



Dirección General
de Infraestructuras y Servicios
CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN, CIENCIA
Y UNIVERSIDADES

Comunidad de Madrid

PROYECTO DE EJECUCIÓN PARA LA

CONSTRUCCIÓN DE GIMNASIO, PISTA DEPORTIVA Y
ACONDICIONAMIENTO DE URBANIZACIÓN DEL IES SAN AGUSTÍN
DE GUADALIX

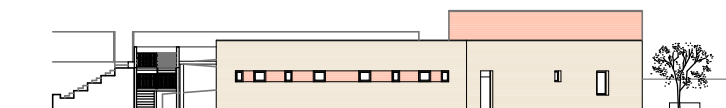
SITUACION

Av. Félix Rodríguez de la Fuente, s/n, 28750 San Agustín del Guadalix, Madrid

PLANO

TOMO 3

AM8 ESTUDIO GEOTÉCNICO Y TOPOGRÁFICO



PROPIEDAD

D.G. Infraestructuras y Servicios
Consejería de Educación, Ciencia y Universidades
c/ Santa Hortensia, 30. 28002. Madrid

DIRECCIÓN GENERAL DE
INFRAESTRUCTURAS Y SERVICIOS
Consejería de Educación
Ciencia y Universidades
Comunidad de Madrid

ARQUITECTO

Marta Sánchez Valencia

FECHA

abr 2025

SUPERVISADO



AM8

ESTUDIO GEOTÉCNICO

INFORME GEOTECNICO SOBRE CONDICIONES DE CIMENTACIÓN PARA GIMNASIO EN IES DE SAN AGUSTIN DE GUADALIX

COMUNIDAD DE MADRID

Nº INFORME O/2005036

INFORME

SAN AGUSTÍN DEL GUADALIX

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



Edición: nº0 Revisión: nº0

Fecha: Septiembre de 2024

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



TITULO DEL DOCUMENTO: INFORME GEOTÉCNICO SOBRE CONDICIONES DE CIMENTACIÓN PARA GIMNASIO EN IES DE SAN AGUSTIN DE GUADALIX

Edición número: 0 Fecha edición : Septiembre de 2024
Revisión número: 0 Fecha revisión : Septiembre de 2024
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		Septiembre de 2024
Revisado	Isidro Ocete Ruiz		Septiembre de 2024
Aprobado	Isidro Ocete Ruiz		Septiembre de 2024

REGISTRO DE MODIFICACIONES

Edic./Rev.	Fecha	Responsable modificación	Secc./Párrafo Modificado	Modificación efectuada
0/0	Septiembre de 2024	-	-	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.....	2
2.1.-	Documentación técnica y geotécnica previa.....	2
2.2.-	Características generales de la edificación prevista	2
2.3.-	Características generales del entorno de carácter geomorfológico y geotécnico.....	2
3.-	ENTORNO GEOGRÁFICO.....	4
4.-	TRABAJOS REALIZADOS	6
4.1.-	Reconocimientos de campo	6
4.2.-	Ensayos de campo y laboratorio	10
5.-	GEOLOGÍA.....	13
6.-	SISMOLOGÍA	15
6.1.-	Introducción	15
6.2.-	Mapa de peligrosidad sísmica. Coeficiente de distribución.....	16
6.3.-	Mapa de peligrosidad sísmica. Aceleración sísmica básica.	16
7.-	CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA Y GEOTÉCNICA DE LOS MATERIALES.....	18
7.1.-	Nivel freático	19
7.1.-	UG.1 Rellenos de naturaleza antrópica.....	19
7.2.-	UG.2 Arenas arcillosas de tonos marrones	20
7.3.-	Muestras ensayadas en la UG-2.	21
7.3.1.-	Identificación	21
7.3.2.-	Ensayos químicos y agresividad en suelos.....	24
7.3.3.-	Parámetros de estado natural.....	25
7.3.4.-	Parámetros de resistencia	25
8.-	AGRESIVIDAD	27
8.1.-	Valores obtenidos en muestras de suelos	27
9.-	DETERMINACIÓN DE LA EXCAVABILIDAD	28
9.1.-	Metodología	28

9.2.-	Evaluación de la excavabilidad	32
10.-	MÓDULOS ELÁSTICO-DINÁMICOS DE DEFORMACIÓN.	33
11.-	MODELOS DE CIMENTACIÓN PLANTEADOS (ZAPATAS Y ZAPATAS CORRIDAS)	34
11.1.-	Cálculo de la presión admisible de servicio	38
12.-	RESUMEN Y CONCLUSIONES	42

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 geofísica
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 GIMNASIO EN IES DE SAN AGUSTIN DE GUADALIX** en **SAN AGUSTÍN DEL GUADALIX** solicitado a **CEMOSA** por **COMUNIDAD DE MADRID**.

El trabajo se establece con expediente O/2005036, 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 un gimnasio en el IES de San Agustín de Guadalix, con una superficie de 1130 m².

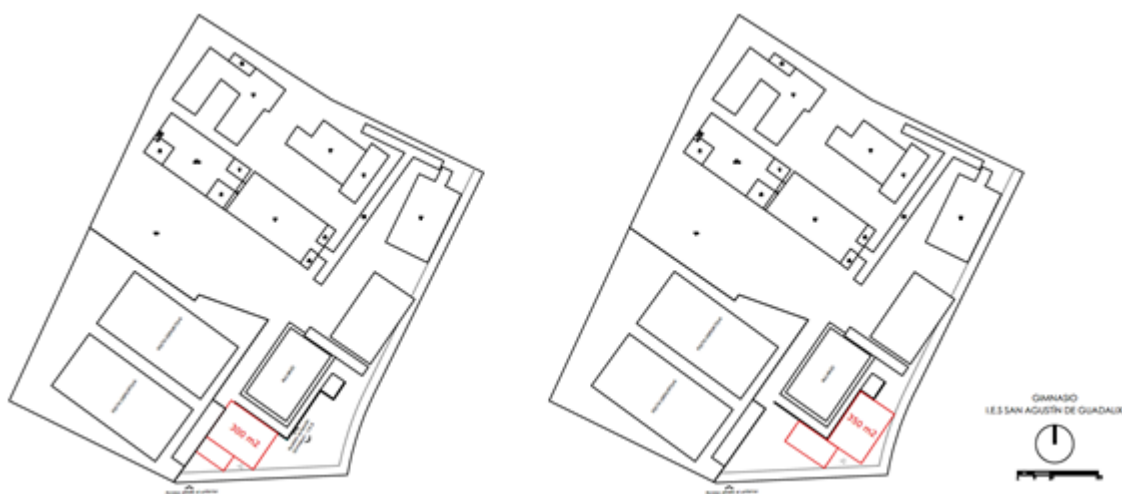


Figura Nº 1.- Croquis orientativo de las alternativas de situación del gimnasio aportado por el cliente.

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	2
<input type="checkbox"/> Aislada, adosada o pareada	Nº sótanos	0
<input checked="" type="checkbox"/> Otra: Gimnasio	<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 checked="" type="checkbox"/> No determinada	
<input checked="" 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

☐ Suelos blandos

Tabla 3. Experiencia previa en la zona

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

Nivel piezométrico en la zona

<input checked="" type="checkbox"/>	Ausencia
<input type="checkbox"/>	A menos de 5 m de la superficie
<input type="checkbox"/>	Situado por debajo de 5 m de la superficie
<input type="checkbox"/>	Importantes variaciones del nivel piezométrico dependiendo de la época climática

Tipologías de cimentación habituales en la zona

<input type="checkbox"/>	Zapatillas aisladas, corridas o vigas flotantes
<input type="checkbox"/>	Pozos
<input type="checkbox"/>	Losa armada
<input type="checkbox"/>	Cimentación profunda
<input type="checkbox"/>	No procede
<input checked="" type="checkbox"/>	Se desconoce

Tabla 4. Rasgos geomorfológicos

Morfología	Rellenos antrópicos
<input type="checkbox"/> Plana	<input type="checkbox"/> Ausencia
<input checked="" type="checkbox"/> Alomada	<input type="checkbox"/> Superficiales (< 1 m.)
<input type="checkbox"/> Abrupta (pendientes > 15%)	<input checked="" type="checkbox"/> Medios (de 1 a 5 m.)

Tabla 4. Rasgos geomorfológicos

Morfología	Rellenos antrópicos
<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 checked="" type="checkbox"/> Ausencia	<input checked="" 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 checked="" 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 SAN AGUSTÍN DEL GUADALIX.

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

Tabla 5. Coordenadas aproximadas UTM

UTM	
X	Y
447.535	4.503.300

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

El área de actuación corresponde a la parcela ubicada en el IES San Agustín de Guadalix en la Avenida Félix Rodríguez de la Fuente, en el municipio de San Agustín de Guadalix.



Figura Nº 2.- Localización de la zona de actuación

Observando la ortofoto histórica más antigua que se dispone, del vuelo americano 56-57, y comparándola con una imagen más o menos actual, se puede apreciar que el área de interés era una zona de cultivo.



Figura Nº 3.- Comparación de la ortofoto del 56-57 con situación actual.

La siguiente imagen disponible es de fecha del 1997. Aquí el complejo urbanístico de las inmediaciones ya se encuentra desarrollado.



Figura Nº 4.- Comparación de la ortofoto del 1997 con situación actual.

La siguiente imagen disponible es del 2006 y comparándola con una imagen más o menos actual, se puede observar que el área de actuación ya se parece más a la actualidad.



Figura Nº 5.- Comparación de la ortofoto del 2006 con situación actual.

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	2	15,50	15,70
Sondeos a penetración dinámica	3	6,00	6,00
Perfiles de tomografía Sísmica	1	-	-
Ensayos MASW	1	-	-

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 PDP 2000P.

La resistencia a la penetración se define como el número de golpes requerido para hacer avanzar el penetrómetro una longitud de 20 cm designándose a este valor como N₂₀, representándose los resultados en gráficos que reflejan los diferentes golpes obtenidos en función de la profundidad. El ensayo se da por terminado cuando se alcanza el rechazo o se supera la profundidad en estudio.

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 6.- Imagen de la ejecución del sondeo mecánico y rotativo con extracción continua de testigo referido como S-01.



Figura Nº 7.- Imagen de la ejecución del sondeo mecánico y rotativo con extracción continua de testigo referido como S-02.



Figura Nº 8.- Trabajos para la realización de la penetración dinámica, tipo DPSH, referida como P-01.



Figura Nº 9.- Trabajos para la realización de la penetración dinámica, tipo DPSH, referida como P-02.



Figura Nº 10.- Trabajos para la realización de la penetración dinámica, tipo DPSH, referida como P-03.

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

4.2.- 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	7	ASTM D6169-98, ASTM D3550-01, XP P94-202
Ensayo de penetración estándar (SPT)	10	UNE 103800
Testigo parafinado	3	ASTM D6640-01

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	9	ISSMGE
Análisis granulométrico por tamizado	9	UNE 103101
Determinación de los límites de Atterberg	9	UNE 103103 -

Tabla 8. Trabajos de laboratorio

Ensayo	unidades	norma
Determinación de humedad natural	7	UNE 103300
Determinación de peso específico aparente	7	UNE 103301
Ensayo de compresión simple en suelos	3	UNE 103400
Ensayo de corte directo sin drenaje	2	UNE 103401
Determinación del contenido en sulfatos	3	UNE 103202
Determinación del grado de acidez Baumann-Gully	3	EHE

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					
			V1	V2	V3	V4	N30 MI	N30 SPT
S-01	MI	3,00	24	40	R		R	
S-01	SPT	3,42	16	20	22	37		42
S-01	MI	6,00	22	37	R		R	
S-01	SPT	6,43	14	19	28	48		47
S-01	MI	9,40	34	12	R		R	
S-01	SPT	9,67	20	40	R			R
S-01	SPT	12,30	18	43	R			R
S-01	SPT	15,50	38	R				R
S-02	MI	3,00	21	38	21	R	59	
S-02	SPT	3,55	10	25	30	42		55
S-02	SPT	6,20	20	28	29	48		57
S-02	MI	9,20	24	48	R		R	
S-02	SPT	9,60	16	39	R			R
S-02	MI	12,20	30	R			R	
S-02	SPT	12,49	17	36	R			R
S-02	SPT	15,20	27	R				R

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	98,40	89,90	78,10	29,70	12,50	21,90	65,60	12,50	31,10	25,20	6,00	SM
S-01	SPT	3,42	100,00	95,30	90,50	55,80	17,70	9,50	72,80	17,70	0,00	0,00	0,00	SM
S-01	MI	6,00	100,00	97,80	91,80	58,20	35,20	8,20	56,60	35,20	35,50	22,40	13,10	SC
S-01	TP	12,00	100,00	95,30	89,40	44,00	15,90	10,60	73,50	15,90	31,90	23,20	8,70	SC
S-01	TP	15,20	92,10	82,90	61,80	32,80	12,80	38,20	49,00	12,80	34,00	21,50	12,50	SC
S-02	MI	3,00	100,00	99,80	98,30	77,90	46,90	1,70	51,40	46,90	33,40	21,30	12,10	SC
S-02	SPT	6,20	98,50	93,70	86,30	41,90	20,10	13,70	66,20	20,10	31,90	24,10	7,80	SM
S-02	MI	9,20	100,00	95,90	71,00	48,10	25,30	29,00	45,70	25,30	31,30	20,80	10,50	SC
S-02	MI	12,20	100,00	98,70	95,80	68,80	40,90	4,20	54,90	40,90	36,00	22,70	13,40	SC

Tabla 11. Valores de ensayos químicos

Muestra			Ensayos Químicos						
Reconocimiento	Tipo de muestra	Prof. Inicial muestra	Mat. Orgánica %	Sulfatos (SO ₃) %	Sulfatos (SO ₄) mg/Kg	A. Baumann-Gully ml/kg	Contenido en yesos %	Sales Solubles %	Carbonatos (CO ₃) %
S-01	MI	3,00		0,00		3,33			
S-01	SPT	3,42		0,00		38,09			
S-02	MI	9,20		0,00		44,77			

Tabla 12. Ensayos de definición del estado natural y resistencia

Muestra			Parámetros de estado natural				Resistencia							
Reconocimiento	Tipo de muestra	Prof. Inicial muestra	P.Específico kN/m3	Densd.Seca kN/m3	Densd.Aparente e kN/m3	Humedad %	RCS Kpa	Con Drenaje			Sin Drenaje			
								Corte Directo / Triaxial	Ang. Rozamiento Efectivo °	Cohesión Efectiva Kpa	Corte Directo / Triaxial	Ang. Rozamiento sin dreñae °	Cohesión Efectiva Kpa	
S-01	MI	3.00		16.40	17.80	8.60	5.00							

Tabla 12. Ensayos de definición del estado natural y resistencia

Muestra			Parámetros de estado natural				Resistencia							
Reconocimiento	Tipo de muestra	Prof. Inicial muestra									RCS Kpa	Con Drenaje		
			P.Específico kN/m3	Densd.Seca kN/m3	Densd.Aparente kN/m3	Humedad %						Corte Directo / Triaxial	Ang. Rozamiento Efectivo ° Cohesión Efectiva Kpa	Corte Directo / Triaxial
S-01	SPT	3,42		17,90	19,70	9,80	15,00							
S-01	TP	12,00		19,00	16,80	13,60								
S-01	TP	15,20		17,90	20,40	14,10								
S-02	MI	3,00		16,80	19,40	15,60						C-CU	32,60	21,00
S-02	MI	9,20		18,40	20,50	11,70	30,00					C-CU	38,30	26,00
S-02	MI	12,20		16,40	18,90	15,30								

5.- Geología

La ubicación geológica, a efectos gráficos, del término municipal de SAN AGUSTÍN DEL GUADALIX 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

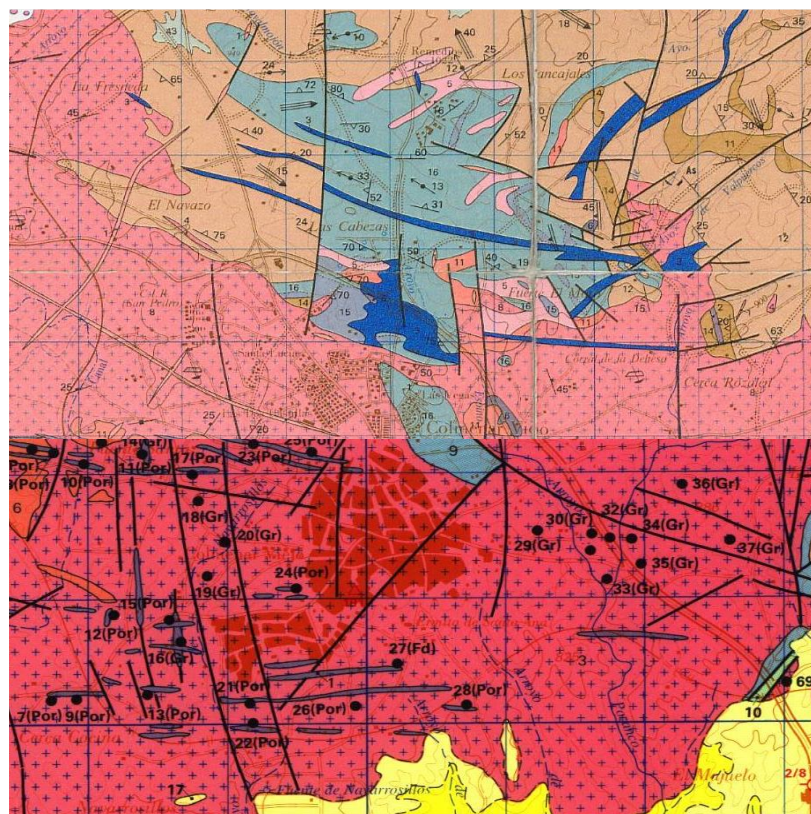


Figura Nº 11.- Mapa geológico donde se sitúa el área estudiada en el término municipal de SAN AGUSTÍN DEL GUADALIX. Fuente: Instituto Geológico y Minero de España.

En la zona distinguir tres tipos principales: Ortoneises bandeados con glándulas esporádicas, ortoneises glandulares mesócratos y leucones con facies glandulares y facies aplitoides (ortoneises glandulares metagraníticos y leucones s. s. de otros autores). A pesar del metamorfismo regional de alto grado sufrido por estos materiales, se pueden observar criterios que avalan el carácter de macizos intrusivos en las series metasedimentarias de estos ortoneises, que posteriormente serían deformados y metamorizados durante la Orogenia Hercínica. Las Adamellitas con cordierita porfídicas constituyen la unidad intrusiva más extensa. Comprende varios afloramientos localizados en su parte E (Colmenar Viejo y NE de Guadalix de la Sierra) y un pequeño asomo en la parte occidental, que limita con las formaciones mesozoicas del sector de El Molar.

En general, todos los afloramientos presentan contactos discordantes netos con los materiales metamórficos preordovícicos, tratándose de ortoneises glandulares en el sector E de la Hoja y esquistos de grado medio en la parte O (El Molar); en este último sector se observa una aureola de contacto alrededor del plutón granítico. El contacto con el resto de las unidades graníticas (tipos leucograníticos) es por falla, si bien incluyen pequeños asomos de carácter aplogranítico. Morfológicamente, estos granitos dan formas alomadas de escaso resalte; debido a su tamaño de grano (medio-grueso) y a su variable porfidismo son de fácil alteración. Frecuentemente presentan una tonalidad rojiza asociada a las zonas de fractura. Son rocas de color gris, con un tamaño de grano medio-grueso y un

grado de porfidismo muy variable de unos sectores a otros. Son característicos en estas adamellitas la biotita, que forma pequeños agregados con cordierita y pequeñas concentraciones de sulfuros; los enclaves microgranudos de composición tonalítico-monzonítica y de tipo surmicáceo y frecuentes pegmatitas rellenando cavidades miarolíticas. Los fenocristales feldespáticos alcanzan tamaños entre 3-5 cm, marcando con frecuencia estructuras de flujo de tipo linear y plano-linear junto a schlierens micáceos. Sobreimpuesto a estas estructuras primarias se observa una fracturación con dirección E-O, que favorece el diaclasado y la incipiente cataclasis.

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.

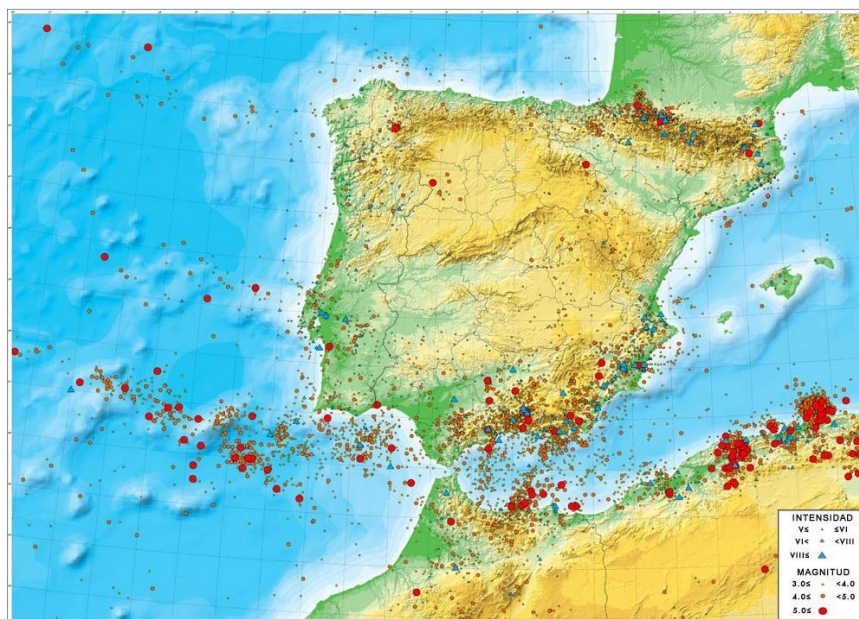


Figura Nº 12.- Magnitud y profundidad de los principales sismos en la zona. Ministerio de Fomento Subsecretaría. Dirección General del Instituto Geográfico.

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 13. 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 14. Aceleración sísmica básica

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

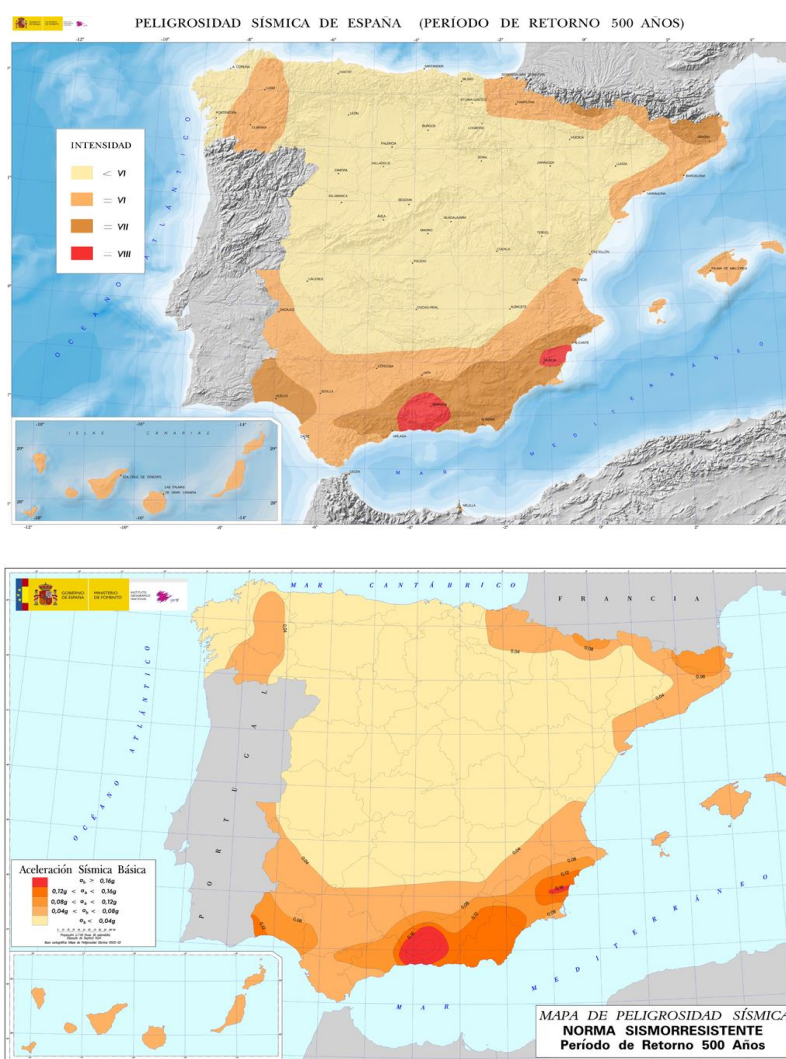


Figura Nº 13.- Peligrosidad sísmica de España (Periodo de retorno 500 años). Intensidad y aceleración sísmica básica.

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:

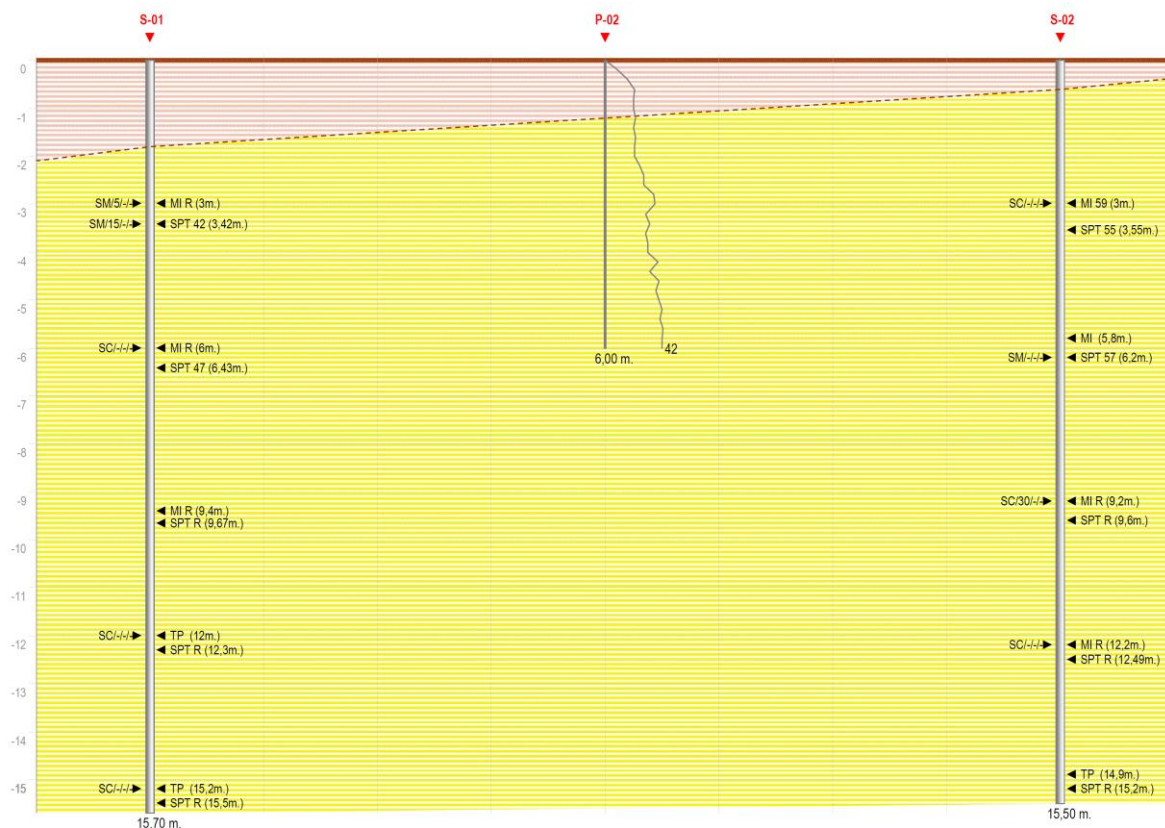
- 🕒 Litologías.
- 🕒 Clasificaciones de los materiales.
- 🕒 Características geotécnicas.
- 🕒 Situación del nivel freático.
- 🕒 Obtención del perfil geotécnico.
- 🕒 Niveles geotécnicos.
- 🕒 Espesor de tierra vegetal y rellenos.

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

Tabla 15. Modelo estratigráfico establecido.

Nivel	Material	Desde (m.)	Hasta (m.)
UG.1	Rellenos de naturaleza antrópica	0,00	1,80
UG.2	Arenas arcillosas de tonos marrones	1,80	-

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



Rellenos de naturaleza antrópica



Arenas arcillosas de tonos marrones

Figura Nº 14.- 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 tenida en cuenta.

7.1.- UG.1 Rellenos de naturaleza antrópica

La UG.1 esta formada por Rellenos de naturaleza antrópica, 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 16. Distribución y potencia del nivel estudiado.

	S-01	S-02
UG-01	1,80	0,60
UG-02	13,90	14,90

Este nivel, para la columna estratigráfica adoptada, se ha situado entre las cotas 0,00 m. a techo y 1,80 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.

7.2.- UG.2 Arenas arcillosas de tonos marrones

La UG.2 esta formada por 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 17. Distribución y potencia del nivel estudiado.

	S-01	S-02
UG-01	1,80	0,60
UG-02	13,90	14,90

Este nivel, para la columna estratigráfica adoptada, se ha situado entre las cotas 1,80 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 18. 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	24	40	R		R	
S-01	SPT	3,42	16	20	22	37		42
S-01	MI	6,00	22	37	R		R	
S-01	SPT	6,43	14	19	28	48		47
S-01	MI	9,40	34	12	R		R	
S-01	SPT	9,67	20	40	R			R
S-01	TP	12,00						
S-01	SPT	12,30	18	43	R			R
S-01	TP	15,20						
S-01	SPT	15,50	38	R				

Tabla 18. 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-02	MI	3,00	21	38	21	R	59	
S-02	SPT	3,55	10	25	30	42		55
S-02	MI	5,80						
S-02	SPT	6,20	20	28	29	48		57
S-02	MI	9,20	24	48	R		R	
S-02	SPT	9,60	16	39	R			R
S-02	MI	12,20	30	R			R	
S-02	SPT	12,49	17	36	R			R
S-02	TP	14,90						
S-02	SPT	15,20	27	R				R

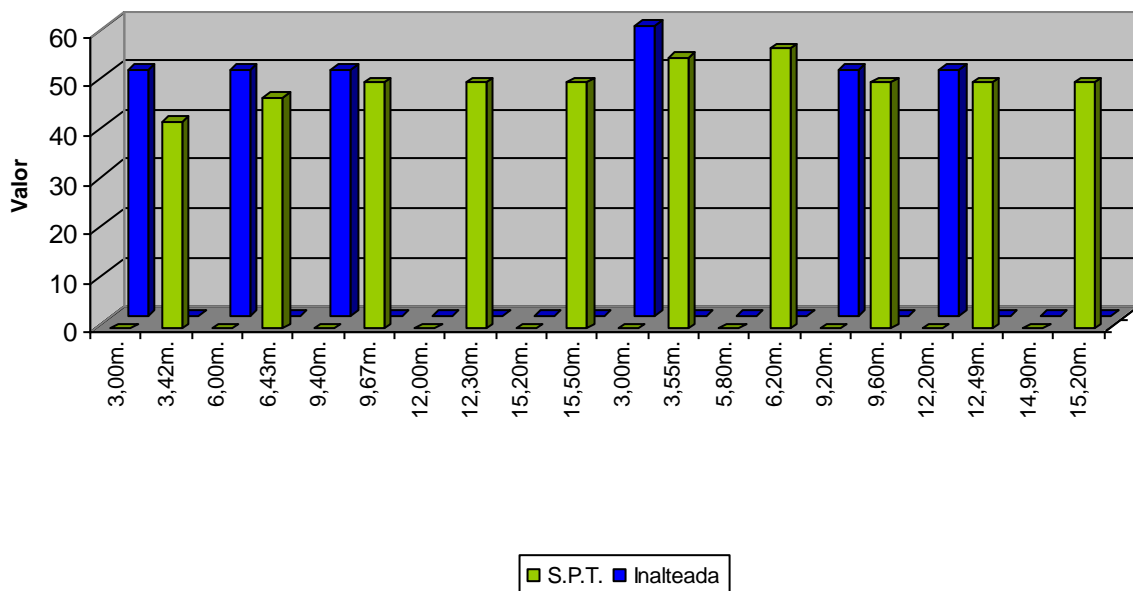


Figura Nº 15.- Valores de compacidad o consistencia.

7.3.- Muestras ensayadas en la UG-2.

7.3.1.- Identificación

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

Tabla 19. Valores granulométricos

Recon.	Prof. (m.)	Diámetro (mm.)				
		20,00	5,00	2,00	0,40	0,08
S-01	3,00	98,40	89,90	78,10	29,70	12,50

Tabla 19. Valores granulométricos

Recon.	Prof. (m.)	Diámetro (mm.)				
		20,00	5,00	2,00	0,40	0,08
S-01	3,42	100,00	95,30	90,50	55,80	17,70
S-01	6,00	100,00	97,80	91,80	58,20	35,20
S-01	12,00	100,00	95,30	89,40	44,00	15,90
S-01	15,20	92,10	82,90	61,80	32,80	12,80
S-02	3,00	100,00	99,80	98,30	77,90	46,90
S-02	6,20	98,50	93,70	86,30	41,90	20,10
S-02	9,20	100,00	95,90	71,00	48,10	25,30
S-02	12,20	100,00	98,70	95,80	68,80	40,90

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

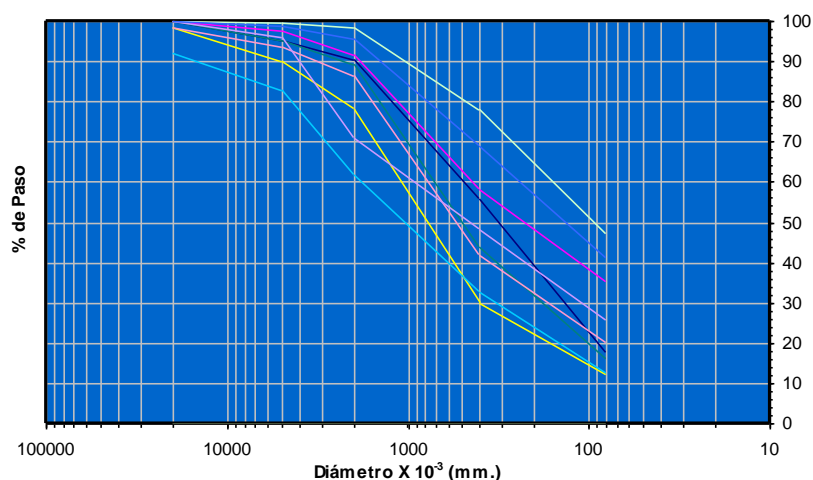


Figura Nº 16.- Distribución de curvas granulométricas.

Los valores medios obtenidos han sido los siguientes:

Tabla 20. Valores estadísticos granulométricos

	Diámetro (mm.)				
	20,00	5,00	2,00	0,40	0,08
Mínimo (%)	92,10	82,90	61,80	29,70	12,50
Máximo (%)	100,00	99,80	98,30	77,90	46,90
Media (%)	98,78	94,37	84,78	50,80	25,26
Desviación	2,59	5,20	12,11	15,97	12,75
Nº de ensayos	9	9	9	9	9

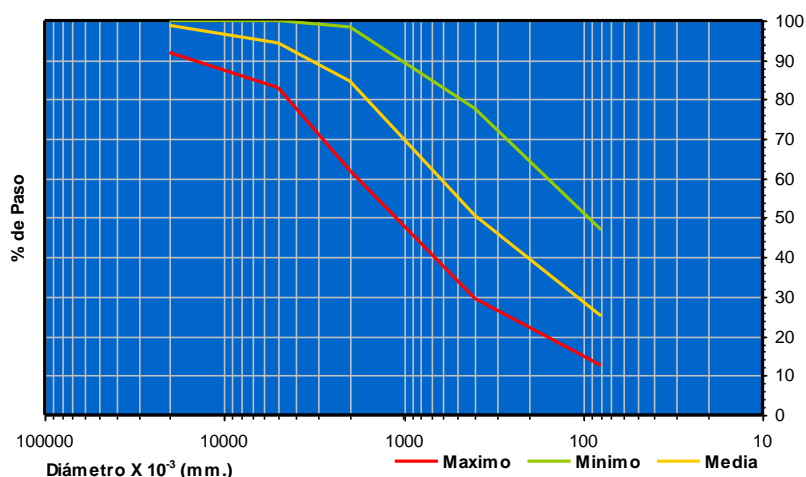


Figura Nº 17.- Valores estadísticos gráficos.

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

Tabla 21. Límites de Atterberg

Recon.	Prof. (m.)	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice Plasticidad
S-01	3,00	31,10	25,20	6,00
S-01	3,42	0,00	0,00	0,00
S-01	6,00	35,50	22,40	13,10
S-01	12,00	31,90	23,20	8,70
S-01	15,20	34,00	21,50	12,50
S-02	3,00	33,40	21,30	12,10
S-02	6,20	31,90	24,10	7,80
S-02	9,20	31,30	20,80	10,50
S-02	12,20	36,00	22,70	13,40

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

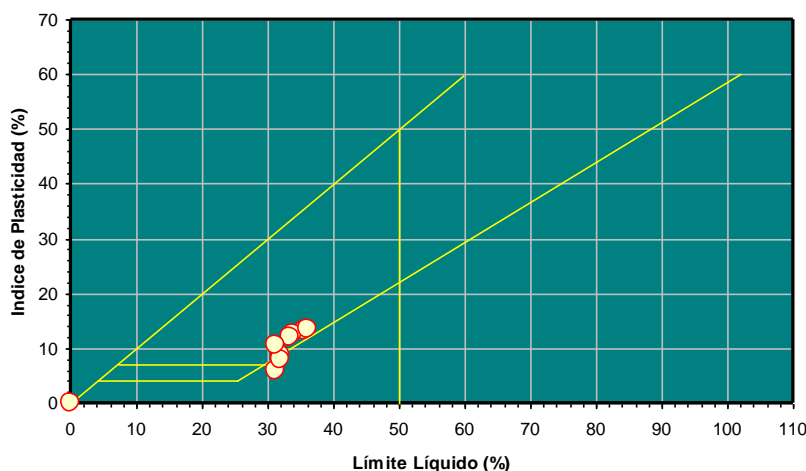


Figura Nº 18.- Carta de Casagrande.

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

**Tabla 22. Valores estadísticos
Límites de Atterberg**

	<i>L. Liquido</i>	<i>I. Plasticidad</i>
<i>Mínimo (%)</i>	0,00	0,00
<i>Máximo (%)</i>	36,00	13,40
<i>Media (%)</i>	29,46	9,34
<i>Desviación</i>	11,19	4,34
<i>Nº de ensayos</i>	9	9

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

**Tabla 23. Clasificación
(Sistema Unificado de
Clasificación de Suelos)**

<i>Recon.</i>	<i>Prof. (m.)</i>	<i>Clasificación</i>
S-01	3,00	SM
S-01	3,42	SM
S-01	6,00	SC
S-01	12,00	SC
S-01	15,20	SC
S-02	3,00	SC
S-02	6,20	SM
S-02	9,20	SC
S-02	12,20	SC

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

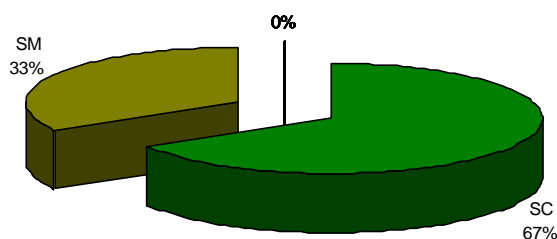


Figura Nº 19.- Clasificación.

7.3.2.- Ensayos químicos y agresividad en suelos

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

Tabla 24. Valores estadísticos de ensayos químicos

	M. Orgánica (%)	Sulfatos (SO ₃) (%)	Sulfatos (SO ₄) mg/Kg	A. Baumann- Gully	Yesos (%)	Sales Solubles (%)	Carbonatos (CO ₃) (%)
Mínimo	-	0,00	-	3,33	-	-	-
Máximo	-	0,00	-	44,77	-	-	-
Media	-	0,00	-	28,73	-	-	-
Desviación	-	0,00	-	22,25	-	-	-
Nº de ensayos	0	3	0	3	0	0	0

7.3.3.- Parámetros de estado natural

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

Tabla 25. 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-01	3,00		16,40	17,80	8,60
S-01	3,42		17,90	19,70	9,80
S-01	12,00		19,00	16,80	13,60
S-01	15,20		17,90	20,40	14,10
S-02	3,00		16,80	19,40	15,60
S-02	9,20		18,40	20,50	11,70
S-02	12,20		16,40	18,90	15,30

Los valores estadísticos del estado natural son los siguientes:

Tabla 26. Valores estadísticos

	P.Específico (kN/m ³)	Densidad seca (kN/m ³)	Densidad aparente (kN/m ³)	Humedad (%)
Mínimo	-	16,40	16,80	8,60
Máximo	-	19,00	20,50	15,60
Media	-	17,54	19,07	12,67
Desviación	-	1,02	1,36	2,71
Nº de ensayos	0	7	7	7

7.3.4.- Parámetros de resistencia

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

Tabla 27. 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	5,00						

Tabla 27. 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	3,42	15,00						
S-02	3,00					C-CU	32,60	21,00
S-02	9,20	30,00				C-CU	38,30	26,00

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 28. Valores estadísticos de resistencia

	Ensayos con Drenaje			Ensayos sin Drenaje	
	Comp.Simple (KPa)	Ang.roz. Efectivo	Coh.Efect. (Kpa)	Ang.roz. sin drenaje	Coh.sin dren.(Kpa)
Mínimo	5,00	-	-	32,60	21,00
Máximo	30,00	-	-	38,30	26,00
Media	16,67	-	-	35,45	24,00
Desviación	12,58	-	-	4,03	4,00
Nº de ensayos	3	0	0	2	2

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

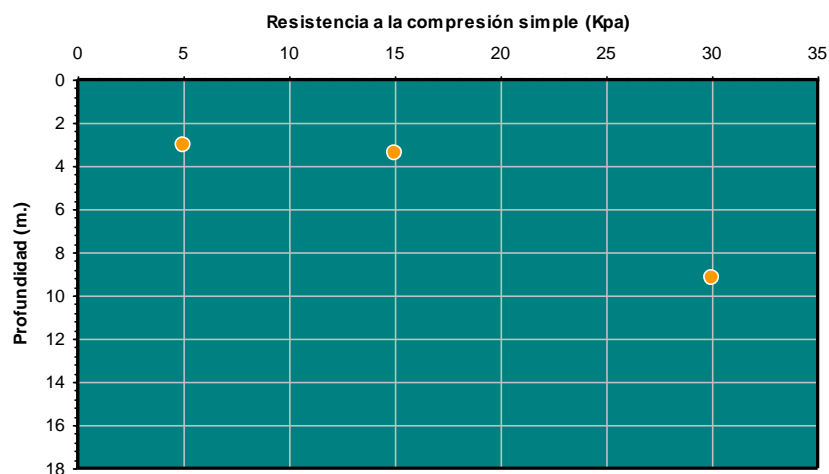


Figura Nº 20.- Valores de compresión simple en relación a la profundidad.

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 29. 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 30. Tipos de exposición obtenidos.

Unidad Geotécnica	Definición	Tipo de exposición
UG.1	Rellenos de naturaleza antrópica	-
UG.2	Arenas arcillosas de tonos marrones	No agresivo

9.- Determinación de la excavabilidad

9.1.- Metodología

Para estimar la excavabilidad de cualquier tipo de terreno suele acudir 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 31. 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 muy suelta a media	Excavación manual	< 600	-
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:

D8R/D8R Series II

- Multi or Single Shank No. 8 Ripper
- Estimated by Seismic Wave Velocities

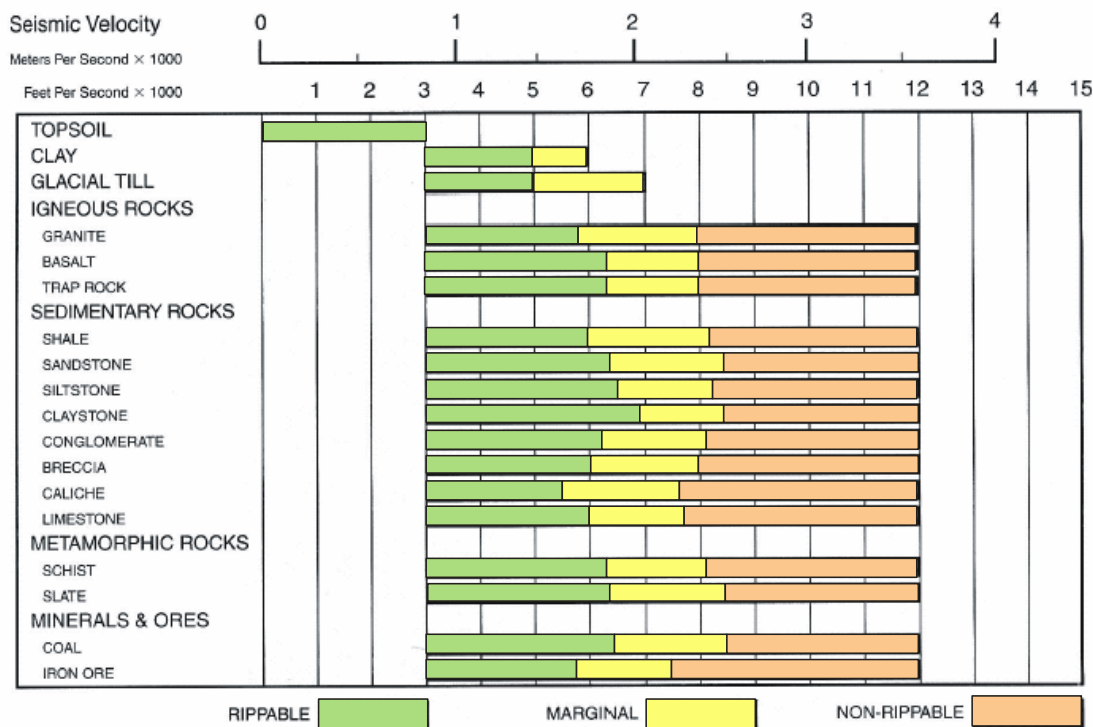


Figura Nº 21.- Ejemplo de gráfico de ripabilidad de Caterpillar para un bulldozer tipo D8.

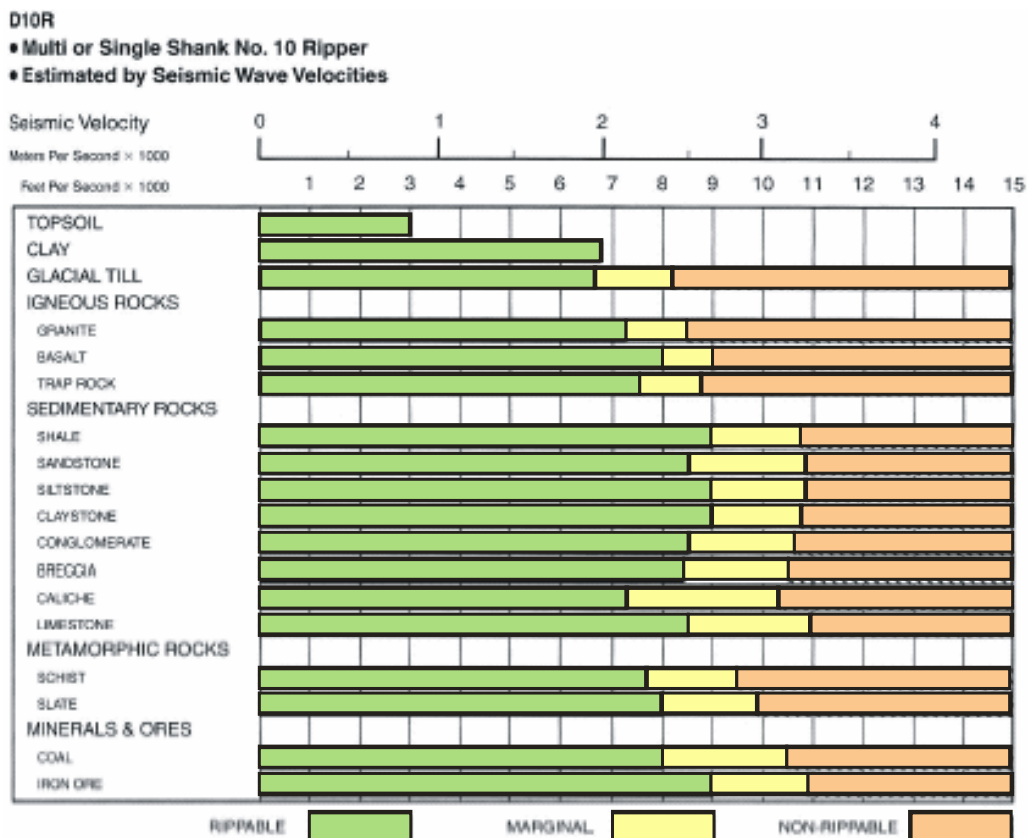


Figura Nº 22.- Ejemplo de gráfico de ripabilidad de Caterpillar para un bulldozer tipo D10.

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:

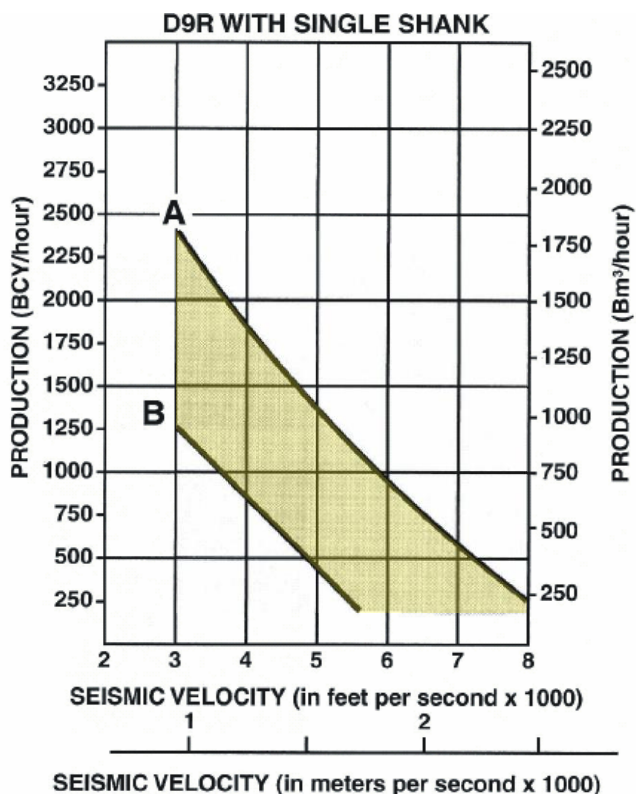


Figura Nº 23.- Ejemplo de gráfico de productividad de Caterpillar para un bulldozer tipo D9.

9.2.- 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 32. Excavabilidad.

Unidad Geotécnica	Definición	Excavabilidad
UG.1	Rellenos de naturaleza antrópica	Maquinaria común
UG.2	Arenas arcillosas de tonos marrones	Maquinaria común

10.- Módulos elástico-dinámicos de deformación.

Según la información facilitada por el peticionario, es posible que sea necesario realizar un muro de contención, si bien, en la zona en la que está previsto no ha sido posible realizar ningún sondeo para poder obtener los parámetros específicos en esta ubicación.

Por ese motivo se realizó un estudio geofísico mediante técnicas sísmicas que han permitido obtener al menos los módulos elástico-dinámicos de deformación. Estos se pueden observar en las siguientes figuras, extraídas del informe geofísico.

Tabla 33. Valores de módulos elásticos dinámicos de deformación

Profundidad (m)	Vp (m/s)	Vs (m/s)	Densidad (kg/m³)	σ	G (Gpa)	E (Gpa)	K (Gpa)
0.00	2484	368	1800	0.49	0.24	0.73	10.78
-0.50	2196	367	1800	0.49	0.24	0.72	8.35
-1.00	1860	367	1800	0.48	0.24	0.72	5.90
-1.50	1806	367	1800	0.48	0.24	0.72	5.55
-2.00	1763	366	1800	0.48	0.24	0.71	5.27
-2.50	1728	367	1800	0.48	0.24	0.72	5.05
-3.00	1706	376	1800	0.47	0.25	0.75	4.90
-3.50	1707	392	1800	0.47	0.28	0.81	4.88
-4.00	1763	408	1800	0.47	0.30	0.88	5.20
-4.50	1798	421	1800	0.47	0.32	0.94	5.39
-5.00	1806	430	1800	0.47	0.33	0.98	5.43
-5.50	1830	436	1800	0.47	0.34	1.01	5.57
-6.00	1854	439	1800	0.47	0.35	1.02	5.72
-6.50	1942	440	1800	0.47	0.35	1.03	6.32
-7.00	2020	441	1800	0.47	0.35	1.03	6.88

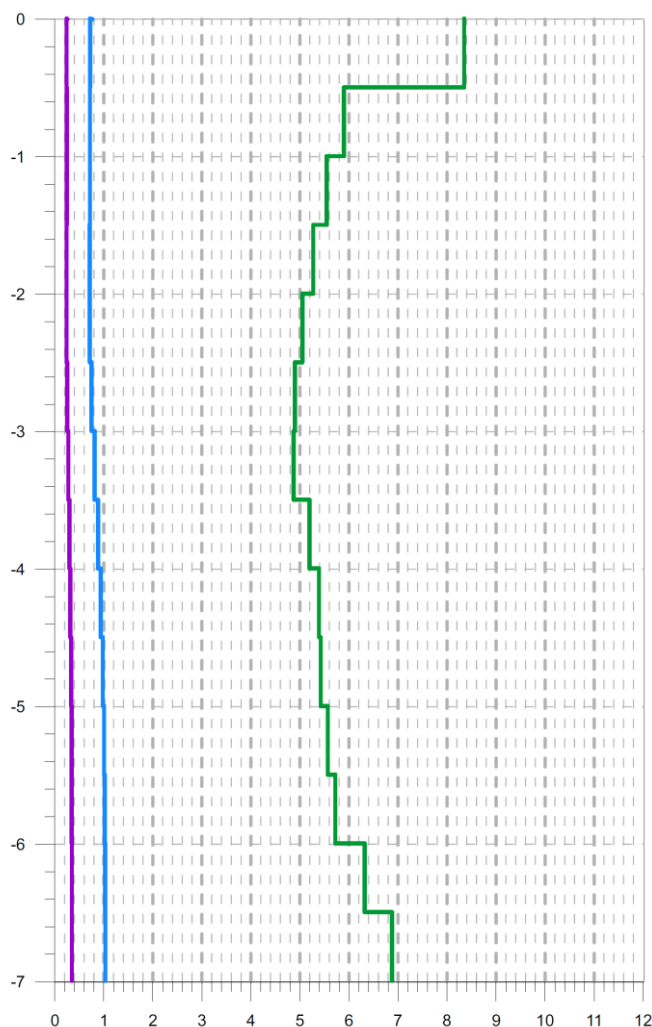


Figura Nº 24.- Módulos Elásticos Dinámicos (GPa)

11.- 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 Arenas arcillosas de tonos marrones. Este nivel ha sido detectado a una profundidad generalizada de 1,80 m. desde la cota de rasante actual o boca de perforación.

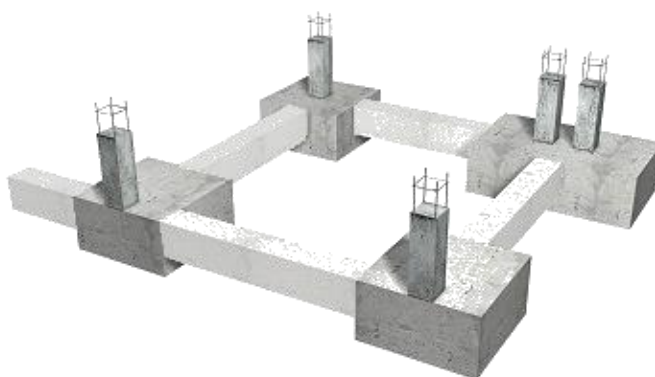


Figura Nº 25.- Modelo de cimentación planteado mediante zapatas

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:

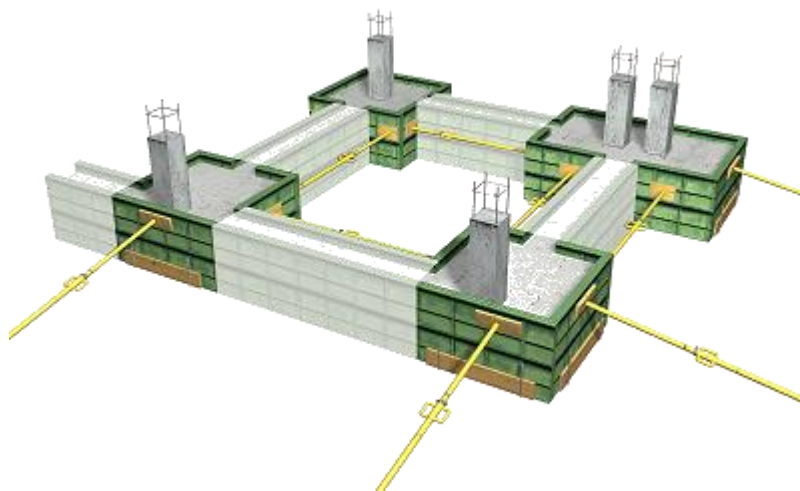


Figura Nº 26.- Encofrado metálico.

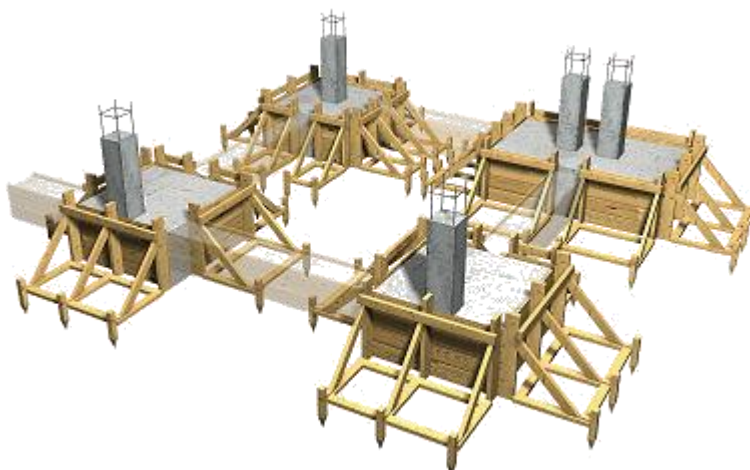


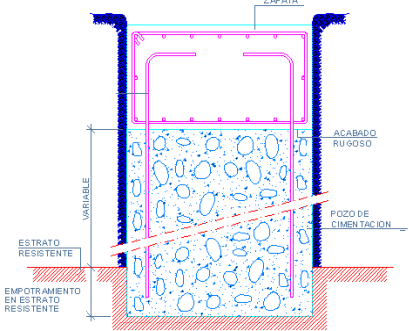
Figura Nº 27.- Encofrado de madera.

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 autopulsadas, 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.
---------------------------------------	---

Zapatatas 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> 
	<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.</p>
	<p>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.</p>

- 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).
- En el caso de cimentación enterrada, prioritariamente se realizará desde el exterior, pero si fuese preciso ubicarse sobre el mismo, por dimensiones del

cimiento, 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 – Cimentaciones del Código Técnico de la Edificación.

11.1.- 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 34. Hipótesis de cálculo

Tipología de cimentación	-	Zapatas o Zapatas corridas
Profundidad de empotramiento de la cimentación en el material portante	m	Canto zapata
Densidad del terreno bajo el plano de cimentación	kN/m ³	19,0
Situación de dimensionado	-	Persistente a largo plazo
Ángulo de rozamiento efectivo	°	32,00

Tabla 34. Hipótesis de cálculo

Cohesión efectiva	kPa	12,00
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.	35,0 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:

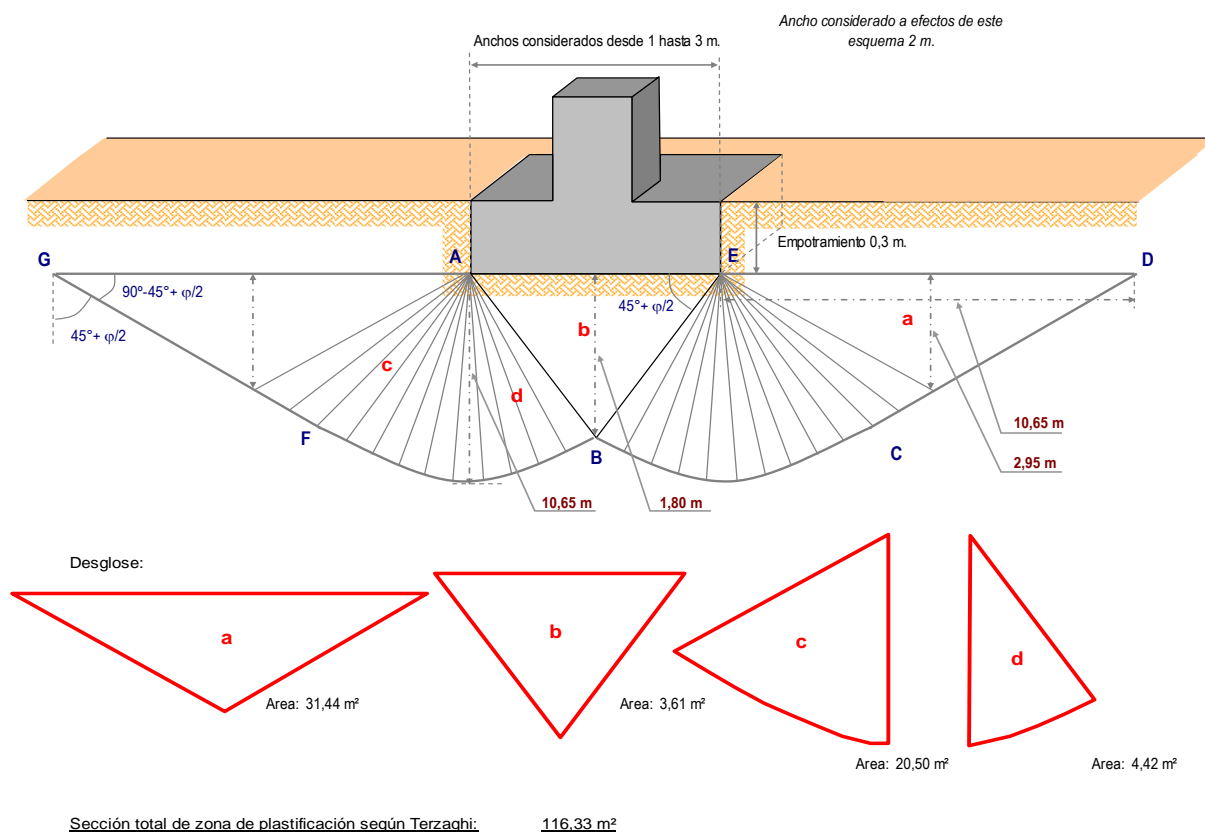
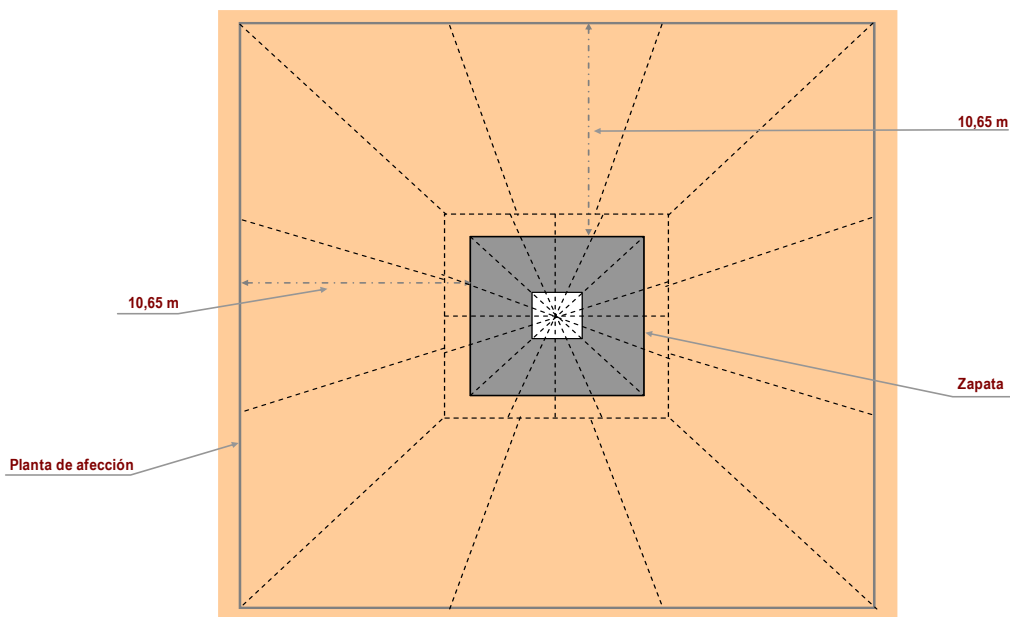


Figura Nº 28.- Mecanismo de rotura obtenido y zonas de afección (Sección)

Planta total de zona de plastificación según Terzaghi: 542,94 m²



Volumen total aproximado de plastificación, para zapata aislada según Terzaghi: 2710,64 m³

Figura Nº 29.- 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:

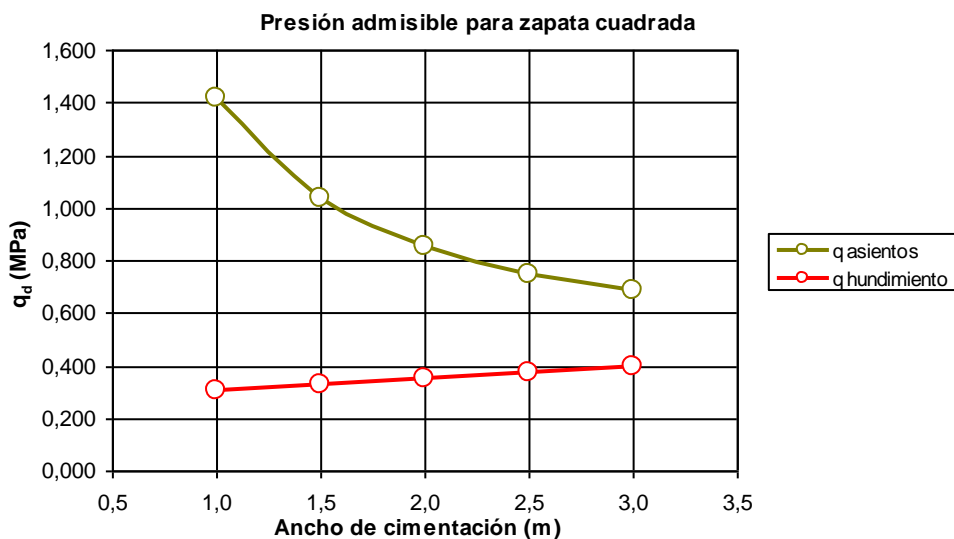


Figura Nº 30.- Zapata cuadrada

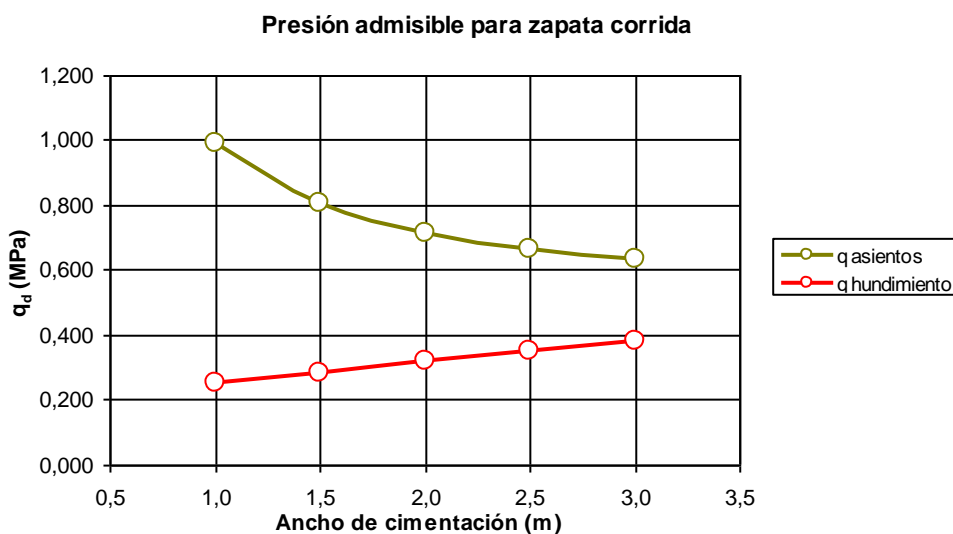


Figura Nº 31.- Zapata corrida

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

Tabla 35. Presión vertical admisible de servicio para zapatas

Ancho de zapata	Zapata cuadrada		Zapata corrida	
	q'_s	Criterio	q'_s	Criterio
<i>m</i>	<i>MPa</i>	-	<i>MPa</i>	-
1,0	0,302	Hundimiento	0,252	Hundimiento
1,5	0,325	Hundimiento	0,285	Hundimiento
2,0	0,348	Hundimiento	0,318	Hundimiento
2,5	0,371	Hundimiento	0,351	Hundimiento
3,0	0,394	Hundimiento	0,383	Hundimiento

Con carácter general puede adoptarse, para zapatas de dimensiones habituales de 2,0 x 2,0 m una presión admisible de servicio de 0,348 MPa. en la situación de dimensionado considerada, si bien podrá atenderse, en cualquier caso, a lo indicado en la tabla precedente.

12.- 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 GIMNASIO EN IES DE SAN AGUSTIN DE GUADALIX** en **SAN AGUSTÍN DEL GUADALIX** solicitado a **CEMOSA** por **COMUNIDAD DE MADRID**.
- El trabajo se establece con expediente O/2005036, y realizado por la delegación de CEMOSA en Madrid.
- Las coordenadas aproximadas de la zona estudiada se aportan a continuación:

Tabla 36. Coordenadas aproximadas UTM

UTM	
X	Y
447.535	4.503.300

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

- Los trabajos de campo realizados se definen a continuación.

Tabla 37. Trabajos de campo

Tipo	Unidades	Profundidad mínima alcanzada (m.)	Profundidad máxima alcanzada (m.)
Sondeos mecánicos con recuperación de testigo	2	15,50	15,70
Sondeos a penetración dinámica	3	6,00	6,00
Perfiles de tomografía Sísmica	1	-	-
Ensayos MASW	1	-	-

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

Tabla 38. Ensayos y Trabajos de campo

Ensayo	unidades	norma
Toma de muestra inalterada con tomamuestras de tipo abierto	7	ASTM D6169-98, ASTM D3550-01, XP P94-202
Ensayo de penetración estándar (SPT)	10	UNE 103800

Tabla 38. Ensayos y Trabajos de campo

Ensayo	unidades	norma
Testigo parafinado	3	ASTM D6640-01

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

Tabla 39. Trabajos de laboratorio

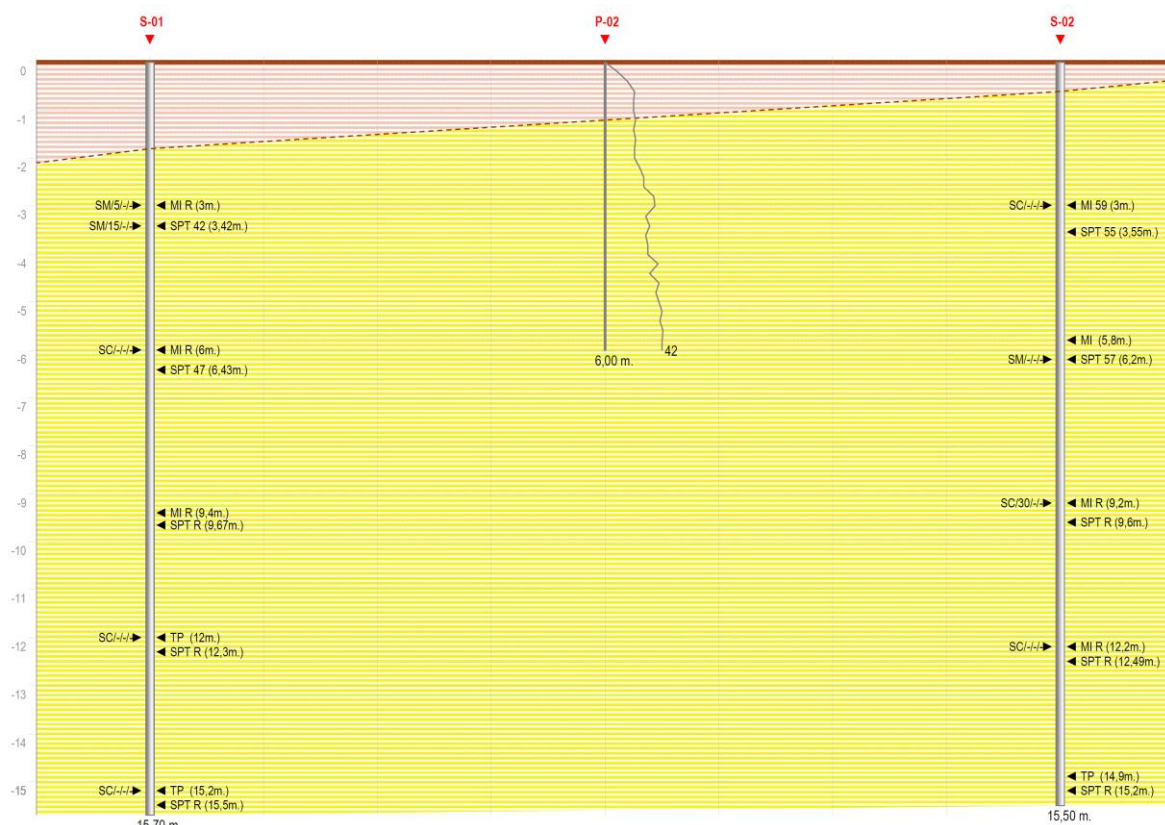
Ensayo	unidades	norma
Clasificación USCS	9	ISSMGE
Análisis granulométrico por tamizado	9	UNE 103101
Determinación de los límites de Atterberg	9	UNE 103103 - 104
Determinación de humedad natural	7	UNE 103300
Determinación de peso específico aparente	7	UNE 103301
Ensayo de compresión simple en suelos	3	UNE 103400
Ensayo de corte directo sin drenaje	2	UNE 103401
Determinación del contenido en sulfatos	3	UNE 103202
Determinación del grado de acidez Baumann-Gully	3	EHE

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

Tabla 40. Modelo estratigráfico establecido.

Nivel	Material	Desde (m.)	Hasta (m.)
UG.1	Rellenos de naturaleza antrópica	0,00	1,80
UG.2	Arenas arcillosas de tonos marrones	1,80	-

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



Rellenos de naturaleza antrópica



Arenas arcillosas de tonos marrones

Figura Nº 32.- 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 41. Tipos de exposición obtenidos.

Unidad Geotécnica	Definición	Tipo de exposición
UG.1	Rellenos de naturaleza antrópica	-
UG.2	Arenas arcillosas de tonos marrones	No agresivo

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 42. Excavabilidad.

Unidad Geotécnica	Definición	Excavabilidad
UG.1	Rellenos de naturaleza antrópica	Maquinaria común
UG.2	Arenas arcillosas de tonos marrones	Maquinaria común

- Según la información facilitada por el peticionario, es posible que sea necesario realizar un muro de contención, si bien, en la zona en la que está previsto no ha sido posible realizar ningún sondeo para poder obtener los parámetros específicos en esta ubicación.
- Por ese motivo se realizó un estudio geofísico mediante técnicas sísmicas que han permitido obtener al menos los módulos elástico-dinámicos de deformación. Estos se pueden observar en las siguientes figuras, extraídas del informe geofísico.

Tabla 43. Valores de módulos elásticos dinámicos de deformación

Profundidad (m)	Vp (m/s)	Vs (m/s)	Densidad (kg/m³)	σ	G (Gpa)	E (Gpa)	K (Gpa)
0.00	2484	368	1800	0.49	0.24	0.73	10.78
-0.50	2196	367	1800	0.49	0.24	0.72	8.35
-1.00	1860	367	1800	0.48	0.24	0.72	5.90
-1.50	1806	367	1800	0.48	0.24	0.72	5.55
-2.00	1763	366	1800	0.48	0.24	0.71	5.27
-2.50	1728	367	1800	0.48	0.24	0.72	5.05
-3.00	1706	376	1800	0.47	0.25	0.75	4.90
-3.50	1707	392	1800	0.47	0.28	0.81	4.88
-4.00	1763	408	1800	0.47	0.30	0.88	5.20
-4.50	1798	421	1800	0.47	0.32	0.94	5.39
-5.00	1806	430	1800	0.47	0.33	0.98	5.43
-5.50	1830	436	1800	0.47	0.34	1.01	5.57
-6.00	1854	439	1800	0.47	0.35	1.02	5.72
-6.50	1942	440	1800	0.47	0.35	1.03	6.32
-7.00	2020	441	1800	0.47	0.35	1.03	6.88

- 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 Arenas arcillosas de tonos marrones. Este nivel ha sido detectado a una profundidad generalizada de 1,80 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 44. Hipótesis de cálculo

Tipología de cimentación	-	Zapatas o Zapatas corridas
--------------------------	---	----------------------------

Tabla 44. Hipótesis de cálculo

Profundidad de empotramiento de la cimentación en el material portante	m	Canto zapata
Densidad del terreno bajo el plano de cimentación	kN/m ³	19,0
Situación de dimensionado	-	Persistente a largo plazo
Ángulo de rozamiento efectivo	º	32,00
Cohesión efectiva	kPa	12,00
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.	35,0 0,3

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

Tabla 45. Presión vertical admisible de servicio para zapatas

Ancho de zapata	Zapata cuadrada		Zapata corrida	
	q'_s	Criterio	q'_s	Criterio
m	MPa	-	MPa	-
1,0	0,302	Hundimiento	0,252	Hundimiento
1,5	0,325	Hundimiento	0,285	Hundimiento
2,0	0,348	Hundimiento	0,318	Hundimiento
2,5	0,371	Hundimiento	0,351	Hundimiento
3,0	0,394	Hundimiento	0,383	Hundimiento

- Con carácter general puede adoptarse, para zapatas de dimensiones habituales de 2,0 x 2,0 m una presión admisible de servicio de 0,348 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 47 páginas, 6 anejos a la memoria y un apéndice.

En Madrid y firmado en Septiembre de 2024

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

PLAN

SUPERVISADO

COMUNIDAD DE MADRID

PLANO
1

INFORME GEOTÉCNICO SOBRE CONDICIONES DE CIMENTACIÓN PARA PARA GIMNASIO EN IES DE SAN AGUSTIN DE GUADALIX

FECHA
septiembre-24

cemosa

Ingeniería y Control

Image © 2024 Airbus

PETICIONARIO:

COMUNIDAD DE MADRID

EJECUTADO POR:

cemosa

Ingeniería y Control

TITULO DEL TRABAJO

INFORME GEOTÉCNICO SOBRE CONDICIONES DE CIMENTACIÓN PARA PARA GIMNASIO EN IES DE SAN AGUSTIN DE GUADALIX

SUSTITUYE A:

SUSTITUIDO POR:

PRESUPUESTO:
0

EXPEDIENTE:
O/2005036

ESCALA:

Referida

TITULO:

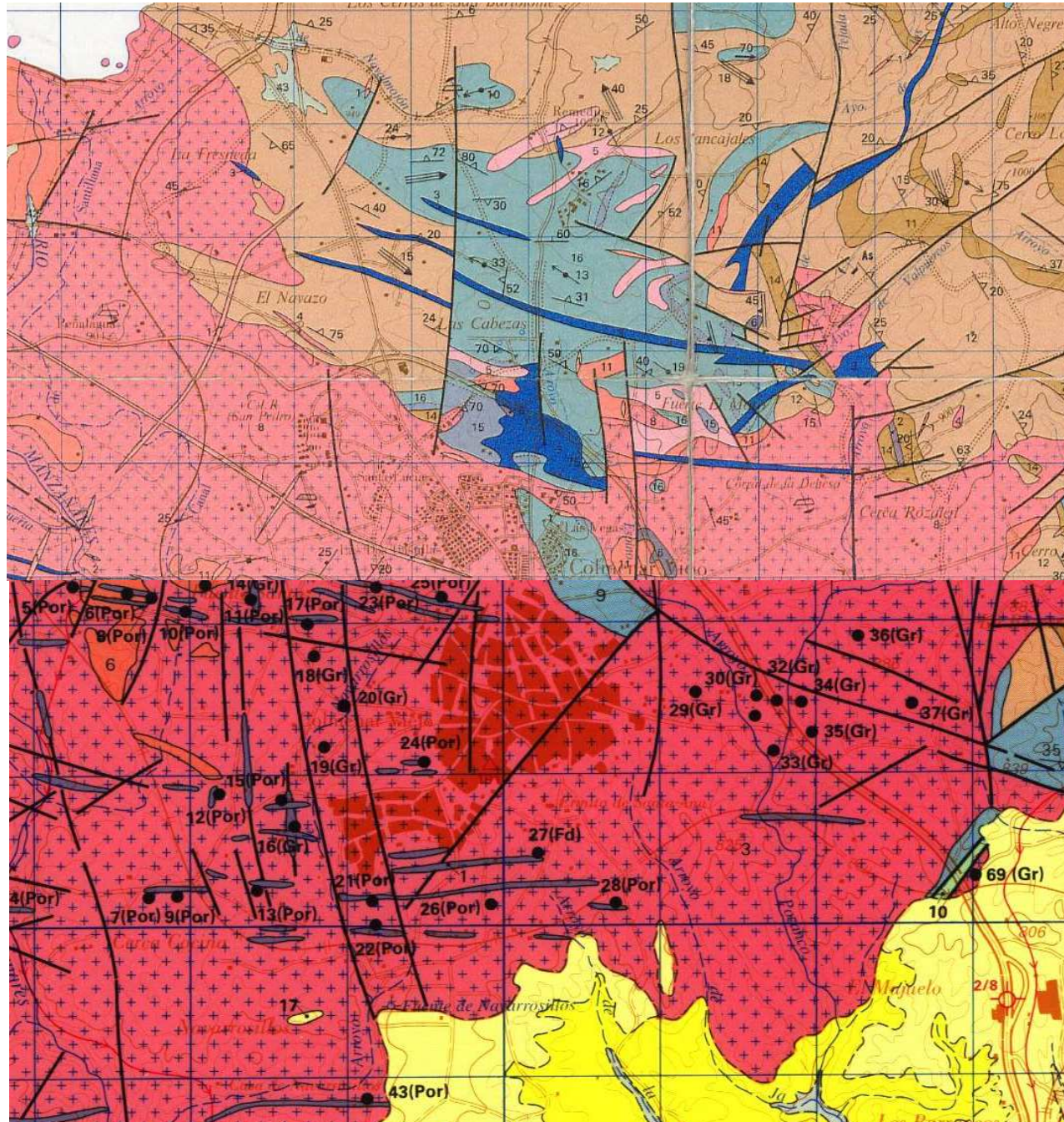
PLANTA

NÚMERO:
1

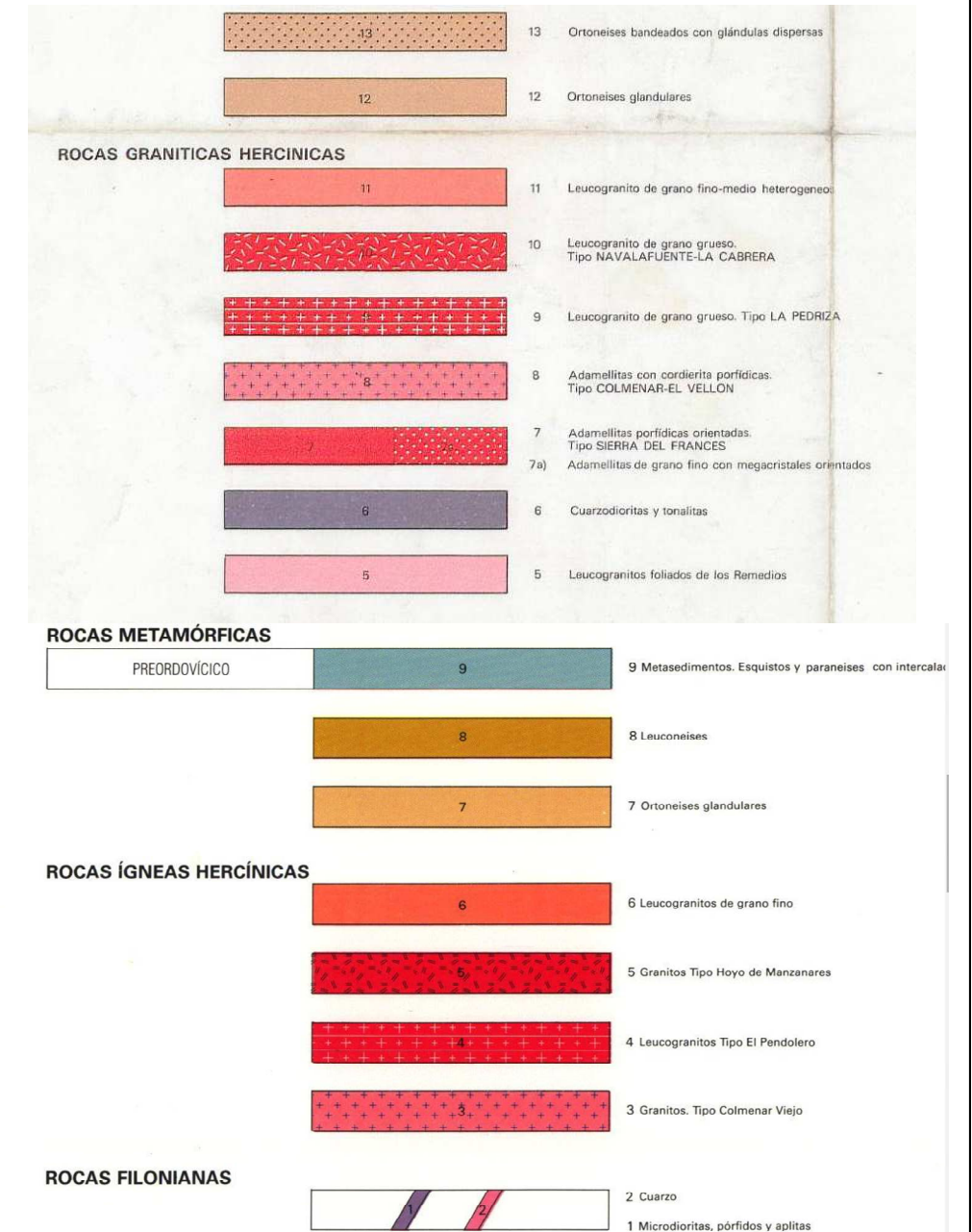
FICHA:
1 de 1

ANEJO 2. MARCO GEOLÓGICO

MARCO GEOLOGICO



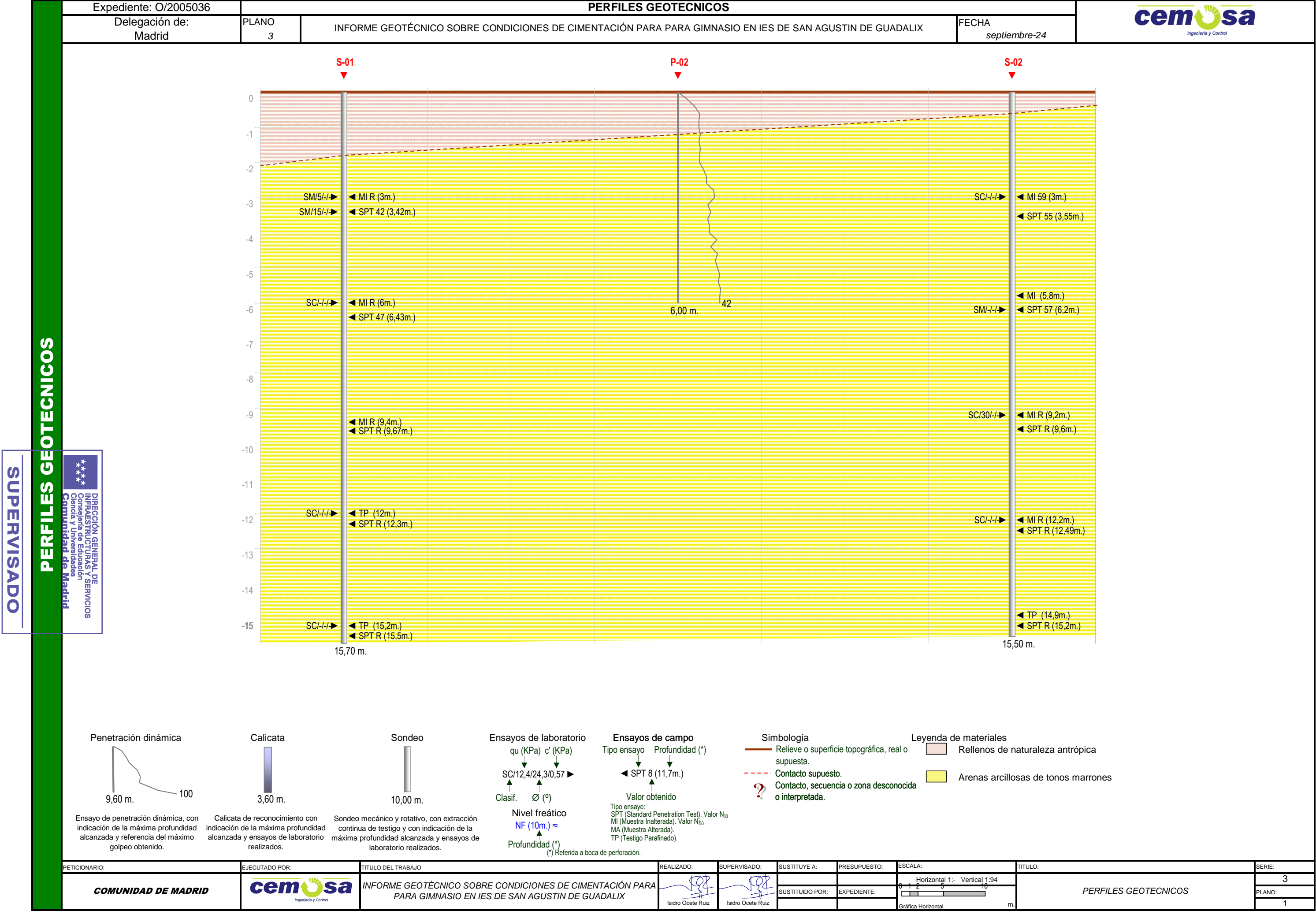
Leyenda



ANEJO

CONTEXTO GEOLÓGICO, PLANO Y LEYENDA DE LA ZONA EN ESTUDIO
MAGNA 534/19-21 COMENAR VIEJO y TORRELAGUNA 509/19-20
 ESCALA ORIGINAL: 1.50.000

ANEJO 3. PERFIL GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO



ANEJO 4. TRABAJOS DE CAMPO

ANEJO 4.1 Registro de sondeos a rotación

EDICIÓN: ED02 12/04/2021 SON-1 NºActa: 017-24/009777/1 Código de actividad: 1201/08/2024/544 (1738691) CENTRO DE ESTUDIOS DE MATERIALES Y CONTROL DE OBRA, S.A. (CEMOSA) Pol. Ind. Los Olivos C/ Innovación 11 28906 GETAFE TEL. 916828727 FAX. 916019683 URL: www.cemosa.es E-MAIL: madrid@cemosa.es

Peticionario: COMUNIDAD DE MADRID
I.E.S SAN AGUSTÍN DE GUADALIX



Mi: Muestra realizada SPT: Ensayo de penetración estándar TP: Ensayo penetrómetro MM: Muestra alterada J: Ensayo Jélico UU: Ensayo Lúgano PE: Presiónmetro NF: Nivel freático RECUP: Recuperación de testigo R.Q.D: Recuperación "Rock Quality Designation" Perforación B: (Batería simple), O: (Batería doble), T: (Batería triple), W: (Corona de vidrio), d: (Corona de diamante), P(m): Profundidad (m), D(m): Diámetro de perforación
Muestra 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			1.8	Rellenos. Arenas de grano medio-grueso y color marrón.				
2			7.6	Arenas de grano medio- grueso arcillosas de color marrón y compacidad moderadamente firme, presenta pasadas con mayor contenido en arcillas.				MI 24-40-R PI. 3 PF. 3.42 3PT 16-20-22-37 PI. 3.42 PF. 4.02
4								
6								MI 22-37-R PI. 6 PF. 6.43 3PT 14-19-28-48 PI. 6.43 PF. 7.02
8	BD86							
10			6.3	Jabre. Arenas de grano grueso arcillosas de color marrón rojizo.				MI 34-12-R PI. 9.4 PF. 9.67 SPT 20-40-R PI. 9.67 PF. 10.07
12								TP PI. 12 PF. 12.3 SPT 18-43-R PI. 12.3 PF. 12.71
14								

COTA FINAL: 15,7 m

OBSERVACIONES:

DIRECCIÓN GENERAL DE
INFRAESTRUCTURAS Y SERVICIOS
Consejería de Educación
Ciencia y Universidades
Comunidad de Madrid

SUPERVISADO

TP PI. 15.2 PF. 15.5
SPT 38-R PI. 15.5 PF. 15.7

Fotografías





Peticionario: COMUNIDAD DE MADRID
I.E.S SAN AGUSTÍN DE GUADALIX

Equipo: TECOINSA TP50/D SOBRE CAMION
MERCEDES



EDICIÓN: ED02 12/04/2021 SON-1 NºActa: 017-24/009790/1 Código de actividad: 1201708/2024/545 (1738692) CENTRO DE ESTUDIOS DE MATERIALES Y CONTROL DE OBRA, S.A. (CEMOSA) Pol. Ind. Los Olivos C/ Innovación 11 28906 GETAFE TEL. 916828727 FAX. 916019683 URL: www.cemosa.es E-MAIL: madrid@cemosa.es

Peticionario: COMUNIDAD DE MADRID
I.E.S SAN AGUSTÍN DE GUADALIX



P (m)	DF (m)	TRAMAS	ESPESOR (m)	DESCRIPCIÓN DEL TESTIGO	NF (m)	RECUP (%)	R.Q.D (%)	MUESTRAS
0			0.6	Rellenos. Arenas con tamaño de grano medio y color marrón.				
2			6.2	Arenas de grano medio arcillosas de color marrón rojizo y compacidad media.				MI 21-38-21-R Pl. 3 PF. 3.55 3PT 10-25-30-42 Pl. 3.55 PF. 4.15
4								
6								MI Pl. 5.8 PF. 6.2 SPT 20-28-29-48 Pl. 6.2 PF. 6.8
8	BD86		8.7	Jabre. Arenas de grano grueso arcillosas de color marrón rojizo.				MI 24-48-R Pl. 9.2 PF. 9.6 SPT 16-39-R Pl. 9.6 PF. 10.03
10								
12								MI 30-R Pl. 12.2 PF. 12.49 SPT 17-36-R Pl. 12.49 PF. 12.93
14								TP Pl. 14.9 PF. 15.2 SPT 12-R Pl. 15.2 PF. 15.5

COTA FINAL: 15,5 m

OBSERVACIONES:

DIRECCIÓN GENERAL DE
INFRAESTRUCTURAS Y SERVICIOS
Consejería de Educación
Ciencia y Universidades
Comunidad de Madrid

SUPERVISADO

Mi: Muestra realizada SPT: Ensayo de penetración estándar TP: Testigo perforado MA: Muestra alterada J: Ensayo Jébrico LU: Ensayo Lúgano PE: Presiónmetro 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. Muestras Pl: Profundidad inicial (m), Pf: Profundidad final (m).

Fotografías





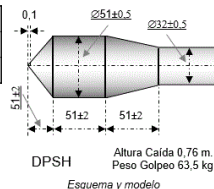
Peticionario: COMUNIDAD DE MADRID
I.E.S SAN AGUSTÍN DE GUADALIX

Equipo: TECOINSA TP50/D SOBRE CAMION
MERCEDES



ANEJO 4.2 Registro de penetraciones dinámicas





Referencia:

P-01

Expediente: **O/2005036/461**

Peticionario:

I.E.S SAN AGUSTÍN DE GUADALIX
COMUNIDAD DE MADRID

Coordenadas UTM:

X: 447524.000

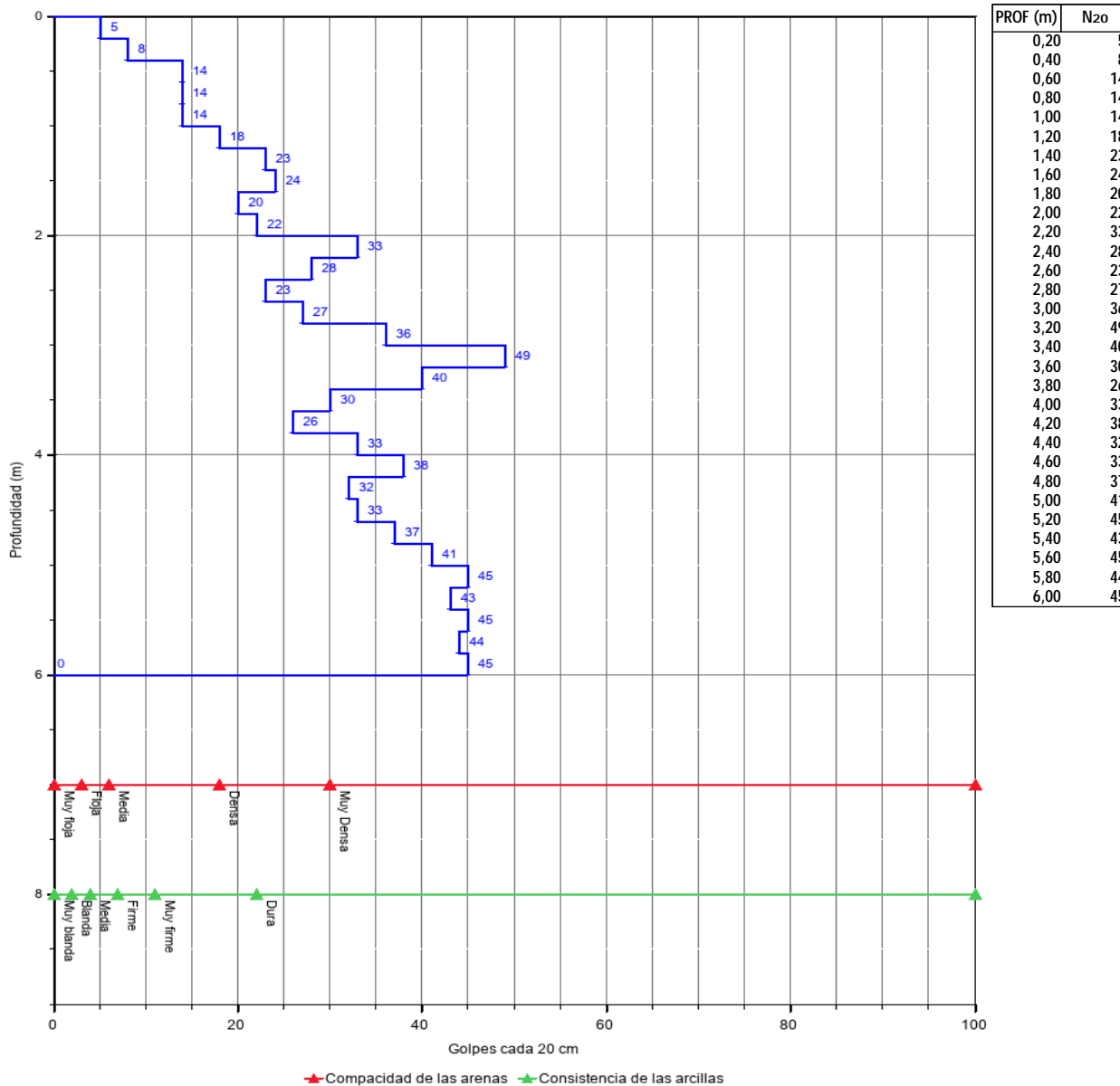
Y: 4503302.000

Fecha:

13/06/2024 a

Equipo: PENETROMETRO ROLATEC ML-76-A 0407-368

REGISTRO DE PENETRACIÓN DINÁMICA

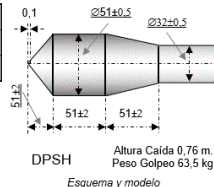


Fdo. JOSE SERRANO CORDOBA
Director Técnico de Laboratorio
Ldo. en Geología

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

Madrid a 01/09/2024





Referencia:

P-02

Expediente: O/2005036/461

Peticionario:

I.E.S SAN AGUSTÍN DE GUADALIX
COMUNIDAD DE MADRID

Coordenadas UTM:

X: 0.000

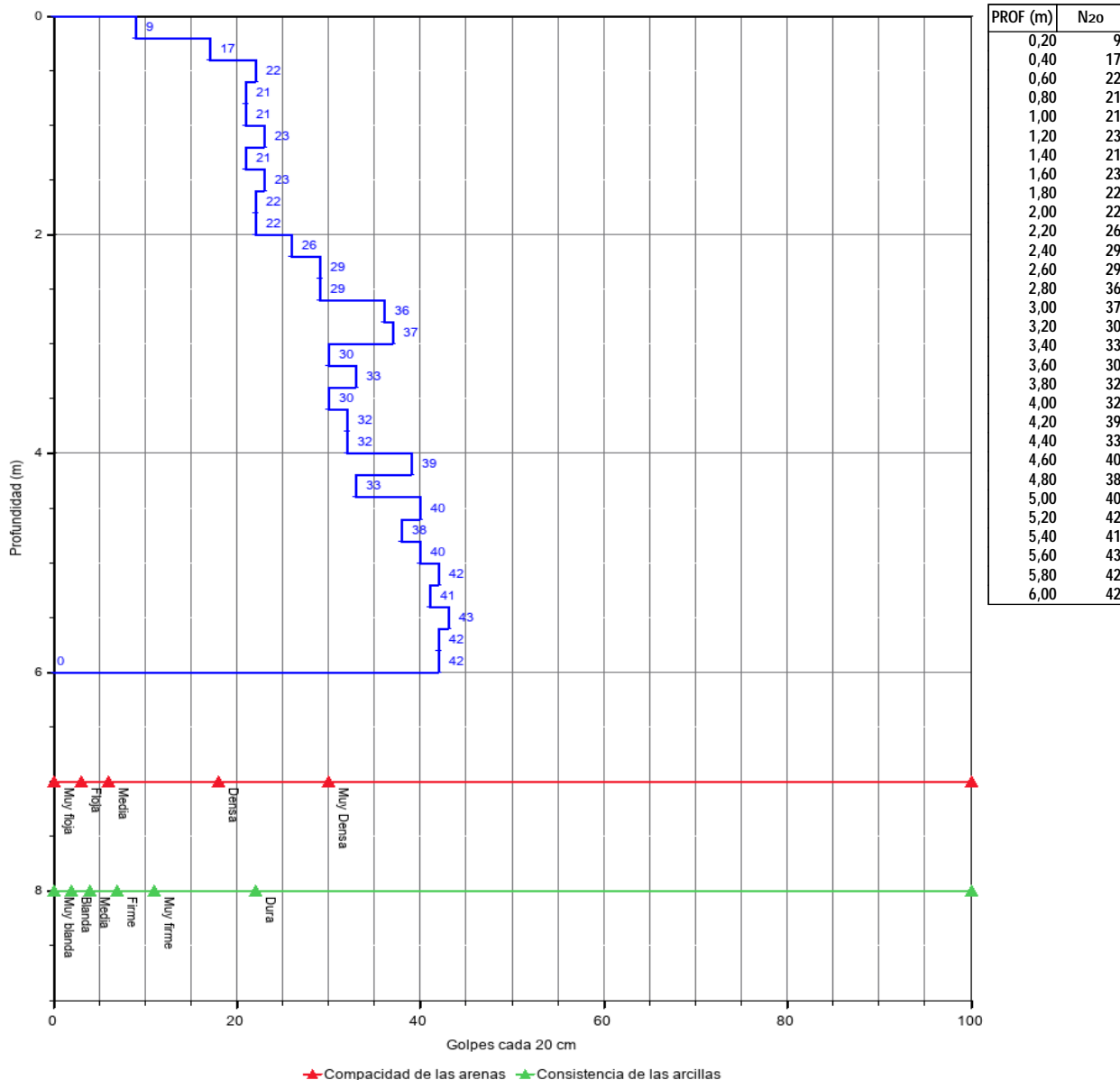
Y: 0.000

Fecha:

13/06/2024 a

Equipo: PENETROMETRO ROLATEC ML-76-A 0407-368

REGISTRO DE PENETRACIÓN DINÁMICA

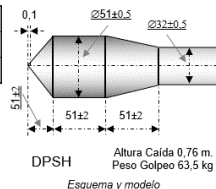


Fdo. JOSE SERRANO CORDOBA
Director Técnico de Laboratorio
Ldo. en Geología

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

Madrid a 01/09/2024





Referencia:

P-03

Expediente: **O/2005036/461**

Peticionario:

I.E.S SAN AGUSTÍN DE GUADALIX
COMUNIDAD DE MADRID

Coordenadas UTM:

X: 0.000

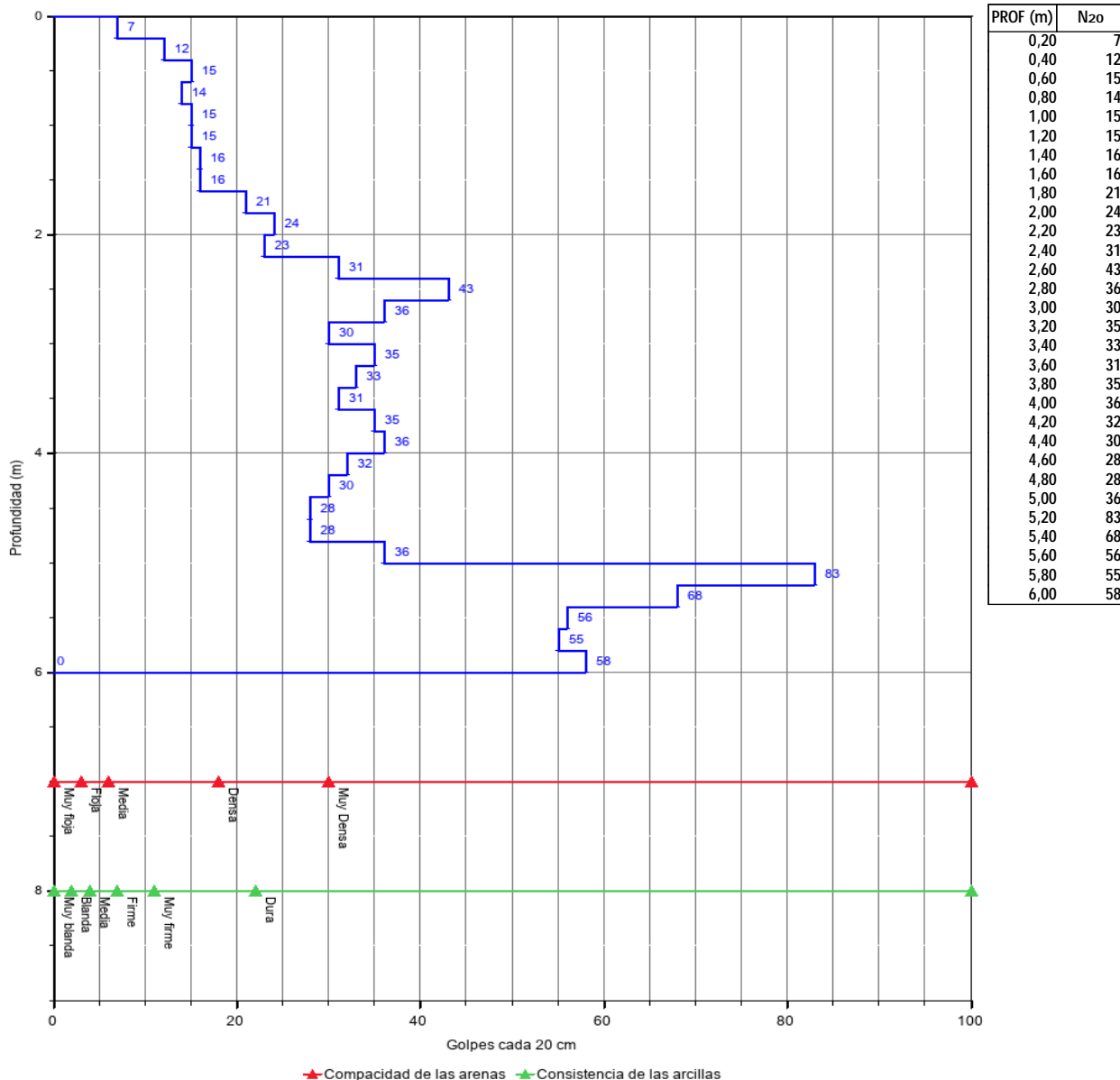
Y: 0.000

Fecha:

13/06/2024 a

Equipo: PENETROMETRO ROLATEC ML-76-A 0407-368

REGISTRO DE PENETRACIÓN DINÁMICA



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

[Firma]

[Firma]

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

Madrid a 01/09/2024



ANEJO 4.3 Registro de geofísica

Registro Mercantil de Madrid: Tomo 23.153, Libro 0, Folio 63, Sección 8, Hoja M-414932, Inscripción 1. B-84785559

**ESTUDIO MEDIANTE PROSPECCIÓN GEOFÍSICA,
COMPLEMENTARIO AL ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA
LA CONSTRUCCIÓN DE UN NUEVO GIMNASIO EN EL
IES SAN AGUSTÍN DEL GUADALIX (MADRID).**



Madrid, 31 de julio de 2024

	Preparado	Revisado	Aprobado
Firma			
Nombre	F. Mota Toledo	R. Mínguez	C.M. Calvo
Fecha	31/07/2024	31/07/2024	31/07/2024

**DIRECCIÓN GENERAL DE
INFRAESTRUCTURAS Y SERVICIOS**
Consejería de Educación
Ciencia y Universidades
Comunidad de Madrid

ÍNDICE

I. ANTECEDENTES Y OBJETIVOS	3
II. LOCALIZACIÓN Y CARACTERÍSTICAS GENERALES	4
III. METODOLOGÍA	5
<i>III.1 TOMOGRAFÍA SÍSMICA DE REFRACCIÓN</i>	<i>5</i>
<i>III.2 MASW (MULTICHANNEL ANALYSIS OF SURFACE WAVES)</i>	<i>8</i>
IV. TRABAJOS REALIZADOS	9
<i>IV.1 TRABAJOS DE CAMPO</i>	<i>9</i>
<i>IV.1.1. Tomografía Sísmica de Refracción</i>	<i>9</i>
<i>IV.1.2. MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves)</i>	<i>10</i>
<i>IV.2 TRABAJOS DE GABINETE</i>	<i>11</i>
<i>IV.2.1. Tomografía Sísmica de Refracción</i>	<i>11</i>
<i>IV.2.2. MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves)</i>	<i>12</i>
V. RESULTADOS	13
<i>V.1. TOMOGRAFÍA SÍSMICA DE REFRACCIÓN</i>	<i>14</i>
<i>V.2. MASW (MULTICHANNEL ANALYSIS OF SURFACE WAVES)</i>	<i>16</i>

ANEXOS

ANEXO I:	PLANO DE LOCALIZACIÓN
ANEXO II:	PERFIL SÍSMICA DE REFRACCIÓN DE ONDAS P
ANEXO III:	ENSAYO MASW
ANEXO IV:	MÓDULOS ELÁSTICO DINÁMICOS DE DEFORMACIÓN

I. ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

A petición de **CEMOSA, Geofísica Consultores** ha realizado el presente ***“Estudio mediante prospección geofísica, complementario al estudio geotécnico para la construcción de un nuevo gimnasio en el IES San Agustín de Guadalix (Madrid)”***.

En una parcela anexa al IES San Agustín de Guadalix, se proyecta la construcción de las instalaciones para un nuevo gimnasio, para lo que se está llevando acabo un estudio geotécnico para caracterizar los materiales y la capacidad portante de los mismos.

La zona en la que se proyecta la construcción del nuevo gimnasio se encuentra junto a una serie de edificios pertenecientes a IES San Agustín de Guadalix, en un terreno que presenta una diferencia de cota de entre -3,0 a -3,5 metros.

Dado que la zona de edificios anexos se encuentra elevada, separada mediante un talud de la zona en la que se proyecta la construcción del gimnasio, siendo de difícil acceso para máquinas de sondeos y no pudiendo estudiar los materiales del citado talud, el cliente requiere una serie de prospecciones geofísicas con el objetivo de determinar las características de los materiales que componen el talud, complementando los datos del estudio geotécnico realizado.

Así, para alcanzar los objetivos propuestos, se ha realizado una campaña de prospección geofísica mediante:

- Tomografía sísmica: determinar la distribución de velocidades de onda P del terreno, para caracterizar los materiales de la zona de estudio, estimar la excavabilidad y grado de competencia de los mismos.
- MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves): determinar la distribución de velocidades de ondas S del terreno, y mediante la distribución de velocidades de ondas P, estimar los módulos elásticos de deformación de los materiales de la zona de estudio.

El presente informe recoge los resultados de los trabajos de campo realizados el día 29 de julio de 2024. Basado en dicho trabajo, y en el procesado e interpretación de los datos registrados se presenta este informe.

II. LOCALIZACIÓN Y CARACTERÍSTICAS GENERALES

El presente estudio se lleva a cabo en una parcela aneja a las instalaciones del IES San Agustín de Guadalix, localizado en el municipio madrileño de San Agustín de Guadalix, situándose la citada parcela entre las calles Manuel Altolaguirre y Federico García Lorca (**Figura 1**).

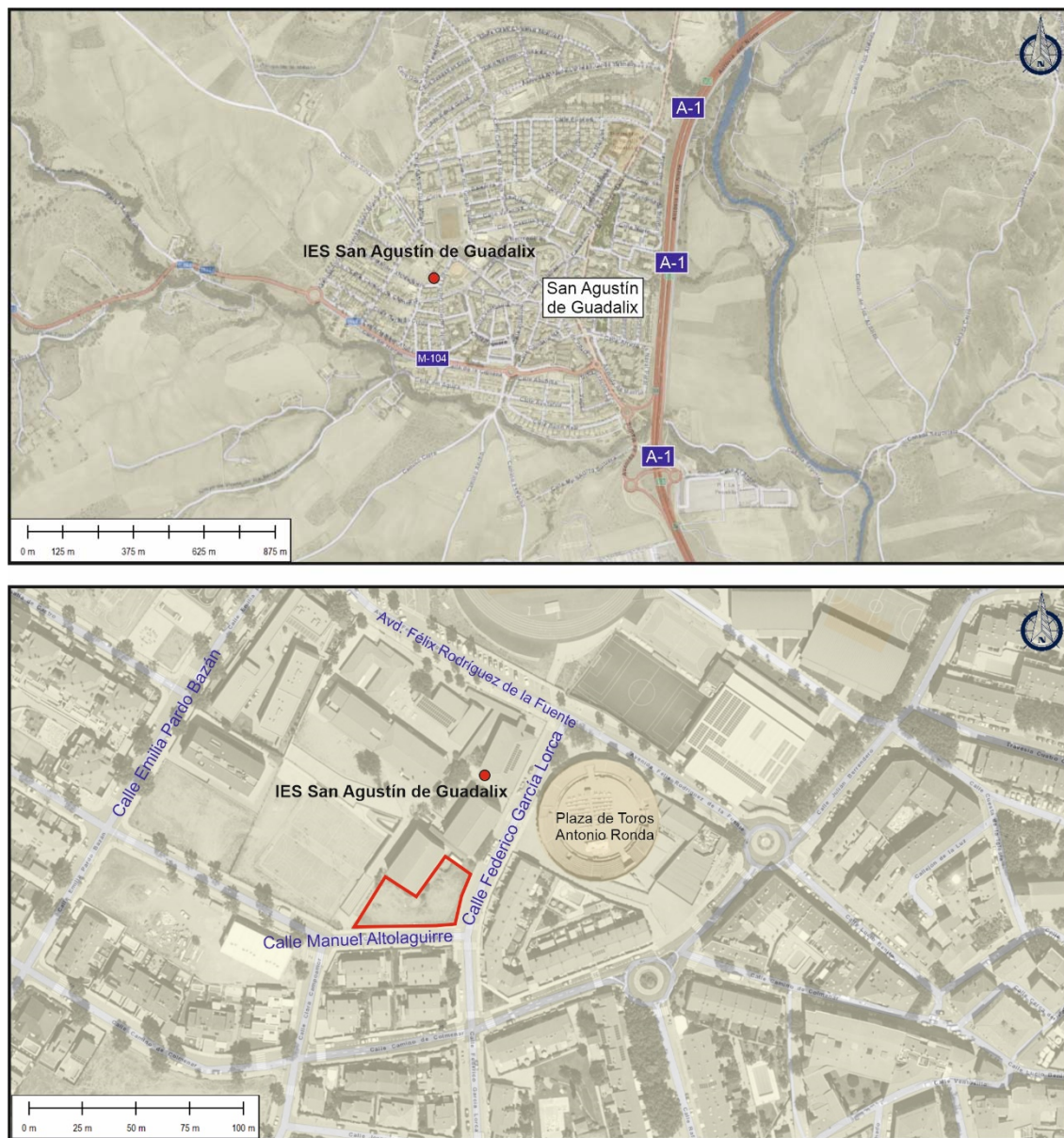


Figura 1. Arriba: Mapa de la zona de estudio en el que se indica mediante un punto de color rojo la situación de la zona de estudio. **Abajo:** Ortoimagen ampliada de la zona de estudio en la que se indica mediante polígono de color rojo el perímetro de la parcela en la que se proyecta la construcción del nuevo gimnasio.

A partir de la información que se desprende del “Mapa Geológico Continuo digital a escala 1:50.000. Zona 1300 (Centroibérica, Dominio del Olla de Sapo)” (**Figura 2**), los materiales presentes en la zona de estudio son:

- A. Arcosas blancas y fangos de edad Aragoniense medio y superior.
- B. Arcosas con cantos y bloques de edad Aragoniense superior.
- C. Arcosas con cantos de edad Aragoniense superior.
- D. Arcosas blancas y lutitas ocre y rojizas de edad Aragoniense superior.
- E. Gravas y cantos poligénicos, arenas, limos y arcillas arenosas de edad Pleistoceno medio.
- F. Gravas y cantos poligénicos, arenas, limos y arcillas de edad Pleistoceno superior al Holoceno

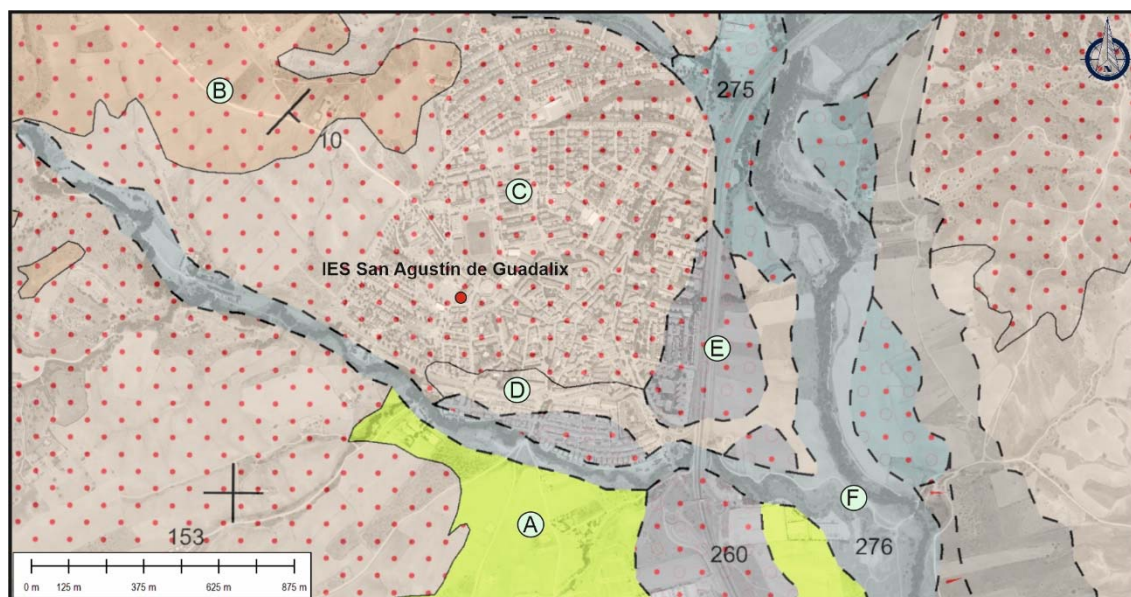


Figura 2. Montaje de la imagen satelital de la zona de estudio con el “Mapa Geológico Continuo digital a escala 1:50.000. Zona 1400 (Centroibérica, Dominio Esquisto-Grauváquico + Cuenca Guadiana)”. En esta imagen se indica mediante letras se indican las diferentes formaciones geológicas existentes.

III. METODOLOGÍA

III.1 Tomografía Sísmica de Refracción

La Tomografía Sísmica de Refracción se considera como una evolución a la sísmica de refracción tradicional y se basa en generar una perturbación mecánica en el terreno (por lo general mediante una maza) y determinar el tiempo que las ondas sísmicas (generadas en el punto de impacto) tardan en recorrer el trayecto que separa la fuente y una serie de sensores (geófonos) situados a lo largo de una línea de adquisición (**Figura 3**). Conociendo la distancia recorrida por las ondas sísmicas y el tiempo empleado se puede determinar la velocidad de propagación de las ondas sísmicas en el subsuelo.

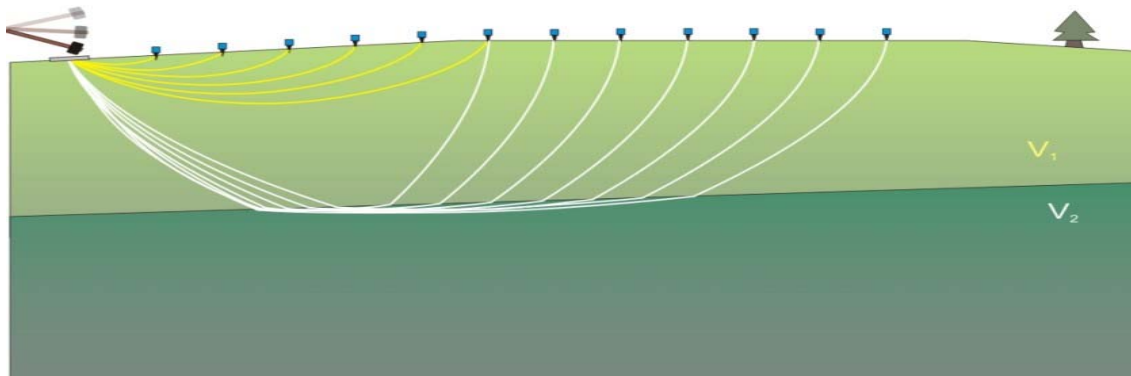


Figura 3. Implantación sísmica de geófonos típica de un ensayo de tomografía sísmica. Se golpea una placa metálica situada sobre el terreno con una maza, y la energía producida se propaga a través de las distintas unidades litológicas que componen el subsuelo.

La principal ventaja de este método reside en el mayor grado de detalle de los modelos obtenidos y en que la presencia de capas de baja velocidad, fuertes gradientes laterales o elevados buzamientos no son grandes limitaciones tal y como ocurre en la sísmica de refracción.

Uno de los aspectos más importantes de la tomografía sísmica es que se trata de un método basado en la inversión de “residuos”. Se denomina “residuo” a la diferencia entre los tiempos de recorrido de las ondas sísmicas observados y los tiempos de recorrido teóricos. Por ello es muy importante emplear una herramienta de procesado que sea capaz de reproducir de manera precisa los tiempos de recorrido de las ondas sísmicas en un medio complejo. Una de las formas más precisas que existen es resolver la ecuación Eikonal mediante un proceso de diferencias finitas. Esta ecuación describe el tiempo de propagación de un frente de ondas en un medio isótropo mediante la expresión.

$$(\nabla\tau)^2 = p^2(x, y, z) \quad (1)$$

Dónde:

$\tau(x, y, z)$ es el tiempo de recorrido desde la fuente hasta el punto de coordenadas (x, y, z) ,

p es la lentitud (inversa del vector velocidad) en el punto (x, y, z) ,

De esta forma es posible reproducir de manera muy precisa el trayecto recorrido por la onda sísmica desde la fuente hasta el receptor. El proceso de inversión que dará lugar al modelo final es un proceso iterativo, en el que el modelo inicial se va actualizando en cada iteración hasta dar lugar al modelo final.

En Tomografía Sísmica el modelo inicial de velocidades se obtiene definiendo un modelo 1D o modelo de gradiente, ya que la velocidad depende únicamente de la profundidad. Este modelo se determina automáticamente a partir de los tiempos de recorrido de las ondas sísmicas.

observados. Este método consiste en obtener una curva $v(z)$ bajo cada sensor (geófono). Una vez calculadas las curvas $v(z)$ bajo cada estación, se calcula el valor promedio y se genera un modelo 2D a partir de este valor promedio, que se extiende lateralmente en toda la longitud del modelo. Este método maximiza las probabilidades de que el proceso iterativo parta desde un punto lo suficientemente próximo a la solución correcta.

Una vez definido el modelo inicial se resuelve la ecuación Eikonal anteriormente descrita y se obtienen los residuos de la primera iteración. El modelo inicial se actualiza y se crea un segundo modelo de velocidades a través del que se vuelven a calcular los tiempos teóricos de recorrido y se obtienen nuevos residuos. El proceso continúa hasta que la suma de los residuos (la *Penalty function*, Ψ) alcanza el mínimo.

Otra ventaja de la Tomografía Sísmica de Refracción es que permite determinar, tanto de manera cuantitativa (valor del mínimo de los residuos) como de manera cualitativa (a través de la distribución espacial de los frentes de onda dentro del modelo, **Figura 4**), el grado de certeza de las soluciones alcanzadas, lo cual es muy útil a la hora de realizar la interpretación del modelo.

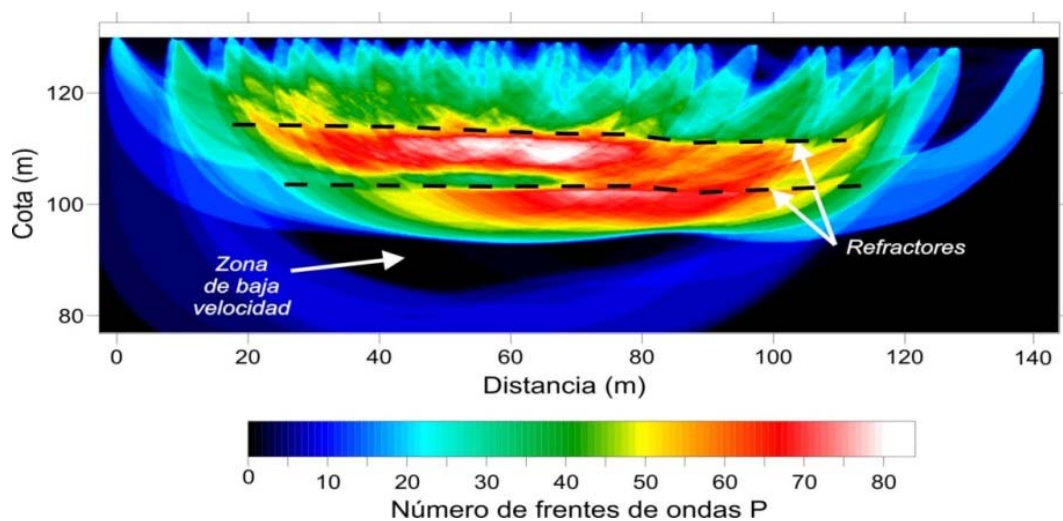


Figura 4. Identificación de refractores y zonas de baja velocidad a partir de la imagen de cobertura de frentes de ondas P del modelo de tomografía sísmica. Los tonos cálidos indican las áreas con más densidad de muestreo en el modelo (zonas con mayor resolución) mientras que los tonos fríos indican las zonas de menor resolución. Estos diagramas se emplean como indicador cualitativo a la hora de interpretar los modelos de velocidad obtenidos mediante tomografía sísmica.

Es importante destacar que, gracias a los gráficos de cobertura de las trayectorias de ondas sísmicas (**Figura 4**), además de definir con precisión las zonas cubiertas por los frentes de ondas sísmicas (de alta fiabilidad), permiten identificar “refractores” y zonas de “sombra” (áreas, dentro de la zona de cobertura, por donde las ondas sísmicas tienden a no viajar). Estos datos proporcionan información adicional para la interpretación de los modelos de velocidad, como por ejemplo la existencia de zonas de baja velocidad sísmica relativa asociadas a las zonas de sombra, la ausencia de refractores, lo que indica variaciones graduales de la velocidad, etc.

III.2 MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves)

El análisis multicanal de ondas de superficie, **MASW**, es un método que permite evaluar las condiciones elásticas de los materiales del subsuelo. Mediante este método se obtiene una distribución de la velocidad de ondas de cizalla con la profundidad a partir del análisis espectral de registros de vibración del terreno.

El método se basa en el principio físico de la dispersión de las ondas sísmicas superficiales en el terreno. En un medio elástico no dispersivo, las ondas se propagan sin sufrir ningún tipo de deformación. En realidad, todos los medios son, en mayor o menor medida, dispersivos y, por lo tanto, las distintas frecuencias que componen un determinado paquete de ondas se propagan a diferente velocidad (**Figura 5**). A medida que el paquete de ondas se desplaza en el medio, las frecuencias individuales se van separando las unas de las otras, ya que las velocidades de propagación respectivas son diferentes.

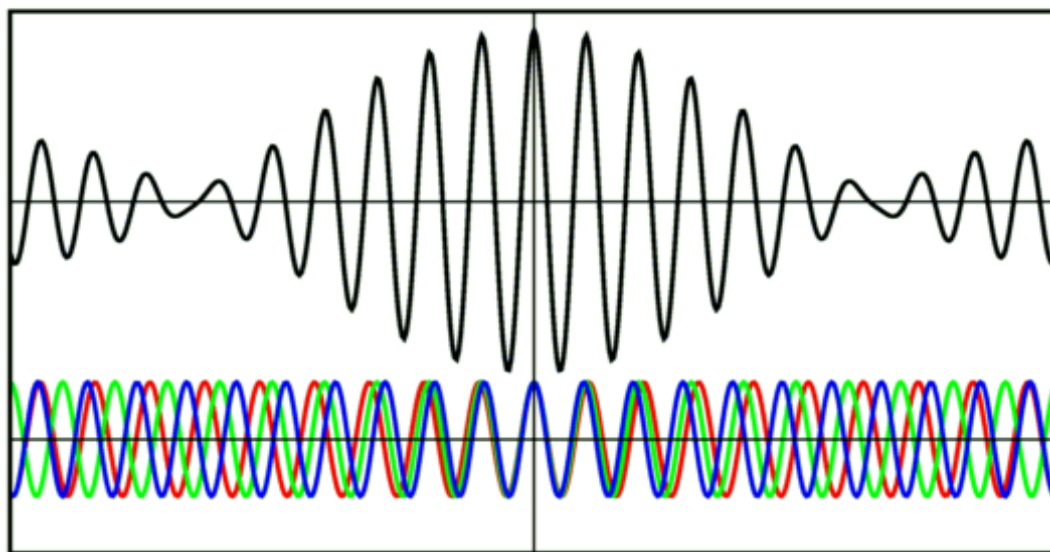


Figura 5. Paquete de ondas compuesto por la superposición de distintas frecuencias. Cuando este paquete de ondas se propaga a través de un medio dispersivo (abajo), las distintas frecuencias (representadas mediante colores) se propagan a diferentes velocidades.

Para la realización de un ensayo MASW es necesario implementar un dispositivo de geófonos de componente vertical a lo largo de una línea de registro. Una vez que la línea de registro ha sido implementada, se realizan lecturas con una ventana de registro adecuada para cada caso concreto y una razón de muestreo suficiente. Como fuente sísmica de ondas Rayleigh se golpea el terreno con una maza o cualquier otro método.

Para cada ensayo se obtiene un espectro de amplitudes (*Overtone Record*) a partir del cual se determina la curva de dispersión del modo fundamental de la Onda Rayleigh (**Figura 6**).

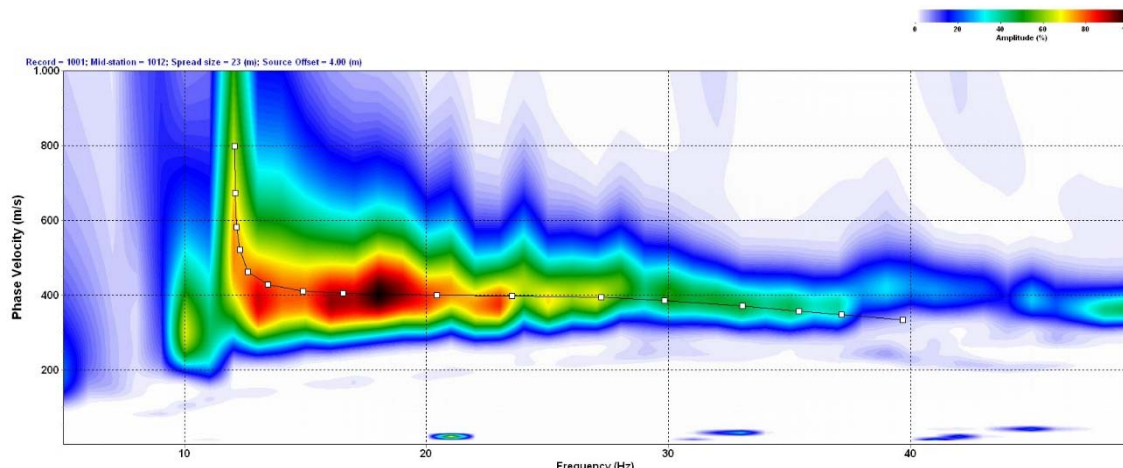


Figura 6. Espectro de frecuencias obtenido en el ensayo de MASW del presente estudio.

A partir de la curva de dispersión observada en cada caso se obtiene un modelo 1D de velocidad V_s del terreno, mediante un proceso de inversión iterativo (el modelo obtenido es para el centro geométrico de la implantación de geófonos).

IV. TRABAJOS REALIZADOS

IV.1 Trabajos de campo

Los trabajos de campo han consistido en la realización de una serie de prospecciones geofísicas las cuales constan de un (1) perfil de tomografía sísmica de refracción (**TMS-1**) y un (1) ensayo de MASW (**MASW-1**) sobre la implantación sísmica empleada en el perfil de sísmica de refracción.

Las posiciones de ensayos geofísicos, fueron las indicadas por el personal responsable de **CEMOSA** y se recogen en el **Plano I-1** del **Anexo I**.

IV.1.1. Tomografía Sísmica de Refracción

Para la realización del presente estudio se ha ejecutado un (1) perfil de tomografía sísmica de refracción de ondas P, **TMS-1 (Plano I-1, Anexo I)**, empleando 24 geófonos espaciados a 1 metro, realizando disparos exteriores a la implantación a ± 4 metros y ± 2 metros del primer y último sensor, con el objetivo de profundizar lo máximo posible con el dispositivo empleado y con 5 disparos interiores, completando una longitud de perfil sísmico de 31 metros.

Para la realización de los perfiles de Tomografía Sísmica se empleó un sismógrafo multicanal de 24 canales. Este sismógrafo está provisto de sistema de filtrado, reforzamiento de señal y grabación en soporte digital. Los geófonos empleados son sensores de componente vertical de 10 Hz y la fuente de energía utilizada para la generación de la onda de compresión fue una maza de cinco (5) kg.

kilos golpeando sobre una placa metálica de 20 cm de diámetro. Para la adquisición de los datos sísmicos se ha tomado una ventana de registro de 256 milisegundos de duración con una razón de muestreo de 1/8 milisegundos, obteniendo un total de 2.048 muestras por registro.

La topografía de los modelos obtenidos a partir del perfil de tomografía sísmica de refracción, ha sido referida a la cota relativa de la superficie del terreno, "Cota 0".



Figura 7. Fotografía de la implantación sísmica utilizada en el presente estudio.

IV.1.2. MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves)

Sobre la implantación sísmica empleada para la adquisición de tomografía sísmica de refracción, se han realizado la adquisición de un ensayo mediante MASW (**MASW-1**), cuya posición se muestran en el **Plano I-1** del **Anexo I**. Para la ejecución del ensayo de MASW se realizaron disparos opuestos, a ± 4 metros del primer y último sensor, a fin de minimizar la posible anisotropía provocada por la asimetría lateral de los materiales a lo largo del perfil y aumentar la definición del registro mediante el sumatorio de las señales individuales adquiridas.

Para la adquisición de los datos sísmicos de MASW se ha tomado una ventana de registro de 1.024 milisegundos de duración con una razón de muestreo de 1/4 de milisegundo, obteniendo un total de 2.048 muestras por traza.

IV.2 Trabajos de gabinete

Los trabajos de gabinete han consistido en el procesado de los datos geofísicos obtenidos en campo, en su interpretación en función de la información geológica existente y las observaciones realizadas “*in-situ*”, en la representación gráfica de los modelos obtenidos, en la elaboración de planos de posicionamiento y en la redacción de este informe.

IV.2.1. Tomografía Sísmica de Refracción

Los datos adquiridos en campo mediante la implantación sísmica, fueron registrados en soporte digital para su procesado posterior, con el objetivo de obtener modelos de velocidad sísmica del terreno. Este procesado se ha realizado utilizando diferentes programas de interpretación comerciales y de desarrollo propio, que en resumen ha consistido en:

- Edición de la geometría de los perfiles (disparos y geófonos) y de la topografía.
- Tratamiento de los sismogramas mediante filtros pasobanda.
- Identificación de las llegadas de las ondas P a cada geófono.
- Generación de modelos iniciales de velocidad sísmica.
- Inversión tomográfica de los datos de velocidad (proceso iterativo) y análisis de las trayectorias de ondas P.
- Edición gráfica de los modelos de velocidad y de cobertura de frentes de ondas P.

A partir del modelo obtenido de velocidad de ondas P en el perfil de sísmica de refracción, y de los valores de velocidad de ondas S obtenidos en el ensayo de MASW y de los valores de densidad estimados para los materiales presentes en la zona de estudio (en este caso se trata de unas arenas densas para las que se estima una densidad media de 1,8gr/cm³), se ha calculado para el centro del modelo los parámetros elásticos dinámicos de deformación elástica:

• Coeficiente de Poisson:
$$\sigma = \frac{V_p^2 - 2V_s^2}{2(V_p^2 - V_s^2)} \quad (2)$$

• Módulo de rigidez:
$$G = \rho \cdot V_s^2 \quad (3)$$

• Módulo de Young:
$$E = 2G(1 + \sigma) \quad (4)$$

• Módulo de compresibilidad volumétrica o de Bulk:
$$K = \frac{1}{3} \left(\frac{E}{1 - 2\sigma} \right) \quad (5)$$

Donde:

ρ es la densidad del material de subsuelo en gr/cm³

V_p es la velocidad de ondas P en m/s.

V_s es la velocidad de las ondas S en m/s.

IV.2.2. MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves)

Para el procesado de datos se han utilizado programas comerciales de interpretación y de desarrollo propio, que en resumen han consistido en:

- Edición de geometrías.
- Ecualización de los sismogramas.
- Cálculo de los espectros de amplitud obtenidos (overtone).
- Determinación de la curva de dispersión.
- Obtención de modelos unidimensionales de velocidad de ondas S con distintos parámetros de inversión.
- Edición gráfica de los resultados obtenidos.

El ensayo de MASW realizado en el presente estudio han sido referido a la cota relativa de la superficie del terreno, "Cota 0".

En el presente estudio se han calculado las variaciones de velocidad de ondas S en la vertical de cada uno de los puntos de ensayo ejecutados y la velocidad de ondas S para los primeros 30 metros (V_{s30}).

Para la interpretación y edición de resultados se ha tenido en cuenta la clasificación de tipos de terreno según la velocidad de propagación de ondas de cizalla en el terreno tal como indica la "Clasificación de los terrenos según la Norma de construcción Sismorresistente: Parte General y Edificación" (NCSE-02) (Tabla 2).

Tabla 2. Clasificación de los terrenos según la norma NCSE-02	
Tipo de Terreno	Descripción
Tipo I	Velocidad de propagación de las ondas de cizalla, $V_s > 750 \text{ m/s}$. Roca compacta, suelo compacto o granular muy denso.
Tipo II	Velocidad de propagación de las ondas de cizalla, $750 \text{ m/s} \geq V_s > 400 \text{ m/s}$. Roca muy fracturada, suelos granulares densos o cohesivos duros.
Tipo III	Velocidad de propagación de las ondas de cizalla, $400 \text{ m/s} \geq V_s > 200 \text{ m/s}$. Suelo granular de compacidad media, o suelo cohesivo de consistencia firme a muy firme.
Tipo IV	Velocidad de propagación de las ondas de cizalla, $200 \text{ m/s} \leq V_s$. Suelo granular suelto, o suelo cohesivo blando.

Para el cálculo de la velocidad de ondas S promedio en los 30 primeros metros de terreno (V_{s30}) se ha utilizado la siguiente expresión:

$$V_{s30} = 30 / \varphi(d_i/V_{si}) \quad (6)$$

Donde:

φ , es el sumatorio de todas las capas para las que se calcula d_i y V_{si}

d_i , es el espesor de cada una de las capas definidas

V_{si} , es la velocidad de cada una de las capas definidas

A partir de los datos de velocidad de ondas S obtenidos para cada una de las capas del terreno diferenciadas se ha calculado la frecuencia natural de vibración el terreno (f_n) a partir de la siguiente fórmula:

$$f_n = V_{s0} / 4 * h_0 \quad (7) \quad (Kramer, 1996)$$

Donde:

f_n , es la frecuencia natural del terreno calculada,

V_{s0} , es la velocidad de ondas S para una determinada capa y

h_0 , es el espesor de la capa calculada

V. RESULTADOS

En el presente estudio se han realizado una serie de prospecciones geofísicas para complementar el estudio geotécnico que se está llevando a cabo para el proyecto de construcción de un nuevo gimnasio en las instalaciones del IES San Agustín de Guadalix, en San Agustín de Guadalix (Madrid).

Estas prospecciones han consistido en la realización de un (1) perfil mediante Tomografía Sísmica de Refracción de Ondas P y un (1) ensayo mediante MASW (*Multichannel Analysis of Surface Waves*), con el objetivo de caracterizar los materiales del talud que separa las edificaciones existentes de la zona en la que se proyecta la construcción del nuevo gimnasio, con una diferencia de cota de entre 3,0 a 3,5 metros, determinando también los módulos elásticos dinámicos de deformación del terreno.

A partir de las prospecciones geofísicas realizadas se han obtenido modelos cuyos resultados se describen a continuación.

V.1. Tomografía Sísmica de Refracción

Para el perfil sísmico de refracción de ondas P ejecutado se ha obtenido un modelo de velocidad sísmica de ondas P y un gráfico de cobertura de frentes de ondas. Este modelo y gráfico se representan en el **Plano II-1** del **Anexo II**.

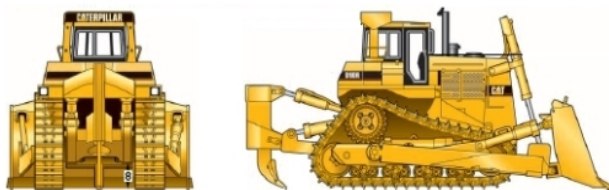
En el modelo de velocidad sísmica obtenido se muestra la variación, según un degradado de color, de la velocidad de propagación de las ondas P. En este modelo se ha representado la velocidad de propagación de ondas P según la elección de un rango de velocidad de entre **500 y 5.000 m/s**, definiendo isolíneas de velocidad a intervalos de 500 m/s, además de las isolíneas correspondientes a los límites de ripabilidad del terreno según el material presente en la zona de estudio, con el objetivo de caracterizar los materiales del subsuelo y estimar la profundidad del sustrato rocoso competente.

También se ha obtenido un gráfico de cobertura de frentes de ondas P, cuya distribución de frentes de onda nos permite definir límites entre materiales con diferente compacidad.

Para definir los límites de ripabilidad de los materiales, se ha utilizado una tabla de correlación empírica que relaciona las velocidades de transmisión de ondas P, obtenidas en el modelo, con diferentes rangos de excavabilidad según los tipos de litologías existentes (**Figura 8**). Los rangos definidos están relacionados con la potencia de una máquina ripadora determinada; en este caso se ha escogido la **D10R de Caterpillar**. En esta tabla los materiales se clasifican, según su excavabilidad, en:

- Excavable: Puede ser retirado mediante la pala de la excavadora.
- Ripable: Puede ser retirado mediante el ripado con excavadora.
- Marginal: En función de su fracturación, estructura y buzamiento puede llegar a ser ripado.
- No ripable: No puede ser retirado ni con pala ni ripando (volable)

CATERPILLAR D10R



EXCAVABILIDAD DE MATERIALES COMUNES

Velocidad Sísmica de las ondas P (m/s)

0 1000 2000 3000 4000

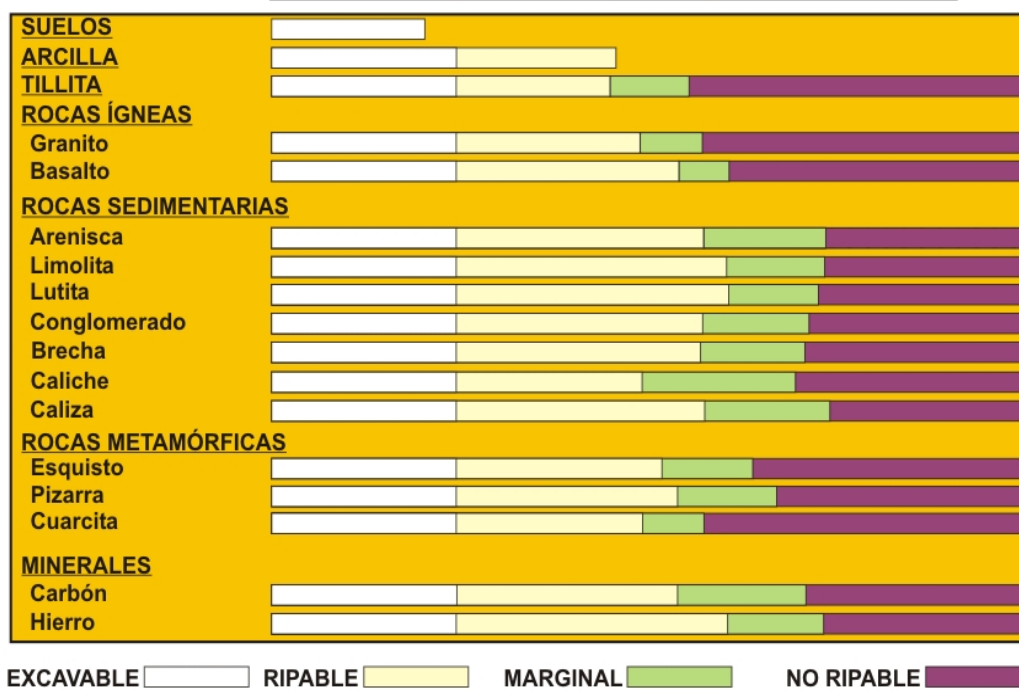


Figura 8. Tabla de ripabilidad basada en la máquina D-10R de Caterpillar (Geotechnical Engineering Techniques and Practices, Hunt, Roy E., McGraw-Hill Book Company, 1986).

Según esta tabla de ripabilidades y teniendo en cuenta las litologías predominantes en la zona de estudio, se han definido como límites de ripabilidad los de **Rocas Sedimentarias: Areniscas**, tomando así un criterio conservador a la hora de asignar dichos límites. Los resultados que de ello se derivan deben entenderse como un escenario esencialmente desfavorable, ya que no tienen en cuenta la anisotropía de la alteración de la roca ni su buzamiento:

- **Materiales Excavables.** - (Velocidades inferiores a 1.000 m/s). Se relacionan con niveles excavables, que se corresponderían con cobertera vegetal, materiales erosionados, etc.
- **Materiales Ripables.** - (Velocidades de entre 1.000 y 2.500 m/s). Se relacionan con niveles ripables, que se corresponderían con roca alterada y/o

- **Materiales Marginalmente Ripables.** - (Velocidades de entre 2.500 y 3.250 m/s). Se relacionan con niveles marginalmente ripables, que se corresponderían con roca con un menor grado de alteración y fracturación que los materiales ripables.
- **Materiales No ripables o Volables.** - (Velocidades superiores a 3.250 m/s). Se relacionan con niveles no ripables, que se corresponderían con roca más compacta y sana, con bajo grado de alteración y fracturación.

Los límites de ripabilidad obtenidos para este perfil (**TMS-1**), según el modelo de velocidad de ondas P, son los siguientes (**Tabla 3**):

Tabla 3. Límites de Ripabilidad Perfil PS1-02				
(1) <i>Espesor de la capa (m)</i>				
(2) <i>Profundidad del techo de la capa (m)</i>				
Perfil Sísmico	Excavable Vp<1.000m/s	Ripable Vp=1.000-2.500m/s	Marginalmente Ripable Vp=2.500-3.250m/s	No Ripable / Volable Vp>3.2500m/s
TMS-1	(1) 0,0 a 0,3	3,6 a >7,0	-	-
	(2) -	0,0 a 0,3	3,6 a 6,0	-

En el modelo de velocidad de ondas P obtenido se observa una alta homogeneidad del medio, predominando los materiales de carácter ripable ($V_p=1.000-2.500\text{m/s}$) a lo largo de todo el perfil. Únicamente se observa la presencia de materiales de carácter marginalmente ripables ($V_p=2.500-3.250\text{m/s}$) en profundidad, en el primer tercio del perfil sísmico.

En el gráfico de cobertura de frentes de ondas P se aprecia la existencia de dos refractores en profundidad (líneas discontinuas de color negro) que se asociarían a la alternancia de materiales en la vertical, marcando cambios de compacidad relativos en el medio.

También se observa en el gráfico de cobertura de frentes de ondas P la presencia de zonas con baja densidad de frentes de onda, las cuales se asocian a bajadas relativas de velocidad del medio, relacionadas con la presencia de zonas con mayor grado de alteración y menor compacidad. Estas zonas se indican en los modelos mediante elipses de color magenta.

Cabe destacar que, en la zona anexa al perfil sísmico en la que se encuentra enterrado un depósito de combustible, entre los metros 17 y 24 del perfil, existe una zona de baja cobertura de frentes de ondas P, asociada a la presencia del citado elemento.

V.2. MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves)

En el presente estudio se ha obtenido un (1) ensayo de MASW para la implantación sísmica llevadas a cabo (**Plano I-1, Anexo I**). Obtenido un gráfico 1D de distribución de velocidad en terreno (**Plano III-1, Anexo III**).

Los valores obtenidos en los diferentes ensayos realizados han sido tabulados según los diferentes tipos de terrenos considerados en la norma **NCSE-02** (Tabla 2, apartado IV.2.2. MASW).

En el modelo de velocidad de ondas S obtenido se han podido distinguir dos tipos de terreno según los diferentes tipos de terreno descritos en la norma **NCSE-02**:

- **Terreno Tipo II** con valores de velocidad de ondas S entre 400 y 750 m/s. Corresponde a una roca muy fracturada o suelo granular denso o un suelo cohesivo duro.
- **Terreno Tipo I** con valores de velocidad de ondas S superiores a los 750 m/s. Corresponde a una roca compacta, suelo compacto o un suelo granular muy denso.

A partir de la distribución de velocidad de ondas S en profundidad (**Plano C-1 a C-15, Anexo C**) se han descrito los siguientes tipos de terreno según la **NCSE-02** en la **Tabla 4**:

Tabla 4. Tipos de Terreno según NCSE-02					
(1) Espesor de la capa (m)					
(2) Profundidad del techo de la capa (m)					
Perfil MASW		Terreno Tipo IV $V_s \leq 200$ m/s	Terreno Tipo III $200 < V_s \leq 400$ m/s	Terreno Tipo II $400 < V_s \leq 750$ m/s	Terreno Tipo I $V_s > 750$ m/s
MASW-1	(1)	-	-	0,0 a 18,1	-
	(2)	-	-	-	0,0 a 18,1

En este ensayo se observa una distribución muy homogénea de velocidad superficialmente, predominando un **Terreno Tipo II** ($400 < V_s \leq 750$ m/s), hasta los 18,1 metros de profundidad, donde se produce un aumento notable de la compacidad del medio, pasando a un Terreno Tipo I.

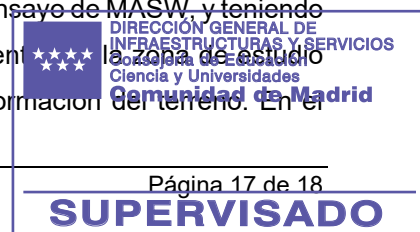
A partir de los resultados obtenidos en este ensayo se ha calculado el parámetro **V_{s30}**:

$$V_{s30}=708 \text{ m/s}$$

Con los resultados de velocidad de ondas S obtenidos en este ensayo, se ha calculado la frecuencia o periodo natural del terreno (**f_h** ó **T_h**), hasta una profundidad de 30 metros:

$$f_{h30}=5,9 \text{ Hz} \quad \text{ó} \quad T_h=0,17 \text{ s}$$

A partir de los datos de velocidad de ondas P obtenidos con el perfil de sismica de refracción de ondas P y de los valores de velocidad de ondas S obtenidos a partir del ensayo de MASW, y teniendo en cuenta los valores de densidad estimados para los materiales presentes en la zona de estudio ($1,8 \text{ gr/cm}^3$), se han calculado los módulos elásticos dinámicos de deformación del terreno. En el



Anexo IV, Plano IV-1 y IV-2, se representan en forma de tabla de valores y de forma gráfica, respectivamente, los resultados obtenidos de velocidad de ondas P y S, Coeficiente de Poisson y módulos elásticos dinámicos de deformación (Módulos de Rigidez, Young y Bulk).

A continuación, se describen los rangos obtenidos para este punto del estudio:

- **Velocidad de ondas P:** 1.706 a 2484 m/s
- **Velocidad de ondas S:** 366 a 526 m/s
- **Coeficiente de Poisson:** 0,47 a 0,49
- **Módulo de Rigidez:** 0,24 a 0,35 GPa
- **Módulo de Young:** 0,71 a 1,03 GPa
- **Módulo de Bulk:** 4,88 a 10,78 GPa

Madrid, a 31 de julio de 2024



Fdo: Carlos M. Calvo
Geólogo
Colegiado nº 3595



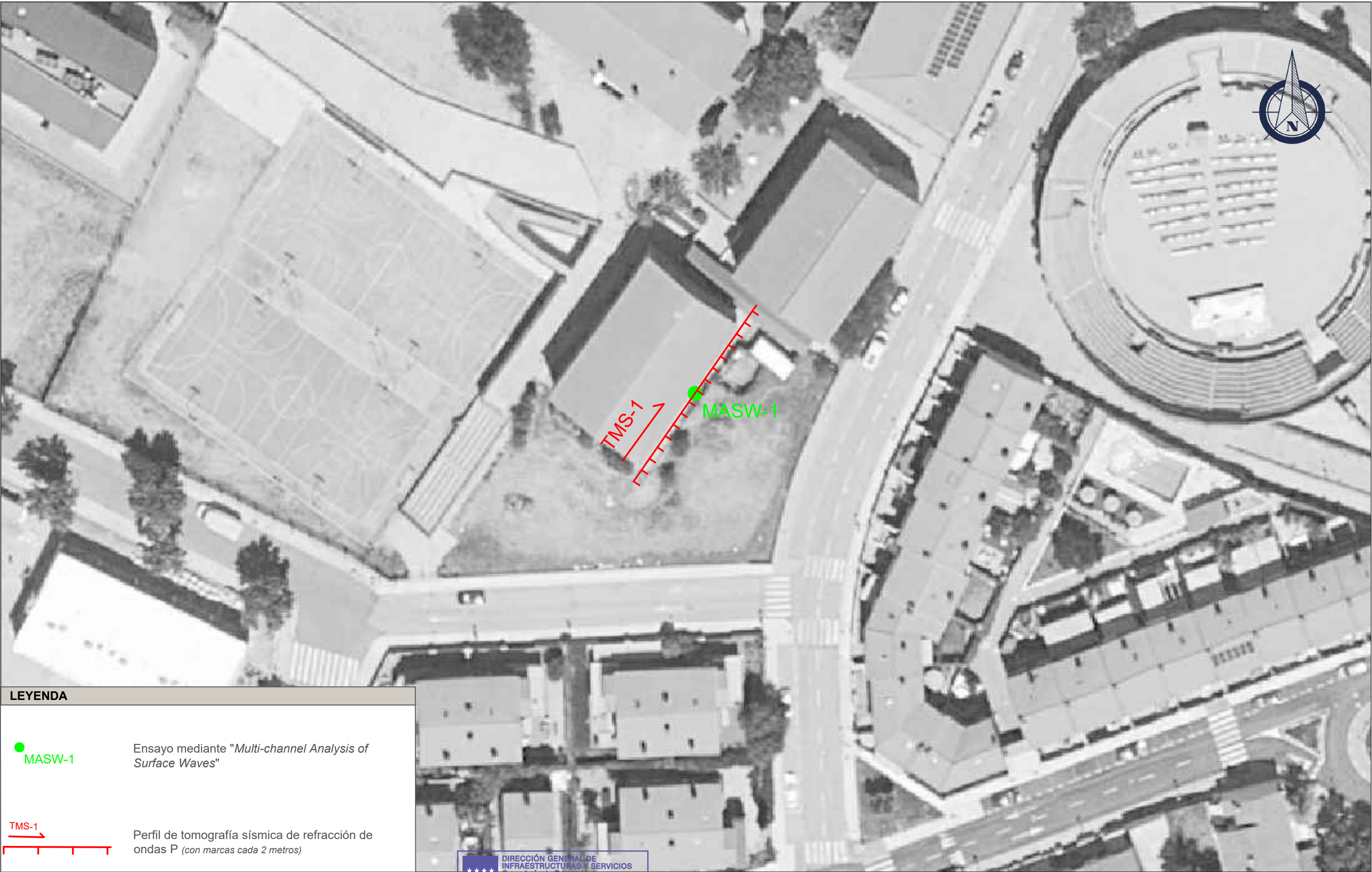
Fdo: Francisco Mota Toledo
Geólogo
Colegiado nº 5784




Fdo: Raúl Mínguez Maturana
Geólogo
Colegiado nº 3483

ANEXO I


PLANO DE LOCALIZACIÓN



LEYENDA


MASW-1

Ensayo mediante "Multi-channel Analysis of Surface Waves"

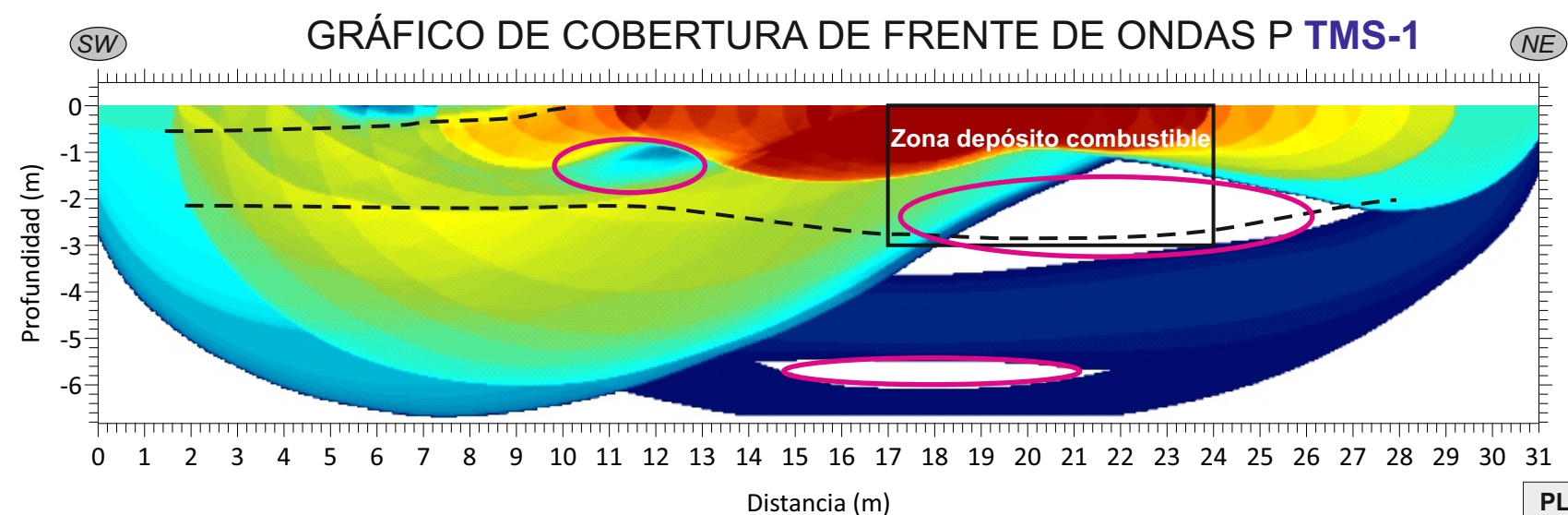
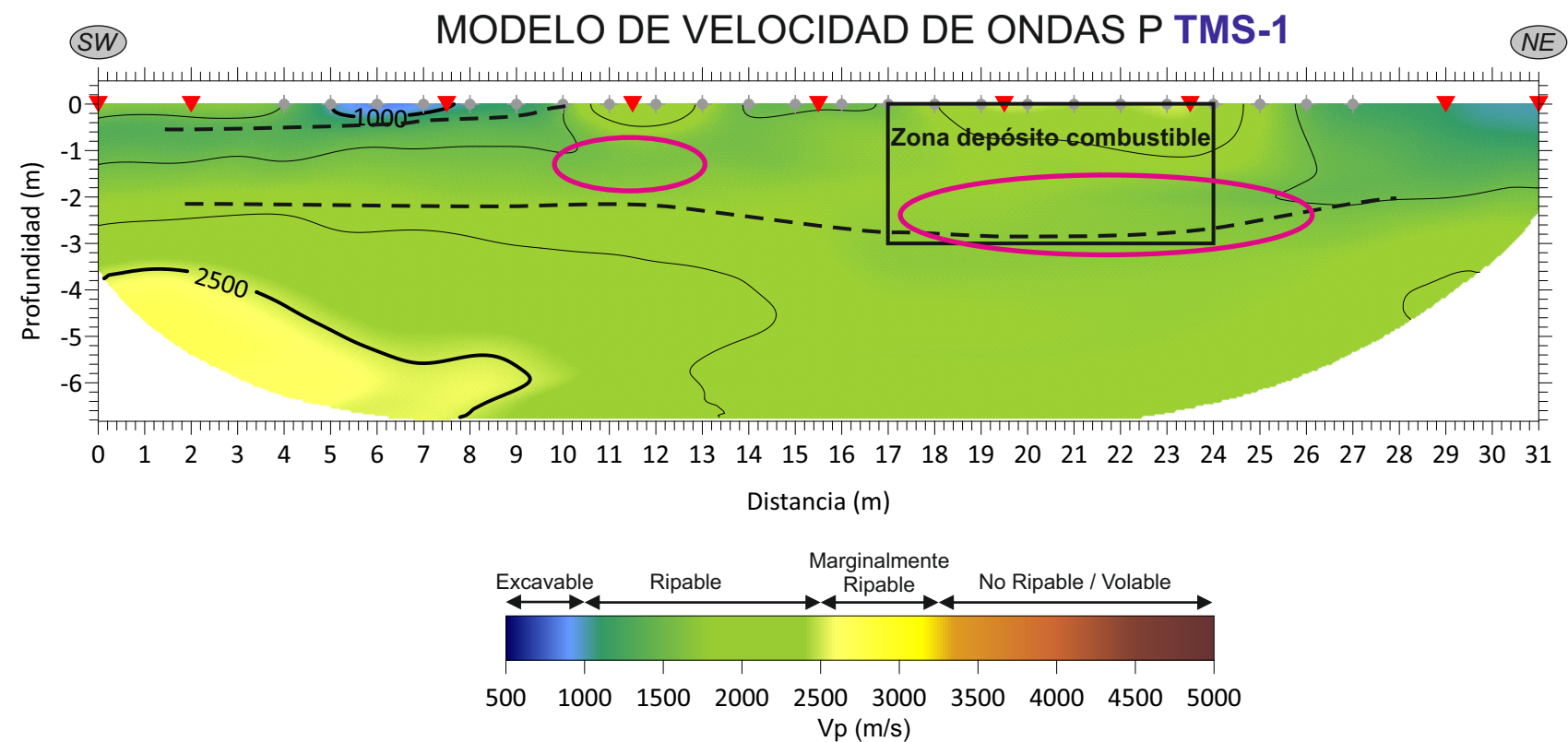

TMS-1

Perfil de tomografía sísmica de refracción de ondas P (con marcas cada 2 metros)

PROYECTO	CLIENTE	CONSULTOR	TÍTULO DEL PLANO	ESCALA	FECHA	
ESTUDIO MEDIANTE PROSPECCIÓN GEOFÍSICA, COMPLEMENTARIO AL ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN NUEVO GIMNASIO EN EL IES SAN AGUSTÍN DEL GUADALIX (MADRID).	 Consejería de Educación, Ciencia y Universidades Comunidad de Madrid	 cemosa SUPERVISADO	 geofísica consultores	DIN A3 1:500  0 5 10 15 20 metros	JULIO 2024	
					REVISIÓN	Nº PLANO
					REV-0	I-1

ANEXO II

PERFIL SÍSMICA REFRACCIÓN ONDAS P



LEYENDA	
	Isolínea de velocidad (Vp)
	Posición de geófonos
	Posición de disparos
	Refractores
	Zona de bajada relativa de velocidad de ondas P

PROYECTO
ESTUDIO MEDIANTE PROSPECCIÓN GEOFÍSICA, COMPLEMENTARIO AL ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN NUEVO GIMNASIO EN EL IES SAN AGUSTÍN DEL GUADALIX (MADRID).

CLIENTE	CONSULTOR

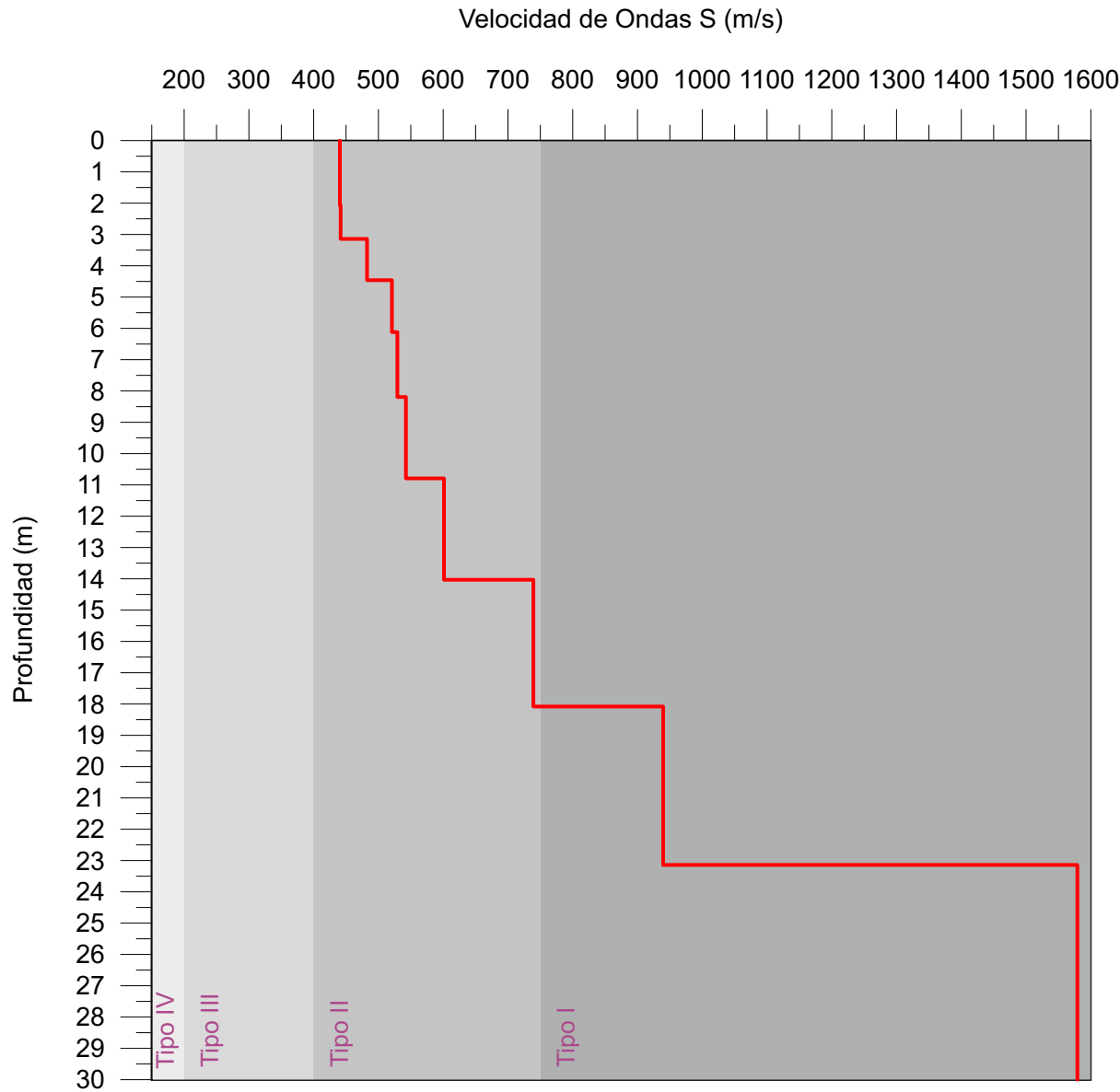
TÍTULO DEL PLANO
MODELO DE VELOCIDAD Y GRÁFICO DE COBERTURA DE FRENTE DE ONDAS P TMS-1

PLANO ESQUEMÁTICO
ESCALA
DIN A3 1 : 150 0 1,5 3,0 4,5 6,0 metros
FECHA
JULIO 2024
NÚMERO DE PLANO
II-1

ANEXO III

ENSAYO MASW

MODELO DE MASW MASW-1



Prof. Techo (m)	Prof. Muro (m)	Vs (m/s)	di (m)	di/vi (s)
0.0	0.5	440	0.54	0.0012
0.5	1.2	440	0.68	0.0015
1.2	2.1	440	0.85	0.0019
2.1	3.1	442	1.07	0.0024
3.1	4.5	482	1.32	0.0027
4.5	6.1	521	1.66	0.0032
6.1	8.2	529	2.07	0.0039
8.2	10.8	542	2.60	0.0048
10.8	14.0	601	3.24	0.0054
14.0	18.1	739	4.05	0.0055
18.1	23.1	940	5.06	0.0054
23.1	30.0	1579	6.86	0.0043

Valor V_{s30} (m/s)
708

Frecuencia natural del terreno calculada f_h (Hz)
5,90

Periodo natural del terreno calculado T_h (s)
0,17

CLASIFICACIÓN DEL TERRENO SEGÚN NCSE-02

- Tipo IV: $V_s < 200 \text{ m/s}$. suelo granular suelto o suelo cohesivo blando.
- Tipo III: $200 \text{ m/s} < V_s \leq 400$. Suelo granular de compacidad media o suelo cohesivo de consistencia firme a muy firme.
- Tipo II: $400 \text{ m/s} < V_s \leq 750 \text{ m/s}$. Roca muy fracturada, suelo granular denso o cohesivo duro.
- Tipo I: $V_s > 750 \text{ m/s}$. Roca compacta, suelo cementado o granular muy denso.

PLANO ESQUEMÁTICO





PROYECTO	CLIENTE	CONSULTOR	TÍTULO DEL PLANO	ESCALA	FECHA
ESTUDIO MEDIANTE PROSPECCIÓN GEOFÍSICA, COMPLEMENTARIO AL ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN NUEVO GIMNASIO EN EL IES SAN AGUSTÍN DEL GUADALIX (MADRID).			GRÁFICO 1D DE VARIACIÓN DE V_s PUNTO DE ESTUDIO MASW-1	DIN A3 GRÁFICA	JULIO 2024
					NÚMERO DE PLANO
					III-1

ANEXO IV

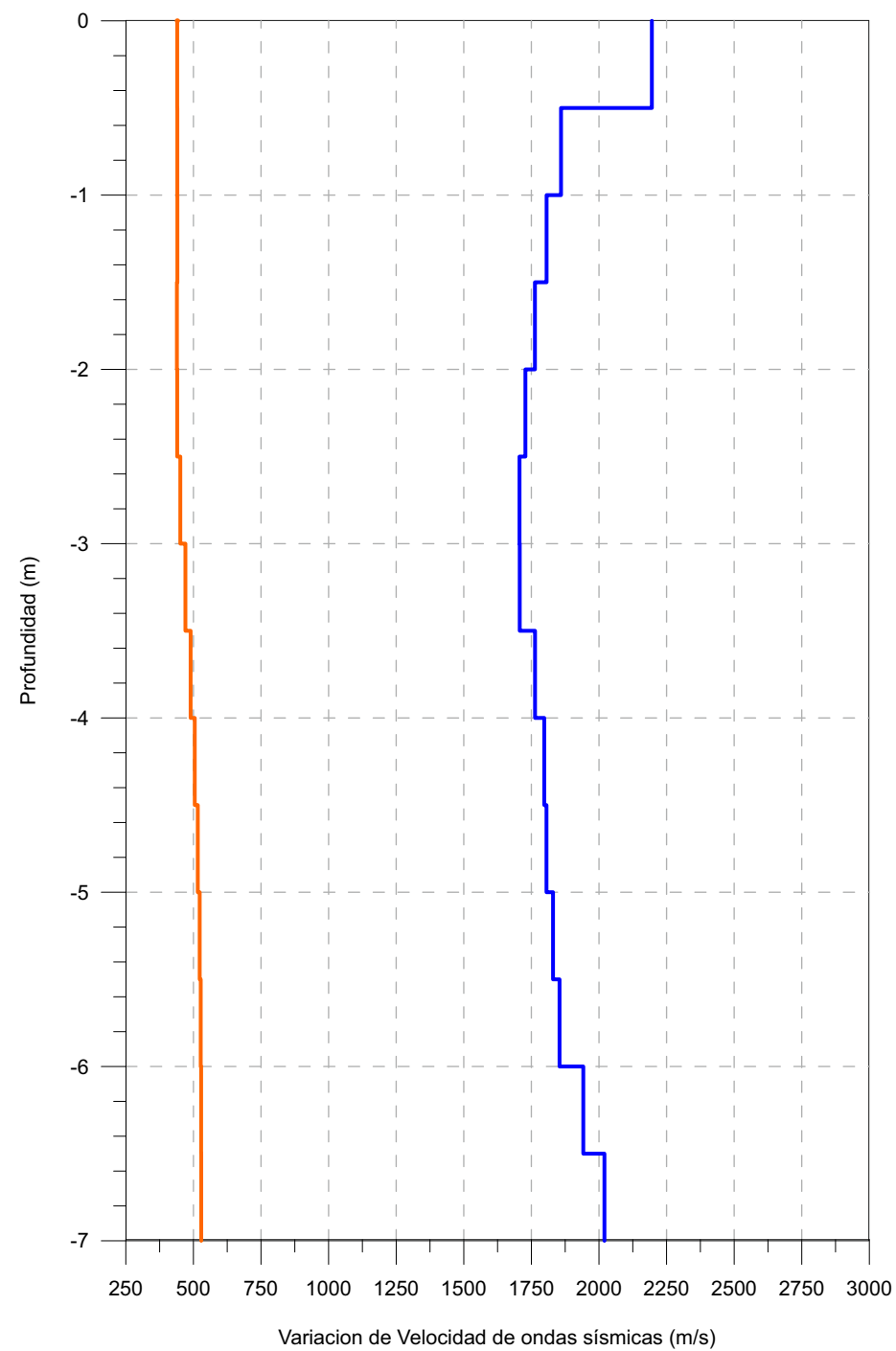
MÓDULOS ELÁSTICO DINÁMICOS DE DEFORMACIÓN

VALORES DE MÓDULOS ELÁSTICOS DINÁMICOS DE DEFORMACIÓN
PUNTO DE ESTUDIO NED03

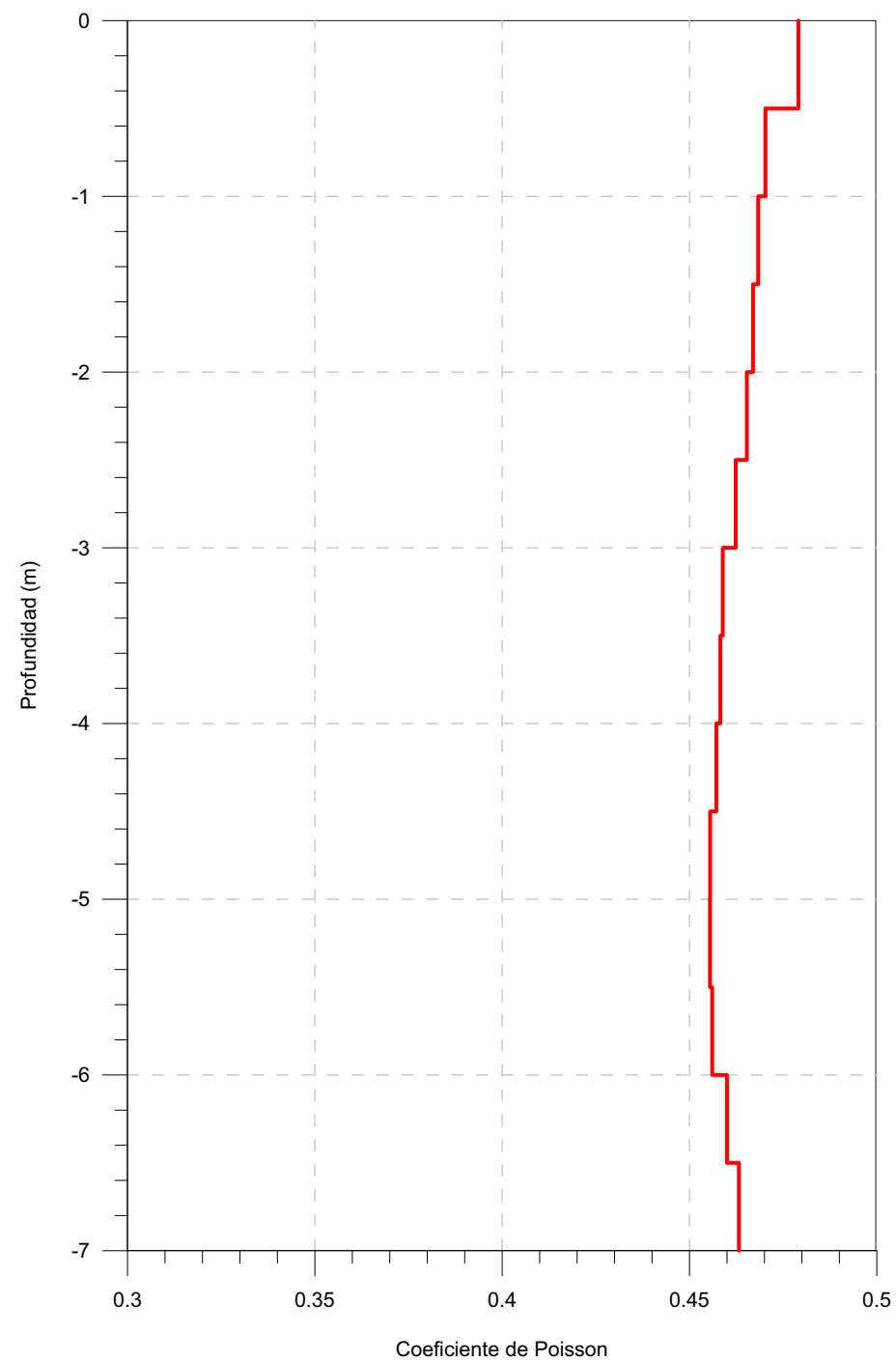
Profundidad (m)	Vp (m/s)	Vs (m/s)	Densidad (kg/m³)	σ	G (Gpa)	E (Gpa)	K (Gpa)
0.00	2484	368	1800	0.49	0.24	0.73	10.78
-0.50	2196	367	1800	0.49	0.24	0.72	8.35
-1.00	1860	367	1800	0.48	0.24	0.72	5.90
-1.50	1806	367	1800	0.48	0.24	0.72	5.55
-2.00	1763	366	1800	0.48	0.24	0.71	5.27
-2.50	1728	367	1800	0.48	0.24	0.72	5.05
-3.00	1706	376	1800	0.47	0.25	0.75	4.90
-3.50	1707	392	1800	0.47	0.28	0.81	4.88
-4.00	1763	408	1800	0.47	0.30	0.88	5.20
-4.50	1798	421	1800	0.47	0.32	0.94	5.39
-5.00	1806	430	1800	0.47	0.33	0.98	5.43
-5.50	1830	436	1800	0.47	0.34	1.01	5.57
-6.00	1854	439	1800	0.47	0.35	1.02	5.72
-6.50	1942	440	1800	0.47	0.35	1.03	6.32
-7.00	2020	441	1800	0.47	0.35	1.03	6.88

PROYECTO	CLIENTE	CONSULTOR	TÍTULO DEL PLANO	ESCALA	FECHA
ESTUDIO MEDIANTE PROSPECCIÓN GEOFÍSICA, COMPLEMENTARIO AL ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN NUEVO GIMNASIO EN EL IES SAN AGUSTÍN DEL GUADALIX (MADRID).			VELOCIDAD DE ONDAS P Y S COEFICIENTE DE POISSON Y MÓDULOS ELÁSTICO-DINÁMICOS DE DEFORMACIÓN	DIN A3 GRÁFICA	JULIO 2024
					NÚMERO DE PLANO
					IV-1

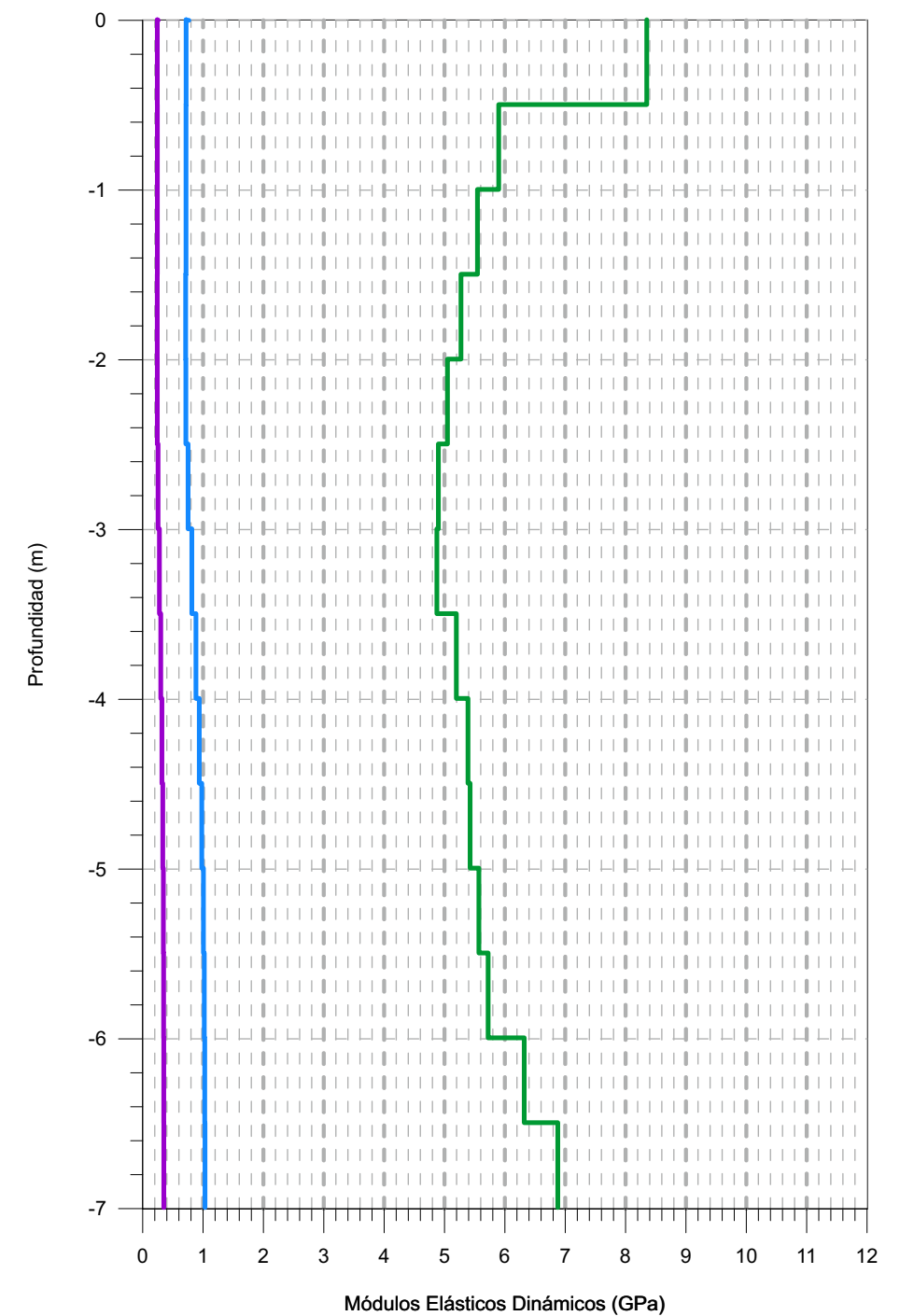
GRÁFICAS DE V_p Y V_s



GRÁFICAS DE COEFICIENTES DE POISSON





GRÁFICAS DE MÓDULOS ELÁSTICOS DINÁMICOS



LEYENDA

- | | | | | | |
|---|----------------------|---|------------------------|---|-----------------|
| — | Velocidad de ondas P | — | Coeficiente de Poisson | — | Módulo de Young |
| — | Velocidad de ondas S | — | Módulo de Rigidez | — | Módulo de Bulk |

PROYECTO	CLIENTE	CONSULTOR	TÍTULO DEL PLANO	ESCALA	FECHA
ESTUDIO MEDIANTE PROSPECCIÓN GEOFÍSICA, COMPLEMENTARIO AL ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN NUEVO GIMNASIO EN EL IES SAN AGUSTÍN DEL GUADALIX (MADRID).			VELOCIDAD DE ONDAS P Y S COEFICIENTE DE POISSON Y MÓDULOS ELÁSTICO-DINÁMICOS DE DEFORMACIÓN	DIN A3	JULIO 2024
					NÚMERO DE PLANO
					IV-2

ANEJO 5. ACTAS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

ENSAYO DE IDONEIDAD DE SUELOS

FECHA TOMA: 02/08/2024-11:27

MODALIDAD DE MUESTREO:	GEO - MUESTREO POR GEOTECNIA
MUESTREO POR:	
LOTE LABORATORIO:	
LOTE CLIENTE:	

Determinación del contenido de sulfatos solubles (cuantitativo) (suelos)	UNE 103201:2019; UNE 103202:2019
Clasificación e índice de grupo (suelos)	ASTM 2487:2000
Determinación de la acidez Bauman-Gully (suelos)	UNE 83962:2008
Determinación de la humedad mediante secado en estufa (suelos)	UNE 103300:1993
Análisis granulométrico (suelos)	UNE 103101:1995
Límites de Atterberg (suelos)	UNE 103103:1994; UNE 103104:1993
Determinación de la densidad aparente (balanza hidrostática) (suelos)	UNE 103301:1994
Ensayo de compresión simple (suelos)	UNE 103400:1993

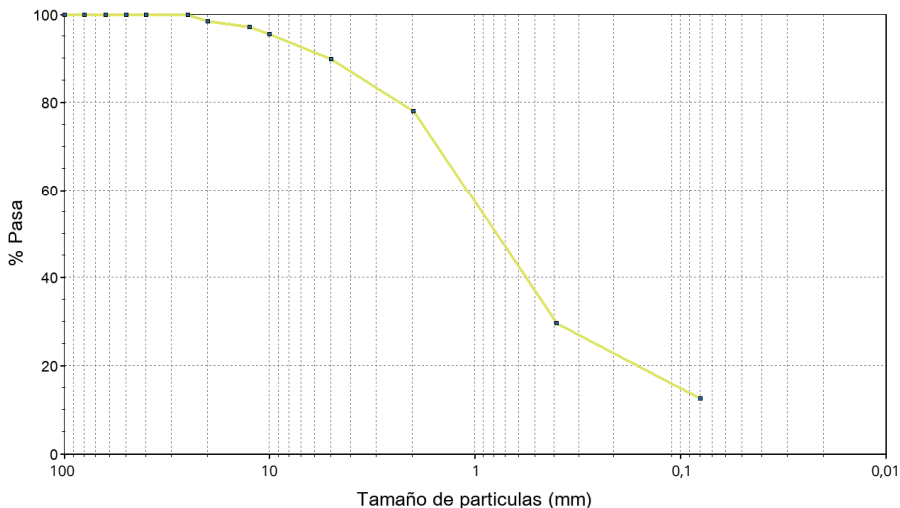
La incertidumbre de los resultados está a disposición del cliente en CEMOSA.

Expediente: **O/2005036/461**
Nº acta: 017-24/010498/1
Código de muestra: 1201/017/2024/010316(1739396)
Procedencia: S-01 MI 3.00 - 3.42

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

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

TAMIZ (mm)	% PASA
100	100
80	100
63	100
50	100
40	100
25	100
20	98,4
12,5	97,2
10	95,6
5	89,9
2	78,1
0,4	29,7
0,080	12,5



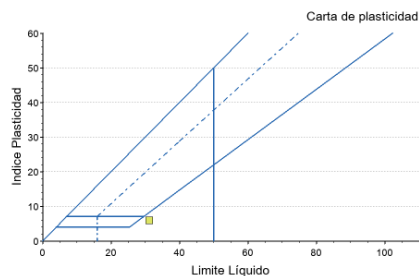
LÍMITES DE ATTERBERG

LÍMITE LÍQUIDO: **31,1** LÍMITE PLÁSTICO: **25,2** ÍNDICE DE PLASTICIDAD: **6,0**

CLASIFICACIÓN

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

Clasificación AASHTO M-145 Símbolo de grupo (IG): **A-1-B (0)**



DENSIDAD Y HUMEDAD

DENSIDAD - UNE 103301

HÚMEDA (g/cm³): **1,78**
SECA (g/cm³): **1,64**

HUMEDAD - UNE 103201

HUMEDAD (%): **8,6**

ANÁLISIS QUÍMICO

SULFATO (% SO₃): **NO CONTIENE**
MATERIA ORGÁNICA (%): **-**
CARBONATOS (% CaCO₃): **-**

SALES SOLUBLES (g/100g suelo): **-**
YESOS (%): **-**

**DIRECCIÓN GENERAL DE
INFRAESTRUCTURAS Y SERVICIOS**
Consejería de Educación
Ciencia y Universidades
Comunidad de Madrid

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº MAD-L-036

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotecnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de hormigón estructural) EA (Ensayos de estructuras de acero estructural). EFA (Ensayos de obras de fábrica y albañilería) (Ensayos de estructuras de mampostería).

Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado. Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio. CEMOSA no se hace responsable de los datos o información aportados por el cliente/fabricante.

SUPERVISADO

Expediente: O/2005036/461
Nº acta: 017-24/010498/1
Código de muestra: 1201/017/2024/010316(1739396)
Procedencia: S-01 MI 3.00 - 3.42

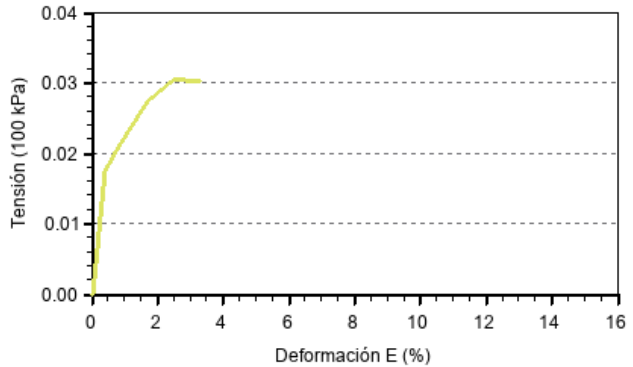
ACTA

ROTURA A COMPRESIÓN SIMPLE

ENSAYO CON MUESTRA INALTERADA

DIÁMETRO (cm):	6
ALTURA (cm):	12
HUMEDAD (%):	8,56
R. COMP. SIMPLE, q_u (kPa):	5
R. COMP. SIMPLE (kp/cm²):	0,03
DEFORM. EN ROTURA, ϵ_r (%):	1,70
DENSIDAD HÚMEDA (g/cm³):	1,78
DENSIDAD SECA (g/cm³):	1,64

FORMA DE ROTURA



AGRESIVIDAD QUÍMICA DEL SUELO FRENTE AL HORMIGÓN

PARÁMETROS	NORMA	RESULTADO	TIPO DE EXPOSICIÓN		
			XA1 - ATAQUE DÉBIL	XA2 - ATAQUE MEDIO	XA3 - ATAQUE FUERTE
ACIDEZ BAUMANN-GULLY (ml/kg):	UNE 83962	3,33	> 200	NO APLICABLE	NO APLICABLE
EVALUACIÓN DE LA AGRESIVIDAD:		NO AGRESIVA			

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

Madrid a 21/08/2024

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: Latest to the accuracy and integrity of this document
Date: 2024.08.21 14:33:36 +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: Latest to the accuracy and integrity of this document
Date: 2024.08.21 14:33:28 +02'00'

AI BARÁN: 2003387

CÓDIGO DE MUESTRA: 1201/017/2024/010317(1739397)

FECHA TOMA: 02/08/2024-11:27

TIPO:	SUELO	MODALIDAD DE MUESTREO:	GEO - MUESTREO POR GEOTECNIA
DESCRIPCIÓN:	S-01 MI 6.00 - 6.43	MUESTREO POR:	
PROCEDENCIA:	S-01 MI 6.00 - 6.43	LOTE LABORATORIO:	
LUGAR DE TOMA:	S-01	LOTE CLIENTE:	
UBICACIÓN:			

Determinación del contenido de sulfatos solubles (cuantitativo) (suelos)	UNE 103201:2019; UNE 103202:2019
Clasificación e índice de grupo (suelos)	ASTM 2487:2000
Determinación de la acidez Bauman-Gully (suelos)	UNE 83962:2008
Determinación de la humedad mediante secado en estufa (suelos)	UNE 103300:1993
Análisis granulométrico (suelos)	UNE 103101:1995
Límites de Atterberg (suelos)	UNE 103103:1994; UNE 103104:1993
Determinación de la densidad aparente (balanza hidrostática) (suelos)	UNE 103301:1994
Ensayo de compresión simple (suelos)	UNE 103400:1993

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

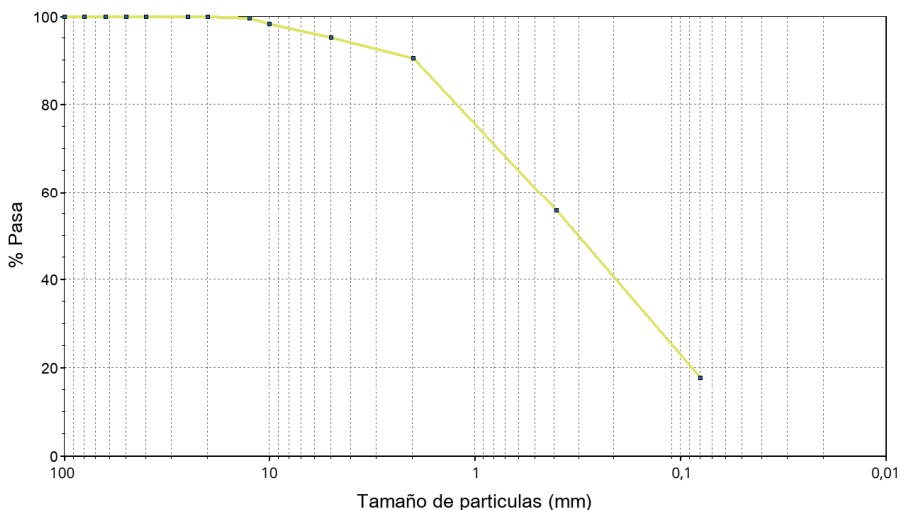
La incertidumbre de los resultados está a disposición del cliente en CEMOSA.

Expediente: **O/2005036/461**
Nº acta: 017-24/010494/1
Código de muestra: 1201/017/2024/010317(1739397)
Procedencia: S-01 MI 6.00 - 6.43

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

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

TAMIZ (mm)	% PASA
100	100
80	100
63	100
50	100
40	100
25	100
20	100
12,5	99,6
10	98,3
5	95,3
2	90,5
0,4	55,8
0,080	17,7



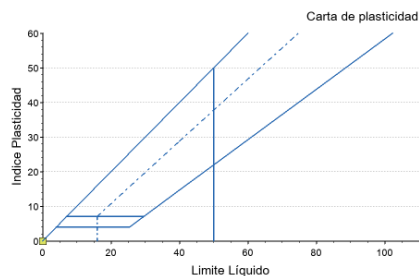
LÍMITES DE ATTERBERG

LÍMITE LÍQUIDO: - LÍMITE PLÁSTICO: - ÍNDICE DE PLASTICIDAD: - **NO PLÁSTICO**

CLASIFICACIÓN

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

Clasificación AASHTO M-145 Símbolo de grupo (IG): **A-2-4 (0)**



DENSIDAD Y HUMEDAD

DENSIDAD - UNE 103301

HÚMEDA (g/cm³): **1,97**
SECA (g/cm³): **1,79**

HUMEDAD - UNE 103201

HUMEDAD (%): **9,8**

ANÁLISIS QUÍMICO

SULFATO (% SO₃): **NO CONTIENE**
MATERIA ORGÁNICA (%): -
CARBONATOS (% CaCO₃): -

SALES SOLUBLES (g/100g suelo): -
YESOS (%): -

DIRECCIÓN GENERAL DE
INFRAESTRUCTURAS Y SERVICIOS
Consejería de Educación
Ciencia y Universidades
Comunidad de Madrid

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº MAD-L-036

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotecnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de hormigón estructural) EA (Ensayos de estructuras de acero estructural). EFA (Ensayos de obras de fábrica y albañilería) (Ensayos de estructuras de mampostería).

Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado. Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio. CEMOSA no se hace responsable de los datos o información aportados por el cliente/fabricante.

SUPERVISADO

Expediente: O/2005036/461
Nº acta: 017-24/010494/1
Código de muestra: 1201/017/2024/010317(1739397)
Procedencia: S-01 MI 6.00 - 6.43

ACTA

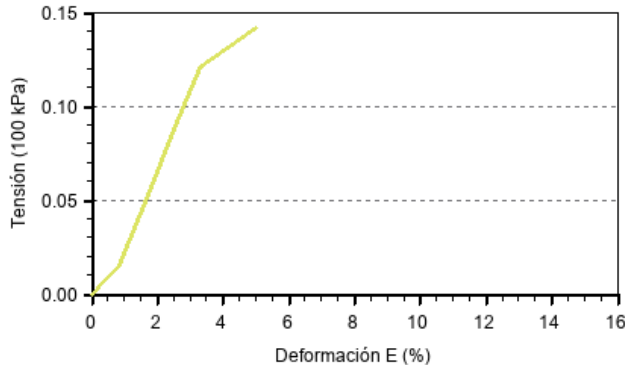
LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

ROTURA A COMPRESIÓN SIMPLE

ENSAYO CON MUESTRA INALTERADA

DIÁMETRO (cm):	6
ALTURA (cm):	12
HUMEDAD (%):	9,79
R. COMP. SIMPLE, q_u (kPa):	15
R. COMP. SIMPLE (kp/cm²):	0,14
DEFORM. EN ROTURA, ϵ_r (%):	5,00
DENSIDAD HÚMEDA (g/cm³):	1,97
DENSIDAD SECA (g/cm³):	1,79

FORMA DE ROTURA



AGRESIVIDAD QUÍMICA DEL SUELO FRENTE AL HORMIGÓN

PARÁMETROS	NORMA	RESULTADO	TIPO DE EXPOSICIÓN		
			XA1 - ATAQUE DÉBIL	XA2 - ATAQUE MEDIO	XA3 - ATAQUE FUERTE
ACIDEZ BAUMANN-GULLY (ml/kg):	UNE 83962	38,09	> 200	NO APLICABLE	NO APLICABLE
EVALUACIÓN DE LA AGRESIVIDAD:		NO AGRESIVA			

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

Madrid a 21/08/2024

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: Latest to the accuracy and integrity of this document
Date: 2024.08.21 14:34:16 +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: Latest to the accuracy and integrity of this document
Date: 2024.08.21 14:34:08 +02'00'

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

ENSAYO DE IDONEIDAD DE SUELOS

FECHA TOMA: 02/08/2024-11:27

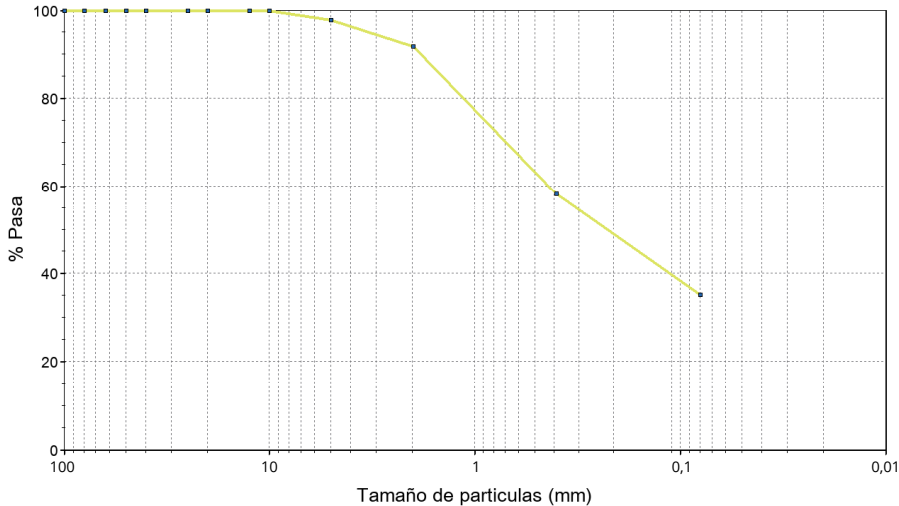
La incertidumbre de los resultados está a disposición del cliente en CEMOSA.

Expediente: **O/2005036/461**
Nº acta: 017-24/010495/1
Código de muestra: 1201/017/2024/010318(1739398)
Procedencia: S-01 MI 9.40 - 9.67

ACTA

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

TAMIZ (mm)	% PASA
100	100
80	100
63	100
50	100
40	100
25	100
20	100
12,5	100
10	100
5	97,8
2	91,8
0,4	58,2
0,080	35,2

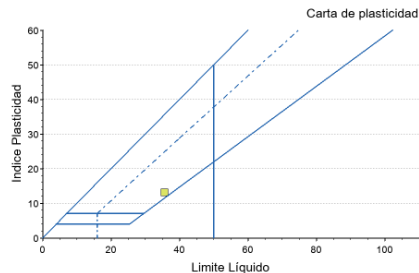


LÍMITES DE ATTERBERG

LÍMITE LÍQUIDO: **35,5** LÍMITE PLÁSTICO: **22,4** ÍNDICE DE PLASTICIDAD: **13,1**

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-6 (1)**



DENSIDAD Y HUMEDAD

DENSIDAD - UNE 103301

HÚMEDA (g/cm³): **1,89**
SECA (g/cm³): **1,70**

HUMEDAD - UNE 103201

HUMEDAD (%): **11,3**

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

Madrid a 21/08/2024

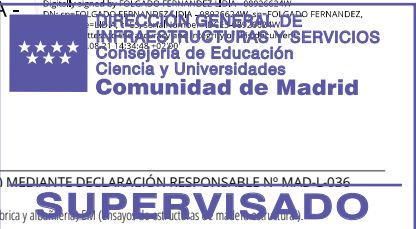
Fdo. LIDIA FOLGADO FERNANDEZ
Responsable de Ensayos Físicos
Ldo. en Geología

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: 2024.08.21 14:34:58 +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: 2024.08.21 14:34:58 +02'00'



ENSAYO DE IDONEIDAD DE SUELOS

FECHA TOMA: 02/08/2024-11:27

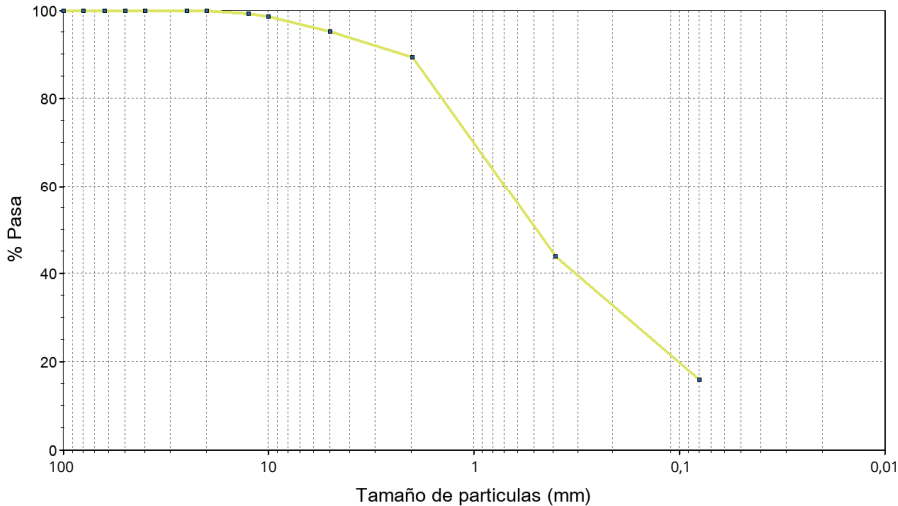
La incertidumbre de los resultados está a disposición del cliente en CEMOSA.

Expediente: **O/2005036/461**
Nº acta: 017-24/010496/1
Código de muestra: 1201/017/2024/010319(1739399)
Procedencia: S-01 TP 12.00 - 12.30

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

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

TAMIZ (mm)	% PASA
100	100
80	100
63	100
50	100
40	100
25	100
20	100
12,5	99,2
10	98,7
5	95,3
2	89,4
0,4	44
0,080	15,9

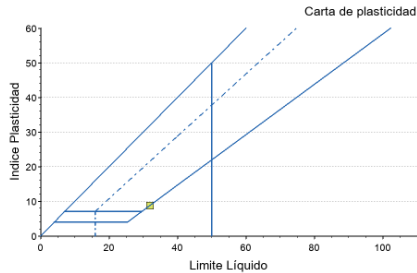


LÍMITES DE ATTERBERG

LÍMITE LÍQUIDO: **31,9** LÍMITE PLÁSTICO: **23,2** ÍNDICE DE PLASTICIDAD: **8,7**

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-2-4 (0)**



DENSIDAD Y HUMEDAD

DENSIDAD - UNE 103301	
HÚMEDA (g/cm³):	1,90
SECA (g/cm³):	1,68

HUMEDAD - UNE 103201	
HUMEDAD (%):	13,6

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

Madrid a 21/08/2024

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=IDCE-30829065A
Reason: I attest to the accuracy and integrity of this document
Date: 2024.08.21 14:36:22 +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=IDCE-08926624W
Reason: I attest to the accuracy and integrity of this document
Date: 2024.08.21 14:36:22 +02'00'

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº MAD-L-036

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotecnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de hormigón estructural) EA (Ensayos de estructuras de acero estructural). EFA (Ensayos de obras de fábrica y albañilería) (Ensayos de estructuras de mampostería).

Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado. Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio. CEMOSA no se hace responsable de los datos o información aportados por el cliente/fabricante.



ENSAYO DE IDONEIDAD DE SUELOS

FECHA TOMA: 02/08/2024-11:27

LOTE CLIENTE:

Clasificación e índice de grupo (suelos)	ASTM 2487:2000
Determinación de la humedad mediante secado en estufa (suelos)	UNE 103300:1993
Análisis granulométrico (suelos)	UNE 103101:1995
Determinación de la densidad aparente (balanza hidrostática) (suelos)	UNE 103301:1994
Límites de Atterberg (suelos)	UNE 103103:1994: UNE 103104:1993

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

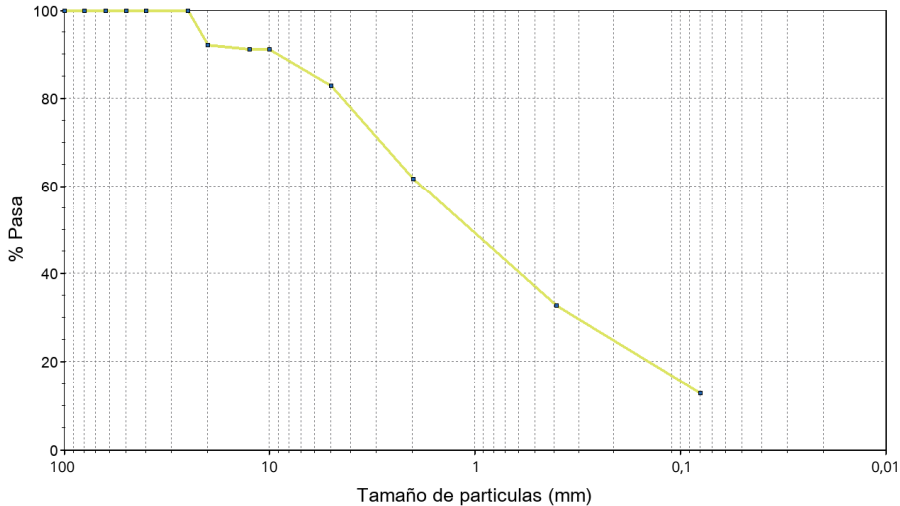
Expediente: **O/2005036/461**
Nº acta: 017-24/010497/1
Código de muestra: 1201/017/2024/010320(1739400)
Procedencia: S-01 TP 15.20 - 15.50

ACTA

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

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

TAMIZ (mm)	% PASA
100	100
80	100
63	100
50	100
40	100
25	100
20	92,1
12,5	91,2
10	91,2
5	82,9
2	61,8
0,4	32,8
0,080	12,8

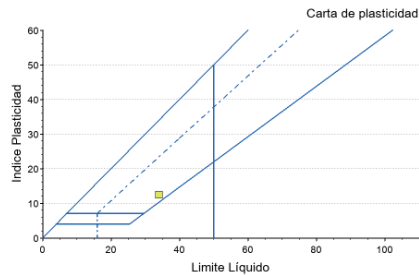


LÍMITES DE ATTERBERG

LÍMITE LÍQUIDO: **34,0** LÍMITE PLÁSTICO: **21,5** ÍNDICE DE PLASTICIDAD: **12,5**

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-2-6 (0)**



DENSIDAD Y HUMEDAD

DENSIDAD - UNE 103301

HÚMEDA (g/cm³): **2,04**
SECA (g/cm³): **1,79**

HUMEDAD - UNE 103201

HUMEDAD (%): **14,1**

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

Madrid a 21/08/2024

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=IDCE-30829065A
Reason: I attest to the accuracy and integrity of this document
Date: 2024.08.21 14:37:05 +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=IDCE-08926624W
Reason: I attest to the accuracy and integrity of this document
Date: 2024.08.21 14:37:05 +02'00'



LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº MAD-L-036

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotecnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de hormigón estructural) EA (Ensayos de estructuras de acero estructural). EFA (Ensayos de obras de fábrica y albañilería) (Ensayos de estructuras de mampostería).

Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado. Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio. CEMOSA no se hace responsable de los datos o información aportados por el cliente/fabricante.

ENSAYO DE IDONEIDAD DE SUELOS

FECHA TOMA: 02/08/2024-11:27

TRABAJO REALIZADO - De acuerdo con el programa establecido, se han realizado los siguientes ensayos:

RESULTADOS

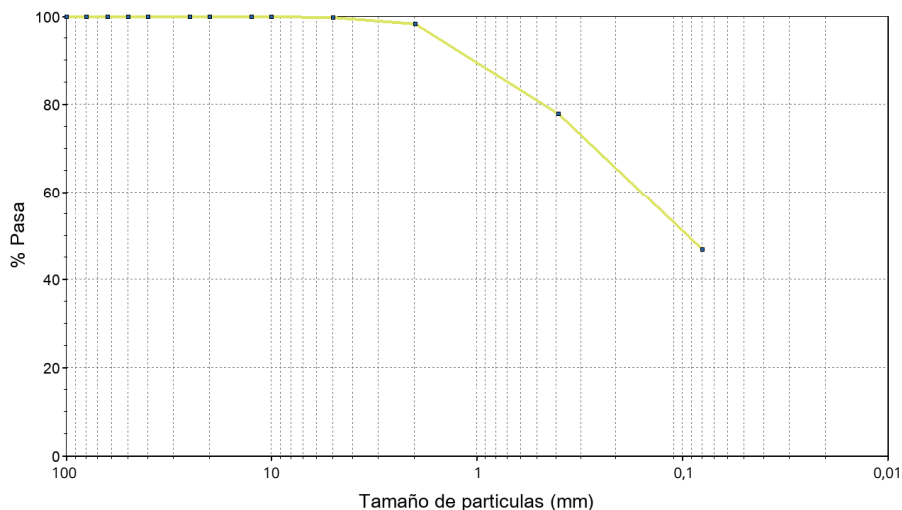
La incertidumbre de los resultados está a disposición del cliente en CEMOSA.

Expediente: **O/2005036/461**
Nº acta: 017-24/010500/1
Código de muestra: 1201/017/2024/010321(1739401)
Procedencia: S-02 MI 3.00 - 3.55

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

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

TAMIZ (mm)	% PASA
100	100
80	100
63	100
50	100
40	100
25	100
20	100
12,5	100
10	100
5	99,8
2	98,3
0,4	77,9
0,080	46,9

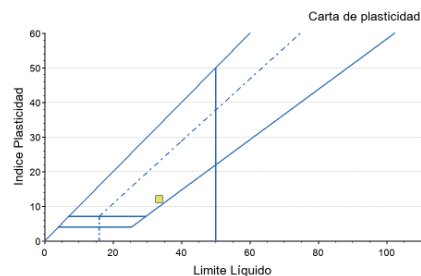


LÍMITES DE ATTERBERG

LÍMITE LÍQUIDO: **33,4** LÍMITE PLÁSTICO: **21,3** ÍNDICE DE PLASTICIDAD: **12,1**

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-6 (3)**



DENSIDAD Y HUMEDAD

DENSIDAD - UNE 103301

HÚMEDA (g/cm³): **1,94**
SECA (g/cm³): **1,68**

HUMEDAD - UNE 103201

HUMEDAD (%): **15,6**

Expediente: **O/2005036/461**
Nº acta: 017-24/010500/1
Código de muestra: 1201/017/2024/010321(1739401)
Procedencia: S-02 MI 3.00 - 3.55

CORTE DIRECTO

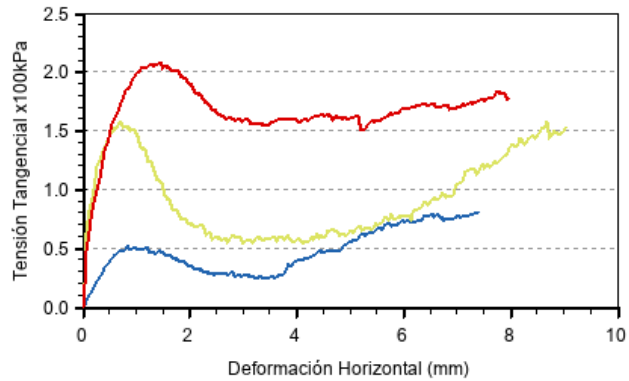
DATOS DE ENSAYO

ESTADO MUESTRA	INALTERADA
CAJA:	CILINDRICA
TIPO ENSAYO:	CU

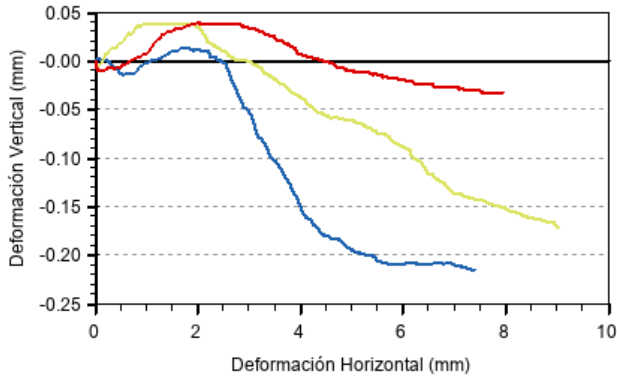
Nº PROBETA	TENSIÓN TANG. (kg/cm²)	HUMEDAD INIC. (%)	HUMEDAD FINAL (%)	DENSI. HÚMEDA (g/cm³)	DENSI. SECA (g/cm³)
1	0,80	15,7	23,9	1,96	1,69
2	1,58	15,7	20,9	1,96	1,69
3	2,08	15,7	19,6	1,94	1,68

ÁNGULO DE ROZAMIENTO (°):	32,6
COHESIÓN (kg/cm²):	0,21

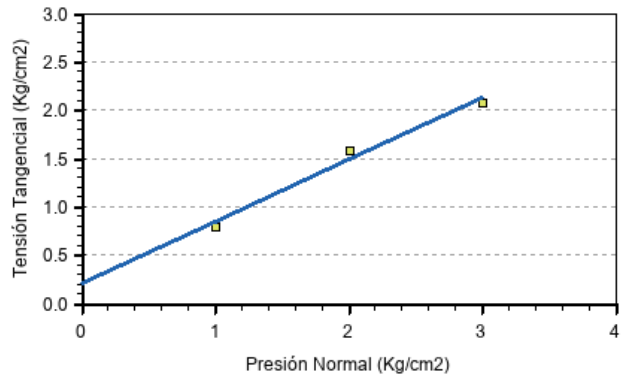
CURVAS DE ROTURA



DEFORMACIÓN VERTICAL - DEFORMACIÓN HORIZONTAL



TENSIÓN NORMAL - TENSIÓN TANGENCIAL



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

Madrid a 21/08/2024

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: 2024.08.21 14:38:43 +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: 2024.08.21 14:38:34 +02'00'

Expediente: **O/2005036/461**
Nº acta: 017-24/010499/1
Obra: I.E.S SAN AGUSTÍN DE GUADALIX
Peticionario: COMUNIDAD DE MADRID
Dirección: PUERTA DEL SOL 7 28013 MADRID
Contratista:
Dirección técnica:

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

ENSAYO DE IDONEIDAD DE SUELOS

ALBARÁN: **2003412**

CÓDIGO DE MUESTRA: **1201/017/2024/010322(1739402)**

FECHA TOMA: **02/08/2024-11:27**

MATERIAL

TIPO: **SUELO**
DESCRIPCIÓN: **S-02 SPT 6.20 - 6.80**
PROCEDENCIA: **S-02 SPT 6.20 - 6.80**
LUGAR DE TOMA: **S-02**
UBICACIÓN:

MODALIDAD DE MUESTREO: **GEO - MUESTREO POR GEOTECNIA**
MUESTREO POR:
LOTE LABORATORIO:
LOTE CLIENTE:

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

Clasificación e índice de grupo (suelos) **ASTM 2487:2000**
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.

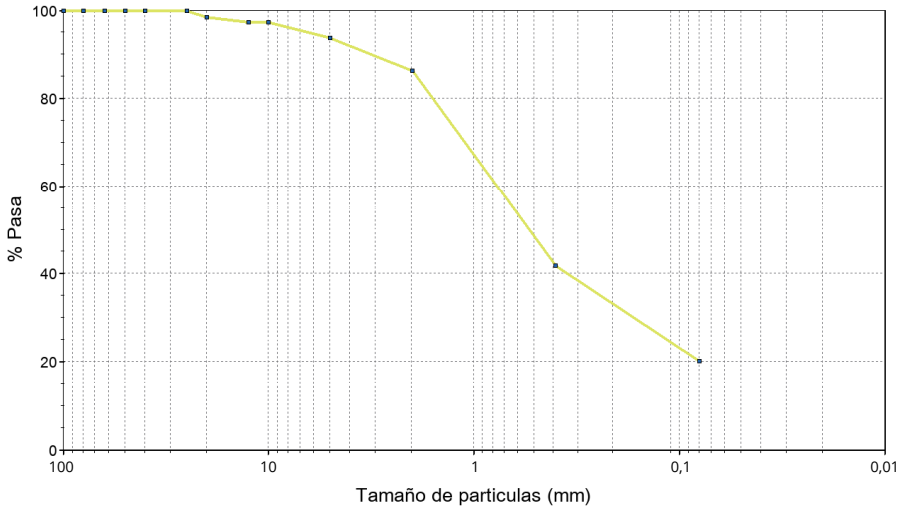
La incertidumbre de los resultados está a disposición del cliente en CEMOSA.

Expediente: **O/2005036/461**
Nº acta: 017-24/010499/1
Código de muestra: 1201/017/2024/010322(1739402)
Procedencia: S-02 SPT 6.20 - 6.80

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

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

TAMIZ (mm)	% PASA
100	100
80	100
63	100
50	100
40	100
25	100
20	98,5
12,5	97,4
10	97,3
5	93,7
2	86,3
0,4	41,9
0,080	20,1

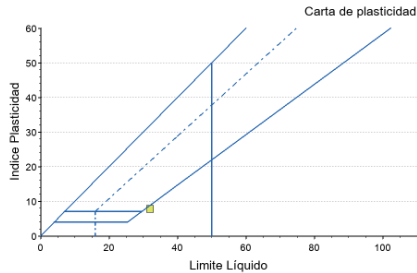


LÍMITES DE ATTERBERG

LÍMITE LÍQUIDO: **31,9** LÍMITE PLÁSTICO: **24,1** ÍNDICE DE PLASTICIDAD: **7,8**

CLASIFICACIÓN

Clasificación ASTM D 2487 (U.S.C.S.) - Símbolo y nombre de grupo: **SM - Arena Limosa**
Clasificación AASHTO M-145 Símbolo de grupo (IG): **A-2-4 (0)**



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

Madrid a 21/08/2024

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=DCEES-30829065A
Reason: I attest to the accuracy and integrity of this document
Date: 2024.08.21 14:39:56 +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=DCEES-08926624W
Reason: I attest to the accuracy and integrity of this document
Date: 2024.08.21 14:39:49 +02'00'

Expediente: **O/2005036/461**
Nº acta: 017-24/010501/1
Obra: I.E.S SAN AGUSTÍN DE GUADALIX
Peticionario: COMUNIDAD DE MADRID
Dirección: PUERTA DEL SOL 7 28013 MADRID
Contratista:
Dirección técnica:

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

ENSAYO DE IDONEIDAD DE SUELOS

ALBARÁN: **2003413**

CÓDIGO DE MUESTRA: **1201/017/2024/010323(1739403)**

FECHA TOMA: **02/08/2024-11:27**

MATERIAL

TIPO:	SUELO	MODALIDAD DE MUESTREO: GEO - MUESTREO POR GEOTECNIA
DESCRIPCIÓN:	S-02 MI 9.20 - 9.60	MUESTREO POR:
PROCEDENCIA:	S-02 MI 9.20 - 9.60	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 de sulfatos solubles (cuantitativo) (suelos)	UNE 103201:2019; UNE 103202:2019
Clasificación e índice de grupo (suelos)	ASTM 2487:2000
Determinación de la acidez Bauman-Gully (suelos)	UNE 83962:2008
Corte directo sobre muestra inalterada consolidado y drenado (suelos)	UNE 103401:1998
Determinación de la humedad mediante secado en estufa (suelos)	UNE 103300:1993
Análisis granulométrico (suelos)	UNE 103101:1995
Límites de Atterberg (suelos)	UNE 103103:1994; UNE 103104:1993
Determinación de la densidad aparente (balanza hidrostática) (suelos)	UNE 103301:1994
Ensayo de compresión simple (suelos)	UNE 103400:1993

RESULTADOS

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

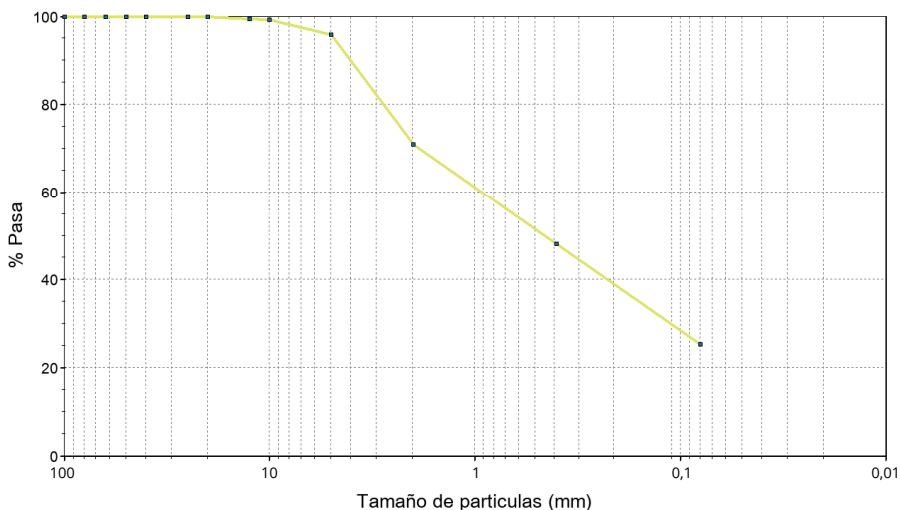
La incertidumbre de los resultados está a disposición del cliente en CEMOSA.

Expediente: **O/2005036/461**
Nº acta: 017-24/010501/1
Código de muestra: 1201/017/2024/010323(1739403)
Procedencia: S-02 MI 9.20 - 9.60

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

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

TAMIZ (mm)	% PASA
100	100
80	100
63	100
50	100
40	100
25	100
20	100
12,5	99,5
10	99,2
5	95,9
2	71
0,4	48,1
0,080	25,3

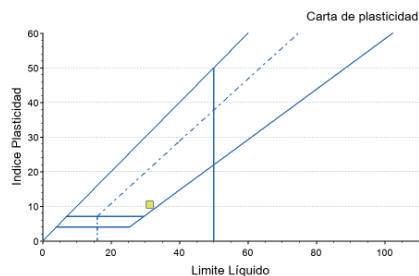


LÍMITES DE ATTERBERG

LÍMITE LÍQUIDO: **31,3** LÍMITE PLÁSTICO: **20,8** ÍNDICE DE PLASTICIDAD: **10,5**

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-2-6 (0)**



DENSIDAD Y HUMEDAD

DENSIDAD - UNE 103301

HÚMEDA (g/cm³): **2,05**
SECA (g/cm³): **1,84**

HUMEDAD - UNE 103201

HUMEDAD (%): **11,7**

ANÁLISIS QUÍMICO

SULFATO (% SO₃): **NO CONTIENE**
MATERIA ORGÁNICA (%): **-**
CARBONATOS (% CaCO₃): **-**

SALES SOLUBLES (g/100g suelo): **-**
YESOS (%): **-**

DIRECCIÓN GENERAL DE
INFRAESTRUCTURAS Y SERVICIOS
Consejería de Educación
Ciencia y Universidades
Comunidad de Madrid

LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN INSCRITO EN EL REGISTRO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (C.T.E.) MEDIANTE DECLARACIÓN RESPONSABLE Nº MAD-L-036

ÁREAS DE ACTUACIÓN EDIFICACIÓN: GT (Ensayos de geotecnia) VS (Ensayos de viales) PS (Pruebas de servicio) EH (Ensayos de hormigón estructural) EA (Ensayos de estructuras de acero estructural). EFA (Ensayos de obras de fábrica y albañilería) (Ensayos de estructuras de mampostería).

Los resultados sólo afectan al material o elemento de obra ensayado. Prohibida la reproducción total o parcial sin autorización por escrito del laboratorio. CEMOSA no se hace responsable de los datos o información aportados por el cliente/fabricante.

SUPERVISADO

Expediente: **O/2005036/461**
Nº acta: 017-24/010501/1
Código de muestra: 1201/017/2024/010323(1739403)
Procedencia: S-02 MI 9.20 - 9.60

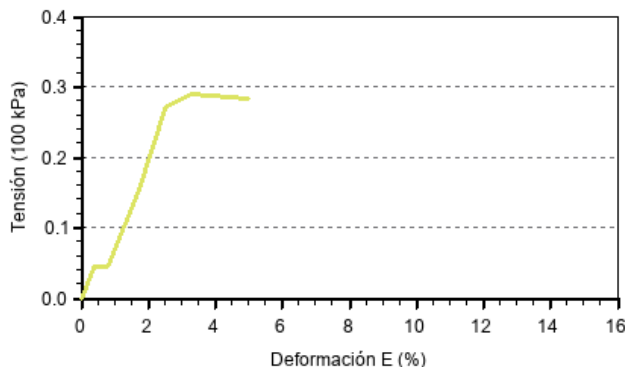
LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN SEGÚN RD 410/2010

ROTURA A COMPRESIÓN SIMPLE

ENSAYO CON MUESTRA INALTERADA

DIÁMETRO (cm):	6
ALTURA (cm):	12
HUMEDAD (%):	11,54
R. COMP. SIMPLE, q_u (kPa):	30
R. COMP. SIMPLE (kp/cm ²):	0,29
DEFORM. EN ROTURA, ϵ_v (%):	3,30
DENSIDAD HÚMEDA (g/cm ³):	2,05
DENSIDAD SECA (g/cm ³):	1,84

FORMA DE ROTURA



CORTE DIRECTO

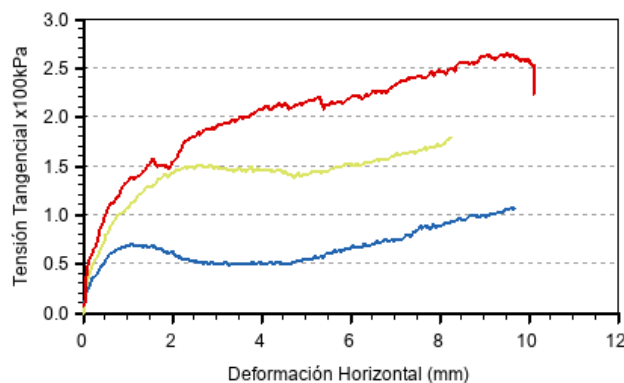
DATOS DE ENSAYO

ESTADO MUESTRA	INALTERADA
CAJA:	CILINDRICA
TIPO ENSAYO:	CU

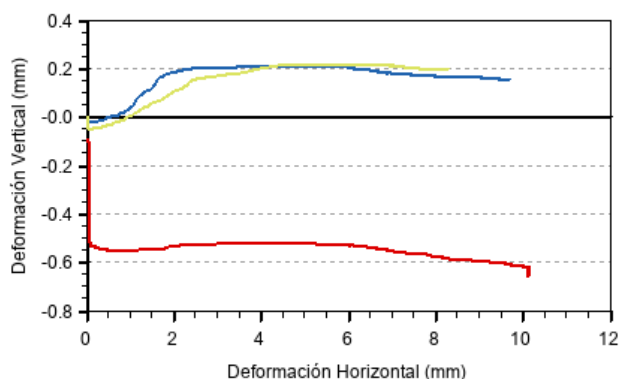
Nº PROBETA	TENSIÓN TANG. (kg/cm ²)	HUMEDAD INIC. (%)	HUMEDAD FINAL (%)	DENS. HÚMEDA (g/cm ³)	DENS. SECA (g/cm ³)
1	1,08	11,7	20,1	2,05	1,84
2	1,78	11,7	16,4	2,07	1,85
3	2,66	11,7	15,7	2,05	1,84

ÁNGULO DE ROZAMIENTO (°):	38,3
COHESIÓN (kg/cm ²):	0,26

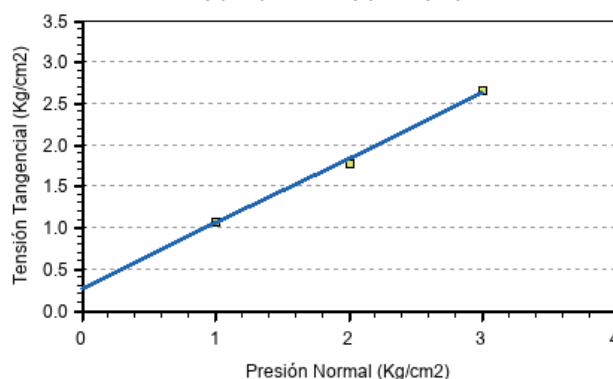
CURVAS DE ROTURA



DEFORMACIÓN VERTICAL - DEFORMACIÓN HORIZONTAL



TENSIÓN NORMAL - TENSIÓN TANGENCIAL



Expediente: **O/2005036/461**
Nº acta: 017-24/010501/1
Código de muestra: 1201/017/2024/010323(1739403)
Procedencia: S-02 MI 9.20 - 9.60

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	44,77	> 200	NO APLICABLE	NO APLICABLE
EVALUACIÓN DE LA AGRESIVIDAD:		NO AGRESIVA			

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

Madrid a 21/08/2024

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=IDCES-30829065A
Reason: I attest to the accuracy and integrity of this document
Date: 2024.08.21 14:40:52 +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=IDCES-08926624W
Reason: I attest to the accuracy and integrity of this document
Date: 2024.08.21 14:40:43 +02'00'

ENSAYO DE IDONEIDAD DE SUELOS

FECHA TOMA: 02/08/2024-11:27

NOTE CLIENTE:

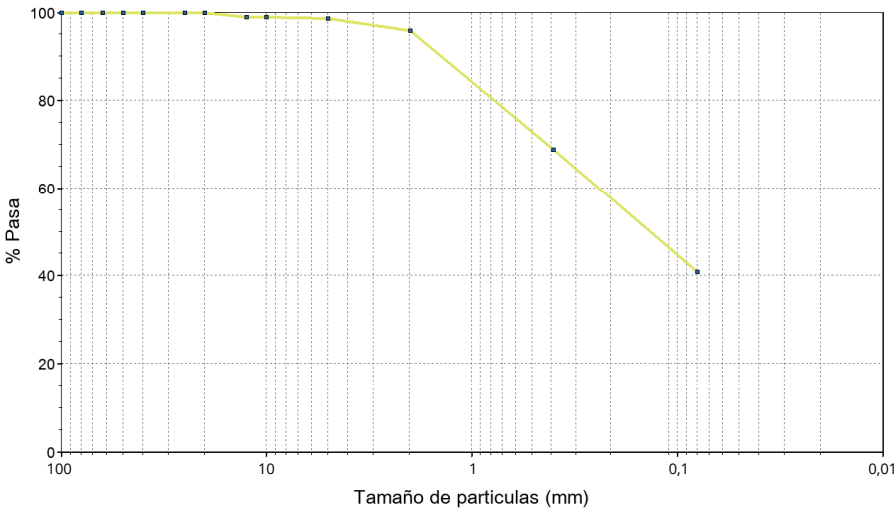
Clasificación e índice de grupo (suelos)	ASTM 2487:2000
Determinación de la humedad mediante secado en estufa (suelos)	UNE 103300:1993
Análisis granulométrico (suelos)	UNE 103101:1995
Determinación de la densidad aparente (balanza hidrostática) (suelos)	UNE 103301:1994
Límites de Atterberg (suelos)	UNE 103103:1994: UNE 103104:1993

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

Expediente: **O/2005036/461**
Nº acta: 017-24/010502/1
Código de muestra: 1201/017/2024/010324(1739404)
Procedencia: S-02 MI 12.20 - 12.49

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

TAMIZ (mm)	% PASA
100	100
80	100
63	100
50	100
40	100
25	100
20	100
12,5	98,9
10	98,9
5	98,7
2	95,8
0,4	68,8
0,080	40,9

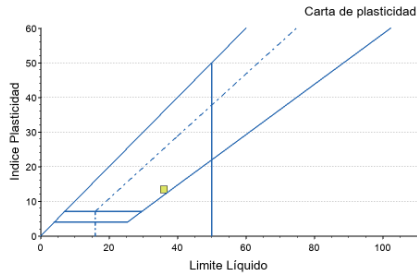


LÍMITES DE ATTERBERG

LÍMITE LÍQUIDO: **36,0** LÍMITE PLÁSTICO: **22,7** ÍNDICE DE PLASTICIDAD: **13,4**

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-6 (2)**



DENSIDAD Y HUMEDAD

DENSIDAD - UNE 103301

HÚMEDA (g/cm³): **1,89**
SECA (g/cm³): **1,64**

HUMEDAD - UNE 103201

HUMEDAD (%): **15,3**

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

Madrid a 21/08/2024

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: 2024.08.21 14:42:15 +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=DCE=08926624W
Reason: I attest to the accuracy and integrity of this document
Date: 2024.08.21 14:42:15 +02'00'



ANEJO 6. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN TODO TIPO DE SUELOS



Peticionario: COMUNIDAD DE MADRID
Trabajo: INFORME GEOTÉCNICO SOBRE CONDICIONES DE CIMENTACIÓN PARA PARA GIMNASIO EN IES DE SAN AGUSTIN DE GUADALIX
Expediente: O/2005036

CÁLCULO DE LA PRESIÓN VERTICAL DE HUNDIMIENTO

EXPRESION ANALITICA BASICA

$$q_h = c_K N_c d_c s_c i_c t_c + q_{0K} N_q d_q s_q i_q t_q + \frac{1}{2} B^* \gamma_K N_\gamma d_\gamma s_\gamma i_\gamma t_\gamma$$

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

$\phi_K = 32,0^\circ$
 $c_K = 12,0$ 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, γc_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

$\gamma = 19,0$ KN/m³ En cálculo a corto plazo considerar peso específico aparente
 $\gamma_{ap} = 19,0$ KN/m³

B* m	c_K kPa	γ_K kN/m ³
1,0	12,0	19,0
1,5	12,0	19,0
2,0	12,0	19,0
2,5	12,0	19,0
3,0	12,0	19,0

Sobrecarga al nivel de la base de la cimentación

¿Tener en cuenta? Si $\gamma_{ap}(\text{sup}) = 19,0$ KN/m³
 $H = 0,30$ m
 $q_{0K} = 5,7$ 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

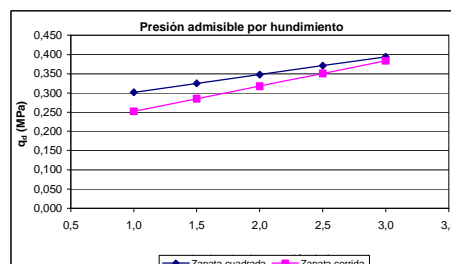
FACTORES CORRECTORES O DE INFLUENCIA

	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										
$d_c =$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$d_q =$	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$d_\gamma =$	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										
$s_c =$	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$s_q =$	1,94	1,94	1,94	1,94	1,94	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$s_\gamma =$	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)
$N_c =$	35,49	$i_c =$	$i_c = \frac{i_q N_q - 1}{N_q - 1}$; para $\phi_K = 0 : i_c = 0,5 \left(1 + \sqrt{1 - \frac{H}{B^* L^* c_K}} \right)$
$N_q =$	23,18	$i_q =$	$i_q = (1 - 0,7 \text{tg} \delta_B)^3 \cdot (1 - \text{tg} \delta_L)$
$N_\gamma =$	20,79	$i_\gamma =$	$i_\gamma = (1 - \text{tg} \delta_B)^3 \cdot (1 - \text{tg} \delta_L)$

PRESIÓN VERTICAL ADMISIBLE POR HUNDIMIENTO

Ancho de cimentación m	Zapata cuadrada q_d MPa	Zapata corrida q_d MPa
1,0	0,302	0,252
1,5	0,325	0,285
2,0	0,348	0,318
2,5	0,371	0,351
3,0	0,394	0,383



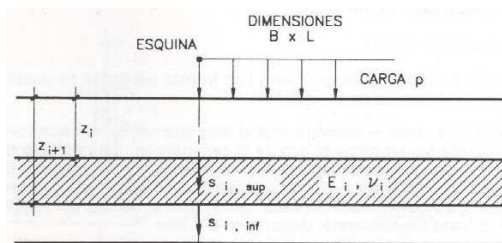
DIRECCIÓN GENERAL DE
INFRAESTRUCTURAS Y SERVICIOS
Consejería de Educación
Ciencia y Universidades
Comunidad de Madrid

SUPERVISADO

Peticionario: COMUNIDAD DE MADRID
Trabajo: INFORME GEOTÉCNICO SOBRE CONDICIONES DE CIMENTACIÓN PARA PARA GIMNASIO EN IES DE SAN AGUSTIN DE GUADALIX
Expediente: O/2005036

CALCULO DE LA PRESION VERTICAL ADMISIBLE DE SERVICIO

CALCULO ELASTICO DE ASIENTOS - METODO DE STEINBRENNER



siendo:

$$A = 1 - \nu^2$$

$$B = 1 - \nu - 2\nu^2$$

$$\phi_1 = \frac{1}{\pi} \left(\ln \frac{t+n}{t-n} + n \cdot \ln \frac{t+1}{t-1} \right)$$

$$\phi_2 = \frac{m}{\pi} \arctg \frac{n}{t \cdot m}$$

$$m = \frac{z}{B}$$

$$n = \frac{L}{B}$$

$$t = (1 + n^2 + m^2)^{\frac{1}{2}}$$

Asiento en profundidad

Acortamiento del estrato

$$s(z) = \frac{p \cdot B}{2 \cdot E} (A \phi_1 - B \phi_2)$$

$$\hat{I} = s_i(z_i) - s_i(z_{i+1})$$

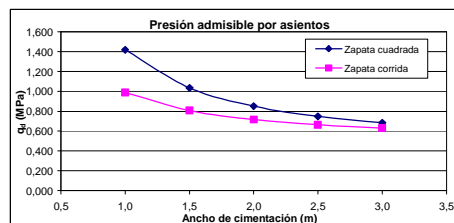
PARAMETROS CARACTERISTICOS DEL TERRENO

	UNIDAD GEOTÉCNICA	Prof. inicial m	Prof. final m	Espesor m	E MPa	v
NIVEL 1	UG.2		6,0	6,0	35,0	0,3
NIVEL 2						0,3
NIVEL 3						
NIVEL 4						
NIVEL 5						
			Total	6,0		

PRESION VERTICAL ADMISIBLE POR ASIENTOS

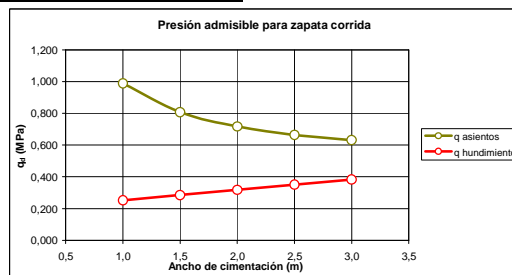
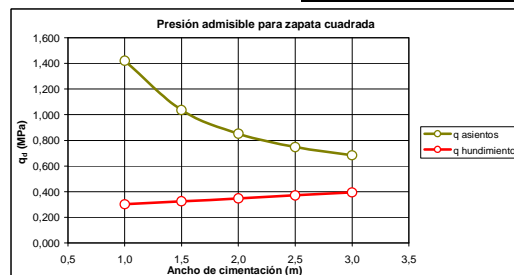
Asiento admisible
3,5 cm

Ancho de cimentación m	Zapata cuadrada	Zapata corrida	¿Espesor=2·B?
	qd MPa	qd MPa	
1,0	1,419	0,989	SI
1,5	1,036	0,808	SI
2,0	0,852	0,717	SI
2,5	0,748	0,664	SI
3,0	0,684	0,632	SI



PRESIÓN VERTICAL ADMISIBLE DE SERVICIO

Ancho de cimentación m	Zapata cuadrada		Zapata corrida	
	qd MPa	Limitación	qd MPa	Limitación
1,0	0,302	Hundimiento	0,252	Hundimiento
1,5	0,325	Hundimiento	0,285	Hundimiento
2,0	0,348	Hundimiento	0,318	Hundimiento
2,5	0,371	Hundimiento	0,351	Hundimiento
3,0	0,394	Hundimiento	0,383	Hundimiento



VALORES DE Ksp30 DEDUCIDOS DEL CALCULO DE ASIENTOS

Ancho de cimentación m	Zapata cuadrada		Zapata corrida	
	Ksp30 MN/m³	Ksp30 MN/m³	Ksp30 MN/m³	Ksp30 MN/m³
1,0	41	135	28	94
1,5	30	148	23	115
2,0	24	162	20	137
2,5	21	178	19	158
3,0	20	195	18	180
	Valor medio	164	Valor medio	137

APÉNDICE 1. HOJA DOCUMENTAL

FICHA DOCUMENTAL

El presente documento, de título **INFORME GEOTÉCNICO SOBRE CONDICIONES DE CIMENTACIÓN PARA GIMNASIO EN IES DE SAN AGUSTIN DE GUADALIX** 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

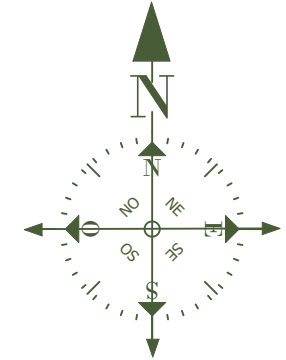
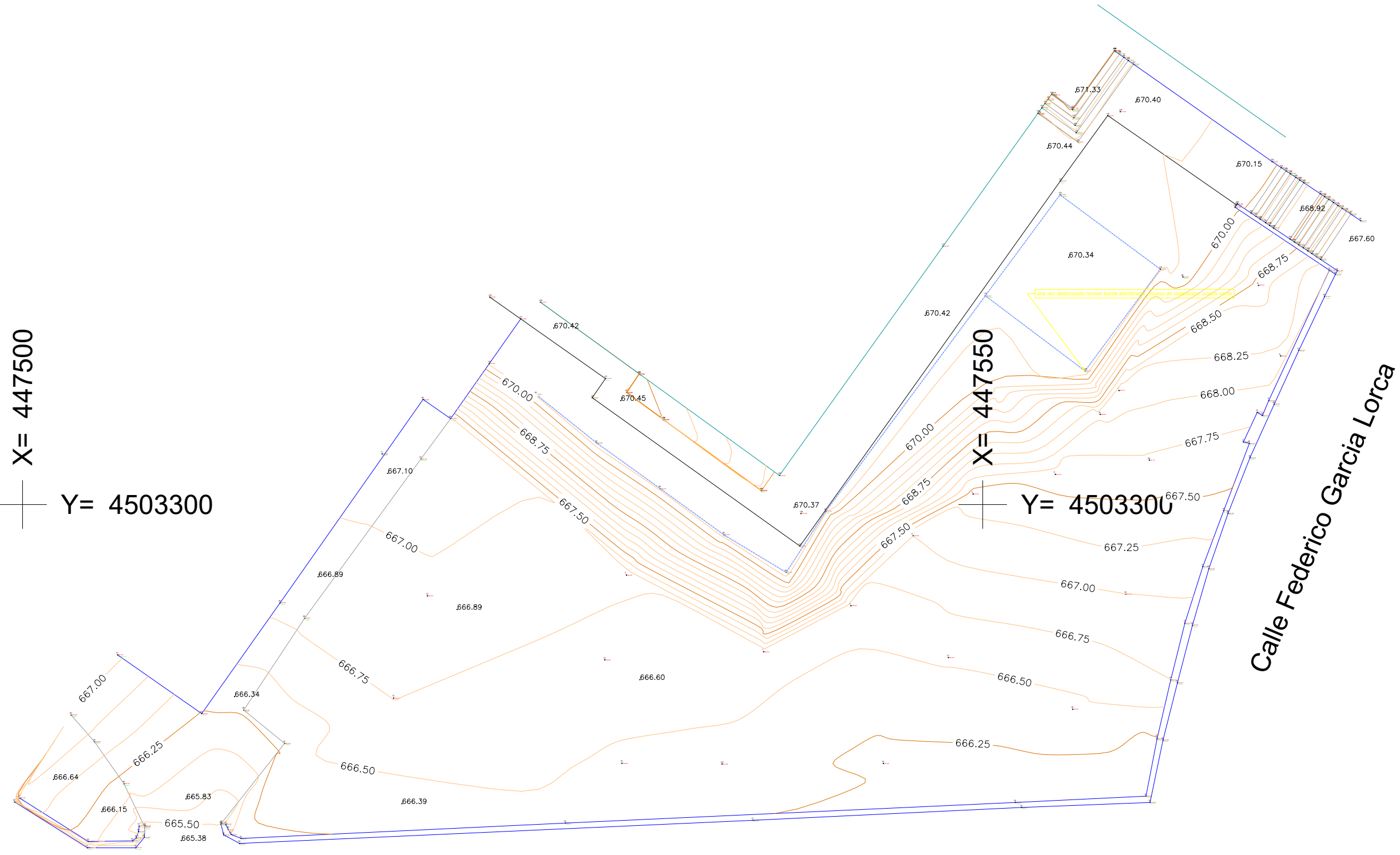
Carlos Álvarez Calvo

Centro de estudios de Materiales y Control de Obra S.A C.\Benaque Nº9, 29004 (Málaga) C.I.F.: A-29021334. R.J. de Málaga. T.185, L.98-SA, F.195, P.1356

Levantamiento topográfico realizado con GPS, Red VRS3: estación virtual de referencia(VRS), GPS + GLONASS, RTCM 3, precisión de los puntos tomados ±4cm.

X= 447500
Y= 4503300

X= 447550
Y= 4503300



- Edificación
- Camino
- Nave
- Talud
- Tapia
- Arroyo
- Muro
- Bordillo
- Asfalto
- Acera
- L.B.T.
- Alambrada
- L.T.F.
- Catastro
- Linde
- Curva nivel

Sistema de Coordenadas	Geoide	Referencia catastral	Superficie	Título del Plano				Cliente	
World Wide/ UMT30N	EGM2008 REDNAP IGN	7735205VL4073N0001SB	.m2	Levantamiento topografico estado actual				CEMOSA	
Datum	Escala	Localizacion	Municipio	Plano	1	de	1		
ETRS89/RTCM Transmítida	0,9996000	CL F RGUEZ FUENTE 5	28750 SAN AGUSTIN DEL GUADALIX	Fecha	08-07-2024	Revision	0	encinagt@gmail.com T/f 609 25 21 27	
								ENCINA gabinete topográfico	

DIRECCIÓN GENERAL DE
INFRAESTRUCTURAS Y SERVICIOS
Consejería de Educación
Ciencia y Universidades
Comunidad de Madrid

SUPERVISADO