



ESTUDIO GEOLOGICO-GEOTECNICO COMPLEMENTARIO

PROVINCIA_ CÁDIZ MUNICIPIO_ PUERTO REAL
LOCALIZACIÓN_ MARISMAS LAS ALETAS
PROYECTO_ PLAN ESPECIAL DE LAS ALETAS
FECHA_31 DE JULIO DE 2006

PETICIONARIO: SPIM,S.L.

ÍNDICE

1	ANTECEDENTES. OBJETO Y ALCANCE DEL ESTUDIO.	3
2	RESUMEN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS.	4
2.1	TRABAJOS DE CAMPO.	4
3.	ENSAYOS DE PENETRACIÓN ESTÁTICA CPTU (PIEZOCONO)	5
3.1.	CONCEPTO Y OBJETIVOS	5
3.1.2	APLICACIONES.....	5
3.1.3	VENTAJAS RESPECTO A ENSAYOS CONVENCIONALES	6
3.1.4.....	EQUIPOS UTILIZADOS	6
3.1.5	EJECUCIÓN DEL ENSAYO CPTU	8
3.1.6	SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS	9
3.1.7	FACTORES QUE AFECTAN A LAS MEDIDAS Y AL PROCESADO DE DATOS	9
3.1.8	INTERPRETACIÓN Y PRESENTACIÓN DE DATOS	10
3.1.9	RESULTADOS DE ENSAYOS CPTU REALIZADOS.....	16
4.-	CONCLUSIONES	21
4.2.-	EVALUACIÓN CUALITATIVA DEL SOBRECOSTE DEL PROYECTO PARA LA DEFICIENTE CALIDAD GEOTÉCNICA DE LOS MATERIALES.	25
4.3.-	EJECUCIÓN DE VIALES.....	27
ANEXOS		
	PLANO SITUACIÓN DE ENSAYOS	
	GRAFICAS CPTU	
	ENSAYOS DISIPACIÓN	
	REPORTAJE FOTOGRÁFICO	

1 ANTECEDENTES. OBJETO Y ALCANCE DEL ESTUDIO.

El presente estudio se realiza a petición de SPIM, S.L.

Tiene como objetivos fundamentales:

- Proporcionar un conocimiento complementario de las características geotécnicas del subsuelo, mediante la realización de ensayos de penetración estática CPTU.

INFORMACIÓN DE PROYECTO. DATOS PREVIOS.

Para la realización del presente informe se ha facilitado a Vorsevi, S.A., por parte del cliente:

- Plano planta de situación de la zona de estudio, con la distribución de los ensayos realizados en el informe de 2004, reralizado por VORSEVI,S.A.
- Plano planta de zonificación geotécnica con la situación de los ensayos a realizar.
- Se ha contado como punto de partida con el estudio geotécnico de fecha 20 de Enero de 2004.

2 RESUMEN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS.

2.1 TRABAJOS DE CAMPO.

Los trabajos de campo realizados para el reconocimiento del subsuelo han consistido en la ejecución de TRES penetraciones estáticas con medidas de presión de poros (CPTU) cuyas profundidades oscilan entre 16,80 y 21,20 m. Además de CUATRO ensayos de disipación de presiones intersticiales a diferentes cotas, como se verá más adelante.

Los mencionados trabajos han sido llevados a cabo con la maquinaria y personal especializado de Vorsevi, S.A., bajo control y supervisión del personal técnico del departamento de Geotecnia de Vorsevi, S.A., siguiendo las pautas y procedimientos normalizadas que exigen nuestro control de calidad o la normativa existente al respecto.

En los apartados correspondientes a la segunda parte, anejo de memoria de este informe se adjuntan los resultados obtenidos y un reportaje fotográfico de los trabajos realizados.

La zona ensayada se encuentra dentro de las marismas, dentro del ámbito conocido como "Las Aletas".

Seguidamente se describe el fundamento teórico y el método operatorio.

3. ENSAYOS DE PENETRACIÓN ESTÁTICA CPTU (PIEZOCONO)

Estos ensayos se han realizado mediante el equipo "GEOTECH 220" montado sobre oruga.

3.1. CONCEPTO Y OBJETIVOS

El ensayo CPTU consiste fundamentalmente en la introducción a presión de una sonda (cono) en el terreno, a velocidad constante (≈ 2 cm/s). Durante la penetración se registran simultáneamente, mediante un sistema de sensores, 3 parámetros del suelo:

- Resistencia por punta (q_c): reacción que opone el suelo a la penetración del cono. Varía en función de la consistencia o compacidad del suelo.
- Resistencia por fuste (f_s): medida del rozamiento de un manguito ubicado por encima de la punta del cono. Es una expresión de la presión horizontal que aumenta durante la penetración del cono y varía en función del tipo del suelo y su grado de sobreconsolidación.
- Presión intersticial (u_2): presión de poros que se genera detrás de la punta del cono durante la hinca. Este parámetro es la esencia fundamental del CPTU mientras el ensayo CPT solo determina los 2 primeros parámetros (q_c y f_s).

En los suelos saturados, la introducción de la punta del penetrómetro estático provoca un cizamiento que se acompaña de una variación de la presión intersticial, positiva (suelos contractantes) o negativa (suelos dilatantes). En cualquier momento de la penetración se pueden realizar ensayos de disipación que consisten en detener el avance del cono y registrar como se disipa la presión intersticial en exceso hasta alcanzar un cierto porcentaje del valor de equilibrio; este último en condiciones normales del terreno coincide con el valor de la presión hidrostática a la profundidad del sensor de presión de poros. A partir de la curva de disipación obtenida se podrá calcular el coeficiente de consolidación horizontal C_h y el coeficiente de permeabilidad K_h .

A partir de los parámetros primarios antes expuestos (q_c , f_s , y u_2) obtenidos mediante un software de adquisición de datos se definen otros secundarios. Los resultados numéricos se analizan por un software de interpretación de datos para clasificar y caracterizar geotécnicamente el suelo atravesado. Todos los parámetros obtenidos se grafican en función de la profundidad

3.1.2 APLICACIONES

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

1. Determinar el perfil estratigráfico del terreno.
2. Evaluar los parámetros geotécnicos del subsuelo investigado:
 - a. En suelos granulares (Densidad relativa I_D , Angulo de rozamiento interno efectivo ϕ' , Módulo de deformación M_0 y historia tensional OCR).
 - b. En suelos cohesivos: (Resistencia al corte sin drenaje S_u , Historia tensional OCR, Módulo de deformación M (MPa), Coeficiente de presión lateral K_0 y Presión de preconsolidación σ'_c).
 - c. Disipaciones de las presiones intersticiales: Coeficiente de consolidación horizontal C_h , Permeabilidad horizontal K_h y Presión de poros de equilibrio U_0
 - d. Otros parámetros Geotécnicos: Correlación con el valor N_{spt} , N_{60} .

3. Aplicaciones directas a problemas ingenieriles:
 - a. Capacidad portante y asientos de pilotes.
 - b. Capacidad portante y asientos de cimentaciones superficiales.
 - c. Control de compactación.
4. Evaluación del potencial de licuefacción de suelos.

3.1.3 VENTAJAS RESPECTO A ENSAYOS CONVENCIONALES

El ensayo CPTU presenta numerosas ventajas respecto a las investigaciones "in situ" tradicionales. Entre estas ventajas destacamos:

- Distinguir entre penetración drenada, parcialmente drenada o no drenada.
- Detección de capas delgadas con una precisión muy superior a la de los ensayos convencionales
- Clasificación automática del suelo.
- Evaluación de parámetros geotécnicos.
- Métodos directos de cálculo de capacidad portante y asientos de cimentaciones.
- Visualización en tiempo real de todas las variables medidas, además de la inclinación del cono. Los datos de obtención directa pueden ser interpretados e impresos en el campo.

3.1.4. EQUIPOS UTILIZADOS

Se ha utilizado el equipo "PENETRÓMETRO GEOTECH 220" montado sobre una oruga. Consta de los siguientes componentes:

Cono o sonda

Se trata de un cono sin cable de 10 cm^2 de superficie de base con adquisición de datos en tiempo real. Está dotado de 3 sensores individuales:

- Resistencia por punta.
- Resistencia por fuste (a lo largo del manguito).
- Presión de poros (detrás de la punta del cono).
- Además de los 3 sensores indicados, este cono está provisto de otro sensor opcional para medir la desviación del cono durante la penetración. El cono se detiene automáticamente cuando se alcanzan valores máximos de desviación, registradas previamente en la tarjeta electrónica de programación automática instalada en la caja de interfase.

Estos conos pueden utilizarse en estudios geo-ambientales instalando otros sensores como: temperatura y conductividad eléctrica.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL CONO

Superficie de sección	10 cm ²
Cono	Punta con 60°
Superficie de rozamiento	150 cm ²
Longitud total	1000 mm
Peso	3,5 Kg
Fuente de alimentación	6 baterías tipo C
Factor neto de área de cono	0,57
Factor neto del área de rozamiento del manguito	0,014

CARACTERÍSTICAS DE CANALES DE MEDIDA

Resistencia por punta máxima q_c	50 MPa
Rozamiento local máxima f_s	0,5 MPa
Presión de poros dinámica máxima u_2	2,5 MPa
Inclinación	0-40°

Varillaje

Las varillas utilizadas son de acero con 1000 mm de longitud cada una y 36 mm de diámetro exterior. Las roscas de unión son cónicas.

A partir del primer metro de perforación se puede instalar un reductor de fricción para evitar un excesivo rozamiento sobre las barras que podría reducir considerablemente la velocidad de penetración.

Equipo de empuje

El conjunto “varillas-cono” se hinca en el terreno mediante una cabeza de empuje activada por un sistema hidráulico a velocidad constante (2 cm /s). El ensayo CPTU se detiene sólo para añadir las varillas, para realizar los ensayos de disipación si procede o para la lectura final.

En el equipo utilizado, la reacción de hincado se proporciona por un sistema de anclaje al terreno de 1,5 m de profundidad. Este sistema proporciona hasta 20 t de reacción dependiendo del estado de las capas superficiales del terreno.

Equipo de toma de datos

El ensayo CPTU se monitoriza mediante una caja de interface “Geotech CPT” conectada a un ordenador portátil.

El registro de datos se realiza mediante un software de adquisición de datos “CPT-LOG ver 2.13” desarrollado por Geotech, A.B – Geosoft, Ltd.

Además de los datos registrados y visualizados a tiempo real, se dispone de un módulo de memoria backup para lectura de datos registrados y almacenados en el cono en caso de pérdida de señal. Este módulo garantiza la correlación exacta entre los archivos de registro directo y de memoria.

Calibración de equipos

La calibración de los sensores CPTU es fundamental para obtener datos reales del terreno. Esta calibración se realiza mediante todas las herramientas utilizadas en la toma de datos de campo (caja de interfase, cables.etc) para comprobar su eficacia. La calibración de la resistencia por punta y por fuste se realiza por separado.

Esta calibración se realiza en intervalos regulares de tiempo o de longitud (m) de ensayos realizados. La frecuencia depende de la necesidad de los proyectos a realizar y/o de las condiciones del terreno. En general se realiza una calibración por cada 1500 m de penetración.

3.1.5 EJECUCIÓN DEL ENSAYO CPTU

En el presente informe los ensayos se han realizado siguiendo la norma UNE103-804-93 publicada en febrero de 1993. Esta Norma es la traducción del Anexo A “International Reference Test Procedure for Cone Penetration Test (CPT)”, de la publicación “Report of the ISSMFE Technical Comité on Penetration Testing of Soils-TC 16 with Reference Test Procedures. CPT-SPT-DP-WST” del “Swedish Geotechnical Institute” en Linköping Junio 1989.

La toma de datos se realiza a cada 2 cm. De acuerdo con la normativa antes mencionada la velocidad de penetración debería ser de 20 mm +/- 5 mm/s. Cualquier pausa en la penetración debería ser anotada para posteriores correcciones ya que durante cualquier pausa, se producen cambios bruscos en las lecturas de los canales de medida (q_c , f_s y u_2).

La profundidad se mide mediante un sistema de cable en una caja de sincronización anexa a la cabeza de empuje y referenciada a una plataforma fija.

Alternativamente a la penetración continua, se puede proceder al estudio de la disipación de la presión intersticial generada durante la penetración a una determinada profundidad, obteniéndose unas curvas de consolidación que recogen la pérdida de presión intersticial en función del tiempo. Estos ensayos se realizan después de detener la penetración a cada cambio de material, según las indicaciones del cliente, o por defecto cada intervalo de 4 m.

El control del ensayo se realiza vía software monitorizando y almacenando automáticamente la variación de las presiones intersticiales en función del tiempo. Normalmente para cálculos posteriores se utiliza el tiempo para alcanzar la disipación del 50 % de la presión en exceso ($t_{50\%}$). No obstante se recomienda realizar los ensayos hasta alcanzar el valor de la presión hidrostática o de equilibrio (u_0). En caso de acuíferos confinados el valor del 100 % de disipación no coincide con la presión hidrostática de equilibrio.

3.1.6 SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS

La transmisión de datos se realiza mediante un sistema acústico en tiempo real. Se dispone de una memoria backup adicional de 8 horas con una resolución de 18 bits que garantiza la transmisión en caso de interrupción por ruidos excesivos o por grandes profundidades.

El transmisor recibe el dato digital medido y procede a su ampliación para mandarlo a través de las barras de extensión de acero para terminar en la superficie del micrófono ubicado al final de las varillas. Este micrófono está conectado a la caja de interface.

Los datos se transmiten con un código de error detectado y serán filtrados en la unidad de registro y sólo pasan los datos con menor grado de error. La distancia máxima de transmisión de datos es de 60 m en el caso de conos de 36 mm de diámetro.

Desde el micrófono, la señal se transmite a una caja de interface que recibe paralelamente información de profundidad desde la caja de sincronización de profundidad. Esta caja de interface está conectada a un ordenador portátil donde los datos se presentan simultáneamente como curvas y dígitos.

3.1.7 FACTORES QUE AFECTAN A LAS MEDIDAS Y AL PROCESADO DE DATOS

Los datos obtenidos durante la penetración de la sonda en el terreno están afectados por factores internos y/o externos. Estos factores inducen errores que deben ser corregidos una vez finalizado el ensayo para obtener mayor calidad de datos. Los factores externos pueden ser sistemáticos o casuales por lo que su identificación es fundamental para proceder a su corrección.

Generalmente, los errores principales en el CPTU son los inducidos por la presión de poros alrededor de la penetración del cono. Debido a la geometría del cono, la presión de poros actúa en el área detrás de la punta y al final del manguito de fricción induciendo errores en los resultados finales de la resistencia por punta y fricción.

Para la resistencia por punta el efecto antes mencionado se representa como la relación "a", que es aproximadamente igual a la relación de la superficie de la sección trasversal de la cámara detrás del cono A_n , dividido por la superficie proyectada del cono A_c , la resistencia del cono total corregida q_t se expresa mediante la ecuación siguiente:

$$q_t = q_c + u_2 (1-a)$$

Donde u_2 es la presión de poros registrada detrás de la punta del cono.

La relación "a" se determina a partir de la calibración del cono.

Para la resistencia por fuste la corrección del efecto de la presión de poros es similar a la resistencia por punta con la diferencia de que en este caso el efecto la presión de poros está en los dos extremos del manguito (u_2 y u_3). La ecuación para obtener el valor corregido sería:

$$f_t = f_t - \frac{(u_2 \cdot A_{sb} - u_3 \cdot A_{st})}{A_s}$$

Donde A_{sb} y A_{st} es el área de la sección transversal en la parte inferior y superior respectivamente del manguito de fricción.

Sin embargo, el cono utilizado presenta las áreas A_{sb} y A_{st} iguales por lo que el margen de error es mínimo. Como en este caso, cuando no se dispone de medidas de u_3 , puede considerarse el valor f_s como igual a f_t .

Los errores debidos a la influencia de la temperatura sobre los 3 canales (q_c , f_s y u_2) se corrigen automáticamente por un sensor de temperatura ubicado en la parte electrónica del cono.

También hay que tener en cuenta los errores inducidos por factores externos, especialmente los causados por pausas en la penetración para añadir varillaje. En el momento de cada pausa los valores de los canales medidos tienden a bajar por lo que su corrección es fundamental una vez terminado el ensayo.

3.1.8 INTERPRETACIÓN Y PRESENTACIÓN DE DATOS

Para el análisis, interpretación y presentación definitiva de los resultados de CPTU se dispone de la versión 5.20 del programa "CPT-pro" desarrollado por Geosoft, Ltd en Polonia. Este software permite realizar las correcciones de datos erróneos a causa de factores externos y calcular varios parámetros básicos y sus derivados.

A partir de los resultados básicos de ensayo CPTU se clasifican los materiales litológicos atravesados por el cono. Esta clasificación se realiza de acuerdo con los procedimientos dados por Roberston et al. (1986). Los resultados de interpretación referente a la clasificación de suelos se presentan en forma de un perfil geotécnico con descripción litología de las distintas capas.

Además se evalúan varios parámetros (ID , K_o , M_o , M ,...etc) geotécnicos según criterios de varios autores. Estos parámetros se representan en función de la profundidad.

A continuación se presenta un resumen de parámetros geotécnicos y sus significados que se obtienen a partir de ensayos CPTU.

Parámetros medidos directamente en el ensayo CPTU

Parámetros	Unidad	Descripción
q_c	MPa	Resistencia por punta
f_s	MPa	Resistencia por fuste
U_2	MPa	Presión de poros detrás de la punta del cono
u_0	MPa	Presión de poros in situ (presión de equilibrio) medida en ensayos de disipación

Parámetros estándares obtenidos de relaciones entre parámetros anteriores

Parámetros	Unidad	Descripción	Fórmula
R_f	%	Relación o índice de rozamiento	$R_f = (f_t/q_t) * 100$ $R_f = (f_s/q_t) * 100$
q_t	MPa	Resistencia por punta corregida	$q_t = q_c + (1-a) U_2$ a=relación del área del cono. $a = (A_n/A_c)$ A_n : Área de sección de cámara detrás de la punta A_c : Área proyectada del cono.
f_t	MPa	Rozamiento local corregido	$f_t = f_s - \frac{(u_2 \cdot A_{sb} - u_3 \cdot A_{st})}{A_s}$ A_{sb} : Área de sección transversal en la parte inferior del manguito. A_{st} : Área de la sección transversal en la parte superior del manguito. A_s : Área de la superficie del manguito de rozamiento.
σ_{vo}	MPa	Sobrepresión o presión geostática total	
σ'_{vo}	MPa	Sobrepresión efectiva	
Q_t		Resistencia del cono normalizada	$(q_t - \sigma_{vo}) / \sigma'_{vo}$
F_r	%	Índice de rozamiento normalizado	$F_r = f_s / (q_t - \sigma_{vo})$
B_q		Parámetro de presión de poros	$B_q = (u_2 - u_0) / (q_t - \sigma_{vo})$
$R_f(q_c)$	%	Índice de rozamiento	$R_f = (f_s - q_c) * 100$

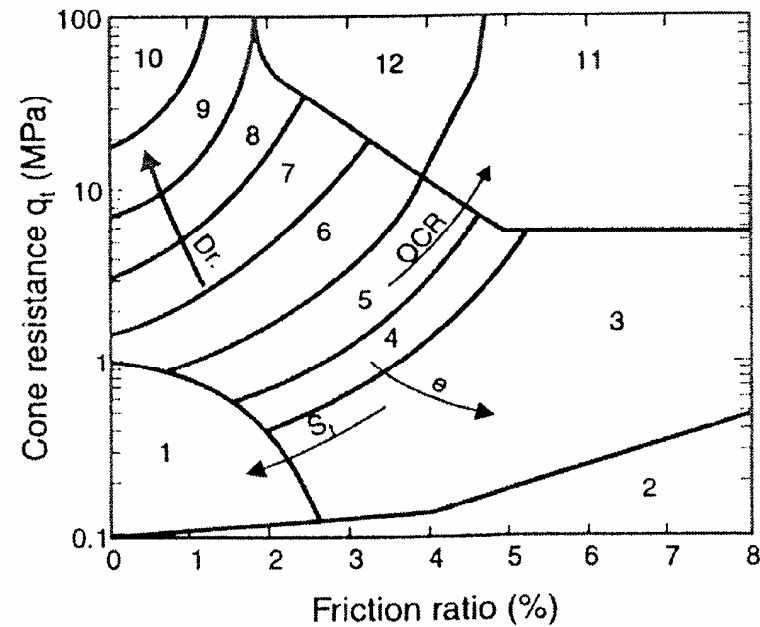
Parámetros determinados según criterios de varios autores

Parámetros	Unidad	Descripción	Fórmula	Referencia
Tipo de suelo		Clasificación de suelo	R_f / q_t o B_q / q_t (Ver gráficas)	Robertson, 1986 a y b
g	KN/m ³	Peso específico	Ver tabla de valores	Robertson, 1986
I_D o DR	%	Densidad relativa o índice de densidad para arena algo cementada o densa	$I_D = -131 + 66 * LOG_{10} \frac{q_T}{(\sigma'_{vo})^{0.5}}$	Lancelotta, R (1983)
I_D o DR	%	Densidad relativa en suelo normalmente consolidado. Arenas sin cementar.	$I_D = -98 + 66 * LOG_{10} \frac{q_c}{(\sigma'_{vo})^{0.5}}$	Jamiolkowsk, M et al (1985)
K_0		Coefficiente de presión lateral en suelo fino	$K_0 = 0.1 * \frac{(q_t - \sigma_{vo})}{\sigma'_{vo}}$	Kulhawy, F.H., Mayne, P.H. (1990)
S_u	MPa	Resistencia al corte sin drenaje	$S_u = \frac{q_c - \sigma_{vo}}{N_k}$	Lunne, T., Kleven, A. (1981)
M_0	MPa	Módulo confinado en arenas normalmente consolidadas	$M_0 = 4q_c$ para $q_c < 10$ $M_0 = 2q_c + 20$ para $10 < q_c < 50$ $M_0 = 120$ para $50 < q_c$	Lunne, T., Christoffersen H.P. (1985)
M	MPa	Módulo confinado en suelo fino	$M = 8.25 * (q_t - \sigma_{vo})$	Kulhawy, F.H., Mayne, P.H. (1990)
N_{60}		Relación de Energía SPT	q_t para suelos finos q_c para suelos granulares	Robertson, P.K., Campanella, R.G., Gillespie, D. and Greig, J. (1986).
f'	Grados	Ángulo de rozamiento efectivo	Ver gráfica	Robertson, P.K. Campanella, R.G. (1983)
OCR		Índice de sobre consolidación	$OCR = K \frac{q_t - \sigma_{vo}}{\sigma'_{vo}}$ (0.2 < K < 0.5)	Mayne, PW (1991)
s'_c	MPa	Presión de pre consolidación	$\sigma'_c = OCR * \sigma_{vo}$ $\log OCR = 0.167 \frac{q_T - u_2}{\sigma'_{vo} (5.0W_L - 0.6)} - 0.05$	Rolf Larson (1995)
C_h	cm ² /s	Coefficiente de consolidación	$c_h = \frac{T * R^2}{t}$	Baligh y Levadoux (1986)
K	Cm/s	Permeabilidad	$K_h = C_h * M / \gamma_w$	

Determinación de la columna estratigráfica del suelo investigado

Dependiendo del tipo de ensayo realizado (CPT o CPTU) se utiliza una clasificación u otra, no obstante en el presente informe se presentan ambas clasificaciones.

En caso de ensayos CPT donde no se dispone de la medida de presión de poros se utiliza el método clasificación basado en Rf % (relación de fricción) y q_t (resistencia por punta corregida) de Robertson et al (1986). Este método clasifica el suelo en 12 tipos según las zonas que se muestran en la gráfica siguiente:

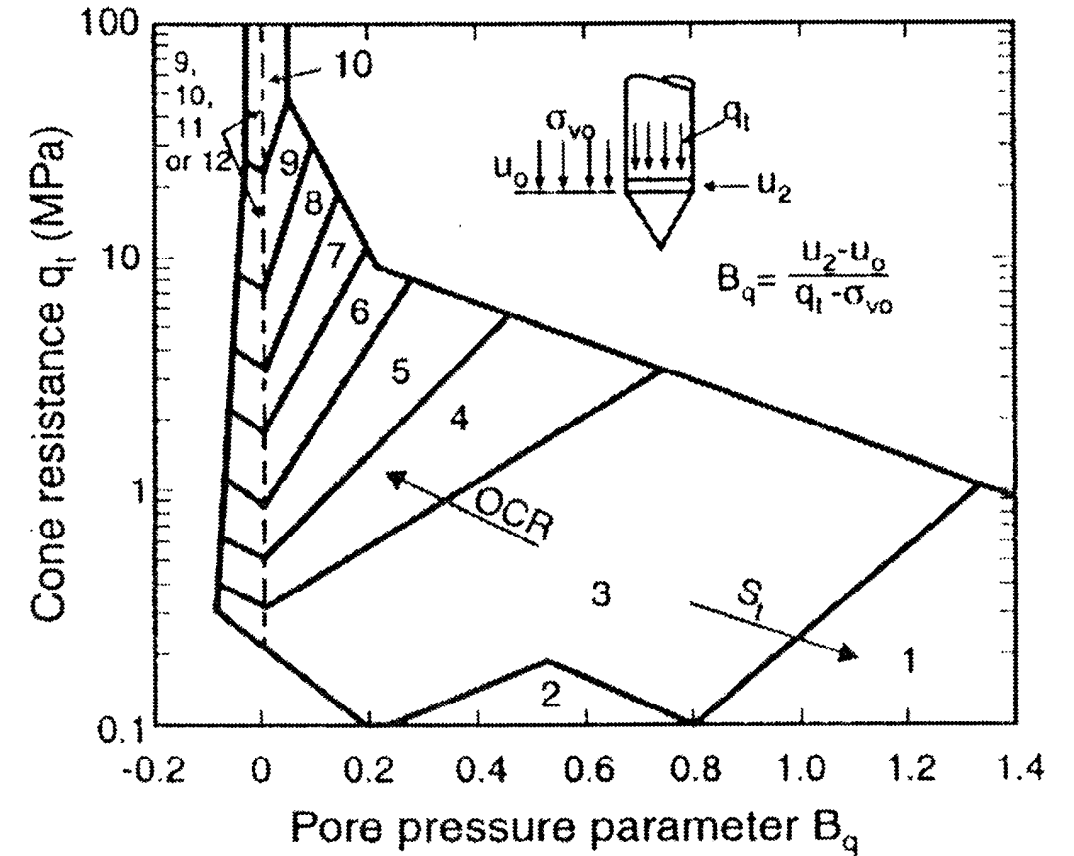


A cada zona de la gráfica anterior se le ha atribuido un tipo de suelo que se describe en la tabla siguiente:

Clasificación de Robertson 1986

Zona	Tipo de suelo	y aproximado (KN/m ³)
1	Suelo fino sensitivo	17,5
2	Suelo orgánico	12,5
3	Arcilla	17,5
4	Arcilla limosa a arcilla	18
5	Limo arcillosa a arcilla limosa	18
6	Limo arenoso a limo arcilloso	18
7	Arena limosa a arcilla limosa	18,5
8	Arena a arena limosa	19
9	Arena	19,5
10	Arena con gravilla a arena	20
11	Suelo fino cementado o sobreconsolidado	20,5
12	Arena a arena arcillosa densa (por cementación o sobreconsolidación)	19

En caso de ensayos CPTU donde se dispone de la medida de presión de poros se utiliza el método clasificación basado en B_q (parámetro de presión de poros) y q_t (resistencia por punta corregida) de Robertson et al (1986 b). Este método clasifica el suelo en 12 tipos según las zonas que se muestran en la gráfica siguiente:



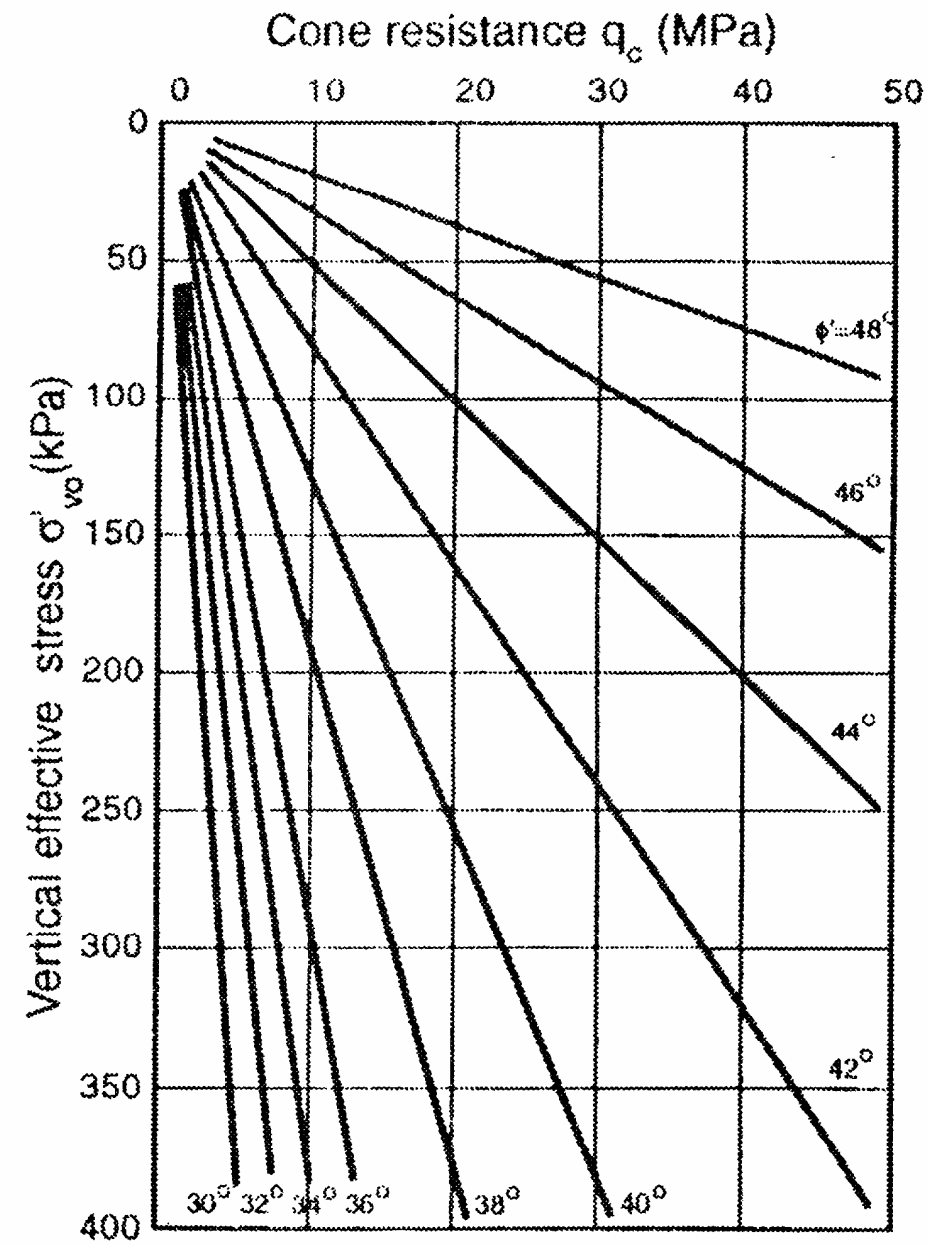
A cada zona de la gráfica anterior se le ha atribuido un tipo de suelo que se describe en la tabla siguiente:

Clasificación de Robertson 1986b

Zona	Tipo de suelo	y aproximado (KN/m ³)
1	Suelo fino sensitivo	17,5
2	Suelo orgánico	12,5
3	Arcilla	17,5
4	Arcilla limosa a arcilla	18
5	Limo arcilloso a arcilla limosa	18
6	Limo arenoso a limo arcilloso	18
7	Arena limosa a arcilla limosa	18,5
8	Arena a arena limosa	19
9	Arena	19,5
10	Arena con gravilla a arena	20
11	Suelo fino cementado o sobreconsolidado	20,5
12	Arena a arena arcillosa densa (por cementación o sobreconsolidación)	19

Ángulo de rozamiento efectivo en arenas

Robertson P.K., Campanella, R.G. (1983) determinan la relación entre σ_{vo}' , q_c y ϕ' en arenas no cementadas e incompresibles con predominio de silicatos. Los resultados se expresan en la figura siguiente:



3.1.9 RESULTADOS DE ENSAYOS CPTU REALIZADOS

Las profundidades alcanzadas en los 3 ensayos CPTU realizados fueron las siguientes:

CPTU N°	FECHA	PROF.FINAL CPTU (m)	OBSERVACIONES
1	20-07-06	18,26	Rechazo por resistencia en punta y falta de reacción.
2	21-07-06	21,26	Rechazo por resistencia en punta y falta de reacción..
3	24-07-06	16,86	Rechazo por resistencia en punta y falta de reacción..

En la tabla siguiente se presenta un resumen de los resultados de ensayos de disipación realizados en cada uno de los ensayos CPTU:

CPTU N°	PROF. (m)	CLASIFICACIÓN DE SUELO	TIEMPO DE DISIPACIÓN (s)				C_h (cm ² /s)		K_h (cm/s)
			50%	80%	99%	FINAL	Baligh	Houlsby	
1	5,067	Arcilla (fango)	14325,5			14788,7	$1,25 \cdot 10^{-3}$	$6,04 \cdot 10^{-4}$	$6,39 \cdot 10^{-9}$
2	10,09	Arcilla (fangos)	5712,3			5762,5	$3,12 \cdot 10^{-3}$	$1,33 \cdot 10^{-3}$	$2,02 \cdot 10^{-8}$
3	12,66	Arena limosa	20,4	36,6		99,4	$8,75 \cdot 10^{-1}$	$7,26 \cdot 10^{-1}$	$2,31 \cdot 10^{-5}$
3	13,18	Limo arenoso	32,6	107,2		651,4	$5,47 \cdot 10^{-1}$	$4,17 \cdot 10^{-1}$	$1,29 \cdot 10^{-5}$

Se ha calculado el valor medio de cada uno de los parámetros para diferentes niveles reconocidos dentro del perfil obtenido.

Los valores medios para los diferentes parámetros se presentan en la siguiente tabla:

CPTU N°	PROF. (m)	q _c (MPa)	f _s (MPa)	q _t (MPa)	f _t (MPa)	R _f (%)	Q _t	F _r (%)	B _q
1	0.00-1.00	0.924	0.035	0.923	0.035	3.788	413.52	4.427	-0.001
	1.00-7.88	0.287	0.009	0.315	0.008	2.515	5.918	3.598	0.166
	7.88-8.16	0.421	0.009	0.494	0.008	1.577	4.303	2.664	0.323
	8.16-12.24	0.475	0.013	0.601	0.01	1.669	4.238	3.074	0.514
	12.24-12.46	0.637	0.011	0.794	0.008	0.963	4.985	1.96	0.462
	12.46-15.96	0.690	0.019	0.889	0.015	1.653	4.889	3.013	0.543
	15.96-18.20	7.952	0.116	7.947	0.116	1.461	49.555	2.493	-0.021
2	0.00-2.00	Presond	Presond	Presond	Presond	Presond	Presond	Presond	Presond
	2.00-9.38	0.384	0.001	0.462	0.001	0.002	5.939	0.245	0.412
	9.38-9.80	0.681	0.007	0.777	0.004	0.571	6.548	1.136	0.242
	9.80-12.56	0.512	0.007	0.665	0.003	0.453	4.478	1.387	0.572
	12.56-13,84	1.195	0.006	1.33	0.003	0.251	9.265	0.093	0.185
	13,84-20,62	0.719	0.014	0.948	0.009	0.901	4.262	2.117	0.588
	20,62-21,20	11.144	0.126	11.251	0.124	1.99	59.720	1.099	0.005
3	0.00-2.00	Presond	Presond	Presond	Presond	Presond	Presond	Presond	Presond
	2.00-4.76	5.959	0.023	5.963	0.022	0.377	125.99	0.47	-0.001
	4.76-6.58	0.507	0.007	0.597	0.005	0.849	7.314	1.423	0.347
	6.58-7.42	4.003	0.016	3.995	0.016	0.404	49.864	0.57	-0.018
	7.42-10.72	0.645	0.013	0.759	0.01	1.369	6.337	2.216	0.329
	10.72-12.80	12.933	0.092	12.967	0.092	0.707	109.63	0.756	-0.001
	12.80-14.22	1.631	0.01	1.726	0.008	0.463	11.162	0.856	0.072
	14.22-16.80	16.76	0.148	16.802	0.147	0.877	109.14	0.903	-0.002

CPTU N°	PROF. (m)	K ₀	M ₀ (MPa)	ID (%)	M (MPa)	N ₆₀	φ (°)	S _u (MPa)	OCR
1	0.00-1.00	25.523	0.19	-	6.85	7	-	0.037	-
	1.00-7.88	0.503	-	-	1.91	2	-	0.015	-
	7.88-8.16	0.43	-	-	2.94	3	-	0.025	0.9
	8.16-12.24	0.424	-	-	3.50	3	-	0.031	0.9
	12.24-12.46	0.499	-	-	4.78	4	-	0.041	0.9
	12.46-15.96	0.489	-	-	5.29	4	-	0.046	0.9
	15.96-18.20	0.727	22.75	37.094	9.40	23	14.44	0.036	0.22
2	0.00-2.00	Presond	Presond	Presond	Presond	Presond	Presond	Presond	Presond
	2.00-9.38	0.594	-	-	2.99	2	-	0.024	47.84
	9.38-9.80	0.655	-	-	5.02	4	-	0.031	0.73
	9.80-12.56	0.448	-	-	3.86	3	-	0.034	0.9
	12.56-13.84	0.368	2.72	8.94	3.68	5	4.47	0.026	0.62
	13.84-20.62	0.426	-	-	5.31	4	-	0.02	0.41
	20.62-21.20	0.126	34.45	59.517	1.86	27	22.93	0.002	0.03
3	0.00-2.00	Presond	Presond	Presond	Presond	Presond	Presond	Presond	Presond
	2.00-4.76	0.414	23	75.597	1.61	15	32.22	0.001	587.94
	4.76-6.58	0.731	-	-	4.06	3	-	0.032	0.91
	6.58-7.42	0.335	14.87	45.517	2.16	11	21.02	0.004	0.05
	7.42-10.72	0.634	-	-	4.90	4	-	0.039	0.88
	10.72-12.80	0.098	42.21	91.341	0.97	27	35.73	-	0.01
	12.80-14.22	0.329	4.55	-	3.55	6	-	0.009	0.15
	14.22-16.80	-	52.91	103.098	-	35	39.32	-	-

Los resultados de los ensayos CPTU se presentan en el anexo correspondiente. Para cada ensayo se presentan 6 páginas de gráficas que se distribuyen de la manera siguiente:

- Página 1 y 2: gráficas de parámetros obtenidos directamente (q_c , f_s y u_2) y la columna estratigráfica de interpretación según Robertson, 1986 y Robertson, 1986 (b) respectivamente.
- Página 3: gráficas de parámetros corregidos (q_t y f_t), presión hidrostática de equilibrio (U_0) en profundidad y relación de rozamiento.
- Página 4: gráficas de parámetros estándares (Q_t , F_r y B_q) y presión geoestática total (σ_{vo}) y efectiva (σ'_{vo}) según los valores de densidades de Robertson et al, 1986.
- Páginas 5 y 6: gráficas de parámetros geotécnicos interpretados a partir de criterios de varios autores según se indica en el apartado correspondiente. Página 5 (ID, M_o , M y K_o), página 6 (N_{60} , OCR, ϕ y S_u).

Así mismo, en el mismo orden se presenta las gráficas del cálculo de los valores medios para los diferentes niveles reconocidos.

En resumen podemos decir:

- La zona investigada presenta una capa superficial no superior a 60cm, reseca, por lo que los parámetros resistentes son anormalmente superiores a los niveles de fango subyacentes. Esto se ha observado en el CPTU-1, mientras que en los otros ensayos fue atravesado mediante el presondeo.
- El nivel freático se encuentra entre los 2-3m puesto de manifiesto por el aumento de la presión de poros en todos los ensayos a partir de esa cota.
- De forma general se confirman los resultados aportados por el informe realizado en el año 2004 (IDGE-0036/04), con la presencia de un nivel de arcillas fangosas cuya base se encuentra entre los 14-20m, en este nivel fangoso intercalan dos niveles más arenosos que pueden estar más o menos desarrollados. Por debajo del nivel de marismas se encuentra un sustrato Pliocuatnario fundamentalmente arenoso.
- La resistencia en punta del nivel de arcilla fangosa varía entre 0,2 y 0,7 MPa (aumentando en profundidad) con un rozamiento lateral de 0,01-0,02 MPa, si bien en el ensayo CPTU-2 se registran valores para este parámetro, anormalmente bajos hasta los 10m.
- Los niveles arenolimosos intercalados dentro del nivel de marismas aparecen entre 7-10m y 12-14m, no obstante en el ensayo CPTU-3 estos niveles están más desarrollados y aparece otro nivel superficial (de 0-5m) con estas características.
- Para esos niveles, la resistencia en punta varía entre 0,6-1,2 MPa. En el ensayo CPTU-3 entre 4-13 MPa. El rozamiento lateral varía entre 0,01-0,09 en todos los casos.
- Finalmente y hasta la finalización de los ensayos se observan unos depósitos fundamentalmente granulares, se trata de una sucesión de niveles de arena y arena limosa, en donde se obtiene el rechazo del ensayo con 20-25 MPa en resistencia en punta y 0,11-0,15 MPa en rozamiento lateral. Este rechazo se produce fundamentalmente por la falta de reacción y por la desviación del cono.

- En vista a estos resultados podemos decir que la consistencia de las arcillas fangosas varía entre MUY BLANDA a BLANDA, los niveles arenolimosos dentro del nivel de marismas presenta una consistencia BLANDA, en CPTU-3 puede llegar a MEDIA.
- El sustrato Pliocuatnario presenta una compacidad COMPACTA a MUY COMPACTA. Correspondiéndose con lo obtenido en el informe de 2004.
- Los valores de resistencia al corte sin drenaje aportados por los ensayos se corresponde muy bien con los obtenidos en los ensayos de corte directo y triaxiales realizados en el 2004, con valores comprendidos entre 15-40 Kpa para el nivel de marismas.
- El coeficiente de consolidación horizontal es de $1,25 \cdot 10^{-3}$ - $3,12 \cdot 10^{-3}$ cm²/s según Baligh y $6,04 \cdot 10^{-4}$ - $1,33 \cdot 10^{-3}$ cm²/s según Hously, para el nivel de arcilla fangosa y $8,75 \cdot 10^{-1}$ - $5,47 \cdot 10^{-1}$ y $7,26 \cdot 10^{-1}$ - $4,17 \cdot 10^{-1}$ respectivamente, para los niveles más arenosos.
- La permeabilidad horizontal es de $6,39 \cdot 10^{-9}$ - $2,02 \cdot 10^{-8}$ cm/s correspondiente a las arcillas fangosas y $2,31 \cdot 10^{-5}$ - $1,29 \cdot 10^{-5}$ para los niveles más arenosos.

Hay que tener en cuenta que la clasificación indicada en los primeros y últimos 40 cm no es fiable. Al comienzo del ensayo los datos que se registran están muy influenciados por los ruidos inducidos por atravesar raíces, rellenos y/o terrenos movilizados de superficie. Al final del mismo, el cono podría registrar ruidos inducidos por la reacción del anclaje en el momento del rechazo marcado por el levantamiento de la máquina.

Algunas gráficas de algunos parámetros no presentan datos a determinadas profundidades ya que se trata de parámetros propios de un tipo de suelo u otro según los criterios utilizados.

4.- CONCLUSIONES

Proyecto

Plan Especial de las Aletas.

Situación y características del solar

La parcela se sitúa junto al cementerio de Puerto Real y está limitada al Sur por la autopista A-4, y en el perímetro Este y Norte por la traza de la Nueva Variante (N-IV) al Puerto de Santa María. Al Oeste está limitada por el cementerio y la vía del ferrocarril Sevilla-Cádiz.

Niveles geotécnicos diferenciados:

Desde el punto de vista geotécnico hemos agrupado los diferentes materiales existentes en la zona de trabajo en los siguientes:

1. Tierra vegetal y rellenos antrópicos.
2. Pleistoceno: Glacis Antiguo G_A y Terrazas T.
3. Post-marisma: Holoceno L_A.
4. Marisma Superior A_{SS} y Marisma Inferior A_{SI}.
5. Pliocuatnario S_R/A_R.

A continuación se destacan los aspectos fundamentales de cada uno de estos niveles:

Nivel 1: TIERRA VEGETAL RELLENOS ANTRÓPICOS

Este nivel se ha reconocido desde la superficie en la mayor parte del solar, con espesores muy reducidos (menos de 0,5 m).

Litológicamente se trata de un material heterogéneo de consistencia variable y carácter errático.

Nivel 2: PLIESTOCENO: GLACIS ANTIGUO Y TERRAZAS

Los espesores reconocidos son, en general, reducidos. No obstante, puede ser superior a 4-5 m en las zonas próximas al cementerio y en la zona Sur de la parcela.

Esta unidad ocupa una franja reducida en la zona Sur de la parcela, extendiéndose por las zonas medias y bajas de ladera en la que se encuentra la autopista A-4. También pueden adscribirse al glacis los terrenos sobre los que se asienta el cementerio y las edificaciones situadas inmediatamente al Norte del mismo.

Litológicamente se trata de una arena de grano fino y medio con importante porcentaje de limos.

La consistencia de este nivel es Media-Firme en base a ensayos SPT y Borros.

Su aprovechamiento como material de aporte para terraplenes corresponde a suelos adecuados o tolerables.

Nivel 3: DEPÓSITOS POST-MARISMA: HOLOCENO L_A.

Este nivel se reconoce en la mayor parte de la parcela sobre depósitos de marisma o más antiguos, normalmente con espesores muy reducidos. En ningún ensayo se alcanzan los 3 m de espesor.

Litológicamente se trata de arcilla o limos con bastante arena de grano fino.

La plasticidad es bastante variable de unas muestras a otras (no plásticas a alta plasticidad).

Tampoco resulta apto para su empleo como material de terraplén debido a esta alta variabilidad, considerándose un suelo tolerable o marginal. Además los contenidos en materia orgánica y sales solubles son bastante notables.

La consistencia de este nivel es blanda a media.

Nivel 4: MARISMA SUPERIOR Y MARISMA INFERIOR.

Se trata del material más ampliamente representado en la zona, habiéndose establecido un esquema de comportamiento geotécnico previsible en base a espesores de recubrimiento y a la potencia que presenta el tramo superior e inferior de la marisma en su conjunto.

La diferencia entre una y otra es simplemente una cuestión de posición geomorfológica, ya que granulométricamente, por su plasticidad y consistencia son muy similares como veremos a continuación:

Los espesores reconocidos se sitúan en torno a 7 m (si bien si descontamos las calicatas, que no sobrepasan la base de este nivel el espesor alcanzaría en valor medio 10,21 m).

En general, se observa una clara tendencia a incrementarse la potencia a media que nos alejamos de la zona más elevada topográficamente, es decir al desplazarnos hacia el Norte.

Se trata de arcillas con inicios de arenas y de plasticidad media-media alta, que se encuentran saturadas y que presentan una densidad seca muy baja.

En su conjunto este nivel es de consistencia blanda a muy blanda. Puede tener intercalaciones arenosas finas a distintas profundidades.

Su aprovechamiento como material de préstamo no resulta aconsejable tanto por sus características de granulometría y plasticidad, como por su grado de saturación.

Los coeficientes de compresibilidad y de consolidación en este nivel pueden conllevar asientos muy importantes y tiempos de consolidación elevados.

El contenido en materia orgánica en algunos subtramos de este nivel puede ser superior al 1%.

Nivel 5: Pliocuatnario

Constituye el sustrato de la mayor parte de la parcela, al menos en la zona Norte de la misma, y está representado fundamentalmente por arenas de compacidad densa y muy densa. No se han observado en los ensayos realizados niveles conglomeráticos o de gravas, aunque se citan en la bibliografía y pueden existir en profundidad.

Se trata de arenas finas con bastante arena de grano medio-grueso, algo de limo y de gravas.

Todas las muestras ensayadas resultaron no plásticas, por lo que puede considerarse este suelo como adecuado –seleccionado para su empleo en terraplenes, si bien su posición estratigráfica limita esta posibilidad.

Se trata de un nivel de compacidad densa-muy densa.

Expansividad:

Ninguno de los niveles considerados resulta potencialmente expansivo, debido al elevado contenido en arena, al encontrarse saturados o a su baja consistencia o compacidad.

Agresividad:

Las determinaciones realizadas indican que este suelo es AGRESIVO, definiendo un ambiente de exposición del tipo IIIc + Qb, recomendándose un cemento de tipo sulforresistente.

Propuestas para selección del tipo de cimentación:

En función del proyecto considerado y de la zona geotécnica dentro de la que nos encontremos pueden adaptarse los siguientes tipos fundamentales de cimentación (a modo orientativo).

Naves industriales en zona IIIA y IIIB.

Mayoritariamente cimentaciones profundas mediante pilotes prefabricados empotrados suficientemente en el sustrato Pliocuaternario. La profundidad de los mismos puede variar entre unos 10-12m en la zona más favorable y entre 25-30 en la zona más desfavorable (Norte del sector IIIB).

Naves industriales en zona II.

Dentro de la zona II, y con un estudio de detalle en el límite de la IIIA, las cimentaciones podrían resolverse mediante pozos o zapatas a diferentes profundidades.

Edificaciones de viviendas de 1-3 alturas en zona I y II.

En este caso pueden ser viables cimentaciones superficiales. Probablemente cimentaciones del tipo losa pueden funcionar en tramos con recubrimientos suficientes sobre marismas (con bajos espesores de la misma zona II).

Si el proyecto implicase cargas importantes puede ser necesario cimentación profunda en la zona II.

Edificaciones de viviendas en la zona IIIA y IIIB.

Mayoritariamente las cimentaciones deberán ser mediante pilotes a profundidades similares a las descritas para las naves.

De forma análoga, pueden ser viables cimentaciones semiprofundas en el borde de la zona IIIA (pozos), aunque problemas de estabilidad y niveles freáticos no aconsejen esta solución.

A parte de las opciones comentadas anteriormente, también se puede cimentar realizando una sustitución y mejora del terreno de al menos 2 m bajo el plano de cimentación para edificios con cargas livianas. Esta práctica se usa en algunos polígonos industriales próximos (junto a la solución de cimentación profunda) con un resultado satisfactorio.

4.1.- ZONIFICACIÓN GEOTECNICA

Desde el punto de vista geotécnico hemos diferenciado cuatro grupos esenciales:

Zona I. No existe marisma en profundidad.

Zona II. Se localiza marisma en profundidad, pero sobre la misma existe un recubrimiento arenoso de compacidad densa y espesor mínimo entre 3 y 5 m.

Zona III. No se cumplen las condiciones anteriores.

Zona IIIA. El espesor de marisma detectado es inferior a 5 m.

Zona IIIB. Los espesores de marisma superan los 5 m, pudiendo superar en algunos puntos de la parcela hasta 20 m.

4.2.-EVALUACIÓN CUALITATIVA DEL SOBRECOSTE DEL PROYECTO PARA LA DEFICIENTE CALIDAD GEOTÉCNICA DE LOS MATERIALES.

Para realizar este análisis (únicamente como una primera aproximación), hemos resumido las principales unidades de tres proyectos de urbanización (los dos primeros en zonas próximas con condiciones similares o mejores a las de la parcela considerada, y la tercera con una situación en la que existen suelos blandos, pero los terraplenes son muy superiores a los de nuestro estudio), comparando precios y porcentajes en función de la dificultad o de condicionantes geotécnicos (si bien no son éstos los únicos que intervienen) pueden obtenerse porcentajes de incremento de un tipo a otro de urbanización.

	Total 1		Total 2		Total 3	
	Precio	Total	Precio	Total	Precio	Total
Movimiento de Tierras						
m ² Desbroce	0,15		0,25			
m ³ Excavación sin clasificar, incluido carga y transporte a vertedero	1,98		1,33		1,99	
m ³ Terraplén en Suelo Seleccionado extendido en tongadas de 0,3m, compactado y reperfilado.	6,53		4,14		4,52	
m ³ Terraplén en Suelo Adecuado extendido en tongadas de 0,3m, compactado y reperfilado.	5,26	1637543	2,46	2465955	7,55	3872461
	Precio	Total	Precio	Total	Precio	Total
m ³ Terraplén en Suelo Seleccionado extendido en tongadas de 0,3m, compactado y reperfilado.	6,71		7,03			
m ³ Cúbico de Zahorra Natural (Ídem)	9,43		8,28			
m ³ Zahorra Artificial (Ídem)	15,97	3030661	12,79	6046786	17,51	2306627
Obras de drenaje						
ml tubo de hormigón armado de 180 completamente colocado.	298,97		214,83			
ml tubo de hormigón armado de 150 completamente colocado.	247,42					
ml tubo de hormigón armado de 120 completamente colocado.	190,16		102		172,75	
ml tubo de hormigón armado de 100 completamente colocado.	149,31	532870		1391400		220648

En este tercer caso el Acondicionamiento del Terreno, Movimiento de Tierras supuso un 53,56% del total (en nuestro caso este porcentaje puede disminuir ya que los terraplenes considerados son inferiores).

La pavimentación supone un 25,74% del total y el saneamiento de pluviales, residuales, riego y abastecimiento un 10,51%.

En resumen tendríamos que:

Movimiento de Tierras: 53,56%

Pavimentación: 25,74%

Drenaje: 10,51%

En nuestra obra pueden estimarse porcentajes ligeramente diferentes:

Movimiento de Tierras: 40%

Pavimentación: 30%

Drenaje: 20%

El mayor coste de estas dos partidas implicaría un sobrecoste adicional en toda la zona IIIA y IIIB muy importante, incluso en relación al proyecto considerado (ya de por sí en una situación especialmente difícil).

Hemos contrastado algunos precios directamente con Cantera San Cristóbal para suelo seleccionado pudiendo establecerse un precio de 4,25€/t de suelo seleccionado puesto en obra y de 3€/m² de tongada de 0,3m ya extendida, regada y compactada.

Por otra parte, todas las construcciones ubicadas en la zona IIIB (ampliamente mayoritaria) probablemente deban cimentarse mediante pilotes (a profundidades variables entre 15 y 25 m (o incluso más)).

Se estima que, el incremento frente a una cimentación superficial convencional, puede suponer:

Zona I: 0 %.

Zona II: 0-20%.

Zona IIIA: 40-80%

Zona IIIB: 50-1000%

De acuerdo con la propuesta remitida únicamente parte del Sector I, quedaría fuera de la zona IIIB, por lo que puede considerarse un incremento medio variable entre un 50 y un 80% para el conjunto de la urbanización, incluyendo la parte proporcional de la cimentación y de la urbanización.

4.3.-EJECUCIÓN DE VIALES

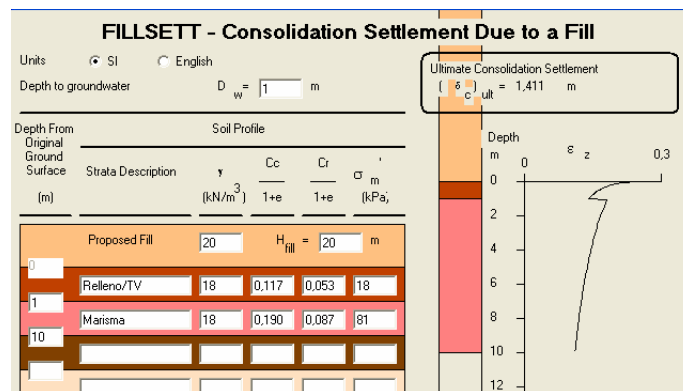
Debido al grado de consistencia BLANDA de la marisma, la construcción de viales que implique terraplenes de alturas superiores a 2 m pueden provocar asentamientos importantes por consolidación del nivel de marisma en la zona III.

Para evitarlos será necesario recurrir a:

- 1) Mechas drenantes o mejora del terreno mediante pilotes de madera.
- 2) Refuerzo del terreno mediante hincas de pilotes de eucalipto.
- 3) Sustitución y mejora del terreno bajo vial por una primera capa de escollera, transición de grava arenosa y geotextil. El espesor de capa de mejora será de al menos 2 m.

No obstante, en zonas con espesores de marisma inferiores a 5 m (zona IIIB) pueden emplearse soluciones mediante precarga sobre terraplenes de 1-2 m, para acelerar los asentamientos.

A continuación se incluye una estimación del asentamiento que puede producir un terraplén de 3 m de altura sobre una zona de marisma de 9 m de acuerdo con los datos deducibles del esquema geotécnico expuesto. El asentamiento obtenido es de casi 1,5m



Independientemente del tratamiento de suelos blandos que se realice al terreno natural, bien por sustitución o por compactación del terraplén se deberá asegurar un espesor mínimo de 2 m de material ADECUADO para considerar una explanada de partida de tipo E1.

En relación a la red de colectores las incidencias geotécnicas previsibles serán:

- 1) Necesidad de entibación cuando se excaven zanjas en las proximidades del nivel freático.
- 2) Empleo de materiales resistentes SR/MR.
- 3) Estudio de flotabilidad de los elementos.

Fdo.: D. Ángel Martínez Girón
JEFE DPTO. GEOTECNIA

Fdo.: D. Francisco Fernández Ruiz
DPTO. GEOTECNIA

Fdo.: D. M. Ángel Fernández Vélez
JEFE DPTO. GEOTECNIA APLICADA

Este informe consta de veintiocho páginas numeradas y selladas.

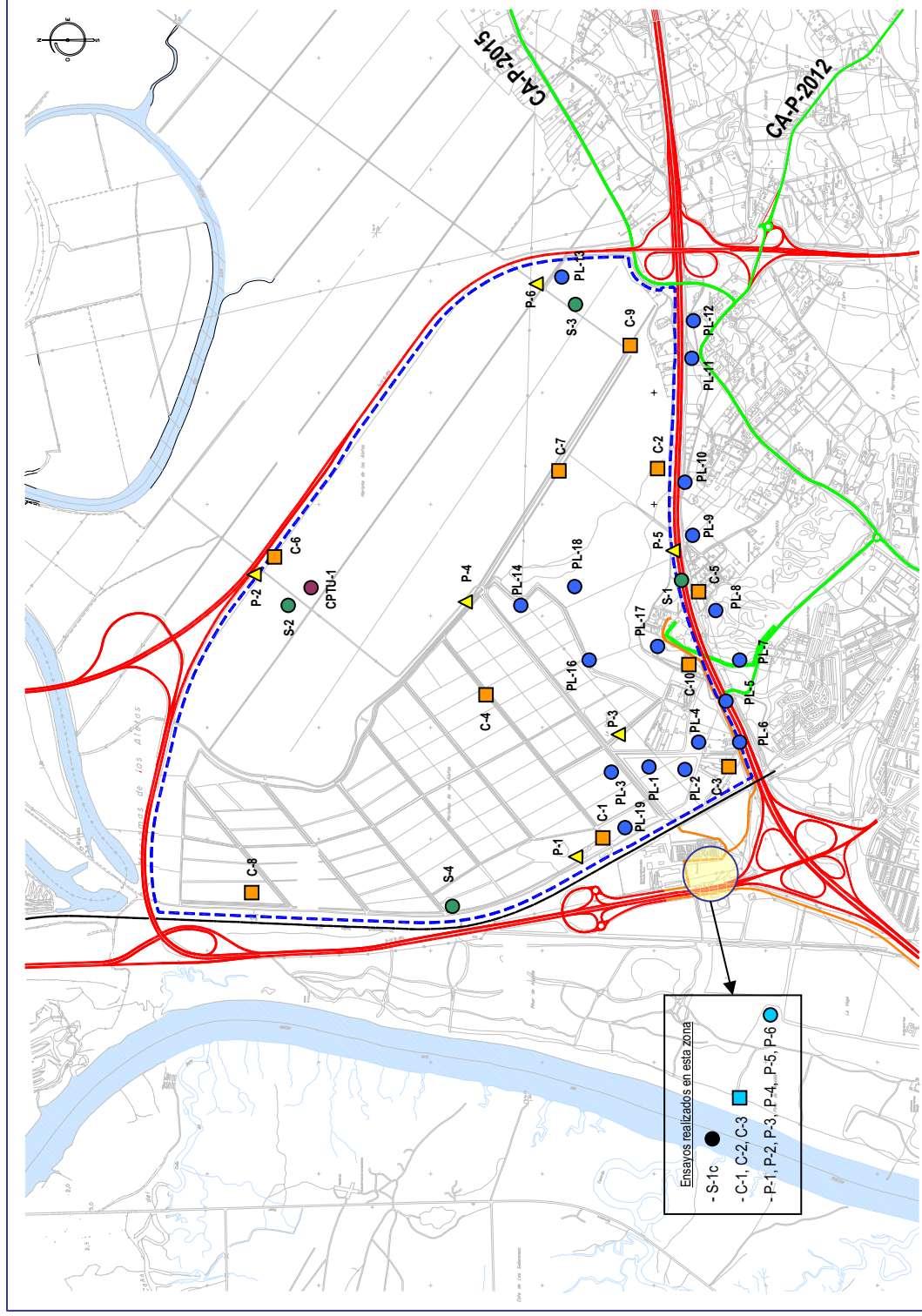
ANEXOS

ANEXOS

PLANO DE SITUACIÓN DE ENSAYOS

PLANO DE SITUACIÓN DE ENSAYOS

CAMPAÑA GEOTÉCNICA REALIZADA

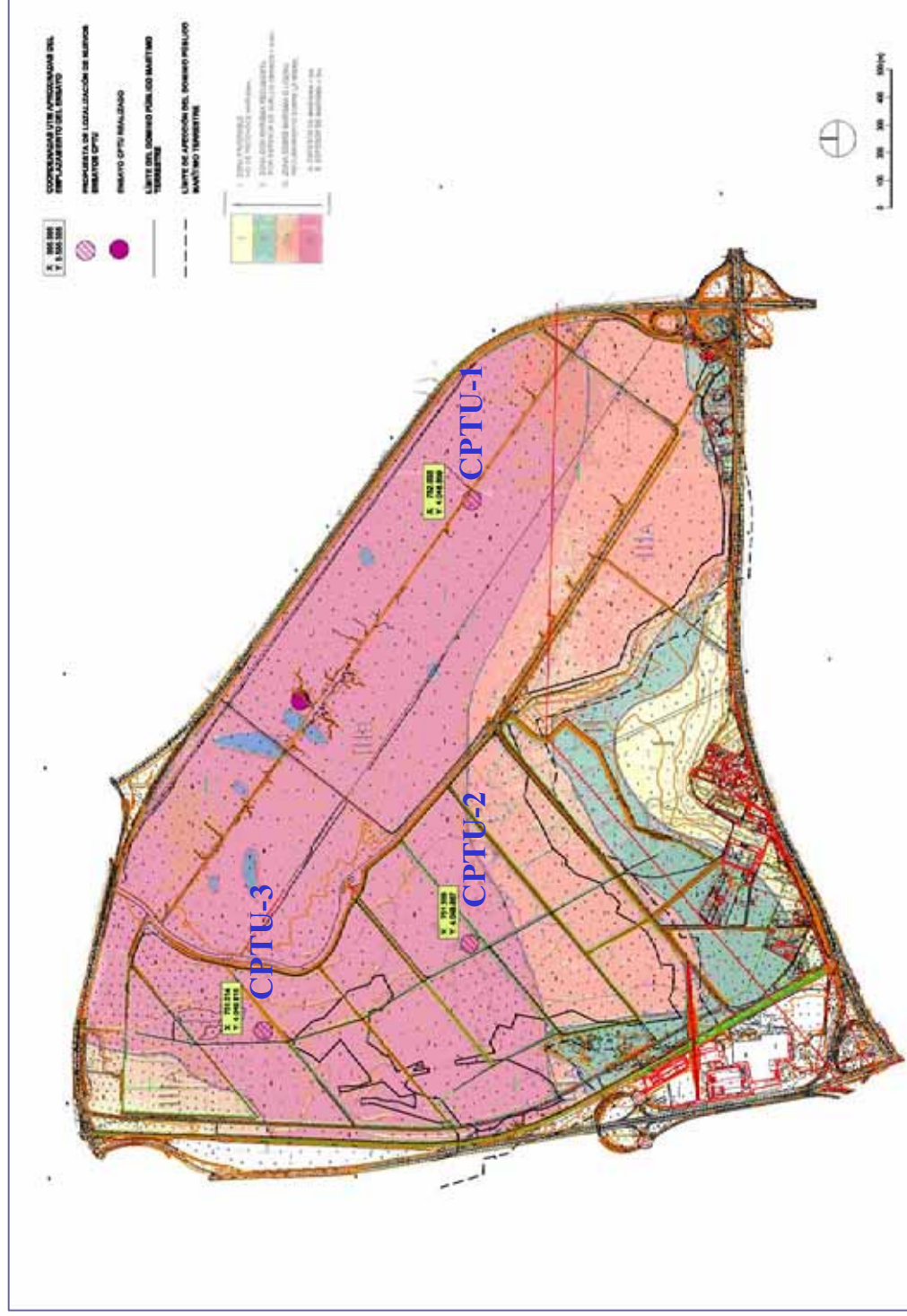


Elaboración propia.

PLAN ESPECIAL DE "LAS ALETAS"

MAYO 2006

CAMPAÑA GEOTÉCNICA COMPLEMENTARIA



Elaboración propia.

PLAN ESPECIAL DE "LAS ALETAS"

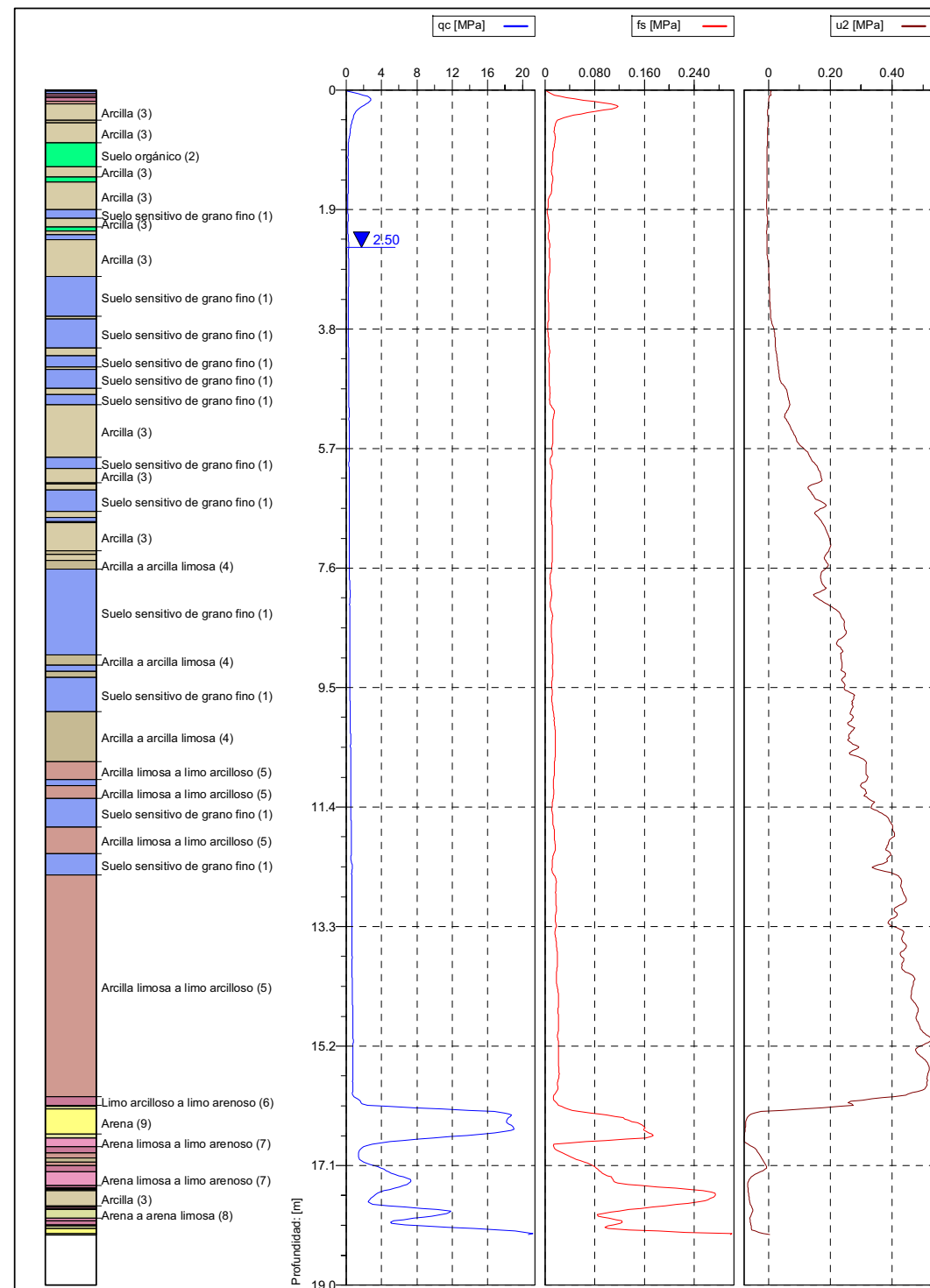
MAYO 2006

CAMPAÑA GEOTÉCNICACOMPLEMENTARIA



Elaboración propia.
PLAN ESPECIAL DE "LAS ALETAS"

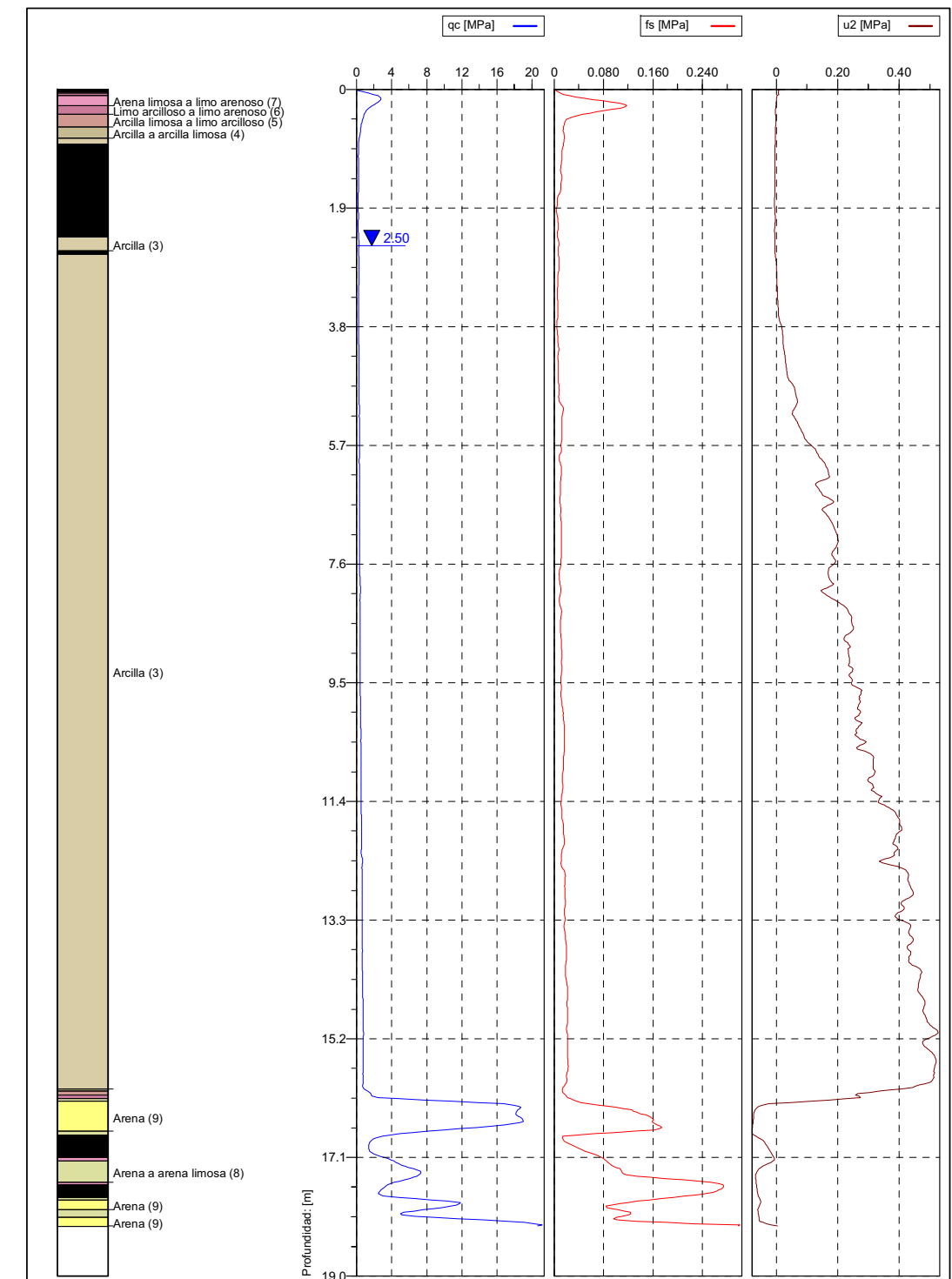
CPTU 1. (q_c , f_s , u_2). Robertson, 1986.



Localización: LAS ALETAS.PUERTO REAL (CÁDIZ)	Ubicación:	Nivel terreno: 1.50	Ensayo no: 1
Proyecto nº:	Cliente:	Fecha: 20/07/2006	Escala:
Proyecto: ACTUACIÓN TERCIARIA INDUSTRIAL "LAS ALETAS"	Página: 1	Figura: 1	
Parámetros de directos y clasificación de suelo			Archivo: 1a.cpd

VORSEVI, S.A.
INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD
Cone No: 3638
Tip area [cm2]: 10
Sleeve area [cm2]: 150

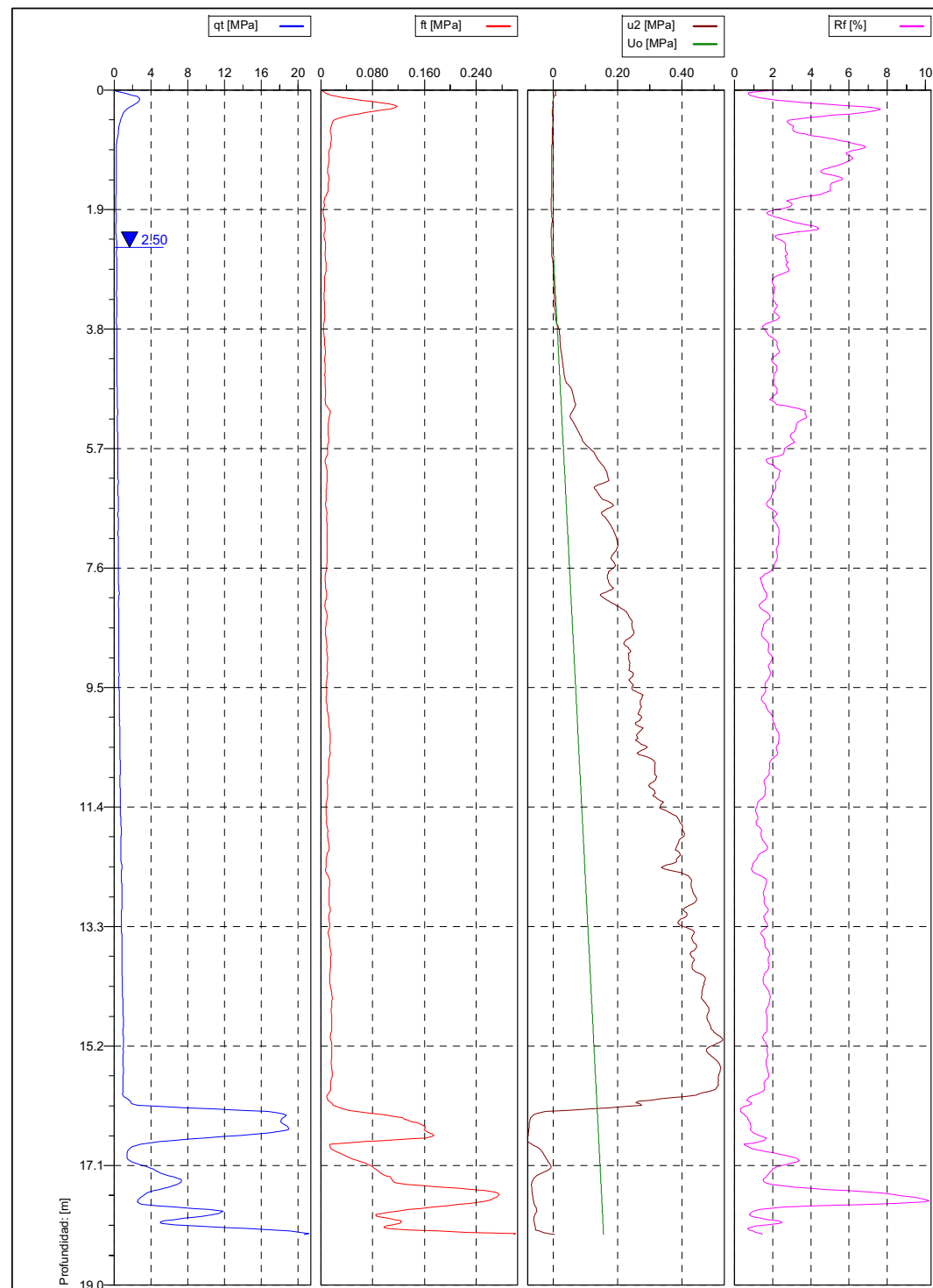
CPTU 1. (q_c , f_s , u_2). Robertson, 1986 (b).



Localización: LAS ALETAS.PUERTO REAL (CÁDIZ)	Ubicación:	Nivel terreno: 1.50	Ensayo no: 1
Proyecto nº:	Cliente:	Fecha: 20/07/2006	Escala:
Proyecto: ACTUACIÓN TERCIARIA INDUSTRIAL "LAS ALETAS"	Página: 2	Figura: 2	
Parámetros de directos y clasificación de suelo			Archivo: 1a.cpd

VORSEVI, S.A.
INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD
Cone No: 3638
Tip area [cm2]: 10
Sleeve area [cm2]: 150

CPTU 1. (q_t , f_t , u_2 , u_0 y R_f).

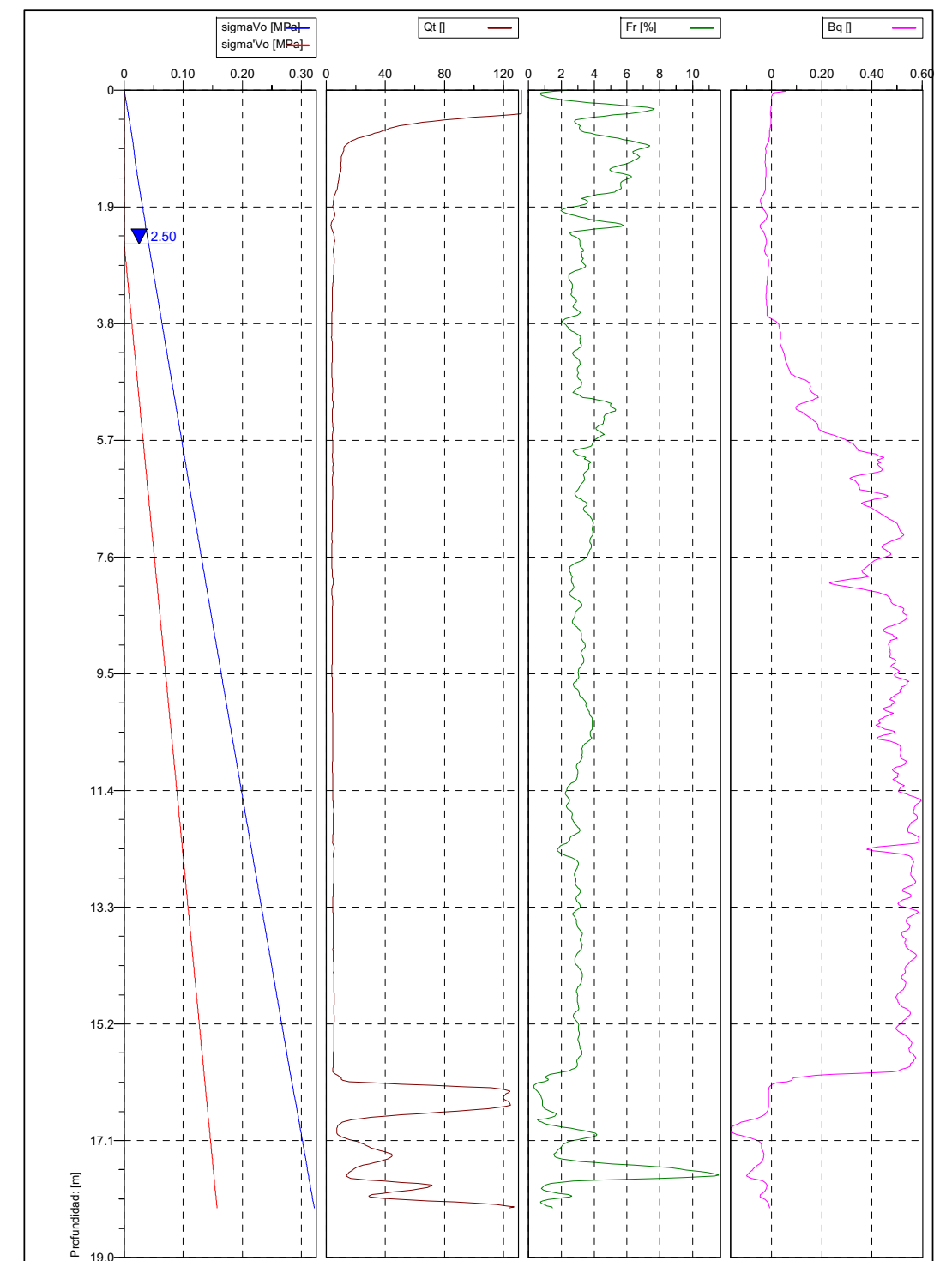


VORSEVI, S.A.
INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

Cone No: 3638
Tip area [cm²]: 10
Sieve area [cm²]: 150

Localización: LAS ALETAS.PUERTO REAL (CÁDIZ)	Ubicación:	Nivel terreno: 1.50	Ensayo no: 1
Proyecto n°:	Cliente:	Fecha: 20/07/2006	Escala:
Proyecto: ACTUACIÓN TERCIARIA INDUSTRIAL "LAS ALETAS"		Página: 3	Figura: 3
Parámetros corregidos de CPTU		Archivo: 1a.cpd	

CPTU 1. (σ_{vo} , σ_{vo}' , Q_t , Fr y B_q).

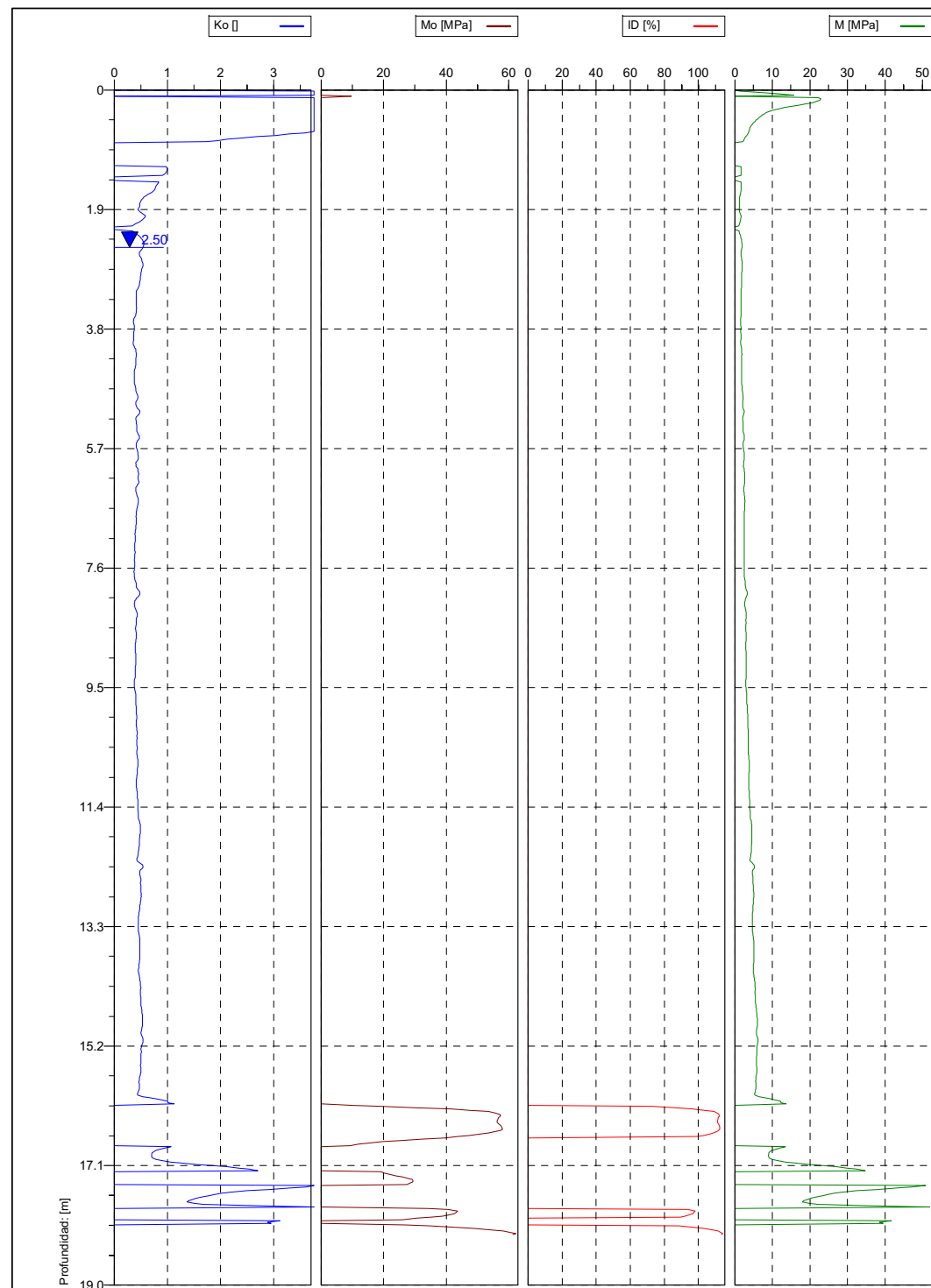


VORSEVI, S.A.
INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

Cone No: 3638
Tip area [cm²]: 10
Sieve area [cm²]: 150

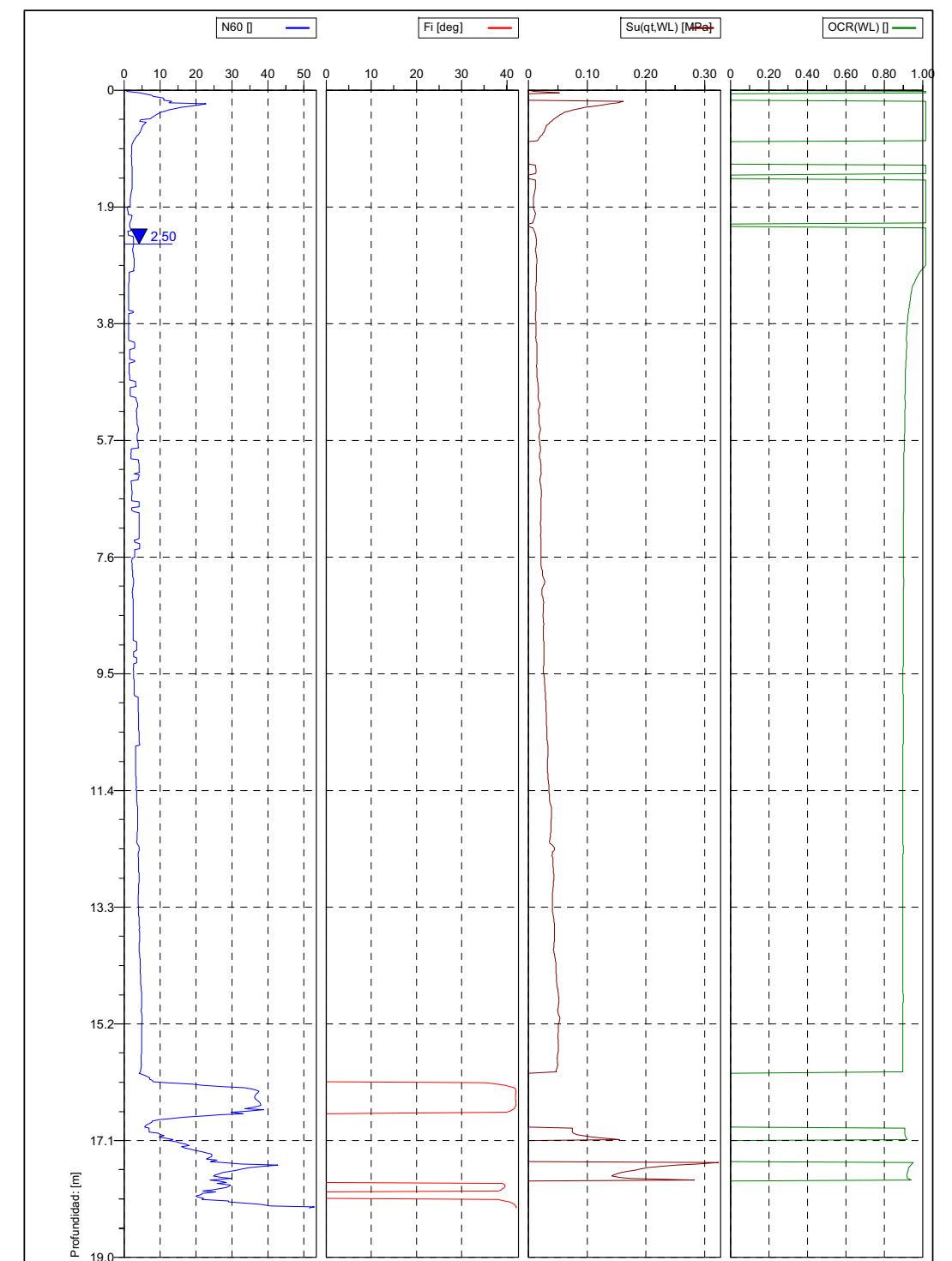
Localización: LAS ALETAS.PUERTO REAL (CÁDIZ)	Ubicación:	Nivel terreno: 1.50	Ensayo no: 1
Proyecto n°:	Cliente:	Fecha: 20/07/2006	Escala:
Proyecto: ACTUACIÓN TERCIARIA INDUSTRIAL "LAS ALETAS"		Página: 4	Figura: 4
Parámetros estándares de CPTU		Archivo: 1a.cpd	

CPTU 1. (K_0 , M_0 , ID, y M).



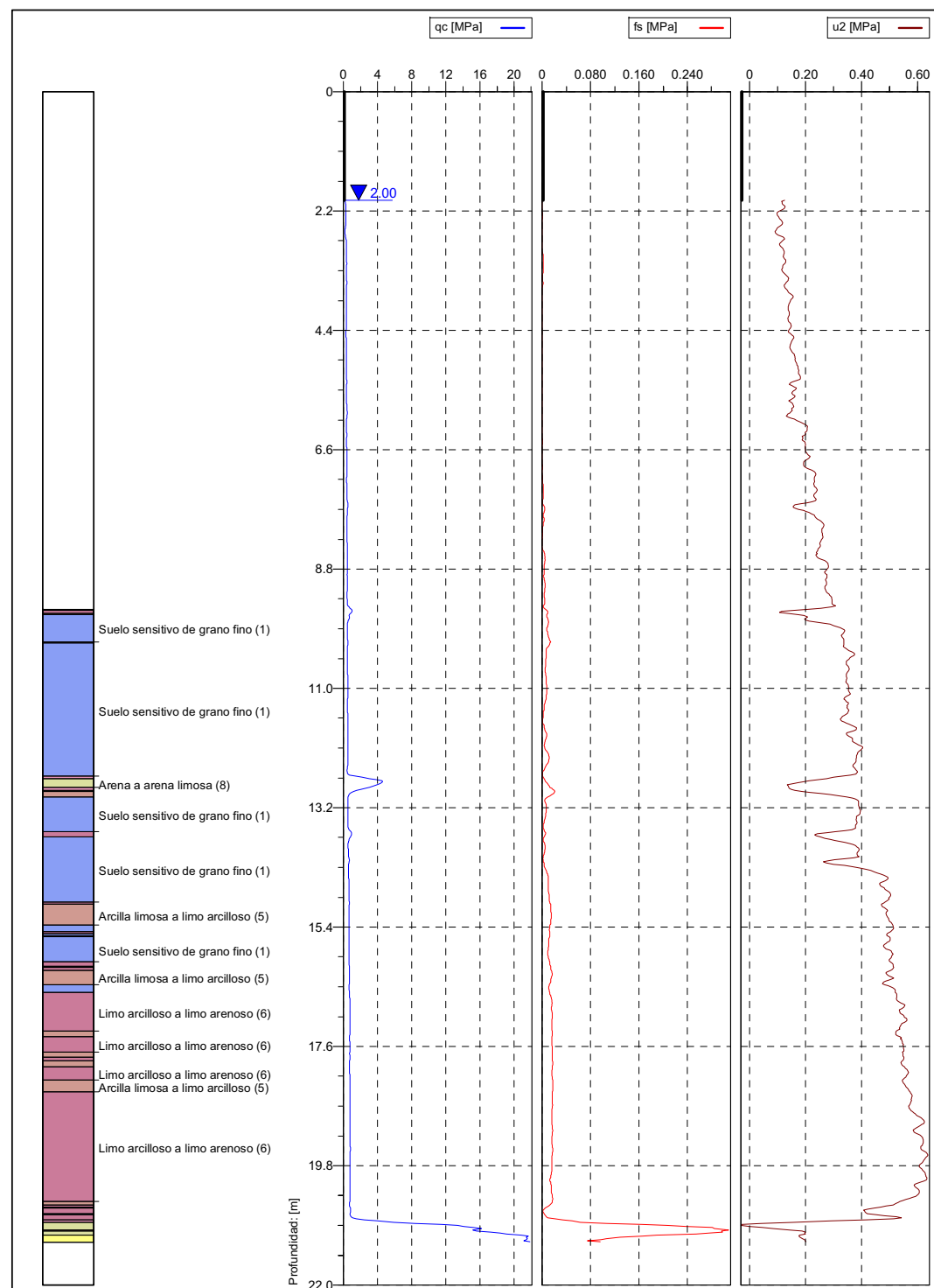
<p>Cone No: 3638 Tip area [cm²]: 10 Sieve area [cm²]: 150</p>	Localización: LAS ALETAS.PUERTO REAL (CÁDIZ)	Ubicación:	Nivel terreno: 1.50	Ensayo no: 1
	Proyecto n°:	Cliente: KARIN	Fecha: 20/07/2006	Escala:
	Proyecto: ACTUACIÓN TERCIARIA INDUSTRIAL "LAS ALETAS"	Página: 5	Figura: 5	
	Evaluación de parámetros geotécnicos (a)	Archivo: 1a.cpd		

CPTU 1. (N_{60} , ϕ , $Su(WL)$, y $OCR(WL)$).



<p>Cone No: 3638 Tip area [cm²]: 10 Sieve area [cm²]: 150</p>	Localización: LAS ALETAS.PUERTO REAL (CÁDIZ)	Ubicación:	Nivel terreno: 1.50	Ensayo no: 1
	Proyecto n°:	Cliente:	Fecha: 20/07/2006	Escala:
	Proyecto: ACTUACIÓN TERCIARIA INDUSTRIAL "LAS ALETAS"	Página: 6	Figura: 6	
	Evaluación de parámetros geotécnicos (b)	Archivo: 1a.cpd		

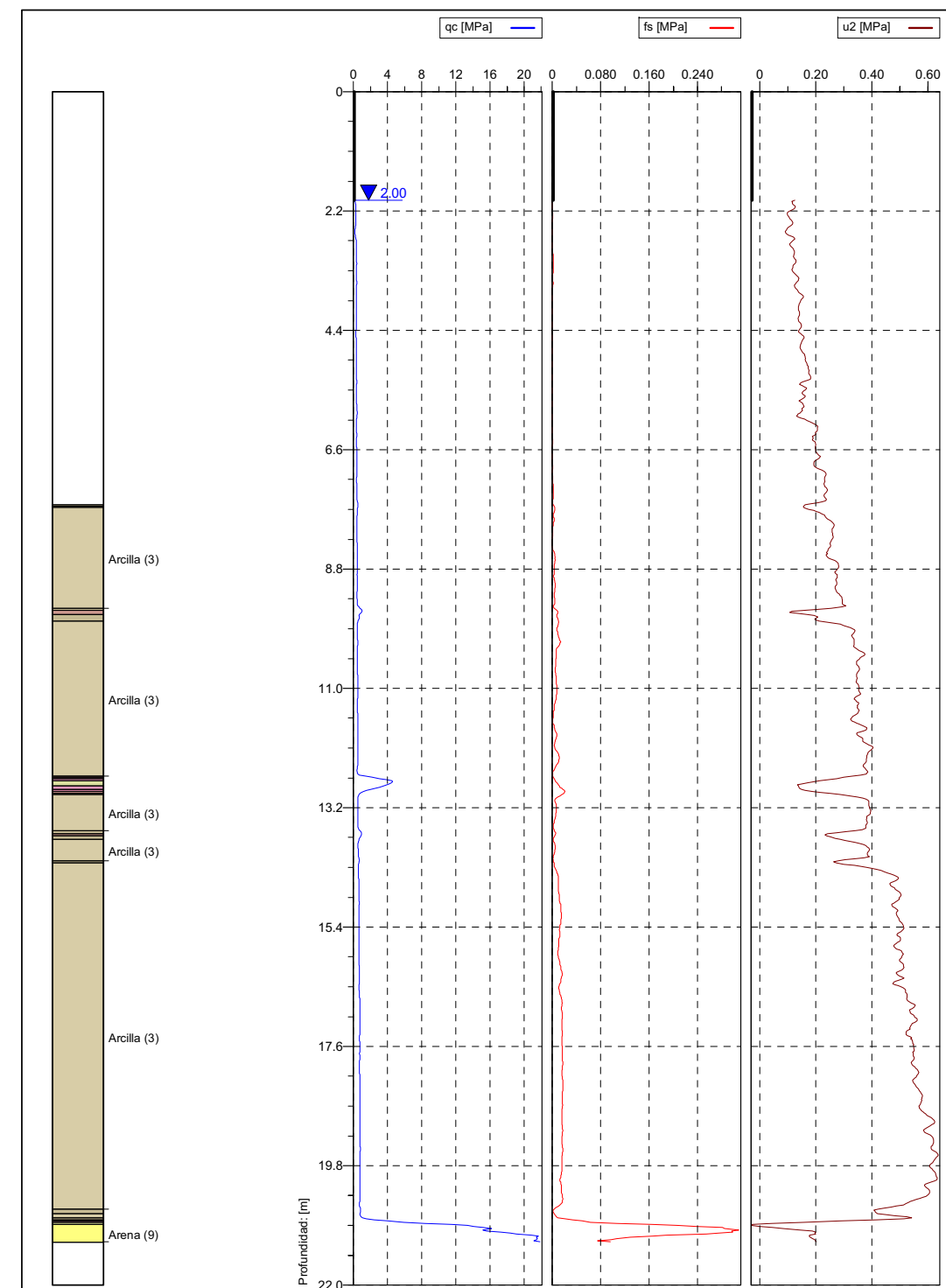
CPTU 2. (q_c , f_s , u_2). Robertson, 1986.



Localización: LAS ALETAS.PUERTO REAL (CÁDIZ)	Ubicación:	Nivel terreno: 1.50	Ensayo no: 2
Proyecto n°:	Ciente:	Fecha: 21/07/2006	Escala:
Proyecto: ACTUACIÓN TERCIARIA INDUSTRIAL "LAS ALETAS"		Página: 1	Figura: 1
Parámetros directos y clasificación de suelo		Archivo: 2a.cpd	

Cone No: 3638
 Tip area [cm²]: 10
 Sleeve area [cm²]: 150

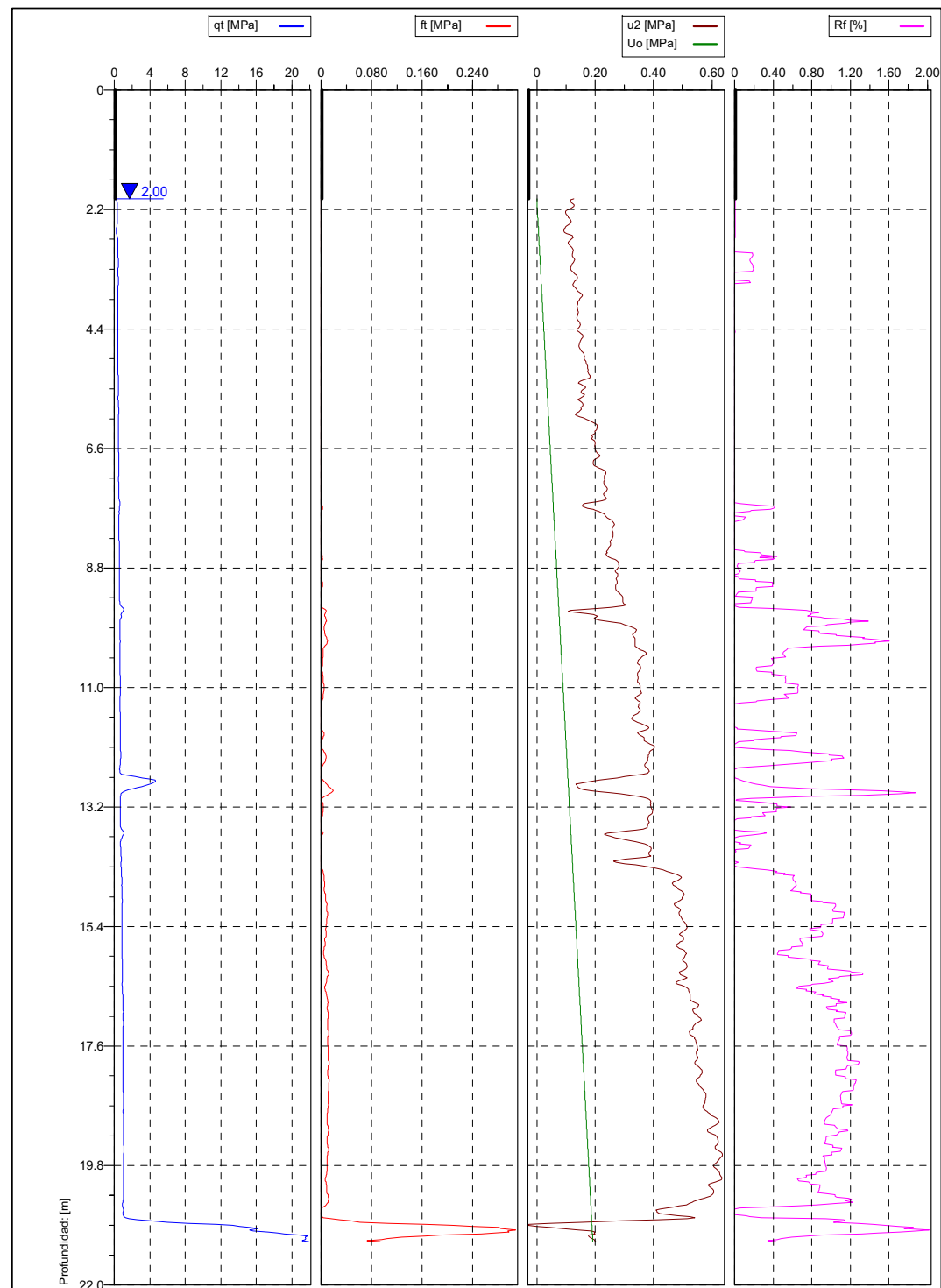
CPTU 2. (q_c , f_s , u_2). Robertson, 1986 (b).




Localización: LAS ALETAS.PUERTO REAL (CÁDIZ)	Ubicación:	Nivel terreno: 1.50	Ensayo no: 2
Proyecto n°:	Ciente:	Fecha: 21/07/2006	Escala:
Proyecto: ACTUACIÓN TERCIARIA INDUSTRIAL "LAS ALETAS"		Página: 2	Figura: 2
Parámetros directos y clasificación de suelo		Archivo: 2a.cpd	

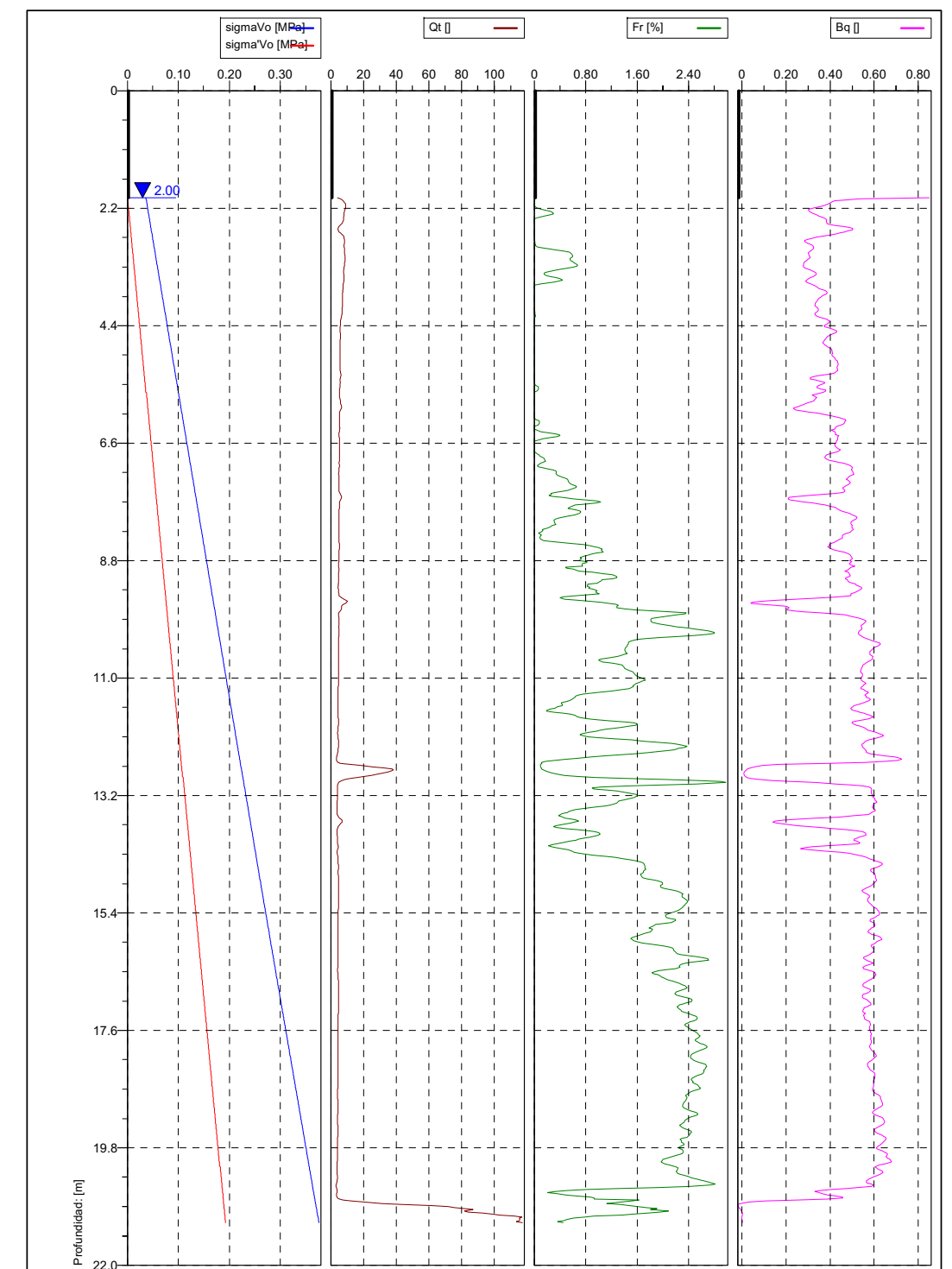
Cone No: 3638
 Tip area [cm²]: 10
 Sleeve area [cm²]: 150


CPTU 2. (q_t , f_t , u_2 , u_0 y R_f).



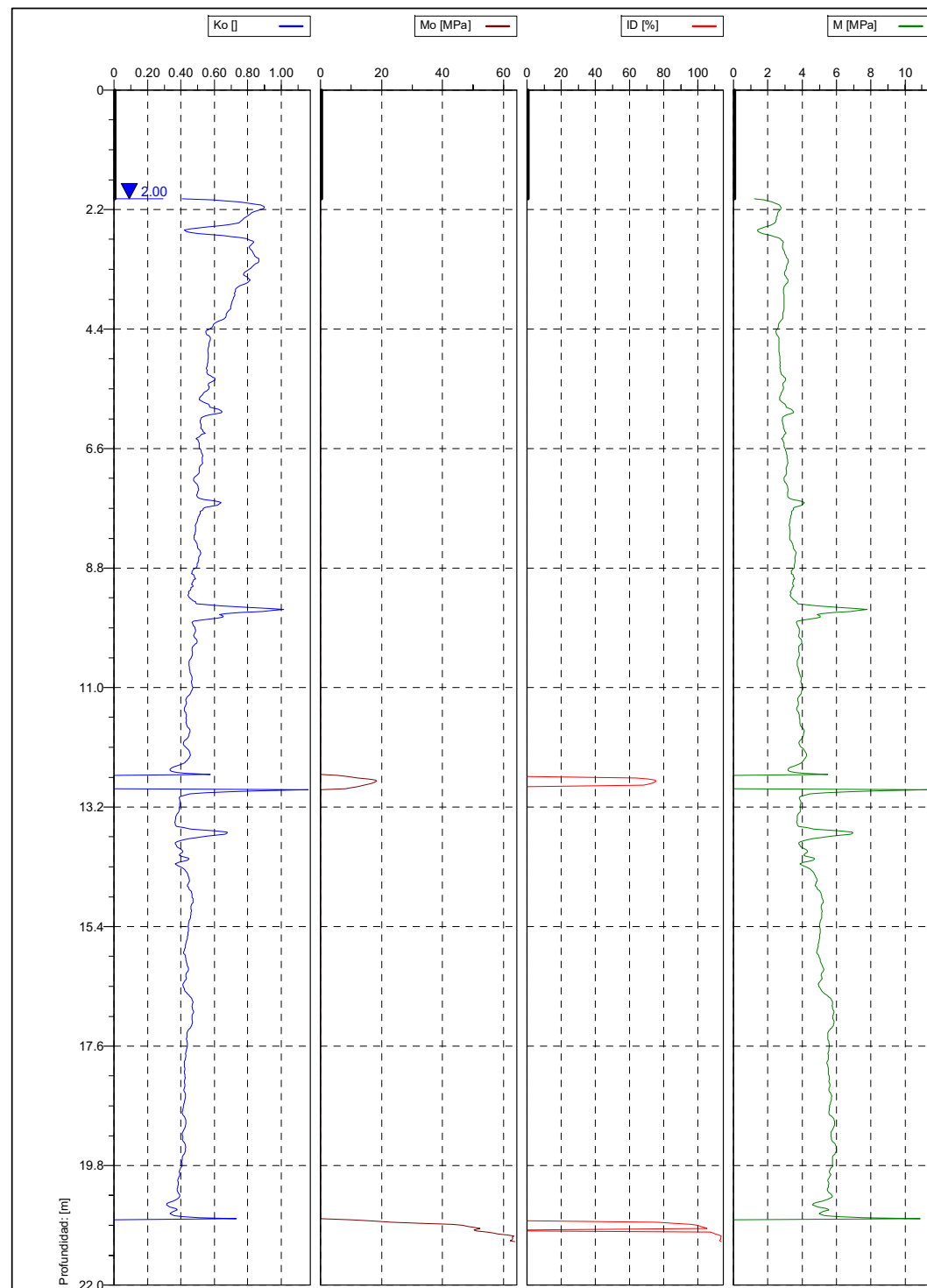
 <p>Cone No: 3638 Tip area [cm²]: 10 Sieve area [cm²]: 150</p>	Localización: LAS ALETAS.PUERTO REAL (CÁDIZ)	Ubicación: 	Nivel terreno: 1.50	Ensayo no: 2
	Proyecto n°: 	Cliente: 	Fecha: 21/07/2006	Escala:
Proyecto: ACTUACIÓN TERCIARIA INDUSTRIAL "LAS ALETAS"		Página: 3	Figura: 3	
Parámetros corregidos de CPTU			Archivo: 2a.cpd	

CPTU 2. (σ_{vo} , σ_{vo}' , Q_t , Fr y B_q).



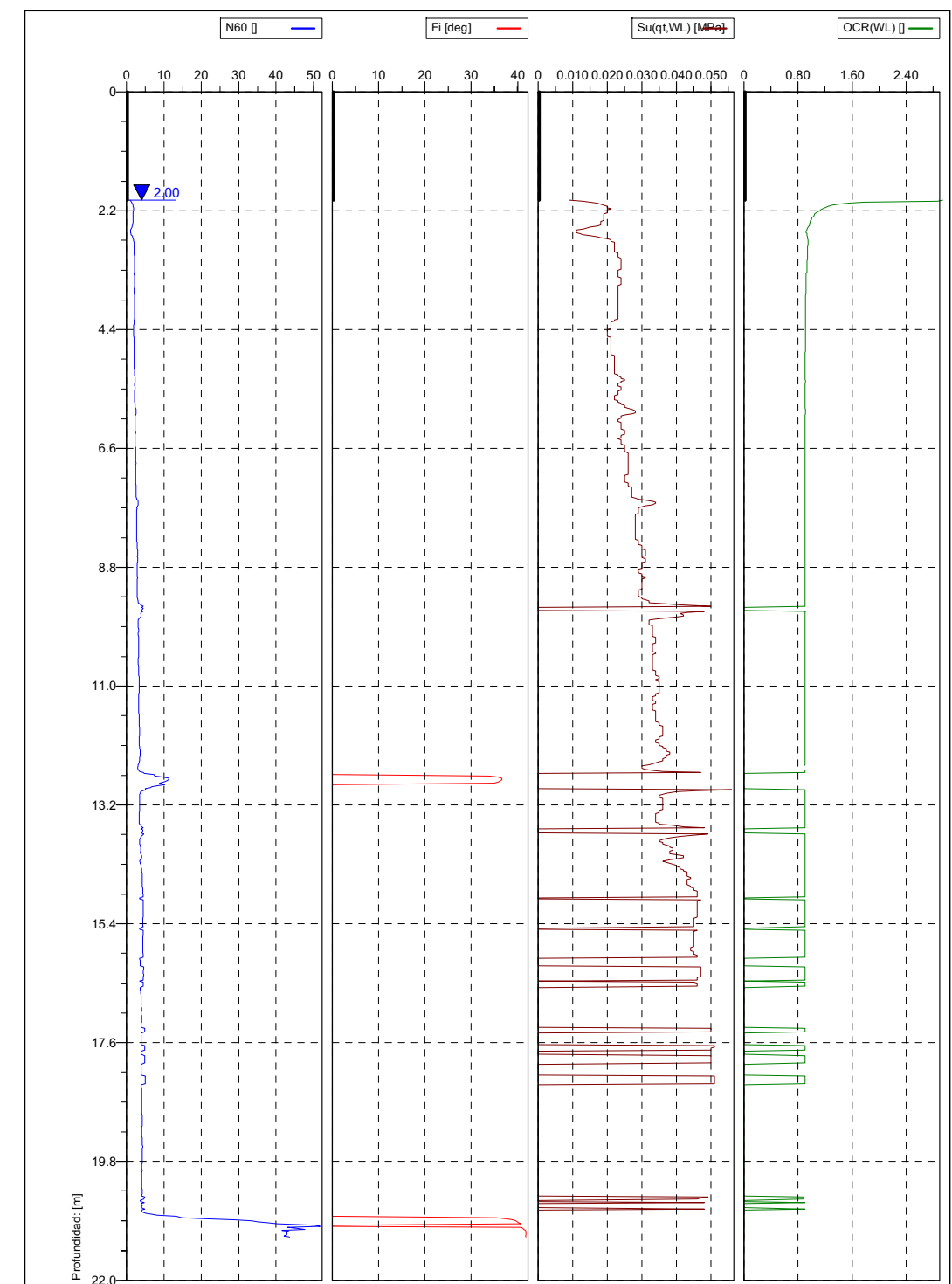
 <p>Cone No: 3638 Tip area [cm²]: 10 Sieve area [cm²]: 150</p>	Localización: LAS ALETAS.PUERTO REAL (CÁDIZ)	Ubicación: 	Nivel terreno: 1.50	Ensayo no: 2
	Proyecto n°: 	Cliente: 	Fecha: 21/07/2006	Escala:
Proyecto: ACTUACIÓN TERCIARIA INDUSTRIAL "LAS ALETAS"		Página: 4	Figura: 4	
Parámetros estándares de CPTU			Archivo: 2a.cpd	

CPTU 2. (K_0 , M_0 , ID, y M).



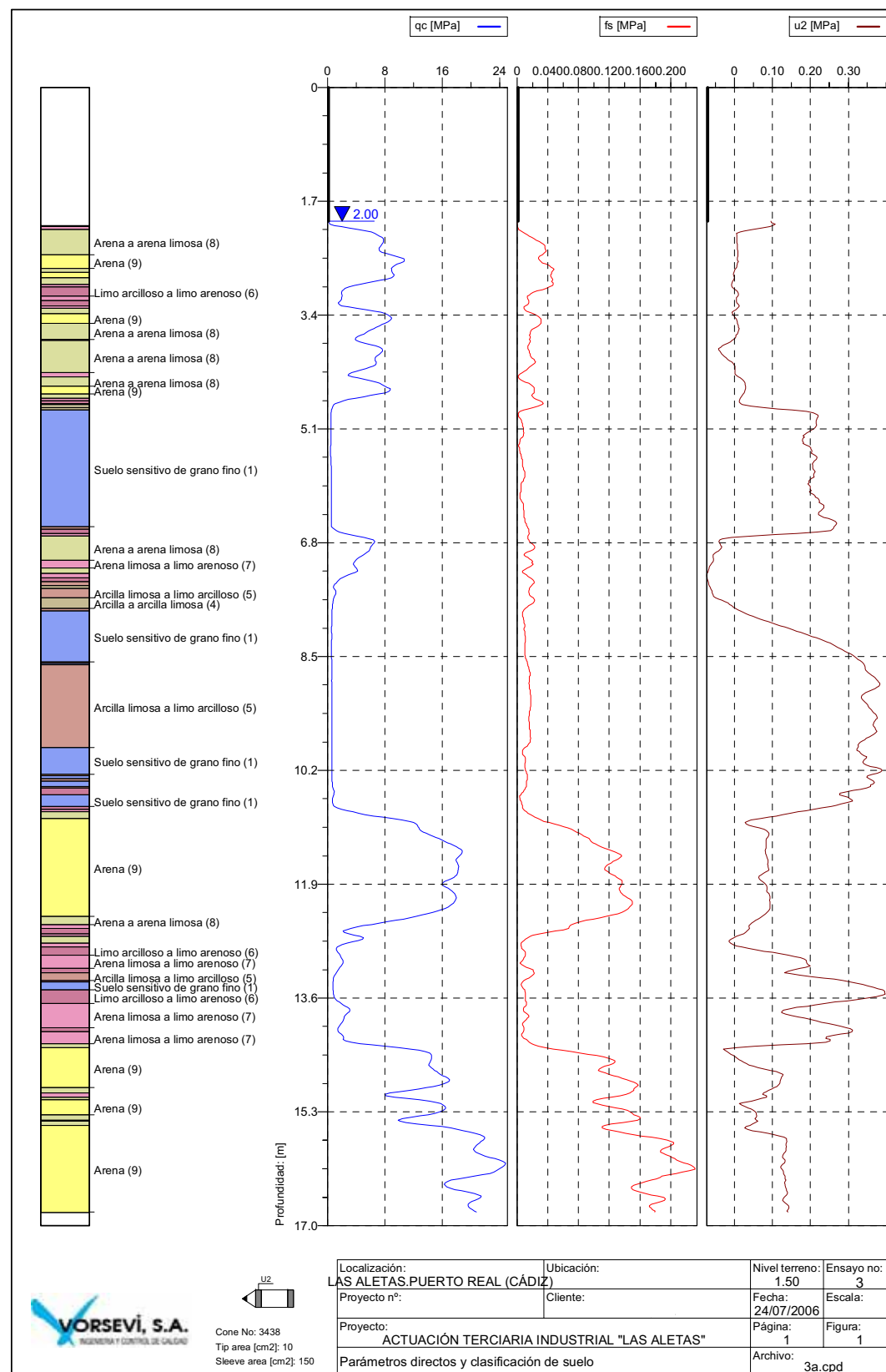
<p>VORSEVI, S.A. INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD</p>	<p>Cone No: 3638 Tip area [cm²]: 10 Sleeve area [cm²]: 150</p>	Localización:	Ubicación:	Nivel terreno:	Ensayo no:
		LAS ALETAS.PUERTO REAL (CÁDIZ)	KARIN	1.50	2
		Proyecto n°:	Cliente:	Fecha:	Escala:
		ACTUACIÓN TERCIARIA INDUSTRIAL "LAS ALETAS"	KARIN	21/07/2006	5
		Proyecto:	Página:	Figura:	
		Evaluación de parámetros geotécnicos (a)	5	5	
			Archivo:		
			2a.cpd		

CPTU 2. (N_{60} , ϕ , $Su(WL)$, y $OCR(WL)$).

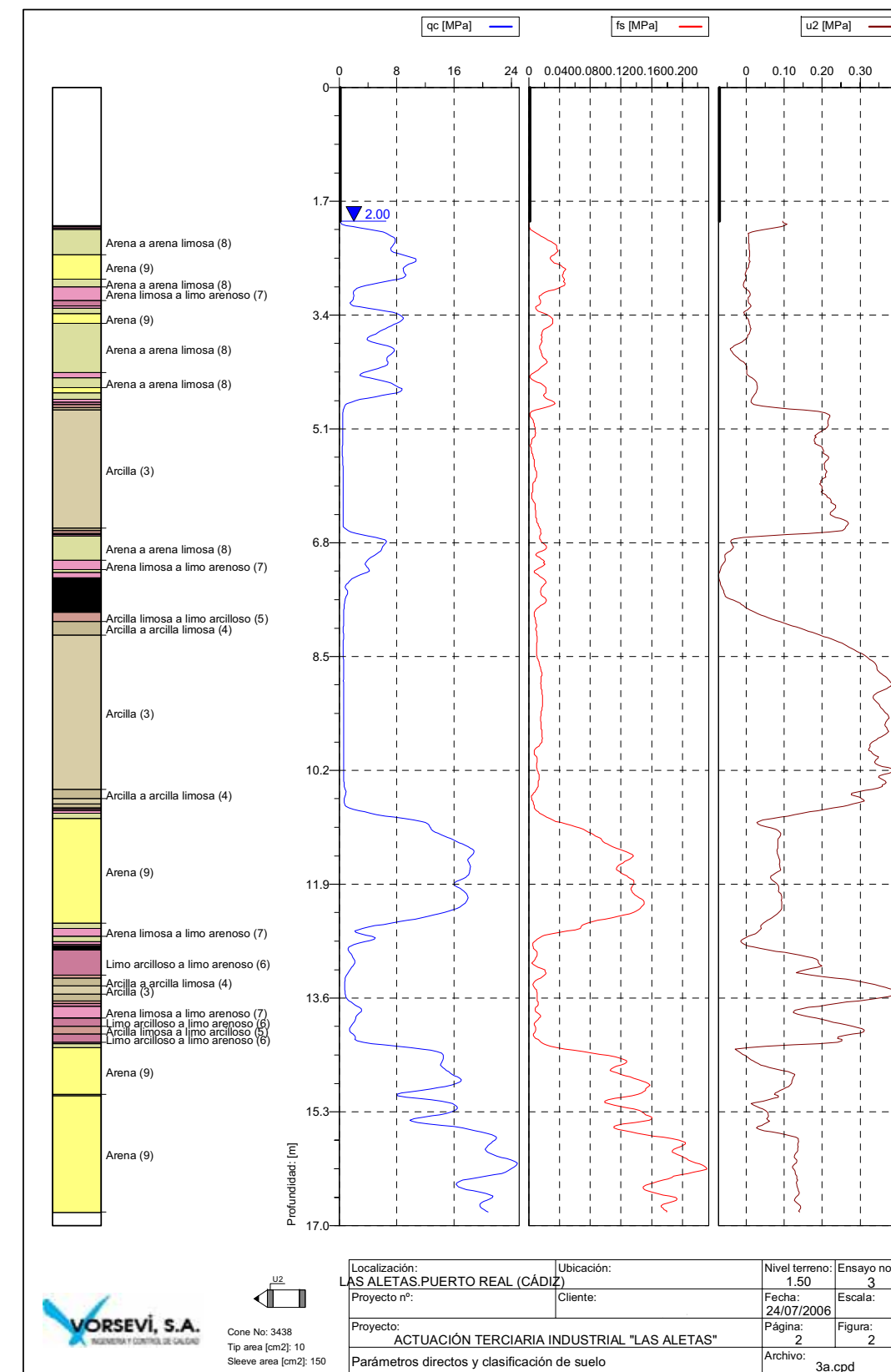


<p>VORSEVI, S.A. INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD</p>	<p>Cone No: 3638 Tip area [cm²]: 10 Sleeve area [cm²]: 150</p>	Localización:	Ubicación:	Nivel terreno:	Ensayo no:
		LAS ALETAS.PUERTO REAL (CÁDIZ)	KARIN	1.50	2
		Proyecto n°:	Cliente:	Fecha:	Escala:
		ACTUACIÓN TERCIARIA INDUSTRIAL "LAS ALETAS"	KARIN	21/07/2006	6
		Proyecto:	Página:	Figura:	
		Evaluación de parámetros geotécnicos (b)	6	6	
			Archivo:		
			2a.cpd		

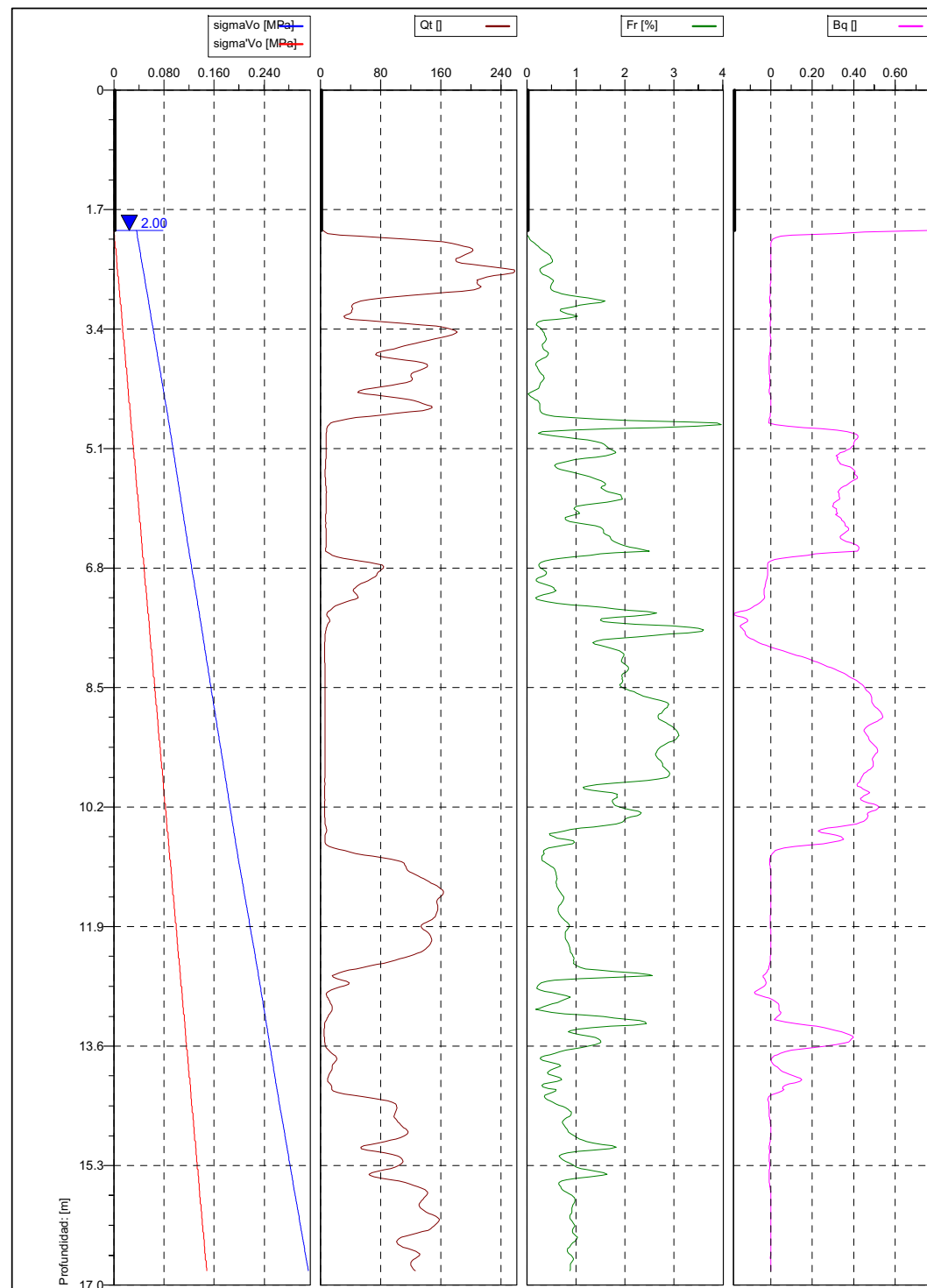
CPTU 3. (q_c , f_s , u_2). Robertson, 1986.



CPTU 3. (q_c , f_s , u_2). Robertson, 1986 (b).



CPTU 3. (q_t , f_t , u_2 , u_0 y R_f).

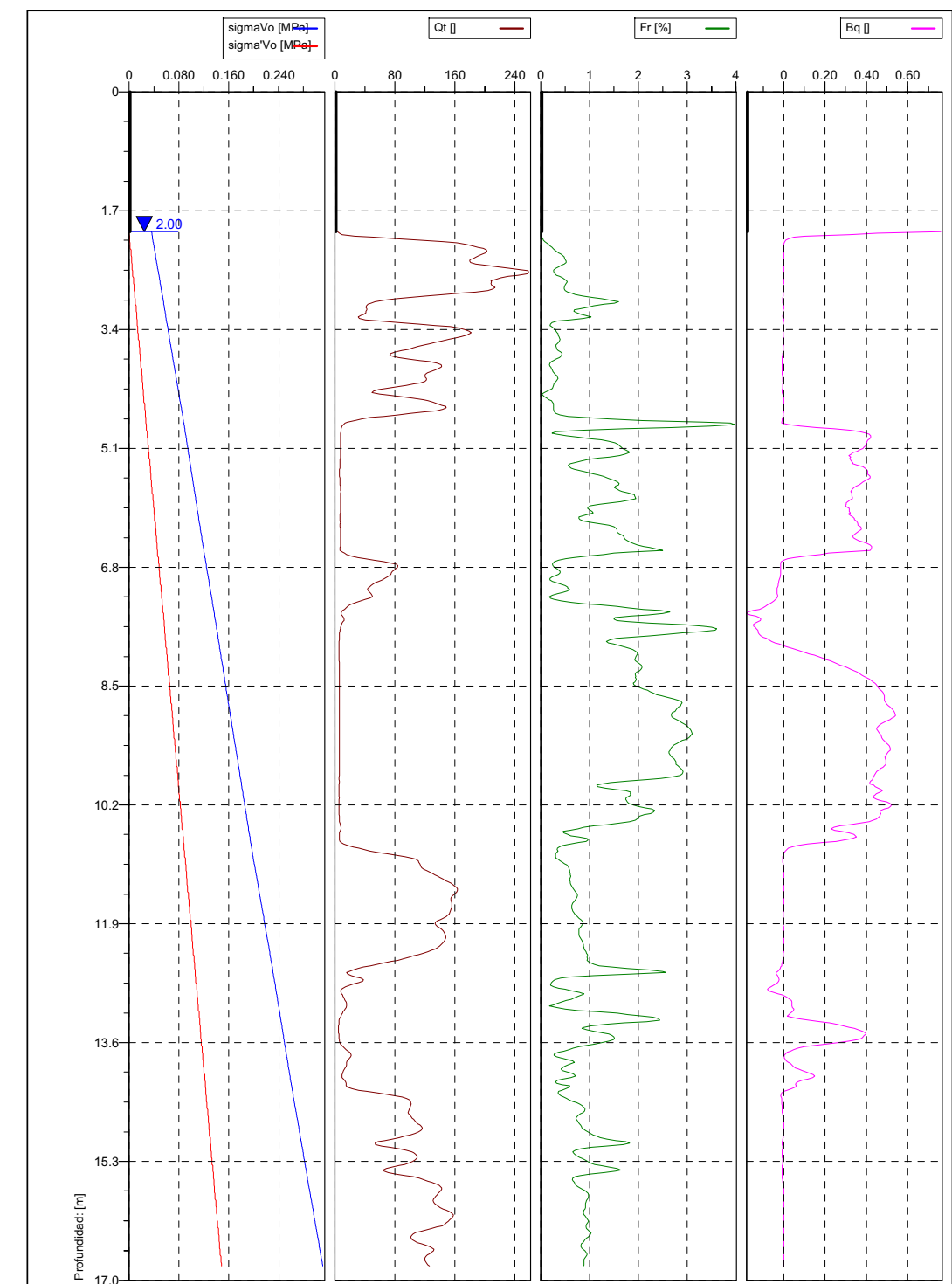


VORSEVI, S.A.
INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

Cone No: 3438
Tip area [cm²]: 10
Sleeve area [cm²]: 150

Localización: LAS ALETAS.PUERTO REAL (CÁDIZ)	Ubicación:	Nivel terreno: 1.50	Ensayo no: 3
Proyecto n°:	Cliente:	Fecha: 24/07/2006	Escala:
Proyecto: ACTUACIÓN TERCIARIA INDUSTRIAL "LAS ALETAS"		Página: 3	Figura: 3
Parámetros corregidos de CPTU		Archivo: 3a.cpd	

CPTU 3. (σ_{vo} , σ'_{vo} , Q_t , Fr y B_q).

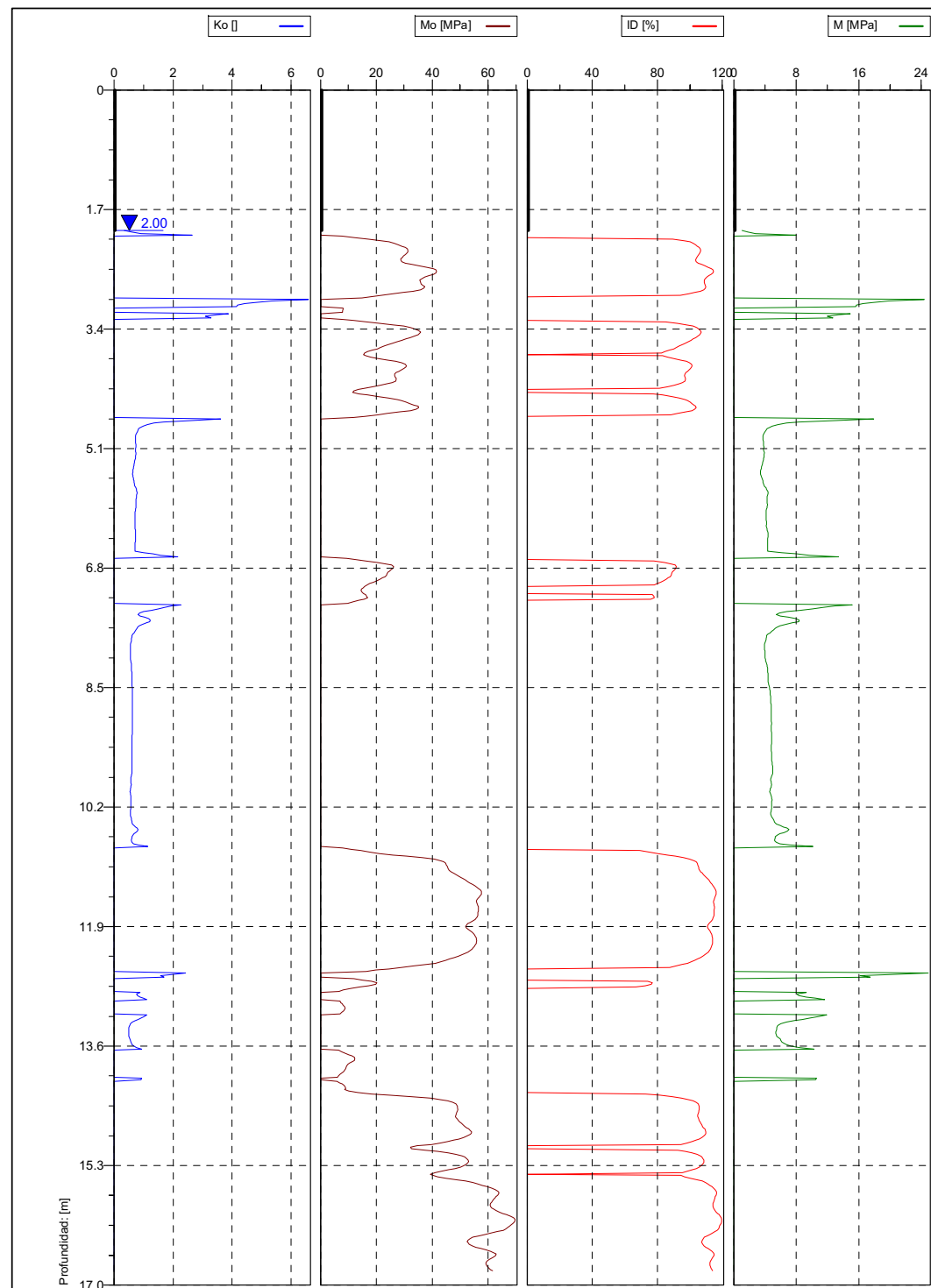


VORSEVI, S.A.
INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD

Cone No: 3438
Tip area [cm²]: 10
Sleeve area [cm²]: 150

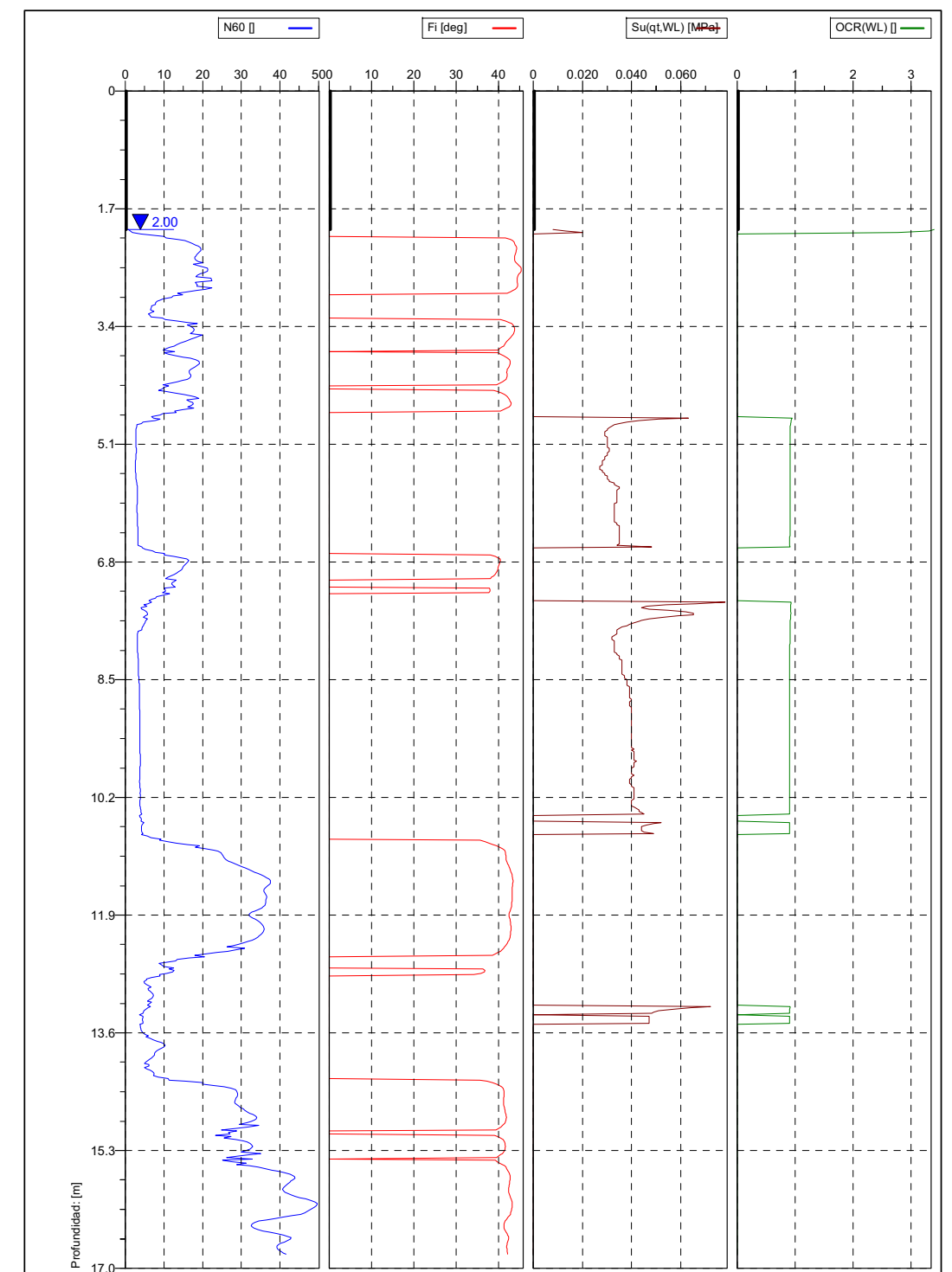
Localización: LAS ALETAS.PUERTO REAL (CÁDIZ)	Ubicación:	Nivel terreno: 1.50	Ensayo no: 3
Proyecto n°:	Cliente:	Fecha: 24/07/2006	Escala:
Proyecto: ACTUACIÓN TERCIARIA INDUSTRIAL "LAS ALETAS"		Página: 4	Figura: 4
Parámetros estándares de CPTU		Archivo: 3a.cpd	

CPTU 3. (K_0 , M_0 , ID, y M).



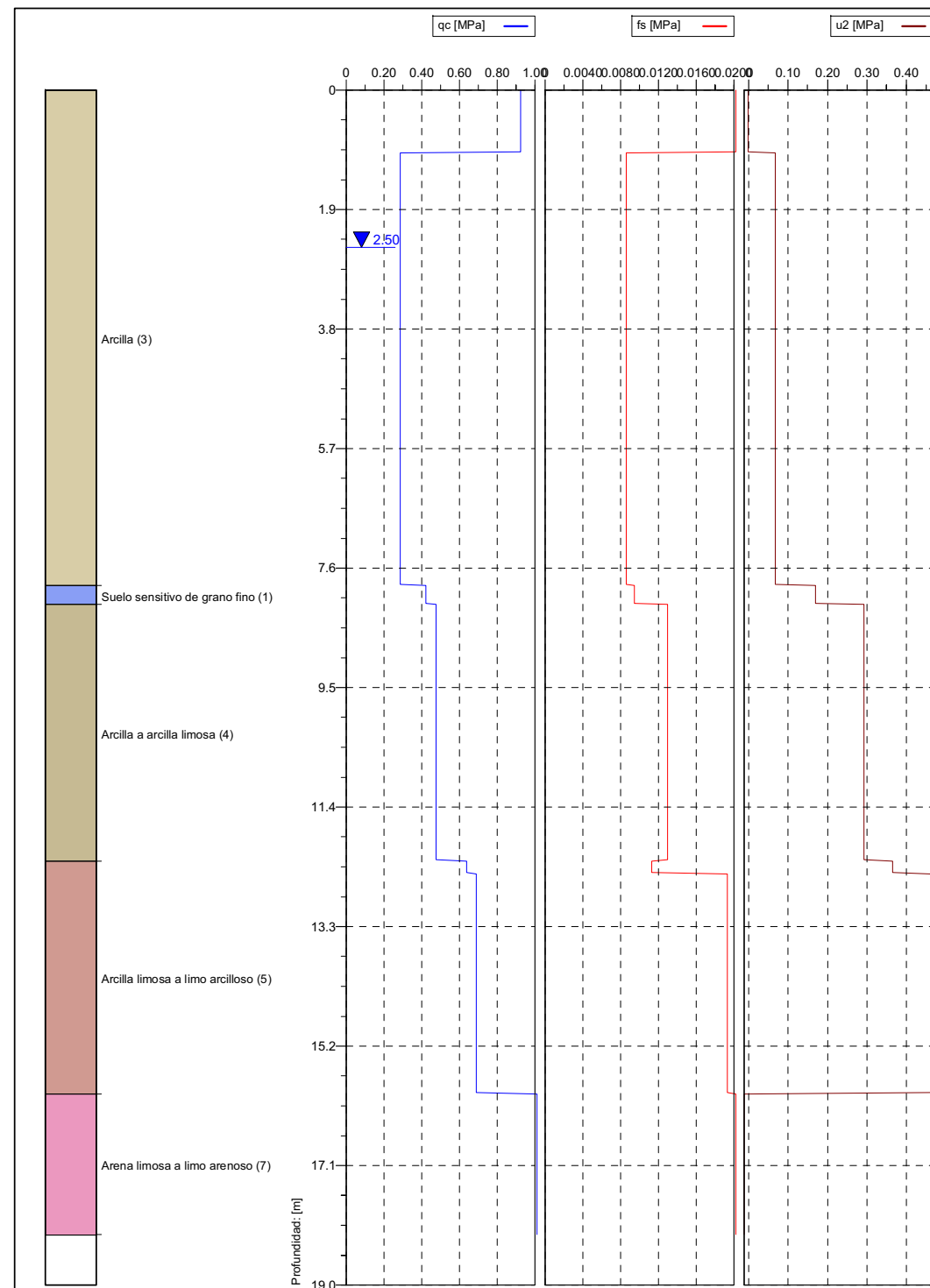
<p>Cone No: 3438 Tip area [cm2]: 10 Sleeve area [cm2]: 150</p>	Localización: LAS ALETAS.PUERTO REAL (CÁDIZ)	Ubicación:	Nivel terreno: 1.50	Ensayo no: 3
	Proyecto n°:	Cliente: KARIN	Fecha: 24/07/2006	Escala:
	Proyecto: ACTUACIÓN TERCIARIA INDUSTRIAL "LAS ALETAS"	Página: 5	Figura: 5	
	Evaluación de parámetros geotécnicos (a)	Archivo: 3a.cpd		

CPTU 3. (N_{60} , ϕ , $Su(WL)$, y $OCR(WL)$).



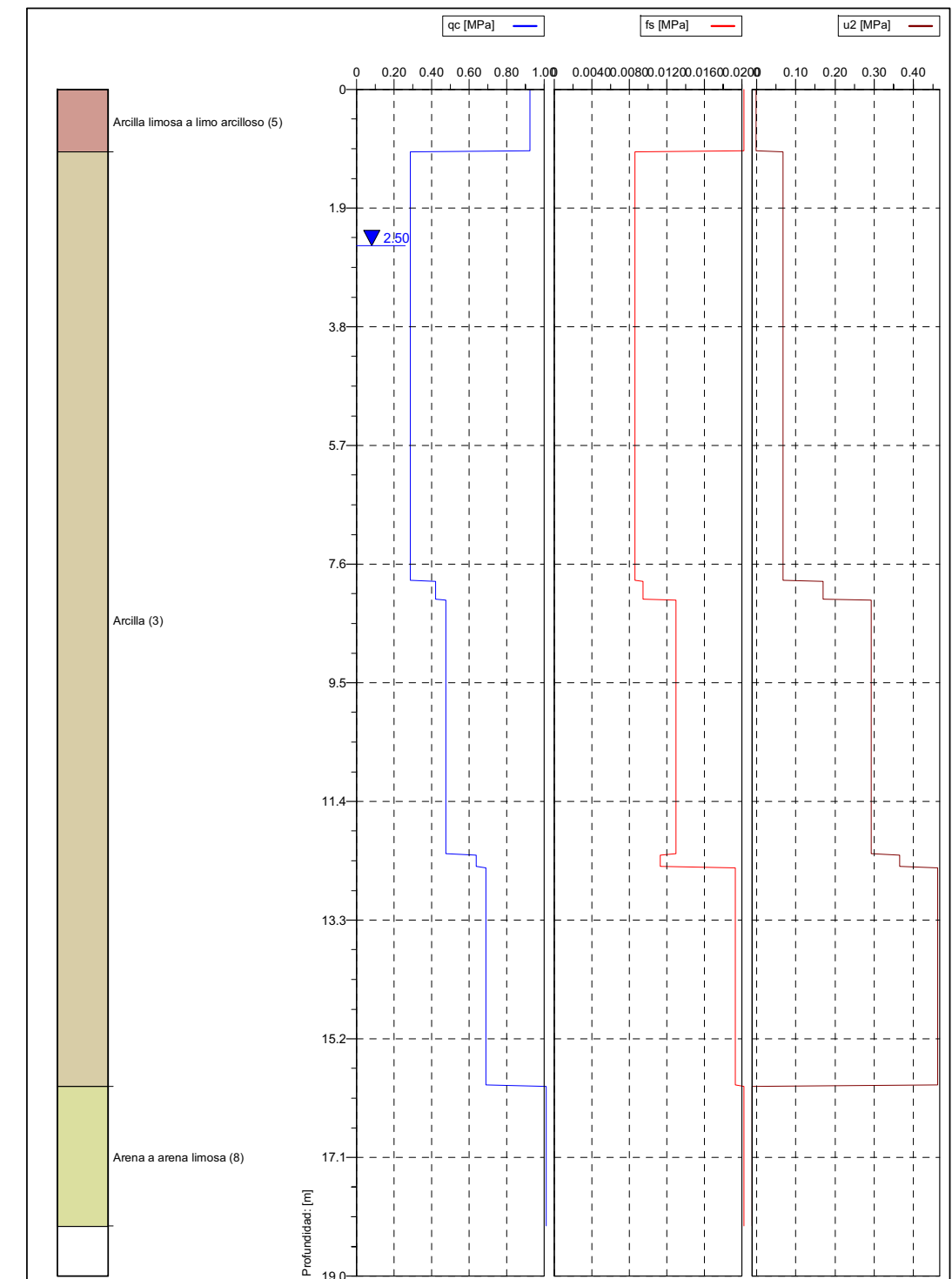
<p>Cone No: 3438 Tip area [cm2]: 10 Sleeve area [cm2]: 150</p>	Localización: LAS ALETAS.PUERTO REAL (CÁDIZ)	Ubicación:	Nivel terreno: 1.50	Ensayo no: 3
	Proyecto n°:	Cliente:	Fecha: 24/07/2006	Escala:
	Proyecto: ACTUACIÓN TERCIARIA INDUSTRIAL "LAS ALETAS"	Página: 6	Figura: 6	
	Evaluación de parámetros geotécnicos (b)	Archivo: 3a.cpd		

CPTU 1. (q_c , f_s , u_2). Robertson, 1986. Valores Medios.



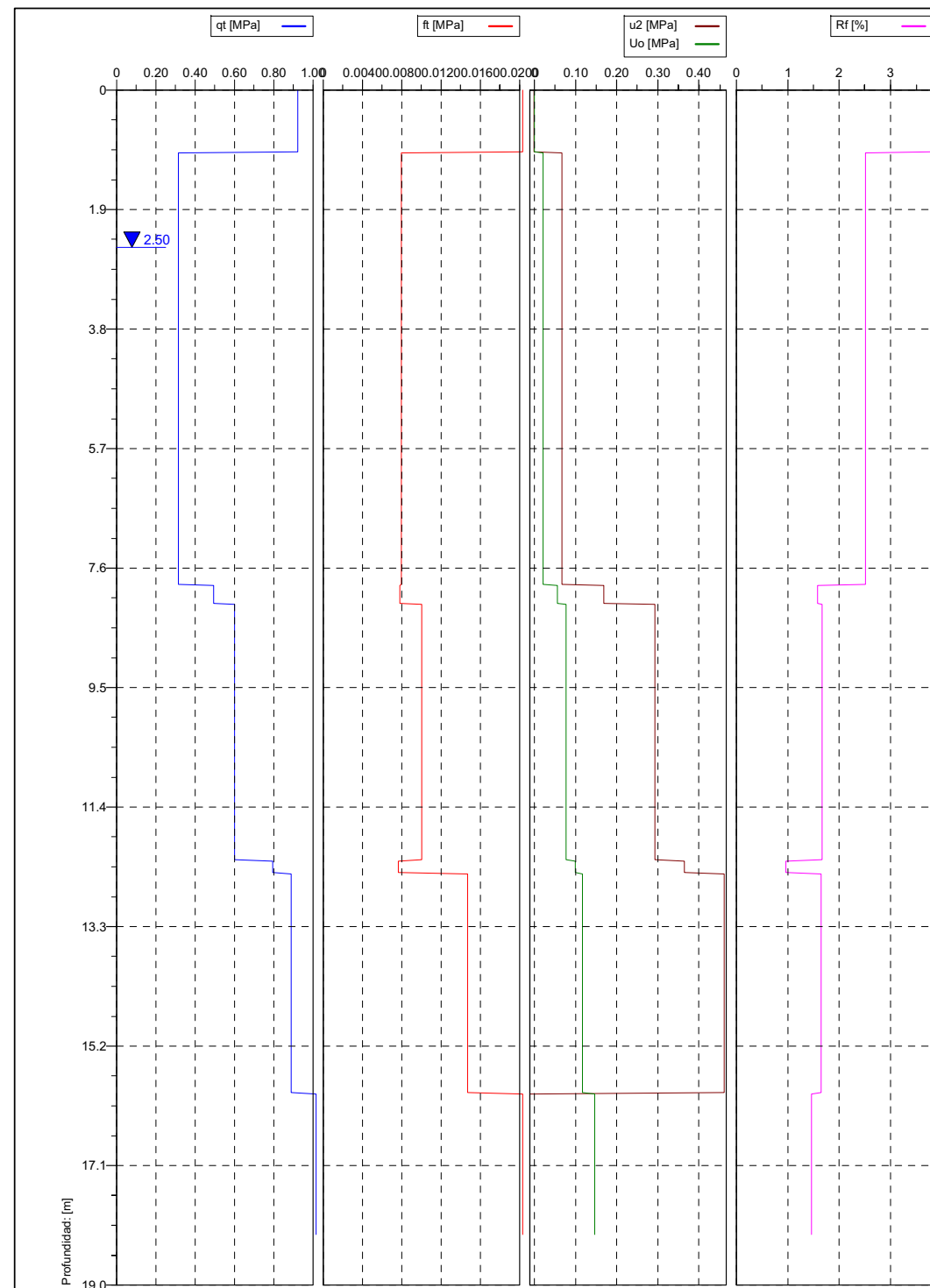
<p>Cone No: 3638 Tip area [cm²]: 10 Sleeve area [cm²]: 150</p>	Localización: LAS ALETAS.PUERTO REAL (CÁDIZ)	Ubicación:	Nivel terreno: 1.50	Ensayo no: 1
	Proyecto n°:	Cliente:	Fecha: 20/07/2006	Escala:
	Proyecto: ACTUACIÓN TERCIARIA INDUSTRIAL "LAS ALETAS"	Página: 1	Figura: 1	
	Parámetros directos y clasificación de suelo (Valores Medios)			Archivo: 1a.cpd

CPTU 1. (q_c , f_s , u_2). Robertson, 1986 (b). Valores Medios.



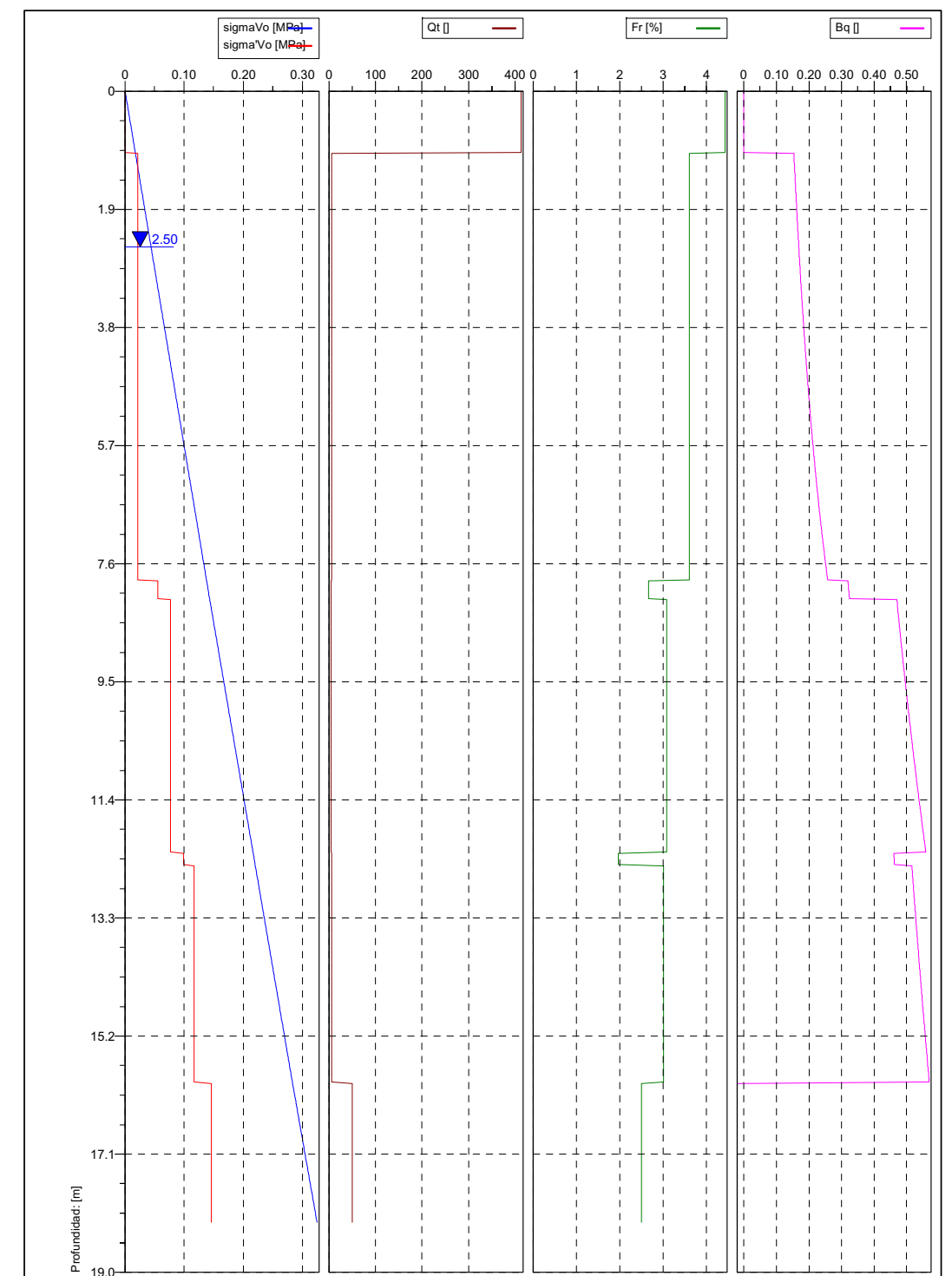
<p>Cone No: 3638 Tip area [cm²]: 10 Sleeve area [cm²]: 150</p>	Localización: LAS ALETAS.PUERTO REAL (CÁDIZ)	Ubicación:	Nivel terreno: 1.50	Ensayo no: 1
	Proyecto n°:	Cliente:	Fecha: 20/07/2006	Escala:
	Proyecto: ACTUACIÓN TERCIARIA INDUSTRIAL "LAS ALETAS"	Página: 2	Figura: 2	
	Parámetros directos y clasificación de suelo (Valores Medios)			Archivo: 1a.cpd

CPTU 1. (q_t , f_t , u_2 , u_0 y R_f). Valores Medios.



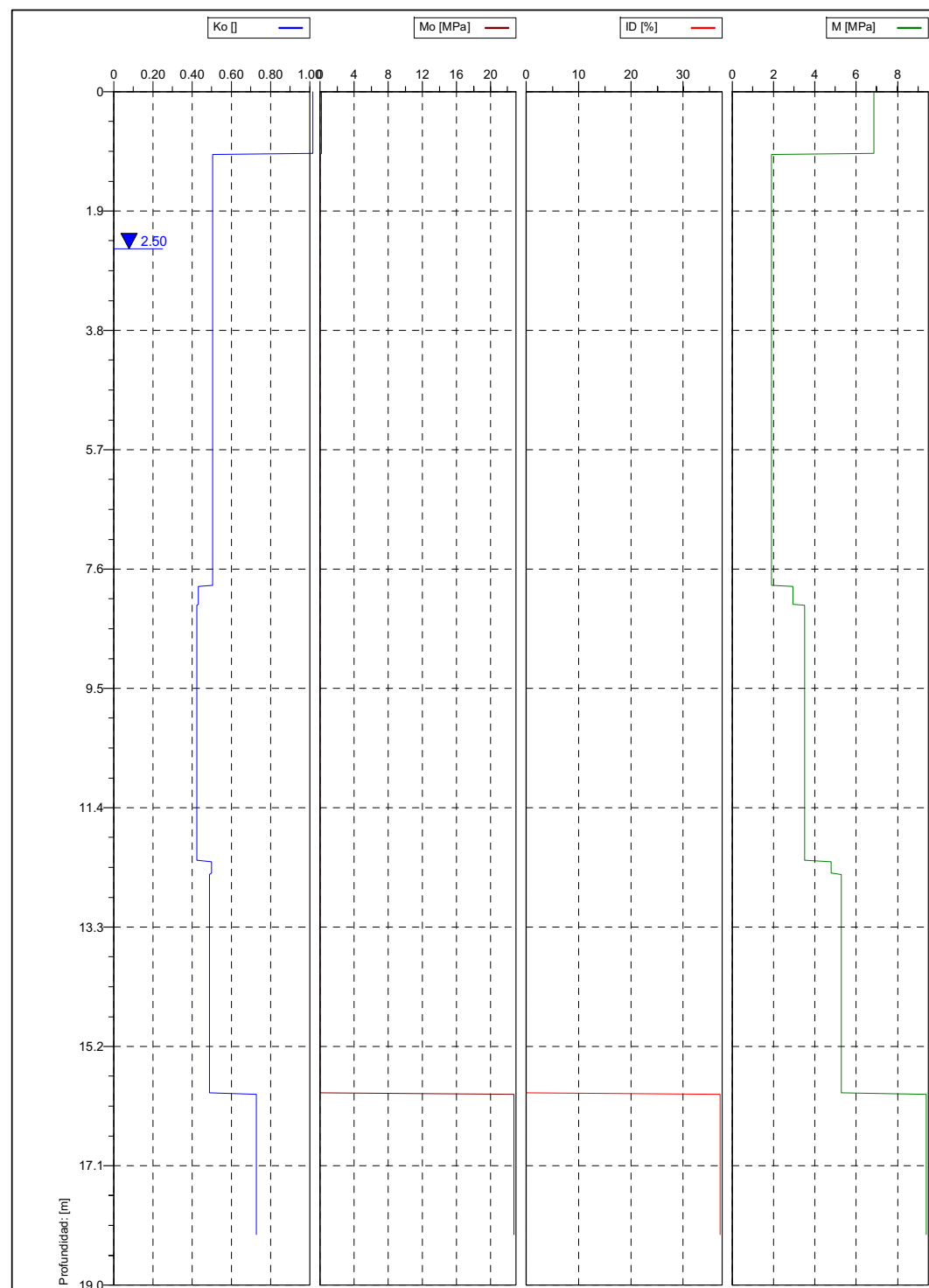
<p>VORSEVI, S.A. INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD</p> <p>Cone No: 3638 Tip area [cm²]: 10 Sleeve area [cm²]: 150</p>	Localización: LAS ALETAS.PUERTO REAL (CÁDIZ)	Ubicación:	Nivel terreno: 1.50	Ensayo no: 1
	Proyecto n°:	Cliente:	Fecha: 20/07/2006	Escala:
	Proyecto: ACTUACIÓN TERCIARIA INDUSTRIAL "LAS ALETAS"		Página: 3	Figura: 3
	Parámetros corregidos de CPTU (Valores Medios)		Archivo: 1a.cpd	

CPTU 1. (σ_{vo} , σ'_{vo} , Q_t , Fr y B_q). Valores Medios.



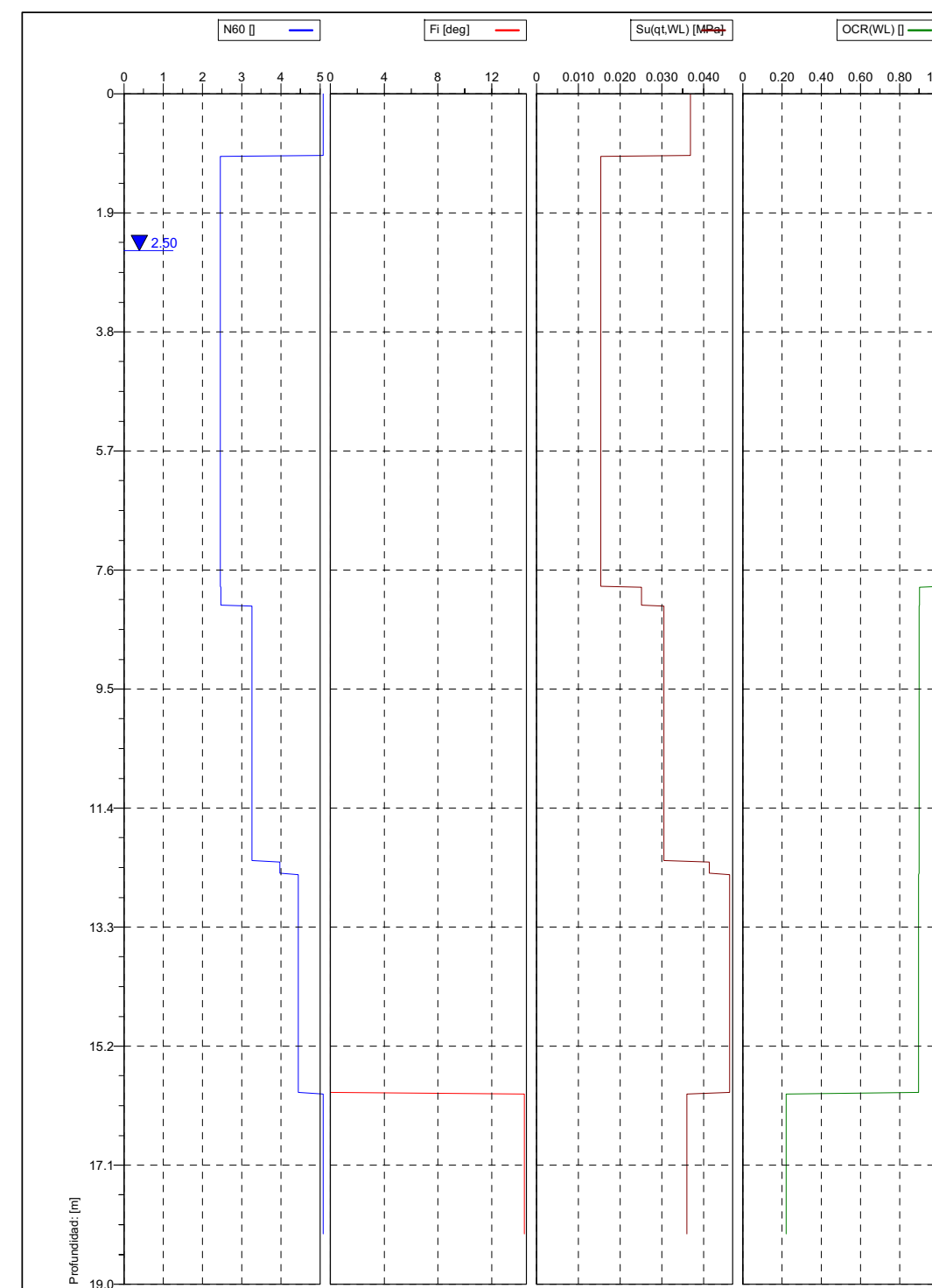
<p>VORSEVI, S.A. INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD</p> <p>Cone No: 3638 Tip area [cm²]: 10 Sleeve area [cm²]: 150</p>	Localización: LAS ALETAS.PUERTO REAL (CÁDIZ)	Ubicación:	Nivel terreno: 1.50	Ensayo no: 1
	Proyecto n°:	Cliente:	Fecha: 20/07/2006	Escala:
	Proyecto: ACTUACIÓN TERCIARIA INDUSTRIAL "LAS ALETAS"		Página: 4	Figura: 4
	Parámetros estándares de CPTU (Valores Medios)		Archivo: 1a.cpd	

CPTU 1. (K_0 , M_0 , ID, y M). Valores Medios.



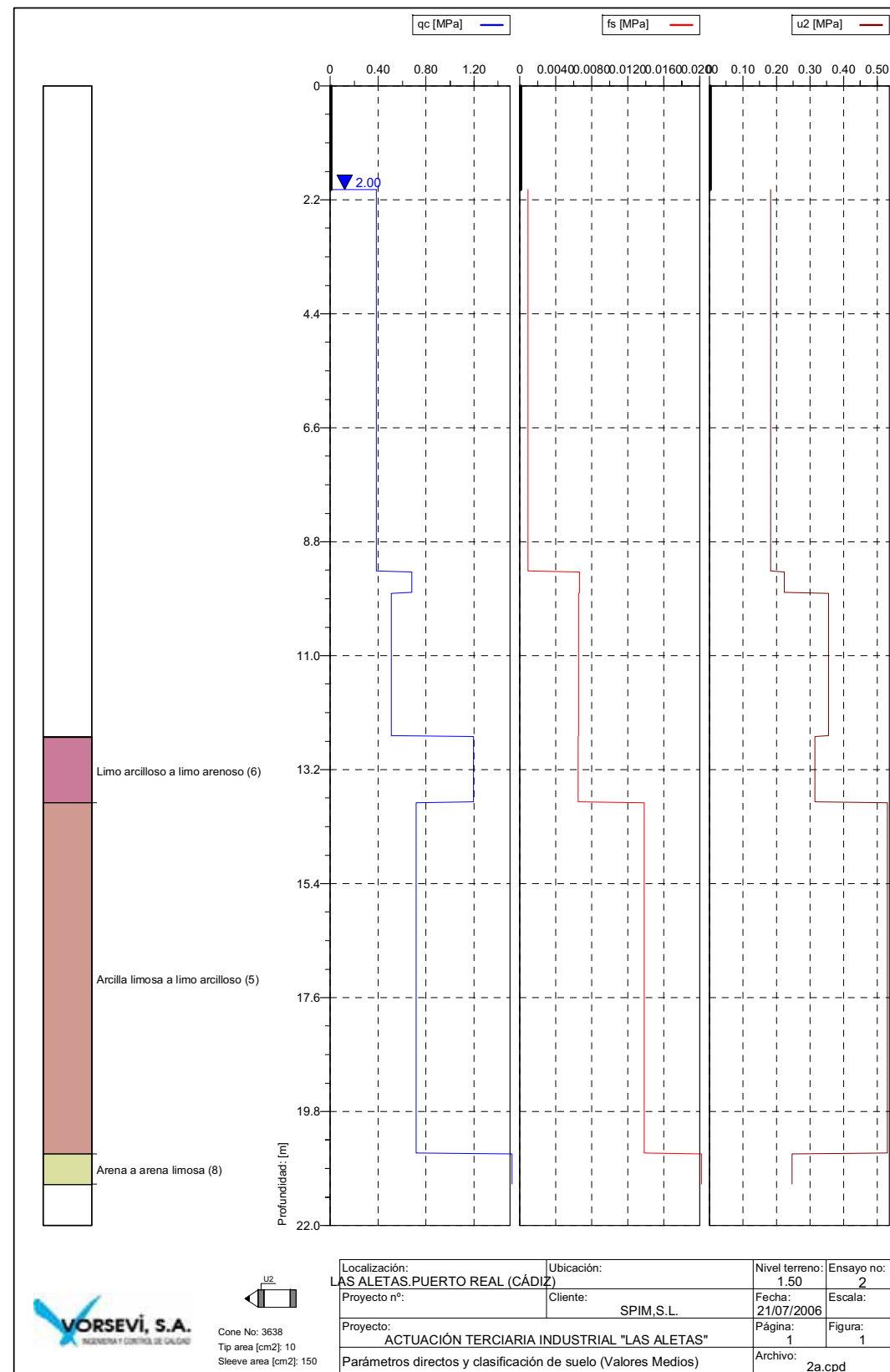
<p>VORSEVI, S.A. INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD</p> <p>Cone No: 3638 Tip area [cm2]: 10 Sleeve area [cm2]: 150</p>	Localización: LAS ALETAS.PUERTO REAL (CÁDIZ)	Ubicación: 	Nivel terreno: 1.50	Ensayo no: 1
	Proyecto n°: 	Cliente: SPIM,S.L.	Fecha: 20/07/2006	Escala:
Proyecto: ACTUACIÓN TERCIARIA INDUSTRIAL "LAS ALETAS"		Página: 5	Figura: 5	Archivo: 1a.cpd
Evaluación de parámetros geotécnicos (a) (Valores Medios)				

CPTU 1. (N_{60} , ϕ , $Su(WL)$, y $OCR(WL)$). Valores Medios.

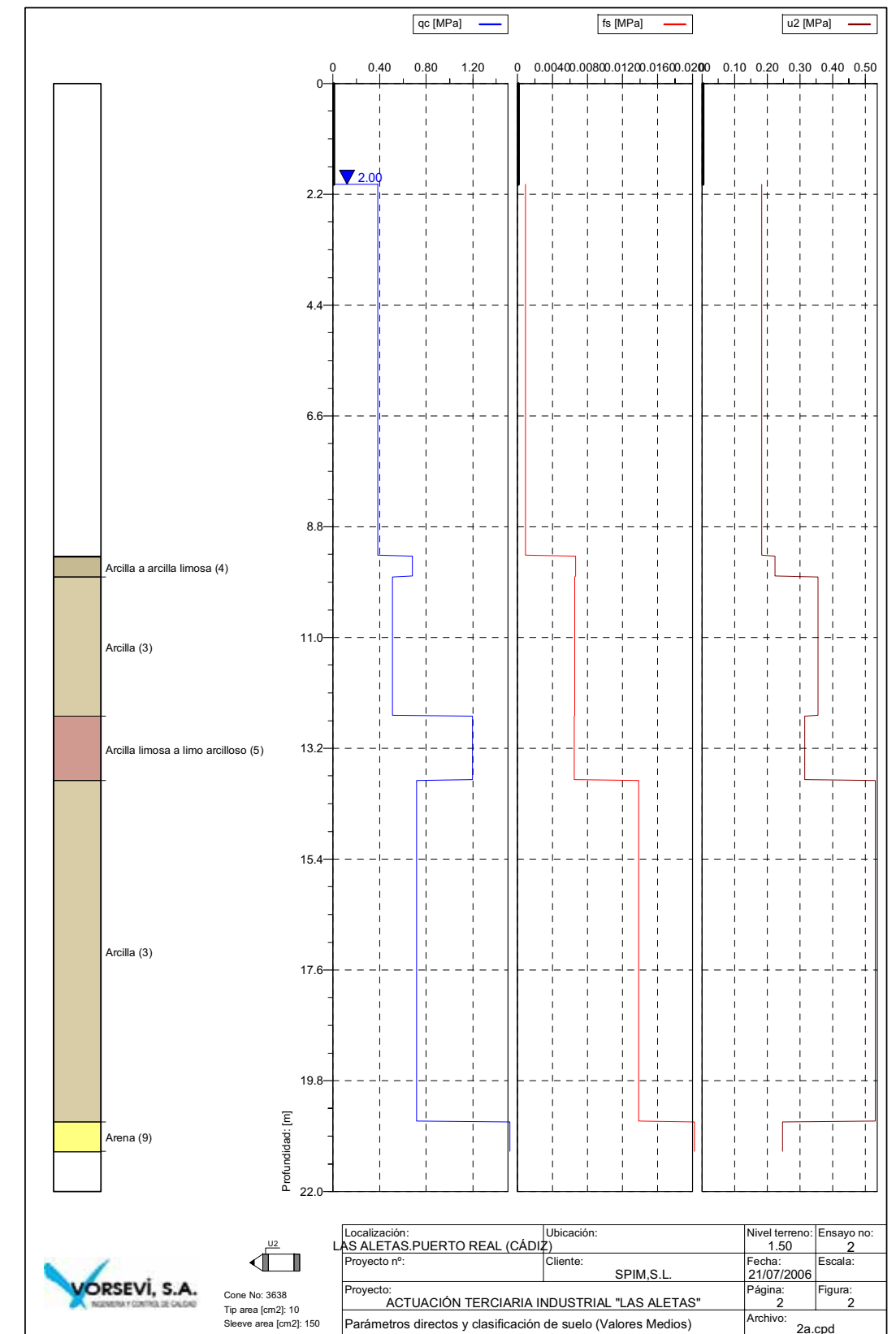


<p>VORSEVI, S.A. INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD</p> <p>Cone No: 3638 Tip area [cm2]: 10 Sleeve area [cm2]: 150</p>	Localización: LAS ALETAS.PUERTO REAL (CÁDIZ)	Ubicación: 	Nivel terreno: 1.50	Ensayo no: 1
	Proyecto n°: 	Cliente: 	Fecha: 20/07/2006	Escala:
Proyecto: ACTUACIÓN TERCIARIA INDUSTRIAL "LAS ALETAS"		Página: 6	Figura: 6	Archivo: 1a.cpd
Evaluación de parámetros geotécnicos (b) (Valores Medios)				

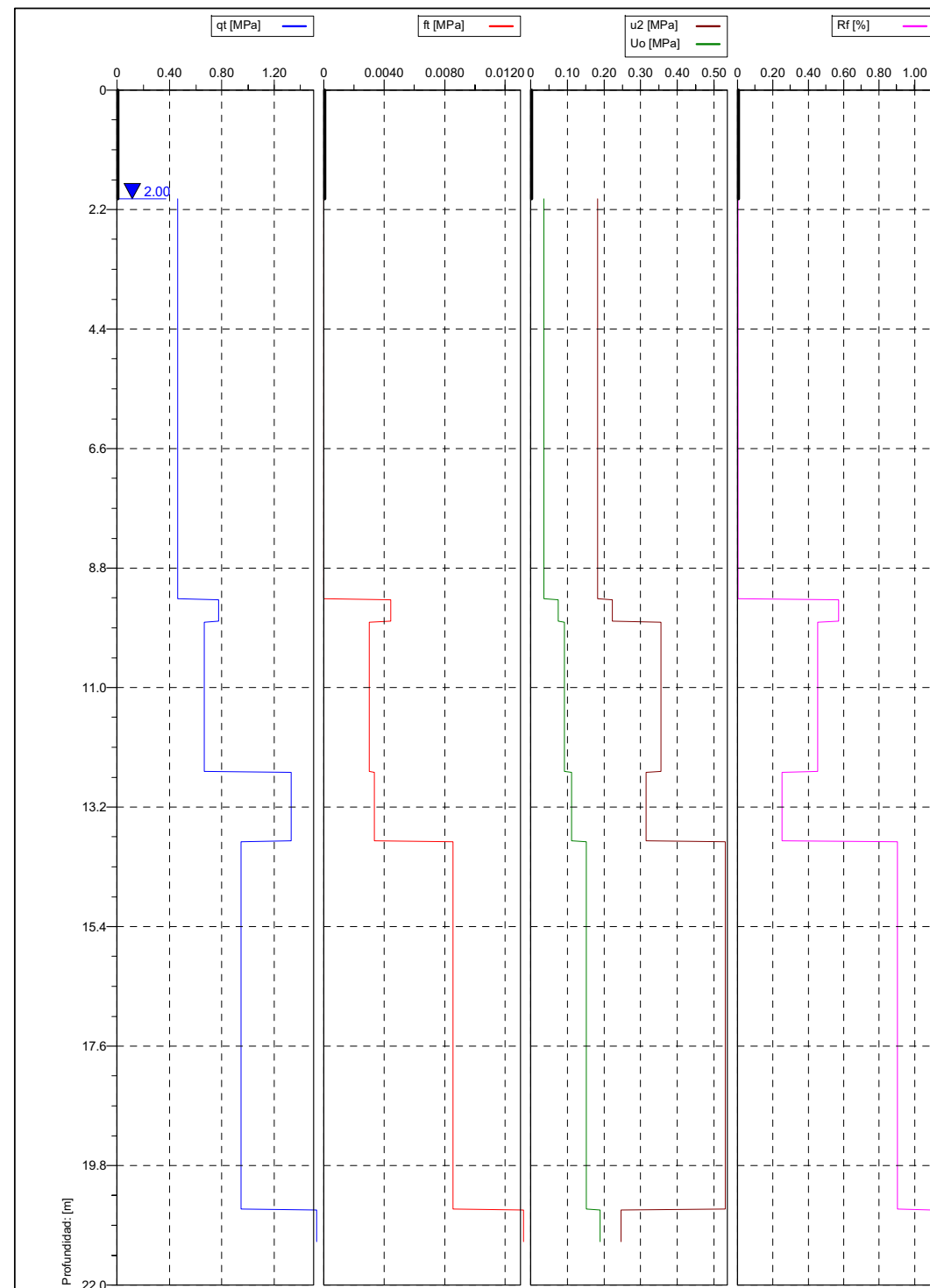
CPTU 2. (q_c , f_s , u_2). Robertson, 1986. Valores Medios.



CPTU 2. (q_c , f_s , u_2). Robertson, 1986 (b). Valores Medios.

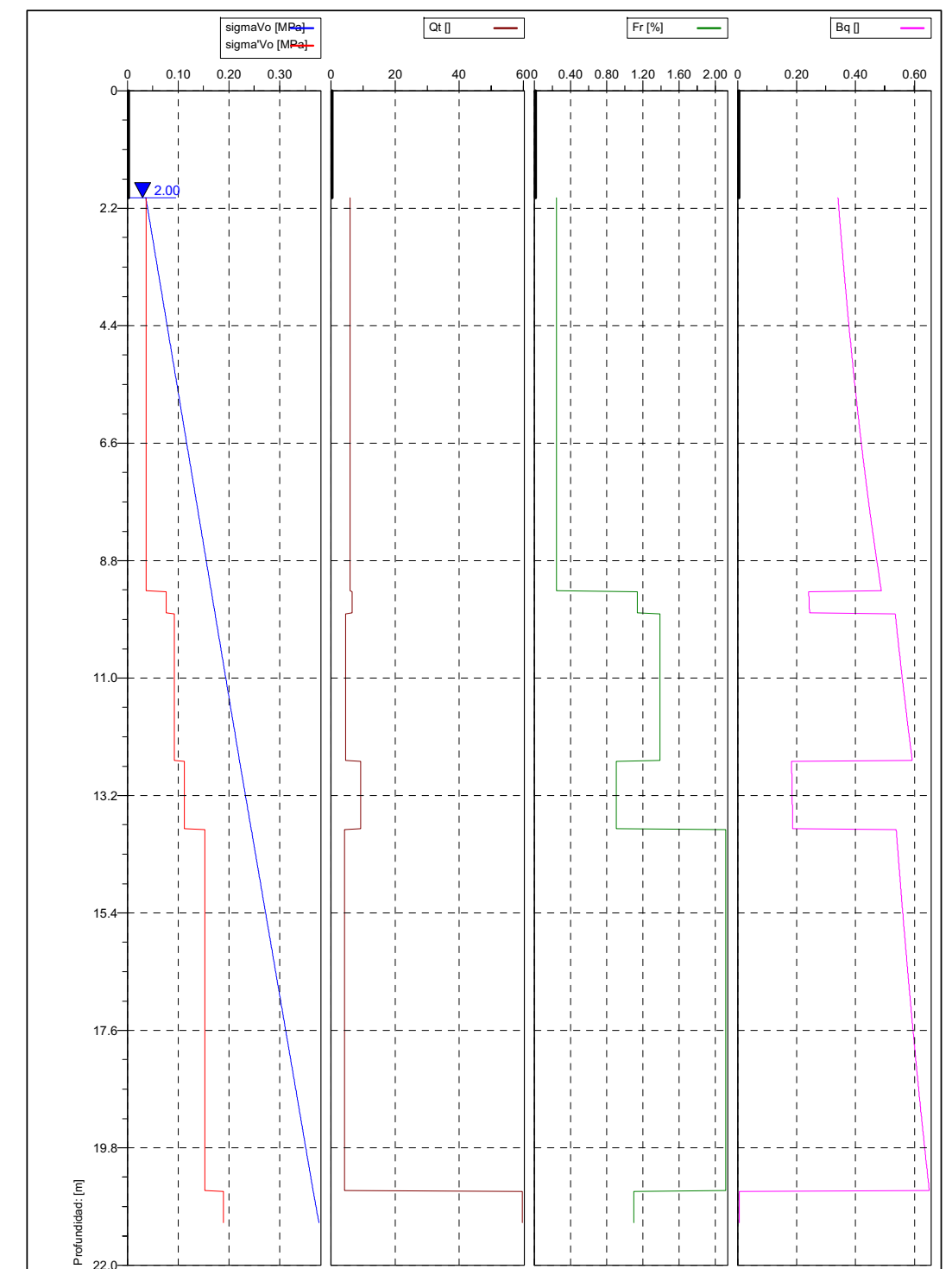


CPTU 2. (q_t , f_t , u_2 , u_0 y R_f). Valores Medios.



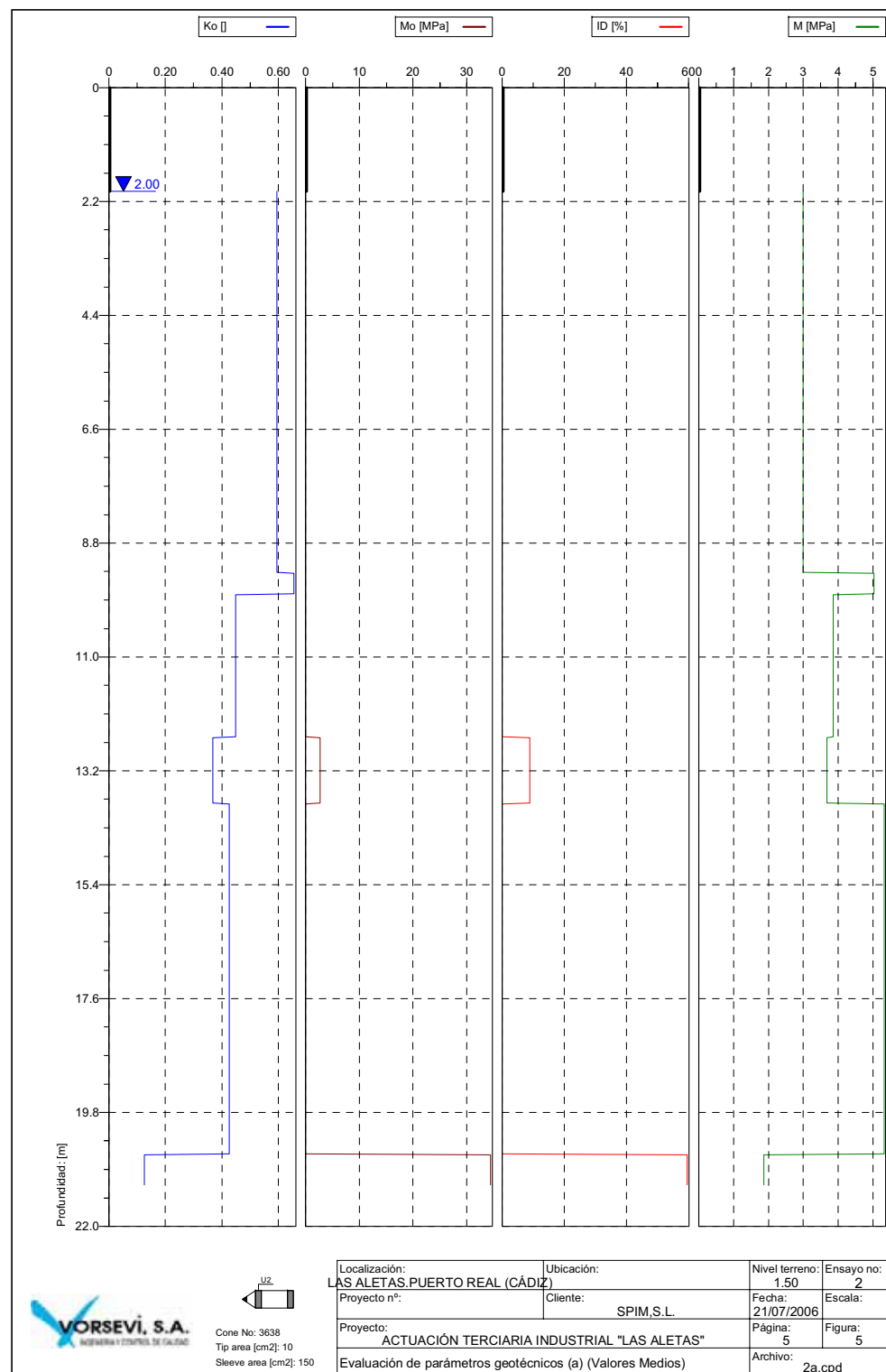
<p>VORSEVI, S.A. INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD</p>	Localización: LAS ALETAS.PUERTO REAL (CÁDIZ)		Ubicación: Nivel terreno: 1.50		Ensayo no.: 2		
	Proyecto n°: ACTUACIÓN TERCIARIA INDUSTRIAL "LAS ALETAS"		Cliente: SPIM,S.L.		Fecha: 21/07/2006		
Tip area [cm2]: 10 Sleeve area [cm2]: 150		Proyecto: ACTUACIÓN TERCIARIA INDUSTRIAL "LAS ALETAS"		Página: 3		Escala: 3	
Parámetros corregidos de CPTU (Valores Medios)				Archivo: 2a.cpd			

CPTU 2. (σ_{vo} , σ'_{vo} , Q_t , Fr y B_q). Valores Medios.

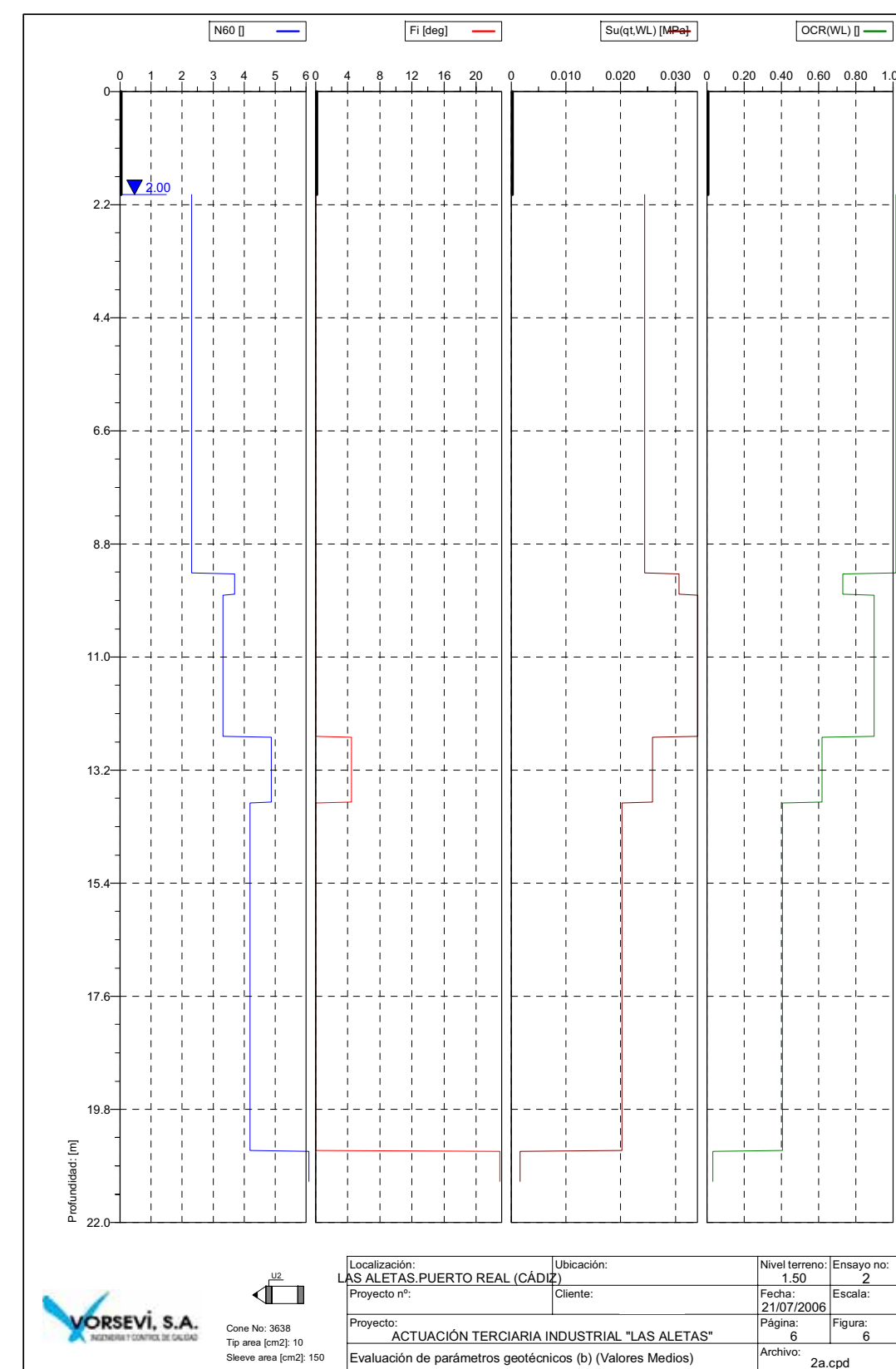


<p>VORSEVI, S.A. INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD</p>	Localización: LAS ALETAS.PUERTO REAL (CÁDIZ)		Ubicación: Nivel terreno: 1.50		Ensayo no.: 2		
	Proyecto n°: ACTUACIÓN TERCIARIA INDUSTRIAL "LAS ALETAS"		Cliente: SPIM,S.L.		Fecha: 21/07/2006		
Tip area [cm2]: 10 Sleeve area [cm2]: 150		Proyecto: ACTUACIÓN TERCIARIA INDUSTRIAL "LAS ALETAS"		Página: 4		Escala: 4	
Parámetros estándares de CPTU (Valores Medios)				Archivo: 2a.cpd			

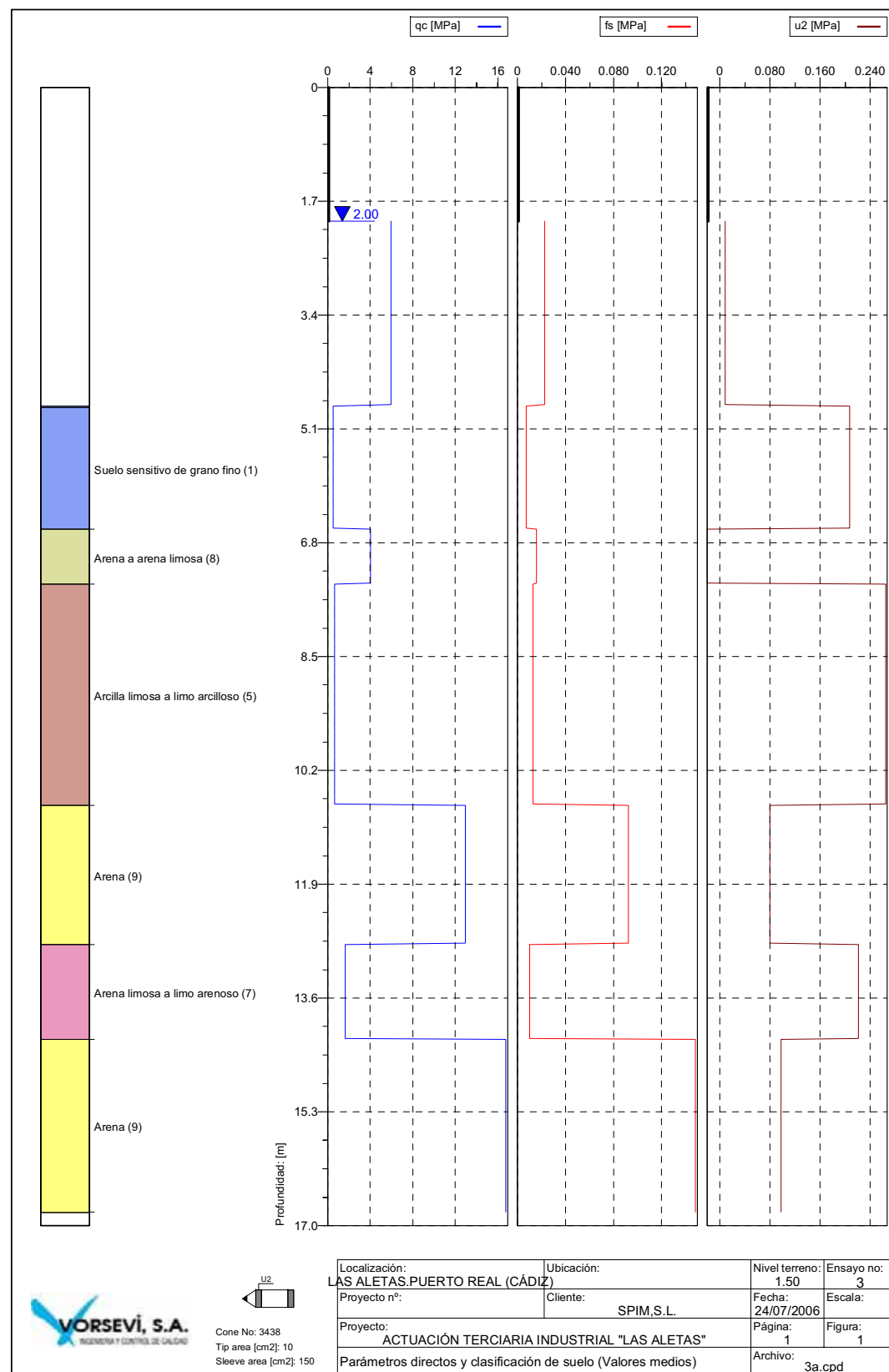
CPTU 2. (K_0 , M_0 , ID, y M). Valores Medios.



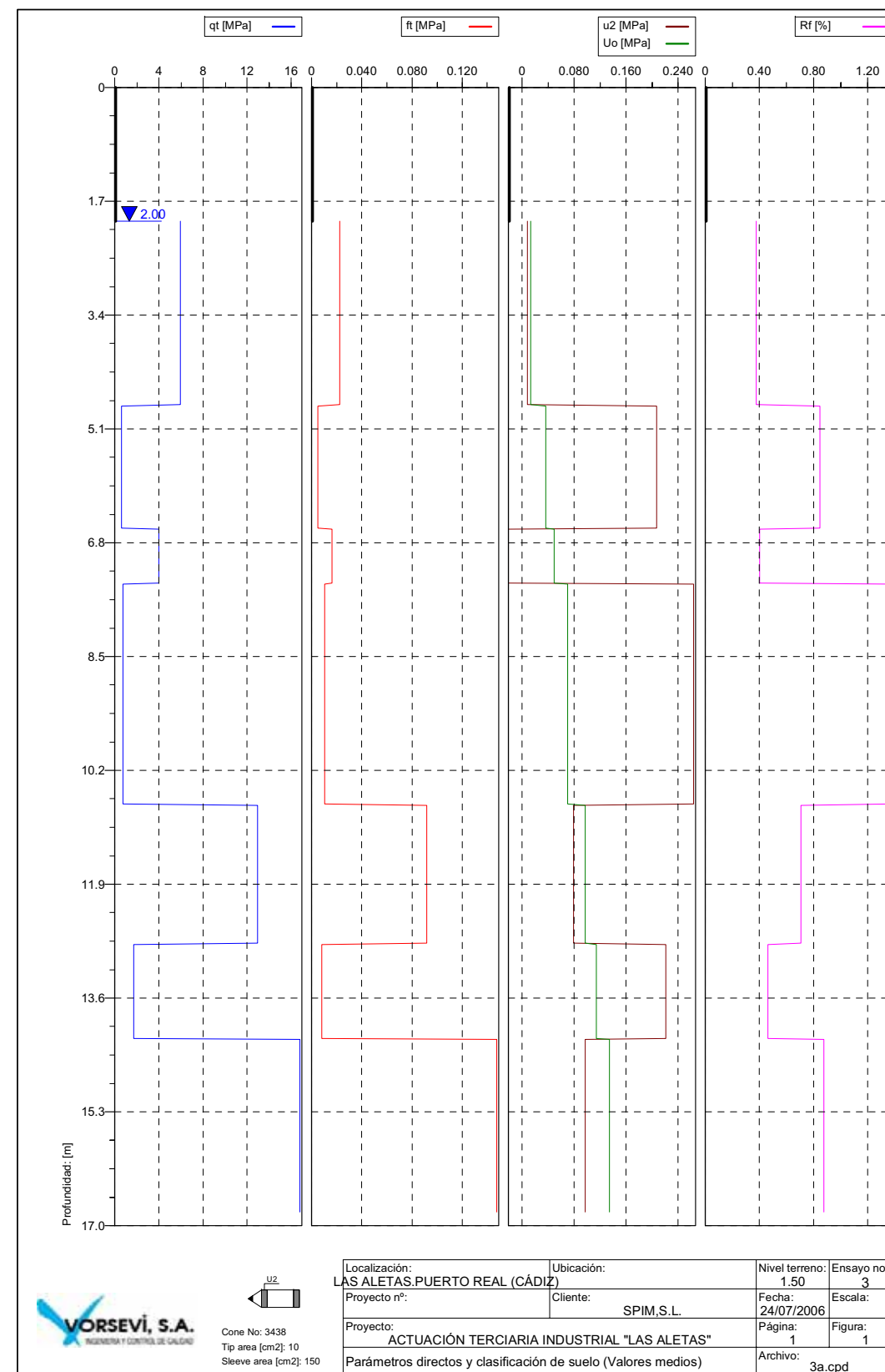
CPTU 2. (N_{60} , ϕ , $Su(WL)$, y $OCR(WL)$). Valores Medios.



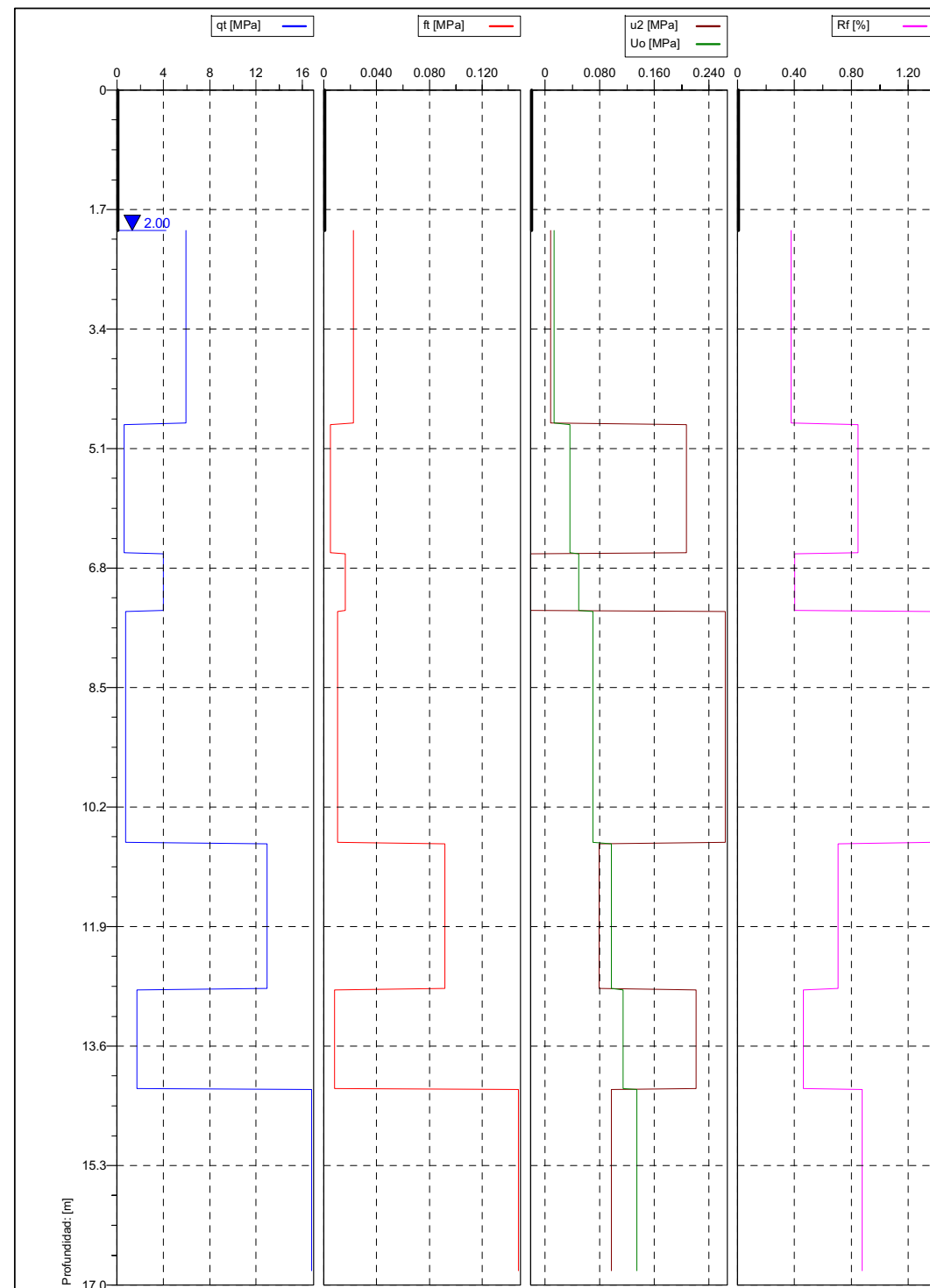
CPTU 3. (q_c , f_s , u_2). Robertson, 1986. Valores Medios.



CPTU 3. (q_c , f_s , u_2). Robertson, 1986 (b). Valores Medios.

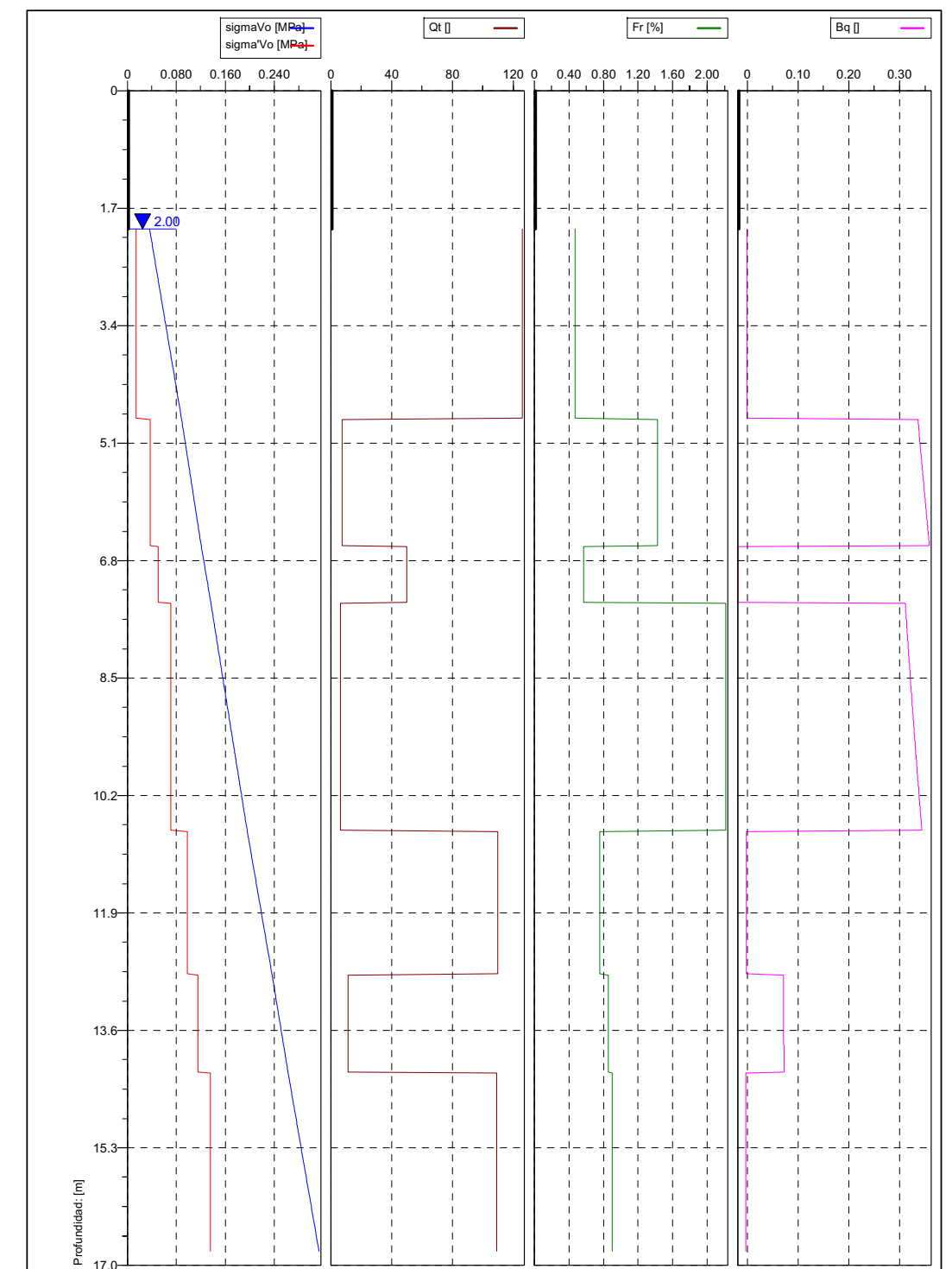


CPTU 3. (q_t , f_t , u_2 , u_0 y R_f). Valores Medios.



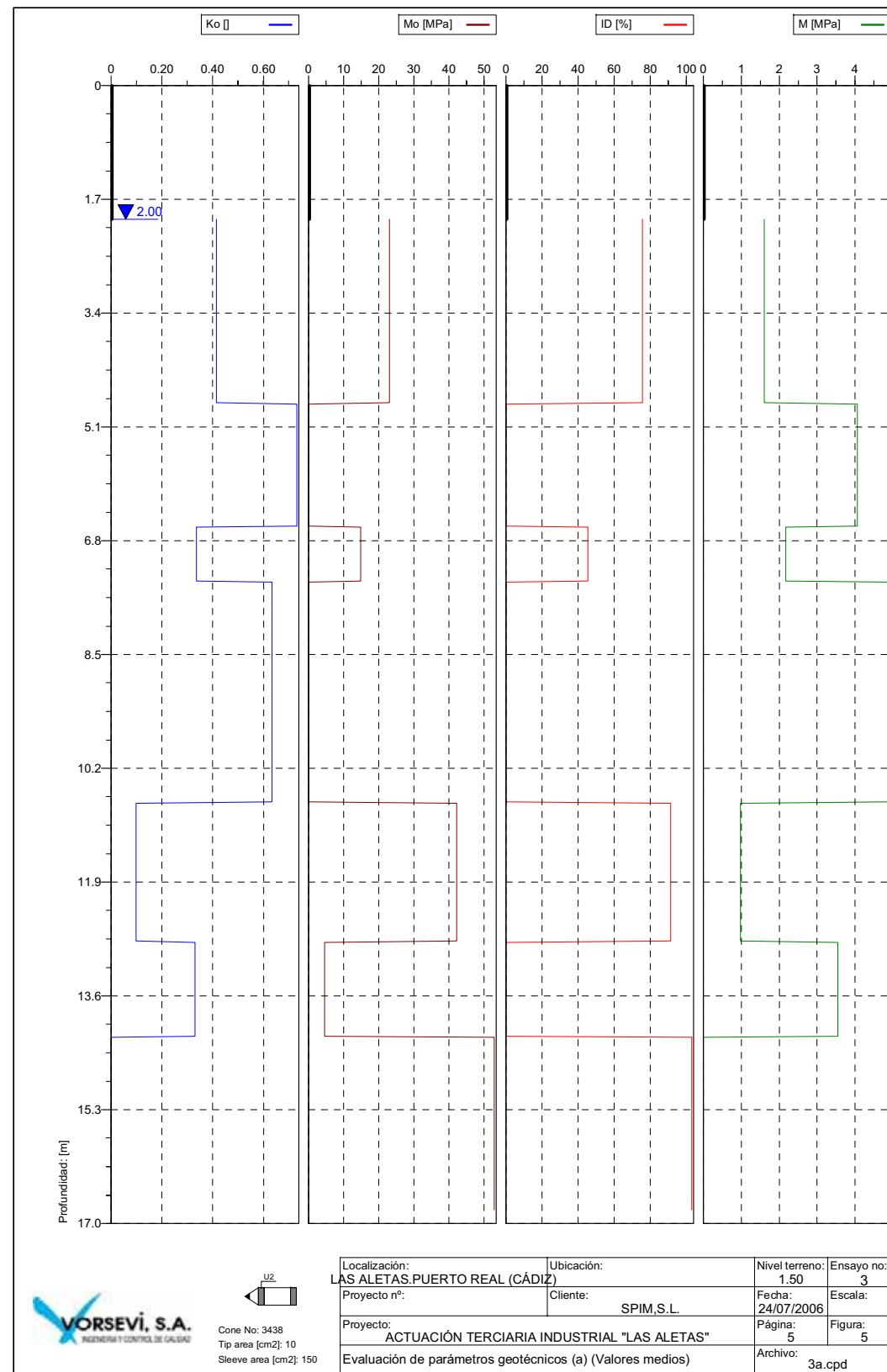
<p>VORSEVI, S.A. INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD</p>	<p>Cone No: 3438 Tip area [cm²]: 10 Sleeve area [cm²]: 150</p>	<p>Localización: LAS ALETAS.PUERTO REAL (CÁDIZ)</p>	<p>Ubicación: Cilente: SPIM,S.L.</p>	<p>Nivel terreno: 1.50</p>	<p>Ensayo no: 3</p>
	<p>Proyecto: ACTUACIÓN TERCIARIA INDUSTRIAL "LAS ALETAS"</p>	<p>Fecha: 24/07/2006</p>	<p>Escala: 3</p>	<p>Página: 3</p>	<p>Figura: 3</p>
<p>Parámetros corregidos de CPTU (Valores medios)</p>					

CPTU 3. (σ_{vo} , σ'_{vo} , Q_t , Fr y B_q). Valores Medios.

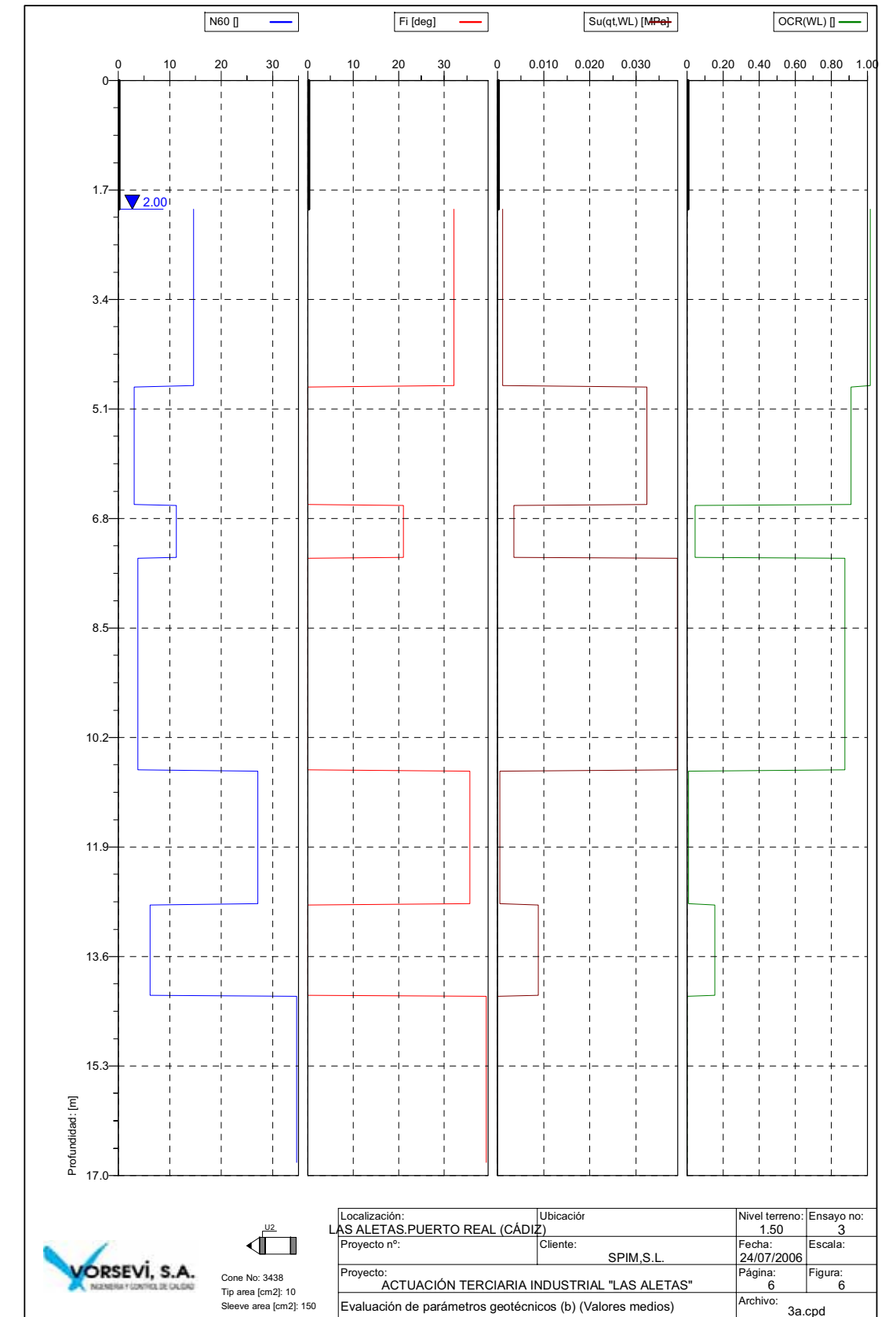


<p>VORSEVI, S.A. INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD</p>	<p>Cone No: 3438 Tip area [cm²]: 10 Sleeve area [cm²]: 150</p>	<p>Localización: LAS ALETAS.PUERTO REAL (CÁDIZ)</p>	<p>Ubicación: Cilente: SPIM,S.L.</p>	<p>Nivel terreno: 1.50</p>	<p>Ensayo no: 3</p>
	<p>Proyecto: ACTUACIÓN TERCIARIA INDUSTRIAL "LAS ALETAS"</p>	<p>Fecha: 24/07/2006</p>	<p>Escala: 4</p>	<p>Página: 4</p>	<p>Figura: 4</p>
<p>Parámetros estándares de CPTU (Valores medios)</p>					

CPTU 3. (K_0 , M_0 , ID, y M). Valores Medios.



CPTU 3. (N_{60} , ϕ , $Su(WL)$, y $OCR(WL)$). Valores Medios.



ENSAYO DE DISIPACIÓN DE PRESIÓN INTERSTICIAL (SEGÚN UNE 103-804-93)

Cliente: SPIM,S.L.
Trabajo: Actuación terciaria industrial "Las Aletas"

Fecha: 20/07/2006

PARÁMETROS DEL ENSAYO

Número de Cono: 3638
Posición del filtro: 2
Ensayo: CPTU 1
Disipación nº: 1
Cota (m): 5,07
Cota absoluta (m.): -3,57
Tipo de suelo: Arcilla (Fango)

CONDICIONES DEL ENSAYO

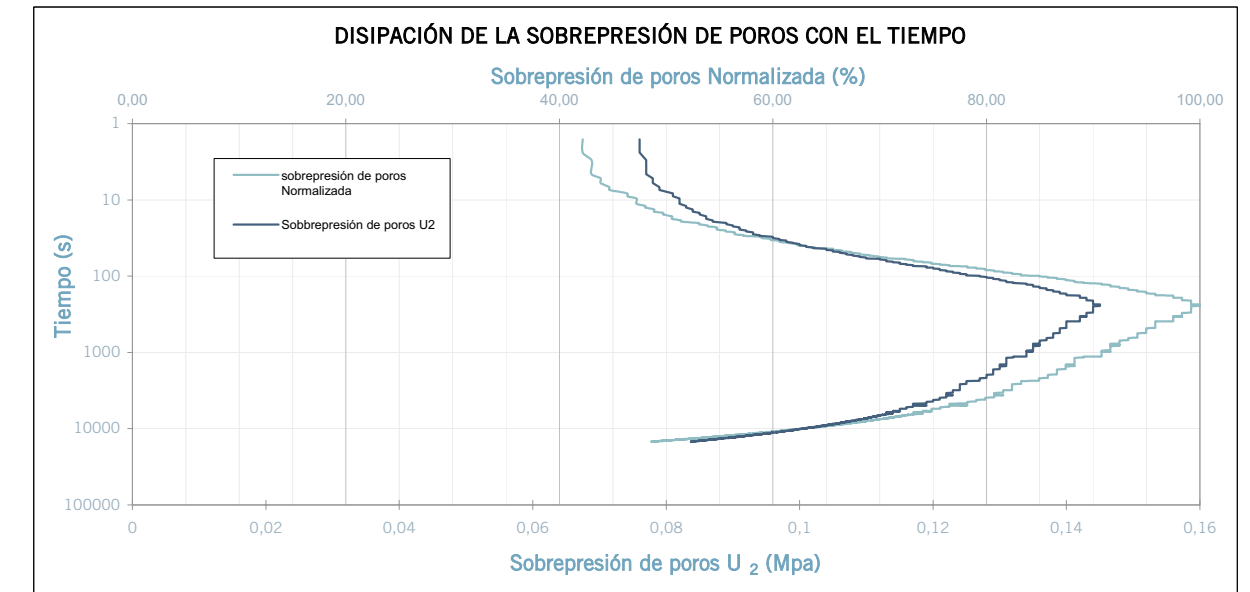
Nivel Freático (m): 2,50
qt (MPa): 0,347
ft (MPa): 0,011
FR %: 4,622
u₂ inicio (MPa): 0,145
u₂ final (MPa): 0,084
u₀ (MPa): 0,0257
Índice de rigidez (Ir): 122,970

PARÁMETROS DE CÁLCULO

u50% (MPa): 0,085
t50% (s): 14325,5
t_{total} (s): 14788,7

ENSAYOS DE DISIPACIÓN

ENSAYOS DE DISIPACIÓN



Coeficiente de consolidación horizontal - ch (cm ² /s)	
Baligh y Levadoux (1986):	1,25E-03
Houlsby y Tech (1986):	6,04E-04
Permeabilidad k (cm/s):	
Parez & Fauriel (1988)	6,38661E-09

VºBº
JEFE DPTO. DE GEOTÉCNIA.

Fdo. D. Angel Martínez Girón

VºBº
GEÓLOGO DPTO. GEOTÉCNIA.

Fdo. D. Francisco Fernández Ruiz.

ENSAYO DE DISIPACIÓN DE PRESIÓN INTERSTICIAL (SEGÚN UNE 103-804-93)

Cliente: SPIM,S.L.
 Trabajo: Actuación terciaria industrial "Las Aletas"

Fecha: 21/07/2006

PARÁMETROS DEL ENSAYO

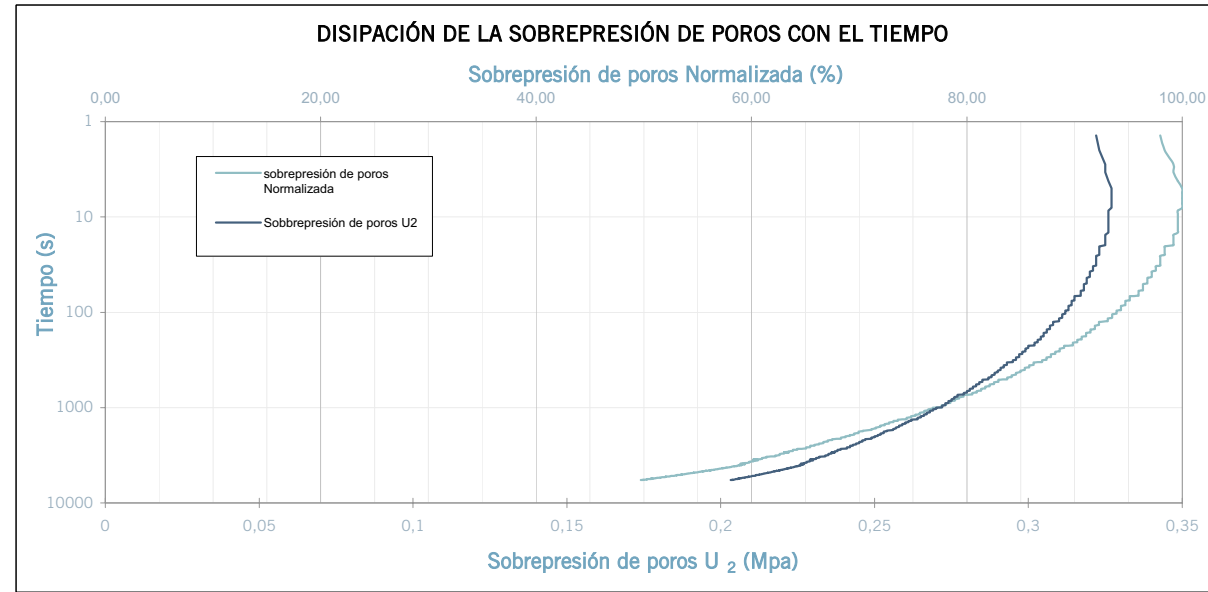
Número de Cono: 3638
 Posición del filtro: 2
 Ensayo: CPTU 2
 Disipación nº: 1
 Cota (m): 10,09
 Cota absoluta (m.): -8,59
 Tipo de suelo: Arcilla (Fango)

CONDICIONES DEL ENSAYO

Nivel Freático (m): 2,00
 qt (MPa): 0,643
 ft (MPa): 0,007
 FR %: 2,481
 u₂ inicio (MPa): 0,327
 u₂ final (MPa): 0,203
 u₀ (MPa): 0,0809
 Índice de rigidez (Ir): 94,989

PARÁMETROS DE CÁLCULO

u_{50%} (MPa): 0,204
 t_{50%} (s): 5712,3
 t_{total} (s): 5762,5



Coeficiente de consolidación horizontal - ch (cm ² /s)	
Baligh y Levadoux (1986):	3,12E-03
Houlsby y Tech (1986):	1,33E-03
Permeabilidad k (cm/s):	
Parez & Fauriel (1988)	2,01555E-08

VºBº
 JEFE DPTO. DE GEOTÉCNIA.

Fdo. D. Angel Martínez Girón

VºBº
 GEÓLOGO DPTO. GEOTÉCNIA.

Fdo. D. Francisco Fernández Ruiz.

ENSAYO DE DISIPACIÓN DE PRESIÓN INTERSTICIAL (SEGÚN UNE 103-804-93)

Cliente: SPIM,S.L.
 Trabajo: Actuación terciaria industrial "Las Aletas"

Fecha: 24/07/2006

PARÁMETROS DEL ENSAYO

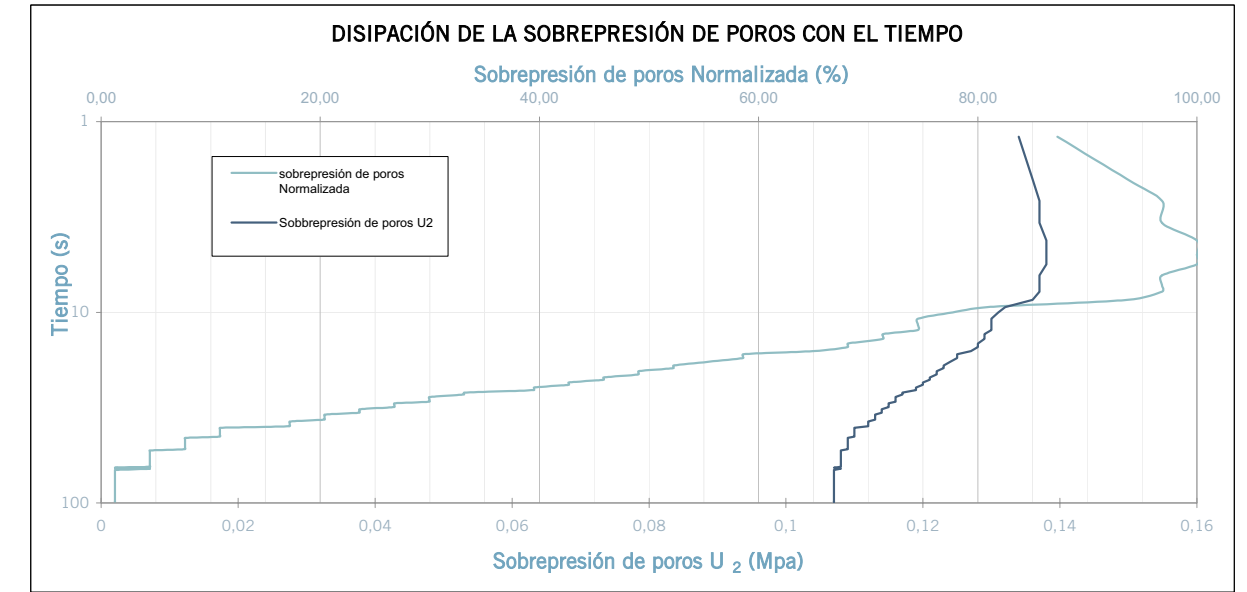
Número de Cono: 3638
 Posición del filtro: 2
 Ensayo: CPTU 3
 Disipación nº: 1
 Cota (m): 12,66
 Cota absoluta (m.): -11,16
 Tipo de suelo: Arena limosa

CONDICIONES DEL ENSAYO

Nivel Freático (m): 2,00
 qt (MPa): 3,761
 ft (MPa): 0,02
 FR %: 0,562
 u₂ inicio (MPa): 0,138
 u₂ final (MPa): 0,107
 u₀ (MPa): 0,1066
 Índice de rigidez (Ir): 80,091

PARÁMETROS DE CÁLCULO

u_{50%} (MPa): 0,122
 t_{50%} (s): 20,4
 t_{total} (s): 99,4



Coeficiente de consolidación horizontal - ch (cm ² /s)	
Baligh y Levadoux (1986):	8,75E-01
Houlsby y Tech (1986):	7,26E-01
Permeabilidad k (cm/s):	
Parez & Fauriel (1988)	2,30871E-05

VºBº
 JEFE DPTO. DE GEOTÉCNIA.

Fdo. D. Angel Martínez Girón

VºBº
 GEÓLOGO DPTO. GEOTÉCNIA.

Fdo. D. Francisco Fernández Ruiz.

ENSAYO DE DISIPACIÓN DE PRESIÓN INTERSTICIAL (SEGÚN UNE 103-804-93)

Cliente: SPIM,S.L.
Trabajo: Actuación terciaria industrial "Las Aletas"

Fecha: 24/07/2006

PARÁMETROS DEL ENSAYO

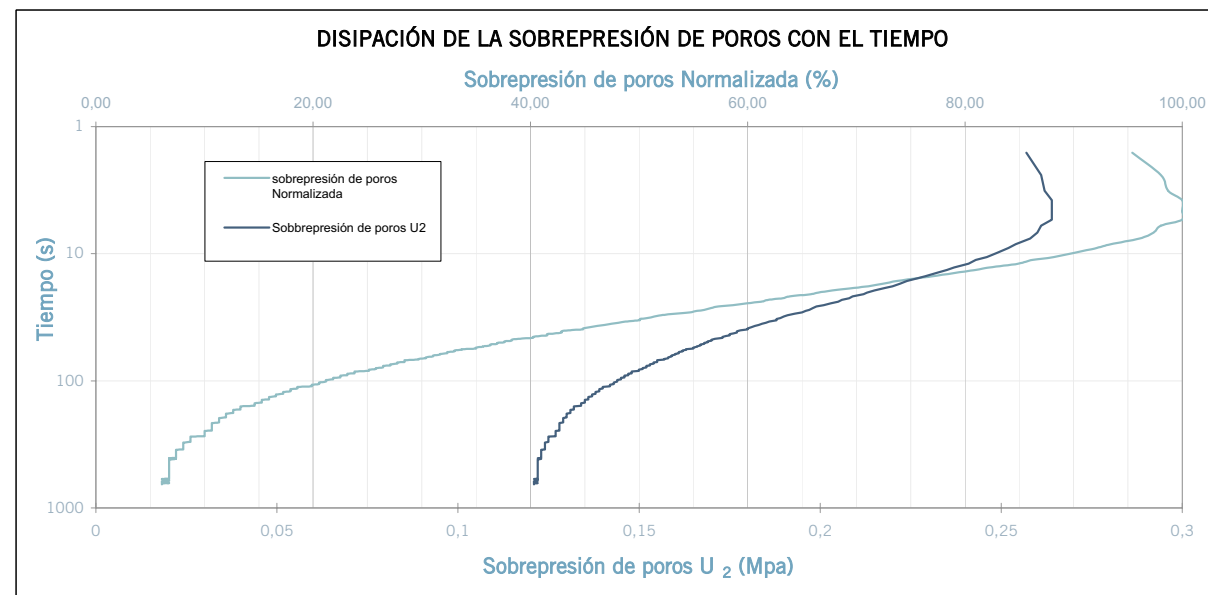
Número de Cono: 3638
Posición del filtro: 2
Ensayo: CPTU 3
Disipación n°: 2
Cota (m): 13,18
Cota absoluta (m.): -11,68
Tipo de suelo: Limo arenarcilloso

CONDICIONES DEL ENSAYO

Nivel Freático (m): 2,00
qt (MPa): 1,556
ft (MPa): 0,019
FR %: 1,569
u₂ inicio (MPa): 0,264
u₂ final (MPa): 0,121
u₀ (MPa): 0,1118
Índice de rigidez (Ir): 02,610

PARÁMETROS DE CÁLCULO

u50% (MPa): 0,188
t50% (s): 32,6
t_{total} (s): 651,4



Coeficiente de consolidación horizontal - ch (cm ² /s)	
Baligh y Levadoux (1986):	5,47E-01
Houlsby y Tech (1986):	4,17E-01
Permeabilidad k (cm/s):	
Parez & Fauriel (1988)	1,28495E-05

VºBº
JEFE DPTO. DE GEOTÉCNIA.

Fdo. D. Angel Martínez Girón

VºBº
GEÓLOGO DPTO. GEOTÉCNIA.

Fdo. D. Francisco Fernández Ruiz.

REPORTAJE FOTOGRÁFICO

REPORTAJE FOTOGRÁFICO

SONDEOS GEOTÉCNICOS CON EXTRACCIÓN CONTÍNUA

Peticionario: SPIM, S.L.
Obra: PLAN SECTORIZACIÓN. PUERTO REAL. CÁDIZ



CPTU 1



CPTU 2



CPTU 3