

INFORME GEOTÉCNICO SOBRE CONDICIONES DE CIMENTACIÓN PARA PLANTA DE GENERACIÓN DE BIOMETANO A PARTIR DE BIORESIDUOS

ACCIONA SERVICIOS URBANOS, S.R.L.

Nº INFORME O/2307103

INFORME

CUBAS DE LA SAGRA

INGENIERIA | CONTROL DE CALIDAD | GEOTECNIA | EDIFICACION | CERTIFICACION | I+D+i | SEGURIDAD Y SALUD



Edición: nº0 Revisión: nº0

Fecha: Noviembre de 2023

Pol. Ind. Los Olivos. C/ Innovación,11 (28906)
MADRID - GETAFE
Tel: 916 828 727 Fax: 916 019 683
madrid@cemosa.es

cemosa
Ingeniería y Control

TÍTULO DEL DOCUMENTO: INFORME GEOTÉCNICO SOBRE CONDICIONES DE CIMENTACIÓN PARA PLANTA DE GENERACIÓN DE BIOMETANO A PARTIR DE BIORRESIDUOS

Edición número:	0	Fecha edición :	Noviembre de 2023
Revisión número:	0	Fecha revisión :	Noviembre de 2023
Edición y Revisión número:	1	Fecha revisión :	
Edición y Revisión número:	2	Fecha revisión :	
Edición y Revisión número:	3	Fecha revisión :	

CONTROL DE CALIDAD

	Nombre	Firma	Fecha
Realizado por	Carlos Álvarez Calvo		Noviembre de 2023
Revisado	Isidro Ocete Ruiz		Noviembre de 2023
Aprobado	Isidro Ocete Ruiz		Noviembre de 2023

REGISTRO DE MODIFICACIONES

Edic./Rev.	Fecha	Responsable modificación	Secc./Párrafo Modificado	Modificación efectuada
0/0	Noviembre de 2023	-	-	Edición inicial

*Este documento refiere la Edición vigente **nº0** y revisión vigente **nº0**. Esta edición y/o revisión anula a las anteriores.*

MEMORIA

1.-	INTRODUCCIÓN.....	1
2.-	ANTECEDENTES Y RECONOCIMIENTO.....	4
2.1.-	Documentación técnica y geotécnica previa.....	4
2.2.-	Características generales de la edificación prevista	4
2.3.-	Características generales del entorno de carácter geomorfológico y geotécnico.....	4
3.-	ENTORNO GEOGRÁFICO.....	6
4.-	TRABAJOS REALIZADOS	9
4.1.-	Reconocimientos de campo	9
4.2.-	Resultados de los ensayos de penetración dinámica	22
4.3.-	Ensayos de campo y laboratorio	22
5.-	GEOLOGÍA.....	26
6.-	SISMOLOGÍA	28
6.1.-	Introducción	28
6.2.-	Mapa de peligrosidad sísmica. Coeficiente de distribución.....	29
6.3.-	Mapa de peligrosidad sísmica. Aceleración sísmica básica.	29
7.-	CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA Y GEOTÉCNICA DE LOS MATERIALES.....	30
7.1.-	Nivel freático	32
7.2.-	UG.1 Suelo de naturaleza vegetal y rellenos antrópicos	32
7.3.-	UG.2 Arcillas arenosas y arenas arcillosas de tonos marrones	33
7.4.-	Muestras ensayadas en la UG-2.	35
7.4.1.-	Identificación	35
7.4.2.-	Ensayos químicos y agresividad en suelos.....	39
7.4.3.-	Parámetros de estado natural.....	39
7.4.4.-	Parámetros de resistencia	40
7.4.5.-	Ensayos de expansividad y colapso	42
7.4.6.-	Ensayos de compactación	43
8.-	AGRESIVIDAD	43
8.1.-	Valores obtenidos en muestras de suelos	43

9.-	EXPANSIVIDAD	44
9.1.-	Valores y cuantificaciones obtenidas.....	45
10.-	DETERMINACIÓN DE LA EXCAVABILIDAD	45
10.1.-	Metodología	45
10.2.-	Evaluación de la excavabilidad	49
11.-	CLASIFICACIÓN SEGÚN EL PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS GENERALES PARA OBRAS DE CARRETERAS Y PUENTES (PG-3)	49
11.1.-	Aprovechamiento de materiales	52
11.2.-	Valores obtenidos y clasificación.....	53
11.2.1.-	UG.2 Arcillas arenosas y arenas arcillosas de tonos marrones	53
12.-	FORMACIÓN DE EXPLANADAS	54
12.1.-	Prescripciones técnicas según PG-3.....	54
13.-	CATEGORÍA DEL TRÁFICO ESTIMADO.....	56
14.-	CATEGORÍAS DE EXPLANADA SEGÚN EL TRÁFICO DE SERVICIO	58
15.-	MODELOS DE CIMENTACIÓN PLANTEADOS (ZAPATAS Y ZAPATAS CORRIDAS)	59
15.1.-	Cálculo de la presión admisible de servicio	63
16.-	RESUMEN Y CONCLUSIONES	67

ANEJOS

- ANEJO 1. PLANTA GENERAL Y DE SITUACIÓN
- ANEJO 2. MARCO GEOLÓGICO
- ANEJO 3. PERFIL GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO
- ANEJO 4. TRABAJOS DE CAMPO
 - ANEJO 4.1 Registro de sondeos a rotación
 - ANEJO 4.2 Registro de penetraciones dinámicas
 - ANEJO 4.3 Registro de calicatas
- ANEJO 5. ACTAS DE ENSAYOS DE LABORATORIO
- ANEJO 6. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

APENDICES

- APÉNDICE 1. HOJA DOCUMENTAL

1.- Introducción

El presente documento responde al **INFORME GEOTÉCNICO SOBRE CONDICIONES DE CIMENTACIÓN PARA PLANTA DE GENERACIÓN DE BIOMETANO A PARTIR DE BIORESIDUOS** en **CUBAS DE LA SAGRA** solicitado a **CEMOSA** por **ACCIONA SERVICIOS URBANOS, S.R.L.**

El trabajo se establece con expediente O/2307103, y realizado por la delegación de CEMOSA en Madrid.

El objeto del presente estudio viene dado por la necesidad de determinar la tipología y las condiciones de cimentación para la construcción de una serie de edificios, zonas de instalaciones y pavimentos que pasamos a describir:

Edificio de pretratamiento: de 2.072m² el cual albergará la nave y los diferentes aparatos de pretratamiento.

Instalación de 823m² donde irán ubicados los contenedores herméticos (reactores) zona en la que tiene lugar la degradación de la materia orgánica.

Zona de instalaciones digestoras: en esta área de 310m² aledaña al digestor se disponen diferentes para preparar el tratamiento de la biomasa en el digestor.

Zona de biofiltro: esta zona ocupará una superficie de 2.117m², se compone de dos estanques.

Zona de Upgrading y módulo de inyección, de 147m².

Zona de compostaje: la nave de compostaje con una superficie de 5.044m², se compone de un área para disponer el material de compostaje, un área donde se sitúa el reactor de compostaje y un puente grúa que recorre ambas zonas.

Nave de afino y almacenes adjuntos de compost, rechazo y fracción verde tendrán una ocupación en planta de 2.287m², esta instalación además está dotada con varios silos abiertos para almacenaje y cinta transportadora.

Edificio de oficina, taller, vestuarios y laboratorio ocuparán una superficie de una sola planta y una superficie total de 347m².

Las superficies pavimentadas, que se disponen tanto en los edificios anteriormente mencionados, así como en acerados y zonas decorativas, ocuparán un total de 31.531m².

En la siguiente imagen se muestra un resumen con las dimensiones anteriormente indicadas:

SUPERFICIES CONSTRUIDAS	
EDIFICIO OFICINAS	75 m ²
EDIFICIO SERVICIOS	108 m ²
EDIFICIO TALLER	164 m ²
EDIFICIO PRETRATAMIENTO Y RECEPCIÓN	2.072 m ²
NAVE COMOSTAJE	5.044 m ²
NAVE AFINO, ALMACÉN DE COMPOST, RECHAZOS Y FRACCIÓN VERDE	2.287 m ²
TOTAL	9.750 m²
SUPERFICIES OCUPADAS	
BIOFILTROS	2.117 m ²
DIGESTORES	823 m ²
UPGRADING Y MODULO INYECCIÓN	147 m ²
INSTALACIONES DIGESTORES	310 m ²
TOTAL	3.397 m²
SUPERFICIES PAVIMENTOS	
URBANIZACIÓN ZONA HORMIGÓN	13.890 m ²
URBANIZACIÓN ZONA ACERAS	1215 m ²
URBANIZACIÓN ZONA DECORATIVA	16.426 m ²
TOTAL	31.531 m²

Figura Nº 1.- Fotografía aérea de detalle de la parcela de estudio



Figura Nº 2.- Distribución en planta de los diferentes elementos que conformarán la planta

Para este cometido se han realizado los trabajos de campo, consistentes en penetraciones dinámicas y continuas, junto sondeos mecánicos y rotativos, con extracción continua de testigo.

Para el desarrollo de este trabajo se han ejecutado los siguientes trabajos:

- Trabajos de campo y laboratorio realizados.
- Caracterización geotécnica de los materiales implicados: definición y parametrización.
- Entorno geológico.
- Presencia de nivel freático.
- Perfil geológico-geotécnico.
- Agresividad del suelo frente al hormigón.
- Recomendaciones de cimentación: tipología, carga admisible y otros aspectos.

2.- Antecedentes y reconocimiento

2.1.- Documentación técnica y geotécnica previa

Con carácter previo a la redacción de este estudio, el peticionario facilitó la siguiente documentación:

Tabla 1. Planos facilitados por el peticionario

<input type="checkbox"/>	Plano de emplazamiento del edificio
<input checked="" type="checkbox"/>	Plano de ubicación de la edificación dentro de la parcela
<input type="checkbox"/>	Levantamiento topográfico de la parcela
<input checked="" type="checkbox"/>	Plano de planta de la edificación prevista
<input type="checkbox"/>	Perfiles tipo de la edificación prevista
<input type="checkbox"/>	Planos disponibles en formato digital

2.2.- Características generales de la edificación prevista

Las características de la futura construcción, según la información recabada, son las siguientes:

Tabla 2. Características generales de la edificación

Tipología de edificación		Número de plantas de la edificación	
<input type="checkbox"/>	Bloque de viviendas	Nº plantas sobre rasante	
<input type="checkbox"/>	Aislada, adosada o pareada	Nº sótanos	
<input checked="" type="checkbox"/>	Otra: Planta de Biometano	<input type="checkbox"/>	Semisótano
<input type="checkbox"/>	No determinada	<input type="checkbox"/>	No determinado
Tipología de estructura		Tipología de forjados	
<input type="checkbox"/>	Hormigón armado	<input type="checkbox"/>	Reticular
<input type="checkbox"/>	Metálica	<input type="checkbox"/>	Unidireccional
<input type="checkbox"/>	Otra:	<input type="checkbox"/>	No determinada
<input type="checkbox"/>	No determinada		

2.3.- Características generales del entorno de carácter geomorfológico y geotécnico

Así mismo, a partir de la visita a campo realizada y de la experiencia que CEMOSA posee en la zona se han podido identificar los siguientes condicionantes geotécnicos y geomorfológicos:

Tabla 3. Experiencia previa en la zona

Problemas geotécnicos habituales en la zona	
<input type="checkbox"/>	Suelos blandos

Tabla 3. Experiencia previa en la zona

Problemas geotécnicos habituales en la zona

- ☐ Suelos potencialmente colapsables
- ☐ Suelos potencialmente expansivos
- ☐ Rellenos antrópicos o artificiales
- ☐ Restos de edificios y otras construcciones
- ☐ Restos arqueológicos o de valor cultural
- ☐ Terreno vegetal de espesor considerable
- ☐ Discontinuidades litológicas
- ☐ Inestabilidad de laderas naturales
- ☐ Inestabilidad de taludes excavados
- ☐ Desprendimientos
- ☐ Agresividad del terreno
- ☐ Agua agresiva para el hormigón
- ☐ Niveles piezométricos cercanos a la superficie
- ☐ Terrenos no excavables por medios mecánicos
- ☐ Terrenos no ripables por medios mecánicos (necesidad de voladura o martillo neumático)
- ☐ Ausencia de problemas geotécnicos significativos

Nivel piezométrico en la zona

- ☐ Ausencia
- ☐ A menos de 5 m de la superficie
- ☐ Situado por debajo de 5 m de la superficie
- ☐ Importantes variaciones del nivel piezométrico dependiendo de la época climática

Tipologías de cimentación habituales en la zona

- ☐ Zapatas aisladas, corridas o vigas flotantes
- ☐ Pozos
- ☐ Losa armada
- ☐ Cimentación profunda
- ☐ No procede
- ☐ Se desconoce

Tabla 4. Rasgos geomorfológicos

Morfología	Rellenos antrópicos
<input checked="" type="checkbox"/> Plana	<input type="checkbox"/> Ausencia
<input type="checkbox"/> Alomada	<input type="checkbox"/> Superficiales (< 1 m.)

Tabla 4. Rasgos geomorfológicos

Morfología	Rellenos antrópicos
<input type="checkbox"/> Abrupta (pendientes > 15%)	<input checked="" type="checkbox"/> Medios (de 1 a 5 m.)
<input type="checkbox"/> Montañosa (pendientes > 30%)	<input type="checkbox"/> Potentes (> 5 m.)
Taludes y excavaciones	Indicios de patologías
<input checked="" type="checkbox"/> Ausencia	<input checked="" type="checkbox"/> Ausencia
<input type="checkbox"/> Alturas < 5 m.	<input type="checkbox"/> Inestabilidad en taludes
<input type="checkbox"/> Alturas de 5 a 10 m.	<input type="checkbox"/> Desprendimientos
<input type="checkbox"/> Alturas de 10 a 15 m.	<input type="checkbox"/> Colapsos y/o dolinas
<input type="checkbox"/> Alturas > 15 m.	<input type="checkbox"/> Patologías de estructuras
<input type="checkbox"/> Presencia de elementos de contención	<input type="checkbox"/> Fallos en elementos de contención
Hidrología superficial	Interacción con otros edificios
<input type="checkbox"/> Ausencia	<input type="checkbox"/> Edificio medianero sin sótanos
<input type="checkbox"/> Alturas < 5 m.	<input type="checkbox"/> Edificio medianero con sótanos
<input type="checkbox"/> Alturas de 5 a 10 m.	<input type="checkbox"/> Vial perimetral ya construido
<input type="checkbox"/> Alturas de 10 a 15 m.	<input type="checkbox"/> Muro perimetral ya construido

3.- Entorno geográfico

La zona estudiada se sitúa en el término municipal de CUBAS DE LA SAGRA.

Las coordenadas aproximadas de la zona estudiada se aportan a continuación:

Tabla 5. Coordenadas aproximadas UTM

UTM	
X	Y
430.500	4.449.330
Nota: Huso UTM: 30, Zona: S, Datum: WGS84.	

La parcela de estudio donde irá ubicada la futura planta de generación de biometano a partir de biorresiduos, se ubica aproximadamente a unos 1.100m al E de la localidad de Cubas de la Sagra a la cual se accede por el camino de los Picos el cual a su vez conecta dicho municipio con la autovía A-42.

Dicha parcela cuenta con una superficie de 48.000m².



Figura Nº 3.- Fotografía aérea general de la zona de estudio (imagen Google Earth Pro)



Figura Nº 4.- Fotografía aérea de detalle de la parcela de estudio (imagen Google Earth Pro)

Comparando una imagen del vuelo americano del 56-57 con la imagen más actual disponible en el visor del Instituto Geográfico Nacional, se puede observar que la zona de estudio tenía un uso agrícola, que es camino de acceso ya estaba construido y que el complejo urbanístico de Cubas de la Sagra ya se había empezado a desarrollar.



Figura Nº 5.- Comparación de la ortofoto 56-57 con situación actual obtenida con el comparador PNOA del IGN.

En la siguiente imagen disponible, la SIGPAC 2005, se puede observar que en la zona ya se han construido las naves que se encuentran próximas a la zona de estudio y en la propia zona de estudio.



Figura Nº 6.- Comparación de la ortofoto SIGPAC 2005 con situación actual obtenida con el comparador PNOA del IGN.

Finalmente, comparando la imagen actual con la PNOA de 2009, la zona de estudio tiene un aspecto muy similar al actual.



Figura Nº 7.- Comparación de la ortofoto de 2009 con situación actual obtenida con el comparador PNOA del IGN.

4.- Trabajos realizados

Los trabajos realizados han tenido dos caracteres diferentes, los ejecutados en campo o “in situ” y los de laboratorio.

Así mismo también se ha llevado a cabo un estudio bibliográfico, como complemento al trabajo de gabinete.

4.1.- Reconocimientos de campo

Los trabajos de campo realizados se definen a continuación.

Tabla 6. Trabajos de campo

Tipo	Unidades	Profundidad mínima alcanzada (m.)	Profundidad máxima alcanzada (m.)
Sondeos mecánicos con recuperación de testigo	5	10,13	11,04
Calicatas de Reconocimiento	11	0,60	3,10
Sondeos a penetración dinámica	7	5,00	6,80

Los sondeos mecánicos a rotación consisten en la ejecución de perforaciones de pequeño diámetro, generalmente de 65 y 140 mm que permiten reconocer la naturaleza y localización de las diferentes capas del subsuelo mediante la extracción continua de testigo de suelo o roca, a la vez que se alterna con ensayos geotécnicos de penetración y extracción de muestras inalteradas, en los casos que es posible. Las perforaciones se realizaron con una sonda modelo TECOINSA TP50.

El ensayo de penetración dinámica (DPSH) consiste en la hincada de una puntaza de sección cónica de 20 cm² acoplada a un varillaje de 32 mm de diámetro, mediante golpes propinados por una maza de 63.5 kg que cae desde una altura de 75 cm, impactando

sobre una cabeza o “yunque” rígidamente unido al varillaje. El aparato empleado en la realización de estos ensayos fue un penetrómetro modelo TECOINSA TP-05-10 .

Los datos de golpeo de los penetrómetros permiten una estimación razonable de las características resistentes medias del subsuelo.

En las fotografías siguientes se muestra la ubicación de los diferentes reconocimientos.



Figura Nº 8.- Imagen de la ejecución del sondeo mecánico y rotativo con extracción continua de testigo referido como S-01.



Figura Nº 9.- Imagen de la ejecución del sondeo mecánico y rotativo con extracción continua de testigo referido como S-02.



Figura Nº 10.- Imagen de la ejecución del sondeo mecánico y rotativo con extracción continua de testigo referido como S-03.



Figura Nº 11.- Imagen de la ejecución del sondeo mecánico y rotativo con extracción continua de testigo referido como S-04.



Figura Nº 12.- Imagen de la ejecución del sondeo mecánico y rotativo con extracción continua de testigo referido como S-05.



Figura Nº 13.- Fotografía de la ejecución de la calicata referida como C-01.



Figura Nº 14.- Fotografía de la ejecución de la calicata referida como C-02.



Figura Nº 15.- Fotografía de la ejecución de la calicata referida como C-03.



Figura Nº 16.- Fotografía de la ejecución de la calicata referida como C-04.



Figura Nº 17.- Fotografía de la ejecución de la calicata referida como C-05.



Figura Nº 18.- Fotografía de la ejecución de la calicata referida como C-06.



Figura Nº 19.- Fotografía de la ejecución de la calicata referida como C-07.



Figura Nº 20.- Fotografía de la ejecución de la calicata referida como C-08.



Figura Nº 21.- Fotografía de la ejecución de la calicata referida como C-09.



Figura Nº 22.- Fotografía de la ejecución de la calicata referida como C-10.



Figura Nº 23.- Fotografía de la ejecución de la calicata referida como C-11.



Figura Nº 24.- Trabajos para la realización de la penetración dinámica, tipo DPSH, referida como P-01.



Figura Nº 25.- Trabajos para la realización de la penetración dinámica, tipo DPSH, referida como P-02.



Figura Nº 26.- Trabajos para la realización de la penetración dinámica, tipo DPSH, referida como P-03.



Figura Nº 27.- Trabajos para la realización de la penetración dinámica, tipo DPSH, referida como P-04.



Figura Nº 28.- Trabajos para la realización de la penetración dinámica, tipo DPSH, referida como P-05.



Figura Nº 29.- Trabajos para la realización de la penetración dinámica, tipo DPSH, referida como P-06.



Figura Nº 30.- Trabajos para la realización de la penetración dinámica, tipo DPSH, referida como P-07.

Las diferentes actas de todos los reconocimientos de campo desarrollados para este trabajo se aportan en los anejos correspondientes.

4.2.- Resultados de los ensayos de penetración dinámica

A continuación, se muestran los resultados obtenidos en los ensayos de penetración dinámica:

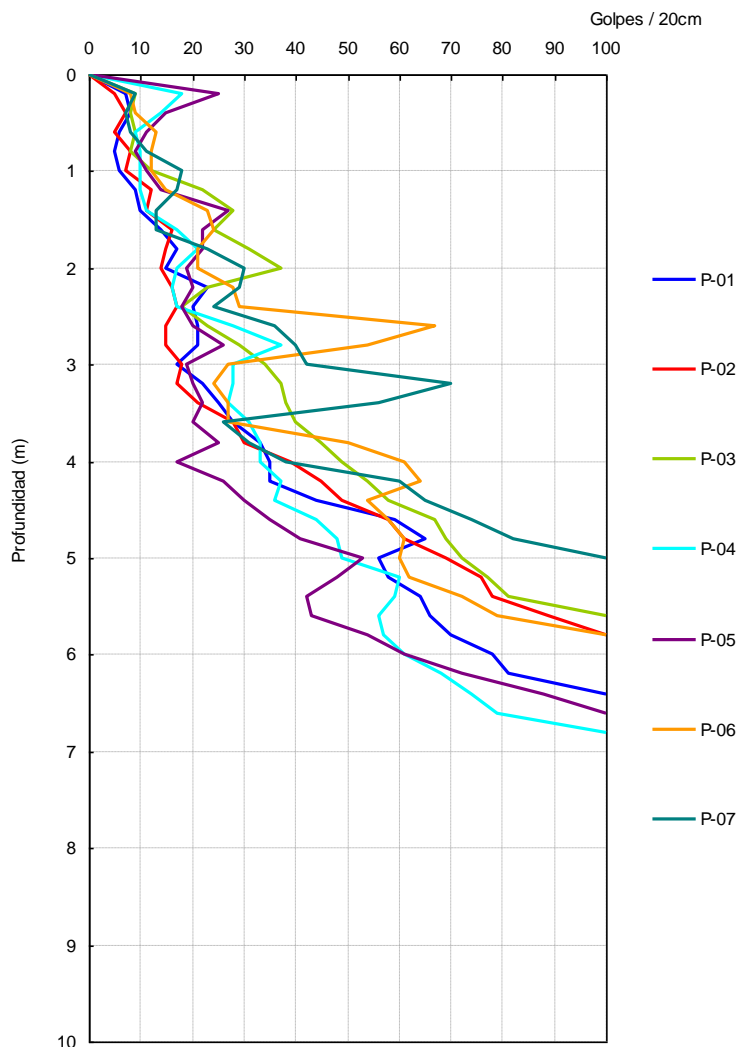


Figura Nº 31.- Registro de los ensayos de penetración dinámica realizados.

4.3.- Ensayos de campo y laboratorio

Los ensayos y trabajos de campo realizados para determinar las características de los materiales detectados han sido los siguientes:

Tabla 7. Ensayos y Trabajos de campo

Ensayo	unidades	norma
Toma de muestra inalterada con tomamuestras de tipo abierto	15	ASTM D6169-98, ASTM D3550-01, XP P94-202
Ensayo de penetración estándar (SPT)	15	UNE 103800

Toma de muestra alterada

11

-

Los ensayos de laboratorio realizados para la elaboración de este documento quedan reflejados en las tablas siguientes:

Tabla 8. Trabajos de laboratorio

Ensayo	unidades	norma
Clasificación USCS	16	ISSMGE
Análisis granulométrico por tamizado	16	UNE 103101
Determinación de los límites de Atterberg	16	UNE 103103 - 104
Determinación de humedad natural	5	UNE 103300
Determinación de peso específico aparente	5	UNE 103301
Ensayo de compresión simple en suelos	5	UNE 103400
Ensayo de corte directo con drenaje	3	UNE 103401
Ensayo del hinchamiento libre de un suelo en edómetro	5	UNE 103601
Determinación del grado de acidez Baumann-Gully	3	EHE
Determinación del contenido en materia orgánica	4	UNE 103204
Determinación del contenido de yesos en los suelos	3	NLT-115
Determinación del contenido de sales solubles en los suelos	7	NLT-114
Ensayo de colapso en suelos	4	NLT-254
Ensayo de compactación Proctor modificado	4	UNE 103501
Ensayo para determinar en laboratorio el índice C.B.R. de un suelo	4	UNE 103502

Los valores obtenidos para cada uno de los ensayos realizados se establecen en las siguientes tablas:

Tabla 9. Valores de consistencia o compacidad

Muestra			Consistencia o Compacidad						
Reconocimiento	Tipo de muestra	Prof. Inicial muestra	Golpeo/15cm						
							N30 MI	N30 SPT	
			V1	V2	V3	V4			
S-01	MI	3,00	12	15	17	20	32		
S-01	SPT	3,60	7	10	14	16		24	
S-01	MI	6,50	20	29	40	R	69		
S-01	SPT	7,05	11	17	23	25		40	
S-01	MI	9,60	R				R		
S-01	SPT	9,84	24	46	R			R	
S-02	SPT	3,60	6	8	12	16		20	
S-02	MI	5,90	15	23	34	42	57		
S-02	SPT	6,50	11	17	25	30		42	
S-02	MI	10,20	20	40	R		R		
S-02	SPT	10,59	15	28	R			R	
S-03	MI	3,00	11	16	20	25	36		

Tabla 9. Valores de consistencia o compacidad

Muestra			Consistencia o Compacidad					
Reconocimiento	Tipo de muestra	Prof. Inicial muestra	Golpeo/15cm					
			V1	V2	V3	V4	N30 MI	N30 SPT
S-03	SPT	3,60	7	10	14	23		24
S-03	MI	5,90	24	26	35	R	61	
S-03	SPT	6,45	13	17	23	27		40
S-03	MI	10,20	R				R	
S-03	SPT	10,33	24	41	R			R
S-04	MI	3,00	13	24	34	48	58	
S-04	SPT	3,60	11	14	23	30		37
S-04	MI	6,50	44	R			R	
S-04	SPT	6,77	28	35	R			R
S-04	MI	9,80	R				R	
S-04	SPT	9,93	34	R				R
S-05	MI	3,00	14	15	25	45	40	
S-05	SPT	3,60	8	11	15	15		26
S-05	MI	7,00	33	R			R	
S-05	SPT	7,26	24	31	R			R
S-05	MI	9,40	R				R	
S-05	SPT	9,53	22	27	36	44		63

Tabla 10. Ensayos de identificación

Muestra			Identificación											
Reconocimiento	Tipo de muestra	Prof. Inicial muestra	Granulometría						L. Atterberg					Clasificación USCS
			20 mm.	5 mm.	2 mm.	0,4 mm.	0,08 mm.	Grava (>2mm) %	Arena (2-0,08mm) %	Finos (<0,08mm) %	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice Plasticidad	
S-01	MI	3,00	100,00	100,00	100,00	93,40	85,60	0,00	14,40	85,60	56,70	23,80	33,00	CH
S-02	MI	3,00	100,00	100,00	99,50	85,30	73,70	0,50	25,80	73,70	46,60	22,90	23,70	CL
S-03	MI	5,90	100,00	100,00	99,10	80,70	46,10	0,90	53,00	46,10	56,50	23,60	32,90	SC
S-04	MI	3,00	100,00	99,90	97,60	60,10	33,90	2,40	63,70	33,90	46,70	23,40	23,40	SC
S-05	MI	3,00	100,00	99,70	91,80	31,00	9,40	8,20	82,40	9,40	34,60	22,80	11,80	SC
C-01	MA	2,00	100,00	99,80	98,30	72,80	53,90	1,70	44,40	53,90	48,60	30,50	18,10	ML
C-02	MA	2,10	100,00	99,40	95,80	66,70	49,00	4,20	46,80	49,00	55,80	28,30	27,50	SC
C-03	MA	1,70	100,00	99,70	97,90	70,00	53,90	2,10	44,00	53,90	55,90	28,70	27,10	CH

Tabla 10. Ensayos de identificación

Muestra			Identificación											
Reconocimiento	Tipo de muestra	Prof. Inicial muestra	Granulometría						L. Atterberg					Clasificación USCS
			20 mm.	5 mm.	2 mm.	0,4 mm.	0,08 mm.	Grava (>2mm) %	Arena (2-0,08mm) %	Finos (<0,08mm) %	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice Plasticidad	
C-04	MA	1,90	100,00	99,90	97,90	72,20	53,40	2,10	44,50	53,40	48,70	24,50	24,20	CL
C-05	MA	1,70	100,00	97,70	80,10	18,60	7,20	19,90	72,90	7,20	32,80	22,70	10,00	SP
C-06	MA	1,70	100,00	99,50	94,50	58,20	26,00	5,50	68,50	26,00	38,60	24,80	13,80	SC
C-07	MA	2,00	100,00	100,00	99,10	52,50	30,70	0,90	68,40	30,70	42,10	23,50	18,60	SC
C-08	MA	1,70	100,00	99,30	92,30	53,30	26,60	7,70	65,70	26,60	41,90	25,40	16,50	SC
C-09	MA	1,90	100,00	99,90	98,00	74,60	47,40	2,00	50,60	47,40	50,10	23,10	27,00	SC
C-10	MA	1,80	100,00	99,90	98,30	71,50	46,80	1,70	51,50	46,80	48,80	25,90	22,90	SC
C-11	MA	2,00	100,00	99,80	99,60	86,10	72,60	0,40	27,00	72,60	48,80	27,40	21,40	CL

Tabla 11. Valores de ensayos químicos

Muestra			Ensayos Químicos						
Reconocimiento	Tipo de muestra	Prof. Inicial muestra	Mat. Orgánica %	Sulfatos (SO3) %	Sulfatos (SO4) mg/Kg	A. Baumann-Gully ml/kg	Contenido en yesos %	Sales Solubles %	Carbonatos (CO3) %
S-01	MI	3,00				4,65		1,18	
S-02	MI	3,00				18,60		0,94	
S-05	MI	3,00				15,90		0,32	
C-02	MA	2,10	0,24				0,00	1,08	
C-04	MA	1,90	0,24				0,00	1,08	
C-06	MA	1,70	0,28				0,00	1,24	
C-08	MA	1,70	0,21					0,80	

Tabla 12. Ensayos de definición del estado natural y resistencia

Muestra			Parámetros de estado natural				Resistencia			
Reconocimiento	Tipo de muestra	Prof. Inicial muestra					Con Drenaje		Sin Drenaje	
			P.Específico kN/m ³	Densd. Seca kN/m ³	Densd. Aparente kN/m ³	Humedad %	RCS Kpa	Corte Directo / Triaxial	Ang. Rozamiento Efectivo °	Cohesión Efectiva Kpa
S-01	MI	3,00		10,80	14,40	33,30		C-CD	17,20	74,00
S-02	MI	3,00		14,20	17,50	23,20		C-CD	23,90	71,00
S-02	MI	5,90					410,00			
S-03	MI	3,00					135,00			
S-03	MI	5,90		15,80	19,60	24,60	90,00			
S-04	MI	3,00		17,30	19,90	15,50	60,00	C-CD	31,30	30,00
S-05	MI	3,00		14,30	17,60	22,70				
S-05	MI	7,00					60,00			

Tabla 13. Ensayos de expansividad/colapso y Compactación

Muestra			Expansividad y Colapso					Compactación				
Reconocimiento	Tipo de muestra	Prof. Inicial muestra	Edómetro		Presión de Hinchamiento Kpa	Hinchamiento Libre %	Clasificación Lambe	Asiento Ensayo Colapso %	Proctor		Indice CBR	
			eo	Presión de Preconsolidación Kpa					Proctor	Densidad Máxima kN/m3	Humedad óptima %	C.B.R. 100%
S-03	MI	5,90				0,30						
C-02	MA	2,10				4,70	1,300	Mod.	17,80	14,20	7,70	4,38
C-04	MA	1,90				2,80	2,100	Mod.	18,30	12,50	7,00	4,02
C-06	MA	1,70				1,30	0,100	Mod.	19,30	13,00	29,50	16,10
C-08	MA	1,70				1,30	2,800	Mod.	18,90	12,70	4,70	2,68

5.- Geología

La ubicación geológica, a efectos gráficos, del término municipal de CUBAS DE LA SAGRA se aporta en el anejo correspondiente.

La situación geológica de la zona estudiada se expresa en el siguiente gráfico extraído de la documentación existente del Mapa Geológico de España (MAGNA), a escala original 1:50.000, del Instituto Geológico y Minero de España, del Ministerio de Ciencia e Innovación



Figura Nº 32.- Mapa geológico donde se sitúa el área estudiada en el término municipal de CUBAS DE LA SAGRA. Fuente: Instituto Geológico y Minero de España.

La zona de estudio se encuentra situada en el borde septentrional de la Meseta Sur, sobre la vertiente meridional de la Cordillera Central, extendiéndose hasta el Río Tajo, que drena el sistema hidrográfico de la región.

Los materiales más antiguos son de edad hercínica, que sufrieron un arrasamiento generalizado, y sobre los que los movimientos orogénicos alpinos desarrollaron una tectónica de fractura a partir de finales del Mesozoico; coincidiendo con direcciones estructurales preexistentes se configuró la fosa del Tajo que actuó de cuenca endorreica donde se depositaron grandes espesores de sedimentos.

Estos sedimentos se han depositado en un ambiente semiárido, como abanicos aluviales imbricados que determinan frecuentes acuñamientos y cambios de granulometría en los depósitos. Dentro de estos abanicos aluviales cabe distinguir tres zonas o subfacies; subfacies proximal, junto al escarpe de falla, con depósitos detríticos gruesos de borde, aportados por corrientes de inundación; subfacies media, donde predominan las corrientes meandriformes con los depósitos más gruesos en los canales; subfacies distal, con canales imbricados y flujos de barro que depositan materiales más finos en la zona terminal, igualmente con sedimentos más gruesos en los canales.

En el borde de esta subfacies, junto a las facies lagunar del centro de la cuenca, se produce abundante neoformación de minerales. Las facies lacustres son predominantemente evaporíticas. Los sedimentos detríticos constituyen la llamada facies Madrid, y comprenden materiales arcósicos medios a finos. Existen, no obstante, términos de granulometría más fina, incluso calcáreos, equivalentes laterales de los depósitos

intermedios y químicos del centro de la cuenca endorreica, por el fenómeno de cambios de facies y es, sobre estos, donde se sitúa nuestra zona de estudio.

6.- Sismología

6.1.- Introducción

La normativa utilizada a la hora de tener en cuenta o no los posibles efectos sísmicos sobre las obras proyectadas, ha sido la "Norma de Construcción Sismorresistente". NCSE-02. REAL DECRETO 997/2002 de 27 de septiembre.

NCSE-02 o Norma de construcción sismorresistente, es una norma española, publicada en BOE 11 octubre 2002.

Típicamente la norma NCSE-02 propone un método de cálculo, que al igual que su predecesora, la NCSE-94 utiliza los métodos tradicionales de proyecto sismorresistente basados en la resistencia.

La NCSE-02 está centrada en la seguridad de la estructura, pero no en cuantificar los daños, por lo que sus comprobaciones sólo son válidas en estado límite último.

Sus capítulos se ordenan como sigue:

Capítulo 1: generalidades.

Capítulo 2: peligrosidad sísmica y acción sísmica en cada punto del territorio.

Capítulo 3: métodos de cálculo para obtención de acciones y desplazamientos.

Capítulo 4: reglas de proyecto y prescripciones constructivas.

La norma NCSE-02 sigue las fases típicas del análisis dinámico de estructuras:

En un primer paso se establece el modelo estructural adecuado. A partir de las características geométricas, los materiales y la configuración de la estructura del modelo se construyen las matrices de masa, amortiguación y rigidez de acuerdo a las convenciones habituales del análisis dinámico. A partir de esas matrices se puede determinar gracias al análisis modal espectral las frecuencias propias de la estructura y sus modos propios. El movimiento oscilatorio de la estructura se representa de hecho como un movimiento armónico compuesto, que en general no será periódico.

A partir de la ubicación de la estructura, las propiedades del terreno y la zonificación sísmica asociada a la norma se estiman unas aceleraciones típicas impuestas por el terreno y recogidas en los espectros elásticos de respuesta.

A continuación la combinación de la sollicitación sísmica resumida en los espectros de respuesta y las características de respuesta del terreno resumidas en las frecuencias y modos propios de la estructura, se determinan las fuerzas sísmicas

equivalentes sobre el edificio. Posteriormente, estas fuerzas son reducidas en función de la ductilidad de la estructura.



Figura Nº 33.- Magnitud y profundidad de los principales sismos en la zona. Ministerio de Fomento Subsecretaría. Dirección General del Instituto Geográfico.

6.2.- Mapa de peligrosidad sísmica. Coeficiente de distribución.

La peligrosidad sísmica del territorio nacional se define por medio del mapa de peligrosidad sísmica. Dicho mapa suministra el coeficiente de contribución K, que tiene en cuenta la influencia de los distintos tipos de terremotos esperados en la peligrosidad sísmica de cada punto.

El valor obtenido es el siguiente:

Tabla 14. Coeficiente de distribución

Coeficiente de contribución	K	0,00
-----------------------------	---	------

6.3.- Mapa de peligrosidad sísmica. Aceleración sísmica básica.

La peligrosidad sísmica del territorio nacional se define por medio del mapa de peligrosidad sísmica. Dicho mapa suministra, expresada en relación al valor de la gravedad, g, la aceleración sísmica básica, a_b –un valor característico de la aceleración horizontal de la superficie del terreno.

En la NSCE en su anejo nº 1 se representan los valores de la aceleración sísmica básica y del coeficiente de contribución, K, de los términos municipales con $a_b > 0,04g$, organizado por comunidades autónomas.

El valor obtenido es el siguiente:

Tabla 15. Aceleración sísmica básica

Aceleración sísmica básica	a_b / g	< 0,04
----------------------------	-----------	--------

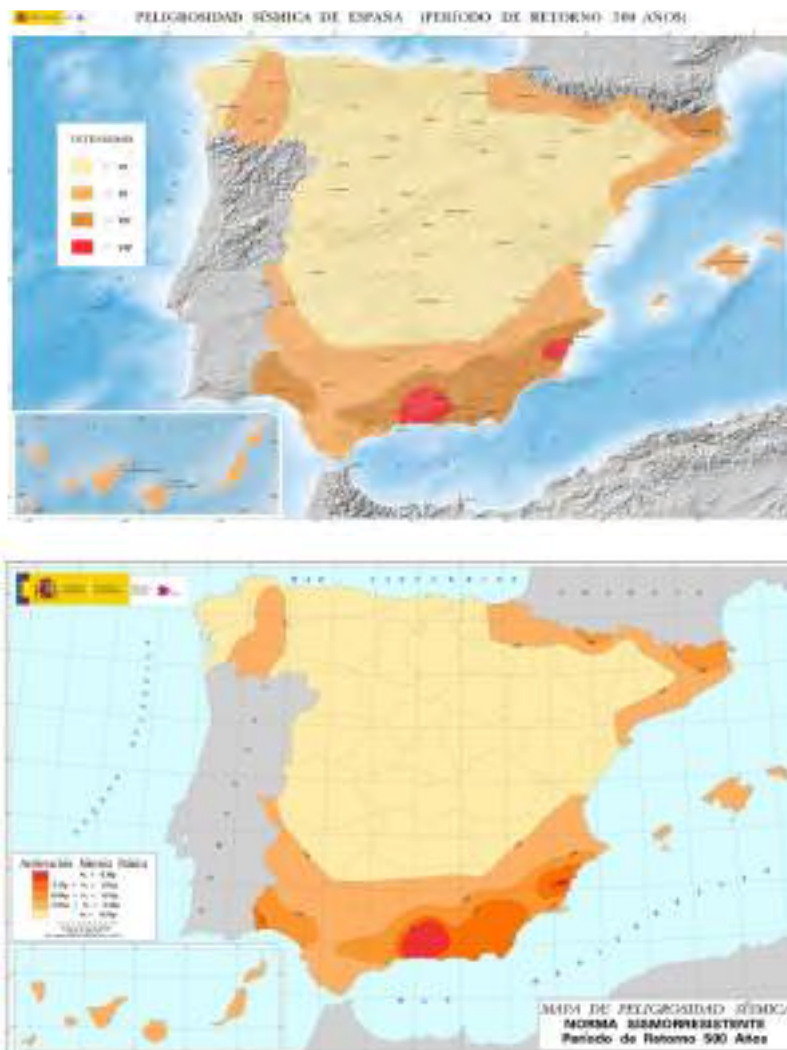


Figura Nº 34.- Peligrosidad sísmica de España (Periodo de retorno 500 años). Intensidad y aceleración sísmica básica.

7.- Caracterización geológica y geotécnica de los materiales

Los datos obtenidos se han analizado en gabinete, integrándolos con los existentes en la bibliografía consultada y permitiendo de esta manera la síntesis de los mismos en la que quedan representadas las distintas formaciones y suelos existentes, los datos hidrogeológicos más relevantes (zonas encharcadas, cursos de agua, etc.), las zonas potencialmente inestables (deslizamientos, etc.) y los condicionantes constructivos del terreno.

Una vez conocidas las diferentes formaciones existentes y su geometría, se procede a caracterizar los materiales.

Sintetizando, los aspectos fundamentales del trabajo realizado han sido el reconocimiento de los terrenos atravesados definiendo:

- Litologías.
- Clasificaciones de los materiales.
- Características geotécnicas.
- Situación del nivel freático.
- Obtención del perfil geotécnico.
- Niveles geotécnicos.
- Espesor de tierra vegetal y rellenos.

En función de los trabajos de campo realizados, junto con ensayos de laboratorio ejecutados podemos establecer la siguiente secuencia estratigráfica modelo:

Tabla 16. Modelo estratigráfico establecido.

<i>Nivel</i>	<i>Material</i>	<i>Desde (m.)</i>	<i>Hasta (m.)</i>
UG.1	Suelo de naturaleza vegetal y rellenos antrópicos	0,00	2,80
UG.2	Arcillas arenosas y arenas arcillosas de tonos marrones	2,80	-

El perfil esquemático obtenido se adapta a la siguiente secuencia de materiales detectados.

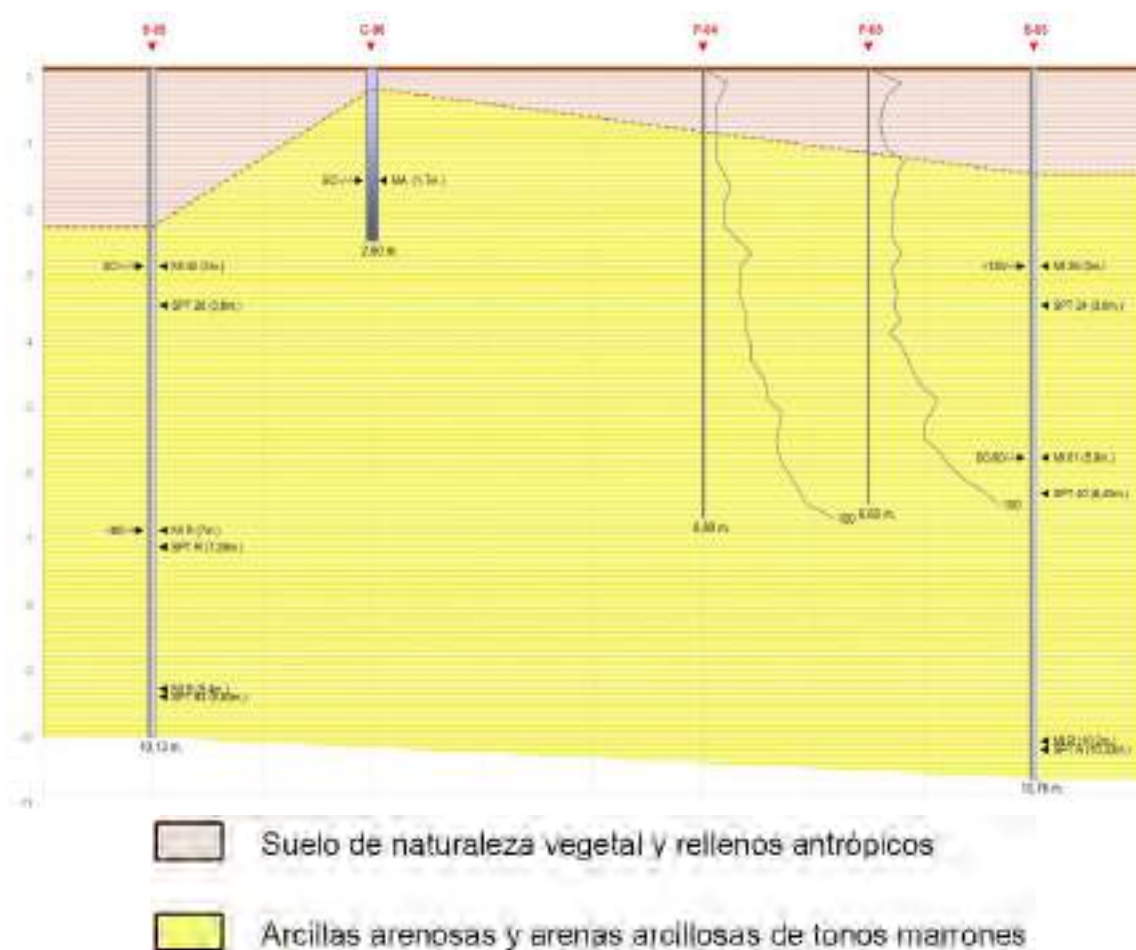


Figura Nº 35.- Perfil esquemático.

7.1.- Nivel freático

Durante las labores de campo no se ha detectado Nivel freático en los reconocimientos ejecutados.

Hemos de hacer notar que las medidas del nivel freático se han realizado a la finalización de las perforaciones.

Es probable que el nivel freático pueda oscilar en función del régimen climático y estacional no permaneciendo inalterable, consideración que habrá de ser tomada en cuenta.

7.2.- UG.1 Suelo de naturaleza vegetal y rellenos antrópicos

La UG.1 está formada por Suelo de naturaleza vegetal y rellenos antrópicos, según los trabajos de campo y laboratorio realizados, junto con el seguimiento realizado en gabinete.

La distribución de este nivel, en referencia a su potencia, dentro de las perforaciones realizadas se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 17. Distribución y potencia del nivel estudiado.

	S-01	S-02	S-03	S-04	S-05	C-01	C-02	C-03	C-04	C-05	C-06	C-07	C-08	C-09
UG-01	1,40	2,80	1,60	2,80	2,40	0,50	0,60	0,40	0,30	0,40	0,30	0,60	0,30	0,80
UG-02	8,89	8,24	9,16	7,50	7,73	2,50	2,40	2,60	2,70	2,60	2,30	2,40	2,70	2,20

Tabla 18. Distribución y potencia del nivel estudiado (Cont.).

	C-10	C-11
UG-01	0,70	0,60
UG-02	2,40	2,40

Este nivel, para la columna estratigráfica adoptada, se ha situado entre las cotas 0,00 m. a techo y 2,80 m. a muro.

Desde un punto de vista mecánico-geotécnico, este material se caracteriza por presentar bajo e irregular grado de compacidad, siendo imprevisibles los asentamientos que se pueden producir. Por tal motivo, no lo consideramos apto para cimentar directamente sobre él.

7.3.- UG.2 Arcillas arenosas y arenas arcillosas de tonos marrones

La UG.2 está formada por Arcillas arenosas y arenas arcillosas de tonos marrones, según los trabajos de campo y laboratorio realizados, junto con el seguimiento realizado en gabinete.

La distribución de este nivel, en referencia a su potencia, dentro de las perforaciones realizadas se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 19. Distribución y potencia del nivel estudiado.

	S-01	S-02	S-03	S-04	S-05	C-01	C-02	C-03	C-04	C-05	C-06	C-07	C-08	C-09
UG-01	1,40	2,80	1,60	2,80	2,40	0,50	0,60	0,40	0,30	0,40	0,30	0,60	0,30	0,80
UG-02	8,89	8,24	9,16	7,50	7,73	2,50	2,40	2,60	2,70	2,60	2,30	2,40	2,70	2,20

Tabla 20. Distribución y potencia del nivel estudiado (Cont.).

	C-10	C-11
UG-01	0,70	0,60
UG-02	2,40	2,40

Este nivel, para la columna estratigráfica adoptada, se ha situado entre las cotas 2,80 m. a techo y hasta la máxima profundidad reconocida.

Los ensayos de campo realizados, en cuanto a consistencia o compacidad, junto con las muestras extraídas se detallan a continuación:

Tabla 21. Toma de Muestras. Ensayos de Consistencia o Compacidad

Recon.	Tipo Muestra	Prof. (m.)	N(1)	N(2)	N(3)	N(4)	N30 (MI)	N30 (SPT)
S-01	MI	3,00	12	15	17	20	32	
S-01	SPT	3,60	7	10	14	16		24
S-01	MI	6,50	20	29	40	R	69	
S-01	SPT	7,05	11	17	23	25		40
S-01	MI	9,60	R				R	
S-01	SPT	9,84	24	46	R			R
S-02	MI	3,00					0	
S-02	SPT	3,60	6	8	12	16		20
S-02	MI	5,90	15	23	34	42	57	
S-02	SPT	6,50	11	17	25	30		42
S-02	MI	10,20	20	40	R		R	
S-02	SPT	10,59	15	28	R			R
S-03	MI	3,00	11	16	20	25	36	
S-03	SPT	3,60	7	10	14	23		24
S-03	MI	5,90	24	26	35	R	61	
S-03	SPT	6,45	13	17	23	27		40
S-03	MI	10,20	R				R	
S-03	SPT	10,33	24	41	R			R
S-04	MI	3,00	13	24	34	48	58	
S-04	SPT	3,60	11	14	23	30		37
S-04	MI	6,50	44	R			R	
S-04	SPT	6,77	28	35	R			R
S-04	MI	9,80	R				R	
S-04	SPT	9,93	34	R				R
S-05	MI	3,00	14	15	25	45	40	
S-05	SPT	3,60	8	11	15	15		26
S-05	MI	7,00	33	R			R	
S-05	SPT	7,26	24	31	R			R
S-05	MI	9,40	R				R	
S-05	SPT	9,53	22	27	36	44		63
C-01	MA	2,00						
C-02	MA	2,10						
C-03	MA	1,70						
C-04	MA	1,90						
C-05	MA	1,70						
C-06	MA	1,70						
C-07	MA	2,00						
C-08	MA	1,70						
C-09	MA	1,90						
C-10	MA	1,80						

Tabla 21. Toma de Muestras. Ensayos de Consistencia o Compacidad

Recon.	Tipo Muestra	Prof. (m.)	N(1)	N(2)	N(3)	N(4)	N30 (MI)	N30 (SPT)
C-11	MA	2,00						

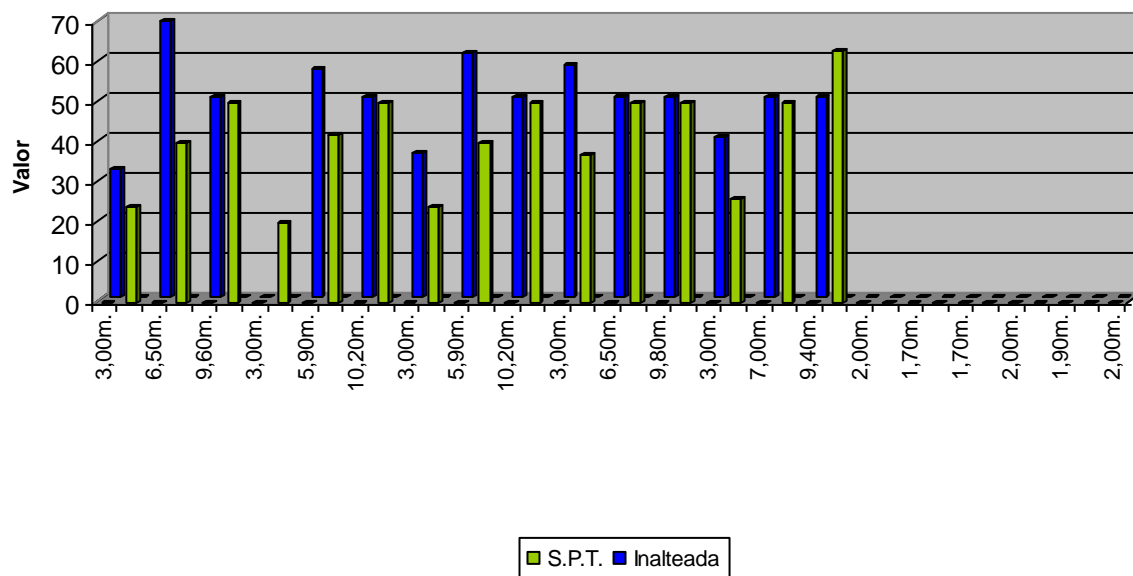


Figura Nº 36.- Valores de compacidad o consistencia.

7.4.- Muestras ensayadas en la UG-2.

7.4.1.- Identificación

Los ensayos granulométricos realizados, para esta unidad se detallan en la siguiente tabla, donde se aportan los resultados obtenidos:

Tabla 22. Valores granulométricos

Recon.	Prof. (m.)	Diámetro (mm.)				
		20,00	5,00	2,00	0,40	0,08
S-01	3,00	100,00	100,00	100,00	93,40	85,60
S-02	3,00	100,00	100,00	99,50	85,30	73,70
S-03	5,90	100,00	100,00	99,10	80,70	46,10
S-04	3,00	100,00	99,90	97,60	60,10	33,90
S-05	3,00	100,00	99,70	91,80	31,00	9,40
C-01	2,00	100,00	99,80	98,30	72,80	53,90
C-02	2,10	100,00	99,40	95,80	66,70	49,00
C-03	1,70	100,00	99,70	97,90	70,00	53,90
C-04	1,90	100,00	99,90	97,90	72,20	53,40
C-05	1,70	100,00	97,70	80,10	18,60	7,20
C-06	1,70	100,00	99,50	94,50	58,20	26,00
C-07	2,00	100,00	100,00	99,10	52,50	30,70

Tabla 22. Valores granulométricos

Recon.	Prof. (m.)	Diámetro (mm.)				
		20,00	5,00	2,00	0,40	0,08
C-08	1,70	100,00	99,30	92,30	53,30	26,60
C-09	1,90	100,00	99,90	98,00	74,60	47,40
C-10	1,80	100,00	99,90	98,30	71,50	46,80
C-11	2,00	100,00	99,80	99,60	86,10	72,60

Los valores obtenidos en las curvas granulométricas han sido las siguientes:

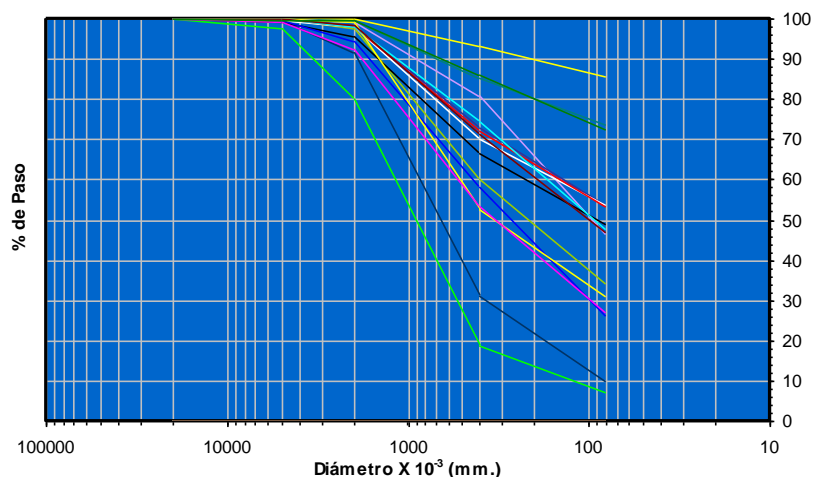


Figura Nº 37.- Distribución de curvas granulométricas.

Los valores medios obtenidos han sido los siguientes:

Tabla 23. Valores estadísticos granulométricos

	Diámetro (mm.)				
	20,00	5,00	2,00	0,40	0,08
Mínimo (%)	100,00	97,70	80,10	18,60	7,20
Máximo (%)	100,00	100,00	100,00	93,40	85,60
Media (%)	100,00	99,66	96,24	65,44	44,76
Desviación		0,57	4,97	19,76	21,93
Nº de ensayos	16	16	16	16	16

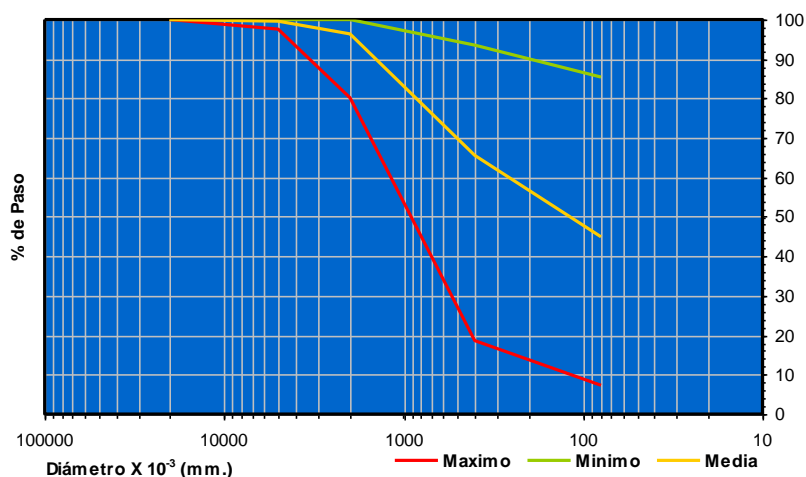


Figura Nº 38.- Valores estadísticos gráficos.

Los valores obtenidos para cada uno de los ensayos de límites de Atterberg desarrollados en este trabajo se definen a continuación:

Tabla 24. Límites de Atterberg

Recon.	Prof. (m.)	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice Plasticidad
S-01	3,00	56,70	23,80	33,00
S-02	3,00	46,60	22,90	23,70
S-03	5,90	56,50	23,60	32,90
S-04	3,00	46,70	23,40	23,40
S-05	3,00	34,60	22,80	11,80
C-01	2,00	48,60	30,50	18,10
C-02	2,10	55,80	28,30	27,50
C-03	1,70	55,90	28,70	27,10
C-04	1,90	48,70	24,50	24,20
C-05	1,70	32,80	22,70	10,00
C-06	1,70	38,60	24,80	13,80
C-07	2,00	42,10	23,50	18,60
C-08	1,70	41,90	25,40	16,50
C-09	1,90	50,10	23,10	27,00
C-10	1,80	48,80	25,90	22,90
C-11	2,00	48,80	27,40	21,40

La variación de los límites líquidos y plásticos se detallan a continuación:

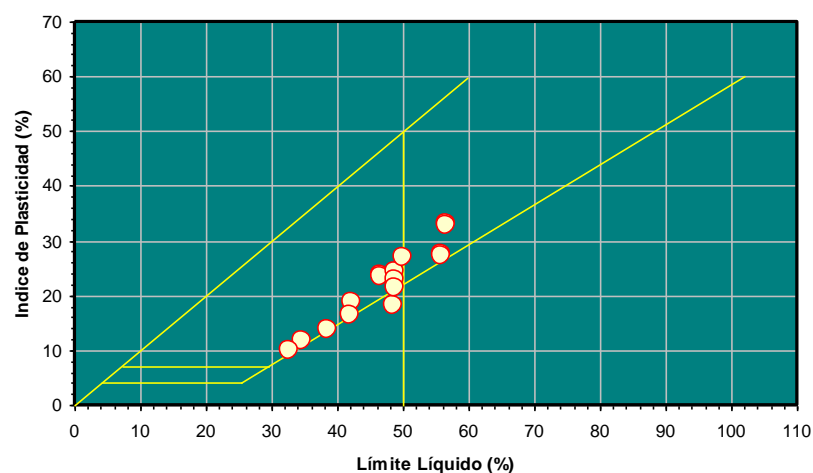


Figura Nº 39.- Carta de Casagrande.

Los valores medios obtenidos, referentes a los Límites de Atterberg han sido los siguientes:

Tabla 25. Valores estadísticos Límites de Atterberg

	<i>L. Líquido</i>	<i>I. Plasticidad</i>
<i>Mínimo (%)</i>	32,80	10,00
<i>Máximo (%)</i>	56,70	33,00
<i>Media (%)</i>	47,08	21,99
<i>Desviación</i>	7,48	6,85
<i>Nº de ensayos</i>	16	16

La clasificación obtenida según los ensayos realizados ha sido la que se aporta en la tabla siguiente:

Tabla 26. Clasificación (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos)

<i>Recon.</i>	<i>Prof. (m.)</i>	<i>Clasificación</i>
S-01	3,00	CH
S-02	3,00	CL
S-03	5,90	SC
S-04	3,00	SC
S-05	3,00	SC
C-01	2,00	ML
C-02	2,10	SC
C-03	1,70	CH
C-04	1,90	CL
C-05	1,70	SP
C-06	1,70	SC

**Tabla 26. Clasificación
(Sistema Unificado de
Clasificación de Suelos)**

Recon.	Prof. (m.)	Clasificación
C-07	2,00	SC
C-08	1,70	SC
C-09	1,90	SC
C-10	1,80	SC
C-11	2,00	CL

La distribución porcentual de las muestras ensayadas se puede ver en la grafica siguiente:

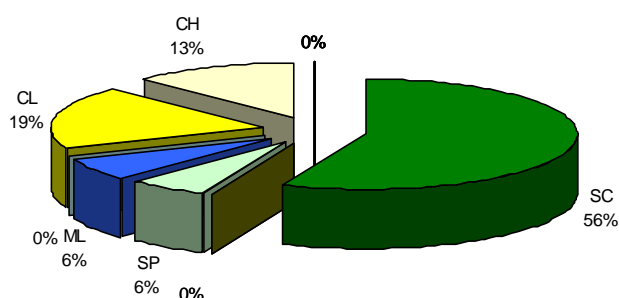


Figura Nº 40.- Clasificación.

7.4.2.- Ensayos químicos y agresividad en suelos

Los valores estadísticos obtenidos a partir de los ensayos realizados se establecen en la siguiente tabla:

Tabla 27. Valores estadísticos de ensayos químicos

	M. Orgánica (%)	Sulfatos (SO3) (%)	Sulfatos (SO4) mg/Kg	A. Baumann- Gully	Yesos (%)	Sales Solubles (%)	Carbonatos (CO3) (%)
Mínimo	0,21	-	-	4,65	0,00	0,32	-
Máximo	0,28	-	-	18,60	0,00	1,24	-
Media	0,24	-	-	13,05	0,00	0,95	-
Desviación	0,03	-	-	7,40	0,00	0,31	-
Nº de ensayos	4	0	0	3	3	7	0

7.4.3.- Parámetros de estado natural

Los valores obtenidos de los parámetros naturales ensayados han sido los siguientes:

Tabla 28. Valores obtenidos de estado natural

Recon.	Prof. (m.)	Peso Específico (kN/m3)	Densidad seca (kN/m3)	Densidad aparente (kN/m3)	Humedad (%)
S-01	3,00		10,80	14,40	33,30
S-02	3,00		14,20	17,50	23,20

Tabla 28. Valores obtenidos de estado natural

Recon.	Prof. (m.)	Peso Específico (kN/m ³)	Densidad seca (kN/m ³)	Densidad aparente (kN/m ³)	Humedad (%)
S-03	5,90		15,80	19,60	24,60
S-04	3,00		17,30	19,90	15,50
S-05	3,00		14,30	17,60	22,70

Los valores estadísticos del estado natural son los siguientes:

Tabla 29. Valores estadísticos

	P.Específico (kN/m ³)	Densidad seca (kN/m ³)	Densidad aparente (kN/m ³)	Humedad (%)
Mínimo	-	10,80	14,40	15,50
Máximo	-	17,30	19,90	33,30
Media	-	14,48	17,80	23,86
Desviación	-	2,42	2,20	6,35
Nº de ensayos	0	5	5	5

7.4.4.- Parámetros de resistencia

Los valores de resistencia obtenidos para este nivel son los siguientes:

Tabla 30. Valores obtenidos en los ensayos de resistencia ejecutados. *Nota: C (Corte Directo). T (Triaxial). CD (Ensayos consolidados y drenados). CU (Ensayos consolidados y sin drenar). UU (Ensayos sin consolidar y sin drenar).

Recon.	Prof. (m.)	Comp.Simple (KPa)	Ensayos con Drenaje			Ensayos sin Drenaje		
			Tipo de ensayo	Ang.roz. Efectivo	Coh.Efect. (Kpa)	Tipo de ensayo	Ang.roz. sin drenaje	Coh.sin dren.(Kpa)
S-01	3,00		C-CD	17,20	74,00			
S-02	3,00		C-CD	23,90	71,00			
S-02	5,90	410,00						
S-03	3,00	135,00						
S-03	5,90	90,00						
S-04	3,00	60,00	C-CD	31,30	30,00			
S-05	7,00	60,00						

A partir de los ensayos realizados, se han podido establecer los siguientes valores estadísticos para el nivel definido como UG.2.

Los valores estadísticos referidos son los siguientes:

Tabla 31. Valores estadísticos de resistencia

	Comp.Simple (KPa)	Ensayos con Drenaje		Ensayos sin Drenaje	
		Ang.roz. Efectivo	Coh.Efect. (Kpa)	Ang.roz. sin drenaje	Coh.sin dren.(Kpa)
Mínimo	60,00	17,20	30,00	-	-
Máximo	410,00	31,30	74,00	-	-

Tabla 31. Valores estadísticos de resistencia

	Comp.Simple (KPa)	Ensayos con Drenaje		Ensayos sin Drenaje	
		Ang.roz. Efectivo	Coh.Efect. (Kpa)	Ang.roz. sin drenaje	Coh.sin dren.(Kpa)
Media	151,00	24,13	58,33	-	-
Desviación	148,00	7,05	24,58	-	-
Nº de ensayos	5	3	3	0	0

Los valores de compresión simple obtenidos se detallan en la siguiente gráfica:

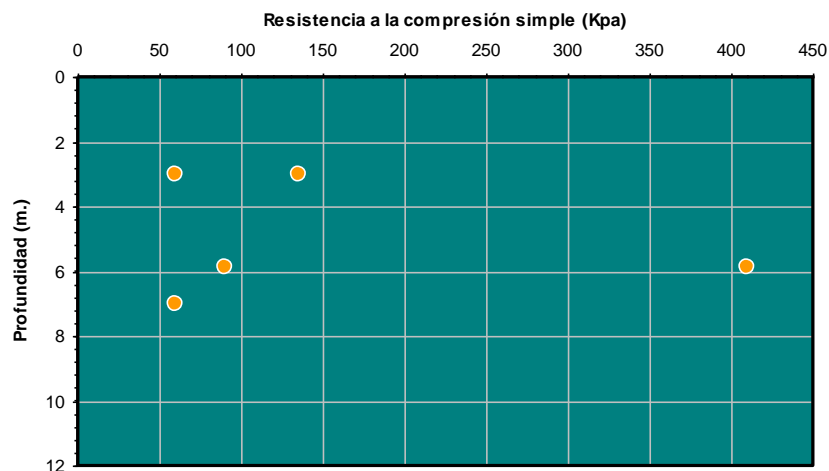


Figura Nº 41.- Valores de compresión simple en relación a la profundidad.

Por otro lado se detalla, en la siguiente figura, los valores de cohesión efectiva y ángulo de rozamiento, obtenidos a partir de los ensayos de corte directo. En este gráfico se representa, según la ley de Coulomb, la resistencia a la tensión tangencial, a lo largo de un plano de deslizamiento que es igual a la cohesión más el valor de la presión normal en dicho plano, multiplicado por la tangente del ángulo de rozamiento.

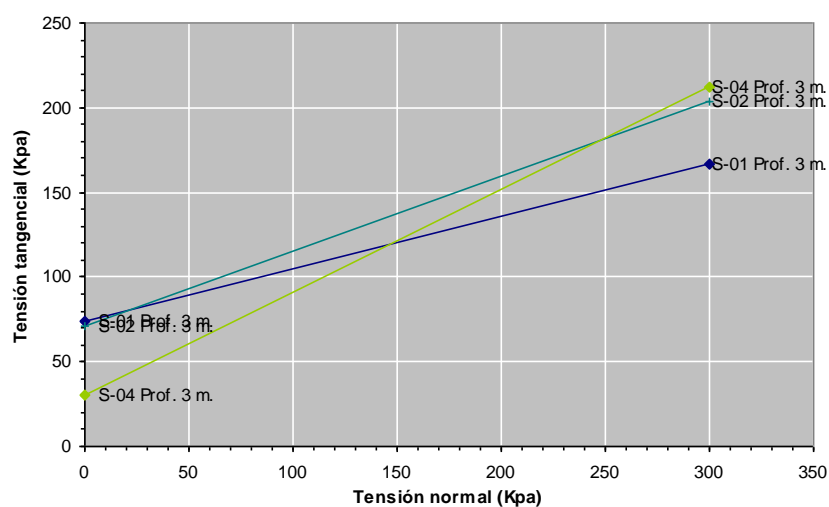


Figura Nº 42.- Gráfico de tensión normal frente tensión tangencial.

Los valores obtenidos en función de la profundidad del ángulo de rozamiento.

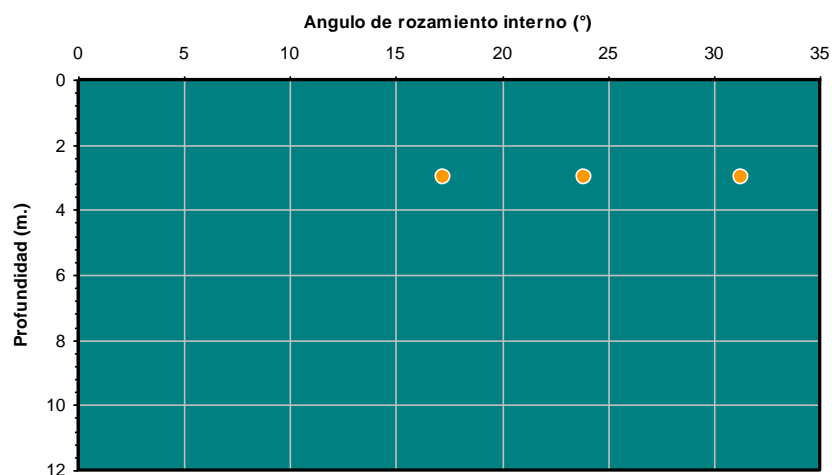


Figura Nº 43.- Valores de ángulo de rozamiento interno en relación a la profundidad.

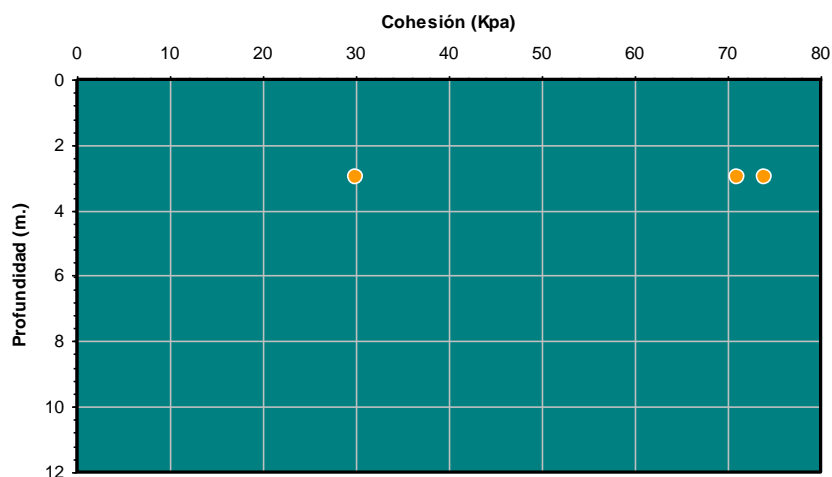


Figura Nº 44.- Valores de cohesión efectiva en relación a la profundidad.

7.4.5.- Ensayos de expansividad y colapso

Los ensayos de expansividad y colapso, junto con los valores obtenidos, se aportan en la siguiente tabla:

Tabla 32. Valores obtenidos en los ensayos de laboratorio

Recon.	Prof. (m.)	eo (ind. poros)	Presion preconsolid. (Kpa)	P.Hincham. (Kpa)	Hincham. libre (%)	Clasif. Lambe	Asiento en colapso (%)
S-03	5,90				0,30		
C-02	2,10				4,70		1,30
C-04	1,90				2,80		2,10
C-06	1,70				1,30		0,10
C-08	1,70				1,30		2,80

7.4.6.- Ensayos de compactación

Los parámetros obtenidos para los ensayos de compactación son los siguientes:

Tabla 33. Valores de laboratorio obtenidos

Recon.	Prof. (m.)	Proctor	Ensayo Proctor		C.B.R.	
			Densidad max (kN/m ³)	Humedad óptima (%)	C.B.R. (100%)	C.B.R. (95%)
C-02	2,10	Mod.	17,80	14,20	7,70	4,38
C-04	1,90	Mod.	18,30	12,50	7,00	4,02
C-06	1,70	Mod.	19,30	13,00	29,50	16,10
C-08	1,70	Mod.	18,90	12,70	4,70	2,68

8.- Agresividad

La clasificación de la agresividad química se ha realizado de acuerdo a lo recogido en el Código Estructural aprobado el 29 de junio de 2021 en el Real Decreto 470/2021, que regula las estructuras de hormigón, de acero y mixtas de hormigón-acero, tanto de edificación como de obra civil.

A modo de resumen se recoge en la siguiente tabla los criterios para la clasificación del tipo de exposición:

Tabla 34. Tipo de exposición.

Tipo de medio agresivo	Parámetros	Tipo de exposición		
		XA1	XA2	XA3
		Ataque débil	Ataque medio	Ataque fuerte
Agua	Valor del PH, según UNE 83.952	6,5-5,5	5,5-4,5	< 4,5
	CO ₂ Agresivo (mg CO ₂ / l), según UNE- EN 13.577	15- 40	40- 100	> 100
	Ión Amonio (mg NH ₄ ⁺ / l), según UNE 83.954	15- 30	30- 60	> 60
	Ión Magnesio (mg Mg ²⁺ / l), según UNE 83.955	300- 1000	1000- 3000	> 3000
	Ión Sulfato (mg SO ₄ ²⁻ / l), según UNE 83.956	200- 600	600- 3000	> 3000
	Residuo Seco (mg/l), según UNE 83.957	75- 150	50- 75	< 50
Suelo	Grado de Acidez Baumann-Gully (ml/kg), según UNE 83.962	> 200	(*)	(*)
	Ión Sulfato (mg SO ₄ ²⁻ / kg de suelo seco), según UNE 83.963	2000- 3000	3000- 12000	> 12000

(*) Estas condiciones no se dan en la práctica

8.1.- Valores obtenidos en muestras de suelos

Según los trabajos realizados se establecen los siguientes tipos de exposición obtenidos en muestras de suelos:

Tabla 35. Tipos de exposición obtenidos.

Unidad Geotécnica	Definición	Tipo de exposición
UG.1	Suelo de naturaleza vegetal y rellenos antrópicos	-
UG.2	Arcillas arenosas y arenas arcillosas de tonos marrones	No agresivo

9.- Expansividad

Una problemática relevante y a tener en cuenta en nuestro país, es la presencia de suelos arcillosos expansivos, cuya principal característica es la de producir movimientos como consecuencia de hinchamientos y retracciones del subsuelo sobre el cual apoya la cimentación, debidos a cambios de humedad y que provocan en la mayoría de los casos daños estructurales importantes.

La capacidad expansiva del suelo depende de su naturaleza; si un suelo arcilloso modifica el contenido de humedad, el cambio de volumen puede ser significativo. Tanto por aumento de volumen por mayor tenor de humedad como, al reducir la humedad, suele producirse retracción por desecación.

Los criterios de peligrosidad más aceptados son los siguientes:

Tabla 36. Criterios de peligrosidad según Jiménez Salas.

Parámetro	Nula	Marginal	Crítica	Muy crítica
Límite líquido LL	<30	30-40	40-60	>60
Índice de Plasticidad IP	0-15	10-35	20-55	>45
%<1 µm	<15	13-23	23-30	>28
%<0,074 µm	<30	30-60	60-95	>90
Índice PVC de Lambe	<2	2-4	4-6	>6
Índice de desecación ID	>1	0,8-1	0,6-0,8	<0,6

Tabla 37. Criterios de peligrosidad según Chen.

% Pasa por Tamiz 200	Límite líquido	S.P.T.	Expansión Probable %	Presión de Hinchamiento	Grado de expansión
>95	>60	>30	>10	>10	muy alto

Tabla 37. Criterios de peligrosidad según Chen.

% Pasa por Tamiz 200	Límite líquido	S.P.T.	Expansión Probable %	Presión de Hinchamiento	Grado de expansión
60-95	40-60	20-30	3-10	2,5-10	alto
30-60	30-40	10-20	1-5	1,5-2,5	medio
<30	<30	<10	<1	<0,5	bajo

9.1.- Valores y cuantificaciones obtenidas

Según los trabajos realizados se han podido establecer los siguientes valores de expansividad según los criterios utilizados:

Tabla 38. Valoración de la expansividad.

Unidad Geotécnica	Definición	Criterio de peligrosidad
UG.1	Suelo de naturaleza vegetal y rellenos antrópicos	-
UG.2	Arcillas arenosas y arenas arcillosas de tonos marrones	Crítico

10.- Determinación de la excavabilidad

10.1.- Metodología

Para estimar la excavabilidad de cualquier tipo de terreno suele acudirse a la velocidad de las ondas obtenidas en perfiles sísmicos de refracción. En el caso de suelos no es habitual la realización de este tipo de ensayos, ya que comúnmente las velocidades de transmisión de las ondas suelen ser inferiores a 1500m/s.

Como referencia, en el National Engineering Handbook del Departamento de Agricultura de Estados Unidos se facilita la siguiente tabla de indicadores de la excavabilidad del terreno:

Tabla 39. Correlación de varios indicadores para la excavabilidad del terreno. Modificada del National Engineering Handbook

Resistencia del terreno	Descripción	Velocidad sísmica (m/s)	Potencia necesaria (Hp)
Suelo cohesivo muy blando a firme o suelo granular de densidad	Excavación manual	< 600	-

Tabla 39. Correlación de varios indicadores para la excavabilidad del terreno. Modificada del National Engineering Handbook

Resistencia del terreno	Descripción	Velocidad sísmica (m/s)	Potencia necesaria (Hp)
muy suelta a media			
Suelo cohesivo firme o suelo granular denso en transición a roca muy blanda o dura. Material con aspecto de roca	Maquinaria común	600-1500	≥ 100
Roca blanda a moderadamente blanda	Ripado fácil	1500-2100	≥ 150
Roca moderadamente dura a dura	Ripado difícil	2100 - 2450	≥ 250
Roca muy dura	Ripado muy difícil	2450 - 2750	≥ 350
Roca extremadamente dura	Ripado extremadamente difícil o voladura	>3000	≥ 500

En el caso de rocas, existen numerosos métodos para estimar la facilidad de excavación o ripabilidad del terreno, dependientes todos ellos del tipo de maquinaria empleada o los parámetros del macizo rocoso.

El primer caso es evidente, por cuanto la utilización de maquinaria más potente puede hacer que sea "excavable" un terreno que no lo era con medios más modestos.

En cuanto a los factores inherentes al terreno que influyen en la excavabilidad se pueden señalar los siguientes:

- Tipo de roca: Las rocas sedimentarias son normalmente más fáciles de ripar debido en parte a su estratificación. Las rocas metamórficas son generalmente más difíciles de ripar, aunque esto es muy variable, dependiendo de su grado de foliación. Las rocas ígneas son las más difíciles de excavar debido a la escasa existencia de planos de debilidad.
- Estructura: Las discontinuidades en las rocas facilitan el ripado. Establecer la continuidad, espaciado, orientación e inclinación de las juntas, existencia o no de rellenos, es de particular importancia para asegurar la ripabilidad
- Resistencia: Las rocas con menor resistencia a la compresión simple son más fácilmente excavables.
- Meteorización: Las rocas más alteradas se excavan más fácilmente
- Fábrica: Las rocas de grano grueso se ripan más fácilmente que las de grano fino.

El método de determinación de la ripabilidad mediante la medida de la velocidad de las ondas sísmicas fue desarrollado inicialmente en 1958 por la empresa constructora de maquinaria Caterpillar, y se basa en que las ondas sísmicas viajan más rápidamente a través de rocas que tienen una alta densidad que por las menos consolidadas. La velocidad sísmica media depende de factores geológicos tales como dureza, estratificación, grado de fracturación y grado de meteorización, que como se ha indicado anteriormente, todos ellos influyen en la ripabilidad.

Sin embargo, la simple determinación de la velocidad sísmica media no se correlaciona bien con la ripabilidad, de modo que rocas con velocidades sísmicas similares pueden presentar distinta resistencia a la excavación.

Así, Caterpillar desarrolla una serie de gráficos de ripabilidad en función del tipo de maquinaria, litología implicada y velocidad sísmica. Ejemplos de estos gráficos se muestran en las siguientes figuras:

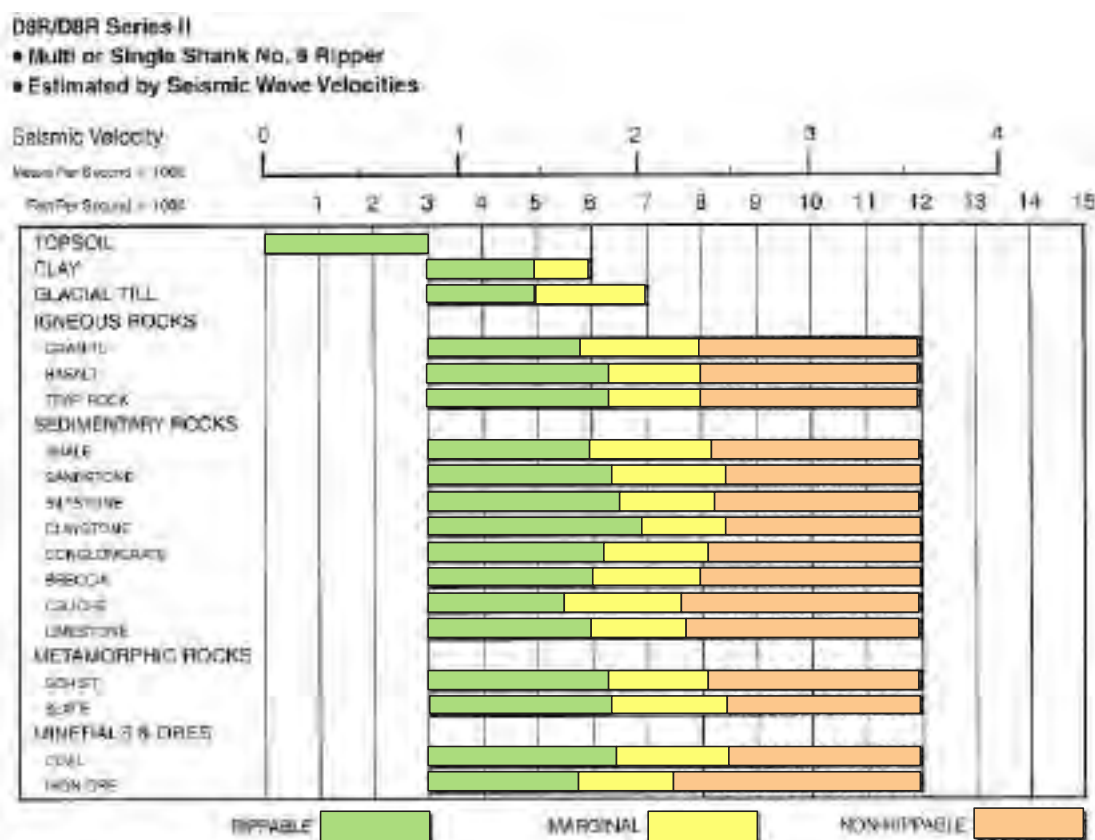


Figura Nº 45.- Ejemplo de gráfico de ripabilidad de Caterpillar para un bulldozer tipo D8.

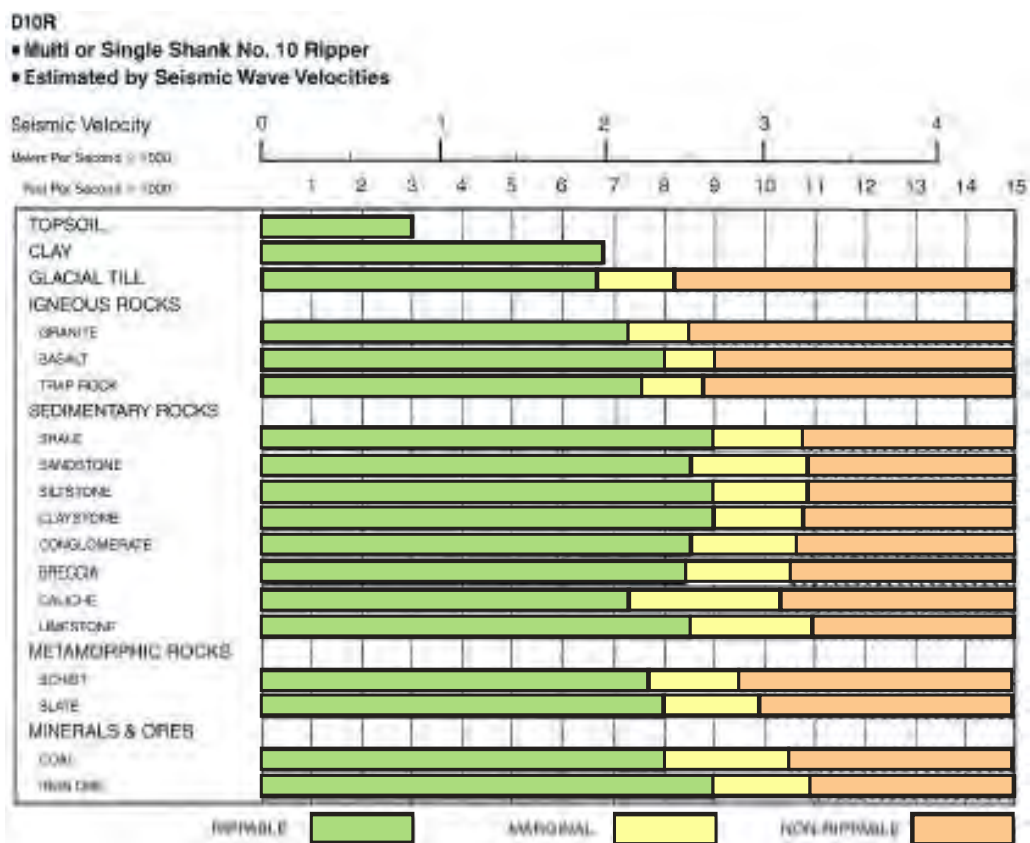


Figura Nº 46.- Ejemplo de gráfico de ripabilidad de Caterpillar para un bulldozer tipo D10.

Igualmente, se han desarrollado gráficos de estimación de la productividad, si bien es necesario señalar que se refieren a condiciones ideales de máquinas que dedican todo su tiempo al escarificado, con el cien por cien de eficiencia, por lo que los resultados reales pueden ser considerablemente menores:

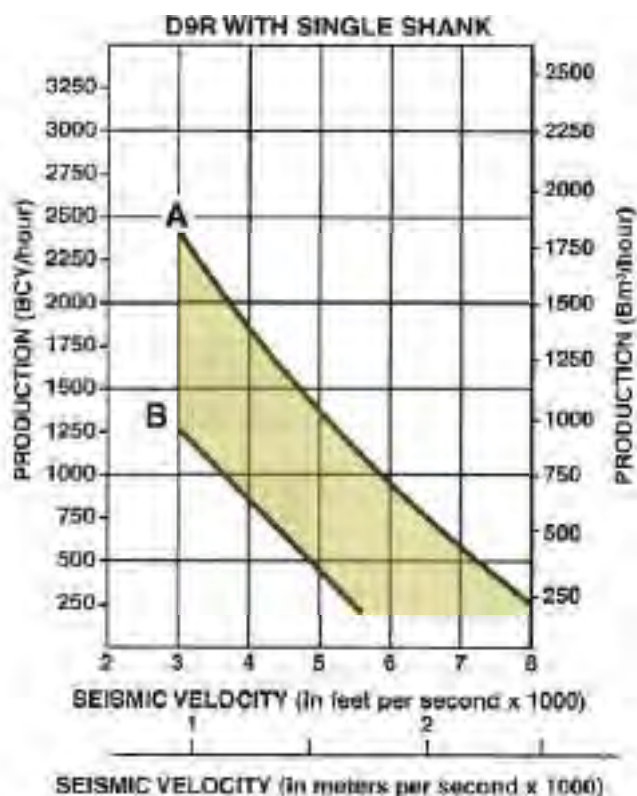


Figura Nº 47.- Ejemplo de gráfico de productividad de Caterpillar para un bulldozer tipo D9.

10.2.- Evaluación de la excavabilidad

De acuerdo con los resultados obtenidos en los diferentes trabajos realizados se puede estimar la excavabilidad del siguiente modo, para cada uno de los niveles definidos en los apartados anteriores:

Tabla 40. Excavabilidad.

Unidad Geotécnica	Definición	Excavabilidad
UG.1	Suelo de naturaleza vegetal y rellenos antrópicos	Maquinaria común
UG.2	Arcillas arenosas y arenas arcillosas de tonos marrones	Maquinaria común

11.- Clasificación según el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3)

De acuerdo con el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3), desde el punto de vista de sus características intrínsecas los materiales se clasificarán en los siguientes tipos:

Suelos seleccionados

Se considerarán como tales aquellos que cumplen las siguientes condiciones:

1. Contenido en materia orgánica inferior al cero con dos por ciento ($MO < 0,2\%$), según UNE 103204.
2. Contenido en sales solubles en agua, incluido el yeso, inferior al cero con dos por ciento ($SS < 0,2\%$), según NLT 114.
3. Tamaño máximo no superior a cien milímetros ($D_{max} \leq 100 \text{ mm}$).
4. Cernido por el tamiz 0,40 UNE menor o igual que el quince por ciento ($\# 0,40 \leq 15\%$) o que en caso contrario cumpla todas y cada una de las condiciones siguientes:
 - Cernido por el tamiz 2 UNE, menor del ochenta por ciento ($\# 2 < 80\%$).
 - Cernido por el tamiz 0,40 UNE, menor del setenta y cinco por ciento ($\# 0,40 < 75\%$).
 - Cernido por el tamiz 0,080 UNE inferior al veinticinco por ciento ($\# 0,080 < 25\%$).
 - Límite líquido menor de treinta ($LL < 30$), según UNE 103103.
 - Índice de plasticidad menor de diez ($IP < 10$), según UNE 103103 y UNE 103104.

Suelos adecuados

Se considerarán como tales los que no pudiendo ser clasificados como suelos seleccionados cumplan las condiciones siguientes:

1. Contenido en materia orgánica inferior al uno por ciento ($MO < 1\%$), según UNE 103204.
2. Contenido en sales solubles, incluido el yeso, inferior al cero con dos por ciento ($SS < 0,2\%$), según NLT 114.
3. Tamaño máximo no superior a cien milímetros ($D_{max} \leq 100 \text{ mm}$).
4. Cernido por el tamiz 2 UNE, menor del ochenta por ciento ($\# 2 < 80\%$).
5. Cernido por el tamiz 0,080 UNE inferior al treinta y cinco por ciento ($\# 0,080 < 35\%$).
6. Límite líquido inferior a cuarenta ($LL < 40$), según UNE 103103.
7. Si el límite líquido es superior a treinta ($LL > 30$) el índice de plasticidad será superior a cuatro ($IP > 4$), según UNE 103103 y UNE 103104.

Suelos tolerables

Se considerarán como tales los que no pudiendo ser clasificados como suelos seleccionados ni adecuados, cumplen las condiciones siguientes:

1. Contenido en materia orgánica inferior al dos por ciento ($MO < 2\%$), según UNE 103204.
2. Contenido en yeso inferior al cinco por ciento ($yeso < 5\%$), según NLT 115.
3. Contenido en otras sales solubles distintas del yeso inferior al uno por ciento ($SS < 1\%$), según NLT 114.
4. Límite líquido inferior a sesenta y cinco ($LL < 65$), según UNE 103103.
5. Si el límite líquido es superior a cuarenta ($LL > 40$) el índice de plasticidad será mayor del setenta y tres por ciento del valor que resulta de restar veinte al límite líquido ($IP > 0,73 (LL-20)$).
6. Asiento en ensayo de colapso inferior al uno por ciento (1%), según NLT 254, para muestra remoldeada según el ensayo Próctor normal UNE 103500, y presión de ensayo de dos décimas de megapascal ($0,2 \text{ MPa}$).
7. Hinchamiento libre según UNE 103601 inferior al tres por ciento (3%), para muestra remoldeada según el ensayo Próctor normal UNE 103500.

Suelos marginales

Se considerarán como tales los que no pudiendo ser clasificados como suelos seleccionados, ni adecuados, ni tampoco como suelos tolerables, por el incumplimiento de alguna de las condiciones indicadas para éstos, cumplan las siguientes condiciones:

1. Contenido en materia orgánica inferior al cinco por ciento ($MO < 5\%$), según UNE 103204.
2. Hinchamiento libre según UNE 103601 inferior al cinco por ciento (5%), para muestra remoldeada según el ensayo Próctor normal UNE 103500.
3. Si el límite líquido es superior a noventa ($LL > 90$) el índice de plasticidad será inferior al setenta y tres por ciento del valor que resulta de restar veinte al límite líquido ($IP < 0,73 (LL-20)$).

Suelos inadecuados

Se considerarán suelos inadecuados:

Los que no se puedan incluir en las categorías anteriores.

Las turbas y otros suelos que contengan materiales perecederos u orgánicos tales como tocones, ramas, etc.

Los que puedan resultar insalubres para las actividades que sobre los mismos se desarrollen.

Las actas de los ensayos de laboratorio realizados se reproducen en el anejo correspondiente. En la tabla siguiente se ofrece un resumen de los datos obtenidos.

11.1.-Aprovechamiento de materiales

Teniendo en cuenta las condiciones básicas indicadas en el apartado 330.3 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3), así como las que en su caso se exijan en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, se utilizarán, en las diferentes zonas del relleno tipo terraplén, los suelos que en este apartado se indican.

Coronación

Se utilizarán suelos adecuados o seleccionados siempre que su capacidad de soporte sea la requerida para el tipo de explanada previsto en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y su índice CBR, correspondiente a las condiciones de compactación de puesta en obra, sea como mínimo de cinco ($CBR \geq 5$), según UNE 103502.

Se podrán utilizar otros materiales en forma natural o previo tratamiento, siempre que cumplan las condiciones de capacidad de soporte exigidas, y previo estudio justificativo aprobado por el Director de las Obras.

No se usarán en esta zona suelos expansivos o colapsables, según lo indicado en el apartado 330.4.4 del PG-3.

Cuando bajo la coronación exista material expansivo o colapsable o con contenido de sulfatos solubles según UNE 103201 mayor del dos por ciento (2%), la coronación habrá de evitar la infiltración de agua hacia el resto del relleno tipo terraplén, bien por el propio tipo de material o bien mediante la utilización de medidas complementarias.

Cimiento

En el cimiento se utilizarán suelos tolerables, adecuados ó seleccionados siempre que las condiciones de drenaje o estanqueidad lo permitan, que las características del terreno de apoyo sean adecuadas para su puesta en obra y siempre que el índice CBR, correspondiente a las condiciones de compactación de puesta en obra, sea igual o superior a tres ($CBR \geq 3$), según UNE 103502.

Núcleo

Se utilizarán suelos tolerables, adecuados ó seleccionados, siempre que su índice CBR, correspondiente a las condiciones de compactación de puesta en obra, sea igual o superior a tres ($CBR \geq 3$), según UNE 103502.

La utilización de suelos marginales o de suelos con índice CBR menor de tres ($CBR < 3$) puede venir condicionada por problemas de resistencia, deformabilidad y puesta en obra, por lo que su empleo queda desaconsejado y en todo caso habrá de justificarse mediante

un estudio especial, aprobado por el Director de las Obras, conforme a lo indicado en el apartado 330.4.4 de este artículo.

Asimismo la posible utilización de suelos colapsables, expansivos, con yesos, con otras sales solubles, con materia orgánica o de cualquier otro tipo de material marginal (según la clasificación del apartado 330.3.3 del PG-3), se regirá por lo indicado en el apartado 330.4.4.

Espaldones

Se utilizarán materiales que satisfagan las condiciones que defina el Proyecto en cuanto a impermeabilidad, resistencia, peso estabilizador y protección frente a la erosión.

No se usarán en estas zonas suelos expansivos o colapsables, según lo definido en el apartado 330.4.4 de este artículo.

Cuando en el núcleo exista material expansivo o colapsable o con contenido en sulfatos solubles según UNE 103201 mayor del dos por ciento (2%), los espaldones evitarán la infiltración de agua hacia el mismo, bien por el propio tipo de material, bien mediante la adopción de medidas complementarias.

11.2.- Valores obtenidos y clasificación

Los valores y clasificación obtenida son los siguientes.

11.2.1.- UG.2 Arcillas arenosas y arenas arcillosas de tonos marrones

Los ensayos realizados son los siguientes, donde se aporta además la clasificación según los criterios establecidos y su probable uso en rellenos:

Tabla 41. Valores obtenidos

Recon.	Prof. (m.)	Tamaño máximo (mm.)	Ensayos de laboratorio									
			Cernido 2 UNE (%)	Cernido 0,40 UNE (%)	Cernido 0,080 UNE (%)	Materia orgánica (%)	Contenido yeso (%)	Contenido Sales Solubles (%)	Límite Líquido (%)	Índice plasticidad (%)	Asiento Ensayo Colapso (%)	Hinchamiento libre (%)
S-01	3,00		100,00	93,40	85,60	-	-	1,18	56,70	33,00	-	-
C-02	2,10		95,80	66,70	49,00	0,24	0,00	1,08	55,80	27,50	1,30	4,70
C-04	1,90		97,90	72,20	53,40	0,24	0,00	1,08	48,70	24,20	2,10	2,80
C-06	1,70		94,50	58,20	26,00	0,28	0,00	1,24	38,60	13,80	0,10	1,30
C-08	1,70		92,30	53,30	26,60	0,21	-	0,80	41,90	16,50	2,80	1,30

La clasificación de las diferentes muestras ensayadas es la siguiente:

Tabla 42. Clasificación obtenida apartado 330.3 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3).

<i>Recon.</i>	<i>Prof. (m.)</i>	<i>Clasificación</i>
C-02	2,10	MARGINAL
C-04	1,90	MARGINAL
C-06	1,70	MARGINAL
C-08	1,70	MARGINAL

12.- Formación de Explanadas

12.1.- Prescripciones técnicas según PG-3

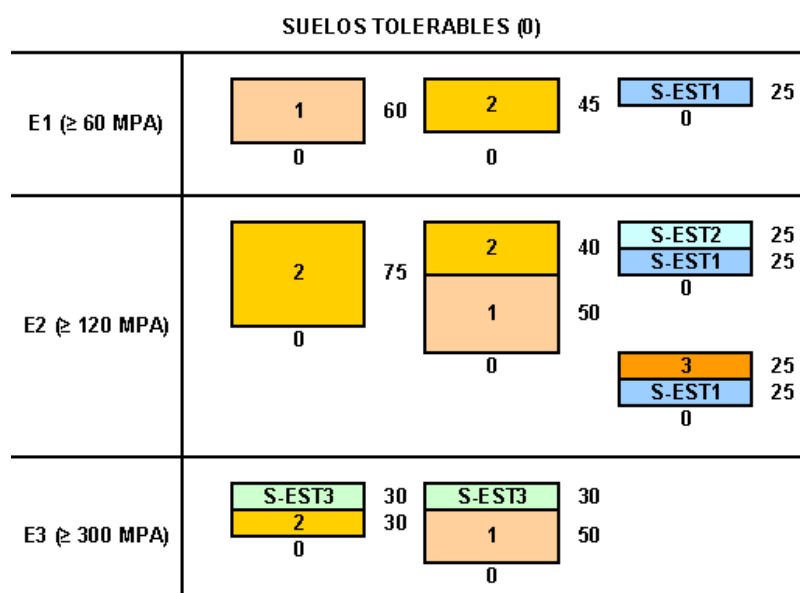
Para la formación de la explanada se va a emplear la siguiente normativa: “Norma 6.1 y 2 IC de la Dirección General de Carreteras” y “Recomendaciones para el Proyecto y Diseño de Viario Urbano del Ministerio de Fomento”. Ambas nos presentan los procedimientos para la definición y en su caso la obtención de las distintas categorías de explanadas.

La Norma 6.1 y 2 IC., presenta los procedimientos para la definición y, en su caso, la obtención de las distintas categorías de explanada.

El objeto de la misma es la de facilitar el proyecto de firmes flexibles, opción que consideramos la más lógica para los terrenos que nos ocupan.

A partir de los resultados obtenidos en los ensayos realizados y consultando la tabla anterior se definen las distintas categorías de explanada, dependiendo del tipo de suelo de la explanación o de la obra de tierra subyacente, y de las características y espesores de los materiales disponibles.

Las secciones tipo con suelos tolerables, como se han clasificado la mayoría de los suelos ensayados, se exponen a continuación:



Para la correcta utilización de estos gráficos se deberán tener en cuenta los siguientes criterios:

- Todos los espesores que se indican son los mínimos especificados para cualquier punto de la sección transversal de la explanada.
- Los materiales empleados han de cumplir las prescripciones contenidas en los correspondientes artículos del PG3, además de las complementarias recogidas en la tabla anterior (Materiales utilizados para la formación de explanadas).
- Los gráficos se estructuran según el tipo de suelo de la explanación en el caso de desmontes, o de la obra de tierra subyacente en el caso de los terraplenes, los pedraplenes o los rellenos todo-uno. Se consideran los siguientes tipos:

Inadecuados y marginales (IN).

Tolerables (0).

Adecuados (1).

Seleccionados (2).

Seleccionados con $\text{CBR} \geq 20$ en las condiciones de puesta en obra (3).

Roca (R).

A los efectos de aplicación de esta norma, los pedraplenes (artículo 331 del PG3) y rellenos todo-uno (artículo 333 del PG3), salvo que se proyecten con materiales marginales de los definidos en el artículo 330 en el PG3, serán asimilables a los suelos tipo (3).

- Para poder asignar a los suelos de la explanación o de la obra de tierra subyacente una determinada clasificación deberán tener un espesor mínimo de un metro (1 m) del material indicado en los gráficos anteriores. En caso contrario, se asignará la clasificación inmediatamente inferior.

- Salvo justificación en contrario, será preceptivo proyectar una capa de separación (estabilización in situ con cal en 15 cm de espesor, geotextil, membrana plástica, etc.) entre los suelos inadecuados o marginales con finos plásticos y las capas de suelo adecuado o seleccionado, para la formación de explanadas tipo E2 y E3 en las categorías de tráfico pesado T00 a T2.
- Los espesores prescritos en los gráficos anteriores no podrán ser reducidos mediante un eventual empleo de materiales de una calidad superior a la especificada en cada una de las secciones.

Además, según la citada Norma 6.1 y 2 IC hay que tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Con carácter general, para la capa superior utilizada en la formación de las explanadas se recomienda al proyectista la consideración preferente de los suelos estabilizados.
- La cota de la explanada deberá quedar al menos a sesenta centímetros (60 cm) por encima del nivel más alto posible previsible de la capa freática donde el macizo de apoyo esté formado por suelos seleccionados; a ochenta centímetros (80 cm) donde esté formado por suelos adecuados; a cien centímetros (100 cm) donde sean tolerables, y a ciento veinte (120 cm) donde sean marginales o inadecuados. A tal fin se adoptarán medidas tales como la elevación de la rasante de la explanada, la colocación de drenes subterráneos, la interposición de geotextiles o de una capa drenante, etc., y se asegurará la evacuación del agua infiltrada a través del firme de la calzada y de los arceles.
- En desmontes en roca se evitará la retención del agua en la explanada mediante un sistema de drenaje adecuado y el relleno con hormigón tipo HM20 (Art. 610 del PG3) de las depresiones que puedan retener el agua.

13.- Categoría del tráfico estimado

La estructura del firme, deberá adecuarse, entre otros factores, a la acción prevista del tráfico, fundamentalmente del más pesado, durante la vida útil del firme.

Por ello, la sección estructural del firme dependerá en primer lugar de la intensidad media diaria de vehículos pesados (IMDp) que se prevea en el carril de proyecto en el año de puesta en servicio. Dicha intensidad se utilizará para establecer la categoría de tráfico pesado.

Para evaluarla se partirá de los aforos, de la proporción de vehículos pesados y de otros datos disponibles.

Se tendrá en cuenta especialmente el tráfico inducido y el generado en los meses siguientes a la puesta en servicio, ya que la experiencia pone de manifiesto que puede llegar a modificar la categoría de tráfico pesado inicialmente considerada.

Para estimar la evolución del tráfico pesado, necesaria para la determinación de la intensidad en el año de puesta en servicio, se podrá adoptar como tasa de crecimiento el valor medio de las obtenidas en los cinco últimos años en la estación de aforo permanente o de control (primaria o secundaria) en el mismo itinerario y más próxima al tramo en estudio.

Si no se pudiera disponer de datos concretos sobre asignación por carriles, para la determinación de la categoría de tráfico pesado se admitirá lo siguiente:

En calzadas de dos carriles y con doble sentido de circulación, incide sobre cada carril la mitad de los vehículos pesados que circulan por la calzada.

En calzadas de dos carriles por sentido de circulación, en el carril exterior se considera la categoría de tráfico pesado correspondiente a todos los vehículos pesados que circulan en ese sentido.

En calzadas de tres o más carriles por sentido de circulación, se considera que actúa sobre el exterior el 85% de los vehículos pesados que circulan en ese sentido.

A los efectos de aplicación de esta norma, se definen ocho categorías de tráfico pesado, según la IMDp que se prevea para el carril de proyecto en el año de puesta en servicio. La tabla 1A presenta las categorías T00 a T2, mientras que las categorías T3 y T4, que se dividen en dos cada una de ellas, aparecen recogidas en la tabla 1B.

Categorías de tráfico pesado T00 a T2				
Categoría de tráfico pesado	T00	T0	T1	T2
IMDp (vehículos pesados/día)	≥ 4000	< 4000 ≥ 2000	< 2000 ≥ 800	< 800 ≥ 200

Categorías de tráfico pesado T3 y T4				
Categoría de tráfico pesado	T31	T32	T41	T42
IMDp (vehículos pesados/día)	< 200 ≥ 100	< 100 ≥ 50	< 50 ≥ 25	< 25

Figura Nº 48.- Categoría de tráfico según la norma 6.1.I.C Secciones de Firme .

Salvo justificación en contrario, en las vías de servicio no agrícolas de autopistas, autovías y otras carreteras de calzadas separadas (excepto en las de categorías de tráfico pesado T00 y T0, para las que es preceptivo un estudio específico) se podrán considerar secciones estructurales especificadas para dos categorías de tráfico pesado menos que la que corresponda a la calzada principal.

Donde se justifique que los ejes de los vehículos pesados pueden estar especialmente sobrecargados, deberá considerarse la posibilidad de adoptar una categoría de tráfico pesado inmediatamente superior (en las inferiores a la T00), sobre todo en los valores próximos al límite superior de la categoría correspondiente. Del mismo modo podrá

procederse en los casos de tramos en rampa con inclinaciones medias superiores al 5% (o superiores al 3% cuya longitud sea superior a 500 m).

Cuando en las categorías de tráfico pesado T00 y T0 estén previstos dos o más carriles para cada sentido de circulación se podrán considerar dimensionamientos distintos entre diferentes carriles de una misma calzada, teniendo siempre en cuenta los criterios especificados en el apartado 9 de esta norma.

14.- Categorías de explanada según el tráfico de servicio

Las siguientes figuras recogen las secciones de firme según la categoría de tráfico pesado y categoría de la explanada.

		CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO											
		T31			T32			T41			T42		
CATEGORÍA DE EXPLANADA	E1	3111 MB 20 SC 30 ZA 40	3112 MB 15 SC 30	3114 HF 21 ZA 30	3211 MB 18 SC 30 ZA 40	3212 MB 12 SC 30	3214 HF 21 ZA 20	4111 MB 10 ⁽¹⁾ SC 30 ZA 40	4112 MB 8 SC 30	4114 HF 20 ZA 20	4211 MB 5 ⁽¹⁾ SC 25 ZA 35	4212 MB 5 SC 25	4214 HF 18 ZA 20
	E2	3121 MB 16 SC 30 ZA 40	3122 MB 12 SC 30	3124 HF 21 ZA 25	3221 MB 15 SC 30 ZA 35	3222 MB 10 SC 30	3224 HF 21 ZA 20	4121 MB 10 ⁽¹⁾ SC 25 ZA 30	4122 MB 8 SC 25	4124 HF 20	4221 MB 5 ⁽¹⁾ SC 22 ZA 25	4222 MB 5 SC 22	4224 HF 18
	E3	3131 MB 16 SC 22 ZA 25	3132 MB 12 SC 22	3134 HF 21 ZA 20	3231 MB 15 SC 22 ZA 20	3232 MB 10 SC 22	3234 HF 21	4131 MB 10 ⁽¹⁾ SC 20 ZA 20	4132 MB 8 SC 20	4134 HF 20	4231 MB 5 ⁽¹⁾ SC 20 ZA 20	4232 MB 5 SC 20	4234 HF 18

MB: Mezclas bituminosas HF: Hormigón de firme HM: Hormigón magro vibrado GC: Gravacemento SC: Suelocemento ZA: Zahorra artificial

- (1) Para las categorías de tráfico pesado T00 y T0 se emplearán únicamente pavimentos continuos de hormigón armado con los espesores indicados.
(2) Capas tratadas con cemento que deberán prefisurarse con espaciadores de 3 a 4 m, de acuerdo con el artículo 513 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales (PG-3).
(3) Para poder proyectar esta solución será preceptivo que la capa superior de la explanada E2 esté estabilizada con cemento.

		CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO			
		T00	T0	T1	T2
CATEGORÍA DE EXPLANADA	E1				211 MB 28 212 MB 18 214 HF 23 SC 30 ⁽¹⁾ HM 15 ZA 20
	E2			121 MB 30 122 ⁽¹⁾ MB 20 123 MB 15 124 ⁽¹⁾ HF 25 SC 25 ⁽¹⁾ GC 22 ⁽¹⁾ HM 15 SC 22	221 MB 25 222 ⁽¹⁾ MB 18 223 MB 15 224 ⁽¹⁾ HF 23 SC 22 ⁽¹⁾ GC 20 ⁽¹⁾ HM 15 SC 20
	E3	0031 MB 35 0032 MB 25 0033 MB 20 0034 HF 25 ⁽¹⁾ SC 30 GC 22 ⁽¹⁾ HM 15 SC 25	031 MB 30 032 MB 20 033 MB 18 034 HF 24 ⁽¹⁾ SC 25 ⁽¹⁾ GC 22 ⁽¹⁾ HM 15 SC 20	131 MB 25 132 MB 20 133 MB 15 134 HF 25 SC 20 ⁽¹⁾ GC 20 ⁽¹⁾ HM 15 SC 20	231 MB 20 232 MB 15 233 MB 10 234 HF 23 SC 20 ⁽¹⁾ GC 20 ⁽¹⁾ HM 15 SC 20

MB Mezclas bituminosas HF Hormigón de firme SC Suelocemento ZA Zahorra artificial
(1) Estas capas bituminosas podrán ser proyectadas con mezclas bituminosas en caliente muy flexibles, gravaemulsión sellada con un tratamiento superficial o mezcla bituminosa abierta en frío sellada con un tratamiento superficial.

Nota 1: Para las categorías de tráfico pesado T3 (T31 y T32) las capas tratadas con cemento deberán prefisurarse con espaciamientos de 3 a 4 m, de acuerdo con el artículo 513 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales (PG-3).

Nota 2: En la categoría de tráfico pesado T42 con tráficos de intensidad reducida (menor que 100 vehículos/carril/día) podrá disponerse un riego con gravilla bicapa como sustitución de los 5 cm de mezcla bituminosa.

15.- Modelos de cimentación planteados (zapatas y zapatas corridas)

A partir de las hipótesis planteadas entendemos factible la adopción de un modelo de cimentación mediante zapatas aisladas o zapatas corridas, apoyadas en el sustrato portante referido como unidad UG.2 y definido como Arcillas arenosas y arenas arcillosas de tonos marrones. Este nivel ha sido detectado a una profundidad generalizada de 2,80 m. desde la cota de rasante actual o boca de perforación.

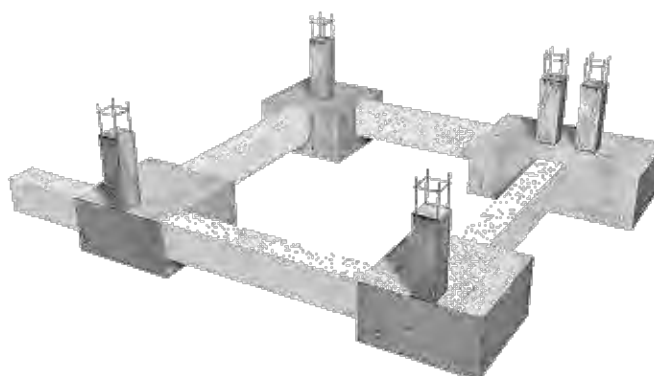


Figura Nº 49.- Modelo de cimentación planteado mediante zapatas

De modo genérico, las tareas de excavación del fondo y laterales se efectuarán inmediatamente antes del vertido del hormigón de limpieza al objeto de impedir que el terreno de cimentación sufra cualquier deterioro. Se procurará mantener abierta la excavación el menor tiempo que sea posible. El fondo de excavación deberá tener planeidad y homogeneidad suficiente al objeto de evitar asentamientos de tipo diferencial, retirando cualquier material suelto.

En aquellas zapatas en las que sea preciso realizar, en el fondo de la misma, una compactación de este y/o realizar una cama de hormigón, se deben tener en cuenta las consideraciones establecidas a este respecto para trabajos en el interior de zanjas, en la Sección 4 Terraplenados, rellenos y compactación del DB-PRL MT Movimiento de Tierras.

Durante el encofrado

1. El encofrado de zapatas y encepados se considerará en aquellos casos en los que la cimentación se ejecute de forma directa sobre el terreno, sin tener que realizar excavación previa. En estos casos se puede considerar un encofrado metálico o de madera, tal y como se representan en las figuras siguientes:

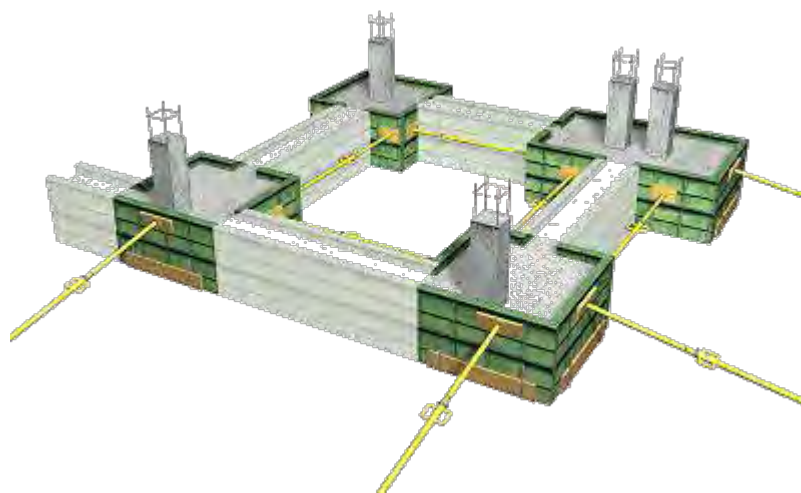


Figura Nº 50.- Encofrado metálico.

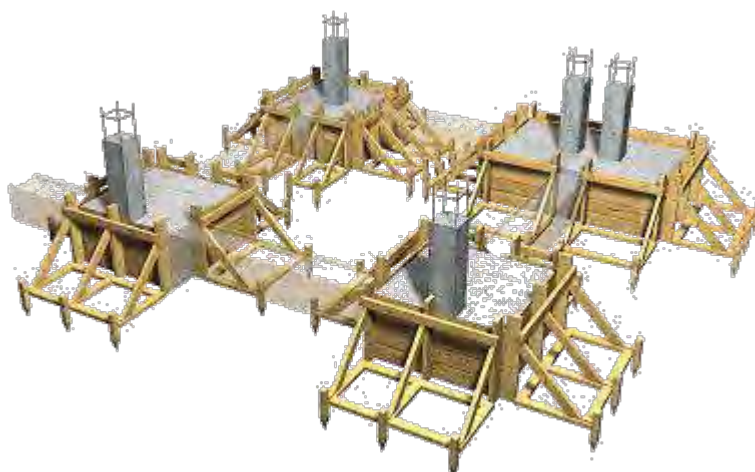
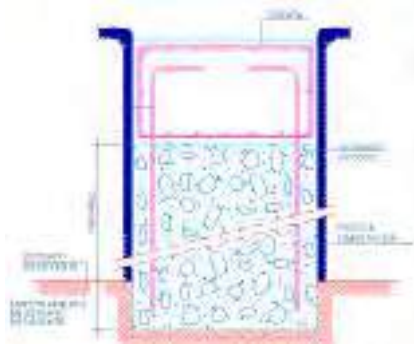


Figura Nº 51.- Encofrado de madera.

2. Asimismo, para zapatas enterradas con paredes de excavación que presenten una cohesión insuficiente, se dispondrán encofrados para evitar posibles desprendimientos.
3. Durante el encofrado se deben organizar las tareas de forma que:
 - Los encofrados metálicos se utilicen de conformidad a las especificaciones del fabricante y en especial a los esfuerzos que deben soportar.
 - Se asegure el mantenimiento diario del orden y limpieza de la zona afectada, eliminando residuos y en especial maderas y puntas.
4. En el transporte de paneles de encofrado, siempre que intervengan aparatos elevadores (como grúas torre, grúas autopropulsadas, camiones pluma, etc.), es necesario asegurar la calidad y condiciones de uso de los aparejos de izado y la definición del método de eslingado, según proceda, y atendiendo a las especificaciones del fabricante.

Durante el armado

1. Se deben organizar los trabajos y circulación de forma que se eliminen sobrecargas dinámicas en zonas próximas a los bordes de las excavaciones de cimentación en las que se esté trabajando, muy especialmente en excavaciones superiores a 1,30 m de profundidad, restringiendo la aproximación de los vehículos a las mismas.
2. Durante el montaje de la ferralla para el armado, se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

Zapatas superficiales (sobre terreno)	La armadura, de forma general, se montará "in situ", si bien también podrá estar elaborada.
Zapatas enterradas (en excavación)	<p>En zapatas profundas:</p> <p>Prioritariamente, se asegurará que la armadura se introduzca ya elaborada, para evitar el acceso de trabajadores al interior (instalación de armaduras y atado) y/o tiempos prolongados de permanencia en su interior.</p> <p>En pozos de cimentación:</p> <p>Preferentemente, realizar un vertido de hormigón en masa, para elevar la cota de trabajo y, posteriormente, elaborar la zapata.</p> 
	Si fuese preciso acceder al interior de zapatas, encepados o pozos, por causa justificada técnicamente, antes de la realización de los trabajos en el interior se revisarán los taludes y/o sistemas de sostenimiento instalados.
	En zapatas de grandes dimensiones, para alturas superiores a 2 m, se asegurará la disponibilidad de líneas auxiliares de anclaje horizontales, para posibilitar la fijación del sistema anticaídas por parte de los trabajadores.

- Una vez realizado el armado, se asegurará la instalación de sistemas de protección (setas o tapones, cajeados, o sistemas similares, etc.) sobre las armaduras verticales, teniendo en cuenta la resistencia de estos sistemas ante las características del posible daño que las armaduras puedan provocar ante contactos directos (rozamiento) o caídas sobre las mismas (impacto).
- En zapatas, emparrillados y losas de gran superficie, durante el montaje "in situ" de la armadura se habilitarán pasillos de desplazamiento sobre las mismas (plancha de madera, tabloncillos de madera o sistemas similares) para minimizar riesgos de torceduras y caídas al mismo nivel en estas tareas.
- En referencia a las acciones aplicables a los trabajos de elaboración de ferralla, se atenderá a lo dispuesto en la Sección 1 Elaboración de ferralla del DB-PRL ES Estructuras.

Durante el hormigonado y vibrado

- En las operaciones de hormigonado y vibrado de zapatas, encepados y/o pozos de cimentación, su realización dependerá de la disposición en el terreno de los mismos (en superficie o enterrada).

2. En el caso de cimentación enterrada, prioritariamente se realizará desde el exterior, pero si fuese preciso ubicarse sobre el mismo, por dimensiones del cimient, se debe asegurar la disponibilidad de plataformas de trabajo resistentes (transportables) y protegidas con barandillas en su perímetro, y dispuestas perpendicularmente al eje de la zanja o zapata, de forma que se impida el deslizamiento imprevisto de las mismas.
3. En zapatas, emparrillados y losas de gran superficie, durante el vertido de hormigón desde la propia armadura de habilitarán pasillos de desplazamiento sobre las mismas.

Durante el desencofrado

1. Se organizarán las tareas de desencofrado, de forma que durante el “despegue” del encofrado, no exista personal en el radio de acción de la carga.
2. En la utilización de desencofrantes de limpieza se deberá tener en cuenta la dosificación establecida por el fabricante.

En todo caso entendemos que la normativa de aplicación será:

- Elaboración, transporte y puesta en obra del hormigón: **Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08)**.
- Ejecución: **CTE, CB-SE-C Seguridad estructural; Cimientos. NTE-CSZ. Cimentaciones superficiales: Zapatas.**

La metodología de cálculo empleada es la establecida en el Documento Básico – Seguridad Estructural: Cimientos del Código Técnico de la Edificación.

15.1.- Cálculo de la presión admisible de servicio

Se define la presión admisible de servicio como aquella que cumple el criterio de seguridad frente al hundimiento y que no genera asientos inadmisibles. En definitiva, la presión admisible de la cimentación es el menor valor de entre la presión admisible frente al hundimiento y la presión admisible por asientos.

Las hipótesis para el cálculo de presiones admisibles, tanto por hundimiento como por asientos, se resumen en la siguiente tabla.

Tabla 43. Hipótesis de cálculo

Tipología de cimentación	-	Zapatas o Zapatas corridas
Profundidad de empotramiento de la cimentación en el material portante	m	Canto de zapata
Densidad del terreno bajo el plano de cimentación	kN/m ³	18,0
Situación de dimensionado	-	Persistente a largo plazo

Tabla 43. Hipótesis de cálculo

Ángulo de rozamiento efectivo	º	28,00	
Cohesión efectiva	kPa	15,00	
Modelo constitutivo para estimación de asientos	-	Elástico – largo plazo	
Asiento admisible	cm	3,50 cm	
Compresibilidad del terreno bajo la cimentación	Potencia	E'	v
	m	MPa	(coef. poisson)
UG.2	Inf. Cim.	17,0	0,3

El cálculo completo de dichas presiones y otros parámetros intermedios, según la metodología descrita anteriormente, está desarrollado en el anejo correspondiente.

En el siguiente esquema se pone de manifiesto la estimación del mecanismo de rotura para las condiciones impuestas en las hipótesis de cálculo:

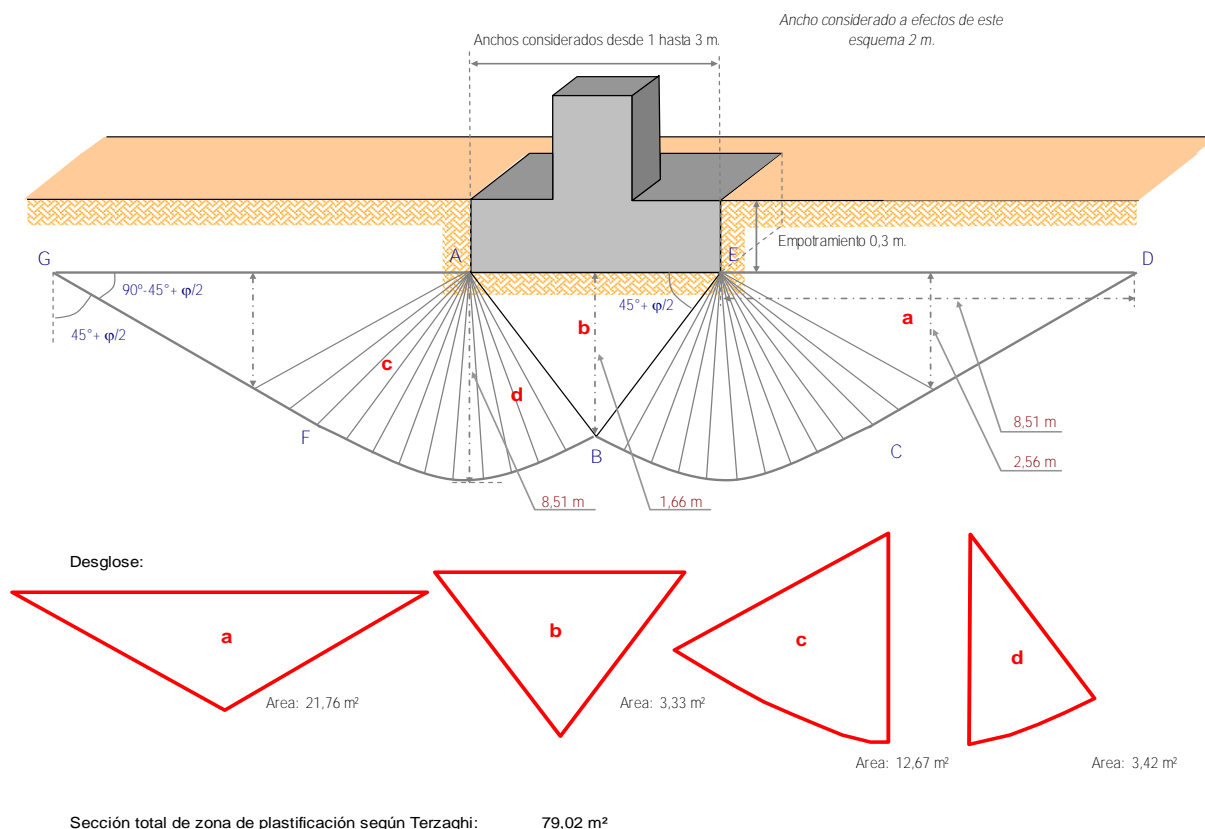
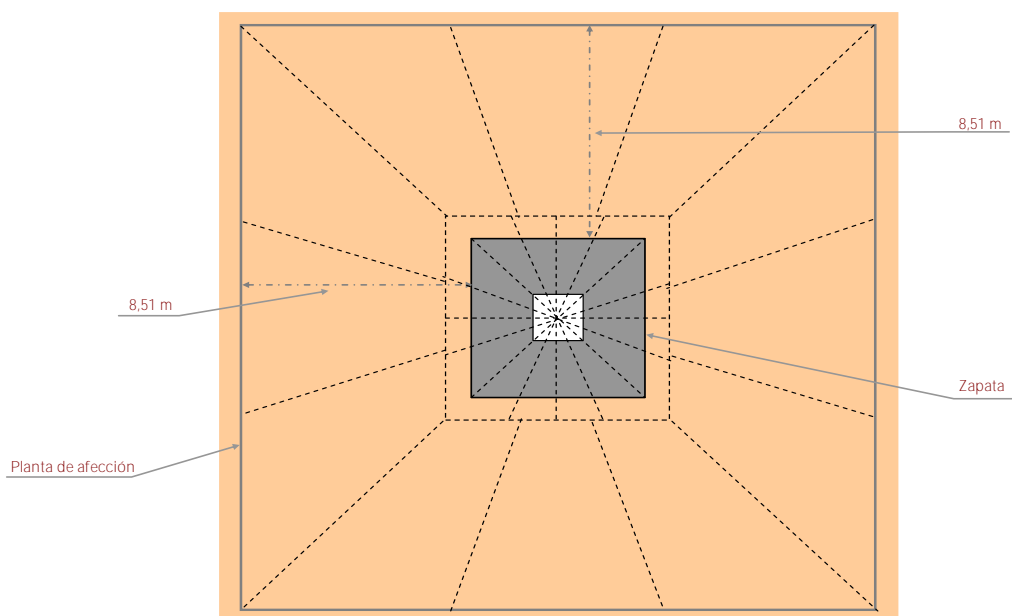


Figura Nº 52.- Mecanismo de rotura obtenido y zonas de afección (Sección)

Planta total de zona de plastificación según Terzaghi: 361,74 m²



Volumen total aproximado de plastificación, para zapata aislada según Terzaghi: 1502,85 m³

Figura Nº 53.- Mecanismo de rotura obtenido y zonas de afección (Planta)

La representación grafica de los valores obtenidos de carga admisible por hundimiento y asientos es la siguiente:

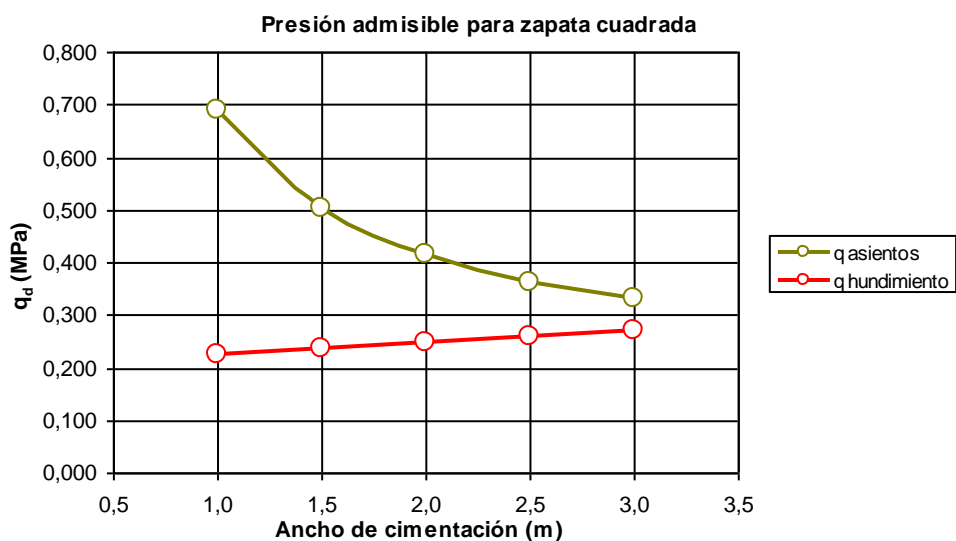


Figura Nº 54.- Zapata cuadrada

Presión admisible para zapata corrida

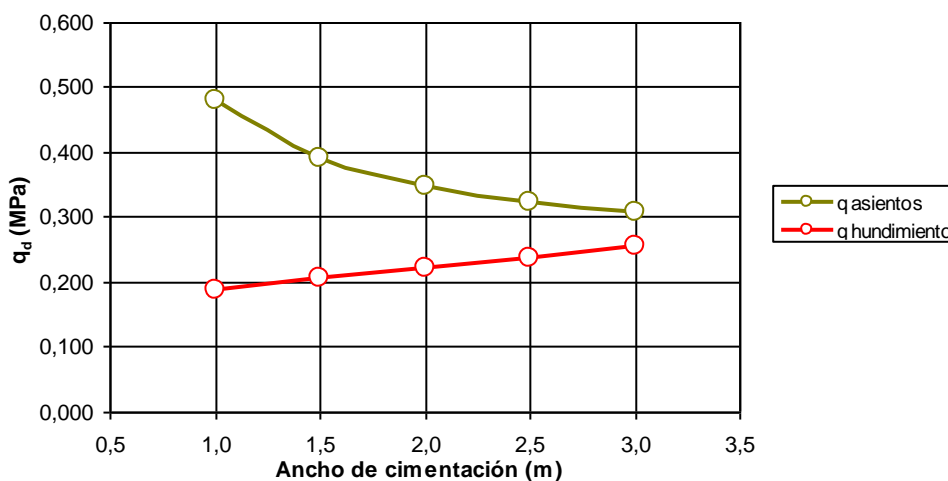


Figura Nº 55.- Zapata corrida

Los valores obtenidos para la carga admisible se detallan a continuación:

Tabla 44. Presión vertical admisible de servicio para zapatas

Ancho de zapata	Zapata cuadrada		Zapata corrida	
	q'_s	Criterio	q'_s	Criterio
<i>m</i>	MPa	-	MPa	-
1,0	0,225	Hundimiento	0,188	Hundimiento
1,5	0,237	Hundimiento	0,205	Hundimiento
2,0	0,248	Hundimiento	0,221	Hundimiento
2,5	0,260	Hundimiento	0,238	Hundimiento
3,0	0,271	Hundimiento	0,254	Hundimiento

Con carácter general puede adoptarse, para zapatas de dimensiones habituales de 2,0 x 2,0 m una presión admisible de servicio de 0,248 MPa. en la situación de dimensionado considerada, si bien podrá atenderse, en cualquier caso, a lo indicado en la tabla precedente.

16.- Resumen y Conclusiones

A partir de todos los trabajos realizados y lo referido anteriormente, en este documento, se pueden extraer este resumen a modo de conclusiones:

- El presente documento responde al **INFORME GEOTÉCNICO SOBRE CONDICIONES DE CIMENTACIÓN PARA PLANTA DE GENERACIÓN DE BIOMETANO A PARTIR DE BIORESIDUOS** en CUBAS DE LA SAGRA solicitado a CEMOSA por ACCIONA SERVICIOS URBANOS, S.R.L.
- El trabajo se establece con expediente O/2307103, y realizado por la delegación de CEMOSA en Madrid.
- Las coordenadas aproximadas de la zona estudiada se aportan a continuación:

Tabla 45. Coordenadas aproximadas UTM

UTM	
X	Y
430.500	4.449.330

Nota: Huso UTM: 30, Zona: S, Datum: WGS84.

- Los trabajos de campo realizados se definen a continuación.

Tabla 46. Trabajos de campo

Tipo	Unidades	Profundidad mínima alcanzada (m.)	Profundidad máxima alcanzada (m.)
Sondeos mecánicos con recuperación de testigo	5	10,13	11,04
Calicatas de Reconocimiento	11	0,60	3,10
Sondeos a penetración dinámica	7	5,00	6,80

- Los ensayos y trabajos de campo realizados para determinar las características de los materiales detectados han sido los siguientes:

Tabla 47. Ensayos y Trabajos de campo

Ensayo	unidades	norma
Toma de muestra inalterada con tomamuestras de tipo abierto	15	ASTM D6169-98, ASTM D3550-01, XP P94-202
Ensayo de penetración estándar (SPT)	15	UNE 103800
Toma de muestra alterada	11	-

- Los ensayos de laboratorio realizados para la elaboración de este documento quedan reflejados en las tablas siguientes:

Tabla 48. Trabajos de laboratorio

Ensayo	unidades	norma
Clasificación USCS	16	ISSMGE
Análisis granulométrico por tamizado	16	UNE 103101
Determinación de los límites de Atterberg	16	UNE 103103 - 104
Determinación de humedad natural	5	UNE 103300
Determinación de peso específico aparente	5	UNE 103301
Ensayo de compresión simple en suelos	5	UNE 103400
Ensayo de corte directo con drenaje	3	UNE 103401
Ensayo del hinchamiento libre de un suelo en edómetro	5	UNE 103601
Determinación del grado de acidez Baumann-Gully	3	EHE
Determinación del contenido en materia orgánica	4	UNE 103204
Determinación del contenido de yesos en los suelos	3	NLT-115
Determinación del contenido de sales solubles en los suelos	7	NLT-114
Ensayo de colapso en suelos	4	NLT-254
Ensayo de compactación Proctor modificado	4	UNE 103501
Ensayo para determinar en laboratorio el índice C.B.R. de un suelo	4	UNE 103502

- En función de los trabajos de campo realizados, junto con ensayos de laboratorio ejecutados podemos establecer la siguiente secuencia estratigráfica modelo:

Tabla 49. Modelo estratigráfico establecido.

Nivel	Material	Desde (m.)	Hasta (m.)
UG.1	Suelo de naturaleza vegetal y rellenos antrópicos	0,00	2,80
UG.2	Arcillas arenosas y arenas arcillosas de tonos marrones	2,80	-

- El perfil esquemático obtenido se adapta a la siguiente secuencia de materiales detectados.

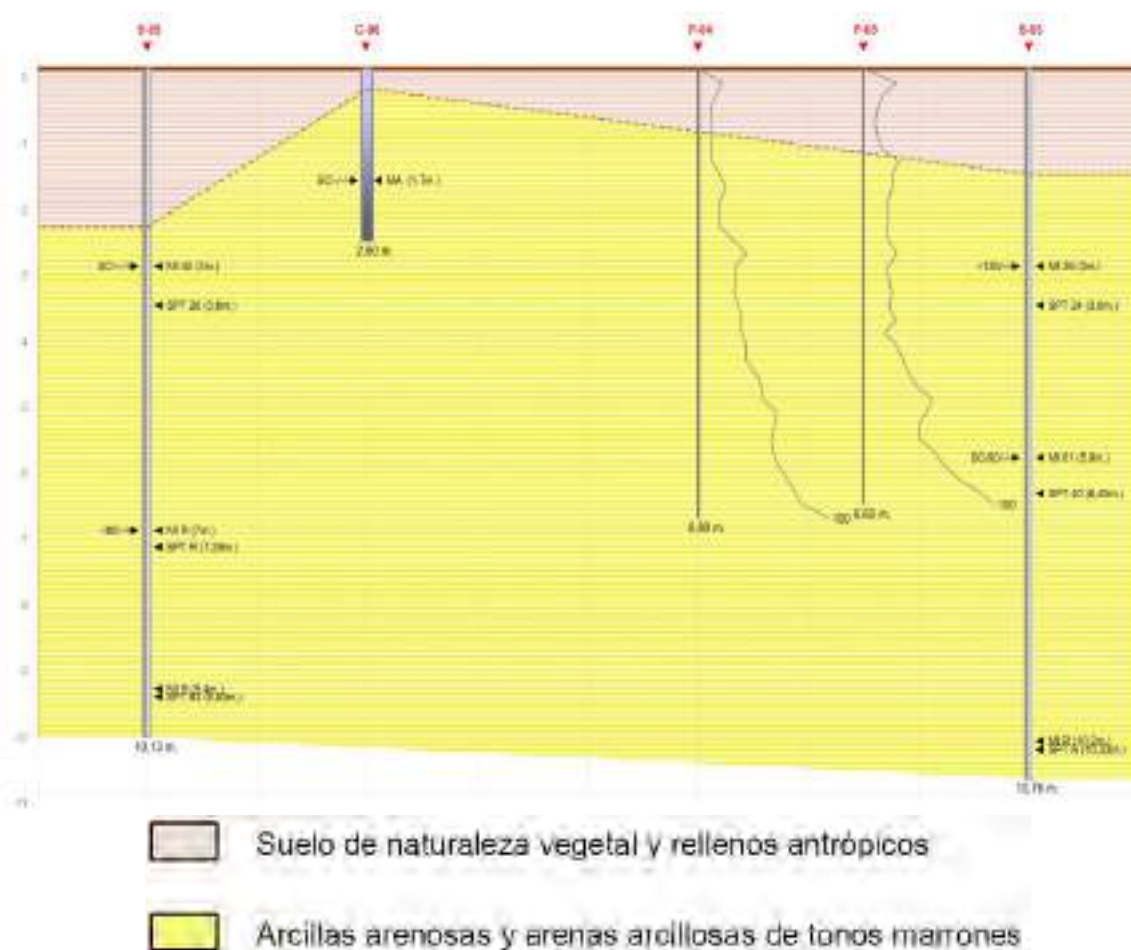


Figura Nº 56.- Perfil esquemático.

- Durante las labores de campo no se ha detectado Nivel freático en los reconocimientos ejecutados. Hemos de hacer notar que las medidas del nivel freático se han realizado a la finalización de las perforaciones. Es probable que el nivel freático pueda oscilar en función del régimen climático y estacional no permaneciendo inalterable, consideración que habrá de ser tomada en cuenta.
- Según los trabajos realizados se establecen los siguientes tipos de exposición obtenidos en muestras de suelos:

Tabla 50. Tipos de exposición obtenidos.

Unidad Geotécnica	Definición	Tipo de exposición
UG.1	Suelo de naturaleza vegetal y rellenos antrópicos	-
UG.2	Arcillas arenosas y arenas arcillosas de tonos marrones	No agresivo

- Según los trabajos realizados se han podido establecer los siguientes valores de expansividad según los criterios utilizados:

Tabla 51. Valoración de la expansividad.

Unidad Geotécnica	Definición	Criterio de peligrosidad
UG.1	Suelo de naturaleza vegetal y rellenos antrópicos	-
UG.2	Arcillas arenosas y arenas arcillosas de tonos marrones	Crítico

De acuerdo con los resultados obtenidos en los diferentes trabajos realizados se puede estimar la excavabilidad del siguiente modo, para cada uno de los niveles definidos en los apartados anteriores:

Tabla 52. Excavabilidad.

Unidad Geotécnica	Definición	Excavabilidad
UG.1	Suelo de naturaleza vegetal y rellenos antrópicos	Maquinaria común
UG.2	Arcillas arenosas y arenas arcillosas de tonos marrones	Maquinaria común

Los ensayos realizados, en la unidad UG.2 Arcillas arenosas y arenas arcillosas de tonos marrones, son los siguientes, donde se aporta además la clasificación según los criterios establecidos y su probable uso en rellenos:

Tabla 53. Valores obtenidos

Ensayos de laboratorio												
Recon.	Prof. (m.)	Tamaño máximo (mm.)	Cernido 2 UNE (%)	Cernido 0,40 UNE (%)	Cernido 0,080 UNE (%)	Materia orgánica (%)	Contenido yeso (%)	Contenido Sales Solubles (%)	Límite Líquido (%)	Índice plasticidad (%)	Asiento Ensayo Colapso (%)	Hinchamiento libre (%)
S-01	3,00		100,00	93,40	85,60	-	-	1,18	56,70	33,00	-	-
C-02	2,10		95,80	66,70	49,00	0,24	0,00	1,08	55,80	27,50	1,30	4,70
C-04	1,90		97,90	72,20	53,40	0,24	0,00	1,08	48,70	24,20	2,10	2,80
C-06	1,70		94,50	58,20	26,00	0,28	0,00	1,24	38,60	13,80	0,10	1,30
C-08	1,70		92,30	53,30	26,60	0,21	-	0,80	41,90	16,50	2,80	1,30

La clasificación de las diferentes muestras ensayadas es la siguiente:

Tabla 54. Clasificación obtenida apartado 330.3 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3).

Recon.	Prof. (m.)	Clasificación
C-02	2,10	MARGINAL
C-04	1,90	MARGINAL
C-06	1,70	MARGINAL
C-08	1,70	MARGINAL

- A partir de las hipótesis planteadas entendemos factible la adopción de un modelo de cimentación mediante zapatas aisladas o zapatas corridas, apoyadas en el sustrato portante referido como unidad UG.2 y definido como Arcillas arenosas y arenas arcillosas de tonos marrones. Este nivel ha sido detectado a una profundidad generalizada de 2,80 m. desde la cota de rasante actual o boca de perforación.
- Las hipótesis para el cálculo de presiones admisibles, tanto por hundimiento como por asientos, se resumen en la siguiente tabla.

Tabla 55. Hipótesis de cálculo

Tipología de cimentación	-	Zapatas o Zapatas corridas	
Profundidad de empotramiento de la cimentación en el material portante	m	Canto de zapata	
Densidad del terreno bajo el plano de cimentación	kN/m ³	18,0	
Situación de dimensionado	-	Persistente a largo plazo	
Ángulo de rozamiento efectivo	°	28,00	
Cohesión efectiva	kPa	15,00	
Modelo constitutivo para estimación de asientos	-	Elástico – largo plazo	
Asiento admisible	cm	3,50 cm	
Compresibilidad del terreno bajo la cimentación	Potencia	E'	v
	m	MPa	(coef. poisson)
UG.2	Inf. Cim.	17,0	0,3

- Los valores obtenidos para la carga admisible se detallan a continuación:

Tabla 56. Presión vertical admisible de servicio para zapatas

Ancho de zapata	Zapata cuadrada		Zapata corrida	
	q'_s	Criterio	q'_s	Criterio
<i>m</i>	MPa	-	MPa	-
1,0	0,225	Hundimiento	0,188	Hundimiento
1,5	0,237	Hundimiento	0,205	Hundimiento
2,0	0,248	Hundimiento	0,221	Hundimiento
2,5	0,260	Hundimiento	0,238	Hundimiento
3,0	0,271	Hundimiento	0,254	Hundimiento

Con carácter general puede adoptarse, para zapatas de dimensiones habituales de 2,0 x 2,0 m una presión admisible de servicio de 0,248 MPa. en la situación de dimensionado considerada, si bien podrá atenderse, en cualquier caso, a lo indicado en la tabla precedente.

Las conclusiones alcanzadas en el presente estudio geotécnico se basan en reconocimientos puntuales en campo y del análisis de laboratorio realizado sobre muestras, también puntuales, extraídas del terreno. De este modo cabe la posibilidad de que existan diferencias, en cuanto a las características geológicas y geotécnicas del terreno, entre la interpretación que se expone en el presente estudio y los condicionantes realmente presentes en el subsuelo.

Por estos motivos, antes de proceder a la realización de la estructura de cimentación un técnico competente deberá comprobar visualmente, o mediante las pruebas que juzgue oportunas, que el terreno de apoyo de aquella se corresponde con lo estimado en el presente estudio geotécnico. En particular se deberá comprobar lo siguiente:

- La estratigrafía coincide con la estimada en el presente estudio geotécnico.
- El nivel freático y las condiciones hidrogeológicas se ajustan a las previstas en dicho estudio.
- La resistencia y humedad del terreno encontrado al nivel de cimentación coinciden con las supuestas en el presente estudio geotécnico.
- No se detectan defectos evidentes tales como cavernas, fallas, galerías, pozos, etc, o los existentes se ajustan a lo previsto en el presente estudio.

- No se detectan corrientes subterráneas que puedan provocar socavación o arrastres.

El presente estudio geotécnico consta de una memoria de 73 páginas, 6 anejos a la memoria y un apéndice.

En Madrid y firmado en Noviembre de 2023



Carlos Álvarez Calvo
Grado Ingeniería Civil
Equipo de Redacción
Técnico Redactor



Gregorio Gemio del Río
Licenciado en CC. Geológicas
Delegación de Málaga
Técnico Redactor



Germán López Pineda
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Delegación de Córdoba
Supervisor



Isidro Ocete Ruiz
Ldo. CC. Geológicas. DEA Ingeniería Terreno
Director Técnico Dpto. Geotecnia
Supervisor

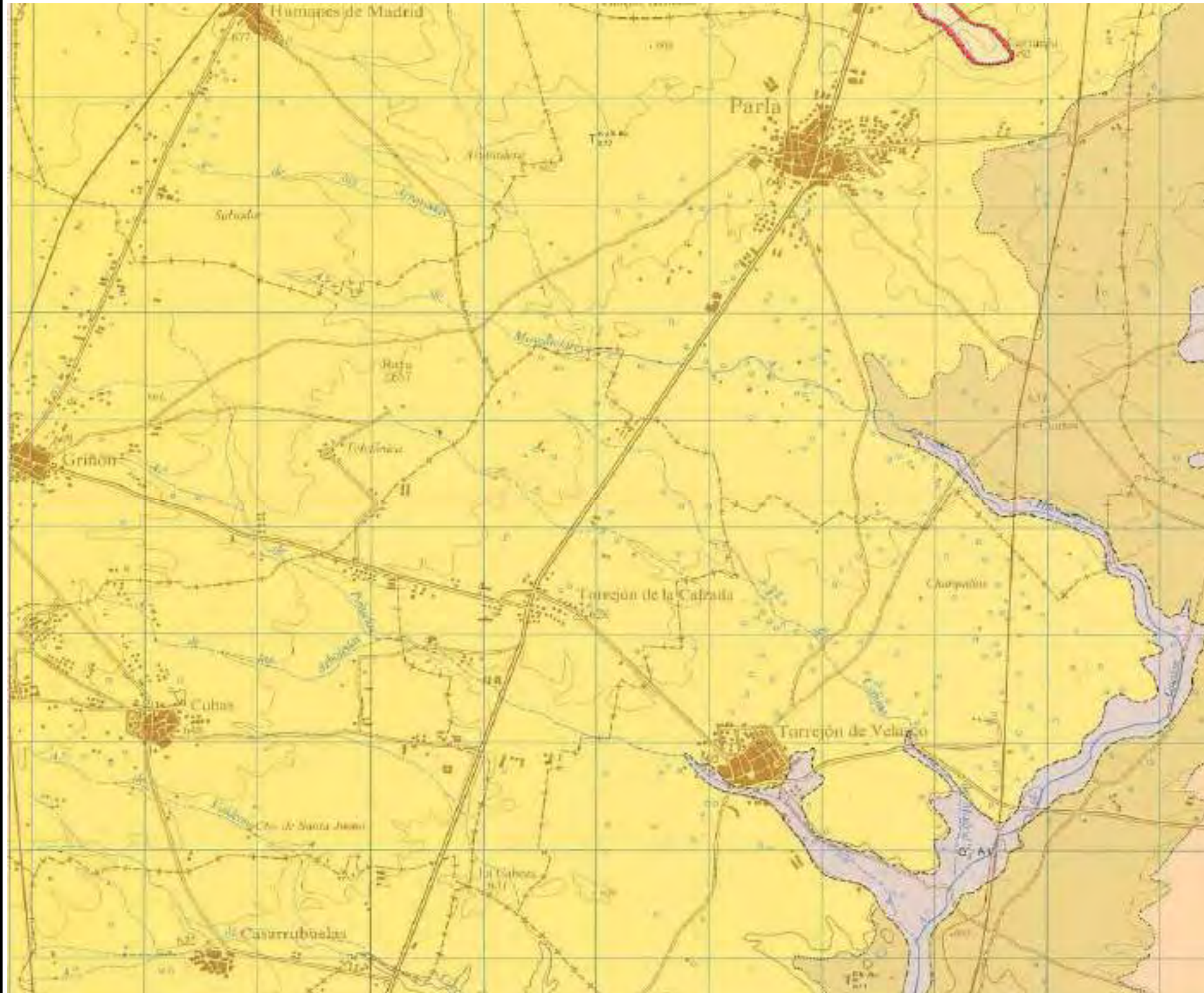
ANEJO 1. PLANTA GENERAL Y DE SITUACIÓN

Leyenda

- Penetración dinámica
- Sondeo mecánico
- Calicata de reconocimiento

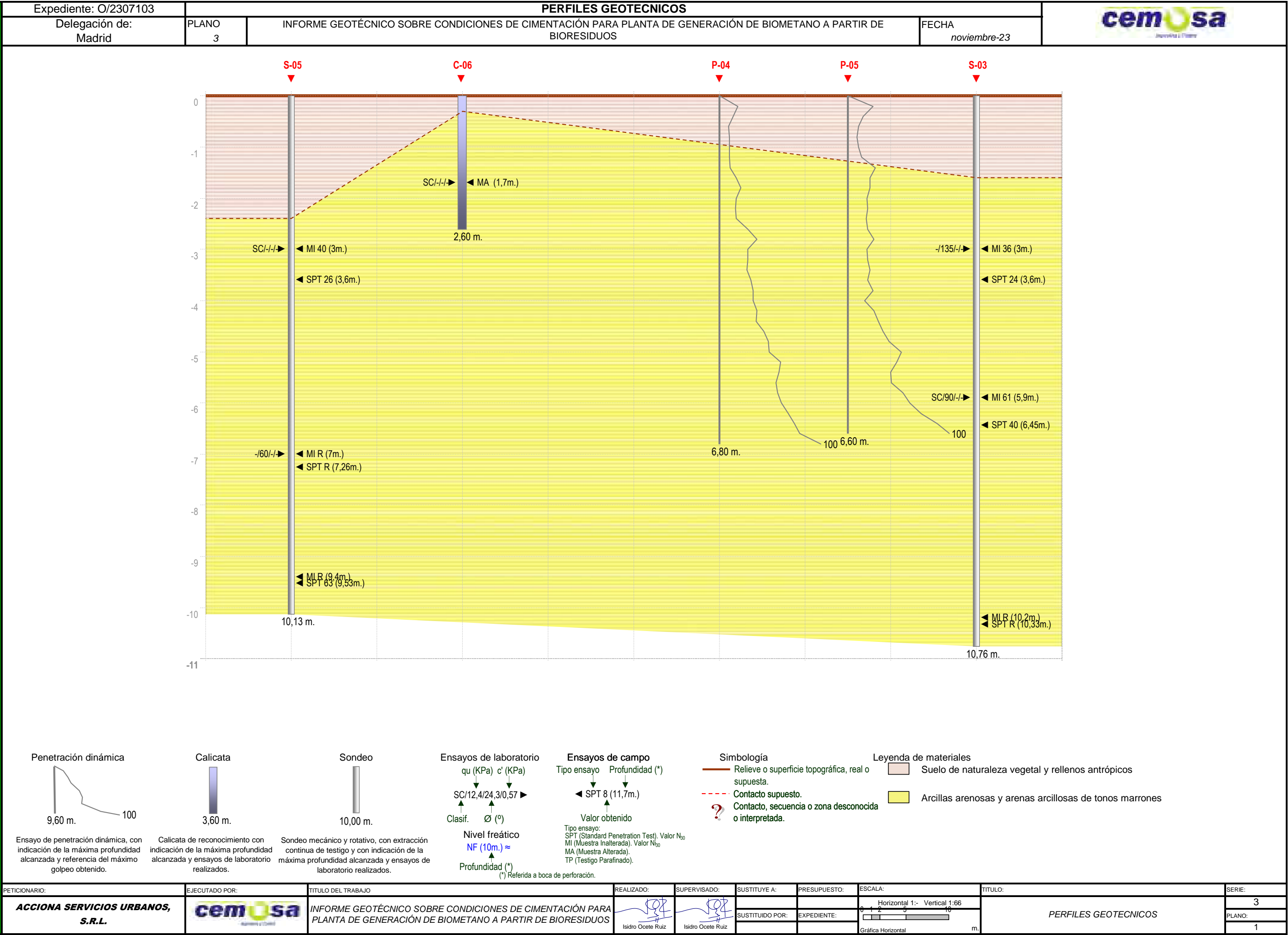


ANEJO 2. MARCO GEOLÓGICO

[illegible]

FICHA:
1 de 1

ANEJO 3. PERFIL GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO



ANEJO 4. TRABAJOS DE CAMPO

ANEJO 4.1 Registro de sondeos a rotación

Peticionario: ACCIONA SERVICIOS URBANOS SRL
PLANTA DE GENERACIÓN DE BIOMETANO- CUBAS DE LA SAGRA (MADRID).

Equipo: TECOINSA TP-50



Mi: Muestra realizada SPT: Ensayo de penetración estándar TP: Ensayo parafinado MM: Muestra alterada J: Ensayo Jélico UU: Ensayo Lúgani PE: Presiónmetro NF: Nivel freático RECUP: Recuperación de testigo R.Q.D: Recuperación "Rock Quality Designation" Perforación B: (Batería simple), D: (Batería dobla), T: (Batería triple), W: (corona de vidrio), d: (corona de diamante), P(m): Profundidad (m), DP(m): Diámetro de perforación
Muestras: PI: Profundidad inicial (m), PF: Profundidad final (m)

P (m)	DF (m)	TRAMAS	ESPESOR (m)	DESCRIPCIÓN DEL TESTIGO	NF (m)	RECUP (%)	R.Q.D (%)	MUESTRAS
0			1.4	Rellenos. Arenas de grano grueso a fino arcillosas de color marrón oscuro. Presentan restos de raíces hacia techo.		0	0	
BW113			1.6	Arcillas arenosas de color marrón. Presentan pasadas con un mayor contenido en arenas. Presencia de carbonatos.		0	0	MI 12-15-17-20 PI. 3 PF. 3.6
2			5.2	Arcillas limosas de color marrón. Presenta pasadas con algo de contenido en arenas. Tienen una consistencia moderadamente firme.		0	0	SPT 7-10-14-16 PI. 3.6 PF. 4.2
4						0	0	
6						0	0	MI 20-29-40-R PI. 6.5 PF. 7.05
BW86			2.09	Arenas de grano medio-fino algo arcillosas de color marrón. Tienen una consistencia moderadamente densa.		0	0	SPT 11-17-23-25 PI. 7.05 PF. 7.66
8						0	0	MI R PI. 9.6 PF. 9.84
10						0	0	SPT 24-46-R PI. 9.84 PF. 10.29

COTA FINAL: 10,29 m

OBSERVACIONES:

Peticionario: ACCIONA SERVICIOS URBANOS SRL
PLANTA DE GENERACIÓN DE BIOMETANO- CUBAS DE LA SAGRA (MADRID).

Equipo: TECOINSA TP-50

Fotografías



Referencia: S-01
Fecha: 26/09/2023 a

Expediente: O/2307103/1/01

X: 430.539
Y: 4.449.383
Z:

Peticionario: ACCIONA SERVICIOS URBANOS SRL

Equipo: TECOINSA TP-50

PLANTA DE GENERACIÓN DE BIOMETANO- CUBAS DE LA SAGRA (MADRID).





Peticionario: ACCIONA SERVICIOS URBANOS SRL

Equipo: TECOINSA TP-50

PLANTA DE GENERACIÓN DE BIOMETANO- CUBAS DE LA SAGRA (MADRID).

P (m)	DF (m)	TRAMAS	ESPESOR (m)	DESCRIPCIÓN DEL TESTIGO	NF (m)	RECUP (%)	R.Q.D (%)	MUESTRAS
0								
BW116			2.8	Rellenos. Arenas de grano grueso a fino arcillosas de color marrón oscuro. Presenta pasadas más grisáceas. Presencia de carbonatos.				
			4.4	Arcillas limosas de color marrón con alguna pasada arenosa. Tienen una consistencia firme.				MI Pl. 3 PF. 3.6 SPT 6-8-12-16 Pl. 3.6 PF. 4.2
BW86			1	Arcillas arenosas de color marrón. Presenta pasadas con una mayor contenido en arenas.				MI 15-23-34-42 Pl. 5.9 PF. 6.5 SPT 11-17-25-30 Pl. 6.5 PF. 7.1
			2.84	Arenas de grano medio-fino algo arcillosas de color marrón. Presenta pasadas con un mayor contenido en arcillas. Tiene una compacidad moderadamente densa.				MI 20-40-R Pl. 10.2 PF. 10.59 SPT 15-28-R Pl. 10.59 PF. 11.04
BW101								

[illegible]

Referencia: S-02
Fecha: 26/09/2023 a

Expediente: O/2307103/1/01

X: 430.481
Y: 4.449.313
Z:

Peticionario: ACCIONA SERVICIOS URBANOS SRL

Equipo: TECOINSA TP-50

PLANTA DE GENERACIÓN DE BIOMETANO- CUBAS DE LA SAGRA (MADRID).





P (m)	DF (m)	TRAMAS	ESPESOR (m)	DESCRIPCIÓN DEL TESTIGO	NF (m)	RECUP (%)	R.Q.D (%)	MUESTRAS
0			1.6	Rellenos. 0,10cm de suelo edáfico. Arenas de grano medio-fino de color marrón oscuro. Presenta restos de raíces hacia techo.				
2			1.2	Arenas de grano medio-fino arcillosas de color marrón. Presenta pasadas con un contenido mayor en arcillas.				
4			2.4	Arcilla limosa de color marrón. Tiene una consistencia moderadamente firme.				MI 11-16-20-25 Pl. 3 PF. 3.6 SPT 7-10-14-23 Pl. 3.6 PF. 4.2
6			2	Arcilla arenosa de color marrón. Presenta pasadas con un contenido mayor en arcillas.				MI 24-26-35-R Pl. 5.9 PF. 6.45 SPT 13-17-23-27 Pl. 6.45 PF. 7.05
8			1.8	Arenas de grano medio-fino arcillosas de color marrón. Hacia la base el contenido en arenas disminuye.				
10			1.76	Arcillas arenosas de color marrón. Hacia la base se vuelven más limosas. Tienen una consistencia moderadamente firme.				MI R Pl. 10.2 PF. 10.33 SPT 24-41-R Pl. 10.33 PF. 10.76

COTA FINAL: 10,76 m

OBSERVACIONES:

Mi: Muestra realizada SPT: Ensayo de penetración estándar TP: Testigo perforado MA: Muestra alterada J: Ensayo lateral UU: Ensayo Lúgani PE: Presiámetro NF: Nivel freático RECUP: Recuperación de testigo R.Q.D: Recuperación "Rock Quality Designation" Perforación B (Batería simple), D (Batería doble), T (Batería triple), W (Corona de vidrio), d (Corona de diamante), P (m): Profundidad (m), D (m): Diámetro de perforación. Muestra P1: Profundidad inicial (m), P2: Profundidad final (m).





P (m)	DF (m)	TRAMAS	ESPESOR (m)	DESCRIPCIÓN DEL TESTIGO	NF (m)	RECUP (%)	R.Q.D (%)	MUESTRAS
0						0	0	
						20	20	
						40	40	
						60	60	
						80	80	
						100	100	
2			2.8	Rellenos. 0,10cm de suelo edáfico. Arenas de grano medio-fino de color marrón oscuro. Presenta restos de raíces hacia techo. Presencia de carbonatos.				
								LF Pl. 3 PF. 4.2
								MI 13-24-34-48 Pl. 3 PF. 3.6
								SPT 11-14-23-30 Pl. 3.6 PF. 4.2
4								
6			7.5	Arenas de grano medio-fino arcillosas de color marrón. Presenta pasadas con un mayor contenido en arcillas. Tiene una compactidad moderadamente densa y esta aumenta en profundidad.				LF Pl. 6 PF. 7.3
								MI 44-R Pl. 6.5 PF. 6.77
								SPT 28-35-R Pl. 6.77 PF. 7.32
8								
10								MI R Pl. 9.8 PF. 9.93
								SPT 26-34-37-R Pl. 9.93 PF. 10.3

COTA FINAL: 10.30 m

OBSERVACIONES:

Fotografías





Peticionario: ACCIONA SERVICIOS URBANOS SRL

Equipo: TECOINSA TP-50

PLANTA DE GENERACIÓN DE BIOMETANO- CUBAS DE LA SAGRA (MADRID).



P (m)	DF (m)	TRAMAS	ESPESOR (m)	DESCRIPCIÓN DEL TESTIGO	NF (m)	RECUP (%)	R.Q.D (%)	MUESTRAS
0								
2			2.4	Relieve, arenas de grano medio-fino arcillosas de color marrón oscuro. Presenta restos de lajones hacia techo. Presencia de carbonatos.				
			0.5	Arenas arcillosas de color marrón. El contenido en arcillas aumenta hacia la base.				
4			2.9	Arcilla limosa de color marrón. Presenta alguna pasada con algo de contenido de arenas. Tiene una consistencia moderadamente firme.				M1 14-35-25-45 PL 3 PF 3.0 SPT 8-11-15-15 PL 3.8 PF 4.2
6			1.46	Arcilla arcillosa de color marrón. Tiene una consistencia muy firme.				M1 31-41 PL 7 PF 7.20 SPT 28-31 PL 7.28 PF 7.72
8			2.67	Arena de grano medio-fino algo arcillosa de color marrón. Tiene una compactidad moderadamente densa.				M1 41 PL 9.6 PF 9.00 PF 25-27-38-44 PL 0.00 PF 90.9
10								

Ma: Muestra individual; SRT: tiempo de procesamiento estándar; TP: tiempo de procesamiento total; P: profundidad media; P₉₀: profundidad máxima; Ma: Muestra aleatoria; LF: tiempo lateral; LU: tiempo lateral; PE: procesamiento; MF: Mand; Frecido; RECLP: Recuperación de tesiga; B, Q, D: Decapitación; "Back Quality Degradation": Petrografía; B: Bacteria simple; D: Bacteria dobla; T: Bacteria triple; (a: corona de agua), d: corona de diamante; f: (a: corona de agua), d: corona de diamante; f: (a: corona de agua), d: corona de diamante; (m): Profundidad (m); (p): Diámetro de perforación.

Fotografías



Referencia: S-05
Fecha: 27/09/2023 a

Expediente: O/2307103/1/01

X: 430.399
Y: 4.449.282
Z:

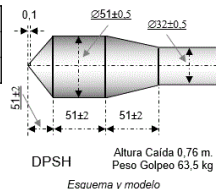
Peticionario: ACCIONA SERVICIOS URBANOS SRL

Equipo: TECOINSA TP-50

PLANTA DE GENERACIÓN DE BIOMETANO- CUBAS DE LA SAGRA (MADRID).



ANEJO 4.2 Registro de penetraciones dinámicas



Referencia:

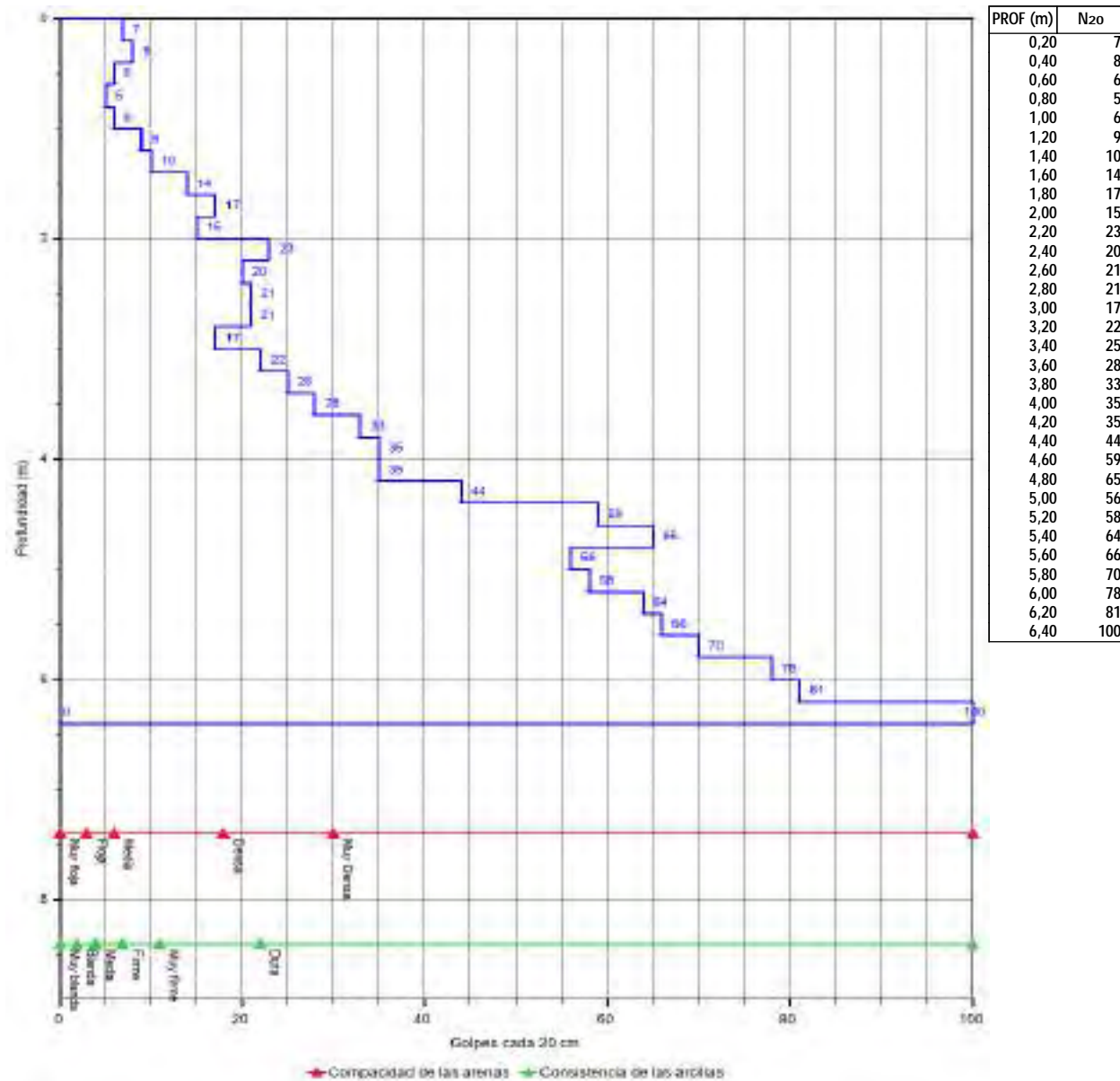
P1

Expediente: **O/2307103/1/01**

Peticionario:
Coordenadas UTM:
Fecha:

PLANTA DE GENERACIÓN DE BIOMETANO- CUBAS DE LA SAGRA (MADRID).
ACCIONA SERVICIOS URBANOS SRL
X: 430550.000 Y: 4449404.000
26/09/2023 a Equipo: PENETROMETRO TECOINSA TP-05-10 D 0619025A

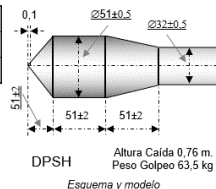
REGISTRO DE PENETRACIÓN DINÁMICA



Fdo. JOSE SERRANO CORDOBA
Director Técnico de Laboratorio
Ldo. en Geología

Fdo. LIDIA FOLGADO FERNANDEZ
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Geología

Madrid a 28/09/2023



Referencia:

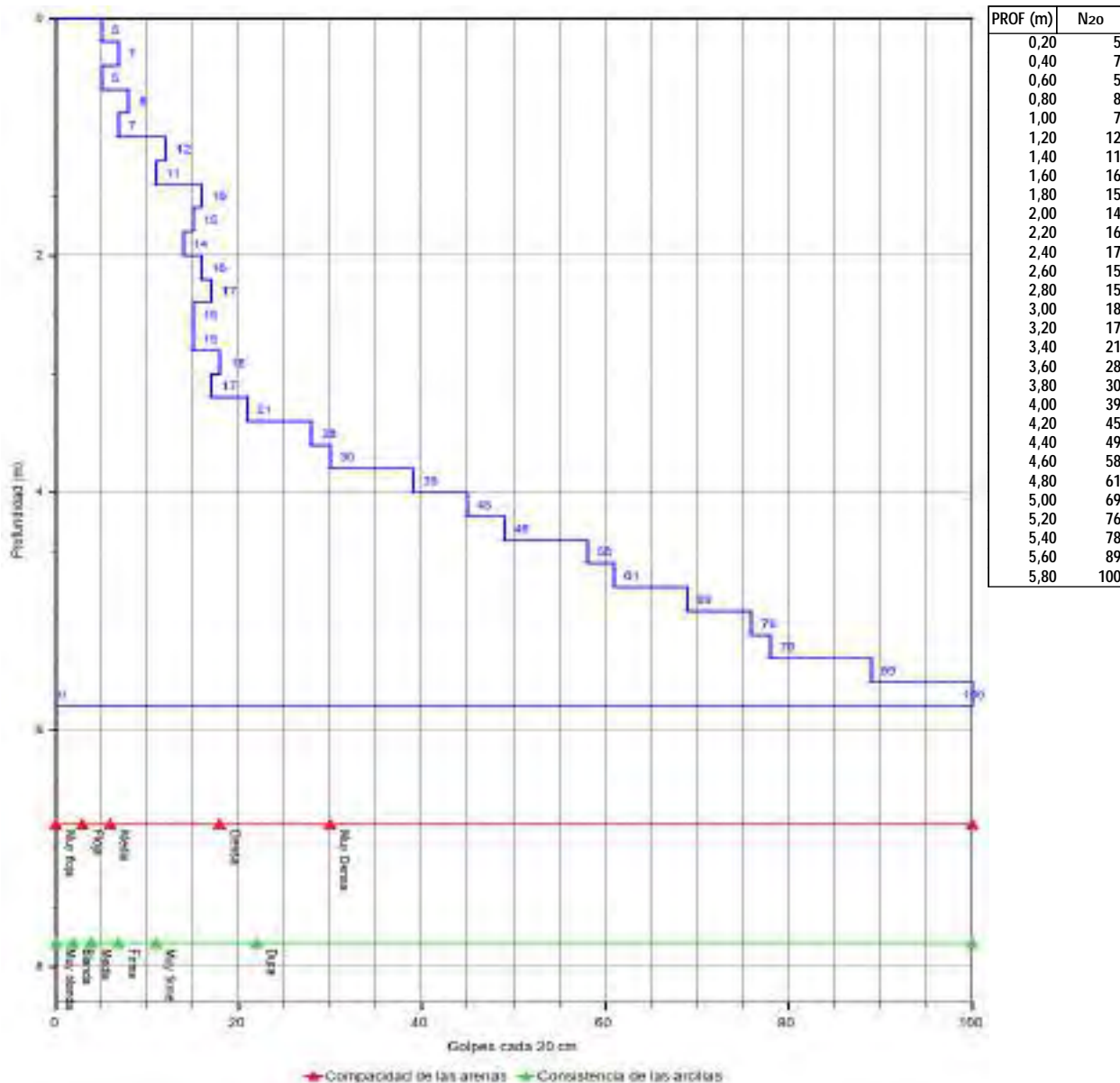
P2

Expediente: **O/2307103/1/01**

Peticionario:
Coordenadas UTM:
Fecha:

PLANTA DE GENERACIÓN DE BIOMETANO- CUBAS DE LA SAGRA (MADRID).
ACCIONA SERVICIOS URBANOS SRL
X: 430547.000 Y: 4449365.000
26/09/2023 a Equipo: PENETROMETRO TECOINSA TP-05-10 D 0619025A

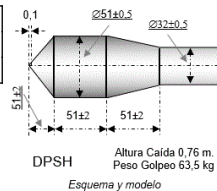
REGISTRO DE PENETRACIÓN DINÁMICA



Fdo. JOSE SERRANO CORDOBA
Director Técnico de Laboratorio
Ldo. en Geología

Fdo. LIDIA FOLGADO FERNANDEZ
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Geología

Madrid a 28/09/2023



Referencia:

P3

Expediente: **O/2307103/1/01**

Peticionario:

PLANTA DE GENERACIÓN DE BIOMETANO- CUBAS DE LA SAGRA (MADRID).

Coordenadas UTM:

X: 430502.000

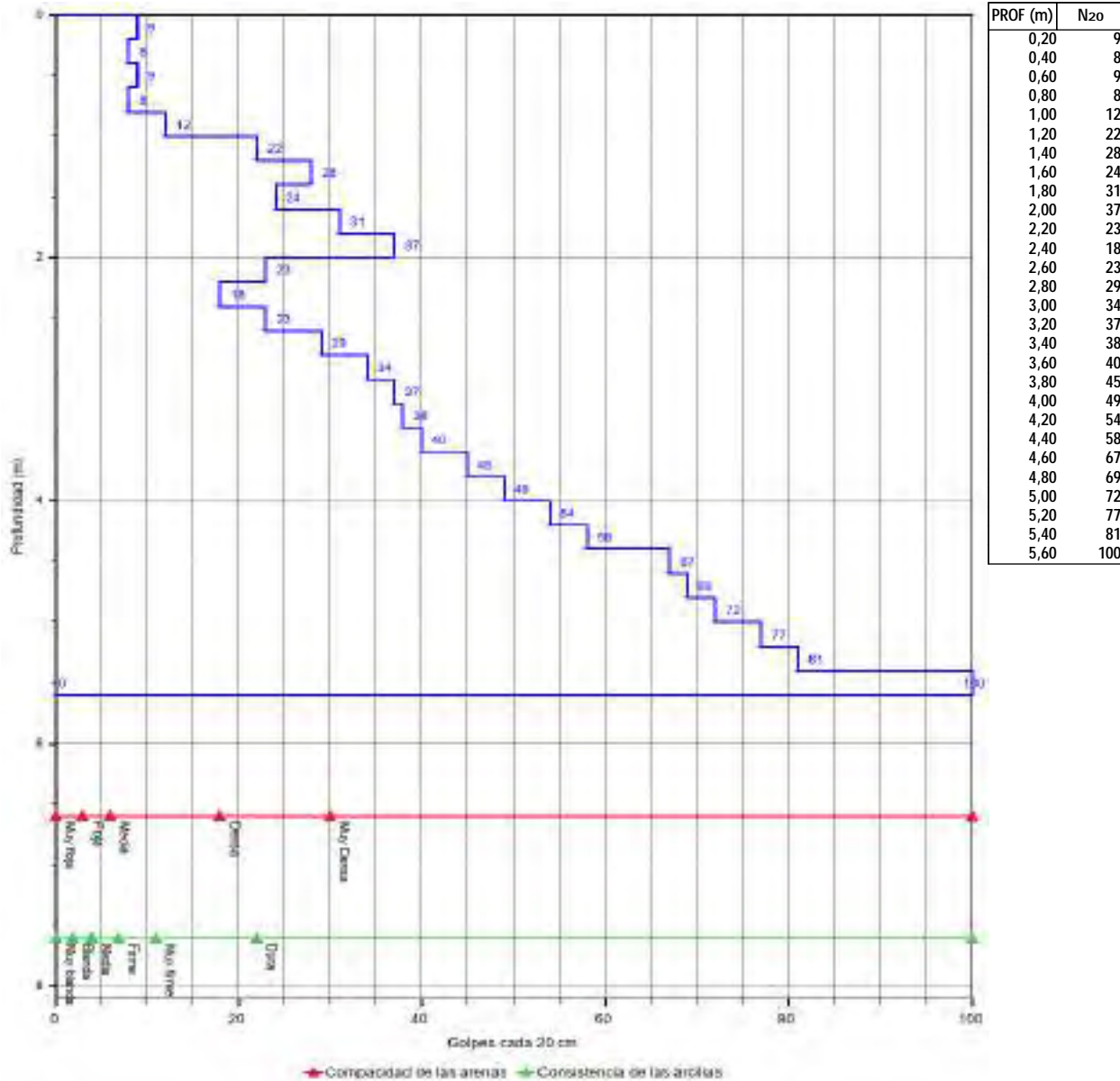
Y: 4449329.000

Fecha:

26/09/2023 a

Equipo: PENETROMETRO TECOINSA TP-05-10 D 0619025A

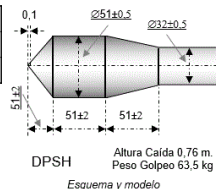
REGISTRO DE PENETRACIÓN DINÁMICA



Fdo. JOSE SERRANO CORDOBA
Director Técnico de Laboratorio
Ldo. en Geología

Fdo. LIDIA FOLGADO FERNANDEZ
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Geología

Madrid a 28/09/2023



Referencia:

P4

Expediente: **O/2307103/1/01**

Peticionario:

PLANTA DE GENERACIÓN DE BIOMETANO- CUBAS DE LA SAGRA (MADRID).

Coordenadas UTM:

X: 430479.000

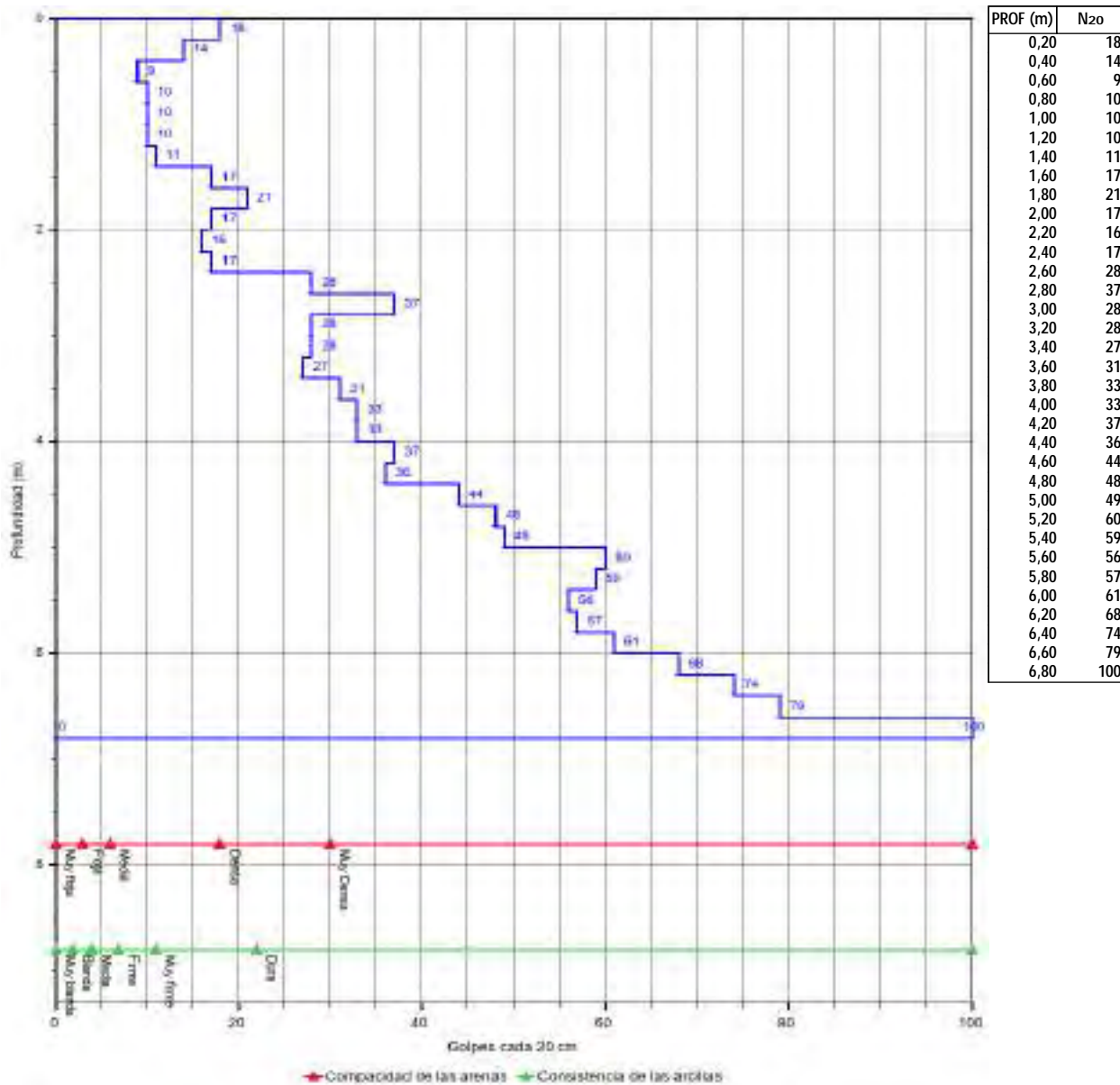
Y: 4449283.000

Fecha:

26/09/2023 a

Equipo: PENETROMETRO TECOINSA TP-05-10 D 0619025A

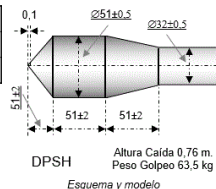
REGISTRO DE PENETRACIÓN DINÁMICA



Fdo. JOSE SERRANO CORDOBA
Director Técnico de Laboratorio
Ldo. en Geología

Fdo. LIDIA FOLGADO FERNANDEZ
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Geología

Madrid a 28/09/2023



Referencia:

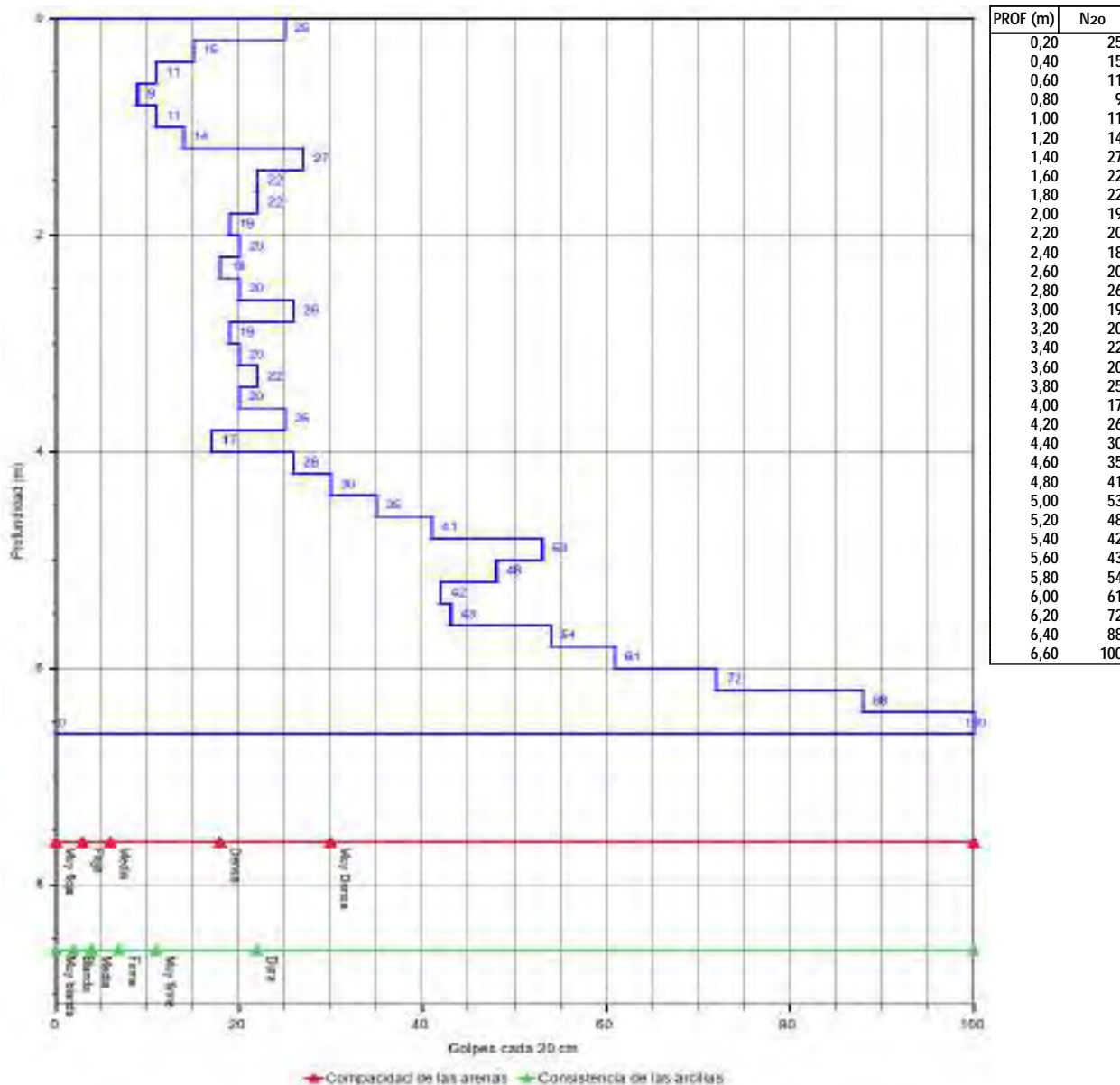
P5

Expediente: **O/2307103/1/01**

Peticionario:
Coordenadas UTM:
Fecha:

PLANTA DE GENERACIÓN DE BIOMETANO- CUBAS DE LA SAGRA (MADRID).
ACCIONA SERVICIOS URBANOS SRL
X: 430494.000 Y: 4449275.000
26/09/2023 a Equipo: PENETROMETRO TECOINSA TP-05-10 D 0619025A

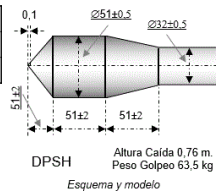
REGISTRO DE PENETRACIÓN DINÁMICA



Fdo. JOSE SERRANO CORDOBA
Director Técnico de Laboratorio
Ldo. en Geología

Fdo. LIDIA FOLGADO FERNANDEZ
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Geología

Madrid a 28/09/2023



Referencia:

P6

Expediente: **O/2307103/1/01**

Peticionario:

PLANTA DE GENERACIÓN DE BIOMETANO- CUBAS DE LA SAGRA (MADRID).

Coordenadas UTM:

X: 430473.000

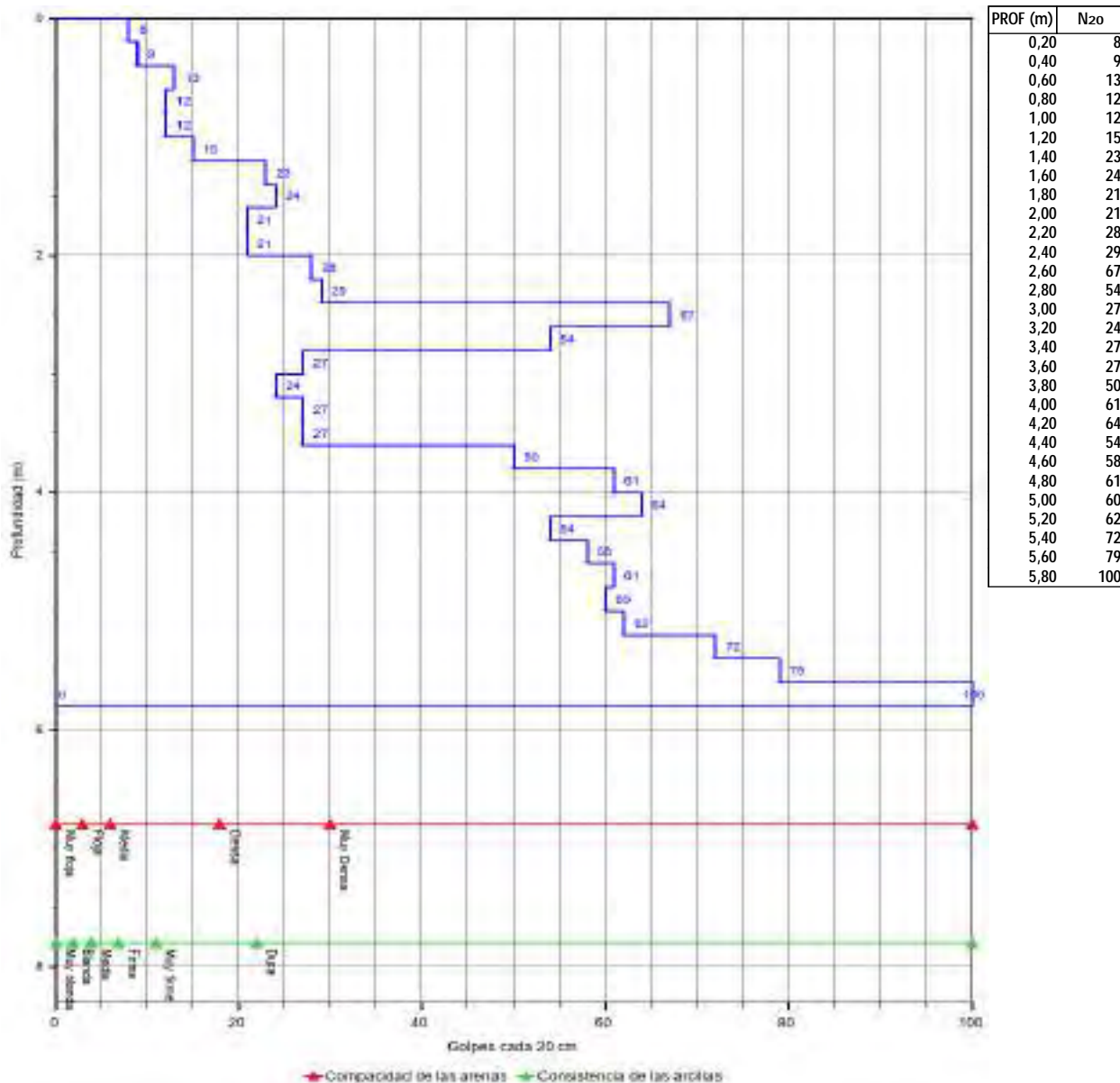
Y: 4449225.000

Fecha:

26/09/2023 a

Equipo: PENETROMETRO TECOINSA TP-05-10 D 0619025A

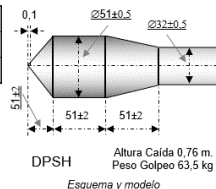
REGISTRO DE PENETRACIÓN DINÁMICA



Fdo. JOSE SERRANO CORDOBA
Director Técnico de Laboratorio
Ldo. en Geología

Fdo. LIDIA FOLGADO FERNANDEZ
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Geología

Madrid a 28/09/2023



Referencia:

P7

Expediente: **O/2307103/1/01**

Peticionario:

PLANTA DE GENERACIÓN DE BIOMETANO- CUBAS DE LA SAGRA (MADRID).

Coordenadas UTM:

X: 430405.000

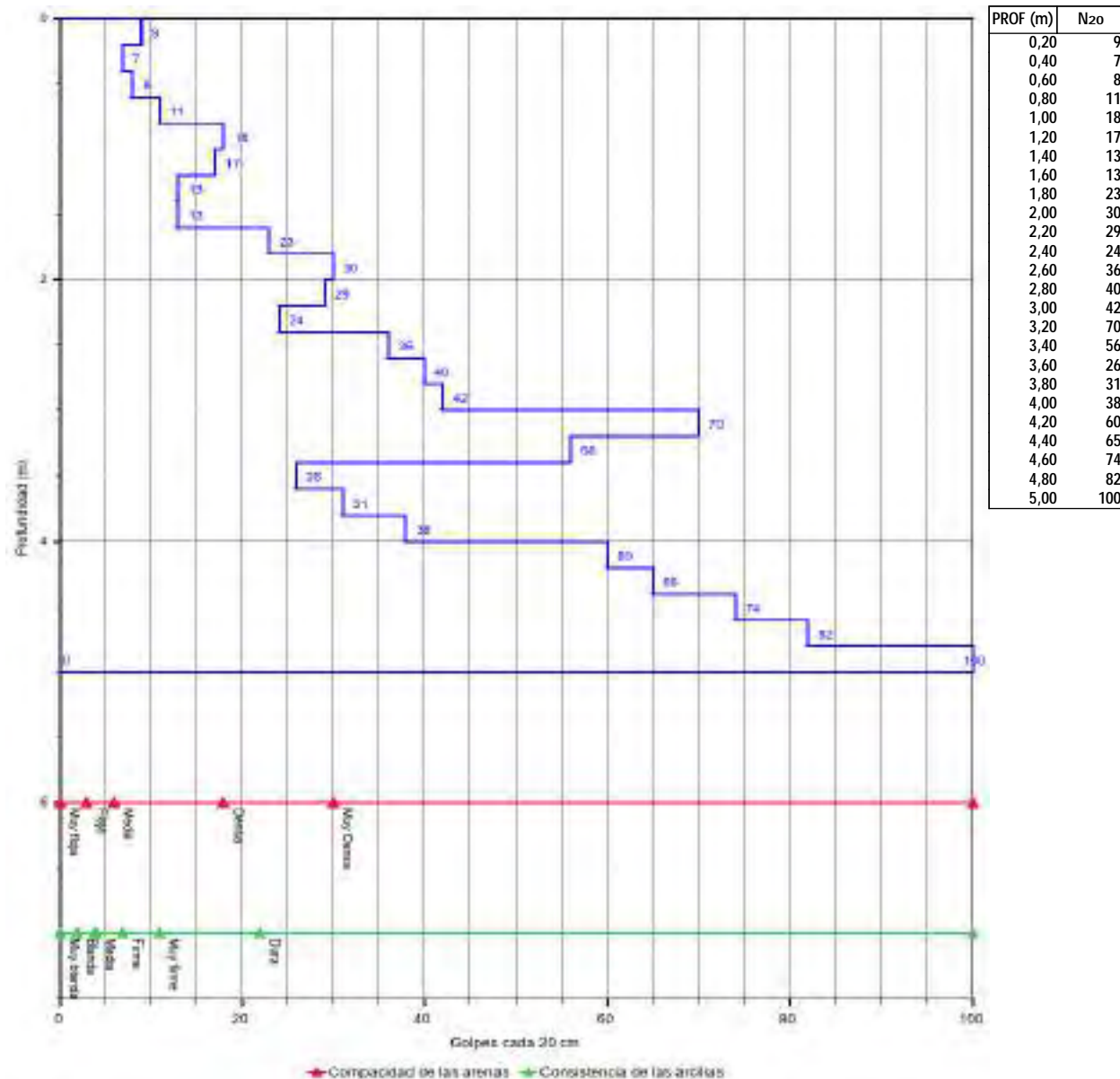
Y: 4449297.000

Fecha:

26/09/2023 a

Equipo: PENETROMETRO TECOINSA TP-05-10 D 0619025A

REGISTRO DE PENETRACIÓN DINÁMICA



Fdo. JOSE SERRANO CORDOBA
Director Técnico de Laboratorio
Ldo. en Geología

Fdo. LIDIA FOLGADO FERNANDEZ
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Geología

Madrid a 28/09/2023

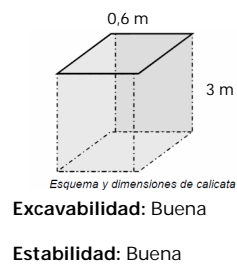
ANEJO 4.3 Registro de calicatas



PROF. (m)	ESPESOR	DESCRIPCIÓN DEL TESTIGO	NF	MUESTRAS
0.0	0.5	Suelo edáfico. Arenas de grano grueso a fino arcillosas de color marrón oscuro con vegetación hacia techo.		
0.5				
1.0	2.5	Arenas de grano medio-fino arcillosas de color marrón. Presentan fragmentos apelmazados con carbonatos de tamaño centimétrico. Presenta humedad.		MA PI. 2 PF. 2.1
1.5				
2.0				
2.5				
3.0				

COTA FINAL: 3 m

OBSERVACIONES:



MI: Muestra inalterada SPI: Ensayo de penetración estándar IP: Ensayo parafinado MA: Muestra alterada IF: Ensayo de letranc UU: Ensayo Lugeon PE: Presímetro NF: Nivel freático RECUP: Recuperación de testigo R.Q.D.: Recuperación "Rock Quality Designation" Perforación B: (Batería simple), D: (Batería dobla), T: (Batería triple), w: (corona de wida), d: (corona de diamante), p(m): Profundidad (m), D(p(m): Diámetro de perforación

Muestras: PI: Profundidad inicial (m), PF: Profundidad final (m)

Fotografías



Referencia: C-01

Expediente: O/2307103/1/01

X: 430.499

Y: 4.449.470

Z:

Fecha: 26/09/2023 a

Peticionario: ACCIONA SERVICIOS URBANOS SRL

Equipo:

PLANTA DE GENERACIÓN DE BIOMETANO- CUBAS DE LA SAGRA (MADRID).

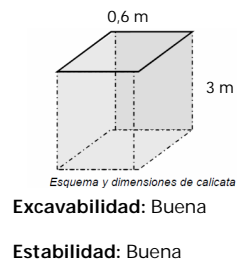




PROF. (m)	ESPESOR	DESCRIPCIÓN DEL TESTIGO	NF	MUESTRAS
0.0	0.6	Suelo edáfico. Arenas de grano grueso a fino arcillosas de color marrón oscuro con vegetación hacia techo.		
0.5				
1.0	2.4	Arenas de grano medio-fino arcillosas de color marrón. Presentan fragmentos apelmazados con carbonatos de tamaño centimétrico. Presenta humedad.		MA PI. 2.1 PF. 2.3
1.5				
2.0				
2.5				
3.0				

COTA FINAL: 3 m

OBSERVACIONES:



MI: Muestra inalterada SP: Ensayo de penetración estándar TP: Testigo perforado MA: Muestra alterada JF: Ensayo de letranc UU: Ensayo de letanc PE: Presiónmetro NF: Nivel freático RECUP: Recuperación de testigo R.O.D: Recuperación "Rock Quality Designation" Perforación B (Batería simple), D (Batería dobla), 1 (Batería triple), w (Corona de wide), d (Corona de diamante), P(m): Profundidad (m), DP(m): Diámetro de perforación. Muestras: PI: Profundidad inicial (m), PF: Profundidad final (m)

Fotografías

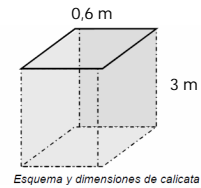


Z:

PLANTA DE GENERACIÓN DE BIOMETANO- CUBAS DE LA SAGRA (MADRID).



Página 3 de 3



Excavabilidad: Buena

Estabilidad: Buena

PROF. (m)	ESPESOR	DESCRIPCIÓN DEL TESTIGO	NF	MUESTRAS
0.0	0.4	Suelo edáfico. Arenas de grano grueso a fino arcillosas de color marrón oscuro con vegetación hacia techo.		
0.5				
1.0	2.6	Arenas de grano medio-fino arcillosas de color marrón. Presentan fragmentos apelmazados con carbonatos de tamaño centimétrico. Presenta humedad.		MA Pl. 1.7 PF. 1.9
1.5				
2.0				
2.5				
3.0				

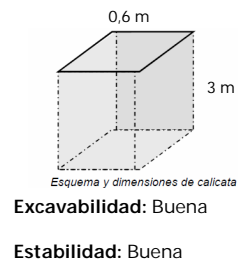
Fotografías







PROF. (m)	ESPESOR	DESCRIPCIÓN DEL TESTIGO	NF	MUESTRAS
0.0	0.3	Suelo edáfico. Arenas de grano grueso a fino arcillosas de color marrón oscuro con vegetación hacia techo.		
0.5				
1.0	2.7	Arenas de grano medio-fino arcillosas de color marrón. Presentan fragmentos apelmazados con carbonatos de tamaño centimétrico. Presenta humedad.		MA Pl. 1.9 PF. 2.1
1.5				
2.0				
2.5				
3.0				



MT: Muestra inalterada SP: Ensayo de penetración estándar TP: Testigo perforado MA: Muestra alterada LF: Ensayo de letranc LU: Ensayo de lupan PE: Presiónmetro NF: Nivel freático RECUP: Recuperación de testigo RQD: Recuperación Rock Quality Designation Perforación B: (Batería simple), D: (Batería dobla), T: (Batería triple), w: (corona de wide), d: (corona de diamante), P(m): Profundidad (m), DP(m): Diámetro de perforación

Fotografías







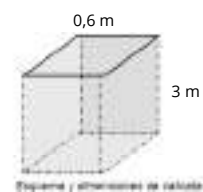
Fecha: 26/09/2023 a

Equipo:

Peticionario: ACCIONA SERVICIOS URBANOS SRL

PLANTA DE GENERACIÓN DE BIOMETANO- CUBAS DE LA SAGRA (MADRID).

PROF. (m)	ESPESOR	DESCRIPCIÓN DEL TESTIGO	NF	MUESTRAS
	<div>0.4</div> <div>2.6</div>	<p>Suelo acídico. Arenas de grano grueso a fino arcillosas de color beige con vegetación hacia techo.</p> <p>Arenas de grano grueso a fino (granodiecayente hacia la base) arcillosas de color marrón. Presentan fragmentos apelmazados con carbonales de tamaño centimétrico. Presencia humedad.</p>		<div>MS, PT, 1, 79, 10</div>



Excavabilidad: Buena

Estabilidad: Buena

[illegible]

Fotografías



Referencia: C-05

Expediente: O/2307103/1/01

X: 430.423

Y: 4.449.310

Z:

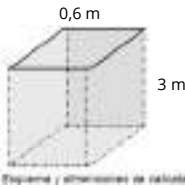
Fecha: 26/09/2023 a

Peticionario: ACCIONA SERVICIOS URBANOS SRL

Equipo:

PLANTA DE GENERACIÓN DE BIOMETANO- CUBAS DE LA SAGRA (MADRID).





Excavabilidad: Regular
Estabilidad: Buena

PROF. (m)	ESPESOR	DESCRIPCIÓN DEL TESTIGO	NF	MUESTRAS
0.0	0.3	Suelo edáfico: Arenas de grano grueso a fino arcillosas de color marrón oscuro con vegetación hacia fecho.		
0.5	2.3	Arenas de grano grueso a fino (granodrecientes hacia la base) arcillosas de color marrón. Presentan fragmentos apelmazados con carbonatos de tamaño centimétrico. Presenja humedad.	1.1	MA, F5, L2, R6, 1.8
1.0				
1.5				
2.0				
2.5				

COTA FINAL: 2,6 m

OBSERVACIONES:

MT: Muestra alterada SP: Fragmento de penetración estándar TP: Testigo perforado MM: Muestra alterada LF: Fragmento Lefranc LU: Fragmento Lugeon PE: Presiónmetro MF: Nivel fricción RF: RCP: Recuperación de testigo RQD: Recuperación "Rock Quality Designation" Perforación: B (Batería simple), D (Batería doble), T (Batería triple), w (corona de width), d (corona de diámetro), Pmp: Profundidad (m), Dppm: Diámetro de perforación, Muestras: FI: Profundidad inicial (m), FI: Profundidad final (m).

Fotografías



Referencia: C-06

Expediente: O/2307103/1/01

X: 430.431
Y: 4.449.266
Z:

Fecha: 26/09/2023 a

Peticionario: ACCIONA SERVICIOS URBANOS SRL

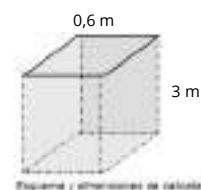
Equipo:

PLANTA DE GENERACIÓN DE BIOMETANO- CUBAS DE LA SAGRA (MADRID).





PROF. (m)	ESPESOR	DESCRIPCIÓN DEL TESTIGO	NF	MUESTRAS
0.0	0.8	Suelo estéril. Arenas de grano grueso a fino arcillosas de color marrón oscuro con vegetación hacia techo.		
0.5				
1.0	2.4	Arenas de grano medio-fino arcillosas de color marrón. Presentan fragmentos apelmazados con carbonatos de tamaño centimétrico. Presenta humedad.		BA, FS 2 PS, 2.2
1.5				
2.0				
2.5				
3.0				
3.5				



Excavabilidad: Buena

Estabilidad: Buena

MT: Muestra taladrada 5'F: Fango de perforación estándar 7M: Testigo paralizado 7M: Muestra alterada 1F: Fango lejado 1U: Fango ligero PC: Presiónero NF: Nivel Rodillo RECUP: Recuperación de testigo R.Q.D.: Recuperación "Rock Quality Designation": Perforación: B (Batería simple), D (Batería doble), I (Batería triple), w (corona de wdr), d (corona de diamante), P(ro): Profundidad (m), D(pcm): Diámetro de perforación

Fotografías



Referencia: C-07

Expediente: O/2307103/1/01

X: 430.397
Y: 4.449.207
Z:

Fecha: 26/09/2023 a

Peticionario: ACCIONA SERVICIOS URBANOS SRL

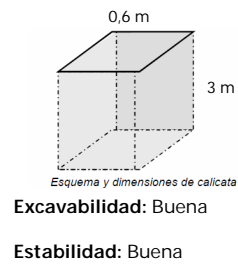
Equipo:

PLANTA DE GENERACIÓN DE BIOMETANO- CUBAS DE LA SAGRA (MADRID).





PROF. (m)	ESPESOR	DESCRIPCIÓN DEL TESTIGO	NF	MUESTRAS
0.0	0.3	Suelo edáfico. Arenas de grano grueso a fino arcillosas de color marrón oscuro con vegetación hacia techo.		
0.5				
1.0	2.7	Arenas de grano grueso a fino (granodecrecientes hacia la base) arcillosas de color marrón. Presentan fragmentos apelmazados con carbonatos de tamaño centimétrico. Presenta humedad.		MA Pl. 1.7 PF. 1.9
1.5				
2.0				
2.5				
3.0				



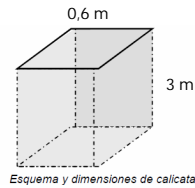
MI: Muestra inalterada SP: Ensayo de penetración estándar TP: Testigo perforado MA: Muestra alterada JF: Ensayo de letranc UU: Ensayo de lugan PE: Presiónmetro NF: Nivel freático RECUP: Recuperación de testigo R.C.D: Recuperación "Rock Quality Designation" Perforación B: (Batería simple), D: (Batería dobla), T: (Batería triple), w: (corona de wide), d: (corona de diamante), p(m): Profundidad (m), D(p(m)): Diámetro de perforación

Muestras: P1 Profundidad inicial (m), P2 Profundidad final (m)

Fotografías







Excavabilidad: Buena

Estabilidad: Buena

PROF. (m)	ESPESOR	DESCRIPCIÓN DEL TESTIGO	NF	MUESTRAS
0.0	0.8	Suelo edáfico. Arenas de grano grueso a fino arcillosas de color marrón oscuro con vegetación hacia techo.		
0.5				
1.0	2.2	Arenas de grano medio-fino arcillosas de color marrón. Presentan fragmentos apelmazados con carbonatos de tamaño centimétrico. Presenta humedad.		MA Pl. 1.9 PF. 2.1
1.5				
2.0				
2.5				
3.0				

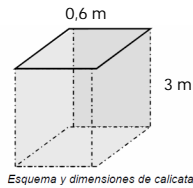
COTA FINAL: 3 m

OBSERVACIONES:

Fotografías







Excavabilidad: Buena

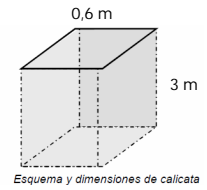
Estabilidad: Buena

PROF. (m)	ESPESOR	DESCRIPCIÓN DEL TESTIGO	NF	MUESTRAS
<div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><</div>				

Fotografías







Excavabilidad: Buena

Estabilidad: Buena

PROF. (m)	ESPESOR	DESCRIPCIÓN DEL TESTIGO	NF	MUESTRAS
0.0	0.6	Suelo edáfico. Arenas de grano grueso a fino arcillosas de color marrón oscuro con vegetación hacia techo.		
0.5				
1.0	2.4	Arenas de grano medio-fino arcillosas de color marrón. Presentan fragmentos apelmazados con carbonatos de tamaño centimétrico. Presenta humedad.		MA PI. 2 PF. 2.1
1.5				
2.0				
2.5				
3.0				

COTA FINAL: 3 m

OBSERVACIONES:

Fotografías





ANEJO 5. ACTAS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Expediente: **O/2307103/1/01**
Nº acta: 017-23/014188/1
Obra: PLANTA DE GENERACIÓN DE BIOMETANO- CUBAS DE LA SAGRA (MADRID).
Peticionario: ACCIONA SERVICIOS URBANOS SRL
Dirección: AVENIDA DE EUROPA 18 28108 ALCOBENDAS
Contratista:
Dirección técnica:

ENSAYO DE IDONEIDAD DE SUELOS

ALBARÁN: **1893846** CÓDIGO DE MUESTRA: **1201/017/2023/012744(1558443)** FECHA TOMA: **04/10/2023-15:45**

MATERIAL

TIPO:	SUELO	MODALIDAD DE MUESTREO: GEO - MUESTREO POR GEOTECNIA
DESCRIPCIÓN:	C-01 MA 2.00 - 2.10	MUESTREO POR:
PROCEDENCIA:	C-01 MA 2.00 - 2.10	LOTE LABORATORIO:
LUGAR DE TOMA:	C-01	LOTE CLIENTE:
UBICACIÓN:		

TRABAJOS REALIZADOS - De acuerdo con el programa establecido, se han realizado los siguientes ensayos.

Clasificación e índice de grupo (suelos)	ASTM D2487-17e1
Análisis granulométrico (suelos)	UNE 103101:1995
Límites de Atterberg (suelos)	UNE 103103:1994; UNE 103104:1993

RESULTADOS

Los resultados de los ensayos se presentan en las siguientes páginas.

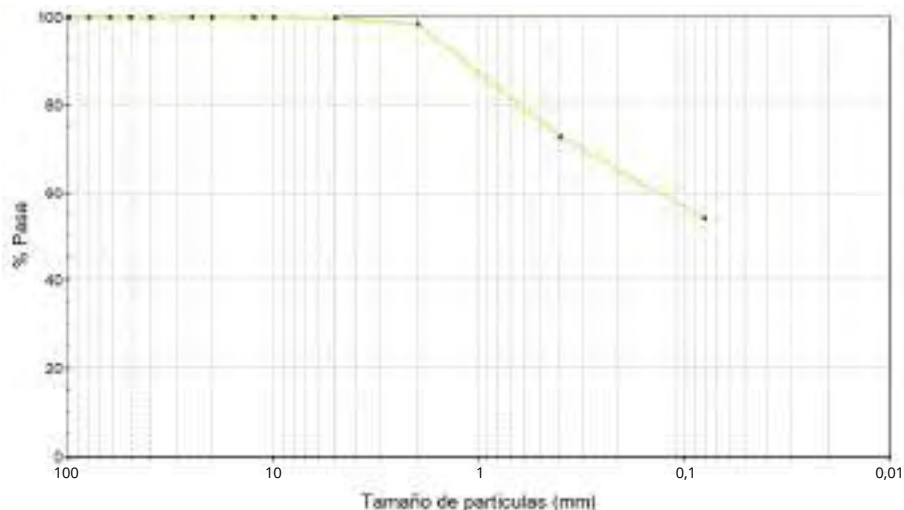
La incertidumbre de los resultados está a disposición del cliente en CEMOSA.

Expediente: **O/2307103/1/01**
Nº acta: 017-23/014188/1
Código de muestra: 1201/017/2023/012744(1558443)
Procedencia: C-01 MA 2.00 - 2.10

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

TAMIZ (mm)	% PASA
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	100,0
12,5	100,0
10	100,0
5	99,8
2	98,3
0,4	72,8
0,080	53,9

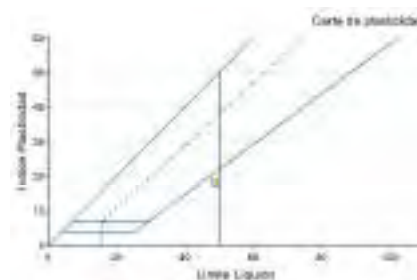


LÍMITES DE ATTERBERG

LÍMITE LÍQUIDO: **48,6** LÍMITE PLÁSTICO: **30,5** ÍNDICE DE PLASTICIDAD: **18,1**

CLASIFICACIÓN

Clasificación ASTM D 2487 (U.S.C.S.) - Símbolo y nombre de grupo: **ML - Limo de Baja Plasticidad**
Clasificación AASHTO M-145 Símbolo de grupo (IG): **A-7-5 (8)**



Fdo. JOSE SERRANO CORDOBA
Director Técnico de Laboratorio
Ldo. en Geología

Madrid a 25/10/2023

Fdo. LIDIA FOLGADO FERNANDEZ
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Geología

SERRANO CORDOBA JOSE -
30829065A

Digitally signed by SERRANO CORDOBA JOSE - 30829065A
DN: cn=SERRANO CORDOBA JOSE - 30829065A, sn=SERRANO CORDOBA,
givenName=JOSE, c=ES, serialNumber=DCE=30829065A
Reason: I attest to the accuracy and integrity of this document
Date: 2023.10.25 08:00:37 +02'00'

FOLGADO FERNANDEZ LIDIA -
08926624W

Digitally signed by FOLGADO FERNANDEZ LIDIA - 08926624W
DN: cn=FOLGADO FERNANDEZ LIDIA - 08926624W, sn=FOLGADO FERNANDEZ,
givenName=LIDIA, c=ES, serialNumber=DCE=08926624W
Reason: I attest to the accuracy and integrity of this document
Date: 2023.10.25 08:00:31 +02'00'

Expediente: **O/2307103/1/01**
Nº acta: 017-23/014201/1
Obra: PLANTA DE GENERACIÓN DE BIOMETANO- CUBAS DE LA SAGRA (MADRID).
Peticionario: ACCIONA SERVICIOS URBANOS SRL
Dirección: AVENIDA DE EUROPA 18 28108 ALCOBENDAS
Contratista:
Dirección técnica:

ENSAYO DE IDONEIDAD DE SUELOS

ALBARÁN: **1893847** CÓDIGO DE MUESTRA: **1201/017/2023/012745(1558444)** FECHA TOMA: **04/10/2023-15:45**

MATERIAL

TIPO:	SUELO	MODALIDAD DE MUESTREO: GEO - MUESTREO POR GEOTECNIA
DESCRIPCIÓN:	C-02 MA 2.10 - 2.30	MUESTREO POR:
PROCEDENCIA:	C-02 MA 2.10 - 2.30	LOTE LABORATORIO:
LUGAR DE TOMA:	C-02	LOTE CLIENTE:
UBICACIÓN:		

TRABAJOS REALIZADOS - De acuerdo con el programa establecido, se han realizado los siguientes ensayos.

Contenido materia orgánica (permanganato potásico) (suelos)	UNE 103204:1993; UNE 103204 ERR:1993
Índice C.B.R. - con compactación Próctor Modificado (sin incluirlo) (suelos)	UNE 103502:1995
Determinación del contenido en sales solubles (suelos)	NLT 114:1999
Análisis granulométrico (suelos)	UNE 103101:1995
Hinchamiento libre en edómetro (suelos)	UNE 103601:1996
Contenido de yesos (suelos)	NLT 115:1999
Clasificación e índice de grupo (suelos)	ASTM D2487-17e1
Límites de Atterberg (suelos)	UNE 103103:1994; UNE 103104:1993
Apisonado por método Próctor Modificado (suelos)	UNE 103501:1994
Ensayo de colapso (suelos)	NLT 254:1999

RESULTADOS

Los resultados de los ensayos se presentan en las siguientes páginas.

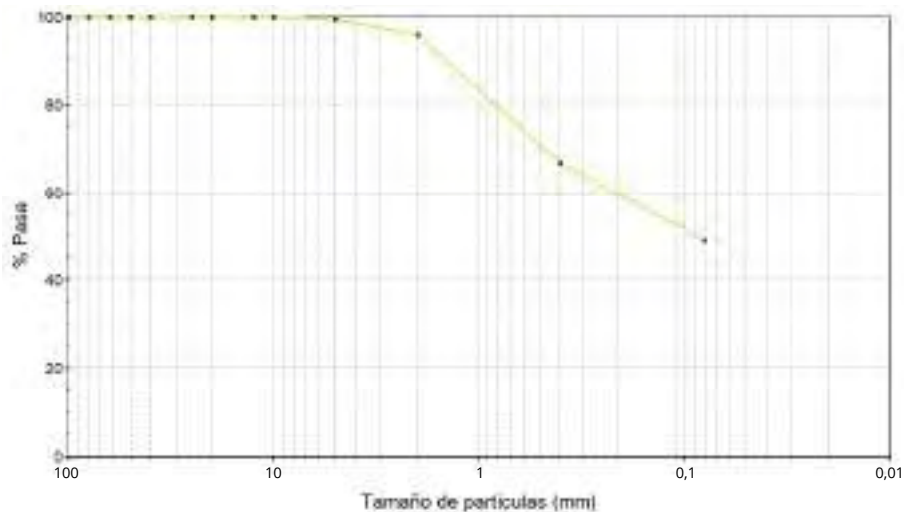
La incertidumbre de los resultados está a disposición del cliente en CEMOSA.

Expediente: **O/2307103/1/01**
Nº acta: 017-23/014201/1
Código de muestra: 1201/017/2023/012745(1558444)
Procedencia: C-02 MA 2.10 - 2.30

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

TAMIZ (mm)	% PASA
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	100,0
12,5	100,0
10	99,9
5	99,4
2	95,8
0,4	66,7
0,080	49,0

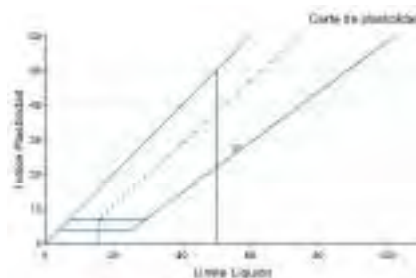


LÍMITES DE ATTERBERG

LÍMITE LÍQUIDO: **55,8** LÍMITE PLÁSTICO: **28,3** ÍNDICE DE PLASTICIDAD: **27,5**

CLASIFICACIÓN

Clasificación ASTM D 2487 (U.S.C.S.) - Símbolo y nombre de grupo: **SC - Arena Arcillosa**
Clasificación AASHTO M-145 Símbolo de grupo (IG): **A-7-6 (10)**



ANÁLISIS QUÍMICO

SULFATO (% SO ₃):	-	SALES SOLUBLES (g/100g suelo):	1,08
MATERIA ORGÁNICA (%):	0,24	YESOS (%):	NO CONTIENEN
CARBONATOS (% CaCO ₃):	-		

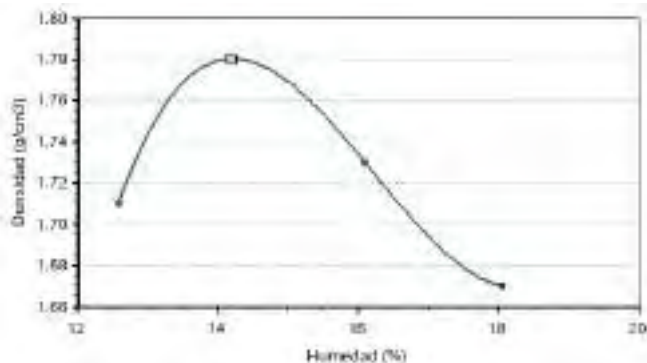
Expediente: **O/2307103/1/01**
Nº acta: 017-23/014201/1
Código de muestra: 1201/017/2023/012745(1558444)
Procedencia: C-02 MA 2.10 - 2.30

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO)

DATOS DEL MOLDE

VOLUMEN DEL MOLDE (cm³):	2320
MAZA (kg):	4,535
ALTURA DE CAÍDA (mm):	457
Nº DE CAPAS:	5
Nº DE GOLPES POR CAPA:	60



MATERIAL GRUESO

CANTIDAD (%):	-
DENSIDAD (g/cm³):	-

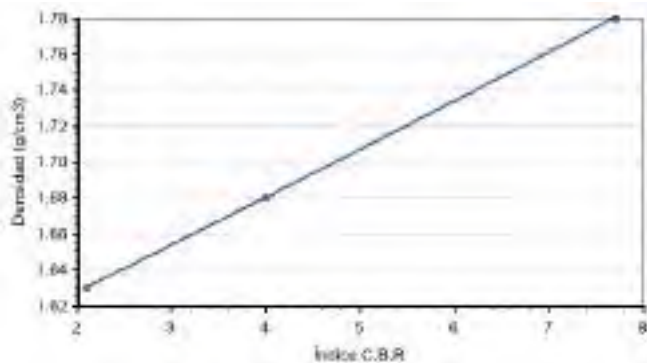
RESULTADOS			
PUNTO Nº	% AGUA AÑADIDA	DENSIDAD (g/cm³)	HUMEDAD (%)
1	0	1,71	12,6
2	2	1,78	14,2
3	4	1,73	16,1
4	6	1,67	18,1

DENSIDAD MÁXIMA (g/cm³):	1,78
HUMEDAD ÓPTIMA (%):	14,2
DENSIDAD CORREGIDA (g/cm³):	1,78
HUMEDAD CORREGIDA (%):	14,2

ÍNDICE C.B.R (PROCTOR MODIFICADO)

DATOS DE LA MUESTRA

MATERIAL:	SUELO
TIPO DE MUESTRA:	COMPACTADA
TIPO PROCTOR:	MODIFICADO
DENSIDAD MÁXIMA (g/cm³):	1,78
HUMEDAD ÓPTIMA (%):	14,2



DATOS DEL ENSAYO

SOBRECARGA UTILIZADA (kg):	13,6
SUSTITUCIÓN DE MATERIAL:	NO
MATERIAL RETENIDO TAMIZ 20 mm:	-
TIPO DE C.B.R:	INMERSIÓN + PENETRACIÓN

DENSIDADES	C.B.R
DENSIDAD MÁXIMA (g/cm³):	1,78
98% DENSIDAD MÁXIMA (g/cm³):	1,74
97% DENSIDAD MÁXIMA (g/cm³):	1,73
95% DENSIDAD MÁXIMA (g/cm³):	1,69

PUNTO Nº	HUMEDAD ANTES INMERSIÓN (%)	HUMEDAD DESPUÉS INMERSIÓN (%)	ENERGÍA COMPACTACIÓN (%)	HINCHAMIENTO (%)	DENSIDAD (g/cm³)	ÍNDICE C.B.R
1	14,2	19,0	100	3,65	1,78	7,7
2	14,3	19,1	50	3,61	1,68	4,0
3	14,3	19,0	25	3,58	1,63	2,1

Expediente: **O/2307103/1/01**
Nº acta: 017-23/014201/1
Código de muestra: 1201/017/2023/012745(1558444)
Procedencia: C-02 MA 2.10 - 2.30

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

HINCHAMIENTO LIBRE DE UN SUELO EN EDÓMETRO

DATOS DE LA CÉLULA

ALTURA (mm):	20,00
ÁREA (cm²):	19,63
VOLUMEN (cm³):	39,26

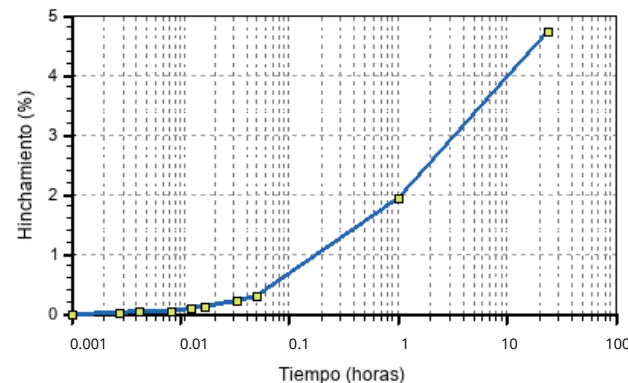
DATOS DE LA MUESTRA

DENSIDAD HÚMEDA (g/cm³):	1,97
DENSIDAD SECA (g/cm³):	1,69
HUMEDAD INICIAL (%):	16,5
HUMEDAD FINAL (%):	24,2

PRESIÓN VERTICAL (kPa): **10**

TIEMPO	LECTURA (mm)	HINCHAMIENTO (%)
0 S	4,99	0,00
10 S	4,99	0,01
15 S	4,99	0,03
30 S	5,00	0,05
45 S	5,00	0,08
1 MI	5,01	0,11
2 MI	5,03	0,21
3 MI	5,05	0,30
1 HR	5,37	1,94
24 HR	5,93	4,73

HINCHAMIENTO LIBRE (%): **4,7**



COLAPSO EN SUELOS

DATOS DE LA CÉLULA

ALTURA (mm):	20,00
AREA (cm²):	19,63
VOLUMEN (cm³):	39,26

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE PROBETA:	Remoldeada
DENSIDAD HÚMEDA (g/cm³):	1,97
DENSIDAD SECA (g/cm³):	1,70
HUMEDAD INICIAL (%):	16,42
HUMEDAD FINAL (%):	20,14

PRESIÓN VERTICAL:		
PRESIÓN (kg/cm²)	LECTURA (µm)	ASIENTO (mm) ⁽¹⁾
PROCESO DE CARGA SIN INUNDAR		
0,05	5.000	0,00
0,10	4.987	0,05
0,20	4.976	0,10
0,50	4.944	0,22
1,00	4.933	0,27
2,00	4.851	0,60
CARGA INUNDADA EN EQUILIBRIO		
2,00	4.585	1,66

(1) El signo negativo indica aumento volumen de la probeta.

ÍNDICE DE COLAPSO, I (%): **1,3** POTENCIAL PORCENTUAL DE COLAPSO, Ic (%): **1,3**

Fdo. JOSE SERRANO CORDOBA
Director Técnico de Laboratorio
Ldo. en Geología

Madrid a 25/10/2023

Fdo. LIDIA FOLGADO FERNANDEZ
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Geología

SERRANO CORDOBA JOSE -
30829065A

Digitally signed by SERRANO CORDOBA JOSE - 30829065A
DN: cn=SERRANO CORDOBA JOSE - 30829065A, sn=SERRANO CORDOBA,
givenName=JOSE, c=ES, serialNumber=IDCES-30829065A
Reason: I attest to the accuracy and integrity of this document
Date: 2023.10.25 08:01:11 +02'00'

FOLGADO FERNANDEZ LIDIA -
08926624W

Digitally signed by FOLGADO FERNANDEZ LIDIA - 08926624W
DN: cn=FOLGADO FERNANDEZ LIDIA - 08926624W, sn=FOLGADO FERNANDEZ,
givenName=LIDIA, c=ES, serialNumber=IDCES-08926624W
Reason: I attest to the accuracy and integrity of this document
Date: 2023.10.25 08:01:04 +02'00'

Expediente: **O/2307103/1/01**
Nº acta: 017-23/014189/1
Obra: PLANTA DE GENERACIÓN DE BIOMETANO- CUBAS DE LA SAGRA (MADRID).
Peticionario: ACCIONA SERVICIOS URBANOS SRL
Dirección: AVENIDA DE EUROPA 18 28108 ALCOBENDAS
Contratista:
Dirección técnica:

ENSAYO DE IDONEIDAD DE SUELOS

ALBARÁN: **1893848** CÓDIGO DE MUESTRA: **1201/017/2023/012746(1558445)** FECHA TOMA: **04/10/2023-15:45**

MATERIAL

TIPO:	SUELO	MODALIDAD DE MUESTREO: GEO - MUESTREO POR GEOTECNIA
DESCRIPCIÓN:	C-03 MA 1.70 - 1.90	MUESTREO POR:
PROCEDENCIA:	C-03 MA 1.70 - 1.90	LOTE LABORATORIO:
LUGAR DE TOMA:	C-03	LOTE CLIENTE:
UBICACIÓN:		

TRABAJOS REALIZADOS - De acuerdo con el programa establecido, se han realizado los siguientes ensayos.

Clasificación e índice de grupo (suelos)	ASTM D2487-17e1
Análisis granulométrico (suelos)	UNE 103101:1995
Límites de Atterberg (suelos)	UNE 103103:1994; UNE 103104:1993

RESULTADOS

Los resultados de los ensayos se presentan en las siguientes páginas.

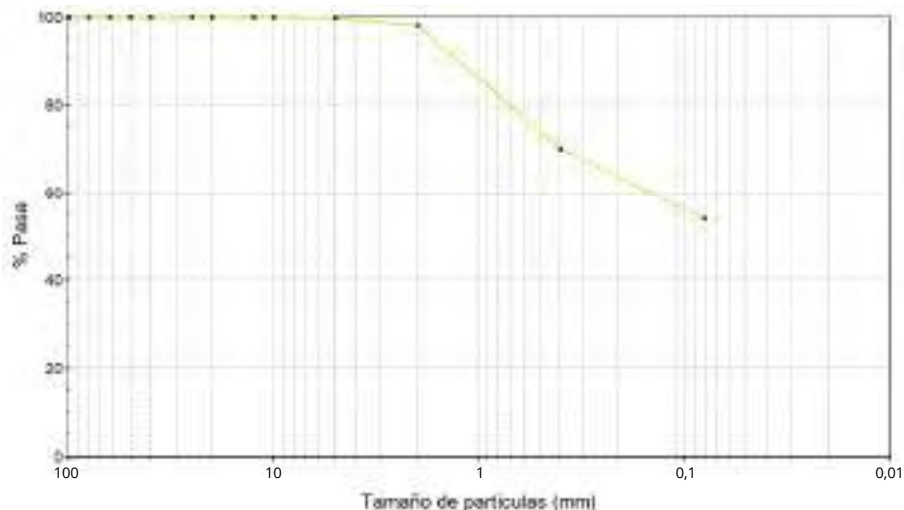
La incertidumbre de los resultados está a disposición del cliente en CEMOSA.

Expediente: **O/2307103/1/01**
Nº acta: 017-23/014189/1
Código de muestra: 1201/017/2023/012746(1558445)
Procedencia: C-03 MA 1.70 - 1.90

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

TAMIZ (mm)	% PASA
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	100,0
12,5	100,0
10	100,0
5	99,7
2	97,9
0,4	70,0
0,080	53,9

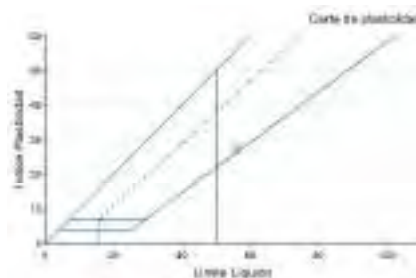


LÍMITES DE ATTERBERG

LÍMITE LÍQUIDO: **55,9** LÍMITE PLÁSTICO: **28,7** ÍNDICE DE PLASTICIDAD: **27,1**

CLASIFICACIÓN

Clasificación ASTM D 2487 (U.S.C.S.) - Símbolo y nombre de grupo: **CH - Arcilla de Alta Plasticidad**
Clasificación AASHTO M-145 Símbolo de grupo (IG): **A-7-6 (12)**



Fdo. JOSE SERRANO CORDOBA
Director Técnico de Laboratorio
Ldo. en Geología

Madrid a 25/10/2023

Fdo. LIDIA FOLGADO FERNANDEZ
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Geología

SERRANO CORDOBA JOSE -
30829065A

Digitally signed by SERRANO CORDOBA JOSE - 30829065A
DN: cn=SERRANO CORDOBA JOSE - 30829065A, sn=SERRANO CORDOBA,
givenName=JOSE, c=ES, serialNumber=DCEES-30829065A
Reason: I attest to the accuracy and integrity of this document
Date: 2023.10.25 08:13:12 +02'00'

FOLGADO FERNANDEZ LIDIA -
08926624W

Digitally signed by FOLGADO FERNANDEZ LIDIA - 08926624W
DN: cn=FOLGADO FERNANDEZ LIDIA - 08926624W, sn=FOLGADO FERNANDEZ,
givenName=LIDIA, c=ES, serialNumber=DCEES-08926624W
Reason: I attest to the accuracy and integrity of this document
Date: 2023.10.25 08:13:08 +02'00'

Expediente: **O/2307103/1/01**
Nº acta: 017-23/014197/1
Obra: PLANTA DE GENERACIÓN DE BIOMETANO- CUBAS DE LA SAGRA (MADRID).
Peticionario: ACCIONA SERVICIOS URBANOS SRL
Dirección: AVENIDA DE EUROPA 18 28108 ALCOBENDAS
Contratista:
Dirección técnica:

ENSAYO DE IDONEIDAD DE SUELOS

ALBARÁN: **1893849** CÓDIGO DE MUESTRA: **1201/017/2023/012747(1558446)** FECHA TOMA: **04/10/2023-15:45**

MATERIAL

TIPO:	SUELO	MODALIDAD DE MUESTREO: GEO - MUESTREO POR GEOTECNIA
DESCRIPCIÓN:	C-04 MA 1.90 - 2.10	MUESTREO POR:
PROCEDENCIA:	C-04 MA 1.90 - 2.10	LOTE LABORATORIO:
LUGAR DE TOMA:	C-04	LOTE CLIENTE:
UBICACIÓN:		

TRABAJOS REALIZADOS - De acuerdo con el programa establecido, se han realizado los siguientes ensayos.

Contenido materia orgánica (permanganato potásico) (suelos)	UNE 103204:1993; UNE 103204 ERR:1993
Índice C.B.R. - con compactación Próctor Modificado (sin incluirlo) (suelos)	UNE 103502:1995
Determinación del contenido en sales solubles (suelos)	NLT 114:1999
Análisis granulométrico (suelos)	UNE 103101:1995
Hinchamiento libre en edómetro (suelos)	UNE 103601:1996
Contenido de yesos (suelos)	NLT 115:1999
Clasificación e índice de grupo (suelos)	ASTM D2487-17e1
Límites de Atterberg (suelos)	UNE 103103:1994; UNE 103104:1993
Apisonado por método Próctor Modificado (suelos)	UNE 103501:1994
Ensayo de colapso (suelos)	NLT 254:1999

RESULTADOS

Los resultados de los ensayos se presentan en las siguientes páginas.

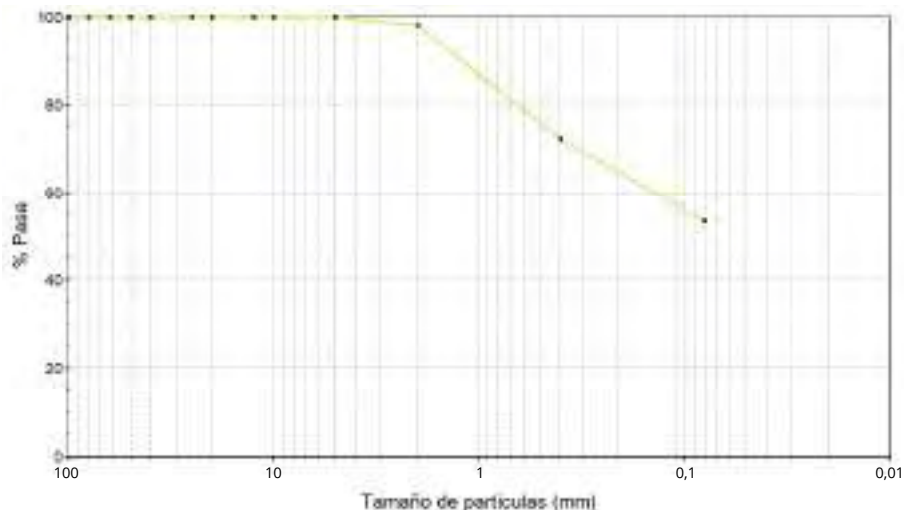
La incertidumbre de los resultados está a disposición del cliente en CEMOSA.

Expediente: **O/2307103/1/01**
Nº acta: 017-23/014197/1
Código de muestra: 1201/017/2023/012747(1558446)
Procedencia: C-04 MA 1.90 - 2.10

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

TAMIZ (mm)	% PASA
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	100,0
12,5	100,0
10	100,0
5	99,9
2	97,9
0,4	72,2
0,080	53,4

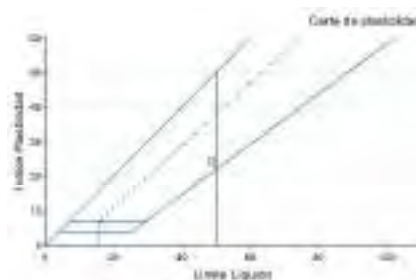


LÍMITES DE ATTERBERG

LÍMITE LÍQUIDO: **48,7** LÍMITE PLÁSTICO: **24,5** ÍNDICE DE PLASTICIDAD: **24,2**

CLASIFICACIÓN

Clasificación ASTM D 2487 (U.S.C.S.) - Símbolo y nombre de grupo: **CL - Arcilla de Baja Plasticidad**
Clasificación AASHTO M-145 Símbolo de grupo (IG): **A-7-6 (10)**



ANÁLISIS QUÍMICO

SULFATO (% SO ₃):	-	SALES SOLUBLES (g/100g suelo):	1,08
MATERIA ORGÁNICA (%):	0,24	YESOS (%):	NO CONTIENEN
CARBONATOS (% CaCO ₃):	-		

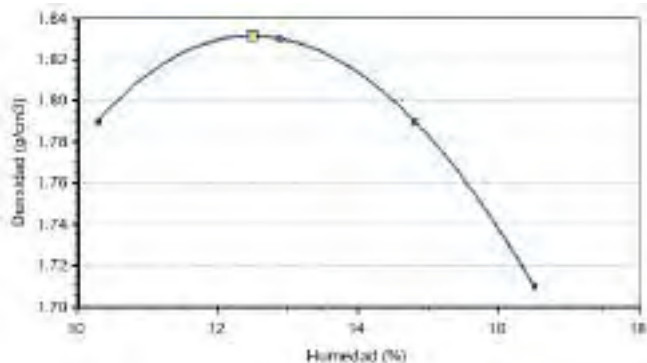
Expediente: **O/2307103/1/01**
Nº acta: 017-23/014197/1
Código de muestra: 1201/017/2023/012747(1558446)
Procedencia: C-04 MA 1.90 - 2.10

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO)

DATOS DEL MOLDE

VOLUMEN DEL MOLDE (cm³): **2320**
MAZA (kg): **4,535**
ALTURA DE CAÍDA (mm): **457**
Nº DE CAPAS: **5**
Nº DE GOLPES POR CAPA: **60**



MATERIAL GRUESO

CANTIDAD (%): -
DENSIDAD (g/cm³): -

RESULTADOS			
PUNTO Nº	% AGUA AÑADIDA	DENSIDAD (g/cm³)	HUMEDAD (%)
1	-2	1,79	10,3
2	0	1,83	12,9
3	2	1,79	14,8
4	4	1,71	16,5

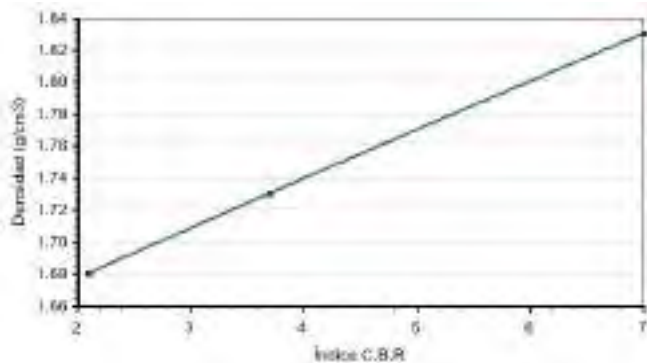
DENSIDAD MÁXIMA (g/cm³): **1,83**
HUMEDAD ÓPTIMA (%): **12,5**
DENSIDAD CORREGIDA (g/cm³): **1,83**
HUMEDAD CORREGIDA (%): **12,5**

ÍNDICE C.B.R (PROCTOR MODIFICADO)

DATOS DE LA MUESTRA

MATERIAL: **SUELO**
TIPO DE MUESTRA: **COMPACTADA**

TIPO PROCTOR: **MODIFICADO**
DENSIDAD MÁXIMA (g/cm³): **1,83**
HUMEDAD ÓPTIMA (%): **12,5**



DATOS DEL ENSAYO

SOBRECARGA UTILIZADA (kg): **13,6**
SUSTITUCIÓN DE MATERIAL: **NO**
MATERIAL RETENIDO TAMIZ 20 mm: -
TIPO DE C.B.R: **INMERSIÓN + PENETRACIÓN**

DENSIDADES

DENSIDAD MÁXIMA (g/cm³): **1,83**
98% DENSIDAD MÁXIMA (g/cm³): **1,79**
97% DENSIDAD MÁXIMA (g/cm³): **1,78**
95% DENSIDAD MÁXIMA (g/cm³): **1,74**

C.B.R

7,00
5,66
5,33
4,02

PUNTO Nº	HUMEDAD ANTES INMERSIÓN (%)	HUMEDAD DESPUÉS INMERSIÓN (%)	ENERGÍA COMPACTACIÓN (%)	HINCHAMIENTO (%)	DENSIDAD (g/cm³)	ÍNDICE C.B.R
1	12,5	19,4	100	3,03	1,83	7,0
2	12,5	19,4	50	2,99	1,73	3,7
3	12,6	19,5	25	2,96	1,68	2,1

Expediente: **O/2307103/1/01**
Nº acta: 017-23/014197/1
Código de muestra: 1201/017/2023/012747(1558446)
Procedencia: C-04 MA 1.90 - 2.10

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

HINCHAMIENTO LIBRE DE UN SUELO EN EDÓMETRO

DATOS DE LA CÉLULA

ALTURA (mm):	20,00
ÁREA (cm²):	19,63
VOLUMEN (cm³):	39,26

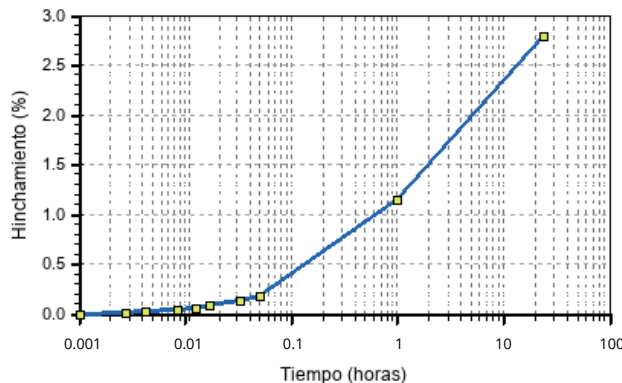
DATOS DE LA MUESTRA

DENSIDAD HÚMEDA (g/cm³):	1,98
DENSIDAD SECA (g/cm³):	1,71
HUMEDAD INICIAL (%):	15,7
HUMEDAD FINAL (%):	21,8

PRESIÓN VERTICAL (kPa): 10

TIEMPO	LECTURA (mm)	HINCHAMIENTO (%)
0 S	4,98	0,00
10 S	4,99	0,01
15 S	4,99	0,02
30 S	4,99	0,04
45 S	5,00	0,06
1 MI	5,00	0,08
2 MI	5,01	0,13
3 MI	5,02	0,18
1 HR	5,21	1,14
24 HR	5,54	2,80

HINCHAMIENTO LIBRE (%): 2,8



COLAPSO EN SUELOS

DATOS DE LA CÉLULA

ALTURA (mm):	20,00
AREA (cm²):	19,63
VOLUMEN (cm³):	39,26

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE PROBETA:	Remoldeada
DENSIDAD HÚMEDA (g/cm³):	1,95
DENSIDAD SECA (g/cm³):	1,71
HUMEDAD INICIAL (%):	13,88
HUMEDAD FINAL (%):	19,29

ÍNDICE DE COLAPSO, I (%): 2,1 POTENCIAL PORCENTUAL DE COLAPSO, Ic (%): 2,0

PRESIÓN VERTICAL:		
PRESIÓN (kg/cm²)	LECTURA (µm)	ASIENTO (mm) ⁽¹⁾
PROCESO DE CARGA SIN INUNDAR		
0,05	5.000	0,00
0,10	4.975	0,10
0,20	4.965	0,14
0,50	4.930	0,28
1,00	4.865	0,54
2,00	4.796	0,82
CARGA INUNDADA EN EQUILIBRIO		
2,00	4.386	2,46

(1) El signo negativo indica aumento volumen de la probeta.

Fdo. JOSE SERRANO CORDOBA
Director Técnico de Laboratorio
Ldo. en Geología

Madrid a 25/10/2023

Fdo. LIDIA FOLGADO FERNANDEZ
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Geología

SERRANO CORDOBA JOSE -
30829065A

Digitally signed by SERRANO CORDOBA JOSE - 30829065A
DN: cn=SERRANO CORDOBA JOSE - 30829065A, sn=SERRANO CORDOBA,
givenName=JOSE, c=ES, serialNumber=IDCES-30829065A
Reason: I attest to the accuracy and integrity of this document
Date: 2023.10.25 08:14:42 +02'00'

FOLGADO FERNANDEZ LIDIA -
08926624W

Digitally signed by FOLGADO FERNANDEZ LIDIA - 08926624W
DN: cn=FOLGADO FERNANDEZ LIDIA - 08926624W, sn=FOLGADO FERNANDEZ,
givenName=LIDIA, c=ES, serialNumber=IDCES-08926624W
Reason: I attest to the accuracy and integrity of this document
Date: 2023.10.25 08:14:35 +02'00'

Expediente: **O/2307103/1/01**
Nº acta: 017-23/014190/1
Obra: PLANTA DE GENERACIÓN DE BIOMETANO- CUBAS DE LA SAGRA (MADRID).
Peticionario: ACCIONA SERVICIOS URBANOS SRL
Dirección: AVENIDA DE EUROPA 18 28108 ALCOBENDAS
Contratista:
Dirección técnica:

ENSAYO DE IDONEIDAD DE SUELOS

ALBARÁN: **1893900** CÓDIGO DE MUESTRA: **1201/017/2023/012748(1558447)** FECHA TOMA: **04/10/2023-15:45**

MATERIAL

TIPO:	SUELO	MODALIDAD DE MUESTREO: GEO - MUESTREO POR GEOTECNIA
DESCRIPCIÓN:	C-05 MA 1.70 - 1.90	MUESTREO POR:
PROCEDENCIA:	C-05 MA 1.70 - 1.90	LOTE LABORATORIO:
LUGAR DE TOMA:	C-05	LOTE CLIENTE:
UBICACIÓN:		

TRABAJOS REALIZADOS - De acuerdo con el programa establecido, se han realizado los siguientes ensayos.

Clasificación e índice de grupo (suelos)	ASTM D2487-17e1
Análisis granulométrico (suelos)	UNE 103101:1995
Límites de Atterberg (suelos)	UNE 103103:1994; UNE 103104:1993

RESULTADOS

Los resultados de los ensayos se presentan en las siguientes páginas.

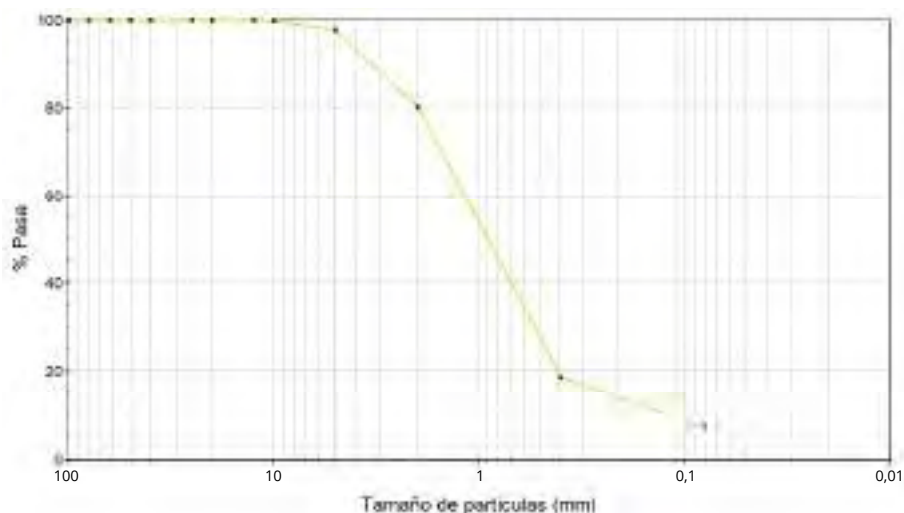
La incertidumbre de los resultados está a disposición del cliente en CEMOSA.

Expediente: **O/2307103/1/01**
Nº acta: 017-23/014190/1
Código de muestra: 1201/017/2023/012748(1558447)
Procedencia: C-05 MA 1.70 - 1.90

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

TAMIZ (mm)	% PASA
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	100,0
12,5	100,0
10	99,8
5	97,7
2	80,1
0,4	18,6
0,080	7,2

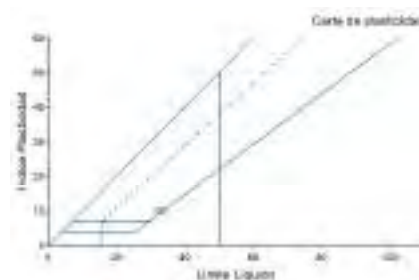


LÍMITES DE ATTERBERG

LÍMITE LÍQUIDO: **32,8** LÍMITE PLÁSTICO: **22,7** ÍNDICE DE PLASTICIDAD: **10,0**

CLASIFICACIÓN

Clasificación ASTM D 2487 (U.S.C.S.) - Símbolo y nombre de grupo: **SP-SC - Arena Arcillosa Mal Graduada**
Clasificación AASHTO M-145 Símbolo de grupo (IG): **A-2-6 (0)**



Fdo. JOSE SERRANO CORDOBA
Director Técnico de Laboratorio
Ldo. en Geología

Madrid a 25/10/2023

Fdo. LIDIA FOLGADO FERNANDEZ
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Geología

SERRANO CORDOBA JOSE -
30829065A

Digitally signed by SERRANO CORDOBA JOSE - 30829065A
DN: cn=SERRANO CORDOBA JOSE - 30829065A, sn=SERRANO CORDOBA,
givenName=JOSE, c=ES, serialNumber=DCEES-30829065A
Reason: I attest to the accuracy and integrity of this document
Date: 2023.10.25 08:17:29 +02'00'

FOLGADO FERNANDEZ LIDIA -
08926624W

Digitally signed by FOLGADO FERNANDEZ LIDIA - 08926624W
DN: cn=FOLGADO FERNANDEZ LIDIA - 08926624W, sn=FOLGADO FERNANDEZ,
givenName=LIDIA, c=ES, serialNumber=DCEES-08926624W
Reason: I attest to the accuracy and integrity of this document
Date: 2023.10.25 08:17:23 +02'00'

Expediente: **O/2307103/1/01**
Nº acta: 017-23/014206/1
Obra: PLANTA DE GENERACIÓN DE BIOMETANO- CUBAS DE LA SAGRA (MADRID).
Peticionario: ACCIONA SERVICIOS URBANOS SRL
Dirección: AVENIDA DE EUROPA 18 28108 ALCOBENDAS
Contratista:
Dirección técnica:

ENSAYO DE IDONEIDAD DE SUELOS

ALBARÁN: **1893901** CÓDIGO DE MUESTRA: **1201/017/2023/012749(1558448)** FECHA TOMA: **04/10/2023-15:45**

MATERIAL

TIPO:	SUELO	MODALIDAD DE MUESTREO: GEO - MUESTREO POR GEOTECNIA
DESCRIPCIÓN:	C-06 MA 1.70 - 1.90	MUESTREO POR:
PROCEDENCIA:	C-06 MA 1.70 - 1.90	LOTE LABORATORIO:
LUGAR DE TOMA:	C-06	LOTE CLIENTE:
UBICACIÓN:		

TRABAJOS REALIZADOS - De acuerdo con el programa establecido, se han realizado los siguientes ensayos.

Contenido materia orgánica (permanganato potásico) (suelos)	UNE 103204:1993; UNE 103204 ERR:1993
Índice C.B.R. - con compactación Próctor Modificado (sin incluirlo) (suelos)	UNE 103502:1995
Determinación del contenido en sales solubles (suelos)	NLT 114:1999
Análisis granulométrico (suelos)	UNE 103101:1995
Hinchamiento libre en edómetro (suelos)	UNE 103601:1996
Contenido de yesos (suelos)	NLT 115:1999
Clasificación e índice de grupo (suelos)	ASTM D2487-17e1
Límites de Atterberg (suelos)	UNE 103103:1994; UNE 103104:1993
Apisonado por método Próctor Modificado (suelos)	UNE 103501:1994
Ensayo de colapso (suelos)	NLT 254:1999

RESULTADOS

Los resultados de los ensayos se presentan en las siguientes páginas.

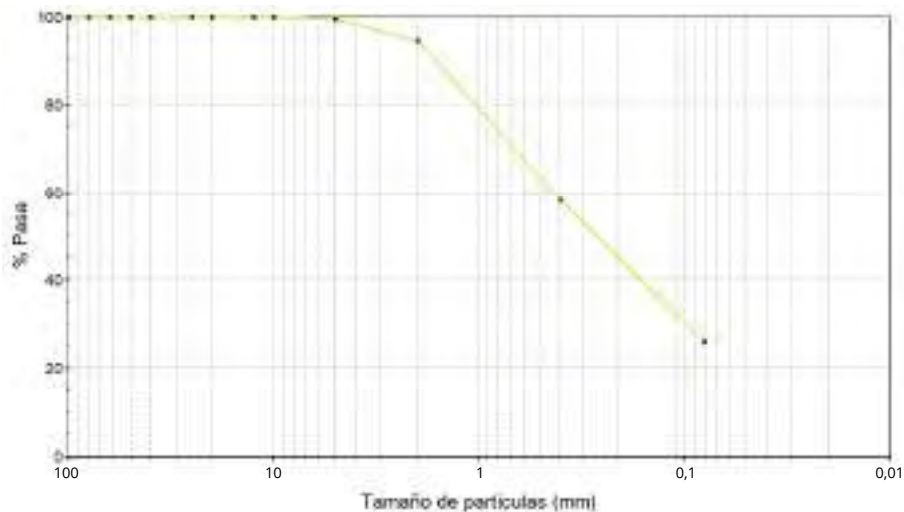
La incertidumbre de los resultados está a disposición del cliente en CEMOSA.

Expediente: **O/2307103/1/01**
Nº acta: 017-23/014206/1
Código de muestra: 1201/017/2023/012749(1558448)
Procedencia: C-06 MA 1.70 - 1.90

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

TAMIZ (mm)	% PASA
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	100,0
12,5	100,0
10	99,9
5	99,5
2	94,5
0,4	58,2
0,080	26,0

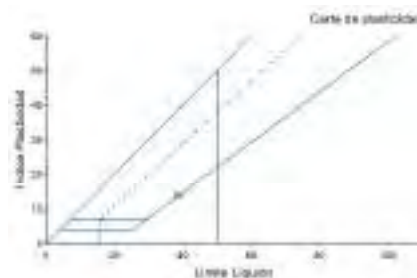


LÍMITES DE ATTERBERG

LÍMITE LÍQUIDO: **38,6** LÍMITE PLÁSTICO: **24,8** ÍNDICE DE PLASTICIDAD: **13,8**

CLASIFICACIÓN

Clasificación ASTM D 2487 (U.S.C.S.) - Símbolo y nombre de grupo: **SC - Arena Arcillosa**
Clasificación AASHTO M-145 Símbolo de grupo (IG): **A-2-6 (0)**



ANÁLISIS QUÍMICO

SULFATO (% SO ₃):	-	SALES SOLUBLES (g/100g suelo):	1,24
MATERIA ORGÁNICA (%):	0,28	YESOS (%):	NO CONTIEN
CARBONATOS (% CaCO ₃):	-		

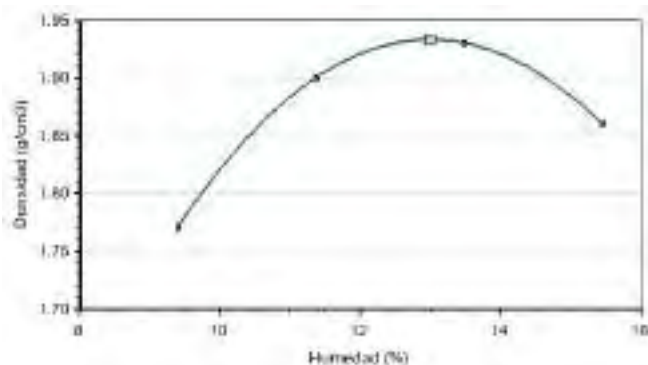
Expediente: **O/2307103/1/01**
Nº acta: 017-23/014206/1
Código de muestra: 1201/017/2023/012749(1558448)
Procedencia: C-06 MA 1.70 - 1.90

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO)

DATOS DEL MOLDE

VOLUMEN DEL MOLDE (cm³):	2320
MAZA (kg):	4,535
ALTURA DE CAÍDA (mm):	457
Nº DE CAPAS:	5
Nº DE GOLPES POR CAPA:	60



MATERIAL GRUESO

CANTIDAD (%):	-
DENSIDAD (g/cm³):	-

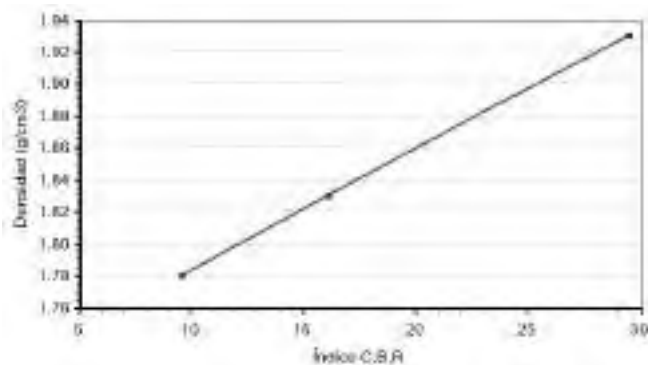
RESULTADOS			
PUNTO Nº	% AGUA AÑADIDA	DENSIDAD (g/cm³)	HUMEDAD (%)
1	-2	1,77	9,4
2	0	1,90	11,4
3	2	1,93	13,5
4	4	1,86	15,4

DENSIDAD MÁXIMA (g/cm³):	1,93
HUMEDAD ÓPTIMA (%):	13,0
DENSIDAD CORREGIDA (g/cm³):	1,93
HUMEDAD CORREGIDA (%):	13,0

ÍNDICE C.B.R (PROCTOR MODIFICADO)

DATOS DE LA MUESTRA

MATERIAL:	SUELO
TIPO DE MUESTRA:	COMPACTADA
TIPO PROCTOR:	MODIFICADO
DENSIDAD MÁXIMA (g/cm³):	1,93
HUMEDAD ÓPTIMA (%):	13,0



DATOS DEL ENSAYO

SOBRECARGA UTILIZADA (kg):	13,6
SUSTITUCIÓN DE MATERIAL:	NO
MATERIAL RETENIDO TAMIZ 20 mm:	-
TIPO DE C.B.R:	INMERSIÓN + PENETRACIÓN

DENSIDADES	C.B.R
DENSIDAD MÁXIMA (g/cm³):	1,93
98% DENSIDAD MÁXIMA (g/cm³):	1,89
97% DENSIDAD MÁXIMA (g/cm³):	1,87
95% DENSIDAD MÁXIMA (g/cm³):	1,83

PUNTO Nº	HUMEDAD ANTES INMERSIÓN (%)	HUMEDAD DESPUÉS INMERSIÓN (%)	ENERGÍA COMPACTACIÓN (%)	HINCHAMIENTO (%)	DENSIDAD (g/cm³)	ÍNDICE C.B.R
1	13,0	16,6	100	1,03	1,93	29,5
2	13,1	16,6	50	0,99	1,83	16,1
3	13,2	16,9	25	0,97	1,78	9,6

Expediente: **O/2307103/1/01**
Nº acta: 017-23/014206/1
Código de muestra: 1201/017/2023/012749(1558448)
Procedencia: C-06 MA 1.70 - 1.90

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

HINCHAMIENTO LIBRE DE UN SUELO EN EDÓMETRO

DATOS DE LA CÉLULA

ALTURA (mm):	20,00
ÁREA (cm²):	19,63
VOLUMEN (cm³):	39,26

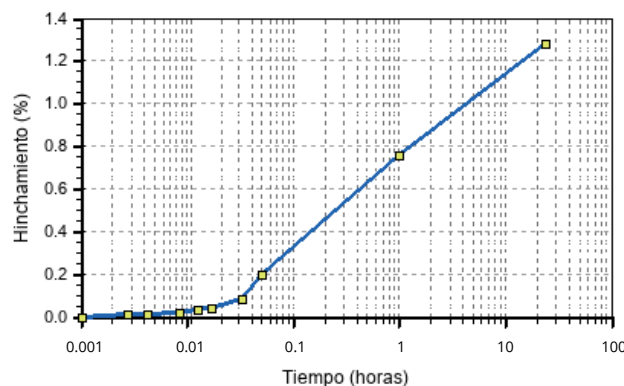
DATOS DE LA MUESTRA

DENSIDAD HÚMEDA (g/cm³):	2,10
DENSIDAD SECA (g/cm³):	1,83
HUMEDAD INICIAL (%):	15,0
HUMEDAD FINAL (%):	16,2

PRESIÓN VERTICAL (kPa): **10**

TIEMPO	LECTURA (mm)	HINCHAMIENTO (%)
0 S	4,97	0,00
10 S	4,97	0,01
15 S	4,97	0,01
30 S	4,97	0,02
45 S	4,97	0,03
1 MI	4,97	0,04
2 MI	4,98	0,08
3 MI	5,01	0,20
1 HR	5,12	0,76
24 HR	5,22	1,28

HINCHAMIENTO LIBRE (%): **1,3**



COLAPSO EN SUELOS

DATOS DE LA CÉLULA

ALTURA (mm):	20,00
AREA (cm²):	19,63
VOLUMEN (cm³):	39,26

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE PROBETA:	Remoldeada
DENSIDAD HÚMEDA (g/cm³):	2,03
DENSIDAD SECA (g/cm³):	1,76
HUMEDAD INICIAL (%):	15,04
HUMEDAD FINAL (%):	15,65

PRESIÓN VERTICAL:		
PRESIÓN (kg/cm²)	LECTURA (µm)	ASIENTO (mm) ⁽¹⁾
PROCESO DE CARGA SIN INUNDAR		
0,05	5.000	0,00
0,10	4.990	0,04
0,20	4.997	0,01
0,50	4.946	0,22
1,00	4.851	0,60
2,00	4.682	1,27
CARGA INUNDADA EN EQUILIBRIO		
2,00	4.662	1,35

(1) El signo negativo indica aumento volumen de la probeta.

ÍNDICE DE COLAPSO, I (%): **0,1** POTENCIAL PORCENTUAL DE COLAPSO, Ic (%): **0,1**

Fdo. JOSE SERRANO CORDOBA
Director Técnico de Laboratorio
Ldo. en Geología

Madrid a 25/10/2023

Fdo. LIDIA FOLGADO FERNANDEZ
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Geología

SERRANO CORDOBA JOSE -
30829065A

Digitally signed by SERRANO CORDOBA JOSE - 30829065A
DN: cn=SERRANO CORDOBA JOSE - 30829065A, sn=SERRANO CORDOBA,
givenName=JOSE, c=ES, serialNumber=IDCES-30829065A
Reason: I attest to the accuracy and integrity of this document
Date: 2023.10.25 08:18:02 +02'00'

FOLGADO FERNANDEZ LIDIA -
08926624W

Digitally signed by FOLGADO FERNANDEZ LIDIA - 08926624W
DN: cn=FOLGADO FERNANDEZ LIDIA - 08926624W, sn=FOLGADO FERNANDEZ,
givenName=LIDIA, c=ES, serialNumber=IDCES-08926624W
Reason: I attest to the accuracy and integrity of this document
Date: 2023.10.25 08:17:55 +02'00'

Expediente: **O/2307103/1/01**
Nº acta: 017-23/014191/1
Obra: PLANTA DE GENERACIÓN DE BIOMETANO- CUBAS DE LA SAGRA (MADRID).
Peticionario: ACCIONA SERVICIOS URBANOS SRL
Dirección: AVENIDA DE EUROPA 18 28108 ALCOBENDAS
Contratista:
Dirección técnica:

ENSAYO DE IDONEIDAD DE SUELOS

ALBARÁN: **1893902** CÓDIGO DE MUESTRA: **1201/017/2023/012750(1558449)** FECHA TOMA: **04/10/2023-15:45**

MATERIAL

TIPO:	SUELO	MODALIDAD DE MUESTREO: GEO - MUESTREO POR GEOTECNIA
DESCRIPCIÓN:	C-07 MA 2.00 - 2.20	MUESTREO POR:
PROCEDENCIA:	C-07 MA 2.00 - 2.20	LOTE LABORATORIO:
LUGAR DE TOMA:	C-07	LOTE CLIENTE:
UBICACIÓN:		

TRABAJOS REALIZADOS - De acuerdo con el programa establecido, se han realizado los siguientes ensayos.

Clasificación e índice de grupo (suelos)	ASTM D2487-17e1
Análisis granulométrico (suelos)	UNE 103101:1995
Límites de Atterberg (suelos)	UNE 103103:1994; UNE 103104:1993

RESULTADOS

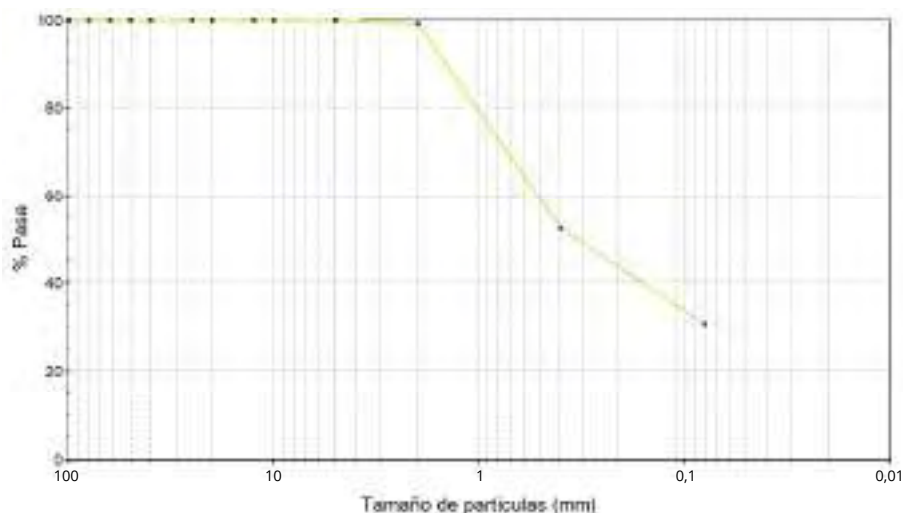
Los resultados de los ensayos se presentan en las siguientes páginas.

La incertidumbre de los resultados está a disposición del cliente en CEMOSA.

Expediente: **O/2307103/1/01**
Nº acta: 017-23/014191/1
Código de muestra: 1201/017/2023/012750(1558449)
Procedencia: C-07 MA 2.00 - 2.20

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

TAMIZ (mm)	% PASA
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	100,0
12,5	100,0
10	100,0
5	100,0
2	99,1
0,4	52,5
0,080	30,7

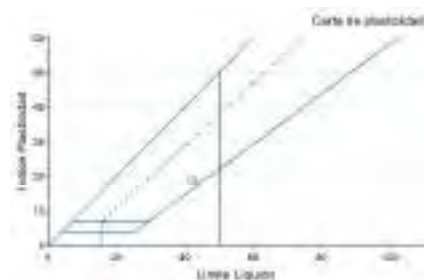


LÍMITES DE ATTERBERG

LÍMITE LÍQUIDO: **42,1** LÍMITE PLÁSTICO: **23,5** ÍNDICE DE PLASTICIDAD: **18,6**

CLASIFICACIÓN

Clasificación ASTM D 2487 (U.S.C.S.) - Símbolo y nombre de grupo: **SC - Arena Arcillosa**
Clasificación AASHTO M-145 Símbolo de grupo (IG): **A-2-7 (0)**



Fdo. JOSE SERRANO CORDOBA
Director Técnico de Laboratorio
Ldo. en Geología

Madrid a 25/10/2023

Fdo. LIDIA FOLGADO FERNANDEZ
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Geología

SERRANO CORDOBA JOSE -
30829065A

Digitally signed by SERRANO CORDOBA JOSE - 30829065A
DN: cn=SERRANO CORDOBA JOSE - 30829065A, sn=SERRANO CORDOBA,
givenName=JOSE, c=ES, serialNumber=DCEES-30829065A
Reason: I attest to the accuracy and integrity of this document
Date: 2023.10.25 08:22:51 +02'00'

FOLGADO FERNANDEZ LIDIA -
08926624W

Digitally signed by FOLGADO FERNANDEZ LIDIA - 08926624W
DN: cn=FOLGADO FERNANDEZ LIDIA - 08926624W, sn=FOLGADO FERNANDEZ,
givenName=LIDIA, c=ES, serialNumber=DCEES-08926624W
Reason: I attest to the accuracy and integrity of this document
Date: 2023.10.25 08:22:45 +02'00'

Expediente: **O/2307103/1/01**
Nº acta: 017-23/014198/1
Obra: PLANTA DE GENERACIÓN DE BIOMETANO- CUBAS DE LA SAGRA (MADRID).
Peticionario: ACCIONA SERVICIOS URBANOS SRL
Dirección: AVENIDA DE EUROPA 18 28108 ALCOBENDAS
Contratista:
Dirección técnica:

ENSAYO DE IDONEIDAD DE SUELOS

ALBARÁN: **1893903** CÓDIGO DE MUESTRA: **1201/017/2023/012751(1558450)** FECHA TOMA: **04/10/2023-15:45**

MATERIAL

TIPO:	SUELO	MODALIDAD DE MUESTREO: GEO - MUESTREO POR GEOTECNIA
DESCRIPCIÓN:	C-08 MA 1.70 - 1.90	MUESTREO POR:
PROCEDENCIA:	C-08 MA 1.70 - 1.90	LOTE LABORATORIO:
LUGAR DE TOMA:	C-08	LOTE CLIENTE:
UBICACIÓN:		

TRABAJOS REALIZADOS - De acuerdo con el programa establecido, se han realizado los siguientes ensayos.

Contenido materia orgánica (permanganato potásico) (suelos)	UNE 103204:1993; UNE 103204 ERR:1993
Índice C.B.R. - con compactación Próctor Modificado (sin incluirlo) (suelos)	UNE 103502:1995
Determinación del contenido en sales solubles (suelos)	NLT 114:1999
Análisis granulométrico (suelos)	UNE 103101:1995
Hinchamiento libre en edómetro (suelos)	UNE 103601:1996
Clasificación e índice de grupo (suelos)	ASTM D2487-17e1
Límites de Atterberg (suelos)	UNE 103103:1994; UNE 103104:1993
Apisonado por método Próctor Modificado (suelos)	UNE 103501:1994
Ensayo de colapso (suelos)	NLT 254:1999

RESULTADOS

Los resultados de los ensayos se presentan en las siguientes páginas.

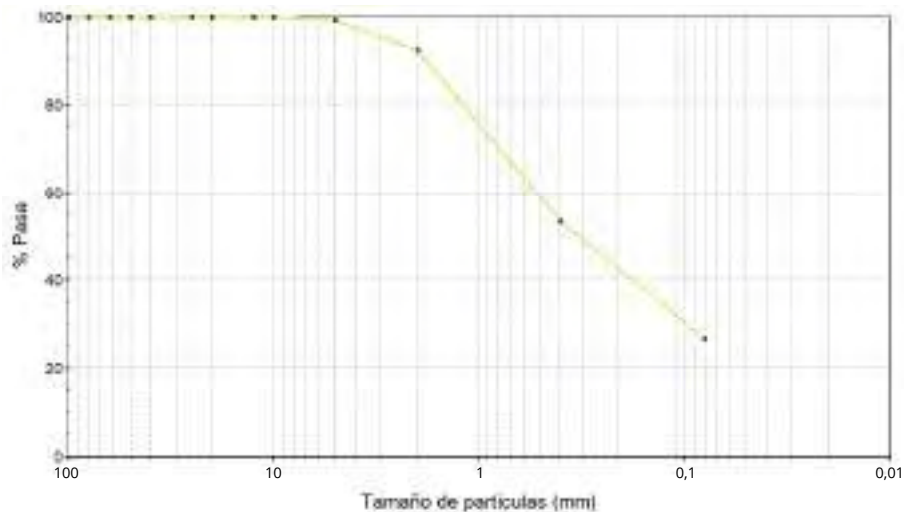
La incertidumbre de los resultados está a disposición del cliente en CEMOSA.

Expediente: **O/2307103/1/01**
Nº acta: 017-23/014198/1
Código de muestra: 1201/017/2023/012751(1558450)
Procedencia: C-08 MA 1.70 - 1.90

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

TAMIZ (mm)	% PASA
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	100,0
12,5	100,0
10	100,0
5	99,3
2	92,3
0,4	53,3
0,080	26,6

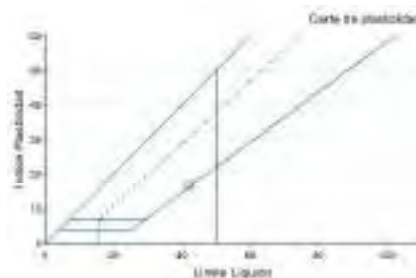


LÍMITES DE ATTERBERG

LÍMITE LÍQUIDO: **41,9** LÍMITE PLÁSTICO: **25,4** ÍNDICE DE PLASTICIDAD: **16,5**

CLASIFICACIÓN

Clasificación ASTM D 2487 (U.S.C.S.) - Símbolo y nombre de grupo: **SC - Arena Arcillosa**
Clasificación AASHTO M-145 Símbolo de grupo (IG): **A-2-7 (0)**



ANÁLISIS QUÍMICO

SULFATO (% SO ₃):	-	SALES SOLUBLES (g/100g suelo):	0,80
MATERIA ORGÁNICA (%):	0,21	YESOS (%):	-
CARBONATOS (% CaCO ₃):	-		

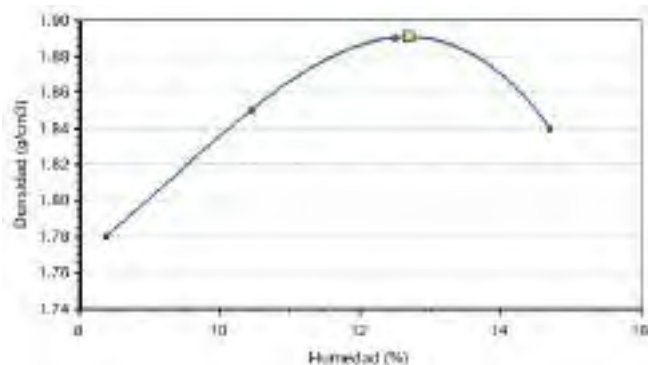
Expediente: **O/2307103/1/01**
Nº acta: 017-23/014198/1
Código de muestra: 1201/017/2023/012751(1558450)
Procedencia: C-08 MA 1.70 - 1.90

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO)

DATOS DEL MOLDE

VOLUMEN DEL MOLDE (cm³): **2320**
MAZA (kg): **4,535**
ALTURA DE CAÍDA (mm): **457**
Nº DE CAPAS: **5**
Nº DE GOLPES POR CAPA: **60**



MATERIAL GRUESO

CANTIDAD (%): -
DENSIDAD (g/cm³): -

RESULTADOS			
PUNTO Nº	% AGUA AÑADIDA	DENSIDAD (g/cm³)	HUMEDAD (%)
1	-2	1,78	8,4
2	0	1,85	10,5
3	2	1,89	12,5
4	4	1,84	14,7

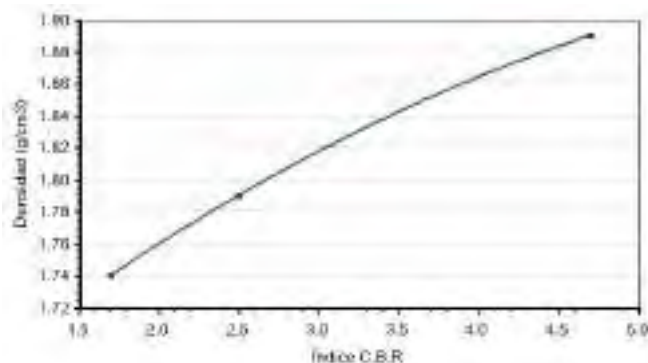
DENSIDAD MÁXIMA (g/cm³): **1,89**
HUMEDAD ÓPTIMA (%): **12,7**
DENSIDAD CORREGIDA (g/cm³): **1,89**
HUMEDAD CORREGIDA (%): **12,7**

ÍNDICE C.B.R (PROCTOR MODIFICADO)

DATOS DE LA MUESTRA

MATERIAL: **SUELO**
TIPO DE MUESTRA: **COMPACTADA**

TIPO PROCTOR: **MODIFICADO**
DENSIDAD MÁXIMA (g/cm³): **1,89**
HUMEDAD ÓPTIMA (%): **12,7**



DATOS DEL ENSAYO

SOBRECARGA UTILIZADA (kg): **13,6**
SUSTITUCIÓN DE MATERIAL: **NO**
MATERIAL RETENIDO TAMIZ 20 mm: -
TIPO DE C.B.R: **INMERSIÓN + PENETRACIÓN**

DENSIDADES

C.B.R
DENSIDAD MÁXIMA (g/cm³): **1,89** **4,70**
98% DENSIDAD MÁXIMA (g/cm³): **1,85** **3,67**
97% DENSIDAD MÁXIMA (g/cm³): **1,83** **3,24**
95% DENSIDAD MÁXIMA (g/cm³): **1,80** **2,68**

PUNTO Nº	HUMEDAD ANTES INMERSIÓN (%)	HUMEDAD DESPUÉS INMERSIÓN (%)	ENERGÍA COMPACTACIÓN (%)	HINCHAMIENTO (%)	DENSIDAD (g/cm³)	ÍNDICE C.B.R
1	12,7	18,5	100	2,61	1,89	4,7
2	12,9	18,7	50	2,57	1,79	2,5
3	12,6	18,4	25	2,54	1,74	1,7

Expediente: **O/2307103/1/01**
Nº acta: 017-23/014198/1
Código de muestra: 1201/017/2023/012751(1558450)
Procedencia: C-08 MA 1.70 - 1.90

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

HINCHAMIENTO LIBRE DE UN SUELO EN EDÓMETRO

DATOS DE LA CÉLULA

ALTURA (mm):	20,00
ÁREA (cm²):	19,63
VOLUMEN (cm³):	39,26

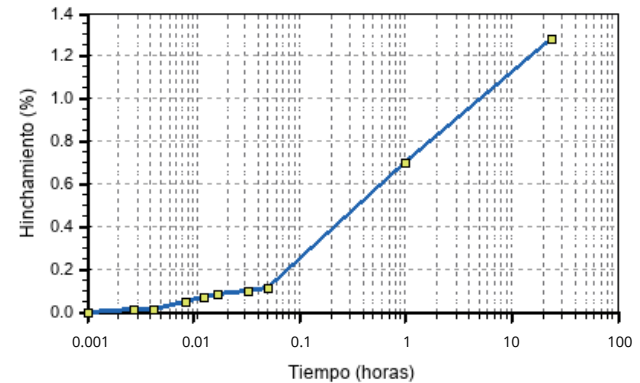
DATOS DE LA MUESTRA

DENSIDAD HÚMEDA (g/cm³):	2,01
DENSIDAD SECA (g/cm³):	1,79
HUMEDAD INICIAL (%):	12,2
HUMEDAD FINAL (%):	19,3

PRESIÓN VERTICAL (kPa): **10**

TIEMPO	LECTURA (mm)	HINCHAMIENTO (%)
0 S	4,97	0,00
10 S	4,97	0,01
15 S	4,97	0,01
30 S	4,98	0,05
45 S	4,98	0,07
1 MI	4,98	0,08
2 MI	4,99	0,10
3 MI	4,99	0,11
1 HR	5,11	0,70
24 HR	5,22	1,28

HINCHAMIENTO LIBRE (%): **1,3**



COLAPSO EN SUELOS

DATOS DE LA CÉLULA

ALTURA (mm):	20,00
AREA (cm²):	19,63
VOLUMEN (cm³):	39,26

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO DE PROBETA:	Remoldeada
DENSIDAD HÚMEDA (g/cm³):	2,07
DENSIDAD SECA (g/cm³):	1,78
HUMEDAD INICIAL (%):	16,72
HUMEDAD FINAL (%):	17,04

ÍNDICE DE COLAPSO, I (%): **2,8** POTENCIAL PORCENTUAL DE COLAPSO, Ic (%): **2,7**

PRESIÓN VERTICAL:		
PRESIÓN (kg/cm²)	LECTURA (µm)	ASIENTO (mm) ⁽¹⁾
PROCESO DE CARGA SIN INUNDIR		
0,05	5.000	0,00
0,10	4.976	0,10
0,20	4.959	0,16
0,50	4.920	0,32
1,00	4.870	0,52
2,00	4.760	0,96
CARGA INUNDADE EN EQUILIBRIO		
2,00	4.214	3,14

(1) El signo negativo indica aumento volumen de la probeta.

Fdo. JOSE SERRANO CORDOBA
Director Técnico de Laboratorio
Ldo. en Geología

Madrid a 25/10/2023

Fdo. LIDIA FOLGADO FERNANDEZ
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Geología

SERRANO CORDOBA JOSE -
30829065A

Digitally signed by SERRANO CORDOBA JOSE - 30829065A
DN: cn=SERRANO CORDOBA JOSE - 30829065A, sn=SERRANO CORDOBA,
givenName=JOSE, c=ES, serialNumber=IDCES-30829065A
Reason: I attest to the accuracy and integrity of this document
Date: 2023.10.25 08:24:01 +02'00'

FOLGADO FERNANDEZ LIDIA -
08926624W

Digitally signed by FOLGADO FERNANDEZ LIDIA - 08926624W
DN: cn=FOLGADO FERNANDEZ LIDIA - 08926624W, sn=FOLGADO FERNANDEZ,
givenName=LIDIA, c=ES, serialNumber=IDCES-08926624W
Reason: I attest to the accuracy and integrity of this document
Date: 2023.10.25 08:23:55 +02'00'

Expediente: **O/2307103/1/01**
Nº acta: 017-23/014192/1
Obra: PLANTA DE GENERACIÓN DE BIOMETANO- CUBAS DE LA SAGRA (MADRID).
Peticionario: ACCIONA SERVICIOS URBANOS SRL
Dirección: AVENIDA DE EUROPA 18 28108 ALCOBENDAS
Contratista:
Dirección técnica:

ENSAYO DE IDONEIDAD DE SUELOS

ALBARÁN: **1893904** CÓDIGO DE MUESTRA: **1201/017/2023/012752(1558451)** FECHA TOMA: **04/10/2023-15:45**

MATERIAL

TIPO:	SUELO	MODALIDAD DE MUESTREO: GEO - MUESTREO POR GEOTECNIA
DESCRIPCIÓN:	C-09 MA 1.90 - 2.10	MUESTREO POR:
PROCEDENCIA:	C-09 MA 1.90 - 2.10	LOTE LABORATORIO:
LUGAR DE TOMA:	C-09	LOTE CLIENTE:
UBICACIÓN:		

TRABAJOS REALIZADOS - De acuerdo con el programa establecido, se han realizado los siguientes ensayos.

Clasificación e índice de grupo (suelos)	ASTM D2487-17e1
Análisis granulométrico (suelos)	UNE 103101:1995
Límites de Atterberg (suelos)	UNE 103103:1994; UNE 103104:1993

RESULTADOS

Los resultados de los ensayos se presentan en las siguientes páginas.

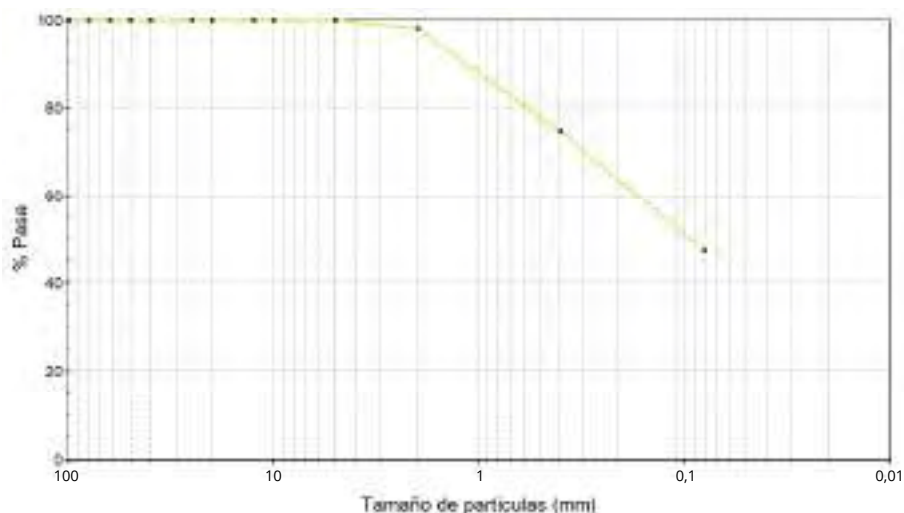
La incertidumbre de los resultados está a disposición del cliente en CEMOSA.

Expediente: **O/2307103/1/01**
Nº acta: 017-23/014192/1
Código de muestra: 1201/017/2023/012752(1558451)
Procedencia: C-09 MA 1.90 - 2.10

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

TAMIZ (mm)	% PASA
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	100,0
12,5	100,0
10	100,0
5	99,9
2	98,0
0,4	74,6
0,080	47,4

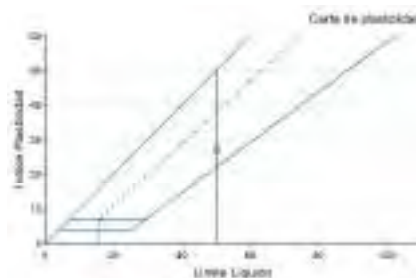


LÍMITES DE ATTERBERG

LÍMITE LÍQUIDO: **50,1** LÍMITE PLÁSTICO: **23,1** ÍNDICE DE PLASTICIDAD: **27,0**

CLASIFICACIÓN

Clasificación ASTM D 2487 (U.S.C.S.) - Símbolo y nombre de grupo: **SC - Arena Arcillosa**
Clasificación AASHTO M-145 Símbolo de grupo (IG): **A-7-6 (9)**



Fdo. JOSE SERRANO CORDOBA
Director Técnico de Laboratorio
Ldo. en Geología

Madrid a 25/10/2023

Fdo. LIDIA FOLGADO FERNANDEZ
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Geología

SERRANO CORDOBA JOSE -
30829065A

Digitally signed by SERRANO CORDOBA JOSE - 30829065A
DN: cn=SERRANO CORDOBA JOSE - 30829065A, sn=SERRANO CORDOBA,
givenName=JOSE, c=ES, serialNumber=DCE=30829065A
Reason: I attest to the accuracy and integrity of this document
Date: 2023.10.25 08:24:41 +02'00'

FOLGADO FERNANDEZ LIDIA -
08926624W

Digitally signed by FOLGADO FERNANDEZ LIDIA - 08926624W
DN: cn=FOLGADO FERNANDEZ LIDIA - 08926624W, sn=FOLGADO FERNANDEZ,
givenName=LIDIA, c=ES, serialNumber=DCE=08926624W
Reason: I attest to the accuracy and integrity of this document
Date: 2023.10.25 08:24:36 +02'00'

Expediente: **O/2307103/1/01**
Nº acta: 017-23/014193/1
Obra: PLANTA DE GENERACIÓN DE BIOMETANO- CUBAS DE LA SAGRA (MADRID).
Peticionario: ACCIONA SERVICIOS URBANOS SRL
Dirección: AVENIDA DE EUROPA 18 28108 ALCOBENDAS
Contratista:
Dirección técnica:

ENSAYO DE IDONEIDAD DE SUELOS

ALBARÁN: **1893905** CÓDIGO DE MUESTRA: **1201/017/2023/012753(1558452)** FECHA TOMA: **04/10/2023-15:45**

MATERIAL

TIPO:	SUELO	MODALIDAD DE MUESTREO: GEO - MUESTREO POR GEOTECNIA
DESCRIPCIÓN:	C-10 MA 1.80 - 2.00	MUESTREO POR:
PROCEDENCIA:	C-10 MA 1.80 - 2.00	LOTE LABORATORIO:
LUGAR DE TOMA:	C-10	LOTE CLIENTE:
UBICACIÓN:		

TRABAJOS REALIZADOS - De acuerdo con el programa establecido, se han realizado los siguientes ensayos.

Clasificación e índice de grupo (suelos)	ASTM D2487-17e1
Análisis granulométrico (suelos)	UNE 103101:1995
Límites de Atterberg (suelos)	UNE 103103:1994; UNE 103104:1993

RESULTADOS

Los resultados de los ensayos se presentan en las siguientes páginas.

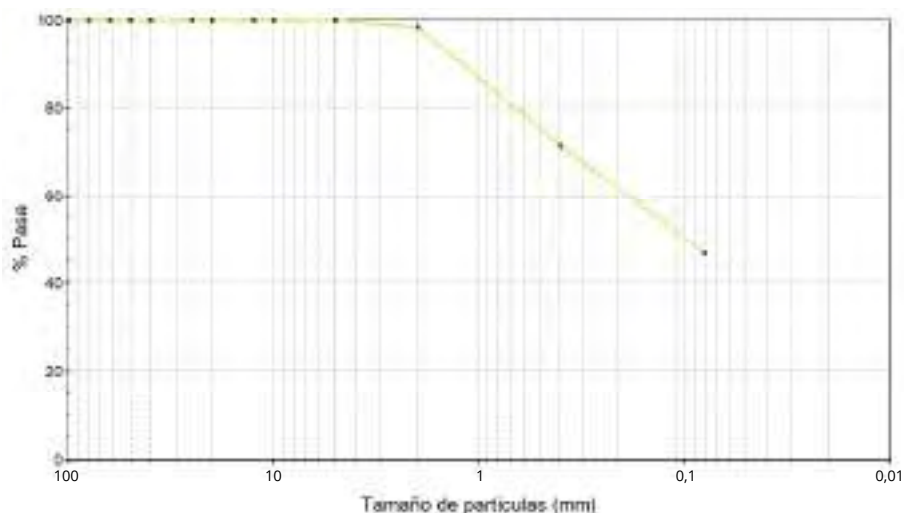
La incertidumbre de los resultados está a disposición del cliente en CEMOSA.

Expediente: **O/2307103/1/01**
Nº acta: 017-23/014193/1
Código de muestra: 1201/017/2023/012753(1558452)
Procedencia: C-10 MA 1.80 - 2.00

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

TAMIZ (mm)	% PASA
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	100,0
12,5	100,0
10	100,0
5	99,9
2	98,3
0,4	71,5
0,080	46,8

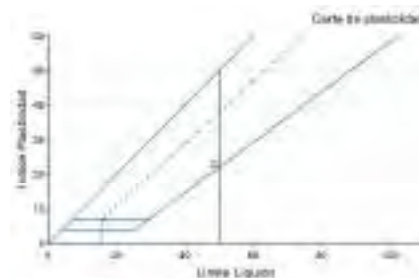


LÍMITES DE ATTERBERG

LÍMITE LÍQUIDO: **48,8** LÍMITE PLÁSTICO: **25,9** ÍNDICE DE PLASTICIDAD: **22,9**

CLASIFICACIÓN

Clasificación ASTM D 2487 (U.S.C.S.) - Símbolo y nombre de grupo: **SC - Arena Arcillosa**
Clasificación AASHTO M-145 Símbolo de grupo (IG): **A-7-6 (7)**



Fdo. JOSE SERRANO CORDOBA
Director Técnico de Laboratorio
Ldo. en Geología

Madrid a 25/10/2023

Fdo. LIDIA FOLGADO FERNANDEZ
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Geología

SERRANO CORDOBA JOSE -
30829065A

Digitally signed by SERRANO CORDOBA JOSE - 30829065A
DN: cn=SERRANO CORDOBA JOSE - 30829065A, sn=SERRANO CORDOBA,
givenName=JOSE, c=ES, serialNumber=DCEES-30829065A
Reason: I attest to the accuracy and integrity of this document
Date: 2023.10.25 08:25:17 +02'00'

FOLGADO FERNANDEZ LIDIA -
08926624W

Digitally signed by FOLGADO FERNANDEZ LIDIA - 08926624W
DN: cn=FOLGADO FERNANDEZ LIDIA - 08926624W, sn=FOLGADO FERNANDEZ,
givenName=LIDIA, c=ES, serialNumber=DCEES-08926624W
Reason: I attest to the accuracy and integrity of this document
Date: 2023.10.25 08:25:12 +02'00'

Expediente: **O/2307103/1/01**
Nº acta: 017-23/014194/1
Obra: PLANTA DE GENERACIÓN DE BIOMETANO- CUBAS DE LA SAGRA (MADRID).
Peticionario: ACCIONA SERVICIOS URBANOS SRL
Dirección: AVENIDA DE EUROPA 18 28108 ALCOBENDAS
Contratista:
Dirección técnica:

ENSAYO DE IDONEIDAD DE SUELOS

ALBARÁN: **1893906** CÓDIGO DE MUESTRA: **1201/017/2023/012754(1558453)** FECHA TOMA: **04/10/2023-15:45**

MATERIAL

TIPO:	SUELO	MODALIDAD DE MUESTREO: GEO - MUESTREO POR GEOTECNIA
DESCRIPCIÓN:	C-11 MA 2.00 - 2.10	MUESTREO POR:
PROCEDENCIA:	C-11 MA 2.00 - 2.10	LOTE LABORATORIO:
LUGAR DE TOMA:	C-11	LOTE CLIENTE:
UBICACIÓN:		

TRABAJOS REALIZADOS - De acuerdo con el programa establecido, se han realizado los siguientes ensayos.

Clasificación e índice de grupo (suelos)	ASTM D2487-17e1
Análisis granulométrico (suelos)	UNE 103101:1995
Límites de Atterberg (suelos)	UNE 103103:1994; UNE 103104:1993

RESULTADOS

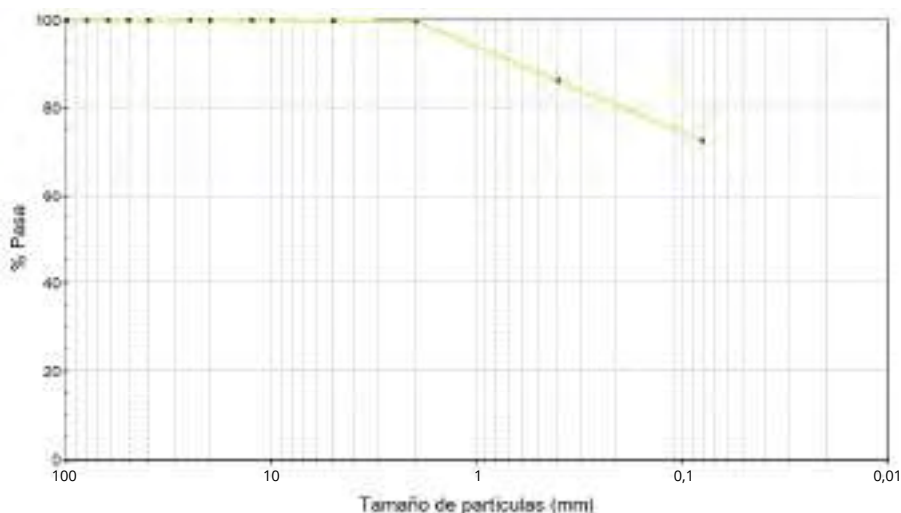
Los resultados de los ensayos se presentan en las siguientes páginas.

La incertidumbre de los resultados está a disposición del cliente en CEMOSA.

Expediente: **O/2307103/1/01**
Nº acta: 017-23/014194/1
Código de muestra: 1201/017/2023/012754(1558453)
Procedencia: C-11 MA 2.00 - 2.10

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

TAMIZ (mm)	% PASA
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	100,0
12,5	100,0
10	100,0
5	99,8
2	99,6
0,4	86,1
0,080	72,6

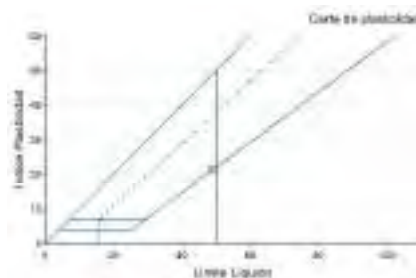


LÍMITES DE ATTERBERG

LÍMITE LÍQUIDO: **48,8** LÍMITE PLÁSTICO: **27,4** ÍNDICE DE PLASTICIDAD: **21,4**

CLASIFICACIÓN

Clasificación ASTM D 2487 (U.S.C.S.) - Símbolo y nombre de grupo: **CL - Arcilla de Baja Plasticidad**
Clasificación AASHTO M-145 Símbolo de grupo (IG): **A-7-6 (16)**



Fdo. JOSE SERRANO CORDOBA
Director Técnico de Laboratorio
Ldo. en Geología

Madrid a 25/10/2023

Fdo. LIDIA FOLGADO FERNANDEZ
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Geología

SERRANO CORDOBA JOSE -
30829065A

Digitally signed by SERRANO CORDOBA JOSE - 30829065A
DN: cn=SERRANO CORDOBA JOSE - 30829065A, sn=SERRANO CORDOBA,
givenName=JOSE, c=ES, serialNumber=DCEES-30829065A
Reason: I attest to the accuracy and integrity of this document
Date: 2023.10.25 08:25:52 +02'00'

FOLGADO FERNANDEZ LIDIA -
08926624W

Digitally signed by FOLGADO FERNANDEZ LIDIA - 08926624W
DN: cn=FOLGADO FERNANDEZ LIDIA - 08926624W, sn=FOLGADO FERNANDEZ,
givenName=LIDIA, c=ES, serialNumber=DCEES-08926624W
Reason: I attest to the accuracy and integrity of this document
Date: 2023.10.25 08:25:46 +02'00'

Expediente: **O/2307103/1/01**
Nº acta: 017-23/014187/1
Obra: PLANTA DE GENERACIÓN DE BIOMETANO- CUBAS DE LA SAGRA (MADRID).
Peticionario: ACCIONA SERVICIOS URBANOS SRL
Dirección: AVENIDA DE EUROPA 18 28108 ALCOBENDAS
Contratista:
Dirección técnica:

ENSAYO DE IDONEIDAD DE SUELOS

ALBARÁN: **1893907** CÓDIGO DE MUESTRA: **1201/017/2023/012755(1558566)** FECHA TOMA: **04/10/2023-16:26**

MATERIAL

TIPO:	SUELO	MODALIDAD DE MUESTREO: GEO - MUESTREO POR GEOTECNIA
DESCRIPCIÓN:	S-01 MI 3.00 - 3.60	MUESTREO POR:
PROCEDENCIA:	S-01 MI 3.00 - 3.60	LOTE LABORATORIO:
LUGAR DE TOMA:	S-01	LOTE CLIENTE:
UBICACIÓN:		

TRABAJOS REALIZADOS - De acuerdo con el programa establecido, se han realizado los siguientes ensayos.

Clasificación e índice de grupo (suelos)	ASTM D2487-17e1
Análisis granulométrico (suelos)	UNE 103101:1995
Determinación de la humedad mediante secado en estufa (suelos)	UNE 103300:1993
Determinación de la densidad aparente (balanza hidrostática) (suelos)	UNE 103301:1994
Determinación del contenido en sales solubles (suelos)	NLT 114:1999
Ión sulfato (agresividad) (suelos)	UNE 83963:2008; UNE-EN 83963:2008 Err.:2011
Límites de Atterberg (suelos)	UNE 103103:1994; UNE 103104:1993
Corte directo sobre muestra inalterada consolidado y drenado (suelos)	UNE 103401:1998
Determinación de la acidez Bauman-Gully (suelos)	UNE 83962:2008

OBSERVACIONES:

No se ha realizado el ensayo de compresión simple porque la muestra se rompe.

RESULTADOS

Los resultados de los ensayos se presentan en las siguientes páginas.

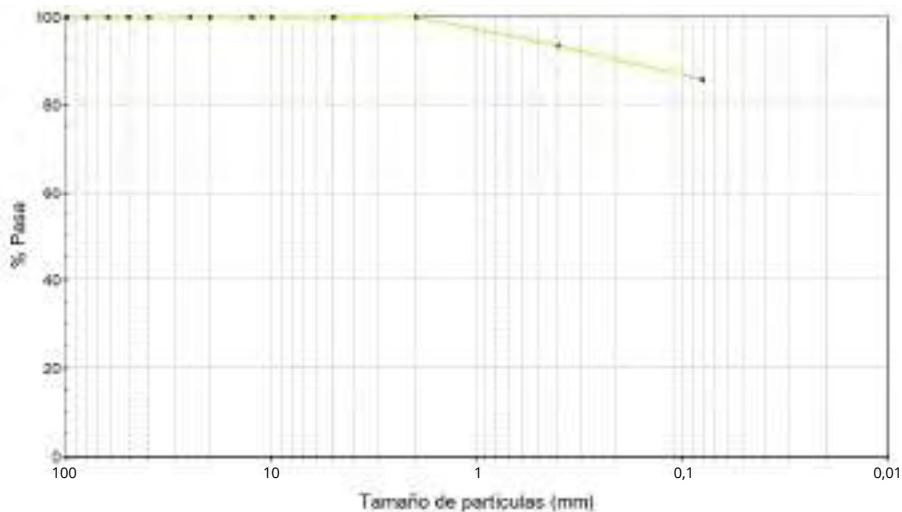
La incertidumbre de los resultados está a disposición del cliente en CEMOSA.

Expediente: **O/2307103/1/01**
Nº acta: 017-23/014187/1
Código de muestra: 1201/017/2023/012755(1558566)
Procedencia: S-01 MI 3.00 - 3.60

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

TAMIZ (mm)	% PASA
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	100,0
12,5	100,0
10	100,0
5	100,0
2	100,0
0,4	93,4
0,080	85,6

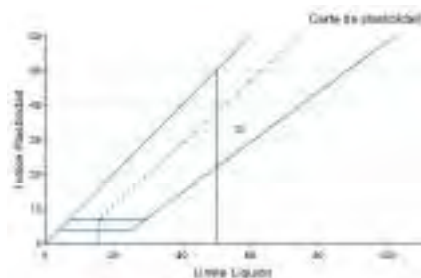


LÍMITES DE ATTERBERG

LÍMITE LÍQUIDO: **56,7** LÍMITE PLÁSTICO: **23,8** ÍNDICE DE PLASTICIDAD: **33,0**

CLASIFICACIÓN

Clasificación ASTM D 2487 (U.S.C.S.) - Símbolo y nombre de grupo: **CH - Arcilla de Alta Plasticidad**
Clasificación AASHTO M-145 Símbolo de grupo (IG): **A-7-6 (20)**



DENSIDAD Y HUMEDAD

DENSIDAD - UNE 103301

HÚMEDA (g/cm³): **1,44**
SECA (g/cm³): **1,08**

HUMEDAD - UNE 103201

HUMEDAD (%): **33,3**

ANÁLISIS QUÍMICO

SULFATO (% SO ₃):	-	SALES SOLUBLES (g/100g suelo):	1,18
MATERIA ORGÁNICA (%):	-	YESOS (%):	-
CARBONATOS (% CaCO ₃):	-		

Expediente: **O/2307103/1/01**
Nº acta: 017-23/014187/1
Código de muestra: 1201/017/2023/012755(1558566)
Procedencia: S-01 MI 3.00 - 3.60

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

CORTE DIRECTO

DATOS DE ENSAYO

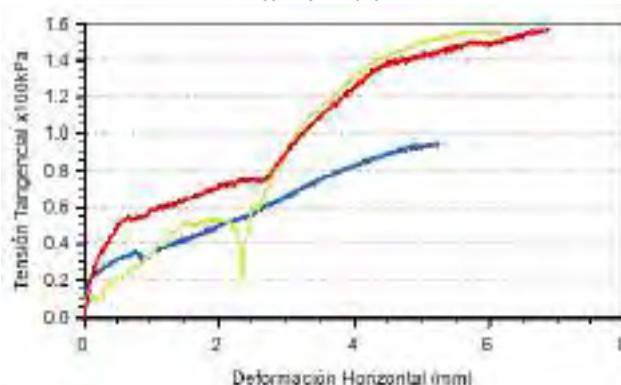
ESTADO MUESTRA	INALTERADA
CAJA:	CILINDRICA
TIPO ENSAYO:	CD

Nº PROBETA	TENSIÓN TANG. (kg/cm²)	HUMEDAD INIC. (%)	HUMEDAD FINAL (%)	DENS. HÚMEDA (g/cm³)	DENS. SECA (g/cm³)
1	0,95	33,3	43,9	1,44	1,08
2	1,56	33,3	41,5	1,45	1,09
3	1,57	33,3	40,0	1,44	1,08

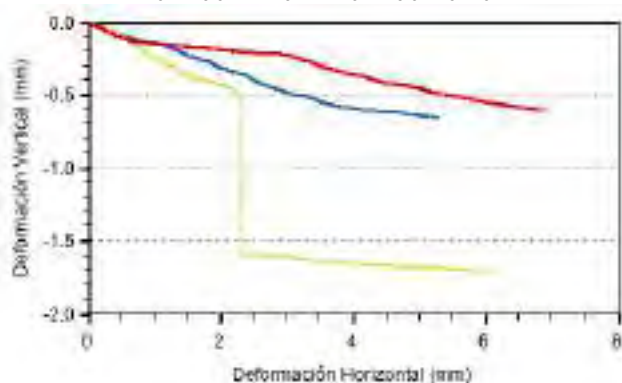
ÁNGULO DE ROZAMIENTO (°): **17,2**

COHESIÓN (kg/cm²): **0,74**

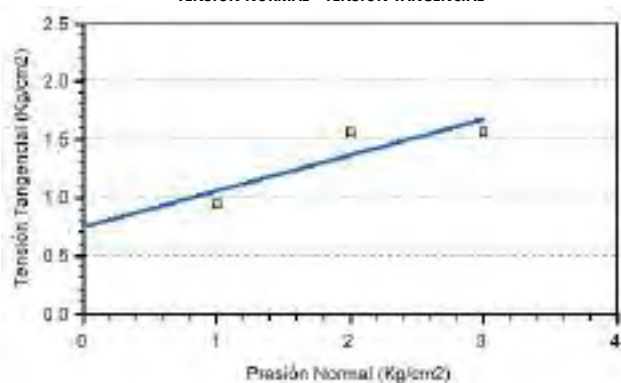
CURVAS DE ROTURA



DEFORMACIÓN VERTICAL - DEFORMACIÓN HORIZONTAL



TENSIÓN NORMAL - TENSIÓN TANGENCIAL



AGRESIVIDAD QUÍMICA DEL SUELO FRENTE AL HORMIGÓN

PARÁMETROS	NORMA	RESULTADO	TIPO DE EXPOSICIÓN		
			XA1 - ATAQUE DEBIL	XA2 - ATAQUE MEDIO	XA3 - ATAQUE FUERTE
ACIDEZ BAUMANN-GULLY (ml/kg):	UNE 83962	4,65	> 200	NO APLICABLE	NO APLICABLE
IÓN SULFATO (mg SO ₄ -2kg suelo seco):	UNE 83963	NO CONTIENE	2000 - 3000	3000 - 12000	> 12000
EVALUACIÓN DE LA AGRESIVIDAD:		NO AGRESIVA			

Fdo. JOSE SERRANO CORDOBA
Director Técnico de Laboratorio
Ldo. en Geología

Madrid a 25/10/2023

Fdo. LIDIA FOLGADO FERNANDEZ
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Geología

SERRANO CORDOBA JOSE -
30829065A

Digitally signed by SERRANO CORDOBA JOSE - 30829065A
DN: cn=SERRANO CORDOBA JOSE - 30829065A, sn=SERRANO CORDOBA,
givenName=JOSE, c=ES, serialNumber=IDCES-30829065A
Reason: I attest to the accuracy and integrity of this document
Date: 2023.10.25 08:26:29 +02'00'

FOLGADO FERNANDEZ LIDIA -
08926624W

Digitally signed by FOLGADO FERNANDEZ LIDIA - 08926624W
DN: cn=FOLGADO FERNANDEZ LIDIA - 08926624W, sn=FOLGADO FERNANDEZ,
givenName=LIDIA, c=ES, serialNumber=IDCES-08926624W
Reason: I attest to the accuracy and integrity of this document
Date: 2023.10.25 08:26:23 +02'00'

Expediente: **O/2307103/1/01**
Nº acta: 017-23/014199/1
Obra: PLANTA DE GENERACIÓN DE BIOMETANO- CUBAS DE LA SAGRA (MADRID).
Peticionario: ACCIONA SERVICIOS URBANOS SRL
Dirección: AVENIDA DE EUROPA 18 28108 ALCOBENDAS
Contratista:
Dirección técnica:

ENSAYO DE IDONEIDAD DE SUELOS

ALBARÁN: **1893908** CÓDIGO DE MUESTRA: **1201/017/2023/012756(1558567)** FECHA TOMA: **04/10/2023-16:26**

MATERIAL

TIPO:	SUELO	MODALIDAD DE MUESTREO: GEO - MUESTREO POR GEOTECNIA
DESCRIPCIÓN:	S-01 MI 6.50 - 7.05	MUESTREO POR:
PROCEDENCIA:	S-01 MI 6.50 - 7.05	LOTE LABORATORIO:
LUGAR DE TOMA:	S-01	LOTE CLIENTE:
UBICACIÓN:		

TRABAJOS REALIZADOS - De acuerdo con el programa establecido, se han realizado los siguientes ensayos.

Ensayo de compresión simple (suelos) **UNE 103400:1993**

RESULTADOS

Los resultados de los ensayos se presentan en las siguientes páginas.

La incertidumbre de los resultados está a disposición del cliente en CEMOSA.

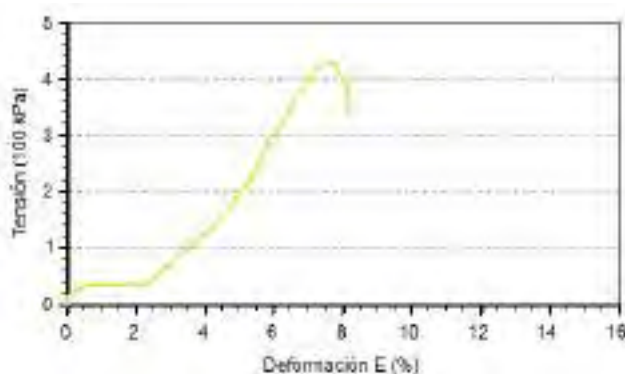
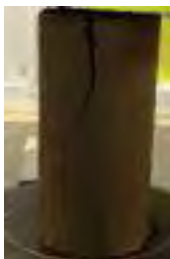
Expediente: **O/2307103/1/01**
Nº acta: 017-23/014199/1
Código de muestra: 1201/017/2023/012756(1558567)
Procedencia: S-01 MI 6.50 - 7.05

ROTURA A COMPRESIÓN SIMPLE

ENSAYO CON MUESTRA INALTERADA

DIÁMETRO (cm):	6
ALTURA (cm):	13
HUMEDAD (%):	18,14
R. COMP. SIMPLE, q_u (kPa):	430
R. COMP. SIMPLE (kp/cm²):	4,29
DEFORM. EN ROTURA, ϵ_v (%):	7,70
DENSIDAD HÚMEDA (g/cm³):	1,99
DENSIDAD SECA (g/cm³):	1,68

FORMA DE ROTURA



Fdo. JOSE SERRANO CORDOBA
Director Técnico de Laboratorio
Ldo. en Geología

Madrid a 25/10/2023

Fdo. LIDIA FOLGADO FERNANDEZ
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Geología

SERRANO CORDOBA JOSE -
30829065A

Digitally signed by SERRANO CORDOBA JOSE - 30829065A
DN: cn=SERRANO CORDOBA JOSE - 30829065A, sn=SERRANO CORDOBA,
givenName=JOSE, c=ES, serialNumber=DICES-30829065A
Reason: I attest to the accuracy and integrity of this document
Date: 2023.10.25 08:27:34 +02'00'

FOLGADO FERNANDEZ LIDIA -
08926624W

Digitally signed by FOLGADO FERNANDEZ LIDIA - 08926624W
DN: cn=FOLGADO FERNANDEZ LIDIA - 08926624W, sn=FOLGADO FERNANDEZ,
givenName=LIDIA, c=ES, serialNumber=DICES-08926624W
Reason: I attest to the accuracy and integrity of this document
Date: 2023.10.25 08:27:28 +02'00'

Expediente: **O/2307103/1/01**
Nº acta: 017-23/014202/2 Anula a: 017-23/014202/1
Obra: PLANTA DE GENERACIÓN DE BIOMETANO- CUBAS DE LA SAGRA (MADRID).
Peticionario: ACCIONA SERVICIOS URBANOS SRL
Dirección: AVENIDA DE EUROPA 18 28108 ALCOBENDAS
Contratista:
Dirección técnica:

ENSAYO DE IDONEIDAD DE SUELOS

ALBARÁN: **1893909** CÓDIGO DE MUESTRA: **1201/017/2023/012757(1558568)** FECHA TOMA: **04/10/2023-16:26**

MATERIAL

TIPO:	SUELO	MODALIDAD DE MUESTREO: GEO - MUESTREO POR GEOTECNIA
DESCRIPCIÓN:	S-02 MI 3.00 - 3.60	MUESTREO POR:
PROCEDENCIA:	S-02 MI 3.00 - 3.60	LOTE LABORATORIO:
LUGAR DE TOMA:	S-02	LOTE CLIENTE:
UBICACIÓN:		

TRABAJOS REALIZADOS - De acuerdo con el programa establecido, se han realizado los siguientes ensayos.

Determinación del contenido en sales solubles (suelos)	NLT 114:1999
Análisis granulométrico (suelos)	UNE 103101:1995
Determinación de la humedad mediante secado en estufa (suelos)	UNE 103300:1993
Determinación de la densidad aparente (balanza hidrostática) (suelos)	UNE 103301:1994
Clasificación e índice de grupo (suelos)	ASTM D2487-17e1
Ión sulfato (agresividad) (suelos)	UNE 83963:2008; UNE-EN 83963:2008 Err.:2011
Límites de Atterberg (suelos)	UNE 103103:1994; UNE 103104:1993
Corte directo sobre muestra inalterada consolidado y drenado (suelos)	UNE 103401:1998
Determinación de la acidez Bauman-Gully (suelos)	UNE 83962:2008

OBSERVACIONES:

No se ha realizado el ensayo de compresión porque la muestra se rompe

MOTIVO CAMBIO DE VERSIÓN DE ACTA: Inclusión de nuevos resultados.

RESULTADOS

Los resultados de los ensayos se presentan en las siguientes páginas.

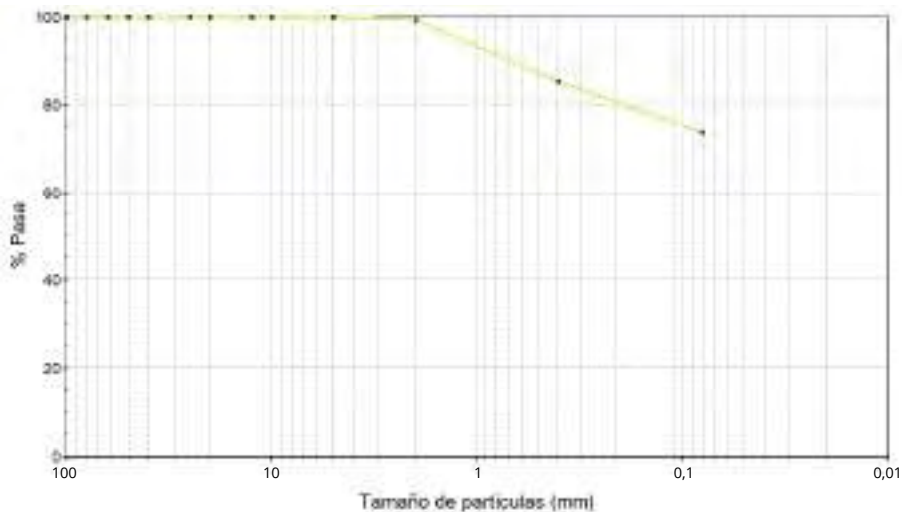
La incertidumbre de los resultados está a disposición del cliente en CEMOSA.

Expediente: **O/2307103/1/01**
Nº acta: 017-23/014202/2 Anula a: 017-23/014202/1
Código de muestra: 1201/017/2023/012757(1558568)
Procedencia: S-02 MI 3.00 - 3.60

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

TAMIZ (mm)	% PASA
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	100,0
12,5	100,0
10	100,0
5	100,0
2	99,5
0,4	85,3
0,080	73,7

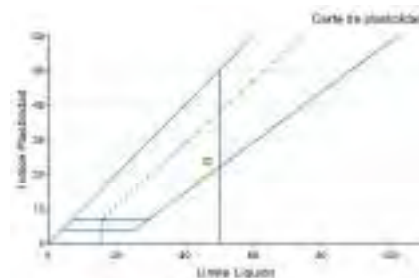


LÍMITES DE ATTERBERG

LÍMITE LÍQUIDO: **46,6** LÍMITE PLÁSTICO: **22,9** ÍNDICE DE PLASTICIDAD: **23,7**

CLASIFICACIÓN

Clasificación ASTM D 2487 (U.S.C.S.) - Símbolo y nombre de grupo: **CL - Arcilla de Baja Plasticidad**
Clasificación AASHTO M-145 Símbolo de grupo (IG): **A-7-6 (17)**



DENSIDAD Y HUMEDAD

DENSIDAD - UNE 103301

HÚMEDA (g/cm³): **1,75**
SECA (g/cm³): **1,42**

HUMEDAD - UNE 103201

HUMEDAD (%): **23,2**

ANÁLISIS QUÍMICO

SULFATO (% SO ₃):	-	SALES SOLUBLES (g/100g suelo):	0,94
MATERIA ORGÁNICA (%):	-	YESOS (%):	-
CARBONATOS (% CaCO ₃):	-		

Expediente: **O/2307103/1/01**
Nº acta: 017-23/014202/2 Anula a: 017-23/014202/1
Código de muestra: 1201/017/2023/012757(1558568)
Procedencia: S-02 MI 3.00 - 3.60

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

CORTE DIRECTO

DATOS DE ENSAYO

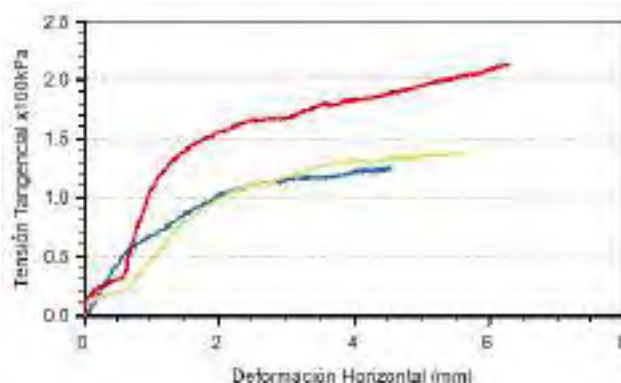
ESTADO MUESTRA	INALTERADA
CAJA:	CILINDRICA
TIPO ENSAYO:	CD

Nº PROBETA	TENSIÓN TANG. (kg/cm²)	HUMEDAD INIC. (%)	HUMEDAD FINAL (%)	DENS. HÚMEDA (g/cm³)	DENS. SECA (g/cm³)
1	1,25	23,2	23,9	1,75	1,42
2	1,38	23,2	21,9	1,76	1,43
3	2,14	23,2	20,7	1,74	1,41

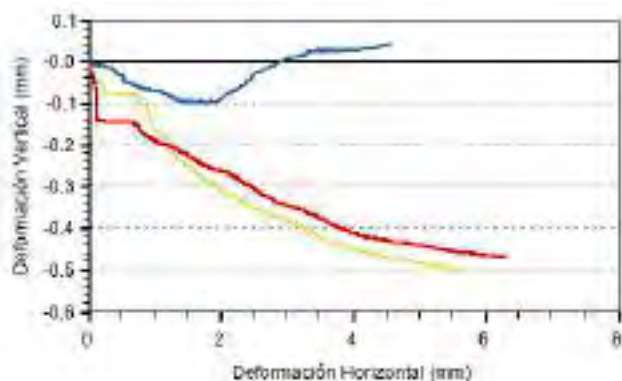
ÁNGULO DE ROZAMIENTO (°): **23,9**

COHESIÓN (kg/cm²): **0,71**

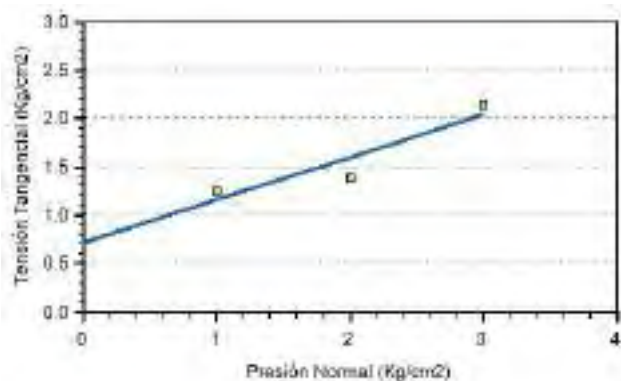
CURVAS DE ROTURA



DEFORMACIÓN VERTICAL - DEFORMACIÓN HORIZONTAL



TENSIÓN NORMAL - TENSIÓN TANGENCIAL



AGRESIVIDAD QUÍMICA DEL SUELO FRENTE AL HORMIGÓN

PARÁMETROS	NORMA	RESULTADO	TIPO DE EXPOSICIÓN		
			XA1 - ATAQUE DEBIL	XA2 - ATAQUE MEDIO	XA3 - ATAQUE FUERTE
ACIDEZ BAUMANN-GULLY (ml/kg):	UNE 83962	18,6	> 200	NO APLICABLE	NO APLICABLE
IÓN SULFATO (mg SO ₄ -2/kg suelo seco):	UNE 83963	NO CONTIENE	2000 - 3000	3000 - 12000	> 12000
EVALUACIÓN DE LA AGRESIVIDAD:		NO AGRESIVA			

Fdo. JOSE SERRANO CORDOBA
Director Técnico de Laboratorio
Ldo. en Geología

Madrid a 25/10/2023

Fdo. LIDIA FOLGADO FERNANDEZ
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Geología

SERRANO CORDOBA JOSE -
30829065A

Digitally signed by SERRANO CORDOBA JOSE - 30829065A
DN: cn=SERRANO CORDOBA JOSE - 30829065A, sn=SERRANO CORDOBA,
givenName=JOSE, c=ES, serialNumber=IDCES-30829065A
Reason: I attest to the accuracy and integrity of this document
Date: 2023.10.25 09:53:02 +02'00'

FOLGADO FERNANDEZ LIDIA -
08926624W

Digitally signed by FOLGADO FERNANDEZ LIDIA - 08926624W
DN: cn=FOLGADO FERNANDEZ LIDIA - 08926624W, sn=FOLGADO FERNANDEZ,
givenName=LIDIA, c=ES, serialNumber=IDCES-08926624W
Reason: I attest to the accuracy and integrity of this document
Date: 2023.10.25 09:52:56 +02'00'

Expediente: **O/2307103/1/01**
Nº acta: 017-23/014203/1
Obra: PLANTA DE GENERACIÓN DE BIOMETANO- CUBAS DE LA SAGRA (MADRID).
Peticionario: ACCIONA SERVICIOS URBANOS SRL
Dirección: AVENIDA DE EUROPA 18 28108 ALCOBENDAS
Contratista:
Dirección técnica:

ENSAYO DE IDONEIDAD DE SUELOS

ALBARÁN: **1893950** CÓDIGO DE MUESTRA: **1201/017/2023/012758(1558569)** FECHA TOMA: **04/10/2023-16:26**

MATERIAL

TIPO:	SUELO	MODALIDAD DE MUESTREO: GEO - MUESTREO POR GEOTECNIA
DESCRIPCIÓN:	S-02 MI 5.90 - 6.50	MUESTREO POR:
PROCEDENCIA:	S-02 MI 5.90 - 6.50	LOTE LABORATORIO:
LUGAR DE TOMA:	S-02	LOTE CLIENTE:
UBICACIÓN:		

TRABAJOS REALIZADOS - De acuerdo con el programa establecido, se han realizado los siguientes ensayos.

Ensayo de compresión simple (suelos) **UNE 103400:1993**

RESULTADOS

Los resultados de los ensayos se presentan en las siguientes páginas.

La incertidumbre de los resultados está a disposición del cliente en CEMOSA.

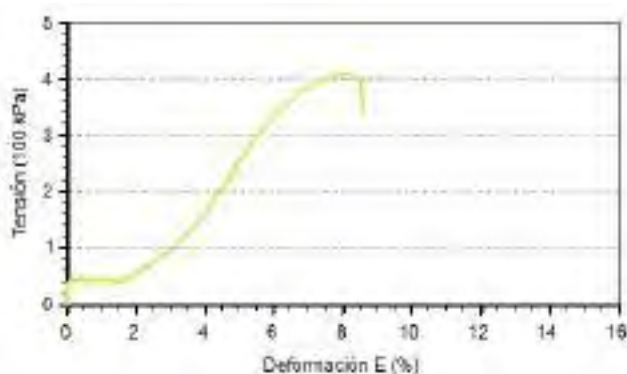
Expediente: **O/2307103/1/01**
Nº acta: 017-23/014203/1
Código de muestra: 1201/017/2023/012758(1558569)
Procedencia: S-02 MI 5.90 - 6.50

ROTURA A COMPRESIÓN SIMPLE

ENSAYO CON MUESTRA INALTERADA

DIÁMETRO (cm):	6
ALTURA (cm):	12,8
HUMEDAD (%):	23,79
R. COMP. SIMPLE, q_u (kPa):	410
R. COMP. SIMPLE (kp/cm²):	4,08
DEFORM. EN ROTURA, ϵ_v (%):	8,10
DENSIDAD HÚMEDA (g/cm³):	1,94
DENSIDAD SECA (g/cm³):	1,57

FORMA DE ROTURA



Fdo. JOSE SERRANO CORDOBA
Director Técnico de Laboratorio
Ldo. en Geología

Madrid a 25/10/2023

Fdo. LIDIA FOLGADO FERNANDEZ
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Geología

SERRANO CORDOBA JOSE -
30829065A

Digital signed by SERRANO CORDOBA JOSE - 30829065A
DN: cn=SERRANO CORDOBA JOSE - 30829065A, s=SERRANO CORDOBA,
givenName=JOSE, c=ES, serialNumber=IDCES-30829065A
Reason: I attest to the accuracy and integrity of this document
Date: 2023.10.25 08:28:48 +02'00'

FOLGADO FERNANDEZ LIDIA -
08926624W

Digital signed by FOLGADO FERNANDEZ LIDIA - 08926624W
DN: cn=FOLGADO FERNANDEZ LIDIA - 08926624W, s=FOLGADO FERNANDEZ,
givenName=LIDIA, c=ES, serialNumber=IDCES-08926624W
Reason: I attest to the accuracy and integrity of this document
Date: 2023.10.25 08:28:43 +02'00'

Expediente: **O/2307103/1/01**
Nº acta: 017-23/014204/1
Obra: PLANTA DE GENERACIÓN DE BIOMETANO- CUBAS DE LA SAGRA (MADRID).
Peticionario: ACCIONA SERVICIOS URBANOS SRL
Dirección: AVENIDA DE EUROPA 18 28108 ALCOBENDAS
Contratista:
Dirección técnica:

ENSAYO DE IDONEIDAD DE SUELOS

ALBARÁN: **1893951** CÓDIGO DE MUESTRA: **1201/017/2023/012759(1558570)** FECHA TOMA: **04/10/2023-16:26**

MATERIAL

TIPO:	SUELO	MODALIDAD DE MUESTREO: GEO - MUESTREO POR GEOTECNIA
DESCRIPCIÓN:	S-03 MI 3.00 - 3.60	MUESTREO POR:
PROCEDENCIA:	S-03 MI 3.00 - 3.60	LOTE LABORATORIO:
LUGAR DE TOMA:	S-03	LOTE CLIENTE:
UBICACIÓN:		

TRABAJOS REALIZADOS - De acuerdo con el programa establecido, se han realizado los siguientes ensayos.

Ensayo de compresión simple (suelos) **UNE 103400:1993**

RESULTADOS

Los resultados de los ensayos se presentan en las siguientes páginas.

La incertidumbre de los resultados está a disposición del cliente en CEMOSA.

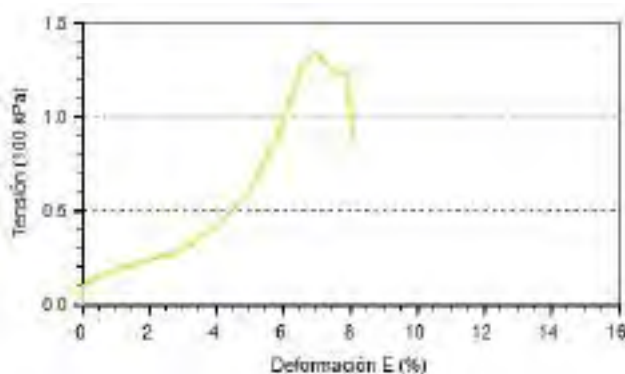
Expediente: **O/2307103/1/01**
Nº acta: 017-23/014204/1
Código de muestra: 1201/017/2023/012759(1558570)
Procedencia: S-03 MI 3.00 - 3.60

ROTURA A COMPRESIÓN SIMPLE

ENSAYO CON MUESTRA INALTERADA

DIÁMETRO (cm):	6
ALTURA (cm):	13
HUMEDAD (%):	24,99
R. COMP. SIMPLE, q_u (kPa):	135
R. COMP. SIMPLE (kp/cm²):	1,34
DEFORM. EN ROTURA, ϵ_r (%):	7,00
DENSIDAD HÚMEDA (g/cm³):	1,78
DENSIDAD SECA (g/cm³):	1,42

FORMA DE ROTURA



Fdo. JOSE SERRANO CORDOBA
Director Técnico de Laboratorio
Ldo. en Geología

Madrid a 25/10/2023

Fdo. LIDIA FOLGADO FERNANDEZ
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Geología

SERRANO CORDOBA JOSE -
30829065A

Digital signed by SERRANO CORDOBA JOSE - 30829065A
DN: cn=SERRANO CORDOBA JOSE - 30829065A, sn=SERRANO CORDOBA,
givenName=JOSE, c=ES, serialNumber=DICES-30829065A
Reason: I attest to the accuracy and integrity of this document
Date: 2023.10.25 08:29:33 +02'00'

FOLGADO FERNANDEZ LIDIA -
08926624W

Digital signed by FOLGADO FERNANDEZ LIDIA - 08926624W
DN: cn=FOLGADO FERNANDEZ LIDIA - 08926624W, sn=FOLGADO FERNANDEZ,
givenName=LIDIA, c=ES, serialNumber=DICES-08926624W
Reason: I attest to the accuracy and integrity of this document
Date: 2023.10.25 08:29:28 +02'00'

Expediente: **O/2307103/1/01**
Nº acta: 017-23/014195/1
Obra: PLANTA DE GENERACIÓN DE BIOMETANO- CUBAS DE LA SAGRA (MADRID).
Peticionario: ACCIONA SERVICIOS URBANOS SRL
Dirección: AVENIDA DE EUROPA 18 28108 ALCOBENDAS
Contratista:
Dirección técnica:

ENSAYO DE IDONEIDAD DE SUELOS

ALBARÁN: **1893952** CÓDIGO DE MUESTRA: **1201/017/2023/012760(1558571)** FECHA TOMA: **04/10/2023-16:26**

MATERIAL

TIPO:	SUELO	MODALIDAD DE MUESTREO: GEO - MUESTREO POR GEOTECNIA
DESCRIPCIÓN:	S-03 MI 5.90 - 6.45	MUESTREO POR:
PROCEDENCIA:	S-03 MI 5.90 - 6.45	LOTE LABORATORIO:
LUGAR DE TOMA:	S-03	LOTE CLIENTE:
UBICACIÓN:		

TRABAJOS REALIZADOS - De acuerdo con el programa establecido, se han realizado los siguientes ensayos.

Clasificación e índice de grupo (suelos)	ASTM D2487-17e1
Análisis granulométrico (suelos)	UNE 103101:1995
Hinchamiento libre en edómetro (suelos)	UNE 103601:1996
Ensayo de compresión simple (suelos)	UNE 103400:1993
Determinación de la humedad mediante secado en estufa (suelos)	UNE 103300:1993
Determinación de la densidad aparente (balanza hidrostática) (suelos)	UNE 103301:1994
Límites de Atterberg (suelos)	UNE 103103:1994; UNE 103104:1993

RESULTADOS

Los resultados de los ensayos se presentan en las siguientes páginas.

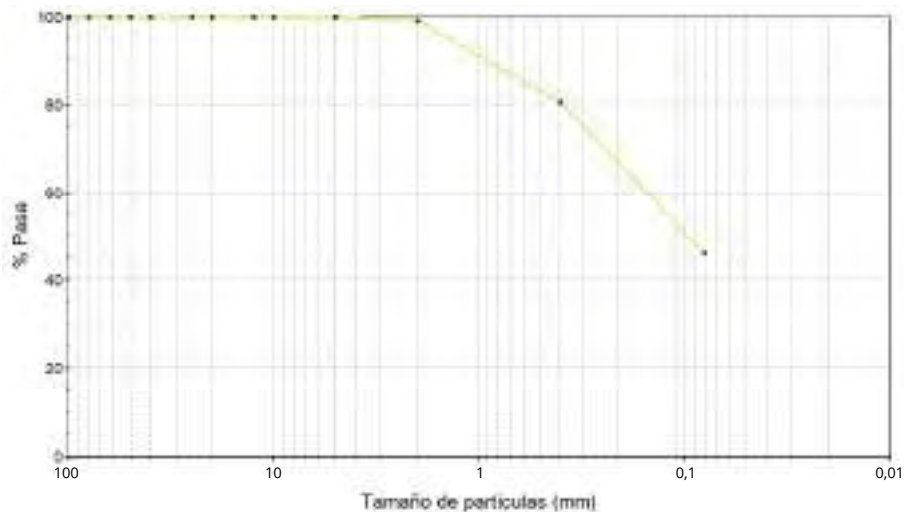
La incertidumbre de los resultados está a disposición del cliente en CEMOSA.

Expediente: **O/2307103/1/01**
Nº acta: 017-23/014195/1
Código de muestra: 1201/017/2023/012760(1558571)
Procedencia: S-03 MI 5.90 - 6.45

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

TAMIZ (mm)	% PASA
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	100,0
12,5	100,0
10	100,0
5	100,0
2	99,1
0,4	80,7
0,080	46,1



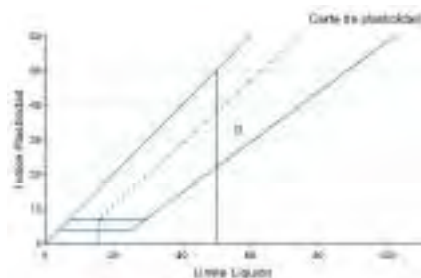
LÍMITES DE ATTERBERG

LÍMITE LÍQUIDO: **56,5** LÍMITE PLÁSTICO: **23,6** ÍNDICE DE PLASTICIDAD: **32,9**

CLASIFICACIÓN

Clasificación ASTM D 2487 (U.S.C.S.) - Símbolo y nombre de grupo: **SC - Arena Arcillosa**

Clasificación AASHTO M-145 Símbolo de grupo (IG): **A-7-6 (10)**



DENSIDAD Y HUMEDAD

DENSIDAD - UNE 103301

HÚMEDA (g/cm³): **1,96**
SECA (g/cm³): **1,58**

HUMEDAD - UNE 103201

HUMEDAD (%): **24,6**

Expediente: **O/2307103/1/01**
Nº acta: 017-23/014195/1
Código de muestra: 1201/017/2023/012760(1558571)
Procedencia: S-03 MI 5.90 - 6.45

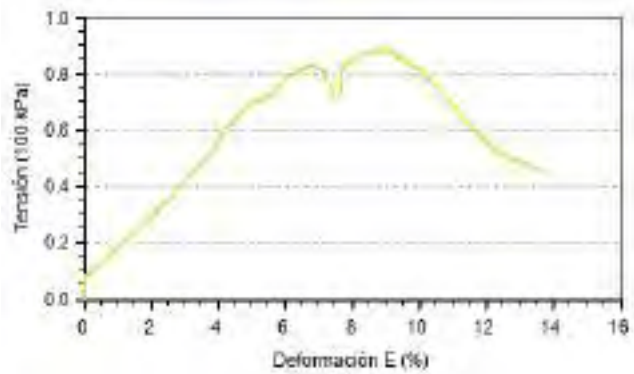
LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

ROTURA A COMPRESIÓN SIMPLE

ENSAYO CON MUESTRA INALTERADA

DIÁMETRO (cm):	6
ALTURA (cm):	12,5
HUMEDAD (%):	24,59
R. COMP. SIMPLE, q_u (kPa):	90
R. COMP. SIMPLE (kp/cm²):	0,88
DEFORM. EN ROTURA, ϵ_v (%):	8,60
DENSIDAD HÚMEDA (g/cm³):	1,96
DENSIDAD SECA (g/cm³):	1,57

FORMA DE ROTURA



HINCHAMIENTO LIBRE DE UN SUELO EN EDÓMETRO

DATOS DE LA CÉLULA

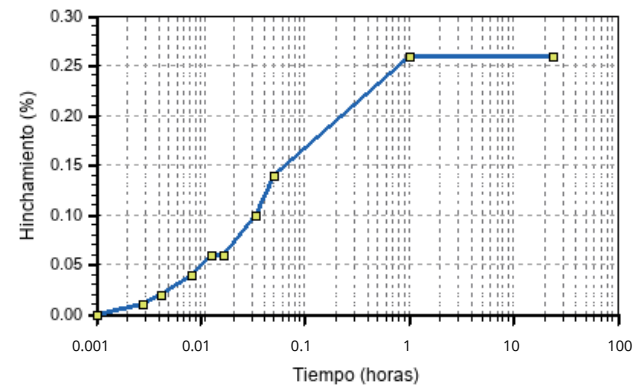
ALTURA (mm):	20,00
ÁREA (cm²):	19,63
VOLUMEN (cm³):	39,26

DATOS DE LA MUESTRA

DENSIDAD HÚMEDA (g/cm³):	1,95
DENSIDAD SECA (g/cm³):	1,57
HUMEDAD INICIAL (%):	24,5
HUMEDAD FINAL (%):	32,4

PRESIÓN VERTICAL (kPa): 10		
TIEMPO	LECTURA (mm)	HINCHAMIENTO (%)
0 S	4,96	0,00
10 S	4,96	0,01
15 S	4,96	0,02
30 S	4,97	0,04
45 S	4,97	0,06
1 MI	4,97	0,06
2 MI	4,98	0,10
3 MI	4,99	0,14
1 HR	5,01	0,26
24 HR	5,01	0,26

HINCHAMIENTO LIBRE (%): 0,3



Fdo. JOSE SERRANO CORDOBA
Director Técnico de Laboratorio
Ldo. en Geología

Madrid a 25/10/2023

Fdo. LIDIA FOLGADO FERNANDEZ
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Geología

SERRANO CORDOBA JOSE -
30829065A

Digitally signed by SERRANO CORDOBA JOSE - 30829065A
DN: cn=SERRANO CORDOBA JOSE - 30829065A, sn=SERRANO CORDOBA,
givenName=JOSE, c=ES, serialNumber=IDCES-30829065A
Reason: I attest to the accuracy and integrity of this document
Date: 2023.10.25 08:30:15 +02'00'

FOLGADO FERNANDEZ LIDIA -
08926624W

Digitally signed by FOLGADO FERNANDEZ LIDIA - 08926624W
DN: cn=FOLGADO FERNANDEZ LIDIA - 08926624W, sn=FOLGADO FERNANDEZ,
givenName=LIDIA, c=ES, serialNumber=IDCES-08926624W
Reason: I attest to the accuracy and integrity of this document
Date: 2023.10.25 08:30:08 +02'00'

Expediente: **O/2307103/1/01**
Nº acta: 017-23/014196/1
Obra: PLANTA DE GENERACIÓN DE BIOMETANO- CUBAS DE LA SAGRA (MADRID).
Peticionario: ACCIONA SERVICIOS URBANOS SRL
Dirección: AVENIDA DE EUROPA 18 28108 ALCOBENDAS
Contratista:
Dirección técnica:

ENSAYO DE IDONEIDAD DE SUELOS

ALBARÁN: **1893953** CÓDIGO DE MUESTRA: **1201/017/2023/012761(1558572)** FECHA TOMA: **04/10/2023-16:27**

MATERIAL

TIPO:	SUELO	MODALIDAD DE MUESTREO: GEO - MUESTREO POR GEOTECNIA
DESCRIPCIÓN:	S-04 MI 3.00 - 3.60	MUESTREO POR:
PROCEDENCIA:	S-04 MI 3.00 - 3.60	LOTE LABORATORIO:
LUGAR DE TOMA:	S-04	LOTE CLIENTE:
UBICACIÓN:		

TRABAJOS REALIZADOS - De acuerdo con el programa establecido, se han realizado los siguientes ensayos.

Clasificación e índice de grupo (suelos)	ASTM D2487-17e1
Análisis granulométrico (suelos)	UNE 103101:1995
Ensayo de compresión simple (suelos)	UNE 103400:1993
Determinación de la humedad mediante secado en estufa (suelos)	UNE 103300:1993
Determinación de la densidad aparente (balanza hidrostática) (suelos)	UNE 103301:1994
Límites de Atterberg (suelos)	UNE 103103:1994; UNE 103104:1993
Corte directo sobre muestra inalterada consolidado y drenado (suelos)	UNE 103401:1998

RESULTADOS

Los resultados de los ensayos se presentan en las siguientes páginas.

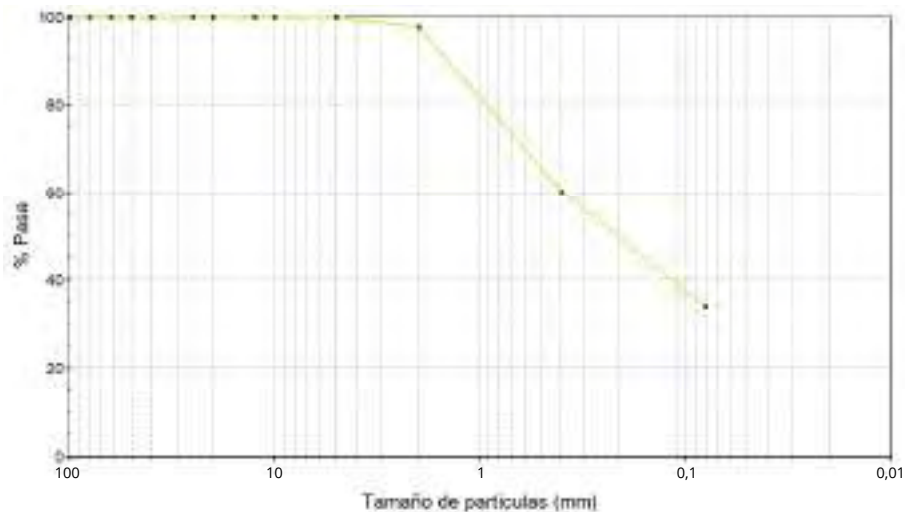
La incertidumbre de los resultados está a disposición del cliente en CEMOSA.

Expediente: **O/2307103/1/01**
Nº acta: 017-23/014196/1
Código de muestra: 1201/017/2023/012761(1558572)
Procedencia: S-04 MI 3.00 - 3.60

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

TAMIZ (mm)	% PASA
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	100,0
12,5	100,0
10	100,0
5	99,9
2	97,6
0,4	60,1
0,080	33,9

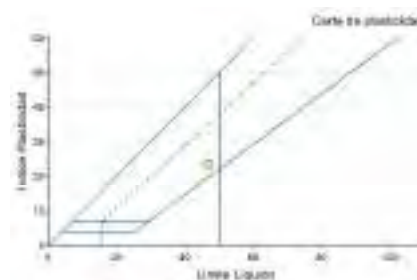


LÍMITES DE ATTERBERG

LÍMITE LÍQUIDO: **46,7** LÍMITE PLÁSTICO: **23,4** ÍNDICE DE PLASTICIDAD: **23,4**

CLASIFICACIÓN

Clasificación ASTM D 2487 (U.S.C.S.) - Símbolo y nombre de grupo: **SC - Arena Arcillosa**
Clasificación AASHTO M-145 Símbolo de grupo (IG): **A-2-7 (2)**



DENSIDAD Y HUMEDAD

DENSIDAD - UNE 103301

HÚMEDA (g/cm³): **1,99**
SECA (g/cm³): **1,73**

HUMEDAD - UNE 103201

HUMEDAD (%): **15,5**

Expediente: **O/2307103/1/01**
Nº acta: 017-23/014196/1
Código de muestra: 1201/017/2023/012761(1558572)
Procedencia: S-04 MI 3.00 - 3.60

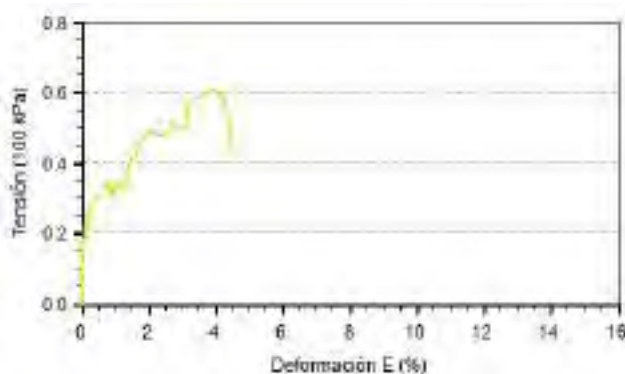
LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

ROTURA A COMPRESIÓN SIMPLE

ENSAYO CON MUESTRA INALTERADA

DIÁMETRO (cm):	6
ALTURA (cm):	13
HUMEDAD (%):	15,5
R. COMP. SIMPLE, q_u (kPa):	60
R. COMP. SIMPLE (kp/cm ²):	0,60
DEFORM. EN ROTURA, ϵ_v (%):	3,60
DENSIDAD HÚMEDA (g/cm ³):	1,99
DENSIDAD SECA (g/cm ³):	1,72

FORMA DE ROTURA



CORTE DIRECTO

DATOS DE ENSAYO

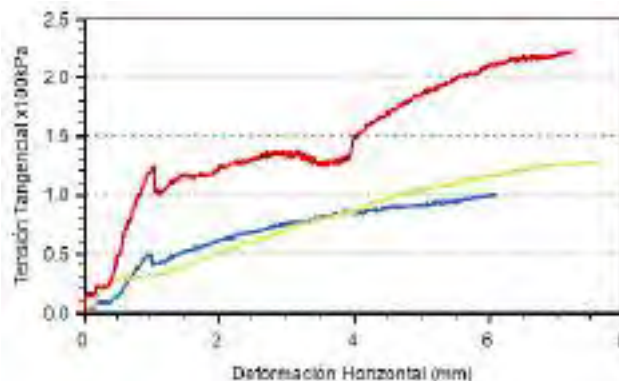
ESTADO MUESTRA	INALTERADA
CAJA:	CILINDRICA
TIPO ENSAYO:	CD

Nº PROBETA	TENSIÓN TANG. (kg/cm ²)	HUMEDAD INIC. (%)	HUMEDAD FINAL (%)	DENSI. HÚMEDA (g/cm ³)	DENSI. SECA (g/cm ³)
1	1,01	15,5	19,3	1,99	1,72
2	1,30	15,5	17,6	2,02	1,75
3	2,23	15,5	16,5	2,01	1,74

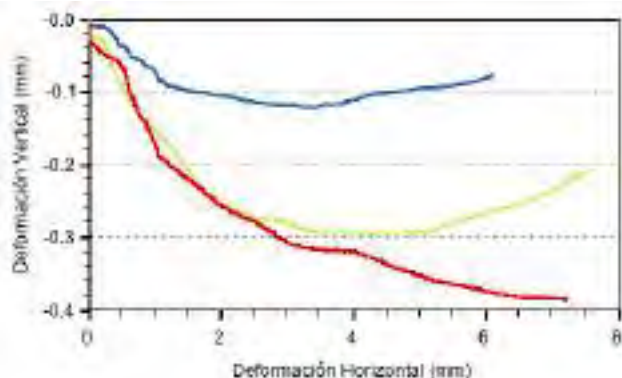
ÁNGULO DE ROZAMIENTO (°): 31,3

COHESIÓN (kg/cm²): 0,30

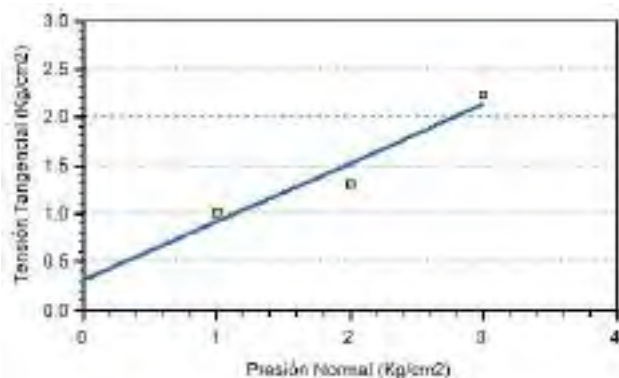
CURVAS DE ROTURA



DEFORMACIÓN VERTICAL - DEFORMACIÓN HORIZONTAL



TENSIÓN NORMAL - TENSIÓN TANGENCIAL



Fdo. JOSE SERRANO CORDOBA
Director Técnico de Laboratorio
Ldo. en Geología

Madrid a 25/10/2023

Fdo. LIDIA FOLGADO FERNANDEZ
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Geología

SERRANO CORDOBA JOSE -
30829065A

Digitally signed by SERRANO CORDOBA JOSE - 30829065A
DN: cn=SERRANO CORDOBA JOSE - 30829065A, o=SERRANO CORDOBA,
givenName=JOSE, c=ES, serialNumber=IDCES-30829065A
Reason: I attest to the accuracy and integrity of this document
Date: 2023.10.25 08:30:58 +02'00'

FOLGADO FERNANDEZ LIDIA -
08926624W

Digitally signed by FOLGADO FERNANDEZ LIDIA - 08926624W
DN: cn=FOLGADO FERNANDEZ LIDIA - 08926624W, o=FOLGADO FERNANDEZ,
givenName=LIDIA, c=ES, serialNumber=IDCES-08926624W
Reason: I attest to the accuracy and integrity of this document
Date: 2023.10.25 08:30:52 +02'00'

Expediente: **O/2307103/1/01**
Nº acta: 017-23/014207/1
Obra: PLANTA DE GENERACIÓN DE BIOMETANO- CUBAS DE LA SAGRA (MADRID).
Peticionario: ACCIONA SERVICIOS URBANOS SRL
Dirección: AVENIDA DE EUROPA 18 28108 ALCOBENDAS
Contratista:
Dirección técnica:

ENSAYO DE IDONEIDAD DE SUELOS

ALBARÁN: **1893955** CÓDIGO DE MUESTRA: **1201/017/2023/012763(1558574)** FECHA TOMA: **04/10/2023-16:27**

MATERIAL

TIPO:	SUELO	MODALIDAD DE MUESTREO: GEO - MUESTREO POR GEOTECNIA
DESCRIPCIÓN:	S-05 MI 3.00 - 3.60	MUESTREO POR:
PROCEDENCIA:	S-05 MI 3.00 - 3.60	LOTE LABORATORIO:
LUGAR DE TOMA:	S-05	LOTE CLIENTE:
UBICACIÓN:		

TRABAJOS REALIZADOS - De acuerdo con el programa establecido, se han realizado los siguientes ensayos.

Determinación del contenido en sales solubles (suelos)	NLT 114:1999
Análisis granulométrico (suelos)	UNE 103101:1995
Determinación de la humedad mediante secado en estufa (suelos)	UNE 103300:1993
Determinación de la densidad aparente (balanza hidrostática) (suelos)	UNE 103301:1994
Clasificación e índice de grupo (suelos)	ASTM D2487-17e1
Ión sulfato (agresividad) (suelos)	UNE 83963:2008; UNE-EN 83963:2008 Err.:2011
Límites de Atterberg (suelos)	UNE 103103:1994; UNE 103104:1993
Determinación de la acidez Bauman-Gully (suelos)	UNE 83962:2008

OBSERVACIONES:

No se puede realizar ensayo de compresión simple porque se rompe la muestra.

RESULTADOS

Los resultados de los ensayos se presentan en las siguientes páginas.

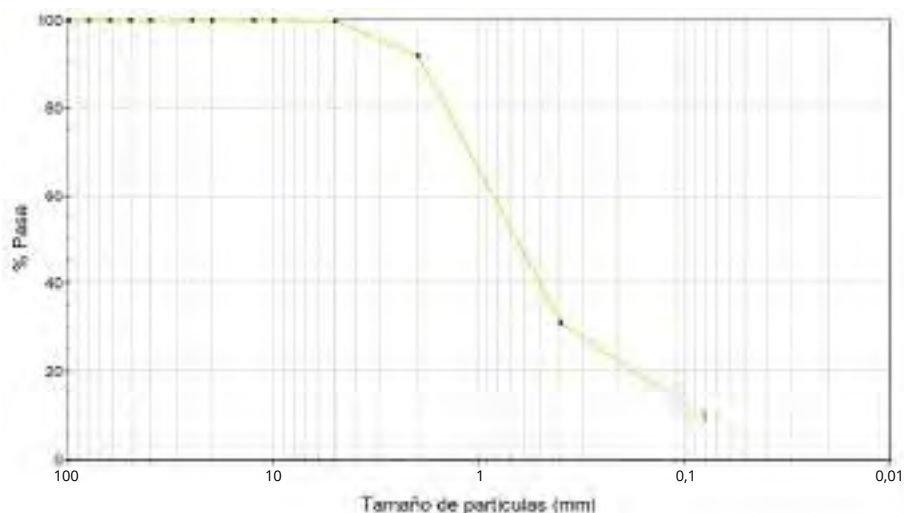
La incertidumbre de los resultados está a disposición del cliente en CEMOSA.

Expediente: **O/2307103/1/01**
Nº acta: 017-23/014207/1
Código de muestra: 1201/017/2023/012763(1558574)
Procedencia: S-05 MI 3.00 - 3.60

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

TAMIZ (mm)	% PASA
100	100,0
80	100,0
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	100,0
20	100,0
12,5	100,0
10	100,0
5	99,7
2	91,8
0,4	31,0
0,080	9,4

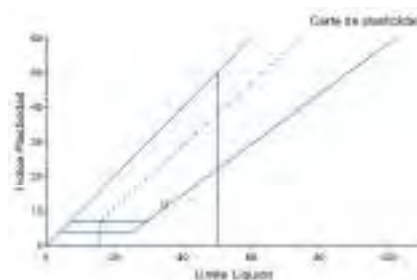


LÍMITES DE ATTERBERG

LÍMITE LÍQUIDO: **34,6** LÍMITE PLÁSTICO: **22,8** ÍNDICE DE PLASTICIDAD: **11,8**

CLASIFICACIÓN

Clasificación ASTM D 2487 (U.S.C.S.) - Símbolo y nombre de grupo: **SP-SC - Arena Arcillosa Mal Graduada**
Clasificación AASHTO M-145 Símbolo de grupo (IG): **A-2-6 (0)**



DENSIDAD Y HUMEDAD

DENSIDAD - UNE 103301

HÚMEDA (g/cm³): **1,76**
SECA (g/cm³): **1,43**

HUMEDAD - UNE 103201

HUMEDAD (%): **22,7**

ANÁLISIS QUÍMICO

SULFATO (% SO ₃):	-	SALES SOLUBLES (g/100g suelo):	0,32
MATERIA ORGÁNICA (%):	-	YESOS (%):	-
CARBONATOS (% CaCO ₃):	-		

Expediente: **O/2307103/1/01**
Nº acta: 017-23/014207/1
Código de muestra: 1201/017/2023/012763(1558574)
Procedencia: S-05 MI 3.00 - 3.60

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

AGRESIVIDAD QUÍMICA DEL SUELO FRENTE AL HORMIGÓN

PARÁMETROS	NORMA	RESULTADO	TIPO DE EXPOSICIÓN		
			XA1 - ATAQUE DEBIL	XA2 - ATAQUE MEDIO	XA3 - ATAQUE FUERTE
ACIDEZ BAUMANN-GULLY (ml/kg):	UNE 83962	15,9	> 200	NO APLICABLE	NO APLICABLE
IÓN SULFATO (mg SO ₄ -2/kg suelo seco):	UNE 83963	NO CONTIENE	2000 - 3000	3000 - 12000	> 12000
EVALUACIÓN DE LA AGRESIVIDAD:		NO AGRESIVA			

Fdo. JOSE SERRANO CORDOBA
Director Técnico de Laboratorio
Ldo. en Geología

Madrid a 25/10/2023

Fdo. LIDIA FOLGADO FERNANDEZ
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Geología

SERRANO CORDOBA JOSE -
30829065A

Digitally signed by SERRANO CORDOBA JOSE - 30829065A
DN: cn=SERRANO CORDOBA JOSE - 30829065A, sn=SERRANO CORDOBA,
givenName=JOSE, c=ES, serialNumber=DCES-30829065A
Reason: I attest to the accuracy and integrity of this document
Date: 2023.10.25 08:31:32 +02'00'

FOLGADO FERNANDEZ LIDIA -
08926624W

Digitally signed by FOLGADO FERNANDEZ LIDIA - 08926624W
DN: cn=FOLGADO FERNANDEZ LIDIA - 08926624W, sn=FOLGADO FERNANDEZ,
givenName=LIDIA, c=ES, serialNumber=DCES-08926624W
Reason: I attest to the accuracy and integrity of this document
Date: 2023.10.25 08:31:26 +02'00'

Expediente: **O/2307103/1/01**
Nº acta: 017-23/014205/1
Obra: PLANTA DE GENERACIÓN DE BIOMETANO- CUBAS DE LA SAGRA (MADRID).
Peticionario: ACCIONA SERVICIOS URBANOS SRL
Dirección: AVENIDA DE EUROPA 18 28108 ALCOBENDAS
Contratista:
Dirección técnica:

ENSAYO DE IDONEIDAD DE SUELOS

ALBARÁN: **1893956** CÓDIGO DE MUESTRA: **1201/017/2023/012764(1558575)** FECHA TOMA: **04/10/2023-16:27**

MATERIAL

TIPO:	SUELO	MODALIDAD DE MUESTREO: GEO - MUESTREO POR GEOTECNIA
DESCRIPCIÓN:	S-05 MI 7.00 - 7.26	MUESTREO POR:
PROCEDENCIA:	S-05 MI 7.00 - 7.26	LOTE LABORATORIO:
LUGAR DE TOMA:	S-05	LOTE CLIENTE:
UBICACIÓN:		

TRABAJOS REALIZADOS - De acuerdo con el programa establecido, se han realizado los siguientes ensayos.

Ensayo de compresión simple (suelos) **UNE 103400:1993**

RESULTADOS

Los resultados de los ensayos se presentan en las siguientes páginas.

La incertidumbre de los resultados está a disposición del cliente en CEMOSA.

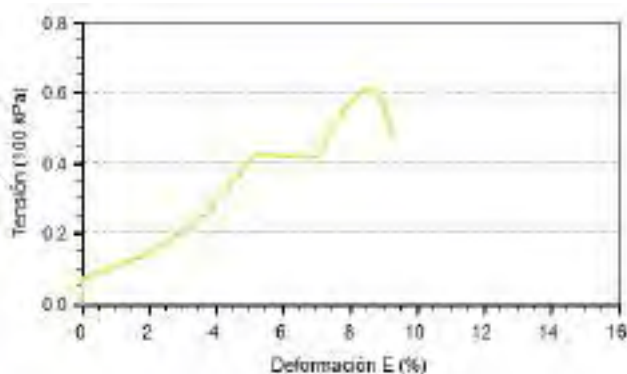
Expediente: **O/2307103/1/01**
Nº acta: 017-23/014205/1
Código de muestra: 1201/017/2023/012764(1558575)
Procedencia: S-05 MI 7.00 - 7.26

ROTURA A COMPRESIÓN SIMPLE

ENSAYO CON MUESTRA INALTERADA

DIÁMETRO (cm):	6
ALTURA (cm):	12
HUMEDAD (%):	12,7
R. COMP. SIMPLE, q_u (kPa):	60
R. COMP. SIMPLE (kp/cm²):	0,61
DEFORM. EN ROTURA, ϵ_r (%):	8,50
DENSIDAD HÚMEDA (g/cm³):	2,14
DENSIDAD SECA (g/cm³):	1,90

FORMA DE ROTURA



Fdo. JOSE SERRANO CORDOBA
Director Técnico de Laboratorio
Ldo. en Geología

Madrid a 25/10/2023

Fdo. LIDIA FOLGADO FERNANDEZ
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Geología

SERRANO CORDOBA JOSE -
30829065A

Digitally signed by SERRANO CORDOBA JOSE - 30829065A
DN: cn=SERRANO CORDOBA JOSE - 30829065A, sn=SERRANO CORDOBA,
givenName=JOSE, c=ES, serialNumber=DCEX-30829065A
Reason: I attest to the accuracy and integrity of this document
Date: 2023.10.25 08:32:20 +02'00'

FOLGADO FERNANDEZ LIDIA -
08926624W

Digitally signed by FOLGADO FERNANDEZ LIDIA - 08926624W
DN: cn=FOLGADO FERNANDEZ LIDIA - 08926624W, sn=FOLGADO FERNANDEZ,
givenName=LIDIA, c=ES, serialNumber=DCEX-08926624W
Reason: I attest to the accuracy and integrity of this document
Date: 2023.10.25 08:32:14 +02'00'

ANEJO 6. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN TODO TIPO DE SUELOS



Peticionario ACCIONA SERVICIOS URBANOS, S.R.L.
Trabajo INFORME GEOTÉCNICO SOBRE CONDICIONES DE CIMENTACIÓN PARA PLANTA DE GENERACIÓN DE BIOMETANO A PARTIR DE BIORRESIDUO
Expediente O/2307103

CÁLCULO DE LA PRESIÓN VERTICAL DE HUNDIMIENTO

EXPRESION ANALITICA BASICA

$$q_{H1} = c_K N_{c1} d_c s_c i_c t_c + q_{0K} N_{q1} d_q s_q i_q t_q + \frac{1}{2} B^* \gamma_K N_{\gamma1} d_\gamma s_\gamma i_\gamma t_\gamma$$

SITUACION DE DIMENSIONADO

Situación de dimensionado

Persistente a largo plazo

Forma de la cimentación

Rectangular

Ancho equivalente B* (m)

1,00 1,50 2,00 2,50 3,00

¿Existe flujo ascendente?

No $i_v = 0,4$
 Gradiente vertical medio en 1,5B bajo la base de la cimentación

Inclinación del terreno situado junto a la cimentación

$\beta = 0$
 Si $\beta > 4/2$ se recomienda llevar a cabo un estudio específico de estabilidad global

¿Talud en situación transitoria y sin drenaje?

No
 En situaciones transitorias y sin drenaje, puede calcularse la presión de hundimiento como en terreno horizontal y después reducirla en $2\beta c_u$
 $2\beta c_u =$ KPa

Factor de seguridad

Situación transitoria
 $\gamma_R = 3$

PARAMETROS CARACTERISTICOS DEL TERRENO

Resistencia al corte

$\phi_K = 28,0^\circ$
 $c_K = 15,0$ KPa c_K y ϕ_K representativos de una profundidad entre B y 1,5-B, a contar desde la base de la cimentación

En situaciones sin drenaje, c_u aumenta linealmente con la profundidad?

No

z m	c_u kPa
	50
10,0	150

Peso específico por debajo de la base de cimentación

$\gamma = 18,0$ KN/m³ En cálculo a corto plazo considerar peso específico aparente
 $\gamma_{ap} = 18,0$ KN/m³

B* m	c_K kPa	γ_K kN/m ³
1,0	15,0	18,0
1,5	15,0	18,0
2,0	15,0	18,0
2,5	15,0	18,0
3,0	15,0	18,0

Sobrecarga al nivel de la base de la cimentación

¿Tener en cuenta? Si $\gamma_{ap}(\text{sup}) = 18,0$ KN/m³
 $H = 0,30$ m
 $q_{0K} = 5,4$ KPa

Para contar con el término de sobrecarga q_{0K} se debe asegurar durante la vida útil de la obra que no se realicen excavaciones junto a las cimentaciones que pudieran dar lugar a una reducción, o incluso anulación, de la misma.

Resistencia al corte del terreno situado sobre la base de la cimentación

¿Tener en cuenta? No
 No se debe tener en cuenta en los siguientes casos:
 - Cimentaciones someras en arcillas muy plásticas que en épocas secas puedan desarrollar grietas por retracción.
 - Profundidades de cimentación D inferiores a 2m.
 - Cimentaciones cercanas a taludes
 - Cuando no se pueda garantizar la permanencia en el tiempo del terreno situado por encima de la base de cimentación

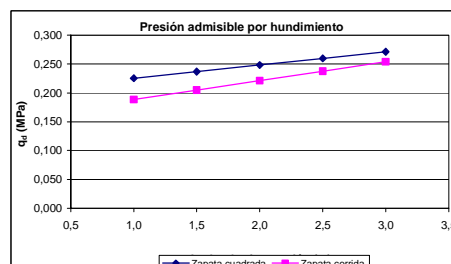
FACTORES CORRECTORES O DE INFLUENCIA

	Zapata cuadrada (L*=B*)					Zapata corrida (L*>>B*)				
B* (m)	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00
Influencia de la resistencia al corte del terreno situado sobre la base de la cimentación										
$d_{c1} =$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$d_{c2} =$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$d_{c3} =$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Influencia de la forma de la cimentación										
$s_{c1} =$	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$s_{c2} =$	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$s_{c3} =$	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Factores de capacidad de carga	Influencia de la proximidad de un talud a la cimentación	Influencia de la inclinación de la resultante de acciones sobre la cimentación (A considerar en fase de proyecto)
$N_{c1} = 25,80$	$t_{c1} = 1,00$	$i_1 = \frac{N_{c1} - 1}{N_{c1} + 1}$ para $i_1 = 0$; $i_1 = 0,5$; $i_1 = 1$; $i_1 = 1,5$; $i_1 = 2$; $i_1 = 2,5$; $i_1 = 3$; $i_1 = 3,5$; $i_1 = 4$; $i_1 = 4,5$; $i_1 = 5$
$N_{c2} = 14,72$	$t_{c2} = 1,00$	$i_2 = \frac{N_{c2} - 1}{N_{c2} + 1}$ para $i_2 = 0$; $i_2 = 0,5$; $i_2 = 1$; $i_2 = 1,5$; $i_2 = 2$; $i_2 = 2,5$; $i_2 = 3$; $i_2 = 3,5$; $i_2 = 4$; $i_2 = 4,5$; $i_2 = 5$
$N_{c3} = 10,94$	$t_{c3} = 1,00$	$i_3 = \frac{N_{c3} - 1}{N_{c3} + 1}$ para $i_3 = 0$; $i_3 = 0,5$; $i_3 = 1$; $i_3 = 1,5$; $i_3 = 2$; $i_3 = 2,5$; $i_3 = 3$; $i_3 = 3,5$; $i_3 = 4$; $i_3 = 4,5$; $i_3 = 5$

PRESIÓN VERTICAL ADMISIBLE POR HUNDIMIENTO

Ancho de cimentación m	Zapata cuadrada q_d MPa	Zapata corrida q_d MPa
1,0	0,225	0,188
1,5	0,237	0,205
2,0	0,248	0,221
2,5	0,260	0,238
3,0	0,271	0,254



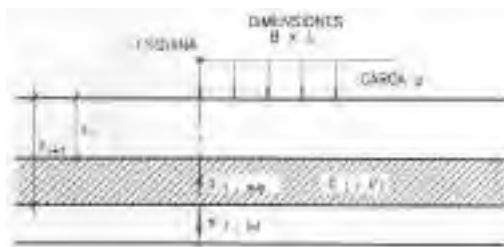
CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN TODO TIPO DE SUELOS



Peticionario: ACCIONA SERVICIOS URBANOS, S.R.L.
 Trabajo: INFORME GEOTÉCNICO SOBRE CONDICIONES DE CIMENTACIÓN PARA PLANTA DE GENERACIÓN DE BIOMETANO A PARTIR DE BIORRESIDUOS
 Expediente: O/2307103

CALCULO DE LA PRESION VERTICAL ADMISIBLE DE SERVICIO

CALCULO ELASTICO DE ASIENTOS - METODO DE STEINBRENNER



siendo:

$$A = 1 - \nu^2$$

$$B = \left(1 - \frac{z}{L}\right) - \frac{z^2}{L^2}$$

$$p_1 = \frac{1}{\pi} \left(B_1 \frac{1 + \nu}{1 - \nu} + B_2 \frac{1 + \nu}{1 - \nu} \right)$$

$$p_2 = \frac{mv}{\pi} \ln \left(\frac{h}{m} \right)$$

$$m = \frac{z}{\pi}$$

$$p = \frac{p_1}{B}$$

$$s = \left(1 + n^2 + m^2 \right)^{-1/2}$$

Asiento en profundidad

Acoratamiento del estrato

$$s(z) = \frac{p \cdot B}{2 \cdot E} \left(A \cdot p_1 - B \cdot p_2 \right)$$

$$I = s_1(z_1) - s_1(z_2) - s_2(z_1) - s_2(z_2)$$

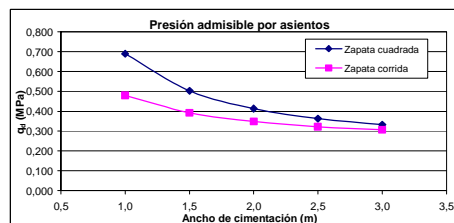
PARAMETROS CARACTERISTICOS DEL TERRENO

	UNIDAD GEOTÉCNICA	Prof. inicial m	Prof. final m	Espesor m	E MPa	v
NIVEL 1	UG.2		6,0	6,0	17,0	0,3
NIVEL 2						0,3
NIVEL 3						
NIVEL 4						
NIVEL 5						
			Total	6,0		

PRESION VERTICAL ADMISIBLE POR ASIENTOS

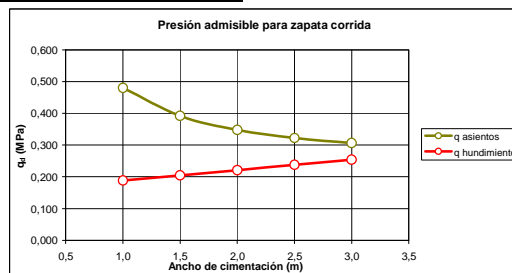
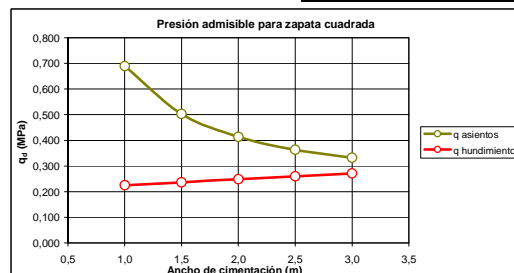
Asiento admisible
3,5 cm

Ancho de cimentación m	Zapata cuadrada q _d MPa	Zapata corrida q _d MPa	¿Espesor=2·B?
1,0	0,689	0,480	SI
1,5	0,503	0,392	SI
2,0	0,414	0,348	SI
2,5	0,363	0,323	SI
3,0	0,332	0,307	SI



PRESION VERTICAL ADMISIBLE DE SERVICIO

Ancho de cimentación m	Zapata cuadrada		Zapata corrida	
	q _d MPa	Limitación	q _d MPa	Limitación
1,0	0,225	Hundimiento	0,188	Hundimiento
1,5	0,237	Hundimiento	0,205	Hundimiento
2,0	0,248	Hundimiento	0,221	Hundimiento
2,5	0,260	Hundimiento	0,238	Hundimiento
3,0	0,271	Hundimiento	0,254	Hundimiento



VALORES DE K_{sp30} DEDUCIDOS DEL CALCULO DE ASIENTOS

Ancho de cimentación m	Zapata cuadrada		Zapata corrida	
	K _{sp30} MN/m ³	K _{sp30} MN/m ³	K _{sp30} MN/m ³	K _{sp30} MN/m ³
1,0	20	66	14	46
1,5	14	72	11	56
2,0	12	79	10	66
2,5	10	87	9	77
3,0	9	95	9	88
	Valor medio	80	Valor medio	67

APÉNDICE 1. HOJA DOCUMENTAL

FICHA DOCUMENTAL

El presente documento, de título **INFORME GEOTÉCNICO SOBRE CONDICIONES DE CIMENTACIÓN PARA PLANTA DE GENERACIÓN DE BIOMETANO A PARTIR DE BIORESIDUOS** ha sido realizado por CEMOSA, en su delegación de **Madrid**, en la siguiente dirección:

Pol. Ind. Los Olivos. C/ Innovación,11 (28906)

MADRID - GETAFE

El teléfono y email de contacto son los siguientes:

Tel: 916 828 727 Fax: 916 019 683

madrid@cemosa.es

Para cualquier consulta o aclaración, así como para cualquier cuestión relacionada con este documento habrá de dirigirse al siguiente técnico de contacto:

Carlos Álvarez Calvo

