

# **ANEJO N° 7.**

# **GEOTECNIA DEL CORREDOR**

**ÍNDICE**

<b>7. ANEJO N° 7. GEOTECNIA DEL CORREDOR .....</b>	<b>4</b>	<b>7.5. AGRESIVIDAD .....</b>	<b>27</b>
<b>7.1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>4</b>	7.5.1. METODOLOGÍA .....	27
7.1.1. OBJETO DEL ANEJO .....	4	7.5.2. AGRESIVIDAD DEL SUELO.....	27
7.1.2. INFORMACIÓN UTILIZADA .....	4	7.5.3. AGRESIVIDAD DEL AGUA.....	28
7.1.2.1. Información específica .....	4		
7.1.2.2. Bibliografía complementaria.....	4		
<b>7.2. CAMPAÑA DE INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA .....</b>	<b>4</b>	<b>7.6. RELLENOS .....</b>	<b>28</b>
7.2.1. SONDEOS MECÁNICOS.....	4	7.6.1. ASPECTOS GENERALES.....	28
7.2.2. CALICATAS MECÁNICAS .....	6	7.6.2. DISEÑO DE LOS RELLENOS .....	29
7.2.3. PENETRÓMETROS DINÁMICOS.....	6	7.6.2.1. Criterios de diseño .....	29
7.2.4. EXTRACCIÓN DE TESTIGO EN AGLOMERADOS.....	7	7.6.2.2. Calidad del Terreno de Apoyo .....	29
7.2.5. INVENTARIO DE TALUDES .....	7	7.6.2.3. Tipología de relleno y materiales a emplear .....	29
7.2.6. ENSAYOS DE LABORATORIO.....	7	7.6.2.4. Análisis de estabilidad .....	29
7.2.7. CAMPAÑA GEOTÉCNICA DEL ESTUDIO INFORMATIVO .....	9	7.6.2.4.1. Estabilidad propia del relleno.....	29
7.2.7.1. Calicatas mecánicas.....	9	7.6.2.5. Estudio pormenorizado de estabilidad de terraplenes .....	29
7.2.7.2. Penetrómetros dinámicos .....	9	7.6.2.5.1. Relleno pk 101+380 .....	30
7.2.7.3. Ensayos de laboratorio.....	9	7.6.2.5.2. Relleno pk 102+275 .....	30
<b>7.3. CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA .....</b>	<b>10</b>	7.6.2.5.3. Relleno pk 102+875 .....	31
7.3.1. METODOLOGÍA .....	10	7.6.2.6. Cálculos de asientos .....	31
7.3.1.1. Ensayos de clasificación y estado .....	10	7.6.2.6.1. Asiento relleno 101+240 .....	32
7.3.1.2. Ensayos químicos .....	10	7.6.2.6.2. Asiento relleno 102+275 .....	33
7.3.1.3. Ensayos de hinchamiento y colapso.....	10	7.6.2.6.3. Asiento relleno 102+875 .....	33
7.3.1.4. Ensayos mecánicos de resistencia y deformación en suelos.....	11	7.6.3. CUADRO RESUMEN RELLENOS.....	34
7.3.1.5. Correlaciones empíricas .....	13		
7.3.2. UNIDADES GEOTECNICAS .....	14	<b>7.7. ESTUDIO DE DESMONTES .....</b>	<b>35</b>
7.3.2.1. Rellenos antrópicos .....	14	7.7.1. METODOLOGÍA .....	35
7.3.2.1.1. Rellenos sin compactar R.....	14	7.7.1.1. Rotura de taludes en suelos y roca muy fracturada .....	35
7.3.2.1.2. Rellenos compactados.....	15	7.7.1.2. Rotura de taludes en roca .....	36
7.3.2.2. Depósitos de fondo de valle (Qfv) .....	15	7.7.1.3. Factores de seguridad .....	37
7.3.2.3. Depósitos coluviales (Qco) .....	17	7.7.1.4. Hipótesis de cálculo .....	37
7.3.2.4. Depósitos de terraza (Qt) .....	18	7.7.2. APROVECHAMIENTO DE LOS MATERIALES PROCEDENTES DE LAS EXCAVACIONES DE LA TRAZA .....	38
7.3.2.4.1. Qt.....	18	7.7.3. EXCAVABILIDAD .....	38
7.3.2.4.2. QtG .....	20	7.7.4. CLASIFICACIÓN DEL FONDO DE DESMONTE .....	39
7.3.2.5. Sustrato terciario Tcam .....	22	7.7.5. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD .....	39
7.3.2.5.1. Tma .....	22	7.7.5.1. Desmonte 100+160 .....	39
7.3.2.5.2. Tmg .....	24	7.7.5.2. Desmonte 101+760 .....	40
7.3.2.5.3. Dolomía jurásica J .....	25	7.7.5.3. Desmonte 104+145 .....	40
7.3.2.6. Tabla resumen parámetros .....	27	7.7.5.4. Desmonte 104+680 .....	41
<b>7.4. NIVEL FREÁTICO .....</b>	<b>27</b>	7.7.5.5. Desmonte en roca .....	41
7.5. AGRESIVIDAD .....	27	7.7.6. CUADRO RESUMEN DESMONTES .....	43
7.5.1. METODOLOGÍA .....	27		
7.5.2. AGRESIVIDAD DEL SUELO.....	27	<b>7.8. GEOTECNIA DEL COLECTOR .....</b>	<b>44</b>
7.5.3. AGRESIVIDAD DEL AGUA.....	28	7.8.1. INTRODUCCION .....	44
		7.8.2. DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES AFECTADOS .....	44
		7.8.3. PARÁMETROS GEOTECNICOS .....	44

---

7.8.4. RELLENOS.....	44
7.8.4.1. Características generales.....	44
7.8.4.2. Estabilidad de terraplenes.....	45
7.8.5. DESMONTES.....	46
7.8.5.1. Características generales.....	46
7.8.5.2. Estabilidad de los desmontes.....	47
7.8.6. TALUDES PROVISIONALES.....	49
 APÉNDICE N° 1. PLANTA GEOLÓGICA Y DE SITUACIONES DE PROSPECCIONES .....	50
 APÉNDICE N° 2. SONDEOS.....	51
 APÉNDICE N° 3. CALICATAS .....	52
 APÉNDICE N° 4. PENETRÓMETROS DINÁMICOS.....	53
 APÉNDICE N° 5. ENSAYOS DE LABORATORIO.....	54
 APÉNDICE N° 6. ENSAYOS PRESIÓNMETROS .....	55
 APÉNDICE N° 7. INVENTARIOS.....	56
 APÉNDICE N° 8. TALADROS .....	57
 APÉNDICE N° 9. PROSPECCIONES ESTUDIO INFORMATIVO.....	58

## 7. ANEJO N° 7. GEOTECNIA DEL CORREDOR

### 7.1. INTRODUCCIÓN

El presente documento constituye el Anejo nº 7 de Geotécnica del Corredor del “Proyecto de Trazado de la Autovía del Mediterráneo, A-7 tramo La Mora-La Pobla de Montornés”, en el cual se exponen las características y recomendaciones geotécnicas de los diferentes elementos contemplados en el Proyecto.

#### 7.1.1. OBJETO DEL ANEJO

El objeto del presente Anejo será llevar a cabo una recopilación, revisión y análisis de los aspectos geotécnicos más significativos del área de estudio, con objeto de establecer un encuadre geotécnico que sirva de base al diseño de las obras contempladas en el presente Proyecto de Trazado.

A modo de resumen puede decirse que el objeto de este Anejo es alcanzar un conocimiento de los siguientes aspectos:

- Definición de las unidades geoestructurales y litológicas por donde discurre el trazado.
- Deformabilidad y parámetros resistentes de las unidades geotécnicas diferenciadas.
- Estudio de los procedimientos constructivos más adecuados para las obras de tierra y explanada.

De cara al proyecto constructivo se ha propuesto una ampliación de campaña (incluida en el Anejo Nº12). Para las nuevas estructuras se han seguido las recomendaciones de la “Nota de Servicio 3/2012 Recomendaciones sobre la campaña geotécnica en los proyectos de la Dirección General de Carreteras”, especificándose una prospección por apoyo. Para el diseño de los rellenos y desmontes resultantes de la ampliación de la traza se propone utilizar la información de la campaña propuesta para las estructuras y del resto de campañas existentes, ya que no se trata de un tramo de carretera nuevo.

#### 7.1.2. INFORMACIÓN UTILIZADA

Para la redacción de este documento la información consultada ha sido de 2 tipos, una de índole específico que incluye Proyectos y Estudios realizados en la zona o alrededores y otra complementaria que incluye publicaciones relacionadas con la geotecnia en general.

#### 7.1.2.1. Información específica

- Estudio Informativo de la Autovía N-340. Tramo: Inicio de la variante de Altafulla y Torredembarra – Variante de Santa Margarida i Els Monjos – Final de la variante de Vilafranca del Penedés. Ibering – Idasa, julio 2002.
- Proyecto de Construcción para la implantación del ancho estándar en el Corredor Mediterráneo. Tramo: Castellbisbal-Murcia. Subtramo: Sant Vicenç de Calders –Tarragona - Nudo de Vilaseca. Ineco, Enero 2013.

#### 7.1.2.2. Bibliografía complementaria

- González de Vallejo, Luís I. y otros. (2002). Ingeniería Geológica. Ed. Pearson Educación. Madrid.
- Jiménez Salas, Jose A. y otros. (1981). Geotecnia y Cimientos II. Ed. Rueda. Madrid.
- Rodríguez Ortiz, José María (1982). Curso aplicado de cimentaciones.
- Ministerio de Fomento. (2003). Guía de cimentaciones en obras de carretera.
- Pliego de Prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes (PG-3)
- Norma 6.1-IC. Secciones de Firme
- Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente (1994). ROM 0.5-94. Recomendaciones geotécnicas para el proyecto de obras marítimas y portuarias.

## 7.2. CAMPAÑA DE INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA

La campaña geotécnica realizada ha consistido en la ejecución de sondeos mecánicos, penetrómetros dinámicos, calicatas mecánicas, taladros en asfalto y se han inventariado dos taludes. Se cuenta con reconocimientos del estudio informativo.

A continuación se detallan los trabajos realizados, en primer lugar en la campaña actual y a continuación los reconocimientos del estudio informativo que afectan a la zona de estudio:

#### 7.2.1. SONDEOS MECÁNICOS

Los sondeos a rotación permiten el reconocimiento de los distintos niveles atravesados, dando una idea precisa de los materiales que componen el subsuelo en el punto investigado.

El proceso de perforación se basa en la penetración en el terreno, con una velocidad de rotación y presión de avance adecuadas, de un cilindro metálico hueco calibrado denominado batería, en cuyo extremo inferior se aloja un dispositivo de retención en el que se enrosca una corona de corte. La batería recoge en su interior el material perforado, denominado testigo, a medida que va avanzando la corona.

El testigo se extrae de la batería una vez que se ha finalizado cada maniobra colocándose ordenadamente en las cajas portatestigo.

En estas cajas se indican las cotas de las maniobras y muestras tomadas durante la perforación respecto a la cota 0 m (cota de boca) de realización del sondeo. Con este proceso se consigue una columna litológica representativa del subsuelo en el punto investigado.

Durante la ejecución de los sondeos se ha tomado en su interior muestras inalteradas MI, se han realizado ensayos SPT y se han parafinado testigos. A partir de estas muestras se han realizado los

ensayos de laboratorio de los sondeos. En algunos de los sondeos se tomó muestra de agua para su análisis.

Para el seguimiento de los niveles piezométricos se han usado tubo de PVC ranurado, sellado en cabeza con mortero y con tapa metálica protectora.

La sonda empleada en la ejecución de los sondeos ha sido una Rolatec RL 48L.

En la siguiente tabla se recoge la relación de sondeos realizados, sus principales características y ensayos realizados en su interior:

SONDEO	FECHA DE EJECUCIÓN	PROFUNDIDAD ALCANZADA (m)	COORDENADAS		MUESTREO / ENSAYOS IN SITU		
			X	Y	SPT	MI	PRESIOMETRO
S-101.2	14/07/2015	14,50	361614	4555835	3	3	1
S-102.1	16/07/2015	15,00	362180	4556452	7	1	1
S-103.2	26/07/2015	15,60	363046	4557077	4	3	1
S-106.5	17/07/2015	14,65	366114	4557976	6	1	1
SV-E1	17/07/2015	30,00	362872	4556787	11	1	2
SV-E2	26/07/2015	30,35	363046	4557077	7	4	1

#### Ensayos S.P.T.

Los ensayos de penetración estándar (SPT) se han ejecutado siguiendo las especificaciones de la Norma UNE EN ISO 22476-3. Este ensayo permite obtener una muestra representativa del terreno para su identificación, aunque con su estructura alterada.

El ensayo (SPT) consiste en la toma de muestras del subsuelo, mediante la penetración por golpeo, de un tubo hueco estandarizado de 60 cm de longitud. Para la realización del ensayo se emplea un dispositivo hidráulico, automático, que permite la caída de una maza de 63,5 kg de peso, con una altura de caída de 75 cm y cadencia normalizada.

Esta hincada se realiza en tres tandas sucesivas de 15 cm cada una (el ensayo se ha realizado con cuatro tandas, donde la hincada lo ha permitido), anotándose el número de golpes preciso para lograr cada una de éstas penetraciones parciales. Con la suma de los golpes realizados en la segunda y tercera tandas se obtiene un valor de resistencia a la penetración estándar (N), indicativo de la capacidad portante del terreno en el que se realiza el ensayo.

El material recogido en el tubo se introduce en un recipiente hermético para que conserve sus propiedades de estado natural. No obstante, en el presente estudio las muestras tomadas por este procedimiento no se han ensayado.

Se considera que se ha obtenido rechazo (R) cuando se alcanza un golpeo superior a 50 en una tanda de 15 cm (N15>50), en este caso, se da por finalizado el ensayo.

#### Toma de muestras inalteradas.

Para la toma de muestras inalteradas se utiliza un tomamuestras de pared partida de 60cm de longitud, con camisa de PVC en su interior de un diámetro de 90mm. El tomamuestras se hinca por percusión.

Este tipo de tomamuestras es de un diámetro considerablemente superior al del SPT, por lo que también lo es el testigo obtenido. De esta manera se consigue que el núcleo central del testigo, donde posteriormente se realizarán los ensayos de resistencia y deformabilidad, sea representativo del suelo en su estado natural inalterado.

#### Presiometros

Este ensayo se realiza en el interior de un sondeo, y consiste en aplicar escalonadamente una presión radial, mediante una sonda dilatadora, midiendo el desplazamiento que se induce en el terreno circundante.

Una vez alcanzada la presión máxima admisible, se procede a descargar el presímetro, de forma escalonada, midiendo las deformaciones durante la descarga.

En la siguiente tabla se incluyen los ensayos realizados, así como las características de cada uno:

ENSAYOS PRESIOMÉTRICOS				EN CARGA		EN RECARGA	
SONDEO	PROF. ENSAYO	LITOLOGIA	Presión de fluencia (bar)	Módulo de corte G (Mpa)	Módulo de deformación Ep (Mpa)	Módulo de corte G (Mpa)	Módulo de deformación Ep (Mpa)
S-101.2	6,4 - 7	Arcillas limosas	7,13	2,31	5,77	2,83	7,07
S-102.1	4,9 - 5,5	Gravas y arcillas arenosas	9,99	2,24	5,59	3,24	8,56
S-103.2	5,4-6	Arenas arcillosas	7,55	2,18	5,44	2,55	6,37
S-106.5	5,3-5,9	Arcillas	24,09	9,3	23,24	10,5	26,24
SV-E1	8,4-9,0	Gravas y arcillas arenosas	33,11	9,65	24,13	22,61	56,52
	27,7-28,3	Calcarenitas alteradas	79	65,07	162,69	53,54	133,84
SV-E2	8,3-8,9	Arena arcillosa	10,23	4,71	11,77	4,84	12,1

En el apéndice 2 se recogen las fichas correspondientes.

#### Toma de muestras de agua

Las tomas de agua se han realizado en recipientes de polietileno con doble tapa, lavado con agua destilada y etiquetado indicando el sondeo, profundidad, y fecha de la muestra.

#### 7.2.2. CALICATAS MECÁNICAS

Se realizaron un total de seis (6) calicatas para la descripción del terreno afectado por la traza con el objeto de estimar la reutilización de los materiales afectados por los desmontes, caracterizar el terreno sobre el que se situara la obra proyectada.

Todas las calicatas fueron realizadas por medios mecánicos, tomándose diferentes muestras en saco para su posterior análisis en laboratorio.

En la tabla siguiente se recogen las calicatas realizadas y sus principales características.

CALICATAS	COORDENADAS		PROFUNDIDAD ALCANZADA (m)	MUESTREO	
	X	Y		TIPO	PROFUNDIDAD (m)
C-100.0	360552	4555223	0,20	SACO	0,20
C-101.1	361497	4555685	3,50	SACO	1,50
C-102.8	362711	4556651	3,60	SACO	1,20
				SACO	2,00
C-104.8	364370	4557353	1,00	SACO	0,50
				SACO	1,00
C-106.1	365696	4557774	1,10	SACO	0,60
				SACO	0,90
C-106.6	366147	4557937	2,10	SACO	0,50
				SACO	1,20
				SACO	1,70

En el apéndice 3 se recogen las fichas correspondientes.

#### 7.2.3. PENETRÓMETROS DINÁMICOS

Los ensayos de penetración dinámica continua, se han realizado con un equipo tipo DPSH de accionamiento automático, lo que garantiza la uniformidad de altura y libertad en la caída de la maza de golpeo. La mecánica del ensayo de penetración dinámica consiste en la hincada de un tren de varillas mediante el golpeo de una maza, contabilizando el número de golpes necesarios para atravesar el terreno en tramos de 20 cm. Su metodología está recogida en la norma UNE 103.801-94.

Con estos datos ( $N_{20}$ ) se pueden estimar las tensiones admisibles del terreno de una manera cuasi-continua en profundidad. El ensayo se da por finalizado cuando se obtiene el rechazo a la penetración ( $N_{20} > 100$ ) o bien las resistencias obtenidas son suficientes para los requerimientos del proyecto.

A continuación se describen las características del equipo automático tipo DPSH empleado:

Peso de la maza 63,5 kg

Altura de caída 0,76 m

Diámetro del varillaje 32 mm

Peso del varillaje 6,1 kg/m

Primera varilla de 1,0 m y peso 8,0 kg

Puntaza cónica Ø50,5 mm y 0,65 kg de peso

Este tipo de ensayos está especialmente indicado para suelos granulares y tiene como objetivo evaluar la compacidad del suelo, investigar la homogeneidad o anomalías del subsuelo y comprobar la situación en profundidad del estrato competente de cimentación.

Con este tipo de prospección, sólo pueden obtenerse datos de resistencia in situ del terreno, no pudiéndose identificar la naturaleza real del terreno, ya que no se obtiene testigo alguno durante la ejecución del ensayo, sin embargo cuando se tiene conocimiento de la litoestratigrafía del subsuelo y los condicionantes del proyecto lo permiten, es un método factible y rápido, para la definición de las tensiones admisibles.

A continuación se indican las profundidades alcanzadas en las 6 penetraciones dinámicas ejecutadas:

PENETRÓMETRO	COORDENADAS		PROFUNDIDAD ALCANZADA (m)
	X	Y	
POD-100.4	360860	4555376	5,11
POD-101.6	3611721	4556184	2,27
POD-101.8	361917	4556347	10,36
POD-103.7	363360	4557363	3,34
POD-103.9	363555	4557361	0,72
POD-105.3	364949	4557620	7,88

#### 7.2.4. EXTRACCIÓN DE TESTIGO EN AGLOMERADOS

Con el fin de reconocer la explanada existente en la zona de estudio, se procedió a la extracción del aglomerado, ejecutándose dos perforaciones con un taladro tipo Hilti.

En la siguiente tabla se indica los taladros realizados y la longitud alcanzada:

TALADROS	COORDENADAS		PROFUNDIDAD ALCANZADA (m)
	X	Y	
T - 1	360576	4555211	0,60
T - 2	364292	4557304	0,42
T - POD-105.3	364949	4557620	0,39

La situación de los taladros realizados se detalla en la planta geológica-geotécnica que se adjunta en el apéndice 1. Los registros se incluyen en el apéndice 8.

#### 7.2.5. INVENTARIO DE TALUDES

Se tomaron datos referentes a dos taludes de desmonte que se recogieron en sus correspondientes fichas, incluidas en el apéndice 7.

#### 7.2.6. ENSAYOS DE LABORATORIO

Con las muestras obtenidas en la campaña de campo se han realizado una serie de ensayos de laboratorio, encaminados a la determinación de las principales características geotécnicas de los materiales. Las actas de los ensayos se incluyen en el apéndice 5.

La metodología de los ensayos de laboratorio se describe más adelante en el apartado 7.3.1.

A continuación se muestra la tabla resumen de ensayos de laboratorio:

Sondeo / Cata	Tipo de Muestra	Profundidad	Granulometría								L. Atterberg				Humedad (%)	Densidad seca (kN/m³)	Densidad aparente (kN/m³)	Compresión simple (kPa)	CORTE DIRECTO CD		E. triaxial CD		M.O. (%)	Carbonatos	Sulfatos (%)	Sales solubles	Yeso (%)	Ac. Baumann-Gully (ml/kg)	Hinchamiento % (ε)	Presión de hinchamiento	Ensayo colapso (IC)	EDOMETRO	Proctor Normal		Proctor Modificado		CBR (Modificado)		CBR (Normal)		EHE 08
			80	40	20	5	2	0,40	0,08	LL	LP	IP		C (kPa)				A. roz (°)	C (kPa)	A. roz (°)																					
CD OF 4	SACO	0,5	100	94	81,9	60,2	55,1	49,6	43,2	23,8	17,3	6,5										0,4						1,91	12,5	2,02	10,1	17,7	38,4								
C-106,6	saco	1,2	100	86	75	60	54	44	27,2	NP	NP	NP										0,14	0,1	0,06	0,1	0	0	1,88	13,3				10,9	17,5							
C-106,6	SACO	1,7	100	79	58	32	24	14	9,2	NP	NP	NP																													
C-101,1	SACO	1,5	100	100	95	66	62	58	49,3	31,7	14,1	17,6										0,19	0,1	0,05	0,1	1,25	-0,3	1,91	10,8				5,7	9,4							
C - 102,8	SACO	2	100	92	80	65	61	52	27,7	NP	NP	NP									0,16	0,1	0,06	0,1	0	0	2,13	7,9				36,7	58,4								
C 104,8	SACO	0,5	100	94	84	69	63	48	43,6	33,2	23,3	9,9									0,16	0,1	0,07	0,1			1,65	19,3													
C - 106,1	SACO	0,9	100	100	94	83	79	74	63,1	26,8	17,1	9,7									0,27	0,1	0,08	0,1	0,25	0	1,82	13,6				4,3	7								
S 101,2	MI	1,5-2,1	100	100	100	97	96	94	86,4	33,1	15,9	17,2	15,5	17,8	200							0,1		0																	
S 101,2	MI	4,50-5,10	100	100	100	91	83,6	70,8	54,7	25,2	17,2	8	20,1	18,1							36	28																			
S 101,2	MI	11,00-11,60	100	100	100	100	91,4	68,2	49,8	24,5	15,4	9,1	21,5	16,6													0,59														
S 101,2	agua																																	DEBIL							
S-102,1	SPT	1,5-2,1	100	100	94	78	66	54	40,9	34,2	17,4	16,8									0,1		0																		
S-102,1	SPT	4,5 - 5,1	100	100	79	44	34	24	15,8	33,6	16,6	17																													
S-102,1	MI	9,00-9,50	100	100	100	100	99,7	98,2	77	24,8	16,6	8,2	19	17							32	22,2						0,14	0												
S-102,1	SPT	14,4-15	100	100	79	31	21	13	8,3	21,2	13,4	7,8																													
S 103,2	MI	3 - 3,6	100	100	100	100	99	96	21,4	30,1	14,1	15,6	8,1	17,4	40																										
S 103,2	MI	10 - 10,6	100	100	100	100	100	100	82,4	24,3	19,9	4,4																													
S 103,2	SPT	13 - 13,6	100	100	100	100	100	99	72,2	NP	NP	NP																													
S 106,5	SPT	4,5 - 5,1	100	100	100	96	94	90	83,9	23,8	20,4	3,4																													
S 106,5	MI	6,00-6,60	100	100	100	100	94,4	86,6	81,1	24,6	16,6	8	16,3	18,2	26,49													0,46													
S 106,5	SPT	14 - 14,65	100	100	100	85	74	66	37,7	24,2	22	2,2																													
SV-E1	MI	4,5-5,1	100	100	100	100	100	97	82,9	34,7	16,9	17,8	19,2	16,6	60						0,1		0																		
SV-E1	SPT	6 - 6,6	100	100	84	38	26	14	8,3	21,4	12,7	8,7																													
SV-E1	SPT	12,5-13,1	100	100	80	44	35	26	12,6	NP	NP	NP																													
SV-E1	SPT	18,5-19,1	100	100	80	35	21	13	7,5	NP	NP	NP																													
SV-E1	SPT	24,7-25,1	100	100	96	76	64	55	44,9	NP	NP	NP																													
SV-E1	AGUA																																	DEBIL							
SV-E2	MI	3-3,6	100	100	100	100	100	100	92,1	25,2	20,3	4,9	7,4	14,4																											

#### 7.2.7. CAMPAÑA GEOTÉCNICA DEL ESTUDIO INFORMATIVO

En el entorno de la zona de estudio como se recoge en el apartado de información específica, se cuenta con prospecciones próximas que han sido utilizadas para la elaboración del presente proyecto, estos trabajos han sido calicatas, penetrómetros dinámicos y dos taludes inventariados. A continuación se indican estos trabajos consultados.

##### 7.2.7.1. Calicatas mecánicas

Se cuenta con siete calicatas, tan solo se tomó muestras en una de ellas, en la siguiente tabla se indica la profundidad alcanzada y el muestreo seguido:

CALICATAS	PROFUNDIDAD ALCANZADA (m)	MUESTREO	
		TIPO	PROFUNDIDAD (m)
CT OF-1	4,00		
CT OF-2	2,70		
CD - 3	0,50		
CD OF-4	1,00	SACO	0,5 - 1
CD OF-5	3,90		
CD - 6	0,15		
CD - 7	1,70		

En el apéndice 9 se incluyen las fichas de las calicatas.

##### 7.2.7.2. Penetrómetros dinámicos

Se cuenta con cuatro ensayos, en la siguiente tabla se indica la profundidad alcanzada:

PENETRÓMETRO	PROFUNDIDAD ALCANZADA (m)
PD-2	17,40
PD-3	15,97
PD-4	21,40

En el apéndice 9 se incluyen las fichas.

##### 7.2.7.3. Ensayos de laboratorio

Tan solo se tomó una muestra en la calicata CD-OF-4, a continuación se incluye la tabla resumen de los ensayos realizados:

Cata	Tipo de Muestra	Profundidad	proyecto	Granulometría								CLASF. CASAGRANDE	L. Atterberg			M.O. (%)	Proctor Normal		Proctor Modificado		CBR (Modificado)		clasf PG3
				80	40	20	5	2	0,40	0,08			LL	LP	IP		d. máx. (g/cm³)	Humedad óptima (%)	d. máx. (g/cm³)	Humedad óptima (%)	al 95%	al 100%	
CD OF 4	SACO	0,5	E.I.	100	94	81,9	60,2	55,1	49,6	43,2	GM-GC	23,8	17,3	6,5	0,4	1,91	12,5	2,02	10,1	17,7	38,4	tolerable	

### 7.3. CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA

El Proyecto se emplaza sobre materiales cuaternarios, terciarios y jurásicos. Fundamentalmente se desarrolla sobre materiales tipos suelo (los depósitos cuaternarios y terciarios), también discurre a lo largo de unos 500 m por la caliza dolomítica jurásica.

El espesor de tierra vegetal en la zona, se estima en unos 30 cm, este es bastante constante en el trazado.

A continuación se hace una descripción de la metodología a emplear, para continuar con la caracterización geotécnica de cada una de las unidades definidas.

#### 7.3.1. METODOLOGÍA

##### 7.3.1.1. Ensayos de clasificación y estado

Los ensayos de clasificación permiten enmarcar los suelos en grupos de características similares. Los más importantes son los siguientes:

- Granulometría por tamizado
- Límites de Atterberg: Límite líquido y Límite plástico

Para realizar estos ensayos no es necesario que las muestras sean inalteradas, puesto que deben desmenuzarse previamente, por tanto, pueden realizarse tanto sobre las muestras en saco tomadas de las calicatas como de las muestras inalteradas tomadas de los sondeos.

También, la clasificación de suelos para su posible reutilización en rellenos facilitada por ADIF está basada en gran medida en los ensayos granulométricos y de plasticidad.

Los ensayos de estado permiten conocer las características de los suelos "in situ". A este respecto, la determinación de la densidad y humedad son ensayos sencillos que proporcionan una información valiosa.

##### 7.3.1.2. Ensayos químicos

Los ensayos químicos proporcionan una primera idea de la composición mineralógica de la unidad, su grado de cementación, estabilidad frente al agua y agresividad.

Adicionalmente, permite su clasificación respecto a su posible reutilización en rellenos. También se utiliza para definir el ambiente de los hormigones en contacto con el terreno según la norma EHE.

Los ensayos químicos realizados han sido:

- Ensayos de contenido de sulfatos solubles en un suelo

- Determinación de contenido de sales solubles de los suelos
- Determinación de Materia Orgánica
- Determinación de Carbonato Cálcico

El ensayo de contenido de sulfatos solubles se realiza mediante el precipitado de esta sustancia con cloruro bárico. El ensayo está orientado a determinar pequeñas cantidades de sulfatos en suelos. Hay que tener en cuenta que según la EHE los suelos tienen una agresividad alta para porcentajes de sulfatos superiores a 1.2%. A la vez, el límite para la utilización de suelos con contenidos de sulfatos utilizando las prescripciones de ADIF es del 5%. Por este motivo, el procedimiento operativo seguido busca precisión de resultados para contenidos pequeños, sacrificando la precisión para contenidos altos.

La misma idea es válida para el ensayo de sales solubles. Este ensayo consiste en disolver una muestra de suelo en agua. Posteriormente evaporando el agua se determinan las sales solubles. Su objetivo es determinar cantidades de sales solubles del orden del 1%. Valores más elevados clasifican el material como no apto para rellenos. El ensayo se ve muy afectado además por la presencia de sulfatos ya que de acuerdo con el procedimiento operativo del ensayo porcentajes superiores al 2% de sulfatos saturan totalmente la disolución.

Así pues, los ensayos anteriores (sales y sulfatos solubles) tienen por objetivo clasificar el material respecto a su reutilización en rellenos y permiten definir el ambiente de los hormigones, dando además una valoración cuantitativa precisa para porcentajes pequeños de los mismos. Una vez determinada la presencia de porcentajes altos de estas sustancias, el ensayo sirve para definir los materiales como no aptos o como altamente agresivos, sin aportar un valor cuantitativo adicional.

Los ensayos de contenido de materia orgánica se realizan sobre muestras tomadas en las calicatas mecánicas, con el fin de verificar que el material analizado está exento de porcentajes apreciables de esta sustancia.

Se han analizado también el contenido de carbonatos de distintas muestras con el fin de determinar su influencia en el resto de propiedades, especialmente las mecánicas.

##### 7.3.1.3. Ensayos de hinchamiento y colapso

Una vez determinada la presencia de materiales cohesivos (arcillas y limos) es preciso valorar su estabilidad volumétrica frente a los cambios de humedad. Los ensayos realizados son:

- Hinchamiento libre (UNE 103601)
- El Ensayo de colapso (NLT 254/99)

Estos ensayos son indicativos del comportamiento del terreno natural y los rellenos frente a la acción del agua.

El ensayo de hinchamiento libre se realiza mediante la aplicación de una presión sobre la probeta durante un tiempo de cinco minutos. Posteriormente se inunda la célula edométrica y se toman deformaciones hasta alcanzar la condición de equilibrio.

El ensayo de presión de hinchamiento se realiza también en edómetro. Consiste en determinar la presión que impide el hinchamiento de la pastilla ensayada una vez inundada.

El ensayo de colapso permite determinar la magnitud del colapso unidimensional que se produce al inundar un suelo semisaturado. El ensayo se realiza sobre muestras remoldeadas utilizando la densidad máxima y humedad óptima del Proctor Modificado

#### 7.3.1.4. Ensayos mecánicos de resistencia y deformación en suelos

##### Ensayo de corte directo

Se trata de un ensayo de resistencia que consiste en reproducir las condiciones ideales de rotura por cortante en una superficie plana de suelo, con una tensión normal (vertical) conocida y una tensión horizontal de corte que se va incrementando hasta rotura, al aplicar una fuerza horizontal a la mitad superior del molde, mientras que la mitad inferior permanece fija.

El ensayo es aplicable tanto a suelos cohesivos como granulares, sin embargo en el presente estudio este ensayo se ha reservado para las muestras de unidades predominantemente granulares, en la que los ensayos triaxiales no podían realizarse.

Los ensayos se han realizado sobre muestras inalteradas según el procedimiento CD: Se permite consolidar por drenaje la probeta antes de aplicar tensión horizontal. Posteriormente, al aplicar las tensiones de corte, se aplica tan lentamente que el exceso de presión intersticial que se produce es tan pequeño que puede despreciarse.

Los resultados del ensayo permiten conocer la cohesión efectiva,  $c$ , y el ángulo de rozamiento interno  $\phi$ , del suelo.

##### Ensayo CBR

En obras de tierras es habitual el empleo del ensayo CBR (California Bearing Ratio), que permite determinar empíricamente de modo rápido la capacidad de soporte de los suelos para establecer su aptitud de utilización en rellenos y plataformas.

Es un ensayo de penetración o punzonamiento, midiéndose adicionalmente el eventual hinchamiento del suelo sumergido durante cuatro días en agua. Se basa en medir la fuerza necesaria para hacer penetrar un pistón cilíndrico en la muestra.

##### Ensayo edométrico

Para el estudio específico de la consolidación de suelos se ha desarrollado el ensayo edométrico ([UNE 103-405-94](#)), que puede aplicarse también a cualquier tipo de material recompactado, pero que proporciona los resultados más relevantes con muestras de arcilla inalteradas

El ensayo edométrico reproduce la consolidación unidimensional, es decir, aquella en la que no tiene lugar flujo de agua ni deformación del suelo más que en la dirección vertical, ya que la probeta se encuentra confinada horizontalmente por un molde cilíndrico rígido e impermeable. La salida del agua expulsada por el suelo al disminuir de volumen se produce a través de las piedras porosas situadas en la cara superior e inferior de la probeta

Los ensayos se realizan sobre muestras saturadas, valorándose de esta forma la influencia de la saturación en los parámetros deformacionales del terreno.

Tras conseguir que se ajuste la pastilla de suelo a las placas mediante una pequeña presión de sellado y eliminar el hinchamiento mediante la colocación de una presión inicial, se aplican una serie de cargas verticales crecientes, que suelen duplicarse en cada escalón.

Cada escalón de carga se mantiene hasta que la consolidación se haya producido completamente, pero en general, el tipo de ensayo es de al menos un día.

El resultado del ensayo es, para cada escalón de medida, la presión vertical aplicada y la deformación observada en la muestra. Se ha confeccionado un gráfico que representa en ordenadas el índice de poros y en abscisas la presión vertical efectiva en escala logarítmica, ( $\log' v, e_l$ ).

Para la interpretación del ensayo edométrico es interesante contar con el marco de referencia que proporciona las características intrínsecas del material. (Ver Rankine Lecture Burland (1994))

Las características intrínsecas de una arcilla son las obtenidas sobre el material remoldeado con una humedad superior al límite líquido y consolidado lentamente. Los parámetros deformacionales de una arcilla tratada en estas condiciones puede ser obtenida de referencias bibliográficas. En estos estudios se determina que la curva edométrica de estos materiales puede ser dibujada a partir de los siguientes parámetros:

$$e_{100} = 0.109 + 0,679 \cdot e_l - 0,089 \cdot e_l^2 + 0,016 \cdot e_l^3$$

$$Cc = 0,256 \cdot e_l - 0,04$$

Donde:

$e_{100}$ = índice de poros para una presión de 100 KPa

$Cc$ = índice de compresión

$e_l$ = índice de poros para el límite líquido

A partir de estas relaciones se obtiene la línea de compresión intrínseca (ICL).

Las arcillas sedimentadas en un ambiente natural adoptan una estructura interna que les permite soportar para iguales índices de poros cargas mayores que las correspondientes a la línea de

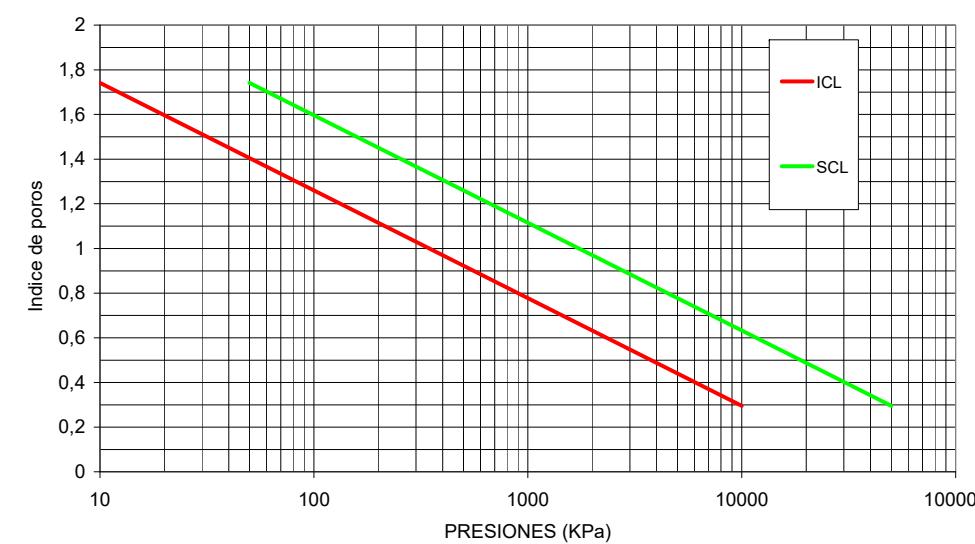
compresión intrínseca. En el gráfico edométrico, la curva de sedimentación de una arcilla se sitúa por tanto a la derecha de la ICL. La línea de sedimentación de una arcilla se denomina SCL.

El desplazamiento de la curva SCL respecto a la ICL depende de las condiciones de sedimentación del medio y de las acciones posteriores que haya podido sufrir el sedimento. Para arcillas ligeramente sobreconsolidadas depositadas en ambientes de baja energía la curva de sedimentación puede estimarse mediante la relación:

$$e_{100}(ICL) = e_{500}(SCL)$$

$$Cc(ICL) = Cc(SCL)$$

GRAFICO DE DEFORMACIÓN UNIDIMENSIONAL



El comportamiento esperable de una muestra ensayada en el edómetro sería el siguiente:

- El punto de inicio se situaría a la izquierda de la línea ICL, mostrando de este modo la sobreconsolidación de la pastilla por haber sido obtenida a una cierta profundidad y descargada.
- A medida que se coloca la carga, la curva toma una pendiente horizontal ligeramente descendente. Cuando en esta fase se retira la carga la recuperación de la deformación se realiza con una pendiente similar.
- Al sobrepasar la curva de sedimentación SCL tiene lugar la modificación en la microestructura de la pastilla, de forma que la pendiente carga-deformación aumenta bruscamente. Este valor de la presión puede considerarse como el límite entre el comportamiento sobreconsolidado y normalmente consolidado.
- En el comportamiento normalmente consolidado la curva carga-deformación del ensayo se sitúa entre las líneas ICL y SCL, con una dirección paralela a ambas.

A partir de los resultados de cada uno de los ensayos se puede obtener el índice  $C_c$  y  $C_s$  mediante las expresiones:

$$C_c = \frac{\log\left(\frac{\sigma_f}{\sigma_i}\right)}{e_i - e_f / 1 + e_i}$$

$$C_s = \frac{\log\left(\frac{\sigma_i}{\sigma_f}\right)}{e_f - e_i / 1 + e_i}$$

Siendo  $e_f$ ,  $e_i$ ,  $\sigma_i$  y  $\sigma_f$  índices de poros y presiones iniciales y finales de los tramos rectos de la curva edométrica.

A partir del índice  $C_c$  se puede obtener el módulo edométrico de la curva de carga ( $E_m$ ) mediante la expresión.

$$E_m = \frac{(1+e_f) \cdot \sigma_f}{0.434 \cdot C_c}$$

De igual manera se puede obtener el módulo edométrico en la curva de descarga a partir de índice  $C_s$ .

Finalmente, a partir de los módulos edométricos puede obtenerse el módulo de deformación a largo plazo o sin drenaje  $E'$  mediante la expresión.

$$E' = E_m \frac{1 - \nu - 2\nu^2}{1 - \nu}$$

Donde  $\nu$  es el coeficiente de Poisson que varía entre 0,25 a 0,33.

Junto con los parámetros deformacionales, el ensayo edométrico permite obtener el coeficiente de consolidación  $C_v$ . Este parámetro se obtiene mediante la expresión:

$$c_v = \frac{0.196 \cdot (H/2)^2}{t_{50}}$$

Donde  $H$  es la altura de la probeta (2 cm) y  $t_{50}$  el tiempo en el que ha tenido lugar el 50% de la consolidación.

### Ensayo presiométrico

El objetivo básico del ensayo es obtener una respuesta esfuerzo-deformación del terreno in situ, de modo que se pueda calcular el módulo de deformación in situ del terreno. Consiste en aplicar presiones crecientes al terreno a través de una camisa elástica en el interior de un sondeo.

Una vez obtenida la curva desplazamiento-carga, se realiza una descarga de la presión aplicada. Como resultado se obtiene una curva desplazamiento-carga, en la que se distinguen las siguientes etapas de deformación: adaptación de la camisa al sondeo, deformación elástica, uno o varios ciclos de descarga y carga, deformación plástica y rotura del terreno.

A partir de la información registrada durante la ejecución de los ensayos es posible determinar el módulo de deformación cortante del terreno,  $G_{dil}$ , y con ello la rigidez del terreno relacionado con el módulo dilatométrico del terreno,  $E_{dil}$ , a través del coeficiente de Poisson  $\nu$ , mediante la expresión:

$$E_{dil} = 2 \cdot (1 + \nu) \cdot G_{dil}$$

El módulo elástico del terreno guarda cierta relación con el módulo presiométrico, tal como se ha reflejado en la caracterización geotécnica realizada. De este modo, si durante el ensayo presiométrico el material se comportase como un sólido perfectamente elástico, el módulo elástico y el módulo presiométrico serían equivalentes; sin embargo, al comienzo del ensayo los materiales se comportan como un material pseudoelástico, por lo que el módulo presiométrico no coincide con el módulo elástico del terreno.

Ménard & Rousseau (1962) propusieron un factor corrector  $\alpha$  para establecer la relación entre el módulo presiométrico  $E_p$  y el módulo elástico confinado  $E_{oed}$  de acuerdo con la siguiente expresión:

$$E_{oed} = E_p / \alpha$$

Siendo  $\alpha$  un parámetro que depende del tipo de terreno, que en el caso de suelos, puede adoptar los valores de la siguiente tabla (The Application of pressuremeter test results to foundation design in Europe. The ISSMFE European Regional Technical Committee on Pressuremeters):

Naturaleza del suelo	$\alpha$
Arcillas	2/3
Limos	1/2
Arenas	1/3
Gravas	1/4

Finalmente, el módulo elástico del terreno  $E$  (módulo de Young o de elasticidad en carga) está relacionado con el módulo elástico confinado  $E_{oed}$  a través del coeficiente de Poisson  $\nu$  mediante la siguiente fórmula:

$$E = \frac{(1 + \nu) \cdot (1 - 2\nu)}{(1 - \nu)} E_{oed}$$

### 7.3.1.5. Correlaciones empíricas

#### Parámetros resistentes

El modelo de resistencia que se considera para los suelos es el clásico de Mohr-Coulomb, que queda definido por sólo dos parámetros, la cohesión ( $c$ ) y la fricción ( $\phi$ ). Mediante estos dos parámetros se relaciona la resistencia al corte y la tensión normal mediante la siguiente expresión:

$$T = c + \tan \phi$$

Los valores de cohesión y rozamiento se han estimado mediante correlaciones con otros parámetros, según se tratara de suelos granulares o cohesivos.

- Suelos granulares:

Los datos del ensayo SPT permiten estimar el ángulo de rozamiento interno de los materiales granulares, bien indirectamente, a partir de la densidad relativa, o bien directamente a partir del golpeo NSPT.

Para determinar los parámetros resistentes se ha empleado la formulación propuesta por Muromachi (1974) para terrenos granulares, que asume que la cohesión es nula y mediante el valor característico de NSPT se obtiene el ángulo de rozamiento interno:

$$\phi = 20 + 5,5 \sqrt{N_{SPT}}$$

- Suelos cohesivos:

La resistencia al corte sin drenaje se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$C_u = \frac{RCS}{2}$$

En el caso de no disponerse de ensayos de resistencia a compresión (RCS) simple se puede emplear la expresión de Terzaghi, que relaciona el golpeo SPT con la resistencia al corte sin drenaje ( $C_u$ ) mediante la siguiente expresión:

$$C_u = \frac{N_{SPT}}{15} (kp/cm)^2$$

Hay que considerar que en los terrenos cohesivos las correlaciones basadas en los resultados del ensayo SPT sólo deben considerarse orientativas, ya que la dispersión de las correlaciones es mucho mayor que en los terrenos granulares. Las presiones intersticiales que se generan en el momento del golpeo y los rozamientos residuales afectan sustancialmente los resultados.

Finalmente se incluyen los siguientes cuadros extraídos de la publicación Recomendaciones Geotécnicas para Obras Marítimas y Portuarias (ROM) Publicada por el Ministerio de Fomento de España para adoptar los parámetros resistentes y contrastar los resultados obtenidos con las correlaciones empleadas.

Tabla 2.4.3. Algunas características elementales de los suelos que pueden utilizarse para estimaciones previas

	Tipo de suelos	Compacidad	Índice de poros (2)	Cohesión (kPa)	Ángulo de Rozamiento ( $\phi$ )	Módulo de deformación (6) drenado (MPa)	Coeficiente de permeabilidad (3) (cm/s)
Suelos granulares (1)	Gravas y arenas limpias (arenas > 10%)	Densa	0,25	0	45	100	$10^{-2}$
		Media	0,35	0	40	50	
		Floja	0,45	0	35	20	
		Muy floja	0,60	0	30	10	
	Gravas y arenas con algo de limos y/o arcillas (5-10%) <sup>(4)</sup>	Densa	0,20	10	40	50	$10^{-3}$
		Media	0,30	5	35	20	
		Floja	0,40	2	30	10	
		Muy floja	0,60	0	27	5	
	Gravas y arenas con gran contenido en suelos finos (5-10%) <sup>(4)</sup>	Densa	0,15	20	35	50	$10^{-4}$
		Media	0,25	10	30	20	
		Floja	0,35	5	27	10	
		Muy floja	0,50	0	25	5	
Rellenos artificiales	Banquetas de todo-unos vertidas y escolleras de granulometría continua (sucias)	Floja	0,50	0	40	10	I
		Muy floja	0,70	0	35	5	

Figura: Parámetros resistentes característicos en suelos granulares

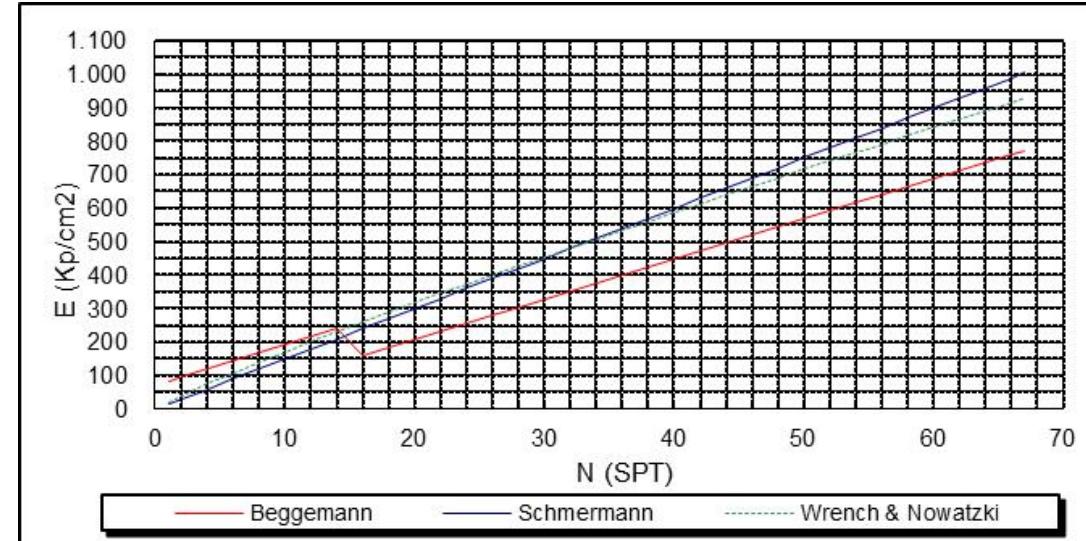


Figura: Correlaciones de Beggemann, Schmertmann y Wrench & Nowatzki para terrenos granulares

- Suelos cohesivos:

Se han empleado las siguientes correlaciones basadas en el valor de resistencia al corte sin drenaje (Cu):

- Para rellenos antrópicos:  $E=150 \times Cu$
- Para arcillas o limos normalmente consolidados (como las formaciones cuaternarias):  $E = 160 \text{ a } 180 \times Cu$
- Para arcillas o limos de bajo grado de consolidación:  $E=250 \times Cu$
- Para arcillas o limos sobre-consolidados:  $E = 350 \times Cu$

### 7.3.2. UNIDADES GEOTECNICAS

#### 7.3.2.1. Rellenos antrópicos

Existen dos tipos de rellenos en la traza, los rellenos compactados que se corresponden con los viales actuales, y otro tipo de rellenos sin compactar.

##### 7.3.2.1.1. Rellenos sin compactar R

En cuatro de los sondeos realizados se ha diferenciado un nivel inicial de rellenos, presentan un espesor variado que oscila entre 1,2 y 5,5 m. Han sido descritos como gravas subangulosas calcáreas con matriz arenosa en tres de los sondeos, y arcillas arenosas con gravas. En uno de los sondeos (S 106.5) se han encontrado fragmentos de ladrillo. Estos rellenos no se corresponden con los rellenos que aparecen en la cartografía, es decir no son ni echadizos o vertidos que se caracterizarán por no afectar directamente al proyecto, ni rellenos compactados de los viales.

Tabla 2.4.3. Algunas características elementales de los suelos que pueden utilizarse para estimaciones previas  
(Continuación)

	Tipo de suelos	Consistencia	Índice de poros (2)	Resis. al corte sin drenaje (6) (kPa)	Resistencia con drenaje C(kPa) ( $\phi$ )	Módulo de deformación (5) drenado (MPa)	Coeficiente de permeabilidad (3) (cm/s)
Suelos cohesivos	Limos de granulometría uniforme con algo de arena y arcilla	Dura o firme	0,40	100	50 30	40	$10^{-6}$
		Media	0,60	60	20 25	15	
		Blanda	0,80	20	10 20	7	
		Muy blanda	I	10	0 18	2	
	Arcilla y limos arcillosos. Pueden contener gravas y/o arenas en proporciones menores del 70%	Dura o firme	0,35	>100	50 28	50	$10^{-8}$
		Media	0,50	80	20 23	20	
		Blanda	0,70	40	10 19	5	
		Muy blanda	I	20	0 15	1	

Los suelos con contenidos apreciables de materia orgánica tienen características mecánicas mucho más pobres que las indicadas en esta tabla.

- (1) Los suelos calcáreos, particularmente los conchíferos o coralinos, pueden tener ángulos de rozamiento claramente más bajos, en particular para presiones altas (cargas de hundimiento por punta de pilotes).
- (2) Para calcular pesos específicos puede utilizarse un peso específico relativo de las partículas igual a 2,7.
- (3) Los coeficientes de permeabilidad indicados son únicamente un valor típico. Suelos que obedecen a una misma descripción preliminar pueden tener permeabilidades dos e incluso tres órdenes de magnitud diferentes a los indicados.
- (4) El contenido en finos se refiere al porcentaje que pasa por el tamiz 0,008 UNE.
- (5) El módulo de Poisson puede tomarse entre 0,30 para los suelos densos y 0,40 para los más flojos o blandos.
- (6) La resistencia al corte sin drenaje de suelos arcillosos normalmente consolidados depende de la presión vertical efectiva. Ver 2.2.8.3.

Figura. Parámetros resistentes característicos en suelos cohesivos

### Parámetros deformacionales

- Suelos granulares:

Se han empleado las correlaciones establecidas por Beggemann, Schmertmann y Wrench & Nowatzki para terrenos granulares y cuyas gráficas se han representado en el siguiente gráfico:

Estos rellenos se han detectado en los sondeos perforados a pie de los terraplenes, presentando cierta compacidad.

Para la caracterización de estos materiales se cuenta con los ensayos de laboratorios recogidos en la siguiente tabla, correspondientes a las muestras ensayadas en los sondeos:

Sondeo	Tipo de Muestra	Profundidad	Granulometría								CLASF. CASAGRANDE	L. Atterberg			Sulfatos (%)	Ac. Baumann-Gully (ml/kg)
			80	40	20	5	2	0,40	0,08	LL		LP	IP			
S-102.1	SPT	1,5-2,1	100	100	94	78	66	54	40,9	SC	34,2	17,4	16,8	0,1	0	
S-102.1	SPT	4,5 - 5,1	100	100	79	44	34	24	15,8	GC	33,6	16,6	17			
MEDIA		100,00	100,00	86,50	61,00	50,00	39,00	28,35		33,90	17,00	16,90	0,10	0,00		
MÁXIMO		100,00	100,00	79,00	44,00	34,00	24,00	15,80		33,60	16,60	16,80	0,10	0,00		
MÍNIMO		100,00	100,00	79,00	44,00	34,00	24,00	15,80		33,60	16,60	16,80	0,10	0,00		

Se corresponde con suelos arenosos de baja plasticidad.

Teniendo en cuenta la heterogeneidad que caracteriza a estos materiales, se puede adoptar en función de la experiencia una densidad aparente de 18 kN/m<sup>3</sup>.

#### Características resistentes y deformacionales

A continuación se muestran los golpeos obtenidos en los ensayos SPT realizados:

SONDEO	PROFUNDIDAD	N 30
S-102.1	1,50-2,10	9
	3,00-3,60	11
	4,50-5,10	17
S-106.5	1,50-2,10	15
GOLPEO MEDIO		13

Se obtiene un golpeo medio de 13, que se corresponde con un suelo medianamente denso. Estos golpeos indican que estos rellenos presentan cierto grado de compactación.

Con estos datos se les puede asignar una cohesión que podría variar entre 0 y 2 kPa y un ángulo de rozamiento entre 25 y 28º.

Se ha realizado un ensayo presiométrico en el sondeo S 102.1 entre 4,9 y 5,5 m, en el que se ha obtenido un módulo presiométrico de 5,59 MPa. Correlacionándolo con el módulo de deformación se obtiene un valor de 10,70 MPa, este valor se considera elevado para este tipo de materiales por lo que se le asignará de manera conservadora un valor de 8 MPa que es el que recomienda la ROM para rellenos.

#### Excavabilidad

Estos materiales pueden ser excavados por medios mecánicos convencionales.

#### Parámetros resumen

Para su caracterización se han adoptado, en base a la experiencia del equipo redactor y a los ensayos realizados, los siguientes parámetros geotécnicos característicos para estos rellenos antrópicos:

- Densidad aparente: 18 kN/m<sup>3</sup>
- Cohesión: 0-2 kPa
- Ángulo de rozamiento: 25-28º
- Módulo de deformación: 8 MPa.

#### 7.3.2.1.2. Rellenos compactados

Se corresponde con los viales que intersecta la traza, y que serán excavados ligeramente en los escalonados necesario para los recrecidos de Iso mismos.

Estos materiales no se han ensayado, en función de la experiencia se adoptan los siguientes parámetros tipo:

Parámetros geotécnicos del material de terraplén actual		
Densidad (kN/m <sup>3</sup> )	Cohesión (kPa)	Ángulo de rozamiento (º)
21	20	34

#### 7.3.2.2. Depósitos de fondo de valle (Qfv)

Son sedimentos aluviales descritos como arcillas limosas algo arenosas, presentan nódulos carbonatados. En la calicata realizada se han descrito como arenas limosas.

Su caracterización cuenta con los ensayos de laboratorio recogidos en la siguiente tabla, correspondientes a las muestras ensayadas en el sondeo S 101.2 y la calicata C-101.1:

Sondeo / Cata	Tipo de Muestra	Profundidad	Granulometría							CLASF. CASAGRANDE	L. Atterberg			Humedad (%)	Densidad seca (kN/m³)	Compresión simple (kPa)	E. triaxial CD		M.O. (%)	Sulfatos (%)	Sales solubles	Yeso (%)	Ac. Baumann-Gully (ml/kg)	Hinchamiento % (6)	Ensayo colapso (IC)	EDOMETRO	Proctor Normal		CBR (Normal)	
			80	40	20	5	2	0,40	0,08		LL	LP	IP				C (kPa)	A. roz (º)							d. max (g/cm³)	humedad óptima (%)	al 95%	al 100%		
C-101,1	SACO	1,5	100	100	95	66	62	58	49,3	GC	31,7	14,1	17,6				0,19	0,1	0,05	0,1	1,25	-0,3		1,91	10,8	5,7	9,4			
S 101.2	MI	1,5-2,1	100	100	100	97	96	94	86,4	CL	33,1	15,9	17,2	16	18	200			0,1		0									
S 101.2	MI	4,50-5,10	100	100	100	91	83,6	70,8	54,7	CL	25,2	17,2	8	20	18		36	28												
S 101.2	MI	11,00-11,60	100	100	100	100	91,4	68,2	49,8	CL	24,5	15,4	9,1	21	17									0,59						
MEDIA			100	100	99	89	83,3	72,75	60,05		28,625	15,65	12,98	19	17,6	200	36	28	0,19	0,1	0,05	0,1	0	1,25	-0,3	0,59	1,91	10,8	5,7	9,4
MÁXIMO			100	100	100	100	96	94	86,4		33,1	17,2	17,6	21	18	200	36	28	0,19	0,1	0,05	0,1	0	1,25	-0,3	0,59	1,91	10,8	5,7	9,4
MÍNIMO			100	100	95	66	62	58	49,3		24,5	14,1	8	16	17	200	36	28	0,19	0,1	0,05	0,1	0	1,25	-0,3	0,59	1,91	10,8	5,7	9,4

#### Características de identificación y estado

Para determinar la granulometría se cuenta con 4 ensayos granulométricos, un porcentaje medio de finos (materiales que pasan por el tamiz UNE 0,08 mm) del 60,05 %.

Las muestras ensayadas se clasifican en su mayoría como arcilla arenosa de plasticidad baja. Asignándoles a estos materiales en su conjunto un comportamiento cohesivo.

Se ha obtenido en los ensayos de laboratorio disponibles una densidad seca media de 17,6 kN/m³, relacionando la densidad seca y humedad mediante la siguiente formula:

$$\text{Dens seca} = \text{Dens ap} / (1 + (w\% / 100))$$

Se obtiene una densidad aparente de 20,5 kN/m³

#### Características resistentes y deformacionales

Se han realizado dos ensayos SPTs obteniéndose un valor medio de 9.

SONDEO	PROFUNDIDAD	N 30
S-101.2	3,00-3,60	10
	8,00-8,60	8
GOLPEO MEDIO		9

También se ha realizado un ensayo de resistencia a compresión simple, obteniéndose un valor de 200 kPa. Valor que se puede relacionar con la resistencia al corte sin drenaje mediante la siguiente expresión

$$C_u = \frac{R_{CS}}{2}$$

Obteniéndose un valor de resistencia al corte sin drenaje de 100 kPa, valor coherente con el golpeo medio Nspt.

No se han llevado a cabo ensayos específicos que permitan definir la cohesión y ángulo de rozamiento interno de estos materiales, por lo que en base a la bibliografía existente, se han adoptado unos valores característicos.

Concretamente, se ha consultado la tabla 2.43 de la ROM 0.5-05 que se incluye a continuación:

**Tabla 2.4.3. Algunas características elementales de los suelos que pueden utilizarse para estimaciones previas**  
 (Continuación)

	Tipo de suelos	Consistencia	Índice de poros (2)	Resis. al corte sin drenaje (6) (kPa)	Resistencia con drenaje C(kPa) ( $\phi^0$ )	Módulo de deformación (5) drenado (MPa)	Coeficiente de permeabilidad (3) (cm/s)
Suelos cohesivos	Limos de granulometría uniforme con algo de arena y arcilla	Dura o firme	0,40	100	50	30	40
		Media	0,60	60	20	25	15
		Blanda	0,80	20	10	20	7
		Muy blanda	I	10	0	18	2
	Arcilla y limos arcillosos. Pueden contener gravas y/o arenas en proporciones menores del 70%	Dura o firme	0,35	>100	50	28	50
		Media	0,50	80	20	23	20
		Blanda	0,70	40	10	19	5
		Muy blanda	I	20	0	15	1

Los suelos con contenidos apreciables de materia orgánica tienen características mecánicas mucho más pobres que las indicadas en esta tabla.

- (1) Los suelos calcáreos, particularmente los conchíferos o coralinos, pueden tener ángulos de rozamiento claramente más bajos, en particular para presiones altas (cargas de hundimiento por punta de pilotes).
- (2) Para calcular pesos específicos puede utilizarse un peso específico relativo de las partículas igual a 2,7.
- (3) Los coeficientes de permeabilidad indicados son únicamente un valor típico. Suelos que obedecen a una misma descripción preliminar pueden tener permeabilidades dos e incluso tres órdenes de magnitud diferentes a los indicados.
- (4) El contenido en finos se refiere al porcentaje que pasa por el tamiz 0,008 UNE.
- (5) El módulo de Poisson puede tomarse entre 0,30 para los suelos densos y 0,40 para los más flojos o blandos.
- (6) La resistencia al corte sin drenaje de suelos arcillosos normalmente consolidados depende de la presión vertical efectiva. Ver 2.2.8.3.

En base a dicha tabla considerando el valor de Cu=100 kPa se han adoptado los siguientes valores:

- Cohesión:  $c' = 20-50$  kPa
- Ángulo de rozamiento interno:  $\phi' = 23-28^\circ$  ( $25^\circ$ )

Para la obtención del módulo de deformación, se ha realizado un ensayo presiométrico en el sondeo S 101.2 entre 6,4 y 7 m de profundidad, obteniéndose un módulo presiométrico de 5,77 MPa. Correlacionándolo con el módulo de deformación se obtiene un valor de 11,78 MPa.

En cuanto a la expansividad y colapso de estos materiales, en función de los ensayos realizados en la calicata C101.1, presentan una expansividad baja y un ligero grado de colapso.

Cata	Tipo de Muestra	Prof.	Granulometría							CLASF. CASAGRANDE	L. Atterberg			M.O. (%)	Sulfatos (%)	Sales solubles	Yeso (%)	Hinchamiento % ( 6 )	Ensayo colapso (Ic)	Proctor Normal		CBR (Normal)		
			80	40	20	5	2	0,40	0,08		LL	LP	IP							d. max (g/cm³)	humedad óptima (%)	al 95%	al 100%	
			100	94	84	69	63	48	43,6		GC	33,2	23,3	9,9	0,16	0,1	0,07	0,1	0	0	1,65	19,3	3,6	8,7
C 104,8	SACO	0,5																						

### Características de identificación y estado

El ensayo realizado presenta un porcentaje de finos (materiales que pasan por el tamiz UNE 0,08 mm) del 43,6%.

Las muestras ensayadas se clasifican como gravas arcillosas de plasticidad baja.

### Características resistentes y deformacionales

Para los siguientes parámetros se ha recurrido a datos bibliográficos de acuerdo a los parámetros característicos de suelo según Rodríguez-Ortiz, y a la experiencia en este tipo de materiales:

TIPO DE SUELO	CUADRO 1.12. PARAMETROS CARACTERISTICOS DEL SUELO (1)												PERM.			
	GRANULOMETRIA		LIMITES DE ATTERBERG (Fracción <0,04 mm)		PESO ESPECIFICO		HDAD. NATURAL		PROCTOR NORMAL		DEFORMABILIDAD (2)		RESISTENCIA AL CORTE			
	mm %	mm %	w <sub>L</sub> %	w <sub>P</sub> %	I <sub>P</sub> %	$\gamma$ t/m <sup>3</sup>	$\gamma_{sum}$ t/m <sup>3</sup>	w %	D. seca t/m <sup>3</sup>	w <sub>PN</sub> %	E <sub>s</sub> = E <sub>O</sub> $\left(\frac{\sigma}{\sigma_{atf}}\right)^n$ kp/cm <sup>2</sup>	$\varphi'$ °	c' t/m <sup>2</sup>	$\varphi'_r$ °		
Grava	<5	<60	—	—	—	1,60 1,90	0,95 1,05	5 2	1,70 1,90	8 5	400 900	0,60 0,40	34 42	—	32 35	$2 \cdot 10^{-1}$ $1 \cdot 10^{-2}$
Grava arenosa con pocos finos	<5	<60	—	—	—	2,10 2,30	1,15 1,35	7 3	2,00 2,25	7 4	400 1100	0,70 0,50	35 45	—	32 35	$1 \cdot 10^{-2}$ $1 \cdot 10^{-6}$
Grava arenosa con finos limosos o arcillosos que no alteran la estructura granular	8 15	<60	20 45	16 25	4 25	2,10 2,40	1,15 1,45	9 3	2,10 2,35	7 3	400 1200	0,70 0,50	35 43	1 0	32 35	$1 \cdot 10^{-5}$ $1 \cdot 10^{-6}$
Mezcla de gravas y arenas envueltas por finos	20 40	<60	20 50	16 25	4 30	2,00 2,25	1,05 1,30	13 5	1,90 2,20	10 5	150 400	0,90 0,70	28 35	3 0,5	22 30	$1 \cdot 10^{-8}$ $1 \cdot 10^{-11}$
Arena uniforme	a) Fina	<5	100	—	—	1,60 1,90	0,95 1,10	22 8	1,60 1,75	15 10	150 300	0,75 0,60	32 40	—	30 32	$2 \cdot 10^{-4}$ $1 \cdot 10^{-3}$
	b) Gruesa	<5	100	—	—	1,60 1,90	0,95 1,10	16 6	1,60 1,75	13 8	250 700	0,70 0,55	34 42	—	30 34	$5 \cdot 10^{-3}$ $2 \cdot 10^{-4}$
Arena bien graduada y arena con grava	<5	60	—	—	—	1,80 2,10	1,00 1,20	11 5	1,90 2,15	10 6	200 600	0,70 0,55	33 41	—	32 34	$5 \cdot 10^{-4}$ $2 \cdot 10^{-5}$
Arena con finos que no alteran la estructura granular	8 15	>60 45	20 25	16 25	4 25	1,90 2,25	1,05 1,30	15 4	2,00 2,20	13 7	150 500	0,80 0,65	32 40	1 0	30 32	$1 \cdot 10^{-5}$ $1 \cdot 10^{-7}$
Arena con finos que alteran la estructura granular	20 40	>60 50	20 30	16 30	4 25	1,80 2,15	0,90 1,10	20 8	1,70 2,00	18 12	50 250	0,90 0,75	25 32	5 1	22 30	$1 \cdot 10^{-7}$ $1 \cdot 10^{-10}$
Limo poco plástico	>50	>80 35	25 28	20 11	4 11	1,75 2,10	0,95 1,10	28 15	1,60 1,80	22 15	40 110	0,80 0,60	28 35	2 0,5	25 30	$1 \cdot 10^{-5}$ $1 \cdot 10^{-9}$
Limo de plasticidad media a alta	>80	>100 50	35 25	22 20	7 1,05	1,70 2,00	0,85 1,05	35 20	1,55 1,75	23 16	30 70	0,90 0,70	25 33	3 1	22 29	$2 \cdot 10^{-6}$ $1 \cdot 10^{-9}$
Arcilla de baja plasticidad	>80	100 35	25 35	15 26	7 16	1,90 2,20	0,95 1,20	28 14	1,65 1,85	20 14	20 50	1,00 0,90	24 32	6 1,5	20 28	$1 \cdot 10^{-7}$ $2 \cdot 10^{-9}$
Arcilla de plasticidad media	>90	100 50	40 25	18 28	16 1,10	1,80 2,10	0,85 1,10	38 18	1,55 1,75	23 17	10 30	1,00 0,95	20 30	8 2	10 20	$5 \cdot 10^{-8}$ $1 \cdot 10^{-10}$
Arcilla de alta plasticidad	100	100 85	60 55	20 55	33 1,00	1,65 2,00	0,70 1,00	55 20	1,45 1,65	27 20	6 20	1,00 1,00	17 27	10 3	6 15	$1 \cdot 10^{-11}$
Limo o arcilla orgánicos	>80	100 70	45 45	30 30	10 1,90	1,55 0,90	0,55 0,90	60 30	1,45 1,70	27 18	5 20	1,00 0,85	20 26	7 2	15 22	$1 \cdot 10^{-9}$ $1 \cdot 10^{-11}$
Turba	—	—	—	—	—	1,04 1,30	0,04 0,30	800 100	—	—	3 8	1,00 1,00	25 30	1,5 0,5	—	$1 \cdot 10^{-5}$ $1 \cdot 10^{-8}$
Fango	—	—	100 250	30 80	50 170	1,25 1,60	0,25 0,60	200 50	—	—	4 15	1,00 0,90	22 28	2 0,5	—	$1 \cdot 10^{-7}$ $1 \cdot 10^{-9}$

(1) Según el Grundbau-Taschenbuch, 3.<sup>a</sup> ed. 1.<sup>a</sup> Parte, 1980.  
 (2)  $\sigma_{at} = 0,1 \text{ kp/cm}^2$

Se le asigna una densidad aparente de 20 kN/m<sup>3</sup>, considerando una humedad del 10 % presentaría una densidad seca de 18,18 kN/m<sup>3</sup>, se le asigna una cohesión de 20 kPa y un ángulo de rozamiento de 28º.

En función de los ensayos realizados en la calicata C 104.8, tanto la expansividad como el colapso en estos materiales son nulos.

### Excavabilidad / reutilización

Pueden ser excavados por medios mecánicos convencionales, se clasifican según PG-3 como suelos tolerables, pudiéndose reutilizar como núcleo y cimiento en la construcción de los rellenos proyectados

### Parámetros resumen

- Densidad aparente: 20 kN/m<sup>3</sup>
- Cohesión: 20 kPa
- Ángulo de rozamiento: 28º
- Módulo de deformación: 15 MPa.

#### 7.3.2.4. Depósitos de terraza (Qt)

Son sedimentos aluviales antiguos. En función de las características geotécnicas se diferencian dos niveles, uno granular y otro con predominio arcilloso. Han sido detectados en los sondeos, S 103.2, SV-E1 y SV-E2, y en la calicata C - 102,8.

A continuación se caracterizan de forma separada:

##### 7.3.2.4.1. Q<sub>TA</sub>

Se corresponde con las facies más arcillo limosas de los depósitos aluviales antiguos.

Para la caracterización de estos materiales se cuenta con los ensayos de laboratorios recogidos en la siguiente tabla, correspondientes a las muestras ensayadas en los sondeos:

Sondeo	Tipo de Muestra	Profundidad	Granulometría							CLASF. CASAGRANDE	L. Atterberg			Humedad (%)	Densidad seca (kN/m³)	Densidad aparente (kN/m³)	Compresión simple (kPa)	CORTE DIRECTOCD		Sulfatos (%)	Ac. Baumann-Gully (ml/kg)
			80	40	20	5	2	0,40	0,08		LL	LP	IP					C (kPa)	A. roz (º)		
S 103.2	MI	10 - 10,6	100	100	100	100	100	100	82,4	CL-ML	24,3	19,9	4,4								
S 103.2	SPT	13 - 13,6	100	100	100	100	100	99	72,2	ML	NP	NP	NP								
SV-E1	MI	4,5-5,1	100	100	100	100	100	97	82,9	CL	34,7	16,9	17,8	19	16,6	19,75	60			0,1	0
SV-E2	MI	3-3,6	100	100	100	100	100	100	92,1	CL-ML	25,2	20,3	4,9	7,4	14,4	15,5					
SV-E2	MI	6,00-6,60	100	100	100	100	99,9	98,1	87,9	CL	26	18,1	7,9	15	16,42	18,88		20	24,3		
SV-E2	SPT	13-13,6	100	100	98	78	74	68	43,8	SM	18,9	17	1,9								
MEDIA			100	100	100	96	95,7	93,68	76,88		25,82	18,44	7,38	14	15,80	18,04	60	20	24,3	0,1	0
MÁXIMO			100	100	100	100	100	100	92,1		34,7	20,3	17,8	19	16,6	19,75	60	20	24,3	0,1	0
MÍNIMO			100	100	98	78	74	68	43,8		18,9	16,9	1,9	7,4	14,4	15,5	60	20	24,3	0,1	0

#### Características de identificación y estado

Para determinar la granulometría de estos materiales se cuenta con 6 ensayos granulométricos, con un porcentaje medio de finos (materiales que pasan por el tamiz UNE 0,08 mm) del 77%.

Se clasifican como arcillas y limos de baja plasticidad y arenas limosas.

El valor de densidad obtenido en la muestra del sondeo SV-E2, se considera muy baja por lo que no se tendrá en cuenta, de manera que se tomara el valor de densidad medio de los otros dos ensayos realizados, obteniéndose una densidad aparente de 19,3 kN/m³ (y una densidad seca media de 16,51 kN/m³).

#### Características resistentes y deformacionales

Se han realizado tres ensayos SPTs obteniéndose un valor de 9 en todos ellos.

SONDEO	PROFUNDIDAD	N <sub>30</sub>
S-103.2	4,50-5,10	9
SV-E1	3,00-3,60	9
SV-E2	13,00-13,60	9
GOLPEO MEDIO		9

Con este golpeos se corresponde según la relación descrita en el apartado de metodología ( $C_u = N_{spt}/15$ ) con una valor de resistencia al corte sin drenaje de 60 kPa.

También se ha realizado un ensayo de resistencia a compresión simple, obteniéndose un valor de 60 kPa, relacionándolo con la resistencia al corte sin drenaje mediante la siguiente expresión,

$$C_u = \frac{RCS}{z}$$

Se obtiene un valor de resistencia al corte sin drenaje de 30 kPa. Este valor es bastante inferior al que se obtiene de la correlación del golpeo  $N_{spt}$ . El valor de los ensayos SPT ha sido constante en los tres ensayos realizados en tres sondeos diferentes, por lo que se considera más representativo de estos materiales adoptándose como valor característico

Se ha realizado un ensayo de corte directo en el que se obtiene una cohesión de 20 kPa y un angulo de rozamiento interno de 24,3º, este valo coincide con los recomendados por la ROM 0.5-05 (tabla 2.43) que se incluyen a continuación:

**Tabla 2.4.3. Algunas características elementales de los suelos que pueden utilizarse para estimaciones previas**  
 (Continuación)

	Tipo de suelos	Consistencia	Índice de poros (2)	Resis. al corte sin drenaje (6) (kPa)	Resistencia con drenaje C(kPa) ( $\phi^0$ )	Módulo de deformación (5) drenado (MPa)	Coeficiente de permeabilidad (3) (cm/s)
Suelos cohesivos	Limos de granulometría uniforme con algo de arena y arcilla	Dura o firme	0,40	100	50 30	40	$10^{-6}$
		Media	0,60	60	20 25	15	
		Blanda	0,80	20	10 20	7	
		Muy blanda	1	10	0 18	2	
Arcilla y limos arcillosos. Pueden contener gravas y/o arenas en proporciones menores del 70%	Dura o firme Media Blanda Muy blanda	Dura o firme	0,35	>100	50 28	50	$10^{-8}$
		Media	0,50	80	20 23	20	
		Blanda	0,70	40	10 19	5	
		Muy blanda	1	20	0 15	1	

Los suelos con contenidos apreciables de materia orgánica tienen características mecánicas mucho más pobres que las indicadas en esta tabla.

- (1) Los suelos calcáreos, particularmente los conchíferos o coralinos, pueden tener ángulos de rozamiento claramente más bajos, en particular para presiones altas (cargas de hundimiento por punta de pilotes).
- (2) Para calcular pesos específicos puede utilizarse un peso específico relativo de las partículas igual a 2,7.
- (3) Los coeficientes de permeabilidad indicados son únicamente un valor típico. Suelos que obedecen a una misma descripción preliminar pueden tener permeabilidades dos e incluso tres órdenes de magnitud diferentes a los indicados.
- (4) El contenido en finos se refiere al porcentaje que pasa por el tamiz 0,008 UNE.
- (5) El módulo de Poisson puede tomarse entre 0,30 para los suelos densos y 0,40 para los más flojos o blandos.
- (6) La resistencia al corte sin drenaje de suelos arcillosos normalmente consolidados depende de la presión vertical efectiva. Ver 2.2.8.3.

En base a los datos disponibles se han adoptado los siguientes valores:

- Cohesión:  $c' = 20 \text{ kPa}$
- Ángulo de rozamiento interno:  $\phi' = 23^\circ$

Para la obtención del módulo de deformación, se ha realizado un ensayo presiométrico en el sondeo SV-E2 entre 8,3 y 8,9 m de profundidad, obteniéndose un módulo presiométrico de 11,77 MPa. Correlacionándolo con el módulo de deformación se obtiene un valor de 17,8 MPa.

#### Excavabilidad / reutilización

Estos materiales pueden ser excavados por medios mecánicos convencionales, se clasifican según PG-3 como suelos tolerables, pudiéndose reutilizar como núcleo y cimiento en la construcción de los rellenos proyectados

#### Parámetros resumen

- Densidad aparente:  $19,3 \text{ kN/m}^3$
- Cohesión:  $20 \text{ kPa}$
- Ángulo de rozamiento:  $23^\circ$
- Resistencia al corte sin drenaje:  $60 \text{ kPa}$
- Módulo de deformación:  $17,8 \text{ MPa}$ .

#### 7.3.2.4.2. $Q_{TG}$

Este nivel se corresponde con la terraza más granular.

Sobre esta unidad se han realizados los ensayos de laboratorio cuyo resumen se incluye en la siguiente tabla:

Sondeo / Cata	Tipo de Muestra	Profundidad	Granulometría							CLASF. CASAGRANDE	L. Atterberg			Humedad (%)	Densidad seca (KN/m <sup>3</sup> )	Compresión simple ( kPa )	M.O. (%)	Sulfatos (%)	Sales solubles	Yeso (%)	Hinchamiento % ( 6 )	Ensayo colapso ( IC )	Proctor Normal		CBR (Normal)		
			80	40	20	5	2	0,40	0,08		LL	LP	IP										d. max (g/cm <sup>3</sup> )	Humedad óptima (%)	al 95%	al 100%	
C - 102,8	SACO	2	100	92	80	65	61	52	27,7	SM	NP	NP	NP				0,16	0,1	0,06	0,1	0	0	2,13	7,9	36,7	58,4	
S 103,2	MI	3 - 3,6	100	100	100	100	99	96	21,4	SC	30,1	14,1	15,6	8,1	17	40											
SV-E1	SPT	6 - 6,6	100	100	84	38	26	14	8,3	GP-GC	21,4	12,7	8,7														
SV-E1	SPT	12,5-13,1	100	100	80	44	35	26	12,6	GM	NP	NP	NP														
SV-E1	SPT	18,5-19,1	100	100	80	35	21	13	7,5	GP-GM	NP	NP	NP														
MEDIA			100	98	85	56	48,4	40,2	15,5		25,75	13,4	12,15	8,1	17	40	0,16	0,1	0,06	0,1	0	0	2,13	7,9	36,7	58,4	
MÁXIMO			100	100	100	100	99	96	27,7		30,1	14,1	15,6	8,1	17	40	0,16	0,1	0,06	0,1	0	0	2,13	7,9	36,7	58,4	
MÍNIMO			100	92	80	35	21	13	7,5		21,4	12,7	8,7	8,1	17	40	0,16	0,1	0,06	0,1	0	0	2,13	7,9	36,7	58,4	

El contenido en finos medio de las muestras ensayadas es de 15,5%, tan solo dos muestras han presentado algo de plasticidad siendo baja.

Relacionando la densidad seca y humedad, se obtiene un valor de densidad aparente de

$$\text{Dens seca} = \text{Dens ap} / (1 + (w\% / 100))$$

Se obtiene una densidad aparente de 18,4 kN/m<sup>3</sup>

#### Resistencia y deformabilidad

Se realizaron quince ensayos SPT, obteniéndose golpes que oscilan entre 5 y rechazo, los más bajos probablemente se correspondan con los niveles de arenas sueltas. De forma conservadora se puede asignar a estos materiales una compacidad media (valor medio  $N_{SPT}=20$ ), correspondiendo a suelos medianamente densos, estos valores no son coherentes con el ensayo de resistencia a compresión simple, en el que se ha obtenido un valor bajo de 60 kPa. Ya que se dispone de muchos ensayos SPT y de que se ha tomado un valor medio conservador se toma estos ensayos como representativos de esta unidad, desestimándose el valor de resistencia a compresión simple.

SONDEO	PROFUNDIDAD	N <sub>30</sub>
S-103.2	13,00-13,60	11
	15,00-15,60	12
S-101.2	14,40-14,50	R
SV-E1	1,50-2,10	43
	6,00-6,60	39
	9,50-10,10	24
	12,50-13,10	25
	15,50-16,10	39
	18,50-19,10	21
	21,50-22,10	19
SV-E2	9,00-9,60	13
	16,00-16,60	5
	19,50-20,10	15
	22,50-23,10	15
GOLPEO MEDIO		20

Para asignar el resto de los parámetros geotécnicos se recurre a las recomendaciones de la ROM, en función del tipo de suelo y de su compacidad, como se refleja a continuación:

Tabla 2.4.3. Algunas características elementales de los suelos que pueden utilizarse para estimaciones previas

	Tipo de suelos	Compacidad	Índice de poros (2)	Cohesión (kPa)	Ángulo de Rozamiento ( $\phi'$ )	Módulo de deformación (5) drenado (MPa)	Coefficiente de permeabilidad (9) (cm/s)
Suelos granulares (1)	Gravas y arenas limpias (arenas > 10%)	Densa	0,25	0	45	100	$10^{-2}$
		Media	0,35	0	40	50	
		Floja	0,45	0	35	20	
		Muy floja	0,60	0	30	10	
	Densa	0,20	10	40	50		
Gravas y arenas con algo de limos y/o arcillas (5-10%) (4)	Media	0,30	5	35	20		$10^{-3}$
	Floja	0,10	—	30	10		
	Muy floja	0,60	0	27	5		
	Densa	0,15	20	35	50		
Gravas y arenas con gran contenido en suelos finos (5-10%) (4)	Media	0,25	10	30	20		$10^{-4}$
	Floja	0,35	5	27	10		
	Muy floja	0,50	0	25	5		
	Banquetas de todo-uno vertidas y escolleras de granulometría continua (sucias)	Floja	0,50	0	40	10	
Rellenos artificiales	Muy floja	0,70	0	35	5		I

En base a dicha tabla considerando una compacidad media se han adoptado los siguientes valores:

- Cohesión:  $c' = 5$  kPa
- Ángulo de rozamiento interno:  $\phi' = 35$

Para la obtención del módulo de deformación, se han realizado dos ensayo presiométrico en el sondeo S E1 y S 103.2, se han obtenido dos valores muy diferentes:

En el sondeo S E-1 se obtiene un módulo presiométrico de 24,13 MPa y un módulo de deformación de 71 MPa, mientras que en el sondeo S103.2 se obtiene un módulo presiométrico de 5,44 MPa y un módulo de deformación de 10,06MPa. Teniendo en cuenta la variación de módulos se toma el valor recomendado por la Rom como representativo para estos materiales 20MPa.

En base a los ensayos realizados en la calicata C 102.8, tanto la expansividad como el colapso en estos materiales son nulos.

#### Excavabilidad / reutilización

Estos materiales pueden ser excavados por medios mecánicos convencionales, se clasifican según PG-3 como suelos adecuados, pudiéndose reutilizar como núcleo, cimiento y coronación en la construcción de los rellenos proyectados

**Parámetros resumen**

- Densidad aparente: 18,91 kN/m<sup>3</sup>
- Cohesión: 5 kPa
- Ángulo de rozamiento: 35º
- Resistencia al corte sin drenaje: 30 kPa
- Módulo de deformación: 20 MPa.

**7.3.2.5. Sustrato terciario Tcam**

Se diferencian dos tipos en función de su comportamiento geotécnico.

**7.3.2.5.1. Tma**

Arcilla limosas, en uno de los sondeos se recuperó costra calcárea de espesor menor de 1 m.

Para la caracterización de estos materiales se cuenta con los ensayos de laboratorio recogidos en la siguiente tabla:

Sondeo / Cata	Tipo de Muestra	Profundidad	Granulometría								CLASF. CASAGRANDE	L. Atterberg			Humedad (%)	Densidad seca (kN/m <sup>3</sup> )	Densidad aparente (kN/m <sup>3</sup> )	CORTE DIRECTOCD		M.O. (%)	Sulfatos (%)	Sales solubles	Yeso (%)	A. Baumann-Gully (m/kg)	Hinchamiento % (6)	Ensayo colapso (IC)	EDOMETR O	Proctor Normal		CBR (Normal)	
			80	40	20	5	2	0,40	0,08	LL	LP	IP	C (kPa)	A. roz (º)			d. max (g/cm <sup>3</sup> )	Humedad óptima (%)	al 95%							al 100%					
C - 106.1	SACO	0,9	100	100	94	83	79	74	63,1	CL	26,8	17,1	9,7						0,27	0,1	0,08	0,1		0,25	0	1,82	13,6	4,3	7		
S-102.1	MI	9,00-9,50	100	100	100	100	99,7	98,2	77	CL	24,8	16,6	8,2	18,95	17	20,22	32	22,2		0,1			0								
S 106.5	SPT	4,5 - 5,1	100	100	100	96	94	90	83,9	CL-ML	23,8	20,4	3,4																		
S 106.5	MI	6,00-6,60	100	100	100	100	94,4	86,6	81,1	CL	24,6	16,6	8	16,32	18,2	21,17												0,46			
S 106.5	SPT	14 - 14,65	100	100	100	85	74	66	37,7	SM	24,2	22	2,2																		
SV-E1	SPT	24,7-25,1	100	100	96	76	64	55	44,9	SM	NP	NP	NP																		
MEDIA			100	100	98	90	84	78	65		25	19	6	18	17,6	20,69	32	22	0	0	0	0	0	0	0	0	2	14	4	7	
MÁXIMO			100	100	100	100	100	98	84	0	27	22	10	19	18	21,17	32	22	0	0	0	0	0	0	0	2	14	4	7		
MÍNIMO			100	100	94	76	64	55	38	0	24	17	2	16	17	20,22	32	22	0	0	0	0	0	0	0	2	14	4	7		

### Características de identificación y estado

En los ensayos granulométricos se ha obtenido un porcentaje medio de finos (materiales que pasan por el tamiz UNE 0,08 mm) del 65%.

Las muestras ensayadas se clasifican como arcillas limosas, de plasticidad baja. Asignándoles a estos materiales en su conjunto un comportamiento cohesivo.

La densidad aparente obtenida ha sido de 20,69 kN/m<sup>3</sup>.

### Características resistentes y deformacionales

Se han realizado cinco ensayos SPTs obteniéndose rechazo en la mayoría de los ensayos, excepto en uno de ellos que se obtuvo un valor bajo el resto son altos, por lo que de forma conservadora se adopta un valor  $N_{SPT} = 45$ .

SONDEO	PROFUNDIDAD	$N_{30}$
S-102.1	6,5-7,1	8
	11 - 11,6	54
S 106,5	4,5-5,1	22
S E2	28 - 28,05	R
	30,3 - 30,35	R

Para el cálculo de la resistencia al corte sin drenaje, se ha contrastado la expresión de Terzaghi, que relaciona el golpeo de los SPT con la resistencia al corte sin drenaje ( $c_u$ ) mediante la siguiente expresión:

$$c_u = N_{SPT}/15(\text{kp/cm}^2)$$

Obteniéndose un valor de resistencia al corte sin drenaje de 300 kPa.

Se cuenta con un ensayo de corte directo en el que se ha obtenido un valor de cohesión de 32kPa y un ángulo de rozamiento interno de 22º, este ensayo se realizó en una muestra inalterada en la que se obtuvo un golpeo de  $N_{MI}=20$ , que equivale con un golpeo  $N_{SPT}$  de 10, este valor está muy por debajo de la media obtenida en los ensayos de resistencia in-situ, por lo que no se ha considerado representativo de estos materiales. Se han adoptado los valores característicos incluidos en la tabla 2.43 de la ROM 0.5-05 que se incluye a continuación:

**Tabla 2.4.3. Algunas características elementales de los suelos que pueden utilizarse para estimaciones previas**  
(Continuación)

	Tipo de suelos	Consistencia	Índice de poros (2)	Resis. al corte sin drenaje (6) (kPa)	Resistencia con drenaje C(kPa) (φ <sup>0</sup> )	Módulo de deformación (5) drenado (MPa)	Coeficiente de permeabilidad (3) (cm/s)
Suelos cohesivos	Limos de granulometría uniforme con algo de arena y arcilla	Dura o firme	0,40	100	50	30	40
		Media	0,60	60	20	25	15
		Blanda	0,80	20	10	20	7
		Muy blanda	I	10	0	18	2
	Arcilla y limos arcillosos. Pueden contener gravas y/o arenas en proporciones menores del 70%	Dura o firme	0,35	>100	50	28	50
		Media	0,50	80	20	23	20
		Blanda	0,70	40	10	19	5
		Muy blanda	I	20	0	15	1

Los suelos con contenidos apreciables de materia orgánica tienen características mecánicas mucho más pobres que las indicadas en esta tabla.

(1) Los suelos calcáreos, particularmente los conchíferos o coralinos, pueden tener ángulos de rozamiento claramente más bajos, en particular para presiones altas (cargas de hundimiento por punta de pilotes).

(2) Para calcular pesos específicos puede utilizarse un peso específico relativo de las partículas igual a 2,7.

(3) Los coeficientes de permeabilidad indicados son únicamente un valor típico. Suelos que obedecen a una misma descripción preliminar pueden tener permeabilidades dos e incluso tres órdenes de magnitud diferentes a los indicados.

(4) El contenido en finos se refiere al porcentaje que pasa por el tamiz 0,008 UNE.

(5) El módulo de Poisson puede tomarse entre 0,30 para los suelos densos y 0,40 para los más flojos o blandos.

(6) La resistencia al corte sin drenaje de suelos arcillosos normalmente consolidados depende de la presión vertical efectiva. Ver 2.2.8.3.

En base a dicha tabla considerando el valor de Cu superior a 100 kPa se han adoptado los siguientes valores:

- Cohesión:  $c' = 50 \text{ kPa}$
- Ángulo de rozamiento interno:  $\phi' = 28^\circ$

Para la obtención del módulo de deformación, se ha realizado un ensayo presiométrico en el sondeo S 106.5 entre 5,3 y 5,90 m de profundidad, obteniéndose un módulo presiométrico de 23,24 MPa. Correlacionándolo con el módulo de deformación se obtiene un valor de 26,42 MPa, este valor es bajo teniendo en cuenta los ensayos de resistencia (se observa como en la tabla 2.43 de la ROM 0.5-05, se asigna a estos materiales un valor de 50 MPa), es posible que el ensayo se realizara en un nivel más blando. Se adoptará un valor de módulo de deformación para esta unidad de 40 MPa, más acorde con los ensayos de resistencia y del lado de la seguridad.

En cuanto a la expansividad y colapso de estos materiales, en función de los ensayos realizados en la calicata C106.1, presentan una expansividad baja y un colapso nulo.

### Excavabilidad / reutilización

Estos materiales pueden ser excavados por medios mecánicos convencionales, se clasifican según PG-3 como suelos tolerable, pudiéndose reutilizar como núcleo y cimiento en la construcción de los rellenos proyectados

Pueden ser excavados por medios mecánicos convencionales aunque quizás sea necesaria la utilización de maquinaria más pesada de forma puntual.

Parámetros resumen

- Densidad aparente: 20,69 kN/m<sup>3</sup>
- Cohesión: 50 kPa
- Ángulo de rozamiento: 28º
- Resistencia al corte sin drenaje: 300 kPa
- Módulo de deformación: 40 MPa.

 7.3.2.5.2. Tmg

Terciario granular.

Sobre esta unidad se han realizados los ensayos de laboratorio cuyo resumen se incluye en la siguiente tabla:

Sondeo / Cata	Tipo de Muestra	Profundidad	proyecto	Granulometría								CLASF. CASAGRANDE	L. Atterberg			M.O. (%)	Sulfatos (%)	Sales solubles	Yeso (%)	Hinchamiento % ( 6 )	Ensayo colapso (IC)	Proctor Normal		Proctor Modificado		CBR (Modificado)		CBR (Normal)	
				80	40	20	5	2	0,40	0,08	LL	LP	IP	d. max (g/cm <sup>3</sup> )	humedad óptima (%)						d. max (g/cm <sup>3</sup> )	humedad óptima (%)	al 95%	al 100%	al 95%	al 100%			
CD OF 4	SACO	0,5	E.I.	100	94	82	60	55,1	49,6	43,2	GM-GC	23,8	17,3	6,5	0,4						1,91	12,5	2,02	10,1	17,7	38,4			
C-106,6	saco	1,2	proyecto	100	86	75	60	54	44	27,2	GM	NP	NP	NP	0,14	0,1	0,06	0,1	0	0	1,88	13,3					10,9	17,5	
C-106,6	SACO	1,7	proyecto	100	79	58	32	24	14	9,2	GP-GM	NP	NP	NP															
S-102.1	SPT	14,4-15	proyecto	100	100	79	31	21	13	8,3	GP-GC	21,2	13,4	7,8															
MEDIA				100	90	73	46	39	30	22		22,50	15,35	7,15	0,27	0,10	0,06	0,10	0,00	0,00	1,90	12,90	2,02	10,10	17,70	38,40	10,90	17,50	
MÁXIMO				100	100	82	60	55	50	43		23,80	17,30	7,80	0,40	0,10	0,06	0,10	0,00	0,00	1,91	13,30	2,02	10,10	17,70	38,40	10,90	17,50	
MINIMO				100	79	58	31	21	13	8		21,20	13,40	6,50	0,14	0,10	0,06	0,10	0,00	0,00	1,88	12,50	2,02	10,10	17,70	38,40	10,90	17,50	

Las muestras ensayadas se corresponden con gravas arcillosas o gravas limosas de baja plasticidad.

Se puede asignar a estos materiales una densidad aparente de 22 kN/m<sup>3</sup>, valor obtenido de los parámetros característicos de suelos según Rodríguez-Ortiz incluidos en apartados anteriores.

Resistencia y deformabilidad

Se realizaron ocho ensayos SPT, obteniéndose golpeos de rechazo en todos excepto en uno, que probablemente se corresponda con los niveles de arenas sueltas.

De forma conservadora se puede asignar a estos materiales una compacidad media (valor medio  $N_{spt}=60$ ), correspondiendo a suelos densos.

SONDEO	PROFUNDIDAD	N 30
S-102.1	12,5-12,6	R
	14,4-15	14
S 106,5	9-9,03	R
	12-12,05	R
S E1	14-14,65	R
	24,7-25,3	R
	27,3-27,39	R
	30-30,01	R

Para asignar el resto de los parámetros geotécnicos se recurre a las recomendaciones de la ROM, en función del tipo de suelo y de su compacidad, como se refleja a continuación:

**Tabla 2.4.3. Algunas características elementales de los suelos que pueden utilizarse para estimaciones previas**

	Tipo de suelos	Compacidad	Índice de poros <sup>(2)</sup>	Cohesión (kPa)	Ángulo de Rozamiento ( $\phi'$ )	Módulo de deformación <sup>(5)</sup> drenado (MPa)	Coeficiente de permeabilidad <sup>(3)</sup> (cm/s)
Suelos granulares <sup>(1)</sup>	Gravas y arenas limpias (arenas > 10%)	Densa	0,25	0	45	100	$10^{-2}$
		Media	0,35	0	40	50	
		Floja	0,45	0	35	20	
		Muy floja	0,55	0	30	10	
	Gravas y arenas con algo de límos y/o arcillas (5-10%) <sup>(4)</sup>	Densa	0,20	10	40	50	$10^{-3}$
		Media	0,30	5	35	20	
		Floja	0,40	2	30	10	
		Muy floja	0,60	0	27	5	
	Gravas y arenas con gran contenido en suelos finos (5-10%) <sup>(4)</sup>	Densa	0,15	20	35	50	$10^{-4}$
		Media	0,25	10	30	20	
		Floja	0,35	5	27	10	
		Muy floja	0,50	0	25	5	
Rellenos artificiales	Banquetas de todo-uno vertidas y escolleras de granulometría continua (sucias)	Floja	0,50	0	40	10	I
		Muy floja	0,70	0	35	5	

En base a dicha tabla considerando una compacidad media se han adoptado los siguientes valores:

- Cohesión:  $c' = 10 \text{ kPa}$
- Ángulo de rozamiento interno:  $\phi' = 40^\circ$

Para la obtención del módulo de deformación, se ha realizado dos ensayo presiométrico en el sondeo S E1 y S 103.2, un módulo presiométrico de 162,69 MPa y un módulo de deformación de 300 MPa, este valor se considera elevado, pudiendo corresponderse con un nivel cementado, de forma conservadora se considera un módulo de deformación para esta unidad de 100 MPa.

En base a los ensayos realizados en la calicata C 106.6, tanto la expansividad como el colapso en estos materiales son nulos.

#### Excavabilidad / reutilización

Estos materiales pueden ser excavados por medios mecánicos convencionales. Se clasifican según el PG-3 como suelos tolerable y adecuado, en su conjunto de forma conservadora se considerara suelo tolerable y su utilización como núcleo y cimiento de terraplén.

#### Parámetros resumen

- Densidad aparente:  $22 \text{ kN/m}^3$
- Cohesión:  $10 \text{ kPa}$

- Ángulo de rozamiento:  $40^\circ$
- Módulo de deformación: 100 MPa.

#### 7.3.2.5.3. Dolomía jurásica J

Estos materiales no han sido excavados ni ensayados. Ocupan una parte del trazado por el que discurre fundamentalmente en desmonte.

La caracterización se hace en función de las observaciones de campo y de la experiencia en este tipo de materiales.

Se trata de formaciones rocosa muy competentes, si bien pueden presentar grados de alteración variable, tanto con la profundidad como en la proximidad de fallas o fracturas.

#### Propiedades físicas

Se toma como valor característico para rocas calizas-dolomías de  $26 \text{ kN/m}^3$ .

#### Propiedades de resistencia

Según las observaciones tomadas en campo estos materiales se clasifican como una roca moderadamente dura, pudiéndose asignar un valor de resistencia a compresión simple comprendido entre 20 y 40 MPa.

Para determinar el resto de los parámetros resistentes se ha empleado el programa de cálculo Roclab de la compañía Rocscience, de acuerdo con el criterio de rotura generalizado de Hoek y Brown.

A partir de este programa adoptando un valor del índice GSI para la unidad de 70 en función del estado del macizo rocoso observado en campo, el cual se puede describir como un macizo rocoso con fracturación que origina bloques de forma predominantemente cúbica. En la siguiente figura se muestra el valor estimado del índice GSI adoptados en el programa Roclab.



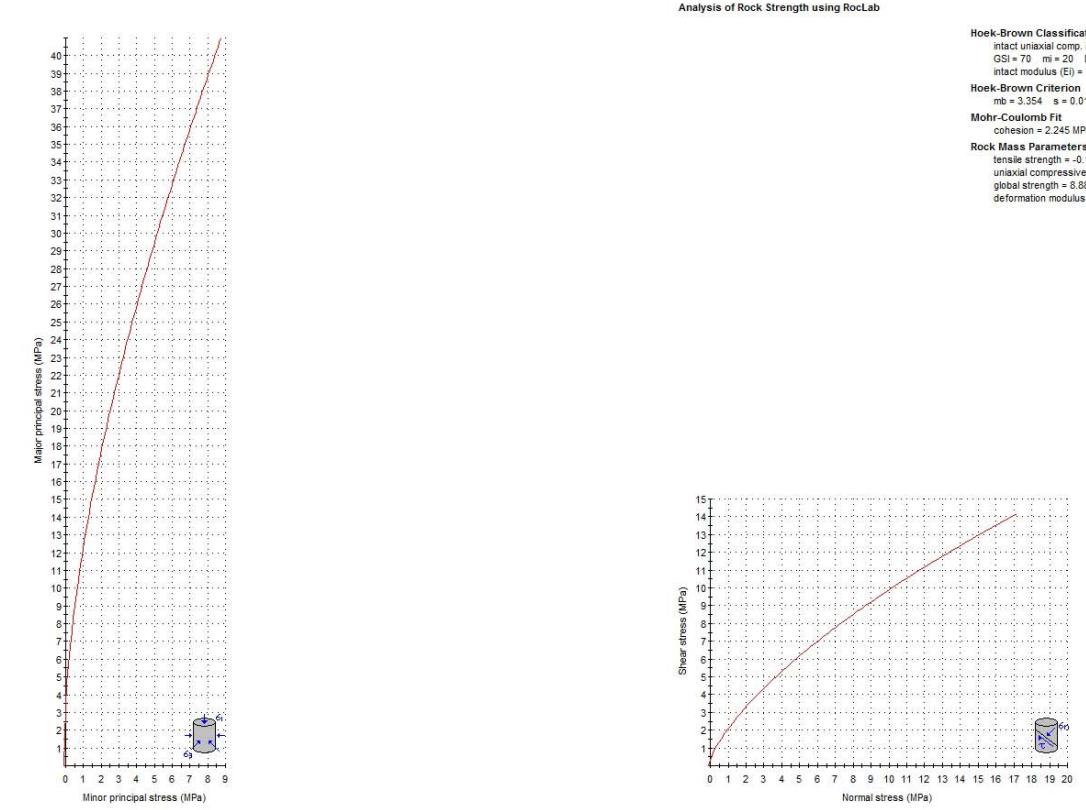
Estimación del índice geológico de resistencia, GSI, en base a la descripción geológica del macizo rocoso.

Se ha empleado un mi = 20, este valor es el asignado para una roca tipo dolomía.

Se ha asignado un módulo de deformación de 15.000 MPa característico de estas rocas y con un valor de resistencia a compresión simple de la roca intacta de 35 MPa, se obtienen los siguientes parámetros:

- Cohesión: 2,24 MPa
- Ángulo de fricción: 36º
- Resistencia a compresión simple del Macizo Rocoso: 3,58 MPa
- Módulo de deformación del Macizo Rocoso: 4392 MPa

A continuación se muestra la salida gráfica del programa:



### Aprovechamiento de materiales

Se estima que pueden ser reutilizables como pedraplén y todo-uno.

### Resumen de parámetros adoptados

- Densidad aparente,  $\gamma_{aparente} = 26 \text{ kN/m}^3$
- Resistencia a compresión simple, RCS = 20 MPa – 40 MPa
- Módulo de deformación, E = 10000 MPa – 20000 MPa
- Coeficiente de Poisson es de 0,3.
- Cohesión, 2,24 MPa
- Ángulo de fricción, 36 º
- Excavabilidad: muy difícil (riparable-voladura en función del grado de alteración).

### 7.3.2.6. Tabla resumen parámetros

En la tabla siguiente se incluye un resumen de los parámetros geotécnicos estimados para cada una de las Unidades geotécnicas caracterizadas:

UNIDADES GEOTECNICAS	Densidad aparente (kN/m³)	Cohesión (kPa)	Ángulo rozamiento (º)	Resistencia al corte sin drenaje (kPa)	Módulo deformación (MPa)
R	18	0 - 2	25 - 28		8
Rc	21	20	34		
Q fv	20,5	20 - 40	25	100	11,78
Q co	20	20	28		15
Q ta	19,3	20	23	60	17,8
Q tg	18,9	5	35		20
T ma	21	50	28	300	40
T mg	22	10	40		100
J	26	2240	36		10000

## 7.4. NIVEL FREÁTICO

En los sondeos realizados, se ha detectado el nivel freático en tres de ellos. En la siguiente tabla se recogen las profundidades a las que apareció el nivel freático respecto a cota de boca de sondeo:

Sondeo	Prof. (m)
SPI-101.2	7,80
SPI-102.1	Seco
SPI-103.2	Seco
SPI-106.5	Seco
SV-E1	10,63
SV-E2	11,13

## 7.5. AGRESIVIDAD

### 7.5.1. METODOLOGÍA

Un aspecto a tener en cuenta es el estudio de la agresividad del suelo y del agua, todo ello con el objeto de adoptar las medidas necesarias en el caso de que se dé alguna de las dos circunstancias.

Para determinar la agresividad se ha seguido la Instrucción EHE del hormigón estructural vigente. En ella se prevén los siguientes tipos de exposición para suelo y agua:

Para el caso de suelo, atendiendo al contenido en mg de ion sulfato por kg de suelo seco y al grado de acidez Baumann-Gully:

ENSAYO (*) Estas condiciones no se dan en la práctica	TIPO DE EXPOSICIÓN		
	Qa	Qb	Qc
	Ataque débil	Ataque medio	Ataque fuerte
Grado Acidez Baumann-Gully (ml/kg) según UNE 83.962	> 200	(*)	(*)
ION SULFATO (mg SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> /kg de suelo seco) según UNE 83.963	2.000-3.000 (0,2-0,3%)	3.000-12.000 (0,3-1,2%)	> 12.000 (> 1,2%)

Tabla Tipos de exposición según Instrucción EHE

Para el caso de las aguas, los distintos tipos de exposición, según la Instrucción EHE, en función de los parámetros analizados, son:

Tipos de exposición				
Ensayo	Ataque nulo	Ataque débil	Ataque medio	Ataque fuerte
pH	> 6,5	6,5-5,5	5,5-4,5	<4,5
Magnesio (Mg <sub>2+</sub> ) (mg/l)	< 300	300-1000	1000-3000	>3000
Sulfato (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) (mg/l)	< 200	200-600	600-3000	>3000
Amonio (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ) (mg/l)	<15	15-30	30-60	>60
CO <sub>2</sub> (mg/l)	<15	15-40	40-100	>100
Residuo seco (mg/l)	> 150	75-150	50-75	<50

Tabla Tipos de exposición, para las aguas según Instrucción EHE

### 7.5.2. AGRESIVIDAD DEL SUELO

Para comprobar la agresividad del suelo en la zona de estudio se realizarán ensayos de contenido en sulfatos y de acidez Baumann-Gully.

A continuación se incluyen los ensayos en suelo realizados:

Sondeo / Cata	Tipo de Muestra	Profundidad	UNIDAD GEOTÉCNICA	Sulfatos (%)	Ac. Baumann-Gully (ml/kg)
C 104,8	SACO	0,5	Qco	0,1	
C-106,6	saco	1,2	Tmg	0,1	
C-101,1	SACO	1,5	Qfv	0,1	
C - 102,8	SACO	2	Qtg	0,1	
C - 106,1	SACO	0,9	Tma	0,1	
S 101,2	MI	1,5-2,1	Qfv	0,1	0
S-102,1	SPT	1,5-2,1	Rc	0,1	0

Sondeo / Cata	Tipo de Muestra	Profundidad	UNIDAD GEOTÉCNICA	Sulfatos (%)	Ac. Baumann-Gully (ml/kg)
S-102.1	MI	9,00-9,50	Tma	0,136	0
SV-E1	MI	4,5-5,1	Qta	0,1	0

En base a los resultados obtenidos ninguna de las muestras de suelo analizadas muestra agresividad, por lo que no será preciso el empleo de cemento sulfurresistente.

#### 7.5.3. AGRESIVIDAD DEL AGUA

A continuación se incluyen los ensayos realizados:

Ensayo	S 101.2	SV-E2	SV-E1
pH	7,43	7,62	7,1
Magnesio ( $Mg^{2+}$ ) (mg/l)	<10	<10	<10
Sulfato ( $SO_4^{2-}$ ) (mg/l)	221,6	150,7	259,9
Amonio ( $NH_4^+$ ) (mg/l)	<1	0,1	<0,1
$CO_2$ (mg/l)	<5	<5	<5
Residuo seco (mg/l)	847	1036	1480
ATAQUE	DÉBIL	NULO	DÉBIL

Según el punto 37.3.5. de la norma EHE, resistencia del hormigón frente al ataque por sulfatos, “en el caso particular de existencia de sulfatos, el cemento deberá poseer la característica adicional de resistencia a los sulfatos, según la vigente instrucción para la recepción de cementos, siempre que su contenido sea igual o mayor que 600 mg/l en el caso de aguas...”. Por lo que, en base a los resultados obtenidos, no será preciso el empleo de cemento sulfurresistente, al mostrar ataque débil.

## 7.6. RELLENOS

Los materiales con los que se construirán la mayor parte de los rellenos procederán de las excavaciones de los desmontes de la traza (sustrato mioceno, depósitos cuaternarios y caliza jurásica) y de material procedente de canteras próximas.

Con los materiales aptos procedentes de las excavaciones previstas, podrán realizarse principalmente rellenos de tipo terraplén.

Se describirán los principales rellenos, donde se plasma la geometría, taludes geotécnicos adoptados, investigación realizada, análisis de estabilidad y asientos, saneos, recomendaciones y la procedencia del material a emplear. Todo esto queda recogido en la tabla resumen de rellenos incluida al final de este apartado.

### 7.6.1. ASPECTOS GENERALES

#### Talud

La pendiente de los taludes en los rellenos prevista es de 3H: 2V. Se deberá preparar el área de apoyo de los rellenos prestando especial atención a los aspectos que se tratan a continuación.

#### Cimientos

Se ha previsto la colocación de un cimiento drenante en las zonas de llanura de inundación del río Gaia. Este cimiento drenante consistirá en una capa de material drenante tipo pedraplén (<5% finos) de altura hasta 0,8 m sobre la cota de inundación prevista.

#### Ampliación de terraplenes

En la ampliación de terraplenes existentes, la ejecución del recrecimiento de los rellenos en sí no planteará mayores problemas; sin embargo, la preparación del área de apoyo de los mismos será, en general, más laboriosa.

A continuación se comentan las medidas que se ha considerado recomendable adoptar para el tratamiento del plano de apoyo, dependiendo de la configuración del cimiento en cada caso:

- Se realizará de manera general una retirada de los 0,5 metros superficiales de terreno natural. Tras el saneo, se deberá recomprimir la superficie del terreno resultante mediante dos o tres pasadas de rodillo.
- Para el recrecido de los rellenos actuales de la carretera, deberá procederse al desbroce y saneo y posterior escalonado del talud de los rellenos existentes por bancadas de entre 1,0 y 1,5 m, tal y como se muestra gráficamente en la Figura inferior. Los escalones deberían excavarse con inclinaciones entre 1H: 1V, para evitar transiciones bruscas entre el terraplén actual y el recrecido. Posteriormente se llenarán las bancadas por tongadas conforme al relleno utilizado hasta una densidad sobre el 95% de la densidad obtenida en el ensayo Próctor de referencia.

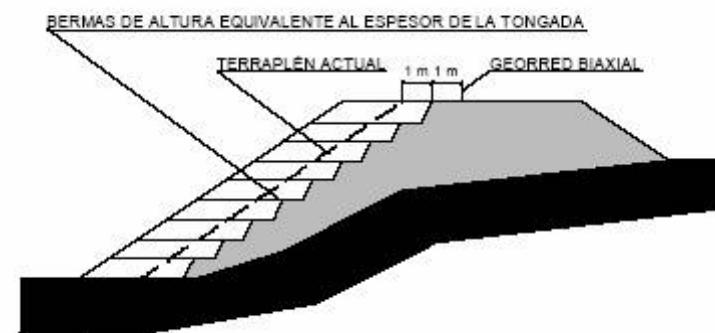


Figura Esquema de escalonado de un terraplén existente.

Se recomienda, además, instalar sobre la capa de coronación del relleno y antes de las capas del paquete de firme una georred biaxial de polipropileno de 20 kN/m de resistencia última, con objeto de evitar grietas entre el terraplén existente y el recrcido y para que ambos se comporten como un conjunto. La georred tendrá un ancho de 2 m: 1 m sobre el terraplén existente y otro sobre el recrcido.

#### 7.6.2. DISEÑO DE LOS RELLENOS

##### 7.6.2.1. Criterios de diseño

La rasante proyectada da lugar a rellenos que presentan alturas máximas no superiores a 9 m.

Los rellenos se construirán con materiales procedentes del material excavado en la traza y de canteras y graveras próximas

Se prevé una pendiente 3H:2V.

En el cálculo de la estabilidad del talud se han empleado los siguientes factores de seguridad:

- Talud permanente: ..... FS  $\geq 1,5$
- Talud provisional: ..... FS  $\geq 1,3$
- Situación accidental (sismo): ..... FS  $\geq 1,15$

##### 7.6.2.2. Calidad del Terreno de Apoyo

Los terraplenes se apoyan mayoritariamente en los materiales cuaternarios. Los saneos previstos son los siguientes:

- Con carácter general en la base de los rellenos, la preparación del apoyo debe incluir la eliminación de una capa de 50 cm, que comprende 30 cm de tierra vegetal o de labor y 20 cm de nivel más alterado de las formaciones subyacentes que principalmente son cuaternarias. La tierra vegetal podrá ser utilizada para el recubrimiento de los nuevos taludes y la restauración de vertederos.
- En torno al río Gaia se prevé un saneo superior 1,2 m entre los ppkks 102+840 y 102+970. Debido a que el aluvial actual del río (Qal) presenta una zona de alteración en la que los materiales tienen compacidad baja.
- 1 m entre ppkks 103+640 y 103+670, al igual que en el caso anterior el relleno se asienta sobre materiales aluviales más recientes y de compacidad menor.

##### 7.6.2.3. Tipología de relleno y materiales a emplear

Para establecer las características mínimas que deben cumplir los materiales a emplear en los rellenos a ejecutar, que serán de tipo terraplén se han seguido las especificaciones de los artículos

330 y 331 del "Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes (PG-3)".

El volumen de material a excavar no cubre todas las necesidades de material de la obra pero si la mayor parte del material necesario para la construcción de los rellenos, habrá que recurrir a material de canteras y graveras próximas para el suministro de material de mejor calidad (suelo seleccionado, adecuado...), en el estudio de materiales se incluye el inventario de los yacimientos próximos, indicándose la proximidad a la zona.

##### 7.6.2.4. Análisis de estabilidad

La estabilidad de los rellenos depende de dos factores: la estabilidad propia del relleno y la estabilidad del conjunto relleno-cimiento.

###### 7.6.2.4.1. Estabilidad propia del relleno

A efectos de la estabilidad del relleno en sí, la pendiente de los taludes está condicionada por su altura y por las características resistentes del material disponible para su construcción.

De este modo, para los cálculos de estabilidad se han adoptado de manera conservadora, los siguientes parámetros representativos, en primer lugar se muestran los parámetros de los materiales a utilizar en los rellenos proyectados considerando el material mayoritario disponible, y en segundo lugar los parámetros de los terraplenes actuales, considerando unos parámetros tipo:

Parámetros geotécnicos del material de terraplén (considerando suelo tolerable)		
Densidad (kN/m <sup>3</sup> )	Cohesión (kPa)	Ángulo de rozamiento (º)
20	25	20

Parámetros geotécnicos del material de terraplén actual		
Densidad (kN/m <sup>3</sup> )	Cohesión (kPa)	Ángulo de rozamiento (º)
21	20	34

##### 7.6.2.5. Estudio pormenorizado de estabilidad de terraplenes

El material previsto para constituir los rellenos es suelo tipo tolerable y todo-uno o pedraplén, procedente de los desmontes y de canteras próximas.

Para estudiar la estabilidad se ha empleado el programa Slide de la firma Rocscience, por medio del cual se obtiene el círculo crítico para unas determinadas características geométricas del relleno y unas condiciones dadas en cuanto a resistencia del cuerpo y cimiento.

Se ha realizado un cálculo de estabilidad de las secciones tipo de relleno con las características más desfavorables, considerando la altura máxima, y teniendo en cuenta el efecto sísmico. Se

considera que si los de mayor altura e inclinación son estables, los de menor altura tienen que ser estables.

A continuación se indican los cálculos realizados:

#### 7.6.2.5.1. Relleno pk 101+380

##### **Características geométricas**

- Taludes: 3H:2V
- Altura máxima: 8,5 m

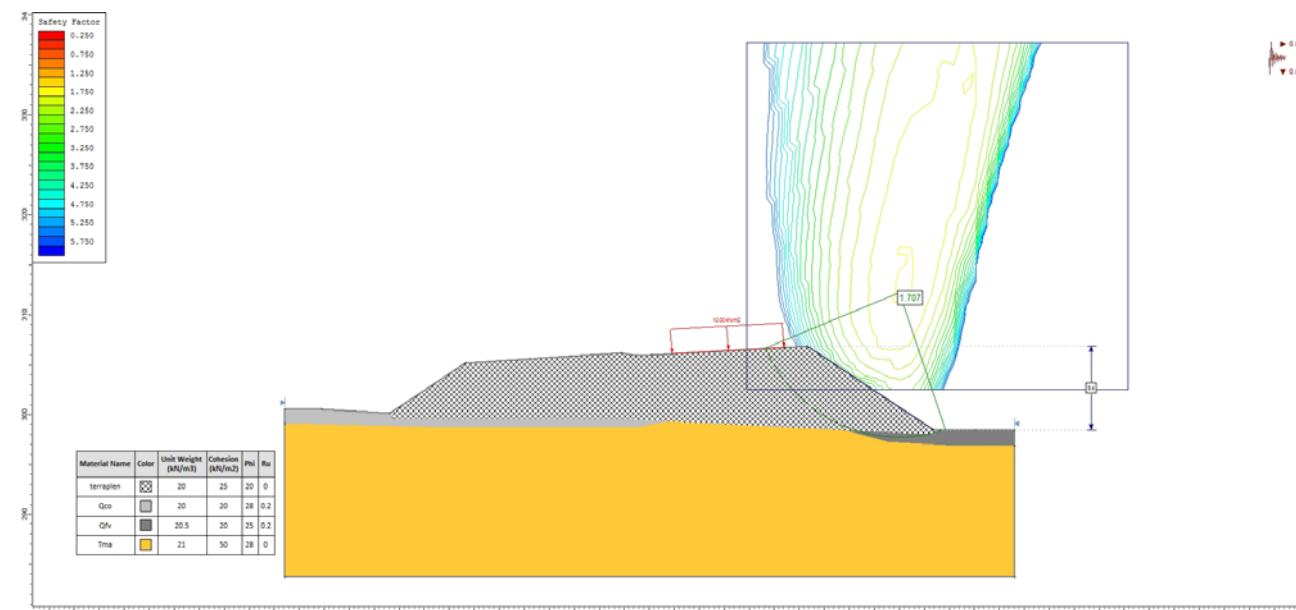
##### **Descripción del terreno**

En terreno de apoyo del terraplen se situa en una ladera con una ligera pendiente hacia el sur-este. Existe un nivel superior de coluvial que con una potencia estimada del orden de 2 m de potencia máxima, que va disminuyendo progresivamente hasta desaparecer y situarse el relleno sobre el sustrato terciario, para finalmente apoyarse en los depósitos aluviales de fondo de valle.

El esquema litológico utilizado para el cálculo de estabilidad es el descrito, pudiéndose observar en la figura de cálculos.

Nivel piezométrico: se ha detectado en el sondeo próximo a 7,8 m, pero no se ha considerado ya que este sondeo se emplaza en los materiales aluviales próximos que no tienen conexión con los existentes en el punto estudiado, aun así esta profundo no afectado la estabilidad del relleno.

##### **CÁLCULO DE ESTABILIDAD:**



Se ha considerado una sobrecarga por tráfico de 10 kN/m<sup>2</sup> y la situación accidental con sismo, obteniéndose un coeficiente de seguridad de 1,71, probándose de esta manera la estabilidad del talud considerado.

#### 7.6.2.5.2. Relleno pk 102+275

##### **Características geométricas**

- Taludes: 3H:2V
- Altura máxima: 8,5 m

##### **Investigaciones realizadas**

- Calicata mecánica: CT-1
- Sondeos mecánicos: SPI-102.1

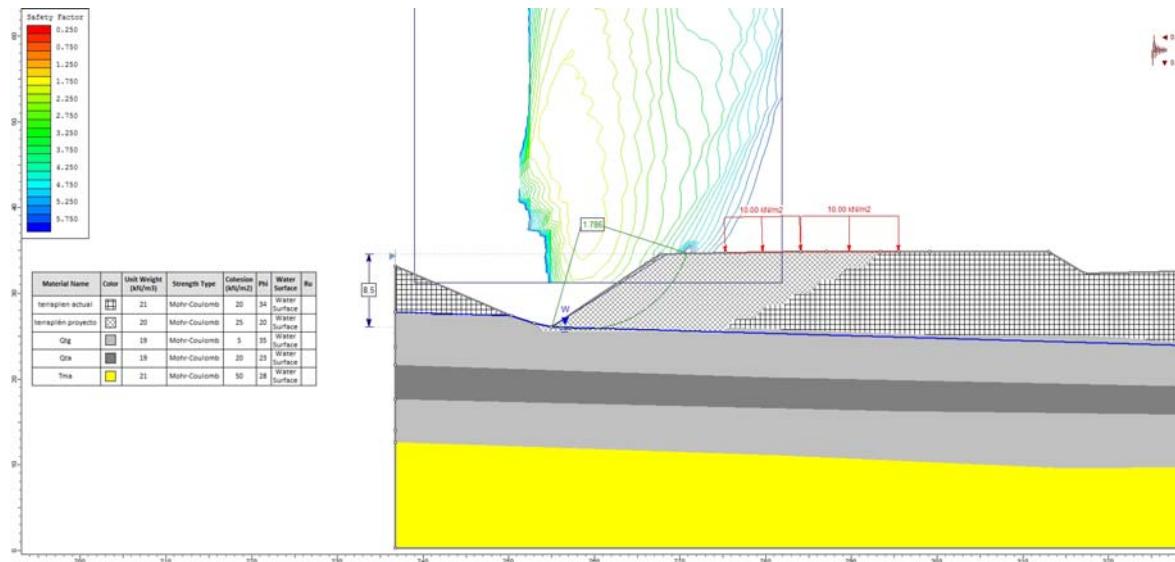
##### **Descripción del terreno**

El terreno de apoyo del terraplén está formado por un nivel superior de depósitos aluviales, los cuales alternan entre niveles más arenoso y más arcilloso, los cuales se sitúan sobre el sustrato terciario arcilloso. El esquema litológico estimado en función de las prospecciones más próximas es el siguiente:

- De 0 a 6 m Qtg
- de 6 a 10,5 m Qta
- de 10,5 a 15 m Qtg
- >de 15 m Tma

##### **Nivel piezométrico:**

El nivel piezómetro detectado no afecta al terraplén. Aun así se considerará el nivel freático a cota de superficie ya que esta es la zona de llanura de inundación del río Gaia por lo que prevé que este nivel pudiera subir.

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD:**


Se ha obtenido un factor de seguridad de 1,78 probándose de esta manera la estabilidad del talud considerado.

**7.6.2.5.3. Relleno pk 102+875**
**Características geométricas**

- Taludes: 3H:2V
- Altura máxima: 7,5 m

**Investigaciones realizadas**

- Penetrómetros dinámicos: PD-2, PD-3 y PD-4
- Sondeos mecánicos: SV E1 y SV E2

**Descripción del terreno**

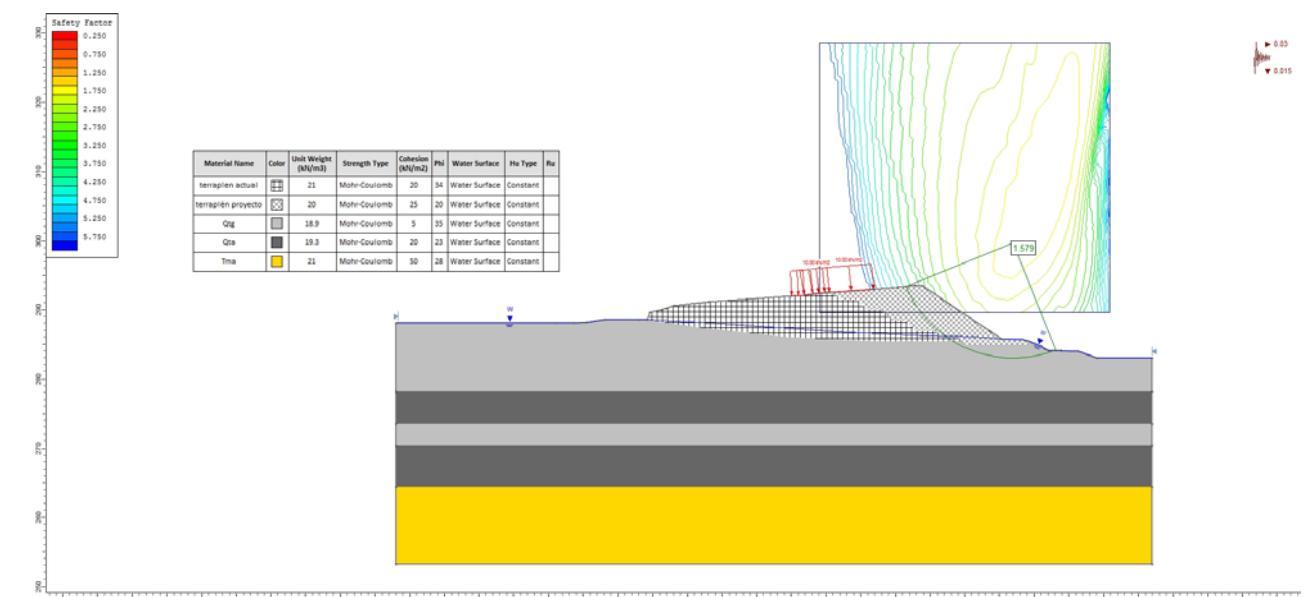
El terreno de apoyo del terraplén está formado por un nivel superior de depósitos aluviales, los cuales se alternan entre niveles más arenoso y más arcilloso, los cuales se sitúan sobre el sustrato terciario arcilloso. El esquema litológico sería el siguiente:

- De 0 a 4,8 m Qtg
- de 4,8 a 9,5 m Qta
- de 9,5 a 12,7 m Qtg
- de 12,7 a 18,65 m Qta

- de 18,65 m a 23,80 m Qtg
- >de 23,80 m Tma

**Nivel piezométrico:**

El nivel piezómetro detectado en los sondeos se sitúa a 11,13 m, no afectando al terraplén. Aun así se considerará el nivel freático a cota de superficie ya que esta es la zona de llanura de inundación del río Gaia por lo que prevé que este nivel pudiera subir.

**CÁLCULO DE ESTABILIDAD:**


Se ha obtenido un factor de seguridad de 1,57, probándose de esta manera la estabilidad del talud considerado.

**7.6.2.6. Cálculos de asientos**

A continuación se exponen los aspectos metodológicos y los resultados de los cálculos:

**Metodología**

En el caso de encontrar un material de cimiento del relleno con características granulares o suelos cohesivos no saturados o subreconsolidados, como es este caso, se calcula el asiento máximo para carga en faja, definido por la siguiente expresión:

$$S_z = \frac{p \cdot h}{\pi \cdot E} \cdot I_p$$

Siendo:

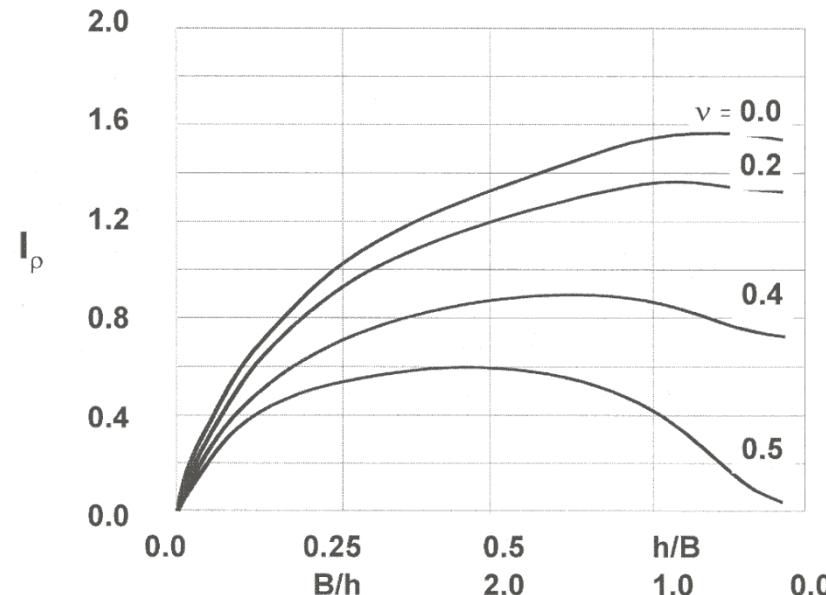
$S_z$  = magnitud del asiento

$p$  = peso del relleno

$h$  = espesor del estrato comprimible

$E$  = Módulo de Young

$I_p$  = factor de influencia obtenido según la Figura siguiente.



Factor de asiento para el extremo de una carga en faja.

El cálculo del asiento del terreno de cimiento se ha realizado al igual que en el análisis de estabilidad en los puntos:

- Pk 101+240
- Pk 102+275
- Pk 102+930

#### 7.6.2.6.1. Asiento relleno 101+240

El asiento calculado para el terreno de cimiento es de 4,5 cm y se producirá prácticamente en su totalidad durante las obras.

A continuación se muestra los cálculos realizados:

CÁLCULO DE ASIENTOS RELLENO EJE 25 (SIN TRATAMIENTOS EN EL CIMENTO)															
DATOS GENERALES					Carga debida al relleno										
					Uniforme		Triangular		Asiento elástico						
Profundidad nivel freático	7,8 m	Distancia a eje del relleno	0 m	Anchura comisión del relleno	34,2 m	Anchura falda de relleno más próximo	25,00 m	Anchura falda de relleno más lejano	29,80 m	Altura relleno	8,4 m				
Talud falda interior	34 °	Talud falda exterior	34 °	Densidad relleno	20 kNm³	Asiento plástico		$S = \frac{\Delta\sigma \cdot h}{\pi \cdot E} \cdot I_p$							
Profundidad superior (m)	Profoundidad inferior (m)	Unidad	Punto medio	Densidad (kNm³)	Presión efectiva inicial (kNm³)	Uniforme	Triangular exterior	Triangular interior	Total	$\Delta\sigma$ (kNm³)	E (kNm³)	Asiento elástico (cm)	Asiento plástico (cm)	Asiento Total (cm)	
0,00	1,00	Qfv	0,50	20,50	10,25	168,00	0,00	0,00	168,00	12,00	1,00	1,00	0,45	0,00	0,45
1,00	2,50	Qfv	1,75	20,50	35,88	167,92	0,03	0,03	167,98	12,00	1,00	1,50	0,67	0,00	0,67
2,50	4,00	tam	3,25	21,00	68,25	167,53	0,18	0,17	167,87	26,00	1,00	1,50	0,31	0,00	0,31
4,00	5,50	tam	4,75	21,00	99,75	166,60	0,52	0,49	167,61	26,00	1,00	1,50	0,31	0,00	0,31
5,50	7,00	tam	6,25	21,00	131,25	165,01	1,10	1,04	167,15	26,00	1,00	1,50	0,31	0,00	0,31
7,00	8,50	tam	7,75	21,00	162,75	162,70	1,92	1,82	166,45	26,00	1,00	1,50	0,31	0,00	0,31
8,50	9,80	tam	9,15	21,00	178,92	159,94	2,89	2,73	165,56	26,00	1,00	1,30	0,26	0,00	0,26
9,80	11,20	tam	10,50	21,00	194,04	156,80	3,96	3,73	164,49	26,00	1,00	1,40	0,28	0,00	0,28
11,20	12,50	tam	11,85	21,00	209,16	153,26	5,14	4,83	163,22	26,00	1,00	1,30	0,26	0,00	0,26
12,50	13,50	tam	13,00	21,00	222,04	150,01	6,19	5,80	161,99	26,00	1,00	1,00	0,20	0,00	0,20
13,50	14,50	tam	14,00	21,00	233,24	147,05	7,11	6,66	160,82	26,00	1,00	1,00	0,20	0,00	0,20
14,50	15,50	tam	15,00	21,00	244,44	144,01	8,04	7,51	159,56	26,00	1,00	1,00	0,20	0,00	0,20
15,50	16,50	tam	16,00	21,00	255,64	140,91	8,96	8,35	158,22	26,00	1,00	1,00	0,19	0,00	0,19
SUMA $\Delta\sigma$					2.049,73	46,03	43,16	2.138,93	SUMA ASIENTO ELÁSTICO 3,9			SUMA ASIENTO PLÁSTICO 0,0			3,9
VARIACIÓN DEL ASIENTO TOTAL CON LA DISTANCIA AL EJE															
ASENTO EN CADA NIVEL CONSIDERADO															

A este asiento del terreno de cimiento del relleno debe sumarse el asiento del propio relleno, que aunque mayoritariamente se producirá también durante la fase de obra, es de esperar que parte se produzca durante el periodo de servicio.

Este asiento diferido post-constructivo del propio relleno puede estimarse como un porcentaje de la altura del relleno, esto es:  $s = \alpha H$ . Cuando el terraplén se constituye con suelos seleccionados, el valor de  $\alpha$  es del 0,5%, por lo que el asiento diferido esperable es de unos 42 mm.

El cálculo del asiento del terreno de cimiento se ha realizado al igual que en el análisis de estabilidad en los puntos:

- Pk 101+240
- Pk 102+275
- Pk 102+930

#### 7.6.2.6.1. Asiento relleno 101+240

El asiento calculado para el terreno de cimiento es de 4,5 cm y se producirá prácticamente en su totalidad durante las obras.

A continuación se muestra los cálculos realizados:

#### 7.6.2.6.2. Asiento relleno 102+275

El asiento calculado para el terreno de cimiento de es de 5 cm y se producirá prácticamente en su totalidad durante las obras.

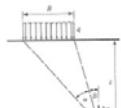
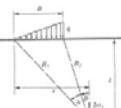
A este asiento del terreno de cimiento del relleno debe sumarse el asiento del propio relleno, que aunque mayoritariamente se producirá también durante la fase de obra, es de esperar que parte se produzca durante el periodo de servicio.

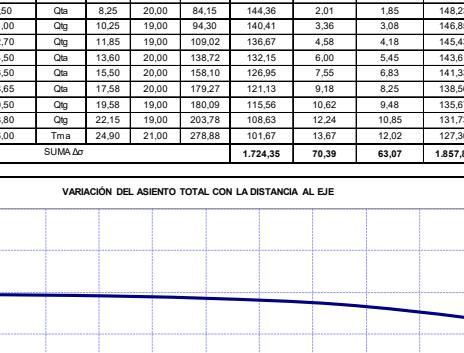
Este asiento diferido post-constructivo esperable es de unos 42 mm.

#### 7.6.2.6.3. Asiento relleno 102+875

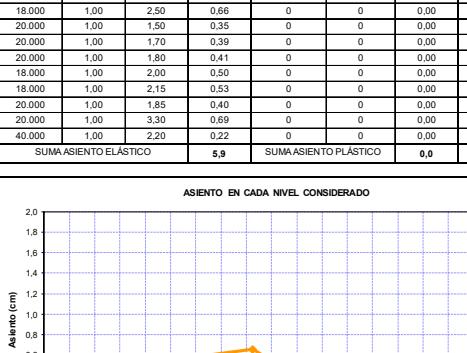
El asiento calculado para el terreno de cimiento de es de 5,9 cm y se producirá prácticamente en su totalidad durante las obras.

**CÁLCULO DE ASIENTOS RELLENO PK 102-895 (SIN TRATAMIENTOS EN EL CIMENTO)**

DATOS GENERALES						Carga debida al relleno				Asientos													
						Uniforme		Triangular		Asiento elástico		Asiento plástico											
						$\Delta \sigma_u = \frac{q}{\pi} [x + \operatorname{sen} \alpha \cdot \cos(\alpha + 2\beta)]$	$\Delta \sigma_t = \frac{q}{\pi} \left[ \frac{x}{B} \cdot \alpha - \frac{1}{2} \cdot \operatorname{sen} 2\beta \right]$	$S = \frac{\Delta \sigma_e \cdot h}{\pi \cdot E} \cdot I_p$	$S = \frac{C_c \cdot h}{1 + e_o} \log \frac{p'_e + \Delta \sigma}{p'_o}$														
								$S = \text{magnitud del asiento}$	$C_c = \text{índice de compresibilidad}$														
						$\Delta \sigma_e = \text{incremento de la presión efectiva}$	$h = \text{espesor del estrato comprimible}$	$E = \text{Módulo de Young}$	$e_o = \text{índice de poros inicial}$														
						$I_p = \text{factor de influencia}$	$p'_e = \text{presión efectiva inicial}$	$\Delta \sigma = \text{incremento de la presión efectiva}$	$p'_o = \text{presión efectiva final}$														
Profundidad superior (m)	Profundidad inferior (m)	Unidad	Punto medio	Densidad (kN/m³)	Presión efectiva inicial (kN/m²)	Incremento de la presión efectiva debida al relleno (kN/m²)				Asiento elástico			Asiento plástico		Asiento Total (cm)								
						Uniforme	Triangular exterior	Triangular interior	Total	$\Delta \sigma$	$E$ (kN/m²)	$I_p$	$h$ (m)	Asiento (cm)	$C_c$	$e_o$	Asiento (cm)						
0,00	1,50	Otg	0,75	19,00	6,90	149,99	0,00	0,00	150,00	20,000	1,00	1,50	0,36	0	0	0,00	0,36						
1,50	3,00	Otg	2,25	19,00	20,70	149,86	0,05	0,05	149,96	20,000	1,00	1,50	0,36	0	0	0,00	0,36						
3,00	4,80	Otg	3,90	19,00	35,88	149,28	0,27	0,25	149,79	20,000	1,00	1,80	0,43	0	0	0,00	0,43						
4,80	7,00	Ota	5,50	20,00	60,18	147,68	0,84	0,78	149,30	18,000	1,00	2,20	0,58	0	0	0,00	0,58						
7,00	9,50	Ota	8,25	20,00	84,15	144,36	2,01	1,85	149,23	18,000	1,00	2,50	0,66	0	0	0,00	0,66						
9,50	11,00	Otg	10,25	19,00	94,30	140,41	3,36	3,08	146,85	20,000	1,00	1,50	0,35	0	0	0,00	0,35						
11,00	12,70	Otg	11,85	19,00	109,02	136,67	4,58	4,18	145,43	20,000	1,00	1,70	0,39	0	0	0,00	0,39						
12,70	14,50	Ota	13,80	20,00	138,72	132,15	6,00	5,45	143,61	20,000	1,00	1,80	0,41	0	0	0,00	0,41						
14,50	16,50	Ota	15,50	20,00	158,10	126,95	7,55	6,83	141,33	18,000	1,00	2,00	0,50	0	0	0,00	0,50						
16,50	18,65	Ota	17,58	20,00	179,27	121,13	9,18	8,25	138,56	18,000	1,00	2,15	0,53	0	0	0,00	0,53						
18,65	20,50	Otg	19,58	19,00	180,09	115,56	10,62	9,48	135,67	20,000	1,00	1,85	0,40	0	0	0,00	0,40						
20,50	23,80	Otg	22,15	19,00	203,78	108,63	12,24	10,85	131,73	20,000	1,00	3,30	0,69	0	0	0,00	0,69						
23,80	26,00	Tma	24,90	21,00	278,88	101,67	13,67	12,02	127,36	40,000	1,00	2,20	0,22	0	0	0,00	0,22						
SUMA $\Delta\sigma$						1.724,35				SUMA ASIENTO ELÁSTICO				5,9		SUMA ASIENTO PLÁSTICO		0,0		5,9			
VARIACIÓN DEL ASIENTO TOTAL CON LA DISTANCIA AL EJE												ASIENTO EN CADA NIVEL CONSIDERADO											
0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20		
Asiento total (cm)											Asiento (cm)												



Este gráfico muestra la curva de asiento total en función de la distancia al eje del relleno. La curva comienza en un valor constante de 5,9 cm para distancias menores a 10 m y disminuye gradualmente hacia un valor de aproximadamente 4,5 cm a 20 m.



Este gráfico muestra la contribución individual de cada nivel a la magnitud del asiento total. Los niveles más altos (menores profundidades) tienen una mayor contribución relativa al asiento total.

A este asiento del terreno de cimiento del relleno debe sumarse el asiento del propio relleno, que aunque mayoritariamente se producirá también durante la fase de obra, es de esperar que parte se produzca durante el periodo de servicio.

Este asiento diferido post-constructivo esperable es de unos 37 mm.

## 7.6.3. CUADRO RESUMEN RELLENOS

RELLENO	MARGEN	EJE CENTRAL		UNIDADES GEOTÉCNICAS	INVESTIGACIONES GEOTECNICAS	Hmáx(m)	P.K. Hmax.	Geometría	SANEO (terreno natural)	FACTOR DE SEGURIDAD OBTENIDO EN EL CALCULO DE ESTABILIDAD	OBSERVACIONES / TRATAMIENTOS
		Pki	Pkf								
R 1-R2	DERECHO	100+695	101+675	Tcam / Qfv / Qco	C-101,1	8,5	101+380 MD	3H:2V	0,5 m	1,7	Hasta el pk 101+200 recrecido margen derecho terraplén N 340 (Escalonado), georred entre capa de coronación del relleno y firme en el recrecido.
	IZQUIERDO	100+700	100+770		SPI -101,2						Compactar zona de apoyo sobre suelo cuaternarios (Qfv, Qco)
		101+040	101+675		POD 101,6						
R 3	DERECHO	101+780	101+910	Qco / Tcam	POD 101,8	6	101+880 MD	3H:2V	0,5 m	>1,7 <sup>+</sup>	Desde PK 101+850 a fin de terraplen en margen izquierdo, recrecido terraplén N 340 (Escalonado), georred entre capa de coronación del relleno y firme en el recrecido.
	IZQUIERDO	101+770	101+920								Compactar zona de apoyo sobre suelo cuaternarios (Qco)
R 4	DERECHO	102+380	102+465	Tcam / QT / QAL/Qco	SPI 102,1	8,5	102+275 MI	3H:2V	0,5 m	1,8	Recrecido terraplén N 340 (Escalonado), georred entre capa de coronación del relleno y firme en el recrecido.
	IZQUIERDO	102+055	102+460								Compactar zona de apoyo sobre suelo cuaternarios (Qt, Qal)
R 5	DERECHO	102+500	103+335	Tcam / Qfv / Qco	C 102,8 SV E1 , SV-E2 PD-2, PD-3, PD-4 SPI-103,2	7,5	102+875 MD	3H:2V	EN PUENTE SOBRE EL RIO GAIA; 1,2 m *(102+840 y 102+970) RESTO TRAMO: 0,5 m	1,6	Recrecido terraplén N 340 (Escalonado), georred entre capa de coronación del relleno y firme en el recrecido. Compactar zona de apoyo sobre suelo cuaternarios (Qt, Qal) Cimiento drenante (2,05 m)
R 6	DERECHO	103+650	103+670	Qfv		4	103+660 (EJE)	3H:2V	1	>1,6 <sup>+</sup>	Recrecido terraplén N 340 (Escalonado), georred entre capa de coronación del relleno y firme en el recrecido.
	IZQUIERDO	—	—								Eliminar suelos aluviales (fondo de valle). Compactar zona de apoyo.

\*El saneo indicado esta referenciado al eje principal (tronco), afecta a todos los ejes asociados a este que se disponen entre estos ejes.

<sup>+</sup>Se ha realizado un cálculo de estabilidad de las secciones tipo de relleno con las características más desfavorables, considerando la altura máxima, y teniendo en cuenta el efecto sísmico. Se considera que si los de mayor altura e inclinación son estables, los de menor altura tienen que ser estables.

## 7.7. ESTUDIO DE DESMONTES

Para el estudio de desmontes previstos en el trazado se han tenido en cuenta los aspectos más significativos de los desmontes proyectados. Para ello se han estudiado las características del terreno en que se excavarán, el aprovechamiento de los materiales producto de las excavaciones y se han realizado diferentes cálculos de estabilidad para los taludes definidos en el trazado.

### 7.7.1. METODOLOGÍA

El análisis de un desmonte depende de una serie de factores que condicionan el diseño y estabilidad del mismo. Entre los factores más importante, y que por tanto hay que definir con el mayor detalle posible, se encuentra la naturaleza de los materiales (suelo o roca), estado de los mismos (consistencia, compacidad, grado de alteración, etc.), estructura que presentan (masiva, estratificación, esquistosidad, etc.) y condiciones hidrogeológicas del desmonte.

Lógicamente, dichos parámetros se determinan con una campaña geotécnica adecuada y una cartografía geológica de detalle, todo ello acompañado con un completo y detallado inventario de taludes, tanto naturales como artificiales, excavados en obras existentes, permitiendo, de este modo, conocer el estado y comportamiento real de los taludes a largo plazo.

Una vez conocida la naturaleza y el estado de los materiales se identifica el comportamiento y el tipo de rotura e inestabilidad que pueden originar. Los materiales rocosos competentes dan lugar a caída de bloques y cuñas preferentemente, mientras que los suelos y rocas muy blandas y/o meteorizadas provocan una rotura global y generalizada, generalmente de magnitudes considerables.

#### 7.7.1.1. Rotura de taludes en suelos y roca muy fracturada

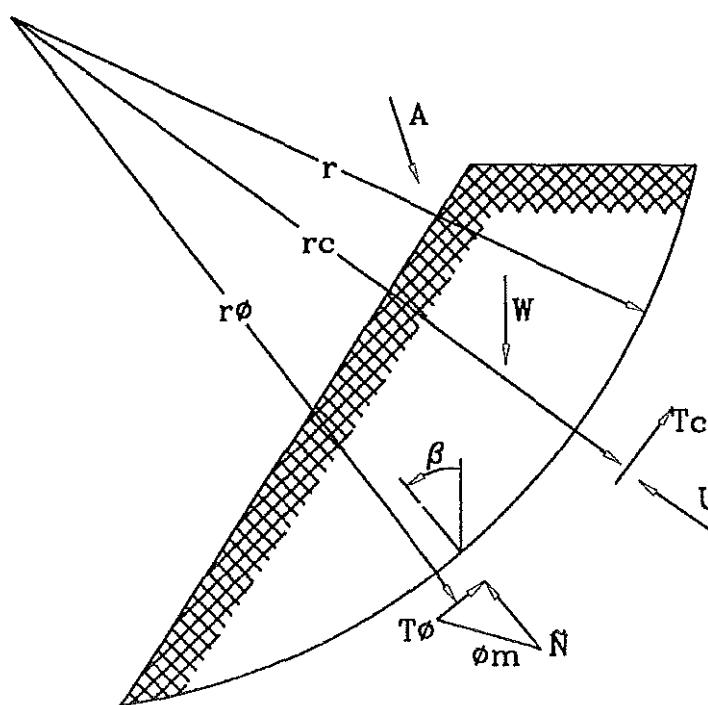
En desmontes excavados en suelos suele producirse una rotura global del talud en forma circular. Las condiciones en las que se da normalmente la rotura circular son aquellas en que el tamaño de las partículas del terreno, entendido este como un medio continuo, es muy pequeño en comparación con las dimensiones del talud.

Para analizar la estabilidad de un talud determinado excavado en un material de características resistentes conocidas, se necesita determinar la posición del centro y el diámetro del círculo por donde se va a producir el deslizamiento. Este círculo, conocido como círculo crítico, debe satisfacer la condición de que la relación entre la resistencia al corte del terreno o material equivalente a lo largo de la superficie de deslizamiento y los esfuerzos tangenciales que tienden a producirlo sea mínimo.

Excepto en casos simples, en que el círculo crítico puede determinarse por métodos analíticos, en general su posición se obtiene mediante tanteos.

Como se observa en la figura adjunta, las fuerzas que actúan sobre una masa deslizante son: su peso, ( $W$ ), la resultante de las fuerzas exteriores que gravitan sobre ella, ( $A$ ), la resultante de las

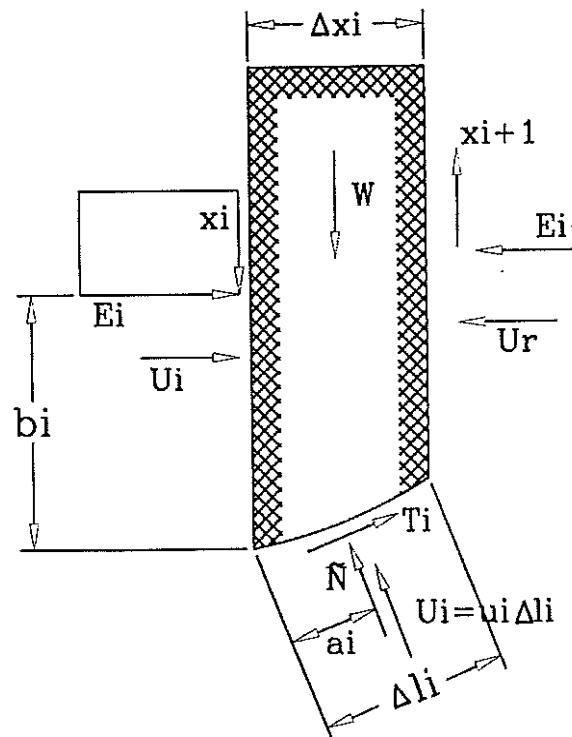
tensiones tangenciales a lo largo de la línea de rotura, ( $T$ ), y la resultante de las presiones intersticiales sobre dicha línea, ( $U$ ).



Existen una serie de métodos generales para estudiar este tipo de rotura de taludes. Uno ellos es el método de las fajas basado en la hipótesis de que los esfuerzos normales se concentran en un punto del arco de deslizamiento.

En aquellos casos en que la superficie del talud es muy irregular o las superficies de rotura intersectan materiales con características geotécnicas diferentes, es necesario analizar la estabilidad del talud mediante otros métodos que se basan todos ellos en el denominado método de las fajas.

En el método de las fajas la masa deslizante se divide en un determinado número de rebanadas verticales y se considera el equilibrio de cada una de ellas. La Figura siguiente muestra una faja con el sistema de fuerzas actuantes.



Sistema de fuerzas actuantes en una rebanada

Para el estudio de los taludes se ha utilizado el Método de Bishop, en el cual no se descuida ninguna contribución de fuerzas operantes en los bloques. Fue el primero en describir los problemas relacionados con los métodos convencionales.

Las ecuaciones usadas para resolver el problema son:

$$\Sigma F_V = 0, \Sigma M_0 = 0, \text{ Criterio de rotura.}$$

$$F = \frac{\sum [c_i \times b_i + (W_i - u_i \times b_i + \Delta X_i) \times \tan \alpha_i] \times \sec \alpha_i}{\sum W_i \times \sin \alpha_i}$$

Los valores de (F) y de (DX) para cada elemento que satisfacen esta ecuación dan una solución rigurosa al problema. Como primer aproximación conviene escribir (DX= 0) e iterar para el cálculo del factor de seguridad, tal procedimiento es conocido como método de Bishop ordinario, los errores cometidos con respecto al método completo son de alrededor de un 1 %.

Los análisis de los desmontes contemplados en el presente Proyecto se han efectuado mediante la ayuda del programa informático SLIDE (versión 6) de la firma Rocscience.

Este programa calcula el equilibrio límite que se produce en un círculo de rotura predeterminado.

Los datos que requiere el programa son:

- Cohesión, ángulo de rozamiento interno y peso específico de los suelos.
- Geometría del talud. Es posible adaptar la geometría prácticamente sin limitaciones, así como considerar diferentes terrenos, cada uno de ellos con su geometría y características geotécnicas particulares.
- Es posible considerar un nivel freático de geometría lineal.
- El análisis se puede realizar tanto en condiciones estáticas como dinámicas.

#### 7.7.1.2. Rotura de taludes en roca

En los materiales rocosos el estudio de estabilidad en desmontes se realiza atendiendo a la posibilidad de que se produzcan roturas a favor de discontinuidades existentes (estratificación, esquistosidad, diaclasas, fallas, etc.). Básicamente, los tipos de rotura que pueden producirse son: planar, cuña y vuelco o "toppling"; no obstante, en rocas muy fracturadas o masivas con un grado de alteración importante, pueden llegar a producirse roturas circulares, es decir, como si de un suelo se tratase.

En resumen, en rocas se analizan dos situaciones posibles, cuya metodología se exponen a continuación.

#### Análisis de estabilidad a favor de discontinuidades

Como ya se ha comentado anteriormente, las roturas en rocas se producen a favor de discontinuidades que individualizan y limitan bloques sanos de roca matriz que se deslizan y desprenden del macizo rocoso. Las discontinuidades muestran una génesis y características muy variables en función de la naturaleza del conjunto rocoso; así, en rocas sedimentarias la discontinuidad más importante suele ser la estratificación, en rocas metamórficas la esquistosidad, y en macizos plutónicos las juntas y fallas.

Un concepto importante dentro del estudio de un macizo rocoso es que éste se compone de roca matriz y discontinuidades, por tanto, los aspectos y factores a describir y definir son los siguientes:

- Matriz rocosa; identificación, meteorización y resistencia.
- Discontinuidades; Orientación y características (espaciado, continuidad, rugosidad, resistencia de las paredes, apertura, relleno, filtraciones y resistencia al corte).
- Estudio estadístico de discontinuidades; identificación de número de familias de discontinuidades.
- Identificación tipo de rotura; planar, cuña, vuelco.

- Obtención del factor de seguridad.

#### Análisis de estabilidad mediante el modelo de Hoek y Brown

El modelo de resistencia que se considera para los macizos rocosos es el establecido por Hoek & Brown, sobre la base del índice RMR. Estas leyes son del tipo no lineal, y en su expresión las tensiones son de tipo normalizada respecto a la Resistencia a la Compresión Simple (RCS) de la roca matriz, por lo que este parámetro resulta determinante a la hora de especificar la demanda de sostenimientos.

Se considerará como "macizo rocoso" a efectos de modelo de comportamiento, aquellos que presenten un RMR superior a 30. De no ser así, se considerará como un suelo, y se utilizará un modelo de comportamiento tipo Mohr-Coulomb.

La evaluación de los parámetros que gobiernan el comportamiento geotécnico del macizo se plantea sobre la base de las leyes o modelos establecidos por Hoek y Brown (1980). En el 2002 se hizo una revisión de este criterio, resultando la siguiente expresión:

$$\sigma'_1 = \sigma'_3 + \sigma_{ci} \left[ m_b \frac{\sigma'_3}{\sigma_{ci}} + s \right]^a$$

donde:

$-\sigma'_1$  = tensión efectiva principal mayor

$-\sigma'_3$  = tensión efectiva principal menor

$-\sigma_{ci}$  = resistencia a compresión simple de la roca intacta

$-a$  = constante, que para el caso de rocas de calidad normal, a buena, se puede adoptar un valor de 0,5.

$m_b$  y  $s$  = parámetros de resistencia intrínseca de Hoek y Brown

Una vez obtenidos los parámetros de cohesión y del ángulo de rozamiento interno del macizo, el cálculo de estabilidad se realiza igual que en el caso de suelos, mencionado anteriormente.

En el caso que nos ocupa, como puede observarse en la caracterización geotécnica, mediante el programa Roclab se han obtenido estos parámetros en la formación de dolomías (J), obteniéndose los valores que se tendrán en cuenta en el cálculo del talud, que se recoge más adelante.

#### 7.7.1.3. Factores de seguridad

Los factores de seguridad que se requieren en el proyecto, excepto en el caso que se diga lo contrario, son:

- Situación casi permanente:  $F_s \geq 1,5$
- Situación característica (temporal):  $F_s \geq 1,3$
- Situación accidental (con sismo):  $F_s \geq 1,10$ .

#### 7.7.1.4. Hipótesis de cálculo

Se consideran las siguientes hipótesis en el análisis de taludes:

- Cálculos estáticos

Se incluyen solamente las acciones gravitatorias, sin considerar efectos dinámicos de ningún tipo.

- Cálculos sísmicos

Como ya se ha expuesto en el apartado 4.3, en las obras del proyecto hay que tener en cuenta la acción sísmica, siendo el valor de la aceleración sísmica básica  $a_b=0,04$  g.

En cuanto a la aceleración de cálculo, ésta depende en cada caso del tipo de terreno donde esté emplazada la obra o actuación objeto de estudio.

Por otro lado, según las Recomendaciones en Obras Marítimas (ROM 0.5-05): *"Para comprobar el efecto de la acción sísmica en el estudio de los problemas de estabilidad global controlados por la resistencia del terreno, y a falta de un mejor procedimiento para realizar el cálculo dinámico, se podrá suponer que la acción sísmica equivale a unas fuerzas máximas de inercia definidas como el producto de la masa por las aceleraciones siguientes:*

$$\text{Horizontal: } a_h = \alpha \cdot a_c$$

$$\text{Vertical: } a_v = \frac{1}{2} a_h$$

*Siendo a la aceleración sísmica de cálculo en el emplazamiento, definida en la vigente Norma de Construcción Sismo resistente (NCSE-02).*

*El factor "α" trata de evaluar la flexibilidad de la obra frente a los terremotos. Su valor debe ser tanto más alto cuanto más coartado esté el movimiento.*

Introduciendo estos valores en el cálculo de estabilidad, se debe comprobar que el coeficiente de seguridad es igual o superior a  $F = 1,10$  (Guía de cimentaciones en obras de carreteras. Coeficiente de seguridad para combinación de acciones accidentales).

En caso desmonte se deduce su valor, en función de la litología existente. Propuesta de medidas de sostenimiento

Los desmontes proyectados que no alcanzar el factor de seguridad requerido tienen que ser estabilizados hasta conseguir, como mínimo, dicho factor.

En taludes en roca los deslizamientos que suelen producirse la mayoría de las veces son a favor de bloques y cuñas, de tal manera que normalmente se emplean para su contención, en función de las dimensiones de los bloques, los siguientes sistemas:

- Malla de triple torsión
- Red de cable de acero
- Bulones y/o anclajes
- Gunitado

En cuanto a los desmontes en suelos, los deslizamientos son en masa y para su estabilización se recurren a medidas, entre otras, como:

- Hidrosiembras
- Gunitado
- Muros de fábrica
- Muros de gaviones
- Muros de escollera
- Muros de tierra armada

#### 7.7.2. APROVECHAMIENTO DE LOS MATERIALES PROCEDENTES DE LAS EXCAVACIONES DE LA TRAZA

Los materiales procedentes de las excavaciones a realizar a lo largo del trazado estudiado han sido caracterizados mediante el análisis en laboratorio de muestras obtenidas a lo largo de la campaña de investigación.

En la tabla siguiente se expresa a modo de resumen las clasificaciones según el PG-3 y su utilidad de puesta en obra de las distintas litologías que se ven afectadas por las excavaciones a lo largo de los trazados en estudio y el coeficiente de paso a considerar.

UNIDAD GEOTÉCNICA	UNIDAD GEOLOGICAS CARTOGRAFIADAS	CLASIFICACIÓN PG-3	COEF. PASO	COEF. Esponjamiento	APTO PARA NÚCLEO Y CIMIENTO DE TERRAPLENES	APTO PARA PEDRAPLEN Y TODO-UNO
Rc	Rc	tolerable	1	1,2	SI	
Qco	Qco	tolerable	1,08		SI	
Q fv	Q fv	tolerable	0,97		SI	
Q ta	Qt	tolerable	1,05		SI	

UNIDAD GEOTÉCNICA	UNIDAD GEOLOGICAS CARTOGRAFIADAS	CLASIFICACIÓN PG-3	COEF. PASO	COEF. Esponjamiento	APTO PARA NÚCLEO Y CIMIENTO DE TERRAPLENES	APTO PARA PEDRAPLEN Y TODO-UNO
Q tg		adecuado			SI	
T ma	Tcam	tolerable	1,02		SI	
T mg		seleccionado			SI	
J	J		1,3	1,3		SI

Las unidades geológicas Qt y Tcam, han sido separadas en dos sub-unidades geotécnicas diferentes. Esta separación de cara a la reutilización de los materiales no se ha mantenido por no ser posible la separación de cara al cálculo de volumen en esta fase de proyecto, por lo que se ha considerado para el conjunto de la unidad la clasificación más desfavorable.

#### 7.7.3. EXCAVABILIDAD

Los factores que afectan a la excavabilidad dependen por un lado de las características intrínsecas de los materiales: litología y características geotécnicas (cohesión, grado de humedad, compactación previa) y por otro lado de características extrínsecas a ellos como son la clase y potencia de los medios mecánicos a utilizar.

Desde el punto de vista geotécnico el estudio de la excavabilidad se ha basado en las observaciones directas de los suelos, y excavabilidad de las calicatas realizadas en los distintos materiales presentes a lo largo de la traza.

Desde el punto de vista de la ejecución se ha considerado los materiales como:

La escarificación o ripabilidad es la propiedad que tienen los materiales para permitir que su desgarre o remoción se realice mediante medios manuales o mecánicos.

##### 1. Materiales excavables (suelo).

Se consideran suelos en general, a los materiales que requieren de equipos corrientes para su excavación, o procesos manuales, utilizando herramientas sencillas.

##### 2. Materiales ripables.

Se excavan con un riper sin necesidad de volar.

##### 3. Materiales difícilmente ripables (marginal).

Se excavan con un riper pero con rendimientos bajos y ocasionalmente es preciso utilizar voladura.

##### 4. Materiales marginales.

Para su remoción es necesario una prevoladura de esponjamiento.

## 5. Materiales no ripables.

Comprende a todas las masas de rocas, depósitos estratificados y las de todos aquellos materiales que presenten características de roca maciza, cementados tan sólidamente, que únicamente puedan ser excavadas utilizando explosivos.

En base a la información disponible, a continuación se indica la excavabilidad de los materiales de la traza.

UNIDAD GEOTÉCNICA	UNIDAD GEOLOGICAS CARTOGRÁFIADAS	Excavabilidad
Rc	Rc	Excavables por medios mecánicos convencionales.
Qco	Qco	
Q fv	Q fv	
Q ta	Qt	Excavables por medios mecánicos convencionales.
Q tg		Excavables por medios mecánicos convencionales.
T ma	Tcam	Excavables por medios mecánicos convencionales.
T mg		Voladura
J	J	

## 7.7.4. CLASIFICACIÓN DEL FONDO DE DESMONTE.

La distribución de las distintas unidades geotécnicas, a modo general, y su clasificación según el PG-3 a lo largo del trazado se puede apreciar en la siguiente tabla:

UNIDAD GEOTÉCNICA	UNIDAD GEOLOGICAS CARTOGRÁFIADAS	CLASIFICACIÓN PG-3	A CONSIDERAR PARA LA EXPLANADA
Rc	Rc	tolerable	—
Qco	Qco	tolerable	tolerable
Q fv	Q fv	tolerable	tolerable
Q ta	Qt	tolerable	tolerable
Q tg		adecuado	
T ma	Tcam	tolerable	tolerable
T mg		seleccionado	
J	J		ROCA

Se mantiene para el conjunto de las unidades Qt y Tcam la clasificación más desfavorable como se ha indicado anteriormente.

## 7.7.5. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD

Para el estudio de estabilidad de los desmontes se han utilizado los parámetros de cálculo que se muestran en la siguiente tabla:

UNIDADES GEOLÓGICAS	UNIDADES GEOTÉCNICAS	Densidad aparente (KN/m³)	Cohesión (KPa)	Ángulo rozamiento (º)
Rc	RC	21	20	34
Q fv	Q fv	20,5	20	25
Q co	Q co	20	20	28
Qt	Q ta	19,8	20	23
	Q tg	18,9	5	35
Tcam	T ma	21	60	28
	T mg	22	10	40
J	J	26	2240	36

La pendiente considerada en los taludes de los desmontes ha sido 3H:2V en los que afectan a materiales tipo suelo y 1H:2V en los que afectan a rocas. Los taludes en suelo se han considerado más tendidos que los taludes que se observan en la zona, ya que en la DIA recomiendan esta pendiente y se considera adecuado para estos materiales ya que con el tiempo se pueden alterar superficialmente, formándose regueros o cárcavas, con taludes tan tendidos estas posibles alteraciones quedan completamente minimizadas. Puntualmente por requerimientos del trazado se ha considerado un talud 1H:1V en un tramo de 20 m con altura inferior a 1,5 m en torno al pk 100+900 y entre los ppkks 100+893 y 101+050.

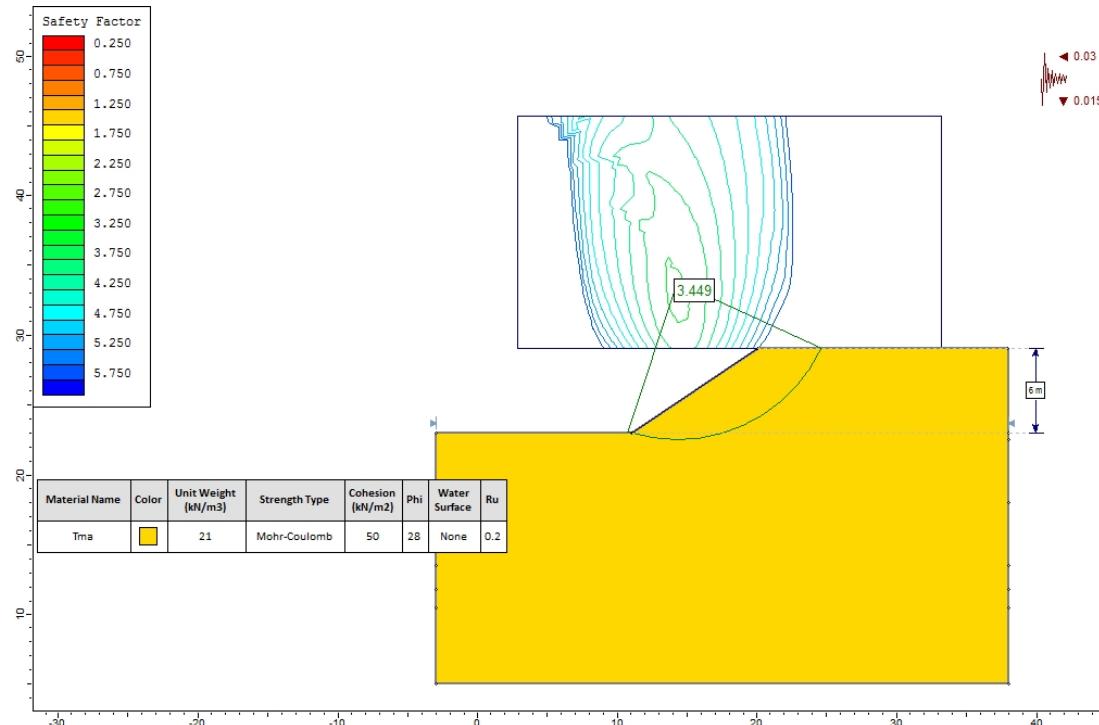
En el caso de los taludes que afectan a los materiales terciarios en los que no se tiene prospecciones próximas se ha considerado que todo el talud está formado por la facies más arcillosa (unidad Tma), ya que es la que se ha visto predominantemente en la zona de estudio. En sucesivas fases de proyecto se realizarán prospecciones específicas en estas zonas (en especial donde se prevean taludes de mayor altura), de forma que se compruebe si la unidad arcillosa es predominante y si las características geotécnicas permiten mantener los ángulos de taludes asignados.

En el presente apartado se analiza la estabilidad de los desmontes con las características más desfavorables, considerando la altura máxima, y teniendo en cuenta el efecto sísmico. Se considera que si los de mayor altura e inclinación son estables, los de menor altura tienen que ser estables.

## 7.7.5.1. Desmonte 100+160

Presenta una altura máxima de 6 m, afecta a los materiales de la unidad terciaria Tcam, se ha considerado un talud 3H:2V.

A continuación se incluyen las salidas gráficas de los cálculos efectuados.

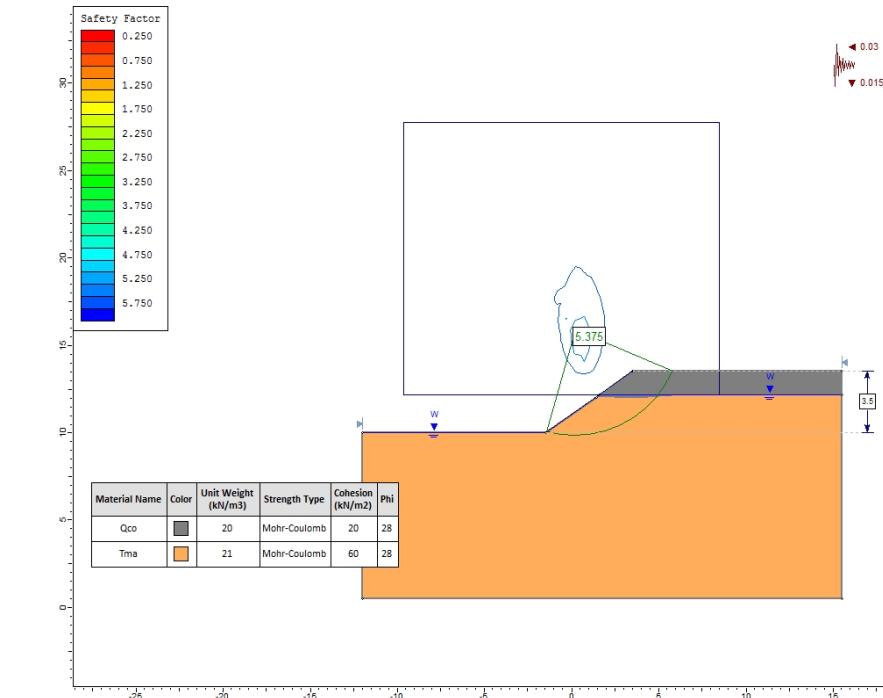


Se obtiene un factor de seguridad superior a 1.5, por lo tanto estable.

#### 7.7.5.2. Desmonte 101+760

Presenta una altura de 3,5 m, afecta a los materiales de la unidad terciaria Tcam y a los depósitos coluviales, a los que se les ha estimado en esta zona una potencia de unos 2 m. Se ha considerado un talud 3H:2V.

A continuación se incluyen las salidas gráficas de los cálculos efectuados.

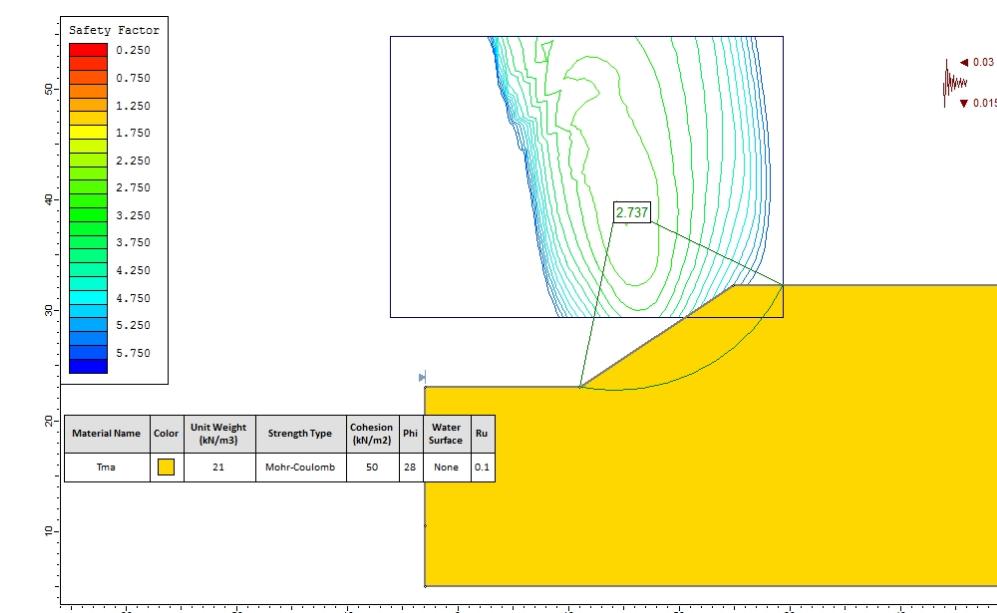


Se obtiene un factor de seguridad superior a 1.5, por lo que el talud es estable.

#### 7.7.5.3. Desmonte 104+145

Presenta una altura de 9 m, afecta a los materiales de la unidad terciaria Tcam. Se ha considerado un talud 3H:2V.

A continuación se incluyen las salidas gráficas de los cálculos efectuados.

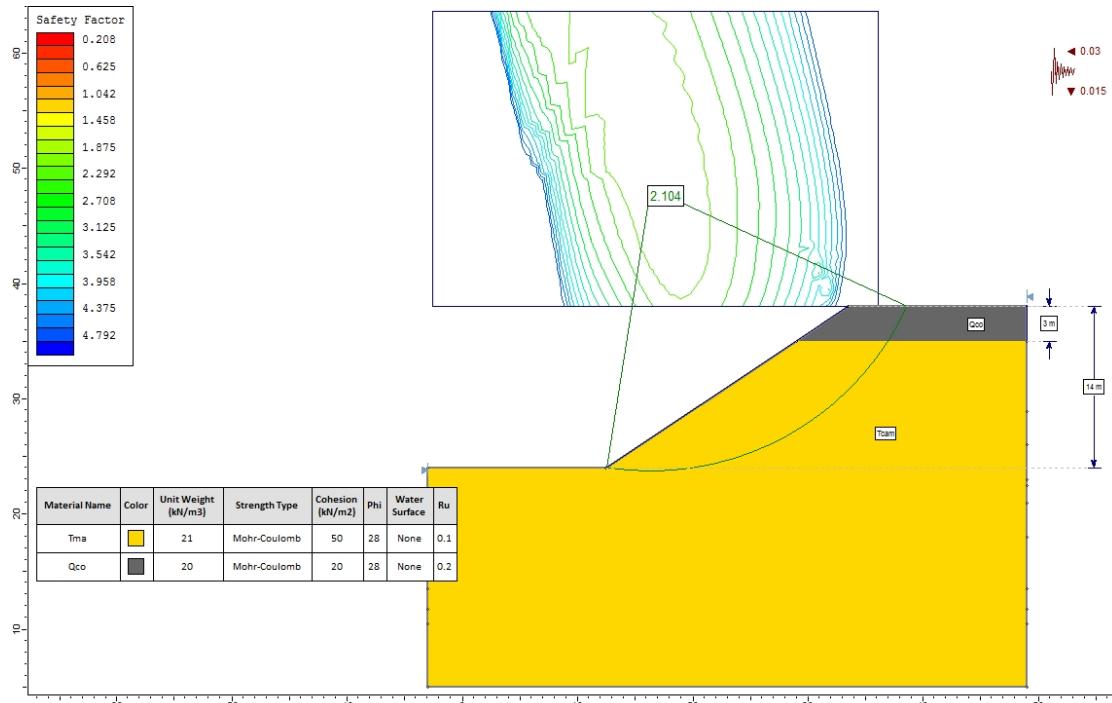


Se obtiene un factor de seguridad superior a 1.5, por lo que el talud es estable.

#### 7.7.5.4. Desmonte 104+680

Presenta una altura de 14 m, afecta a los materiales de la unidad terciaria Tcam, y a los depósitos coluviales, a los que se les ha estimado en esta zona una potencia de 3 m. Se ha considerado un talud de 3H:2V.

A continuación se incluyen las salidas gráficas de los cálculos efectuados.

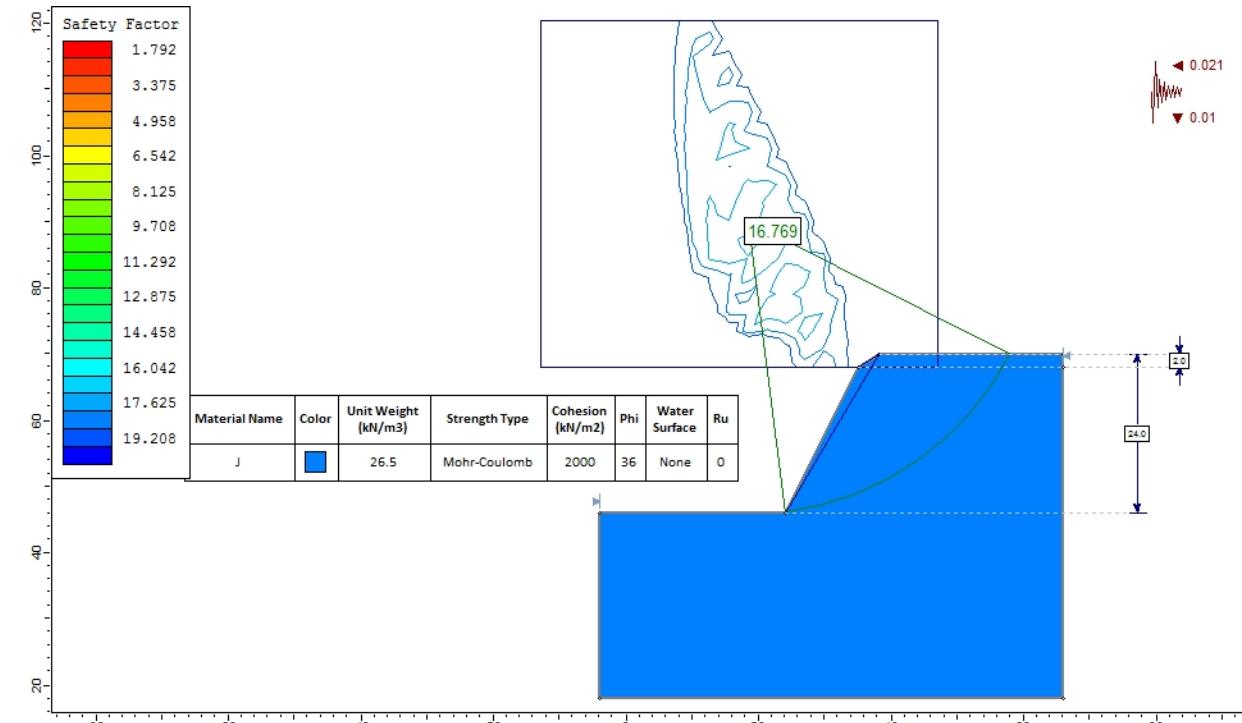


Se obtiene un factor de seguridad superior a 1.5, por lo que el talud es estable.

#### 7.7.5.5. Desmonte en roca

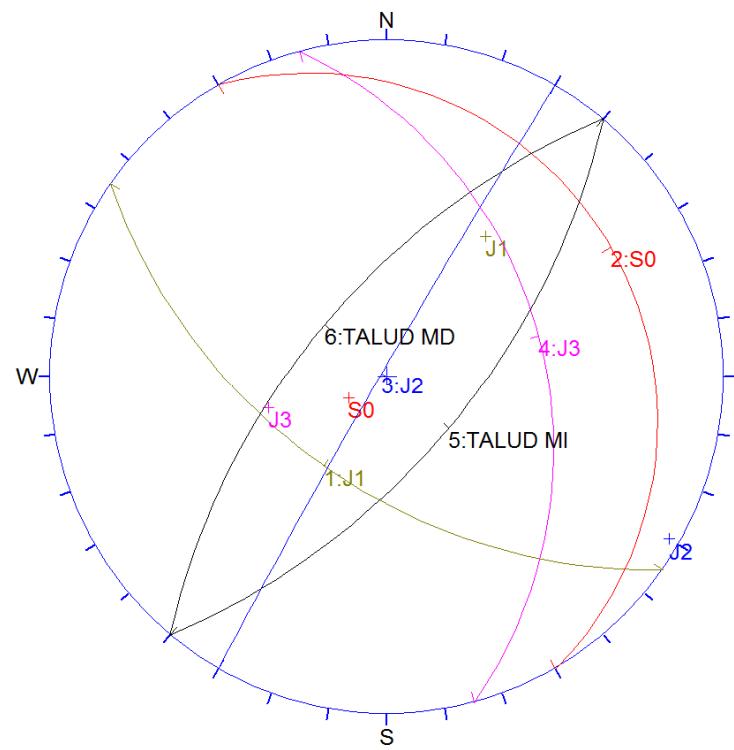
El trazado discurre por los materiales rocosos de la dolomía jurásica (J). Entre los ppkks 103+300 y 103+860 estos desmontes se caracterizan por presentar una altura considerable. En el apéndice 7 se incluyen dos fichas de estos taludes uno en el margen derecho y otro de menor altura en el margen izquierdo.

Presentan una altura máxima de 23 m (en el pk 103+470 md), se ha considerado un talud 1H:2V. A continuación se incluyen las salidas gráficas de los cálculos efectuados con el programa SLIDE.



Como era de esperar ya que se trata de materiales rocosos competentes, se obtiene un factor de seguridad muy superior al mínimo exigido, deduciéndose, por tanto, que el macizo rocoso es estable en su ámbito global y que las inestabilidades que puedan originar son locales, es decir, cuñas, bloques, etc.

Con el fin de determinar el estado de fracturación de los macizos rocoso, durante la ejecución del inventario de taludes se tomaron medidas de las juntas existentes en los taludes actuales, a continuación se muestra la representación estereográfica de las mismas:



Orientations	
ID	Dip / Direction
1	54 / 215
2	15 / 060
3	88 / 300
4	40 / 075
5	63 / 130
6	63 / 310

Equal Angle  
Lower Hemisphere  
6 Poles  
6 Entries

Como puede observarse, en esta zona el macizo rocoso de dolomías jurásicas presenta, además de la estratificación ( $S_0$ ), tres familias de diaclasas dominantes. En el gráfico se observan que tan solo se podrían producir cuñas en el talud margen izquierdo con la intersección de las diaclasas  $J_3$  y  $J_1$ . No hay probabilidad de que se produzca rotura plana en ninguno de los dos taludes.

Para analizar el riesgo de inestabilidades por la formación de cuñas se ha utilizado el programa Swedge (v5) desarrollado por la empresa Rocscience Inc. Este programa permite la visualización de la geometría de las cuñas, coeficientes de seguridad y el diseño de las medidas de estabilización, permitiendo introducir el factor sísmico así como la presión de agua en las discontinuidades.

Para estimar la resistencia al corte de las discontinuidades se ha utilizado la expresión de Barton,

$$\tau = \sigma_n \operatorname{tg} \left[ \phi_b + \operatorname{JRC} \log_{10} \left( \frac{\operatorname{JCS}}{\sigma_n} \right) \right] = \sigma_n \cdot \operatorname{tg} (\phi')$$

$\tau$ : resistencia al corte

$\sigma_n$ : tensión normal sobre la cara de la discontinuidad

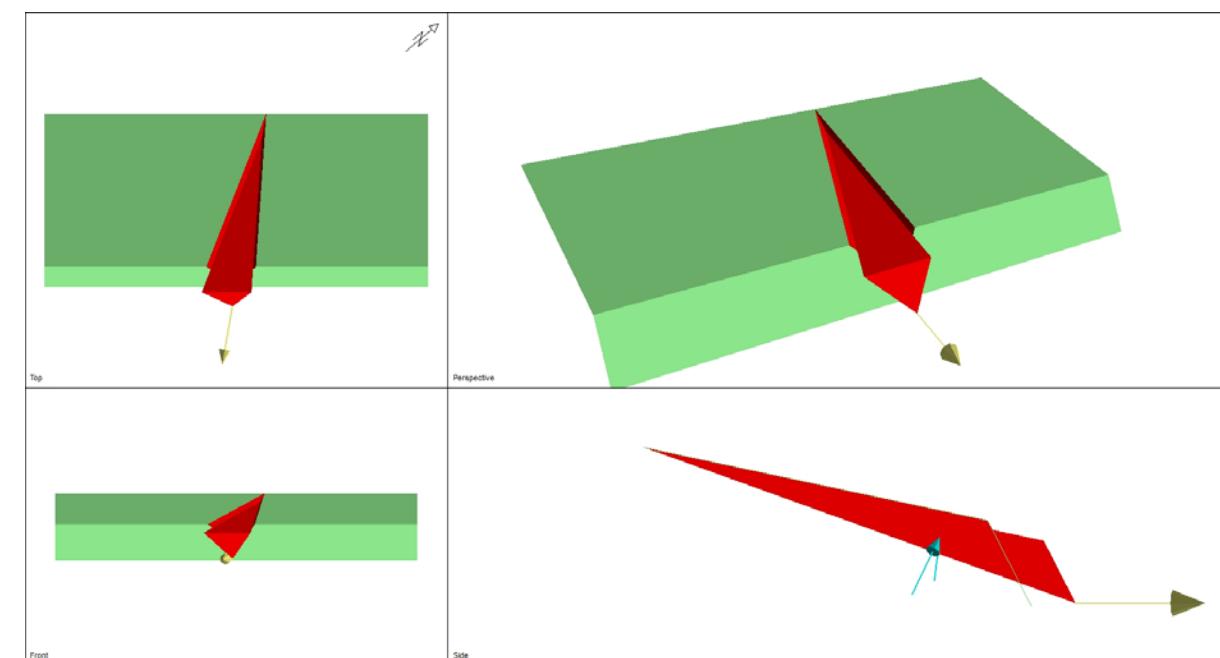
$\phi_b$ : ángulo de rozamiento básico

JRC: coeficiente de rugosidad de la discontinuidad

JCS: resistencia a la compresión simple de la cara de la discontinuidad.

El valor del ángulo de rozamiento básico ( $\phi_b$ ) se ha obtenido a partir de la bibliografía (considerándose 30º para estos materiales). Los valores de JRC se ha obtenido de observaciones en campo, y la resistencia de las paredes de las juntas JCS se ha estimado como un ¼ de la resistencia a compresión simple de la roca intacta (15 MPa). Finalmente se ha obtenido un valor de fricción para las diaclasas de 33º considerando una cohesión nula.

Introduciendo estos valores en las dos diaclasas que forman cuña se comprueba que es estable, obteniéndose un coeficiente de seguridad de 1,9. En el cálculo se ha considerado el efecto sísmico ( $ac = 0,06g$ ) y una carga de agua, a continuación se muestra la salida gráfica del programa:



En los taludes actuales excavados en estos materiales no consta la presencia de bulones, observándose de manera esporádica la presencia de bloques y cuñas de tamaño pequeño y mediano, de tal modo que en los taludes mayores de 2,0 m se ha optado por recomendar la instalación de redes de cables de acero, con una capacidad de soporte de 15 kN/m² y un factor de seguridad de 1,67. Se prevé los dos metros de coronación del talud tenderlos a 3H:2V (en taludes con alturas superiores a 4 m) para la colocación de la malla así como un cunetón de base de 3 m x 0,5 m.

Debido a su competencia, la excavación de estos materiales deberá realizarse mediante voladura.

## 7.7.6. CUADRO RESUMEN DESMONTES

Se adjunta un cuadro resumen con las características más relevantes de los desmontes analizados:

DESMONTE	SITUACIÓN		UNIDADES GEOLOGICO-GEOTECNICAS AFECTADAS	ALTURA MAXIMA		LONGITUD (m)	PENDIENTE	FACTOR DE SEGURIDAD OBTENIDO EN EL CALCULO DE ESTABILIDAD	EXCAVABILIDAD	TIPO DE MATERIAL	APROVECHAMIENTO	SOSTENIMIENTO
	PK INICIO	PK FIN		m	pk							
D 1	100+040 mi	100+540 mi	Tcam	6	100+160	500	3H:2V	3,4	Excavable	TOLERABLE	núcleo y cimiento	
D 2	101+685 mi	101+790 mi	Qco / Tcam	3,5	101+740	105	3H:2V	5,4	Excavable	TOLERABLE	núcleo y cimiento	
	101+675 md	101+795 md				120						
D 3	101+900 mi	102+070 mi	Qco / Tcam	4,8	101+995 mi	170	3H:2V	>2,1*	Excavable	TOLERABLE	núcleo y cimiento	
	101+940 md	102+030 md				90						
D 4	103+340 md	103+650 md	J	23	103+450	310	1H:2V	>5,4*	VOLADURA	ROCA	cimiento drenante todo-uno / pedraplén	Malla de triple torsión. Retaluzado 2 m superiores a 3H>2V. Cuneta a pie de talud (ancho 3 m, profundidad 0,5 m).
D 5	103+670 md	103+840 md	J	16,5	103+750	170	1H:2V	>5,4*	VOLADURA	ROCA	cimiento drenante todo-uno / pedraplén	
D 6	103+840 md	104+160 md	Tcam	9	104+145	320	3H:2V	2,7	Excavable	TOLERABLE	núcleo y cimiento	
D 7	104+200 mi	104+500 mi	Rc / Tcam	8	104+365 mi	300	3H:2V	>2,1*	Excavable	TOLERABLE	núcleo y cimiento	
	104+230 md	104+290 md				80						
D 8	104+540 mi	105+080 mi	Qco / Tcam	14	104+680 mi	460	3H:2V	2,1	Excavable	TOLERABLE	núcleo y cimiento	
	104+540 mi	105+940 md				400						

\*Se ha analizado la estabilidad de los desmontes con las características más desfavorables, considerando la altura máxima, y teniendo en cuenta el efecto sísmico. Se considera que si los de mayor altura e inclinación son estables, los de menor altura tienen que ser estables.

## 7.8. GEOTECNIA DEL COLECTOR

### 7.8.1. INTRODUCCION

La tubería de abastecimiento de agua de HP-FD Ø 800 mm discurre por la margen izquierda del Ramal de Acceso de la A-7 Norte del Enlace 1 “La Mora” proyectado (según el sentido de avance de los PPKK), entre los PPKK 100+270 y 100+590 aproximadamente. La rectificación del ramal existente “Ramal de Acceso de la A-7 Norte”, genera una afección sobre un tramo de la conducción en el que se incluye un desagüe.

En el Proyecto de Trazado se ha propuesto la reposición de la conducción para lo cual se han estudiado varias alternativas, siendo finalmente seleccionada la que se refleja en la planta geológica-geotécnica.

El trazado de la conducción discurre en pequeños desmontes y rellenos, se indicarán las características de los mismos así como las recomendaciones a seguir.

### 7.8.2. DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES AFECTADOS

La conducción discurre por la mayor parte de las unidades geotécnicas existentes salvo sobre los aluviales del río Gaia a los que no afecta (interseca a los aluviales de los arroyos, de poca importancia) y fondos de valle. No existen prospecciones próximas a este trazado por lo que se proponen en el anejo de estructuras una campaña complementaria en esta zona. A continuación se describen los materiales afectados por el trazado de la tubería en dos tramos, desde el inicio hasta donde se enlaza con el trazado actual en el pk 2+957, y desde donde vuelve a separarse del trazado actual (aproximadamente en torno al pk 105+100 del eje principal) hasta fin de trazado.

#### Tramo 1 (eje 164)

Desde el inicio hasta el pk 1+270 el trazado discurre por los materiales terciarios de la unidad Tcam, excepto entre los pks aproximados 0+325 a 0+380 que atraviesa la autovía A-7, afectando a los rellenos compactados de la misma. En este tramo el trazado discurre a media ladera, tanto los rellenos como los desmontes son de poca importancia (no se superan por lo general los 3,5 m).

A partir del pk 1+270 el trazado discurre por los depósitos coluviales (Qco), el espesor de estos es indeterminado ya que no se tiene prospecciones. Subyacente a estos depósitos se sitúa el sustrato terciario hasta aproximadamente el pk 1+760, a partir de este punto, se sitúan sobre el sustrato rocosos (dolomía, formación J).

#### Tramo 2 (eje 165)

Este segundo tramo afecta a los materiales terciarios en casi su totalidad, salvo en la zona inicial donde estos son tapizados por depósitos coluviales de espesor indeterminado hasta el pk 0+100 donde el trazado nuevamente atraviesa la autovía A-7 por lo que vuelve a afectar a los rellenos compactados de la misma. Nuevamente, vuelve a cruzar la autovía en el pk 1+150 hasta el pk

1+200 donde nuevamente y hasta el final del trazado se sitúan suelos coluviales sobre los terciarios, este último en los últimos 80 m.

### 7.8.3. PARÁMETROS GEOTECNICOS

A continuación se muestran los parámetros geotécnicos de los materiales afectados por el trazado de la tubería repuesta, la caracterización geotécnica se puede consultar en el punto 7.3.2.:

UNIDADES GEOTECNICAS	Densidad aparente (KN/m <sup>3</sup> )	Cohesión (kPa)	Ángulo rozamiento (º)	Resistencia al corte sin drenaje (kPa)	Módulo deformación (MPa)
R	18	0 - 2	25 - 28		8
Q co	20	20	28		15
*T ma	21	50	28	300	40
*T mg	22	10	40		100
J	26	2240	36		10000

\*Geotécnicamente los materiales terciarios de la unidad geológica Tcam se han dividido en dos unidades Tma (predominantemente arcillosa) y Tmg (granular), en la práctica no es posible establecer la diferenciación por carecer de prospecciones en el trazado, por lo que en los cálculos que se realicen de manera conservadora se les asignará los parámetros más desfavorables.

### 7.8.4. RELLENOS

Se describen a continuación las características generales de los rellenos previstos, y a continuación los cálculos de estabilidad realizados:

#### 7.8.4.1. Características generales

- Los rellenos previstos se construirán a media ladera, en general con escasa altura no superando las alturas máximas los 2,5 m excepto puntualmente en el entorno del pk 2+440 (eje 164).
- La rasante proyectada da lugar a rellenos que presentan alturas máximas no superiores a 3 m, excepto puntualmente en el eje 164. Se prevé una pendiente 3H:2V. Con carácter general en la base de los rellenos, la preparación del apoyo debe incluir la eliminación de una capa de 50 cm, que comprende 30 cm de tierra vegetal o de labor y 20 cm de nivel más alterado de las formaciones subyacentes que son mayoritariamente los materiales terciarios (Tcam), dolomías (J) y depósitos coluviales (Qco). La tierra vegetal podrá ser utilizada para el recubrimiento de los nuevos taludes y la restauración de vertederos. Por lo tanto se realizará de manera general una retirada de los saneos de 0,5 m. Tras el saneo, se deberá recomprimir la superficie del terreno resultante mediante dos o tres pasadas de rodillo.
- Cuando la pendiente de apoyo sea superior al 20 % (5H:1V o 11,3º), deberá procederse al escalonado de los taludes naturales, por bancadas de entre 2 y 3 m. Los escalones deberían excavarse con inclinaciones entre 1H:1V y 3H:2V y alturas de 1 a 1,5 m, para

evitar transiciones bruscas entre el terraplén y el terreno natural. Posteriormente se llenarán las bancadas por tongadas conforme al relleno utilizado hasta una densidad sobre el 95% de la densidad obtenida en el ensayo Próctor de referencia.

- Los rellenos se construirán con materiales procedentes del material excavado en la traza y de canteras y graveras próximas.

#### 7.8.4.2. Estabilidad de terraplenes

Como ya se ha indicado la mayor parte de los rellenos presentan alturas inferiores a 1,5 m, para el cálculo de estabilidad de los mismos se ha considerado los rellenos que presentan alturas superiores a 1,5 m.

En el cálculo de la estabilidad del talud se han empleado los siguientes factores de seguridad:

- Talud permanente: ..... FS  $\geq 1,5$
- Talud provisional: ..... FS  $\geq 1,3$
- Situación accidental (sismo): ..... FS  $\geq 1,15$

Para estudiar la estabilidad se ha empleado el programa Slide de la firma Rocscience, por medio del cual se obtiene el círculo crítico para unas determinadas características geométricas del relleno y unas condiciones dadas en cuanto a resistencia del cuerpo y cimiento.

La estabilidad de los rellenos depende de dos factores: la estabilidad propia del relleno y la estabilidad del conjunto relleno-cimiento. A efectos de la estabilidad del relleno en sí, la pendiente de los taludes está condicionada por su altura y por las características resistentes del material disponible para su construcción.

De este modo, para los cálculos de estabilidad se han adoptado de manera conservadora, los siguientes parámetros representativos:

Parámetros geotécnicos del material de terraplén (considerando suelo tolerable)		
Densidad (kN/m <sup>3</sup> )	Cohesión (kPa)	Ángulo de rozamiento (º)
20	25	20

Se ha realizado un cálculo de estabilidad de los rellenos con las características más desfavorables, considerando la altura máxima, y teniendo en cuenta el efecto sísmico. Se considera que si los de mayor altura e inclinación son estables, los de menor altura tienen que ser estables.

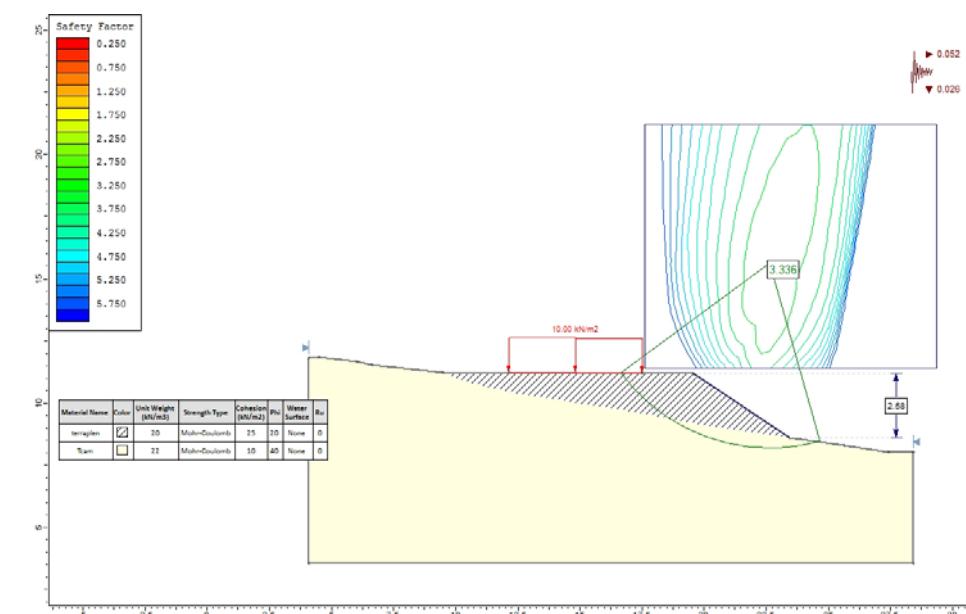
Los rellenos que se prevén son por lo general de escasa altura y en todos los casos a media ladera, se ha considerado una pendiente de 3H:2H, para el cálculo de estabilidad se ha considerado las secciones tipo con características ms desfavorables que se corresponden con los rellenos con alturas superiores a 1,5 m, los cuales están en el eje 164.

A continuación se muestran los cálculos realizados en las secciones más desfavorables:

#### Relleno R1

Presenta una altura máxima de 2,58 m en el pk 0+840 situándose a media ladera, el terreno natural tiene una pendiente de 9º no siendo necesario el escalonado del terreno natural, que está formado por los materiales terciarios (para el cálculo de estabilidad de manera conservadora se han considerado la unidad Tmg por obtenerse un coeficiente de seguridad más bajo). Se ha considerado el efecto sísmico y carga de tráfico.

A continuación se muestra los cálculos obtenidos:

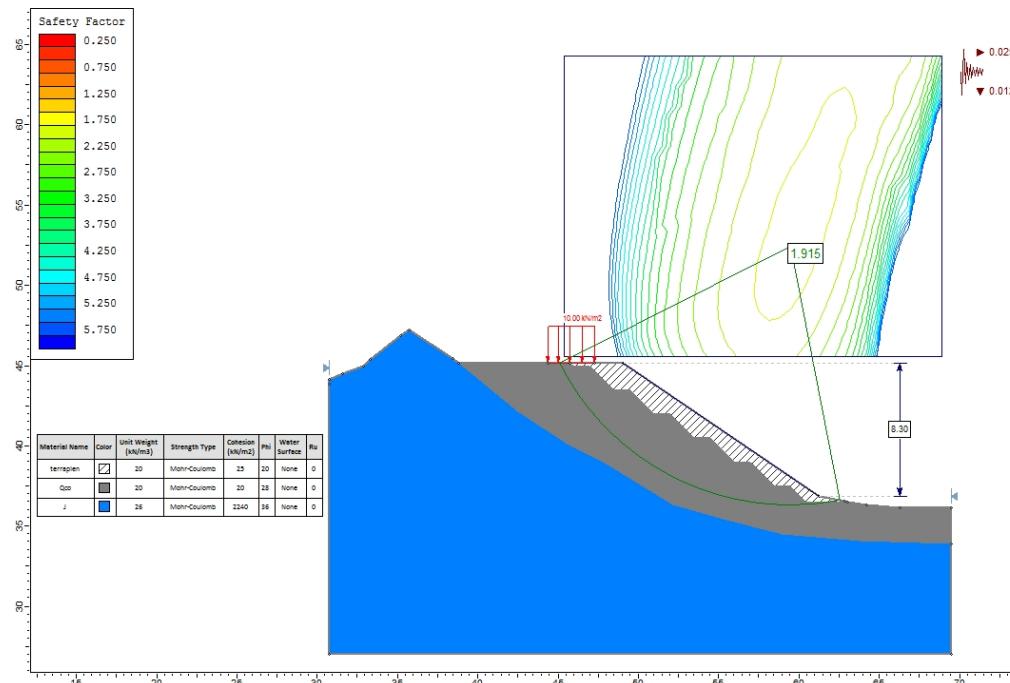


Este talud es estable al obtenerse un factor de seguridad elevado superior al 1,5.

#### Relleno R4

Presenta una altura máxima de 8,4 m en el pk 2+440, a media ladera. La pendiente del terreno natural supera el 20 % por lo que será necesario escalonado de la superficie de contacto entre el terraplén y el terreno natural, formado por un espesor indeterminado de depósitos coluviales dispuestos sobre el sustrato rocoso (formación J). Para el cálculo de estabilidad se ha considerado de manera conservadora un espesor importante de coluvial, también se ha tenido en cuenta los efectos sísmicos y la carga del tráfico.

A continuación se muestra los cálculos obtenidos:



Este talud es estable al obtenerse un factor de seguridad de 1,9.

A continuación se muestra la tabla resumen de los rellenos más significativos:

RELLENO	EJE 164		UNIDADES GEOTECNICAS	Long. Tramo	Hmáx(m)	Geometría	SANEO (terreno natural)	FACTOR DE SEGURIDAD	Observaciones / Tratamiento
	Pki md	Pkf md							
R 1	0+700	0+900	Tcam	200	2,58	3H:2V	0,5	3,3	
R 2	1+970	2+078	Qco / Tcam	108	1,7	3H:2V	0,5	>1,9*	
R 3	2+080	2+148	Qco / Tcam	68	2,23	3H:2V	0,5	>1,9*	
R 4	2+220	2+480	Qco / J	260	8,3	3H:2V	0,5	1,9	Pendiente del terreno natural superior a 20 % por lo tanto escalonado del terreno natural.

\*Se ha realizado un cálculo de estabilidad de los rellenos con las características más desfavorables, considerando la altura máxima, y teniendo en cuenta el efecto sísmico. Se considera que si los de mayor altura e inclinación son estables, los de menor altura tienen que ser estables.

## 7.8.5. DESMONTES

### 7.8.5.1. Características generales

Los desmontes previstos son de escasa altura, afectando a los materiales terciarios (Tcam), depósitos coluviales (Qco) y dolomías (J).

En la tabla siguiente se expresa a modo de resumen las clasificaciones según el PG-3 y su utilidad de puesta en obra de las distintas litologías que se ven afectadas por las excavaciones a lo largo de los trazados en estudio y el coeficiente de paso a considerar.

UNIDAD GEOTÉCNICA	UNIDAD GEOLOGICAS CARTOGRAFIADAS	CLASIFICACIÓN PG-3	COEF. PASO	COEF. Esponjamiento	APTO PARA NÚCLEO Y CIMIENTO DE TERRAPLENES	APTO PARA PEDRAPLEN Y TODO-UNO
Qco	Qco	tolerable	1,08		SI	
T ma	Tcam	tolerable	1,02		SI	
T mg					SI	
J	J		1,3	1,3		SI

Las unidades geológicas Tcam, han sido separadas en dos sub-unidades geotécnicas diferentes. Esta separación de cara a la reutilización de los materiales no se ha mantenido por no ser posible la separación de cara al cálculo de volumen en esta fase de proyecto, por lo que se ha considerado para el conjunto de la unidad la clasificación más desfavorable.

En base a la información disponible, a continuación se indica la excavabilidad de los materiales de la traza.

UNIDAD GEOTÉCNICA	UNIDAD GEOLOGICAS CARTOGRAFIADAS	Excavabilidad
Qco	Qco	Excavables por medios mecánicos convencionales.
T ma	Tcam	Excavables por medios mecánicos convencionales.
T mg		
J	J	Voladura

#### 7.8.5.2. Estabilidad de los desmontes

Para el estudio de estabilidad se han utilizado los parámetros de cálculo que se muestran en la siguiente tabla:

UNIDADES GEOLÓGICAS	UNIDADES GEOTECNICAS	Densidad aparente (kN/m³)	Cohesión (kPa)	Ángulo rozamiento (º)
Q co	Q co	20	20	28
Tcam	T ma	21	60	28
	T mg	22	10	40
J	J	26	2240	36

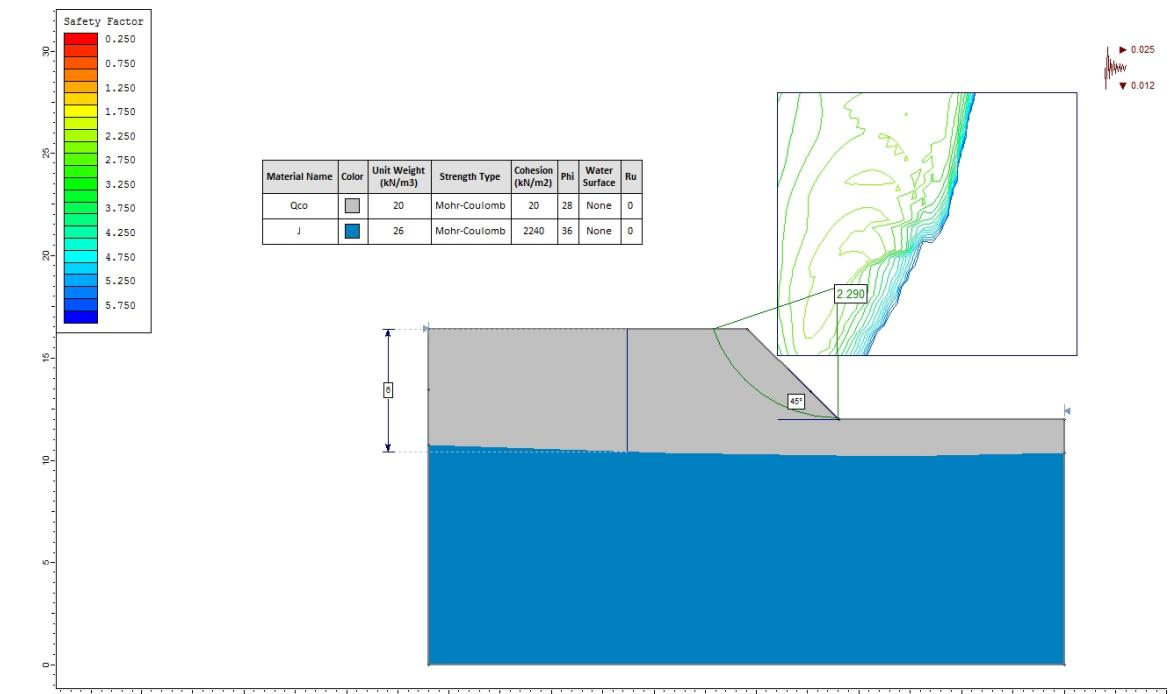
La pendiente considerada en los taludes de los desmontes existentes han sido 3H:2V, excepto en el desmonte en el que se ha considerado 1H:1V.

Los taludes en suelo se han considerado más tendidos que los taludes que se observan en la zona, ya que en la DIA recomiendan está pendiente y se considera adecuado para estos materiales ya que con el tiempo se pueden alterar superficialmente, formándose regueros o cárcavas, con taludes tan tendidos estas posibles alteraciones quedan completamente minimizadas. Puntualmente por requerimientos del trazado se ha considerado un talud 1H:1V en el desmonte 5.

En el presente apartado se analiza la estabilidad de los desmontes con las características más desfavorables, considerando la altura máxima, y teniendo en cuenta el efecto sísmico. Se considera que si los de mayor altura e inclinación son estables, los de menor altura tienen que ser estables.

#### Desmonte 5

Desde el pk 2+260 al 2+410, presenta una altura máxima de 4,4 m en el pk 2+340. Afecta a los depósitos coluviales Qco (espesor indeterminado) y al sustrato rocoso (dolomías unidad J), de manera puntual este desmontes se ha tendido menos que el resto adoptándose una inclinación 1H:1V, debido a la afección a servicios, por lo que se ha calculado la estabilidad en la sección más desfavorable (altura máxima) y considerando un espesor de suelo coluvial de 6 m, a continuación se muestran los cálculos realizados:

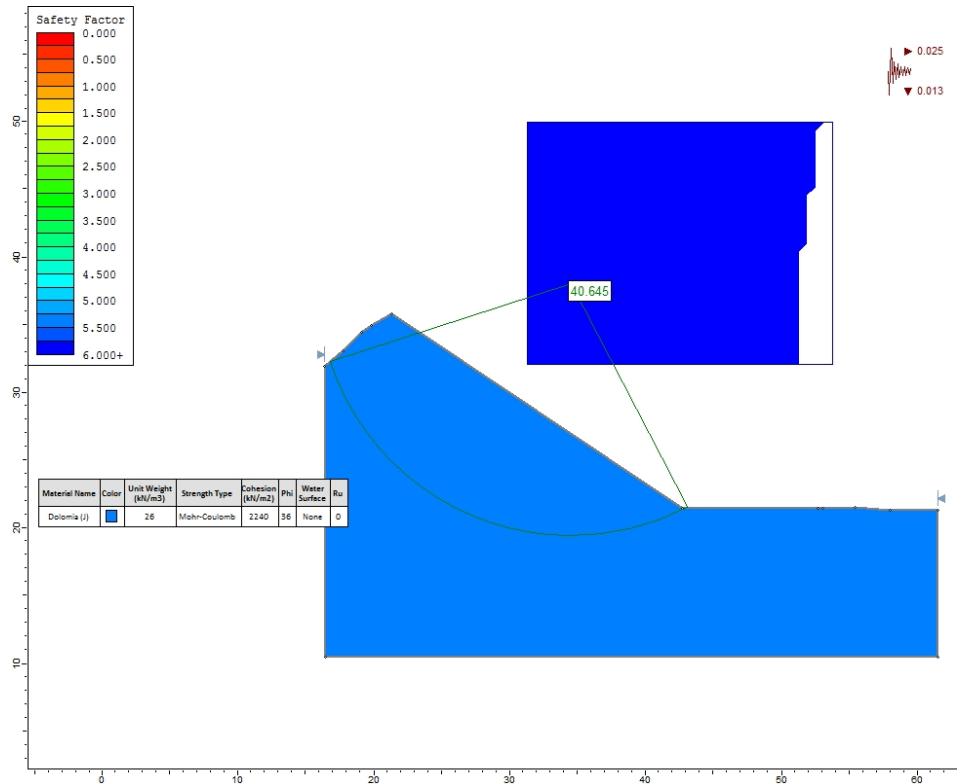


Este talud es estable obteniéndose un factor de seguridad superior a 1,5.

#### Desmonte 6

Este desmonte se extiende desde el pk 2+420 a 2+510, presenta una altura máxima de 14,35 m en el pk 2+480 (margen izquierdo). Afecta al sustrato rocoso.

A continuación se muestra los cálculos obtenidos en el pk de máxima altura:



Como era de esperar al tratarse de un desmonte en roca el factor de seguridad es muy elevado, en sucesivas fases se completará el estudio de estabilidad en estos materiales considerándose la estabilidad de las juntas o diaclasas que afectan a los materiales rocosos.

A continuación se incluye el cuadro resumen de desmontes que superan 1,5 m de altura máxima.

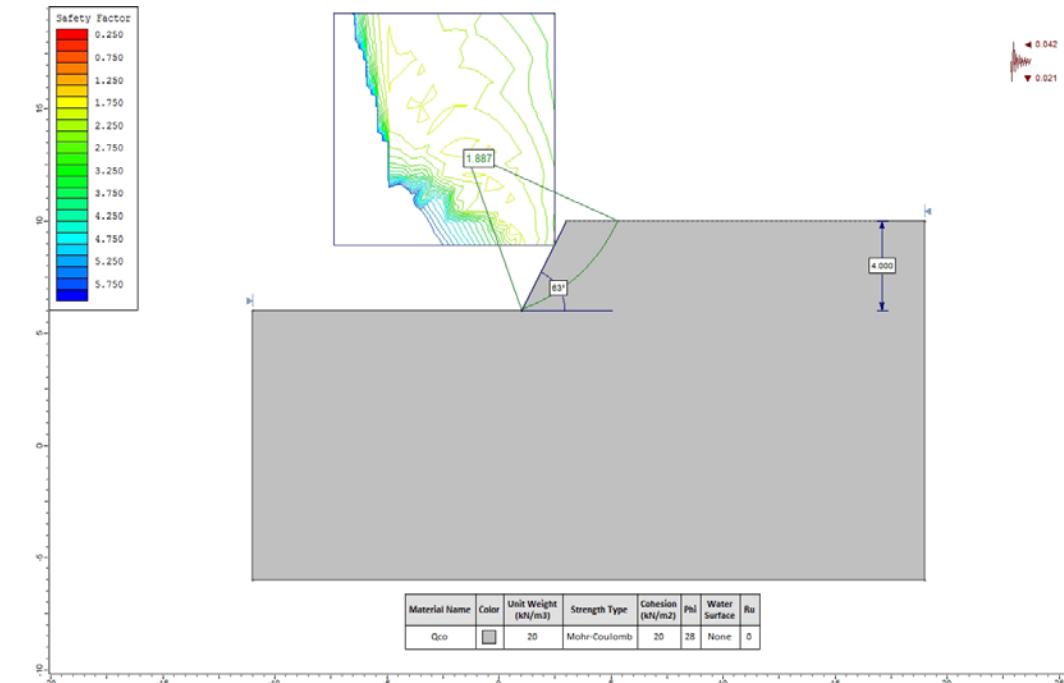
DESMONTE	EJE	SITUACIÓN		UNIDADES GEOLOGICO-GEOTECNICAS AFECTADAS	ALTURA MAXIMA (m)	P.K. ALTURA MAX	PENDIENTE	FACTOR DE SEGURIDAD	EXCAVABILIDAD	TIPO DE MATERIAL	coef de paso	APROVECHAMIENTO
		PK INICIO	PK FIN									
D 1	164	0+358	0+430	Tcam	2,2	0+400	3H:2V	>2,3*	Medios mecánicos	Tolerable	1,02	Núcleo y cimento
D 2	164	0+915	1+115	Tcam	1,8	1+040	3H:2V	>2,3*	Medios mecánicos	Tolerable	1,02	Núcleo y cimento
D 3	164	1+184	1+275	Tcam	1,74	1+240	3H:2V	>2,3*	Medios mecánicos	Tolerable	1,02	Núcleo y cimento
D 4	164	2+120	2+165	Qco / J	1,6	2+140	3H:2V	>2,3*	Medios mecánicos / voladura	Tolerable / roca	1,08 / 1,3	Núcleo y cimento / pedraplén, todo-uno
D 5	164	2+260	2+410	Qco / J	4,4	3+340	1H:1V	2,3	Medios mecánicos / voladura	Tolerable / roca	1,08 / 1,3	Núcleo y cimento / pedraplén, todo-uno
D 6	164	2+420	2+510	J	14,35	2+480	3H:2V	40,7	Voladura	Roca	1,3	Pedraplén, todo-uno
D 7	164	2+650	2+770	J	6	2+660	3H:2V	>40,7*	Voladura	Roca	1,3	Pedraplén, todo-uno
D 8	165	1+220	1+285	Qco / Tcam	2	1+240	3H:2V	>2,3*	Medios mecánicos / voladura	Tolerable / roca	1,08 / 1,3	Núcleo y cimento / pedraplén, todo-uno

\*Se ha analizado la estabilidad de los desmontes con las características más desfavorables, considerando la altura máxima, y teniendo en cuenta el efecto sísmico. Se considera que si los de mayor altura e inclinación son estables, los de menor altura tienen que ser estables.

#### 7.8.6. TALUDES PROVISIONALES

Para el soterramiento del colector será necesario la ejecución de taludes provisionales, para los cuales se ha considerado una inclinación 1H:2V, con una altura máxima de 4 m, a continuación se muestra el análisis de estabilidad para estos taludes en el caso más desfavorable, en el que se excave los materiales de la unidad Qco.

A continuación se muestra los cálculos obtenidos demostrándose la estabilidad de estas excavaciones. El factor de seguridad obtenido es 1,9.



## APÉNDICE N° 1. PLANTA GEOLÓGICA Y DE SITUACIONES DE PROSPECCIONES

## LEYENDA GEOLÓGICA

### CUATERNARIOS



RELLENOS ANTRÓPICOS COMPACTADOS



RELLENOS ANTRÓPICOS VERTIDOS



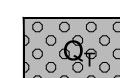
FONDOS DE VALLE



COLUVIALES

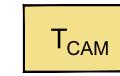


ALUVIALES ACTUALES



DEPÓSITOS DE TERRAZA

### TERCIARIOS



CALCARENITAS, ARENISCAS Y MARGAS SILTOSAS



JURÁSICO. DOLOMÍAS NEGRAS

### SIMBOLOGIA

— CONTACTO LITOLÓGICO

### RECONOCIMIENTOS GEOTÉCNICOS

ESTUDIO INFORMATIVO N-340. TRAMO: INICIO VARIANTE DE ALFAJULLA Y TORREDEMBARRA - VARIANTE DE SANTA MARGERID I ELS MONJONS - FINAL DE LA VARIANTE DE VILAFRANCA DEL PENEDES. IBERING-IDES (JULIO 2002)



C-X CALICATA MECÁNICA



PD-X ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA



TALUD INVENTARIADO

PROYECTO DE TRAZADO: AUTOVÍA DEL MEDITERRÁNEO A7. TRAMO: LA MORA - LA POBLA DE MONTORRÉS. PROVINCIA DE TARRAGONA.  
INECO AGOSTO 2015



SR-X SONDEO MECÁNICO



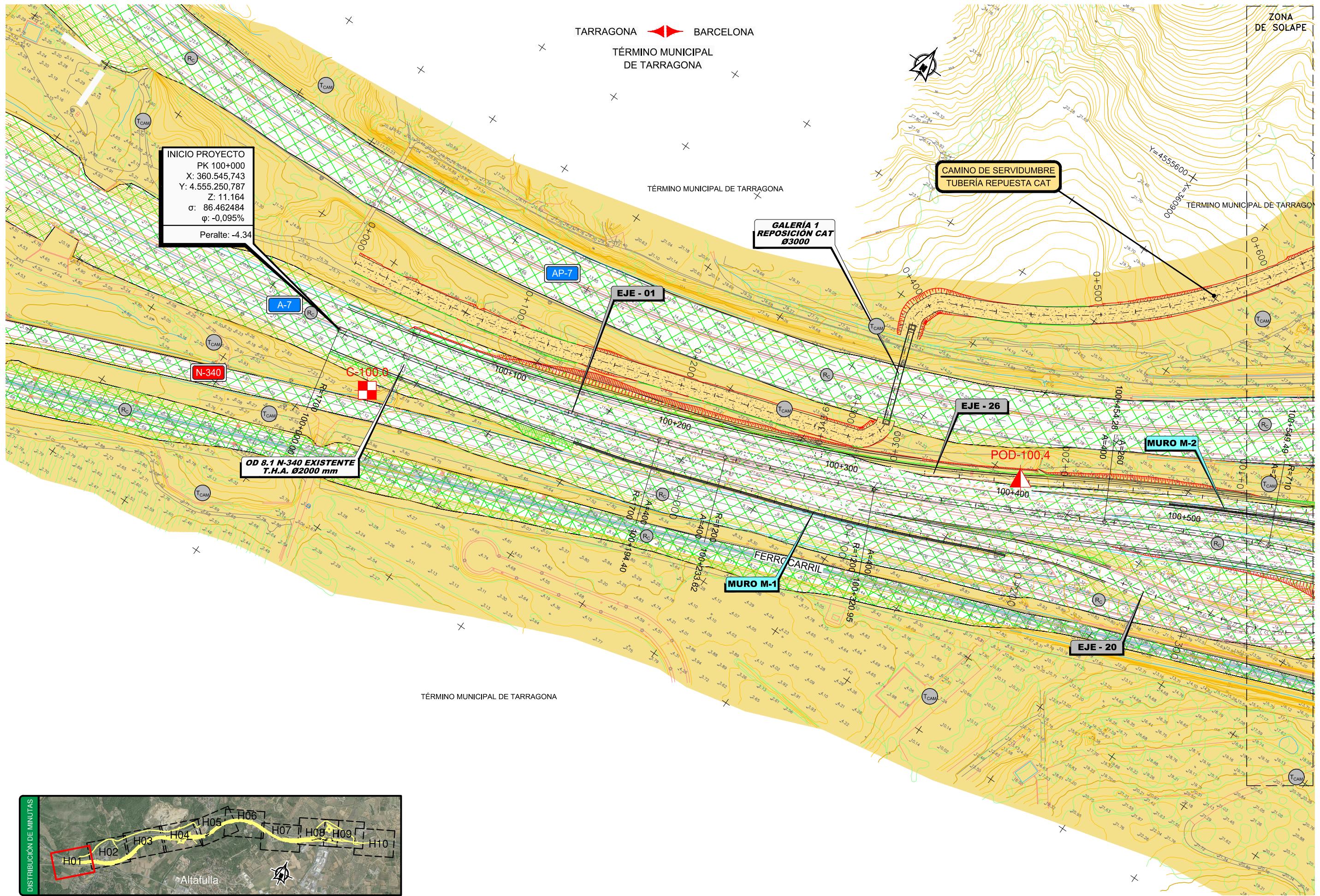
C-X CALICATA MECÁNICA

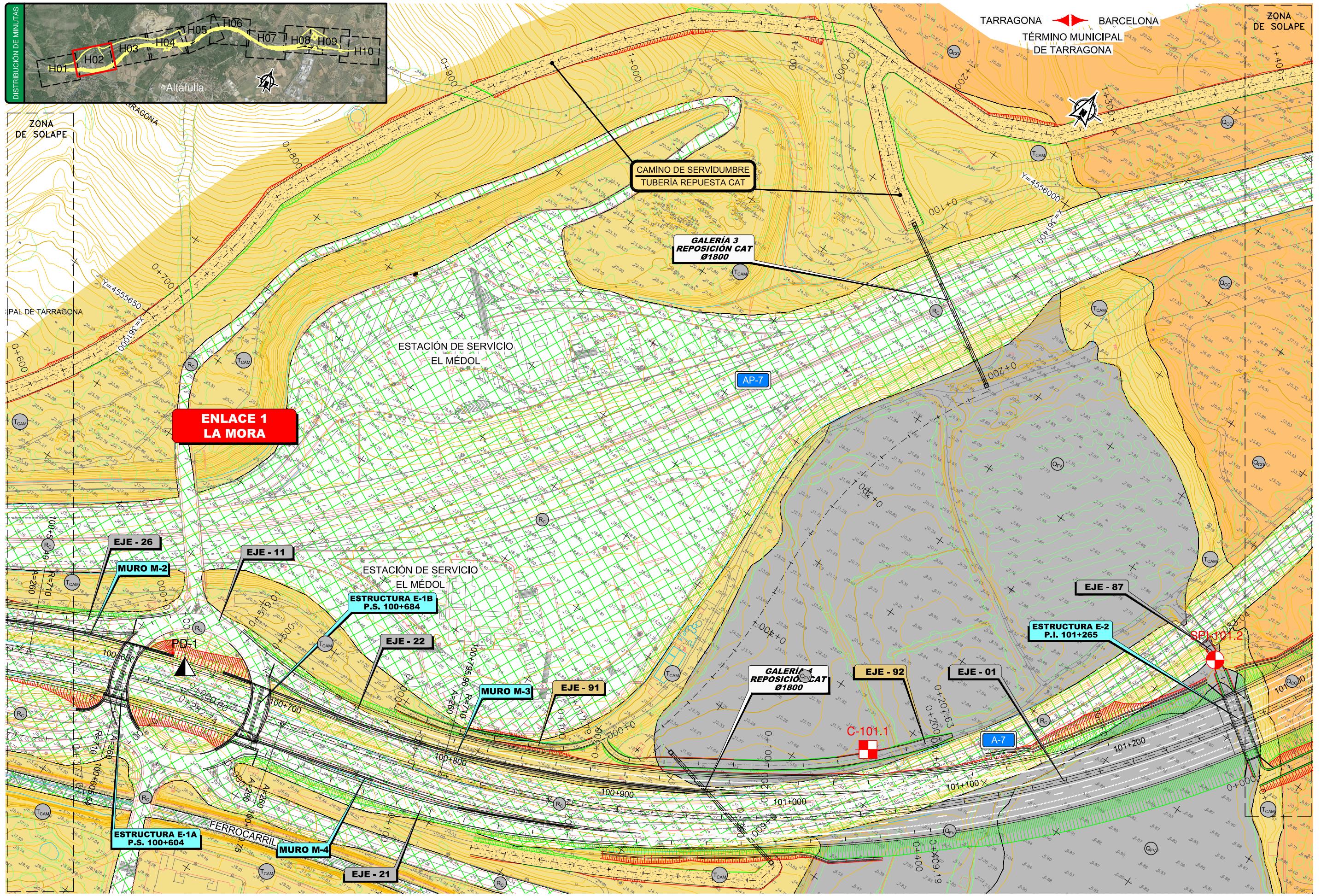


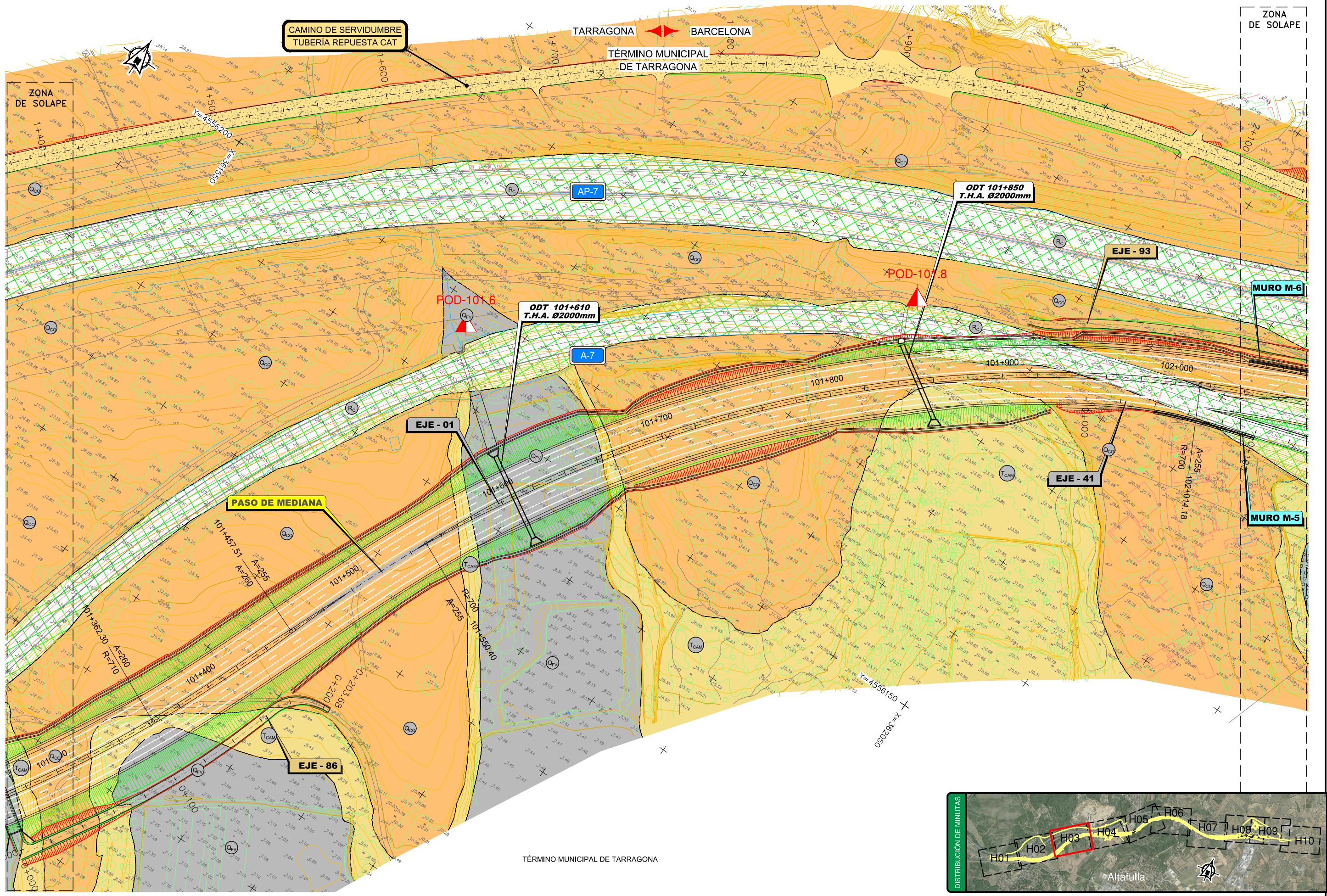
PD-X ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA

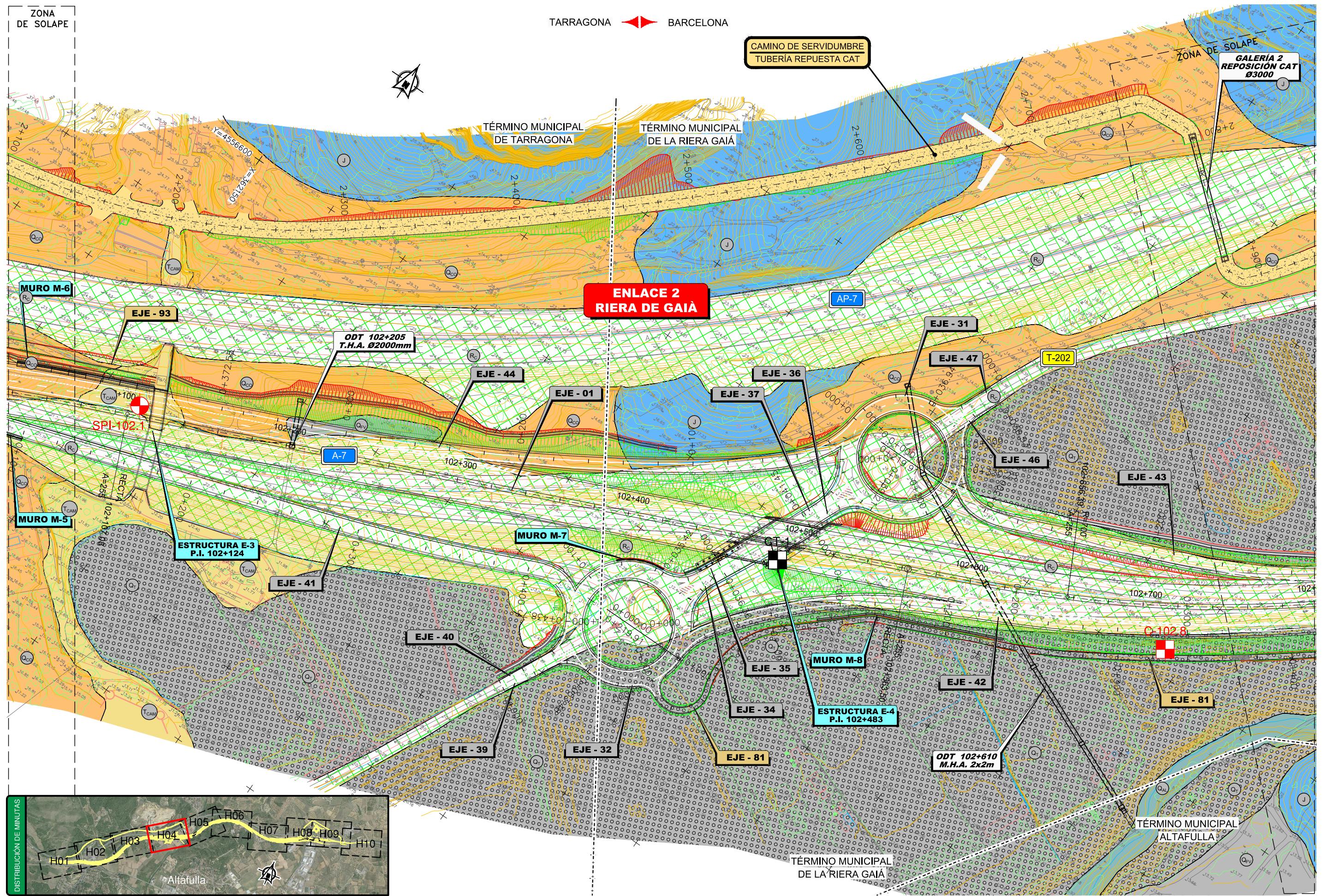


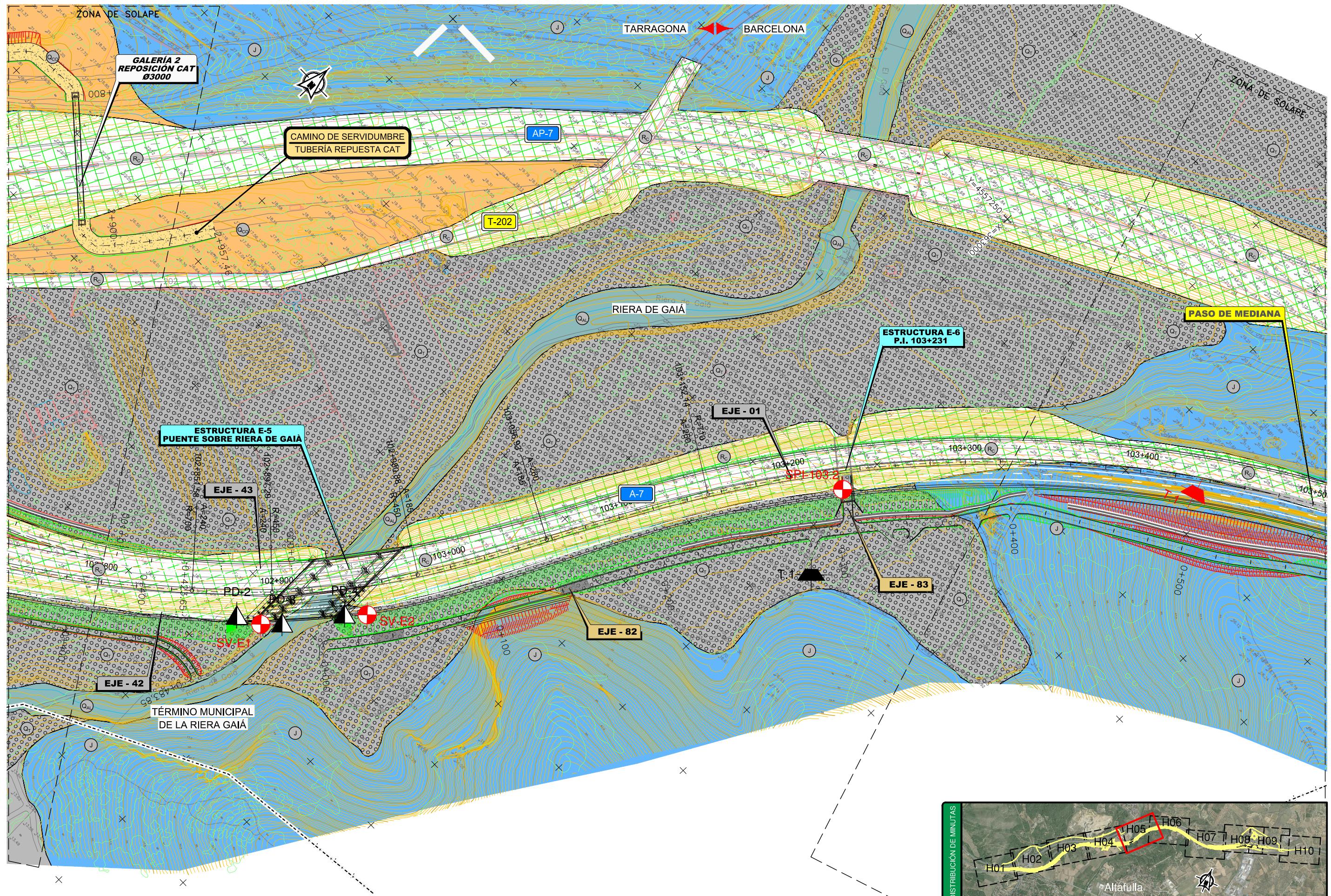
TALUD INVENTARIADO

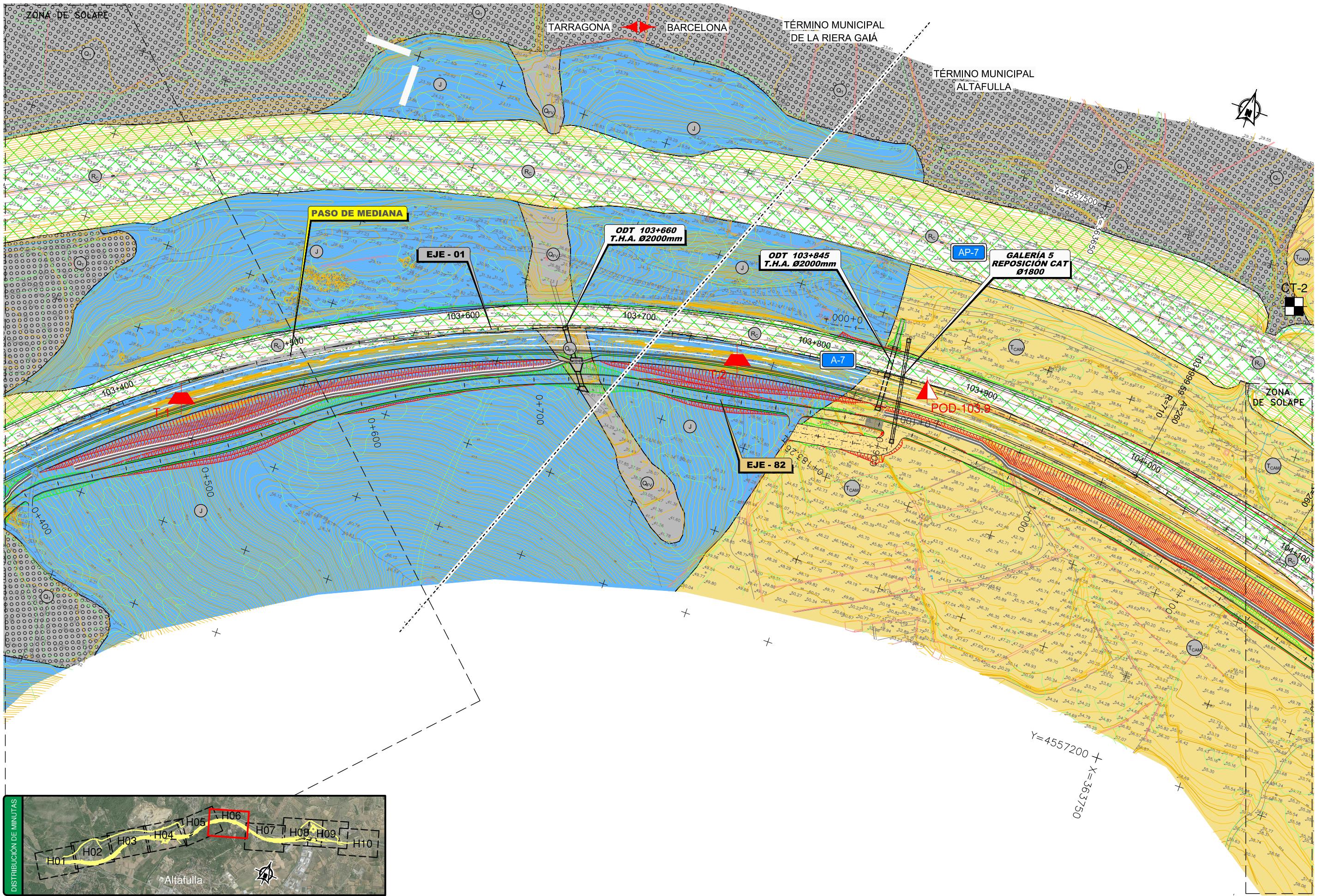


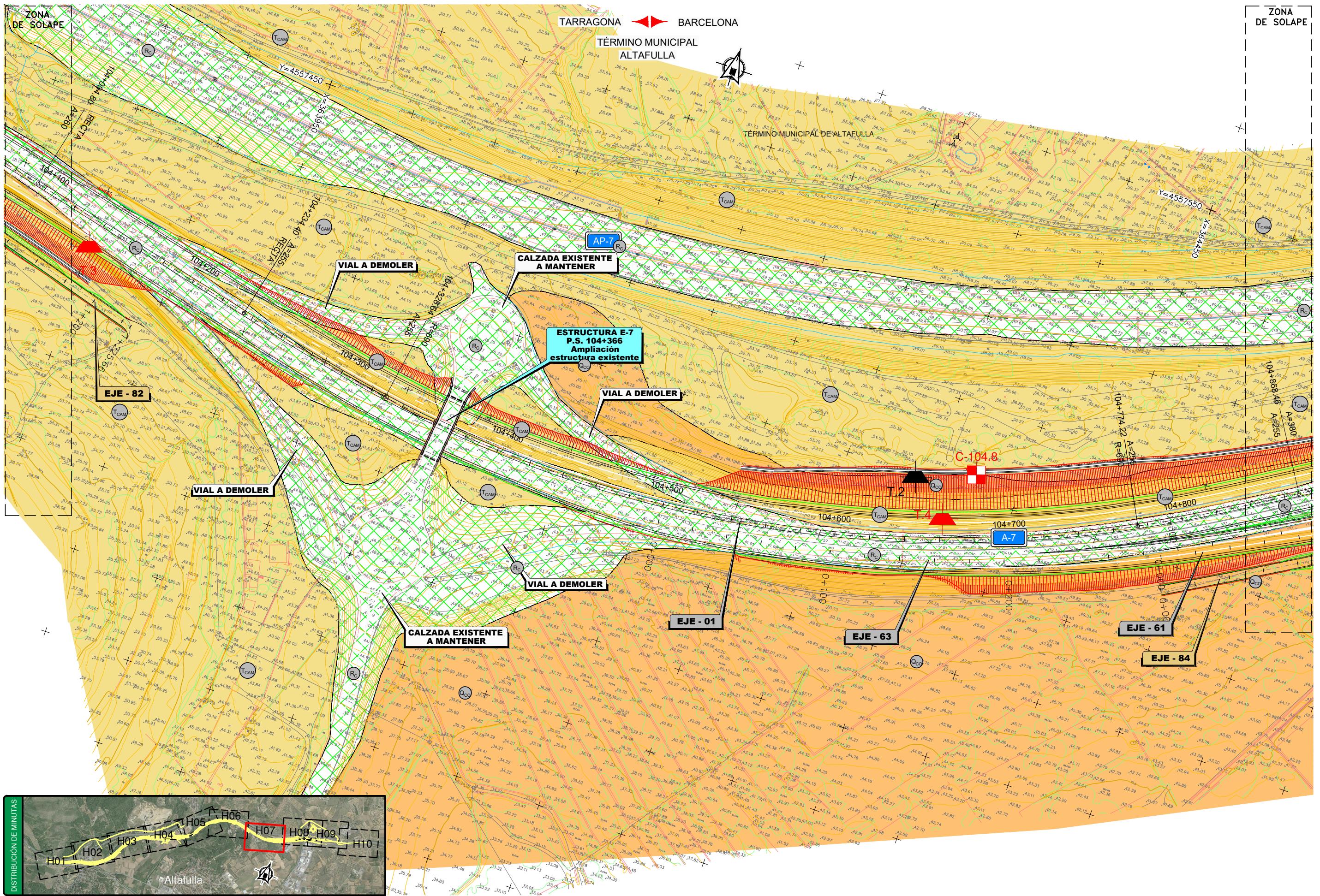


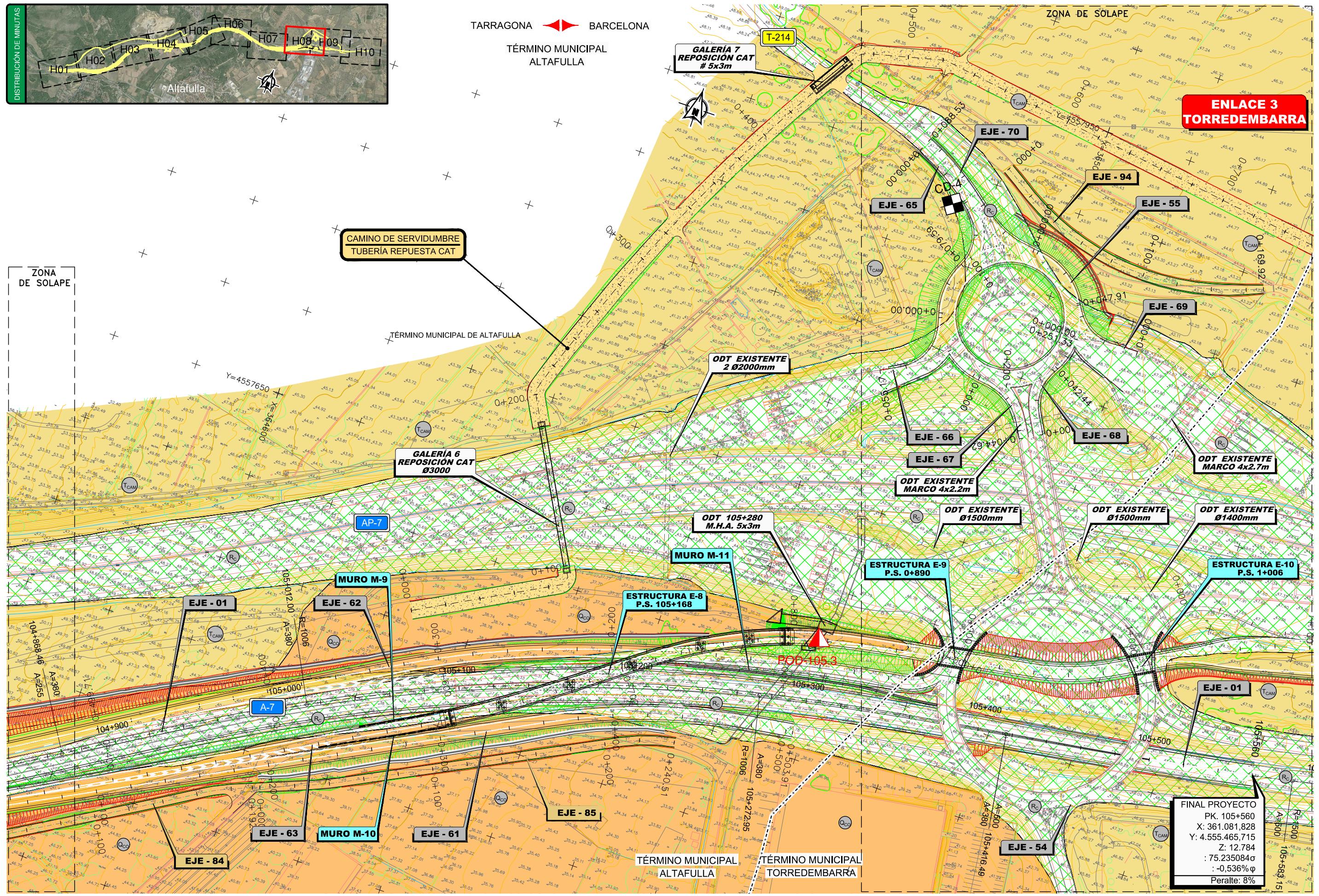


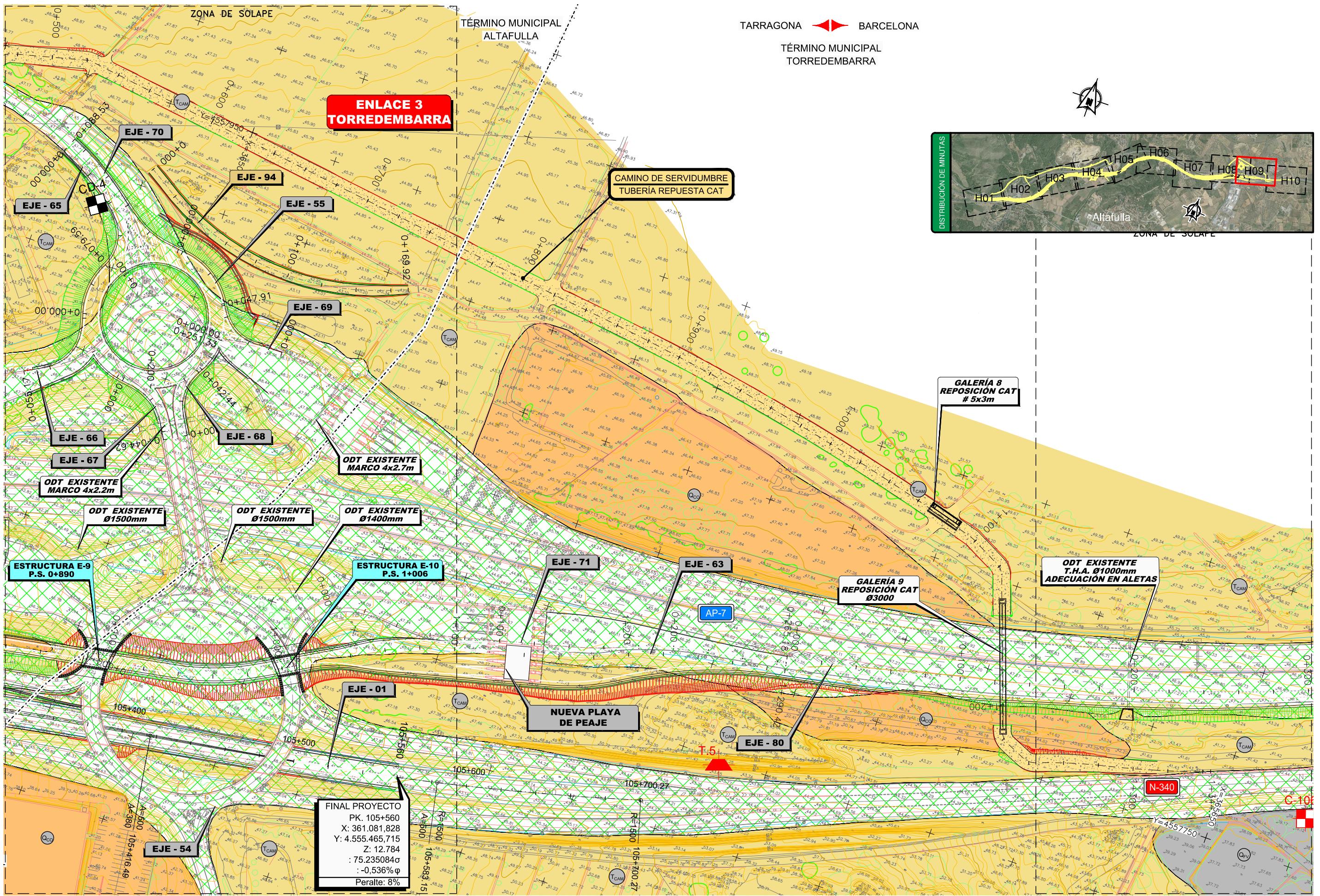






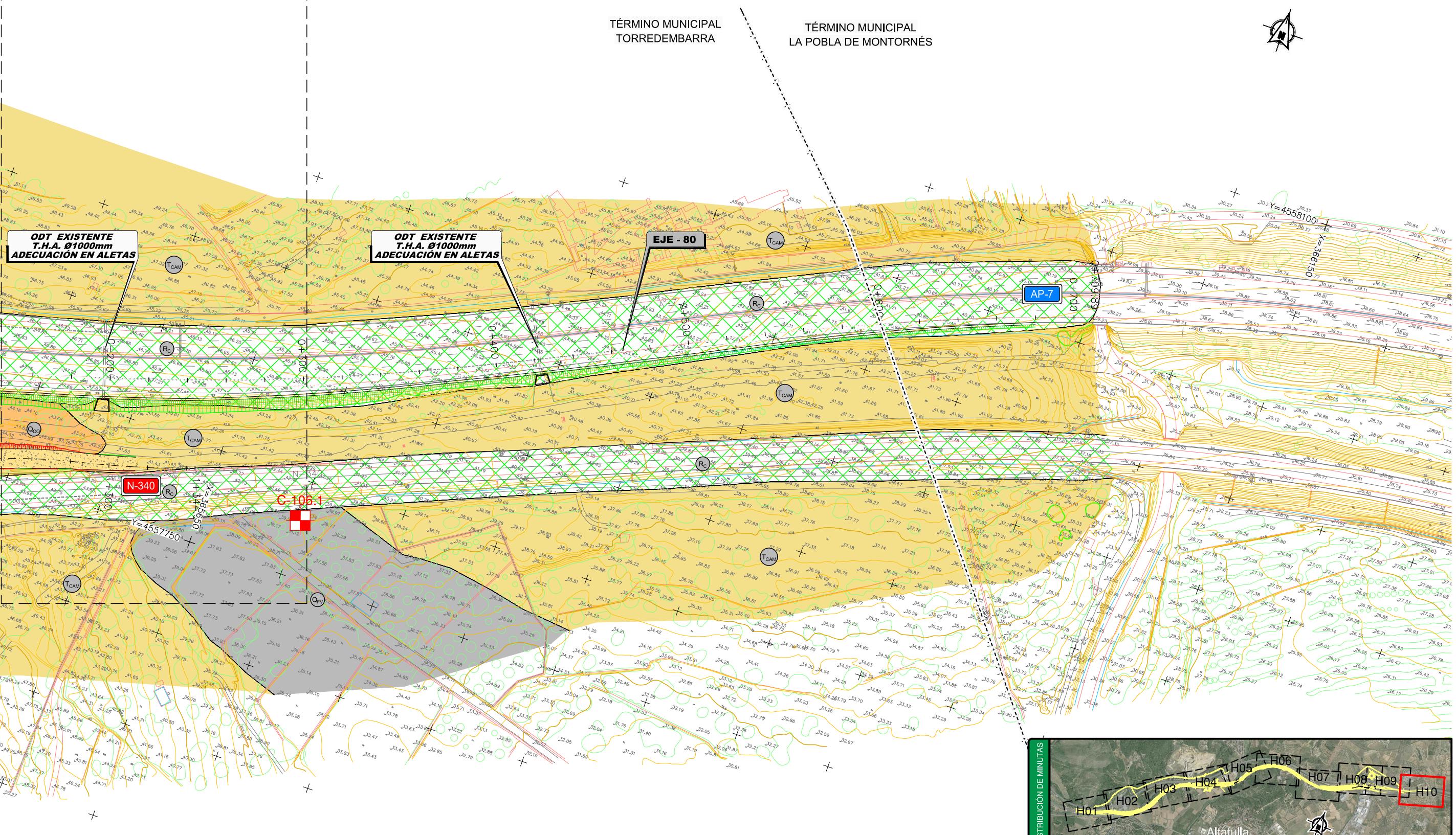






ZONA DE SOLAPE

TARRAGONA → BARCELONA

GOBIERNO  
DE ESPAÑAMINISTERIO  
DE FOMENTO

SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS, TRANSPORTE Y VIVIENDA  
SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS  
DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS  
DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN CATALUÑA

CONSULTOR:



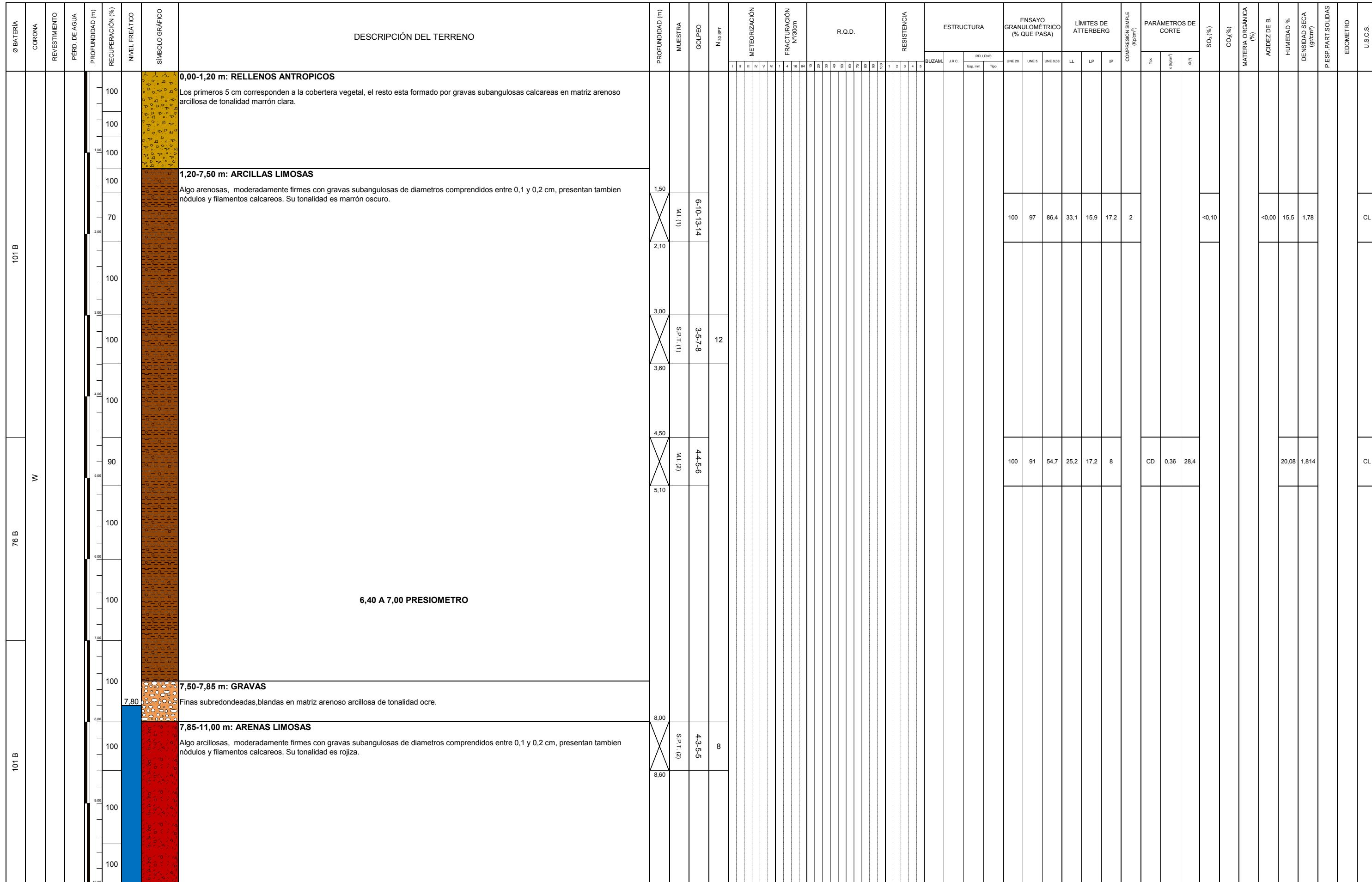
ESCALA:  
1:1.000  
0 10 20 30m  
ORIGINAL-A1

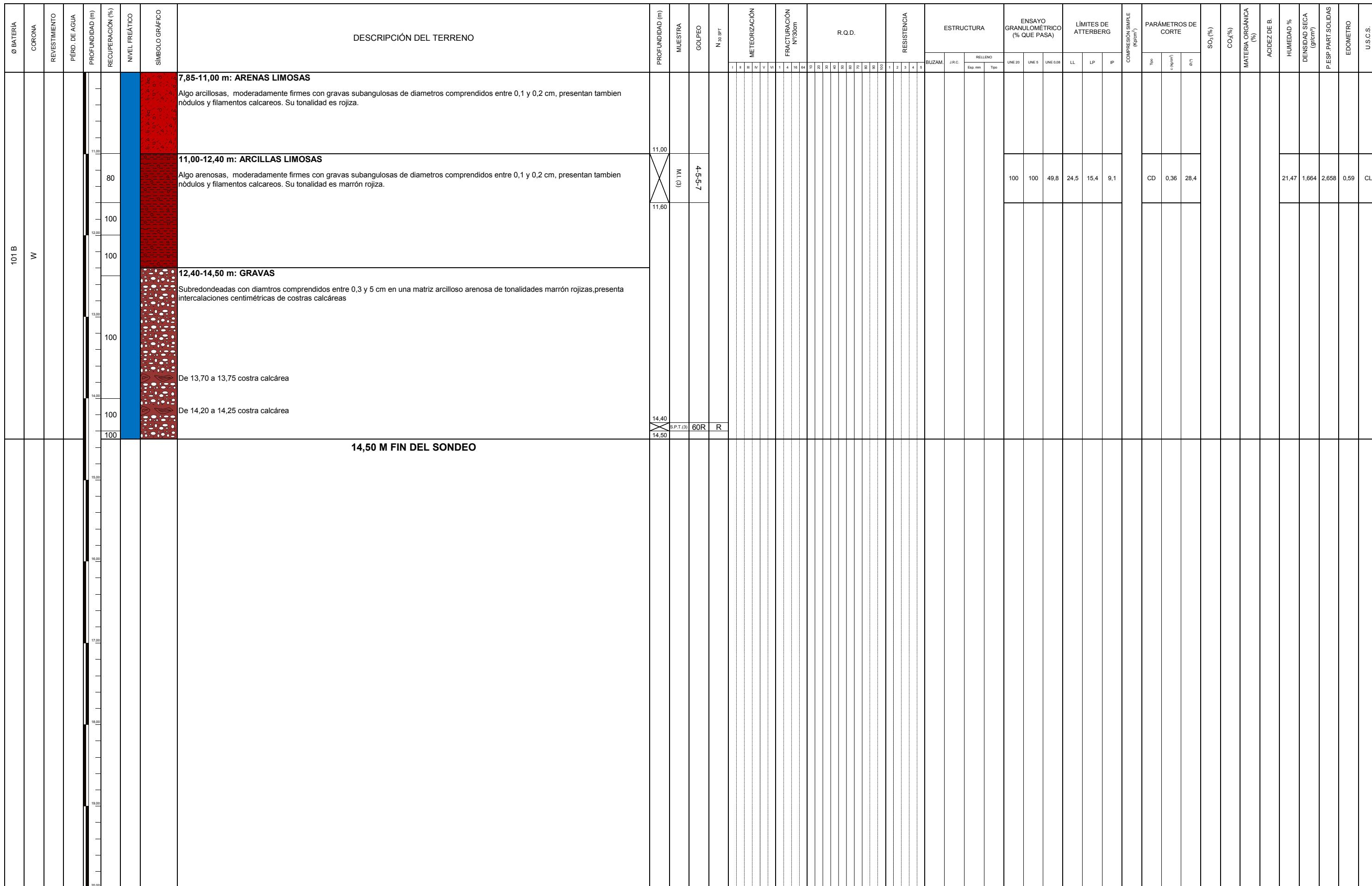
TÍTULO DEL PROYECTO:  
PROYECTO DE TRAZADO  
AUTOVÍA DEL MEDITERRÁNEO A-7  
TRAMO: LA MORA - LA POBLA DE MONTORNÉS

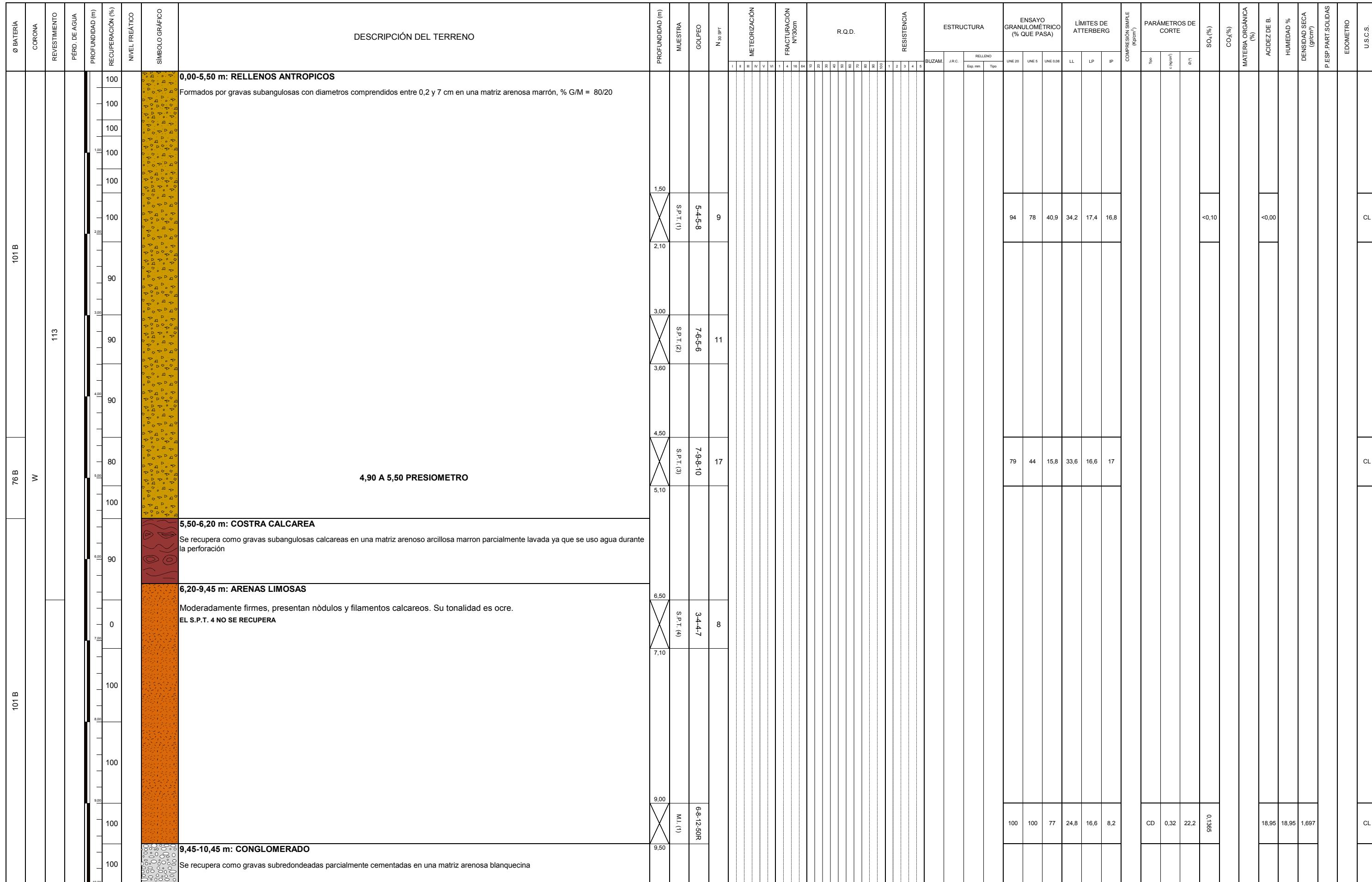
CLAVE:  
T2-T-3750Nº ANEJO:  
Nº7TÍTULO DE ANEJO: GEOTECNIA DEL CORREDOR  
DESIGNACIÓN:  
PLANTA GEOTÉCNICA

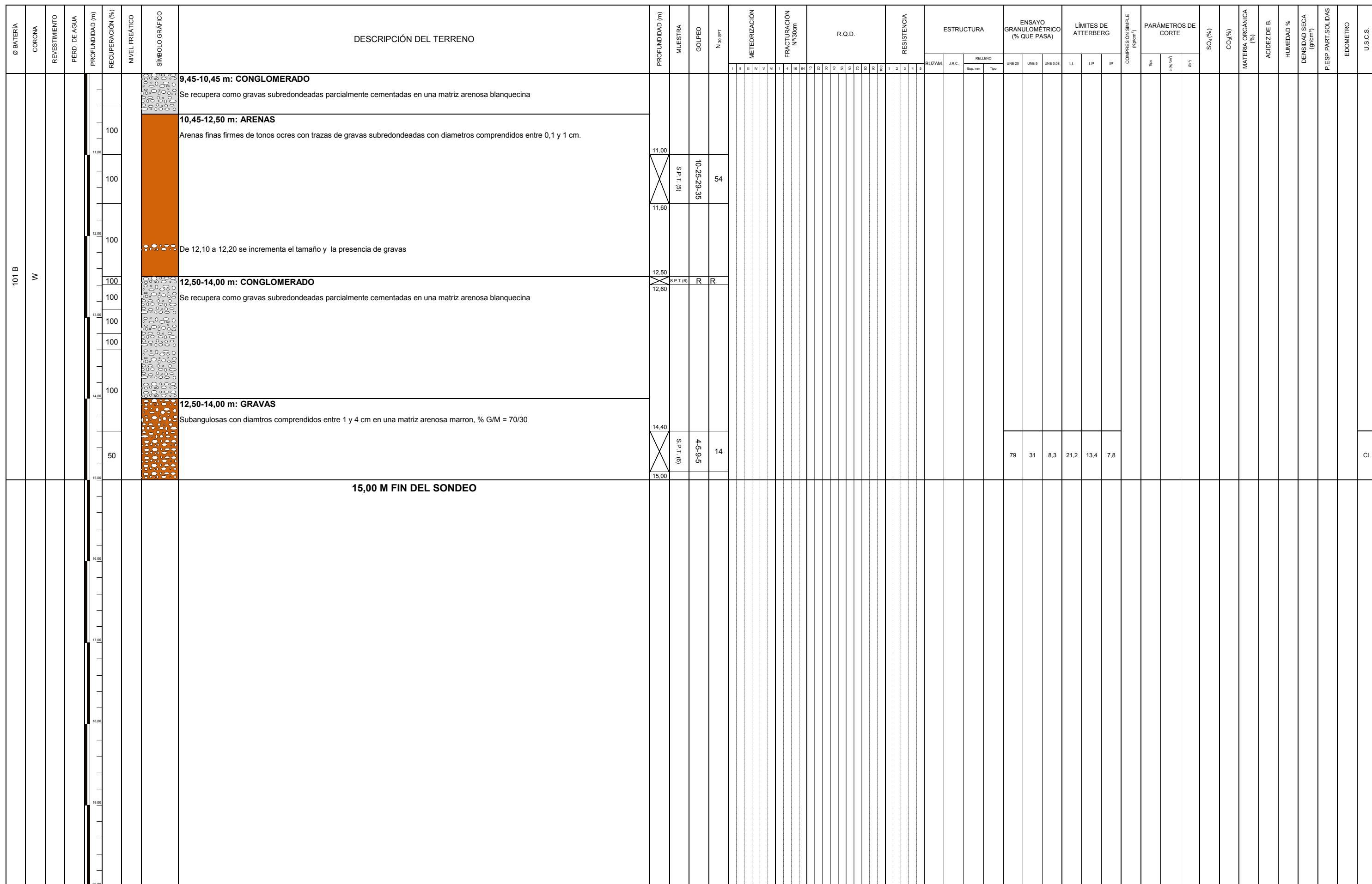
FECHA:  
OCTUBRE 2017  
HOJA 10 DE 10

## APÉNDICE N° 2. SONDEOS









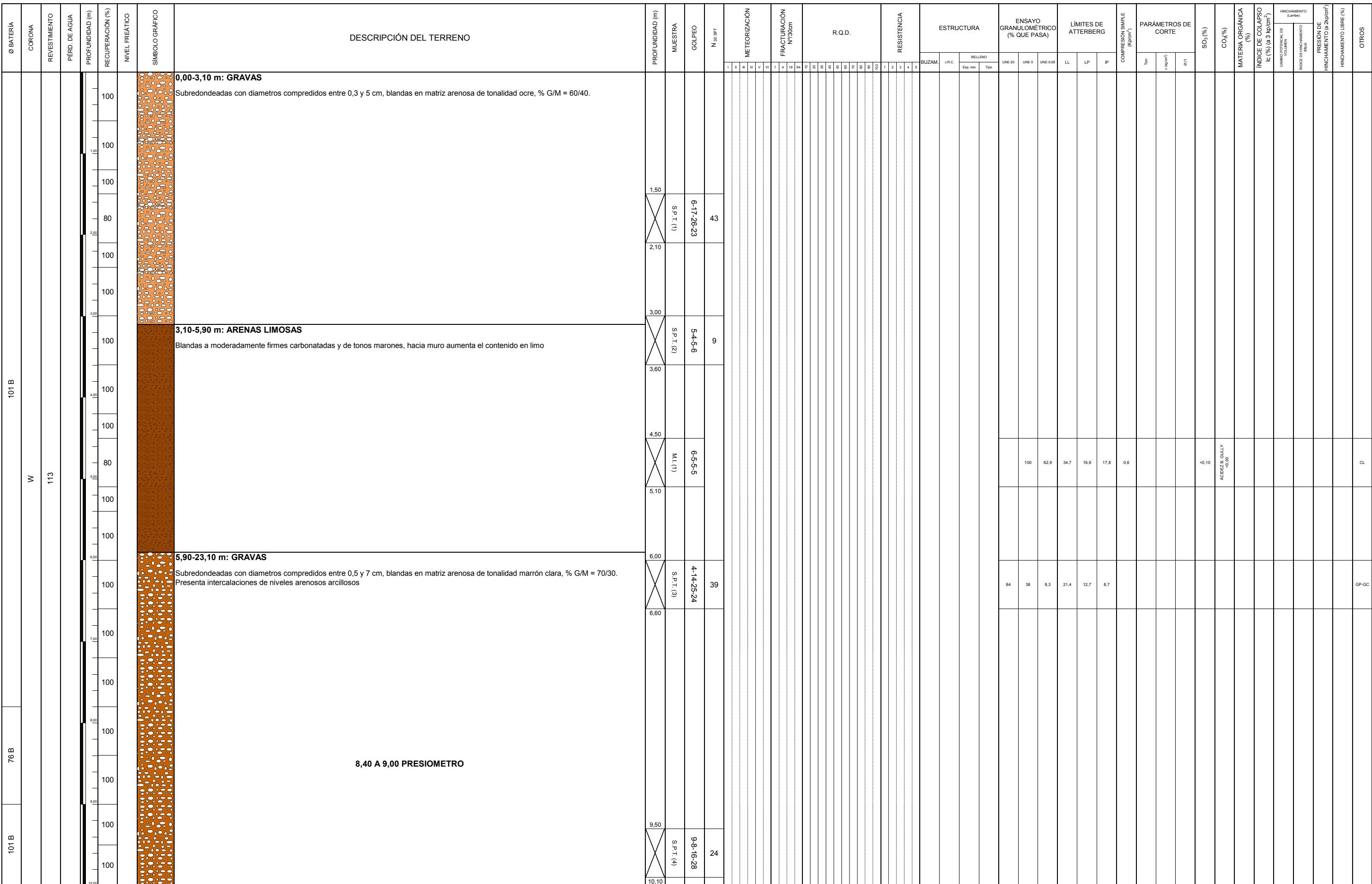


OB

ESTUDIO GEOLOGICO GEOTÉCNICO PARA EL ACONDICIONAMIENTO DE LA N-340, TRAMO: LA MORA-LA POBLA



CLIENT





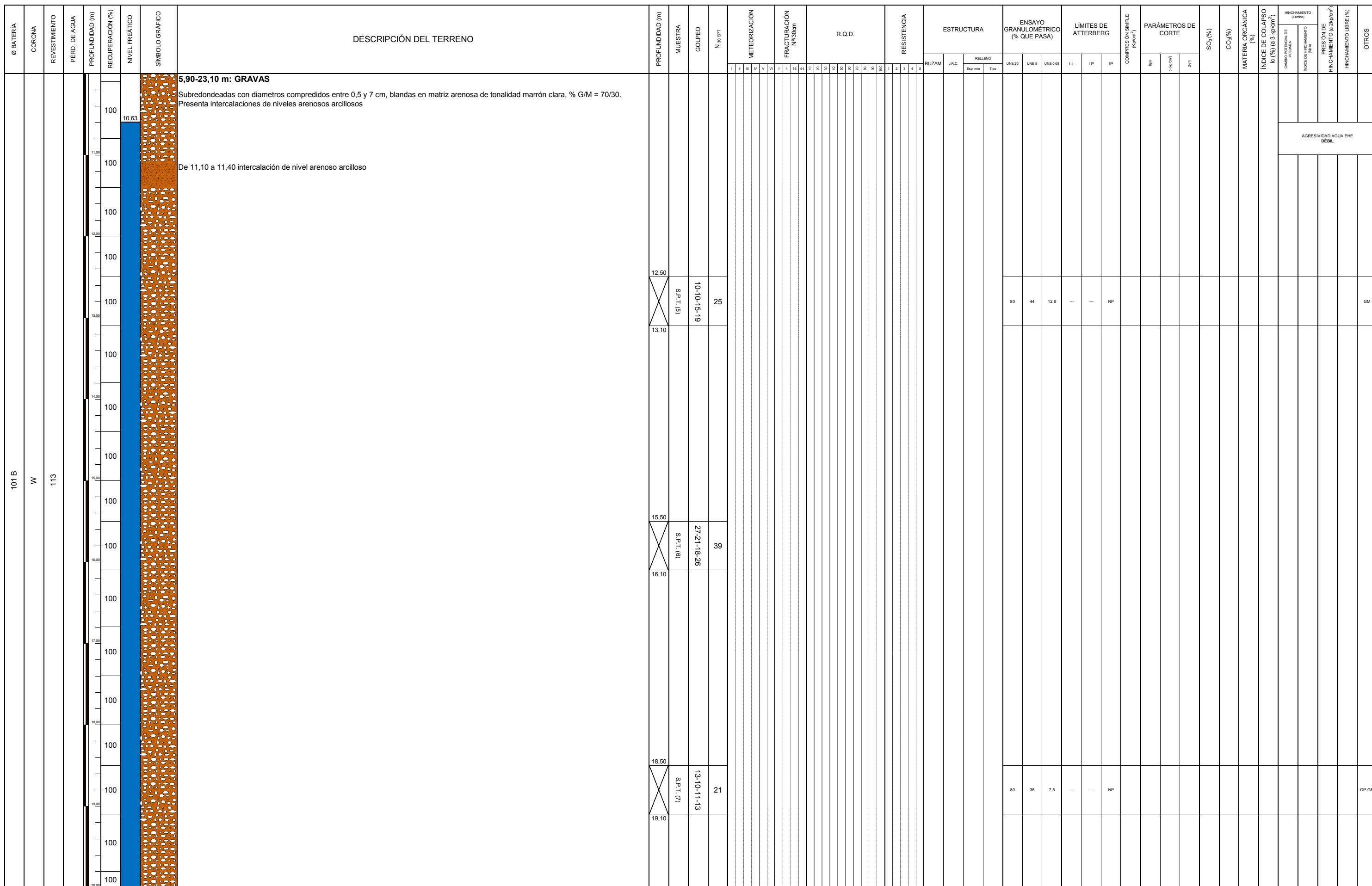
OB

ESTUDIO GEOLOGICO GEOTÉCNICO PARA EL ACONDICIONAMIENTO DE LA N-340, TRAMO: LA MORA-LA POBLA



CLIENT

Inclinación :		Acta N°:	15-020_SV-E1			SONDEO	SV-E1		
P.K.		Empresa:	INGE, S.L.						
X UTM:	362872	Sondista:	DAVID DE LACRUZ						
Y UTM:	4556787	Máquina:	ROLATEC RL 48 L			HOJA	2 DE 3		
COTA (m)	11	Supervisor:	RAÚL GÓMEZ GARCÍA						
Nº Trabajo	15-020	Fecha inicio	17/07/2015	Fecha fin	17/07/2015				





OBRA

## **ESTUDIO GEOLOGICO GEOTÉCNICO PARA EL ACONDICIONAMIENTO DE LA N-340, TRAMO: LA MORA-LA POBLA**



## CLIENTE

Inclinación :		Acta N°:	15-020_SV-E1			SONDEO	SV-E1		
P.K.		Empresa:	INGE, S.L.						
X UTM:	362872	Sondista:	DAVID DE LACRUZ						
Y UTM:	4556787	Máquina:	ROULATEC RL 48 L			HOJA	3 DE 3		
COTA (m)	11	Supervisor:	RAÚL GÓMEZ GARCÍA						
Nº Trabajo	15-020	Fecha inicio	17/07/2015	Fecha fin	17/07/2015				



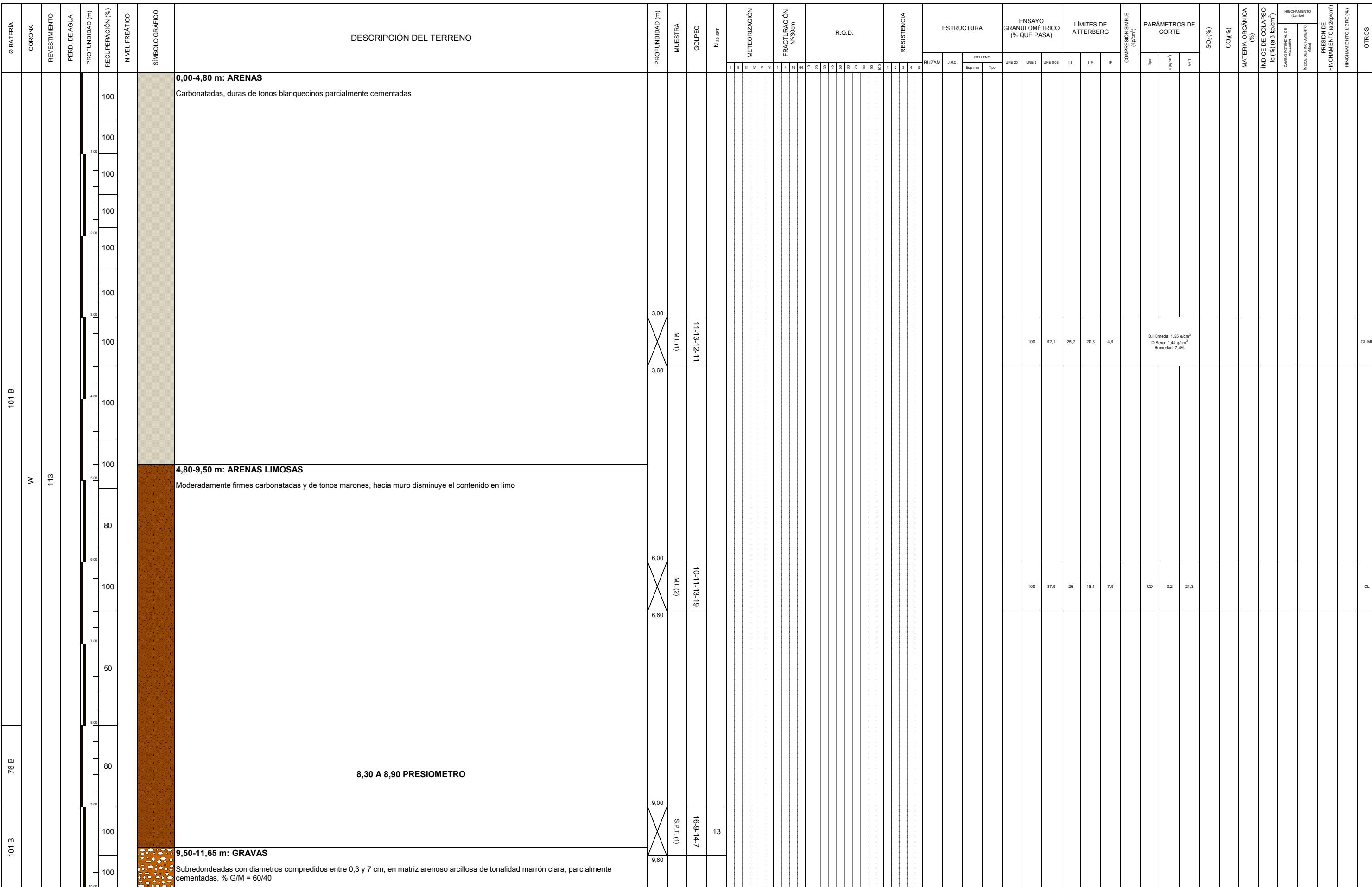
OB

ESTUDIO GEOLOGICO GEOTÉCNICO PARA EL ACONDICIONAMIENTO DE LA N-340, TRAMO: LA MORA-LA POBLA



CLIENTE

 <p><b>INGE</b> Investigación Geotécnica y Estructural</p>	OBRA	ESTUDIO GEOLOGICO GEOTÉCNICO PARA EL ACONDICIONAMINTO DE LA N-340, TRAMO: LA MORA-LA POBLA	Inclinación :		Acta N°	<b>15-020_SV-E2</b>		SONDEO	SV-E2	
			P.K.		Empres:	<b>INGE, S.L.</b>				
	CLIENTE		X UTM:	<b>363046</b>	Sondista:	<b>DAVID DE LACRUZ</b>				
			Y UTM:	<b>4557077</b>	Maquina:	<b>ROLATEC RL 48 L</b>		HOJA	1 DE 4	
			GOTA (m)	<b>16</b>	Supervisor:	<b>RAÚL GÓMEZ GARCÍA</b>				
			Nº Trabajo	<b>15-020</b>	Fecha Inicio	<b>24/07/2015</b>	Fecha fin	<b>26/07/2015</b>		





OB

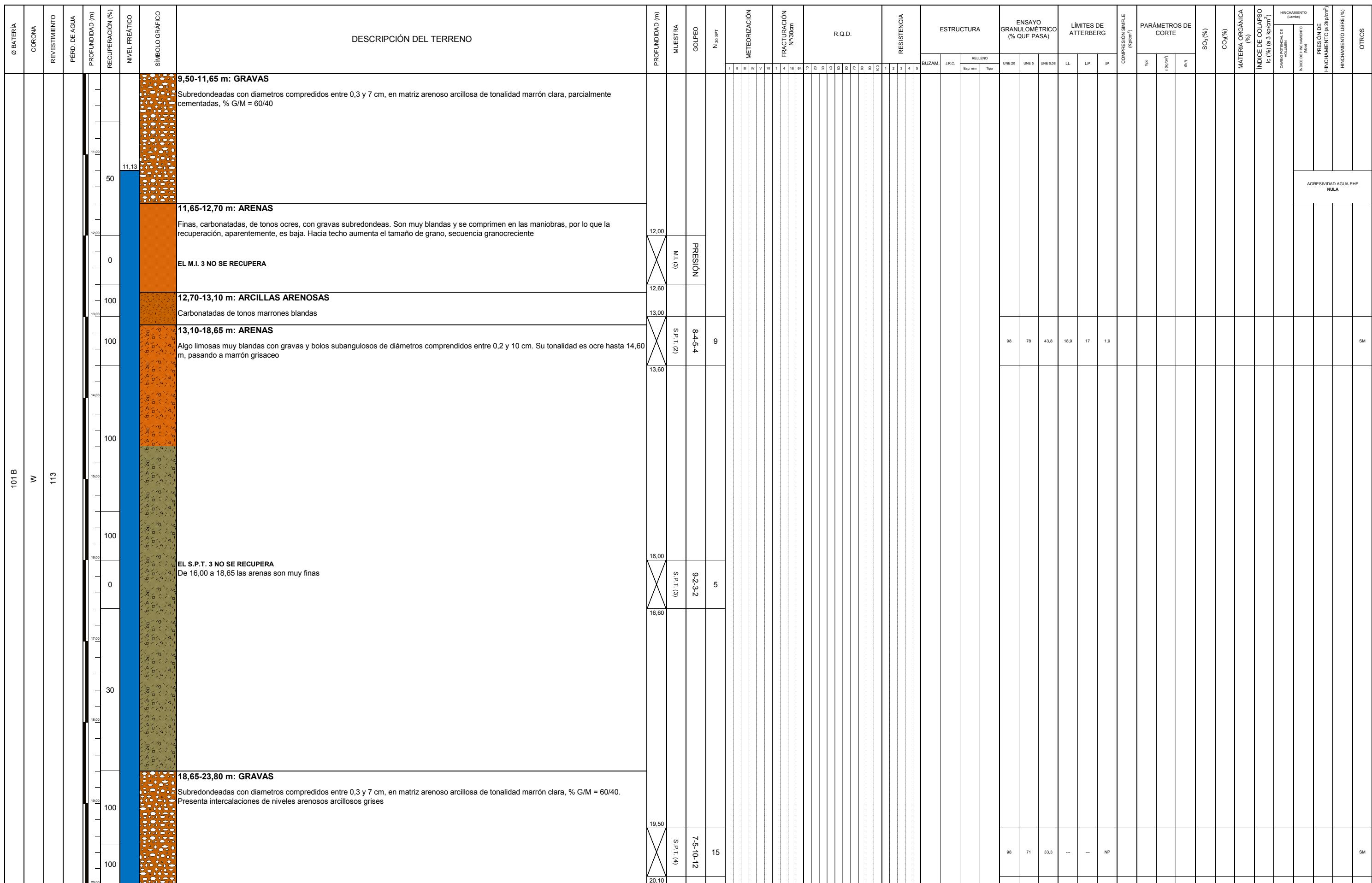
ESTUDIO GEOLOGICO GEOTÉCNICO PARA EL ACONDICIONAMIENTO DE LA N-340, TRAMO: LA MORA-LA POBLA



CLIENT

<b>Inclinación:</b>		Acta N°:	<b>15-020_SV-E2</b>			<b>SONDEO</b>	<b>SV-E2</b>		
P.K.		Empresa:	<b>INGE, S.L.</b>						
X UTM:	<b>363046</b>	Sondista:	<b>DAVID DE LACRUZ</b>						
Y UTM:	<b>4557077</b>	Máquina:	<b>ROULATEC RL 48 L</b>			<b>HOJA</b>	<b>2 DE 4</b>		
COTA (m)	<b>16</b>	Supervisor:	<b>RAÚL GÓMEZ GARCÍA</b>						
Nº Trabajo	<b>15-020</b>	Fecha inicio	24/07/2015	Fecha fin	26/07/2015				

SV-E2





OB

## **ESTUDIO GEOLOGICO GEOTÉCNICO PARA EL ACONDICIONAMIENTO DE LA N-340, TRAMO: LA MORA-LA POBLA**



CLIENT

## DESCRIPCIÓN DEL TERREN





OB

## **ESTUDIO GEOLOGICO GEOTÉCNICO PARA EL ACONDICIONAMIENTO DE LA N-340, TRAMO: LA MORA-LA POBLA**



CLIENT

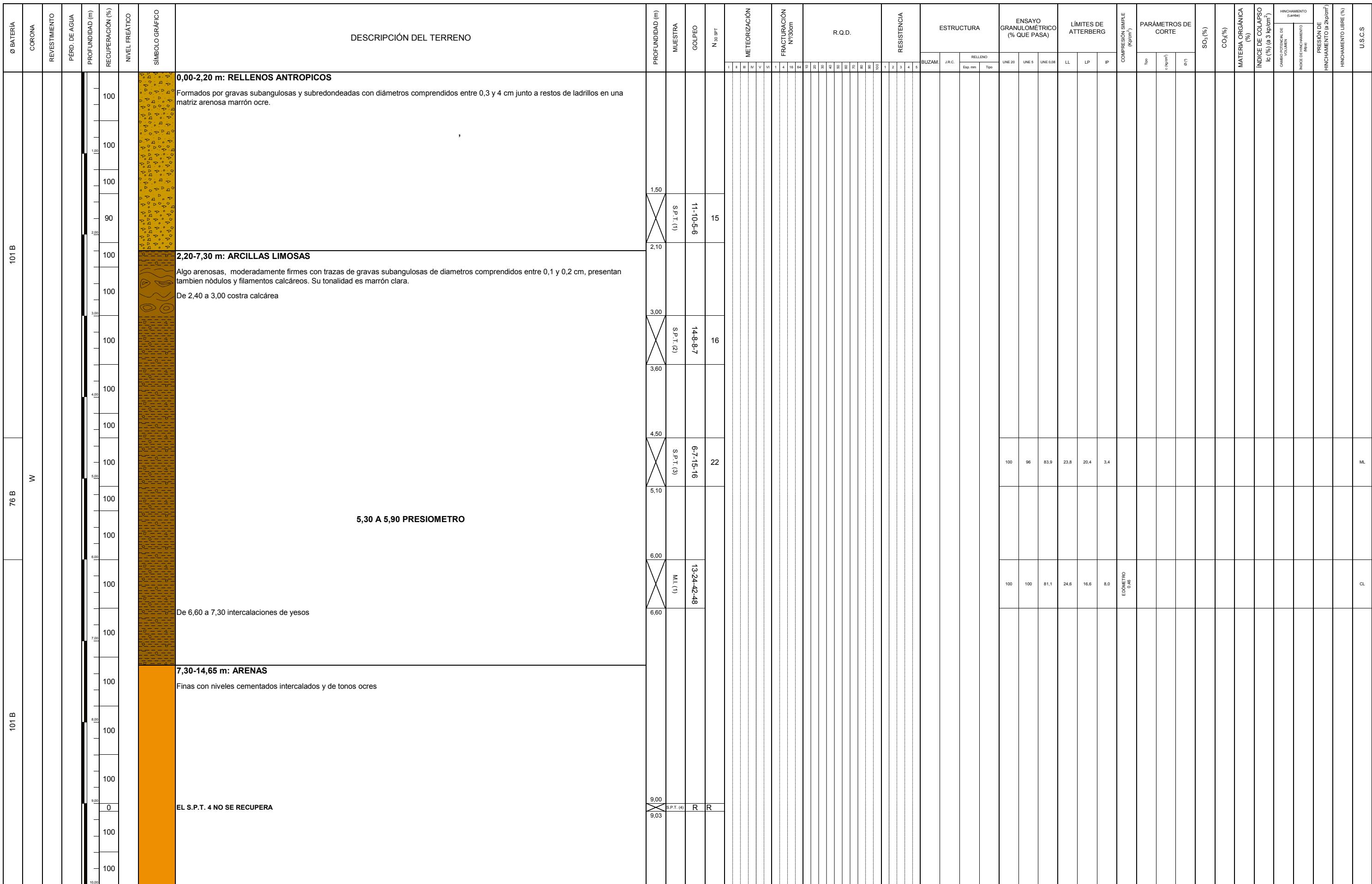
**SONDEO**    **S-103.2**

HOJA    **1** DE **2**

**26/07/2015**

DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	NIVEL FREÁTICO	SIMBOLO GRÁFICO	PROFUNDIDAD (m)	RECUPERACIÓN (%)	PÉRD. DE AGUA	REVESTIMIENTO	CORONA	Ø BATERIA	TESTES DE SUELO																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
									ESTRUCTURA						ENSAYO GRANULOMÉTRICO (% QUE PASA)			LÍMITES DE ATTERBERG																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
METEORIZACIÓN						FRACTURACIÓN N°30cm						RESISTENCIA			COMPRESIÓN SIMPLE (kPa/cm <sup>2</sup> )			PARÁMETROS DE CORTE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
I		II		III		IV		V		VI		1		2		3		4		5		BUZAM.		J.R.C.		RELLENO		UNE 20		UNE 5		UNE 0,08		LL		LP		IP		Tipo		c (kg/cm <sup>2</sup> )		φ (°)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
N <sub>30</sub> SPT												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	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420	421	422	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432	433	434	435	436	437	438	439	440	441	442	443	444	445	446	447	448	449	450	451	452	453	454	455	456	457	458	459	460	461	462	463	464	465	466	467	468	469	470	471	472	473	474	475	476	477	478	479	480	481	482	483	484	485	486	487	488	489	490	491	492	493	494	495	496	497	498	499	500	501	502	503	504	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516	517	518	519	520	521	522	523	524	525	526	527	528	529	530	531	532	533	534	535	536	537	538	539	540	541	542	543	544	545	546	547	548	549	550	551	552	553	554	555	556	557	558	559	560	561	562	563	564	565	566	567	568	569	570	571	572	573	574	575	576	577	578	579	580	581	582	583	584	585	586	587	588	589	590	591	592	593	594	595	596	597	598	599	600	601	602	603	604	605	606	607	608	609	610	611	612	613	614	615	616	617	618	619	620	621	622	623	624	625	626	627	628	629	630	631	632	633	634	635	636	637	638	639	640	641	642	643	644	645	646	647	648	649	650	651	652	653	654	655	656	657	658	659	660	661	662	663	664	665	666	667	668	669	670	671	672	673	674	675	676	677	678	679	680	681	682	683	684	685	686	687	688	689	690	691	692	693	694	695	696	697	698	699	700	701	702	703	704	705	706	707	708	709	710	711	712	713	714	715	716	717	718	719	720	721	722	723	724	725	726	727	728	729	720	721	722	723	724	725	726	727	728	729	730	731	732	733	734	735	736	737	738	739	730	731	732	733	734	735	736	737	738	739	740	741	742	743	744	745	746	747	748	749	740	741	742	743	744	745	746	747	748	749	750	751	752	753	754	755	756	757	758	759	750	751	752	753	754	755	756	757	758	759	760	761	762	763	764	765	766	767	768	769	760	761	762	763	764	765	766	767	768	769	770	771	772	773	774	775	776	777	778	779	770	771	772	773	774	775	776	777	778	779	780	781	782	783	784	785	786	787	788	789	780	781	782	783	784	785	786	787	788	789	790	791	792	793	794	795	796	797	798	799	790	791	792	793	794	795	796	797	798	799	800	801	802	803	804	805	806	807	808	809	800	801	802	803	804	805	806	807	808	809	810	811	812	813	814	815	816	817	818	819	810	811	812	813	814	815	816	817	818	819	820	821	822	823	824	825	826	827	828	829	820	821	822	823	824	825	826	827	828	829	830	831	832	833	834	835	836	837	838	839	830	831	832	833	834	835	836	837	838	839	840	841	842	843	844	845	846	847	848	849	840	841	842	843	844	845	846	847	848	849	850	851	852	853	854	855	856	857	858	859	850	851	852	853	854	855	856	857	858	859	860	861	862	863	864	865	866	867	868	869	860	861	862	863	864	865	866	867	868	869	870	







OB

## **ESTUDIO GEOLOGICO GEOTÉCNICO PARA EL ACONDICIONAMIENTO DE LA N-340, TRAMO: LA MORA-LA POBLA**



## CLIENTE

SONDEO S-106.5  
HOJA 2 DE 2  
17/07/2015



SPI-101.2 - EMPLAZAMIENTO.



SPI-101.2 - CAJA 1. DE 0.00 m A 3.00 m.



SPI-101.2 - CAJA 2. DE 3.00 m A 6.00 m.



SPI-101.2 - CAJA 3. DE 6.00 m A 9.00 m.



SPI-101.2 - CAJA 4. DE 9.00 m A 12.00 m.



SPI-101.2 - CAJA 5. DE 12.00 m A 14.50 m.



SPI-101.2 - TAPA.



SPI-102.1 - EMPLAZAMIENTO.



SPI-102.1- CAJA 1. DE 0.00 m A 3.00 m.



SPI-102.1 - CAJA 2. DE 3.00 m A 6.00 m.



SPI-102.1- CAJA 3. DE 6.00 m A 9.00 m.



SPI-102.1 - CAJA 4. DE 9.00 m A 12.00 m.



SPI-102.1 - CAJA 5. DE 12.00 m A 15.00 m.



SPI-102.1- TAPA.



*SV-E1- EMPLAZAMIENTO.*



*SV-E1 - CAJA 1. DE 0.00 m A 3.00 m.*



*SV-E1- CAJA 2. DE 3.00 m A 6.00 m.*



*SV-E1 - CAJA 3. DE 6.00 m A 9.00 m.*



SV-E1 - CAJA 4. DE 9.00 m A 12.00 m.



SV-E1- CAJA 5. DE 12.00 m A 15.00 m.



SV-E1- CAJA 6. DE 15.00 m A 18.00 m.



SV-E1- CAJA 7. DE 18.00 m A 21.00 m.



SV-E1 - CAJA 8. DE 21.00 m A 24.00 m.



SV-E1- CAJA 9. DE 24.00 m A 27.00 m.



SV-E1 - CAJA 10. DE 27.00 m A 30.00 m.



SV-E1- TAPA.



SV-E2- EMPLAZAMIENTO.



SV-E2 - CAJA 1. DE 0.00 m A 2.40 m.



SV-E2- CAJA 2. DE 2.40 m A 4.80 m.



SV-E2- CAJA 3. DE 4.80 m A 7.90 m.



SV-E2 - CAJA 4. DE 7.90 m A 10.60 m.



SV-E2- CAJA 5. DE 10.60 m A 14.60 m.



SV-E2- CAJA 6. DE 14.60 m A 18.65 m.



SV-E2- CAJA 7. DE 18.65 m A 21.35 m.



SV-E2 - CAJA 8. DE 21.35m A 24.25 m.



SV-E2- CAJA 9. DE 24.25 m A 26.50 m.



SV-E2- CAJA 10. DE 26.50 m A 28.85 m.



SV-E2- CAJA 11. DE 28.85 m A 30.35 m.



SV-E2 - TAPA.



SPI-103.2 - EMPLAZAMIENTO.



SPI-103.2 - CAJA 1. DE 0.00 m A 3.00 m.



SPI-103.2 - CAJA 2. DE 3.00 m A 6.50 m.



SPI-103.2 - CAJA 3. DE 6.50 m A 9.00 m.



SPI-103.2 - CAJA 4. DE 9.00 m A 11.20 m.



SPI-103.2 - CAJA 5. DE 11.20 m A 14.00 m.



SPI-103.2 - CAJA 6. DE 14.00 m A 15.60 m.



SPI-103.2 - TAPA.



SPI-106.5 - EMPLAZAMIENTO.



SPI-106.5 - CAJA 1. DE 0.00 m A 3.00 m.



SPI-106.5- CAJA 2. DE 3.00 m A 6.00 m.



SPI-106.5 - CAJA 3. DE 6.00 m A 9.00 m.



SPI-106.5 - CAJA 4. DE 9.00 m A 12.00 m.



SPI-106.5- CAJA 5. DE 12.00 m A 15.00 m.



SPI-106.5- TAPA.

## APÉNDICE N° 3. CALICATAS



CLIENTE: INECO

PROYECTO: EGG PARA EL ACONDICIONAMINTO DE LA N-340, TRAMO: LA MORA-LA POBLA

SITUACIÓN: N-340 TRAMO: LA MORA- LA POBLA

## FOTOGRAFÍAS



CATA N° C-100.0

X = 360552 Y = 4555223 Z = 5

FECHA: 24-7-15

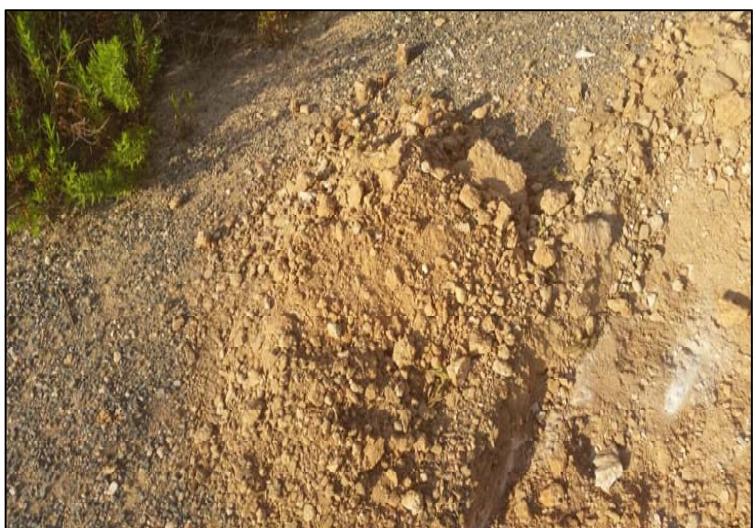
NIVEL FREÁTICO	RIPABILIDAD	ESTABILIDAD	MUESTRAS	Nº MUESTRA	ESCALA	PROFUNDIDAD	COLUMNA
Excavable, solo hasta 0,20 m		Se mantienen las paredes	X	0,1			
				1		0,2	
				2			
				3			
				4			
				5			

## DESCRIPCIÓN DEL TERRENO

0,00 - 0,20 m: Calacarenitas de tonos rosados y blanquecinos, se puede exavar debido a la alteracion que presenta hasta los 0,20 m.

Calicata finalizada a 0,20 m.

Se extrae muestra a 0,10 m (1 saco)





CLIENTE: INECO

PROYECTO: EGG PARA EL ACONDICIONAMINTO DE LA N-340, TRAMO: LA MORA-LA POBLA

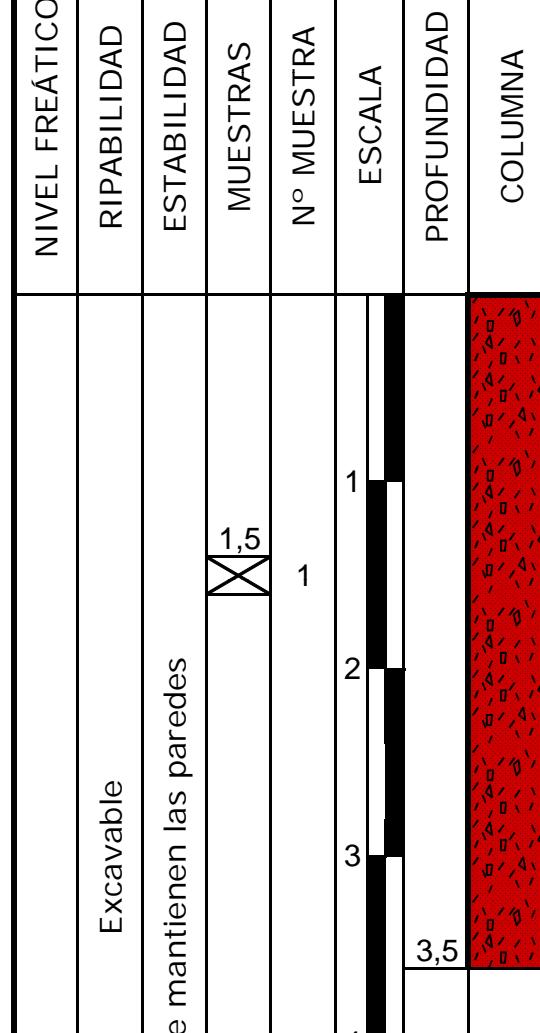
SITUACIÓN: N-340 TRAMO: LA MORA- LA POBLA

CATA N° C-101.1

X = 361497 Y = 4555685 Z = 8

FECHA: 24-7-15

## DESCRIPCIÓN DEL TERRENO



0,00 - 3,50 m: Arenas limosas algo arcillosas firmes con gravas subangulosas de diametros comprendidos entre 0,1 y 5 cm, presentan tambien nòdulos y filamentos calcareos y restos fosiles. Su tonalidad es rojiza.



Calicata finalizada a 3,50 m.

Se extrae muestra a 1,50 m (1 saco)



CLIENTE: INECO

PROYECTO: EGG PARA EL ACONDICIONAMINTO DE LA N-340, TRAMO: LA MORA-LA POBLA

SITUACIÓN: N-340 TRAMO: LA MORA- LA POBLA

## FOTOGRAFÍAS



CATA N° C-102.8

X = 362711 Y = 4556651 Z = 11

FECHA: 24-7-15

NIVEL FREÁTICO	RIPABILIDAD	ESTABILIDAD	MUESTRAS	Nº MUESTRA	ESCALA	PROFUNDIDAD	COLUMNA	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO
Excavable	Se mantienen las paredes	X 1,2 X 2,0	1 2	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1,6 3,6	0,00 - 1,60 m: Arenas limosas algo arcillosas carbonatadas firmes con nòdulos y filamentos calcareos. Su tonalidad es ocre. 1,60 - 3,60 m: Gravas subredondeadas con diámetros comprendidos entre 0,5 y 8 cm en matriz arcilloso arrenosa marrón	
							Calicata finalizada a 3,60 m.	Se extraen muestras a 1,20 m (1 saco) y a 2,00 m (1 saco)



CLIENTE: INECO

PROYECTO: EGG PARA EL ACONDICIONAMINTO DE LA N-340, TRAMO: LA MORA-LA POBLA

SITUACIÓN: N-340 TRAMO: LA MORA- LA POBLA

## FOTOGRAFÍAS



CATA N° C-104.8

X = 364370 Y = 4557353 Y = 36

FECHA: 24-7-15

## DESCRIPCIÓN DEL TERRENO

NIVEL FREÁTICO	RIPABILIDAD	ESTABILIDAD	MUESTRAS	Nº MUESTRA	ESCALA	PROFUNDIDAD	COLUMNA	
0,5			X	1		0,8		0,00 - 0,80 m: Gravas subangulosas con diámetros comprendidos entre 0,3 y 11 cm en matriz arenosa arcillosa marrón ocre
0,9			X	2	1	1,0		0,80- 1,00 m: Calacarenitas de tonos rosados y blanquecinos
				3				Calicata finalizada a 1,00 m.
				4				Se extraen muestras a 0,50 m (1 saco) y a 0,90 m (1 saco)
				5				





CLIENTE: INECO

PROYECTO: EGG PARA EL ACONDICIONAMIENTO DE LA N-340, TRAMO: LA MORA-LA POBLA

SITUACIÓN: N-340 TRAMO: LA MORA- LA POBLA

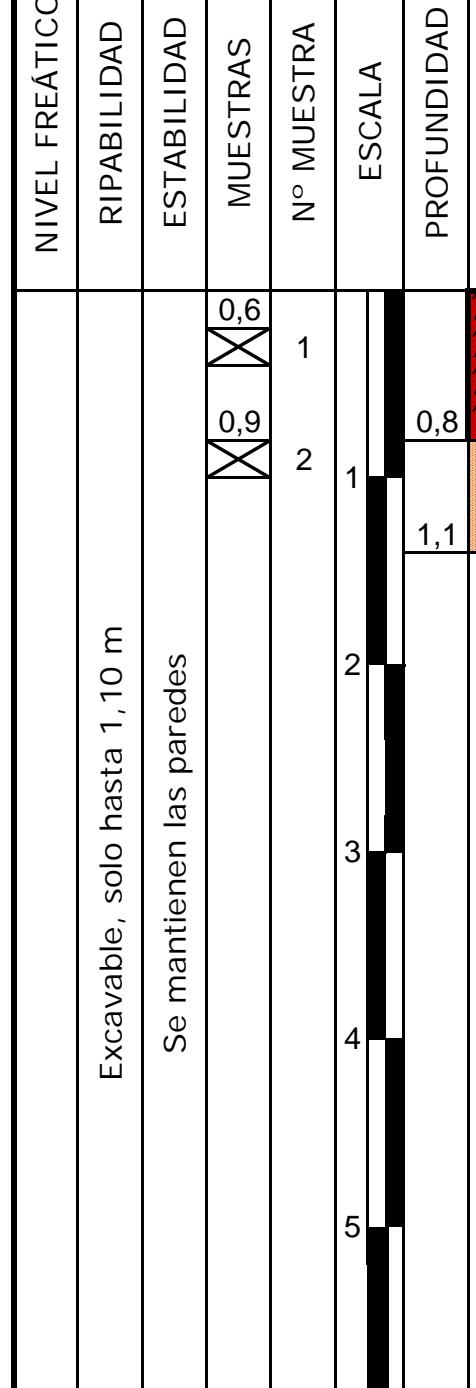
## FOTOGRAFÍAS

CATA N° C-106.1

X = 365696 Y = 4557774 Y = 31

FECHA: 24-7-15

## DESCRIPCIÓN DEL TERRENO





CLIENTE: INECO

PROYECTO: EGG PARA EL ACONDICIONAMINTO DE LA N-340, TRAMO: LA MORA-LA POBLA

SITUACIÓN: N-340 TRAMO: LA MORA- LA POBLA

FOTOGRAFÍAS



CATA N° C-106.6

X = 366147 Y = 4557937 Y = 19

FECHA: 24-7-15

DESCRIPCIÓN DEL TERRENO

NIVEL FREÁTICO	RIPABILIDAD	ESTABILIDAD	MUESTRAS	Nº MUESTRA	ESCALA	PROFUNDIDAD	COLUMNA	
			X	0,5		1		0,00 - 0,80 m: Arenas limosas algo arcillosas carbonatadas firmes con nòdulos y filamentos calcareos. Su tonalidad es ocre y estan parcialmente cementadas
			X	1,2		2		0,80 -1,10 m: Arcillas arenosas carbonatadas marrones
			X	1,7		3		1,10 - 1,50 m: Arenas algo arcillosas carbonatadas firmes con nòdulos y filamentos calcareos. Su tonalidad es marrón rojiza
								1,50 - 2,10 m: Calacarenitas de tonos rosados y blanquecinos.



Excavable, solo hasta 2,10 m

Se mantienen las paredes

Calicata finalizada a 2,10 m.

Se extraen muestras a 0,50 m (1 saco), a 1,20 m (1 saco) y a 1,70 m (1 saco)



CATA 100.0 - EMPLAZAMIENTO.



CATA 100.0 - FONDO.



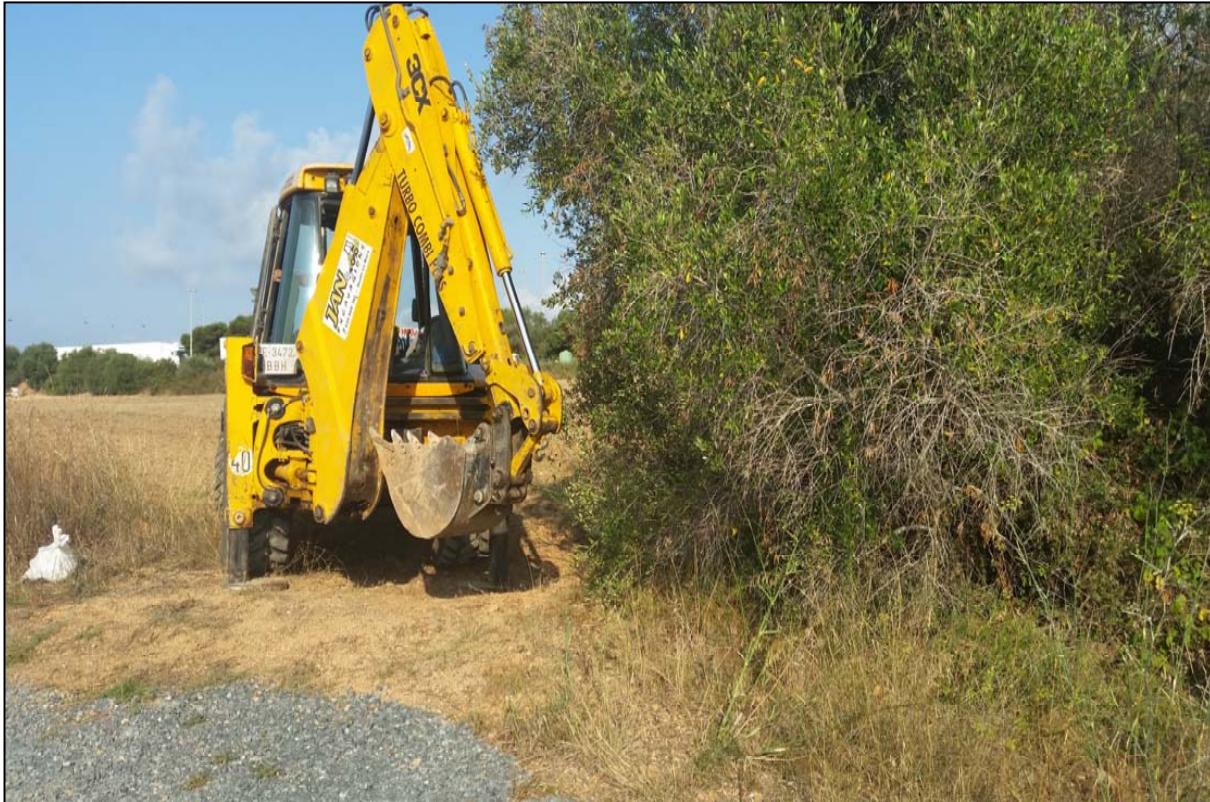
CATA 100.0 - DETALLE DEL FONDO.



CATA 100.0 - MATERIAL EXTRAIDO.



**CATA 100.0 - FINALIZADA.**



CATA 101.1 - EMPLAZAMIENTO.



CATA 101.1 - FONDO.



CATA 101.1 - PARED LATERAL.



CATA 101.1 - PARED LATERAL.



CATA 101.1 - MATERIAL EXTRAIDO.



CATA 101.1 - FINALIZADA.



CATA 102.8 - EMPLAZAMIENTO.



CATA 102.8 - FONDO.



CATA 102.8 - PARED LATERAL.



CATA 102.8 - PARED LATERAL.



CATA 102.8 - MATERIAL EXTRAIDO.



CATA 102.8 - FINALIZADA.



CATA 104.8 - EMPLAZAMIENTO.



CATA 104.8 - FONDO.



CATA 104.8 - PARED LATERAL.



CATA 104.8 - PARED LATERAL.



CATA 104.8 - MATERIAL EXTRAIDO.



CATA 104.8 - FINALIZADA.



CATA 106.1 - EMPLAZAMIENTO.



CATA 106.1 - FONDO.



CATA 106.1 - PARED LATERAL.



CATA 106.1 - PARED LATERAL.



CATA 106.1 - MATERIAL EXTRAIDO.



CATA 106.1 - FINALIZADA.



CATA 106.6 - EMPLAZAMIENTO.



CATA 106.6 - FONDO.



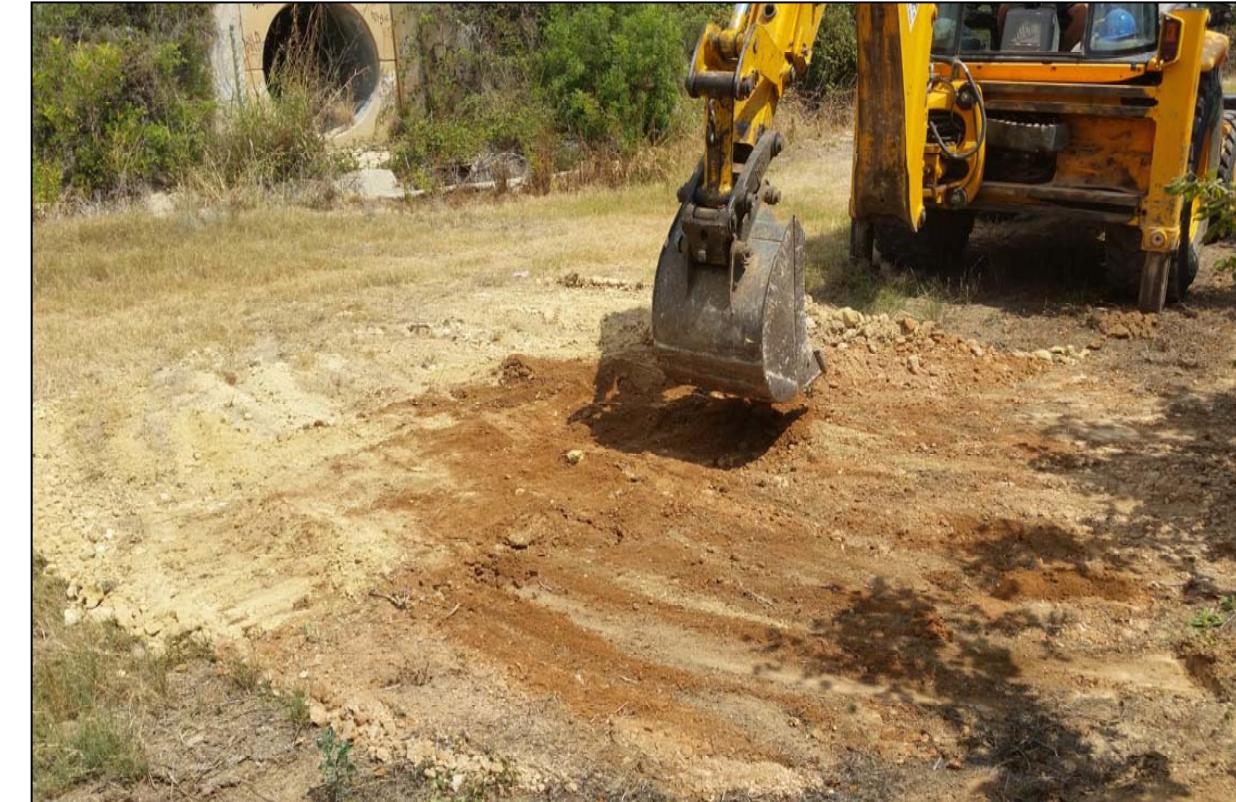
CATA 106.6 - PARED LATERAL.



CATA 106.6 - PARED LATERAL.



CATA 106.6 - MATERIAL EXTRAIDO.



CATA 106.6 - FINALIZADA.

## APÉNDICE N° 4. PENETRÓMETROS DINÁMICOS



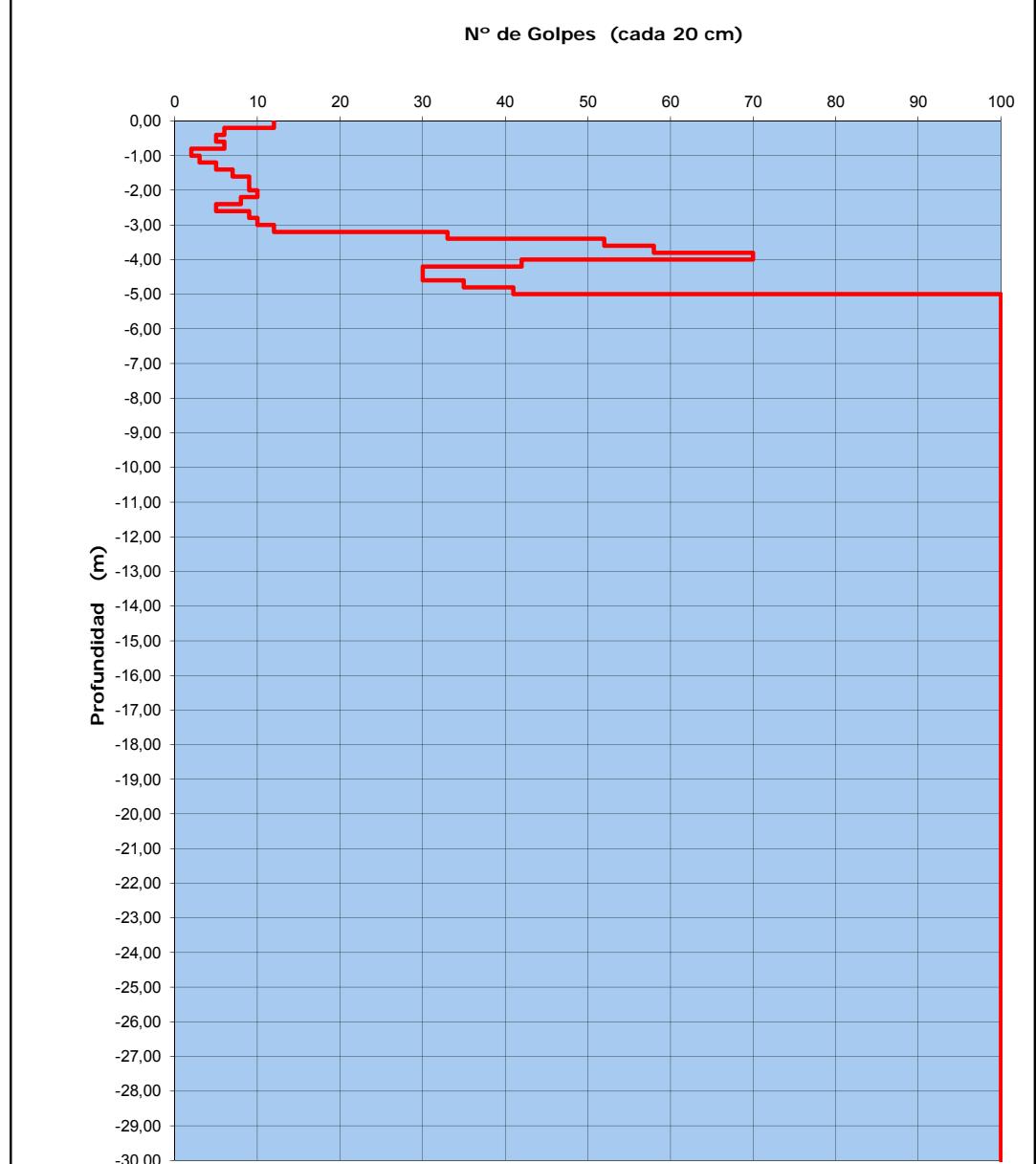
**Ensayo de Penetración Dinámica Continua**  
**UNE 103801/94**

**Acta Nº:** 15-020\_POD-100.4  
**Cliente:** INECO  
**Obra:** EGG PARA EL ACONDICIONAMINTO DE LA N-340, TRAMO: LA MORA-LA POBLA  
**Nº de ensayo:** POD-100.4  
**Fecha:** 22/07/2015  
**Nº de trabajo:** 15-020  
**Prof.rechazo(m):** 5,11  
**Observaciones:**

Profundidad	Golpes	Profundidad	Golpes	Profundidad	Golpes
0.00 - 0.20	12	10.00 - 10.20		20.00 - 20.20	
0.20 - 0.40	6	10.20 - 10.40		20.20 - 20.40	
0.40 - 0.60	5	10.40 - 10.60		20.40 - 20.60	
0.60 - 0.80	6	10.60 - 10.80		20.60 - 20.80	
0.80 - 1.00	2	10.80 - 11.00		20.80 - 21.00	
1.00 - 1.20	3	11.00 - 11.20		21.00 - 21.20	
1.20 - 1.40	5	11.20 - 11.40		21.20 - 21.40	
1.40 - 1.60	7	11.40 - 11.60		21.40 - 21.60	
1.60 - 1.80	9	11.60 - 11.80		21.60 - 21.80	
1.80 - 2.00	9	11.80 - 12.00		21.80 - 22.00	
2.00 - 2.20	10	12.00 - 12.20		22.00 - 22.20	
2.20 - 2.40	8	12.20 - 12.40		22.20 - 22.40	
2.40 - 2.60	5	12.40 - 12.60		22.40 - 22.60	
2.60 - 2.80	9	12.60 - 12.80		22.60 - 22.80	
2.80 - 3.00	10	12.80 - 13.00		22.80 - 23.00	
3.00 - 3.20	12	13.00 - 13.20		23.00 - 23.20	
3.20 - 3.40	33	13.20 - 13.40		23.20 - 23.40	
3.40 - 3.60	52	13.40 - 13.60		23.40 - 23.60	
3.60 - 3.80	58	13.60 - 13.80		23.60 - 23.80	
3.80 - 4.00	70	13.80 - 14.00		23.80 - 24.00	
4.00 - 4.20	42	14.00 - 14.20		24.00 - 24.20	
4.20 - 4.40	30	14.20 - 14.40		24.20 - 24.40	
4.40 - 4.60	30	14.40 - 14.60		24.40 - 24.60	
4.60 - 4.80	35	14.60 - 14.80		24.60 - 24.80	
4.80 - 5.00	41	14.80 - 15.00		24.80 - 25.00	
5.00 - 5.20	100	15.00 - 15.20		25.00 - 25.20	
5.20 - 5.40		15.20 - 15.40		25.20 - 25.40	
5.40 - 5.60		15.40 - 15.60		25.40 - 25.60	
5.60 - 5.80		15.60 - 15.80		25.60 - 25.80	
5.80 - 6.00		15.80 - 16.00		25.80 - 25.00	
6.00 - 6.20		16.00 - 16.20		26.00 - 26.20	
6.20 - 6.40		16.20 - 16.40		26.20 - 26.40	
6.40 - 6.60		16.40 - 16.60		26.40 - 26.60	
6.60 - 6.80		16.60 - 16.80		26.60 - 26.80	
6.80 - 7.00		16.80 - 17.00		26.80 - 27.00	
7.00 - 7.20		17.00 - 17.20		27.00 - 27.20	
7.20 - 7.40		17.20 - 17.40		27.20 - 27.40	
7.40 - 7.60		17.40 - 17.60		27.40 - 27.60	
7.60 - 7.80		17.60 - 17.80		27.60 - 27.80	
7.80 - 8.00		17.80 - 18.00		27.80 - 28.00	
8.00 - 8.20		18.00 - 18.20		28.00 - 28.20	
8.20 - 8.40		18.20 - 18.40		28.20 - 28.40	
8.40 - 8.60		18.40 - 18.60		28.40 - 28.60	
8.60 - 8.80		18.60 - 18.80		28.60 - 28.80	
8.80 - 9.00		18.80 - 19.00		28.80 - 29.00	
9.00 - 9.20		19.00 - 19.20		29.00 - 29.20	
9.20 - 9.40		19.20 - 19.40		29.20 - 29.40	
9.40 - 9.60		19.40 - 19.60		29.40 - 29.60	
9.60 - 9.80		19.60 - 19.80		29.60 - 29.80	
9.80 - 10.00		19.80 - 20.00		29.80 - 30.00	

**Ensayo Penetración Dinámica Continua**  
**UNE 103801/94**

**Acta Nº:** 15-020\_POD-100.4  
**Cliente:** INECO  
**Obra:** EGG PARA EL ACONDICIONAMINTO DE LA N-340, TRAMO: LA MORA-LA POBLA  
**Nº de ensayo:** POD-100.4



**Fecha:** 22/07/2015      **Profundidad de Rechazo (m):** 5,11  
**Cota de boca:**  
 Penetrómetro tipo: DPSH | Peso de la maza: 63,50 Kg | Puntaza cónica corta: 90°  
 Diámetro varillaje: 32 mm. | Altura de caída: 76,20 cm | Diámetro de puntaza: 51 mm.  
**Observaciones:** X= 360860    Y= 4555376    Z= 15



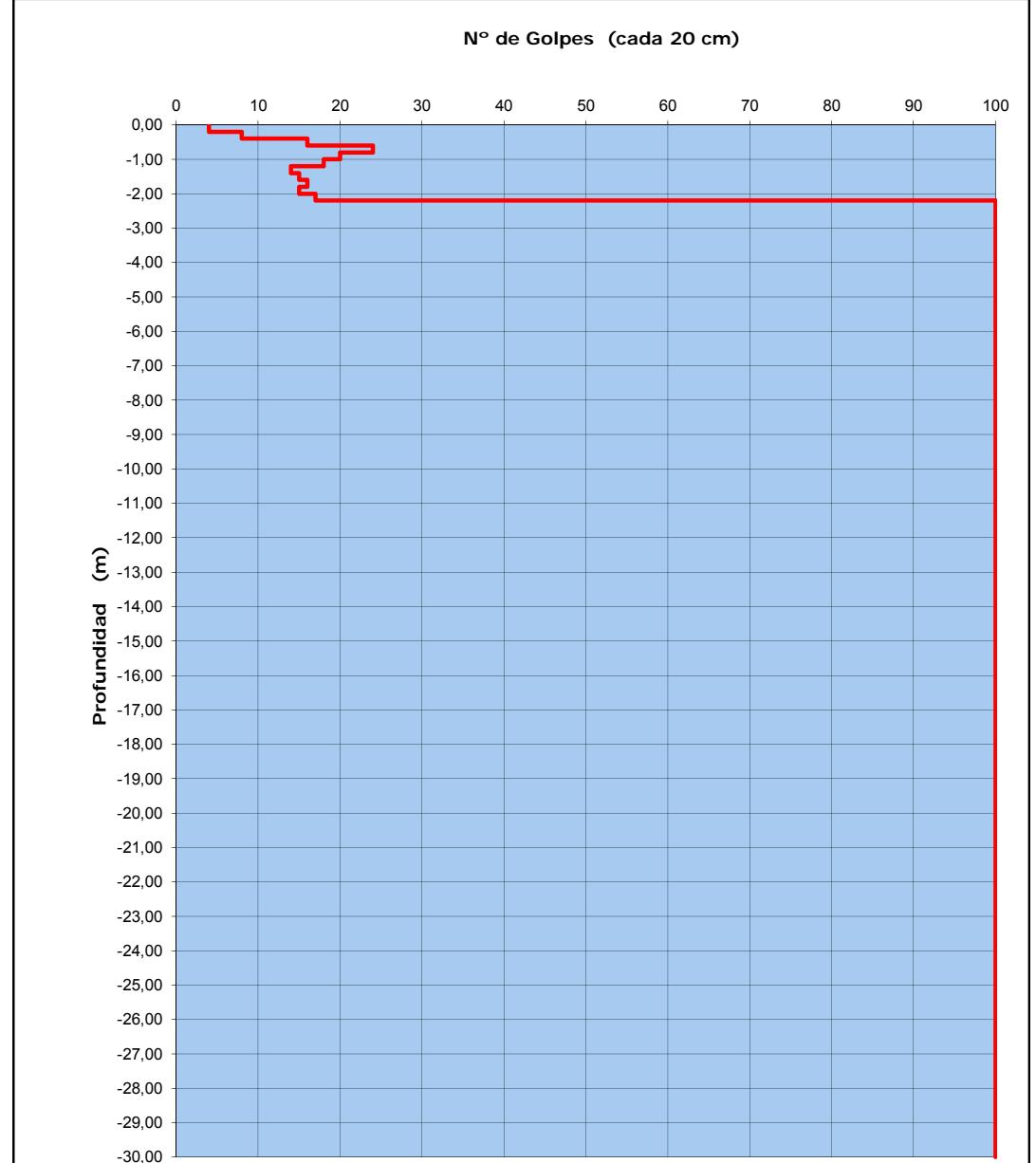
**Ensayo de Penetración Dinámica Continua**  
**UNE 103801/94**

**Acta Nº:** 15-020\_POD-101.6  
**Cliente:** INECO  
**Obra:** EGG PARA EL ACONDICIONAMIENTO DE LA N-340, TRAMO: LA MORA-LA POBLA  
**Nº de ensayo:** POD-101.6  
**Fecha:** 22/07/2015  
**Nº de trabajo:** 15-020  
**Prof.rechazo(m):** 2,27  
**Observaciones:**

Profundidad	Golpes	Profundidad	Golpes	Profundidad	Golpes
0.00 - 0.20	4	10.00 - 10.20		20.00 - 20.20	
0.20 - 0.40	8	10.20 - 10.40		20.20 - 20.40	
0.40 - 0.60	16	10.40 - 10.60		20.40 - 20.60	
0.60 - 0.80	24	10.60 - 10.80		20.60 - 20.80	
0.80 - 1.00	20	10.80 - 11.00		20.80 - 21.00	
1.00 - 1.20	18	11.00 - 11.20		21.00 - 21.20	
1.20 - 1.40	14	11.20 - 11.40		21.20 - 21.40	
1.40 - 1.60	15	11.40 - 11.60		21.40 - 21.60	
1.60 - 1.80	16	11.60 - 11.80		21.60 - 21.80	
1.80 - 2.00	15	11.80 - 12.00		21.80 - 22.00	
2.00 - 2.20	17	12.00 - 12.20		22.00 - 22.20	
2.20 - 2.40	100	12.20 - 12.40		22.20 - 22.40	
2.40 - 2.60		12.40 - 12.60		22.40 - 22.60	
2.60 - 2.80		12.60 - 12.80		22.60 - 22.80	
2.80 - 3.00		12.80 - 13.00		22.80 - 23.00	
3.00 - 3.20		13.00 - 13.20		23.00 - 23.20	
3.20 - 3.40		13.20 - 13.40		23.20 - 23.40	
3.40 - 3.60		13.40 - 13.60		23.40 - 23.60	
3.60 - 3.80		13.60 - 13.80		23.60 - 23.80	
3.80 - 4.00		13.80 - 14.00		23.80 - 24.00	
4.00 - 4.20		14.00 - 14.20		24.00 - 24.20	
4.20 - 4.40		14.20 - 14.40		24.20 - 24.40	
4.40 - 4.60		14.40 - 14.60		24.40 - 24.60	
4.60 - 4.80		14.60 - 14.80		24.60 - 24.80	
4.80 - 5.00		14.80 - 15.00		24.80 - 25.00	
5.00 - 5.20		15.00 - 15.20		25.00 - 25.20	
5.20 - 5.40		15.20 - 15.40		25.20 - 25.40	
5.40 - 5.60		15.40 - 15.60		25.40 - 25.60	
5.60 - 5.80		15.60 - 15.80		25.60 - 25.80	
5.80 - 6.00		15.80 - 16.00		25.80 - 25.00	
6.00 - 6.20		16.00 - 16.20		26.00 - 26.20	
6.20 - 6.40		16.20 - 16.40		26.20 - 26.40	
6.40 - 6.60		16.40 - 16.60		26.40 - 26.60	
6.60 - 6.80		16.60 - 16.80		26.60 - 26.80	
6.80 - 7.00		16.80 - 17.00		26.80 - 27.00	
7.00 - 7.20		17.00 - 17.20		27.00 - 27.20	
7.20 - 7.40		17.20 - 17.40		27.20 - 27.40	
7.40 - 7.60		17.40 - 17.60		27.40 - 27.60	
7.60 - 7.80		17.60 - 17.80		27.60 - 27.80	
7.80 - 8.00		17.80 - 18.00		27.80 - 28.00	
8.00 - 8.20		18.00 - 18.20		28.00 - 28.20	
8.20 - 8.40		18.20 - 18.40		28.20 - 28.40	
8.40 - 8.60		18.40 - 18.60		28.40 - 28.60	
8.60 - 8.80		18.60 - 18.80		28.60 - 28.80	
8.80 - 9.00		18.80 - 19.00		28.80 - 29.00	
9.00 - 9.20		19.00 - 19.20		29.00 - 29.20	
9.20 - 9.40		19.20 - 19.40		29.20 - 29.40	
9.40 - 9.60		19.40 - 19.60		29.40 - 29.60	
9.60 - 9.80		19.60 - 19.80		29.60 - 29.80	
9.80 - 10.00		19.80 - 20.00		29.80 - 30.00	

**Ensayo Penetración Dinámica Continua**  
**UNE 103801/94**

**Acta Nº:** 15-020\_POD-101.6  
**Cliente:** INECO  
**Obra:** EGG PARA EL ACONDICIONAMIENTO DE LA N-340, TRAMO: LA MORA-LA POBLA  
**Nº de ensayo:** POD-101.6



**Fecha:** 22/07/2015      **Profundidad de Rechazo (m):** 2,27  
**Cota de boca:**  
 Penetrómetro tipo: DPSH      Peso de la maza: 63,50 Kg      Puntaza cónica corta: 90°  
 Diámetro varillaje: 32 mm.      Altura de caída: 76,20 cm      Diámetro de puntaza: 51 mm.  
**Observaciones:** X= 3611721      Y= 4556184      Z= 15



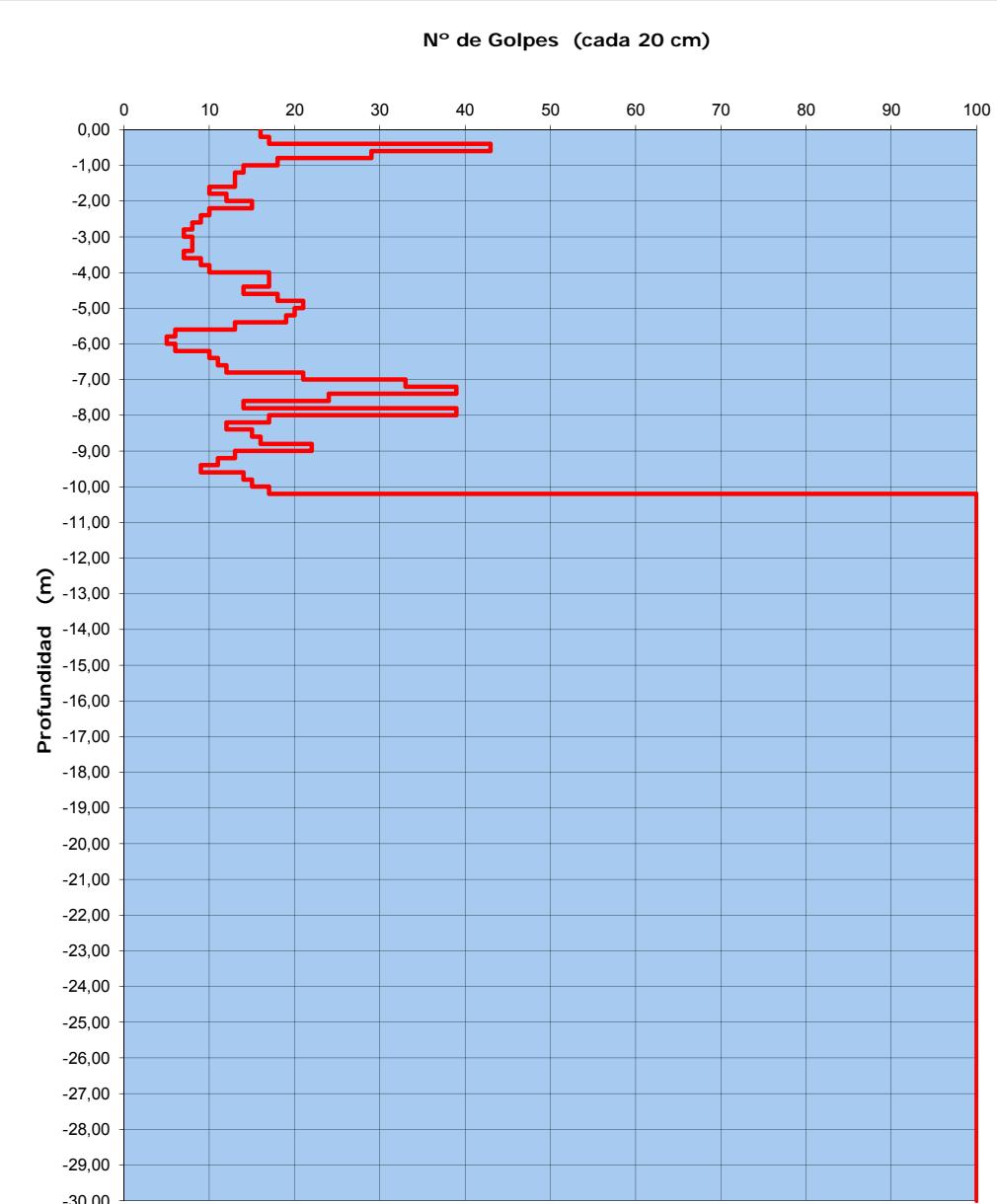
**Ensayo de Penetración Dinámica Continua**  
**UNE 103801/94**

**Acta Nº:** 15-020\_POD-101.8  
**Cliente:** INECO  
**Obra:** EGG PARA EL ACONDICIONAMIENTO DE LA N-340, TRAMO: LA MORA-LA POBLA  
**Nº de ensayo:** POD-101.8  
**Fecha:** 22/07/2015  
**Nº de trabajo:** 15-020  
**Prof.rechazo(m):** 10,36  
**Observaciones:**

Profundidad	Golpes	Profundidad	Golpes	Profundidad	Golpes
0.00 - 0.20	16	10.00 - 10.20	17	20.00 - 20.20	
0.20 - 0.40	17	10.20 - 10.40	100	20.20 - 20.40	
0.40 - 0.60	43	10.40 - 10.60		20.40 - 20.60	
0.60 - 0.80	29	10.60 - 10.80		20.60 - 20.80	
0.80 - 1.00	18	10.80 - 11.00		20.80 - 21.00	
1.00 - 1.20	14	11.00 - 11.20		21.00 - 21.20	
1.20 - 1.40	13	11.20 - 11.40		21.20 - 21.40	
1.40 - 1.60	13	11.40 - 11.60		21.40 - 21.60	
1.60 - 1.80	10	11.60 - 11.80		21.60 - 21.80	
1.80 - 2.00	12	11.80 - 12.00		21.80 - 22.00	
2.00 - 2.20	15	12.00 - 12.20		22.00 - 22.20	
2.20 - 2.40	10	12.20 - 12.40		22.20 - 22.40	
2.40 - 2.60	9	12.40 - 12.60		22.40 - 22.60	
2.60 - 2.80	8	12.60 - 12.80		22.60 - 22.80	
2.80 - 3.00	7	12.80 - 13.00		22.80 - 23.00	
3.00 - 3.20	8	13.00 - 13.20		23.00 - 23.20	
3.20 - 3.40	8	13.20 - 13.40		23.20 - 23.40	
3.40 - 3.60	7	13.40 - 13.60		23.40 - 23.60	
3.60 - 3.80	9	13.60 - 13.80		23.60 - 23.80	
3.80 - 4.00	10	13.80 - 14.00		23.80 - 24.00	
4.00 - 4.20	17	14.00 - 14.20		24.00 - 24.20	
4.20 - 4.40	17	14.20 - 14.40		24.20 - 24.40	
4.40 - 4.60	14	14.40 - 14.60		24.40 - 24.60	
4.60 - 4.80	18	14.60 - 14.80		24.60 - 24.80	
4.80 - 5.00	21	14.80 - 15.00		24.80 - 25.00	
5.00 - 5.20	20	15.00 - 15.20		25.00 - 25.20	
5.20 - 5.40	19	15.20 - 15.40		25.20 - 25.40	
5.40 - 5.60	13	15.40 - 15.60		25.40 - 25.60	
5.60 - 5.80	6	15.60 - 15.80		25.60 - 25.80	
5.80 - 6.00	5	15.80 - 16.00		25.80 - 25.00	
6.00 - 6.20	6	16.00 - 16.20		26.00 - 26.20	
6.20 - 6.40	10	16.20 - 16.40		26.20 - 26.40	
6.40 - 6.60	11	16.40 - 16.60		26.40 - 26.60	
6.60 - 6.80	12	16.60 - 16.80		26.60 - 26.80	
6.80 - 7.00	21	16.80 - 17.00		26.80 - 27.00	
7.00 - 7.20	33	17.00 - 17.20		27.00 - 27.20	
7.20 - 7.40	39	17.20 - 17.40		27.20 - 27.40	
7.40 - 7.60	24	17.40 - 17.60		27.40 - 27.60	
7.60 - 7.80	14	17.60 - 17.80		27.60 - 27.80	
7.80 - 8.00	39	17.80 - 18.00		27.80 - 28.00	
8.00 - 8.20	17	18.00 - 18.20		28.00 - 28.20	
8.20 - 8.40	12	18.20 - 18.40		28.20 - 28.40	
8.40 - 8.60	15	18.40 - 18.60		28.40 - 28.60	
8.60 - 8.80	16	18.60 - 18.80		28.60 - 28.80	
8.80 - 9.00	22	18.80 - 19.00		28.80 - 29.00	
9.00 - 9.20	13	19.00 - 19.20		29.00 - 29.20	
9.20 - 9.40	11	19.20 - 19.40		29.20 - 29.40	
9.40 - 9.60	9	19.40 - 19.60		29.40 - 29.60	
9.60 - 9.80	14	19.60 - 19.80		29.60 - 29.80	
9.80 - 10.00	15	19.80 - 20.00		29.80 - 30.00	

**Ensayo Penetración Dinámica Continua**  
**UNE 103801/94**

**Acta Nº:** 15-020\_POD-101.8  
**Cliente:** INECO  
**Obra:** EGG PARA EL ACONDICIONAMIENTO DE LA N-340, TRAMO: LA MORA-LA POBLA  
**Nº de ensayo:** POD-101.8



**Fecha:** 22/07/2015      **Profundidad de Rechazo (m):** 10,36  
**Cota de boca:**  
 Penetrómetro tipo: DPSH      Peso de la maza: 63,50 Kg      Puntaza cónica corta: 90°  
 Diámetro varillaje: 32 mm.      Altura de caída: 76,20 cm      Diámetro de puntaza: 51 mm.  
**Observaciones:** X= 361917      Y= 4556347      Z= 17



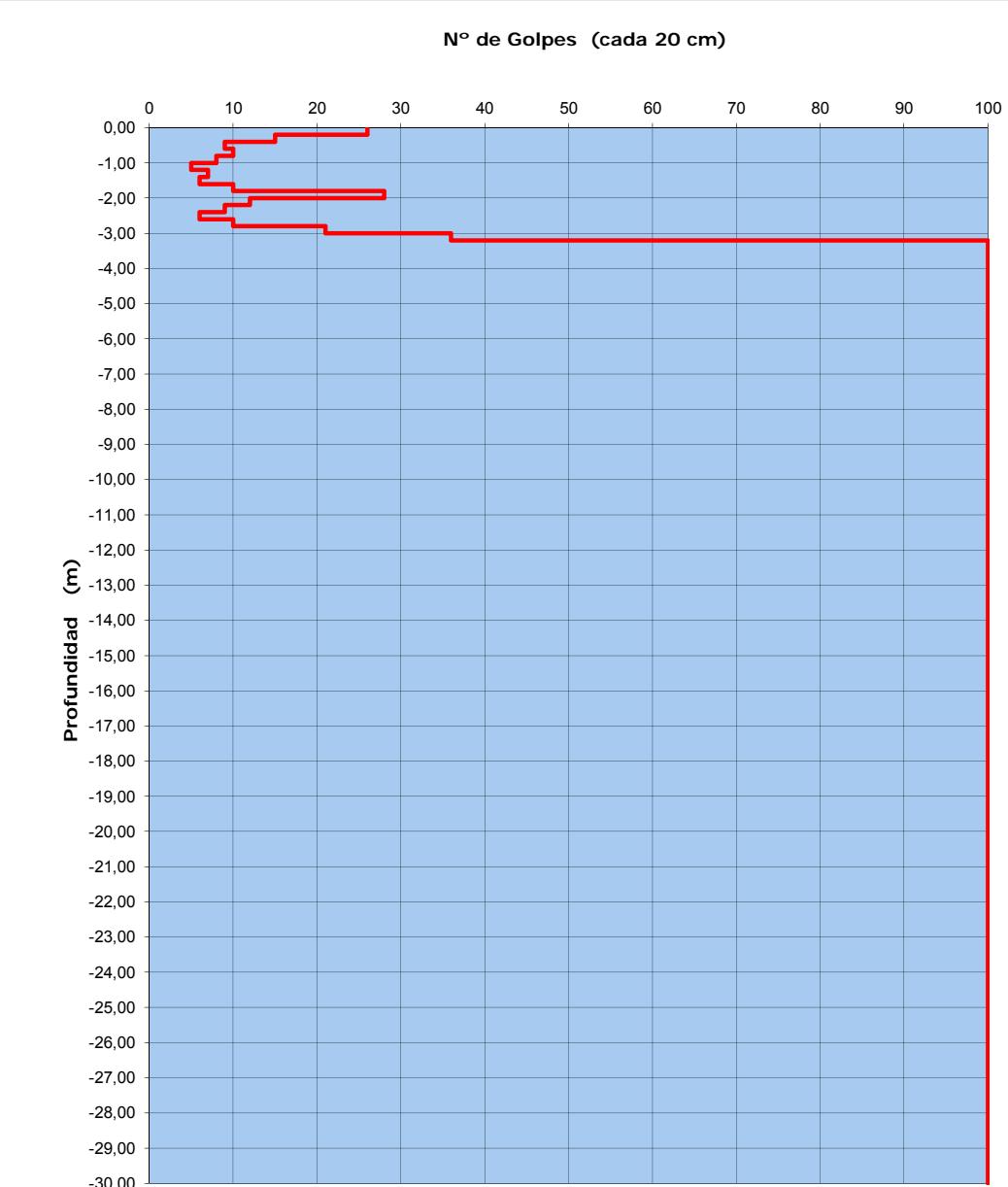
**Ensayo de Penetración Dinámica Continua**  
**UNE 103801/94**

**Acta Nº:** 15-020\_POD-103.7  
**Cliente:** INECO  
**Obra:** EGG PARA EL ACONDICIONAMIENTO DE LA N-340, TRAMO: LA MORA-LA POBLA  
**Nº de ensayo:** POD-103.7  
**Fecha:** 22/07/2015  
**Nº de trabajo:** 15-020  
**Prof.rechazo(m):** 3,34  
**Observaciones:**

Profundidad	Golpes	Profundidad	Golpes	Profundidad	Golpes
0.00 - 0.20	26	10.00 - 10.20		20.00 - 20.20	
0.20 - 0.40	15	10.20 - 10.40		20.20 - 20.40	
0.40 - 0.60	9	10.40 - 10.60		20.40 - 20.60	
0.60 - 0.80	10	10.60 - 10.80		20.60 - 20.80	
0.80 - 1.00	8	10.80 - 11.00		20.80 - 21.00	
1.00 - 1.20	5	11.00 - 11.20		21.00 - 21.20	
1.20 - 1.40	7	11.20 - 11.40		21.20 - 21.40	
1.40 - 1.60	6	11.40 - 11.60		21.40 - 21.60	
1.60 - 1.80	10	11.60 - 11.80		21.60 - 21.80	
1.80 - 2.00	28	11.80 - 12.00		21.80 - 22.00	
2.00 - 2.20	12	12.00 - 12.20		22.00 - 22.20	
2.20 - 2.40	9	12.20 - 12.40		22.20 - 22.40	
2.40 - 2.60	6	12.40 - 12.60		22.40 - 22.60	
2.60 - 2.80	10	12.60 - 12.80		22.60 - 22.80	
2.80 - 3.00	21	12.80 - 13.00		22.80 - 23.00	
3.00 - 3.20	36	13.00 - 13.20		23.00 - 23.20	
3.20 - 3.40	100	13.20 - 13.40		23.20 - 23.40	
3.40 - 3.60		13.40 - 13.60		23.40 - 23.60	
3.60 - 3.80		13.60 - 13.80		23.60 - 23.80	
3.80 - 4.00		13.80 - 14.00		23.80 - 24.00	
4.00 - 4.20		14.00 - 14.20		24.00 - 24.20	
4.20 - 4.40		14.20 - 14.40		24.20 - 24.40	
4.40 - 4.60		14.40 - 14.60		24.40 - 24.60	
4.60 - 4.80		14.60 - 14.80		24.60 - 24.80	
4.80 - 5.00		14.80 - 15.00		24.80 - 25.00	
5.00 - 5.20		15.00 - 15.20		25.00 - 25.20	
5.20 - 5.40		15.20 - 15.40		25.20 - 25.40	
5.40 - 5.60		15.40 - 15.60		25.40 - 25.60	
5.60 - 5.80		15.60 - 15.80		25.60 - 25.80	
5.80 - 6.00		15.80 - 16.00		25.80 - 25.00	
6.00 - 6.20		16.00 - 16.20		26.00 - 26.20	
6.20 - 6.40		16.20 - 16.40		26.20 - 26.40	
6.40 - 6.60		16.40 - 16.60		26.40 - 26.60	
6.60 - 6.80		16.60 - 16.80		26.60 - 26.80	
6.80 - 7.00		16.80 - 17.00		26.80 - 27.00	
7.00 - 7.20		17.00 - 17.20		27.00 - 27.20	
7.20 - 7.40		17.20 - 17.40		27.20 - 27.40	
7.40 - 7.60		17.40 - 17.60		27.40 - 27.60	
7.60 - 7.80		17.60 - 17.80		27.60 - 27.80	
7.80 - 8.00		17.80 - 18.00		27.80 - 28.00	
8.00 - 8.20		18.00 - 18.20		28.00 - 28.20	
8.20 - 8.40		18.20 - 18.40		28.20 - 28.40	
8.40 - 8.60		18.40 - 18.60		28.40 - 28.60	
8.60 - 8.80		18.60 - 18.80		28.60 - 28.80	
8.80 - 9.00		18.80 - 19.00		28.80 - 29.00	
9.00 - 9.20		19.00 - 19.20		29.00 - 29.20	
9.20 - 9.40		19.20 - 19.40		29.20 - 29.40	
9.40 - 9.60		19.40 - 19.60		29.40 - 29.60	
9.60 - 9.80		19.60 - 19.80		29.60 - 29.80	
9.80 - 10.00		19.80 - 20.00		29.80 - 30.00	

**Ensayo Penetración Dinámica Continua**  
**UNE 103801/94**

**Acta Nº:** 15-020\_POD-103.7  
**Cliente:** INECO  
**Obra:** EGG PARA EL ACONDICIONAMIENTO DE LA N-340, TRAMO: LA MORA-LA POBLA  
**Nº de ensayo:** POD-103.7



**Fecha:** 22/07/2015      **Profundidad de Rechazo (m):** 3,34  
**Cota de boca:**  
 Penetrómetro tipo: DPSH | Peso de la maza: 63,50 Kg | Puntaza cónica corta: 90°  
 Diámetro varillaje: 32 mm. | Altura de caída: 76,20 cm | Diámetro de puntaza: 51 mm.  
**Observaciones:** X= 363360    Y= 4557363    Z= 22



**Ensayo de Penetración Dinámica Continua**  
**UNE 103801/94**

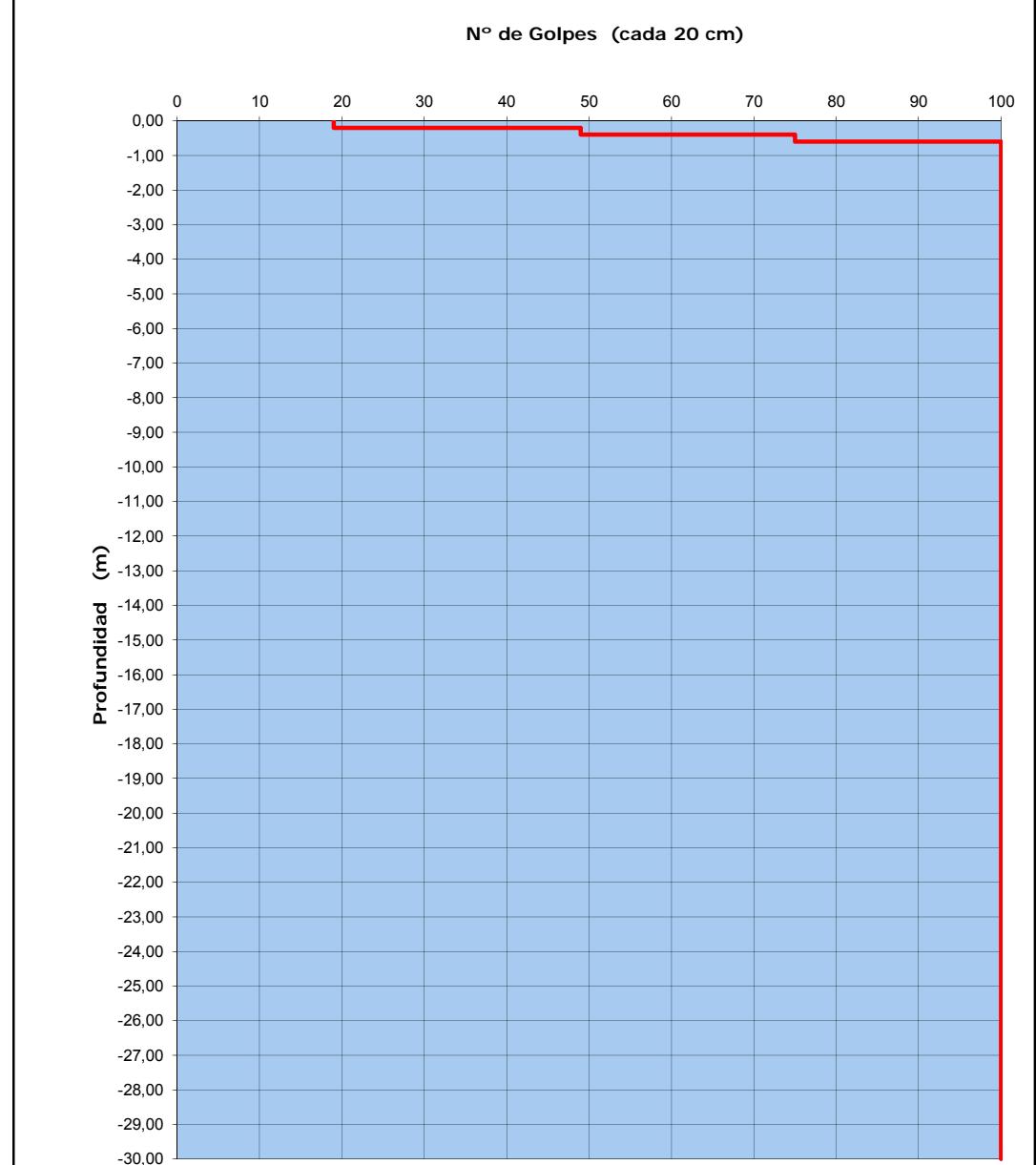
**Acta Nº:** 15-020\_POD-103.9  
**Cliente:** INECO  
**Obra:** EGG PARA EL ACONDICIONAMINTO DE LA N-340, TRAMO: LA MORA-LA POBLA  
**Nº de ensayo:** POD-103.9  
**Fecha:** 22/07/2015  
**Nº de trabajo:** 15-020  
**Prof.rechazo(m):** 0,72  
**Observaciones:**

Profundidad	Golpes	Profundidad	Golpes	Profundidad	Golpes
0.00 - 0.20	19	10.00 - 10.20		20.00 - 20.20	
0.20 - 0.40	49	10.20 - 10.40		20.20 - 20.40	
0.40 - 0.60	75	10.40 - 10.60		20.40 - 20.60	
0.60 - 0.80	100	10.60 - 10.80		20.60 - 20.80	
0.80 - 1.00		10.80 - 11.00		20.80 - 21.00	
1.00 - 1.20		11.00 - 11.20		21.00 - 21.20	
1.20 - 1.40		11.20 - 11.40		21.20 - 21.40	
1.40 - 1.60		11.40 - 11.60		21.40 - 21.60	
1.60 - 1.80		11.60 - 11.80		21.60 - 21.80	
1.80 - 2.00		11.80 - 12.00		21.80 - 22.00	
2.00 - 2.20		12.00 - 12.20		22.00 - 22.20	
2.20 - 2.40		12.20 - 12.40		22.20 - 22.40	
2.40 - 2.60		12.40 - 12.60		22.40 - 22.60	
2.60 - 2.80		12.60 - 12.80		22.60 - 22.80	
2.80 - 3.00		12.80 - 13.00		22.80 - 23.00	
3.00 - 3.20		13.00 - 13.20		23.00 - 23.20	
3.20 - 3.40		13.20 - 13.40		23.20 - 23.40	
3.40 - 3.60		13.40 - 13.60		23.40 - 23.60	
3.60 - 3.80		13.60 - 13.80		23.60 - 23.80	
3.80 - 4.00		13.80 - 14.00		23.80 - 24.00	
4.00 - 4.20		14.00 - 14.20		24.00 - 24.20	
4.20 - 4.40		14.20 - 14.40		24.20 - 24.40	
4.40 - 4.60		14.40 - 14.60		24.40 - 24.60	
4.60 - 4.80		14.60 - 14.80		24.60 - 24.80	
4.80 - 5.00		14.80 - 15.00		24.80 - 25.00	
5.00 - 5.20		15.00 - 15.20		25.00 - 25.20	
5.20 - 5.40		15.20 - 15.40		25.20 - 25.40	
5.40 - 5.60		15.40 - 15.60		25.40 - 25.60	
5.60 - 5.80		15.60 - 15.80		25.60 - 25.80	
5.80 - 6.00		15.80 - 16.00		25.80 - 25.00	
6.00 - 6.20		16.00 - 16.20		26.00 - 26.20	
6.20 - 6.40		16.20 - 16.40		26.20 - 26.40	
6.40 - 6.60		16.40 - 16.60		26.40 - 26.60	
6.60 - 6.80		16.60 - 16.80		26.60 - 26.80	
6.80 - 7.00		16.80 - 17.00		26.80 - 27.00	
7.00 - 7.20		17.00 - 17.20		27.00 - 27.20	
7.20 - 7.40		17.20 - 17.40		27.20 - 27.40	
7.40 - 7.60		17.40 - 17.60		27.40 - 27.60	
7.60 - 7.80		17.60 - 17.80		27.60 - 27.80	
7.80 - 8.00		17.80 - 18.00		27.80 - 28.00	
8.00 - 8.20		18.00 - 18.20		28.00 - 28.20	
8.20 - 8.40		18.20 - 18.40		28.20 - 28.40	
8.40 - 8.60		18.40 - 18.60		28.40 - 28.60	
8.60 - 8.80		18.60 - 18.80		28.60 - 28.80	
8.80 - 9.00		18.80 - 19.00		28.80 - 29.00	
9.00 - 9.20		19.00 - 19.20		29.00 - 29.20	
9.20 - 9.40		19.20 - 19.40		29.20 - 29.40	
9.40 - 9.60		19.40 - 19.60		29.40 - 29.60	
9.60 - 9.80		19.60 - 19.80		29.60 - 29.80	
9.80 - 10.00		19.80 - 20.00		29.80 - 30.00	

**Ensayo Penetración Dinámica Continua**

**UNE 103801/94**

**Acta Nº:** 15-020\_POD-103.9  
**Cliente:** INECO  
**Obra:** EGG PARA EL ACONDICIONAMINTO DE LA N-340, TRAMO: LA MORA-LA POBLA  
**Nº de ensayo:** POD-103.9



**Fecha:** 22/07/2015 **Profundidad de Rechazo (m):** 0,72  
**Cota de boca:**  
 Penetrómetro tipo: DPSH Peso de la maza: 63,50 Kg Puntaza cónica corta: 90°  
 Diámetro varillaje: 32 mm. Altura de caída: 76,20 cm Diámetro de puntaza: 51 mm.  
**Observaciones:** X= 363555 Y= 4557361 Z= 31



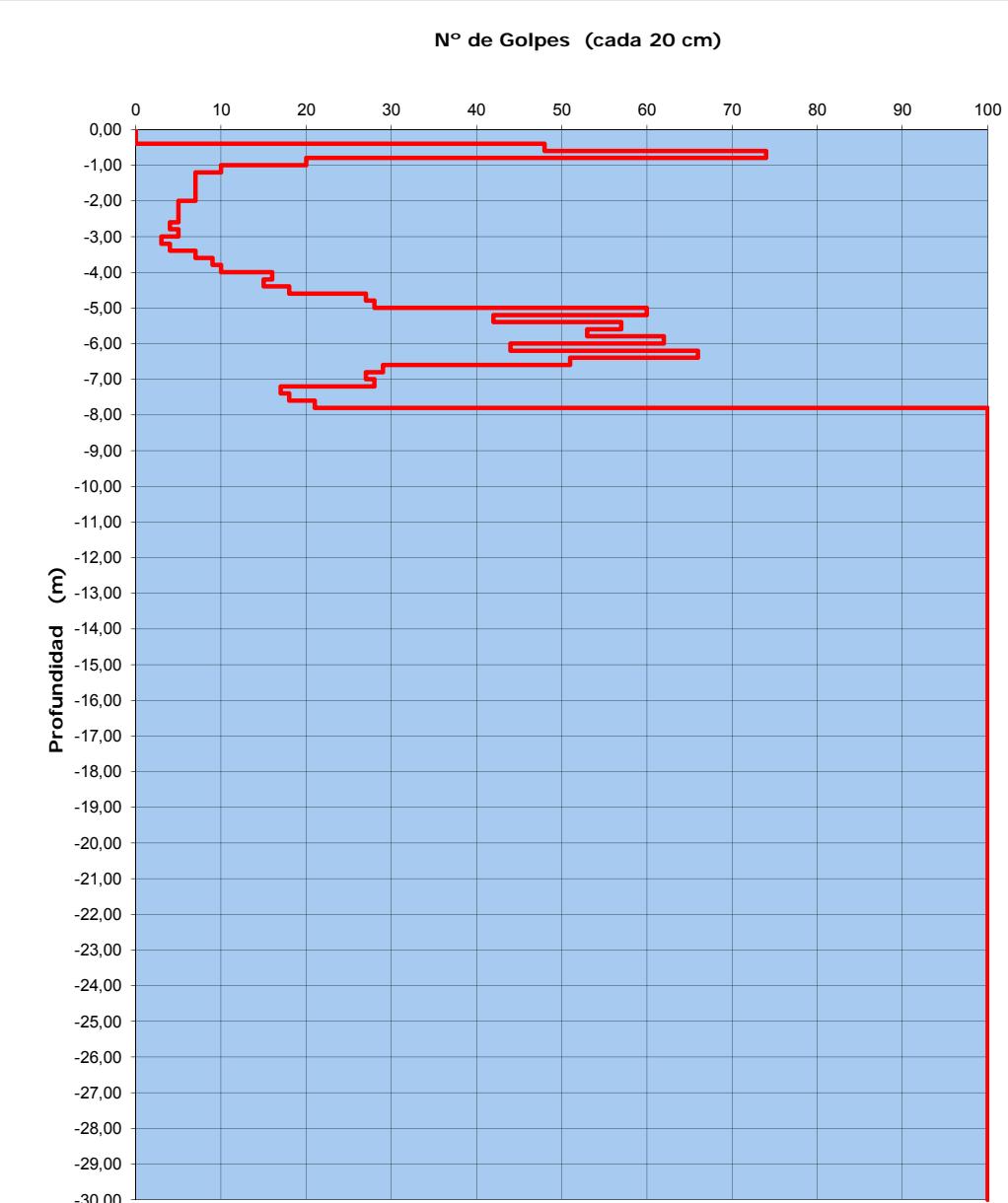
**Ensayo de Penetración Dinámica Continua**  
**UNE 103801/94**

**Acta Nº:** 15-020\_POD-105.3  
**Cliente:** INECO  
**Obra:** EGG PARA EL ACONDICIONAMIENTO DE LA N-340, TRAMO: LA MORA-LA POBLA  
**Nº de ensayo:** POD-105.3  
**Fecha:** 22/07/2015  
**Nº de trabajo:** 15-020  
**Prof.rechazo(m):** 7,88  
**Observaciones:**

Profundidad	Golpes	Profundidad	Golpes	Profundidad	Golpes
0.00 - 0.20		10.00 - 10.20		20.00 - 20.20	
0.20 - 0.40		10.20 - 10.40		20.20 - 20.40	
0.40 - 0.60	48	10.40 - 10.60		20.40 - 20.60	
0.60 - 0.80	74	10.60 - 10.80		20.60 - 20.80	
0.80 - 1.00	20	10.80 - 11.00		20.80 - 21.00	
1.00 - 1.20	10	11.00 - 11.20		21.00 - 21.20	
1.20 - 1.40	7	11.20 - 11.40		21.20 - 21.40	
1.40 - 1.60	7	11.40 - 11.60		21.40 - 21.60	
1.60 - 1.80	7	11.60 - 11.80		21.60 - 21.80	
1.80 - 2.00	7	11.80 - 12.00		21.80 - 22.00	
2.00 - 2.20	5	12.00 - 12.20		22.00 - 22.20	
2.20 - 2.40	5	12.20 - 12.40		22.20 - 22.40	
2.40 - 2.60	5	12.40 - 12.60		22.40 - 22.60	
2.60 - 2.80	4	12.60 - 12.80		22.60 - 22.80	
2.80 - 3.00	5	12.80 - 13.00		22.80 - 23.00	
3.00 - 3.20	3	13.00 - 13.20		23.00 - 23.20	
3.20 - 3.40	4	13.20 - 13.40		23.20 - 23.40	
3.40 - 3.60	7	13.40 - 13.60		23.40 - 23.60	
3.60 - 3.80	9	13.60 - 13.80		23.60 - 23.80	
3.80 - 4.00	10	13.80 - 14.00		23.80 - 24.00	
4.00 - 4.20	16	14.00 - 14.20		24.00 - 24.20	
4.20 - 4.40	15	14.20 - 14.40		24.20 - 24.40	
4.40 - 4.60	18	14.40 - 14.60		24.40 - 24.60	
4.60 - 4.80	27	14.60 - 14.80		24.60 - 24.80	
4.80 - 5.00	28	14.80 - 15.00		24.80 - 25.00	
5.00 - 5.20	60	15.00 - 15.20		25.00 - 25.20	
5.20 - 5.40	42	15.20 - 15.40		25.20 - 25.40	
5.40 - 5.60	57	15.40 - 15.60		25.40 - 25.60	
5.60 - 5.80	53	15.60 - 15.80		25.60 - 25.80	
5.80 - 6.00	62	15.80 - 16.00		25.80 - 25.00	
6.00 - 6.20	44	16.00 - 16.20		26.00 - 26.20	
6.20 - 6.40	66	16.20 - 16.40		26.20 - 26.40	
6.40 - 6.60	51	16.40 - 16.60		26.40 - 26.60	
6.60 - 6.80	29	16.60 - 16.80		26.60 - 26.80	
6.80 - 7.00	27	16.80 - 17.00		26.80 - 27.00	
7.00 - 7.20	28	17.00 - 17.20		27.00 - 27.20	
7.20 - 7.40	17	17.20 - 17.40		27.20 - 27.40	
7.40 - 7.60	18	17.40 - 17.60		27.40 - 27.60	
7.60 - 7.80	21	17.60 - 17.80		27.60 - 27.80	
7.80 - 8.00	100	17.80 - 18.00		27.80 - 28.00	
8.00 - 8.20		18.00 - 18.20		28.00 - 28.20	
8.20 - 8.40		18.20 - 18.40		28.20 - 28.40	
8.40 - 8.60		18.40 - 18.60		28.40 - 28.60	
8.60 - 8.80		18.60 - 18.80		28.60 - 28.80	
8.80 - 9.00		18.80 - 19.00		28.80 - 29.00	
9.00 - 9.20		19.00 - 19.20		29.00 - 29.20	
9.20 - 9.40		19.20 - 19.40		29.20 - 29.40	
9.40 - 9.60		19.40 - 19.60		29.40 - 29.60	
9.60 - 9.80		19.60 - 19.80		29.60 - 29.80	
9.80 - 10.00		19.80 - 20.00		29.80 - 30.00	

**Ensayo Penetración Dinámica Continua**  
**UNE 103801/94**

**Acta Nº:** 15-020\_POD-105.3  
**Cliente:** INECO  
**Obra:** EGG PARA EL ACONDICIONAMIENTO DE LA N-340, TRAMO: LA MORA-LA POBLA  
**Nº de ensayo:** POD-105.3



**Fecha:** 22/07/2015      **Profundidad de Rechazo (m):** 7,88  
**Cota de boca:**  
 Penetrómetro tipo: DPSH      Peso de la maza: 63,50 Kg      Puntaza cónica corta: 90°  
 Diámetro varillaje: 32 mm.      Altura de caída: 76,20 cm      Diámetro de puntaza: 51 mm.  
**Observaciones:** X= 364949      Y= 4557620      Z= 23



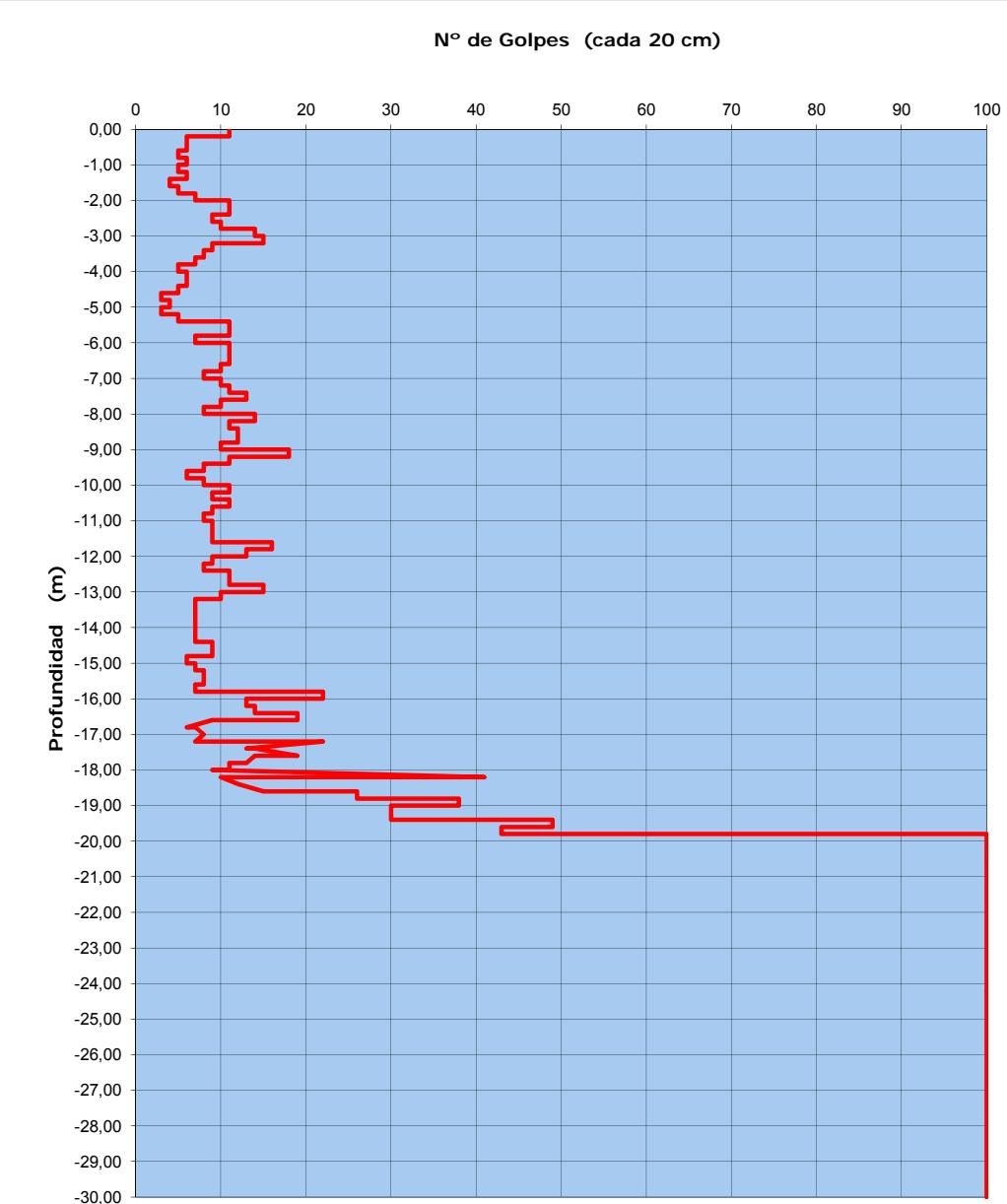
**Ensayo de Penetración Dinámica Continua**  
**UNE 103801/94**

**Acta Nº:** 15-020\_POD-106.7  
**Cliente:** INECO  
**Obra:** EGG PARA EL ACONDICIONAMIENTO DE LA N-340, TRAMO: LA MORA-LA POBLA  
**Nº de ensayo:** POD-106.7  
**Fecha:** 22/07/2015  
**Nº de trabajo:** 15-020  
**Prof.rechazo(m):** 19,92  
**Observaciones:**

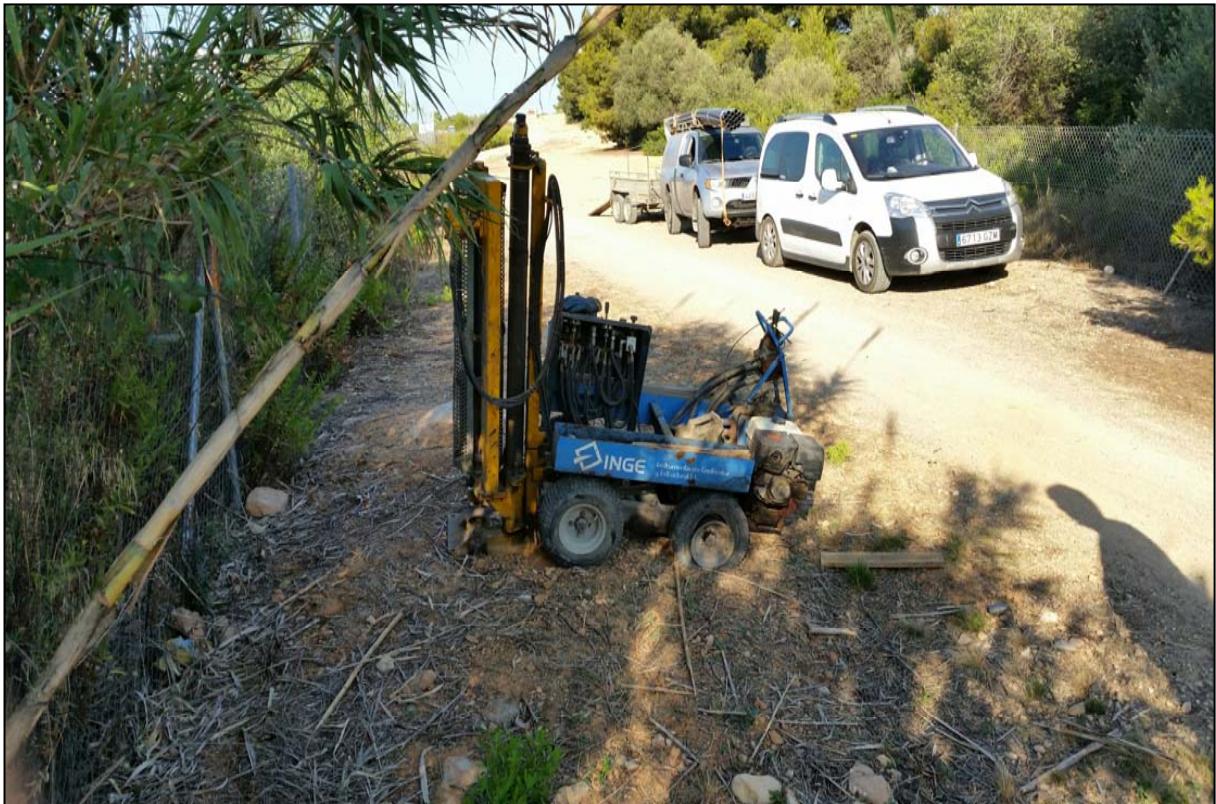
Profundidad	Golpes	Profundidad	Golpes	Profundidad	Golpes
0.00 - 0.20	11	10.00 - 10.20	11	20.00 - 20.20	
0.20 - 0.40	6	10.20 - 10.40	9	20.20 - 20.40	
0.40 - 0.60	6	10.40 - 10.60	11	20.40 - 20.60	
0.60 - 0.80	5	10.60 - 10.80	9	20.60 - 20.80	
0.80 - 1.00	6	10.80 - 11.00	8	20.80 - 21.00	
1.00 - 1.20	5	11.00 - 11.20	9	21.00 - 21.20	
1.20 - 1.40	6	11.20 - 11.40	9	21.20 - 21.40	
1.40 - 1.60	4	11.40 - 11.60	9	21.40 - 21.60	
1.60 - 1.80	5	11.60 - 11.80	16	21.60 - 21.80	
1.80 - 2.00	7	11.80 - 12.00	13	21.80 - 22.00	
2.00 - 2.20	11	12.00 - 12.20	9	22.00 - 22.20	
2.20 - 2.40	11	12.20 - 12.40	8	22.20 - 22.40	
2.40 - 2.60	9	12.40 - 12.60	11	22.40 - 22.60	
2.60 - 2.80	10	12.60 - 12.80	11	22.60 - 22.80	
2.80 - 3.00	14	12.80 - 13.00	15	22.80 - 23.00	
3.00 - 3.20	15	13.00 - 13.20	10	23.00 - 23.20	
3.20 - 3.40	9	13.20 - 13.40	7	23.20 - 23.40	
3.40 - 3.60	8	13.40 - 13.60	7	23.40 - 23.60	
3.60 - 3.80	7	13.60 - 13.80	7	23.60 - 23.80	
3.80 - 4.00	5	13.80 - 14.00	7	23.80 - 24.00	
4.00 - 4.20	6	14.00 - 14.20	7	24.00 - 24.20	
4.20 - 4.40	6	14.20 - 14.40	7	24.20 - 24.40	
4.40 - 4.60	5	14.40 - 14.60	9	24.40 - 24.60	
4.60 - 4.80	3	14.60 - 14.80	9	24.60 - 24.80	
4.80 - 5.00	4	14.80 - 15.00	6	24.80 - 25.00	
5.00 - 5.20	3	15.00 - 15.20	7	25.00 - 25.20	
5.20 - 5.40	5	15.20 - 15.40	8	25.20 - 25.40	
5.40 - 5.60	11	15.40 - 15.60	8	25.40 - 25.60	
5.60 - 5.80	11	15.60 - 15.80	7	25.60 - 25.80	
5.80 - 6.00	7	15.80 - 16.00	22	25.80 - 25.00	
6.00 - 6.20	11	16.00 - 16.20	13	26.00 - 26.20	
6.20 - 6.40	11	16.20 - 16.40	14	26.20 - 26.40	
6.40 - 6.60	11	16.40 - 16.60	19	26.40 - 26.60	
6.60 - 6.80	10	16.60 - 16.80	14	26.60 - 26.80	
6.80 - 7.00	8	16.80 - 17.00	13	26.80 - 27.00	
7.00 - 7.20	10	17.00 - 17.20	11	27.00 - 27.20	
7.20 - 7.40	11	17.20 - 17.40	11	27.20 - 27.40	
7.40 - 7.60	13	17.40 - 17.60	9	27.40 - 27.60	
7.60 - 7.80	10	17.60 - 17.80	41	27.60 - 27.80	
7.80 - 8.00	8	17.80 - 18.00	10	27.80 - 28.00	
8.00 - 8.20	14	18.00 - 18.20	12	28.00 - 28.20	
8.20 - 8.40	11	18.20 - 18.40	12	28.20 - 28.40	
8.40 - 8.60	12	18.40 - 18.60	15	28.40 - 28.60	
8.60 - 8.80	12	18.60 - 18.80	26	28.60 - 28.80	
8.80 - 9.00	10	18.80 - 19.00	38	28.80 - 29.00	
9.00 - 9.20	18	19.00 - 19.20	30	29.00 - 29.20	
9.20 - 9.40	11	19.20 - 19.40	30	29.20 - 29.40	
9.40 - 9.60	8	19.40 - 19.60	49	29.40 - 29.60	
9.60 - 9.80	6	19.60 - 19.80	43	29.60 - 29.80	
9.80 - 10.00	8	19.80 - 20.00	100	29.80 - 30.00	

**Ensayo Penetración Dinámica Continua**  
**UNE 103801/94**

**Acta Nº:** 15-020\_POD-106.7  
**Cliente:** INECO  
**Obra:** EGG PARA EL ACONDICIONAMIENTO DE LA N-340, TRAMO: LA MORA-LA POBLA  
**Nº de ensayo:** POD-106.7



**Fecha:** 22/07/2015      **Profundidad de Rechazo (m):** 19,92  
**Cota de boca:**  
 Penetrómetro tipo: DPSH      Peso de la maza: 63,50 Kg      Puntaza cónica corta: 90°  
 Diámetro varillaje: 32 mm.      Altura de caída: 76,20 cm      Diámetro de puntaza: 51 mm.  
**Observaciones:** X= 366296      Y= 4557963      Z= 21



*POD 100.4 - EMPLAZAMIENTO.*



*POD 101.6 - EMPLAZAMIENTO.*



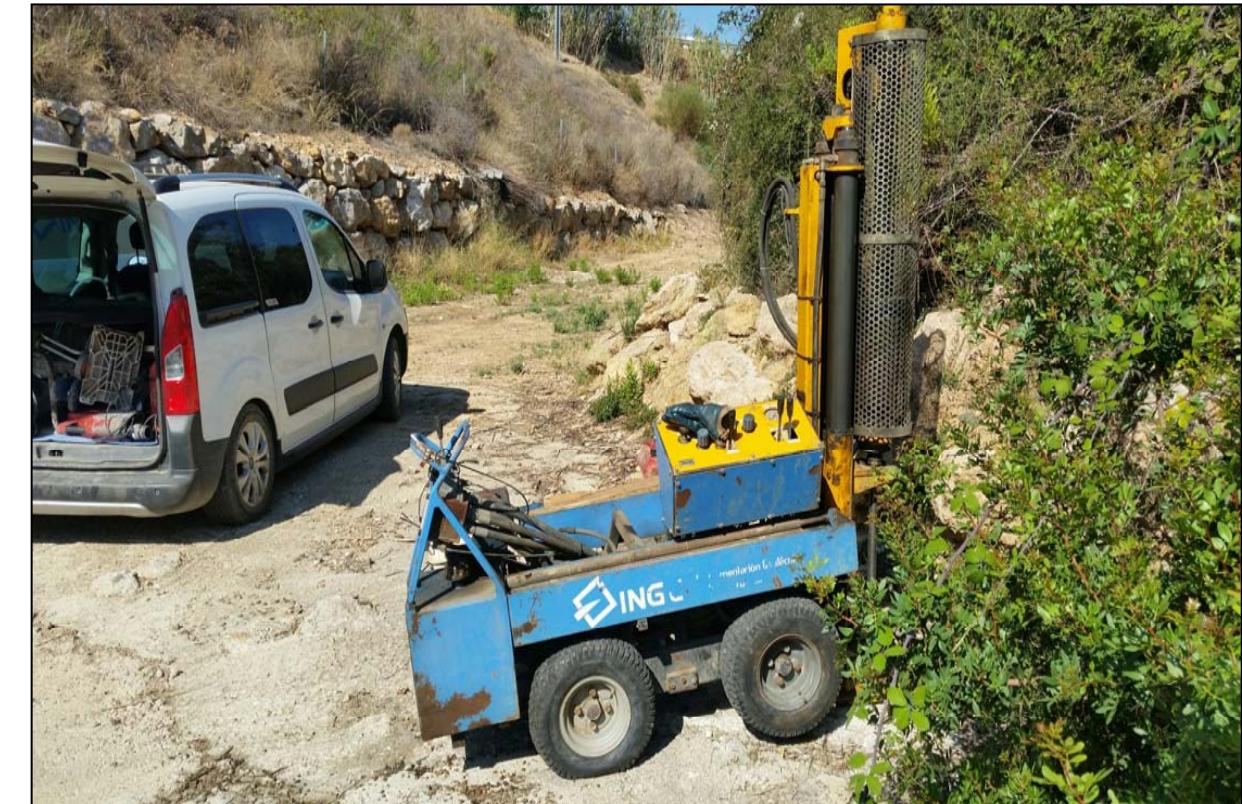
*POD 101.8 - EMPLAZAMIENTO.*



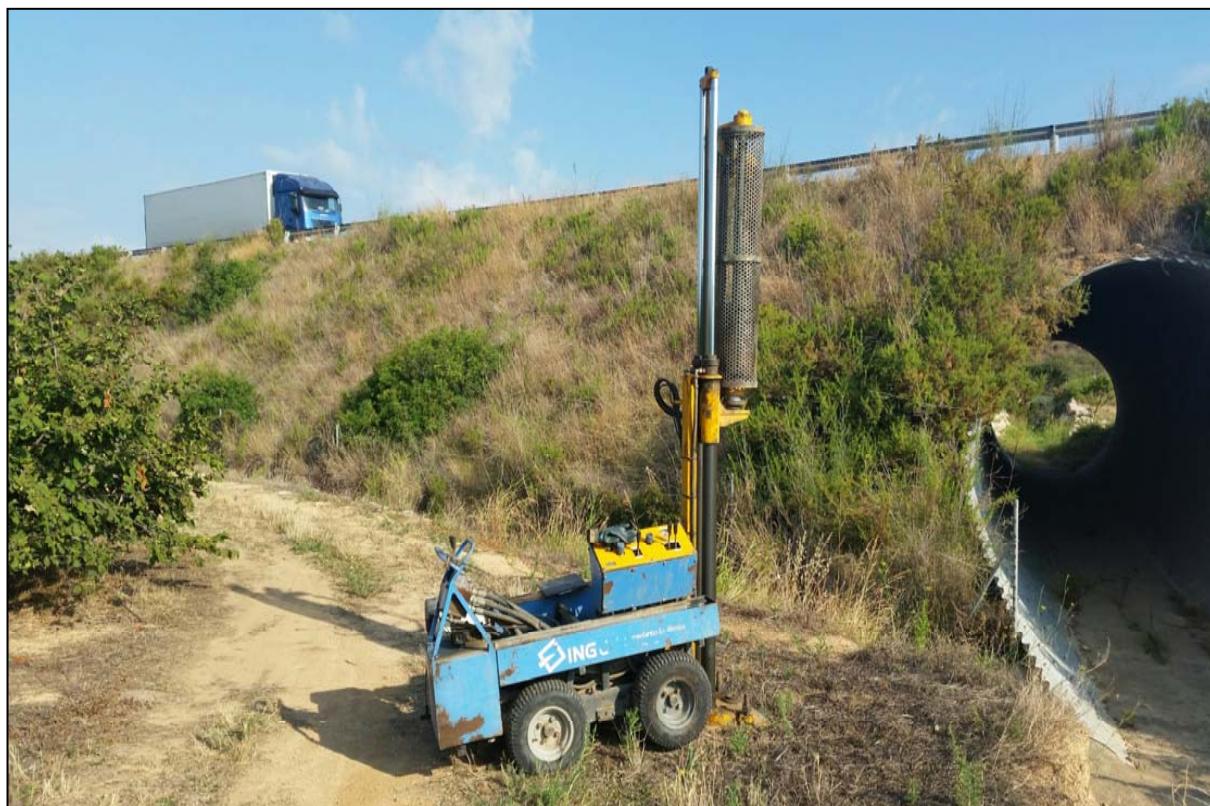
*POD 103.7- EMPLAZAMIENTO.*



POD 103.9 - EMPLAZAMIENTO.



POD 105.3 - EMPLAZAMIENTO.



POD 106.7 - EMPLAZAMIENTO.

## APÉNDICE N° 5. ENSAYOS DE LABORATORIO



## Hoja resumen de Ensayos de Laboratorio de Suelos

**CLIENTE:** INECO  
**TRABAJO:** A-7 LA MORA- LA PUEBLA

CLAVE: 15194  
FECHA: 25/08/2015

boratorio:  
pervisor:



---

## CLASIFICACIÓN DE SUELOS

---

CLIENTE: INECO  
TRABAJO: A-7 LA MORA-LA POBLA  
INDICATIVO: 15194  
FECHA: 24/08/2015

---

### Resultados de los ensayos

MUESTRA	U.S.C.S.	H.R.B.
S-101-2 MI-2 4.50-5.10	CL	A-4
S-101-2 MI-3 11.00-11.60	CL	A-4



## GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO (UNE 103.101)

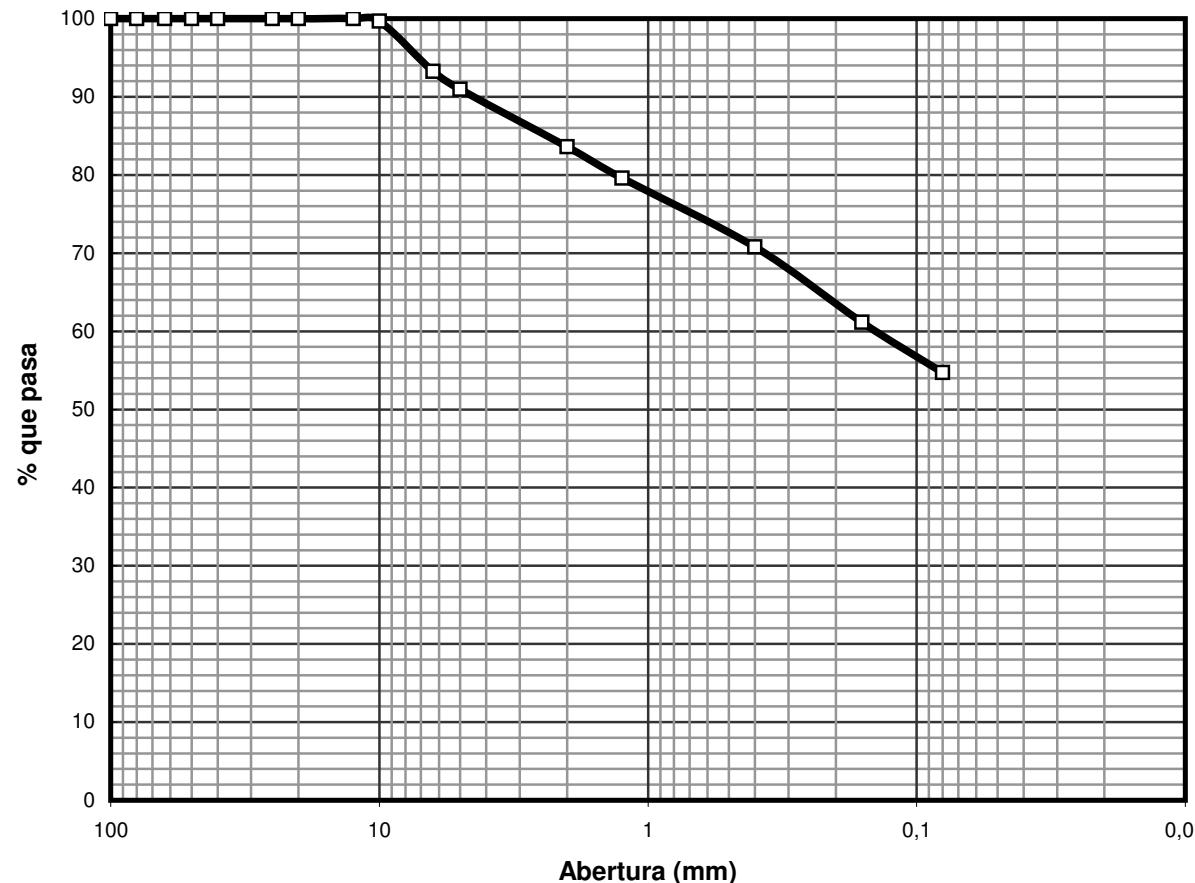
**CLIENTE:** INECO  
**TRABAJO:** A-7 LA MORA-LA POBLA  
**INDICATIVO:** 15194 **LABORANTE:** Elena Buitrago  
**MUESTRA:** S-101-2 MI-2 4,50-5,10 **FECHA:** 13/08/15 **Hoja 1 de 1**

CDIAM-EnsyGRT (20040925)

Humedad higroscópica	
T+S+A (g):	0
T+S (g):	0,00
T (g):	0,00
A (g):	0,00
S (g):	0,00
Humedad (%):	0,00

Tamiz (mm)	Ret. Par. Acum.(g)	Ret. Tot. Acum.(g)	Pasa total (g)	Pasa total (%)	Observaciones
100			830,70	100,00	
80			830,70	100,00	
63			830,70	100,00	
50			830,70	100,00	
40			830,70	100,00	
25			830,70	100,00	
20			830,70	100,00	
12,5	0,00		830,70	100,00	
10	2,70	2,70	828,00	99,67	
6,3	55,98	55,98	774,72	93,26	
5	75,17	75,17	755,53	90,95	
2	136,33	136,33	694,37	83,59	
1,25	1,68	169,66	661,04	79,58	
0,4	5,36	242,67	588,03	70,79	
0,16	9,40	322,82	507,88	61,14	
0,08	12,09	376,19	454,51	54,71	

### Representación gráfica



Observaciones:

## GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO (UNE 103.101)

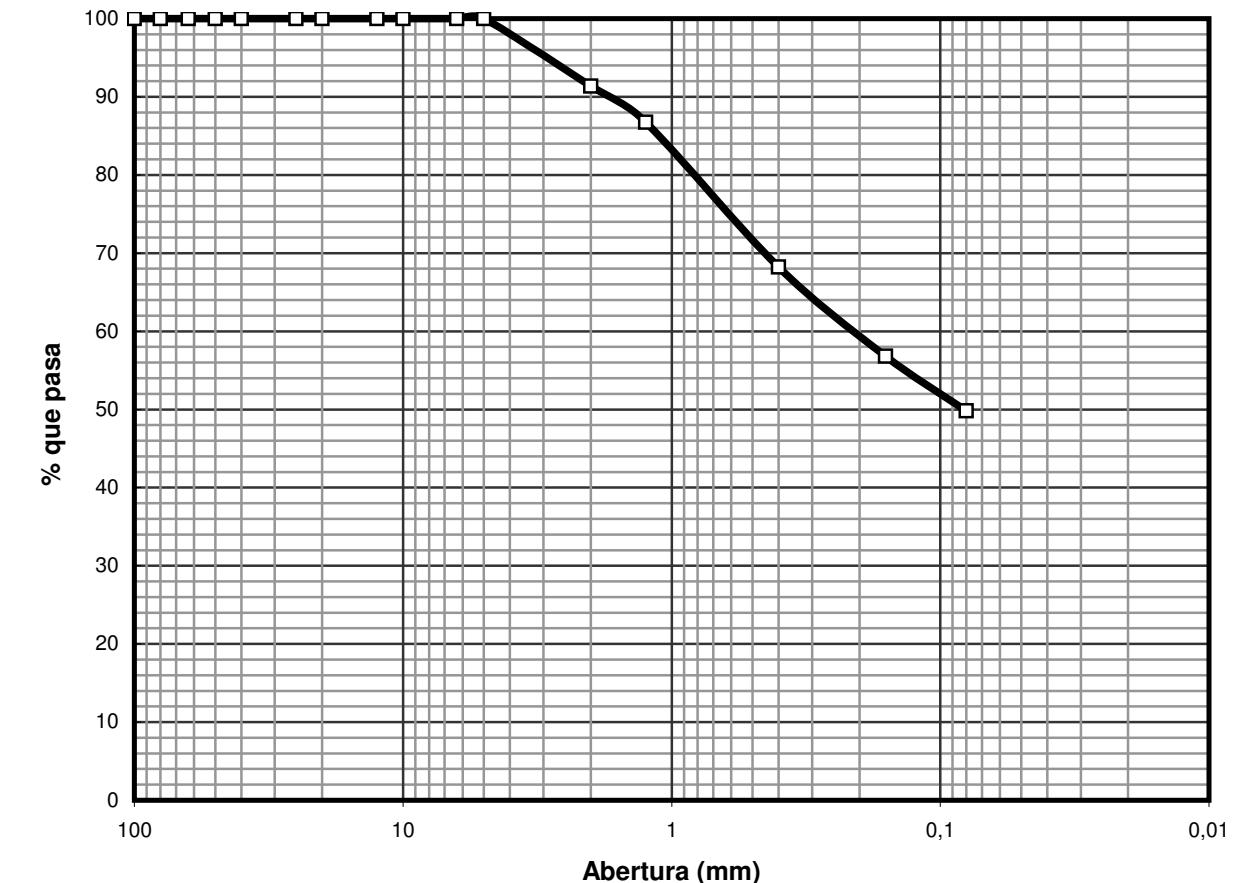
**CLIENTE:** INECO  
**TRABAJO:** A-7 LA MORA-LA POBLA  
**INDICATIVO:** 15194 **LABORANTE:** Elena Buitrago  
**MUESTRA:** S-101-2 MI-3 11,00-11,60 **FECHA:** 13/08/15 **Hoja 1 de 1**

CDIAM-EnsyGRT (20040925)

Humedad higroscópica	
T+S+A (g):	0
T+S (g):	0,00
T (g):	0,00
A (g):	0,00
S (g):	0,00
Humedad (%):	0,00

Tamiz (mm)	Ret. Par. Acum.(g)	Ret. Tot. Acum.(g)	Pasa total (g)	Pasa total (%)	Observaciones
100			100,90	100,00	
80			100,90	100,00	
63			100,90	100,00	
50			100,90	100,00	
40			100,90	100,00	
25			100,90	100,00	
20			100,90	100,00	
12,5	0,00	100,90	100,00		
10	0,00	100,90	100,00		
6,3	0,00	100,90	100,00		
5	0,00	100,90	100,00		
2	8,70	8,70	92,20	91,38	
1,25	4,67	13,37	87,53	86,75	
0,4	23,35	32,05	68,85	68,24	
0,16	34,87	43,57	57,33	56,82	
0,08	41,92	50,62	50,28	49,83	

### Representación gráfica



Observaciones:



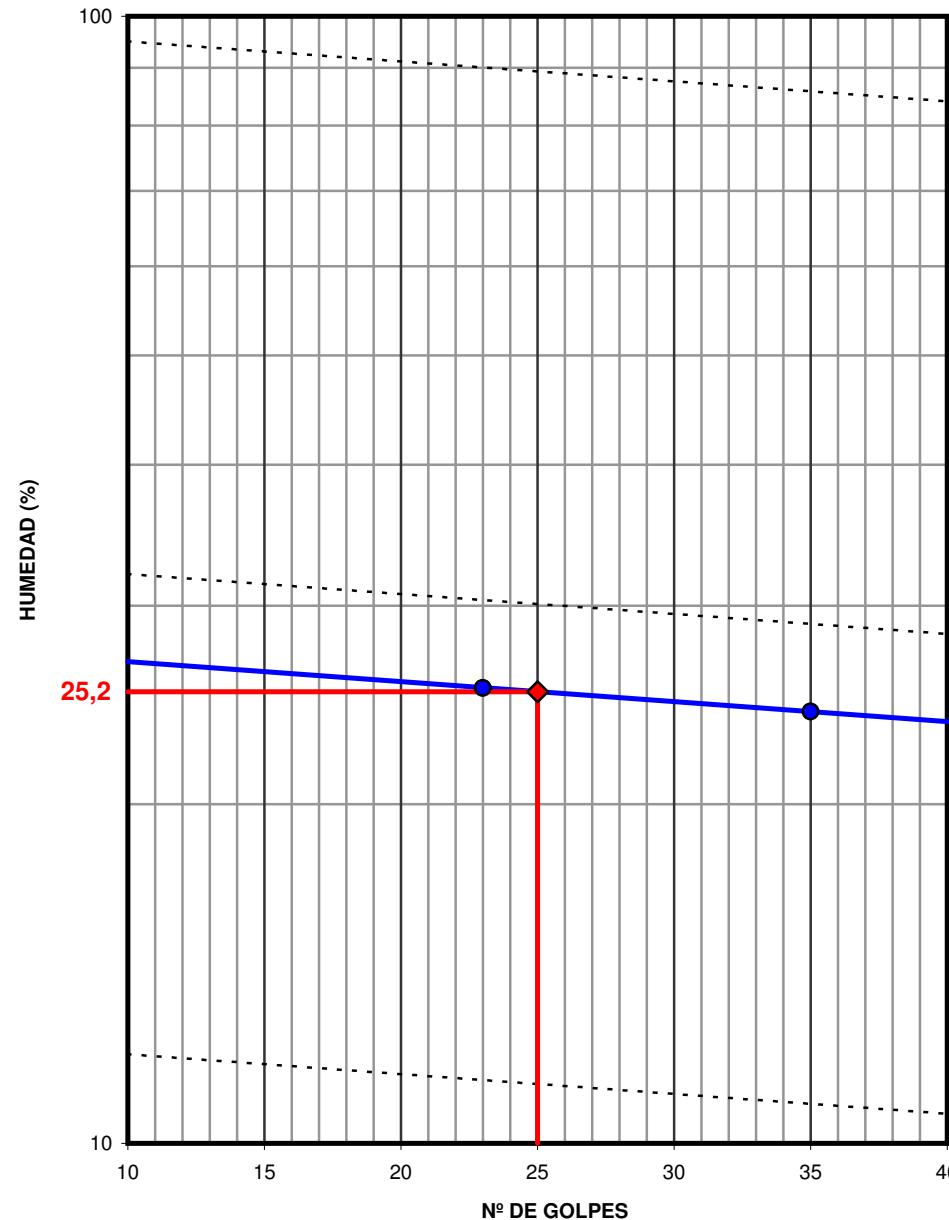
**ENSAYO LÍMITES DE ATTERBERG**  
(L. Líquido UNE 103.103 L. Plástico UNE 103.104)

CLIENTE: INECO  
TRABAJO: A-7 LA MORA-LA POBLA  
INDICATIVO: 15194 LABORANTE: Elena Buitrago  
MUESTRA: S-101-2 MI-2 4,50-5,10 FECHA: 13/08/15 Hoja 1 de 1

CDIAM-EnsyLA (20040625)

L. Líquido	Ens. 1	Ens. 2	L. Plástico	Ens. 1	Ens. 2	Media	Resultados
Nº de golpes:	35	23	T+S+A (g):	29,03	25,34		LL: <b>25,2</b>
T+S+A (g):	23,50	20,72	T+S (g):	27,32	23,71		LP: <b>17,2</b>
T+S (g):	20,68	18,16	T (g):	17,33	14,23		IP: <b>8,0</b>
T (g):	9,01	8,06	A (g):	1,71	1,63		
A (g):	2,82	2,56	S (g):	9,99	9,48		
S (g):	11,67	10,10	Humedad (%):	17,12	17,19	<b>17,16</b>	
Humedad (%):	24,16	25,35					

Representación gráfica



Observaciones:

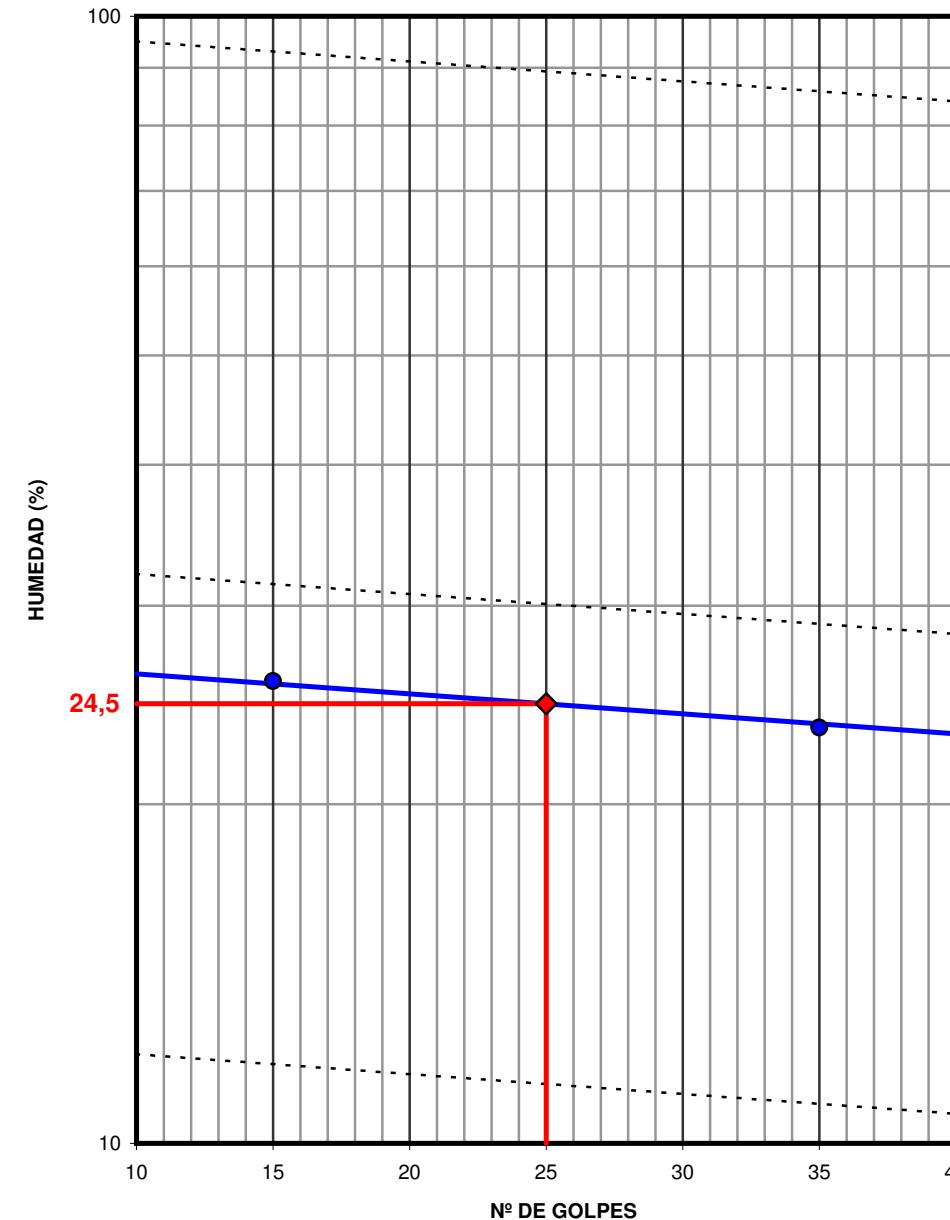
**ENSAYO LÍMITES DE ATTERBERG**  
(L. Líquido UNE 103.103 L. Plástico UNE 103.104)

CLIENTE: INECO  
TRABAJO: A-7 LA MORA-LA POBLA  
INDICATIVO: 15194 LABORANTE: Elena Buitrago  
MUESTRA: S-101-2 MI-3 11,00-11,60 FECHA: 13/08/15 Hoja 1 de 1

CDIAM-EnsyLA (20040625)

L. Líquido	Ens. 1	Ens. 2	L. Plástico	Ens. 1	Ens. 2	Media	Resultados
Nº de golpes:	35	15	T+S+A (g):	28,04	25,77		LL: <b>24,5</b>
T+S+A (g):	31,82	35,38	T+S (g):	26,55	24,42		LP: <b>15,4</b>
T+S (g):	28,64	31,11	T (g):	16,88	15,69		IP: <b>9,1</b>
T (g):	15,04	14,50	A (g):	1,49	1,35		
A (g):	3,18	4,27	S (g):	9,67	8,73		
S (g):	13,60	16,61	Humedad (%):	15,41	15,46	<b>15,44</b>	
Humedad (%):	23,38	25,71					

Representación gráfica



Observaciones:



## TRIAXIAL DE SUELOS (Norma UNE 103402)

CLIENTE: INECO  
TRABAJO: A-7 LA MORA-LA POBLA  
INDICATIVO: 15194 LABORANTE: Elena Buitrago  
MUESTRA: S-101-2 MI-2 4,50-5,10 FECHA: 14/08/15 Hoja 1 de 2

CDIAM-EnsyTRS (20030721)

### Tipo de ensayo triaxial

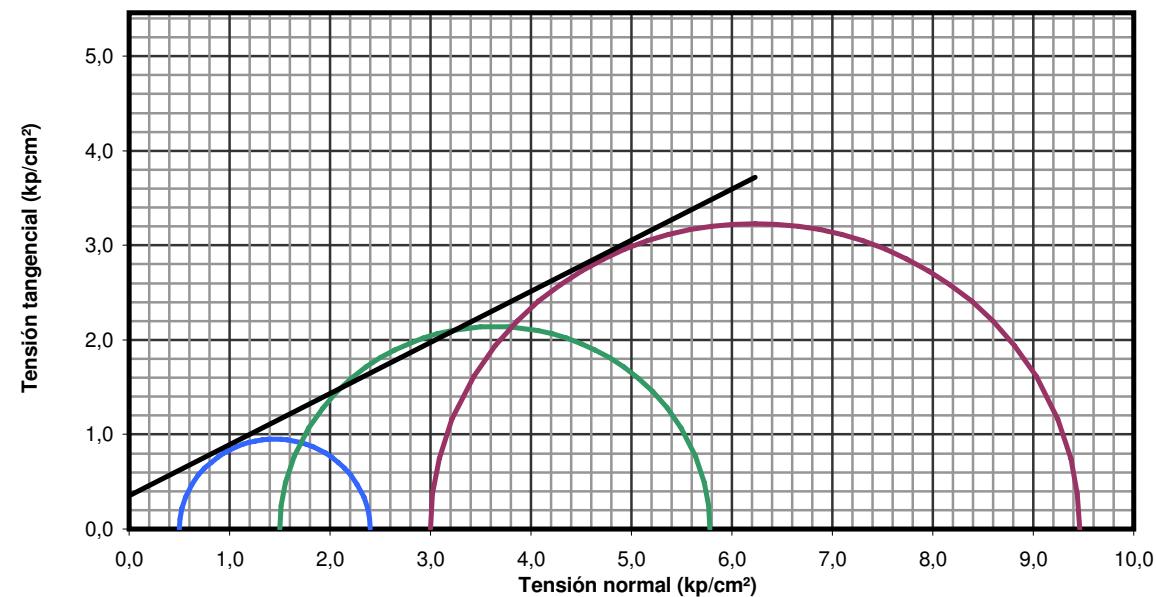
Consolidado con drenaje y con medida del cambio de volumen (CD) sobre muestra Inalterada

Velocidad del ensayo 0,019 mm/min.

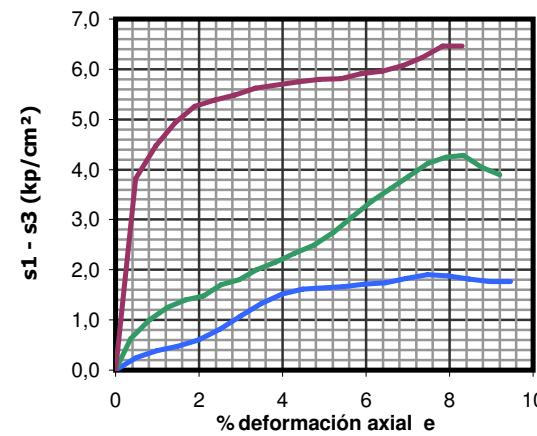
Datos generales	I	II	III
Presión externa (kp/cm <sup>2</sup> ):	0,50	1,50	3,00
Presión de cola (kp/cm <sup>2</sup> ):	0,00	0,00	0,00
Diámetro (cm):	3,82	3,82	3,82
Altura (cm):	7,64	7,64	7,65
Humedad inicial (%):	20,47	19,41	20,38
Humedad final (%):	18,49	16,19	17,49
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> ):	1,793	1,812	1,837

Interpretación	Efectivas		
Cohesión (kp/cm <sup>2</sup> ):	0,36		
Fricción (°):	28,39		
Pendiente:	0,54		
Datos rotura	I	II	III
(s <sub>1</sub> +s <sub>3</sub> )/2 (kp/cm <sup>2</sup> ):	1,45	3,64	6,23
(s <sub>1</sub> -s <sub>3</sub> )/2 (kp/cm <sup>2</sup> ):	0,95	2,14	3,23

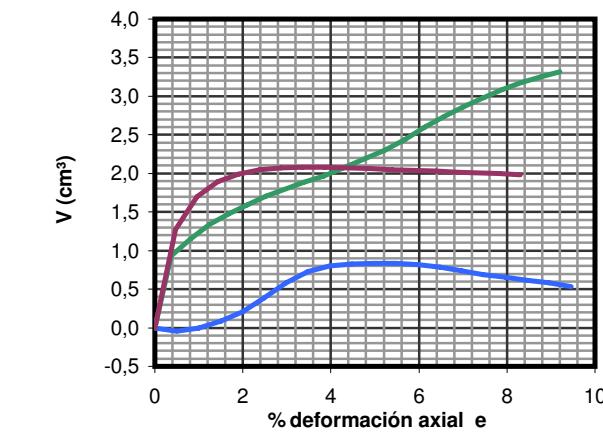
### Rectas de coulomb y círculos de Mohr



### T. Desviadora corregida-Deformación axial



### Cambio de volumen-Deformación axial



Observaciones probeta I:

Observaciones probeta II:

Observaciones probeta III:



## TRIAXIAL DE SUELOS (Norma UNE 103402)

CLIENTE: INECO  
TRABAJO: A-7 LA MORA-LA POBLA  
INDICATIVO: 15194 LABORANTE: Elena Buitrago  
MUESTRA: S-101-2 MI-2 4,50-5,10 FECHA: 14/08/15 Hoja 2 de 2

CDIAM-EnsyTRS (20030721)

### Captura de datos

#### PROBETA I (0,5 kp/cm<sup>2</sup>)

s <sub>1</sub> -s <sub>3</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	ε (%)	V (cm <sup>3</sup> )
0,00	0,00	0,00
0,25	0,50	-0,05
0,39	1,00	0,00
0,48	1,49	0,09
0,60	1,99	0,21
0,82	2,49	0,39
1,08	2,99	0,59
1,32	3,48	0,73
1,51	3,98	0,80
1,62	4,48	0,83
1,64	4,98	0,83
1,66	5,48	0,83
1,71	5,97	0,82
1,74	6,47	0,78
1,83	6,97	0,73
1,90	7,47	0,69
1,88	7,96	0,65
1,81	8,46	0,62
1,77	8,96	0,58
1,77	9,46	0,54
1,78	9,96	0,50

#### PROBETA II (1,5 kp/cm<sup>2</sup>)

s <sub>1</sub> -s <sub>3</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	ε (%)	V (cm <sup>3</sup> )
0,00	0,00	0,00
0,62	0,37	0,94
1,00	0,82	1,15
1,25	1,24	1,34
1,40	1,68	1,48
1,47	2,10	1,59
1,70	2,53	1,70
1,80	2,96	1,80
2,00	3,38	1,88
2,15	3,84	1,97
2,33	4,29	2,07
2,49	4,76	2,19
2,75	5,23	2,30
3,05	5,68	2,44
3,37	6,14	2,60
3,62	6,58	2,74
3,86	7,00	2,86
4,12	7,47	2,98
4,24	7,91	3,09
4,28	8,34	3,18
4,04	8,77	3,25
3,89	9,20	3,32
3,67	9,63	3,37

#### PROBETA III (3 kp/cm<sup>2</sup>)

s <sub>1</sub> -s <sub>3</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	ε (%)	V (cm <sup>3</sup> )
0,00	0,00	0,00
3,82	0,47	1,27
4,47	0,96	1,70
4,94	1,43	1,89
5,26	1,90	1,99
5,38	2,38	2,04
5,49	2,86	2,07
5,62	3,36	2,08
5,69	3,86	2,08
5,75	4,38	2,07
5,80	4,89	2,06
5,81	5,40	2,05
5,91	5,88	2,04
5,96	6,39	2,03
6,07	6,89	2,02
6,23	7,36	2,01
6,46	7,83	2,00
6,46	8,31	1,99
6,42	8,78	1,98

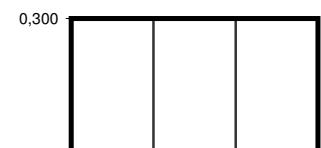


## ENSAYO EDOMÉTRICO (Norma UNE 103.405)

CLIENTE: INECO  
TRABAJO: A-7 LA MORA-LA POBLA  
INDICATIVO: 15194 LABORANTE: Natividad Calderón  
MUESTRA: S-101-2 MI-3 11,00-11,60 FECHA: 24/08/15 Hoja 1 de 1

CDIAM-EnsyEDO (20030619)

## Seguimiento del ensayo

 $\Delta H$  (mm)

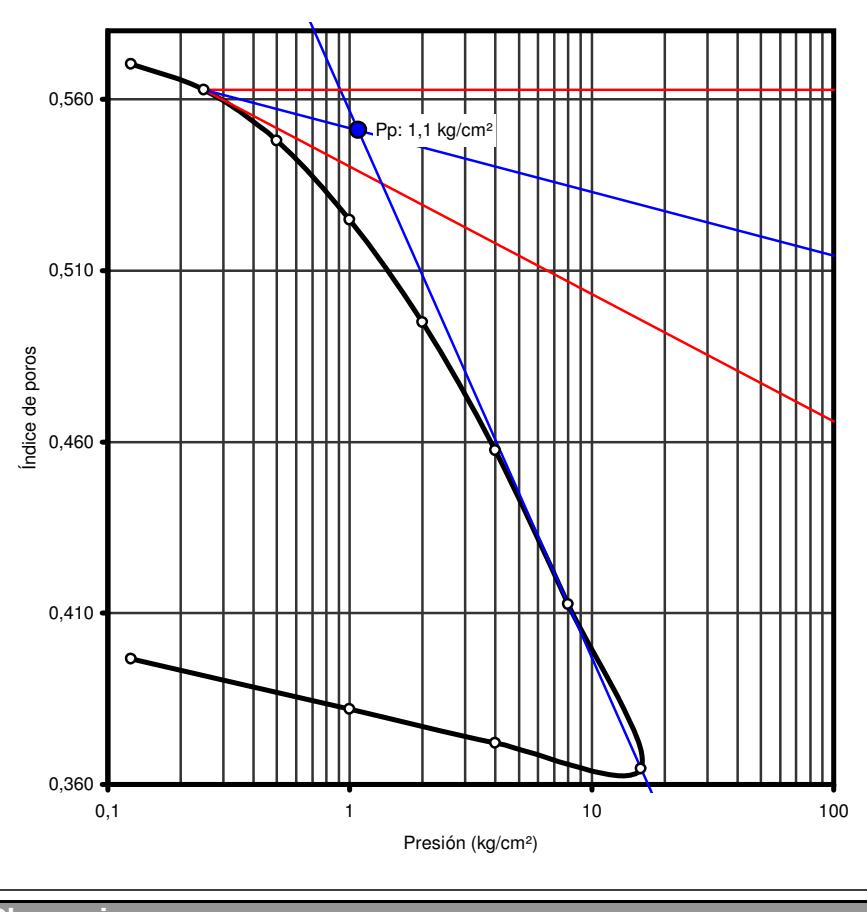
## Datos y Resultados del ensayo

Humedad inicial (%):	21,47	Índice de poros inicial (eo):	0,592
Humedad final (%):	22,25	Índice de compresión (Cc):	0,159
P.e.p. sol. (g/cm³):	2,649	Índice de hinchamiento (Cs):	0,017
Grado de sat. Ini. (%):	96,09	P. Preconsolidación (kg/cm²):	1,09
Grado de sat. Fin. (%):	99,59	Módulo edométrico* (kg/cm²):	265,34
Den. seca inic. (g/cm³):	1,664	Coef. Compresibilidad* (av):	0,00600
Den. seca final. (g/cm³):	1,897	(*) En el rango de presiones del tramo recto de carga	

## Índices de poros por escalón

Escalón	Carga (kg/cm²)	$\Delta H$ (mm)	Hf (mm)	e
0,125	0,125	-0,270	19,730	0,570
0,25	0,25	-0,364	19,636	0,563
0,5	0,5	-0,552	19,448	0,548
1	1	-0,842	19,158	0,525
2	2	-1,218	18,782	0,495
4	4	-1,688	18,312	0,457
8	8	-2,251	17,749	0,413
16	16	-2,854	17,146	0,365
4	4	-2,761	17,239	0,372
1	1	-2,636	17,364	0,382
0,125	0,125	-2,452	17,548	0,397

## Curva edométrica



## Observaciones

Diámetro 50mm, Altura 20mm

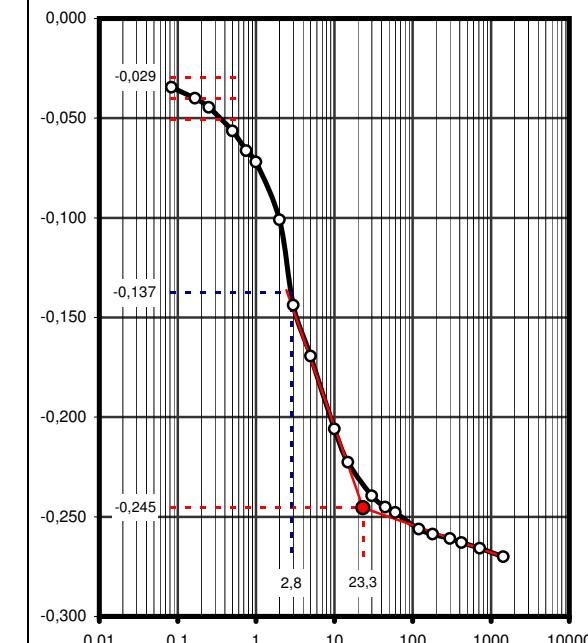


## CURVAS DE CONSOLIDACIÓN (EDÓMETRO)

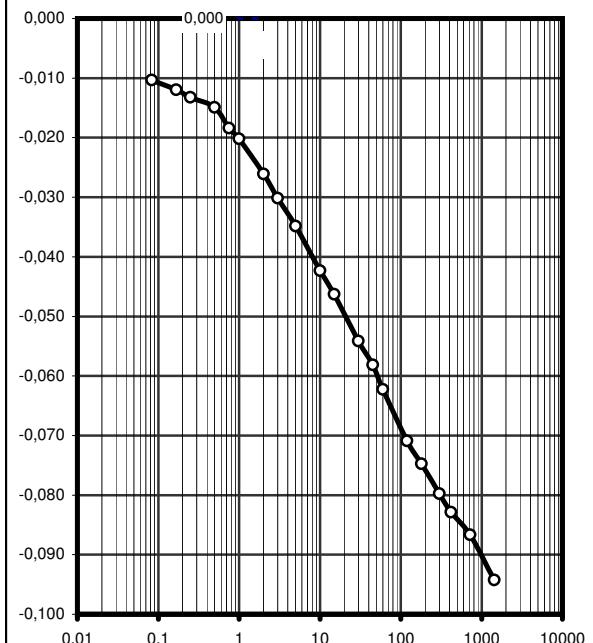
CLIENTE: INECO  
TRABAJO: A-7 LA MORA-LA POBLA  
INDICATIVO: 15194 LABORANTE: Natividad Calderón  
MUESTRA: S-101-2 MI-3 11,00-11,60 FECHA: 24/08/15 Hoja 1 de 3

CDIAM-EnsyEDO (20030619)

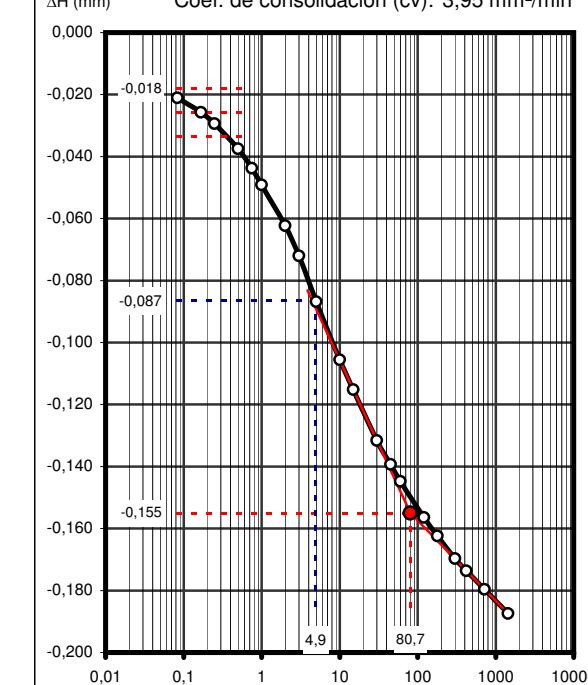
## Curva de consolidación (0,125 kg/cm²)

 $\Delta H$  (mm) Coef. de consolidación (cv): 6,88 mm²/min

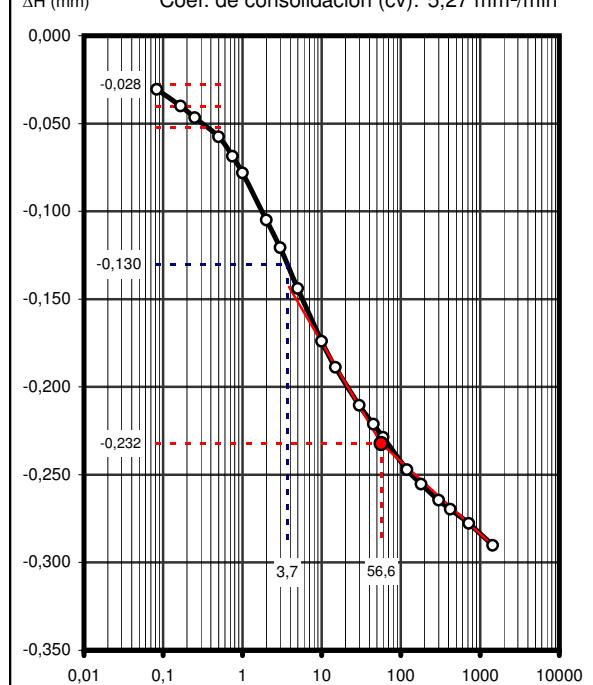
## Curva de consolidación (0,25 kg/cm²)

 $\Delta H$  (mm)

## Curva de consolidación (0,5 kg/cm²)

 $\Delta H$  (mm) Coef. de consolidación (cv): 3,95 mm²/min

## Curva de consolidación (1 kg/cm²)

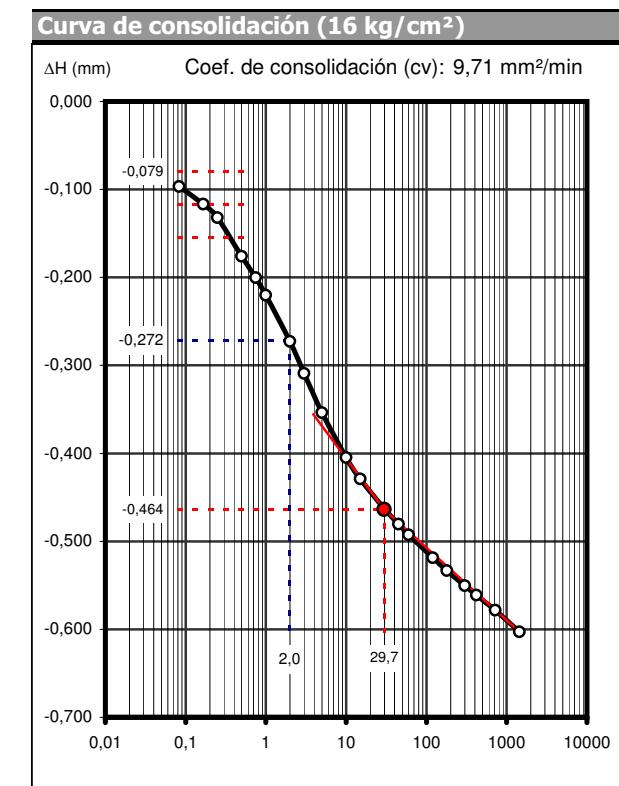
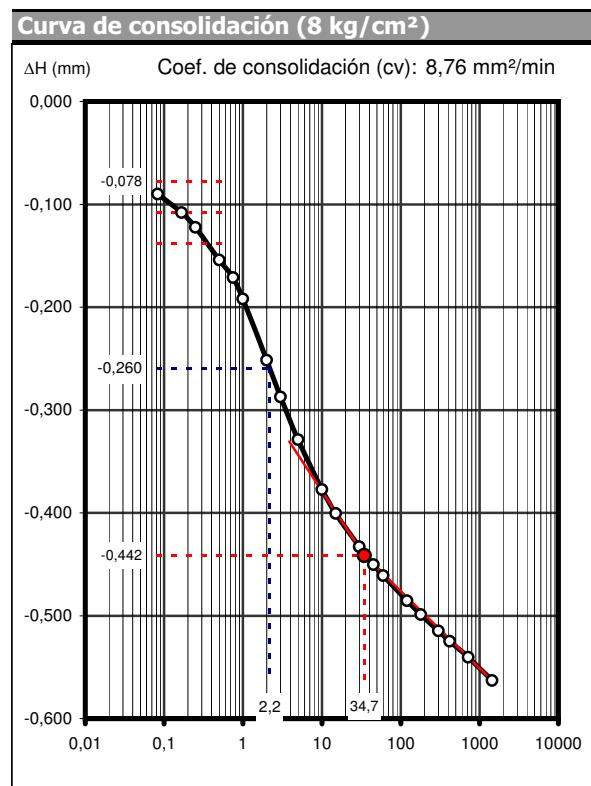
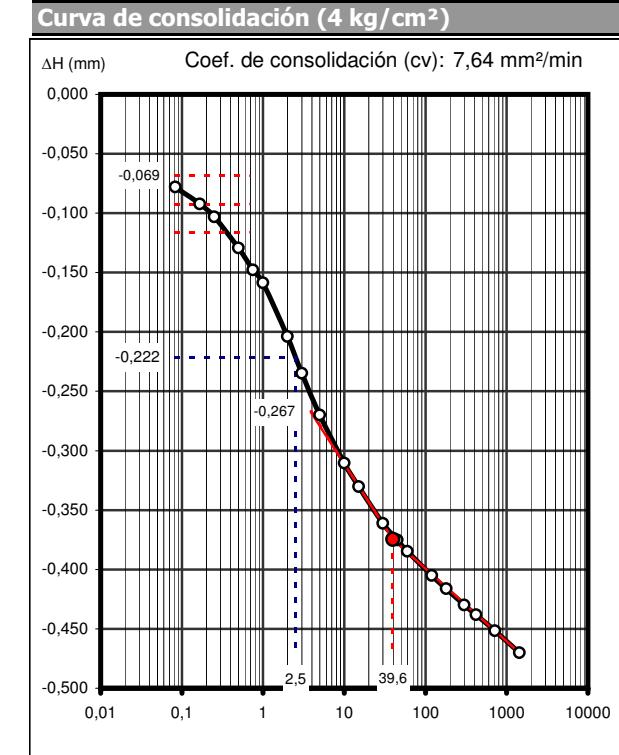
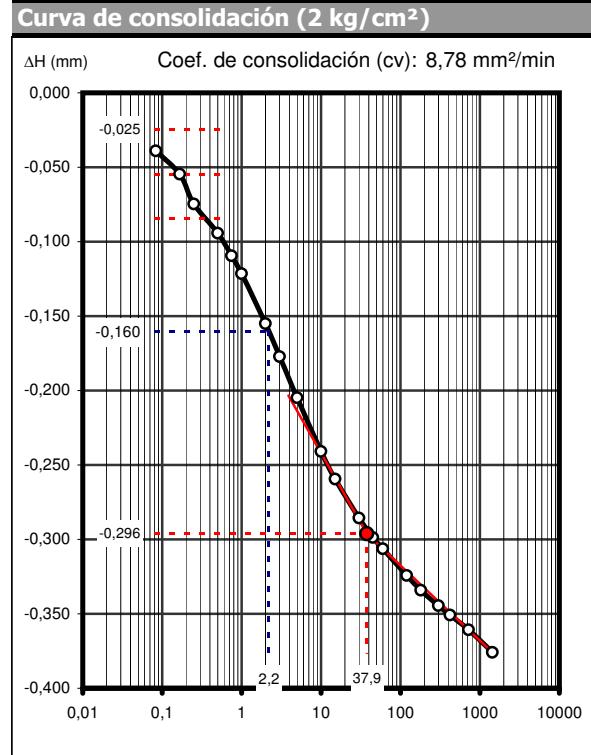
 $\Delta H$  (mm) Coef. de consolidación (cv): 5,27 mm²/min



## CURVAS DE CONSOLIDACIÓN (EDÓMETRO)

CLIENTE: INECO  
TRABAJO: A-7 LA MORA-LA POBLA  
INDICATIVO: 15194 LABORANTE: Natividad Calderón  
MUESTRA: S-101-2 MI-3 11,00-11,60 FECHA 24/08/15 Hoja 2 de 3

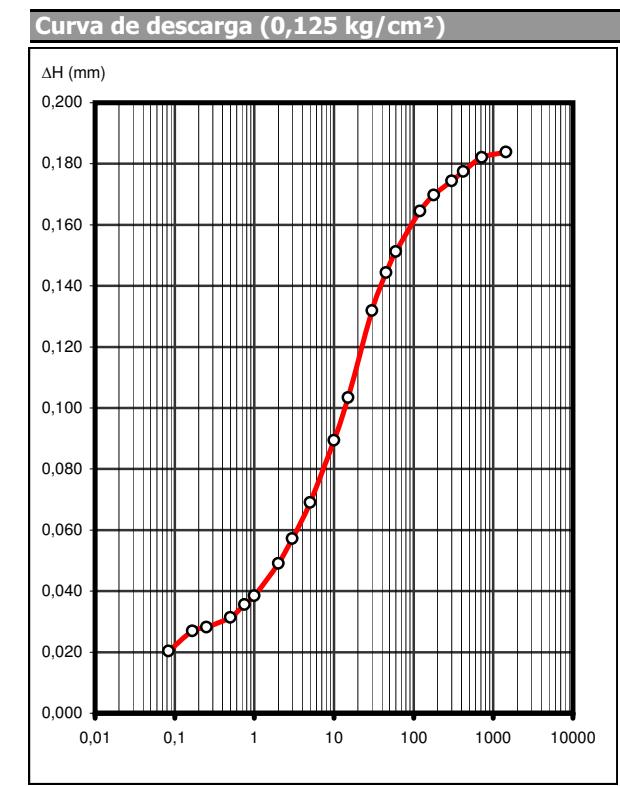
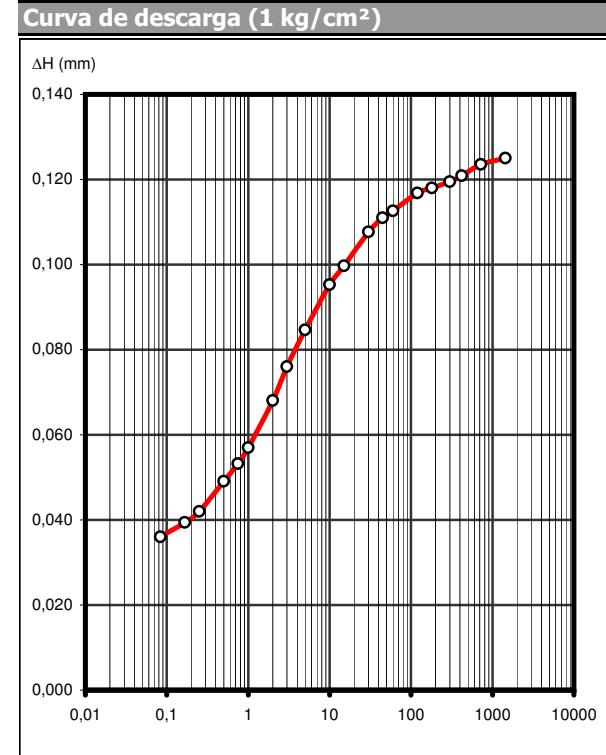
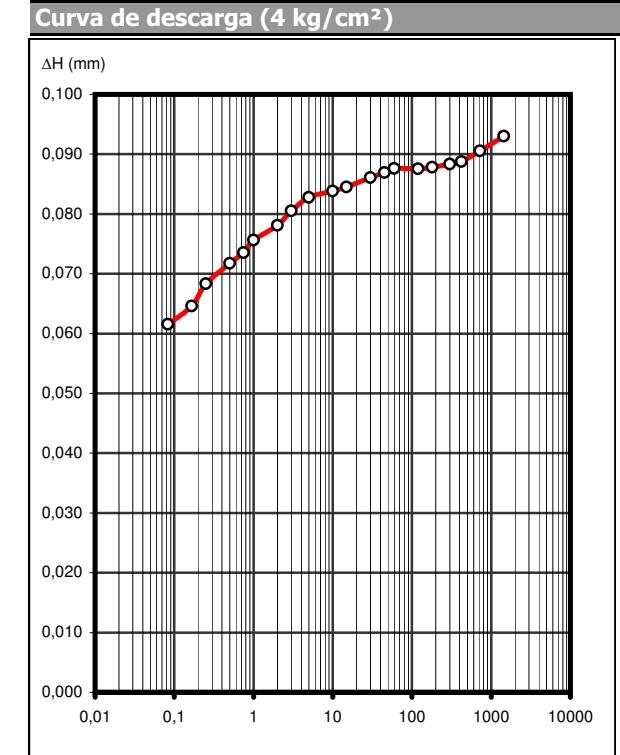
CDIAM-EnsyEDO (20030619)



## CURVAS DE CONSOLIDACIÓN (EDÓMETRO)

CLIENTE: INECO  
TRABAJO: A-7 LA MORA-LA POBLA  
INDICATIVO: 15194 LABORANTE: Natividad Calderón  
MUESTRA: S-101-2 MI-3 11,00-11,60 FECHA 24/08/15 Hoja 3 de 3

CDIAM-EnsyEDO (20030619)



PETICIONARIO: U.T.E. GEOTECNIA CENTRO ESTE  
OBRA: LA MORA-LA POBLA

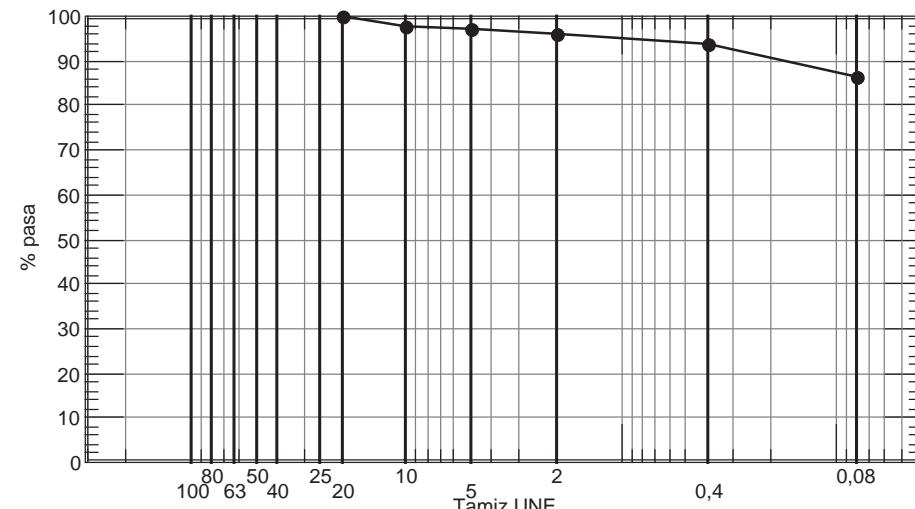
MUESTRA: S-101,2 De 01,50 a 02,10 m.

Nº OBRA: 15AG0804  
Nº REF.: 15AG05459

FECHA DE TOMA:

## ENSAYO DE SUELOS

### Análisis granulométrico (UNE 103101)



### Límites de Atterberg (UNE 103103, 103104)

- Límite líquido: ..... 33,1
- Límite plástico: ..... 15,9
- Índice de plasticidad: ..... 17,2

### Ensayos químicos

- Sulfatos (UNE 103201) ( $\text{SO}_3$  %): ..... < 0,10
- Acidez Baumann-Gully (ml/kg): ..... < 0,00

- Observaciones:

El Jefe del Área  
Fdo. José Joaquín Lerín Ascaso  
Lcdo. Geología



PETICIONARIO: U.T.E. GEOTECNIA CENTRO ESTE  
OBRA: LA MORA-LA POBLA

MUESTRA: S-101,2 De 01,50 a 02,10 m.

Nº OBRA: 15AG0804  
Nº REF.: 15AG05419

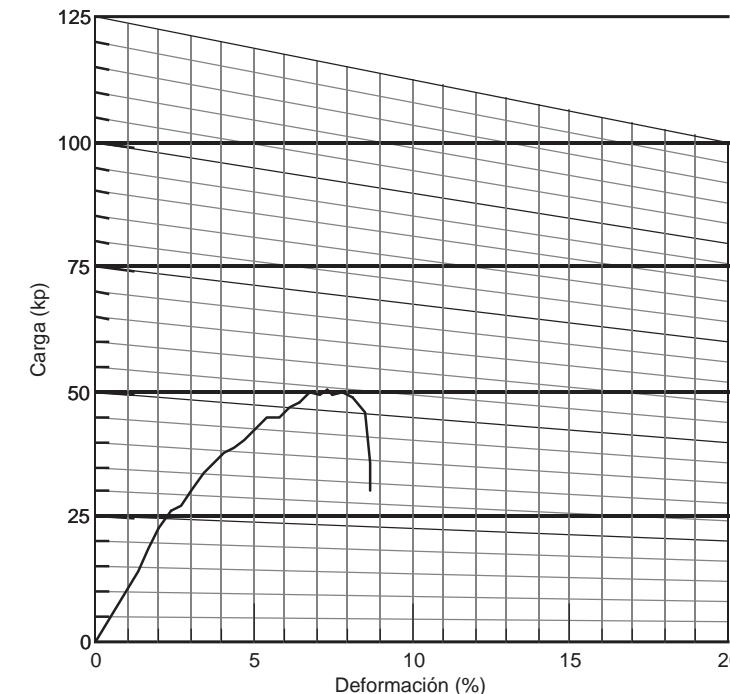
FECHA DE TOMA:

## ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE

### Datos Generales

- Norma de ensayo: ..... UNE 103400
- Diámetro de la muestra (cm): ..... 5,7
- Altura de la muestra (cm): ..... 14,5
- Peso de la muestra (g): ..... 762
- Humedad (%): ..... 15,5
- Densidad seca ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ): ..... 1,78
- Res. a comp. simple ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ): ..... 2,0
- Deformación (%): ..... 7,4

### Gráfica carga - deformación



- Observaciones: Soiltest = 2.5 Kg/cm<sup>2</sup>

El Jefe del Área  
Fdo. José Joaquín Lerín Ascaso  
Lcdo. Geología



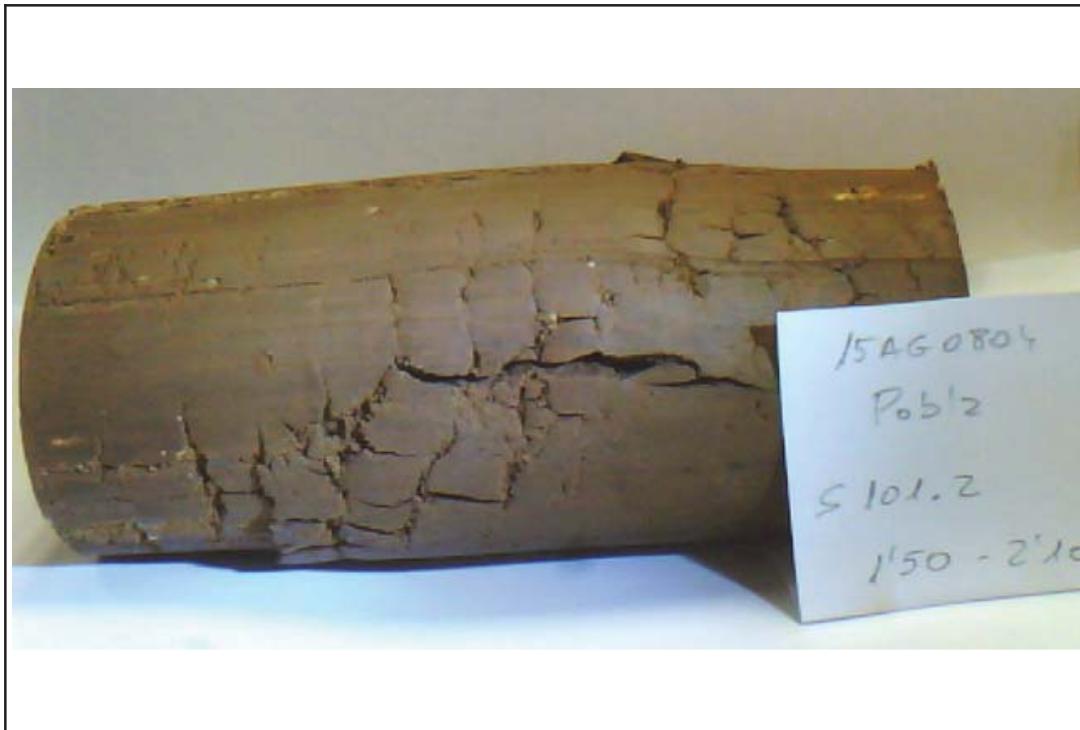
PETICIONARIO: U.T.E. GEOTECNIA CENTRO ESTE  
OBRA: LA MORA-LA POBLA

MUESTRA: S-101,2 De 01,50 a 02,10 m.

Nº OBRA: 15AG0804  
Nº REF.: 15AG05419

FECHA DE TOMA:

### ANEXO GRÁFICO



Probeta tras ensayo de compresión simple



Detalle del plano de rotura

PETICIONARIO: U.T.E. GEOTECNIA CENTRO ESTE  
OBRA: LA MORA-LA POBLA

MUESTRA: S.P.I. 101.2

Nº OBRA: 15AG0804  
Nº REF.: 15AH05770

FECHA DE TOMA:

### AGRESIVIDAD DE AGUA PARA HORMIGONES

#### Resultados

- Exponente hidrógeno pH UNE 83952:	7,43 a 20,1 °C
- CO <sub>2</sub> Agresivo (mCO <sub>2</sub> /l) UNE EN 13577	< 5,0
- Ión Amonio (mgNH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /l) UNE 83954	< 1,0
- Ión Magnesio (mgMg <sup>2+</sup> /l) UNE 83955	< 10,0
- Ión Sulfato (mgSO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> /l) UNE 83956	221,6
- Residuo seco (mg/l) UNE 83957	847
- Ataque tabla 8.2.3 b de EHE 08	DÉBIL

- Observaciones:

El Jefe del Área

Fdo. Gustavo Royo Lantaron  
Lcdo. CC. Geológicas

Zaragoza, a 21 de agosto de 2015  
VºBº Directora del Laboratorio  
  
Fdo. Ma. Cinta Tablaga Matute  
Lcda. CC. Químicas



# Hoja resumen de Ensayos de Laboratorio de Suelos

**CLIENTE:** INECO  
**TRABAJO:** A-7 LA MORA- LA POLA

CLAVE: 15194  
FECHA: 25/08/2015

Supervisor:

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA			HUMEDAD Y DENSIDAD				GRANULOMETRÍA				LÍMITES DE ATTERBERG			C. SIMPLE	TRIAXIAL	CORTE DIRECTO	P.HINCHAMIENTO			E. ARENA (%)			PROCTOR			PARÁMETROS QUÍMICOS		CLASIFICACIÓN												
Muestra	Cotas	Tipo de muestra	Humedad (%)	D.seca (g/cm³)	D. natural (g/cm³)	P.esp.part.Sólidas	63 mm	50 mm	20 mm	5 mm	2 mm	0,40 mm	0,08 mm	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de plasticidad	Sc (kg/cm²)	% Deformación	Tipo	C (kg/cm²)	Fricción (°)	CD	Tipo	% D.P.	C (kg/cm²)	Fricción (°)	H. LIBRE (%)	LAMBÉ	E. ARENA (%)	Tipo	H. Óptima (%)	D. Máx (g/cm³)	CBR al 100%	% Hinch.	M.O. (%)	CaCO₃ (%)	SO₄= (%)	Acidez de B.	U.S.C.S.	H.R.B.
S-102-1	9,00-9,50	MI-1	18,95	1,697			100	100	100	100	99,7	98,2	77,0	24,8	16,6	8,2				0,32	22,2										0,1365	0	CL	A-4						



---

## CLASIFICACIÓN DE SUELOS

---

CLIENTE: INECO  
TRABAJO: A-7 LA MORA-LA POBLA  
INDICATIVO: 15194  
FECHA: 24/08/2015

---

### Resultados de los ensayos

MUESTRA	U.S.C.S.	H.R.B.
S-102-1 MI-1 9.00-9.50	CL	A-4



## GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO (UNE 103.101)

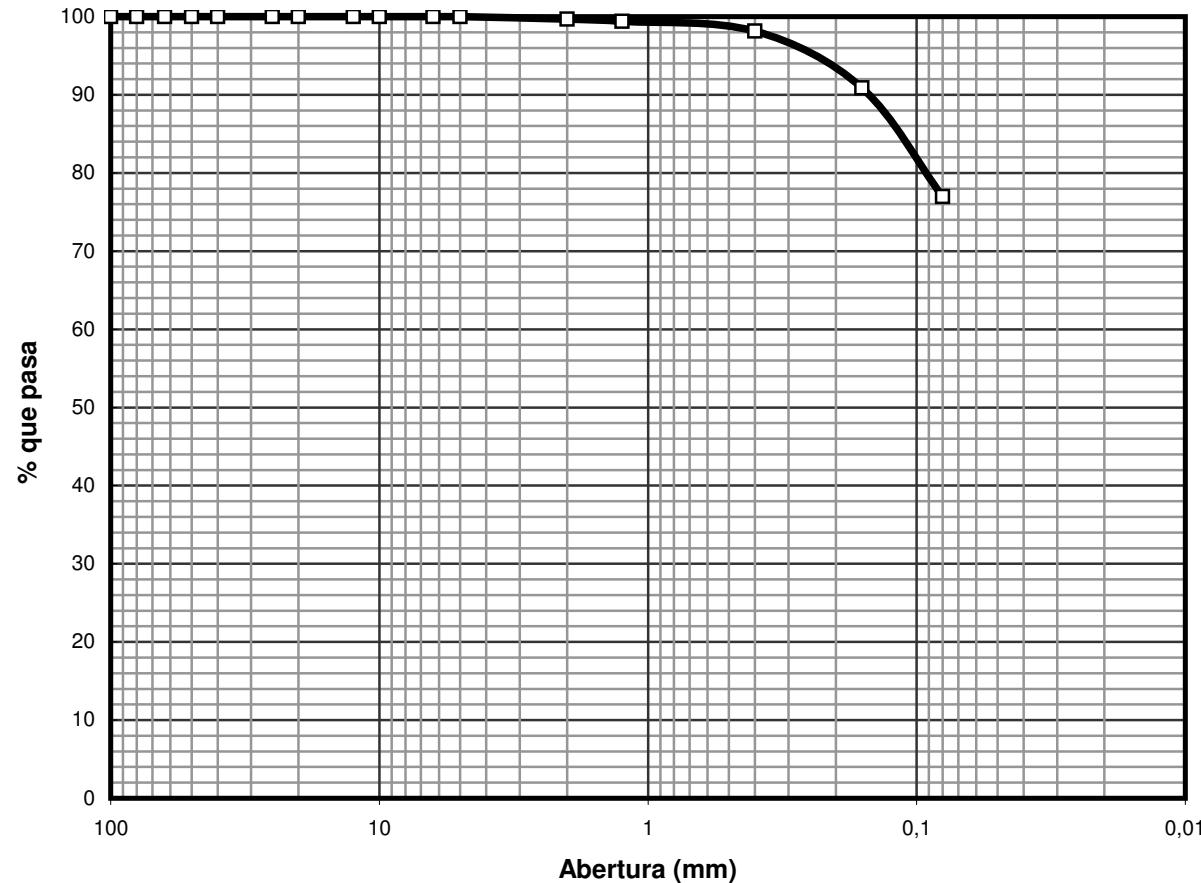
**CLIENTE:** INECO  
**TRABAJO:** A-7 LA MORA-LA POBLA  
**INDICATIVO:** 15194 **LABORANTE:** Elena Buitrago  
**MUESTRA:** S-102-1 MI-1 9,00-9,50 **FECHA:** 13/08/15 **Hoja 1 de 1**

CDIAM-EnsyGRT (20040925)

Humedad higroscópica	
T+S+A (g):	0
T+S (g):	0,00
T (g):	0,00
A (g):	0,00
S (g):	0,00
Humedad (%):	0,00

Tamiz (mm)	Ret. Par. Acum.(g)	Ret. Tot. Acum.(g)	Pasa total (g)	Pasa total (%)	Observaciones
100			64,50	100,00	
80			64,50	100,00	
63			64,50	100,00	
50			64,50	100,00	
40			64,50	100,00	
25			64,50	100,00	
20			64,50	100,00	
12,5	0,00	64,50	100,00		
10	0,00	64,50	100,00		
6,3	0,00	64,50	100,00		
5	0,00	64,50	100,00		
2	0,22	0,22	64,28	99,66	
1,25	0,18	0,40	64,10	99,38	
0,4	0,97	1,19	63,31	98,16	
0,16	5,67	5,89	58,61	90,87	
0,08	14,63	14,85	49,65	76,98	

### Representación gráfica



Observaciones:

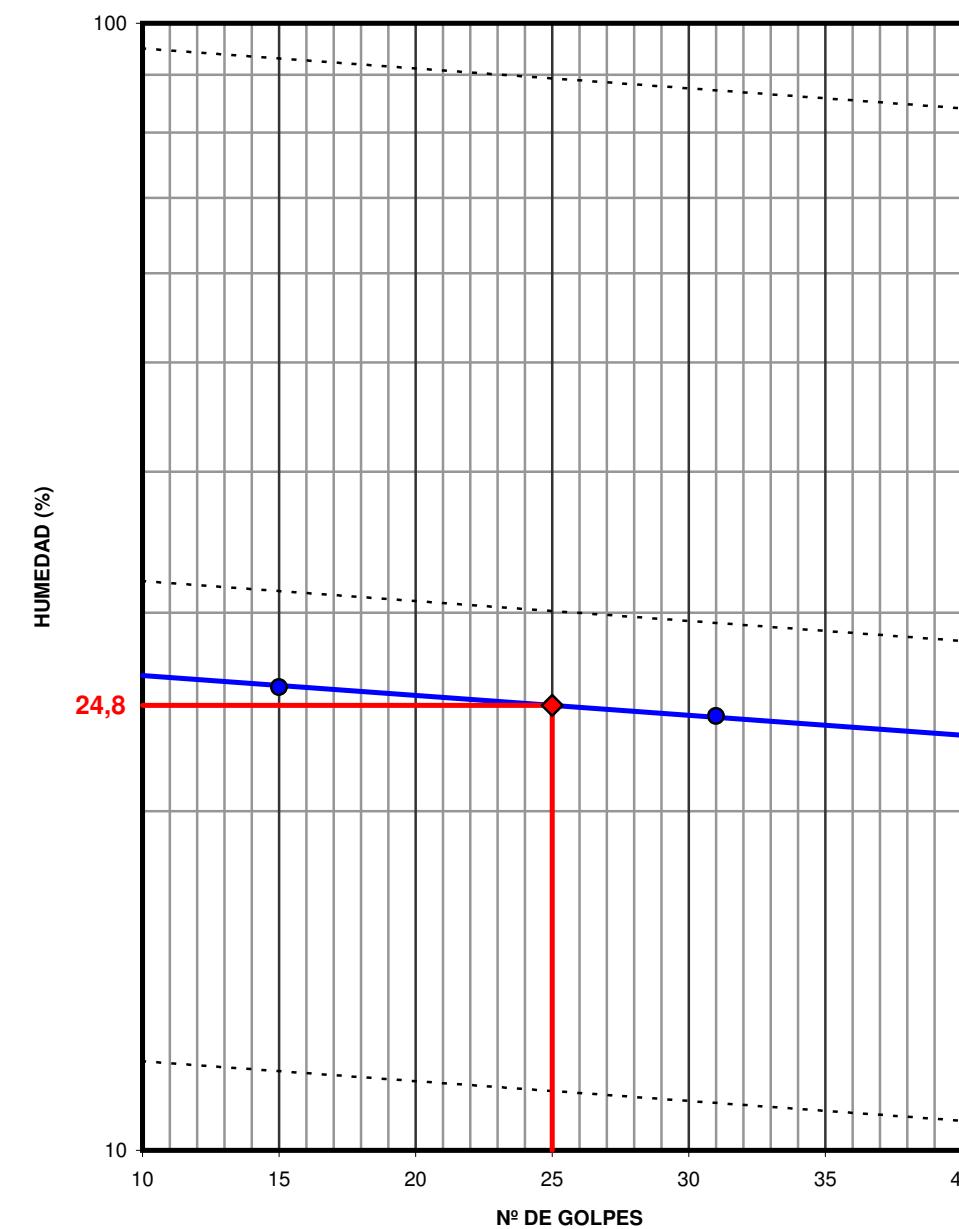
## ENSAYO LÍMITES DE ATTERBERG (L. Líquido UNE 103.103 L. Plástico UNE 103.104)

**CLIENTE:** INECO  
**TRABAJO:** A-7 LA MORA-LA POBLA  
**INDICATIVO:** 15194 **LABORANTE:** Elena Buitrago  
**MUESTRA:** S-102-1 MI-1 9,00-9,50 **FECHA:** 13/08/15 **Hoja 1 de 1**

CDIAM-EnsyLA (20040625)

L. Líquido	Ens. 1	Ens. 2	L. Plástico	Ens. 1	Ens. 2	Media	Resultados
Nº de golpes:	31	15	T+S+A (g):	26,80	26,33		LL: <b>24,8</b>
T+S (g):	27,00	25,07	T+S (g):	25,29	24,66		LP: <b>16,6</b>
T (g):	23,51	21,18	T (g):	16,20	14,59		IP: <b>8,2</b>
A (g):	9,14	6,08	A (g):	1,51	1,67		
S (g):	3,49	3,89	S (g):	9,09	10,07		
Humedad (%):	14,37	15,10	Humedad (%):	16,61	16,58	<b>16,60</b>	
	24,29	25,76					

### Representación gráfica



Observaciones:



## CORTE DIRECTO DE SUELOS (Norma UNE 103401)

CLIENTE: INECO  
TRABAJO: A-7 LA MORA-LA POBLA  
INDICATIVO: 15194 LABORANTE: Elena Buitrago  
MUESTRA: S-102-1 MI-1 9,00-9,50 FECHA: 14/08/15 Hoja 1

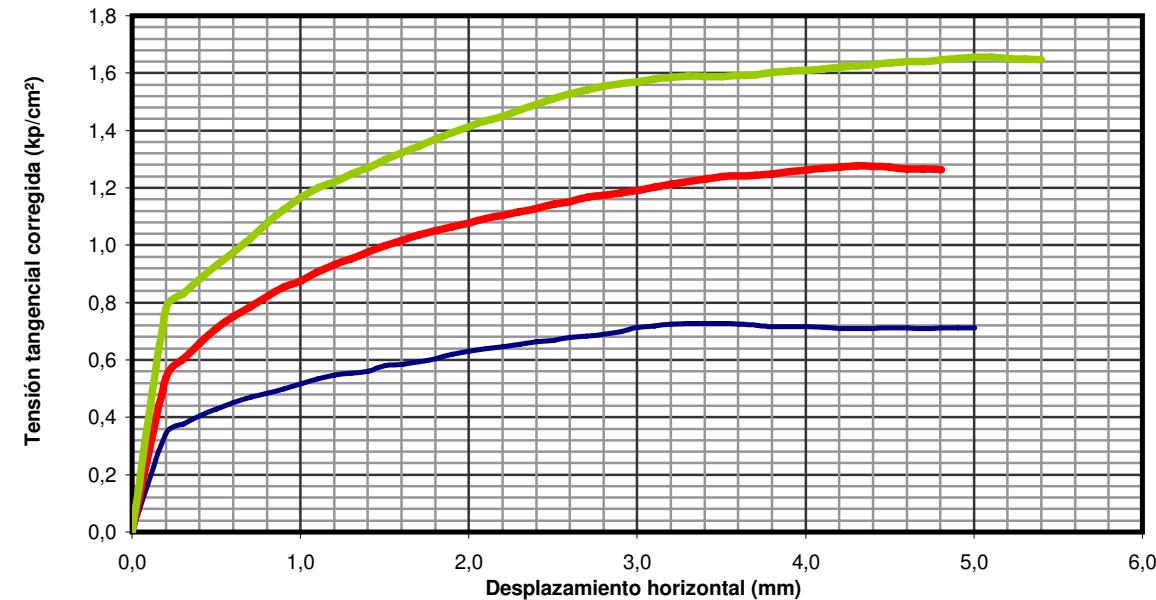
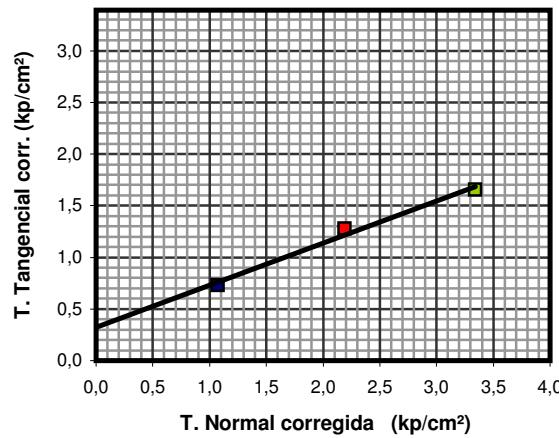
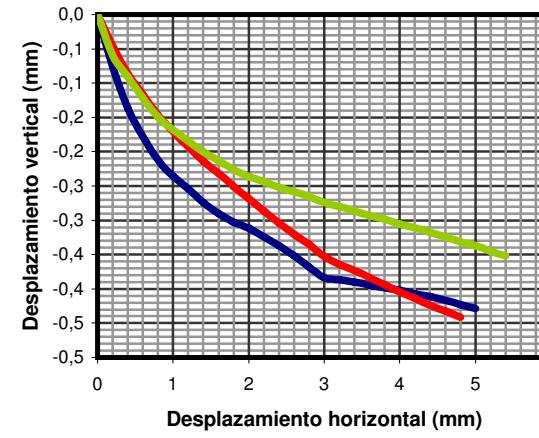
CDIAM-EnsyCRT (20050107)

**Tipo de ensayo**

Consolidado con drenaje (CD) sobre muestra Inalterada  
velocidad de ensayo: 0,06 mm/min

Datos generales	I	II	III
Tensión normal (kp/cm <sup>2</sup> ):	1,00	2,00	3,00
Consolidación (mm):	1,29	1,79	2,55
Diámetro (cm):	6,35	6,35	6,35
Altura (cm):	2,10	2,10	2,10
Humedad inicial (%):	18,07	18,95	19,94
Humedad final (%):	23,41	20,51	21,20
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> ):	1,705	1,687	1,700

Interpretación	Efectivas
Cohesión (kp/cm <sup>2</sup> ):	0,32
Fricción (°):	22,21
Pendiente:	0,41
Datos rotura	I II III
Tensión tangencial corregida (kp/cm <sup>2</sup> ):	0,73 1,28 1,66
Tensión normal corregida (kp/cm <sup>2</sup> ):	1,07 2,19 3,34
Desplazamiento horizontal (mm):	3,40 4,30 5,10

**Gráfico tensión-desplazamiento****Gráfico de tensiones****Gráfico de desplazamientos**

Observaciones probeta I:

Observaciones probeta II:

Observaciones probeta III:



## CORTE DIRECTO DE SUELOS (Norma UNE 103401)

CLIENTE: INECO  
TRABAJO: A-7 LA MORA-LA POBLA  
INDICATIVO: 15194 LABORANTE: Elena Buitrago  
MUESTRA: S-102-1 MI-1 9,00-9,50 FECHA: 14/08/15 Hoja 2

CDIAM-EnsyCRT (20050107)

**Captura de datos**

PROBETA I			PROBETA II			PROBETA III		
Desp. V (mm)	Desp. H (mm)	T. Tang. (kp/cm <sup>2</sup> )	Desp. V (mm)	Desp. H (mm)	T. Tang. (kp/cm <sup>2</sup> )	Desp. V (mm)	Desp. H (mm)	T. Tang. (kp/cm <sup>2</sup> )
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
-0,08	0,20	0,34	-0,05	0,20	0,54	-0,06	0,20	0,78
-0,14	0,40	0,41	-0,09	0,40	0,66	-0,09	0,40	0,88
-0,18	0,60	0,45	-0,12	0,60	0,75	-0,12	0,60	0,97
-0,21	0,80	0,48	-0,15	0,80	0,82	-0,15	0,80	1,08
-0,24	1,00	0,52	-0,17	1,00	0,88	-0,17	1,00	1,17
-0,25	1,20	0,55	-0,19	1,20	0,93	-0,18	1,20	1,22
-0,27	1,40	0,56	-0,21	1,40	0,98	-0,20	1,40	1,27
-0,29	1,61	0,58	-0,23	1,60	1,02	-0,21	1,60	1,32
-0,30	1,80	0,60	-0,25	1,80	1,05	-0,23	1,80	1,37
-0,31	2,00	0,63	-0,27	2,00	1,08	-0,24	2,00	1,41
-0,32	2,20	0,65	-0,29	2,20	1,10	-0,24	2,20	1,45
-0,34	2,40	0,66	-0,30	2,40	1,13	-0,25	2,40	1,49
-0,35	2,60	0,68	-0,32	2,60	1,15	-0,26	2,60	1,53
-0,37	2,80	0,69	-0,34	2,80	1,17	-0,27	2,80	1,55
-0,38	3,00	0,71	-0,35	3,00	1,19	-0,27	3,00	1,57
-0,39	3,20	0,72	-0,36	3,20	1,21	-0,28	3,21	1,58
-0,39	3,40	0,73	-0,37	3,41	1,23	-0,29	3,40	1,59
-0,39	3,60	0,73	-0,38	3,60	1,24	-0,29	3,60	1,59
-0,40	3,80	0,72	-0,39	3,80	1,25	-0,30	3,81	1,60
-0,40	4,00	0,72	-0,40	4,00	1,26	-0,31	4,00	1,61
-0,41	4,20	0,71	-0,41	4,20	1,27	-0,31	4,21	1,62
-0,41	4,40	0,71	-0,42	4,41	1,28	-0,32	4,41	1,63
-0,42	4,60	0,71	-0,43	4,60	1,27	-0,32	4,60	1,64
-0,42	4,80	0,71	-0,44	4,81	1,26	-0,33	4,81	1,65
-0,43	5,00	0,71				-0,34	5,00	1,65



**DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE SULFATOS**  
( Norma UNE-103.201)

**CLIENTE:** INECO  
**TRABAJO:** A-7 LA MORA- LA POBLA  
**INDICATIVO:** 15194  
**FECHA:** 14/08/15

**Resultados de los ensayos**

MUESTRA	SO <sub>4</sub> (%)
S-102-1 MI-1 9.00-9.50	0,1365



**ACIDEZ DE BAUMMAN- GULLY**  
**SEGÚN UNE 83962**

**CLIENTE:** INECO  
**TRABAJO:** A-7 LA MORA- LA POBLA  
**INDICATIVO:** 15194  
**FECHA:** 14/08/15

**Resultados de los ensayos**

MUESTRA	Acidez Baumman-Gully (ml/kg)
S-102-1 MI-1 9.00-9.50	0

PETICIONARIO: U.T.E. GEOTECNIA CENTRO ESTE  
OBRA: LA MORA-LA POBLA

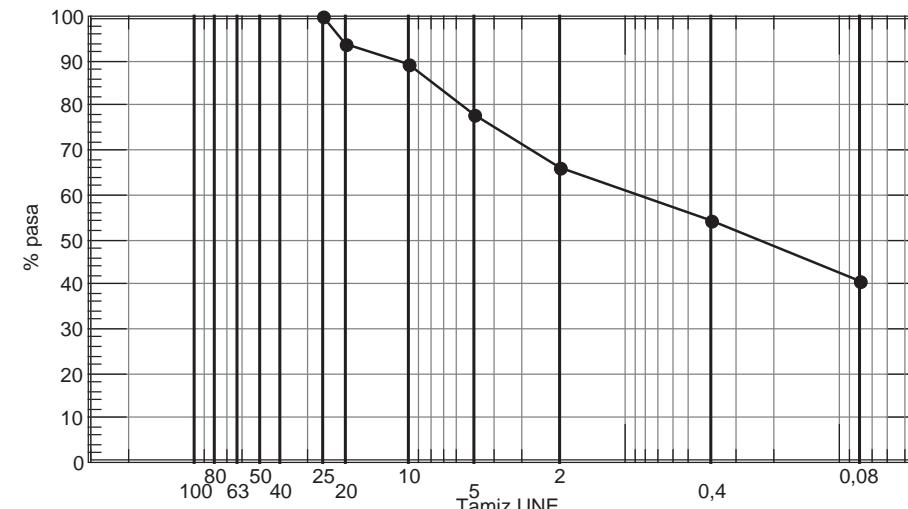
MUESTRA: S-102,1 De 01,50 a 02,10 m.

Nº OBRA: 15AG0804  
Nº REF.: 15AG05460

FECHA DE TOMA:

## ENSAYO DE SUELOS

### Análisis granulométrico (UNE 103101)



Tamiz UNE	Pasa
100	100
80	94
63	89
50	78
40	66
25	54
20	40,9
10	
5	
2	
0,4	
0,08	

### Límites de Atterberg (UNE 103103, 103104)

- Límite líquido: ..... 34,2
- Límite plástico: ..... 17,4
- Índice de plasticidad: ..... 16,8

### Ensayos químicos

- Sulfatos (UNE 103201) ( $\text{SO}_3\%$ ): ..... < 0,10
- Acidez Baumann-Gully (ml/kg): ..... < 0,00

PETICIONARIO: U.T.E. GEOTECNIA CENTRO ESTE  
OBRA: LA MORA-LA POBLA

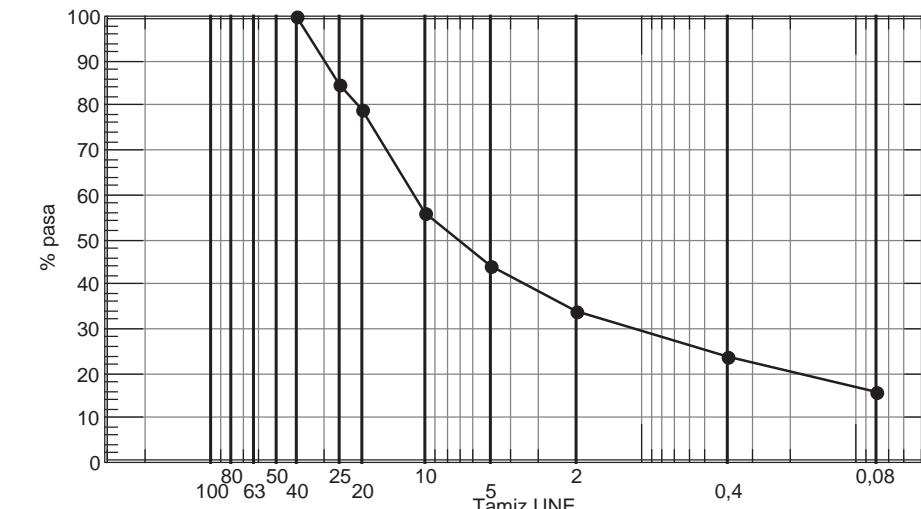
MUESTRA: S-102,1 De 04,50 a 05,10 m.

Nº OBRA: 15AG0804  
Nº REF.: 15AG05461

FECHA DE TOMA:

## ENSAYO DE SUELOS

### Análisis granulométrico (UNE 103101)



Tamiz UNE	Pasa
100	100
80	85
63	79
50	66
40	56
25	44
20	34
10	24
5	15,8
2	
0,4	
0,08	

### Límites de Atterberg (UNE 103103, 103104)

- Límite líquido: ..... 33,6
- Límite plástico: ..... 16,6
- Índice de plasticidad: ..... 17,0

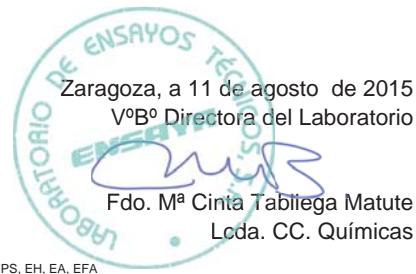
- Observaciones:

El Jefe del Área  
Fdo. José Joaquín Lerín Ascaso  
Lcdo. Geología



Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada  
ENSAYA está inscrita en el registro general del CTE con el nº ARA - L - 005 para los grupos de ensayo GT, VS, PS, EH, EA, EFA.  
Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción parcial sin consentimiento escrito de ENSAYA

- Observaciones:  
El Jefe del Área  
Fdo. José Joaquín Lerín Ascaso  
Lcdo. Geología



Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada  
ENSAYA está inscrita en el registro general del CTE con el nº ARA - L - 005 para los grupos de ensayo GT, VS, PS, EH, EA, EFA.  
Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción parcial sin consentimiento escrito de ENSAYA

PETICIONARIO: U.T.E. GEOTECNIA CENTRO ESTE  
OBRA: LA MORA-LA POBLA

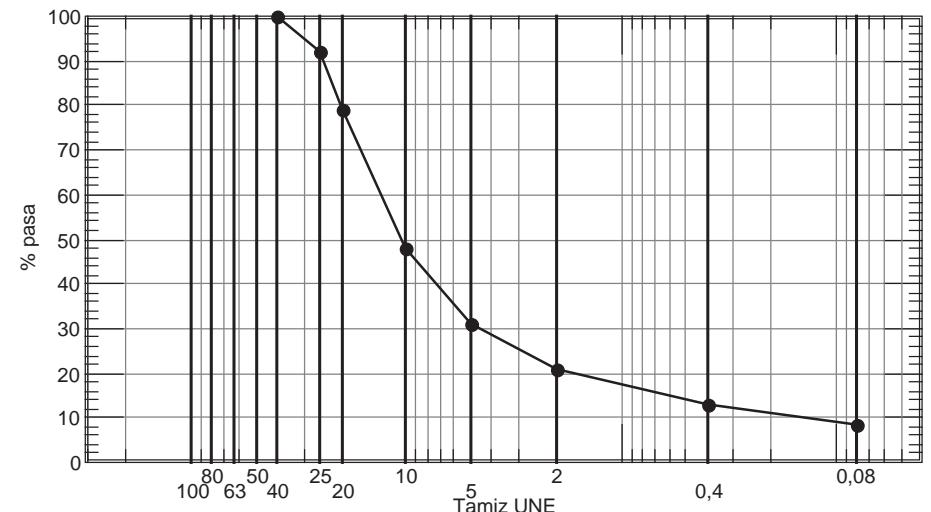
MUESTRA: S-102,1 De 14,40 a 15,00 m.

Nº OBRA: 15AG0804  
Nº REF.: 15AG05462

FECHA DE TOMA:

## ENSAYO DE SUELOS

### Análisis granulométrico (UNE 103101)



Tamiz UNE	Pasa
100	
80	
63	
50	
40	100
25	92
20	79
10	48
5	31
2	21
0,400	13
0,080	8,3

### Límites de Atterberg (UNE 103103, 103104)

- Límite líquido: ..... 21,2
- Límite plástico: ..... 13,4
- Índice de plasticidad: ..... 7,8

- Observaciones:

El Jefe del Área  
Fdo. José Joaquín Lerín Ascaso  
Ledo. Geología

Zaragoza, a 11 de agosto de 2015  
VºBº Directora del Laboratorio  
**ENSAYA**  
Fdo. Mº Cinta Tabliega Matute  
Leda. CC. Químicas

PETICIONARIO: U.T.E. GEOTECNIA CENTRO ESTE  
OBRA: LA MORA-LA POBLA

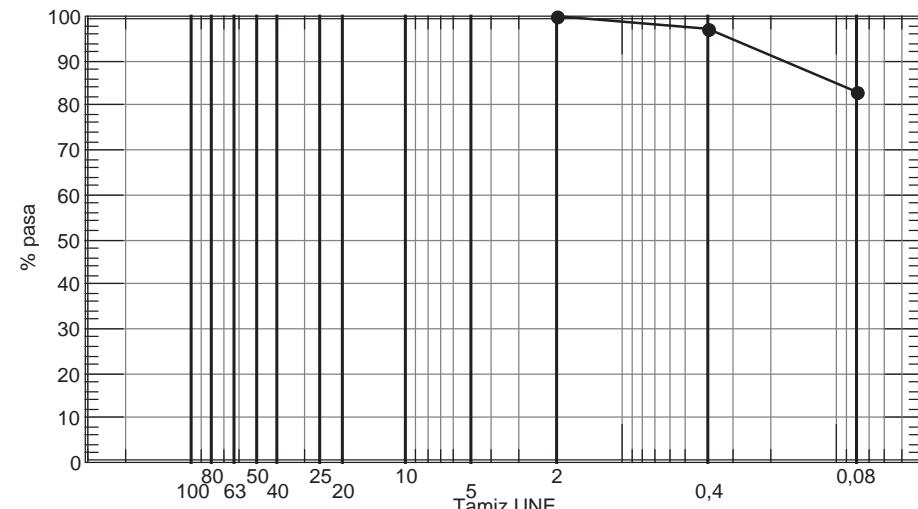
MUESTRA: SV-E1 De 04,50 a 05,10 m.

Nº OBRA: 15AG0804  
Nº REF.: 15AG05470

FECHA DE TOMA:

## ENSAYO DE SUELOS

### Análisis granulométrico (UNE 103101)



Tamiz UNE	Pasa
100	
80	
63	
50	
40	
25	
20	
10	
5	
2	
0,400	100
0,080	97
	82,9

### Límites de Atterberg (UNE 103103, 103104)

- Límite líquido: ..... 34,7
- Límite plástico: ..... 16,9
- Índice de plasticidad: ..... 17,8

### Ensayos químicos

- Sulfatos (UNE 103201) ( $\text{SO}_3$  %): ..... < 0,10
- Acidez Baumann-Gully (ml/kg): ..... < 0,00

PETICIONARIO: U.T.E. GEOTECNIA CENTRO ESTE  
OBRA: LA MORA-LA POBLA

MUESTRA: SV-E1 De 04,50 a 05,10 m.

Nº OBRA: 15AG0804  
Nº REF.: 15AG05421

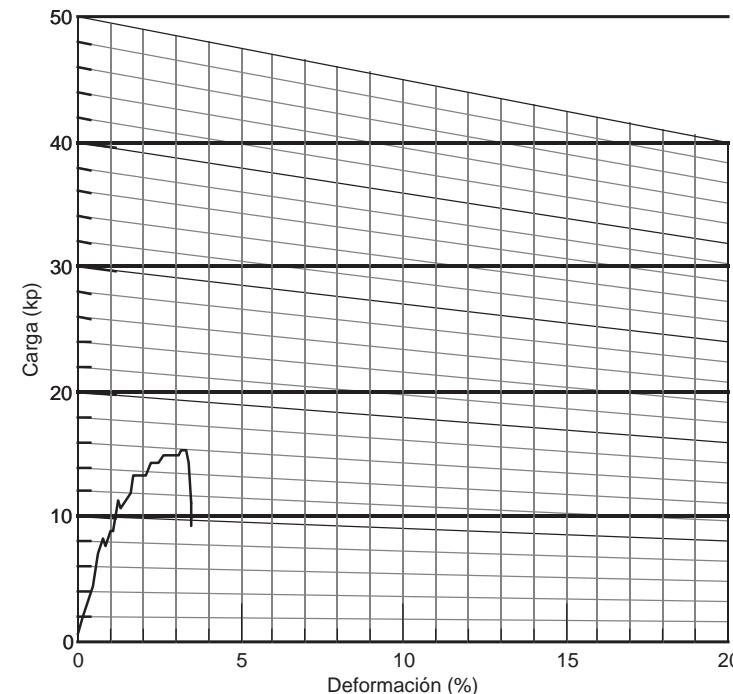
FECHA DE TOMA:

## ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE

### Datos Generales

- Norma de ensayo: ..... UNE 103400
- Diámetro de la muestra (cm): ..... 5,8
- Altura de la muestra (cm): ..... 13,3
- Peso de la muestra (g): ..... 706
- Humedad (%): ..... 19,2
- Densidad seca ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ): ..... 1,66
- Res. a comp. simple ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ): ..... 0,6
- Deformación (%): ..... 3,2

### Gráfica carga - deformación



- Observaciones: Alternancia de arcillas y limos. Rompe por un contacto. / Soiltest limos = 1.0 Kg/cm<sup>2</sup> / Soiltest arcillas = 1.5 Kg/cm<sup>2</sup>

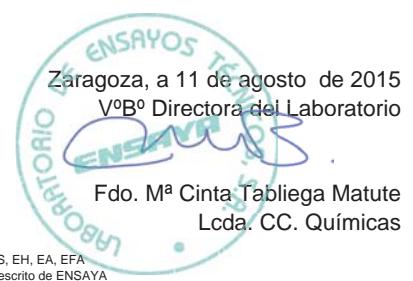
El Jefe del Área

Fdo. José Joaquín Lerín Ascaso  
Lcdo. Geología

Zaragoza, a 11 de agosto de 2015  
VºBº Directora del Laboratorio

Fdo. Mª Cinta Tabliega Matute  
Lcda. CC. Químicas

El Jefe del Área  
Fdo. José Joaquín Lerín Ascaso  
Lcdo. Geología



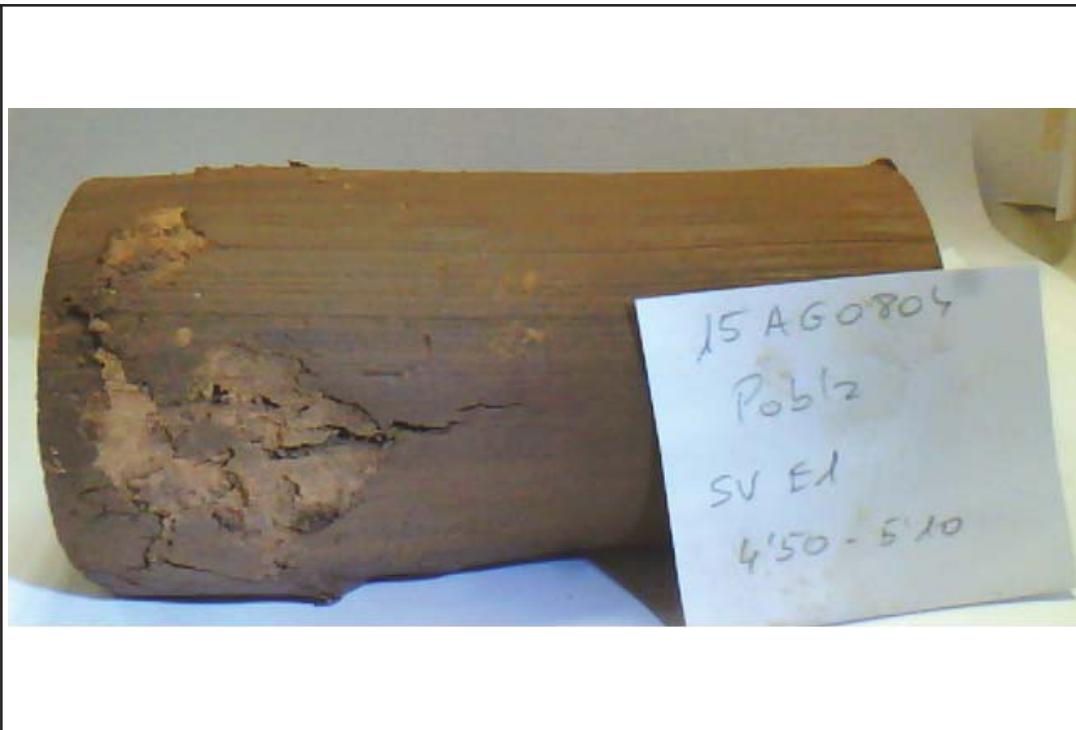
PETICIONARIO: U.T.E. GEOTECNIA CENTRO ESTE  
OBRA: LA MORA-LA POBLA

MUESTRA: SV-E1 De 04,50 a 05,10 m.

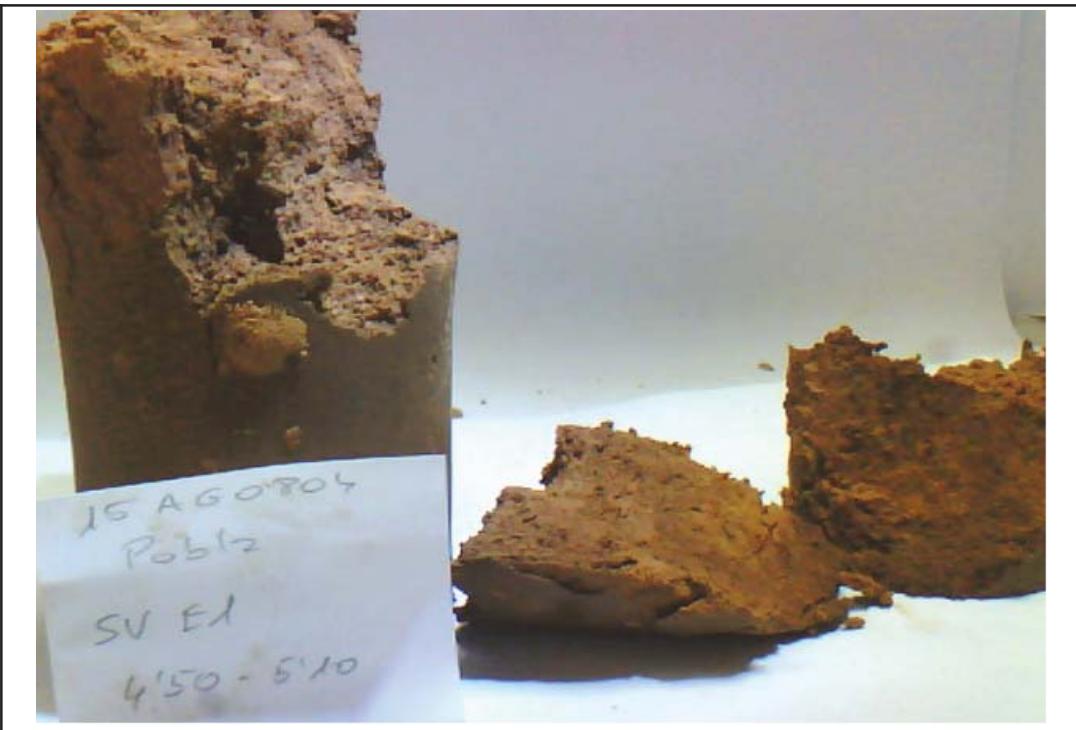
Nº OBRA: 15AG0804  
Nº REF.: 15AG05421

FECHA DE TOMA:

### ANEXO GRÁFICO



Probeta tras ensayo de compresión simple



Detalle del plano de rotura

PETICIONARIO: U.T.E. GEOTECNIA CENTRO ESTE  
OBRA: LA MORA-LA POBLA

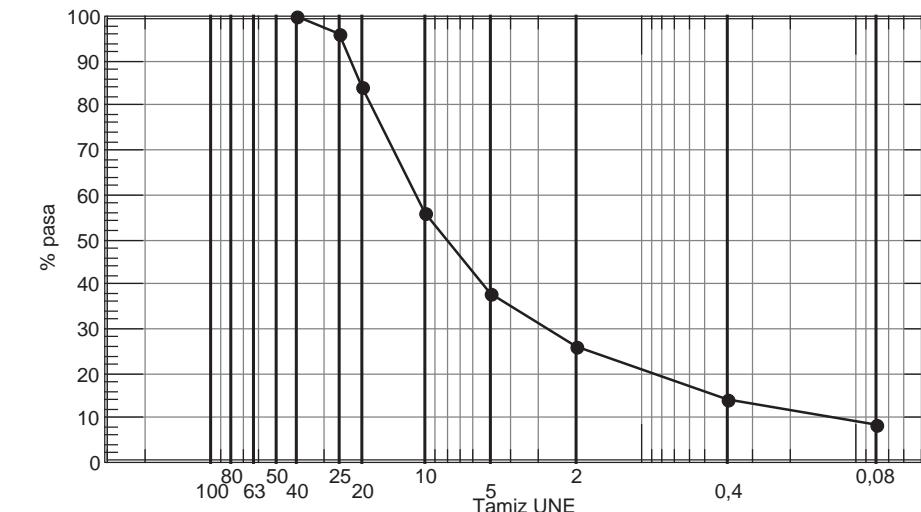
MUESTRA: SV-E1 De 06,00 a 06,60 m.

Nº OBRA: 15AG0804  
Nº REF.: 15AG05471

FECHA DE TOMA:

### ENSAYO DE SUELOS

#### Análisis granulométrico (UNE 103101)



Tamiz UNE	Pasa
100	100
80	96
63	84
50	56
40	38
25	26
20	14
10	8,3
5	
2	
0,400	
0,080	

#### Límites de Atterberg (UNE 103103, 103104)

- Límite líquido: ..... 21,4
- Límite plástico: ..... 12,7
- Índice de plasticidad: ..... 8,7

- Observaciones:

El Jefe del Área

Fdo. José Joaquín Lerín Ascaso  
Lcdo. Geología

Zaragoza, a 11 de agosto de 2015  
VºBº Directora del Laboratorio  
**ENSAYA**  
Fdo. Mª Cinta Tabliega Matute  
Lcda. CC. Químicas

PETICIONARIO: U.T.E. GEOTECNIA CENTRO ESTE  
OBRA: LA MORA-LA POBLA

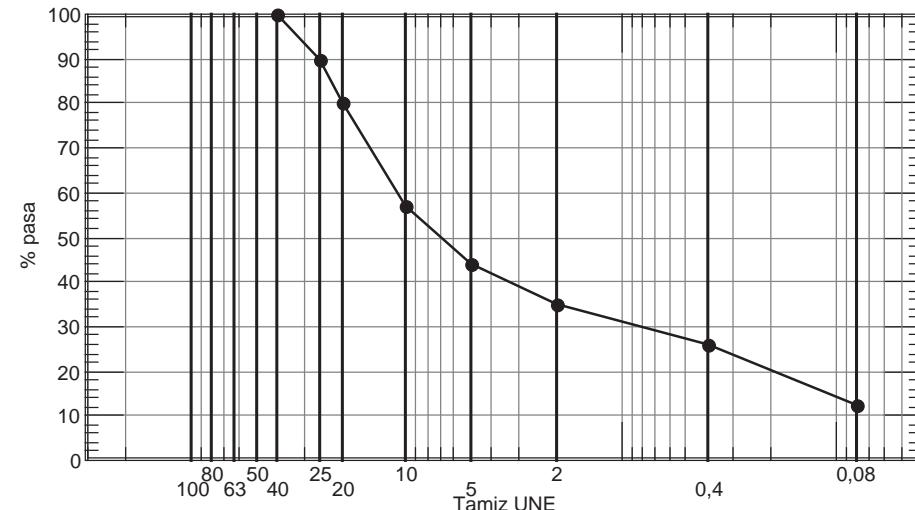
MUESTRA: SV-E1 De 12,50 a 13,10 m.

Nº OBRA: 15AG0804  
Nº REF.: 15AG05472

FECHA DE TOMA:

### ENSAYO DE SUELOS

#### Análisis granulométrico (UNE 103101)



Tamiz UNE	Pasa
100	100
80	90
63	80
50	60
40	55
25	45
20	35
10	30
5	25
2	20
0,4	15
0,08	10

#### Límites de Atterberg (UNE 103103, 103104)

- Límite líquido:.....
- Límite plástico:..... No plástico
- Índice de plasticidad:.....

- Observaciones:

El Jefe del Área  
Fdo. José Joaquín Lerín Ascaso  
Lcdo. Geología



Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada  
ENSAYA está inscrita en el registro general del CTE con el nº ARA - L - 005 para los grupos de ensayo GT, VS, PS, EH, EA, EFA.  
Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción parcial sin consentimiento escrito de ENSAYA

PETICIONARIO: U.T.E. GEOTECNIA CENTRO ESTE  
OBRA: LA MORA-LA POBLA

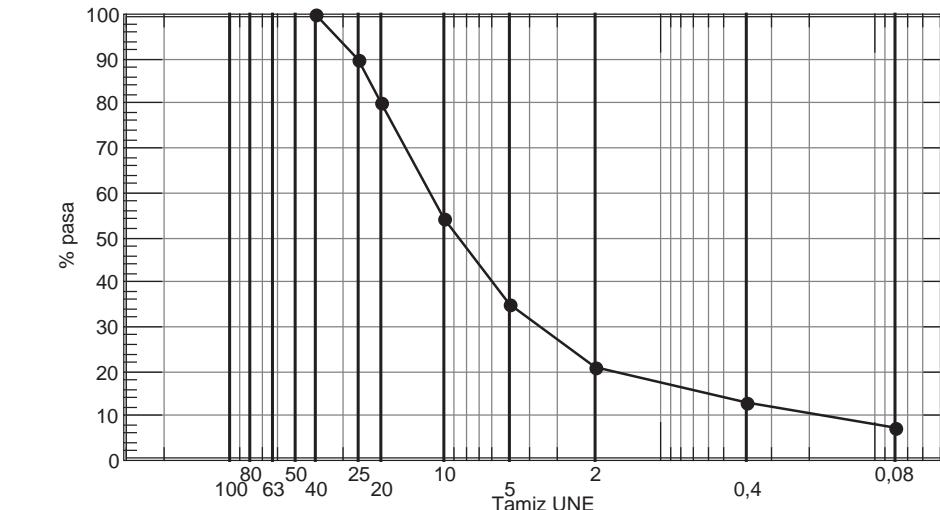
MUESTRA: SV-E1 De 18,50 a 19,10 m.

Nº OBRA: 15AG0804  
Nº REF.: 15AG05473

FECHA DE TOMA:

### ENSAYO DE SUELOS

#### Análisis granulométrico (UNE 103101)



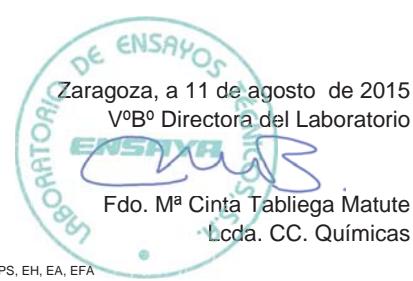
Tamiz UNE	Pasa
100	100
80	90
63	80
50	60
40	55
25	45
20	35
10	30
5	25
2	20
0,4	15
0,08	10

#### Límites de Atterberg (UNE 103103, 103104)

- Límite líquido:.....
- Límite plástico:..... No plástico
- Índice de plasticidad:.....

- Observaciones:

El Jefe del Área  
Fdo. José Joaquín Lerín Ascaso  
Lcdo. Geología



Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada  
ENSAYA está inscrita en el registro general del CTE con el nº ARA - L - 005 para los grupos de ensayo GT, VS, PS, EH, EA, EFA.  
Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción parcial sin consentimiento escrito de ENSAYA

PETICIONARIO: U.T.E. GEOTECNIA CENTRO ESTE  
OBRA: LA MORA-LA POBLA

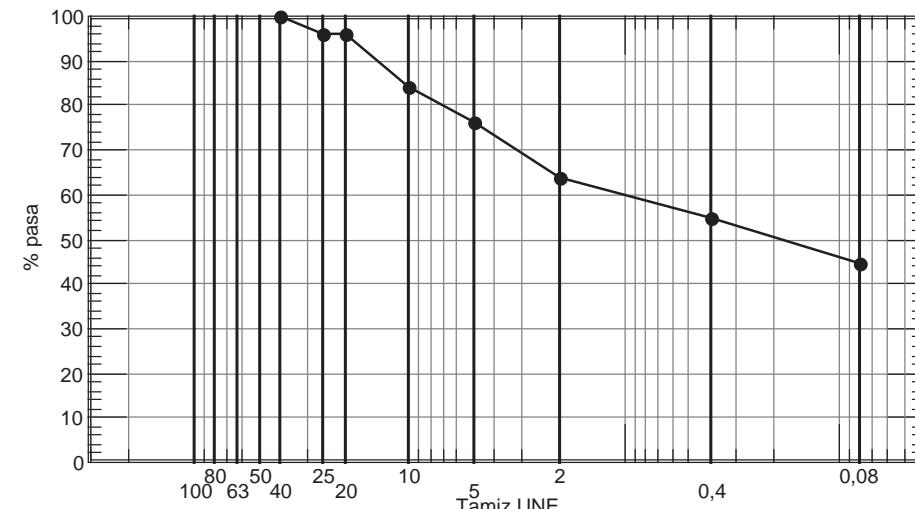
MUESTRA: SV-E1 De 24,70 a 25,10 m.

Nº OBRA: 15AG0804  
Nº REF.: 15AG05474

FECHA DE TOMA:

### ENSAYO DE SUELOS

#### Análisis granulométrico (UNE 103101)



Tamiz UNE	Pasa
100	
80	
63	
50	
40	100
25	96
20	96
10	84
5	76
2	64
0,400	55
0,080	44,9

#### Límites de Atterberg (UNE 103103, 103104)

- Límite líquido:.....
- Límite plástico:..... No plástico
- Índice de plasticidad:.....

- Observaciones:

El Jefe del Área  
Fdo. José Joaquín Lerín Ascaso  
Lcdo. Geología



Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada  
ENSAYA está inscrita en el registro general del CTE con el nº ARA - L - 005 para los grupos de ensayo GT, VS, PS, EH, EA, EFA.  
Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción parcial sin consentimiento escrito de ENSAYA

PETICIONARIO: U.T.E. GEOTECNIA CENTRO ESTE  
OBRA: LA MORA-LA POBLA

MUESTRA: SU-E1

Nº OBRA: 15AG0804  
Nº REF.: 15AH05482

FECHA DE TOMA: 31/07/2015

### AGRESIVIDAD DE AGUA PARA HORMIGONES

#### Resultados

- Exponente hidrógeno pH UNE 83952:..... 7,10 a 20,6 °C
- CO<sub>2</sub> Agresivo (mCO<sub>2</sub>/l) UNE EN 13577..... < 5,0
- Ión Amonio (mgNH<sub>4</sub><sup>+</sup>/l) UNE 83954..... < 0,1
- Ión Magnesio (mgMg<sup>2+</sup>/l) UNE 83955..... < 10,0
- Ión Sulfato (mgSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>/l) UNE 83956..... 259,9
- Residuo seco (mg/l) UNE 83957..... 1480
- Ataque tabla 8.2.3 b de EHE 08..... DÉBIL

- Observaciones:

El Jefe del Área  
Fdo. Gustavo Royo Lantarón  
Lcdo. CC. Geológicas



Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada  
ENSAYA está inscrita en el registro general del CTE con el nº ARA - L - 005 para los grupos de ensayo GT, VS, PS, EH, EA, EFA.  
Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción parcial sin consentimiento escrito de ENSAYA



# Hoja resumen de Ensayos de Laboratorio de Suelos

CLIENTE: INECO  
TRABAJO: A-7 LA MORA- LA POBLA

CLAVE: 15194  
FECHA: 25/08/2015

laboratorio:  
supervisor:

---

---

**CLASIFICACIÓN DE SUELOS**

---



**CLIENTE:** INECO  
**TRABAJO:** A-7 LA MORA-LA POBLA  
**INDICATIVO:** 15194  
**FECHA:** 24/08/2015

---

**Resultados de los ensayos**

---

MUESTRA	U.S.C.S.	H.R.B.
SV-E2 MI-2 6.00-6.60	CL	A-4



## GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO (UNE 103.101)

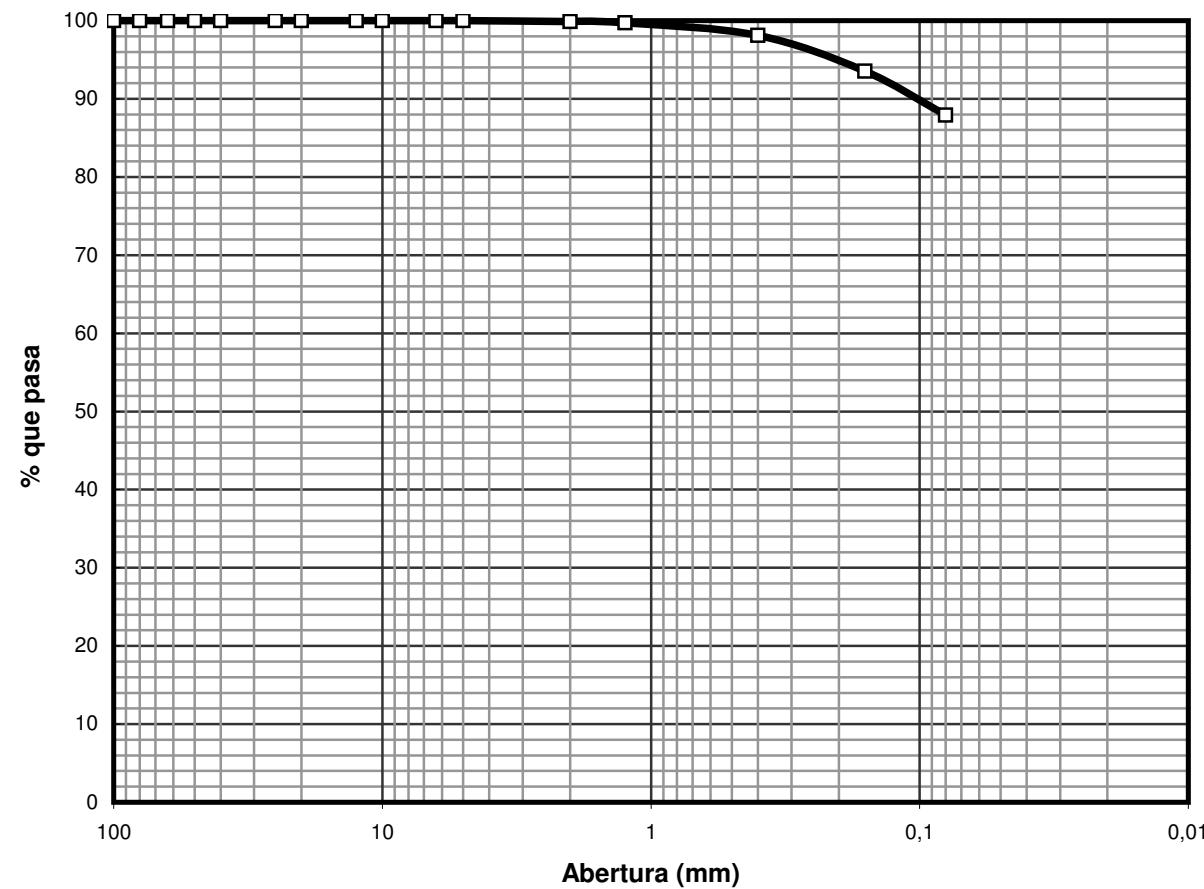
**CLIENTE:** INECO  
**TRABAJO:** A-7 LA MORA-LA POBLA  
**INDICATIVO:** 15194 **LABORANTE:** Elena Buitrago

**MUESTRA:** SV-E2 MI-2 6,00-6,60 **FECHA:** 13/08/15 **Hoja 1 de 1**

Humedad higroscópica	
T+S+A (g):	0
T+S (g):	0,00
T (g):	0,00
A (g):	0,00
S (g):	0,00
Humedad (%):	0,00

Tamiz (mm)	Ret. Par. Acum.(g)	Ret. Tot. Acum.(g)	Pasa total (g)	Pasa total (%)	Observaciones
100			105,10	100,00	
80			105,10	100,00	
63			105,10	100,00	
50			105,10	100,00	
40			105,10	100,00	
25			105,10	100,00	
20			105,10	100,00	
12,5	0,00	105,10	100,00		
10	0,00	105,10	100,00		
6,3	0,00	105,10	100,00		
5	0,00	105,10	100,00		
2	0,13	0,13	104,97	99,88	
1,25	0,15	0,28	104,82	99,73	
0,4	1,87	2,00	103,10	98,10	
0,16	6,67	6,80	98,30	93,53	
0,08	12,59	12,72	92,38	87,90	

### Representación gráfica



Observaciones:



## CORTE DIRECTO DE SUELOS (Norma UNE 103401)

**CLIENTE:** INECO  
**TRABAJO:** A-7 LA MORA-LA POBLA  
**INDICATIVO:** 15194 **LABORANTE:** Elena Buitrago

**MUESTRA:** SV-E2 MI-2 6,00-6,60 **FECHA:** 13/08/15 **Hoja 1**

### Tipo de ensayo

Consolidado con drenaje (CD) sobre muestra Inalterada  
velocidad de ensayo: 0,06 mm/min

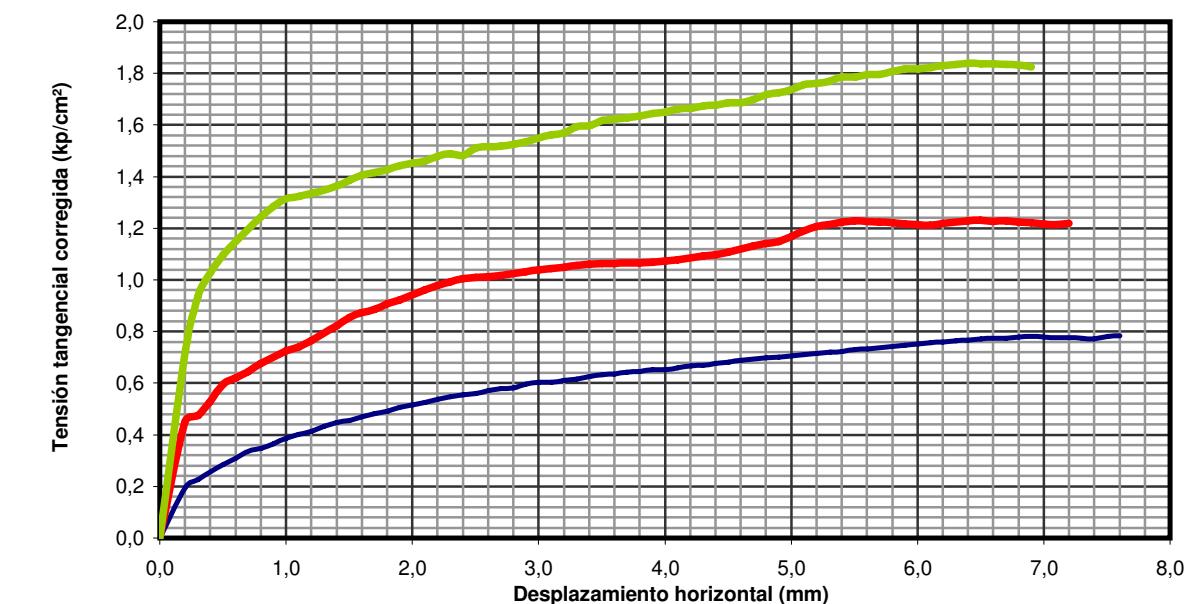
### Datos generales

	I	II	III
Tensión normal (kp/cm²):	1,00	2,00	3,00
Consolidación (mm):	1,03	1,52	1,84
Diámetro (cm):	5,00	5,00	5,00
Altura (cm):	1,90	1,90	1,90
Humedad inicial (%):	15,77	14,63	15,58
Humedad final (%):	20,92	19,60	16,53
Densidad seca (g/cm³):	1,631	1,644	1,650

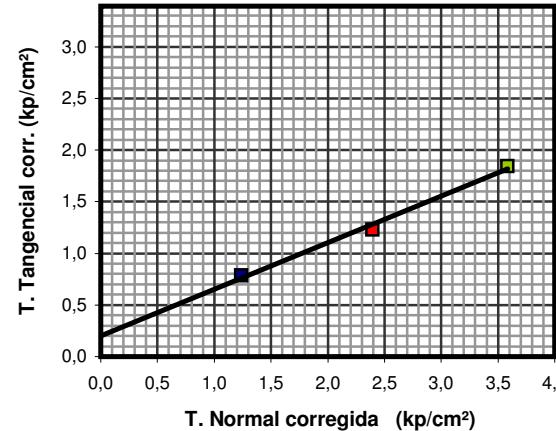
### Interpretación Efectivas

Cohesión (kp/cm²):	0,20		
Fricción (°):	24,29		
Pendiente:	0,45		
Datos rotura	I	II	III
Tensión tangencial corregida (kp/cm²):	0,78	1,23	1,84
Tensión normal corregida (kp/cm²):	1,24	2,40	3,58
Desplazamiento horizontal (mm):	7,60	6,50	6,40

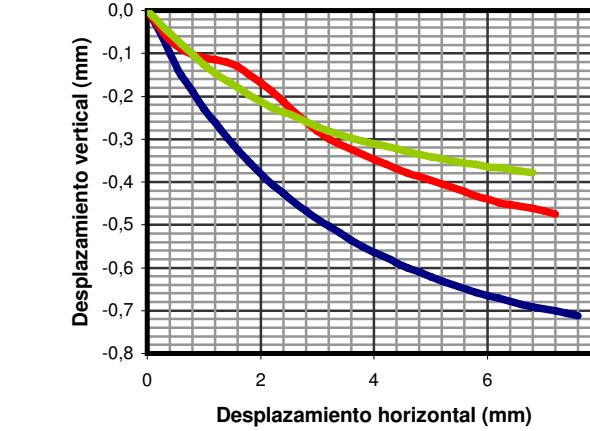
### Gráfico tensión-desplazamiento



### Gráfico de tensiones



### Gráfico de desplazamientos



Observaciones probeta I:

Observaciones probeta II:

Observaciones probeta III:



**CORTE DIRECTO DE SUELOS**  
(Norma UNE 103401)

CLIENTE: INECO

TRABAJO: A-7 LA MORA-LA POBLA

INDICATIVO: 15194 LABORANTE: Elena Buitrago

CDIAM-EnsyCRT (20050107)

MUESTRA: SV-E2 MI-2 6,00-6,60 FECHA: 13/08/15 Hoja 2

**Captura de datos**

PROBETA I		
Desp. V (mm)	Desp. H (mm)	T. Tang. (kp/cm <sup>2</sup> )
0,00	0,00	0,00
-0,05	0,21	0,20
-0,10	0,40	0,26
-0,15	0,60	0,31
-0,19	0,80	0,35
-0,23	1,00	0,39
-0,26	1,20	0,41
-0,30	1,40	0,45
-0,33	1,60	0,47
-0,35	1,80	0,49
-0,38	2,00	0,52
-0,41	2,20	0,54
-0,43	2,40	0,55
-0,45	2,60	0,57
-0,47	2,80	0,58
-0,49	3,00	0,60
-0,50	3,20	0,61
-0,52	3,40	0,63
-0,54	3,60	0,63
-0,55	3,80	0,65
-0,56	4,00	0,65
-0,58	4,21	0,67
-0,59	4,40	0,68
-0,60	4,60	0,69
-0,61	4,80	0,70
-0,62	5,01	0,71
-0,63	5,20	0,72
-0,64	5,40	0,72
-0,65	5,60	0,73
-0,66	5,80	0,74
-0,66	6,00	0,75
-0,67	6,20	0,76
-0,68	6,40	0,77
-0,69	6,60	0,77
-0,69	6,80	0,78
-0,70	7,00	0,78
-0,70	7,20	0,78
-0,71	7,40	0,77
-0,71	7,60	0,78

PROBETA II		
Desp. V (mm)	Desp. H (mm)	T. Tang. (kp/cm <sup>2</sup> )
0,00	0,00	0,00
-0,04	0,20	0,45
-0,07	0,40	0,53
-0,09	0,60	0,62
-0,10	0,80	0,68
-0,11	1,00	0,73
-0,11	1,20	0,76
-0,12	1,40	0,82
-0,13	1,60	0,87
-0,15	1,80	0,91
-0,17	2,00	0,94
-0,19	2,20	0,98
-0,21	2,40	1,01
-0,24	2,60	1,01
-0,26	2,80	1,02
-0,28	3,00	1,04
-0,30	3,20	1,05
-0,31	3,40	1,06
-0,32	3,60	1,06
-0,34	3,80	1,06
-0,35	4,00	1,07
-0,36	4,20	1,09
-0,37	4,40	1,10
-0,38	4,60	1,12
-0,39	4,80	1,14
-0,40	5,00	1,17
-0,40	5,20	1,21
-0,41	5,40	1,22
-0,42	5,60	1,23
-0,43	5,80	1,22
-0,44	6,00	1,22
-0,45	6,20	1,22
-0,45	6,40	1,23
-0,46	6,60	1,23
-0,46	6,80	1,22
-0,47	7,00	1,22
-0,47	7,20	1,22

PROBETA III		
Desp. V (mm)	Desp. H (mm)	T. Tang. (kp/cm <sup>2</sup> )
0,00	0,00	0,00
-0,03	0,20	0,73
-0,05	0,40	1,03
-0,08	0,61	1,15
-0,10	0,80	1,25
-0,13	1,00	1,31
-0,15	1,20	1,33
-0,16	1,40	1,36
-0,18	1,60	1,41
-0,20	1,80	1,43
-0,21	2,00	1,45
-0,23	2,20	1,48
-0,24	2,40	1,48
-0,25	2,61	1,52
-0,26	2,80	1,53
-0,27	3,00	1,55
-0,28	3,20	1,57
-0,29	3,41	1,60
-0,30	3,61	1,62
-0,30	3,80	1,64
-0,31	4,00	1,65
-0,32	4,21	1,66
-0,32	4,40	1,68
-0,33	4,60	1,69
-0,34	4,80	1,72
-0,34	5,00	1,74
-0,35	5,20	1,76
-0,35	5,40	1,78
-0,36	5,60	1,80
-0,36	5,80	1,81
-0,36	6,01	1,82
-0,37	6,20	1,83
-0,37	6,40	1,84
-0,38	6,60	1,84
-0,38	6,80	1,83



**ENSAYO LÍMITES DE ATTERBERG**

(L. Líquido UNE 103.103 L. Plástico UNE 103.104)

CLIENTE: INECO

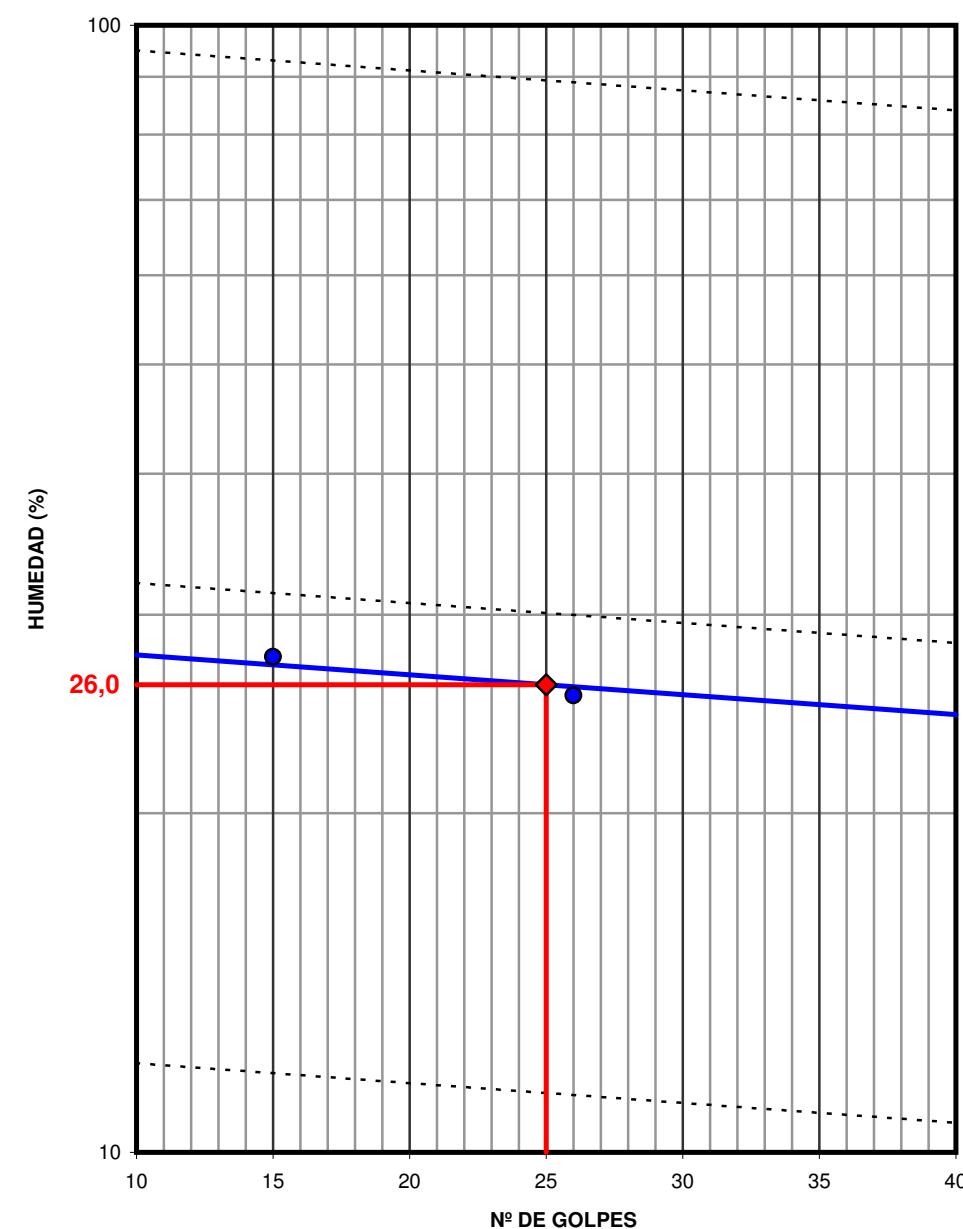
TRABAJO: A-7 LA MORA-LA POBLA

INDICATIVO: 15194 LABORANTE: Elena Buitrago

MUESTRA: SV-E2 MI-2 6,00-6,60 FECHA: 13/08/15 Hoja 1 de 1

L. Líquido	Ens. 1	Ens. 2	L. Plástico	Ens. 1	Ens. 2	Media	Resultados
Nº de golpes:	26	15	T+S+A (g):	27,64	27,68		LL: <b>26,0</b>
T+S+A (g):	24,42	27,41	T+S (g):	25,96	25,78		LP: <b>18,1</b>
T+S (g):	21,32	23,42	T (g):	16,78	15,17		IP: <b>7,9</b>
T (g):	9,13	8,92	A (g):	1,68	1,90		
A (g):	3,10	3,99	S (g):	9,18	10,61		
S (g):	12,19	14,50	Humedad (%):	18,30	17,91	<b>18,10</b>	
Humedad (%):	25,43	27,52					

**Representación gráfica**



Observaciones:

PETICIONARIO: U.T.E. GEOTECNIA CENTRO ESTE  
OBRA: LA MORA-LA POBLA

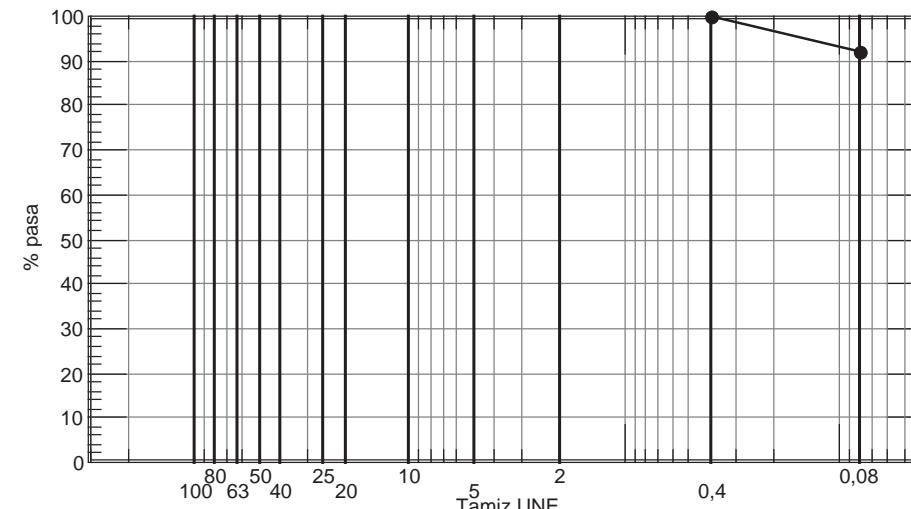
MUESTRA: SV-E2 De 03,00 a 03,60 m.

Nº OBRA: 15AG0804  
Nº REF.: 15AG05476

FECHA DE TOMA:

### ENSAYO DE SUELOS

#### Análisis granulométrico (UNE 103101)



Tamiz UNE	Pasa
100	
80	
63	
50	
40	
25	
20	
10	
5	
2	
0,400	100
0,080	92,1

#### Límites de Atterberg (UNE 103103, 103104)

- Límite líquido: ..... 25,2
- Límite plástico: ..... 20,3
- Índice de plasticidad: .....

#### Densidad (UNE 103301)

- Densidad húmeda (g/cm³): ..... 1,55
- Densidad seca (g/cm³): ..... 1,44

#### Humedad (UNE 103300)

- w (%): ..... 7,4

- Observaciones:

El Jefe del Área

Fdo. José Joaquín Lerín Ascaso  
Lcdo. Geología



Zaragoza, a 11 de agosto de 2015  
VºBº Directora del Laboratorio  
Fdo. Mª Cinta Tabliega Matute  
Lcda. CC. Químicas

PETICIONARIO: U.T.E. GEOTECNIA CENTRO ESTE  
OBRA: LA MORA-LA POBLA

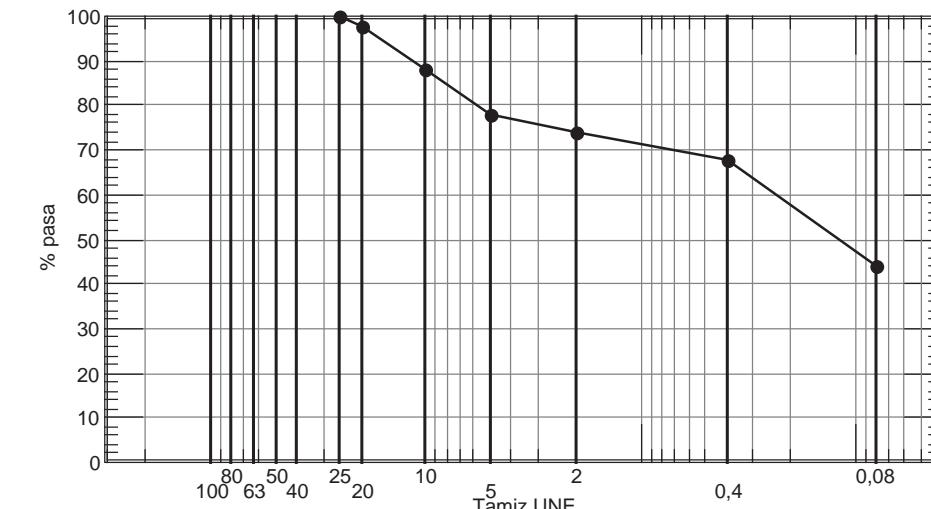
MUESTRA: SV-E2 De 13,00 a 13,60 m.

Nº OBRA: 15AG0804  
Nº REF.: 15AG05477

FECHA DE TOMA:

### ENSAYO DE SUELOS

#### Análisis granulométrico (UNE 103101)



Tamiz UNE	Pasa
100	
80	
63	
50	
40	
25	
20	
10	
5	
2	
0,400	100
0,080	43,8

#### Límites de Atterberg (UNE 103103, 103104)

- Límite líquido: ..... 18,9
- Límite plástico: ..... 17,0
- Índice de plasticidad: ..... 1,9

- Observaciones:

El Jefe del Área

Fdo. José Joaquín Lerín Ascaso  
Lcdo. Geología



Zaragoza, a 11 de agosto de 2015  
VºBº Directora del Laboratorio  
Fdo. Mª Cinta Tabliega Matute  
Lcda. CC. Químicas

PETICIONARIO: U.T.E. GEOTECNIA CENTRO ESTE  
OBRA: LA MORA-LA POBLA

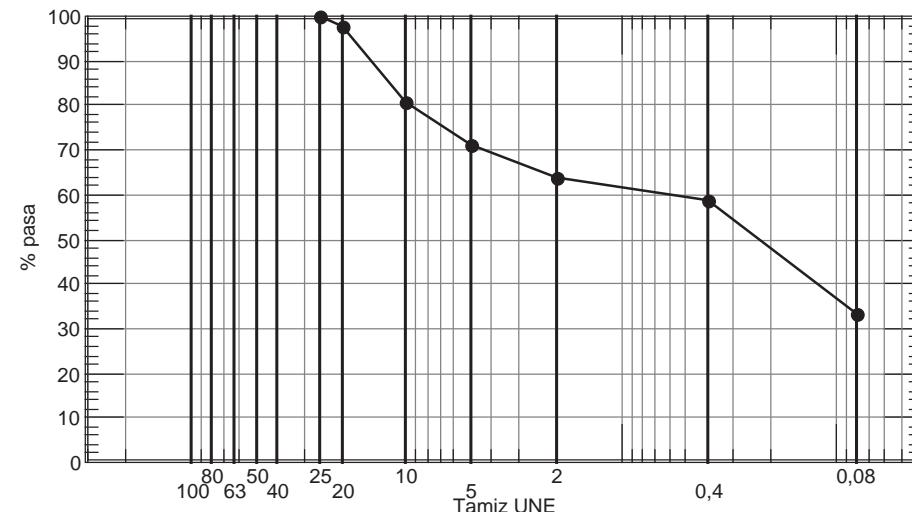
MUESTRA: SV-E2 De 19,50 a 20,10 m.

Nº OBRA: 15AG0804  
Nº REF.: 15AG05478

FECHA DE TOMA:

### ENSAYO DE SUELOS

#### Análisis granulométrico (UNE 103101)



#### Límites de Atterberg (UNE 103103, 103104)

- Límite líquido:.....
- Límite plástico:..... No plástico
- Índice de plasticidad:.....

- Observaciones:

El Jefe del Área  
Fdo. José Joaquín Lerín Ascaso  
Lcdo. Geología



Zaragoza, a 11 de agosto de 2015  
VºBº Directora del Laboratorio  
Fdo. Mª Cinta Tabliega Matute  
Lcda. CC. Químicas

PETICIONARIO: U.T.E. GEOTECNIA CENTRO ESTE  
OBRA: LA MORA-LA POBLA

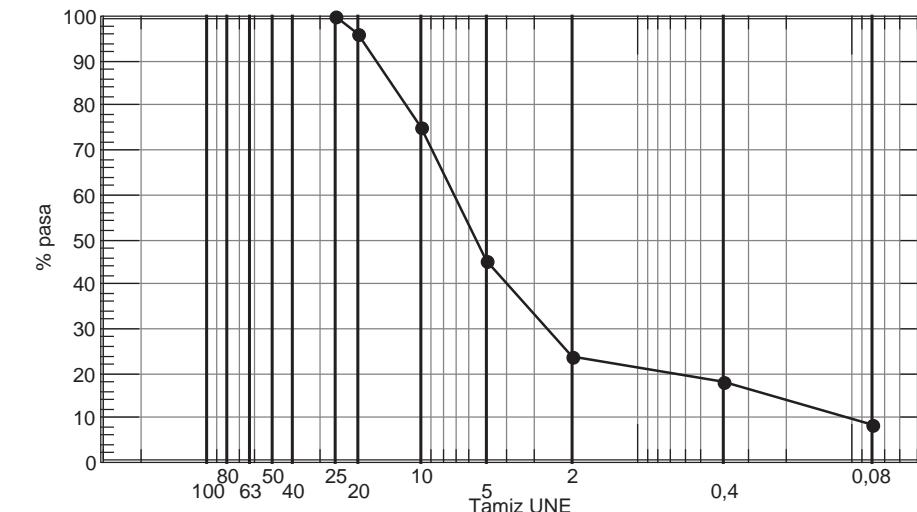
MUESTRA: SV-E2 De 22,50 a 23,10 m.

Nº OBRA: 15AG0804  
Nº REF.: 15AG05479

FECHA DE TOMA:

### ENSAYO DE SUELOS

#### Análisis granulométrico (UNE 103101)



#### Límites de Atterberg (UNE 103103, 103104)

- Límite líquido:.....
- Límite plástico:..... No plástico
- Índice de plasticidad:.....

- Observaciones:

El Jefe del Área  
Fdo. José Joaquín Lerín Ascaso  
Lcdo. Geología



PETICIONARIO: U.T.E. GEOTECNIA CENTRO ESTE  
OBRA: LA MORA-LA POBLA

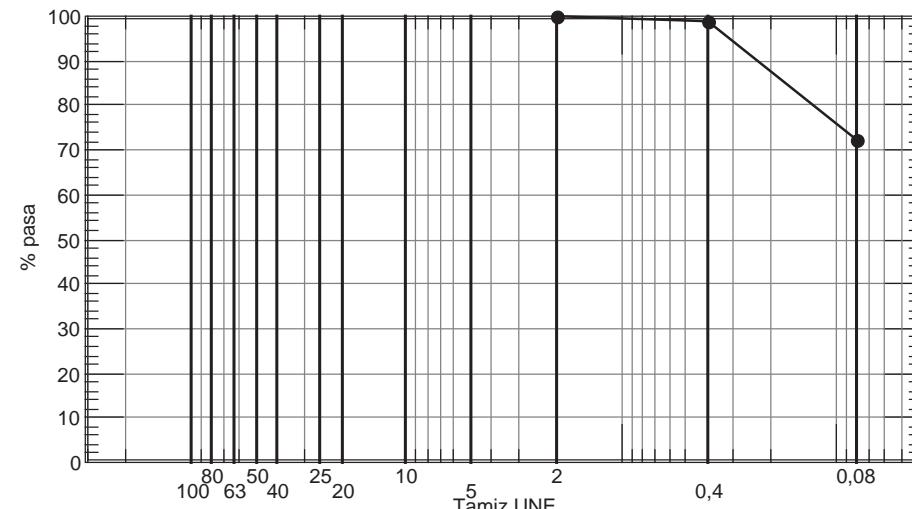
MUESTRA: S-103,2 De 13,00 a 13,60 m.

Nº OBRA: 15AG0804  
Nº REF.: 15AG05467

FECHA DE TOMA:

### ENSAYO DE SUELOS

#### Análisis granulométrico (UNE 103101)



#### Límites de Atterberg (UNE 103103, 103104)

- Límite líquido:.....
- Límite plástico:..... No plástico
- Índice de plasticidad:.....

- Observaciones:

El Jefe del Área  
Fdo. José Joaquín Lerín Ascaso  
Lcdo. Geología

Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada  
ENSAYA está inscrita en el registro general del CTE con el nº ARA - L - 005 para los grupos de ensayo GT, VS, PS, EH, EA, EFA  
Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción parcial sin consentimiento escrito de ENSAYA



Zaragoza, a 11 de agosto de 2015  
VºBº Directora del Laboratorio  
ENSAYA  
Fdo. Mª Cinta Tabliega Matute  
Lcda. CC. Químicas

PETICIONARIO: U.T.E. GEOTECNIA CENTRO ESTE  
OBRA: LA MORA-LA POBLA

MUESTRA: SU-E2

Nº OBRA: 15AG0804  
Nº REF.: 15AH05483

FECHA DE TOMA: 31/07/2015

### AGRESIVIDAD DE AGUA PARA HORMIGONES

#### Resultados

- Exponente hidrógeno pH UNE 83952:..... 7,62 a 21,7 °C
- CO<sub>2</sub> Agresivo (mCO<sub>2</sub>/l) UNE EN 13577..... < 5,0
- Ión Amonio (mgNH<sub>4</sub><sup>+</sup>/l) UNE 83954..... 0,1
- Ión Magnesio (mgMg<sup>2+</sup>/l) UNE 83955..... < 10,0
- Ión Sulfato (mgSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>/l) UNE 83956..... 150,7
- Residuo seco (mg/l) UNE 83957..... 1036
- Ataque tabla 8.2.3 b de EHE 08..... NULO

- Observaciones:

El Jefe del Área  
Fdo. Gustavo Royo Lantaron  
Lcdo. CC. Geológicas

Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada  
ENSAYA está inscrita en el registro general del CTE con el nº ARA - L - 005 para los grupos de ensayo GT, VS, PS, EH, EA, EFA  
Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción parcial sin consentimiento escrito de ENSAYA



Zaragoza, a 11 de agosto de 2015  
VºBº Directora del Laboratorio  
ENSAYA  
Fdo. Mª Cinta Tabliega Matute  
Lcda. CC. Químicas

PETICIONARIO: U.T.E. GEOTECNIA CENTRO ESTE  
OBRA: LA MORA-LA POBLA

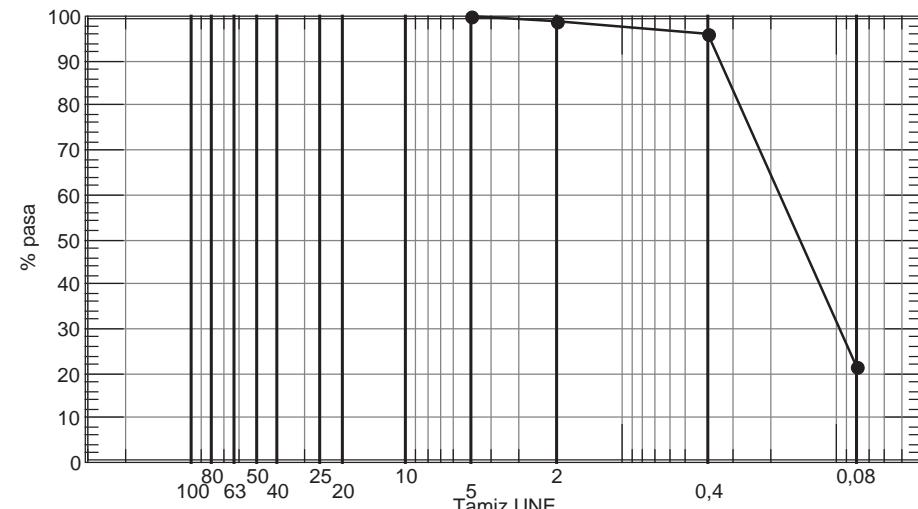
MUESTRA: S-103,2 De 03,00 a 03,60 m.

Nº OBRA: 15AG0804  
Nº REF.: 15AG05463

FECHA DE TOMA:

### ENSAYO DE SUELOS

#### Análisis granulométrico (UNE 103101)



Tamiz UNE	Pasa
100	
80	
63	
50	
40	
25	
20	
10	
5	100
2	99
0,400	96
0,080	21,4

#### Límites de Atterberg (UNE 103103, 103104)

- Límite líquido: ..... 30,1
- Límite plástico: ..... 14,1
- Índice de plasticidad: ..... 15,6

- Observaciones:

El Jefe del Área

Fdo. José Joaquín Lerín Ascaso  
Lcdo. Geología

Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada  
ENSAYA está inscrita en el registro general del CTE con el nº ARA - L - 005 para los grupos de ensayo GT, VS, PS, EH, EA, EFA  
Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción parcial sin consentimiento escrito de ENSAYA

PETICIONARIO: U.T.E. GEOTECNIA CENTRO ESTE  
OBRA: LA MORA-LA POBLA

MUESTRA: S-103,2 De 03,00 a 03,60 m.

Nº OBRA: 15AG0804  
Nº REF.: 15AG05420

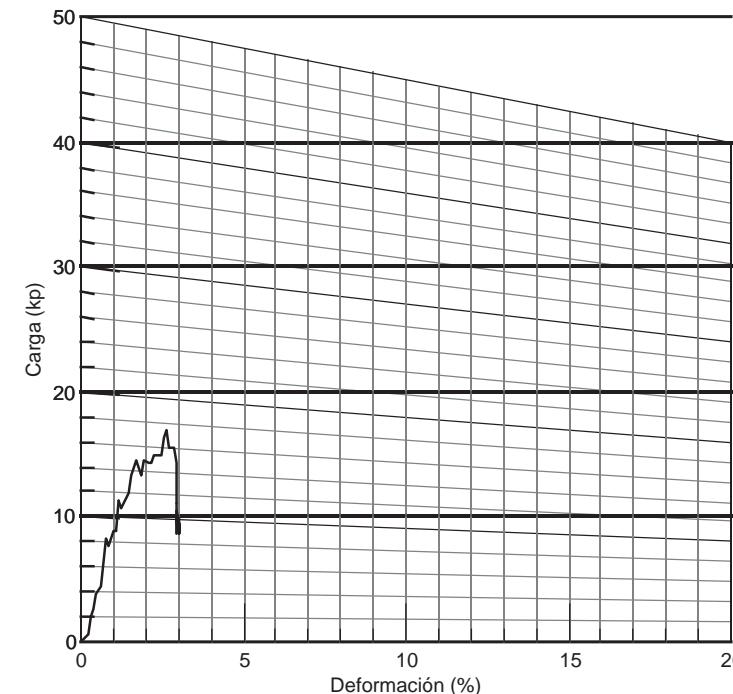
FECHA DE TOMA:

### ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE

#### Datos Generales

- Norma de ensayo: ..... UNE 103400
- Diámetro de la muestra (cm): ..... 7,2
- Altura de la muestra (cm): ..... 16,7
- Peso de la muestra (g): ..... 1.262
- Humedad (%): ..... 8,1
- Densidad seca (g/cm<sup>3</sup>): ..... 1,74
- Res. a comp. simple (kg/cm<sup>2</sup>): ..... 0,4
- Deformación (%): ..... 2,6

#### Gráfica carga - deformación



- Observaciones: Soiltest = 1.5 Kg/cm<sup>2</sup>

El Jefe del Área

Fdo. José Joaquín Lerín Ascaso  
Lcdo. Geología

Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada  
ENSAYA está inscrita en el registro general del CTE con el nº ARA - L - 005 para los grupos de ensayo GT, VS, PS, EH, EA, EFA  
Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción parcial sin consentimiento escrito de ENSAYA

Zaragoza, a 11 de agosto de 2015  
VºBº Directora del Laboratorio

Fdo. Mª Cinta Tabliega Matute  
Lcda. CC. Químicas

Zaragoza, a 11 de agosto de 2015  
VºBº Directora del Laboratorio  
ENSAYA  
LABORATORIO DE ENSAYOS  
ENSAYA  
Lcda. CC. Químicas

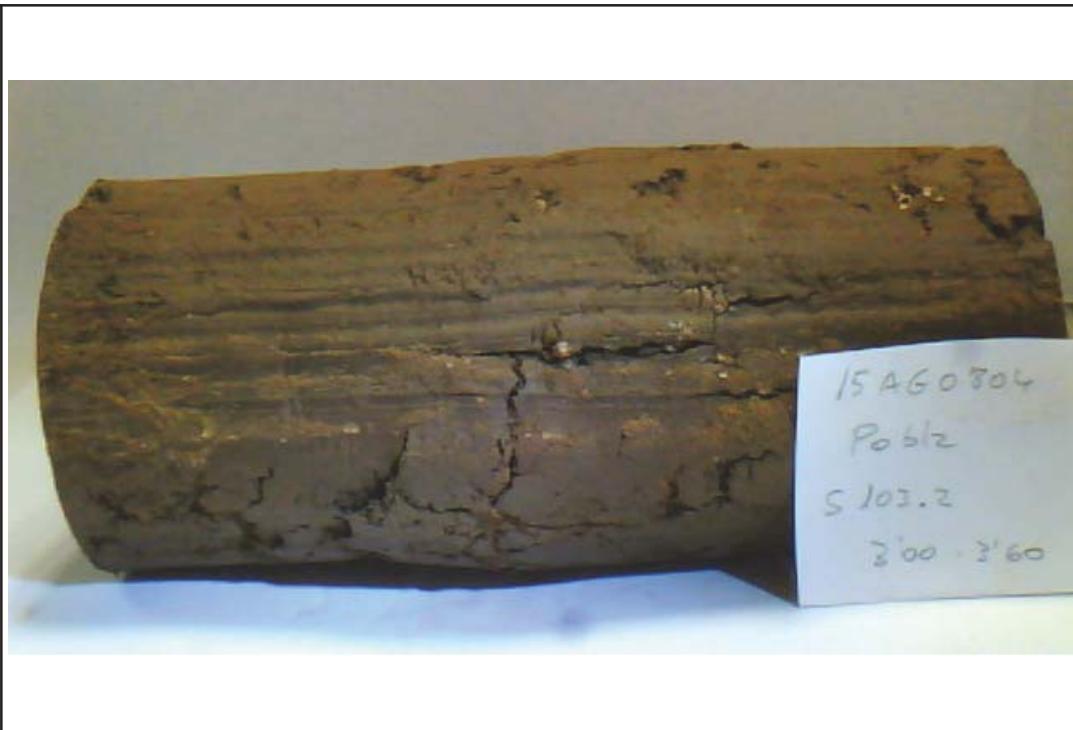
PETICIONARIO: U.T.E. GEOTECNIA CENTRO ESTE  
OBRA: LA MORA-LA POBLA

MUESTRA: S-103,2 De 03,00 a 03,60 m.

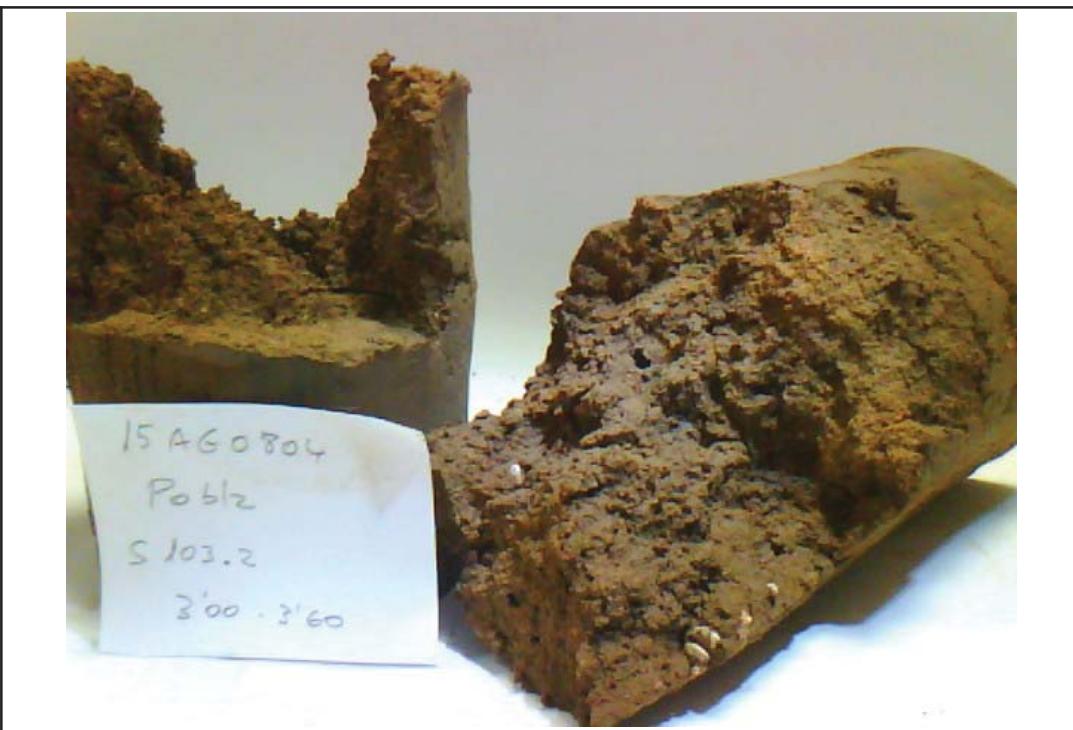
Nº OBRA: 15AG0804  
Nº REF.: 15AG05420

FECHA DE TOMA:

### ANEXO GRÁFICO



Probeta tras ensayo de compresión simple



Detalle del plano de rotura

PETICIONARIO: U.T.E. GEOTECNIA CENTRO ESTE  
OBRA: LA MORA-LA POBLA

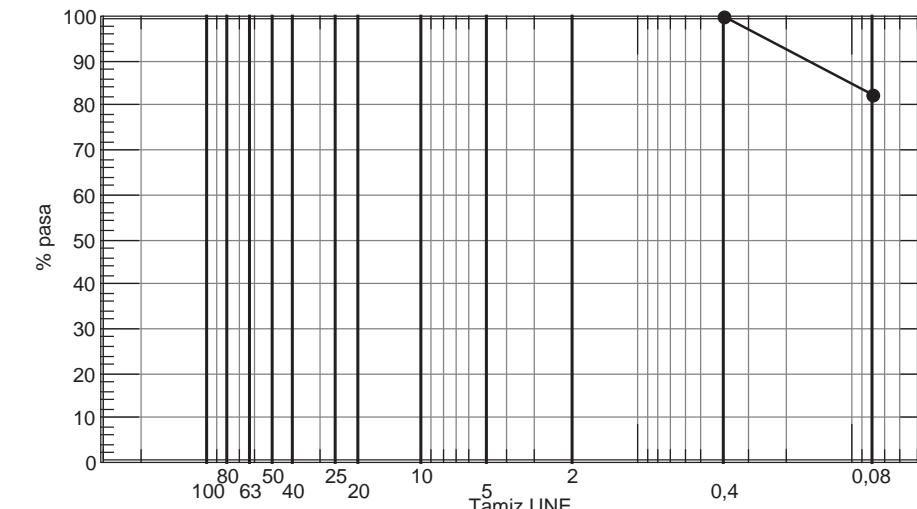
MUESTRA: S-103,2 De 10,00 a 10,60 m.

Nº OBRA: 15AG0804  
Nº REF.: 15AG05465

FECHA DE TOMA:

### ENSAYO DE SUELOS

#### Análisis granulométrico (UNE 103101)



Tamiz UNE	Pasa
100	100
80	82,4
63	
50	
40	
25	
20	
10	
5	
2	
0,400	
0,080	

#### Límites de Atterberg (UNE 103103, 103104)

- Límite líquido: ..... 24,3
- Límite plástico: ..... 19,9
- Índice de plasticidad: ..... 4,4

- Observaciones:

El Jefe del Área  
Fdo. José Joaquín Lerín Ascaso  
Lcdo. Geología

Zaragoza, a 11 de agosto de 2015  
VºBº Directora del Laboratorio  
Fdo. Ma. Cinta Tabliega Matute  
Lcda. CC. Químicas



# Hoja resumen de Ensayos de Laboratorio de Suelos

CLIENTE: INECO  
TRABAJO: A-7 LA MORA- LA POBLA

CLAVE: 15194  
FECHA: 25/08/2015

laboratorio:  
supervisor:



---

## CLASIFICACIÓN DE SUELOS

---

CLIENTE: INECO  
TRABAJO: A-7 LA MORA-LA POBLA  
INDICATIVO: 15194  
FECHA: 24/08/2015

---

### Resultados de los ensayos

MUESTRA	U.S.C.S.	H.R.B.
S-106-5 MI-1 6.00-6.60	CL	A-4



## GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO (UNE 103.101)

**CEPASA**  
ENSAYOS GEOTÉCNICOS S.A.

CDIAM-EnsyGRT (20040925)

CLIENTE: INECO

TRABAJO: A-7 LA MORA-LA POBLA

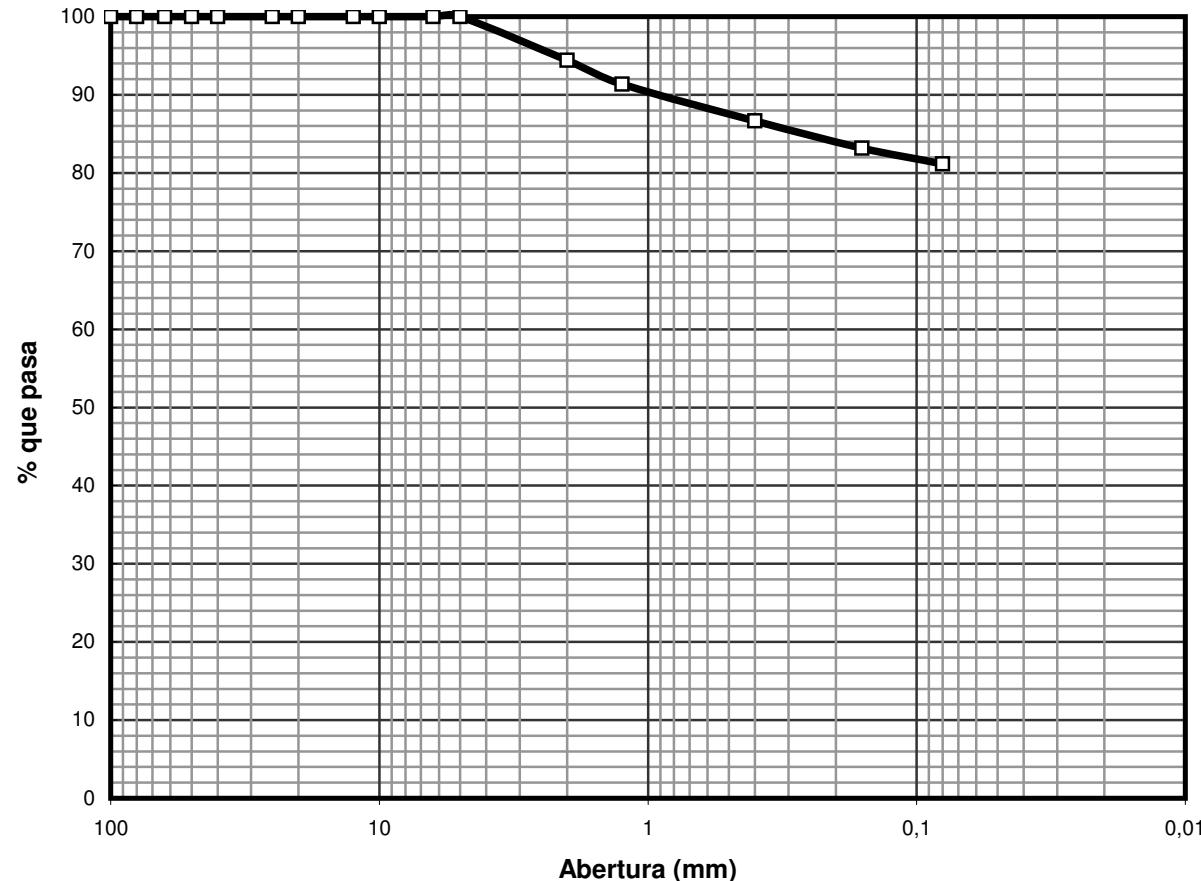
INDICATIVO: 15194 LABORANTE: Elena Buitrago

MUESTRA: S-106-5 MI-1 6,00-6,60 FECHA: 13/08/15 Hoja 1 de 1

Humedad higroscópica	
T+S+A (g):	0
T+S (g):	0,00
T (g):	0,00
A (g):	0,00
S (g):	0,00
Humedad (%):	0,00

Tamiz (mm)	Ret. Par. Acum.(g)	Ret. Tot. Acum.(g)	Pasa total (g)	Pasa total (%)	Observaciones
100			120,00	100,00	
80			120,00	100,00	
63			120,00	100,00	
50			120,00	100,00	
40			120,00	100,00	
25			120,00	100,00	
20			120,00	100,00	
12,5	0,00	120,00	100,00		
10	0,00	120,00	100,00		
6,3	0,00	120,00	100,00		
5	0,00	120,00	100,00		
2	6,70	6,70	113,30	94,42	
1,25	3,66	10,36	109,64	91,37	
0,4	9,33	16,03	103,97	86,64	
0,16	13,52	20,22	99,78	83,15	
0,08	15,93	22,63	97,37	81,14	

### Representación gráfica



Observaciones:

## ENSAYO LÍMITES DE ATTERBERG (L. Líquido UNE 103.103 L. Plástico UNE 103.104)

**CEPASA**  
ENSAYOS GEOTÉCNICOS S.A.

CDIAM-EnsyLA (20040625)

CLIENTE: INECO

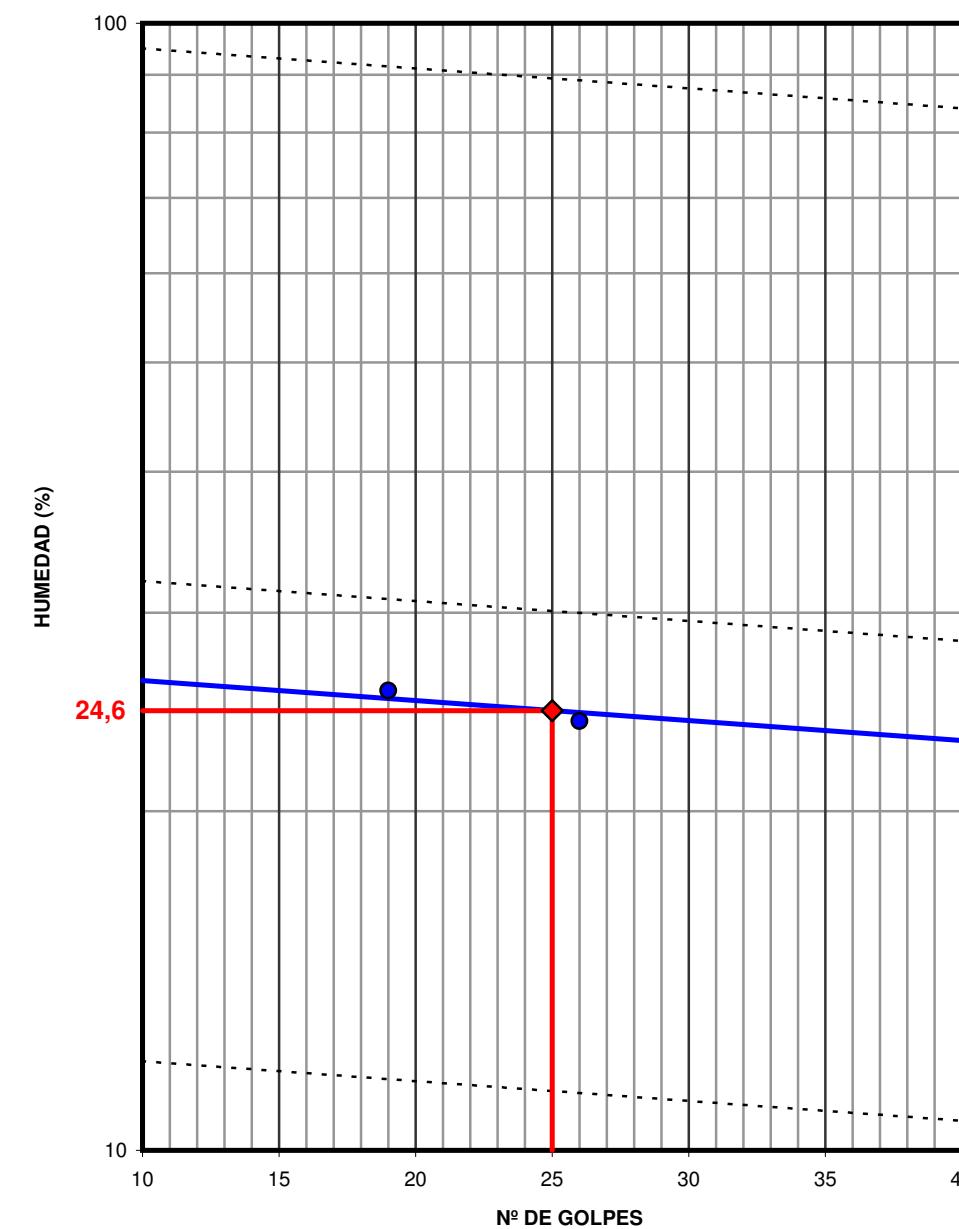
TRABAJO: A-7 LA MORA-LA POBLA

INDICATIVO: 15194 LABORANTE: Elena Buitrago

MUESTRA: S-106-5 MI-1 6,00-6,60 FECHA: 13/08/15 Hoja 1 de 1

L. Líquido	Ens. 1	Ens. 2	L. Plástico	Ens. 1	Ens. 2	Media	Resultados
Nº de golpes:	26	19	T+S+A (g):	24,67	22,72		LL: <b>24,6</b>
T+S+A (g):	25,03	23,33	T+S (g):	23,06	21,26		LP: <b>16,6</b>
T+S (g):	22,04	20,46	T (g):	13,42	12,41		IP: <b>8,0</b>
T (g):	9,60	9,24	A (g):	1,61	1,46		
A (g):	2,99	2,87	S (g):	9,64	8,85		
S (g):	12,44	11,22	Humedad (%):	16,70	16,50	<b>16,60</b>	
Humedad (%):	24,04	25,58					

### Representación gráfica



Observaciones:

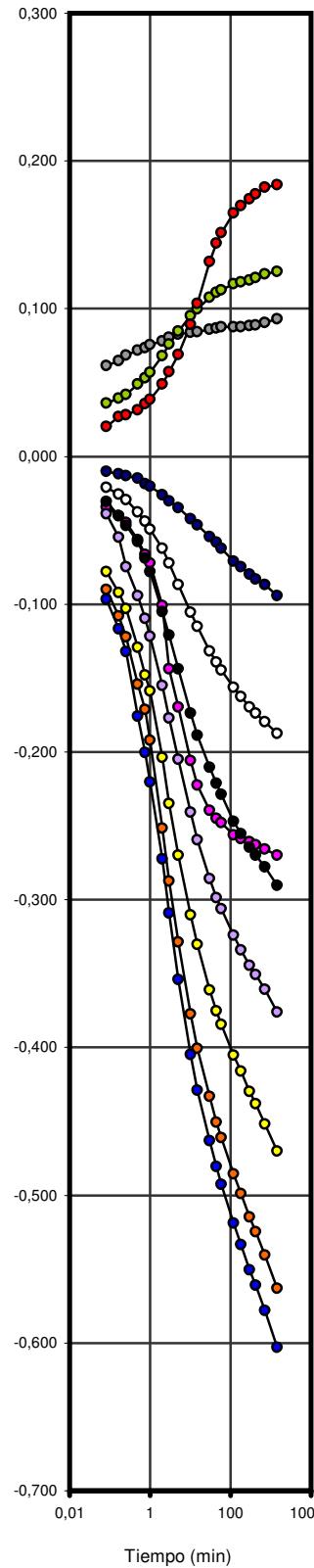


## ENSAYO EDOMÉTRICO (Norma UNE 103.405)

CLIENTE: INECO  
TRABAJO: A-7 LA MORA-LA POBLA  
INDICATIVO: 15194 LABORANTE: Natividad Calderón  
MUESTRA: S-106-5 MI-1 6,00-6,60 FECHA: 21/08/15 Hoja 1 de 1

CDIAM-EnsyEDO (20030619)

## Seguimiento del ensayo

 $\Delta H$  (mm)

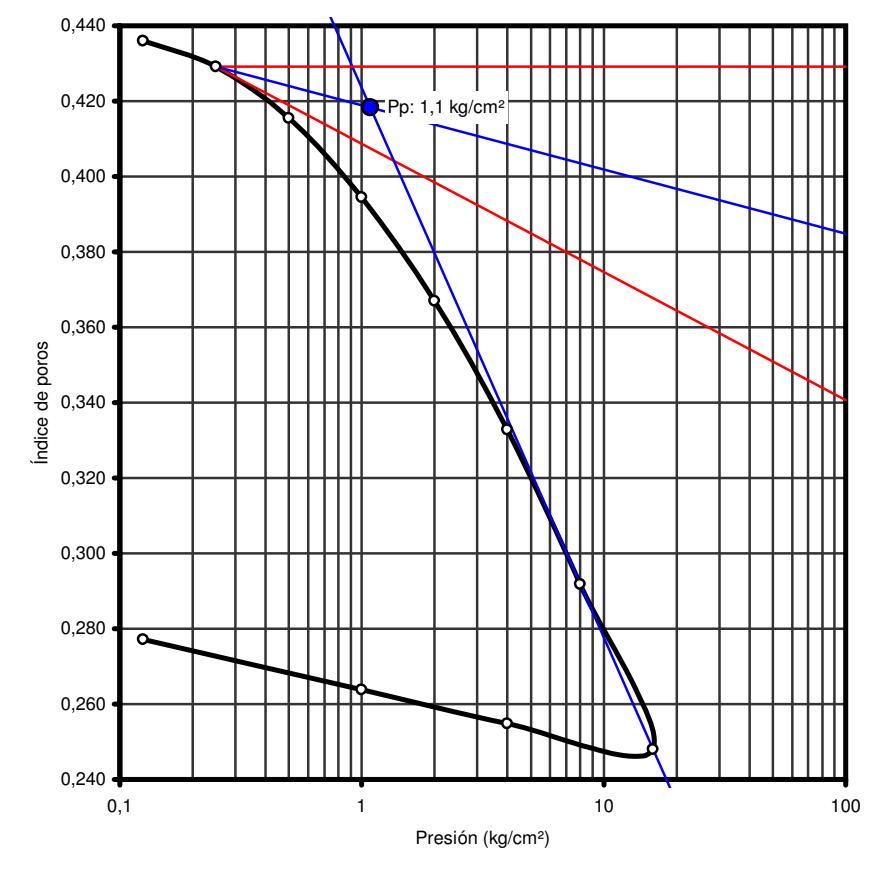
## Datos y Resultados del ensayo

Humedad inicial (%): 16,32 Índice de poros inicial (eo): 0,456  
Humedad final (%): 17,13 Índice de compresión (Cc): 0,146  
P.e.p. sol. ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ): 2,649 Índice de hinchamiento (Cs): 0,015  
Grado de sat. Ini. (%): 94,85 P. Preconsolidación ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ): 1,09  
Grado de sat. Fin. (%): 99,56 Módulo edométrico\* ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ): 265,34  
Den. seca inic. ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ): 1,820 Coef. Compresibilidad\* (av): 0,00549  
Den. seca final. ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ): 2,074 (\*) En el rango de presiones del tramo recto de carga

## Índices de poros por escalón

Escalón	Carga ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )	$\Delta H$ (mm)	$H_f$ (mm)	e
	0,125	-0,270	19,730	0,436
	0,25	-0,364	19,636	0,429
	0,5	-0,552	19,448	0,416
	1	-0,842	19,158	0,394
	2	-1,218	18,782	0,367
	4	-1,688	18,312	0,333
	8	-2,251	17,749	0,292
	16	-2,854	17,146	0,248
	4	-2,761	17,239	0,255
	1	-2,636	17,364	0,264
	0,125	-2,452	17,548	0,277

## Curva edométrica



## Observaciones

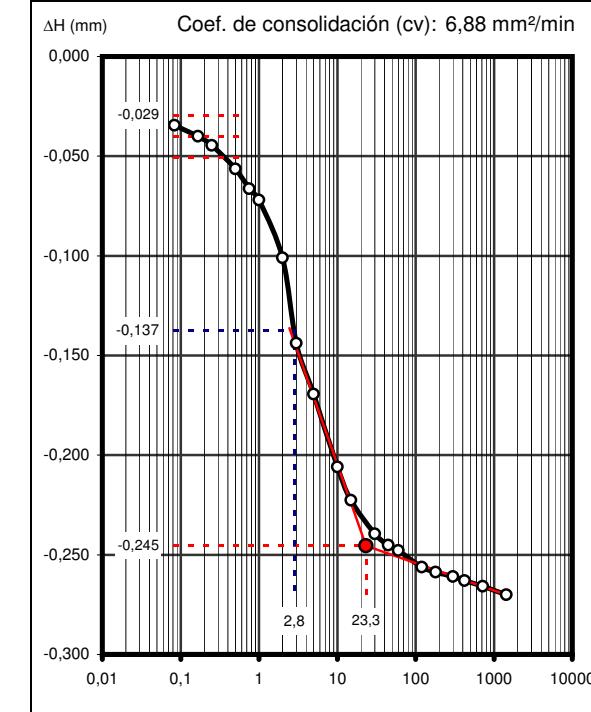
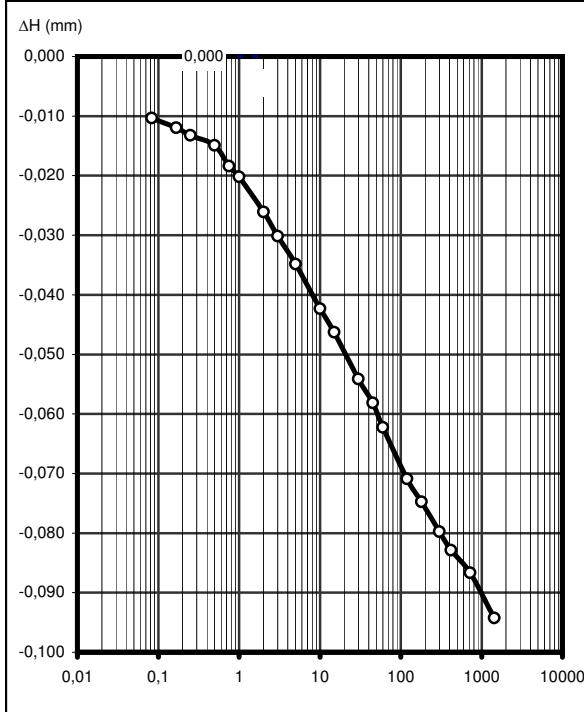
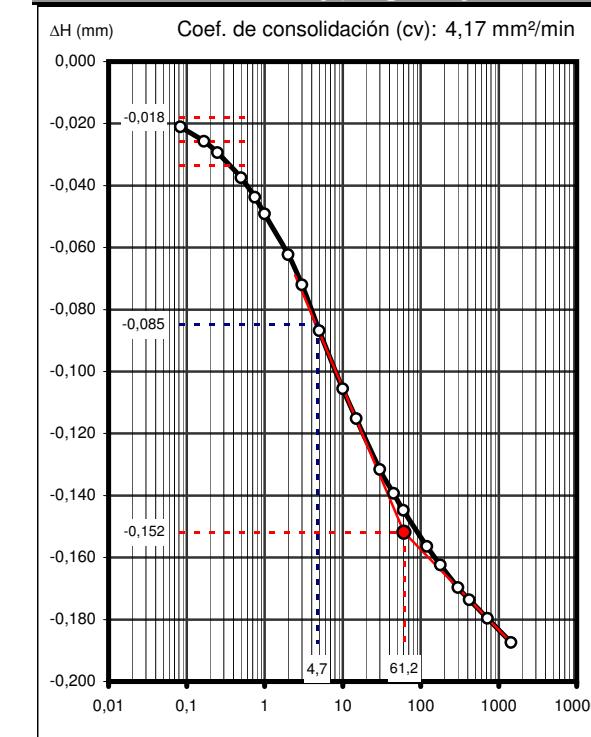
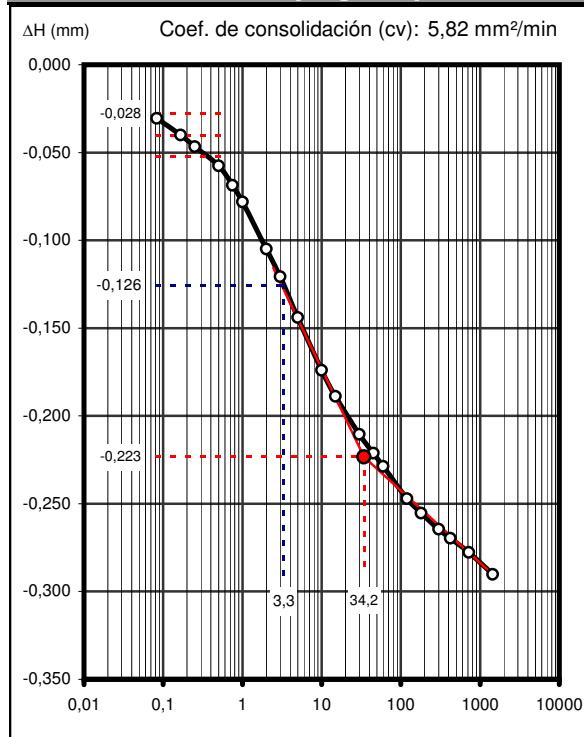
Diámetro 50mm, Altura 20mm



## CURVAS DE CONSOLIDACIÓN (EDÓMETRO)

CLIENTE: INECO  
TRABAJO: A-7 LA MORA-LA POBLA  
INDICATIVO: 15194 LABORANTE: Natividad Calderón  
MUESTRA: S-106-5 MI-1 6,00-6,60 FECHA: 21/08/15 Hoja 1 de 3

CDIAM-EnsyEDO (20030619)

Curva de consolidación ( $0,125 \text{ kg}/\text{cm}^2$ )Curva de consolidación ( $0,25 \text{ kg}/\text{cm}^2$ )Curva de consolidación ( $0,5 \text{ kg}/\text{cm}^2$ )Curva de consolidación ( $1 \text{ kg}/\text{cm}^2$ )

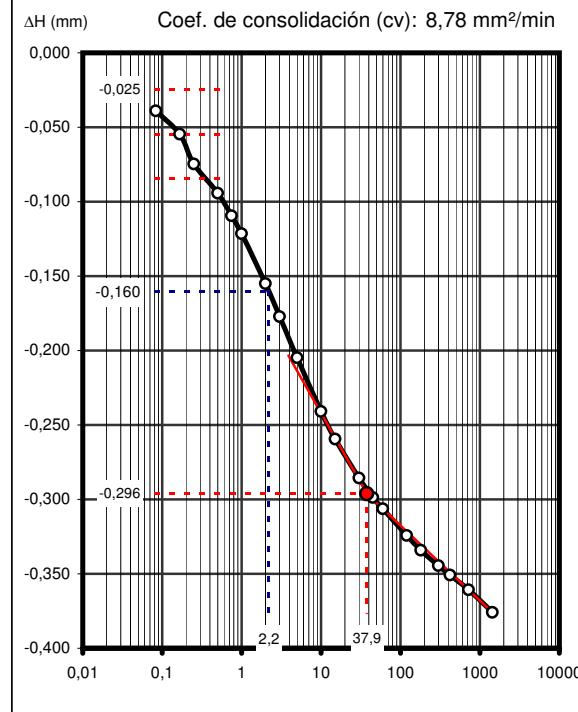


## CURVAS DE CONSOLIDACIÓN (EDÓMETRO)

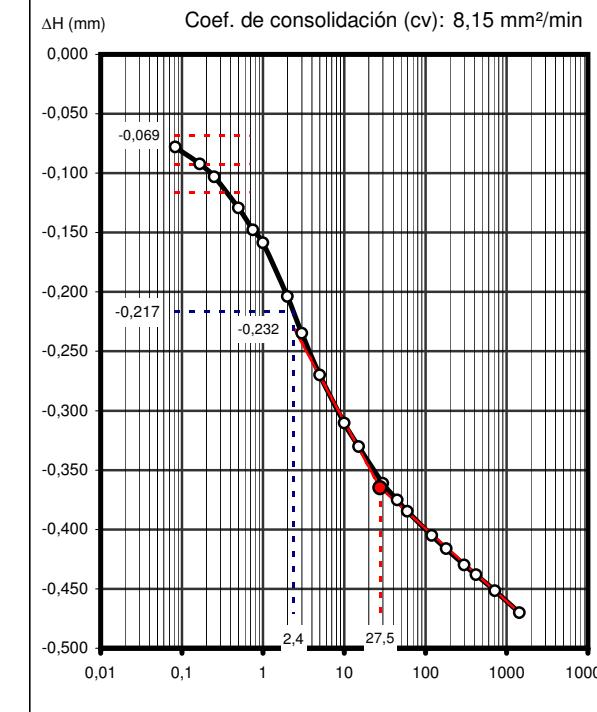
CLIENTE: INECO  
TRABAJO: A-7 LA MORA-LA POBLA  
INDICATIVO: 15194 LABORANTE: Natividad Calderón  
MUESTRA: S-106-5 MI-1 6,00-6,60 FECHA: 21/08/15 Hoja 2 de 3

CDIAM-EnsyEDO (20030619)

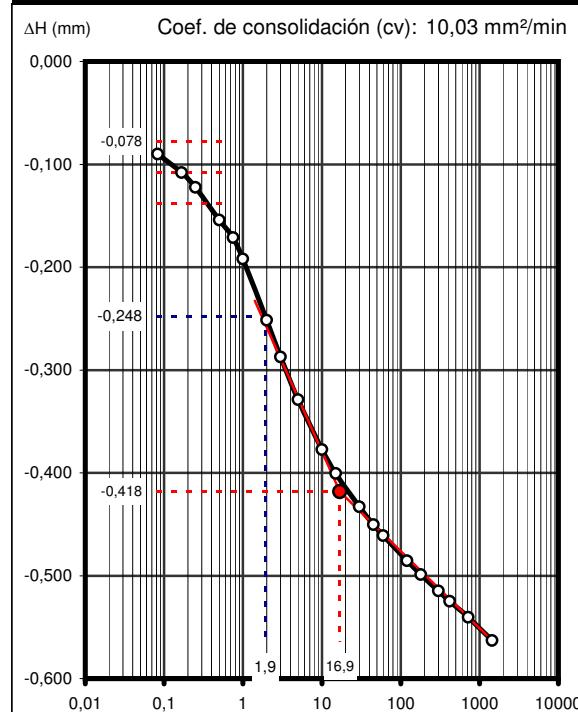
Curva de consolidación (2 kg/cm<sup>2</sup>)



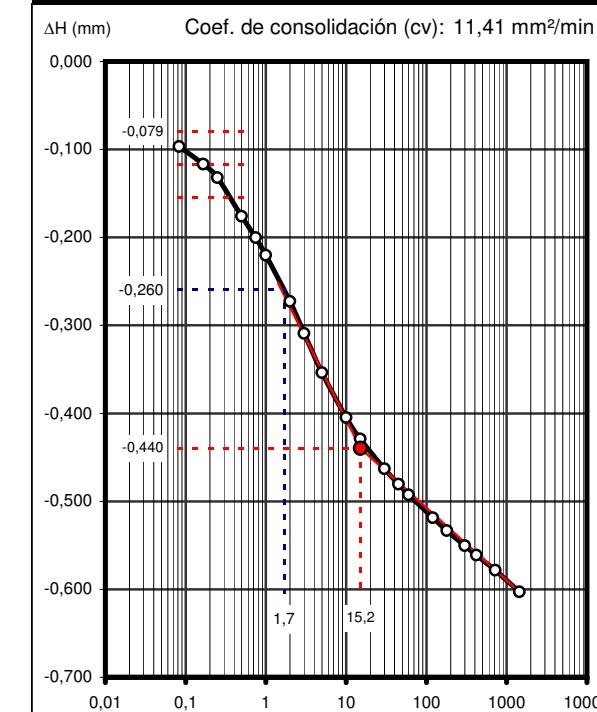
Curva de consolidación (4 kg/cm<sup>2</sup>)



Curva de consolidación (8 kg/cm<sup>2</sup>)



Curva de consolidación (16 kg/cm<sup>2</sup>)

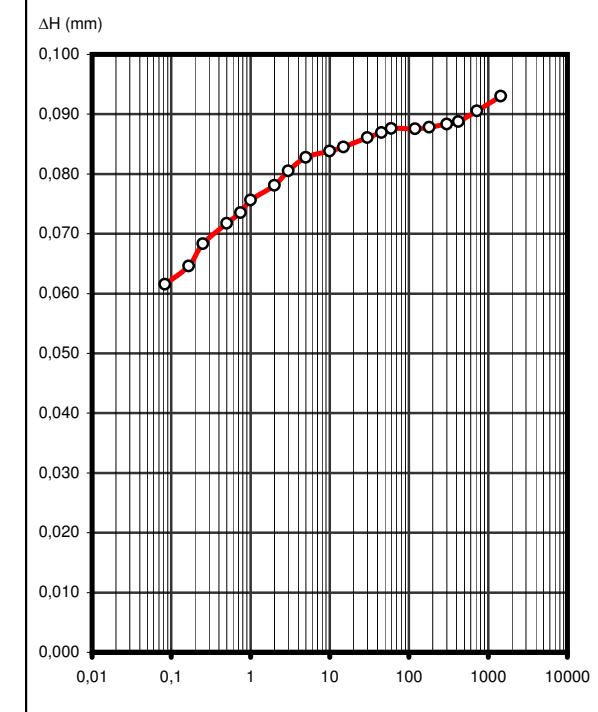


## CURVAS DE CONSOLIDACIÓN (EDÓMETRO)

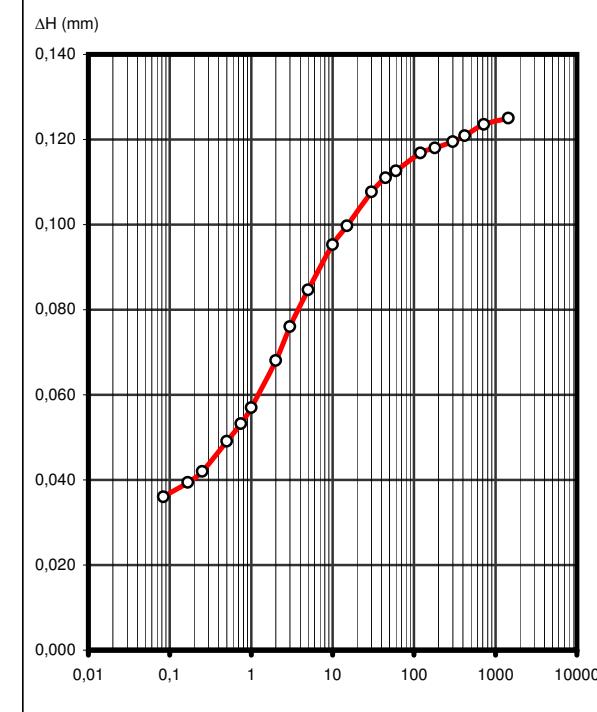
CLIENTE: INECO  
TRABAJO: A-7 LA MORA-LA POBLA  
INDICATIVO: 15194 LABORANTE: Natividad Calderón  
MUESTRA: S-106-5 MI-1 6,00-6,60 FECHA: 21/08/15 Hoja 3 de 3

CDIAM-EnsyEDO (20030619)

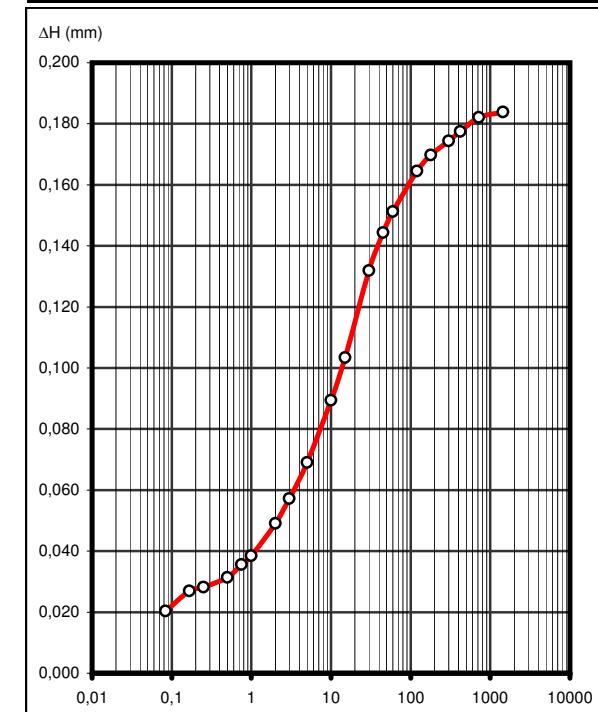
Curva de descarga (4 kg/cm<sup>2</sup>)



Curva de descarga (1 kg/cm<sup>2</sup>)



Curva de descarga (0,125 kg/cm<sup>2</sup>)



PETICIONARIO: U.T.E. GEOTECNIA CENTRO ESTE  
OBRA: LA MORA-LA POBLA

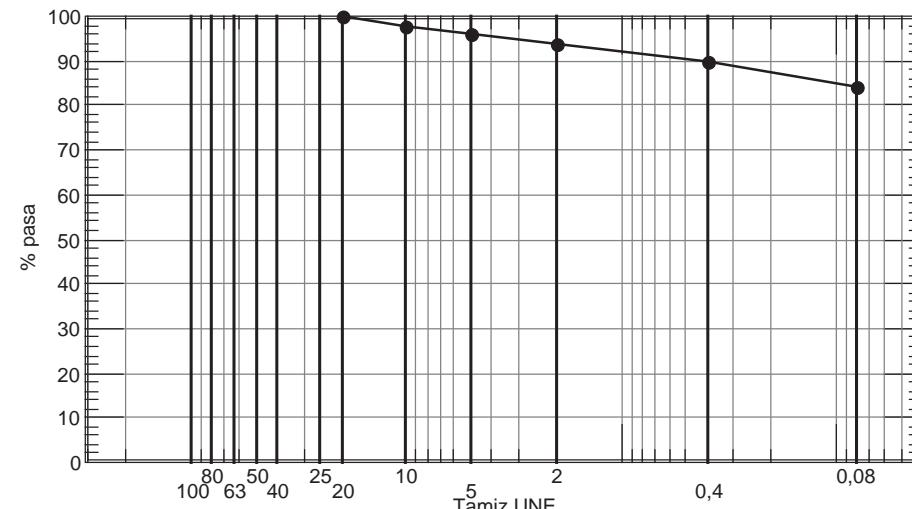
MUESTRA: S-106,5 De 04,50 a 05,10 m.

Nº OBRA: 15AG0804  
Nº REF.: 15AG05468

FECHA DE TOMA:

### ENSAYO DE SUELOS

#### Análisis granulométrico (UNE 103101)



#### Límites de Atterberg (UNE 103103, 103104)

- Límite líquido: ..... 23,8
- Límite plástico: ..... 20,4
- Índice de plasticidad: ..... 3,4

PETICIONARIO: U.T.E. GEOTECNIA CENTRO ESTE  
OBRA: LA MORA-LA POBLA

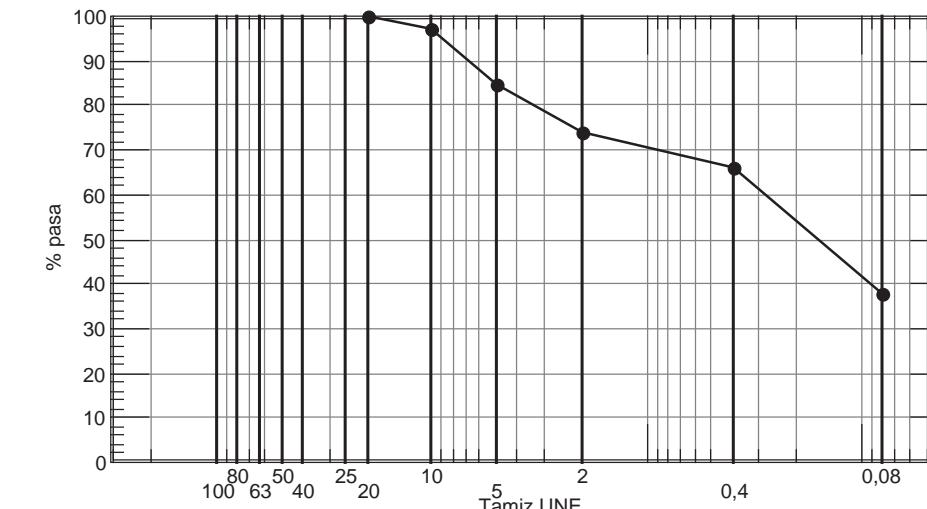
MUESTRA: S-106,5 De 14,00 a 14,65 m.

Nº OBRA: 15AG0804  
Nº REF.: 15AG05469

FECHA DE TOMA:

### ENSAYO DE SUELOS

#### Análisis granulométrico (UNE 103101)



#### Límites de Atterberg (UNE 103103, 103104)

- Límite líquido: ..... 24,2
- Límite plástico: ..... 22,0
- Índice de plasticidad: ..... 2,2

- Observaciones:

El Jefe del Área  
Fdo. José Joaquín Lerín Ascaso  
Lcdo. Geología

Zaragoza, a 11 de agosto de 2015  
VºBº Directora del Laboratorio  
  
Fdo. Mª Cinta Tabliega Matute  
Lcda. CC. Químicas

Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada  
ENSAYA está inscrita en el registro general del CTE con el nº ARA - L - 005 para los grupos de ensayo GT, VS, PS, EH, EA, EFA  
Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción parcial sin consentimiento escrito de ENSAYA

- Observaciones:

El Jefe del Área  
Fdo. José Joaquín Lerín Ascaso  
Lcdo. Geología

Zaragoza, a 11 de agosto de 2015  
VºBº Directora del Laboratorio  
  
Fdo. Mª Cinta Tabliega Matute  
Lcda. CC. Químicas

Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada  
ENSAYA está inscrita en el registro general del CTE con el nº ARA - L - 005 para los grupos de ensayo GT, VS, PS, EH, EA, EFA  
Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción parcial sin consentimiento escrito de ENSAYA

PETICIONARIO: U.T.E. GEOTECNIA CENTRO ESTE  
OBRA: LA MORA-LA POBLA

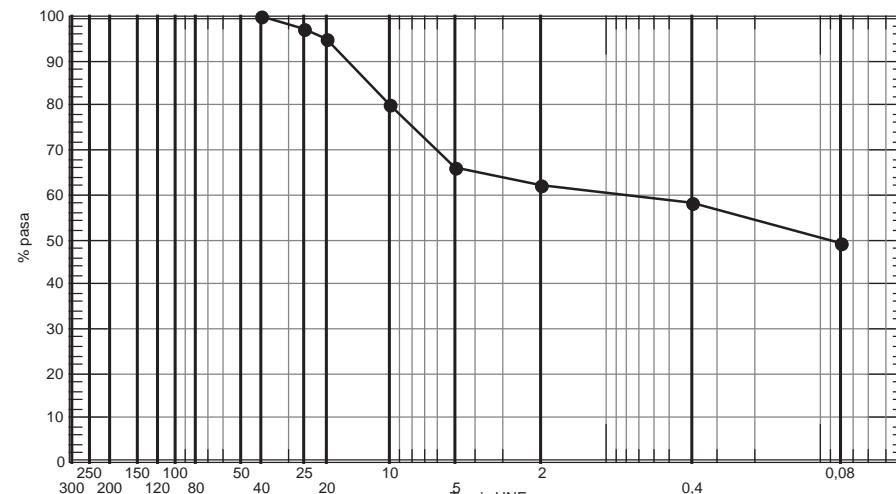
MUESTRA: C-101.1 / Qfv.

Nº OBRA: 15AG0804  
Nº REF.: 15AV05396

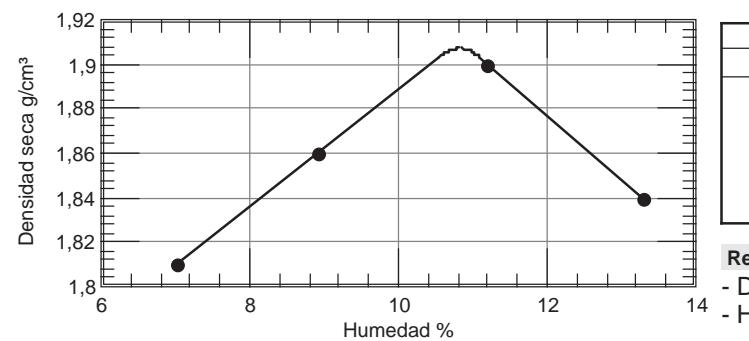
FECHA DE TOMA:

## ENSAYO DE SUELOS

### Análisis granulométrico (UNE 103101)



### Proctor Normal (UNE 103500)



Puntos ensayados	
Densidad seca g/cm³	Humedad %
1,81	7,00
1,86	8,90
1,90	11,20
1,84	13,30

#### Resultado

- Densidad máxima (g/cm³): 1,91
- Humedad óptima (%): 10,80

### Límites de Atterberg (UNE-103103, 103104)

- Límite líquido: 31,7
- Límite plástico: 14,1
- Índice de plasticidad: 17,6

### Ensayos químicos

- Materia orgánica (UNE 103204) (%): 0,19
- Sulfatos (UNE 103201) (SO<sub>3</sub> %): < 0,10
- Yesos (NLT 115) (%): < 0,10
- Sales solubles (incluido yeso) (NLT 114): 0,05

- Observaciones:

El Jefe del Área

Fdo. Juan José Lizama García  
Lcdo. CC. Químicas

Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada  
ENSAYA está inscrita en el registro general del CTE con el nº ARA - L - 005 para los grupos de ensayo GT, VS, PS, EH, EA, EFA  
Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción parcial sin consentimiento escrito de ENSAYA



PETICIONARIO: U.T.E. GEOTECNIA CENTRO ESTE  
OBRA: LA MORA-LA POBLA

MUESTRA: C-101.1 / Qfv.

Nº OBRA: 15AG0804  
Nº REF.: 15AV05396

FECHA DE TOMA:

## ÍNDICE CBR EN LABORATORIO

### Datos generales

- Norma de ensayo: UNE 103 502.
- Volumen molde (cm<sup>3</sup>): 2.320,00
- Tipo de muestra: Compactada
- Sobrecarga (kg): 4,50

### Energía de compactación

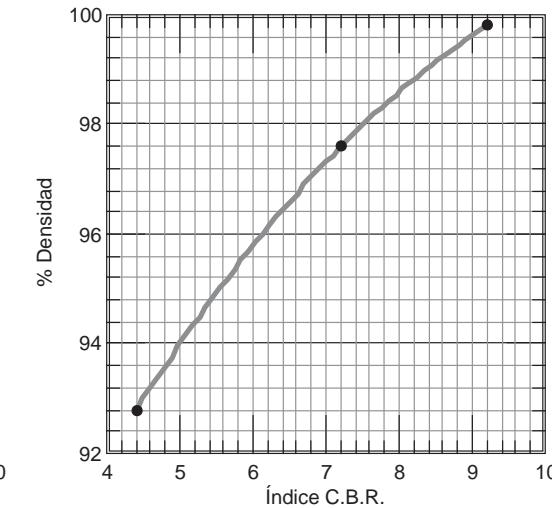
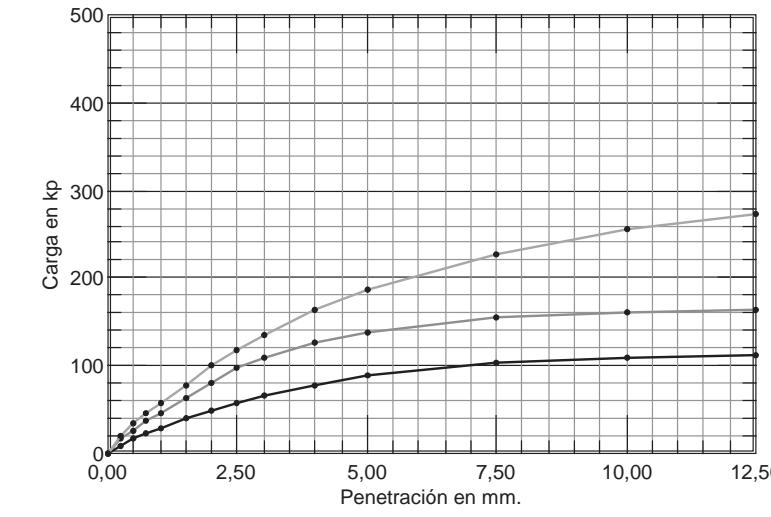
- Masa de la maza (kg): 2,50
- Altura de caída (mm): 305,00
- Número de capas: 3
- Número de golpes: 3

### Datos de referencia

- Tipo de proctor: Normal
- Densidad máxima (proctor) (g/cm<sup>3</sup>): 1,91
- Humedad óptima (proctor) (%): 10,8
- Sustitución de material: Sí
- Retenido tamiz 20 UNE (%): 5,00

### Probetas

Probeta nº	Densidad (g/cm³)	Humedad (%)	%PM	CBR	Absorción	Hinchamiento
1	1,77	10,50	92,80	4,40	4,50	0,26
2	1,87	11,20	97,60	7,20	3,20	0,09
3	1,91	10,50	99,80	9,20	3,20	0,14



### Resultado

- Índice C.B.R. al 95% P.N.: 5,70
- Índice C.B.R. al 98% P.N.: 7,60
- Índice C.B.R. al 100% P.N.: 9,40
- Hinchamiento (%): 0,10
- Observaciones:

El Jefe del Área

Fdo. Juan José Lizama García  
Lcdo. CC. Químicas

Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada  
ENSAYA está inscrita en el registro general del CTE con el nº ARA - L - 005 para los grupos de ensayo GT, VS, PS, EH, EA, EFA  
Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción parcial sin consentimiento escrito de ENSAYA



PETICIONARIO: U.T.E. GEOTECNIA CENTRO ESTE  
OBRA: LA MORA-LA POBLA

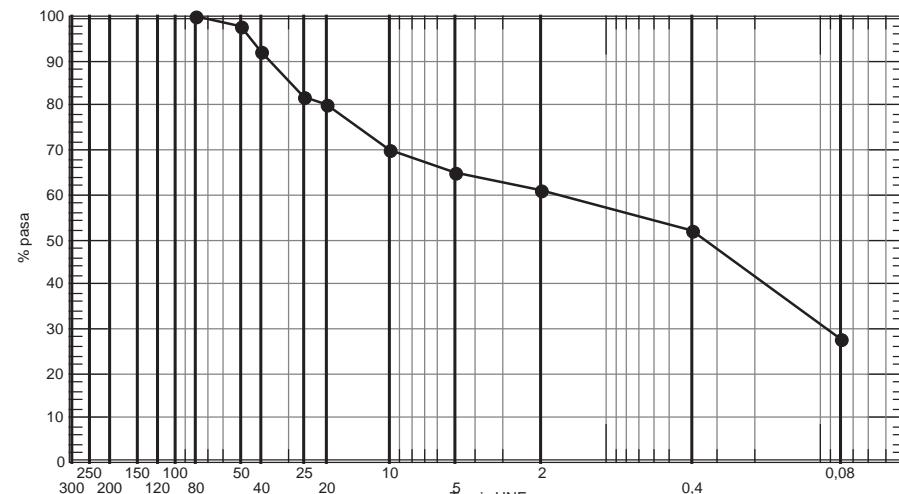
MUESTRA: C-102.8 / Qt.

Nº OBRA: 15AG0804  
Nº REF.: 15AV05400

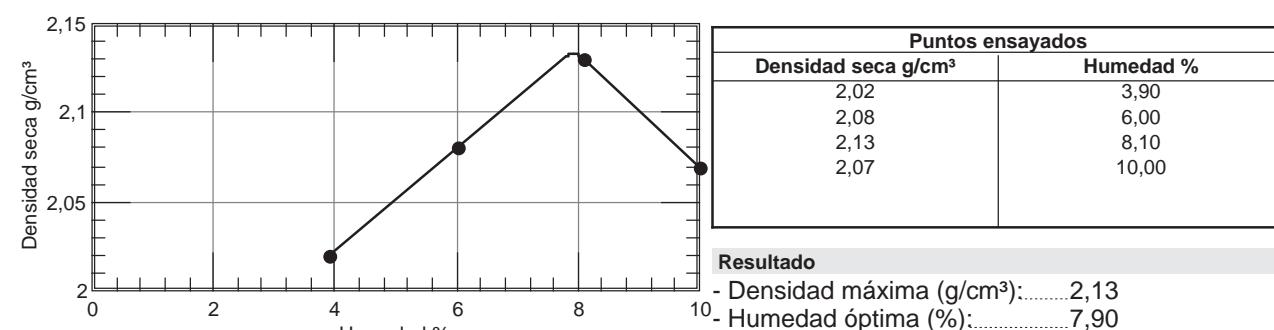
FECHA DE TOMA:

## ENSAYO DE SUELOS

### Análisis granulométrico (UNE 103101)



### Proctor Normal (UNE 103500)



### Límites de Atterberg (UNE-103103, 103104)

- Límite líquido: ..... No plástico
- Límite plástico: ..... No plástico
- Índice de plasticidad: ..... No

### Ensayos químicos

- Materia orgánica (UNE 103204) (%): 0,16
- Sulfatos (UNE 103201) (SO<sub>3</sub> %): < 0,10
- Yesos (NLT 115) (%): < 0,10
- Sales solubles (incluido yeso) (NLT 114): 0,06

- Observaciones:

El Jefe del Área

Fdo. Juan José Lizama García  
Lcdo. CC. Químicas

Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada  
ENSAYA está inscrita en el registro general del CTE con el nº ARA - L - 005 para los grupos de ensayo GT, VS, PS, EH, EA, EFA  
Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción parcial sin consentimiento escrito de ENSAYA

PETICIONARIO: U.T.E. GEOTECNIA CENTRO ESTE  
OBRA: LA MORA-LA POBLA

MUESTRA: C-102.8 / Qt.

Nº OBRA: 15AG0804  
Nº REF.: 15AV05400

FECHA DE TOMA:

## ÍNDICE CBR EN LABORATORIO

### Datos generales

- Norma de ensayo: UNE 103 502.
- Volumen molde (cm<sup>3</sup>): 2.320,00
- Tipo de muestra: Compactada
- Sobrecarga (kg): 4,50

### Energía de compactación

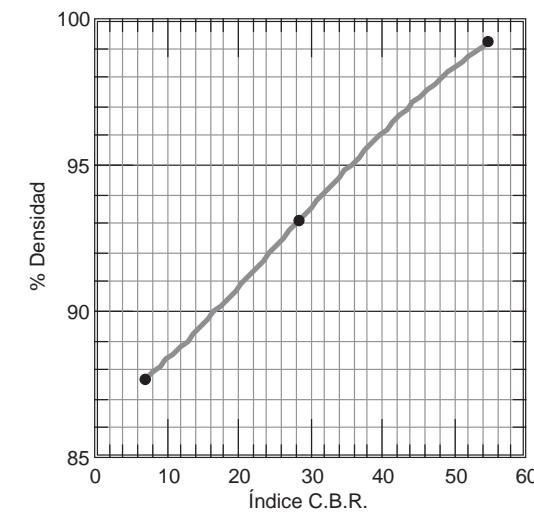
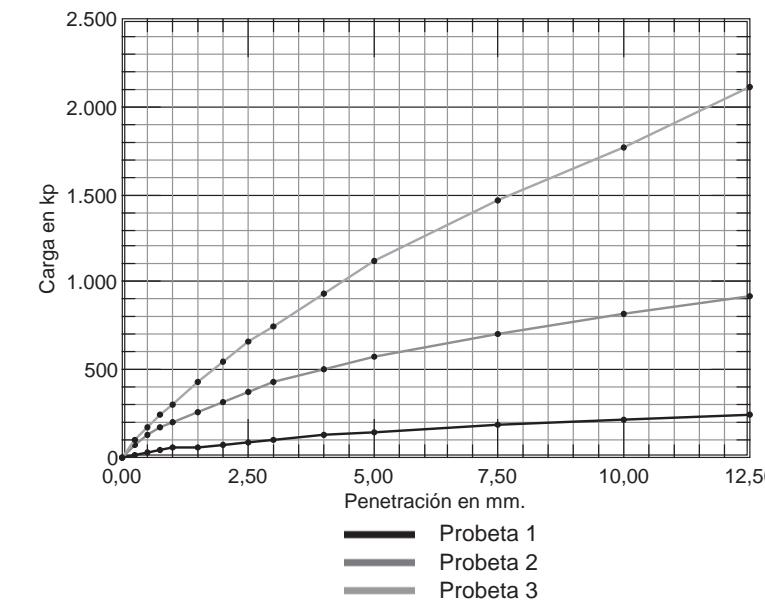
- Masa de la maza (kg): 2,50
- Altura de caída (mm): 305,00
- Número de capas: 3
- Número de golpes: 3

### Datos de referencia

- Tipo de proctor: Normal
- Densidad máxima (proctor) (g/cm<sup>3</sup>): 2,13
- Humedad óptima (proctor) (%): 7,9
- Sustitución de material: Sí
- Retenido tamiz 20 UNE (%): 20,00

### Probetas

Probeta nº	Densidad (g/cm³)	Humedad (%)	%PM	CBR	Absorción	Hinchamiento
1	1,87	8,30	87,70	7,10	5,80	No hincha
2	1,98	8,30	93,10	28,50	3,50	No hincha
3	2,11	7,70	99,20	54,90	2,00	No hincha



### Resultado

- Índice C.B.R. al 95% P.N.: 36,70
- Índice C.B.R. al 98% P.N.: 49,70
- Índice C.B.R. al 100% P.N.: 58,40
- Hinchamiento (%): No
- Observaciones:

El Jefe del Área

Fdo. Juan José Lizama García  
Lcdo. CC. Químicas

Zaragoza, a 11 de agosto de 2015  
VºBº Directora del Laboratorio  
**ENSAYA**  
Fdo. Mª Cinta Tabliega Matute  
Lcda. CC. Químicas

Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada  
ENSAYA está inscrita en el registro general del CTE con el nº ARA - L - 005 para los grupos de ensayo GT, VS, PS, EH, EA, EFA  
Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción parcial sin consentimiento escrito de ENSAYA



Zaragoza, a 11 de agosto de 2015  
VºBº Directora del Laboratorio

Fdo. Mª Cinta Tabliega Matute  
Lcda. CC. Químicas

PETICIONARIO: U.T.E. GEOTECNIA CENTRO ESTE  
OBRA: LA MORA-LA POBLA

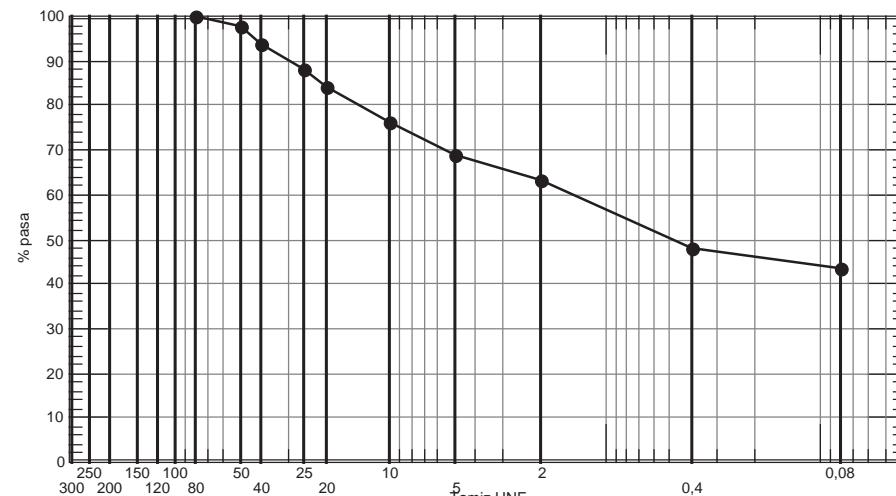
MUESTRA: C-104.8 / Qco.

Nº OBRA: 15AG0804  
Nº REF.: 15AV05393

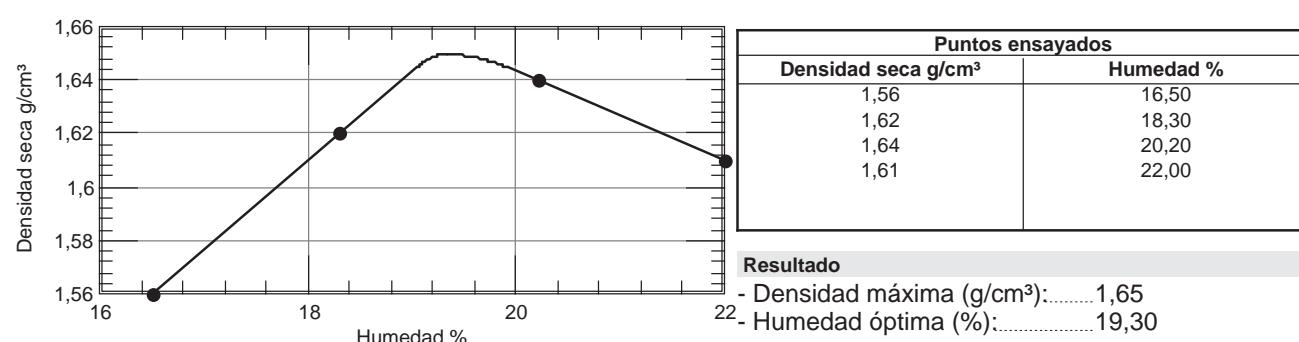
FECHA DE TOMA:

## ENSAYO DE SUELOS

### Análisis granulométrico (UNE 103101)



### Proctor Normal (UNE 103500)



### Límites de Atterberg (UNE-103103, 103104)

- Límite líquido: 33,2
- Límite plástico: 23,3
- Índice de plasticidad: 9,9

### Ensayos químicos

- Materia orgánica (UNE 103204) (%): 0,16
- Sulfatos (UNE 103201) (SO<sub>3</sub> %): < 0,10
- Yesos (NLT 115) (%): < 0,10
- Sales solubles (incluido yeso) (NLT 114): 0,07

- Observaciones:

El Jefe del Área

Fdo. Juan José Lizama García  
Lcdo. CC. Químicas

Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada  
ENSAYA está inscrita en el registro general del CTE con el nº ARA - L - 005 para los grupos de ensayo GT, VS, PS, EH, EA, EFA  
Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción parcial sin consentimiento escrito de ENSAYA



PETICIONARIO: U.T.E. GEOTECNIA CENTRO ESTE  
OBRA: LA MORA-LA POBLA

MUESTRA: C-104.8 / Qco.

Nº OBRA: 15AG0804  
Nº REF.: 15AV05393

FECHA DE TOMA:

## ÍNDICE CBR EN LABORATORIO

### Datos generales

- Norma de ensayo: UNE 103 502.
- Volumen molde (cm<sup>3</sup>): 2.320,00
- Tipo de muestra: Compactada
- Sobrecarga (kg): 4,50

### Energía de compactación

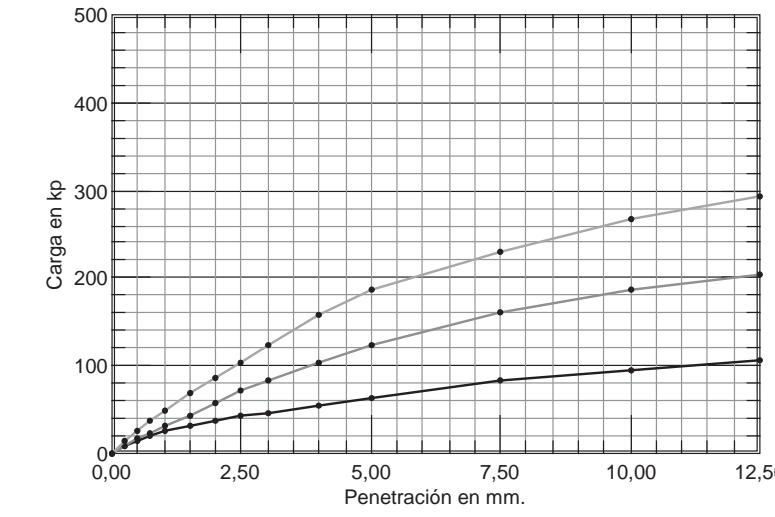
- Masa de la maza (kg): 2,50
- Altura de caída (mm): 305,00
- Número de capas: 3
- Número de golpes: 3

### Datos de referencia

- Tipo de proctor: Normal
- Densidad máxima (proctor) (g/cm<sup>3</sup>): 1,65
- Humedad óptima (proctor) (%): 19,3
- Sustitución de material: Sí
- Retenido tamiz 20 UNE (%): 16,00

### Probetas

Probeta nº	Densidad (g/cm³)	Humedad (%)	%PM	CBR	Absorción	Hinchamiento
1	1,56	19,00	94,50	3,20	3,10	0,01
2	1,62	18,90	97,90	6,00	1,30	0,03
3	1,66	18,90	100,30	9,10	0,10	0,02



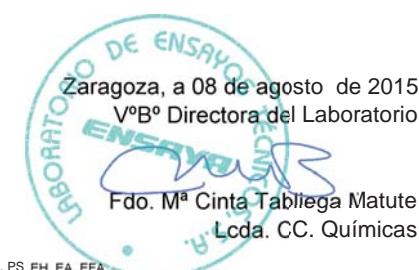
### Resultado

- Índice C.B.R. al 95% P.N.: 3,60
- Índice C.B.R. al 98% P.N.: 6,10
- Índice C.B.R. al 100% P.N.: 8,70
- Hinchamiento (%): No
- Observaciones:

El Jefe del Área

Fdo. Juan José Lizama García  
Lcdo. CC. Químicas

Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada  
ENSAYA está inscrita en el registro general del CTE con el nº ARA - L - 005 para los grupos de ensayo GT, VS, PS, EH, EA, EFA  
Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción parcial sin consentimiento escrito de ENSAYA



PETICIONARIO: U.T.E. GEOTECNIA CENTRO ESTE  
OBRA: LA MORA-LA POBLA

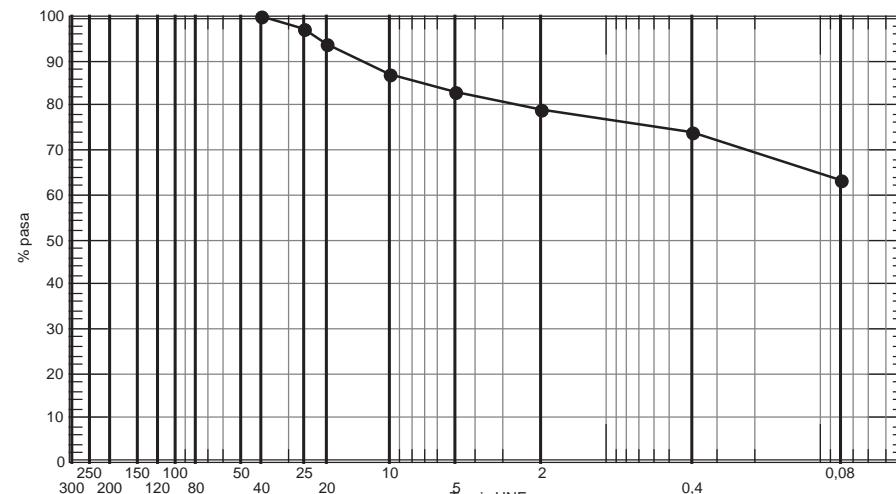
MUESTRA: C-106.1 / Tcam.

Nº OBRA: 15AG0804  
Nº REF.: 15AV05401

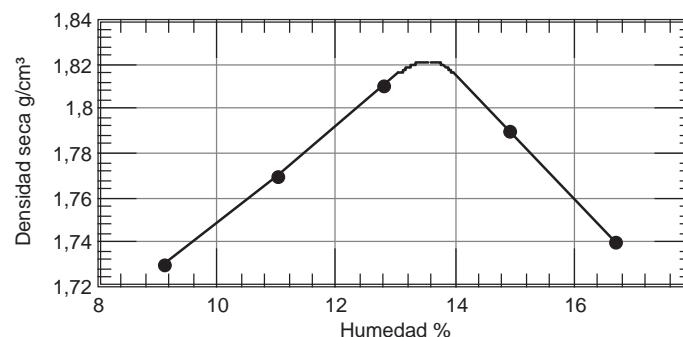
FECHA DE TOMA:

## ENSAYO DE SUELOS

### Análisis granulométrico (UNE 103101)



### Proctor Normal (UNE 103500)



Puntos ensayados	
Densidad seca g/cm³	Humedad %
1,73	9,10
1,77	11,00
1,81	12,80
1,79	14,90
1,74	16,70

Resultado  
 - Densidad máxima (g/cm³): 1,82  
 - Humedad óptima (%): 13,60

### Límites de Atterberg (UNE-103103, 103104)

- Límite líquido: 26,8
- Límite plástico: 17,1
- Índice de plasticidad: 9,7

### Ensayos químicos

- Materia orgánica (UNE 103204) (%): 0,27
- Sulfatos (UNE 103201) ( $\text{SO}_3$  %): < 0,10
- Yesos (NLT 115) (%): < 0,10
- Sales solubles (incluido yeso) (NLT 114): 0,08

- Observaciones:

El Jefe del Área

Fdo. Juan José Lizama García  
Lcdo. CC. Químicas



Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada  
ENSAYA está inscrita en el registro general del CTE con el nº ARA - L - 005 para los grupos de ensayo GT, VS, PS, EH, EA, EFA  
Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción parcial sin consentimiento escrito de ENSAYA

PETICIONARIO: U.T.E. GEOTECNIA CENTRO ESTE  
OBRA: LA MORA-LA POBLA

MUESTRA: C-106.1 / Tcam.

Nº OBRA: 15AG0804  
Nº REF.: 15AV05401

FECHA DE TOMA:

## ÍNDICE CBR EN LABORATORIO

### Datos generales

- Norma de ensayo: UNE 103 502.
- Volumen molde (cm³): 2.320,00
- Tipo de muestra: Compactada
- Sobrecarga (kg): 4,50

### Energía de compactación

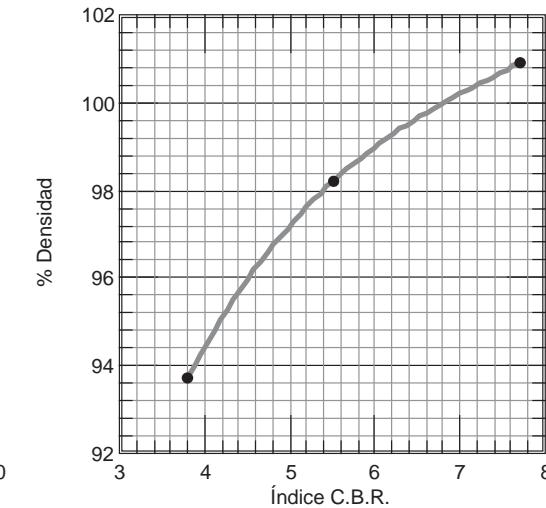
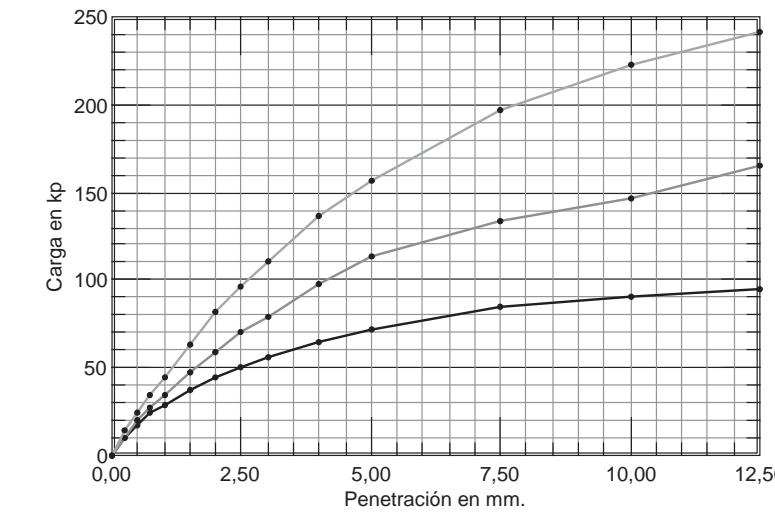
- Masa de la maza (kg): 2,50
- Altura de caída (mm): 305,00
- Número de capas: 3
- Número de golpes: 3

### Datos de referencia

- Tipo de proctor: Normal
- Densidad máxima (proctor) (g/cm³): 1,82
- Humedad óptima (proctor) (%): 13,6
- Sustitución de material: Sí
- Retenido tamiz 20 UNE (%): 6,00

### Probetas

Probeta nº	Densidad (g/cm³)	Humedad (%)	%PM	CBR	Absorción	Hinchamiento
1	1,71	13,70	93,70	3,80	4,40	0,29
2	1,79	14,10	98,20	5,50	2,30	0,30
3	1,84	13,20	100,90	7,70	2,20	0,27



### Resultado

- Índice C.B.R. al 95% P.N.: 4,30
- Índice C.B.R. al 98% P.N.: 5,40
- Índice C.B.R. al 100% P.N.: 7,00
- Hinchamiento (%): 0,30
- Observaciones:

El Jefe del Área

Fdo. Juan José Lizama García  
Lcdo. CC. Químicas



Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada  
ENSAYA está inscrita en el registro general del CTE con el nº ARA - L - 005 para los grupos de ensayo GT, VS, PS, EH, EA, EFA  
Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción parcial sin consentimiento escrito de ENSAYA

PETICIONARIO: U.T.E. GEOTECNIA CENTRO ESTE  
OBRA: LA MORA-LA POBLA

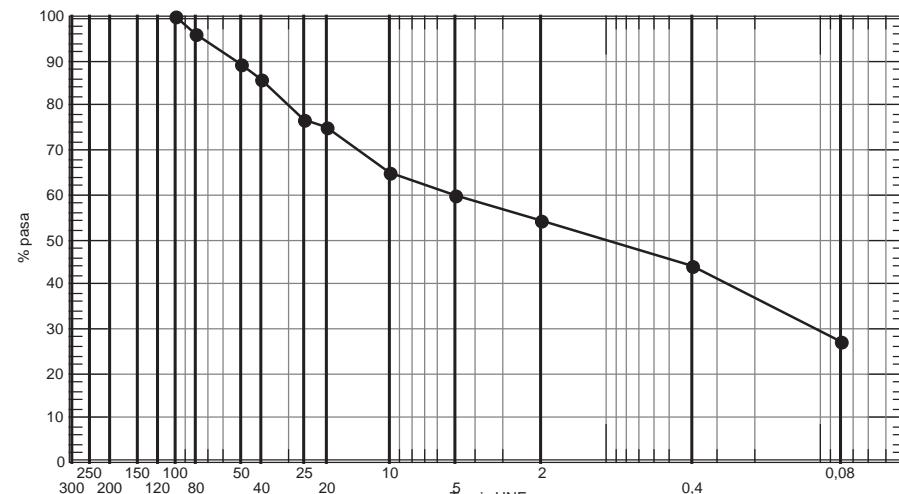
MUESTRA: C-106.6 / Tcam alterado.

Nº OBRA: 15AG0804  
Nº REF.: 15AV05532

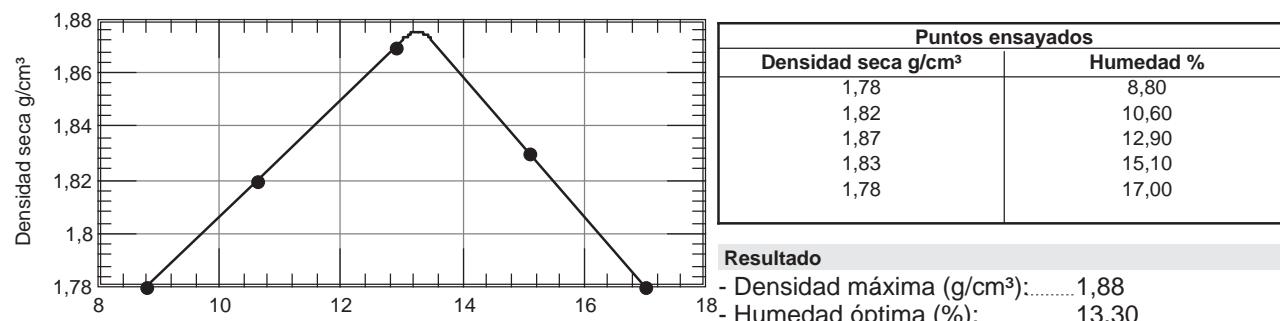
FECHA DE TOMA:

## ENSAYO DE SUELOS

### Análisis granulométrico (UNE 103101)



### Proctor Normal (UNE 103500)



### Límites de Atterberg (UNE-103103, 103104)

- Límite líquido: ..... No plástico
- Límite plástico: ..... No plástico
- Índice de plasticidad: ..... No

### Ensayos químicos

- Materia orgánica (UNE 103204) (%): 0,14
- Sulfatos (UNE 103201) (SO<sub>3</sub> %): < 0,10
- Yesos (NLT 115) (%): < 0,10
- Sales solubles (incluido yeso) (NLT 114): 0,06

- Observaciones:

El Jefe del Área

Fdo. Juan José Lizama García  
Lcdo. CC. Químicas

Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada  
ENSAYA está inscrita en el registro general del CTE con el nº ARA - L - 005 para los grupos de ensayo GT, VS, PS, EH, EA, EFA.  
Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción parcial sin consentimiento escrito de ENSAYA.



Zaragoza, a 15 de agosto de 2015  
VºBº Directora del Laboratorio

Fdo. Mª Cinta Tabliega Matute  
Lcda. CC. Químicas

PETICIONARIO: U.T.E. GEOTECNIA CENTRO ESTE  
OBRA: LA MORA-LA POBLA

MUESTRA: C-106.6 / Tcam alterado.

Nº OBRA: 15AG0804  
Nº REF.: 15AV05532

FECHA DE TOMA:

## ÍNDICE CBR EN LABORATORIO

### Datos generales

- Norma de ensayo: UNE 103 502.
- Volumen molde (cm<sup>3</sup>): 2.320,00
- Tipo de muestra: Compactada
- Sobrecarga (kg): 4,50

### Energía de compactación

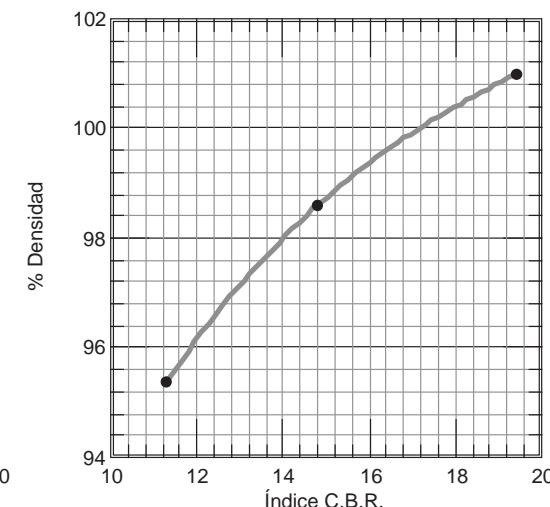
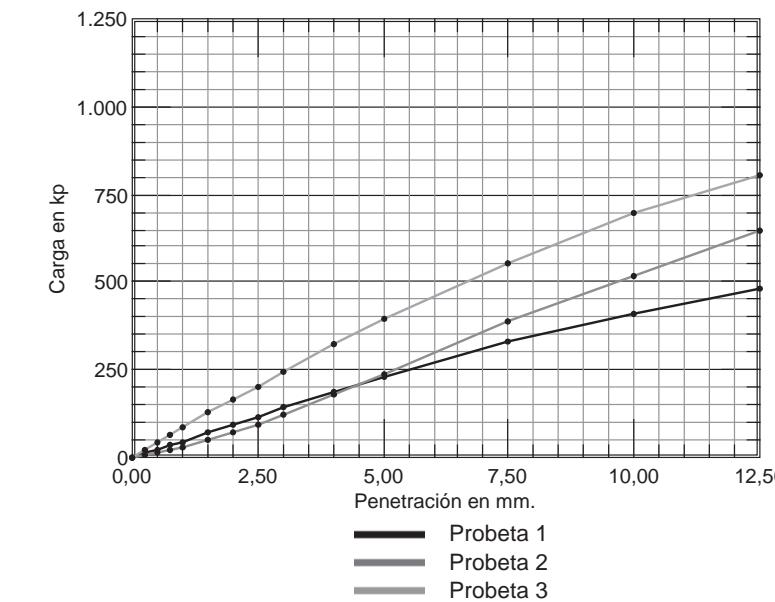
- Masa de la maza (kg): 2,50
- Altura de caída (mm): 305,00
- Número de capas: 3
- Número de golpes: 3

### Datos de referencia

- Tipo de proctor: Normal
- Densidad máxima (proctor) (g/cm<sup>3</sup>): 1,88
- Humedad óptima (proctor) (%): 13,3
- Sustitución de material: Sí
- Retenido tamiz 20 UNE (%): 25,00

### Probetas

Probeta nº	Densidad (g/cm³)	Humedad (%)	%PM	CBR	Absorción	Hinchamiento
1	1,79	13,60	95,40	11,30	1,30	No hincha
2	1,85	13,10	98,60	14,80	0,60	No hincha
3	1,88	13,00	101,00	19,40	0,60	No hincha



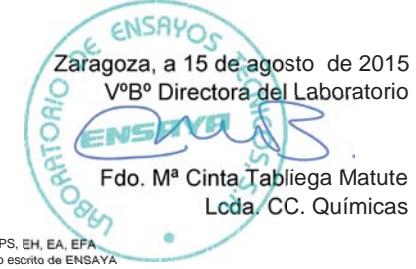
### Resultado

- Índice C.B.R. al 95% P.N.: 10,90
- Índice C.B.R. al 98% P.N.: 14,10
- Índice C.B.R. al 100% P.N.: 17,50
- Hinchamiento (%): No
- Observaciones:

El Jefe del Área

Fdo. Juan José Lizama García  
Lcdo. CC. Químicas

Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada  
ENSAYA está inscrita en el registro general del CTE con el nº ARA - L - 005 para los grupos de ensayo GT, VS, PS, EH, EA, EFA.  
Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción parcial sin consentimiento escrito de ENSAYA.



Zaragoza, a 15 de agosto de 2015  
VºBº Directora del Laboratorio

Fdo. Mª Cinta Tabliega Matute  
Lcda. CC. Químicas

## APÉNDICE Nº 6. ENSAYOS PRESIÓMETROS

## ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN.....	1
2.-TIPOS DE PRESIOMETRO-DILATÓMETRO.....	1
3.-PRESIÓMETRO UTILIZADO.....	2
4.-TEORÍA DEL ENSAYO PRESIÓMETRICO.....	3
5.-CÁLCULO DE LOS MODULOS.....	4
6.-FORMULAS PARA EL CÁLCULO DE MODULOS.....	5
7.-CALIBRACIONES.....	5
8.-TRABAJOS REALIZADOS.....	6

**ANEJO I: CUADRO RESUMEN DE LOS DATOS DE IDENTIFICACIÓN Y RESULTADOS  
DE LOS ENSAYOS PRESIO-DILATOMÉTRICOS**

**ANEJO II: RESULTADOS DE LOS ENSAYOS**

## 1. INTRODUCCIÓN

El **ensayo presiométrico**, consiste en la aplicación de presión sobre una particular longitud de la pared de un sondeo y la observación de la deformación del material alrededor de la sección sometida a tensión. La presión se ejerce mediante una celda hidráulica cilíndrica. La formalización teórica de la deformación de una cavidad cilíndrica sometida a una tensión se efectúa mediante la aplicación de la Teoría de la Elasticidad y fue resuelta por el francés **Lamé** en 1852. Alrededor de 1930 el alemán **Koegler**, ideó un dispositivo para realizar un ensayo de carga lateral en un sondeo. En 1953 el francés **Menard** inventó y patentó el presiómetro tricelular, de lectura indirecta y solo aplicable a suelos. En 1966 el portugués **Rocha** presentaba en el Congreso de la ISRM el aparato LNEC, que era un **dilatómetro** (Alta presión para ensayos de rocas) del tipo monocelda y con registro directo presión-deformación. Este último equipo es el origen del presio-dilatómetro **Elastmeter 200** de la casa OYO de Japón.

## 2.-TIPOS DE PRESIÓMETRO-DILATÓMETRO

Se distinguen dos tipos **en función de la presión aplicada**:

- a) *Presiómetro de suelos y rocas blandas.*-Se somete el material a presiones de hasta 50 bares.
- b) *Dilatómetro.*- Para suelos y rocas duras. Se somete al material hasta 200 bares de presión.

Se pueden distinguir **en función de la forma de medir la deformación**:

- a) **De medida indirecta.** La deformación se mide por la variación de volumen de la celda de presión, que se llena de agua. Este sería el **Presiómetro Menard**.
- b) **De medida directa.** La deformación se mide por el cambio de radio de la celda de presión. Pertenecen a este tipo todos los equipos de alta presión.

### 3.-PRESIÓMETRO UTILIZADO

El presiómetro utilizado es un presio-dilatómetro **ELASTMETER 200** de la casa OYO.

Este equipo es del tipo monocelda (Se observó que las celdas de guarda de los equipos triceldas no son necesarias si la longitud de la camisa es lo suficientemente larga, como es el caso). Los sensores de presión y deformación se encuentran integrados en el sistema, siendo su lectura directa sobre una centralita. La sonda incorpora los siguientes elementos:

- a) Camisa de presión de goma de 72 mm de diámetro y 520 mm de largo.
- b) Transductor de presión
- c) Transductor diferencial de desplazamiento radial.
- d) Electrónica de salida a central de lectura con cable de conexión de doble estanqueidad.

Los valores de presión y deformación son recogidos y analizados en un ordenador portátil mediante un módulo de alimentación, tarjeta y programa de adquisición de datos que descarga sobre hoja Excel. Esta hoja recoge los valores brutos, las calibraciones y los valores corregidos. Estos datos se pueden a su vez observar sobre un gráfico presión-deformación y mediante su análisis es posible calcular la presión límite, límite de fluencia, y presión de fluencia, así como el cálculo de los módulos de corte y presiométrico.

El sistema de presión puede ser a través de una bombona de nitrógeno industrial o de bomba manual de agua.

E En algunos suelos y rocas arcillosas pueden existir variaciones temporales de la deformación manteniendo constante la presión. Ello se observa cuando se efectúan mediciones separadas 30 segundos o 1 minuto manteniendo constante la presión y existen variaciones entre las dos deformaciones medidas, debido a la fluencia o "creep deformation" del material. Esta "creep deformation" se puede medir por la diferencia entre los dos radios medidos.



DETALLE DEL PRESIÓMETRO ELASTMETER 200. OYO

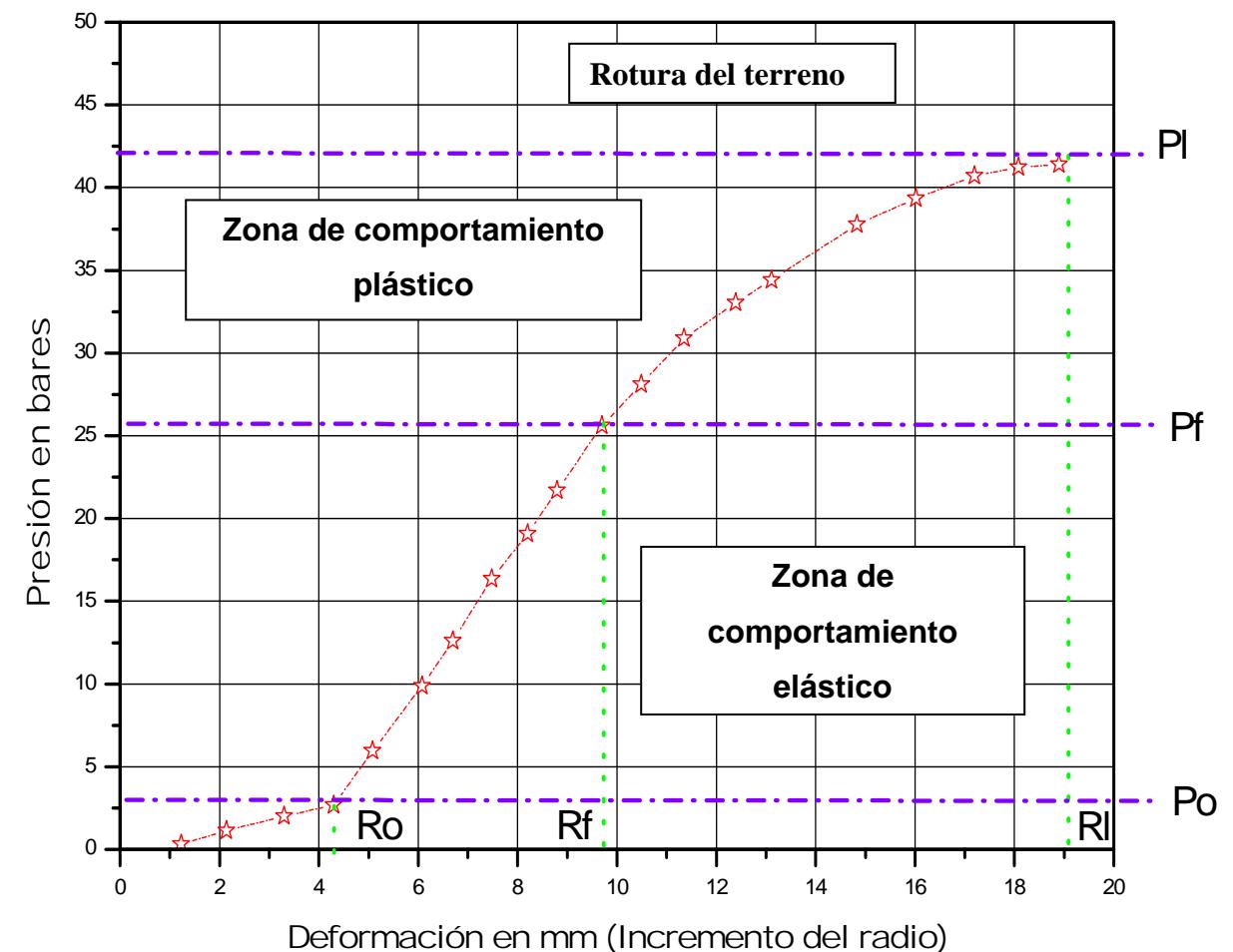
#### 4.-TEORÍA DEL ENSAYO PRESIOMÉTRICO

El ensayo presiométrico consiste en expandir radialmente una camisa de goma cilíndrica dentro de un sondeo, mediante un cilindro de gas o una bomba manual de agua. Se realiza aplicando presiones crecientes escalonadas y midiendo la deformación para cada escalón. La camisa de goma, tiene una rigidez variable en función de la resistencia del material a ensayar (suelo, roca etc.). Las presiones se incrementan hasta conseguir la rotura por cizalla del material si ello es posible. Si se llevan las presiones y deformaciones sobre un gráfico, se puede obtener una curva como se muestra en la siguiente figura.

Existen tres valores que dividen el área bajo la curva en cuatro regiones:

- 1.-**Po-Ro.**- Corresponden a los valores de P y R necesarios para adaptar la camisa al terreno.
- 2.-**Zona entre Po y Pf.**- Corresponde al tramo de la curva en la que el material sigue la ley de Hooke; es decir el tramo elástico.
- 3.-**Zona entre Pf y Pl.**- Corresponde al tramo de la curva en la que el material se comporta plásticamente.
- 4.-**Superior a Pl.** Corresponde a la presión a la que falla el terreno y donde no es posible aumentar la presión.

## CURVA TÍPICA Y PUNTOS SINGULARES DE UN ENSAYO PRESIÓMETRICO (Según norma ASTM: D4719-87)



**PI**= Presión límite. Presión a la que el terreno se cizalla.

**Pf**= Presión de fluencia. Presión a la que el terreno deja de comportarse como elástico.

**Po**= Presión de adaptación. Presión necesaria para adaptar la camisa al agujero de la perforación.

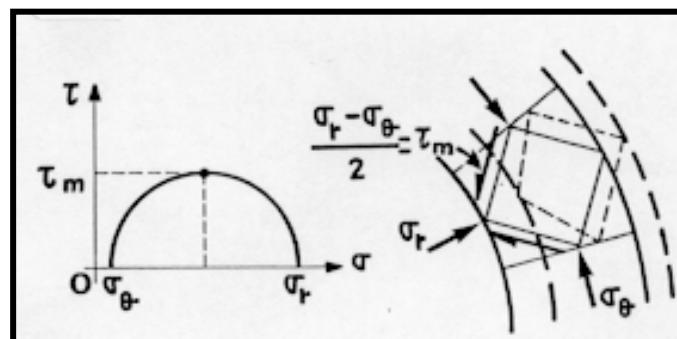
**Ro**= Incremento de radio necesario para adaptar la camisa al terreno.

**Rf**= Incremento de radio necesario para que comience la plastificación del terreno.

**RI**= Incremento de radio a partir del cual, el terreno rompe por cizalla.

## 5.-CÁLCULO DE LOS MÓDULOS DE CORTE (G) Y PRESIOMÉTRICO (Ep)

En condiciones de elasticidad (Tramo recto ó elástico de la curva), y considerando tensión plana y en la que las tensiones principales corresponden a la dirección del radio  $\sigma_c$  y a su perpendicular  $\sigma_\theta$ , las variaciones del radio de la cavidad cilíndrica sometida a una presión P, se obtiene a partir de la teoría de la elasticidad, que da la siguiente expresión:



Tensiones y círculo de Mohr en el presiómetro

$$\sigma - \sigma_0 = \Delta P \cdot (1 + \nu) \cdot \sigma_0 / E_p$$

$\sigma - \sigma_0$ = Variación del radio;  $\Delta P$ = Incremento de presión;  $\nu$ = Coeficiente de Poisson

$E_p$ =Módulo presiométrico

Si hacemos  $(\sigma - \sigma_0) / \sigma_0 = \epsilon_c$ =Alargamiento radial unitario, sustituimos en la fórmula anterior y despejando  $E_p$ , obtenemos:

$$E_p = (1 + \nu) \cdot \Delta P / \Delta \epsilon_c$$

Fórmula del Módulo Presiométrico

Recordando la ecuación que relaciona el módulo de Young  $E$  y el Módulo de corte  $G$ ,  $E=2G(1+\nu)$ , se obtiene el valor de  $G$  en función de  $\Delta P$  y de  $\Delta \varepsilon_c$ :

$$G = \Delta P / 2 \Delta \varepsilon_c \text{ Fórmula del Módulo de Corte}$$

Los valores de  $\Delta P$  y de  $\varepsilon_c$  se obtienen de la curva presiométrica. El valor de  $\nu$  a partir de tablas, ensayos de compresión con banda extensométrica o ensayos de sísmica "down hole".

## 6.-FÓRMULAS PARA EL CÁLCULO DEL MÓDULO DE CORTE (G) Y DEL MÓDULO PRESIOMÉTRICO (Ep)

$$\varepsilon_c = \frac{(\rho - \rho_0)}{\rho_0}$$

$$G = \frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta p}{\Delta \varepsilon_c}$$

$$Ep = 2G(1 + \nu)$$

$\rho_0$  = Radio inicial de la cavidad

$\rho$  = Radio final de la cavidad

$\varepsilon_c$  = Deformación radial unitaria

$\nu$  = Coeficiente de Poisson

$P$  = Presión

Para la determinación o estimación de la presión límite se ha tenido en cuenta varios criterios:

Por una parte, se ha determinado por la formulación propuesta por Menard en 1976, por la cual la presión límite, definida como la máxima presión a partir de la cual la cavidad continúa expandiéndose indefinidamente, se puede estimar representando en una gráfica  $\Delta V/V$  -Presión, y extrapolar la curva hasta la condición  $\Delta V/V=1$ .

Por otra parte, y siempre que fue posible se siguió el criterio de Mair y Wood (1987). Por el cual, se establece la presión límite a partir del momento en que la expresión  $1/\varepsilon_c$  tiende a cero.

En algunas ocasiones, en el que el ensayo no alcanzó la presión límite (rocas), se aporta el valor de presión límite como el valor máximo de presión alcanzado en el ensayo.

## 7.-CALIBRACIÓN

Los valores de  $\Delta P$  y de  $\varepsilon_c$  necesarios para el cálculo de los módulos corresponden al conjunto camisa-terreno. El radio medido corresponde al del interior de la camisa y la presión es la necesaria para vencer la rigidez de la goma, adaptar la camisa al terreno y tensionar este. Hemos por tanto de conocer la distribución de tensiones y deformaciones de la camisa, para corregir los valores brutos y obtener las tensiones y deformaciones netas o que afectan al terreno. Se realizan dos tipos de calibración:

- En vacío.**- Se obtiene la presión de reacción de la camisa que habrá de restarse de la presión bruta medida para obtener la tensión real a que se somete la pared del sondeo.
- En tubo.**-Se somete la camisa a presiones escalonadas en tubos de diferentes diámetros, permitiendo conocer la disminución de espesor de la pared de la camisa debida a la presión y la expansión dimensional de esta.

## 8.-TRABAJOS REALIZADOS

Entre el 15yel 25 de Julio de 2015 el técnico de INGE ha realizado cinco (5) ensayos presio-dilatométricos en un sondeo en la central nuclear de Ascó.

INSTRUMENTACIÓN GEOTECNICA Y ESTRUCTURAL S.L. (INGE)

OVIEDO, AGOSTO DE 2015

DEPARTAMENTO DE INSTRUMENTACIÓN

En el anexo I se adjunta una hoja resumen con los datos de identificación de los ensayos, así como las incidencias ocurridas durante la medición. En la misma hoja, pero aparte, se resumen los resultados de los ensayos, litologías y módulos calculados.



Pablo Pardo Solís  
Geólogo colegiado Nº4826



Raúl Gómez García  
Geólogo colegiado Nº5922

## **ANEJO I**

### **RESUMEN DE DATOS Y RESULTADOS**

## DATOS DE LOS PRESIOMETROS REALIZADOS

CLIENTE:	INECO			
OBRA:	<b>N-340 : LA MORA-LA POBLA</b>			
FECHA ENSAYO	SONDEO	PROFUNDIDAD(m)	Observaciones e incidencias	OPERADOR
15/07/2015	SPI 101.2	6,40-7,00		RGG
16/07/2015	SPI 102.1	4,90-5,50		RGG
20/07/2015	SV-E1	8,40-9,00		RGG
22/7/2015	SV-E1	27,70-28,30	ROMPIO LA CAMISA	RGG
24/07/2015	SV-E2	8,30-8,90		
25/07/2015	SPI103.2	5,40-6,00		
17/07/2015	SPI 106.5	5,30-5,90		RGG

## RESULTADOS DE LOS PRESIOMETROS REALIZADOS (CARGA)

SONDEO	Datos identificación		TIPO DE MATERIAL	Resultados obtenidos			
	PRESIOMETRO	PROFUNDIDAD		Modulo de corte G=...MPa	Mod .presiometrico Ep=...MPa	Presión fluencia Bares	Presión límite Bares
Nº	Nº	DEL ENSAYO(m)	MATERIAL	G=...MPa	Ep=...MPa	Bares	Bares
SPI 101.2	1	6,40-7,00	ARCILLAS LIMOSAS	2,83	7,07	7,73	>8,05
SPI 102.1	2	4,90-5,50	GRAVAS Y ARCILLAS ARENOSAS	3,42	8,56	9,99	>10,80
SV-E1	3	8,40-9,00	GRAVAS Y ARCILLAS ARENOSAS	22,61	56,52	33,11	>39,04
SV-E1	4	27,70-28,30	CALCARENITAS ALTERADAS	53,54	133,84	>79,00	>79,00
SV-E2	5	8,30-8,90	ARENAS ARCILLOSAS	4,84	12,10	10,23	>12,16
SPI103.2	6	5,40-6,00	ARENAS ARCILLOSAS	2,55	6,37	7,55	>8,00
SPI 106.5	7	5,30-5,90	ARCILLAS	10,50	26,24	24,09	>25,07

## ANEJO II

### RESULTADOS DE LOS ENSAYOS PRESIO-DILATOMÉTRICOS

FECHA ENSAYO: 15/07/2015

PETICIONARIO: INECO

Nº TRABAJO: 15-020

ESTUDIO GEOLOGICO GEOTÉCNICO LA PARA EL ACONDICIONAMIENTO DE LA N-340,  
TRAMO: LA MORA-LA POBLA

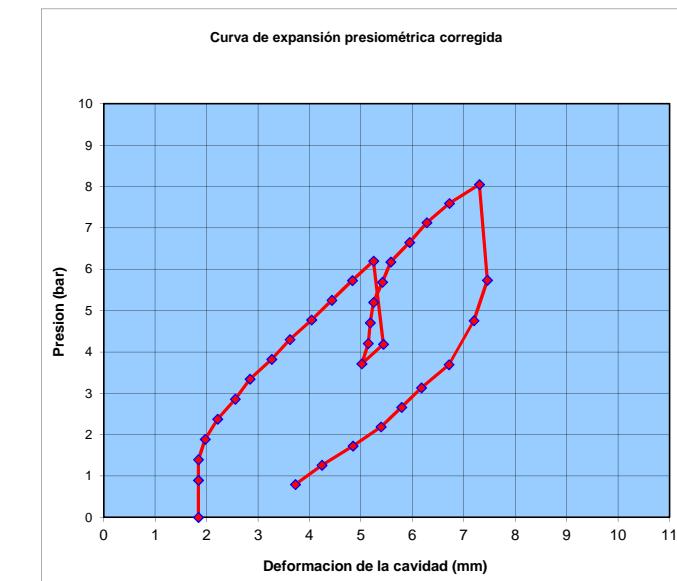
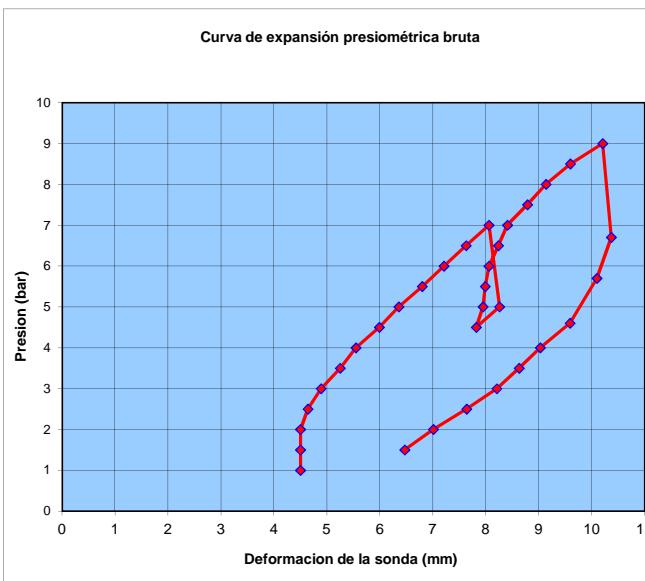
ENSAYO PRESIO-DILATOMETRICO OYO (Elastometer 200).Norma: ASTM D-4719



SONDEO	SPI 101.2
PROFUNDIDAD ENSAYO (m)	6,40-7,00 m
LITOLOGÍA	ARCILLAS LIMOSAS
SISTEMA DE PERFORACION	Rotación con recuperación de testigo
COEFICIENTE DE POISSON ASIGNADO	0,25
RADIO DE LA CAMISA EN VACÍO=	36 mm
PERFORACION CON BATERIA DE	76 mm

Medida	Medidas Brutas					Correcciones		Medidas corregidas		
	Presión	Radio	R 30"	R 60"	R60"-R30"	Reacción Goma	Presión sobre Goma	Expansión Camisa	Presión	Radio
1	1,0000	4.5000				0,6038	1,9619	0,7004	0,0000	1,8377
2	1,5000	4.5000				0,6038	1,9619	0,7004	0,8962	1,8377
3	2,0000	4.5000				0,6038	1,9619	0,7004	1,3962	1,8377
4	2,5000	4,6400	4,7600	4,7800	0,0200	0,6106	1,9621	0,7062	1,8894	1,9717
5	3,0000	4,8900	5,0900	5,1200	0,0300	0,6228	1,9625	0,7165	2,3772	2,2110
6	3,5000	5,2500	5,3900	5,4100	0,0200	0,6410	1,9630	0,7314	2,8590	2,5556
7	4,0000	5,5500	5,7300	5,7500	0,0200	0,6565	1,9634	0,7438	3,3435	2,8428
8	4,5000	5,9900	6,0900	6,1300	0,0400	0,6799	1,9640	0,7619	3,8201	3,2641
9	5,0000	6,3600	6,5000	6,5400	0,0400	0,7003	1,9646	0,7772	4,2997	3,6183
10	5,5000	6,8000	6,9300	6,9700	0,0400	0,7253	1,9652	0,7953	4,7747	4,0395
11	6,0000	7,2100	7,4000	7,4400	0,0400	0,7494	1,9658	0,8122	5,2506	4,4320
12	6,5000	7,6300	7,8500	7,8900	0,0400	0,7749	1,9664	0,8296	5,7251	4,8340
13	7,0000	8,0600	8,2300	8,2700	0,0400	0,8019	1,9670	0,8473	6,1981	5,2457
14	5,0000	8,2600				0,8148	1,9673	0,8556	4,1852	5,4372
15	4,5000	7,8200				0,7867	1,9666	0,8374	3,7133	5,0159
16	5,0000	7,9500				0,7949	1,9668	0,8428	4,2051	5,1404
17	5,5000	7,9900	8,0000	8,0000	0,0000	0,7974	1,9669	0,8444	4,7026	5,1787
18	6,0000	8,0600	8,1300	8,1300	0,0000	0,8019	1,9670	0,8473	5,1981	5,2457
19	6,5000	8,2400	8,2800	8,3000	0,0200	0,8135	1,9672	0,8547	5,6865	5,4180
20	7,0000	8,4100	8,5700	8,6000	0,0300	0,8246	1,9675	0,8618	6,1754	5,5807
21	7,5000	8,7900	8,8300	8,8400	0,0100	0,8499	1,9680	0,8774	6,6501	5,9445
22	8,0000	9,1400	9,2800	9,3200	0,0400	0,8740	1,9685	0,8919	7,1260	6,2796
23	8,5000	9,6000	9,8400	9,8900	0,0500	0,9066	1,9692	0,9109	7,5934	6,7199
24	9,0000	10,2100	10,3200	10,3900	0,0700	0,9518	1,9701	0,9360	8,0482	7,3039
25	6,7000	10,3700				0,9640	1,9703	0,9426	5,7360	7,4571
26	5,7000	10,1000				0,9435	1,9699	0,9315	4,7565	7,1986
27	4,6000	9,5900				0,9059	1,9692	0,9104	3,6941	6,7104
28	4,0000	9,0300				0,8663	1,9684	0,8873	3,1337	6,1743
29	3,5000	8,6300				0,8392	1,9678	0,8708	2,6608	5,7914
30	3,0000	8,2100				0,8115	1,9672	0,8535	2,1885	5,3893
31	2,5000	7,6400				0,7755	1,9664	0,8300	1,7245	4,8436
32	2,0000	7,0100				0,7375	1,9655	0,8040	1,2625	4,2405
33	1,5000	6,4700				0,7064	1,9647	0,7817	0,7936	3,7236

PARAMETROS DE CALIBRACION DE LA CAMISA		
Presion reacción=b1*m1 <sup>R</sup>	Diferencial Radio=b2+m2R	Diferencial Radio=a+bR
b1= 0,42180761	b2= 1,95547815	a= 0,514755982
m1= 1,08296583	m2= 0,00142857	b= 0,041260802

MÓDULO EN CARGARadio inicial de la cavidad  $\rho_0$ = 38,8428 mmRadio de la cavidad  $\rho_1$ = 38,8428 mm  $\varepsilon_1$ = 0  
Presión en la cavidad  $P_1$ = 3,3435 barRadio de la cavidad  $\rho_2$ = 41,2457 mm  $\varepsilon_2$ = 0,061862173  
Presión en la cavidad  $P_2$ = 6,1981 bar

$$\text{Módulo de corte } G = 2,31 \text{ Mpa}$$

$$\text{Módulo de def. } Ep = 5,77 \text{ Mpa}$$

$$\varepsilon_c = \frac{(\rho - \rho_0)}{\rho_0}$$

$$G = \frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta P}{\varepsilon_c}$$

$$E = 2G(1 + \nu)$$

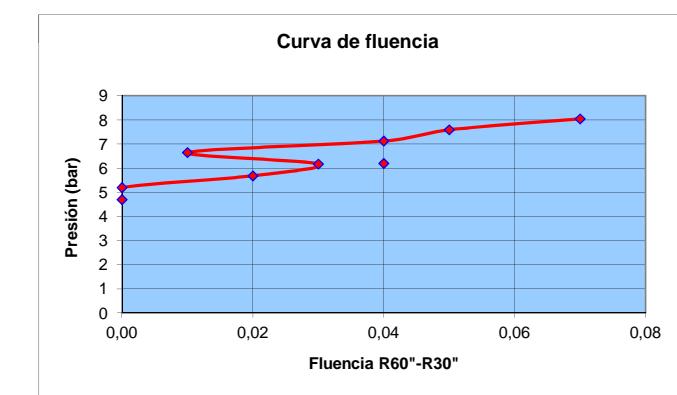
MÓDULO EN RECARGARadio inicial de la cavidad  $\rho_0$ = 41,5807 mmRadio de la cavidad  $\rho_1$ = 41,5807 mm  $\varepsilon_1$ = 0  
Presión en la cavidad  $P_1$ = 6,1754 barRadio de la cavidad  $\rho_2$ = 42,2796 mm  $\varepsilon_2$ = 0,016808279  
Presión en la cavidad  $P_2$ = 7,126 bar

$$\text{Presión límite: } > 8,05 \text{ bar}$$

$$\text{Presión de fluencia: } 7,13 \text{ bar}$$

$$\text{Módulo de corte } G = 2,83 \text{ Mpa}$$

$$\text{Módulo de def. } Ep = 7,07 \text{ MPa}$$

Operador : R. Gómez  
Interpretación: P.Pardo

FECHA ENSAYO: 16/07/2015

PETICIONARIO: INECO

Nº TRABAJO: 15-020

ESTUDIO GEOLOGICO GEOTÉCNICO LA PARA EL ACONDICIONAMIENTO DE LA N-340,  
TRAMO: LA MORA-LA POBLA

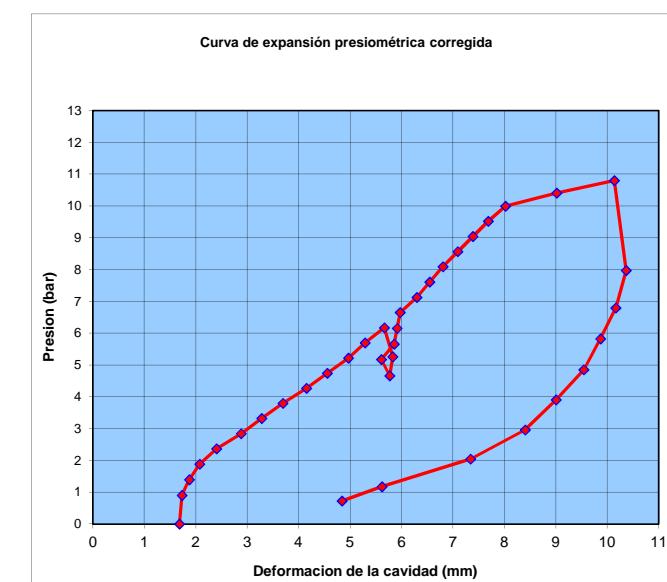
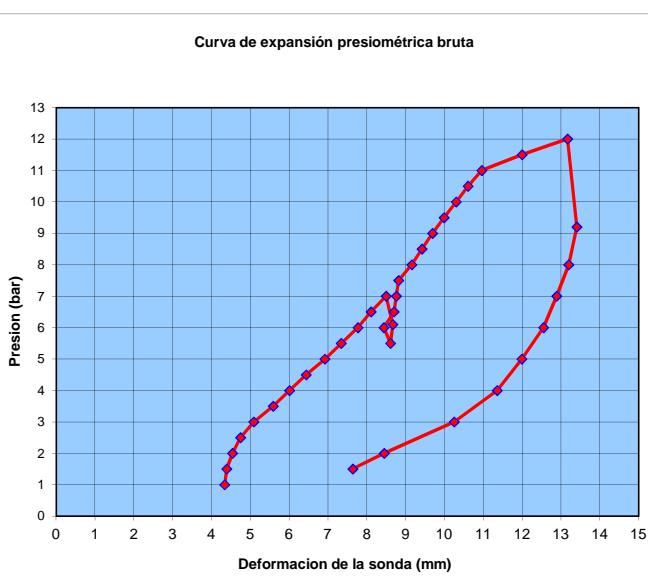
ENSAYO PRESIO-DILATOMETRICO OYO (Elastometer 200). Norma: ASTM D-4719



SONDEO	SPI 102.1
PROFUNDIDAD ENSAYO (m)	4,90-5,50 m
LITOLOGÍA	GRAVAS Y ARCILLAS ARENASAS
SISTEMA DE PERFORACION	Rotación con recuperación de testigo
COEFICIENTE DE POISSON ASIGNADO	0,25
RADIO DE LA CAMISA EN VACÍO=	36 mm
PERFORACION CON BATERIA DE	76 mm

Medida	Medidas Brutas					Correcciones			Medidas corregidas	
	Presión	Radio	R 30"	R 60"	R60"-R30"	Reacción Goma	Presión sobre Goma	Expansión Camisa	Presión	Radio
1	1,0000	4,3400				0,5961	1,9617	0,6938	0,0000	1,6845
2	1,5000	4,3900				0,5985	1,9617	0,6959	0,9015	1,7324
3	2,0000	4,5400				0,6057	1,9620	0,7021	1,3943	1,8760
4	2,5000	4,7500				0,6159	1,9623	0,7107	1,8841	2,0770
5	3,0000	5,0900	5,3200	5,4000	0,0800	0,6329	1,9627	0,7248	2,3671	2,4025
6	3,5000	5,5900	5,8100	5,9100	0,1000	0,6586	1,9635	0,7454	2,8414	2,8811
7	4,0000	6,0100	6,2100	6,3000	0,0900	0,6810	1,9641	0,7627	3,3190	3,2832
8	4,5000	6,4400	6,6700	6,7200	0,0500	0,7047	1,9647	0,7805	3,7953	3,6948
9	5,0000	6,9200	7,1100	7,1400	0,0300	0,7322	1,9654	0,8003	4,2678	4,1544
10	5,5000	7,3400	7,6000	7,6300	0,0300	0,7572	1,9660	0,8176	4,7428	4,5564
11	6,0000	7,7700	7,8840	7,9200	0,0360	0,7836	1,9666	0,8354	5,2164	4,9681
12	6,5000	8,1100	8,3000	8,3400	0,0400	0,8051	1,9671	0,8494	5,6949	5,2936
13	7,0000	8,5000	8,6500	8,6800	0,0300	0,8305	1,9676	0,8655	6,1695	5,6669
14	6,1000	8,6700				0,8418	1,9679	0,8725	5,2582	5,8296
15	5,5000	8,6100				0,8378	1,9678	0,8700	4,6622	5,7722
16	6,0000	8,4400				0,8265	1,9675	0,8630	5,1735	5,6095
17	6,5000	8,7000	8,7000	8,7000	0,0000	0,8438	1,9679	0,8737	5,6562	5,8584
18	7,0000	8,7600	8,7600	8,7600	0,0000	0,8479	1,9680	0,8762	6,1521	5,9158
19	7,5000	8,8200	9,0100	9,0400	0,0300	0,8520	1,9681	0,8787	6,6480	5,9732
20	8,0000	9,1600	9,2600	9,2900	0,0300	0,8754	1,9686	0,8927	7,1246	6,2987
21	8,5000	9,4200	9,5600	9,5900	0,0300	0,8937	1,9689	0,9034	7,6063	6,5476
22	9,0000	9,6900	9,8300	9,8600	0,0300	0,9131	1,9693	0,9146	8,0869	6,8061
23	9,5000	9,9900	10,1200	10,1500	0,0300	0,9352	1,9697	0,9270	8,5648	7,0933
24	10,0000	10,3000	10,4400	10,4700	0,0300	0,9586	1,9702	0,9397	9,0414	7,3901
25	10,5000	10,6100	10,8200	10,8500	0,0300	0,9826	1,9706	0,9525	9,5174	7,6868
26	11,0000	10,9600	11,2000	11,2300	0,0300	1,0104	1,9711	0,9670	9,9896	8,0219
27	11,5000	12,0000	12,3600	12,4100	0,0500	1,0977	1,9726	1,0099	10,4023	9,0175
28	12,0000	13,1700	13,3600	13,4300	0,0700	1,2050	1,9743	1,0582	10,7950	10,1375
29	9,2000	13,4100				1,2283	1,9746	1,0681	7,9717	10,3673
30	8,0000	13,2000				1,2079	1,9743	1,0594	6,7921	10,1663
31	7,0000	12,8900				1,1784	1,9739	1,0466	5,8216	9,8695
32	6,0000	12,5500				1,1469	1,9734	1,0326	4,8531	9,5440
33	5,0000	11,9900				1,0968	1,9726	1,0095	3,9032	9,0079
34	4,0000	11,3600				1,0431	1,9717	0,9835	2,9569	8,4048
35	3,0000	10,2500				0,9548	1,9701	0,9377	2,0452	7,3422
36	2,0000	8,4500				0,8272	1,9675	0,8634	1,1728	5,6190
37	1,5000	7,6400				0,7755	1,9664	0,8300	0,7245	4,8436

PARAMETROS DE CALIBRACION DE LA CAMISA		
Presion reacción=b1*m1 <sup>R</sup>	Diferencial Radio=b2+m2R	Diferencial Radio=a+bR
b1= 0,42180761	b2= 1,95547815	a= 0,514755982
m1= 1,08296583	m2= 0,00142857	b= 0,041260802



## MÓDULO EN CARGA

Radio inicial de la cavidad $\rho_0$ =	38,4025 mm
Radio de la cavidad $\rho_1$ =	38,4025 mm
Presión en la cavidad $P_1$ =	2,3671 bar
Radio de la cavidad $\rho_2$ =	41,6669 mm
Presión en la cavidad $P_2$ =	6,1695 bar

## MÓDULO EN RECARGA

Radio inicial de la cavidad $\rho_0$ =</
--

FECHA ENSAYO: 20/07/2015

PETICIONARIO: INECO

Nº TRABAJO: 15-020

ESTUDIO GEOLOGICO GEOTÉCNICO LA PARA EL ACONDICIONAMIENTO DE LA N-340,  
TRAMO: LA MORA-LA POBLA

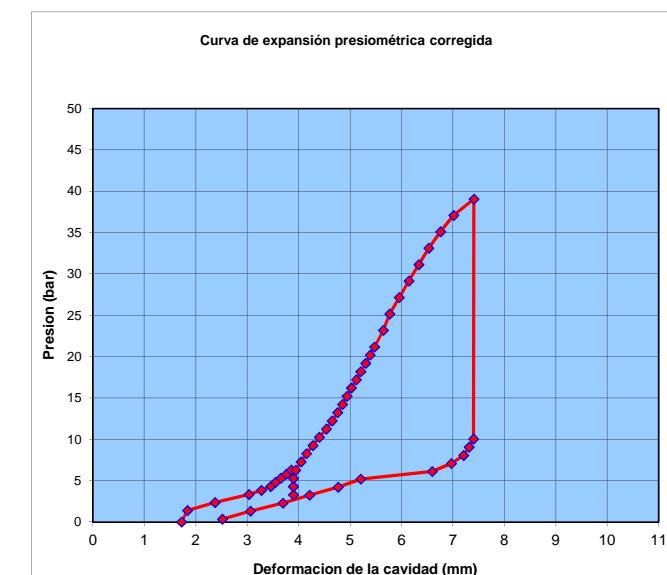
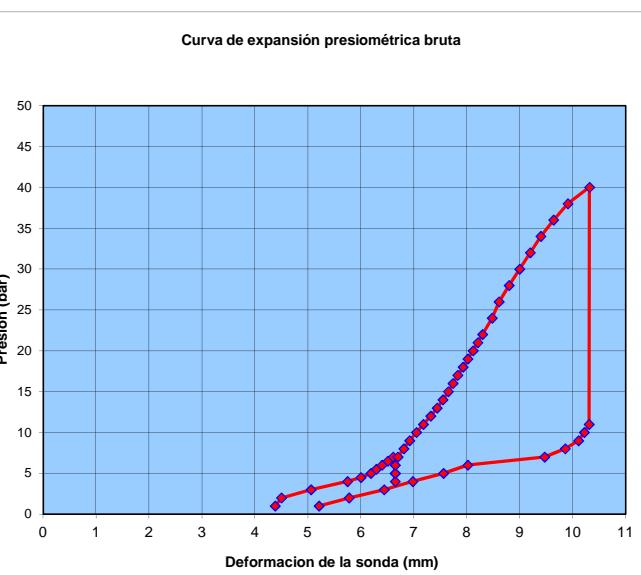
ENSAYO PRESIO-DILATOMETRICO OYO (Elastometer 200).Norma: ASTM D-4719



SONDEO	SV-E1
PROFUNDIDAD ENSAYO (m)	8,40-9,00 m
LITOLOGÍA	GRAVAS Y ARCILLAS ARENASOSAS
SISTEMA DE PERFORACION	Rotación con recuperación de testigo
COEFICIENTE DE POISSON ASIGNADO	0,25
RADIO DE LA CAMISA EN VACÍO=	36 mm
PERFORACION CON BATERIA DE	76 mm

Medida	Medidas Brutas					Correcciones			Medidas corregidas	
	Presion	Radio	R 30"	R 60"	R60"-R30"	Reaccion Goma	Presión sobre Goma	Expansión Camisa	Presion	Radio
1	1,0000	4.3800				0,5980	1,9617	0,6955	0,0000	1,7228
2	2,0000	4.5000				0,6038	1,9619	0,7004	1,3962	1,8377
3	3,0000	5,0600				0,6313	1,9627	0,7235	2,3687	2,3738
4	4,0000	5,7500	5,8600	5,9000	0,0400	0,6670	1,9637	0,7520	3,3330	3,0343
5	4,5000	6,0000	6,1000	6,1400	0,0400	0,6805	1,9640	0,7623	3,8195	3,2736
6	5,0000	6,1900	6,2200	6,2400	0,0200	0,6908	1,9643	0,7702	4,3092	3,4555
7	5,5000	6,2900	6,3200	6,3400	0,0200	0,6964	1,9645	0,7743	4,8036	3,5512
8	6,0000	6,4000	6,4300	6,4500	0,0200	0,7025	1,9646	0,7788	5,2975	3,6566
9	6,5000	6,5100	6,5400	6,5600	0,0200	0,7087	1,9648	0,7834	5,7913	3,7619
10	7,0000	6,6100	6,6400	6,6600	0,0200	0,7144	1,9649	0,7875	6,2856	3,8576
11	6,0000	6,6500				0,7166	1,9650	0,7891	5,2834	3,8959
12	5,0000	6,6500				0,7166	1,9650	0,7891	4,2834	3,8959
13	4,0000	6,6500				0,7166	1,9650	0,7891	3,2834	3,8959
14	5,0000	6,6500	6,6500	6,6500	0,0000	0,7166	1,9650	0,7891	4,2834	3,8959
15	6,0000	6,6500	6,6500	6,6500	0,0000	0,7166	1,9650	0,7891	5,2834	3,8959
16	7,0000	6,7000	6,7400	6,7600	0,0200	0,7195	1,9650	0,7912	6,2805	3,9437
17	8,0000	6,8100	6,8400	6,8600	0,0200	0,7258	1,9652	0,7957	7,2742	4,0491
18	9,0000	6,9200	6,9400	6,9600	0,0200	0,7322	1,9654	0,8003	8,2678	4,1544
19	10,0000	7,0500	7,1100	7,1300	0,0200	0,7399	1,9655	0,8056	9,2601	4,2788
20	11,0000	7,1800	7,2300	7,2500	0,0200	0,7476	1,9657	0,8110	10,2524	4,4033
21	12,0000	7,3200	7,3600	7,3800	0,0200	0,7560	1,9659	0,8168	11,2440	4,5373
22	13,0000	7,4400	7,4700	7,4900	0,0200	0,7632	1,9661	0,8217	12,2368	4,6522
23	14,0000	7,5500	7,5700	7,5900	0,0200	0,7699	1,9663	0,8263	13,2301	4,7575
24	15,0000	7,6500	7,6600	7,6800	0,0200	0,7761	1,9664	0,8304	14,2239	4,8532
25	16,0000	7,7400	7,7600	7,7800	0,0200	0,7817	1,9665	0,8341	15,2183	4,9394
26	17,0000	7,8300	7,8600	7,8800	0,0200	0,7873	1,9667	0,8378	16,2127	5,0255
27	18,0000	7,9300	7,9600	7,9800	0,0200	0,7936	1,9668	0,8420	17,2064	5,1212°
28	19,0000	8,0200	8,0500	8,0600	0,0100	0,7993	1,9669	0,8457	18,2007	5,2074
29	20,0000	8,1200	8,1500	8,1700	0,0200	0,8057	1,9671	0,8498	19,1943	5,3031
30	21,0000	8,2100	8,2400	8,2600	0,0200	0,8115	1,9672	0,8535	20,1885	5,3893
31	22,0000	8,3000	8,3200	8,3300	0,0100	0,8174	1,9673	0,8572	21,1826	5,4754
32	24,0000	8,4800	8,4900	8,5000	0,0100	0,8292	1,9676	0,8646	23,1708	5,6478
33	26,0000	8,6100	8,6400	8,6600	0,0200	0,8378	1,9678	0,8700	25,1622	5,7722
34	28,0000	8,8000	8,8500	8,8700	0,0200	0,8506	1,9680	0,8779	27,1494	5,9541
35	30,0000	9,0000	9,0500	9,0700	0,0200	0,8643	1,9683	0,8861	29,1357	6,1456
36	32,0000	9,2000	9,2500	9,2700	0,0200	0,8782	1,9686	0,8944	31,1218	6,3370
37	34,0000	9,4000	9,4500	9,4700	0,0200	0,8923	1,9689	0,9026	33,1077	6,5285
38	36,0000	9,6400	9,6900	9,7200	0,0300	0,9095	1,9692	0,9125	35,0905	6,7582
39	38,0000	9,9100	9,9700	10,0000	0,0300	0,9293	1,9696	0,9237	37,0707	7,0167
40	40,0000	10,3200	10,4000	10,4500	0,0500	0,9601	1,9702	0,9406	39,0399	7,4092
41	11,0000	10,3100				0,9594	1,9702	0,9402	10,0406	7,3996
42	10,0000	10,2200				0,9525	1,9701	0,9364	9,0475	7,3135
43	9,0000	10,1100				0,9442	1,9699	0,9319	8,0558	7,2082
44	8,0000	9,8600				0,9256	1,9696	0,9216	7,0744	6,9688
45	7,0000	9,4700				0,8973	1,9690	0,9055	6,1027	6,5955
46	6,0000	8,0200				0,7993	1,9669	0,8457	5,2007	5,2074
47	5,0000	7,5600				0,7706	1,9663	0,8267	4,2294	4,7670
48	4,0000	6,9800				0,7357	1,9654	0,8028	3,2643	4,2118
49	3,0000	6,4400				0,7047	1,9647	0,7805	2,2953	3,6948
50	2,0000	5,7800				0,6686	1,9637	0,7532	1,3314	3,0630
51	1,0000	5,2100				0,6389	1,9629	0,7297	0,3611	2,5174

PARAMETROS DE CALIBRACION DE LA CAMISA		
Presion reacción=b1*m1 <sup>R</sup>	Diferencial Radio=b2+m2R	Diferencial Radio=a+bR
b1= 0,42180761	b2= 1,95547815	a= 0,514755982
m1= 1,08296583	m2= 0,00142857	b= 0,041260802



FECHA ENSAYO: 22/07/2015  
 PETICIONARIO: INECO  
 Nº TRABAJO: 15-020

ESTUDIO GEOLOGICO GEOTÉCNICO LA PARA EL ACONDICIONAMIENTO DE LA N-340,  
 TRAMO: LA MORA-LA POBLA  
 ENSAYO PRESIO-DILATOMETRICO OYO (Elastometer 200). Norma: ASTM D-4719

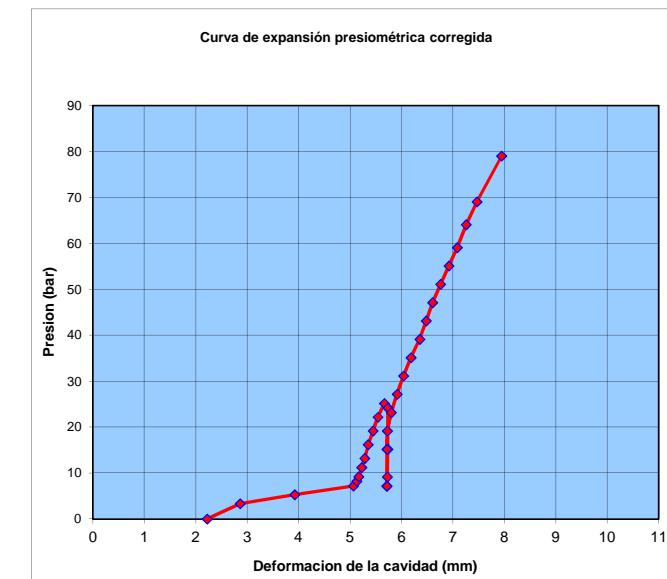
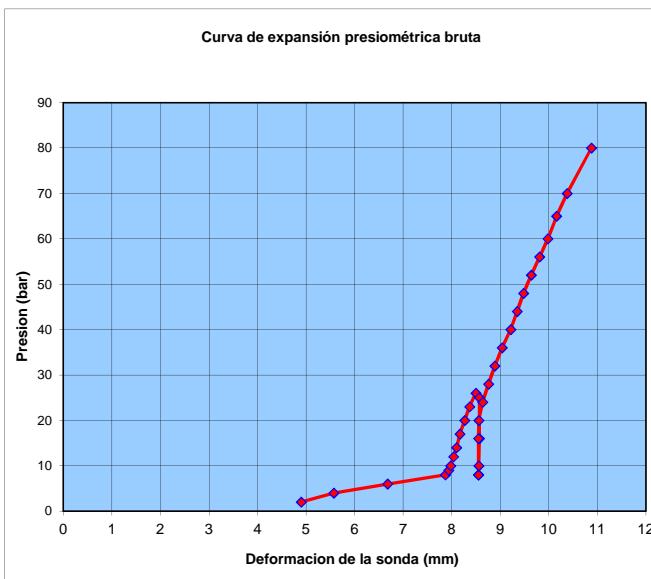


SONDEO		SV-E1
PROFUNDIDAD ENSAYO (m)	27,70-28,30 m	
LITOLOGÍA	CALCARENITAS ALTERADAS	
SISTEMA DE PERFORACION	Rotación con recuperación de testigo	
COEFICIENTE DE POISSON ASIGNADO	0,25	
RADIO DE LA CAMISA EN VACÍO=	36 mm	
PERFORACION CON BATERIA DE	76 mm	

Medida	Medidas Brutas					Correcciones			Medidas corregidas	
	Presión	Radio	R 30"	R 60"	R60"-R30"	Reacción Goma	Presión sobre Goma	Expansión Camisa	Presión	Radio
1	2,0000	4.9000				0,6233	1,9625	0,7169	0,0000	2,2206
2	4,0000	5.5700				0,6575	1,9634	0,7446	3,3425	2,8620
3	6,0000	6.6800				0,7184	1,9650	0,7904	5,2816	3,9246
4	8,0000	7,8700	7,8900	7,9000	0,0100	0,7898	1,9667	0,8395	7,2102	5,0638
5	9,0000	7,9400	7,9500	7,9600	0,0100	0,7942	1,9668	0,8424	8,2058	5,1308
6	10,0000	7,9800	7,9900	8,0000	0,0100	0,7968	1,9669	0,8440	9,2032	5,1691
7	12,0000	8,0400	8,0500	8,0600	0,0100	0,8006	1,9670	0,8465	11,1994	5,2265
8	14,0000	8,1000	8,1100	8,1100	0,0000	0,8044	1,9670	0,8490	13,1956	5,2840
9	17,0000	8,1700	8,1900	8,2000	0,0100	0,8089	1,9671	0,8519	16,1911	5,3510
10	20,0000	8,2700	8,2900	8,3100	0,0200	0,8154	1,9673	0,8560	19,1846	5,4467
11	23,0000	8,3700	8,4100	8,4300	0,0200	0,8219	1,9674	0,8601	22,1781	5,5425
12	26,0000	8,5000	8,5300	8,5600	0,0300	0,8305	1,9676	0,8655	25,1695	5,6669
13	25,0000	8,5700				0,8351	1,9677	0,8684	24,1649	5,7339
14	16,0000	8,5700				0,8351	1,9677	0,8684	15,1649	5,7339
15	10,0000	8,5600				0,8345	1,9677	0,8679	9,1655	5,7243
16	8,0000	8,5500				0,8338	1,9677	0,8675	7,1662	5,7148
17	8,0000	8,5500				0,8338	1,9677	0,8675	7,1662	5,7148
18	16,0000	8,5500				0,8338	1,9677	0,8675	15,1662	5,7148
19	20,0000	8,5600	8,5600	8,5600	0,0000	0,8345	1,9677	0,8679	19,1655	5,7243
20	24,0000	8,6400	8,6500	8,6600	0,0100	0,8398	1,9678	0,8712	23,1602	5,8009
21	28,0000	8,7600	8,7800	8,7900	0,0100	0,8479	1,9680	0,8762	27,1521	5,9158
22	32,0000	8,8900	8,9200	8,9400	0,0200	0,8567	1,9682	0,8816	31,1433	6,0403
23	36,0000	9,0400	9,0700	9,1000	0,0300	0,8670	1,9684	0,8878	35,1330	6,1839
24	40,0000	9,2200	9,2400	9,2600	0,0200	0,8796	1,9686	0,8952	39,1204	6,3562
25	44,0000	9,3500	9,3700	9,3900	0,0200	0,8887	1,9688	0,9005	43,1113	6,4806
26	48,0000	9,4800	9,5200	9,5400	0,0200	0,8980	1,9690	0,9059	47,1020	6,6051
27	52,0000	9,6400	9,6700	9,6900	0,0200	0,9095	1,9692	0,9125	51,0905	6,7582°
28	56,0000	9,8100	9,8400	9,8600	0,0200	0,9219	1,9695	0,9195	55,0781	6,9210
29	60,0000	9,9800	10,0100	10,0300	0,0200	0,9345	1,9697	0,9265	59,0655	7,0837
30	65,0000	10,1600	10,1900	10,2200	0,0300	0,9480	1,9700	0,9340	64,0520	7,2560
31	70,0000	10,3800	10,4200	10,4400	0,0200	0,9648	1,9703	0,9430	69,0352	7,4667
32	80,0000	10,8800	10,9400	10,9700	0,0300	1,0040	1,9710	0,9637	78,9960	7,9453

ROMPIÓ LA CAMISA

PARAMETROS DE CALIBRACION DE LA CAMISA		
Presion reacción=b1*m1 <sup>R</sup>	Diferencial Radio=b2+m2R	Diferencial Radio=a+bR
b1= 0,42180761	b2= 1,95547815	a= 0,514755982
m1= 1,08296583	m2= 0,00142857	b= 0,041260802



MÓDULO EN CARGA

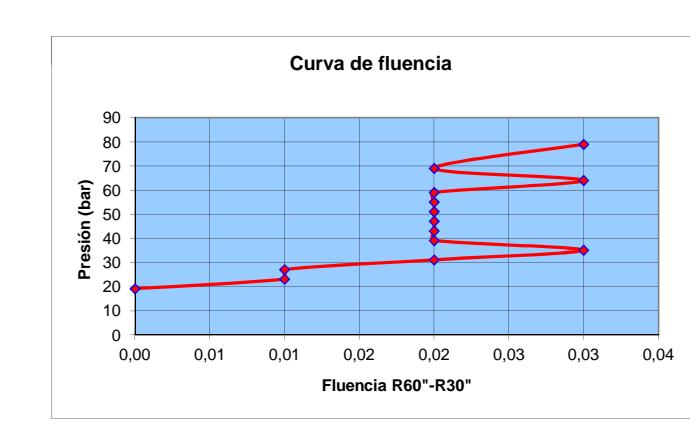
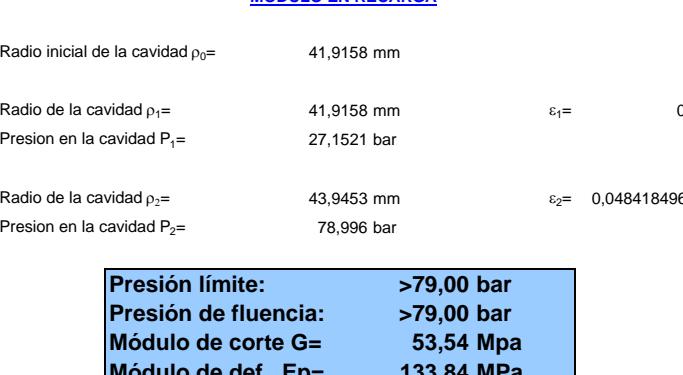
Módulo de corte G= 65,07 Mpa	Módulo de def. Ep= 162,69 Mpa
------------------------------	-------------------------------

FORMULAS PARA EL CÁLCULO DEL MÓDULO PRESIOMÉTRICO

$$\varepsilon_c = \frac{(\rho - \rho_0)}{\rho_0}$$

$$G = \frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta p}{\varepsilon_c}$$

$$E = 2G(1 + \nu)$$



Operador : R. Gómez  
 Interpretación: P.Pardo

FECHA ENSAYO: 24/07/2015

PETICIONARIO: INECO

Nº TRABAJO: 15-020

ESTUDIO GEOLOGICO GEOTÉCNICO LA PARA EL ACONDICIONAMIENTO DE LA N-340,  
TRAMO: LA MORA-LA POBLA

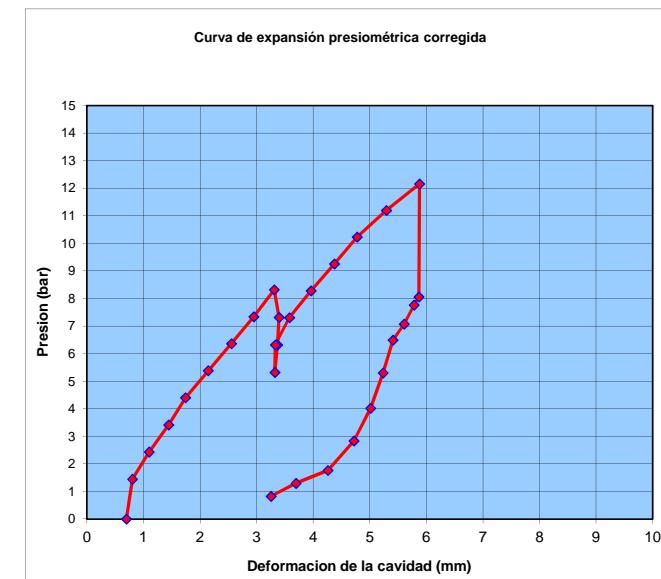
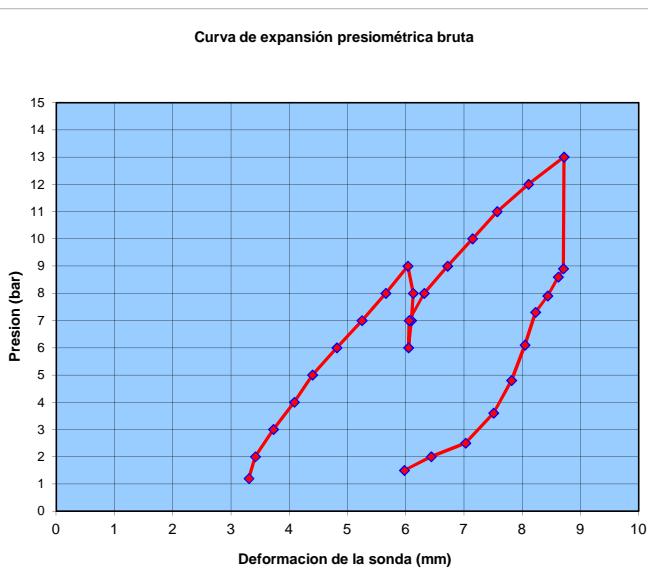
ENSAYO PRESIO-DILATOMETRICO OYO (Elastometer 200).Norma: ASTM D-4719



SONDEO	SV-E2
PROFUNDIDAD ENSAYO (m)	8,30-8,90 m
LITOLOGÍA	ARENAS ARCILLOSAS
SISTEMA DE PERFORACION	Rotación con recuperación de testigo
COEFICIENTE DE POISSON ASIGNADO	0,25
RADIO DE LA CAMISA EN VACÍO=	36 mm
PERFORACION CON BATERIA DE	76 mm

Medida	Medidas Brutas					Correcciones		Medidas corregidas		
	Presion	Radio	R 30"	R 60"	R60"-R30"	Reaccion Goma	Presión sobre Goma	Expansión Camisa	Presion	Radio
1	1,2000	3,3100				0,5491	1,9602	0,6513	0,0000	0,6985
2	2,0000	3,4200				0,5540	1,9604	0,6559	1,4460	0,8038
3	3,0000	3,7300				0,5678	1,9608	0,6687	2,4322	1,1005
4	4,0000	4,0900				0,5844	1,9613	0,6835	3,4156	1,4452
5	5,0000	4,4000	4,4600	4,4800	0,0200	0,5990	1,9618	0,6963	4,4010	1,7419
6	6,0000	4,8200	4,9100	4,9400	0,0300	0,6194	1,9624	0,7136	5,3806	2,1440
7	7,0000	5,2500	5,3100	5,3300	0,0200	0,6410	1,9630	0,7314	6,3590	2,5556
8	8,0000	5,6600	5,7000	5,7200	0,0200	0,6623	1,9636	0,7483	7,3377	2,9481
9	9,0000	6,0400	6,1300	6,1500	0,0200	0,6826	1,9641	0,7640	8,3174	3,3119
10	8,0000	6,1300				0,6875	1,9642	0,7677	7,3125	3,3981
11	7,0000	6,1000				0,6859	1,9642	0,7664	6,3141	3,3694
12	6,0000	6,0500				0,6832	1,9641	0,7644	5,3168	3,3215
13	7,0000	6,0600	6,0600	6,0600	0,0000	0,6837	1,9641	0,7648	6,3163	3,3311
14	8,0000	6,3200	6,3600	6,3700	0,0100	0,6980	1,9645	0,7755	7,3020	3,5800
15	9,0000	6,7200	6,7700	6,7900	0,0200	0,7207	1,9651	0,7920	8,2793	3,9629
16	10,0000	7,1500	7,2000	7,2200	0,0200	0,7458	1,9657	0,8098	9,2542	4,3745
17	11,0000	7,5700	7,6300	7,6500	0,0200	0,7712	1,9663	0,8271	10,2288	4,7766
18	12,0000	8,1100	8,3000	8,3300	0,0300	0,8051	1,9671	0,8494	11,1949	5,2936
19	13,0000	8,7200	8,9100	8,9600	0,0500	0,8452	1,9679	0,8746	12,1548	5,8775
20	8,9000	8,7100				0,8445	1,9679	0,8741	8,0555	5,8679
21	8,6000	8,6200				0,8385	1,9678	0,8704	7,7615	5,7818
22	7,9000	8,4400				0,8265	1,9675	0,8630	7,0735	5,6095
23	7,3000	8,2300				0,8128	1,9672	0,8543	6,4872	5,4084
24	6,1000	8,0500				0,8012	1,9670	0,8469	5,2988	5,2361
25	4,8000	7,8200				0,7867	1,9666	0,8374	4,0133	5,0159
26	3,6000	7,5100				0,7675	1,9662	0,8246	2,8325	4,7192
27	2,5000	7,0300				0,7387	1,9655	0,8048	1,7613	4,2597
28	2,0000	6,4400				0,7047	1,9647	0,7805	1,2953	3,6948
29	1,5000	5,9800				0,6794	1,9640	0,7615	0,8206	3,2545

PARAMETROS DE CALIBRACION DE LA CAMISA		
Presion reacción=b1*m1 <sup>R</sup>	Diferencial Radio=b2+m2R	Diferencial Radio=a+bR
b1= 0,42180761	b2= 1,95547815	a= 0,514755982
m1= 1,08296583	m2= 0,00142857	b= 0,041260802

MÓDULO EN CARGA

Radio inicial de la cavidad  $\rho_0$ = 37,7419 mm  
 Radio de la cavidad  $\rho_1$ = 37,7419 mm  $\varepsilon_1$ = 0  
 Presión en la cavidad  $P_1$ = 4,401 bar  
 Radio de la cavidad  $\rho_2$ = 39,3119 mm  $\varepsilon_2$ = 0,04159833  
 Presión en la cavidad  $P_2$ = 8,3174 bar

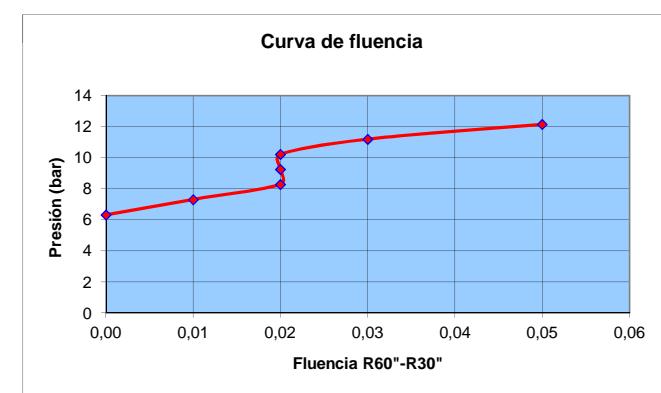
Módulo de corte G= 4,71 Mpa  
 Módulo de def. Ep= 11,77 Mpa

$\varepsilon_c = \frac{(\rho - \rho_0)}{\rho_0}$	$G = \frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta P}{\varepsilon_c}$	$E = 2G(1 + \nu)$
--	--	-------------------

MÓDULO EN RECARGA

Radio inicial de la cavidad  $\rho_0$ = 39,58 mm  
 Radio de la cavidad  $\rho_1$ = 39,58 mm  $\varepsilon_1$ = 0  
 Presión en la cavidad  $P_1$ = 7,302 bar  
 Radio de la cavidad  $\rho_2$ = 40,7766 mm  $\varepsilon_2$ = 0,030232441  
 Presión en la cavidad  $P_2$ = 10,2288 bar

Presión límite: > 12,16 bar  
 Presión de fluencia: 10,23 bar  
 Módulo de corte G= 4,84 Mpa  
 Módulo de def. Ep= 12,10 MPa



Operador : R. Gómez  
 Interpretación: P.Pardo

FECHA ENSAYO: 25/07/2015

PETICIONARIO: INECO

Nº TRABAJO: 15-020

ESTUDIO GEOLOGICO GEOTÉCNICO LA PARA EL ACONDICIONAMIENTO DE LA N-340,  
TRAMO: LA MORA-LA POBLA

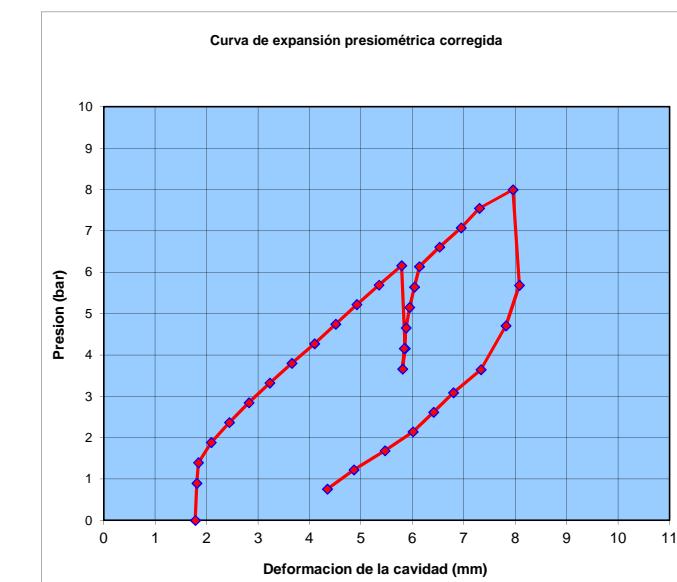
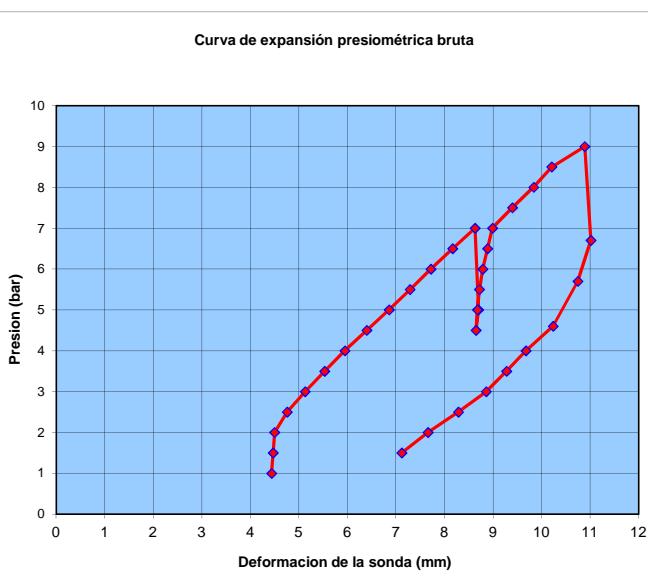
ENSAYO PRESIO-DILATOMETRICO OYO (Elastometer 200).Norma: ASTM D-4719



SONDEO	SPI 103.2
PROFUNDIDAD ENSAYO (m)	5,40-6,00 m
LITOLOGÍA	ARENAS ARCILLOSAS
SISTEMA DE PERFORACION	Rotación con recuperación de testigo
COEFICIENTE DE POISSON ASIGNADO	0,25
RADIO DE LA CAMISA EN VACÍO=	36 mm
PERFORACION CON BATERIA DE	76 mm

Medida	Medidas Brutas					Correcciones			Medidas corregidas	
	Presión	Radio	R 30"	R 60"	R60"-R30"	Reacción Goma	Presión sobre Goma	Expansión Camisa	Presión	Radio
1	1,0000	4.4400				0,6009	1,9618	0,6980	0,0000	1,7802
2	1,5000	4.4700				0,6023	1,9619	0,6992	0,8977	1,8089
3	2,0000	4.5000				0,6038	1,9619	0,7004	1,3962	1,8377
4	2,5000	4.7600	4,8000	4,8200	0,0200	0,6164	1,9623	0,7112	1,8836	2,0866
5	3,0000	5,1300	5,2000	5,2200	0,0200	0,6349	1,9628	0,7264	2,3651	2,4408
6	3,5000	5,5300	5,6000	5,6200	0,0200	0,6554	1,9634	0,7429	2,8446	2,8237
7	4,0000	5,9500	6,0300	6,0500	0,0200	0,6778	1,9640	0,7603	3,3222	3,2258
8	4,5000	6,4000	6,4900	6,5200	0,0300	0,7025	1,9646	0,7788	3,7975	3,6566
9	5,0000	6,8600	6,9200	9,9400	3,0200	0,7287	1,9653	0,7978	4,2713	4,0969
10	5,5000	7,2900	7,3500	7,3700	0,0200	0,7541	1,9659	0,8155	4,7459	4,5086
11	6,0000	7,7200	7,8000	7,8200	0,0200	0,7804	1,9665	0,8333	5,2196	4,9202
12	6,5000	8,1700	8,2600	8,2800	0,0200	0,8089	1,9671	0,8519	5,6911	5,3510
13	7,0000	8,6300	8,7000	8,7200	0,0200	0,8392	1,9678	0,8708	6,1608	5,7914
14	5,0000	8,7000				0,8438	1,9679	0,8737	4,1562	5,8584
15	4,5000	8,6500				0,8405	1,9678	0,8717	3,6595	5,8105
16	5,0000	8,6800	8,6800	8,6800	0,0000	0,8425	1,9679	0,8729	4,1575	5,8392
17	5,5000	8,7200	8,7200	8,7200	0,0000	0,8452	1,9679	0,8746	4,6548	5,8775
18	6,0000	8,7900	8,8000	8,8100	0,0100	0,8499	1,9680	0,8774	5,1501	5,9445
19	6,5000	8,8900	8,9200	8,9300	0,0100	0,8567	1,9682	0,8816	5,6433	6,0403
20	7,0000	8,9900	9,0400	9,0600	0,0200	0,8636	1,9683	0,8857	6,1364	6,1360
21	7,5000	9,4000	9,4800	9,5000	0,0200	0,8923	1,9689	0,9026	6,6077	6,5285
22	8,0000	9,8400	9,9100	9,9300	0,0200	0,9241	1,9695	0,9208	7,0759	6,9497
23	8,5000	10,2100	10,3200	10,3400	0,0200	0,9518	1,9701	0,9360	7,5482	7,3039
24	9,0000	10,8900	11,0000	11,0400	0,0400	1,0048	1,9710	0,9641	7,9952	7,9549
25	6,7000	11,0200				1,0152	1,9712	0,9695	5,6848	8,0793
26	5,7000	10,7500				0,9936	1,9708	0,9583	4,7064	7,8209
27	4,6000	10,2400				0,9540	1,9701	0,9373	3,6460	7,3326
28	4,0000	9,6800				0,9124	1,9693	0,9142	3,0876	6,7965
29	3,5000	9,2800				0,8838	1,9687	0,8977	2,6162	6,4136
30	3,0000	8,8600				0,8547	1,9681	0,8803	2,1453	6,0115
31	2,5000	8,2900				0,8167	1,9673	0,8568	1,6833	5,4659
32	2,0000	7,6600				0,7767	1,9664	0,8308	1,2233	4,8628
33	1,5000	7,1200				0,7440	1,9656	0,8085	0,7560	4,3458

PARAMETROS DE CALIBRACION DE LA CAMISA		
Presion reacción=b1*m1 <sup>R</sup>	Diferencial Radio=b2+m2R	Diferencial Radio=a+bR
b1= 0,42180761	b2= 1,95547815	a= 0,514755982
m1= 1,08296583	m2= 0,00142857	b= 0,041260802

MÓDULO EN CARGARadio inicial de la cavidad  $\rho_0$ = 38,4408 mmRadio de la cavidad  $\rho_1$ = 38,4408 mm       $\varepsilon_1$ = 0  
Presión en la cavidad  $P_1$ = 2,3651 barRadio de la cavidad  $\rho_2$ = 41,7914 mm       $\varepsilon_2$ = 0,087162598  
Presión en la cavidad  $P_2$ = 6,1608 bar

$$\text{Módulo de corte } G = 2,18 \text{ Mpa}$$

$$\text{Módulo de def. } Ep = 5,44 \text{ Mpa}$$

$$\varepsilon_c = \frac{(\rho - \rho_0)}{\rho_0}$$

$$G = \frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta P}{\varepsilon_c}$$

$$E = 2G(1 + \nu)$$

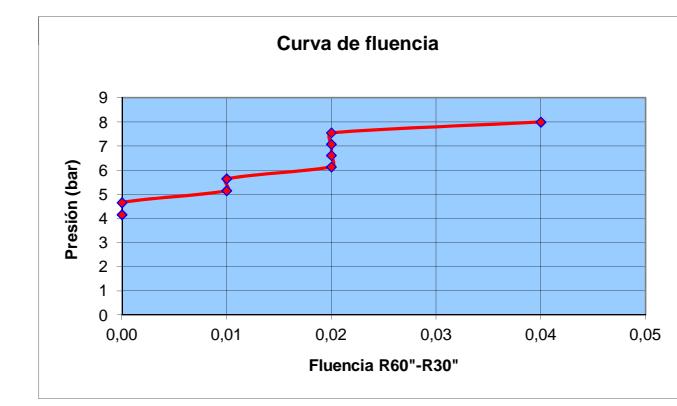
MÓDULO EN RECARGARadio inicial de la cavidad  $\rho_0$ = 42,136 mmRadio de la cavidad  $\rho_1$ = 42,136 mm       $\varepsilon_1$ = 0  
Presión en la cavidad  $P_1$ = 6,1364 barRadio de la cavidad  $\rho_2$ = 43,3039 mm       $\varepsilon_2$ = 0,027717391  
Presión en la cavidad  $P_2$ = 7,5482 bar

$$\text{Presión límite: } > 8,00 \text{ bar}$$

$$\text{Presión de fluencia: } 7,55 \text{ bar}$$

$$\text{Módulo de corte } G = 2,55 \text{ Mpa}$$

$$\text{Módulo de def. } Ep = 6,37 \text{ MPa}$$



Operador : R. Gómez  
Interpretación: P.Pardo

FECHA ENSAYO: 17/07/2015

PETICIONARIO: INECO

Nº TRABAJO: 15-020

ESTUDIO GEOLOGICO GEOTÉCNICO LA PARA EL ACONDICIONAMIENTO DE LA N-340,  
TRAMO: LA MORA-LA POBLA

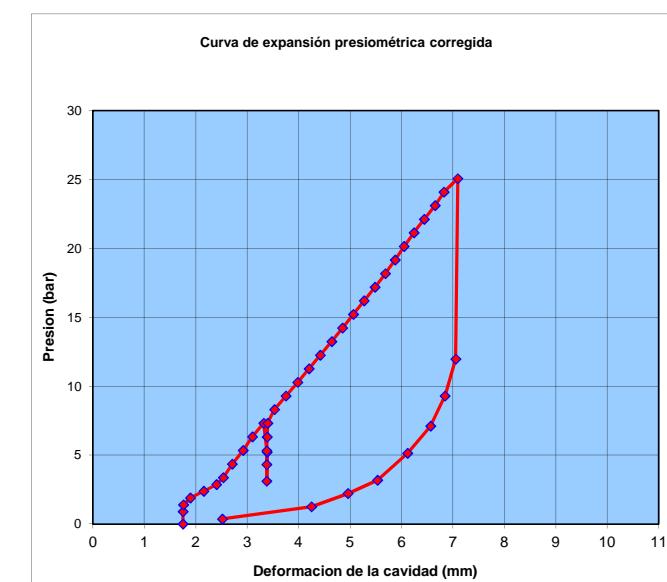
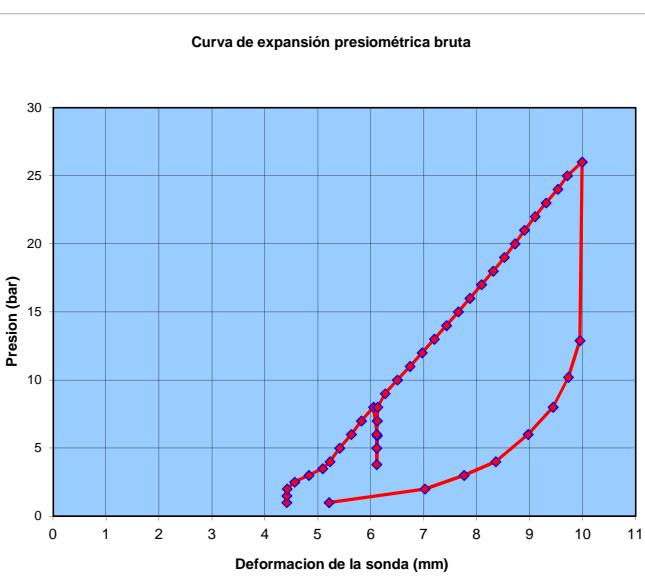
ENSAYO PRESIO-DILATOMETRICO OYO (Elastometer 200). Norma: ASTM D-4719



SONDEO	SPI 106.5
PROFUNDIDAD ENSAYO (m)	5,30-5,90 m
LITOLOGÍA	ARCILLAS
SISTEMA DE PERFORACION	Rotación con recuperación de testigo
COEFICIENTE DE POISSON ASIGNADO	0,25
RADIO DE LA CAMISA EN VACÍO=	36 mm
PERFORACION CON BATERIA DE	76 mm

Medida	Medidas Brutas					Correcciones			Medidas corregidas	
	Presion	Radio	R 30"	R 60"	R60"-R30"	Reaccion Goma	Presión sobre Goma	Expansión Camisa	Presion	Radio
1	1,0000	4.4100				0,5995	1,9618	0,6967	0,0000	1,7515
2	1,5000	4.4100				0,5995	1,9618	0,6967	0,9005	1,7515
3	2,0000	4.4200				0,5999	1,9618	0,6971	1,4001	1,7611
4	2,5000	4.4500				0,6067	1,9620	0,7029	1,8933	1,8951
5	3,0000	4.8300	4,9300	4,9500	0,0200	0,6199	1,9624	0,7140	2,3801	2,1536
6	3,5000	5,0900	5,1500	5,1800	0,0300	0,6329	1,9627	0,7248	2,8671	2,4025
7	4,0000	5,2300	5,2700	5,2800	0,0100	0,6400	1,9629	0,7305	3,3600	2,5365
8	5,0000	5,4100	5,4700	5,4900	0,0200	0,6492	1,9632	0,7380	4,3508	2,7088
9	6,0000	5,6300	5,6700	5,6900	0,0200	0,6607	1,9635	0,7471	5,3393	2,9194
10	7,0000	5,8200	5,8900	5,9100	0,0200	0,6708	1,9638	0,7549	6,3292	3,1013
11	8,0000	6,0500	6,1100	6,1300	0,0200	0,6832	1,9641	0,7644	7,3168	3,3215
12	5,9000	6,1200				0,6870	1,9642	0,7673	5,2130	3,3885
13	3,8000	6,1100				0,6865	1,9642	0,7669	3,1135	3,3789
14	5,0000	6,1100	6,1100			0,6865	1,9642	0,7669	4,3135	3,3789
15	6,0000	6,1100	6,1100			0,6865	1,9642	0,7669	5,3135	3,3789
16	7,0000	6,1200	6,1200			0,6870	1,9642	0,7673	6,3130	3,3885
17	8,0000	6,1300	6,1500	6,1500	0,0000	0,6875	1,9642	0,7677	7,3125	3,3981
18	9,0000	6,2700	6,3700	6,3900	0,0200	0,6953	1,9644	0,7735	8,3047	3,5321
19	10,0000	6,5000	6,5800	6,6000	0,0200	0,7081	1,9648	0,7830	9,2919	3,7523
20	11,0000	6,7400	6,8100	6,8300	0,0200	0,7218	1,9651	0,7929	10,2782	3,9820
21	12,0000	6,9700	7,0600	7,0800	0,0200	0,7352	1,9654	0,8023	11,2648	4,2022
22	13,0000	7,2000	7,2900	7,3100	0,0200	0,7488	1,9658	0,8118	12,2512	4,4224
23	14,0000	7,4300	7,5100	7,5300	0,0200	0,7626	1,9661	0,8213	13,2374	4,6426
24	15,0000	7,6500	7,7400	7,7600	0,0200	0,7761	1,9664	0,8304	14,2239	4,8532
25	16,0000	7,8700	7,9500	7,9700	0,0200	0,7898	1,9667	0,8395	15,2102	5,0638
26	17,0000	8,0900	8,1600	8,1800	0,0200	0,8038	1,9670	0,8486	16,1962	5,2744
27	18,0000	8,3100	8,3700	8,3900	0,0200	0,8180	1,9673	0,8576	17,1820	5,4850
28	19,0000	8,5200	8,5600	8,5800	0,0200	0,8318	1,9676	0,8663	18,1682	5,6861
29	20,0000	8,7200	8,7600	8,7800	0,0200	0,8452	1,9679	0,8746	19,1548	5,8775
30	21,0000	8,9000	8,9400	8,9600	0,0200	0,8574	1,9682	0,8820	20,1426	6,0498
31	22,0000	9,1000	9,1600	9,1800	0,0200	0,8712	1,9685	0,8902	21,1288	6,2413
32	23,0000	9,3100	9,3600	9,3900	0,0300	0,8859	1,9688	0,8989	22,1141	6,4423
33	24,0000	9,5300	9,5800	9,6100	0,0300	0,9016	1,9691	0,9080	23,0984	6,6529
34	25,0000	9,7100	9,8500	9,8900	0,0400	0,9146	1,9693	0,9154	24,0854	6,8253
35	26,0000	9,9900	10,0600	10,1100	0,0500	0,9352	1,9697	0,9270	25,0648	7,0933
36	12,9000	9,9500				0,9322	1,9697	0,9253	11,9678	7,0550
37	10,2000	9,7300				0,9160	1,9694	0,9162	9,2840	6,8444
38	8,0000	9,4400				0,8951	1,9690	0,9043	7,1049	6,5668
39	6,0000	8,9700				0,8622	1,9683	0,8849	5,1378	6,1168
40	4,0000	8,3600				0,8213	1,9674	0,8597	3,1787	5,5329
41	3,0000	7,7600				0,7829	1,9666	0,8349	2,2171	4,9585
42	2,0000	7,0200				0,7381	1,9655	0,8044	1,2619	4,2501
43	1,0000	5,2100				0,6389	1,9629	0,7297	0,3611	2,5174

PARAMETROS DE CALIBRACION DE LA CAMISA		
Presion reacción=b1*m1 <sup>R</sup>	Diferencial Radio=b2+m2R	Diferencial Radio=a+bR
b1= 0,42180761	b2= 1,95547815	a= 0,514755982
m1= 1,08296583	m2= 0,00142857	b= 0,041260802

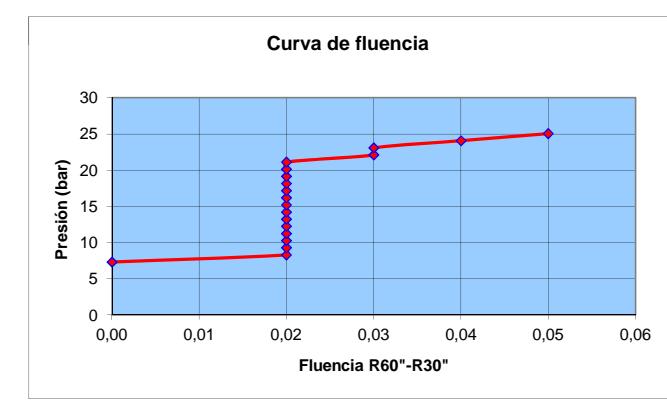


Módulo de corte G= 9,30 Mpa
Módulo de def. Ep= 23,24 Mpa

$\varepsilon_c = \frac{(\rho - \rho_0)}{\rho_0}$	$G = \frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta p}{\varepsilon_c}$	$E = 2G(1 + \nu)$
--	--	-------------------

## MÓDULO EN RECARGA

Radio inicial de la cavidad $\rho_0$ =	41,2744 mm
Radio de la cavidad $\rho_1$ =	41,2744 mm
Presión en la cavidad $P_1$ =	16,1962 bar
Radio de la cavidad $\rho_2$ =	42,8253 mm
Presión en la cavidad $P_2$ =	24,0854 bar



Presión límite: > 25,07 bar



<tbl\_r cells="1"

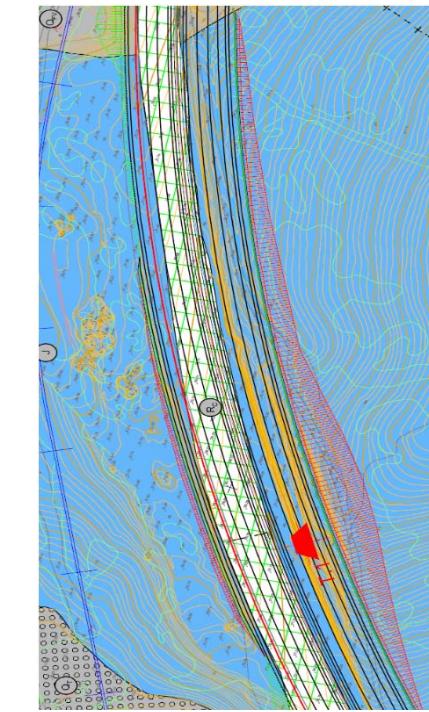
## APÉNDICE N° 7. INVENTARIOS

**DATOS GEOMÉTRICOS:**

ALTURA: 20 m MD - 4 m MI      INCLINACIÓN: 78º  
 LONGITUD: 210 m      DIRECCIÓN: N135E  
 BERMAS: SI, 2 MD      NIVEL FREÁTICO: -  
 TALUD TIPO: 1H:5V

**DATOS GEOGRÁFICOS:**

AUTOR: Rafel Blanco      UTM X: 363.200  
 FECHA: 15/07/2015      UTM Y: 4.557.225  
 CARRETERA: N-340

**CROQUIS DE SITUACIÓN:**

**DATOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS:**

FORMACIÓN: J  
 LITOLOGÍA: Dolomías negras Jurásicas

**MEDIDAS ESTRUCTURALES:**

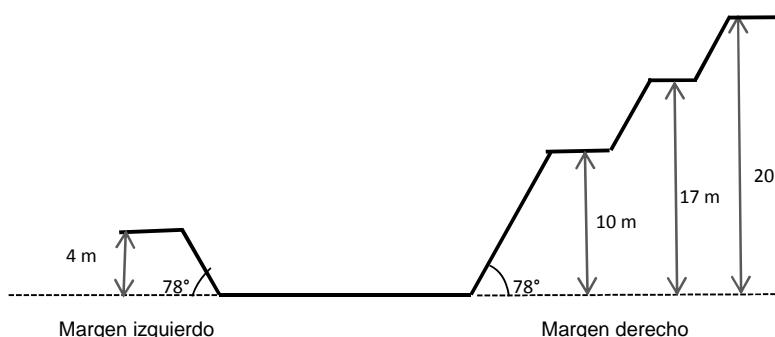
PLANO	BUZAMIENTO	DIRECCIÓN BUZ
E	15º	60
J1	54º	215
J2	88º	300
J3	40º	75

**PRINCIPALES PROBLEMAS GEOTÉCNICOS DETECTADOS:**
**HIDROGEOLOGÍA:**
**VEGETACIÓN:**

ARTIFICIAL     ESPONTANEA     SIN VEGETACIÓN

**EXCAVACIÓN:**

MECÁNICA     VOLADURA     TALUD NATURAL

**ESQUEMA DEL TALUD:**

**FOTOGRAFÍAS:**

**COMPORTAMIENTO DEL TALUD:**
**ESTABILIDAD GENERAL:**

- |  |  |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> ROTURA CIRCULAR | <input checked="" type="checkbox"/> DESPRENDIMIENTOS |
| <input type="checkbox"/> ROTURA EN CUÑA  | <input type="checkbox"/> REPTACIÓN                   |
| <input type="checkbox"/> ROTURA PLANA    | <input type="checkbox"/> VUELCO                      |
| <input type="checkbox"/> PANDEO          |  |

**EROSIONABILIDAD:**

- |  |  |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> SIN EROSIÓN       | <input type="checkbox"/> SOCAVÓN AL PIE                    |
| <input type="checkbox"/> REGUEROS          | <input checked="" type="checkbox"/> ALTERACIÓN SUPERFICIAL |
| <input type="checkbox"/> CARCAVAS / SURCOS | <input type="checkbox"/> DERRUBIOS                         |

**TRATAMIENTO DE PROTECCIÓN:**

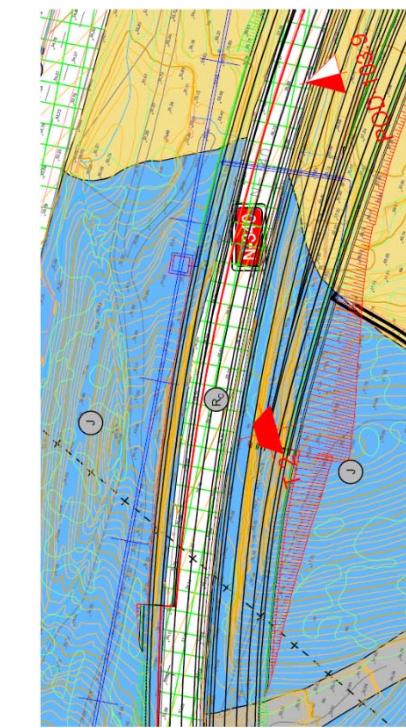
- |   |  |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> MURO DE GRAVEDAD                                     | <input type="checkbox"/> MURO DE GAVIONES        |
| <input type="checkbox"/> MURO ANCLADO   | <input type="checkbox"/> GUNITA                  |
| <input type="checkbox"/> ESCOLLERA  | <input type="checkbox"/> MALLA DE TRIPLE TORSIÓN |
| <input type="checkbox"/> PANTALLAS  | <input type="checkbox"/> MALLAZO                 |
| <input type="checkbox"/> PANTALLAS DINÁMICAS                                  | <input type="checkbox"/> ANCLAJES                |
| <input type="checkbox"/> CUNETA DE GUARDIA                                    | <input type="checkbox"/> BULONES                 |
| <input type="checkbox"/> CUNETA DE CABECERA                                   |  |
| <input type="checkbox"/> OTROS: CUNETA DE CABECERA LONG. 4 M CON ALGO DE AGUA |  |

**DATOS GEOMÉTRICOS:**

ALTURA: 15 m MD - 7 m MI      INCLINACIÓN: 78º  
 LONGITUD: 110      DIRECCIÓN: N 75E  
 BERMAS: Si, MD      NIVEL FREÁTICO: -  
 TALUD TIPO: 1H:5V

**DATOS GEOGRÁFICOS:**

AUTOR: Rafel Blanco      UTM X: 31 T 363.470  
 FECHA: 15/07/2015      UTM Y: 4.557.350  
 CARRETERA: N-340

**CROQUIS DE SITUACIÓN:**

**DATOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS:**

FORMACIÓN: J  
 LITOLOGÍA: Dolomías negras Jurásicas

MEDIDAS  
ESTRUCTURALES:

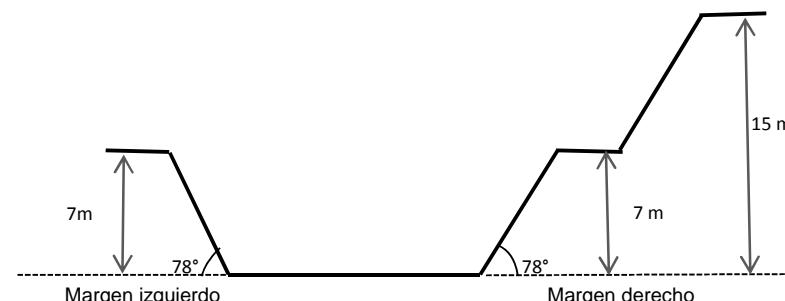
PLANO	BUZAMIENTO	DIRECCIÓN BUZ
E	15º	60
J1	54º	215
J2	88º	300
J3	40º	75

**PRINCIPALES PROBLEMAS GEOTÉCNICOS DETECTADOS:**

Formación de cuñas entre J1-J3 producidas al borde de berma por excavación de talud

**HIDROGEOLOGÍA:**
**VEGETACIÓN:**

ARTIFICIAL     ESPONTANEA     SIN VEGETACIÓN

**ESQUEMA DEL TALUD:**

**EXCAVACIÓN:**

MECÁNICA     VOLADURA     TALUD NATURAL

**FOTOGRAFÍAS:**

**COMPORTAMIENTO DEL TALUD:**
**ESTABILIDAD GENERAL:**

- |  |  |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> ROTURA CIRCULAR           | <input checked="" type="checkbox"/> DESPRENDIMIENTOS |
| <input checked="" type="checkbox"/> ROTURA EN CUÑA | <input type="checkbox"/> REPTACIÓN                   |
| <input type="checkbox"/> ROTURA PLANA              | <input type="checkbox"/> VUELCO                      |
| <input type="checkbox"/> PANDEO                    |  |

**EROSIONABILIDAD:**

- |  |  |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> SIN EROSIÓN       | <input type="checkbox"/> SOCAVÓN AL PIE                    |
| <input type="checkbox"/> REGUEROS          | <input checked="" type="checkbox"/> ALTERACIÓN SUPERFICIAL |
| <input type="checkbox"/> CARCAVAS / SURCOS | <input type="checkbox"/> DERRUBIOS                         |

**TRATAMIENTO DE PROTECCIÓN:**

- |   |  |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> MURO DE GRAVEDAD                                     | <input type="checkbox"/> MURO DE GAVIONES        |
| <input type="checkbox"/> MURO ANCLADO   | <input type="checkbox"/> GUNITA                  |
| <input type="checkbox"/> ESCOLLERA  | <input type="checkbox"/> MALLA DE TRIPLE TORSIÓN |
| <input type="checkbox"/> PANTALLAS  | <input type="checkbox"/> MALLAZO                 |
| <input type="checkbox"/> PANTALLAS DINÁMICAS                                  | <input type="checkbox"/> ANCLAJES                |
| <input type="checkbox"/> CUNETA DE GUARDIA                                    | <input type="checkbox"/> BULONES                 |
| <input type="checkbox"/> CUNETA DE CABECERA                                   |  |
| <input type="checkbox"/> OTROS: CUNETA DE CABECERA LONG. 4 M CON ALGO DE AGUA |  |

**DATOS GEOMÉTRICOS:**

ALTURA: 7 m                    INCLINACIÓN: 45° - 63°  
 LONGITUD: 300 m                DIRECCIÓN: N 110E  
 BERMAS: NO                    NIVEL FREÁTICO: -  
 TALUD TIPO: 1H:1V - 2H:3V

**DATOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS:**

FORMACIÓN: Tcam  
 LITOLOGÍA: Areniscas (base) y arenas limosas

**MEDIDAS ESTRUCTURALES:**

PLANO	BUZAMIENTO	DIRECCIÓN
E	30	320
J	70	130
J	70	330

**PRINCIPALES PROBLEMAS GEOTÉCNICOS DETECTADOS:**
**VEGETACIÓN:**

ARTIFICIAL  ESPONTANEA  SIN VEGETACIÓN

**EXCAVACIÓN:**

MECÁNICA  VOLADURA  TALUD NATURAL

**COMPORTAMIENTO DEL TALUD:**
**ESTABILIDAD GENERAL:**

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> ROTURA CIRCULAR | <input type="checkbox"/> DESPRENDIMIENTOS |
| <input type="checkbox"/> ROTURA EN CUÑA  | <input type="checkbox"/> REPTACIÓN        |
| <input type="checkbox"/> ROTURA PLANA    | <input type="checkbox"/> VUELCO           |
| <input type="checkbox"/> PANDEO          |   |

**EROSIONABILIDAD:**

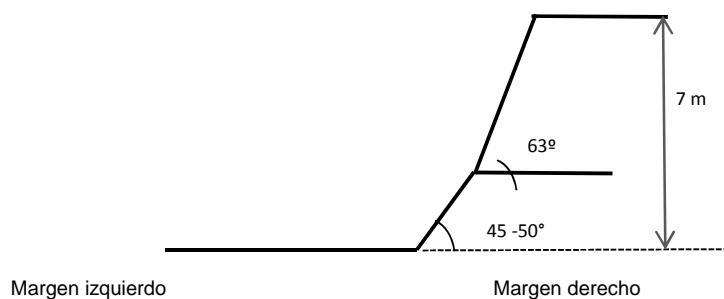
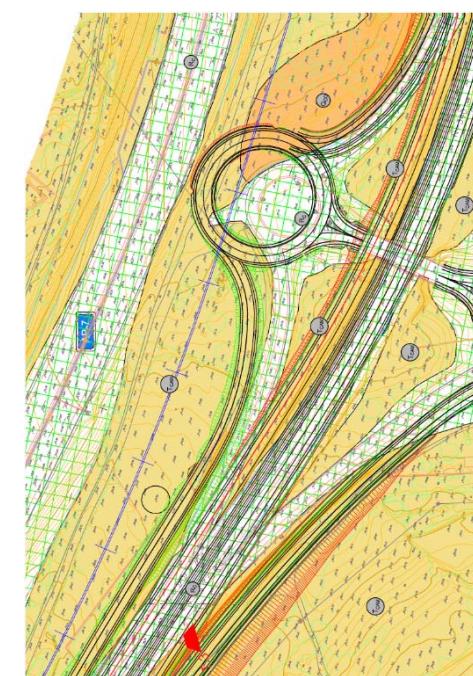
- |  |  |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> SIN EROSIÓN         | <input checked="" type="checkbox"/> SOCAVÓN AL PIE         |
| <input checked="" type="checkbox"/> REGUEROS | <input checked="" type="checkbox"/> ALTERACIÓN SUPERFICIAL |
| <input type="checkbox"/> CARCAVAS / SURCOS   | <input type="checkbox"/> DERRUBIOS                         |

**TRATAMIENTO DE PROTECCIÓN:**

- |   |  |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> MURO DE GRAVEDAD                                     | <input type="checkbox"/> MURO DE GAVIONES        |
| <input type="checkbox"/> MURO ANCLADO   | <input type="checkbox"/> GUNITA                  |
| <input type="checkbox"/> ESCOLLERA  | <input type="checkbox"/> MALLA DE TRIPLE TORSIÓN |
| <input type="checkbox"/> PANTALLAS  | <input type="checkbox"/> MALLAZO                 |
| <input type="checkbox"/> PANTALLAS DINÁMICAS                                  | <input type="checkbox"/> ANCLAJES                |
| <input type="checkbox"/> CUNETA DE GUARDIA                                    | <input type="checkbox"/> BULONES                 |
| <input type="checkbox"/> CUNETA DE CABECERA                                   |  |
| <input type="checkbox"/> OTROS: CUNETA DE CABECERA LONG. 4 M CON ALGO DE AGUA |  |

**DATOS GEOGRÁFICOS:**

AUTOR: Rafel Blanco                UTM X: 31 T 363.795  
 FECHA: 15/07/2015                UTM Y: 4.557.335  
 CARRETERA:

**ESQUEMA DEL TALUD:**

**CROQUIS DE SITUACIÓN:**

**FOTOGRAFÍAS:**


**DATOS GEOMÉTRICOS:**

ALTURA: 7 m MD - 13 m MI      INCLINACIÓN: 33º  
 LONGITUD: 475 m      DIRECCIÓN: N250E  
 BERMAS: NO      NIVEL FREÁTICO: NO  
 TALUD TIPO: 3H/2V

**DATOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS:**

FORMACIÓN: Qco - Tcam  
 LITOLOGÍA: Arcillas arenosas con cantos y arenas limosas (recubiertas)

**MEDIDAS ESTRUCTURALES:**

PLANO	BUZAMIENTO	DIRECCIÓN

**PRINCIPALES PROBLEMAS GEOTÉCNICOS DETECTADOS:**
**VEGETACIÓN:**

ARTIFICIAL  ESPONTANEA  SIN VEGETACIÓN

**EXCAVACIÓN:**

MECÁNICA  VOLADURA  TALUD NATURAL

**COMPORTAMIENTO DEL TALUD:**
**ESTABILIDAD GENERAL:**

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> ROTURA CIRCULAR | <input type="checkbox"/> DESPRENDIMIENTOS |
| <input type="checkbox"/> ROTURA EN CUÑA  | <input type="checkbox"/> REPTACIÓN        |
| <input type="checkbox"/> ROTURA PLANA    | <input type="checkbox"/> VUELCO           |
| <input type="checkbox"/> PANDEO          |   |

**EROSIONABILIDAD:**

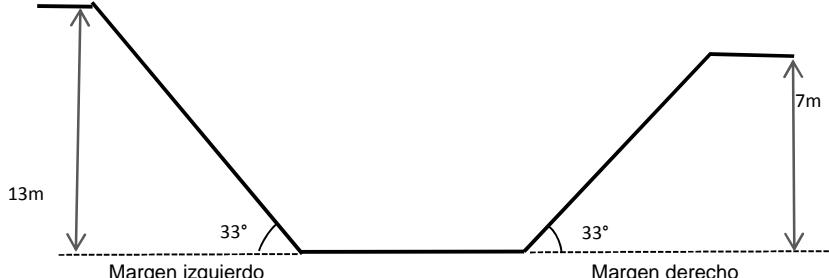
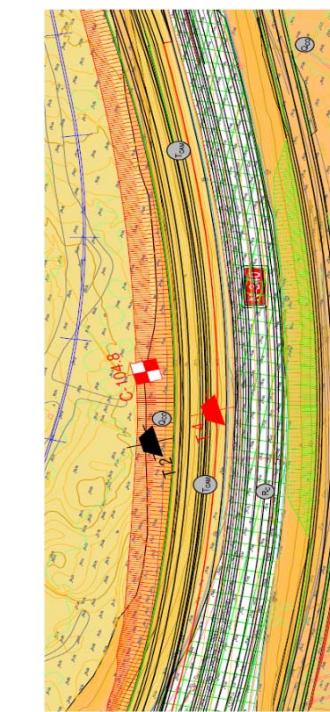
- |   |   |
|---|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> SIN EROSIÓN | <input type="checkbox"/> SOCAVÓN AL PIE         |
| <input type="checkbox"/> REGUEROS               | <input type="checkbox"/> ALTERACIÓN SUPERFICIAL |
| <input type="checkbox"/> CARCAVAS / SURCOS      | <input type="checkbox"/> DERRUBIOS              |

**TRATAMIENTO DE PROTECCIÓN:**

- |   |  |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> MURO DE GRAVEDAD                                     | <input type="checkbox"/> MURO DE GAVIONES        |
| <input type="checkbox"/> MURO ANCLADO   | <input type="checkbox"/> GUNITA                  |
| <input type="checkbox"/> ESCOLLERA  | <input type="checkbox"/> MALLA DE TRIPLE TORSIÓN |
| <input type="checkbox"/> PANTALLAS  | <input type="checkbox"/> MALLAZO                 |
| <input type="checkbox"/> PANTALLAS DINÁMICAS                                  | <input type="checkbox"/> ANCLAJES                |
| <input type="checkbox"/> CUNETA DE GUARDIA                                    | <input type="checkbox"/> BULONES                 |
| <input type="checkbox"/> CUNETA DE CABECERA                                   |  |
| <input type="checkbox"/> OTROS: CUNETA DE CABECERA LONG. 4 M CON ALGO DE AGUA |  |

**DATOS GEOGRÁFICOS:**

AUTOR: Rafel Blanco      UTM X: 31 T 364.450  
 FECHA: 15/07/2015      UTM Y: 4.557.330  
 CARRETERA: N-340

**ESQUEMA DEL TALUD:**

**CROQUIS DE SITUACIÓN:**

**FOTOGRAFÍAS:**


**DATOS GEOMÉTRICOS:**

ALTURA: 13 m MD - 11 m MI      INCLINACIÓN: 57º  
 LONGITUD: 270 m      DIRECCIÓN: N250E  
 BERMAS: SI      NIVEL FREÁTICO: -  
 TALUD TIPO: 2H/3V

**DATOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS:**

FORMACIÓN: Tcam  
 LITOLOGÍA: Areniscas, arenas limosas y arcillas

MEDIDAS  
ESTRUCTURALES:

PLANO	BUZAMIENTO	DIRECCIÓN
E	10º	70

**PRINCIPALES PROBLEMAS GEOTÉCNICOS DETECTADOS:**
**VEGETACIÓN:**

ARTIFICIAL     ESPONTANEA     SIN VEGETACIÓN

**EXCAVACIÓN:**

MECÁNICA     VOLADURA     TALUD NATURAL

**COMPORTAMIENTO DEL TALUD:**
**ESTABILIDAD GENERAL:**

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> ROTURA CIRCULAR | <input type="checkbox"/> DESPRENDIMIENTOS |
| <input type="checkbox"/> ROTURA EN CUÑA  | <input type="checkbox"/> REPTACIÓN        |
| <input type="checkbox"/> ROTURA PLANA    | <input type="checkbox"/> VUELCO           |
| <input type="checkbox"/> PANDEO          |   |

**EROSIONABILIDAD:**

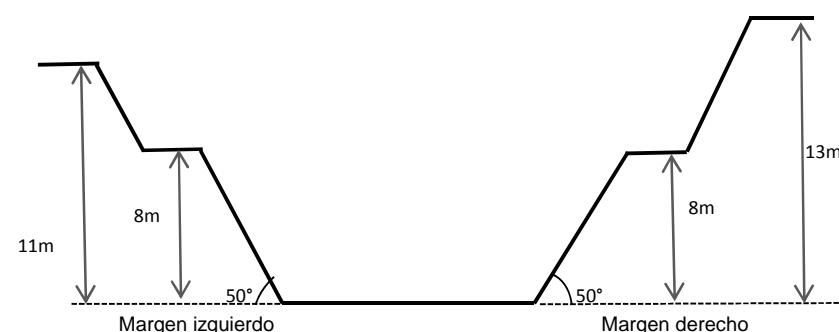
- |   |  |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> SIN EROSIÓN                  | <input type="checkbox"/> SOCAVÓN AL PIE                    |
| <input type="checkbox"/> REGUEROS                     | <input checked="" type="checkbox"/> ALTERACIÓN SUPERFICIAL |
| <input checked="" type="checkbox"/> CARCAVAS / SURCOS | <input type="checkbox"/> DERRUBIOS                         |

**TRATAMIENTO DE PROTECCIÓN:**

- |   |  |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> MURO DE GRAVEDAD                                     | <input type="checkbox"/> MURO DE GAVIONES        |
| <input type="checkbox"/> MURO ANCLADO   | <input type="checkbox"/> GUNITA                  |
| <input type="checkbox"/> ESCOLLERA  | <input type="checkbox"/> MALLA DE TRIPLE TORSIÓN |
| <input type="checkbox"/> PANTALLAS  | <input type="checkbox"/> MALLAZO                 |
| <input type="checkbox"/> PANTALLAS DINÁMICAS                                  | <input type="checkbox"/> ANCLAJES                |
| <input type="checkbox"/> CUNETA DE GUARDIA                                    | <input type="checkbox"/> BULONES                 |
| <input type="checkbox"/> CUNETA DE CABECERA                                   |  |
| <input type="checkbox"/> OTROS: CUNETA DE CABECERA LONG. 4 M CON ALGO DE AGUA |  |

**DATOS GEOGRÁFICOS:**

AUTOR: Rafel Blanco      UTM X: 31 T 365.400  
 FECHA: 15/07/2015      UTM Y: 4.557.690  
 CARRETERA: N-340

**ESQUEMA DEL TALUD:**

**CROQUIS DE SITUACIÓN:**

**FOTOGRAFÍAS:**


## APÉNDICE N° 8. TALADROS



CLIENTE: INECO

PROYECTO: EGG PARA EL ACONDICIONAMIENTO DE LA N-340, TRAMO: LA MORA-LA POBLA

SITUACIÓN: N-340 TRAMO: LA MORA- LA POBLA

## FOTOGRAFÍAS

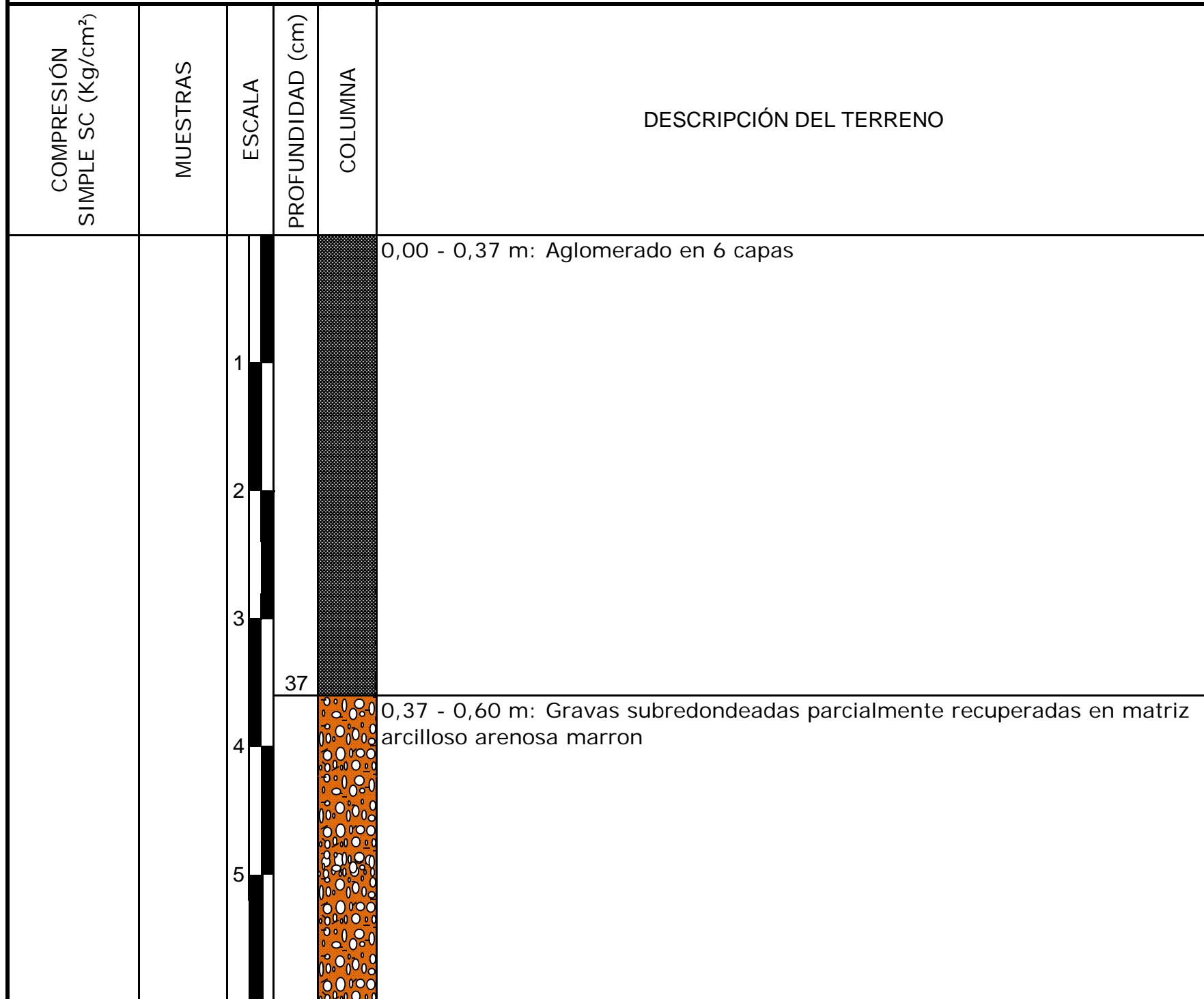


TALADRO N° T-1

X = 360576 Y = 4555211 Z = 3

FECHA: 23-7-15

## DESCRIPCIÓN DEL TERRENO





CLIENTE: INECO

PROYECTO: EGG PARA EL ACONDICIONAMIENTO DE LA N-340, TRAMO: LA MORA-LA POBLA

SITUACIÓN: N-340 TRAMO: LA MORA- LA POBLA

## FOTOGRAFÍAS

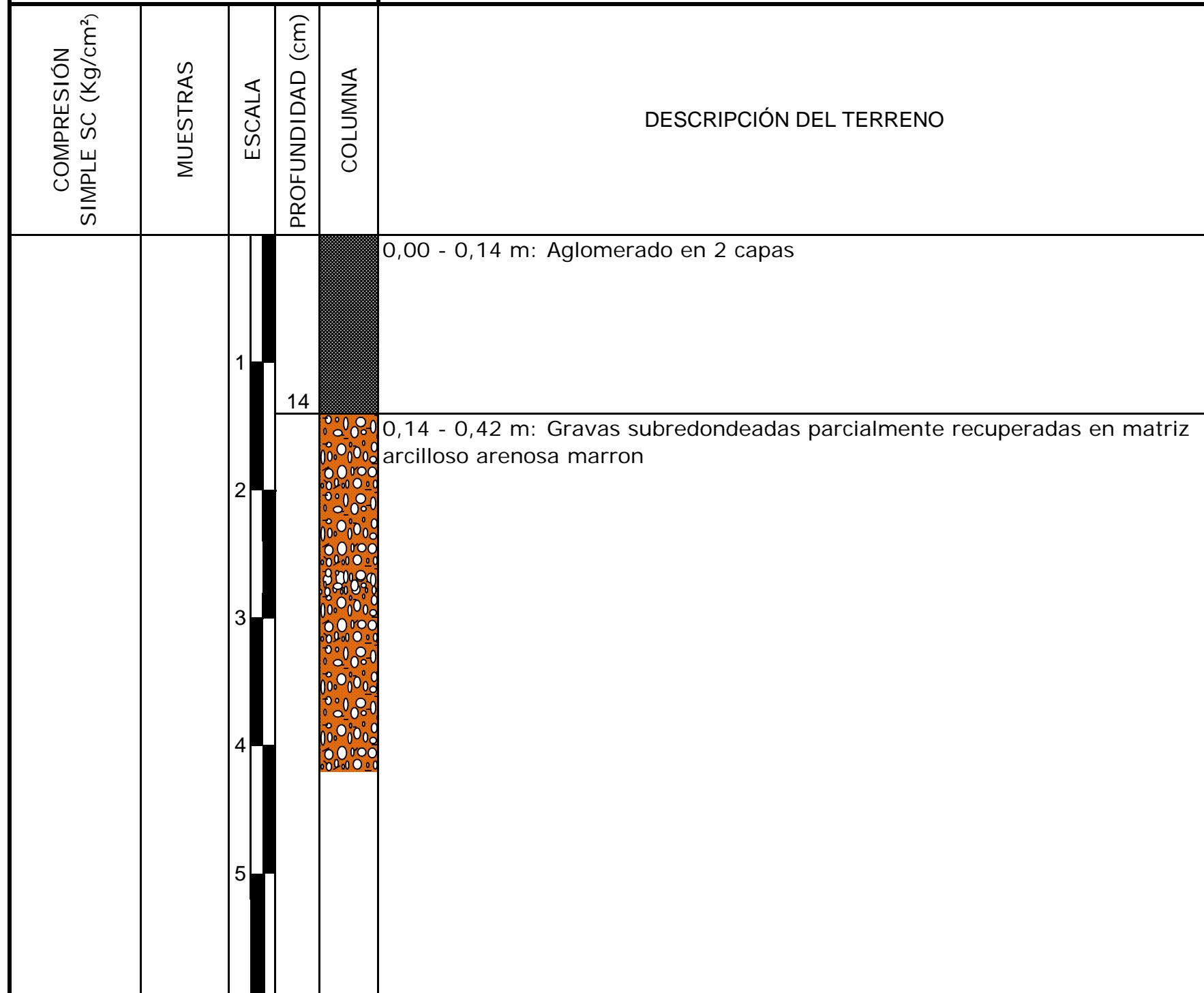


TALADRO N° T-2

X = 364292 Y = 4557304 Z = 30

FECHA: 23-7-15

## DESCRIPCIÓN DEL TERRENO





CLIENTE: INECO

PROYECTO: EGG PARA EL ACONDICIONAMINTO DE LA N-340, TRAMO: LA MORA-LA POBLA

SITUACIÓN: N-340 TRAMO: LA MORA- LA POBLA

## FOTOGRAFÍAS

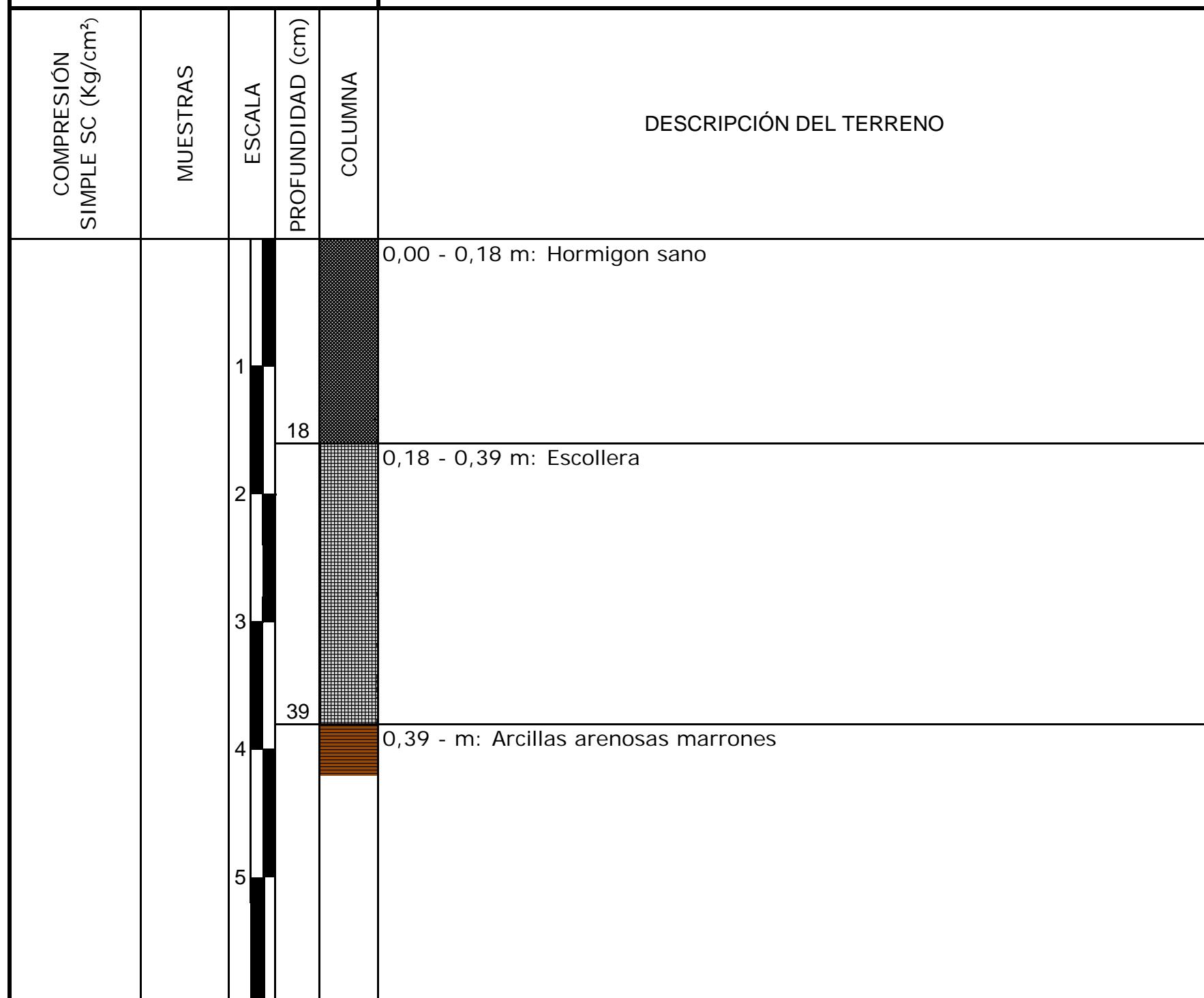


TALADRO N° T-POD-105.3

X = 364949 Y = 4557620 Z = 23

FECHA: 23-7-15

## DESCRIPCIÓN DEL TERRENO



## APÉNDICE N° 9. PROSPECCIONES ESTUDIO INFORMATIVO

### REGISTRO DE CALICATAS

CALICATA:  
**CT OF - I**

CLIENTE: IBERING  
OBRA: ESTUDIO INFORMATIVO N-340  
TRAMO: VARIANTE ALTAFULLA -  
VARIANTE VILAFRANCA DEL PENEDÉS

FECHA : 29 / 01 / 02

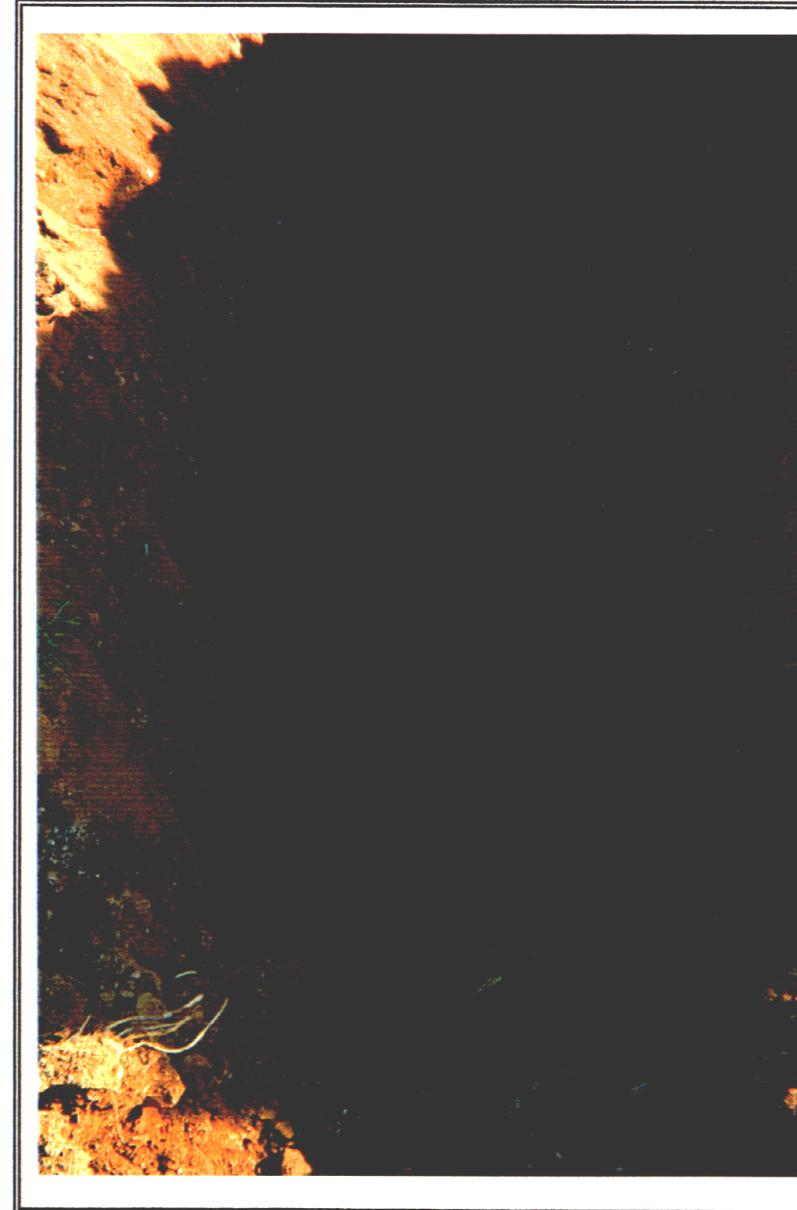
Escala (m)	Profundidad (m)	Corte Geológico	Descripción del terreno	Muestra	Observaciones
	0,30		<b>Tierra vegetal</b>		
0.5			<b>Relleno</b> Arena gravosa rojiza con algo de arcilla		Las paredes verticales de la cata se mantienen verticales
	1,00		Las gravas son finas-gruesas, y el tamaño de grano de la arena es fino-medio		No se han datado la presencia de nivel freático
	1.50		<b>Suelo</b>		
	2.00		Arena arcillosa de color marrón-rojizo (SC)		
	2.50		El tamaño de grano de la arena es fino.		
	3.00				
	3.50				
	4.00				
<b>FINAL DE CALICATA</b>					



CALICATA CT OF-I. EMPLAZAMIENTO



CALICATA CT OF-I. MATERIAL EXTRAIDO



CALICATA CT OF-I

### REGISTRO DE CALICATAS

CALICATA:  
**CT OF - 2**

CLIENTE: IBERING  
OBRA: ESTUDIO INFORMATIVO N-340  
TRAMO: VARIANTE ALTAFULLA -  
VARIANTE VILAFRANCA DEL PENEDÉS

FECHA : 29 / 01 / 02

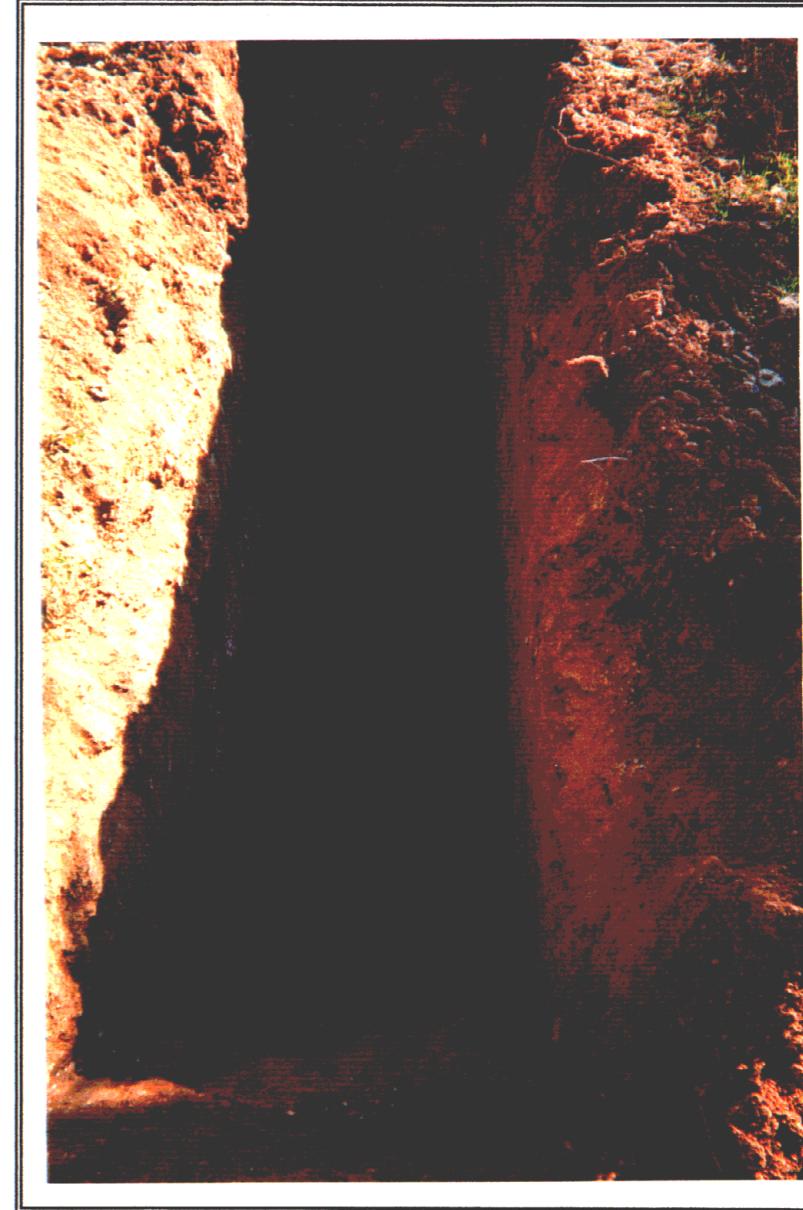
Escala (m)	Profundidad (m)	Corte Geológico	Descripción del terreno	Muestra	Observaciones
			<b>Tierra vegetal</b>		
0.5	0,40				
1.00	1,00		<b>Suelo</b> Arena gravosa de color rojizo con algo de arcilla (S) El tamaño de grano de la arena es fino y la grava es fina		Las paredes verticales de la cata se mantienen verticales No se han datado la presencia de nivel freático
1.50					
2.00					
2.50	2,20		<b>Suelo</b> Arcilla de color ocre-blanquinosa, de consistencia firme (CL)  Se observan abundantes concreciones de carbonato cálcico		
3.00					
3.50					
4.00			<b>Substrato</b> Arcilla de color ocre-blanquinoso  Se aprecian abundantes nódulos de carbonato cálcico		
			<b>FINAL DE LA CALICATA</b>		



CALICATA CT OF-2. EMPLAZAMIENTO



CALICATA CT OF-2. MATERIAL EXTRAIDO



CALICATA CT OF-2



## REGISTRO DE CALICATAS

CALICATA:  
**CD - 3**

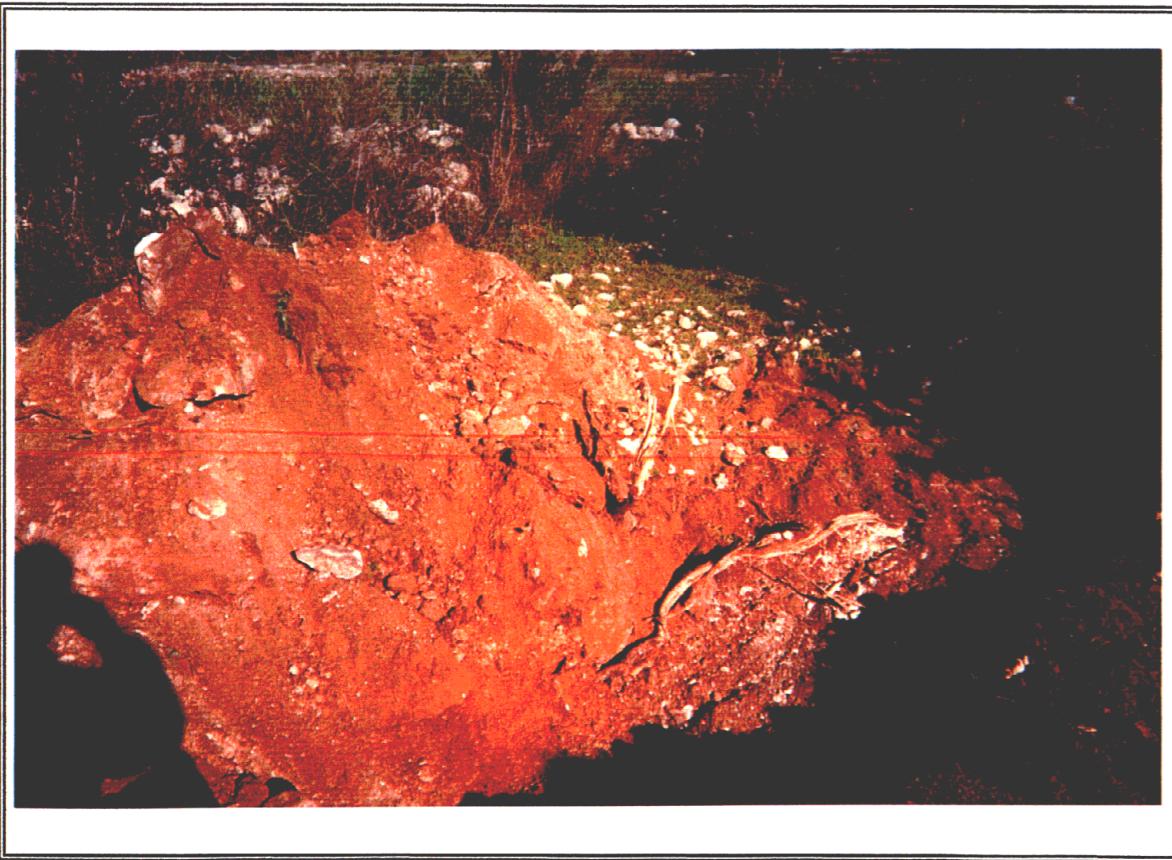
CLIENTE: IBERING  
OBRA: ESTUDIO INFORMATIVO N-340  
TRAMO: VARIANTE ALTAFULLA -  
VARIANTE VILAFRANCA DEL PENEDÉS

FECHA : 29 / 01 / 02

Escala (m)	Profundidad (m)	Corte Geológico	Descripción del terreno	Muestra	Observaciones
0.5			<b>Tierra vegetal</b> Arena arcillosa de color marrón oscuro y ocre		Las paredes verticales de la cata se mantienen estables
1.00			<b>FINAL DE LA CALICATA</b> (La máquina no ha podido continuar)		No se ha datado la presencia de nivel freático
1.50					En la base de la cata se ha datado el substrato constituido por una caliza grisácea, motivo por el cual, la máquina no ha podido continuar
2.00					
2.50					
3.00					
3.50					
4.00					



CALICATA CD-3. EMPLAZAMIENTO



CALICATA CD-3. MATERIAL EXTRAIDO



CALICATA CD-3

### REGISTRO DE CALICATAS

CALICATA:

**CD OF - 4**

CLIENTE: IBERING

OBRA: ESTUDIO INFORMATIVO N-340

FECHA : 29 / 01 / 02

TRAMO: VARIANTE ALTAFULLA -  
VARIANTE VILAFRANCA DEL PENEDÉS

Escala (m)	Profundidad (m)	Corte Geológico	Descripción del terreno	Muestra	Observaciones
	0,30		<b>Tierra vegetal</b> Arcilla arenosa de color marrón rojizo oscuro		Las paredes verticales de la cata se mantienen estables
0,5			<b>Suelo</b> Gravas arcillosas con algo de arcilla (GW)	0,50	No se ha datado la presencia de nivel freático
1,00	1,00		El tamaño de las gravas es heterogéneo		En la base de la cata se ha datado el substrato formado por una calcoarenita rosácea, motivo por el cual, la máquina no ha podido continuar
1.50			<b>FINAL DE LA CALICATA</b> (La máquina no ha podido continuar)	1,00	
2.00					
2.50					
3.00					
3.50					
4.00					



CALICATA CD OF-4. EMPLAZAMIENTO



CALICATA CD OF-4. MATERIAL EXTRAIDO



CALICATA CD OF-4

### REGISTRO DE CALICATAS

CALICATA: **CT OF - 5** CLIENTE: IBERING  
 OBRA: ESTUDIO INFORMATIVO N-340 FECHA : 29 / 01 / 02  
 TRAMO: VARIANTE ALTAFULLA -  
 VARIANTE VILAFRANCA DEL PENEDÉS

Escala (m)	Profundidad (m)	Corte Geológico	Descripción del terreno	Muestra	Observaciones
	0,30		<b>Tierra vegetal</b> Arcilla arenosa de color rojizo con indicios de gravas		Las paredes verticales de la cata se mantienen estables
0.5	0,45		<b>Suelo.</b> Arena gravosa de color ocre (SP). El tamaño de la grava es fino-grueso, y el de grano de la arena es		No se ha datado la presencia de nivel freático
	1.00		<b>Suelo</b> Arena gravosa de color rojizo con algo de arcilla (SP)		En la base de la cata se ha datado el substrato formado por una caliza grisácea, motivo por el cual, la máquina no ha podido continuar
	1.50		El tamaño de la grava es fino y de morfología subangulosa		
	2.00		El grano de la arena es de tamaño medio		
	2.50				
	3.00				
	3.50				
	3,90				
4.00			<b>FINAL DE LA CALICATA</b>		



CALICATA CT OF-5. EMPLAZAMIENTO



CALICATA CT OF-5. MATERIAL EXTRAIDO



CALICATA CT OF-5



## REGISTRO DE CALICATAS

CALICATA:  
**CD - 6**

CLIENTE: IBERING  
OBRA: ESTUDIO INFORMATIVO N-340  
TRAMO: VARIANTE ALTAFULLA -  
VARIANTE VILAFRANCA DEL PENEDÉS

FECHA : 29 / 01 / 02

Escala (m)	Profundidad (m)	Corte Geológico	Descripción del terreno	Muestra	Observaciones
	0,15		Tierra vegetal. Arena gravosa con algo de arcilla de color marrón rojiza		Las paredes verticales de la cata se mantienen estables
0.5			<b>FINAL DE LA CALICATA</b> (La máquina no ha podido continuar)		No se ha datado la presencia de nivel freático
1.00					
1.50					
2.00					
2.50					
3.00					
3.50					
4.00					



CALICATA CD-6. EMPLAZAMIENTO



CALICATA CD-6. MATERIAL EXTRAIDO



CALICATA CD-6



## REGISTRO DE CALICATAS

CALICATA:  
**CD - 7**

CLIENTE: IBERING  
OBRA: ESTUDIO INFORMATIVO N-340  
TRAMO: VARIANTE ALTAFULLA -  
VARIANTE VILAFRANCA DEL PENEDÉS

FECHA : 29 / 01 / 02

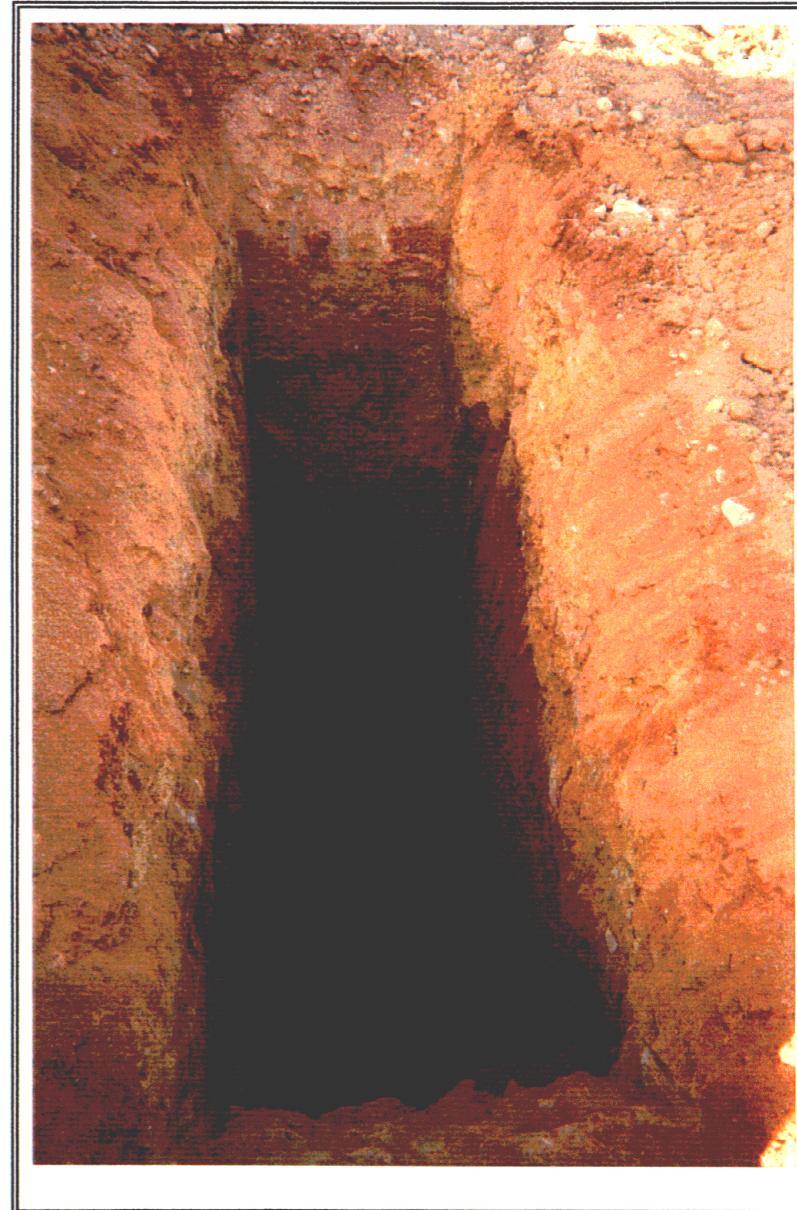
Escala (m)	Profundidad (m)	Corte Geológico	Descripción del terreno	Muestra	Observaciones
0.5	0,50		<b>Tierra vegetal</b> Arena arcillosa de color rojizo con algo de gravas		Las paredes verticales de la cata se mantienen estables
1.00			<b>Suelo</b> Arcilla rojiza con bastante arena de consistencia moderadamente firme (CL)		No se ha datado la presencia de nivel freático
1.50					
1,70					En la base de la cata se ha datado el substrato constituido por una caliza grisácea, motivo por el cual, la máquina no ha podido continuar
2.00			<b>FINAL DE LA CALICATA</b> (La máquina no ha podido continuar)		
2.50					
3.00					
3.50					
4.00					



CALICATA CD-7. EMPLAZAMIENTO



CALICATA CD-7. MATERIAL EXTRAIDO

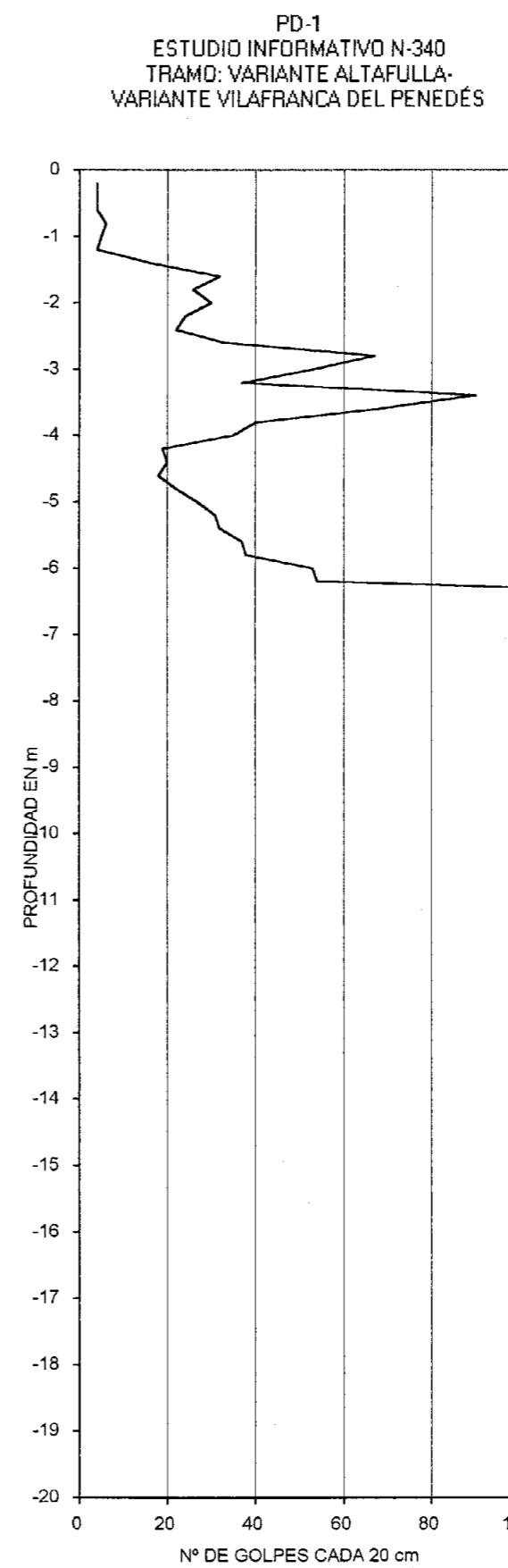


CALICATA CD-7

Fecha : 22/03/02  
 Profundidad de Rechazo: 6,52 m

Profundidad (m)	Nº de golpes (hincia 20 cm)
0	
-0,2	4
-0,4	4
-0,6	4
-0,8	6
-1	5
-1,2	4
-1,4	16
-1,6	32
-1,8	26
-2	30
-2,2	24
-2,4	22
-2,6	33
-2,8	67
-3	53
-3,2	37
-3,4	90
-3,6	68
-3,8	40
-4	35
-4,2	19
-4,4	20
-4,6	18
-4,8	22
-5	27
-5,2	31
-5,4	32
-5,6	37
-5,8	38
-6	53
-6,2	54
-6,4	150
-6,6	
-6,8	
-7	
-7,2	
-7,4	
-7,6	
-7,8	
-8	
-8,2	
-8,4	
-8,6	
-8,8	
-9	
-9,2	
-9,4	
-9,6	
-9,8	
-10	

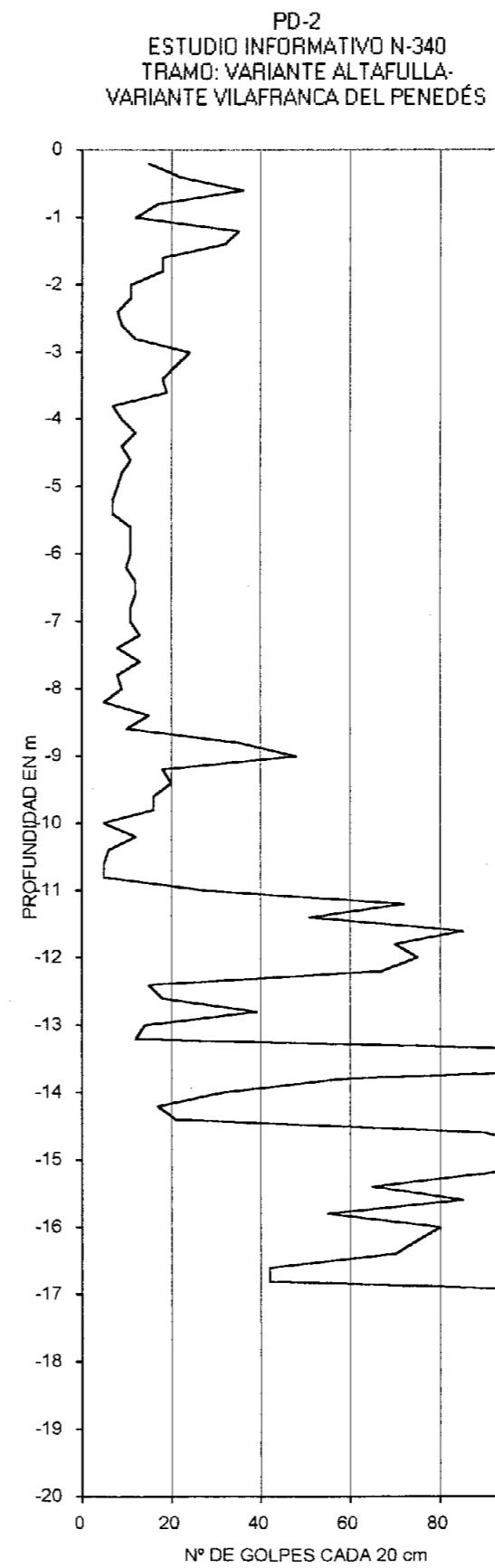
Profundidad (m)	Nº de golpes (hincia 20 cm)
-10	
-10,2	
-10,4	
-10,6	
-10,8	
-11	
-11,2	
-11,4	
-11,6	
-11,8	
-12	
-12,2	
-12,4	
-12,6	
-12,8	
-13	
-13,2	
-13,4	
-13,6	
-13,8	
-14	
-14,2	
-14,4	
-14,6	
-14,8	
-15	
-15,2	
-15,4	
-15,6	
-15,8	
-16	
-16,2	
-16,4	
-16,6	
-16,8	
-17	
-17,2	
-17,4	
-17,6	
-17,8	
-18	
-18,2	
-18,4	
-18,6	
-18,8	
-19	
-19,2	
-19,4	
-19,6	
-19,8	
-20	



Fecha : 18/03/02  
Profundidad de Rechazo: 17,40m

Profundidad (m)	Nº de golpes (hincia 20 cm)
0	
-0,2	15
-0,4	22
-0,6	36
-0,8	17
-1	12
-1,2	35
-1,4	32
-1,6	18
-1,8	18
-2	11
-2,2	11
-2,4	8
-2,6	9
-2,8	12
-3	24
-3,2	21
-3,4	18
-3,6	19
-3,8	7
-4	9
-4,2	12
-4,4	9
-4,6	11
-4,8	9
-5	8
-5,2	7
-5,4	7
-5,6	11
-5,8	11
-6	11
-6,2	10
-6,4	12
-6,6	12
-6,8	11
-7	11
-7,2	13
-7,4	8
-7,6	13
-7,8	8
-8	9
-8,2	5
-8,4	15
-8,6	10
-8,8	35
-9	48
-9,2	18
-9,4	20
-9,6	16
-9,8	16
-10	5

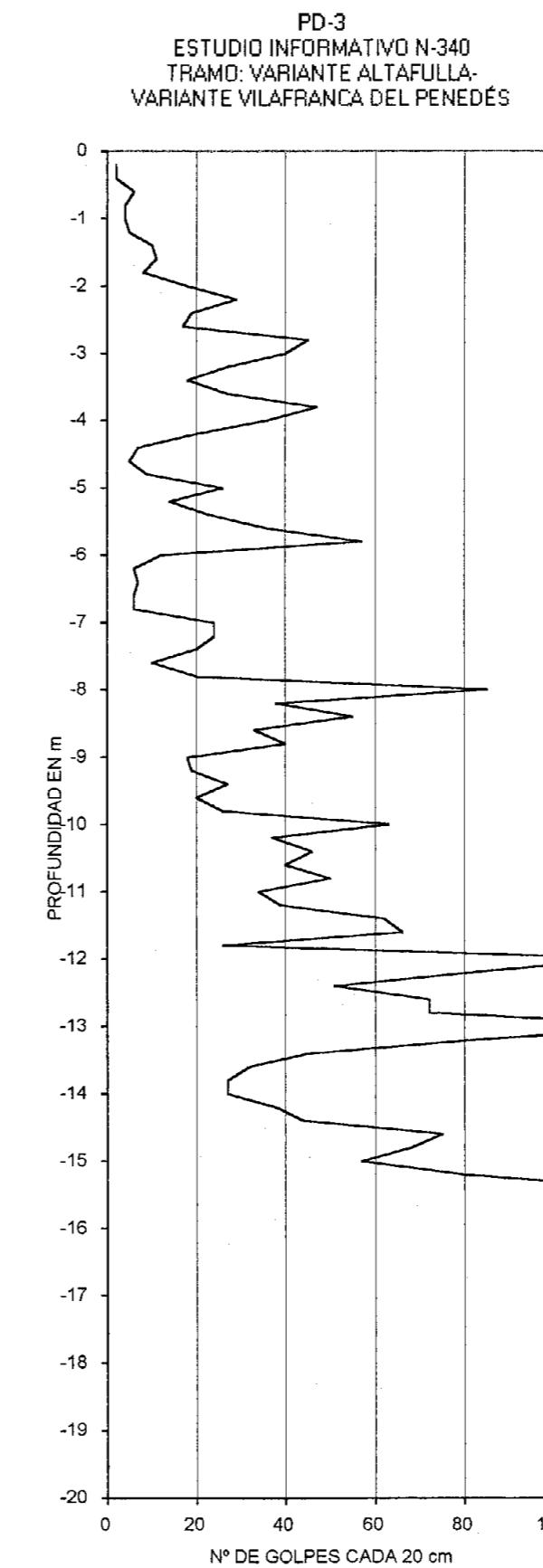
Profundidad (m)	Nº de golpes (hincia 20 cm)
-10	5
-10,2	12
-10,4	6
-10,6	5
-10,8	5
-11	28
-11,2	72
-11,4	51
-11,6	85
-11,8	70
-12	75
-12,2	67
-12,4	15
-12,6	18
-12,8	39
-13	14
-13,2	12
-13,4	130
-13,6	147
-13,8	58
-14	31
-14,2	17
-14,4	21
-14,6	90
-14,8	102
-15	115
-15,2	90
-15,4	65
-15,6	85
-15,8	55
-16	80
-16,2	75
-16,4	70
-16,6	42
-16,8	42
-17	130
-17,2	205
-17,4	
-17,6	
-17,8	
-18	
-18,2	
-18,4	
-18,6	
-18,8	
-19	
-19,2	
-19,4	
-19,6	
-19,8	
-20	



Fecha : 18/03/02  
Profundidad de Rechazo: 15,97 m

Profundidad (m)	Nº de golpes (hinca 20 cm)
0	
-0,2	2
-0,4	2
-0,6	6
-0,8	4
-1	4
-1,2	5
-1,4	10
-1,6	11
-1,8	8
-2	18
-2,2	29
-2,4	19
-2,6	17
-2,8	45
-3	40
-3,2	27
-3,4	18
-3,6	27
-3,8	47
-4	36
-4,2	20
-4,4	7
-4,6	5
-4,8	9
-5	26
-5,2	14
-5,4	23
-5,6	36
-5,8	57
-6	12
-6,2	6
-6,4	7
-6,6	6
-6,8	6
-7	24
-7,2	24
-7,4	20
-7,6	10
-7,8	20
-8	85
-8,2	38
-8,4	55
-8,6	33
-8,8	40
-9	18
-9,2	19
-9,4	27
-9,6	20
-9,8	26
-10	63

Profundidad (m)	Nº de golpes (hinca 20 cm)
-10	63
-10,2	37
-10,4	46
-10,6	40
-10,8	50
-11	34
-11,2	39
-11,4	62
-11,6	66
-11,8	26
-12	116
-12,2	82
-12,4	51
-12,6	72
-12,8	72
-13	130
-13,2	82
-13,4	45
-13,6	32
-13,8	27
-14	27
-14,2	38
-14,4	44
-14,6	75
-14,8	68
-15	57
-15,2	80
-15,4	118
-15,6	140
-15,8	100
-16	
-16,2	
-16,4	
-16,6	
-16,8	
-17	
-17,2	
-17,4	
-17,6	
-17,8	
-18	
-18,2	
-18,4	
-18,6	
-18,8	
-19	
-19,2	
-19,4	
-19,6	
-19,8	
-20	



PD-4

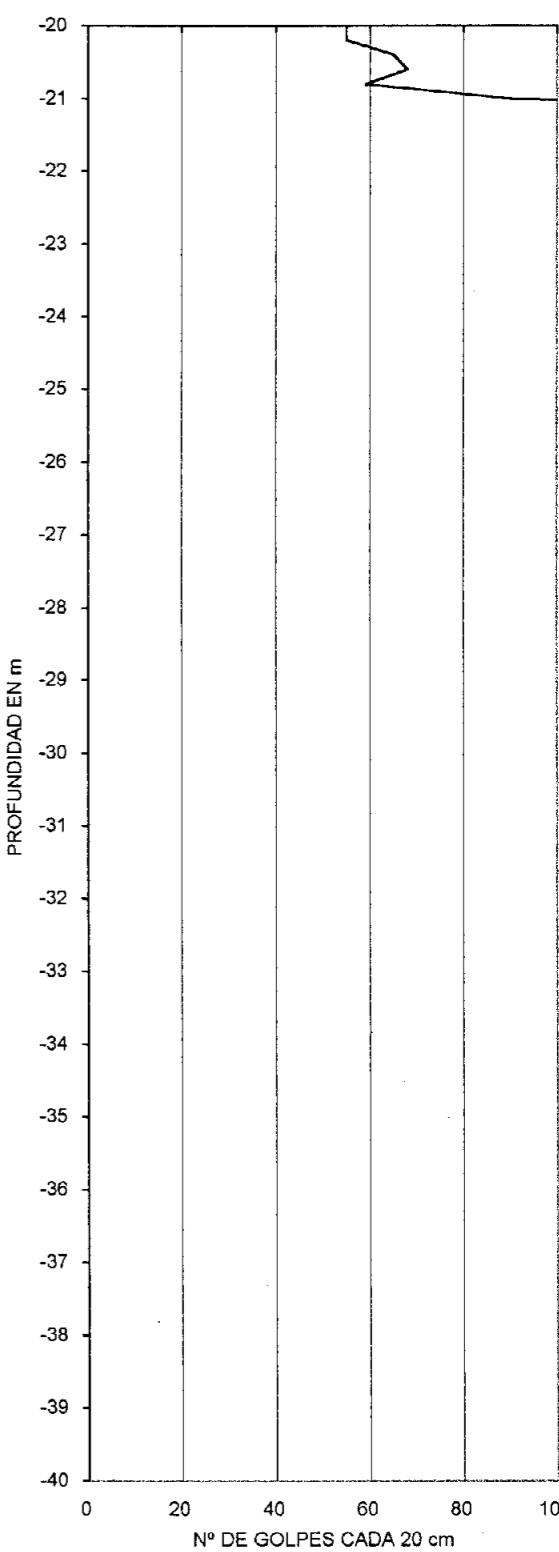
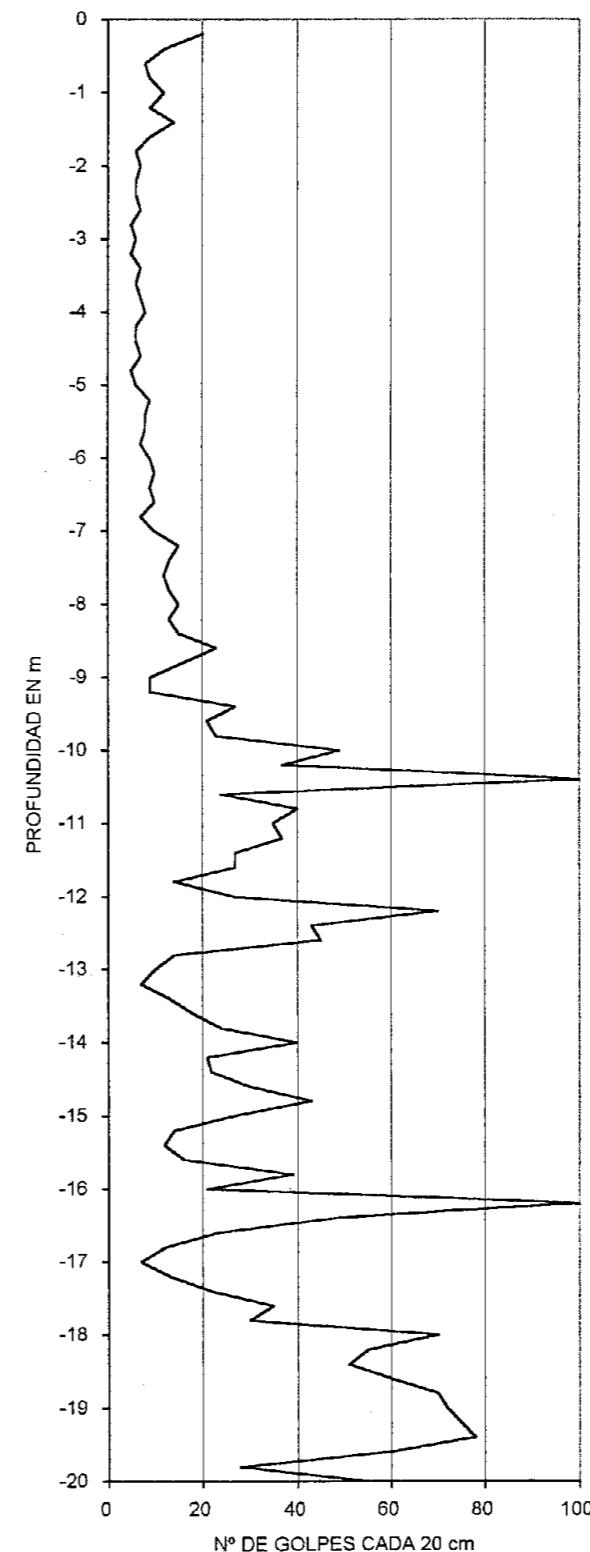
 ESTUDIO INFORMATIVO N-340  
 TRAMO: VARIANTE ALTAFULLA-  
 VARIANTE VILAFRANCA DEL PENEDÉS

 Fecha : 37333  
 Profundidad de Rechazo: 21,40 m

Profundidad [m]	Nº de golpes (hincada 20 cm)
0	
-0,2	20
-0,4	12
-0,6	8
-0,8	9
-1	12
-1,2	9
-1,4	14
-1,6	9
-1,8	6
-2	7
-2,2	6
-2,4	6
-2,6	7
-2,8	5
-3	6
-3,2	5
-3,4	7
-3,6	6
-3,8	7
-4	8
-4,2	6
-4,4	6
-4,6	7
-4,8	5
-5	6
-5,2	9
-5,4	8
-5,6	8
-5,8	7
-6	9
-6,2	10
-6,4	9
-6,6	10
-6,8	7
-7	10
-7,2	15
-7,4	13
-7,6	12
-7,8	13
-8	15
-8,2	13
-8,4	15
-8,6	23
-8,8	16
-9	9
-9,2	9
-9,4	27
-9,6	21
-9,8	23
-10	49

Profundidad [m]	Nº de golpes (hincada 20 cm)
-10	49
-10,2	37
-10,4	101
-10,6	24
-10,8	40
-11	35
-11,2	37
-11,4	27
-11,6	27
-11,8	14
-12	27
-12,2	70
-12,4	43
-12,6	45
-12,8	14
-13	10
-13,2	7
-13,4	13
-13,6	18
-13,8	24
-14	40
-14,2	21
-14,4	22
-14,6	30
-14,8	43
-15	27
-15,2	14
-15,4	12
-15,6	16
-15,8	39
-16	21
-16,2	100
-16,4	48
-16,6	23
-16,8	12
-17	7
-17,2	13
-17,4	22
-17,6	35
-17,8	30
-18	70
-18,2	55
-18,4	51
-18,6	60
-18,8	70
-19	72
-19,2	75
-19,4	78
-19,6	60
-19,8	28
-20	55

Profundidad [m]	Nº de golpes (hincada 20 cm)
-20	55
-20,2	55
-20,4	65
-20,6	68
-20,8	59
-21	90
-21,2	205
-21,4	
-21,6	
-21,8	
-22	
-22,2	
-22,4	
-22,6	
-22,8	
-23	
-23,2	
-23,4	
-23,6	
-23,8	
-24	
-24,2	
-24,4	
-24,6	
-24,8	
-25	
-25,2	
-25,4	
-25,6	
-25,8	
-26	
-26,2	
-26,4	
-26,6	
-26,8	
-27	
-27,2	
-27,4	
-27,6	
-27,8	
-28	
-28,2	
-28,4	
-28,6	
-28,8	
-29	
-29,2	
-29,4	
-29,6	
-29,8	
-30	
-31	
-31,2	
-31,4	
-31,6	
-31,8	
-32	
-32,2	
-32,4	
-32,6	
-32,8	
-33	
-33,2	
-33,4	
-33,6	
-33,8	
-34	
-34,2	
-34,4	
-34,6	
-34,8	
-35	
-35,2	
-35,4	
-35,6	
-35,8	
-36	
-36,2	
-36,4	
-36,6	
-36,8	
-37	
-37,2	
-37,4	
-37,6	
-37,8	
-38	
-38,2	
-38,4	
-38,6	
-38,8	
-39	
-39,2	
-39,4	
-39,6	
-39,8	
-40	



**CUADRO RESUMEN ENSAYOS DE LABORATORIO**

**MUESTRAS PROCEDENTES DE CALICATAS**

Calicata	Prof. (m)	% pasa tamiz 0.080 mm.	Límites Atterberg			Clasificación Casagrande	Próctor Normal		C.B.R Normal			Próctor Modificado		C.B.R Modificado			Materia org. (%)	Clasif. P.G.3
			L <sub>t</sub>	L <sub>p</sub>	I <sub>p</sub>		γ <sub>máx</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	W <sub>op</sub> (%)	al 95 %	al 97 %	al 100 %	γ <sub>máx</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	W <sub>op</sub> (%)	al 95 %	al 97 %	al 100 %		
CD OF 4	0.50	43.2	23.8	17.3	6.5	GM / GC	1.91	12.5	4.3	6.3	11.5	2.02	10.1	17.7	26.2	38.4	0.4	Suelo tolerable
CT OF 15	1.50	3.4	NO PLÁSTICO			GP	2.22	6.8	36.0	52.4	89.8	2.31	5.4	75.3	103.9	205.4	0.0	Suelo seleccionado
C OF 23	1.00	56.3	24.5	16.8	7.7	CL	1.82	13.3	4.1	4.9	7.8	1.96	10.8	7.4	9.8	16.8	0.8	Suelo tolerable
C OF 25	1.10	40.7	24.5	14.8	9.7	SC	1.94	11.1	5.4	8.4	12.9	2.07	8.8	14.0	18.4	31.8	0.2	Suelo tolerable
CT OF 29	0.90	66.0	NO PLÁSTICO			ML	1.77	10.7	4.5	6.5	12.0	1.85	7.8	12.4	16.7	22.8	0.4	Suelo tolerable
CD OF 30	2.50	57.7	19.0	16.0	3.0	CL	1.86	11.0	3.8	5.2	8.6	1.96	8.7	9.9	13.3	21.5	0.6	Suelo tolerable
CT 33	0.50	56.6	21.9	14.2	7.7	CL	1.83	14.0	3.7	4.6	7.9	1.97	11.5	7.1	9.8	17.4	0.0	Suelo tolerable

**CUADRO RESUMEN ENSAYOS DE LABORATORIO  
MUESTRAS PROCEDENTES DE CALICATAS**

Calicata	Prof. (m)	% pasa tamiz 0.080 mm.	Límites Atterberg			Clasificación Casagrande	Próctor Normal		C.B.R Normal			Próctor Modificado		C.B.R Modificado			Materia org. (%)	Clasif. P.G.3
			L <sub>I</sub>	L <sub>P</sub>	I <sub>P</sub>		γ <sub>máx</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	W <sub>op</sub> (%)	al 95 %	al 97 %	al 100 %	γ <sub>máx</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	W <sub>op</sub> (%)	al 95 %	al 97 %	al 100 %		
OD OF 34	2.20	52.1	22.7	13.4	9.3	CL	1.82	13.3	3.6	4.2	7.9	1.95	10.5	7.3	9.6	16.3	0.2	Suelo tolerable
CT OF 35	1.50	33.7	17.4	13.8	3.6	SM	1.93	10.9	7.5	10.6	17.2	2.05	8.0	15.7	23.5	38.0	0.2	Suelo adecuado
CD 41	2.50	9.4	NO PLÁSTICO			GM / GP	2.08	8.2	18.3	26.9	50.2	2.16	5.9	46.0	69.9	116.9	0.0	Suelo seleccionado
CD OF 45	1.50	26.7	NO PLÁSTICO			SM	1.98	11.6	6.3	9.1	13.2	2.05	8.9	17.8	26.2	42.5	0.2	Suelo adecuado
CD OF 54	2.80	86.9	37.4	20.2	17.2	CL	1.76	14.2	1.9	2.5	3.6	1.8	11.4	3.4	4.1	5.6	0.2	Suelo inadecuado
CD OF 57	2.50	71.3	35.4	18.5	16.9	CL	1.80	14.1	4.3	4.8	5.6	1.92	12.2	4.3	4.8	5.6	0.2	Suelo tolerable
CD OF 60	2.00	81.9	26.1	18.3	7.8	CL	1.86	12.7	4.3	5.8	9.2	1.98	10.6	11.7	16.3	26.5	0.2	Suelo tolerable

**CUADRO RESUMEN ENSAYOS DE LABORATORIO**  
**MUESTRAS PROCEDENTES DE CALICATAS**

Calicata	Prof. (m)	% pasa tamiz 0.080 mm.	Límites Atterberg			Clasificación Casagrande	Próctor Normal		C.B.R Normal			Próctor Modificado		C.B.R Modificado			Materia org. (%)	Clasif. P.G.3
			L <sub>I</sub>	L <sub>P</sub>	I <sub>P</sub>		γ <sub>máx</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	W <sub>op</sub> (%)	al 95 %	al 97 %	al 100 %	γ <sub>máx</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	W <sub>op</sub> (%)	al 95 %	al 97 %	al 100 %		
CT OF 63	0.50	64.7	28.0	17.5	10.6	CL	1.70	15.2	3.5	4.8	8.0	1.84	11.8	7.8	9.7	17.1	0.2	Suelo tolerable
CT OF 65	0.20	49.4	21.7	17.8	3.9	SM	1.78	12.4	4.0	5.1	8.8	1.91	10.1	9.6	14.1	22.7	0.5	Suelo tolerable
CT OF 67	0.70	24.9	26.0	17.5	8.5	SC	1.73	13.6	4.4	5.6	9.2	1.84	11.2	7.7	10.8	18.7	0.9	Suelo tolerable
CD OF 69	3.40	31.3	20.4	14.2	6.2	SM / SC	1.85	10.8	4.8	6.1	11.0	2.00	9.1	14.1	19.7	33.8	0.1	Suelo tolerable

# INTECASA

INVESTIGACION TECNICA Y CALIDAD, S.A.

C/ 11 DE SETEMBRE N° 37 43480 VILASECA  
TL 977 393 417 FAX 977 393 745 e-mail: vilaseca.intecasa@grupopep.es

## SECCIÓN DE SUELOS

OT/99/ 2002/2344-1

REGISTRO IVSS-1788

FECHA DE TOMA 29/01/02

### IDENTIFICACIÓN DE SUELOS Y CAPAS GRANULARES

PETICIONARIO	IBERING
OBRA	Estudio informativo N-340. Tramo: Variante de Altafulla - Variante de Vilafranca del Penedes
UNIDAD DE OBRA	TERRAPLEN
LOCALIZACIÓN	C.D. O.F. 4 (de 0,50 a 1,00 m.)
TIPO DE MATERIAL	SUELO
DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	Suelo
REFERENCIA OBRA	

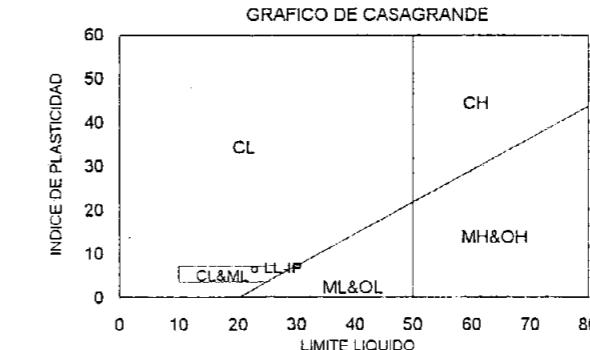
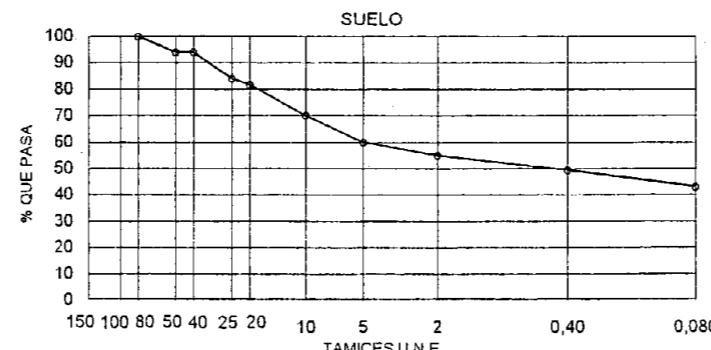
ENsayos Realizados	NORMAS	RESULTADOS	ESPECIFICACIONES PG-3
LÍMITE LÍQUIDO	NLT-105 / 98	23,8	
LÍMITE PLÁSTICO	NLT-106 / 98	17,3	<40
ÍNDICE DE PLASTICIDAD		6,5	
DENSIDAD PROCTOR		DENSIDAD MÁXIMA HUMEDAD ÓPTIMA gr/cm <sup>3</sup> %	
PROCTOR NORMAL	NLT-107 / 98	1,91 12,5	DENSIDAD PN > 1,45
PROCTOR MODIFICADO	NLT-108 / 98	2,02 10,1	
COMPACTACIÓN		al 95 % al 97 % al 100 %	
C.B.R. NORMAL	NLT-111 / 87	4,3 6,3 11,5	>3
ÍNDICE DE C.B.R.		0,0 0,1 0,1	
% HINCHAMIENTO			
% CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA	NLT-118 / 98	0,4	<2
C.B.R. MODIFICADO		al 95 % al 97 % al 100 %	
ÍNDICE DE C.B.R.	NLT-111 / 87	17,7 26,2 38,4	
% HINCHAMIENTO		0,0 0,0 0,0	

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO NLT-104 / 91

TAMICES U.N.E.	150	100	80	50	40	25	20	10	5	2	0,40	0,080
% QUE PASA	100,0	100,0	100,0	94,0	94,0	84,2	81,9	70,3	60,2	55,1	49,6	43,2

> 75 -

CLASIFICACIÓN	CASAGRANDE: GM-GC-Grava limo-arcillosa H.R.B. (I.G) A-4 (2) P.G.3. Suelo tolerable	ESPECIFICACIÓN MÍMINA
CATEGORÍA DE TRAFICO:	T-0 , T-1	SUELTO TOLERABLE



### OBSERVACIONES:

Ref. Albaran: 145922 Material procedente de Cata

MUESTRA ENSAYADA POR: I.Cabrera

JAUME BARQUENGÀ ROJAS  
DIRECTOR DEL LABORATORIO

## SECCION DE SUELOS

OT / 2002/2344-1

REGISTRO IVSS-1788

FECHA 29/01/02

## ENSAYO C.B.R.

PETICIONARIO

IBERING

DOMICILIO

OBRA

UNIDAD DE OBRA

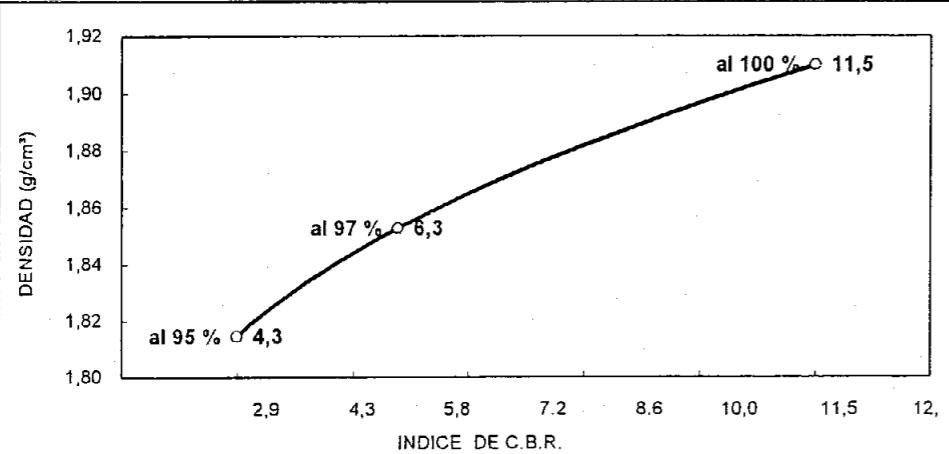
Terraplen

LOCALIZACION

C.D. O.F. 4 (de 0,50 a 1,00 m.)

TIPO DE MATERIAL

Suelo natural



## SECCION DE SUELOS

OT / 2002/2344-1

REGISTRO IVSS-1788

FECHA 29/01/02

## ENSAYO C.B.R.

PETICIONARIO

IBERING

DOMICILIO

OBRA

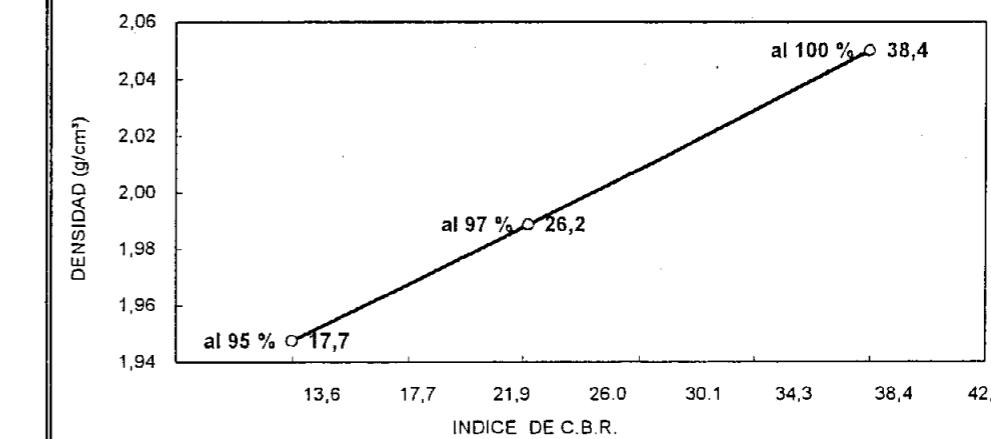
UNIDAD DE OBRA

Terraplen

LOCALIZACION

C.D. O.F. 4

TIPO DE MATERIAL



RESULTADOS DEL ENSAYO					
HUMEDAD DE APISONADO %	% DEL PROCTOR NORMAL	INDICE DE C.B.R.	DENSIDAD SECA gr/cm³	AGUA ABSORBIDA %	HINCHAMIENTO %
12,45	95	4,3	1,81	4,29	0,00
	97	6,3	1,85	3,89	0,00
	100	11,5	1,91	2,77	0,00

NORMA NLT-111/87

## OBSERVACIONES

Ref. Albaran: 145922 Material procedente de Cata

ANALISTA: I.Cabrera

Vº Bº  
JAUME BARLUENGA ROJAS  
DIRECTOR DE LABORATORIO

RESULTADOS DEL ENSAYO					
HUMEDAD DE APISONADO %	% DEL PROCTOR MODIFICADO	INDICE DE C.B.R.	DENSIDAD SECA gr/cm³	AGUA ABSORBIDA %	HINCHAMIENTO %
8,80	95	17,7	1,95	2,60	0,00
	97	26,2	1,99	2,39	0,00
	100	38,4	2,05	2,08	0,00

NORMA NLT-111/87

## OBSERVACIONES:

Ref. Albaran: 145922 Material procedente de Cata

ANALISTA: I.Cabrera

Vº Bº  
JAUME BARLUENGA ROJAS  
DIRECTOR DE LABORATORIO

ESTUDIO INFORMATIVO DE LA AUTOVÍA  
"N-340. TRAMO: INICIO VARIANTE DE ALTAFULLA Y TORREDEMBARRA -  
VARIANTE DE SANTA MARGARIDA Y ELS MONJOS - FINAL DE LA VARIANTE VILAFRANCA DEL PENEDÉS"



TALUD EN ROCA

Nº talud: T- 0

Fecha: Febrero 2002

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TALUD

Situación: Autopista A-7  
Altura: aproximadamente 15 m  
Ángulo talud: aproximadamente 70°  
Longitud: 300 m  
Orientación del talud: E-W

Medidas protectoras: No  
Bermas y cunetas: Berma  
Flujo de agua: No  
Excavabilidad: Medios mecánicos

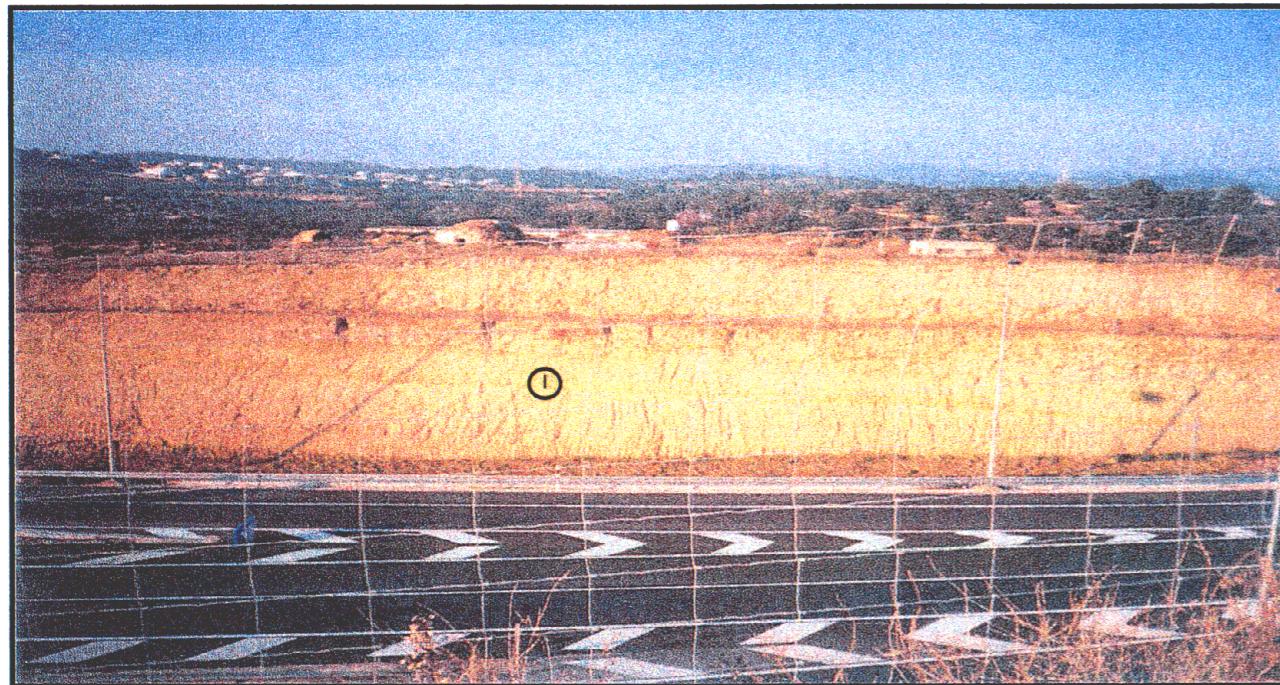
DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA

Litología:  
1. Arcilla arenosa de color ocre con una incipiente orientación

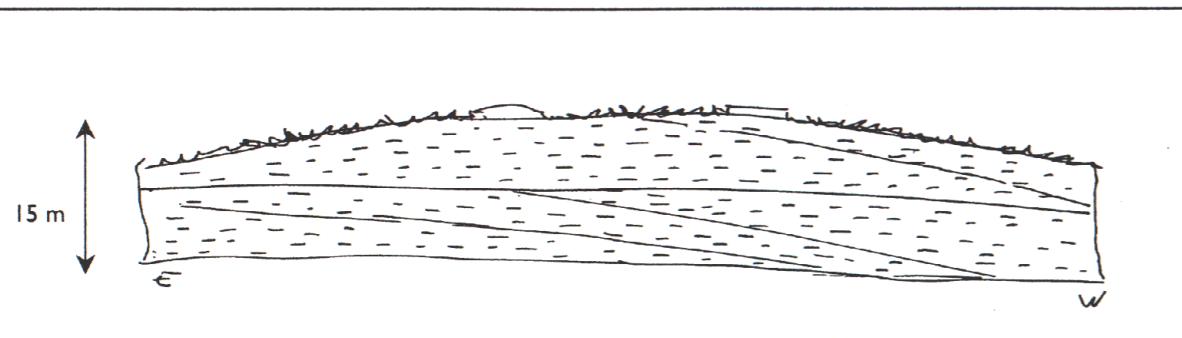
COMPORTAMIENTO

Tipos de inestabilidades observados: Alteración superficial y acarcavamiento de la arcilla

FOTOGRAFÍA



PERFIL LONGITUDINAL



ESTUDIO INFORMATIVO DE LA AUTOVÍA  
"N-340. TRAMO: INICIO VARIANTE DE ALTAFULLA Y TORREDEMBARRA -  
VARIANTE DE SANTA MARGARIDA Y ELS MONJOS - FINAL DE LA VARIANTE VILAFRANCA DEL PENEDÉS"



TALUD EN ROCA

Nº talud: T - I

Fecha: Febrero 2002

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TALUD

Situación: Autopista A-7  
Altura: aproximadamente 10 m  
Ángulo talud: aproximadamente 72°  
Longitud: 350 m  
Orientación del talud: E-W

Medidas protectoras: No  
Bermas y cunetas: No  
Flujo de agua: No  
Excavabilidad: Medios mecánicos

DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA

Litología:

1. Arena con abundantes gravas de color marrón-rojizo con cemento carbonatado y intercalaciones de arcilla rojiza
2. Gravas arenosas con cemento carbonatado de color marrón-rojizo. Se pueden apreciar abundantes nódulos de carbonato y niveles centimétricos de carbonato

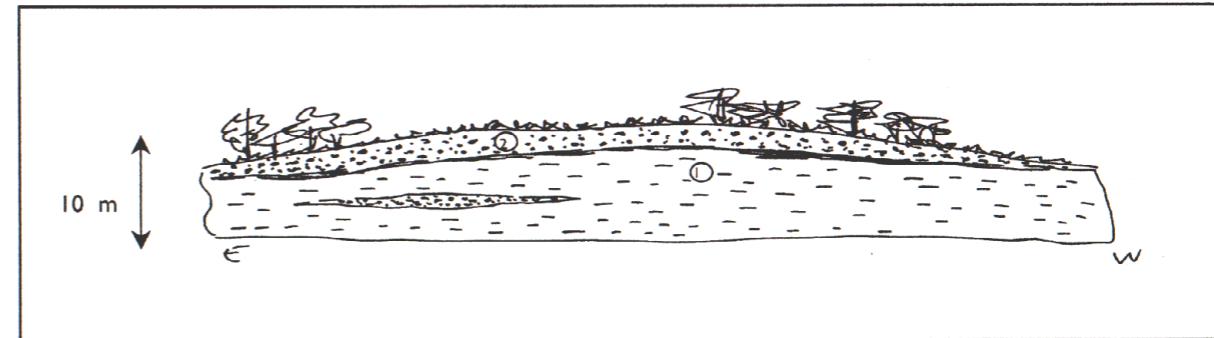
COMPORTAMIENTO

Tipos de inestabilidades observados: Alteración superficial y acarcavamiento de la arcilla

FOTOGRAFÍA



PERFIL LONGITUDINAL



ESTUDIO INFORMATIVO DE LA AUTOVÍA  
"N-340. TRAMO: INICIO VARIANTE DE ALTAFULLA Y TORREDEMBARRA -  
VARIANTE DE SANTA MARGARIDA Y ELS MONJOS - FINAL DE LA VARIANTE VILAFRANCA DEL PENEDÉS"



TALUD EN ROCA

Nº talud: T-2

Fecha: Febrero 2002

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TALUD

Situación: Autopista A-7  
Altura: aproximadamente 10 m  
Ángulo talud: aproximadamente 70°  
Longitud: 250 m  
Orientación del talud: N-S

Medidas protectoras: No  
Bermas y cunetas: No  
Flujo de agua: No  
Excavabilidad: Medios mecánicos

DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA

*Litología:*  
1. Caliza de color ocre con presencia de arcilla margosa de color ocre

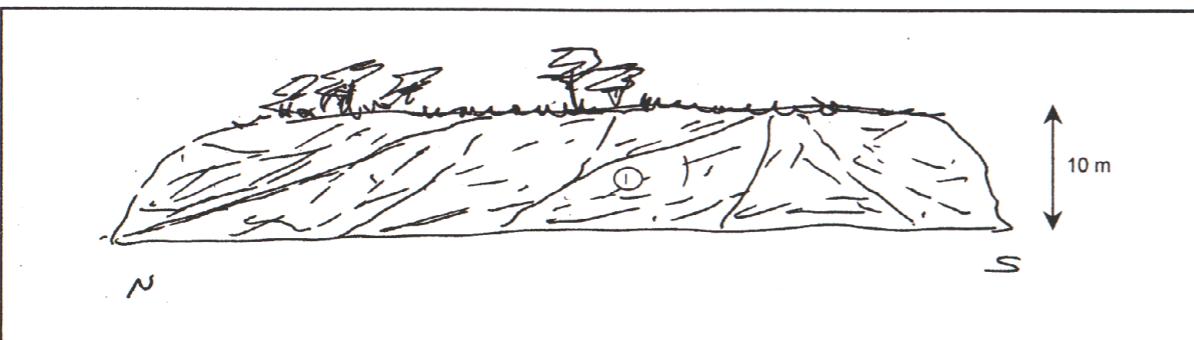
COMPORTAMIENTO

Tipos de inestabilidades observados: Alteración superficial

FOTOGRAFÍA



PERFIL LONGITUDINAL



ESTUDIO INFORMATIVO DE LA AUTOVÍA  
"N-340. TRAMO: INICIO VARIANTE DE ALTAFULLA Y TORREDEMBARRA -  
VARIANTE DE SANTA MARGARIDA Y ELS MONJOS - FINAL DE LA VARIANTE VILAFRANCA DEL PENEDÉS"



TALUD EN ROCA

Nº talud: T-3

Fecha: Febrero 2002

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TALUD

Situación: Autopista A-7  
Altura: aproximadamente 15 m  
Ángulo talud: aproximadamente 75°  
Longitud: 200 m  
Orientación del talud: N-S

Medidas protectoras: No  
Bermas y cunetas: No  
Flujo de agua: No  
Excavabilidad: Medios mecánicos

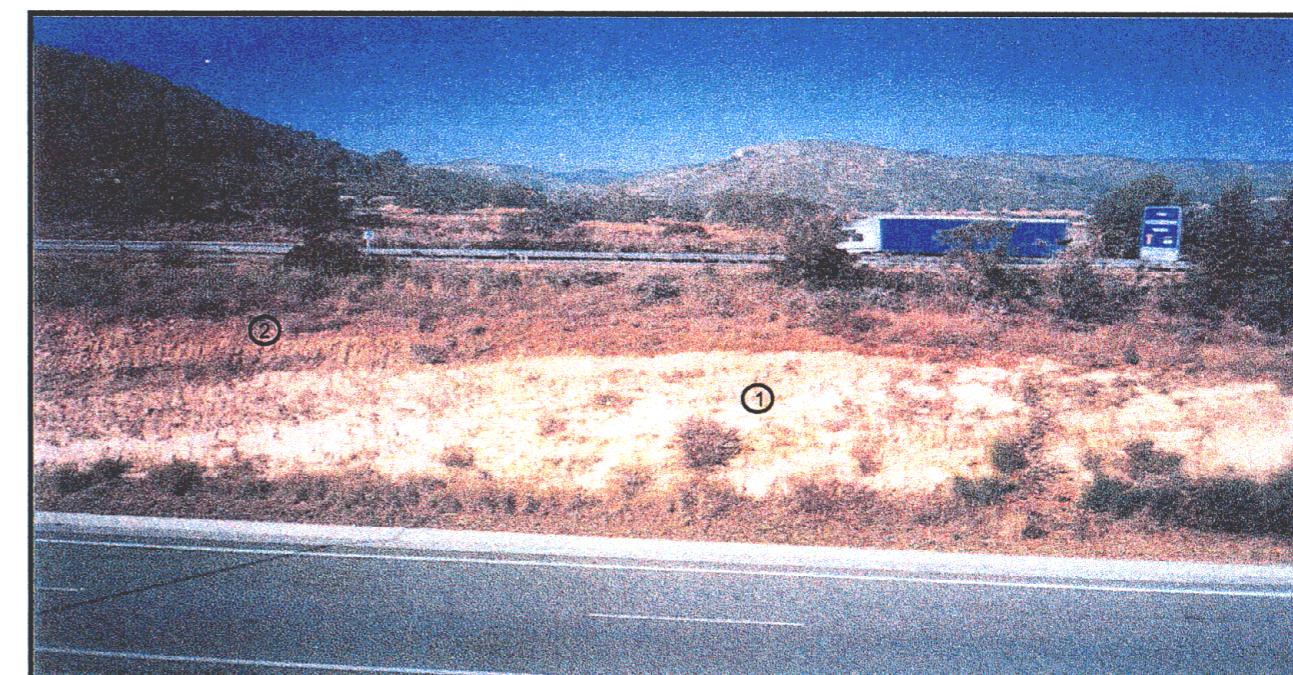
DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA

*Litología:*  
1. Caliza bioclástica  
2. Arcilla arenosa de color marrón-rojizo

COMPORTAMIENTO

Tipos de inestabilidades observados: Alteración superficial y acarcavamiento de las arcillas

FOTOGRAFÍA



PERFIL LONGITUDINAL

