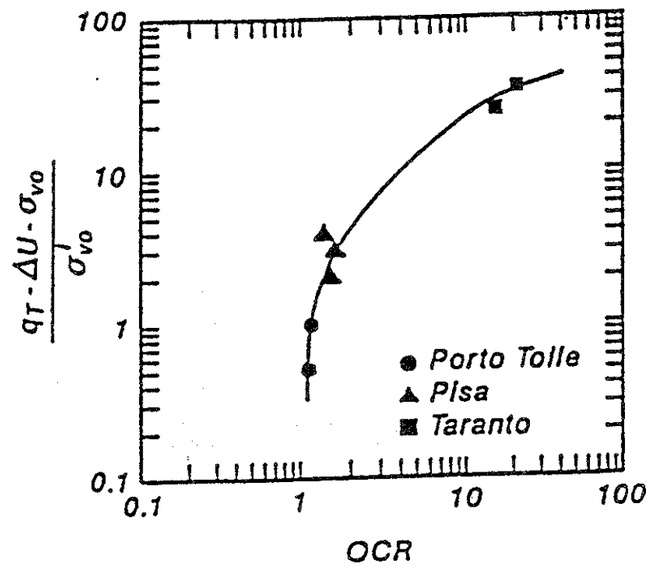


(b) Statistical Relation between s_u/σ'_{vo} Ratio and Plasticity Index, for Normally Consolidated Clays



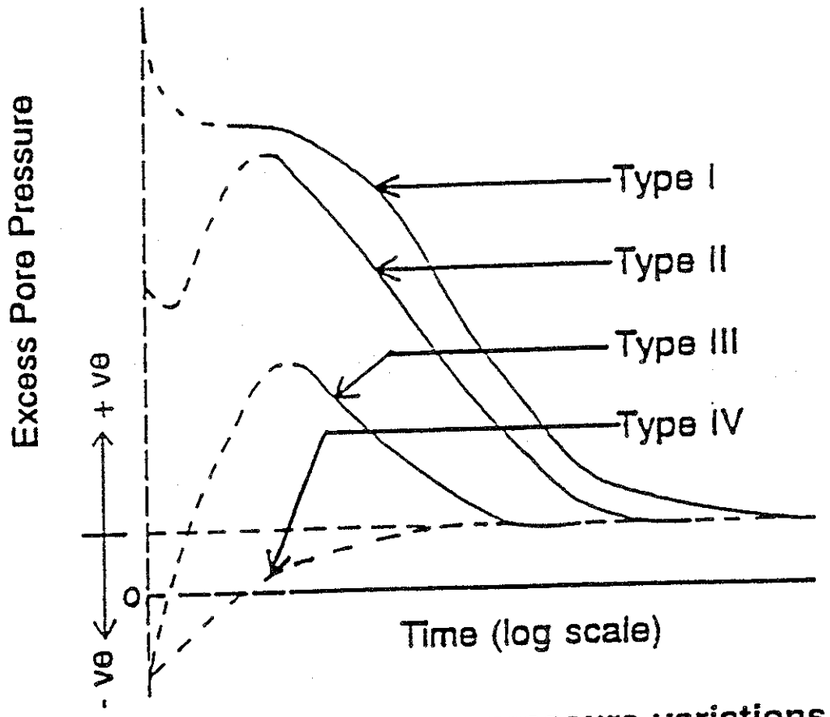
Stress History (OCR) from CPT (from Robertson, 1990)

GEOTEST FIGURA 30



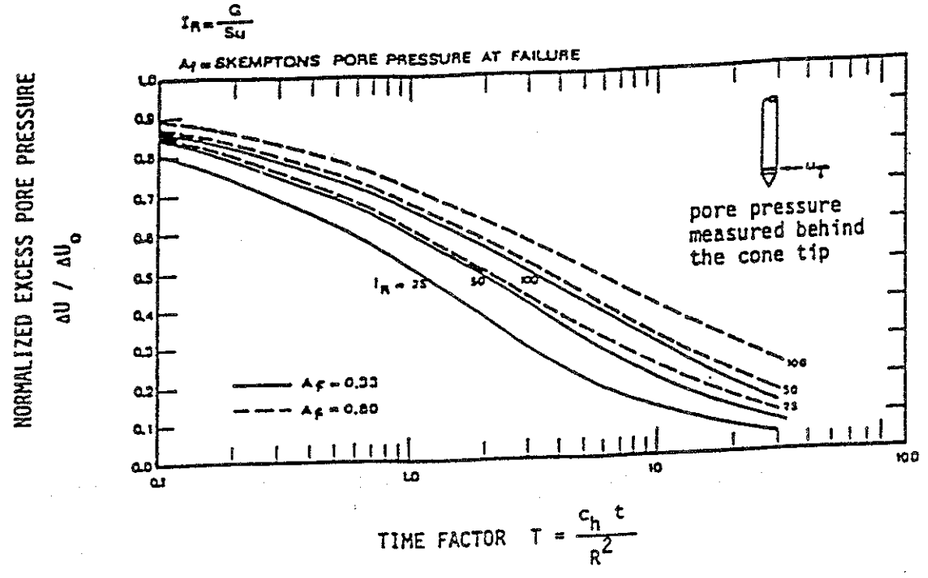
Andamento di un parametro della pressione nei pori (R_5 - *Lancellotta R. e al.*, 1983) col variare di OCR, per tre argille italiane (*Battaglio M. e al.*, 1986)

GEOTEST FIGURA 31



Initial excess pore pressure variations

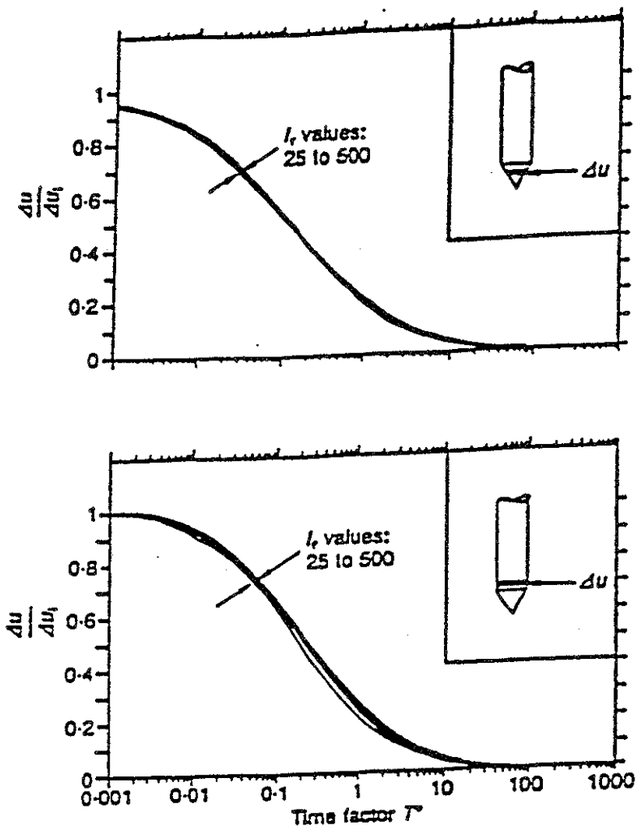
GEOTEST | FIGURA 32



Theoretical Curves for Cylindrical Pore Pressure Dissipation for Various Stiffness Ratios (from Battaglio et al., 1981)

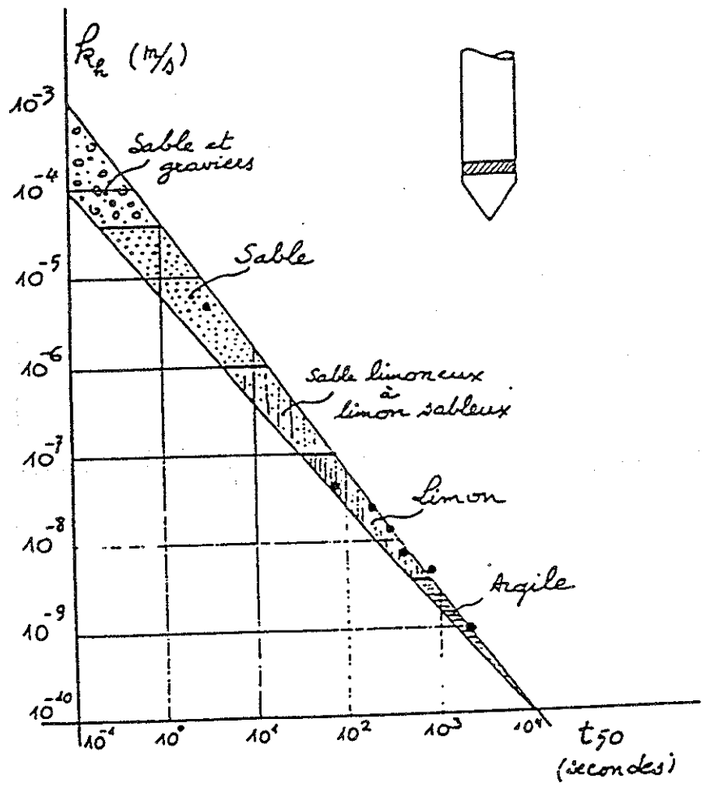
Note: Time factor plots for other pore pressure stone locations have been proposed by Baligh and Levadoux (1980).

GEOTEST | FIGURA 33



Normalized dissipation curves plotted against T^*

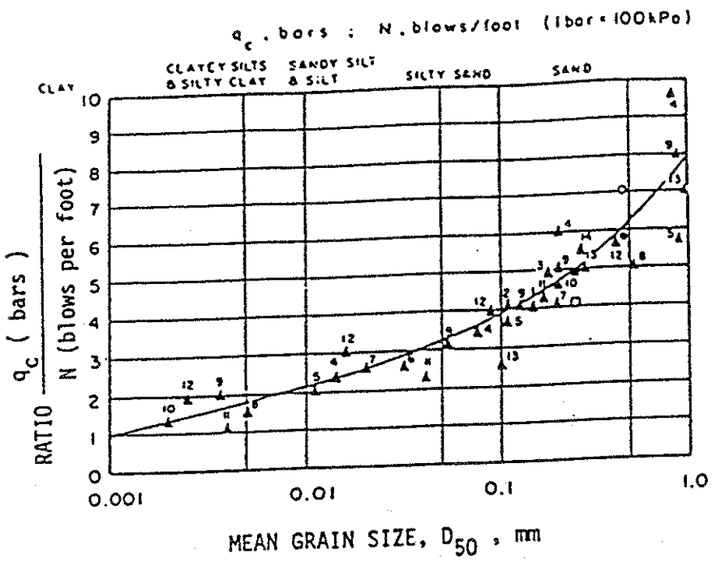
GEOTEST	FIGURA 34



— *Perméabilité horizontale en fonction du t_{50}.*

GEOTEST	FIGURA 35

BASED ON ENERGY RATIO OF 60% (N_{60})



1. Meyerhof (1956)
2. Meigh and Nixon (1961)
3. Rodin (1961)
4. De Alencar Velloso (1959)
5. Schmertmann (1970)
6. Sutherland (1974)
7. Thornburn (1970)
8. Companella et al. (1979)
9. Nixon (1982)
10. Kruizinga (1982)
11. Douglas (1982)
12. Muromachi & Kobayashi (1982)
13. Geel (1982)
14. Ishihara and Koga (1981)

TILBURY ISLAND SITE:
- ○ SPT N , ER_i = 47%
- ● SPT N_c , ER_i = 55%

UBC SITE, McDonald Farm:
- ○ SPT N , ER_i = 65%
- ● SPT N_c , ER_i = 55%

Variation of q_c/N with Mean Grain Size (after Robertson et al., 1983) .

GEOTEST | FIGURA 36

CAMPAÑA ENSAYOS CPT/CPTU & VANE TEST

A.V.E. CALATAYUD-RICLA - TRAMO IA

GEODECAN

GE test

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCION 3

2. CARACTERISTICAS DE LOS EQUIPOS 4

2.1 Características de los Equipos: Resumen 4

3. PRESENTACION DE RESULTADOS Y PROGRAMA DE INTERPRETACION FRADECPT 6

3.1 Presentación de Resultados 6
3.2 Programa de Interpretación FRADECPT 6

4. INCIDENCIAS Y OBSERVACIONES 7

4.1 Zona del Punto Kilométrico 2 7
4.2 Zona del Punto Kilométrico 5 8

5. MEDICION DE LOS TRABAJOS 10

ANEXOS

ANEXO 1: RESULTADOS

Indice de Tablas

Tabla 1: Especificaciones de los Equipos ____ 4
Tabla 2: Criterios del Programa FRADECPT ____ 6
Tabla 3: Medición de los Ensayos CPT ____ 10
Tabla 4: Medición de los ensayos CPTU ____ 11
Tabla 5: Medición de los ensayos de disipación ____ 11

Indice de Fotografías

Fotografía 1: Penetrómetro montado y bridado sobre camión de 14 t ____ 4
Fotografía 2: Datalogger RocTest ____ 4
Fotografía 3: Varillaje, cable y encorder ____ 4
Fotografía 4: cámara vacio para saturado ____ 5

GE test

1. INTRODUCCION

OBRA:	A.V.E. CALATAYUD-RICLA - TRAMO IA
TRABAJOS:	CAMPAÑA ENSAYOS CPT/CPTU & VANE TEST
CLIENTE:	GEODECAN
N./ REF.:	39.09.96
V./REF:	

El objetivo del trabajo ha sido la realización de una Campaña de 4 Ensayos de penetración estática con punta eléctrica con medida de la presión insterticial, CPTU, 11 Ensayos de penetración estática CPT , también con punta eléctrica y un sondeo VANE-BORER con realización de 14 Ensayos de Molinete (Vane-Test) .

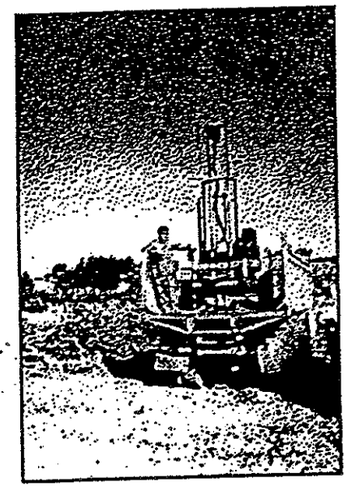
Los trabajos se llevaron a cabo entre los días 29/10/96 y 08/11/96 del año en curso. Como sistema de hinca se utilizó un equipo MENHIR 100 kN montado sobre un camión de 14 toneladas. El piezocono utilizado ha sido un Duo-Cone de la casa RocTest, con punta GMF.

2. CARACTERISTICAS DE LOS EQUIPOS

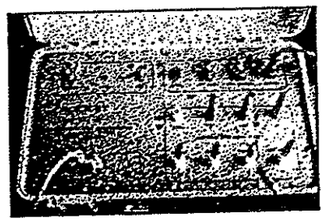
2.1 Características de los Equipos: Resumen

Sistema de hinca	Penetrosonda MENHIR montada sobre un camión de 14 t (Fotografía 1).
Datalogger	RocTest (Fotografía 2)
Cono	GMF. 36 mm. Cono de 60º. 10 cm² (Figura 1).
Capacidad del Cono	10 t
Fuste	150 cm²
Captores	q_c, f_s, u e inclinación
Relación de áreas	0,31
Medida profundidad	Encorder por Incrementos ópticos. (Fotografía 3)
Elemento Poroso	Aerolith 10, 5 mm por encima de la base del cono.
Saturación	Cámara de vacío con glicerina (Fotografía 4)
Lecturas cada	1 cm

Tabla 1: Especificaciones de los Equipos



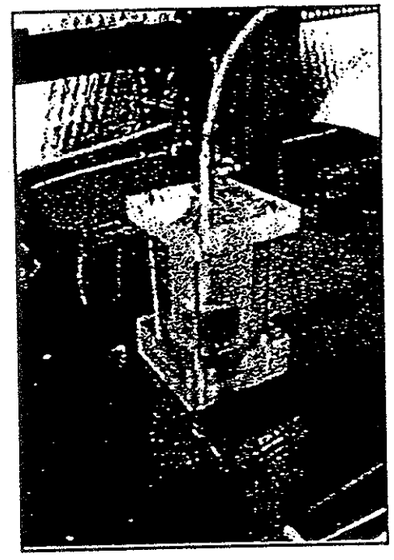
Fotografía 1: Penetrómetro montado y bridado sobre camión de 14 t



Fotografía 2: Datalogger RocTest



Fotografía 3: Varillaje, cable y encorder



Fotografía 4: cámara vacío para saturado

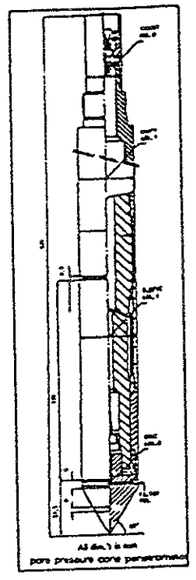


Figura 1: cono GMF

3. PRESENTACION DE RESULTADOS Y PROGRAMA DE INTERPRETACION FRADECPT

3.1 Presentación de Resultados

Los resultados se presentan en el Anexo 1. Por cada ensayo se presenta:

- Tablas numéricas de los valores de q_c, f_s y u e interpretación de resultados para tramos de 1 cm mediante el **programa FRADECPT**, desarrollado por nuestra Empresa.
- Curvas q_c , f_s, u, FR% y B_q vs. profundidad.
- Curvas de los ensayos de disipación, graficando la variación de u con respecto al logaritmo del tiempo y a la raíz cuadrada del mismo (2 gráficas).

3.2 Programa de Interpretación FRADECPT

El programa presenta los resultados en forma de tablas en la que se presentan para tramos de 5 cm los valores de q_T, q_c, f_s, FR%, σ_v **Clasificación del suelo, valor correlacionado del Nspt, DR%, Sensitividad (S_t), Resistencia al corte sin drenar (Su), la relación Su/σ_v y el OCR.** Se sigue el criterio de los siguientes autores:

Clasificación del Suelo	**Robertson, 1985. FR% - q_c**
Correlación N_{spt}	**Robertson et al., 1983.**
DR%	**Jamiolkowski et al., 1985.**
Sensitividad S_t	**Greig, 1985. $N_s = 6$.**
$S_u = (q_c - \sigma_v)/N_k$	**$N_k = 15$.**
$S_u = (q_T - u)/N_{kE}$	**Senneset, 1982. $N_{kE} = 9$**
OCR	**Schmetmann, 1978**

Tabla 2: Criterios del Programa FRADECPT

El programa da mensajes de error cuando **FR% > 12**, lo que suele suceder en aquellos tramos en que se lee el valor de q_c en una capa y el valor de f_s en otra.

4. INCIDENCIAS Y OBSERVACIONES

Tanto en la zona de investigación del P.K. 2 como en la del P.K. 5 se encuentra una capa superficial bastante resistente. En general resultó dificultoso e incluso imposible atravesar esta capa en modalidad de penetración estática (sobre todo en el P.K. 5), obteniendo varias veces rechazo. Por esta razón se procedió a pasar esta capa superficial mediante un sondeo de avance.

Como también resultaba muy dificultosa la rotación helicoidal con el equipo utilizado, se decidió aplicar un ensayo de penetración dinámica DPSH, lo que permitió por un lado saber con exactitud cuando la capa resistente era atravesada y por otro obtener algún dato de tipo cuantitativo de la misma.

4.1 Zona del Punto Kilométrico 2

En esta zona el espesor resistente superficial tiene del orden de 1 m y se debe a la presencia de una capa desecada o, más estrictamente, *sobreconsolidada por desecación*, hecho que se manifiesta por:

- elevado valor de q_c.
- elevado rozamiento lateral específico f_s.
- bajos, incluso negativos valores de u en los ensayos CPTU.
- evidentemente, elevados valores de O.C.R.

En algunos casos fue posible investigar esta capa mediante penetración estática, pero en otros se obtuvo rechazo por lo que se procedió a efectuar el sondeo de avance, en general mediante ensayos de penetración dinámica DPSH.

El espesor de sedimentos blandos bajo la capa dura es escaso. En la zona ubicada entre los P.K. 2+910 y 3+005 llega aproximadamete hasta los 6 m de profundidad. En la zona entre los P.K. 2+640 y 2+800 en cambio, los espesores son menores y se encuentran además capas cementadas, imposibles de atravesar en modalidad estática.

Las presiones de poro en exceso generadas durante la penetración CPTU son siempre bajas, por un lado derivado de la alta componente limosa de estos suelos, pero también, debido al escaso espesor investigado. Las curvas de los ensayos de disipación

son del tipo de "menos a más", es decir que al detener la penetración, el valor de u se encontraba en general por debajo de la carga hidráulica a esa cota.

4.2 Zona del Punto Kilométrico 5

El espesor de la capa superior resistente es bastante mayor y, si bien es variable, alcanza profundidades del orden de 3 metros e incluso más. Por otro lado, en esta zona existen bastante niveles y lentejones de gravas, principalmente en el tramo superior, pero también más delgados a distintas profundidades.

Así por ejemplo el CPTU 5+120 eje ha dado rechazo en un nivel de gravas ubicado sobre los 14 m de profundidad, nivel que había sido detectado en el sondeo cercano (S-5). El CPT 5+200 eje, también ha verificado rechazo antes de los 6 m de profundidad y el CPT 5+220 izq. antes de los 7 metros.

Algunos de los ensayos (5+180 eje, 5+180 der.) han dado rechazo *por total*, es decir, debido no sólo a la resistencia por punta q_c sino al rozamiento parásito de todo el varillaje. Esto es en gran parte debido ha que no ha sido posible el uso de un *ensanchador* ya que fue necesario utilizar un entubado especial entre la caja del camión y la superficie del terreno a fin de evitar el excesivo pandeo del varillaje. El ensanchador es de mayor diámetro que el diámetro interno de este varillaje.

Se observa claramente como hacia el centro de la cuenca estudiada disminuye el tamaño de grano según la clasificación del suelo utilizada en el programa de interpretación Fradecpt. Efectivamente, los suelos son clasificados como "arcillas" en la zona central, mientras que hacia los bordes de cuenca predominan las "arcillas limosas y/o limos arcillosos"[1]. Este hecho concuerda perfectamente con el procesode génesis sedimentaria de relleno de cuencas. Obsérvese también que los IP obtenidos en las muestras de los sondeos también tienen una tendencia a aumentar hacia la zona central.

Con respecto a la presión de poro en exceso u se observa que no desarrola valores muy altos, hecho lógico en este tipo de suelo. Los $T_{50\%}$ manifiestan una rápida disipación de las presiones dinámicas, hecho indicativo de una rápida consolidación del terreno frente a una solicitación externa.

El la disipación realizada a los 10,79 m de profundidad en el CPTU 5+120 eje se ha obtenido una curva poco frecuente (aunque a veces sucede). Las presiones de poro

[1] Debe tenerse presente que las clasificaciones del suelo a partir de los ensayos CPT/CPTU se refieren al comportamiento ante la penetración en cuanto a que ésta se realice en condiciones drenada, parcialmente drenada o no drenada, más bien que a la granulometría en si. No obstante, es evidente que existe una relación entre el tamaño de grano y este comportamiento.

manifiestan un fuerte aumento hasta aproximadamente los 1.100 primeros segundos, para posteriormente pasar a un tramo de estricta disipación. Este tipo de curvas resultan a veces de difícl interpretación. En el presente caso *probablemente* se pueda atribuir a que el ensayo fue realizado en una intercalación más blanda de poco espesor, por lo que el proceso de disipación puede verse afectado por las propiedades de la capa superior e inferior.

Un hecho de particular interés es que se ha realizado un sondeo Vane-Borer con varios ensayos de Molinete (Vane Test) a 1 m de distancia del CPTU 5+180 eje. Sus reultados se presentan en un tomo independiente al de este Informe.

5. MEDICION DE LOS TRABAJOS

En las siguientes tablas se resume la medición de los trabajos.

CPT	Sondeo Avance	Inicio Ensayo	Prof. final (m)	metros mínimo	metros e/0 y 10	metros e/10 y 20	metros e/20 y 30
P.K. 2+640	0,00	0,00	0,50	8,00	0,00	0,00	0,00
P.K. 2+730	0,00	0,00	2,45	8,00	0,00	0,00	0,00
P.K. 2+800	2,20	2,00	2,80	8,00	0,00	0,00	0,00
P.K. 2+970 izq.	0,00	0,00	5,60	8,00	0,00	0,00	0,00
P.K. 2+970 der.	0,00	0,00	5,90	8,00	0,00	0,00	0,00
P.K. 5+120 izq.	5,20	5,20	19,30	0,00	4,80	9,30	0,00
P.K. 5+120 der.	4,50	4,50	18,50	0,00	5,50	8,50	0,00
P.K. 5+180 izq.	4,80	3,80	20,30	0,00	6,20	10,00	0,30
P.K. 5+180 der.	6,00	6,00	17,85	0,00	4,00	7,85	0,00
P.K. 5+200 eje	3,60	3,50	5,65	8,00	0,00	0,00	0,00
P.K. 5+220 izq.	4,40	4,00	6,75	8,00	0,00	0,00	0,00
	30,70			56,00	20,50	35,65	0,30

Total Emplazamientos	11 Unidades
Total metros sondeo de avance	30,70 m
Metros mínimo (8 m/ensayo)	56,00 m
Metros e/ 0,0 y 10,0 m	20,50 m
Metros e/ 10,0 y 20,0 m	35,65 m
Metros e/ 20,0 y 30,0 m	0,3 m

Tabla 3: Medición de los Ensayos CPT

CPTU	Sondeo Avance	Inicio Ensayo	Prof. final (m)	metros mínimo	metros e/0 y 10	metros e/10 y 20	metros e/20 y 30
P.K. 2+910	2,60	2,60	6,25	8,00	0,00	0,00	0,00
P.K. 3+005 eje	2,60	2,60	6,40	8,00	0,00	0,00	0,00
P.K. 5+120 eje	9,20	4,80	13,75	0,00	5,20	3,75	0,00
P.K. 5+180 eje	8,00	6,85	17,65	0,00	3,15	7,65	0,00
	22,40			16,00	8,35	11,40	0,00

Total Emplazamientos	4 Unidades
Total metros sondeo de avance	
Metros mínimo (8 m/ensayo)	22,40 m
Metros e/ 0,0 y 10,0 m	16,00 m
Metros e/ 10,0 y 20,0 m	11,40 m
Metros e/ 20,0 y 30,0 m	0 m

Tabla 4: Medición de los ensayos CPTU

CPTU	N.F. (m)	Profundidad (m)	Duración (seg)	u0 (kp/cm²)	uh (kp/cm²)	u50% (kp/cm²)	t50% (seg)
P.K. 2+910	2,50	4,67	5.595	-0,45	0,22	-0,12	910
		6,25	773	-0,30	0,38	0,04	106
P.K. 3+005 ej	2,30	4,55	647	0,76	0,23	0,49	115
		5,75	1.322	1,42	0,35	0,88	87
P.K. 5+120 ej	8,90	10,79	8.039	2,23	0,19	1,21	380
		13,59	454	2,34	0,47	1,40	331
P.K. 5+180 ej	7,60	8,77	924	0,30	0,12	0,21	169
		10,63	1.322	0,62	0,30	0,46	380
		12,55	1.322	0,97	0,50	0,73	542
		15,44	1.322	1,18	0,78	0,98	360
		17,35	1.894	1,27	0,98	1,12	292

Tabla 5: Medición de los ensayos de disipación

Quedamos a vuestra disposición para cualquier consulta o ampliación de lo expuesto.

En Castelló d'Empúries, 18 de noviembre de 1996

MARCELO J. DEVINCENZI FABETTI
Lic. Ciencias Geológicas
T. Ingeniería Geológica
Colegiado 1.096

ANEXO 1

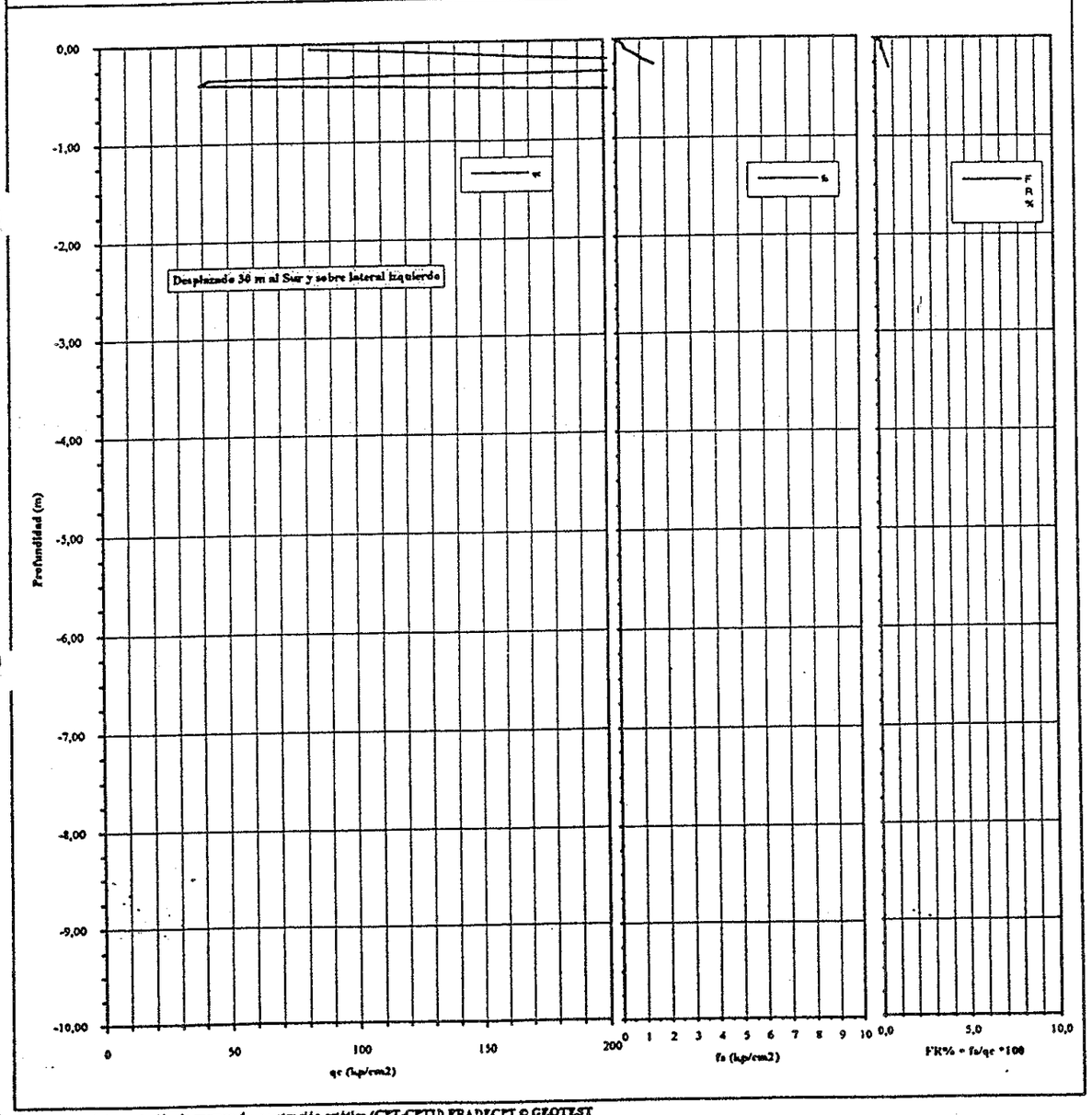
RESULTADOS DE LOS ENSAYOS CPTU

GE test

CPT N°: P.K. 2 + 640

Expediente: 39.09.96
Obra: A.V.E. CALATAYUD-RICLA - TRAMO IA
v/ Ref.: 0
Cliente: GEODECAN

Técnico: M.Devincenzi - M. Pérez
Cono: 36 mm
Dens. estimada media: 2 t/m³



Programa de interpretación de ensayos de penetración estática (CPT-CPTU) FRADECPT © GEOTEST

GE test

CPT N°: P.K. 2 + 640

Expediente: 39.09.96
Obra: A.V.E. CALATAYUD-RICLA - TRAMO IA
v/ Ref.: 0
Cliente: GEODECAN

Técnico: M.Devincenzi - M. Pérez
Cono: 36 mm
Dens. estimada media: 2 t/m³

Prof. m	qc kp/cm²	fs]	FR%	Sig V' kp/cm²		Tipo de Suelo (FR% - qc)	N spt	D.R. %	St Ns 6	Su (qc) Nk 15	Su/ Sigv	OCR Su(qc)
0,00												
-0,05	82,45	0,29	0,3	0,01	9	Arena	0	127	No def.	No def.		No def.
-0,10	126,95	0,35	0,3	0,02	9	Arena	25	130	No def.	No def.		No def.
-0,15	166,20	0,78	0,5	0,03	9	Arena	33	132	No def.	No def.		No def.
-0,20	212,66	1,12	0,5	0,04	9	Arena	43	135	No def.	No def.		No def.
-0,25	228,36	1,56	0,7	0,05	9	Arena	46	134	No def.	No def.		No def.
-0,30	230,32	1,75	0,8	0,06	9	Arena	46	131	No def.	No def.		No def.
-0,35	43,12	1,21	2,8	0,07	6	Limo arcilloso a limo arenoso	17	No def.	2,14	2,87	41,00	>10
-0,40	38,98	1,62	4,2	0,08	5	Arcilla limosa a limo arcilloso	19	No def.	1,44	2,59	32,42	>10
-0,45	129,23	1,75	1,4	0,09	8	Arena a arena limosa	32	109	No def.	No def.		No def.
-0,50	235,01	2,45	1,0	0,10	9	Arena	47	124	No def.	No def.		No def.
-0,55												
-0,60												
-0,65												
-0,70												
-0,75												
-0,80												
-0,85												
-0,90												
-0,95												
-1,00												
-1,05												
-1,10												
-1,15												
-1,20												
-1,25												
-1,30												
-1,35												
-1,40												
-1,45												
-1,50												
-1,55												
-1,60												
-1,65												
-1,70												
-1,75												
-1,80												
-1,85												
-1,90												
-1,95												
-2,00												
-2,05												
-2,10												
-2,15												
-2,20												
-2,25												
-2,30												
-2,35												
-2,40												
-2,45												

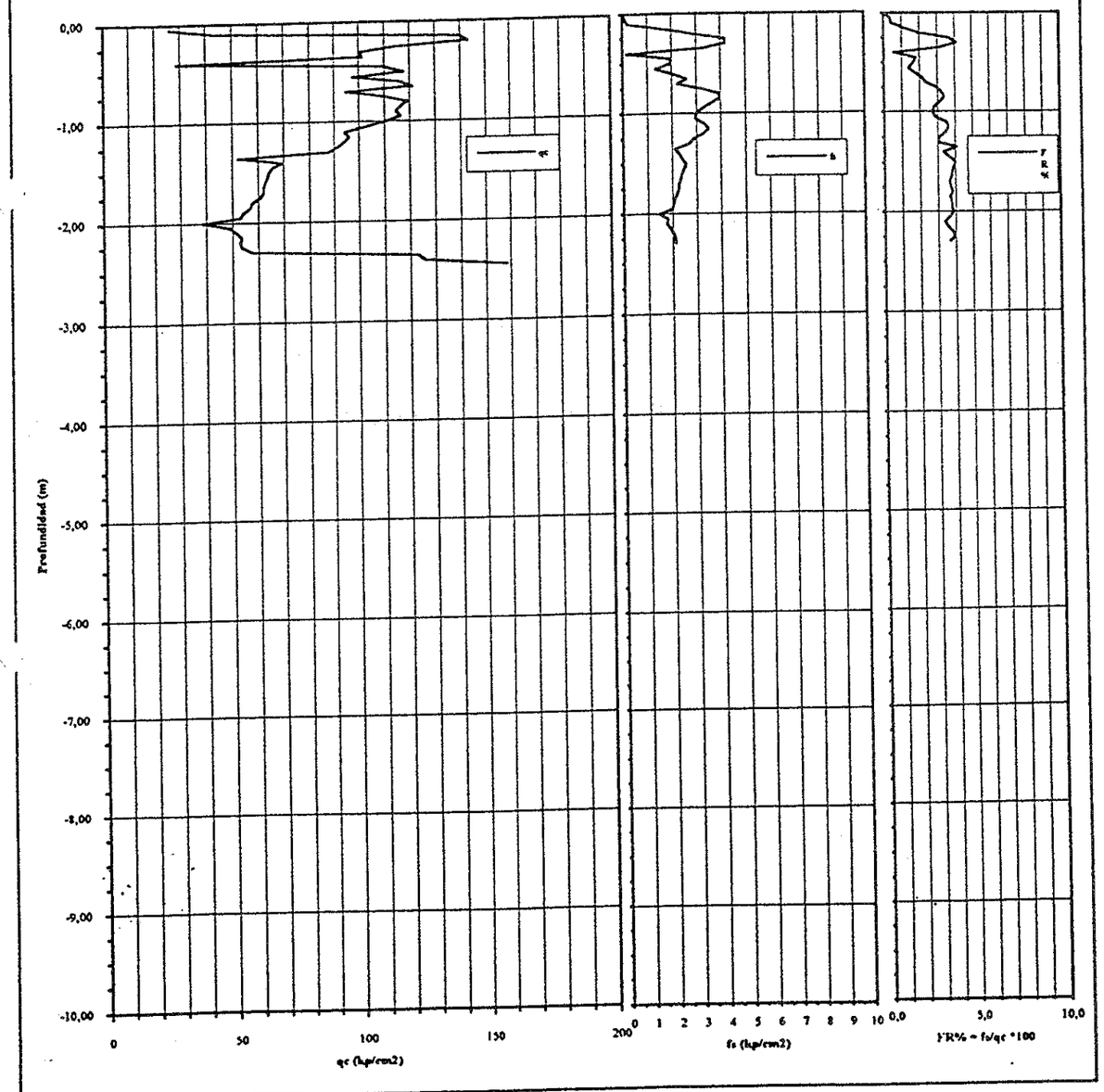
Programa de interpretación de ensayos de penetración estática (CPT-CPTU) FRADECPT © GEOTEST

GE test

CPT N°: P. K. 2 + 730

Expediente: 39.09.96
Obra: A.V.E. CALATAYUD-RICLA - TRAMO IA
v/ Ref.: 0
Cliente: GEODECAN

Técnico: M.Devincenzi - M. Pérez
Cono: 36 mm
Dens. estimada media: 2 t/m³



GE test

CPT N°: P. K. 2 + 730

Expediente: 39.09.96
Obra: A.V.E. CALATAYUD-RICLA - TRAMO IA
v/ Ref.: 0
Cliente: GEODECAN

Técnico: M.Devincenzi - M. Pérez
Cono: 36 mm
Dens. estimada media 2 t/m³

Prof. m	qc kp/cm²	fs]	FR%	Sig V' kp/cm²	Tipo de Suelo (FR% - qc)	N spt	D.R. %	St Ns 6	Su (qc) Nk 15	Su/ Sigv	OCR Su(qc)
0,00						0	95	No def.	No def.		No def.
-0,05	26,17	0,11	0,4	0,01	7 Limo arenoso a arena limosa	11	99	No def.	No def.		No def.
-0,10	43,19	0,19	0,4	0,02	8 Arena a arena limosa	35	127	No def.	No def.		No def.
-0,15	140,02	1,57	1,1	0,03	8 Arena a arena limosa	48	123	No def.	No def.		No def.
-0,20	143,30	2,84	2,0	0,04	7 Limo arenoso a arena limosa	46	No def.	1,64	7,59	151,74	>10
-0,25	113,85	4,17	3,7	0,05	6 Limo arcilloso a limo arenoso	50	No def.	No def.	No def.		No def.
-0,30	100,77	4,16	4,1	0,06	12 Arena sobreconsolidada o cementada	41	No def.	1,89	6,76	96,52	>10
-0,35	101,42	3,21	3,2	0,07	6 Limo arcilloso a limo arenoso	10	68	No def.	No def.		No def.
-0,40	28,79	0,16	0,6	0,08	7 Limo arenoso a arena limosa	37	104	No def.	No def.		No def.
-0,45	109,92	1,97	1,8	0,09	7 Limo arenoso a arena limosa	29	105	No def.	No def.		No def.
-0,50	117,78	1,94	1,6	0,10	8 Arena a arena limosa	24	98	No def.	No def.		No def.
-0,55	97,49	1,34	1,4	0,11	8 Arena a arena limosa	39	102	No def.	No def.		No def.
-0,60	116,46	2,03	1,7	0,12	7 Limo arenoso a arena limosa	40	102	No def.	No def.		No def.
-0,65	121,05	2,62	2,2	0,13	7 Limo arenoso a arena limosa	32	94	No def.	No def.		No def.
-0,70	94,88	2,23	2,3	0,14	7 Limo arenoso a arena limosa	44	No def.	2,03	7,28	48,50	>10
-0,75	109,28	3,23	3,0	0,15	6 Limo arcilloso a limo arenoso	48	No def.	1,82	7,93	49,55	>10
-0,80	119,09	3,92	3,3	0,16	6 Limo arcilloso a limo arenoso	47	No def.	1,77	7,75	45,60	>10
-0,85	116,46	3,95	3,4	0,17	6 Limo arcilloso a limo arenoso	46	No def.	1,91	7,62	42,34	>10
-0,90	114,51	3,61	3,1	0,18	6 Limo arcilloso a limo arenoso	39	95	No def.	No def.		No def.
-0,95	116,46	3,23	2,8	0,19	7 Limo arenoso a arena limosa	37	93	No def.	No def.		No def.
-1,00	110,58	3,01	2,7	0,20	7 Limo arenoso a arena limosa	41	No def.	2,10	6,84	32,55	>10
-1,05	102,74	2,93	2,9	0,21	6 Limo arcilloso a limo arenoso	38	No def.	1,71	6,27	28,49	>10
-1,10	94,23	3,30	3,5	0,22	6 Limo arcilloso a limo arenoso	38	No def.	1,66	6,40	27,81	>10
-1,15	96,18	3,48	3,6	0,23	6 Limo arcilloso a limo arenoso	38	No def.	1,74	6,27	26,11	>10
-1,20	94,23	3,25	3,5	0,24	6 Limo arcilloso a limo arenoso	37	No def.	1,92	6,09	24,36	>10
-1,25	91,61	2,87	3,1	0,25	6 Limo arcilloso a limo arenoso	35	No def.	1,96	5,83	22,41	>10
-1,30	87,67	2,68	3,1	0,26	6 Limo arcilloso a limo arenoso	26	No def.	[illegible]	3,47	12,86	>10
-1,35	52,35	2,13	4,1	0,27	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	28	No def.		4,60	16,45	>10
-1,40	69,35	2,30	3,3	0,28	6 Limo arcilloso a limo arenoso	33	No def.		4,34	14,97	>10
-1,45	65,43	2,42	3,7	0,29	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	32	No d[illegible]		4,26	14,18	>10
-1,50	64,13	2,57	4,0	0,30	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	32	No		4,21	13,58	>10
-1,55	63,46	2,46	3,9	0,31	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	31	No		4,17	13,02	>10
-1,60	62,81	2,37	3,8	0,32	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	31	No		4,12	12,49	>10
-1,65	62,16	2,34	3,8	0,33	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	31	N[illegible]	[illegible]6,5	4,12	12,12	>10
-1,70	62,16	2,26	3,6	0,34	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	30		1,62	4,03	11,52	>10
-1,75	60,85	2,26	3,7	0,35	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	29		1,58	3,81	10,60	>10
-1,80	57,57	2,19	3,8	0,36	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	28	[illegible]def.	1,63	3,77	10,19	>10
-1,85	56,92	2,09	3,7	0,37	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	27	No def.	1,59	3,59	9,46	>10
-1,90	54,30	2,05	3,8	0,38	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	26	No def.	1,60	3,51	8,99	>10
-1,95	53,00	1,99	3,8	0,39	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	19	No def.	1,56	2,55	6,37	>10
-2,00	38,60	1,49	3,8	0,40	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	25	No def.	1,64	3,24	7,91	>10
-2,05	49,08	1,80	3,7	0,41	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	26	No def.	1,78	3,42	8,14	>10
-2,10	51,69	1,75	3,4	0,42	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	27	No def.	1,69	3,55	8,25	>10
-2,15	53,65	1,91	3,6	0,43	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	26	No def.	1,56	3,50	7,96	>10
-2,20	53,00	2,03	3,8	0,44	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	27	No def.	1,52	3,55	7,88	>10
-2,25	53,65	2,12	3,9	0,45	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	29	No def.	1,65	3,81	8,28	>10
-2,30	57,58	2,10	3,6	0,46	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	41	84	No def.	No def.		No def.
-2,35	123,20	2,51	2,0	0,47	7 Limo arenoso a arena limosa	42	84	No def.	No def.		No def.
-2,40	125,81	2,43	1,9	0,48	7 Limo arenoso a arena limosa	53	90	No def.	No def.		No def.
-2,45	158,35	3,19	2,0	0,49	7 Limo arenoso a arena limosa						

GE test

ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA

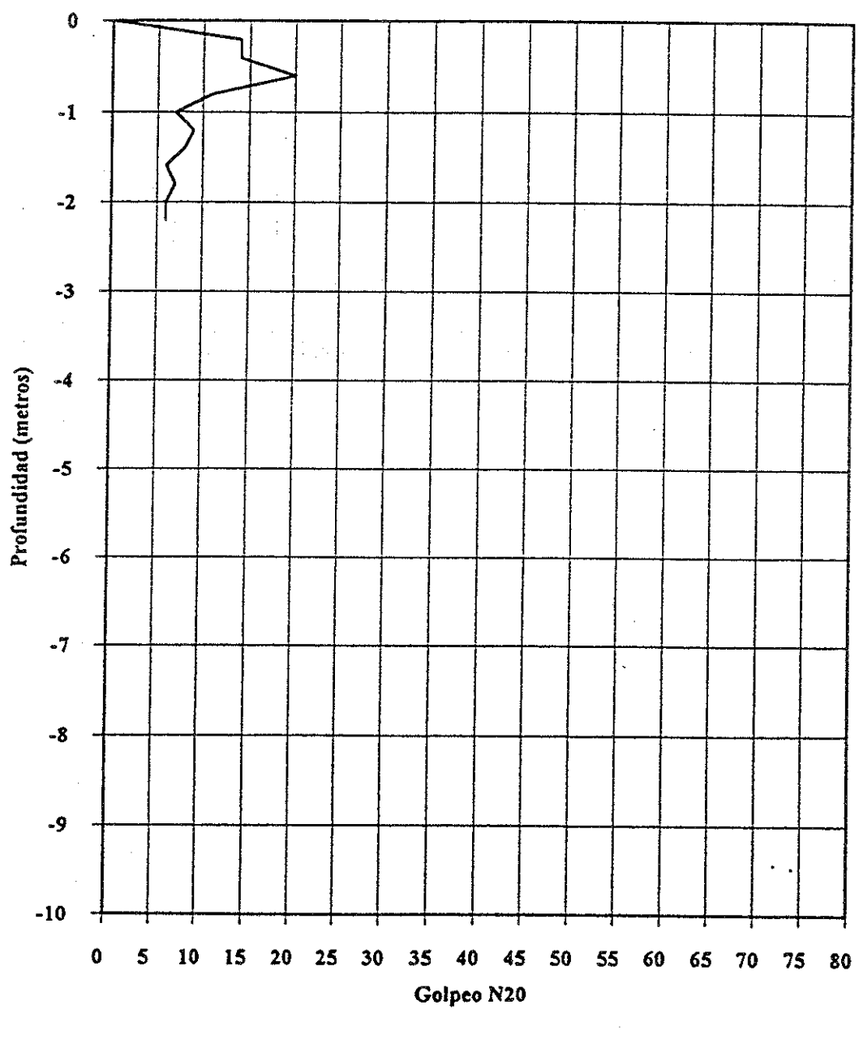
ISSMFE 1988

PENETRACION/AVANCE: P.K. 2+800
EXPEDIENTE: 39.09.96
OBRA: A.V.E. CALATAYUD-RICLA - TRAMO IA

Fecha del Ensayo: 08/11/96
Equipo: MENHIR 100 kN

Tipo de penetración: DPSH
Peso de la maza: 63,5 kg
Altura de caida de la maz: 76,2 cm

Prof.	N20
0,2	14
0,4	14
0,6	20
0,8	11
1,0	7
1,2	9
1,4	8
1,6	6
1,8	7
2,0	6
2,2	6
2,4	
2,6	
2,8	
3,0	
3,2	
3,4	
3,6	
3,8	
4,0	
4,2	
4,4	
4,6	
4,8	
5,0	
5,2	
5,4	
5,6	
5,8	
6,0	
6,2	
6,4	
6,6	
6,8	
7,0	
7,2	
7,4	
7,6	
7,8	
8,0	
8,2	
8,4	
8,6	
8,8	
9,0	
9,2	
9,4	
9,6	
9,8	
10,0	



V°B° Director Adjunto

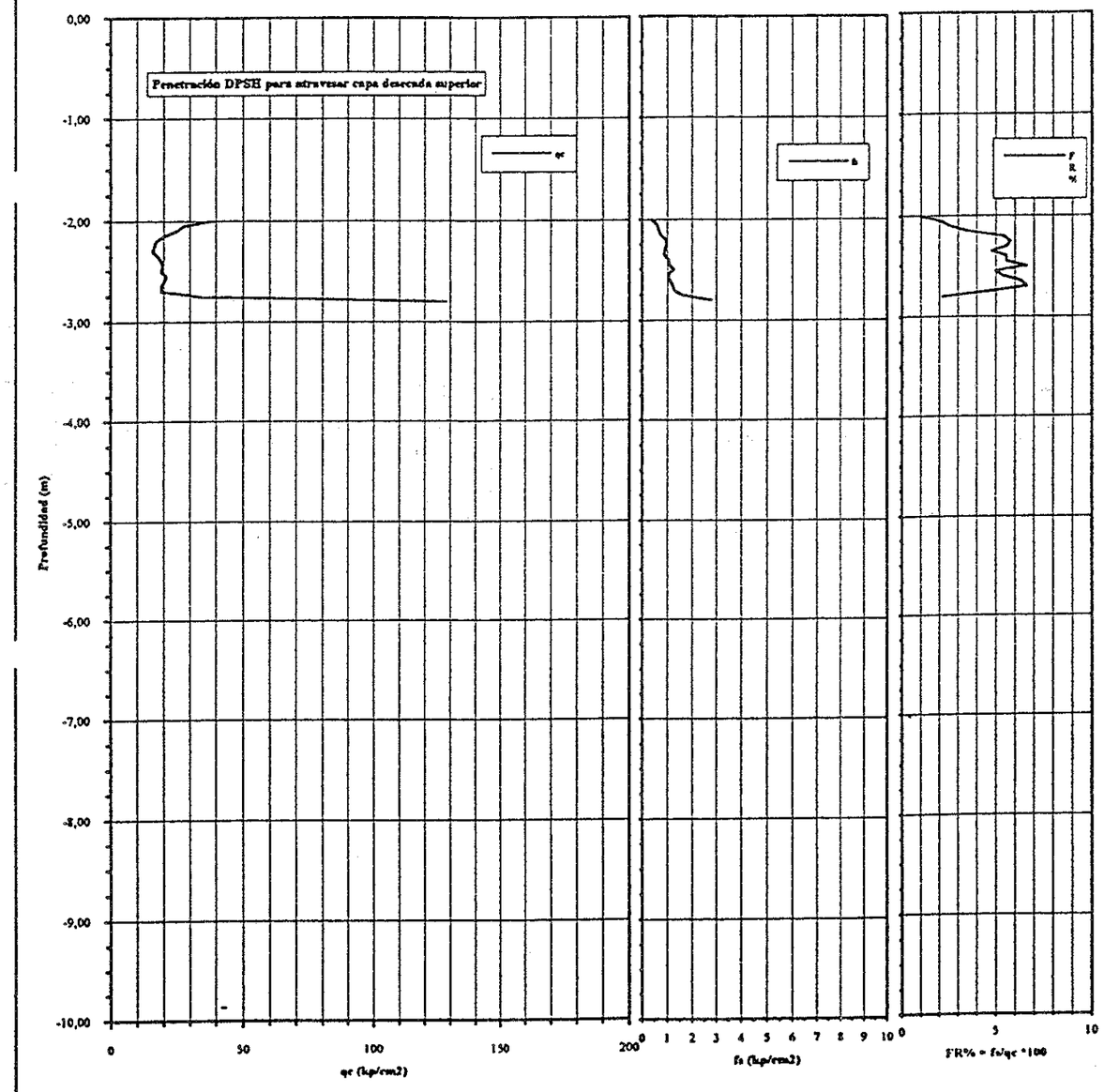
V°B° Director Laboratorio

GE test

CPT N°: P. K. 2 + 800

Expediente: 39.09.96
Obra: A.V.E. CALATAYUD-RICLA - TRAMO IA
s/ Ref.: 0
Cliente: GEODECAN

Técnico: M.Devincenzi - M. Pérez
Cono: 36 mm
Dens. estimada media: 2 t/m³



Programa de interpretación de ensayos de penetración estática (CPT-CPTU) PRADECPT © GEOTEST

GE test

CPT Nº: P. K. 2 + 800

Expediente: 39.09.96
Obra: A.V.E. CALATAYUD-RICLA - TRAMO 1A
v/ Ref.: 0
Cliente: GEODECAN

Técnico: M.Devincenzi - M. Pérez
Cono: 36 mm
Dens. estimada media 2 t/m³

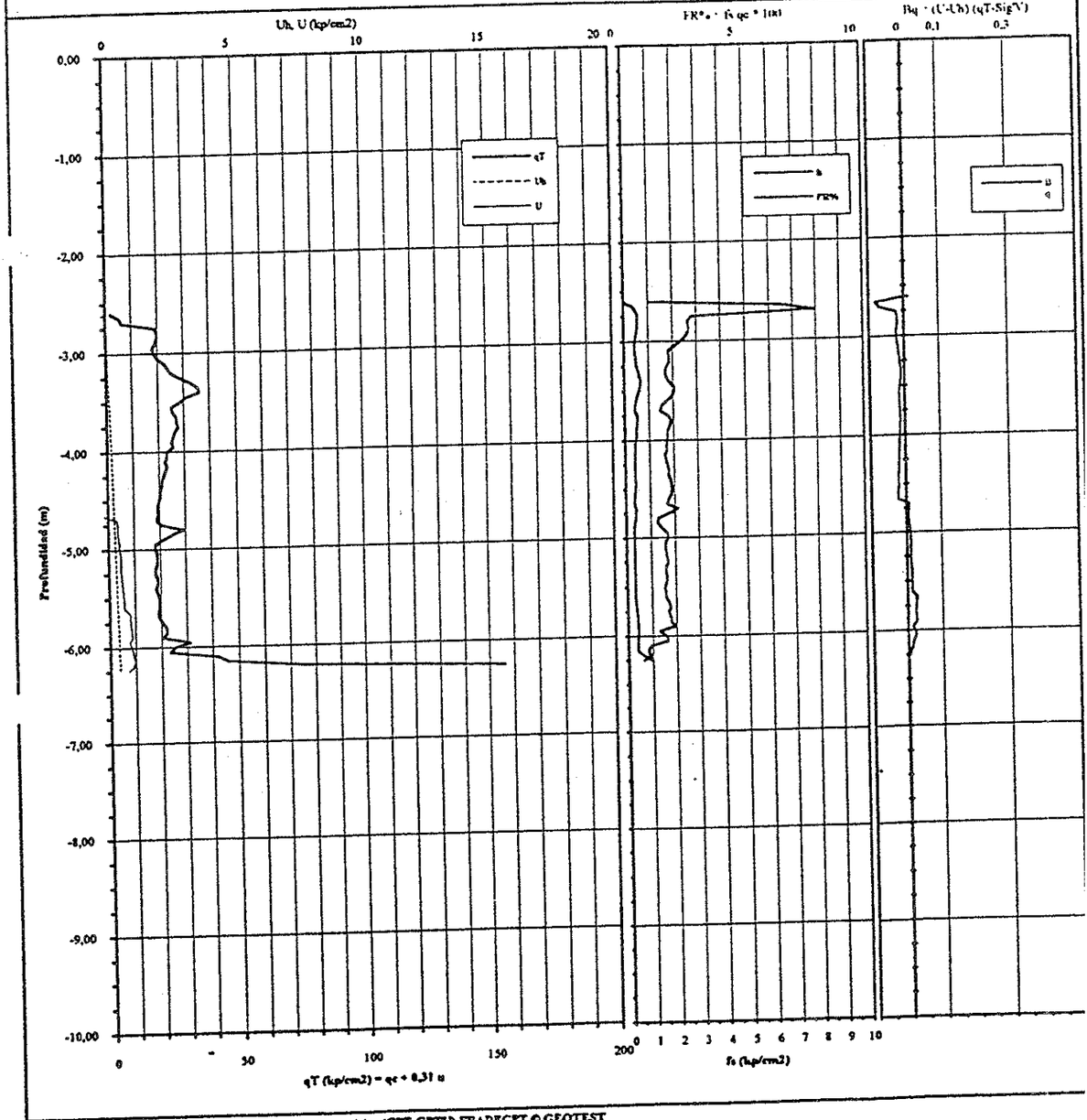
Prof. m	qc kp/cm²	fs kp/cm²	FR%	Sig V' kp/cm²	Tipo de Suelo (FR% - qc)	N spt	D.R. %	St Ns 6	Su (qc) Nk 15	Su/ Sigv	OCR Su(qc)
0,00											
-0,05											
-0,10											
-0,15											
-0,20											
-0,25											
-0,30											
-0,35											
-0,40											
-0,45											
-0,50											
-0,55											
-0,60											
-0,65											
-0,70											
-0,75											
-0,80											
-0,85											
-0,90											
-0,95											
-1,00											
-1,05											
-1,10											
-1,15											
-1,20											
-1,25											
-1,30											
-1,35											
-1,40											
-1,45											
-1,50											
-1,55											
-1,60											
-1,65											
-1,70											
-1,75											
-1,80											
-1,85											
-1,90											
-1,95											
-2,00	37,95	0,39	1,0	0,40	7 Limo arenoso a arena limosa	13	52	No def.	No def.		No def.
-2,05	27,48	0,58	2,1	0,41	6 Limo arcilloso a limo arenoso	11	No def.	2,84	1,80	4,40	>10
-2,10	24,86	0,65	2,6	0,42	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	12	No def.	2,31	1,63	3,88	>10
-2,15	20,28	0,72	3,5	0,43	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	10	No def.	1,69	1,32	3,08	>10
-2,20	17,01	0,93	5,4	0,44	3 Arcilla	17	No def.	1,10	1,10	2,51	>10
-2,25	16,35	0,95	5,8	0,45	3 Arcilla	16	No def.	1,04	1,06	2,36	>10
-2,30	15,70	0,88	5,6	0,46	3 Arcilla	16	No def.	1,07	1,02	2,21	>10
-2,35	17,67	0,85	4,8	0,47	3 Arcilla	18	No def.	1,25	1,15	2,44	>10
-2,40	18,97	1,06	5,6	0,48	3 Arcilla	19	No def.	1,07	1,23	2,57	>10
-2,45	19,63	1,09	5,6	0,49	3 Arcilla	20	No def.	1,08	1,28	2,60	>10

GE test

CPTU Nº: P. K. 2 + 910

Expediente: 39.09.96
Obra: A.V.E. CALATAYUD-RICLA - TRAMO 1A
v/ Ref.: 0
Cliente: GEODECAN

Técnico: M.Devincenzi - M. Pérez
Cono: 36 mm
Factor de cono 0,31
Dens. estimada media: 1,8 t/m³
Nivel Freático: 2,5 m



GE test

CPT Nº: P. K. 2 + 800

Expediente:	39.09.96	**Técnico:**	M.Devincenzi - M. Pérez
Obra:	A.V.E. CALATAYUD-RICLA - TRAMO IA	**Cono:**	36 mm
v/ Ref.:	0	**Dens. estimada media**	2 t/m³
Cliente:	GEODECAN		

Prof. m	qc kp/cm²	fs kp/cm²	FR%	Sig V' kp/cm²		Tipo de Suelo (FR% - qc)	N spt	D.R. %	St Ns 6	Su (qc) Nk 15	Su/ Sigv	OCR Su(qc)
-2,50	18,97	1,26	6,6	0,50	3	Arcilla	19	No def.	0,90	1,23	2,46	>10
-2,55	20,94	1,04	5,0	0,51	3	Arcilla	21	No def.	1,21	1,36	2,70	>10
-2,60	20,28	1,09	5,4	0,51	3	Arcilla	20	No def.	1,11	1,32	2,58	>10
-2,65	18,97	1,21	6,4	0,52	3	Arcilla	19	No def.	0,94	1,23	2,39	>10
-2,70	18,97	1,26	6,6	0,52	3	Arcilla	19	No def.	0,90	1,23	2,37	>10
-2,75	34,68	1,57	4,5	0,53	4	Arcilla a arcilla limosa	23	No def.	1,32	2,28	4,34	>10
-2,80	128,23	2,78	2,2	0,53	7	Limo arenoso a arena limosa	43	83	No def.	No def.		No def.
-2,85												
-2,90												
-2,95												
-3,00												
-3,05												
-3,10												
-3,15												
-3,20												
-3,25												
-3,30												
-3,35												
-3,40												
-3,45												
-3,50												
-3,55												
-3,60												
-3,65												
-3,70												
-3,75												
-3,80												
-3,85												
-3,90												
-3,95												
-4,00												
-4,05												
-4,10												
-4,15												
-4,20												
-4,25												
-4,30												
-4,35												
-4,40												
-4,45												
-4,50												
-4,55												
-4,60												
-4,65												
-4,70												
-4,75												
-4,80												
-4,85												
-4,90												
-4,95												

GE test

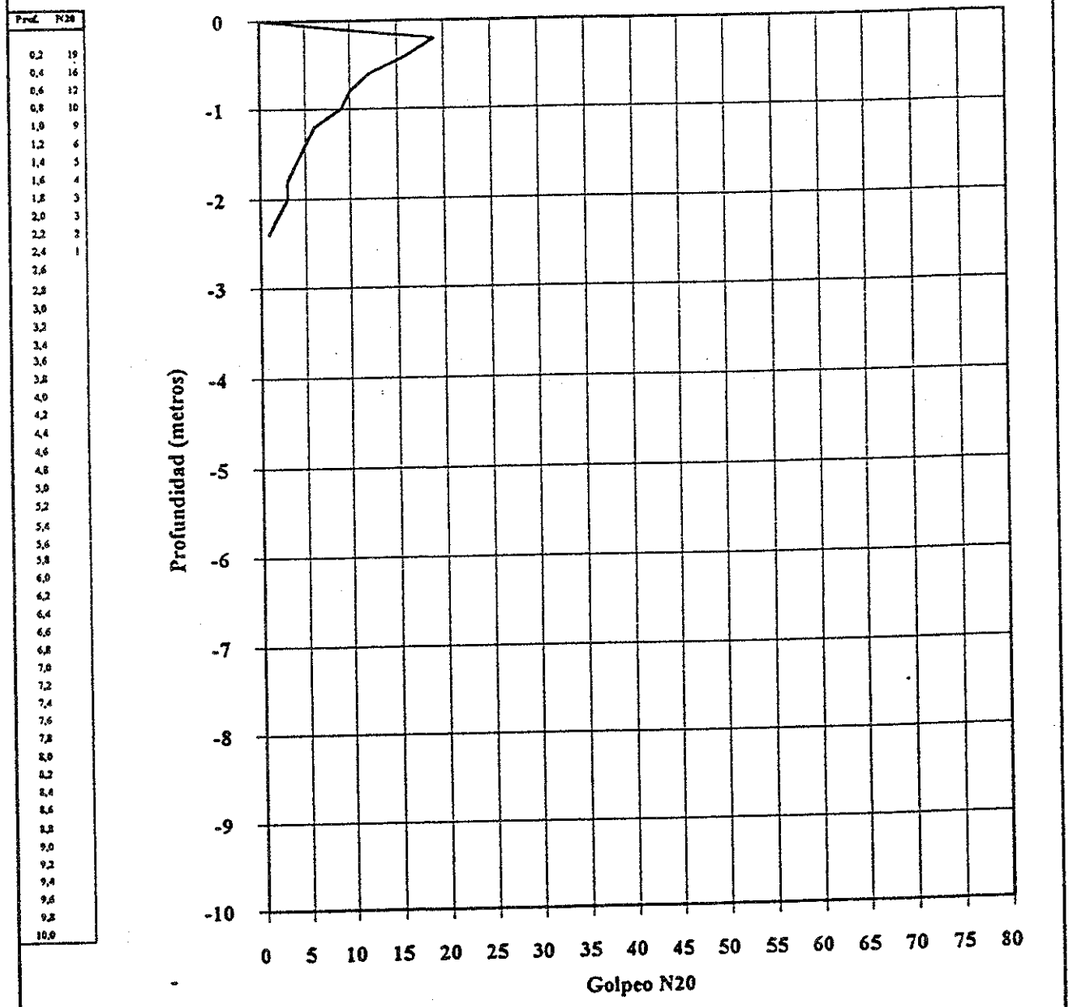
ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA

ISSMFE 1988

PENETRACION/AVANCI P.K. 2 + 910 EJE
EXPEDIENTE: 39.09.96
OBRA: A.V.E. CALATAYUD-RICLA - TRAMO IA

Fecha del Ensayo: 04/11/96
Equipo: MENHIR 100 kN

Tipo de penetración: DPSH
Peso de la maza: 63,5 kg
Altura de caída de la maz: 76,2 cm



V°B° Director Adjunto

or Laboratorio

GE test

CPTU Nº: P. K. 2 + 910

Expediente:	39.09.96
Obra:	A.V.E. CALATAYUD-RICLA - TRAMO IA
v/ Ref.:	0
Cliente:	GEODECAN

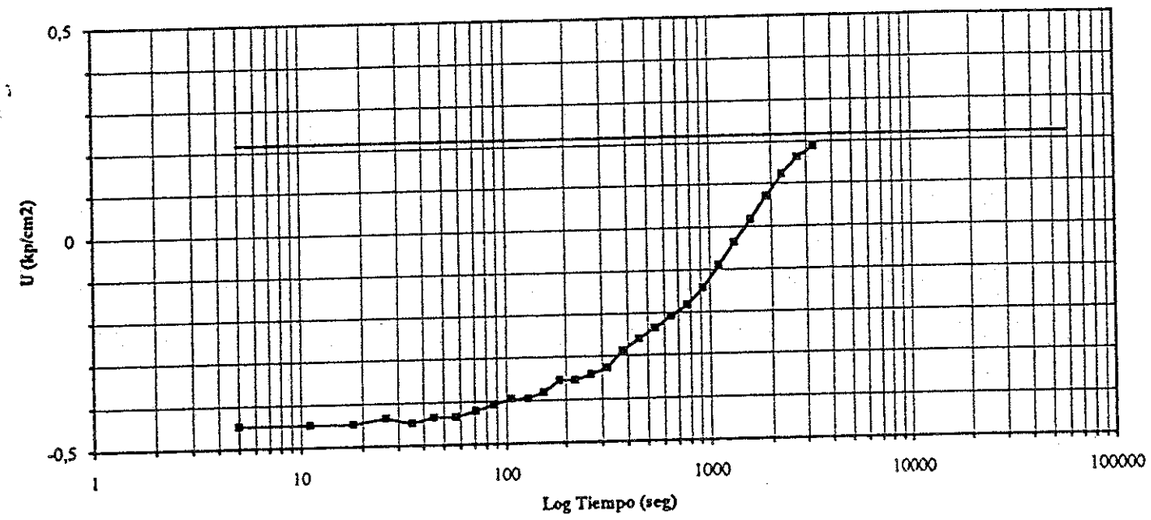
Técnico:	M.Devincenzi - M. Pérez
Cono:	36 mm
Factor de cono	0,31
Dens. estimada media:	1,8 t/m³
Nivel Freático:	2,5 m

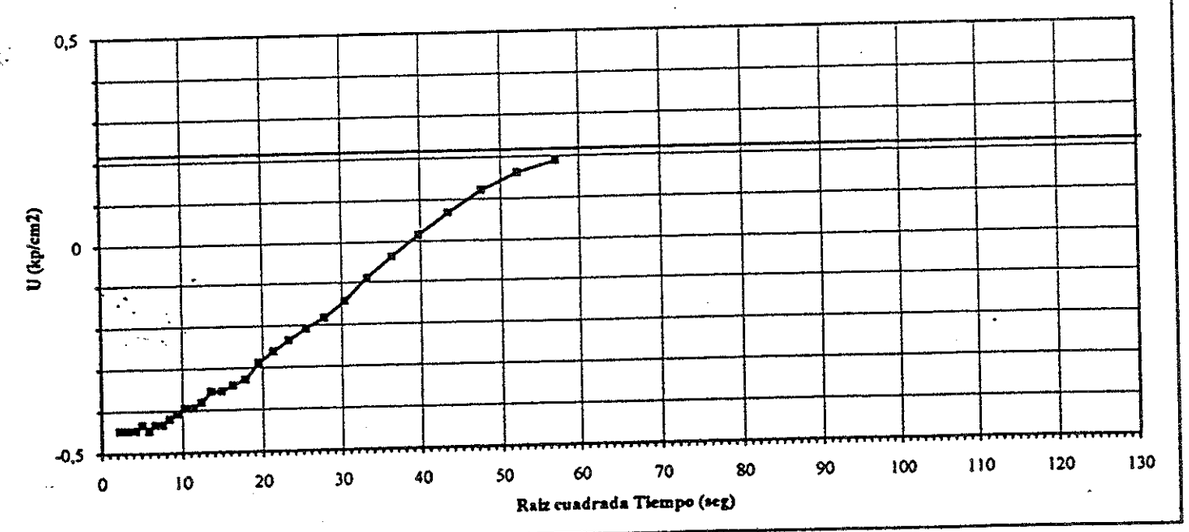
ENSAYO DE DISIPACION

U0 (kp/cm²) =	-0,45
Uh (kp/cm²) =	0,22

Prof. (m) = 4,67

U 50% (kp/cm²) =	-0,12
T 50% (seg) =	910





GE test

CPTU Nº: P. K. 2 + 910

Expediente:	39.09.96
Obra:	A.V.E. CALATAYUD-RICLA - TRAMO IA
v/ Ref.:	0
Cliente:	GEODECAN

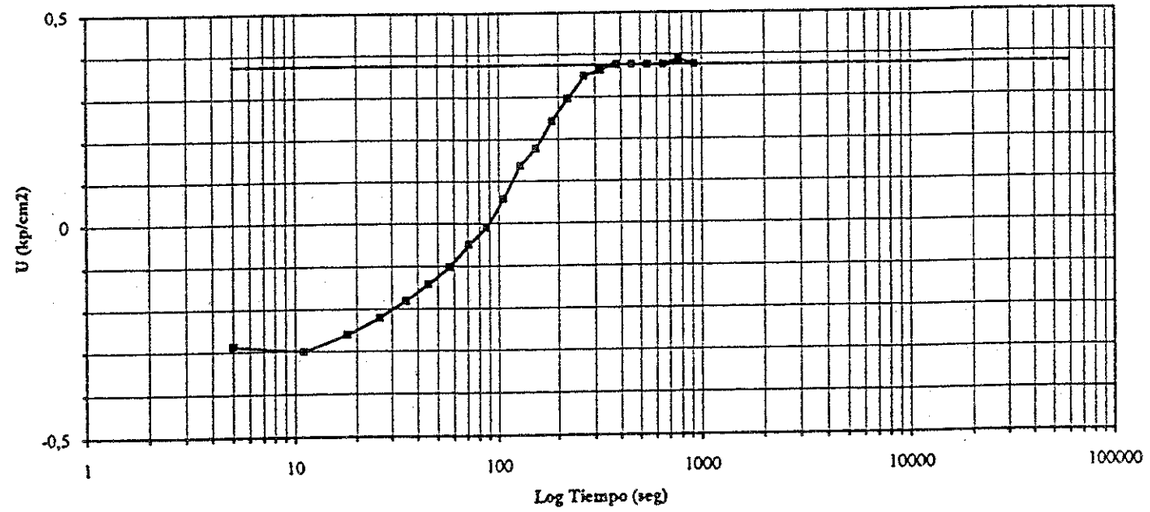
Técnico:	M.Devincenzi - M. Pérez
Cono:	36 mm
Factor de cono	0,31
Dens. estimada media:	1,80 t/m³
Nivel Freático:	2,50 m

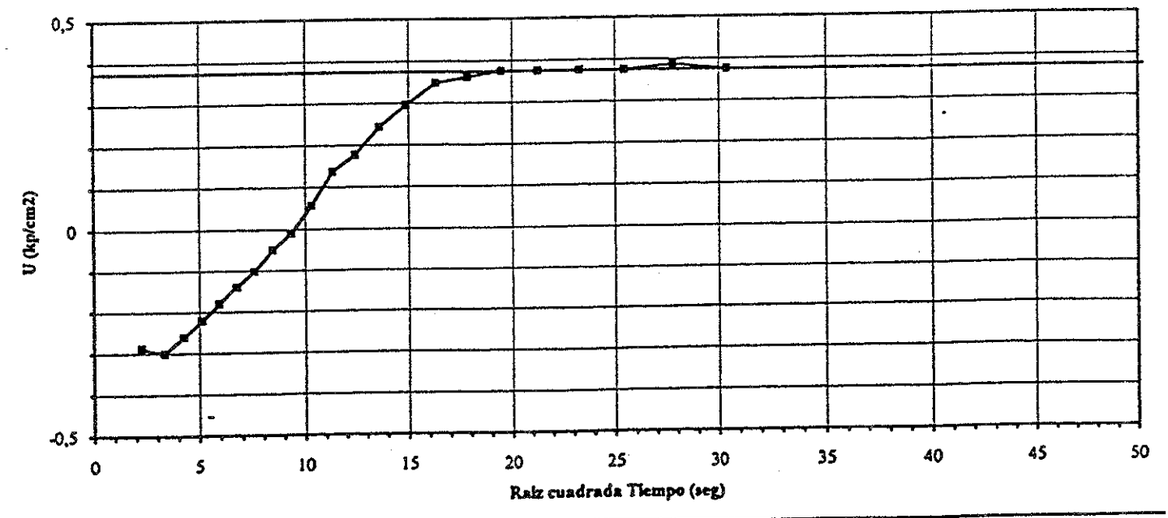
ENSAYO DE DISIPACION

U0 (kp/cm²) =	-0,30
Uh (kp/cm²) =	0,38

Prof. (m) = 6,25

U 50% (kp/cm²) =	0,04
T 50% (seg) =	106





GE test

CPTU Nº: P. K. 2 + 910

Técnico: M.Devincenzi - M. Pérez
Cono: 36 mm
Factor de cono 0,31
Dens. estimada media: 1,8 t/m³
Nivel Freático: 2,5 m

Expediente: 39.09.96
Obra: A.V.E. CALATAYUD-RICLA - TRAMO IA
v/ Ref.: 0
Cliente: GEODECAN

Prof. m	qT [	qc kp/cm²	fs]	u bar	Bq	FR%	Sig V' kp/cm²	Tipo de Suelo (FR% - qc)	N spt	D.R. %	St Ns 6	Su (qc) Nk 15	Su (qT-u) Nke 9	Su/ Sigv	OCR Su(qc)
-2,50															
-2,55															
-2,60	1,98	1,97	0,02	0,03	(0,2)	1,0	0,51	1 Sensitivo grano fino	1	No def.	5,80	0,10	0,22	0,19	1,1
-2,65	5,41	5,53	0,36	(0,40)	(0,1)	6,5	0,52	3 Arcilla	5	No def.	0,92	0,33	0,64	0,65	5,0
-2,70	6,19	6,31	0,50	(0,40)	(0,1)	7,9	0,52	3 Arcilla	6	No def.	0,76	0,39	0,73	0,74	6,2
-2,75	19,13	19,26	0,54	(0,41)	0,0	2,8	0,53	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	10	No def.	2,14	1,25	2,17	2,38	>10
-2,80	19,81	19,91	0,52	(0,34)	0,0	2,6	0,53	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	10	No def.	2,30	1,29	2,24	2,44	>10
-2,85	19,81	19,91	0,53	(0,34)	0,0	2,7	0,54	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	10	No def.	2,24	1,29	2,24	2,41	>10
-2,90	19,15	19,25	0,51	(0,33)	0,0	2,7	0,54	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	10	No def.	2,25	1,25	2,16	2,31	>10
-2,95	17,84	17,95	0,45	(0,34)	0,0	2,5	0,55	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	9	No def.	2,37	1,16	2,02	2,13	>10
-3,00	18,50	18,60	0,43	(0,33)	0,0	2,3	0,55	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	9	No def.	2,58	1,20	2,09	2,19	>10
-3,05	19,81	19,91	0,41	(0,33)	0,0	2,1	0,56	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	2,90	1,29	2,24	2,33	>10
-3,10	22,43	22,53	0,41	(0,33)	0,0	1,8	0,56	6 Limo arcilloso a limo arenoso	9	No def.	3,33	1,46	2,53	2,62	>10
-3,15	23,74	23,84	0,44	(0,32)	0,0	1,8	0,57	6 Limo arcilloso a limo arenoso	9	No def.	3,25	1,55	2,67	2,75	>10
-3,20	25,04	25,14	0,47	(0,32)	0,0	1,9	0,57	6 Limo arcilloso a limo arenoso	10	No def.	3,23	1,64	2,82	2,87	>10
-3,25	28,31	28,41	0,50	(0,32)	0,0	1,8	0,58	6 Limo arcilloso a limo arenoso	11	No def.	3,41	1,86	3,18	3,23	>10
-3,30	32,90	33,00	0,55	(0,32)	0,0	1,7	0,58	6 Limo arcilloso a limo arenoso	13	No def.	3,58	2,16	3,69	3,73	>10
-3,35	35,52	35,62	0,61	(0,30)	0,0	1,7	0,59	6 Limo arcilloso a limo arenoso	14	No def.	3,48	2,34	3,98	3,99	>10
-3,40	36,17	36,27	0,66	(0,30)	0,0	1,8	0,59	6 Limo arcilloso a limo arenoso	14	No def.	3,30	2,38	4,05	4,03	>10
-3,45	30,94	31,03	0,63	(0,30)	0,0	2,0	0,60	6 Limo arcilloso a limo arenoso	12	No def.	2,94	2,03	3,47	3,41	>10
-3,50	28,32	28,41	0,58	(0,29)	0,0	2,0	0,60	6 Limo arcilloso a limo arenoso	11	No def.	2,94	1,85	3,18	3,09	>10
-3,55	25,05	25,14	0,49	(0,30)	0,0	2,0	0,61	6 Limo arcilloso a limo arenoso	10	No def.	3,06	1,64	2,82	2,70	>10
-3,60	25,71	25,80	0,45	(0,29)	0,0	1,7	0,61	6 Limo arcilloso a limo arenoso	10	No def.	3,47	1,68	2,89	2,75	>10
-3,65	27,02	27,11	0,41	(0,29)	0,0	1,5	0,62	6 Limo arcilloso a limo arenoso	11	No def.	4,00	1,77	3,03	2,87	>10
-3,70	27,02	27,11	0,39	(0,29)	0,0	1,5	0,62	6 Limo arcilloso a limo arenoso	11	No def.	4,14	1,77	3,03	2,85	>10
-3,75	27,68	27,76	0,50	(0,25)	0,0	1,8	0,62	6 Limo arcilloso a limo arenoso	11	No def.	3,34	1,81	3,10	2,89	>10
-3,80	26,38	26,46	0,50	(0,24)	0,0	1,9	0,63	6 Limo arcilloso a limo arenoso	11	No def.	3,18	1,72	2,96	2,73	>10
-3,85	25,73	25,80	0,48	(0,24)	0,0	1,9	0,63	6 Limo arcilloso a limo arenoso	10	No def.	3,23	1,68	2,89	2,64	>10
-3,90	25,08	25,15	0,44	(0,24)	0,0	1,8	0,64	6 Limo arcilloso a limo arenoso	10	No def.	3,43	1,63	2,81	2,55	>10
-3,95	25,73	25,80	0,45	(0,24)	0,0	1,8	0,64	6 Limo arcilloso a limo arenoso	10	No def.	3,41	1,68	2,89	2,60	>10
-4,00	23,11	23,19	0,41	(0,24)	0,0	1,8	0,65	6 Limo arcilloso a limo arenoso	9	No def.	3,42	1,50	2,59	2,31	>10
-4,05	23,11	23,19	0,39	(0,24)	0,0	1,7	0,65	6 Limo arcilloso a limo arenoso	9	No def.	3,54	1,50	2,59	2,29	>10
-4,10	22,46	22,53	0,39	(0,24)	0,0	1,7	0,66	6 Limo arcilloso a limo arenoso	9	No def.	3,50	1,46	2,52	2,21	>10
-4,15	23,11	23,19	0,38	(0,24)	0,0	1,6	0,66	6 Limo arcilloso a limo arenoso	9	No def.	3,66	1,50	2,59	2,26	>10
-4,20	22,46	22,53	0,38	(0,24)	0,0	1,7	0,67	6 Limo arcilloso a limo arenoso	9	No def.	3,56	1,46	2,52	2,18	>10
-4,25	21,80	21,87	0,38	(0,24)	0,0	1,7	0,67	6 Limo arcilloso a limo arenoso	9	No def.	3,45	1,41	2,45	2,09	>10
-4,30	21,14	21,22	0,38	(0,24)	0,0	1,8	0,68	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	3,35	1,37	2,38	2,01	>10
-4,35	21,14	21,22	0,38	(0,24)	0,0	1,8	0,68	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	3,35	1,37	2,38	2,00	>10
-4,40	20,49	20,57	0,38	(0,24)	0,0	1,8	0,69	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	3,25	1,33	2,30	1,92	>10
-4,45	20,49	20,57	0,39	(0,24)	0,0	1,9	0,69	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	3,20	1,32	2,30	1,91	>10
-4,50	19,84	19,91	0,38	(0,23)	0,0	1,9	0,70	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	3,14	1,28	2,23	1,83	>10
-4,55	19,19	19,26	0,36	(0,23)	0,0	1,9	0,70	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	3,21	1,24	2,16	1,75	>10
-4,60	19,19	19,26	0,34	(0,23)	0,0	1,8	0,71	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	3,41	1,24	2,16	1,74	>10
-4,65	19,19	19,26	0,33	(0,24)	0,0	1,7	0,71	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	3,54	1,24	2,16	1,73	>10
-4,70	18,71	18,60	0,39	0,34	0,0	2,1	0,72	6 Limo arcilloso a limo arenoso	7	No def.	2,84	1,19	2,04	1,66	>10
-4,75	20,68	20,57	0,37	0,36	0,0	1,8	0,72	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	3,36	1,32	2,26	1,82	>10
-4,80	29,19	29,08	0,37	0,36	0,0	1,3	0,73	7 Limo arenoso a arena limosa	10	36	No def.	No def.	No def.		No def.
-4,85	25,26	25,14	0,32	0,37	0,0	1,3	0,73	6 Limo arcilloso a limo arenoso	10	No def.	4,71	1,63	2,77	2,21	>10
-4,90	21,34	21,22	0,31	0,38	0,0	1,4	0,74	6 Limo arcilloso a limo arenoso	9	No def.	4,15	1,37	2,33	1,84	>10
-4,95	18,07	17,95	0,31	0,41	0,0	1,7	0,74	6 Limo arcilloso a limo arenoso	7	No def.	3,51	1,15	1,96	1,54	>10

GE test

CPTU Nº: P. K. 2 + 910

Técnico: M.Devincenzi - M. Pérez
Cono: 36 mm
Factor de cono 0,31
Dens. estimada media: 1,8 t/m³
Nivel Freático: 2,5 m

Expediente: 39.09.96
Obra: A.V.E. CALATAYUD-RICLA - TRAMO IA
v/ Ref.: 0
Cliente: GEODECAN

Prof. m	qT [	qc kp/cm²	fs]	u bar	Bq	FR%	Sig V' kp/cm²	Tipo de Suelo (FR% - qc)	N spt	D.R. %	St Ns 6	Su (qc) Nk 15	Su (qT-u) Nke 9	Su/ Sigv	OCR Su(qc)
-5,00	18,08	17,95	0,31	0,42	0,0	1,7	0,75	6 Limo arcilloso a limo arenoso	7	No def.	3,51	1,15	1,96	1,53	>10
-5,05	18,74	18,60	0,30	0,45	0,0	1,6	0,75	6 Limo arcilloso a limo arenoso	7	No def.	3,73	1,19	2,03	1,58	>10
-5,10	18,74	18,60	0,30	0,46	0,0	1,6	0,76	6 Limo arcilloso a limo arenoso	7	No def.	3,73	1,19	2,03	1,56	>10
-5,15	18,74	18,60	0,31	0,46	0,0	1,6	0,76	6 Limo arcilloso a limo arenoso	7	No def.	3,64	1,19	2,03	1,55	>10
-5,20	18,09	17,95	0,30	0,45	0,0	1,7	0,77	6 Limo arcilloso a limo arenoso	7	No def.	3,59	1,15	1,96	1,49	>10
-5,25	18,09	17,95	0,31	0,46	0,0	1,7	0,77	6 Limo arcilloso a limo arenoso	7	No def.	3,51	1,14	1,96	1,48	>10
-5,30	18,75	18,60	0,30	0,48	0,0	1,6	0,78	6 Limo arcilloso a limo arenoso	7	No def.	3,73	1,19	2,03	1,52	>10
-5,35	18,76	18,60	0,30	0,50	0,0	1,6	0,78	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	3,73	1,19	2,03	1,51	>10
-5,40	18,11	17,95	0,30	0,52	0,0	1,7	0,79	6 Limo arcilloso a limo arenoso	7	No def.	3,59	1,14	1,95	1,45	>10
-5,45	18,76	18,60	0,31	0,53	0,0	1,6	0,79	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	3,64	1,19	2,03	1,49	>10
-5,50	19,43	19,26	0,30	0,54	0,0	1,6	0,80	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	3,86	1,23	2,10	1,54	>10
-5,55	19,43	19,26	0,31	0,56	0,0	1,6	0,80	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	3,77	1,23	2,10	1,53	>10
-5,60	19,43	19,26	0,31	0,56	0,0	1,6	0,81	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	3,77	1,23	2,10	1,52	>10
-5,65	18,84	18,60	0,32	0,78	0,0	1,7	0,81	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	3,49	1,19	2,01	1,45	>10
-5,70	19,49	19,25	0,35	0,78	0,0	1,8	0,82	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	3,33	1,23	2,08	1,50	>10
-5,75	20,81	20,57	0,35	0,79	0,0	1,7	0,82	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	3,49	1,32	2,22	1,60	>10
-5,80	22,13	21,87	0,39	0,82	0,0	1,8	0,83	6 Limo arcilloso a limo arenoso	9	No def.	3,34	1,40	2,37	1,69	>10
-5,85	22,13	21,87	0,39	0,83	0,0	1,8	0,83	6 Limo arcilloso a limo arenoso	9	No def.	3,34	1,40	2,37	1,68	>10
-5,90	20,83	20,57	0,41	0,85	0,0	2,0	0,84	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	3,04	1,32	2,22	1,57	>10
-5,95	31,27	31,03	0,41	0,76	0,0	1,3	0,84	7 Limo arenoso a arena limosa	10	36	No def.	No def.	No def.		No def.
-6,00	25,40	25,14	0,41	0,83	0,0	1,6	0,85	6 Limo arcilloso a limo arenoso	10	No def.	3,71	1,62	2,73	1,91	>10
-6,05	23,45	23,19	0,39	0,86	0,0	1,7	0,85	6 Limo arcilloso a limo arenoso	9	No def.	3,60	1,49	2,51	1,74	>10
-6,10	42,16	41,87	0,39	0,93	0,0	0,9	0,86	7 Limo arenoso a arena limosa	14	44	No def.	No def.	No def.		No def.
-6,15	46,09	45,79	0,37	0,95	0,0	0,8	0,86	7 Limo arenoso a arena limosa	15	47	No def.	No def.	No def.		No def.
-6,20	74,22	73,94	0,68	0,90	0,0	0,9	0,87	8 Arena a arena limosa	19	60	No def.	No def.	No def.		No def.
-6,25	155,93	155,72	0,98	0,68	0,0	0,6	0,87	9 Arena	31	82	No def.	No def.	No def.		No def.
-6,30															
-6,35															
-6,40															
-6,45															
-6,50															
-6,55															
-6,60															
-6,65															
-6,70															
-6,75															
-6,80															
-6,85															
-6,90															
-6,95															
-7,00															
-7,05															
-7,10															
-7,15															
-7,20															
-7,25															
-7,30															
-7,35															
-7,40															
-7,45															

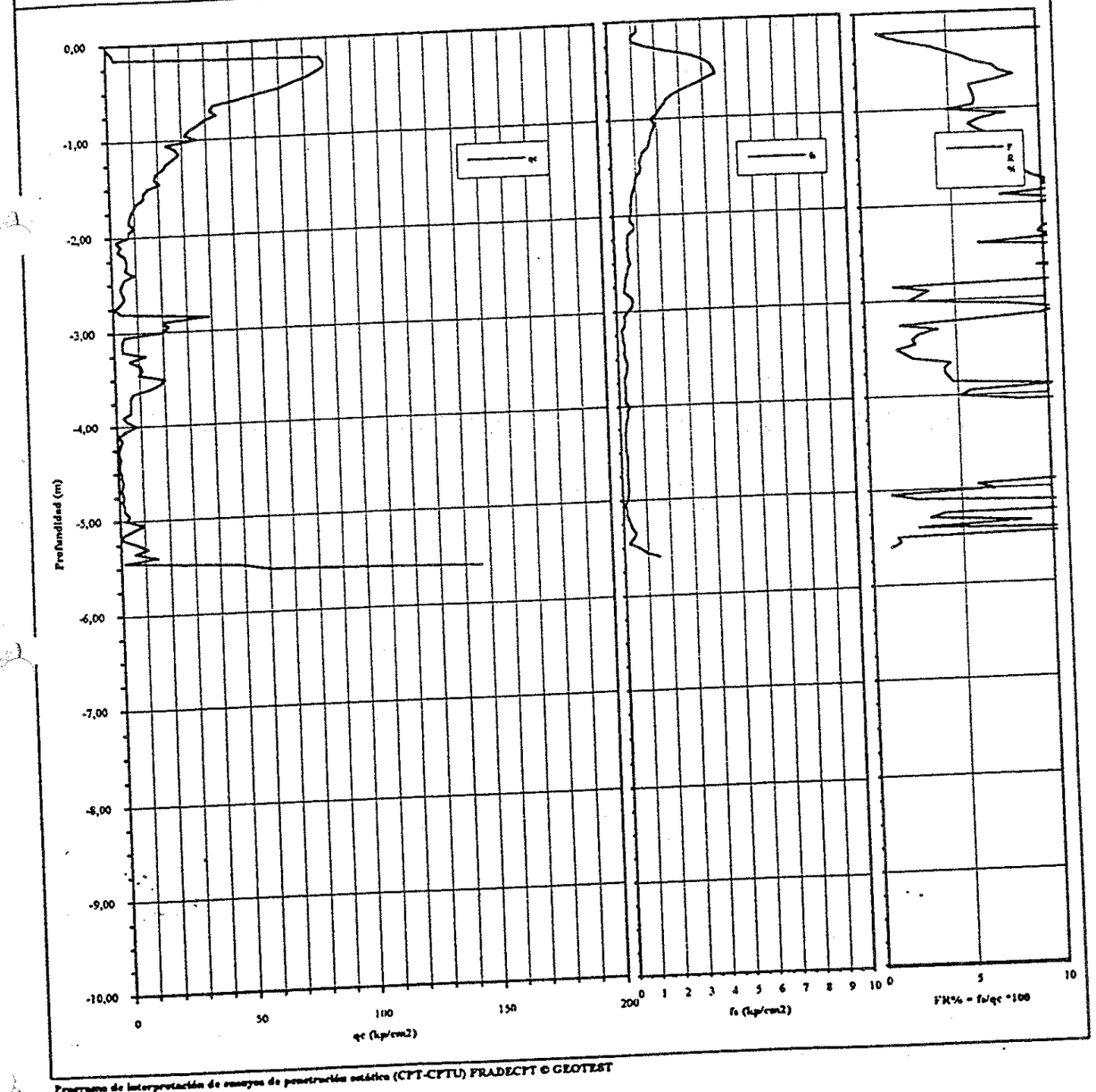
Programa de interpretación de ensayos de penetración estática (CPT-CPTU) FRADECPT © GLOTEST

GE test

CPT Nº: P. K. 2 + 970 izq.

Expediente: 39.09.96
Obra: A.V.E. CALATAYUD-RICLA - TRAMO IA
v/ Ref.: 0
Cliente: GEODECAN

Técnico: M.Devincenzi - M. Pérez
Cono: 36 mm
Dens. estimada media: 2 t/m³



Programa de interpretación de ensayos de penetración estática (CPT-CPTU) FRADECPT © GEOTEST

GE test

CPT Nº: P.K. 2+970 izq.

Expediente: 39.09.96
Obra: A.V.E. CALATAYUD-RICLA - TRAMO IA
v/ Ref.: 0
Cliente: GEODECAN

Técnico: M.Devincenzi - M. Pérez
Cono: 36 mm
Factor de cono 0,31
Dens. estimada media: 2 t/m³

Prof. m	qc kp/cm²	fs	FR%	Sig V' kp/cm²	Tipo de Suelo (FR% - qc)	N spt	D.R. %	St Ns 6	Su (qc) Nk 15	Su/ Sigv	OCR Su(qc)
0,00						??	??	??	??	??	??
-0,05	0,65	1,22	187,0	0,01	? ??	??	??	??	??	??	??
-0,10	2,62	1,25	47,9	0,02	? ??	??	??	??	??	??	??
-0,15	3,27	1,00	30,6	0,03	? ??	??	??	??	??	??	??
-0,20	87,04	1,02	1,2	0,04	8 Arena a arena limosa	22	109	No def.	No def.		No def.
-0,25	88,35	1,59	1,8	0,05	7 Limo arenoso a arena limosa	29	106	No def.	No def.		No def.
-0,30	88,35	2,49	2,8	0,06	6 Limo arcilloso a limo arenoso	35	No def.	2,13	5,89	98,10	>10
-0,35	85,08	3,47	4,1	0,07	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	43	No def.	1,47	5,67	80,96	>10
-0,40	81,14	4,01	4,9	0,08	12 Arena sobreconsolidada o cementada	41	No def.	No def.	No def.		No def.
-0,45	75,25	4,36	5,8	0,09	12 Arena sobreconsolidada o cementada	38	No def.	No def.	No def.		No def.
-0,50	70,02	4,48	6,4	0,10	12 Arena sobreconsolidada o cementada	35	No def.	No def.	No def.		No def.
-0,55	60,85	4,57	7,5	0,11	12 Arena sobreconsolidada o cementada	30	No def.	No def.	No def.		No def.
-0,60	53,01	4,13	7,8	0,12	3 Arcilla	53	No def.	0,77	3,53	29,38	>10
-0,65	43,19	3,72	8,6	0,13	3 Arcilla	43	No def.	0,70	2,87	22,08	>10
-0,70	41,88	3,17	7,6	0,14	3 Arcilla	42	No def.	0,79	2,78	19,88	>10
-0,75	44,50	2,74	6,2	0,15	3 Arcilla	44	No def.	0,97	2,96	19,71	>10
-0,80	39,26	2,47	6,3	0,16	3 Arcilla	39	No def.	0,95	2,61	16,29	>10
-0,85	36,64	2,34	6,4	0,17	3 Arcilla	37	No def.	0,94	2,43	14,30	>10
-0,90	33,37	2,15	6,4	0,18	3 Arcilla	33	No def.	0,93	2,21	12,29	>10
-0,95	31,41	2.00	6,4	0,19	3 Arcilla	31	No def.	0,94	2,08	10,95	>10
-1,00	35,99	1,76	4,9	0,20	4 Arcilla a arcilla limosa	24	No def.	1,23	2,39	11,93	>10
-1,05	23,55	1,91	8,1	0,21	3 Arcilla	24	No def.	0,74	1,56	7,41	>10
-1,10	27,48	1,85	6,7	0,22	3 Arcilla	27	No def.	0,89	1,82	8,26	>10
-1,15	28,79	1,75	6,1	0,23	3 Arcilla	29	No def.	0,99	1,90	8,28	>10
-1,20	26,17	1,69	6,5	0,24	3 Arcilla	26	No def.	0,93	1,73	7,20	>10
-1,25	23,55	1,65	7,0	0,25	3 Arcilla	24	No def.	0,85	1,55	6,21	>10
-1,30	22,24	1,58	7,1	0,26	3 Arcilla	22	No def.	0,85	1,47	5,64	>10
-1,35	18,97	1,32	7,0	0,27	3 Arcilla	19	No def.	0,86	1,25	4,62	>10
-1,40	18,32	1,28	7,0	0,28	3 Arcilla	18	No def.	0,86	1,20	4,30	>10
-1,45	20,93	1,19	5,7	0,29	3 Arcilla	21	No def.	1,05	1,38	4,74	>10
-1,50	15,70	1,27	8,1	0,30	3 Arcilla	16	No def.	0,74	1,03	3,42	>10
-1,55	13,74	1,19	8,6	0,31	3 Arcilla	14	No def.	0,69	0,90	2,89	>10
-1,60	13,74	1,00	7,3	0,32	3 Arcilla	14	No def.	0,82	0,89	2,80	>10
-1,65	11,12	0,99	8,9	0,33	3 Arcilla	11	No def.	0,67	0,72	2,18	>10
-1,70	9,81	0,93	9,4	0,34	3 Arcilla	10	No def.	0,64	0,63	1,86	>10
-1,75	8,50	0,87	10,3	0,35	3 Arcilla	8	No def.	0,58	0,54	1,55	>10
-1,80	7,85	0,79	10,1	0,36	3 Arcilla	8	No def.	0,59	0,50	1,39	>10
-1,85	7,19	0,80	11,1	0,37	2 Material orgánico	7	No def.	0,54	0,45	1,23	>10
-1,90	9,81	0,75	7,7	0,38	3 Arcilla	10	No def.	0,78	0,63	1,65	>10
-1,95	7,19	0,77	10,7	0,39	2 Material orgánico	7	No def.	0,56	0,45	1,16	>10
-2,00	7,19	0,73	10,1	0,40	3 Arcilla	7	No def.	0,59	0,45	1,13	>10
-2,05	1,96	0,67	34,4	0,41	? ??	??	??	??	??	??	??
-2,10	3,91	0,85	21,8	0,42	? ??	??	??	??	??	??	??
-2,15	2,61	0,83	31,7	0,43	? ??	??	??	??	??	??	??
-2,20	5,23	0,57	11,0	0,44	2 Material orgánico	5	No def.	0,55	0,32	0,73	5,9
-2,25	5,88	0,59	10,0	0,45	2 Material orgánico	6	No def.	0,60	0,36	0,80	7,0
-2,30	5,88	0,57	9,7	0,46	2 Material orgánico	6	No def.	0,62	0,36	0,79	6,7
-2,35	5,23	0,56	10,7	0,47	2 Material orgánico	5	No def.	0,56	0,32	0,67	5,3
-2,40	9,15	0,59	6,4	0,48	3 Arcilla	9	No def.	0,94	0,58	1,20	>10
-2,45	4,58	0,60	13,1	0,49	? ??	??	??	??	??	??	??

Programa de interpretación de ensayos de penetración estática (CPT-CPTU) FRADECPT © GEOTEST

GE test

CPT N°: P.K. 2+970 izq.

Expediente: 39.09.96
Obra: A.V.E. CALATAYUD-RICLA - TRAMO 1A
v/ Ref.: 0
Cliente: GEODECAN

Técnico: M.Devincenzi - M. Pérez
Cono: 36 mm
Factor de cono 0,31
Dens. estimada media: 2 t/m³

Prof. m	qc kp/cm²	fs kp/cm²	FR%	Sig V' kp/cm²	Tipo de Suelo (FR% - qc)	N spt	D.R. %	St Ns 6	Su (qc) Nk 15	Su/ Sigv	OCR Su(qc)
-2,50	3,91	0,66	16,8	0,50	? ??	??	??	??	??	??	??
-2,55	3,26	0,54	16,6	0,51	? ??	??	??	??	??	??	??
-2,60	3,91	0,53	13,6	0,51	? ??	??	??	??	??	??	??
-2,65	4,58	0,44	9,6	0,52	2 Material orgánico	5	No def.	0,62	0,27	0,53	3,6
-2,70	3,26	0,42	12,9	0,52	? ??	??	??	??	??	??	??
-2,75	0,64	0,39	60,2	0,53	? ??	??	??	??	??	??	??
-2,80	3,26	0,35	10,8	0,53	2 Material orgánico	3	No def.	0,55	0,18	0,34	2,0
-2,85	38,60	0,62	1,6	0,54	7 Limo arenoso a arena limosa	13	49	No def.	No def.		No def.
-2,90	20,28	0,72	3,5	0,54	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	10	No def.	1,69	1,32	2,44	>10
-2,95	22,23	0,67	3,0	0,55	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	11	No def.	2,00	1,45	2,65	>10
-3,00	20,28	0,49	2,4	0,55	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	10	No def.	2,47	1,32	2,39	>10
-3,05	3,94	0,33	8,3	0,56	2 Material orgánico	4	No def.	0,73	0,23	0,41	2,5
-3,10	3,28	0,35	10,7	0,56	2 Material orgánico	3	No def.	0,56	0,18	0,32	1,9
-3,15	3,28	0,32	9,8	0,57	2 Material orgánico	3	No def.	0,62	0,18	0,32	1,8
-3,20	3,26	0,19	5,9	0,57	3 Arcilla	3	No def.	1,01	0,18	0,31	1,8
-3,25	12,42	0,24	1,9	0,58	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	6	No def.	3,11	0,79	1,37	>10
-3,30	5,88	0,23	4,0	0,58	3 Arcilla	6	No def.	1,51	0,35	0,61	4,5
-3,35	10,45	0,30	2,9	0,59	4 Arcilla a arcilla limosa	7	No def.	2,09	0,66	1,12	>10
-3,40	11,11	0,29	2,6	0,59	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	6	No def.	2,33	0,70	1,19	>10
-3,45	9,80	0,27	2,7	0,60	4 Arcilla a arcilla limosa	7	No def.	2,21	0,61	1,03	>10
-3,50	20,27	0,34	1,7	0,60	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	3,58	1,31	2,19	>10
-3,55	18,31	0,39	2,1	0,61	6 Limo arcilloso a limo arenoso	7	No def.	2,79	1,18	1,95	>10
-3,60	13,73	0,35	2,6	0,61	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	7	No def.	2,34	0,87	1,43	>10
-3,65	7,18	0,33	4,6	0,62	3 Arcilla	7	No def.	1,29	0,44	0,71	5,8
-3,70	5,88	0,25	4,3	0,62	3 Arcilla	6	No def.	1,40	0,35	0,57	4,0
-3,75	5,88	0,25	4,3	0,62	3 Arcilla	6	No def.	1,40	0,35	0,56	4,0
-3,80	5,88	0,27	4,5	0,63	3 Arcilla	6	No def.	1,33	0,35	0,56	3,9
-3,85	5,88	0,28	4,8	0,63	3 Arcilla	6	No def.	1,26	0,35	0,55	3,9
-3,90	2,61	0,28	10,7	0,64	2 Material orgánico	3	No def.	0,56	0,13	0,21	1,2
-3,95	4,57	0,26	5,7	0,64	3 Arcilla	5	No def.	1,05	0,26	0,41	2,5
-4,00	8,49	0,44	5,2	0,65	3 Arcilla	8	No def.	1,16	0,52	0,80	7,0
-4,05	3,91	0,32	8,2	0,65	2 Material orgánico	4	No def.	0,73	0,22	0,33	1,9
-4,10	0,64	0,33	51,9	0,66	? ??	??	??	??	??	??	??
-4,15	1,95	0,29	14,7	0,66	? ??	??	??	??	??	??	??
-4,20	1,29	0,24	18,5	0,67	? ??	??	??	??	??	??	??
-4,25	0,64	0,22	34,4	0,67	? ??	??	??	??	??	??	??
-4,30	0,67	0,21	30,8	0,68	? ??	??	??	??	??	??	??
-4,35	1,32	0,20	15,1	0,68	? ??	??	??	??	??	??	??
-4,40	0,67	0,20	29,7	0,69	? ??	??	??	??	??	??	??
-4,45	0,67	0,20	29,7	0,69	? ??	??	??	??	??	??	??
-4,50	1,32	0,22	16,6	0,70	? ??	??	??	??	??	??	??
-4,55	1,32	0,25	18,6	0,70	? ??	??	??	??	??	??	??
-4,60	1,98	0,25	12,8	0,71	? ??	??	??	??	??	??	??
-4,65	1,32	0,25	18,6	0,71	? ??	??	??	??	??	??	??
-4,70	1,32	0,24	18,1	0,72	? ??	??	??	??	??	??	??
-4,75	1,98	0,24	12,1	0,72	? ??	??	??	??	??	??	??
-4,80	1,32	0,25	19,1	0,73	? ??	??	??	??	??	??	??
-4,85	1,98	0,25	12,8	0,73	? ??	??	??	??	??	??	??
-4,90	1,98	0,25	12,8	0,74	? ??	??	??	??	??	??	??
-4,95	3,94	0,23	5,9	0,74	3 Arcilla	4	No def.	1,01	0,21	0,29	1,6

GE test

CPT N°: P.K. 2+970 izq.

Expediente: 39.09.96
Obra: A.V.E. CALATAYUD-RICLA - TRAMO 1A
v/ Ref.: 0
Cliente: GEODECAN

Técnico: M.Devincenzi - M. Pérez
Cono: 36 mm
Factor de cono 0,31
Dens. estimada media: 2 t/m³

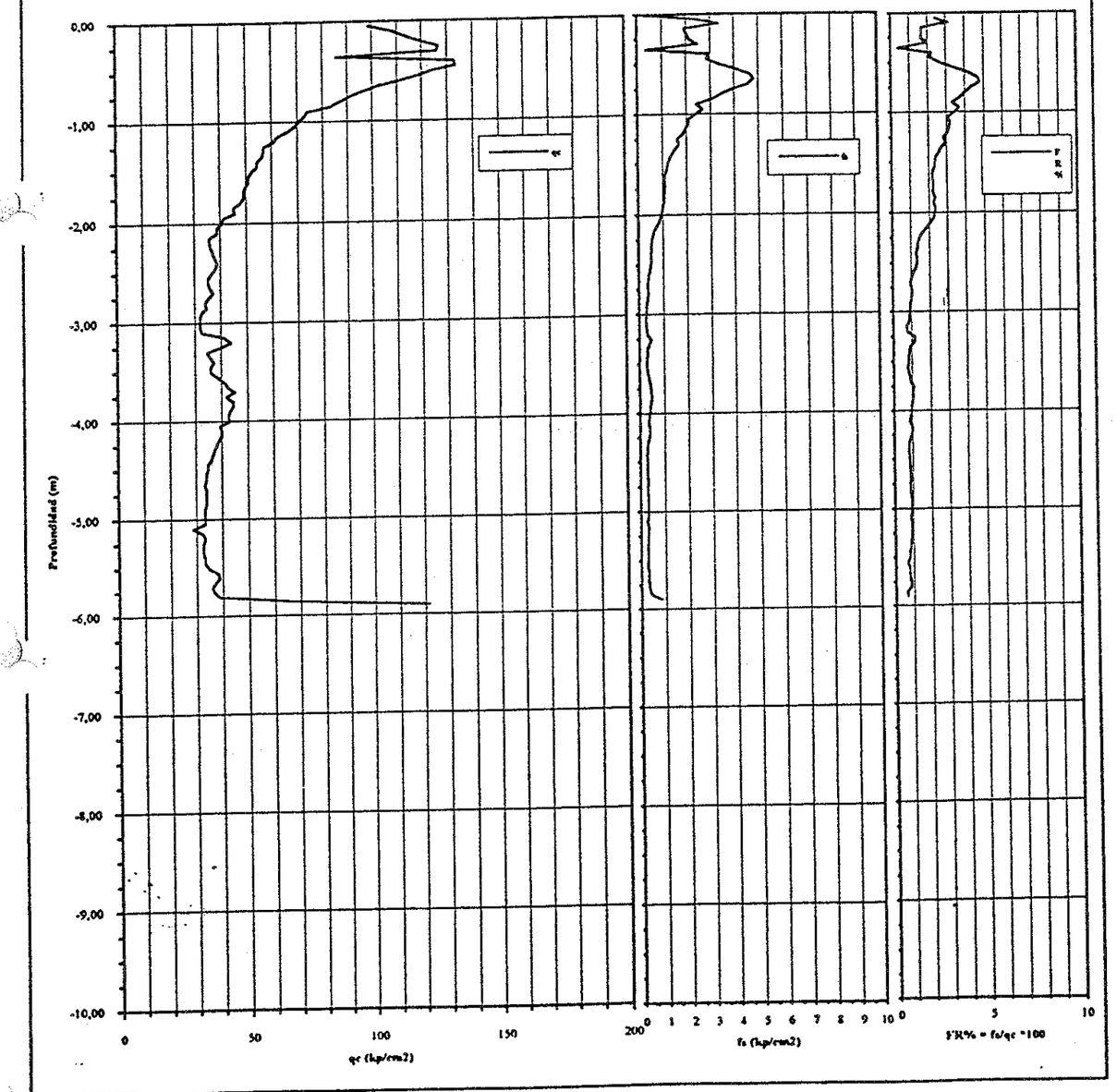
Prof. m	qc kp/cm²	fs kp/cm²	FR%	Sig V' kp/cm²	Tipo de Suelo (FR% - qc)	N spt	D.R. %	St Ns 6	Su (qc) Nk 15	Su/ Sigv	OCR Su(qc)
-5,00	2,63	0,18	6,8	0,75	2 Material orgánico	3	No def.	0,88	0,13	0,17	1,0
-5,05	9,83	0,11	1,2	0,75	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	5	No def.	5,22	0,61	0,80	6,9
-5,10	5,90	0,15	2,5	0,76	4 Arcilla a arcilla limosa	4	No def.	2,41	0,34	0,45	2,9
-5,15	1,32	0,16	12,1	0,76	? ??	??	??	??	??	??	??
-5,20	0,64	0,22	34,3	0,77	? ??	??	??	??	??	??	??
-5,25	7,18	0,29	4,1	0,77	3 Arcilla	7	No def.	1,47	0,43	0,55	3,9
-5,30	11,11	0,36	3,2	0,78	4 Arcilla a arcilla limosa	7	No def.	1,85	0,69	0,88	7,9
-5,35	5,87	0,51	8,7	0,78	3 Arcilla	6	No def.	0,69	0,34	0,43	2,7
-5,40	15,03	0,39	2,6	0,79	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	8	No def.	2,34	0,95	1,20	>10
-5,45	1,32	0,21	15,6	0,79	? ??	??	??	??	??	??	??
-5,50	48,40	0,67	1,4	0,80	7 Limo arenoso a arena limosa	16	49	No def.	No def.		No def.
-5,55	59,53	0,95	1,6	0,80	7 Limo arenoso a arena limosa	20	55	No def.	No def.		No def.
-5,60	146,55	1,52	1,0	0,81	9 Arena	29	81	No def.	No def.		No def.
-5,65											
-5,70											
-5,75											
-5,80											
-5,85											
-5,90											
-5,95											
-6,00											
-6,05											
-6,10											
-6,15											
-6,20											
-6,25											
-6,30											
-6,35											
-6,40											
-6,45											
-6,50											
-6,55											
-6,60											
-6,65											
-6,70											
-6,75											
-6,80											
-6,85											
-6,90											
-6,95											
-7,00											
-7,05											
-7,10											
-7,15											
-7,20											
-7,25											
-7,30											
-7,35											
-7,40											
-7,45											

GE test

CPT Nº: P. K. 2 + 970 der.

Expediente: 39.09.96
Obra: A.V.E. CALATAYUD-RICLA - TRAMO IA
v/ Ref.: 0
Cliente: GEODECAN

Técnico: M.Devincenzi - M. Pérez
Cono: 36 mm
Dens. estimada media: 2 t/m³



Programa de interpretación de ensayos de penetración estática (CPT-CPTU) FRADECPT © GEOTEST

GE test

CPT Nº: P. K. 2 + 970 der.

Expediente: 39.09.96
Obra: A.V.E. CALATAYUD-RICLA - TRAMO IA
v/ Ref.: 0
Cliente: GEODECAN

Técnico: M.Devincenzi - M. Pérez
Cono: 36 mm
Dens. estimada media: 2 t/m³

Prof. m	qc kp/cm²	fs kp/cm²	FR%	Sig V' kp/cm²	Tipo de Suelo (FR% - qc)	N spt	D.R. %	St Ns 6	Su (qc) Nk 15	Su/ Sigv	OCR Su(qc)
0,00											No def.
-0,05	98,80	2,39	2,4	0,01	7 Limo arenoso a arena limosa	0	133	No def.	No def.		No def.
-0,10	107,96	3,37	3,1	0,02	6 Limo arcilloso a limo arenoso	43	No def.	1,92	7,20	359,81	>10
-0,15	113,20	1,93	1,7	0,03	7 Limo arenoso a arena limosa	38	121	No def.	No def.		No def.
-0,20	119,09	2,05	1,7	0,04	8 Arena a arena limosa	30	118	No def.	No def.		No def.
-0,25	126,95	2,14	1,7	0,05	8 Arena a arena limosa	32	117	No def.	No def.		No def.
-0,30	126,28	2,49	2,0	0,06	7 Limo arenoso a arena limosa	42	114	No def.	No def.		No def.
-0,35	85,72	0,36	0,4	0,07	9 Arena	17	101	No def.	No def.		No def.
-0,40	132,84	2,93	2,2	0,08	7 Limo arenoso a arena limosa	44	111	No def.	No def.		No def.
-0,45	133,48	2,86	2,1	0,09	7 Limo arenoso a arena limosa	44	110	No def.	No def.		No def.
-0,50	123,67	3,44	2,8	0,10	7 Limo arenoso a arena limosa	41	106	No def.	No def.		No def.
-0,55	118,44	4,08	3,4	0,11	6 Limo arcilloso a limo arenoso	47	No def.	1,74	7,89	71,71	>10
-0,60	110,58	4,69	4,2	0,12	12 Arena sobreconsolidada o cementada	55	No def.	No def.	No def.		No def.
-0,65	102,08	4,80	4,7	0,13	12 Arena sobreconsolidada o cementada	51	No def.	No def.	No def.		No def.
-0,70	96,18	4,59	4,8	0,14	12 Arena sobreconsolidada o cementada	48	No def.	No def.	No def.		No def.
-0,75	90,96	3,93	4,3	0,15	12 Arena sobreconsolidada o cementada	45	No def.	No def.	No def.		No def.
-0,80	87,02	3,48	4,0	0,16	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	44	No def.	1,50	5,79	36,19	>10
-0,85	83,10	3,09	3,7	0,17	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	42	No def.	1,61	5,53	32,52	>10
-0,90	73,94	2,44	3,3	0,18	6 Limo arcilloso a limo arenoso	30	No def.	1,82	4,92	27,32	>10
-0,95	72,63	2,69	3,7	0,19	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	36	No def.	1,62	4,83	25,42	>10
-1,00	70,67	2,41	3,4	0,20	6 Limo arcilloso a limo arenoso	28	No def.	1,76	4,70	23,49	>10
-1,05	68,70	2,11	3,1	0,21	6 Limo arcilloso a limo arenoso	27	No def.	1,96	4,57	21,74	>10
-1,10	66,09	2,09	3,2	0,22	6 Limo arcilloso a limo arenoso	26	No def.	1,90	4,39	19,96	>10
-1,15	62,16	1,95	3,1	0,23	6 Limo arcilloso a limo arenoso	25	No def.	1,91	4,13	17,95	>10
-1,20	60,85	1,85	3,0	0,24	6 Limo arcilloso a limo arenoso	24	No def.	1,97	4,04	16,84	>10
-1,25	56,92	1,61	2,8	0,25	6 Limo arcilloso a limo arenoso	23	No def.	2,12	3,78	15,11	>10
-1,30	56,93	1,69	3,0	0,26	6 Limo arcilloso a limo arenoso	23	No def.	2,02	3,78	14,53	>10
-1,35	56,27	1,53	2,7	0,27	6 Limo arcilloso a limo arenoso	23	No def.	2,20	3,73	13,83	>10
-1,40	54,31	1,41	2,6	0,28	6 Limo arcilloso a limo arenoso	22	No def.	2,32	3,60	12,86	>10
-1,45	54,31	1,30	2,4	0,29	6 Limo arcilloso a limo arenoso	22	No def.	2,51	3,60	12,42	>10
-1,50	52,35	1,23	2,3	0,30	6 Limo arcilloso a limo arenoso	21	No def.	2,56	3,47	11,57	>10
-1,55	51,04	1,19	2,3	0,31	6 Limo arcilloso a limo arenoso	20	No def.	2,58	3,38	10,91	>10
-1,60	51,04	1,12	2,2	0,32	6 Limo arcilloso a limo arenoso	20	No def.	2,73	3,38	10,57	>10
-1,65	49,73	1,09	2,2	0,33	6 Limo arcilloso a limo arenoso	20	No def.	2,73	3,29	9,98	>10
-1,70	49,08	1,11	2,3	0,34	6 Limo arcilloso a limo arenoso	20	No def.	2,66	3,25	9,56	>10
-1,75	49,08	1,10	2,2	0,35	6 Limo arcilloso a limo arenoso	20	No def.	2,68	3,25	9,28	>10
-1,80	47,77	1,07	2,2	0,36	6 Limo arcilloso a limo arenoso	19	No def.	2,69	3,16	8,78	>10
-1,85	45,15	1,07	2,4	0,37	6 Limo arcilloso a limo arenoso	18	No def.	2,54	2,99	8,07	>10
-1,90	45,80	1,03	2,2	0,38	6 Limo arcilloso a limo arenoso	18	No def.	2,68	3,03	7,97	>10
-1,95	41,23	0,98	2,4	0,39	6 Limo arcilloso a limo arenoso	16	No def.	2,53	2,72	6,98	>10
-2,00	40,57	0,94	2,3	0,40	6 Limo arcilloso a limo arenoso	16	No def.	2,59	2,68	6,69	>10
-2,05	38,61	0,87	2,3	0,41	6 Limo arcilloso a limo arenoso	15	No def.	2,65	2,55	6,21	>10
-2,10	38,61	0,79	2,0	0,42	6 Limo arcilloso a limo arenoso	15	No def.	2,94	2,55	6,06	>10
-2,15	35,99	0,67	1,9	0,43	6 Limo arcilloso a limo arenoso	14	No def.	3,24	2,37	5,51	>10
-2,20	35,99	0,59	1,6	0,44	7 Limo arenoso a arena limosa	12	49	No def.	No def.		No def.
-2,25	36,64	0,55	1,5	0,45	7 Limo arenoso a arena limosa	12	50	No def.	No def.		No def.
-2,30	37,30	0,53	1,4	0,46	7 Limo arenoso a arena limosa	12	50	No def.	No def.		No def.
-2,35	37,95	0,53	1,4	0,47	7 Limo arenoso a arena limosa	13	50	No def.	No def.		No def.
-2,40	38,60	0,51	1,3	0,48	7 Limo arenoso a arena limosa	13	50	No def.	No def.		No def.
-2,45	37,95	0,51	1,4	0,49	7 Limo arenoso a arena limosa	13	49	No def.	No def.		No def.

Programa de interpretación de ensayos de penetración estática (CPT-CPTU) FRADECPT © GEOTEST

GE test

CPT Nº: P. K. 2 + 970 der.

Expediente: 39.09.96
Obra: A.V.E. CALATAYUD-RICLA - TRAMO IA
v/ Ref.: 0
Cliente: GEODECAN

Técnico: M.Devincenzi - M. Pérez
Cono: 36 mm
Dens. estimada media: 2 t/m³

Prof. m	qc kp/cm²	fs]	FR%	Sig V' kp/cm²	Tipo de Suelo (FR% - qc)	N spt	D.R. %	St Ns 6	Su (qc) Nk 15	Su/ Sigv	OCR Su(qc)
-2,50	36,64	0,49	1,3	0,50	7 Limo arenoso a arena limosa	12	48	No def.	No def.		No def.
-2,55	35,33	0,45	1,3	0,51	7 Limo arenoso a arena limosa	12	47	No def.	No def.		No def.
-2,60	35,33	0,40	1,1	0,51	7 Limo arenoso a arena limosa	12	47	No def.	No def.		No def.
-2,65	35,99	0,38	1,1	0,52	7 Limo arenoso a arena limosa	12	48	No def.	No def.		No def.
-2,70	37,30	0,36	1,0	0,52	7 Limo arenoso a arena limosa	12	46	No def.	No def.		No def.
-2,75	35,33	0,37	1,0	0,53	7 Limo arenoso a arena limosa	11	45	No def.	No def.		No def.
-2,80	34,02	0,37	1,1	0,53	7 Limo arenoso a arena limosa	12	46	No def.	No def.		No def.
-2,85	34,68	0,36	1,0	0,54	7 Limo arenoso a arena limosa	11	44	No def.	No def.		No def.
-2,90	32,71	0,31	1,0	0,54	7 Limo arenoso a arena limosa	11	43	No def.	No def.		No def.
-2,95	32,06	0,30	0,9	0,55	7 Limo arenoso a arena limosa	11	43	No def.	No def.		No def.
-3,00	32,06	0,29	0,9	0,55	7 Limo arenoso a arena limosa	11	43	No def.	No def.		No def.
-3,05	32,06	0,28	0,9	0,56	7 Limo arenoso a arena limosa	11	43	No def.	No def.		No def.
-3,10	32,71	0,28	0,9	0,56	7 Limo arenoso a arena limosa	14	50	No def.	No def.		No def.
-3,15	41,22	0,30	0,7	0,57	7 Limo arenoso a arena limosa	15	51	No def.	No def.		No def.
-3,20	43,84	0,33	0,8	0,57	7 Limo arenoso a arena limosa	13	49	No def.	No def.		No def.
-3,25	39,91	0,48	1,2	0,58	7 Limo arenoso a arena limosa	12	44	No def.	No def.		No def.
-3,30	34,68	0,40	1,2	0,58	7 Limo arenoso a arena limosa	12	45	No def.	No def.		No def.
-3,35	35,99	0,33	0,9	0,59	7 Limo arenoso a arena limosa	12	46	No def.	No def.		No def.
-3,40	37,30	0,32	0,9	0,59	7 Limo arenoso a arena limosa	12	45	No def.	No def.		No def.
-3,45	35,99	0,30	0,8	0,60	7 Limo arenoso a arena limosa	12	45	No def.	No def.		No def.
-3,50	35,99	0,29	0,8	0,60	7 Limo arenoso a arena limosa	13	47	No def.	No def.		No def.
-3,55	38,61	0,30	0,8	0,61	7 Limo arenoso a arena limosa	14	49	No def.	No def.		No def.
-3,60	41,22	0,33	0,8	0,61	7 Limo arenoso a arena limosa	14	49	No def.	No def.		No def.
-3,65	42,53	0,37	0,9	0,62	7 Limo arenoso a arena limosa	15	51	No def.	No def.		No def.
-3,70	45,15	0,43	0,9	0,62	7 Limo arenoso a arena limosa	14	49	No def.	No def.		No def.
-3,75	41,88	0,47	1,1	0,62	7 Limo arenoso a arena limosa	15	50	No def.	No def.		No def.
-3,80	44,49	0,47	1,0	0,63	7 Limo arenoso a arena limosa	15	50	No def.	No def.		No def.
-3,85	44,49	0,47	1,1	0,63	7 Limo arenoso a arena limosa	14	49	No def.	No def.		No def.
-3,90	43,19	0,44	1,0	0,64	7 Limo arenoso a arena limosa	14	49	No def.	No def.		No def.
-3,95	42,53	0,42	1,0	0,64	7 Limo arenoso a arena limosa	14	49	No def.	No def.		No def.
-4,00	43,19	0,41	1,0	0,65	7 Limo arenoso a arena limosa	13	46	No def.	No def.		No def.
-4,05	39,26	0,37	0,9	0,65	7 Limo arenoso a arena limosa	13	47	No def.	No def.		No def.
-4,10	39,91	0,33	0,8	0,66	7 Limo arenoso a arena limosa	13	47	No def.	No def.		No def.
-4,15	39,91	0,39	1,0	0,66	7 Limo arenoso a arena limosa	13	45	No def.	No def.		No def.
-4,20	38,60	0,39	1,0	0,67	7 Limo arenoso a arena limosa	13	45	No def.	No def.		No def.
-4,25	37,95	0,37	1,0	0,67	7 Limo arenoso a arena limosa	12	44	No def.	No def.		No def.
-4,30	37,30	0,31	0,8	0,68	7 Limo arenoso a arena limosa	12	44	No def.	No def.		No def.
-4,35	36,64	0,29	0,8	0,68	7 Limo arenoso a arena limosa	12	43	No def.	No def.		No def.
-4,40	35,99	0,29	0,8	0,69	7 Limo arenoso a arena limosa	12	42	No def.	No def.		No def.
-4,45	34,68	0,28	0,8	0,69	7 Limo arenoso a arena limosa	12	42	No def.	No def.		No def.
-4,50	34,68	0,29	0,8	0,70	7 Limo arenoso a arena limosa	11	41	No def.	No def.		No def.
-4,55	34,02	0,29	0,8	0,70	7 Limo arenoso a arena limosa	11	41	No def.	No def.		No def.
-4,60	34,02	0,29	0,9	0,71	7 Limo arenoso a arena limosa	11	40	No def.	No def.		No def.
-4,65	33,37	0,29	0,9	0,71	7 Limo arenoso a arena limosa	11	41	No def.	No def.		No def.
-4,70	34,02	0,30	0,9	0,72	7 Limo arenoso a arena limosa	11	41	No def.	No def.		No def.
-4,75	34,02	0,29	0,9	0,72	7 Limo arenoso a arena limosa	11	41	No def.	No def.		No def.
-4,80	34,02	0,29	0,9	0,73	7 Limo arenoso a arena limosa	11	41	No def.	No def.		No def.
-4,85	34,02	0,30	0,9	0,73	7 Limo arenoso a arena limosa	11	40	No def.	No def.		No def.
-4,90	33,37	0,31	0,9	0,74	7 Limo arenoso a arena limosa	11	40	No def.	No def.		No def.
-4,95	33,37	0,31	0,9	0,74	7 Limo arenoso a arena limosa						

GE test

CPT Nº: P. K. 2 + 970 der.

Expediente: 39.09.96
Obra: A.V.E. CALATAYUD-RICLA - TRAMO IA
v/ Ref.: 0
Cliente: GEODECAN

Técnico: M.Devincenzi - M. Pérez
Cono: 36 mm
Dens. estimada media: 2 t/m³

Prof. m	qc kp/cm²	fs]	FR%	Sig V' kp/cm²	Tipo de Suelo (FR% - qc)	N spt	D.R. %	St Ns 6	Su (qc) Nk 15	Su/ Sigv	OCR Su(qc)
-5,00	33,37	0,31	0,9	0,75	7 Limo arenoso a arena limosa	11	40	No def.	No def.		No def.
-5,05	33,37	0,30	0,9	0,75	7 Limo arenoso a arena limosa	11	40	No def.	No def.		No def.
-5,10	28,79	0,25	0,9	0,76	7 Limo arenoso a arena limosa	10	35	No def.	No def.		No def.
-5,15	32,71	0,30	0,9	0,76	7 Limo arenoso a arena limosa	11	39	No def.	No def.		No def.
-5,20	33,36	0,31	0,9	0,77	7 Limo arenoso a arena limosa	11	39	No def.	No def.		No def.
-5,25	32,71	0,29	0,9	0,77	7 Limo arenoso a arena limosa	11	39	No def.	No def.		No def.
-5,30	32,71	0,29	0,9	0,78	7 Limo arenoso a arena limosa	11	39	No def.	No def.		No def.
-5,35	32,71	0,28	0,9	0,78	7 Limo arenoso a arena limosa	11	38	No def.	No def.		No def.
-5,40	33,36	0,28	0,8	0,79	7 Limo arenoso a arena limosa	11	39	No def.	No def.		No def.
-5,45	33,36	0,27	0,8	0,79	7 Limo arenoso a arena limosa	11	39	No def.	No def.		No def.
-5,50	34,68	0,27	0,8	0,80	7 Limo arenoso a arena limosa	12	40	No def.	No def.		No def.
-5,55	37,95	0,26	0,7	0,80	7 Limo arenoso a arena limosa	13	42	No def.	No def.		No def.
-5,60	38,60	0,29	0,8	0,81	7 Limo arenoso a arena limosa	13	43	No def.	No def.		No def.
-5,65	37,30	0,29	0,8	0,81	7 Limo arenoso a arena limosa	12	42	No def.	No def.		No def.
-5,70	35,98	0,29	0,8	0,82	7 Limo arenoso a arena limosa	12	41	No def.	No def.		No def.
-5,75	36,64	0,31	0,9	0,82	7 Limo arenoso a arena limosa	12	41	No def.	No def.		No def.
-5,80	38,60	0,33	0,9	0,83	7 Limo arenoso a arena limosa	13	42	No def.	No def.		No def.
-5,85	66,08	0,41	0,6	0,83	8 Arena a arena limosa	17	58	No def.	No def.		No def.
-5,90	121,69	0,81	0,7	0,84	9 Arena	24	75	No def.	No def.		No def.
-5,95											
-6,00											
-6,05											
-6,10											
-6,15											
-6,20											
-6,25											
-6,30											
-6,35											
-6,40											
-6,45											
-6,50											
-6,55											
-6,60											
-6,65											
-6,70											
-6,75											
-6,80											
-6,85											
-6,90											
-6,95											
-7,00											
-7,05											
-7,10											
-7,15											
-7,20											
-7,25											
-7,30											
-7,35											
-7,40											
-7,45											

Programa de interpretación de ensayos de penetración estática (CPT-CPTU) FRADECPT © GEOTEST

GE test

ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA

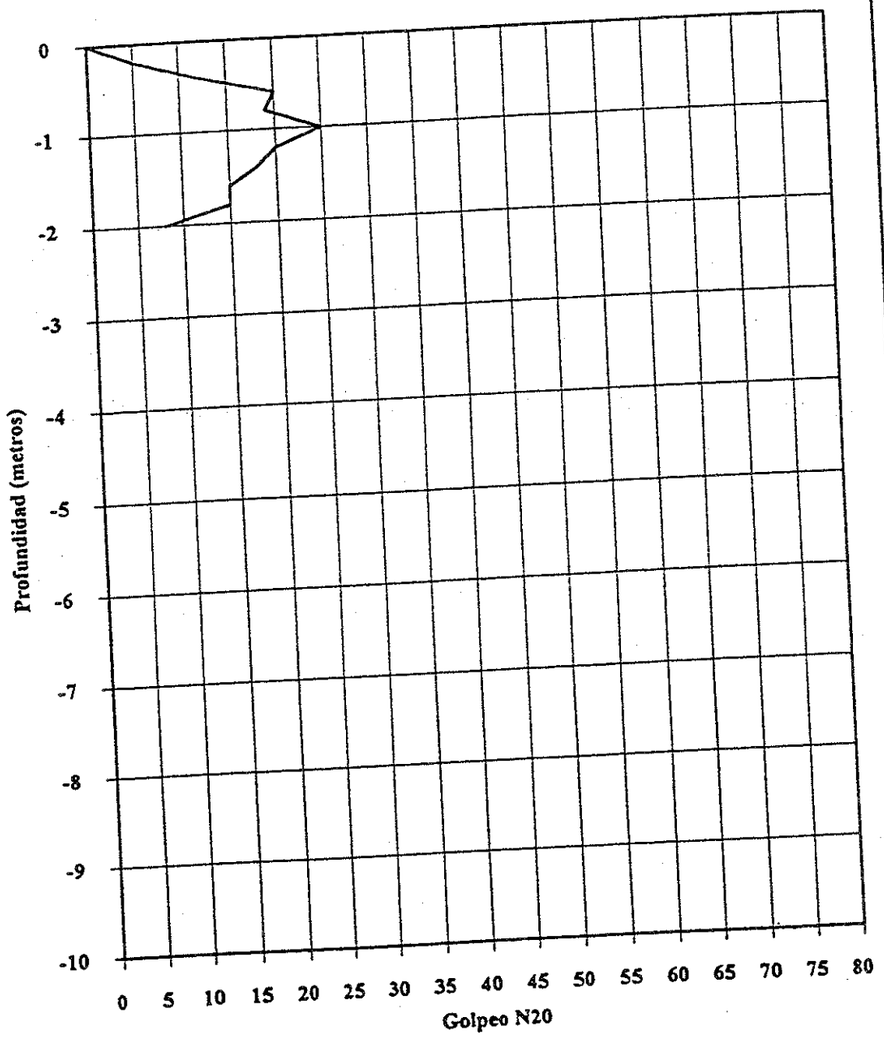
ISSMFE 1988

PENETRACION/AVANCE: P.K. 3+005 eje
EXPEDIENTE: 39.09.96
OBRA: A.V.E. CALATAYUD-RICLA - TRAMO 1A

Fecha del Ensayo:
Equipo: MENHIR 100 kN

Tipo de penetración: DPSH
Peso de la maza: 63,5 kg
Altura de caida de la maz: 76,2 cm

Prof.	N20
0,2	5
0,4	12
0,6	20
0,8	19
1,0	25
1,2	20
1,4	18
1,6	15
1,8	15
2,0	8
2,2	
2,4	
2,6	
2,8	
3,0	
3,2	
3,4	
3,6	
3,8	
4,0	
4,2	
4,4	
4,6	
4,8	
5,0	
5,2	
5,4	
5,6	
5,8	
6,0	
6,2	
6,4	
6,6	
6,8	
7,0	
7,2	
7,4	
7,6	
7,8	
8,0	
8,2	
8,4	
8,6	
8,8	
9,0	
9,2	
9,4	
9,6	
9,8	
10,0	



V°B° Director Adjunto

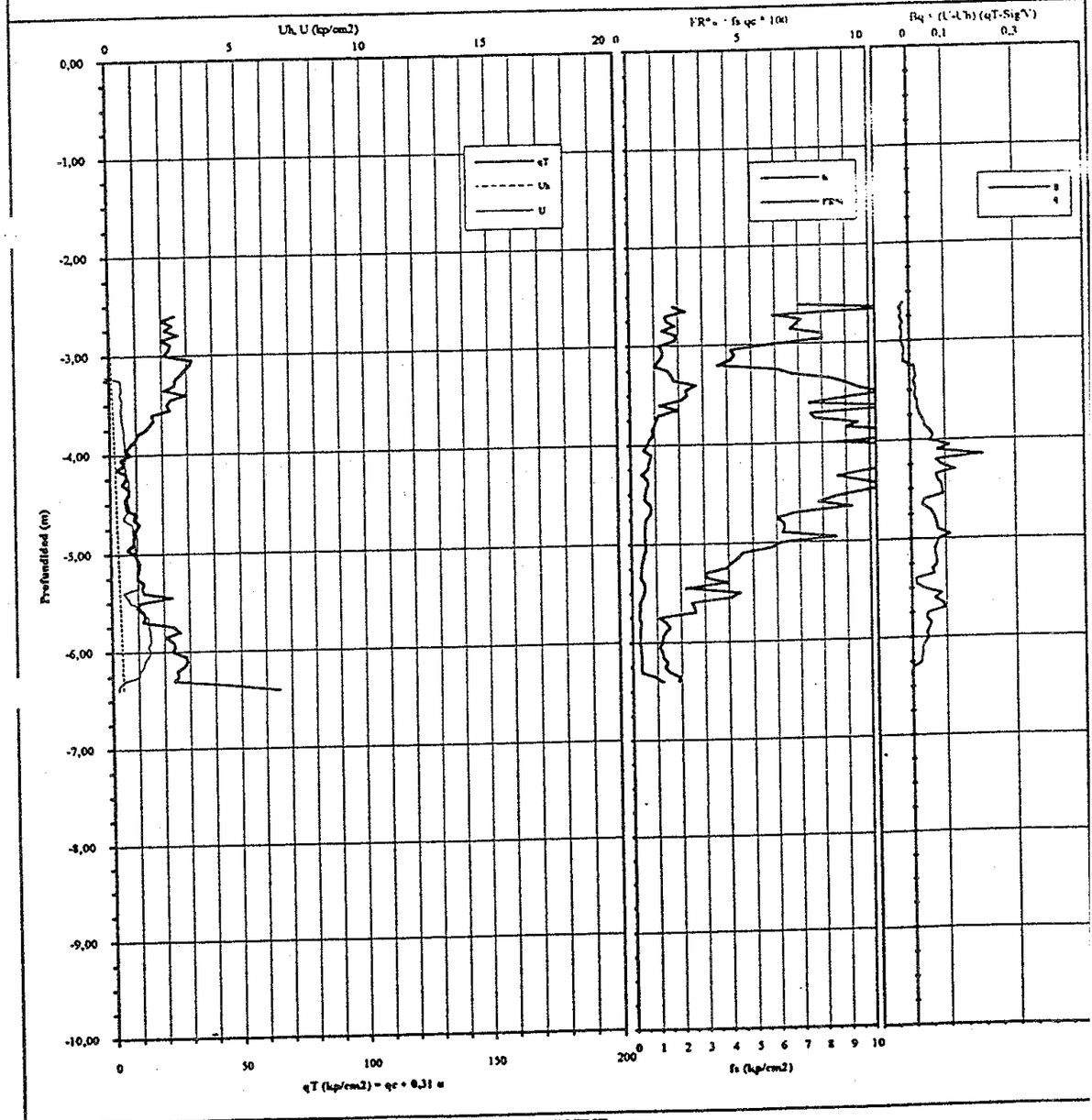
V°B° Director Laboratorio

GE test

CPTU N°: P. K. 3+005 eje

Expediente: 39.09.96
Obra: A.V.E. CALATAYUD-RICLA - TRAMO 1A
v/ Ref.: 0
Cliente: GEODECAN

Técnico: M.Devincenzi - M. Pérez
Cono: 36 mm
Factor de cono 0,31
Dens. estimada media: 1,8 t/m³
Nivel Freático: 2,3 m



GE test

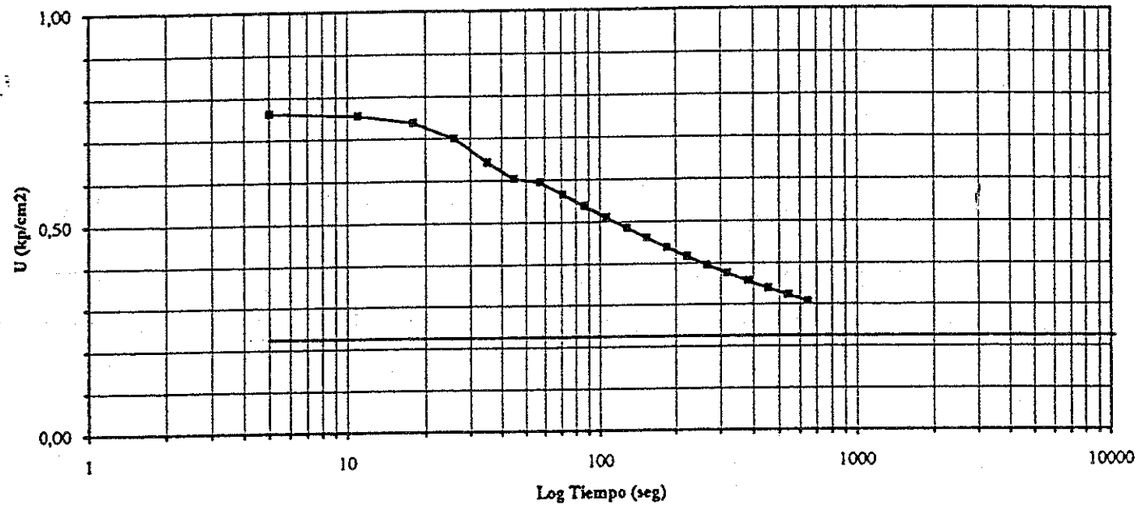
CPTU N°: P.K. 3 + 005

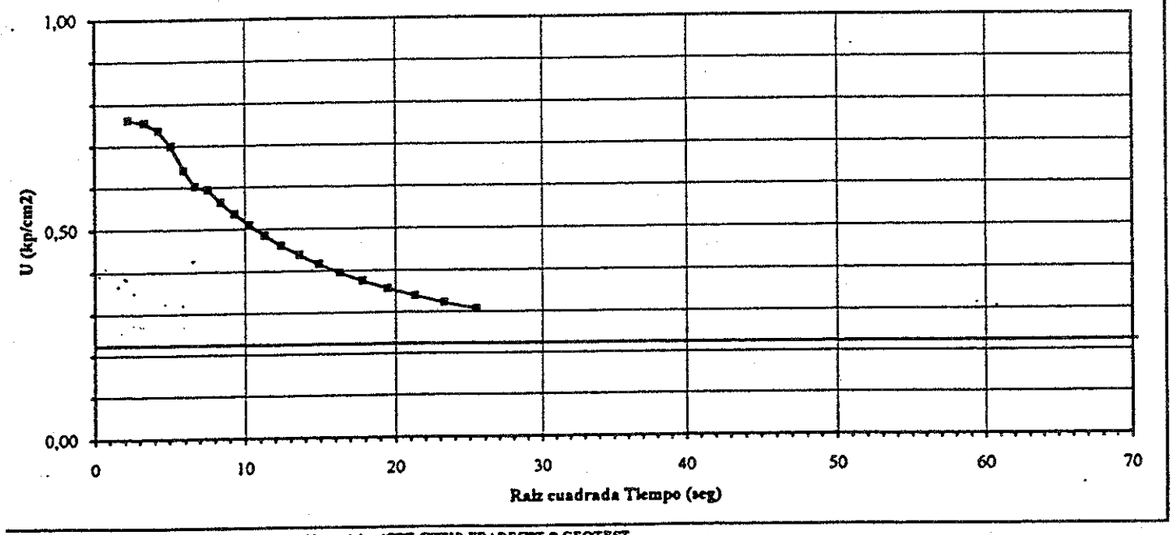
Expediente:	39.09.96
Obra:	A.V.E. CALATAYUD-RICLA - TRAMO IA
v/ Ref.:	0
Cliente:	GEODECAN

Técnico:	M.Devincenzi - M. Pérez
Cono:	36 mm
Factor de cono	0,31
Dens. estimada media:	2,00 t/m³
Nivel Freático:	2,30 m

ENSAYO DE DISIPACION

U0 (kp/cm²) =	0,76
Uh (kp/cm²) =	0,23
Prof. (m) =	4,55
U 50% (kp/cm²) =	0,49
T 50% (seg) =	115





Programa de interpretación de ensayos de penetración estática (CPT-CPTU) FRADECPT © GEOTEST

GE test

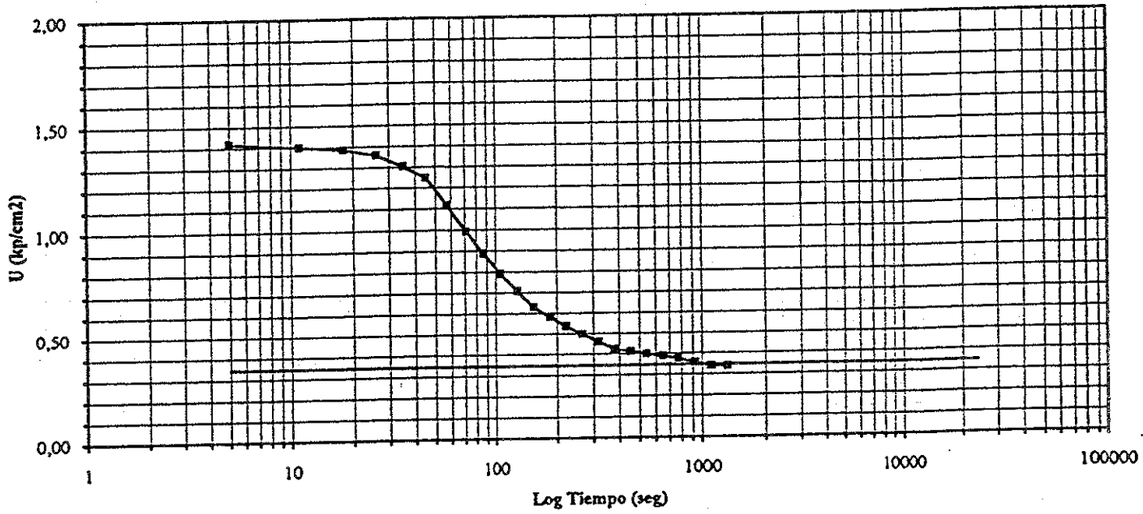
CPTU N°: P.K. 3 + 005

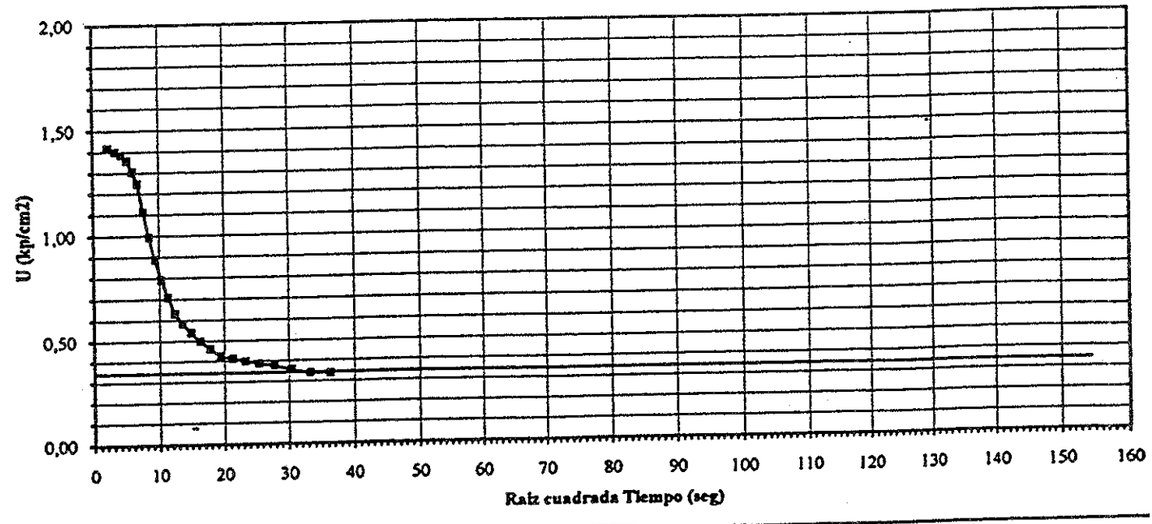
Expediente:	39.09.96
Obra:	A.V.E. CALATAYUD-RICLA - TRAMO IA
v/ Ref.:	0
Cliente:	GEODECAN

Técnico:	M.Devincenzi - M. Pérez
Cono:	36 mm
Factor de cono	0,31
Dens. estimada media:	2,00 t/m³
Nivel Freático:	2,30 m

ENSAYO DE DISIPACION

U0 (kp/cm²) =	1,42
Uh (kp/cm²) =	0,35
Prof. (m) =	5,75
U 50% (kp/cm²) =	0,88
T 50% (seg) =	87





Programa de interpretación de ensayos de penetración estática (CPT-CPTU) FRADECPT © GEOTEST

GE test

CPTU Nº: P. K. 3+005 eje

Expediente: 39.09.96
Obra: A.V.E. CALATAYUD-RICLA - TRAMO IA
v/ Ref.: 0
Cliente: GEODECAN

Técnico: M.Devincenzi - M. Pérez
Cono: 36 mm
Factor de cono 0,31
Dens. estimada media: 2 t/m³
Nivel Freático: 2,3 m

Prof. m	qT [	qc kp/cm²	fs]	u bar	Bq	FR%	Sig V' kp/cm²	Tipo de Suelo (FR% - qc)	N spt	D.R. %	St Ns 6	Su (qc) Nk 15	Su (qT-u) Nke 9	Su/ Sigv	OCR Su(qc)
-2,50															
-2,55															
-2,60	25,58	25,72	1,81	(0,52)	0,0	7,0	0,50	3 Arcilla	26	No def.	0,85	1,68	2,89	3,40	>10
-2,65	20,15	20,31	2,31	(0,52)	0,0	11,4	0,50	3 Arcilla	20	No def.	0,53	1,32	2,30	2,64	>10
-2,70	24,60	24,76	1,46	(0,52)	0,0	5,9	0,51	3 Arcilla	25	No def.	1,02	1,62	2,79	3,20	>10
[illegible]	21,28	21,45	1,53	(0,54)	0,0	7,1	0,51	3 Arcilla	21	No def.	0,84	1,40	2,42	2,74	>10
[illegible]0	27,04	27,18	1,87	(0,45)	0,0	6,9	0,52	3 Arcilla	27	No def.	0,87	1,78	3,05	3,45	>10
[illegible]5	20,05	20,19	1,34	(0,45)	0,0	6,6	0,52	3 Arcilla	20	No def.	0,90	1,31	2,28	2,52	>10
-2,90	23,72	23,86	1,91	(0,44)	0,0	8,0	0,53	3 Arcilla	24	No def.	0,75	1,56	2,68	2,96	>10
-2,95	22,98	23,12	1,86	(0,45)	0,0	8,0	0,53	3 Arcilla	23	No def.	0,75	1,51	2,60	2,84	>10
-3,00	20,99	21,13	1,23	(0,44)	0,0	5,8	0,54	3 Arcilla	21	No def.	1,03	1,37	2,38	2,57	>10
-3,05	32,00	32,14	1,34	(0,44)	0,0	4,2	0,54	4 Arcilla a arcilla limosa	21	No def.	1,44	2,11	3,60	3,90	>10
-3,10	31,09	31,23	1,34	(0,44)	0,0	4,3	0,55	4 Arcilla a arcilla limosa	21	No def.	1,40	2,05	3,50	3,75	>10
-3,15	29,03	29,16	1,21	(0,42)	0,0	4,1	0,55	4 Arcilla a arcilla limosa	19	No def.	1,45	1,91	3,27	3,47	>10
-3,20	27,74	27,87	1,01	(0,42)	0,0	3,6	0,56	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	14	No def.	1,66	1,82	3,13	3,28	>10
-3,25	25,47	25,34	1,56	0,42	0,0	6,2	0,56	3 Arcilla	25	No def.	0,97	1,65	2,78	2,95	>10
-3,30	25,46	25,32	1,71	0,44	0,0	6,8	0,57	3 Arcilla	25	No def.	0,89	1,65	2,78	2,92	>10
-3,35	21,26	21,12	1,78	0,45	0,0	8,4	0,57	3 Arcilla	21	No def.	0,71	1,37	2,31	2,40	>10
-3,40	29,99	29,87	2,72	0,39	0,0	9,1	0,58	3 Arcilla	30	No def.	0,66	1,95	3,29	3,40	>10
-3,45	23,80	23,66	2,30	0,48	0,0	9,7	0,58	3 Arcilla	24	No def.	0,62	1,54	2,59	2,65	>10
-3,50	22,16	22,02	2,34	0,45	0,0	10,6	0,59	3 Arcilla	22	No def.	0,56	1,43	2,41	2,44	>10
-3,55	23,46	23,33	2,08	0,43	0,0	8,9	0,59	3 Arcilla	23	No def.	0,67	1,52	2,56	2,57	>10
-3,60	16,26	16,13	1,21	0,45	0,0	7,5	0,60	3 Arcilla	16	No def.	0,80	1,04	1,76	1,74	>10
-3,65	16,93	16,79	1,97	0,47	0,0	11,7	0,60	3 Arcilla	17	No def.	0,51	1,08	1,83	1,80	>10
-3,70	15,63	15,47	1,17	0,50	0,0	7,6	0,61	3 Arcilla	16	No def.	0,79	0,99	1,68	1,64	>10
-3,75	13,68	13,51	1,05	0,53	0,0	7,8	0,61	3 Arcilla	14	No def.	0,77	0,86	1,46	1,41	>10
-3,80	10,40	10,24	0,99	0,54	0,0	9,7	0,61	3 Arcilla	10	No def.	0,62	0,64	1,10	1,04	>10
[illegible]5	9,76	9,59	0,88	0,54	0,0	9,2	0,62	3 Arcilla	10	No def.	0,65	0,60	1,02	0,96	8,9
[illegible]0	7,80	7,62	0,91	0,57	0,0	11,9	0,62	2 Material orgánico	8	No def.	0,50	0,47	0,80	0,75	6,2
[illegible],95	6,49	6,32	0,74	0,56	0,0	11,7	0,63	2 Material orgánico	6	No def.	0,51	0,38	0,66	0,60	4,4
-4,00	7,80	7,62	0,66	0,58	0,0	8,7	0,63	3 Arcilla	8	No def.	0,69	0,47	0,80	0,73	6,1
-4,05	4,21	4,02	0,52	0,59	0,1	12,9	0,64	? ??	??	??	??	??	??	??	??	??	
-4,10	5,42	5,25	0,84	0,56	0,0	16,0	0,64	? ??	??	??	??	??	??	??	??	??	
-4,15	2,57	2,39	0,76	0,60	0,1	31,8	0,65	? ??	??	??	??	??	??	??	??	??	
-4,20	6,32	6,13	0,72	0,61	0,0	11,7	0,65	2 Material orgánico	6	No def.	0,51	0,37	0,63	0,56	3,9
-4,25	6,11	5,89	0,68	0,70	0,1	11,5	0,66	2 Material orgánico	6	No def.	0,52	0,35	0,60	0,53	3,6
-4,30	4,54	4,32	0,44	0,71	0,1	10,2	0,66	2 Material orgánico	5	No def.	0,59	0,24	0,43	0,37	2,2
-4,35	7,43	7,21	0,64	0,71	0,0	8,9	0,67	3 Arcilla	7	No def.	0,68	0,44	0,75	0,65	5,0
-4,40	7,11	6,89	0,69	0,71	0,0	10,0	0,67	3 Arcilla	7	No def.	0,60	0,41	0,71	0,61	4,6
-4,45	5,57	5,37	0,60	0,66	0,0	11,2	0,68	2 Material orgánico	6	No def.	0,54	0,31	0,55	0,46	3,0
-4,50	6,01	5,79	0,58	0,71	0,0	10,0	0,68	2 Material orgánico	6	No def.	0,60	0,34	0,59	0,50	3,3
-4,55	6,36	6,12	0,54	0,76	0,1	8,8	0,69	3 Arcilla	6	No def.	0,68	0,36	0,62	0,52	3,6
-4,60	9,90	9,72	0,77	0,58	0,0	8,0	0,69	3 Arcilla	10	No def.	0,75	0,60	1,04	0,87	7,7
-4,65	8,89	8,74	0,82	0,50	0,0	9,4	0,70	3 Arcilla	9	No def.	0,64	0,54	0,93	0,77	6,5
-4,70	10,96	10,70	0,75	0,82	0,0	7,0	0,70	3 Arcilla	11	No def.	0,86	0,67	1,13	0,95	8,7
-4,75	9,65	9,39	0,58	0,84	0,0	6,2	0,71	3 Arcilla	10	No def.	0,97	0,58	0,98	0,82	7,1
-4,80	9,00	8,74	0,57	0,84	0,0	6,5	0,71	3 Arcilla	9	No def.	0,93	0,53	0,91	0,75	6,2
-4,85	8,68	8,41	0,55	0,86	0,0	6,5	0,72	3 Arcilla	9	No def.	0,92	0,51	0,87	0,71	5,8
-4,90	8,68	8,41	0,54	0,88	0,0	6,5	0,72	3 Arcilla	9	No def.	0,93	0,51	0,87	0,71	5,7
-4,95	6,41	6,12	0,55	0,91	0,1	8,9	0,73	3 Arcilla	6	No def.	0,67	0,36	0,61	0,49	3,3

GE test

CPTU005 eje

Expediente: 39.09.96
Obra: A.V.E. CALATAYUD-RICLA - TRAMO IA
v/ Ref.: 0
Cliente: GEODECAN

Técnico: M.Devincenzi - M. Pérez
Cono: 36 mm
Factor de cono 0,31
Dens. estimada media: 2 t/m³
Nivel Freático: 2,3 m

Prof. m	qT [	qc kp/cm²	fs]	u bar	Bq	FR%	Sig V' kp/cm²	Tipo de Suelo (FR% - qc)	N spt	D.R. %	St Ns 6	Su (qc) Nk 15	Su (qT-u) Nke 9	Su/ Sigv	OCR Su(qc)
-5,00	9,03	8,74	0,56	0,93	0,1	6,4	0,73	3 Arcilla	9	No def.	0,94	0,53	0,90	0,73	6,0
-5,05	10,02	9,72	0,58	0,96	0,0	5,9	0,74	3 Arcilla	10	No def.	1,01	0,60	1,01	0,81	7,0
-5,10	11,01	10,71	0,50	0,98	0,0	4,6	0,74	3 Arcilla	11	No def.	1,29	0,66	1,11	0,89	8,0
-5,15	10,68	10,38	0,47	0,98	0,0	4,5	0,75	3 Arcilla	11	No def.	1,34	0,64	1,08	0,86	7,6
-5,20	10,02	9,72	0,41	0,96	0,0	4,2	0,75	3 Arcilla	10	No def.	1,42	0,60	1,01	0,79	6,8
[illegible]25	10,03	9,72	0,39	0,98	0,0	4,0	0,76	3 Arcilla	10	No def.	1,50	0,60	1,00	0,79	6,7
-5,30	12,32	12,01	0,38	1,00	0,0	3,1	0,76	4 Arcilla a arcilla limosa	8	No def.	1,91	0,75	1,26	0,98	9,1
-5,35	11,68	11,36	0,36	1,03	0,0	3,2	0,77	4 Arcilla a arcilla limosa	8	No def.	1,89	0,71	1,18	0,92	8,3
-5,40	12,35	12,21	0,49	0,45	0,0	4,0	0,77	3 Arcilla	12	No def.	1,50	0,76	1,32	0,98	9,1
-5,45	23,39	23,20	0,52	0,62	0,0	2,2	0,78	6 Limo arcilloso a limo arenoso	9	No def.	2,70	1,49	2,53	1,92	>10
-5,50	10,93	10,71	0,48	0,71	0,0	4,5	0,78	3 Arcilla	11	No def.	1,33	0,66	1,14	0,84	7,4
-5,55	9,52	9,18	0,39	1,10	0,1	4,2	0,79	3 Arcilla	10	No def.	1,41	0,56	0,94	0,71	5,7
-5,60	12,34	12,00	0,30	1,10	0,0	2,5	0,79	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	6	No def.	2,37	0,75	1,25	0,94	8,6
-5,65	12,44	12,00	0,32	1,40	0,1	2,6	0,80	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	6	No def.	2,28	0,75	1,23	0,93	8,5
-5,70	11,88	11,45	0,31	1,40	0,1	2,7	0,80	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	6	No def.	2,22	0,71	1,16	0,88	7,9
-5,75	23,99	23,55	0,26	1,42	0,0	1,1	0,81	6 Limo arcilloso a limo arenoso	10	No def.	5,36	1,52	2,51	1,87	>10
-5,80	26,62	26,17	0,36	1,45	0,0	1,4	0,81	6 Limo arcilloso a limo arenoso	11	No def.	4,36	1,69	2,80	2,07	>10
-5,85	20,73	20,28	0,32	1,47	0,0	1,6	0,82	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	3,85	1,30	2,14	1,58	>10
-5,90	23,68	23,22	0,31	1,49	0,0	1,3	0,82	6 Limo arcilloso a limo arenoso	9	No def.	4,45	1,49	2,47	1,81	>10
-5,95	24,62	24,20	0,30	1,37	0,0	1,3	0,83	6 Limo arcilloso a limo arenoso	10	No def.	4,79	1,56	2,58	1,88	>10
-6,00	23,35	22,90	0,28	1,47	0,0	1,2	0,83	6 Limo arcilloso a limo arenoso	9	No def.	4,86	1,47	2,43	1,76	>10
-6,05	28,55	28,13	0,32	1,37	0,0	1,1	0,84	7 Limo arenoso a arena limosa	10	33	No def.	No def.	No def.		No def.
-6,10	28,84	28,46	0,35	1,22	0,0	1,2	0,84	7 Limo arenoso a arena limosa	10	33	No def.	No def.	No def.		No def.
-6,15	27,84	27,47	0,34	1,19	0,0	1,2	0,85	7 Limo arenoso a arena limosa	9	32	No def.	No def.	No def.		No def.
-6,20	25,18	24,86	0,35	1,05	0,0	1,4	0,85	6 Limo arcilloso a limo arenoso	10	No def.	4,22	1,60	2,68	1,87	>10
-6,25	25,83	25,52	0,34	1,01	0,0	1,3	0,86	6 Limo arcilloso a limo arenoso	10	No def.	4,51	1,64	2,76	1,91	>10
-6,30	24,01	23,88	0,36	0,43	0,0	1,5	0,86	6 Limo arcilloso a limo arenoso	10	No def.	3,98	1,53	2,62	1,77	>10
[illegible]35	47,83	47,76	0,91	0,22	0,0	1,9	0,87	7 Limo arenoso a arena limosa	16	48	No def.	No def.	No def.		No def.
[illegible],40	65,41	65,34	1,22	0,22	0,0	1,9	0,87	7 Limo arenoso a arena limosa	22	57	No def.	No def.	No def.		No def.
-6,45															
-6,50															
-6,55															
-6,60															
-6,65															
-6,70															
-6,75															
-6,80															
-6,85															
-6,90															
-6,95															
-7,00															
-7,05															
-7,10															
-7,15															
-7,20															
-7,25															
-7,30															
-7,35															
-7,40															
-7,45															

CAMBIO DE COLUMNAS DE GRAVA POR GEODRENES ENTRE LOS PK 5+024 A 5+320

CAMBIO DE COLUMNAS DE GRAVA POR GEODRENES ENTRE LOS PK 5+024 A 5+320

CAMBIO DE COLUMNAS DE GRAVA POR GEODRENES (P.K. 5+024 A P.K. 5+320

ÍNDICE

Descripción de la solución propuesta

Análisis de la estabilidad del terraplén

1. Introducción
2. Comentarios previos al estudio del Proyecto
3. Investigación geotécnica efectuada
4. Descripción del terreno
5. Análisis de estabilidad
6. Evaluación de asientos
7. Instrumentación y control
8. Conclusiones del estudio

Anejos:

Anejo A: Figuras y cuadros

Anejo B: Planta general

Anejo C: Cortes litólogicos de los sondeos nuevos

Anejo D: Ensayos de laboratorio efectuados

Anejo E: Perfil geotécnico longitudinal

Anejo F: Ensayos CPT y CPTU realizados

Anejo G: Ensayo Vane-Borer efectuado

Anejo H: Perfil transversal del terraplén del Proyecto

Instrumentación Terraplén

Comentarios acerca del documento “Estudio de la estabilidad del Terraplén del P.K. 5+200

Descripción de la solución propuesta.

En la zona situada aproximadamente entre los PK 5+024 y 5+320 se proyecta construir un terraplén de una altura máxima igual a 22 m. La elevada altura del mismo es debida a la necesidad de salvar una vaguada situada entre dos zonas de túnel (túnel de Marivella y túnel de Paracuellos).

El terreno presente, según los sondeos de Proyecto, está constituido por unos suelos aluviales de unos 25 m de espesor máximo, apareciendo a continuación el sustrato rocoso (cuarcitas).

En general, estos suelos aluviales son de carácter arcillo-limoso, con alguna intercalación limo-arenosa e incluso con presencia de lentejones de arenas y gravas hacia los bordes de la vaguada.

Posteriormente, y con el fin de completar la información geotécnica, se han efectuado dos sondeos más a rotación con extracción de testigo continuo, 6 ensayos CPT (ensayo de penetración estática) y 2 ensayos CPTU (ensayo de penetración estática con medida de presión intersicial).

A partir de nuevos ensayos de laboratorio efectuados con las muestras extraídas en los sondeos, y de los resultados de los ensayos CPT y CPTU, se ha podido definir con mayor precisión la estratigrafía de la zona, así como estimar una serie de parámetros geotécnicos, referentes tanto a la resistencia como a la deformabilidad de los distintos niveles detectados. Por último, los ensayos CPTU han permitido evaluar la velocidad de disipación horizontal de la sobrepresión intersticial generada al efectuar el ensayo.

Con estos datos se ha elaborado un perfil geotécnico longitudinal representativo de la zona en cuestión. A partir de este perfil se ha definido la zona que, en principio, puede presentar mayores problemas de estabilidad (D.O. 5+180), sobre la que se ha realizado un cálculo de estabilidad del terraplén en la situación final, considerando la velocidad de consolidación del terreno y teniendo en cuenta distintas actuaciones encaminadas a acelerar la consolidación.

A la vista de los resultados obtenidos en las distintas hipótesis establecidas, se enuncian una serie de conclusiones referentes a la ejecución del terraplén, todas ellas encaminadas a la consecución de un coeficiente de seguridad admisible tanto en la etapa final como en cada una de las situaciones intermedias.

En el proyecto de construcción se menciona la inclusión de columnas de grava como una medida tanto para acelerar la consolidación como para incrementar la resistencia del cimiento

Como la estabilidad de las columnas depende del valor de la resistencia al corte sin drenaje que ofrece el terreno que la confina, si ésta fuera bastante reducida (3 t/m2), la estabilidad quedaría en entredicho, no desempeñando el papel resistente que inicialmente se les habia asignado.

En los resultados de los nuevos sondeos y ensayos se han encontrado niveles con valores inferiores a 3 t/m2 de resistencia al corte sin drenàje, lo que daría un coeficiente de seguridad de estabilidad de la columna de 0,97.

Por todo lo anterior, se propone la ejecución de una berma exterior estabilizadora de 20m de anchura y 8m de altura, adosada al pie del talud para garantizar la estabilidad del terraplén; y la inclusión de mechas drenantes que aceleren el proceso de consolidación y que permitan una rápida ganancia de resistencia del terreno.

Esta solución disminuye el asiento diferido según los cálculos adjuntos, mejorando claramente la calidad del terraplén y con ello la superestructura de la vía.

Durante la ejecución del terraplén se preveé la instalación de una serie de elementos de instrumentación que permitirán el registro de la consolidación, según señalamos en el informe en el cual se mencionan las actuaciones a seguir en este sentido.

ANALISIS DE ESTABILIDAD DE TERRAPLEN

OBRA: U.T.E. CALATAYUD

Nº: 1/0704/0208

Nº DOCUMENTO: 1

TITULO DEL DOCUMENTO:
ESTUDIO DE LA ESTABILIDAD DEL TERRAPLEN SITUADO EN EL P.K. 5 + 200.

REVISION	FECHA	MOTIVO DE LA EDICION	EMITIDO	VERIFICADO
0	19/12/96			

INDICE

INDICE

Memoria

1. Introducción

2. Comentarios previos al estudio del proyecto

3. Investigación geotécnica efectuada

4. Descripción del terreno

5. Análisis de estabilidad

   5.1 Estabilidad del terraplén sin medidas adicionales
   5.2 Inclusión de columnas de grava
   5.3 Inclusión de drenes verticales

6. Evaluación de asientos

   6.1 Asientos debidos a la consolidación primaria
   6.2 Asientos debidos a la consolidación secundaria

7. Instrumentación y control

8. Conclusiones del estudio

Anejos

Anejo A : Figuras y cuadros
Anejo B : Planta general
Anejo C : Cortes litológicos de los sondeos nuevos
Anejo D : Ensayos de laboratorio efectuados
Anejo E : Perfil geotécnico longitudinal
Anejo F : Ensayos CPT y CPTU realizados
Anejo G : Ensayo Vane Borer efectuado
Anejo H : Perfil transversal del terraplén de Proyec

1. Introducción

En la zona situada aproximadamente entre los P.K.5+050 y 5+250 se proyecta construir un terraplén de una altura máxima igual a 22 metros. La elevada altura del mismo es debida a la necesidad de salvar una vaguada situada entre dos zonas de túnel (túnel de Marivella y túnel de Paracuellos).

El terreno presente, según los sondeos de Proyecto, está constituido por unos suelos aluviales de unos 25 metros de espesor máximo, apareciendo a continuación el sustrato rocoso (cuarcitas).

En general, estos suelos aluviales son de carácter arcillo-limoso, con alguna intercalación limo-arenosa e incluso con presencia de lentejones de arenas y gravas hacia los bordes de la vaguada.

Adicionalmente, se detectó, a partir de los sondeos de Proyecto, una zona con existencia de suelos orgánicos entre los 14 y los 21 metros de profundidad. Esta zona se sitúa hacia el centro de la vaguada.

Posteriormente, y con el fin de completar la información geotécnica, se han efectuado dos sondeos más a rotación con extracción de testigo continuo, 6 ensayos CPT (ensayo de penetración estática) y 2 ensayos CPTU (ensayo de penetración estática con medida de presión intersticial).

A partir de nuevos ensayos de laboratorio efectuados con las muestras extraídas en los sondeos, y de los resultados de los ensayos CPT y CPTU, se ha podido definir con mayor precisión la estratigrafía de la zona, así como estimar una serie de parámetros geotécnicos, referentes tanto a la resistencia como a la deformabilidad de los distintos niveles detectados. Por último, los ensayos CPTU han permitido evaluar la velocidad de disipación horizontal de la sobrepresión intersticial generada al efectuar el ensayo.

Con estos datos se ha elaborado un perfil geotécnico longitudinal representativo de la zona en cuestión. A partir de este perfil se ha definido la zona que, en principio, puede presentar mayores problemas de estabilidad (D.O. 5+180), sobre la que se ha realizado un cálculo de estabilidad del terraplén en la situación final, considerando la velocidad de consolidación del terreno y teniendo en cuenta distintas actuaciones encaminadas a acelerar la consolidación (drenes verticales) e incluso a incrementar la resistencia del terreno (columnas de grava).

A la vista de los resultados obtenidos en las distintas hipótesis establecidas, se enuncian una serie de conclusiones referentes a la ejecución del terraplén, todas ellas encaminadas a la consecución de un coeficiente de seguridad admisible tanto en la etapa final como en cada una de las situaciones intermedias.

FCC FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A. CONSTRUCCION | SERVICIO TECNICO | U.T.E. CALATAYUD | ESTUDIO ESTABILIDAD TERRAPLEN P.K.5+200 | HOJA 4 DE 30 | REV. 0 | DEPARTAMENTO GEOTECNIA

2. Comentarios previos al estudio del Proyecto

En el Proyecto de Construcción se menciona que el terreno de cimentación del futuro terraplén está constituido por suelos aluviales de unos 25 metros de espesor máximo, apoyados en un sustrato rocoso.

En general se trata de limos y arenas con gravas, de compacidad medianamente densa. Dado el caracter fundamentalmente granular de estos suelos, los asientos inherentes a la construcción del terraplén serán rápidos y no originarán problemas a partir de la puesta en servicio de la obra.

No obstante, entre las D.O. 5+100 y 5+200, el proyecto distingue una zona en la que se ha detectado un importante nivel de suelos orgánicos de alta plasticidad. Así, en el perfil transversal situado en la D.O. 5+180, se han diferenciado los siguientes niveles:

- Un nivel de limo arcilloso muy firme a duro, de 8 metros de espesor, con contenido de arena creciente hacia la base.
- Un nivel de arcilla limosa muy blanda, verdosa, de plasticidad media a baja, hasta los 12,5 metros de profundidad.
- Un nivel de arcilla muy blanda, de color negro, con abundante materia orgánica y restos fósiles, en general de baja plastididad, de 5,5 metros de espesor.
- Un nivel de limo muy orgánico, situado entre 18 y 21 metros de profundidad.
- Finalmente, un nivel de 4 metros de limo arenoso medianamente denso, no plástico.

Es preciso citar que los sondeos correspondientes al Proyecto de construcción, a partir de los cuales se diferenciaron los niveles comentados, se efectuaron al final de una época de sequía, en la que incluso no se detectó el nivel freático. Por este motivo, la consistencia de los materiales arcillo-limosos es mayor que la actual, en la que el nivel freático se sitúa en torno a los 8 metros de profundidad de acuerdo con las últimas investigaciones.

A partir del corte litológico de los nuevos sondeos, efectuados en Octubre de 1996, se ha zonificado de una manera algo diferente el terreno presente en la D.O. 5+180, tal como se expone en el apartado 4: Descripción del terreno.

En cuanto a la evaluación de la capacidad portante del terreno, equivalente a una altura de terraplén determinada, se ha empleado en el Proyecto un valor de la resistencia al corte sin drenaje (s_u) uniforme: 4,7 ton/m². Esta hipótesis de s_u uniforme con la profundidad no resulta conservadora, dada la existencia de niveles delgados de una cierta continuidad lateral que presentan una resistancia al corte sin drenaje inferior a la media considerada, tal y como se ha

comprobado con la última campaña de campo realizada. Por ello, las superficies de inestabilidad pésimas discurren a través de estos niveles delgados, obteniéndose un coeficiente de seguridad inferior al que resultaria de considerar el valor medio comentado.

Otro aspecto a considerar es la estabilidad de las columnas de grava que el Proyecto recomienda (1 columna de 1m. de diámetro cada 3,5 m²), como elemento que incremente la capacidad portante del terreno y reduzca la compresibilidad del mismo. Cabe citar que dicha estabilidad de las columnas se ha calculado a partir de la cohesión sin drenaje media inicial (s_u= 4,7 ton/m²), e incrementada debido a la consolidación del terreno entre columnas (Δs_u= 3,4 ton/m²). Con ello se obtiene un coeficiente de seguridad de las columnas superior a 1,5. Sin embargo, si se parte de una resistencia al corte sin drenaje inicial menor (niveles de terreno más blandos), la resistencia al corte final no será suficiente para asegurar un coeficiente de seguridad admisible, por lo que la integridad de la columna se pondría en entredicho.

Finalmente, la evaluación de asientos a partir de los resultados de los nuevos ensayos de laboratorio ha permitido estimar un asiento debido a la consolidación primaria de 2,0 metros aproximadamente, notablemente superior al 1,10 enunciado en el proyecto. Con la inclusión de las columnas de grava estos asientos se reducirían hasta valores de un 50%-60% del citado.

En cuanto a la consolidación secundaria, el Proyecto no evalúa dicho término, pudiéndose estimar en unos 15 cm. desde el momento de finalización de la obra hasta 6,5 años después (unos 10 años después del inicio de la obra). Este asiento diferido debido al reajuste entre las particulas es independiente de la inclusión o no de las columnas de grava, ya que depende del tiempo de inicio de la consolidación secundaria, que se puede suponer que coincide con el final de la consolidación primaria.

3. Investigación geotécnica efectuada

Los ensayos de campo efectuados con el fin de completar la información proporcionada por el Proyecto, cuya ubicación se muestra en la planta del anejo nº 2, han sido los siguientes:

- 2 Sondeos a rotación con extracción de testigo continuo, toma de muestras inalteradas y ejecución de ensayos S.P.T cada 2 metros aproximadamente. La situación de los sondeos corresponde a las D.O. 5+120 (S-5) y D.O. 5+180 (S-6), ambos en el eje.

- 6 ensayos CPT (ensayos de penetración estática), efectuados en los siguientes puntos: zonas próximas al borde del futuro terraplén en las D.O. 5+120 (derecha e izquierda) y D.O. 5+180 (derecha e izquierda); otro en la D.O. 5+200 (eje de terraplén) y el último en la D.O. 5+220 (zona izquierda del borde de terraplén).

- 2 ensayos CPTU (ensayos de penetración estática con medida de presiones intersticiales, combinado con ensayos de disipación de las mismas a distintas profundidades). La situación de los mismos corresponde a las D.O. 5+120 y 5+180, ambos en el eje.

FCC FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A. CONSTRUCCION | SERVICIO TECNICO | U.T.E. CALATAYUD | ESTUDIO ESTABILIDAD TERRAPLEN P.K.5+200 | HOJA 6 DE 30 | REV. 0 | DEPARTAMENTO GEOTECNIA

- 1 sondeo Vane-Borer con ensayos de molinete (Vane Test) cada metro de profundidad, en las proximidades de la D.O. 5+180 (próximo al CPTU efectuado en dicho punto).

Los cortes litológicos de los sondeos realizados se incluyen en el anejo nº 3 al final del informe.

Adicionalmente, con las muestras extraídas en los dos sondeos a rotación efectuados, se han realizado una serie de ensayos de laboratorio encaminados a la caracterización del comportamiento tensodeformacional de los distintos niveles de terreno. Los ensayos en cuestión, cuyos resultados se incluyen en el anejo nº 4, han sido los siguientes:

- Ensayos de identificación (granulometría, determinación de humedad natural, densidad seca y Límites de Atterberg) en todas las muestras inalteradas extraídas.

- Determinación de la densidad de las partículas (nivel más superficial de terreno), con vistas a evaluar el grado de saturación de dicho nivel.

- 7 Ensayos edométricos con obtención de las curvas asientos-tiempo (para determinación de la velocidad de consolidación vertical). Las muestras empleadas han sido las siguientes: S-5: M.I. a 6 m., 12 m. y 17,5m. de profundidad; S-6: M.I. a 2 m., 12,5 m., 16 m. y 18 m. de profundidad.

- 4 Ensayos triaxiales: 3 CU (con consolidación previa y rotura sin drenaje y con medida de presiones intersticiales) y 1 UU (sin consolidación previa y rotura sin drenaje y con medida de presiones intersticiales). Las muestras utilizadas han sido las siguientes: S-5: M.I. a 8 m. (CU) y 10 m. (C.U.) de profundidad; S-6: M.I. a 2 m. (UU) y a 4 m. (C.U.) de profundidad.

Con los resultados de la investigación de campo efectuada, así como con los ensayos de laboratorio relacionados, se ha podido elaborar un perfil geotécnico longitudinal aproximado, teniendo en cuenta los Sondeos de Proyecto realizados en su día. Dicho perfil se muestra en el anejo nº 5.

Adicionalmente, los ensayos de penetración estática efectuados (CPT y CPTU, cuya descripción y resultados se incluyen en el anejo nº 6) han servido para contrastar la estratigrafía elaborada a partir del corte litológico de los sondeos, así como para obtener una serie de parámetros resistentes y deformacionales de los distintos niveles diferenciados.

Asimismo, el ensayo Vane-borer (se incluye una descripción y el resultado del ensayo en el anejo nº 7) ha permitido obtener un valor de resistencia al corte sin drenaje en función de la profundidad.

Por otra parte, los ensayos de disipación de sobrepresiones intersticiales correspondientes a los ensayos CPTU han servido para evaluar la velocidad de consolidación horizontal, necesaria para el dimensionamiento de las medidas encaminadas a la aceleración de la consolidación del cimiento.

4. Descripción del terreno

A la vista del perfil geotécnico longitudinal comentado (ver anejo nº 5), se han podido diferenciar los siguientes niveles de terreno (de techo a muro):

Limos algo arenosos. Este nivel más superficial comprende los primeros 3-4 m. y se encuentra bastante desecado, con humedades inferiores al límite plástico.

Los golpeos obtenidos en la toma de muestras inalteradas y en los ensayos S.P.T. han sido los siguientes:

M.I.: 25, 31
S.P.T.: 16, 16

En los ensayos de identificación se han obtenido los siguientes valores:

Humedad natural: 10% a 12%

% Finos: 44% a 84%

Límites de Atterberg: Límite líquido: 23,7 a 25
Límite plástico: 12,8 a 17
Indice plasticidad: 8 a 10,9

Densidad seca: 1,74 t/m^3 a 1,98 t/m^3

Clasificación de Casagrande: CL; CL-ML;SC

En el ensayo triaxial efectuado se han obtenido los siguientes parámetros:

$\phi' \approx 32^\circ$ $\phi_u \approx 29^\circ$
$c' \approx 9$ ton/m^2 $c_u \approx 10$ ton/m^2

Este valor de la cohesión tan elevado es un signo del importante grado de desecación que presenta este nivel, que ha originado una preconsolidación del mismo, tal como se puede apreciar en el ensayo edométrico efectuado (la presión de preconsolidación se sitúa en torno a 1 Kp/cm^2). Atendiendo a este valor de la cohesión sin drenaje obtenida (s_u), se puede calificar la consistencia de dicho nivel como de firme-muy firme.

En el ensayo edométrico efectuado se han obtenido los siguientes valores:

Indice de Compresión Cc: 0,055

Indice de entumecimiento C_s: 0,011

Arcillas con algo de arena. Este nivel se ha detectado en el S-5 desde los 4 hasta los 20 metros de profundidad, mientras que en el S-6 se sitúa entre los 3 y los 14 metros de profundidad. El nivel freático se sitúa en este nivel, sobre los 8 metros de profundidad, obteniéndose grados de saturación cercanos al 100% incluso por encima del nivel freático, dado el carácter arcilloso del material. Adicionalmente, en ambos sondeos se han detectado inclusiones de gravas a distintos niveles, característico de sedimentos de origen aluvial.

Los golpeos obtenidos en la toma de muestras inalteradas y en los ensayos S.P.T. han arrojado los siguientes valores:

M.I.: S-5: 6, 8, 3, 6, 22, 12; S-6: 19, 27, 13, 7, 0
S.P.T.: S-5: 3, 9, 6, 5, 2, 8, 22; S-6: 16, 27, 8, 5

En los ensayos de identificación se han obtenido los siguientes valores:

Humedad natural: 14% a 24%

% Finos: 42% a 87%

Límites de Atterberg: Límite líquido: 20 a 31
Límite plástico: 14 a 17
Indice plasticidad: 4 a 17

Densidad seca: 1,67 t/m^3 a 1,9 t/m^3

Clasificación de Casagrande: CL; CL-ML; SC-SM

En los ensayos triaxiales efectuados en este nivel se han obtenido los siguienes parámetros:

A 4 m. de profundidad: $\phi' \approx 31^\circ$ $\phi_u \approx 23\text{-}31^\circ$
$c' \approx 0$ $c_u \approx 6$ ton/m^2

A 8 m. de profundidad: $\phi' \approx 33^\circ$ $\phi_u \approx 28\text{-}13^\circ$
$c' \approx 0$ $c_u \approx 4$ ton/m^2

A 10 m. de profundidad: $\phi' \approx 30^{\circ}$ $\phi_u \approx 19^{\circ}$-$13^{\circ}$
$c' \approx 0$ $c_u \approx 1$ ton/m²

En los ensayos edométricos efectuados se han obtenido los siguientes valores:

Indice de Compresión Cc: 0,081 a 0,124

Indice de entumecimiento C_s: 0,0051 a 0,0064

Coeficiente de consolidación c_v (cm²/seg): $2,7 \times 10^{-4}$ a $1,2 \times 10^{-3}$

Finalmente, en el ensayo Vane-Borer se han obtenido unos valores de resistencia al corte sin drenaje (s_u) que oscilan entre 6-8 ton/m² (inferiormente al nivel freático) y valores cercanos a 1,5 - 2 Kp/cm² (por encima del nivel freático). Por otra parte, los valores de s_u que se han obtenido a partir de correlaciones con los resultados de los ensayos CPT y CPTU, se sitúan entre 2 y 7 ton/m² (inferiormente al nivel freático). Estas cifras se alejan ligeramente de las obtenidas en los ensayos triaxiales, en los que existe un término de fricción ϕ_u incluso en condiciones no drenadas, por lo que en el calculo será necesario tener en cuenta la variación existente.

De acuerdo con estos valores, se puede caracterizar a las arcillas como de baja plasticidad, en ocasiones limosas y con alguna intercalación más arenosa. La consistencia de las mismas se puede calificar como de firme-muy firme por encima del nivel freático (s_u=5-15 ton/m²) y blanda-media-firme por debajo del mismo (s_u=2-8 ton/m²).

Arcillas con materia orgánica. Este nivel aparece sólamente en la zona central de la vaguada, detectándose claramente en el sondeo S-6, entre los 14 y los 21,5 metros de profundidad, aproximadamente.

Los golpeos obtenidos en la toma de muestras inalteradas y en los ensayos S.P.T. han sido los siguientes:

M.I.. 6, 11, 11, 11
S.P.T.: 12, 6, 7

En los ensayos de identificación se han obtenido los siguientes valores:

Humedad natural: 30% a 57%

% Finos: 74% a 98%

Limites de Atterberg: Limite líquido: 29 a 54
Limite plástico: 19 a 28
Indice plasticidad: 9 a 26

Densidad seca: 1,05 t/m³ a 1,49 t/m³

Clasificación de Casagrande: CL; CH-OH

En los ensayos edométricos efectuados se han obtenido los siguientes valores:

Indice de Compresión Cc: 0,856 a 1,8

Indice de entumecimiento C_s: 0,05 a 0,103

Coeficiente de consolidación c_v (cm²/seg): $1,6 \times 10^{-4}$ a $2,3 \times 10^{-3}$

Como se puede apreciar, estos valores indican una gran compresibilidad de este nivel, siendo su coeficiente de consolidación análogo al de las arcillas con algo de arena ya descritas. Su consistencia se puede calificar como de media-firme (s_u=3-10 ton/m²), en base a las correlaciones con los resultados de los ensayos CPT y CPTU.

Arenas limosas con gravas. Inferiormente a los niveles arcillosos y de arcilla con materia orgánica comentados, aparece una capa fundamentalmente granular, constituida por arenas algo arcillosas/limosas con niveles de gravas redondeadas. Su espesor es de 1-2 metros, apareciendo entre los 20-21 metros en el S-5 y entre los 22-24 metros en el S-6.

Los valores del golpeo obtenido en los ensayos S.P.T. han sido de 35 y 49, lo que pone de manifiesto la elevada compacidad del nivel.

Sustrato rocoso. Por último, aparece el macizo rocoso, constituido fundamentalmente por cuarcitas grises algo fracturadas en sus episodios iniciales y con alguna señal de disolución. No obstante, este nivel se puede considerar como un sustrato prácticamente incompresible.

5. Análisis de estabilidad

Con los parámetros geotécnicos de los distintos niveles de terreno citados se ha analizado la situación que se puede considerar como más crítica para la ejecución del terraplén en cuestión.

Esta situación crítica corresponde a una altura de 22 metros de terraplén (altura máxima del mismo, ver perfil de Proyecto en en anejo nº 8) construida sobre la zona central de la vaguada, sita aproximadamente en torno a la D.O. 5+180. Se ha elegido este punto, coincidente con la zona central de la cuenca de sedimentación, debido a la existencia en el mismo del nivel de arcillas con materia orgánica, cuyo espesor va disminuyendo progresivamente hacia los bordes de la cuenca.

Un aspecto a tener en cuenta para poder evaluar la estabilidad del terraplén durante su construcción es el incremento del grado de consolidación que se va logrando a medida que va transcurriendo el tiempo de ejecución del mismo. Este aumento del grado de consolidación con el tiempo, que de una forma gráfica se corresponde con el porcentaje del asiento final que se ha logrado hasta un instante determinado, se traduce en un paralelo incremento de los parámetros resistentes del terreno, que es preciso evaluar para poder analizar la estabilidad del terraplén desde un punto de vista más real.

Dado que los distintos niveles de terreno presentan una cierta variación de los parámetros resistentes, tanto en dirección lateral como en profundidad, además de una evolución diferente en función de la presión efectiva que actúe sobre ellos, se ha considerado conveniente zonificar los mismos en las direcciones citadas (un esquema de los elementos con diferente asignación de propiedades se muestra en la figura 1 del anejo nº 1).

Un esquema de las resistencias al corte sin drenaje aparentes iniciales empleadas en el cálculo se muestra en la figura 2. Al nivel superior de **limos algo arenosos** se le ha asignado un valor de **s_u inicial de 10 ton/m²**, dado su elevado grado de desecación. A continuación, existe un primer nivel de **arcillas con algo de arena, situadas por encima del nivel freático**, a las que se les ha asignado un **valor inicial de s_u igual a 9 ton/m²**. Este valor se considera suficientemente conservador, dado el resultado del ensayo Vane-Borer en estas arcillas, cuyos valores de s_u oscilan entre 9 ton/m² y 24 ton/m². **Por debajo del nivel freático** sí se observa un descenso de los valores de la resistencia al corte sin drenaje obtenida, que en este caso oscila entre 6,3 ton/m² y 12,6 ton/m². En consecuencia, se ha optado por adoptar un valor de **s_u inicial igual a 7 ton/m²**. Sin embargo, observando los valores de la resistencia al corte sin drenaje obtenidos a partir de los resultados de los ensayos CPT y CPTU (ver figura 3), se aprecian ciertos subniveles con resistencias inferiores. Por esta razón también se ha evaluado un **eventual descenso del valor de s_u hasta 3 ton/m²**. Análogamente, en las **arcillas con materia orgánica** subyacentes también se han observado estos eventuales descensos del valor de s_u respecto de la tendencia de crecimiento media con la profunidad (ver figura 4), por lo que se ha optado por variar el valor de **la resistencia al corte sin drenaje inicial entre 3 y 7 ton/m²**, al menos en los metros superiores. La tendencia de variación de s_u con la profundidad, mostrada en la figura 3, corresponde a unas arcillas normalmente consolidadas, al menos hasta los 13 metros de profundidad, ya que se adecúa bien la ley a las preconizadas por Ladd y Skempton. No obstante, en la zona de las arcillas con materia orgánica las leyes divergen, motivado principalmente porque las leyes comentadas no se refieren a este tipo de arcillas.

Estos valores de la resistencia al corte sin drenaje citados se han adoptado teniendo en cuenta los ensayos CPT efectuados en los bordes del terraplén, en los que generalmente se han obtenido resistencias mayores. Sin embargo, también se han observado intercalaciones con valores de s_u inferiores (2-3 ton/m²), correspondientes a profundidades entre 9 y 18 metros. Por esta razon ha sido necesario evaluar la estabilidad del terraplén en el caso de que existiese un nivel continuo subhorizontal con un inferior valor de s_u (3 ton/m²) respecto a la media (7 ton/m²).

En cuanto al tipo de cálculo, en los niveles arcillosos y de arcillas con materia orgánica, se ha considerado un modelo de comportamiento sin drenaje ($\phi = 0^\circ$ y S_u), con el fin de simular el comportamiento a corto plazo del terraplén.

En el nivel de limos algo arenosos superficiales, dado que están bastante desecados, y a la vista del resultado del ensayo triaxial realizado, se han adoptado los siguientes parámetros resistentes:

$\phi' \approx 25^\circ$
$c' \approx 10$ ton/m²

En los niveles de arcillas con algo de arena y de arcillas con materia orgánica, se han adoptado los parámetros arriba comentados de s_u, con las variaciones pertinentes explicadas.

En la capa de arenas limosas con gravas situada inferiormente a los niveles arcillosos se han adoptado los parámetros resistentes siguientes:

$\phi' \approx 35^\circ$
$c' \approx 0$

Por último, en el sustrato rocoso se han adoptado unos valores suficientemente elevados con el fin de que las posibles inestabilidades no incidan en dicho nivel.

Adicionalmente, se ha supuesto que el nivel freático se sitúa en la zona superior de las arcillas con algo de arena, dado el elevado grado de saturación de las mismas. En este sentido, al experimentar el incremento de presiones debido a la carga del terraplén, se generarán presiones intersticiales que habrán de disiparse análogamente a una situación inferior al nivel freático. Por tanto, se supone que los asientos que van a originarse en los niveles arcillosos son debidos al proceso de consolidación generado por la carga del terraplen. En el nivel de arcillas con materia orgánica se evalúan también los asientos debidos al proceso de consolidación secundaria (reajuste entre partículas).

5.1 Estabilidad de terraplén sin medidas adicionales

En el análisis de estabilidad se ha precisado evaluar el incremento de la resistencia al corte sin drenaje en cada uno de los niveles de terreno zonificados, condicionado por un factor principal: el aumento de la **presión efectiva** originado como consecuencia de la carga del terraplén. La relación entre este último valor y la presión total transmitida por el terraplén es función del **grado de consolidación** alcanzado en el instante considerado.

El incremento de la resistencia al corte sin drenaje s_u, en función de la presión efectiva actuante σ', se puede evaluar, según Ladd et al., 1977, a partir de la expresión siguiente:

$s_u/\sigma' = 0,22$

De acuerdo con la expresión anterior, es preciso evaluar cuál es el incremento de presión efectiva en un cierto instante determinado, en función del grado de consolidación alcanzado.

El grado de consolidación alcanzado en un determinado instante se puede evaluar a partir de la expresión de Magnan (Helsinki, 1983). Según esta formulación, el grado de consolidación medio de una capa compresible se puede calcular mediante:

$$U_t = \frac{S_t}{S_\infty} = 1 - \alpha_m e^{-Ct} \qquad (1)$$

siendo:

U_t : Grado de consolidación en el instante t
S_t : Asiento al cabo de un tiempo t
S_∞ : Asiento diferido total
α_m: $8 / \pi^2$
C : $(\pi^2/4)\ c_v / H^2$
c_v : Coeficiente de consolidación vertical de la teoría de Terzaghi
H : Semiespesor de la capa compresible entre dos capas drenantes

La fórmula (1) es válida para una carga instantánea. En el supuesto de que la carga (el terraplenado) se efectúe a un ritmo constante, la expresión resultante es la siguiente:

$$U_t = \frac{S_t}{S_\infty} = 1 - \alpha_m e^{-Ct} \frac{e^{Ct_f} - 1}{Ct_f} \qquad (2)$$

siendo t_f el tiempo empleado en el terraplenado.

Por tanto, a partir de los valores de c_v (coeficiente de consolidación) y H (semiespesor de la capa compresible, suponiendo que el drenaje se produce superior e inferiormente), se puede estimar el valor del grado de consolidación medio U en un instante determinado.

Con este grado de consolidación medio alcanzado se puede obtener el grado de consolidación U_z correspondiente a una determinada cota dentro de la capa a consolidar.

La expresión que relaciona ambas variables es la siguiente, obtenida a partir de la suposición de la forma parabólica de las isocronas de la teoría de la consolidación unidimensional, elaborada por Terzaghi:

$$U_z = \epsilon_{zt} / \epsilon_f = \Delta\sigma_{zt}' / \Delta\sigma = 1 - u_{zt} / \Delta\sigma \approx 1 - 1,5\,(1-U)\,[\,1-(z/H)^2\,]$$

siendo:

ϵ_{zt} : Deformación unitaria a la cota z en el instante t
ϵ_f : Deformación unitaria final a la cota z
$\Delta\sigma_{zt}'$: Incremento de presión efectiva a la cota z en el instante t
$\Delta\sigma$: Incremento de presión total
u_{zt} : Presión intersticial en exceso a la cota z en el instante t
U : Grado de consolidación medio de toda la capa de suelo a consolidar
z: Distancia desde el centro de la capa de suelo a consolidar hasta el punto considerado
H: Semiespesor de la capa de suelo a consolidar (en el supuesto de drenaje por ambos extremos, superior e inferior)

Por tanto, a partir de los valores de U_z en cada punto en cuestión, se puede determinar el incremento de presión efectiva en el mismo $\Delta\sigma_{zt}'$ y, finalmente, el incremento de la resistencia al corte sin drenaje s_u a partir de la fórmula de Ladd.

Con el fin de llevar a la práctica este proceso, se ha evaluado primeramente cuál es el incremento de presión media que se produce en los distintos puntos en la situación final de construcción del terraplén.

Para ello, se ha empleado un **modelo de elementos finitos** con los distintos niveles de terreno considerados. En las figuras 5 a 8 se muestra la malla considerada, así como los contornos de presiones media, vertical y horizontal considerados.

A continuación, y en función del tiempo t, se puede evaluar el incremento de presión efectiva en cada nivel de terreno diferenciado (tanto horizontal como verticalmente) y consiguientemente, el incremento de la resistencia al corte sin drenaje. Introduciendo este incremento de la resistencia al corte sin drenaje en cada uno de los elementos diferenciados en la figura 2, se ha analizado la estabilidad al deslizamiento del terraplén.

Los métodos de cálculo del coeficiente de seguridad al deslizamiento empleados han sido el método de Bishop simplificado (superficies circulares) y el de Janbu simplificado (superficies poligonales). Este último método tiene su principal aplicación en el análisis de niveles horizontales con inferior resistencia a la media.

Una vez tanteado el grado de mejora conseguido al final de la construcción, (ver figuras 9 y 10), se puede concluir que **el grado de consolidación medio obtenido no supera el 30%** en ninguna hipótesis de plazo de construcción del terraplén sin medidas de tratamiento del terreno (entre 1 y 36 meses). Concretamente, se han estudiado dos hipótesis: la primera, suponiendo un **plazo de ejecución de 12 meses (U=23%)** y la segunda, en la que el **tiempo de construcción es de 30 meses (U=28%)**.

En las figuras 11 a 14 se muestran las superficies de deslizamiento tanteadas en el caso de un plazo de construcción del terraplén igual a 12 meses, suponiendo que el nivel superior de las arcillas con materia orgánica presenta un valor de s_u inical igual a 3 ton/m². Análogamente, en las figuras 15 a 18 se ha considerado que el nivel inferior de las arcillas con algo de arena es el que adopta el valor de s_u inicial igual a 3 ton/m². En todos los casos tanteados se han obtenido **coeficientes de seguridad al deslizamiento entre 1,006 y 1,091.**

En el caso de construcción del terraplén en un plazo de 30 meses, se han tanteado las mismas opciones comentadas en el párrafo anterior, resultando **valores del coeficiente de seguridad que oscilan entre 1,011 y 1,094** (ver figuras 19 a 26).

En conclusión, los valores obtenidos son inferiores al **mínimo exigible a corto plazo: 1,3.** Por tanto, es necesario introducir alguna medida adicional que incremente la resistencia al corte del cimiento y acelere la consolidación (**columnas de grava**) o que permita la ganancia de resistencia de una forma más rápida (**drenes verticales**). Incluso, podría ser necesario incrementar el momento estabilizador de los posibles círculos de deslizamiento (**berma estabilizadora al pie**).

5.2 Inclusión de columnas de grava

En el Proyecto de construcción se menciona la inclusión de columnas de grava como una medida tanto para acelerar la consolidación como para incrementar la resistencia del cimiento.

La densidad de tratamiento citada en el Proyecto es de una columna de 1 metro de diámetro cada 3,5 m², obteniéndose un factor de mejora igual a 2,25. Estas columnas se llevarían hasta terreno firme, resultando longitudes de columnas en torno a los 21 metros en la zona central de la vaguada (punto de mayor altura del terraplén).

El dimensionamiento del espaciamiento entre columnas se ha efectuado a partir del método de Priebe, que, aunque presenta algunas limitaciones teóricas, ha sido ampliamente utilizado con bastante éxito en un gran número de obras. La principal utilidad del método radica en la rápida estimación de la reducción de asientos que puede conseguirse con el tratamiento de mejora, requiriéndose conocer tan sólo el ángulo de rozamiento del material de aporte. El factor de reducción de asientos es el denominado factor de mejora del terreno de Priebe, que el mismo autor ha representado en un gráfico en función del ángulo de rozamiento del material de las columnas y de la relación de sustitución a_s, definida de la siguiente manera:

$$a_s = A_c / A = A_c / (A_c + A_s)$$

siendo:

A_c: Area transversal de la columna
A: Area total por columna = $A_c + A_s$
A_s: Area de suelo que corresponde a cada columna

FCC FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A. CONSTRUCCION
SERVICIO TECNICO
U.T.E. CALATAYUD
ESTUDIO ESTABILIDAD TERRAPLEN P.K.5+200
HOJA 16 DE 30 REV. 0
DEPARTAMENTO GEOTECNIA

El **ábaco de Priebe** comentado se muestra en la figura 27. Así, entrando con un valor de a_s igual a 0,23 (1 columna cada 3,5 m²) se obtiene el **factor de mejora** citado: **2,25.**

Con la inclusión de las columnas de grava, se produce un incremento de los parámetros resistentes del cimiento, pudiéndose adoptar una **cohesión y un ángulo de rozamiento equivalentes**, obtenidos a partir de los gráficos de las figuras 28 y 29. Estos gráficos corresponden al artículo de M. Bouassida, P. de Buhan y L. Dormieux sobre la capacidad de carga de una cimentación sobre un terreno reforzado mediante columnas de grava, publicado en la revista Géotechnique de Junio de 1995.

Entrando en dichas figuras con una relación de sustitución a_s igual a 0,227 y con un ángulo de rozamiento del material de aporte de 37,5°, resulta una **cohesión equivalente igual a 0,72 veces el valor de la resistencia al corte sin drenaje del suelo original**, mientras que el **ángulo de rozamiento equivalente es de 15°.**

Con los valores del ángulo de rozamiento equivalente y de la cohesión equivalente, se ha efectuado un nuevo **cálculo de estabilidad a corto plazo**, en las mismas hipótesis que las calculadas en el apartado 4.1, resultando un **coeficiente de seguridad mínimo de 1,665** (ver figuras 30 a 37). Este valor es superior al mínimo exigible (1,3) por lo que se considera adecuada la distribución de las columnas desde un punto de vista de la estabilidad del terraplén.

Por último, es necesario evaluar la estabilidad del terraplén a largo plazo, adoptando los parámetros efectivos correspondientes a la siguiente relación obtenida empíricamente:

$$\tan \phi' = m \tan \phi_c + (1\text{-}m) \tan \phi_s$$
$$c' = (1\text{-}m)\, c_s$$

siendo m la relación entre la carga absorbida por las columnas y la carga total aplicada.

Para determinar el valor m anterior, es necesario evaluar la presión que se transmite al suelo original σ_s y a las columnas de grava σ_c, en función de la presión media original aplicada σ.

Así, el factor de mejora del terreno f_m se define de la siguiente manera, a partir del equilibrio de la fuerza vertical actuante:

$$f_m = \frac{S_{sinmejora}}{S_{conmejora}} = \frac{\sigma}{\sigma_s} = \frac{1}{A}(A_s \cdot$$

Por tanto, a partir de la presión total aplicada, puede calcularse tanto la presión que reciben las columnas como la que se transmite a la parte de suelo entre columnas, siempre que se conozca la disposición geométrica de éstas, dada por los valores de A, A_s y A_c.

Entrando en la expresión anterior, resultan, para una disposición de 1 columna de 1 metro de diámetro cada 3,5 m², los siguientes valores:

σ = 48,4 ton/m²
σ_c = 138,8 ton/m²
σ_s = 21,9 ton/m²

A partir de los valores anteriores, el factor m resulta ser igual a 0,65. Con este factor se pueden obtener los parámetros del ángulo de rozamiento y cohesión efectivos necesarios para un análisis a largo plazo, que resultan ser los siguientes:

ϕ' = 35 °
c' = 0

Efectuando el análisis de estabilidad a largo plazo del terraplén se obtiene un coeficiente de seguridad de 2,374 (ver figuras 38 y 39), superior al mínimo exigible en tales condiciones (1,5).

En conclusión, desde el punto de vista de la estabilidad del terraplén, se considera adecuada la distribución de columnas que propone el Proyecto, tanto en un análisis del comportamiento a corto plazo como a largo plazo. Incluso se podría adoptar una distribución con las columnas algo más separadas: por ejemplo 1 columna de 1 metro de diámetro cada 5,4 m² (representa una distancia entre columnas de 2,5 metros en lugar de 2,0 que propone el Proyecto).

Realizando los cálculos análogos a los correspondientes a la separación propuesta en Proyecto, resultan los siguientes coeficientes de seguridad (1 columna de grava cada 5,4 m² en malla triangular):

Coef. Seguridad mínimo a corto plazo: 1,438
(ϕ_{eq} = 10,5°; c_{eq} = 0,8 s_{u0})

Coef. Seguridad mínimo a largo plazo: 2,337
(ϕ' = 34°; c' = 0)

Un último aspecto a considerar es la estabilidad de las columnas propiamente dicha, ya que su integridad depende del valor de la resistencia al corte sin drenaje que ofrezca el terreno que las confina. Si ésta fuese bastante reducida, la estabilidad de las columnas quedaría en entredicho, no desempeñando el papel resistente que inicialmente se les había asignado.

FCC FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A. CONSTRUCCION | SERVICIO TECNICO | U.T.E. CALATAYUD | ESTUDIO ESTABILIDAD TERRAPLEN P.K.5+200 | HOJA 18 DE 30 | REV. 0 | DEPARTAMENTO GEOTECNIA

En el caso presente, a partir de la condición de compatibilidad de deformaciones entre las columnas y el suelo que les rodea, se puede obtener una expresión que relaciona la presión de las columnas con la resistencia al corte sin drenaje del terreno circundante:

$$\sigma_c \leq \frac{2K_{pc}S_u(f_m A - A_s)}{f_m A - A_s - K_{pc}A_c}$$

siendo:

σ_c: Presión que recibe la columna
K_{pc}: Coeficiente de empuje pasivo del material de las columnas ($\tan^2(45+\phi/2)$)
S_u: Resistencia al corte sin drenaje del suelo circundante
f_m: Factor de mejora de Priebe
A: Area total de terreno por columna
A_s: Area de suelo por columna
A_c: Area transversal de la columna

El coeficiente de seguridad de estabilidad de la columna se define como la relación entre la presión admisible y la que realmente se transmite a la misma, debiendo superar tal cociente el valor de 1,5.

En la figuras 50 a 53 se muestra una serie de cuadros en los que se ha evaluado la evolución del coeficiente de seguridad citado en función del espaciamiento entre columnas (para unas resistencias al corte sin drenaje iniciales de 3, 4 , 5 y 6 ton/m²).

Para un valor de la resistencia al corte sin drenaje inicial de 3 ton/m², el coeficiente de seguridad de estabilidad de la columna es de 0,97 en el caso de 1 columna cada 3,5 m² y de 1,11 si la disposición es de 1 columna cada 5,4 m². De la observación de estos cuadros se deduce que para el espaciamiento de columnas previsto en el Proyecto (1 columna cada 3.5 m² ó bien D=2m. en malla triangular), es necesario contar con una resistencia al corte sin drenaje inicial de 6 ton/m². Incluso en el caso de una separación mayor entre columnas (D= 2,5 m), el valor mínimo de la resistencia al corte sin drenaje residiría en torno a 5 ton/m².

Como, según se ha visto en los resultados de los ensayos CPT y CPTU, existen ciertos niveles que presentan valores inferiores de la resistencia al corte sin drenaje (s_u = 3 ton/m²), la estabilidad de las columnas en los mismos no está asegurada, de tal forma que se pierde el confinamiento necesario para que trabaje adecuadamente la columna. Este aspecto podría invalidar la solución de refuerzo del cimiento mediante la inclusión de columnas de grava con la separación prevista en Proyecto.

5.3 Inclusión de drenes verticales

Una de las formas más adecuadas de lograr un incremento de resistencia es la inclusión de drenes verticales que aceleran el proceso de consolidación y que permiten acelerar la ganancia de resistencia del terreno.

Asimismo, si la ganancia de resistencia obtenida con los drenes verticales no fuera suficiente, se podrían introducir medidas adicionales, consistentes, por ejemplo, en la introducción de geomallas, colocación de una berma exterior adosada al terraplén o ambas medidas conjuntamente. Con todas estas medidas lo que se persigue es incrementar el valor del momento estabilizador de los posibles círculos de deslizamiento.

En el caso de introducción de drenes verticales, es preciso calcular el grado de consolidación radial alcanzado en un determinado instante t. La expresión es similar a la obtenida para el caso de consolidación vertical:

$$U_h = 1 - e^{-Kt} \qquad (3)$$

siendo:

U_t : Grado de consolidación en el instante t
K : $8\ c_h / (d_e^2\ F)$
c_v : Coeficiente de consolidación vertical de la teoría de Terzaghi
d_e : Distancia equivalente entre drenes (1,13 D para malla cuadrada)
F: Parámetro función de la distancia entre drenes, su diámetro, su transmisividad, etc.

La fórmula (3) es válida para una carga instantánea. En el supuesto de que la carga (el terraplenado) se efectúe a un ritmo constante, la expresión resultante es la siguiente:

$$U_h = 1 - e^{-Kt} \frac{e^{Kt_f} - 1}{Kt_f} \qquad (4)$$

siendo t_f el tiempo empleado en el terraplenado.

Finalmente, el grado de consolidación conjunto (consolidación radial y vertical) se ha calculado a partir de la expresión siguiente:

$$U = 1 - (1-U_v)\ (1-U_h)$$

En la figuras 54 y 55 se han analizado los grados de consolidación que se obtendrían en distintas hipótesis de tiempo de terraplenado (t_f = 1, 6, 12, 18, 24, 30 y 36 meses) para un espaciado de drenes igual a 1,75 m. (malla cuadrada). Asimismo se incluyen las gráficas correspondientes a los dos casos estudiados de consolidación vertical únicamente (t_f = 12 y 30 meses). El espaciado citado se ha elegido a partir de los valores habituales que se adoptan en este tipo de obras, que oscilan entre 1,4 y 2,4 metros, generalmente.

Después de una serie de cálculos previos, se concluye la necesidad de adosar una berma estabilizadora al pie del terraplén, conjuntamente a la inclusión de drenes verticales en el terreno. Las dimensiones tanteadas de la berma han sido: 20 metros de anchura y 8 metros de altura.

Previamente a cualquier cálculo de estabilidad en esta nueva hipótesis, es necesario evaluar el incremento de presión media en cada punto debido a la carga del terraplén y la berma. Ello se ha efectuado, análogamente al caso del terraplén sin berma, mediante un modelo de elementos finitos. En las figuras 56 a 59 se muestra la malla estudiada, así como las líneas de contorno de las presiones media, vertical y horizontal obtenidas.

En el caso de una duración del terraplenado igual a 12 meses, con un espaciado entre drenes de 1,75 metros en malla cuadrada, se obtiene un grado de consolidación medio U igual al 90%. A partir de este grado de consolidación se puede evaluar el incremento de presión efectiva en cada punto al final del terraplenado, con lo que se podría evaluar la ganancia de resistencia al corte sin drenaje.

A partir de las resistencias al corte sin drenaje iniciales expresadas en las figuras 60 y 64, se ha analizado la estabilidad del terraplén mediante el método de Bishop simplificado (superficies circulares) y de Janbu simplificado (superficies poligonales). Las superficies pésimas obtenidas, así como los valores de los coeficientes de seguridad obtenidos se muestran en las figuras 61 a 67, siendo el valor mínimo de 1,308, superior al mínimo exigible a corto plazo (1,3).

En el caso de un tiempo de terraplenado superior (t_f = 30 meses y U=96%), se ha efectuado un análisis de estabilidad similar, con las resistencias al corte sin drenaje iniciales expresadas en las figuras 68 y 72. Los valores de los coeficientes de seguridad obtenidos se muestran en las figuras 69 a 75, siendo el mínimo valor obtenido de 1,328, igualmente superior al mínimo exigible a corto plazo (1,3).

Finalmente, en un análisis de **estabilidad a largo plazo** del conjunto del terraplén y berma estabilizadora, se han considerado los siguientes parámetros resistentes, obtenidos de los ensayos triaxiales:

$\phi' = 30^{\circ}$
$c' = 0$

En las figuras 76 y 77 se muestran los circulos de deslizamiento tanteados así como el mínimo valor del coeficiente de seguridad obtenido, resultando ser igual a **2,670**.

6. Evaluación de asientos

En la estimación de los asientos debidos al terraplén, dada la presencia de materia orgánica en alguna capa de carácter arcilloso, es necesario evaluar el asiento debido a la consolidación primaria (expulsión del agua intersticial) y a la consolidación secundaria (reajuste entre partículas). Ambos términos se calculan en los siguientes apartados.

6.1 Asientos debido a la consolidación primaria

En la evaluación de los asientos experimentados por el cimiento del terraplén debido a la carga transmitida por éste, se ha empleado el método edométrico.

El método edométrico de cálculo de asientos se basa en la conocida expresión de la variación del índice de poros en función del incremento de presión efectiva:

$$e_0 - e = C_c \log \frac{\sigma'}{\sigma'_0} \qquad \text{(Carga noval)}$$

$$e_0 - e = C_r \log \frac{\sigma'}{\sigma'_0} \qquad \text{(Recompresión)}$$

Así, en función de las distintas situaciones experimentadas por el terreno de cimentación del futuro terraplén, se empleará una u otra o la combinación de ambas expresiones.

En este método se divide el terreno en capas, asignándole a cada una de ellas un valor del coeficiente de compresibilidad, obtenido mediante ensayos edométricos.

Posteriormente se calcula la presión efectiva media existente en el centro de cada capa y se determina la presión de preconsolidación correspondiente.

El siguiente paso es determinar el incremento de presión efectiva y, consiguientemente, la presión total en el centro de cada capa, en función del grado de consolidación existente el el momento considerado. Este incremento de presión se ha obtenido a partir de los contornos de presiones verticales calculados mediante el modelo de elementos finitos citado al hablar de la estabilidad del terraplén (ver figuras 7 y 58).

Finalmente, la expresión del asiento total se calcula a partir de la expresión siguiente:

$$S = \sum_{i=1}^{n} \frac{C_{ri}}{1+e_0} H_i \log\left(\frac{\sigma'_p}{\sigma'_{v0}}\right) + \frac{C_{ci}}{1+e_0} H_i \log\left(\frac{\sigma'_{v0} + \Delta\sigma'_v}{\sigma'_p}\right)$$

siendo:

- S: Asiento total
- C_{ri}: Indice de recompresión en descarga-recarga
- C_{ci}: Indice de compresión en carga noval
- e_0: Indice de poros inicial
- H_i: Espesor de la capa considerada
- σ'_{v0}: Presión vertical efectiva inicial en el centro de cada capa
- σ'_p: Presión de preconsolidación en el centro de cada capa
- $\Delta\sigma'_v$: Incremento de presión efectiva en el centro de cada capa debido a la carga del terraplén

Adicionalmente, como medio de contraste del asiento obtenido mediante el método edométrico se ha efectuado un cálculo a partir del módulo edométrico, definido como sigue:

$$E_m = \Delta\sigma' / \epsilon$$

siendo:

- E_m: Módulo edométrico
- $\Delta\sigma'$: Incremento de presión efectiva
- ϵ: Deformación vertical unitaria

Por tanto, el asiento total puede calcularse a partir de la siguiente expresión:

$$S=\sum_{i=1}^{n}\epsilon_i H_i=\sum_{i=1}^{n}\frac{\Delta\sigma'_v}{E_m}H_i$$

siendo H_i el espesor de cada capa considerada.

La estimación del módulo edométrico se ha calculado a partir de correlaciones con los resultados de los ensayos de penetración estática (CPT y CPTU), mostradas en el anejo correspondiente a tales ensayos.

En el cuadro mostrado en la figura 78 se han evaluado los asientos correspondientes a un grado de consolidación del 100%, mediante el método edométrico (curva edométrica) y mediante el empleo del módulo edométrico. Como se aprecia, los **asientos obtenidos** son similares, entre **1,91 y 2,00 metros.**

En los cuadros de las figuras 79 y 80 se han calculado los asientos debidos a un grado de consolidación inferior, correspondiente al momento de **finalización del terraplén (t_f) para un plazo de 12 y 30 meses, respectivamente y con una cuadrícula de drenes verticales de 1,75 m.** Dichos asientos oscilan entre **1,73 m. y 1,90 m. para un t_f de 12 meses** y entre **1,84 m. y 1,96 m. para un t_f de 30 meses.**

En el caso de inclusión de **columnas de grava**, con la separación expuesta en el Proyecto **(1 columna cada 3,5 m²)**, los **asientos obtenidos** se reducen hasta valores entre **0,85 y 1,13 metros** (figura 81) debido principalmente a la reducción del incremento de presión efectiva que se transmite al terreno entre columnas. Si la separación entre columnas fuese de 2,5 metros **(1/5,4 m²)**, el **asiento oscilaría entre 1,11 y 1,38 m.** (ver figura 82). En ambos casos el grado de consolidación es de un 100% en el momento de finalización del terraplén, tal como se puede apreciar en las figuras y cuadros 83 a 86. El grado de consolidación se ha obtenido a partir de una formulación análoga a la empleada en el caso de los drenes verticales.

6.2 Asientos debidos a la consolidación secundaria

La expresión del asiento debido a la consolidación secundaria es independiente de la carga aplicada, adoptando la forma siguiente:

$$S=\frac{C_\alpha}{1+e_p}\log\left(\frac{t}{t_p}\right)H$$

FCC FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A. CONSTRUCCION | SERVICIO TECNICO | U.T.E. CALATAYUD | ESTUDIO ESTABILIDAD TERRAPLEN P.K.5+200 | HOJA 24 DE 30 | REV. 0 | DEPARTAMENTO GEOTECNIA

siendo:

S: Asiento debido a la consolidación secundaria
C_α: Indice de compresión secundaria
e_p: Indice de huecos correspondiente al inicio de la consolidación secundaria (final de la consolidación primaria)
t: Tiempo desde el inicio de la consolidación secundaria
t_p: Tiempo de inicio de la consolidación secundaria (final de la consolidación primaria)
H: Espesor de la capa sometida a consolidación secundaria. En este caso es de 8 metros.

En el caso presente, el valor de $C_\alpha/(1+e_p)$ se ha obtenido a partir de los resultados de los ensayos edométricos efectuados con muestras inalteradas tomadas en el sondeo 6 entre 14 y 22 metros de profundidad, resultando un valor de 0,035.

En las cuadros de las figuras 79, 80, 81 y 82 se ha incluido el valor del asiento estimado correspondiente a la consolidación secundaria, resultando los siguientes valores:

DRENES VERTICALES	Final de obra	10 años después del inicio de la obra
Tf = 12 meses	9 cm.	24 cm
Tf = 30 meses	3 cm.	16 cm.
COLUMNAS DE GRAVA		
Tf = 12 meses	13 cm.	27 cm.
Tf = 30 meses	4 cm.	17 cm.

Como se aprecia, el asiento diferido a partir del final de la consolidación primaria oscila en torno a los 15-25 cm. a 10 años, siendo el asiento remanente desde el final de la obra de unos 11-13-15 cm.

7. Instrumentación y control

Cualquiera que sea el procedimiento de consolidación del cimiento a emplear (columnas de grava o drenes verticales prefabricados hincados) es preciso controlar la ganancia de resistencia del terreno, el asiento experimentado, así como la velocidad de disipación de las presiones intersticiales. Durante la ejecución del terraplén un control exhaustivo de los parámetros citados es incluso más valioso que las hipótesis previas de comportamiento del terreno obtenidas a partir de una serie de ensayos en ciertos puntos del terreno.

Por otra parte, el control en tiempo real del comportamiento del terreno permitiría, si fuese necesario, adoptar la decisión de variar el proceso de ejecución del terraplén, a la vista de la evolución del proceso de consolidación.

Así, sería preciso instalar una serie de elementos de instrumentación que permitieran el registro de una serie de parámetros a controlar. Una propuesta de la instrumentación necesaria sería la siguiente:

- Colocación de placas de asiento apoyadas en la superficie del terreno, una vez desbrozado y preparado para construir las primeras tongadas del terraplén. Estas placas de asiento se controlarán topográficamente y se irán recreciendo a medida que aumenta la altura del terraplén.

- Instalación de inclinómetros en la zona de talud del terraplén y en la berma exterior (si se optase por la solución de drenes verticales), que permitirán controlar el desplazamiento horizontal del terreno del cimiento, muy importante de cara a prever inestabilidades.

- Colocación de piezómetros de cuerda vibrante a distintas cotas en los niveles más arcillosos, que permitirán registrar la evolución de la disipación de las presiones intersticiales, y con ello evaluar el grado de consolidación alcanzado en cada momento y en los distintos puntos de control.

- Instalación de una serie de puntos de nivelación en la coronación del terraplén y en los taludes y bermas laterales, que completarán los datos ofrecidos por las placas de asiento.

Estos elementos de control del proceso se instalarán en aquellas secciones que, a priori, puedan ser más conflictivas, dado el mayor espesor de suelos arcillosos blandos, la presencia de materia orgánica, etc. En principio, podrían instrumentarse dos secciones completas, cercanas a la D.O. 5+180, que corresponde a la zona de concentración de las arcillas con materia orgánica (ver figura 87).

Por último, la periodicidad en la lectura de los parámetros proporcionados por cada uno de los elementos referidos de control se efectuará más asiduamente al principio, pudiendo dilatarse algo más en función de la evolución registrada.

8. Conclusiones del estudio

En los apartados anteriores se ha realizado un análisis de estabilidad y una evaluación de asientos de cada una de las opciones de ejecución del terraplén correspondiente a la D.O. 5+200.

FCC FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A. CONSTRUCCION
SERVICIO TECNICO
U.T.E. CALATAYUD
ESTUDIO ESTABILIDAD TERRAPLEN P.K.5+200
HOJA 26 DE 30 REV. 0
DEPARTAMENTO GEOTECNIA

Así, dada la inestabilidad del terraplén supuesta la construcción del mismo sin la adopción de ninguna medida adicional de mejora del cimiento (Coef. seguridad ≈ 1.0), se han planteado las siguientes opciones:

- Ejecución de columnas de grava en malla triangular con una distribución de 1 columna de 1 m. de diámetro cada 3,5 m² (D=2m) (Solución de Proyecto).

- Ejecución de columnas de grava en malla triangular con una distribución de 1 columna de 1 m. de diámetro cada 5,4 m² (D=2,5 m).

- Inclusión de drenes verticales con una cuadrícula de 1,75 metros, además de la colocación de una berma exterior estabilizadora de 20 metros de anchura y 8 de altura, adosada al pie del talud.

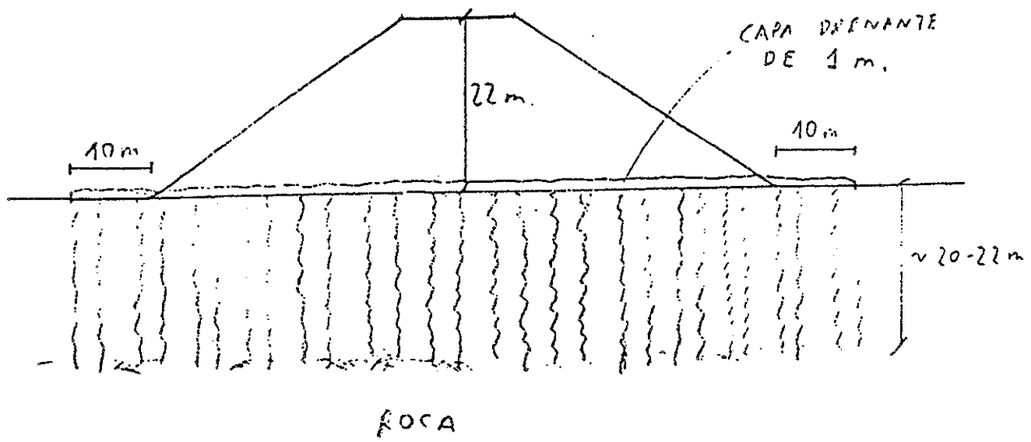
En las hojas siguientes se resumen los valores obtenidos (coeficientes de seguridad al deslizamiento y de estabilidad de la columna de grava en su caso, y asientos) en cada uno de los casos estudiados.

En todos los casos se recomienda disponer en todo el área de tratamiento un geotextil separador de polipropileno de 110-120 gramos/m², además de una primera capa drenante de un espesor mínimo de 1 metro. Las primeras tongadas se ejecutarán con un material granular con pocos finos (≤ 12 %). En la solución de columnas de grava, la altura de material granular drenante será de, al menos, 0,5-0,7 metros., mientras que en el caso de drenes hincados, dicha altura pasa a ser de 1,5 metros. Estas alturas mínimas están encaminadas a evitar que se forme una acumulación de agua en el centro del terraplén, debido al asiento importante que experimentará dicha zona central. Por tanto, las alturas citadas se refieren al entorno del punto de mayor asiento: D.O. 5+180 ± 20 m.

Finalmente, conviene señalar que la zona de tratamiento se sitúa longitudinalmente entre las D.O. 5+100 y 5+220, aunque existen ciertas dudas acerca del tipo de terreno existente entre las D.O. 5+200 y 5+240. Estas dudas radican en la diferencia entre el sondeo de Proyecto efectuado en la zona (SR-7) y el correspondiente a la nueva campaña de sondeos (S-6). Adicionalmente, los ensayos de penetración estática han dado rechazo a una profundidad muy somera, por lo que no proporcionan información suficiente. Por tanto, y con el fin de precisar longitudinalmente el límite de tratamiento, se propone efectuar alguna investigación adicional en dicho punto.

Transversalmente, la zona de tratamiento se extenderá hasta unos 10 metros más allá del borde del terraplén (caso de solución de columnas de grava) o del pie de la berma (solución de drenes verticales).

SOLUCION COLUMNAS DE GRAVA (1/3,5 m²-malla triangular)



Estabilidad del relleno (T_f = 12 y 30 meses)

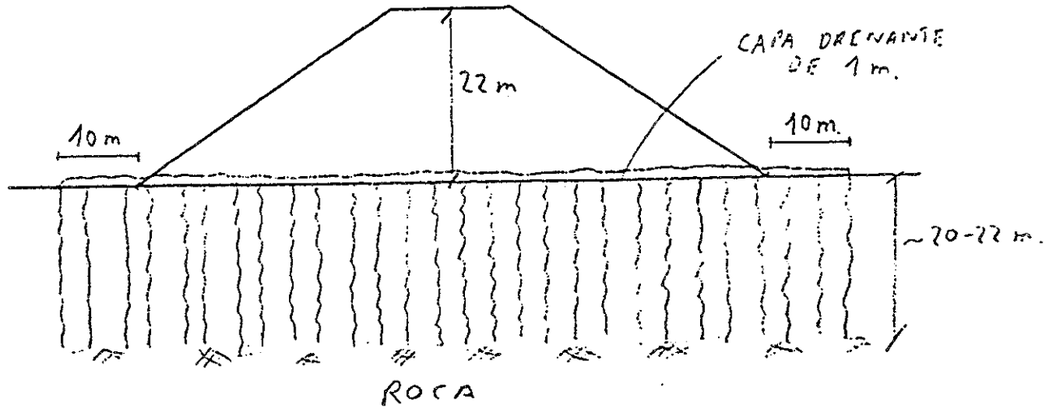
Coef. Seguridad a corto plazo: 1,665
Coef. Seguridad a largo plazo: 2,374

Estabilidad de la columna

Coef. seguridad = $\sigma_{admisible}$ / $\sigma_{columna}$: 0,97

ASIENTOS	CONSOLIDACION 1ª		CONSOLIDACION 2ª		ASIENTO DIFERIDO DESDE EL FINAL DE OBRA
Tiempo de terraplenado	Final construccion relleno	Final consolidación primaria	Final de obra	10 años despues del inicio obra	
12 meses	1,13 m	1,13 m.	1,26 m.	1,40 m.	14 cm.
30 meses	1,13 m	1,13 m.	1,17 m.	1,30 m.	13 cm.

SOLUCION COLUMNAS DE GRAVA (1/5,4 m²-malla triangular)



Estabilidad del relleno (T_f = 12 y 30 meses)

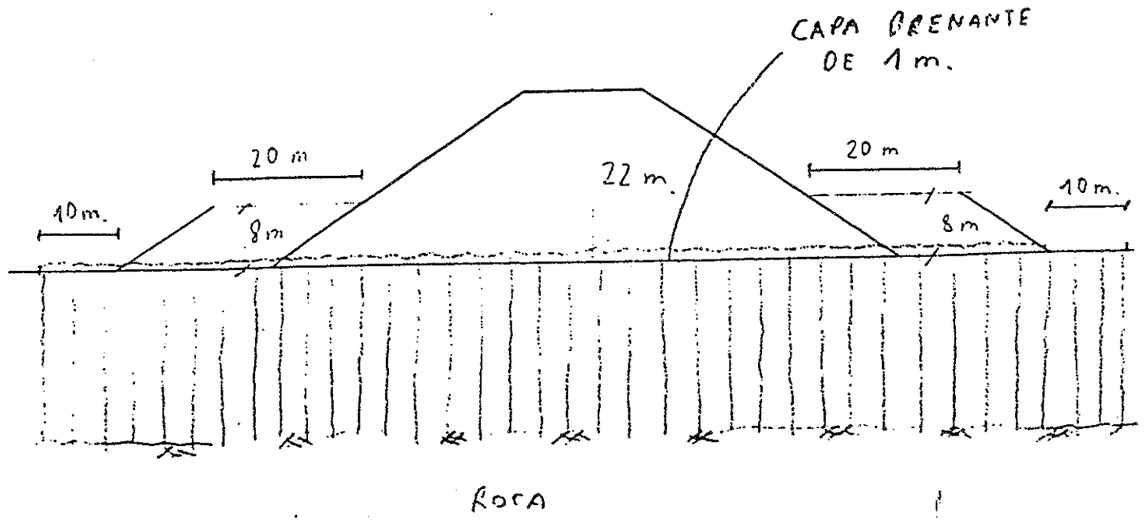
Coef. Seguridad a corto plazo: 1,438
Coef. Seguridad a largo plazo: 2,337

Estabilidad de la columna

Coef. seguridad = $\sigma_{admisible}$ / $\sigma_{columna}$: 1,11

ASIENTOS	CONSOLIDACION 1ª		CONSOLIDACION 2ª		ASIENTO DIFERIDO DESDE EL FINAL DE OBRA
Tiempo de terraplenado	Final construcción relleno	Final consolidación primaria	Final de obra	10 [illegible] desp. inici	
12 meses	1,38 m.	1,38 m.	1,51 m.	1,6	14 cm.
30 meses	1,38 m.	1,38 m.	1,42 m.	1,5	13 cm.

SOLUCION DRENES VERTICALES (D=1,75-malla cuadrada) Y BERMAS AL PIE



Estabilidad del relleno

T_f = 12 meses Coef. Seguridad a corto plazo: 1,308

T_f = 30 meses Coef. Seguridad a corto plazo: 1,328

Coef. Seguridad a largo plazo: 2,670

ASIENTOS	CONSOLIDACION 1ª		CONSOLIDACION 2ª		ASIENTO DIFERIDO DESDE EL FINAL DE OBRA
Tiempo de terraplenado	Final construcción relleno	Final consolidación primaria	Final de obra	10 años despues del inicio obra	
12 meses	1,90 m.	2,00 m.	2,09 m.	2,24 m.	15 cm.
30 meses	1,96 m.	2,00 m.	2,03 m.	2,16 m.	13 cm.

FCC FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A. CONSTRUCCION
SERVICIO TECNICO
U.T.E. CALATAYUD
ESTUDIO ESTABILIDAD TERRAPLEN P.K.5+200
HOJA 30 DE 30 REV. 0
DEPARTAMENTO GEOTECNIA

Angel Muelas
Ingeniero de Caminos

José Manuel Gutiérrez Manjón
Ingeniero de Caminos
Dtor. Dpto. Geotecnia y Obras Subterráneas

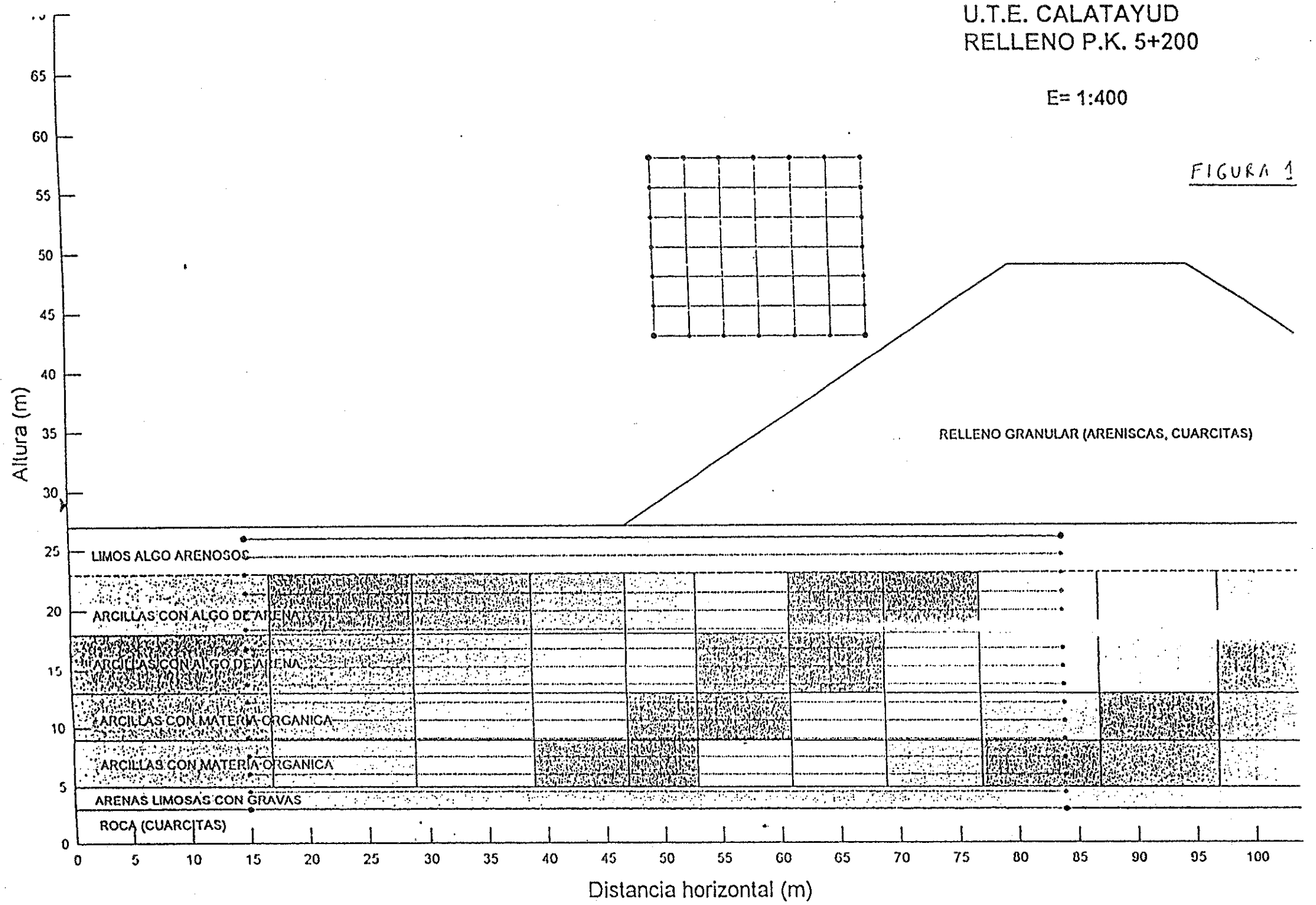
ANEJO A

FIGURAS Y CUADROS

U.T.E. CALATAYUD
RELLENO P.K. 5+200

E= 1:400

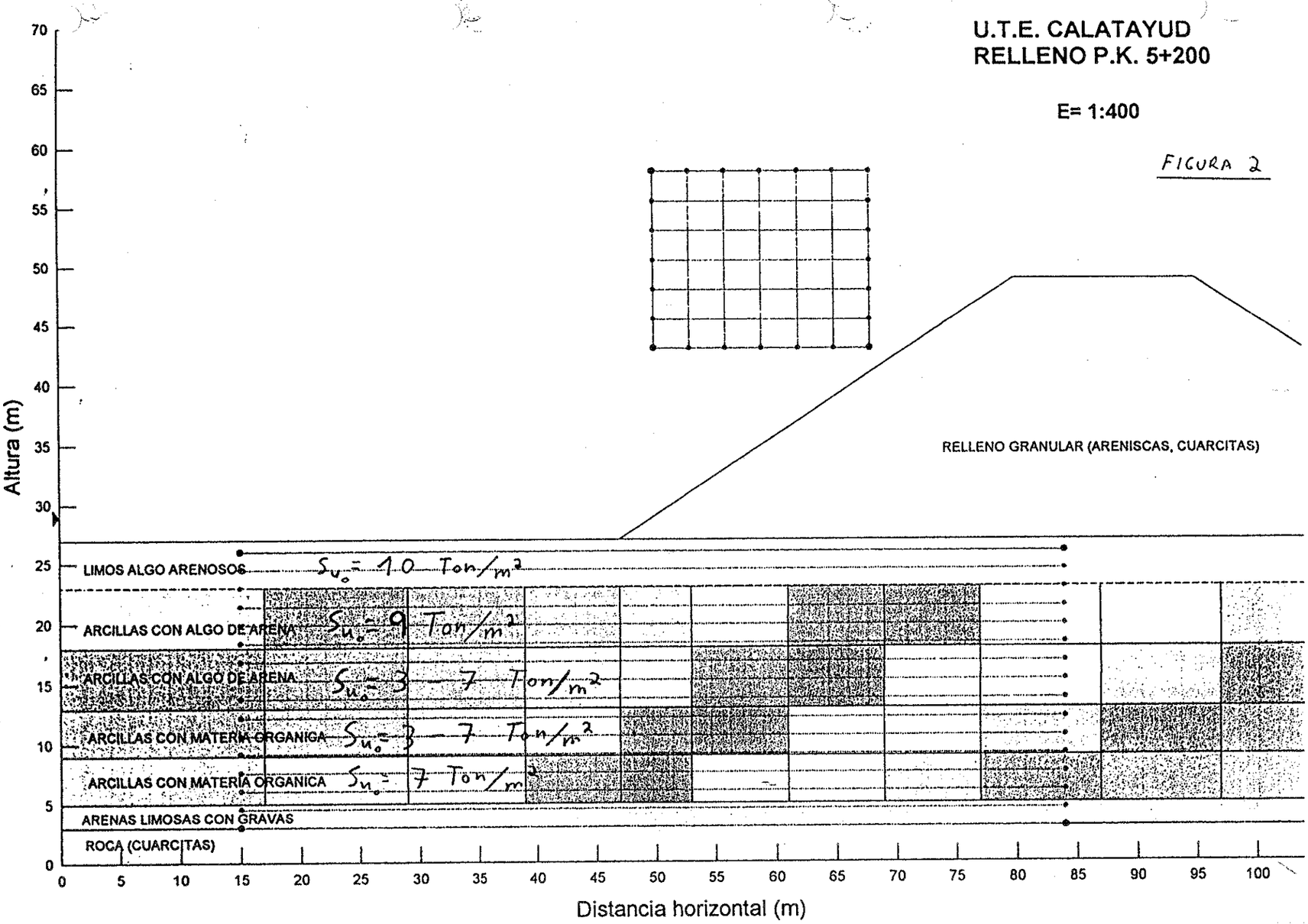
FIGURA 1



U.T.E. CALATAYUD
RELLENO P.K. 5+200

E= 1:400

FIGURA 2



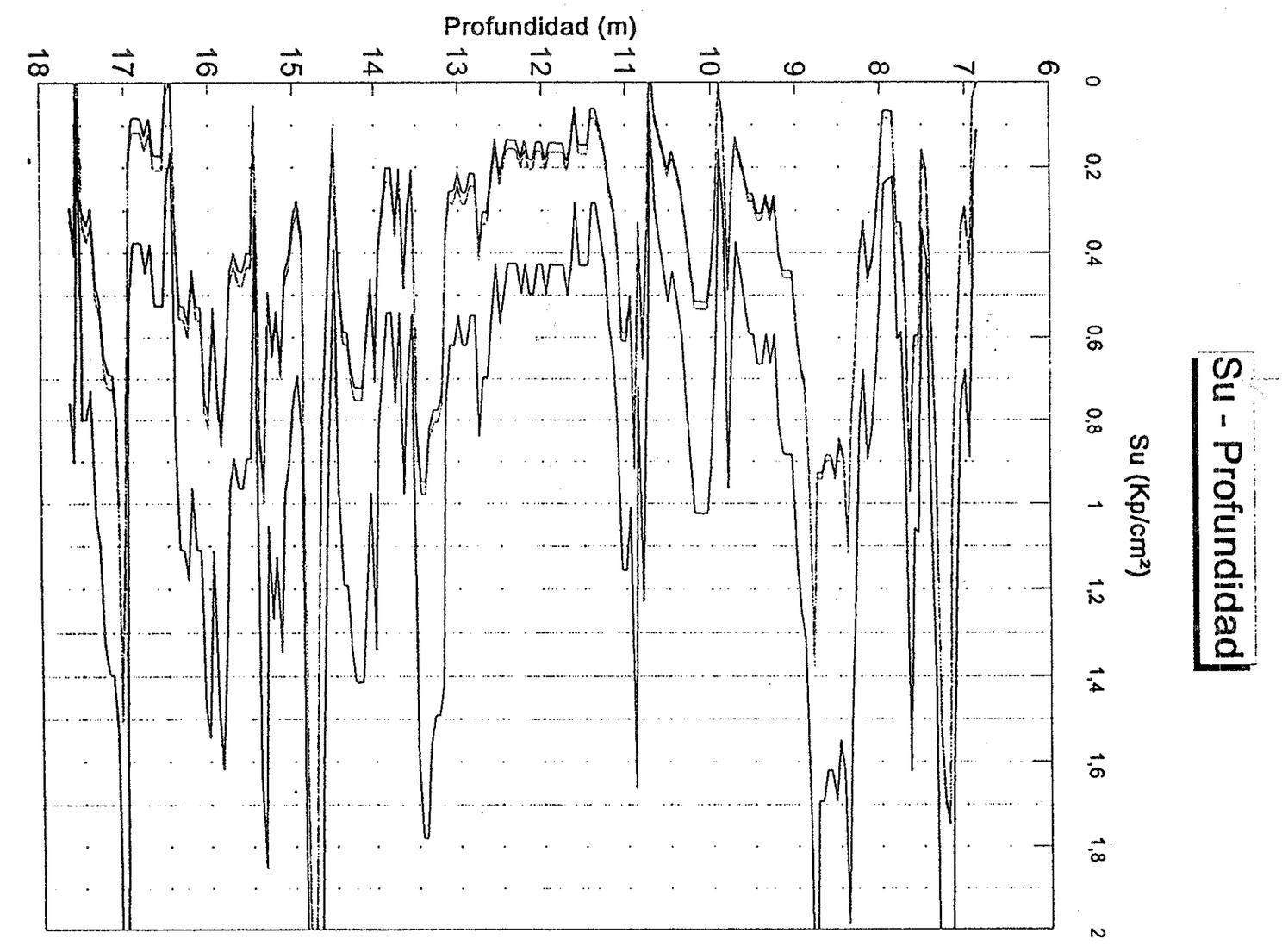


FIGURA 3

Su - Profundidad

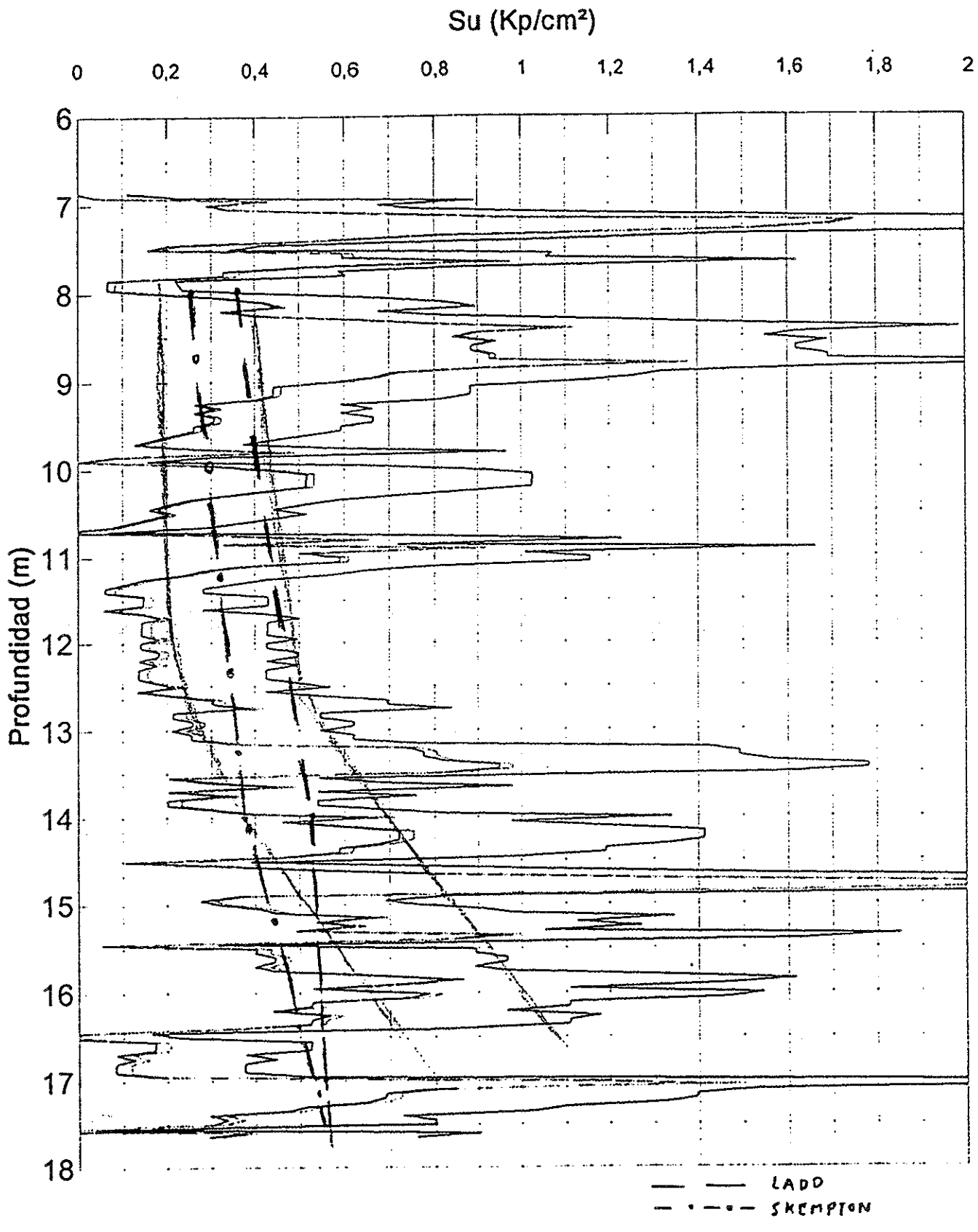
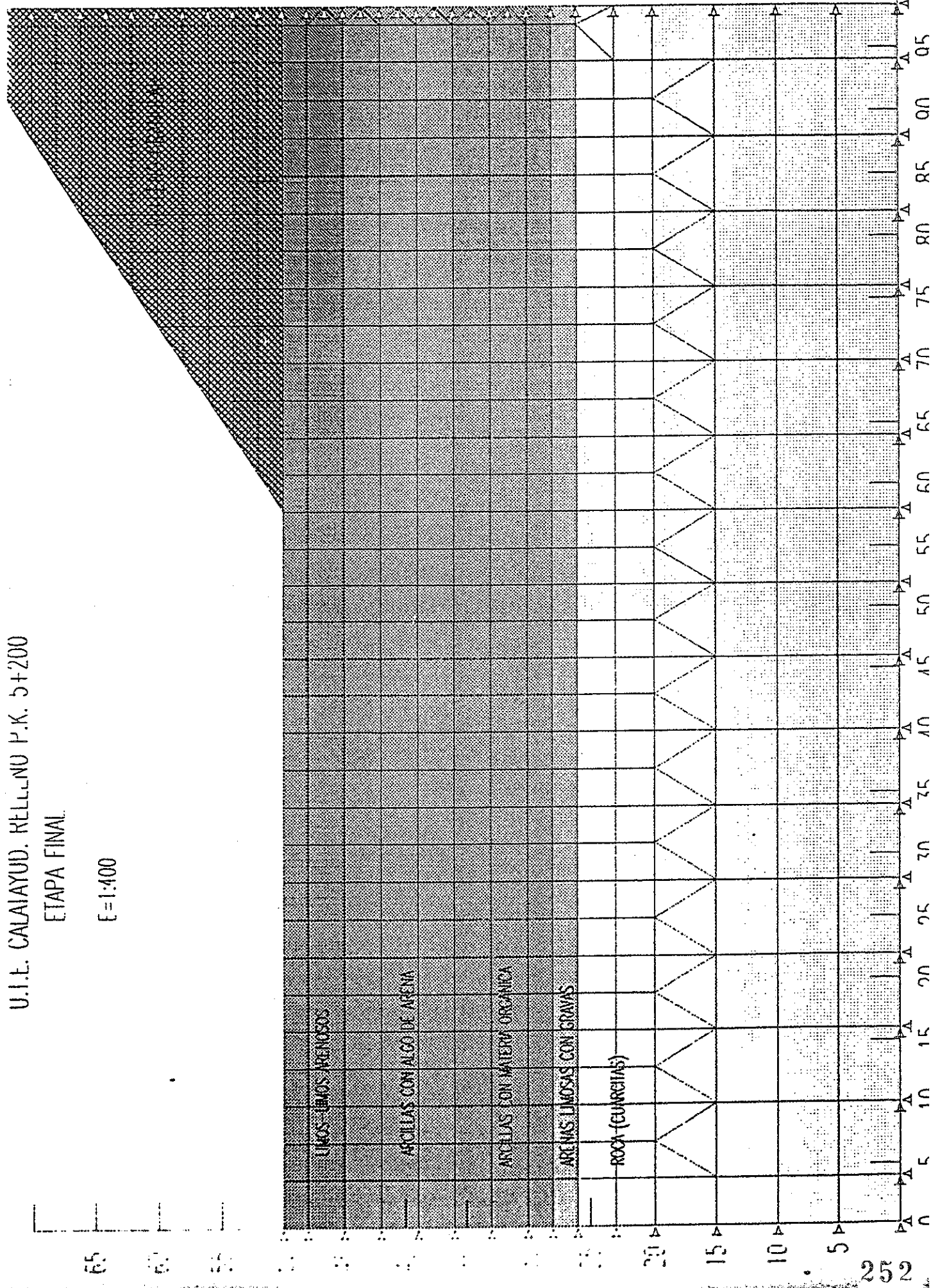


FIGURA 4



U.T.E. CALATAYUD. RELLENO P.K. 5+200
ETAPA FINAL

E=1:400

PRESION TOTAL
PRESION MEDIA (KN/m²)

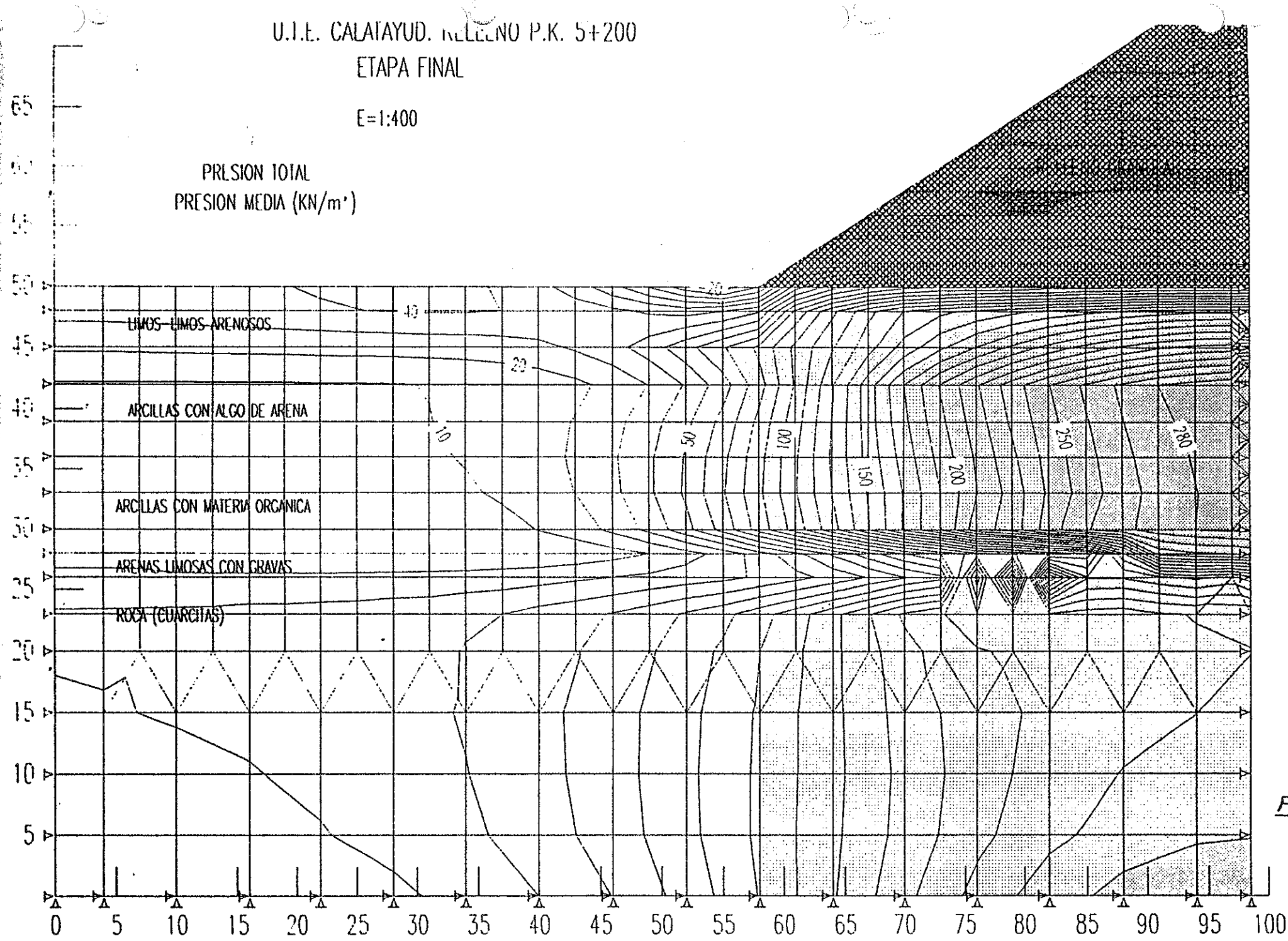


FIGURA 6

U.T.E. CALATAYUD. RELLENO P.K. 5+200
ETAPA FINAL

E=1:400

PRESION TOTAL
PRESION VERTICAL (KN/m²)

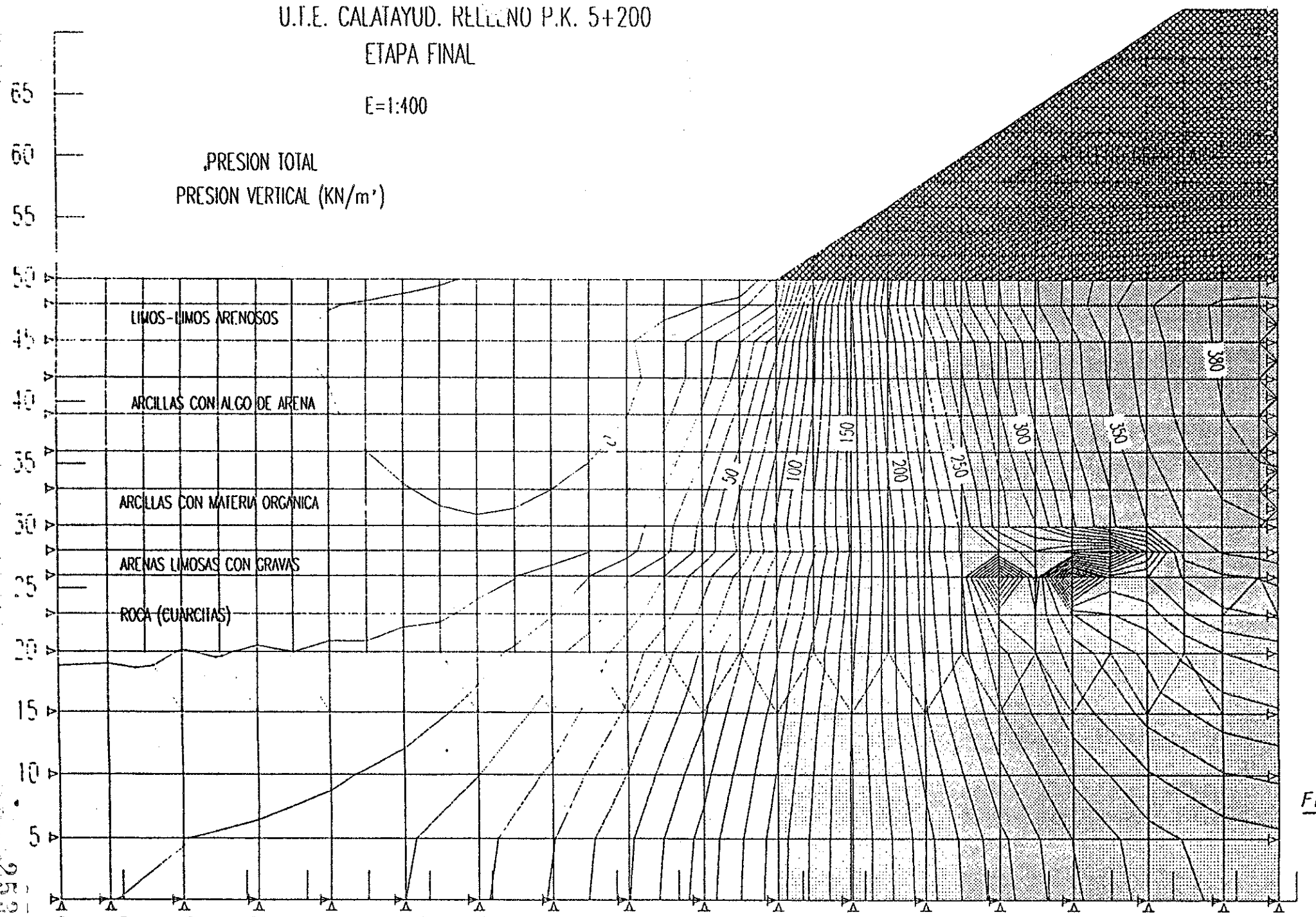


FIGURA 7

U.I.E. CALATAYUD. RELLENO P.K. 5+200
ETAPA FINAL

E=1:400

PRESION TOTAL
PRESION HORIZONTAL (KN/m²)

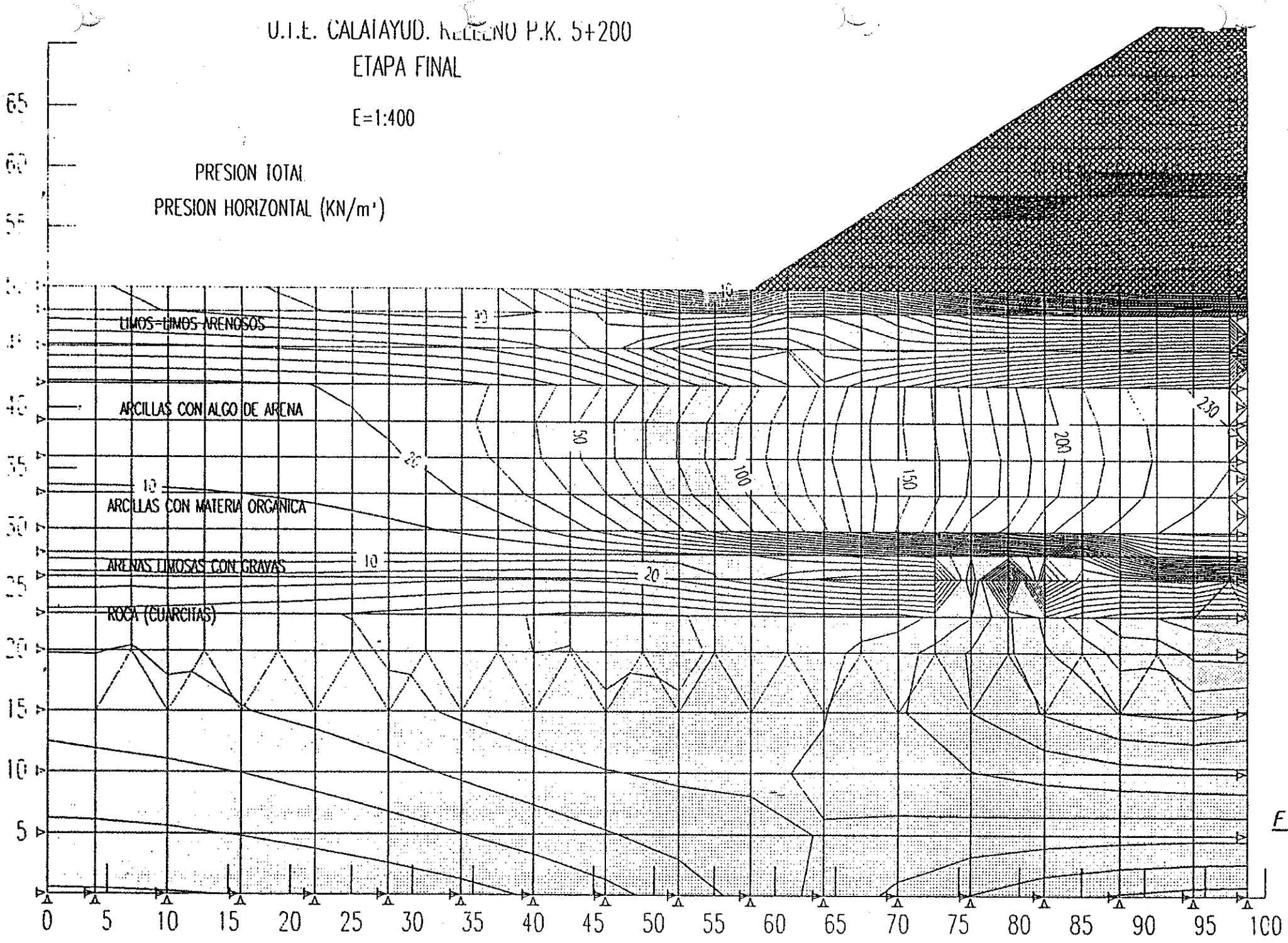


FIGURA 8

RELACION U-T
CONSOLIDACION VERTICAL

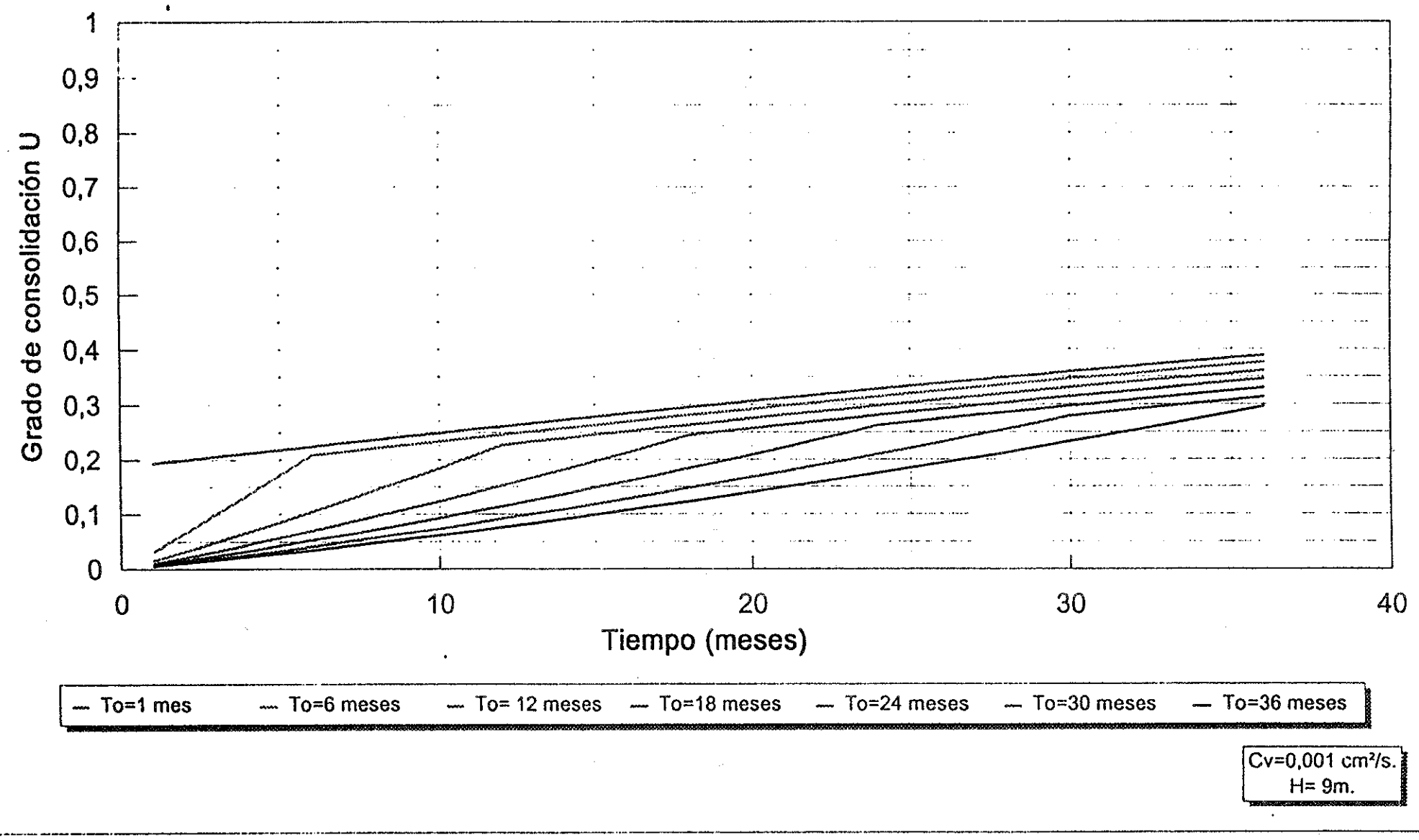


FIGURA 9

CONSOLIDACION VERTICAL

Cv (cm²/s)	0,001
H (cm)	900
C (seg-1)	3,05E-09
a	0,81

Uv	t (meses)																																			
te (meses)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
1	0,193	0,200	0,206	0,212	0,218	0,224	0,231	0,237	0,243	0,249	0,254	0,260	0,266	0,272	0,278	0,283	0,289	0,295	0,300	0,306	0,311	0,316	0,322	0,327	0,332	0,338	0,343	0,348	0,353	0,358	0,363	0,368	0,373	0,378	0,383	0,388
2	0,097	0,196	0,203	0,209	0,215	0,221	0,227	0,234	0,240	0,246	0,251	0,257	0,263	0,269	0,275	0,280	0,286	0,292	0,297	0,303	0,308	0,314	0,319	0,325	0,330	0,335	0,340	0,346	0,351	0,356	0,361	0,366	0,371	0,376	0,381	0,386
3	0,064	0,131	0,200	0,206	0,212	0,218	0,224	0,231	0,237	0,243	0,249	0,254	0,260	0,266	0,272	0,278	0,283	0,289	0,295	0,300	0,306	0,311	0,316	0,322	0,327	0,332	0,338	0,343	0,348	0,353	0,358	0,363	0,368	0,373	0,378	0,383
4	0,048	0,098	0,150	0,203	0,209	0,215	0,221	0,227	0,234	0,240	0,246	0,251	0,257	0,263	0,269	0,275	0,280	0,286	0,292	0,297	0,303	0,308	0,314	0,319	0,324	0,330	0,335	0,340	0,345	0,351	0,356	0,361	0,366	0,371	0,376	0,381
5	0,039	0,079	0,120	0,162	0,208	0,212	0,218	0,224	0,230	0,237	0,243	0,248	0,254	0,260	0,266	0,272	0,278	0,283	0,289	0,294	0,300	0,306	0,311	0,316	0,322	0,327	0,332	0,338	0,343	0,348	0,353	0,358	0,363	0,368	0,373	0,378
6	0,032	0,065	0,100	0,135	0,171	0,209	0,215	0,221	0,227	0,233	0,240	0,245	0,251	0,257	0,263	0,269	0,275	0,280	0,286	0,292	0,297	0,303	0,308	0,314	0,319	0,324	0,330	0,335	0,340	0,345	0,351	0,356	0,361	0,366	0,371	0,376
7	0,028	0,056	0,086	0,116	0,147	0,179	0,212	0,218	0,224	0,230	0,236	0,242	0,248	0,254	0,260	0,266	0,272	0,278	0,283	0,289	0,294	0,300	0,305	0,311	0,316	0,322	0,327	0,332	0,338	0,343	0,348	0,353	0,358	0,363	0,368	0,373
8	0,024	0,049	0,075	0,101	0,129	0,157	0,185	0,215	0,221	0,227	0,233	0,239	0,245	0,251	0,257	0,263	0,269	0,275	0,280	0,286	0,292	0,297	0,303	0,308	0,314	0,319	0,324	0,330	0,335	0,340	0,345	0,351	0,356	0,361	0,366	0,371
9	0,021	0,044	0,067	0,090	0,114	0,139	0,165	0,191	0,218	0,224	0,230	0,236	0,242	0,248	0,254	0,260	0,266	0,272	0,277	0,283	0,289	0,294	0,300	0,305	0,311	0,316	0,322	0,327	0,332	0,338	0,343	0,348	0,353	0,358	0,363	0,368
10	0,019	0,039	0,060	0,081	0,103	0,125	0,148	0,172	0,196	0,221	0,227	0,233	0,239	0,245	0,251	0,257	0,263	0,269	0,275	0,280	0,286	0,292	0,297	0,303	0,308	0,314	0,319	0,324	0,330	0,335	0,340	0,345	0,350	0,356	0,361	0,366
11	0,018	0,036	0,054	0,074	0,094	0,114	0,135	0,156	0,178	0,201	0,224	0,230	0,236	0,242	0,248	0,254	0,260	0,266	0,272	0,277	0,283	0,289	0,294	0,300	0,305	0,311	0,316	0,322	0,327	0,332	0,338	0,343	0,348	0,353	0,358	0,363
12	0,016	0,033	0,050	0,068	0,086	0,104	0,124	0,143	0,164	0,184	0,205	0,227	0,233	0,239	0,245	0,251	0,257	0,263	0,269	0,274	0,280	0,286	0,291	0,297	0,303	0,308	0,314	0,319	0,324	0,330	0,335	0,340	0,345	0,350	0,356	0,361
13	0,015	0,030	0,046	0,062	0,079	0,096	0,114	0,132	0,151	0,170	0,190	0,210	0,230	0,236	0,242	0,248	0,254	0,260	0,266	0,272	0,277	0,283	0,289	0,294	0,300	0,305	0,311	0,316	0,322	0,327	0,332	0,337	0,343	0,348	0,353	0,358
14	0,014	0,028	0,043	0,058	0,073	0,090	0,106	0,123	0,140	0,158	0,176	0,195	0,214	0,233	0,239	0,245	0,251	0,257	0,263	0,269	0,274	0,280	0,286	0,291	0,297	0,302	0,308	0,313	0,319	0,324	0,329	0,335	0,340	0,345	0,350	0,355
15	0,013	0,026	0,040	0,054	0,069	0,084	0,099	0,115	0,131	0,147	0,164	0,182	0,199	0,216	0,236	0,242	0,248	0,254	0,260	0,266	0,271	0,277	0,283	0,289	0,294	0,300	0,305	0,311	0,316	0,321	0,327	0,332	0,337	0,343	0,348	0,353
16	0,012	0,025	0,037	0,051	0,064	0,078	0,093	0,108	0,123	0,138	0,154	0,170	0,187	0,204	0,221	0,239	0,245	0,251	0,257	0,263	0,269	0,274	0,280	0,286	0,291	0,297	0,302	0,308	0,313	0,319	0,324	0,329	0,335	0,340	0,345	0,350
17	0,011	0,023	0,035	0,048	0,061	0,074	0,087	0,101	0,115	0,130	0,145	0,160	0,176	0,192	0,208	0,225	0,242	0,248	0,254	0,260	0,266	0,271	0,277	0,283	0,288	0,294	0,300	0,305	0,311	0,316	0,321	0,327	0,332	0,337	0,342	0,348
18	0,011	0,022	0,033	0,045	0,057	0,070	0,082	0,096	0,109	0,123	0,137	0,151	0,166	0,181	0,197	0,213	0,229	0,245	0,251	0,257	0,263	0,268	0,274	0,280	0,286	0,291	0,297	0,302	0,308	0,313	0,319	0,324	0,329	0,335	0,340	0,345
19	0,010	0,021	0,032	0,043	0,054	0,066	0,078	0,091	0,103	0,116	0,130	0,143	0,157	0,172	0,186	0,201	0,217	0,232	0,248	0,254	0,260	0,265	0,271	0,277	0,283	0,288	0,294	0,299	0,305	0,310	0,316	0,321	0,327	0,332	0,337	0,342
20	0,010	0,020	0,030	0,041	0,051	0,063	0,074	0,086	0,098	0,111	0,123	0,136	0,150	0,163	0,177	0,191	0,206	0,220	0,235	0,251	0,257	0,262	0,268	0,274	0,280	0,285	0,291	0,297	0,302	0,308	0,313	0,318	0,324	0,329	0,334	0,340
21	0,009	0,019	0,029	0,039	0,049	0,060	0,071	0,082	0,093	0,105	0,117	0,130	0,142	0,155	0,169	0,182	0,196	0,210	0,224	0,239	0,254	0,259	0,265	0,271	0,277	0,282	0,288	0,294	0,299	0,305	0,310	0,316	0,321	0,326	0,332	0,337
22	0,009	0,018	0,027	0,037	0,047	0,057	0,067	0,078	0,089	0,101	0,112	0,124	0,136	0,148	0,161	0,174	0,187	0,200	0,214	0,228	0,242	0,256	0,262	0,268	0,274	0,280	0,285	0,291	0,296	0,302	0,307	0,313	0,318	0,324	0,329	0,334
23	0,008	0,017	0,026	0,035	0,045	0,054	0,065	0,075	0,085	0,096	0,107	0,119	0,130	0,142	0,154	0,166	0,179	0,192	0,205	0,218	0,232	0,245	0,259	0,265	0,271	0,277	0,282	0,288	0,294	0,299	0,305	0,310	0,316	0,321	0,326	0,332
24	0,008	0,016	0,025	0,034	0,043	0,052	0,062	0,072	0,082	0,092	0,103	0,114	0,125	0,136	0,148	0,159	0,171	0,184	0,196	0,209	0,222	0,235	0,248	0,262	0,268	0,274	0,279	0,285	0,291	0,296	0,302	0,307	0,313	0,318	0,324	0,329
25	0,008	0,016	0,024	0,032	0,041	0,050	0,059	0,069	0,079	0,088	0,099	0,109	0,120	0,131	0,142	0,153	0,165	0,176	0,188	0,201	0,213	0,226	0,239	0,252	0,265	0,271	0,276	0,282	0,288	0,293	0,299	0,304	0,310	0,315	0,321	0,328
26	0,007	0,015	0,023	0,031	0,040	0,048	0,057	0,066	0,075	0,085	0,095	0,105	0,115	0,126	0,136	0,147	0,158	0,170	0,181	0,193	0,205	0,217	0,229	0,242	0,255	0,268	0,273	0,279	0,285	0,290	0,296	0,302	0,307	0,313	0,318	0,323
27	0,007	0,015	0,022	0,030	0,038	0,046	0,055	0,064	0,073	0,082	0,091	0,101	0,111	0,121	0,131	0,142	0,152	0,163	0,174	0,186	0,197	0,209	0,221	0,233	0,245	0,258	0,271	0,276	0,282	0,288	0,293	0,299	0,304	0,310	0,315	0,321
28	0,007	0,014	0,021	0,029	0,037	0,045	0,053	0,061	0,070	0,079	0,088	0,097	0,107	0,117	0,126	0,137	0,147	0,157	0,168	0,179	0,190	0,201	0,213	0,225	0,237	0,249	0,261	0,273	0,279	0,285	0,290	0,296	0,301	0,307	0,312	0,318
29	0,007	0,014	0,021	0,028	0,035	0,043	0,051	0,059	0,068	0,076	0,085	0,094	0,103	0,113	0,122	0,132	0,142	0,152	0,162	0,173	0,184	0,195	0,206	0,217	0,228	0,240	0,252	0,264	0,276	0,282	0,287	0,293	0,299	0,304	0,310	0,315
30	0,006	0,013	0,020	0,027	0,034	0,042	0,049	0,057	0,065	0,074	0,082	0,091	0,100	0,109	0,118	0,128	0,137	0,147	0,157	0,167	0,178	0,188	0,199	0,210	0,221	0,232	0,243	0,255	0,267	0,279	0,284	0,290	0,296	0,301	0,307	0,312
31	0,006	0,013	0,019	0,026	0,033	0,040	0,048	0,055	0,063	0,071	0,080	0,088	0,097	0,105	0,114	0,123	0,133	0,142	0,152	0,162	0,172	0,182	0,192	0,203	0,214	0,225	0,236	0,247	0,258	0,270	0,282	0,287	0,293	0,298	0,304	0,309
32	0,006	0,012	0,019	0,025	0,032	0,039	0,046	0,054	0,061	0,069	0,077	0,085	0,094	0,102	0,111	0,120	0,129	0,138	0,147	0,157	0,166	0,176	0,186	0,197	0,207	0,218	0,228	0,239	0,250	0,261	0,273	0,284	0,290	0,295	0,301	0,306
33	0,006	0,012	0,018	0,025	0,031	0,038	0,045	0,052	0,059	0,067	0,075	0,083	0,091	0,099	0,107	0,116	0,125	0,134	0,143	0,152	0,161	0,171	0,181	0,191	0,201	0,211	0,221	0,232	0,243	0,253	0,264	0,276	0,287	0,293	0,298	0,304
34	0,006	0,012	0,018	0,024	0,030	0,037	0,044	0,051	0,058	0,065	0,073	0,080	0,088	0,096	0,104	0,113	0,121	0,130	0,138	0,147	0,157	0,166	0,175	0,185	0,195	0,205	0,215	0,225	0,235	0,246	0,257	0,268	0,278	0,290	0,295	0,301
35	0,006	0,011	0,017	0,023	0,029	0,036	0,042	0,049	0,056	0,063	0,070	0,078	0,085	0,093	0,101	0,109	0,118	0,126	0,135	0,143	0,152	0,161	0,170	0,180	0,189	0,199	0,209	0,219	0,229	0,239	0,249	0,260	0,271	0,281	0,292	0,298
36	0,005	0,011	0,017	0,023	0,029	0,035	0,041	0,048	0,055	0,061	0,068	0,076	0,083	0,091	0,098	0,106	0,114	0,122	0,131	0,139	0,148	0,157	0,166	0,175	0,184	0,193	0,203	0,213	0,222	0,232	0,242	0,253	0,263	0,274	0,284	0,295

FIGURA 10

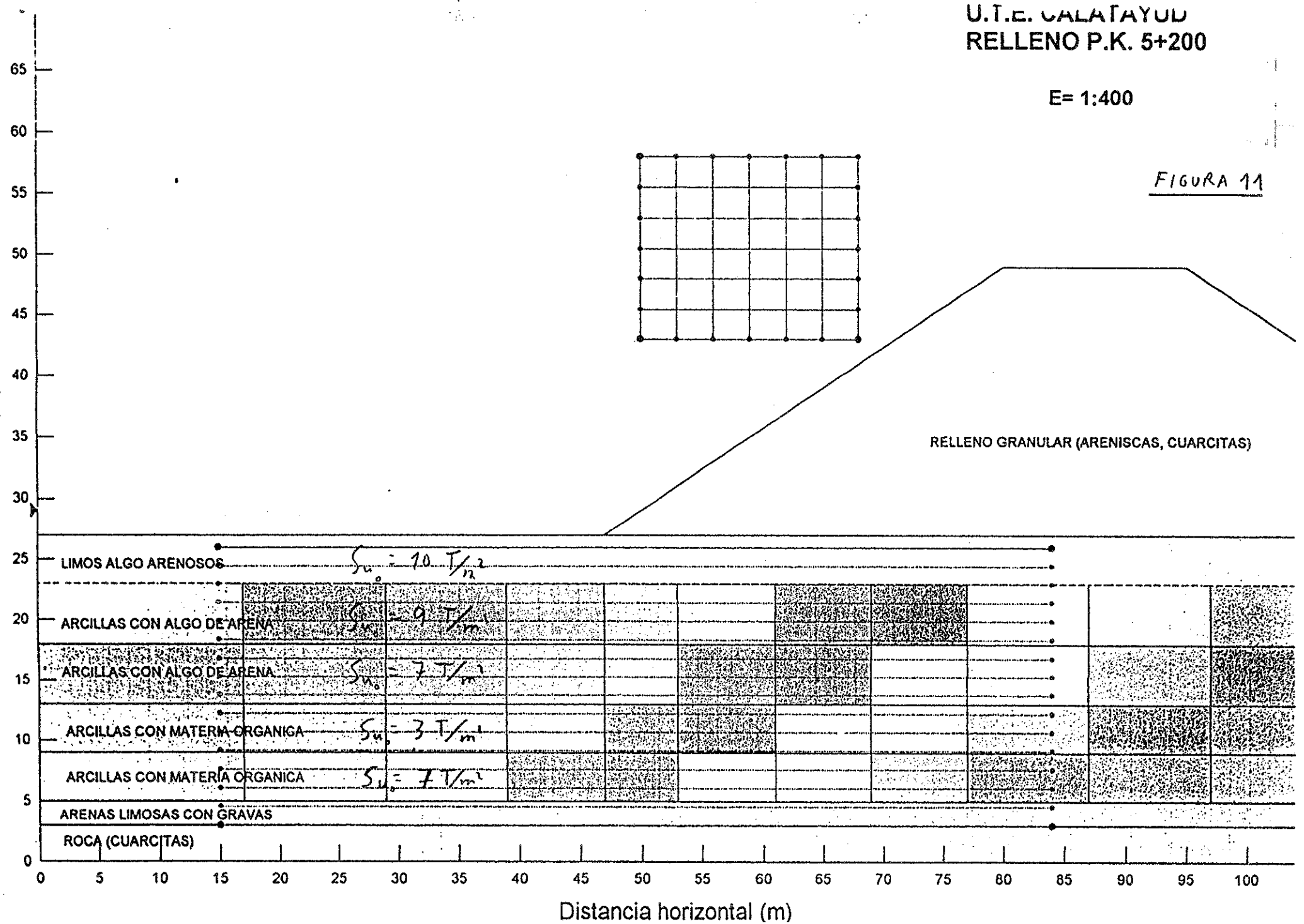
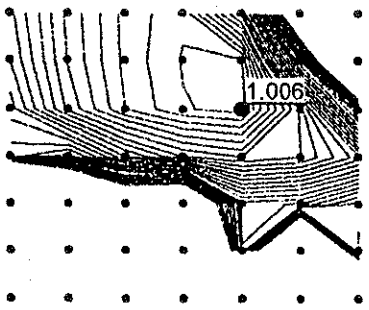


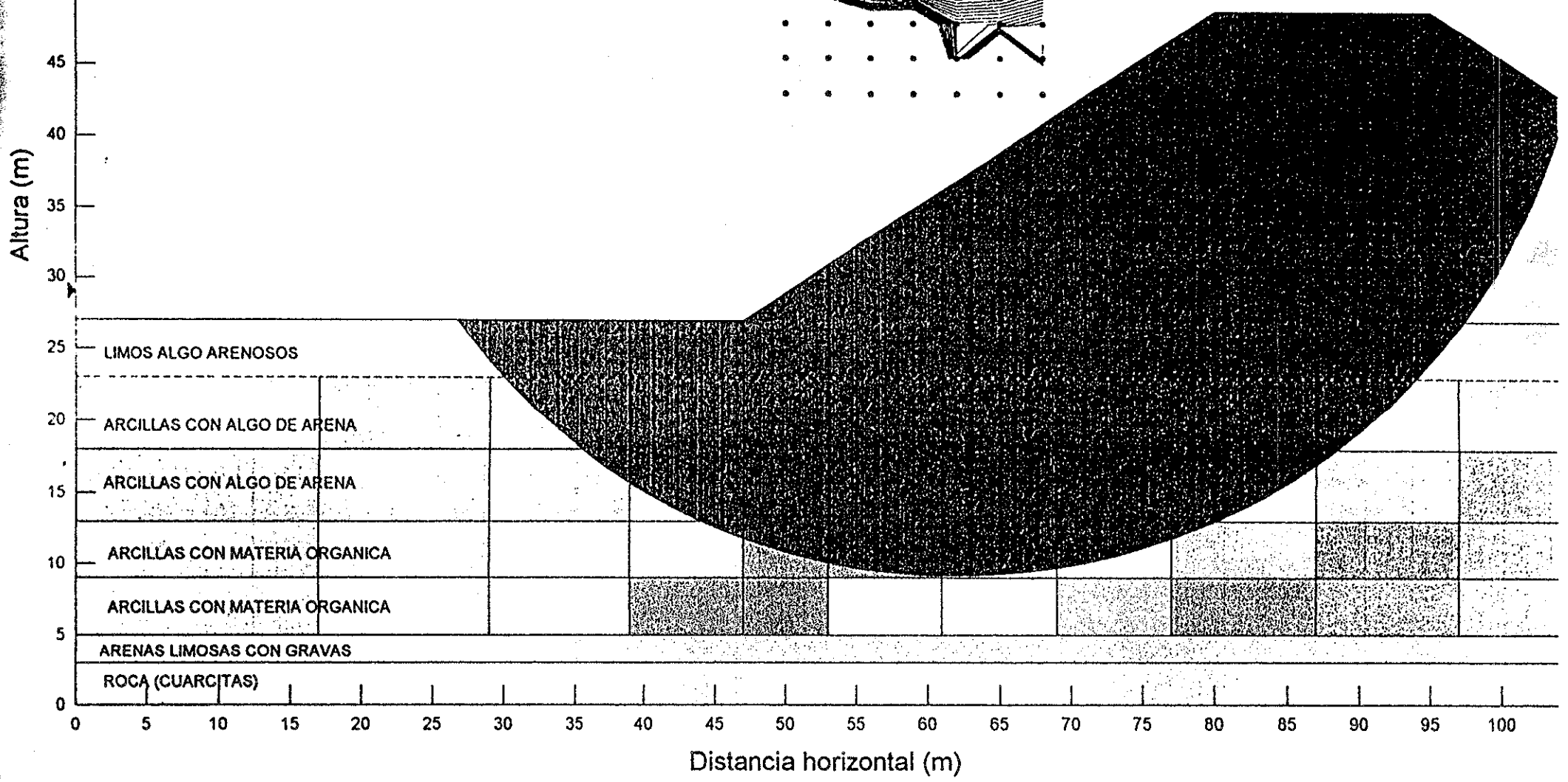
FIGURA 11

U.T.E. CALATAYUD
RELLENO P.K. 5+200

E= 1:400

FIGURA 12



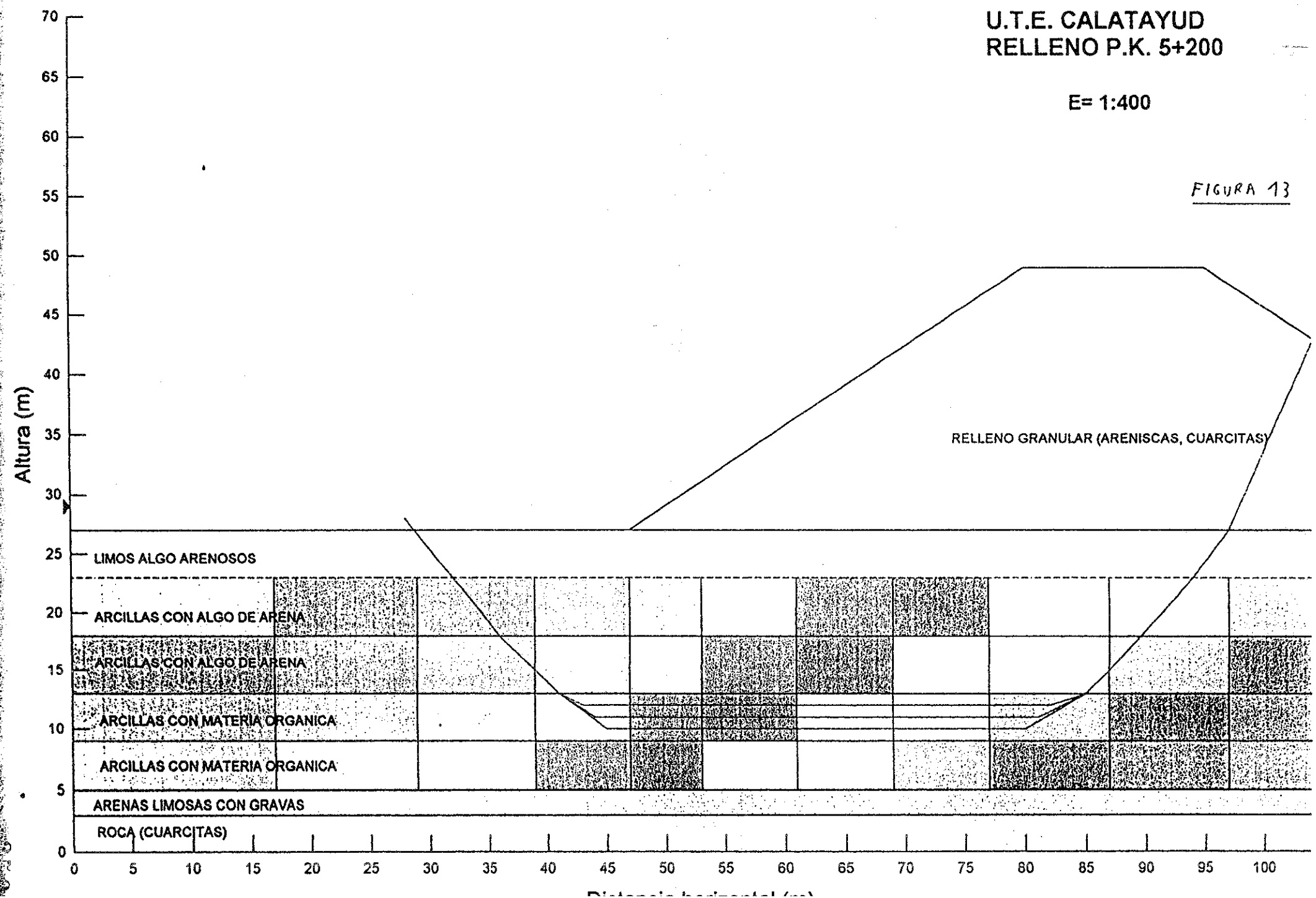


000049

U.T.E. CALATAYUD
RELLENO P.K. 5+200

E= 1:400

FIGURA 13



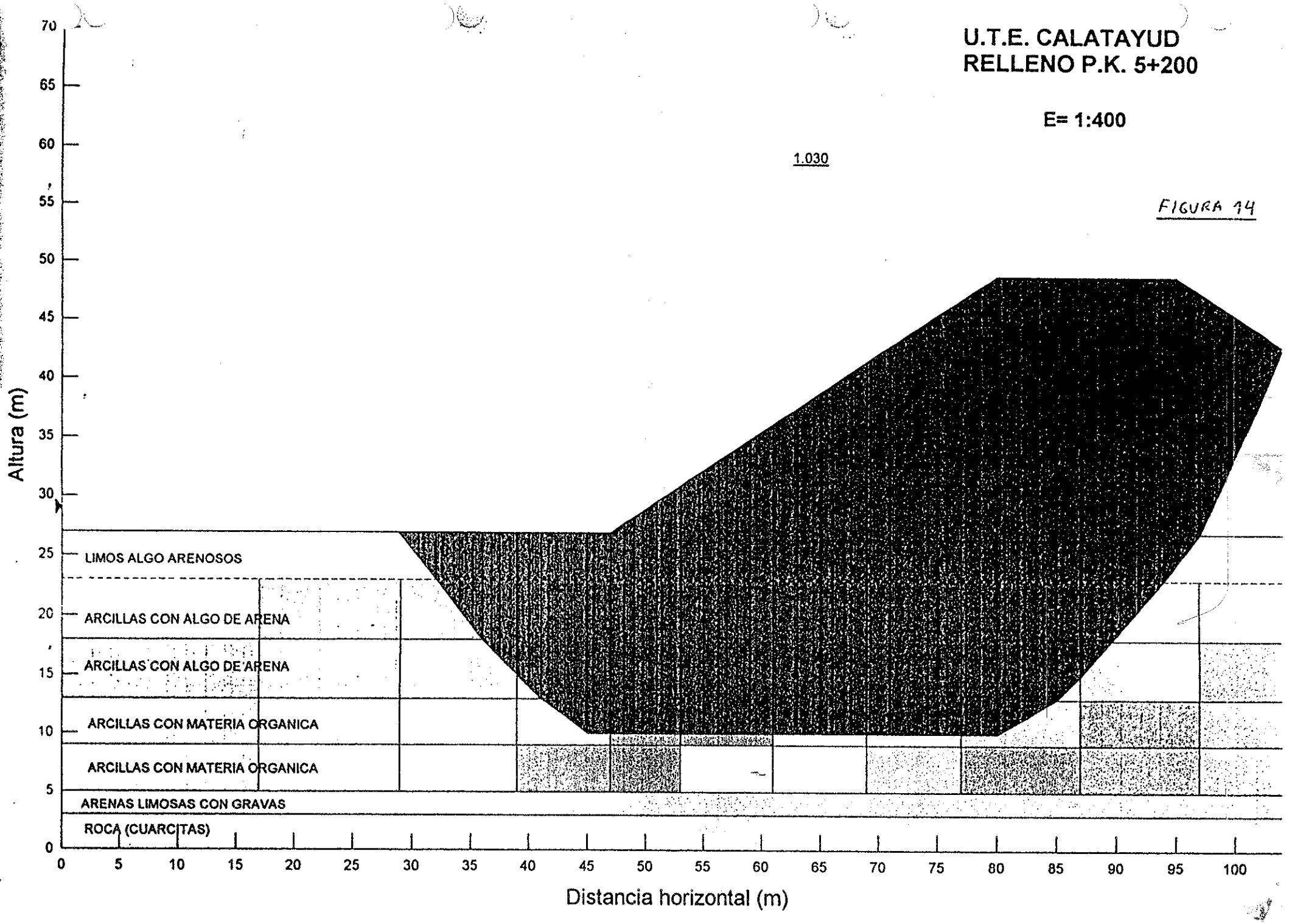
000050

U.T.E. CALATAYUD
RELLENO P.K. 5+200

E= 1:400

1.030

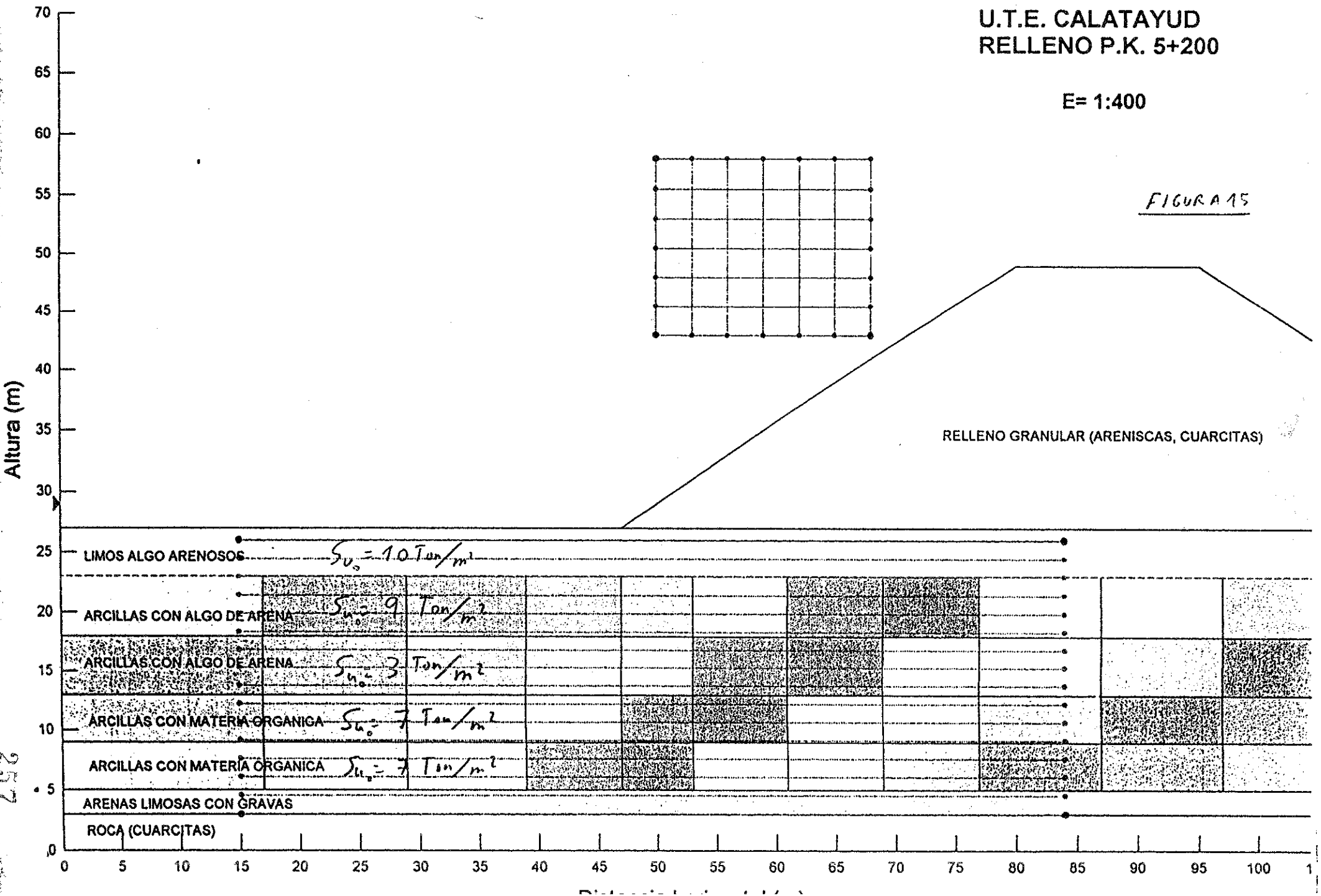
FIGURA 14



U.T.E. CALATAYUD
RELLENO P.K. 5+200

E= 1:400

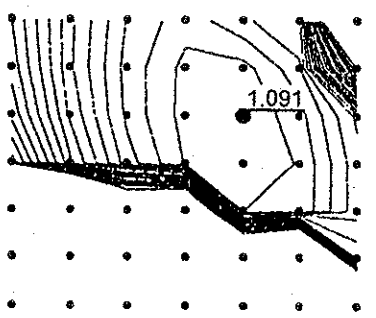
FIGURA 15

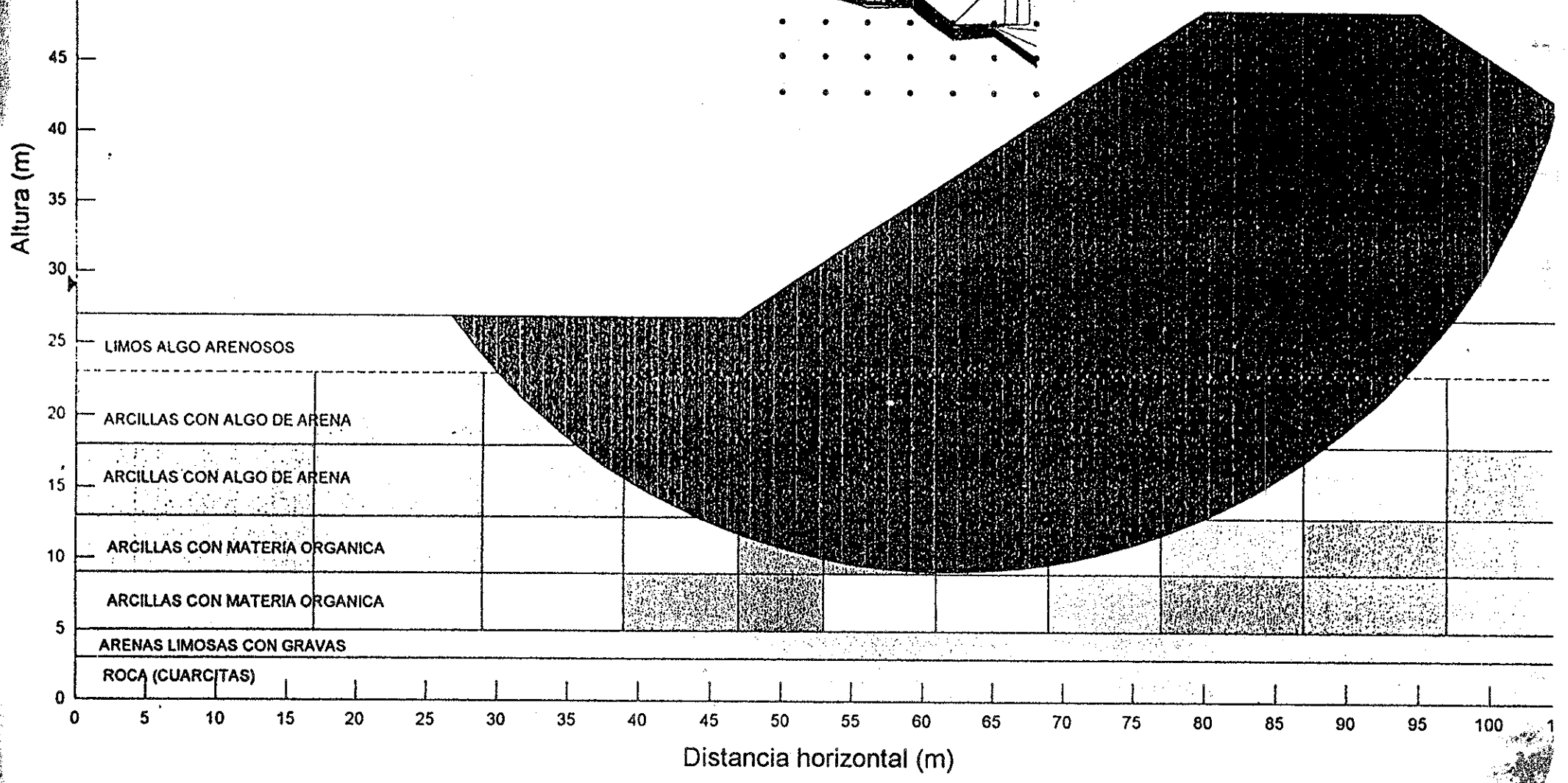


U.T.E. CALATAYUD
RELLENO P.K. 5+200

E= 1:400

FIGURA 16

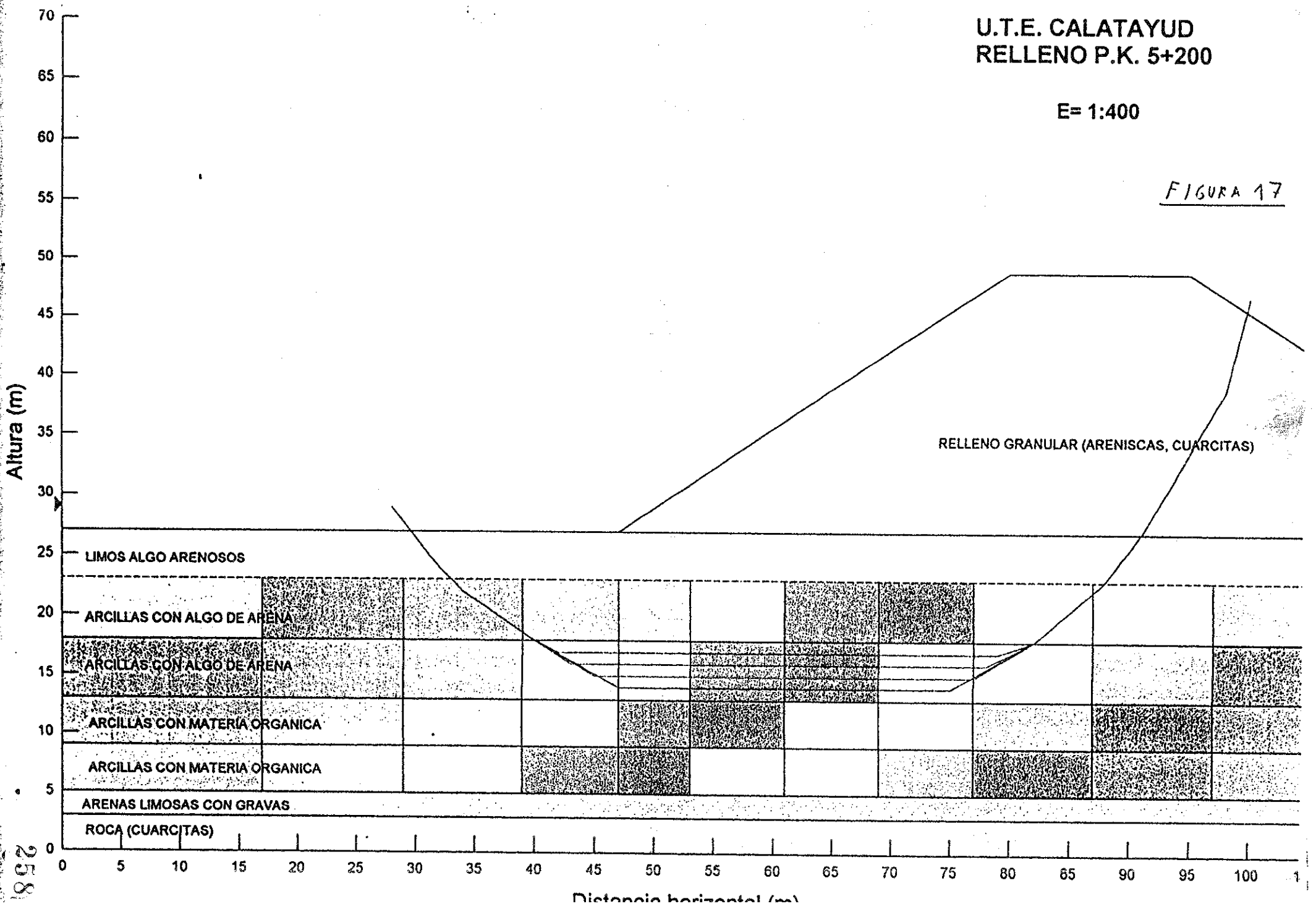




U.T.E. CALATAYUD
RELLENO P.K. 5+200

E= 1:400

FIGURA 17

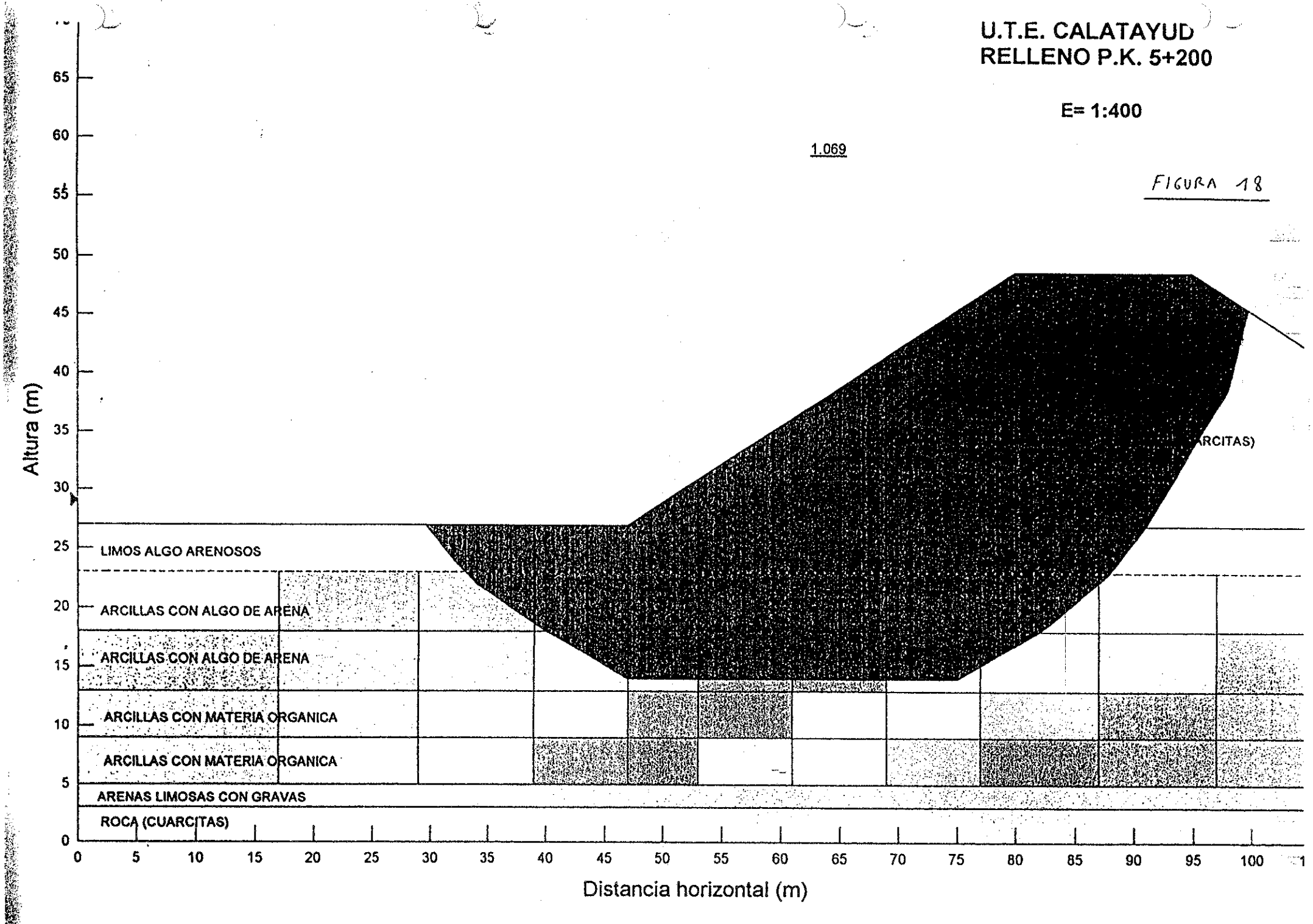


U.T.E. CALATAYUD
RELLENO P.K. 5+200

E= 1:400

1.069

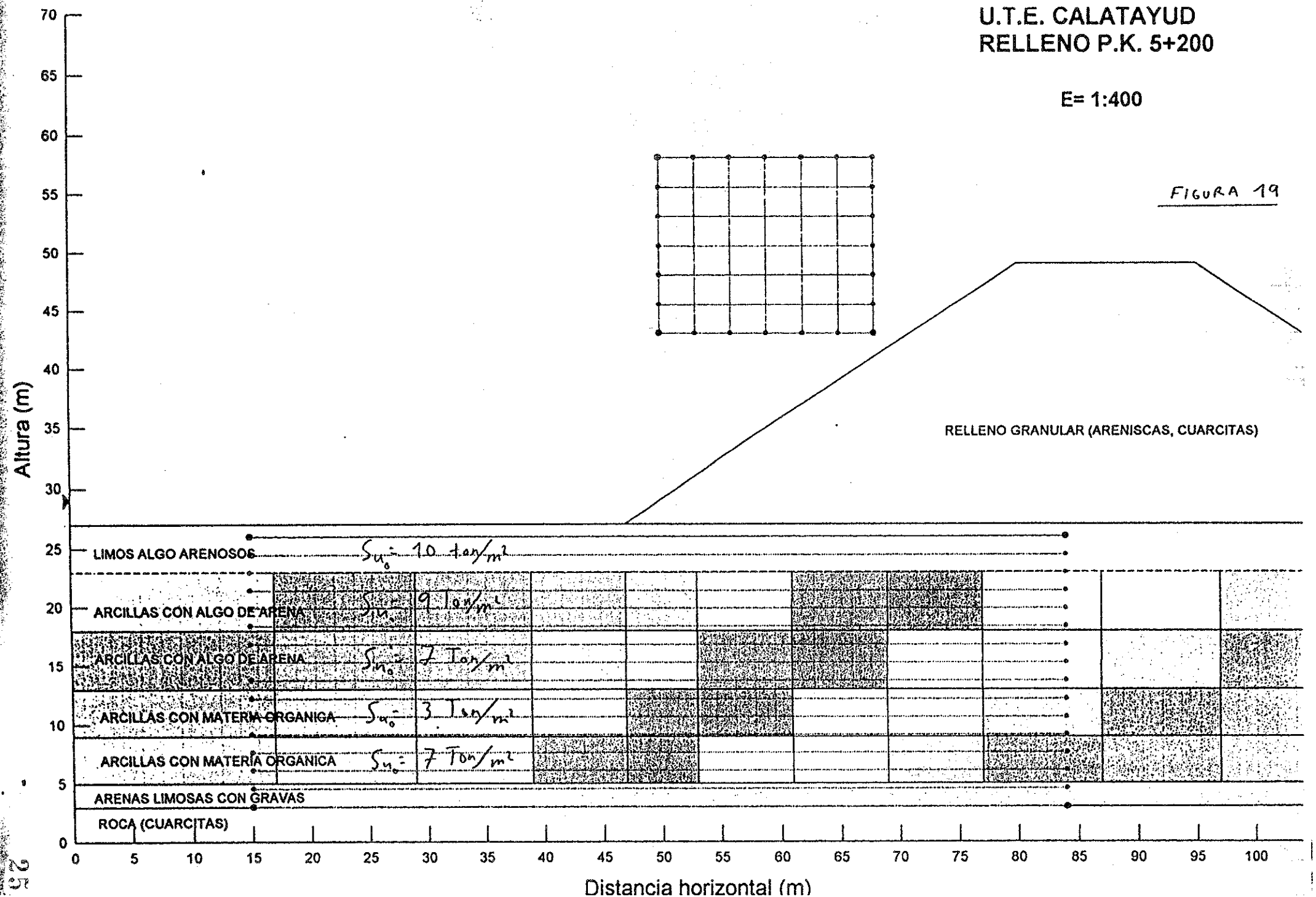
FIGURA 18



U.T.E. CALATAYUD
RELLENO P.K. 5+200

E= 1:400

FIGURA 19



U.T.E. CALATAYUD. RELLENO P.K. 5+200

ETAPA FINAL

E=1:400

PRESION TOTAL

PRESION HORIZONTAL (KN/m²)

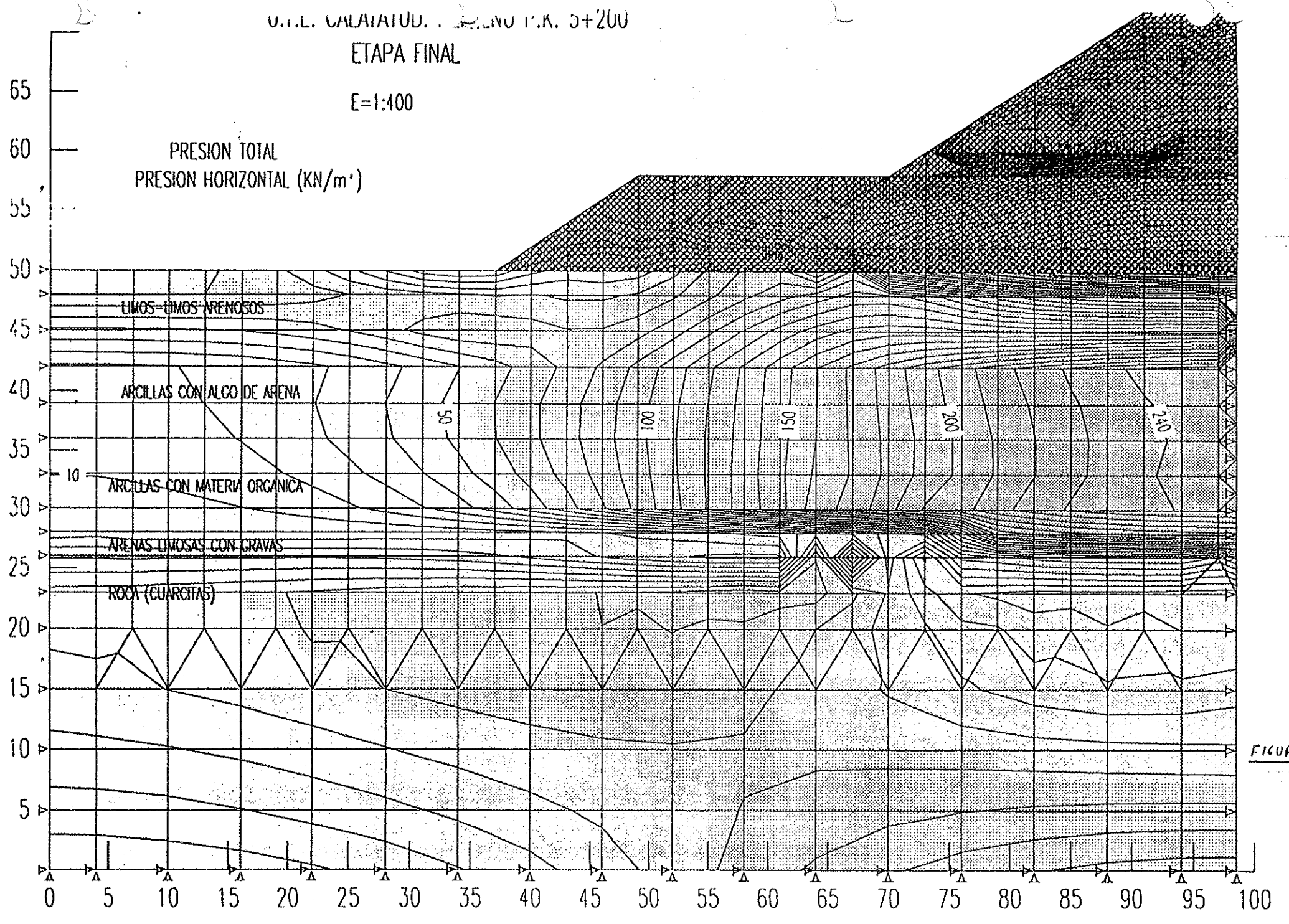


FIGURA 5.1

U.T.E. CALATAYUD
RELLENO P.K. 5+200

E= 1:400

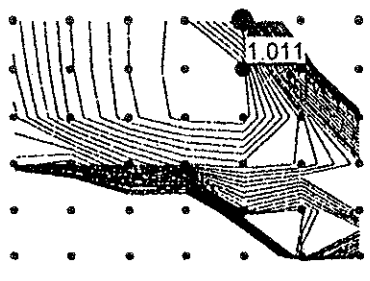
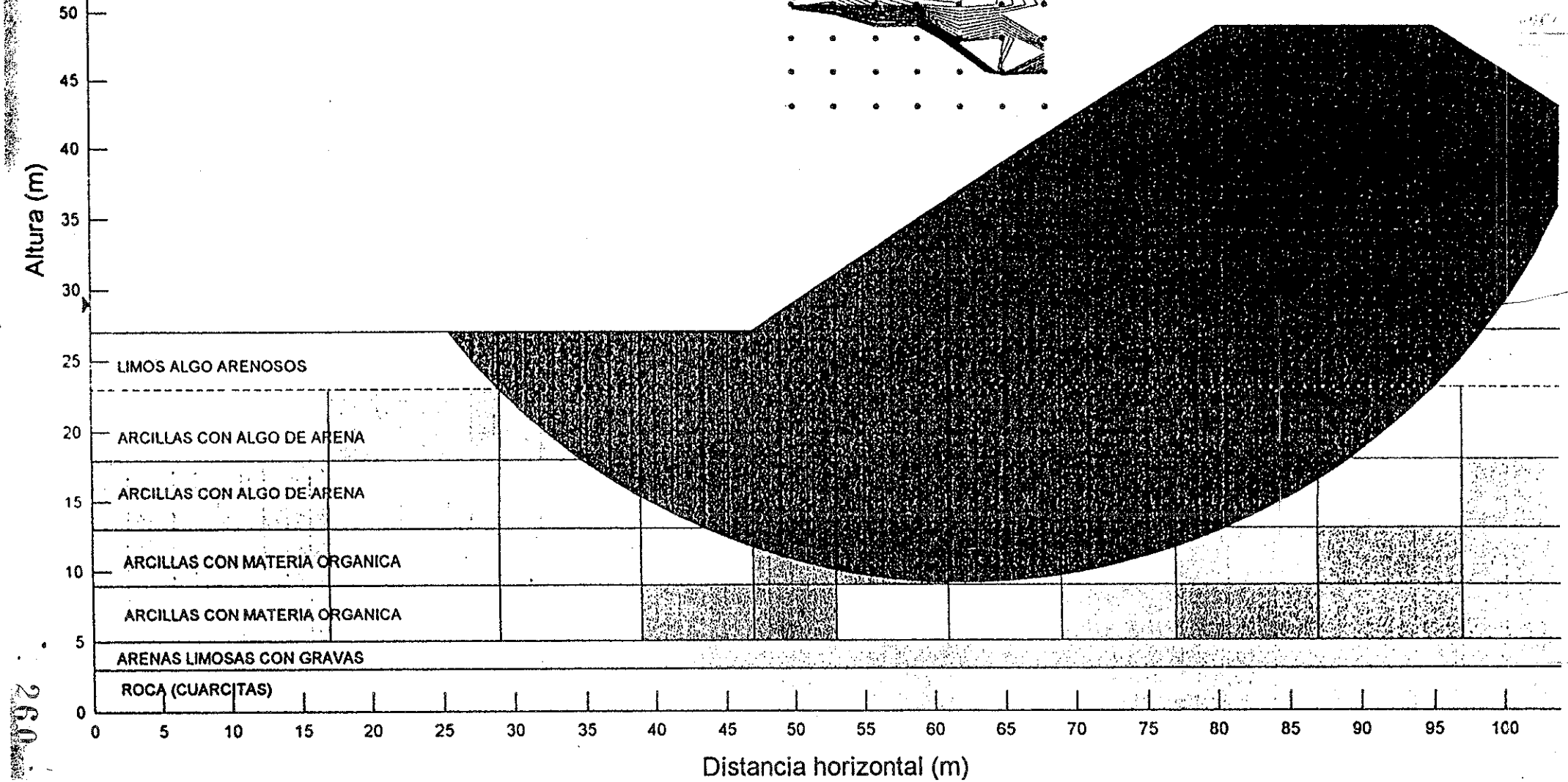


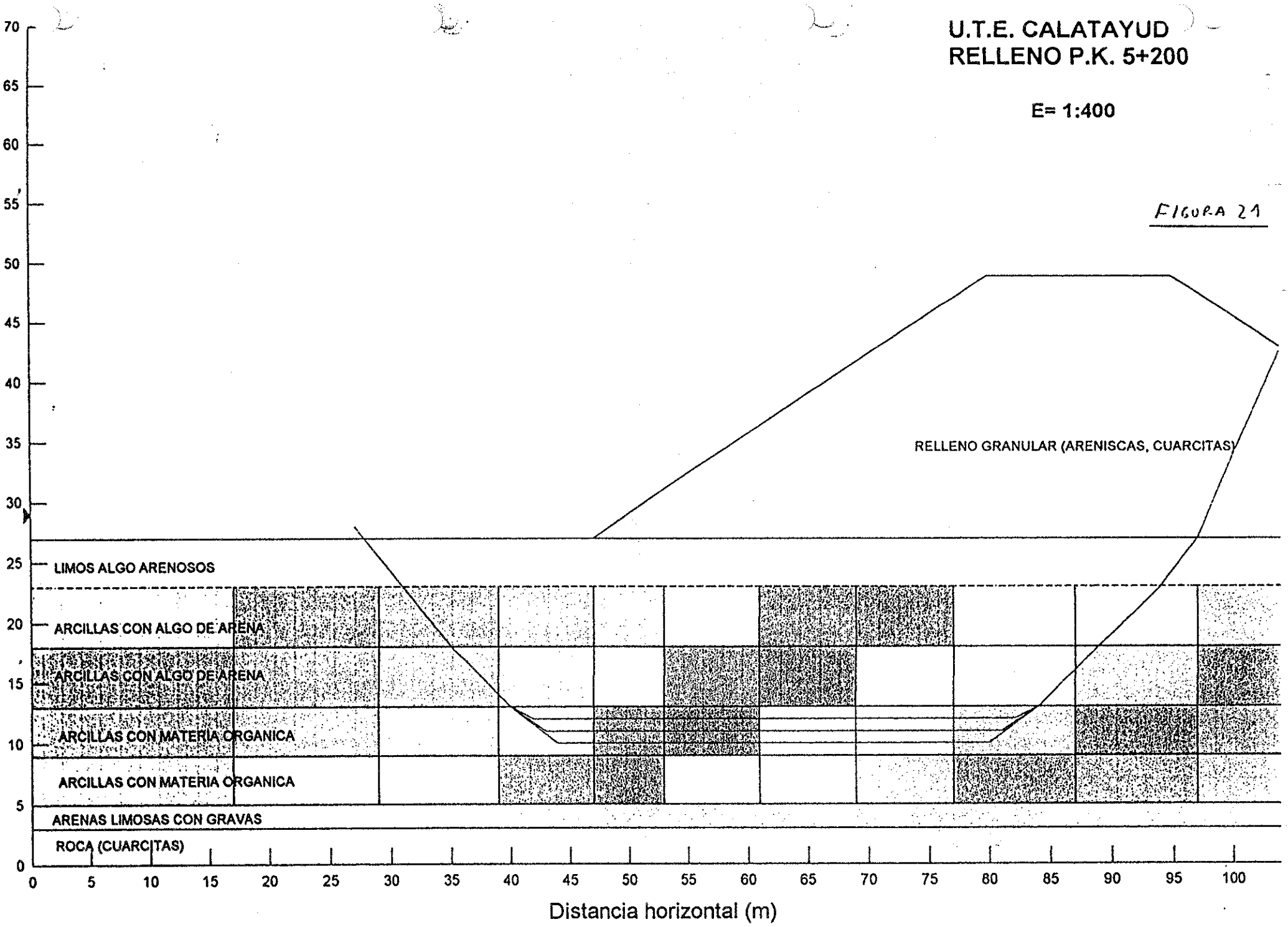
FIGURA 5.2



U.T.E. CALATAYUD
RELLENO P.K. 5+200

E= 1:400

FIGURA 21



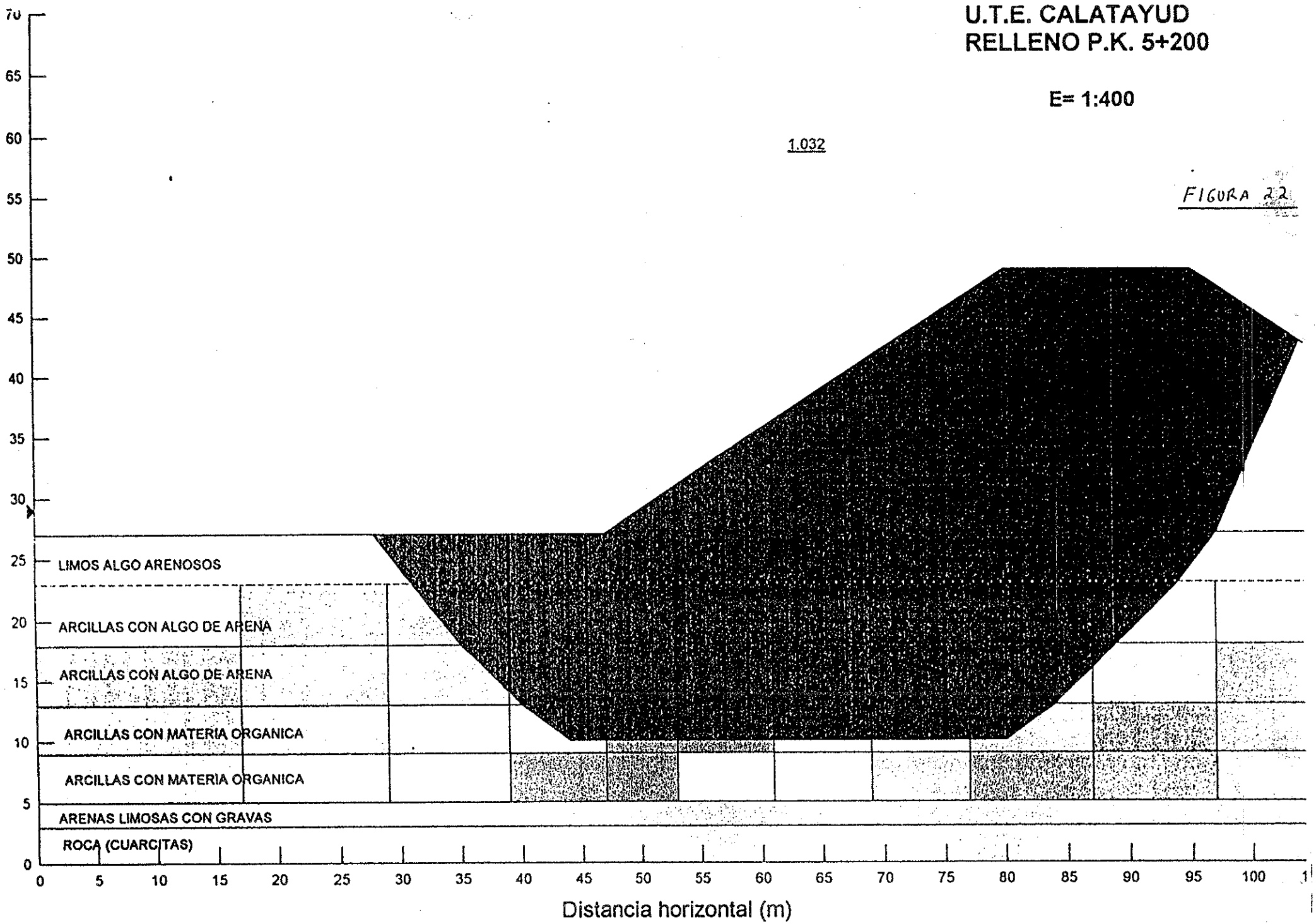
000059

U.T.E. CALATAYUD
RELLENO P.K. 5+200

E= 1:400

1.032

FIGURA 22

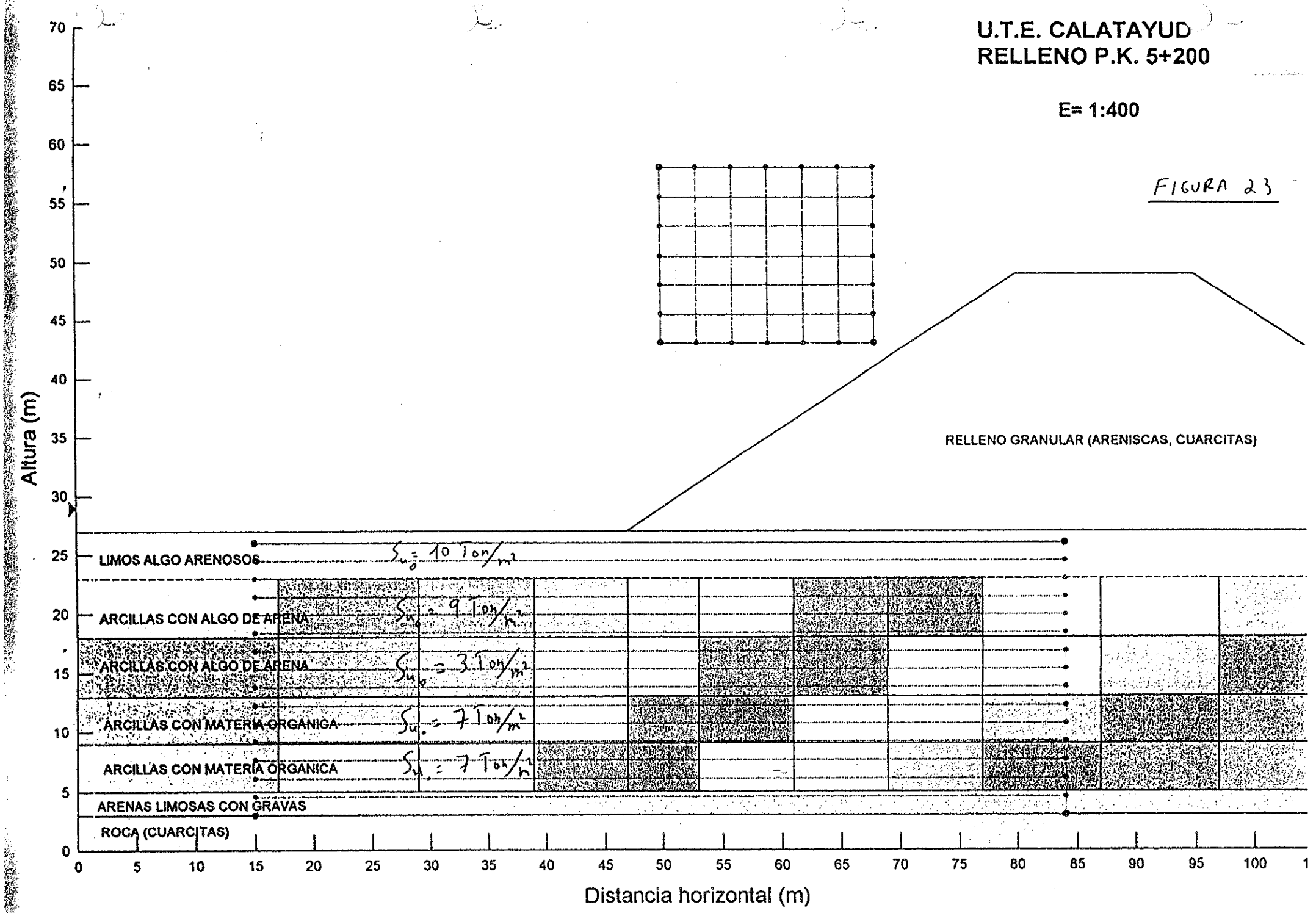


000192

U.T.E. CALATAYUD
RELLENO P.K. 5+200

E= 1:400

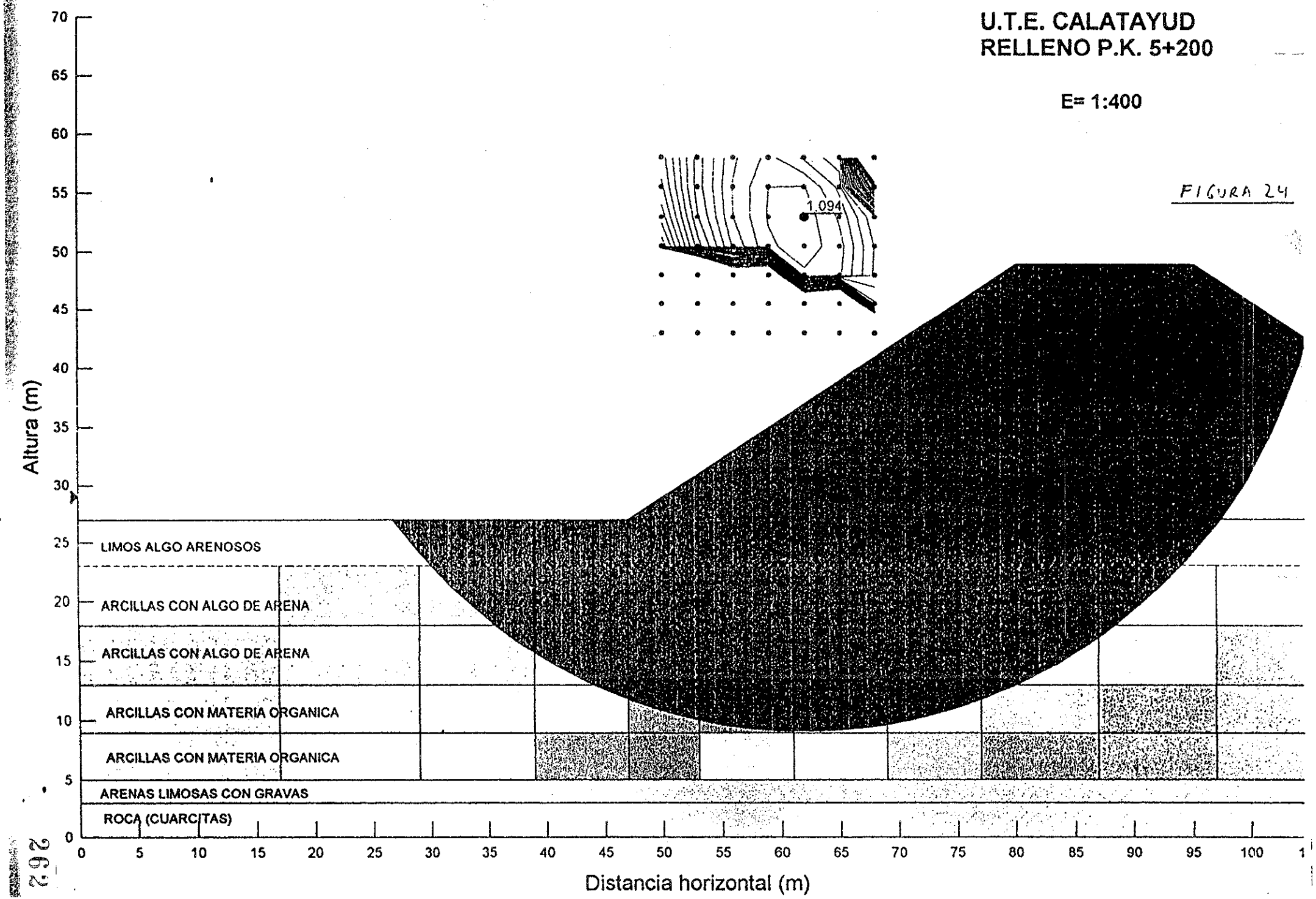
FIGURA 23



U.T.E. CALATAYUD
RELLENO P.K. 5+200

E= 1:400

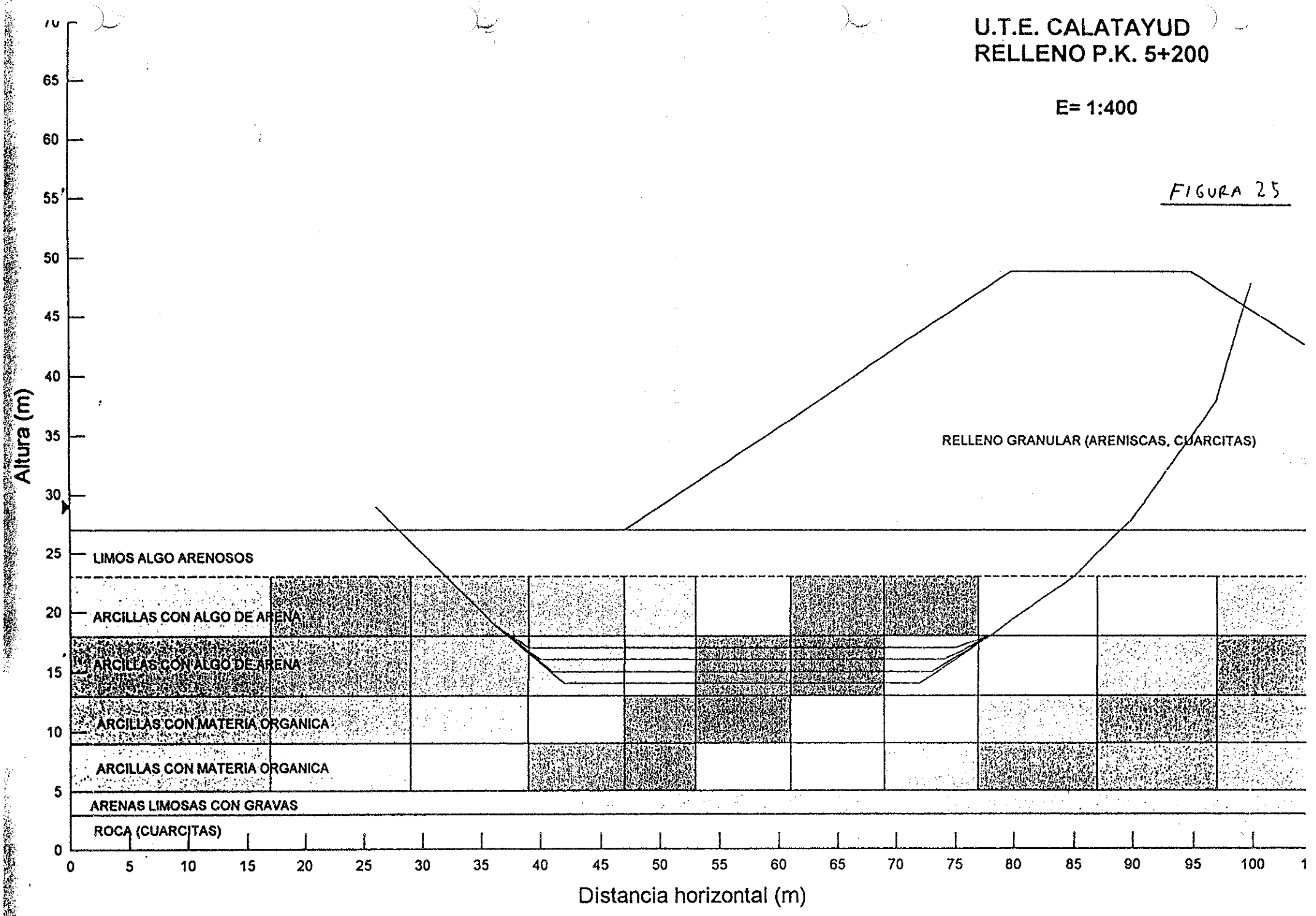
FIGURA 24



U.T.E. CALATAYUD
RELLENO P.K. 5+200

E= 1:400

FIGURA 25

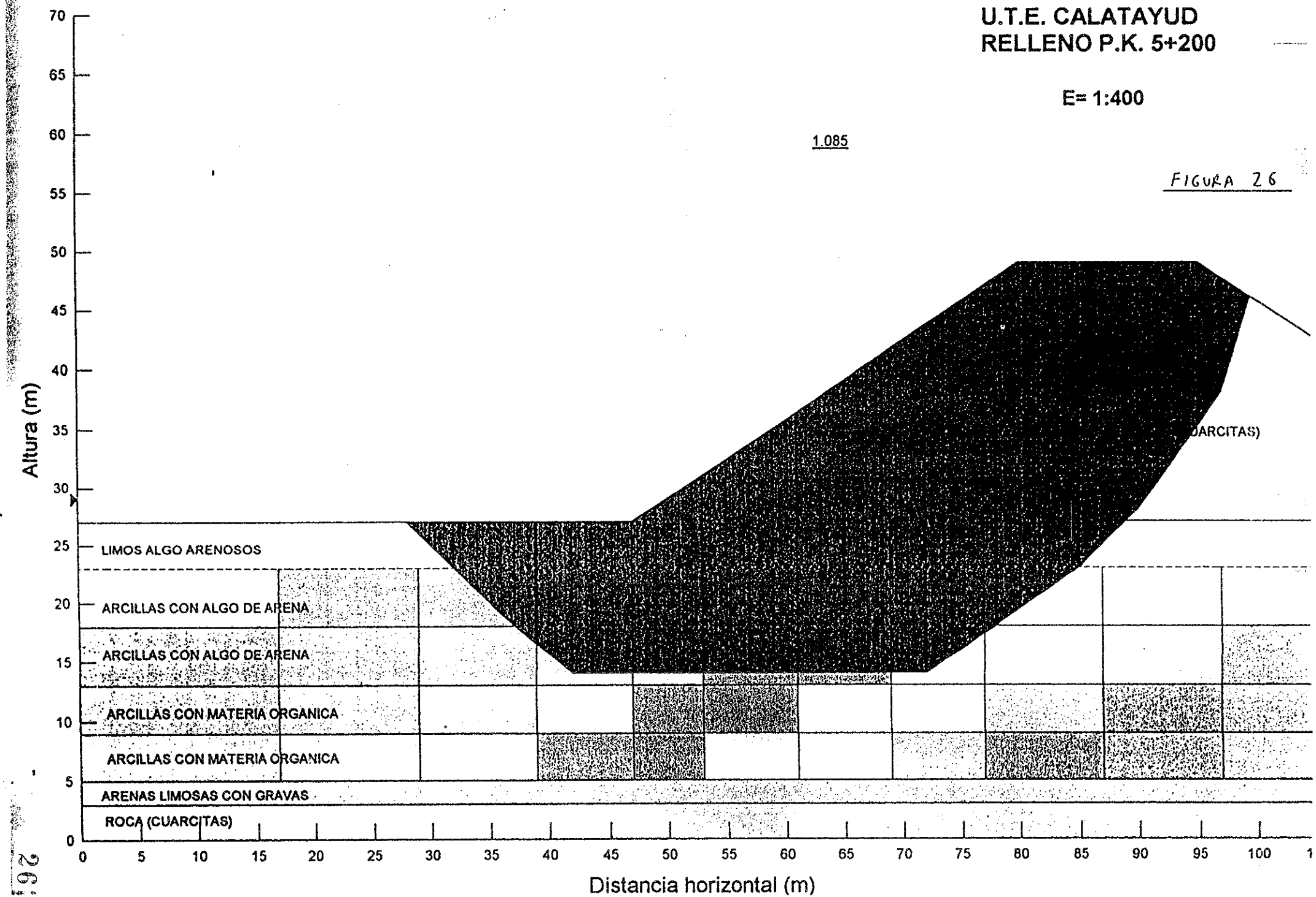


U.T.E. CALATAYUD
RELLENO P.K. 5+200

E= 1:400

1.085

FIGURA 26



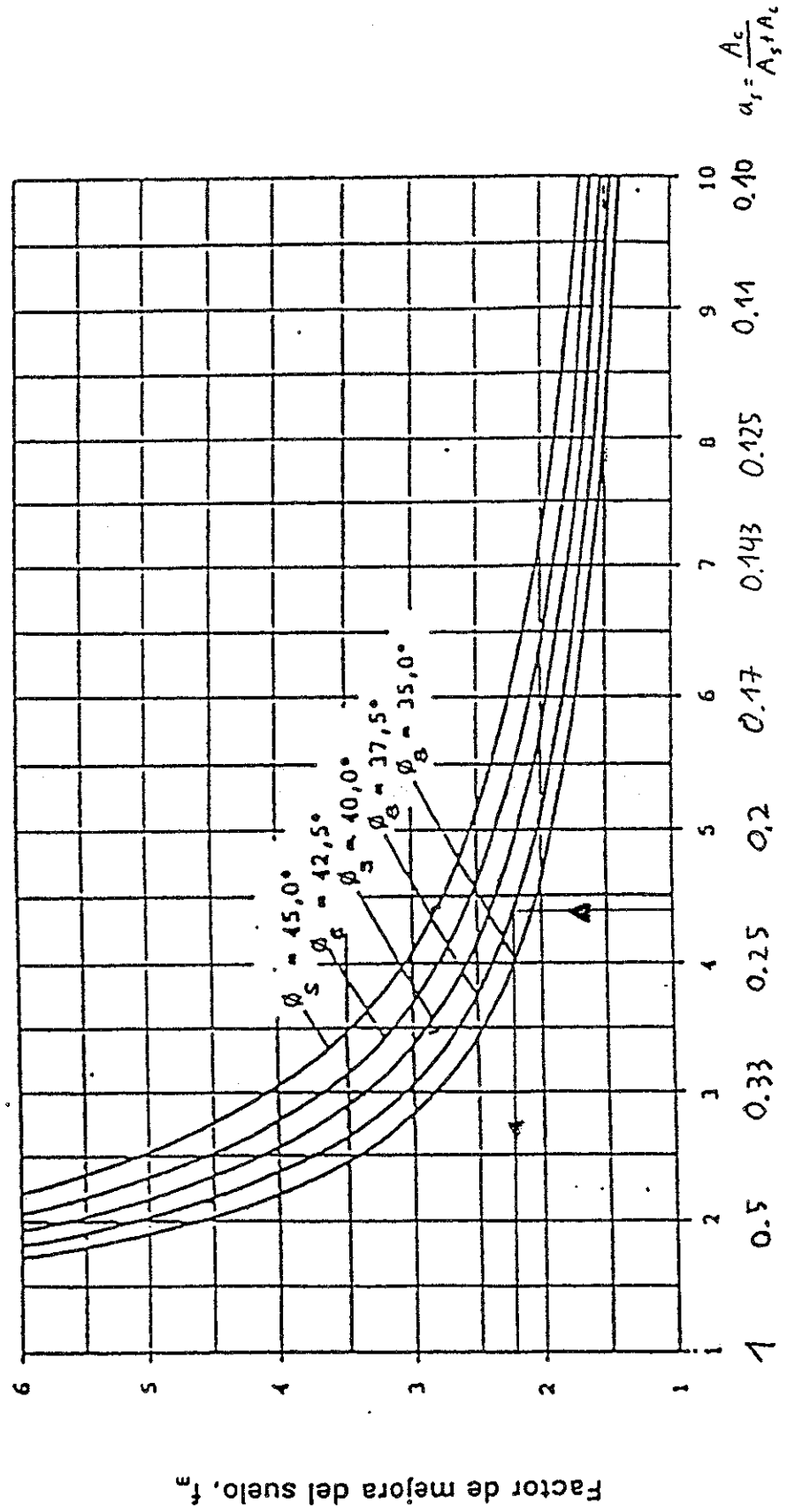


Figura 27 Factor de mejora del suelo tratado con columnas de grava

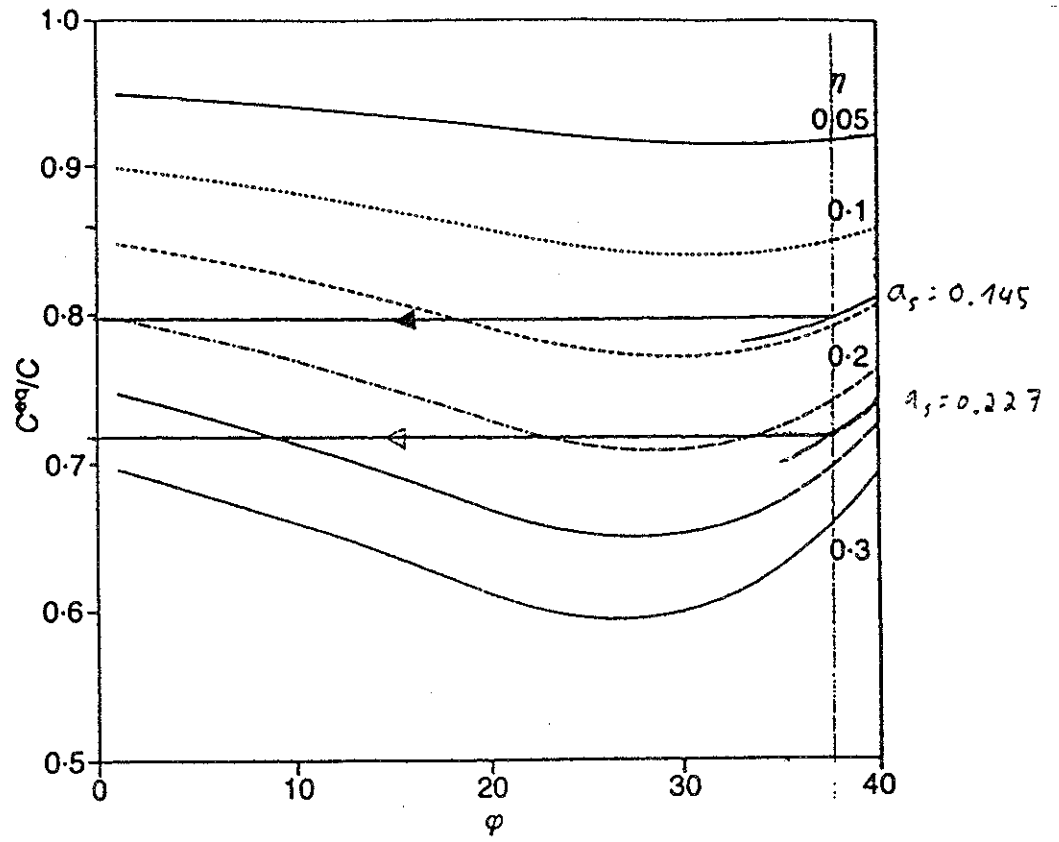


Fig 28 **Equivalent cohesion C^{eq} for $C^c = 0$ plotted against friction angle φ**

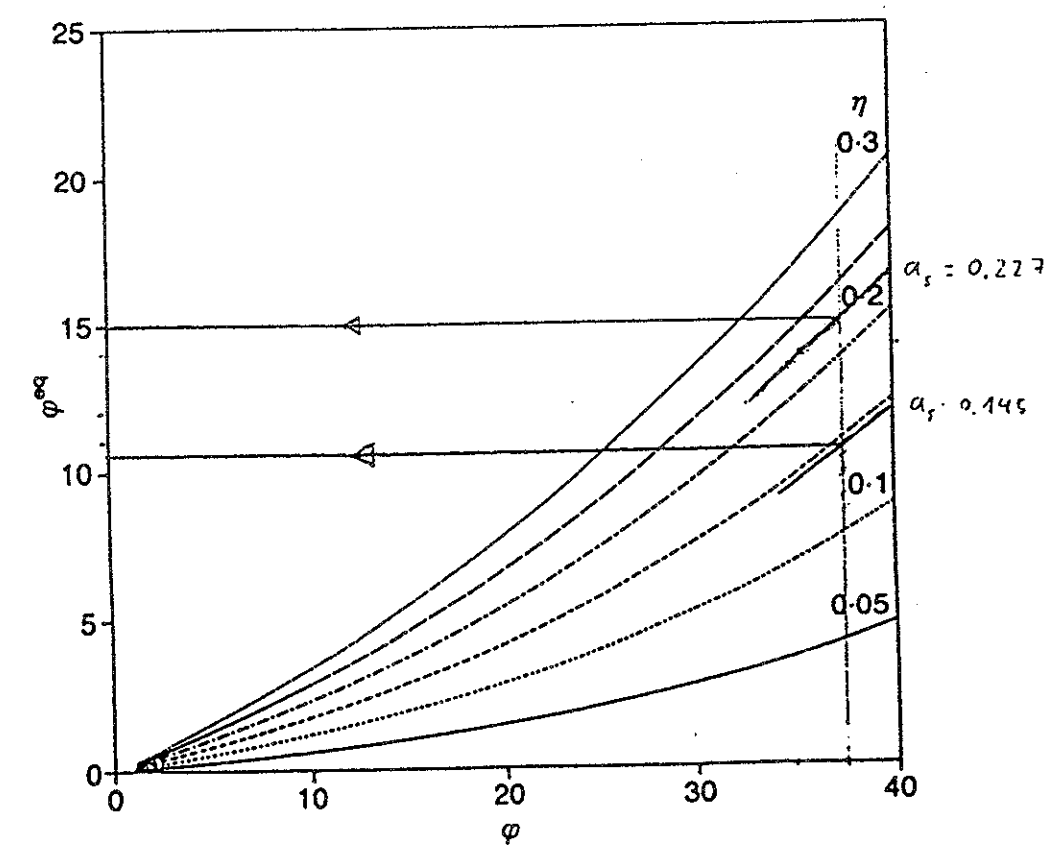
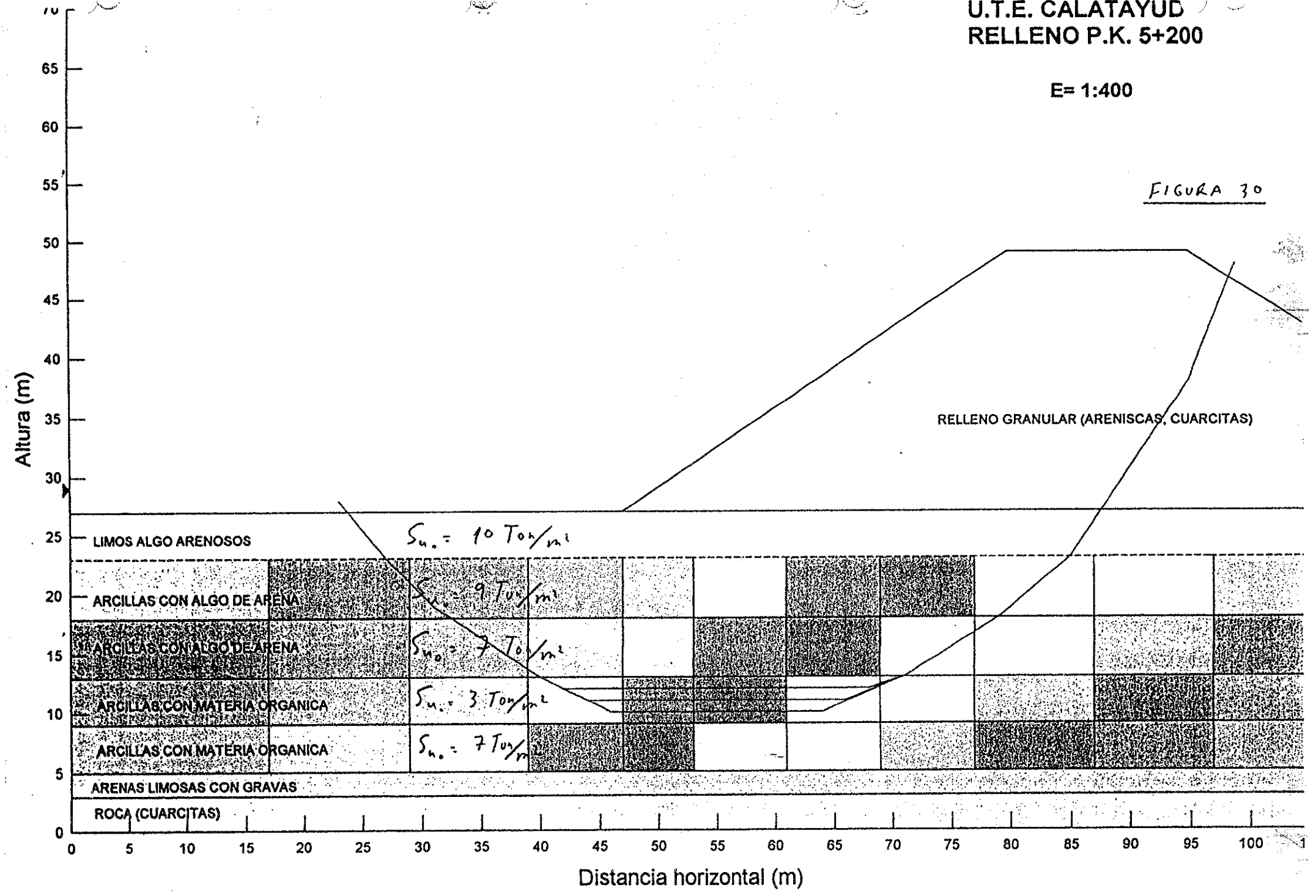


Fig 29 **Equivalent friction angle φ^{eq} plotted against friction angle φ**

U.T.E. CALATAYUD
RELLENO P.K. 5+200

E= 1:400

FIGURA 30

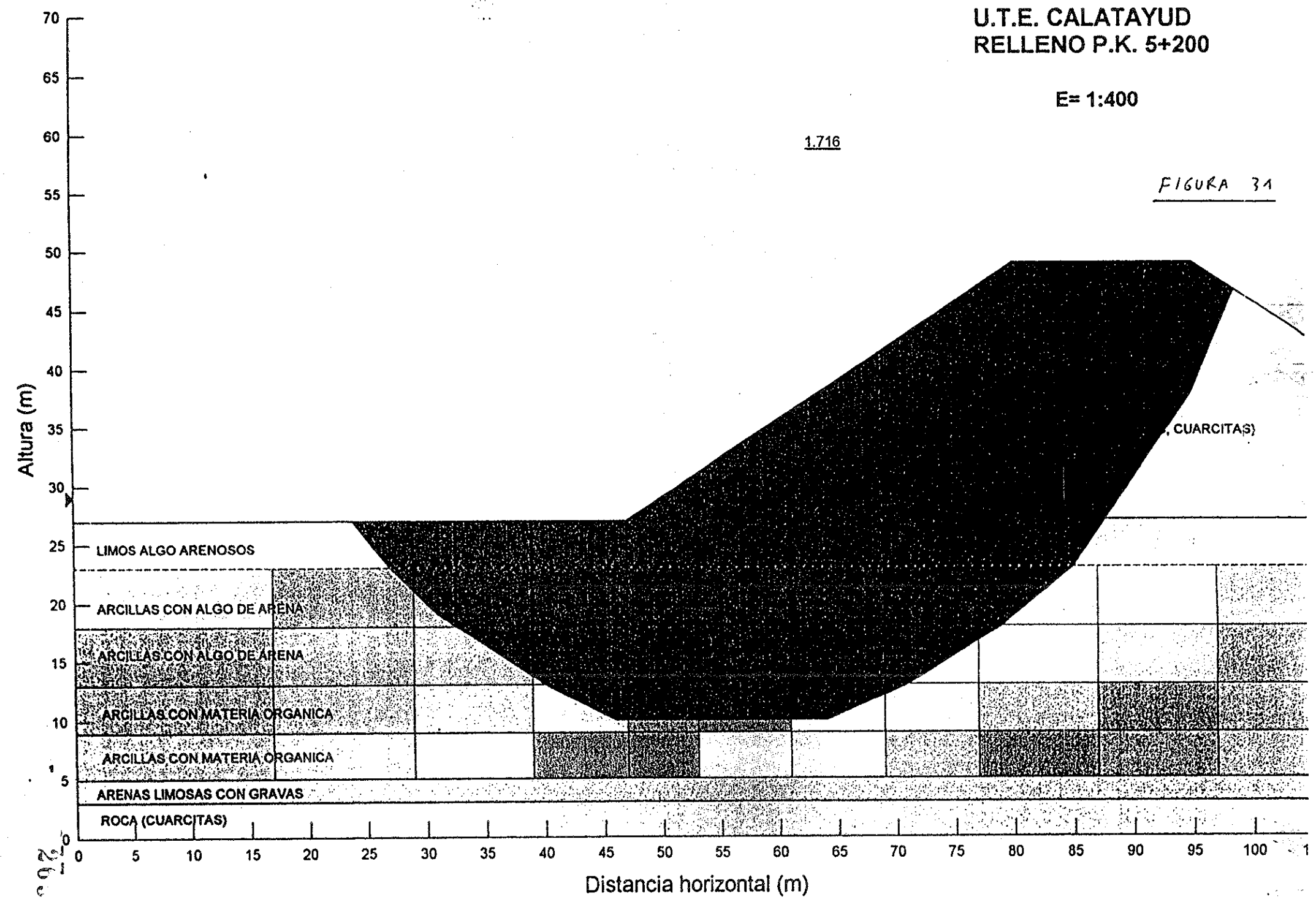


U.T.E. CALATAYUD
RELLENO P.K. 5+200

E= 1:400

1.716

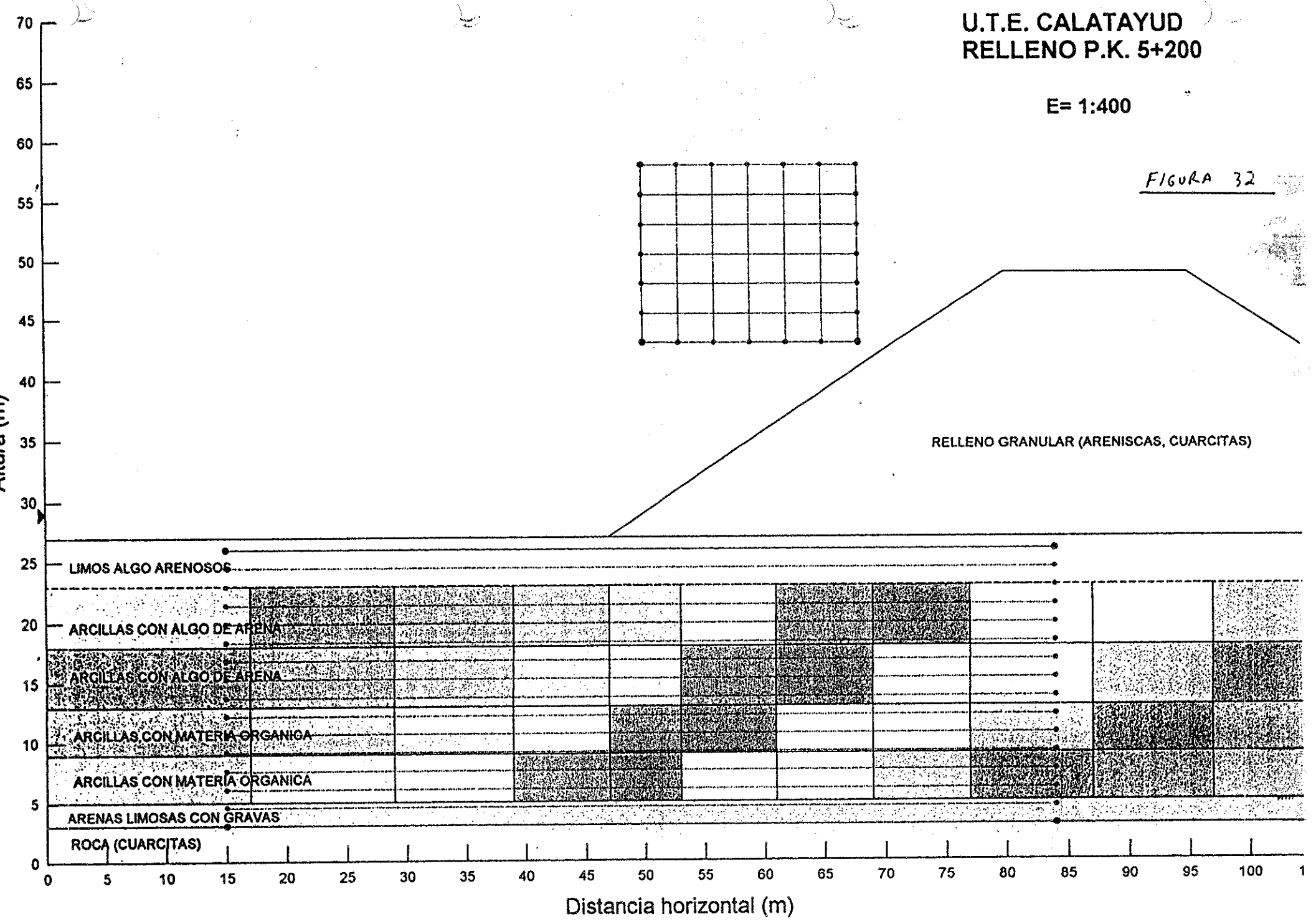
FIGURA 31



U.T.E. CALATAYUD
RELLENO P.K. 5+200

E= 1:400

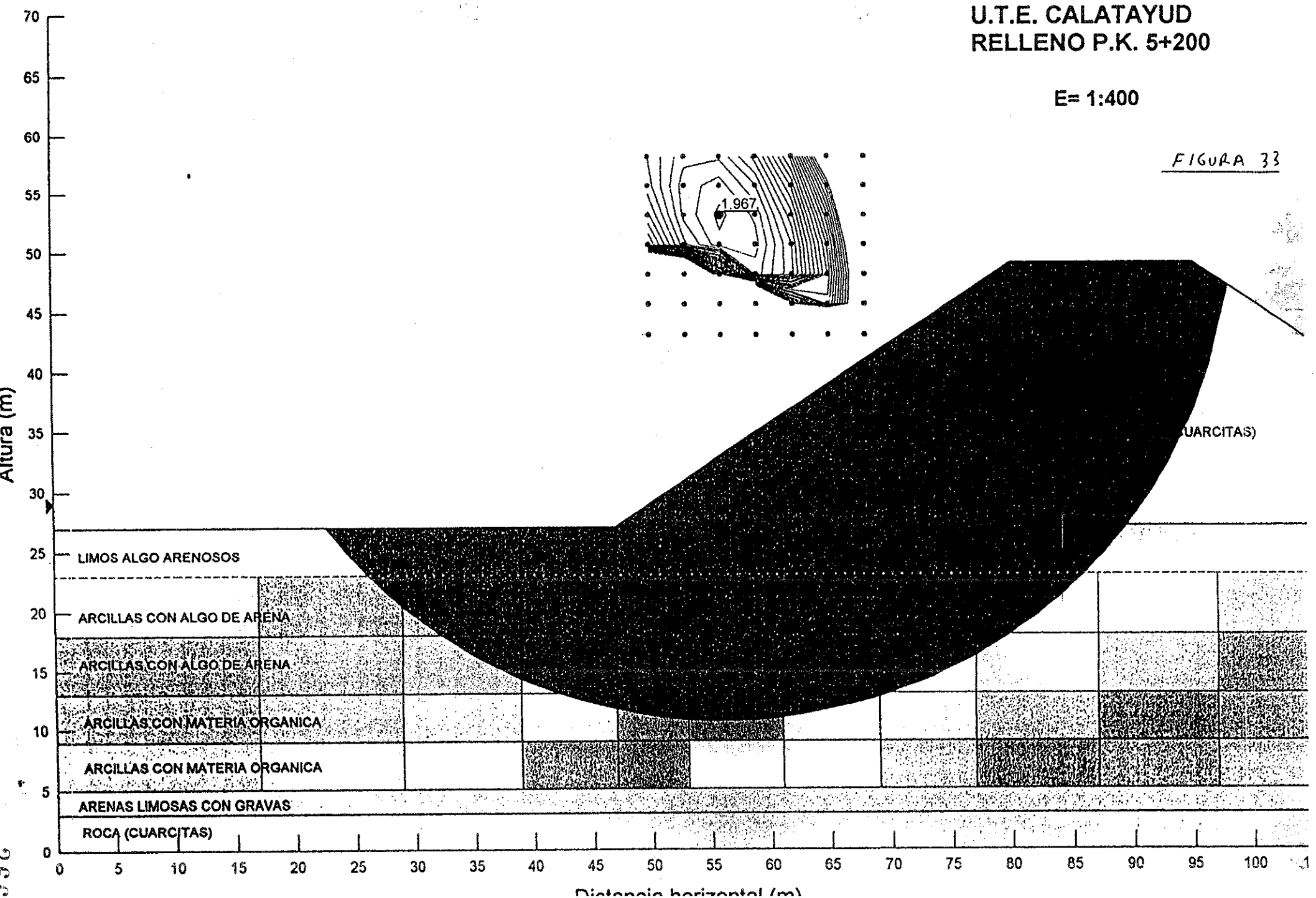
FIGURA 32



U.T.E. CALATAYUD
RELLENO P.K. 5+200

E= 1:400

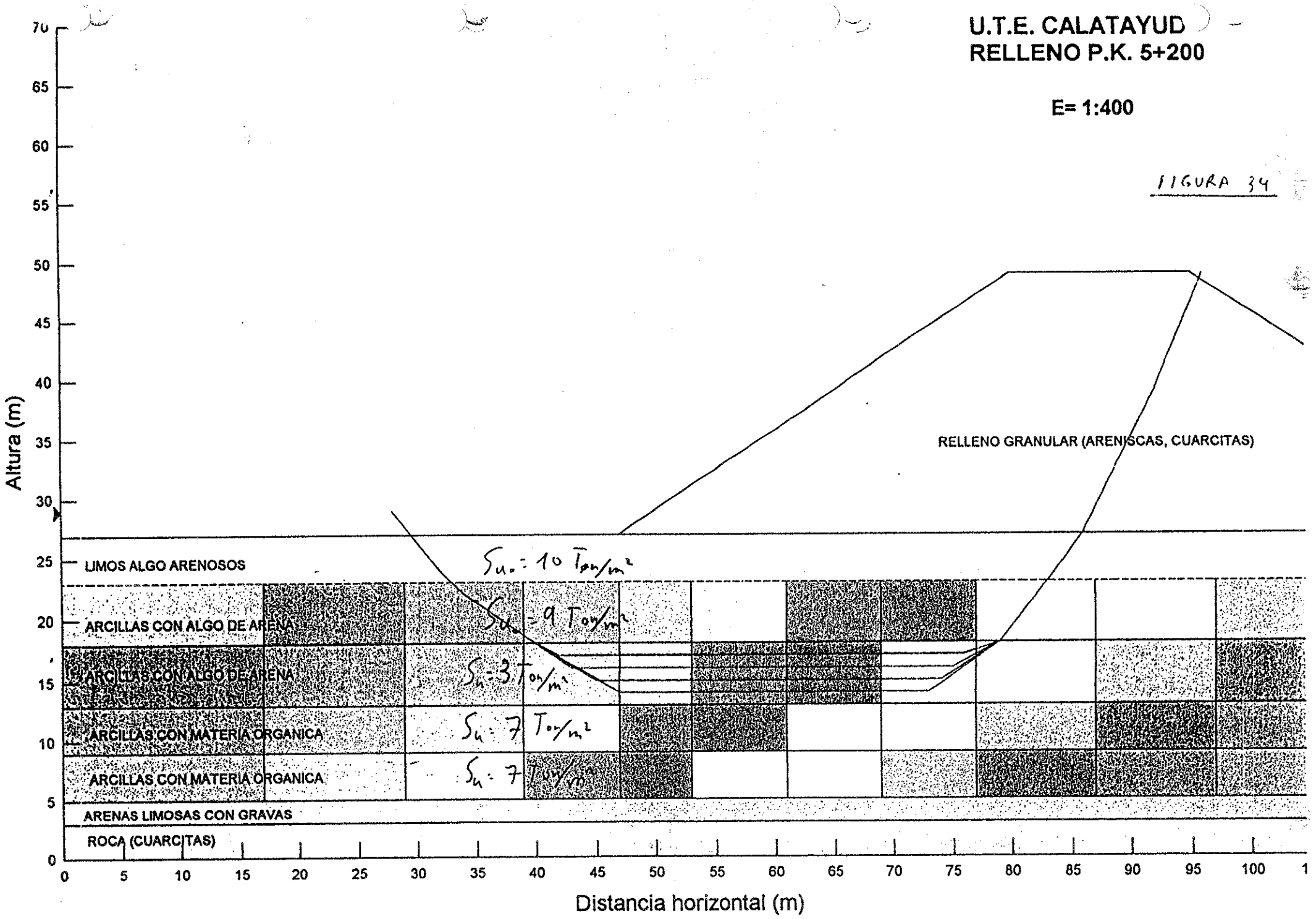
FIGURA 33



U.T.E. CALATAYUD
RELLENO P.K. 5+200

E= 1:400

FIGURA 34

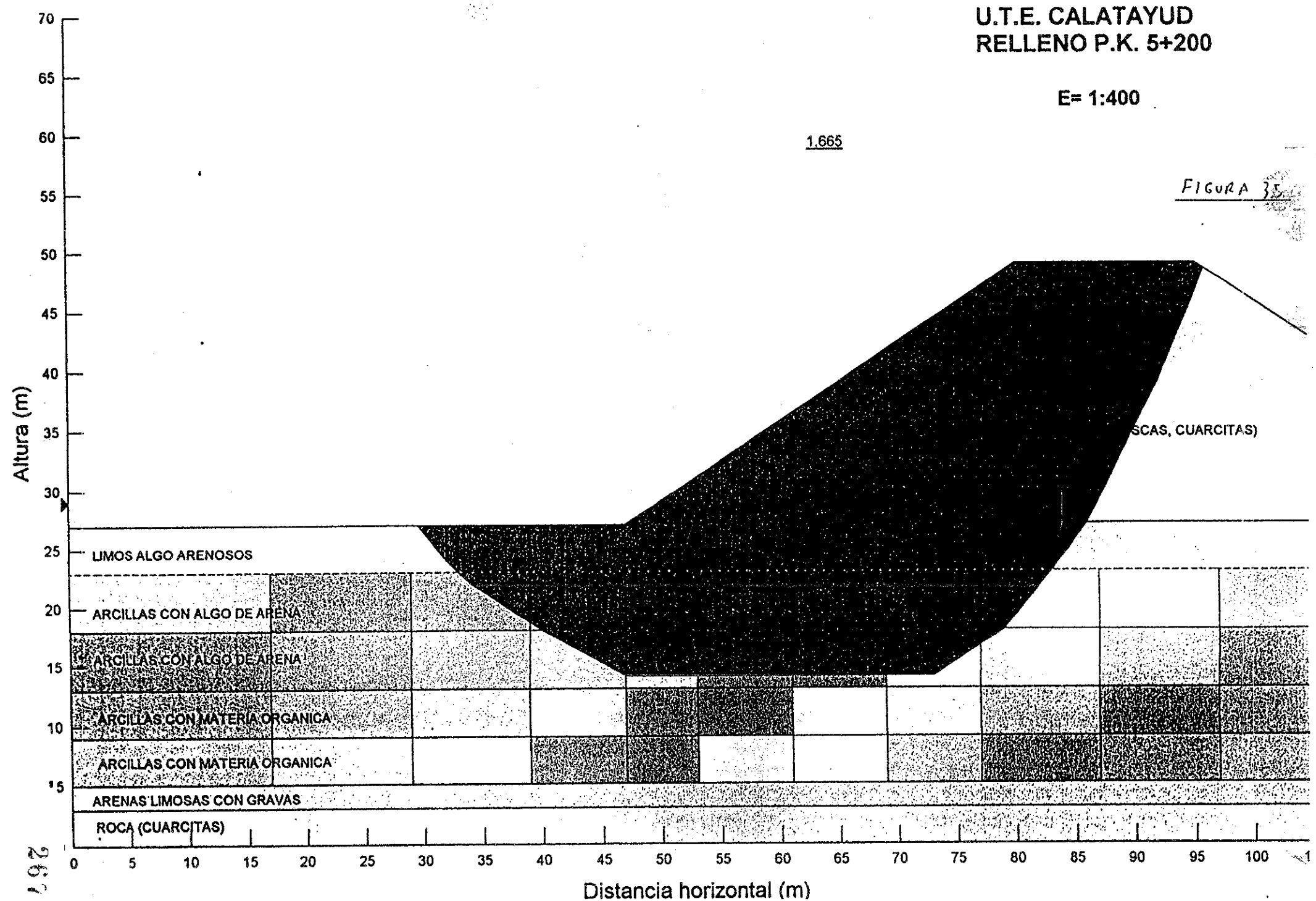


U.T.E. CALATAYUD
RELLENO P.K. 5+200

E= 1:400

1.665

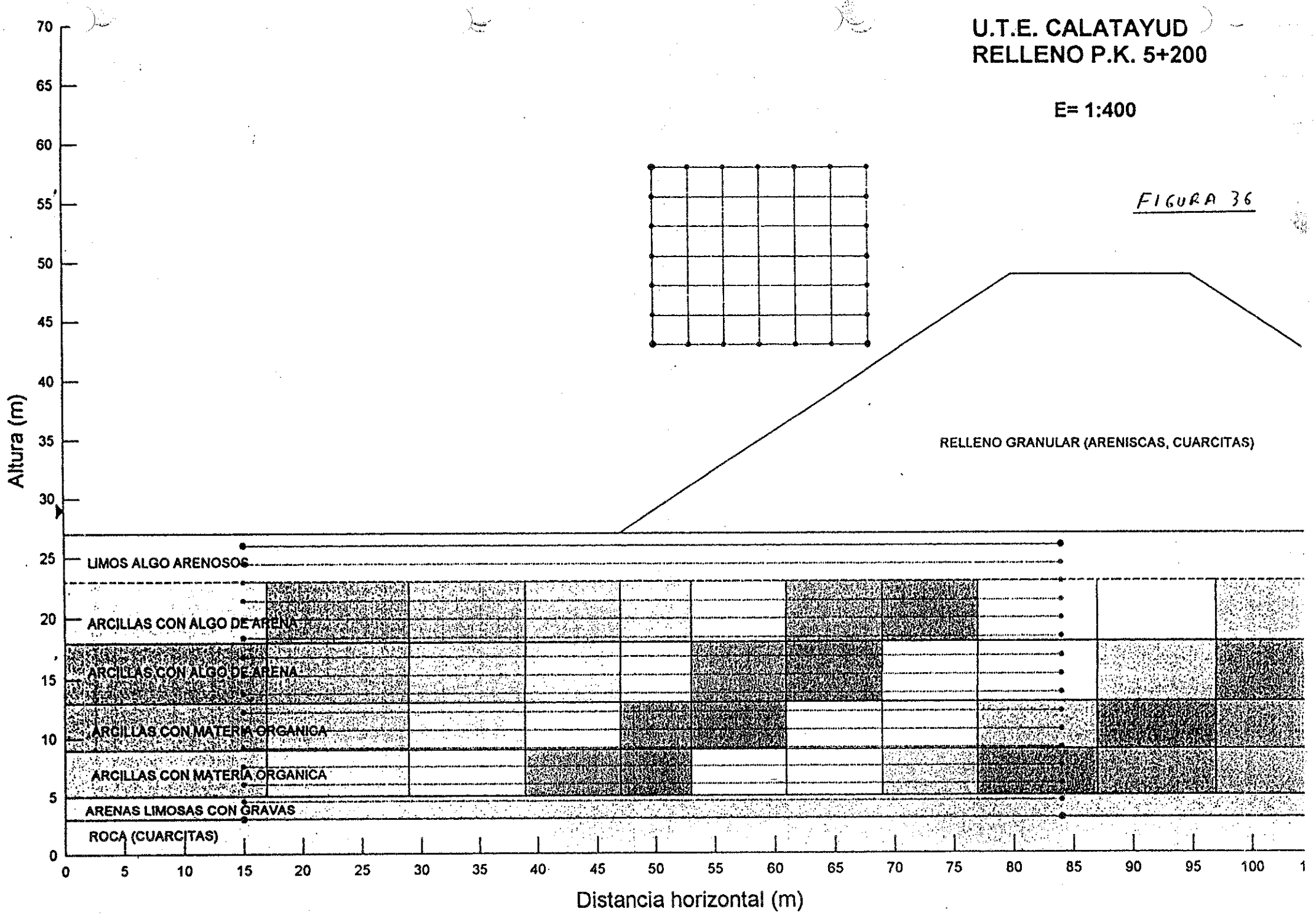
FIGURA 35



U.T.E. CALATAYUD
RELLENO P.K. 5+200

E= 1:400

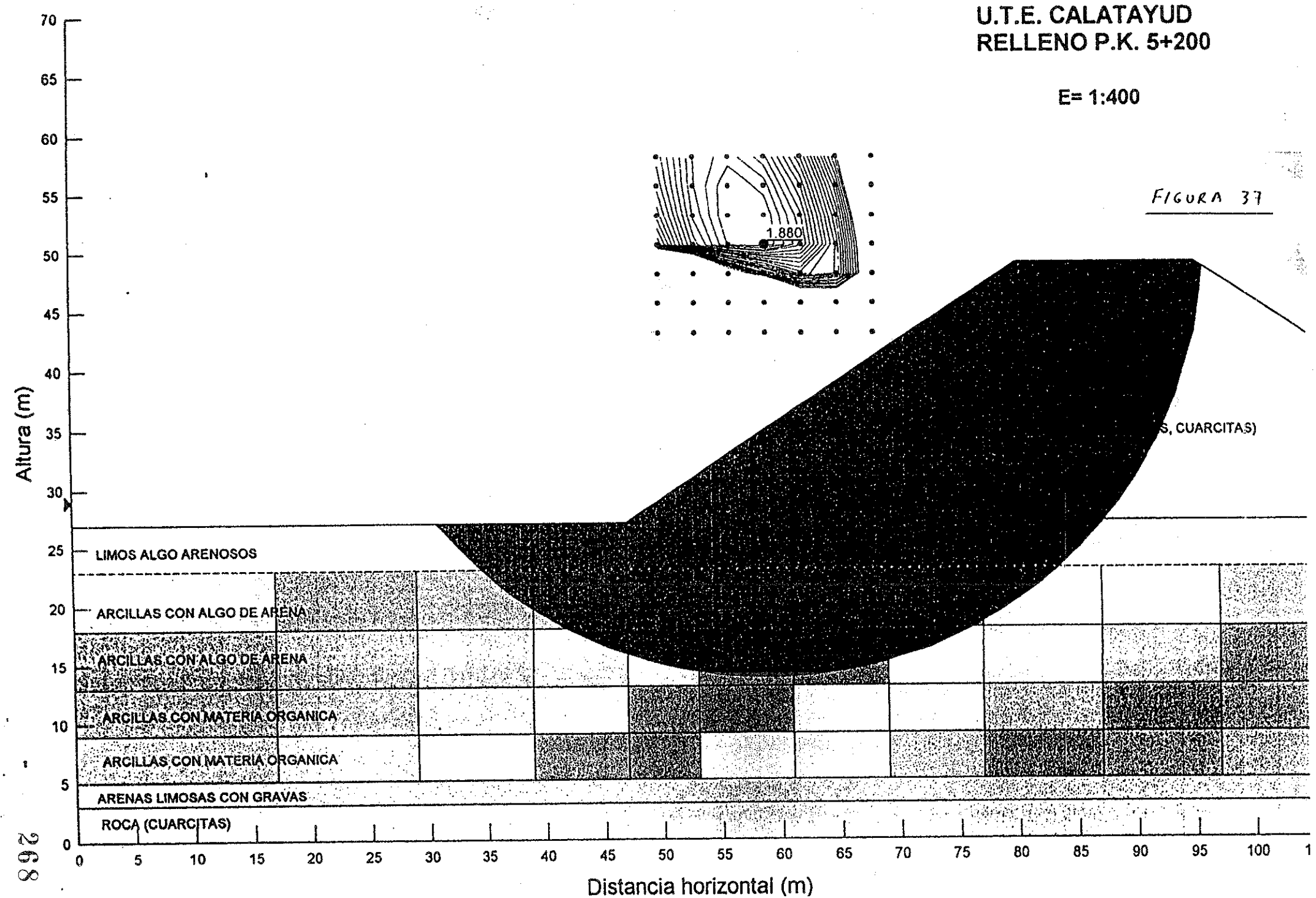
FIGURA 36



U.T.E. CALATAYUD
RELLENO P.K. 5+200

E= 1:400

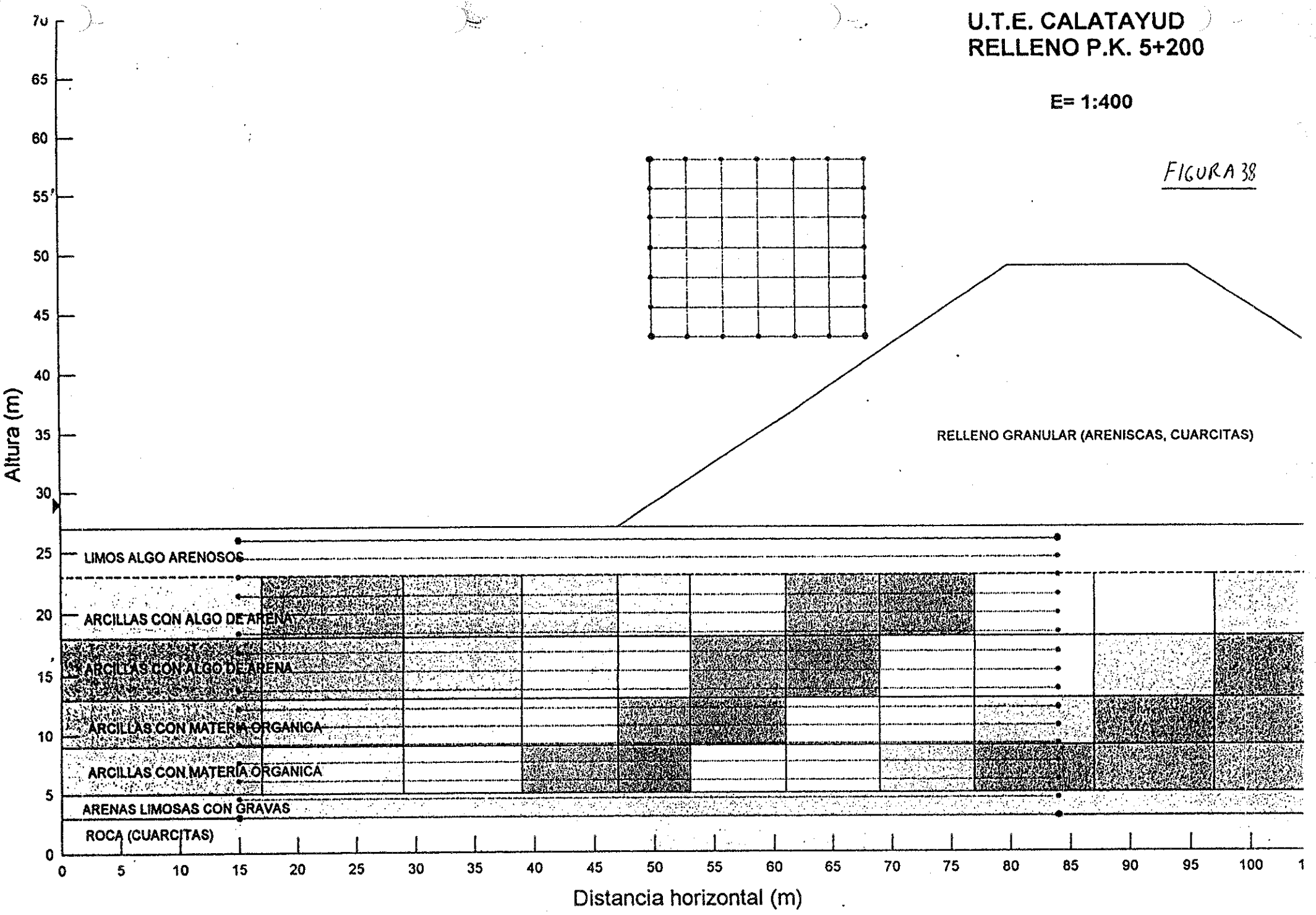
FIGURA 37



U.T.E. CALATAYUD
RELLENO P.K. 5+200

E= 1:400

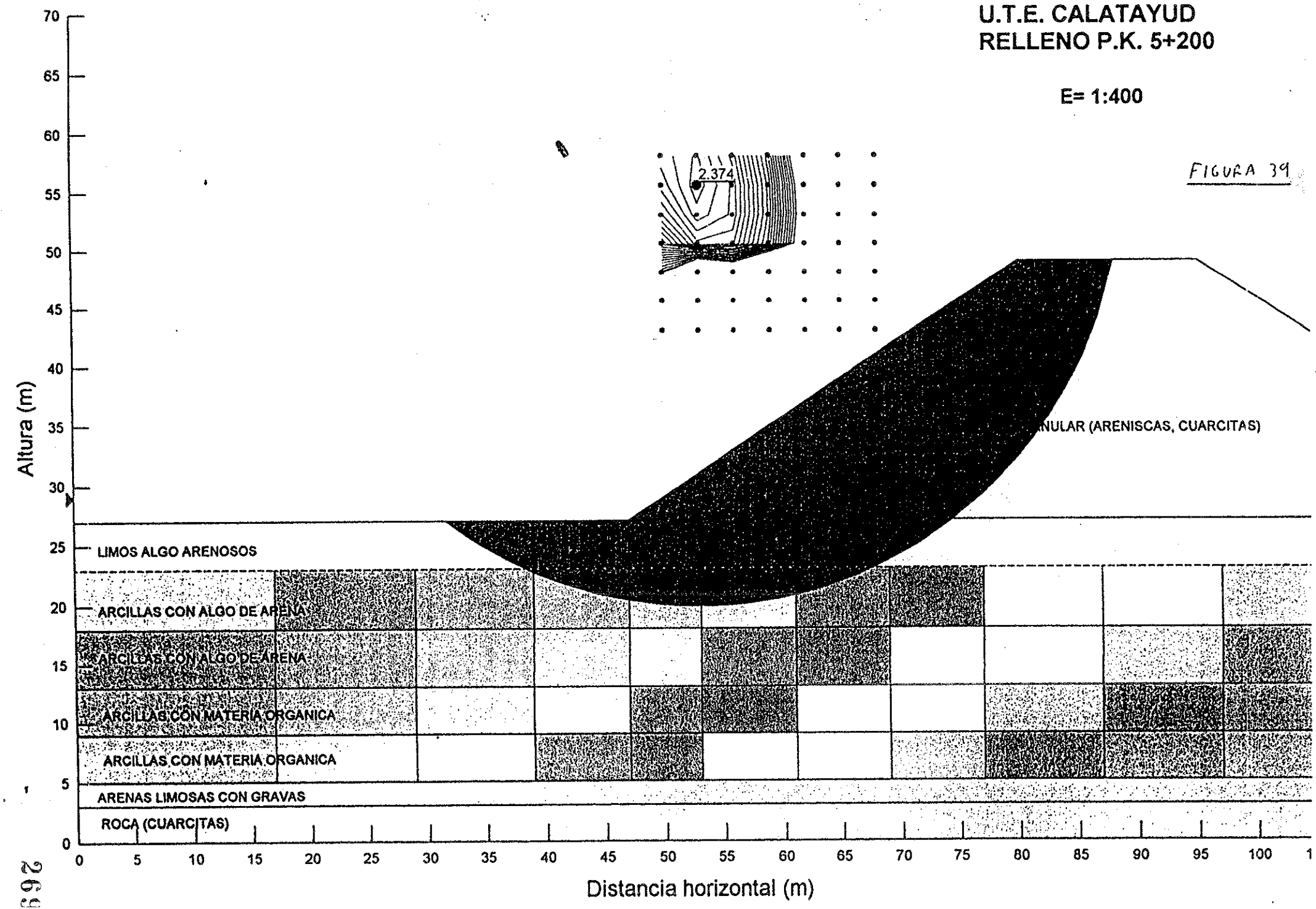
FIGURA 38



U.T.E. CALATAYUD
RELLENO P.K. 5+200

E= 1:400

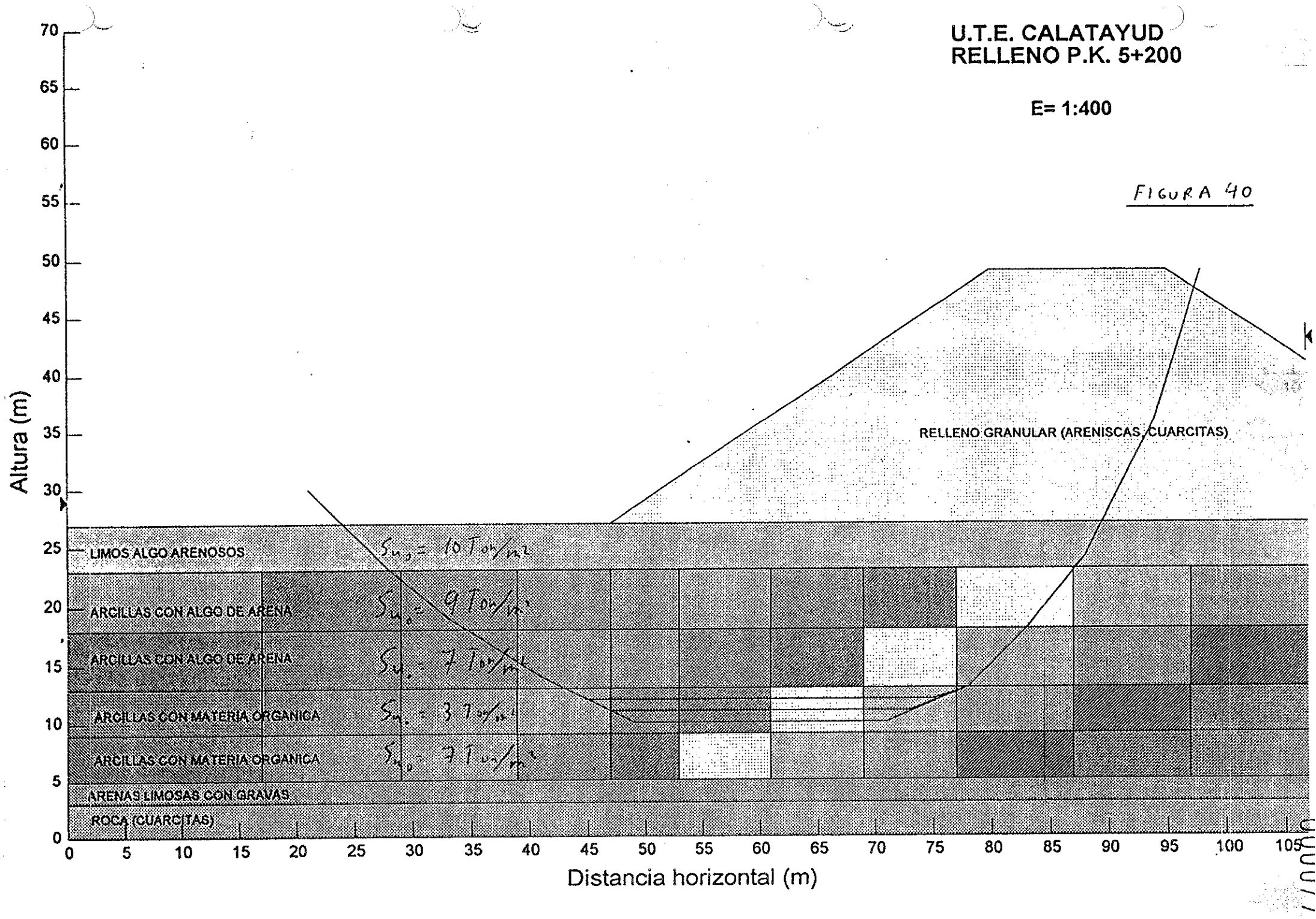
FIGURA 39



U.T.E. CALATAYUD
RELLENO P.K. 5+200

E= 1:400

FIGURA 40

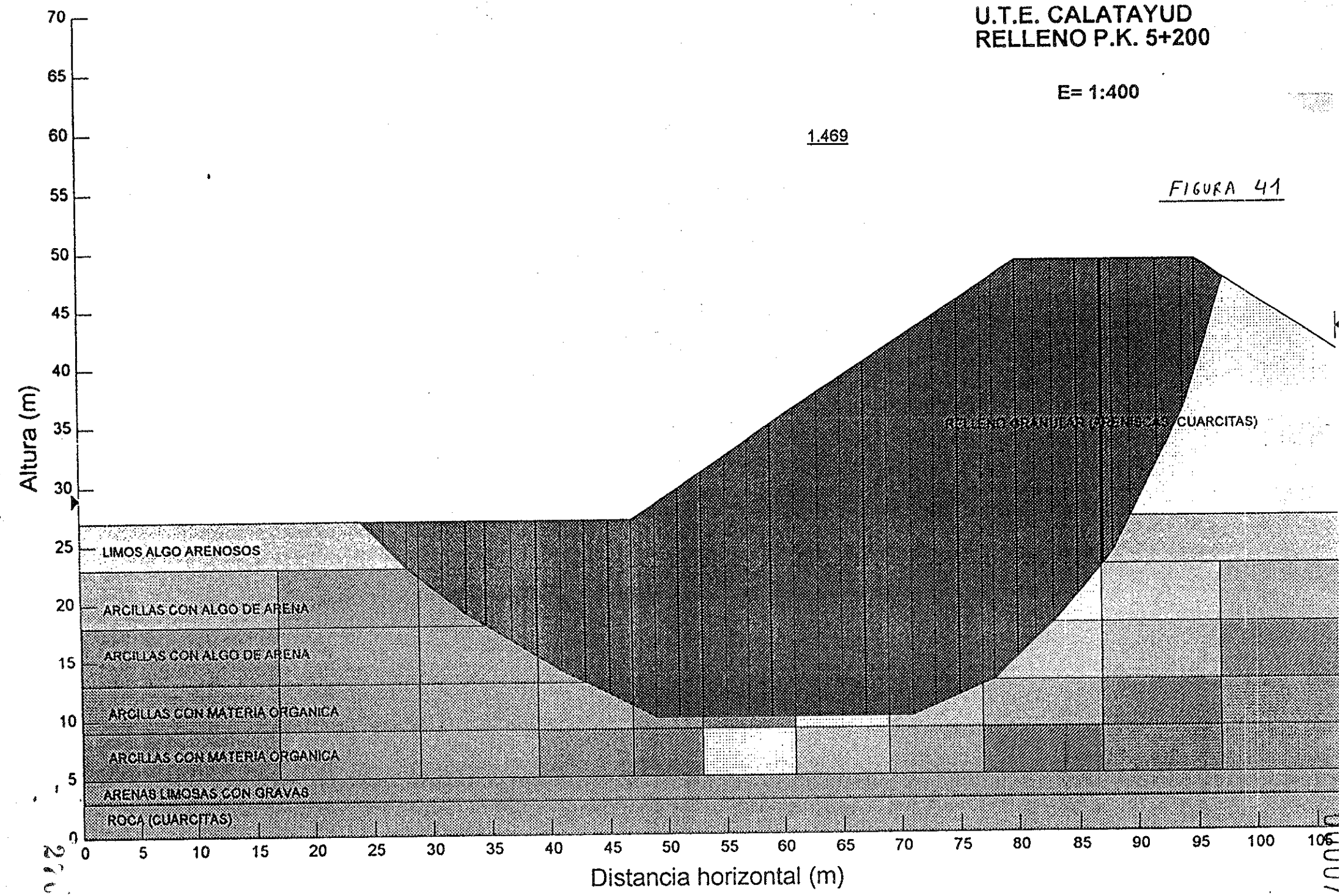


1.469

U.T.E. CALATAYUD
RELLENO P.K. 5+200

E= 1:400

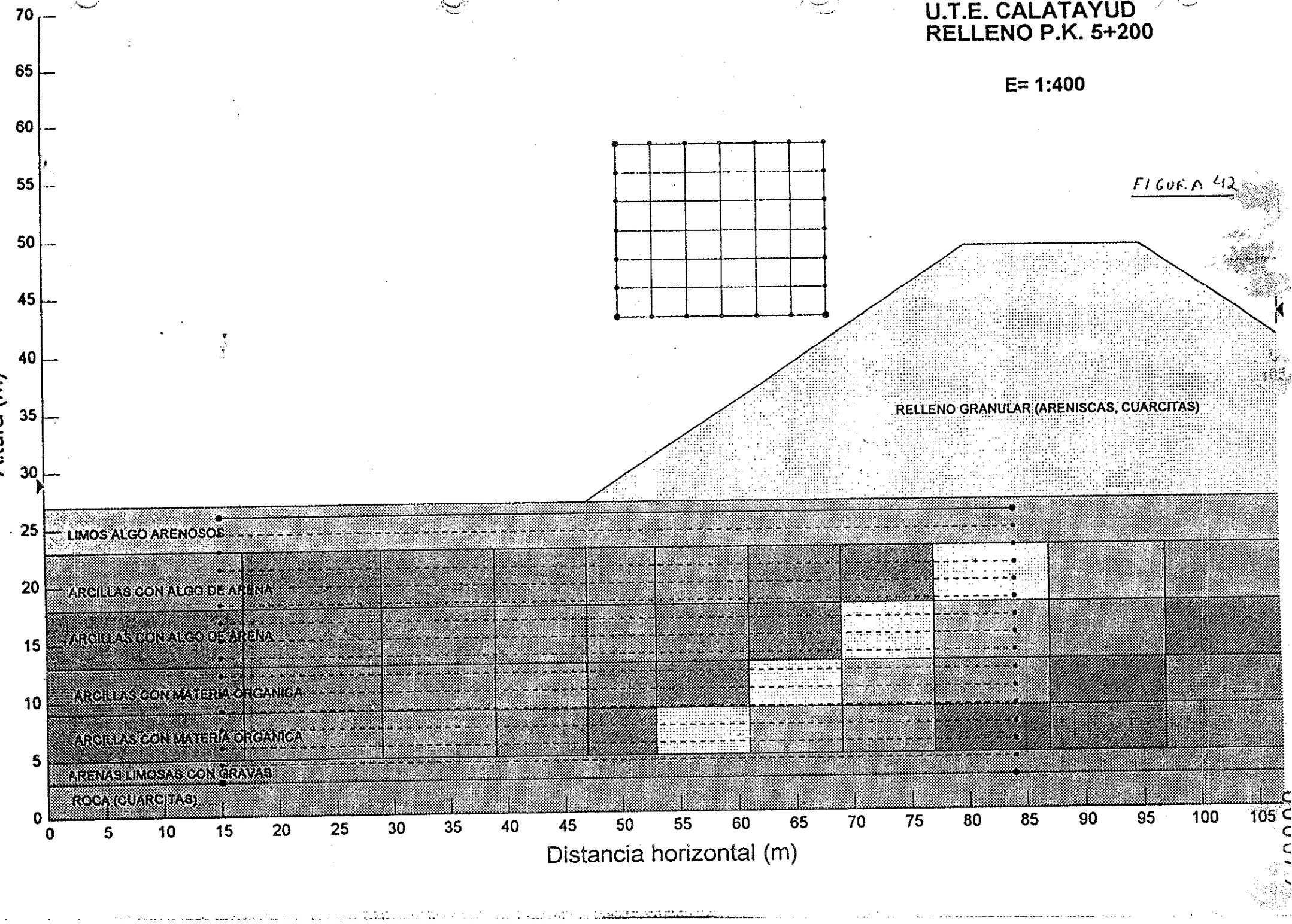
FIGURA 41



U.T.E. CALATAYUD
RELLENO P.K. 5+200

E= 1:400

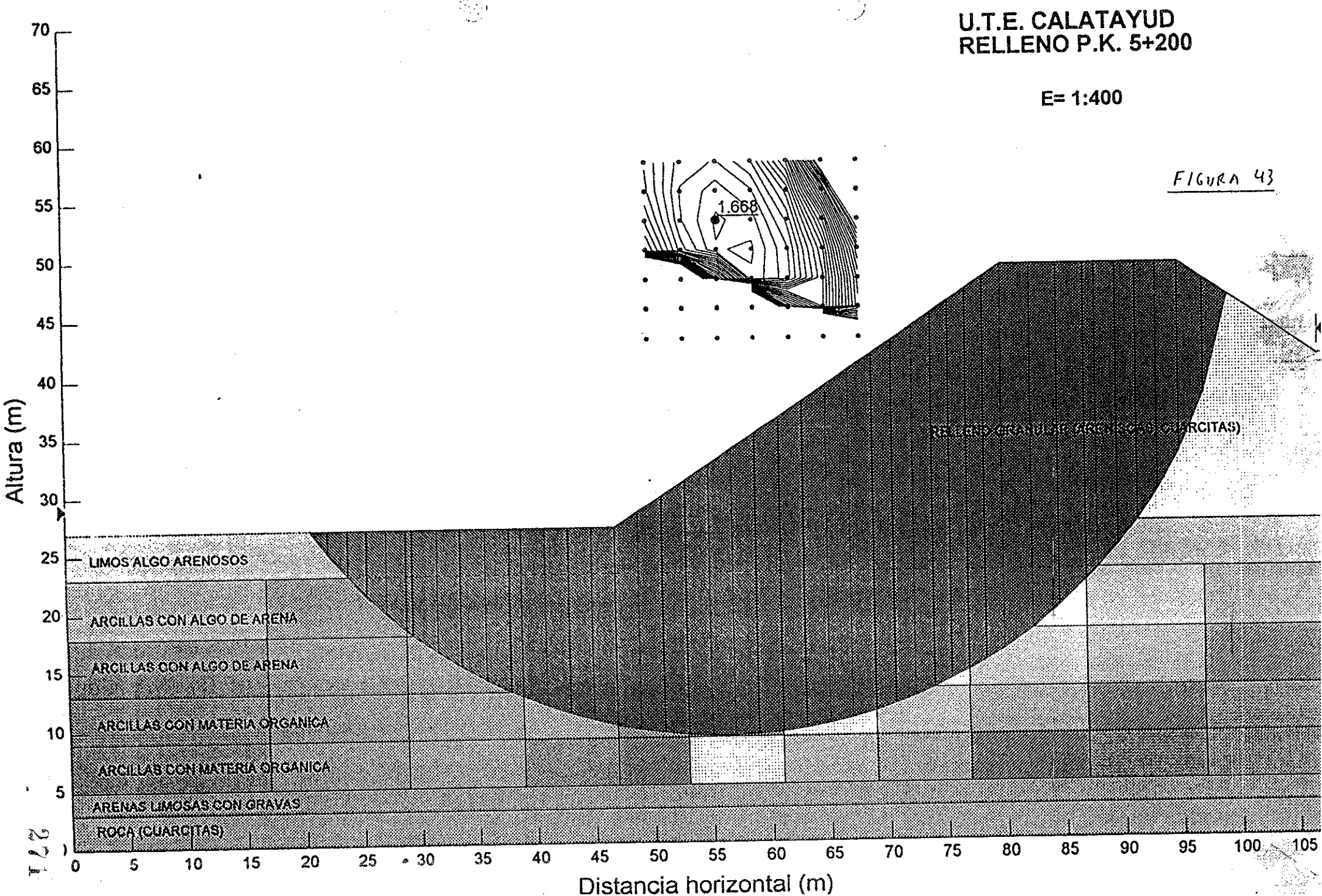
FIGURA 42



U.T.E. CALATAYUD
RELLENO P.K. 5+200

E= 1:400

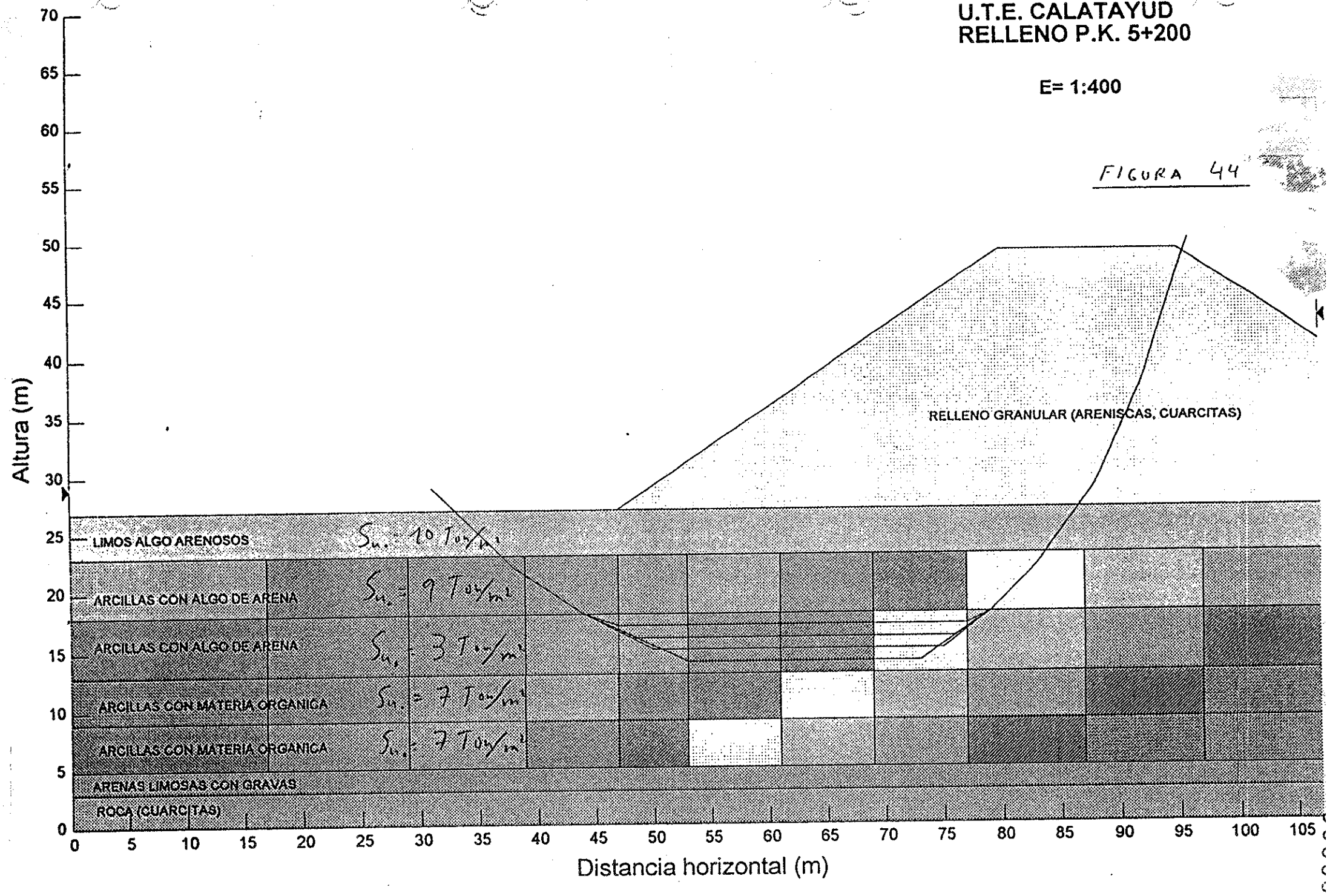
FIGURA 43



U.T.E. CALATAYUD
RELLENO P.K. 5+200

E= 1:400

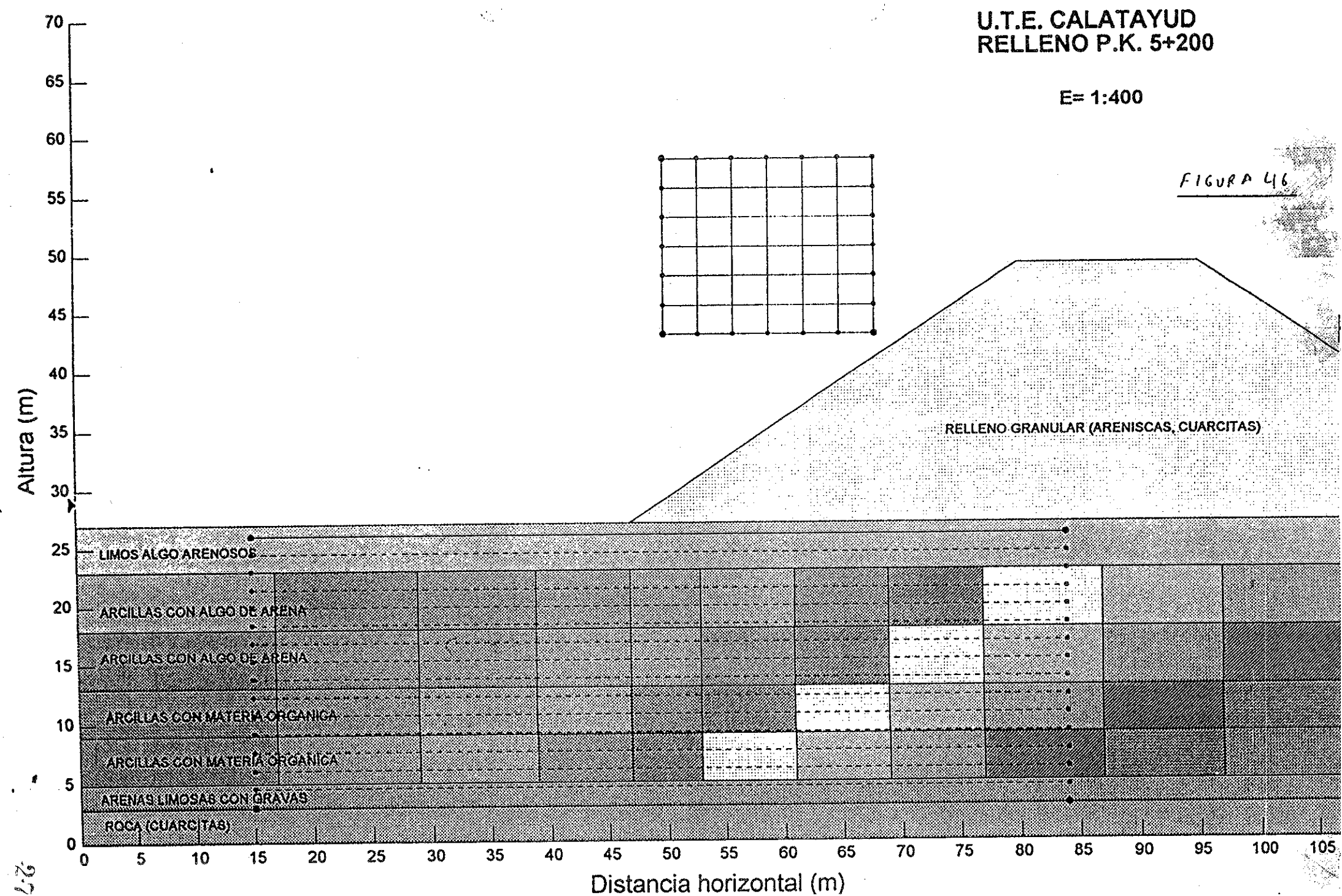
FIGURA 44



U.T.E. CALATAYUD
RELLENO P.K. 5+200

E= 1:400

FIGURA 46

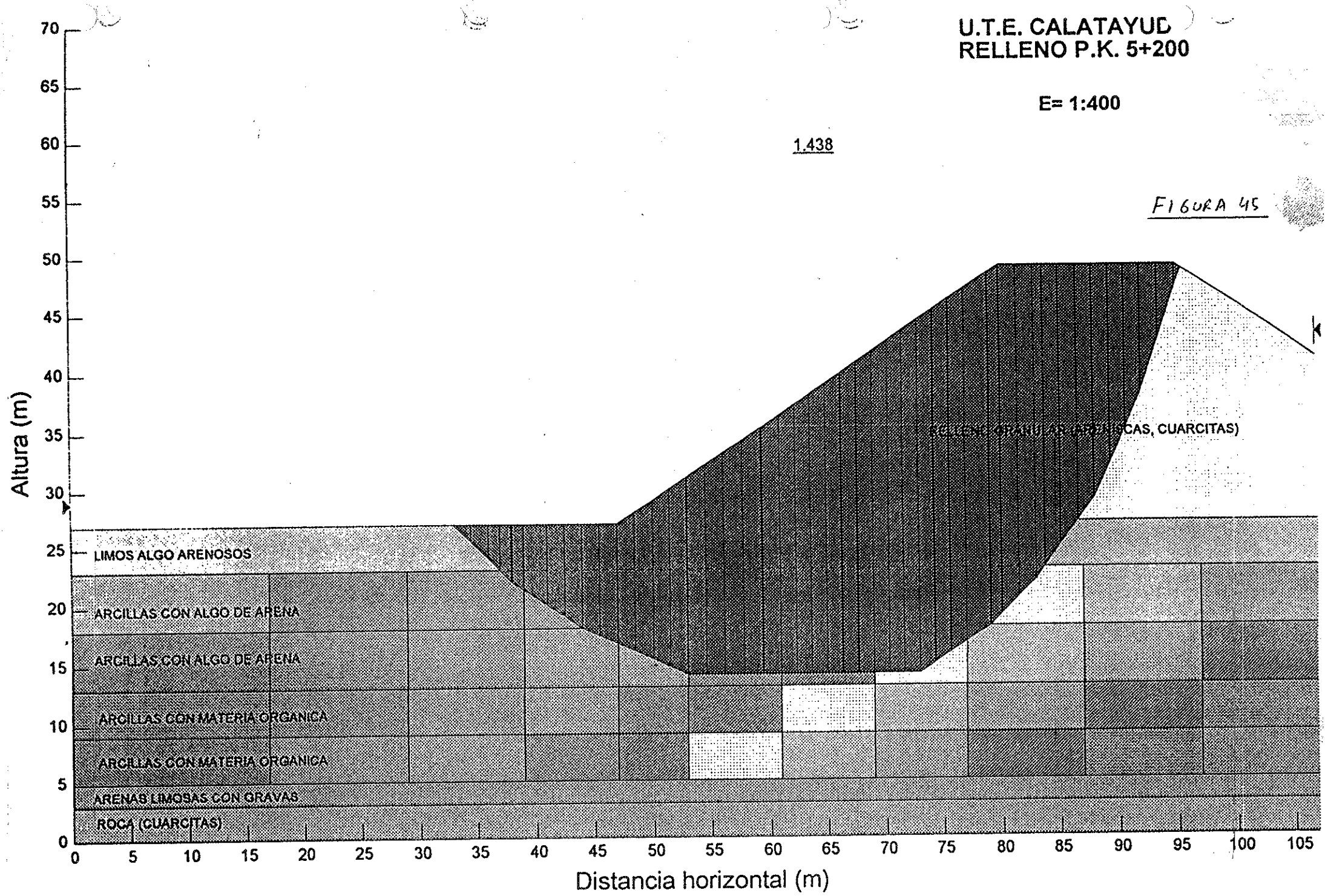


U.T.E. CALATAYUD
RELLENO P.K. 5+200

E= 1:400

1.438

FIGURA 45



U.T.E. CALATAYUD
RELLENO P.K. 5+200

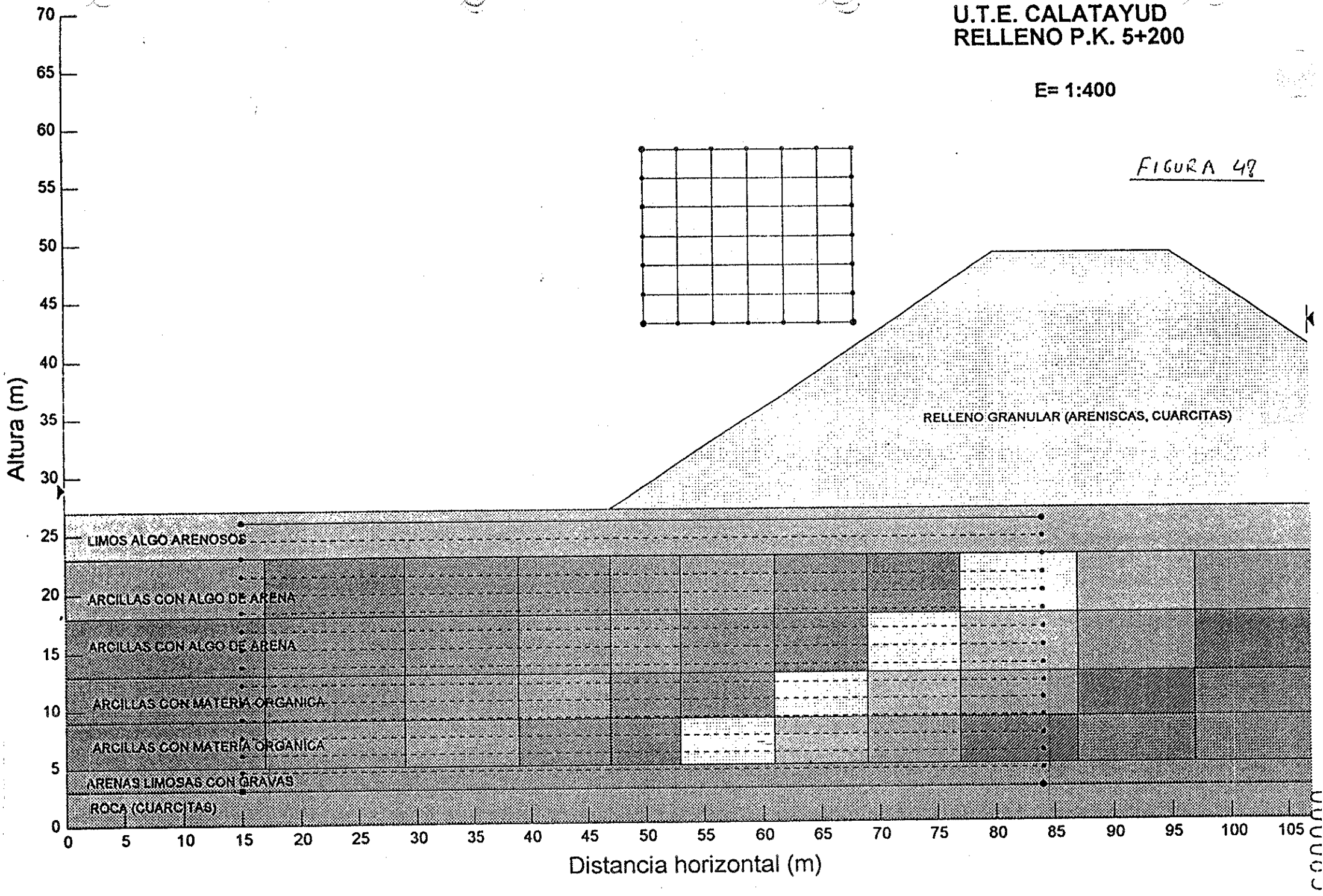
E= 1:400

FIGURA 47

U.T.E. CALATAYUD
RELLENO P.K. 5+200

E= 1:400

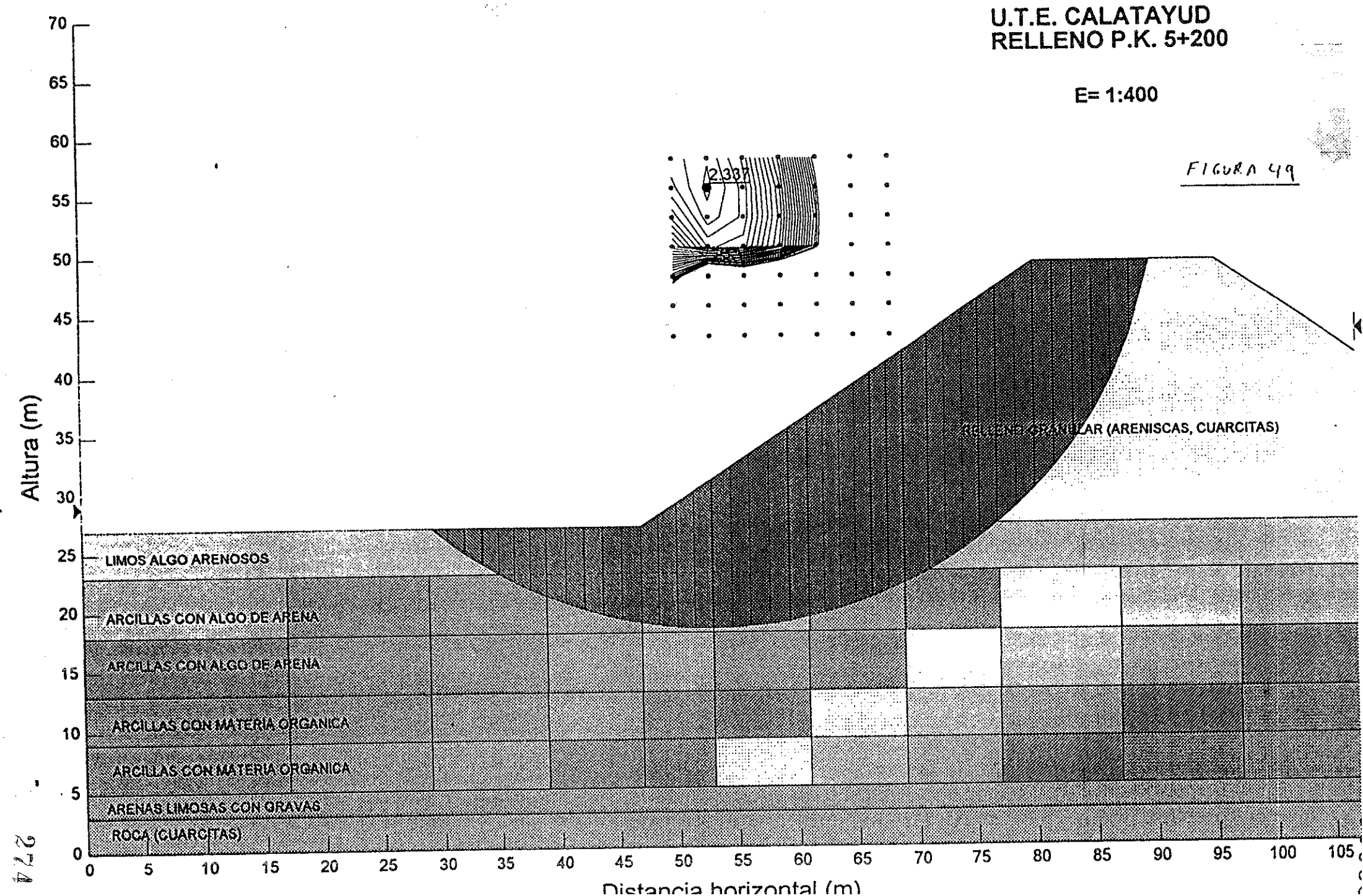
FIGURA 47



U.T.E. CALATAYUD
RELLENO P.K. 5+200

E= 1:400

FIGURA 49



COLUMNAS DE GRAVA

Diámetro columna (m):	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Ac (m²):	0,785	0,785	0,785	0,785	0,785	0,785	0,785	0,785	0,785
Distancia columnas (m):	1,500	1,850	2,000	2,150	2,500	2,650	2,850	3,050	3,230
A (malla triangular):	1,948	2,964	3,464	4,003	5,412	6,081	7,033	8,055	9,034
As (m²):	1,163	2,178	2,678	3,217	4,626	5,295	6,248	7,270	8,248
as (relación sustitución):	0,403	0,265	0,227	0,196	0,145	0,129	0,112	0,098	0,087
Coef. Poisson:	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333
f (nu, as):	0,540	0,819	0,920	1,012	1,191	1,255	1,331	1,396	1,448
Phi columnas (°):	37,50	37,50	37,50	37,50	37,50	37,50	37,50	37,50	37,50
Kac:	0,243	0,243	0,243	0,243	0,243	0,243	0,243	0,243	0,243
Kpc:	4,112	4,112	4,112	4,112	4,112	4,112	4,112	4,112	4,112
K (factor de mejora):	3,788	2,490	2,212	2,009	1,702	1,613	1,520	1,447	1,394
Presión media (ton/m²):	48,4	48,4	48,4	48,4	48,4	48,4	48,4	48,4	48,4
Presión suelo (ton/m²):	12,8	19,4	21,9	24,1	28,4	30,0	31,8	33,4	34,7
Presión columna(ton/m²):	101,1	128,7	138,8	148,0	166,0	172,5	180,1	186,8	192,1
Pc/Ps:	7,92	6,62	6,35	6,14	5,84	5,75	5,66	5,58	5,53
Cu inicial (ton/m²):	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Incremento Cu (ton/m²):	1,63	2,47	2,78	3,07	3,62	3,82	4,05	4,26	4,42
Cu final (ton/m²):	4,63	5,47	5,78	6,07	6,62	6,82	7,05	7,26	7,42
Pc admisible (ton/m²):	79,15	118,74	135,14	150,84	184,11	196,83	212,38	226,38	237,75
F.S. columna:	0,78	0,92	0,97	1,02	1,11	1,14	1,18	1,21	1,24

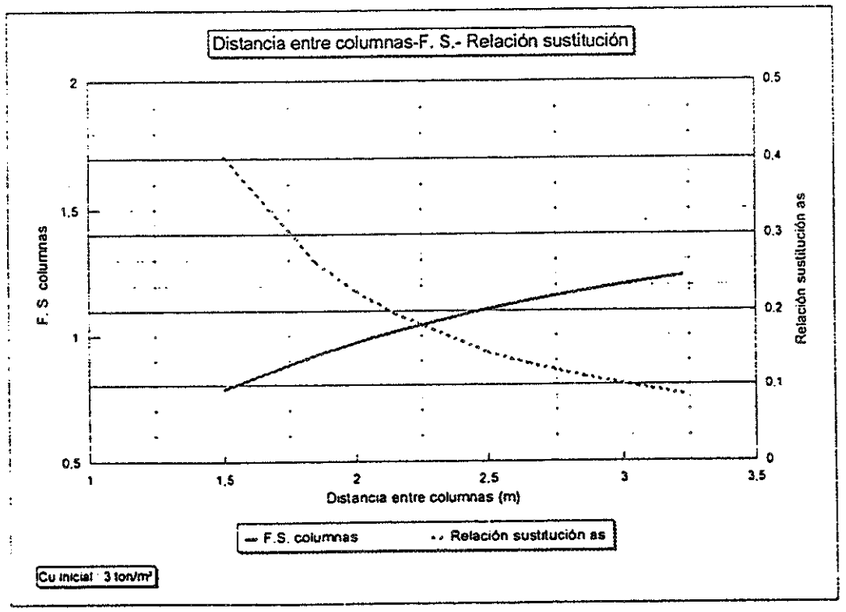


FIGURA 50

COLUMNAS DE GRAVA

Diámetro columna (m):	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Ac (m²):	0,785	0,785	0,785	0,785	0,785	0,785	0,785	0,785	0,785
Distancia columnas (m):	1,500	1,850	2,000	2,150	2,500	2,650	2,850	3,050	3,230
A (malla triangular):	1,948	2,964	3,464	4,003	5,412	6,081	7,033	8,055	9,034
As (m²):	1,163	2,178	2,678	3,217	4,626	5,295	6,248	7,270	8,248
as (relación sustitución):	0,403	0,265	0,227	0,196	0,145	0,129	0,112	0,098	0,087
Coef. Poisson:	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333
f (nu, as):	0,540	0,819	0,920	1,012	1,191	1,255	1,331	1,396	1,448
Phi columnas (°):	37,50	37,50	37,50	37,50	37,50	37,50	37,50	37,50	37,50
Kac:	0,243	0,243	0,243	0,243	0,243	0,243	0,243	0,243	0,243
Kpc:	4,112	4,112	4,112	4,112	4,112	4,112	4,112	4,112	4,112
K (factor de mejora):	3,788	2,490	2,212	2,009	1,702	1,613	1,520	1,447	1,394
Presión media (ton/m²):	48,4	48,4	48,4	48,4	48,4	48,4	48,4	48,4	48,4
Presión suelo (ton/m²):	12,8	19,4	21,9	24,1	28,4	30,0	31,8	33,4	34,7
Presión columna(ton/m²):	101,1	128,7	138,8	148,0	166,0	172,5	180,1	186,8	192,1
Pc/Ps:	7,92	6,62	6,35	6,14	5,84	5,75	5,66	5,58	5,53
Cu inicial (ton/m²):	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Incremento Cu (ton/m²):	1,63	2,47	2,78	3,07	3,62	3,82	4,05	4,26	4,42
Cu final (ton/m²):	5,63	6,47	6,78	7,07	7,62	7,82	8,05	8,26	8,42
Pc admisible (ton/m²):	96,27	140,44	158,50	175,71	211,93	225,71	242,49	257,57	269,80
F.S. columna:	0,95	1,09	1,14	1,19	1,28	1,31	1,35	1,38	1,40

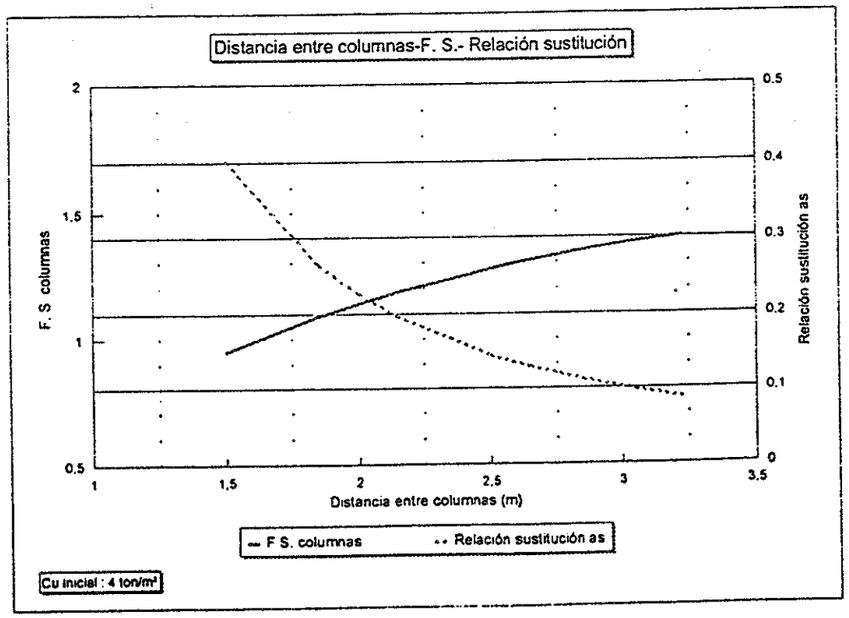


FIGURA 51

COLUMNAS DE GRAVA

Diámetro columna (m):	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Ac (m²):	0,785	0,785	0,785	0,785	0,785	0,785	0,785	0,785	0,785
Distancia columnas (m):	1,500	1,850	2,000	2,150	2,500	2,650	2,850	3,050	3,230
A (malla triangular):	1,948	2,964	3,464	4,003	5,412	6,081	7,033	8,055	9,034
As (m²):	1,163	2,178	2,678	3,217	4,626	5,295	6,248	7,270	8,248
as (relación sustitución):	0,403	0,265	0,227	0,196	0,145	0,129	0,112	0,098	0,087
Coef. Poisson:	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333
f (nu, as):	0,540	0,819	0,920	1,012	1,191	1,255	1,331	1,396	1,448
Phi columnas (°):	37,50	37,50	37,50	37,50	37,50	37,50	37,50	37,50	37,50
Kac:	0,243	0,243	0,243	0,243	0,243	0,243	0,243	0,243	0,243
Kpc:	4,112	4,112	4,112	4,112	4,112	4,112	4,112	4,112	4,112
K (factor de mejora):	3,788	2,490	2,212	2,009	1,702	1,613	1,520	1,447	1,394
Presión media (ton/m²):	48,4	48,4	48,4	48,4	48,4	48,4	48,4	48,4	48,4
Presión suelo (ton/m²):	12,8	19,4	21,9	24,1	28,4	30,0	31,8	33,4	34,7
Presión columna(ton/m²):	101,1	128,7	138,8	148,0	166,0	172,5	180,1	186,8	192,1
Pc/Ps:	7,92	6,62	6,35	6,14	5,84	5,75	5,66	5,58	5,53
Cu inicial (ton/m²):	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Incremento Cu (ton/m²):	1,63	2,47	2,78	3,07	3,62	3,82	4,05	4,26	4,42
Cu final (ton/m²):	6,63	7,47	7,78	8,07	8,62	8,82	9,05	9,26	9,42
Pc admisible (ton/m²):	113,38	162,13	181,86	200,57	239,75	254,58	272,60	288,76	301,85
F.S. columna:	1,12	1,26	1,31	1,36	1,44	1,48	1,51	1,55	1,57

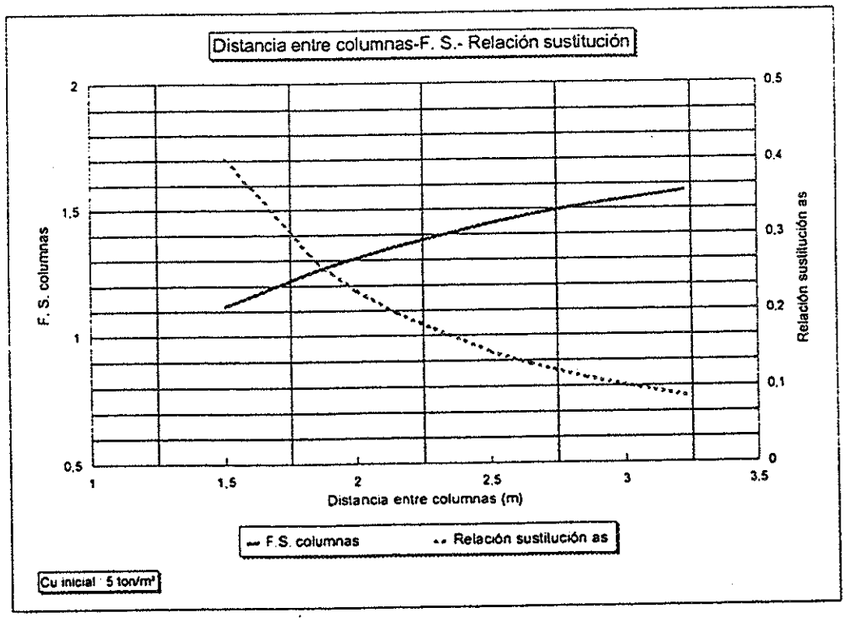


FIGURA 52

COLUMNAS DE GRAVA

Diámetro columna (m):	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Ac (m²):	0,785	0,785	0,785	0,785	0,785	0,785	0,785	0,785	0,785
Distancia columnas (m):	1,500	1,850	2,000	2,150	2,500	2,650	2,850	3,050	3,230
A (malla triangular):	1,948	2,964	3,464	4,003	5,412	6,081	7,033	8,055	9,034
As (m²):	1,163	2,178	2,678	3,217	4,626	5,295	6,248	7,270	8,248
as (relación sustitución):	0,403	0,265	0,227	0,196	0,145	0,129	0,112	0,098	0,087
Coef. Poisson:	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333
f (nu, as):	0,540	0,819	0,920	1,012	1,191	1,255	1,331	1,396	1,448
Phi columnas (°):	37,50	37,50	37,50	37,50	37,50	37,50	37,50	37,50	37,50
Kac:	0,243	0,243	0,243	0,243	0,243	0,243	0,243	0,243	0,243
Kpc:	4,112	4,112	4,112	4,112	4,112	4,112	4,112	4,112	4,112
K (factor de mejora):	3,788	2,490	2,212	2,009	1,702	1,613	1,520	1,447	1,394
Presión media (ton/m²):	48,4	48,4	48,4	48,4	48,4	48,4	48,4	48,4	48,4
Presión suelo (ton/m²):	12,8	19,4	21,9	24,1	28,4	30,0	31,8	33,4	34,7
Presión columna(ton/m²):	101,1	128,7	138,8	148,0	166,0	172,5	180,1	186,8	192,1
Pc/Ps:	7,92	6,62	6,35	6,14	5,84	5,75	5,66	5,58	5,53
Cu inicial (ton/m²):	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00
Incremento Cu (ton/m²):	1,63	2,47	2,78	3,07	3,62	3,82	4,05	4,26	4,42
Cu final (ton/m²):	7,63	8,47	8,78	9,07	9,62	9,82	10,05	10,26	10,42
Pc admisible (ton/m²):	130,49	183,82	205,23	225,44	267,56	283,45	302,72	319,96	333,89
F.S. columna:	1,29	1,43	1,48	1,52	1,61	1,64	1,68	1,71	1,74

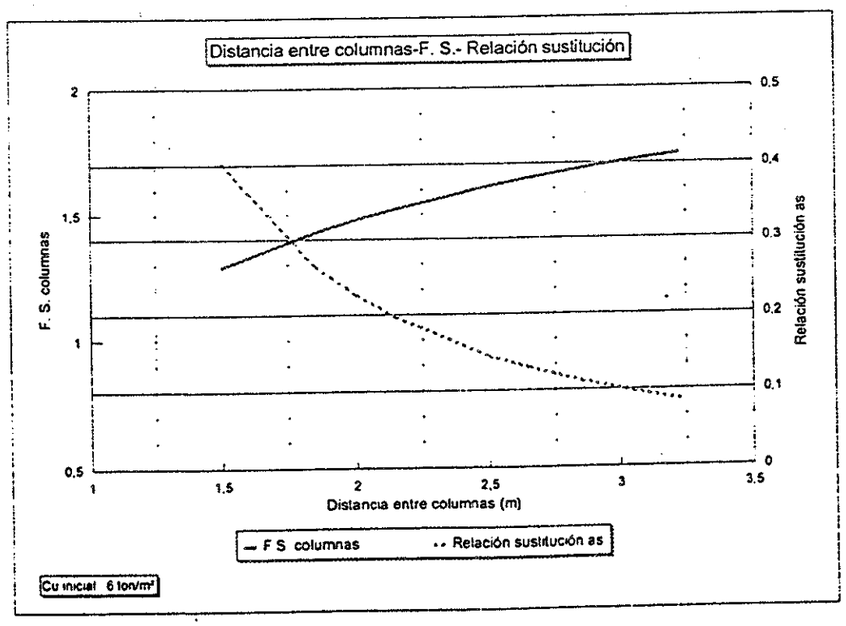


FIGURA 53

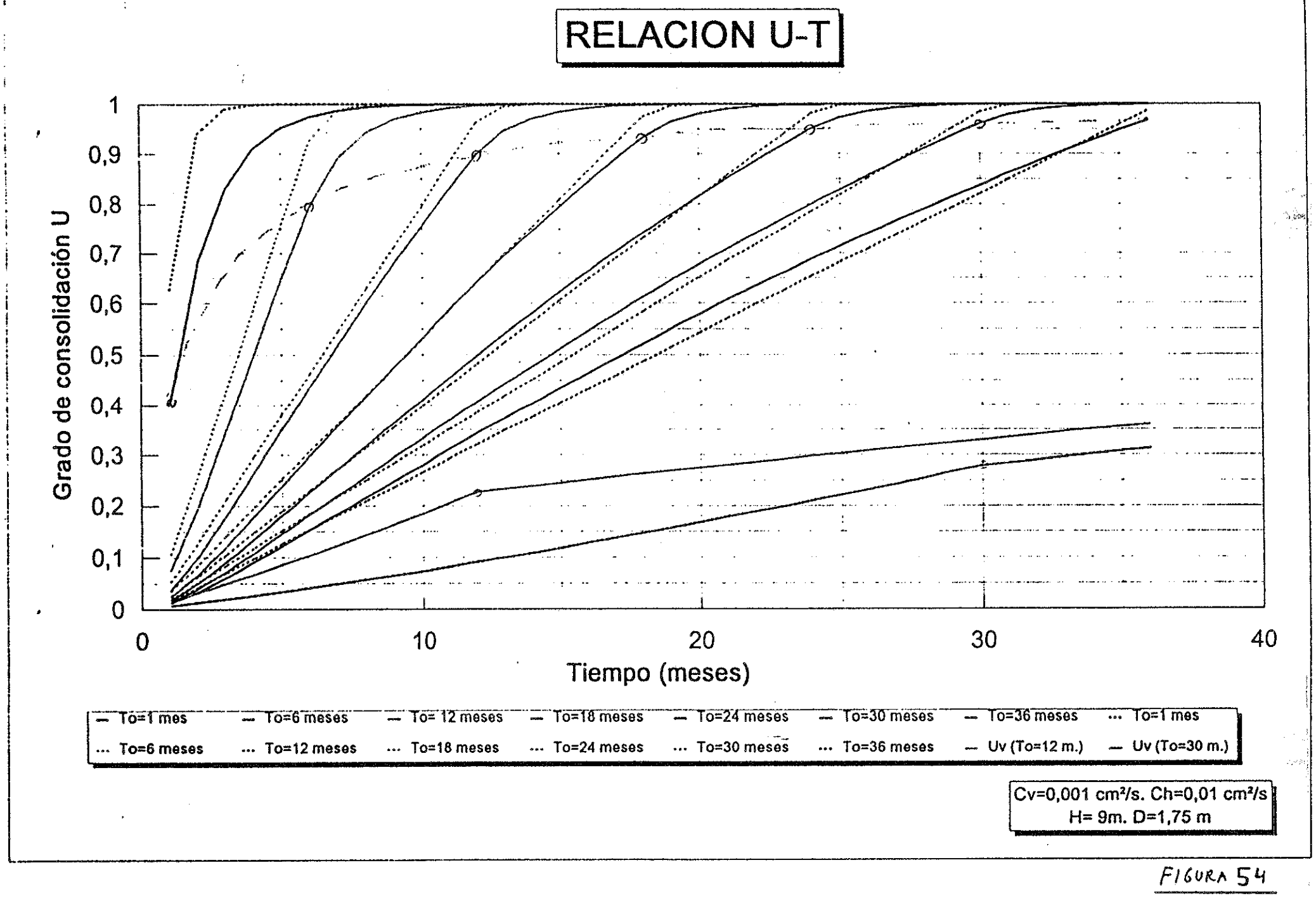


FIGURA 54

1600000

U =1- (1- Uv)(1- Uh)

CONSOLIDACION

U	t (meses)																																	
Tv (meses)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
1	0,400	0,681	0,831	0,910	0,952	0,975	0,987	0,993	0,996	0,998	0,999	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2	0,212	0,441	0,758	0,871	0,931	0,963	0,981	0,990	0,995	0,997	0,998	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
3	0,144	0,360	0,638	0,808	0,898	0,948	0,971	0,985	0,992	0,996	0,998	0,999	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
4	0,109	0,292	0,499	0,707	0,844	0,917	0,956	0,977	0,988	0,993	0,997	0,998	0,999	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
5	0,088	0,237	0,409	0,586	0,737	0,871	0,931	0,964	0,981	0,990	0,995	0,997	0,998	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
6	0,074	0,199	0,347	0,500	0,651	0,794	0,891	0,942	0,969	0,984	0,991	0,995	0,998	0,999	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
7	0,063	0,172	0,300	0,436	0,570	0,699	0,822	0,906	0,950	0,973	0,986	0,992	0,996	0,998	0,999	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
8	0,053	0,151	0,265	0,386	0,507	0,624	0,737	0,844	0,917	0,956	0,977	0,988	0,993	0,996	0,998	0,999	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
9	0,049	0,135	0,237	0,346	0,456	0,564	0,668	0,767	0,861	0,926	0,961	0,978	0,989	0,994	0,997	0,998	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
10	0,044	0,122	0,215	0,314	0,414	0,513	0,610	0,703	0,791	0,876	0,934	0,965	0,981	0,990	0,995	0,997	0,999	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
11	0,040	0,111	0,196	0,287	0,379	0,471	0,561	0,648	0,732	0,811	0,887	0,940	0,968	0,983	0,991	0,995	0,997	0,999	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
12	0,037	0,102	0,180	0,264	0,350	0,436	0,519	0,601	0,680	0,755	0,826	0,887	0,945	0,971	0,985	0,992	0,996	0,998	0,999	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
13	0,034	0,094	0,167	0,245	0,325	0,405	0,483	0,560	0,635	0,707	0,776	0,842	0,905	0,950	0,973	0,986	0,992	0,996	0,998	0,999	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
14	0,032	0,088	0,155	0,228	0,303	0,378	0,452	0,525	0,595	0,663	0,729	0,793	0,854	0,912	0,953	0,975	0,987	0,993	0,996	0,998	0,999	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
15	0,030	0,082	0,145	0,214	0,284	0,355	0,424	0,493	0,560	0,625	0,688	0,749	0,808	0,864	0,910	0,957	0,977	0,988	0,994	0,997	0,998	0,999	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
16	0,028	0,077	0,136	0,201	0,267	0,334	0,400	0,465	0,529	0,591	0,651	0,710	0,766	0,821	0,873	0,924	0,960	0,979	0,989	0,994	0,997	0,998	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
17	0,026	0,072	0,129	0,189	0,252	0,315	0,378	0,440	0,501	0,560	0,618	0,674	0,729	0,781	0,832	0,881	0,929	0,962	0,980	0,989	0,994	0,997	0,998	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
18	0,025	0,068	0,122	0,179	0,239	0,299	0,359	0,418	0,476	0,532	0,588	0,642	0,694	0,745	0,795	0,842	0,889	0,933	0,964	0,981	0,990	0,995	0,997	0,998	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
19	0,024	0,065	0,115	0,170	0,227	0,284	0,341	0,397	0,453	0,507	0,560	0,612	0,663	0,712	0,760	0,807	0,852	0,895	0,937	0,966	0,982	0,991	0,995	0,997	0,999	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
20	0,022	0,062	0,110	0,162	0,216	0,271	0,325	0,379	0,432	0,484	0,535	0,585	0,634	0,682	0,728	0,774	0,817	0,860	0,901	0,940	0,968	0,983	0,991	0,995	0,997	0,999	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
21	0,021	0,059	0,105	0,154	0,206	0,258	0,311	0,362	0,413	0,463	0,513	0,561	0,608	0,654	0,699	0,743	0,786	0,827	0,867	0,906	0,943	0,970	0,984	0,991	0,995	0,998	0,999	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
22	0,020	0,056	0,100	0,146	0,197	0,247	0,297	0,347	0,396	0,444	0,492	0,538	0,584	0,628	0,672	0,715	0,756	0,796	0,836	0,874	0,910	0,946	0,971	0,985	0,992	0,996	0,998	0,999	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
23	0,019	0,054	0,096	0,141	0,188	0,237	0,285	0,333	0,380	0,426	0,472	0,517	0,561	0,605	0,647	0,688	0,729	0,768	0,806	0,844	0,880	0,915	0,948	0,973	0,985	0,992	0,996	0,998	0,999	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
24	0,019	0,052	0,092	0,136	0,181	0,227	0,274	0,320	0,365	0,410	0,454	0,496	0,540	0,582	0,624	0,664	0,703	0,741	0,779	0,815	0,851	0,885	0,916	0,951	0,974	0,988	0,993	0,996	0,998	0,999	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
25	0,018	0,050	0,088	0,130	0,174	0,219	0,263	0,306	0,351	0,395	0,438	0,480	0,521	0,562	0,602	0,641	0,679	0,717	0,753	0,789	0,824	0,858	0,890	0,922	0,953	0,975	0,987	0,993	0,996	0,998	0,999	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000
26	0,017	0,048	0,085	0,125	0,168	0,211	0,254	0,298	0,339	0,381	0,422	0,463	0,503	0,543	0,581	0,619	0,657	0,693	0,729	0,764	0,798	0,831	0,864	0,895	0,925	0,955	0,978	0,987	0,993	0,996	0,998	0,999	0,999	1,000	1,000	1,000
27	0,017	0,046	0,082	0,121	0,162	0,203	0,245	0,286	0,327	0,368	0,408	0,447	0,486	0,525	0,562	0,599	0,636	0,671	0,706	0,741	0,774	0,807	0,838	0,869	0,899	0,929	0,957	0,977	0,988	0,994	0,997	0,998	0,999	0,999	1,000	1,000
28	0,016	0,044	0,079	0,117	0,156	0,196	0,236	0,276	0,316	0,355	0,394	0,433	0,471	0,508	0,545	0,581	0,616	0,651	0,685	0,719	0,751	0,783	0,814	0,845	0,875	0,903	0,931	0,956	0,976	0,988	0,994	0,997	0,998	0,999	1,000	1,000
29	0,015	0,043	0,076	0,113	0,151	0,190	0,228	0,267	0,306	0,344	0,382	0,419	0,456	0,492	0,528	0,563	0,598	0,632	0,665	0,698	0,730	0,761	0,792	0,822	0,851	0,879	0,907	0,934	0,960	0,979	0,989	0,994	0,997	0,998	0,999	1,000
30	0,015	0,041	0,074	0,109	0,146	0,184	0,221	0,259	0,296	0,333	0,370	0,406	0,442	0,477	0,512	0,546	0,580	0,613	0,646	0,678	0,709	0,740	0,770	0,800	0,829	0,857	0,884	0,911	0,936	0,962	0,980	0,989	0,994	0,997	0,998	0,999
31	0,014	0,040	0,071	0,106	0,141	0,178	0,214	0,251	0,287	0,323	0,359	0,394	0,429	0,463	0,497	0,531	0,564	0,596	0,628	0,659	0,690	0,720	0,750	0,779	0,807	0,835	0,862	0,888	0,914	0,939	0,963	0,980	0,990	0,994	0,997	0,998
32	0,014	0,039	0,069	0,102	0,137	0,172	0,208	0,243	0,279	0,314	0,348	0,383	0,416	0,450	0,483	0,516	0,548	0,580	0,611	0,642	0,672	0,701	0,730	0,759	0,787	0,814	0,841	0,867	0,892	0,917	0,941	0,964	0,981	0,990	0,995	0,997
33	0,014	0,038	0,067	0,099	0,133	0,167	0,202	0,236	0,271	0,305	0,338	0,372	0,405	0,436	0,470	0,502	0,533	0,564	0,595	0,625	0,654	0,683	0,712	0,740	0,767	0,794	0,821	0,846	0,871	0,896	0,920	0,943	0,965	0,982	0,990	0,995
34	0,013	0,037	0,065	0,097	0,129	0,163	0,196	0,230	0,263	0,296	0,329	0,362	0,394	0,426	0,457	0,488	0,519	0,549	0,579	0,609	0,638	0,666	0,694	0,722	0,749	0,775	0,801	0,827	0,852	0,876	0,899	0,922	0,945	0,967	0,982	0,991
35	0,013	0,035	0,063	0,094	0,126	0,158	0,191	0,223	0,256	0,288	0,320	0,352	0,383	0,415	0,445	0,476	0,506	0,536	0,565	0,594	0,622	0,650	0,678	0,705	0,731	0,757	0,783	0,808	0,833	0,856	0,880	0,903	0,925	0,947	0,968	0,983
36	0,012	0,034	0,062	0,091	0,122	0,154	0,186	0,217	0,249	0,281	0,312	0,343	0,373	0,404	0,434	0,464	0,493	0,522	0,551	0,579	0,607	0,635	0,662	0,688	0,714	0,740	0,765	0,790	0,814	0,838	0,861	0,884	0,906	0,927	0,948	0,969

FIGURA 55

1600000

U.T.E. CALAÍATUD. RELLENO P.K. 31200

ETAPA FINAL

E=1:400

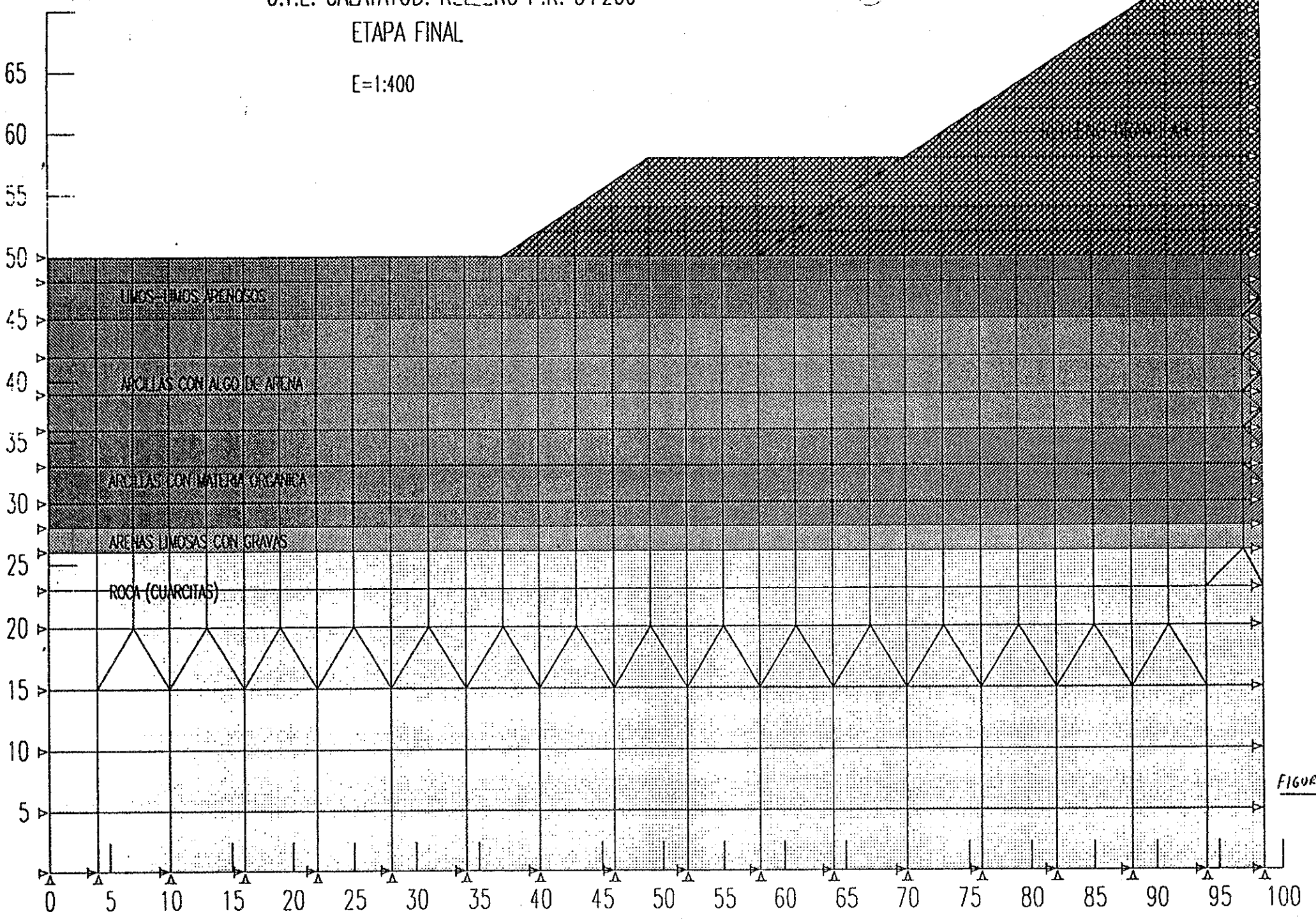


FIGURA 56

U.T.E. CALAÍATUD. RELLENO P.K. 31200

ETAPA FINAL

E=1:400

PRESION TOTAL

PRESIÓN MEDIA (KN/m²)

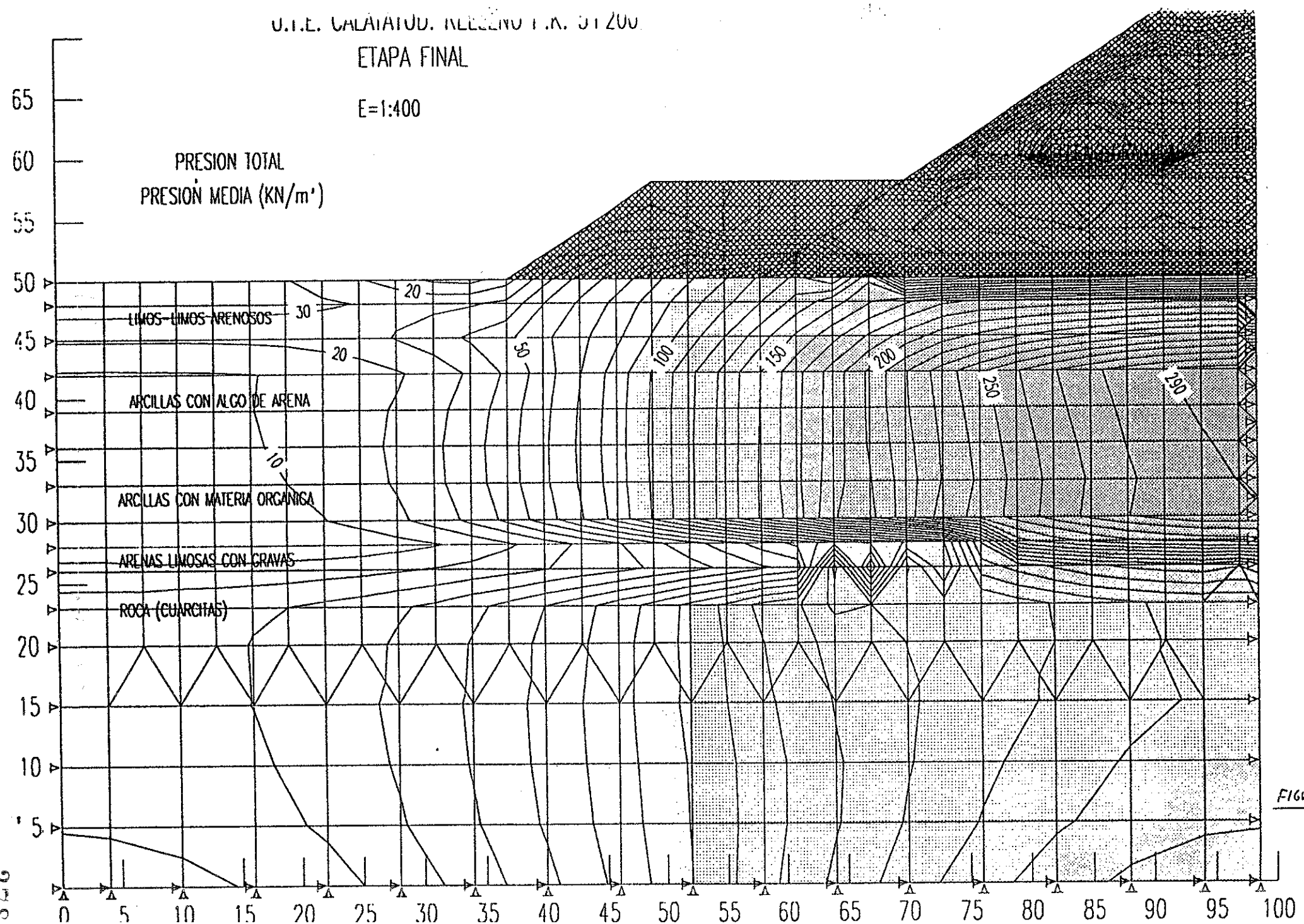


FIGURA 57

U.I.E. CALATAYUD. RELLENO P.K. 5+200

ETAPA FINAL

E=1:400

PRESION TOTAL

PRESION VERTICAL (KN/m')

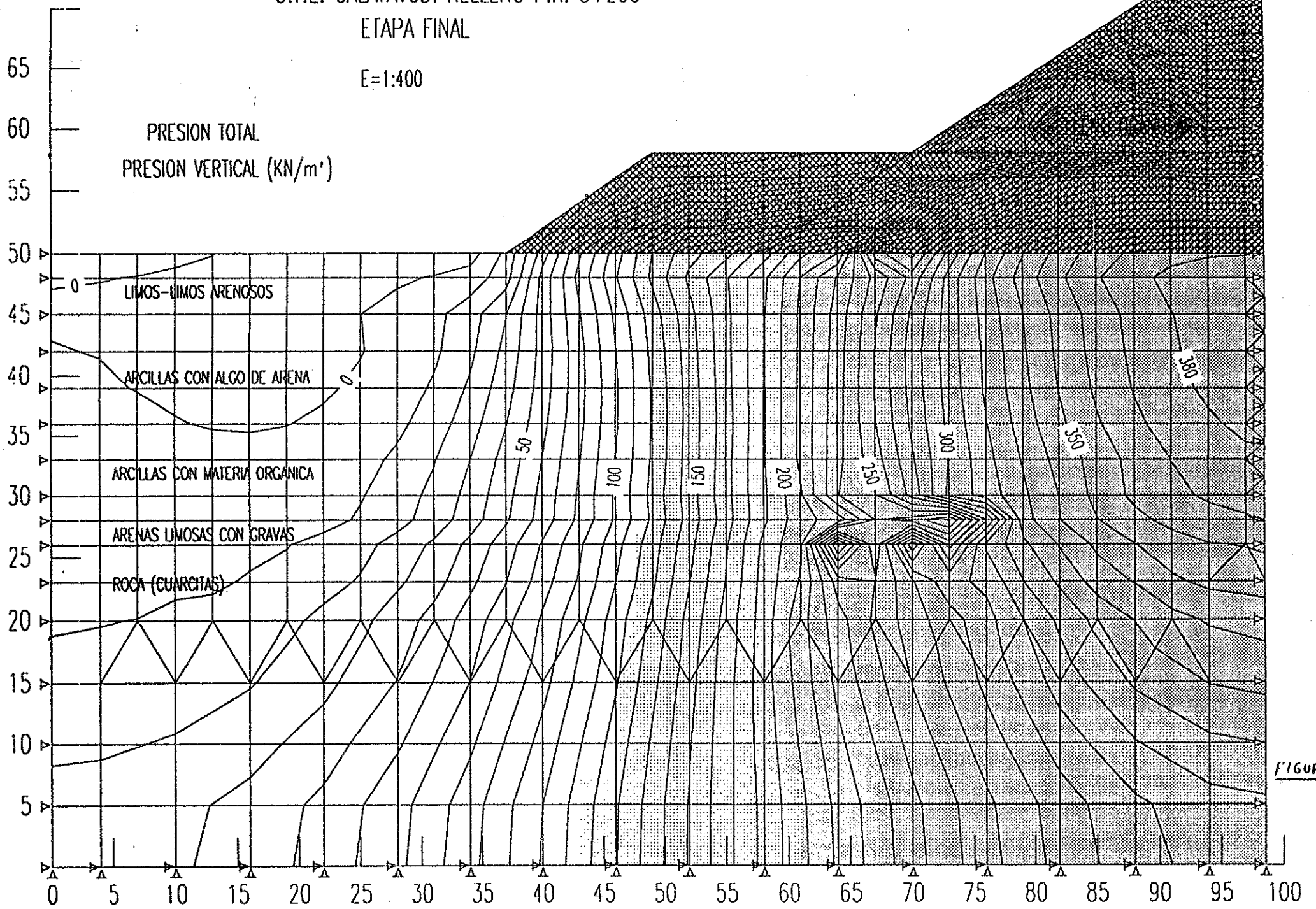


FIGURA 58

U.I.E. CALATAYUD. RELLENO P.K. 5+200

ETAPA FINAL

E=1:400

PRESION TOTAL

PRESION HORIZONTAL (KN/m')

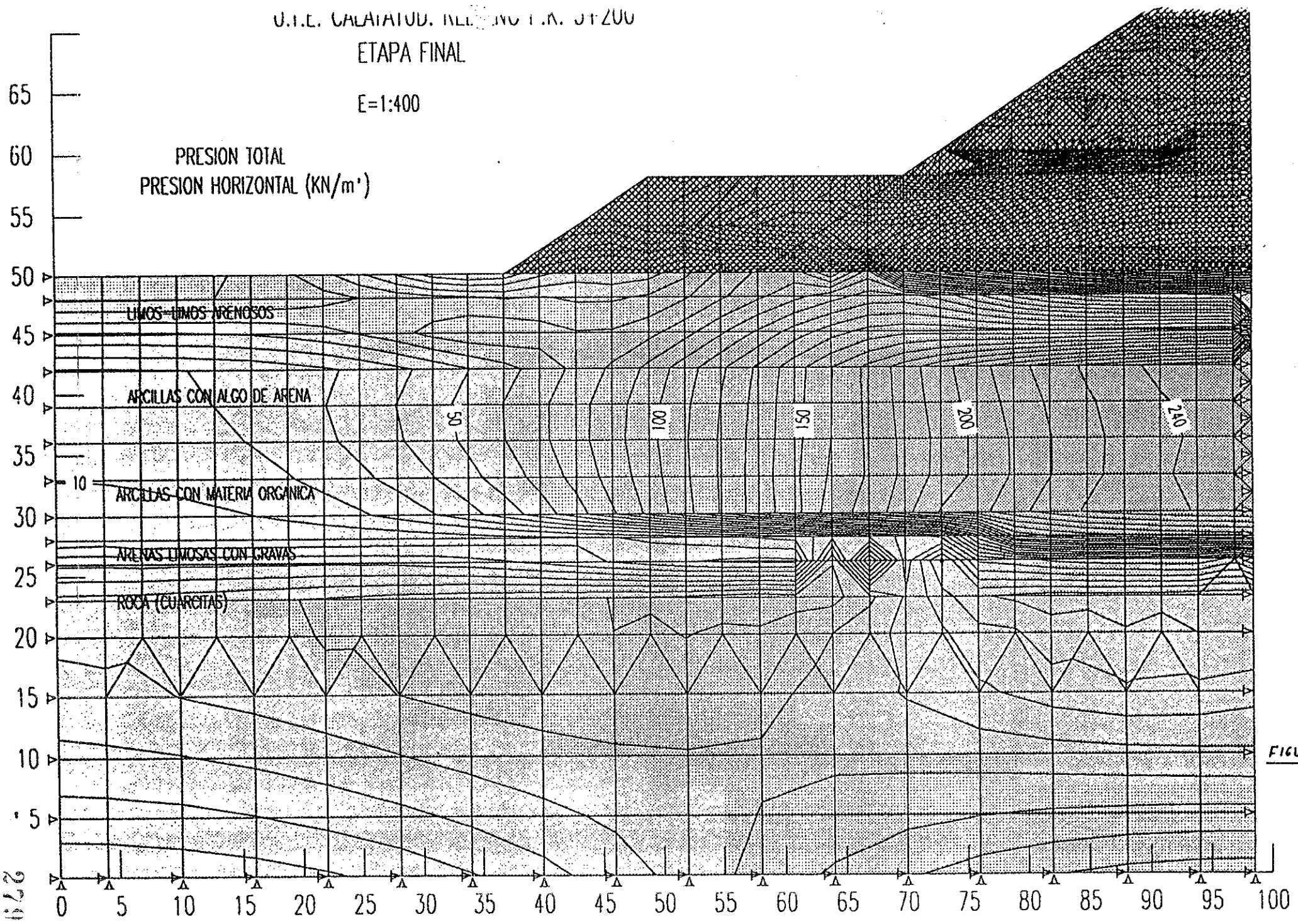
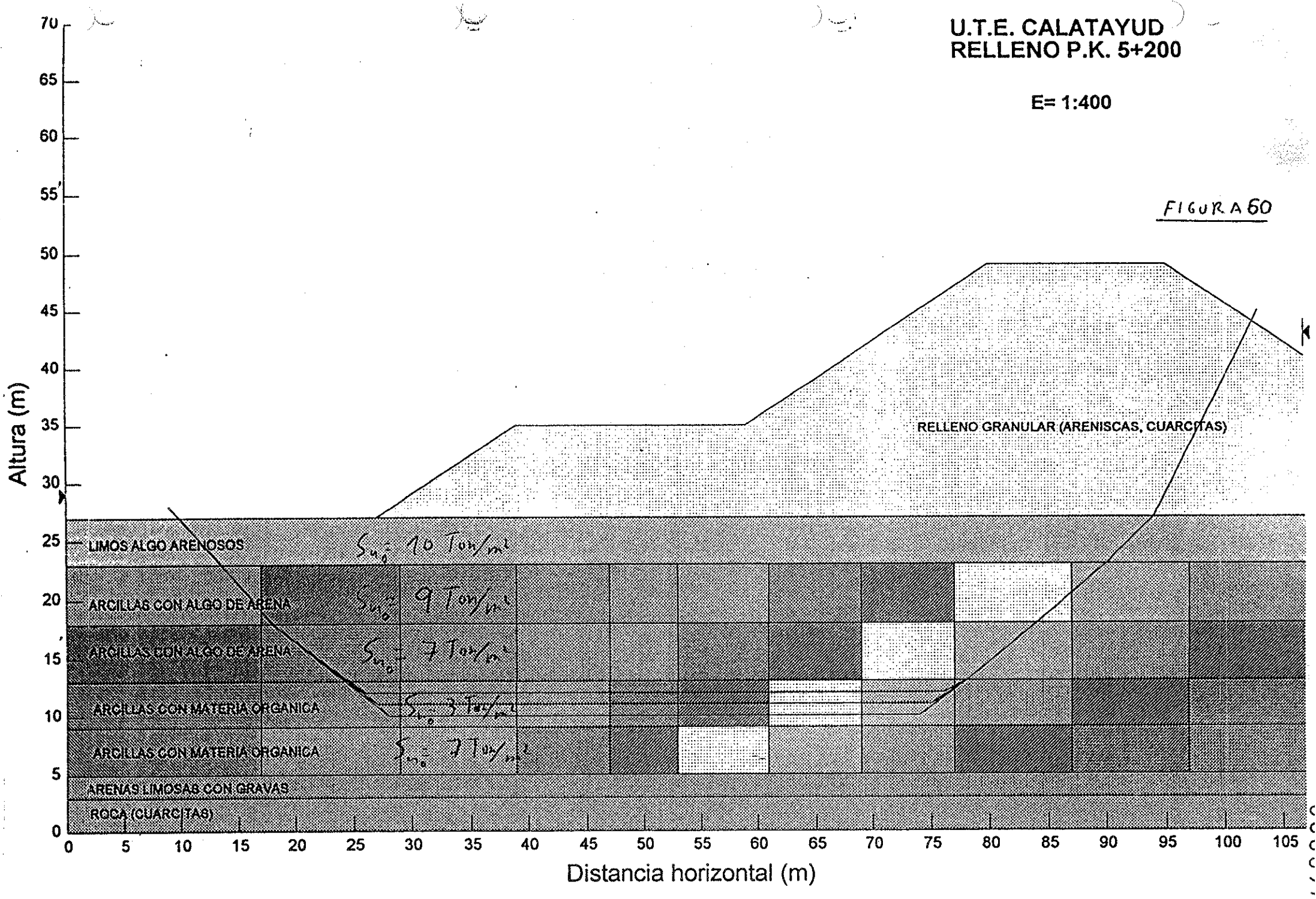


FIGURA 59

U.T.E. CALATAYUD
RELLENO P.K. 5+200

E= 1:400

FIGURA 60

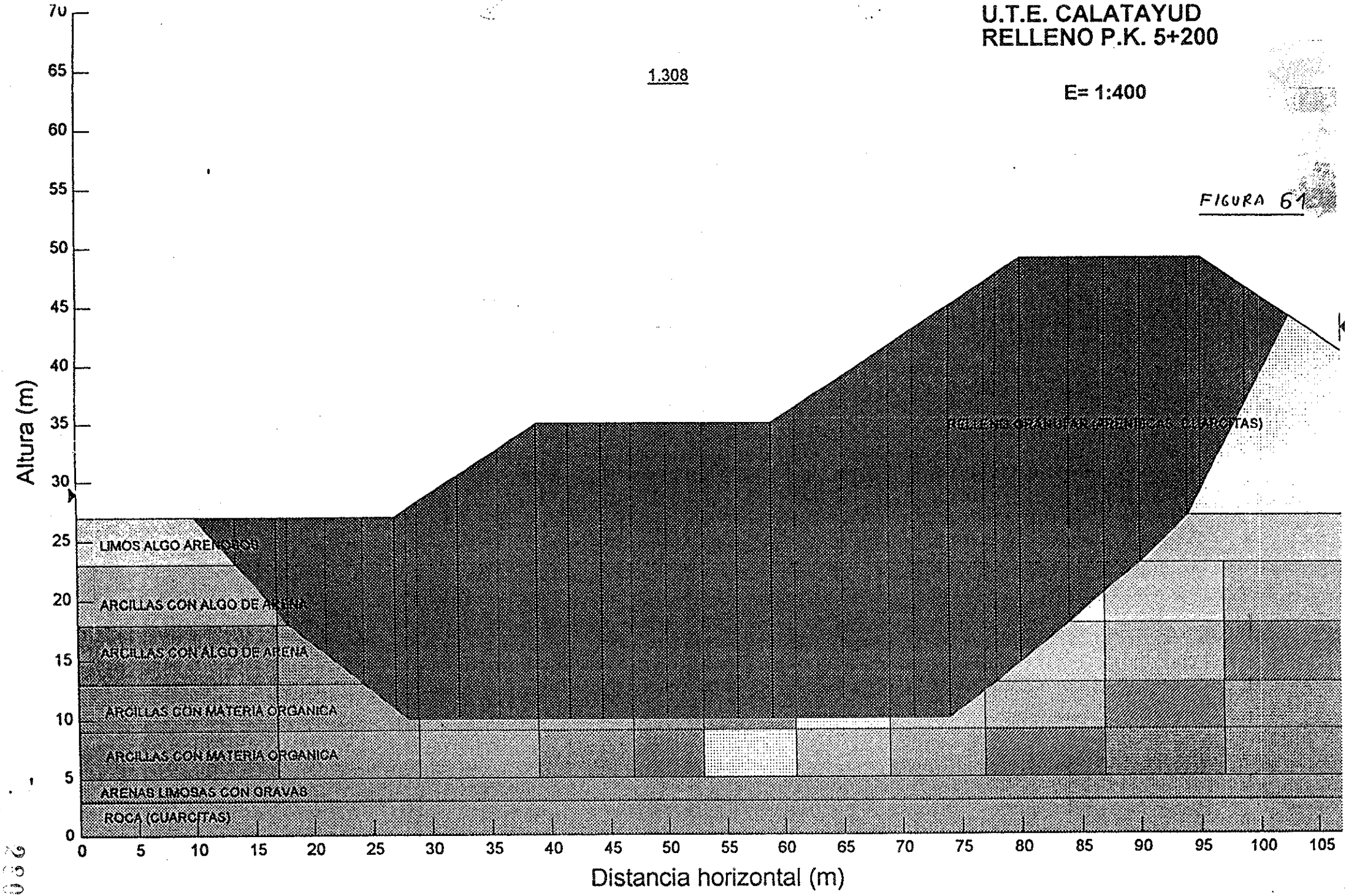


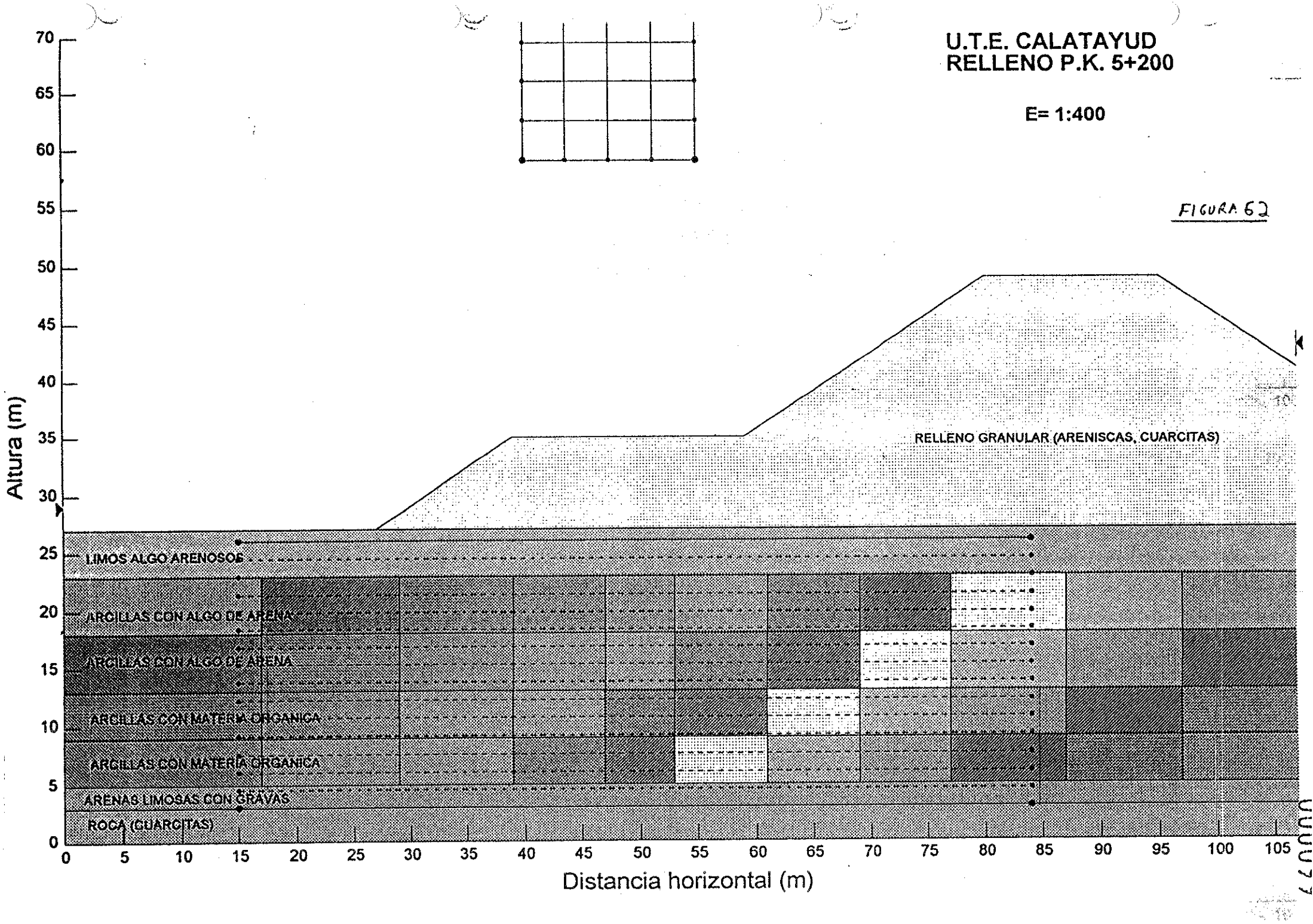
1.308

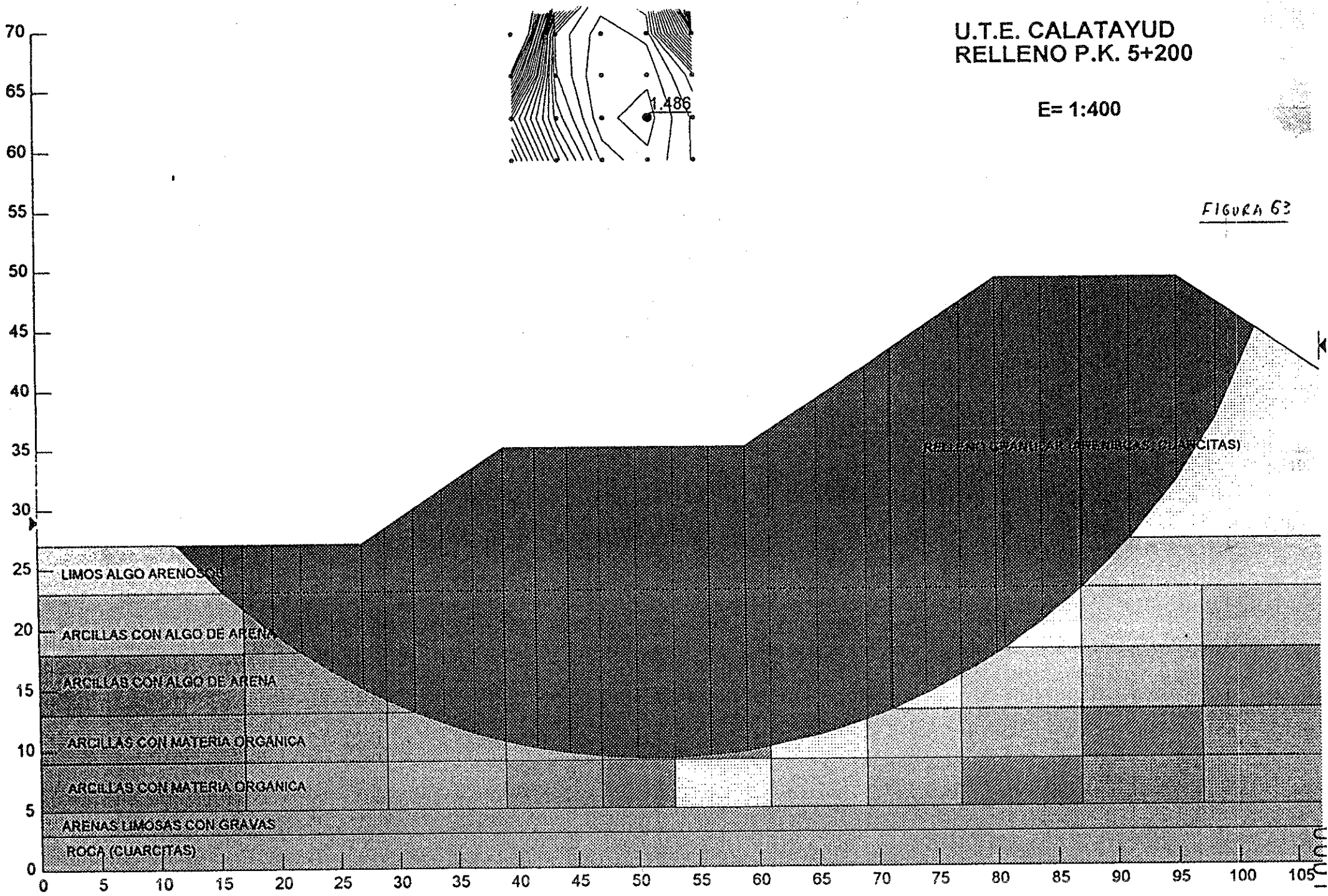
U.T.E. CALATAYUD
RELLENO P.K. 5+200

E= 1:400

FIGURA 61



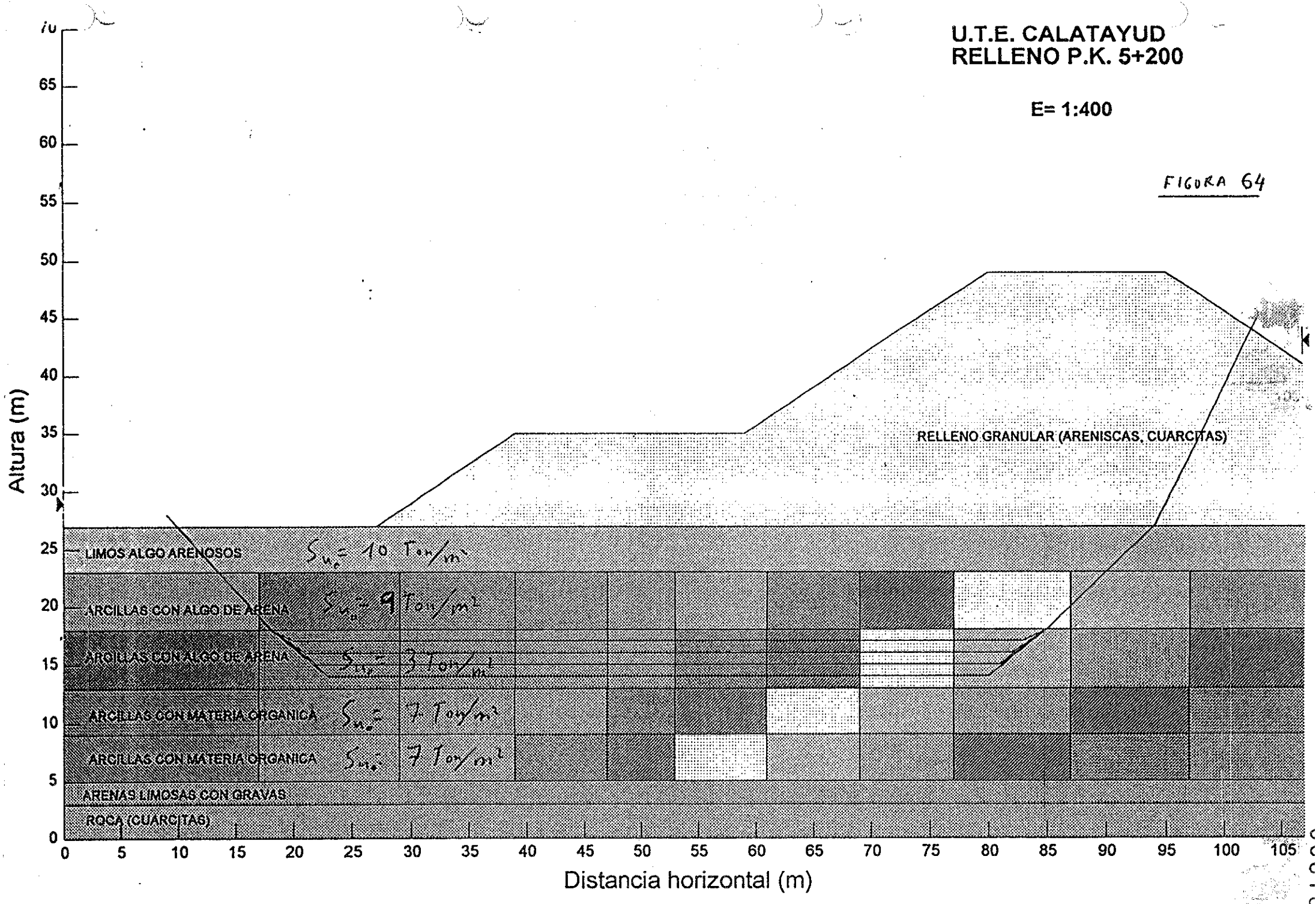

U.T.E. CALATAYUD
RELLENO P.K. 5+200
E= 1:400
FIGURA 62
Altura (m)
Distancia horizontal (m)
RELLENO GRANULAR (ARENISCAS, CUARCITAS)
LIMOS ALGO ARENOSOS
ARCILLAS CON ALGO DE ARENA
ARCILLAS CON ALGO DE ARENA
ARCILLAS CON MATERIA ORGANICA
ARCILLAS CON MATERIA ORGANICA
ARENAS LIMOSAS CON GRAVAS
ROCA (CUARCITAS)


1.486
U.T.E. CALATAYUD
RELLENO P.K. 5+200
E= 1:400
FIGURA 63
Altura (m)
Distancia horizontal (m)
LIMOS ALGO ARENOSOS
ARCILLAS CON ALGO DE ARENA
ARCILLAS CON ALGO DE ARENA
ARCILLAS CON MATERIA ORGANICA
ARCILLAS CON MATERIA ORGANICA
ARENAS LIMOSAS CON GRAVAS
ROCA (CUARCITAS)

U.T.E. CALATAYUD
RELLENO P.K. 5+200

E= 1:400

FIGURA 64

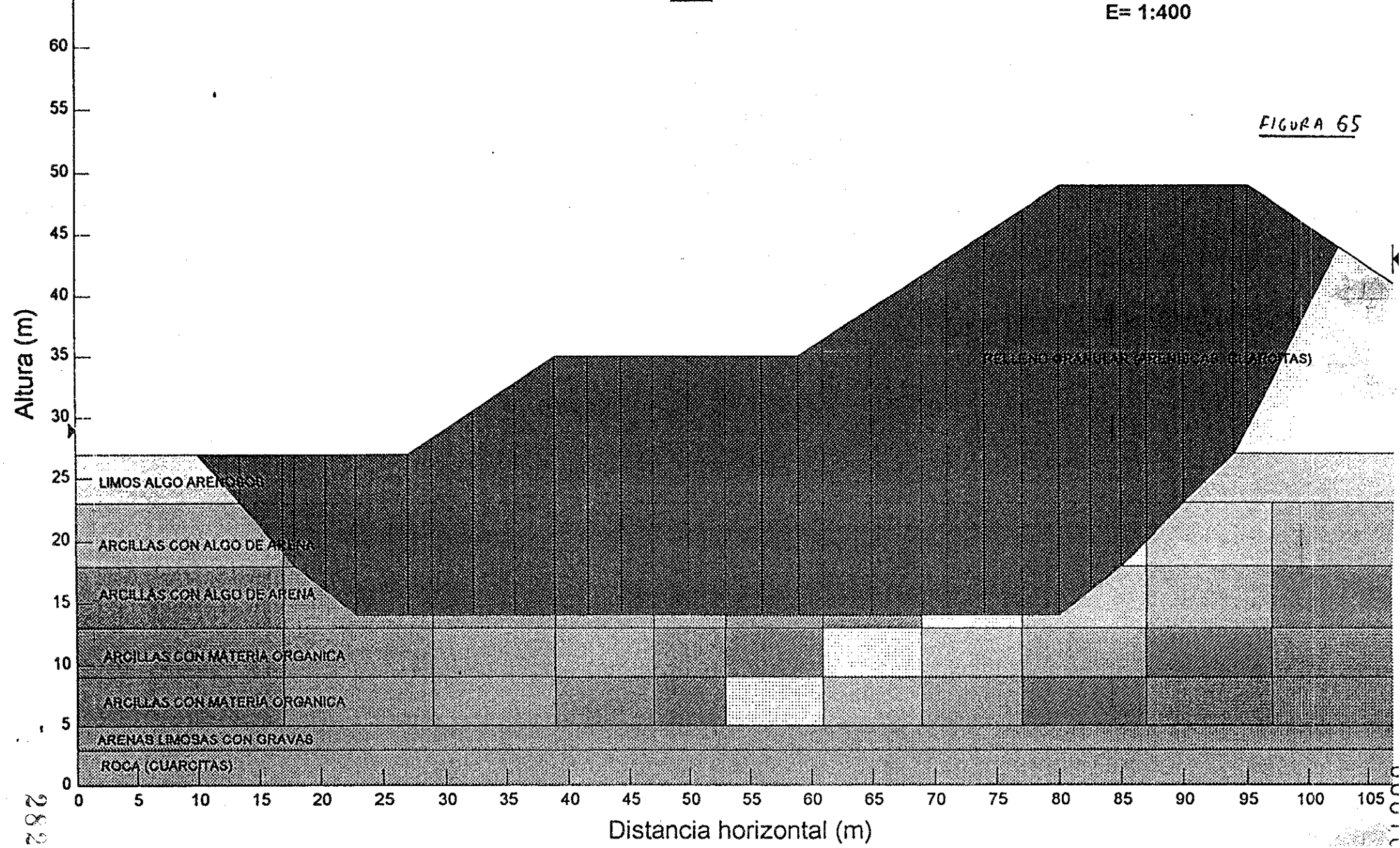


1.432

U.T.E. CALATAYUD
RELLENO P.K. 5+200

E= 1:400

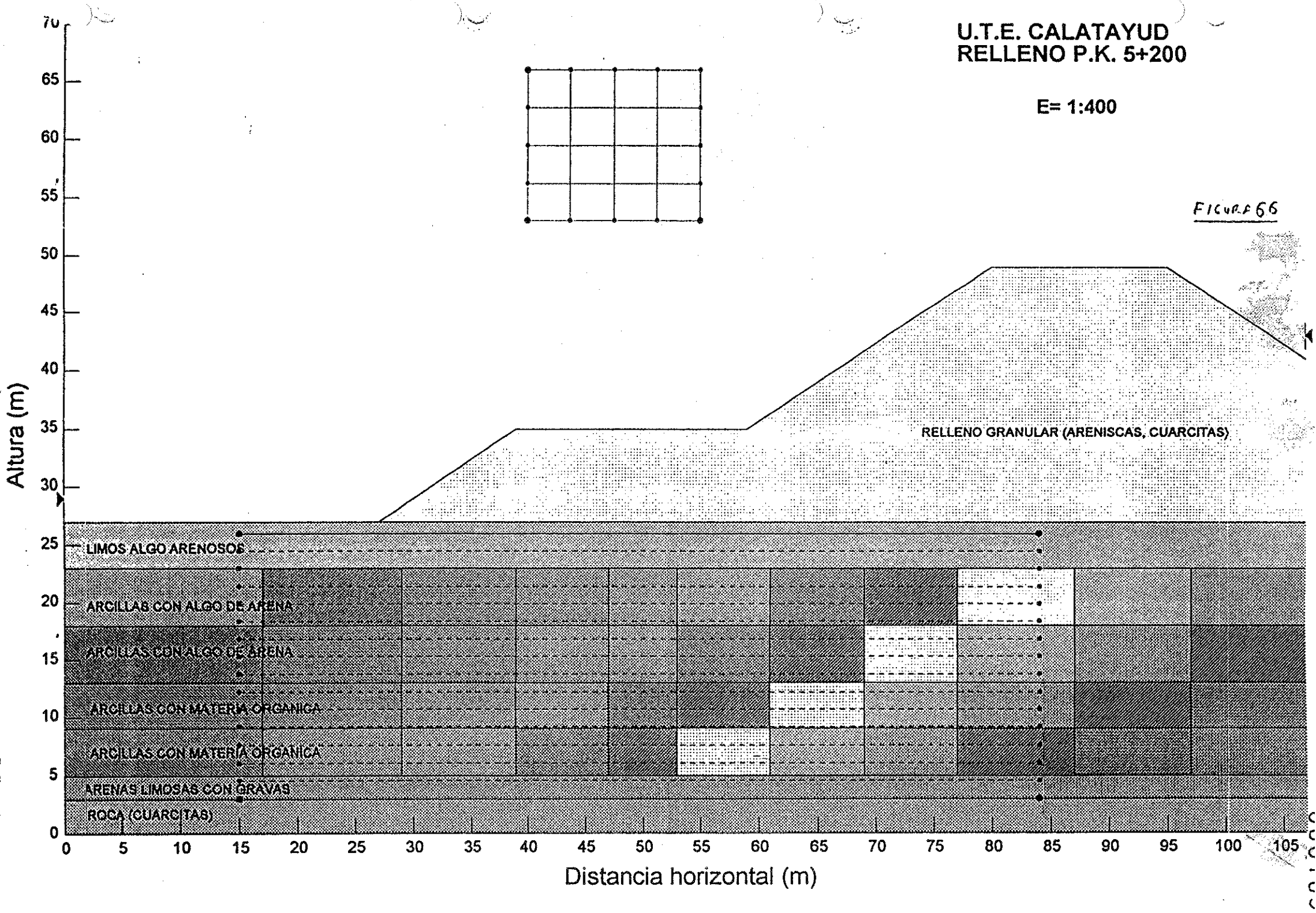
FIGURA 65



U.T.E. CALATAYUD
RELLENO P.K. 5+200

E= 1:400

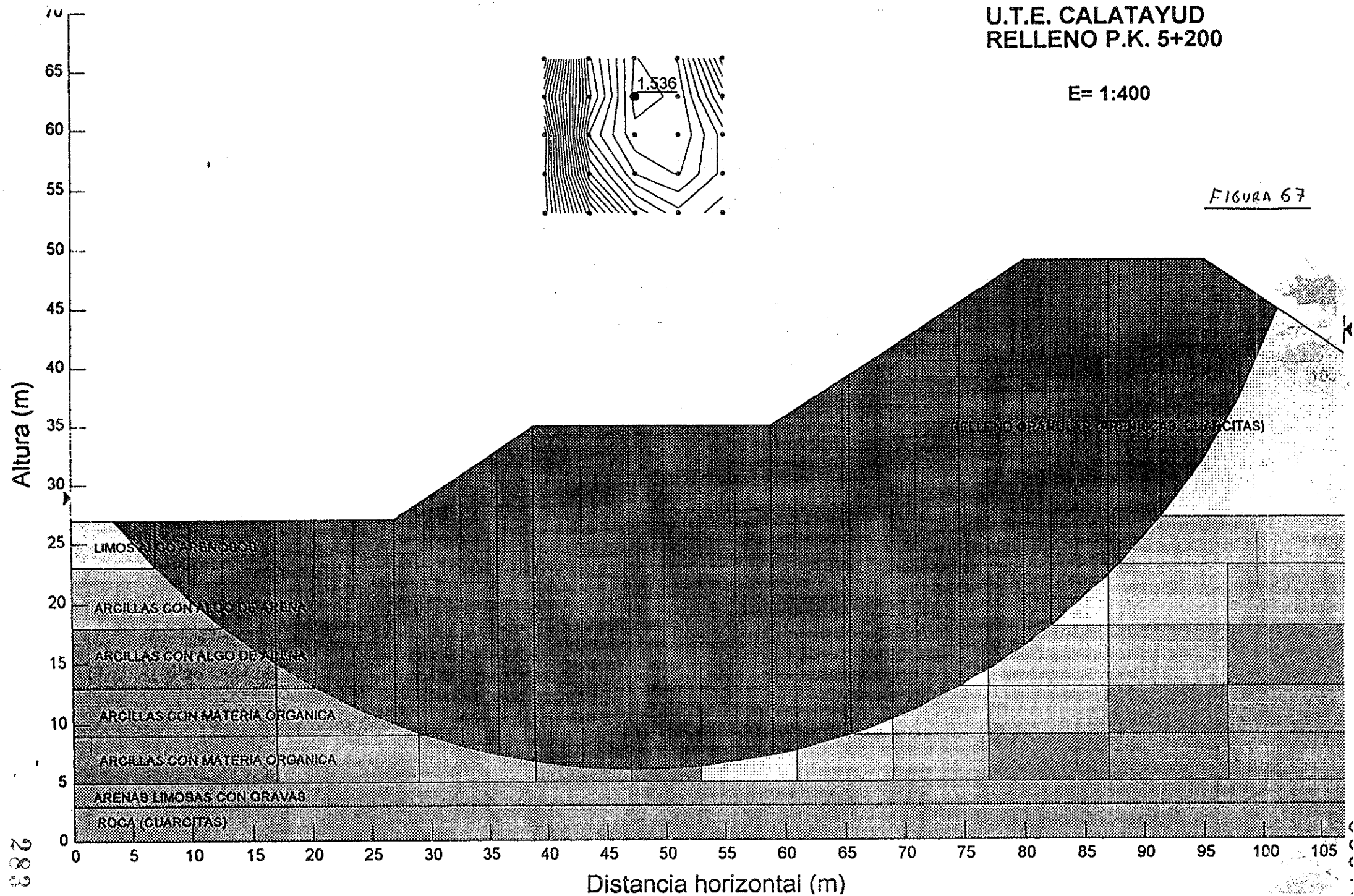
FIGURA 66



U.T.E. CALATAYUD
RELLENO P.K. 5+200

E= 1:400

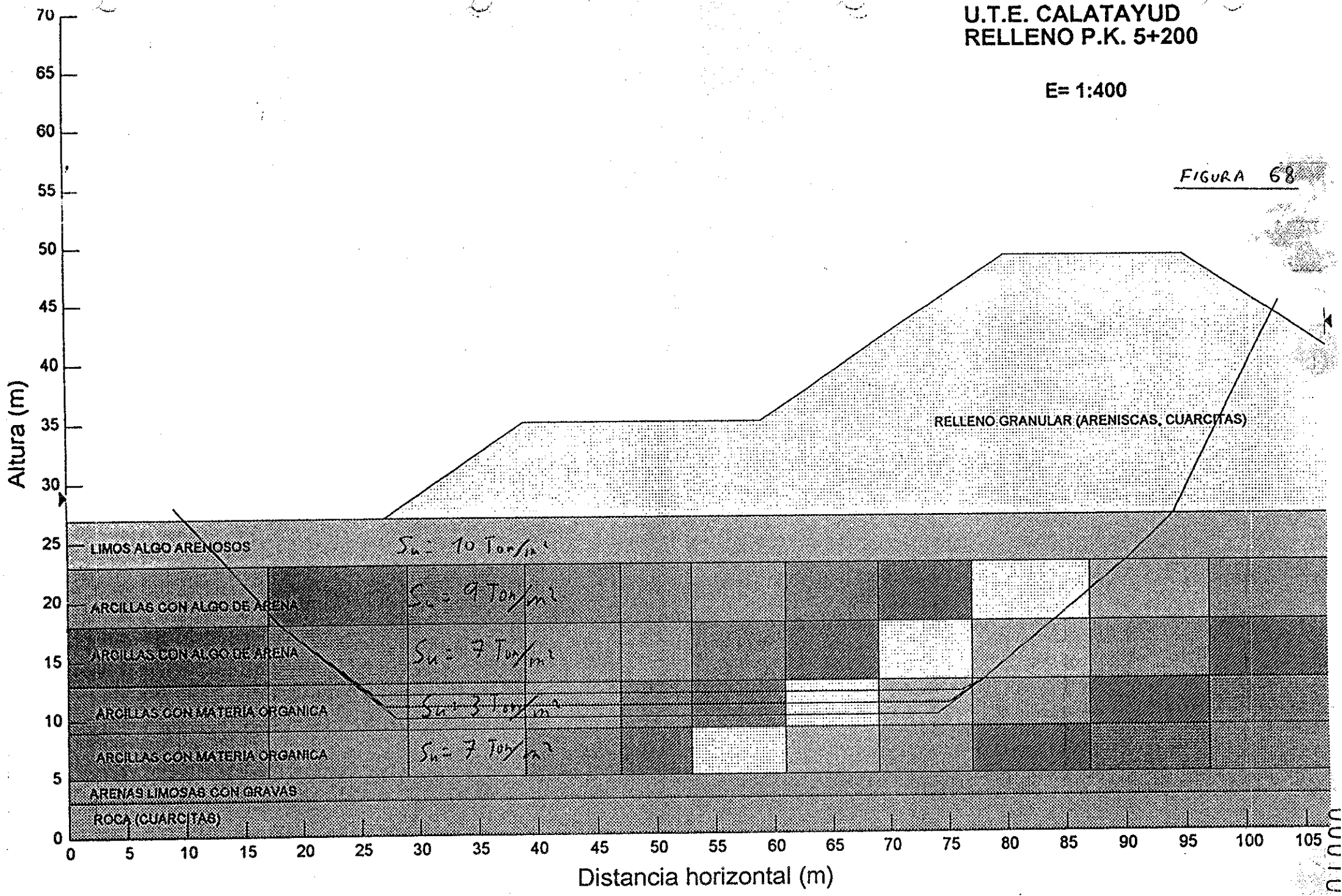
FIGURA 67



U.T.E. CALATAYUD
RELLENO P.K. 5+200

E= 1:400

FIGURA 68

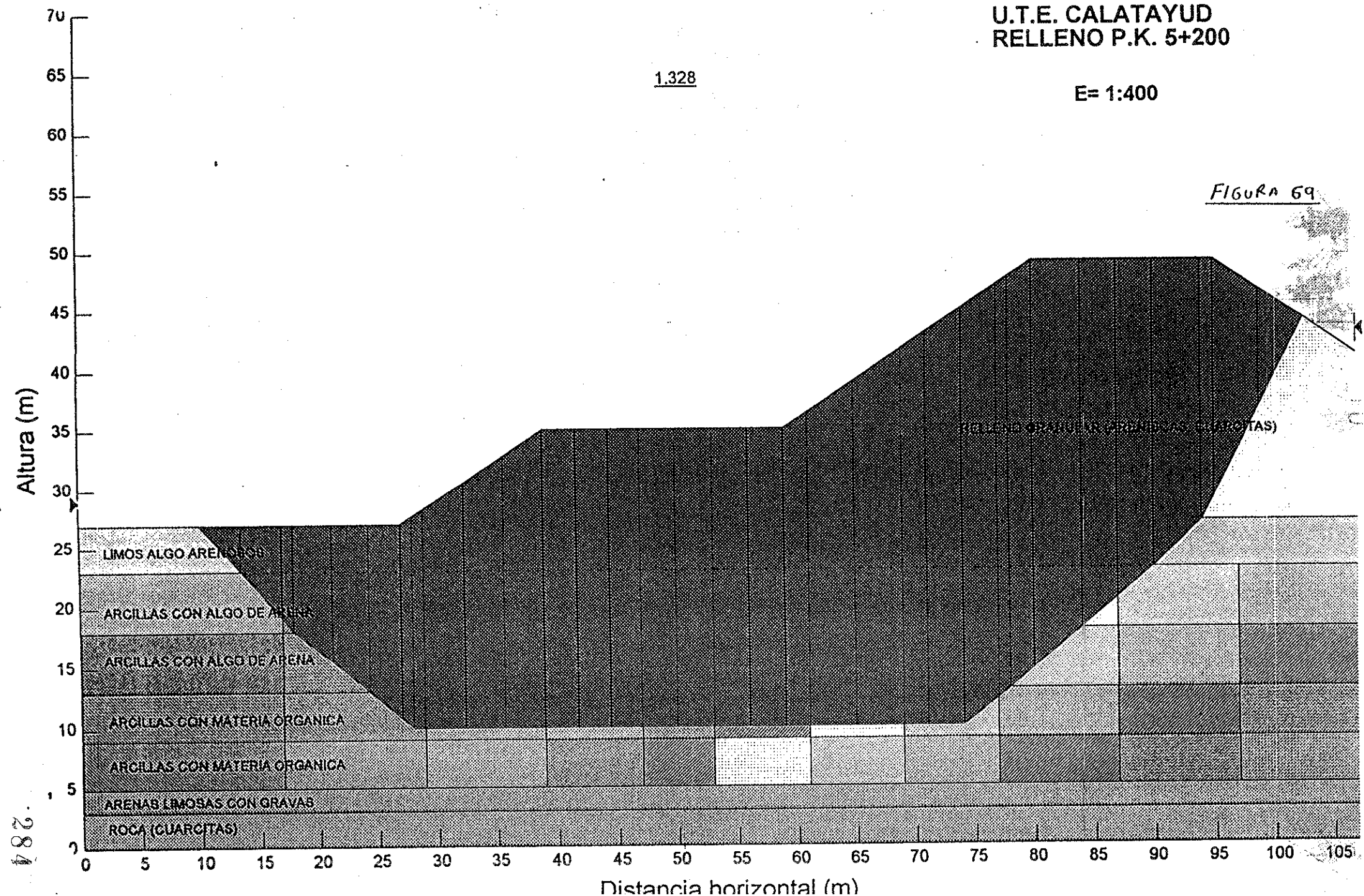


1.328

U.T.E. CALATAYUD
RELLENO P.K. 5+200

E= 1:400

FIGURA 69



284

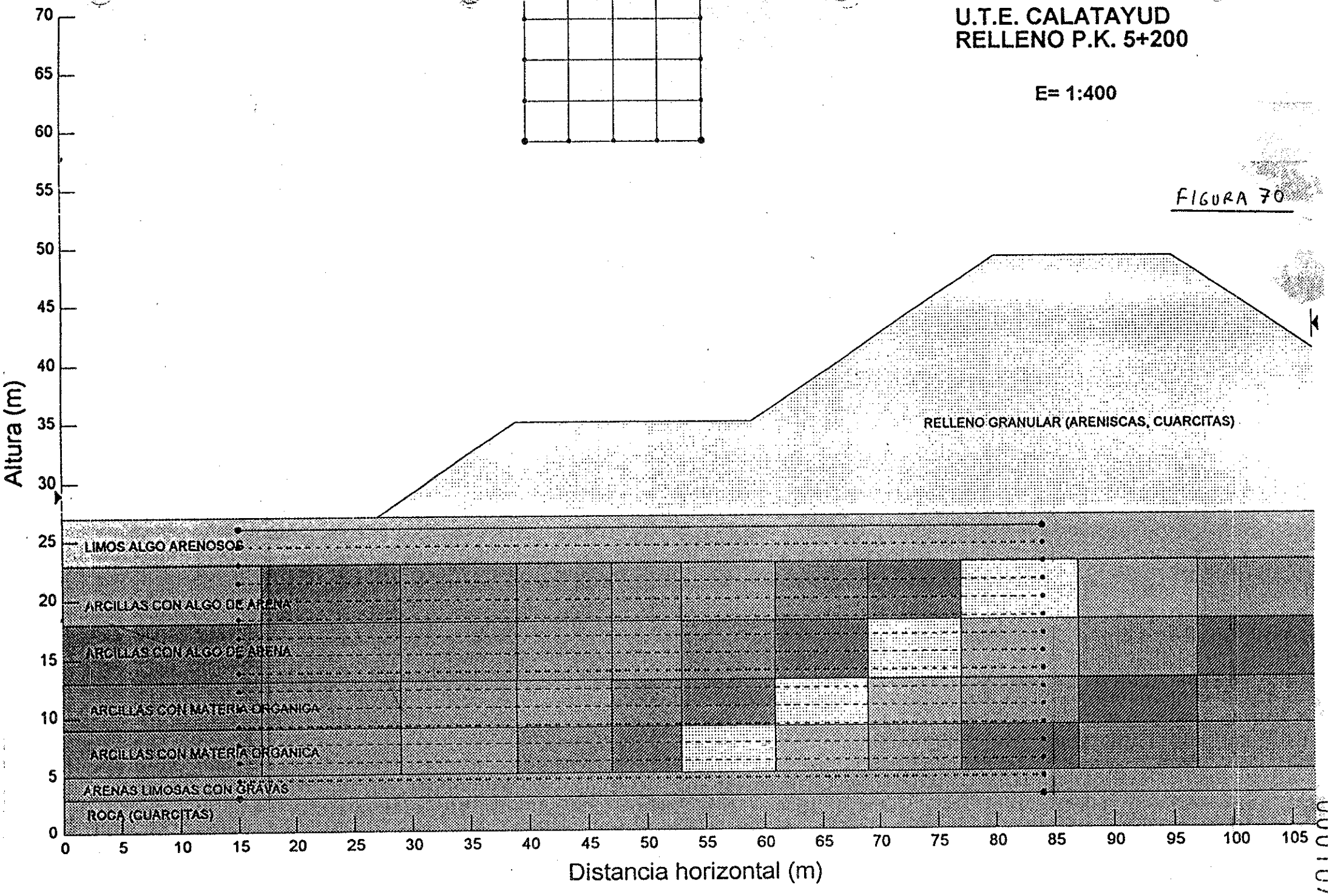


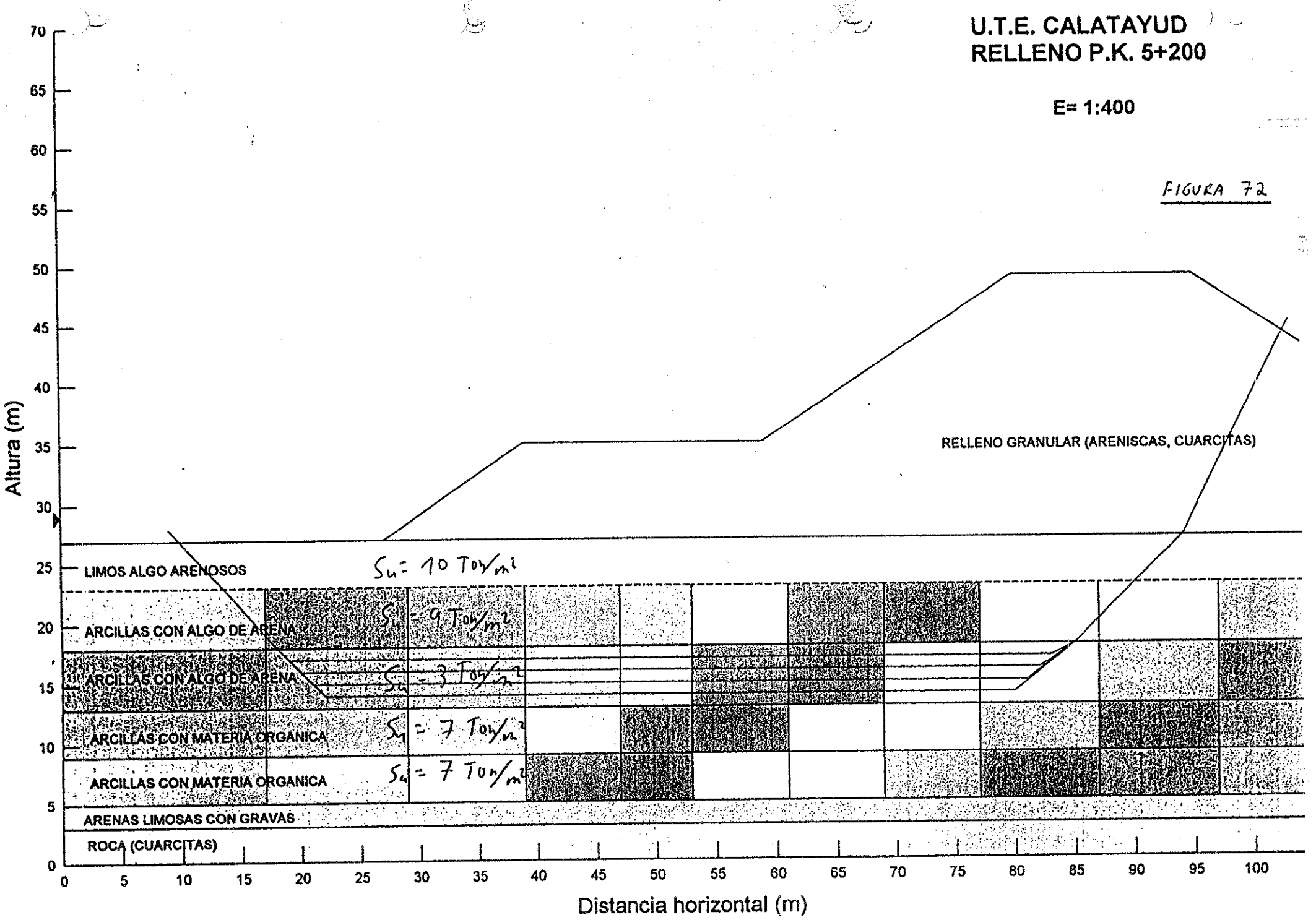
FIGURA 70

FIGURA 71

U.T.E. CALATAYUD
RELLENO P.K. 5+200

E= 1:400

FIGURA 72

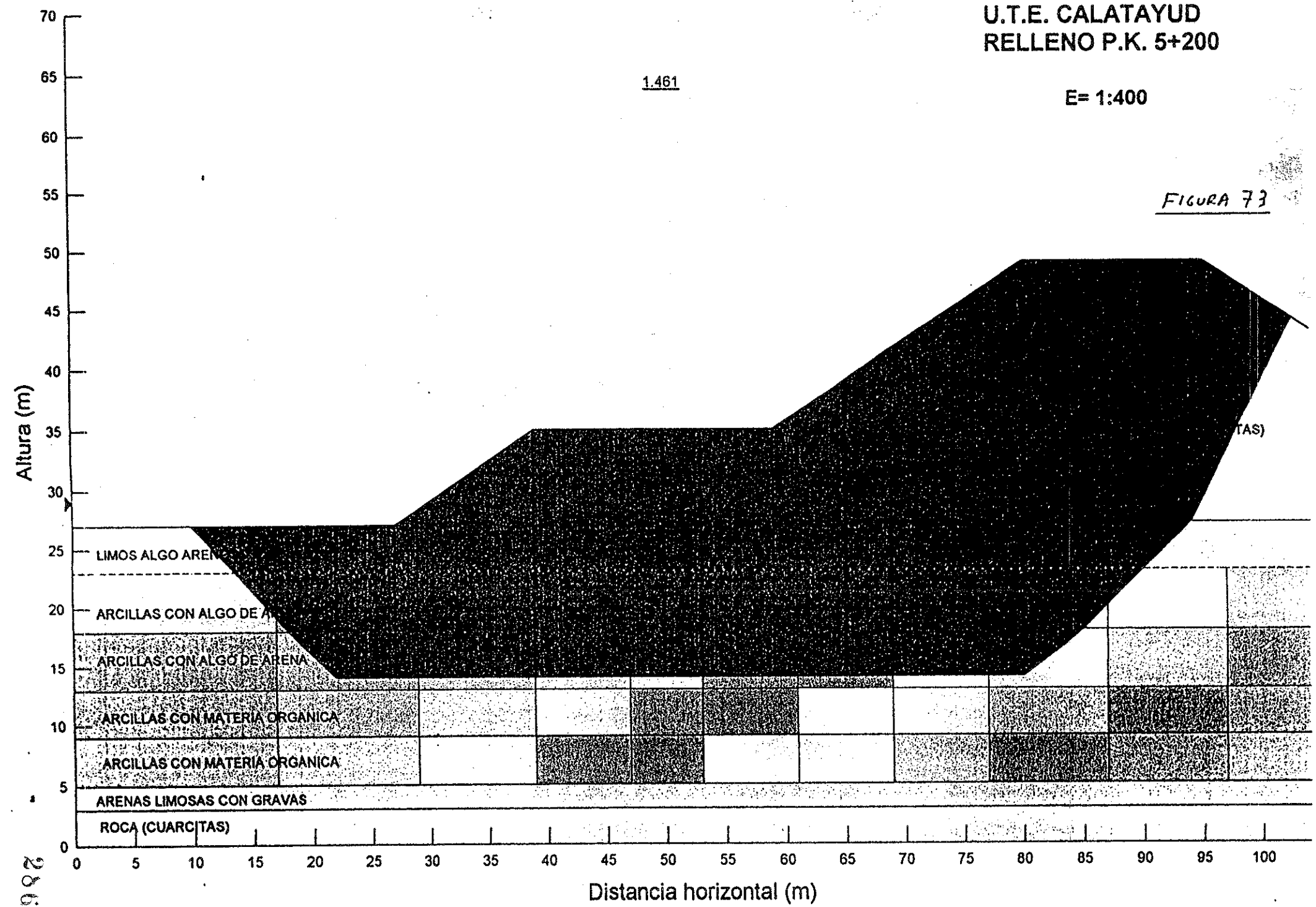


1.461

U.T.E. CALATAYUD
RELLENO P.K. 5+200

E= 1:400

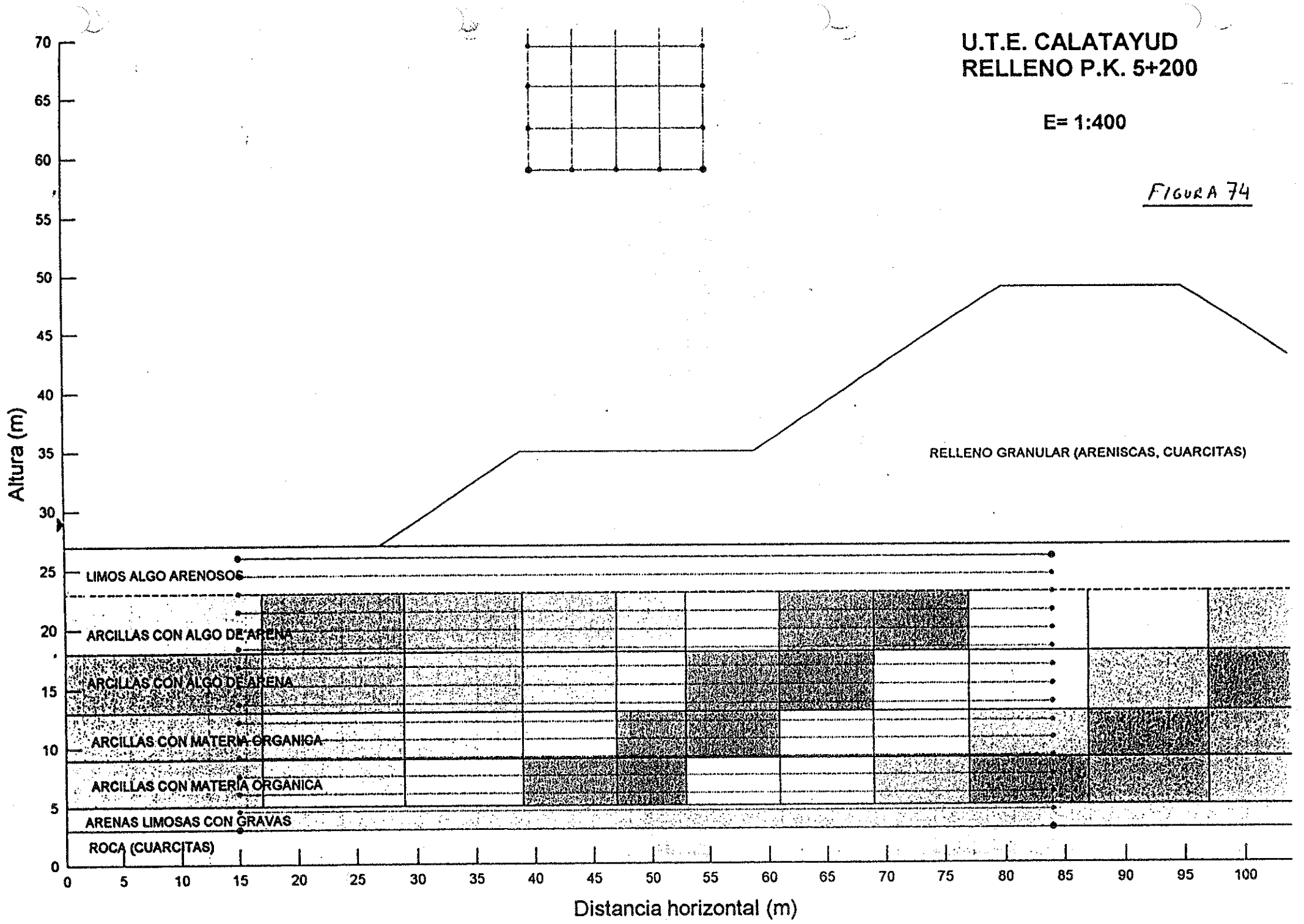
FIGURA 73



U.T.E. CALATAYUD
RELLENO P.K. 5+200

E= 1:400

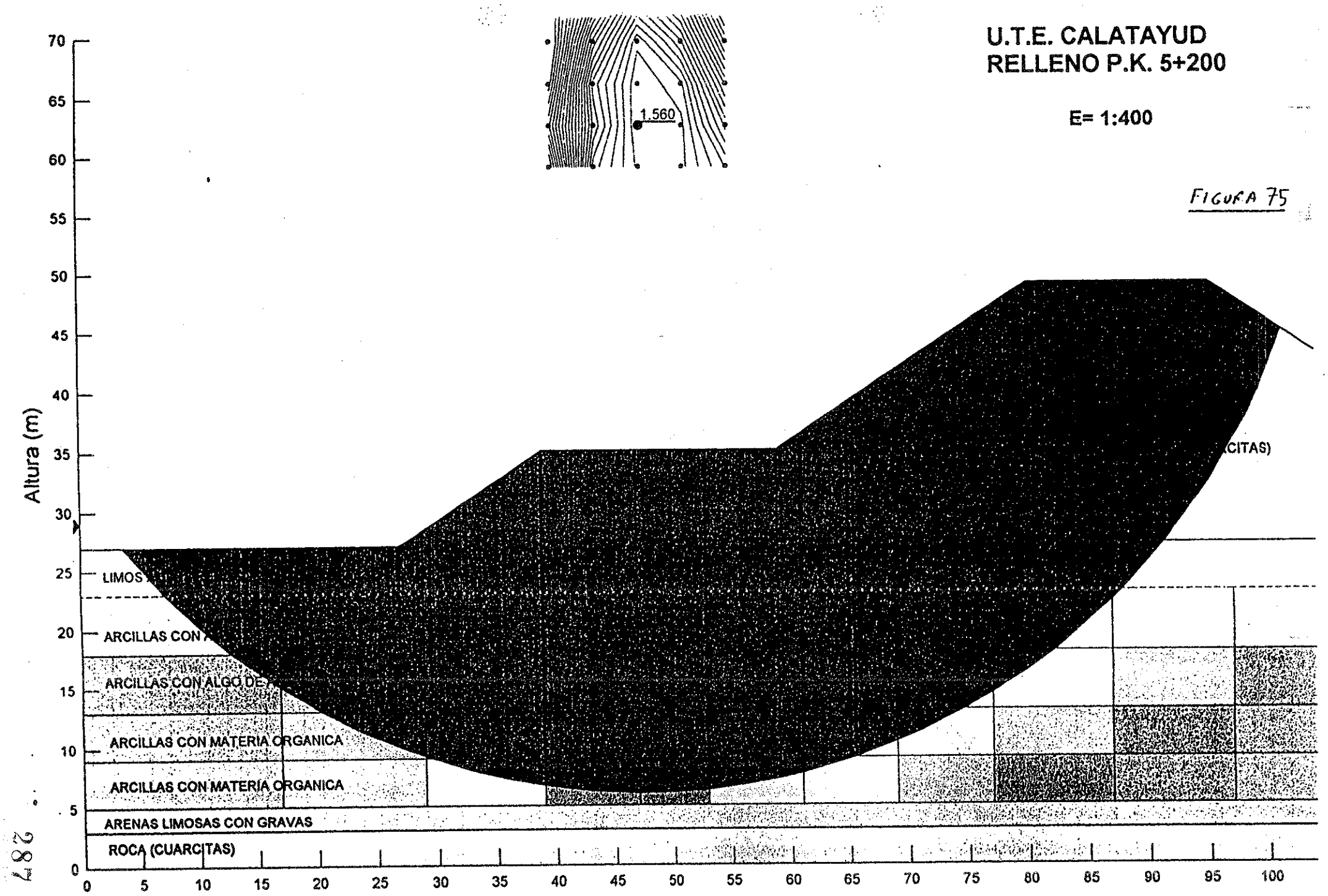
FIGURA 74



U.T.E. CALATAYUD
RELLENO P.K. 5+200

E= 1:400

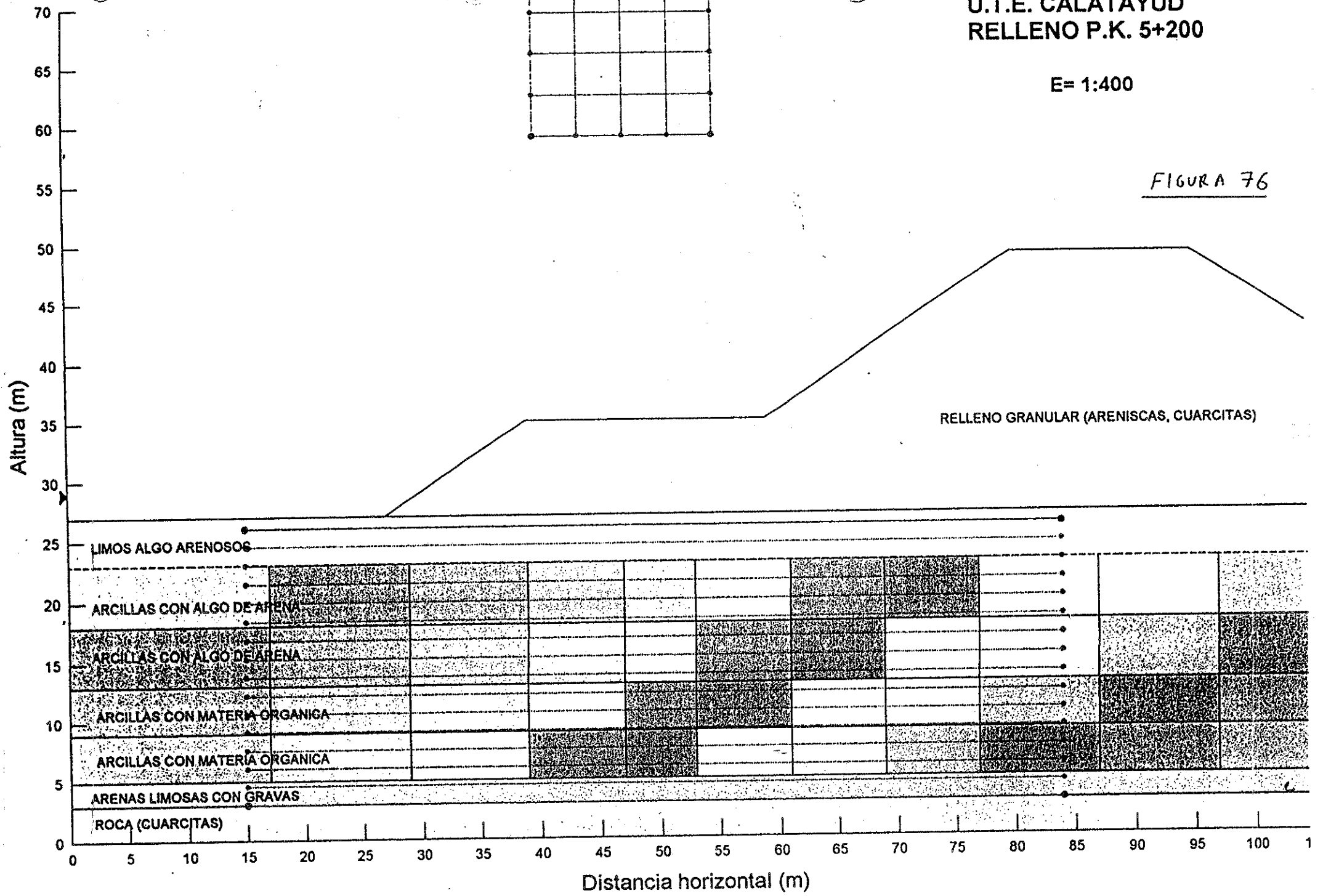
FIGURA 75



U.T.E. CALATAYUD
RELLENO P.K. 5+200

E= 1:400

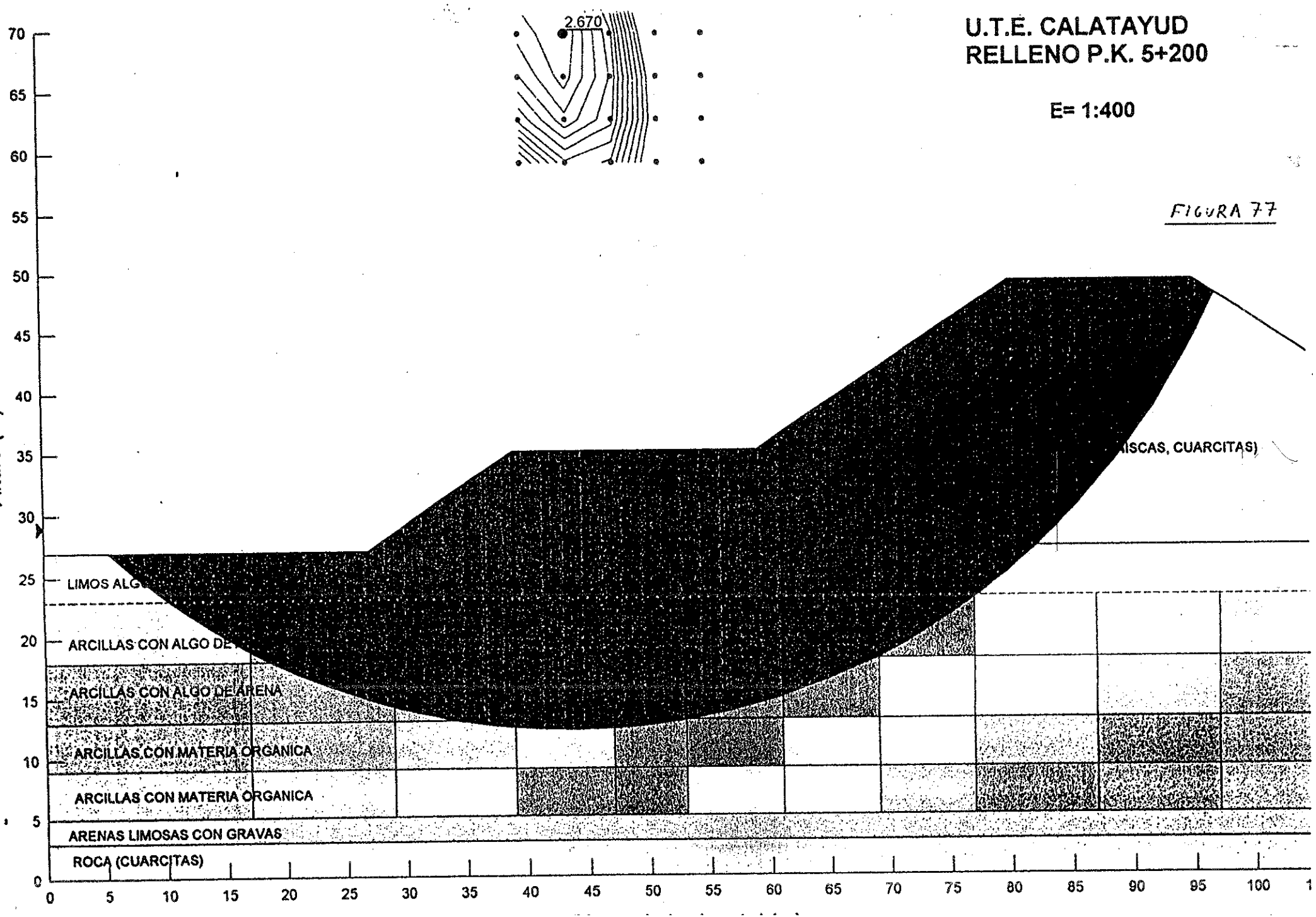
FIGURA 76



U.T.E. CALATAYUD
RELLENO P.K. 5+200

E= 1:400

FIGURA 77



U.T.E. CALATAYUD
TERRAPLEN P.K. 5+200

ESTIMACION DE ASIENTOS
GRADO DE CONSOLIDACION: 100%

TERRENO	COTAS (m)	γ (Ton/m3)	γ (Ton/m3)	σ0 (Ton/m²)	Prof. media (m)	Pres. media (Ton/m²)	Pres. precons. (Ton/m²)	Cc 1+e0	Cr 1+e0	Incr. pres (Ton/m²)	Presión total (Ton/m²)	Asiento parcial (m)	Em (Ton/m²)	S edom. (m)
Limos arenosos	0,0	2,1	2,1	0,0	-2,0	4,2	10,0	0,037	0,008	38,5	42,7	0,11	2000	0,08
Arcillas con algo de arena	-4,0	2,1	2,1	8,4	-5,0	10,5	10,5	0,076	0,004	38,6	49,1	0,10	600	0,13
	-6,0	2,1	2,1	12,6	-7,0	14,7	14,7	0,076	0,004	38,7	53,4	0,09	400	0,19
Arcillas con algo de arena	-8,0	2,1	1,1	16,8	-9,0	17,9	17,9	0,076	0,004	38,6	56,5	0,08	400	0,19
	-10,0	2,1	1,1	19,0	-11,0	20,1	20,1	0,050	0,004	38,5	58,6	0,05	350	0,22
	-12,0	2,1	1,1	21,2	-13,0	22,3	22,3	0,050	0,004	38,3	60,6	0,04	350	0,22
Arcillas con materia orgánica	-14,0	1,6	0,6	23,4	-15,0	24,0	24,0	0,340	0,020	38,0	62,0	0,28	350	0,22
	-16,0	1,6	0,6	24,6	-17,0	25,2	25,2	0,340	0,020	37,7	62,9	0,27	350	0,22
	-18,0	1,6	0,6	25,8	-19,0	26,4	26,4	0,660	0,040	37,4	63,8	0,51	350	0,21
	-20,0	1,6	0,6	27,0	-21,0	27,6	27,6	0,660	0,040	37,0	64,6	0,49	350	0,21
Arenas limosas con gravas	-22,0	2,1	1,1	28,2	-23,0	29,3	29,3	0,003	0,000	36,5	65,8	0,00	3000	0,02
Roca (cuarcitas)	-24,0	2,5	2,5	30,4										

CONSOLIDACION PRIMARIA | S total (m): 2,00 | S total (m): 1,91

Cota superior terreno: 0
Nivel freático: -8,0

Altura Terraplén (m): 22,0
Densidad Relleno (Ton/m3): 2,2
Sobrecarga (Ton/m²): 48,4

FIGURA 78

U.T.E. CALATAYUD
TERRAPLEN P.K. 5+200

ESTIMACION DE ASIENTOS
GRADO DE CONSOLIDACION: 90% (Tiempo de construcción del terraplén: 12 meses)

TERRENO	COTAS (m)	γ (Ton/m3)	γ (Ton/m3)	σ0 (Ton/m²)	Prof. media (m)	Pres. media (Ton/m²)	Pres. precons. (Ton/m²)	Cc 1+e0	Cr 1+e0	Incr. pres (Ton/m²)	Presión total (Ton/m²)	Asiento parcial (m)	Em (Ton/m²)	S edom. (m)
Limos arenosos	0,0	2,1	2,1	0,0	-2,0	4,2	10,0	0,037	0,008	38,5	42,7	0,11	2000	0,08
Arcillas con algo de arena	-4,0	2,1	2,1	8,4	-5,0	10,5	10,5	0,076	0,004	37,4	47,9	0,10	600	0,12
	-6,0	2,1	2,1	12,6	-7,0	14,7	14,7	0,076	0,004	35,6	50,3	0,08	400	0,18
Arcillas con algo de arena	-8,0	2,1	1,1	16,8	-9,0	17,9	17,9	0,076	0,004	34,0	51,9	0,07	400	0,17
	-10,0	2,1	1,1	19,0	-11,0	20,1	20,1	0,050	0,004	33,1	53,2	0,04	350	0,19
	-12,0	2,1	1,1	21,2	-13,0	22,3	22,3	0,050	0,004	32,6	54,9	0,04	350	0,19
Arcillas con materia orgánica	-14,0	1,6	0,6	23,4	-15,0	24,0	24,0	0,340	0,020	32,7	56,7	0,25	350	0,19
	-16,0	1,6	0,6	24,6	-17,0	25,2	25,2	0,340	0,020	33,2	58,4	0,25	350	0,19
	-18,0	1,6	0,6	25,8	-19,0	26,4	26,4	0,660	0,040	34,4	60,8	0,48	350	0,20
	-20,0	1,6	0,6	27,0	-21,0	27,6	27,6	0,660	0,040	35,9	63,5	0,48	350	0,21
Arenas limosas con gravas	-22,0	2,1	1,1	28,2	-23,0	29,3	29,3	0,003	0,000	36,5	65,8	0,00	3000	0,02
Roca (cuarcitas)	-24,0	2,5	2,5	30,4										

CONSOLIDACION PRIMARIA | S total (m): 1,90 | S total (m): 1,73

Cota superior terreno: 0
Nivel freático: -8,0

Altura Terraplén (m): 22,0
Densidad Relleno (Tor 2,2
Sobrecarga (Ton/m²): 48,4

CONSOLIDACION SECUNDARIA

Calfa/(1+e): 0,035
Tf (meses): 16

T (meses)	16	21	27	34	87	99	111
S (m)	0,00	0,03	0,06	0,09	0,21	0,22	0,24

FIGURA 79

U.T.E. CALATAYUD
TERRAPLEN P.K. 5+200

ESTIMACION DE ASIENTOS
GRADO DE CONSOLIDACION: 96% (Tiempo de construcción del terraplén: 30 meses)

TERRENO	COTAS (m)	γ (Ton/m3)	γ (Ton/m3)	σ0 (Ton/m²)	Prof. media (m)	Pres. media (Ton/m²)	Pres. precons. (Ton/m²)	Cc 1+e0	Cr 1+e0	Incr. pres (Ton/m²)	Presión total (Ton/m²)	Asiento parcial (m)	Em (Ton/m²)	S edom. (m)
Limos arenosos	0,0	2,1	2,1	0,0	-2,0	4,2	10,0	0,037	0,008	38,5	42,7	0,11	2000	0,08
Arcillas con algo de arena	-4,0	2,1	2,1	8,4	-5,0	10,5	10,5	0,076	0,004	38,2	48,7	0,10	600	0,13
	-6,0	2,1	2,1	12,6	-7,0	14,7	14,7	0,076	0,004	37,5	52,2	0,08	400	0,19
Arcillas con algo de arena	-8,0	2,1	1,1	16,8	-9,0	17,9	17,9	0,076	0,004	36,7	54,6	0,07	400	0,18
	-10,0	2,1	1,1	19,0	-11,0	20,1	20,1	0,050	0,004	36,2	56,3	0,04	350	0,21
	-12,0	2,1	1,1	21,2	-13,0	22,3	22,3	0,050	0,004	36,0	58,3	0,04	350	0,21
Arcillas con materia orgánica	-14,0	1,6	0,6	23,4	-15,0	24,0	24,0	0,340	0,020	35,7	59,7	0,27	350	0,20
	-16,0	1,6	0,6	24,6	-17,0	25,2	25,2	0,340	0,020	35,8	61,0	0,26	350	0,20
	-18,0	1,6	0,6	25,8	-19,0	26,4	26,4	0,660	0,040	36,3	62,7	0,50	350	0,21
	-20,0	1,6	0,6	27,0	-21,0	27,6	27,6	0,660	0,040	36,6	64,2	0,48	350	0,21
Arenas limosas con gravas	-22,0	2,1	1,1	28,2	-23,0	29,3	29,3	0,003	0,000	36,5	65,8	0,00	3000	0,02
Roca (cuarcitas)	-24,0	2,5	2,5	30,4										

CONSOLIDACION PRIMARIA | S total (m): 1,96 | S total (m): 1,84

Cota superior terreno: 0
Nivel freático: -8,0

Altura Terraplén (m): 22,0
Densidad Relleno (Ton 2,2
Sobrecarga (Ton/m²): 48,4

CONSOLIDACION SECUNDARIA

Calfa/(1+e): 0,035
Tf (meses): 33

T (meses)	33	36	43	96	108	120
S (m)	0,00	0,01	0,03	0,13	0,14	0,16

FIGURA 80

U.T.E. CALATAYUD
TERRAPLEN P.K. 5+200

ESTIMACION DE ASIENTOS - COLUMNAS DE GRAVA
GRADO DE CONSOLIDACION: 100%

TERRENO	COTAS (m)	γ (Ton/m3)	γ (Ton/m3)	σ0 (Ton/m²)	Prof. media (m)	Pres. media (Ton/m²)	Pres. precons. (Ton/m²)	Cc 1+e0	Cr 1+e0	Incr. pres (Ton/m²)	Presión total (Ton/m²)	Asiento parcial (m)	Em (Ton/m²)	S edom. (m)
Limos arenosos	0,0	2,1	2,1	0,0	-2,0	4,2	10,0	0,037	0,008	17,1	21,3	0,06	2000	0,03
Arcillas con algo de arena	-4,0	2,1	2,1	8,4	-5,0	10,5	10,5	0,076	0,004	17,2	27,7	0,06	600	0,06
	-6,0	2,1	2,1	12,6	-7,0	14,7	14,7	0,076	0,004	17,2	31,9	0,05	400	0,09
Arcillas con algo de arena	-8,0	2,1	1,1	16,8	-9,0	17,9	17,9	0,076	0,004	17,2	35,1	0,04	400	0,09
	-10,0	2,1	1,1	19,0	-11,0	20,1	20,1	0,050	0,004	17,1	37,2	0,03	350	0,10
	-12,0	2,1	1,1	21,2	-13,0	22,3	22,3	0,050	0,004	17,0	39,3	0,02	350	0,10
Arcillas con materia orgánica	-14,0	1,6	0,6	23,4	-15,0	24,0	24,0	0,340	0,020	16,9	40,9	0,16	350	0,10
	-16,0	1,6	0,6	24,6	-17,0	25,2	25,2	0,340	0,020	16,8	42,0	0,15	350	0,10
	-18,0	1,6	0,6	25,8	-19,0	26,4	26,4	0,660	0,040	16,6	43,0	0,28	350	0,09
	-20,0	1,6	0,6	27,0	-21,0	27,6	27,6	0,660	0,040	16,4	44,0	0,27	350	0,09
Arenas limosas con gravas	-22,0	2,1	1,1	28,2	-23,0	29,3	29,3	0,003	0,000	16,2	45,5	0,00	3000	0,01
Roca (cuarcitas)	-24,0	2,5	2,5	30,4										

CONSOLIDACION PRIMARIA | S total (m): 1,13 | S total (m): 0,85

Cota superior terreno: 0
Nivel freático: -8,0

Altura Terraplén (m): 22,0
Densidad Relleno (Tor 2,2
Sobrecarga (Ton/m²): 48,4

CONSOLIDACION SECUNDARIA

Calfa/(1+e): 0,035

Tf (meses): 12

T (meses)	12	34	87	111
S (m)	0,00	0,13	0,24	0,27

Tf (meses): 30

T (meses)	30	43	96	120
S (m)	0,00	0,04	0,14	0,17

FIGURA 81

0627

U.T.E. CALATAYUD
TERRAPLEN P.K. 5+200

ESTIMACION DE ASIENTOS - COLUMNAS DE GRAVA
GRADO DE CONSOLIDACION: 100%

TERRENO	COTAS (m)	γ (Ton/m3)	γ (Ton/m3)	σ0 (Ton/m²)	Prof. media (m)	Pres. media (Ton/m²)	Pres. precons. (Ton/m²)	Cc 1+e0	Cr 1+e0	Incr. pres (Ton/m²)	Presión total (Ton/m²)	Asiento parcial (m)	Em (Ton/m²)	S edom. (m)
Limos arenosos	0,0	2,1	2,1	0,0	-2,0	4,2	10,0	0,037	0,008	22,3	26,5	0,07	2000	0,04
Arcillas con algo de arena	-4,0	2,1	2,1	8,4	-5,0	10,5	10,5	0,076	0,004	22,4	32,9	0,08	600	0,07
	-6,0	2,1	2,1	12,6	-7,0	14,7	14,7	0,076	0,004	22,4	37,1	0,06	400	0,11
Arcillas con algo de arena	-8,0	2,1	1,1	16,8	-9,0	17,9	17,9	0,076	0,004	22,4	40,3	0,05	400	0,11
	-10,0	2,1	1,1	19,0	-11,0	20,1	20,1	0,050	0,004	22,2	42,3	0,03	350	0,13
	-12,0	2,1	1,1	21,2	-13,0	22,3	22,3	0,050	0,004	22,1	44,4	0,03	350	0,13
Arcillas con materia orgánica	-14,0	1,6	0,6	23,4	-15,0	24,0	24,0	0,340	0,020	22,0	46,0	0,19	350	0,13
	-16,0	1,6	0,6	24,6	-17,0	25,2	25,2	0,340	0,020	21,8	47,0	0,18	350	0,12
	-18,0	1,6	0,6	25,8	-19,0	26,4	26,4	0,660	0,040	21,6	48,0	0,34	350	0,12
	-20,0	1,6	0,6	27,0	-21,0	27,6	27,6	0,660	0,040	21,3	48,9	0,33	350	0,12
Arenas limosas con gravas	-22,0	2,1	1,1	28,2	-23,0	29,3	29,3	0,003	0,000	21,1	50,4	0,00	3000	0,01
Roca (cuarcitas)	-24,0	2,5	2,5	30,4										

CONSOLIDACION PRIMARIA

S total (m):	1,38	S total (m):	1,11

Cota superior terreno: 0
Nivel freático: -8,0

Altura Terraplén (m): 22,0
Densidad Relleno (Ton 2,2
Sóbrecarga (Ton/m²): 48,4

CONSOLIDACION SECUNDARIA

Calfa/(1+e): 0,035

Tf (meses): 12

T (meses)	12	34	87	111
S (m)	0,00	0,13	0,24	0,27

Tf (meses): 30

T (meses)	30	43	96	120
S (m)	0,00	0,04	0,14	0,17

FIGURA 82

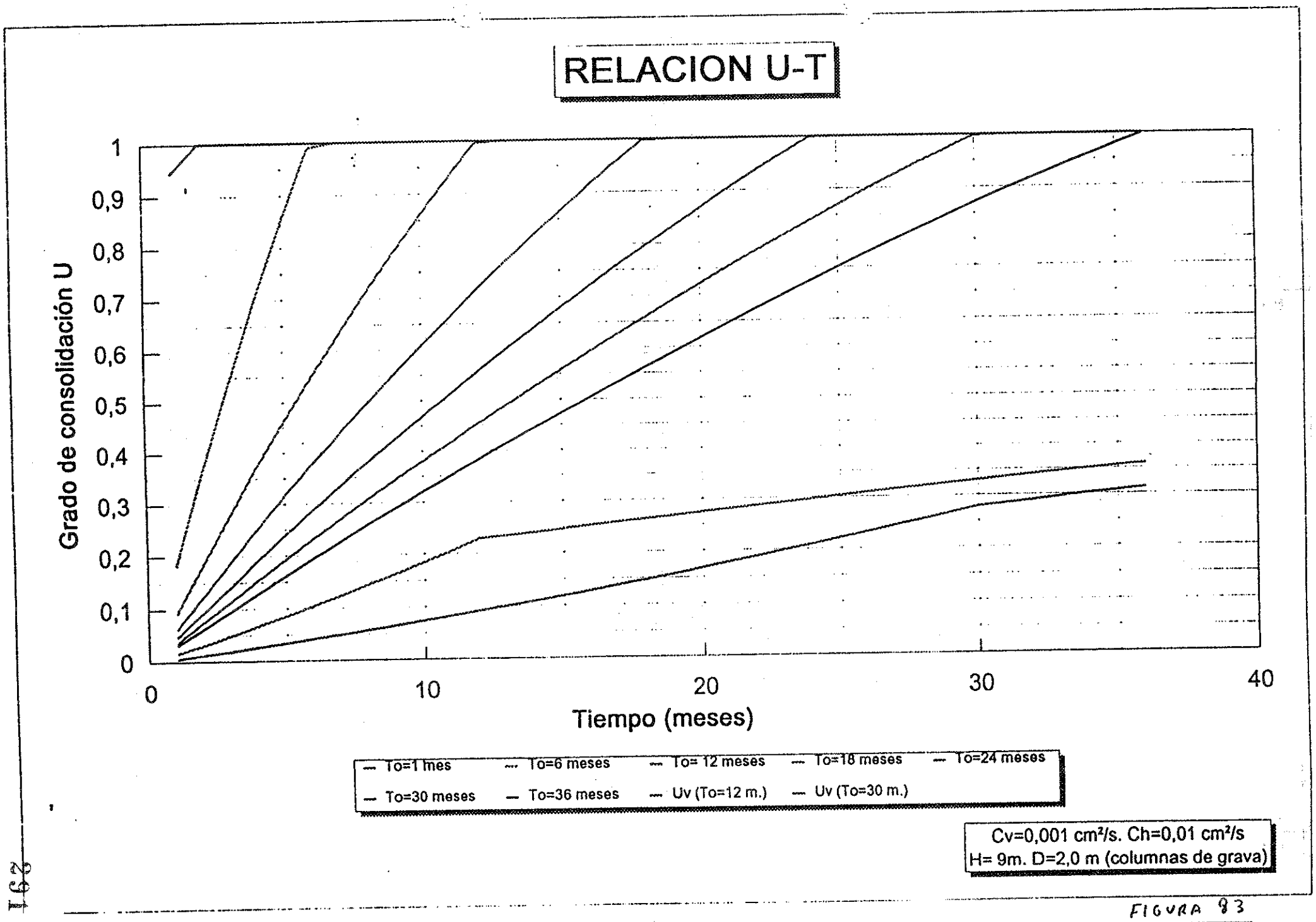


FIGURA 83

$U = 1 - (1 - Uv)(1 - Uh)$

CONSOLIDACION

U	t (meses)																																		
n (meses)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
1	0,944	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2	0,517	0,972	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
3	0,354	0,880	0,991	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
4	0,270	0,533	0,773	0,966	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
5	0,217	0,434	0,636	0,821	0,969	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
6	0,182	0,366	0,539	0,702	0,852	0,991	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
7	0,157	0,316	0,468	0,612	0,746	0,875	0,992	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
8	0,138	0,279	0,414	0,543	0,666	0,782	0,891	0,993	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
9	0,123	0,249	0,370	0,487	0,599	0,706	0,808	0,904	0,994	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
10	0,111	0,225	0,335	0,442	0,545	0,644	0,739	0,829	0,914	0,995	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
11	0,101	0,205	0,306	0,405	0,500	0,592	0,680	0,765	0,845	0,922	0,995	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
12	0,092	0,188	0,282	0,373	0,461	0,547	0,630	0,709	0,786	0,859	0,929	0,995	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
13	0,085	0,174	0,261	0,346	0,428	0,509	0,586	0,662	0,734	0,804	0,871	0,935	0,996	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
14	0,079	0,162	0,243	0,322	0,400	0,475	0,549	0,620	0,688	0,755	0,819	0,881	0,940	0,996	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
15	0,074	0,151	0,227	0,302	0,375	0,446	0,515	0,583	0,648	0,712	0,773	0,833	0,890	0,944	0,996	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
16	0,070	0,142	0,214	0,284	0,353	0,420	0,486	0,550	0,612	0,673	0,732	0,789	0,844	0,897	0,948	0,997	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
17	0,065	0,134	0,202	0,268	0,333	0,397	0,458	0,520	0,580	0,638	0,695	0,750	0,803	0,854	0,904	0,951	0,997	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
18	0,062	0,127	0,191	0,254	0,315	0,376	0,436	0,494	0,551	0,607	0,661	0,714	0,765	0,815	0,863	0,909	0,954	0,997	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
19	0,059	0,120	0,181	0,241	0,300	0,357	0,414	0,470	0,525	0,578	0,630	0,681	0,731	0,779	0,826	0,871	0,915	0,957	0,997	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
20	0,056	0,114	0,172	0,229	0,285	0,341	0,395	0,448	0,501	0,552	0,602	0,652	0,699	0,746	0,791	0,835	0,878	0,919	0,959	0,997	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
21	0,053	0,109	0,164	0,219	0,272	0,325	0,377	0,429	0,479	0,528	0,577	0,624	0,670	0,716	0,760	0,803	0,844	0,885	0,924	0,961	0,998	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
22	0,051	0,104	0,157	0,209	0,260	0,311	0,361	0,410	0,459	0,507	0,553	0,599	0,644	0,688	0,730	0,772	0,813	0,852	0,890	0,927	0,963	0,998	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
23	0,049	0,100	0,150	0,200	0,249	0,298	0,346	0,394	0,440	0,486	0,531	0,576	0,619	0,662	0,703	0,743	0,783	0,822	0,859	0,896	0,931	0,965	0,998	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
24	0,046	0,095	0,144	0,192	0,239	0,286	0,333	0,378	0,423	0,468	0,511	0,554	0,596	0,637	0,678	0,717	0,756	0,794	0,830	0,866	0,900	0,934	0,968	0,998	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
25	0,045	0,092	0,138	0,185	0,230	0,275	0,320	0,364	0,406	0,451	0,493	0,534	0,575	0,615	0,654	0,693	0,730	0,767	0,803	0,838	0,872	0,905	0,937	0,968	0,998	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
26	0,043	0,088	0,133	0,178	0,222	0,265	0,308	0,351	0,393	0,435	0,475	0,516	0,555	0,594	0,632	0,670	0,706	0,742	0,777	0,812	0,845	0,877	0,909	0,940	0,969	0,998	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
27	0,041	0,085	0,128	0,171	0,214	0,256	0,298	0,339	0,379	0,420	0,459	0,498	0,537	0,574	0,612	0,648	0,684	0,719	0,753	0,787	0,820	0,851	0,883	0,913	0,942	0,971	0,998	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
28	0,040	0,082	0,124	0,165	0,206	0,247	0,287	0,327	0,367	0,406	0,444	0,482	0,519	0,556	0,592	0,628	0,663	0,697	0,731	0,763	0,796	0,827	0,857	0,887	0,916	0,944	0,972	0,998	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
29	0,039	0,079	0,120	0,160	0,199	0,239	0,278	0,317	0,355	0,393	0,430	0,467	0,503	0,539	0,574	0,609	0,643	0,676	0,709	0,741	0,773	0,804	0,834	0,863	0,892	0,920	0,947	0,973	0,998	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
30	0,037	0,077	0,116	0,154	0,193	0,231	0,269	0,307	0,344	0,380	0,417	0,452	0,488	0,523	0,557	0,591	0,624	0,657	0,688	0,720	0,751	0,782	0,811	0,840	0,868	0,896	0,923	0,949	0,974	0,998	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
31	0,036	0,074	0,112	0,150	0,187	0,224	0,261	0,297	0,333	0,369	0,404	0,439	0,473	0,507	0,541	0,574	0,606	0,638	0,670	0,701	0,731	0,761	0,790	0,818	0,846	0,873	0,900	0,925	0,950	0,975	0,998	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
32	0,035	0,072	0,109	0,145	0,181	0,217	0,253	0,288	0,323	0,358	0,392	0,426	0,460	0,493	0,526	0,558	0,590	0,621	0,652	0,682	0,712	0,741	0,769	0,797	0,825	0,852	0,878	0,903	0,928	0,952	0,976	0,998	1,000	1,000	1,000	1,000
33	0,034	0,070	0,105	0,141	0,176	0,211	0,246	0,280	0,314	0,348	0,381	0,414	0,447	0,479	0,511	0,543	0,574	0,604	0,634	0,664	0,693	0,722	0,750	0,778	0,805	0,831	0,857	0,882	0,907	0,931	0,954	0,977	0,998	1,000	1,000	1,000
34	0,033	0,068	0,102	0,137	0,171	0,205	0,239	0,272	0,305	0,338	0,371	0,403	0,435	0,466	0,498	0,528	0,559	0,589	0,618	0,647	0,676	0,704	0,732	0,759	0,785	0,811	0,837	0,862	0,886	0,910	0,933	0,955	0,977	0,999	1,000	1,000
35	0,032	0,066	0,099	0,133	0,166	0,199	0,232	0,265	0,297	0,329	0,361	0,392	0,423	0,454	0,485	0,515	0,544	0,574	0,603	0,631	0,659	0,687	0,714	0,741	0,767	0,792	0,818	0,842	0,866	0,890	0,913	0,935	0,957	0,978	0,999	1,000
36	0,031	0,064	0,097	0,129	0,162	0,194	0,226	0,258	0,289	0,320	0,351	0,382	0,412	0,443	0,472	0,502	0,531	0,560	0,588	0,616	0,643	0,670	0,697	0,723	0,749	0,774	0,799	0,823	0,847	0,871	0,893	0,916	0,937	0,958	0,979	0,999

FIGURA 84

RELACION U-T

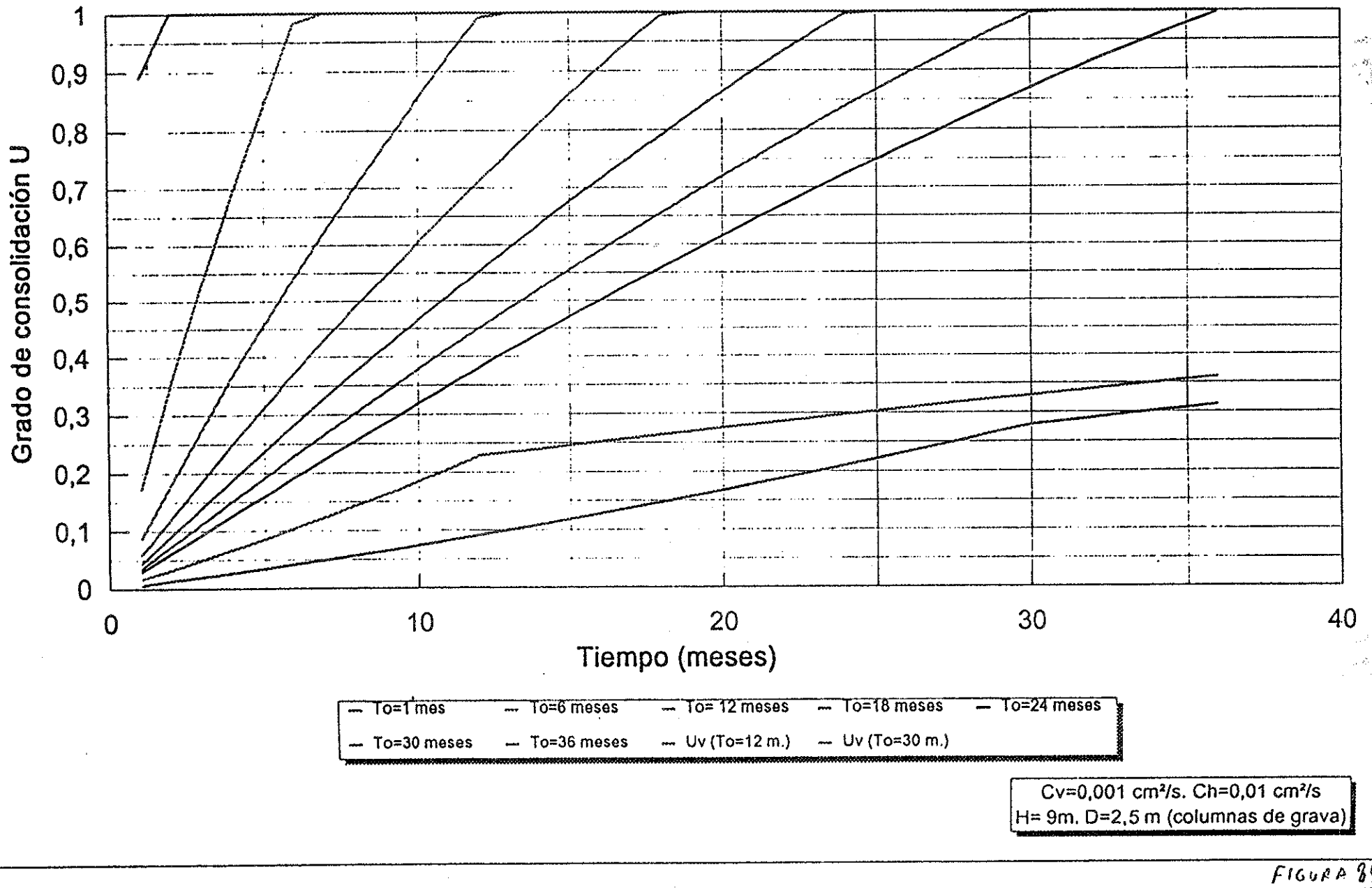


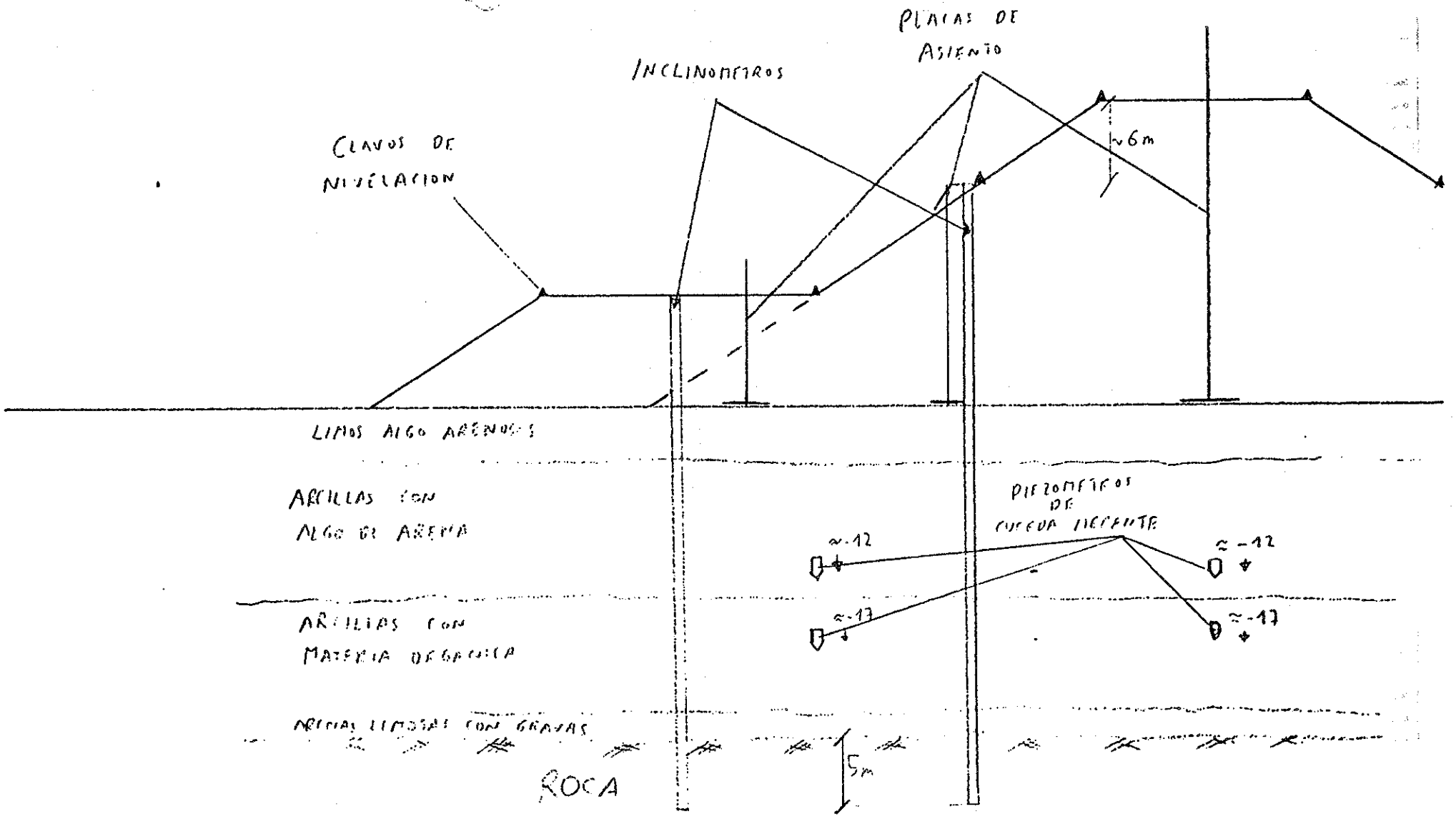
FIGURA 85

$U = 1 - (1 - Uv)(1 - Uh)$

CONSOLIDACION

U	t (meses)																																	
c (meses)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
1	0,880	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
2	0,487	0,945	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
3	0,334	0,671	0,964	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
4	0,254	0,518	0,758	0,973	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
5	0,205	0,422	0,624	0,810	0,978	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
6	0,171	0,356	0,529	0,692	0,843	0,982	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
7	0,148	0,307	0,460	0,604	0,740	0,867	0,985	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
8	0,129	0,271	0,406	0,535	0,656	0,775	0,884	0,987	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
9	0,115	0,242	0,363	0,481	0,593	0,700	0,802	0,898	0,988	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
10	0,104	0,218	0,329	0,436	0,539	0,636	0,733	0,823	0,909	0,989	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
11	0,095	0,199	0,301	0,399	0,494	0,586	0,675	0,759	0,840	0,917	0,990	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
12	0,087	0,183	0,277	0,368	0,456	0,542	0,625	0,705	0,781	0,855	0,925	0,991	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
13	0,080	0,169	0,256	0,341	0,424	0,504	0,582	0,657	0,730	0,800	0,867	0,931	0,992	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
14	0,075	0,157	0,239	0,318	0,395	0,471	0,544	0,616	0,685	0,751	0,815	0,877	0,936	0,993	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
15	0,070	0,147	0,223	0,296	0,371	0,442	0,511	0,579	0,644	0,708	0,770	0,829	0,886	0,941	0,993	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
16	0,065	0,136	0,210	0,280	0,349	0,416	0,482	0,546	0,609	0,669	0,728	0,786	0,841	0,894	0,945	0,994	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
17	0,062	0,130	0,198	0,264	0,329	0,393	0,456	0,517	0,577	0,635	0,691	0,746	0,799	0,851	0,901	0,948	0,994	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
18	0,058	0,123	0,187	0,250	0,312	0,373	0,432	0,491	0,548	0,604	0,658	0,711	0,762	0,812	0,860	0,907	0,951	0,994	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
19	0,055	0,117	0,177	0,237	0,296	0,354	0,411	0,467	0,522	0,575	0,627	0,678	0,726	0,776	0,823	0,868	0,912	0,954	0,995	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
20	0,052	0,111	0,169	0,226	0,282	0,337	0,392	0,445	0,496	0,549	0,599	0,649	0,697	0,743	0,789	0,833	0,875	0,917	0,957	0,995	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
21	0,050	0,106	0,161	0,215	0,269	0,322	0,374	0,426	0,476	0,526	0,574	0,621	0,668	0,713	0,757	0,800	0,842	0,882	0,921	0,959	0,995	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
22	0,048	0,101	0,154	0,206	0,257	0,306	0,358	0,406	0,456	0,504	0,551	0,596	0,641	0,685	0,728	0,770	0,810	0,850	0,888	0,925	0,961	0,995	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
23	0,046	0,097	0,147	0,197	0,247	0,296	0,344	0,391	0,436	0,484	0,529	0,573	0,617	0,659	0,701	0,741	0,781	0,819	0,857	0,893	0,929	0,963	0,996	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
24	0,044	0,093	0,141	0,189	0,237	0,284	0,330	0,376	0,421	0,465	0,509	0,552	0,594	0,635	0,675	0,715	0,754	0,791	0,826	0,864	0,898	0,932	0,964	0,996	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
25	0,042	0,089	0,136	0,182	0,228	0,273	0,318	0,362	0,405	0,448	0,490	0,532	0,573	0,613	0,652	0,690	0,728	0,765	0,801	0,836	0,870	0,903	0,935	0,966	0,996	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
26	0,040	0,086	0,131	0,175	0,219	0,263	0,306	0,349	0,391	0,432	0,473	0,513	0,553	0,592	0,630	0,667	0,704	0,740	0,775	0,809	0,843	0,875	0,907	0,938	0,967	0,996	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
27	0,039	0,083	0,126	0,169	0,211	0,253	0,295	0,336	0,377	0,417	0,457	0,496	0,534	0,572	0,609	0,646	0,682	0,717	0,751	0,785	0,818	0,850	0,881	0,911	0,940	0,969	0,996	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
28	0,038	0,080	0,121	0,163	0,204	0,245	0,285	0,325	0,364	0,403	0,442	0,480	0,517	0,554	0,590	0,626	0,661	0,695	0,729	0,761	0,794	0,825	0,856	0,885	0,914	0,943	0,970	0,996	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
29	0,036	0,077	0,117	0,157	0,197	0,237	0,276	0,314	0,353	0,390	0,428	0,465	0,501	0,537	0,572	0,607	0,641	0,674	0,707	0,739	0,771	0,802	0,832	0,861	0,890	0,918	0,945	0,971	0,997	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
30	0,035	0,074	0,113	0,152	0,191	0,229	0,267	0,304	0,342	0,378	0,415	0,450	0,486	0,521	0,555	0,589	0,622	0,655	0,687	0,719	0,750	0,780	0,809	0,838	0,867	0,894	0,921	0,947	0,972	0,997	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
31	0,034	0,072	0,110	0,148	0,185	0,222	0,259	0,295	0,331	0,367	0,402	0,437	0,471	0,505	0,539	0,572	0,604	0,637	0,668	0,699	0,729	0,759	0,788	0,817	0,844	0,872	0,898	0,924	0,949	0,973	0,997	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
32	0,033	0,070	0,107	0,143	0,178	0,215	0,251	0,288	0,321	0,356	0,390	0,424	0,458	0,491	0,524	0,556	0,588	0,619	0,650	0,680	0,710	0,739	0,768	0,796	0,823	0,850	0,876	0,902	0,927	0,951	0,974	0,997	1,000	1,000	1,000	1,000
33	0,032	0,068	0,103	0,139	0,174	0,209	0,244	0,278	0,312	0,346	0,379	0,412	0,445	0,477	0,509	0,541	0,572	0,603	0,633	0,662	0,692	0,720	0,748	0,776	0,803	0,829	0,855	0,880	0,905	0,929	0,952	0,975	0,997	1,000	1,000	1,000
34	0,031	0,066	0,100	0,135	0,169	0,203	0,237	0,270	0,303	0,336	0,369	0,401	0,433	0,465	0,496	0,527	0,557	0,587	0,616	0,646	0,674	0,702	0,730	0,757	0,784	0,810	0,835	0,860	0,884	0,908	0,931	0,954	0,976	0,997	1,000	1,000
35	0,030	0,064	0,096	0,131	0,164	0,197	0,230	0,263	0,295	0,327	0,359	0,390	0,422	0,452	0,483	0,513	0,543	0,572	0,601	0,629	0,656	0,685	0,712	0,739	0,765	0,791	0,816	0,841	0,865	0,888	0,911	0,934	0,955	0,977	0,997	1,000
36	0,029	0,062	0,095	0,127	0,160	0,192	0,224	0,256	0,287	0,319	0,350	0,380	0,411	0,441	0,471	0,500	0,529	0,558	0,586	0,614	0,642	0,669	0,696	0,722	0,748	0,773	0,798	0,822	0,846	0,869	0,892	0,914	0,936	0,957	0,977	0,997

FIGURA 86



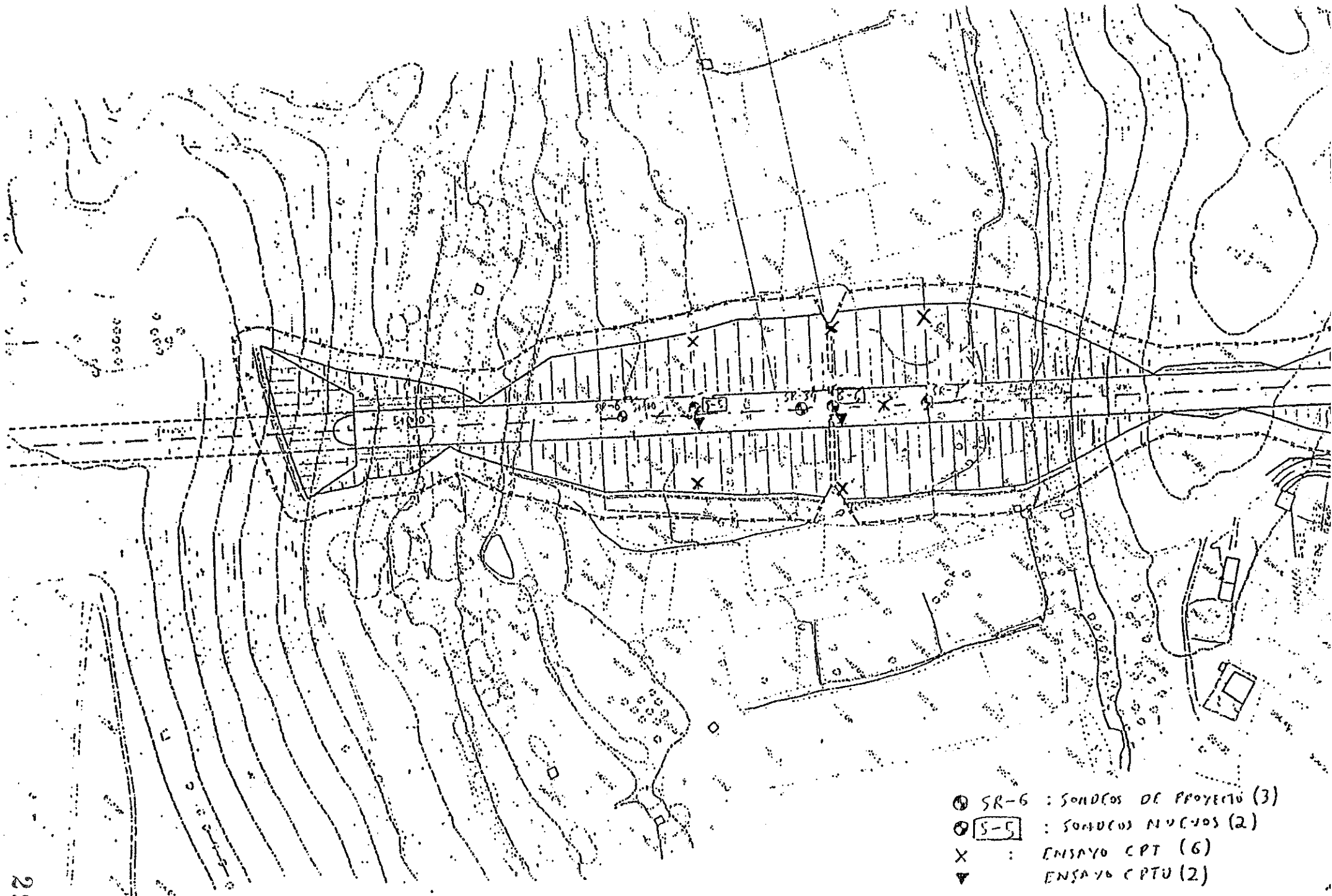
E: 1:400

D.O. 51 180

FIGURA 87

ANEJO B

PLANTA GENERAL


SR-6 : SONDEOS DE PROYECTO (3)
S-5 : SONDEOS NUEVOS (2)
: ENSAYO CPT (6)
ENSAYO CPTU (2)

ANEJO C

CORTES LITOLOGICOS
DE LOS SONDEOS NUEVOS

OBRA: U.T.E. CALATAYUD 1A

COTA: 547.50 SONDEO Nº 5 (1 DE 3)

M	ESTRCT	DESCRIPCION DEL TERRENO
		(RELLENO) GRAVAS ARCILLOSAS CON LIMO MARRON CLARO
		(ALUVIAL-COLUVIAL) LIMOS MARRON CON ALGO DE ARENA MUY FINA
1		
		NIVEL DE GRAVAS FINAS
		(ALUVIAL-COLUVIAL) LIMOS MARRON CON ALGO DE ARENA MUY FINA
2		M.INALTERADA DE 2,0 M. a 2,60 m.....7-10-15-14
		S.P.T. DE 2,6 M.A 3,2 M.....7-8-8-9
3		APARECEN GRAVAS MEDIAS
		(ALUVIAL-COLUVIAL) LIMOS MARRON CON ALGO DE ARENA MUY FINA
4		NIVELES DE GRAVAS ANGULOSAS MEDIAS
		M.INALTERADA DE 4,0 M. a 4,60 m.....8-8-8-8
		(ALUVIAL) ARCILLA MARRON ROJIZA ALGO ARENOSA Y CON ALGO DE GRAVA ANGULOSA HUMEDA.
		S.P.T. DE 4,6 M. 5,2 M.....3-1-2-3
5		
		NIVELES DE GRAVAS ANGULOSAS DE CUARCITAS Y PIZARRAS
		M.INALTERADA DE 6,0 M. a 6,60 m.....2-3-3-5
6		ARCILLA ALGO ARENOSA CON ALGO DE GRAVA
		S.P.T. DE 6,20 M. A 7,20 M. 2-4-5-6
7		
		ARCILLA MARRON Y GRIS CON BASTANTE ARENA Y ALGO DE GRAVA REDONDEADA DE GANO MEDIO Y FINO. LAS GRAVAS SON PIZARROSAS APARECE HUMEDO
8		M.INALTERADA DE 8,0 M. a 8,60 m.....3-3-5-6
		DISMINUYE LA ARENA A ALGO Y EL COLOR ES MARRON CLARO. HUMEDO
		S.P.T. DE 8,6 M. A 9,2 M.....2-3-3-2
9		HUMEDO
		APARECE ALGUNA GRAVA ANGULOSA FINA
10		

OBRA: U.T.E CALATAYUD IA

SONDEO Nº 5 (2 DE 3)

M	ESTRCT	DESCRIPCION DEL TERRENO
		ARCILLA MARRON CLARO CON ALGO DE ARENA. HUMEDO
		M.INALTERADA DE 10,0 M. A 10,60 M....1-1-2-4
		S.P.T. DE 10,60 M. A 11,20 M..... 3-2-3-2
		SE CLAVA SOLO 30 CM.
11		
		ZONA DE ARCILLAS CON BASTANTES GRAVAS
12		M.INALTERADA DE 12,0 M. A 12,6 M....7-3-3-4
		ARCILLA MARRON CLARO CON ALGO DE ARENA. HUMEDA.
		DE 12,60 A 13 M. SE CLAVA 40 CM. POR SU PROPIO PESO
13		S.P.T DE 13,0 M. A 13,30.....2-2
		ZONA MUY BLANDA.
14		ARCILLAS CON BASTANTES GRAVAS
		M.INALTERADA DE 14,5 M. A 15,1 M.....6-9-13-11
		AUMENTA CONTENIDO EN ARENAS
		APARECEN GRAVAS REDONDEADAS
15		S.P.T. DE 15,1 M. A 15,60 M.....4-2-5-6
16		ARCILLAS CON BASTANTES GRAVAS
		ZONA MUY BLANDA . SE DESHACE
17		APARECEN ALGUNAS GRAVAS AISLADAS
		M.INALTERADA DE 17,60 M. A 18,20 M....3-5-7-9
18		S.P.T. DE 18,2 M. A 18, 9 M....4-10-12-9
19		ZONA CON GRAVAS Y BOLOS
		ARCILLA CON ALGO DE ARENA MARRON CLARO
20		ARENA ARCILLOSA CON ALGO DE GRAVA REDONDEADA

OBRA: U.T.E. CALATAYUD IA

SONDEO Nº 5 (3 DE 3)

ESTIMIENTO	PERFORACION	ENSAYOS	M	ESTRCT.	DESCRIPCION DEL TERRENO
					ARENA ARCILLOSA CON ALGO DE GRVA REDONDEADA
					S.P.T. DE 20,40 A 21,00 7-22-27-25
			21		
METEORIZACION	FRACTURACION	R Q D			(ROCA) CUARCITA GRIS CLARO CON SEÑALES DE DISOLUCION.
					APARECE COMO BRECHA DE CUARCITA.
			22		DE 21,60 A 22,20 APARECE ZONA DE FALLO POR KARSTIFICACION.
					FIN SONDEO A 22,70 M.
			23		
			24		
			25		
			26		
			27		
			28		
			29		
			30		

OBRA: U.T.E CALATAYUD IA

COTA: 544.68 SONDEO Nº 6 (1 DE 3)

REVESTIMIENTO	PERFORACION	ENSAYOS	M	ESTRCT.	DESCRIPCION DEL TERRENO
					(RELLENO) GRAVAS LIMOSAS CON ALGO DE ARENA. MARRON CLARO.
					ARENAS LIMOSAS CON ALGO DE GRAVA MARRON OSCURO
			1		ARCILLAS CON BASTANTE ARENA FINA MARRON OSCURO.
					M.INALTERADA DE 2,0 A 2,60 M....13-14-17-17
			2		LIMO ARENOSO DE COLOR VERDOSO
					S.P.T. DE 2,60 M A 3,20 M.. 7-9-811
			3		ARCILLA CON BASTANTE A ALGO DE ARENA , MARRON CLARO
			4		M.INALTERADA DE 4,0 A 4,60 M....6-8-11-16
					S.P.T. DE 4,60 M. A 5,20 M....6-10-6-7
			5		ZONA CON ALGO DE GRAVA
			6		M.INALTERADA DE 6,0 M. A 6,60 M....5-10-17-15
					CAMBIA COLOR A VERDOSO
			7		S.P.T. DE 6,60 M. A 7,20 M....5-10-17-15
					NIVEL CON ALGO DE GRAVA.
			8		ARCILLA GRIS CON ALGO A INDICIOS DE ARENA.
					M.INALTERADA DE 8,0 M. A 8,60 M....4-6-7-9
			9		S.P.T. DE 8,60 M. 9,20M.... 4-4-4-3
					ALGO HUMEDA
			10		

OBRA: U.T.E CALATAYUD IA

SONDEO Nº 6 (2 DE 3)

REVESTIMIENTO	PERFORACION	ENSAYOS	M	ESTRCT	DESCRIPCION DEL TERRENO
					M.INALTERADA DE 10,0 M. A 10,60 M. 2-3-2-4
					ARCILLA GRIS CON ALGO DE DE ARENA HUMEDA
					S.P.T. DE 10,60 A 11,20 2-2-3-2
			11		NIVEL DE ARCILLA MARRON OSCURO CON FUERTE PRESENCIA DE MATERIA ORGANICA
					ARCILLA GRIS CON ALGO DE ARENA. HUMEDA
					ZONA CON ALGO DE GRAVA.
			12		
					DE 12,50 A 13,10 SE CAE TOMAMUESTRAS POR SU PESO
					MUY BLANDO
			13		
					ARCILLA MARRON OSCURO Y NEGRUZCA CON FUERTE PRESENCIA DE MATERIA ORGANICA. PESTILENTE. SE INTENTA HACER M.INALTERADA Y SE HUNDE POR PROPIO PESO 30 CM.
					M.INALTERADA DE 14,10 A 14,40 6-7
			14		SALE SECO
					S.P.T. DE 14,40 A 15,00 M.... 4-6-6-7
			15		APARECEN CONCHAS DE CARACOLES BLANQUECINAS DE 2-4 MM.
			16		M.INALTERADA DE 16,00 A 16,60 2-4-7-9
					S.P.T. DE 16,60 A 17,20 ..... 3-3-2 _ . SE CLAVA 15 CM POR SU PROPIO PESO
			17		DE 17,20 A 18,80 SE PRODUCE UN CAMBIO A ALGO MAS LIMOSO. MENOS PLATICO Y CON UNA PROPORCION DE MATERIA ORGANICA MUCHO MAYOR. PESTILENTE
			18		M.INALTERADA DE 18,0 A 18,60.....2-4-7-9
					S.P.T. DE 18,60 A 19,20 3-4-3-4
			19		DE 18,70 A 19,60 TODO PRACTICAMENTE MATERIA ORGANICA
					ARCILLA GRIS OSCURO CON MATERIA ORGANICA RESTO DE VEGETALES Y CARACOLES
			20		

OBRA: U.T.E CALATAYUD IA

SONDEO Nº 6 (3 DE 3)

REVESTIMIENTO	PERFORACION	ENSAYOS	M	ESTRCT	DESCRIPCION DEL TERRENO
					ARCILLA GRIS OSCURO CON MATERIA ORGANICA, RESTOS DE VEGETALES Y CARACOLES
					ZONA DE MATERIA ORGANICA EN CASI SU TOTALIDAD. PESTILENTE
			21		M.INALTERADA DE 21,0 A 21,60 3-5-6-6
					ARENAS ARCILLOSAS GRISES
					S.P.T. DE 21,60 A 22,20.....7-6-3-5
			22		ARENAS LIMOSAS CON GRAVAS. COLOR AMARILLENTO
					APARECEN NIVELES GRAVOSOS QUE HACEN CAER LA MUESTRA Y ADEMAS DESHACE LA PARTE BLANDA DEL TESTIGO.
			23		S.P.T. DE 23,20 A 23,70 7-15-20-20
					GRAVAS REDONDEADAS Y BOLOS CON BASTANTE ARENA
			24		(ROCA) CUARCITAS GRISES ALGO FRACTURADAS.
			25		FIN DE SONDEO A 25,40 M.
			26		
			27		
			28		
			29		
			30		

ANEJO D

ENSAYOS DE LABORATORIO EFECTUADOS

LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

OBRA

UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Hoja:
Fecha: 24/10/96
Muestra:
Referencia: 118/96
Informe: 186/96

CUADRO RESUMEN DE RESULTADOS DE SUELOS

SONDEO Nº		5	5	5	5	5	5	5	5	
PROFUNDIDAD		2.00 A 2.60	4.00 A 4.60	6.00 A 6.60	8.00 A 8.60	10.00 A 10.60	12.00 A 12.60	14.50 A 15.10	17.70 A 18.30	
HUMEDAD NATURAL	%	11.6	11.9	8.6	(20,3) 19.2	(21,4) 13.9	23.9	17.0	18.3	
MATERIA ORGANICA										
SULFATOS (SO_3)	g/kg									
PASA 5 mm	%	98.3	76.2	87.8	96.7	84.4	100	83.2	89.1	
PASA 0,40 mm UNE	%	86.1	59.0	67.6	(91,3) 93.7	(83,3) 66.7	93.8	61.8	74.5	
PASA 0,080 mm UNE	%	66.3	43.7	51.6	(82,2) 79.2	(65,6) 52.5	70.8	42.0	50.3	
LIMITES DE ATTERBERG	LIMITE LIQUIDO	24.0	23.7	28.7	23.8	(20) 20.0	27.7	20.4	20.7	
	LIMITE PLASTICO	13.6	12.8	16.0	15.7	14.9	14.7	16.1	14.5	
	INDICE PLASTICIDAD	10.4	10.9	12.7	(7,6) 8.1	(6,1) 5.1	13.0	4.3	6.2	
PROCTOR NORMAL O MODIFICADO	DENSIDAD MAXIMA g/cm3									
	HUMEDAD OPTIMA %									
DENSIDAD SECA		1.74	1.98	1.67	1.39 --	1.44 --	1.69	1.90	1.76	
C_v (cm^2/s)				$3,6 \times 10^{-4}$ $1,8 \times 10^{-4}$			$4,5 \times 10^{-3}$ $3,6 \times 10^{-3}$		4×10^{-3} $1,3 \times 10^{-4}$	
C_c				0.141			0.174		0.073	
C_s				0.054			0.0054		0.0039	
COEFICIENTE DE LIMPIEZA										
CLASIFICACIÓN CASAGRANDE		CL	SC	CL	CL-ML	CL-ML	CL	SM	SC-SM	

OBSERVACIONES

OPERADOR O RESPONSABLE

JEFE DE SECCION

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Muestra:
Referencia: 118/96
Informe: 186/96

CUADRO RESUMEN DE RESULTADOS DE SUELOS

SONDEO Nº		6	6	6	6	6	6	6	6	
PROFUNDIDAD		6.00 A 6.60	8.00 A 8.60	10.00 A 10.60	12.50 A 13.10	13.80 A 14.40	16.00 A 16.60	18.00 A 18.60	21.00 A 21.60	
HUMEDAD NATURAL	%	18.6	17.0	22.6	18.1	31.2	53.4	56.6	29.7	
MATERIA ORGANICA										
SULFATOS (SO_3)	g/kg									
PASA 5 mm	%	100	97	100	96.7	100			100	
PASA 0,40 mm UNE	%	97.8	87.4	99.3	92.4	97.6	100	100	99.5	
PASA 0,080 mm UNE	%	80.1	74.9	87.4	75.5	86.7	73.7	97.6	78.8	
LIMITES DE ATTERBERG	LIMITE LIQUIDO	20.4	22.0	30.8	21.8	34.1	50.5	53.5	29.1	
	LIMITE PLASTICO	14.0	16.7	13.7	14.0	18.8	28.0	28.0	20.5	
	INDICE PLASTICIDAD	6.4	5.3	17.1	7.8	15.3	22.5	25.5	8.6	
PROCTOR NORMAL O MODIFICADO	DENSIDAD MAXIMA g/cm3									
	HUMEDAD OPTIMA %									
DENSIDAD SECA INICIAL		1.82	1.87	1.70	1.84	1.46	1.13	1.05	1.49	
C_v (cm^2/s)					$2,1 \times 10^{-3}$ $1,2 \times 10^{-3}$		3×10^{-3} $1,3 \times 10^{-3}$	$1,6 \times 10^{-4}$ $2,3 \times 10^{-3}$		
C_c					0.081		0.454	1.8		
C_s					0.0064		0.025	0.183		
C_α							0.067			
COEFICIENTE DE LIMPIEZA										
CLASIFICACIÓN CASAGRANDE		CL-ML	CL-ML	CL	CL-ML	CL	ORGÁNICO	ORGÁNICO	CL	

OBSERVACIONES

OPERADOR O RESPONSABLE

JEFE DE SECCION

LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

OBRA

UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Hoja: A-1 13 de 30
Fecha: 24/10/96
Muestra:
Referencia: 118/96
Informe: 186/96

Procedencia: SONDEO 5 DE 2.00 A 2.60 M

Fecha de la toma: 23/09/96

Material: SUELO

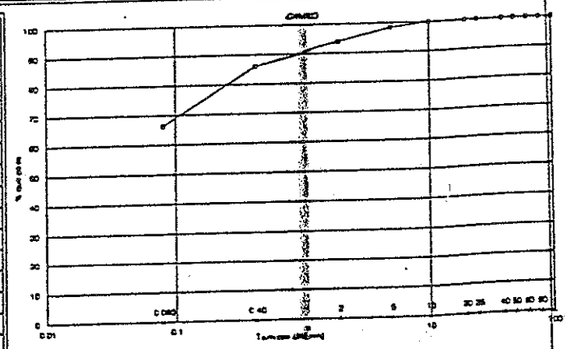
Cata: Muestra: Ref.Lab.: 118/96

ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO-CALCULO

CALCULOS PREVIOS		
A	Muestra total seca al aire	165.7
B	Gruesos lavados	0
A-B	Fracción fina seca al aire	165.7
C=(A-B) x f	Fracción fina seca	159
D=B+C	MUESTRA TOTAL SECA	159
E	Fracción fina ensayada seca al aire	
F=E x f	FRACCION FINA ENSAYADA SECA	
K	Factor de conversión en parte fina	

HUMEDAD HIGROSCOPICA		
-	Referencia tara	4
t+s+a	Tara+suelo+agua	342.6
t+s	Tara+suelo	336.2
t	Tara	182.2
s=(t+s)-t	Suelo	154.0
a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	6.4
h= a/s x 100	Humedad hig. %	4.2
f= 100/(100+h)	Factor de corrección	0.960

Tamices UNE mm	% retenido g parte fina ensayada	% retenido g muestra total	% que pasa en muestra total
120			
100			
80			
63			
50			
40			
25			
20			
10			100.0
5		2.7	98.3
2		7.0	93.9
0.40		12.4	86.1
0.080		31.5	66.3



EQUIVALENTE DE ARENA

Lectura superficie de arena	A				E.A.
Lectura superficie de arcilla	B				
Equivalente de arena	A/B x 100				

LIMITES DE ATTERBERG

Nº golpes	32	17			
Ref. tara	N	8			
t+s+a	58.25	65.32			
t+s	55.14	61.36			
t	41.33	46.08			
s=(t+s)-t	13.81	15.28			
a=(t+s+a)-(t+s)	3.11	3.96			L.L. 24.0 LIMITE LIQUIDO
w= (a/s) x 100	22.5	25.9			

Ref. tara	12	7			
t+s+a	56.52	53.56			
t+s	55.47	52.49			
t	47.67	44.70			
s=(t+s)-t	7.80	7.79			
a=(t+s+a)-(t+s)	1.05	1.07			L.P. 13.6 LIMITE PLASTICO
w= (a/s) x 100	13.5	13.7			

I.P. 10.4 INDICE DE PLASTICIDAD

Observaciones:

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS S.A. LABORATORIO CENTRAL

Operador o responsable:

El Jefe de Sección:

LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

OBRA

UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Fecha: 24/10/96
Muestra:
Referencia: 118/96
Informe: 186/96

Procedencia: SODEO 5 DE 4.00 A 4.60 M

Fecha de la toma: 23/09/96

Material: SUELO

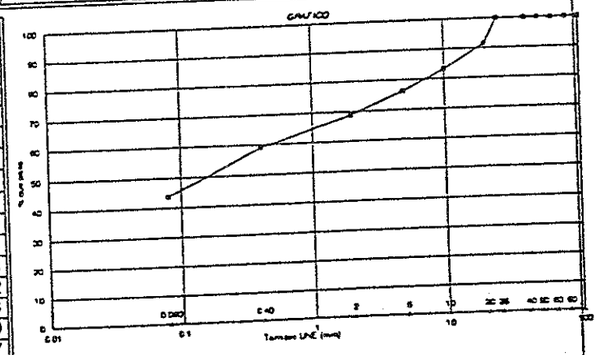
Cata: Muestra: Ref.Lab.: 118/96

ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO-CALCULO

CALCULOS PREVIOS		
A	Muestra total seca al aire	199.9
B	Gruesos lavados	0
A-B	Fracción fina seca al aire	199.9
C=(A-B) x f	Fracción fina seca	199
D=B+C	MUESTRA TOTAL SECA	199
E	Fracción fina ensayada seca al aire	
F=E x f	FRACCION FINA ENSAYADA SECA	
K	Factor de conversión en parte fina	

HUMEDAD HIGROSCOPICA		
-	Referencia tara	14
t+s+a	Tara+suelo+agua	340.3
t+s	Tara+suelo	339.5
t	Tara	199.5
s=(t+s)-t	Suelo	140.1
a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	0.7
h= a/s x 100	Humedad hig. %	0.5
f= 100/(100+h)	Factor de corrección	0.995

Tamices UNE mm	% retenido g parte fina ensayada	% retenido g muestra total	% que pasa en muestra total
120			
100			
80			
63			
50			
40			100.0
25		17.1	91.4
20		16.2	83.3
10		14.1	76.2
5		14.7	68.8
2		19.5	59.0
0.40		30.3	43.7
0.080			



EQUIVALENTE DE ARENA

Lectura superficie de arena	A				E.A.
Lectura superficie de arcilla	B				
Equivalente de arena	A/B x 100				

LIMITES DE ATTERBERG

Nº golpes	31	17			
Ref. tara	10	5			
t+s+a	60.29	65.76			
t+s	57.50	62.28			
t	45.37	48.27			
s=(t+s)-t	12.13	14.01			L.L. 23.7 LIMITE LIQUIDO
a=(t+s+a)-(t+s)	2.79	3.48			
w= (a/s) x 100	23.0	24.8			

Ref. tara	13	4			
t+s+a	53.47	54.08			
t+s	52.51	53.07			
t	44.85	45.34			
s=(t+s)-t	7.66	7.73			L.P. 12.8 LIMITE PLASTICO
a=(t+s+a)-(t+s)	0.96	1.01			
w= (a/s) x 100	12.5	13.1			

I.P. 10.9 INDICE DE PLASTICIDAD

Observaciones:

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS S.A. LABORATORIO CENTRAL

Operador o responsable:

El Jefe de Sección:

LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

OBRA: AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Hoja: A-1 de 30
Fecha: 24/10/96
Muestra:
Referencia: 118/96
Informe: 186/96

Procedencia: SONDEO 5 DE 6.00 A 8.60 M

Fecha de la toma: 23/09/96

Material: SUELO

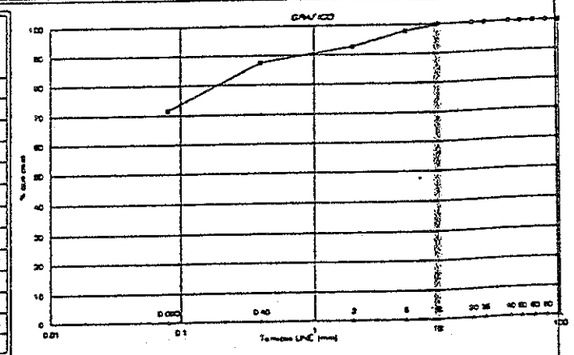
Cata: Muestra: Ref.Lab.: 118/96

ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO—CALCULO

CALCULOS PREVIOS		
A	Muestra total seca al aire	146.3
B	Gruesos lavados	0
A–B	Fracción fina seca al aire	146.3
C=(A–B) x f	Fracción fina seca	143
D=B+C	MUESTRA TOTAL SECA	143
E	Fracción fina ensayada seca al aire	
F=E x f	FRACCION FINA ENSAYADA SECA	
K	Factor de conversión en parte fina	

HUMEDAD HIGROSCOPICA		
–	Referencia tara	29
t+s+a	Tara+suelo+agua	265.3
t+s	Tara+suelo	282.4
t	Tara	143.5
s=(t+s)–t	Suelo	138.9
a=(t+s+a)–(t+s)	Agua	2.9
h= a/s x 100	Humedad hig. %	2.1
f= 100/(100+h)	Factor de corrección	0.980

Tamices UNE mm	% retenido g parte fina ensayada	% retenido g muestra total	% que pasa en muestra total
120			
100			
80			
63			
50			
40			
25			
20			
10			100.0
5		3.1	97.8
2		7.1	92.9
0.40		7.6	87.6
0.080		22.9	71.6



EQUIVALENTE DE ARENA

Lectura superficie de arena	A				E.A.
Lectura superficie de arcilla	B				
Equivalente de arena	B x 100				

LIMITES DE ATTERBERG

Nº golpes	29	18			
Ref. tara	6	7			
t+s+a	68.72	64.79			
t+s	64.02	60.19			
t	47.44	44.70			
s=(t+s)–t	16.58	15.49			
a=(t+s+a)–(t+s)	4.70	4.60			
w= (a/s) x 100	28.3	29.7			L.L. 28.7 LIMITE LIQUIDO

Ref. tara	12	11			
t+s+a	57.11	54.20			
t+s	55.81	52.94			
t	47.67	45.09			
s=(t+s)–t	8.14	7.85			
a=(t+s+a)–(t+s)	1.30	1.26			L.P. 16.0 LIMITE PLASTICO
w= (a/s) x 100	16.0	16.1			I.P. 12.7 INDICE DE PLASTICIDAD

Observaciones:

Operador o responsable:

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.
LABORATORIO CENTRAL

El Jefe de Sección:

LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

OBRA: UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Hoja:
Fecha: 24/10/96
Muestra:
Referencia: 118/96
Informe: 186/96

Procedencia: SONDEO 5 DE 8.00 A 8.60 M

Fecha de la toma: 23/09/96

Material: SUELO

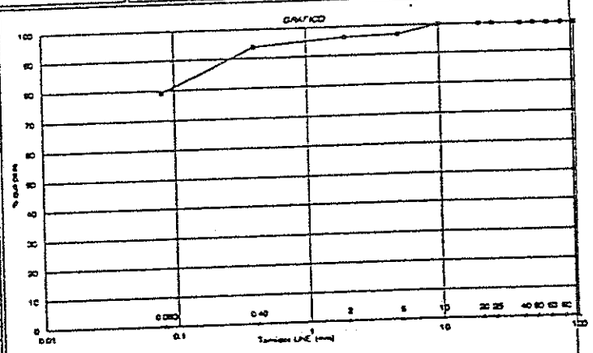
Cata: Muestra: Ref.Lab.: 118/96

ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO—CALCULO

CALCULOS PREVIOS		
A	Muestra total seca al aire	188.2
B	Gruesos lavados	0
A–B	Fracción fina seca al aire	188.2
C=(A–B) x f	Fracción fina seca	184
D=B+C	MUESTRA TOTAL SECA	184
E	Fracción fina ensayada seca al aire	
F=E x f	FRACCION FINA ENSAYADA SECA	
K	Factor de conversión en parte fina	

HUMEDAD HIGROSCOPICA		
–	Referencia tara	2
t+s+a	Tara+suelo+agua	308.2
t+s	Tara+suelo	304.5
t	Tara	144.8
s=(t+s)–t	Suelo	159.7
a=(t+s+a)–(t+s)	Agua	3.7
h= a/s x 100	Humedad hig. %	2.3
f= 100/(100+h)	Factor de corrección	0.977

Tamices UNE mm	% retenido g parte fina ensayada	% retenido g muestra total	% que pasa en muestra total
120			
100			
80			
63			
50			
40			
25			
20			
10			100.0
5		6.0	96.7
2		1.0	96.2
0.40		4.5	93.7
0.080		26.7	79.2



EQUIVALENTE DE ARENA

Lectura superficie de arena	A				E.A.
Lectura superficie de arcilla	B				
Equivalente de arena	A/B x 100				

LIMITES DE ATTERBERG

Nº golpes	32	17			
Ref. tara	13	4			
t+s+a	69.24	68.48			
t+s	64.63	63.90			
t	44.85	45.30			
s=(t+s)–t	19.78	18.60			
a=(t+s+a)–(t+s)	4.61	4.58			L.L. 23.8 LIMITE LIQUIDO
w= (a/s) x 100	23.3	24.6			

Ref. tara	8	28			
t+s+a	41.14	41.83			
t+s	39.92	40.58			
t	32.09	32.63			
s=(t+s)–t	7.83	7.95			
a=(t+s+a)–(t+s)	1.22	1.25			L.P. 15.7 LIMITE PLASTICO
w= (a/s) x 100	15.6	15.7			I.P. 8.1 INDICE DE PLASTICIDAD

Observaciones:

Operador o responsable:

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.
LABORATORIO CENTRAL

El Jefe de Sección:

LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

OBRA: UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Hoja: A-1 17 de 30
Fecha: 24/10/96
Muestra:
Referencia: 118/96
Informe: 186/96

Procedencia: SONDEO 5 DE 10.00 A10.60 M

Fecha de la toma: 23/09/96

Material: SUELO

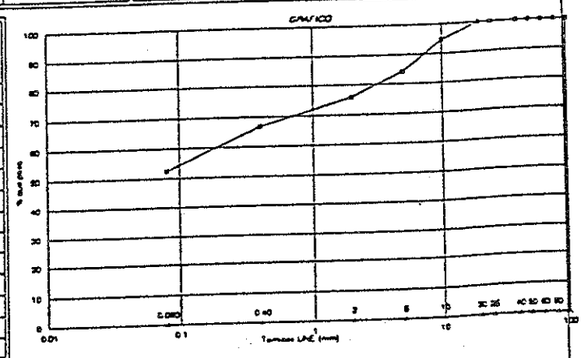
Cata: Muestra: Ref.Lab.: 118/96

ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO—CALCULO

CALCULOS PREVIOS		
A	Muestra total seca al aire	128.2
B	Gruesos lavados	0
A–B	Fracción fina seca al aire	128.2
C=(A–B) x f	Fracción fina seca	127
D= B+C	MUESTRA TOTAL SECA	127
E	Fracción fina ensayada seca al aire	
F= E x f	FRACCION FINA ENSAYADA SECA	
K	Factor de conversión en parte fina	

HUMEDAD HIGROSCOPICA		
–	Referencia tara	18
t+s+a	Tara+suelo+agua	349.4
t+s	Tara+suelo	348.0
t	Tara	213.7
s=(t+s)–t	Suelo	134.3
a=(t+s+a)–(t+s)	Agua	1.4
h= a/s x 100	Humedad hig. %	1.0
f= 100/(100+h)	Factor de corrección	0.990

Tamices UNE mm	% retenido g parte fina ensayada	% retenido g muestra total	% que pasa en muestra total
120			
100			
80			
63			
50			
40			
25			
20			100.0
10		6.8	94.6
5		13.0	84.4
2		10.8	75.9
0.40		11.6	66.7
0.080		18.1	52.5



EQUIVALENTE DE ARENA

Lectura superficie de arena	A			E.A.	
Lectura superficie de arcilla	B				
Equivalente de arena	A/B x 100				

LIMITES DE ATTERBERG

Nº golpes	30	17			
Ref. tara	H	J			
t+s+a	60.45	50.20			
t+s	56.80	49.01			
t	42.35	40.98			
s=(t+s)–t	14.45	8.03			
a=(t+s+a)–(t+s)	3.65	1.19			
w= (a/s) x 100	25.3	14.8			

L.L. 20.0 LIMITE LIQUIDO

Ref. tara	19	L			
t+s+a	50.20	51.83			
t+s	49.01	50.61			
t	40.98	42.51			
s=(t+s)–t	8.03	8.10			
a=(t+s+a)–(t+s)	1.19	1.22			
w= (a/s) x 100	14.8	15.1			

L.P. 14.9 LIMITE PLASTICO

I.P. 5.1 INDICE DE PLASTICIDAD

Observaciones:

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.
LABORATORIO CENTRAL

Operador o responsable:

El Jefe de Sección:

LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

OBRA: UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Hoja: A-1 18 de 30
Fecha: 24/10/96
Muestra:
Referencia: 118/96
Informe: 186/96

Procedencia: SONDEO 5 DE 12.00 A 12.60 M

Fecha de la toma: 23/09/96

Material: SUELO

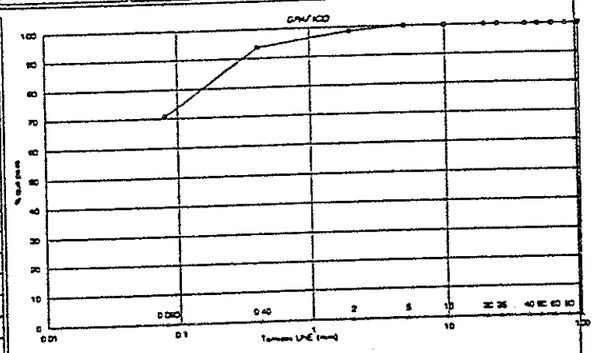
Cata: Muestra: Ref.Lab.: 186/96

ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO—CALCULO

CALCULOS PREVIOS		
A	Muestra total seca al aire	108.7
B	Gruesos lavados	0
A–B	Fracción fina seca al aire	108.7
C=(A–B) x f	Fracción fina seca	106
D= B+C	MUESTRA TOTAL SECA	106
E	Fracción fina ensayada seca al aire	
F= E x f	FRACCION FINA ENSAYADA SECA	
K	Factor de conversión en parte fina	

HUMEDAD HIGROSCOPICA		
–	Referencia tara	22
t+s+a	Tara+suelo+agua	321.8
t+s	Tara+suelo	318.3
t	Tara	157.9
s=(t+s)–t	Suelo	160.4
a=(t+s+a)–(t+s)	Agua	3.5
h= a/s x 100	Humedad hig. %	2.2
f= 100/(100+h)	Factor de corrección	0.979

Tamices UNE mm	% retenido g parte fina ensayada	% retenido g muestra total	% que pasa en muestra total
120			
100			
80			
63			
50			
40			
25			
20			
10			100.0
5		1.5	98.6
2		5.1	93.8
0.40		24.5	70.8
0.080			



EQUIVALENTE DE ARENA

Lectura superficie de arena	A			E.A.	
Lectura superficie de arcilla	B				
Equivalente de arena	A/B x 100				

LIMITES DE ATTERBERG

Nº golpes	30	18			
Ref. tara	K	B			
t+s+a	63.62	63.69			
t+s	59.14	58.82			
t	42.47	42.06			
s=(t+s)–t	16.67	16.76			
a=(t+s+a)–(t+s)	4.48	4.87			
w= (a/s) x 100	26.9	29.1			

L.L. 27.7 LIMITE LIQUIDO

Ref. tara	5	O			
t+s+a	56.77	49.75			
t+s	55.68	48.62			
t	48.27	40.89			
s=(t+s)–t	7.41	7.73			
a=(t+s+a)–(t+s)	1.09	1.13			
w= (a/s) x 100	14.7	14.6			

L.P. 14.7 LIMITE PLASTICO

I.P. 13.0 INDICE DE PLASTICIDA

Observaciones:

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.
LABORATORIO CENTRAL

Operador o responsable:

El Jefe de Sección:

LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

OBRA

UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Hoja: A-1 19 de 30
Fecha: 24/10/96
Muestra:
Referencia: 115/96
Informe: 186/96

Procedencia: SONDEO 5 DE 14.50 A 15.10 M

Fecha de la toma: 23/09/96

Material: SUELO

Cata:

Muestra:

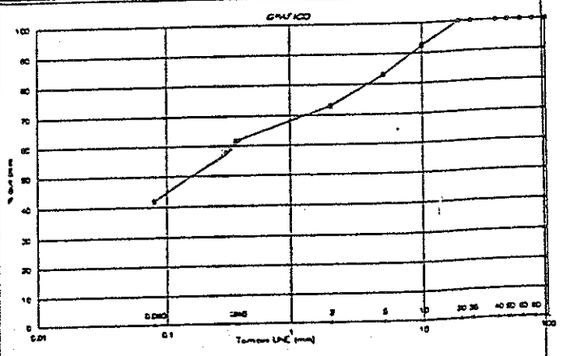
Ref.Lab.: 118/96

ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO – CALCULO

CALCULOS PREVIOS		
A	Muestra total seca al aire	232.1
B	Gruesos lavados	0
A–B	Fracción fina seca al aire	232.1
C=(A–B) x f	Fracción fina seca	228
D= B+C	MUESTRA TOTAL SECA	228
E	Fracción fina ensayada seca al aire	
F= E x f	FRACCION FINA ENSAYADA SECA	
K	Factor de conversión en parte fina	

HUMEDAD HIGROSCOPICA		
–	Referencia tara	6
t+s+a	Tara+suelo+agua	289.2
t+s	Tara+suelo	286.5
t	Tara	142.4
s=(t+s)–t	Suelo	144.2
a=(t+s+a)–(t+s)	Agua	2.6
h= a/s x 100	Humedad hig. %	1.8
f= 100/(100+h)	Factor de corrección	0.982

Tamices UNE mm	% retenido g parte fina ensayada	% retenido g muestra total	% que pasa en muestra total
120			
100			
80			
63			
50			
40			
25			
20			100.0
10		17.1	92.5
5		21.3	83.2
2		23.0	73.1
0.40		25.7	61.8
0.080		45.1	42.0



EQUIVALENTE DE ARENA

Lectura superficie de arena	A			E.A.
Lectura superficie de arcilla	B			
Equivalente de arena	A/B x 100			

LIMITES DE ATTERBERG

Nº golpes	29	18		
Ref. tara	A	N		
t+s+a	65.71	70.09		
t+s	61.70	65.02		
t	41.47	41.33		
s=(t+s)–t	20.23	23.69		
a=(t+s+a)–(t+s)	4.01	5.07		
w= (a/s) x 100	19.8	21.4		

L.L. 20.4 LIMITE LIQUIDO

Ref. tara	8	M		
t+s+a	55.24	49.95		
t+s	53.96	48.67		
t	46.08	40.63		
s=(t+s)–t	7.88	8.04		
a=(t+s+a)–(t+s)	1.28	1.28		
w= (a/s) x 100	16.2	15.9		

L.P. 16.1 LIMITE PLASTICO

I.P. 4.3 INDICE DE PLASTICIDAD

Observaciones:

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.
LABORATORIO CENTRAL

Operador responsable:

El Jefe de Sección:

LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

OBRA

UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Fecha: 24/10/96
Muestra:
Referencia: 118/96
Informe: 186/96

Procedencia: SONDEO 5 DE 17.70 A 18.30 M

Fecha de la toma: 23/09/96

Material: SUELO

Cata:

Muestra:

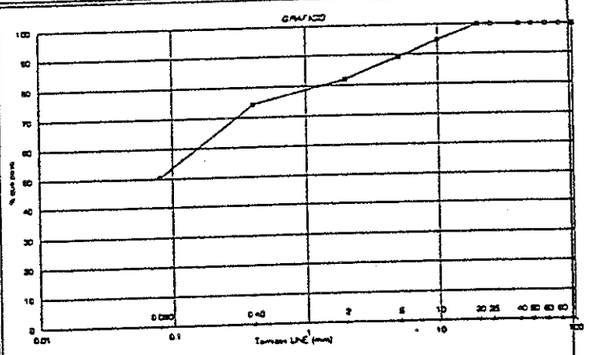
Ref.Lab.: 186/96

ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO – CALCULO

CALCULOS PREVIOS		
A	Muestra total seca al aire	234
B	Gruesos lavados	0
A–B	Fracción fina seca al aire	234
C=(A–B) x f	Fracción fina seca	230
D= B+C	MUESTRA TOTAL SECA	230
E	Fracción fina ensayada seca al aire	
F= E x f	FRACCION FINA ENSAYADA SECA	
K	Factor de conversión en parte fina	

HUMEDAD HIGROSCOPICA		
–	Referencia tara	13
t+s+a	Tara+suelo+agua	332.1
t+s	Tara+suelo	329.8
t	Tara	202.0
s=(t+s)–t	Suelo	127.8
a=(t+s+a)–(t+s)	Agua	2.3
h= a/s x 100	Humedad hig. %	1.8
f= 100/(100+h)	Factor de corrección	0.982

Tamices UNE mm	% retenido g parte fina ensayada	% retenido g muestra total	% que pasa en muestra total
120			
100			
80			
63			
50			
40			
25			
20			100.0
10		12.0	94.8
5		13.0	89.1
2		16.3	82.0
0.40		17.4	74.5
0.080		55.5	50.3



EQUIVALENTE DE ARENA

Lectura superficie de arena	A			E.A.
Lectura superficie de arcilla	B			
Equivalente de arena	A/B x 100			

LIMITES DE ATTERBERG

Nº golpes	28	18		
Ref. tara	10	41		
t+s+a	66.11	73.87		
t+s	62.64	69.79		
t	45.37	51.17		
s=(t+s)–t	17.27	18.62		
a=(t+s+a)–(t+s)	3.47	4.08		
w= (a/s) x 100	20.1	21.9		

L.L. 20.7 LIMITE LIQUIDO

Ref. tara	D	F		
t+s+a	49.43	51.62		
t+s	48.36	50.55		
t	41.06	43.11		
s=(t+s)–t	7.30	7.44		
a=(t+s+a)–(t+s)	1.07	1.07		
w= (a/s) x 100	14.7	14.4		

L.P. 14.5 LIMITE PLASTICO

I.P. 6.2 INDICE DE PLASTICIDAD

Observaciones:

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.
LABORATORIO CENTRAL

Operador responsable:

El Jefe de Sección:

LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

OBRA

UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Hoja: A-1 21 de 30
Fecha: 24/10/96
Muestra:
Referencia: 118/96
Informe: 186/96

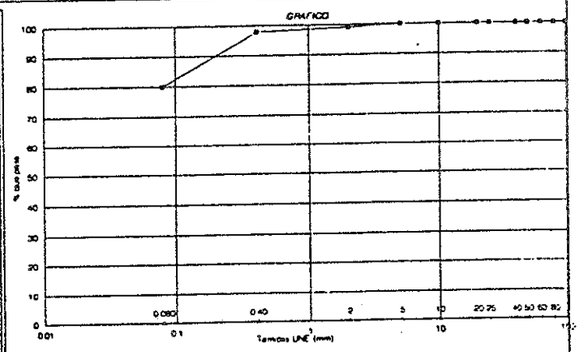
Procedencia: S-6 DE 6-6.60 **Fecha de la toma:** **********

Material: SUELO **Cata:** **Muestra:** **Ref.Lab.:** 118/96

ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO-CALCULO

CALCULOS PREVIOS			HUMEDAD HIGROSCOPICA		
A	Muestra total seca al aire	99.4	-	Referencia tara	31
B	Gruesos lavados	1	t+s+a	Tara+suelo+agua	239.9
A-B	Fracción fina seca al aire	98.4	t+s	Tara+suelo	237.9
C=(A-B) x f	Fracción fina seca	96	t	Tara	140.3
D= B+C	MUESTRA TOTAL SECA	97	s=(t+s)-t	Suelo	97.6
E	Fracción fina ensayada seca al aire	99.4	a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	2.0
F= E x f	FRACCION FINA ENSAYADA SECA	97.4	h= a/s x 100	Humedad hig. %	2.0
K	Factor de conversión en parte fina	1.0	f= 100/(100+h)	Factor de corrección	0.980

Tamices UNE mm	% retenido g parte fina ensayada	% retenido g muestra total	% que pasa en muestra total
120			
100			
80			
63			
50			
40			
25			
20			
10			
5			100.0
2		1.0	99.0
0.40	1.2	1.2	97.8
0.080	17.4	17.2	80.1



EQUIVALENTE DE ARENA

Lectura superficie de arena	A			E.A.	
Lectura superficie de arcilla	B				
Equivalente de arena	A/B x 100				

LIMITES DE ATTERBERG

Nº golpes	29	18			
Ref. tara	41	44			
t+s+a	77.13	75.98			
t+s	72.85	71.36			
t	51.17	49.87			
s=(t+s)-t	21.68	21.49			
a=(t+s+a)-(t+s)	4.28	4.62			
w= (a/s) x 100	19.7	21.5		L.L.	
				20.4	LIMITE LIQUIDO

Ref. tara	D	L			
t+s+a	50.21	51.78			
t+s	49.08	50.65			
t	41.06	42.51			
s=(t+s)-t	8.02	8.14			
a=(t+s+a)-(t+s)	1.13	1.13		L.P.	
w= (a/s) x 100	14.1	13.9		14.0	LIMITE PLASTICO
				I.P.	
				6.4	INDICE DE PLASTICID.

Observaciones:

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS,S.A
LABORATORIO CENTRAL

Operador o responsable:

El Jefe de Sección:

LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

OBRA: UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Hoja: A-1 22 de 30
Fecha: 24/10/96
Muestra:
Referencia: 118/96
Informe: 186/96

Procedencia: S-6-8-8.60 — Fecha de la toma:**********

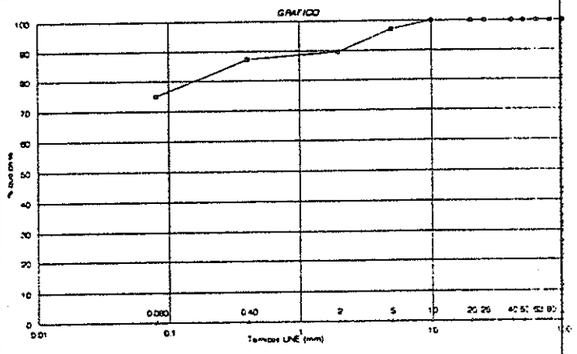
Material: SUELO — Cata: — Muestra: — Ref.Lab.: 118/96

ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO-CALCULO

CALCULOS PREVIOS		
A	Muestra total seca al aire	91.9
B	Gruesos lavados	9.4
A-B	Fracción fina seca al aire	82.5
C=(A-B) x f	Fracción fina seca	81
D=B+C	MUESTRA TOTAL SECA	90
E	Fracción fina ensayada seca al aire	91.9
F=E x f	FRACCION FINA ENSAYADA SECA	90.3
K	Factor de conversión en parte fina	0.9

HUMEDAD HIGROSCOPICA		
-	Referencia tara	8
t+s+a	Tara+suelo+agua	220.1
t+s	Tara+suelo	218.6
t	Tara	132.9
s=(t+s)-t	Suelo	85.7
a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	1.5
h= a/s x 100	Humedad hig. %	1.8
f= 100/(100+h)	Factor de corrección	0.983

Tamices UNE mm	% retenido g parte fina ensayada	% retenido g muestra total	% que pasa en muestra total
120			
100			
80			
63			
50			
40			
25			
20			
10			100.0
5		2.7	97.0
2		6.7	89.6
0.40	2.2	2.0	87.4
0.080	12.6	11.3	74.9



EQUIVALENTE DE ARENA

Lectura superficie de arena	A			E.A.	
Lectura superficie de arcilla	B				
Equivalente de arena	A/B x 100				

LIMITES DE ATTERBERG

Nº golpes	32	18			
Ref. tara	5	F			
t+s+a	69.74	63.76			
t+s	66.08	59.80			
t	48.27	43.11			
s=(t+s)-t	17.81	16.69			
a=(t+s+a)-(t+s)	3.66	3.96			
w= (a/s) x 100	20.6	23.7			

L.L. 22.0 LIMITE LIQUIDO

Ref. tara	J	N			
t+s+a	49.90	50.61			
t+s	48.61	49.29			
t	40.95	41.33			
s=(t+s)-t	7.66	7.96			
a=(t+s+a)-(t+s)	1.29	1.32			
w= (a/s) x 100	16.8	16.6			

L.P. 16.7 LIMITE PLASTICO

I.P. 5.3 INDICE DE PLASTICIDAD

Observaciones:

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A. LABORATORIO CENTRAL

Operador o responsable: — El Jefe de Sección:

LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

OBRA: UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Hoja: A-1 23 de 30
Fecha: 24/10/96
Muestra:
Referencia: 118/96
Informe: 186/96

Procedencia: S-6 10-10.60 — Fecha de la toma:**********

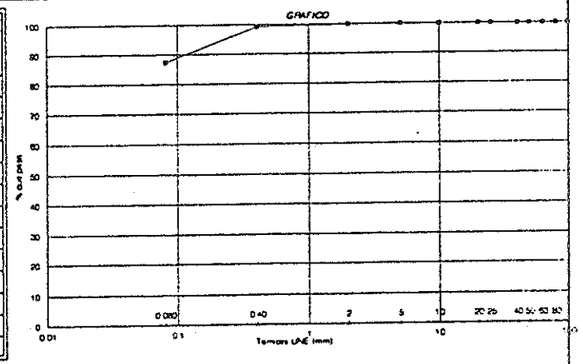
Material: SUELO — Cata: — Muestra: — Ref.Lab.: 118/95

ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO-CALCULO

CALCULOS PREVIOS		
A	Muestra total seca al aire	84.7
B	Gruesos lavados	0
A-B	Fracción fina seca al aire	84.7
C=(A-B) x f	Fracción fina seca	83
D=B+C	MUESTRA TOTAL SECA	83
E	Fracción fina ensayada seca al aire	84.7
F=E x f	FRACCION FINA ENSAYADA SECA	82.6
K	Factor de conversión en parte fina	1.0

HUMEDAD HIGROSCOPICA		
-	Referencia tara	4
t+s+a	Tara+suelo+agua	265.4
t+s	Tara+suelo	263.3
t	Tara	182.2
s=(t+s)-t	Suelo	81.1
a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	2.1
h= a/s x 100	Humedad hig. %	2.6
f= 100/(100+h)	Factor de corrección	0.975

Tamices UNE mm	% retenido g parte fina ensayada	% retenido g muestra total	% que pasa en muestra total
120			
100			
80			
63			
50			
40			
25			
20			
10			
5			
2			100.0
0.40	0.6	0.6	99.3
0.080	9.8	9.8	87.4



EQUIVALENTE DE ARENA

Lectura superficie de arena	A			E.A.	
Lectura superficie de arcilla	B				
Equivalente de arena	A/B x 100				

LIMITES DE ATTERBERG

Nº golpes	31	18			
Ref. tara	13	3			
t+s+a	63.43	66.43			
t+s	59.12	61.29			
t	44.85	45.19			
s=(t+s)-t	14.27	16.10			
a=(t+s+a)-(t+s)	4.31	5.14			
w= (a/s) x 100	30.2	31.9			

L.L. 30.8 LIMITE LIQUIDO

Ref. tara	12	10			
t+s+a	56.57	53.87			
t+s	55.51	52.84			
t	47.67	45.37			
s=(t+s)-t	7.84	7.47			
a=(t+s+a)-(t+s)	1.06	1.03			
w= (a/s) x 100	13.5	13.8			

L.P. 13.7 LIMITE PLASTICO

I.P. 17.1 INDICE DE PLASTICIDA

Observaciones:

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A. LABORATORIO CENTRAL

Operador o responsable: — El Jefe de Sección:

LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

OBRA: UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Hoja: A-1 24 de 30
Fecha: 24/10/96
Muestra:
Referencia: 118/96
Informe: 186/96

Procedencia: S-6 12.5 -13.10 Fecha de la toma:

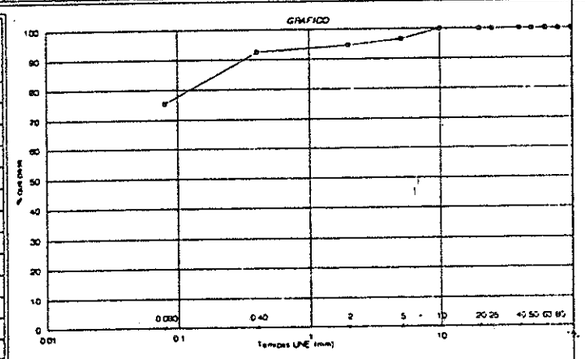
Material: SUELO Cata: Muestra: Ref.Lab.: 118/96

ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO-CALCULO

CALCULOS PREVIOS		
A	Muestra total seca al aire	90.6
B	Gruesos lavados	4.9
A-B	Fracción fina seca al aire	85.7
C=(A-B) x f	Fracción fina seca	85
D= B+C	MUESTRA TOTAL SECA	90
E	Fracción fina ensayada seca al aire	90.6
F= E x f	FRACCION FINA ENSAYADA SECA	89.9
K	Factor de conversión en parte fina	0.9

HUMEDAD HIGROSCOPICA		
-	Referencia tara	32
t+s+a	Tara+suelo+agua	248.6
t+s	Tara+suelo	247.9
t	Tara	156.1
s=(t+s)-t	Suelo	91.8
a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	0.7
h= a/s x 100	Humedad hig. %	0.8
f= 100/(100+h)	Factor de corrección	0.992

Tamices UNE mm	% retenido g parte fina ensayada	% retenido g muestra total	% que pasa en muestra total
120			
100			
80			
63			
50			
40			
25			
20			
10			100.0
5		3.0	96.7
2		1.9	94.6
0.40	2.0	1.9	92.4
0.080	16.1	15.2	75.5



EQUIVALENTE DE ARENA

Lectura superficie de arena	A				E.A.
Lectura superficie de arcilla	B				
Equivalente de arena	A/B x 100				

LIMITES DE ATTERBERG

Nº golpes	31	18			
Ref. tara	A	8			
t+s+a	60.90	72.12			
t+s	57.49	67.31			
t	41.47	46.08			
s=(t+s)-t	16.02	21.23			
a=(t+s+a)-(t+s)	3.41	4.81			
w= (a/s) x 100	21.3	22.7			

L.L. 21.8 LIMITE LIQUIDO

Ref. tara	28	8			
t+s+a	41.64	40.91			
t+s	40.54	39.82			
t	32.61	32.06			
s=(t+s)-t	7.93	7.76			
a=(t+s+a)-(t+s)	1.10	1.09			
w= (a/s) x 100	13.9	14.0			

L.P. 14.0 LIMITE PLASTICO

I.P. 7.8 INDICE DE PLASTICIDAD

Observaciones:

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.
LABORATORIO CENTRAL

Operador responsable:

El Jefe de Sección:

LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

OBRA: UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Hoja: A-1 25 de 30
Fecha: 24/10/96
Muestra:
Referencia: 118/96
Informe: 186/96

Procedencia: S-6 13.80-14.40 Fecha de la toma:

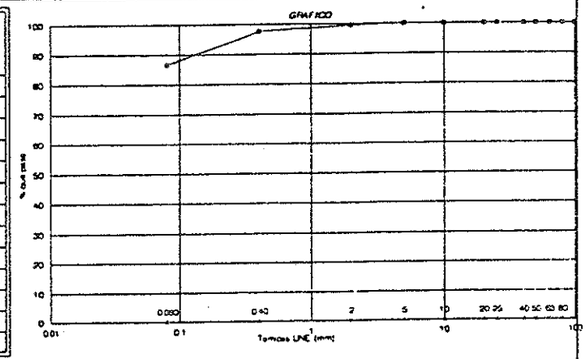
Material: SUELO Cata: Muestra: Ref.Lab.: 118/96

ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO-CALCULO

CALCULOS PREVIOS		
A	Muestra total seca al aire	80.4
B	Gruesos lavados	0.4
A-B	Fracción fina seca al aire	80
C=(A-B) x f	Fracción fina seca	79
D= B+C	MUESTRA TOTAL SECA	79
E	Fracción fina ensayada seca al aire	80.4
F= E x f	FRACCION FINA ENSAYADA SECA	79.4
K	Factor de conversión en parte fina	1.0

HUMEDAD HIGROSCOPICA		
-	Referencia tara	22
t+s+a	Tara+suelo+agua	232.6
t+s	Tara+suelo	231.7
t	Tara	157.9
s=(t+s)-t	Suelo	73.8
a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	0.9
h= a/s x 100	Humedad hig. %	1.2
f= 100/(100+h)	Factor de corrección	0.988

Tamices UNE mm	% retenido g parte fina ensayada	% retenido g muestra total	% que pasa en muestra total
120			
100			
80			
63			
50			
40			
25			
20			
10			
5			100.0
2		0.4	99.5
0.40	1.5	1.5	97.6
0.080	8.7	8.7	86.7



EQUIVALENTE DE ARENA

Lectura superficie de arena	A				E.A.
Lectura superficie de arcilla	B				
Equivalente de arena	A/B x 100				

LIMITES DE ATTERBERG

Nº golpes	30	19			
Ref. tara	F	41			
t+s+a	60.33	70.03			
t+s	55.99	65.15			
t	43.11	51.17			
s=(t+s)-t	12.88	13.98			
a=(t+s+a)-(t+s)	4.34	4.88			
w= (a/s) x 100	33.7	34.9			

L.L. 34.1 LIMITE LIQUIDO

Ref. tara	9	5			
t+s+a	56.01	57.15			
t+s	54.65	55.74			
t	47.40	48.27			
s=(t+s)-t	7.25	7.47			
a=(t+s+a)-(t+s)	1.36	1.41			
w= (a/s) x 100	18.8	18.9			

L.P. 18.8 LIMITE PLASTICO

I.P. 15.3 INDICE DE PLASTICIDAD

Observaciones:

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.
LABORATORIO CENTRAL

Operador responsable:

El Jefe de Sección:

LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

OBRA

UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Hoja: A-2 26 de 73
Fecha: 6/11/96
Muestra:
Referencia: 118/96
Informe: 186/96

ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL DE UN SUELO EN EDÓMETRO UNE 103.405

DATOS DE LA PROBETA:

MUESTRA Nº	SONDEO 5 DE 6,00 A 6,60
TIPO DE MUESTRA	INALTERADA
DENSIDAD SECA (Tn/m3)	1.669
HUMEDAD INICIAL %	23.1
HUMEDAD FINAL %	17.2
ALTURA EDÓMETRO EN mm	20
ÍNDICE DE POROS INICIAL	0.63
PESO ESPECÍFICO (Tn/m3)	2.722
GRADO DE SATURACIÓN INICIAL %	99.8

OBSERVACIONES:

OPERADOR O RESPONSABLE

JEFE DE SECCIÓN

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.
LABORATORIO CENTRAL

LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

OBRA

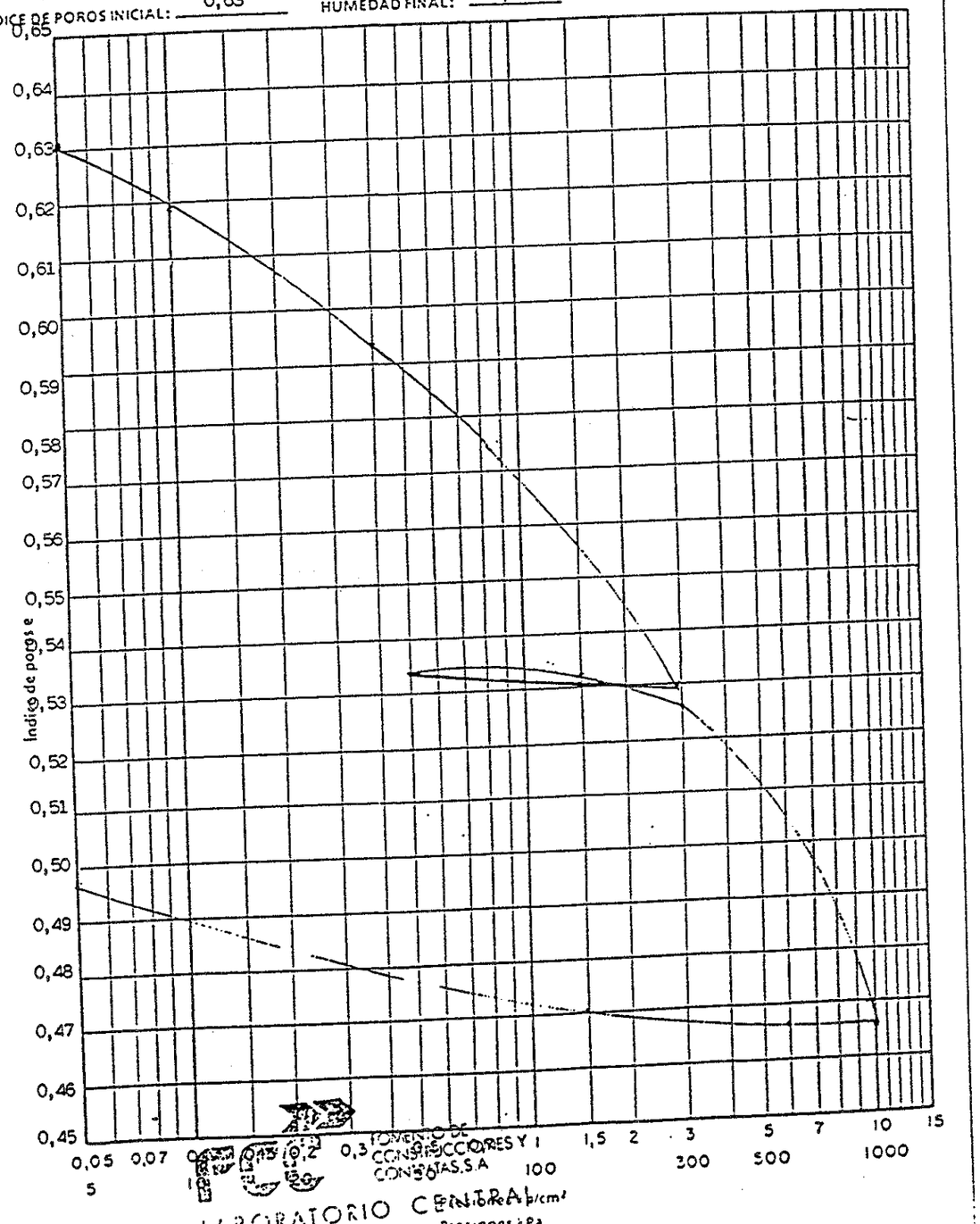
UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Fecha: 6-11-96
Muestra:
Referencia: 118/96
Informe: 186/96

SONDEO 5 6 a 6,60

DENSIDAD SECA INICIAL: 1,669 HUMEDAD INICIAL: 23,1 DENSIDAD RELATIVA DE LAS PARTÍCULAS: 2,722

ÍNDICE DE POROS INICIAL: 0,63 HUMEDAD FINAL: 17,2



FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.
LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

OBRA: UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Rejo:
Fecha: 6-11-96
Muestra:
Referencia: 118/96
Informe: 186/96

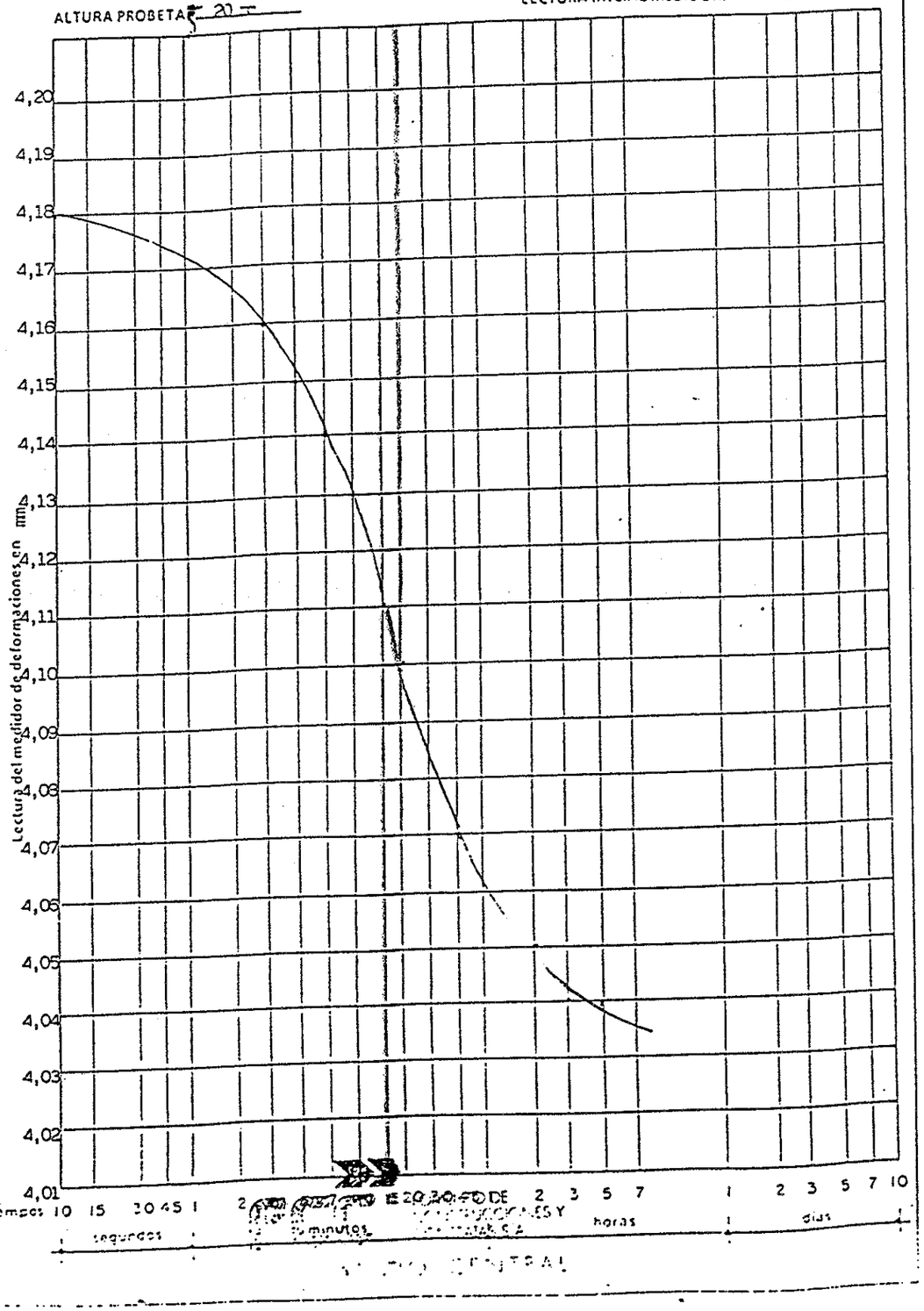
SONDEO 5 6,00 a 6,60

DIÁMETRO PROBETA: 50 mm

ALTURA PROBETA: 20 mm

INTERVALO DE PRESIONES ENTRE: 0,05-0,1 kg/cm2

LECTURA INICIAL MEDIDOR: 4,20



FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

OBRA: UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Muestra: 118/96
Referencia: 186/96
Informe:

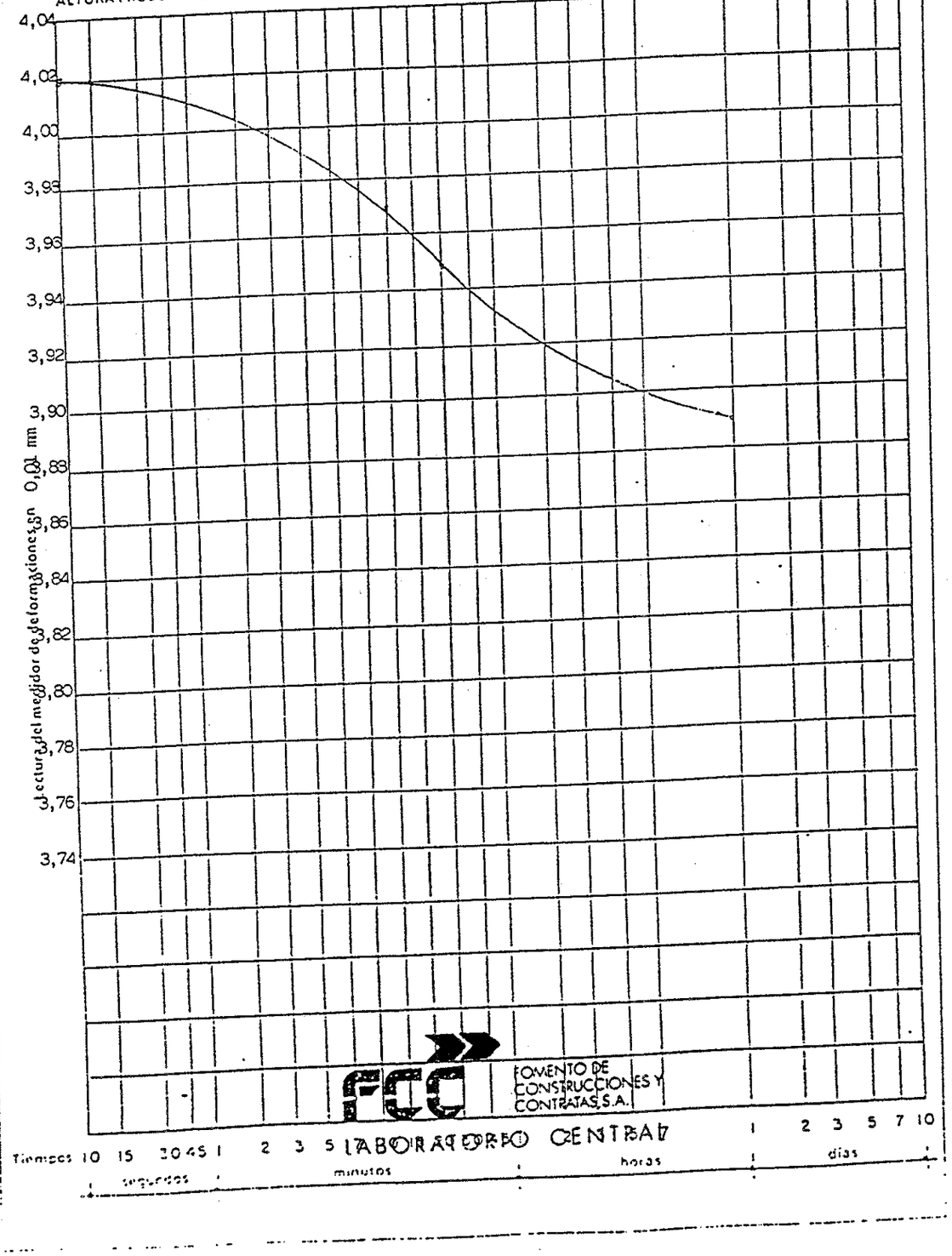
SONDEO 5 6,00 a 6,60

DIÁMETRO PROBETA: 50 mm

ALTURA PROBETA: 20 mm

INTERVALO DE PRESIONES ENTRE: 0,1-0,2 kg

LECTURA INICIAL MEDIDOR: 4,04



FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.
LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

OBRA

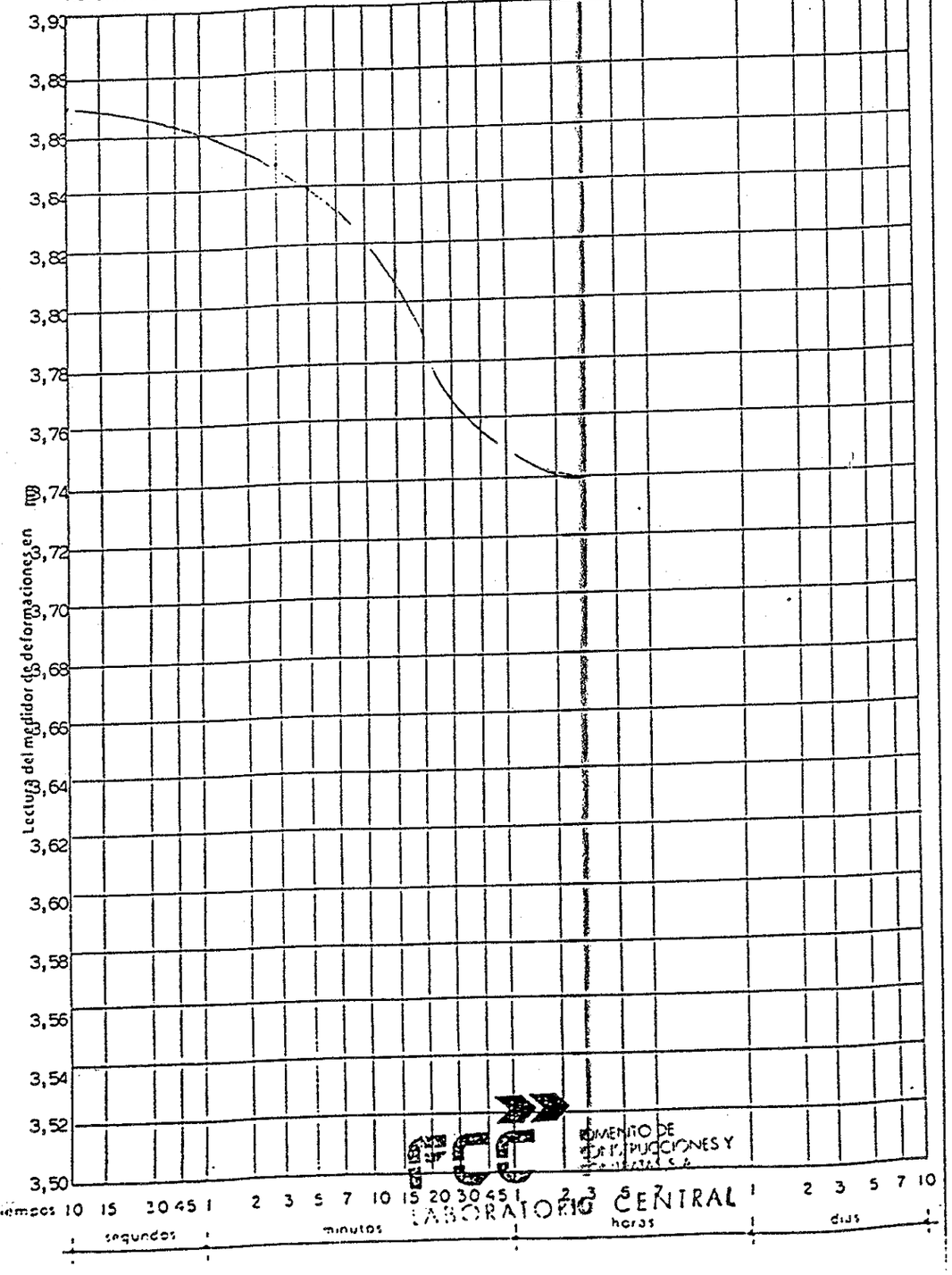
UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Hoja:
Fecha: 6-11-96
Muestra: 118/96
Referencia:
Informe: 186/95

SONDEO 5 6,00 a 6,60

DIÁMETRO PROBETA: 50 mm
ALTURA PROBETA: 20 mm

INTERVALO DE PRESIONES ENTRE: 0,2-0,4 kg
LECTURA INICIAL MEDIDOR: 3,89



FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A. LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

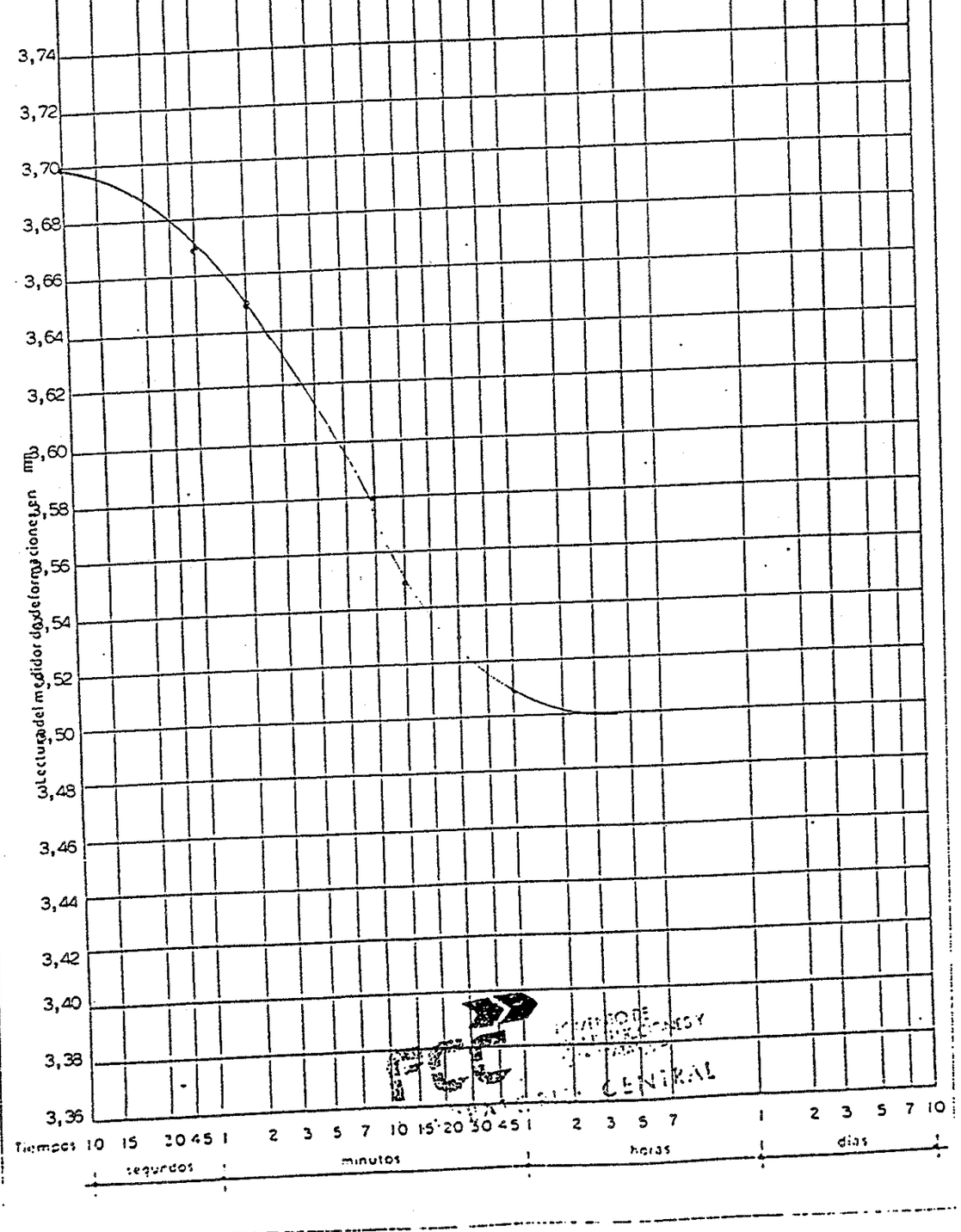
UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Muestra: 118/96
Referencia:
Informe: 186/95

SONDEO 5 6,00 a 6,60

DIÁMETRO PROBETA: 50 mm
ALTURA PROBETA: 20 mm

INTERVALO DE PRESIONES ENTRE: 0,4-0,6 kg
LECTURA INICIAL MEDIDOR: 3,74



FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A. LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

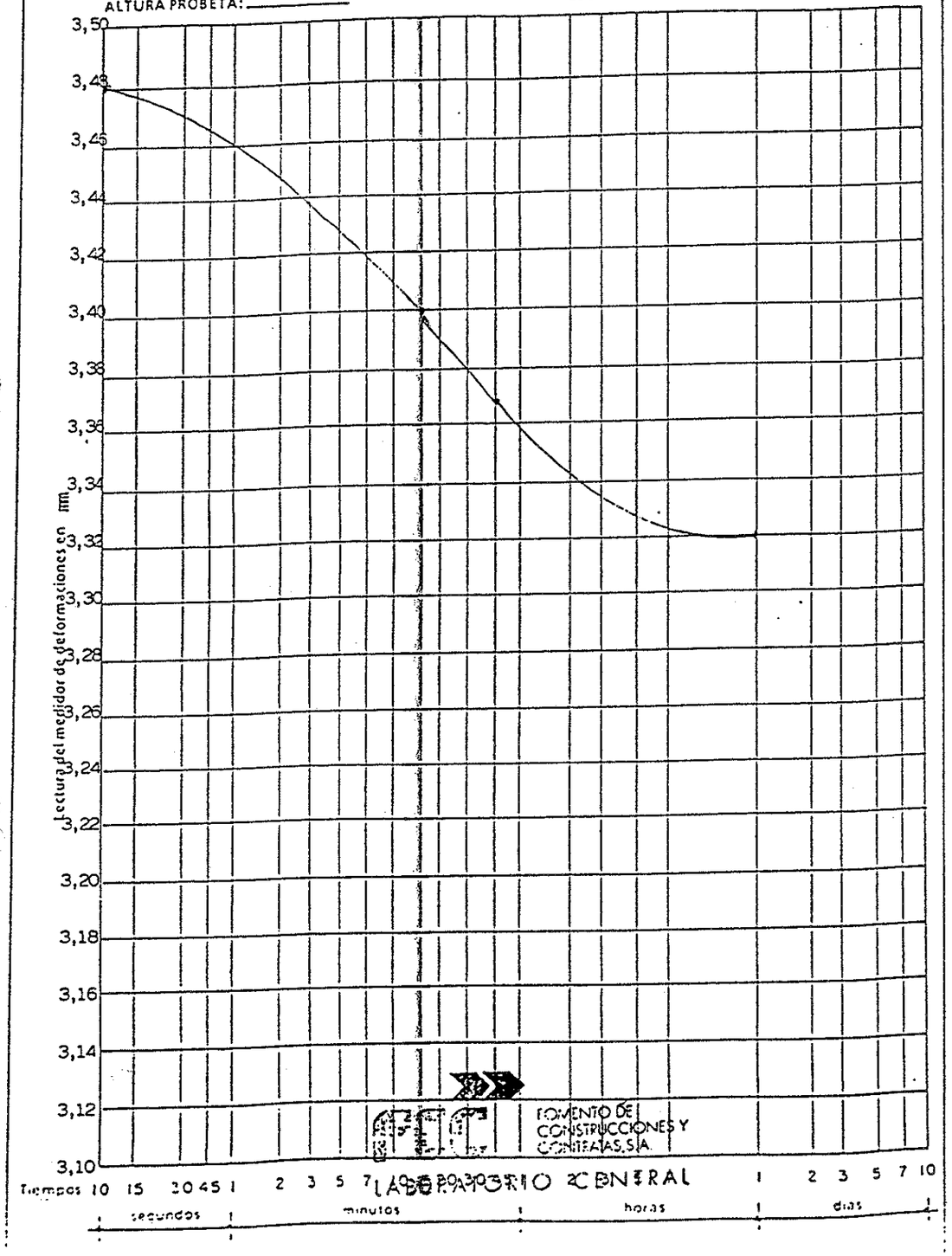
UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Fecha: 6-11-96
Muestra:
Referencia: 118/96
Informe: 186/96

SONDEO 5 6,00 a 6,60

DIÁMETRO PROBETA: 50 mm
ALTURA PROBETA: 20 mm

INTERVALO DE PRESIONES ENTRE: 0,8-1 Kg
LECTURA INICIAL MEDIDOR: 3,50



FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

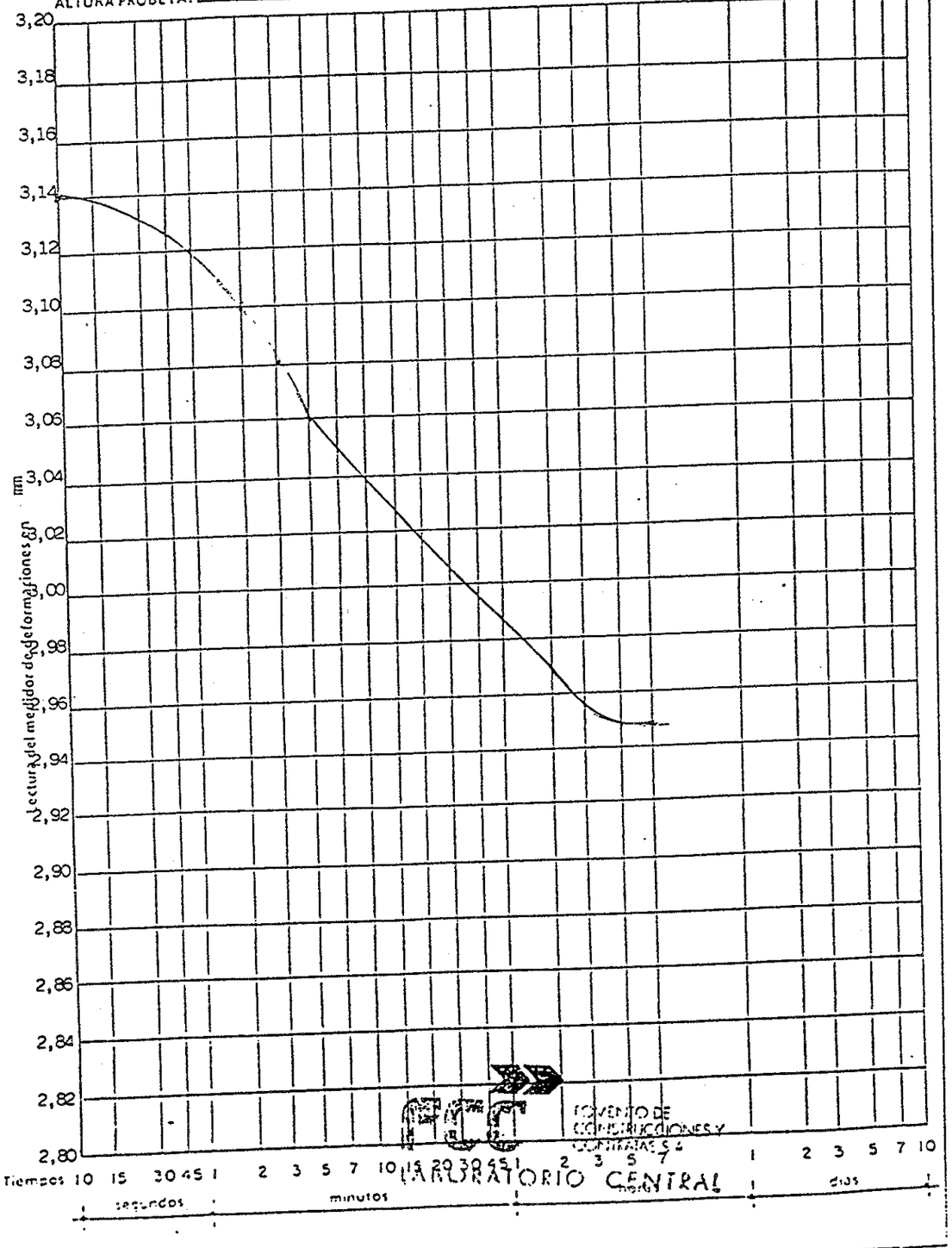
UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Fecha:
Muestra:
Referencia: 118/96
Informe: 186/96

SONDEO 5 6,00 a 6,60

DIÁMETRO PROBETA: 50 mm
ALTURA PROBETA: 20 mm

INTERVALO DE PRESIONES ENTRE: 1,5-3 kg
LECTURA INICIAL MEDIDOR: 3,21



FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

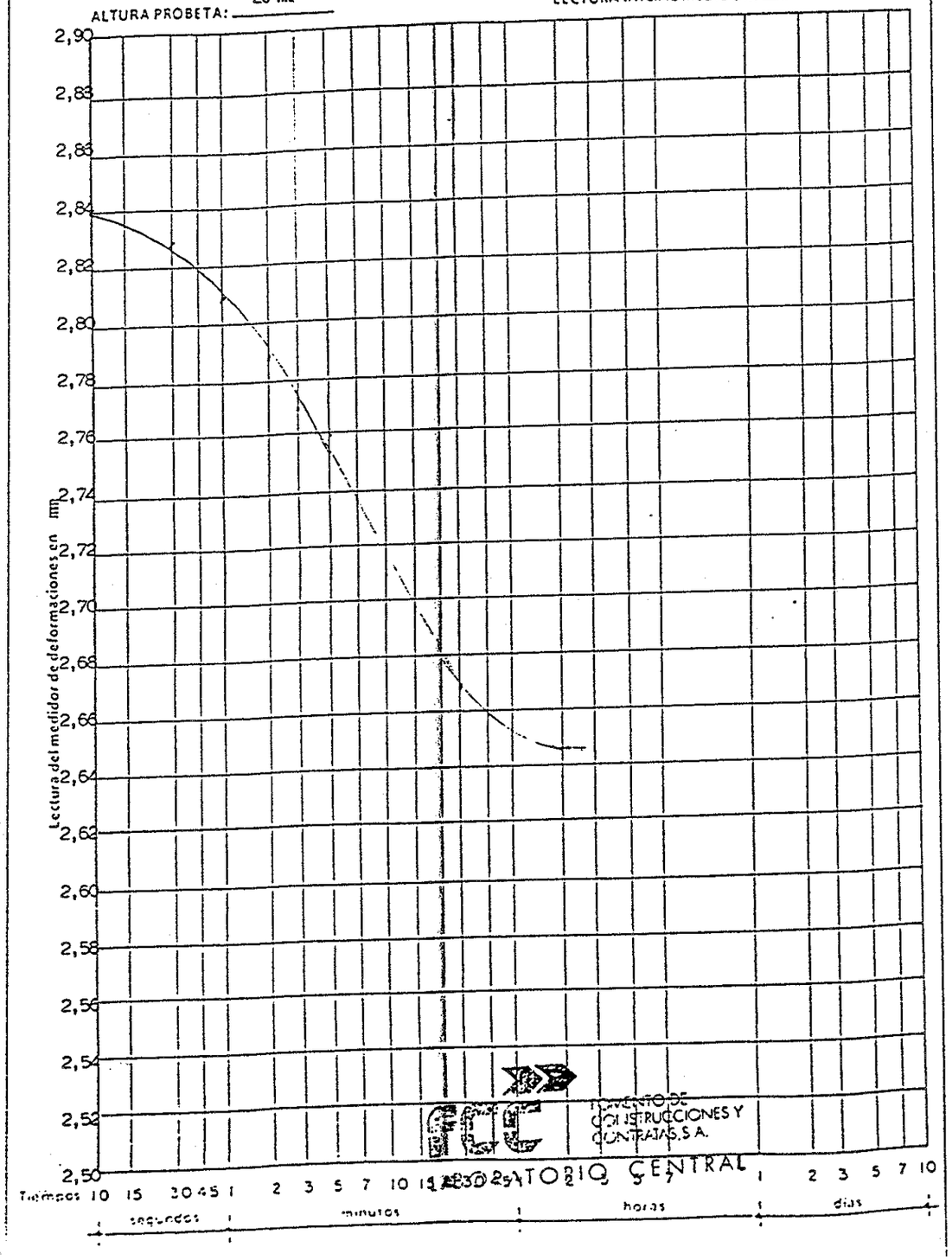
UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Fecha: 6-11-96
Muestra:
Referencia: 118/96
Informe: 186/96

SONDEO 5 6,00 a 6,60

DIÁMETRO PROBETA: 50 mm
ALTURA PROBETA: 20 mm

INTERVALO DE PRESIONES ENTRE: 3-6 kg
LECTURA INICIAL MEDIDOR: 2,91



FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.
LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

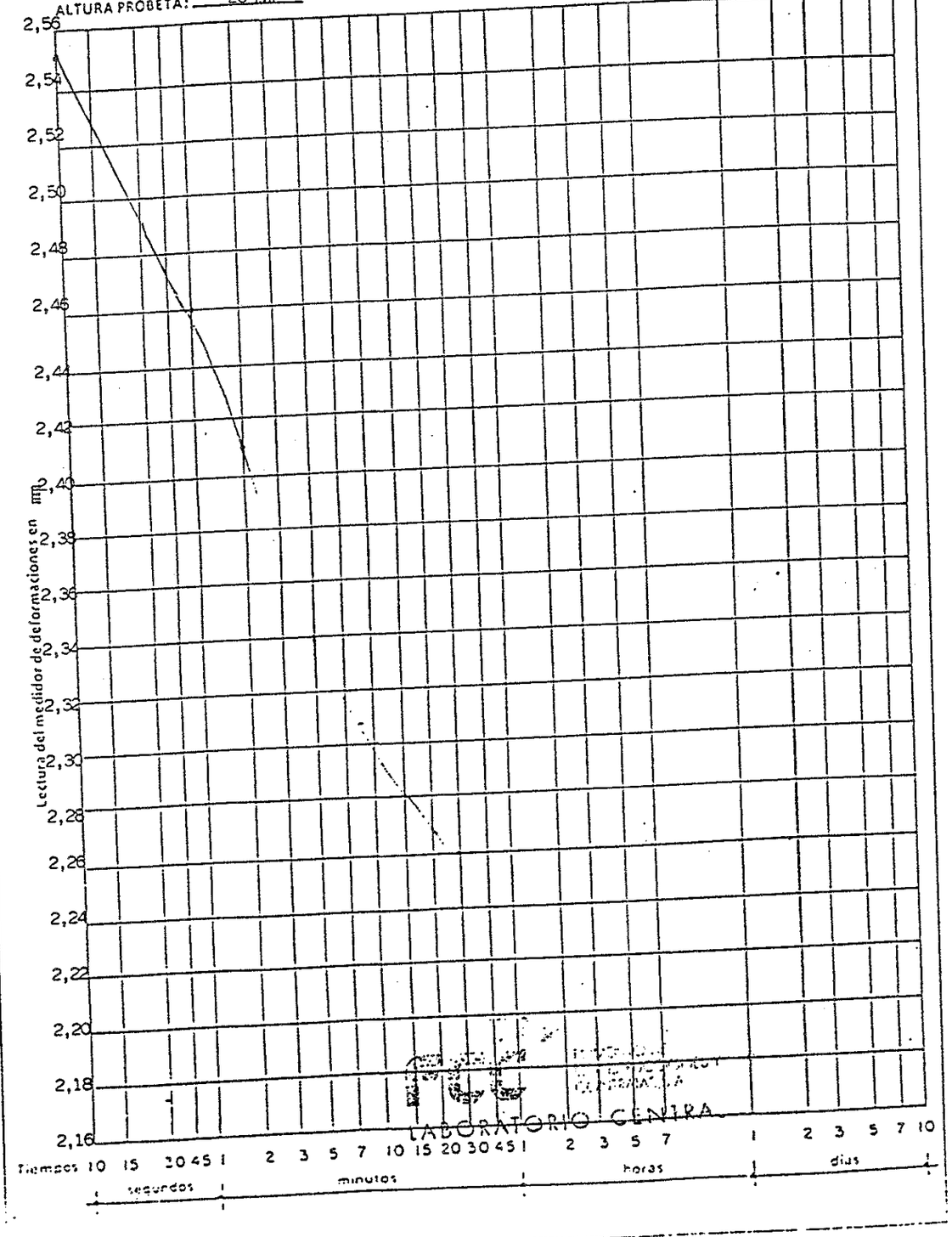
UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Fecha:
Muestra:
Referencia: 118/96
Informe: 186/96

SONDEO 5 6,00 a 6,60

DIÁMETRO PROBETA: 50 mm
ALTURA PROBETA: 20 mm

INTERVALO DE PRESIONES ENTRE: 6-10 kg
LECTURA INICIAL MEDIDOR: 2,65



LABORATORIO CENTRAL

LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

OBRA

UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Hoja: A-2 36 de 73
Fecha: 6/11/96
Muestra:
Referencia: 118/96
Informe: 186/96

ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL DE UN SUELO EN EDÓMETRO UNE 103.405

DATOS DE LA PROBETA:

MUESTRA Nº	SONDEO 5 DE 12,00 A 12,60
TIPO DE MUESTRA	INALTERADA
DENSIDAD SECA (Tm/m3)	1.693
HUMEDAD INICIAL %	21.9
HUMEDAD FINAL %	17.2
ALTURA EDÓMETRO EN mm	20
ÍNDICE DE POROS INICIAL	0.63
PESO ESPECÍFICO (Tm/m3)	2.764
GRADO DE SATURACIÓN INICIAL %	95.5

OBSERVACIONES:

OPERADOR O RESPONSABLE

JEFE DE SECCIÓN

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.
LABORATORIO CENTRAL

LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

OBRA

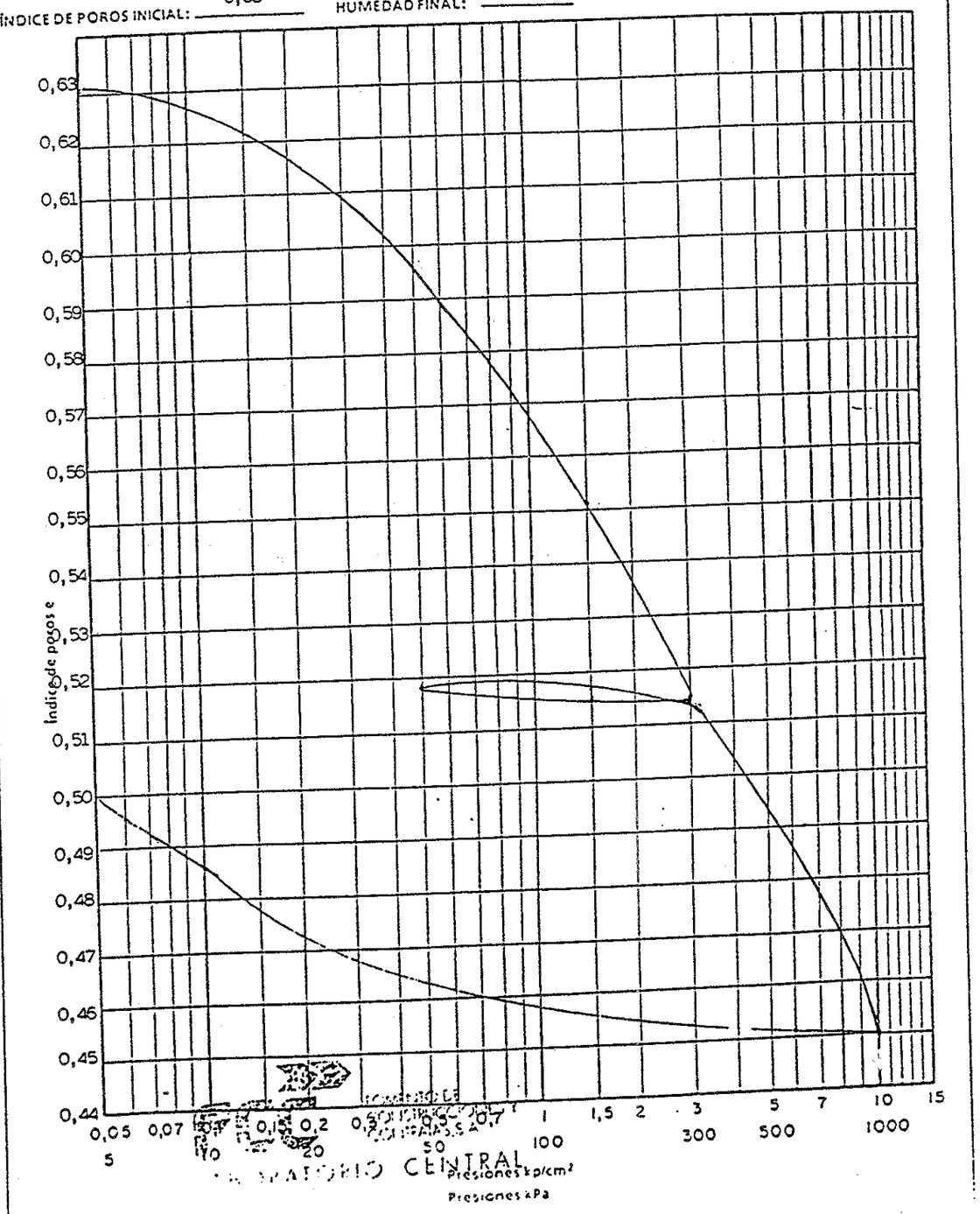
UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Fecha: 6-11-96
Muestra:
Referencia: 118/96
Informe: 186/96

SONDEO 5 12,00 a 12,60

DENSIDAD SECA INICIAL: 1,693 HUMEDAD INICIAL: 21,9 DENSIDAD RELATIVA DE LAS PARTÍCULAS: 2,764

ÍNDICE DE POROS INICIAL: 0,63 HUMEDAD FINAL: 17,2



LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

OBRA

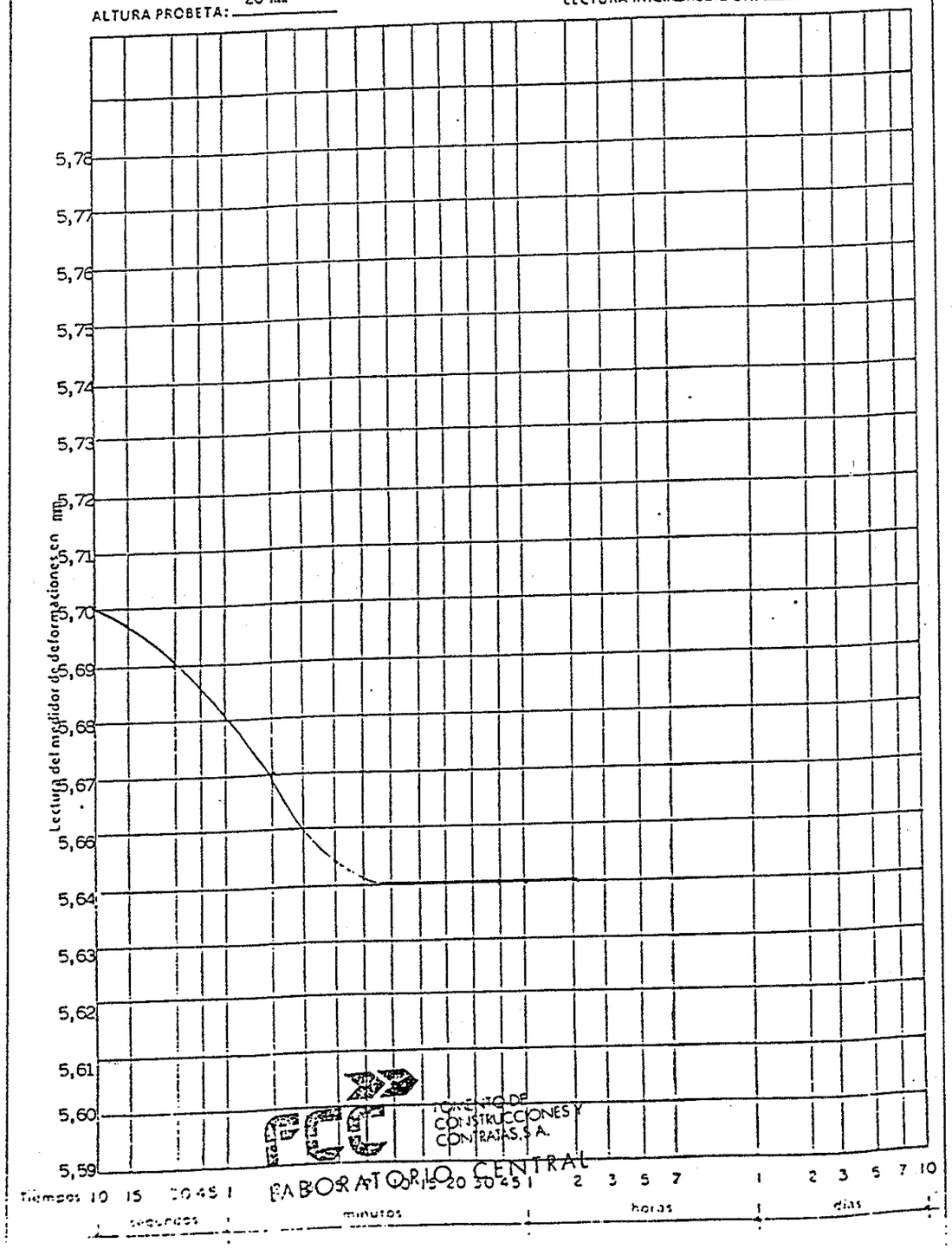
UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Fecha: 6-11-96
Muestra:
Referencia: 118/96
Informe: 185/96

SONDEO 5 12,00 a 12,60

DIÁMETRO PROBETA: 50 mm
ALTURA PROBETA: 20 mm

INTERVALO DE PRESIONES ENTRE: 0,05-0,1 kg/cm²
LECTURA INICIAL MEDIDOR: 5,73



FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

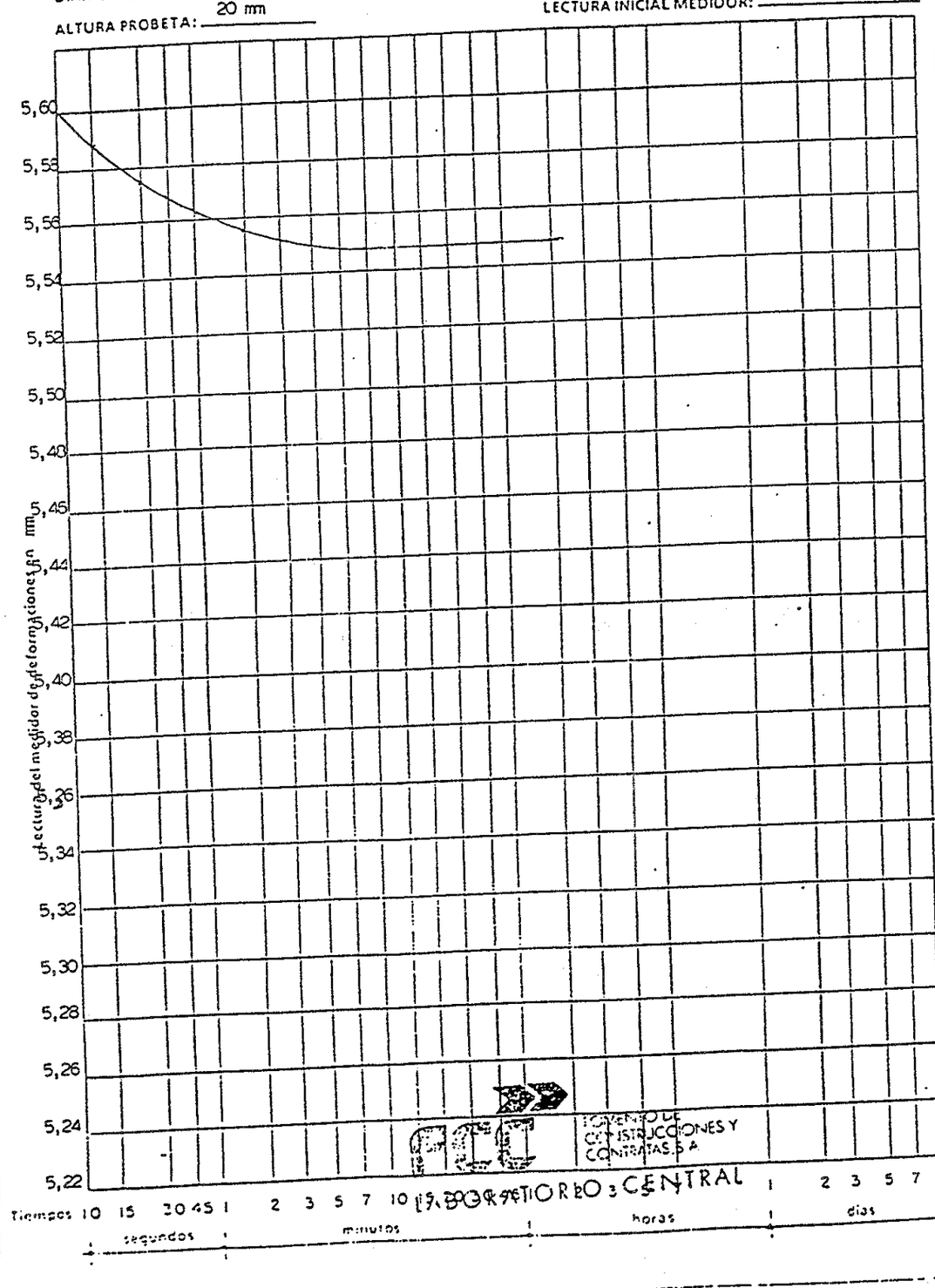
UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Muestra:
Referencia: 118/96
Informe: 185/96

SONDEO 5 12,00 a 12,60

DIÁMETRO PROBETA: 50 mm
ALTURA PROBETA: 20 mm

INTERVALO DE PRESIONES ENTRE: 0,1-0,2 kg/cm²
LECTURA INICIAL MEDIDOR: 5,73



FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

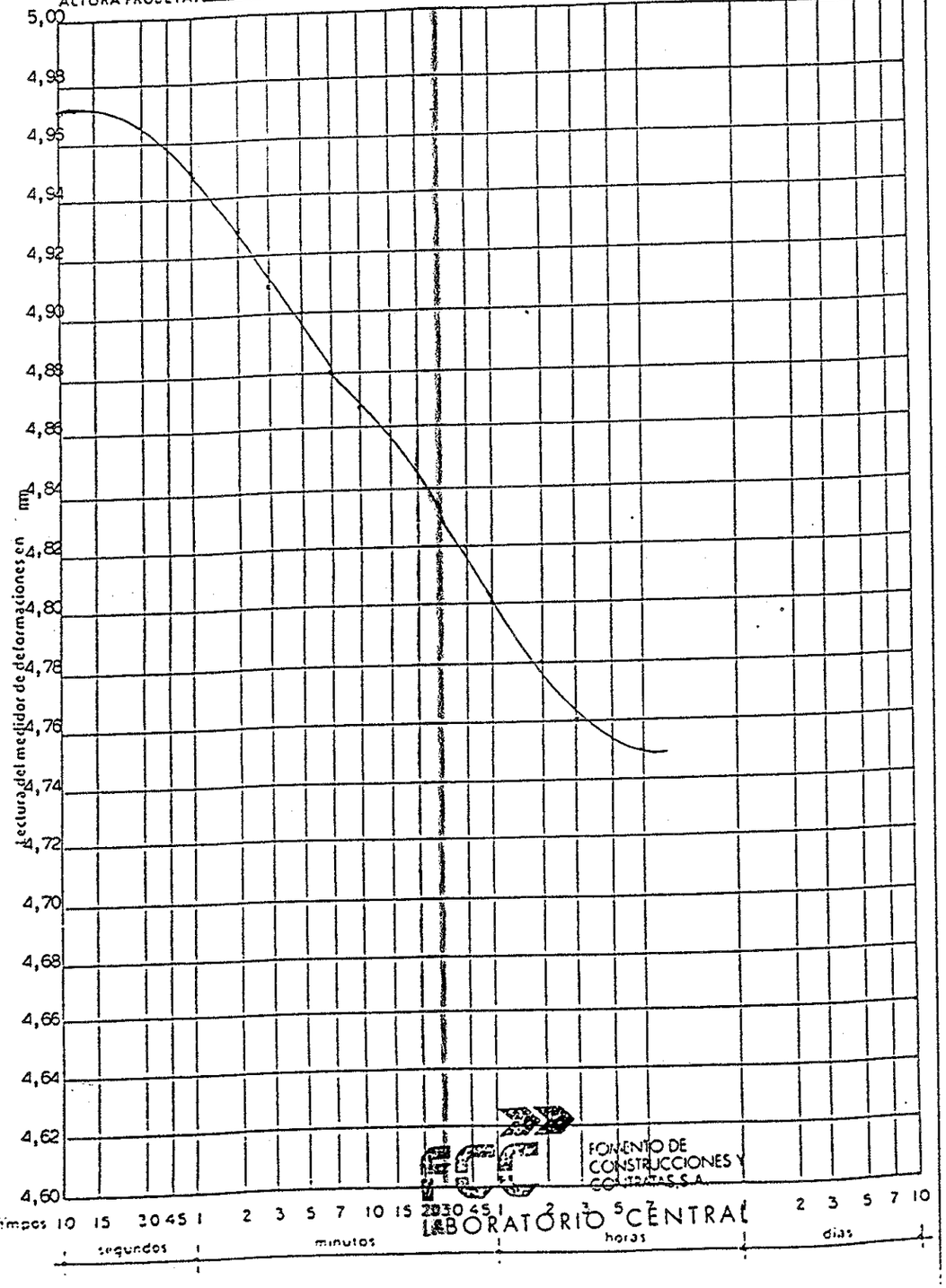
UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Fecha: 6-11-96
Muestra:
Referencia: 118/96
Informe: 186/96

SONDEO 5 12,00 a 12,60

DIÁMETRO PROBETA: 50 mm
ALTURA PROBETA: 20 mm

INTERVALO DE PRESIONES ENTRE: 0,8-1,5 kg/cm2
LECTURA INICIAL MEDIDOR: 5,00



FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

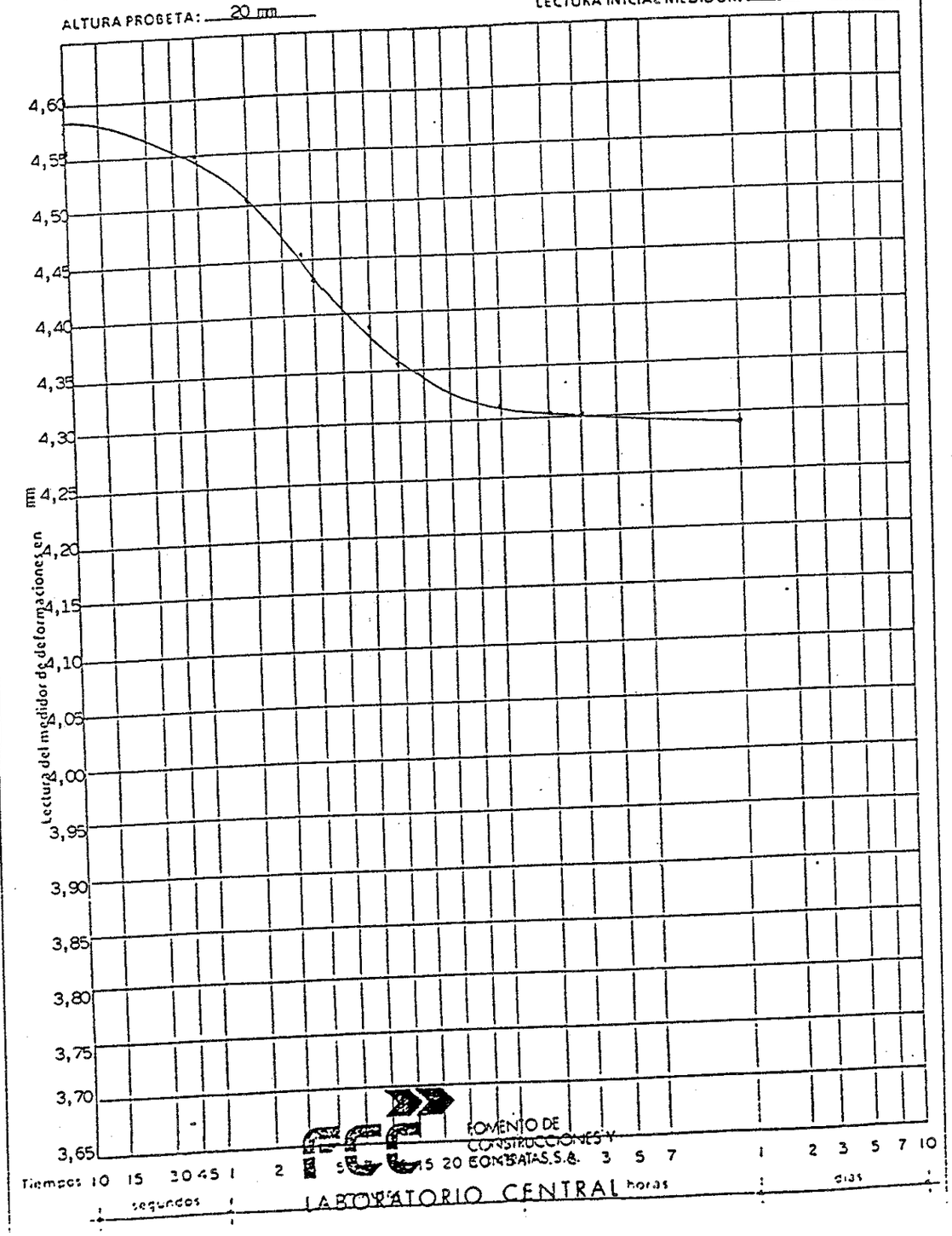
UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Muestra: 118/96
Referencia: 186/96
Informe:

SONDEO 5 12,00 a 12,60

DIÁMETRO PROBETA: 50 mm
ALTURA PROBETA: 20 mm

INTERVALO DE PRESIONES ENTRE: 1,5-3 kg/cm2
LECTURA INICIAL MEDIDOR: 4,75



FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

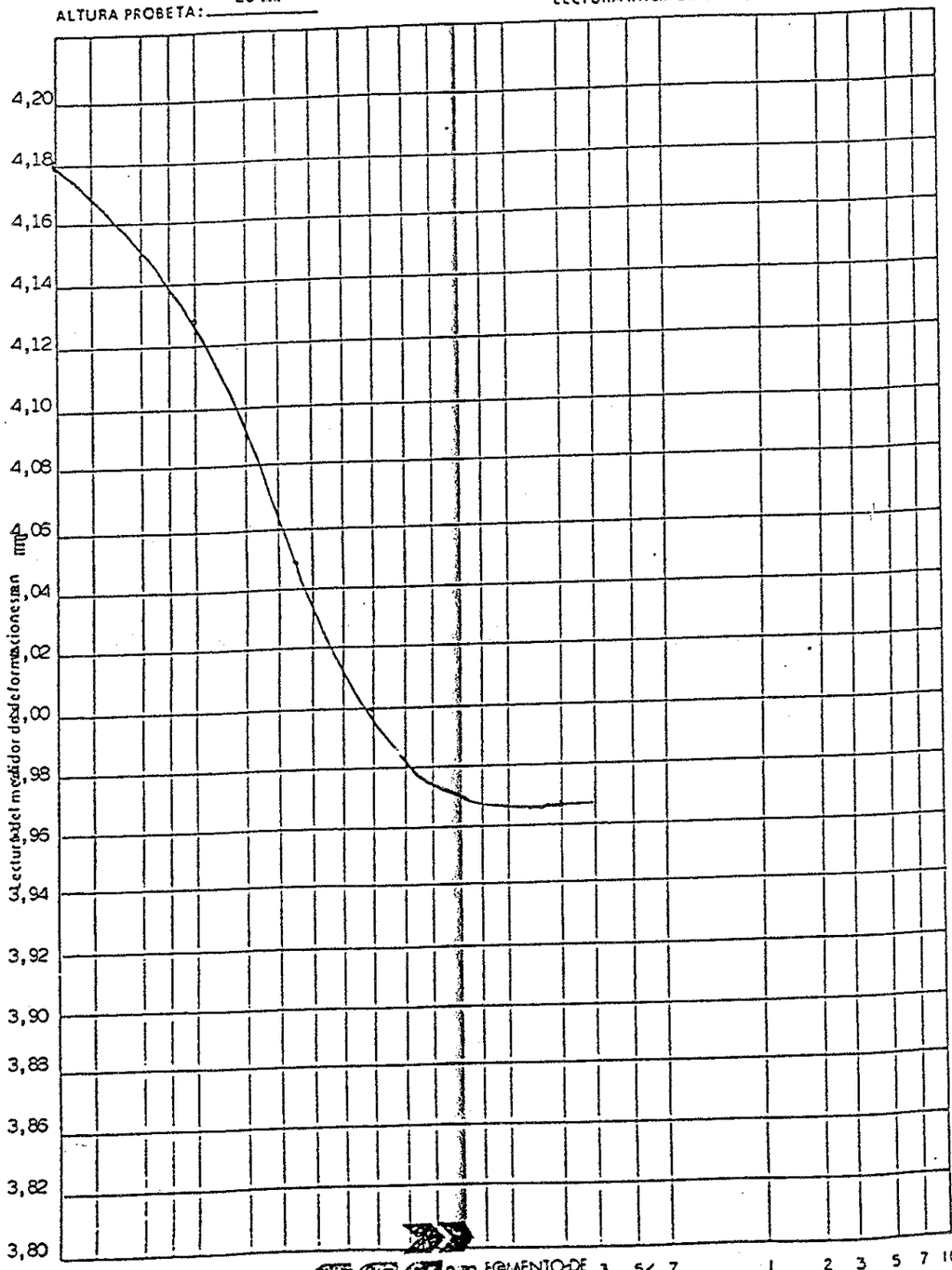
OBRA: UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Hoja:
Fecha: 6-11-95
Muestra: 118/96
Referencia:
Informe: 185/96

SONDEO 5 12,00 a 12,60

DIÁMETRO PROBETA: 50 mm
ALTURA PROBETA: 20 mm

INTERVALO DE PRESIONES ENTRE: 3-6 kg/cm²
LECTURA INICIAL MEDIDOR: 4,27



LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

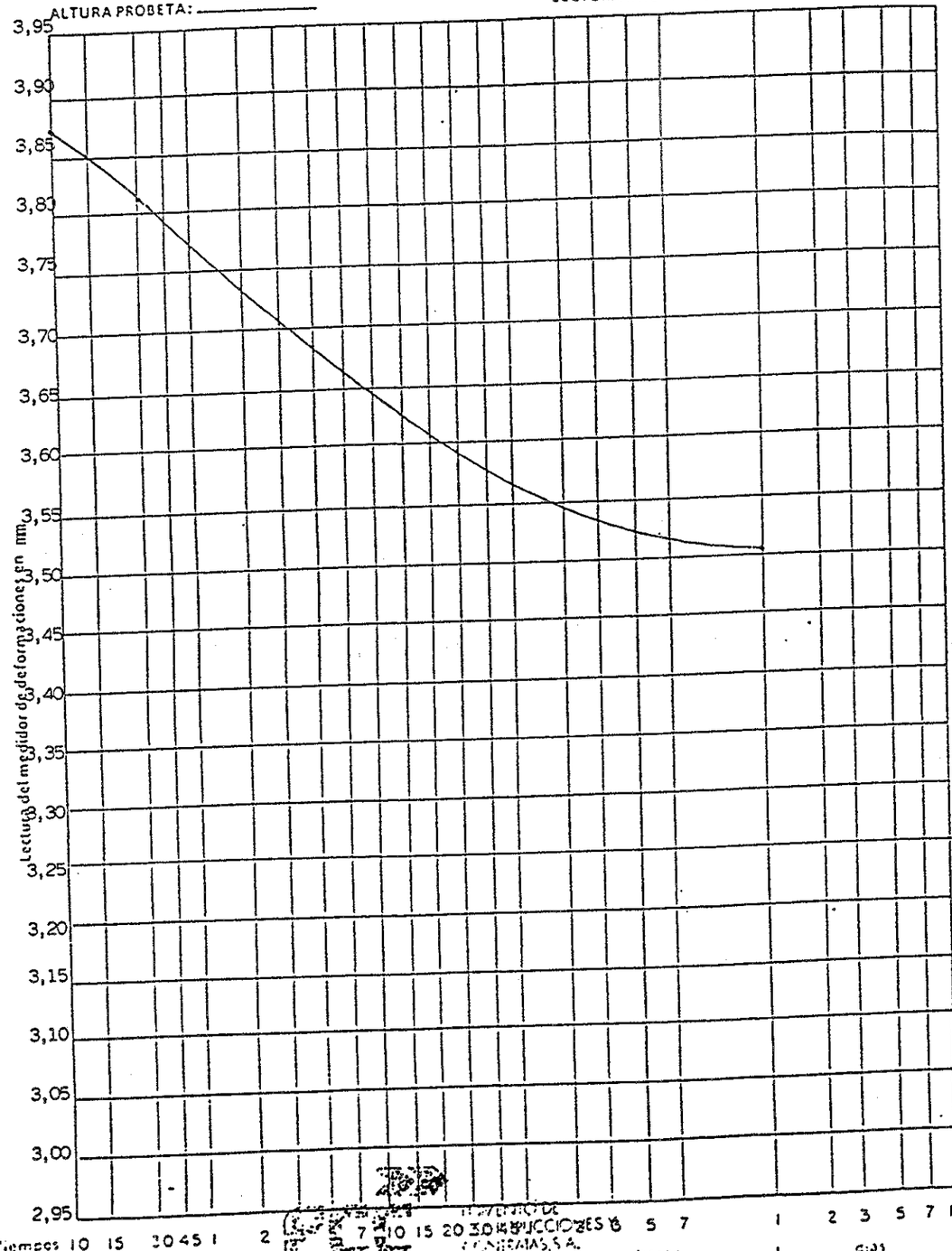
OBRA: UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Fecha:
Muestra: 118/96
Referencia:
Informe: 185/96

SONDEO 5 12,00 a 12,60

DIÁMETRO PROBETA: 50 mm
ALTURA PROBETA: 20 mm

INTERVALO DE PRESIONES ENTRE: 6-10 kg/cm²
LECTURA INICIAL MEDIDOR: 3,97



LABORATORIO CENTRAL

LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

OBRA

UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Hoja: A-2 44 de 73
Fecha: 6/11/96
Muestra: 118/96
Referencia: 186/96
Informe:

ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL DE UN SUELO EN EDÓMETRO UNE 103.405

DATOS DE LA PROBETA:

MUESTRA Nº		SONDEO 5 DE 17,70 A 18,30
TIPO DE MUESTRA		INALTERADA
DENSIDAD SECA (Tm/m3)		1.890
HUMEDAD INICIAL	%	16.7
HUMEDAD FINAL	%	12.5
ALTURA EDÓMETRO EN mm		20 mm
ÍNDICE DE POROS INICIAL		0.44
PESO ESPECÍFICO (Tm/m3)		2.720
GRADO DE SATURACIÓN INICIAL	%	100

OBSERVACIONES:

OPERADOR O RESPONSABLE

JEFE DE SECCIÓN

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.
LABORATORIO CENTRAL

LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

OBRA

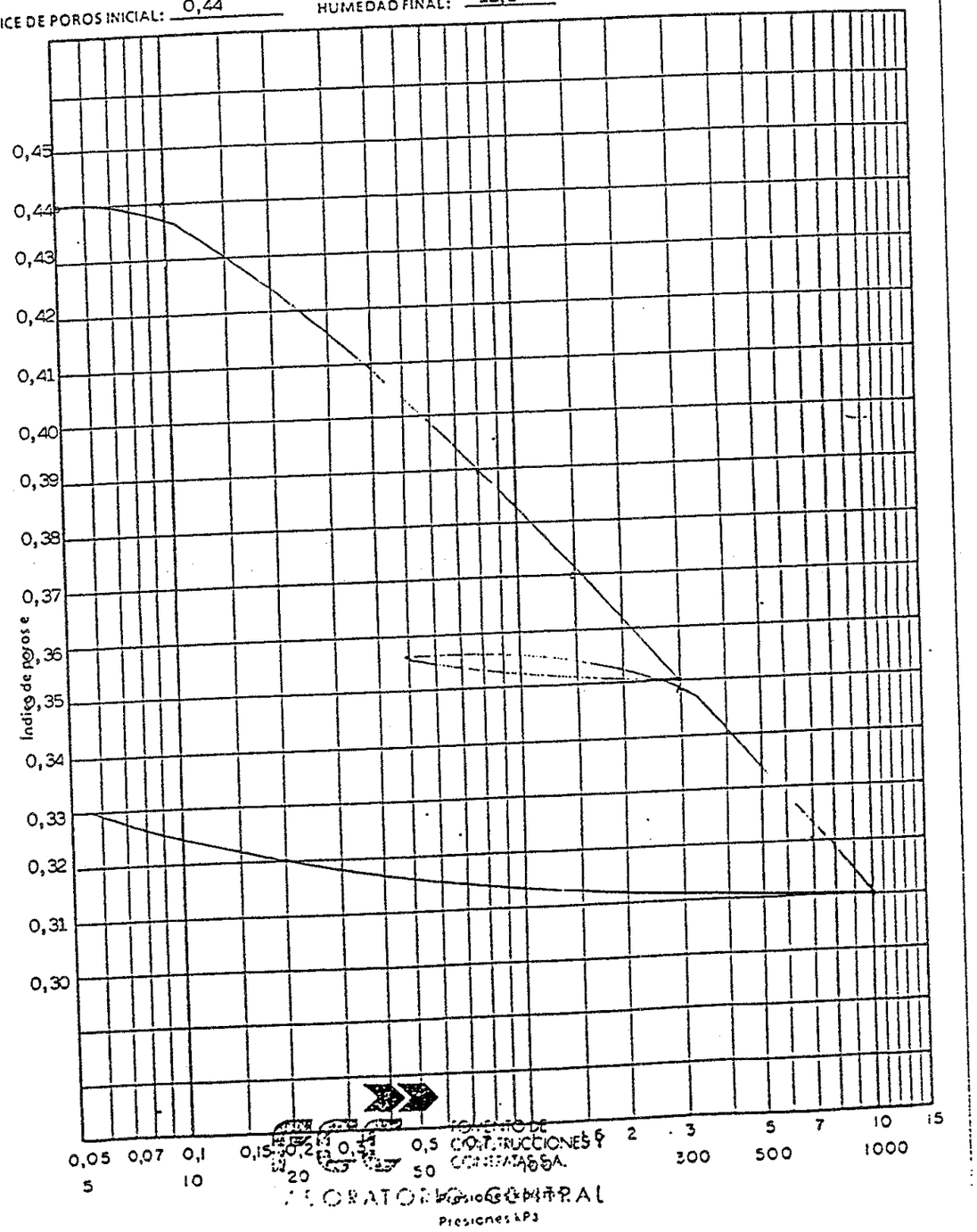
UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Fecha: 6-11-96
Muestra: 118/96
Referencia: 186/96
Informe: 186/96

SONDEO 5 17,70 a 18,30

DENSIDAD SECA INICIAL: 1,890 HUMEDAD INICIAL: 16,7 DENSIDAD RELATIVA DE LAS PARTÍCULAS: 2,720

ÍNDICE DE POROS INICIAL: 0,44 HUMEDAD FINAL: 12,5



FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

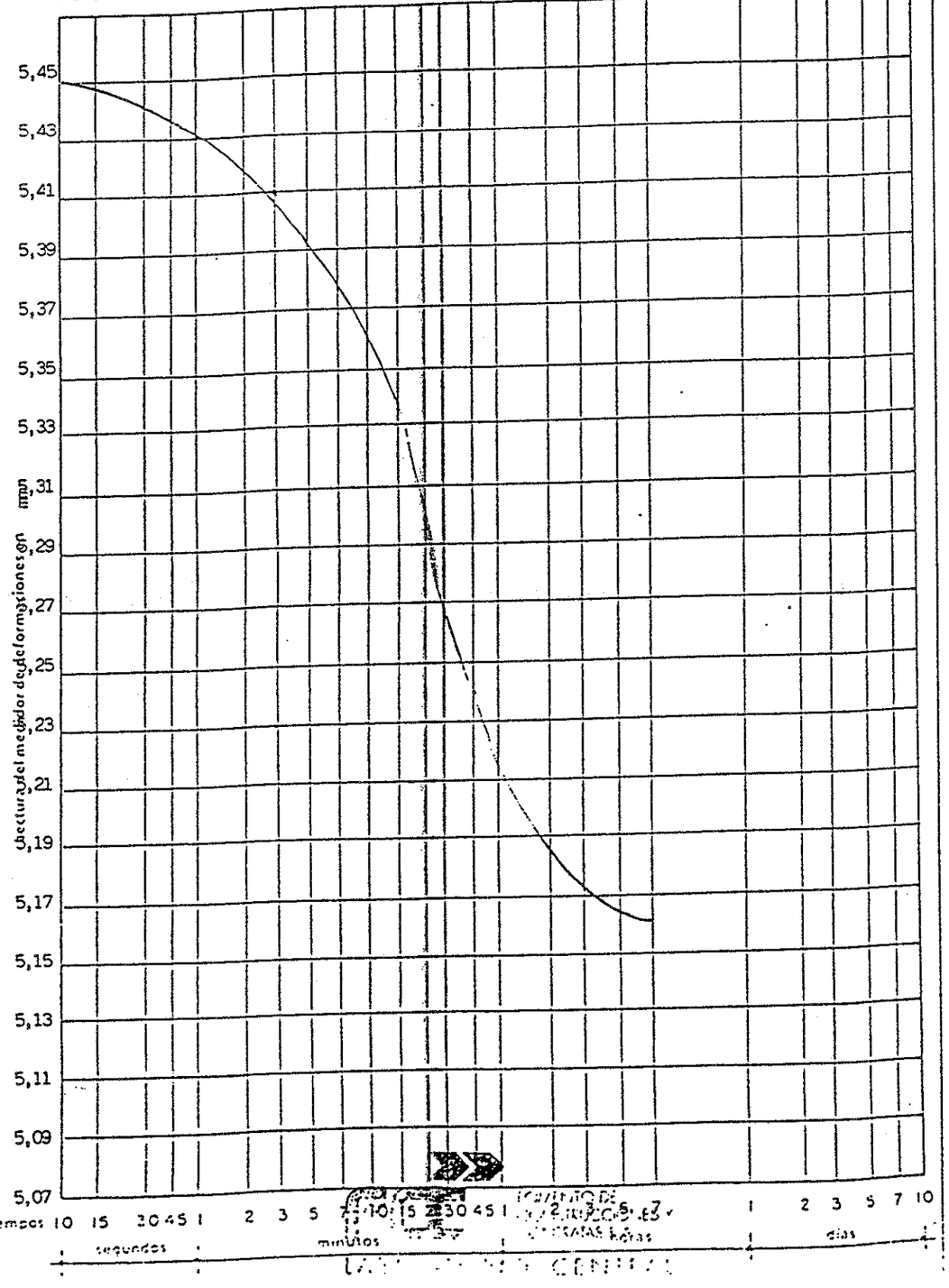
UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Fecha: 6-11-96
Muestra: 118/96
Referencia: 118/96
Informe: 186/96

SONDEO 5 17,70 a 18,30

DIÁMETRO PROBETA: 50 mm
ALTURA PROBETA: 20 mm

INTERVALO DE PRESIONES ENTRE: 0,05-0,1 kg/cm2
LECTURA INICIAL MEDIDOR: 5,45



FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

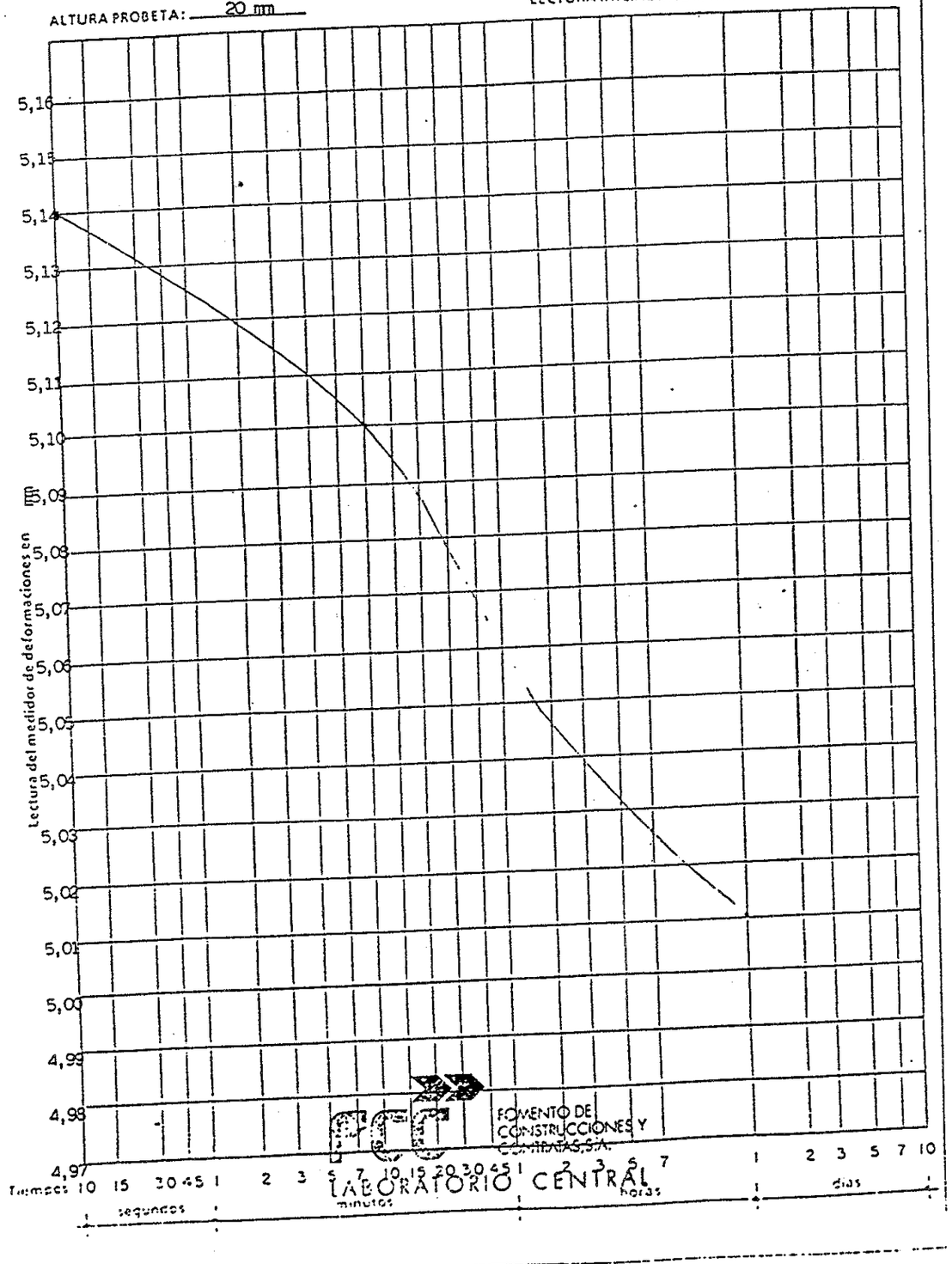
UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Muestra: 118/96
Referencia: 118/96
Informe: 186/96

SONDEO 5 17,70 a 18,30

DIÁMETRO PROBETA: 50 mm
ALTURA PROBETA: 20 mm

INTERVALO DE PRESIONES ENTRE: 0,1-0,2 kg/cm2
LECTURA INICIAL MEDIDOR: 5,16



FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.
LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

OBRA

UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Fecha: 6-11-96
Muestra:
Referencia: 118/96
Informe: 186/96

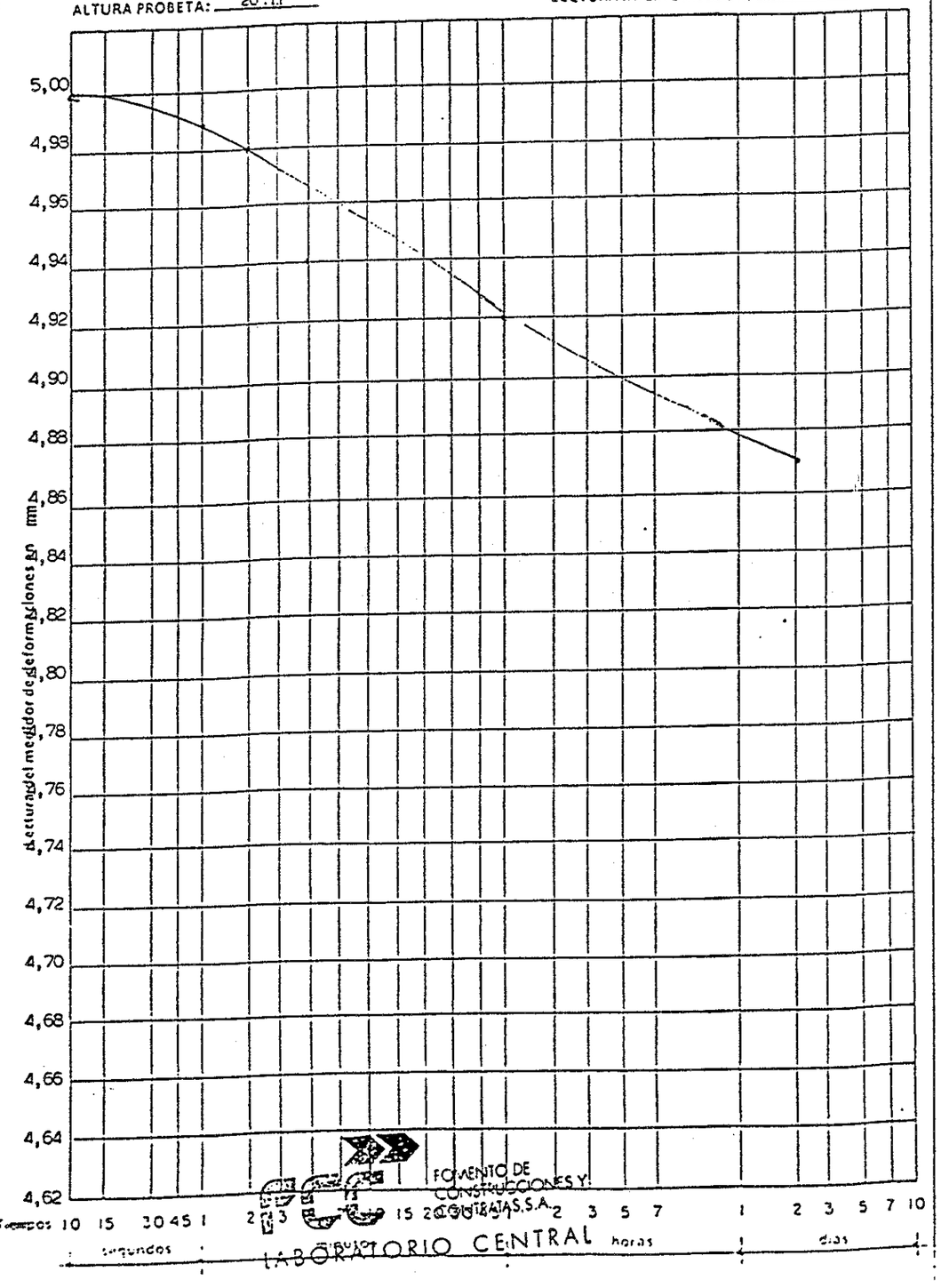
SONDEO 5 17,70 a 18,30

DIÁMETRO PROBETA: 50 mm

ALTURA PROBETA: 20 mm

INTERVALO DE PRESIONES ENTRE: 0,2-0,4 kg/cm²

LECTURA INICIAL MEDIDOR: 5,01



FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS S.A.
LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Fecha:
Muestra:
Referencia: 118/96
Informe: 186/96

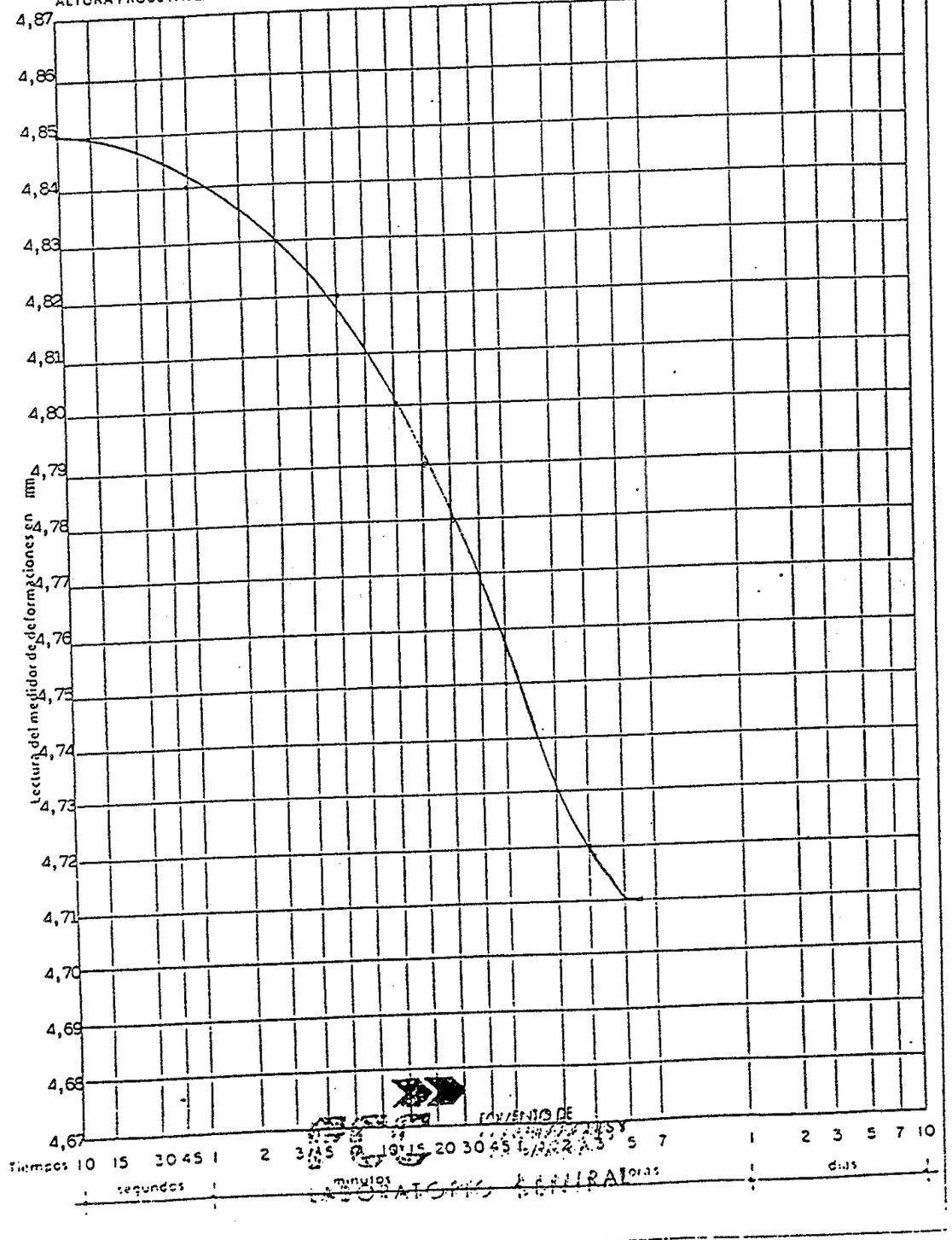
SONDEO 5 17,70 a 18,30

DIÁMETRO PROBETA: 50 mm

ALTURA PROBETA: 20 mm

INTERVALO DE PRESIONES ENTRE: 0,4-0,8 kg/cm²

LECTURA INICIAL MEDIDOR: 4,87



FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS S.A.
LABORATORIO CENTRAL

LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

OBRA

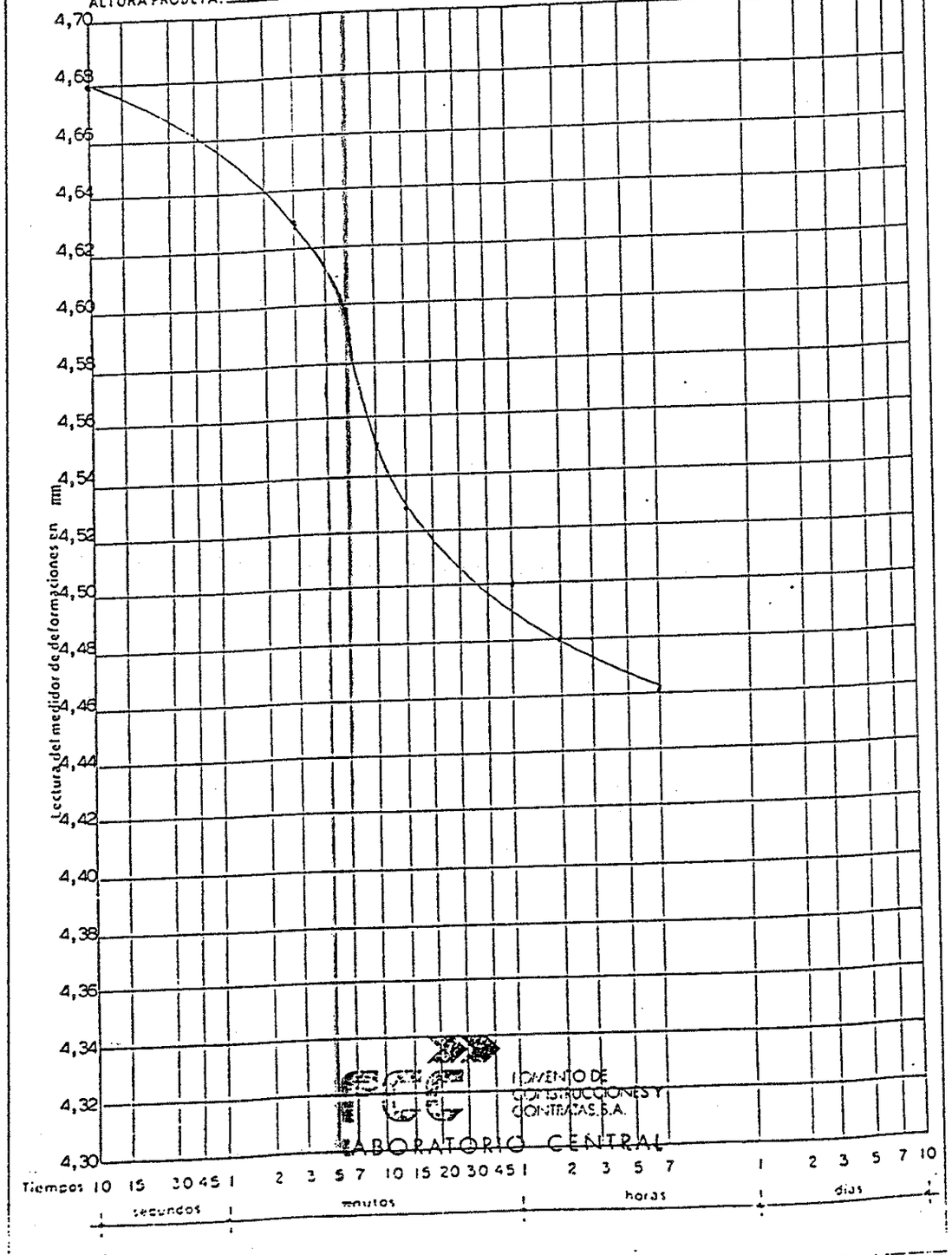
UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Hoja: A-2
Fecha: 6-11-96
Muestra:
Referencia: 118/96
Informe: 186/96

SONDEO 5 17,70 a 18,30

DIÁMETRO PROBETA: 50 mm
ALTURA PROBETA: 20 mm

INTERVALO DE PRESIONES ENTRE: 0,8-1,5 kg/cm²
LECTURA INICIAL MEDIDOR: 4,71



LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

OBRA

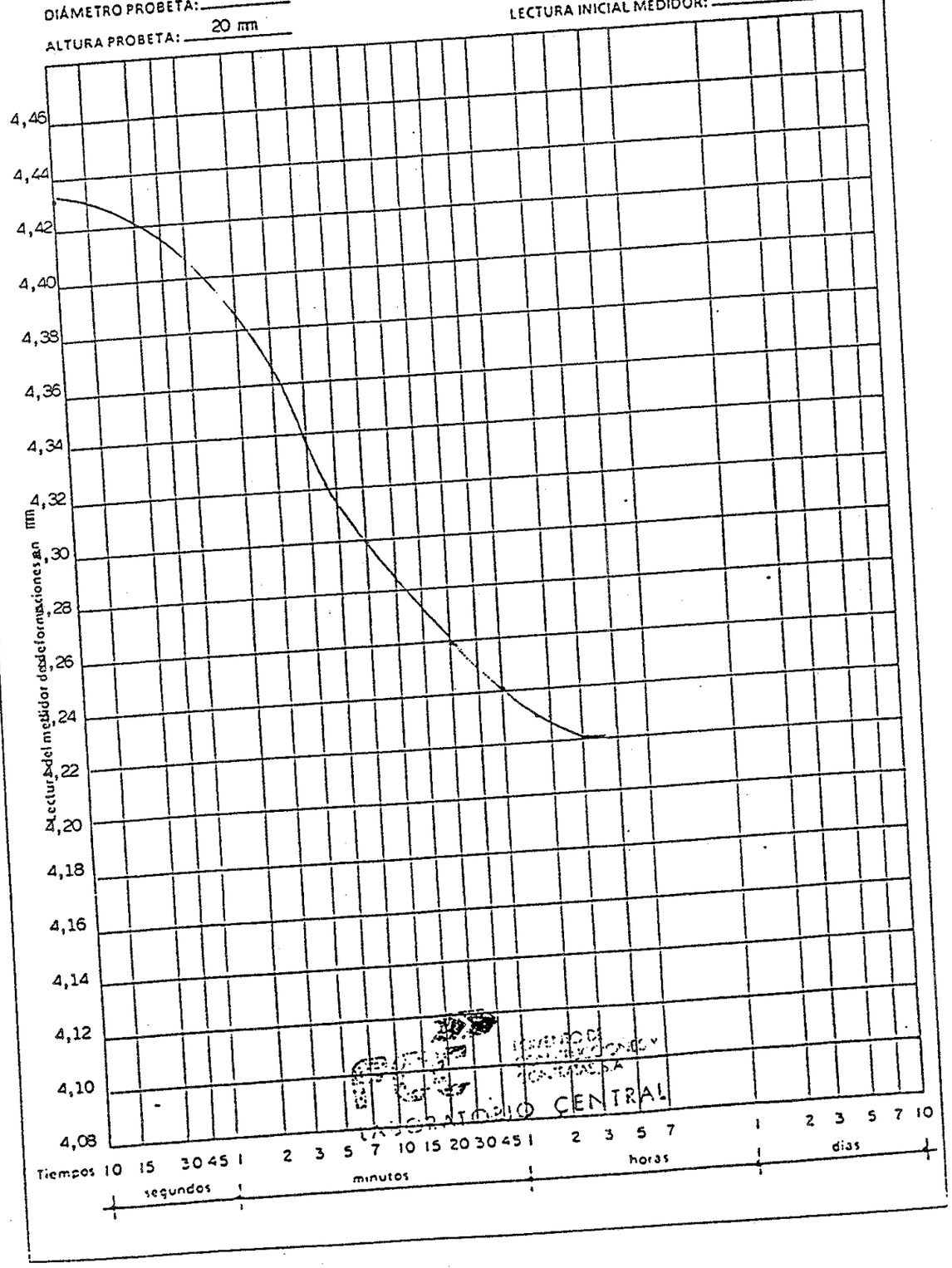
UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Muestra:
Referencia: 118/96
Informe: 186/96

SONDEO 5 17,70 a 18,30

DIÁMETRO PROBETA: 50 mm
ALTURA PROBETA: 20 mm

INTERVALO DE PRESIONES ENTRE: 1,5-3 kg/cm²
LECTURA INICIAL MEDIDOR: 4,46



LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

OBRA

UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Hoja: A-2
Fecha: 6-11-96
Muestra:
Referencia: 118/96
Informe: 186/96

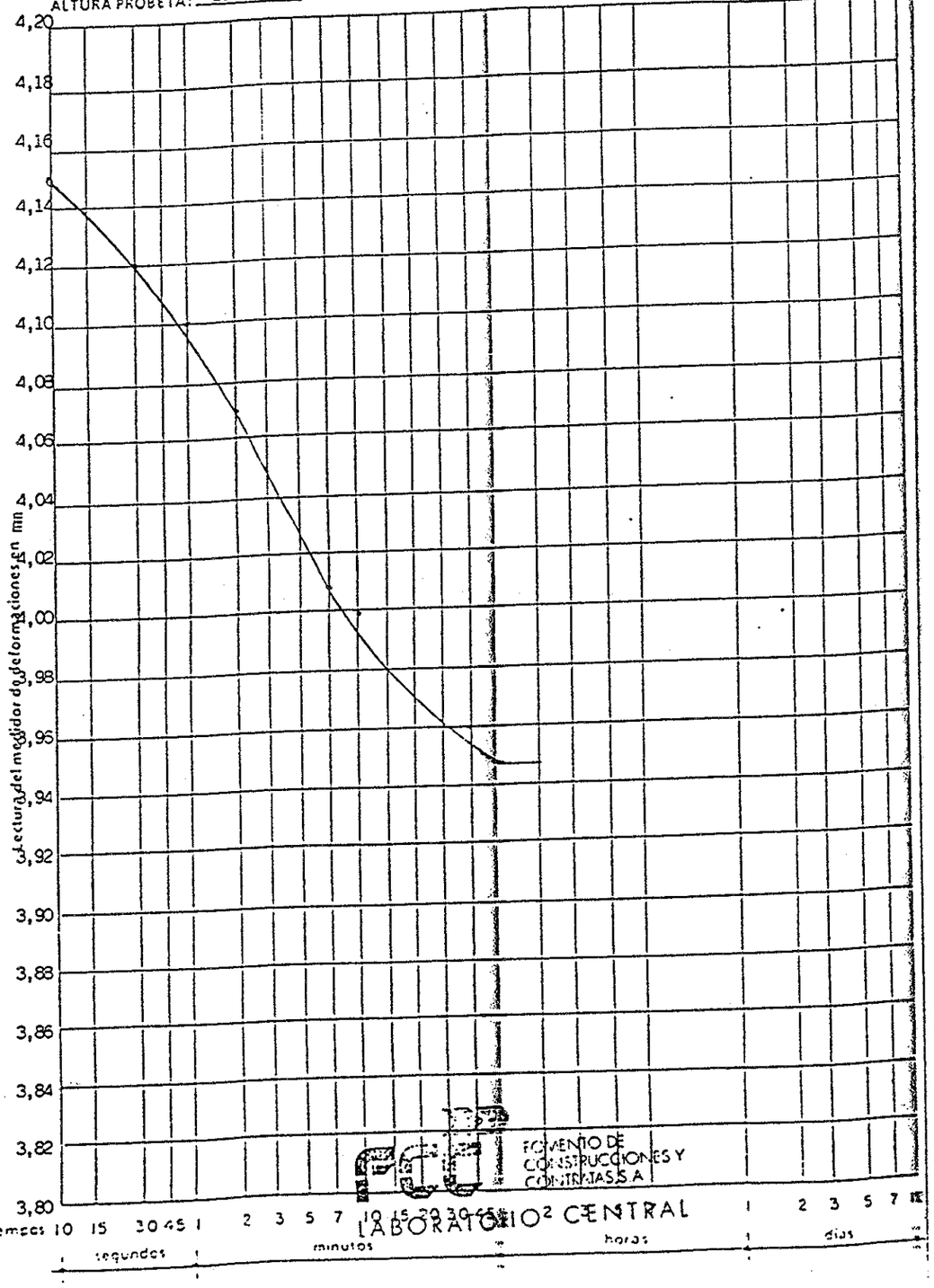
SONDEO 5 17,70 a 18,30

DIÁMETRO PROBETA: 50 mm

ALTURA PROBETA: 20 mm

INTERVALO DE PRESIONES ENTRE: 3-6 kg/cm²

LECTURA INICIAL MEDIDOR: 4,22



FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS S.A.

LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Muestra:
Referencia: 118/96
Informe: 186/96

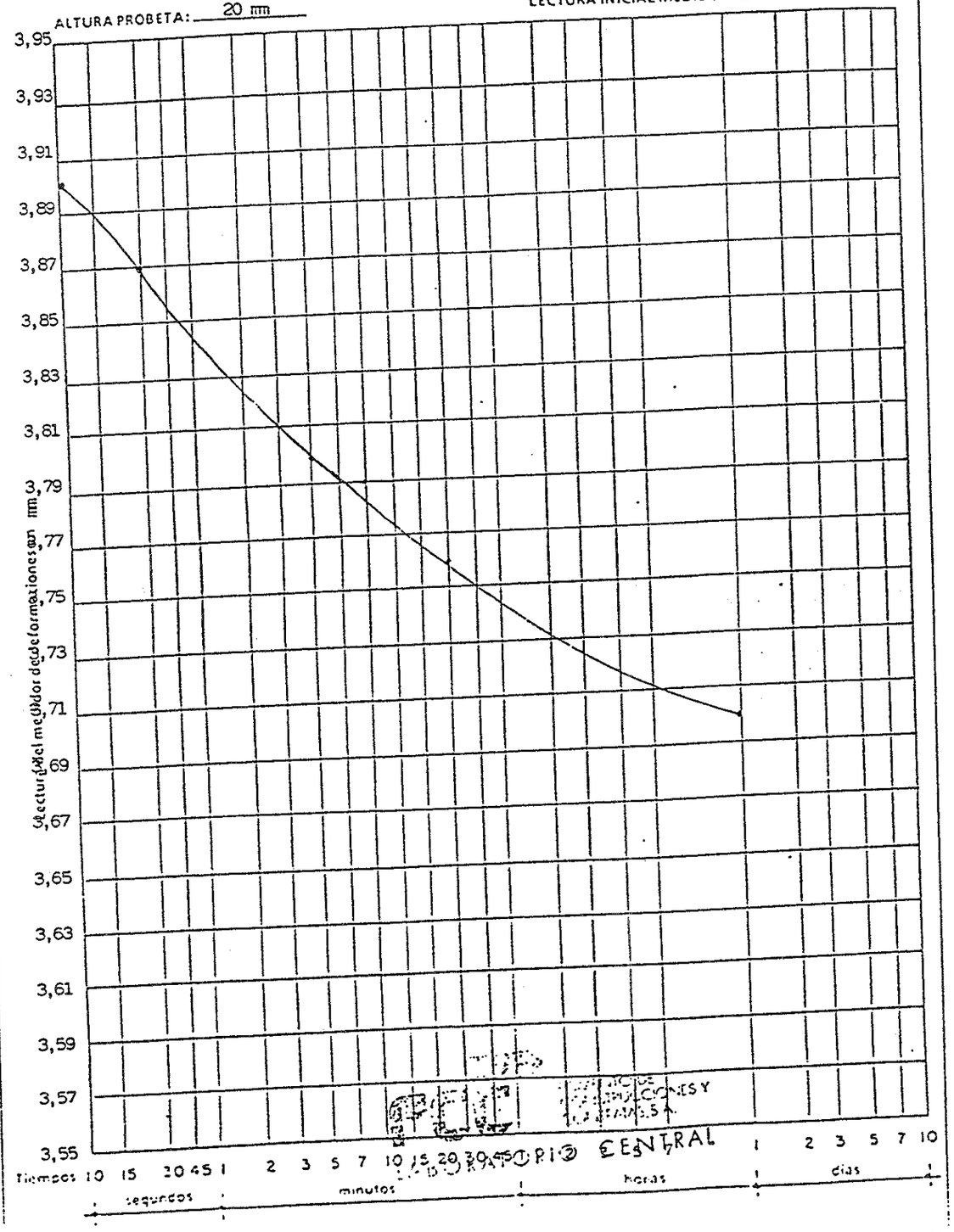
SONDEO 5 17,70 a 18,30

DIÁMETRO PROBETA: 50 mm

ALTURA PROBETA: 20 mm

INTERVALO DE PRESIONES ENTRE: 6-10 kg/cm²

LECTURA INICIAL MEDIDOR: 3,95



FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS S.A.

LABORATORIO CENTRAL

LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

OBRA: UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Hoja: A-1 25 de 30
Fecha: 24/10/96
Muestra:
Referencia: 118/96
Informe: 186/96

Procedencia: S-6 13.80-14.40 — Fecha de la toma:

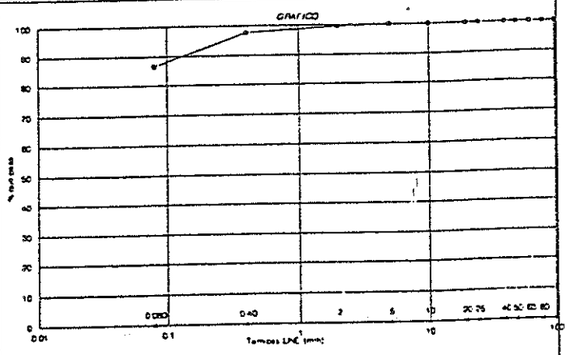
Material: SUELO — Cata: — Muestra: — Ref.Lab.: 118/96

ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO-CALCULO

CALCULOS PREVIOS		
A	Muestra total seca al aire	80.4
B	Gruesos lavados	0.4
A-B	Fracción fina seca al aire	80
C=(A-B) x f	Fracción fina seca	79
D= B+C	MUESTRA TOTAL SECA	79
E	Fracción fina ensayada seca al aire	80.4
F= E x f	FRACCION FINA ENSAYADA SECA	79.4
K	Factor de conversión en parte fina	1.0

HUMEDAD HIGROSCOPICA		
-	Referencia tara	22
t+s+a	Tara+suelo+agua	232.6
t+s	Tara+suelo	231.7
t	Tara	157.9
s=(t+s)-t	Suelo	73.8
a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	0.9
h= a/s x 100	Humedad hig. %	1.2
f= 100/(100+h)	Factor de corrección	0.988

Tamices UNE mm	% retenido g parte fina ensayada	% retenido g muestra total	% que pasa en muestra total
120			
100			
80			
63			
50			
40			
25			
20			
10			
5			100.0
2		0.4	99.5
0.40	1.5	1.5	97.6
0.080	8.7	8.7	86.7



EQUIVALENTE DE ARENA

Lectura superficie de arena	A				E.A.
Lectura superficie de arcilla	B				
Equivalente de arena	A/B x 100				

LIMITES DE ATTERBERG

Nº golpes	30	19			
Ref. tara	F	41			
t+s+a	60.33	70.03			
t+s	55.99	65.15			
t	43.11	51.17			
s=(t+s)-t	12.88	13.98			
a=(t+s+a)-(t+s)	4.34	4.88			
w= (a/s) x 100	33.7	34.9			

L.L. 34.1 LIMITE LIQUIDO

Ref. tara	9	5			
t+s+a	56.01	57.15			
t+s	54.65	55.74			
t	47.40	48.27			
s=(t+s)-t	7.25	7.47			
a=(t+s+a)-(t+s)	1.36	1.41			
w= (a/s) x 100	18.8	18.9			

L.P. 18.8 LIMITE PLASTICO

I.P. 15.3 INDICE DE PLASTICIDAD

Observaciones:

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A. LABORATORIO CENTRAL

Operador o responsable:

El Jefe de Sección:

LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

OBRA: UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Hoja: A-1 26 de 30
Fecha: 24/10/96
Muestra:
Referencia: 118/96
Informe: 186/96

Procedencia: SONDEO 6 DE 16.0-16.60 — Fecha de la toma:

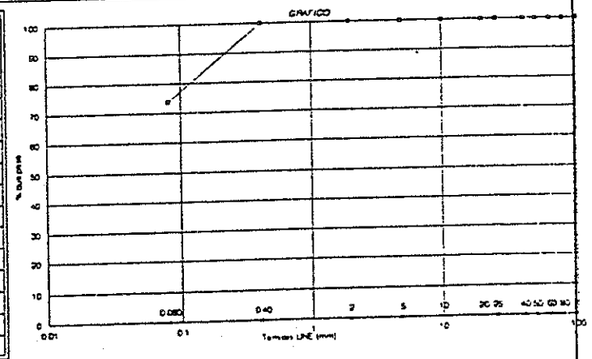
Material: SUELO — Cata: — Muestra: — Ref.Lab.: 118

ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO-CALCULO

CALCULOS PREVIOS		
A	Muestra total seca al aire	60.1
B	Gruesos lavados	0
A-B	Fracción fina seca al aire	60.1
C=(A-B) x f	Fracción fina seca	59
D= B+C	MUESTRA TOTAL SECA	59
E	Fracción fina ensayada seca al aire	60.1
F= E x f	FRACCION FINA ENSAYADA SECA	59.0
K	Factor de conversión en parte fina	1.0

HUMEDAD HIGROSCOPICA		
-	Referencia tara	28
t+s+a	Tara+suelo+agua	267.6
t+s	Tara+suelo	266.5
t	Tara	209.9
s=(t+s)-t	Suelo	56.6
a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	1.1
h= a/s x 100	Humedad hig. %	1.9
f= 100/(100+h)	Factor de corrección	0.981

Tamices UNE mm	% retenido g parte fina ensayada	% retenido g muestra total	% que pasa en muestra total
120			
100			
80			
63			
50			
40			
25			
20			
10			
5			
2			
0.40			100.0
0.080	15.5	15.5	73.7



EQUIVALENTE DE ARENA

Lectura superficie de arena	A				E.A.
Lectura superficie de arcilla	B				
Equivalente de arena	A/B x 100				

LIMITES DE ATTERBERG

Nº golpes	27	18			
Ref. tara	M	H			
t+s+a	59.51	60.64			
t+s	53.17	54.38			
t	40.63	42.35			
s=(t+s)-t	12.54	12.03			
a=(t+s+a)-(t+s)	6.34	6.26			
w= (a/s) x 100	50.6	52.0			

L.L. 50.5 LIMITE LIQUIDO

Ref. tara	25	45			
t+s+a	40.38	42.50			
t+s	38.51	40.78			
t	31.86	34.63			
s=(t+s)-t	6.65	6.15			
a=(t+s+a)-(t+s)	1.87	1.72			
w= (a/s) x 100	28.1	28.0			

L.P. 28.0 LIMITE PLASTICO

I.P. 22.5 INDICE DE PLASTICIDA

Observaciones:

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A. LABORATORIO C

Operador o responsable:

Jefe de Sección:

LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

OBRA

UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Hoja: A-1 27 de 30
Fecha: 24/10/96
Muestra:
Referencia: 118/96
Informe: 186/96

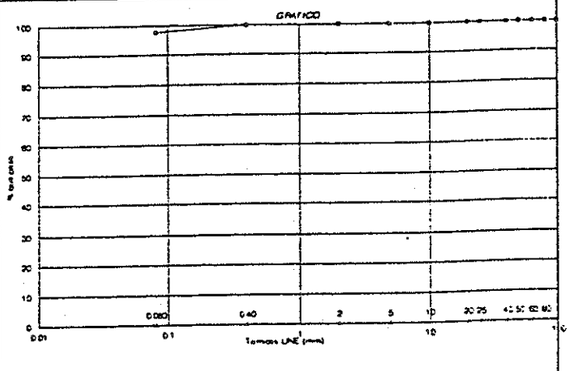
Procedencia: S-6 18.00-18.60 Fecha de la toma:

Material: SUELO Cata: Muestra: Ref.Lab.: 118/96

ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO-CALCULO

CALCULOS PREVIOS			HUMEDAD HIGROSCOPICA		
A	Muestra total seca al aire	59.6	-	Referencia tara	26
B	Gruesos lavados	0	t+s+a	Tara+suelo+agua	222.8
A-B	Fracción fina seca al aire	59.6	t+s	Tara+suelo	221.0
C=(A-B) x f	Fracción fina seca	58	t	Tara	169.5
D=B+C	MUESTRA TOTAL SECA	58	s=(t+s)-t	Suelo	51.5
E	Fracción fina ensayada seca al aire	59.6	a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	1.8
F=E x f	FRACCION FINA ENSAYADA SECA	57.6	h= a/s x 100	Humedad hig. %	3.5
K	Factor de conversión en parte fina	1.0	f= 100/(100+h)	Factor de corrección	0.966

Tamices UNE mm	% retenido g parte fina ensayada	% retenido g muestra total	% que pasa en muestra total
120			
100			
80			
63			
50			
40			
25			
20			
10			
5			
2			100.0
0.40			97.6
0.080	1.4	1.4	



EQUIVALENTE DE ARENA

Lectura superficie de arena	A				E.A.
Lectura superficie de arcilla	B				
Equivalente de arena	A/B x 100				

LIMITES DE ATTERBERG

Nº golpes	28	18			
Ref. tara	N	6			
t+s+a	59.41	63.39			
t+s	53.15	57.70			
t	41.33	47.44			
s=(t+s)-t	11.82	10.26			
a=(t+s+a)-(t+s)	6.26	5.69			
w= (a/s) x 100	53.0	55.5			

L.L. 53.5 LIMITE LIQUIDO

Ref. tara	D	J			
t+s+a	48.76	50.00			
t+s	47.07	48.03			
t	41.06	40.95			
s=(t+s)-t	6.01	7.08			
a=(t+s+a)-(t+s)	1.69	1.97			
w= (a/s) x 100	28.1	27.8			

L.P. 28.0 LIMITE PLASTICO

I.P. 25.5 INDICE DE PLASTICIDAD

Observaciones:

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.
LABORATORIO CENTRAL

Operador o responsable:

El Jefe de Sección:

LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

OBRA

UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Hoja: A-1 28 de 30
Fecha: 24/10/96
Muestra:
Referencia: 118/96
Informe: 186/96

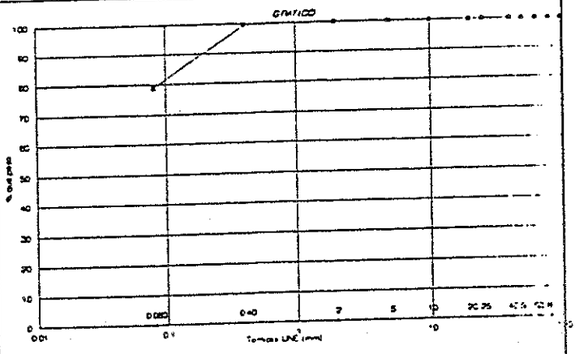
Procedencia: S-6 DE 21.00-21.60 Fecha de la toma:

Material: SUELO Cata: Muestra: Ref.Lab.: 118/96

ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO-CALCULO

CALCULOS PREVIOS			HUMEDAD HIGROSCOPICA		
A	Muestra total seca al aire	87.7	-	Referencia tara	16
B	Gruesos lavados	0	t+s+a	Tara+suelo+agua	295.1
A-B	Fracción fina seca al aire	87.7	t+s	Tara+suelo	294.4
C=(A-B) x f	Fracción fina seca	87	t	Tara	211.3
D=B+C	MUESTRA TOTAL SECA	87	s=(t+s)-t	Suelo	83.1
E	Fracción fina ensayada seca al aire	87.7	a=(t+s+a)-(t+s)	Agua	0.7
F=E x f	FRACCION FINA ENSAYADA SECA	87.0	h= a/s x 100	Humedad hig. %	0.8
K	Factor de conversión en parte fina	1.0	f= 100/(100+h)	Factor de corrección	0.992

Tamices UNE mm	% retenido g parte fina ensayada	% retenido g muestra total	% que pasa en muestra total
120			
100			
80			
63			
50			
40			
25			
20			
10			
5			
2			100.0
0.40	0.4	0.4	99.5
0.080	18.0	18.0	78.8



EQUIVALENTE DE ARENA

Lectura superficie de arena	A				E.A.
Lectura superficie de arcilla	B				
Equivalente de arena	x 100				

LIMITES DE ATTERBERG

Nº golpes	32	17			
Ref. tara	13	E			
t+s+a	65.28	62.30			
t+s	60.78	57.39			
t	44.85	41.28			
s=(t+s)-t	15.93	16.11			
a=(t+s+a)-(t+s)	4.50	4.91			
w= (a/s) x 100	28.2	30.5			

L.L. 29.1 LIMITE LIQUIDO

Ref. tara	11	3			
t+s+a	53.85	54.31			
t+s	52.38	52.74			
t	45.09	45.19			
s=(t+s)-t	7.29	7.55			
a=(t+s+a)-(t+s)	1.47	1.57			
w= (a/s) x 100	20.2	20.8			

L.P. 20.5 LIMITE PLASTICO

I.P. 8.6 INDICE DE PLASTICID.

Observaciones:

Operador o responsable:

El Jefe de Sección:

LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

OBRA

UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Hoja: A-2 54 de 73
Fecha: 6/11/96
Muestra:
Referencia: 118/96
Informe: 186/96

ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL DE UN SUELO EN EDÓMETRO UNE 103.405

DATOS DE LA PROBETA:

MUESTRA Nº	SONDEO 6 DE 12,50 A 13,10
TIPO DE MUESTRA	INALTERADA
DENSIDAD SECA (Tm/m3)	1.752
HUMEDAD INICIAL %	19.8
HUMEDAD FINAL %	14.4
ALTURA EDÓMETRO EN mm	20 mm
ÍNDICE DE POROS INICIAL	0.547
PESO ESPECÍFICO (Tm/m3)	2.711
GRADO DE SATURACIÓN INICIAL %	97.8

OBSERVACIONES:

OPERADOR O RESPONSABLE

JEFE DE SECCIÓN

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.
LABORATORIO CENTRAL

LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

OBRA

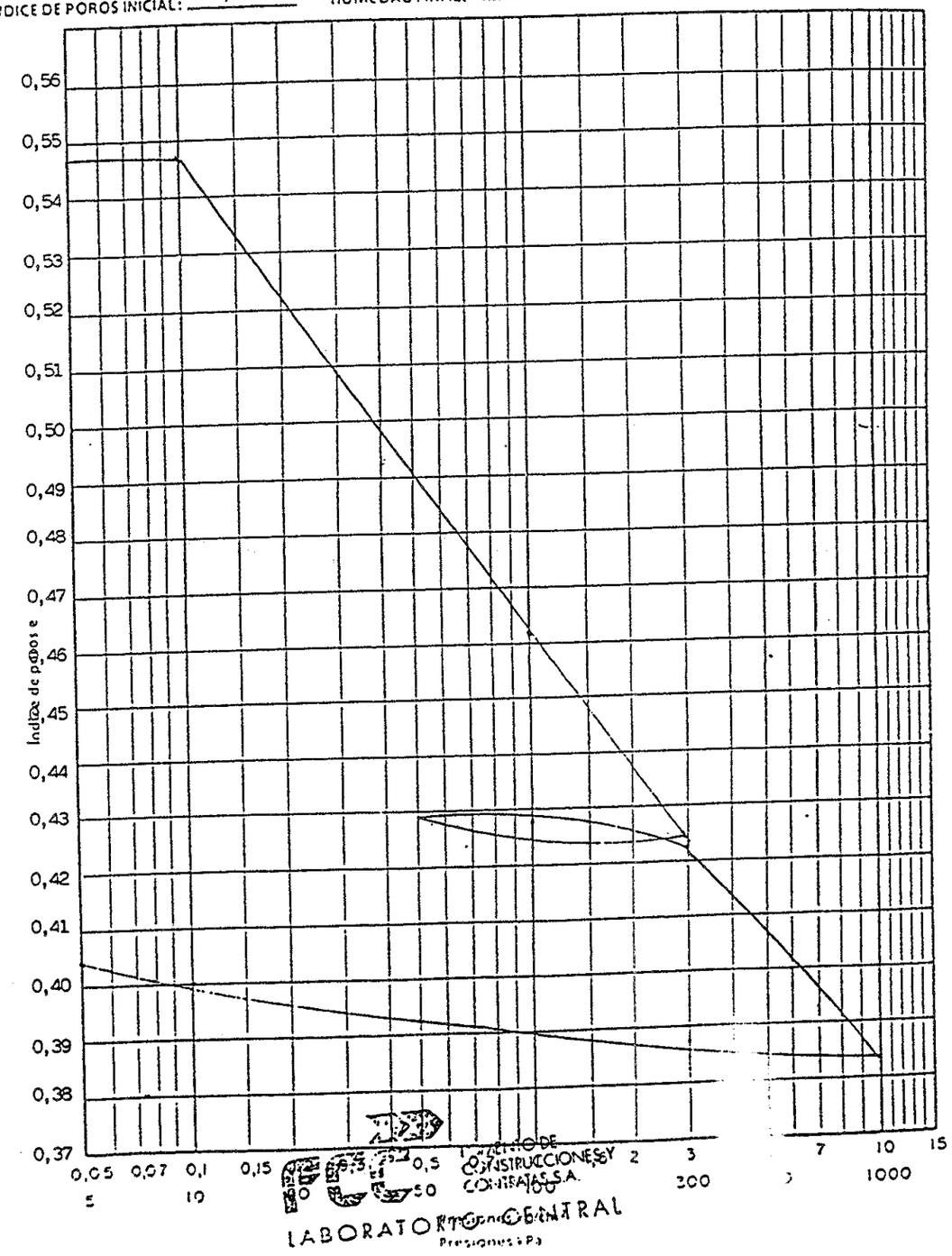
UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Hoja: A-2 55 de 73
Fecha: 6-11-96
Muestra:
Referencia: 118/96
Informe: 186/96

SONDEO 6 12,50 a 13,10

DENSIDAD SECA INICIAL: 1,752 HUMEDAD INICIAL: 19,8 DENSIDAD RELATIVA DE LAS PARTÍCULAS: 2,711

ÍNDICE DE POROS INICIAL: 0,547 HUMEDAD FINAL: 14,4



FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.
LABORATORIO CENTRAL

LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

OBRA

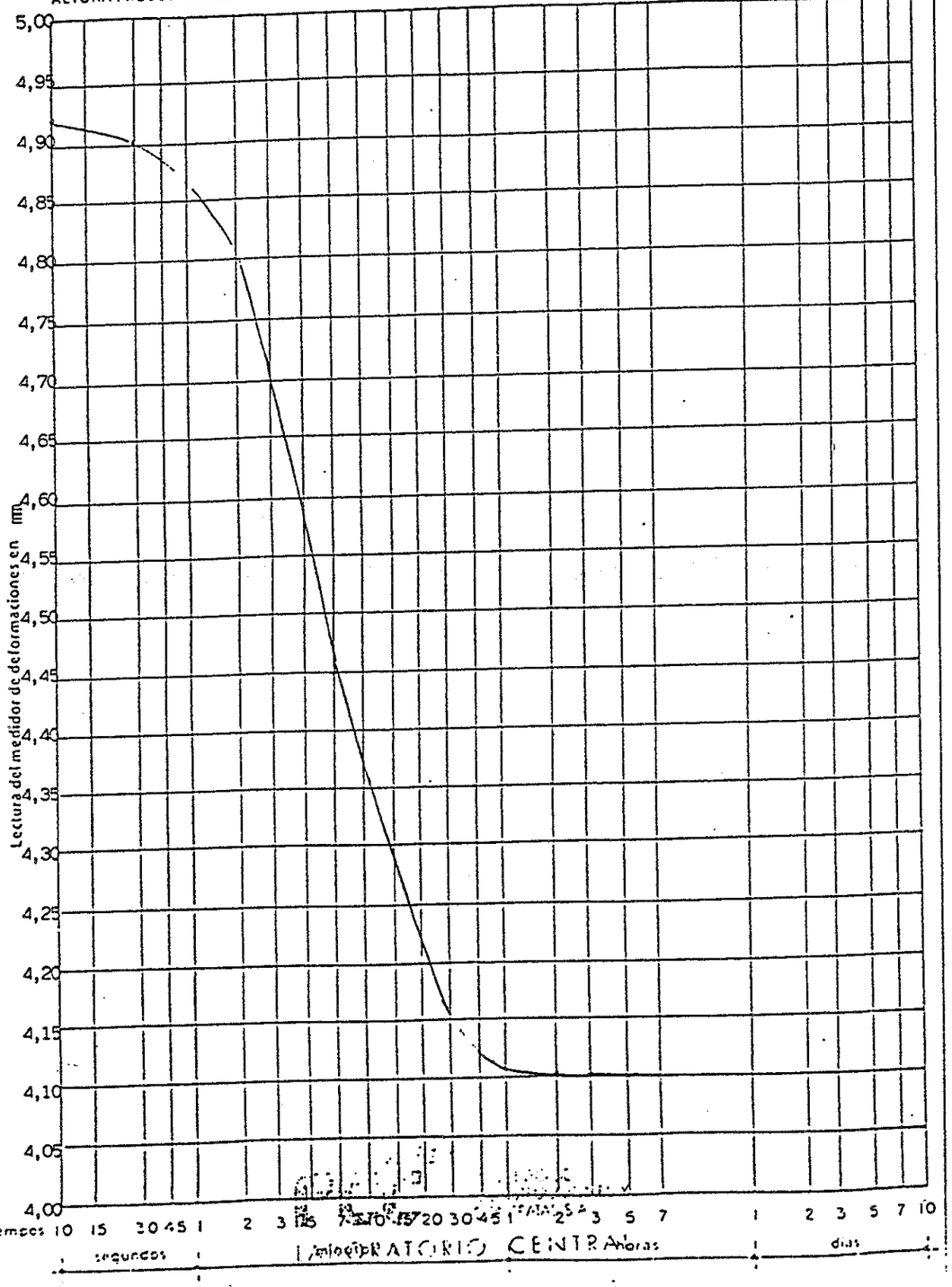
UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Hoja: A-2 56 de 73
Fecha: 6-11-96
Muestra:
Referencia: 118/96
Informe: ~~186/96~~

SONDEO 6 12,50 a 13,10

DIÁMETRO PROBETA: 50 mm
ALTURA PROBETA: 20 mm

INTERVALO DE PRESIONES ENTRE: 0,1-0,5 kg/cm²
LECTURA INICIAL MEDIDOR: 5,00



LABORATORIO CENTRAL

LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

OBRA

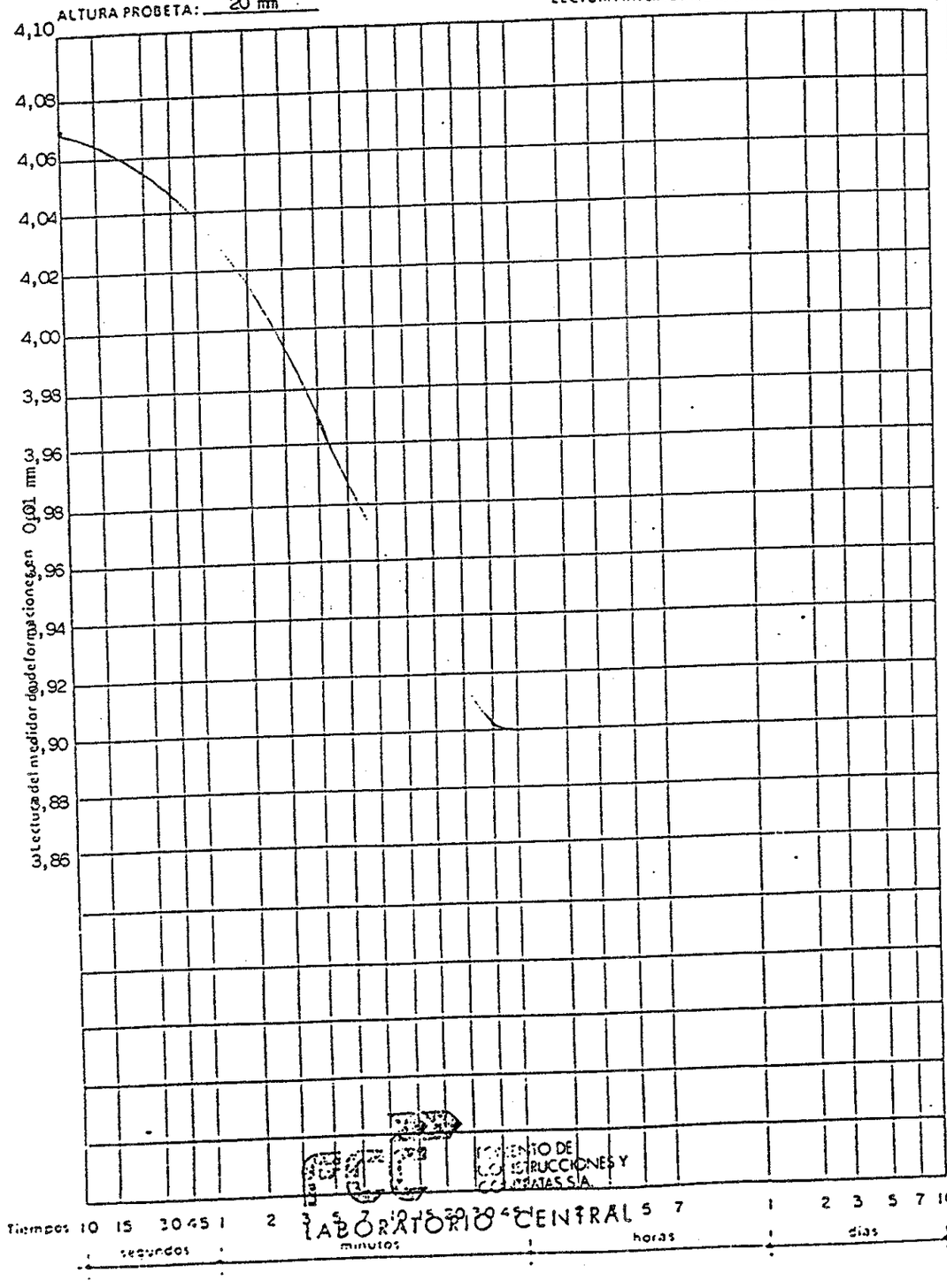
UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Hoja: A-2 57 de 73
Fecha: 6-11-96
Muestra: 118/96
Referencia: 186/96

SONDEO 6 12,50 a 13,10

DIÁMETRO PROBETA: 50 mm
ALTURA PROBETA: 20 mm

INTERVALO DE PRESIONES ENTRE: 0,5-1 kg
LECTURA INICIAL MEDIDOR: 4,10



FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS S.A.
LABORATORIO CENTRAL

LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

OBRA

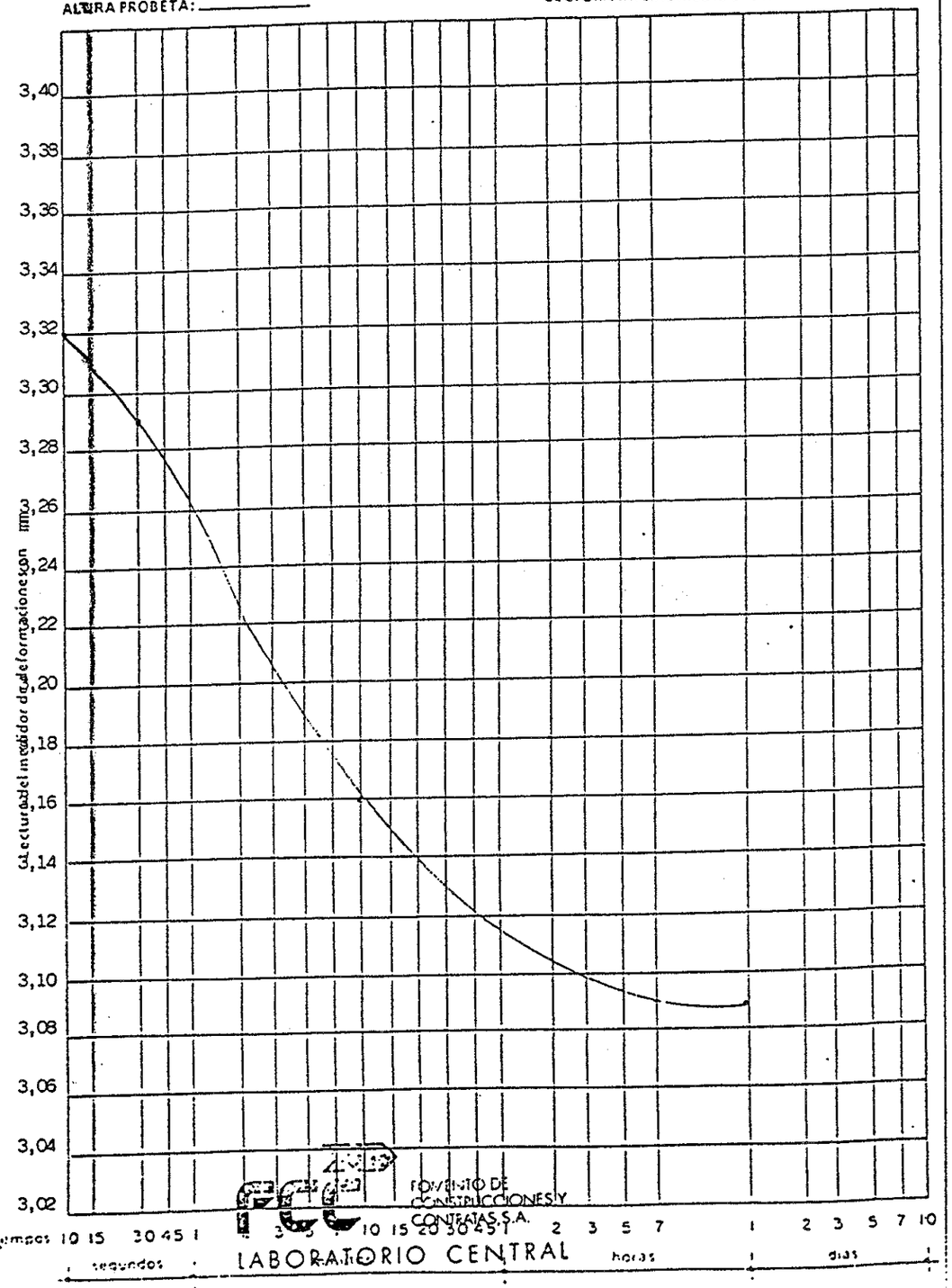
UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Hoja: A-2 58 de 73
Fecha: 6-11-96
Muestra:
Referencia: 118/96
Informe: 186/96

SONDEO 6 12,50 a 13,10

DIÁMETRO PROBETA: 50 mm
ALTURA PROBETA: 20 mm

INTERVALO DE PRESIONES ENTRE: 3-6 kg
LECTURA INICIAL MEDIDOR: 3,40



LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

OBRA

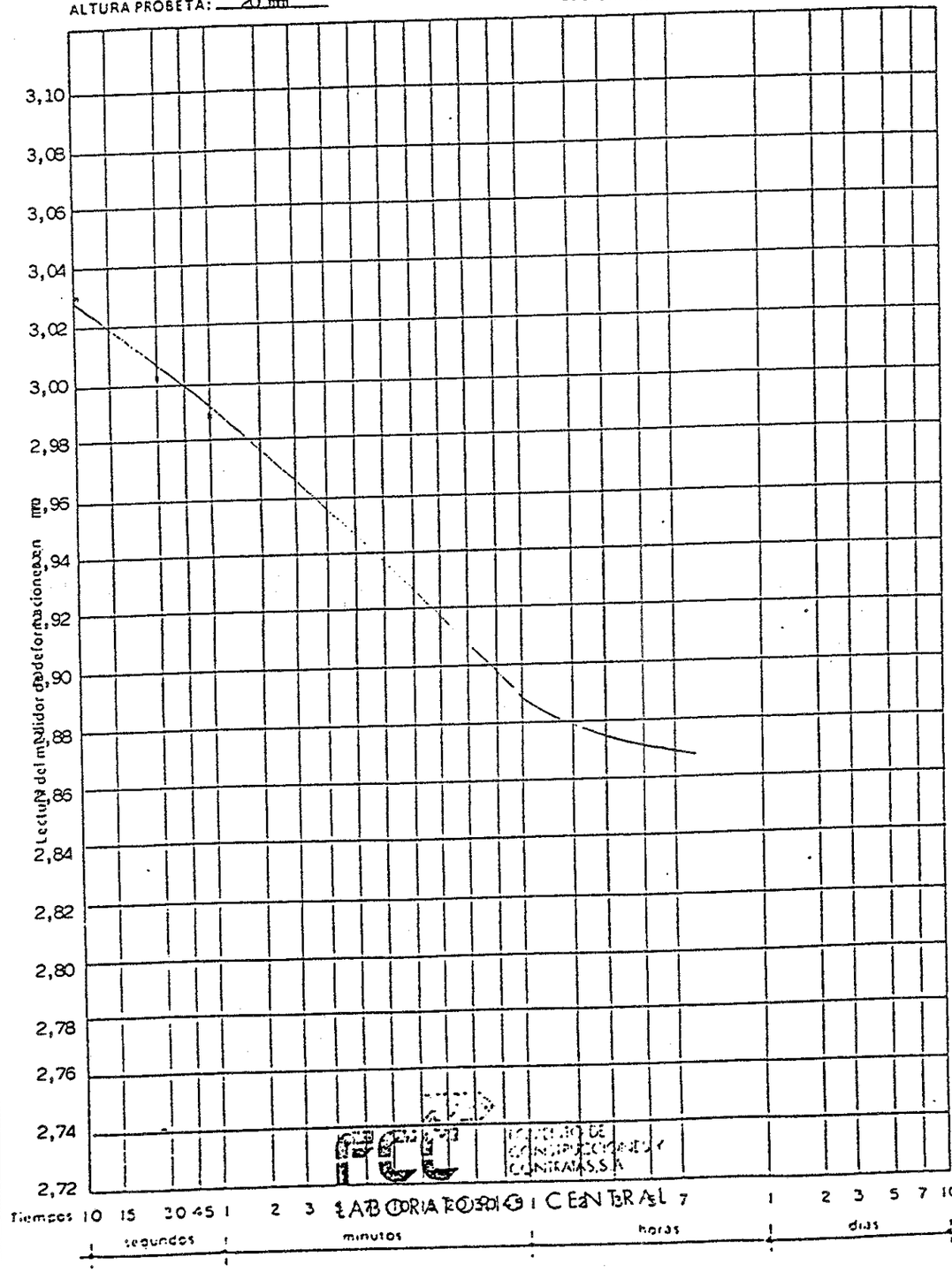
UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Hoja: A-2 29 de 73
Fecha: 6-11-96
Muestra:
Referencia: 118/96
Informe: 186/96

SONDEO 6 12,50 a 13,10

DIÁMETRO PROBETA: 50 mm
ALTURA PROBETA: 20 mm

INTERVALO DE PRESIONES ENTRE: 6-10 kg
LECTURA INICIAL MEDIDOR: 3,09



LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

OBRA

UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Hoja: A-2 60 de 73
Fecha: 6/11/96
Muestra:
Referencia: 118/96
Informe: 186/96

ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL DE UN SUELO EN EDÓMETRO UNE 103.405

DATOS DE LA PROBETA:

MUESTRA Nº		SONDEO 6 16,00 A 16,60
TIPO DE MUESTRA		INALTERADA
DENSIDAD SECA (Tm/m3)		1.056
HUMEDAD INICIAL	%	52.3
HUMEDAD FINAL	%	44.1
ALTURA EDÓMETRO EN mm		20 mm
ÍNDICE DE POROS INICIAL		1.55
PESO ESPECÍFICO (Tm/m3)		2.698
GRADO DE SATURACIÓN INICIAL	%	90.8

OBSERVACIONES:

OPERADOR O RESPONSABLE

JEFE DE SECCIÓN

FCC FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.
LABORATORIO CENTRAL

LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

OBRA

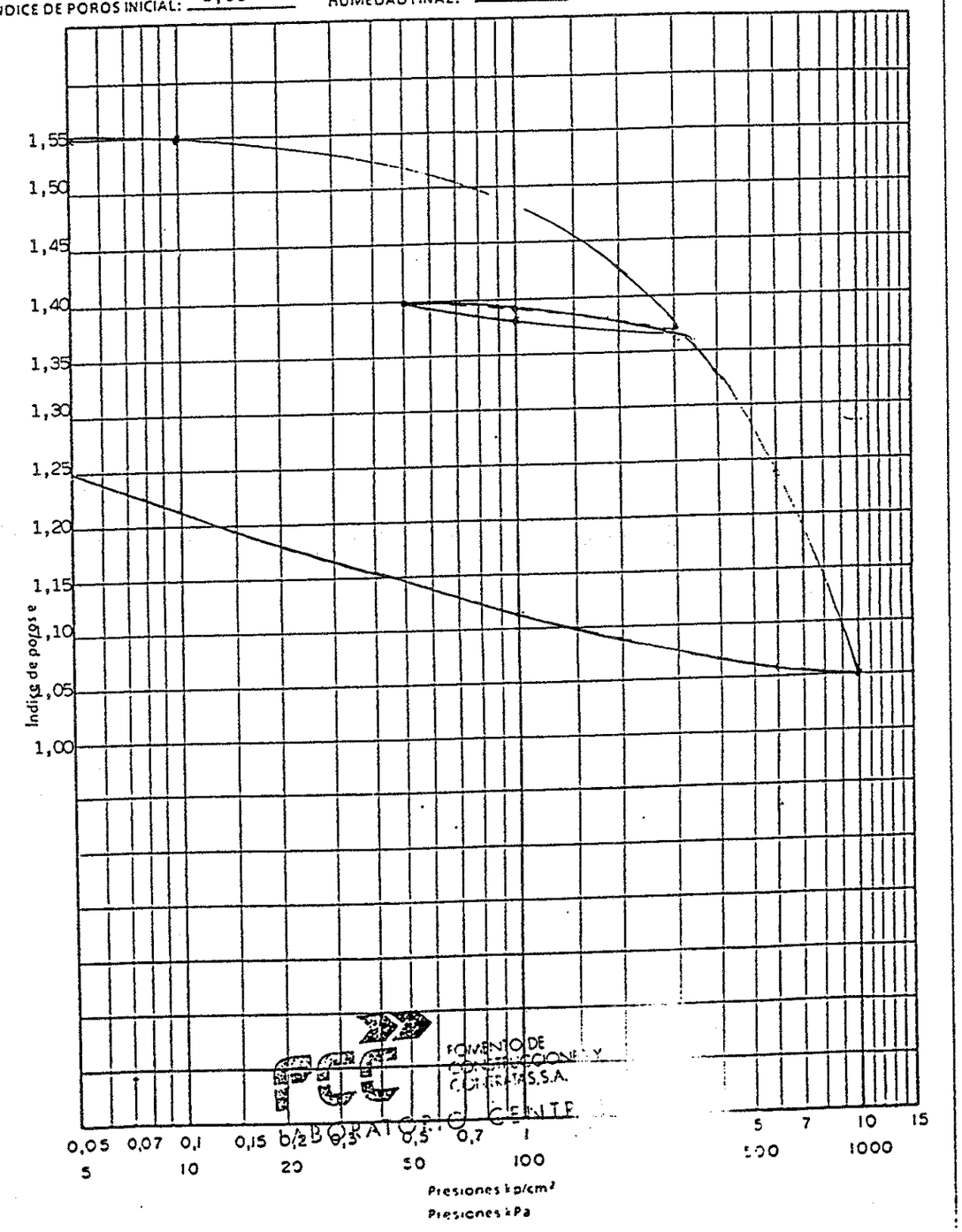
UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1A

Hoja: A-2 61 de 73
Fecha:
Muestra:
Referencia: 118/96
Informe: 186/96

SONDEO 6 16,00 A 16,60

DENSIDAD SECA INICIAL: 1,056 HUMEDAD INICIAL: 52,3 DENSIDAD RELATIVA DE LAS PARTÍCULAS: 2,698

ÍNDICE DE POROS INICIAL: 1,55 HUMEDAD FINAL: 44,1



LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

OBRA

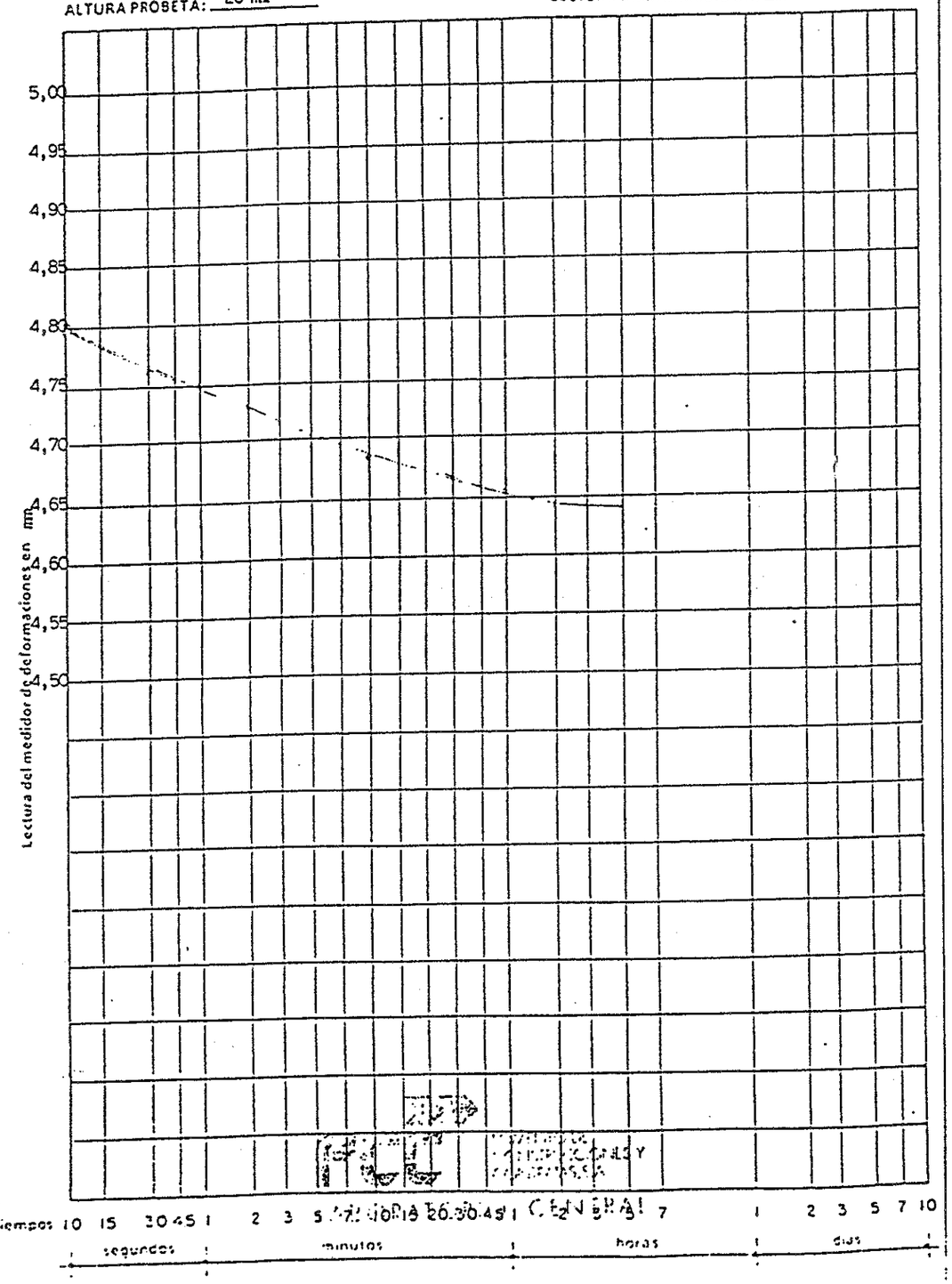
UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Hoja: A-2 62 de 63
Fecha: 6-11-96
Muestra:
Referencia: 118/96
Informe: ~~186/96~~

SONDEO 6 16,00 a 16,60

DIÁMETRO PROBETA: 50 mm
ALTURA PROBETA: 20 mm

INTERVALO DE PRESIONES ENTRE: 0,1-0,5 kg
LECTURA INICIAL MEDIDOR: 5,00



LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

OBRA

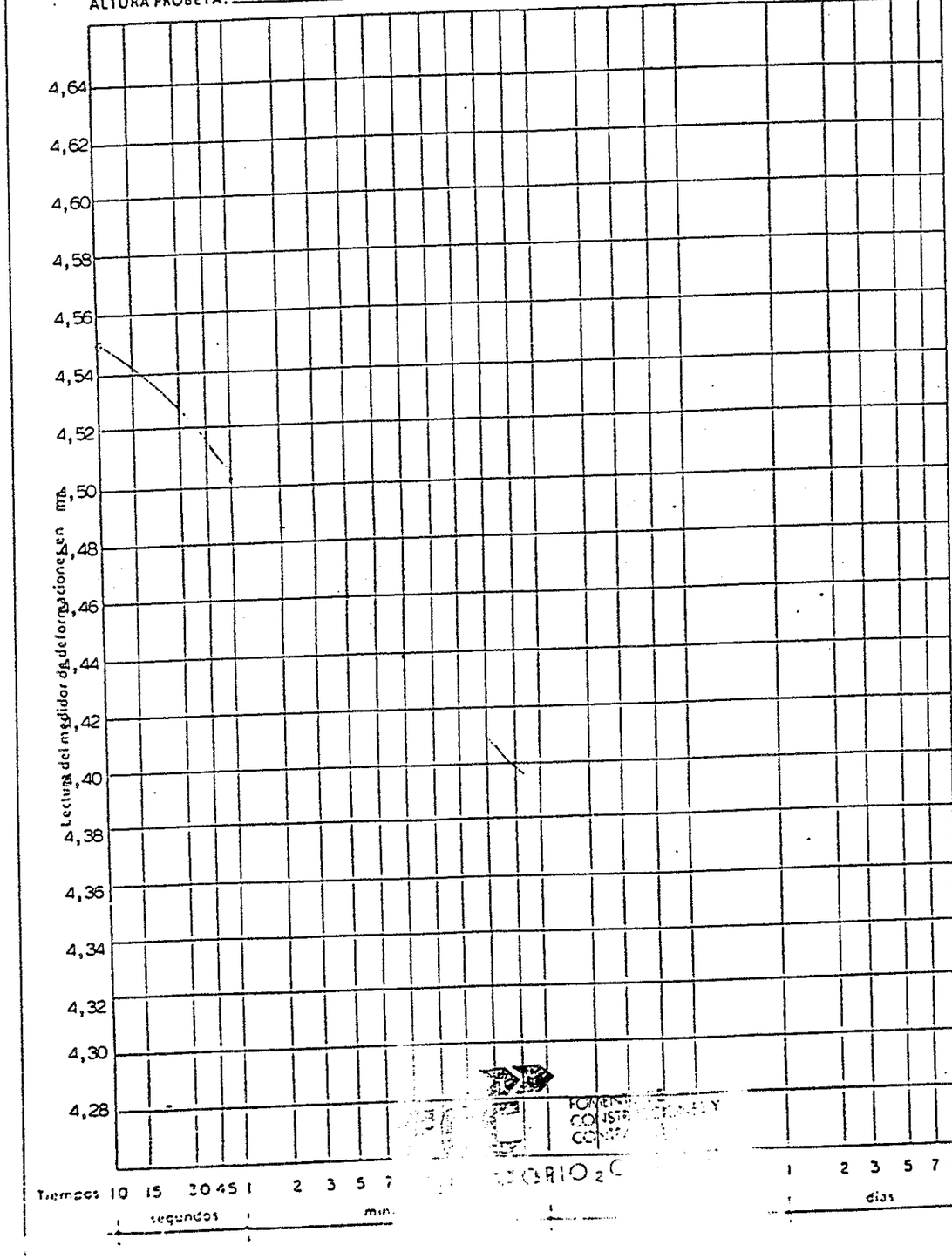
UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Hoja:
Fecha: 6-11-96
Muestra:
Referencia: 118/96
Informe: 186/96

SONDEO 6 16,00 a 16,60

DIÁMETRO PROBETA: 50 mm
ALTURA PROBETA: 20 mm

INTERVALO DE PRESIONES ENTRE: 0,5-1 kg
LECTURA INICIAL MEDIDOR: 4,64



LABORATORIO CENTRAL

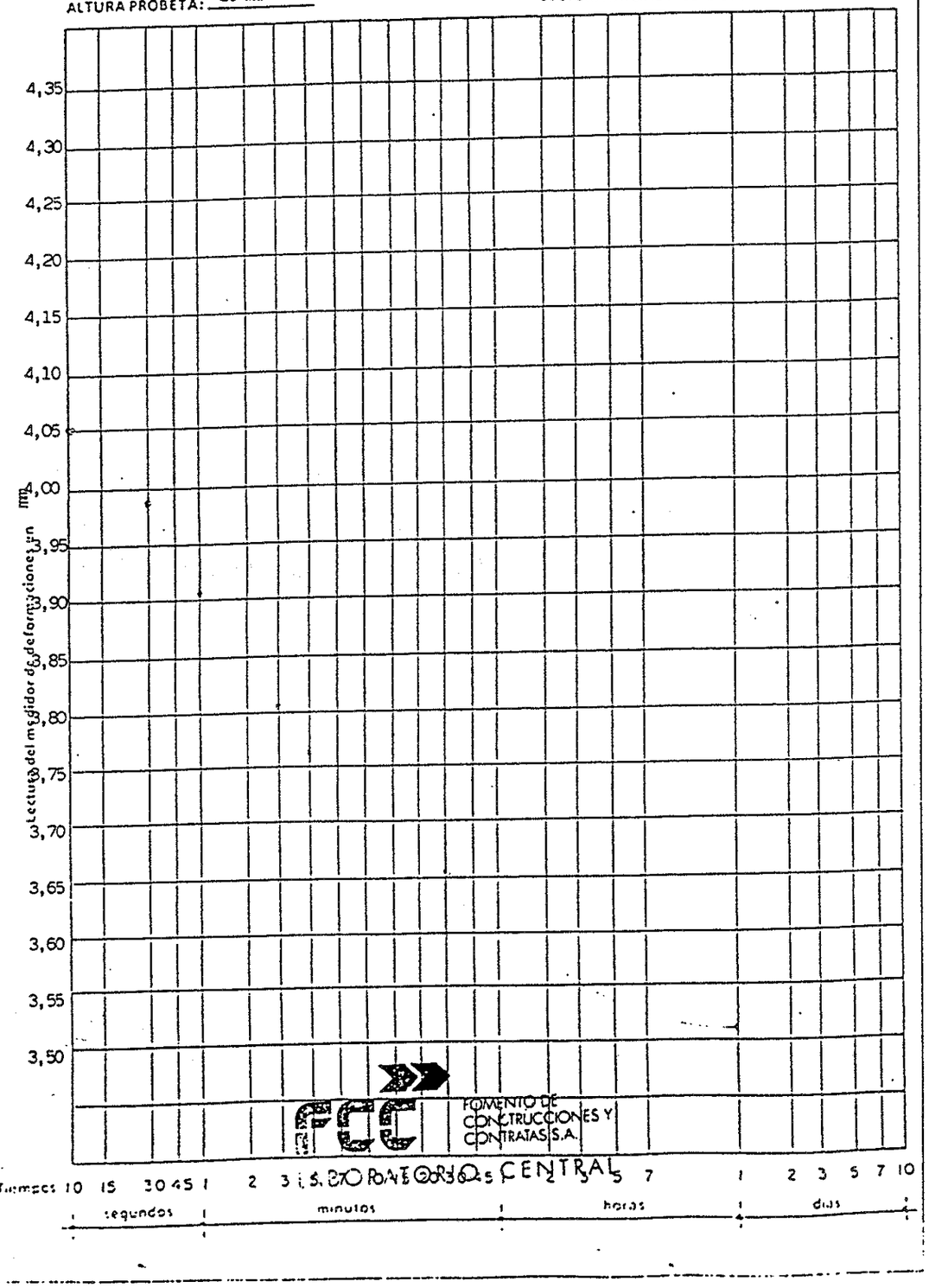
FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

OBRA: UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Hoja: A-2 64 de 73
Fecha: 6-11-96
Muestra:
Referencia: 118/96
Informe: 186/96

SONDEO 6 16,00 a 16,60

DIÁMETRO PROBETA: 50 mm
ALTURA PROBETA: 20 mm
INTERVALO DE PRESIONES ENTRE: 1-3 kg
LECTURA INICIAL MEDIDOR: 4,37



FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS S.A.
LABORATORIO CENTRAL

LABORATORIO CENTRAL

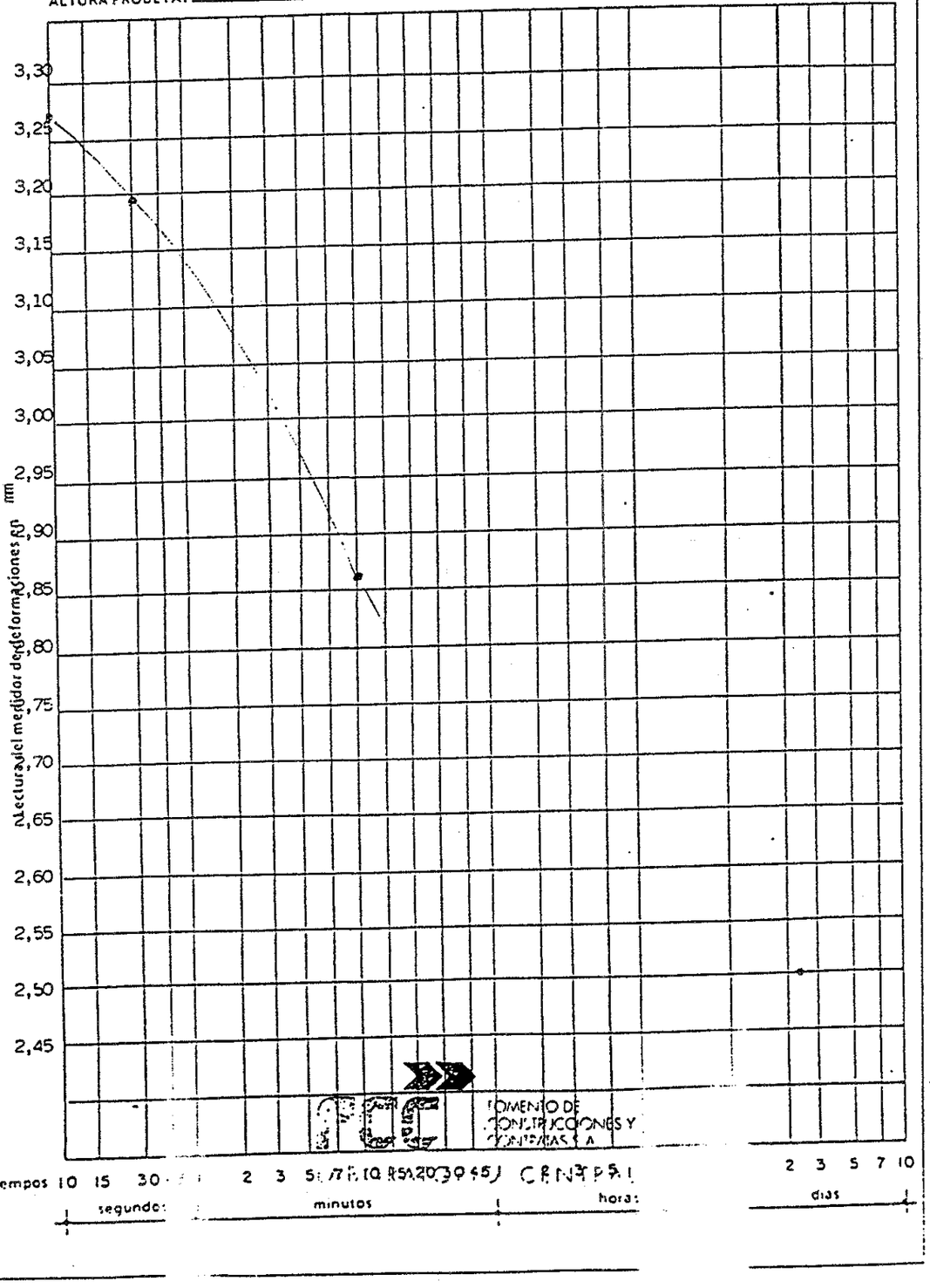
FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

OBRA: UTE AVE CALATAYUD TRAMO A-A

Hoja: A-2 65 de 73
fecha: 6-11-96
Muestra:
Referencia: 118/96
Informe: 186/96

SONDEO 6 16,00 a 16,60

DIÁMETRO PROBETA: 50 mm
ALTURA PROBETA: 20 mm
INTERVALO DE PRESIONES ENTRE: 3-6 kg
LECTURA INICIAL MEDIDOR: 3,48



FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS S.A.
LABORATORIO CENTRAL

LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

OBRA

UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Hoja: A-2 66 de 73
Fecha: 6-11-96
Muestra:
Referencia: 118/96
Informe: 186/96

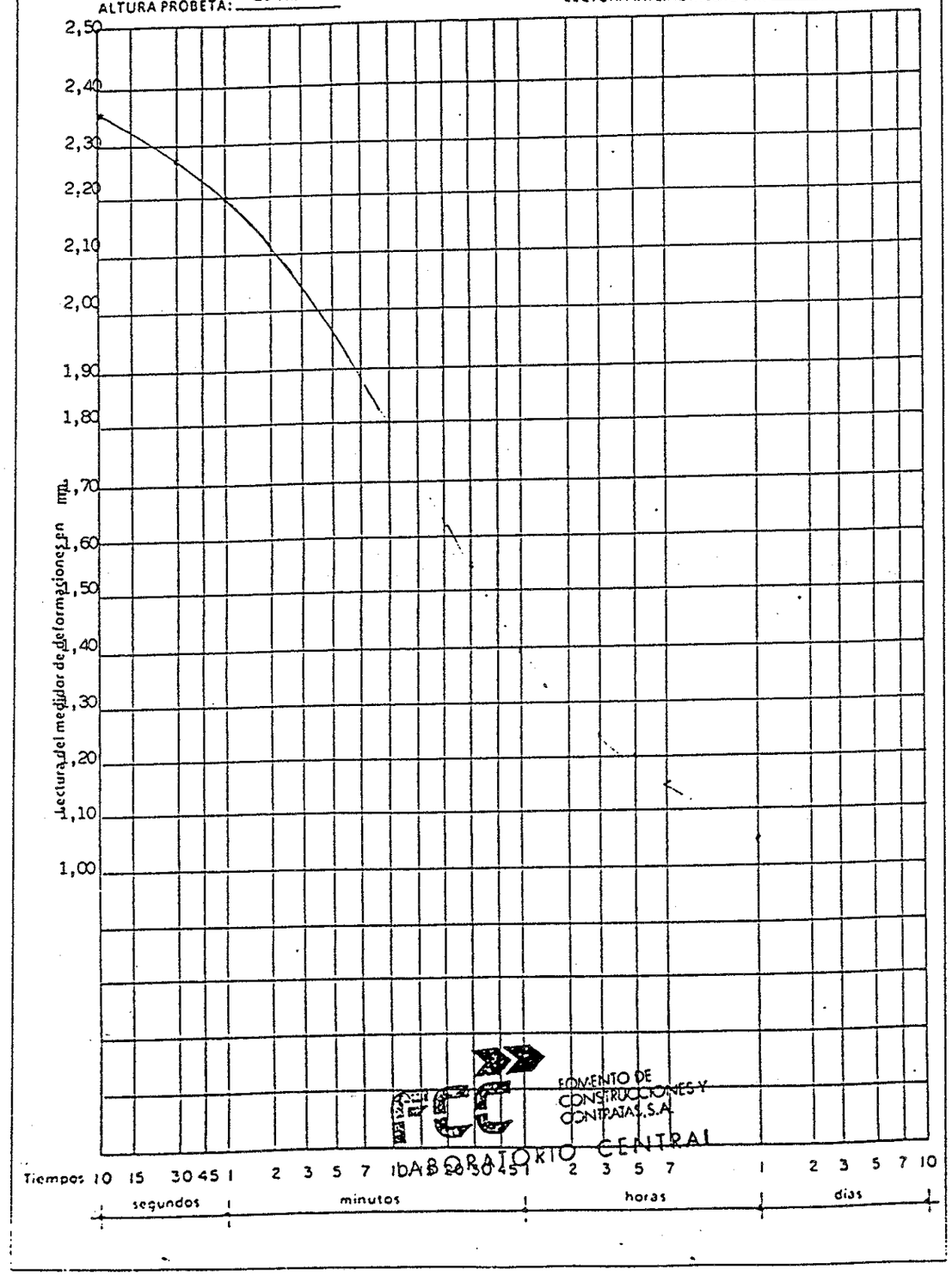
SONDEO 6 16,00 a 16,60

DIÁMETRO PROBETA: 50 mm

ALTURA PROBETA: 20 mm

INTERVALO DE PRESIONES ENTRE: 6-10 kg

LECTURA INICIAL MEDIDOR: 2,50



FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A. LABORATORIO CENTRAL

LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

OBRA

UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Hoja: A-2 67 de 73
Fecha: 6/11/96
Muestra:
Referencia: 118/96
Informe: 186/96

ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL DE UN SUELO EN EDÓMETRO UNE 103.405

DATOS DE LA PROBETA:

MUESTRA Nº	SONDEO 6 DE 18,00 A 18,60
TIPO DE MUESTRA	INALTERADA
DENSIDAD SECA (Tm/m3)	0.712
HUMEDAD INICIAL %	94.8
HUMEDAD FINAL %	82.9
ALTURA EDÓMETRO EN mm	20
ÍNDICE DE POROS INICIAL	2.65
PESO ESPECÍFICO (Tm/m3)	2.598
GRADO DE SATURACIÓN INICIAL %	93

OBSERVACIONES:

OPERADOR O RESPONSABLE

JEFE DE SECCIÓN

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A. LABORATORIO CENTRAL

LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

OBRA

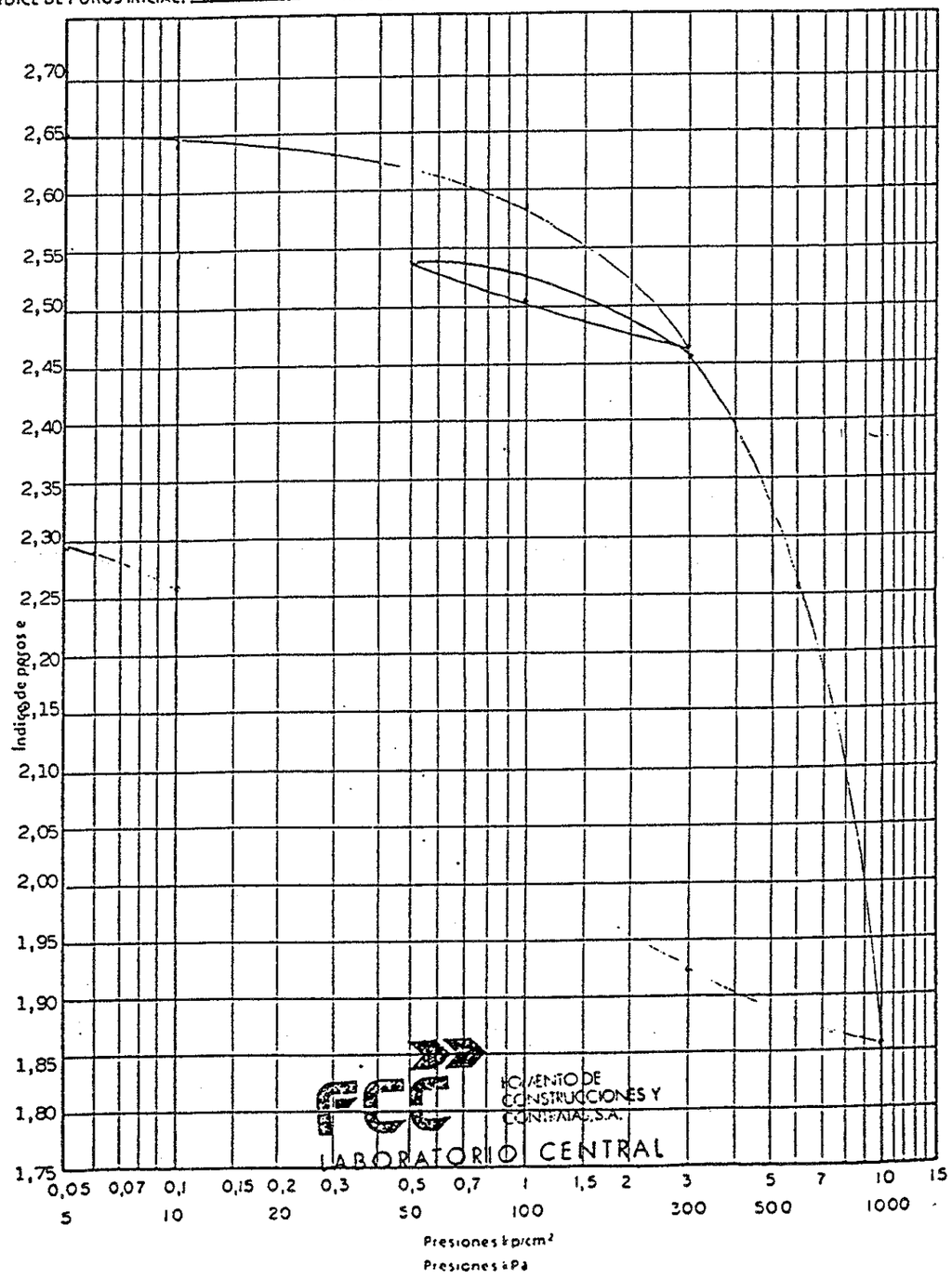
UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Hoja: A-2 68 de 73
Fecha: 6-11-96
Muestra:
Referencia: 118/96
Informe: 186/96

SONDEO 6 18,00 a 18,60

DENSIDAD SECA INICIAL: 0,712 HUMEDAD INICIAL: 94,8 DENSIDAD RELATIVA DE LAS PARTICULAS: 2,65

ÍNDICE DE POROS INICIAL: 2,65 HUMEDAD FINAL: 82,9



FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.
LABORATORIO CENTRAL

LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

OBRA

UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

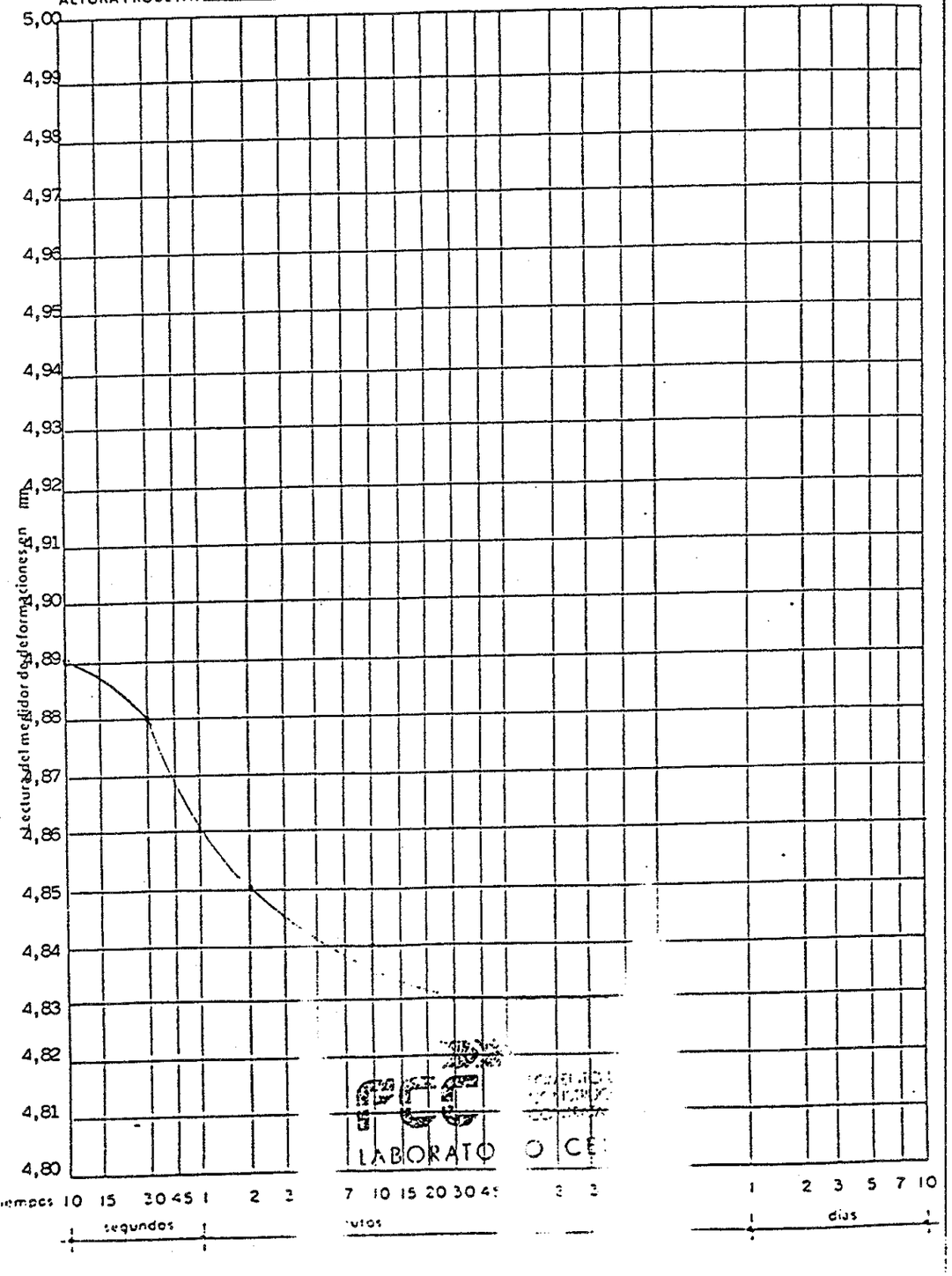
Hoja: A-2 de 73
Fecha: 6-11-96
Muestra:
Referencia: 118/96
Informe: 186/96

SONDEO 6 18,00 a 18,60

DIÁMETRO PROBETA: 50 mm
ALTURA PROBETA: 20 mm

INTERVALO DE PRESIONES ENTRE: 0,1-0,5 kg/cm²

LECTURA INICIAL MEDIDOR: 5,00



LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

OBRA

UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Hoja: A-2 70 de 75
Fecha: 6-11-96
Muestra:
Referencia: 118/96
Informe: 186/96

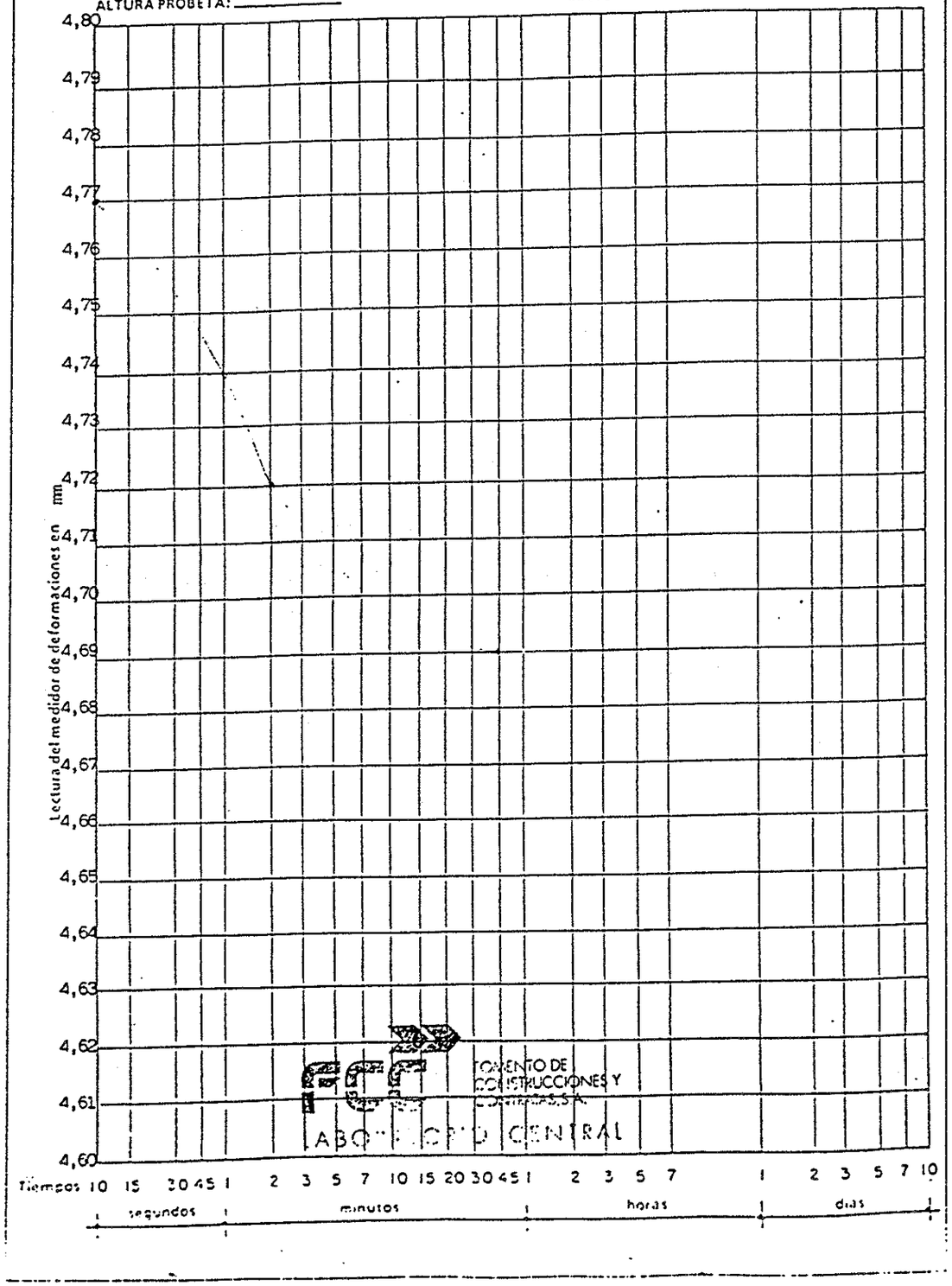
SONDEO 6 18,00 a 18,60

DIÁMETRO PROBETA: 50 mm

ALTURA PROBETA: 20 mm

INTERVALO DE PRESIONES ENTRE: 0,5-1 kg/cm²

LECTURA INICIAL MEDIDOR: 4,83



FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.
LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

OBRA

UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Fecha: 6-11-96
Muestra:
Referencia: 118/96
Informe: 186/96

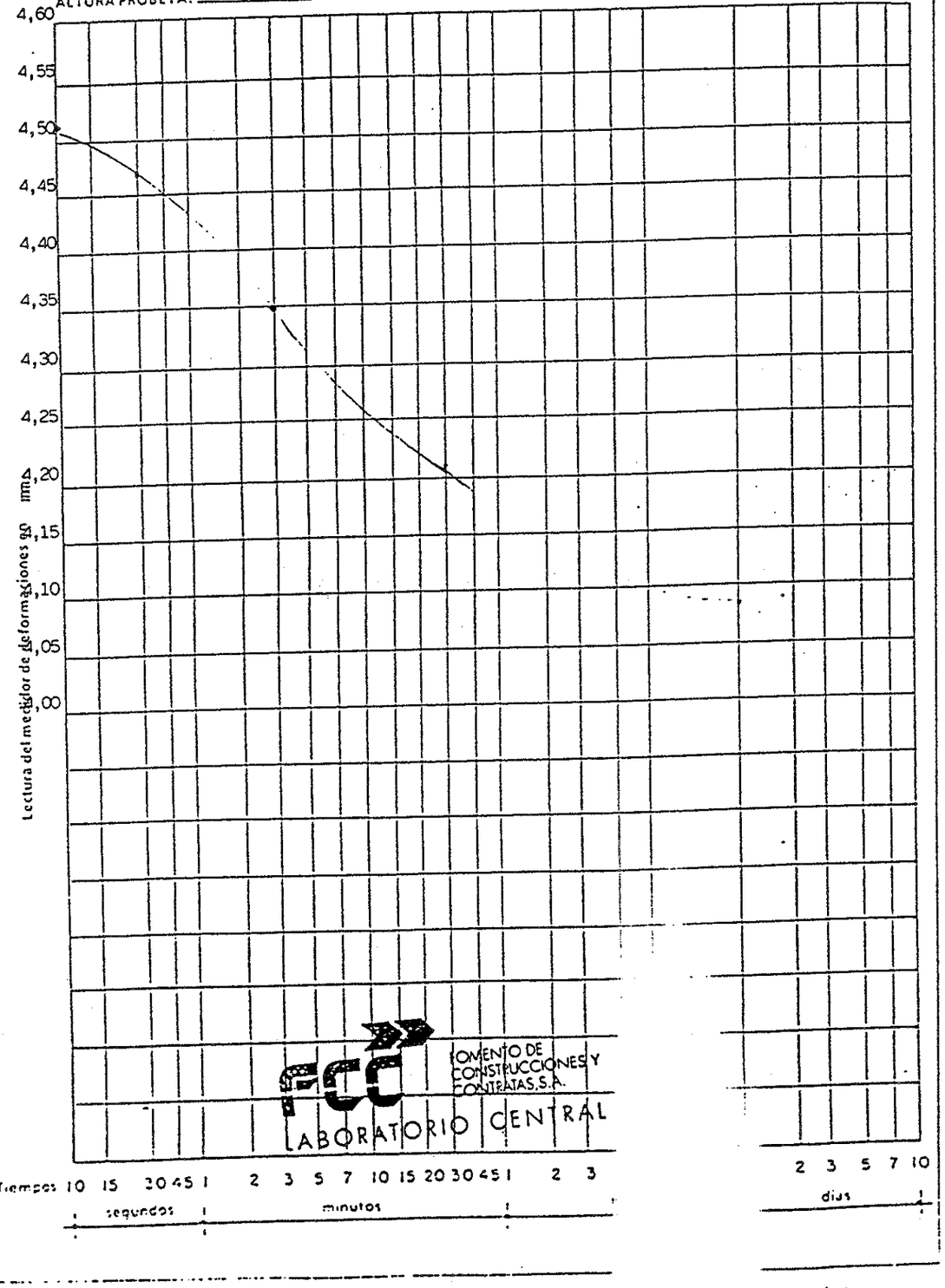
SONDEO 6 18,00 a 18,60

DIÁMETRO PROBETA: 50 mm

ALTURA PROBETA: 20 mm

INTERVALO DE PRESIONES ENTRE: 1-3 kg/cm²

LECTURA INICIAL MEDIDOR: 4,69



FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.
LABORATORIO CENTRAL

LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

OBRA

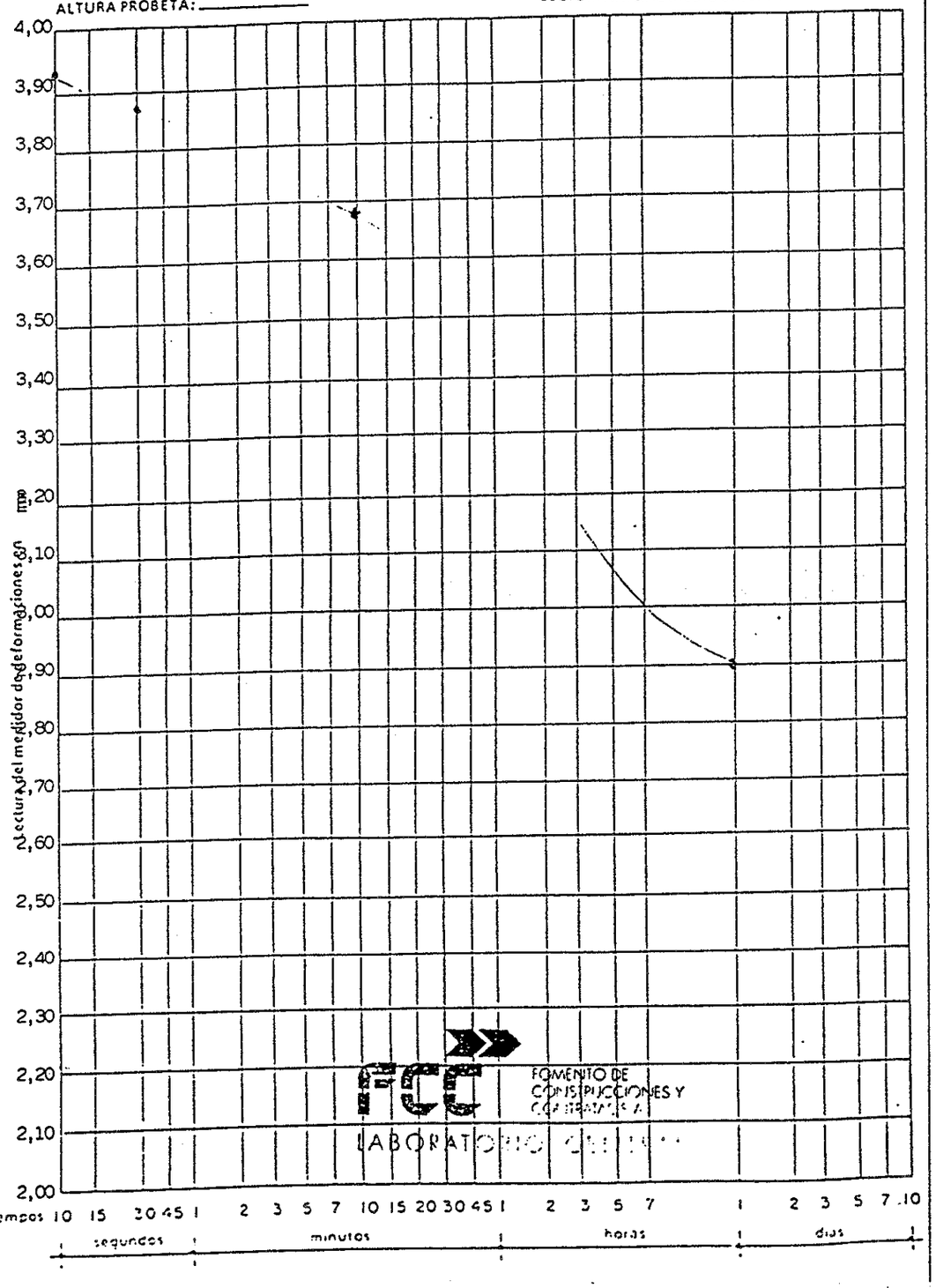
UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Hoja: A-2 72 de 73
Fecha: 6-11-96
Muestra:
Referencia: 118/96
Informe: 186/96

SONDEO 6 18,00 a 18,60

DIÁMETRO PROBETA: 50 mm
ALTURA PROBETA: 20 mm

INTERVALO DE PRESIONES ENTRE: 3-6 kg/cm²
LECTURA INICIAL MEDIDOR: 4,06



FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.
LABORATORIO CENTRAL

LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

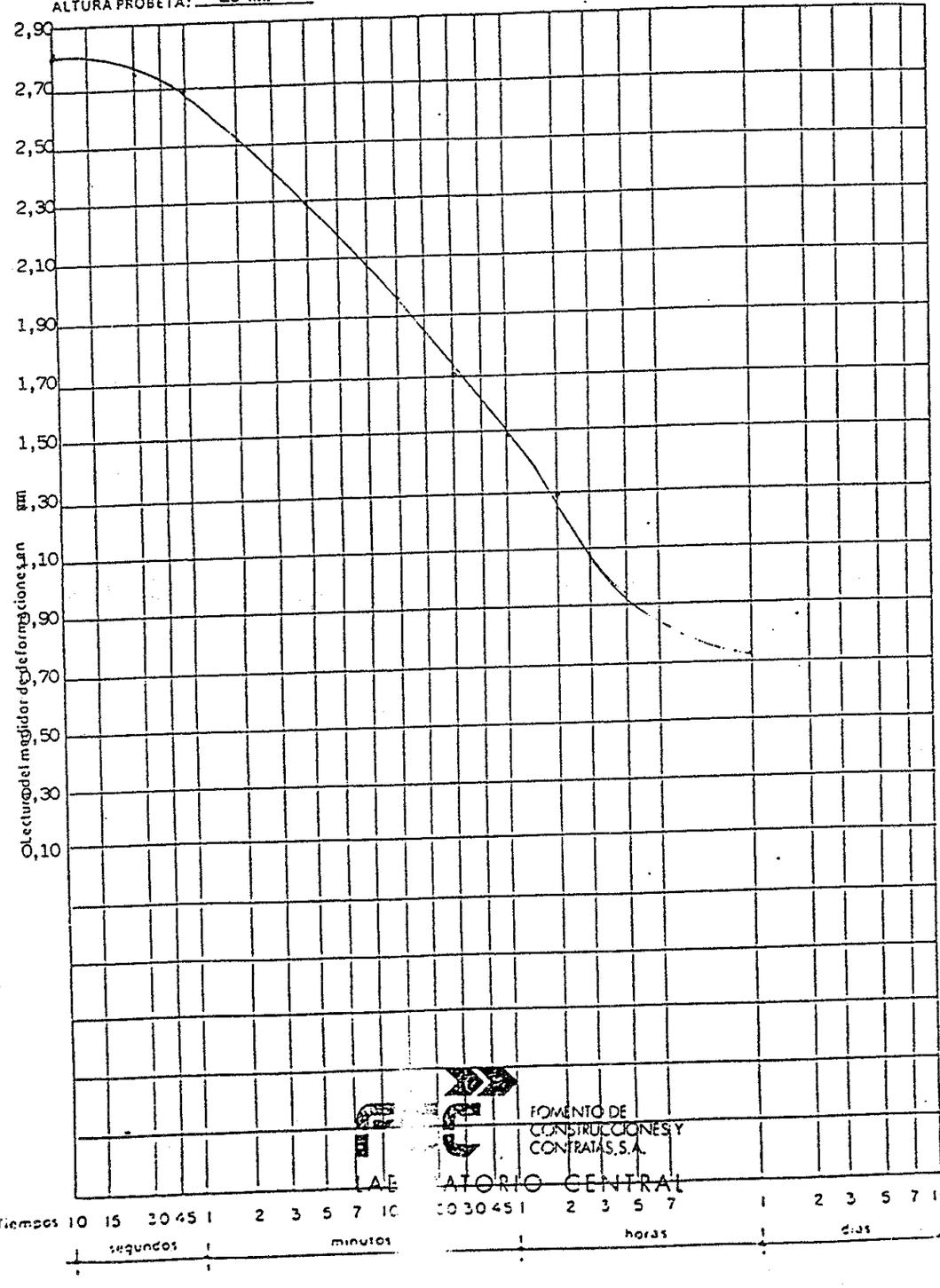
OBRA

UTE AVE CALATAYUD TRAMO 1-A

Hoja: A-2 73 de 73
Fecha: 6-11-96
Muestra:
Referencia: 118/96
Informe: 186/96

DIÁMETRO PROBETA: 50 mm
ALTURA PROBETA: 20 mm

INTERVALO DE PRESIONES ENTRE: 6-10 kg/cm²
LECTURA INICIAL MEDIDOR: 2,90



FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.
LABORATORIO CENTRAL

GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS S.A.
DELEGACION DE TRANSPORTES

Madrid 24 de Octubre de 1.996

Ref: S-350/96-1

Muy Sr. Nuestro:

Le adjuntamos el informe de los ensayos relativos a:

U.T.E. - CALATAYUD

Atentamente

Felix Hernando Alonso

Jefe de la Sección de Suelos

GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Geotecnia y Cimientos, S.A. Los Llanos de Jerez, 10 y 12 - 28820 COSLADA (Madrid) - Telef. 660 30 00 - Fax 671 64 60

GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

ENCARGO Nº. 1125/96

INFORME Nº. S-350/96-1

DENOMINACION. U.T.E. - CALATAYUD

Geotecnia y Cimientos, S.A. Los Llanos de Jerez, 10 y 12 - 28820 COSLADA (Madrid) - Telef. 660 30 00 - 671 64 60

ENCARGO Nº: 1125/96
==========

INFORME Nº: S-350/96-1
==========

PETICIONARIO:
=============

Sr. D.: Joaquín Roura

Empresa: FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS S.A.
DELEGACION DE TRANSPORTES

Dirección postal: C/. Alcanto Nº 22 5ª Planta
MADRID

S/REFERENCIA: U.T.E. - CALATAYUD
============

MUESTRAS RECIBIDAS: Muestras recibidas el día 04/10/96 y
================== ensayadas entre los días 07 y 23/10/96

ENSAYOS SOLICITADOS: Granulometría (UNE - 103 - 101)
================== Límites de Atterberg (UNE 103-103 y 103-104)
Humedad natural (UNE - 103-300)
Densidad seca (UNE - 103-301)
Ensayo triaxial "CU" (I/20110/19/S)
Ensayo triaxial "UU" (I/20110/19/S)
Edómetro (UNE - 103-405-94)

ENCARGO Nº.: 1125/96 INF: S-350/96-1

DENOMINACION : U.T.E. - CALATAYUD

MUESTRA Nº.: 22.255

REFERENCIA MUESTRA: Sondoe 5 de 8.0 a 8.6 m.

TIPO MUESTRA: Inalterada

EQUIVALENTE DE ARENA :

GRANULOMETRIA (En % que pasa)
=============

Tamices A.S.T.M.

Nº 4	100.0
Nº 10	99.1
Nº 40	95.5
Nº 200	82.0

LIMITES DE ATTERBERG:
====================

Limite líquido :	26
Limite plástico :	16
Indice de plasticidad:	10

DENSIDAD SECA (TN/M3) : 1.79

HUMEDAD NATURAL % : 20.0

CLASIFICACIONES:
================

Casagrande : CL-1

H.R.B. A-4

INDICE DE GRUPO : 8

TIPO DE SUELO Arcilla de plasticidad baja

OBSERVACIONES :

Se han empleado tamices ASTM para poder clasificar geotécnicamente las muestras.

ENCARGO N°. : 1125/96 INF: S-350/350/96-1

DENOMINACION : UTE - CALATAYUD

ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

MUESTRA N°.: 22.225

REFERENCIA MUESTRA: Sondeo 5 de 8.0 a 8.6 m.

TIPO MUESTRA: Inalterada

Probeta N°.	I	II	III
Densidad seca (Tm./M3)	1.79	1.75	1.77
Humedad inicial en %	19.7	20.9	20.0
Humedad final en %	16.8	18.0	20.4
Velocidad ensayo (Min./1% Def.)	25	25	25
$\sigma 3$ (Kg.Cm².)	9.0	7.5	6.5
Deformación en rotura (%)	18.0	18.0	15.0
$\sigma 1 - \sigma 3$ (Kg./Cm².)	4.84	3.88	2.12
Valor de K	1.00	1.00	1.00
$\sigma 1$ (Kg./Cm².)	13.84	11.38	8.62
$\sigma 1 + \sigma 3$	22.84	18.88	15.12
$(\sigma 1 + \sigma 3) / 2$	11.42	9.44	7.56
Presión intersticial u.(Kg/Cm².)	7.19	6.00	5.75
$\sigma'1 = \sigma 1 - u$	6.65	5.38	2.88
$\sigma'3 = \sigma 3 - u$	1.81	1.50	0.76
$\sigma'1 + \sigma'3$	8.46	6.87	3.63
$(\sigma'1 + \sigma'3)/2$	4.23	3.44	1.82

GEOCISA GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

ARGO N°. : 1125/96 INF: S-350/350/96-1

DENOMINACION : UTE - CALATAYUD

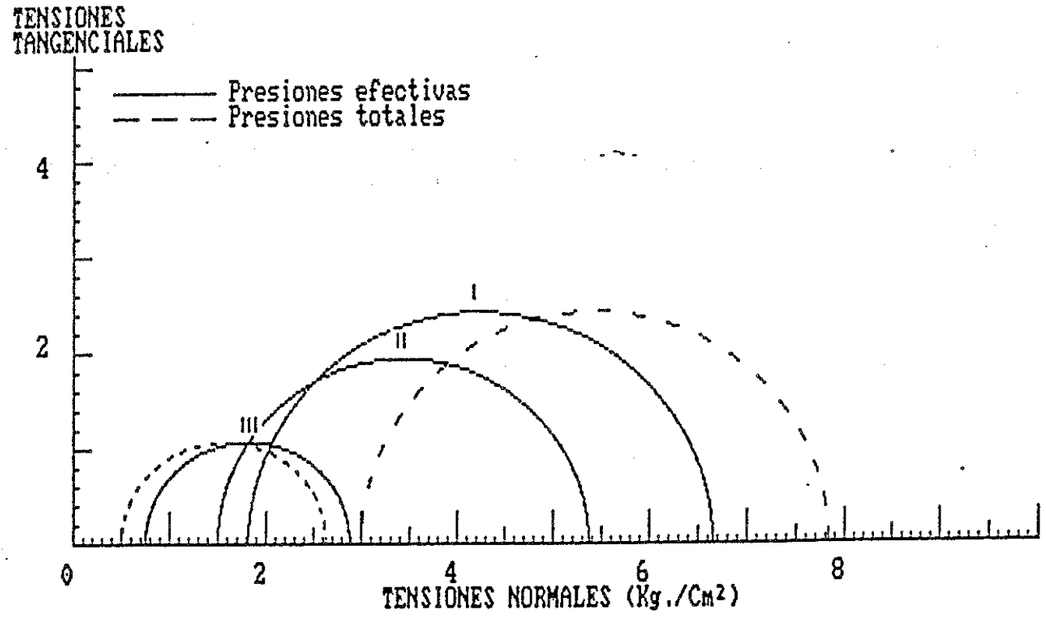
ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

MUESTRA N°.: 22.225

REFERENCIA MUESTRA: Sondeo 5 de 8.0 a 8.6 m.

TIPO MUESTRA: Inalterada

MUESTRA INALTERADA, EN CELULA DE 1½ ''DE DIAMETRO



OBSERVACIONES.- Saturación con contrapresión de 6 Kg./cm².
Las presiones totales estan dibujadas una vez descontada la presión neutra de 6 Kg./cm².

GEOCISA GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

CARGO N°. : 1125/96 INF: S-350/350/96-1

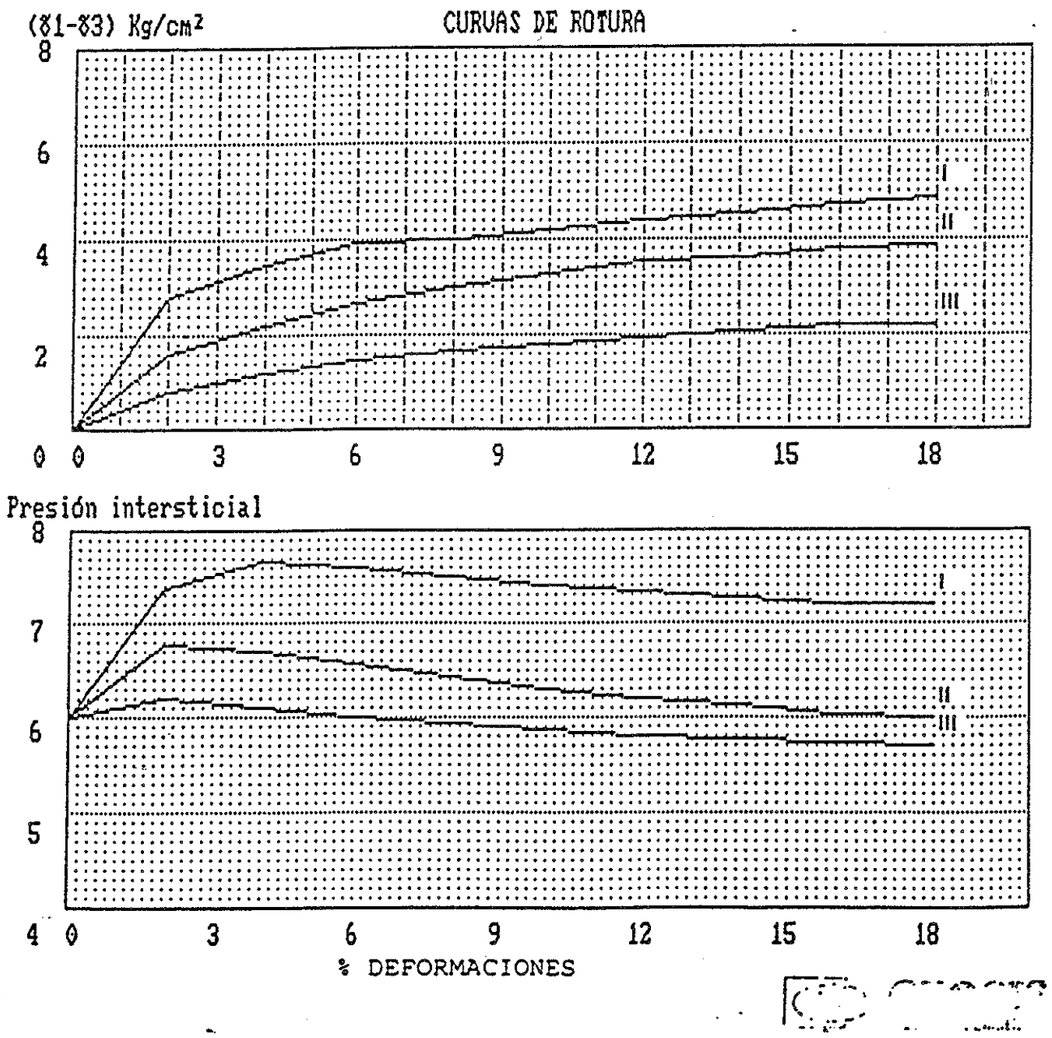
DENOMINACION : UTE - CALATAYUD

ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

MUESTRA N°.: 22.225

REFERENCIA MUESTRA: Sondeo 5 de 8.0 a 8.6 m.

TIPO MUESTRA: Inalterada



ENCARGO Nº.: 1125/96 INF: S-350/96-1

DENOMINACION : U.T.E. - CALATAYUD

MUESTRA Nº.: 22.256

REFERENCIA MUESTRA: Sondeo 5 de 10.0 a 10.6 m.

TIPO MUESTRA: Inalterada

EQUIVALENTE DE ARENA :

GRANULOMETRIA (En % que pasa)

Tamices A.S.T.M.

3/8''	100.0
Nº 4	96.0
Nº 10	92.0
Nº 40	84.0
Nº 200	65.6

LIMITES DE ATTERBERG:

Limite líquido :	29
Limite plástico :	16
Indice de plasticidad:	13

DENSIDAD SECA (TN/M3) : 1.68

HUMEDAD NATURAL % : 22.7

CLASIFICACIONES:

Casagrande : CL-2

H.R.B. A-6

INDICE DE GRUPO : 7

TIPO DE SUELO Arcilla de plasticidad media

OBSERVACIONES :

Se han empleado tamices ASTM para poder clasificar g[illegible]cnicamente las muestras.

CARGO N°. : 1125/96 INF: S-350/350/96-1

DENOMINACION : UTE - CALATAYUD

ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

MUESTRA N°.: 22.256

REFERENCIA MUESTRA: Sondeo 5 de 10.0 a 10.6 m.

TIPO MUESTRA: Inalterada

Probeta N°.	I	II	III
Densidad seca (Tm./M3)	1.68	1.68	1.68
Humedad inicial en %	22.7	22.7	23.6
Humedad final en %	17.6	18.6	20.6
Velocidad ensayo (Min./1% Def.)	25	25	25
$\sigma 3$ (Kg.Cm².)	9.0	7.5	6.5
Deformación en rotura (%)	12.0	12.0	12.0
$\sigma 1 - \sigma 3$ (Kg./Cm².)	2.70	1.74	0.73
Valor de K	1.00	1.00	1.00
$\sigma 1$ (Kg./Cm².)	11.70	9.24	7.23
$\sigma 1 + \sigma 3$	20.70	16.74	13.73
$(\sigma 1 + \sigma 3) / 2$	10.35	8.37	6.87
Presión intersticial u.(Kg/Cm².)	7.67	6.64	6.18
$\sigma'1 = \sigma 1 - u$	4.03	2.60	1.05
$\sigma'3 = \sigma 3 - u$	1.33	0.86	0.32
$\sigma'1 + \sigma'3$	5.36	3.45	1.38
$(\sigma'1 + \sigma'3)/2$	2.68	1.73	0.69

CARGO N°. : 1125/96 INF: S-350/350/96-1

DENOMINACION : UTE - CALATAYUD

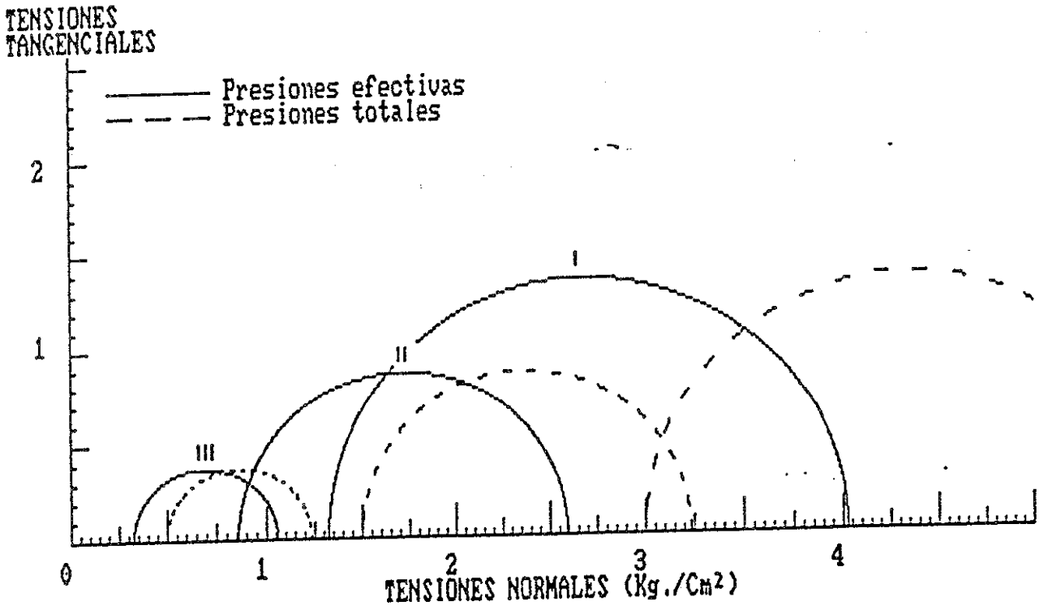
ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

MUESTRA N°.: 22.256

REFERENCIA MUESTRA: Sondeo 5 de 10.0 a 10.6 m.

TIPO MUESTRA: Inalterada

MUESTRA INALTERADA, EN CELULA DE 1½ ''DE DIAMETRO



OBSERVACIONES.- Saturación con contrapresión de 6 Kg./cm².

Las presiones totales estan dibujadas una vez descontada

la presión neutra de 6 Kg./cm²

GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

ENCARGO N°. : 1125/96 INF: S-350/350/96-1

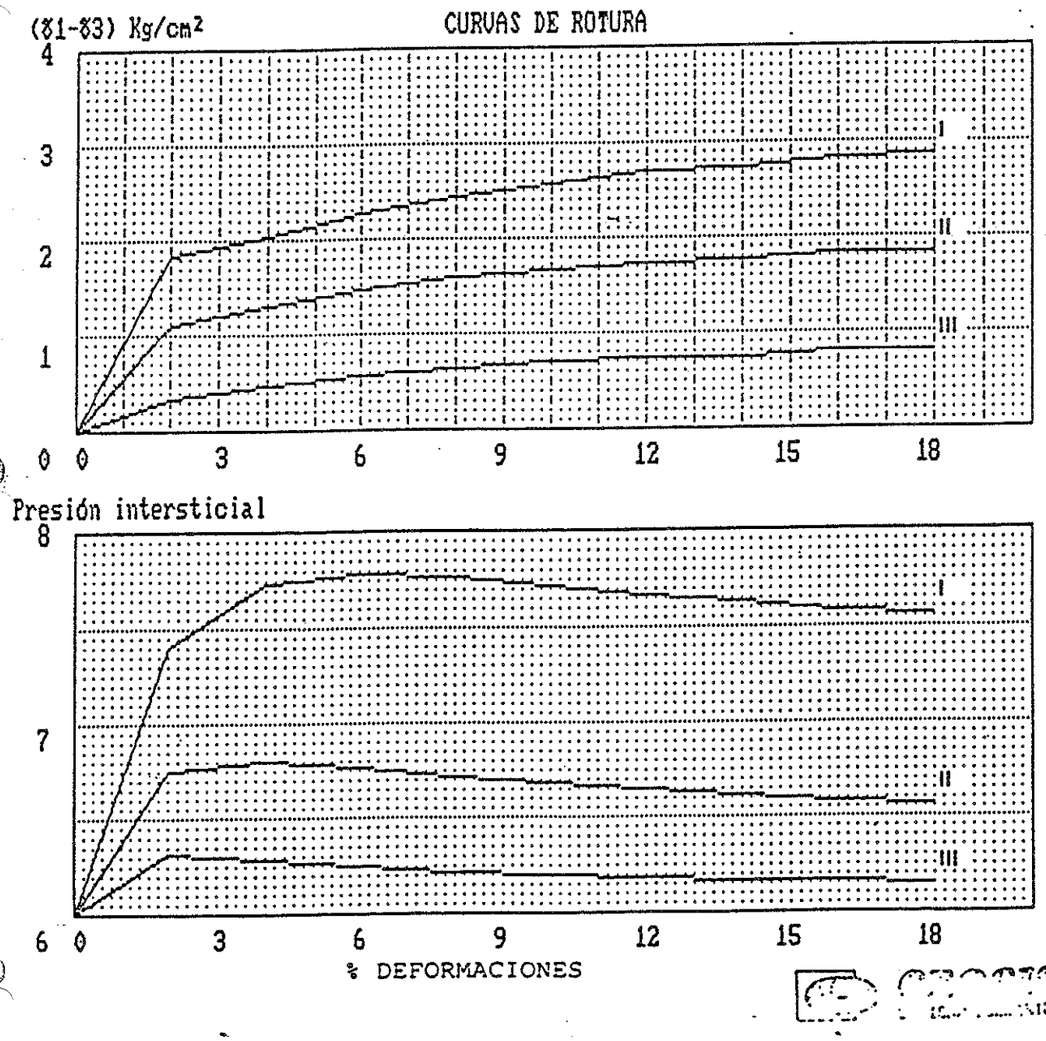
DENOMINACION : UTE - CALATAYUD

ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

MUESTRA N°.: 22.256

REFERENCIA MUESTRA: Sondeo 5 de 10.0 a 10.6 m.

TIPO MUESTRA: Inalterada



GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

ENCARGO Nº.: 1125/96 INF: S-350/96-1

DENOMINACION : U.T.E. - CALATAYUD

MUESTRA Nº.: 22.257

REFERENCIA MUESTRA: Sondeo 6 de 2.0 a 2.6 m.

TIPO MUESTRA: Inalterada

EQUIVALENTE DE ARENA :

GRANULOMETRIA (En % que pasa)

Tamices A.S.T.M.

Nº 10	100.0
Nº 40	99.1
Nº 200	84.1

LIMITES DE ATTERBERG:

Limite líquido :	25
Limite plástico :	17
Indice de plasticidad:	8

DENSIDAD SECA (TN/M3) : 1.83

HUMEDAD NATURAL % : 10.0

CLASIFICACIONES:

Casagrande : CL-ML

H.R.B. A-4

INDICE DE GRUPO : 8

TIPO DE SUELO Arcilla limosa

OBSERVACIONES :

Se han empleado tamices ASTM para poder clasificar geotécnicamente las muestras.

GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS S.A.

ENCARGO N°. : 1125/96 INF:S-350/96-1

DENOMINACION : UTE - CALATAYUD

ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

MUESTRA N°.: 22.257

REFERENCIA MUESTRA: Sondeo 6 de 2.0 a 2.6 m.

TIPO MUESTRA: Inalterada

Probeta N°.	I	II	III
Densidad seca (Tm./M3)	1.85	1.83	1.85
Humedad inicial en %	10.1	10.0	11.2
Humedad final en %	10.5	11.0	11.8
Velocidad ensayo (Min./1% Def.)	25	25	25
σ3 (Kg.Cm².)	3.0	1.5	0.5
Deformación en rotura (%)	7.0	12.0	4.0
σ1 - σ3 (Kg./Cm².)	10.06	6.32	4.62
Valor de K	1.00	1.00	1.00
σ1 (Kg./Cm².)	13.06	7.82	5.12
σ1 + σ3	16.06	9.32	5.62
(σ1 + σ3) / 2	8.03	4.66	2.81
Presión intersticial u.(Kg/Cm².)	0.05	0.23	0.02
σ'1 = σ1 - u	13.01	7.59	5.10
σ'3 = σ3 - u	2.95	1.27	0.48
σ'1 + σ'3	15.96	8.86	5.58
(σ'1 + σ'3)/2	7.98	4.43	2.79

GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS S.A.

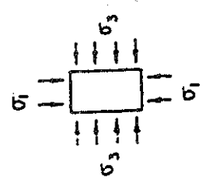
LABORATORIO GEOCISA
MECANICA DEL SUELO Y MATERIALES

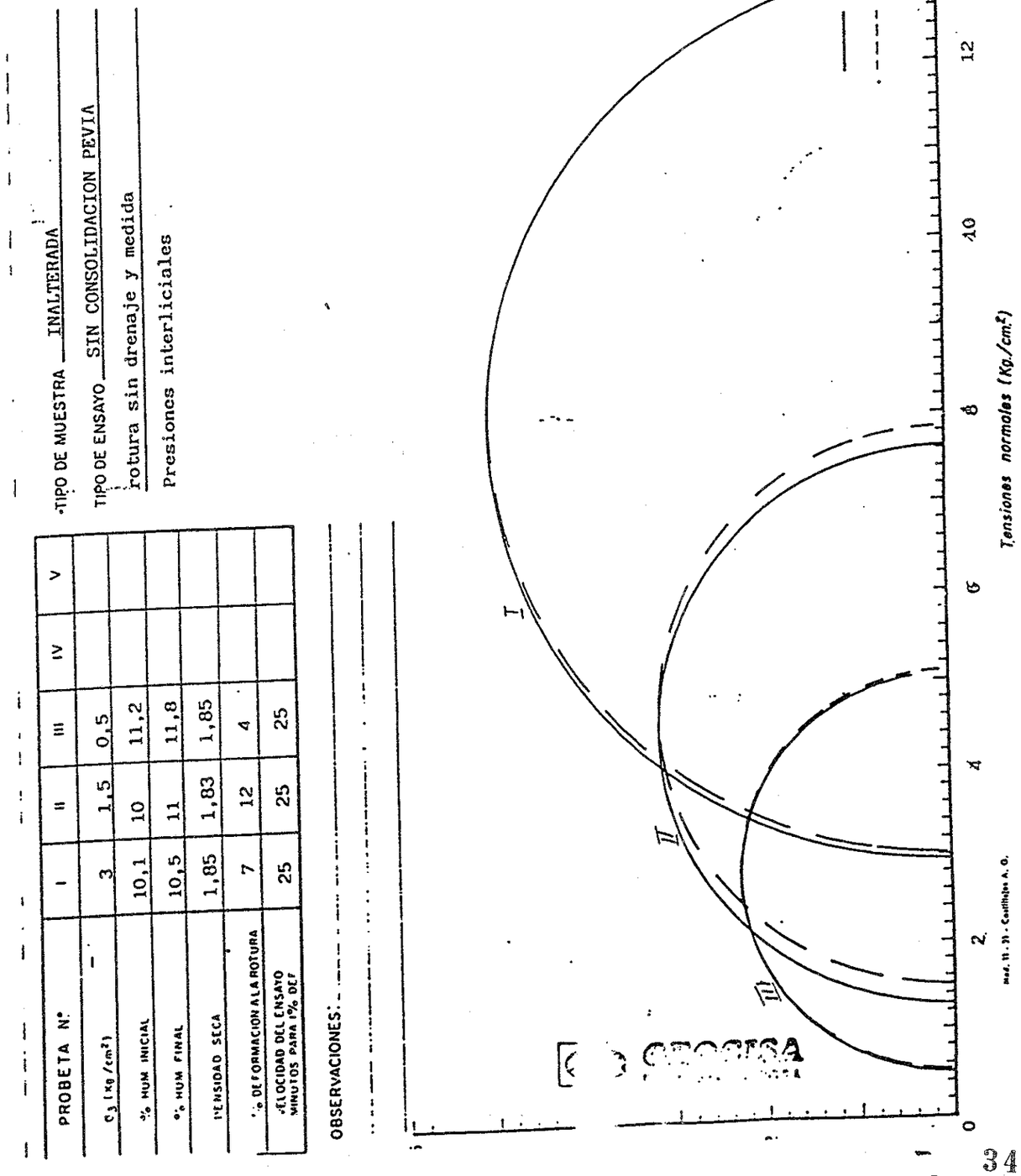
TRABAJO N.°..1125/96 DENOMINACION: ..UTE..CALATAYUD MUESTRA N.°...22257

S-350/96-1

ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL
CIRCULOS DE MOHR

S-6 de 2,0 - 2,6 m.





•TIPO DE MUESTRA INALTERADA

TIPO DE ENSAYO SIN CONSOLIDACION PEVIA
rotura sin drenaje y medida
Presiones interliciales

PROBETA N°	I	II	III	IV	V
σ3 (Kg/cm²)	3	1,5	0,5		
% HUM INICIAL	10,1	10	11,2		
% HUM FINAL	10,5	11	11,8		
DENSIDAD SECA	1,85	1,83	1,85		
% DE FORMACION A LA ROTURA	7	12	4		
VELOCIDAD DEL ENSAYO MINUTOS PARA 1% DEF	25	25	25		

OBSERVACIONES:

GEOCISA

GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

ARGO N°. : 1125/96 INF:S-350/96-1

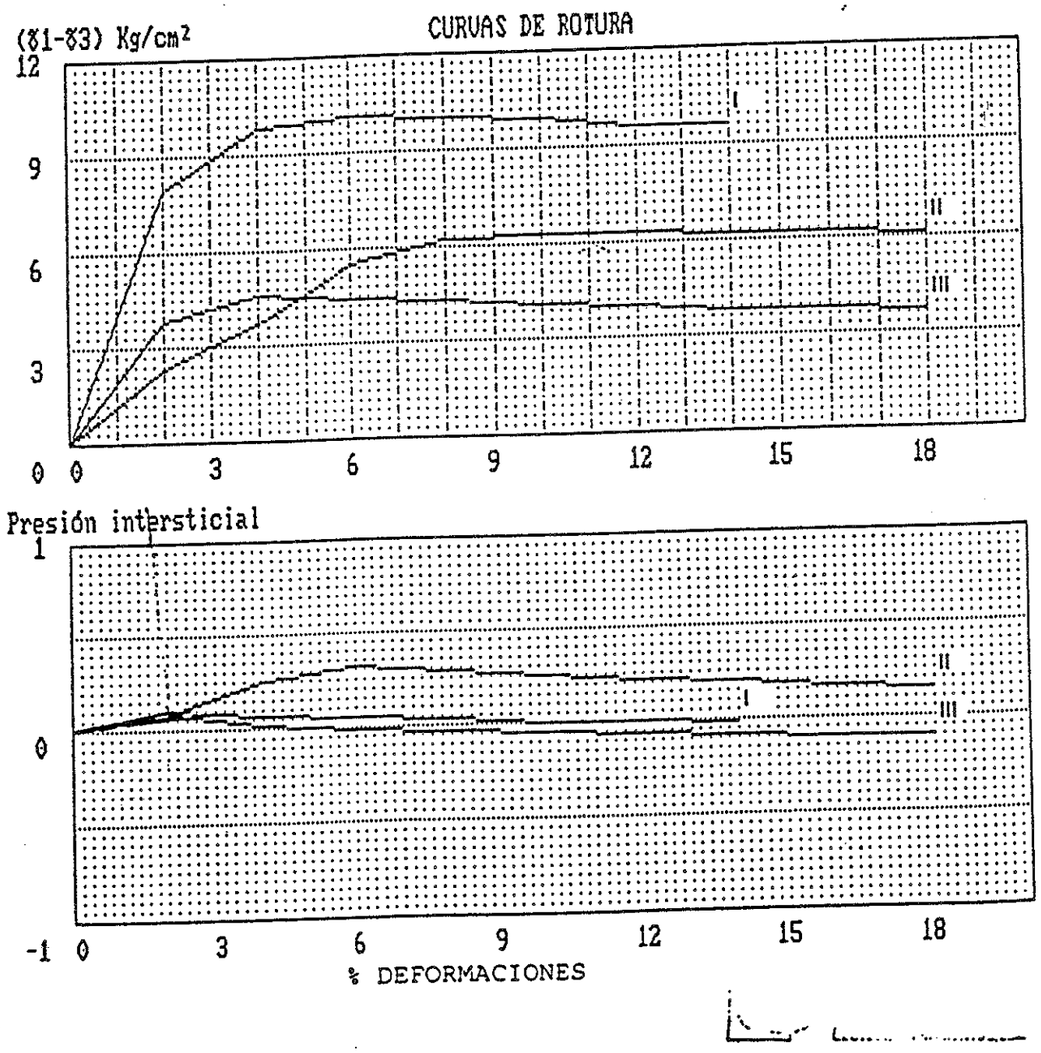
DENOMINACION : UTE - CALATAYUD

ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

MUESTRA N°.: 22.257

REFERENCIA MUESTRA: Sondeo 6 de 2.0 a 2.6 m.

TIPO MUESTRA: Inalterada



GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Trabajo N° ..: 1125/96 INF: S-350/96-1

Referencia ...: U.T.E. – CALATAYUD

ENSAYO EDOMETRICO

U.N.E. 7.392/75

DATOS DE LA PROBETA

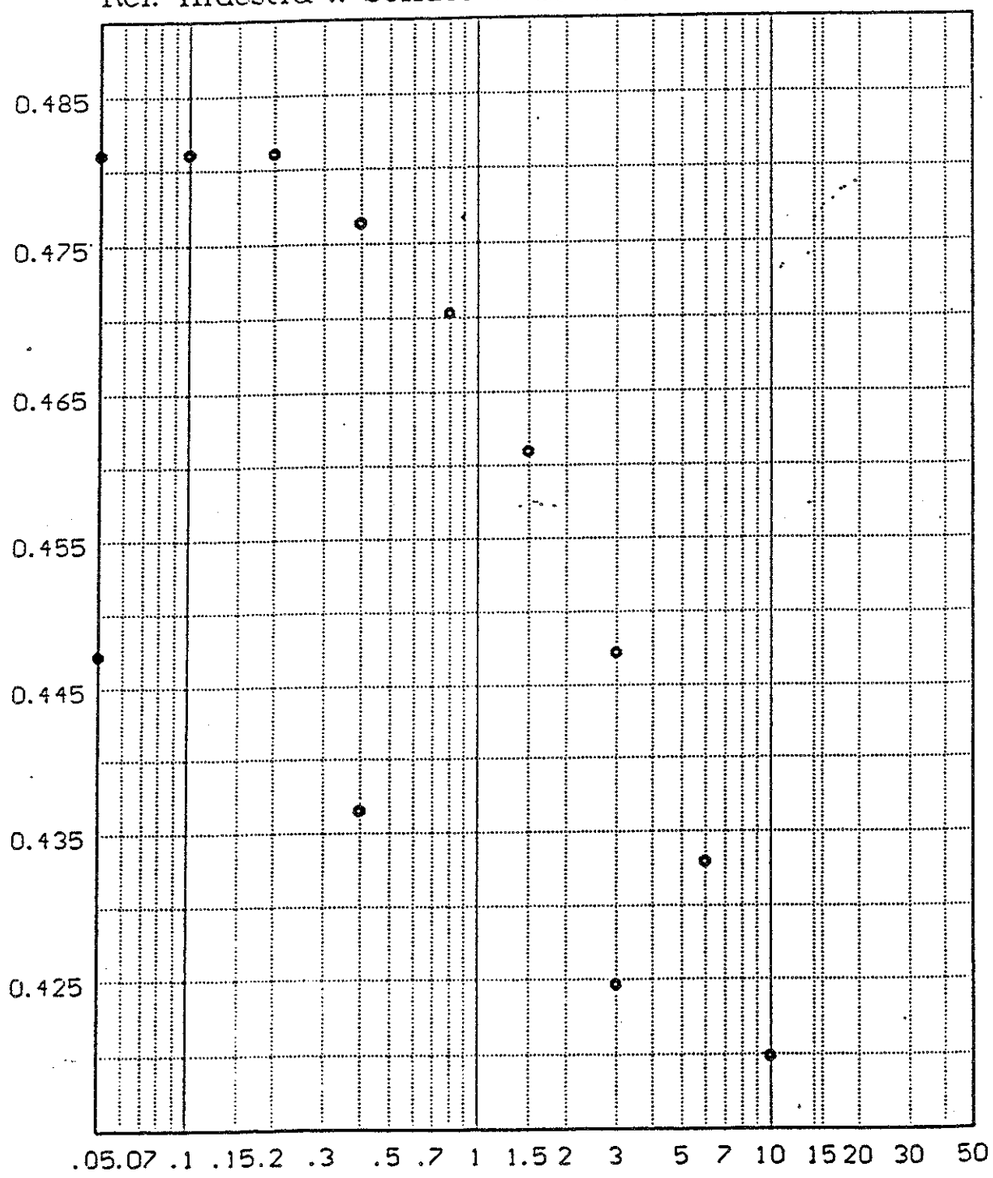
Muestra N°	22257
Referencia muestra	Sondeo 6 de 2.0 a 2.6 m.
Tipo de muestra	Inalterada
Densidad seca (Tm/m3)	1.83
Humedad inicial en %	10.14
Humedad final en %	17.01
Altura edómetro en mm	20
Indice de poros inicial	0.48
Peso especifico (Tm/m3)	2.71

GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Trabajo Nº ....: 1125/96 INF: S-350/96-1
Referencia ....: U.T.E. - CALATAYUD

ENSAYO EDOMETRICO - Curva edométrica

Muestra Nº ....: 22257
Ref. muestra .: Sondeo 6 de 2.0 a 2.6 m.

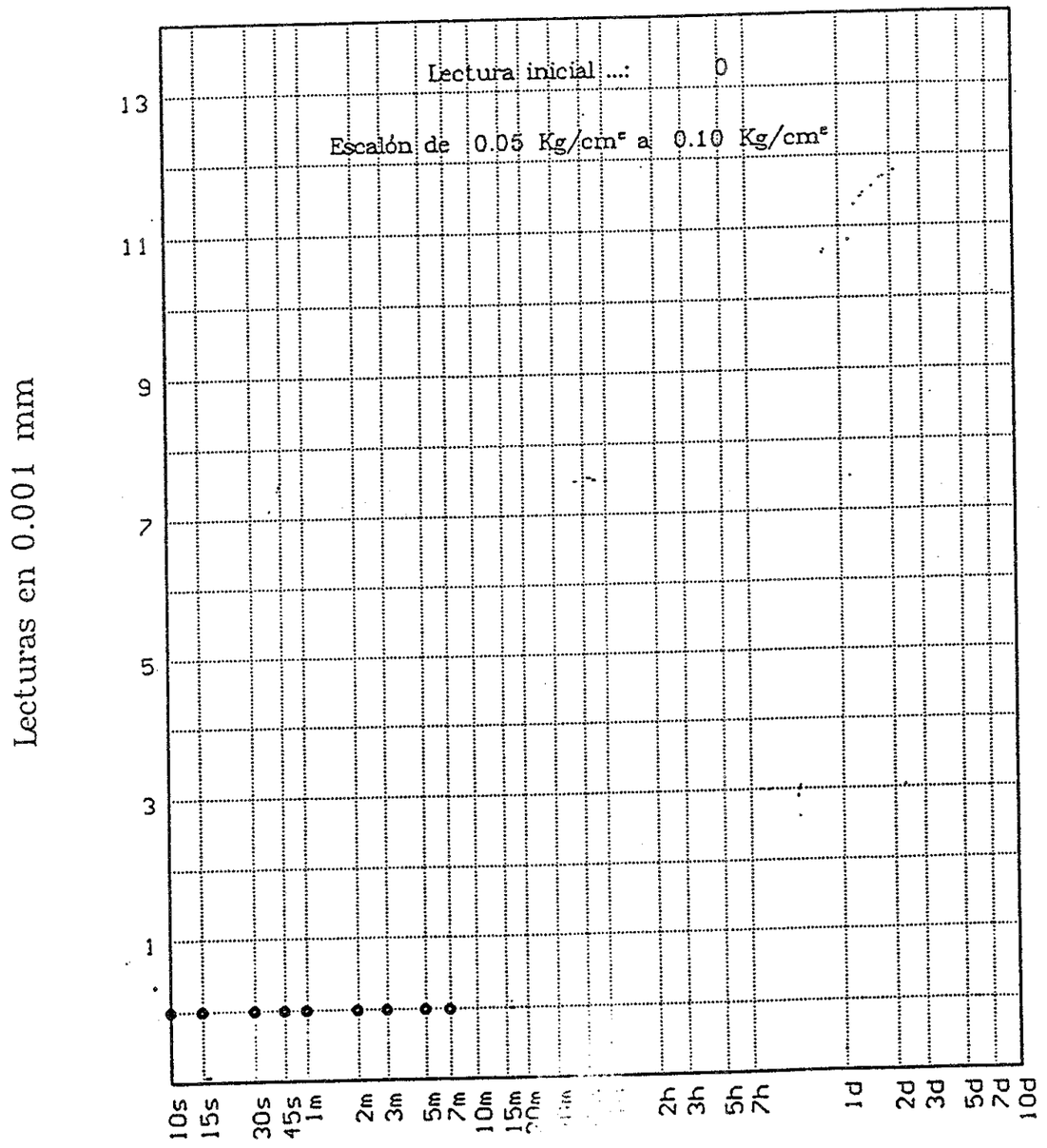


GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Trabajo Nº ....: 1125/96 INF: S-350/96-1
Referencia ....: U.T.E. - CALATAYUD

ENSAYO EDOMETRICO - Curva de consolidación

Muestra Nº ....: 22257
Ref. muestra .: Sondeo 6 de 2.0 a 2.6 m.

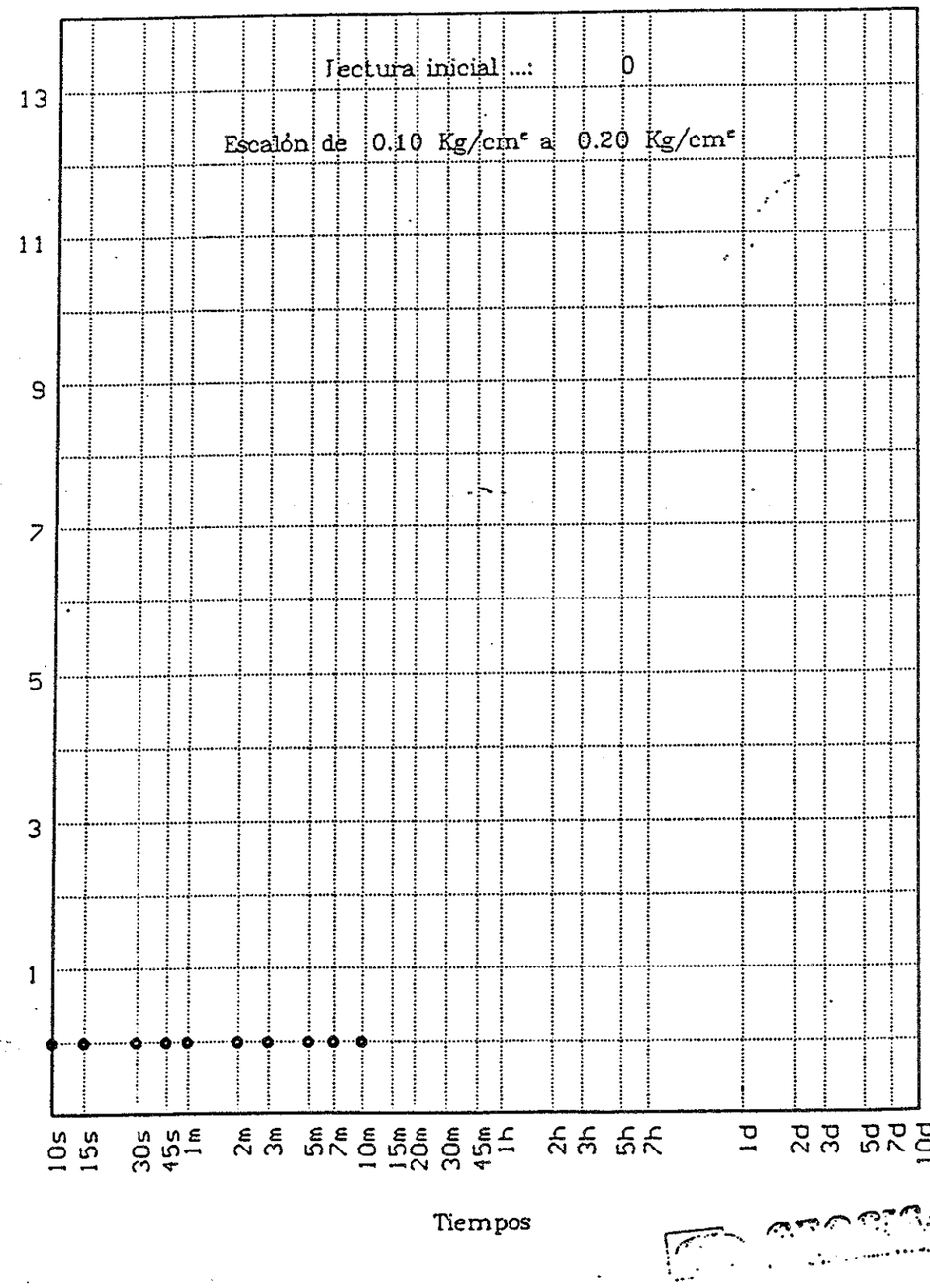


GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Trabajo N° ....: 1125/96 INF: S-350/96-1
Referencia ....: U.T.E. - CALATAYUD

ENSAYO EDOMETRICO - Curva de consolidación

Muestra N° ....: 22257
Ref. muestra .: Sondeo 6 de 2.0 a 2.6 m.

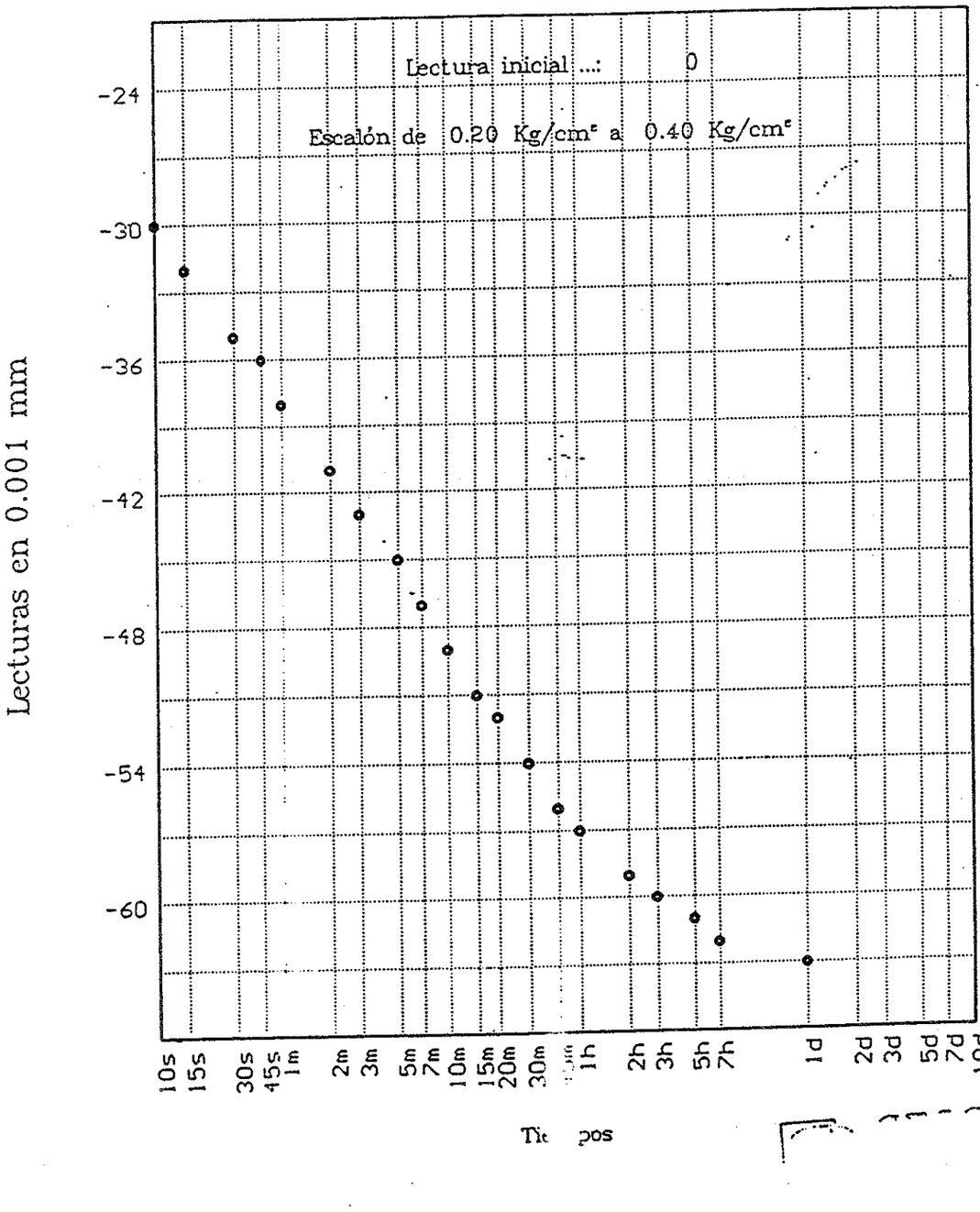


GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Trabajo N° ....: 1125/96 INF: S-350/96-1
Referencia ....: U.T.E. - CALATAYUD

ENSAYO EDOMETRICO - Curva de consolidación

Muestra N° ....: 22257
Ref. muestra .: Sondeo 6 de 2.0 a 2.6 m.

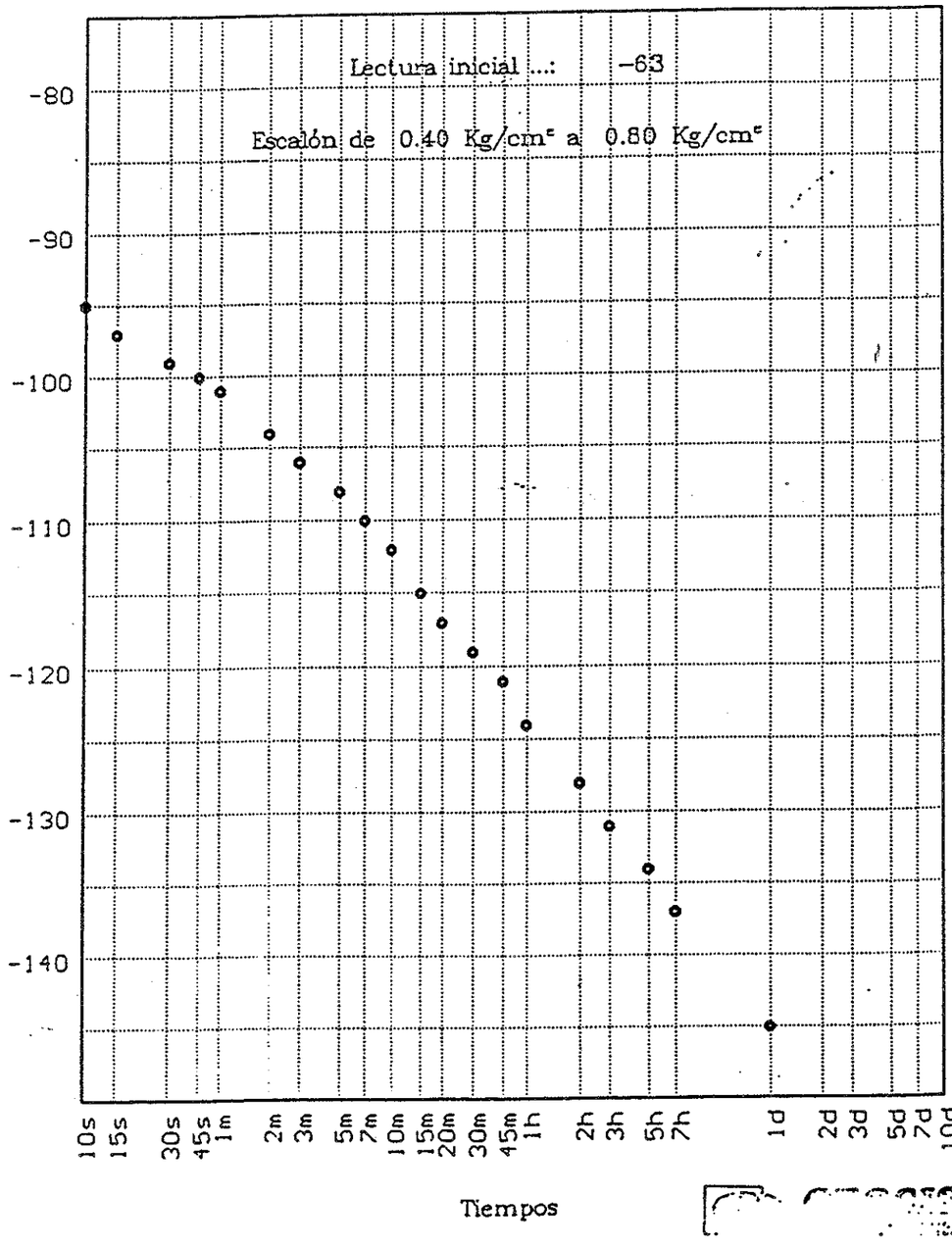


GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Trabajo N° ....: 1125/96 INF: S-350/96-1
Referencia ....: U.T.E. - CALATAYUD

ENSAYO EDOMETRICO - Curva de consolidación

Muestra N° ....: 22257
Ref. muestra .: Sondeo 6 de 2.0 a 2.6 m.

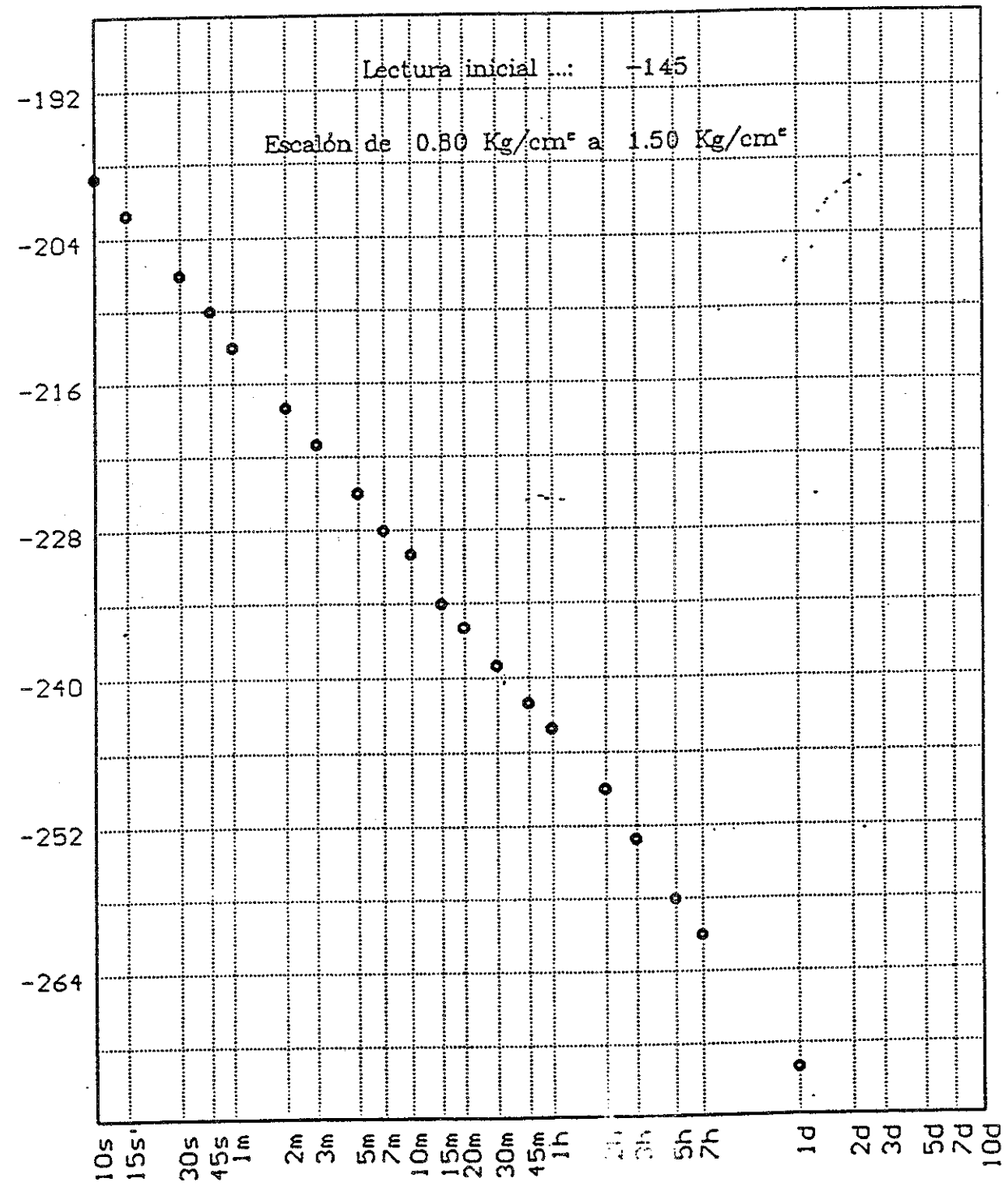


GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Trabajo N° ....: 1125/96 INF: S-350/96-1
Referencia ....: U.T.E. - CALATAYUD

ENSAYO EDOMETRICO - Curva de consolidación

Muestra N° ....: 22257
Ref. muestra .: Sondeo 6 de 2.0 a 2.6 m.

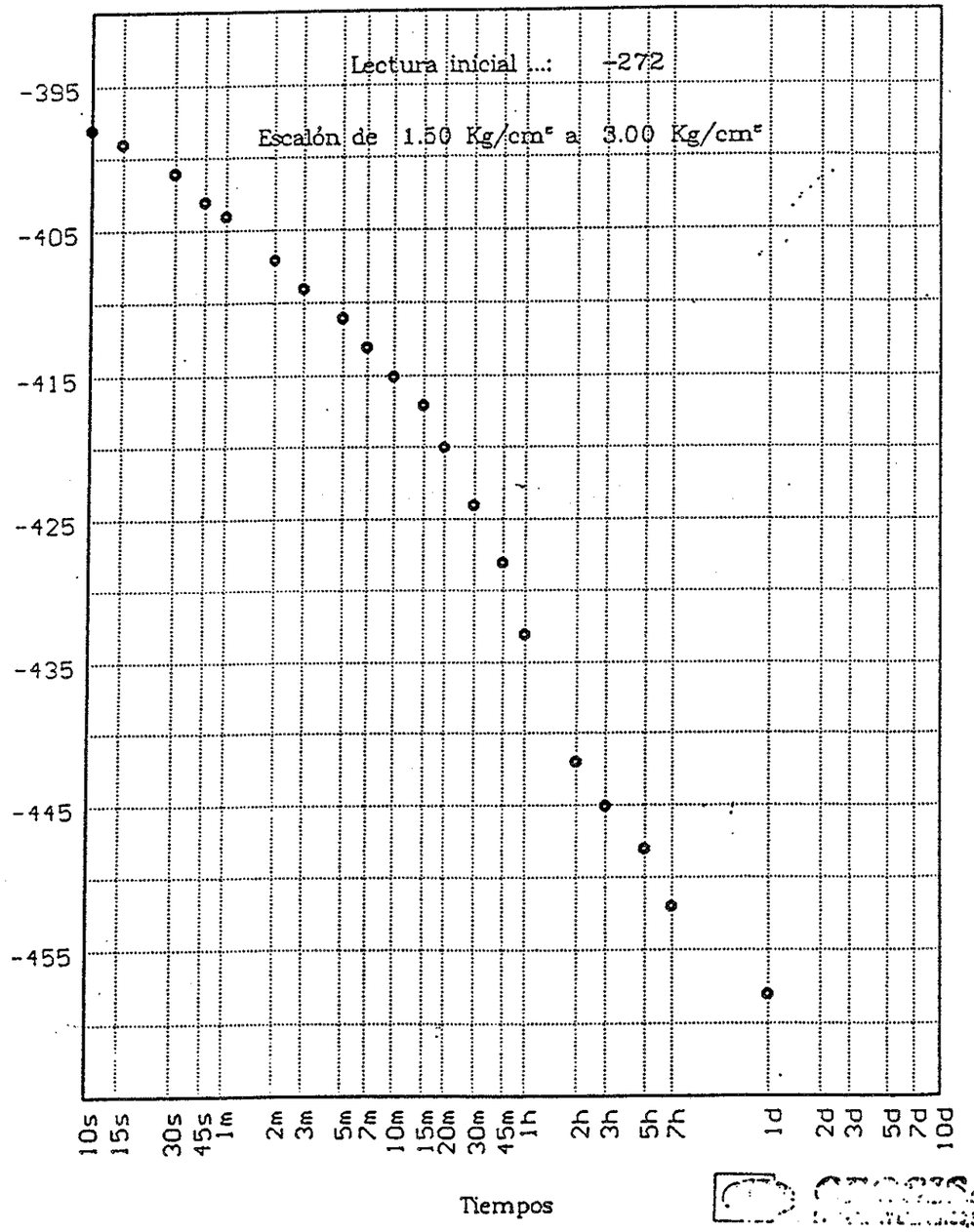


GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Trabajo N° ....: 1125/96 INF: S-350/96-1
Referencia ....: U.T.E. - CALATAYUD

ENSAYO EDOMETRICO - Curva de consolidación

Muestra N° ....: 22257
Ref. muestra .: Sondeo 6 de 2.0 a 2.6 m.

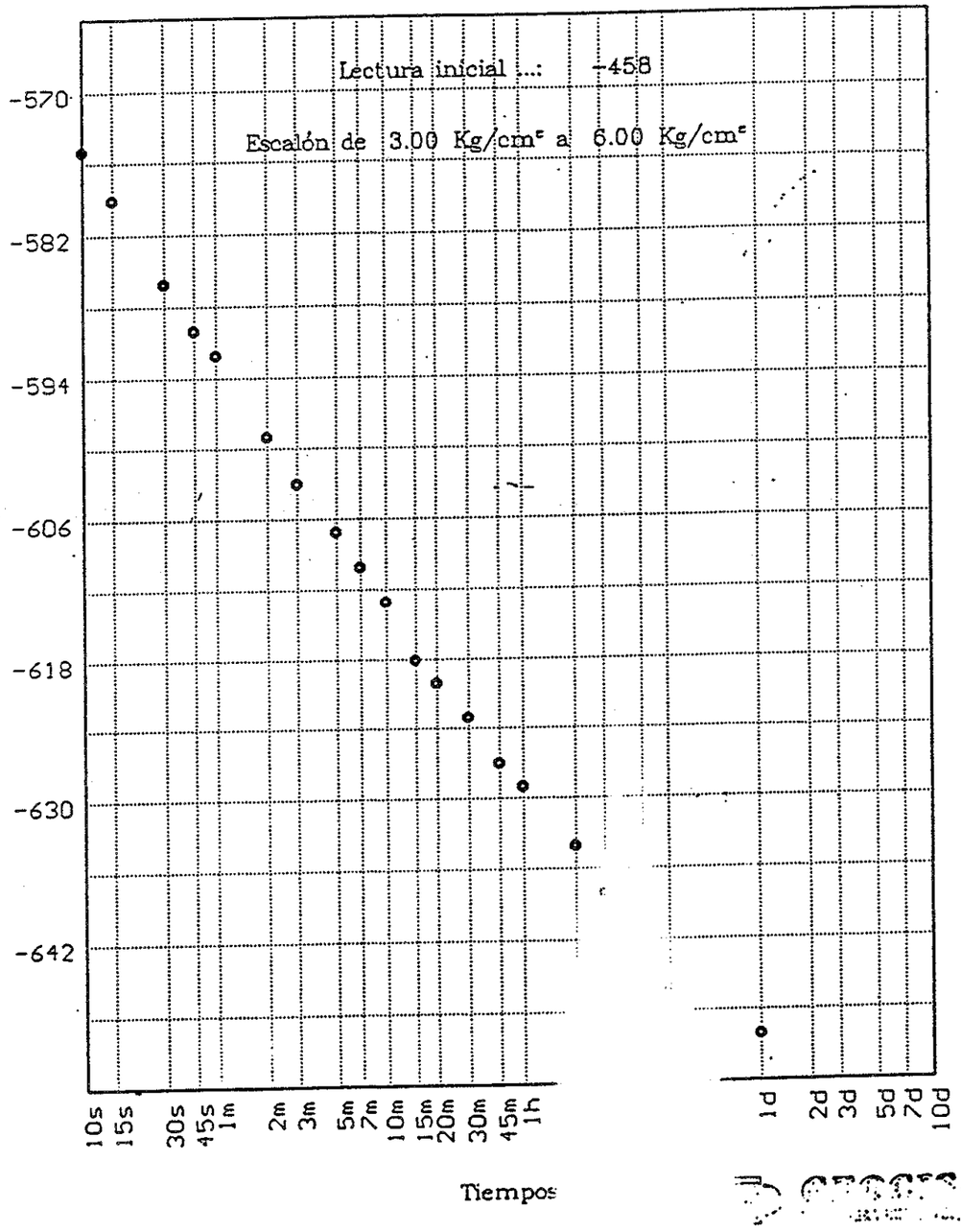


GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Trabajo N° ....: 1125/96 INF: S-350/96-1
Referencia ....: U.T.E. - CALATAYUD

ENSAYO EDOMETRICO - Curva de consolidación

Muestra N° ....: 22257
Ref. muestra .: Sondeo 6 de 2.0 a 2.6 m.

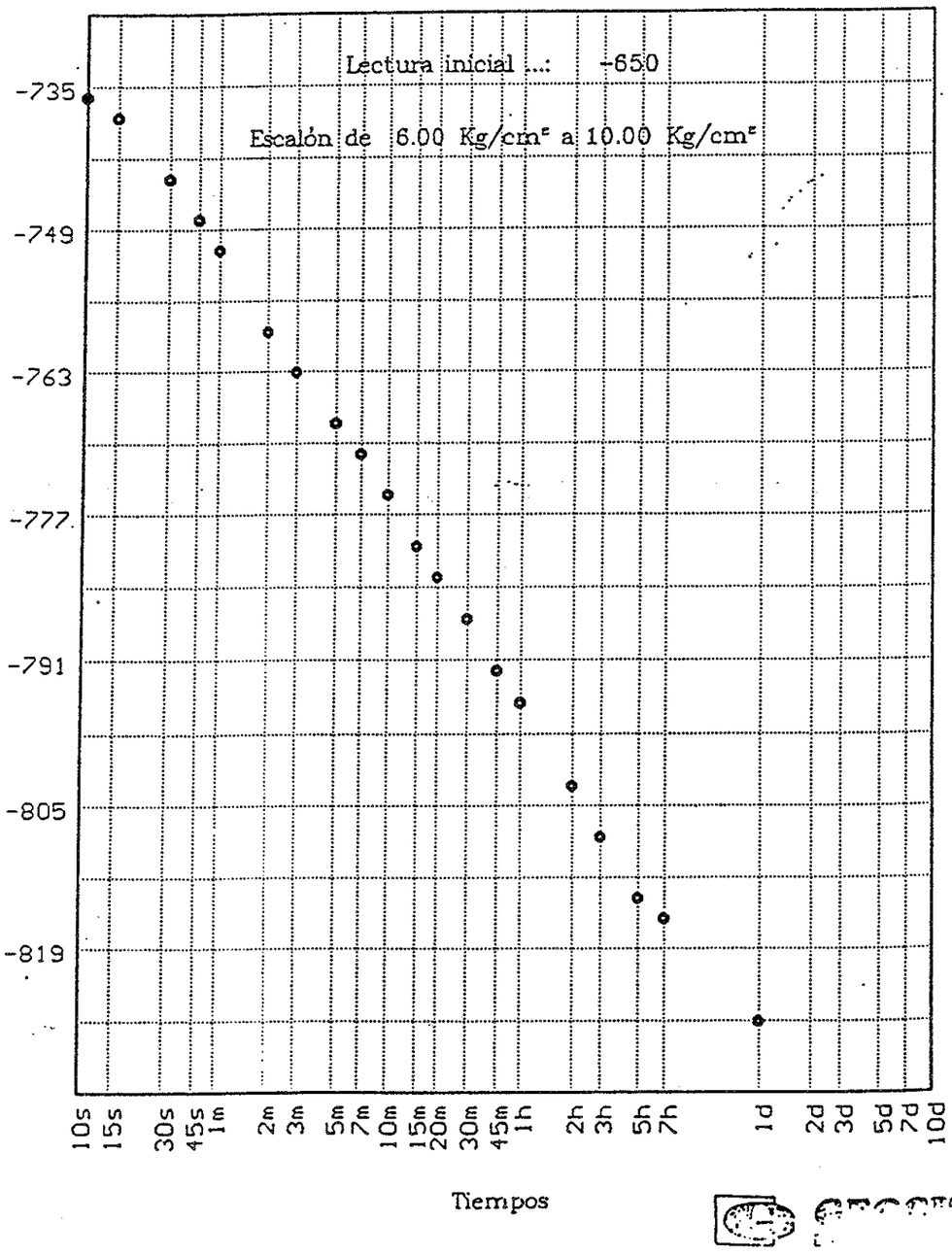


GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Trabajo Nº ....: 1125/96 INF: S-350/96-1
Referencia ....: U.T.E. - CALATAYUD

ENSAYO EDOMETRICO - Curva de consolidación

Muestra Nº ....: 22257
Ref. muestra .: Sondeo 6 de 2.0 a 2.6 m.



GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

ENCARGO Nº.: 1125/96 INF: S-350/96-1

DENOMINACION : U.T.E. - CALATAYUD

MUESTRA Nº.: 22.258

REFERENCIA MUESTRA: Sondeo 6 de 4.0 a 4.6 m.

TIPO MUESTRA: Inalterada

EQUIVALENTE DE ARENA :

GRANULOMETRIA (En % que pasa)
==========

Tamices A.S.T.M.

3/8''	100.0
Nº 4	98.9
Nº 10	97.9
Nº 40	87.3
Nº 200	62.0

LIMITES DE ATTERBERG:
==========

Limite líquido :	25
Limite plástico :	14
Indice de plasticidad:	11

DENSIDAD SECA (TN/M3) : 1.87

HUMEDAD NATURAL % : 14.9

CLASIFICACIONES:
==========

Casagrande : CL-1

H.R.B. A-6

INDICE DE GRUPO : 5

TIPO DE SUELO Arcilla de plasticidad b

OBSERVACIONES :

Se han empleado tamices ASTM para poder clasificar geot amen-
te las muestras.

ARGO N°. : 1125/96 INF: S-350/350/96-1

DENOMINACION : UTE - CALATAYUD

ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

MUESTRA N°.: 22.258

REFERENCIA MUESTRA: Sondeo 6 de 4.0 a 4.6 m.

TIPO MUESTRA: Inalterada

Probeta N°.	I	II	III
Densidad seca (Tm./M3)	1.92	1.87	1.87
Humedad inicial en %	12.7	14.9	14.9
Humedad final en %	13.3	15.8	16.5
Velocidad ensayo (Min./1% Def.)	25	25	25
σ3 (Kg.Cm².)	9.0	7.5	6.5
Deformación en rotura (%)	18.0	15.0	18.0
σ1 - σ3 (Kg./Cm².)	6.80	3.64	2.42
Valor de K	1.00	1.00	1.00
σ1 (Kg./Cm².)	15.80	11.14	8.92
σ1 + σ3	24.80	18.64	15.42
(σ1 + σ3) / 2	12.40	9.32	7.71
Presión intersticial u.(Kg/Cm².)	5.86	5.95	5.41
σ'1 = σ1 - u	9.94	5.19	3.51
σ'3 = σ3 - u	3.14	1.55	1.09
σ'1 + σ'3	13.07	6.75	4.61
(σ'1 + σ'3)/2	6.54	3.37	2.30

ARGO N°. : 1125/96 INF: S-350/350/96-1

DENOMINACION : UTE - CALATAYUD

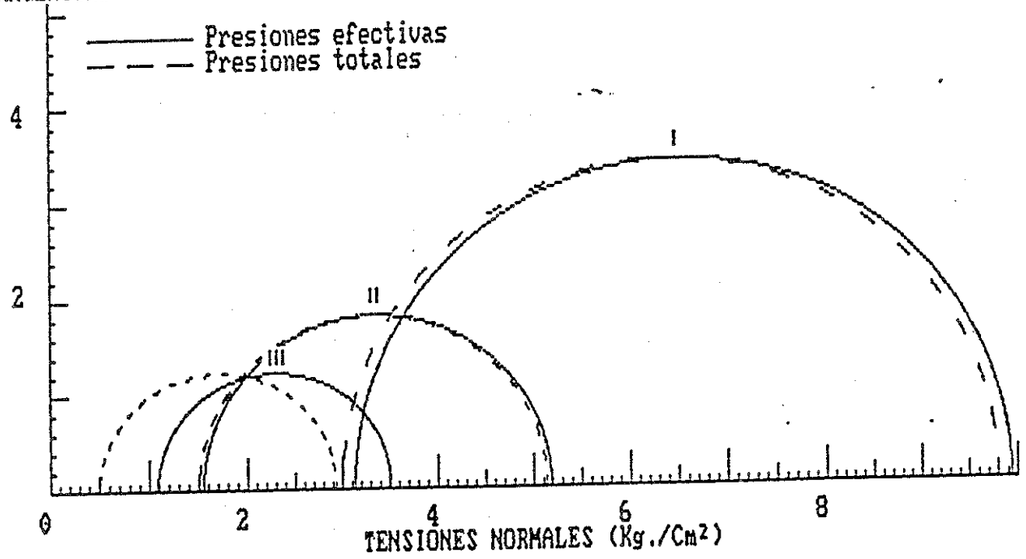
ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

MUESTRA N°.: 22.258

REFERENCIA MUESTRA: Sondeo 6 de 4.0 a 4.6 m.

TIPO MUESTRA: Inalterada

MUESTRA INALTERADA, EN CELULA DE 1½ ''DE DIAMETRO



OBSERVACIONES.- Saturación con contrapresión de 6 Kg./cm².
Las presiones totales estan dibujadas una vez descontada la presión neutra de 6 Kg./cm².

GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

ARGO Nº. : 1125/96 INF: S-350/350/96-1

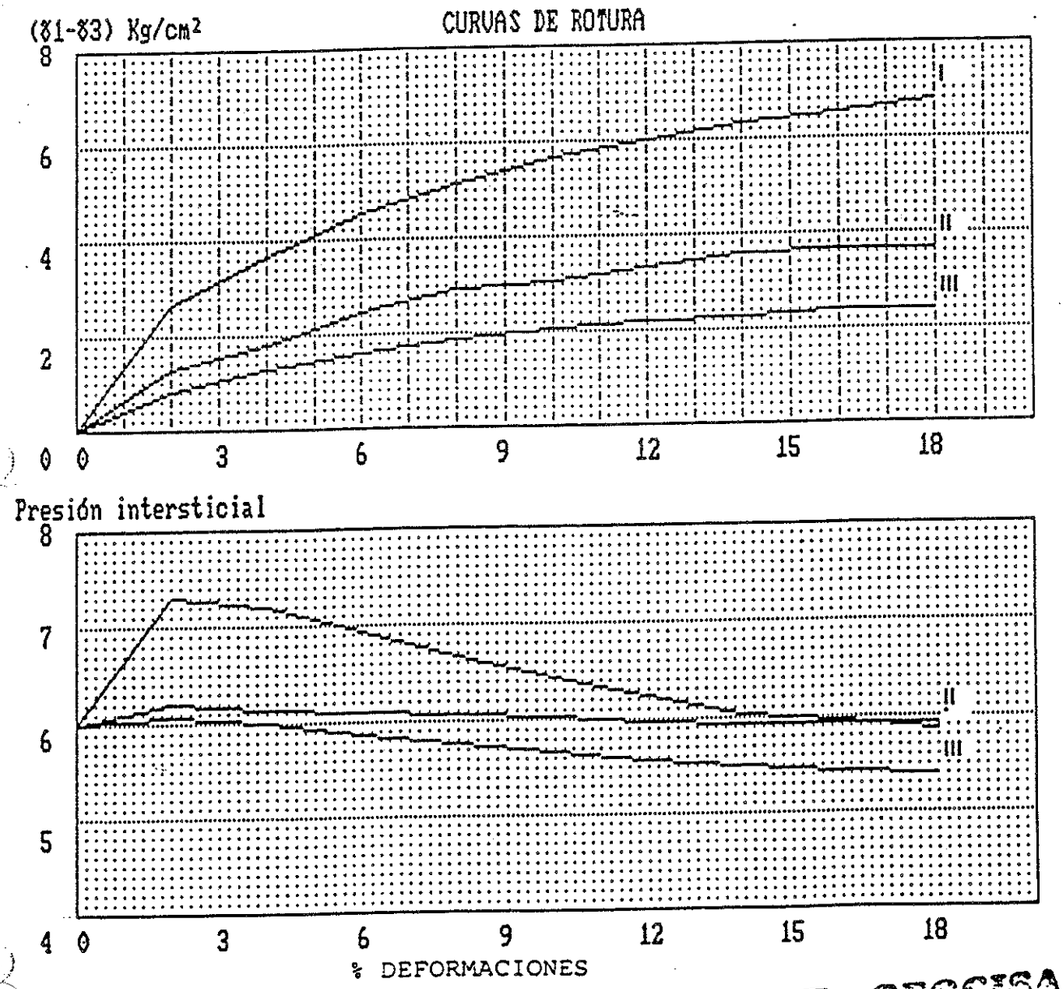
DENOMINACION : UTE - CALATAYUD

ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

MUESTRA Nº.: 22.250

REFERENCIA MUESTRA: Sondeo 6 de 4.0 a 4.6 m.

TIPO MUESTRA: Inalterada



GEOCISA

GEOCISA
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.

Este informe consta de ventinueve páginas selladas y numeradas correlativamente de la una a la ventinueve.

Madrid 24 de Octubre de 1.996

Por la sección de Mecánica de Suelos

Francisco Blanco Herrero

Vº Bº

El Jefe de Departamento

Vicente Ausín Alonso
Doctor en Ciencias Físicas

El Jefe de la Sección

Felix Hernando Alonso

El presente informe, sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo. Prohibida la reproducción parcial de este documento sin la aprobación expresa de GEOCISA.

ABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

(1)

TOMA DE DATOS DE ENSAYO EDOMÉTRICO

SRA	AUÉ CACATAYUD	Célula Nº	1	P. Anillo	87.13	H. natural	
STRA	1	Diámetro	50	A+M antes	144.69	H.después	
NDEO	6	Altura	20	A+M desp			
FUND.	16.00 a 16.60	P.e.		M. seca			

SIÓN	FECHA	HORA	LECTURA	OBSERVACIONES	PRESIÓN	FECHA	HORA	LECTURA	OBSERVACIONES
	25/11/56	11.48	5.00			28/11/56	3 d	3.86	
		10s	4.87			2/12/56	7 d	3.83	
		15s	4.87						
		30s	4.87						
		45s	4.87						
		1m	4.87						
		2m	4.87						
		3m	4.87						
		5m	4.86						
		7m	4.86						
		10m	4.86						
		15m	4.86						
		20m.	4.86						
		30m	4.86						
		45m	4.86						
		1h	4.86						
kg/cm²	25/11/56	12.57	4.86						
		10s	4.53						
		15s	4.50						
		30s	4.46						
		45s	4.42						
		1m	4.39						
		2m	4.30						
		3m	4.24						
		5m	4.17						
		7m	4.13						
		10m	4.09						
		15m	4.05						
		20m	4.04						
		30m	4.02						
		45m	4.00						
		1h	3.99						
		2h	3.97						
		3h	3.96						
		5h	3.94						
		7h							
	26/11/56	1d	3.90						
	27/11/56	2d	3.88						

FCC FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

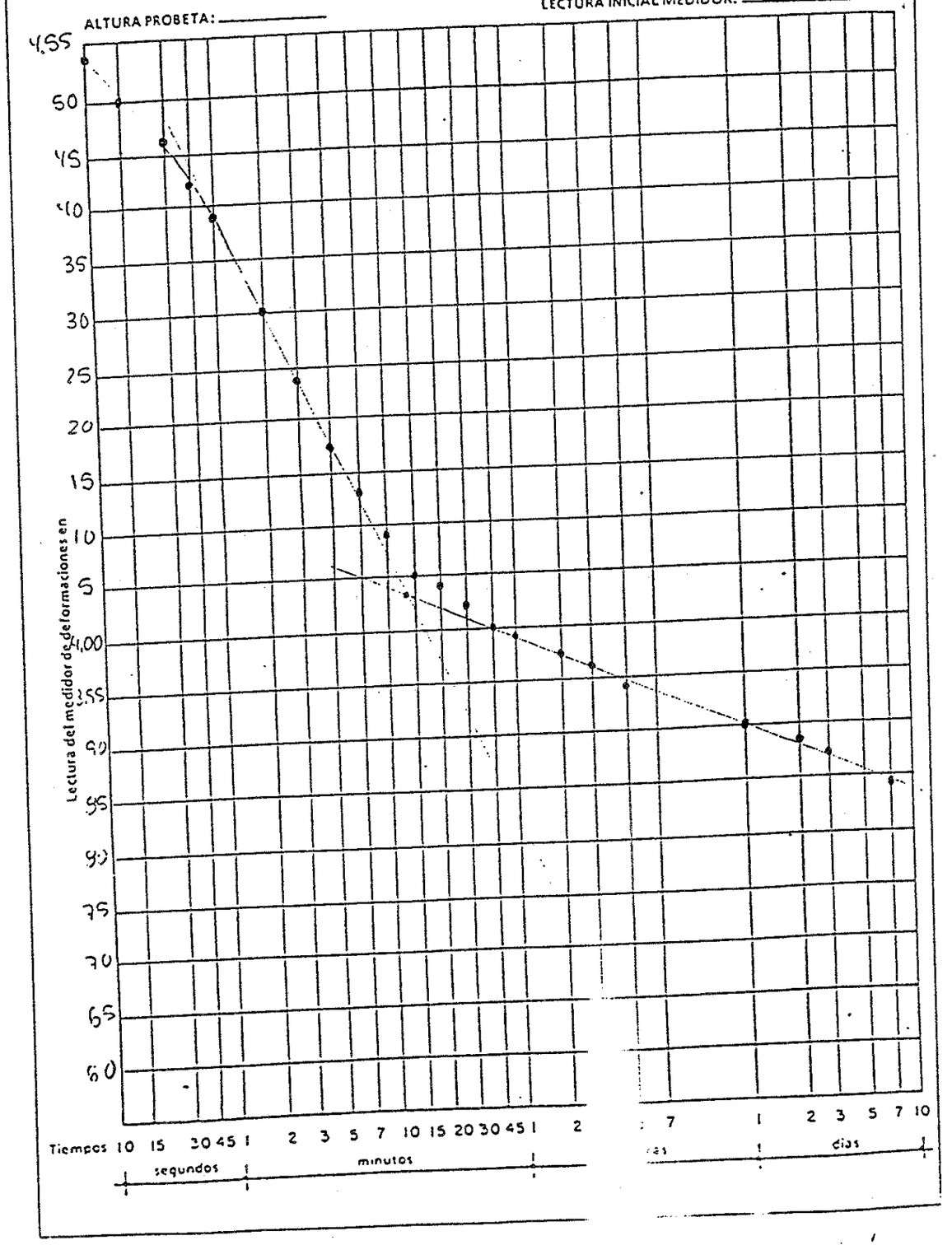
Muestra:
Referencia:
Informe:

DIÁMETRO PROBETA:

ALTURA PROBETA:

INTERVALO DE PRESIONES ENTRE: 0-2 Kg

LECTURA INICIAL MEDIDOR: 4.86



ABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

(1)

TOMA DE DATOS DE ENSAYO EDOMÉTRICO

SRA	AUÉ CACATAYUD	Célula Nº	1	P. Anillo	87.13	H. natural	
STRA	1	Diámetro	50	A+M antes	144.69	H.después	
NDEO	6	Altura	20	A+M desp			
FUND.	16.00 a 16.60	P.e.		M. seca			

SIÓN	FECHA	HORA	LECTURA	OBSERVACIONES	PRESIÓN	FECHA	HORA	LECTURA	OBSERVACIONES
	25/11/56	11.48	5.00			28/11/56	3 d	3.86	
		10s	4.87			2/12/56	7 d	3.83	
		15s	4.87						
		30s	4.87						
		45s	4.87						
		1m	4.87						
		2m	4.87						
		3m	4.87						
		5m	4.86						
		7m	4.86						
		10m	4.86						
		15m	4.86						
		20m.	4.86						
		30m	4.86						
		45m	4.86						
		1h	4.86						
kg/cm²	25/11/56	12.57	4.86						
		10s	4.53						
		15s	4.50						
		30s	4.46						
		45s	4.42						
		1m	4.39						
		2m	4.30						
		3m	4.24						
		5m	4.17						
		7m	4.13						
		10m	4.09						
		15m	4.05						
		20m	4.04						
		30m	4.02						
		45m	4.00						
		1h	3.99						
		2h	3.97						
		3h	3.96						
		5h	3.94						
		7h							
	26/11/56	1d	3.90						
	27/11/56	2d	3.88						

FCC FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

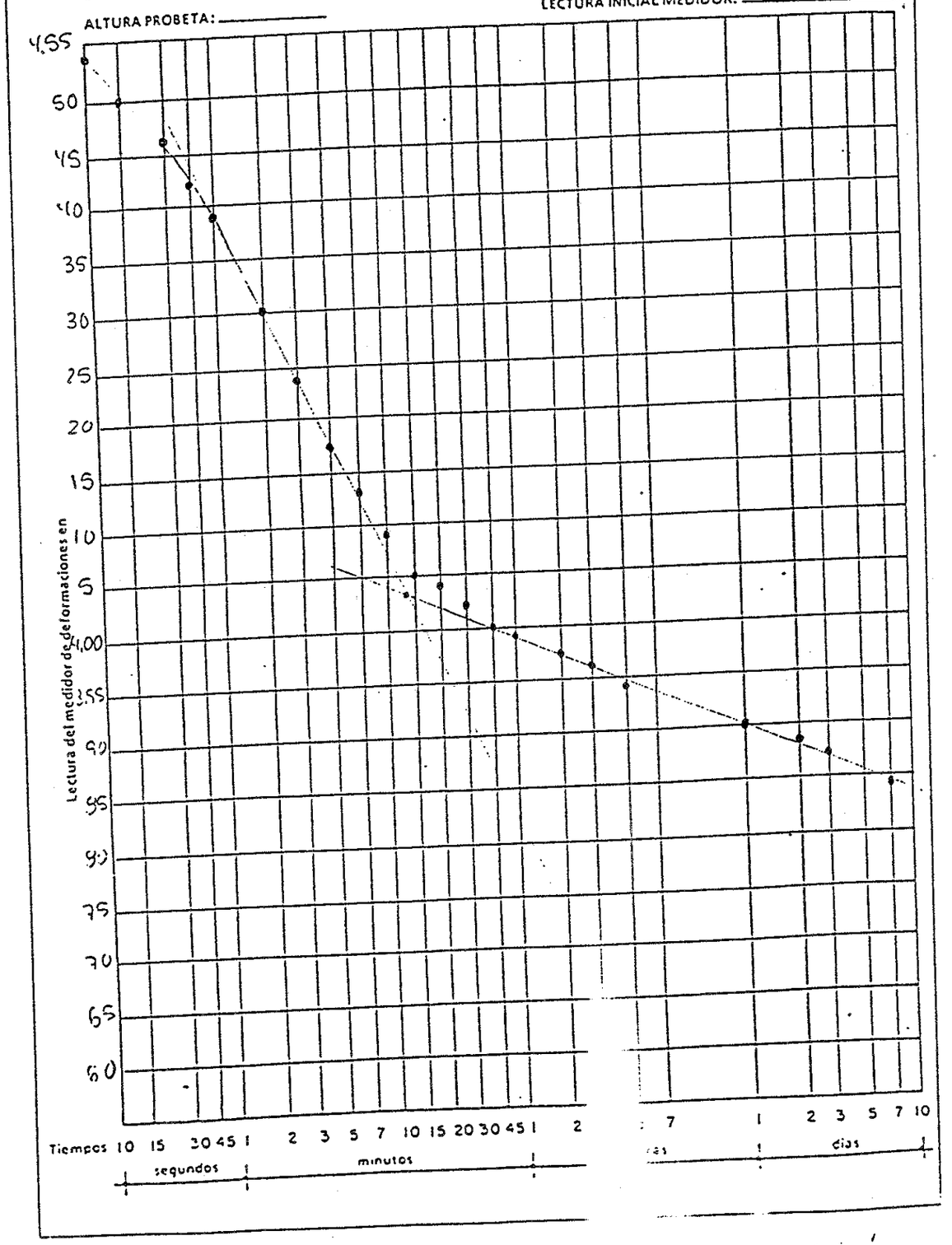
Muestra:
Referencia:
Informe:

DIÁMETRO PROBETA:

ALTURA PROBETA:

INTERVALO DE PRESIONES ENTRE: 0-2 Kg

LECTURA INICIAL MEDIDOR: 4.86



DIÁMETRO PROBETA: _____ INTERVALO DE PRESIONES ENTRE: 0-1 Kg

ALTURA PROBETA: _____ LECTURA INICIAL MEDIDOR: 4,97

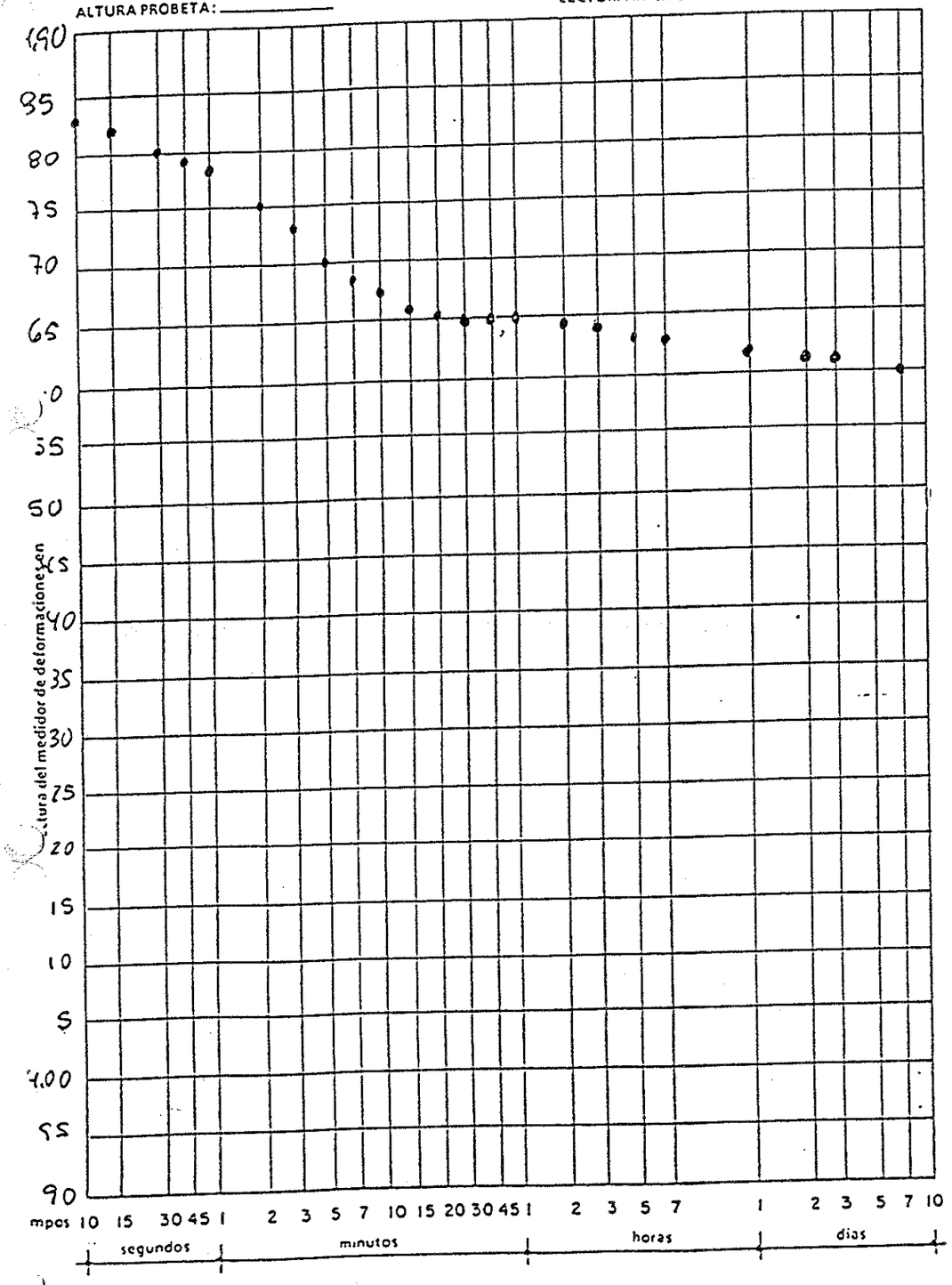


Fig. 2 – Curvas de consolidación

LABORATORIO CENTRAL

FOMENTO DE CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS, S.A.

2

TOMA DE DATOS DE ENSAYO EDOMÉTRICO

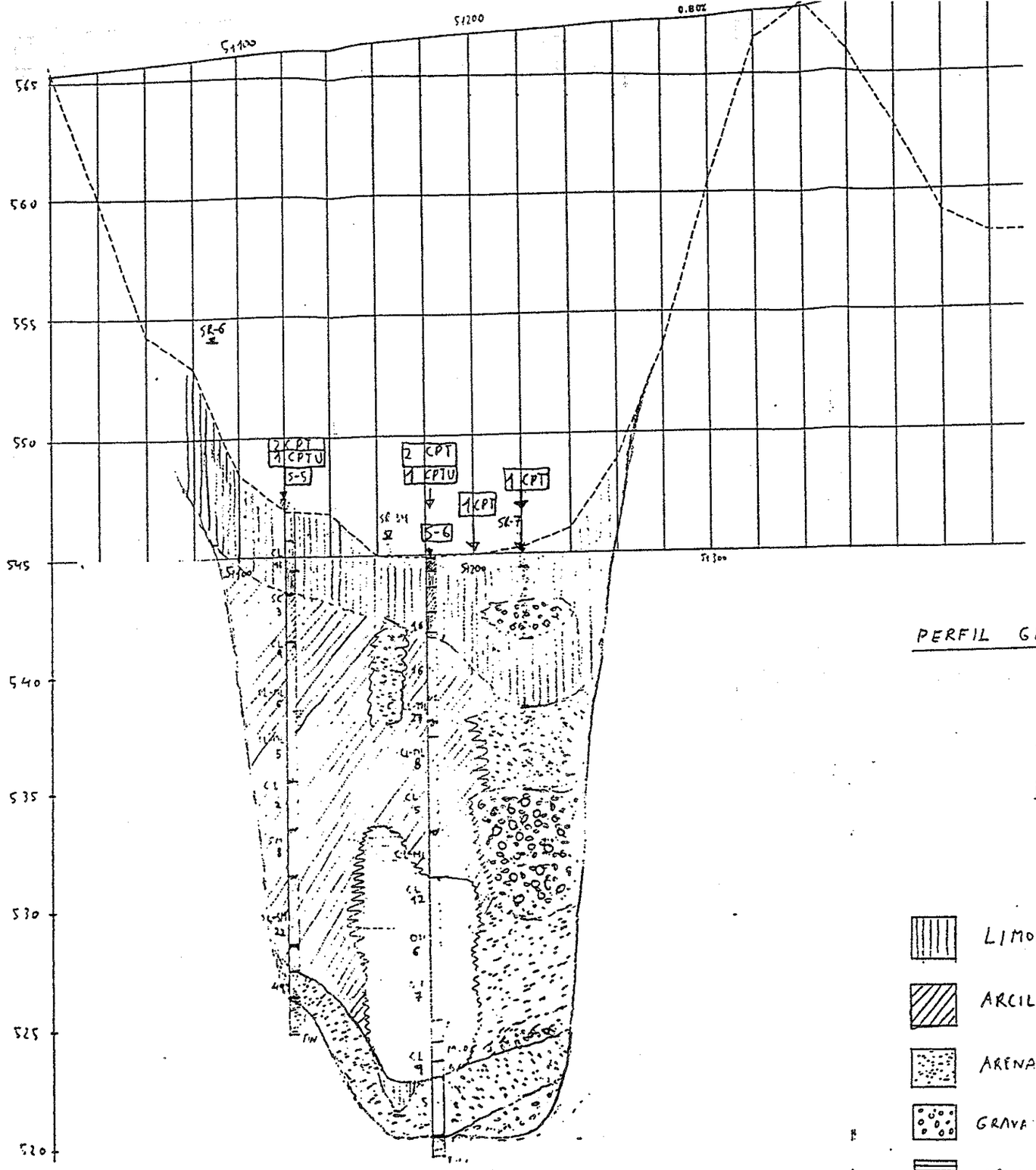
OBRA	AVE CACERES/VIS	Célula Nº	2	P. Anillo	87.11	H. natural	
MUESTRA	2	Diámetro	50	A+M antes	145.52	H.después	
SONDEO	6	Altura	20	A+M desp			
PROFUND.	16.00 16.60	P.e.		M. seca			

PRESIÓN	FECHA	HORA	LECTURA	OBSERVACIONES	PRESIÓN	FECHA	HORA	LECTURA	OBSERVACIONES
	25/11/96	12.50	5.00			25/11/96	8.26	4.61	30 s
		10 s	4.97			26/11/96	8.30	4.60	90
		15 s	4.97						
		30 s	4.97						
		45 s	4.97						
		1 m	4.97						
		2 m	4.97						
		3 m	4.97						
		5 m	4.97						
		7 m	4.97						
		10 m	4.97						
		15 m	4.97						
		20 m	4.97						
		30 m	4.97						
		45 m	4.97						
		1h	4.97						
0	26/11/96	8.40							
		10 s	4.83						
		15 s	4.82						
		30 s	4.80						
		45 s	4.79						
		1 m	4.78						
		2 m	4.75						
		3 m	4.73						
		5 m	4.70						
		7 m	4.68						
		10	4.67						
		15	4.66						
		20	4.66						
		30	4.65						
		45	4.65						
		1h	4.65						
		2h	4.64						
		3h	4.64						
		5h	4.63						
		7h	4.63						
Origen	27/11/96	1 d	4.62						
0,35	27/11/96	2 d	4.61						

*Pic = 3

ANEJO E

PERFIL GEOTECNICO LONGITUDINAL



PERFIL GEOTECNICO LONGITUDINAL

E_H = 1:2000

E_V = 1:200

- LIMOS ALGO ARENOSOS
- ARCILLAS con ALGO DE ARENA
- ARENAS CON ALGO DE ARCILLA
- GRAVA con ALGO DE ARENA Y ARCI
- ARCI MATERIA ORGANICA
- SR-34 SOND PROYECTO
- S-6 ENSA CAMPO ADICIONALE

ANEJO F

EL ENSAYO DE PENETRACION ESTATICA (CPT) y EL PIEZOCONO (CPTU): APLICACIONES GEOTECNICAS

Marcelo J. Devincenzi Fabetti
Lic. en Cs. Geológicas
GeoTest, S.L. Laboratorio Acreditado ST
Febrero de 1996[1]

[1] La presente Monografía es parte de una más extensa que el autor a presentado para su publicación.

TABLA DE CONTENIDO

1. OBJETIVO Y APLICABILIDAD DEL ENSAYO 1
2. NORMATIVAS 1
3. EQUIPOS 1
3.1 Conos 3
3.2 Características del filtro poroso y su ubicación en la punta 4
3.3 Sistema de Hincado 4
3.4 Varillaje 4
3.5 Equipo de Toma de Datos 5
3.6 Calibrado de los equipos 5
4. EJECUCION DEL ENSAYO 5
4.1 Comentarios Generales 6
4.2 Saturación del Filtro Poroso y Punta 7
4.3 Disipación de Presiones y Ensayo de Disipación 7
5. FACTORES QUE AFECTAN A LAS MEDIDAS Y PROCESADO DE DATOS 8
5.1 Efectos de la presión de poros sobre las áreas desiguales de la punta y manguito 8
5.1.1 Resistencia por punta corregida: q_T 8
5.1.2 Resistencia por fuste corregida f_T 9
5.2 Presión Insterticial U - Influencia de la ubicación del filtro 11
5.3 Otros factores que afectan las medidas 11
5.3.1 Velocidad de Penetración 11
5.3.2 Temperatura 11
6. PRESENTACION DE RESULTADOS 12
7. INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS 12
7.1 Perfil Estratigráfico 14
7.2 Clasificación del Suelo 14
7.2.1 Puntas eléctricas 16
7.3 Suelos Granulares 16
7.3.1 Evaluación de la Densidad Relativa DR% 18
7.3.2 Evaluación del Angulo de Rozamiento 18
7.3.3 Evaluación de los parámetros de deformabilidad 19
7.3.3.1 Módulo Confinado M 19
7.3.3.2 Módulo de Young E 19
7.3.3.3 Módulo G_{max} 20
7.3.4 Historia Tensional: OCR 20
7.3.5 Resistencia a la Licuefacción de las arenas 21
7.4 Suelos Cohesivos 21
7.4.1 Evaluación de la resistencia al corte no drenada (S_u) 21
7.4.1.1 Uso de qc 22
7.4.1.2 Uso de q_T y el Limite Liquido 22
7.4.1.3 Uso de la resistencia efectiva q_E : Sunneset (1982), Campanella (1982) 23
7.4.1.4 Uso de U, presión de poro en exceso. 24
7.4.1.5 Uso de U, presión de poro en exceso y el limite liquid 25
7.4.2 Evaluación de la Sensitividad 26
7.4.3 Evaluación de los parámetros de deformabilidad 26
7.4.3.1 Módulo confinado M 27
7.4.3.2 Módulo de Young no drenado E_u

7.4.3.3 Módulo G_{max} 28
7.4.4 Historia Tensional: O.C.R. *28*
7.4.4.1 Uso de q_c (o q_T) y S_u 28
7.4.4.2 Otros parámetros derivados de U 29
7.4.5 Evaluación del coeficiente de consolidación ch *30*
7.4.5.1 Método de Baligh y Levadoux (1986) 31
7.4.5.2 Método de Teh y Houlsby (1991) 32
7.4.5.3 Método práctico para la estimación de la C_h 34
7.5 EVALUACIÓN DE OTROS PARÁMETROS 34
7.5.1 Permeabilidad *34*
7.5.2 Correlaciones con el ensayo SPT *34*
8. BIBLIOGRAFIA **35**

RELACION DE FIGURAS

FIGURA 1: CONO HOLANDÉS (DUCH MANTLE CONE).
FIGURA 2: CONO CON MEDIDA DE ROZAMIENTO LATERAL TIPO BEGEMANN.
FIGURA 3: ESQUEMA DE PUNTA ELÉCTRICA CON MEDICIÓN DE PRESIÓN INSTERTICIAL
FIGURA 4: PUNTA CPTU
FIGURA 5: DISTINTAS POSICIONES DE UBICACIÓN DE LA PIEDRA POROSA EN PUNTAS CPTU
FIGURA 6: RELACIONES DE AREAS (INFLUENCIA DE LAS ÁREAS DESIGUALES)
FIGURA 7: INFLUENCIA DE UBICACIÓN DEL FILTRO EN EL VALOR DE U (BALIGH ET AL., 1980)
FIGURA 8: INFLUENCIA DE UBICACIÓN DEL FILTRO EN EL VALOR DE U (CAMPANELLA ET AL., 1988)
FIGURA 9: INFLUENCIA DE UBICACIÓN DEL FILTRO EN EL VALOR DE U (ROBERTSON ET AL., 1986)
FIGURA 10: INFLUENCIA DE UBICACIÓN DEL FILTRO EN EL VALOR DE U (SUGAWARA, 1986)
FIGURA 11: INFLUENCIA DE LA VELOCIDAD DE PENETRACIÓN EN LOS VALORES DE U (CANOU, 1987)
FIGURA 12: CARTA DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA PUNTAS ELÉCTRICAS SEGÚN DOUGLAS, 1984
FIGURA 13: CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN OLSEN Y FARR (1986)
FIGURA 14: CARTA DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA PUNTAS ELÉCTRICAS UTILIZANDO EL PARÁMETRO BQ VS QT, SEGÚN SENNESET Y JAMBU (1984), ADAPTADA POR PAREZ Y FAURIEL (1988)
FIGURA 15: CLASIFICACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS Y ORGÁNICOS SEGÚN LARSSON Y MULABDIC, 1991
FIGURA 16: CARTA MIXTA DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN ROBERTSON, 1990
FIGURA 17: COMPARACIÓN DE DISTINTAS CORRELACIONES DE LA DENSIDAD RELATIVA (ROBERTSON Y CAMPANELLA, 1983)
FIGURA 18: INFLUENCIA DE LA COMPRESIBILIDAD EN ARENAS NORMALMENTE CONSOLIDADAS CUARZOSAS. JAMIOLKOWSKI ET AL., 1985
FIGURA 19: DENSIDAD RELATIVA PARA ARENAS CUARZOSAS NORMALMENTE CONSOLIDADAS Y DE COMPRESIBILIDAD MODERADA. BALDI ET AL., 1986
FIGURA 20: RELACIÓN ENTRE EL FACTOR DE CAPACIDAD PORTANTE NQ Y EL ÁNGULO DE ROZAMIENTO PICO EN CÁMARA DE CALIBRACIÓN. ROBERTSON Y CAMPANELLA, 1983
FIGURA 21: RELACIÓN SUGERIDA ENTRE LA RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN ESTÁTICA Y EL ÁNGULO DE ROZAMIENTO PICO PARA ARENAS PREDOMINANTEMENTE CUARZOSA, NO CEMENTADAS, ROBERTSON Y CAMPANELLA, 1983
FIGURA 22: RELACIÓN ENTRE QC Y EL MÓDULO DE YOUNG E DRENADO PARA ARENAS NC CUARZOSAS NO CEMENTADAS (ROBERTSON Y CAMPANELLA, 1983)
FIGURA 23: RELACIÓN ENTRE QC Y GMAX. ROBERTSON Y CAMPANELLA, 1983
FIGURA 24: RESISTENCIA A LA LICUEFACCIÓN DE LAS ARENAS.
FIGURA 25: PROPOSICIÓN PARA OBTENER SU A PARTIR DE U (CAMPANELLA, 1985)
FIGURA 26: RELACIÓN ENTRE EL FACTOR DE PRESIÓN INSTERTICIAL NU VS. BQ (ROBERTSON ET AL., 1986)
FIGURA 27: MÓDULO DE YOUNG NO DRENAIXO (ARCILLAS). ROBERTSON Y CAMPANELLA, 1983, ADAPTAIXO DE LADD ET AL., 1977
FIGURA 28: CORRELACIÓN TENTATIVA PARA ESTIMAR GMAX (ROBERTSON Y CAMPANELLA, 1988) OLD PP 113
FIGURA 29: SU / SIG VS. OCR. SCHMERTMAN, 1978 RELACIÓN EMPÍRICA ENTRE SU / SIG E IP PARA SUELOS NORMALMENTE CONSOLIDAIXOS. ROBERTSON Y CAMPANELLA, 1983.
FIGURA 30: OCR A PARTIR DE QC. ROBERTSON 1990.
FIGURA 31: RELACIÓN DE UN PARÁMETRO INDIRECTO DE U Y QT Y OCR. BATTAGLIO ET AL., 1986

FIGURA 32: VARIACIONES DE LA U_i. KURUP Y TUMAY, 1995.
FIGURA 33: CAVIDAD CILÍNDRICA: VARIACIÓN DE U EN FUNCIÓN DEL FACTOR TIEMPO. BATTAGLIO ET AL., 1986
FIGURA 34: DISIPACIÓN DE U NORMALIZADA VS. FACTOR TIEMPO MODIFICADO. TEH Y HOULSBY, 1991
FIGURA 35: ESTIMACIÓN DE LA PERMEABILIDAD HORIZONTAL EN FUNCIÓN DEL T50. PAREZ Y FAURIEL, 1988.
FIGURA 36: VARIACIÓN DE QC/NSPT CON EL TAMAÑO MEDIO DE GRANO D50. ROBERTSON ET AL., 1983.

RELACION DE TABLAS

TABLA 1: VALORES EMPÍRICOS DEL FACTOR K DE AJUSTE PARA PRESIONES INSTERTICIALES 10
TABLA 2: VALORES DEL COEFICIENTE α PARA DISTINTOS TIPOS DE ARCILLAS. MITCHELL Y GARDNER, 1975, ADAPTADO DE SANGLERAT, 1972 27
TABLA 3: ESTIMACIÓN DEL ÍNDICE DE COMPRESIÓN A PARTIR DE Su/σ_{v0} (SCHMERTMANN, 1978) 27
TABLA 4: DIFERENTES PARÁMETROS DERIVADOS DE U UTILIZADOS PARA ESTIMAR EL OCR. ADAPTADO DE ROBERTSON Y CAMPANELLA, 1988. 30
TABLA 5: FACTOR TIEMPO T PARA DISTINTAS POSICIONES DE LA PIEDRA POROSA Y DISTINTOS GRADOS DE CONSOLIDACIÓN. BALIGH Y LEVADOUX. 32
TABLA 6: VALORES DE FACTOR TIEMPO MODIFICADO PARA DISTINTOS % DE DISIPACIÓN. HOULSBY Y TEH, 1988. 34

GE test

1. OBJETIVO Y APLICABILIDAD DEL ENSAYO

El ensayo de penetración estática (CPT, Cone Penetration Test), consiste en hincar a presión en el suelo a velocidad constante una punta cónica y medir el esfuerzo necesario para la penetración del cono, denominado q_c. En los conos de tipo móvil, se mide además el rozamiento lateral local, denominado f_s, en un manguito especial, colocado encima de la base del cono.

Desde un punto de vista geológico/geotécnico, al margen de otras aplicaciones medioambientales, presenta tres aplicaciones principales:

- Determinar el perfil estratigráfico del terreno.
- Evaluar los parámetros geotécnicos de las capas atravezadas.
- Cálcular la capacidad portante del terreno y asientos frente a solicitaciones externas.

2. NORMATIVAS

El primer estándar para este ensayo fué la norma ASTM D-3441-75T, revisada en 1979 (ASTM D-3441-79) y en 1986 (ASTM D-3441-86). En 1988, la Sociedad Internacional de Mecánica del Suelo publicó un procedimiento de referencia (ISSMFE, 1988), traducido en el Informe UNE 103-804-93. En Francia se dispone de la Norma NF P 94 113 y en Holanda, la NEN 5140.

3. EQUIPOS

En términos generales, el equipo consta de los siguientes componentes:

- Punta o sonda CPT/CPTU.
- Varillaje de hinca.
- Equipo de toma de datos (en superficie).
- Sistema de empuje o hinca.

3.1 Conos

Existen dos tipos principales de puntas:

- Mecánicas
- Eléctricas

Las primeras puntas mecánicas permitían medir sólo la resistencia de punta q_c (Barentsen, 1936) y se denominan tradicionalmente como "cono holandés" (*mantle cone o Duch mantle cone*, Figura 1). Posteriormente (Begemann, 1953), diseñó un dispositivo que permite medir por separado q_c y f_s (*friction sleeve cone*, Figura 2). En ambos casos, el movimiento de la punta y manguito se logra por medio de un varillaje interno, independiente del varillaje de penetración propiamente dicho.

Las puntas eléctricas se introdujeron en 1948 (Geuze, 1953), aunque su uso generalizado comenzó a partir de la década de los '60'. Estas puntas permiten medir q_c y f_s por medio de captores de presión montados en el interior del cono. La información recogida se transmite a superficie por medio de un cable que pasa por el interior de las varillas de hinca.

La instalación de un captor adicional de la presión insterticial constituye el equipo denominado piezocono **(CPTU)** y permite medir además las presiones insterticiales **'U'** que se van generando durante la hinca, hecho que ha significado un importantísimo avance en la interpretación de esta técnica de investigación *in situ*. En la Figura 3 se presenta un esquema de una punta **CPTU** con su terminología y en la Figura 4 la punta considerada actualmente como estándar.

Otros captores pueden utilizarse en combinación con los mencionados, por ejemplo, temperatura, inclinación, captores especiales, etc. Incluso existen conos con dos captores de punta, de alta y baja sensibilidad, lo que permite un mayor grado de exactitud al investigar suelos estratificados con materiales granulares densos y cohesivos blandos, un ejemplo típico de lo cual son los sedimentos deltaicos del río Llobregat en Barcelona.

Las principales ventajas del ensayo **CPTU** sobre el convencional **CPT** son (Campanella y Robertson, 1988):

- Posibilidad de distinguir entre penetración drenada, parcialmente drenada y no drenada.
- Posibilidad de corregir los parámetros obtenidos con el cono.
- Posibilidad de evaluar las características de consolidación del suelo ensayado.
- Posibilidad de valorar las condiciones de equilibrio hidrostático.
- Mayor exactitud en la identificación y estratigrafía del suelo.
- Mejor evaluación de los parámetros geotécnicos.

Con respecto a su geometría, la sonda dispone de una punta cónica de 10 cm^2 de sección con un ángulo de apertura 60° y de una extensión cilíndrica con un diámetro exterior de 35,7 mm. Por encima de la punta cónica se ubica el manguito (friction

sleeve) destinado a medir el rozamiento lateral específico f_s. Su superficie estándar es de 150 cm^2.

3.2 Características del filtro poroso y su ubicación en la punta

El elemento poroso o filtro permite poner en contacto el agua del suelo con el captor de presión insterticial. El elemento poroso debe reunir las siguientes características (Smits, 1982):

- Rigidez. A fin de que las presiones de agua medidas no están influenciadas por la compresión del filtro.
- Alta permeabilidad y elevada relación área/espesor anular (conjuntamente con un fluido de saturación de baja viscosidad y baja compresibilidad).

No obstante, para mantener la saturación, el filtro debe tener una elevada resistencia a la entrada de aire lo que se logra con una granulometría fina y/o la utilización de un fluido viscoso. Claramente, no todos estos requisitos pueden ser cumplidos a la vez. Se debe alcanzar un compromiso entre una alta permeabilidad para lograr una rápida respuesta del captor de presión y una baja permeabilidad para evitar la entrada del aire (pérdida de saturación).

El filtro debe ser además resistente a la abrasión. Se utilizan normalmente distintos tipos de materiales para la fabricación de filtros: cerámicos, bronce sintético, carborundum, arena cuarzosa cementada, teflón, polipropileno, aerolith-10, etc..

No existe aún un estándar para la localización del filtro poroso en el cono. En la Figura 5 (Robertson y Campanella, 1988) se observa un esquema de la punta **CPTU** con distintas localizaciones del mismo. En la práctica, se utilizan dos posiciones básicas del filtro:

- Sobre la cara del cono (*U1*).
- Sobre la base del cono (*U2*).

Estas posiciones se denominan en la literatura actual como *Tipo 1 (U_1)* y *Tipo 2 (U_2)*, respectivamente. La localización del filtro debe seleccionarse de acuerdo al tipo de suelo y objetivos del estudio (Hekma, 1991). Distintas posiciones de la piedra porosa, así como distintos diseños de conos no estánar son presentadas por Campanella y Robertson (1988), Cestari (1990).

3.3 Sistema de Hincado

El cono y el varillaje que se agrega encima del mismo a medida que avanza el ensayo, es hincado en el terreno por un dispositivo hidráulico montado en un vehículo apropiado. El recorrido ha de ser el suficiente como para hincar de una vez tramos de 1 m de varillaje a velocidad constante, estandarizada en 2 cm/s. La penetración por "golpes" o rotando no está permitida. De hecho, la penetración debe detenerse lo menos posible, sólo para agregar varillaje o efectuar ensayos de disipación de las presiones insterticiales.

La reacción para hincar la punta y varillaje en el terreno está proporcionada bien por el peso del mismo vehículo, bien mediante anclajes al terreno. Usualmente las reacciones necesarias para el ensayo oscilan entre 5 y 20 toneladas. Actualmente existen vehículos especiales que alcanzan las 30 y hasta las 40 toneladas aunque destinados a actuaciones especiales y que utilizan diámetros mayores de varillaje (Braton y Timian, 1995; Lightner y Purdy, 1995).

El equipo de empuje debe poder nivelarse para garantizar la verticalidad del ensayo. La desviación de la vertical no debe superar el 2% (2 cm/m).

3.4 Varillaje

El varillaje estándar, hueco, está fabricado de aceros especiales. Las varillas tienen una longitud de 1.000 mm, un diámetro exterior de 36 mm e interior usualmente de 16 mm. Las roscas de unión han de ser cónicas. Por el interior de las varillas se introduce un varillaje interno (puntas mecánicas) o un cable para la transmisión de datos (puntas eléctricas).

Por supuesto, las varillas deben ser perfectamente rectas, no pudiendo existir una deflexión superior a 0,5 mm entre los extremos de la varilla para los primeros 5 metros de penetración (los más profundos).

Es posible colocar un reductor de fricción para evitar un exesivo rozamiento del todo el varillaje (Sherwood y Child, 1971; Amar, 1974). El mismo debe estar colocado como mínimo a 1 m de la punta.

3.5 Equipo de Toma de Datos

Los sistemas eléctricos están equipados con modernos sistemas de adquisición de datos que permiten registrar en tiempo real los parámetros medidos con el ensayo.

Brevemente, al realizar el ensayo las células de carga incluidas en el interior de la punta envían señales analógicas, que, tras ser amplificadas, son convertidas en señales digitales por medio de un convertidor A/D. Las señales digitales son interpretadas por un ordenador en superficie, restituyendo en fórma gráfica y/o numérica los valores de q_c, f_s,U, etc., en tiempo real.

Los intervalos de lectura son de 20 cm para las puntas mecánicas y de 5, 2 o 1 cm para las eléctricas. De hecho, un intervalo de 5 cm es más que aceptable para las lecturas de q_c y f_s. El intervalo de lectura deseable para el valor de **U** es el de la altura del filtro (0,5 cm). Esto, no obstante, es en la práctica muy difícil de llevar a cabo.

3.6 Calibrado de los equipos

Todos los componenetes electrónicos (punta, cables,conecciones, central de toma de datos) necesitan un correcto mantenimiento y han de ser recalibrados periódicamente. En Holanda, por ejemplo, es obligatoria la recalibración de los equipos cada 3 meses, aunque debe tenerse en cuenta que en este país se trata de un ensayo "rutinario". En todo caso, recalibrar los equipos cada 2.500 m de penetración resulta lo más apropiado.

Existen dispositivos (simuladores) que permiten verificar la bondad del calibrado en el campo.

4. EJECUCION DEL ENSAYO

4.1 Comentarios Generales

Antes de ejecutar una campaña de ensayos, los componentes deben estar correctamente inspeccionados, limpios y calibrados. La ejecución de un ensayo CPT/CPTU consta de una serie de pasos que deben ser cuidadosamente observados:

1. Realizar un sondeo previo o sondeo de avance hasta el Nivel Freático (CPTU).
2. Instalar el equipo de empuje verticalmente.
3. Saturar correctamente el filtro poroso y la punta en su conjunto (CPTU).
4. Verificar todas y cada una de las conecciones eléctricas del sistema.
5. Introducción de la punta + varillaje en el interior del sondeo de avance, evitando la aireación del sistema.
6. Esperar unos minutos antes de comenzar la penetración a fin de igualar lo más posible (±5°C) la temperatura del suelo y la punta.

7. Verificar los ceros iniciales (voltaje para carga 0).
8. Penetrar en el suelo a una velocidad constante de 20 (±5) mm/seg.
9. Registrar los parámetros medidos (q_c, f_s, U) con una tolerancia en la medida de la profundidad de 0,1 m.
10. Al finalizar el ensayo y retirar el varillaje obtener nuevamente el cero inicial (una vez desensamblada la punta) y descartar si no cumple con la precisión adecuada.

Existen pocas diferencias en los procedimientos de realización del ensayo **CPTU** con respecto al ensayo **CPT** estándar, excepto aquellas relacionadas con la saturación del elemento poroso y las pausas para realizar los ensayos de disipación de las presiones insterticiales.

4.2 Saturación del Filtro Poroso y Punta

La completa saturación del piezocono es esencial para realizar correctamente el ensayo. La medida de la presión de poro en exceso generada al hincar la punta resultará inexacta para sistemas mal saturados. La presencia de aire en el interior del sistema afecta tanto a la lectura de la presión de poro como a los tiempos de los ensayos de disipación, especialmente en suelos blandos poco permeables (Acar, 1981).

Por completa saturación se entiende la del filtro poroso, cavidades y conductos del cono en su conjunto.

El procedimiento de saturación resulta de una combinación de los métodos propuestos por Robertson y Campanella, 1988 y Parez y Fauriel, 1988:

1. Desaireación del filtro poroso en laboratorio con bomba de vacío en un fluido saturante adecuado (aceite de glicerina es el más utilizado) un mínimo de 3 horas (Riaud y Mirau, 1992).
2. Almacenar los filtros saturados en un recipiente hermético, lleno del fluido utilizado.
3. Una vez en el campo, eliminar las burbujas de aire de las cavidades y conductos del cono con la ayuda de una jeringuilla.
4. Ensamblaje del cono y filtro dentro de un recipiente con agua, preferiblemente desaireada.
5. Desaireación del conjunto, ya montado, con bomba de vacío (este paso, propuesto por Parez y Fauriel, 1988), no es impresindible pero si asegura al 100% la correcta saturación del sistema.
6. Protección de la punta ensamblada y saturada con un capuchón de caucho hasta que entra en contacto con el agua del terreno.

7. Repetir el proceso para cada ensayo, descartando el filtro ya utilizado.

4.3 Disipación de Presiones y Ensayo de Disipación

En los suelos saturados, la introducción de la punta del penetrómetro estático provoca un cizallamiento que se acompaña de una variación ΔU de la presión insterticial, positiva (suelos contractantes) o negativa (suelos dilatantes).

Según el sistema de empuje, al ir agregando varillas, la penetración se puede ver detenida un breve tiempo en el que las presiones de poro en exceso comienzan a disiparse; al recomenzar la penetración, se requiere un cierto movimiento del cono para realcanzar la presión en exceso original (entre 2 y 50 cm según el tipo de suelo, Campanella y Robertson, 1988).

Un ensayo de disipación puede realizarse en cualquier momento de la penetración y consiste en detener el avance del cono y medir la velocidad con que se disipa la presión ΔU en exceso hasta alcanzar un cierto porcentaje del valor de equilibrio; este último coincide con el valor de la presión hidrostática a la profundidad del captor de presión.

Normalmente se utiliza el tiempo $T_{50\%}$, es decir el tiempo necesario para alcanzar la mitad del valor de la presión de poro en exceso. Es recomendable, no obstante, realizar algunos ensayos hasta la presión final de equilibrio, que no coincidirá con la hidrostática teórica en el caso de acuíferos confinados. En la práctica, este hecho es mucho más frecuente de lo que pudiera pensarse.

La disipación de la presión de poro en exceso (velocidad de disipación) generada por la penetración depende del coeficiente de consolidación horizontal C_h del suelo que a su vez es función de la compresibilidad y permeabilidad horizontal K_h del terreno.

5. FACTORES QUE AFECTAN A LAS MEDIDAS Y PROCESADO DE DATOS

Existen distintos factores, propios o ajenos al sistema, que afectan las lecturas. Al utilizar conos eléctricos, los datos de voltaje de salida deben ser corregidos a fin de obtener los parámetros básicos obtenidos con este equipo (no se incluyen aquí los captores considerados como especiales):

- Resistencia por punta corregida
- Resistencia por fuste corregida
- Presión insterticial U

5.1 Efectos de la presión de poros sobre las áreas desiguales de la punta y manguito

5.1.1 Resistencia por punta corregida: q_T

Durante la penetración bajo el nivel freático, la presión insterticial actúa en la superficie de la punta y también en los extremos del manguito. Esto hace que la resistencia a la punta q_c (y el rozamiento lateral del manguito f_s) medidos no representen exactamente la resistencia total del suelo. El valor leído de q_c es más bajo que la resistencia real del suelo q_T que actúa en la cara del cono.

El esfuerzo total sobre el cono F_t será igual al esfuerzo de punta medido F_p aumentado del esfuerzo debido a la acción de la presión insterticial sobre la sección anular del cono F_u (ver Figura 6 Cestari, 1990):

$$\boxed{F_t = F_p + F_u} \quad (1)$$

siendo

$$\boxed{F_u = u \cdot (Ac - An)} \quad (2)$$

donde,
Ac = Area exterior
An = Area interior
u = Presión de poro en exceso generada sobre la punta del cono

dividiendo por A_c se obtiene:

$$\boxed{q_T = q_c + u \cdot (1 - \frac{Ae_r}{Ae_c}) = q_c + u \cdot (1 - a)} \quad (3)$$

donde a es la *relación de áreas*.

Esta relación, propuesta por Baligh et al. (1981) y Campanella et al. (1982), resulta importante, sobre todo en arcillas donde q_c suele ser baja y U relativamente fuerte.

5.1.2 Resistencia por fuste corregida f_T

Una corrección similar sería necesaria para el valor f_s medido (obteniendo f_T), sin embargo sería necesario conocer la presión u en los dos extremos del manguito. A

fin de evitar esta corrección, actualmente los conos están diseñados con áreas iguales.

5.2 Presión insterticial U - Influencia de la ubicación del filtro

Como se ha mencionado, no existe un estándar en cuanto a la ubicación de la piedra porosa dentro del cono. Se acepta que una sola ubicación de ésta no provee información para todas las posibles aplicaciones (Campanella y Robertson, 1988). La presión de poro en exceso generada y medida durante la penetración depende mucho de la posición que ocupe el filtro (Tavenas et al., 1981; Campanella et al., 1982).

Numerosos estudios comparativos sobre este tema han sido llevados a cabo. La Figura 7 (Baligh el al., 1980), la Figura 8 (Campanella et al., 1988), la Figura 9 (Robertson et al., 1986) y la Figura 10 (Sugawara et al., 1986) muestran diferentes medidas de presión insterticial para diferentes posicionamientos del elemento poroso dentro del cono y diferentes tipos de suelos.

En la Figura 7 los valores de presión de poro en exceso para arcillas normalmente consolidadas medidos con la piedra porosa en la parte cónica (A) son un 35% más fuertes que aquellas medidas con la piedra ubicada sobre el cono (B). Esta relación se incremente a un 44 % para arcillas sobreconsolidadas (OCR = 4, curva de la derecha).

La Figura 8 muestra las medidas en 3 posicionamientos diferentes en arcillas sobreconsolidadas (>6,5 m).

En la Figura 9 en arcillas y limos normalmente consolidados, las presiones medidas en la cara del cono (U_1 según la nomenclatura actual) son unas 3 veces superior a la presión de equilibrio (U_0) y un 20% mayores que las medidas inmediatamente sobre el cono (U_2):

$$\boxed{U_1 \cong 3U_0 \cong 1{,}2U_2} \quad (4)$$

A medida que la sobreconsolidación aumenta, la presión medida en la cara del cono aumenta:

$$\boxed{U_1 \rangle\rangle U_0 \rangle U_2} \quad (5)$$

Senneset et al. (1989), ha intentado establecer una relación experimental entre las presiones insterticiales en distintas posiciones del filtro que, siguiendo la misma nomenclatura, es:

$$\boxed{U_2 = U_0 + k(U_1 - U_0)} \quad (6)$$

Siendo k un factor de ajuste que se obtiene de la Tabla en función del tipo de suelo y la localización del filtro.

Tipo de Suelo	Ubicación	
	U_1	U_2
Arcilla normalmente consolidada (NC)	0,6 - 0,8	0,7 - 0,9
Arcillas sensitivas levemente sobreconsolidadas	0,5 - 0,7	0,6 - 0,8
Arcillas altamente sobreconsolidadas	0,0 - 0,3	0,1 - 0,3
Limos compresibles	0,5 - 0,6	0,5 - 0,7
Limos densos dilatantes	0,0 -0,2	0,1 - 0,3
Limos arenosos sueltos	0,2 - 0,4	0,5 - 0,7

Tabla 1: Valores empíricos del factor k de ajuste para presiones insterticiales

Resumiendo, la ubicación del elemento poroso en el cono no es unívoca. Ambas soluciones tienen ventajas y desventajas aunque la tendencia actual parece decantarse a ubicarlo encima de la base del cono, teniendo en cuenta los siguientes argumentos:

- El elemento poroso está mucho menos sujeto a abrasión.
- Las medidas están menos influenciadas de la compresibilidad propia del filtro.
- Esta posición resulta más adecuada para corregir los valores de q_c y f_s a q_T y f_T por el efecto de reas desiguales.
- Posibilidad de buen detalle de la estratigrafía atravesada (permite la medida de u negativas en arenas y limos y positivas en arcillas).

- Permite soluciones teóricas para estimar los parámetros de consolidación en base a los ensayos de disipación.

El tamaño del elemento poroso también influencia la medida de U, si bien existen pocos datos publicados al respecto para cuantificar sus efectos.

5.3 Otros factores que afectan las medidas

5.3.1 Velocidad de Penetración

El estándar europeo y americano para los ensayos de penetración estática es de 2 cm/seg para la velocidad de hincado, con una tolerancia del 0,5 cm/seg.

Se admite en general que esta velocidad resulta en condiciones de ensayo drenado en suelos arenosos donde las presiones de poro en exceso generadas se disipan de forma rápida y condiciones no drenadas en arcillas y limos arcillosos. La penetración en arenas muy finas y arenas limosas tiene lugar bajo condiciones parcialmente drenadas.

La influencia de la velocidad de penetración en las presiones insterticiales puede apreciarse claramente en la Figura 11 (Canou, 1987).

5.3.2 Temperatura

Las células de carga y trasductores de presión se taran en laboratorio a temperatura ambiente. Sin embargo la temperatura en el interior del suelo saturado será en general menor. Al manipular los equipos se debe tener la precaución de minimizar los cambios bruscos de temperatura, no se debe dejar el cono bajo la luz directa del sol, por ejemplo. Ciertas variaciones, en cambio, no pueden ser evitadas.

6. PRESENTACION DE RESULTADOS

Para la interpretación de los resultados, los siguientes parámetros básicos son necesarios:

- Presión insterticial inicial U_0
- Tensión efectiva vertical in situ σ_{v0}

Diferentes relaciones entre estos parámetros básicos dan lugar a parámetros secundarios, utilizados para la interpretación de los resultados. Para una interpretación preliminar, los siguientes son muy a menudo utilizados:

$$\boxed{\Delta U = U - U_0} \quad (7)$$

$$\boxed{FR\% = f_T / q_T \times 100} \quad (8)$$

$$\boxed{DPPR = \Delta U / q_T} \quad (9)$$

$$\boxed{B_q = \Delta U / (q_T - \sigma_{v0})} \quad (10)$$

FR% es la relación de fricción (friction ratio) y DPPR la relación diferencial de presión de insterticial (diferential pore pressure ratio).

Los resultados de los ensayos CPT/CPTU deben se presentan en gráficos en los que se plotean los parámetros básicos y algunos (o todos) los parámetros secundarios recién mencionados en función de la profundidad.

7. INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS

7.1 Perfil Estratigráfico

Siempre que el tipo de suelo permita la aplicación de este ensayo, no existe mejor herramienta de investigación geotécnica para la definición del perfil estratigráfico, a lo cual se suma la evaluación de los parámetros geomecánicos.

El valor de q_c es una medida de la resistencia del suelo a la vez que f_s es, entre otras cosas, una medida de la presión horizontal que se desarrolla durante la penetración y está afectada por el tipo de suelo y por su grado de sobreconsolidación (OCR). Las transiciones entre distintos tipos de suelo se manifiestan así por un cambio en la relación FR%. La presión U registrada en el ensayo es representativa del nivel en que se mide, pudiendo registrar la presencia de capas muy delgadas (< 5 cm). Se debe tener presente, no obstante que el OCR también influye en el valor de U alcanzado, como se verá más adelante.

El análisis de las curvas de q_c, f_s, U, FR% y B_q en función de la profundidad constituyen una potente herramienta para analizar el perfil estratigráfico del sitio ensayado. La comparación de estas curvas y en particular el examen de la B_q f(profundidad), permiten obtener información detallada de la naturaleza de las capas atravesadas. Asi, en arenas densas se obtendrá una q_c elevada y valores de U

diámetros por delante de la misma y esta distancia aumenta con la compacidad del terreno (Schmertman, 1978; Treadwell, 1975). Así, q_c puede alcanzar mejor su valor real en capas delgadas de suelos blandos que en capas densas del mismo espesor, por lo tanto se debe interpretar con precaución el valor de q_c de una capa de arena delgada intercalada en un depósito arcilloso.

En la práctica, una intercalación debe tener un espesor mínimo de entre 36 y 72 cm (entre 10 y 20 diámetros del cono estándar) para desarrollar su máximo valor de resistencia de punta. Este es un hecho importante a la hora de valorar la densidad relativa u otros parámetros geotécnicos en terrenos arenosos estratificados, ya que podrían ser subestimados.

Otra observación a tener presente es que algunas arcillas sobreconsolidadas (OC, Over Consolidated) podrían clasificarse como como una arena poco densa. En estos casos, la comparación con sondeos de constraste es imprescindible.

Una ventaja del piezocono es que puede medir la presión en exceso en el entorno inmediato del cono y por lo tanto identificar con mayor exactitud la presencia de intercalaciones arenosas, hecho muy importante para valorar las características de drenaje.

7.2 Clasificación del Suelo

El ensayo de penetración estática es una herramienta muy útil de cara a la clasificación del suelo. Tradicionalmente las variables que se manejaban para determinar el tipo de suelo ensayado han sido q_c y FR%, posteriormente se comenzó a hacer uso de la presión insteticial U. Son muy numerosos los trabajos publicados a este respecto.

7.2.1 Puntas eléctricas

Se han presentado numerosos gráficos para la clasificación del suelo para puntas eléctricas, entre ellas las de Douglas y Olsen (1981), Robetson y Campanella (1983), Douglas (1984), Olsen (1984), Robertson (1985), Olsen y Farr (1986), Olsen y Malone (1988), Robertson (1990), Olsen (1994), Olsen y Mitchell (1995).

La carta de Douglas (1984), reproducida en la Figura 12, utiliza el valor de q_c normalizado para tener en cuenta la tensión efectiva vertical del terreno que el autor denomina q_{c1}, determinado a través de la expresión:

$$q_{c1} = q_c \cdot \left[1 - 1{,}25 \log(\sigma'_{v0})\right] \quad (11)$$

donde σ'_{v0} se expresa en bar o tsf. El uso de q_{c1} ayuda a clasificar mejor el suelo ya que tiene en cuenta que el valor de q_c se incrementa en profundidad dentro de un depósito uniforme.

Olsen y Farr (1986) presentaron otra clasificación en base a q_{cn} vs. **FR%** (Figura 13) también con una normalización del valor de q_c para tener en cuenta el incremento de profundidad, en este caso denominado q_{cn}:

$$q_{cn} = \frac{q_c}{(\sigma_{v0})^n} \quad (12)$$

donde **n** varía entre 0,6 y 0,86 (Baldi et al., 1986). De la misma forma f_s es normalizado mediante:

$$f_{sn} = \frac{f_s}{\sigma_{vo}} \quad (13)$$

Sin embargo, se debe tener en cuenta que el valor de f_s medido es menos preciso que el de q_c. Además conos de diferente diseño dan diferentes resultados de f_s y **FR%** (Lune et al., 1986). Por estas razones, numerosos autores han confeccionado cartas de clasificación basadas en q_c (o q_T) vs. **U** (o algún parámetro secundario en el que la presión insterticial interviene, principalmente B_q). Entre estas clasificaciones se encuentran las de Baligh et al. (1980), Jones y Rust (1982), Senneset y Jambu (1984), Robertson y Campanella (1986), Larsson y Mulabdic (1991).

La carta propuesta por Senneset y Jambu, modificada para usar q_T en lugar de q_c y adaptada por Parez y Fauriel (1988) para tener en cuenta valores negativos de presión de poro en exceso, se presenta en la Figura 14. La clasificación para suelos arcillosos y orgánicos propuesta por Lasson y Mulabdic (1991) se presenta en la Figura 15.

La posibilidad de la medida de la presión de poro en exceso **U** agrega una nueva dimensión para clasificar el suelo, no obstante, resulta más adecuado utilizar las tres variables disponibles con este ensayo: q_c **U** y f_s en la forma de q_T , B_q y **FR%**, por

ejemplo según lo propuesto por Campanella y Robertson (1988) o Robertson (1990). Figura 16).

Las cartas de clasificación resultan una aproximación a utilizar como guía, preferiblemente contrastadas con correlaciones locales. Factores tales como:

- Historia tensional
- Sensitividad
- Compacidad
- Indice de huecos
- Compresibilidad
- Fábrica y cementación

influirán las clasificaciones basadas tanto en **FR%** como en B_q (Campanella et al., 1988). Ocasionalmente un suelo puede caer en campos distintos en ambas cartas, en cuyo caso los ensayos de disipación constituyen un criterio adicional importante para juzgar el tipo de suelo. Por otro lado, la tensión efectiva influye también en las medidas de q_c y f_s que tienden a aumentar con la profundidad. Las cartas de clasificación están basadas predominantemente en ensayos de hasta 30 metros de profundidad.

Es importante notar que estas cartas no se refieren al tamaño real de las partículas, sino más bien al tipo de *comportamiento del suelo en cuanto a sus condiciones de drenaje*, es decir, desde un punto de vista geotécnico, y deben ir acompañadas de correlaciones locales basadas en sondeos, ya que resulta imposible por ejemplo distinguir entre una arcilla altamente sobreconsolidada y una arena limosa normalmente consolidada basándose solamente en el análisis de la carta q_T f(B_q).

El principal propósito del ensayo **CPT** no es el de dar una clasificación *exacta* del suelo sino aclarar la estratificación y los límites entre las distintas capas o estratos así como sus propiedades. La clasificación e interpretación preliminar es una gran ayuda para planificar más racionalmente una campaña de investigación.

7.3 Suelos Granulares

7.3.1 Evaluación de la Densidad Relativa DR%

Para suelos granulares, la densidad relativa (**D.R.%**) es normalmente utilizado como un parámetro intermedio. No existe una única relación entre la resistencia a la

penetración y la **D.R.%** ya que otros factores como la compresibilidad también influyen en el valor de q_c.

La Figura 17 (Robertson y Campanella, 1983) muestra una comparación de las curvas propuestas por Schmertmann (1978), Villet et al. (1981) y Baldi et al. (1981) en la que se observa la **D.R.%** en función de q_c y tensión efectiva (σ'_{v0}). La figura pone de manifiesto la importancia de la *compresibilidad* de la arena, que aumenta con la angularidad de los granos, contenido de mica y contenido de carbonatos. Aplicando esta figura a arenas sobreconsolidadas (**OCR** >1), se sobreestima el valor de la **D.R.%**.

La Figura 18 muestra las relaciones propuestas por Jamilkowski et al. (1985) para arenas ensayadas en cámara de calibración.. En ésta también se aprecia la influencia de la compresibilidad del material. La expresión matemática de esta relación es:

$$DR\% \approx -98 + 66 \log\left(\frac{q_c}{\sqrt{\sigma'_{v0}}}\right),\% \quad (14)$$

donde q_c y σ'_{v0} se expresan en t/m^2.

Por su parte, Robertson y Campanella (1988) y Riaud y Miran (1992), recomiendan utilizar la Figura 19 (Baldi, 1986) que representa otra relación entre **D.R.%**, q_c y σ'_{v0}), si se debe estimar la **DR%** en arenas predominantemente cuarzosas de compresibilidad moderada. Los coeficientes C_0, C_1 y C_2 de la expresión matemática de esta correlación son coeficientes de regresión y R (0,96) es el parámetro que indica la bondad del ajuste.

$$DR\% = \frac{1}{C_2} \ln\left(\frac{q_c}{C_0 \cdot \left(\sigma'_{v0}\right)^{C_1}}\right) \quad (15)$$

donde, $C_0 = 157$ $C_1 = 0{,}55$ $C_2 = 2{,}41$. q_c y σ'_{v0} en kPa

Debe notarse que las relaciones entre la tensión efectiva vertical, q_c y **FR%** responden principalmente a estudios realizados en *cámaras de calibración.*

7.3.2 Evaluación del Angulo de Rozamiento

Existen numerosas teorías empíricas o semiempíricas que correlacionan la resistencia al corte drenada a partir del ensayo **CPT** o **CPTU**. En general estas teorías pueden dividirse en dos categorías:

- basadas en la teoría de la capacidad portante (Jambu y Senneset, 1974; Durgunoglu y Mitchell, 1975).
- basadas en la teoría de expansión de una cavidad (Vésic, 1972; Baligh, 1976).

Como ha notado Vesic (1963) no existe una relación única entre la resistencia a la penetración estática y el ángulo de rozamiento ya que q_c en terrenos no cohesivos depende de:

- la resistencia al corte,
- la deformabilidad.

Numerosas pruebas llevadas a cabo en cámaras de calibración han confirmado la imposibilidad de encontrar una relación ϕ' - q_c simple y general.

El **FR%** de las arenas se incrementa con la compresibilidad. Muchas arenas carbonáticas compresibles tienen valores de **FR%** tan elevados como 3% mientras que arenas cuarzosas relativamente incompresibles alcanzan un valor del 0,5%. La presencia de arenas compresibles debe identificarse así por el valor del **FR%**.

Robertson et al. (1988) recomiendan que para las arenas, el ángulo de rozamiento pico puede estimarse en base a la Figura 20 y la Figura 21, con una sobreestimación del orden del 2° para arenas sobreconsolidadas.

No es posible en el estado de los conocimientos actuales determinar los parámetros de cizallamiento efectivos (c' y ϕ') a partir de los resultados de un ensayo CPTU (Robertson et al., 1988).

7.3.3 Evaluación de los parámetros de deformabilidad

Como se ha mencionado, el valor de q_c en suelos granulares es una función compleja de los parámetros reistentes y de deformabilidad y por lo tanto no es posible una solución analítica que relacione estas variables. Existen, no obstante numerosas correlaciones empíricas entre el módulo de deformación y q_c.

Estas relaciones empíricas se refieren principalmente a arenas NC, predominantemente cuarzosas y pueden subestimar significativamente los módulos en el caso de arenas OC.

7.3.3.1 Módulo Confinado M

La mayoría de las correlaciones se refieren al módulo tangente, como el determinado en ensayos edométricos, donde un incremento de presión ΔP resulta en un cambio relativo de volumen $\Delta V/V$.

$$M = 1/m_v \quad (16)$$

donde m_v es el módulo de compresibilidad volumétrico.

Mitchel y Gardner (1975) han hecho una revisión de las correlaciones existentes para arenas. Las correlaciones toman generalmente la forma:

$$M = \alpha \cdot q_c \quad (17)$$

El coeficiente α varía en el rango de 1,5 a 4. Para sedimentos deltaicos predominantemente granulares con intercalaciones cohesivas del delta del río Guadarranque (Cádiz), Gómez y Devincenzi (1995), han determinado $\alpha = 2,36$. En base a un exaustivo "back análisis" para sedimentos aluviales sudafricanos, Jones y Roust (1995) han encontrado$\alpha = 2,75$.

Numerosas discusiones parecen existir en torno a si α permanece constante con la profundidad.

7.3.3.2 Módulo de Yourg E

Para condiciones de carga no unidimensionales, el parámetro más indicado resulta el de un Módulo de Young Equivalente (Schmertman, 1970). En la Figura 22 se presenta la relación entre el Módulo secante drenado $E_{25\%}$ y $E_{50\%}$ y q_c para distintos niveles de tensión efectiva vertical en cámara de calibración.

7.3.3.3 Módulo G_{max}

Investigaciones similares de labortorio se han llevado a cabo para relacionar q_c y G_{max} (Seed e Idris, 1970; Handin y Drnevich, 1972). Basado en los trabajos de estos

autores, Robertson (1982) propuso la relación mostrada en la Figura 23. En la misma se observa también la relación desarrollada en Japón por Imai y Tonouchi (1982) entre N_{spt} y G_{max}. El valor N_{spt} se ha convertido a q_c multiplicado por 4,5.

La relación mencionada es:

$$G_{max} = 125\left(N_{spt}\right)^{0,611} \quad (18)$$

Jamiolkowski (1988) propuso una relación entre G_{max}, q_c, DR% y el esfurezo vertical efectivo medio (σ_m):

$$\frac{G_{max}}{q_c} \approx 30,1 p_a \left(\frac{\sigma'_m}{p_a}\right)^{-0.08} \exp\left(-1,84DR\right) \quad (19)$$

donde $p_a = 98,1$ kPa y Dr es una fracción de la unidad (no expresado en porcentaje). Esta relación es, evidentemente, sólo válida para los datos experimentales de los cuales fue deducida.

Más recientemente (Robertson, 1990), propuso una nueva correlación para arenas NC, cuarzosas y no cementadas donde $G_{máx}$ es una función de q_c y la tensión efectiva vertical.

7.3.4 Historia Tensional: OCR

De la medida de la penetración drenada en arenas sólo pueden obtenerse aproximaciones muy groseras sobre el grado de sobreconsolidación (OCR Over Consolidation Ratio) del depósito. Por ejemplo si se estiman D.R.% >> 100%, esto es un indicio de altas tensiones efectivas horizontales (indicativo de un alto OCR o cementación).

De todas formas es en la práctica imposible distinguir entre una arena NC densa de una arena OC suelta. La medida de U tampoco aporta información en este sentido ya que la elevada permeabilidad de las arenas hace que U se disipe casi tan rápido como se produce, resultando en lecturas cercanas a la presión hidrostática de equilibrio.

7.3.5 Resistencia a la Licuefacción de las arenas

El potencial de licuefacción puede estimarse a partir de [illegible]ura 24 de Seed, 1983 (en Parez, 1988).

7.4 Suelos Cohesivos

La evaluación de parámetros geomecánicos en suelos cohesivos se basa pricipalmente en la utilización de puntas eléctricas. Aplicar los resultados obtenidos con puntas mecánicas resulta muchas veces inadecuado, teniendo en cuenta la impresición de las medidas sobre todo en suelos muy blandos. Las valoraciones, por lo tanto, se deben efectuar con cautela.

7.4.1 Evaluación de la resistencia al corte no drenada (S_u)

El complejo comportamiento del suelo cohesivo y las elevadas variaciones de los esfuerzos y deformaciones generadas por la penetración hacen difícil establecer una base teórica para determinar el valor de S_u.

Por otro lado, se debe tener en cuenta que la resistencia al corte de una arcilla no es un parámetro unívoco, sino que dependerá de:

- Tipo de ensayo con el que se determina (trayectoria de tensiones seguida).
- Velocidad de deformación.
- Orientación de los planos de rotura.

Uno de las primeras utilidades del ensayo CPT fue, no obstante, la evaluación de S_u. Revisiones sobre este tema han sido presentadas, entre otros, por Baligh et al., 1980; Lunne y Kelven, 1981; Jamiolkowski, 1982; Robertson et al., 1986; Robertson y Campanella, 1988; Robertson, 1990; Riaund y Miran (1992) y Larsson (1995).

En general el valor de S_u se estima empíricamente o en base a soluciones teóricas aproximadas.

7.4.1.1 Uso de qc

La estimación de S_u puede realizarse mediante la relación:

$$S_u = \frac{q_c - \sigma_{v0}}{N_k} \quad (20)$$

donde,

N_k = factor de cono = 15 +- 3. Función del ángulo de apertura del cono y del Indice de Rigidez $I_r = G/S_u$ (G, módulo de deformación tangencial no drenado). Este factor se obtiene de correlaciones empíricas, preferentemente de los valores de S_u

obtenidos con el Vane Test, corregidos para tener en cuenta la influencia del IP (Bjerrum, 1972). Parece ser independiente de OCR. Para suelos sensitivos se deben adoptar valores inferiores de N_k (~10 o menor).

σ'_{v0} = Tensión efectiva vertical, que puede ser reemplazada en la fórmula por la tensión efectiva horizontal o el esfuerzo octaédrico in situ.

Utilizando el valor corregido de q_c (q_T), la ecuación anterior se expresa (Lune et al., 1985):

$$S_u = \frac{q_T - \sigma_{v0}}{N_{kT}} \quad (21)$$

7.4.1.2 Uso de q_T y el Límite Líquido

La relación entreu S_u, q_T neta es dependiente también del limite líquido (L.L.) del suelo (Larsson y Mulabdic, 1991):

$$S_u = \frac{q_T - \sigma_{v0}}{13{,}4 + 6{,}65LL} \quad (22)$$

Esta relación no hace más que poner en evidencia la relación entre el factor N_k o N_{kT} con el LL del suelo. En arcillas fisuradas S_u puede ser sobreestimada.

7.4.1.3 Uso de la resistencia efectiva q_E : Sunneset (1982), Campanella (1982).

S_u se estima a partir de la relación:

$$S_u = \frac{q_T - U}{N_{kE}} \quad (23)$$

donde

$q_T - U = q_E$. Valor muy sensible a pequeños errores de qc

$N_{kE} = 9 \pm 3$ (Senneset, 1982). Lune et al., 1985; Robertson et al., 1986 indicaron que varía entre 1 y 13 y parece correlacionarse con el parámetro indirecto B_q.

000263

7.4.1.4 Uso de U, presión de poro en exceso.

El valor de U, sobre todo en arcillas blandas, puede ser medido con notable exactitud, en contra de lo que ocurre con q_c. La presión insterticial en exceso depende pricipalmente de:

- Historia tensional del depósito
- Sensitividad
- Indice de rigidez

y en particular

- ΔU disminuye al aumentar **OCR**
- ΔU aumenta al aumentar la sensitividad
- ΔU aumenta al aumentar el índice de rigidez en terrenos poco plásticos.

Se han propuesto varias relaciones entre S_u y ΔU, basadas en aproximaciones teóricas que utilizan la teoría de expansión de una cavidad (Vésic, 1972; Randolph y Worth, 1979; Bataglio et al., 1981; Massarach y Broms, 1981; Campanella et al., 1985, etc. mediante la relación:

$$S_u = \frac{\Delta U}{N_{\Delta U}} \quad (24)$$

donde $N_{\Delta U}$ puede variar entre 2 y 20 y varia con OCR, sensitividad S_t y G/S_u

La ventaja de estas relaciones es la exactitud con que se puede medir U, especialmente en suelos blandos.

En la Figura 25 se presentan los gráficos de Massasrch y Broms (1981) para la estimación de S_u. Se trata ésta de una solución semi-empírica basada en las teorías de la expanción de una cavidad pero que incluye los efectos de la sobreconsolidación y sensitividad, utilizando el parámetro de presión de poro en rotura (A_f) de Skempton. No es aplicable a arcillas fuertemente sobreconsolidadas. Para utilizar esta figura en la práctica es necesario estimar el valor de S_t (ver epígrafe 7.4.2) y **OCR** (ver epígrafe 7.4.4). Posteriormente se debe elegir un valor apropiado de A_f, presentados en la tabla de la misma figura de acuerdo a Robertson y Campanella (1988).

Nota: Ya que es necesario conocer S_u a fin de determinar **OCR**, este método sólo puede utilizarse si el **OCR** se estima con otro método de investigación o mediante un cálculo iterativo.

000264

La Figura 26 (Robertson et al., 1986) presenta la variación del factor $N_{\Delta U}$ con el parámetro B_q. Si bien existe dispersión, en términos generales se puede afirmar que (Robertson y Campanella, 1988):

- Suelos con alto valor de **OCR** tienen un bajos valores de B_q y $N_{\Delta U}$.
- Suelos con el mismo valor de **OCR** pero con creciente S_t muestran un marcado incremento de $N_{\Delta U}$ y un menor incremento de B_q.
- Los datos de esta figura corresponden a suelos con similar **I.P.** y no se puede deducir ninguna tendencia al variar éste.
- Los datos de la figura Figura 26 muestran que un incremento de la S_t pueden incrementar $N_{\Delta U}$ hasta valores tan altos como 18 (el máximo valor de la Figura 25 es aproximadamente igua a 10).

Basados en estas dos últimas figuras, Robertson y Campanella proponen el siguiente método para calcular el valor de S_u a partir de los ensayos **CPTU**:

1. Usando el perfil del **CPTU**, estimar **OCR** y S_t (ver epígrafes siguientes).
2. Estimar un apropiado valor de A_f.
3. Utilizar la Figura 25 para estimar . $N_{\Delta U}$
4. Calcular B_q y utilizar la Figura 26 $N_{\Delta U}$, utilizando un valor estimado de y S_t.
5. Comparar los valores de $N_{\Delta U}$ y utilizar la media para calcular S_u.
6. Utilizando el valor de S_u así calculado, re-evaluar el cálculo de **OCR** utilizando S_u/σ_{v0} (ver epígrafe 7.4.4).
7. Continuar efectuando iteraciones hasta obtener un valor consistente de S_u.

Se debe destacar que relaciones más simples se pueden obtener localmente para suelos específicos. Si es posible siempre se deben hacer mediciones directas de S_u mediante ensayos Vane Test, UU, etc, determinando el verdadero valor de $N_{\Delta U}$ para el sitio en cuestión.

Por su parte, Larsson (1995) recomienda para arcillas NC o levemente OC, adoptar un valor de $N_{\Delta U} = 16$ *si se mide U en la cara del cono.*

7.4.1.5 Uso de U, presión de poro en exceso y el límite líquido LL

Las relaciones vistas anteriormente del tipo $\Delta U/N_{\Delta U}$ son sensibles al **LL** del suelo y se pueden modificar a otras del tipo (Larsson, 1995):

$$S_u = \frac{\Delta U1_{face}}{17{,}23 - 1{,}65LL} \quad (25)$$

o, alternativamente:

$$S_u = \frac{\Delta U1_{face}}{13 + \ln(S_t)} \quad (26)$$

Estas relaciones son muy sensibles a la homogeneidad del suelo y su OCR, por lo que sólo se deben aplicar a arcillas NC o ligeramente OC.

Relaciones similares pueden obtenerse para la posición normal del filtro (*U2*) para suelos NC:

$$S_u = \frac{\Delta U2}{14{,}1 - 2.8LL} \quad (27)$$

sin embargo esta relación es extremadamente sensible al OCR (Larsson, 1995) y se aplicar con mucha precausión o incluso no aplicarse si no existen correlaciones locales.

7.4.2 Evaluación de la Sensitividad

La sensitividad (S_t) de un suelo arcilloso, que es la relación entre su resistencia en sus estados inalterado y remoldeado, se puede estimar a partir de la relación propuesta por Schmertmann (1978):

$$S_t = \frac{N_s}{FR\%} \quad (28)$$

Schmertman sugirió valores de N_s = 15 para ensayos con CPT punta mecánica. Robertson y Campanella (1978) sugirieron inicialmente un valor de N_s = 10 para conos eléctricos. Los mismos autores recomiendan más recientemente (1988) utilizar un N_s = 6.

Debe tenerse siempre en cuenta el bajo valor de f_s que caracteriza a los suelos sensitivos, y la inherente dificultad en la medida de este parámetro.

7.4.3 Evaluación de los parámetros de deformabilidad

7.4.3.1 Módulo confinado M

En suelos predominantemente cohesivos es posible relacionar el Módulo Edométrico con la resistencia por punta q_c mediante la relación:

$$M = \alpha \cdot q_c \quad (29)$$

idéntica a la vista para suelos granulares.

Dependiendo el factor de correlación del tipo de suelo. En la Tabla 2 se presentan estos valores según Sanglerat (1972), adaptado por Mitchell y Gardner (1975).

Se debe destacar que este método puede llegar a producir errores del 100% (Robertson y Campanella, 1988), por lo que siempre resultan necesarias correlaciones locales con ensayos edométricos, triaxiales o "back analisis" a escala real.

q_c (bar)	α	Tipo de Suelo
< 7	3 a 8	Arcillas de bajo plasticidad
7 a 20	2 a 5	CL
> 20	1 a 2,5	
>20	3 a 6	Limos de baja plasticidad
< 20	1 a 3	ML
< 20	2 a 6	Arcillas y limos plásticos
		MH; CH
< 12	2 a 8	Limos orgánicos (OL)
<7		Arcillas orgánicas (OH)
50 < W <100	1,5 a 4	Turbas P_t
100 < W <200	1 a 1,5	

W > 200	0,4 a 1	

Tabla 2: Valores del coeficiente α para distintos tipos de arcillas. Mitchell y Gardner, 1975, Adaptado de Sanglerat, 1972

Por otro lado, Schmertman (1978) desarrolló un método empírico que relaciona el cociente S_u/σ_{v0} con el valor de OCR y éste con el índice de compresión C_c. Estos valores se muestran en la Tabla 3. Se recuerda que el módulo de compresibilidad volumétrica y el C_c se relacionan por:

$$\boxed{m_v = \frac{0{,}435 \cdot C_c}{(1+e_0)\sigma_m}} \quad (30)$$

siendo C_c el índice de compresión y σ_m el incremento medio de tensiones.

Los valores obtenidos son muy conservadores, del orden de dos veces (Robertson y Campanella, 1988).

S_u/σ_{v0}	OCR aproximado	$C_c/(1+e_1)$
0 a 0,1	< 1	> 0,4 (aún consolidando)
0,1 a 0,25	1	0,4
0,26 a 0,50	1 a 1,5 (se aume 1)	0,3
0,51 a 1,00	3	0,15
1 a 4	6	0,10
> 4	> 6	0,05

Tabla 3: Estimación del índice de compresión a partir de Su/σ_{v0} (Schmertmann, 1978)

7.4.3.2 Módulo de Young no drenado E_u

Robertson y Campanella (1988) recomiendan la Figura 27, que muestra la variación de E_u/S_u en función del estado de tensiones para siete distintos suelos cohesivos.

Esta relació puede expresarse de la forma:

$$\boxed{E_u = n \cdot S_u} \quad (31)$$

El procedimiento recomendado por estos autores es:

1. Estimar S_u
2. Estimar OCR
3. Utilizando la Figura 27 estimar E_u para el nivel tensional apropiado al problema.

El conocimiento del IP resulta una ayuda adicional para su determinación.

7.4.3.3 Módulo G_{max}

No existen correlaciones muy sólidas ntre G_{max} y q_c.Correlaciones tentativas se presentan en la Figura 28 (Robertson y Campanella, 1988).

7.4.4 Historia Tensional: O.C.R.

La razón de sobrecosolidación (OCR, Over Consolidation Ratio) se define como el cociente entre la presión de consolidación σ'_c y la presión efectiva vertical actual σ'_{v0}

$$\boxed{OCR = \frac{\sigma'_c}{\sigma'_{v0}}} \quad (32)$$

7.4.4.1 Uso de q_c (o q_T) y S_u

Schmertmann (1975), modificado por Robertson et al. (1986, 1988), sugieren el siguiente método para estimar el índice OCR:

1. Estimar S_u a partir de q_c o U (7.4.1)
2. Estimar σ'_{v0} del perfil del suelo.
3. Calcular S_u / σ'_{v0}.
4. Estimar el valor medio de la resistencia al corte no drenada normalizada normalmente consolidada (NC) de la Figura 29, conociendo el IP:

$$\boxed{\frac{S_u}{\sigma'_{v0}} = 0{,}11 + 0{,}0037 \cdot IP} \quad (33$$

5. Calcular $(S_u / \sigma'_{v0}) / (S_u / \sigma'_{v0})_{NC}$

6. Estimar OCR de las correlaciones de Ladd y Foott (1974), normalizadas por Schmertmann (1978), presentadas en la figura antes mencionada.
7. Si se desconoce el valor de IP se puede asumir $(S_u / \sigma'_{v0})_{NC} \approx 0{,}33$ para arcillas post-pleistocenas (Schmertmann, 1978).

Por su parte, Ladd et al. (1974, 1977) han propuesto la siguiente relación:

$$\frac{S_u}{\sigma'_{v0}} = (0{,}23 \pm 0{,}4) \cdot OCR^{0{,}8} \quad (34)$$

Más recientemente, Robertson (1990) presentó una versión simplificada del trabajo de Schmertmann, en el que el log(OCR) es una función de $(q_{cT} - \sigma_{v0}) / \sigma'_{v0}$. Esta relación se presenta en la Figura 30

El análisis de la forma de la curva de q_c (q_T) con la profundidad puede dar también información aproximada de la historia tensional de los depósitos. Para arcillas NC, q_c se incrementa linealmente con la profundidad.

Para gran parte de las arcillas de depósitos recientes, donde ha tenido lugar sobreconsolidación por erosión o desecación, el OCR disminuirá hasta alcanzar una profundidad a partir de la cual el depósito es aproximadamente NC. En estos casos, q_c es aproximadamente constante o incluso disminuye, hasta una profundidad a partir de la cual se incrementa linealmente.

7.4.4.2 Otros parámetros derivados de U

Baligh et al. (1980) sugirieron que U puede también relacionarse con el OCR. Desde entonces se han publicado diversas correlaciones entre varios parámetros en los que intervienen estas dos variables.

Entre ellos:

U / q_c	Baligh et al., 1981
$\Delta U / q_T$	Camapanella y Robertson, 1981
$\Delta U / (q_c - U_0)$	Smits, 1982

$\Delta U / (q_c - \sigma_{v0})$	Senneset et al., 1982; Jones y Roust, 1982; Jefferies y Funegard, 1983; Worth, 1984
$(q_T - \Delta U - \sigma_{v0}) / \sigma'_{v0}$	Lancellota et al., 1983; Jamiolkowski et al., 1985
$\Delta U / \sigma'_{v0}$	Azzour et al., 1983

Tabla 4: Diferentes parámetros derivados de U utilizados para estimar el OCR. Adaptado de Robertson y Campanella, 1988.

Utilizando q_T en lugar de q_c en la cuarta relación de la Tabla 4, se transforma en el parámetro indirecto ya definido B_q.

En la Figura 31 se presenta la relación entre el parámetro indirecto de U de la quinta columna de la Tabla 4 con OCR, de acuerdo a Battaglio (1986). Este autor presenta diversos ejemplos para distintas arcillas italianas y concluye que no existe una relación única entre los parámetros mencionados derivados de U ya que ésta depende de la sensitividad S_t, mecanismos de preconsolidación, tipo de suelo y su grado de homogeneidad.

Campanella et al. (1985) sugirieron que la medida de U en distintas posiciones del cono a la vez se podrían correlacionar mejor con OCR.

7.4.5 Evaluación del coeficiente de consolidación ch

A partir de los datos obtenidos con los ensayos de disipación se puede estimar el valor de coeficiente de consolidación en dirección horizontal c_h

Como se ha visto, la realización de un ensayo de dispación consiste en detener la penetración y medir los valores de U el tiempo que sea necesario hasta que alcance un cierto porcentaje de la presión de equilibrio. La disipación en el tiempo de la presión insterticial en exceso está evidentemente relacionada con las condiciones de drenaje del suelo, o sea, con su coeficiente de consolidación, que, a su vez, depende de la compersibilidad y de la permeabilidad del terreno.

La velocidad a la cual se disipa ΔU es por lo tanto un índice de las características de consolidación de la arcilla que se encuentra alrededor de la punta del piezocono.

La interpretación para evaluar el coeficiente de consolidación horizontal c_h (o más estrictamente, el coeficiente de consolidación radial c_r) se debe basar en el valor inicial de la disipación, es decir una vez que ésta comienza (ΔU_i) y *no* en el valor leído al detener la penetración (ΔU_p), ya que estos valores pueden no ser iguales (Kurup, 1993; Kurup et al., 1994; Kurup y Tumay, 1995).

Un resumen de los distintos factores, dependientes de las características del suelo, diseño del cono y de la realización propia del ensayos, que influyen en el valor de ΔU_i es presentado por Kurup y Tumay (1995). De acuerdo a estos autores existen dos causas esenciales que influyen en el valor de ΔU_i al detener la penetración:

1. Efectos viscosos y dinámicos.
2. Efectos de drenaje.

Así pueden obteneres los distintos tipos de tramos iniciales en las curvas de disipación que son presentadas en la Figura 32.

La estimación del coeficiente de consolidación es, en suma, compleja a causa de los numerosos factores teóricos, del terreno y del cono que influyen en su cálculo.

Se comentan a continuación dos métodos para la estimación de c_h.

7.4.5.1 Método de Baligh y Levadoux (1986)

Este método es sólo aplicable a arcillas inorgánicas con un OCR < 3. Robertson y Campanella (1988) recomiendan seguir los siguientes pasos para obtener c_h:

1. Realizar el ensayo de disipación.
2. Trazar la curva de presión de poro en exeso normalizada ($\Delta U / \Delta U_i$) vs. log del tiempo.
3. Estimar el parámetro de Skempton de presión de poro en rotura A_f (Figura 25) y calcular $I_r = G / S_u$.
   Si no se dispone de datos referente a A_f o I_r, asumir:
   $A_f = 0{,}8$ par la mayoria de arcillas blandas.
   $I_r = 100 = G / S_u \approx E/3\ S_u$
4. Comparar la curva obtenida con la de la Figura 33. Si las curvas son similares, estimar c_h a partir de (Baligh et al., 1986):

$$c_h = \frac{T \cdot R^2}{t} \quad (35)$$

donde,
T = Factor tiempo

R = Radio del cono
t = Tiempo para alcanzar un determinado valor de disipación

En la misma figura (referida a una cavidad cilíndrica) puede observarse la influencia del índice I_r y del parámetro A_f de Skempton.

Normalmente se utiliza el tiempo para alcanzar el 50% de la consolidación (t_{50}).

En la Tabla 5 se presentan los valores de T para distintos grados de consolidación y distintas posiciones de la piedra porosa para conos estándar de 60°.

% de consolidación	*U1*	*U2*	*U3*
20%	0,44	0,69	7,3
40%	1,9	3,0	22
50%	3,7	5,6	33
60%	6,5	10	47
80%	27	39	114

Tabla 5: Factor Tiempo T para distintas posiciones de la piedra porosa y distintos grados de consolidación. Baligh y Levadoux.

7.4.5.2 Método de Teh y Houlsby (1991)

Más recientemente, Teh y Houlsby (1991), definen el Factor Tiempo modificado T^* en el que también interviene el Indice de Rigidez I_r, ya que la zona alrededor del cono en la que se desarrollan las presiones en exceso varía con este parámetro. De acuerdo a estos autores:

$$T^* = \frac{c_h \cdot t}{R^2 \cdot \sqrt{I_r}} \quad (36)$$

En la Figura 34 se observa como se unifican las curvas de disipación para valores de I_r comprendidos entre 50 y 500 al utilizar la raíz cuadrada de este parámetro, que es más representativo (que el radio del cono) de la zona plástica, donde se desarrollan

DIAGRAMA DE MASAS SIN ACUMULAR DESPUES DE LA COMPENSACION TRANSVERSAL

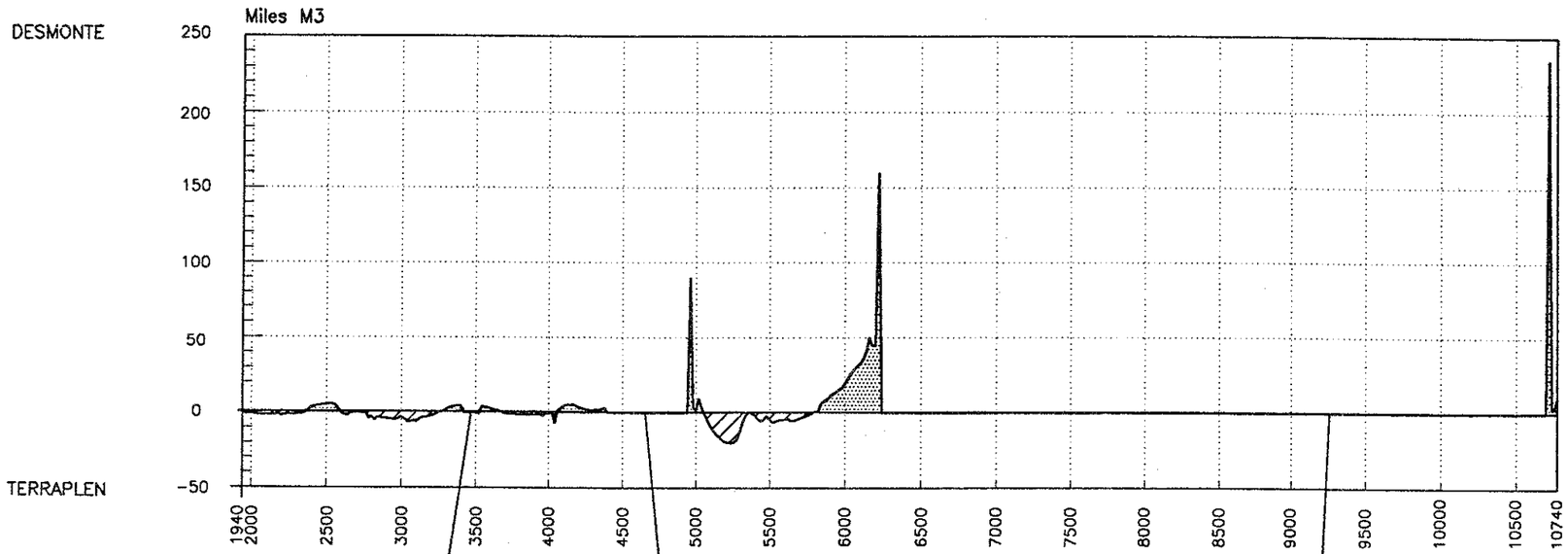


TABLA RESUMEN DE SOBRANTES	
(C.D.G. DESMONTE)	VOLUMEN A VERTEDERO
6104,928	307063,764
6200,000	159225,300
10680,000	234387,100
10726,807	19842,182

CANTERAS DE COMPENSACION			
CDG DESMONTE	CDG TERRAPLEN	VOLUMEN DESMONTE	VOLUMEN TERRAPLEN
2449,873	2145,385	29305,180	26869,430
2544,346	2628,887	17753,141	4406,176
3335,274	2977,521	22927,921	93337,469
3568,211	3499,292	19365,770	711,415
4101,975	3872,282	23371,702	22824,475
4256,164	5294,014	31855,900	275482,538
4940,000	5800,000	89237,520	1405,880
4989,477		19026,433	
5780,000		872,036	
5820,000		3756,040	
5925,702		86879,981	
6069,104		45289,939	
6104,928		342459,582	
6200,000		159225,300	
10680,000		234387,100	
10726,807		19842,182	

CANTERAS DE COMPENSACION			
PROCEDENCIA (C.D.G. DESMONTE)		PROCEDENCIA (C.D.G. TERRAPLEN)	
P.K.	CANTIDAD APORTADA (M3)	P.K.	CANTIDAD RECIBIDA (M3)
2449,873	26869,430	2145,385	26869,430
	2435,750	2977,521	2435,750
2544,346	4406,176	2628,887	4406,176
	13346,965	2977,521	13346,965
3335,274	22927,921	2977,521	22927,921
3568,211	18654,355	2977,521	18654,355
	711,415	3499,292	711,415
4101,975	547,228	2977,521	547,228
	22824,475	3872,282	22824,475
4256,164	31855,900	2977,521	31855,900
4940,000	85668,170	5294,014	85668,170
	3569,350	2977,521	3569,350
4989,477	19026,433	5294,014	19026,433
5780,000	872,036	5294,014	872,036
5820,000	2350,160	5294,014	2350,160
	1405,880	5800,000	1405,880
5925,702	86879,981	5294,014	86879,981
6069,104	45289,939	5294,014	45289,939
6104,928	35395,818	5294,014	35395,818

Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente
Secretaría de Estado de Política Territorial y Obras Públicas

Secretaría General para las Infraestructuras del Transporte Terrestre
Dirección General de Infraestructuras del Transporte Ferroviario

TITULO DEL PROYECTO
LINEA MADRID–ZARAGOZA
TRAMO: CALATAYUD–RICLA. SUBTRAMO IA

CONSULTOR
IBERINSA

ESCALA ORIGINAL
V 1:2000
H 1:20000
0 50 100m.
0 500 1000m
GRAFICA

FECHA
MAYO 1995

DOCUMENTO ANEJO DE MOVIMIENTO DE TIERRAS
Nº FIGURA
HOJA 1 DE 4

TITULO FIGURA
DIAGRAMA DE MASAS

PAGINA

8. BIBLIOGRAFIA

ACAR, Y., 1981."Piezocone penetrating testing in soft cohesive soils". Fugro, Activity Report 4.

AMAR, S., y JEZEQUEL, J., 1972. "Essais en place et en laboratoire sur sols cohérents. Comparaison des résultats". Bull. Lab. Ponts et Chauss., n° 61

BALDI, G., R. BELLOTI, V. GHIONA, M. JAMIOLKOWSKI y E. PASQUALINI, 1981."Cone resistence of a dry medium sand."10th. International conf. on Soil Mech. and Found. Eng. Stockholm, Vol2.

BALDI, G., R.BELLOTI, V.GHIONA, M. JAMIOLKOWSKI y E.PASQUALINI, 1986."Interpretation of CPT' sand CPTU's, 2nd part: Drained penetration of sands."4th Int. Geotech. Sem., Nenying Tech. Inst., Singapore, Fieldinst. & insitu meas.

BALIGH, M. M., 1976."Cavity expansion in sand with curves envelopes." Jour. Geot. Eng. Div., ASCE, Vol102, n° GT11.

BALIGH, M.M. y J.N. LEVADOUX, 1980."Pore pressure dissipation after cone penetration." Massachusetts Inst. of Technol. ,Dept. of Civil Eng., Cambridge.

BALIGH, M.M., A.S. AZZOUS, A.Z. WISSA, R.T. MARTIN, M.J. MORRISON, 1981."The piezocone penetrometer." ASCE, Geot. Div., Symp. on CPT and exper., St.Louis.

BATTAGLIO M. ,M. JAMIOLKOWSKI ,R. LANCELLOTTA, E. PASQUALINI, 1981. "Piezometer probe test in cohesive deposits." ASCE Geot. Div. Symp. on Cone Penetration and Exper., StLouis.

BATTAGLIO M., D BRUZZI, M. JAMIOKOWSKI, R. LANCELLOTTA, 1986."Undrained penetration of saturated clays." Proc .IV Int. Geot. Sem., Singapore.

BRATON, J.L.y TIMIAN, D.A.N, 1995. "Enviromental site applications of the CPT". Proc. Int. Symp. on Cone Pen. Testing. CPT'95. Linköping.

CAMPANELLAR. G., D. GILLESPIE, P.K. ROBERTSON, 1982."Pore pressure during cone penetration testing." Proc. ESOPT2, Amstermdam.

CAMPANELLAR. G. y P.K .ROBERTSON, 1988." Current status of the piezocone test." Proc. ISOPT1, Orlando.

CANOU J., 1987." Application d'un essai au minipiézocône á l'etude de la liquéfaction des sables."Raport CERMES, ENPC, Paris.

CESTARI ,F., 1990." Prove Geoteniche in sito." Ed. Geo-Graph, Segrate, Milan.

DOUGLAS B.J. y R.S. OLSEN, 1981. "Soil classification using the electric cone penetrometer." ASCE Geot. Div. Symp. on Cone Penet. Testing and Exper. St.Louis.

DOUGLAS B.J., 1984 en fhwa new

DURGUNOGLU, H.T. y J.K. MITCHELL, 1975." Static penetration resistance of soil: I Analysis." Proc. ASCE Spec. Conf. on in situ Meas. of Soil Param., Raleigh, USA.

GOMEZ, R y DEVINCENZI, M., 1995. "Settlements evolution for a future coal stock piling on Guadarranque industrial area". Proc. Int. Symp. on Cone Pen. Testing. CPT'95. Linköping.

JAMIOLKOWSKI, M., C. C. LADD, J T. GERMAINE, R. LANCELLOTTA, 1985."New developments in field and laboratory testing of soils."Proc. XI ICSMFE, San Francisco.

JANBU, N. y K. SENNESET, 1974. "Efective stress interpretation of static penetration test " Proc. ESOPT1, Stockholm.

JONES, G.A. y E. RUST. 1982. "Piezometer penetration testing." Proc. ESOPT 2, Amsterdam.

JONES, G.A. y E. RUST, 1995. "Piezocone settlement prediction parameters for embankments on alluvium". Proc. Int. Symp. on Cone Pen. Testing. CPT'95. Linköping.

LAAD, C.C. y R. FOOT, 1974. "New design Procedure for stability of soft clays." JGED ASCE, GT7.

LAAD, C.C., R. FOOT, K. ISHITHARA, F. SCHOLSSER, H.G. POULOS, 1977. "Stress-deformation and strength characteristics." Proc. IX ICSMFE, Tokio.

LARSSON, R., 1995. "The cpt Test. Equipment - Testing - Evaluation. An In Situ Method for Determination of Stratigraphy and properties in soil profiles". SGI, Swedish Geotechnical Institute Information 15 E. Linköping.

LEVADOUX, J. y M. BALIGH, 1986 a. "Consolidation after undreined piezocone penetration. I: Prediction." Jour. Geot. Eng., ASCE, Vol. 112, n° 7.

LEVADOUX, J. y M. BALIGH, 1986 b. "Consolidation after undreined piezocone penetration. II: Interpretation." Jour. Geot. Eng., ASCE, Vol. 112, n° 7.

LUNNE, T. ,T. EDISMOEN, D. GILLESPIE, J.D. HOWLAND, 1986. "Laboratory and field evaluation of cone penetrometers." Proc. Int. Symp. IN-SITU '86, Blaksburg, USA.

MITCHEL Y GARDENER, 1975 FWHA OLD

OLSEN, R.S., 1984. "Liquefaction analysis using the cone penetrometer test." Proc. 8th World Conf. on Earthquake Eng. San Francisco.

OLSEN, R.S. y J.V. FARR, 1986. "Site characterization using the cone penetrometer test." Proc. Int. Symp. IN-SITU '86, Blaksburg, USA.

OLSEN, R.S. y J.K. MITCHEL, 1995. "CPT stress normalization and prediction of soil classification". Proc. Int. Symp. on Cone Pen. Testing. CPT'95. Linköping.

PAREZ, L. y R. FAURIEL, 1988. "Le piézocône, améliorations apportées á la reconnaissance des sols." Rev. Franc. Geot., n° 44.

RANDOLPHM. F. y C.P. WROTH, 1979. "Ananalitical solution for the consolidation around a driven pile." Int. Jour. for Num. and Anal. Methods in Geomech., Vol 3.

RIAUD, J.L. y MIRAN, J., 1992. "The Cone Penetration Test." U. S. FHWA Report SA-91-043.

ROBERTSON, P.K, 1990. "Soil classification using the cone penetration test". Canadian Geotech. Journ., Vol 27, n° 1.

ROBERTSON, P.K. y R.G. CAMPANELLA, 1983 ver Meigh y fwha old

ROBERTSON, P.K. y R.G. CAMPANELLA, 1985. "Evaluation of liquefaction potential of sand using the CPT." Jour. Geot. Div, ASCE, Vol III, 3.

ROBERTSON, P.K. y R.G. CAMPANELLA, 1986." Guidelines for use, interpretation and application of the CPT and CPTU." U B C Soil Mech. Series99, Civil Eng. Dep., Vancouver.

ROBERTSON, P.K. y R.G. CAMPANELLA, 1988. "Guidelines for using the CPT, CPTU and Marchetti DMT for Geotechnical design." U.S.FHWA ReportPA-87-023+84-24.

ROBERTSON, P.K., R.G. CAMPANELLA, D. GILLESPIE, J. GRIEG, 1986. "Use of the piezometer cone data." Proc. Int. Symp. IN-SITU '86, Blaksburg, USA.

SCHMERTMAN, J.H., 1975 "Measurement of in situ shear strength." Proc ASCE Spec. Conf. on In Situ Meas. of Soil Prop , Raleigh, USA.

GE test

SCHMERTMAN, J.H., 1978. "Guidelines for cone penetration test, performance and design." U.S. FHWA. Report TS-78-209.

SEED, H.B. e I.M. IDRIS, 1970 OLD

SEED, H.B., I.M. IDRIS, I. ARANGO, 1983."Evaluation of liquefaction using field performance data." Jour. Geot. Eng. ASCE, Vol 109, 3.

SENNESET, K.N. JANBU, G. SVAN, 1982. "Strength and deformation parameters from cone penetration tests." Proc. ESOPT II, Amsterdam.

SENNESET, K. y N. JANBU, 1984. "Shear strength parameters obteined from satic cone penetration tests." Symp. ASTM STP 883, San Diego, USA.

SMITS, F.P., 1982. "Penetration pore pressure measured with piezometer cones." Proc. ESOPT II, Amsterdam.

SUGAWARA, N. y M. CHICARIASKI, 1982. "An estimation of ϕ' by using the pore pressure cone penetrometer." Proc. ESOPT II, Amsterdam.

TAVENAS, F., S. LEROUEIL, M. ROY, 1982. "The piezocone test in clays: use and limitations." Proc. ESOPT II, Amsterdam.

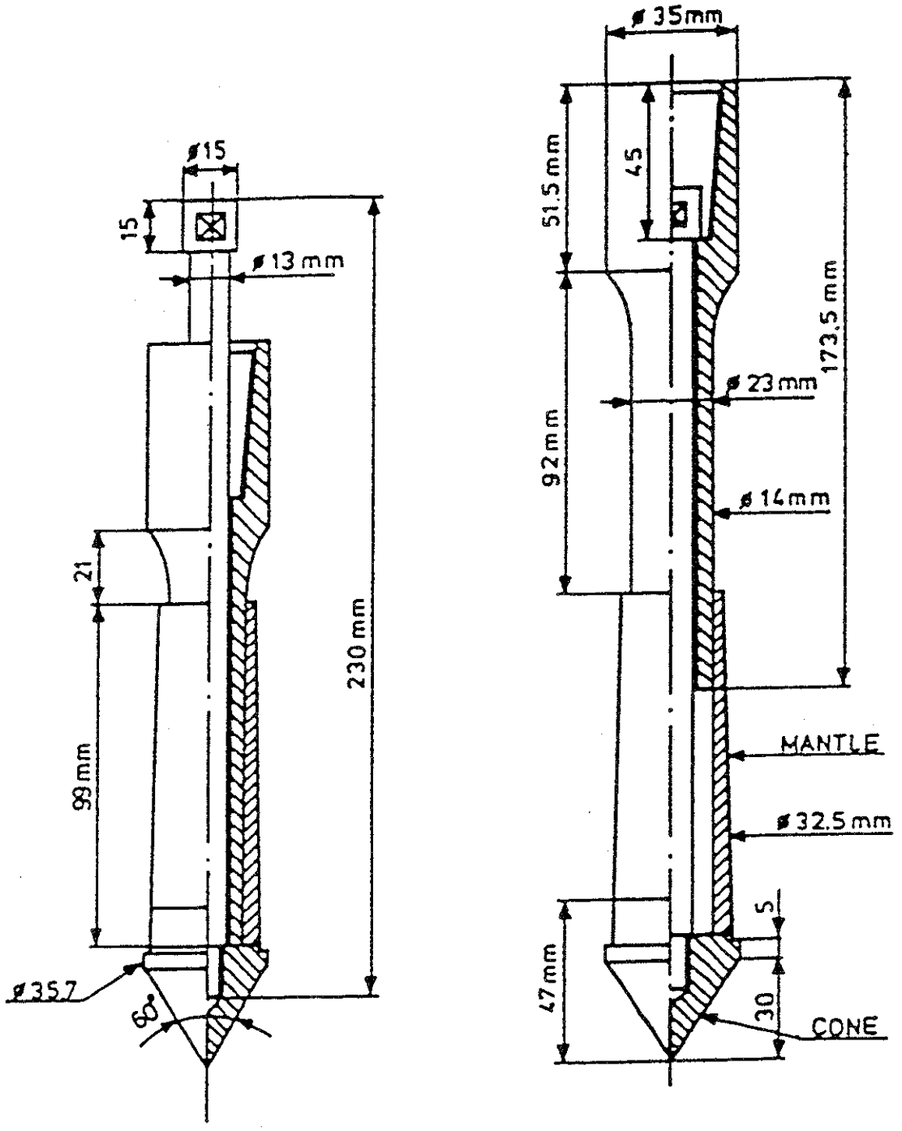
TEH, C.I. y HOULSBY, G.T., 1991. "Ananalitical Study of the Cone Penetration Test in Clay." Géotechnique 41, N°1.

TREADWELL, D.D., 1975. "The influence of gravity, prestress, compressibility and layering on soil resistance to static penetration." University of California, Ph. D. Dissertation.

VESIC, A.S., 1972. "Expansion of cavities in infinite soil masses." Jour. SMFD, ASCE, Vol 98, SM 3.

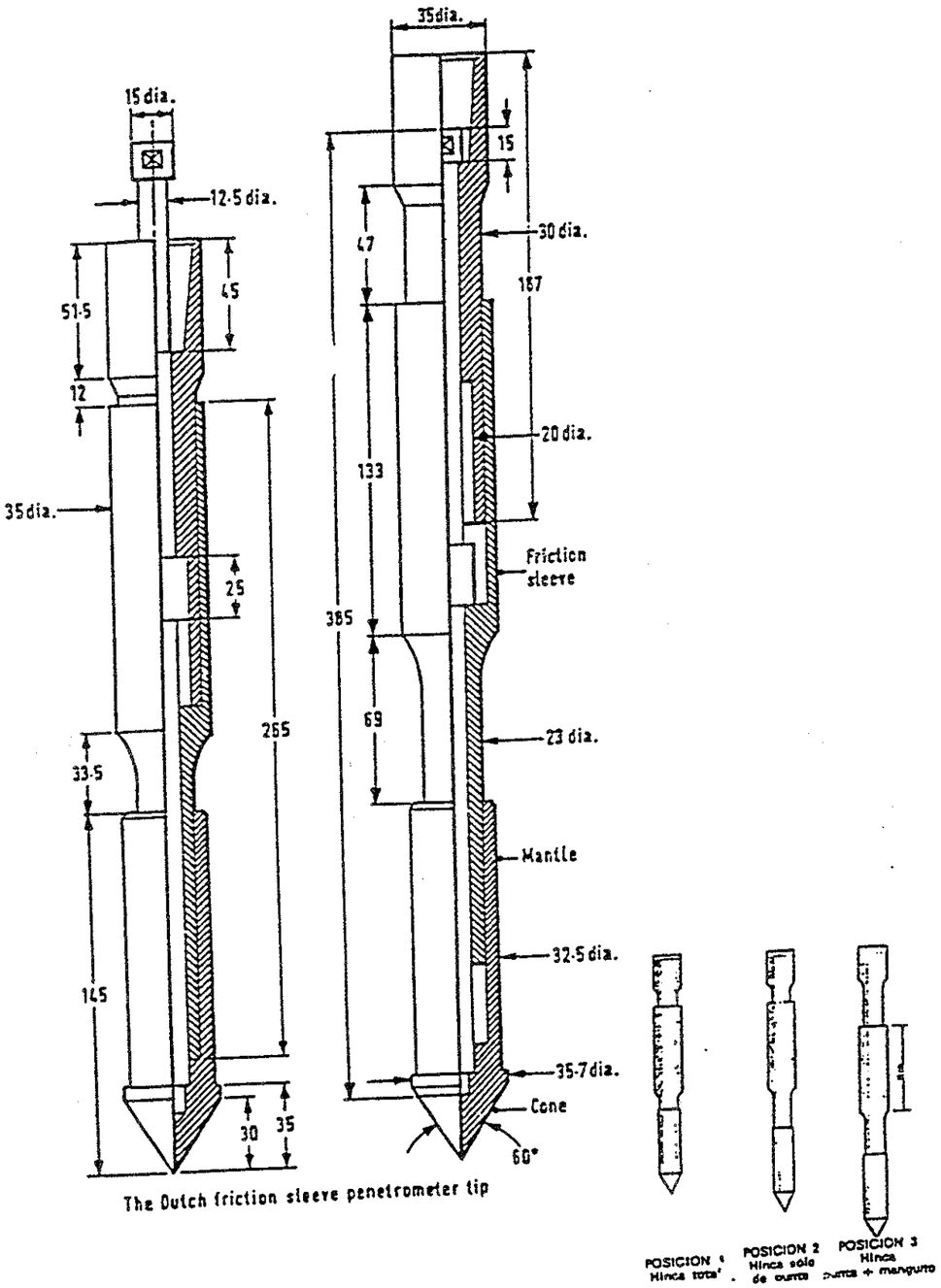
VILLET, W.C.B. y J.K. MITCHELL, 1981. "Cone resistance, relative density and friction angle." Symp. on Cone Penet. Test. and Exper. ASCE, St. Louis, USA.

YILMAZ, 1991



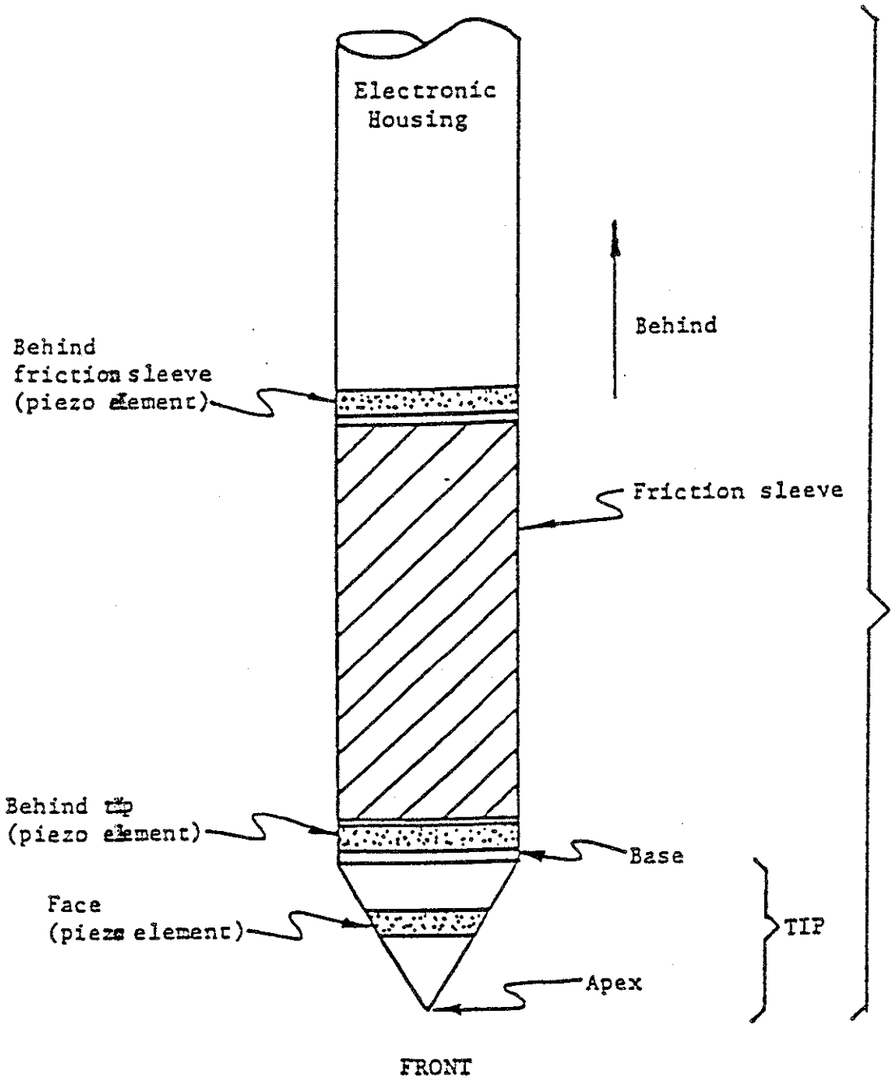
The Dutch mantle cone penetrometer tip.

GEOTEST FIGURA 1



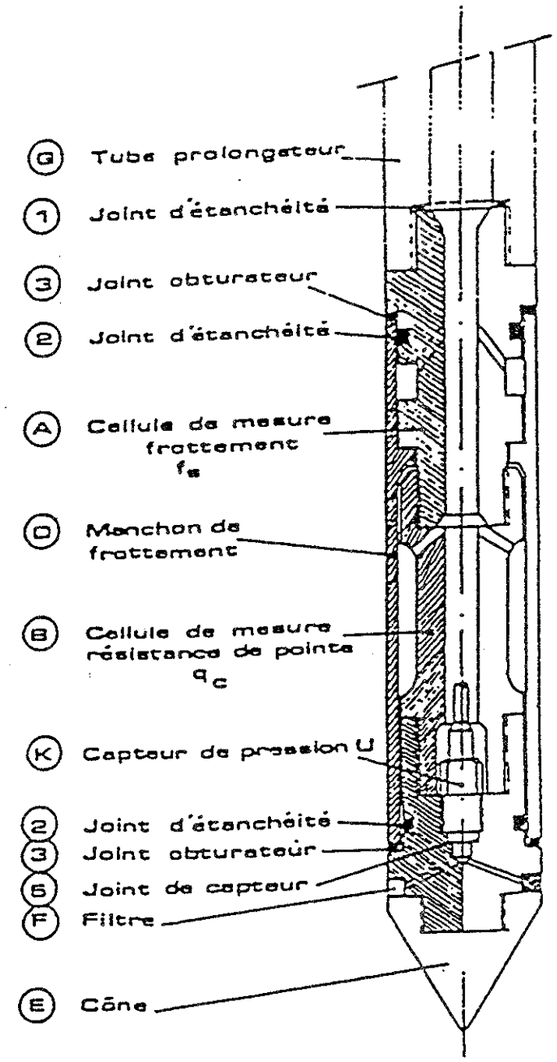
The Dutch friction sleeve penetrometer tip

GEOTEST FIGURA 2

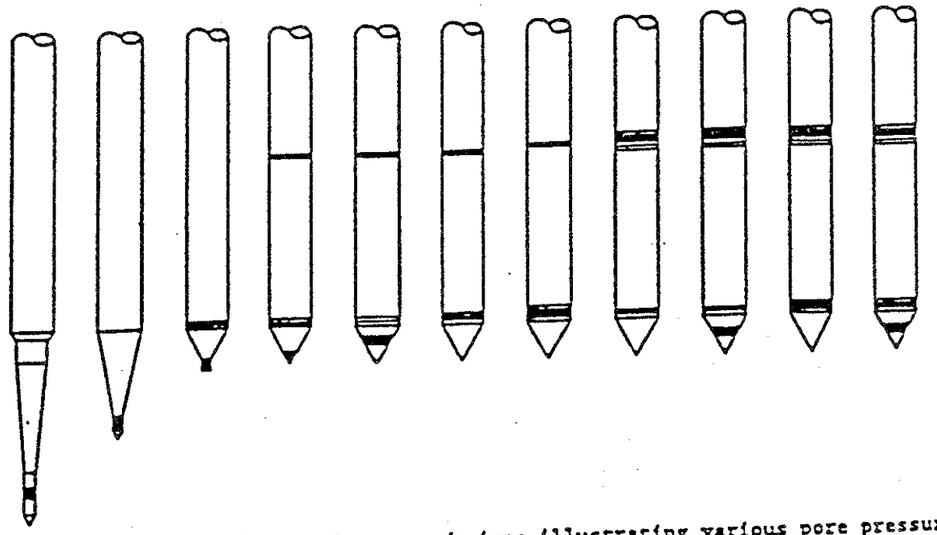


Terminology regarding the Cone Penetrometer

GEOTEST | FIGURA 3

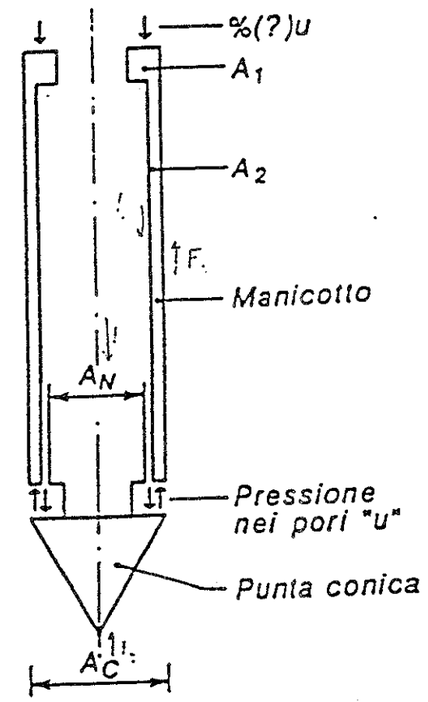


GEOTEST | FIGURA 4



Examples of different piezocone designs illustrating various pore pressure element locations

GEOTEST | FIGURA 5

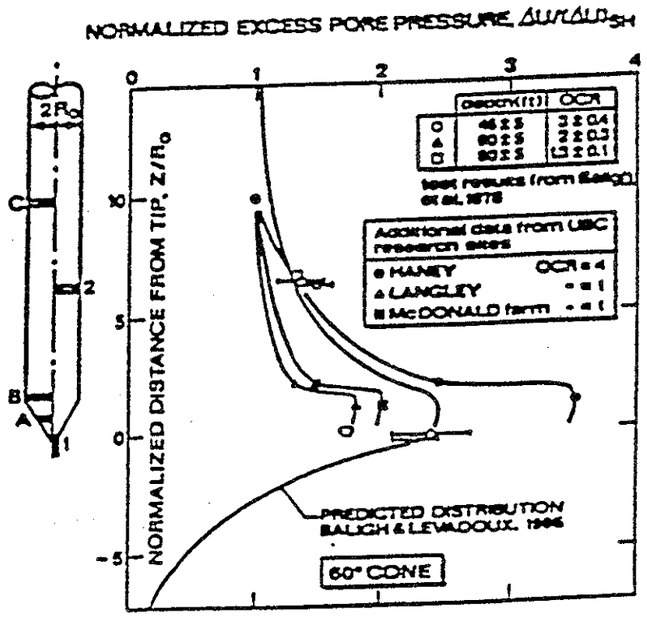


Influenza delle aree disuguali (punte elettriche e piezoconi)

$\frac{A_N}{A_c} = a$ = rapporto delle aree (punta)

$q_T = q_c + U\left(\frac{A_c - A_N}{A_c}\right) = q_c + U\,(1-a)$

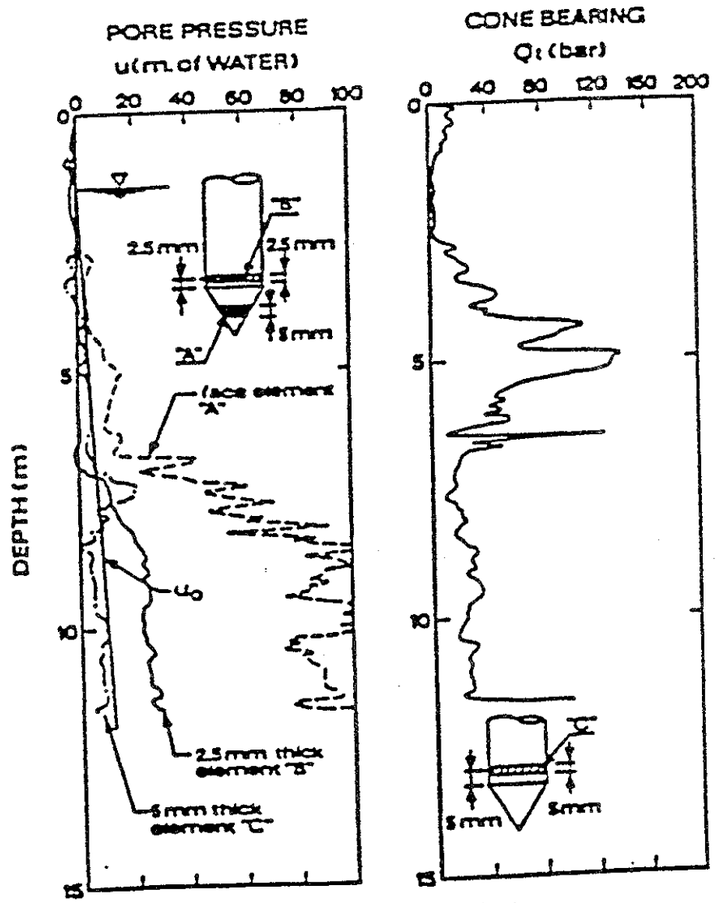
GEOTEST | FIGURA 6



Δu_{SH} = PORE PRESSURE ALONG SHAFT.
$Z/R_o \geq 10$

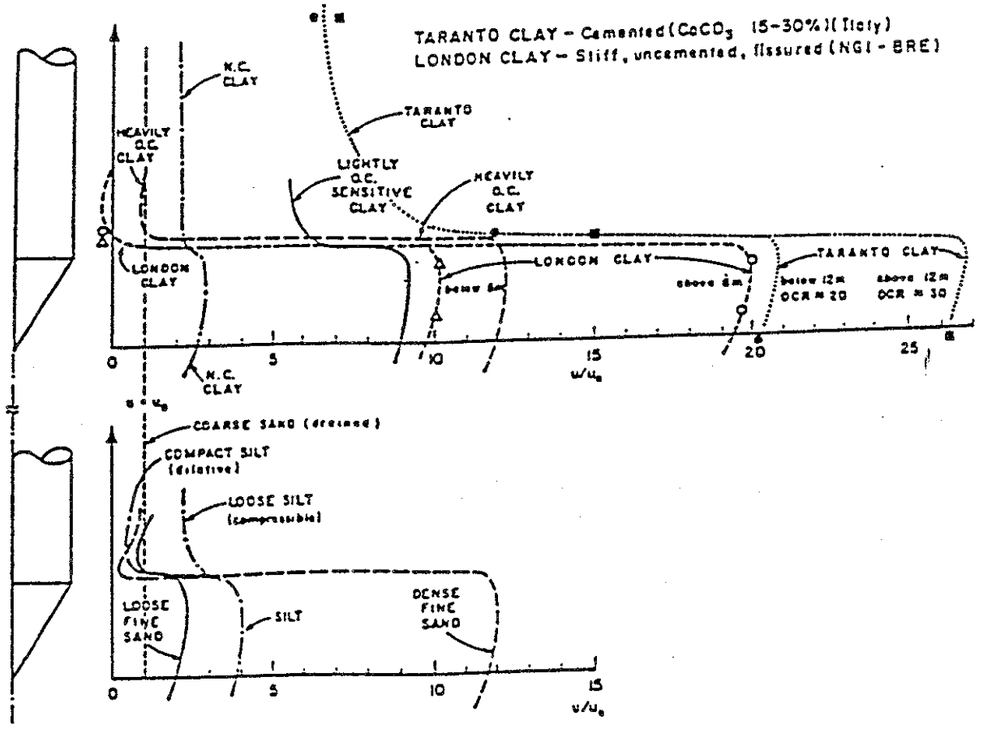
Comparison between measured and predicted pore pressures on a penetrating cone

GEOTEST | FIGURA 7



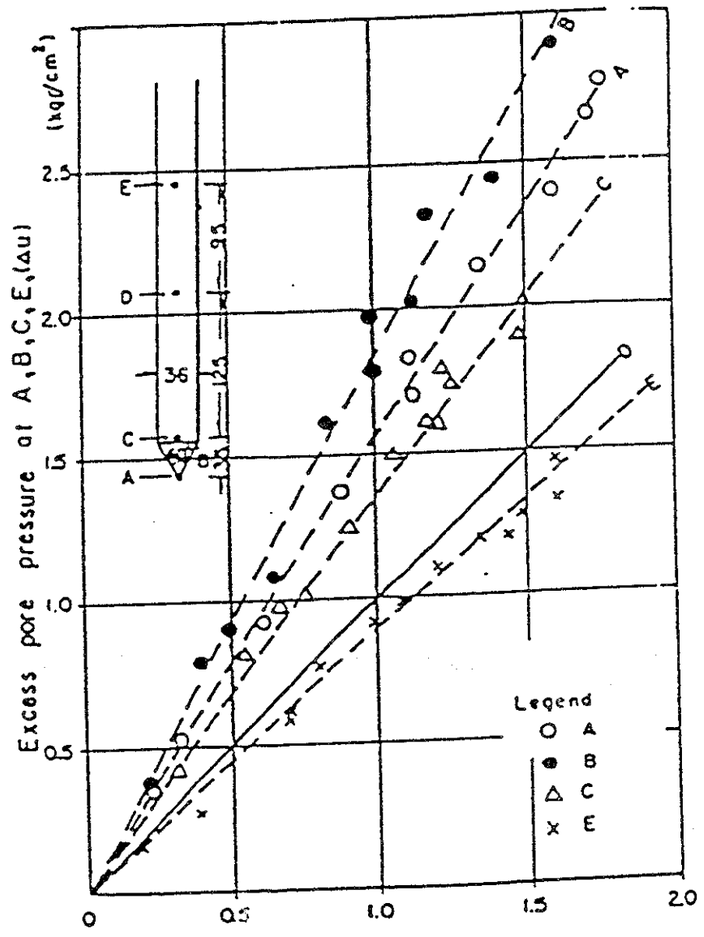
Arcillas sobreconsolidadas

GEOTEST | FIGURA 8



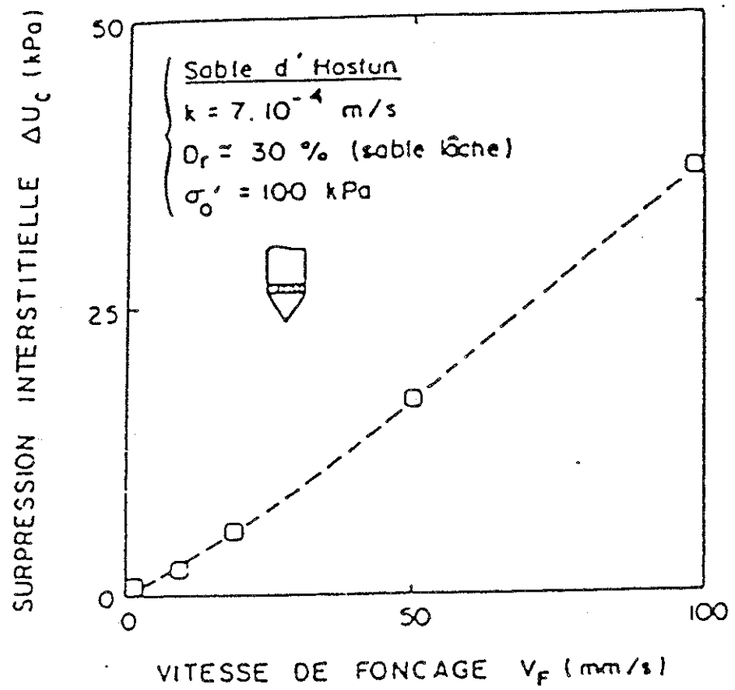
Conceptual Pore Pressure Distribution in Saturated Soil During CPT Based on Field Measurements (After Robertson et al, 1986)

GEOTEST | FIGURA 9



Pressão interstitielle en différents points rapportée à celle au point D.

GEOTEST | FIGURA 1



Influence de la vitesse de fonçage sur la surpression interstitielle.

GEOTEST	FIGURA 11

$$q_{c1} = q_c(1 - 1.25\log_{10}\sigma'_{vo})$$

with $\sigma'_{vo}, q_c, q_{c1}$ in bars or tsf.

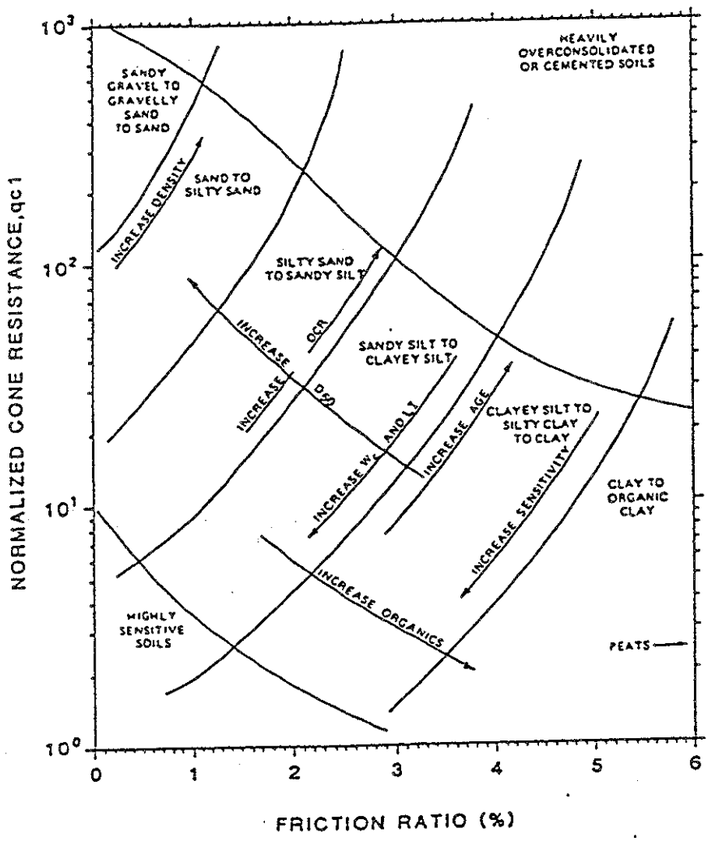
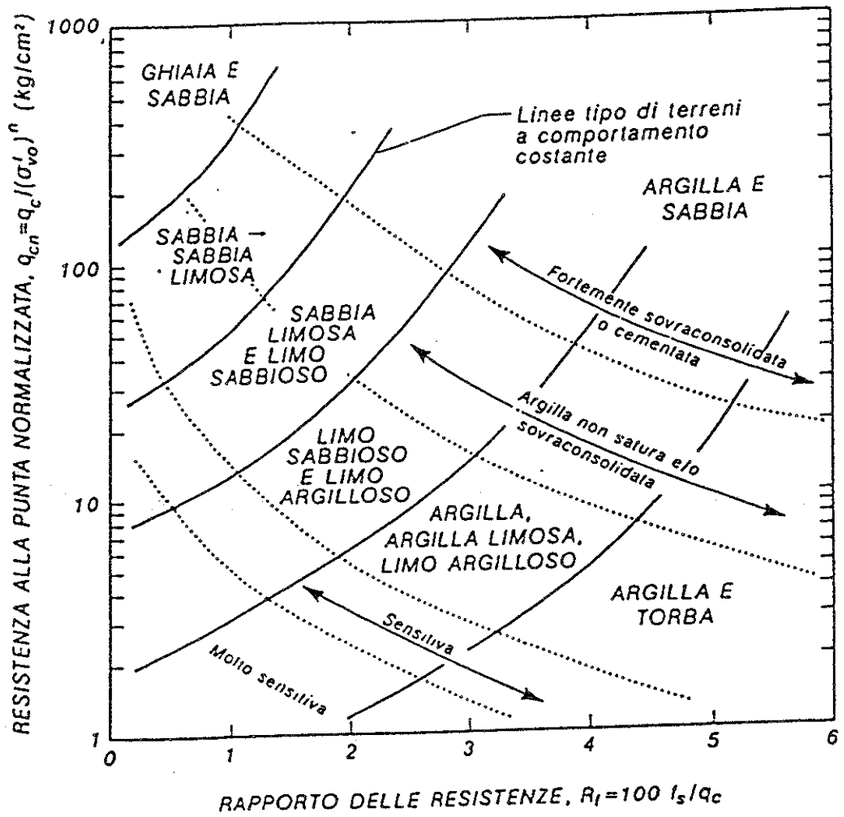


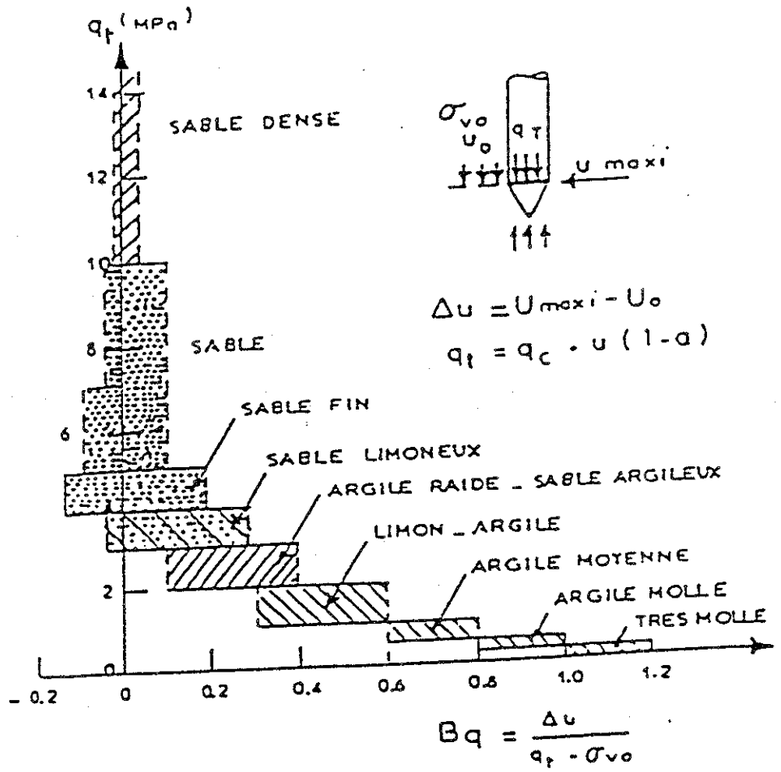
FIG. 6.7. Simplified Soil Behavior Type Classification Chart (from Douglas, 1984)

GEOTEST	FIGURA 12

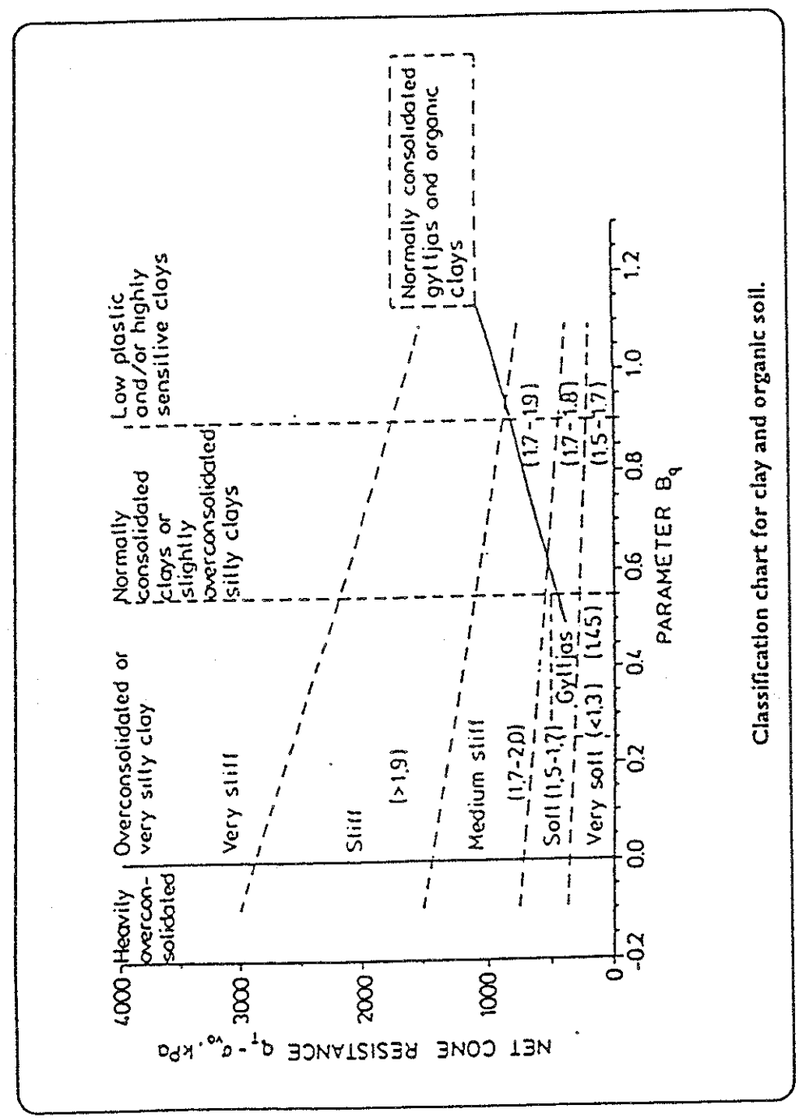


(Olsen R., Farr J., 1986).

GEOTEST | FIGURA 13

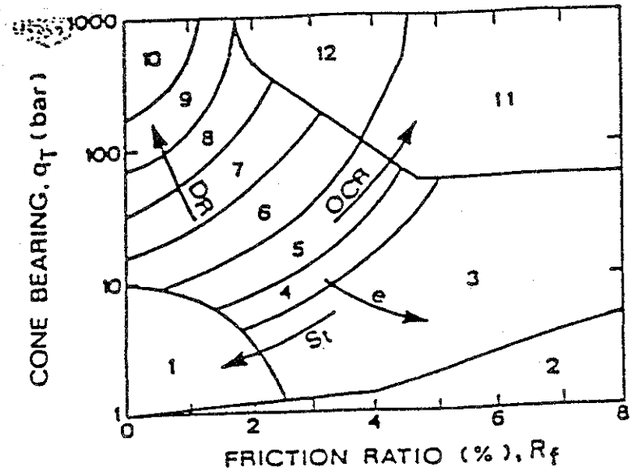


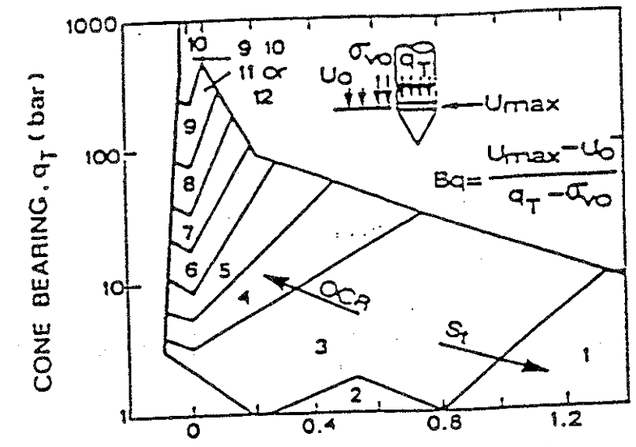
GEOTEST | URA 14



Classification chart for clay and organic soil.

GEOTEST | FIGURA 15



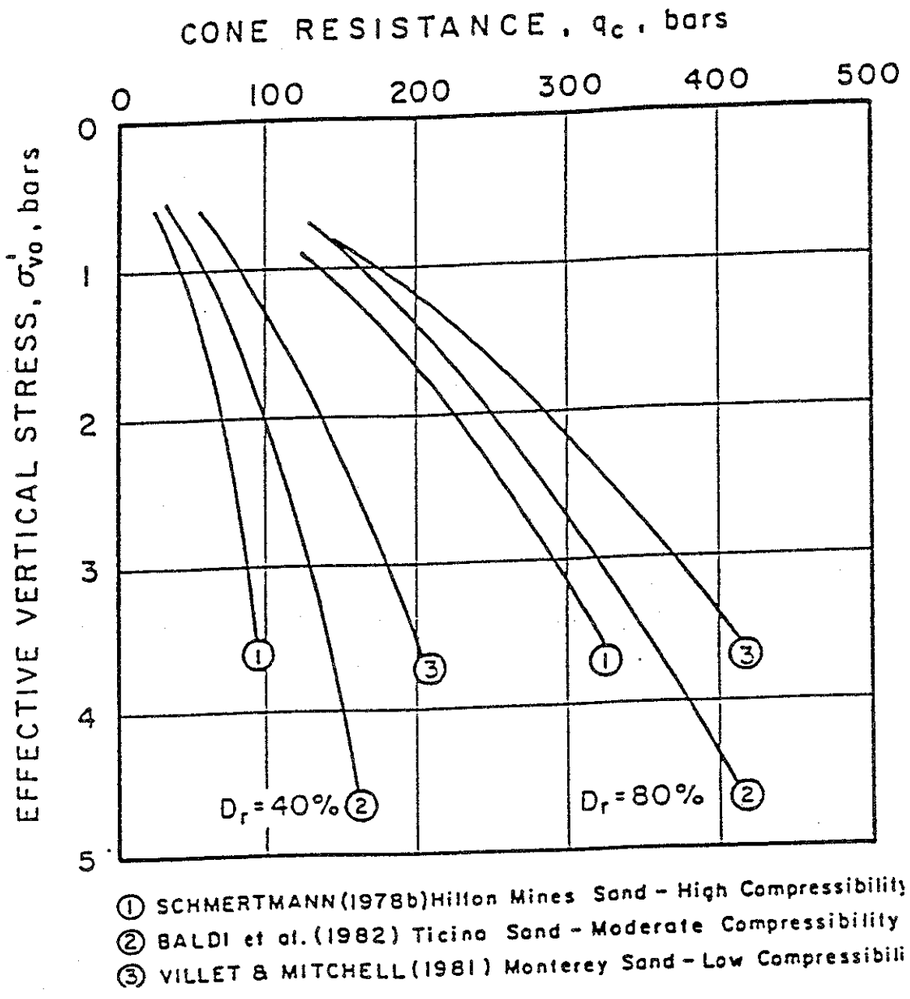


Zone	q_T/N	Soil Behaviour Type
1)	2	sensitive fine grained
2)	1	organic material
3)	1	clay
4)	1.5	silty clay to clay
5)	2	clayey silt to silty clay
6)	2.5	sandy silt to clayey silt
7)	3	silty sand to sandy silt
8)	4	sand to silty sand
9)	5	sand
10)	6	gravelly sand to sand
11)	1	very stiff fine grained (*)
12)	2	sand to clayey sand (*)

(*) overconsolidated or cemented

Proposed Soil Behavior Type Classification System from CPTU Data (After Campanella and Robertson, 1988)

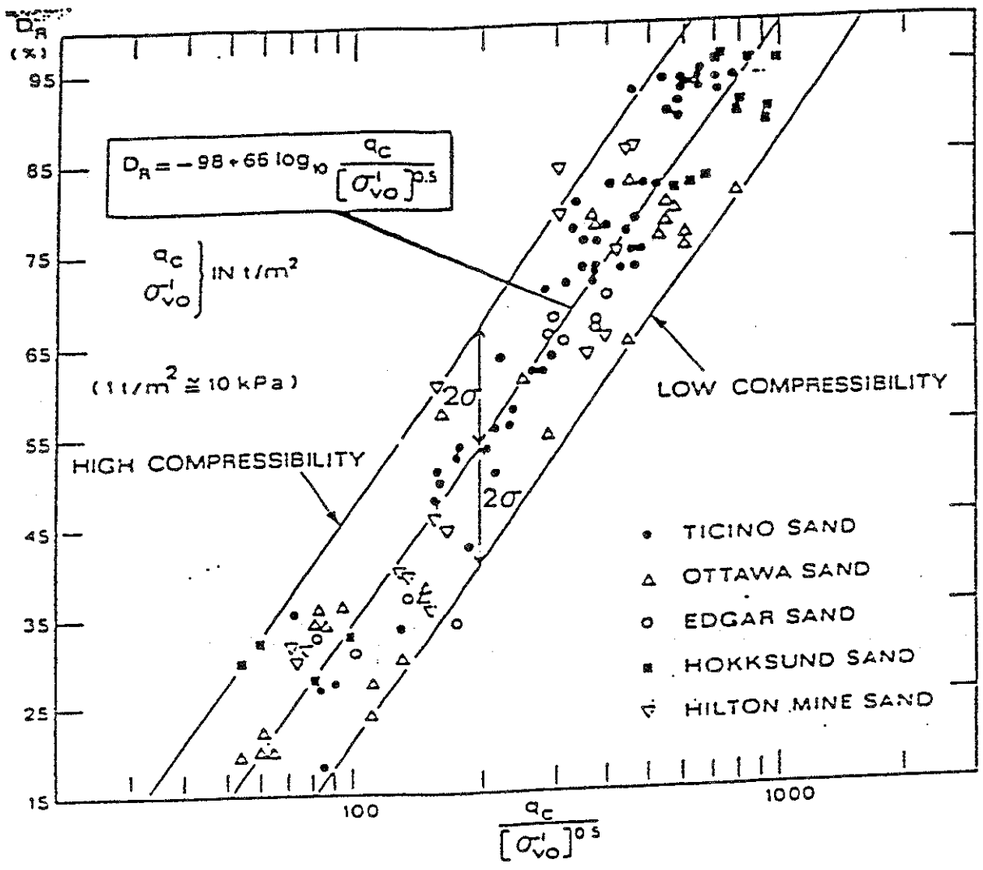
GEOTEST | FIGURA 16



① SCHMERTMANN (1978b) Hilton Mines Sand - High Compressibility
② BALDI et al. (1982) Ticino Sand - Moderate Compressibility
③ VILLET & MITCHELL (1981) Monterey Sand - Low Compressibili

Comparison of Different Relative Density Relationshi
(After Robertson and Campanella, 1983a)

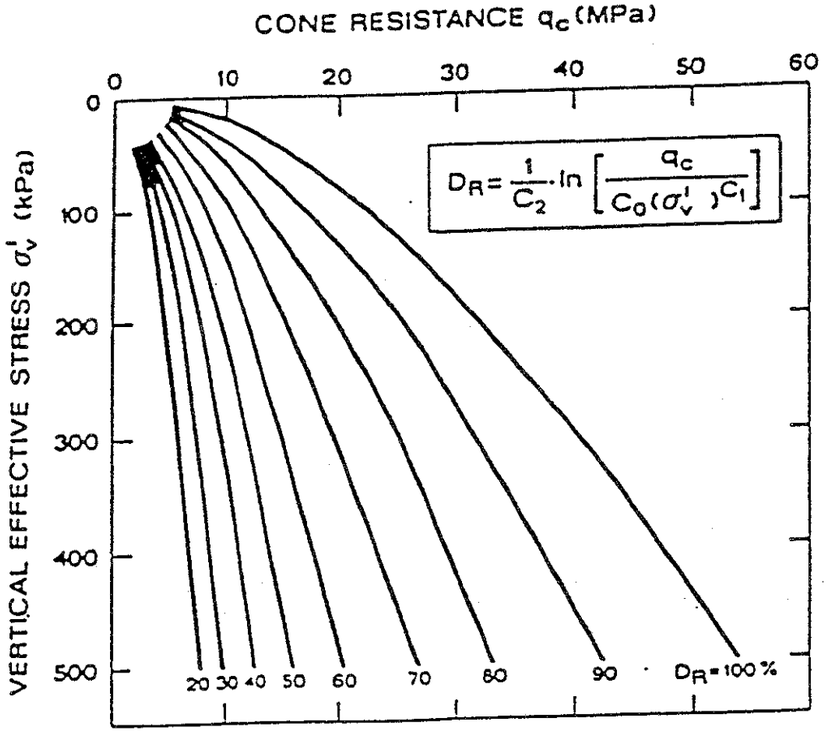
GEOTEST | FIGURA 17



Influence of Compressibility on N.C. Uncemented, Unaged, Predominantly Quartz Sands
(After Jamiolkowski et al. 1985)

GEOTEST | FIGURA 18

D_R VERSUS q_c FOR NC SANDS



—— TICINO SAND

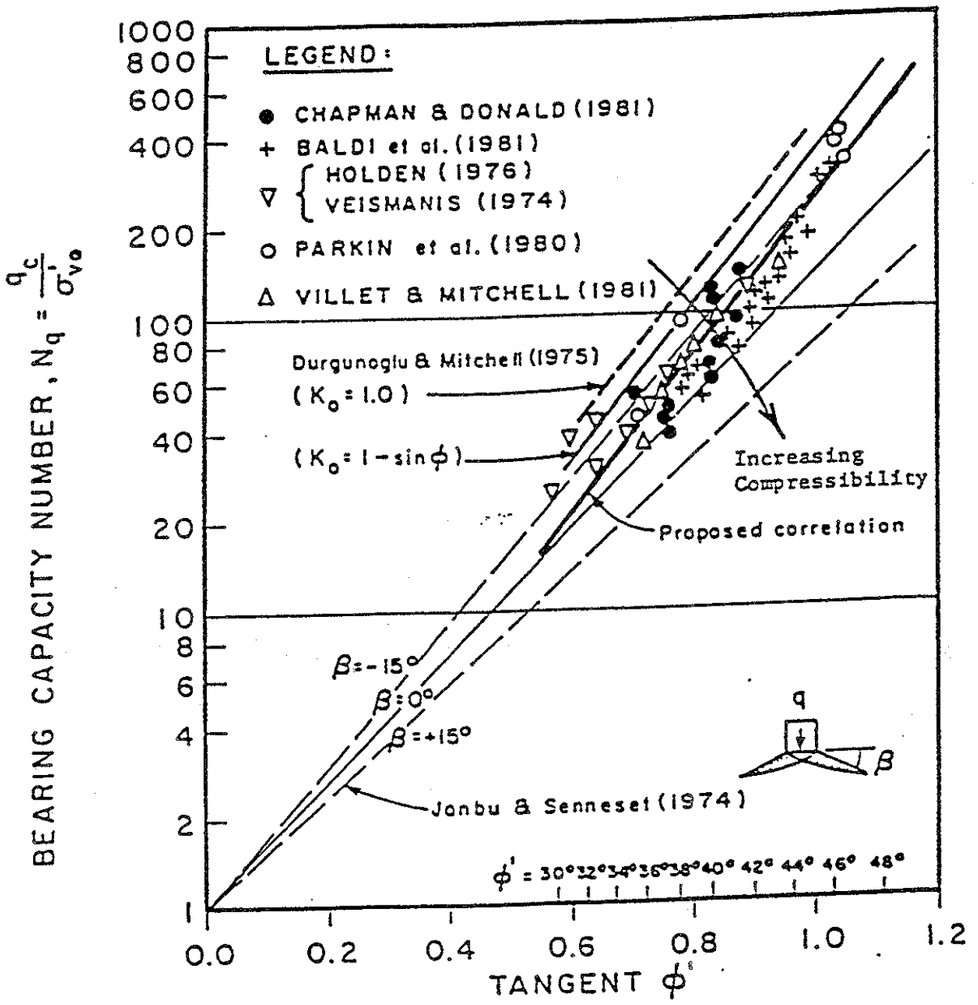
$C_0 = 157$: $C_1 = 0.55$: $C_2 = 2.41$: $R = 0.96$

q_c & σ'_v (kPa)

(FOR $K_o = 0.45$)

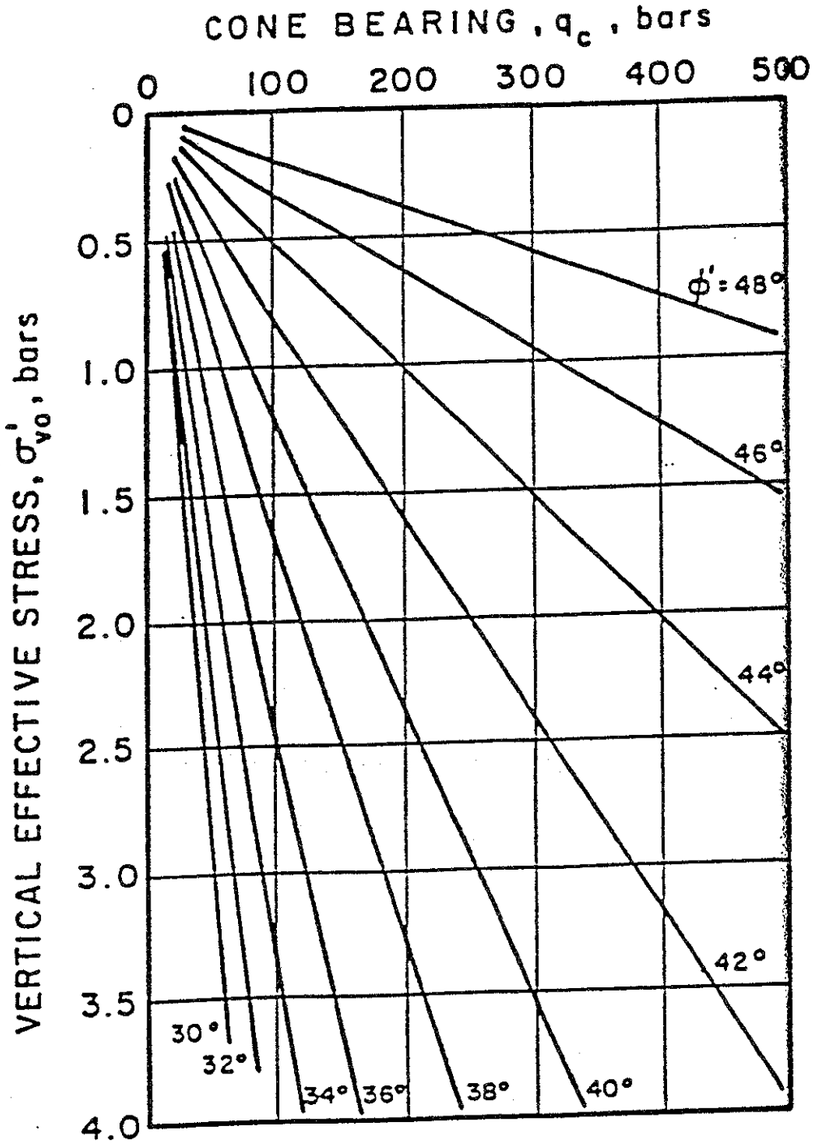
Relative Density Relationship for N.C., Moderately Compressible, Uncemented, Unaged Quartz Sands (After Baldi et al, 1986)

GEOTEST | FIGURA 19



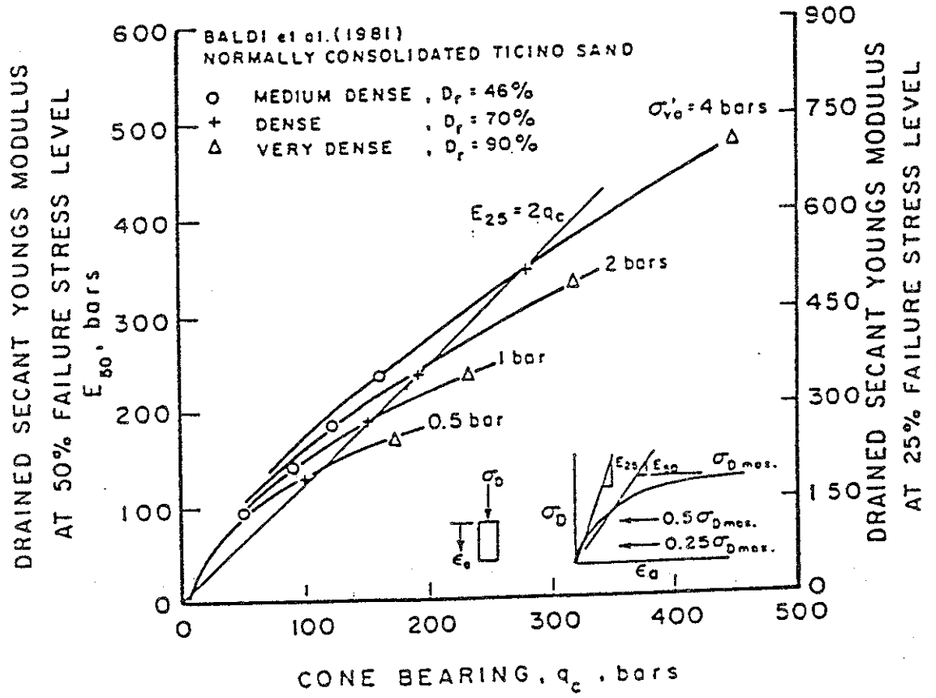
Relationship between Bearing Capacity Number and Friction Angle from Large Calibration Chamber Tests (After Robertson and Campanella, 1983a)

GEOTEST | FIGURA 20



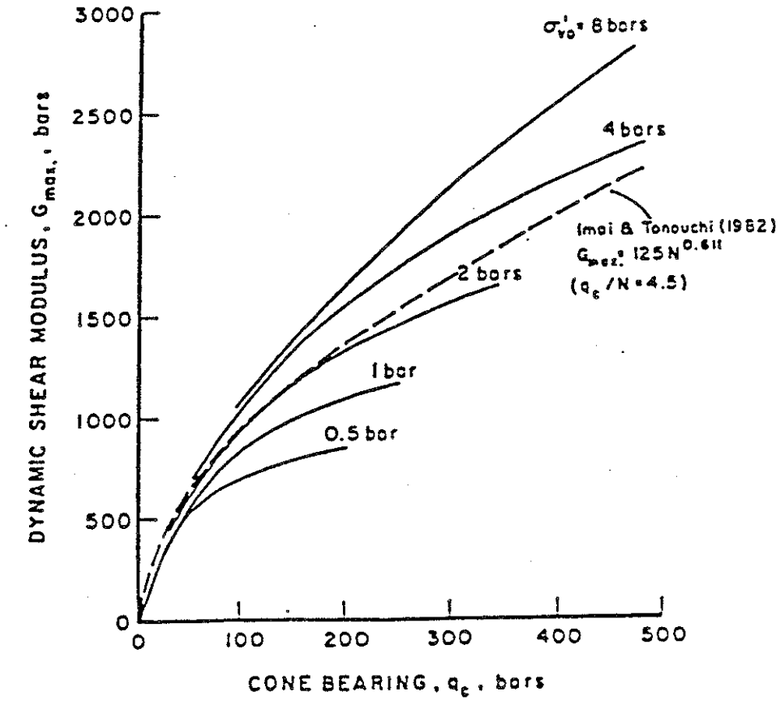
Proposed Correlation Between Cone Bearing and Peak Friction Angle for Uncemented Quartz Sands (After Robertson and Campanella, 1983a)

GEOTEST | FIGURA 21



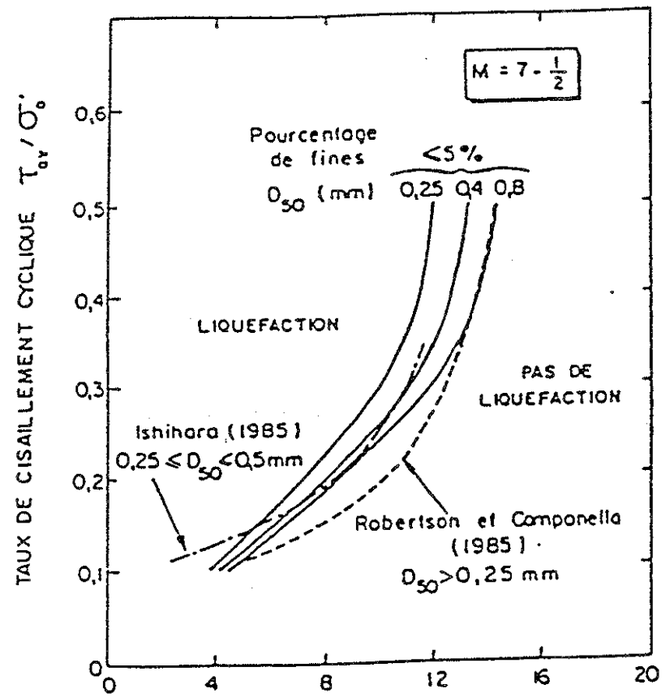
Relationship between Cone Bearing and Drained Young's Modulus for Normally Consolidated, Uncemented Quartz Sands (Based on Data from Baldi et al, 1981) (After Robertson and Campanella, 1983a)

GEOTEST | FIGURA 22

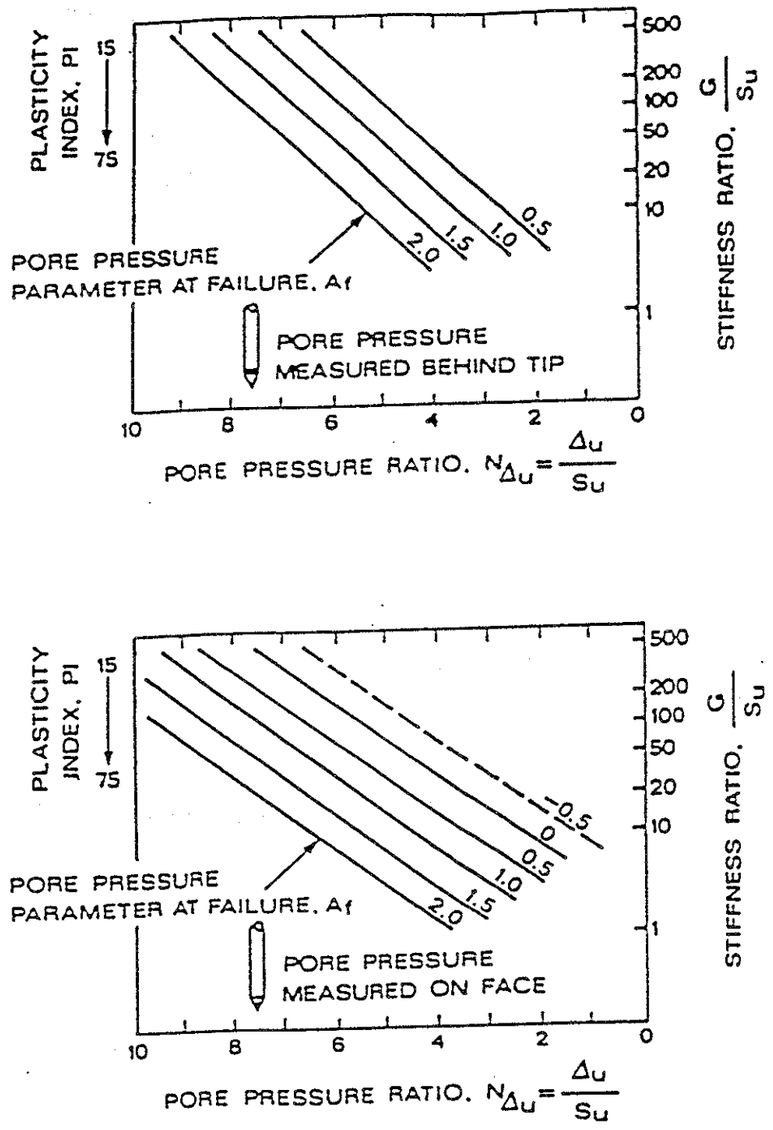


Relationship between Cone Bearing and Dynamic Shear Modulus for Normally Consolidated, Uncemented Quartz Sands (After Robertson and Campanella, 1983a)

GEOTEST | FIGURA 23



GEOTEST | FIGURA 24

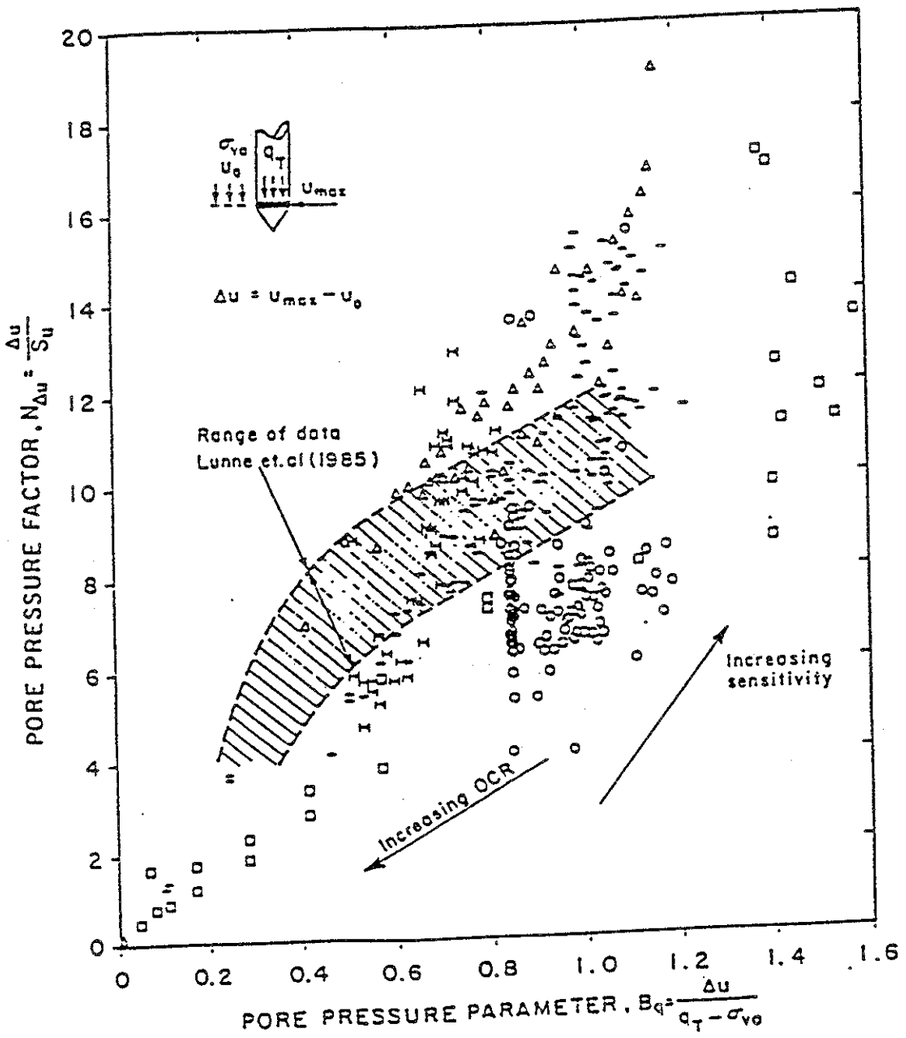


Estimates of Skempton's Pore Pressure Parameter, A_f

Saturated Clays	A_f
Very sensitive to quick	1.5 - 3.0
Normally consolidated	0.7 - 1.3
Lightly consolidated	0.3 - 0.7
Highly consolidated	-0.5 - 0.0

GEOTEST

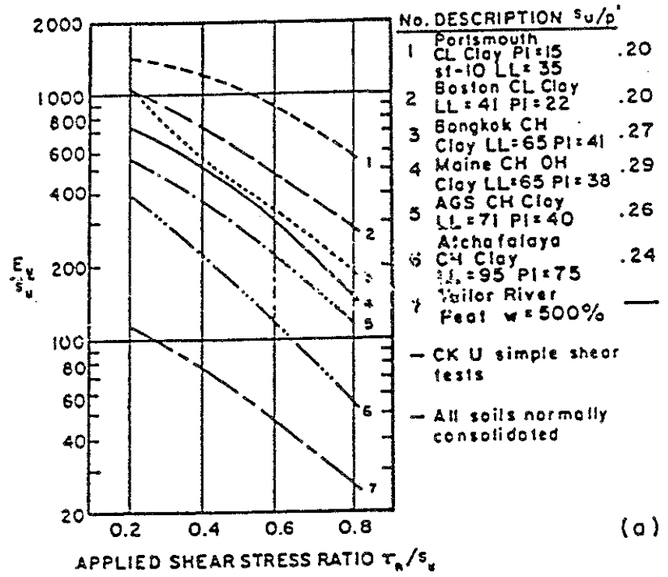
FIGURA 25



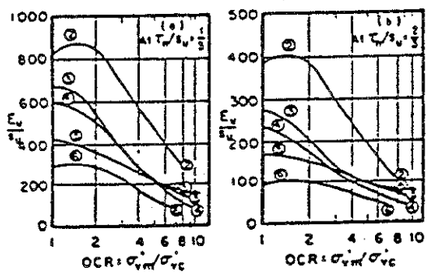
Pore Pressure Factor $N_{\Delta u}$ vs. Pore Pressure Parameter B_q for Vancouver Data (After Robertson et al, 1986)

GEOTEST

FIGUR



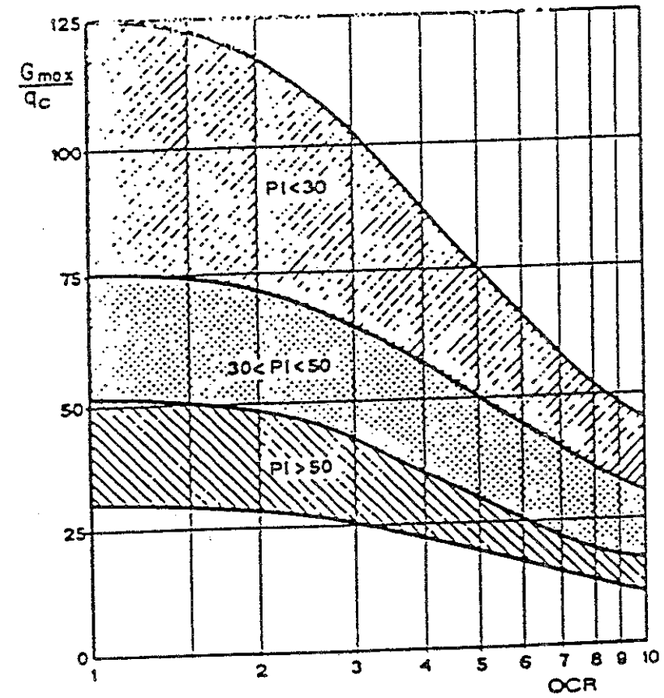
(a)



(b)

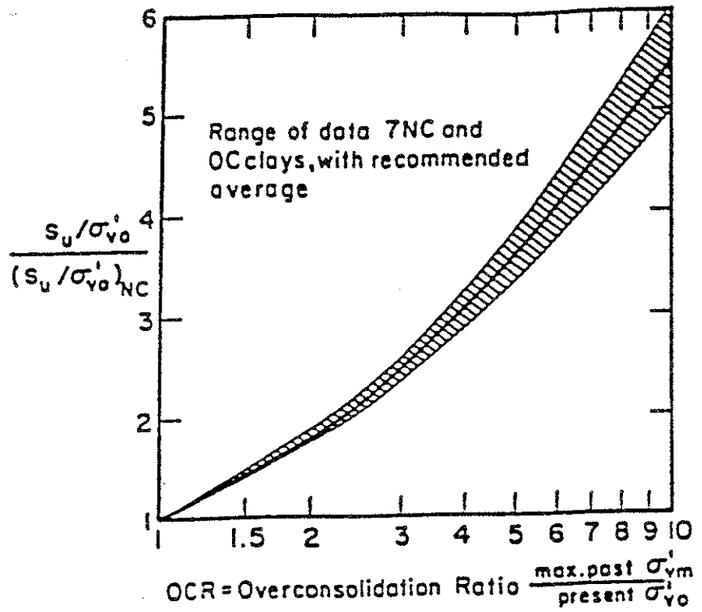
(a) Selection of Soil Stiffness Ratio for Clays
(b) (Adapted from Ladd et al, 1977)

GEOTEST | FIGURA 27

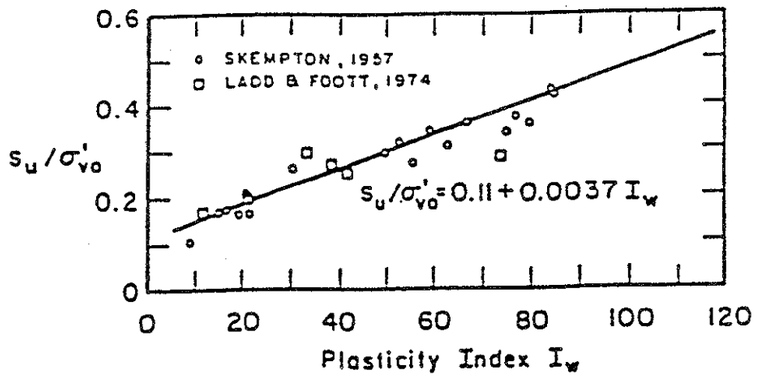


Tentative Correlation for Estimating Dynamic Shear Moduli (G_{max}) in Clay Soils.

GEOTEST | FIGURA 28

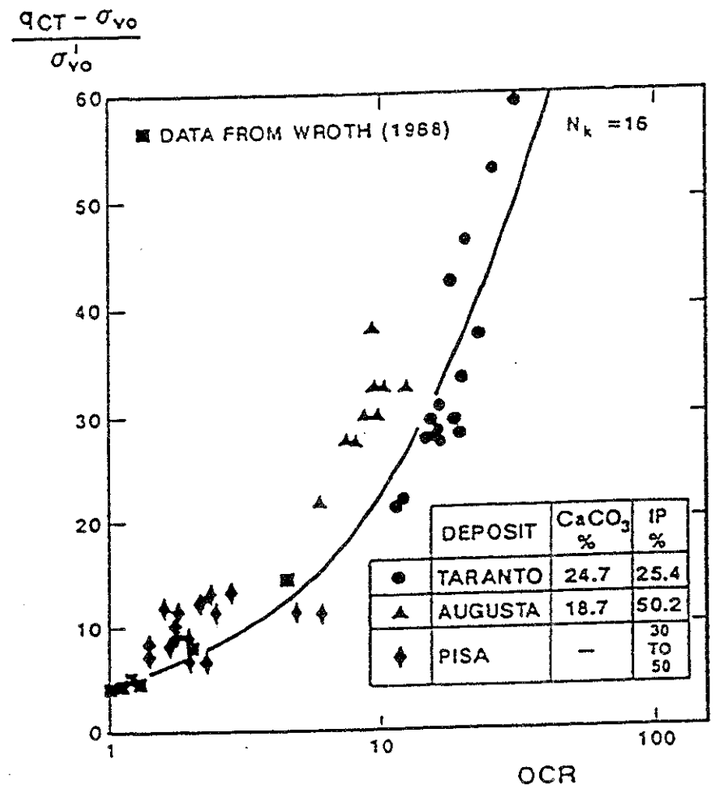


(a) Normalized s_u/σ'_{vo} Ratio vs. OCR for Use in Estimating OCR (After Schmertmann, 1978a)



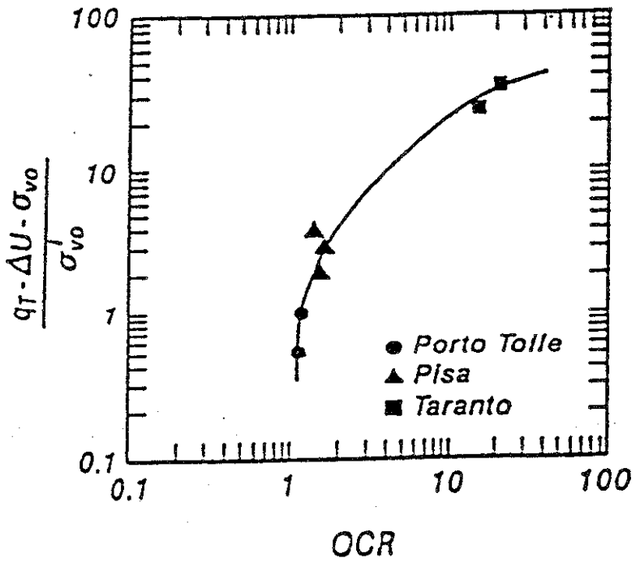
(b) Statistical Relation between s_u/σ'_{vo} Ratio and Plasticity Index, for Normally Consolidated Clays

GEOTEST | FIGURA 29



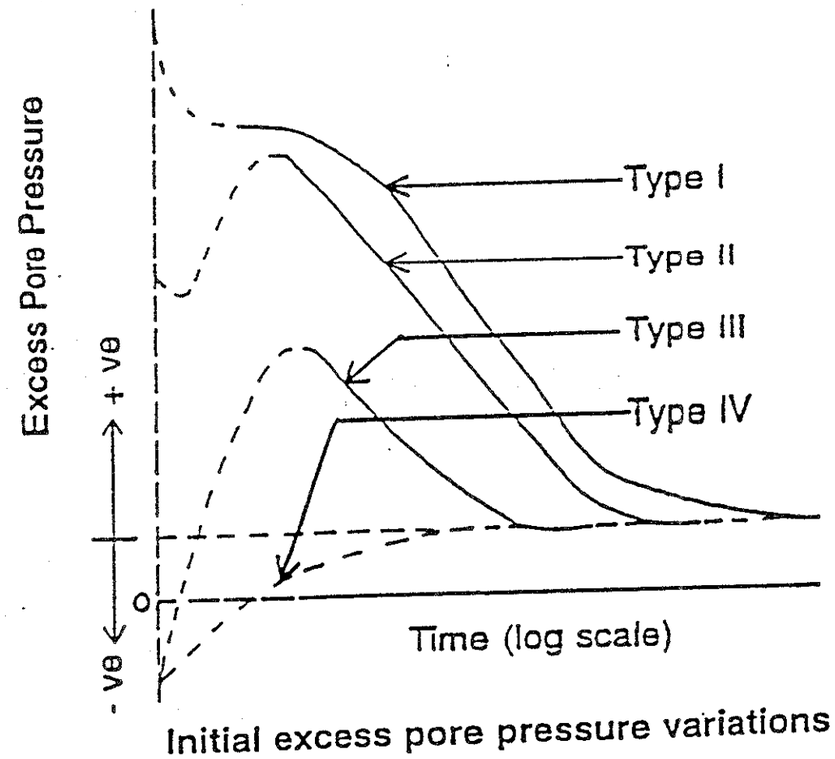
Stress History (OCR) from CPT (from Robertson, 1990)

GEOTEST | FIGURA 30



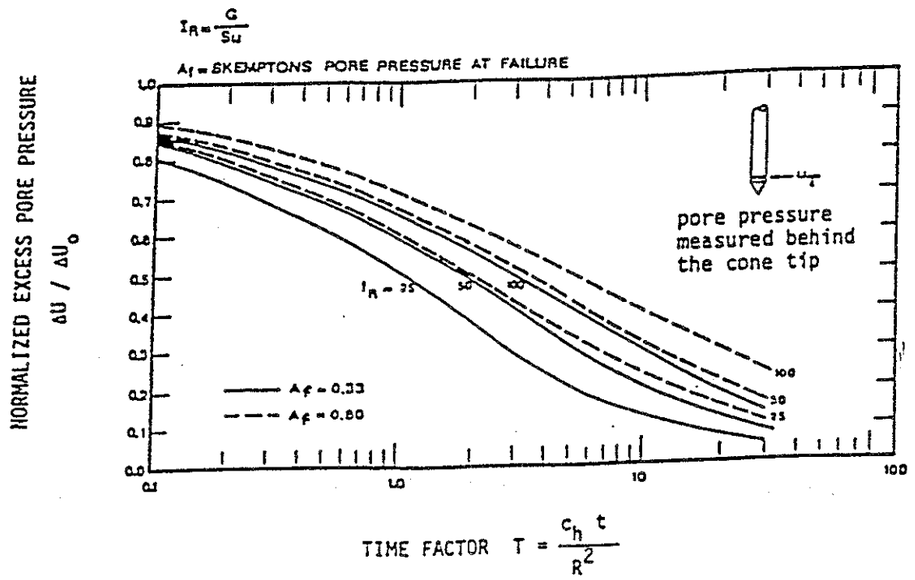
Andamento di un parametro della pressione nei pori (R_5 - *Lancellotta R. e al.*, 1983) col variare di OCR, per tre argille italiane (*Battaglio M. e al.*, 1986)

GEOTEST FIGURA 31



Initial excess pore pressure variations

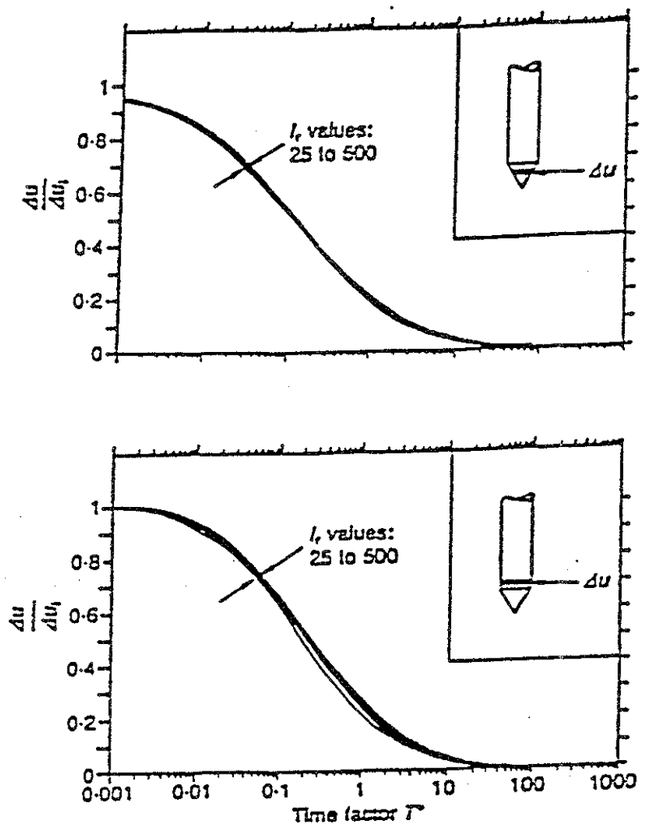
GEOTEST FIGURA 32



Theoretical Curves for Cylindrical Pore Pressure Dissipation for Various Stiffness Ratios (from Battaglio et al., 1981)

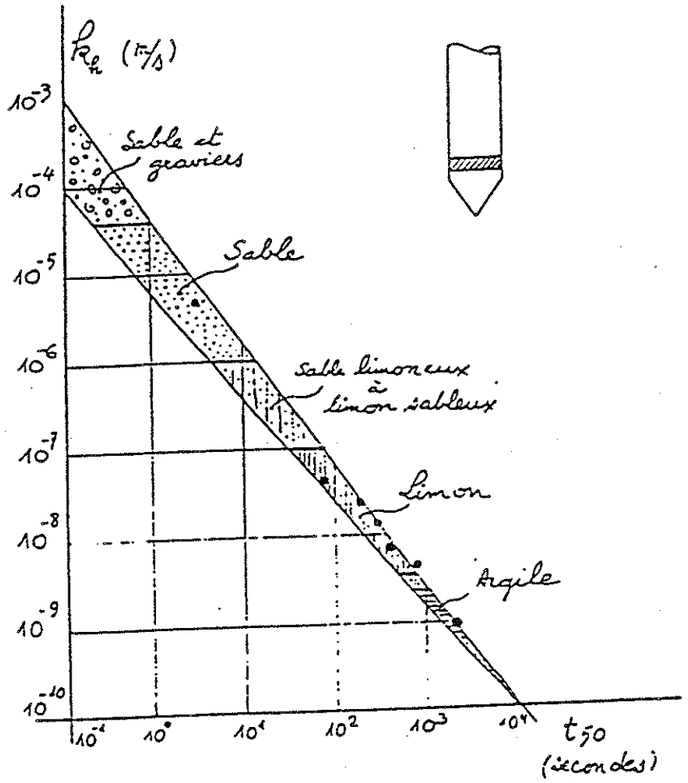
Note: Time factor plots for other pore pressure stone locations have been proposed by Baligh and Levadoux (1980).

GEOTEST | FIGURA 33



Normalized dissipation curves plotted against T^*

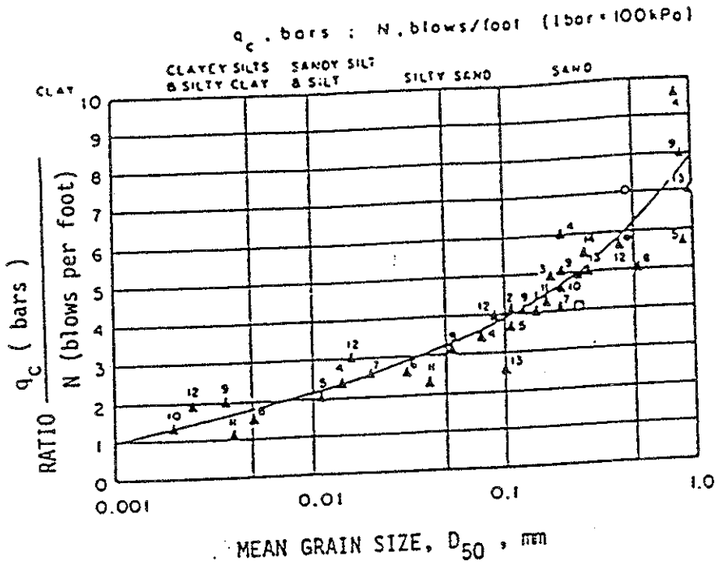
GEOTEST | FIGURA 34



— *Perméabilité horizontale en fonction du t_{50}.*

GEOTEST | FIGURA 35

BASED ON ENERGY RATIO OF 60% (N_{60})



1 Meyerhof (1956)
2. Meigh and Nixon (1961)
3 Rodin (1961)
4 De Alencar Velloso (1959)
5 Schmertmann (1970)
6. Sutherland (1974)
7 Thornburn (1970)
TILBURY ISLAND SITE: O SPT N , ER, = 47%; ■ SPT N_c , ER, = 55%
8. Componella et al. (1979)
9. Nixon (1982)
10. Kruizinga (1982)
11. Douglas (1982)
12. Muromachi & Kobayashi (1982)
13. Goel (1982)
14. Ishihara and Koga (1981)
UBC SITE, McDonald Farm: O SPT N , ER, = 65%; ● SPT N_c , ER, = 55%

Variation of q_c/N with Mean Grain Size (after Robertson et al., 1983)

GEOTEST | FIGURA 36

GE test

CAMPAÑA ENSAYOS CPT/CPTU & VANE TEST

A.V.E. CALATAYUD-RICLA - TRAMO IA

GEODECAN

GE test

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCION 3

2. CARACTERISTICAS DE LOS EQUIPOS 4

2.1 Características de los Equipos: Resumen 4

3. PRESENTACION DE RESULTADOS Y PROGRAMA DE INTERPRETACION FRADECPT 6

3.1 Presentación de Resultados 6

3.2 Programa de Interpretación FRADECPT 6

4. INCIDENCIAS Y OBSERVACIONES 7

4.1 Zona del Punto Kilométrico 2 7

4.2 Zona del Punto Kilométrico 5 8

5. MEDICION DE LOS TRABAJOS 10

ANEXOS

ANEXO 1: RESULTADOS

Indice de Tablas

Tabla 1: Especificaciones de los Equipos 4

Tabla 2: Criterios del Programa FRADECPT 6

Tabla 3: Medición de los Ensayos CPT 10

Tabla 4: Medición de los ensayos CPTU 11

Tabla 5: Medición de los ensayos de disipación 11

Indice de Fotografías

Fotografía 1: Penetrómetro montado y bridado sobre camión de 14 t 4

Fotografía 2: Datalogger RocTest 4

Fotografía 3: Varillaje, cable y encoder 4

Fotografía 4: cámara vacio para saturado 5

1. INTRODUCCION

OBRA:	A.V.E. CALATAYUD-RICLA - TRAMO IA
TRABAJOS:	CAMPAÑA ENSAYOS CPT/CPTU & VANE TEST
CLIENTE:	GEODECAN
N./ REF.:	39.09.96
V./REF:	

El objetivo del trabajo ha sido la realización de una Campaña de 4 Ensayos de penetración estática con punta eléctrica con medida de la presión insterticial, CPTU, 11 Ensayos de penetración estática CPT , también con punta eléctrica y un sondeo VANE-BORER con realización de 14 Ensayos de Molinete (Vane-Test) .

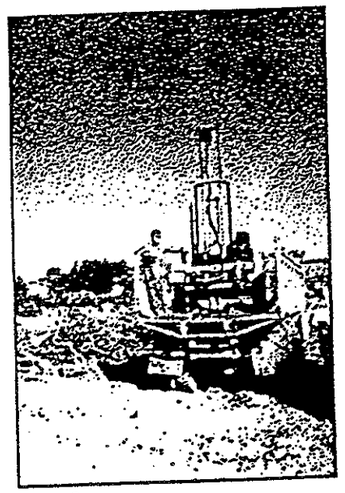
Los trabajos se llevaron a cabo entre los días 29/10/96 y 08/11/96 del año en curso. Como sistema de hinca se utilizó un equipo MENHIR 100 kN montado sobre un camión de 14 toneladas. El piezocono utilizado ha sido un Duo-Cone de la casa RocTest, con punta GMF.

2. CARACTERISTICAS DE LOS EQUIPOS

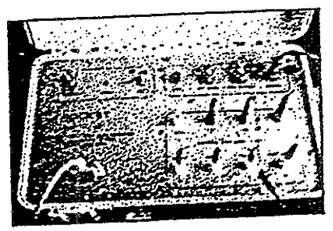
2.1 Características de los Equipos: Resumen

Sistema de hinca	Penetrosonda MENHIR montada sobre un camión de 14 t (Fotografía 1).
Datalogger	RocTest (Fotografía 2)
Cono	GMF. 36 mm. Cono de 60°. 10 cm^2 (Figura 1).
Capacidad del Cono	10 t
Fuste	150 cm^2
Captores	q_c, f_s, u e inclinación
Relación de áreas	0,31
Medida profundidad	Encorder por Incrementos ópticos. (Fotografía 3)
Elemento Poroso	Acrolith 10, 5 mm por encima de la base del cono.
Saturación	Cámara de vacío con glicerina (Fotografía 4)
Lecturas cada	1 cm

Tabla 1: Especificaciones de los Equipos



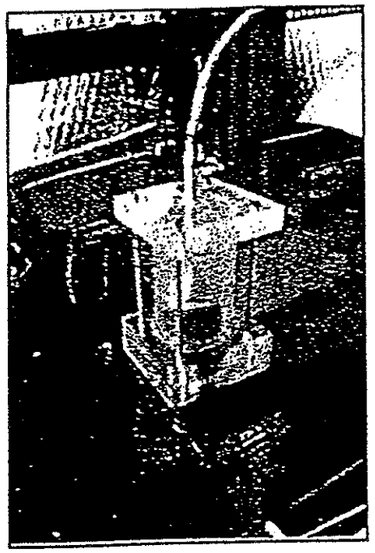
Fotografía 1 Penetrómetro montado y lastrado sobre camión de 14 t



Fotografía 2: Datalogger RocTest



Fotografía 3. Varillaje, cable y encorder



Fotografía 4: cámara vacio para saturado

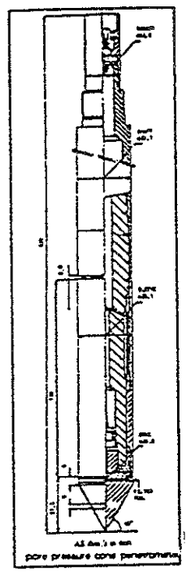


Figura 1: cono GMF

3. PRESENTACION DE RESULTADOS Y PROGRAMA DE INTERPRETACION FRADECPT

3.1 Presentación de Resultados

Los resultados se presentan en el Anexo 1. Por cada ensayo se presenta:

- Tablas numéricas de los valores de q_c, f_s y u e interpretación de resultados para tramos de 1 cm mediante el programa FRADECPT, desarrollado por nuestra Empresa.
- Curvas q_c , f_s, u, FR% y B_q vs. profundidad.
- Curvas de los ensayos de disipación, graficando la variación de u con respecto al logaritmo del tiempo y a la raíz cuadrada del mismo (2 gráficas).

3.2 Programa de Interpretación FRADECPT

El programa presenta los resultados en forma de tablas en la que se presentan para tramos de 5 cm los valores de q_T, q_c, f_s, FR%, σ_v, Clasificación del suelo, valor correlacionado del Nspt, DR%, Sensitividad (S_t), Resistencia al corte sin drenar (Su), la relación Su/σ_v y el OCR. Se sigue el criterio de los siguientes autores:

Clasificación del Suelo	Robertson, 1985. FR% - q_c
Correlación N_{spt}	Robertson et al., 1983.
DR%	Jamiolkowski et al., 1985.
Sensitividad S_t	Greig, 1985. $N_s = 6$.
$S_u = (q_c - \sigma_v)/N_k$	$N_k = 15$.
$S_u = (q_T - u)/N_{kE}$	Senneset, 1982. $N_{kE} = 9$
OCR	Schmetmann, 1978

Tabla 2: Criterios del Programa FRADECPT

El programa da mensajes de error cuando FR% > 12. lo que suele suceder en aquellos tramos en que se lee el valor de q_c en una ca[illegible] el valor de f, en otra.

4. INCIDENCIAS Y OBSERVACIONES

Tanto en la zona de investigación del P.K. 2 como en la del P.K. 5 se encuentra una capa superficial bastante resistente. En general resultó dificultoso e incluso imposible atravesar esta capa en modalidad de penetración estática (sobre todo en el P.K. 5), obteniendo varias veces rechazo. Por esta razón se procedió a pasar esta capa superficial mediante un sondeo de avance.

Como también resultaba muy dificultosa la rotación helicoidal con el equipo utilizado, se decidió aplicar un ensayo de penetración dinámica DPSH, lo que permitió por un lado saber con exactitud cuando la capa resistente era atravesada y por otro obtener algún dato de tipo cuantitativo de la misma.

4.1 Zona del Punto Kilométrico 2

En esta zona el espesor resistente superficial tiene del orden de 1 m y se debe a la presencia de una capa desecada o, más estrictamente, *sobreconsolidada por desecación*, hecho que se manifiesta por:

- elevado valor de q_c.
- elevado rozamiento lateral específico f_s.
- bajos, incluso negativos valores de u en los ensayos CPTU.
- evidentemente, elevados valores de O.C.R.

En algunos casos fue posible investigar esta capa mediante penetración estática, pero en otros se obtuvo rechazo por lo que se procedió a efectuar el sondeo de avance, en general mediante ensayos de penetración dinámica DPSH.

El espesor de sedimentos blandos bajo la capa dura es escaso. En la zona ubicada entre los P.K. 2+910 y 3+005 llega aproximadamete hasta los 6 m de profundidad. En la zona entre los P.K. 2+640 y 2+800 en cambio, los espesores son menores y se encuentran además capas cementadas, imposibles de atravesar en modalidad estática.

Las presiones de poro en exceso generadas durante la penetración CPTU son siempre bajas, por un lado derivado de la alta componente limosa de estos suelos, pero también, debido al escaso espesor investigado. Las curvas de los ensayos de disipación

son del tipo de "menos a más", es decir que al detener la penetración, el valor de u se encontraba en general por debajo de la carga hidráulica a esa cota.

4.2 Zona del Punto Kilométrico 5

El espesor de la capa superior resistente es bastante mayor y, si bien es variable, alcanza profundidades del orden de 3 metros e incluso más. Por otro lado, en esta zona existen bastante niveles y lentejones de gravas, principalmente en el tramo superior, pero también más delgados a distintas profundidades.

Así por ejemplo el CPTU 5+120 eje ha dado rechazo en un nivel de gravas ubicado sobre los 14 m de profundidad, nivel que había sido detectado en el sondeo cercano (S-5). El CPT 5+200 eje, también ha verificado rechazo antes de los 6 m de profundidad y el CPT 5+220 izq. antes de los 7 metros.

Algunos de los ensayos (5+180 eje, 5+180 der.) han dado rechazo *por total*, es decir, debido no sólo a la resistencia por punta q_c sino al rozamiento parásito de todo el varillaje. Esto es en gran parte debido ha que no ha sido posible el uso de un *ensanchador* ya que fue necesario utilizar un entubado especial entre la caja del camión y la superficie del terreno a fin de evitar el excesivo pandeo del varillaje. El ensanchador es de mayor diámetro que el diámetro interno de este varillaje.

Se observa claramente como hacia el centro de la cuenca estudiada disminuye el tamaño de grano según la clasificación del suelo utilizada en el programa de interpretación Fradecpt. Efectivamente, los suelos son clasificados como "arcillas" en la zona central, mientras que hacia los bordes de cuenca predominan las "arcillas limosas y/o limos arcillosos"[1]. Este hecho concuerda perfectamente con el procesode génesis sedimentaria de relleno de cuencas. Obsérvese también que los IP obtenidos en las muestras de los sondeos también tienen una tendencia a aumentar hacia la zona central.

Con respecto a la presión de poro en exceso u se observa que no desarrola valores muy altos, hecho lógico en este tipo de suelo. Los $T_{50\%}$ manifiestan una rápida disipación de las presiones dinámicas, hecho indicativo de una rápida consolidación del terreno frente a una solicitación externa.

El la disipación realizada a los 10,79 m de profundidad en el CPTU 5+120 eje se ha obtenido una curva poco frecuente (aunque a veces sucede). Las presiones de poro

[1] Debe tenerse presente que las clasificaciones del suelo a partir de los ensayos CPT/CPTU se refieren al comportamiento ante la penetración en cuanto a que ésta se realice en condiciones drenada, parcialmente drenada o no drenada, más bien que a la granulometría en si. No obstante, es evidente que existe una relación entre el tamaño de grano y este comportamiento.

manifiestan un fuerte aumento hasta aproximadamente los 1.100 primeros segundos, para posteriormente pasar a un tramo de estricta disipación. Este tipo de curvas resultan a veces de difícl interpretación. En el presente caso *probablemente* se pueda atribuir a que el ensayo fue realizado en una intercalación más blanda de poco espesor, por lo que el proceso de disipación puede verse afectado por las propiedades de la capa superior e inferior.

Un hecho de particular interés es que se ha realizado un sondeo Vane-Borer con varios ensayos de Molinete (Vane Test) a 1 m de distancia del CPTU 5+180 eje. Sus reultados se presentan en un tomo independiente al de este Informe.

5. MEDICION DE LOS TRABAJOS

En las siguientes tablas se resume la medición de los trabajos.

CPT	Sondeo Avance	Inicio Ensayo	Prof. final (m)	metros mínimo	metros e/0 y 10	metros e/10 y 20	metros e/20 y 30
P.K. 2+640	0,00	0,00	0,50	8,00	0,00	0,00	0,00
P.K. 2+730	0,00	0,00	2,45	8,00	0,00	0,00	0,00
P.K. 2+800	2,20	2,00	2,80	8,00	0,00	0,00	0,00
P.K. 2+970 izq.	0,00	0,00	5,60	8,00	0,00	0,00	0,00
P.K. 2+970 der.	0,00	0,00	5,90	8,00	0,00	0,00	0,00
P.K. 5+120 izq.	5,20	5,20	19,30	0,00	4,80	9,30	0,00
P.K. 5+120 der.	4,50	4,50	18,50	0,00	5,50	8,50	0,00
P.K. 5+180 izq.	4,80	3,80	20,30	0,00	6,20	10,00	0,30
P.K. 5+180 der.	6,00	6,00	17,85	0,00	4,00	7,85	0,00
P.K. 5+200 eje	3,60	3,50	5,65	8,00	0,00	0,00	0,00
P.K. 5+220 izq.	4,40	4,00	6,75	8,00	0,00	0,00	0,00
	30,70			56,00	20,50	35,65	0,30

Total Emplazamientos	11 Unidades
Total metros sondeo de avance	30,70 m
Metros mínimo (8 m/ensayo)	56,00 m
Metros e/ 0,0 y 10,0 m	20,50 m
Metros e/ 10,0 y 20,0 m	35,65 m
Metros e/ 20,0 y 30,0 m	0,3 m

Tabla 3: Medición de los Ensayos CPT

CPTU	Sondeo Avance	Inicio Ensayo	Prof. final (m)	metros mínimo	metros e/0 y 10	metros e/10 y 20	metros e/20 y 30
P.K. 2+910	2,60	2,60	6,25	8,00	0,00	0,00	0,00
P.K. 3+005 eje	2,60	2,60	6,40	8,00	0,00	0,00	0,00
P.K. 5+120 eje	9,20	4,80	13,75	0,00	5,20	3,75	0,00
P.K. 5+180 eje	8,00	6,85	17,65	0,00	3,15	7,65	0,00
	22,40			16,00	8,35	11,40	0,00

Total Emplazamientos	4 Unidades	
Total metros sondeo de avance		
Metros mínimo (8 m/ensayo)	22,40	m
Metros e/ 0,0 y 10,0 m	16,00	m
Metros e/ 10,0 y 20,0 m	11,40	m
Metros e/ 20,0 y 30,0 m	0	m

Tabla 4: Medición de los ensayos CPTU

CPTU	N.F. (m)	Profundidad (m)	Duración (seg)	u0 (kp/cm²)	uh (kp/cm²)	u50% (kp/cm²)	t50% (seg)
P.K. 2+910	2,50	4,67	5.595	-0,45	0,22	-0,12	910
		6,25	773	-0,30	0,38	0,04	106
P.K. 3+005 ej	2,30	4,55	647	0,76	0,23	0,49	115
		5,75	1.322	1,42	0,35	0,88	87
P.K. 5+120 ej	8,90	10,79	8.039	2,23	0,19	1,21	380
		13,59	454	2,34	0,47	1,40	331
P.K. 5+180 ej	7,60	8,77	924	0,30	0,12	0,21	169
		10,63	1.322	0,62	0,30	0,46	380
		12,55	1.322	0,97	0,50	0,73	542
		15,44	1.322	1,18	0,78	0,98	360
		17,35	1.894	1,27	0,98	1,12	292

Tabla 5: Medición de los ensayos de disipación

Quedamos a vuestra disposición para cualquier consulta o ampliación de lo expuesto.

MARCELO J. DEVINCENZI FABETTI
Lic. Ciencias Geológicas
T. Ingeniería Geológica
Colegiado 1.096

En Castelló d'Empúries, 18 de noviembre de 1996

GE test

ANEXO 1

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS CPTU

P.K. 5

GE test

ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA

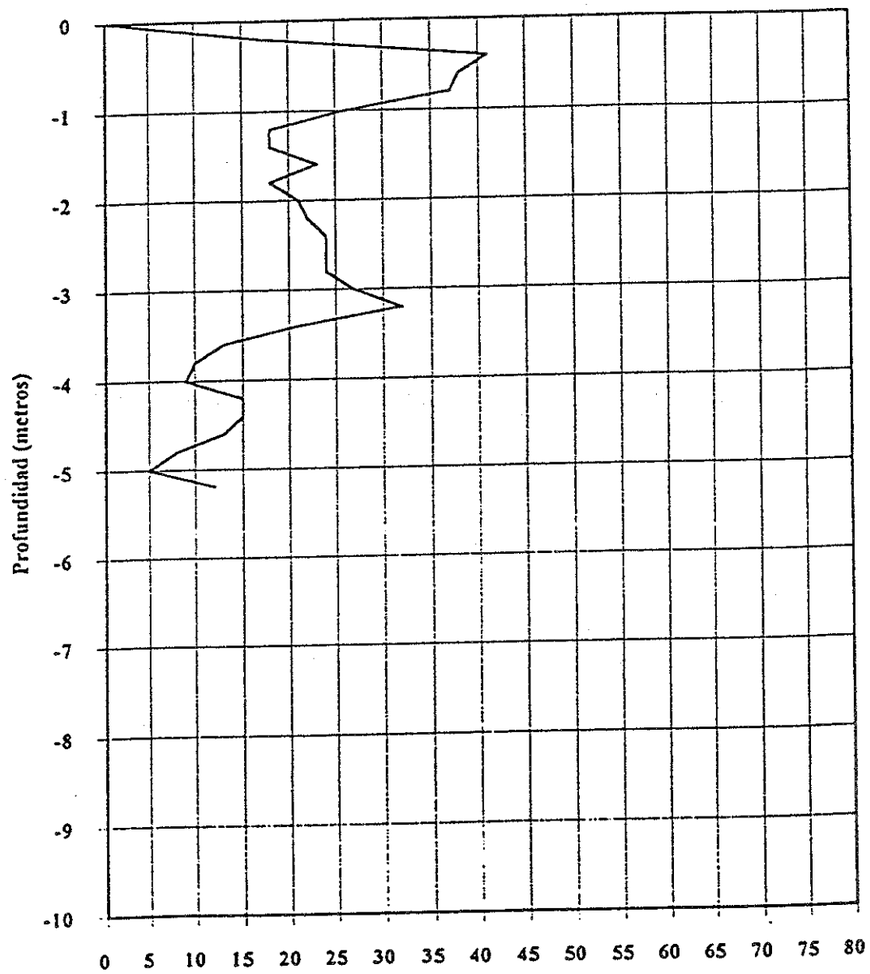
ISSMFE 1988

PENETRACION/AVANCE: P. K. 5 + 120 izq.
EXPEDIENTE: 39.09.96
OBRA: A.V.E. CALATAYUD-RICLA - TRAMO IA

Fecha del Ensayo: 06/11/96
Equipo: MENHIR 100 kN

Tipo de penetración: DPSH
Peso de la maza: 63,5 kg
Altura de caida de la maz: 76,2 cm

Prof.	N20
0,2	17
0,4	41
0,6	36
0,8	37
1,0	26
1,2	18
1,4	18
1,6	23
1,8	18
2,0	21
2,2	22
2,4	24
2,6	24
2,8	24
3,0	27
3,2	32
3,4	21
3,6	13
3,8	10
4,0	9
4,2	15
4,4	15
4,6	13
4,8	8
5,0	5
5,2	12
5,4	
5,6	
5,8	
6,0	
6,2	
6,4	
6,6	
6,8	
7,0	
7,2	
7,4	
7,6	
7,8	
8,0	
8,2	
8,4	
8,6	
8,8	
9,0	
9,2	
9,4	
9,6	
9,8	
10,0	



V°B° Director Adjunto

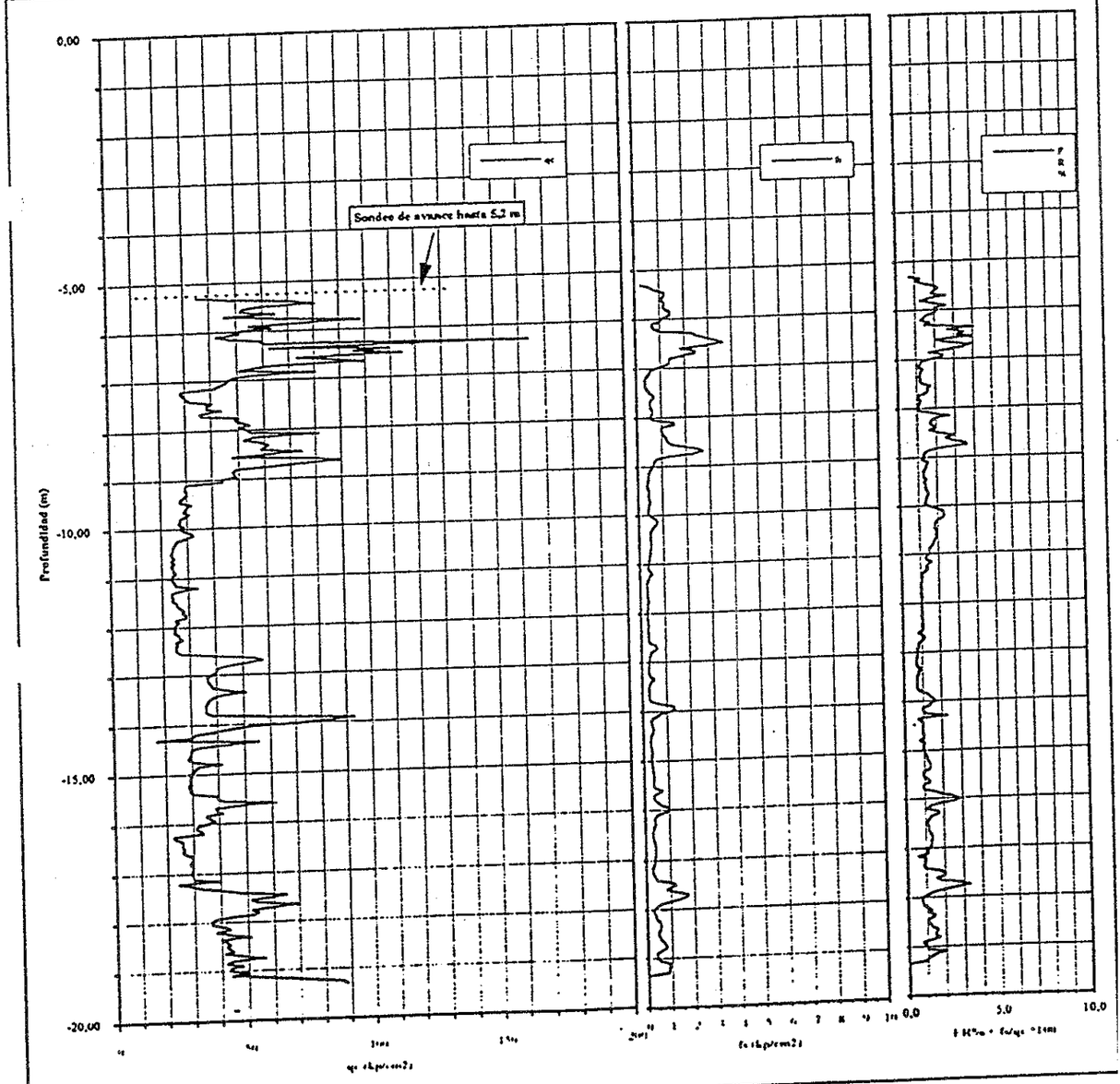
V°B° Director Laboratorio

GE test

CPT N°: P.K.5+120 izq.

Expediente: 39.09.96
Obra: A.V.E. CALATAYUD-RICLA - TRAMO IA
s/ Ref.: 0
Cliente: GEODECAN

Técnico: N.Frank - M.Devincenzi
Cono: 36 mm
Dens. estimada media: 2 t/m³
Nivel Freático: m



GE test

CPT Nº: P.K. 5+120 izq.

Técnico: N.Frank - M.Devincenzi
Cono: 36 mm
Factor de cono 0,31
Dens. estimada media 2 t/m³
Nivel Freático: m

Expediente: 39.09.96
Obra: A.V.E. CALATAYUD-RICLA - TRAMO IA
v/ Ref.: 0
Cliente: GEODECAN

Prof. m	qc kp/cm²	fs kp/cm²	FR%	Sig V' kp/cm²	Tipo de Suelo (FR% - qc)	N spt	D.R. %	St Ns 6	Su (qc) Nk 15	Su/ Sigv	OCR Su(qc)
-5,00											
-5,05											
-5,10											
-5,15											
-5,20											
-5,25											
-5,30	35,33	0,25	0,7	1,06	7 Limo arenoso a arena limosa	12	36	No def.	No def.		No def.
-5,35	46,46	0,58	1,2	1,07	7 Limo arenoso a arena limosa	15	44	No def.	No def.		No def.
-5,40	71,32	0,76	1,1	1,08	8 Arena a arena limosa	18	56	No def.	No def.		No def.
-5,45	80,48	1,19	1,5	1,09	7 Limo arenoso a arena limosa	27	60	No def.	No def.		No def.
-5,50	58,89	1,21	2,1	1,10	7 Limo arenoso a arena limosa	20	50	No def.	No def.		No def.
-5,55	52,35	1,16	2,2	1,11	6 Limo arcilloso a limo arenoso	21	No def.	2,71	3,42	3,08	>10
-5,60	51,68	1,02	2,0	1,12	7 Limo arenoso a arena limosa	17	46	No def.	No def.		No def.
-5,65	64,78	1,19	1,8	1,13	7 Limo arenoso a arena limosa	22	53	No def.	No def.		No def.
-5,70	45,79	1,20	2,6	1,14	6 Limo arcilloso a limo arenoso	18	No def.	2,29	2,98	2,61	>10
-5,75	66,08	1,16	1,8	1,15	7 Limo arenoso a arena limosa	22	53	No def.	No def.		No def.
-5,80	98,14	1,23	1,3	1,16	8 Arena a arena limosa	25	64	No def.	No def.		No def.
-5,85	76,55	1,42	1,9	1,17	7 Limo arenoso a arena limosa	26	57	No def.	No def.		No def.
-5,90	54,95	1,43	2,6	1,18	6 Limo arcilloso a limo arenoso	22	No def.	2,30	3,58	3,04	>10
-5,95	63,46	1,31	2,1	1,19	7 Limo arenoso a arena limosa	21	51	No def.	No def.		No def.
-6,00	49,08	1,05	2,1	1,20	6 Limo arcilloso a limo arenoso	20	No def.	2,80	3,19	2,66	>10
-6,05	51,03	1,01	2,0	1,21	7 Limo arenoso a arena limosa	17	45	No def.	No def.		No def.
-6,10	42,53	0,67	1,6	1,22	7 Limo arenoso a arena limosa	14	40	No def.	No def.		No def.
-6,15	47,11	0,67	1,4	1,23	7 Limo arenoso a arena limosa	16	42	No def.	No def.		No def.
-6,20	58,89	0,75	1,3	1,24	7 Limo arenoso a arena limosa	20	49	No def.	No def.		No def.
-6,25	60,84	1,06	1,7	1,25	7 Limo arenoso a arena limosa	20	50	No def.	No def.		No def.
-6,30	163,57	2,36	1,4	1,26	8 Arena a arena limosa	41	78	No def.	No def.		No def.
-6,35	62,81	2,53	4,0	1,27	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	31	No def.	1,49	4,10	3,23	>10
-6,40	109,27	2,93	2,7	1,28	7 Limo arenoso a arena limosa	36	66	No def.	No def.		No def.
-6,45	95,52	3,41	3,6	1,29	6 Limo arcilloso a limo arenoso	38	No def.	1,68	6,28	4,87	>10
-6,50	114,51	3,62	3,2	1,30	6 Limo arcilloso a limo arenoso	46	No def.	1,90	7,55	5,81	>10
-6,55	73,28	2,90	4,0	1,31	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	37	No def.	1,52	4,80	3,66	>10
-6,60	87,67	1,84	2,1	1,32	7 Limo arenoso a arena limosa	29	59	No def.	No def.		No def.
-6,65	99,45	2,44	2,5	1,33	7 Limo arenoso a arena limosa	33	63	No def.	No def.		No def.
-6,70	63,46	2,44	3,8	1,34	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	32	No def.	1,56	4,14	3,09	>10
-6,75	55,62	1,95	3,5	1,35	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	28	No def.	1,72	3,62	2,68	>10
-6,80	51,03	1,40	2,7	1,36	6 Limo arcilloso a limo arenoso	20	No def.	2,19	3,31	2,43	>10
-6,85	80,48	1,36	1,7	1,37	7 Limo arenoso a arena limosa	27	56	No def.	No def.		No def.
-6,90	55,62	1,35	2,4	1,38	6 Limo arcilloso a limo arenoso	22	No def.	2,48	3,62	2,62	>10
-6,95	48,41	1,14	2,4	1,39	6 Limo arcilloso a limo arenoso	19	No def.	2,55	3,13	2,26	>10
-7,00	46,46	0,78	1,7	1,40	7 Limo arenoso a arena limosa	15	40	No def.	No def.		No def.
-7,05	45,79	0,55	1,2	1,41	7 Limo arenoso a arena limosa	15	40	No def.	No def.		No def.
-7,10	43,19	0,52	1,2	1,42	7 Limo arenoso a arena limosa	14	38	No def.	No def.		No def.
-7,15	41,22	0,45	1,1	1,43	7 Limo arenoso a arena limosa	14	36	No def.	No def.		No def.
-7,20	28,59	0,37	1,3	1,44	7 Limo arenoso a arena limosa	10	26	No def.	No def.		No def.
-7,25	28,59	0,35	1,2	1,45	7 Limo arenoso a arena limosa	10	26	No def.	No def.		No def.
-7,30	29,91	0,35	1,2	1,46	7 Limo arenoso a arena limosa	10	27	No def.	No def.		No def.
-7,35	30,56	0,35	1,1	1,47	7 Limo arenoso a arena limosa	10	27	No def.	No def.		No def.
-7,40	31,87	0,38	1,2	1,48	7 Limo arenoso a arena limosa	11	29	No def.	No def.		No def.
-7,45	40,37	0,47	1,2	1,49	7 Limo arenoso a arena limosa	13	35	No def.	No def.		No def.

Programa de interpretación de ensayos de penetración estática (CPT-CPTU) FRADEX PT © GEOTEST

GE test

CPT Nº: P.K. 5+120 izq.

Técnico: N.Frank - M.Devincenzi
Cono: 36 mm
Factor de cono 0,31
Dens. estimada media 2 t/m³
Nivel Freático: m

Expediente: 39.09.96
Obra: A.V.E. CALATAYUD-RICLA - TRAMO IA
v/ Ref.: 0
Cliente: GEODECAN

Prof. m	qc kp/cm²	fs kp/cm²	FR%	Sig V' kp/cm²	Tipo de Suelo (FR% - qc)	N spt	D.R. %	St Ns 6	Su (qc) Nk 15	Su/ Sigv	OCR Su(qc)
-7,50	38,41	0,50	1,3	1,50	7 Limo arenoso a arena limosa	13	34	No def.	No def.		No def.
-7,55	38,41	0,66	1,7	1,51	7 Limo arenoso a arena limosa	13	34	No def.	No def.		No def.
-7,60	43,65	0,66	1,5	1,52	7 Limo arenoso a arena limosa	15	37	No def.	No def.		No def.
-7,65	35,79	0,57	1,6	1,53	7 Limo arenoso a arena limosa	12	31	No def.	No def.		No def.
-7,70	36,45	0,53	1,4	1,54	7 Limo arenoso a arena limosa	12	32	No def.	No def.		No def.
-7,75	50,38	0,52	1,0	1,55	7 Limo arenoso a arena limosa	17	41	No def.	No def.		No def.
-7,80	49,08	0,53	1,1	1,56	7 Limo arenoso a arena limosa	16	40	No def.	No def.		No def.
-7,85	51,69	0,61	1,2	1,57	7 Limo arenoso a arena limosa	17	42	No def.	No def.		No def.
-7,90	54,31	0,61	1,1	1,58	7 Limo arenoso a arena limosa	18	43	No def.	No def.		No def.
-7,95	50,38	0,56	1,1	1,59	7 Limo arenoso a arena limosa	17	41	No def.	No def.		No def.
-8,00	53,65	0,53	1,0	1,60	7 Limo arenoso a arena limosa	18	42	No def.	No def.		No def.
-8,05	54,96	0,65	1,2	1,61	7 Limo arenoso a arena limosa	18	43	No def.	No def.		No def.
-8,10	81,13	1,51	1,9	1,62	7 Limo arenoso a arena limosa	27	54	No def.	No def.		No def.
-8,15	56,27	1,51	2,7	1,63	6 Limo arcilloso a limo arenoso	23	No def.	2,23	3,64	2,23	>10
-8,20	52,35	1,02	1,9	1,64	7 Limo arenoso a arena limosa	17	41	No def.	No def.		No def.
-8,25	58,24	1,01	1,7	1,65	7 Limo arenoso a arena limosa	19	44	No def.	No def.		No def.
-8,30	61,51	1,03	1,7	1,66	7 Limo arenoso a arena limosa	21	46	No def.	No def.		No def.
-8,35	60,19	1,08	1,8	1,67	7 Limo arenoso a arena limosa	20	45	No def.	No def.		No def.
-8,40	58,89	1,17	2,0	1,68	7 Limo arenoso a arena limosa	20	44	No def.	No def.		No def.
-8,45	74,59	1,21	1,6	1,69	7 Limo arenoso a arena limosa	25	51	No def.	No def.		No def.
-8,50	59,54	1,27	2,1	1,70	7 Limo arenoso a arena limosa	20	45	No def.	No def.		No def.
-8,55	47,76	1,41	3,0	1,71	6 Limo arcilloso a limo arenoso	19	No def.	2,03	3,07	1,80	>10
-8,60	80,48	1,99	2,5	1,72	7 Limo arenoso a arena limosa	27	53	No def.	No def.		No def.
-8,65	89,64	2,53	2,8	1,73	6 Limo arcilloso a limo arenoso	36	No def.	2,13	5,86	3,39	>10
-8,70	76,56	2,69	3,5	1,74	6 Limo arcilloso a limo arenoso	31	No def.	1,71	4,99	2,87	>10
-8,75	63,46	2,29	3,6	1,75	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	32	No def.	1,67	4,11	2,35	>10
-8,80	49,08	1,17	2,4	1,76	6 Limo arcilloso a limo arenoso	20	No def.	2,53	3,15	1,79	>10
-8,85	47,76	0,77	1,6	1,77	7 Limo arenoso a arena limosa	16	38	No def.	No def.		No def.
-8,90	48,42	0,65	1,3	1,78	7 Limo arenoso a arena limosa	16	38	No def.	No def.		No def.
-8,95	49,08	0,63	1,3	1,79	7 Limo arenoso a arena limosa	16	38	No def.	No def.		No def.
-9,00	43,84	0,59	1,4	1,79	7 Limo arenoso a arena limosa	15	35	No def.	No def.		No def.
-9,05	43,84	0,52	1,2	1,80	7 Limo arenoso a arena limosa	15	35	No def.	No def.		No def.
-9,10	30,23	0,45	1,5	1,80	6 Limo arcilloso a limo arenoso	12	No def.	4,00	1,90	1,05	>10
-9,15	29,58	0,42	1,4	1,81	6 Limo arcilloso a limo arenoso	12	No def.	4,23	1,85	1,03	>10
-9,20	29,58	0,41	1,4	1,81	7 Limo arenoso a arena limosa	10	24	No def.	No def.		No def.
-9,25	30,23	0,40	1,3	1,82	7 Limo arenoso a arena limosa	10	24	No def.	No def.		No def.
-9,30	30,23	0,39	1,3	1,82	7 Limo arenoso a arena limosa	10	24	No def.	No def.		No def.
-9,35	28,92	0,37	1,3	1,83	7 Limo arenoso a arena limosa	10	23	No def.	No def.		No def.
-9,40	27,61	0,36	1,3	1,83	7 Limo arenoso a arena limosa	9	21	No def.	No def.		No def.
-9,45	27,61	0,39	1,4	1,84	6 Limo arcilloso a limo arenoso	11		4,29	1,72	0,94	8,6
-9,50	31,54	0,41	1,3	1,84	7 Limo arenoso a arena limosa	11		No def.	No def.		No def.
-9,55	30,23	0,41	1,4	1,85	7 Limo arenoso a arena limosa	10		No def.	No def.		No def.
-9,60	29,57	0,40	1,4	1,85	7 Limo arenoso a arena limosa	10		No def.	No def.		No def.
-9,65	28,92	0,40	1,4	1,86	6 Limo arcilloso a limo arenoso	12		5,54	1,80	0,97	9,0
-9,70	30,89	0,45	1,4	1,86	7 Limo arenoso a arena limosa	10		No def.	No def.		No def.
-9,75	29,57	0,45	1,5	1,87	6 Limo arcilloso a limo arenoso	12			1,85	0,99	9,2
-9,80	27,61	0,39	1,4	1,87	6 Limo arcilloso a limo arenoso	1			1,72	0,92	8,4
-9,85	27,61	0,39	1,4	1,88	6 Limo arcilloso a limo arenoso	1			1,72	0,92	8,3
-9,90	26,95	0,37	1,4	1,88	6 Limo arcilloso a limo arenoso	1			1,67	0,89	8,0
-9,95	28,92	0,38	1,3	1,89	7 Limo arenoso a arena limosa	1					No def.

Programa de interpretación de ensayos de penetración estática (CPT-CPTU) FRADEX PT © GEOTE

GE test

CPT Nº: P.K. 5+120 izq.

Técnico: N.Frank - M.Devincenzi
Cono: 36 mm
Factor de cono 0,31
Dens. estimada media 2 t/m³
Nivel Freático: m

Expediente: 39.09.96
Obra: A.V.E. CALATAYUD-RICLA - TRAMO IA
v/ Ref.: 0
Cliente: GEODECAN

Prof. m	qc kp/cm²	fs	FR%	Sig V' kp/cm²	Tipo de Suelo (FR% - qc)	N spt	D.R. %	St Ns 6	Su (qc) Nk 15	Su/ Sigv	OCR Su(qc)
-10,00	27,61	0,42	1,5	1,89	6 Limo arcilloso a limo arenoso	11	No def.	3,95	1,71	0,91	8,2
-10,05	28,92	0,55	1,9	1,90	6 Limo arcilloso a limo arenoso	12	No def.	3,14	1,80	0,95	8,7
-10,10	31,54	0,72	2,3	1,90	6 Limo arcilloso a limo arenoso	13	No def.	2,63	1,98	1,04	>10
-10,15	32,19	0,74	2,3	1,91	6 Limo arcilloso a limo arenoso	13	No def.	2,61	2,02	1,06	>10
-10,20	29,57	0,69	2,3	1,91	6 Limo arcilloso a limo arenoso	12	No def.	2,56	1,84	0,97	8,9
-10,25	26,30	0,59	2,3	1,92	6 Limo arcilloso a limo arenoso	11	No def.	2,66	1,63	0,85	7,5
-10,30	25,65	0,51	2,0	1,92	6 Limo arcilloso a limo arenoso	10	No def.	3,00	1,58	0,82	7,2
-10,35	25,00	0,46	1,8	1,93	6 Limo arcilloso a limo arenoso	10	No def.	3,26	1,54	0,80	6,9
-10,40	24,34	0,44	1,8	1,93	6 Limo arcilloso a limo arenoso	10	No def.	3,32	1,49	0,77	6,6
-10,45	24,34	0,44	1,8	1,94	6 Limo arcilloso a limo arenoso	10	No def.	3,32	1,49	0,77	6,5
-10,50	23,68	0,44	1,9	1,94	6 Limo arcilloso a limo arenoso	9	No def.	3,23	1,45	0,75	6,2
-10,55	24,34	0,46	1,9	1,95	6 Limo arcilloso a limo arenoso	10	No def.	3,18	1,49	0,77	6,5
-10,60	25,00	0,47	1,9	1,95	6 Limo arcilloso a limo arenoso	10	No def.	3,21	1,54	0,79	6,7
-10,65	23,68	0,45	1,9	1,96	6 Limo arcilloso a limo arenoso	9	No def.	3,13	1,45	0,74	6,1
-10,70	25,00	0,45	1,8	1,96	6 Limo arcilloso a limo arenoso	10	No def.	3,36	1,54	0,78	6,7
-10,75	23,68	0,42	1,8	1,97	6 Limo arcilloso a limo arenoso	9	No def.	3,38	1,45	0,74	6,1
-10,80	24,34	0,41	1,7	1,97	6 Limo arcilloso a limo arenoso	10	No def.	3,59	1,49	0,76	6,4
-10,85	24,34	0,39	1,6	1,98	6 Limo arcilloso a limo arenoso	10	No def.	3,71	1,49	0,76	6,3
-10,90	25,65	0,38	1,5	1,98	6 Limo arcilloso a limo arenoso	10	No def.	4,05	1,58	0,80	6,9
-10,95	24,34	0,36	1,5	1,99	6 Limo arcilloso a limo arenoso	10	No def.	4,06	1,49	0,75	6,3
-11,00	23,68	0,35	1,5	1,99	6 Limo arcilloso a limo arenoso	9	No def.	4,10	1,45	0,73	6,0
-11,05	24,34	0,32	1,3	2,00	6 Limo arcilloso a limo arenoso	10	No def.	4,56	1,49	0,75	6,2
-11,10	25,00	0,32	1,3	2,00	6 Limo arcilloso a limo arenoso	10	No def.	4,69	1,53	0,77	6,5
-11,15	25,65	0,41	1,6	2,01	6 Limo arcilloso a limo arenoso	10	No def.	3,73	1,58	0,79	6,7
-11,20	33,49	0,47	1,4	2,01	7 Limo arenoso a arena limosa	11	26	No def.	No def.		No def.
-11,25	27,61	0,35	1,3	2,02	7 Limo arenoso a arena limosa	9	20	No def.	No def.		No def.
-11,30	23,68	0,33	1,4	2,02	6 Limo arcilloso a limo arenoso	9	No def.	4,26	1,44	0,71	5,8
-11,35	23,68	0,29	1,2	2,03	6 Limo arcilloso a limo arenoso	9	No def.	4,84	1,44	0,71	5,8
-11,40	24,34	0,26	1,1	2,03	7 Limo arenoso a arena limosa	8	16	No def.	No def.		No def.
-11,45	23,68	0,26	1,1	2,04	7 Limo arenoso a arena limosa	8	16	No def.	No def.		No def.
-11,50	25,65	0,27	1,0	2,04	7 Limo arenoso a arena limosa	9	18	No def.	No def.		No def.
-11,55	25,65	0,27	1,0	2,05	7 Limo arenoso a arena limosa	9	18	No def.	No def.		No def.
-11,60	26,95	0,27	1,0	2,05	7 Limo arenoso a arena limosa	9	19	No def.	No def.		No def.
-11,65	28,27	0,28	1,0	2,06	7 Limo arenoso a arena limosa	9	20	No def.	No def.		No def.
-11,70	27,61	0,29	1,0	2,06	7 Limo arenoso a arena limosa	9	20	No def.	No def.		No def.
-11,75	28,92	0,30	1,0	2,07	7 Limo arenoso a arena limosa	10	21	No def.	No def.		No def.
-11,80	28,92	0,28	1,0	2,07	7 Limo arenoso a arena limosa	10	21	No def.	No def.		No def.
-11,85	25,00	0,27	1,1	2,08	7 Limo arenoso a arena limosa	8	17	No def.	No def.		No def.
-11,90	26,30	0,27	1,0	2,08	7 Limo arenoso a arena limosa	9	18	No def.	No def.		No def.
-11,95	25,00	0,26	1,0	2,09	7 Limo arenoso a arena limosa	8	17	No def.	No def.		No def.
-12,00	24,34	0,25	1,0	2,09	7 Limo arenoso a arena limosa	8	16	No def.	No def.		No def.
-12,05	25,00	0,25	1,0	2,10	7 Limo arenoso a arena limosa	8	17	No def.	No def.		No def.
-12,10	24,34	0,25	1,0	2,10	7 Limo arenoso a arena limosa	8	16	No def.	No def.		No def.
-12,15	26,30	0,27	1,0	2,11	7 Limo arenoso a arena limosa	9	18	No def.	No def.		No def.
-12,20	26,30	0,28	1,1	2,11	7 Limo arenoso a arena limosa	9	18	No def.	No def.		No def.
-12,25	27,61	0,27	1,0	2,12	7 Limo arenoso a arena limosa	9	19	No def.	No def.		No def
-12,30	25,00	0,27	1,1	2,12	7 Limo arenoso a arena limosa	8	16	No def.	No def.		No def
-12,35	25,65	0,27	1,0	2,13	7 Limo arenoso a arena limosa	9	17	No def.	No def.		No def
-12,40	25,00	0,27	1,1	2,13	7 Limo arenoso a arena limosa	8	16	No def.	No def		No def
-12,45	25,00	0,27	1,1	2,14	7 Limo arenoso a arena limosa	8	16	No def.	No def.		No def

Programa de interpretación de ensayos de penetración estática (CPT-CPTU) FRADE CPT © GEOTEST

GE test

CPT Nº: P.K. 5+120 izq.

Técnico: N.Frank - M.Devincenzi
Cono: 36 mm
Factor de cono 0,31
Dens. estimada medi 2 t/m³
Nivel Freático: m

Expediente: 39.09.96
Obra: A.V.E. CALATAYUD-RICLA - TRAMO IA
v/ Ref.: 0
Cliente: GEODECAN

Prof. m	qc kp/cm²	fs	FR%	Sig V' kp/cm²	Tipo de Suelo (FR% - qc)	N spt	D.R. %	St Ns 6	Su (qc) Nk 15	Su/ Sigv	OCR Su(qc)
-12,50	25,65	0,27	1,1	2,14	7 Limo arenoso a arena limosa	9	17	No def.	No def.		No def.
-12,55	26,95	0,28	1,0	2,15	7 Limo arenoso a arena limosa	9	18	No def.	No def.		No def.
-12,60	39,91	0,32	0,8	2,15	7 Limo arenoso a arena limosa	13	30	No def.	No def.		No def.
-12,65	54,95	0,58	1,1	2,16	7 Limo arenoso a arena limosa	18	39	No def.	No def.		No def.
-12,70	57,57	0,65	1,1	2,16	7 Limo arenoso a arena limosa	19	40	No def.	No def.		No def.
-12,75	52,34	0,54	1,0	2,17	7 Limo arenoso a arena limosa	17	37	No def.	No def.		No def.
-12,80	45,79	0,37	0,8	2,17	7 Limo arenoso a arena limosa	15	34	No def.	No def.		No def.
-12,85	41,22	0,34	0,8	2,18	7 Limo arenoso a arena limosa	14	30	No def.	No def.		No def.
-12,90	39,91	0,31	0,8	2,18	7 Limo arenoso a arena limosa	13	30	No def.	No def.		No def.
-12,95	39,91	0,30	0,8	2,19	7 Limo arenoso a arena limosa	13	29	No def.	No def.		No def.
-13,00	37,95	0,29	0,8	2,19	7 Limo arenoso a arena limosa	13	28	No def.	No def.		No def.
-13,05	36,64	0,28	0,8	2,20	7 Limo arenoso a arena limosa	12	27	No def.	No def.		No def.
-13,10	36,64	0,27	0,7	2,20	7 Limo arenoso a arena limosa	12	27	No def.	No def.		No def.
-13,15	37,30	0,26	0,7	2,21	7 Limo arenoso a arena limosa	12	27	No def.	No def.		No def.
-13,20	37,95	0,26	0,7	2,21	7 Limo arenoso a arena limosa	13	28	No def.	No def.		No def.
-13,25	38,60	0,27	0,7	2,22	7 Limo arenoso a arena limosa	13	28	No def.	No def.		No def.
-13,30	43,84	0,32	0,7	2,22	7 Limo arenoso a arena limosa	15	32	No def.	No def.		No def.
-13,35	51,03	0,47	0,9	2,23	7 Limo arenoso a arena limosa	17	36	No def.	No def.		No def.
-13,40	41,87	0,33	0,8	2,23	7 Limo arenoso a arena limosa	14	31	No def.	No def.		No def.
-13,45	38,60	0,31	0,8	2,24	7 Limo arenoso a arena limosa	13	28	No def.	No def.		No def.
-13,50	37,30	0,27	0,7	2,24	7 Limo arenoso a arena limosa	12	27	No def.	No def.		No def.
-13,55	36,64	0,26	0,7	2,25	7 Limo arenoso a arena limosa	12	27	No def.	No def.		No def.
-13,60	35,98	0,26	0,7	2,25	7 Limo arenoso a arena limosa	12	26	No def.	No def.		No def.
-13,65	35,98	0,25	0,7	2,26	7 Limo arenoso a arena limosa	12	26	No def.	No def.		No def.
-13,70	35,98	0,25	0,7	2,26	7 Limo arenoso a arena limosa	12	26	No def.	No def.		No def.
-13,75	35,98	0,26	0,7	2,27	7 Limo arenoso a arena limosa	13	27	No def.	No def.		No def.
-13,80	37,95	0,35	0,9	2,27	7 Limo arenoso a arena limosa	19	40	No def.	No def.		No def.
-13,85	58,23	0,72	1,2	2,28	7 Limo arenoso a arena limosa	23	53	No def.	No def.		No def.
-13,90	92,90	1,29	1,4	2,28	8 Arena a arena limosa	28	51	No def.	No def.		No def.
-13,95	85,06	1,31	1,5	2,29	7 Limo arenoso a arena limosa	24	45	No def.	No def.		No def.
-14,00	71,31	1,19	1,7	2,29	7 Limo arenoso a arena limosa	17	36	No def.	No def.		No def.
-14,05	51,68	0,73	1,4	2,30	7 Limo arenoso a arena limosa	15	31	No def.	No def.		No def.
-14,10	43,84	0,58	1,3	2,30	7 Limo arenoso a arena limosa	13	28	No def.	No def.		No def.
-14,15	38,41	0,37	1,0	2,31	7 Limo arenoso a arena limosa	10	22	No def.	No def.		No def.
-14,20	31,21	0,31	1,0	2,31	7 Limo arenoso a arena limosa	10	21	No def.	No def.		No def.
-14,25	30,56	0,34	1,1	2,32	7 Limo arenoso a arena limosa	8	No def.	2,66		0,97	0,42 2,6
-14,30	16,82	0,38	2,3	2,32	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	14	38	No def.	No def.		No def.
-14,35	55,43	0,40	0,7	2,33	8 Arena a arena limosa	15	32	No def.	No def.		No def.
-14,40	44,49	0,39	0,9	2,33	7 Limo arenoso a arena limosa	11	23	No def.	No def.		No def.
-14,45	33,18	0,33	1,0	2,34	7 Limo arenoso a arena limosa	10	20	No def.	No def.		No def.
-14,50	29,90	0,29	1,0	2,34	7 Limo arenoso a arena limosa	10	20	No def.	No def.		No def.
-14,55	29,90	0,29	1,0	2,35	7 Limo arenoso a arena limosa	10	20	No def.	No def.		No def.
-14,60	29,90	0,28	0,9	2,35	7 Limo arenoso a arena limosa	10	19	No def.	No def.		No def.
-14,65	29,25	0,28	1,0	2,36	7 Limo arenoso a arena limosa	10	19	No def.	No def.		No def.
-14,70	28,59	0,29	1,0	2,36	7 Limo arenoso a arena limosa	10	21	No def.	No def.		No def.
-14,75	31,21	0,31	1,0	2,37	7 Limo arenoso a arena limosa	14	29	No def.	No def.		No def.
-14,80	41,21	0,33	0,8	2,37	7 Limo arenoso a arena limosa	11	22	No def.	No def.		No def.
-14,85	32,52	0,33	1,0	2,38	7 Limo arenoso a arena limosa	10	21	No def.	No def.		No def.
-14,90	31,21	0,31	1,0	2,38	7 Limo arenoso a arena limosa	10	21	No def.	No def.		No def.
-14,95	30,56	0,30	1,0	2,39	7 Limo arenoso a arena limosa						

Programa de interpretación de ensayos de penetración estática (CPT-CPTU) FRADE CPT © GEOTEST

GE test

CPT Nº: P.K. 5+120 izq.

Técnico: N.Frank - M.Devincenzi
Cono: 36 mm
Factor de cono 0,31
Dens. estimada media 2 t/m³
Nivel Freático: m

Expediente: 39.09.96
Obra: A.V.E. CALATAYUD-RICLA - TRAMO IA
v/ Ref.: 0
Cliente: GEODECAN

Prof. m	qc kp/cm²	fs	FR%	Sig V' kp/cm²	Tipo de Suelo (FR% - qc)	N spt	D.R. %	St Ns 6	Su (qc) Nk 15	Su/ Sigv	OCR Su(qc)
-15,00	29,25	0,30	1,0	2,39	7 Limo arenoso a arena limosa	10	19	No def.	No def.		No def.
-15,05	29,90	0,31	1,0	2,40	7 Limo arenoso a arena limosa	10	20	No def.	No def.		No def.
-15,10	29,25	0,33	1,1	2,40	7 Limo arenoso a arena limosa	10	19	No def.	No def.		No def.
-15,15	29,15	0,34	1,2	2,41	7 Limo arenoso a arena limosa	10	19	No def.	No def.		No def.
-15,20	29,25	0,35	1,2	2,41	7 Limo arenoso a arena limosa	10	19	No def.	No def.		No def.
-15,25	28,59	0,37	1,3	2,42	7 Limo arenoso a arena limosa	10	18	No def.	No def.		No def.
-15,30	29,15	0,38	1,3	2,42	7 Limo arenoso a arena limosa	10	19	No def.	No def.		No def.
-15,35	29,25	0,39	1,3	2,43	7 Limo arenoso a arena limosa	10	19	No def.	No def.		No def.
-15,40	30,56	0,37	1,2	2,43	7 Limo arenoso a arena limosa	10	20	No def.	No def.		No def.
-15,45	39,90	0,37	0,9	2,44	7 Limo arenoso a arena limosa	13	28	No def.	No def.		No def.
-15,50	39,25	0,37	0,9	2,44	7 Limo arenoso a arena limosa	13	27	No def.	No def.		No def.
-15,55	41,87	0,41	1,0	2,45	7 Limo arenoso a arena limosa	14	29	No def.	No def.		No def.
-15,60	61,50	0,75	1,2	2,45	7 Limo arenoso a arena limosa	20	40	No def.	No def.		No def.
-15,65	47,76	0,63	1,3	2,46	7 Limo arenoso a arena limosa	16	33	No def.	No def.		No def.
-15,70	38,60	0,37	1,0	2,46	7 Limo arenoso a arena limosa	13	27	No def.	No def.		No def.
-15,75	39,25	0,37	0,9	2,47	7 Limo arenoso a arena limosa	13	27	No def.	No def.		No def.
-15,80	41,22	0,40	1,0	2,47	7 Limo arenoso a arena limosa	14	29	No def.	No def.		No def.
-15,85	35,14	0,57	1,6	2,48	7 Limo arenoso a arena limosa	12	24	No def.	No def.		No def.
-15,90	36,45	0,69	1,9	2,48	6 Limo arcilloso a limo arenoso	15	No def.	3,16	2,26	0,91	8,3
-15,95	38,41	0,99	2,6	2,49	6 Limo arcilloso a limo arenoso	15	No def.	2,34	2,40	0,96	8,9
-16,00	35,79	1,01	2,8	2,49	6 Limo arcilloso a limo arenoso	14	No def.	2,14	2,22	0,89	8,0
-16,05	31,87	0,83	2,6	2,50	6 Limo arcilloso a limo arenoso	13	No def.	2,31	1,96	0,78	6,7
-16,10	31,21	0,53	1,7	2,50	6 Limo arcilloso a limo arenoso	12	No def.	3,55	1,91	0,77	6,5
-16,15	33,18	0,41	1,2	2,51	7 Limo arenoso a arena limosa	11	22	No def.	No def.		No def.
-16,20	33,83	0,37	1,1	2,51	7 Limo arenoso a arena limosa	11	23	No def.	No def.		No def.
-16,25	22,70	0,40	1,8	2,52	6 Limo arcilloso a limo arenoso	9	No def.	3,41	1,35	0,54	3,7
-16,30	23,36	0,41	1,7	2,52	6 Limo arcilloso a limo arenoso	9	No def.	3,45	1,39	0,55	3,9
-16,35	25,98	0,34	1,3	2,53	6 Limo arcilloso a limo arenoso	10	No def.	4,59	1,56	0,62	4,6
-16,40	25,98	0,32	1,2	2,53	7 Limo arenoso a arena limosa	9	15	No def.	No def.		No def.
-16,45	25,98	0,29	1,1	2,54	7 Limo arenoso a arena limosa	9	15	No def.	No def.		No def.
-16,50	26,63	0,29	1,1	2,54	7 Limo arenoso a arena limosa	9	16	No def.	No def.		No def.
-16,55	25,98	0,30	1,2	2,55	7 Limo arenoso a arena limosa	9	<15	No def.	No def.		No def.
-16,60	27,28	0,32	1,2	2,55	7 Limo arenoso a arena limosa	9	16	No def.	No def.		No def.
-16,65	29,90	0,35	1,2	2,56	7 Limo arenoso a arena limosa	10	19	No def.	No def.		No def.
-16,70	29,90	0,39	1,3	2,56	7 Limo arenoso a arena limosa	10	19	No def.	No def.		No def.
-16,75	29,25	0,39	1,3	2,57	7 Limo arenoso a arena limosa	10	18	No def.	No def.		No def.
-16,80	28,59	0,39	1,4	2,57	7 Limo arenoso a arena limosa	10	18	No def.	No def.		No def.
-16,85	29,90	0,39	1,3	2,58	7 Limo arenoso a arena limosa	10	19	No def.	No def.		No def.
-16,90	29,90	0,39	1,3	2,58	7 Limo arenoso a arena limosa	10	19	No def.	No def.		No def.
-16,95	29,25	0,37	1,3	2,59	7 Limo arenoso a arena limosa	10	18	No def.	No def.		No def.
-17,00	29,25	0,33	1,1	2,59	7 Limo arenoso a arena limosa	10	18	No def.	No def.		No def.
-17,05	29,90	0,33	1,1	2,60	7 Limo arenoso a arena limosa	10	19	No def.	No def.		No def.
-17,10	29,90	0,33	1,1	2,60	7 Limo arenoso a arena limosa	10	19	No def.	No def.		No def.
-17,15	39,90	0,23	0,6	2,61	7 Limo arenoso a arena limosa	13	27	No def.	No def.		No def.
-17,20	24,20	0,25	1,0	2,61	7 Limo arenoso a arena limosa	8	<15	No def.	No def.		No def.
-17,25	28,79	0,26	0,9	2,62	7 Limo arenoso a arena limosa	10	18	No def.	No def.		No def.
-17,30	33,36	0,31	0,9	2,62	7 Limo arenoso a arena limosa	11	22	No def.	No def		No def.
-17,35	41,22	0,35	0,9	2,63	7 Limo arenoso a arena limosa	14	28	No def.	No def		No def.
-17,40	47,10	0,47	1,0	2,63	7 Limo arenoso a arena limosa	16	32	No def.	No def		No def.
-17,45	64,77	1,11	1,7	2,64	7 Limo arenoso a arena limosa	22	41	No def.	No def		No def.

GE test

CPT Nº: P.K. 5+120 izq.

Técnico: N.Frank - M.Devincenzi
Cono: 36 mm
Factor de cono 0,31
Dens. estimada media 2 t/m³
Nivel Freático: m

Expediente: 39.09.96
Obra: A.V.E. CALATAYUD-RICLA - TRAMO IA
v/ Ref.: 0
Cliente: GEODECAN

Prof. m	qc kp/cm²	fs	FR%	Sig V' kp/cm²	Tipo de Suelo (FR% - qc)	N spt	D.R. %	St Ns 6	Su (qc) Nk 15	Su/ Sigv	OCR Su(qc)
-17,50	59,53	1,21	2,0	2,64	7 Limo arenoso a arena limosa	20	38	No def.	No def.		No def.
-17,55	51,68	1,01	1,9	2,65	7 Limo arenoso a arena limosa	17	34	No def.	No def.		No def.
-17,60	53,64	0,83	1,6	2,65	7 Limo arenoso a arena limosa	18	35	No def.	No def.		No def.
-17,65	70,01	1,27	1,8	2,66	7 Limo arenoso a arena limosa	23	43	No def.	No def.		No def.
-17,70	60,19	1,75	2,9	2,66	6 Limo arcilloso a limo arenoso	24	No def.	2,07	3,84	1,44	>10
-17,75	51,68	1,71	3,3	2,67	6 Limo arcilloso a limo arenoso	21	No def.	1,82	3,27	1,23	>10
-17,80	54,30	1,37	2,5	2,67	6 Limo arcilloso a limo arenoso	22	No def.	2,37	3,44	1,29	>10
-17,85	52,34	0,96	1,8	2,68	7 Limo arenoso a arena limosa	17	34	No def.	No def.		No def.
-17,90	42,52	0,53	1,2	2,68	7 Limo arenoso a arena limosa	14	28	No def.	No def.		No def.
-17,95	37,29	0,39	1,1	2,69	7 Limo arenoso a arena limosa	12	25	No def.	No def.		No def.
-18,00	36,63	0,27	0,7	2,69	7 Limo arenoso a arena limosa	12	24	No def.	No def.		No def.
-18,05	36,63	0,27	0,7	2,70	7 Limo arenoso a arena limosa	12	24	No def.	No def.		No def.
-18,10	41,87	0,33	0,8	2,70	7 Limo arenoso a arena limosa	14	28	No def.	No def.		No def.
-18,15	43,19	0,34	0,8	2,71	7 Limo arenoso a arena limosa	14	29	No def.	No def.		No def.
-18,20	37,95	0,40	1,1	2,71	7 Limo arenoso a arena limosa	13	25	No def.	No def.		No def.
-18,25	43,84	0,55	1,2	2,72	7 Limo arenoso a arena limosa	15	29	No def.	No def.		No def.
-18,30	51,03	0,56	1,1	2,72	7 Limo arenoso a arena limosa	17	33	No def.	No def.		No def.
-18,35	39,91	0,57	1,4	2,73	7 Limo arenoso a arena limosa	13	26	No def.	No def.		No def.
-18,40	41,87	0,55	1,3	2,73	7 Limo arenoso a arena limosa	14	28	No def.	No def.		No def.
-18,45	43,19	0,45	1,1	2,74	7 Limo arenoso a arena limosa	14	29	No def.	No def.		No def.
-18,50	41,87	0,44	1,1	2,74	7 Limo arenoso a arena limosa	14	28	No def.	No def.		No def.
-18,55	43,19	0,52	1,2	2,75	7 Limo arenoso a arena limosa	14	28	No def.	No def.		No def.
-18,60	44,49	0,54	1,2	2,75	7 Limo arenoso a arena limosa	15	29	No def.	No def.		No def.
-18,65	41,22	0,66	1,6	2,76	7 Limo arenoso a arena limosa	14	27	No def.	No def.		No def.
-18,70	48,41	0,71	1,5	2,76	7 Limo arenoso a arena limosa	16	32	No def.	No def.		No def.
-18,75	56,27	0,79	1,4	2,77	7 Limo arenoso a arena limosa	19	36	No def.	No def.		No def.
-18,80	43,84	0,74	1,7	2,77	7 Limo arenoso a arena limosa	15	29	No def.	No def.		No def.
-18,85	41,87	0,56	1,3	2,78	7 Limo arenoso a arena limosa	14	27	No def.	No def.		No def.
-18,90	47,76	0,36	0,8	2,78	8 Arena a arena limosa	12	31	No def.	No def.		No def.
-18,95	43,19	0,38	0,9	2,79	7 Limo arenoso a arena limosa	14	28	No def.	No def.		No def.
-19,00	43,84	0,42	1,0	2,79	7 Limo arenoso a arena limosa	15	29	No def.	No def.		No def.
-19,05	50,38	0,53	1,0	2,80	7 Limo arenoso a arena limosa	17	33	No def.	No def.		No def.
-19,10	43,84	0,88	2,0	2,80	6 Limo arcilloso a limo arenoso	18	No def.	2,99	2,74	0,98	9,0
-19,15	60,19	0,90	1,5	2,81	7 Limo arenoso a arena limosa	20	38	No def.	No def.		No def.
-19,20	73,93	0,88	1,2	2,81	8 Arena a arena limosa	18	44	No def.	No def.		No def.
-19,25	87,01	0,88	1,0	2,82	8 Arena a arena limosa	22	48	No def.	No def.		No def.
-19,30	88,33	0,84	1,0	2,82	8 Arena a arena limosa	22	49	No def.	No def.		No def.
-19,35											
-19,40											
-19,45											
-19,50											
-19,55											
-19,60											
-19,65											
-19,70											
-19,75											
-19,80											
-19,85											
-19,90											
-19,95											

Programa de interpretación de ensayos de penetración estática (CPT-CPTU) PRADEX PT © GEOTEST

ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA

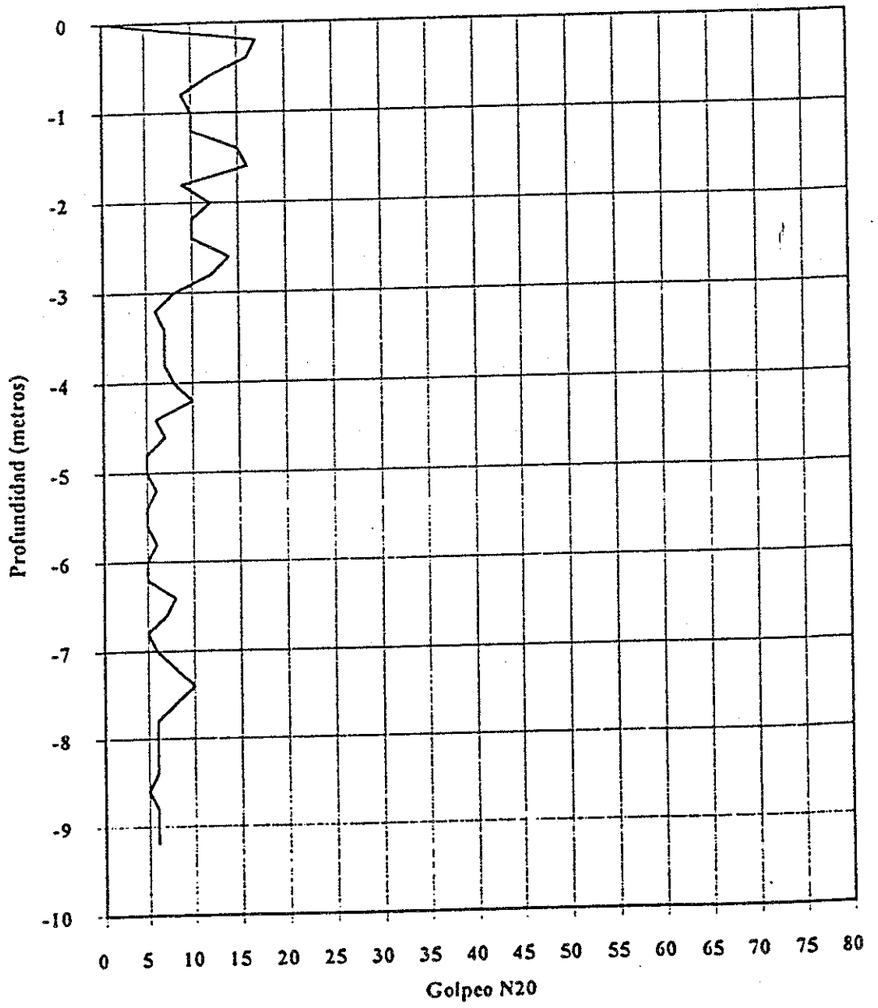
ISSMFE 1988

PENETRACION/AVANCE: P. K. 5 + 120 eje
EXPEDIENTE: 39.09.96
OBRA: A.V.E. CALATAYUD-RICLA - TRAMO IA

Fecha del Ensayo: 05/11/96
Equipo: MENHIR 100 kN

Tipo de penetración: DPSH
Peso de la maza: 63,5 kg
Altura de caida de la maz: 76,2 cm

Prof.	N20
0,2	17
0,4	16
0,6	12
0,8	9
1,0	10
1,2	10
1,4	15
1,6	16
1,8	9
2,0	12
2,2	10
2,4	10
2,6	14
2,8	12
3,0	8
3,2	6
3,4	7
3,6	7
3,8	7
4,0	8
4,2	10
4,4	6
4,6	7
4,8	5
5,0	5
5,2	6
5,4	5
5,6	5
5,8	6
6,0	5
6,2	5
6,4	8
6,6	7
6,8	5
7,0	6
7,2	8
7,4	10
7,6	8
7,8	6
8,0	6
8,2	6
8,4	6
8,6	5
8,8	6
9,0	6
9,2	6
9,4	
9,6	
9,8	
10,0	



V°B° Director Adjunto

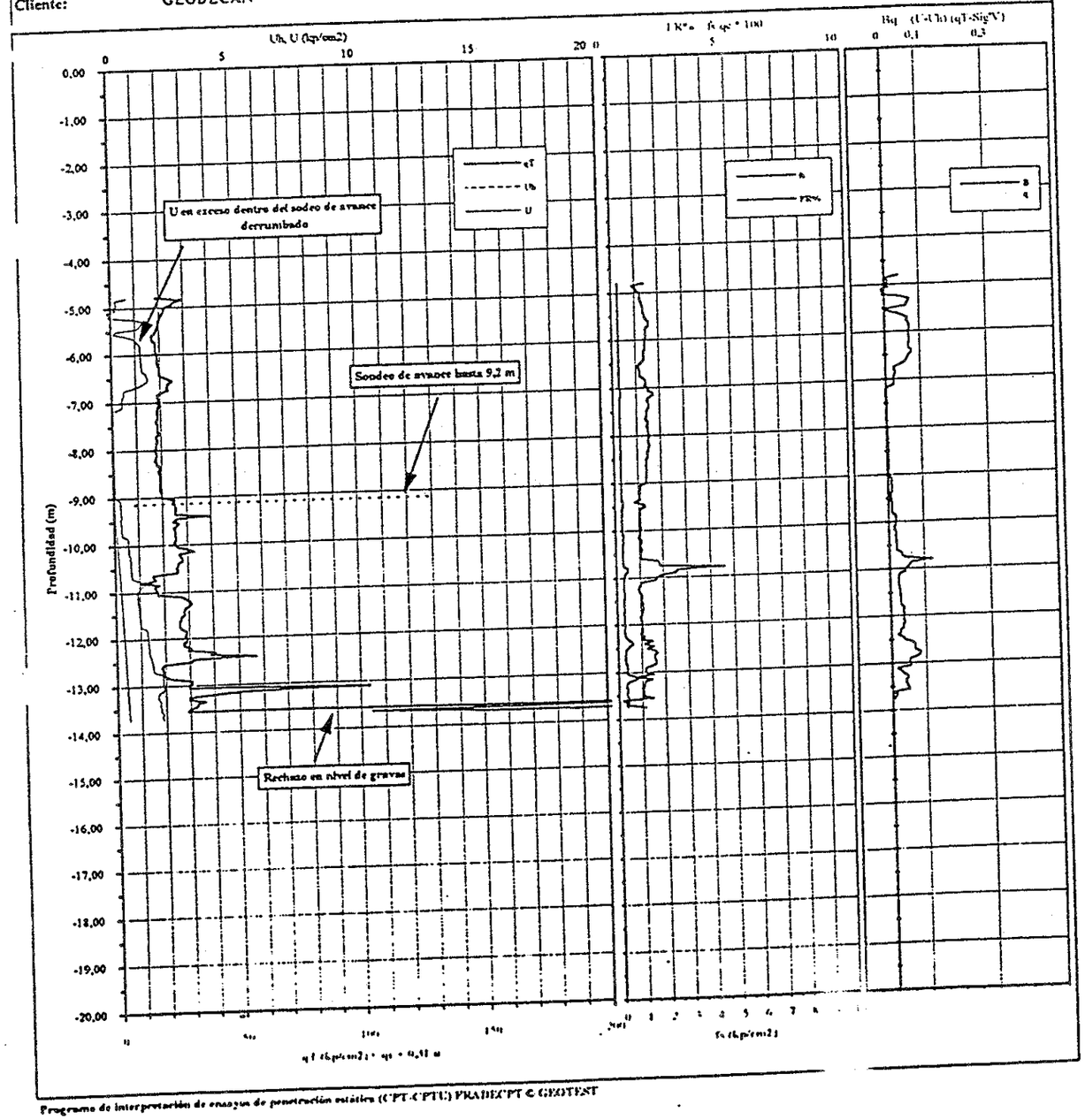
V°B° Director Laboratorio

GeoTest, Laboratorio Acreditado en Mecánica de Suelos - Ensayos in situ, D.O.C.C. 2019 del 03/03/95. Ref. 06072ST/94

CPTU N°: P.K. 5+120 eje

Expediente: 39.09.96
Obra: A.V.E. CALATAYUD-RICLA - TRAMO IA
s/ Ref.: 0
Cliente: GEODECAN

Técnico: N.Frank - M.Devincenzi
Cono: 36 mm
Factor de cono 0,31
Dens. estimada media: 2 t/m³
Nivel Freático: 8,9 m



Programa de interpretación de ensayos de penetración estática (CPT-CPTU) PRADECPT © GEOTEST

GE test

CPTU Nº: P.k. 5 + 120

Expediente:
Obra:
s/ Ref.:
Cliente:

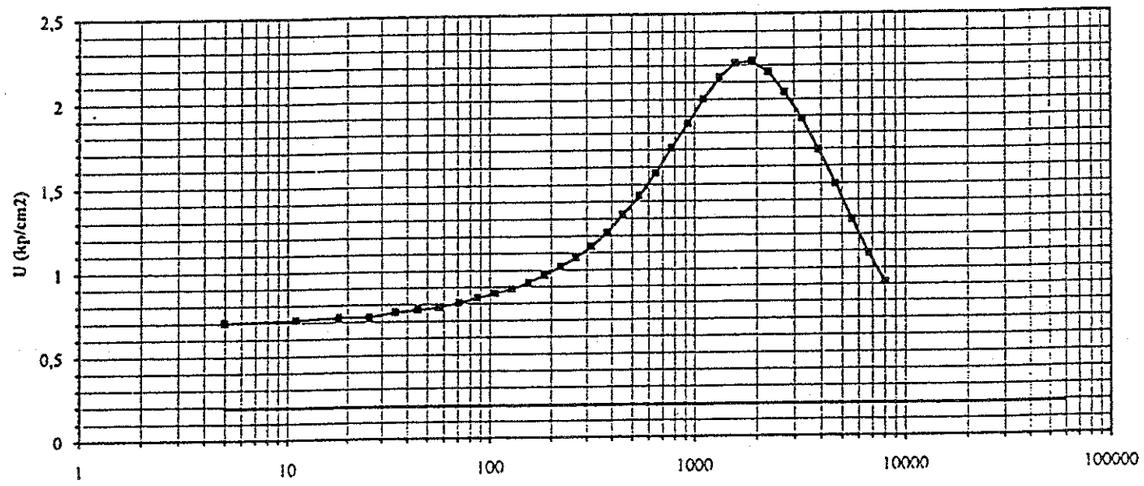
Técnico: M.Devincenzi - M. Pérez
Cono: 36 mm
Factor de cono 0,31
Dens. estimada media: 2,00 t/m³
Nivel Freático: 8,90 m

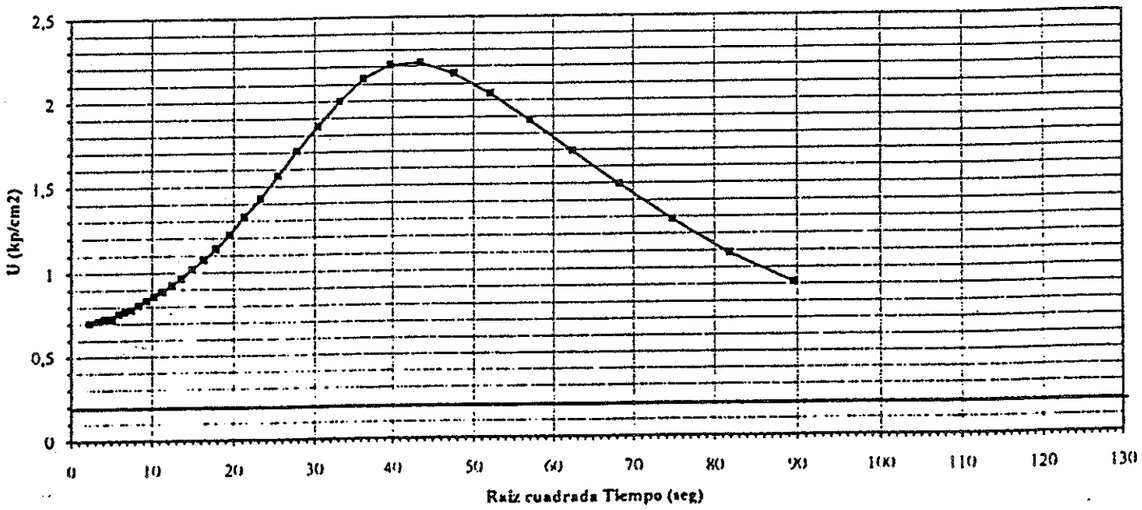
ENSAYO DE DISIPACION

Prof. (m) = 10,79

U0 (kp/cm²) = 2,23
Uh (kp/cm²) = 0,19

U 50% (kp/cm²) = 1,21
T 50% (seg) = 380





rama de interpretación de ensayos de penetración estática (CPT-CPTU) FRADEC PT © GEOTEST

GE test

CPTU Nº: P.k. 5 + 120

Expediente:
Obra:
s/ Ref.:
Cliente:

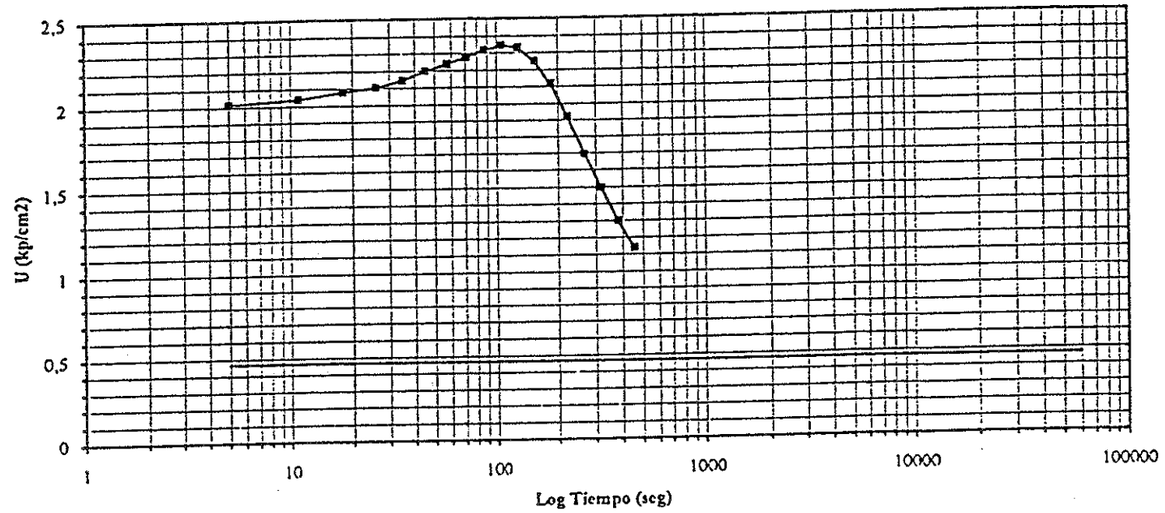
Técnico: M.Devincenzi - M. Pérez
Cono: 36 mm
Factor de cono 0,31
Dens. estimada media: 2,00 t/m³
Nivel Freático: 8,90 m

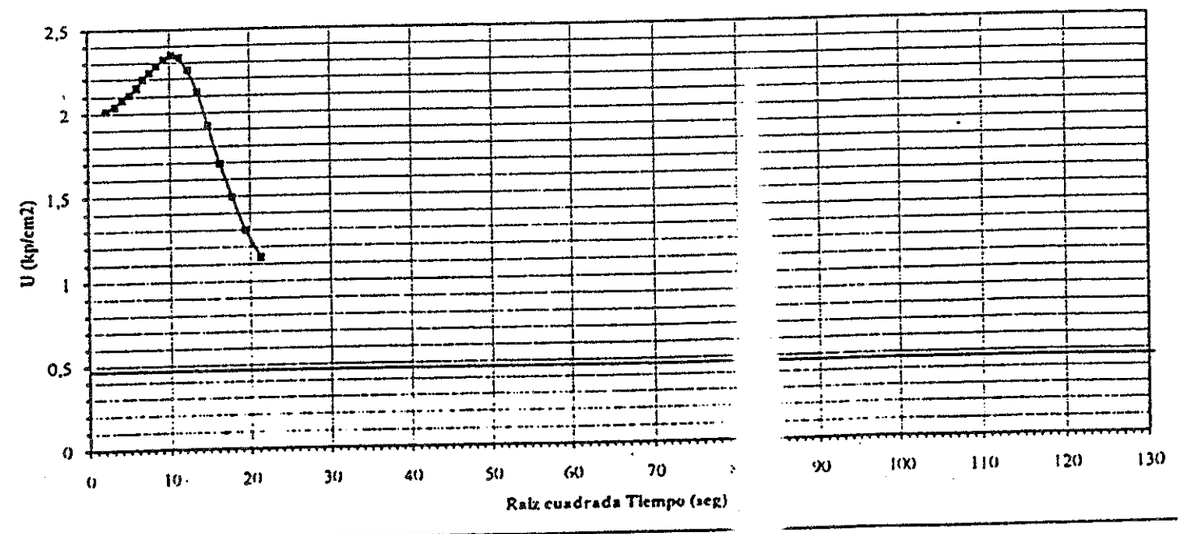
ENSAYO DE DISIPACION

Prof. (m) = 13,59

U0 (kp/cm²) = 2,34
Uh (kp/cm²) = 0,47

U 50% (kp/cm²) = 1,41
T 50% (seg) = 331





Programa de interpretación de ensayos de penetración estática (CPT-CPTU) FRADEC PT © GEOTEST

GE test

CPTU Nº: P.K. 5+120 eje

Expediente: 39.09.96
Obra: A.V.E. CALATAYUD-RICLA - TRAMO IA
s/ Ref.: 0
Cliente: GEODECAN

Técnico: N.Frank - M.Devincenzi
Cono: 36 mm
Factor de cono 0,31
Dens. estimada media: 2 t/m³
Nivel Freático: 8,9 m

Prof. m	qT [	qc kp/cm²	fs]	u bar	Bq	FR%	Sig V' kp/cm²	Tipo de Suelo (FR% - qc)	N spt	D.R. %	St Ns 6	Su (qc) Nk 15	Su (qT-u) Nke 9	Su/ Sigv	OCR Su(qc)
-2,50															
-2,55															
-2,60															
-2,65															
-2,70															
-2,75															
-2,80															
-2,85															
-2,90															
-2,95															
-3,00															
-3,05															
-3,10															
-3,15															
-3,20															
-3,25															
-3,30															
-3,35															
-3,40															
-3,45															
-3,50															
-3,55															
-3,60															
-3,65															
-3,70															
-3,75															
-3,80															
-3,85															
-3,90															
-3,95															
-4,00															
-4,05															
-4,10															
-4,15															
-4,20															
-4,25															
-4,30															
-4,35															
-4,40															
-4,45															
-4,50															
-4,55															
-4,60															
-4,65															
-4,70															
-4,75															
-4,80	18,84	18,62	0,27	0,69		1,4	0,96	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	4,19	1,18	2,02	1,23	>10
-4,85	29,80	29,74	0,27	0,17		0,9	0,97	7 Limo arenoso a arena limosa	10	33	No def	No def	No def		No def
-4,90	25,88	25,82	0,27	0,20		1,1	0,98	7 Limo arenoso a arena limosa	9	28	No def	No def	No def.		No def
-4,95	25,24	25,17	0,28	0,25		1,1	0,99	7 Limo arenoso a arena limosa	8	28	No def.	No def	No def		No def

GE test

CPTU Nº: P.K. 5+120 eje

Expediente: 39.09.96
Obra: A.V.E. CALATAYUD-RICLA - TRAMO IA
s/ Ref.: 0
Cliente: GEODECAN

Técnico: N.Frank - M.Devincenzi
Cono: 36 mm
Factor de cono 0,31
Dens. estimada media: 2 t/m³
Nivel Freático: 8,9 m

Prof. m	qT [	qc kp/cm²	fs]	u bar	Bq	FR%	Sig V' kp/cm²	Tipo de Suelo (FR% - qc)	N spt	D.R. %	St Ns 6	Su (qc) Nk 15	Su (qT-u) Nke 9	Su/ Sigv	OCR Su(qc)
-5,00	22,56	22,55	0,28	0,04		1,2	1,00	6 Limo arcilloso a limo arenoso	9	No def.	4,83	1,44	2,50	1,44	>10
-5,05	21,97	21,90	0,27	0,24		1,2	1,01	6 Limo arcilloso a limo arenoso	9	No def.	4,81	1,39	2,41	1,38	>10
-5,10	21,83	21,90	0,27	-0,20		1,2	1,02	6 Limo arcilloso a limo arenoso	9	No def.	4,92	1,39	2,45	1,36	>10
-5,15	21,22	21,24	0,27	-0,07		1,3	1,03	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	4,77	1,35	2,37	1,31	>10
-5,20	20,54	20,58	0,27	-0,13		1,3	1,04	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	4,63	1,30	2,30	1,25	>10
-5,25	20,21	19,93	0,27	0,90		1,3	1,05	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	4,48	1,26	2,15	1,20	>10
-5,30	19,69	19,28	0,27	1,32		1,4	1,06	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	4,33	1,21	2,04	1,15	>10
-5,35	19,66	19,28	0,27	1,25		1,4	1,07	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	4,33	1,21	2,05	1,13	>10
-5,40	19,64	19,28	0,27	1,18		1,4	1,08	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	4,33	1,21	2,05	1,12	>10
-5,45	18,96	18,62	0,27	1,09		1,4	1,09	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	4,19	1,17	1,99	1,07	>10
-5,50	18,68	18,62	0,27	0,19		1,4	1,10	6 Limo arcilloso a limo arenoso	7	No def.	4,19	1,17	2,06	1,06	>10
-5,55	18,00	17,97	0,27	0,09		1,5	1,11	6 Limo arcilloso a limo arenoso	7	No def.	4,04	1,12	1,99	1,01	>10
-5,60	16,83	16,66	0,27	0,56		1,6	1,12	6 Limo arcilloso a limo arenoso	7	No def.	3,74	1,04	1,81	0,92	8,4
-5,65	16,92	16,66	0,27	0,83		1,6	1,13	6 Limo arcilloso a limo arenoso	7	No def.	3,74	1,04	1,79	0,92	8,3
-5,70	16,98	16,66	0,27	1,05		1,6	1,14	6 Limo arcilloso a limo arenoso	7	No def.	3,74	1,03	1,77	0,91	8,2
-5,75	18,30	17,97	0,27	1,06		1,5	1,15	6 Limo arcilloso a limo arenoso	7	No def.	4,04	1,12	1,92	0,98	9,0
-5,80	18,33	17,97	0,27	1,17		1,5	1,16	6 Limo arcilloso a limo arenoso	7	No def.	4,04	1,12	1,91	0,97	8,9
-5,85	18,34	17,97	0,27	1,19		1,5	1,17	6 Limo arcilloso a limo arenoso	7	No def.	4,04	1,12	1,91	0,96	8,8
-5,90	18,34	17,97	0,27	1,19		1,5	1,18	6 Limo arcilloso a limo arenoso	7	No def.	4,04	1,12	1,91	0,95	8,7
-5,95	18,34	17,97	0,27	1,19		1,5	1,19	6 Limo arcilloso a limo arenoso	7	No def.	4,04	1,12	1,91	0,94	8,6
-6,00	19,00	18,62	0,27	1,21		1,4	1,20	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	4,19	1,16	1,98	0,97	8,9
-6,05	19,00	18,62	0,27	1,21		1,4	1,21	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	4,19	1,16	1,98	0,96	8,8
-6,10	19,00	18,62	0,27	1,22		1,4	1,22	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	4,19	1,16	1,98	0,95	8,7
-6,15	19,00	18,62	0,27	1,22		1,4	1,23	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	4,19	1,16	1,98	0,94	8,7
-6,20	19,01	18,62	0,27	1,23		1,4	1,24	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	4,19	1,16	1,97	0,93	8,6
-6,25	19,66	19,28	0,27	1,23		1,4	1,25	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	4,33	1,20	2,05	0,96	8,9
-6,30	19,66	19,28	0,27	1,25		1,4	1,26	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	4,33	1,20	2,05	0,95	8,8
-6,35	19,66	19,28	0,27	1,25		1,4	1,27	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	4,33	1,20	2,05	0,95	8,7
-6,40	19,71	19,28	0,27	1,40		1,4	1,28	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	4,33	1,20	2,03	0,94	8,6
-6,45	20,37	19,93	0,27	1,43		1,3	1,29	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	4,48	1,24	2,10	0,96	8,9
-6,50	23,00	22,55	0,27	1,47		1,2	1,30	6 Limo arcilloso a limo arenoso	9	No def.	4,95	1,42	2,39	1,09	>10
-6,55	24,97	24,51	0,27	1,48		1,1	1,31	7 Limo arenoso a arena limosa	8	23	No def.	No def.	No def.		No def.
-6,60	23,61	23,20	0,27	1,31		1,2	1,32	6 Limo arcilloso a limo arenoso	9	No def.	5,21	1,46	2,48	1,11	>10
-6,65	22,90	22,55	0,27	1,15		1,2	1,33	6 Limo arcilloso a limo arenoso	9	No def.	5,07	1,41	2,42	1,06	>10
-6,70	22,82	22,55	0,27	0,87		1,2	1,34	6 Limo arcilloso a limo arenoso	9	No def.	4,95	1,41	2,44	1,06	>10
-6,75	23,35	23,20	0,27	0,49		1,2	1,35	6 Limo arcilloso a limo arenoso	9	No def.	5,10	1,46	2,54	1,08	>10
-6,80	20,07	19,93	0,27	0,46		1,3	1,36	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	4,48	1,24	2,18	0,91	8,3
-6,85	18,77	18,62	0,27	0,48		1,4	1,37	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	4,19	1,15	2,03	0,84	7,4
-6,90	18,76	18,62	0,27	0,42		1,4	1,38	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	4,19	1,15	2,04	0,83	7,3
-6,95	19,40	19,28	0,27	0,38		1,4	1,39	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	4,33	1,19	2,11	0,86	7,6
-7,00	18,75	18,62	0,29	0,40		1,5	1,40	6 Limo arcilloso a limo arenoso	7	No def.	3,90	1,15	2,04	0,82	7,2
-7,05	20,06	19,93	0,30	0,41		1,5	1,41	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	3,99	1,23	2,18	0,88	7,9
-7,10	18,74	18,62	0,32	0,37		1,7	1,42	6 Limo arcilloso a limo arenoso	7	No def.	3,49	1,15	2,04	0,81	7,0
-7,15	18,66	18,62	0,33	0,12		1,8	1,43	6 Limo arcilloso a limo arenoso	7	No def.	3,43	1,15	2,06	0,80	6,9
-7,20	18,61	18,62	0,29	-0,04		1,5	1,44	6 Limo arcilloso a limo arenoso	7	No def.	3,90	1,15	2,07	0,80	6,8
-7,25	18,61	18,62	0,27	-0,04		1,5	1,45	6 Limo arcilloso a limo arenoso	7	No def.	4,09	1,14	2,07	0,79	6,8
-7,30	18,61	18,62	0,28	-0,05		1,5	1,46	6 Limo arcilloso a limo arenoso	7	No def.	3,99	1,14	2,07	0,78	6,7
-7,35	18,62	18,62	0,28	-0,01		1,5	1,47	6 Limo arcilloso a limo arenoso	7	No def.	3,99	1,14	2,07	0,78	6,6
-7,40	17,98	17,97	0,27	0,01		1,5	1,48	6 Limo arcilloso a limo arenoso	7	No def.	3,95	1,10	2,00	0,74	6,2
-7,45	18,63	18,62	0,27	0,01		1,5	1,49	6 Limo arcilloso a limo arenoso	7	No def.	4,09	1,14	2,07	0,77	6,5

GE test

CPTU Nº: P.K. 5+120 eje

Expediente: 39.09.96
Obra: A.V.E. CALATAYUD-RICLA - TRAMO IA
s/ Ref.: 0
Cliente: GEODECAN

Técnico: N.Frank - M.Devincenzi
Cono: 36 mm
Factor de cono 0,31
Dens. estimada media: 2 t/m³
Nivel Freático: 8,9 m

Prof. m	qT	qc kp/cm²	fs	u bar	Bq	FR%	Sig V' kp/cm²	Tipo de Suelo (FR% - qc)	N spt	D.R. %	St Ns 6	Su (qc) Nk 15	Su (qT-u) Nke 9	Su/ Sigv	OCR Su(qc)
-7,50	18,63	18,62	0,27	0,01		1,4	1,50	6 Limo arcilloso a limo arenoso	7	No def.	4,19	1,14	2,07	0,76	6,4
-7,55	18,63	18,62	0,27	0,01		1,4	1,51	6 Limo arcilloso a limo arenoso	7	No def.	4,19	1,14	2,07	0,76	6,3
-7,60	18,63	18,62	0,27	0,03		1,4	1,52	6 Limo arcilloso a limo arenoso	7	No def.	4,19	1,14	2,07	0,75	6,3
-7,65	19,28	19,28	0,27	0,03		1,4	1,53	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	4,33	1,18	2,14	0,77	6,6
-7,70	17,98	17,97	0,27	0,01		1,5	1,54	6 Limo arcilloso a limo arenoso	7	No def.	4,04	1,10	2,00	0,71	5,8
-7,75	17,98	17,97	0,27	0,03		1,5	1,55	6 Limo arcilloso a limo arenoso	7	No def.	4,04	1,09	1,99	0,71	5,7
-7,80	18,63	18,62	0,27	0,03		1,4	1,56	6 Limo arcilloso a limo arenoso	7	No def.	4,19	1,14	2,07	0,73	6,0
-7,85	17,98	17,97	0,27	0,03		1,5	1,57	6 Limo arcilloso a limo arenoso	7	No def.	4,04	1,09	1,99	0,70	5,6
-7,90	17,98	17,97	0,27	0,03		1,5	1,58	6 Limo arcilloso a limo arenoso	7	No def.	4,04	1,09	1,99	0,69	5,5
-7,95	17,98	17,97	0,27	0,03		1,5	1,59	6 Limo arcilloso a limo arenoso	7	No def.	4,04	1,09	1,99	0,69	5,5
-8,00	17,33	17,32	0,27	0,03		1,5	1,60	6 Limo arcilloso a limo arenoso	7	No def.	3,89	1,05	1,92	0,66	5,1
-8,05	17,98	17,97	0,27	0,03		1,5	1,61	6 Limo arcilloso a limo arenoso	7	No def.	4,04	1,09	1,99	0,68	5,3
-8,10	17,98	17,97	0,27	0,04		1,5	1,62	6 Limo arcilloso a limo arenoso	7	No def.	4,04	1,09	1,99	0,67	5,3
-8,15	17,98	17,97	0,27	0,03		1,5	1,63	6 Limo arcilloso a limo arenoso	7	No def.	4,04	1,09	1,99	0,67	5,2
-8,20	17,33	17,32	0,27	0,03		1,5	1,64	6 Limo arcilloso a limo arenoso	7	No def.	3,89	1,05	1,92	0,64	4,9
-8,25	17,98	17,97	0,27	0,04		1,5	1,65	6 Limo arcilloso a limo arenoso	7	No def.	4,04	1,09	1,99	0,66	5,1
-8,30	17,98	17,97	0,27	0,04		1,5	1,66	6 Limo arcilloso a limo arenoso	7	No def.	4,04	1,09	1,99	0,66	5,1
-8,35	19,95	19,93	0,29	0,05		1,4	1,67	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	4,18	1,22	2,21	0,73	6,0
-8,40	19,29	19,28	0,28	0,05		1,5	1,68	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	4,13	1,17	2,14	0,70	5,6
-8,45	18,64	18,62	0,27	0,05		1,4	1,69	6 Limo arcilloso a limo arenoso	7	No def.	4,19	1,13	2,07	0,67	5,2
-8,50	19,29	19,28	0,27	0,05		1,4	1,70	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	4,33	1,17	2,14	0,69	5,5
-8,55	19,29	19,28	0,27	0,05		1,4	1,71	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	4,33	1,17	2,14	0,68	5,4
-8,60	19,29	19,28	0,27	0,05		1,4	1,72	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	4,33	1,17	2,14	0,68	5,4
-8,65	19,29	19,28	0,27	0,05		1,4	1,73	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	4,33	1,17	2,14	0,68	5,3
-8,70	19,29	19,28	0,27	0,05		1,4	1,74	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	4,33	1,17	2,14	0,67	5,3
-8,75	19,29	19,28	0,27	0,05		1,4	1,75	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	4,33	1,17	2,14	0,67	5,2
-8,80	19,30	19,28	0,27	0,07		1,4	1,76	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	4,33	1,17	2,14	0,66	5,2
-8,85	19,30	19,28	0,27	0,07		1,4	1,77	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	4,33	1,17	2,14	0,66	5,1
-8,90	19,95	19,93	0,27	0,07		1,3	1,78	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	4,48	1,21	2,21	0,68	5,4
-8,95	19,95	19,93	0,27	0,07	-0,05	1,3	1,79	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	4,48	1,21	2,21	0,68	5,3
-9,00	19,95	19,93	0,27	0,07	-0,05	1,4	1,79	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	4,38	1,21	2,21	0,68	5,3
-9,05	25,24	25,17	0,27	0,24	-0,03	1,1	1,80	7 Limo arenoso a arena limosa	8	19	No def.	No def.	No def.		No def.
-9,10	24,59	24,51	0,27	0,25	-0,03	1,1	1,80	7 Limo arenoso a arena limosa	8	18	No def.	No def.	No def.		No def.
-9,15	25,24	25,17	0,27	0,25	-0,03	1,1	1,81	7 Limo arenoso a arena limosa	8	19	No def.	No def.	No def.		No def.
-9,20	25,24	25,17	0,27	0,25	-0,03	1,1	1,81	7 Limo arenoso a arena limosa	8	19	No def.	No def.	No def.		No def.
-9,25	25,90	25,82	0,27	0,28	-0,03	1,0	1,82	7 Limo arenoso a arena limosa	9	20	No def.	No def.	No def.		No def.
-9,30	25,25	25,17	0,27	0,26	-0,03	1,1	1,82	7 Limo arenoso a arena limosa	8	19	No def.	No def.	No def.		No def.
-9,35	25,26	25,17	0,27	0,29	-0,03	1,1	1,83	7 Limo arenoso a arena limosa	8	19	No def.	No def.	No def.		No def.
-9,40	39,66	39,56	0,33	0,30	-0,02	0,8	1,83	7 Limo arenoso a arena limosa	13	32	No def.	No def.	No def.		No def.
-9,45	25,90	25,82	0,33	0,25	-0,03	1,3	1,84	6 Limo arcilloso a limo arenoso	10	No def.	4,75	1,60	2,85	0,87	7,8
-9,50	24,60	24,51	0,31	0,28	-0,03	1,3	1,84	6 Limo arcilloso a limo arenoso	10	No def.	4,70	1,51	2,70	0,82	7,2
-9,55	26,56	26,47	0,27	0,28	-0,03	1,0	1,85	7 Limo arenoso a arena limosa	9	20	No def.	No def.	No def.		No def.
-9,60	25,91	25,82	0,27	0,29	-0,03	1,0	1,85	7 Limo arenoso a arena limosa	9	19	No def.	No def.	No def.		No def.
-9,65	24,60	24,51	0,27	0,29	-0,03	1,1	1,86	7 Limo arenoso a arena limosa	8	18	No def.	No def.	No def.		No def.
-9,70	25,26	25,17	0,27	0,29	-0,03	1,1	1,86	7 Limo arenoso a arena limosa	8	19	No def.	No def.	No def.		No def.
-9,75	25,26	25,17	0,27	0,30	-0,03	1,1	1,87	7 Limo arenoso a arena limosa	8	19	No def.	No def.	No def.		No def.
-9,80	25,26	25,17	0,27	0,30	-0,03	1,1	1,87	7 Limo arenoso a arena limosa	8	18	No def.	No def.	No def.		No def.
-9,85	25,33	25,17	0,27	0,54	-0,02	1,1	1,88	7 Limo arenoso a arena limosa	8	18	No def.	No def.	No def.		No def.
-9,90	25,34	25,17	0,27	0,56	-0,02	1,1	1,88	7 Limo arenoso a arena limosa	8	18	No def.	No def.	No def.		No def.
-9,95	24,69	24,51	0,27	0,56	-0,02	1,1	1,89	7 Limo arenoso a arena limosa	8	18	No def.	No def.	No def.		No def.

Programa de interpretación de ensayos de penetración estática (CPT-CPTU) PRADECPT © GEOTEST

GE test

CPTU Nº: P.K. 5+120 eje

Expediente: 39.09.96
Obra: A.V.E. CALATAYUD-RICLA - TRAMO IA
s/ Ref.: 0
Cliente: GEODECAN

Técnico: N.Frank - M.Devincenzi
Cono: 36 mm
Factor de cono 0,31
Dens. estimada media: 2 t/m³
Nivel Freático: 8,9 m

Prof. m	qT	qc kp/cm²	fs	u bar	Bq	FR%	Sig V' kp/cm²	Tipo de Suelo (FR% - qc)	N spt	D.R. %	St Ns 6	Su (qc) Nk 15	Su (qT-u) Nke 9	Su/ Sigv	OCR Su(qc)
-10,00	25,34	25,17	0,27	0,56	-0,02	1,1	1,89	7 Limo arenoso a arena limosa	8	18	No def.	No def.	No def.		No def.
-10,05	25,99	25,82	0,27	0,56	-0,02	1,1	1,90	7 Limo arenoso a arena limosa	9	19	No def.	No def.	No def.		No def.
-10,10	30,58	30,40	0,32	0,57	-0,02	1,1	1,90	7 Limo arenoso a arena limosa	10	24	No def.	No def.	No def.		No def.
-10,15	32,54	32,36	0,31	0,58	-0,01	1,0	1,91	7 Limo arenoso a arena limosa	11	25	No def.	No def.	No def.		No def.
-10,20	26,66	26,47	0,30	0,60	-0,02	1,1	1,91	7 Limo arenoso a arena limosa	9	20	No def.	No def.	No def.		No def.
-10,25	27,33	27,13	0,30	0,62	-0,02	1,1	1,92	7 Limo arenoso a arena limosa	9	20	No def.	No def.	No def.		No def.
-10,30	27,98	27,79	0,29	0,62	-0,02	1,1	1,92	7 Limo arenoso a arena limosa	9	21	No def.	No def.	No def.		No def.
-10,35	27,98	27,79	0,29	0,64	-0,02	1,1	1,93	7 Limo arenoso a arena limosa	9	21	No def.	No def.	No def.		No def.
-10,40	26,02	25,82	0,29	0,65	-0,02	1,1	1,93	7 Limo arenoso a arena limosa	9	19	No def.	No def.	No def.		No def.
-10,45	26,02	25,82	0,28	0,65	-0,02	1,1	1,94	7 Limo arenoso a arena limosa	9	19	No def.	No def.	No def.		No def.
-10,50	25,37	25,17	0,27	0,65	-0,02	1,1	1,94	7 Limo arenoso a arena limosa	8	18	No def.	No def.	No def.		No def.
-10,55	26,02	25,82	0,27	0,66	-0,02	1,1	1,95	7 Limo arenoso a arena limosa	9	19	No def.	No def.	No def.		No def.
-10,60	25,37	25,17	0,27	0,66	-0,02	1,1	1,95	7 Limo arenoso a arena limosa	8	18	No def.	No def.	No def.		No def.
-10,65	15,37	15,16	0,28	0,66	-0,03	1,8	1,96	6 Limo arcilloso a limo arenoso	6	No def.	3,25	0,88	1,63	0,45	2,9
-10,70	16,02	15,81	0,29	0,68	-0,03	1,9	1,96	6 Limo arcilloso a limo arenoso	6	No def.	3,23	0,92	1,70	0,47	3,1
-10,75	16,75	16,47	0,31	0,89	-0,01	1,9	1,97	6 Limo arcilloso a limo arenoso	7	No def.	3,16	0,97	1,76	0,49	3,3
-10,80	10,33	9,95	0,47	1,23	0,02	4,8	1,97	3 Arcilla	10	No def.	1,26	0,53	1,01	0,27	1,5
-10,85	18,16	17,78	0,47	1,21	0,01	2,7	1,98	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	9	No def.	2,26	1,05	1,88	0,53	3,7
-10,90	16,12	15,81	0,40	1,01	-0,01	2,5	1,98	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	8	No def.	2,37	0,92	1,68	0,47	3,0
-10,95	16,77	16,47	0,32	0,97	-0,01	1,9	1,99	6 Limo arcilloso a limo arenoso	7	No def.	3,09	0,97	1,76	0,49	3,2
-11,00	17,40	17,13	0,30	0,87	-0,01	1,7	1,99	6 Limo arcilloso a limo arenoso	7	No def.	3,43	1,01	1,84	0,51	3,4
-11,05	17,41	17,13	0,29	0,89	-0,01	1,7	2,00	6 Limo arcilloso a limo arenoso	7	No def.	3,50	1,01	1,84	0,51	3,4
-11,10	27,41	27,13	0,29	0,90	-0,01	1,1	2,00	7 Limo arenoso a arena limosa	9	20	No def.	No def.	No def.		No def.
-11,15	28,72	28,44	0,29	0,90	-0,01	1,0	2,01	7 Limo arenoso a arena limosa	10	21	No def.	No def.	No def.		No def.
-11,20	30,67	30,39	0,29	0,90	-0,01	1,0	2,01	7 Limo arenoso a arena limosa	10	23	No def.	No def.	No def.		No def.
-11,25	31,34	31,06	0,29	0,91	-0,01	0,9	2,02	7 Limo arenoso a arena limosa	10	23	No def.	No def.	No def.		No def.
-11,30	30,68	30,39	0,30	0,93	-0,01	1,0	2,02	7 Limo arenoso a arena limosa	10	23	No def.	No def.	No def.		No def.
-11,35	28,73	28,44	0,30	0,94	-0,01	1,1	2,03	7 Limo arenoso a arena limosa	10	21	No def.	No def.	No def.		No def.
-11,40	28,08	27,79	0,30	0,94	-0,01	1,1	2,03	7 Limo arenoso a arena limosa	9	20	No def.	No def.	No def.		No def.
-11,45	28,08	27,79	0,29	0,95	-0,01	1,1	2,04	7 Limo arenoso a arena limosa	9	20	No def.	No def.	No def.		No def.
-11,50	28,08	27,79	0,29	0,97	-0,01	1,1	2,04	7 Limo arenoso a arena limosa	9	20	No def.	No def.	No def.		No def.
-11,55	26,77	26,47	0,29	0,98	-0,01	1,1	2,05	7 Limo arenoso a arena limosa	9	19	No def.	No def.	No def.		No def.
-11,60	26,77	26,47	0,29	0,98	-0,01	1,1	2,05	7 Limo arenoso a arena limosa	9	19	No def.	No def.	No def.		No def.
-11,65	26,12	25,82	0,29	0,98	-0,01	1,1	2,06	7 Limo arenoso a arena limosa	9	18	No def.	No def.	No def.		No def.
-11,70	26,13	25,82	0,29	0,99	-0,01	1,1	2,06	7 Limo arenoso a arena limosa	9	18	No def.	No def.	No def.		No def.
-11,75	26,13	25,82	0,28	1,01	-0,01	1,1	2,07	7 Limo arenoso a arena limosa	9	18	No def.	No def.	No def.		No def.
11,80	26,86	26,47	0,28	1,26	0,00	1,1	2,07	7 Limo arenoso a arena limosa	10	20	No def.	No def.	No def.		No def.
11,85	28,83	28,44	0,29	1,27	0,00	1,0	2,08	7 Limo arenoso a arena limosa	10	20	No def.	No def.	No def.		No def.
11,90	28,83	28,44	0,29	1,27	0,00	1,0	2,08	7 Limo arenoso a arena limosa	9	20	No def.	No def.	No def.		No def.
11,95	28,18	27,79	0,29	1,28	0,00	1,1	2,09	7 Limo arenoso a arena limosa	10	20	No def.	No def.	No def.		No def.
12,00	28,84	28,44	0,30	1,28	0,00	1,1	2,09	7 Limo arenoso a arena limosa	10	20	No def.	No def.	No def.		No def.
12,05	28,84	28,44	0,30	1,30	0,00	1,1	2,10	7 Limo arenoso a arena limosa	9	19	No def.	No def.	No def.		No def.
12,10	27,53	27,12	0,29	1,30	0,00	1,1	2,10	7 Limo arenoso a arena limosa	9	19	No def.	No def.	No def.		No def.
12,15	27,53	27,12	0,29	1,31	0,00	1,1	2,11	7 Limo arenoso a arena limosa	10	22	No def.	No def.	No def.		No def.
12,20	30,80	30,39	0,30	1,32	0,00	1,0	2,11	7 Limo arenoso a arena limosa	10	21	No def.	No def.	No def.		No def.
12,25	29,50	29,09	0,34	1,32	0,00	1,2	2,12	7 Limo arenoso a arena limosa	14	30	No def.	No def.	No def.		No def.
12,30	40,63	40,22	0,41	1,34	0,00	1,0	2,12	7 Limo arenoso a arena limosa	13	29	No def.	No def.	No def.		No def.
12,35	38,67	38,25	0,57	1,35	0,00	1,5	2,13	7 Limo arenoso a arena limosa	19	40	No def.	No def.	No def.		No def.
12,40	57,01	56,57	0,65	1,40	0,00	1,1	2,13	7 Limo arenoso a arena limosa	13	No def.	3,8	1,93	3,34	0,90	8,2
12,45	31,49	31,06	0,48	1,40	0,01	1,5	2,14	6 Limo arcilloso a limo arenoso							

Programa de interpretación de ensayos de penetración estática (CPT-CPTU) PRADECPT © GEOTEST

GE test

CPTU Nº: P.K. 5+120 eje

Expediente: 39.09.96
Obra: A.V.E. CALATAYUD-RICLA - TRAMO 1A
s/ Ref.: 0
Cliente: GEODECAN

Técnico: N.Frank - M.Devincenzi
Cono: 36 mm
Factor de cono 0,31
Dens. estimada media: 2 t/m³
Nivel Freático: 8,9 m

Prof. m	qT	qc kp/cm²	fs	u bar	Bq	FR%	Sig V' kp/cm²	Tipo de Suelo (FR% - qc)	N spt	D.R. %	St Ns 6	Su (qc) Nk 15	Su (qT-u) Nke 9	Su/ Sigv	OCR Su(qc)
-12,50	30,84	30,3	0,38	1,44	0,01	1,3	2,14	7 Limo arenoso a arena limosa	10	22	No def.	No def.	No def.		No def.
-12,55	19,53	19,0	0,31	1,46	0,01	1,6	2,15	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	3,66	1,13	2,01	0,53	3,6
-12,60	18,24	17,7	0,31	1,47	0,01	1,7	2,15	6 Limo arcilloso a limo arenoso	7	No def.	3,48	1,04	1,86	0,48	3,2
-12,65	18,89	18,4	0,29	1,50	0,01	1,6	2,16	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	3,77	1,09	1,93	0,50	3,4
-12,70	18,90	18,4	0,29	1,51	0,01	1,6	2,16	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	3,77	1,08	1,93	0,50	3,4
-12,75	19,65	19,0	0,31	1,85	0,03	1,6	2,17	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	3,66	1,13	1,98	0,52	3,6
-12,80	19,66	19,0	0,32	1,85	0,03	1,7	2,17	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	3,58	1,13	1,98	0,52	3,5
-12,85	22,43	21,8	0,35	1,87	0,03	1,6	2,18	6 Limo arcilloso a limo arenoso	9	No def.	3,78	1,31	2,28	0,60	4,5
-12,90	30,98	30,3	0,37	1,88	0,02	1,2	2,18	7 Limo arenoso a arena limosa	10	22	No def.	No def.	No def.		No def.
-12,95	30,98	30,3	0,35	1,88	0,02	1,2	2,19	7 Limo arenoso a arena limosa	10	22	No def.	No def.	No def.		No def.
-13,00	29,68	29,0	0,35	1,91	0,02	1,2	2,19	7 Limo arenoso a arena limosa	10	20	No def.	No def.	No def.		No def.
-13,05	29,68	29,0	0,44	1,92	0,02	1,5	2,20	6 Limo arcilloso a limo arenoso	12	No def.	3,96	1,79	3,08	0,82	7,1
-13,10	103,61	103,0	0,79	1,92	0,01	0,8	2,20	8 Arena a arena limosa	26	57	No def.	No def.	No def.		No def.
-13,15	54,48	53,9	0,78	1,71	0,01	1,4	2,21	7 Limo arenoso a arena limosa	18	38	No def.	No def.	No def.		No def.
-13,20	40,07	39,5	0,45	1,67	0,01	1,1	2,21	7 Limo arenoso a arena limosa	13	29	No def.	No def.	No def.		No def.
-13,25	29,61	29,0	0,33	1,67	0,01	1,1	2,22	7 Limo arenoso a arena limosa	10	20	No def.	No def.	No def.		No def.
-13,30	29,62	29,0	0,33	1,71	0,01	1,1	2,22	7 Limo arenoso a arena limosa	10	20	No def.	No def.	No def.		No def.
-13,35	36,18	35,6	0,36	1,78	0,01	1,0	2,23	7 Limo arenoso a arena limosa	12	26	No def.	No def.	No def.		No def.
-13,40	32,90	32,3	0,35	1,74	0,01	1,1	2,23	7 Limo arenoso a arena limosa	11	23	No def.	No def.	No def.		No def.
-13,45	32,91	32,3	0,35	1,76	0,01	1,1	2,24	7 Limo arenoso a arena limosa	11	23	No def.	No def.	No def.		No def.
-13,50	30,29	29,7	0,34	1,78	0,02	1,1	2,24	7 Limo arenoso a arena limosa	10	21	No def.	No def.	No def.		No def.
-13,55	28,99	28,4	0,42	1,79	0,02	1,5	2,25	6 Limo arcilloso a limo arenoso	12	No def.	4,06	1,75	3,02	0,78	6,6
-13,60	266,52	265,9	0,42	1,89	0,00	0,2	2,25	10 Arena y arenas con grava	44	83	No def.	No def.	No def.		No def.
-13,65	104,59	104,0	0,43	1,83	0,00	0,4	2,26	9 Arena	21	56	No def.	No def.	No def.		No def.
-13,70	147,78	147,2	0,43	1,85	0,00	0,3	2,26	9 Arena	30	66	No def.	No def.	No def.		No def.
-13,75	293,59	293,0	1,12	1,89	0,00	0,4	2,27	10 Arena y arenas con grava	49	86	No def.	No def.	No def.		No def.
-13,80															
-13,85															
-13,90															
-13,95															
-14,00															
-14,05															
-14,10															
-14,15															
-14,20															
-14,25															
-14,30															
-14,35															
-14,40															
-14,45															
-14,50															
-14,55															
-14,60															
-14,65															
-14,70															
-14,75															
-14,80															
-14,85															
-14,90															
-14,95															

GE test

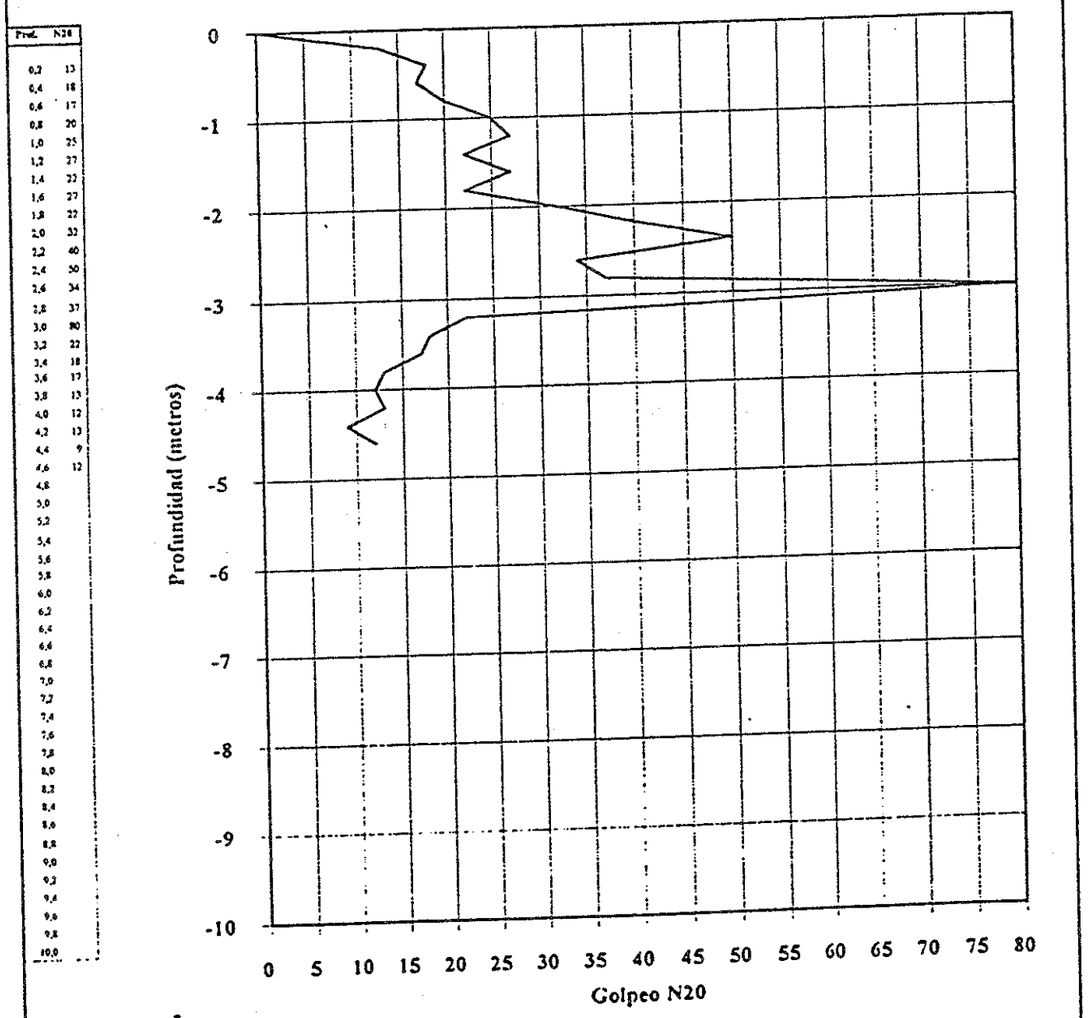
ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA

ISSMFE 1988

PENETRACION/AVANCE: P. K. 5 + 120 der.
EXPEDIENTE: 39.09.96
OBRA: A.V.E. CALATAYUD-RICLA - TRAMO 1A

Fecha del Ensayo: 06/11/96
Equipo: MENHIR 100 kN

Tipo de penetración: DPSH
Peso de la maza: 63,5 kg
Altura de caida de la maz: 76,2 cm



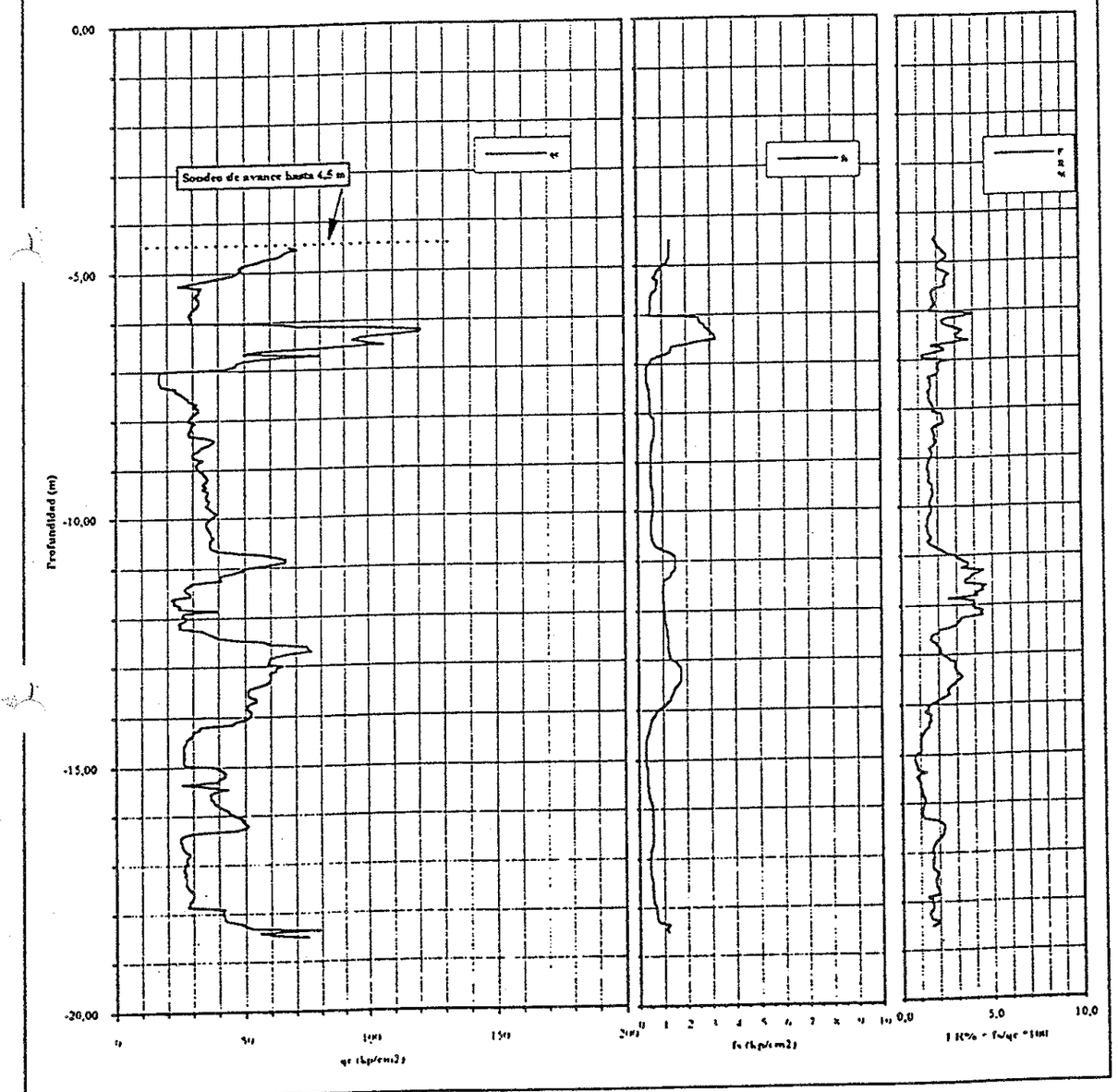
V°B° Director Adjunto

V°B° Director Laboratorio

GE test

CPT N°: P.K.5+120 der.

Expediente:	39.09.96	Técnico:	N.Frank - M.Devincenzi
Obra:	A.V.E. CALATAYUD-RICLA - TRAMO 1A	Cono:	36 mm
v/ Ref.:	0	Dens. estimada media:	2 t/m³
Cliente:	GEODECAN	Nivel Freático:	m



Programa de interpretación de ensayos de penetración estática (CPT-CPTU) FRADECPT © GEOTEST

GE test

CPT N°: P.K. 5+120 der.

Expediente:	39.09.96	Técnico:	N.Frank - M.Devincenzi
Obra:	A.V.E. CALATAYUD-RICLA - TRAMO 1A	Cono:	36 mm
v/ Ref.:	0	Factor de cono	0,31
Cliente:	GEODECAN	Dens. estimada media:	2 t/m³
		Nivel Freático:	m

Prof. m	qc kp/cm²	fs	FR%	Sig V' kp/cm²	Tipo de Suelo (FR% - qc)	N spt	D.R. %	St Ns 6	Su (qc) Nk 15	Su/ Sigv	OCR Su(qc)
-2,50											
-2,55											
-2,60											
-2,65											
-2,70											
-2,75											
-2,80											
-2,85											
-2,90											
-2,95											
-3,00											
-3,05											
-3,10											
-3,15											
-3,20											
-3,25											
-3,30											
-3,35											
-3,40											
-3,45											
-3,50											
-3,55											
-3,60											
-3,65											
-3,70											
-3,75											
-3,80											
-3,85											
-3,90											
-3,95											
-4,00											
-4,05											
-4,10											
-4,15											
-4,20											
-4,25											
-4,30											
-4,35											
-4,40											
-4,45											No def.
-4,50	67,33	1,31	1,9	0,90	7 Limo arenoso a arena limosa	22	57	No def.	No def.		No def.
-4,55	70,60	1,31	1,9	0,91	7 Limo arenoso a arena limosa	24	58	No def.	No def.		No def.
-4,60	66,03	1,31	2,0	0,92	7 Limo arenoso a arena limosa	22	56	No def.	No def.		No def.
-4,65	64,71	1,31	2,0	0,93	7 Limo arenoso a arena limosa	22	56	No def.	No def.		No def.
-4,70	62,76	1,31	2,1	0,94	7 Limo arenoso a arena limosa	21	55	No def.	No def.		No def.
-4,75	57,52	1,31	2,3	0,95	6 Limo arcilloso a limo arenoso	23	No def.	2,63	3,77	3,97	>10
-4,80	54,90	1,31	2,4	0,96	6 Limo arcilloso a limo arenoso	22	No def.	2,52	3,60	3,75	>10
-4,85	50,32	1,29	2,6	0,97	6 Limo arcilloso a limo arenoso	20	No def.	2,34	3,29	3,39	>10
-4,90	47,71	1,23	2,6	0,98	6 Limo arcilloso a limo arenoso	19	No def.	2,33	3,12	3,18	>10
-4,95	49,01	1,19	2,4	0,99	6 Limo arcilloso a limo arenoso	20	No def.	2,48	3,20	3,23	>10

Programa de interpretación de ensayos de penetración estática (CPT-CPTU) FRADECPT © GEOTEST

GEOtest

CPT Nº: P.K. 5+120 der.

Técnico: N.Frank - M.Devincenzi
Cono: 36 mm
Factor de cono 0,31
Dens. estimada media: 2 t/m³
Nivel Freático: m

Expediente: 39.09.96
Obra: A.V.E. CALATAYUD-RICLA - TRAMO 1A
v/ Ref.: 0
Cliente: GEODECAN

Prof. m	qc kp/cm²	fs kp/cm²	FR%	Sig V' kp/cm²	Tipo de Suelo (FR% - qc)	N spt	D.R. %	St Ns 6	Su (qc) Nk 15	Su/ Sigv	OCR Su(qc)
-7,50	26,14	0,43	1,7	1,50	6 Limo arcilloso a limo arenoso	10	No def.	3,62	1,64	1,10	>10
-7,55	28,11	0,46	1,6	1,51	6 Limo arcilloso a limo arenoso	11	No def.	3,67	1,77	1,17	>10
-7,60	28,11	0,46	1,6	1,52	6 Limo arcilloso a limo arenoso	11	No def.	3,67	1,77	1,17	>10
-7,65	31,38	0,47	1,5	1,53	6 Limo arcilloso a limo arenoso	13	No def.	4,03	1,99	1,30	>10
-7,70	30,08	0,48	1,6	1,54	6 Limo arcilloso a limo arenoso	12	No def.	3,76	1,90	1,24	>10
-7,75	32,03	0,49	1,5	1,55	6 Limo arcilloso a limo arenoso	13	No def.	3,90	2,03	1,31	>10
-7,80	32,03	0,49	1,5	1,56	6 Limo arcilloso a limo arenoso	13	No def.	3,90	2,03	1,30	>10
-7,85	30,73	0,50	1,6	1,57	6 Limo arcilloso a limo arenoso	12	No def.	3,69	1,94	1,24	>10
-7,90	29,41	0,50	1,7	1,58	6 Limo arcilloso a limo arenoso	12	No def.	3,53	1,86	1,17	>10
-7,95	28,76	0,51	1,8	1,59	6 Limo arcilloso a limo arenoso	12	No def.	3,41	1,81	1,14	>10
-8,00	28,11	0,52	1,8	1,60	6 Limo arcilloso a limo arenoso	11	No def.	3,25	1,77	1,10	>10
-8,05	30,73	0,53	1,7	1,61	6 Limo arcilloso a limo arenoso	12	No def.	3,46	1,94	1,21	>10
-8,10	29,41	0,66	2,2	1,62	6 Limo arcilloso a limo arenoso	12	No def.	2,68	1,85	1,14	>10
-8,15	29,41	0,66	2,2	1,63	6 Limo arcilloso a limo arenoso	12	No def.	2,68	1,85	1,14	>10
-8,20	28,76	0,66	2,3	1,64	6 Limo arcilloso a limo arenoso	12	No def.	2,62	1,81	1,10	>10
-8,25	28,11	0,66	2,3	1,65	6 Limo arcilloso a limo arenoso	11	No def.	2,56	1,76	1,07	>10
-8,30	28,76	0,66	2,3	1,66	6 Limo arcilloso a limo arenoso	12	No def.	2,62	1,81	1,09	>10
-8,35	34,65	0,66	1,9	1,67	6 Limo arcilloso a limo arenoso	14	No def.	3,15	2,20	1,32	>10
-8,40	38,25	0,66	1,7	1,68	7 Limo arenoso a arena limosa	13	32	No def.	No def.		No def.
-8,45	37,60	0,65	1,7	1,69	6 Limo arcilloso a limo arenoso	15	No def.	3,45	2,39	1,42	>10
-8,50	35,63	0,64	1,8	1,70	6 Limo arcilloso a limo arenoso	14	No def.	3,34	2,26	1,33	>10
-8,55	33,01	0,61	1,8	1,71	6 Limo arcilloso a limo arenoso	13	No def.	3,27	2,09	1,22	>10
-8,60	32,36	0,59	1,8	1,72	6 Limo arcilloso a limo arenoso	13	No def.	3,31	2,04	1,19	>10
-8,65	30,39	0,57	1,9	1,73	6 Limo arcilloso a limo arenoso	12	No def.	3,22	1,91	1,10	>10
-8,70	29,74	0,55	1,9	1,74	6 Limo arcilloso a limo arenoso	12	No def.	3,23	1,87	1,07	>10
-8,75	30,39	0,55	1,8	1,75	6 Limo arcilloso a limo arenoso	12	No def.	3,34	1,91	1,09	>10
-8,80	33,68	0,53	1,6	1,76	7 Limo arenoso a arena limosa	11	28	No def.	No def.		No def.
-8,85	31,71	0,53	1,7	1,77	6 Limo arcilloso a limo arenoso	13	No def.	3,61	2,00	1,13	>10
-8,90	31,06	0,53	1,7	1,78	6 Limo arcilloso a limo arenoso	12	No def.	3,54	1,95	1,10	>10
-8,95	31,71	0,53	1,7	1,79	6 Limo arcilloso a limo arenoso	13	No def.	3,61	1,99	1,12	>10
-9,00	32,36	0,53	1,6	1,79	6 Limo arcilloso a limo arenoso	13	No def.	3,69	2,04	1,14	>10
-9,05	33,68	0,52	1,5	1,80	7 Limo arenoso a arena limosa	11	27	No def.	No def.		No def.
-9,10	34,33	0,52	1,5	1,80	7 Limo arenoso a arena limosa	11	28	No def.	No def.		No def.
-9,15	34,98	0,52	1,5	1,81	7 Limo arenoso a arena limosa	12	28	No def.	No def.		No def.
-9,20	35,63	0,52	1,5	1,81	7 Limo arenoso a arena limosa	12	29	No def.	No def.		No def.
-9,25	34,98	0,52	1,5	1,82	7 Limo arenoso a arena limosa	12	28	No def.	No def.		No def.
-9,30	33,68	0,53	1,6	1,82	7 Limo arenoso a arena limosa	11	27	No def.	No def.		No def.
-9,35	34,98	0,53	1,5	1,83	7 Limo arenoso a arena limosa	12	28	No def.	No def.		No def.
-9,40	33,68	0,53	1,6	1,83	6 Limo arcilloso a limo arenoso	13	No def.	3,79	2,12	1,16	>10
-9,45	35,63	0,53	1,5	1,84	7 Limo arenoso a arena limosa	12	29	No def.	No def		No def.
-9,50	35,63	0,55	1,6	1,84	7 Limo arenoso a arena limosa	12	29	No def.	No def.		No def.
-9,55	34,98	0,59	1,7	1,85	6 Limo arcilloso a limo arenoso	14	No def.	3,54	2,21	1,20	>10
-9,60	34,98	0,60	1,7	1,85	6 Limo arcilloso a limo arenoso	14	No def.	3,50	2,21	1,19	>10
-9,65	36,29	0,61	1,7	1,86	6 Limo arcilloso a limo arenoso	15	No def.	3,59	2,30	1,24	>10
-9,70	35,63	0,61	1,7	1,86	6 Limo arcilloso a limo arenoso	14	No def.	3,49	2,25	1,21	>10
-9,75	34,98	0,61	1,8	1,87	6 Limo arcilloso a limo arenoso	14	No def.	3,42	2,21	1,18	>10
-9,80	36,29	0,61	1,7	1,87	6 Limo arcilloso a limo arenoso	15	No def.	3,55	2,29	1,23	>10
-9,85	37,60	0,61	1,6	1,88	7 Limo arenoso a arena limosa	13	30	No def.	No def		No def.
-9,90	38,91	0,61	1,6	1,88	7 Limo arenoso a arena limosa	13	31	No def.	No def		No def.
-9,95	38,25	0,61	1,6	1,89	7 Limo arenoso a arena limosa	13	30	No def.	No def		No def.

GEOtest

CPT Nº: P.K. 5+120 der.

Técnico: N.Frank - M.Devincenzi
Cono: 36 mm
Factor de cono 0,31
Dens. estimada media: 2 t/m³
Nivel Freático: m

Expediente: 39.09.96
Obra: A.V.E. CALATAYUD-RICLA - TRAMO 1A
v/ Ref.: 0
Cliente: GEODECAN

Prof. m	qc kp/cm²	fs kp/cm²	FR%	Sig V' kp/cm²	Tipo de Suelo (FR% - qc)	N spt	D.R. %	St Ns 6	Su (qc) Nk 15	Su/ Sigv	OCR Su(qc)
-10,00	36,95	0,61	1,6	1,89	7 Limo arenoso a arena limosa	12	29	No def.	No def.		No def.
-10,05	35,63	0,60	1,7	1,90	6 Limo arcilloso a limo arenoso	14	No def.	3,57	2,25	1,19	>10
-10,10	34,98	0,58	1,7	1,90	6 Limo arcilloso a limo arenoso	14	No def.	3,62	2,21	1,16	>10
-10,15	34,98	0,56	1,6	1,91	7 Limo arenoso a arena limosa	12	28	No def.	No def.		No def.
-10,20	35,63	0,53	1,5	1,91	7 Limo arenoso a arena limosa	12	28	No def.	No def.		No def.
-10,25	36,29	0,53	1,5	1,92	7 Limo arenoso a arena limosa	12	29	No def.	No def.		No def.
-10,30	36,95	0,53	1,4	1,92	7 Limo arenoso a arena limosa	12	29	No def.	No def.		No def.
-10,35	36,95	0,53	1,4	1,93	7 Limo arenoso a arena limosa	13	30	No def.	No def.		No def.
-10,40	38,25	0,53	1,4	1,93	7 Limo arenoso a arena limosa	12	28	No def.	No def.		No def.
-10,45	36,29	0,53	1,5	1,94	7 Limo arenoso a arena limosa	12	29	No def.	No def.		No def.
-10,50	36,95	0,54	1,5	1,94	7 Limo arenoso a arena limosa	12	28	No def.	No def.		No def.
-10,55	36,29	0,55	1,5	1,95	7 Limo arenoso a arena limosa	12	29	No def.	No def.		No def.
-10,60	36,95	0,59	1,6	1,95	7 Limo arenoso a arena limosa	13	31	No def.	No def.		No def.
-10,65	39,56	0,65	1,7	1,96	7 Limo arenoso a arena limosa	16	36	No def.	No def.		No def.
-10,70	47,41	0,69	1,5	1,96	7 Limo arenoso a arena limosa	19	42	No def.	No def.		No def.
-10,75	57,89	0,87	1,5	1,97	7 Limo arenoso a arena limosa	21	44	No def.	No def.		No def.
-10,80	62,46	1,09	1,7	1,97	7 Limo arenoso a arena limosa	22	45	No def.	No def.		No def.
-10,85	65,73	1,34	2,0	1,98	7 Limo arenoso a arena limosa	22	45	No def.	No def.		No def.
-10,90	65,73	1,51	2,3	1,98	6 Limo arcilloso a limo arenoso	24	No def.	2,37	3,86	1,94	>10
-10,95	59,84	1,51	2,5	1,99	6 Limo arcilloso a limo arenoso	20	No def.	2,01	3,25	1,63	>10
-11,00	50,68	1,51	3,0	1,99	6 Limo arcilloso a limo arenoso	19	No def.	1,93	3,12	1,56	>10
-11,05	48,73	1,51	3,1	2,00	6 Limo arcilloso a limo arenoso	23	No def.	1,80	2,90	1,45	>10
-11,10	45,45	1,51	3,3	2,00	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	20	No def.	1,62	2,59	1,29	>10
-11,15	40,87	1,51	3,7	2,01	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	20	No def.	1,64	2,55	1,27	>10
-11,20	40,22	1,47	3,7	2,01	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	20	No def.	1,82	2,59	1,29	>10
-11,25	40,87	1,35	3,3	2,02	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	20	No def.	1,34	1,84	0,91	8,3
-11,30	29,56	1,33	4,5	2,02	4 Arcilla a arcilla limosa	19	No def.	1,41	1,77	0,87	7,8
-11,35	28,56	1,21	4,2	2,03	4 Arcilla a arcilla limosa	13	No def.	1,56	1,64	0,81	7,0
-11,40	26,56	1,02	3,8	2,03	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	13	No def.	1,59	1,66	0,82	7,1
-11,45	26,94	1,02	3,8	2,04	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	14	No def.	1,72	1,79	0,88	7,9
-11,50	28,91	1,01	3,5	2,04	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	14	No def.	1,72	1,79	0,88	7,9
-11,55	28,91	1,01	3,5	2,05	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	22	No def.	1,28	1,30	0,63	4,8
-11,60	21,52	1,01	4,7	2,05	3 Arcilla	15	No def.	1,36	1,39	0,67	5,3
-11,65	22,83	1,01	4,4	2,06	4 Arcilla a arcilla limosa	22	No def.	1,33	1,34	0,65	5,0
-11,70	22,18	1,00	4,5	2,06	3 Arcilla	17	No def.	1,49	1,52	0,73	6,1
-11,75	24,79	1,00	4,0	2,07	4 Arcilla a arcilla limosa	16	No def.	1,44	1,47	0,71	5,8
-11,80	24,13	1,01	4,2	2,07	4 Arcilla a arcilla limosa	16	No def.	2,31	2,48	1,19	>10
-11,85	39,21	1,02	2,6	2,08	6 Limo arcilloso a limo arenoso	17	No def.	1,53	1,61	0,77	6,5
-11,90	26,16	1,03	3,9	2,08	4 Arcilla a arcilla limosa	17	No def.	1,49	1,56	0,75	6,2
-11,95	25,45	1,03	4,0	2,09	4 Arcilla a arcilla limosa	18	No def.	1,54	1,67	0,80	6,9
-12,00	27,21	1,06	3,9	2,09	4 Arcilla a arcilla limosa	18	No def.	1,49	1,64	0,78	6,7
-12,05	26,75	1,08	4,0	2,10	4 Arcilla a arcilla limosa	17	No def.	1,34	1,47	0,70	5,6
-12,10	24,12	1,08	4,5	2,10	4 Arcilla a arcilla limosa	17	No def.	1,38	1,51	0,72	5,9
-12,15	24,79	1,08	4,4	2,11	4 Arcilla a arcilla limosa	17	No def.	1,34	1,47	0,70	5,6
-12,20	24,15	1,08	4,5	2,11	4 Arcilla a arcilla limosa	17	No def.	1,81	2,07	0,98	9,1
-12,25	33,18	1,10	3,3	2,12	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	18	No def.	1,87	2,20	1,04	>10
-12,30	35,12	1,13	3,2	2,12	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	19	No def.	1,96	2,35	1,11	>10
-12,35	37,42	1,15	3,1	2,13	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	20	No def.	2,43	2,59	1,17	>10
-12,40	39,48	1,17	3,0	2,13	6 Limo arcilloso a limo arenoso	28	No def.	2,87	2,87	1,34	>10
-12,45	45,12	1,17	2,6	2,14	6 Limo arcilloso a limo arenoso						

GE test

CPT Nº: P.K. 5+120 der.

Técnico: N.Frank - M.Devincenzi
Cono: 36 mm
Factor de cono 0,31
Dens. estimada media: 2 t/m³
Nivel Freático: m

Expediente: 39.09.96
Obra: A.V.E. CALATAYUD-RICLA - TRAMO IA
v/ Ref.: 0
Cliente: GEODECAN

Prof. m	qc kp/cm²	fs	FR%	Sig V' kp/cm²	Tipo de Suelo (FR% - qc)	N spt	D.R. %	St Ns 6	Su (qc) Nk 15	Su/ Sigv	OCR Su(qc)
-12,50	57,89	1,17	2,0	2,14	7 Limo arenoso a arena limosa	19	40	No def.	No def.		No def.
-12,55	59,84	1,21	2,0	2,15	7 Limo arenoso a arena limosa	20	41	No def.	No def.		No def.
-12,60	73,94	1,21	1,6	2,15	7 Limo arenoso a arena limosa	25	47	No def.	No def.		No def.
-12,65	74,59	1,21	1,6	2,16	7 Limo arenoso a arena limosa	25	48	No def.	No def.		No def.
-12,70	75,90	1,21	1,6	2,16	7 Limo arenoso a arena limosa	25	48	No def.	No def.		No def.
-12,75	66,73	1,21	1,8	2,17	7 Limo arenoso a arena limosa	22	44	No def.	No def.		No def.
-12,80	62,16	1,21	1,9	2,17	7 Limo arenoso a arena limosa	21	42	No def.	No def.		No def.
-12,85	59,54	1,24	2,1	2,18	7 Limo arenoso a arena limosa	20	41	No def.	No def.		No def.
-12,90	59,54	1,27	2,1	2,18	7 Limo arenoso a arena limosa	20	41	No def.	No def.		No def.
-12,95	58,89	1,27	2,2	2,19	7 Limo arenoso a arena limosa	20	41	No def.	No def.		No def.
-13,00	64,12	1,37	2,1	2,19	7 Limo arenoso a arena limosa	21	43	No def.	No def.		No def.
-13,05	62,15	1,56	2,5	2,20	6 Limo arcilloso a limo arenoso	25	No def.	2,39	4,00	1,82	>10
-13,10	62,15	1,63	2,6	2,20	6 Limo arcilloso a limo arenoso	25	No def.	2,29	4,00	1,82	>10
-13,15	59,53	1,75	2,9	2,21	6 Limo arcilloso a limo arenoso	24	No def.	2,05	3,82	1,73	>10
-13,20	60,19	1,75	2,9	2,21	6 Limo arcilloso a limo arenoso	24	No def.	2,07	3,87	1,75	>10
-13,25	60,19	1,75	2,9	2,22	6 Limo arcilloso a limo arenoso	24	No def.	2,07	3,87	1,74	>10
-13,30	59,53	1,75	2,9	2,22	6 Limo arcilloso a limo arenoso	24	No def.	2,05	3,82	1,72	>10
-13,35	58,23	1,75	3,0	2,23	6 Limo arcilloso a limo arenoso	23	No def.	2,00	3,73	1,68	>10
-13,40	54,95	1,75	3,2	2,23	6 Limo arcilloso a limo arenoso	22	No def.	1,89	3,51	1,58	>10
-13,45	51,68	1,71	3,3	2,24	6 Limo arcilloso a limo arenoso	21	No def.	1,82	3,30	1,47	>10
-13,50	51,03	1,63	3,2	2,24	6 Limo arcilloso a limo arenoso	20	No def.	1,88	3,25	1,45	>10
-13,55	51,03	1,51	3,0	2,25	6 Limo arcilloso a limo arenoso	20	No def.	2,03	3,25	1,45	>10
-13,60	51,68	1,47	2,8	2,25	6 Limo arcilloso a limo arenoso	21	No def.	2,12	3,30	1,46	>10
-13,65	54,30	1,44	2,6	2,26	6 Limo arcilloso a limo arenoso	22	No def.	2,26	3,47	1,54	>10
-13,70	54,30	1,37	2,5	2,26	6 Limo arcilloso a limo arenoso	22	No def.	2,37	3,47	1,54	>10
-13,75	51,68	1,32	2,6	2,27	6 Limo arcilloso a limo arenoso	21	No def.	2,35	3,29	1,45	>10
-13,80	50,38	1,32	2,6	2,27	6 Limo arcilloso a limo arenoso	20	No def.	2,29	3,21	1,41	>10
-13,85	51,03	1,18	2,3	2,28	6 Limo arcilloso a limo arenoso	20	No def.	2,60	3,25	1,43	>10
-13,90	52,34	1,09	2,1	2,28	6 Limo arcilloso a limo arenoso	21	No def.	2,89	3,34	1,46	>10
-13,95	52,34	0,96	1,8	2,29	7 Limo arenoso a arena limosa	17	37	No def.	No def.		No def.
-14,00	51,68	0,79	1,5	2,29	7 Limo arenoso a arena limosa	17	36	No def.	No def.		No def.
-14,05	50,38	0,72	1,4	2,30	7 Limo arenoso a arena limosa	17	35	No def.	No def.		No def.
-14,10	46,45	0,69	1,5	2,30	7 Limo arenoso a arena limosa	15	33	No def.	No def.		No def.
-14,15	45,14	0,57	1,3	2,31	7 Limo arenoso a arena limosa	15	32	No def.	No def.		No def.
-14,20	32,52	0,53	1,6	2,31	6 Limo arcilloso a limo arenoso	13	No def.	3,71	2,01	0,87	7,8
-14,25	32,42	0,50	1,5	2,32	6 Limo arcilloso a limo arenoso	13	No def.	3,90	2,01	0,87	7,7
-14,30	29,90	0,48	1,6	2,32	6 Limo arcilloso a limo arenoso	12	No def.	3,74	1,84	0,79	6,8
-14,35	29,90	0,44	1,5	2,33	6 Limo arcilloso a limo arenoso	12	No def.	4,08	1,84	0,79	6,8
-14,40	28,60	0,43	1,5	2,33	6 Limo arcilloso a limo arenoso	11	No def.	4,03	1,75	0,75	6,3
-14,45	27,29	0,39	1,4	2,34	6 Limo arcilloso a limo arenoso	11	No def.	4,16	1,66	0,71	5,8
-14,50	27,29	0,35	1,3	2,34	7 Limo arenoso a arena limosa	9	18	No def.	No def.		No def.
-14,55	26,63	0,33	1,2	2,35	7 Limo arenoso a arena limosa	9	17	No def.	No def.		No def.
-14,60	25,98	0,29	1,1	2,35	7 Limo arenoso a arena limosa	9	16	No def.	No def.		No def.
-14,65	25,98	0,27	1,1	2,36	7 Limo arenoso a arena limosa	9	16	No def.	No def.		No def.
-14,70	26,63	0,27	1,0	2,36	7 Limo arenoso a arena limosa	9	17	No def.	No def.		No def.
-14,75	25,98	0,27	1,1	2,37	7 Limo arenoso a arena limosa	9	16	No def.	No def.		No def.
-14,80	26,63	0,27	1,0	2,37	7 Limo arenoso a arena limosa	9	17	No def.	No def.		No def.
-14,85	25,98	0,27	1,1	2,38	7 Limo arenoso a arena limosa	9	16	No def.	No def.		No def.
-14,90	25,97	0,27	1,1	2,38	7 Limo arenoso a arena limosa	9	16	No def.	No def.		No def.
-14,95	26,63	0,27	1,0	2,39	7 Limo arenoso a arena limosa	9	17	No def.	No def.		No def.

GE test

CPT Nº: P.K. 5+120 der.

Técnico: N.Frank - M.Devincenzi
Cono: 36 mm
Factor de cono 0,31
Dens. estimada media: 2 t/m³
Nivel Freático: m

Expediente: 39.09.96
Obra: A.V.E. CALATAYUD-RICLA - TRAMO IA
v/ Ref.: 0
Cliente: GEODECAN

Prof. m	qc kp/cm²	fs	FR%	Sig V' kp/cm²	Tipo de Suelo (FR% - qc)	N spt	D.R. %	St Ns 6	Su (qc) Nk 15	Su/ Sigv	OCR Su(qc)
-15,00	38,60	0,27	0,7	2,39	7 Limo arenoso a arena limosa	13	27	No def.	No def.		No def.
-15,05	40,56	0,28	0,7	2,40	7 Limo arenoso a arena limosa	14	29	No def.	No def.		No def.
-15,10	41,87	0,29	0,7	2,40	7 Limo arenoso a arena limosa	14	29	No def.	No def.		No def.
-15,15	42,52	0,32	0,8	2,41	7 Limo arenoso a arena limosa	14	30	No def.	No def.		No def.
-15,20	41,87	0,33	0,8	2,41	7 Limo arenoso a arena limosa	14	29	No def.	No def.		No def.
-15,25	39,90	0,33	0,8	2,42	7 Limo arenoso a arena limosa	13	28	No def.	No def.		No def.
-15,30	39,90	0,33	0,8	2,42	7 Limo arenoso a arena limosa	13	28	No def.	No def.		No def.
-15,35	25,52	0,33	1,3	2,43	6 Limo arcilloso a limo arenoso	10	No def.	4,59	1,54	0,63	4,8
-15,40	34,68	0,33	1,0	2,43	7 Limo arenoso a arena limosa	12	24	No def.	No def.		No def.
-15,45	43,19	0,34	0,8	2,44	7 Limo arenoso a arena limosa	14	30	No def.	No def.		No def.
-15,50	38,60	0,34	0,9	2,44	7 Limo arenoso a arena limosa	13	27	No def.	No def.		No def.
-15,55	36,64	0,37	1,0	2,45	7 Limo arenoso a arena limosa	12	25	No def.	No def.		No def.
-15,60	36,64	0,37	1,0	2,45	7 Limo arenoso a arena limosa	12	25	No def.	No def.		No def.
-15,65	36,64	0,37	1,0	2,46	7 Limo arenoso a arena limosa	12	25	No def.	No def.		No def.
-15,70	37,95	0,40	1,1	2,46	7 Limo arenoso a arena limosa	13	26	No def.	No def.		No def.
-15,75	37,95	0,41	1,1	2,47	7 Limo arenoso a arena limosa	13	26	No def.	No def.		No def.
-15,80	39,91	0,44	1,1	2,47	7 Limo arenoso a arena limosa	13	28	No def.	No def.		No def.
-15,85	41,22	0,47	1,1	2,48	7 Limo arenoso a arena limosa	14	29	No def.	No def.		No def.
-15,90	43,19	0,53	1,2	2,48	7 Limo arenoso a arena limosa	14	30	No def.	No def.		No def.
-15,95	43,84	0,55	1,2	2,49	7 Limo arenoso a arena limosa	15	30	No def.	No def.		No def.
-16,00	45,79	0,55	1,2	2,49	7 Limo arenoso a arena limosa	15	32	No def.	No def.		No def.
-16,05	48,41	0,55	1,1	2,50	7 Limo arenoso a arena limosa	16	33	No def.	No def.		No def.
-16,10	49,06	0,55	1,1	2,50	7 Limo arenoso a arena limosa	16	33	No def.	No def.		No def.
-16,15	49,73	0,56	1,1	2,51	7 Limo arenoso a arena limosa	17	34	No def.	No def.		No def.
-16,20	51,03	0,56	1,1	2,51	7 Limo arenoso a arena limosa	17	35	No def.	No def.		No def.
-16,25	50,38	0,57	1,1	2,52	7 Limo arenoso a arena limosa	17	34	No def.	No def.		No def.
-16,30	46,46	0,57	1,2	2,52	7 Limo arenoso a arena limosa	15	32	No def.	No def.		No def.
-16,35	29,29	0,57	1,9	2,53	6 Limo arcilloso a limo arenoso	12	No def.	3,10	1,78	0,71	5,7
-16,40	26,02	0,57	2,2	2,53	6 Limo arcilloso a limo arenoso	10	No def.	2,76	1,57	0,62	4,6
-16,45	24,71	0,57	2,3	2,54	6 Limo arcilloso a limo arenoso	10	No def.	2,62	1,48	0,58	4,2
-16,50	24,71	0,57	2,3	2,54	6 Limo arcilloso a limo arenoso	10	No def.	2,62	1,48	0,58	4,2
-16,55	25,37	0,57	2,2	2,55	6 Limo arcilloso a limo arenoso	10	No def.	2,69	1,52	0,60	4,4
-16,60	25,37	0,57	2,2	2,55	6 Limo arcilloso a limo arenoso	10	No def.	2,69	1,52	0,60	4,4
-16,65	26,02	0,56	2,2	2,56	6 Limo arcilloso a limo arenoso	10	No def.	2,79	1,56	0,61	4,6
-16,70	26,67	0,55	2,1	2,56	6 Limo arcilloso a limo arenoso	11	No def.	2,89	1,61	0,63	4,7
-16,75	28,64	0,53	1,9	2,57	6 Limo arcilloso a limo arenoso	11	No def.	3,22	1,74	0,68	5,3
-16,80	28,64	0,51	1,8	2,57	6 Limo arcilloso a limo arenoso	11	No def.	3,39	1,74	0,68	5,3
-16,85	27,32	0,46	1,7	2,58	6 Limo arcilloso a limo arenoso	11	No def.	3,57	1,65	0,64	4,9
-16,90	27,32	0,45	1,7	2,58	6 Limo arcilloso a limo arenoso	11	No def.	3,62	1,65	0,64	4,9
-16,95	27,99	0,45	1,6	2,59	6 Limo arcilloso a limo arenoso	11	No def.	3,70	1,69	0,66	5,1
-17,00	26,67	0,44	1,7	2,59	6 Limo arcilloso a limo arenoso	11	No def.	3,64	1,61	0,62	4,7
-17,05	26,67	0,44	1,7	2,60	6 Limo arcilloso a limo arenoso	11	No def.	3,64	1,61	0,62	4,6
-17,10	26,02	0,44	1,7	2,60	6 Limo arcilloso a limo arenoso	10	No def.	3,55	1,56	0,60	4,4
-17,15	27,32	0,44	1,6	2,61	6 Limo arcilloso a limo arenoso	11	No def.	3,72	1,65	0,63	4,8
-17,20	26,67	0,44	1,7	2,61	6 Limo arcilloso a limo arenoso	11	No def.	3,64	1,60	0,61	4,6
-17,25	27,32	0,44	1,6	2,62	6 Limo arcilloso a limo arenoso	11	No def.	3,72	1,65	0,63	4,8
-17,30	27,32	0,44	1,6	2,62	6 Limo arcilloso a limo arenoso	11	No def.	3,72	1,65	0,63	4,8
-17,35	27,32	0,47	1,7	2,63	6 Limo arcilloso a limo arenoso	11	No def.	3,47	1,65	0,63	4,7
-17,40	27,32	0,51	1,9	2,63	6 Limo arcilloso a limo arenoso	11	No def.	3,20	1,65	0,63	4,7
-17,45	27,99	0,52	1,9	2,64	6 Limo arcilloso a limo arenoso	11	No def.	3,23	1,69	0,64	4,9

Programa de interpretación de ensayos de penetración estática (CPT-CPTU) PRADECPT © GEOTEST

GE test

ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA

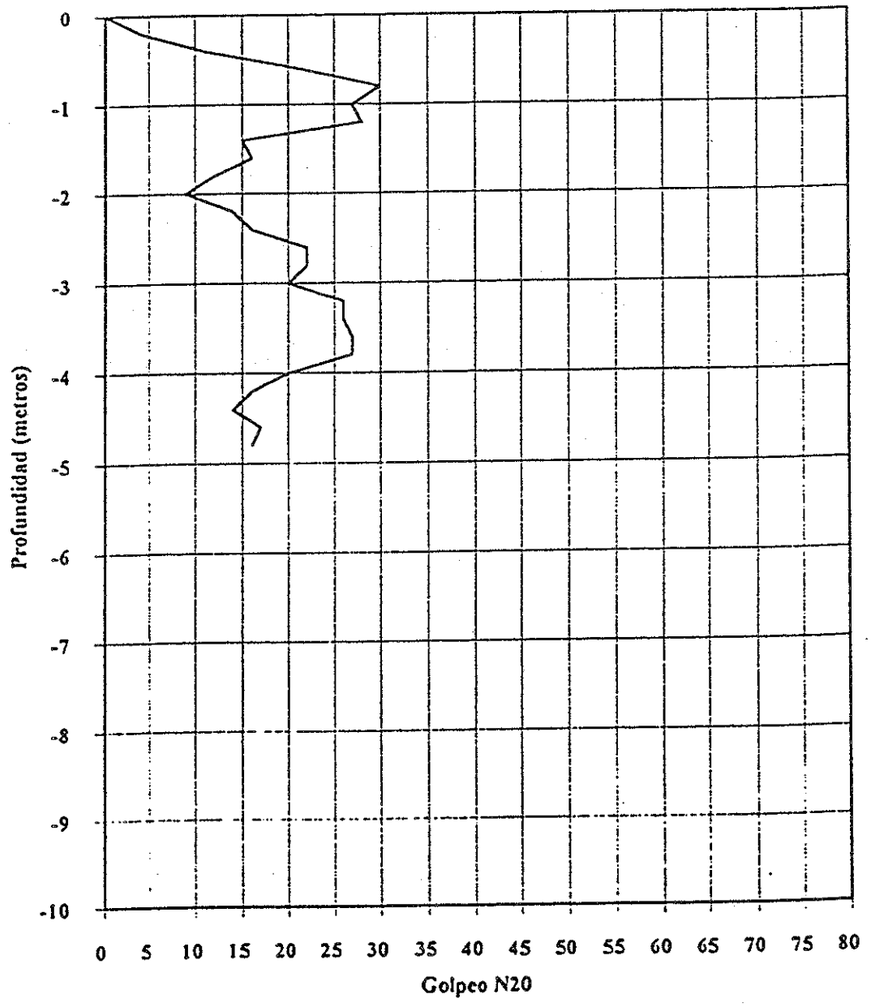
ISSMFE 1988

PENETRACION/AVANCE: P. K. 5 + 180 izq.
EXPEDIENTE: 39.09.96
OBRA: A.V.E. CALATAYUD-RICLA - TRAMO IA

Fecha del Ensayo: 06/11/96
Equipo: MENHIR 100 kN

Tipo de penetración: DPSH
Peso de la maza: 63,5 kg
Altura de caída de la maz: 76,2 cm

Prof.	N20
0,2	4
0,4	11
0,6	21
0,8	30
1,0	27
1,2	28
1,4	15
1,6	16
1,8	12
2,0	9
2,2	14
2,4	16
2,6	22
2,8	22
3,0	20
3,2	26
3,4	26
3,6	27
3,8	27
4,0	20
4,2	16
4,4	14
4,6	17
4,8	16
5,0	
5,2	
5,4	
5,6	
5,8	
6,0	
6,2	
6,4	
6,6	
6,8	
7,0	
7,2	
7,4	
7,6	
7,8	
8,0	
8,2	
8,4	
8,6	
8,8	
9,0	
9,2	
9,4	
9,6	
9,8	
10,0	



V°B° Director Adjunto

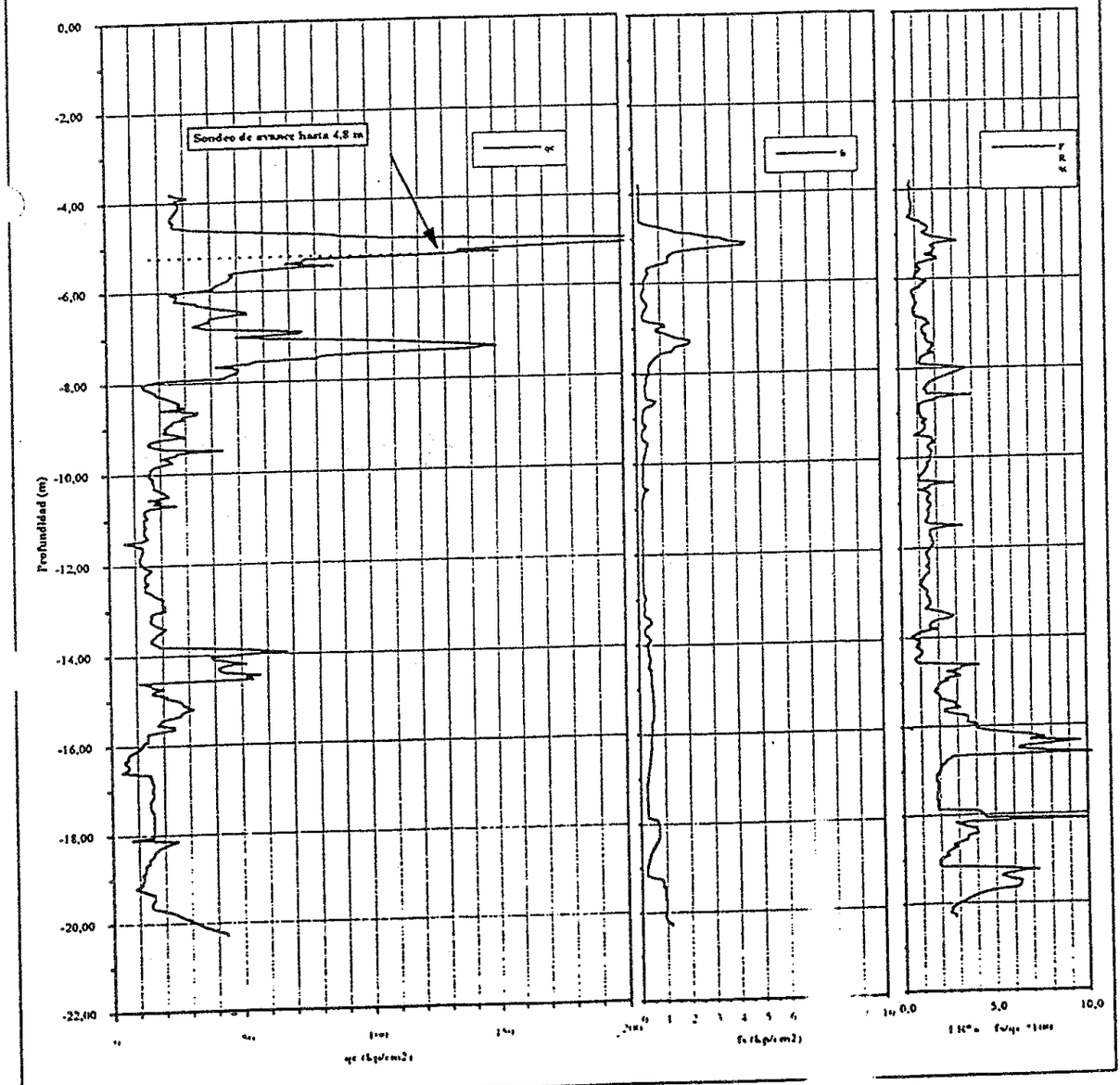
V°B° Director Laboratorio

GE test

CPT N°: P.K. 5+180 izq.

Expediente: 39.09.96
Obra: A.V.E. CALATAYUD-RICLA - TRAMO IA
s/ Ref.: 0
Cliente: GEODECAN

Técnico: N.Frank - M.Devincenzi
Cono: 36 mm
Dens. estimada media: 2 t/m³
Nivel Freático: m



Programa de interpretación de ensayos de penetración estática (CPT-CPTU) PRADECPT © GEOTEST

GE test

CPT Nº: P.K. 5+180 izq.

Expediente: 39.09.96
Obra: A.V.E. CALATAYUD-RICLA - TRAMO IA
v/ Ref.: 0
Cliente: GEODECAN

Técnico: N.Frank - M.Devincenzi
Cono: 36 mm
Factor de cono 0,31
Dens. estimada media: 2 t/m³
Nivel Freático: m

Prof. m	qc kp/cm²	fs	FR%	Sig V' kp/cm²	Tipo de Suelo (FR% - qc)	N spt	D.R. %	St Ns 6	Su (qc) Nk 15	Su/ Sigv	OCR Su(qc)
-2,50											
-2,55											
-2,60											
-2,65											
-2,70											
-2,75											
-2,80											
-2,85											
-2,90											
-2,95											
-3,00											
-3,05											
-3,10											
-3,15											
-3,20											
-3,25											
-3,30											
-3,35											
-3,40											
-3,45											
-3,50											
-3,55											
-3,60											
-3,65											
-3,70											
-3,75											
-3,80	24,86	0,19	0,8	0,76	7 Limo arenoso a arena limosa	8	31	No def.	No def.		No def.
-3,85	26,82	0,20	0,7	0,77	7 Limo arenoso a arena limosa	9	33	No def.	No def.		No def.
-3,90	31,41	0,21	0,7	0,78	7 Limo arenoso a arena limosa	10	37	No def.	No def.		No def.
-3,95	26,82	0,21	0,8	0,79	7 Limo arenoso a arena limosa	9	33	No def.	No def.		No def.
-4,00	27,48	0,20	0,7	0,80	7 Limo arenoso a arena limosa	9	33	No def.	No def.		No def.
-4,05	28,13	0,20	0,7	0,81	7 Limo arenoso a arena limosa	9	34	No def.	No def.		No def.
-4,10	28,13	0,21	0,7	0,82	7 Limo arenoso a arena limosa	9	33	No def.	No def.		No def.
-4,15	27,48	0,20	0,7	0,83	7 Limo arenoso a arena limosa	9	33	No def.	No def.		No def.
-4,20	26,82	0,20	0,7	0,84	7 Limo arenoso a arena limosa	9	32	No def.	No def.		No def.
-4,25	26,17	0,20	0,8	0,85	7 Limo arenoso a arena limosa	9	31	No def.	No def.		No def.
-4,30	25,52	0,20	0,8	0,86	7 Limo arenoso a arena limosa	9	30	No def.	No def.		No def.
-4,35	24,86	0,20	0,8	0,87	7 Limo arenoso a arena limosa	8	29	No def.	No def.		No def.
-4,40	24,86	0,20	0,8	0,88	7 Limo arenoso a arena limosa	8	29	No def.	No def.		No def.
-4,45	26,17	0,20	0,8	0,89	7 Limo arenoso a arena limosa	9	30	No def.	No def.		No def.
-4,50	25,52	0,20	0,8	0,90	7 Limo arenoso a arena limosa	9	29	No def.	No def.		No def.
-4,55	26,17	0,20	0,8	0,91	7 Limo arenoso a arena limosa	9	30	No def.	No def.		No def.
-4,60	32,71	0,20	0,6	0,92	7 Limo arenoso a arena limosa	11	36	No def.	No def.		No def.
-4,65	46,46	0,39	0,8	0,93	7 Limo arenoso a arena limosa	15	46	No def.	No def.		No def.
-4,70	65,43	0,81	1,2	0,94	7 Limo arenoso a arena limosa	22	56	No def.	No def.		No def.
-4,75	84,40	1,17	1,4	0,95	8 Arena a arena limosa	21	63	No def.	No def.		No def.
-4,80	90,28	1,49	1,7	0,96	7 Limo arenoso a arena limosa	30	65	No def.	No def.		No def.
-4,85	105,99	1,80	1,7	0,97	7 Limo arenoso a arena limosa	35	69	No def.	No def		No def.
-4,90	152,44	2,52	1,7	0,98	8 Arena a arena limosa	38	79	No def.	No def		No def.
-4,95	212,63	2,94	1,4	0,99	8 Arena a arena limosa	53	89	No def.	No def.		No def.

GE test

CPT Nº: P.K. 5+180 izq.

Expediente: 39.09.96
Obra: A.V.E. CALATAYUD-RICLA - TRAMO IA
v/ Ref.: 0
Cliente: GEODECAN

Técnico: N.Frank - M.Devincenzi
Cono: 36 mm
Factor de cono 0,31
Dens. estimada media: 2 t/m³
Nivel Freático: m

Prof. m	qc kp/cm²	fs	FR%	Sig V' kp/cm²	Tipo de Suelo (FR% - qc)	N spt	D.R. %	St Ns 6	Su (qc) Nk 15	Su/ Sigv	OCR Su(qc)
-5,00	220,49	3,55	1,6	1,00	8 Arena a arena limosa	55	90	No def.	No def.		No def.
-5,05	196,93	3,82	1,9	1,01	8 Arena a arena limosa	49	86	No def.	No def.		No def.
-5,10	160,95	4,48	2,8	1,02	7 Limo arenoso a arena limosa	54	80	No def.	No def.		No def.
-5,15	135,44	4,40	3,3	1,03	6 Limo arcilloso a limo arenoso	54	No def.	1,85	8,96	8,70	>10
-5,20	151,78	3,17	2,1	1,04	7 Limo arenoso a arena limosa	51	78	No def.	No def.		No def.
-5,25	120,38	2,21	1,8	1,05	7 Limo arenoso a arena limosa	40	72	No def.	No def.		No def.
-5,30	76,55	1,58	2,1	1,06	7 Limo arenoso a arena limosa	26	59	No def.	No def.		No def.
-5,35	75,24	1,47	2,0	1,07	7 Limo arenoso a arena limosa	25	58	No def.	No def.		No def.
-5,40	68,70	1,35	2,0	1,08	7 Limo arenoso a arena limosa	23	55	No def.	No def.		No def.
-5,45	87,01	1,35	1,6	1,09	7 Limo arenoso a arena limosa	29	62	No def.	No def.		No def.
-5,50	65,43	1,38	2,1	1,10	7 Limo arenoso a arena limosa	22	53	No def.	No def.		No def.
-5,55	53,00	1,15	2,2	1,11	6 Limo arcilloso a limo arenoso	21	No def.	2,76	3,46	3,12	>10
-5,60	47,11	0,73	1,6	1,12	7 Limo arenoso a arena limosa	16	44	No def.	No def.		No def.
-5,65	48,41	0,53	1,1	1,13	7 Limo arenoso a arena limosa	16	44	No def.	No def.		No def.
-5,70	47,11	0,51	1,1	1,14	7 Limo arenoso a arena limosa	16	44	No def.	No def.		No def.
-5,75	46,46	0,58	1,2	1,15	7 Limo arenoso a arena limosa	15	43	No def.	No def.		No def.
-5,80	44,49	0,53	1,2	1,16	7 Limo arenoso a arena limosa	15	42	No def.	No def.		No def.
-5,85	42,52	0,45	1,1	1,17	7 Limo arenoso a arena limosa	14	40	No def.	No def.		No def.
-5,90	41,22	0,40	1,0	1,18	7 Limo arenoso a arena limosa	14	39	No def.	No def.		No def.
-5,95	40,57	0,37	0,9	1,19	7 Limo arenoso a arena limosa	14	39	No def.	No def.		No def.
-6,00	29,90	0,37	1,2	1,20	7 Limo arenoso a arena limosa	10	30	No def.	No def.		No def.
-6,05	24,48	0,39	1,6	1,21	6 Limo arcilloso a limo arenoso	10	No def.	3,80	1,55	1,28	>10
-6,10	27,29	0,39	1,4	1,22	6 Limo arcilloso a limo arenoso	11	No def.	4,24	1,74	1,42	>10
-6,15	26,64	0,34	1,3	1,23	6 Limo arcilloso a limo arenoso	11	No def.	4,71	1,69	1,38	>10
-6,20	25,98	0,31	1,2	1,24	7 Limo arenoso a arena limosa	9	25	No def.	No def.		No def.
-6,25	34,02	0,27	0,8	1,25	7 Limo arenoso a arena limosa	11	33	No def.	No def.		No def.
-6,30	35,33	0,27	0,8	1,26	7 Limo arenoso a arena limosa	12	34	No def.	No def.		No def.
-6,35	40,57	0,34	0,8	1,27	7 Limo arenoso a arena limosa	14	38	No def.	No def.		No def.
-6,40	45,79	0,41	0,9	1,28	7 Limo arenoso a arena limosa	15	41	No def.	No def.		No def.
-6,45	53,00	0,50	0,9	1,29	7 Limo arenoso a arena limosa	18	45	No def.	No def.		No def.
-6,50	53,65	0,51	0,9	1,30	7 Limo arenoso a arena limosa	18	45	No def.	No def.		No def.
-6,55	43,84	0,46	1,0	1,31	7 Limo arenoso a arena limosa	15	39	No def.	No def.		No def.
-6,60	39,25	0,37	0,9	1,32	7 Limo arenoso a arena limosa	13	36	No def.	No def.		No def.
-6,65	39,25	0,33	0,8	1,33	7 Limo arenoso a arena limosa	13	36	No def.	No def.		No def.
-6,70	35,98	0,30	0,8	1,34	7 Limo arenoso a arena limosa	12	34	No def.	No def.		No def.
-6,75	33,37	0,29	0,9	1,35	7 Limo arenoso a arena limosa	11	31	No def.	No def.		No def.
-6,80	37,95	0,33	0,9	1,36	7 Limo arenoso a arena limosa	13	35	No def.	No def.		No def.
-6,85	54,30	0,63	1,2	1,37	7 Limo arenoso a arena limosa	18	45	No def.	No def.		No def.
-6,90	74,59	1,13	1,5	1,38	7 Limo arenoso a arena limosa	25	54	No def.	No def.		No def.
-6,95	73,28	1,19	1,6	1,39	7 Limo arenoso a arena limosa	24	53	No def.	No def.		No def.
-7,00	49,73	0,85	1,7	1,40	7 Limo arenoso a arena limosa	17	42	No def.	No def.		No def.
-7,05	61,50	0,85	1,4	1,41	7 Limo arenoso a arena limosa	20	48	No def.	No def.		No def.
-7,10	88,98	1,17	1,3	1,42	8 Arena a arena limosa	22	59	No def.	No def.		No def.
-7,15	109,91	1,47	1,3	1,43	8 Arena a arena limosa	27	65	No def.	No def.		No def.
-7,20	124,31	1,65	1,3	1,44	8 Arena a arena limosa	31	68	No def.	No def.		No def.
-7,25	141,98	2,19	1,5	1,45	8 Arena a arena limosa	35	72	No def.	No def.		No def.
-7,30	150,49	2,21	1,5	1,46	8 Arena a arena limosa	38	73	No def.	No def.		No def.
-7,35	138,05	2,11	1,5	1,47	8 Arena a arena limosa	35	71	No def.	No def.		No def.
-7,40	101,41	1,65	1,6	1,48	7 Limo arenoso a arena limosa	34	62	No def.	No def.		No def.
-7,45	81,78	1,57	1,9	1,49	7 Limo arenoso a arena limosa	27	56	No def.	No def		No def.

GE test

CPT Nº: P.K. 5+180 izq.

Expediente: 39.09.96
Obra: A.V.E. CALATAYUD-RICLA - TRAMO IA
v/ Ref.: 0
Cliente: GEODECAN

Técnico: N.Frank - M.Devincenzi
Cono: 36 mm
Factor de cono 0,31
Dens. estimada media: 2 t/m³
Nivel Freático: m

Prof. m	qc kp/cm²	fs	FR%	Sig V' kp/cm²	Tipo de Suelo (FR% - qc)	N spt	D.R. %	St Ns 6	Su (qc) Nk 15	Su/ Sigv	OCR Su(qc)
-7,50	80,47	1,49	1,8	1,50	7 Limo arenoso a arena limosa	27	55	No def.	No def.		No def.
-7,55	56,27	1,03	1,8	1,51	7 Limo arenoso a arena limosa	19	45	No def.	No def.		No def.
-7,60	54,30	0,89	1,6	1,52	7 Limo arenoso a arena limosa	18	43	No def.	No def.		No def.
-7,65	41,87	0,79	1,9	1,53	6 Limo arcilloso a limo arenoso	17	No def.	3,19	2,69	1,76	>10
-7,70	50,38	0,71	1,4	1,53	7 Limo arenoso a arena limosa	17	41	No def.	No def.		No def.
-7,75	50,38	0,63	1,2	1,54	7 Limo arenoso a arena limosa	17	41	No def.	No def.		No def.
-7,80	49,08	0,57	1,2	1,54	7 Limo arenoso a arena limosa	16	40	No def.	No def.		No def.
-7,85	46,46	0,54	1,2	1,55	7 Limo arenoso a arena limosa	15	39	No def.	No def.		No def.
-7,90	44,49	0,53	1,2	1,55	7 Limo arenoso a arena limosa	15	38	No def.	No def.		No def.
-7,95	19,37	0,56	2,9	1,56	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	10	No def.	2,08	1,19	0,76	6,4
-8,00	14,78	0,55	3,7	1,56	4 Arcilla a arcilla limosa	10	No def.	1,60	0,88	0,56	4,0
-8,05	13,48	0,45	3,4	1,57	4 Arcilla a arcilla limosa	9	No def.	1,78	0,79	0,51	3,4
-8,10	14,13	0,43	3,0	1,57	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	7	No def.	1,99	0,84	0,53	3,7
-8,15	16,10	0,42	2,6	1,58	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	8	No def.	2,30	0,97	0,61	4,6
-8,20	18,05	0,42	2,3	1,58	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	9	No def.	2,58	1,10	0,70	5,6
-8,25	18,71	0,37	2,0	1,59	6 Limo arcilloso a limo arenoso	7	No def.	3,01	1,14	0,72	5,9
-8,30	21,32	0,37	1,7	1,59	6 Limo arcilloso a limo arenoso	9	No def.	3,49	1,32	0,83	7,3
-8,35	23,94	0,38	1,6	1,60	6 Limo arcilloso a limo arenoso	10	No def.	3,78	1,49	0,93	8,6
-8,40	25,91	0,39	1,5	1,60	6 Limo arcilloso a limo arenoso	10	No def.	4,03	1,62	1,01	>10
-8,45	27,88	0,39	1,4	1,61	6 Limo arcilloso a limo arenoso	11	No def.	4,33	1,75	1,09	>10
-8,50	26,56	0,40	1,5	1,61	6 Limo arcilloso a limo arenoso	11	No def.	3,99	1,66	1,03	>10
-8,55	29,83	0,45	1,5	1,62	6 Limo arcilloso a limo arenoso	12	No def.	4,01	1,88	1,16	>10
-8,60	20,67	0,81	3,9	1,62	4 Arcilla a arcilla limosa	14	No def.	1,54	1,27	0,78	6,7
-8,65	34,42	0,74	2,1	1,63	6 Limo arcilloso a limo arenoso	14	No def.	2,79	2,19	1,35	>10
-8,70	33,75	0,63	1,9	1,63	6 Limo arcilloso a limo arenoso	14	No def.	3,20	2,14	1,31	>10
-8,75	28,53	0,39	1,4	1,64	7 Limo arenoso a arena limosa	10	24	No def.	No def.		No def.
-8,80	29,83	0,31	1,0	1,64	7 Limo arenoso a arena limosa	10	25	No def.	No def.		No def.
-8,85	25,26	0,29	1,1	1,65	7 Limo arenoso a arena limosa	8	20	No def.	No def.		No def.
-8,90	24,59	0,27	1,1	1,65	7 Limo arenoso a arena limosa	8	20	No def.	No def.		No def.
-8,95	23,29	0,26	1,1	1,66	6 Limo arcilloso a limo arenoso	9	No def.	5,38	1,44	0,87	7,8
-9,00	21,99	0,25	1,1	1,66	6 Limo arcilloso a limo arenoso	9	No def.	5,22	1,36	0,82	7,1
-9,05	22,64	0,26	1,1	1,67	6 Limo arcilloso a limo arenoso	9	No def.	5,23	1,40	0,84	7,4
-9,10	21,32	0,27	1,3	1,67	6 Limo arcilloso a limo arenoso	9	No def.	4,79	1,31	0,78	6,7
-9,15	26,56	0,40	1,5	1,68	6 Limo arcilloso a limo arenoso	11	No def.	3,99	1,66	0,99	9,2
-9,20	29,83	0,37	1,3	1,68	7 Limo arenoso a arena limosa	10	25	No def.	No def.		No def.
-9,25	19,37	0,27	1,4	1,69	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	4,35	1,18	0,70	5,6
-9,30	16,10	0,23	1,4	1,69	6 Limo arcilloso a limo arenoso	6	No def.	4,27	0,96	0,57	4,1
-9,35	15,44	0,22	1,4	1,70	6 Limo arcilloso a limo arenoso	6	No def.	4,21	0,92	0,54	3,8
-9,40	17,40	0,22	1,3	1,70	6 Limo arcilloso a limo arenoso	7	No def.	4,74	1,05	0,62	4,6
-9,45	21,99	0,25	1,1	1,71	6 Limo arcilloso a limo arenoso	9	No def.	5,35	1,35	0,79	6,8
-9,50	43,57	0,36	0,8	1,71	7 Limo arenoso a arena limosa	15	35	No def.	No def.		No def.
-9,55	26,56	0,47	1,8	1,72	6 Limo arcilloso a limo arenoso	11	No def.	3,37	1,66	0,97	8,9
-9,60	25,91	0,46	1,8	1,72	6 Limo arcilloso a limo arenoso	10	No def.	3,38	1,61	0,94	8,6
-9,65	20,67	0,39	1,9	1,73	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	3,15	1,26	0,73	6,0
-9,70	23,94	0,39	1,6	1,73	6 Limo arcilloso a limo arenoso	10	No def.	3,65	1,48	0,86	7,6
-9,75	24,59	0,38	1,5	1,74	6 Limo arcilloso a limo arenoso	10	No def.	3,88	1,52	0,88	7,9
-9,80	20,02	0,33	1,7	1,74	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	3,60	1,22	0,70	5,6
-9,85	17,40	0,31	1,8	1,75	6 Limo arcilloso a limo arenoso	7	No def.	3,40	1,04	0,60	4,4
-9,90	16,10	0,29	1,8	1,75	6 Limo arcilloso a limo arenoso	6	No def.	3,37	0,96	0,55	3,8
-9,95	16,10	0,27	1,7	1,76	6 Limo arcilloso a limo arenoso	6	No def.	3,62	0,96	0,54	3,8

GE test

CPT Nº: P.K. 5+180 izq.

Expediente: 39.09.96
Obra: A.V.E. CALATAYUD-RICLA - TRAMO IA
v/ Ref.: 0
Cliente: GEODECAN

Técnico: N.Frank - M.Devincenzi
Cono: 36 mm
Factor de cono 0,31
Dens. estimada media: 2 t/m³
Nivel Freático: m

Prof. m	qc kp/cm²	fs	FR%	Sig V' kp/cm²	Tipo de Suelo (FR% - qc)	N spt	D.R. %	St Ns 6	Su (qc) Nk 15	Su/ Sigv	OCR Su(qc)
-10,00	15,44	0,26	1,7	1,76	6 Limo arcilloso a limo arenoso	6	No def.	3,57	0,91	0,52	3,5
-10,05	15,44	0,26	1,7	1,77	6 Limo arcilloso a limo arenoso	6	No def.	3,57	0,91	0,52	3,5
-10,10	17,40	0,26	1,5	1,77	6 Limo arcilloso a limo arenoso	7	No def.	4,02	1,04	0,59	4,3
-10,15	16,75	0,26	1,6	1,78	6 Limo arcilloso a limo arenoso	7	No def.	3,87	1,00	0,56	4,0
-10,20	17,40	0,26	1,5	1,78	6 Limo arcilloso a limo arenoso	7	No def.	4,02	1,04	0,59	4,2
-10,25	17,40	0,24	1,4	1,79	6 Limo arcilloso a limo arenoso	7	No def.	4,36	1,04	0,58	4,2
-10,30	17,40	0,23	1,3	1,79	6 Limo arcilloso a limo arenoso	7	No def.	4,47	1,04	0,58	4,2
-10,35	19,37	0,23	1,2	1,80	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	4,98	1,17	0,65	5,0
-10,40	21,32	0,23	1,1	1,80	6 Limo arcilloso a limo arenoso	9	No def.	5,48	1,30	0,72	5,9
-10,45	22,64	0,24	1,1	1,81	6 Limo arcilloso a limo arenoso	9	No def.	5,67	1,39	0,77	6,5
-10,50	23,29	0,25	1,1	1,81	6 Limo arcilloso a limo arenoso	9	No def.	5,53	1,43	0,79	6,8
-10,55	15,44	0,45	2,9	1,82	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	8	No def.	2,04	0,91	0,50	3,3
-10,60	20,67	0,33	1,6	1,82	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	3,80	1,26	0,69	5,5
-10,65	17,40	0,29	1,6	1,83	6 Limo arcilloso a limo arenoso	7	No def.	3,65	1,04	0,57	4,1
-10,70	25,91	0,27	1,1	1,83	7 Limo arenoso a arena limosa	9	20	No def.	No def.		No def.
-10,75	15,44	0,24	1,6	1,84	6 Limo arcilloso a limo arenoso	6	No def.	3,87	0,91	0,49	3,3
-10,80	13,48	0,23	1,7	1,84	6 Limo arcilloso a limo arenoso	5	No def.	3,57	0,78	0,42	2,6
-10,85	13,48	0,21	1,5	1,85	6 Limo arcilloso a limo arenoso	5	No def.	3,91	0,78	0,42	2,6
-10,90	14,13	0,21	1,5	1,85	6 Limo arcilloso a limo arenoso	6	No def.	4,10	0,82	0,44	2,8
-10,95	14,78	0,22	1,5	1,86	6 Limo arcilloso a limo arenoso	6	No def.	4,03	0,86	0,46	3,0
-11,00	13,48	0,23	1,7	1,86	6 Limo arcilloso a limo arenoso	5	No def.	3,57	0,77	0,42	2,6
-11,05	13,48	0,23	1,7	1,87	6 Limo arcilloso a limo arenoso	5	No def.	3,57	0,77	0,42	2,6
-11,10	13,48	0,21	1,6	1,87	6 Limo arcilloso a limo arenoso	5	No def.	3,80	0,77	0,41	2,5
-11,15	14,13	0,21	1,5	1,88	6 Limo arcilloso a limo arenoso	6	No def.	3,98	0,82	0,44	2,7
-11,20	13,48	0,21	1,6	1,88	6 Limo arcilloso a limo arenoso	5	No def.	3,80	0,77	0,41	2,5
-11,25	13,48	0,21	1,5	1,89	6 Limo arcilloso a limo arenoso	5	No def.	3,91	0,77	0,41	2,5
-11,30	13,48	0,21	1,5	1,89	6 Limo arcilloso a limo arenoso	5	No def.	3,91	0,77	0,41	2,5
-11,35	14,13	0,21	1,5	1,90	6 Limo arcilloso a limo arenoso	6	No def.	4,10	0,82	0,43	2,7
-11,40	14,78	0,20	1,4	1,90	6 Limo arcilloso a limo arenoso	6	No def.	4,44	0,86	0,45	2,9
-11,45	12,82	0,20	1,6	1,91	6 Limo arcilloso a limo arenoso	5	No def.	3,85	0,73	0,38	2,3
-11,50	5,71	0,19	3,4	1,91	3 Arcilla	6	No def.	1,77	0,25	0,13	0,9
-11,55	10,21	0,21	2,0	1,92	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	5	No def.	2,96	0,55	0,29	1,6
-11,60	12,82	0,21	1,6	1,92	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	6	No def.	3,72	0,73	0,38	2,3
-11,65	12,82	0,21	1,6	1,93	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	6	No def.	3,72	0,73	0,38	2,3
-11,70	12,82	0,21	1,6	1,93	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	6	No def.	3,72	0,73	0,38	2,2
-11,75	12,17	0,21	1,7	1,94	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	6	No def.	3,53	0,68	0,35	2,1
-11,80	12,17	0,21	1,7	1,94	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	6	No def.	3,53	0,68	0,35	2,1
-11,85	11,51	0,21	1,8	1,95	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	6	No def.	3,34	0,64	0,33	1,9
-11,90	11,51	0,21	1,8	1,95	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	6	No def.	3,34	0,64	0,33	1,9
-11,95	12,17	0,21	1,7	1,96	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	6	No def.	3,53	0,68	0,35	2,0
-12,00	12,82	0,21	1,6	1,96	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	6	No def.	3,72	0,72	0,37	2,2
-12,05	13,48	0,21	1,5	1,97	6 Limo arcilloso a limo arenoso	5	No def.	3,91	0,77	0,39	2,4
-12,10	16,10	0,22	1,4	1,97	6 Limo arcilloso a limo arenoso	6	No def.	4,39	0,94	0,48	3,1
-12,15	15,44	0,22	1,4	1,98	6 Limo arcilloso a limo arenoso	6	No def.	4,21	0,90	0,45	2,9
-12,20	14,13	0,21	1,5	1,98	6 Limo arcilloso a limo arenoso	6	No def.	4,10	0,81	0,41	2,5
-12,25	13,48	0,21	1,5	1,99	6 Limo arcilloso a limo arenoso	5	No def.	3,91	0,77	0,39	2,3
-12,30	13,48	0,21	1,5	1,99	6 Limo arcilloso a limo arenoso	5	No def.	3,91	0,77	0,38	2,3
-12,35	13,48	0,21	1,5	2,00	6 Limo arcilloso a limo arenoso	5	No def.	3,91	0,77	0,38	2,3
-12,40	14,78	0,21	1,4	2,00	6 Limo arcilloso a limo arenoso	6	No def.	4,29	0,85	0,43	2,7
-12,45	13,48	0,21	1,5	2,01	6 Limo arcilloso a limo arenoso	5	No def.	3,91	0,76	0,38	2,3

GE test

CPT Nº: P.K. 5+180 izq.

Técnico: N.Frank - M.Devincenzi
Cono: 36 mm
Factor de cono 0,31
Dens. estimada media: 2 t/m³
Nivel Freático: m

Expediente: 39.09.96
Obra: A.V.E. CALATAYUD-RICLA - TRAMO IA
v/ Ref.: 0
Cliente: GEODECAN

Prof. m	qc kp/cm²	fs	FR%	Sig V' kp/cm²	Tipo de Suelo (FR% - qc)	N spt	D.R. %	St Ns 6	Su (qc) Nk 15	Su/ Sigv	OCR Su(qc)
-12,50	13,48	0,21	1,5	2,01	6 Limo arcilloso a limo arenoso	5	No def.	3,91	0,76	0,38	2,3
-12,55	13,48	0,21	1,5	2,02	6 Limo arcilloso a limo arenoso	5	No def.	3,91	0,76	0,38	2,3
-12,60	15,44	0,21	1,3	2,02	6 Limo arcilloso a limo arenoso	6	No def.	4,48	0,89	0,44	2,8
-12,65	16,75	0,21	1,2	2,03	6 Limo arcilloso a limo arenoso	7	No def.	4,86	0,98	0,48	3,2
-12,70	18,05	0,21	1,2	2,03	6 Limo arcilloso a limo arenoso	7	No def.	5,09	1,07	0,53	3,6
-12,75	20,67	0,22	1,1	2,04	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	5,63	1,24	0,61	4,5
-12,80	20,02	0,23	1,1	2,04	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	5,31	1,20	0,59	4,3
-12,85	20,02	0,23	1,1	2,05	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	5,31	1,20	0,59	4,3
-12,90	21,32	0,27	1,3	2,05	6 Limo arcilloso a limo arenoso	9	No def.	4,68	1,28	0,63	4,7
-12,95	20,67	0,30	1,4	2,06	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	4,14	1,24	0,60	4,5
-13,00	21,32	0,29	1,4	2,06	6 Limo arcilloso a limo arenoso	9	No def.	4,36	1,28	0,62	4,7
-13,05	16,75	0,23	1,4	2,07	6 Limo arcilloso a limo arenoso	7	No def.	4,31	0,98	0,47	3,1
-13,10	15,44	0,23	1,5	2,07	6 Limo arcilloso a limo arenoso	6	No def.	3,97	0,89	0,43	2,7
-13,15	16,10	0,25	1,5	2,08	6 Limo arcilloso a limo arenoso	6	No def.	3,92	0,93	0,45	2,9
-13,20	15,44	0,25	1,6	2,08	6 Limo arcilloso a limo arenoso	6	No def.	3,76	0,89	0,43	2,7
-13,25	15,44	0,25	1,6	2,09	6 Limo arcilloso a limo arenoso	6	No def.	3,76	0,89	0,43	2,7
-13,30	16,75	0,23	1,4	2,09	6 Limo arcilloso a limo arenoso	7	No def.	4,31	0,98	0,47	3,0
-13,35	18,71	0,25	1,3	2,10	6 Limo arcilloso a limo arenoso	7	No def.	4,55	1,11	0,53	3,6
-13,40	21,32	0,44	2,1	2,10	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	9	No def.	2,91	1,28	0,61	4,5
-13,45	20,02	0,51	2,5	2,11	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	10	No def.	2,37	1,19	0,57	4,1
-13,50	18,71	0,53	2,8	2,11	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	9	No def.	2,11	1,11	0,52	3,6
-13,55	17,40	0,45	2,6	2,12	6 Limo arcilloso a limo arenoso	9	No def.	2,30	1,02	0,48	3,2
-13,60	16,75	0,33	1,9	2,12	6 Limo arcilloso a limo arenoso	7	No def.	3,08	0,98	0,46	3,0
-13,65	15,44	0,25	1,6	2,13	6 Limo arcilloso a limo arenoso	6	No def.	3,67	0,89	0,42	2,6
-13,70	15,44	0,24	1,6	2,13	6 Limo arcilloso a limo arenoso	6	No def.	3,87	0,89	0,42	2,6
-13,75	18,05	0,27	1,5	2,14	6 Limo arcilloso a limo arenoso	7	No def.	3,97	1,06	0,50	3,3
-13,80	18,71	0,37	2,0	2,14	6 Limo arcilloso a limo arenoso	7	No def.	3,01	1,10	0,52	3,5
-13,85	41,22	0,46	1,1	2,15	7 Limo arenoso a arena limosa	14	31	No def.	No def.		No def.
-13,90	57,57	0,48	0,8	2,15	8 Arena a arena limosa	14	40	No def.	No def.		No def.
-13,95	67,39	0,37	0,6	2,16	8 Arena a arena limosa	17	45	No def.	No def.		No def.
-14,00	48,41	0,33	0,7	2,16	8 Arena a arena limosa	12	35	No def.	No def.		No def.
-14,05	38,60	0,37	1,0	2,17	7 Limo arenoso a arena limosa	13	29	No def.	No def.		No def.
-14,10	39,91	0,39	1,0	2,17	7 Limo arenoso a arena limosa	13	30	No def.	No def.		No def.
-14,15	45,14	0,37	0,8	2,18	7 Limo arenoso a arena limosa	15	33	No def.	No def.		No def.
-14,20	51,68	0,41	0,8	2,18	8 Arena a arena limosa	13	37	No def.	No def.		No def.
-14,25	43,84	0,45	1,0	2,19	7 Limo arenoso a arena limosa	15	32	No def.	No def.		No def.
-14,30	41,22	0,45	1,1	2,19	7 Limo arenoso a arena limosa	14	30	No def.	No def.		No def.
-14,35	41,87	0,45	1,1	2,20	7 Limo arenoso a arena limosa	14	31	No def.	No def.		No def.
-14,40	43,84	0,40	0,9	2,20	7 Limo arenoso a arena limosa	15	32	No def.	No def.		No def.
-14,45	56,92	0,40	0,7	2,21	8 Arena a arena limosa	14	40	No def.	No def.		No def.
-14,50	51,68	0,40	0,8	2,21	8 Arena a arena limosa	13	37	No def.	No def.		No def.
-14,55	54,30	0,49	0,9	2,22	8 Arena a arena limosa	14	38	No def.	No def.		No def.
-14,60	11,13	0,47	4,2	2,22	3 Arcilla	11	No def.	1,43	0,59	0,27	1,5
-14,65	15,05	0,49	3,2	2,23	4 Arcilla a arcilla limosa	10	No def.	1,86	0,86	0,38	2,3
-14,70	15,70	0,49	3,1	2,23	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	8	No def.	1,91	0,90	0,40	2,5
-14,75	20,29	0,49	2,4	2,24	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	10	No def.	2,47	1,20	0,54	3,7
-14,80	16,35	0,50	3,1	2,24	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	8	No def.	1,97	0,94	0,42	2,6
-14,85	15,70	0,50	3,2	2,25	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	8	No def.	1,89	0,90	0,40	2,4
-14,90	21,59	0,51	2,3	2,25	6 Limo arcilloso a limo arenoso	9	No def.	2,56	1,29	0,57	4,1
-14,95	20,94	0,53	2,5	2,26	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	10	No def.	2,38	1,25	0,55	3,9

GE test

CPT Nº: P.K. 5+180 izq.

Técnico: N.Frank - M.Devincenzi
Cono: 36 mm
Factor de cono 0,31
Dens. estimada media: 2 t/m³
Nivel Freático: m

Expediente: 39.09.96
Obra: A.V.E. CALATAYUD-RICLA - TRAMO IA
v/ Ref.: 0
Cliente: GEODECAN

Prof. m	qc kp/cm²	fs	FR%	Sig V' kp/cm²	Tipo de Suelo (FR% - qc)	N spt	D.R. %	St Ns 6	Su (qc) Nk 15	Su/ Sigv	OCR Su(qc)
-15,00	25,52	0,53	2,1	2,26	6 Limo arcilloso a limo arenoso	10	No def.	2,87	1,55	0,69	5,5
-15,05	27,48	0,54	2,0	2,27	6 Limo arcilloso a limo arenoso	11	No def.	3,05	1,68	0,74	6,2
-15,10	27,48	0,54	2,0	2,27	6 Limo arcilloso a limo arenoso	11	No def.	3,05	1,68	0,74	6,1
-15,15	29,45	0,54	1,8	2,28	6 Limo arcilloso a limo arenoso	12	No def.	3,27	1,81	0,80	6,9
-15,20	31,41	0,55	1,7	2,28	6 Limo arcilloso a limo arenoso	13	No def.	3,45	1,94	0,85	7,6
-15,25	28,80	0,55	1,9	2,29	6 Limo arcilloso a limo arenoso	12	No def.	3,12	1,77	0,77	6,6
-15,30	26,83	0,55	2,1	2,29	6 Limo arcilloso a limo arenoso	11	No def.	2,91	1,64	0,71	5,8
-15,35	26,83	0,56	2,1	2,30	6 Limo arcilloso a limo arenoso	11	No def.	2,88	1,64	0,71	5,8
-15,40	22,91	0,56	2,4	2,30	6 Limo arcilloso a limo arenoso	9	No def.	2,46	1,37	0,60	4,4
-15,45	18,97	0,55	2,9	2,31	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	9	No def.	2,06	1,11	0,48	3,2
-15,50	18,97	0,55	2,9	2,31	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	9	No def.	2,06	1,11	0,48	3,2
-15,55	17,67	0,55	3,1	2,32	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	9	No def.	1,92	1,02	0,44	2,8
-15,60	24,21	0,55	2,3	2,32	6 Limo arcilloso a limo arenoso	10	No def.	2,63	1,46	0,63	4,8
-15,65	24,21	0,55	2,3	2,33	6 Limo arcilloso a limo arenoso	10	No def.	2,63	1,46	0,63	4,7
-15,70	18,32	0,52	2,8	2,33	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	9	No def.	2,12	1,07	0,46	2,9
-15,75	13,75	0,49	3,6	2,34	4 Arcilla a arcilla limosa	9	No def.	1,67	0,76	0,33	1,9
-15,80	13,75	0,49	3,6	2,34	4 Arcilla a arcilla limosa	9	No def.	1,67	0,76	0,32	1,9
-15,85	13,75	0,49	3,6	2,35	4 Arcilla a arcilla limosa	9	No def.	1,67	0,76	0,32	1,9
-15,90	13,75	0,49	3,5	2,35	4 Arcilla a arcilla limosa	9	No def.	1,70	0,76	0,32	1,9
-15,95	11,78	0,49	4,1	2,36	3 Arcilla	12	No def.	1,45	0,63	0,27	1,5
-16,00	11,78	0,47	4,0	2,36	3 Arcilla	12	No def.	1,49	0,63	0,27	1,5
-16,05	11,13	0,47	4,2	2,37	3 Arcilla	11	No def.	1,43	0,58	0,25	1,4
-16,10	9,81	0,47	4,8	2,37	3 Arcilla	10	No def.	1,26	0,50	0,21	1,2
-16,15	7,86	0,47	5,9	2,38	3 Arcilla	8	No def.	1,01	0,37	0,15	1,0
-16,20	6,54	0,46	7,0	2,38	3 Arcilla	7	No def.	0,85	0,28	0,12	0,8
-16,25	5,89	0,45	7,7	2,39	3 Arcilla	6	No def.	0,78	0,23	0,10	0,7
-16,30	6,54	0,45	6,9	2,39	3 Arcilla	7	No def.	0,87	0,28	0,12	0,8
-16,35	4,59	0,44	9,6	2,40	2 Material orgánico	5	No def.	0,63	0,15	0,06	0,6
-16,40	5,24	0,42	8,0	2,40	3 Arcilla	5	No def.	0,75	0,19	0,08	0,7
-16,45	6,54	0,42	6,4	2,41	3 Arcilla	7	No def.	0,93	0,28	0,11	0,8
-16,50	6,54	0,41	6,3	2,41	3 Arcilla	7	No def.	0,95	0,28	0,11	0,8
-16,55	5,24	0,41	7,8	2,42	3 Arcilla	5	No def.	0,77	0,19	0,08	0,7
-16,60	3,92	0,41	10,4	2,42	2 Material orgánico	4	No def.	0,58	0,10	0,04	0,6
-16,65	14,40	0,39	2,7	2,43	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	7	No def.	2,20	0,80	0,33	1,9
-16,70	14,40	0,37	2,6	2,43	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	7	No def.	2,32	0,80	0,33	1,9
-16,75	15,05	0,35	2,3	2,44	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	8	No def.	2,55	0,84	0,35	2,0
-16,80	15,05	0,35	2,3	2,44	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	8	No def.	2,61	0,84	0,34	2,0
-16,85	15,70	0,33	2,1	2,45	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	8	No def.	2,83	0,88	0,36	2,1
-16,90	15,70	0,32	2,0	2,45	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	8	No def.	2,94	0,88	0,36	2,1
-16,95	15,70	0,31	2,0	2,46	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	8	No def.	3,01	0,88	0,36	2,1
-17,00	15,05	0,30	2,0	2,46	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	8	No def.	3,01	0,84	0,34	2,0
-17,05	15,70	0,29	1,9	2,47	6 Limo arcilloso a limo arenoso	6	No def.	3,21	0,88	0,36	2,1
-17,10	15,70	0,28	1,8	2,47	6 Limo arcilloso a limo arenoso	6	No def.	3,36	0,88	0,36	2,1
-17,15	15,70	0,28	1,8	2,48	6 Limo arcilloso a limo arenoso	6	No def.	3,36	0,88	0,36	2,1
-17,20	15,05	0,27	1,8	2,48	6 Limo arcilloso a limo arenoso	6	No def.	3,31	0,84	0,34	2,0
-17,25	14,40	0,27	1,9	2,49	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	7	No def.	3,16	0,79	0,32	1,8
-17,30	14,40	0,27	1,9	2,49	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	7	No def.	3,16	0,79	0,32	1,8
-17,35	14,40	0,27	1,9	2,50	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	7	No def.	3,16	0,79	0,32	1,8
-17,40	14,40	0,27	1,9	2,50	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	7	No def.	3,16	0,79	0,32	1,8
-17,45	15,05	0,28	1,9	2,51	6 Limo arcilloso a limo arenoso	6	No def.	3,22	0,84	0,33	1,9

Programa de interpretación de ensayos de penetración estática (CPT-CPTU) FRADEX PT © GEOTEST

GEOtest

CPT N°: P.K. 5+180 izq.

Técnico: N.Frank - M.Devincenzi
Cono: 36 mm
Factor de cono 0,31
Dens. estimada media: 2 t/m³
Nivel Freático: m

Expediente: 39.09.96
Obra: A.V.E. CALATAYUD-RICLA - TRAMO IA
v/ Ref.: 0
Cliente: GEODECAN

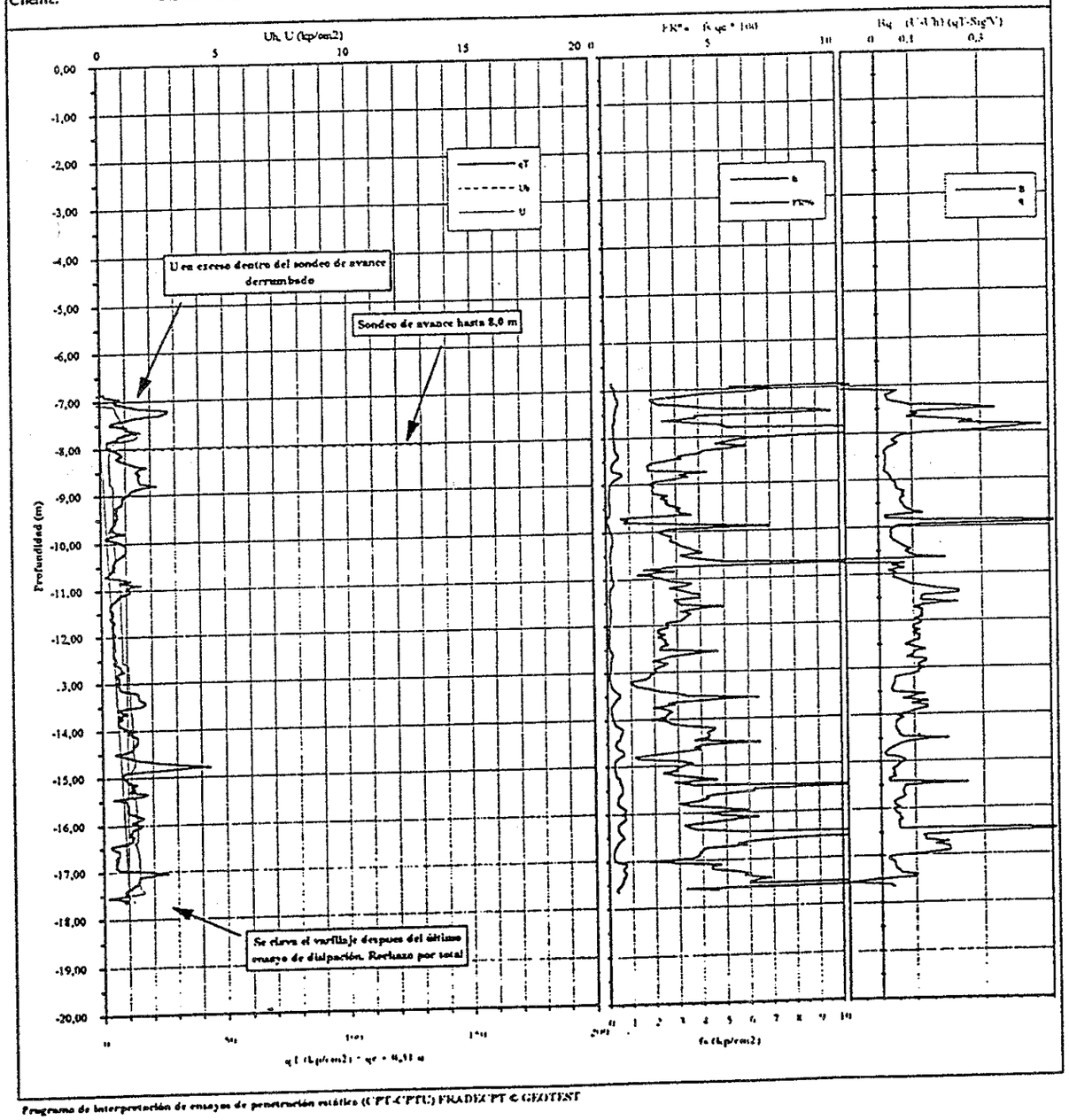
Prof. m	qc kp/cm²	fs kp/cm²	FR%	Sig V' kp/cm²	Tipo de Suelo (FR% - qc)	N spt	D.R. %	St Ns 6	Su (qc) Nk 15	Su/ Sigv	OCR Su(qc)
-17,50	15,70	0,29	1,8	2,51	6 Limo arcilloso a limo arenoso	6	No def.	3,29	0,88	0,35	2,1
-17,55	15,70	0,29	1,8	2,52	6 Limo arcilloso a limo arenoso	6	No def.	3,29	0,88	0,35	2,0
-17,60	15,70	0,29	1,8	2,52	6 Limo arcilloso a limo arenoso	6	No def.	3,29	0,88	0,35	2,0
-17,65	15,70	0,29	1,9	2,53	6 Limo arcilloso a limo arenoso	6	No def.	3,21	0,88	0,35	2,0
-17,70	15,70	0,29	1,9	2,53	6 Limo arcilloso a limo arenoso	6	No def.	3,21	0,88	0,35	2,0
-17,75	15,70	0,29	1,9	2,54	6 Limo arcilloso a limo arenoso	6	No def.	3,21	0,88	0,35	2,0
-17,80	15,70	0,29	1,9	2,54	6 Limo arcilloso a limo arenoso	6	No def.	3,21	0,88	0,35	2,0
-17,85	15,70	0,29	1,9	2,55	6 Limo arcilloso a limo arenoso	6	No def.	3,21	0,88	0,34	2,0
-17,90	15,70	0,65	4,1	2,55	3 Arcilla	16	No def.	1,46	0,88	0,34	2,0
-17,95	15,70	0,68	4,3	2,56	3 Arcilla	16	No def.	1,39	0,88	0,34	2,0
-18,00	15,70	0,69	4,4	2,56	3 Arcilla	16	No def.	1,36	0,88	0,34	2,0
-18,05	15,70	0,71	4,5	2,57	3 Arcilla	16	No def.	1,33	0,88	0,34	2,0
-18,10	7,19	0,71	9,8	2,57	3 Arcilla	7	No def.	0,61	0,31	0,12	0,8
-18,15	24,86	0,71	2,8	2,58	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	12	No def.	2,11	1,49	0,58	4,2
-18,20	22,24	0,71	3,2	2,58	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	11	No def.	1,89	1,31	0,51	3,4
-18,25	20,28	0,71	3,5	2,59	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	10	No def.	1,72	1,18	0,46	2,9
-18,30	17,67	0,71	4,0	2,59	4 Arcilla a arcilla limosa	12	No def.	1,50	1,01	0,39	2,3
-18,35	17,01	0,69	4,0	2,60	4 Arcilla a arcilla limosa	11	No def.	1,49	0,96	0,37	2,2
-18,40	15,70	0,64	4,1	2,60	4 Arcilla a arcilla limosa	10	No def.	1,47	0,87	0,34	1,9
-18,45	15,70	0,56	3,6	2,61	4 Arcilla a arcilla limosa	10	No def.	1,68	0,87	0,34	1,9
-18,50	15,05	0,52	3,5	2,61	4 Arcilla a arcilla limosa	10	No def.	1,74	0,83	0,32	1,8
-18,55	13,74	0,48	3,5	2,62	4 Arcilla a arcilla limosa	9	No def.	1,72	0,74	0,28	1,6
-18,60	13,74	0,43	3,1	2,62	4 Arcilla a arcilla limosa	9	No def.	1,93	0,74	0,28	1,6
-18,65	13,74	0,37	2,7	2,63	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	7	No def.	2,21	0,74	0,28	1,6
-18,70	12,43	0,36	2,9	2,63	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	6	No def.	2,07	0,65	0,25	1,4
-18,75	12,43	0,33	2,7	2,64	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	6	No def.	2,24	0,65	0,25	1,4
-18,80	12,43	0,30	2,4	2,64	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	6	No def.	2,49	0,65	0,25	1,4
-18,85	12,43	0,29	2,3	2,65	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	6	No def.	2,60	0,65	0,25	1,4
-18,90	11,13	0,27	2,5	2,65	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	6	No def.	2,44	0,57	0,21	1,2
-18,95	11,78	0,25	2,1	2,66	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	6	No def.	2,80	0,61	0,23	1,3
-19,00	11,78	0,23	1,9	2,66	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	6	No def.	3,12	0,61	0,23	1,3
-19,05	11,13	0,22	2,0	2,67	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	6	No def.	3,03	0,56	0,21	1,2
-19,10	11,13	0,21	1,9	2,67	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	6	No def.	3,13	0,56	0,21	1,2
-19,15	10,47	0,21	2,0	2,68	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	5	No def.	2,95	0,52	0,19	1,1
-19,20	8,50	0,41	4,9	2,68	3 Arcilla	8	No def.	1,24	0,39	0,14	0,9
-19,25	11,12	0,81	7,3	2,69	3 Arcilla	11	No def.	0,82	0,56	0,21	1,2
-19,30	13,08	0,83	6,3	2,69	3 Arcilla	13	No def.	0,95	0,69	0,26	1,5
-19,35	15,69	0,85	5,4	2,70	3 Arcilla	16	No def.	1,11	0,87	0,32	1,8
-19,40	15,69	0,83	5,3	2,70	3 Arcilla	16	No def.	1,13	0,87	0,32	1,8
-19,45	15,69	0,91	5,8	2,71	3 Arcilla	16	No def.	1,03	0,87	0,32	1,8
-19,50	15,04	0,96	6,4	2,71	3 Arcilla	15	No def.	0,94	0,82	0,30	1,7
-19,55	14,39	0,91	6,3	2,72	3 Arcilla	14	No def.	0,95	0,78	0,29	1,6
-19,60	14,39	0,91	6,3	2,72	3 Arcilla	14	No def.	0,95	0,78	0,29	1,6
-19,65	15,04	0,92	6,1	2,73	3 Arcilla	15	No def.	0,98	0,82	0,30	1,7
-19,70	18,97	0,95	5,0	2,73	3 Arcilla	19	No def.	1,20	1,08	0,40	2,4
-19,75	22,23	0,98	4,4	2,74	4 Arcilla a arcilla limosa	15	No def.	1,36	1,30	0,48	3,1
-19,80	24,20	0,97	4,0	2,74	4 Arcilla a arcilla limosa	16	No def.	1,50	1,43	0,52	3,6
-19,85	26,17	0,97	3,7	2,75	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	13	No def	1,62	1,56	0,57	4,1
-19,90	28,12	0,97	3,4	2,75	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	14	No def	1,74	1,69	0,62	4,6
-19,95	30,09	0,97	3,2	2,76	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	15	No def	1,86	1,82	0,66	5,2

GEOtest

CPTU N°: P.K. 5+180 cjc

Técnico: M.Devincenzi - M. Pérez
Cono: 36 mm
Factor de cono 0,31
Dens. estimada media: 2 t/m³
Nivel Freático: 7,6 m

Expediente: 39.09.96
Obra: A.V.E. CALATAYUD-RICLA - TRAMO IA
v/ Ref.: 0
Cliente: GEODECAN



GE test

CPTU Nº: P.k. 5 + 180 derecha

Expediente:	39.09.96
Obra:	A.V.E. CALATAYUD-RICLA - TRAMO IA
v/ Ref.:	0
Cliente:	GEODECAN

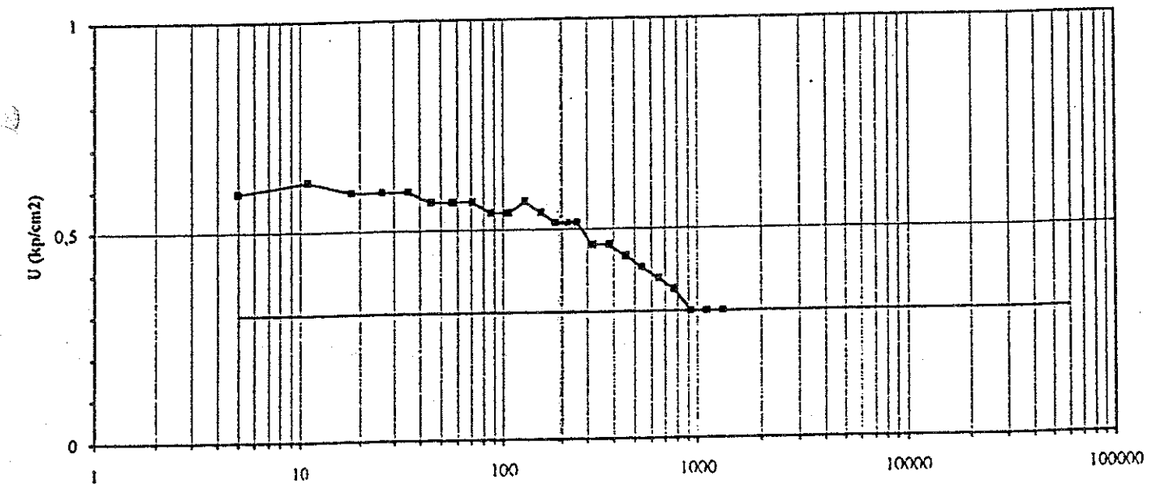
Técnico:	M. Devincenzi - M. Pérez
Cono:	36 mm
Factor de cono	0,31
Dens. estimada media:	2,00 t/m³
Nivel Freático:	7,60 m

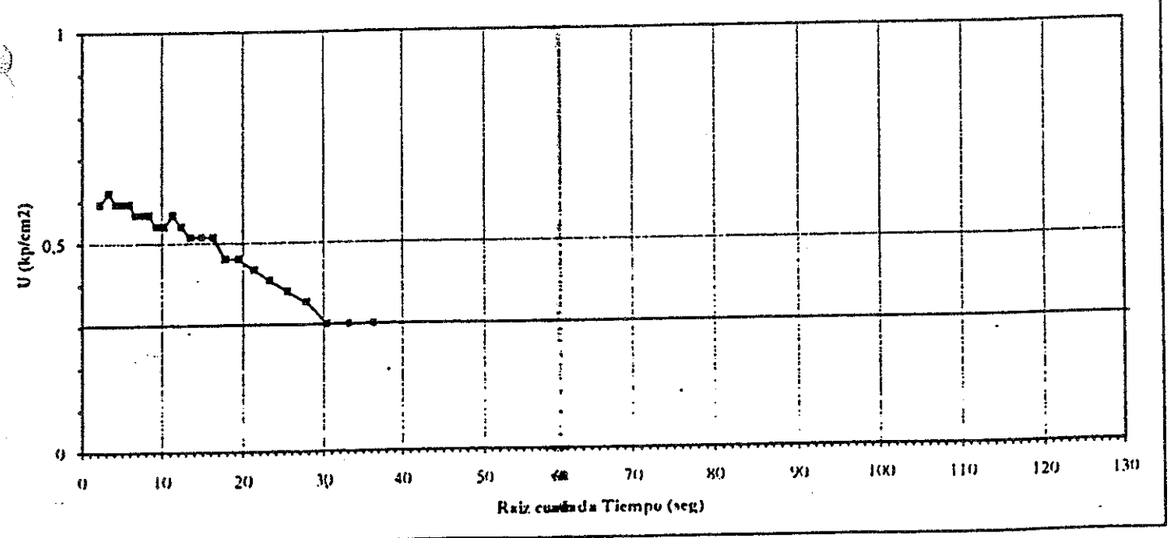
ENSAYO DE DISIPACION

Prof. (m) = 10,63

U0 (kp/cm²) = 0,62
Uh (kp/cm²) = 0,30

U 50% (kp/cm²) = 0,46
T 50% (seg) = 380





GE test

CPTU Nº: P.k. 5 + 180 derecha

Expediente:	39.09.96
Obra:	A.V.E. CALATAYUD-RICLA - TRAMO IA
v/ Ref.:	0
Cliente:	GEODECAN

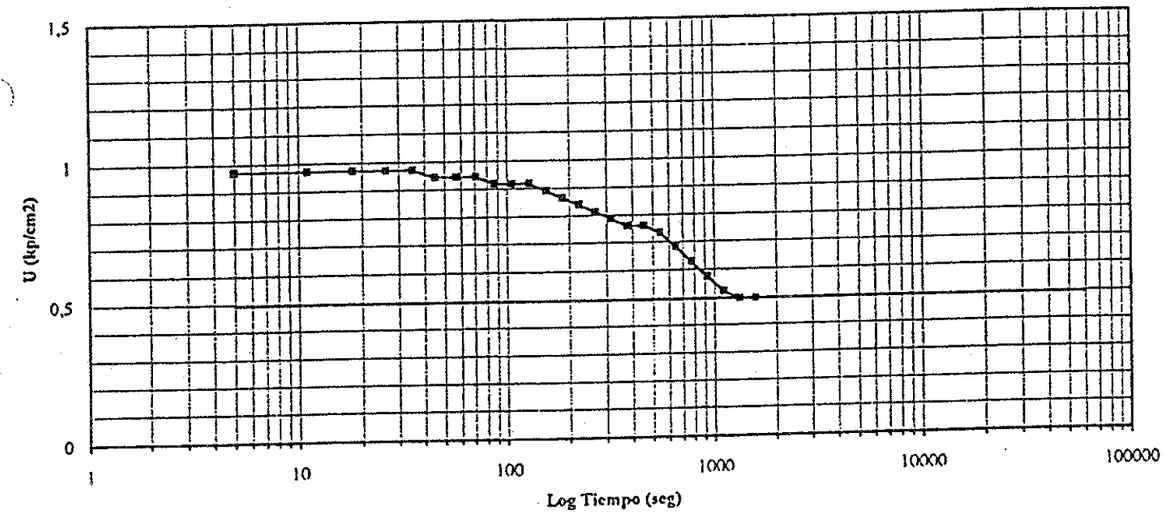
Técnico:	M. Devincenzi - M. Pérez
Cono:	36 mm
Factor de cono	0,31
Dens. estimada media:	2,00 t/m³
Nivel Freático:	7,60 m

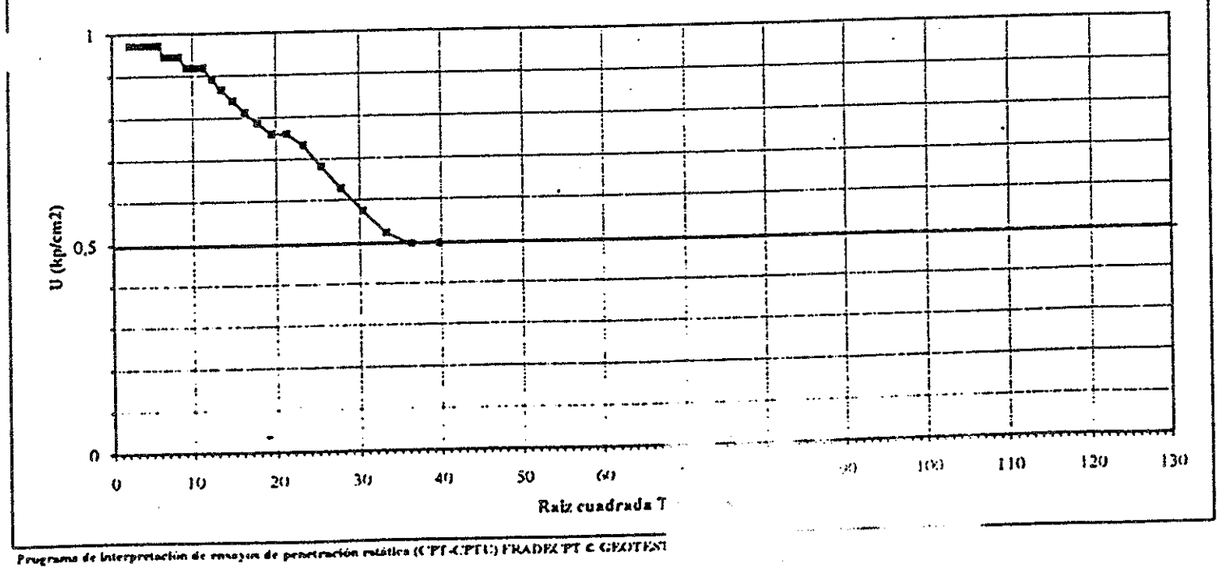
ENSAYO DE DISIPACION

Prof. (m) = 12,55

U0 (kp/cm²) = 0,97
Uh (kp/cm²) = 0,50

U 50% (kp/cm²) = 0,73
T 50% (seg) = 542





GE test

CPTU Nº: P.k. 5 + 180 derecha

Expediente:	39.09.96
Obra:	A.V.E. CALATAYUD-RICLA - TRAMO IA
v/ Ref.:	0
Cliente:	GEODECAN

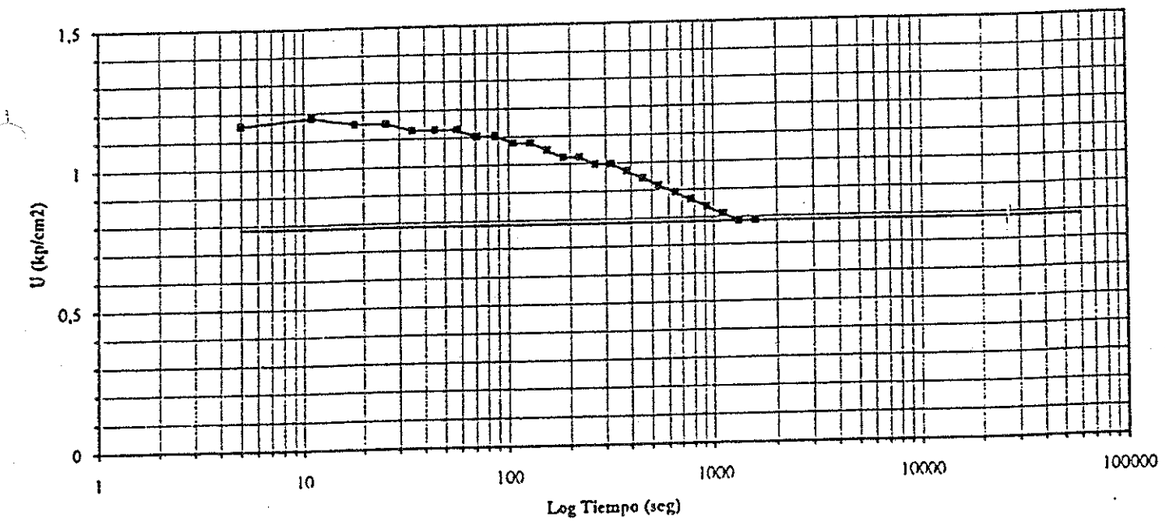
Técnico:	M. Devincenzi - M. Pérez
Cono:	36 mm
Factor de cono	0,31
Dens. estimada media:	2,00 t/m³
Nivel Freático:	7,60 m

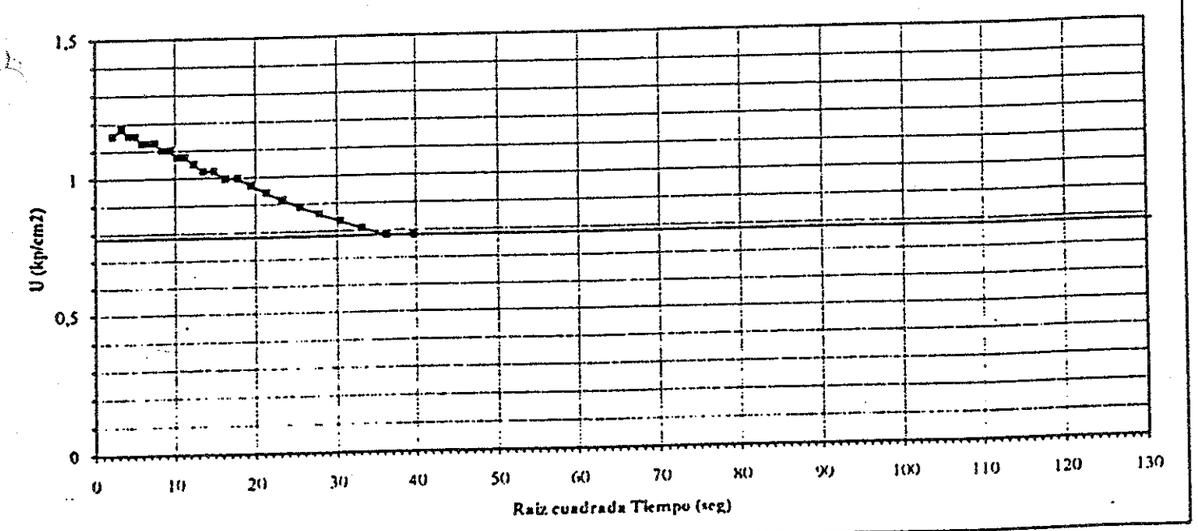
ENSAYO DE DISIPACION

Prof. (m) = 15,44

U0 (kp/cm²) = 1,18
Uh (kp/cm²) = 0,78

U 50% (kp/cm²) = 0,98
T 50% (seg) = 360





GE test

CPTU Nº: P.k. 5 + 180 derecha

Expediente:	39.09.96
Obra:	A.V.E. CALATAYUD-RICLA - TRAMO IA
v/ Ref.:	0
Cliente:	GEODECAN

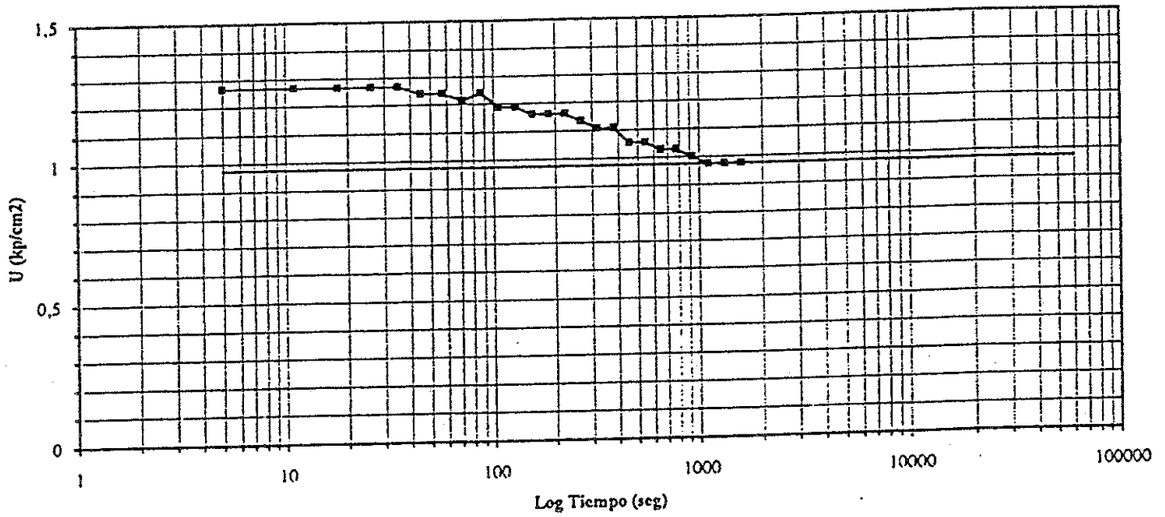
Técnico:	M. Devincenzi - M. Pérez
Cono:	36 mm
Factor de cono	0,31
Dens. estimada media:	2,00 t/m³
Nivel Freático:	7,60 m

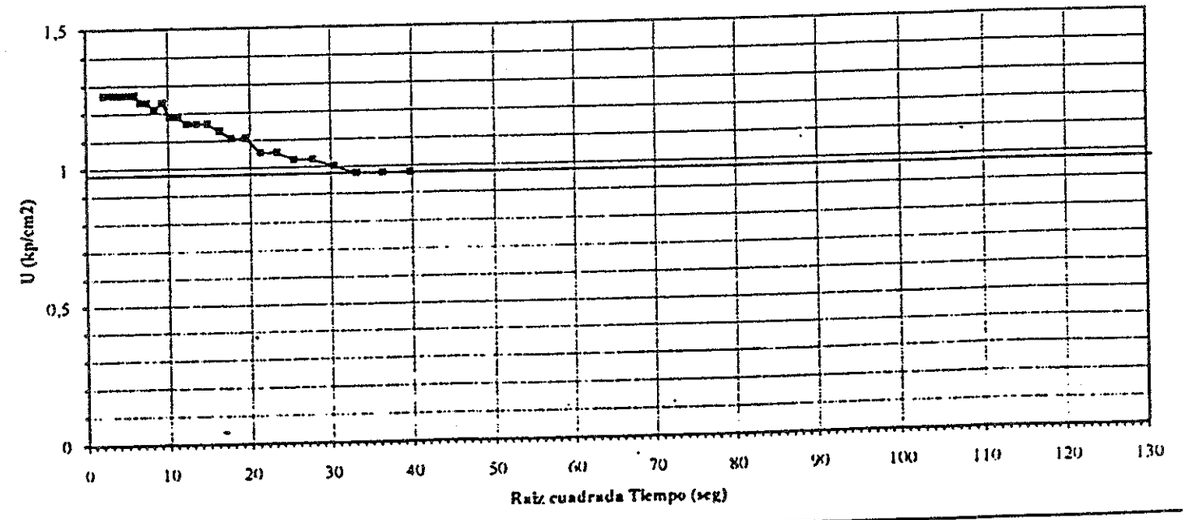
ENSAYO DE DISIPACION

Prof. (m) = 17,35

U0 (kp/cm²) = 1,27
Uh (kp/cm²) = 0,98

U 50% (kp/cm²) = 1,12
T 50% (seg) = 292





GE test

CPTU Nº: P.K. 5+180 eje

Expediente: 39.09.96
Obra: A.V.E. CALATAYUD-RICLA - TRAMO IA
v/ Ref.: 0
Cliente: GEODECAN

Técnico: N.Frank - M.Devincenzi
Cono: 36 mm
Factor de cono 0,31
Dens. estimada media: 2 t/m³
Nivel Freático: 7,6 m

Prof. m	qT	qc kp/cm²	fs	u bar	Bq	FR%	Sig V' kp/cm²	Tipo de Suelo (FR% - qc)	N spt	D.R. %	St Ns 6	Su (qc) Nk 15	Su (qT-u) Nke 9	Su/ Sigv	OCR Su(qc)
-5,00															
-5,05															
-5,10															
-5,15															
5,20															
25															
30															
35															
-5,40															
-5,45															
-5,50															
-5,55															
-5,60															
-5,65															
-5,70															
-5,75															
-5,80															
-5,85															
-5,90															
-5,95															
-6,00															
-6,05															
-6,10															
-6,15															
-6,20															
-6,25															
-6,30															
35															
40															
45															
-6,50															
-6,55															
-6,60															
-6,65															
-6,70															
-6,75															
-6,80															
-6,85	1,45	1,31	0,31	0,45		23,3	1,37	? ??	??	??	??	??	??	??	??	??	
-6,90	1,92	1,97	0,31	-0,15		15,9	1,38	? ??	??	??	??	??	??	??	??	??	
-6,95	7,78	7,86	0,42	-0,25		5,3	1,39	3 Arcilla	8	No def.	1,12	0,43	0,89	0,31	1,8
-7,00	5,80	5,89	0,42	-0,29		7,1	1,40	3 Arcilla	6	No def.	0,84	0,30	0,68	0,21	1,2
-7,05	6,44	6,54	0,41	-0,33		6,2	1,41	3 Arcilla	6	No def.	0,97	0,34	0,75	0,24	1,4
-7,10	11,39	11,13	0,47	0,86		4,2	1,42	3 Arcilla	11	No def.	1,43	0,65	1,17	0,46	2,9
-7,15	15,99	15,70	0,50	0,91		3,2	1,43	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	8	No def.	1,89	0,95	1,67	0,67	5,2
-7,20	27,77	27,48	0,54	0,93		2,0	1,44	6 Limo arcilloso a limo arenoso	11	No def.	3,05	1,74	2,98	1,21	>10
-7,25	27,13	26,83	0,56	0,98		2,1	1,45	6 Limo arcilloso a limo arenoso	11	No def.	2,88	1,69	2,91	1,17	>10
-7,30	24,53	24,21	0,55	1,02		2,3	1,46	6 Limo arcilloso a limo arenoso	10	No def	2,63	1,52	2,61	1,04	>10
-7,35	14,08	13,75	0,49	1,09		3,6	1,47	4 Arcilla a arcilla limosa	9	No def	1,67	0,82	1,44	0,56	3,9
-7,40	10,16	9,81	0,47	1,13		4,8	1,48	3 Arcilla	10	No def	1,26	0,56	1,00	0,38	2,2
-7,45	4,96	4,59	0,44	1,21		9,6	1,49	2 Material orgánico	5	No def.	0,63	0,21	0,42	0,14	0,9

GE test

CPTU Nº: P.K. 5+180 eje

Expediente: 39.09.96
Obra: A.V.E. CALATAYUD-RICLA - TRAMO IA
v/ Ref.: 0
Cliente: GEODECAN

Técnico: N.Frank - M.Devincenzi
Cono: 36 mm
Factor de cono 0,31
Dens. estimada media: 2 t/m³
Nivel Freático: 7,6 m

Prof. m	qT	qc kp/cm²	fs	u bar	Bq	FR%	Sig V' kp/cm²	Tipo de Suelo (FR% - qc)	N spt	D.R. %	St Ns 6	Su (qc) Nk 15	Su (qT-u) Nke 9	Su/ Sigv	OCR Su(qc)
-7,50	4,30	3,92	0,41	1,22		10,4	1,50	2 Material orgánico	4	No def.	0,58	0,16	0,34	0,11	0,8
-7,55	10,85	10,48	0,41	1,21		3,9	1,51	3 Arcilla	11	No def.	1,52	0,60	1,07	0,40	2,4
-7,60	10,91	10,48	0,42	1,39		4,0	1,52	3 Arcilla	11	No def.	1,50	0,60	1,06	0,39	2,4
-7,65	16,20	15,70	0,40	1,59	0,1	2,5	1,53	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	8	No def.	2,36	0,95	1,62	0,62	4,7
-7,70	9,70	9,16	0,36	1,75	0,1	3,9	1,53	3 Arcilla	10	No def.	1,53	0,51	0,88	0,33	1,9
-7,75	7,11	6,54	0,35	1,83	0,2	5,3	1,54	3 Arcilla	7	No def.	1,13	0,33	0,59	0,22	1,2
-7,80	7,04	6,54	0,36	1,60	0,1	5,5	1,54	3 Arcilla	7	No def.	1,09	0,33	0,60	0,22	1,2
-7,85	2,91	2,62	0,37	0,93	0,1	14,0	1,55	? ??	??	??	??	??	??	??	??	??	
-7,90	2,87	2,62	0,36	0,82	0,0	13,7	1,55	? ??	??	??	??	??	??	??	??	??	
-7,95	2,84	2,62	0,36	0,72	(0,1)	13,7	1,56	? ??	??	??	??	??	??	??	??	??	
-8,00	4,80	4,59	0,37	0,69	0,0	8,0	1,56	3 Arcilla	5	No def.	0,75	0,20	0,46	0,13	0,9
-8,05	6,75	6,54	0,38	0,66	0,0	5,8	1,57	3 Arcilla	7	No def.	1,03	0,33	0,68	0,21	1,2
-8,10	8,07	7,86	0,41	0,68	0,0	5,3	1,57	3 Arcilla	8	No def.	1,14	0,42	0,82	0,27	1,5
-8,15	8,71	8,51	0,41	0,65	0,0	4,8	1,58	3 Arcilla	9	No def.	1,26	0,46	0,90	0,29	1,7
-8,20	6,74	6,54	0,40	0,65	0,0	6,1	1,58	3 Arcilla	7	No def.	0,98	0,33	0,68	0,21	1,2
-8,25	8,06	7,86	0,42	0,66	0,0	5,3	1,59	3 Arcilla	8	No def.	1,12	0,42	0,82	0,26	1,5
-8,30	11,33	11,13	0,47	0,65	0,0	4,2	1,59	3 Arcilla	11	No def.	1,43	0,64	1,19	0,40	2,4
-8,35	13,94	13,74	0,56	0,65	0,0	4,1	1,60	3 Arcilla	14	No def.	1,47	0,81	1,48	0,51	3,4
-8,40	18,53	18,32	0,57	0,66	0,0	3,1	1,60	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	9	No def.	1,92	1,11	1,98	0,70	5,6
-8,45	15,26	15,05	0,49	0,68	0,0	3,3	1,61	4 Arcilla a arcilla limosa	10	No def.	1,83	0,90	1,62	0,56	4,0
-8,50	14,61	14,40	0,37	0,68	0,0	2,6	1,61	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	7	No def.	2,32	0,85	1,55	0,53	3,6
-8,55	15,92	15,70	0,31	0,69	0,0	2,0	1,62	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	8	No def.	3,01	0,94	1,69	0,58	4,2
-8,60	15,26	15,05	0,27	0,69	0,0	1,8	1,62	6 Limo arcilloso a limo arenoso	6	No def.	3,31	0,90	1,62	0,55	3,9
-8,65	15,26	15,05	0,28	0,69	0,0	1,9	1,63	6 Limo arcilloso a limo arenoso	6	No def.	3,22	0,90	1,62	0,55	3,9
-8,70	15,92	15,70	0,29	0,69	0,0	1,9	1,63	6 Limo arcilloso a limo arenoso	6	No def.	3,21	0,94	1,69	0,58	4,1
-8,75	15,92	15,70	0,68	0,69	0,0	4,3	1,64	3 Arcilla	16	No def.	1,39	0,94	1,69	0,57	4,1
-8,80	22,49	22,24	0,71	0,79	0,0	3,2	1,64	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	11	No def.	1,89	1,37	2,41	0,84	7,4
-8,85	15,96	15,70	0,56	0,82	0,0	3,6	1,65	4 Arcilla a arcilla limosa	11	No def.	1,68	0,94	1,68	0,57	4,1
-8,90	12,68	12,43	0,36	0,81	0,0	2,9	1,65	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	6	No def.	2,07	0,72	1,32	0,44	2,7
-8,95	12,03	11,78	0,25	0,82	0,0	2,1	1,66	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	6	No def.	2,80	0,67	1,25	0,41	2,5
-9,00	10,72	10,47	0,20	0,81	0,0	1,9	1,66	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	5	No def.	3,14	0,59	1,10	0,35	2,1
-9,05	8,76	8,51	0,18	0,81	0,0	2,1	1,67	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	4	No def.	2,83	0,46	0,88	0,27	1,5
-9,10	8,76	8,51	0,17	0,81	0,0	2,0	1,67	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	4	No def.	2,95	0,46	0,88	0,27	1,5
-9,15	8,76	8,51	0,17	0,82	0,0	2,0	1,68	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	4	No def.	2,95	0,46	0,88	0,27	1,5
-9,20	8,11	7,86	0,17	0,82	0,0	2,1	1,68	4 Arcilla a arcilla limosa	5	No def.	2,84	0,41	0,81	0,25	1,4
-9,25	6,14	5,89	0,16	0,81	0,0	2,7	1,69	3 Arcilla	6	No def.	2,21	0,28	0,59	0,17	1,0
-9,30	6,80	6,54	0,16	0,82	0,0	2,4	1,69	4 Arcilla a arcilla limosa	5	No def.	2,45	0,32	0,66	0,19	1,1
-9,35	6,14	5,89	0,16	0,81	0,0	2,7	1,70	3 Arcilla	6	No def.	2,21	0,28	0,59	0,16	1,0
-9,40	6,79	6,54	0,17	0,81	0,0	2,6	1,70	4 Arcilla a arcilla limosa	5	No def.	2,27	0,32	0,66	0,19	1,1
-9,45	6,79	6,54	0,19	0,81	0,0	2,9	1,71	4 Arcilla a arcilla limosa	5	No def.	2,10	0,32	0,66	0,19	1,1
-9,50	6,14	5,89	0,19	0,81	0,0	3,3	1,71	3 Arcilla	6	No def.	1,83	0,28	0,59	0,16	1,0
-9,55	6,14	5,89	0,19	0,82	0,0	3,2	1,72	3 Arcilla	6	No def.	1,90	0,28	0,59	0,16	1,0
-9,60	5,49	5,24	0,17	0,81	0,0	3,3	1,72	3 Arcilla	5	No def.	1,81	0,23	0,52	0,14	0,9
-9,65	4,83	4,58	0,17	0,81	(0,1)	3,8	1,73	3 Arcilla	5	No def.	1,58	0,19	0,45	0,11	0,8
-9,70	4,17	3,92	0,03	0,81	(0,1)	0,7	1,73	1 Sensitivo grano fino	2	No def	8,88	0,15	0,37	0,08	0,7
-9,75	5,88	5,70	0,05	0,60	(0,1)	0,9	1,74	1 Sensitivo grano fino	3	No def.	6,45	0,26	0,59	0,15	0,9
-9,80	9,37	9,16	0,07	0,69	0,0	0,8	1,74	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	5	No def.	7,49	0,49	0,96	0,28	1,6
-9,85	3,59	3,27	0,11	0,74	(0,1)	3,5	1,75	3 Arcilla	3	No def	1,73	0,10	0,31	0,06	0,6
-9,90	2,21	1,97	0,15	0,79	(0,4)	7,5	1,75	2 Material orgánico	2	No def	0,80	0,01	0,16	0,01	0,5
-9,95	6,80	6,54	0,18	0,85	0,0	2,8	1,76	4 Arcilla a arcilla limosa	5	No def	2,18	0,32	0,66	0,18	1,1

GE test

CPTU N°: P.K. 5+180 eje

Expediente: 39.09.96
Obra: A.V.E. CALATAYUD-RICLA - TRAMO IA
v/ Ref.: 0
Cliente: GEODECAN

Técnico: N.Frank - M.Devincenzi
Cono: 36 mm
Factor de cono 0,31
Dens. estimada media: 2 t/m³
Nivel Freático: 7,6 m

Prof. m	qT [	qc kp/cm²	fs]	u bar	Bq	FR%	Sig V' kp/cm²	Tipo de Suelo (FR% - qc)	N spt	D.R. %	St Ns 6	Su (qc) Nk 15	Su (qT-u) Nke 9	Su/ Sigv	OCR Su(qc)
-10,00	8,78	8,51	0,20	0,86	0,0	2,3	1,76	4 Arcilla a arcilla limosa	6	No def.	2,56	0,45	0,88	0,26	1,4
-10,05	10,08	9,81	0,25	0,85	0,0	2,5	1,77	4 Arcilla a arcilla limosa	7	No def.	2,39	0,54	1,03	0,30	1,7
-10,10	10,08	9,81	0,28	0,85	0,0	2,9	1,77	4 Arcilla a arcilla limosa	7	No def.	2,10	0,54	1,03	0,30	1,7
-10,15	10,08	9,81	0,28	0,86	0,0	2,9	1,78	4 Arcilla a arcilla limosa	7	No def.	2,10	0,54	1,02	0,30	1,7
-10,20	10,08	9,81	0,27	0,86	0,0	2,8	1,78	4 Arcilla a arcilla limosa	7	No def.	2,16	0,54	1,02	0,30	1,7
-10,25	8,78	8,51	0,27	0,86	0,0	3,1	1,79	4 Arcilla a arcilla limosa	6	No def.	1,91	0,45	0,88	0,25	1,4
-10,30	7,46	7,19	0,23	0,86	0,0	3,2	1,79	3 Arcilla	7	No def.	1,85	0,36	0,73	0,20	1,2
-10,35	6,15	5,89	0,21	0,85	0,0	3,6	1,80	3 Arcilla	6	No def.	1,66	0,27	0,59	0,15	0,9
-10,40	5,50	5,24	0,21	0,86	0,0	3,9	1,80	3 Arcilla	6	No def.	1,52	0,23	0,52	0,13	0,8
-10,45	4,84	4,58	0,19	0,86	(0,1)	4,2	1,81	3 Arcilla	5	No def.	1,42	0,18	0,44	0,10	0,8
-10,50	5,51	5,24	0,17	0,87	0,0	3,3	1,81	3 Arcilla	6	No def.	1,81	0,23	0,51	0,13	0,8
-10,55	4,84	4,58	0,17	0,86	(0,1)	3,6	1,82	3 Arcilla	5	No def.	1,65	0,18	0,44	0,10	0,8
-10,60	4,19	3,92	0,17	0,85	(0,1)	4,4	1,82	3 Arcilla	4	No def.	1,36	0,14	0,37	0,08	0,7
-10,65	3,55	3,27	0,17	0,91	(0,1)	5,3	1,83	3 Arcilla	4	No def.	1,13	0,10	0,29	0,05	0,6
-10,70	1,61	1,30	0,19	0,99	0,4	14,8	1,83	? ??	??	??	??	??	??	??	??
-10,75	7,51	7,19	0,21	1,03	0,0	3,0	1,84	4 Arcilla a arcilla limosa	5	No def.	2,03	0,36	0,72	0,19	1,1
-10,80	12,09	11,77	0,19	1,03	0,0	1,6	1,84	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	6	No def.	3,65	0,66	1,23	0,36	2,1
-10,85	7,51	7,19	0,21	1,03	0,0	3,0	1,85	4 Arcilla a arcilla limosa	5	No def.	2,03	0,36	0,72	0,19	1,1
-10,90	16,02	15,69	0,21	1,05	0,0	1,4	1,85	6 Limo arcilloso a limo arenoso	6	No def.	4,42	0,92	1,66	0,50	3,3
-10,95	10,14	9,81	0,21	1,05	0,0	2,2	1,86	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	5	No def.	2,76	0,53	1,01	0,29	1,6
-11,00	11,44	11,12	0,28	1,05	0,0	2,5	1,86	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	6	No def.	2,38	0,62	1,16	0,33	1,9
-11,05	11,44	11,12	0,31	1,05	0,0	2,8	1,87	4 Arcilla a arcilla limosa	8	No def.	2,17	0,62	1,16	0,33	1,9
-11,10	8,17	7,85	0,29	1,05	0,0	3,7	1,87	3 Arcilla	8	No def.	1,60	0,40	0,79	0,21	1,2
-11,15	6,87	6,54	0,23	1,05	0,0	3,6	1,88	3 Arcilla	7	No def.	1,68	0,31	0,65	0,17	1,0
-11,20	6,21	5,88	0,17	1,06	0,0	2,8	1,88	3 Arcilla	6	No def.	2,12	0,27	0,57	0,14	0,9
-11,25	4,90	4,58	0,15	1,05	0,0	3,3	1,89	3 Arcilla	5	No def.	1,80	0,18	0,43	0,10	0,7
-11,30	4,25	3,92	0,15	1,05	0,0	3,7	1,89	3 Arcilla	4	No def.	1,60	0,14	0,36	0,07	0,7
-11,35	3,60	3,27	0,14	1,05	(0,1)	4,3	1,90	3 Arcilla	4	No def.	1,41	0,09	0,28	0,05	0,6
-11,40	3,60	3,27	0,14	1,05	(0,1)	4,3	1,90	3 Arcilla	4	No def.	1,41	0,09	0,28	0,05	0,6
-11,45	4,90	4,58	0,14	1,05	0,0	3,1	1,91	3 Arcilla	5	No def.	1,97	0,18	0,43	0,09	0,7
-11,50	4,90	4,58	0,15	1,05	0,0	3,2	1,91	3 Arcilla	5	No def.	1,87	0,18	0,43	0,09	0,7
-11,55	4,90	4,58	0,15	1,05	0,0	3,3	1,92	3 Arcilla	5	No def.	1,80	0,18	0,43	0,09	0,7
-11,60	3,60	3,27	0,17	1,06	(0,1)	5,3	1,92	3 Arcilla	4	No def.	1,13	0,09	0,28	0,05	0,6
-11,65	4,91	4,58	0,18	1,07	0,0	3,9	1,93	3 Arcilla	5	No def.	1,53	0,18	0,43	0,09	0,7
-11,70	5,56	5,23	0,17	1,07	0,0	3,3	1,93	3 Arcilla	6	No def.	1,81	0,22	0,50	0,11	0,8
-11,75	4,91	4,58	0,17	1,07	0,0	3,8	1,94	3 Arcilla	5	No def.	1,58	0,18	0,43	0,09	0,7
-11,80	4,91	4,58	0,17	1,07	0,0	3,6	1,94	3 Arcilla	5	No def.	1,65	0,18	0,43	0,09	0,7
-11,85	4,91	4,58	0,16	1,07	0,0	3,5	1,95	3 Arcilla	5	No def.	1,72	0,18	0,43	0,09	0,7
-11,90	4,91	4,58	0,15	1,09	0,0	3,3	1,95	3 Arcilla	5	No def.	1,80	0,18	0,43	0,09	0,7
-11,95	5,57	5,23	0,14	1,10	0,0	2,7	1,96	3 Arcilla	6	No def.	2,25	0,22	0,50	0,11	0,8
-12,00	4,91	4,58	0,13	1,09	0,0	2,8	1,96	3 Arcilla	5	No def.	2,17	0,17	0,43	0,09	0,7
-12,05	4,91	4,58	0,13	1,09	0,0	2,8	1,97	3 Arcilla	5	No def.	2,17	0,17	0,43	0,09	0,7
-12,10	5,57	5,23	0,12	1,10	0,0	2,3	1,97	4 Arcilla a arcilla limosa	4	No def.	2,61	0,22	0,50	0,11	0,8
-12,15	5,57	5,23	0,12	1,10	0,0	2,3	1,98	4 Arcilla a arcilla limosa	4	No def.	2,61	0,22	0,50	0,11	0,8
-12,20	4,91	4,58	0,12	1,09	0,0	2,6	1,98	3 Arcilla	5	No def.	2,28	0,17	0,43	0,09	0,7
-12,25	5,57	5,23	0,12	1,11	0,0	2,3	1,99	4 Arcilla a arcilla limosa	4	No def.	2,61	0,22	0,50	0,11	0,8
-12,30	4,92	4,58	0,12	1,10	0,0	2,6	1,99	3 Arcilla	5	No def.	2,28	0,17	0,42	0,09	0,7
-12,35	4,92	4,58	0,12	1,10	0,0	2,6	2,00	3 Arcilla	5	No def.	2,28	0,17	0,42	0,09	0,7
-12,40	4,92	4,58	0,13	1,10	0,0	2,8	2,00	3 Arcilla	5	No def.	2,17	0,17	0,42	0,09	0,7
-12,45	5,57	5,23	0,13	1,10	0,0	2,4	2,01	4 Arcilla a arcilla limosa	4	No def	2,48	0,21	0,50	0,11	0,8

GE test

CPTU N°: P.K. 5+180 eje

Expediente: 39.09.96
Obra: A.V.E. CALATAYUD-RICLA - TRAMO IA
v/ Ref.: 0
Cliente: GEODECAN

Técnico: N.Frank - M.Devincenzi
Cono: 36 mm
Factor de cono 0,31
Dens. estimada media: 2 t/m³
Nivel Freático: 7,6 m

Prof. m	qT [	qc kp/cm²	fs]	u bar	Bq	FR%	Sig V' kp/cm²	Tipo de Suelo (FR% - qc)	N spt	D.R. %	St Ns 6	Su (qc) Nk 15	Su (qT-u) Nke 9	Su/ Sigv	OCR Su(qc)
-12,50	6,22	5,88	0,14	1,10	0,0	2,4	2,01	4 Arcilla a arcilla limosa	4	No def.	2,53	0,26	0,57	0,13	0,9
-12,55	4,92	4,58	0,23	1,10	(0,1)	4,9	2,02	3 Arcilla	5	No def.	1,21	0,17	0,42	0,08	0,7
-12,60	6,29	5,88	0,23	1,34	0,0	3,8	2,02	3 Arcilla	6	No def.	1,56	0,26	0,55	0,13	0,8
-12,65	7,61	7,19	0,21	1,35	0,0	2,9	2,03	4 Arcilla a arcilla limosa	5	No def.	2,09	0,34	0,70	0,17	1,0
-12,70	7,62	7,19	0,18	1,36	0,0	2,5	2,03	4 Arcilla a arcilla limosa	5	No def.	2,41	0,34	0,69	0,17	1,0
-12,75	8,92	8,50	0,17	1,36	0,0	2,0	2,04	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	4	No def.	2,94	0,43	0,84	0,21	1,2
-12,80	6,31	5,88	0,16	1,38	0,0	2,7	2,04	3 Arcilla	6	No def.	2,21	0,26	0,55	0,13	0,8
-12,85	6,31	5,88	0,15	1,38	0,0	2,6	2,05	4 Arcilla a arcilla limosa	4	No def.	2,31	0,26	0,55	0,13	0,8
-12,90	6,97	6,54	0,15	1,38	0,0	2,2	2,05	4 Arcilla a arcilla limosa	5	No def.	2,68	0,30	0,62	0,15	0,9
-12,95	6,97	6,54	0,14	1,38	0,0	2,1	2,06	4 Arcilla a arcilla limosa	5	No def.	2,81	0,30	0,62	0,15	0,9
-13,00	6,31	5,88	0,13	1,38	0,0	2,3	2,06	4 Arcilla a arcilla limosa	4	No def.	2,64	0,25	0,55	0,12	0,8
-13,05	6,97	6,54	0,13	1,38	0,0	1,9	2,07	4 Arcilla a arcilla limosa	5	No def.	3,11	0,30	0,62	0,14	0,9
-13,10	6,97	6,54	0,13	1,39	0,0	1,9	2,07	4 Arcilla a arcilla limosa	5	No def.	3,11	0,30	0,62	0,14	0,9
-13,15	8,28	7,85	0,13	1,39	0,0	1,7	2,08	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	4	No def.	3,53	0,38	0,77	0,19	1,1
-13,20	14,17	13,74	0,14	1,40	0,0	1,0	2,08	6 Limo arcilloso a limo arenoso	6	No def.	5,90	0,78	1,42	0,37	2,2
-13,25	14,83	14,39	0,16	1,42	0,0	1,1	2,09	6 Limo arcilloso a limo arenoso	6	No def.	5,40	0,82	1,49	0,39	2,4
-13,30	14,83	14,39	0,19	1,42	0,0	1,3	2,09	6 Limo arcilloso a limo arenoso	6	No def.	4,46	0,82	1,49	0,39	2,4
-13,35	15,48	15,04	0,28	1,43	0,0	1,9	2,10	6 Limo arcilloso a limo arenoso	6	No def.	3,22	0,86	1,56	0,41	2,5
-13,40	17,45	17,01	0,40	1,43	0,0	2,3	2,10	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	9	No def.	2,55	0,99	1,78	0,47	3,1
-13,45	17,45	17,01	0,53	1,43	0,0	3,1	2,11	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	9	No def.	1,94	0,99	1,78	0,47	3,1
-13,50	15,48	15,04	0,53	1,43	0,0	3,5	2,11	4 Arcilla a arcilla limosa	10	No def.	1,72	0,86	1,56	0,41	2,5
-13,55	6,32	5,88	0,40	1,42	0,0	6,8	2,12	3 Arcilla	6	No def.	0,88	0,25	0,54	0,12	0,8
-13,60	7,64	7,19	0,33	1,44	0,0	4,5	2,12	3 Arcilla	8	No def.	1,32	0,34	0,69	0,16	1,0
-13,65	10,26	9,81	0,27	1,46	0,0	2,7	2,13	4 Arcilla a arcilla limosa	7	No def.	2,21	0,51	0,98	0,24	1,4
-13,70	6,34	5,88	0,18	1,47	0,0	3,1	2,13	3 Arcilla	6	No def.	1,97	0,25	0,54	0,12	0,8
-13,75	8,31	7,85	0,16	1,48	0,0	2,0	2,14	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	4	No def.	2,94	0,38	0,76	0,18	1,1
-13,80	6,34	5,88	0,16	1,48	0,0	2,7	2,14	3 Arcilla	6	No def.	2,21	0,25	0,54	0,12	0,8
-13,85	6,34	5,88	0,17	1,48	0,0	2,9	2,15	3 Arcilla	6	No def.	2,04	0,25	0,54	0,12	0,8
-13,90	7,66	7,19	0,19	1,50	0,0	2,7	2,15	4 Arcilla a arcilla limosa	5	No def.	2,23	0,34	0,68	0,16	1,0
-13,95	8,96	8,50	0,22	1,50	0,0	2,6	2,16	4 Arcilla a arcilla limosa	6	No def.	2,32	0,42	0,83	0,20	1,1
-14,00	13,55	13,08	0,25	1,50	0,0	1,9	2,16	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	7	No def.	3,18	0,73	1,34	0,34	2,0
-14,05	10,28	9,81	0,27	1,50	0,0	2,7	2,17	4 Arcilla a arcilla limosa	7	No def.	2,21	0,51	0,98	0,24	1,3
-14,10	12,23	11,77	0,33	1,50	0,0	2,8	2,17	4 Arcilla a arcilla limosa	8	No def.	2,12	0,64	1,19	0,29	1,7
-14,15	14,20	13,74	0,49	1,51	0,0	3,5	2,18	4 Arcilla a arcilla limosa	9	No def.	1,70	0,77	1,41	0,35	2,1
-14,20	14,20	13,74	0,65	1,51	0,0	4,7	2,18	3 Arcilla	14	No def.	1,28	0,77	1,41	0,35	2,1
-14,25	14,20	13,74	0,63	1,51	0,0	4,6	2,19	3 Arcilla	14	No def.	1,30	0,77	1,41	0,35	2,1
-14,30	13,55	13,08	0,57	1,51	0,0	4,4	2,19	3 Arcilla	14	No def.	1,37	0,73	1,34	0,33	1,9
-14,35	12,24	11,77	0,53	1,52	0,0	4,5	2,20	3 Arcilla	12	No def.	1,34	0,64	1,19	0,29	1,7
-14,40	12,24	11,77	0,52	1,52	0,0	4,4	2,20	3 Arcilla	12	No def.	1,36	0,64	1,19	0,29	1,6
-14,45	10,29	9,81	0,38	1,52	0,0	3,9	2,21	3 Arcilla	10	No def.	1,55	0,51	0,97	0,23	1,3
-14,50	5,05	4,58	0,32	1,52	0,0	7,0	2,21	3 Arcilla	5	No def.	0,86	0,16	0,39	0,07	0,7
-14,55	8,32	7,85	0,34	1,54	0,0	4,3	2,22	3 Arcilla	8	No def.	1,39	0,38	0,75	0,17	1,0
-14,60	11,60	11,12	0,43	1,56	0,0	3,8	2,22	3 Arcilla	12	No def.	1,57	0,59	1,12	0,27	1,5
-14,65	15,53	15,04	0,61	1,58	0,0	4,0	2,23	4 Arcilla a arcilla limosa	10	No def.	1,49	0,85	1,55	0,38	2,3
-14,70	22,73	22,23	0,67	1,59	0,0	3,0	2,23	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	11	No def.	1,98	1,33	2,35	0,60	4,4
-14,75	32,55	32,06	0,68	1,58	0,0	2,1	2,24	6 Limo arcilloso a limo arenoso	13	No def.	2,83	1,99	3,44	0,89	8,0
-14,80	43,65	43,18	0,51	1,52	0,0	1,2	2,24	7 Limo arenoso a arena limosa	15	31	No def	No def.	No def.		No def.
-14,85	27,26	26,82	0,36	1,43	0,0	1,3	2,25	6 Limo arcilloso a limo arenoso	11	No def	4,47	1,64	2,87	0,73	6,0
-14,90	8,94	8,50	0,28	1,42	0,0	3,3	2,25	3 Arcilla	9	No def.	1,82	0,42	0,84	0,19	1,1
-14,95	7,63	7,19	0,27	1,42	0,0	3,8	2,26	3 Arcilla	8	No def	1,58	0,33	0,69	0,15	0,9

CPTU Nº: P.K. 5+180 eje

Expediente: 39.09.96
Obra: A.V.E. CALATAYUD-RICLA - TRAMO IA
v/ Ref.: 0
Cliente: GEODECAN

Técnico: N.Frank - M.Devincenzi
Cono: 36 mm
Factor de cono 0,31
Dens. estimada media: 2 t/m³
Nivel Freático: 7,6 m

Prof. m	qT [	qc kp/cm²	fs]	u bar	Bq	FR%	Sig V' kp/cm²	Tipo de Suelo (FR% - qc)	N spt	D.R. %	St Ns 6	Su (qc) Nk 15	Su (qT-u) Nke 9	Su/ Sigv	OCR Su(qc)
-15,00	8,29	7,85	0,27	1,43	0,0	3,4	2,26	3 Arcilla	8	No def.	1,77	0,37	0,76	0,16	1,0
-15,05	9,59	9,15	0,28	1,43	0,0	3,1	2,27	4 Arcilla a arcilla limosa	6	No def.	1,96	0,46	0,91	0,20	1,2
-15,10	10,26	9,81	0,30	1,43	0,0	3,1	2,27	4 Arcilla a arcilla limosa	7	No def.	1,97	0,50	0,98	0,22	1,3
-15,15	13,53	13,08	0,32	1,43	0,0	2,4	2,28	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	7	No def.	2,45	0,72	1,34	0,32	1,8
-15,20	11,56	11,12	0,33	1,44	0,0	2,9	2,28	4 Arcilla a arcilla limosa	8	No def.	2,05	0,59	1,12	0,26	1,5
-15,25	12,87	12,42	0,49	1,44	0,0	3,9	2,29	3 Arcilla	13	No def.	1,53	0,68	1,27	0,30	1,7
-15,30	10,91	10,47	0,50	1,44	0,0	4,8	2,29	3 Arcilla	11	No def.	1,26	0,55	1,05	0,24	1,3
-15,35	18,11	17,66	0,51	1,44	0,0	2,9	2,30	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	9	No def.	2,07	1,02	1,85	0,45	2,8
-15,40	16,14	15,69	0,57	1,44	0,0	3,6	2,30	4 Arcilla a arcilla limosa	11	No def.	1,64	0,89	1,63	0,39	2,3
-15,45	4,42	3,92	0,59	1,59	0,0	15,1	2,31	? ??	??	??	??	??	??	??	??
-15,50	9,65	9,15	0,59	1,60	0,0	6,5	2,31	3 Arcilla	10	No def.	0,93	0,46	0,89	0,20	1,1
-15,55	9,65	9,15	0,59	1,60	0,0	6,5	2,32	3 Arcilla	10	No def.	0,93	0,46	0,89	0,20	1,1
-15,60	10,31	9,81	0,50	1,62	0,0	5,1	2,32	3 Arcilla	10	No def.	1,18	0,50	0,97	0,22	1,2
-15,65	10,32	9,81	0,43	1,63	0,0	4,3	2,33	3 Arcilla	10	No def.	1,38	0,50	0,97	0,21	1,2
-15,70	9,66	9,15	0,41	1,63	0,0	4,4	2,33	3 Arcilla	10	No def.	1,35	0,45	0,89	0,20	1,1
-15,75	10,32	9,81	0,39	1,63	0,0	4,0	2,34	3 Arcilla	10	No def.	1,50	0,50	0,97	0,21	1,2
-15,80	13,59	13,08	0,41	1,64	0,0	3,2	2,34	4 Arcilla a arcilla limosa	9	No def.	1,90	0,72	1,33	0,31	1,7
-15,85	16,20	15,69	0,56	1,64	0,0	3,6	2,35	4 Arcilla a arcilla limosa	11	No def.	1,68	0,89	1,62	0,38	2,3
-15,90	14,90	14,39	0,73	1,64	0,0	5,1	2,35	3 Arcilla	15	No def.	1,18	0,80	1,47	0,34	2,0
-15,95	11,63	11,12	0,69	1,66	0,0	6,2	2,36	3 Arcilla	12	No def.	0,96	0,58	1,11	0,25	1,4
-16,00	15,55	15,04	0,65	1,66	0,0	4,3	2,36	3 Arcilla	16	No def.	1,40	0,85	1,54	0,36	2,1
-16,05	14,90	14,39	0,71	1,66	0,0	4,9	2,37	3 Arcilla	15	No def.	1,22	0,80	1,47	0,34	2,0
-16,10	11,63	11,12	0,73	1,66	0,0	6,6	2,37	3 Arcilla	12	No def.	0,91	0,58	1,11	0,25	1,4
-16,15	11,63	11,12	0,61	1,66	0,0	5,5	2,38	3 Arcilla	12	No def.	1,10	0,58	1,11	0,25	1,4
-16,20	10,33	9,81	0,45	1,66	0,0	4,5	2,38	3 Arcilla	10	No def.	1,32	0,50	0,96	0,21	1,2
-16,25	12,29	11,77	0,39	1,67	0,0	3,3	2,39	4 Arcilla a arcilla limosa	8	No def.	1,80	0,63	1,18	0,26	1,5
-16,30	11,63	11,12	0,39	1,66	0,0	3,5	2,39	4 Arcilla a arcilla limosa	8	No def.	1,70	0,58	1,11	0,24	1,4
-16,35	11,63	11,12	0,43	1,66	0,0	3,9	2,40	3 Arcilla	12	No def.	1,54	0,58	1,11	0,24	1,4
-16,40	8,99	8,51	0,50	1,54	0,0	5,9	2,40	3 Arcilla	9	No def.	1,02	0,41	0,83	0,17	1,0
-16,45	3,11	2,61	0,60	1,62	0,0	23,0	2,41	? ??	??	??	??	??	??	??	??
-16,50	3,78	3,27	0,65	1,64	0,0	19,8	2,41	? ??	??	??	??	??	??	??	??
-16,55	6,40	5,88	0,51	1,67	0,0	8,7	2,42	3 Arcilla	6	No def.	0,69	0,23	0,53	0,10	0,7
-16,60	6,41	5,88	0,41	1,70	0,0	6,9	2,42	3 Arcilla	6	No def.	0,87	0,23	0,52	0,10	0,7
-16,65	6,41	5,88	0,35	1,70	0,0	5,9	2,43	3 Arcilla	6	No def.	1,02	0,23	0,52	0,09	0,7
-16,70	5,11	4,58	0,29	1,71	0,0	6,4	2,43	3 Arcilla	5	No def.	0,94	0,14	0,38	0,06	0,6
-16,75	5,76	5,23	0,23	1,72	0,0	4,5	2,44	3 Arcilla	6	No def.	1,34	0,19	0,45	0,08	0,7
-16,80	5,11	4,58	0,20	1,72	0,0	4,4	2,44	3 Arcilla	5	No def.	1,37	0,14	0,38	0,06	0,6
-16,85	5,11	4,58	0,19	1,74	0,0	4,2	2,45	3 Arcilla	5	No def.	1,42	0,14	0,38	0,06	0,6
-16,90	5,11	4,58	0,19	1,74	0,0	4,2	2,45	3 Arcilla	5	No def.	1,42	0,14	0,38	0,06	0,6
-16,95	6,42	5,88	0,23	1,74	0,0	3,8	2,46	3 Arcilla	6	No def.	1,56	0,23	0,52	0,09	0,7
-17,00	19,52	18,97	0,33	1,75	0,0	1,8	2,46	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	3,42	1,10	1,97	0,45	2,8
-17,05	26,05	25,52	0,73	1,71	0,0	2,9	2,47	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	13	No def.	2,09	1,54	2,70	0,62	4,7
-17,10	15,57	15,04	0,73	1,72	0,0	4,9	2,47	3 Arcilla	16	No def.	1,23	0,84	1,54	0,34	2,0
-17,15	14,27	13,74	0,62	1,72	0,0	4,5	2,48	3 Arcilla	14	No def.	1,33	0,75	1,39	0,30	1,7
-17,20	14,27	13,74	0,62	1,74	0,0	4,5	2,48	3 Arcilla	14	No def.	1,33	0,75	1,39	0,30	1,7
-17,25	13,62	13,08	0,73	1,74	0,0	5,6	2,49	3 Arcilla	14	No def.	1,08	0,71	1,32	0,28	1,6
-17,30	11,66	11,12	0,70	1,75	0,0	6,3	2,49	3 Arcilla	12	No def.	0,95	0,58	1,10	0,23	1,3
-17,35	11,01	10,47	0,63	1,75	0,0	6,0	2,50	3 Arcilla	11	No def.	1,09	0,53	1,03	0,21	1,2
-17,40	8,43	7,85	0,57	1,88	0,0	7,3	2,50	3 Arcilla	8	No def.	0,82	0,36	0,73	0,14	0,9
-17,45	9,09	8,50	0,55	1,91	0,0	6,5	2,51	3 Arcilla	9	No def.	0,92	0,40	0,80	0,16	1,0

CPTU Nº: P.K. 5+180 eje

Expediente: 39.09.96
Obra: A.V.E. CALATAYUD-RICLA - TRAMO IA
v/ Ref.: 0
Cliente: GEODECAN

Técnico: N.Frank - M.Devincenzi
Cono: 36 mm
Factor de cono 0,31
Dens. estimada media: 2 t/m³
Nivel Freático: 7,6 m

Prof. m	qT [	qc kp/cm²	fs]	u bar	Bq	FR%	Sig V' kp/cm²	Tipo de Suelo (FR% - qc)	N spt	D.R. %	St Ns 6	Su (qc) Nk 15	Su (qT-u) Nke 9	Su/ Sigv	OCR Su(qc)
-17,50	8,36	8,00	0,49	1,15	(0,1)	6,2	2,51	3 Arcilla	8	No def.	0,97	0,37	0,80	0,15	0,9
-17,55	1,74	1,30	0,39	1,39	0,5	29,6	2,52	? ??	??	??	??	??	??	??	??
-17,60	9,62	9,16	0,31	1,47	0,0	3,4	2,52	3 Arcilla	10	No def.	1,76	0,44	0,91	0,18	1,0
-17,65	8,31	7,85	0,38	1,51	0,0	4,8	2,53	3 Arcilla	8	No def.	1,24	0,35	0,76	0,14	0,9
-17,70															
-17,75															
-17,80															
-17,85															
-17,90															
-17,95															
-18,00															
-18,05															
-18,10															
-18,15															
-18,20															
-18,25															
-18,30															
-18,35															
-18,40															
-18,45															
-18,50															
-18,55															
-18,60															
-18,65															
-18,70															
-18,75															
-18,80															
-18,85															
-18,90															
-18,95															
-19,00															
-19,05															
-19,10															
-19,15															
-19,20															
-19,25															
-19,30															
-19,35															
-19,40															
-19,45															
-19,50															
-19,55															
-19,60															
-19,65															
-19,70															
-19,75															
-19,80															
-19,85															
-19,90															
-19,95															

ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA

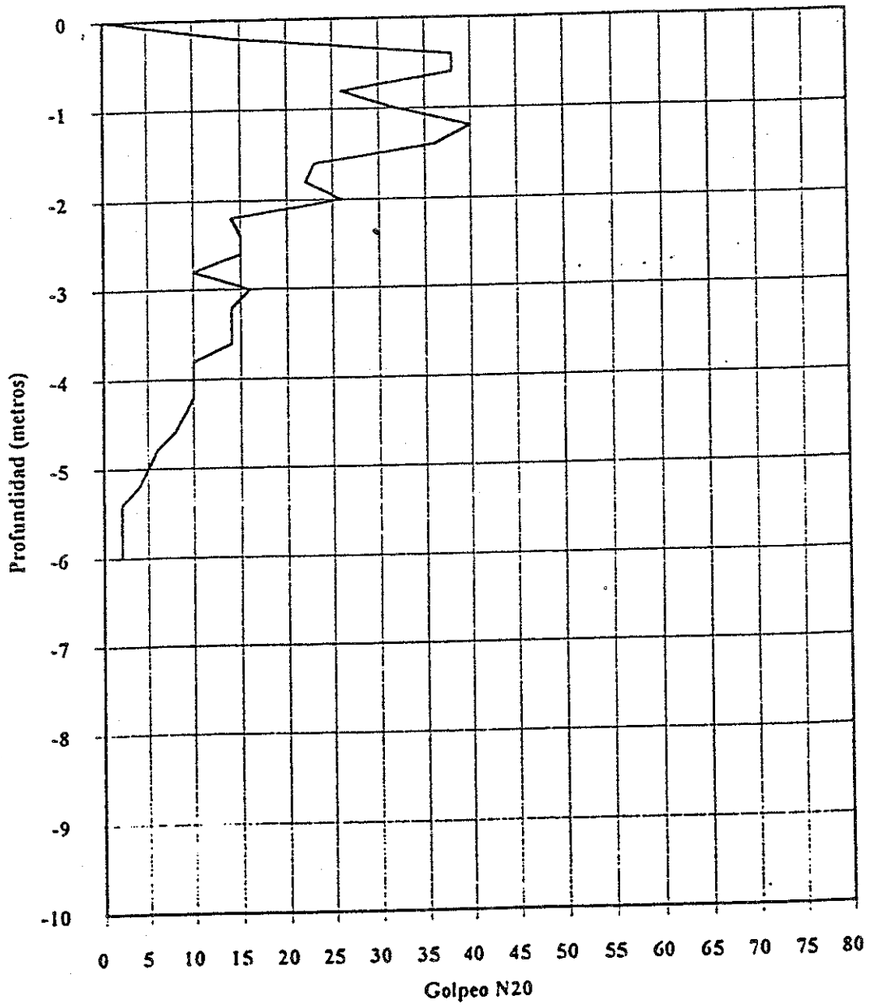
ISSMFE 1988

PENETRACION/AVANCE: P. K. 5 + 180 der.
EXPEDIENTE: 39.09.96
OBRA: A.V.E. CALATAYUD-RICLA - TRAMO IA

Fecha del Ensayo: 07/11/96
Equipo: MENHIR 100 kN

Tipo de penetración: DPSH
Peso de la maza: 63,5 kg
Altura de caida de la maz: 76,2 cm

Prof.	N20
0,2	14
0,4	38
0,6	38
0,8	26
1,0	32
1,2	40
1,4	36
1,6	23
1,8	22
2,0	26
2,2	14
2,4	15
2,6	15
2,8	10
3,0	16
3,2	14
3,4	14
3,6	14
3,8	10
4,0	10
4,2	10
4,4	9
4,6	8
4,8	6
5,0	5
5,2	4
5,4	2
5,6	2
5,8	2
6,0	2
6,2	
6,4	
6,6	
6,8	
7,0	
7,2	
7,4	
7,6	
7,8	
8,0	
8,2	
8,4	
8,6	
8,8	
9,0	
9,2	
9,4	
9,6	
9,8	
10,0	



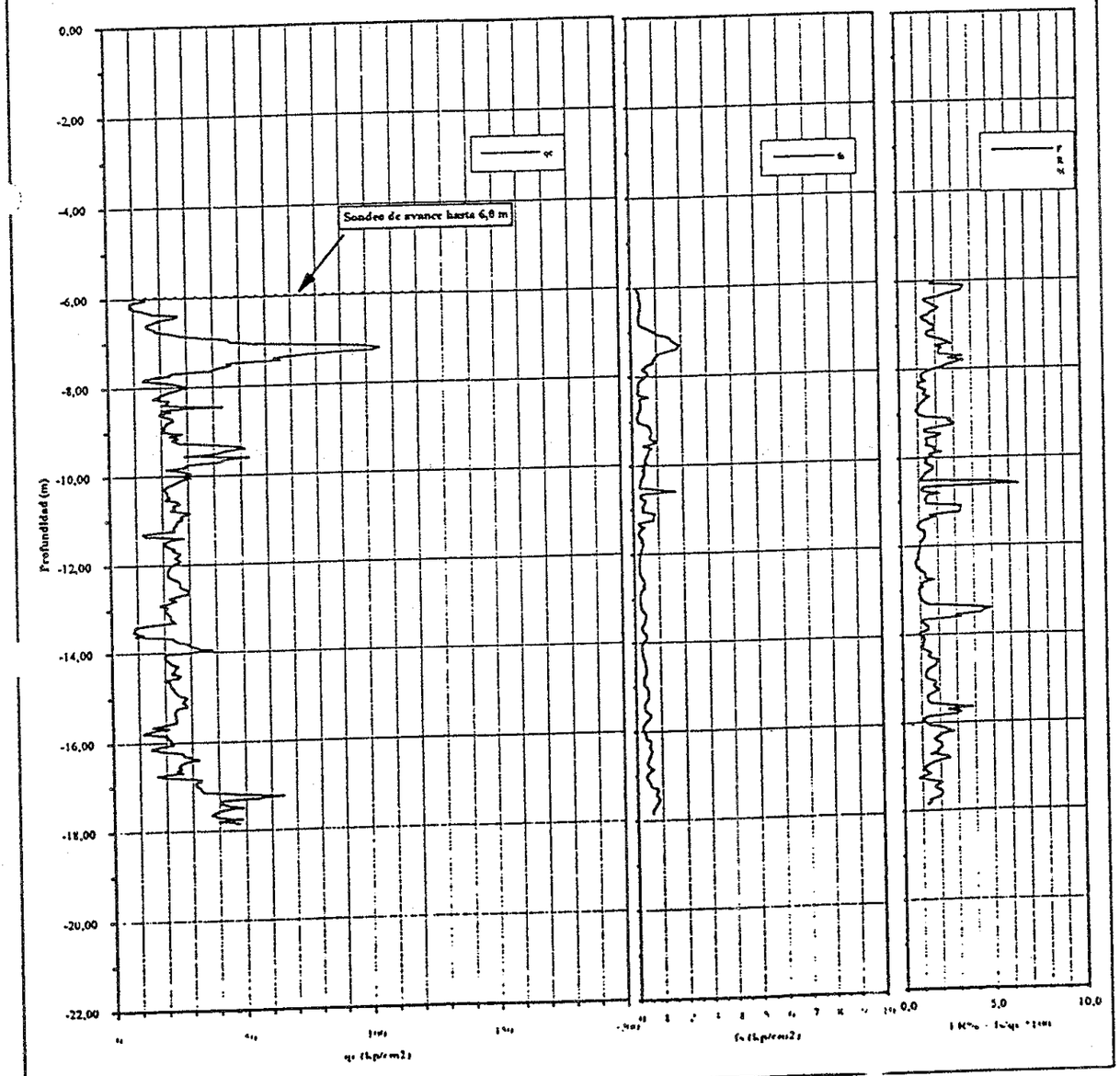
V°B° Director Adjunto

V°B° Director Laboratorio

CPT N°: P.K. 5+180 der.

Expediente: 39.09.96
Obra: A.V.E. CALATAYUD-RICLA - TRAMO IA
s/ Ref.: 0
Cliente: GEODECAN

Técnico: N.Frank - M.Devinceanzi
Cono: 36 mm
Dens. estimada media: 2 t/m³
Nivel Freático: m



Programa de interpretación de ensayos de penetración estática (CPT-CPTU) FRADEX PT © GEOTEST

GEOtest

CPT Nº: P.K. 5+180 der.

Técnico: N.Frank - M.Devincenzi
Cono: 36 mm
Factor de cono 0,31
Dens. estimada media: 2 t/m³
Nivel Freático: m

Expediente: 39.09.96
Obra: A.V.E. CALATAYUD-RICLA - TRAMO IA
v/ Ref.: 0
Cliente: GEODECAN

Prof. m	qc kp/cm²	fs	FR%	Sig V' kp/cm²	Tipo de Suelo (FR% - qc)	N spt	D.R. %	St Ns 6	Su (qc) Nk 15	Su/ Sigv	OCR Su(qc)
-5,00											
-5,05											
-5,10											
-5,15											
-5,20											
-5,25											
-5,30											
-5,35											
-5,40											
-5,45											
-5,50											
-5,55											
-5,60											
-5,65											
-5,70											
-5,75											
-5,80											
-5,85											
-5,90											
-5,95											
-6,00	13,09	0,25	1,9	1,20	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	7	No def.	3,18	0,79	0,66	5,1
-6,05	14,39	0,26	1,8	1,21	6 Limo arcilloso a limo arenoso	6	No def.	3,37	0,88	0,73	6,0
-6,10	8,74	0,32	3,6	1,22	3 Arcilla	9	No def.	1,66	0,50	0,41	2,5
-6,15	8,83	0,32	3,6	1,23	3 Arcilla	9	No def.	1,67	0,51	0,41	2,5
-6,20	8,71	0,30	3,5	1,24	3 Arcilla	9	No def.	1,72	0,50	0,40	2,4
-6,25	11,21	0,33	3,0	1,25	4 Arcilla a arcilla limosa	7	No def.	2,02	0,66	0,53	3,7
-6,30	14,12	0,35	2,5	1,26	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	7	No def.	2,40	0,86	0,68	5,4
-6,35	17,23	0,37	2,1	1,27	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	9	No def.	2,79	1,06	0,84	7,4
-6,40	26,83	0,38	1,4	1,28	6 Limo arcilloso a limo arenoso	11	No def.	4,24	1,70	1,33	>10
-6,45	25,19	0,38	1,5	1,29	6 Limo arcilloso a limo arenoso	10	No def.	4,01	1,59	1,24	>10
-6,50	19,63	0,35	1,8	1,30	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	3,40	1,22	0,94	8,6
-6,55	17,34	0,33	1,9	1,31	6 Limo arcilloso a limo arenoso	7	No def.	3,12	1,07	0,82	7,1
-6,60	14,72	0,32	2,2	1,32	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	7	No def.	2,76	0,89	0,68	5,3
-6,65	15,05	0,30	2,0	1,33	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	8	No def.	2,98	0,91	0,69	5,5
-6,70	18,00	0,31	1,7	1,34	6 Limo arcilloso a limo arenoso	7	No def.	3,53	1,11	0,83	7,3
-6,75	18,32	0,31	1,7	1,35	6 Limo arcilloso a limo arenoso	7	No def.	3,55	1,13	0,84	7,4
-6,80	24,21	0,30	1,2	1,36	6 Limo arcilloso a limo arenoso	10	No def.	4,85	1,52	1,12	>10
-6,85	27,81	0,37	1,3	1,37	6 Limo arcilloso a limo arenoso	11	No def.	4,47	1,76	1,29	>10
-6,90	35,99	0,58	1,6	1,38	7 Limo arenoso a arena limosa	12	33	No def.	No def.		No def.
-6,95	45,47	0,76	1,7	1,39	7 Limo arenoso a arena limosa	15	40	No def.	No def.		No def.
-7,00	46,45	0,93	2,0	1,40	6 Limo arcilloso a limo arenoso	19	No def.	3,00	3,00	2,15	>10
-7,05	54,30	1,08	2,0	1,41	7 Limo arenoso a arena limosa	18	45	No def.	No def.		No def.
-7,10	77,53	1,44	1,9	1,42	7 Limo arenoso a arena limosa	26	55	No def.	No def.		No def.
-7,15	99,20	1,54	1,6	1,43	8 Arena a arena limosa	25	62	No def.	No def.		No def.
-7,20	105,12	1,61	1,5	1,44	8 Arena a arena limosa	26	63	No def.	No def.		No def.
-7,25	102,39	1,78	1,7	1,45	7 Limo arenoso a arena limosa	34	62	No def.	No def.		No def.
-7,30	84,73	1,91	2,3	1,46	7 Limo arenoso a arena limosa	28	57	No def.	No def.		No def.
-7,35	70,99	1,83	2,6	1,47	6 Limo arcilloso a limo arenoso	28	No def.	2,33	4,63	3,15	>10
-7,40	63,23	1,79	2,8	1,48	6 Limo arcilloso a limo arenoso	25	No def.	2,12	4,12	2,78	>10
-7,45	65,76	1,34	2,0	1,49	7 Limo arenoso a arena limosa	22	49	No def.	No def.		No def.

Programa de interpretación de ensayos de penetración estática (CPT-CPTU) PRADECPT © GEOTEST

GEOtest

CPT Nº: P.K. 5+180 der.

Técnico: N.Frank - M.Devincenzi
Cono: 36 mm
Factor de cono 0,31
Dens. estimada media: 2 t/m³
Nivel Freático: m

Expediente: 39.09.96
Obra: A.V.E. CALATAYUD-RICLA - TRAMO IA
v/ Ref.: 0
Cliente: GEODECAN

Prof. m	qc kp/cm²	fs	FR%	Sig V' kp/cm²	Tipo de Suelo (FR% - qc)	N spt	D.R. %	St Ns 6	Su (qc) Nk 15	Su/ Sigv	OCR Su(qc)
-7,50	45,14	1,07	2,4	1,50	6 Limo arcilloso a limo arenoso	18	No def.	2,53	2,91	1,94	>10
-7,55	46,78	1,02	2,2	1,51	6 Limo arcilloso a limo arenoso	19	No def.	2,74	3,02	2,00	>10
-7,60	41,88	0,92	2,2	1,52	6 Limo arcilloso a limo arenoso	17	No def.	2,73	2,69	1,77	>10
-7,65	39,42	0,86	2,2	1,53	6 Limo arcilloso a limo arenoso	16	No def.	2,74	2,53	1,65	>10
-7,70	24,10	0,85	3,5	1,53	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	12	No def.	1,71	1,50	0,98	9,1
-7,75	23,12	0,63	2,7	1,54	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	12	No def.	2,20	1,44	0,94	8,6
-7,80	14,13	0,51	3,6	1,54	4 Arcilla a arcilla limosa	9	No def.	1,67	0,84	0,55	3,8
-7,85	13,23	0,41	3,1	1,55	4 Arcilla a arcilla limosa	9	No def.	1,92	0,78	0,50	3,4
-7,90	22,67	0,59	2,6	1,55	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	11	No def.	2,29	1,41	0,91	8,3
-7,95	27,45	0,64	2,3	1,56	6 Limo arcilloso a limo arenoso	11	No def.	2,56	1,73	1,11	>10
-8,00	30,10	0,55	1,8	1,56	6 Limo arcilloso a limo arenoso	12	No def.	3,31	1,90	1,22	>10
-8,05	27,48	0,41	1,5	1,57	6 Limo arcilloso a limo arenoso	11	No def.	4,05	1,73	1,10	>10
-8,10	23,45	0,29	1,3	1,57	6 Limo arcilloso a limo arenoso	9	No def.	4,78	1,46	0,93	8,5
-8,15	21,12	0,25	1,2	1,58	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	4,98	1,30	0,83	7,2
-8,20	19,18	0,24	1,3	1,58	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	4,70	1,17	0,74	6,2
-8,25	17,23	0,25	1,4	1,59	6 Limo arcilloso a limo arenoso	7	No def.	4,17	1,04	0,66	5,1
-8,30	22,90	0,25	1,1	1,59	6 Limo arcilloso a limo arenoso	9	No def.	5,55	1,42	0,89	8,1
-8,35	22,25	0,22	1,0	1,60	7 Limo arenoso a arena limosa	7	17	No def.	No def.		No def.
-8,40	20,94	0,25	1,2	1,60	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	5,02	1,29	0,81	7,0
-8,45	43,12	0,63	1,5	1,61	7 Limo arenoso a arena limosa	14	36	No def.	No def.		No def.
-8,50	20,61	0,29	1,4	1,61	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	4,26	1,27	0,79	6,7
-8,55	23,55	0,31	1,3	1,62	6 Limo arcilloso a limo arenoso	9	No def.	4,56	1,46	0,91	8,2
-8,60	19,38	0,32	1,7	1,62	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	3,63	1,18	0,73	6,0
-8,65	21,56	0,31	1,5	1,63	6 Limo arcilloso a limo arenoso	9	No def.	4,11	1,33	0,82	7,1
-8,70	24,13	0,31	1,3	1,63	6 Limo arcilloso a limo arenoso	10	No def.	4,60	1,50	0,92	8,4
-8,75	24,54	0,28	1,2	1,64	6 Limo arcilloso a limo arenoso	10	No def.	5,18	1,53	0,93	8,6
-8,80	21,91	0,24	1,1	1,64	6 Limo arcilloso a limo arenoso	9	No def.	5,52	1,35	0,82	7,2
-8,85	21,59	0,23	1,1	1,65	6 Limo arcilloso a limo arenoso	9	No def.	5,63	1,33	0,81	7,0
-8,90	20,84	0,19	0,9	1,65	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	6,58	1,28	0,78	6,6
-8,95	21,27	0,21	1,0	1,66	6 Limo arcilloso a limo arenoso	9	No def.	6,08	1,31	0,79	6,8
-9,00	20,61	0,22	1,1	1,66	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	5,54	1,26	0,76	6,4
-9,05	28,13	0,39	1,4	1,67	6 Limo arcilloso a limo arenoso	11	No def.	4,37	1,76	1,06	>10
-9,10	23,12	0,65	2,8	1,67	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	12	No def.	2,12	1,43	0,86	7,6
-9,15	26,64	0,71	2,7	1,68	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	13	No def.	2,25	1,66	0,99	9,2
-9,20	24,12	0,73	3,0	1,68	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	12	No def.	1,98	1,50	0,89	8,0
-9,25	26,78	0,76	2,8	1,69	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	13	No def.	2,11	1,67	0,99	9,2
-9,30	38,20	0,73	1,9	1,69	6 Limo arcilloso a limo arenoso	15	No def.	3,15	2,43	1,44	>10
-9,35	49,86	0,68	1,4	1,70	7 Limo arenoso a arena limosa	17	39	No def.	No def.		No def.
-9,40	51,34	0,71	1,4	1,70	7 Limo arenoso a arena limosa	17	40	No def.	No def.		No def.
-9,45	44,12	0,99	2,2	1,71	6 Limo arcilloso a limo arenoso	18	No def.	2,67	2,83	1,66	>10
-9,50	41,23	0,84	2,0	1,71	6 Limo arcilloso a limo arenoso	16	No def.	2,95	2,63	1,54	>10
-9,55	29,12	0,42	1,4	1,72	6 Limo arcilloso a limo arenoso	15	No def.	4,16	1,83	1,07	>10
-9,60	52,99	0,78	1,5	1,72	7 Limo arenoso a arena limosa	21	No def.	No def.			No def.
-9,65	43,51	0,65	1,5	1,73	7 Limo arenoso a arena limosa	25	No def.	No def.			No def.
-9,70	42,52	0,61	1,4	1,73	7 Limo arenoso a arena limosa	[illegible]	No def.	No def.			No def.
-9,75	30,40	0,60	2,0	1,74	6 Limo arcilloso a limo arenoso	[illegible]				1,09	>10
-9,80	28,79	0,53	1,8	1,74	6 Limo arcilloso a limo arenoso	[illegible]				1,04	>10
-9,85	21,59	0,49	2,3	1,75	6 Limo arcilloso a limo arenoso	[illegible]				0,76	6,4
-9,90	28,79	0,46	1,6	1,75	6 Limo arcilloso a limo arenoso	[illegible]				1,03	>10
-9,95	31,07	0,56	1,8	1,76	6 Limo arcilloso a limo arenoso	[illegible]				1,11	>10

Programa de interpretación de ensayos de penetración estática (CPT-CPTU) PRADECPT ©

GE test

CPT Nº: P.K. 5+180 der.

Técnico: N.Frank - M.Devincenzi
Cono: 36 mm
Factor de cono 0,31
Dens. estimada media: 2 t/m³
Nivel Freático: m

Expediente: 39.09.96
Obra: A.V.E. CALATAYUD-RICLA - TRAMO IA
v/ Ref.: 0
Cliente: GEODECAN

Prof. m	qc kp/cm²	fs kp/cm²	FR%	Sig V' kp/cm²	Tipo de Suelo (FR% - qc)	N spt	D.R. %	St Ns 6	Su (qc) Nk 15	Su/ Sigv	OCR Su(qc)
-10,00	28,13	0,39	1,4	1,76	6 Limo arcilloso a limo arenoso	11	No def.	4,33	1,76	1,00	9,3
-10,05	31,07	0,46	1,5	1,77	6 Limo arcilloso a limo arenoso	12	No def.	4,05	1,95	1,11	>10
-10,10	27,15	0,37	1,4	1,77	6 Limo arcilloso a limo arenoso	11	No def.	4,40	1,69	0,96	8,8
-10,15	25,84	0,42	1,6	1,78	6 Limo arcilloso a limo arenoso	10	No def.	3,69	1,60	0,90	8,2
-10,20	23,55	0,43	1,8	1,78	6 Limo arcilloso a limo arenoso	9	No def.	3,29	1,45	0,82	7,1
-10,25	21,26	0,37	1,8	1,79	6 Limo arcilloso a limo arenoso	9	No def.	3,42	1,30	0,73	6,0
-10,30	20,94	0,33	1,6	1,79	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	3,81	1,28	0,71	5,8
-10,35	21,59	0,29	1,4	1,80	6 Limo arcilloso a limo arenoso	9	No def.	4,42	1,32	0,74	6,1
-10,40	21,91	0,29	1,3	1,80	6 Limo arcilloso a limo arenoso	9	No def.	4,59	1,34	0,74	6,2
-10,45	21,92	0,26	1,2	1,81	6 Limo arcilloso a limo arenoso	9	No def.	5,06	1,34	0,74	6,2
-10,50	22,90	0,25	1,1	1,81	6 Limo arcilloso a limo arenoso	9	No def.	5,43	1,41	0,78	6,6
-10,55	21,12	1,21	5,7	1,82	3 Arcilla	21	No def.	1,05	1,29	0,71	5,7
-10,60	25,84	1,68	6,5	1,82	3 Arcilla	26	No def.	0,92	1,60	0,88	7,9
-10,65	26,83	0,35	1,3	1,83	6 Limo arcilloso a limo arenoso	11	No def.	4,58	1,67	0,91	8,3
-10,70	24,07	0,28	1,1	1,83	6 Limo arcilloso a limo arenoso	10	No def.	5,23	1,48	0,81	7,0
-10,75	24,98	0,31	1,2	1,84	6 Limo arcilloso a limo arenoso	10	No def.	4,84	1,54	0,84	7,4
-10,80	23,22	0,49	2,1	1,84	6 Limo arcilloso a limo arenoso	9	No def.	2,83	1,43	0,77	6,6
-10,85	30,42	0,46	1,5	1,85	6 Limo arcilloso a limo arenoso	12	No def.	4,00	1,91	1,03	>10
-10,90	28,57	0,40	1,4	1,85	6 Limo arcilloso a limo arenoso	11	No def.	4,25	1,78	0,96	8,9
-10,95	27,15	0,36	1,3	1,86	6 Limo arcilloso a limo arenoso	11	No def.	4,47	1,69	0,91	8,3
-11,00	27,80	0,39	1,4	1,86	6 Limo arcilloso a limo arenoso	11	No def.	4,30	1,73	0,93	8,5
-11,05	25,52	0,36	1,4	1,87	6 Limo arcilloso a limo arenoso	10	No def.	4,25	1,58	0,85	7,5
-11,10	25,51	0,85	3,3	1,87	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	13	No def.	1,79	1,58	0,84	7,4
-11,15	24,53	0,81	3,3	1,88	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	12	No def.	1,81	1,51	0,81	7,0
-11,20	23,88	0,80	3,3	1,88	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	12	No def.	1,80	1,47	0,78	6,6
-11,25	24,53	0,80	3,3	1,89	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	12	No def.	1,84	1,51	0,80	6,9
-11,30	12,42	0,19	1,6	1,89	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	6	No def.	3,85	0,70	0,37	2,2
-11,35	13,61	0,26	1,9	1,90	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	7	No def.	3,14	0,78	0,41	2,5
-11,40	28,13	0,40	1,4	1,90	6 Limo arcilloso a limo arenoso	11	No def.	4,17	1,75	0,92	8,4
-11,45	22,57	0,26	1,1	1,91	6 Limo arcilloso a limo arenoso	9	No def.	5,30	1,38	0,72	5,9
-11,50	20,94	0,20	1,0	1,91	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	6,25	1,27	0,66	5,2
-11,55	20,61	0,19	0,9	1,92	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	6,61	1,25	0,65	5,0
-11,60	21,91	0,23	1,0	1,92	6 Limo arcilloso a limo arenoso	9	No def.	5,75	1,33	0,69	5,6
-11,65	24,53	0,32	1,3	1,93	6 Limo arcilloso a limo arenoso	10	No def.	4,65	1,51	0,78	6,7
-11,70	23,58	0,29	1,2	1,93	6 Limo arcilloso a limo arenoso	9	No def.	4,83	1,44	0,75	6,2
-11,75	26,82	0,35	1,3	1,94	6 Limo arcilloso a limo arenoso	11	No def.	4,60	1,66	0,86	7,6
-11,80	26,07	0,33	1,3	1,94	6 Limo arcilloso a limo arenoso	10	No def.	4,69	1,61	0,83	7,3
-11,85	24,53	0,29	1,2	1,95	6 Limo arcilloso a limo arenoso	10	No def.	5,14	1,51	0,77	6,6
-11,90	26,82	0,28	1,1	1,95	7 Limo arenoso a arena limosa	9	20	No def.	No def.		No def.
-11,95	25,84	0,27	1,0	1,96	7 Limo arenoso a arena limosa	9	19	No def.	No def.		No def.
-12,00	23,55	0,24	1,0	1,96	7 Limo arenoso a arena limosa	8	16	No def.	No def.		No def
-12,05	22,57	0,23	1,0	1,97	7 Limo arenoso a arena limosa	8	<15	No def.	No def.		No def.
-12,10	21,92	0,21	1,0	1,97	7 Limo arenoso a arena limosa	7	<15	No def.	No def.		No def
-12,15	21,59	0,20	0,9	1,98	7 Limo arenoso a arena limosa	7	<15	No def.	No def.		No def.
-12,20	21,59	0,19	0,9	1,98	7 Limo arenoso a arena limosa	7	<15	No def.	No def.		No def
-12,25	21,59	0,19	0,9	1,99	7 Limo arenoso a arena limosa	7	<15	No def.	No def.		No def.
-12,30	23,22	0,20	0,8	1,99	7 Limo arenoso a arena limosa	8	15	No def.	No def.		No def
-12,35	25,84	0,20	0,8	2,00	7 Limo arenoso a arena limosa	9	18	No def.	No def.		No def
-12,40	26,49	0,21	0,8	2,00	7 Limo arenoso a arena limosa	9	19	No def.	No def.		No def
-12,45	26,49	0,22	0,8	2,01	7 Limo arenoso a arena limosa	9	19	No def.	No def.		No def

Programa de interpretación de ensayos de penetración estática (CPT-CPTU) PRADE'PT © GEOTEST

GE test

CPT Nº: P.K. 5+180 der.

Técnico: N.Frank - M.Devincenzi
Cono: 36 mm
Factor de cono 0,31
Dens. estimada media: 2 t/m³
Nivel Freático: m

Expediente: 39.09.96
Obra: A.V.E. CALATAYUD-RICLA - TRAMO IA
v/ Ref.: 0
Cliente: GEODECAN

Prof. m	qc kp/cm²	fs kp/cm²	FR%	Sig V' kp/cm²	Tipo de Suelo (FR% - qc)	N spt	D.R. %	St Ns 6	Su (qc) Nk 15	Su/ Sigv	OCR Su(qc)
-12,50	26,82	0,26	1,0	2,01	7 Limo arenoso a arena limosa	9	19	No def.	No def.		No def.
-12,55	28,79	0,32	1,1	2,02	7 Limo arenoso a arena limosa	10	21	No def.	No def.		No def.
-12,60	29,76	0,38	1,3	2,02	7 Limo arenoso a arena limosa	10	22	No def.	No def.		No def.
-12,65	29,44	0,38	1,3	2,03	7 Limo arenoso a arena limosa	10	22	No def.	No def.		No def.
-12,70	25,18	0,33	1,3	2,03	6 Limo arcilloso a limo arenoso	10	No def.	4,63	1,54	0,76	6,4
-12,75	21,92	0,39	1,8	2,04	6 Limo arcilloso a limo arenoso	9	No def.	3,37	1,33	0,65	5,0
-12,80	24,81	0,30	1,2	2,04	6 Limo arcilloso a limo arenoso	10	No def.	5,03	1,52	0,74	6,2
-12,85	22,24	0,23	1,0	2,05	6 Limo arcilloso a limo arenoso	9	No def.	5,73	1,35	0,66	5,1
-12,90	18,68	0,22	1,2	2,05	6 Limo arcilloso a limo arenoso	7	No def.	5,18	1,11	0,54	3,8
-12,95	21,26	0,20	0,9	2,06	6 Limo arcilloso a limo arenoso	9	No def.	6,39	1,28	0,62	4,7
-13,00	20,28	0,20	1,0	2,06	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	6,09	1,21	0,59	4,3
-13,05	20,94	0,20	1,0	2,07	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	6,27	1,26	0,61	4,5
-13,10	21,69	0,21	1,0	2,07	6 Limo arcilloso a limo arenoso	9	No def.	6,10	1,31	0,63	4,8
-13,15	22,57	0,23	1,0	2,08	6 Limo arcilloso a limo arenoso	9	No def.	5,80	1,37	0,66	5,1
-13,20	22,24	0,25	1,1	2,08	6 Limo arcilloso a limo arenoso	9	No def.	5,42	1,34	0,65	5,0
-13,25	23,22	0,28	1,2	2,09	6 Limo arcilloso a limo arenoso	9	No def.	4,98	1,41	0,68	5,3
-13,30	24,21	0,35	1,4	2,09	6 Limo arcilloso a limo arenoso	10	No def.	4,16	1,47	0,71	5,7
-13,35	12,76	0,43	3,4	2,10	4 Arcilla a arcilla limosa	9	No def.	1,78	0,71	0,34	2,0
-13,40	8,71	0,42	4,9	2,10	3 Arcilla	9	No def.	1,24	0,44	0,21	1,2
-13,45	8,60	0,39	4,5	2,11	3 Arcilla	8	No def.	1,32	0,43	0,21	1,2
-13,50	8,36	0,37	4,4	2,11	3 Arcilla	8	No def.	1,37	0,42	0,20	1,1
-13,55	12,25	0,36	3,0	2,12	4 Arcilla a arcilla limosa	6	No def.	2,02	0,68	0,32	1,8
-13,60	8,93	0,29	3,2	2,12	4 Arcilla a arcilla limosa	9	No def.	1,85	0,45	0,21	1,2
-13,65	23,18	0,26	1,1	2,13	6 Limo arcilloso a limo arenoso	10	No def.	5,35	1,40	0,66	5,1
-13,70	23,91	0,27	1,1	2,13	6 Limo arcilloso a limo arenoso	10	No def.	5,38	1,45	0,68	5,4
-13,75	25,80	0,32	1,2	2,14	6 Limo arcilloso a limo arenoso	12	No def.	4,89	1,58	0,74	6,1
-13,80	29,20	0,41	1,4	2,14	6 Limo arcilloso a limo arenoso	12	No def.	4,31	1,80	0,84	7,4
-13,85	30,15	0,44	1,5	2,15	6 Limo arcilloso a limo arenoso	12	No def.	4,11	1,87	0,87	7,8
-13,90	33,04	0,44	1,3	2,15	7 Limo arenoso a arena limosa	11	24	No def.	No def.		No def.
-13,95	38,27	0,36	0,9	2,16	7 Limo arenoso a arena limosa	13	28	No def.	No def.		No def.
-14,00	30,10	0,28	0,9	2,16	7 Limo arenoso a arena limosa	10	22	No def.	No def.		No def.
-14,05	20,60	0,24	1,2	2,17	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	5,08	1,23	0,57	4,1
-14,10	19,95	0,24	1,2	2,17	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	4,99	1,19	0,55	3,8
-14,15	20,61	0,24	1,1	2,18	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	5,23	1,23	0,57	4,0
-14,20	21,59	0,24	1,1	2,18	6 Limo arcilloso a limo arenoso	9	No def.	5,32	1,29	0,59	4,3
-14,25	22,24	0,25	1,1	2,19	6 Limo arcilloso a limo arenoso	9	No def.	5,27	1,34	0,61	4,6
-14,30	25,19	0,27	1,1	2,19	7 Limo arenoso a arena limosa	8	16	No def.	No def.		No def.
-14,35	23,88	0,27	1,1	2,20	6 Limo arcilloso a limo arenoso	10	No def.	5,25	1,45	0,66	5,1
-14,40	23,88	0,35	1,5	2,20	6 Limo arcilloso a limo arenoso	10	No def.	4,13	1,45	0,66	5,1
-14,45	22,57	0,35	1,6	2,21	6 Limo arcilloso a limo arenoso	9	No def.	3,84	1,36	0,62	4,6
-14,50	26,17	0,36	1,4	2,21	6 Limo arcilloso a limo arenoso	10	No def.	4,36	1,60	0,72	5,9
-14,55	25,18	0,39	1,5	2,22	6 Limo arcilloso a limo arenoso	10	No def.	3,88	1,53	0,69	5,5
-14,60	19,95	0,40	2,0	2,22	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	2,99	1,18	0,53	3,7
-14,65	21,91	0,40	1,8	2,23	6 Limo arcilloso a limo arenoso	9	No def.	3,29	1,31	0,59	4,3
-14,70	21,91	0,40	1,8	2,23	6 Limo arcilloso a limo arenoso	9	No def.	3,29	1,31	0,59	4,3
-14,75	22,24	0,35	1,6	2,24	6 Limo arcilloso a limo arenoso	9	No def.	3,78	1,33	0,60	4,4
-14,80	23,23	0,32	1,4	2,24	6 Limo arcilloso a limo arenoso	10	No def.	4,40	1,40	0,62	4,7
-14,85	23,55	0,31	1,3	2,25	6 Limo arcilloso a limo arenoso	10	No def.	4,61	1,42	0,63	4,8
-14,90	24,53	0,30	1,2	2,25	6 Limo arcilloso a limo arenoso	12	No def.	4,86	1,49	0,66	5,1
-14,95	25,28	0,32	1,3	2,26	6 Limo arcilloso a limo arenoso	12	No def.	4,79	1,53	0,68	5,4

Programa de interpretación de ensayos de penetración estática (CPT-CPTU) PRADE'PT

IGE test

CPT Nº: P.K. 5+180 der.

Técnico: N.Frank - M.Devincenzi
Cono: 36 mm
Factor de cono 0,31
Dens. estimada media: 2 t/m³
Nivel Freático: m

Expediente: 39.09.96
Obra: A.V.E. CALATAYUD-RICLA - TRAMO IA
v/ Ref.: 0
Cliente: GEODECAN

Prof. m	qc kp/cm²	fs kp/cm²	FR%	Sig V' kp/cm²	Tipo de Suelo (FR% - qc)	N spt	D.R. %	St Ns 6	Su (qc) Nk 15	Su/ Sigv	OCR Su(qc)
-15,00	28,46	0,39	1,4	2,26	6 Limo arcilloso a limo arenoso	11	No def.	4,35	1,75	0,77	6,6
-15,05	27,80	0,48	1,7	2,27	6 Limo arcilloso a limo arenoso	11	No def.	3,48	1,70	0,75	6,3
-15,10	26,82	0,48	1,8	2,27	6 Limo arcilloso a limo arenoso	11	No def.	3,33	1,64	0,72	5,9
-15,15	28,46	0,47	1,7	2,28	6 Limo arcilloso a limo arenoso	11	No def.	3,61	1,75	0,77	6,5
-15,20	28,46	0,50	1,8	2,28	6 Limo arcilloso a limo arenoso	11	No def.	3,42	1,75	0,77	6,5
-15,25	24,53	0,48	2,0	2,29	6 Limo arcilloso a limo arenoso	10	No def.	3,05	1,48	0,65	5,0
-15,30	23,88	0,42	1,8	2,29	6 Limo arcilloso a limo arenoso	10	No def.	3,41	1,44	0,63	4,8
-15,35	23,55	0,35	1,5	2,30	6 Limo arcilloso a limo arenoso	9	No def.	4,08	1,42	0,62	4,6
-15,40	24,21	0,32	1,3	2,30	6 Limo arcilloso a limo arenoso	10	No def.	4,54	1,46	0,63	4,8
-15,45	23,88	0,32	1,3	2,31	6 Limo arcilloso a limo arenoso	10	No def.	4,48	1,44	0,62	4,7
-15,50	24,53	0,33	1,4	2,31	6 Limo arcilloso a limo arenoso	10	No def.	4,42	1,48	0,64	4,9
-15,55	24,21	0,37	1,5	2,32	6 Limo arcilloso a limo arenoso	10	No def.	3,90	1,46	0,63	4,8
-15,60	20,76	0,52	2,5	2,32	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	10	No def.	2,40	1,23	0,53	3,6
-15,65	15,13	0,58	3,8	2,33	4 Arcilla a arcilla limosa	10	No def.	1,58	0,85	0,37	2,2
-15,70	21,07	0,52	2,5	2,33	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	11	No def.	2,42	1,25	0,54	3,7
-15,75	13,34	0,43	3,2	2,34	4 Arcilla a arcilla limosa	9	No def.	1,86	0,73	0,31	1,8
-15,80	11,40	0,34	3,0	2,34	4 Arcilla a arcilla limosa	8	No def.	2,03	0,60	0,26	1,5
-15,85	20,61	0,27	1,3	2,35	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	4,53	1,22	0,52	3,5
-15,90	20,94	0,24	1,1	2,35	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	5,31	1,24	0,53	3,6
-15,95	21,91	0,24	1,1	2,36	6 Limo arcilloso a limo arenoso	9	No def.	5,56	1,30	0,55	3,9
-16,00	22,24	0,28	1,3	2,36	6 Limo arcilloso a limo arenoso	9	No def.	4,71	1,33	0,56	4,0
-16,05	22,90	0,33	1,4	2,37	6 Limo arcilloso a limo arenoso	9	No def.	4,21	1,37	0,58	4,2
-16,10	16,50	0,35	2,1	2,37	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	8	No def.	2,80	0,94	0,40	2,4
-16,15	14,41	0,35	2,5	2,38	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	7	No def.	2,45	0,80	0,34	2,0
-16,20	19,22	0,53	2,8	2,38	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	10	No def.	2,16	1,12	0,47	3,1
-16,25	26,82	0,55	2,1	2,39	6 Limo arcilloso a limo arenoso	11	No def.	2,91	1,63	0,68	5,4
-16,30	26,83	0,50	1,9	2,39	6 Limo arcilloso a limo arenoso	11	No def.	3,20	1,63	0,68	5,4
-16,35	29,44	0,49	1,7	2,40	6 Limo arcilloso a limo arenoso	12	No def.	3,58	1,80	0,75	6,3
-16,40	32,38	0,57	1,7	2,40	6 Limo arcilloso a limo arenoso	13	No def.	3,43	2,00	0,83	7,3
-16,45	27,48	0,57	2,1	2,41	6 Limo arcilloso a limo arenoso	11	No def.	2,88	1,67	0,70	5,6
-16,50	25,84	0,54	2,1	2,41	6 Limo arcilloso a limo arenoso	10	No def.	2,87	1,56	0,65	5,0
-16,55	24,86	0,51	2,1	2,42	6 Limo arcilloso a limo arenoso	10	No def.	2,91	1,50	0,62	4,6
-16,60	26,17	0,48	1,8	2,42	6 Limo arcilloso a limo arenoso	10	No def.	3,30	1,58	0,65	5,1
-16,65	24,10	0,45	1,9	2,43	6 Limo arcilloso a limo arenoso	10	No def.	3,24	1,45	0,60	4,4
-16,70	26,49	0,39	1,5	2,43	6 Limo arcilloso a limo arenoso	11	No def.	4,06	1,60	0,66	5,1
-16,75	16,50	0,40	2,4	2,44	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	8	No def.	2,46	0,94	0,39	2,3
-16,80	19,45	0,49	2,5	2,44	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	10	No def.	2,38	1,13	0,46	3,0
-16,85	33,36	0,65	1,9	2,45	6 Limo arcilloso a limo arenoso	13	No def.	3,10	2,06	0,84	7,4
-16,90	32,87	0,50	1,5	2,45	7 Limo arenoso a arena limosa	11	22	No def.	No def.		No def.
-16,95	30,91	0,41	1,3	2,46	7 Limo arenoso a arena limosa	10	20	No def.	No def.		No def.
-17,00	31,40	0,35	1,1	2,46	7 Limo arenoso a arena limosa	10	21	No def.	No def.		No def.
-17,05	32,87	0,35	1,1	2,47	7 Limo arenoso a arena limosa	11	22	No def.	No def.		No def.
-17,10	33,37	0,42	1,3	2,47	7 Limo arenoso a arena limosa	11	23	No def.	No def.		No def.
-17,15	34,35	0,49	1,4	2,48	7 Limo arenoso a arena limosa	11	23	No def.	No def.		No def.
-17,20	47,59	0,53	1,1	2,48	7 Limo arenoso a arena limosa	16	33	No def	No def.		No def.
-17,25	64,77	0,53	0,8	2,49	8 Arena a arena limosa	16	42	No def.	No def.		No def.
-17,30	55,45	0,80	1,4	2,49	7 Limo arenoso a arena limosa	18	37	No def	No def.		No def
-17,35	40,23	0,83	2,1	2,50	6 Limo arcilloso a limo arenoso	16	No def	2,91	2,52	1,01	9,4
-17,40	40,24	0,75	1,9	2,50	6 Limo arcilloso a limo arenoso	16	No def	3,20	2,52	1,01	9,3
-17,45	44,16	0,74	1,7	2,51	7 Limo arenoso a arena limosa	15	30	No def	No def		No def

IGE test

CPT Nº: P.K. 5+180 der.

Técnico: N.Frank - M.Devincenzi
Cono: 36 mm
Factor de cono 0,31
Dens. estimada media: 2 t/m³
Nivel Freático: m

Expediente: 39.09.96
Obra: A.V.E. CALATAYUD-RICLA - TRAMO IA
v/ Ref.: 0
Cliente: GEODECAN

Prof. m	qc kp/cm²	fs kp/cm²	FR%	Sig V' kp/cm²	Tipo de Suelo (FR% - qc)	N spt	D.R. %	St Ns 6	Su (qc) Nk 15	Su/ Sigv	OCR Su(qc)
-17,50	48,58	0,85	1,7	2,51	7 Limo arenoso a arena limosa	16	33	No def.	No def.		No def.
-17,55	41,22	0,86	2,1	2,52	6 Limo arcilloso a limo arenoso	16	No def.	2,88	2,58	1,03	>10
-17,60	38,76	0,81	2,1	2,52	6 Limo arcilloso a limo arenoso	16	No def.	2,87	2,42	0,96	8,8
-17,65	37,29	0,77	2,1	2,53	6 Limo arcilloso a limo arenoso	15	No def.	2,91	2,32	0,92	8,4
-17,70	39,25	0,71	1,8	2,53	6 Limo arcilloso a limo arenoso	16	No def.	3,30	2,45	0,97	8,9
-17,75	48,69	0,67	1,4	2,54	7 Limo arenoso a arena limosa	16	33	No def.	No def.		No def.
-17,80	39,74	0,59	1,5	2,54	7 Limo arenoso a arena limosa	13	27	No def.	No def.		No def.
-17,85	47,60	0,60	1,3	2,55	7 Limo arenoso a arena limosa	16	32	No def.	No def.		No def.
-17,90											
-17,95											
-18,00											
-18,05											
-18,10											
-18,15											
-18,20											
-18,25											
-18,30											
-18,35											
-18,40											
-18,45											
-18,50											
-18,55											
-18,60											
-18,65											
-18,70											
-18,75											
-18,80											
-18,85											
-18,90											
-18,95											
-19,00											
-19,05											
-19,10											
-19,15											
-19,20											
-19,25											
-19,30											
-19,35											
-19,40											
-19,45											
-19,50											
-19,55											
-19,60											
-19,65											
-19,70											
-19,75											
-19,80											
-19,85											
-19,90											
-19,95											

GE test

ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA

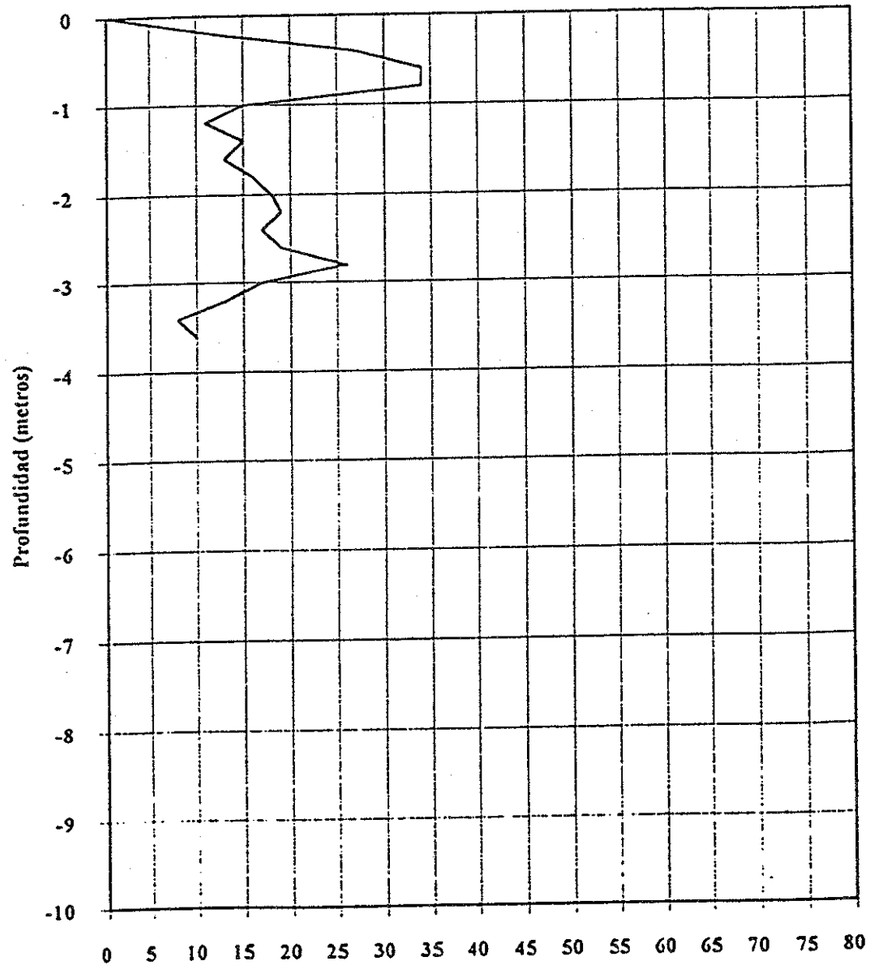
ISSMFE 1988

PENETRACION/AVANCE: P. K. 5 + 200 eje
EXPEDIENTE: 39.09.96
OBRA: A.V.E. CALATAYUD-RICLA - TRAMO IA

Fecha del Ensayo: 06/11/96
Equipo: MENHIR 100 kN

Tipo de penetración: DPSH
Peso de la maza: 63,5 kg
Altura de caída de la maz: 76,2 cm

Prof.	N20
0,2	12
0,4	27
0,6	34
0,8	34
1,0	15
1,2	11
1,4	15
1,6	13
1,8	16
2,0	18
2,2	19
2,4	17
2,6	19
2,8	26
3,0	17
3,2	13
3,4	8
3,6	10
3,8	
4,0	
4,2	
4,4	
4,6	
4,8	
5,0	
5,2	
5,4	
5,6	
5,8	
6,0	
6,2	
6,4	
6,6	
6,8	
7,0	
7,2	
7,4	
7,6	
7,8	
8,0	
8,2	
8,4	
8,6	
8,8	
9,0	
9,2	
9,4	
9,6	
9,8	
10,0	



V°B° Director Adjunto

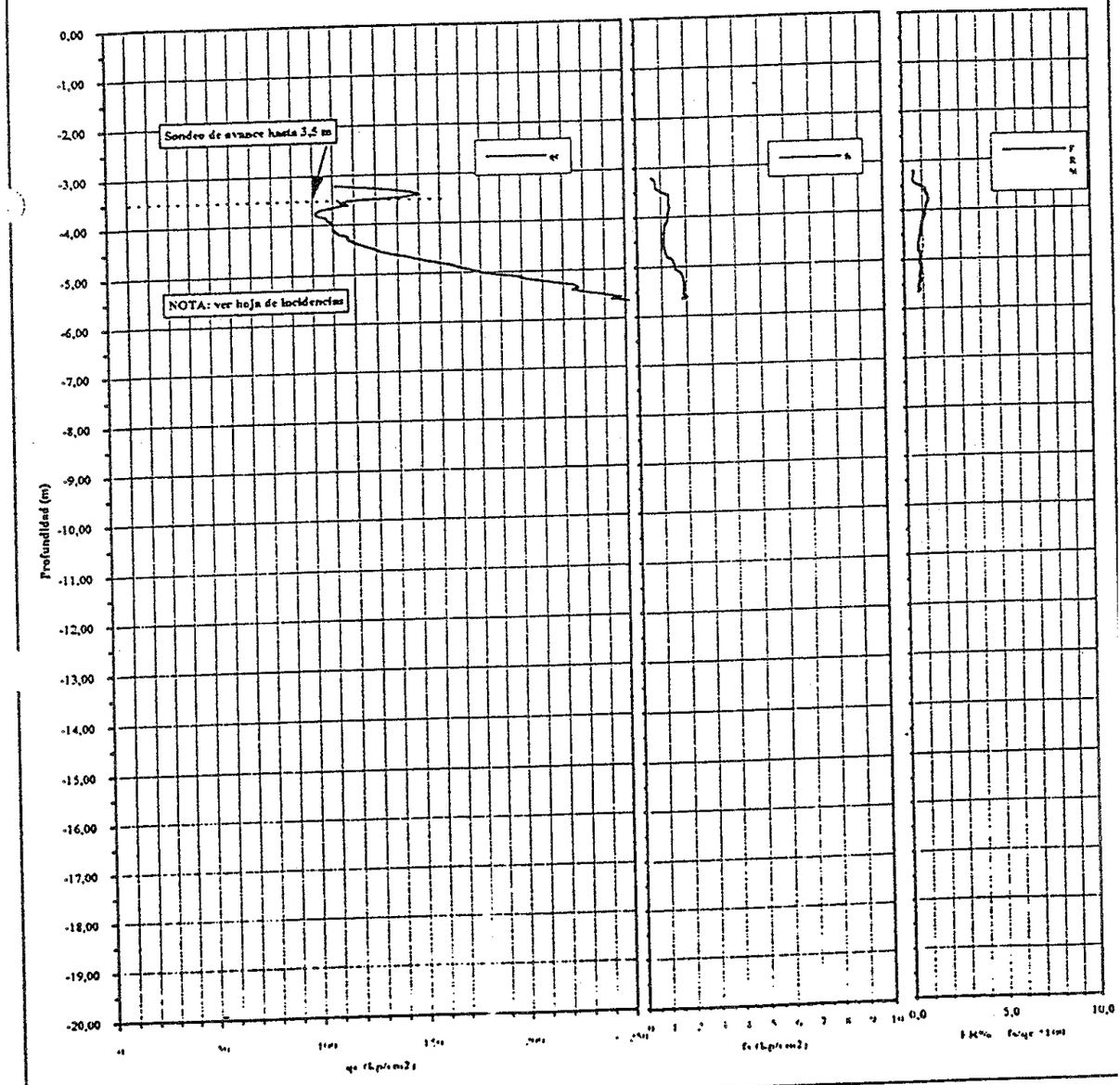
V°B° Director Laboratorio

GE test

CPT N°: P.K. 5+200 eje

Expediente: 39.09.96
Obra: A.V.E. CALATAYUD-RICLA - TRAMO IA
s/ Ref.: 0
Cliente: GEODECAN

Técnico: N.Frank - M.Devincenzi
Cono: 36 mm
Dens. estimada media: 2 t/m³
Nivel Freático: m



GE test

CPT Nº: P.K. 5+200 eje

Técnico: N.Frank - M.Devincenzi
Cono: 36 mm
Factor de cono 0,31
Dens. estimada media 2 t/m³
Nivel Freático: m

Expediente: 39.09.96
Obra: A.V.E. CALATAYUD-RICLA - TRAMO IA
v/ Ref.: 0
Cliente: GEODECAN

Prof. m	qc kp/cm²	fs kp/cm²	FR%	Sig V' kp/cm²	Tipo de Suelo (FR% - qc)	N spt	D.R. %	St Ns 6	Su (qc) Nk 15	Su/ Sigv	OCR Su(qc)
-2,50											
-2,55											
-2,60											
-2,65											
-2,70											
-2,75											
-2,80											
-2,85											
-2,90											
-2,95											
-3,00											
-3,05											
-3,10											
-3,15											
-3,20	111,24	0,61	0,5	0,64	9 Arena	22	76	No def.	No def.		No def.
-3,25	126,29	0,75	0,6	0,65	9 Arena	25	80	No def.	No def.		No def.
-3,30	138,73	0,76	0,5	0,66	9 Arena	28	82	No def.	No def.		No def.
-3,35	147,24	0,79	0,5	0,67	9 Arena	29	84	No def.	No def.		No def.
-3,40	150,51	0,79	0,5	0,68	9 Arena	30	84	No def.	No def.		No def.
-3,45	142,65	0,91	0,6	0,69	9 Arena	29	82	No def.	No def.		No def.
-3,50	120,41	1,13	0,9	0,70	8 Arena a arena limosa	30	77	No def.	No def.		No def.
-3,55	113,21	1,31	1,2	0,71	8 Arena a arena limosa	28	75	No def.	No def.		No def.
-3,60	117,13	1,31	1,1	0,72	8 Arena a arena limosa	29	76	No def.	No def.		No def.
-3,65	109,29	1,31	1,2	0,73	8 Arena a arena limosa	27	74	No def.	No def.		No def.
-3,70	103,40	1,31	1,3	0,74	8 Arena a arena limosa	26	72	No def.	No def.		No def.
-3,75	101,43	1,31	1,3	0,75	8 Arena a arena limosa	25	72	No def.	No def.		No def.
-3,80	102,08	1,34	1,3	0,76	8 Arena a arena limosa	26	72	No def.	No def.		No def.
-3,85	106,66	1,31	1,2	0,77	8 Arena a arena limosa	27	73	No def.	No def.		No def.
-3,90	107,32	1,29	1,2	0,78	8 Arena a arena limosa	27	73	No def.	No def.		No def.
-3,95	108,63	1,26	1,2	0,79	8 Arena a arena limosa	27	73	No def.	No def.		No def.
-4,00	109,93	1,26	1,1	0,80	8 Arena a arena limosa	27	73	No def.	No def.		No def.
-4,05	109,93	1,25	1,1	0,81	8 Arena a arena limosa	27	73	No def.	No def.		No def.
-4,10	109,93	1,25	1,1	0,82	8 Arena a arena limosa	27	73	No def.	No def.		No def.
-4,15	111,24	1,17	1,0	0,83	8 Arena a arena limosa	28	73	No def.	No def.		No def.
-4,20	112,55	1,13	1,0	0,84	8 Arena a arena limosa	28	73	No def.	No def.		No def.
-4,25	117,13	1,13	1,0	0,85	8 Arena a arena limosa	29	74	No def.	No def.		No def.
-4,30	116,47	1,13	1,0	0,86	8 Arena a arena limosa	29	74	No def.	No def.		No def.
-4,35	119,75	1,11	0,9	0,87	8 Arena a arena limosa	30	74	No def.	No def.		No def.
-4,40	122,36	1,10	0,9	0,88	9 Arena	24	75	No def.	No def.		No def.
-4,45	125,64	1,10	0,9	0,89	9 Arena	25	75	No def.	No def.		No def.
-4,50	129,57	1,10	0,8	0,90	9 Arena	26	76	No def.	No def.		No def.
-4,55	132,18	1,10	0,8	0,91	9 Arena	26	76	No def.	No def.		No def.
-4,60	136,76	1,10	0,8	0,92	9 Arena	27	77	No def.	No def.		No def.
-4,65	143,96	1,14	0,8	0,93	9 Arena	29	78	No def.	No def.		No def.
-4,70	147,89	1,15	0,8	0,94	9 Arena	30	79	No def.	No def.		No def.
-4,75	153,78	1,21	0,8	0,95	9 Arena	31	80	No def.	No def.		No def.
-4,80	159,67	1,21	0,8	0,96	9 Arena	32	81	No def.	No def.		No def.
-4,85	166,21	1,43	0,9	0,97	9 Arena	33	82	No def	No def		No def.
-4,90	170,13	1,46	0,9	0,98	9 Arena	34	83	No def	No def		No def
-4,95	176,02	1,53	0,9	0,99	9 Arena	35	83	No def	No def		No def

GE test

CPT Nº: P.K. 5+200 eje
Técnico: N.Frank - M.Devincenzi
Cono: 36 mm
Factor de cono 0,31
Dens. estimada media 2 t/m³
Nivel Freático: m
Expediente: 39.09.96
Obra: A.V.E. CALATAYUD-RICLA - TRAMO IA
v/ Ref.: 0
Cliente: GEODECAN

Prof. m	qc kp/cm²	fs kp/cm²	FR%	Sig V' kp/cm²	Tipo de Suelo (FR% - qc)	N spt	D.R. %	St Ns 6	Su (qc) Nk 15	Su/ Sigv	OCR Su(qc)
-5,00	180,60	1,53	0,8	1,00	9 Arena	36	84	No def.	No def.		No def.
-5,05	187,80	1,53	0,8	1,01	9 Arena	38	85	No def.	No def.		No def.
-5,10	198,28	1,75	0,9	1,02	9 Arena	40	86	No def.	No def.		No def.
-5,15	202,20	1,83	0,9	1,03	9 Arena	40	87	No def.	No def.		No def.
-5,20	210,06	1,85	0,9	1,04	9 Arena	42	88	No def.	No def.		No def.
-5,25	217,90	1,87	0,9	1,05	9 Arena	44	89	No def.	No def.		No def.
-5,30	225,76	1,88	0,8	1,06	9 Arena	45	90	No def.	No def.		No def.
-5,35	227,73	1,89	0,8	1,07	9 Arena	46	90	No def.	No def.		No def.
-5,40	224,44	1,92	0,9	1,08	9 Arena	45	89	No def.	No def.		No def.
-5,45	232,30	1,89	0,8	1,09	9 Arena	46	90	No def.	No def.		No def.
-5,50	240,80	1,88	0,8	1,10	9 Arena	48	91	No def.	No def.		No def.
-5,55	248,00	1,87	0,8	1,11	9 Arena	50	92	No def.	No def.		No def.
-5,60	243,43	2,03	0,8	1,12	9 Arena	49	91	No def.	No def.		No def.
-5,65	253,89	1,83	0,7	1,13	9 Arena	51	92	No def.	No def.		No def.
-5,70											
-5,75											
-5,80											
-5,85											
-5,90											
-5,95											
-6,00											
-6,05											
-6,10											
-6,15											
-6,20											
-6,25											
-6,30											
-6,35											
-6,40											
-6,45											
-6,50											
-6,55											
-6,60											
-6,65											
-6,70											
-6,75											
-6,80											
-6,85											
-6,90											
-6,95											
-7,00											
-7,05											
-7,10											
-7,15											
-7,20											
-7,25											
-7,30											
-7,35											
-7,40											
-7,45											

Programa de interpretación de ensayos de penetración estática (CPT-CPTU) PRADECPT © GEOTEST

ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA

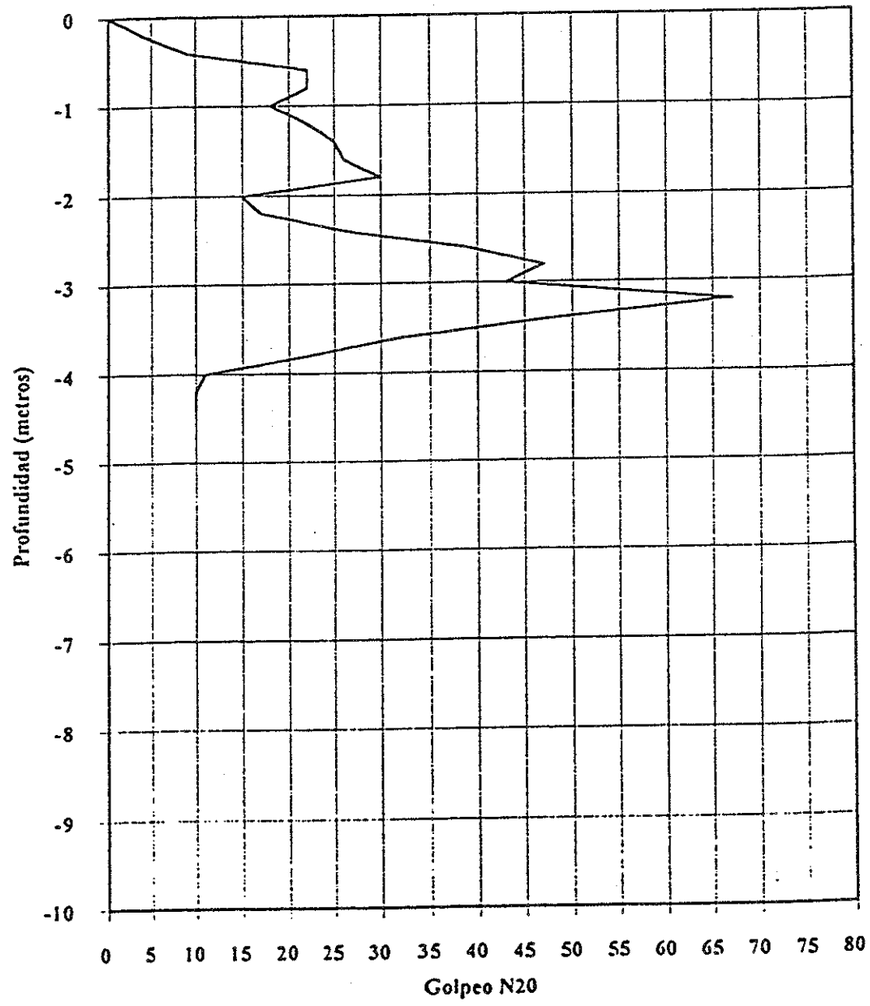
ISSMFE 1988

PENETRACION/AVANCE: P. K. 5 + 220 izq.
EXPEDIENTE: 39.09.96
OBRA: A.V.E. CALATAYUD-RICLA - TRAMO IA

Fecha del Ensayo: 06/11/96
Equipo: MENHIR 100 kN

Tipo de penetración: DPSH
Peso de la maza: 63,5 kg
Altura de caída de la maz: 76,2 cm

Prof.	N20
0,2	4
0,4	9
0,6	22
0,8	22
1,0	18
1,2	22
1,4	25
1,6	26
1,8	30
2,0	15
2,2	17
2,4	26
2,6	39
2,8	47
3,0	43
3,2	47
3,4	48
3,6	32
3,8	22
4,0	11
4,2	10
4,4	10
4,6	
4,8	
5,0	
5,2	
5,4	
5,6	
5,8	
6,0	
6,2	
6,4	
6,6	
6,8	
7,0	
7,2	
7,4	
7,6	
7,8	
8,0	
8,2	
8,4	
8,6	
8,8	
9,0	
9,2	
9,4	
9,6	
9,8	
10,0	



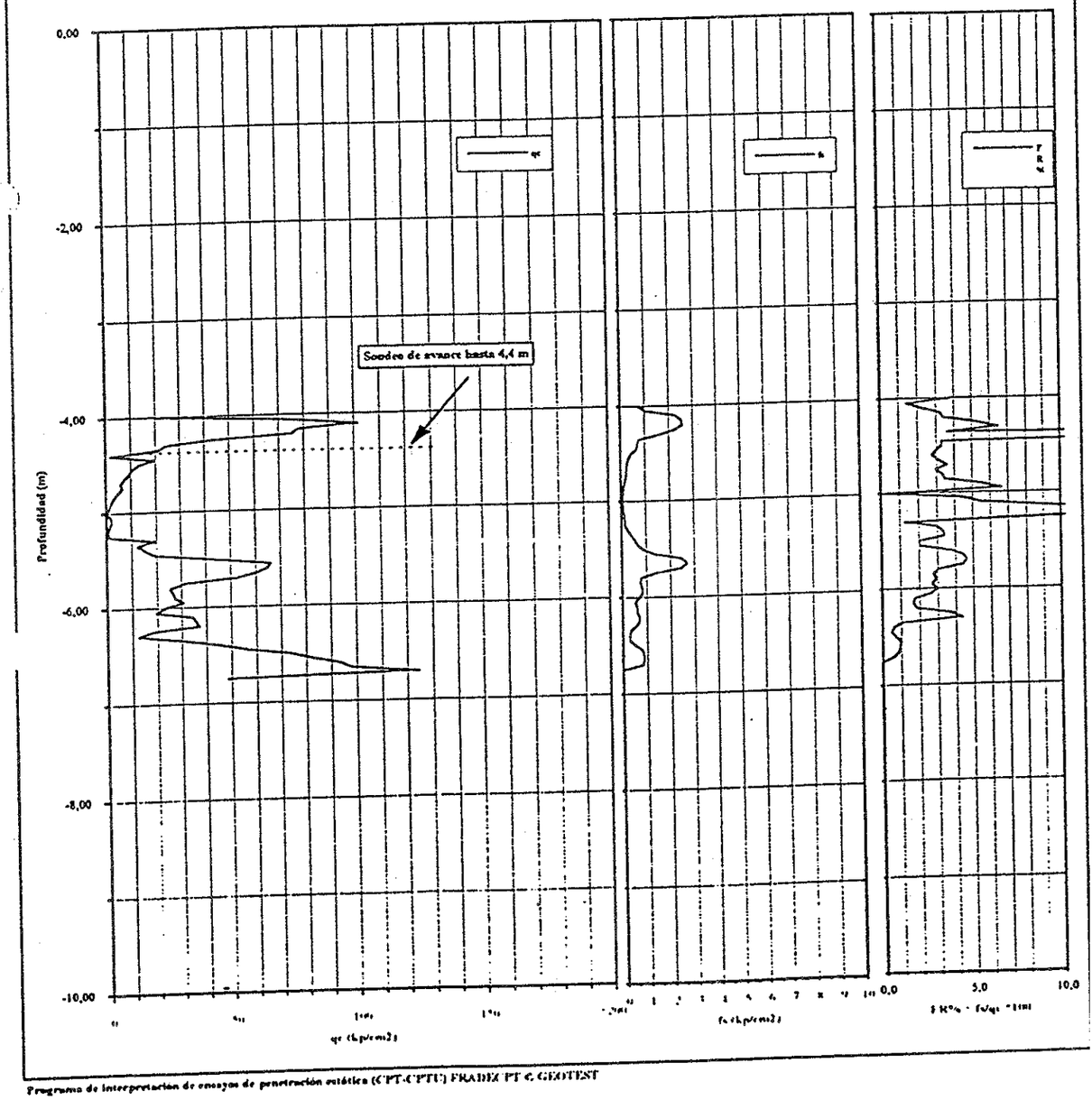
V°B° Director Adjunto

V°B° Director Laboratorio

CPT N°: P.K. 5+220 izq.

Expediente: 39.09.96
Obra: A.V.E. CALATAYUD-RICLA - TRAMO IA
s/ Ref.: 0
Cliente: GEODECAN

Técnico: N.Frank - M.Devincenzi
Cono: 36 mm
Dens. estimada media: 2 t/m³
Nivel Freático: m



Programa de interpretación de ensayos de penetración estática (CPT-CPTU) FRADEX PT © GEOTEST

GE test

CPT Nº: P.K. 5+220 izq.

Técnico: N.Frank - M.Devincenzi
Cono: 36 mm
Factor de cono 0,31
Dens. estimada media: 2 t/m³
Nivel Freático: m

Expediente: 39.09.96
Obra: A.V.E. CALATAYUD-RICLA - TRAMO IA
v/ Ref.: 0
Cliente: GEODECAN

Prof. m	qc kp/cm²	fs kp/cm²	FR%	Sig V' kp/cm²	Tipo de Suelo (FR% - qc)	N spt	D.R. %	St Ns 6	Su (qc) Nk 15	Su/ Sigv	OCR Su(qc)
-2,50											
-2,55											
-2,60											
-2,65											
-2,70											
-2,75											
-2,80											
-2,85											
-2,90											
-2,95											
-3,00											
-3,05											
-3,10											
-3,15											
-3,20											
-3,25											
-3,30											
-3,35											
-3,40											
-3,45											
-3,50											
-3,55											
-3,60											
-3,65											
-3,70											
-3,75											
-3,80											
-3,85											
-3,90											
-3,95											
-4,00	20,29	0,76	3,7	0,80	4 Arcilla a arcilla limosa	14	No def.	1,60	1,30	1,62	>10
-4,05	72,63	1,01	1,4	0,81	7 Limo arenoso a arena limosa	24	61	No def.	No def.		No def.
-4,10	101,42	2,29	2,3	0,82	7 Limo arenoso a arena limosa	34	70	No def.	No def.		No def.
-4,15	77,86	2,53	3,2	0,83	6 Limo arcilloso a limo arenoso	31	No def.	1,85	5,14	6,19	>10
-4,20	75,24	2,57	3,4	0,84	6 Limo arcilloso a limo arenoso	30	No def.	1,76	4,96	5,90	>10
-4,25	43,19	2,24	5,2	0,85	3 Arcilla	43	No def.	1,16	2,82	3,32	>10
-4,30	24,86	1,61	6,5	0,86	3 Arcilla	25	No def.	0,93	1,60	1,86	>10
-4,35	20,93	0,76	3,6	0,87	4 Arcilla a arcilla limosa	14	No def.	1,65	1,34	1,54	>10
-4,40	1,96	0,70	35,8	0,88	? ??	??	??	??	??	??	??
-4,45	19,63	0,65	3,3	0,89	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	10	No def.	1,82	1,25	1,40	>10
-4,50	13,08	0,43	3,3	0,90	4 Arcilla a arcilla limosa	9	No def.	1,81	0,81	0,90	8,2
-4,55	10,47	0,31	3,0	0,91	4 Arcilla a arcilla limosa	7	No def.	2,01	0,64	0,70	5,6
-4,60	9,15	0,25	2,8	0,92	4 Arcilla a arcilla limosa	6	No def.	2,17	0,55	0,60	4,4
-4,65	7,19	0,23	3,1	0,93	3 Arcilla	7	No def.	1,91	0,42	0,45	2,9
-4,70	5,88	0,21	3,6	0,94	3 Arcilla	6	No def.	1,66	0,33	0,35	2,1
-4,75	6,54	0,19	3,0	0,95	3 Arcilla	7	No def.	2,03	0,37	0,39	2,4
-4,80	4,58	0,15	3,3	0,96	3 Arcilla	5	No def.	1,80	0,24	0,25	1,4
-4,85	3,27	0,11	3,5	0,97	3 Arcilla	3	No def.	1,74	0,15	0,16	1,0
-4,90	1,96	0,11	5,5	0,98	2 Material orgánico	2	No def	1,10	0,07	0,07	0,6
-4,95	1,30	0,09	6,6	0,99	2 Material orgánico	1	No def	0,90	0,02	0,02	0,5

GE test

CPT Nº: P.K. 5+220 izq.

Técnico: N.Frank - M.Devincenzi
Cono: 36 mm
Factor de cono 0,31
Dens. estimada media: 2 t/m³
Nivel Freático: m

Expediente: 39.09.96
Obra: A.V.E. CALATAYUD-RICLA - TRAMO IA
v/ Ref.: 0
Cliente: GEODECAN

Prof. m	qc kp/cm²	fs kp/cm²	FR%	Sig V' kp/cm²	Tipo de Suelo (FR% - qc)	N spt	D.R. %	St Ns 6	Su (qc) Nk 15	Su/ Sigv	OCR Su(qc)
-5,00	1,10	0,09	7,9	1,00	2 Material orgánico	1	No def.	0,76	0,01	0,01	0,5
-5,05	1,64	0,09	5,3	1,01	2 Material orgánico	2	No def.	1,14	0,04	0,04	0,6
-5,10	1,96	0,11	5,5	1,02	2 Material orgánico	2	No def.	1,10	0,06	0,06	0,6
-5,15	1,30	0,13	9,7	1,03	2 Material orgánico	1	No def.	0,62	0,02	0,02	0,5
-5,20	0,65	0,13	20,5	1,04	? ??	??	??	??	??	??	??
-5,25	1,30	0,13	10,2	1,05	2 Material orgánico	1	No def.	0,59	0,02	0,02	0,5
-5,30	19,63	0,25	1,3	1,06	6 Limo arcilloso a limo arenoso	8	No def.	4,78	1,24	1,17	>10
-5,35	12,42	0,37	3,0	1,07	4 Arcilla a arcilla limosa	8	No def.	2,00	0,76	0,71	5,7
-5,40	15,69	0,53	3,4	1,08	4 Arcilla a arcilla limosa	10	No def.	1,79	0,97	0,90	8,2
-5,45	19,63	0,67	3,4	1,09	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	10	No def.	1,77	1,24	1,13	>10
-5,50	43,84	0,88	2,0	1,10	6 Limo arcilloso a limo arenoso	18	No def.	2,99	2,85	2,59	>10
-5,55	66,08	1,35	2,0	1,11	7 Limo arenoso a arena limosa	22	54	No def.	No def.		No def.
-5,60	64,77	2,49	3,8	1,12	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	32	No def.	1,56	4,24	3,79	>10
-5,65	60,19	2,70	4,5	1,13	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	30	No def.	1,34	3,94	3,48	>10
-5,70	52,99	2,46	4,6	1,14	4 Arcilla a arcilla limosa	35	No def.	1,29	3,46	3,03	>10
-5,75	31,41	1,38	4,4	1,15	4 Arcilla a arcilla limosa	21	No def.	1,37	2,02	1,75	>10
-5,80	25,52	0,77	3,0	1,16	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	13	No def.	1,98	1,62	1,40	>10
-5,85	26,82	0,74	2,8	1,17	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	13	No def.	2,18	1,71	1,46	>10
-5,90	27,47	0,79	2,9	1,18	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	14	No def.	2,08	1,75	1,49	>10
-5,95	30,74	0,83	2,7	1,19	6 Limo arcilloso a limo arenoso	12	No def.	2,23	1,97	1,66	>10
-6,00	23,55	0,69	2,9	1,20	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	12	No def.	2,04	1,49	1,24	>10
-6,05	19,63	0,52	2,6	1,21	5 Arcilla limosa a limo arcilloso	10	No def.	2,27	1,23	1,01	>10
-6,10	34,68	0,60	1,7	1,22	6 Limo arcilloso a limo arenoso	14	No def.	3,47	2,23	1,83	>10
-6,15	35,98	0,60	1,7	1,23	6 Limo arcilloso a limo arenoso	14	No def.	3,60	2,32	1,88	>10
-6,20	37,29	0,69	1,8	1,24	6 Limo arcilloso a limo arenoso	15	No def.	3,26	2,40	1,94	>10
-6,25	18,31	0,69	3,7	1,25	4 Arcilla a arcilla limosa	12	No def.	1,60	1,14	0,91	8,3
-6,30	12,42	0,54	4,3	1,26	3 Arcilla	12	No def.	1,38	0,74	0,59	4,3
-6,35	31,41	0,33	1,0	1,27	7 Limo arenoso a arena limosa	10	30	No def.	No def.		No def.
-6,40	45,79	0,27	0,6	1,28	8 Arena a arena limosa	11	41	No def.	No def.		No def.
-6,45	56,27	0,27	0,5	1,29	8 Arena a arena limosa	14	47	No def.	No def.		No def.
-6,50	73,94	0,51	0,7	1,30	8 Arena a arena limosa	18	55	No def.	No def.		No def.
-6,55	82,44	0,79	1,0	1,31	8 Arena a arena limosa	21	58	No def.	No def.		No def.
-6,60	93,56	0,85	0,9	1,32	8 Arena a arena limosa	23	61	No def.	No def.		No def.
-6,65	98,14	0,85	0,9	1,33	8 Arena a arena limosa	25	62	No def.	No def.		No def.
-6,70	124,32	0,82	0,7	1,34	9 Arena	25	69	No def.	No def.		No def.
-6,75	48,41	0,07	0,1	1,35	8 Arena a arena limosa	12	42	No def.	No def.		No def.
-6,80											
-6,85											
-6,90											
-6,95											
-7,00											
-7,05											
-7,10											
-7,15											
-7,20											
-7,25											
-7,30											
-7,35											
-7,40											
-7,45											

Programa de interpretación de ensayos de penetración estática (CPT-CPTU) PRADECPT © GEOTEST