

**ANEJO 5:
ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO**

INDICE:

1. INTRODUCCION 2
APENDICE 1: ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO DEL SECTOR I DEL CANAL DE SAN JOSÉ.. 3

1. INTRODUCCION

En el presente anejo se incluye el Estudio geológico y geotécnico encargado por el Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León a la empresa Eptisa Servicios de Ingeniería S.L. para la caracterización geotécnica y geológica de los terrenos sobre los que se van a ubicar las instalaciones diseñadas en el “Proyecto de modernización del regadío del Sector I de la zona regable del Canal de San José (Zamora)”.

El estudio geotécnico realizado ha obtenido conclusiones sobre los siguientes aspectos:

- Encuadre geológico de la zona.
- Análisis de parámetros geotécnicos a utilizar para cada nivel de terreno en los cálculos de cimentaciones de los edificios de bombeo. Estabilidad de taludes a medio plazo, capacidad y medios necesarios para la excavación de los fosos de bombeo.
- Estabilidad de taludes a corto plazo, capacidad y medios necesarios para la excavación de los 30 km de zanjas de la red de riego.

Dichas conclusiones se han tenido en cuenta en el diseño de todas las estructuras de este proyecto y en la definición de las secciones tipo de excavación en las zanjas para la instalación de la tubería de la red de riego y en la ejecución de los anclajes de hormigón de las piezas especiales, arquetas y válvulas.

A continuación, se incluye como un Apendice nº1 el Estudio geológico y geotécnico completo de la zona del Sector I del Canal de San José.

**APENDICE 1: ESTUDIO GEOLÓGICO Y
GEOTÉCNICO DEL SECTOR I DEL
CANAL DE SAN JOSÉ**

VLG.20022-2-P2016002-008
INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO
DE CASTILLA Y LEON
– ITACYL –.

ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO EN EL
SECTOR I DEL CANAL DE SAN JOSÉ (ZAMORA)

17 de abril de 2020

ÍNDICE

1.	ANTECEDENTES Y OBJETO	3
2.	TRABAJOS REALIZADOS	4
2.1.	TRABAJOS DE CAMPO	5
2.1.1.	<i>Sondeos mecánicos.....</i>	5
2.1.2.	<i>Ensayos de Penetración Dinámica Standard (S.P.T.).....</i>	6
2.1.3.	<i>Calicatas</i>	6
2.1.4.	<i>Ensayos de Penetración Dinámica Continua.....</i>	7
2.1.5.	<i>Toma de muestras.....</i>	8
2.1.6.	<i>Nivel Freático.....</i>	10
2.2.	ENSAYOS DE LABORATORIO	12
3.	GEOLOGÍA	16
3.1.	MARCO GEOLÓGICO	17
3.2.	ESTRATIGRAFÍA.....	18
3.2.1.	<i>Paleoceno – Eoceno. Areniscas silíceas y conglomerados</i>	18
3.2.2.	<i>Cuaternario</i>	18
4.	GEOTECNIA	19
4.1.	CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS	19
4.1.1.	<i>NIVEL I: Tierra vegetal y rellenos</i>	19
4.1.2.	<i>NIVEL II: Arcillas arenosas y arenas arcillosas</i>	20
4.1.3.	<i>NIVEL III: Gravas silíceas con arenas</i>	22
4.1.4.	<i>NIVEL IV: Arcillas ligeramente arenosas. Terciario.....</i>	24
4.2.	EXCAVACIÓN Y RIPABILIDAD	27
4.3.	CIMENTACIONES	32
4.4.	HORMIGONES	38
4.5.	RECONOCIMIENTO DE EXPLANADA	39
4.6.	SISMICIDAD	42
4.7.	ANÁLISIS DE ESTABILIDAD PARA ZANJAS	43
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	59

ANEJOS

Anejo 1.	PLANOS DE SITUACIÓN DE LOS TRABAJOS DE CAMPO
Anejo 2.	COLUMNAS LITOLÓGICAS DE LOS SONDEOS
Anejo 3.	COLUMNAS LITOLÓGICAS DE LAS CALICATAS
Anejo 4.	ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA CONTINUA
Anejo 5.	PERFIL GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO
Anejo 6.	ENSAYOS DE LABORATORIO
Anejo 7.	DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA
Anejo 8.	SALIDAS GRÁFICAS PARA TALUDES DE 4 m DE ALTURA MÁXIMA

1. ANTECEDENTES Y OBJETO

A petición de ITACYL (INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y LEÓN), Eptisa Servicios de Ingeniería, S.L. ha realizado un Estudio Geológico-Geotécnico en el Sector I del Canal de San José para el Análisis de Estabilidad de taludes para las zanjas previstas así como para el apoyo en el diseño y construcción de una cántara y una estación de bombeo en las proximidades de la localidad de Villaralbo (Zamora).

El objeto del presente Estudio Geotécnico consiste en aportar información necesaria sobre la estabilidad de los taludes de las zanjas y la ejecución de la cimentación de la estación de bombeo, atendiendo especialmente a los siguientes aspectos:

- Definición del perfil litológico del subsuelo hasta la profundidad alcanzada en las inspecciones visuales llevadas a cabo.
- Parámetros geotécnicos de identificación, resistencia y deformabilidad de las capas atravesadas.
- Determinación, si es posible, de la profundidad de detección del nivel freático, analizando su posible agresividad al hormigón.
- Estudio de las posibles soluciones de cimentación.
- Análisis de la estabilidad de los taludes generados durante la ejecución de las excavaciones en función de los materiales existentes.

Además se han analizado las muestras obtenidas con el fin de poder llevar a cabo su posible aprovechamiento como material de terraplén para la posible mejora de los caminos existentes de acuerdo a las prescripciones del PG-3.

En el apartado 2 del presente informe se describen los trabajos llevados a cabo (campo, laboratorio y gabinete), para la obtención del fin perseguido.

En el apartado 3 se da una visión global del marco geológico de la zona en la que se encuentra encuadrada el área de estudio.

En el apartado 4 se describen las características geológicas y geotécnicas de los materiales existentes, procediéndose al cálculo de las tensiones admisibles para la tipología de cimentación más adecuada al proyecto y llevando a cabo el análisis de estabilidad de los taludes generados durante las excavaciones para la red de riego.

2. TRABAJOS REALIZADOS

El conjunto de los trabajos realizados puede subdividirse en tres grupos:

- o TRABAJOS DE CAMPO.
- o ENSAYOS DE LABORATORIO.
- o TRABAJOS DE GABINETE.

2.1. TRABAJOS DE CAMPO

Para proceder a la planificación de los trabajos posteriores, se llevó a cabo, por parte del personal técnico de Eptisa Servicios de Ingeniería, S.L., una visita a la zona de estudio, con el fin de conocer su situación real, contrastando la información proporcionada por el solicitante, con las características geológicas generales del entorno.

Los trabajos de campo han consistido en la ejecución de dos sondeos en la Estación de bombeo, quince calicatas de inspección a lo largo de la red de riego para las zanjas y tres ensayos de penetración dinámica continua en el futuro emplazamiento de la Estación de Bombeo, cuyos emplazamientos aproximados se pueden observar en los planos de situación adjuntos en el Anejo 1.

2.1.1. Sondeos mecánicos

Mediante el empleo de una máquina de sondeos equipada con baterías de 101 y 86 mm y corona de widia se han realizado DOS (2) sondeos mecánicos a rotación con extracción de testigo continuo en el futuro emplazamiento de la Estación de Bombeo.

La profundidad alcanzada así como su localización aproximada, se indican en la siguiente tabla:

<i>Sondeo</i>	<i>Localización aproximada</i>	<i>Profundidad aproximada (m)</i>
S-1	41 °30,1'N y 5 °40,6'W	12,20
S-2	41 °30,1'N y 5 °41,0'W	12,20

Las columnas litológicas con el registro de los sondeos realizados se adjuntan en el Anejo 3 del presente informe.

Asimismo, en el Anejo 5 se ha realizado una estimación de la correlación de los materiales observados en la zona de estudio.

2.1.2. Ensayos de Penetración Dinámica Standard (S.P.T.)

Durante la ejecución de los sondeos se realizaron varios ensayos de Penetración Dinámica Standard (S.P.T.) con equipo automatizado, consistentes en la introducción en el terreno de un tomamuestras bipartido normalizado utilizando como energía de impacto una maza de 63,5 kg que cae desde una altura de 75 cm.

Para su realización se contabilizan los golpes necesarios para la hincada de 60 cm a intervalos de 15 cm, viniendo definido el número S.P.T. (N_{SPT}) por la suma de los dos intervalos centrales, ya que se considera que en los primeros 15 cm el sondeo puede estar alterado, y el último valor es para ver la evolución de N_{SPT} .

Los resultados obtenidos han sido los siguientes:

<i>Sondeo</i>	<i>Profundidad (m)</i>	<i>Tipo de terreno</i>	<i>N_{SPT}</i>
S-1	3,00 – 3,60	Gravas y cantos silíceos con arenas	39
	9,60 – 10,20	Arcillas ligeramente arenosas	43
	11,60 – 12,20	Arcillas ligeramente arenosas	69
S-2	2,00 – 2,60	Gravas y cantos silíceos con arenas	54
	8,60 – 9,05	Arcillas ligeramente arenosas	Rechazo
	10,60 – 11,20	Arcillas ligeramente arenosas	55

Se ha considerado rechazo cuando han sido necesarios más de 50 golpes para la hincada de 0,15 m en uno de los dos intervalos centrales.

2.1.3. Calicatas

Los días 10 y 11 de febrero de 2020, personal técnico de Eptisa Servicios de Ingeniería, S.L. llevó a cabo la supervisión de la ejecución de un total de QUINCE (15) calicatas de inspección, realizadas con la ayuda de una máquina retroexcavadora tipo CASE 580 SUPER M.

Las profundidades alcanzadas en las calicatas practicadas, así como su localización aproximada, se indican en la siguiente tabla:

<i>Calicata</i>	<i>Localización</i>	<i>Profundidad aproximada (m)</i>
C-1	41°29'45"N 5°43'31"W	2,2
C-2	41°29'35"N 5°43'12"W	2,6
C-3	41°29'51"N 5°43'04"W	2,9
C-4	41°30'21"N 5°42'51"W	2,6
C-5	41°29'46"N 5°42'17"W	2,9
C-6	41°30'02"N 5°42'12"W	2,7
C-7	41°30'17"N 5°41'52"W	2,5
C-8	41°29'44"N 5°41'35"W	3,1
C-9	41°30'07"N 5°41'00"W	2,5
C-10	41°30'09"N 5°40'59"W	2,5
C-11	41°30'23"N 5°39'56"W	2,0
C-12	41°30'38"N 5°40'11"W	3,0
C-13	41°30'23"N 5°39'59"W	2,8
C-14	41°29'43"N 5°39'46"W	3,0
C-15	41°30'21"N 5°39'10"W	2,9

La localización de cada una de las calicatas llevadas a cabo se encuentra indicada en el Anejo 1 correspondiente a los planos de situación.

Por otra parte, el registro de los materiales observados en cada una de las calicatas practicadas se adjunta en el Anejo 3.

2.1.4. Ensayos de Penetración Dinámica Continua

Como complemento a los trabajos de campo anteriores se han realizado TRES (3) ensayos de penetración dinámica continua utilizando un penetrómetro pesado D.P.S.H. automatizado.

La localización de cada ensayo de penetración ejecutado se encuentra indicada en el Anejo 1 correspondiente a los planos de situación.

La puntaza del penetrómetro es introducida en el interior del terreno golpeada de forma continua por una maza de 63,5 kg que cae desde una altura de 76 cm. Simultáneamente se va anotando el número de golpes (N_P) que son necesarios para introducir el varillaje 20 cm.

La profundidad alcanzada en los ensayos de penetración llevados a cabo se indica en la siguiente tabla:

<i>Penetrómetro</i>	<i>Localización aproximada</i>	<i>Profundidad aproximada (m)</i>
P-1	41 °30,1'N y 5 °41,0'W	9,2
P-2	41 °30,1'N y 5 °41,0'W	8,8
P-3	41 °30,1'N y 5 °41,0'W	9,0

Con los valores de golpeo obtenidos para avances sucesivos de 20 cm se han representado los diagramas de penetración del Anejo 4 tomando en abscisas el número de golpes y en ordenadas la profundidad.

Como norma general se ha intentado llegar hasta los 10,0 metros de profundidad planificados inicialmente, no alcanzándose esta profundidad de ensayo al registrarse rechazo (más de 100 golpes para un avance de la puntaza de 20 cm) con anterioridad en los penetrómetros practicados.

2.1.5. Toma de muestras

Durante la ejecución de los sondeos y las calicatas de inspección se procedió a la toma de dos tipos de muestras:

1. Muestras inalteradas o parafinadas: Durante la ejecución de los dos sondeos en la zona de la cántara y de la estación de bombeo se procedió a la toma de este tipo de muestras a la cota deseada.
2. Muestras alteradas, durante la ejecución de las calicatas de inspección visual sobre el acopio de material extraído.

La profundidad de toma y el número de referencia de laboratorio, en caso de ensayo, se encuentran recogidos en la siguiente tabla:

<i>Sondeo/Calicata</i>	<i>Tipo de muestra</i>	<i>Profundidad aprox. (m)</i>	<i>Referencia</i>
S-1	Inalterada	6,00 – 6,45	VLS – 30857
	Inalterada	9,00 – 9,60	VLS – 30858
	Inalterada	11,00 – 11,60	VLS – 30859
S-2	Inalterada	8,00 – 8,60	VLS – 30860
	Inalterada	10,00 – 10,60	VLS – 30861
	Parafinada	11,80 – 12,20	VLS – 30862
C-1	Alterada	1,2	--
C-2	Alterada	1,1	VLS – 30847
C-3	Alterada	1,8	--
C-5	Alterada	1,2	VLS – 30848
C-7	Alterada	1,3	VLS – 30849
C-10	Alterada	1,9	VLS – 30851
C-11	Alterada	1,8	VLS – 30852
C-12	Alterada	1,4	VLS – 30850
C-13	Alterada	2,0	--

2.1.6. Nivel Freático

Con objeto de poder realizar una medición de la posible existencia de agua subterránea en los sondeos practicados posteriormente a su ejecución, una vez que el terreno asimilase la inestabilidad de la perforación, se ha procedido a dejar instalada tubería piezométrica de P.V.C. ranurada en ambos sondeos, habiéndose detectado la presencia de agua subterránea a las siguientes profundidades:

<i>Sondeo</i>	<i>Profundidad de detección aprox. (m)</i>
S-1	2,4
S-2	2,4

Por su parte, en las calicatas de inspección se ha reconocido la presencia de agua subterránea durante su ejecución a las siguientes profundidades medidas con respecto de sus cotas de embocadura:

<i>Calicata</i>	<i>Profundidad de detección aprox. (m)</i>
C-1	1,6
C-2	2,3
C-3	2,8
C-5	2,7
C-6	2,6
C-9	2,5
C-10	2,3

De manera general se puede indicar que se ha detectado agua subterránea en las inspecciones visuales llevadas a cabo de la Estación de bombeo hacia el oeste de la misma, es decir, de la Estación de Bombeo y Villaralbo hacia la ciudad de Zamora.

Como se ha indicado anteriormente, se ha dejado instalada tubería piezométrica en los sondeos de inspección. Complementariamente, también se ha dejado colocada tubería piezométrica durante la ejecución de la calicata C-15.

Las mediciones realizadas con posterioridad han detectado la presencia de agua subterránea a las siguientes profundidades medidas con respecto de sus cotas de embocadura:

<i>Sondeo/Calicata</i>	<i>Profundidad de detección aproximada (m)</i>	
	<i>06/03/2020</i>	<i>11/03/2020</i>
S-1	2,4	2,4
S-2	2,4	2,4
C-15	Seco	Seco

Se debe tener en cuenta que estos datos son puntuales y válidos para el periodo de ejecución de los trabajos de campo al estar las posibles oscilaciones, y por tanto la posición final del agua subterránea, fuertemente influenciadas por los distintos factores climáticos y meteorológicos.

2.2. ENSAYOS DE LABORATORIO

Con las muestras de suelo y agua extraídas en los sondeos y las calicatas y tras analizar sus columnas litológicas, se programaron los ensayos de laboratorio que se recopilan a continuación:

<i>Sondeo Calicata</i>	<i>Prof. (m)</i>	<i>Referencia (VLS-)</i>	<i>Descripción del terreno</i>	<i>Ensayos realizados</i>
S-1	6,00 – 6,45	30857	Arcillas ligeramente arenosas de media plasticidad	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis granulométrico. • Límites de Atterberg. • Corte directo (CD).
	9,00 – 9,60	30858	Arcillas ligeramente arenosas de media plasticidad	<ul style="list-style-type: none"> • Humedad. • Densidad. • Análisis granulométrico. • Límites de Atterberg. • Compresión simple. • Contenido en sulfatos
	11,00 – 11,60	30859	Arcillas ligeramente arenosas de media plasticidad	<ul style="list-style-type: none"> • Humedad. • Densidad. • Análisis granulométrico. • Límites de Atterberg. • Compresión simple.
S-2	>2,4	Q.2625	Agua subterránea	<ul style="list-style-type: none"> • Agresividad al hormigón
	8,00 – 8,60	30860	Arcillas arenosas de media plasticidad	<ul style="list-style-type: none"> • Humedad. • Densidad. • Análisis granulométrico. • Límites de Atterberg. • Compresión simple.
	10,00 – 10,60	30861	Arcillas ligeramente arenosas de baja plasticidad	<ul style="list-style-type: none"> • Humedad. • Densidad. • Análisis granulométrico. • Límites de Atterberg. • Compresión simple.
	11,80 – 12,20	30862	Arcillas ligeramente arenosas	<ul style="list-style-type: none"> • Humedad. • Densidad. • Compresión simple.
C-2	1,1	30847	Arcillas ligeramente arenosas de media plasticidad	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis granulométrico. • Límites de Atterberg. • Próctor Normal. • Próctor Modificado. • Índice C.B.R. • Materia orgánica. • Sales solubles. • Contenido en yeso. • Hinchamiento libre • Colapso.

<i>Sondeo Calicata</i>	<i>Prof. (m)</i>	<i>Referencia (VLS-)</i>	<i>Descripción del terreno</i>	<i>Ensayos realizados</i>
C-5	1,2	30848	Arcillas ligeramente arenosas de media plasticidad	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis granulométrico. • Límites de Atterberg. • Próctor Normal. • Próctor Modificado. • Índice C.B.R. • Materia orgánica. • Sales solubles. • Contenido en yeso. • Hinchamiento libre • Colapso. • Corte directo (CD).
C-7	1,3	30849	Arcillas ligeramente arenosas de baja plasticidad	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis granulométrico. • Límites de Atterberg. • Próctor Normal. • Próctor Modificado. • Índice C.B.R. • Materia orgánica. • Sales solubles. • Contenido en yeso. • Hinchamiento libre • Colapso.
C-10	1,8	30851	Gravas silíceas redondeadas en matriz arenosa no plástica	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis granulométrico. • Límites de Atterberg. • Próctor Modificado. • Índice C.B.R. • Materia orgánica. • Sales solubles. • Contenido en yeso. • Equivalente de arena. • Índice de lajas. • Caras de fractura. • Desgaste de los Ángeles.
C-11	1,9	30852	Arenas ligeramente limosas no plásticas con abundantes gravas silíceas redondeadas	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis granulométrico. • Límites de Atterberg. • Próctor Modificado. • Índice C.B.R. • Materia orgánica. • Sales solubles. • Contenido en yeso. • Equivalente de arena. • Índice de lajas. • Caras de fractura.

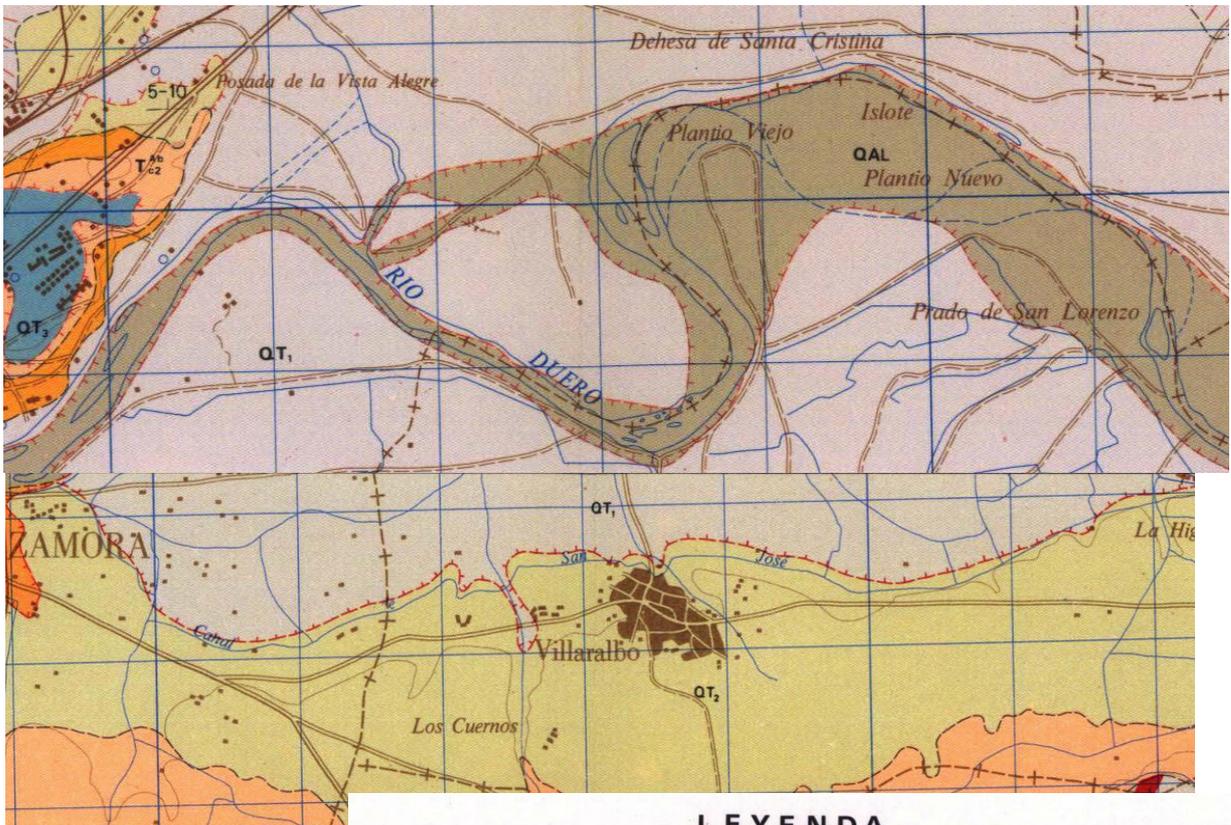
<i>Sondeo Calicata</i>	<i>Prof. (m)</i>	<i>Referencia (VLS-)</i>	<i>Descripción del terreno</i>	<i>Ensayos realizados</i>
C-12	1,4	30850	Arcillas ligeramente arenosas de baja plasticidad	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis granulométrico. • Límites de Atterberg. • Próctor Normal. • Próctor Modificado. • Índice C.B.R. • Materia orgánica. • Sales solubles. • Contenido en yeso. • Hinchamiento libre • Colapso.

Muestra VLS-	Sondeo/Calicata	Profundidad (m)	Clasificación U.S.C.S.	Corte directo		Compresión simple (kp/cm ²)	Humedad natural (%)	Densidad aparente (t/m ³)	Densidad seca (t/m ³)	Granulometría		Límites de Atterberg			Hinchamiento libre (%)	Colapso	
				Cohesión (kPa)	Ángulo de rozamiento interno (°)					% pasa 0,080	% retenido 5 UNE	Límite líquido (%)	Límite Plástico (%)	Índice de Plasticidad (%)		Índice de colapso (%)	Potencial porcentual de colapso (%)
30857	S-1	6,00 – 6,45	CL	46,67	27	--	--	--	--	72,2	0,0	36,3	17,4	18,9	--	--	--
30858		9,00 – 9,60	CL	--	--	0,15	21,04	2,05	1,69	73,0	0,0	37,7	17,8	19,9	--	--	--
30859		11,00 – 11,60	CL	--	--	0,75	17,62	2,17	1,85	75,4	0,0	42,1	19,5	22,6	--	--	--
30860	S-2	8,00 – 8,60	CL	--	--	0,70	14,63	1,97	1,72	60,3	0,0	41,4	19,8	21,6	--	--	--
30861		10,00 – 10,60	CL	--	--	1,65	15,87	2,10	1,82	75,4	0,0	31,3	15,7	15,6	--	--	--
30862		11,80 – 12,20	--	--	--	--	5,20	13,46	2,14	1,89	--	--	--	--	--	--	--
30847	C-2	1,1	CL	--	--	--	--	--	--	84,6	1,3	42,9	20,5	22,5	1,3	0,00	0,00
30848	C-5	1,2	CL	9,03	29	--	--	--	--	77,5	0,0	38,8	19,3	19,5	0,4	0,00	0,00
30849	C-7	1,3	CL	--	--	--	--	--	--	76,7	0,0	28,8	16,6	12,2	0,0	0,48	0,46
30851	C-10	1,8	GM-GW	--	--	--	--	--	--	2,1	60,9	No	No	N.P.	--	--	--
30852	C-11	1,9	SM	--	--	--	--	--	--	18,2	43,6	No	No	N.P.	--	--	--
30850	C-12	1,4	CL	--	--	--	--	--	--	70,5	0,1	28,0	16,4	11,6	0,0	0,10	0,10

La totalidad de los resultados de los ensayos de laboratorio realizados se encuentra recopilada en el Anejo 6 del presente informe

3. GEOLOGÍA

Una vez conocida la situación de la zona de estudio, se han consultado los antecedentes geológicos del sector, principalmente los datos de la cartografía geológica existente (hojas número 369 y 397, correspondientes a Coreses y Zamora respectivamente, del Mapa Geológico de España realizadas por el IGME a escala 1:50.000) del que se ha extraído la siguiente imagen con la ubicación aproximada de la zona de estudio:



LEYENDA

		CUATERNARIO								QAL	Q	QG	QD	QT ₁	QT ₂	QT ₃	QT ₄	QT ₅		
TERCIARIO	PALEOGENO	NEOGENO		T ₂ ^{ab}								T ₂ ^{ab}	T ₂ ^{ab}							
		EOCENO	SUPERIOR	T ₂₋₂ ^{ab-ac}								T ₂₋₂ ^{ab-ac}	T ₂₋₂ ^{ab}							
			MEDIO	LUTECIEN.	T ₂₋₂ ^{ab}								T ₂₋₂ ^{ab}	T ₂₋₂ ^{ab}						
			INFERIOR		T ₂₋₂ ^{ab}								T ₂₋₂ ^{ab}	T ₂₋₂ ^{ab}						
		PALEOCENO		T ₂₋₂ ^{ab}								T ₂₋₂ ^{ab}	T ₂₋₂ ^{ab}							
	ORDOVICICO	SUPERIOR		T ₂₋₂ ^{ab}								T ₂₋₂ ^{ab}	T ₂₋₂ ^{ab}							
		MEDIO		O ₂₋₃								O ₂₋₃	O ₂₋₃							
		SKIDAWIENSE		O ₁₋₂								O ₁₋₂	O ₁₋₂							
		INFERIOR		O ₁								O ₁	O ₁							
		CAMBRICO		O ₁								O ₁	O ₁							
PRECAMBRICO		PC-CA								PC-CA	PC-CA									

QAL	Depositos aluviales
Q	Cuaternario indiferenciado
QG	Glacis de depósito
QD	Conos y derrubios de ladera
QT ₁	Terraza inferior
QT ₂	Terraza entre 10 y 15 m
QT	Terraza entre 25 y 35 m
QT ₄	Terraza entre 45 y 55 m
QT ₅	Terraza superior a 60 m
T ₂ ^{ab}	Margas y arenas margosas
T ₂₋₂ ^{ab}	Conglomerados, arenas y arcillas
T ₂₋₂ ^{ab-ac}	Ritmos detriticos areniscosos
T ₂₋₂ ^{ab}	Calizas
T ₂₋₂ ^{ab}	Margas y Limolitas
T ₂₋₂ ^{ab-ac}	Areniscas silíceas y conglomerados
T ₂₋₂ ^{ab-ac}	Areniscas
O ₂₋₃	Filitas pelíticas
O ₁₋₂	Cuarcitas con cruzianas
O ₁	Esquistos con niveles cuarcíticos
PC-CA	Esquistos y cuarcitas

3.1. MARCO GEOLÓGICO

La zona objeto de estudio está situada en el borde más occidental de la gran cuenca intramontana, correspondiente a la Submeseta Septentrional o Cuenca del Duero. Dicha cuenca se encuentra rellena por materiales Terciarios y Cuaternarios en régimen continental, que se encuentran de manera discordante sobre los materiales metamórficos e ígneos que ocupan la parte Este de la zona.

Existen desde abanicos aluviales en las zonas de borde, que pasan en lenta transición lateral a ambientes fluviales, en los que se disminuye hacia el interior de la cuenca la densidad de los canales arenosos, aumentando la dimensión separados por sedimentos de fangos de llanura de inundación con pequeñas charcas. Los desbordamientos rápidos provocan, sobre las pequeñas depresiones, sedimentos de ciénagas, lagunas y playas lacustres.

Aunque cada uno de estos ambientes sedimentarios funciona independientemente, existe un flujo de masa desde el borde externo hacia el interior, atravesando todo el conjunto, por lo que constituye un solo sistema deposicional, dominando la presencia de abanicos aluviales externos.

3.2. ESTRATIGRAFÍA

3.2.1. Paleoceno – Eoceno. Areniscas silíceas y conglomerados

Esta unidad está constituida por arcillas y limos, algo carbonatados, en tonos grises a pardo-rojizos, entre los que se intercalan subniveles de arenisca de color pardo-amarillento a pardo-rojizo. Esta facies es contemporánea y pasa lateralmente a la Facies Areniscas de Garcihernández o Cantalapiedra.

3.2.2. Cuaternario

Se corresponden con los niveles de terrazas del río Duero QT₁ y QT₂ y presentan un gran desarrollo al E de la localidad de Zamora, de tal manera que entre 8 y 10 m se localizaría la terraza QT₁, quedando por encima de esta y entre 10 y 15 m la terraza QT₂.

Otro tipo de materiales, también de edad Cuaternario, que se reconoce en la zona de estudio son los correspondientes a depósitos aluviales y que se localizan en las márgenes del Río Duero, ocupando el fondo de los amplios valles excavados sobre los materiales terciarios por el actual cauce fluvial.

Por último y al S de Zamora se observan depósitos superficiales de arenas finas eólicas correspondientes a niveles bastante peniplanizados presentando muy poco espesor.

4. GEOTECNIA

4.1. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS

De acuerdo con las columnas litológicas procedentes de los sondeos y las calicatas de inspección, junto con la información aportada por la geología, los ensayos de penetración dinámica y los ensayos de laboratorio, se pueden describir la naturaleza y características geotécnicas de los niveles que constituyen la zona objeto de estudio.

4.1.1. NIVEL I: Tierra vegetal y rellenos

Inicialmente, en todas las calicatas llevadas a cabo, se ha detectado una cobertera vegetal con un espesor variable aproximado de 0,3 – 1,7 m, sin que se descarte la existencia de potencias localmente superiores al tener en cuenta el carácter puntual de las inspecciones llevadas a cabo.

Esta cobertera vegetal se encuentra constituida por un conjunto de diversos materiales desde arenas limosas hasta arcillas arenosas de color marrón oscuro. Frecuentemente presentan raíces y en algunas ocasiones gravas silíceas dispersas y materia carbonosa.

En las calicatas C-5, C-7, C-9 y C-10, realizadas en el entorno de Villaralbo, se ha reconocido la presencia de restos antrópicos diversos tales como materiales cerámicos y en la inspección C-7 restos plásticos e, incluso, aglomerado.

Por otro lado, en todos los casos este primer nivel presenta carbonatos dispersos en la matriz.

Se han estimado unos parámetros medios para estos primeros materiales de:

Densidad aparente:	$\gamma_{\text{apa}} = 1,7 - 1,8 \text{ t/m}^3$
Cohesión:	$c' = 0,5 - 1,0 \text{ t/m}^2$
Ángulo de rozamiento interno:	$\phi' = 26 - 28^\circ$

4.1.2. **NIVEL II: Arcillas arenosas y arenas arcillosas**

Infrayacentemente al nivel descrito anteriormente y a partir de una profundidad aproximada de 0,3 – 1,7 m, se han detectado en todas las calicatas ejecutadas salvo en las inspecciones C-9 y C-10 llevadas a cabo en el futuro emplazamiento de la Estación de Bombeo, los inicios del terreno natural presentando un espesor mínimo de 0,2 m reconocido en la inspección C-6 y no habiendo sido posible determinar su potencia máxima en las calicatas C-1, C-2, C-3, C-5, C-12 y C-13 al ser superior al alcance máximo de las mismas.

La profundidad de detección de este segundo nivel se muestra en la siguiente tabla:

<i>Calicata</i>	<i>Profundidad de localización respecto embocadura (m)</i>	<i>Espesor aproximado (m)</i>
C-1	0,9	>1,3
C-2	0,8	>1,8
C-3	1,6	>1,3
C-4	1,7	0,5
C-5	0,9	>2,0
C-6	1,7	0,2
C-7	1,1	1,1
C-8	0,9	1,7
C-9	---	---
C-10	---	---
C-11	0,4	1,3
C-12	1,1	>1,9
C-13	1,5	>1,3
C-14	1,2	1,1
C-15	0,3	2,2

Fundamentalmente los inicios del terreno natural se encuentran constituidos por una mezcla heterogénea de arcillas arenosas y arenas arcillosas que en algunos casos pasas a arcillas ligeramente arenosas y puntualmente a arcillas limosas, presentando el conjunto del nivel unos colores ocre y marrón claro.

Así mismo es frecuente la presencia de carbonatos dispersos en la matriz y en menor medida formando nódulos blanquecinos.

Se ha tomado una muestra de estos materiales durante la ejecución de las calicatas C-2, C-5, C-7 y C-12 con objeto de llevar a cabo los ensayos de laboratorio pertinentes. En la siguiente tabla se muestra un resumen de los resultados obtenidos en aquellas muestras ensayadas:

<i>Calicata</i>	<i>Muestra (m)</i>	<i>L.L.</i>	<i>I.P.</i>	<i>% pasa 0,080</i>
C-2	1,1	42,9	22,5	84,6
C-5	1,2	38,8	19,5	77,5
C-7	1,3	28,8	12,2	76,7
C-12	1,4	28,0	11,6	70,5

Siendo,

L.L. : Límite líquido (%).

I.P. : Índice de plasticidad (%).

Las muestras analizadas han sido clasificadas de acuerdo a los criterios de la U.S.C.S. dentro del grupo CL, presentando un contenido de finos medio del 77%, con un máximo del 85% aproximadamente, y una fracción superior a 5 mm máxima del 1% en la muestra de la calicata C-2, siendo de acuerdo a los límites de Atterberg de baja a media plasticidad.

A la vista de las inspecciones y resultados obtenidos en materiales pertenecientes a este segundo nivel, se han estimado los siguientes parámetros geotécnicos aproximados:

Densidad aparente: $\gamma_{\text{apa}} = 1,7 - 1,9 \text{ t/m}^3$

Cohesión: $c' = 1,5 - 2,0 \text{ t/m}^2$

Ángulo de rozamiento interno: $\phi' = 29 - 30^\circ$

4.1.3. **NIVEL III: Gravas silíceas con arenas**

Este tercer nivel se ha reconocido por debajo de la cobertera vegetal existente en el caso de los sondeos S-1 y S-2 y las calicatas C-9 y C-10, llevados a cabo en el futuro emplazamiento de la Estación de Bombeo.

En el caso de las inspecciones C-4, C-6, C-7, C-8, C-11, C-14 y C-15, este tercer nivel de naturaleza granular gruesa se ha detectado bajo el nivel II descrito en el apartado anterior.

Este tercer nivel ha sido detectado a partir de una profundidad mínima de aproximadamente 0,3 m en la calicata C-10 y máxima de 2,6 m en la calicata C-8, habiendo sido posible determinar su espesor únicamente en los sondeos S-1 y S-2 con un valor máximo de 3,9 m medidos en el sondeo S-1. En el caso de las calicatas no ha sido posible establecer su espesor máximo al ser superior al alcance de las mismas.

La profundidad de detección observada de este tercer nivel se muestra en la siguiente tabla:

<i>Sondeo / Calicata</i>	<i>Profundidad de localización respecto embocadura (m)</i>
S-1	0,5
S-2	1,0
C-4	2,2
C-6	1,9
C-7	2,2
C-8	2,6
C-9	0,8
C-10	0,3
C-11	1,7
C-14	2,3
C-15	1,2

Litológicamente este nivel está compuesto por gravas silíceas redondeadas de tamaño medio 2 – 4 cm y máximo observado hasta 15 cm inmersos en una matriz arenosa de color marrón claro con cantidades variables de finos de naturaleza no plástica. En las calicatas C-9, C-10 y C-15 este nivel presenta en los inicios un subnivel eminentemente arenoso en el que destaca la ausencia de gravas, siendo predominante el elemento matriz.

Por otro lado se ha detectado la presencia de carbonatos dispersos en la matriz así como en forma de costras blanquecinas alrededor de los cantos.

Se han tomado dos muestras de estos materiales en las calicatas C-10 y C-11, con objeto de llevar a cabo los ensayos de laboratorio pertinentes. Un resumen de los resultados obtenidos se muestra en la siguiente tabla:

<i>Calicata</i>	<i>Muestra (m)</i>	<i>L.L.</i>	<i>I.P.</i>	<i>% pasa 0,080</i>
C-10	1,9	No	N.P.	2,1
C-11	1,8	No	N.P.	18,2

Siendo,

L.L. : Límite líquido (%).

I.P. : Índice de plasticidad (%).

Las muestras analizadas de las calicatas C-10 y C-11 han sido clasificadas de acuerdo a los criterios de la U.S.C.S. dentro de los grupos GW-GM y SM respectivamente, presentando un contenido de finos mínimo del 2% y máximo del 18%, así como una fracción superior a 5 mm del 44 – 61% aproximadamente. Por otro lado y de acuerdo a los límites de Atterberg ambas muestras presentan una nula plasticidad.

Los ensayos S.P.T. llevados a cabo en este material y ejecutados en el interior de ambos sondeos arrojan un valor $N_{SPT} = 33 - 54$ a una profundidad de 2,0 – 3,6 m.

En cuanto a los ensayos de penetración dinámica continua, llevados a cabo en la zona en la que se prevé la ejecución de la Estación de Bombeo, se han obtenido golpes iniciales en estos materiales con valores $N_P = 18 - 28$. De manera general estos valores de golpeo aumentan hasta obtener máximo de $N_P = 39 - 43$ a una profundidad aproximada de 1,6 – 2,0 m respecto a sus cotas de embocadura. Posteriormente y muy probablemente debido a la presencia del nivel freático, detectado en ambos sondeos a 2,4 m, los valores de golpeo disminuyen. Esta disminución es más marcada en los penetrómetros P-1 y P-2 con valores de golpeo mínimos de $N_P = 5 - 8$. En el caso del penetrómetro P-3 el golpeo mínimo para esta misma zona es de $N_P = 14$.

A la vista de los resultados obtenidos, el nivel III de gravas silíceas con arenas se puede considerar de manera general como un suelo eminentemente granular de naturaleza densa incluso muy densa por encima del nivel freático y floja a media por debajo de éste, resultando adecuado tanto por naturaleza como nivel de apoyo de la cimentación proyectada.

A tenor de los resultados obtenidos, se han estimado los siguientes parámetros geotécnicos aproximados para el nivel III de gravas silíceas con arenas:

Densidad aparente:	$\gamma_{\text{apa}} = 2,0 - 2,1 \text{ t/m}^3$
Cohesión:	$c' = 0 \text{ t/m}^2$
Ángulo de rozamiento interno:	$\phi' = 36 - 38^\circ$

4.1.4. **NIVEL IV: Arcillas ligeramente arenosas. Terciario**

Reconocido únicamente en los sondeos S-1 y S-2 se trata del material donde se apoyan los anteriormente descritos. Ha sido detectado a partir de una profundidad de 4,3 – 4,4 m aproximadamente desde las cotas de embocadura de los sondeos practicados, no habiendo sido posible establecer su espesor al ser superior al alcance de dichos reconocimientos llevados a cabo.

Litológicamente se trata de arcillas ligeramente arenosas de color marrón rojizo con tonalidades amarillentas, reconociéndose la presencia puntual de gravas silíceas de tamaño máximo observado 1 cm.

Se han tomado una serie de muestras de estos materiales en los sondeos practicados, con objeto de llevar a cabo los ensayos de laboratorio pertinentes. Un resumen de los resultados obtenidos se muestra en la siguiente tabla:

Sondeo	Muestra (m)	H	γ_{ap}	L.L.	I.P.	% pasa 0,080	q_u
S-1	6,00 – 6,45	12,63	1,87	36,3	18,9	72,2	--
	9,00 – 9,60	21,04	2,05	37,7	19,9	73,0	0,15
	11,00 – 11,60	17,63	2,17	42,1	22,6	75,4	0,75
S-2	8,00 – 8,60	14,63	1,97	41,4	21,6	60,3	0,70
	10,00 – 10,60	15,87	2,10	31,3	15,6	75,4	1,65
	11,80 – 12,20	13,46	2,14	--	--	--	5,20

L.L. : Límite líquido (%).

I.P. : Índice de plasticidad (%).

H : Humedad (%).

γ_{ap} : Densidad aparente (t/m³).

q_u : Resistencia a compresión simple (kp/cm²)

Las muestras analizadas han sido clasificadas de acuerdo a los criterios de la U.S.C.S. dentro del grupo CL, presentando un contenido de finos medio del 70% aproximadamente, siendo de manera general y de acuerdo a los límites de Atterberg de media plasticidad.

En cuanto al ensayo de resistencia a compresión simple se ha obtenido resultados variables, siendo las muestras obtenida en el sondeo S-1 las que presenta una resistencia a compresión menor con un resultado de 0,15 – 0,70 kp/cm² (15 - 70 kPa) mientras que muestras obtenidas a una profundidad similar en el sondeo S-2 arrojan un valor de resistencia compresión simple de 1,65 – 5,20 kp/cm² (1,65 – 510 kPa).

Los valores de humedad en todos los casos son muy similares, en torno al 13 – 16% salvo en la muestra con un menor valor de resistencia a compresión con una humedad del 21%. En cuanto a la densidad se han obtenido valores medios de 1,9 – 2,1 t/m³.

En una de las muestras (VLS-30857) se llevó a cabo un ensayo de corte directo en su modalidad consolidada y drenada mostrándose a continuación un resumen de los resultados obtenidos:

Sondeo	Muestra (m)	c' (kPa)	ϕ' (°)
S-1	6,00 – 6,45	46,67	27

c' : Cohesión efectiva.

ϕ' : Ángulo de rozamiento efectivo

Los ensayos S.P.T. llevados a cabo en este material y ejecutados en el interior de los sondeos arrojan valores mínimos de $N_{SPT} = 43$ a una profundidad de 9,6 – 10,2 m en el sondeo S-1 y máximo de $N_{SPT} =$ Rechazo en el sondeo S-2 a una profundidad de 8,6 – 9,05 m.

En cuanto a los ensayos de penetración dinámica continua, llevados a cabo en la zona correspondiente a la futura estación de bombeo se han obtenido golpes iniciales en estos materiales con valores $N_P = 19 - 23$ que aumentan progresivamente hasta valores de $N_P = 53 - 58$ a una profundidad aproximada de 5,0 – 5,4 m. Posteriormente en los tres ensayos ejecutados los valores descienden hasta $N_P = 22 - 28$ a una profundidad aproximada de 6,4 – 6,6 m en los penetrómetros P-1 y P-3 y 7,2 m en el penetrómetro P-2. A continuación los valores de golpeo vuelven a aumentar de manera progresiva hasta obtener rechazo (>100 golpes para un avance de la puntaza de 0,20 m) a una profundidad aproximada de 8,6 – 9,2 m respecto a sus cotas de embocadura.

A la vista de los resultados obtenidos, el nivel IV de arcillas ligeramente arenosas se puede considerar de manera general como un suelo cohesivo de naturaleza densa a muy densa, resultando adecuado tanto por naturaleza como por capacidad portante como nivel de apoyo de la cimentación proyectada.

Así mismo, se han estimado los siguientes parámetros de corte aproximados para el nivel IV de arcillas ligeramente arenosas:

Densidad aparente: $\gamma_{apa} = 1,9 - 2,1 \text{ t/m}^3$

Cohesión: $c' = 2,0 - 3,0 \text{ t/m}^2$

Ángulo de rozamiento interno: $\phi' = 27 - 29^\circ$

4.2. EXCAVACIÓN Y RIPABILIDAD

Según la información proporcionada a Eptisa Servicios de Ingeniería, S.L., se proyecta la ejecución de una red de riego al norte de la localidad de Villaralbo y al este de la ciudad Zamora, así como una cántara y una estación de bombeo asociado a dicha red.

La excavación de mayor envergadura se localizará en el futuro emplazamiento de la cántara donde se tiene previsto una excavación máxima aproximada de 7,5 – 8,0 m.

Por su parte, las excavaciones máximas a realizar a lo largo de la red de riego, según la información facilitada por el Solicitante, serán de 3,0 – 3,5 m en función del diámetro exterior del tubo, no estando previsto inicialmente superar dichas profundidades.

Ante estas circunstancias se establecen los siguientes grados de excavación: FÁCIL, MEDIO y DIFÍCIL.

<i>FÁCIL</i>	En aquellos materiales que se pueden excavar con los métodos tradicionales existentes: pala retroexcavadora o similar.
<i>MEDIA</i>	En aquellos materiales que para su excavación necesitan el empleo parcial de martillo romperrocas y/o voladuras.
<i>DIFÍCIL</i>	En aquellos materiales en los que se necesita el empleo continuado de martillo y/o voladuras.

Los movimientos de tierras a realizar, respecto al grado de excavabilidad de los materiales reconocidos, se pueden calificar de manera general como de tipo FÁCIL dado que no se han detectado indicios mediante los trabajos de campo que hagan pensar en técnicas de excavación distintas de las tradicionales para el alcance de las excavaciones previstas.

Posteriormente a la ejecución de los sondeos, una vez asimiladas las inestabilidades de la perforación, se ha detectado la presencia de agua subterránea a una profundidad de 2,4 m aproximadamente medida con respecto de sus cotas de embocadura.

Por su parte, durante la ejecución de las calicatas de inspección se ha detectado la presencia de agua subterránea en las inspecciones C-1, C-2, C-3, C-5, C-6, C-9 y C-10, llevadas a cabo hacia el oeste de la futura ubicación de la estación de bombeo. La profundidad de aparición oscila aproximadamente desde 1,6 m en la calicata C-1 a los 2,8 m en la calicata C-3 medidas con respecto de sus cotas de embocadura. Por tanto, para el alcance de las excavaciones máximas previstas en las zanjas de la futura red de riego con alcances máximos de 3,0 – 3,5 m, no se descarta que los trabajos se puedan ver dificultados hacia la base de las zanjas en aquellas de mayor entidad, recomendándose disponer en obra de los medios mecánicos pertinentes para su evacuación en caso necesario.

De manera general se puede indicar que se ha detectado agua subterránea en las inspecciones visuales llevadas a cabo de la Estación de bombeo hacia el oeste de la misma, es decir, de la Estación de Bombeo y Villaralbo hacia la ciudad de Zamora.

Se debe tener en cuenta que estas medidas del nivel freático son puntuales y válidas para el periodo de ejecución de los trabajos de campo al estar las posibles oscilaciones, y por tanto la posición final del mismo, fuertemente influenciada por los distintos factores climáticos y meteorológicos no descartándose su detección en otros puntos de la zona de actuación.

En la siguiente tabla se muestra un resumen de la ripabilidad de los materiales observados en las inspecciones visuales llevadas a cabo, así como la profundidad de detección del agua subterránea en su caso:

<i>Calicata</i>	<i>Terreno natural</i>	<i>Detección de agua (m)</i>	<i>Ripabilidad</i>
S-1	Gravas y cantos silíceos con arenas Arcillas ligeramente arenosas	2,4	Ripable
S-2	Gravas y cantos silíceos con arenas Arcillas ligeramente arenosas	2,4	Ripable
C-1	Arcillas limosas	1,6	Ripable
C-2	Arenas ligeramente arcillosas	2,3	Ripable
C-3	Arenas ligeramente arcillosas	2,8	Ripable
C-4	Arenas ligeramente arcillosas y arenas con gravas silíceas	---	Ripable
C-5	Arcillas limoarenosas	2,7	Ripable
C-6	Arenas con gravas silíceas	2,6	Ripable
C-7	Arcillas ligeramente arenosas y gravas silíceas con arenas	---	Ripable
C-8	Arcillas limoarenosas y gravas silíceas con arenas	---	Ripable
C-9	Gravas silíceas con arenas	2,3	Ripable
C-10	Gravas silíceas con arenas	2,3	Ripable
C-11	Arenas arcillosas y gravas silíceas con arenas	---	Ripable
C-12	Arcillas arenosas	---	Ripable
C-13	Arcillas arenosas	---	Ripable
C-14	Arcillas arenosas y gravas silíceas con arenas	---	Ripable
C-15	Arenas ligeramente arcillosas, arenas y arenas con gravas silíceas	---	Ripable

Para la ejecución de los taludes provisionales de excavación en la zona de la cántara proyectado se recomienda adoptar unos tendidos máximos 1H/1V tanto para el nivel I de tierra vegetal como para los inicios del terreno natural observado en la zona y correspondiente al nivel de gravas silíceas con arenas, todo ello para alturas moderadas máximas de 2,0 – 2,5 m. No obstante, de acuerdo a la información facilitada por el Solicitante, el nivel I verá reducida su importancia al ser eliminado durante el proceso de adecuación de la estación de bombeo.

Dada la envergadura de la excavación a ejecutar con excavaciones máximas de hasta 7,5 – 8,0 m aproximadamente en el futuro emplazamiento de la cántara, de acuerdo a la información facilitada, y a la naturaleza de los inicios del terreno natural reconocido en dicho entorno, se recomienda llevar a cabo los muros de cerramiento de la cántara prevista mediante pantallas, sobre todo si los vaciados se prolongan sin que se ejecuten las obras.

Para la ejecución de las pantallas debe tenerse en cuenta que en suelos cohesivos puede llegar a producirse la rotura del fondo de la excavación debida al descenso de la tensión vertical por efecto de la excavación. A la vista de las columnas litológicas de los trabajos de campo llevados a cabo y las profundidades máximas de excavación estimadas, el fondo de excavación se situará en el nivel IV de arcillas ligeramente arenosas, por lo que, para estar del lado de la seguridad, a continuación se procederá a estimar el coeficiente de seguridad frente a la rotura del fondo en suelos cohesivos, mediante la fórmula de Bjerrum y Eide (1956):

$$F = \frac{N_{cb} \times \frac{q_u}{2}}{D \times H + Q}$$

Donde,

F	:	Factor de seguridad.
N _{cb}	:	Factor en función de las dimensiones de la excavación.
q _u	:	Resistencia a compresión simple.
D	:	Densidad aparente.
H	:	Altura de la excavación.
Q	:	Sobrecarga en la cabeza de excavación.

Por tanto, considerando un N_{cb} = 6,3 en función de las dimensiones de la excavación para una profundidad de excavación respecto a la superficie topográfica de H = 8,0 m, densidad aparente de 2,0 t/m³, resistencia a compresión simple mínima en dicho material de 25 t/m² y sobrecarga nula en la cabeza de la excavación al tener en cuenta que no existen edificaciones próximas en la zona de ejecución, se obtiene un factor de seguridad para el nivel IV superior a 3, con lo que se comprueba la estabilidad del fondo de la excavación y la ausencia de plastificaciones más o menos localizadas que incrementan de forma notable los asentos.

Por otro lado, con objeto de conseguir un recinto más o menos estanco que permita el agotamiento del nivel freático y con ello ejecutar la excavación sin presencia de agua o con cuantías mínimas, las pantallas han de penetrar en el terreno la profundidad necesaria que impida por una parte el levantamiento del fondo por la subpresión a corto plazo y además reduzca la presencia de agua en el fondo, facilitando de este modo los trabajos de excavación.

El espesor (h) de la masa de terreno entre el fondo de la excavación y la profundidad correspondiente al apoyo o pie de pantalla, debe equilibrar con su peso la presión de la altura (H) de la columna de agua correspondiente a la diferencia de cotas entre la posición del nivel freático y la del pie de pantalla, por lo que se debe cumplir que:

$$D \times h = 1 \times H$$

Considerando Z_e (cota de excavación), Z_w (cota del nivel freático) y Z_p (cota de pie de pantalla), la expresión anterior equivale a:

$$D \times (Z_p - Z_e) = Z_p - Z_w$$

$$Z_p = \frac{D \times Z_e - Z_w}{D - 1}$$

De acuerdo con este análisis aproximado y teniendo en cuenta la posición del nivel freático en el momento de la medición (2,4 m en ambos sondeos) se estima una profundidad de empotramiento por debajo de la excavación de 5,0 – 6,0 m.

A efecto de cálculo de los empujes activo y pasivo, y para la estimación de estos coeficientes, se ha supuesto un muro vertical y el terreno sobre la coronación horizontal, donde para $\delta = 0$ se tiene las siguientes expresiones:

$$K_A = \operatorname{tg}^2 \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi'}{2} \right)$$

$$K_P = \operatorname{tg}^2 \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi'}{2} \right)$$

De modo que para los niveles que ejercerán empuje sobre el trasdós de los muros de sótano parcial se obtiene unos coeficientes:

<i>Nivel</i>		K_A	K_P
I	Tierra vegetal	0,38	2,66
II	Arcillas arenosas y arenas arcillosas	0,34	2,94
III	Gravas silíceas con arenas	0,25	4,02
IV	Arcillas ligeramente arenosas	0,36	2,77

Para la estimación de los empujes, tanto activo como pasivo, se deberá tener en cuenta por otro lado la posible presión hidrostática, la presencia o no de cargas, etc.

Por último, de acuerdo a las características geotécnicas de los materiales descritos y a la vista de la tabla D.28 del CTE adjunta a continuación:

Tabla D.28. Valores orientativos del coeficiente de Permeabilidad

Tipo de suelo	k_z (m/s)
Grava limpia	$> 10^{-2}$
Arena limpia y mezcla de grava y arena limpia	$10^{-2} - 10^{-5}$
Arena fina, limo, mezclas de arenas, limos y arcillas	$10^{-5} - 10^{-9}$
Arcilla	$< 10^{-9}$

Se pueden estimar los siguientes valores orientativos del coeficiente de permeabilidad:

Nivel I de Tierra vegetal:	$10^{-02} - 10^{-04}$ m/s
Nivel II de Arcillas arenosas y arenas arcillosas:	$10^{-06} - 10^{-08}$ m/s
Nivel III de Gravas silíceas con arenas:	$10^{-02} - 10^{-04}$ m/s
Nivel IV: Arcillas ligeramente arenosas:	$10^{-07} - 10^{-09}$ m/s

4.3. CIMENTACIONES

Según la información facilitada por el Solicitante, está prevista la construcción en la zona de estudio de una estación de bombeo con sus elementos asociados, así como una cántara con una profundidad máxima de excavación respecto a la cota actual del terreno de 7,5 – 8,0 m aproximadamente.

A la vista de las columnas litológicas de los sondeos y las calicatas practicados en la parcela que albergará la estación de bombeo y la cántara (C-9 y C-10), de los ensayos de penetración dinámica y de los ensayos de laboratorio llevados a cabo se recomienda alcanzar como nivel de apoyo de la cimentación:

- Estación de bombeo: Los inicios del terreno natural reconocido en la zona de estudio y descrito como nivel III de gravas silíceas con arenas, observado en las inspecciones visuales llevadas a cabo a partir de una profundidad de 0,3 – 1,0 m aproximadamente con respecto de sus cotas de embocadura y presentando un espesor de 3,3 – 3,9 m aproximadamente.
- Cántara y arqueta de filtros: Dado que la excavación máxima prevista para estos elementos se situará a 8,0 m aproximadamente respecto de la superficie topográfica actual (cota aproximada de 620,6 – 621,0), la cimentación se encontrará alojada en el nivel IV de arcillas ligeramente arenosas reconocida en los sondeos practicados a partir de una profundidad de 4,3 – 4,4 m aproximadamente respecto de sus cotas de embocadura.

Inicialmente cabe destacar que se ha desestimado como posible nivel de apoyo de la cimentación el nivel I de tierra vegetal, por su origen y variable, en general deficiente, grado de compactación, recomendándose el seguimiento de los trabajos con objeto de garantizar su total eliminación y asegurándose de este modo llevar a cabo el apoyo de la cimentación en el nivel correspondiente de acuerdo a lo indicado anteriormente.

Por tanto, dadas las características de las futuras construcciones y de acuerdo a las indicaciones del Solicitante, a continuación se estimará la tensión admisible para los distintos niveles de apoyo en función de los elementos a cimentar en cada caso de acuerdo a la información gráfica facilitada.

Cimentación superficial en el nivel III de gravas silíceas con arenas

Para aquellos elementos constructivos cuya cimentación proyectada se ubique en la parte más superficial, como por ejemplo la nave que albergará la futura estación de bombeo, se recomienda alcanzar como nivel de apoyo los inicios del terreno natural reconocido como nivel III de gravas silíceas con arenas, observado en los trabajos de campo llevados a cabo a partir de una profundidad de 0,3 – 1,1 m aproximadamente, sin que se descarten profundidades de localización puntualmente superiores en función de la potencia de la cobertera vegetal existente y los posibles rellenos antrópicos.

Como tipología de cimentación resulta factible la ejecución de zapatas aisladas y/o corridas, según esquema de cargas.

Inicialmente, se ha realizado el cálculo de la carga de hundimiento teórica y la tensión admisible del terreno teniendo en cuenta la naturaleza del nivel III de gravas silíceas con arenas considerando la formulación general de Brinch-Hansen:

$$q_h = c \cdot N_c \cdot S_c + q \cdot N_q \cdot S_q + \frac{1}{2} \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot S_\gamma$$

$$q_{adm} = \frac{q_h}{F_s}$$

Siendo,

q_h	:	Carga de hundimiento.
c	:	Cohesión del terreno.
q	:	Sobrecarga dependiente de la profundidad.
γ	:	Densidad del terreno.
B	:	Ancho de cimentación.
N_c, N_q, N_γ	:	Coefficientes dependientes del ángulo de rozamiento interno.
S_c, S_q, S_γ	:	Coefficientes dependientes de las dimensiones de cimentación.
F_s	:	Factor de seguridad ($F_s = 3$).

Por tanto, considerando un ángulo de rozamiento de 34 – 35°, zapata cuadrada con un ancho mínimo de 0,5 m y empotramiento de 0,5 m, cohesión nula teniendo en cuenta el carácter no plástico del nivel III y una densidad aparente de 2,0 t/m³ y sumergida de 1,0 t/m³ al tener en cuenta la presencia de agua subterránea a una profundidad de 2,3 – 2,4 m aproximadamente, se obtiene sustituyendo en la expresión anterior una capacidad portante para el nivel III de 2,1 kp/cm².

Paralelamente con el objeto de determinar la capacidad portante en este mismo nivel se ha empleado la formulación de Terzaghi y Peck (1.960) por limitación de asientos:

Donde,

- N_{SPT} : Golpeo de los ensayos de penetración.
 S_{adm} : Asiento admisible en pulgadas (1" para zapatas).
 B : Ancho de la cimentación.
 σ_{adm} : Tensión admisible (kp/cm²).

Para el cálculo de la capacidad portante se ha considerado un golpeo en los inicios del terreno natural desfavorable de $N_P = 14 - 16$ y de $N_{SPT} = 39$ en el caso del SPT más desfavorable, por debajo del nivel freático, zapata cuadrada de ancho $B = 3,0$ m y un asiento admisible de 1", ($\approx 2,5$ cm), obteniéndose finalmente una capacidad portante superior a la obtenida mediante la formulación anterior.

Asientos

Por último, para tener en cuenta los posibles asientos que se pueden llegar a producir, se ha utilizado la expresión del asiento del Schleicher para un rectángulo cargado.

$$S = \frac{2 \times K \times q \times b \times (1 - \nu'^2)}{E'}$$

Donde,

- K : Coeficiente de Schleicher, tomando 0,6 para zapatas.
 q : Carga aplicada al terreno (2,1 kp/cm²).
 b : Ancho de cimentación máxima desfavorable (3,0 m).
 ν', E' : Parámetros elásticos del material.

Para la definición de los parámetros elásticos, se han tenido en cuenta las relaciones existentes entre el módulo de elasticidad y los resultados obtenidos en los ensayos de penetración considerando un valor de $E' = 3.500$ t/m². Asimismo se ha considerado un coeficiente de Poisson de $\nu' = 0,3$, obteniéndose finalmente un asiento teórico aproximado de $S \approx 2,0$ cm.

Comprobando que los asientos totales máximos se encuentran dentro de los valores admisibles según la normativa actual de la edificación.

Cimentación superficial en el nivel IV de arcillas ligeramente arenosas (Terciario)

La cimentación correspondiente a la cántara y arqueta de filtros, así como la toma y el marco de acceso a la estación de bombeo se encontrará alojada en el nivel IV de arcillas ligeramente arenosas, a la vista de la sección facilitada por el Solicitante, detectado en los trabajos de campo llevados a cabo a partir de una profundidad de 4,3 – 4,4 m aproximadamente.

La cimentación en estos casos se llevará a cabo mediante losa.

Para determinar la carga de hundimiento se empleará la expresión de Brinch-Hansen en condiciones desfavorables sin drenaje ($\phi' = 0^\circ$), para una resistencia al corte sin drenaje igual a $1/2$ de la resistencia a compresión simple al considerar la naturaleza cohesiva del nivel IV de arcillas ligeramente arenosas:

$$q_h = 5,14 \times S_u \times E_c + N_q \times \gamma \times D$$

$$\sigma_{adm} = \frac{q_h}{F_s}$$

Siendo:

- q_h : Carga de hundimiento.
- S_u : Resistencia al corte sin drenaje = $1/2 q_u$
- q_u : Resistencia a compresión simple.
- E_c : Coeficiente adimensional dependiente de la forma de la cimentación ($E_c = 1 + 0,2 \times B / L$).
- N_q : Factor de capacidad de carga = 1 para $\phi = 0^\circ$.
- γ : Densidad.
- D : Profundidad de empotramiento.
- F_s : Factor de seguridad ($F_s = 3$).

Para definir la resistencia a compresión simple en los inicios del terreno natural, se han considerado los resultados obtenidos en los ensayos de penetración realizados y su correlación con la resistencia a compresión simple mediante la formulación de Stroud y Terzaghi y Peck, considerando un golpeo medio obtenidos en los ensayos de penetración de $N_{SPT} = 40$.

$$q_u = \frac{8 \times N_{SPT}}{100} \quad \text{Stroud}$$

$$q_u = \frac{2,6 \times N_{SPT}}{20} \quad \text{Terzaghi}$$

Asimismo, se han tenido en cuenta los resultados de resistencia a compresión obtenidos en las muestras de suelo ensayadas.

Con todo ello y tomando como valor medio una resistencia a compresión simple de $q_u = 3,2$ kp/cm², cimentación mediante losa de dimensiones aproximadamente rectangulares (con lo que E_c se aproxima a 1,1), con un empotramiento mínimo de 0,6 m y densidad sumergida del terreno de 1,0 t/m³, se obtiene substituyendo en la expresión anterior una $\sigma_{adm} = 3,0$ kp/cm².

Por último, para realizar una aproximación a los asientos que se puedan producir, se ha utilizado la expresión de Steinbrenner para el cálculo de asientos en un rectángulo cargado con base rígida:

$$S = \frac{p \times d}{2 \times E} \circ (A \times \Phi_1(a, b, z) - B \times \Phi_2(a, b, z))$$

Donde,

- p : Carga aplicada al terreno (30 t/m²)
- a, b : Dimensiones del cimiento.
- E', v' : Parámetros elásticos del material.

Definiéndose el módulo de elasticidad tras discretizar el material por debajo de la cimentación en el área afectada tensionalmente por la carga de la zapata (bulbo de tensiones).

- ϕ : Funciones dependientes de las dimensiones del cimiento y de la profundidad a la que se encuentra el punto al que se calcula el asiento.

Considerando como terreno compresible el correspondiente a la zona de influencia de la losa (aproximadamente B) se obtiene para un módulo de elasticidad $E' = 4.000$ t/m³ y un coeficiente de Poisson de $v' = 0,3$ un asiento teórico aproximado de $S_{aprox.} = 5,0$ cm.

Comprobando que los asientos totales máximos se encuentran dentro de los valores admisibles según la normativa actual de la edificación.

Resumen

A la vista de las columnas litológicas de los sondeos y las calicatas practicados en la parcela que albergará la estación de bombeo y la cántara (C-9 y C-10), de los ensayos de penetración dinámica y de los ensayos de laboratorio llevados a cabo se recomienda alcanzar como nivel de apoyo de la cimentación:

- Estación de bombeo: Los inicios del terreno natural reconocido en la zona de estudio y descrito como nivel III de gravas silíceas con arenas, observado en las inspecciones visuales llevadas a cabo a partir de una profundidad de 0,3 – 1,0 m aproximadamente con respecto de sus cotas de embocadura y presentando un espesor de 3,3 – 3,9 m aproximadamente. La cimentación se podrá llevar a cabo mediante zapatas aisladas y/o corrida, según esquemas de carga, siendo recomendable adoptar una tensión admisible del terreno no superior a 2,1 kp/cm².
- Cántara y arqueta de filtros: Dado que la excavación máxima prevista para estos elementos se situará a 8,0 m aproximadamente respecto de la superficie topográfica actual (cota superior de solera 620,6 – 621,0), la cimentación se encontrará alojada en el nivel IV de arcillas ligeramente arenosas reconocida en los sondeos practicados a partir de una profundidad de 4,3 – 4,4 m aproximadamente respecto de sus cotas de embocadura.

En este caso se recomienda llevar a cabo la cimentación mediante losa, siendo recomendable adoptar una tensión admisible del terreno no superior a 3,0 kp/cm². Por su parte y de acuerdo a las tabulaciones empíricas incluidas en el CTE, para el cálculo de la misma se podrá considerar un coeficiente de balasto $K_{30} = 3,0 - 4,0$ kp/cm³.

Por último, se recomienda el seguimiento de los trabajos con objeto de asegurar la total eliminación del nivel I de tierra vegetal y posibles rellenos existentes, asegurando de este modo el correcto apoyo de la cimentación en el terreno natural indicado para cada caso.

4.4. HORMIGONES

El análisis químico efectuado en dos muestras de suelo seco (Nivel III y Nivel IV) para detectar la presencia de sulfatos arrojó en ambos casos un resultado negativo, es decir, exento de sulfatos, por lo que no se encontraron indicios de agresividad al hormigón por este compuesto en las muestras ensayadas.

Por su parte, el análisis químico efectuado en una muestra de agua obtenida posteriormente a la ejecución del sondeo S-2 ha indicado las siguientes concentraciones:

Parámetros	Tipo de exposición			Muestras
	Qa (ataque débil)	Qb (ataque medio)	Qc (ataque fuerte)	S-2 (> 2,4 m)
pH	6,5 – 5,5	5,5 – 4,5	< 4.5	7,6
CO ₂ (mg/l)	15 – 40	40 – 100	> 100	1,0
NH ₄ ⁺ (mg/l)	15 – 30	30 – 60	> 60	< 0,05
Mg ²⁺ (mg/l)	300 – 1.000	1.000–3.000	> 3.000	33,0
SO ₄ ²⁻ (mg/l)	200 – 600	600 – 3.000	> 3.000	200
Residuo seco (mg/l)	75 – 150	50 – 75	< 50	725

Como se puede observar en la tabla, una de las muestras analizadas presenta una agresividad débil al hormigón por contenido de sulfatos, definiendo un tipo de exposición Qa.

Por tanto, a tenor de los resultados obtenidos, no resulta necesario el empleo de cementos sulforresistentes en el hormigón al ser las concentraciones de sulfatos obtenidas inferiores a las indicadas en la EHE para llevar a cabo dicha actuación, siendo necesario considerar un tipo de ambiente agresivo Qa (ataque débil) en base al resultado obtenido en la muestra de agua analizada.

4.5. RECONOCIMIENTO DE EXPLANADA

De cara a caracterizar los materiales existentes en la zona de estudio como material de terraplén se han realizado los ensayos pertinentes para su clasificación según el PG-3 (ORDEN FOM/1382/2002), cuyos resultados quedan reflejados en la tabla siguiente.

Ensayos de laboratorio		Calicatas					
		C-2 (1,1 m)	C-5 (1,2 m)	C-7 (1,3 m)	C-10 (1,9 m)	C-11 (1,8 m)	C-12 (1,4 m)
Próctor Modificado	Densidad (t/m ³)	1,79	1,86	1,88	2,22	2,20	1,96
	Humedad (%)	16,7	14,2	10,5	5,8	6,1	11,2
Próctor Normal	Densidad (t/m ³)	1,68	1,70	1,70	--	--	1,80
	Humedad (%)	17,6	17,7	13,3	--	--	14,3
C.B.R.	Hinchamiento (%)	1,75	2,15	1,31	0,00	0,05	0,65
	Índice C.B.R.	10	6,8	10	27	43	22
Granulometría porcentaje que pasa por el tamiz	0,080	84,6	77,5	76,7	2,1	18,2	70,5
	0,40	97,5	98,5	97,6	8,1	33,5	98,1
	2	98,0	99,7	99,7	29,8	49,8	99,6
	5	98,7	100,0	100,0	39,1	56,4	99,9
	100	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Límites de Atterberg	L.L.	42,9	38,8	28,8	No	No	28,0
	L.P.	20,5	19,3	16,6	No	No	16,4
	I.P.	22,5	19,5	12,2	N.P.	N.P.	11,6
Hinchamiento libre (%)		1,3	0,4	0,0	--	--	0,0
Asiento en colapso (%)		0,00	0,00	0,48	--	--	0,10
Materia Orgánica (%)		0,21	0,29	0,27	0,06	0,19	0,21
Sales solubles (%)		0,09	0,07	0,14	0,11	0,10	0,09
Contenido en yesos (%)		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Clasificación de Casagrande		CL	CL	CL	GW-GM	SM	CL
Clasificación según PG-3	INADECUADO						
	MARGINAL						
	TOLERABLE	X	X	X			X
	ADECUADO						
	SELECCIONADO				X	X	

El nivel II de arcillas arenosas y arenas arcillosas se puede clasificar, de acuerdo a los resultados obtenidos en las muestras de suelo analizadas pertenecientes a las calicatas C-2, C-5, C-7 y C-12, y según el texto revisado del PG-3 (2.002) como un suelo **TOLERABLE para su uso como terraplén**. Así pues, para la consecución de una explanada tipo E1, E2 o E3 se recomienda tener en cuenta las siguientes mejoras conforme a la Norma 6.1-IC de Secciones de Firme (ORDEN FOM/3460/2003), teniendo en cuenta que todos los espesores que a continuación se detallan son los mínimos especificados para cualquier punto de la sección transversal de la explanada:

- Explanada tipo E1: disponer en coronación 60 cm de suelo adecuado, o bien 45 cm de suelo seleccionado, o bien 25 cm de suelo estabilizado de tipo S-EST1.
- Explanada tipo E2: disponer en coronación 75 cm de suelo seleccionado, o bien 40 cm de suelo seleccionado sobre 50 cm de un suelo adecuado, o bien 25 cm de un suelo seleccionado con un $CBR \geq 20$ o de suelo estabilizado S-EST2 sobre 25 cm de un suelo estabilizado S-EST1.
- Para el caso de una explanada de tipo E3 será necesario disponer en coronación 30 cm de suelo estabilizado S-EST3 sobre 30 cm de suelo seleccionado, o bien, 30 cm de suelo estabilizado S-EST3 sobre 50 cm de suelo adecuado.

Para el nivel III de gravas silíceas con arenas y de acuerdo a los resultados obtenidos en las muestras de suelo analizadas pertenecientes a las calicatas C-10 y C-11 se pueden calificar como **SELECCIONADO tipo 3 para su uso como terraplén** dado que su $CBR \geq 20$, definiendo por sí mismo un tipo de explanada E1 y E2, siempre y cuando su espesor sea superior a 1,0 m. Para definir un tipo de explanada E3 será necesario disponer sobre estos materiales 25 cm de suelo estabilizado S-EST3.

Complementariamente a la clasificación de los materiales ensayados, para que dichos materiales puedan ser empleados en la formación de la explanada será necesario que satisfagan a su vez las prescripciones técnicas complementarias incluidas en la tabla 4 de la norma 6.1-I.C. mencionada anteriormente y que se incluye a continuación:

TABLA 4
Materiales para la formación de las explanadas

Símbolo	Definición del material	Artículo del PG-3	Prescripciones complementarias
IN	Suelo inadecuado o marginal.	330	Su empleo sólo será posible si se estabiliza con cal o con cemento para conseguir S-EST1 o S-EST2.
0	Suelo tolerable.	330	$CBR \geq 3$ *. Contenido en materia orgánica < 1%. Contenido en sulfatos solubles (SO_3) < 1%. Hinchamiento libre < 1%.
1	Suelo adecuado.	330	$CBR \geq 5$ * **.
2	Suelo seleccionado.	330	$CBR \geq 10$ * **.
3	Suelo seleccionado.	330	$CBR \geq 20$ *.
S-EST1 S-EST2 S-EST3	Suelo estabilizado in situ con cemento o con cal.	512	Espesor mínimo: 25 cm. Espesor máximo: 30 cm.

Como se ha indicado en los apartados anteriores en alguna de las calicatas ejecutadas se ha detectado la presencia de agua subterránea. Por este motivo se tiene que tener en cuenta que la cota de la explanada deberá quedar, al menos, 60 cm por encima del nivel más alto previsible de la capa freática donde el macizo de apoyo esté formado por suelos seleccionados (nivel III de gravas silíceas y arenas) y 100 cm para suelos tolerables (nivel II de arcillas arenosas y arenas arcillosas).

4.6. **SISMICIDAD**

La provincia de Zamora, y más concretamente la ciudad de Zamora y la localidad de Villaralbo, se encuentra situada dentro del mapa de peligrosidad sísmica de la NCSE-02 en una zona de aceleración sísmica básica $a_b < 0,04 \cdot g$ (tal y como se puede observar en la figura adjunta), por lo que no es preciso determinar para cada unidad geotécnica observada el coeficiente sismorresistente C de acuerdo al DBSE-C.

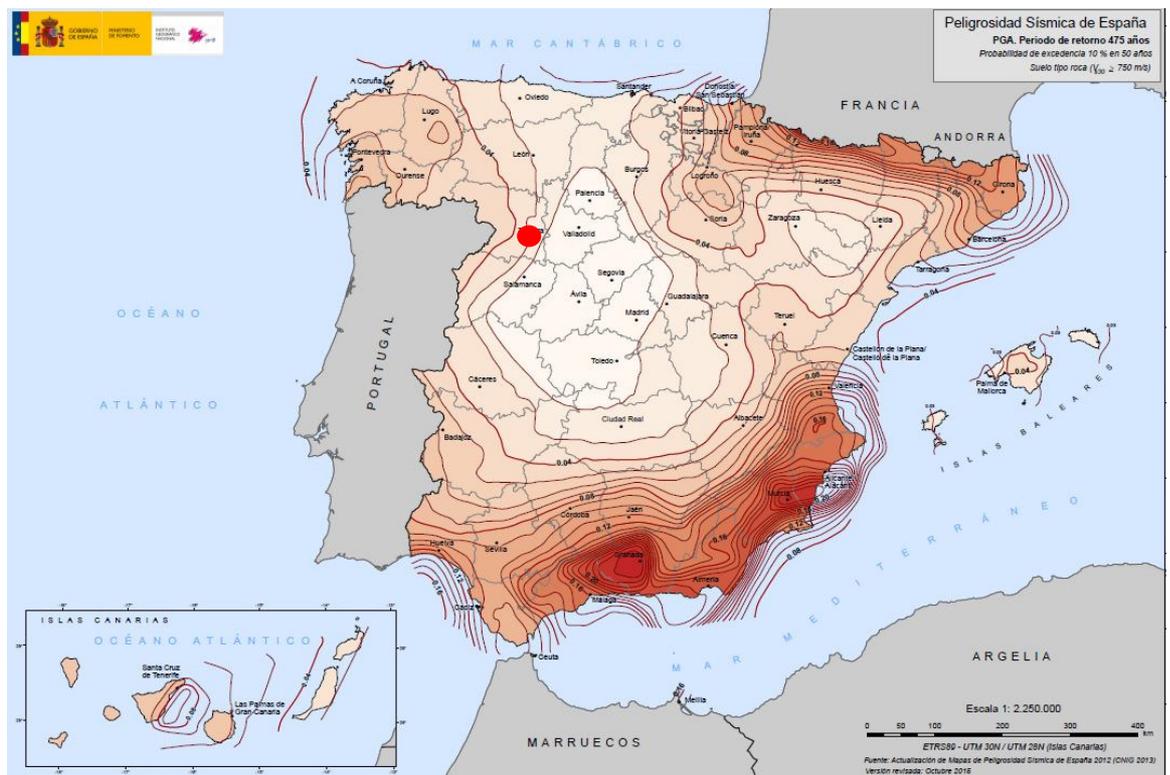


Figura: Mapa de peligrosidad sísmica (IGN, 2015)

4.7. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD PARA ZANJAS

De acuerdo a la información facilitada, está previsto llevar a cabo zanjás para la colocación de la red de tuberías con una profundidad máxima de excavación de 3,0 – 4,0 m. En un primer momento se llevará a cabo en el presente informe el análisis de la estabilidad de las paredes de las futuras zanjás para una altura de 3,0 m. Posteriormente se analizará los casos en los que, puntualmente, la altura de talud alcance los 4,0 m cuyas figuras, obtenidas del programa de cálculo, se disponen en el Anejo 8.

Complementariamente al análisis de estabilidad de las zanjás se llevará a cabo un análisis paralelo de la estabilidad de dichos taludes considerando dos sobrecargas de 29,5 t correspondientes a la suma del peso de la maquinaria que colocará la tubería en las zanjás así como a la tubería que se pretende instalar. Los cálculos realizados han considerado una localización de las sobrecargas en coronación a una distancia de 1,5 y 3,5 m con respecto a la cabeza del talud con objeto de minimizar la fuerza desestabilizadora correspondiente al peso de la maquinaria y tubería correspondiente.

Para comprobar la estabilidad de los taludes previstos, se ha utilizado el programa informativo SLOPE/W el cual, partiendo de la teoría de equilibrio límite, permite estudiar problemas de estabilidad en suelo utilizando una gran variedad de métodos para el cálculo del factor de seguridad (Bishop, Janbú, Morgenstern-Price, Spencer,...).

Para comprobar la estabilidad de los taludes objeto de estudio, empleando el programa informático SLOPE tal y como se ha indicado anteriormente, se ha utilizado como método de análisis el método Bishop, en el cual la rotura del terreno se produce mediante una superficie de deslizamiento circular obteniéndose su correspondiente factor de seguridad. Con objeto de simplificar el cálculo, en el método de Bishop no se consideran las fuerzas horizontales.

En el estudio del equilibrio de una porción de terreno (denominada “laja”) intervienen los siguientes conceptos:

b	:	Ancho de la laja.
w	:	Peso de la laja.
α	:	Ángulo que forma el radio del círculo con la vertical.
ϕ	:	Ángulo de rozamiento interno.
c	:	Cohesión.
u	:	Subpresión.
T _n	:	Fuerza vertical actuante en una cara de la laja.
T _{n+1}	:	Fuerza vertical actuante en la otra cara de la laja.
N	:	Fuerza normal al círculo que contiene a la laja considerada.

Estableciendo las condiciones de equilibrio en fuerzas verticales y momentos respecto del punto origen del círculo considerado, se obtiene:

$$F = \frac{\sum \left[[cb + tg\phi(W - ub + T_n - T_{n+1})] \frac{\sec \alpha}{1 + \frac{tg\alpha \times tg\phi}{F}} \right]}{\sum w \times sen\alpha}$$

Como se puede observar, al no considerar las fuerzas horizontales, el equilibrio en esta dirección estará indeterminado.

Suponiendo que las fuerzas T_i sean nulas y estableciendo de nuevo el equilibrio se obtiene la fórmula simplificada del método de Bishop:

$$F = \frac{\sum \left[[cb + tg\phi(W - ub)] \frac{\sec \alpha}{1 + \frac{tg\alpha \times tg\phi}{F}} \right]}{\sum w \times sen\alpha}$$

Al suponer que las fuerzas horizontales son cero, el problema resulta sobredeterminado y no se cumplirá la condición de equilibrio horizontal. No obstante el error introducido es, en general, pequeño ya que las fuerzas actuantes son de signos contrarios.

El factor de seguridad en el análisis de estabilidad se obtiene como el cociente entre la resistencia al esfuerzo cortante del terreno y la tensión cortante que actúa sobre el mismo. A continuación se indican los coeficientes de seguridad mínimos recomendados en la *Guía de cimentaciones en obras de carreteras* para la estabilidad global:

Estabilidad estricta:	F.S. = 1,0
Combinación accidental:	F.S. ≥ 1,1
Combinación característica:	F.S. ≥ 1,3
Combinación casi-permanente:	F.S. ≥ 1,5

Por tanto, la geometría a considerar consiste en excavaciones de 3,0 y 4,0 m de altura para las zanjas, siendo la superficie de coronación horizontal. Así mismo, mediante la información aportada por el solicitante se ha considerado que los pesos de la máquina así como el peso de la tubería a instalar serán en conjunto de 29.500 kg ($\approx 289,40$ KN), considerando que la maquinaria a utilizar y que se ha tenido en cuenta para calcular el reparto de las cargas se desplazará sobre orugas.

En estas condiciones se tiene:

$$289,40 \text{ KN} / 2 = 144,70 \text{ KN por apoyo.}$$
$$144,70 \text{ KN} / (3,00 \times 0,50 \text{ m}) = 96,47 \text{ kPa por apoyo.}$$

Debido a que el programa de simulación tiene en cuenta franjas de 1,0 m en dirección perpendicular al perfil se ha establecido una carga por cada metro perpendicular al perfil de 48,23 KN por apoyo. La situación de la máquina en todo momento debe ser con las cadenas de manera perpendicular a la zanja, para ello se ha considerado un ancho de oruga de 0,5 m y una longitud de apoyo de la misma de 3,0 m. Estas sobrecargas se han modelizado mediante dos conjuntos de 6 cargas puntuales de 8,04 KN espaciadas 0,10 m. Estas dos franjas se encuentran a su vez a 1,5 y 3,5 m de la cabecera del talud.

Al igual que el análisis retrospectivo, estas secciones se ha modelizado con el programa informático SLOPE/W, empleando el método de Bishop y analizando 7.056 casos.

Por otro lado se recomienda, teniendo en cuenta el análisis y estimaciones previas llevadas a cabo para el presente estudio, que en ningún caso se debe superar una altura máxima para el nivel I de tierra vegetal de 1,0 m. En el caso de que la altura de este nivel sea superior a la indicada en cualquier punto o zona de ejecución de las zanjas, deberá ejecutarse un rebaje hasta alcanzar dicha condición.

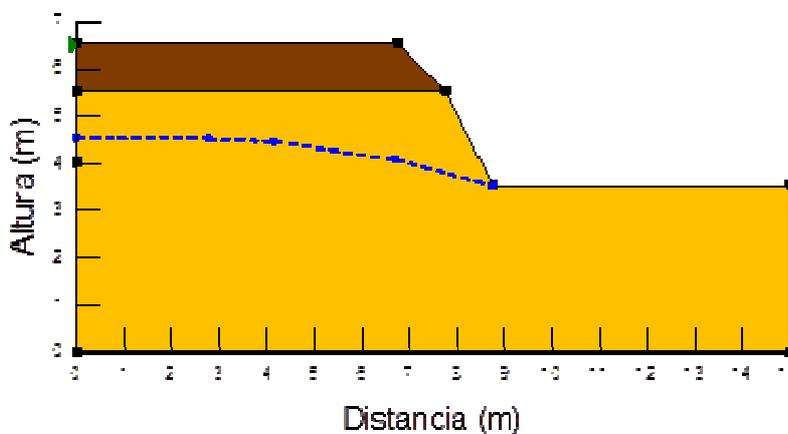
La presencia de agua en las calicatas ejecutadas y teniendo en cuenta sus posibles variaciones se ha considerado para el presente análisis mediante el establecimiento de una línea piezométrica a 2,0 m de profundidad medidos desde la parte superior del talud. De detectarse en la excavación este nivel freático deberá ser abatido de tal manera que el agua que pueda invadir la excavación sea bombeada y su aparición se produzca hacia el pie del talud y no a través de las paredes de la excavación.

Para valorar el comportamiento de los diferentes materiales reconocidos en la zona objeto de estudio mediante las calicatas de inspección practicadas se han considerado tres esquemas litológicos de cara al análisis de estabilidad de cada uno de ellos.

ESQUEMA TIPO A:

Se ha englobado dentro de este primer esquema los materiales predominantes reconocidos a lo largo de la zona de estudio (salvo en las inspecciones C-9, C-10 y C-15) y constituidos por nivel I de tierra vegetal y nivel II de arcillas arenosas y arenas arcillosas, considerando una potencia media de 1,0 m para el nivel I y de 2,0 o 3,0 m para el nivel II y la línea piezométrica a una profundidad de 2,0 m.

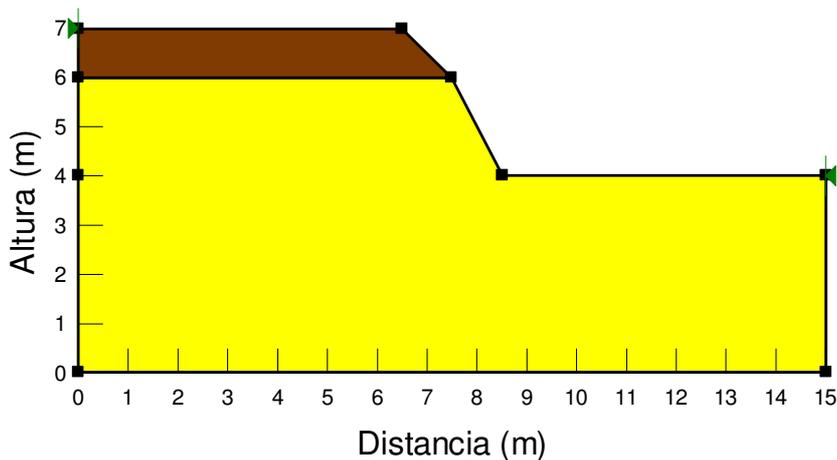
En la siguiente figura se esquematizan estos materiales reconocidos:



ESQUEMA TIPO B:

Fundamentalmente este es el esquema que presenta la zona de la futura estación de bombeo así como la zona donde se dispondrá la tubería de mayor diámetro, según la información facilitada por el Solicitante.

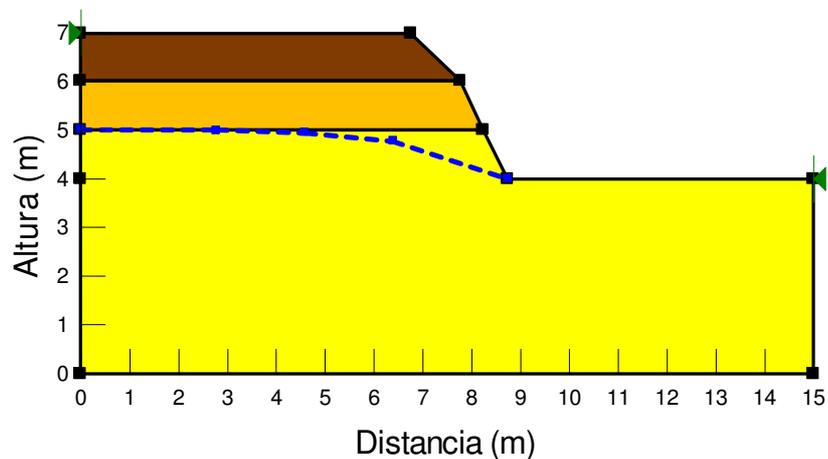
Se compone de un primer tramo de 1,0 m formado por el nivel I de tierra vegetal y por el nivel III de gravas silíceas con arenas hasta el pie del talud. Esta situación se observa en las calicatas C-9, C-10 y C-15 y se representa en el siguiente esquema:



ESQUEMA TIPO C:

Al igual que en los esquemas anteriormente descritos, se compone de un primer tramo formado por el nivel I de tierra vegetal con un espesor de 1,0 m. De manera infrayacente se representa el nivel II de arcillas arenosas y arenas arcillosas descrito en apartados anteriores con un espesor medio de 1,0 m, para finalizar posteriormente con el nivel III formado por gravas silíceas y arenas.

Este esquema litológico se puede dar en situaciones como las observadas en las calicatas C-6, C-11 y C-14 sin que se descarte su aparición en otras localizaciones. El esquema de disposición de los materiales se representa en la siguiente figura:



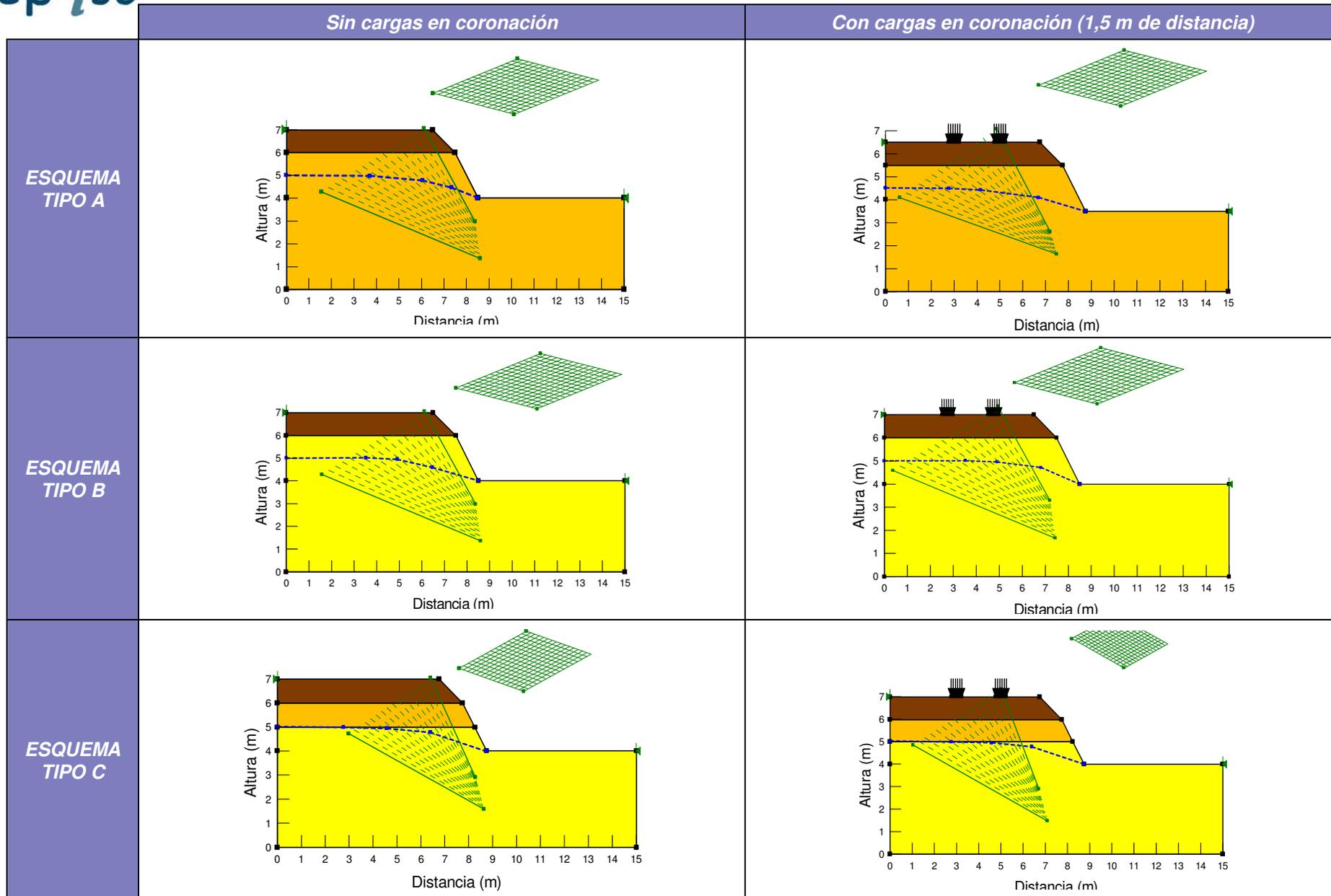
En base al registro de las inspecciones visuales llevadas a cabo y a los resultados de laboratorio obtenidos en las muestras de suelo ensayadas, debiendo tenerse en cuenta su carácter puntual, se han considerado las siguientes parámetros de cálculo aproximados, considerados del lado de la seguridad para el análisis de la estabilidad de las zanjas para cada uno de los niveles de terreno detectados y que se verán afectados por la futura excavación de zanjas:

Nivel	Material	Densidad (kN/m ³)	Cohesión (kPa)	Fricción (°)
I	Tierra vegetal	17	7	27
II	Arcillas arenosas y arenas arcillosas	18	15	29
III	Gravas silíceas con arenas	20	5	37

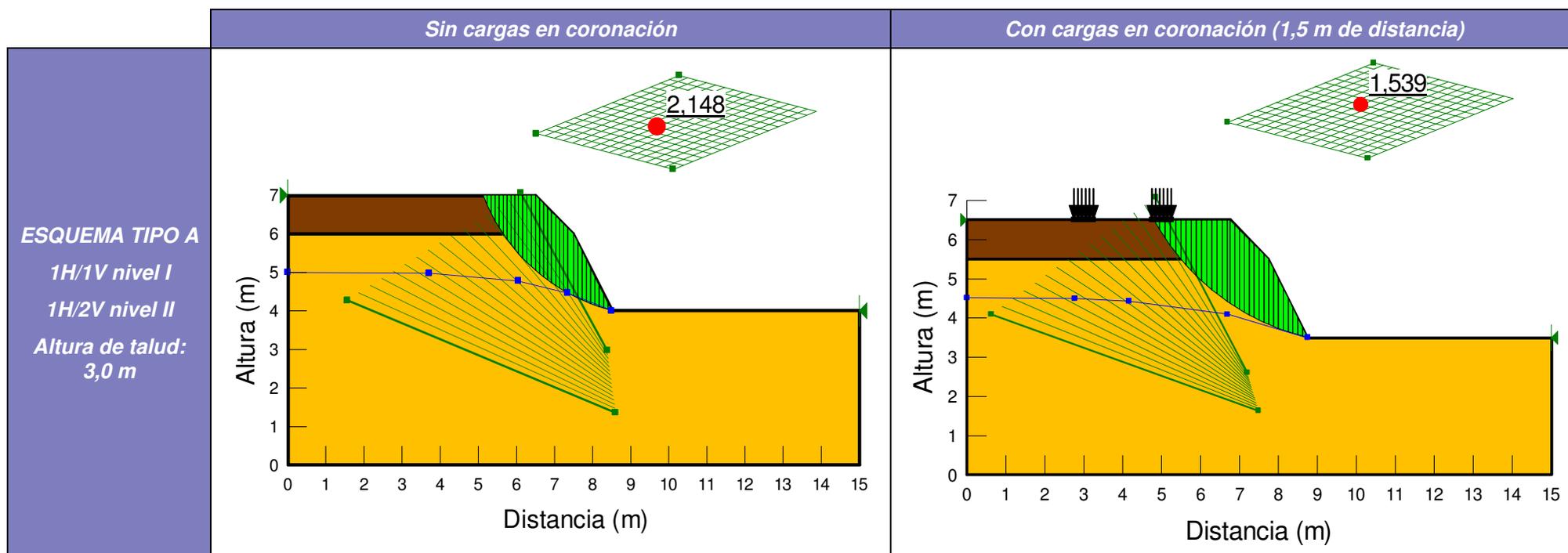
Se han considerado como unidades kN/m³ para la densidad y kPa para la cohesión dado que son las unidades de cálculo empleadas en el programa de estabilidad de taludes empleado.

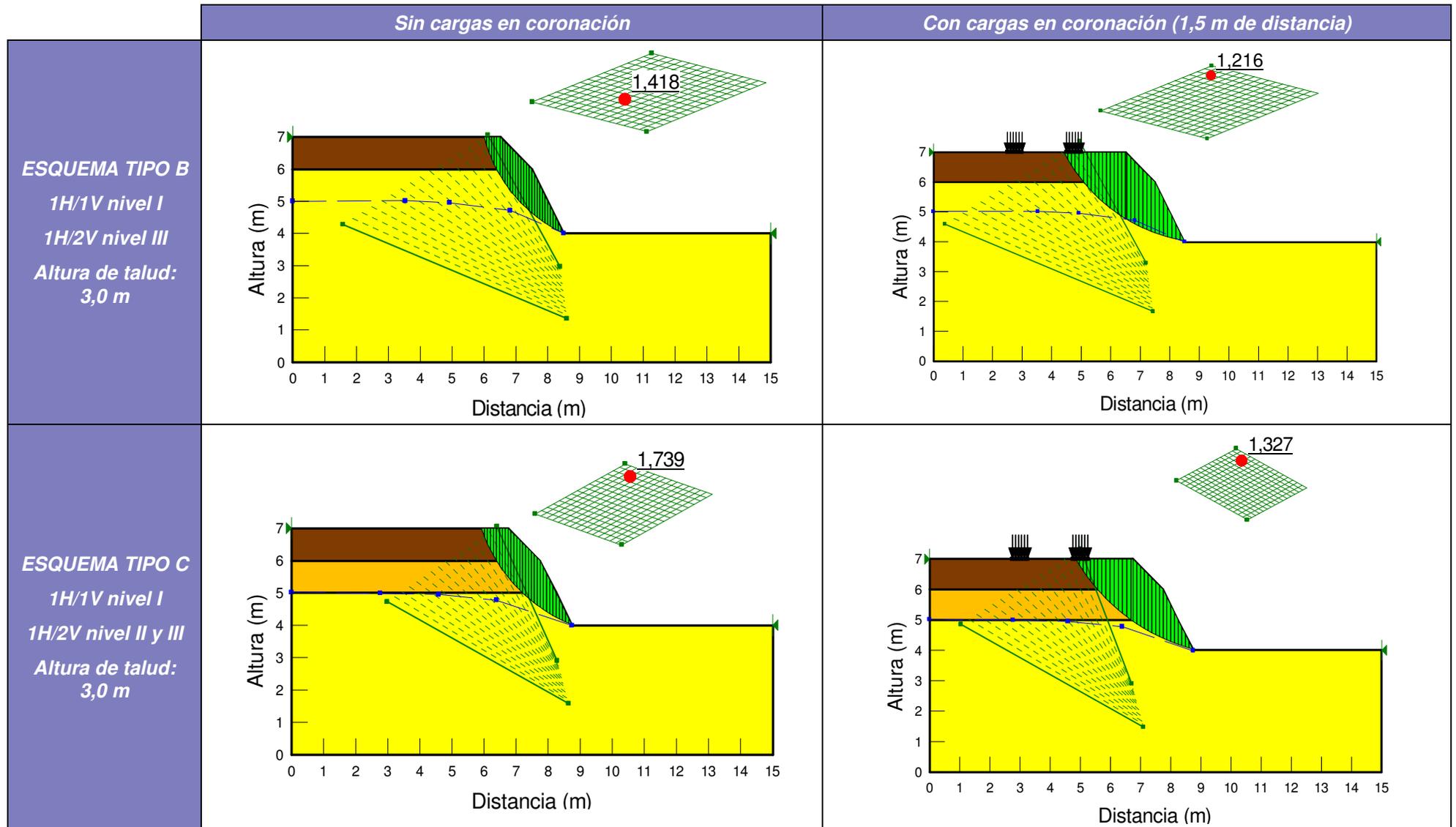
Para el análisis de estabilidad se considerarán dos supuestos iniciales para cada uno de los esquemas litológicos, todos ellos realizados para una altura de talud de 3,0 y 4,0 m:

- Talud 1H/1V para el nivel I y 1H/2V para el resto de niveles sin considerar cargas en coronación de talud y con una potencia del nivel I de tierra vegetal de hasta 1,0 m.
- Talud 1H/1V para el nivel I y 1H/2V para el resto de niveles suponiendo el efecto desfavorable de aplicación de una carga en coronación a 1,5 m del talud que simule la maquinaria de colocación de la tubería:



Con las condiciones de partida indicadas anteriormente se han obtenido tras el cálculo de estabilidad los siguientes factores de seguridad en cada supuesto analizado:



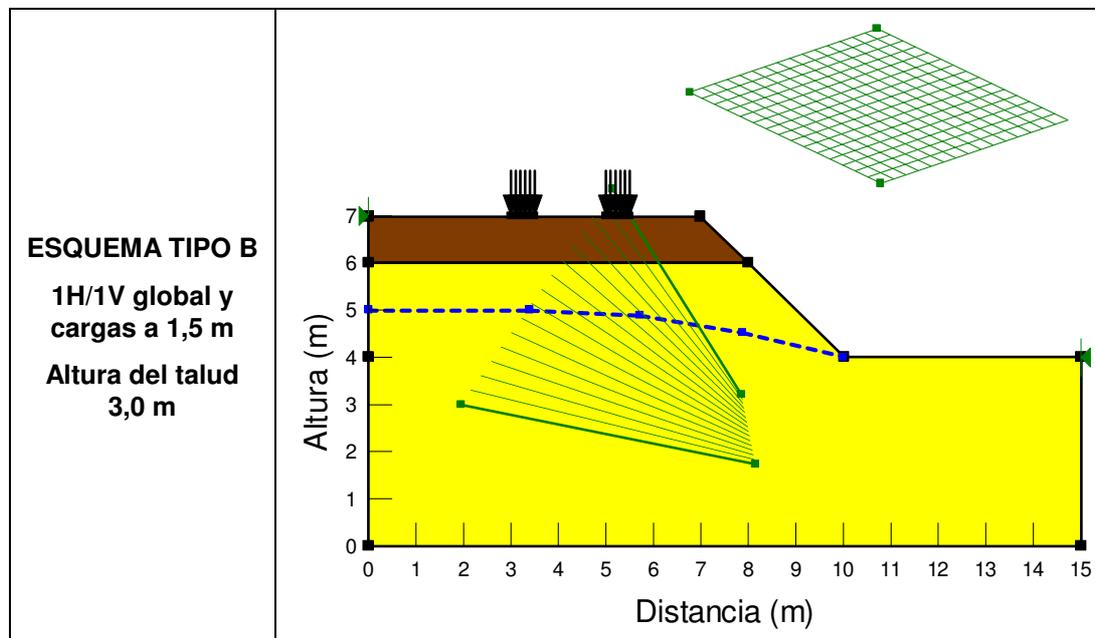


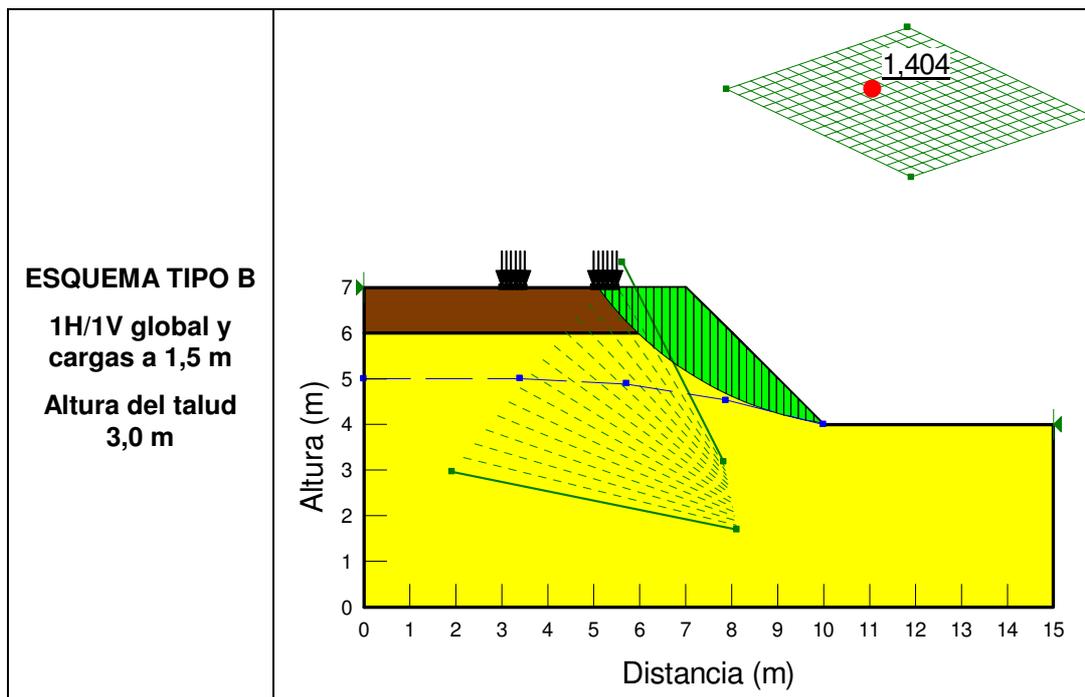
Como se puede observar en los esquemas anteriores, con una altura de talud de 3,0 m, en el caso de no existir cargas de maquinaria en la cabeza del talud todos los cálculos realizados arrojan un valor del factor de seguridad superior a $F.S. > 1,3$ y, por tanto, se puede considerar estable en condiciones transitorias como las que nos ocupan.

Una vez se disponen las cargas en las modelizaciones a 1,5 m de la coronación del talud y efectuados los cálculos oportunos se observa un descenso del factor de seguridad. No obstante, en el caso de los esquemas tipo A y C siguen siendo superiores a 1,3 ($F.S. = 1,54$ en el caso del esquema A y 1,33 en el caso del esquema C). Por su parte, en el supuesto de un talud según el esquema B donde los inicios del terreno natural se encuentra constituido por el nivel de gravas silíceas con arenas, es decir, un nivel eminentemente granular bajo la cobertera vegetal, se obtiene un valor de $F.S. < 1,3$ y por tanto se considera un talud inestable en condiciones transitorias.

Por este motivo, en este último caso del talud según el esquema tipo B se ha recalculado la estabilidad del mismo suponiendo una inclinación 1H/1V en toda su extensión hasta los 3,0 m de profundidad manteniendo la disposición de las cargas a 1,5 m de la coronación.

A continuación se muestran las imágenes de obtenidas del programa de cálculo:





Análisis esquema tipo B con altura de talud de 3,0 m

Dado que el talud 1H/1V en el nivel I junto con un talud 1H/2V en el nivel III no ha resultado estable para las condiciones consideradas (F.S. = 1,22) se ha procedido al abatimiento del talud con el fin de lograr una inclinación homogénea considerando un talud más tendido de 1H/1V (=45°) en todo el desarrollo de la excavación y para una altura máxima de 3,0 m situándose el nivel freático a 2,0 m de profundidad, obteniéndose bajo estas condiciones un F.S. = 1,4 y por tanto superior a 1,3 establecido como el mínimo para taludes transitorios.

En resumen, se considera estable un talud que se enmarque en los esquemas tipo A y C, es decir, con presencia de un nivel de arcillas arenosas y arenas arcillosas bajo el nivel de I de tierra vegetal, que se disponga con una inclinación 1H/1V para el nivel I y 1H/2V para el nivel II y el nivel III si este está presente bajo el nivel II, para alturas máximas de excavación de 3,0 m y presencia de un nivel freático a 2,0 m, obteniéndose en estas condiciones un factor de seguridad (F.S.) superior a F.S. > 1,3 en el supuesto de considerar la influencia desfavorable de cargas en su coronación y disponiendo éstas a una distancia de 1,5 m.

En el caso de un talud bajo el esquema B será necesario llevar a cabo una inclinación máxima de 1H/1V a lo largo de toda su extensión para una altura máxima igualmente de 3,0 m y la presencia de agua subterránea a 2,0 m.

Complementariamente a las modelizaciones anteriores se ha llevado a cabo el cálculo de estabilidad para aquellas excavaciones con una profundidad máxima de 4,0 m, cuyas salidas gráficas del programa de análisis se encuentran recogidas en el Anejo 8. En estos casos las características del terreno, la altura del nivel freático así como el peso de la maquinaria a emplear han sido los mismos que en los casos anteriores para una altura de 3,0 m

A continuación se expone una tabla resumen con los resultados obtenidos.

ALTURA DEL TALUD: 4 m		
Ángulo de talud	Sin cargas en coronación	Con cargas en coronación a 1,5 m
ESQUEMA TIPO A (nivel I + nivel II)		
1H/1V nivel I 1H/2V nivel II	1,73	1,34
ESQUEMA TIPO B (nivel I + nivel III)		
1H/1V en todo el talud	1,59	1,28
1H/1V en todo el talud y berma de 0,5 m después del nivel I	1,73	1,39
ESQUEMA TIPO C (nivel I + nivel II + nivel III)		
1H/1V nivel I 1H/2V nivel II y III	1,45	1,20
1H/1V en todo el talud	1,72	1,39

Como se puede observar en el caso del esquema tipo A puede seguir empleándose el mismo talud que se contemplaba para alturas máximas de 3,0 m, es decir, 1H/2V para el nivel II de arcillas arenosas y arenas arcillosas manteniendo un 1H/1V para la cobertera vegetal.

En el caso del esquema tipo B con una altura de 4,0 m y una inclinación de talud 1H/1V para todos los materiales implicados (tierra vegetal y gravas silíceas con arenas) el factor de seguridad obtenido resulta inferior a F.S. < 1,3 y, por tanto, se considera no estable en condiciones transitorias. Con el fin de mantener la misma distancia de las cargas a la coronación del talud se ha optado por la ejecución de una berma intermedia de 0,5 m de ancho situada en el contacto del nivel I con el nivel III. Esta modelización arroja un F.S. = 1,39 (>1,3) y por tanto se considera estable en condiciones transitorias.

Por último, en el esquema tipo C, no resulta factible la ejecución de un talud 1H/2V en los niveles II y III para taludes con alturas máximas de 4,0 m ya que el F.S. obtenido es $F.S. = 1,2 < 1,3$. Por tanto, se ha procedido al abatimiento del talud hasta una inclinación de 1H/1V a lo largo de toda su extensión obteniendo un $F.S. > 1,3$ ($F.S. = 1,39$).

Al igual que en los casos estudiados para una altura de talud de 3,0 m en este supuesto se ha establecido una potencia máxima del nivel I de tierra vegetal de 1,0 m, por lo que en el caso de que la altura de este nivel sea superior a la indicada en cualquier punto o zona de ejecución de las zanjas deberá ejecutarse un rebaje hasta alcanzar dicha condición.

Conclusiones y consideraciones generales del estudio de estabilidad de taludes

De acuerdo al análisis de estabilidad llevado a cabo, se han obtenido los siguientes factores de seguridad para los supuestos analizados considerándose en todos los casos una potencia máxima del nivel I de tierra vegetal no superior a 1,0 m:

ALTURA DEL TALUD: 3 m		
Ángulo de talud	Sin cargas en coronación	Con cargas en coronación a 1,5 m
ESQUEMA TIPO A (nivel I + nivel II)		
1H/1V nivel I 1H/2V nivel II	2,15	1,54
ESQUEMA TIPO B (nivel I + nivel III)		
1H/1V nivel I 1H/2V nivel III	1,42	1,22
1H/1V en todo el talud	> 1,42	1,40
ESQUEMA TIPO C (nivel I + nivel II + nivel III)		
1H/1V nivel I 1H/2V nivel II y III	1,74	1,33

ALTURA DEL TALUD: 4 m		
Ángulo de talud	Sin cargas en coronación	Con cargas en coronación a 1,5 m
ESQUEMA TIPO A (nivel I + nivel II)		
1H/1V nivel I 1H/2V nivel II	1,73	1,34
ESQUEMA TIPO B (nivel I + nivel III)		
1H/1V en todo el talud	1,59	1,28
1H/1V en todo el talud y berma de 0,5 m después del nivel I	1,73	1,39
ESQUEMA TIPO C (nivel I + nivel II + nivel III)		
1H/1V nivel I 1H/2V nivel II y III	1,45	1,20
1H/1V en todo el talud	1,72	1,39

Todos los valores obtenidos en el presente análisis son válidos bajo las condiciones de cálculo mencionadas en los apartados correspondientes, es decir, con un espesor máximo de tierra vegetal de 1,0 m para una profundidad de excavación máxima de 3,0 y 4,0 m, disposición de un nivel freático a 2,0 m y en el caso de considerar la influencia desestabilizadora correspondiente a la aplicación de una carga de 29,5 t en la cabeza del talud a una distancia de 1,5 m y 3,5 m de la misma (factores de seguridad de la segunda columna).

En resumen, se recomienda adoptar un talud 1H/1V en el nivel I a lo largo de toda la zona de actuación.

En el caso que bajo dicho nivel I se disponga de manera exclusiva el nivel III de gravas silíceas con arenas (esquema tipo B) el talud necesario en este material y por tanto en el conjunto del talud deberá ser de 1H/1V en el caso de una altura máxima de 3,0 m, siendo necesario la ejecución de una berma intermedia de 0,5 m tras el nivel I en el caso de taludes con alturas máximas de 4,0 m.

Si infrayacentemente al nivel I se dispusiera el nivel II de arcillas arenosas y arenas arcillosas la inclinación máxima para este nivel II no debería sobrepasar el 1H/2V (esquema tipo A) tanto para alturas de talud de 3,0 m como de 4,0 m.

Por último, en el caso de que bajo el nivel II de arcillas arenosas y arenas arcillosas se dispusiera el nivel III podrá seguir empleándose una inclinación 1H/2V siempre y cuando la altura de talud no supere los 3,0 m. En el supuesto de una altura de talud de 4,0 m bajo las condiciones expuesta anteriormente de nivel I + nivel II + nivel III (esquema tipo C) deberá abatirse el talud total de la excavación hasta una inclinación global del mismo 1H/1V.

El esquema predominante a lo largo de la zona de estudio se corresponde con el esquema A y será este el que deberá considerarse de manera general hacia la mitad oeste del área de estudio, es decir, desde la Estación de Bombeo hacia la ciudad de Zamora.

En la zona donde se ubicará la futura estación de bombeo y en la zona de implantación de tubería de hormigón, así como en las zonas más próximas al río de la mitad este del área de estudio, como sucede en el caso de la calicata C-15 parece probable la aparición del esquema B.

Por último, de forma puntual y fuertemente condicionado por la profundidad de excavación, puede producirse la aparición de los niveles expuestos en apartados anteriores bajo el esquema tipo C.

En el caso de lluvias y posibles encharcamientos de las zanjas, se recomienda llevar a cabo una revisión minuciosa y detallada de los taludes de excavación con objeto de detectar y corregir alguna posible inestabilidad que se pueda llegar a producir en algún punto de sus paredes. Sobre todo teniendo en cuenta que el programa de cálculo empleado no tiene en consideración factores externos tales como tiempo de permanencia de los taludes abiertos, meteorización de la superficie del talud, aguas de escorrentía superficial por procesos lluviosos, ciclos de hielo/deshielo... todos ellos factores que influyen directamente sobre todo tipo de materiales.

Los taludes de excavación recomendados e indicados anteriormente se han analizado desde el punto de vista geotécnico, por lo que complementariamente se deberán adoptar las restricciones y/o medidas de prevención y seguridad que la normativa vigente de seguridad y salud indique para llevar a cabo dichas actuaciones.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Como resumen de las consideraciones efectuadas en los apartados anteriores, pueden establecerse las siguientes conclusiones y recomendaciones:

- A) La zona objeto de estudio está situada en la gran cuenca intramontana, correspondiente a la Submeseta Septentrional o Cuenca del Duero, que se encuentra rellena por materiales terciarios y cuaternarios en régimen continental.
- B) Los trabajos de campo realizados han puesto de manifiesto la existencia de cuatro niveles, cuya posición y potencia pueden seguirse en las columnas litológicas de los sondeos y calicatas que se adjuntan en el Anejo 2 y Anejo 3 respectivamente, así como en el perfil Geológico-Geotécnico del Anejo 5.

Nivel I: Inicialmente se ha detectado en todas las calicatas llevadas a cabo, un nivel de **TIERRA VETGETAL** y puntualmente **RELLENOS** con un espesor variable aproximado de 0,3 – 1,7 m, sin que se descarte la existencia de potencias localmente superiores al tener en cuenta el carácter puntual de las inspecciones llevadas a cabo. Se trata fundamentalmente de un conjunto de diversos materiales desde arenas limosas hasta arcillas arenosas que frecuentemente presentan raíces y en algunas ocasiones gravas silíceas dispersas y materia carbonosa. Se ha detectado la presencia de carbonatos de manera dispersa en la matriz.

Nivel II: **ARCILLAS ARENOSAS y ARENAS ARCILLOSAS** de media plasticidad. Ha sido reconocido en todas las calicatas ejecutadas salvo en las inspecciones C-9, C-10 y C-15 realizadas en el futuro emplazamiento de la Estación de Bombeo y al este de la misma (C-15). Litológicamente está constituido por una mezcla heterogénea de arcillas arenosas y arenas arcillosas que en algunos casos pasan a arcillas ligeramente arenosas y puntualmente a arcillas limosas.

La profundidad de detección de este segundo nivel se muestra en la siguiente tabla:

<i>Calicata</i>	<i>Profundidad de localización respecto embocadura (m)</i>	<i>Espesor aproximado (m)</i>
C-1	0,9	--
C-2	0,8	--
C-3	1,6	--

<i>Calicata</i>	<i>Profundidad de localización respecto embocadura (m)</i>	<i>Espesor aproximado (m)</i>
C-4	1,7	0,5
C-5	0,9	--
C-6	1,7	0,2
C-7	1,1	1,1
C-8	0,9	1,7
C-9	--	--
C-10	--	--
C-11	0,4	1,3
C-12	1,1	--
C-13	1,5	--
C-14	1,2	1,1
C-15	0,3	2,2

Nivel III: **GRAVAS SILÍCEAS CON ARENAS** reconocidas por debajo del nivel I en el caso de los sondeos S-1 y S-2 y las calicatas C-9 y C-10 correspondientes a la Estación de Bombeo y bajo el nivel II en las inspecciones C-4, C-6, C-7, C-8, C-11, C-14 y C-15.

Ha sido detectado a partir de una profundidad mínima de aproximada 0,3 m en la calicata C-10 y máxima de 2,6 m en la calicata C-8 habiendo sido posible determinar su espesor únicamente en los sondeos S-1 y S-2 con un valor máximo de 3,9 m medidos en el sondeo S-1. La profundidad de detección de este tercer nivel se muestra en la siguiente tabla:

<i>Sondeo/Calicata</i>	<i>Profundidad de localización respecto embocadura (m)</i>
S-1	0,5
S-2	1,0
C-4	2,2
C-6	1,9
C-7	2,2
C-8	2,6
C-9	0,8
C-10	0,3
C-11	1,7

<i>Sondeo/Calicata</i>	<i>Profundidad de localización respecto embocadura (m)</i>
C-14	2,3
C-15	1,2

Litológicamente este nivel está compuesto por gravas silíceas redondeadas de tamaño máximo 15 cm y tamaños medios de 2 a 4 cm embebidos en una matriz arenosa con cantidades variables de finos de naturaleza no plástica. Se trata de un nivel eminentemente granular de naturaleza densa incluso muy densa por encima del nivel freático y floja a media por debajo de éste. En las calicatas C-9, C-10 y C-15 este nivel presenta en los inicios un subnivel eminentemente arenoso en el que destaca la ausencia de gravas predominando el elemento matriz. Por otro lado se ha detectado la presencia de carbonatos dispersos en la matriz así como en forma de costras alrededor de los cantos.

Nivel IV: **ARCILLAS LIGERAMENTE ARENOSAS. TERCIARIO.** Este último nivel ha sido reconocido únicamente en los sondeos S-1 y S-2 a una profundidad de 4,3 – 4,4 m aproximadamente desde la cota de embocadura de los sondeos, no habiendo sido posible establecer su potencia máxima al ser superior al alcance de los reconocimientos llevados a cabo.

Litológicamente se trata de arcillas ligeramente arenosas de baja a media plasticidad y naturaleza densa a muy densa, reconociéndose la presencia puntual de gravas silíceas de máximo 1 cm.

- C)** Los movimientos de tierras a realizar, respecto al grado de excavabilidad de los materiales reconocidos, se pueden calificar de manera general como de tipo FÁCIL y RIPABLES, ya que no se han observado indicios mediante los trabajos de campo que hagan pensar en el empleo de técnicas de excavación diferentes de las tradicionales para el alcance de las excavaciones previstas.
- D)** Posteriormente a la ejecución de los sondeos, una vez asimiladas las inestabilidades de la perforación, se ha detectado la presencia de agua subterránea a una profundidad de 2,4 m aproximadamente medida con respecto de sus cotas de embocadura.

Por su parte, durante la ejecución de las calicatas de inspección se ha detectado la presencia de agua subterránea en las inspecciones C-1, C-2, C-3, C-5, C-6, C-9 y C-10, llevadas a cabo hacia el oeste de la futura ubicación de la estación de bombeo, a las siguientes profundidades medidas respecto de sus cotas de embocadura:

<i>Sondeo/Calicata</i>	<i>Fecha de medición</i>	<i>Profundidad de detección</i>
S-1	06/03/2020	2,4
S-2	06/03/2020	2,4
C-1	10/02/2020	1,6
C-2	11/02/2020	2,3
C-3	10/02/2020	2,8
C-5	11/02/2020	2,7
C-6	10/02/2020	2,6
C-9	10/02/2020	2,3
C-10	10/02/2020	2,3

De manera general se puede indicar que se ha detectado agua subterránea en las inspecciones visuales llevadas a cabo de la Estación de bombeo hacia el oeste de la misma, es decir, de la Estación de Bombeo y Villaralbo hacia la ciudad de Zamora.

Por tanto, para el alcance de las excavaciones máximas previstas en las zanjas de la futura red de riego con alcances máximos de 3,0 – 4,0 m, no se descarta que los trabajos se puedan ver dificultados hacia la base de las zanjas en aquellas de mayor entidad, recomendándose disponer en obra de los medios mecánicos pertinentes para su evacuación en caso necesario.

Por último, se debe tener en cuenta que la posición del nivel freático es un dato puntual y válido para el momento de la medición, al encontrarse las posibles oscilaciones de su posición fuertemente condicionadas por los distintos factores climáticos y meteorológicos.

E) A la vista de las columnas litológicas de los sondeos y las calicatas practicados en la parcela que albergará la estación de bombeo y la cántara (C-9 y C-10), de los ensayos de penetración dinámica y de los ensayos de laboratorio llevados a cabo se recomienda alcanzar como nivel de apoyo de la cimentación:

- Estación de bombeo: Los inicios del terreno natural reconocido en la zona de estudio y descrito como nivel III de gravas silíceas con arenas, observado en las inspecciones visuales llevadas a cabo a partir de una profundidad de 0,3 – 1,0 m aproximadamente con respecto de sus cotas de embocadura y presentando un espesor de 3,3 – 3,9 m aproximadamente. La cimentación se podrá llevar a cabo mediante zapatas aisladas y/o corrida, según esquemas de carga, siendo recomendable adoptar una tensión admisible del terreno no superior a 2,1 kp/cm².

- Cántara y arqueta de filtros: Dado que la excavación máxima prevista para estos elementos se situará a 8,0 m aproximadamente respecto de la superficie topográfica actual (cota superior de solera 620,6 – 621,0), la cimentación se encontrará alojada en el nivel IV de arcillas ligeramente arenosas reconocida en los sondeos practicados a partir de una profundidad de 4,3 – 4,4 m aproximadamente respecto de sus cotas de embocadura.

En este caso se recomienda llevar a cabo la cimentación mediante losa, siendo recomendable adoptar una tensión admisible del terreno no superior a 3,0 kp/cm². Por su parte y de acuerdo a las tabulaciones empíricas incluidas en el CTE, para el cálculo de la misma se podrá considerar un coeficiente de balasto $K_{30} = 3,0 - 4,0$ kp/cm³.

Por último, se recomienda el seguimiento de los trabajos con objeto de asegurar la total eliminación del nivel I de tierra vegetal y posibles rellenos existentes, asegurando de este modo el correcto apoyo de la cimentación en el terreno natural indicado para cada caso.

- F)** De acuerdo a los resultados obtenidos en la muestra de suelo analizada no resulta necesario el empleo de cementos sulforresistentes al ser la concentración de sulfatos obtenidas inferiores a la indicada en la EHE para llevar a cabo dicha actuación.

No obstante, y de acuerdo a la concentración de sulfatos alcanzada en la muestra de agua analizada resulta necesario considerar un tipo de ambiente Qa (ataque débil).

- G)** Los materiales más superficiales reconocidos en la zona de estudio han sido clasificados de acuerdo al PG-3 de la siguiente manera:

- Nivel II de arcillas arenosas y arenas arcillosas se puede clasificar, de acuerdo a los resultados obtenidos en las muestras de suelo analizadas pertenecientes a las calicatas C-2, C-5, C-7 y C-12, como un suelo **TOLERABLE** para su uso como terraplén.
- Nivel III de gravas silíceas con arenas y de acuerdo a los resultados obtenidos en las muestras de suelo analizadas pertenecientes a las calicatas C-10 y C-11 se pueden calificar como **SELECCIONADO tipo 3** para su uso como terraplén dado que su CBR ≥ 20

Para la formación de explanada tipo E1, E2 y E3 se recomienda seguir las consideraciones indicadas en el apartado 4.5.

- H) La ciudad de Zamora y más concretamente la localidad de Villaralbo se encuentra situada dentro del mapa de peligrosidad sísmica de la NCSE-02 en una zona de aceleración sísmica básica $a_b < 0,04g$, por lo que no resulta necesario determinar de cada unidad geotécnica observada el coeficiente sismorresistente C de acuerdo al DBSE-C.
- I) De acuerdo al análisis de estabilidad llevado a cabo, se han obtenido los siguientes factores de seguridad para los supuestos analizados en el apartado 4.7, considerándose en todos los casos una potencia máxima del nivel I de tierra vegetal no superior a 1,0 m:

ALTURA DEL TALUD: 3 m		
Ángulo de talud	Sin cargas en coronación	Con cargas en coronación a 1,5 m
ESQUEMA TIPO A (nivel I + nivel II)		
1H/1V nivel I 1H/2V nivel II	2,15	1,54
ESQUEMA TIPO B (nivel I + nivel III)		
1H/1V nivel I 1H/2V nivel III	1,42	1,22
1H/1V en todo el talud	> 1,42	1,40
ESQUEMA TIPO C (nivel I + nivel II + nivel III)		
1H/1V nivel I 1H/2V nivel II y III	1,74	1,33

ALTURA DEL TALUD: 4 m		
Ángulo de talud	Sin cargas en coronación	Con cargas en coronación a 1,5 m
ESQUEMA TIPO A (nivel I + nivel II)		
1H/1V nivel I 1H/2V nivel II	1,73	1,34
ESQUEMA TIPO B (nivel I + nivel III)		
1H/1V en todo el talud	1,59	1,28
1H/1V en todo el talud y berma de 0,5 m después del nivel I	1,73	1,39
ESQUEMA TIPO C (nivel I + nivel II + nivel III)		
1H/1V nivel I 1H/2V nivel II y III	1,45	1,20
1H/1V en todo el talud	1,72	1,39

Todos los valores obtenidos en el presente estudio son válidos bajo las condiciones de cálculo mencionadas en los apartados anteriores, es decir, con un espesor máximo de tierra vegetal de 1,0 m para una profundidad de excavación máxima de 3,0 m y 4,0 m, disposición de un nivel freático a 2,0 m y en el caso de considerar la influencia desestabilizadora correspondiente a la aplicación de una carga de 29,5 t en la cabeza del talud a una distancia de 1,5 m y 3,5 m de la misma (factores de seguridad de la segunda columna).

El esquema predominante a lo largo de la zona de estudio se corresponde con el esquema A y será este el que deberá considerarse de manera general hacia la mitad oeste del área de estudio, es decir, desde la Estación de Bombeo hacia la ciudad de Zamora recomendándose adoptar un tendido 1H/1V para el nivel I de tierra vegetal y 1H/2V para los inicios del terreno natural reconocidos en esta zona como arenosas y arenas arcillosas.

En la zona donde se ubicará la futura estación de bombeo y en la zona de implantación de tubería de hormigón, así como en las zonas más próximas al río de la mitad este del área de estudio, como sucede en el caso de la calicata C-15, parece probable la aparición de manera genérica del esquema B de naturaleza fundamentalmente granular, donde se recomienda considerar un ángulo de talud máximo 1H/1V para todos los materiales afectados y que en esta zona se concretan en tierra vegetal y gravas silíceas con arenas, debiendo ejecutarse una berma de 0,5 m de ancho tras el nivel I en el caso de alturas de talud superiores a 3,0 m y máximas de 4,0 m.

Por último, de forma puntual hacia la mitad este del área de estudio y fuertemente condicionado por la profundidad de excavación, puede producirse la aparición de los niveles expuestos en apartados anteriores bajo el esquema tipo C para los cuales se podrá adoptar un tendido máximo de 1H/2V en el caso de alturas de hasta 3,0 m con un talud 1H/1V para la cobertera vegetal y una inclinación global de 1H/1V en el supuesto de alturas máximas de 4,0 m.

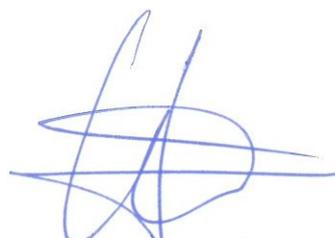
En el caso de lluvias y posibles encharcamientos de las zanjas, se recomienda llevar a cabo una revisión minuciosa y detallada de los taludes de excavación con objeto de detectar y corregir alguna posible inestabilidad que se pueda llegar a producir en algún punto de sus paredes. Sobre todo teniendo en cuenta que el programa de cálculo empleado no tiene en consideración factores externos tales como tiempo de permanencia de los taludes abiertos, meteorización de la superficie del talud, aguas de escorrentía superficial por procesos lluviosos, ciclos de hielo/deshielo... todos ellos factores que influyen directamente sobre todo tipo de materiales.

Este informe consta de sesenta y seis (66) páginas numeradas correlativamente de la 1 a la 66, ambas incluidas, más ocho (8) anejos.

Valladolid, 17 de abril de 2020



VºBº: ALMUDENA AGUADO MORI
- Ingeniero de Minas -
JEFE DEL DEPARTAMENTO



Fdo: GUILLERMO GARCÍA HERRERA
- Licenciado en Geología -

ANEJO 1

SITUACIÓN DE LOS TRABAJOS DE CAMPO



LEYENDA

-  Calicata
-  Red de riego

FECHA:

Marzo 2020

ESCALA(S):

1/10.000

TRABAJO:

P2016002-008

OBRA:

ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA MODERNIZACIÓN DEL REGADÍO DEL SECTOR I DEL CANAL DE SAN JOSÉ, ZAMORA

SOLICITANTE:

INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y LEÓN-ITACYL-

TÍTULO DEL PLANO:

PLANO 1: SITUACIÓN DE LAS CALICATAS EJECUTADAS Y OCUPACIÓN APROXIMADA DE LA RED DE RIEGO



LEYENDA

-  Calicata
-  Red de riego

FECHA:

Marzo 2020

ESCALA(S):

1/10.000

TRABAJO:

P2016002-008

OBRA:

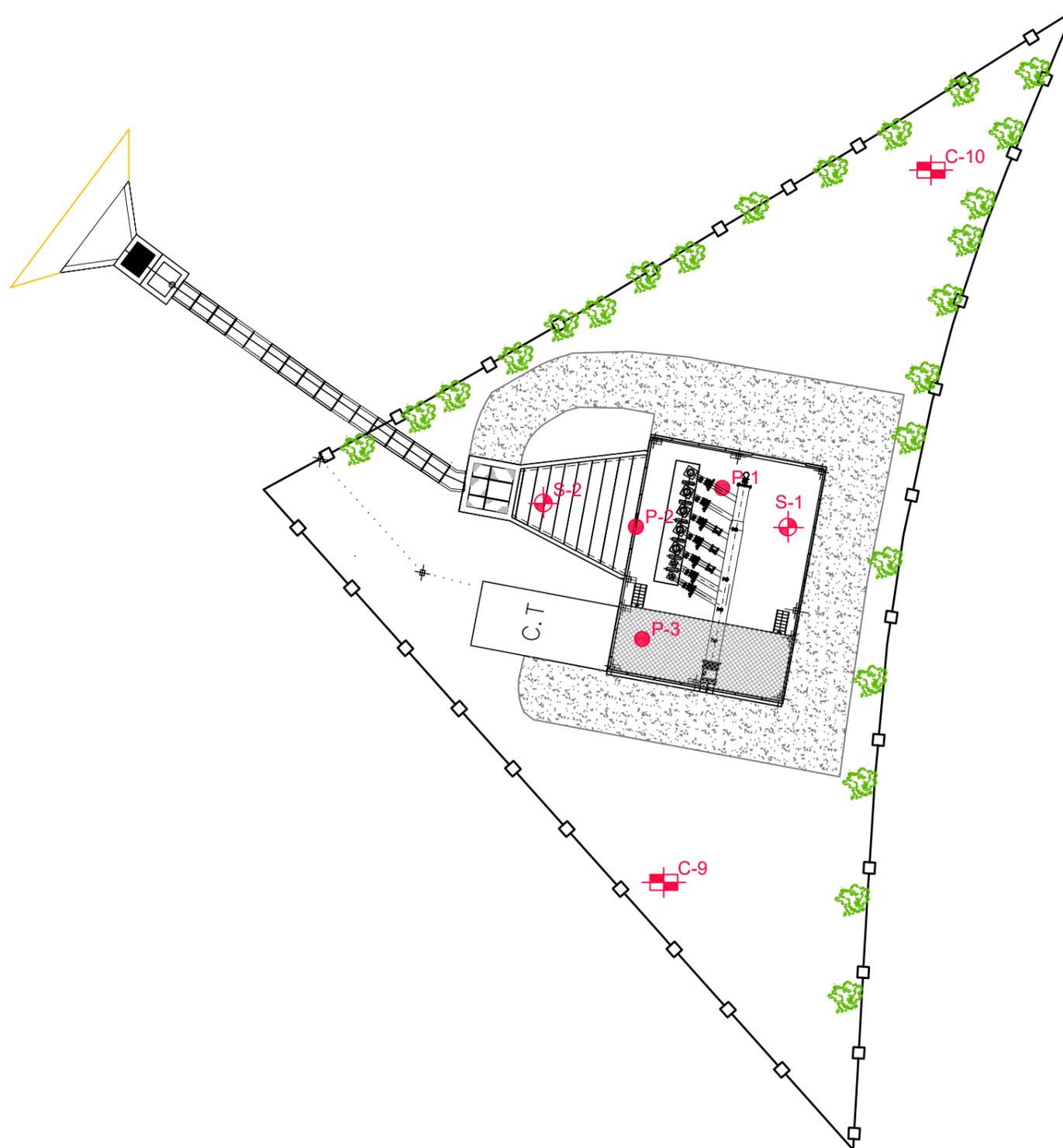
ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA
MODERNIZACIÓN DEL REGADÍO DEL SECTOR I DEL
CANAL DE SAN JOSÉ, ZAMORA

SOLICITANTE:

INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y
LEÓN-ITACYL-

TÍTULO DEL PLANO:

PLANO 2: SITUACIÓN DE LAS
CALICATAS EJECUTADAS Y
OCUPACIÓN APROXIMADA DE LA RED
DE RIEGO



LEYENDA

-  Sondeo
-  Calicata
-  Penetrómetro
-  Vista fotográfica

FECHA:

Marzo 2020

ESCALA(S):

1/500

TRABAJO:

P2016002-008

OBRA:

**ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA
MODERNIZACIÓN DEL REGADÍO DEL SECTOR I DEL
CANAL DE SAN JOSÉ (ZAMORA)**

SOLICITANTE:

**INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y
LEÓN-ITACYL-**

TÍTULO DEL PLANO:

**PLANO 3: SITUACIÓN DE LOS
TRABAJOS DE CAMPO Y OCUPACIÓN
APROXIMADA DE LOS ELEMENTOS Y
EDIFICIOS ASOCIADOS A LA ESTACIÓN
DE BOMBEO**

ANEJO 2

COLUMNAS LITOLÓGICAS DE LOS SONDEOS



Acreditación 12011GTC07 para la ejecución de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ" por la Junta de Castilla y León

SOLICITANTE: INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y LEÓN -ITACYL-

TÍTULO: ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO EN EL SECTOR I DEL CANAL DE SAN JOSÉ.

LOCALIDAD: ZAMORA.

HOJA N°. 1/2

TRABAJO P2016002-008

N°. DE SONDEO S-1

COTA ± 0.0

FECHA 13/02/2020

Cotas totales m (1:50)	Corte geológico	Rec. testigo %	Nivel freático	NATURALEZA DEL TERRENO	Perforación		Muestra (P) Parafinada (I) Inalterada (A) Alterada	Prueba de S.P.T. Maza de 63.5 Kg caída de 75 cm		N. golpes para avanzar 30 cm.	Prof.	N			
					Ø m/m	Sistema		Prof.	N						
0.50				0.00-0.50 TIERRA VEGETAL Arcillas ligeramente limosas con alguna grava silíceea redondeada de manera dispersa. Color marrón oscuro. Presencia de raíces y carbonatos dispersos en la matriz.	101	W									
4.40			2.4	0.50-4.40 GRAVAS Y CANTOS SILICEOS con ARENAS de grano medio a grueso. Tamaño máximo 11-12 cm y medio 3-4 cm. Color marrón claro y presencia de carbonatos tanto dispersos como en forma de costras blanquecinas alrededor de los cantos si están por encima del nivel freático.						3.00	9	18	N=39		
12.20			100	4.40-12.20 ARCILLAS ligeramente arenosas de color marrón amarillento a marrón rojizo.	86		(I) 6.00	29	42	50	6.45				
							(I) 9.00	26	39	38	46	9.60	16	19	N=43
									10.20				24	36	
							(I) 11.00	21	33	36	50	11.60	23	30	N=69
													39	50	



Acreditación 12011GTC07 para la ejecución de sondeos, toma de muestras y ensayos "in situ" por la Junta de Castilla y León

SOLICITANTE: INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y LEÓN -ITACYL-

TÍTULO: ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO EN EL SECTOR I DEL CANAL DE SAN JOSÉ.

LOCALIDAD: ZAMORA.

HOJA N°. 2/2

TRABAJO P2016002-008

N°. DE SONDEO S-2

COTA ± 0.0

FECHA 12/02/2020

Cotas totales m (1:50)	Corte geológico	Rec. testigo %	Nivel freático	NATURALEZA DEL TERRENO	Perforación		Muestra (P) Parafinada (I) Inalterada (A) Alterada	Prueba de S.P.T. Maza de 63.5 Kg caída de 75 cm		N. golpes para avanzar 30 cm.	N. golpes		
					Ø m/m	Sistema		Prof.					
1.00				0.00-1.00 TIERRA VEGETAL Arcillas ligeramente limosas con gravas silíceas redondeadas. Color marrón oscuro. Presencia de raíces y carbonatos dispersos en la matriz.	101	W							
2.4			(06/03/2020) Sondeo entubado	1.00-4.30 GRAVAS Y CANTOS SILÍCEOS con ARENAS de grano medio grueso. Gravas y cantos de tamaño máximo 11-12 cm y medio 3-4 cm. Color marrón claro y presencia de carbonatos tanto dispersos como en forma de costras blanquecinas alrededor de los cantos si están por encima del nivel freático.					2.00	26 33 21 16	N=54		
4.30			100	4.30-12.20 ARCILLAS ligeramente arenosas con algún subnivel con indicios de grava silícea de 0.5-1 cm. Color marrón amarillento a marrón rojizo. - De 11.20 a 11.60 presenta un nivel flojo.	86	W							
									(I) 8.00				
									26 37 50 8.60	8.60	22 36 R	N=R	
									(I) 10.00				
							22 28 31 42 10.60	10.60	17 18 37 46	N=55			
							(P) 11.80						
12.20							11.20						
							12.20						

ANEJO 3

COLUMNAS LITOLÓGICAS DE LAS CALICATAS



ESCALA :
1/20

VERIFICADO:

SOLICITANTE: INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y LEÓN-ITACYL-

TÍTULO: ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO EN EL SECTOR I DEL CANAL DE SAN JOSÉ

LOCALIDAD: ZAMORA

HOJA N°. 1/15

TRABAJO P2016002-008

N° DE CALICATA C-1

COTA ± 0.0

FECHA 10/02/2020

Cotas Totales m.	Corte Geológico	Nivel Freático	NATURALEZA DEL TERRENO	HUMEDAD		CONSISTENCIA		MUESTRAS	
				Seca (S) Húmeda (H) Empapada (E)		Blanda/Suelta (B) Firme/Compacta (F) Dura/Rígida (D)		PROFUNDIDAD (m)	Número de laboratorio (VLS-)
0.90		1.6	0.00-0.90 TIERRA VEGETAL Arenas arcillosas de color marrón oscuro con carbonatos dispersos en la matriz y abundantes raíces en los primeros 20 cm.	H		B			
					H		B		
			0.90-2.20 ARCILLAS LIMOSAS a ligeramente arenosas de color marrón claro. Se produce un rezume de agua de las paredes que provoca pequeños desprendimientos.	H		B	M-1 (1.2 m)	VLS- ---	
2.20					E		B		



ESCALA :
1/20

VERIFICADO:

SOLICITANTE: INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y LEÓN-ITACYL-
TÍTULO: ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO EN EL SECTOR I DEL CANAL DE SAN JOSÉ
LOCALIDAD: ZAMORA

HOJA N°. 2/15

TRABAJO P2016002-008

N° DE CALICATA C-2

COTA ± 0.0

FECHA 11/02/2020

Cotas Totales m.	Corte Geológico	Nivel Freático	NATURALEZA DEL TERRENO	HUMEDAD		CONSISTENCIA		MUESTRAS	
				Seca (S) Húmeda (H) Empapada (E)		Blanda/Suelta (B) Firme/Compacta (F) Dura/Rígida (D)		PROFUNDIDAD (m)	Número de laboratorio (VLS-)
0.80			0.00-0.80 TIERRA VEGETAL Arcillas arenosas de grano fino a arcillas ligeramente arenosas. Color marrón oscuro y carbonatos dispersos en la matriz.	SH		B			
				SH		B			
2.60		<u>2.3</u>	0.80-2.60 ARCILLAS LIMOARENOSAS de grano fino con abundantes nódulos de carbonato. Color ocre a marrón claro. A partir de la cota de detección del nivel freático se producen pequeños derrumbes.	SH		BF		M-2 (1.1 m)	VLS- 30847
				SH		BF			
				SH		F			
				E		F			



ESCALA :
1/20

VERIFICADO:

SOLICITANTE: INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y LEÓN-ITACYL-
TÍTULO: ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO EN EL SECTOR I DEL CANAL DE SAN JOSÉ
LOCALIDAD: ZAMORA

HOJA N°. 3/15

TRABAJO P2016002-008

N° DE CALICATA C-3

COTA ± 0.0

FECHA 10/02/2020

Cotas Totales m.	Corte Geológico	Nivel Freático	NATURALEZA DEL TERRENO	HUMEDAD		CONSISTENCIA		MUESTRAS	
				Seca (S) Húmeda (H) Empapada (E)		Blanda/Suelta (B) Firme/Compacta (F) Dura/Rígida (D)		PROFUNDIDAD (m)	Número de laboratorio (VLS-)
1.60			0.00-1.60 TIERRA VEGETAL Arcillas limoarenosas de color marrón oscuro con carbonatos dispersos y abundantes restos carbonosos.	H		B			
		<u>2.8</u>	1.60-2.90 ARENAS ligeramente arcillosas de color marrón rojizo con carbonatos dispersos en la matriz y en determinados niveles como nódulos blanquecinos de tamaño centimétrico.	H		B		M-3 (1.8 m)	VLS- ----
				H		B			
2.90				E		B			



ESCALA :
1/20

VERIFICADO:

SOLICITANTE: INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y LEÓN-ITACYL-
TÍTULO: ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO EN EL SECTOR I DEL CANAL DE SAN JOSÉ
LOCALIDAD: ZAMORA

HOJA N°. 5/15

TRABAJO P2016002-008

N° DE CALICATA C-5

COTA ± 0.0

FECHA 11/02/2020

Cotas Totales m.	Corte Geológico	Nivel Freático	NATURALEZA DEL TERRENO	HUMEDAD		CONSISTENCIA		MUESTRAS	
				Seca (S) Húmeda (H) Empapada (E)		Blanda/Suelta (B) Firme/Compacta (F) Dura/Rígida (D)		PROFUNDIDAD (m)	Número de laboratorio (VLS-)
0.90			0.00-0.90 TIERRA VEGETAL Y RELLENOS Arcillas arenosas de grano fino a arcillas ligeramente arenosas. Color marrón oscuro y carbonatos dispersos en la matriz. Presenta restos cerámicos y abundantes raíces.	S		B			
				S		BF			
2.90		2.7	0.90-2.90 ARCILLAS LIMOARENOSAS de color ocre y abundantes carbonatos en forma de nódulos blanquecinos que generan una ligera cementación.	S		F		M-4 (1.2 m)	VLS- 30848
				S		F			
				H		F			
				E		BF			



ESCALA :
1/20

VERIFICADO:

SOLICITANTE: INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y LEÓN-ITACYL-
TÍTULO: ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO EN EL SECTOR I DEL CANAL DE SAN JOSÉ
LOCALIDAD: ZAMORA

HOJA N°. 10/15

TRABAJO P2016002-008

N° DE CALICATA C-10

COTA ± 0.0

FECHA 10/02/2020

Cotas Totales m.	Corte Geológico	Nivel Freático	NATURALEZA DEL TERRENO	HUMEDAD		CONSISTENCIA		MUESTRAS	
				Seca (S) Húmeda (H) Empapada (E)		Blanda/Suelta (B) Firme/Compacta (F) Dura/Rígida (D)		PROFUNDIDAD (m)	Número de laboratorio (VLS-)
0.30			0.00-0.30 TIERRA VEGETAL Arenas ligeramente arcillosas de grano fino y color marrón oscuro. Presenta restos cerámicos y esporádicas gravas silíceas. Carbonatos dispersos en la matriz.	SH		B			
1.90			0.30-1.90 ARENAS ligeramente arcillosas, de grano fino a medio y color ocre. Presenta carbonatos dispersos en la matriz.	H		B			
2.50		2.3	1.90-2.50 GRAVAS SILÍCEAS con ARENAS de grano medio a grueso. Las gravas tienen formas redondeadas y un tamaño máximo de 8-10 cm y medio de 1-2 cm. Color ocre.	H		B			
				E		B	M-6 (1.9 m)	VLS- 30851	

ANEJO 4

ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA CONTINUA

TRABAJO: **P2016002-008**

MUESTRA: **VLSI-45696**

CLAVE:

Hoja 1 de 1

Peticionario: INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y LEÓN-ITACYL-
Dirección: Ctra. Burgos, Km 119- Finca Zamadueñas 47071 VALLADOLID VALLADOLID
Obra: Estudio Geológico-Geotécnico en el Sector I del Canal de San José (Zamora)
Localización : Penetrómetro P-1

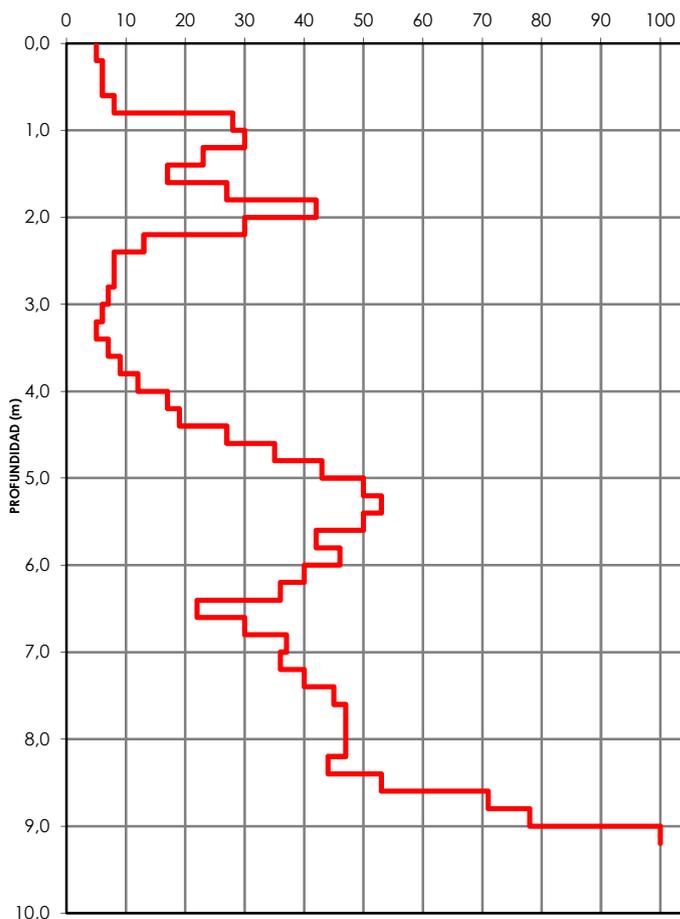
RESULTADO DE ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA (UNE-EN ISO 22476-2: 2008)

Fecha de realización: 11/02/2020 **Hora de inicio:** 11:20 **Hora de finalización:** 12:30
Profundidad de nivel piezométrico (m): **Cota del terreno (m):** 0
Tipo de penetrómetro: DPSH-B **Sección puntaza:** Circular **Tipo de cono:** Perdido
Diam. cono antes ensayo (mm): 50,5 **Área de base (cm²):** 20
Altura de caída (cm): 75 **Peso de maza (kg):** 63,5 **Longitud de varilla (mm):** 1000

GRÁFICO DE PENETRACIÓN

GOLPES

Profundidad	Golpe	Profundidad	Golpe	Profundidad	Golpe	Profundidad	Golpe
0-0,2	5	6-6,2	40	-		-	
0,2-0,4	6	6,2-6,4	36	-		-	
0,4-0,6	6	6,4-6,6	22	-		-	
0,6-0,8	8	6,6-6,8	30	-		-	
0,8-1	28	6,8-7	37	-		-	
1-1,2	30	7-7,2	36	-		-	
1,2-1,4	23	7,2-7,4	40	-		-	
1,4-1,6	17	7,4-7,6	45	-		-	
1,6-1,8	27	7,6-7,8	47	-		-	
1,8-2	42	7,8-8	47	-		-	
2-2,2	30	8-8,2	47	-		-	
2,2-2,4	13	8,2-8,4	44	-		-	
2,4-2,6	8	8,4-8,6	53	-		-	
2,6-2,8	8	8,6-8,8	71	-		-	
2,8-3	7	8,8-9	78	-		-	
3-3,2	6	9-9,2	100	-		-	
3,2-3,4	5	-		-		-	
3,4-3,6	7	-		-		-	
3,6-3,8	9	-		-		-	
3,8-4	12	-		-		-	
4-4,2	17	-		-		-	
4,2-4,4	19	-		-		-	
4,4-4,6	27	-		-		-	
4,6-4,8	35	-		-		-	
4,8-5	43	-		-		-	
5-5,2	50	-		-		-	
5,2-5,4	53	-		-		-	
5,4-5,6	50	-		-		-	
5,6-5,8	42	-		-		-	
5,8-6	46	-		-		-	



Observaciones:

Valladolid, a 12/02/2020

V.º B.º: Almudena AGUADO MORI
DIRECTORA DEL LABORATORIO

Edo.: José Pedro DÍEZ MEDIAVILLA
JEFE DE LABORATORIO

TRABAJO: **P2016002-008**

MUESTRA: **VLSI-45697**

CLAVE:

Hoja 1 de 1

Peticionario: INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y LEÓN-ITACYL-
Dirección: Ctra. Burgos, Km 119- Finca Zamadueñas 47071 VALLADOLID VALLADOLID
Obra: Estudio Geológico-Geotécnico en el Sector I del Canal de San José (Zamora)
Localización : Penetrómetro P-2

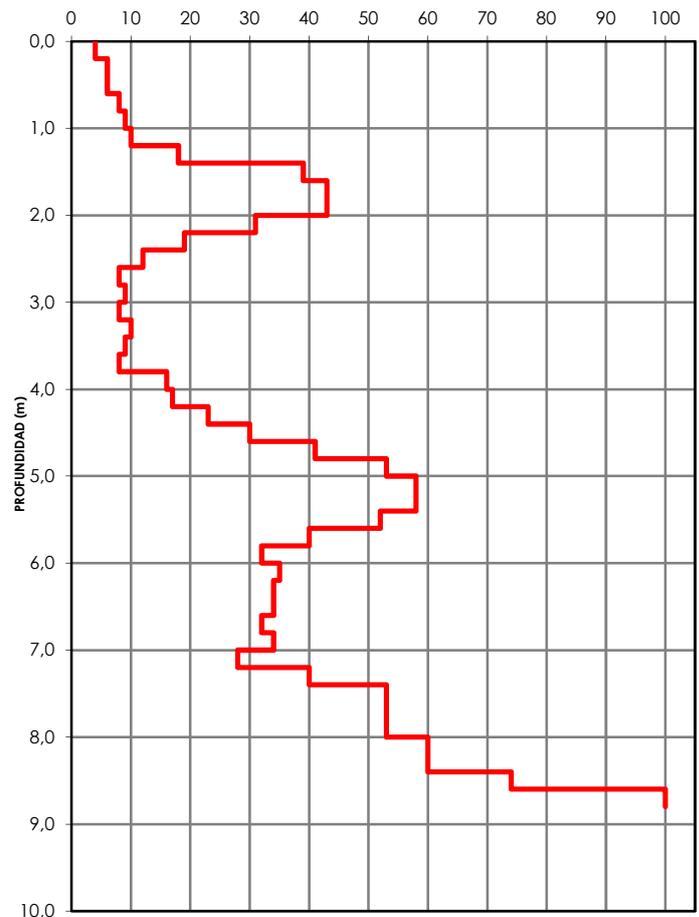
RESULTADO DE ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA (UNE-EN ISO 22476-2: 2008)

Fecha de realización: 11/02/2020 **Hora de inicio:** 12:40 **Hora de finalización:** 13:40
Profundidad de nivel piezométrico (m): **Cota del terreno (m):** 0
Tipo de penetrómetro: DPSH-B **Sección puntaza:** Circular **Tipo de cono:** Perdido
Diam. cono antes ensayo (mm): 50,5 **Área de base (cm²):** 20
Altura de caída (cm): 75 **Peso de maza (kg):** 63,5 **Longitud de varilla (mm):** 1000

GRÁFICO DE PENETRACIÓN

GOLPES

Profundidad	Golpe	Profundidad	Golpe	Profundidad	Golpe	Profundidad	Golpe
0-0,2	4	6-6,2	35	-		-	
0,2-0,4	6	6,2-6,4	34	-		-	
0,4-0,6	6	6,4-6,6	34	-		-	
0,6-0,8	8	6,6-6,8	32	-		-	
0,8-1	9	6,8-7	34	-		-	
1-1,2	10	7-7,2	28	-		-	
1,2-1,4	18	7,2-7,4	40	-		-	
1,4-1,6	39	7,4-7,6	53	-		-	
1,6-1,8	43	7,6-7,8	53	-		-	
1,8-2	43	7,8-8	53	-		-	
2-2,2	31	8-8,2	60	-		-	
2,2-2,4	19	8,2-8,4	60	-		-	
2,4-2,6	12	8,4-8,6	74	-		-	
2,6-2,8	8	8,6-8,8	100	-		-	
2,8-3	9	-		-		-	
3-3,2	8	-		-		-	
3,2-3,4	10	-		-		-	
3,4-3,6	9	-		-		-	
3,6-3,8	8	-		-		-	
3,8-4	16	-		-		-	
4-4,2	17	-		-		-	
4,2-4,4	23	-		-		-	
4,4-4,6	30	-		-		-	
4,6-4,8	41	-		-		-	
4,8-5	53	-		-		-	
5-5,2	58	-		-		-	
5,2-5,4	58	-		-		-	
5,4-5,6	52	-		-		-	
5,6-5,8	40	-		-		-	
5,8-6	32	-		-		-	



Observaciones:

Valladolid, a 12/02/2020

V.º B.º: Almudena AGUADO MORI
DIRECTORA DEL LABORATORIO

Edo.: José Pedro DÍEZ MEDIAVILLA
JEFE DE LABORATORIO

TRABAJO: **P2016002-008**

MUESTRA: **VLSI-45698**

CLAVE:

Hoja 1 de 1

Peticionario: INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y LEÓN-ITACYL-
Dirección: Ctra. Burgos, Km 119- Finca Zamadueñas 47071 VALLADOLID VALLADOLID
Obra: Estudio Geológico-Geotécnico en el Sector I del Canal de San José (Zamora)
Localización : Penetrómetro P-3

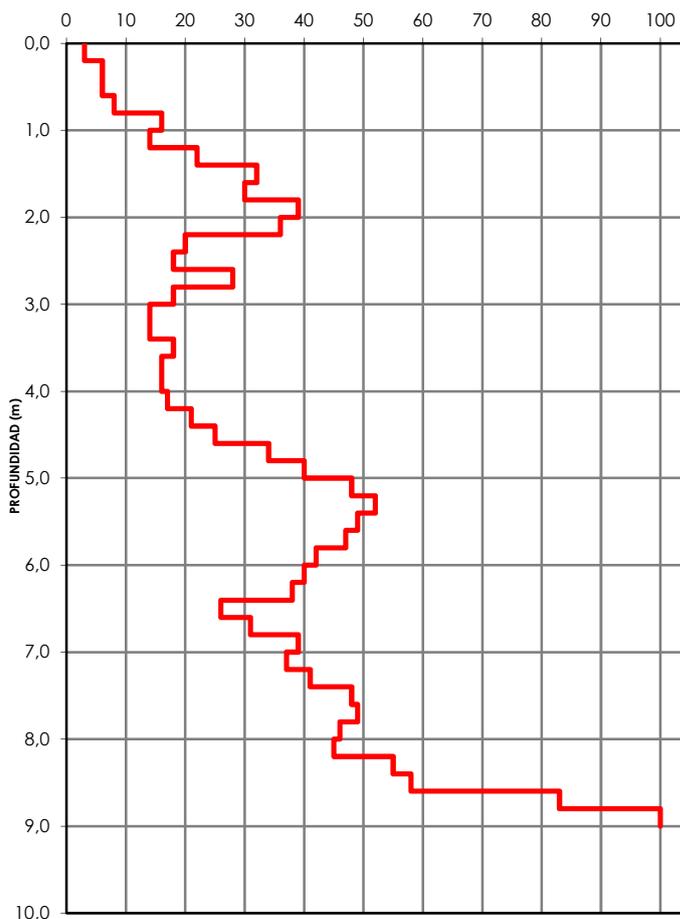
RESULTADO DE ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA (UNE-EN ISO 22476-2: 2008)

Fecha de realización: 11/02/2020 **Hora de inicio:** 13:45 **Hora de finalización:** 14:40
Profundidad de nivel piezométrico (m): **Cota del terreno (m):**
Tipo de penetrómetro: DPSH-B **Sección puntaza:** Circular **Tipo de cono:** Perdido
Diam. cono antes ensayo (mm): 50,5 **Área de base (cm²):** 20
Altura de caída (cm): 75 **Peso de maza (kg):** 63,5 **Longitud de varilla (mm):** 1000

GRÁFICO DE PENETRACIÓN

GOLPES

Profundidad	Golpe	Profundidad	Golpe	Profundidad	Golpe	Profundidad	Golpe
0-0,2	3	6-6,2	40	-		-	
0,2-0,4	6	6,2-6,4	38	-		-	
0,4-0,6	6	6,4-6,6	26	-		-	
0,6-0,8	8	6,6-6,8	31	-		-	
0,8-1	16	6,8-7	39	-		-	
1-1,2	14	7-7,2	37	-		-	
1,2-1,4	22	7,2-7,4	41	-		-	
1,4-1,6	32	7,4-7,6	48	-		-	
1,6-1,8	30	7,6-7,8	49	-		-	
1,8-2	39	7,8-8	46	-		-	
2-2,2	36	8-8,2	45	-		-	
2,2-2,4	20	8,2-8,4	55	-		-	
2,4-2,6	18	8,4-8,6	58	-		-	
2,6-2,8	28	8,6-8,8	83	-		-	
2,8-3	18	8,8-9	100	-		-	
3-3,2	14	-		-		-	
3,2-3,4	14	-		-		-	
3,4-3,6	18	-		-		-	
3,6-3,8	16	-		-		-	
3,8-4	16	-		-		-	
4-4,2	17	-		-		-	
4,2-4,4	21	-		-		-	
4,4-4,6	25	-		-		-	
4,6-4,8	34	-		-		-	
4,8-5	40	-		-		-	
5-5,2	48	-		-		-	
5,2-5,4	52	-		-		-	
5,4-5,6	49	-		-		-	
5,6-5,8	47	-		-		-	
5,8-6	42	-		-		-	



Observaciones:

Valladolid, a 12/02/2020

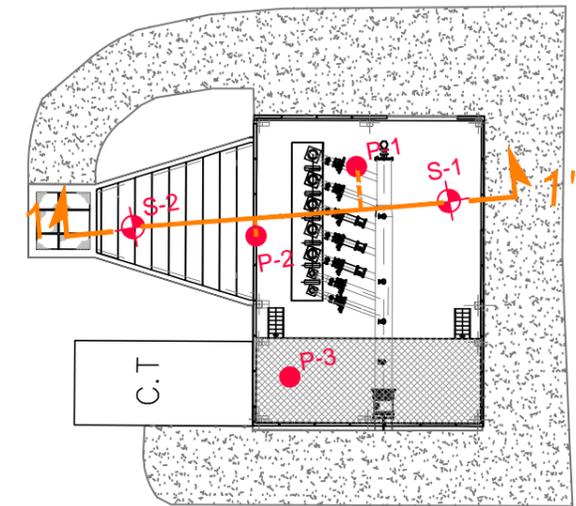
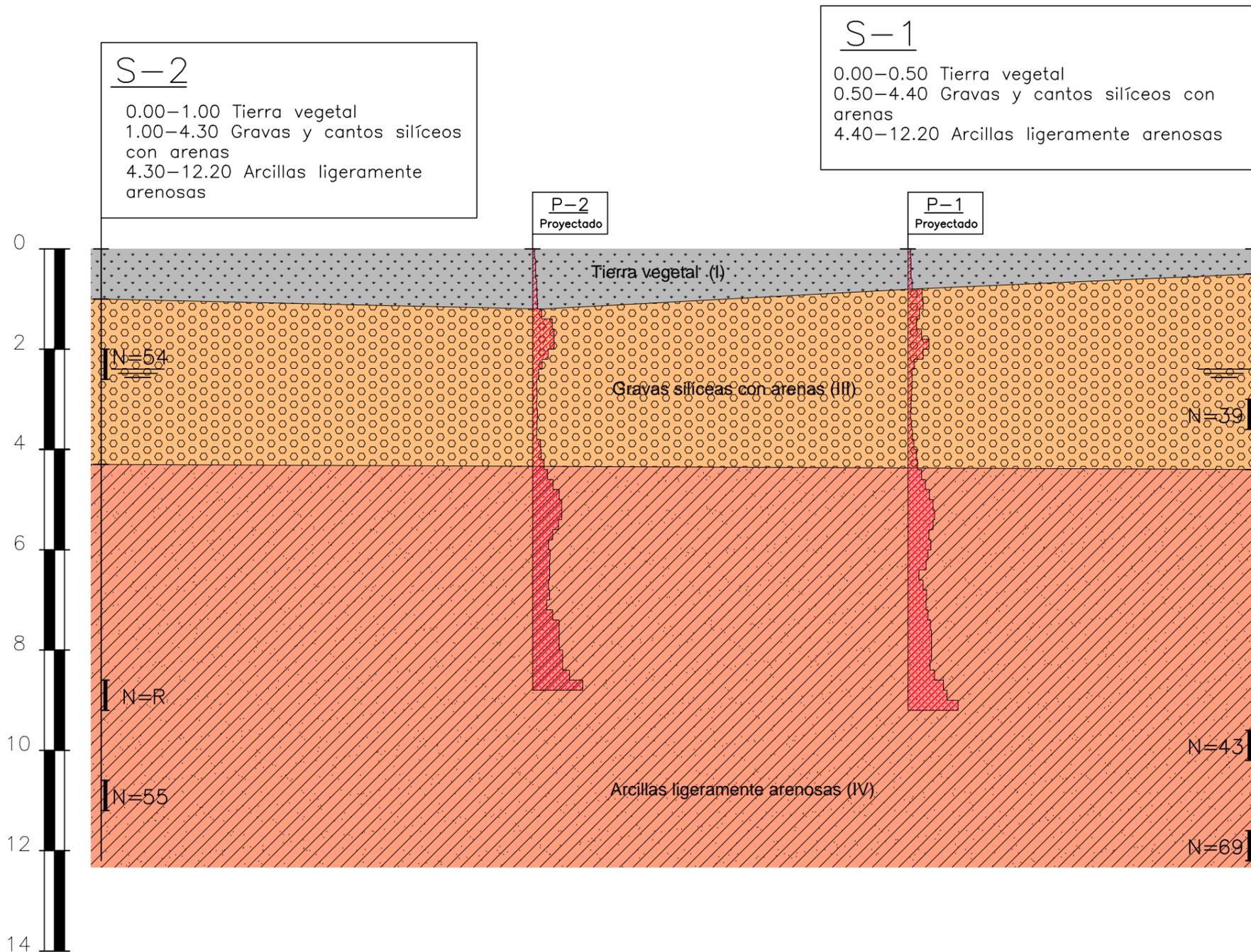
V.º B.º: Almudena AGUADO MORI
DIRECTORA DEL LABORATORIO

Edo.: José Pedro DÍEZ MEDIAVILLA
JEFE DE LABORATORIO

ANEJO 5

PERFIL GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO

Perfil Geológico-Geotécnico 1-1'



- Tierra vegetal (Nivel I)
- Gravas silíceas con arenas (Nivel III)
- Arcillas ligeramente arenosas, Terciario (Nivel IV)

Nota: el perfil geológico-geotécnico realizado es una estimación en base a los trabajos de campo llevados a cabo por lo que no se descartan posibles variaciones en los mismos al considerar el carácter puntual de las inspecciones.



LEYENDA

- S-1 Sondeo
- P-1 Penetrómetro
- ≡ Nivel freático
- I Ensayo S.P.T.

FECHA:

Marzo 2020

ESCALA(S):

1/100

TRABAJO:

P2016002-008

OBRA:

ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO EN EL SECTOR I DEL CANAL DE SAN JOSÉ (ZAMORA)

SOLICITANTE:

INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y LEÓN -ITACYL-

TÍTULO DEL PLANO:

PERFIL GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO 1-1'

ANEJO 6

ENSAYOS DE LABORATORIO

TRABAJO: P2016002-008 MUESTRA: VLQ.2625 CLAVE: 162795 Hoja 1 de 1

Peticionario: INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y LEÓN-ITACYL-
Dirección: Ctra. Burgos, Km 119- Finca Zamadueñas 47071 VALLADOLID VALLADOLID
Obra: Estudio Geológico-Geotécnico para Modernización del Regadío del Sector I del Canal de San José (Zamora-Villalarbo)
Material: Agua subterránea
Muestra: Tomada por el laboratorio Fecha de toma: 06/03/2020
Procedencia: Sondeo S-2 (>2,4 m)
Zona de utilización: Caracterización

AGRESIVIDAD DEL AGUA AL HORMIGÓN

ENSAYO	NORMA	RESULTADO	FECHAS DE ENSAYO	
			INICIO	FIN
Determinación de pH	UNE 83952: 2008	Valor de pH T. ^a muestra (°C) 7,6 22	10/03/2020	10/03/2020
Residuo seco a 110° C (mg/l)	UNE 83957: 2008	725	10/03/2020	11/03/2020
Contenido en sulfatos (mg/l)	UNE 83956: 2008	200	10/03/2020	11/03/2020
Contenido de magnesio(mg/l)	UNE 83955: 2008 Ensayo realizado por valoración complexométrica	33	10/03/2020	11/03/2020
Dióxido de carbono agresivo (CO ₂) (mg/l)	UNE-EN 13577: 2008	CO _{2muestras} : 1 0 CO _{2media} : 1	10/03/2020	10/03/2020
Contenido de amonio (NH ₄ ⁺) (mg/l)	UNE 83954:2008	< 0,05	10/03/2020	10/03/2020
AGRESIVIDAD AL HORMIGÓN		Débil		

Observaciones:

Valladolid, a 11 de marzo de 2020


V.º B.º: Almudena AGUADO MORI
DIRECTORA DEL LABORATORIO


Fdo.: Carlos DEL BOSQUE TORRES
JEFE DE ÁREA

TRABAJO: **P2016002-008**

MUESTRA: **VLS.30857**

CLAVE:

Hoja 1 de 4

Peticionario: INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y LEÓN-ITACYL-
Dirección: Ctra. Burgos, Km 119- Finca Zamadueñas 47071 VALLADOLID (VALLADOLID)
Obra: Estudio Geológico-Geotécnico en el Sector I del Canal de San José (Zamora)
Material: Arcillas ligeramente arenosas de media plasticidad y color marrón claro
Muestra: Tomada por el laboratorio **Fecha de toma:** 14-02-2020
Lugar de toma: Testificación sondeo S-1
Procedencia: Sondeo S-1 (de 6,00 a 6,45 m)
Uso al que se destina: Caracterización del subsuelo

ENSAYOS SOLICITADOS

Análisis granulométrico.
Límites de Atterberg. Límite líquido.
Límites de Atterberg. Límite plástico.
Corte directo.

Observaciones:

Valladolid, a 27/02/2020



V.B.: Almudena AGUADO MORI
Director de laboratorio



Fdo.: Jose Pedro Díez MEDIÁVILLA
Jefe de laboratorio

TRABAJO: **P2016002-008**

MUESTRA: **VLS.30857**

CLAVE:

Hoja 2 de 4

Peticionario: INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y LEÓN-ITACYL-

Dirección: Ctra. Burgos, Km 119- Finca Zamadueñas 47071 VALLADOLID (VALLADOLID)

Obra: Estudio Geológico-Geotécnico en el Sector I del Canal de San José (Zamora)

Material: Arcillas ligeramente arenosas de media plasticidad y color marrón claro

Muestra: Tomada por el laboratorio **Fecha de toma:** 14-02-2020

Lugar de toma: Testificación sondeo S-1

Procedencia: Sondeo S-1 (de 6,00 a 6,45 m)

Uso al que se destina: Caracterización del subsuelo

RESUMEN DE RESULTADOS

ENSAYO	NORMA	RESULTADO
Clasificación Casagrande		CL
Clasificación AASHTO		A-6 (11)
Límites de Atterberg		
Límite líquido	UNE 103103: 1994	36,3
Límite plástico	UNE 103104: 1993	17,4
Índice de plasticidad		18,9
Corte directo tipo C.D.	UNE 103401: 1998	C (kPa): 46,67 ϕ (°): 27,0
Análisis granulométrico ⁽¹⁾	UNE 103101: 1995	Ver los resultados de este ensayo en las siguientes páginas del informe.

(1) Ver Gráficos de ensayo en las siguientes hojas del informe

TRABAJO: **P2016002-008**

MUESTRA: **VLS.30857**

CLAVE:

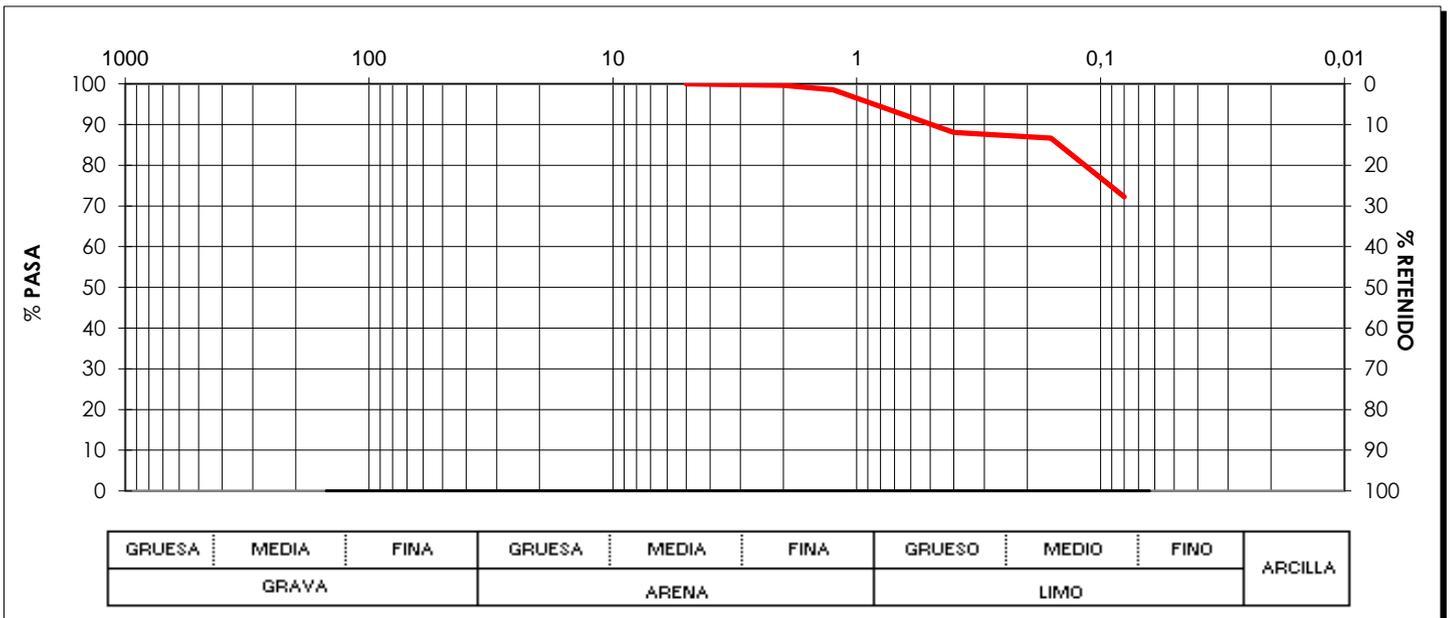
Hoja 3 de 4

Peticionario: INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y LEÓN-ITACYL-
Dirección: Ctra. Burgos, Km 119- Finca Zamadueñas 47071 VALLADOLID (VALLADOLID)
Obra: Estudio Geológico-Geotécnico en el Sector I del Canal de San José (Zamora)
Material: Arcillas ligeramente arenosas de media plasticidad y color marrón claro
Muestra: Tomada por el laboratorio **Fecha de toma:** 14-02-2020
Lugar de toma: Testificación sondeo S-1
Procedencia: Sondeo S-1 (de 6,00 a 6,45 m)
Uso al que se destina: Caracterización del subsuelo

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO. (UNE 103 101:1995)

Fecha Inicio ensayo: 19-02-2020

Fecha finalización ensayo: 20-02-2020



Tamices UNE	150	125	100	90	80	63	50	40	25	20	12,5	10	8	6,3	5	4	2,5	2	1,25	0,5	0,4	0,25	0,16	0,125	0,08	0,063	
% que pasa															100,0			99,6	98,6		88,1		86,7			72,2	

Observaciones:

TRABAJO: **P2016002-008**

MUESTRA: **VLS.30857**

CLAVE:

Hoja 4 de 4

Peticionario: INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y LEÓN-ITACYL-
Dirección: Ctra. Burgos, Km 119- Finca Zamadueñas 47071 VALLADOLID (VALLADOLID)
Obra: Estudio Geológico-Geotécnico en el Sector I del Canal de San José (Zamora)
Muestra: Tomada por el laboratorio
Lugar de toma: Testificación sondeo S-1
Procedencia: Sondeo S-1 (de 6,00 a 6,45 m)

**DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS RESISTENTES AL ESFUERZO CORTANTE DE UNA MUESTRA DE SUELO
EN LA CAJA DE CORTE DIRECTO (UNE 103 401:1998)**

Fecha inicio ensayo: 19-02-2020 **Fecha finalización ensayo:** 26-02-2020

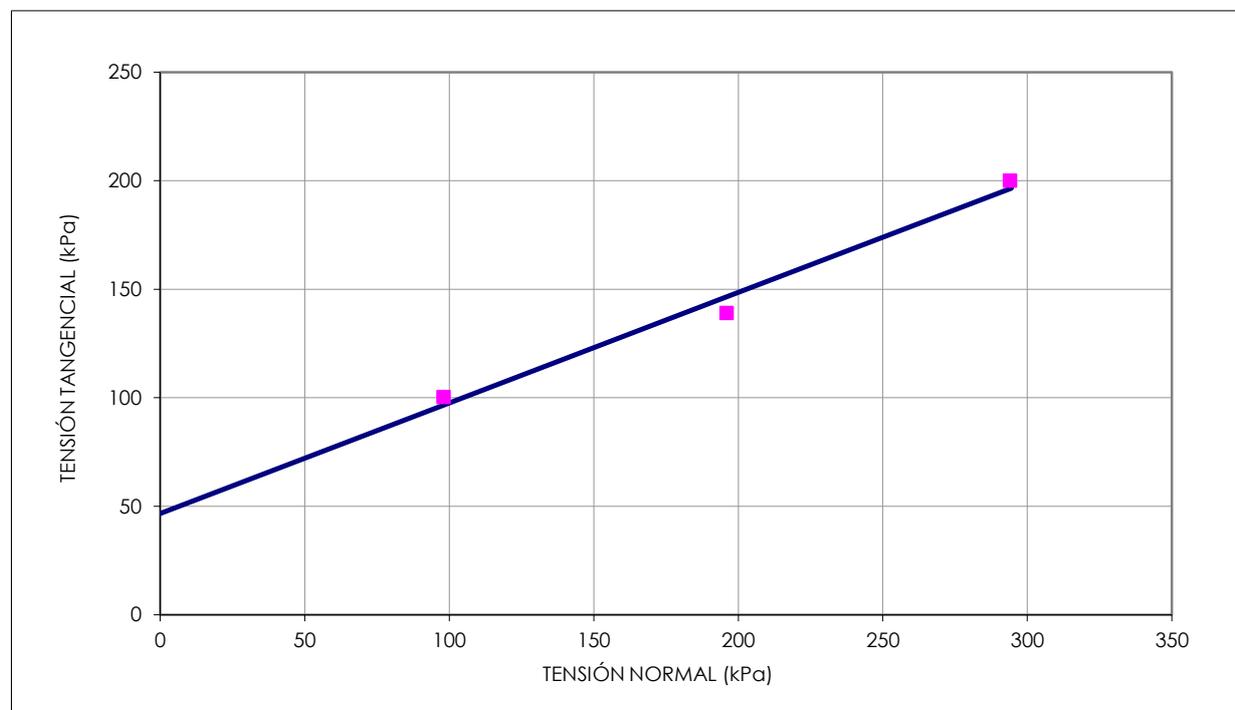
Tipo: C.D. **Resistencia:** Pico **Velocidad (mm/min):** 0,0208 **Área de la probeta (mm²):** 1.963,50

Tipo de muestra : Inalterada

Puntos	Tensión normal (kPa)	Tensión tangencial (kPa)	Humedad %		Densidad (g/cm ³)		P. e. partic. (g/cm ³)	Índice de huecos %		Grado de saturación %
			inicial	final	seca	aparente		inicial	final	
1	98,00	100,30	12,94	21,01	1,66	1,87	2,70	0,63	0,48	55,46
2	196,00	139,00	12,67	19,97	1,66	1,86	2,70	0,63	0,23	54,17
3	294,00	200,10	12,30	18,31	1,66	1,87	2,70	0,62	0,20	53,21

C = 46,67 kPa

Φ = 27 °



Observaciones:

TRABAJO: **P2016002-008**

MUESTRA: **VLS.30858**

CLAVE:

Hoja 1 de 4

Peticionario: INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y LEÓN-ITACYL-

Dirección: Ctra. Burgos, Km 119- Finca Zamadueñas 47071 VALLADOLID (VALLADOLID)

Obra: Estudio Geológico-Geotécnico en el Sector I del Canal de San José (Zamora)

Material: Arcillas ligeramente arenosas de media plasticidad y color marrón claro

Muestra: Tomada por el laboratorio **Fecha de toma:** 14-02-2020

Lugar de toma: Testificación sondeo S-1

Procedencia: Sondeo S-1 (de 9,00 a 9,60 m)

Uso al que se destina: Caracterización del subsuelo

ENSAYOS SOLICITADOS

Análisis granulométrico.
Límites de Atterberg. Límite líquido.
Límites de Atterberg. Límite plástico.
Compresión simple de suelos.
Determinación del contenido ión sulfato.

Observaciones:

Valladolid, a 24/02/2020



V.B.: Almudena AGUADO MORI
Director de laboratorio



Fdo.: Jose Pedro DíEZ MEDIÁVILLA
Jefe de laboratorio

TRABAJO: **P2016002-008**

MUESTRA: **VLS.30858**

CLAVE:

Hoja 2 de 4

Peticionario: INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y LEÓN-ITACYL-

Dirección: Ctra. Burgos, Km 119- Finca Zamadueñas 47071 VALLADOLID (VALLADOLID)

Obra: Estudio Geológico-Geotécnico en el Sector I del Canal de San José (Zamora)

Material: Arcillas ligeramente arenosas de media plasticidad y color marrón claro

Muestra: Tomada por el laboratorio **Fecha de toma:** 14-02-2020

Lugar de toma: Testificación sondeo S-1

Procedencia: Sondeo S-1 (de 9,00 a 9,60 m)

Uso al que se destina: Caracterización del subsuelo

RESUMEN DE RESULTADOS

ENSAYO	NORMA	RESULTADO
Clasificación Casagrande		CL
Clasificación AASHTO		A-6 (12)
Límites de Atterberg		
Límite líquido	UNE 103103: 1994	37,7
Límite plástico	UNE 103104: 1993	17,8
Índice de plasticidad		19,9
Compresión simple de suelos (kPa)	UNE 103400: 1993	15
Ión sulfato SO₄²⁻ (mg/kg) (Muestra total)	UNE 83963: 2008	0
Análisis granulométrico ⁽¹⁾	UNE 103101: 1995	Ver los resultados de este ensayo en las siguientes páginas del informe.

(1) Ver Gráficos de ensayo en las siguientes hojas del informe



EPTISA
 C/ Pírita, 33 - Polg. San Cristóbal
 47012 - VALLADOLID
 valladolid@eptisa.com
 Tel: 983205099

Laboratorio inscrito en el Registro
 General del Código Técnico de la
 Edificación como LECCE con N° CYL-L-005
 en las áreas de actuación
 EH, EA, EFA, EM, GT, VS, PS

TRABAJO: **P2016002-008**

MUESTRA: **VLS.30858**

CLAVE:

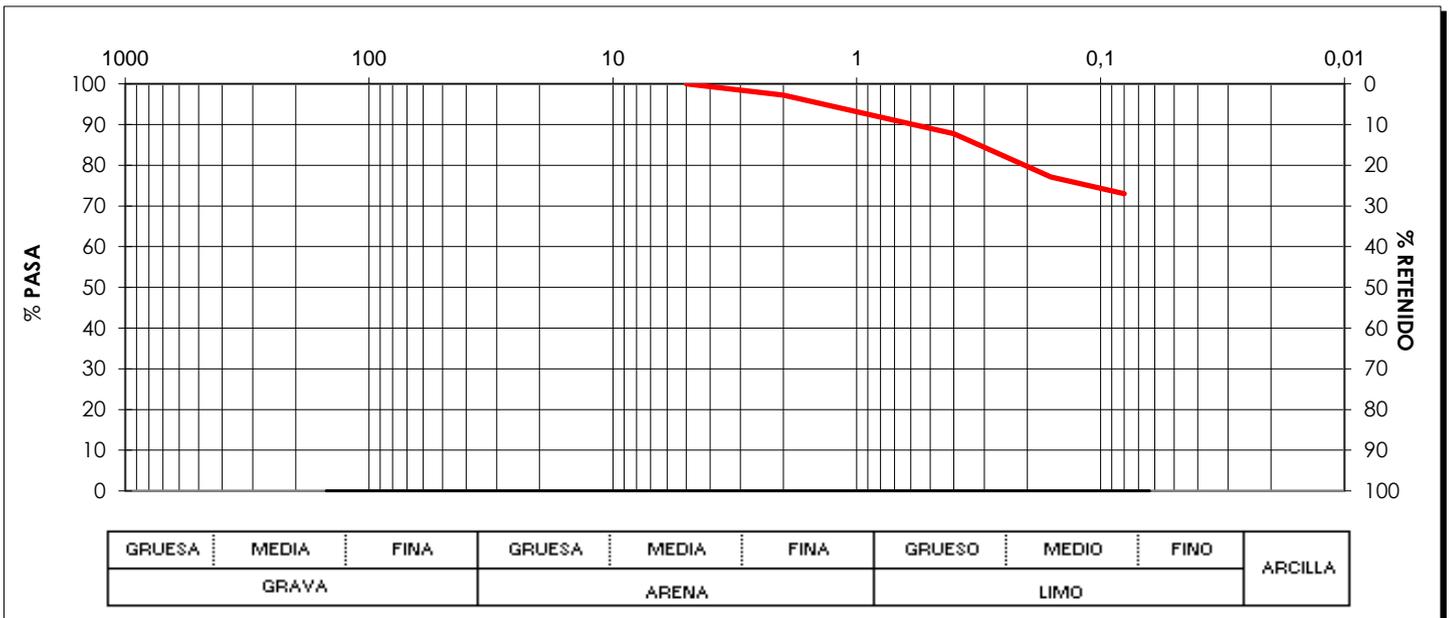
Hoja 3 de 4

Peticionario: INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y LEÓN-ITACYL-
Dirección: Ctra. Burgos, Km 119- Finca Zamadueñas 47071 VALLADOLID (VALLADOLID)
Obra: Estudio Geológico-Geotécnico en el Sector I del Canal de San José (Zamora)
Material: Arcillas ligeramente arenosas de media plasticidad y color marrón claro
Muestra: Tomada por el laboratorio **Fecha de toma:** 14-02-2020
Lugar de toma: Testificación sondeo S-1
Procedencia: Sondeo S-1 (de 9,00 a 9,60 m)
Uso al que se destina: Caracterización del subsuelo

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO. (UNE 103 101:1995)

Fecha Inicio ensayo: 19-02-2020

Fecha finalización ensayo: 20-02-2020



Tamices UNE	150	125	100	90	80	63	50	40	25	20	12,5	10	8	6,3	5	4	2,5	2	1,25	0,5	0,4	0,25	0,16	0,125	0,08	0,063
% que pasa															100,0			97,2	97,2		87,7		77,1		73,0	

Observaciones:

TRABAJO: **P2016002-008**

MUESTRA: **VLS.30858**

CLAVE:

Hoja 4 de 4

Peticionario: INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y LEÓN-ITACYL-

Dirección: Ctra. Burgos, Km 119- Finca Zamadueñas 47071 VALLADOLID (VALLADOLID)

Obra: Estudio Geológico-Geotécnico en el Sector I del Canal de San José (Zamora)

Material: Arcillas ligeramente arenosas de media plasticidad y color marrón claro

Muestra: Tomada por el laboratorio

Fecha de toma: 14-02-2020

Lugar de toma: Testificación sondeo S-1

Procedencia: Sondeo S-1 (de 9,00 a 9,60 m)

Uso al que se destina: Caracterización del subsuelo

ENSAYO DE ROTURA A COMPRESION SIMPLE EN PROBETAS DE SUELO (UNE 103 400: 1993)

Fecha inicio ensayo: 18-02-2020

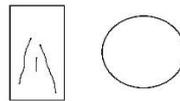
Fecha finalización ensayo: 19-02-2020

Velocidad de deformación unitaria (mm/min): 2

CARACTERÍSTICAS DE LA PROBETA

Tipo de probeta: Cilíndrica
Diámetro (cm): 5,90
Altura (cm): 11,10
Volumen (cm³): 303,47
Muestra: Inalterada
Bordes: Sin repasar

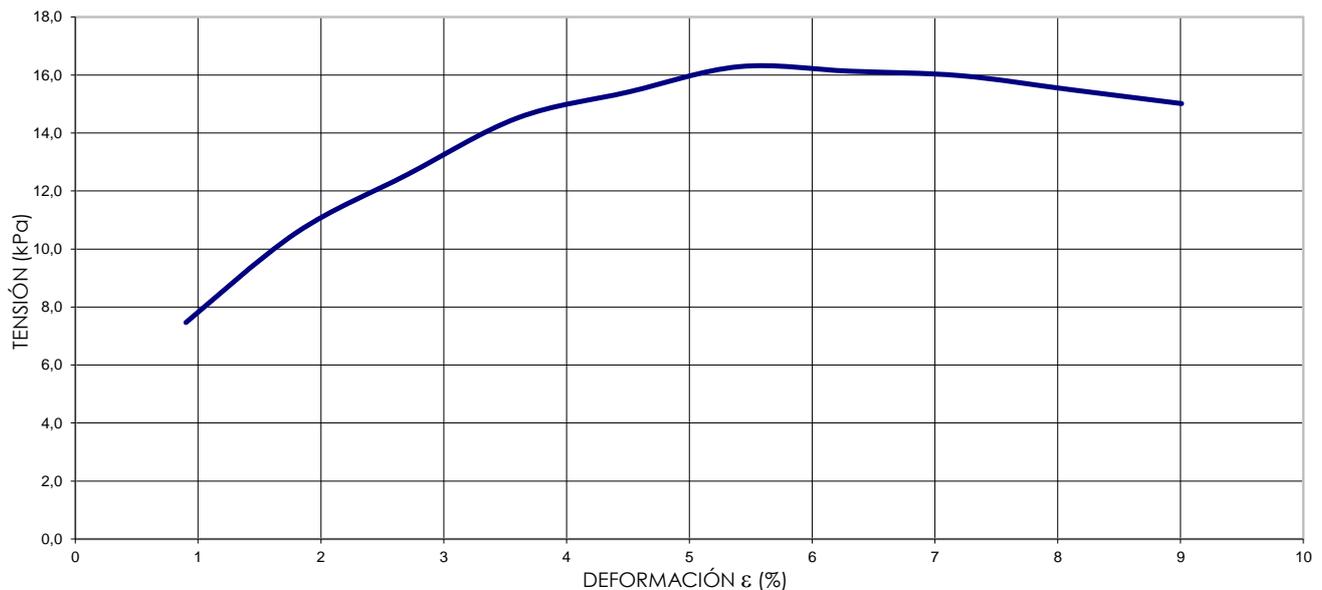
FORMA DE ROTURA



RESULTADOS

Humedad de la probeta (%): 21,04
Densidad húmeda (g/cm³): 2,05
Densidad seca (g/cm³): 1,69
Tensión de rotura (kPa): 15
Tensión de rotura (kp/cm²): 0,15
Deformación en rotura ε (%): 5,4
Partíc. >1/5 Φ o lado probeta: NO
Áng. Inclinación plano rotura (°): 70

CURVA TENSIÓN - DEFORMACIÓN



Observaciones:

TRABAJO: **P2016002-008**

MUESTRA: **VLS.30859**

CLAVE:

Hoja 1 de 4

Peticionario: INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y LEÓN-ITACYL-

Dirección: Ctra. Burgos, Km 119- Finca Zamadueñas 47071 VALLADOLID (VALLADOLID)

Obra: Estudio Geológico-Geotécnico en el Sector I del Canal de San José (Zamora)

Material: Arcillas ligeramente arenosas de media plasticidad y color marrón

Muestra: Tomada por el laboratorio **Fecha de toma:** 14-02-2020

Lugar de toma: Testificación sondeo S-1

Procedencia: Sondeo S-1 (de 11,00 a 11,60 m)

Uso al que se destina: Caracterización del subsuelo

ENSAYOS SOLICITADOS

Análisis granulométrico.
Límites de Atterberg. Límite líquido.
Límites de Atterberg. Límite plástico.
Compresión simple de suelos.

Observaciones:

Valladolid, a 28/02/2020



V.B.: Almudena AGUADO MORI

Director de laboratorio



Fdo.: Jose Pedro Díez MEDIAVILLA

Jefe de laboratorio

TRABAJO: **P2016002-008**

MUESTRA: **VLS.30859**

CLAVE:

Hoja 2 de 4

Peticionario: INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y LEÓN-ITACYL-

Dirección: Ctra. Burgos, Km 119- Finca Zamadueñas 47071 VALLADOLID (VALLADOLID)

Obra: Estudio Geológico-Geotécnico en el Sector I del Canal de San José (Zamora)

Material: Arcillas ligeramente arenosas de media plasticidad y color marrón

Muestra: Tomada por el laboratorio

Fecha de toma: 14-02-2020

Lugar de toma: Testificación sondeo S-1

Procedencia: Sondeo S-1 (de 11,00 a 11,60 m)

Uso al que se destina: Caracterización del subsuelo

RESUMEN DE RESULTADOS

ENSAYO	NORMA	RESULTADO
Clasificación Casagrande		CL
Clasificación AASHTO		A-7-6 (13)
Límites de Atterberg		
Límite líquido	UNE 103103: 1994	42,1
Límite plástico	UNE 103104: 1993	19,5
Índice de plasticidad		22,6
Compresión simple de suelos (kPa)	UNE 103400: 1993	70
Análisis granulométrico ⁽¹⁾	UNE 103101: 1995	Ver los resultados de este ensayo en las siguientes páginas del informe.

(1) Ver Gráficos de ensayo en las siguientes hojas del informe

TRABAJO: **P2016002-008**

MUESTRA: **VLS.30859**

CLAVE:

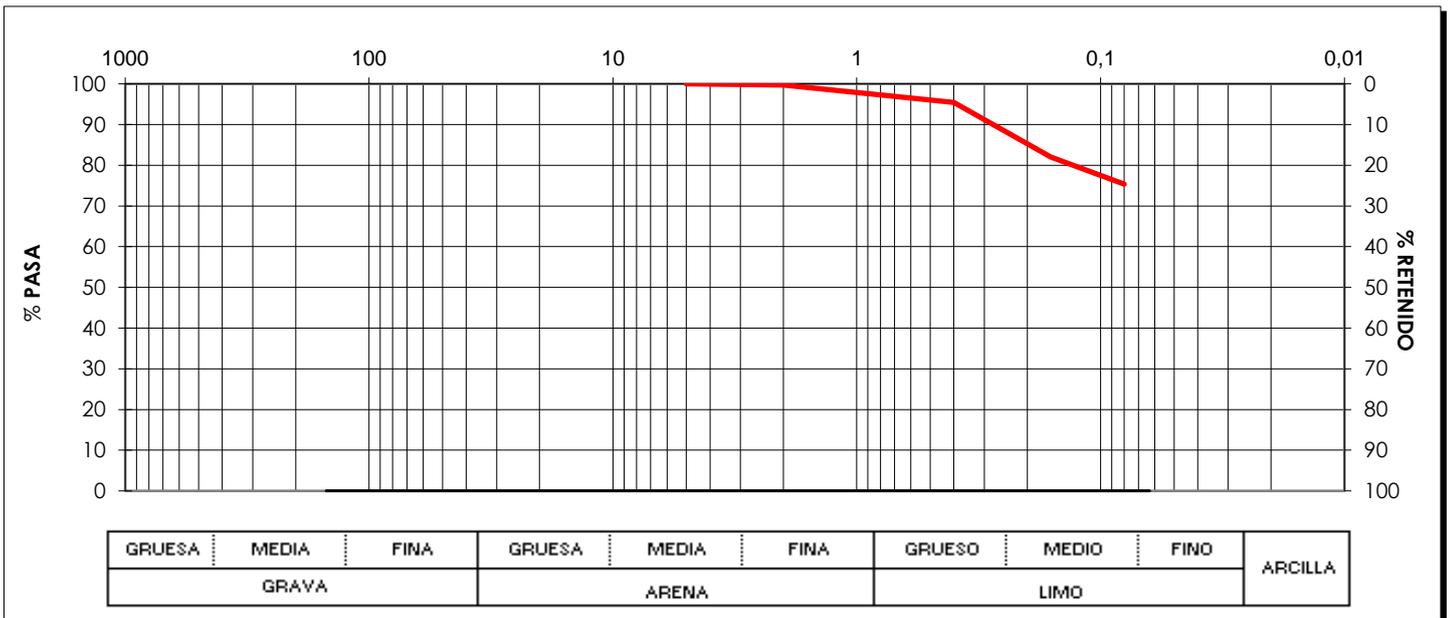
Hoja 3 de 4

Peticionario: INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y LEÓN-ITACYL-
Dirección: Ctra. Burgos, Km 119- Finca Zamadueñas 47071 VALLADOLID (VALLADOLID)
Obra: Estudio Geológico-Geotécnico en el Sector I del Canal de San José (Zamora)
Material: Arcillas ligeramente arenosas de media plasticidad y color marrón
Muestra: Tomada por el laboratorio **Fecha de toma:** 14-02-2020
Lugar de toma: Testificación sondeo S-1
Procedencia: Sondeo S-1 (de 11,00 a 11,60 m)
Uso al que se destina: Caracterización del subsuelo

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO. (UNE 103 101:1995)

Fecha Inicio ensayo: 19-02-2020

Fecha finalización ensayo: 20-02-2020



Tamices UNE	150	125	100	90	80	63	50	40	25	20	12,5	10	8	6,3	5	4	2,5	2	1,25	0,5	0,4	0,25	0,16	0,125	0,08	0,063
% que pasa															100,0			99,7	99,7		95,4		82,0		75,4	

Observaciones:

TRABAJO: **P2016002-008**

MUESTRA: **VLS.30859**

CLAVE:

Hoja 4 de 4

Peticionario: INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y LEÓN-ITACYL-

Dirección: Ctra. Burgos, Km 119- Finca Zamadueñas 47071 VALLADOLID (VALLADOLID)

Obra: Estudio Geológico-Geotécnico en el Sector I del Canal de San José (Zamora)

Material: Arcillas ligeramente arenosas de media plasticidad y color marrón

Muestra: Tomada por el laboratorio **Fecha de toma:** 14-02-2020

Lugar de toma: Testificación sondeo S-1

Procedencia: Sondeo S-1 (de 11,00 a 11,60 m)

Uso al que se destina: Caracterización del subsuelo

ENSAYO DE ROTURA A COMPRESION SIMPLE EN PROBETAS DE SUELO (UNE 103 400: 1993)

Fecha inicio ensayo: 18-02-2020

Fecha finalización ensayo: 19-02-2020

Velocidad de deformación unitaria (mm/min): 2

CARACTERÍSTICAS DE LA PROBETA

Tipo de probeta: Cilíndrica

Diámetro (cm): 5,80

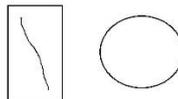
Altura (cm): 11,10

Volumen (cm³): 293,27

Muestra: Inalterada

Bordes: Sin repasar

FORMA DE ROTURA



RESULTADOS

Humedad de la probeta (%): 17,63

Densidad húmeda (g/cm³): 2,17

Densidad seca (g/cm³): 1,85

Tensión de rotura (kPa): 70

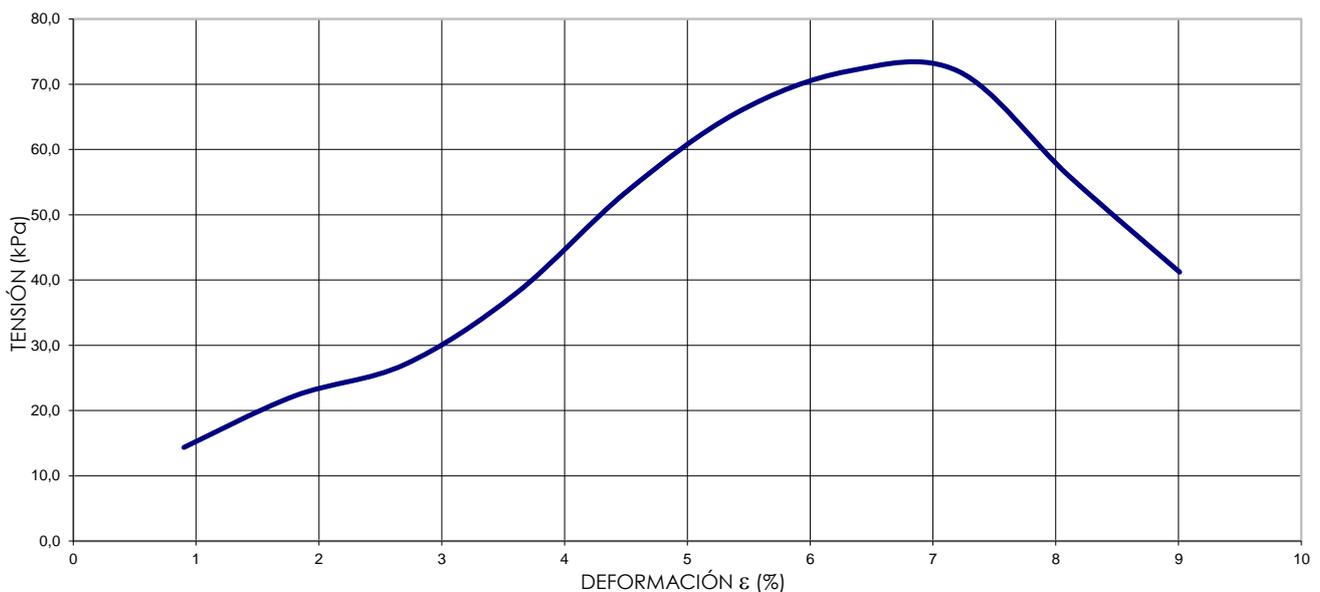
Tensión de rotura (kp/cm²): 0,75

Deformación en rotura ε (%): 6,3

Partíc. >1/5 Φ o lado probeta: NO

Áng. Inclinación plano rotura (°): 75

CURVA TENSIÓN - DEFORMACIÓN



Observaciones:

TRABAJO: **P2016002-008**

MUESTRA: **VLS.30860**

CLAVE:

Hoja 1 de 4

Peticionario: INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y LEÓN-ITACYL-
Dirección: Ctra. Burgos, Km 119- Finca Zamadueñas 47071 VALLADOLID (VALLADOLID)
Obra: Estudio Geológico-Geotécnico en el Sector I del Canal de San José (Zamora)
Material: Arcillas arenosas de media plasticidad y color marrón rojizo
Muestra: Tomada por el laboratorio **Fecha de toma:** 14-02-2020
Lugar de toma: Testificación sondeo S-2
Procedencia: Sondeo S-2 (de 8,00 a 8,60 m)
Uso al que se destina: Caracterización del subsuelo

ENSAYOS SOLICITADOS

Análisis granulométrico.
Límites de Atterberg. Límite líquido.
Límites de Atterberg. Límite plástico.
Compresión simple de suelos.

Observaciones:

Valladolid, a 21/02/2020



V.B.: Almudena AGUADO MORI
Director de laboratorio



Fdo.: Jose Pedro Díez MEDIÁVILLA
Jefe de laboratorio

TRABAJO: **P2016002-008**

MUESTRA: **VLS.30860**

CLAVE:

Hoja 2 de 4

Peticionario: INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y LEÓN-ITACYL-

Dirección: Ctra. Burgos, Km 119- Finca Zamadueñas 47071 VALLADOLID (VALLADOLID)

Obra: Estudio Geológico-Geotécnico en el Sector I del Canal de San José (Zamora)

Material: Arcillas arenosas de media plasticidad y color marrón rojizo

Muestra: Tomada por el laboratorio

Fecha de toma: 14-02-2020

Lugar de toma: Testificación sondeo S-2

Procedencia: Sondeo S-2 (de 8,00 a 8,60 m)

Uso al que se destina: Caracterización del subsuelo

RESUMEN DE RESULTADOS

ENSAYO	NORMA	RESULTADO
Clasificación Casagrande		CL
Clasificación AASHTO		A-7-6 (10)
Límites de Atterberg		
Límite líquido	UNE 103103: 1994	41,4
Límite plástico	UNE 103104: 1993	19,8
Índice de plasticidad		21,6
Compresión simple de suelos (kPa)		
	UNE 103400: 1993	70
Análisis granulométrico ⁽¹⁾		
	UNE 103101: 1995	Ver los resultados de este ensayo en las siguientes páginas del informe.

(1) Ver Gráficos de ensayo en las siguientes hojas del informe

TRABAJO: **P2016002-008**

MUESTRA: **VLS.30860**

CLAVE:

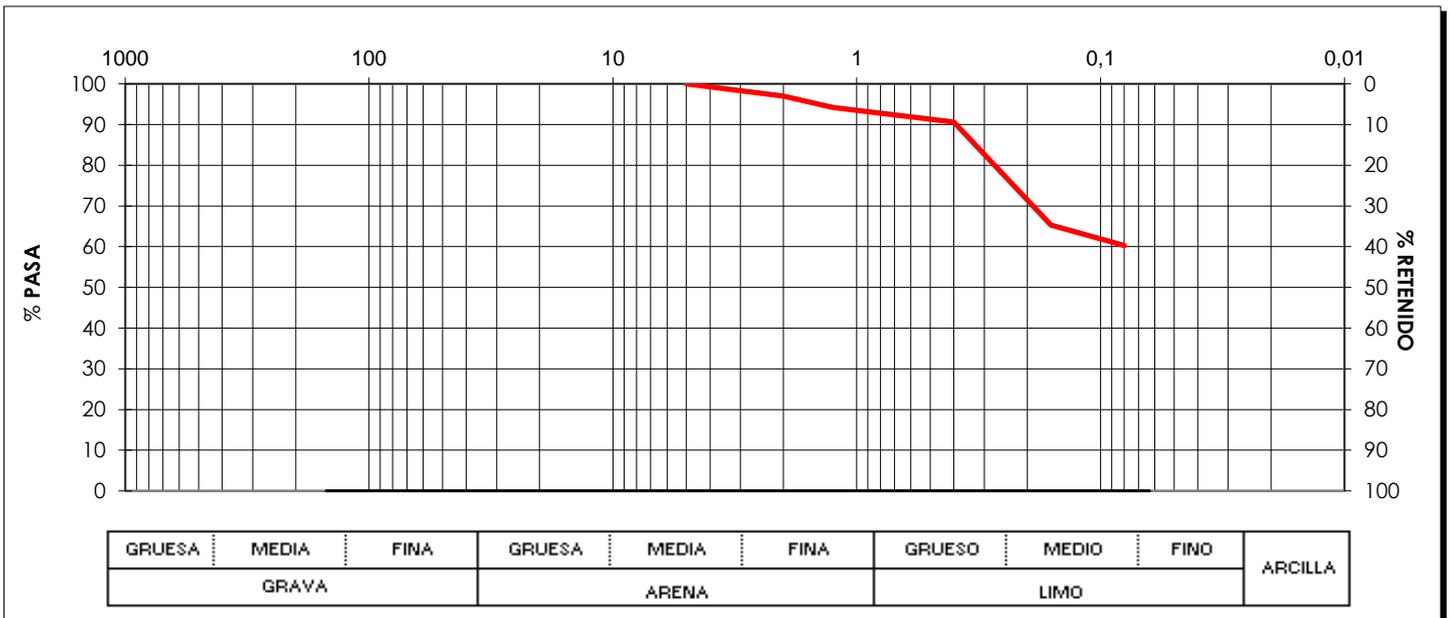
Hoja 3 de 4

Peticionario: INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y LEÓN-ITACYL-
Dirección: Ctra. Burgos, Km 119- Finca Zamadueñas 47071 VALLADOLID (VALLADOLID)
Obra: Estudio Geológico-Geotécnico en el Sector I del Canal de San José (Zamora)
Material: Arcillas arenosas de media plasticidad y color marrón rojizo
Muestra: Tomada por el laboratorio **Fecha de toma:** 14-02-2020
Lugar de toma: Testificación sondeo S-2
Procedencia: Sondeo S-2 (de 8,00 a 8,60 m)
Uso al que se destina: Caracterización del subsuelo

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO. (UNE 103 101:1995)

Fecha Inicio ensayo: 19-02-2020

Fecha finalización ensayo: 20-02-2020



Tamices UNE	150	125	100	90	80	63	50	40	25	20	12,5	10	8	6,3	5	4	2,5	2	1,25	0,5	0,4	0,25	0,16	0,125	0,08	0,063
% que pasa															100,0			97,0	94,2		90,6		65,3		60,3	

Observaciones:

TRABAJO: **P2016002-008**

MUESTRA: **VLS.30860**

CLAVE:

Hoja 4 de 4

Peticionario: INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y LEÓN-ITACYL-

Dirección: Ctra. Burgos, Km 119- Finca Zamadueñas 47071 VALLADOLID (VALLADOLID)

Obra: Estudio Geológico-Geotécnico en el Sector I del Canal de San José (Zamora)

Material: Arcillas arenosas de media plasticidad y color marrón rojizo

Muestra: Tomada por el laboratorio

Fecha de toma: 14-02-2020

Lugar de toma: Testificación sondeo S-2

Procedencia: Sondeo S-2 (de 8,00 a 8,60 m)

Uso al que se destina: Caracterización del subsuelo

ENSAYO DE ROTURA A COMPRESION SIMPLE EN PROBETAS DE SUELO (UNE 103 400: 1993)

Fecha inicio ensayo: 18-02-2020

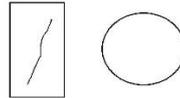
Fecha finalización ensayo: 19-02-2020

Velocidad de deformación unitaria (mm/min): 2

CARACTERÍSTICAS DE LA PROBETA

Tipo de probeta: Cilíndrica
Diámetro (cm): 5,90
Altura (cm): 11,60
Volumen (cm³): 317,14
Muestra: Inalterada
Bordes: Sin repasar

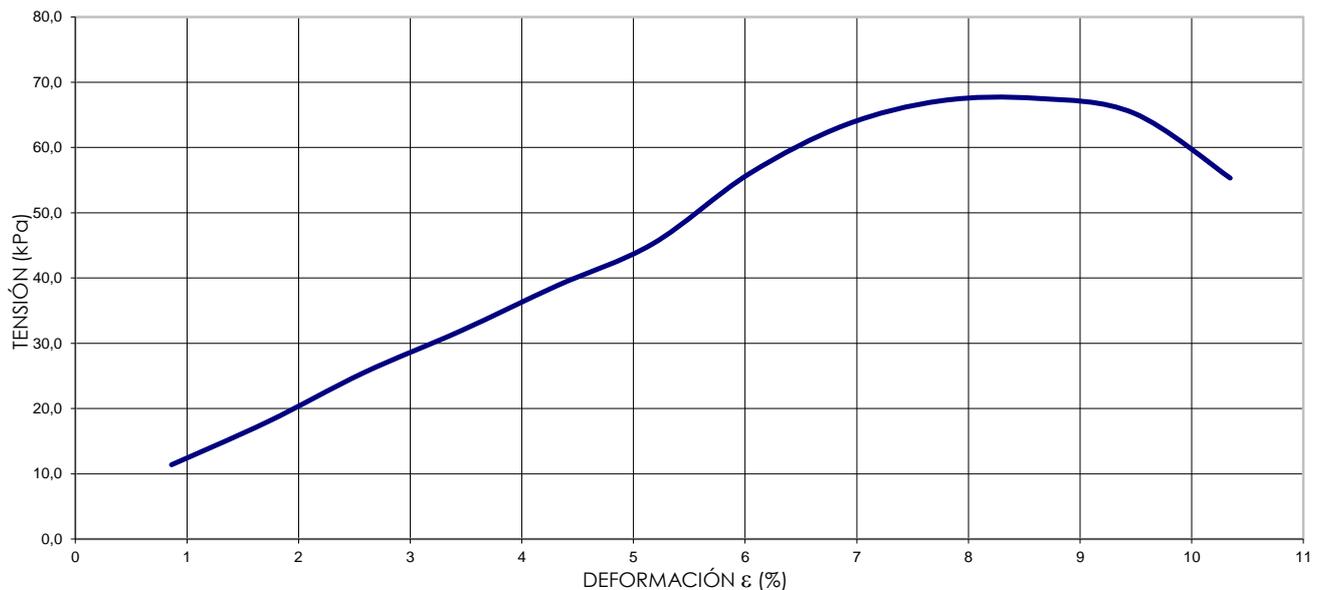
FORMA DE ROTURA



RESULTADOS

Humedad de la probeta (%): 14,63
Densidad húmeda (g/cm³): 1,97
Densidad seca (g/cm³): 1,72
Tensión de rotura (kPa): 70
Tensión de rotura (kp/cm²): 0,70
Deformación en rotura ε (%): 8,6
Partíc. >1/5 Φ o lado probeta: NO
Áng. Inclinación plano rotura (°): 75

CURVA TENSIÓN - DEFORMACIÓN



Observaciones:

TRABAJO: **P2016002-008**

MUESTRA: **VLS.30861**

CLAVE:

Hoja 1 de 4

Peticionario: INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y LEÓN-ITACYL-

Dirección: Ctra. Burgos, Km 119- Finca Zamadueñas 47071 VALLADOLID (VALLADOLID)

Obra: Estudio Geológico-Geotécnico en el Sector I del Canal de San José (Zamora)

Material: Arcillas ligeramente arenosas de baja plasticidad y color marrón

Muestra: Tomada por el laboratorio **Fecha de toma:** 14-02-2020

Lugar de toma: Testificación sondeo S-2

Procedencia: Sondeo S-2 (de 10,00 a 10,60 m)

Uso al que se destina: Caracterización del subsuelo

ENSAYOS SOLICITADOS

Análisis granulométrico.
Límites de Atterberg. Límite líquido.
Límites de Atterberg. Límite plástico.
Compresión simple de suelos.

Observaciones:

Valladolid, a 24/02/2020



V.B.: Almudena AGUADO MORI
Director de laboratorio



Fdo.: Jose Pedro Díez MEDIAVILLA
Jefe de laboratorio

TRABAJO: **P2016002-008**

MUESTRA: **VLS.30861**

CLAVE:

Hoja 2 de 4

Peticionario: INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y LEÓN-ITACYL-

Dirección: Ctra. Burgos, Km 119- Finca Zamadueñas 47071 VALLADOLID (VALLADOLID)

Obra: Estudio Geológico-Geotécnico en el Sector I del Canal de San José (Zamora)

Material: Arcillas ligeramente arenosas de baja plasticidad y color marrón

Muestra: Tomada por el laboratorio

Fecha de toma: 14-02-2020

Lugar de toma: Testificación sondeo S-2

Procedencia: Sondeo S-2 (de 10,00 a 10,60 m)

Uso al que se destina: Caracterización del subsuelo

RESUMEN DE RESULTADOS

ENSAYO	NORMA	RESULTADO
Clasificación Casagrande		CL
Clasificación AASHTO		A-6 (10)
Límites de Atterberg		
Límite líquido	UNE 103103: 1994	31,3
Límite plástico	UNE 103104: 1993	15,7
Índice de plasticidad		15,6
Compresión simple de suelos (kPa)	UNE 103400: 1993	165
Análisis granulométrico ⁽¹⁾	UNE 103101: 1995	Ver los resultados de este ensayo en las siguientes páginas del informe.

(1) Ver Gráficos de ensayo en las siguientes hojas del informe

TRABAJO: **P2016002-008**

MUESTRA: **VLS.30861**

CLAVE:

Hoja 3 de 4

Peticionario: INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y LEÓN-ITACYL-

Dirección: Ctra. Burgos, Km 119- Finca Zamadueñas 47071 VALLADOLID (VALLADOLID)

Obra: Estudio Geológico-Geotécnico en el Sector I del Canal de San José (Zamora)

Material: Arcillas ligeramente arenosas de baja plasticidad y color marrón

Muestra: Tomada por el laboratorio

Fecha de toma: 14-02-2020

Lugar de toma: Testificación sondeo S-2

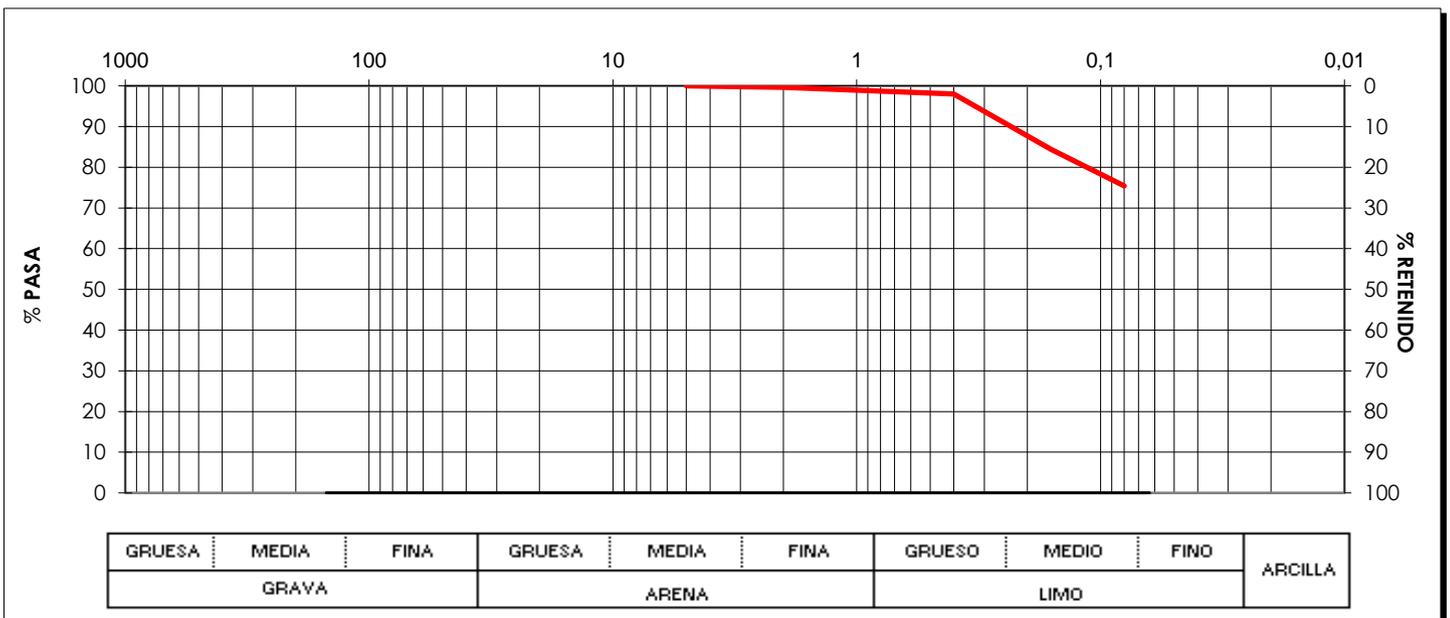
Procedencia: Sondeo S-2 (de 10,00 a 10,60 m)

Uso al que se destina: Caracterización del subsuelo

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO. (UNE 103 101:1995)

Fecha Inicio ensayo: 19-02-2020

Fecha finalización ensayo: 20-02-2020



Tamices UNE	150	125	100	90	80	63	50	40	25	20	12,5	10	8	6,3	5	4	2,5	2	1,25	0,5	0,4	0,25	0,16	0,125	0,08	0,063
% que pasa															100,0			99,6	99,6		98,0		84,4		75,4	

Observaciones:

TRABAJO: **P2016002-008**

MUESTRA: **VLS.30861**

CLAVE:

Hoja 4 de 4

Peticionario: INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y LEÓN-ITACYL-

Dirección: Ctra. Burgos, Km 119- Finca Zamadueñas 47071 VALLADOLID (VALLADOLID)

Obra: Estudio Geológico-Geotécnico en el Sector I del Canal de San José (Zamora)

Material: Arcillas ligeramente arenosas de baja plasticidad y color marrón

Muestra: Tomada por el laboratorio **Fecha de toma:** 14-02-2020

Lugar de toma: Testificación sondeo S-2

Procedencia: Sondeo S-2 (de 10,00 a 10,60 m)

Uso al que se destina: Caracterización del subsuelo

ENSAYO DE ROTURA A COMPRESION SIMPLE EN PROBETAS DE SUELO (UNE 103 400: 1993)

Fecha inicio ensayo: 18-02-2020

Fecha finalización ensayo: 19-02-2020

Velocidad de deformación unitaria (mm/min): 2

CARACTERÍSTICAS DE LA PROBETA

Tipo de probeta: Cilíndrica

Diámetro (cm): 5,80

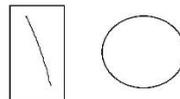
Altura (cm): 11,90

Volumen (cm³): 314,41

Muestra: Inalterada

Bordes: Sin repasar

FORMA DE ROTURA



RESULTADOS

Humedad de la probeta (%): 15,87

Densidad húmeda (g/cm³): 2,10

Densidad seca (g/cm³): 1,82

Tensión de rotura (kPa): 165

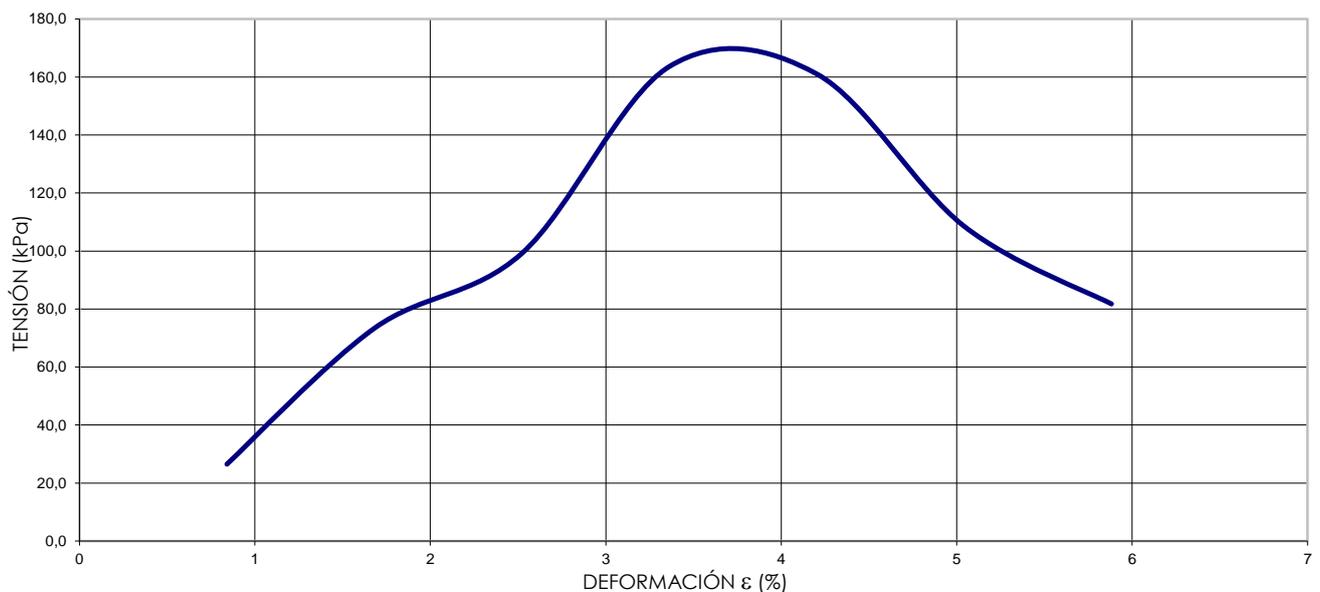
Tensión de rotura (kp/cm²): 1,65

Deformación en rotura ϵ (%): 3,4

Partíc. >1/5 Φ o lado probeta: NO

Áng. Inclinación plano rotura (°): 70

CURVA TENSIÓN - DEFORMACIÓN



Observaciones:

TRABAJO: **P2016002-008**

MUESTRA: **VLS.30862**

CLAVE:

Hoja 1 de 3

Peticionario: INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y LEÓN-ITACYL-

Dirección: Ctra. Burgos, Km 119- Finca Zamadueñas 47071 VALLADOLID (VALLADOLID)

Obra: Estudio Geológico-Geotécnico en el Sector I del Canal de San José (Zamora)

Material: Arcillas ligeramente arenosas de color marrón rojizo

Muestra: Tomada por el laboratorio

Fecha de toma: 14-02-2020

Lugar de toma: Testificación sondeo S-2

Procedencia: Sondeo S-2 (de 11,80 a 12,20 m)

Uso al que se destina: Caracterización del subsuelo

ENSAYOS SOLICITADOS

Compresión simple de suelos.

Observaciones:

Valladolid, a 21/02/2020



V.B.: Almudena AGUADO MORI

Director de laboratorio



Fdo.: Jose Pedro Díez MEDIÁVILLA

Jefe de laboratorio

TRABAJO: **P2016002-008**

MUESTRA: **VLS.30862**

CLAVE:

Hoja 2 de 3

Peticionario: INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y LEÓN-ITACYL-

Dirección: Ctra. Burgos, Km 119- Finca Zamadueñas 47071 VALLADOLID (VALLADOLID)

Obra: Estudio Geológico-Geotécnico en el Sector I del Canal de San José (Zamora)

Material: Arcillas ligeramente arenosas de color marrón rojizo

Muestra: Tomada por el laboratorio

Fecha de toma: 14-02-2020

Lugar de toma: Testificación sondeo S-2

Procedencia: Sondeo S-2 (de 11,80 a 12,20 m)

Uso al que se destina: Caracterización del subsuelo

RESUMEN DE RESULTADOS

ENSAYO	NORMA	RESULTADO
--------	-------	-----------

Compresión simple de suelos (kPa)	UNE 103400: 1993	510
-----------------------------------	------------------	-----

TRABAJO: **P2016002-008**

MUESTRA: **VLS.30862**

CLAVE:

Hoja 3 de 3

Peticionario: INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y LEÓN-ITACYL-

Dirección: Ctra. Burgos, Km 119- Finca Zamadueñas 47071 VALLADOLID (VALLADOLID)

Obra: Estudio Geológico-Geotécnico en el Sector I del Canal de San José (Zamora)

Material: Arcillas ligeramente arenosas de color marrón rojizo

Muestra: Tomada por el laboratorio

Fecha de toma: 14-02-2020

Lugar de toma: Testificación sondeo S-2

Procedencia: Sondeo S-2 (de 11,80 a 12,20 m)

Uso al que se destina: Caracterización del subsuelo

ENSAYO DE ROTURA A COMPRESION SIMPLE EN PROBETAS DE SUELO (UNE 103 400: 1993)

Fecha inicio ensayo: 18-02-2020

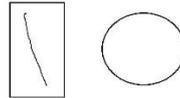
Fecha finalización ensayo: 19-02-2020

Velocidad de deformación unitaria (mm/min): 2

CARACTERÍSTICAS DE LA PROBETA

Tipo de probeta: Cilíndrica
Diámetro (cm): 7,30
Altura (cm): 13,40
Volumen (cm³): 560,84
Muestra: Inalterada
Bordes: Sin repasar

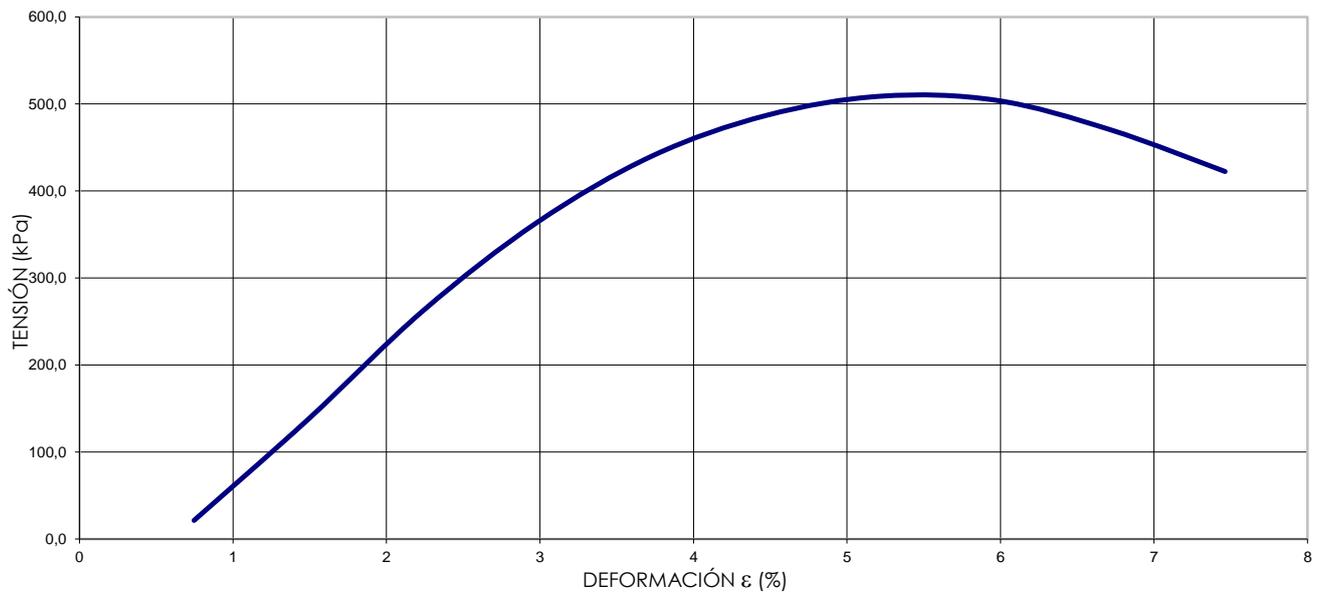
FORMA DE ROTURA



RESULTADOS

Humedad de la probeta (%): 13,46
Densidad húmeda (g/cm³): 2,14
Densidad seca (g/cm³): 1,89
Tensión de rotura (kPa): 510
Tensión de rotura (kp/cm²): 5,20
Deformación en rotura ϵ (%): 5,2
Partíc. >1/5 Φ o lado probeta: NO
Áng. Inclinación plano rotura (°): 80

CURVA TENSIÓN - DEFORMACIÓN



Observaciones:

TRABAJO: **P2016002-008**

MUESTRA: **VLS.30847**

CLAVE: **738502**

Hoja 1 de 7

Peticionario: INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y LEÓN-ITACYL-

Dirección: Ctra. Burgos, Km 119- Finca Zamadueñas 47071 VALLADOLID (VALLADOLID)

Obra: Estudio Geológico-Geotécnico para Modernización del Regadío del Sector I del Canal de San José (Zamora-Villaralbo)

Material: Arcillas ligeramente arenosas de media plasticidad y color marrón claro

Muestra: Tomada por el laboratorio **Fecha de toma:** 11-02-2020

Lugar de toma: Acopio Calicata C-2

Procedencia: Calicata C-2 (1,1 m)

Uso al que se destina: Caracterización del subsuelo

ENSAYOS SOLICITADOS

Análisis granulométrico.
Límites de Atterberg. Límite líquido.
Límites de Atterberg. Límite plástico.
Contenido de yeso.
Sales solubles.
Materia orgánica.
Próctor normal.
Próctor modificado.
Índice CBR.
Hinchamiento libre.
Índice de colapso.

Observaciones:

Valladolid, a 03/03/2020



V.B.: Almudena AGUADO MORI

Director de laboratorio



Fdo.: Jose Pedro Díez MEDIAVILLA

Jefe de laboratorio

TRABAJO: **P2016002-008**

MUESTRA: **VLS.30847**

CLAVE: **738502**

Hoja 2 de 7

Peticionario: INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y LEÓN-ITACYL-

Dirección: Ctra. Burgos, Km 119- Finca Zamadueñas 47071 VALLADOLID (VALLADOLID)

Obra: Estudio Geológico-Geotécnico para Modernización del Regadío del Sector I del Canal de San José (Zamora-Villalarbo)

Material: Arcillas ligeramente arenosas de media plasticidad y color marrón claro

Muestra: Tomada por el laboratorio **Fecha de toma:** 11-02-2020

Lugar de toma: Acopio Calicata C-2

Procedencia: Calicata C-2 (1,1 m)

Uso al que se destina: Caracterización del subsuelo

RESUMEN DE RESULTADOS

ENSAYO	NORMA	RESULTADO		
Clasificación Casagrande		CL - Clasificación PG-3: Suelo TOLERABLE		
Clasificación AASHTO		A-7-6 (14)		
Límites de Atterberg				
Límite líquido	UNE 103103: 1994			42,9
Límite plástico	UNE 103104: 1993			20,5
Índice de plasticidad				22,5
Ensayo Próctor ⁽¹⁾		D.máx. (g/cm ³)	W. óptima (%)	
Próctor normal	UNE 103500: 1994	1,68	17,6	
Próctor modificado	UNE 103501: 1994	1,79	16,7	
C.B.R. ⁽¹⁾				
% Compactación		95	98	100
Índice CBR	UNE 103502: 1995	5,2	7	10
Materia orgánica (%) (Muestra total)	UNE 103 204:1993 y Err:93	0,21		
Sales solubles	NLT-114/99	mg/l (ppm)	%	
		89	0,09	
Contenido en yeso (%)	NLT-115/99	0,000		
Colapso (en edómetro)				
Índice de colapso (%)	NLT 254/99	0,00	W inicial	W final
Potencial porcentual colapso (%)		0,00	(%)	(%)
Presión vert. de colapso (MPa)		0,2	17,4	21,6
				Dseca (g/cm ³)
				1,68

(1) Ver Gráficos de ensayo en las siguientes hojas del informe

TRABAJO: **P2016002-008**

MUESTRA: **VLS.30847**

CLAVE: **738502**

Hoja 3 de 7

Peticionario: INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y LEÓN-ITACYL-

Dirección: Ctra. Burgos, Km 119- Finca Zamadueñas 47071 VALLADOLID (VALLADOLID)

Obra: Estudio Geológico-Geotécnico para Modernización del Regadío del Sector I del Canal de San José (Zamora-Villaralbo)

Material: Arcillas ligeramente arenosas de media plasticidad y color marrón claro

Muestra: Tomada por el laboratorio

Fecha de toma: 11-02-2020

Lugar de toma: Acopio Calicata C-2

Procedencia: Calicata C-2 (1,1 m)

Uso al que se destina: Caracterización del subsuelo

RESUMEN DE RESULTADOS

ENSAYO	NORMA	RESULTADO			
Hinchamiento libre en edómetro Prepar. probeta: Por tallado	UNE 103601: 1996	Dseca (g/cm ³) 1,70	Hinch. (%) 1,3	Winicial (%) 17,6	Wfinal (%) 22,0
Análisis granulométrico ⁽¹⁾	UNE 103101: 1995	Ver los resultados de este ensayo en las siguientes páginas del informe.			

TRABAJO: **P2016002-008**

MUESTRA: **VLS.30847**

CLAVE: **738502**

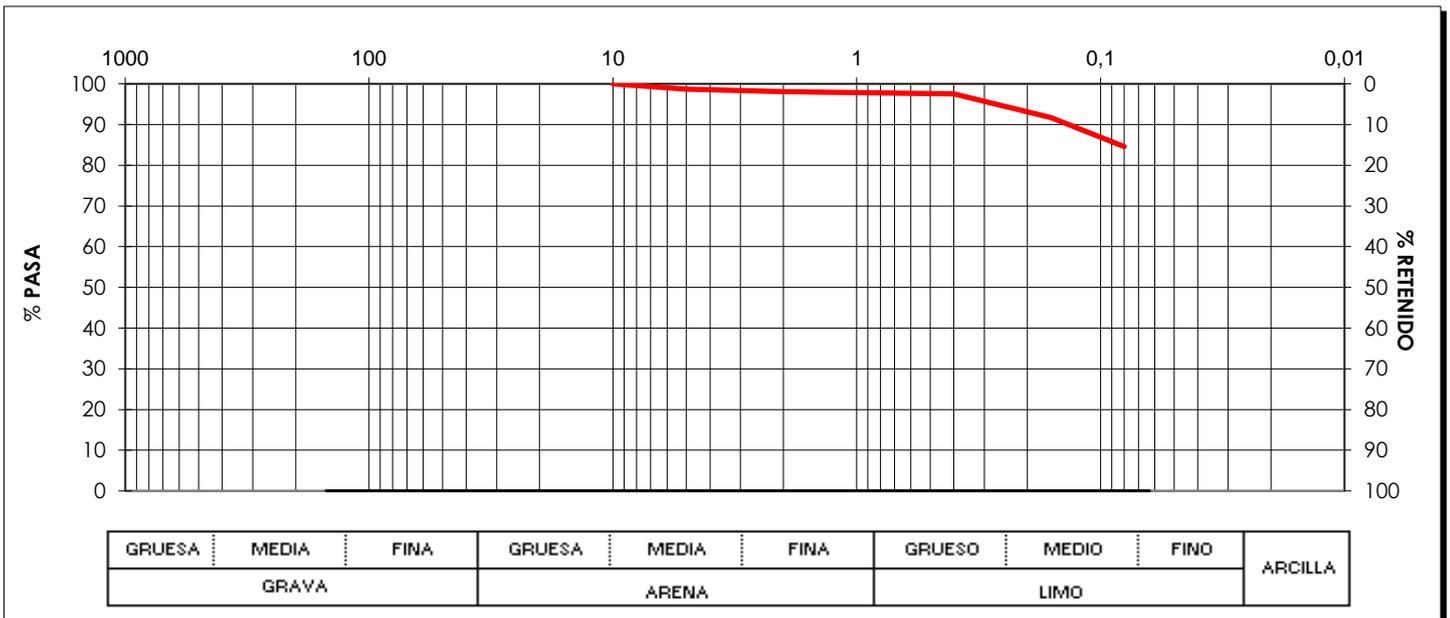
Hoja 4 de 7

Peticionario: INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y LEÓN-ITACYL-
Dirección: Ctra. Burgos, Km 119- Finca Zamadueñas 47071 VALLADOLID (VALLADOLID)
Obra: Estudio Geológico-Geotécnico para Modernización del Regadío del Sector I del Canal de San José (Zamora-Villaralbo)
Material: Arcillas ligeramente arenosas de media plasticidad y color marrón claro
Muestra: Tomada por el laboratorio **Fecha de toma:** 11-02-2020
Lugar de toma: Acopio Calicata C-2
Procedencia: Calicata C-2 (1,1 m)
Uso al que se destina: Caracterización del subsuelo

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO. (UNE 103 101:1995)

Fecha Inicio ensayo: 19-02-2020

Fecha finalización ensayo: 20-02-2020



Tamices UNE	150	125	100	90	80	63	50	40	25	20	12,5	10	8	6,3	5	4	2,5	2	1,25	0,5	0,4	0,25	0,16	0,125	0,08	0,063
% que pasa												100,0			98,7			98,0	98,0		97,5		91,7		84,6	

Observaciones:

TRABAJO: **P2016002-008**

MUESTRA: **VLS.30847**

CLAVE: **738502**

Hoja 5 de 7

Peticionario: INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y LEÓN-ITACYL-
Dirección: Ctra. Burgos, Km 119- Finca Zamadueñas 47071 VALLADOLID (VALLADOLID)
Obra: Estudio Geológico-Geotécnico para Modernización del Regadío del Sector I del Canal de San José (Zamora-Villaralbo)
Material: Arcillas ligeramente arenosas de l
Muestra: Tomada por el laboratorio **Fecha de toma:** 11-02-2020
Lugar de toma: Acopio Calicata C-2
Procedencia: Calicata C-2 (1,1 m)
Uso al que se destina: Caracterización del subsuelo

ENSAYO DE COMPACTACIÓN. PROCTOR NORMAL (UNE 103 500:1994)

Fecha inicio ensayo: 14-02-2020

Fecha finalización ensayo: 17-02-2020

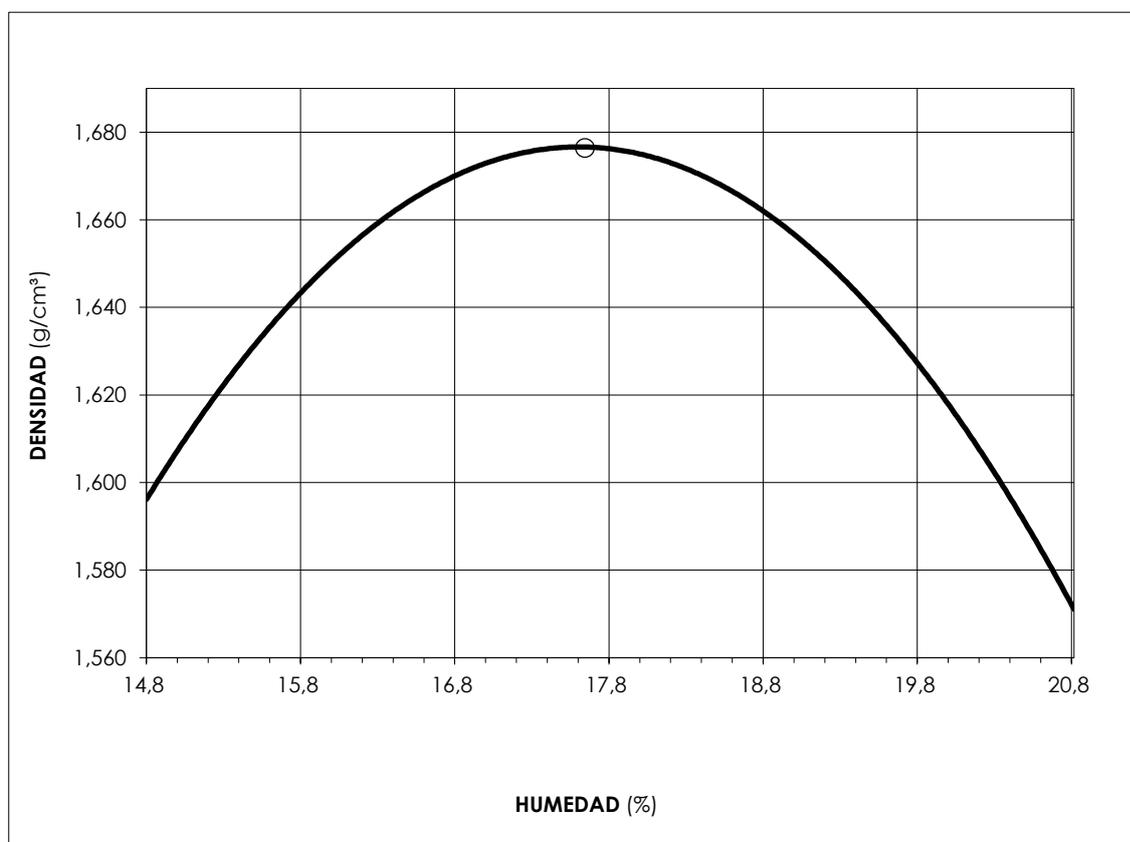
Material superior a 50 mm UNE (%):

Material superior a 20 mm UNE (%):

Sustitución de material: no

Densidad máxima (g/cm³): 1,68

Humedad óptima (%): 17,6



Observaciones:

TRABAJO: **P2016002-008**

MUESTRA: **VLS.30847**

CLAVE: **738502**

Hoja 6 de 7

Peticionario: INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y LEÓN-ITACYL-

Dirección: Ctra. Burgos, Km 119- Finca Zamadueñas 47071 VALLADOLID (VALLADOLID)

Obra: Estudio Geológico-Geotécnico para Modernización del Regadío del Sector I del Canal de San José (Zamora-Villaralbo)

Material: Arcillas ligeramente arenosas de media plasticidad y color marrón claro

Muestra: Tomada por el laboratorio **Fecha de toma:** 11-02-2020

Lugar de toma: Acopio Calicata C-2

Procedencia: Calicata C-2 (1,1 m)

Uso al que se destina: Caracterización del subsuelo

ENSAYO DE COMPACTACIÓN. PROCTOR MODIFICADO (UNE 103 501:1994)

Fecha inicio ensayo: 14-02-2020

Fecha finalización ensayo: 17-02-2020

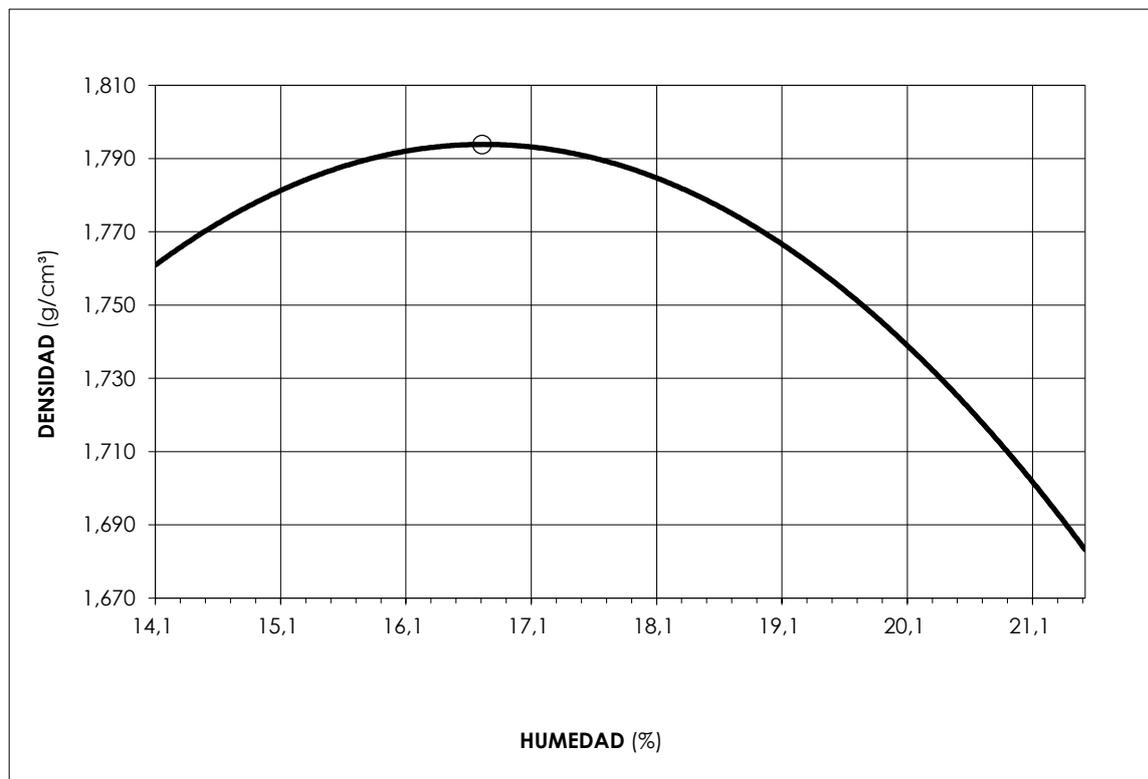
Material superior a 50 mm UNE (%):

Material superior a 20 mm UNE (%):

Sustitución de material: no

Densidad máxima (g/cm³): 1,79

Humedad óptima (%): 16,7



Observaciones:

TRABAJO: **P2016002-008**

MUESTRA: **VLS.30847**

CLAVE: **738502**

Hoja 7 de 7

Peticionario: INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y LEÓN-ITACYL-
Dirección: Ctra. Burgos, Km 119- Finca Zamadueñas 47071 VALLADOLID (VALLADOLID)
Obra: Estudio Geológico-Geotécnico para Modernización del Regadío del Sector I del Canal de San José (Zamora-Villaralbo)
Material: Arcillas ligeramente arenosas de media plasticidad y color marrón claro
Muestra: Tomada por el laboratorio **Fecha de toma:** 11-02-2020
Lugar de toma: Acopio Calicata C-2
Procedencia: Calicata C-2 (1,1 m)
Uso al que se destina: Caracterización del subsuelo

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EN EL LABORATORIO EL INDICE CBR (UNE 103 502:1995)

Fecha inicio ensayo: 17/02/2020

Fecha finalización ensayo: 21/02/2020

Material superior a 50 mm UNE (%):

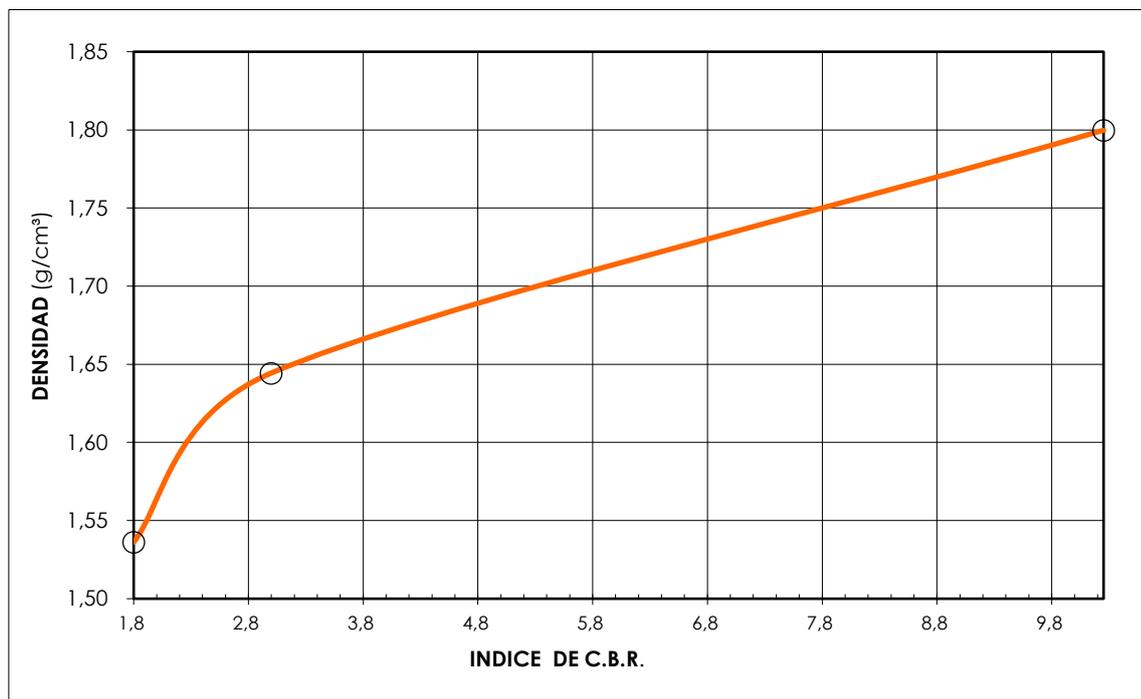
Material superior a 20 mm UNE (%):

Sustitución de material: no

Proctor: MODIFICADO

Densidad máxima (g/cm³): 1,79

Humedad óptima (%): 16,7



Molde	1	2	3
Densidad (g/cm ³)	1,54	1,64	1,80
Humedad (%)	16,5	16,5	16,5
Absorción (%)	12,36	8,55	5,75
Hinchamiento (%)	2,20	2,06	1,75
Índice C.B.R.	1,8	3	10

% Compactación	95	98	100
Índice C.B.R.	5,2	7,4	10

Observaciones:

TRABAJO: **P2016002-008**

MUESTRA: **VLS.30848**

CLAVE: **738503**

Hoja 1 de 8

Peticionario: INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y LEÓN-ITACYL-

Dirección: Ctra. Burgos, Km 119- Finca Zamadueñas 47071 VALLADOLID (VALLADOLID)

Obra: Estudio Geológico-Geotécnico para Modernización del Regadío del Sector I del Canal de San José (Zamora-Villaralbo)

Material: Arcillas ligeramente arenosas de media plasticidad y color marrón claro

Muestra: Tomada por el laboratorio **Fecha de toma:** 11-02-2020

Lugar de toma: Acopio Calicata C-5

Procedencia: Calicata C-5 (1,2 m)

Uso al que se destina: Caracterización del subsuelo

ENSAYOS SOLICITADOS

Análisis granulométrico.
Límites de Atterberg. Límite líquido.
Límites de Atterberg. Límite plástico.
Contenido de yeso.
Sales solubles.
Materia orgánica.
Próctor normal.
Próctor modificado.
Índice CBR.
Hinchamiento libre.
Índice de colapso.
Corte directo.

Observaciones:

Valladolid, a 03/03/2020



V.B.: Almudena AGUADO MORI

Director de laboratorio



Fdo.: Jose Pedro Díez MEDIAVILLA

Jefe de laboratorio

TRABAJO: **P2016002-008**

MUESTRA: **VLS.30848**

CLAVE: **738503**

Hoja 2 de 8

Peticionario: INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y LEÓN-ITACYL-

Dirección: Ctra. Burgos, Km 119- Finca Zamadueñas 47071 VALLADOLID (VALLADOLID)

Obra: Estudio Geológico-Geotécnico para Modernización del Regadío del Sector I del Canal de San José (Zamora-Villalarbo)

Material: Arcillas ligeramente arenosas de media plasticidad y color marrón claro

Muestra: Tomada por el laboratorio

Fecha de toma: 11-02-2020

Lugar de toma: Acopio Calicata C-5

Procedencia: Calicata C-5 (1,2 m)

Uso al que se destina: Caracterización del subsuelo

RESUMEN DE RESULTADOS

ENSAYO	NORMA	RESULTADO
Clasificación Casagrande		CL - Clasificación PG-3: Suelo TOLERABLE
Clasificación AASHTO		A-6 (12)

Límites de Atterberg

	NORMA	RESULTADO
Límite líquido	UNE 103103: 1994	38,8
Límite plástico	UNE 103104: 1993	19,3
Índice de plasticidad		19,5

Ensayo Próctor ⁽¹⁾

	NORMA	D.máx. (g/cm ³)	W. óptima (%)
Próctor normal	UNE 103500: 1994	1,70	17,7
Próctor modificado	UNE 103501: 1994	1,86	14,2

C.B.R. ⁽¹⁾

	NORMA	95	98	100
% Compactación	UNE 103502: 1995	4,3	6	7
Índice CBR				

Materia orgánica (%)

	NORMA	RESULTADO
(Muestra total)	UNE 103 204:1993 y Err:93	0,29

Sales solubles

	NORMA	mg/l (ppm)	%
	NLT-114/99	70	0,07

Contenido en yeso (%)

	NORMA	RESULTADO
	UNE 103 206: 2006	0,000

Colapso (en edómetro)

	NORMA	0,00	W inicial (%)	W final (%)	Dseca (g/cm ³)
Índice de colapso (%)	NLT 254/99	0,00			
Potencial porcentual colapso (%)		0,00			
Presión vert. de colapso (MPa)		0,2	17,4	19,9	1,71

(1) Ver Gráficos de ensayo en las siguientes hojas del informe

TRABAJO: **P2016002-008**

MUESTRA: **VLS.30848**

CLAVE: **738503**

Hoja 3 de 8

Peticionario: INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y LEÓN-ITACYL-

Dirección: Ctra. Burgos, Km 119- Finca Zamadueñas 47071 VALLADOLID (VALLADOLID)

Obra: Estudio Geológico-Geotécnico para Modernización del Regadío del Sector I del Canal de San José (Zamora-Villaralbo)

Material: Arcillas ligeramente arenosas de media plasticidad y color marrón claro

Muestra: Tomada por el laboratorio **Fecha de toma:** 11-02-2020

Lugar de toma: Acopio Calicata C-5

Procedencia: Calicata C-5 (1,2 m)

Uso al que se destina: Caracterización del subsuelo

RESUMEN DE RESULTADOS

ENSAYO	NORMA	RESULTADO
Hinchamiento libre en edómetro Prepar. probeta: Por remoldeo	UNE 103601: 1996	Dseca (g/cm ³) Hinch. (%) Winicial (%) Wfinal (%) 1,71 0,4 17,8 21,0
Corte directo tipo C.D.	UNE 103401: 1998	C (kPa): 9,03 ϕ (°): 29,0
Análisis granulométrico ⁽¹⁾	UNE 103101: 1995	Ver los resultados de este ensayo en las siguientes páginas del informe.



EPTISA
 C/ Pírita, 33 - Polg. San Cristóbal
 47012 - VALLADOLID
 valladolid@eptisa.com
 Tel: 983205099

Laboratorio inscrito en el Registro
 General del Código Técnico de la
 Edificación como LECCE con N° CYL-L-005
 en las áreas de actuación
 EH, EA, EFA, EM, GT, VS, PS

TRABAJO: **P2016002-008**

MUESTRA: **VLS.30848**

CLAVE: **738503**

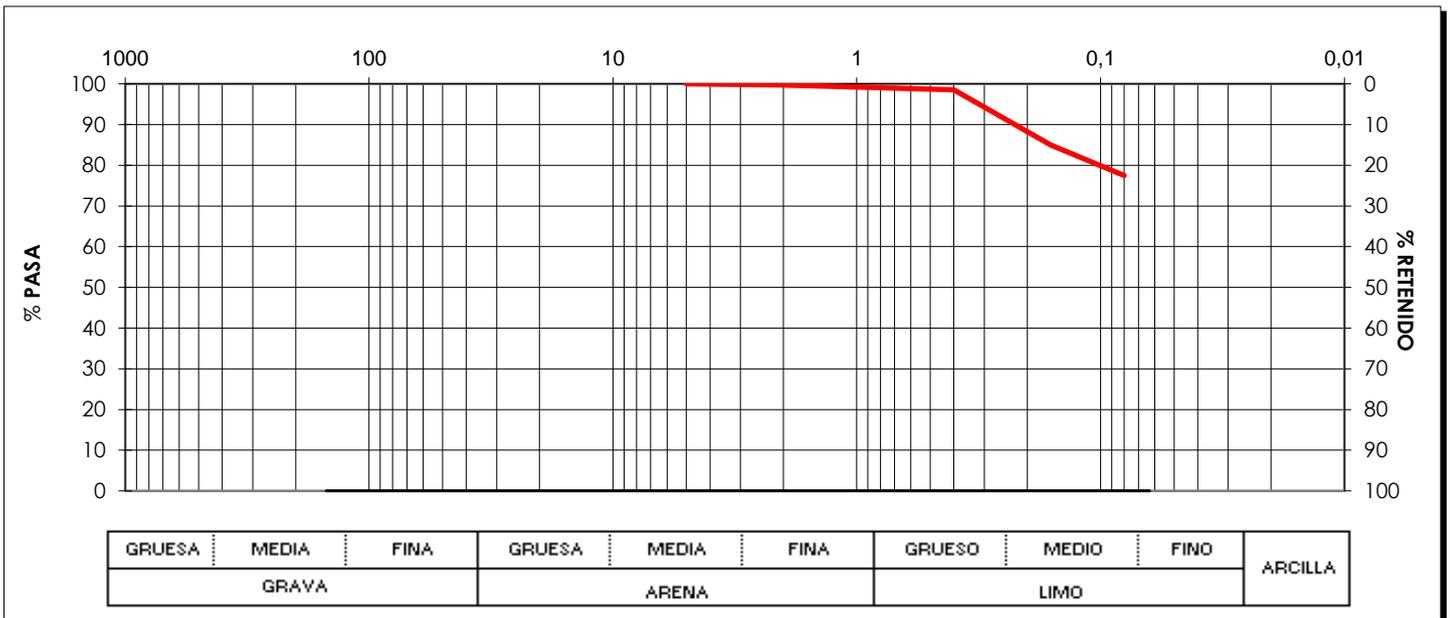
Hoja 4 de 8

Peticionario: INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y LEÓN-ITACYL-
Dirección: Ctra. Burgos, Km 119- Finca Zamadueñas 47071 VALLADOLID (VALLADOLID)
Obra: Estudio Geológico-Geotécnico para Modernización del Regadío del Sector I del Canal de San José (Zamora-Villalaralbo)
Material: Arcillas ligeramente arenosas de media plasticidad y color marrón claro
Muestra: Tomada por el laboratorio **Fecha de toma:** 11-02-2020
Lugar de toma: Acopio Calicata C-5
Procedencia: Calicata C-5 (1,2 m)
Uso al que se destina: Caracterización del subsuelo

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO. (UNE 103 101:1995)

Fecha Inicio ensayo: 19-02-2020

Fecha finalización ensayo: 20-02-2020



Tamices UNE	150	125	100	90	80	63	50	40	25	20	12,5	10	8	6,3	5	4	2,5	2	1,25	0,5	0,4	0,25	0,16	0,125	0,08	0,063
% que pasa															100,0			99,7	99,7		98,5		84,9		77,5	

Observaciones:

TRABAJO: **P2016002-008**

MUESTRA: **VLS.30848**

CLAVE: **738503**

Hoja 5 de 8

Peticionario: INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y LEÓN-ITACYL-
Dirección: Ctra. Burgos, Km 119- Finca Zamadueñas 47071 VALLADOLID (VALLADOLID)
Obra: Estudio Geológico-Geotécnico para Modernización del Regadío del Sector I del Canal de San José (Zamora-Villalarbo)
Material: Arcillas ligeramente arenosas de l
Muestra: Tomada por el laboratorio **Fecha de toma:** 11-02-2020
Lugar de toma: Acopio Calicata C-5
Procedencia: Calicata C-5 (1,2 m)
Uso al que se destina: Caracterización del subsuelo

ENSAYO DE COMPACTACIÓN. PROCTOR NORMAL (UNE 103 500:1994)

Fecha inicio ensayo: 13-02-2020

Fecha finalización ensayo: 14-02-2020

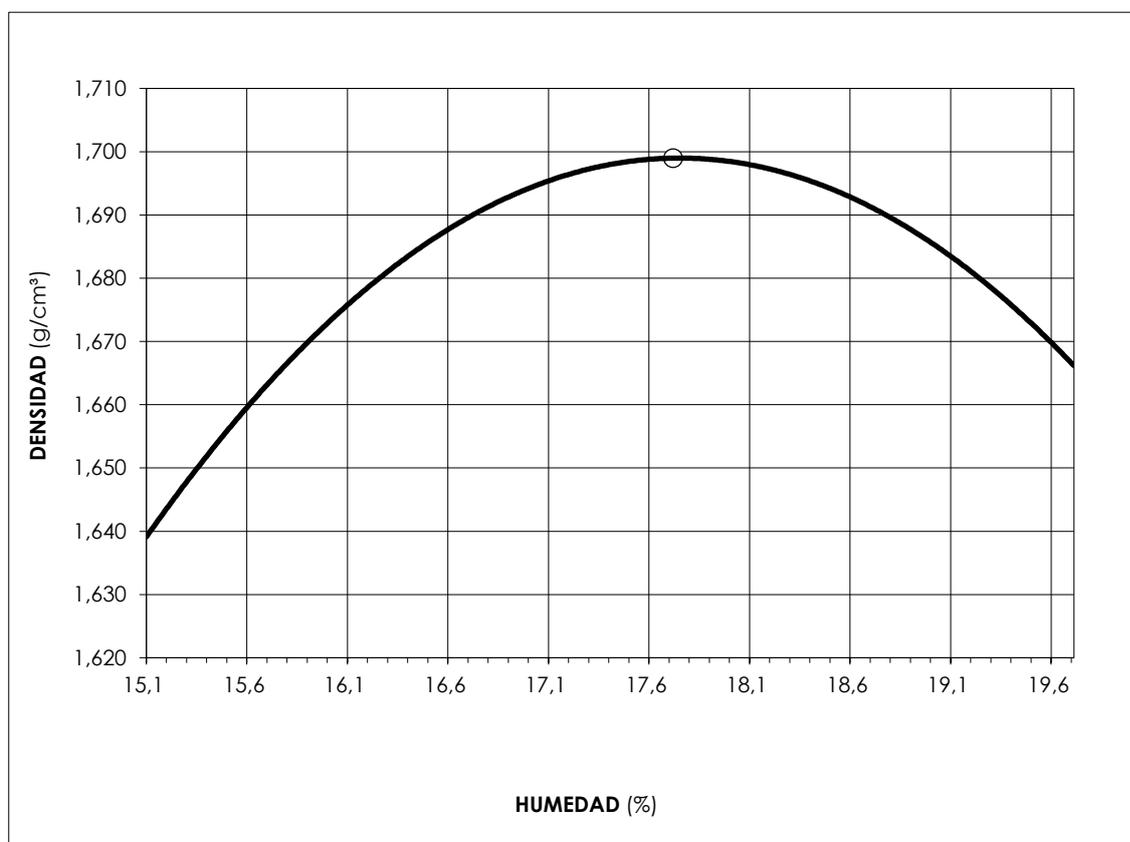
Material superior a 50 mm UNE (%):

Material superior a 20 mm UNE (%):

Sustitución de material: no

Densidad máxima (g/cm³): 1,70

Humedad óptima (%): 17,7



Observaciones:

TRABAJO: **P2016002-008**

MUESTRA: **VLS.30848**

CLAVE: **738503**

Hoja 6 de 8

Peticionario: INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y LEÓN-ITACYL-
Dirección: Ctra. Burgos, Km 119- Finca Zamadueñas 47071 VALLADOLID (VALLADOLID)
Obra: Estudio Geológico-Geotécnico para Modernización del Regadío del Sector I del Canal de San José (Zamora-Villalarbo)
Material: Arcillas ligeramente arenosas de media plasticidad y color marrón claro
Muestra: Tomada por el laboratorio **Fecha de toma:** 11-02-2020
Logar de toma: Acopio Calicata C-5
Procedencia: Calicata C-5 (1,2 m)
Uso al que se destina: Caracterización del subsuelo

ENSAYO DE COMPACTACIÓN. PROCTOR MODIFICADO (UNE 103 501:1994)

Fecha inicio ensayo: 13-02-2020

Fecha finalización ensayo: 14-02-2020

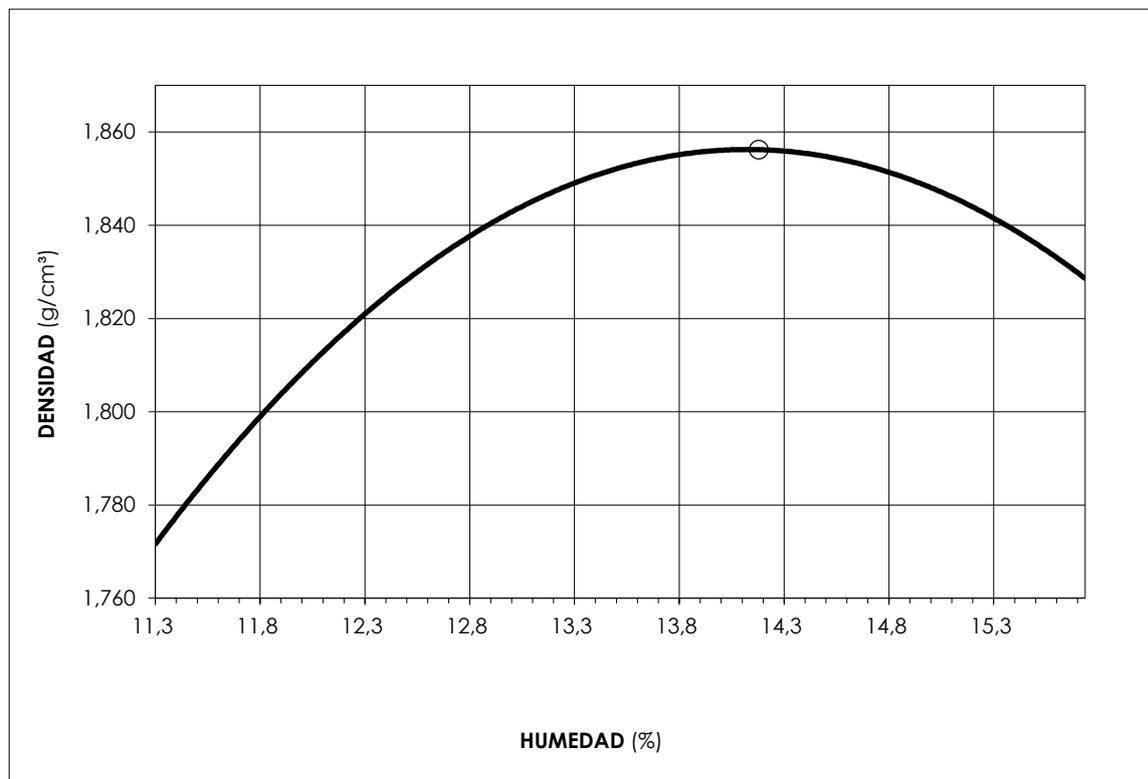
Material superior a 50 mm UNE (%):

Material superior a 20 mm UNE (%):

Sustitución de material: no

Densidad máxima (g/cm³): 1,86

Humedad óptima (%): 14,2



Observaciones:

TRABAJO: **P2016002-008**

MUESTRA: **VLS.30848**

CLAVE: **738503**

Hoja 7 de 8

Peticionario: INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y LEÓN-ITACYL-

Dirección: Ctra. Burgos, Km 119- Finca Zamadueñas 47071 VALLADOLID (VALLADOLID)

Obra: Estudio Geológico-Geotécnico para Modernización del Regadío del Sector I del Canal de San José (Zamora-Villaralbo)

Material: Arcillas ligeramente arenosas de media plasticidad y color marrón claro

Muestra: Tomada por el laboratorio **Fecha de toma:** 11-02-2020

Lugar de toma: Acopio Calicata C-5

Procedencia: Calicata C-5 (1,2 m)

Uso al que se destina: Caracterización del subsuelo

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EN EL LABORATORIO EL INDICE CBR (UNE 103 502:1995)

Fecha inicio ensayo: 14/02/2020

Fecha finalización ensayo: 18/02/2020

Material superior a 50 mm UNE (%):

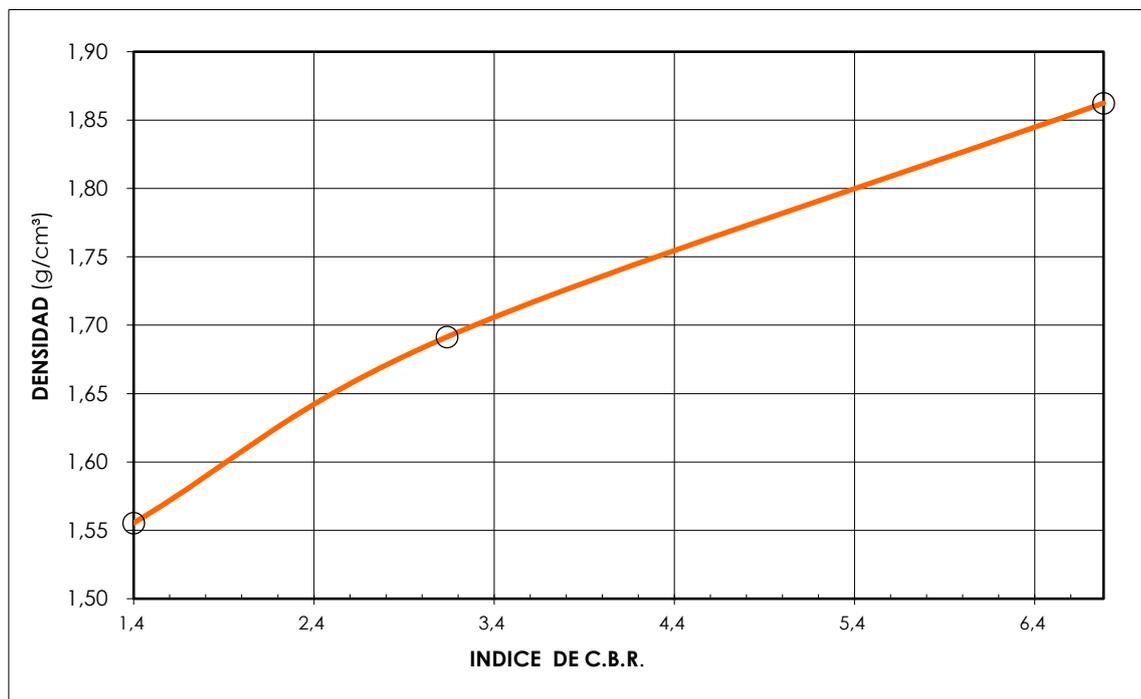
Material superior a 20 mm UNE (%):

Sustitución de material: no

Proctor: MODIFICADO

Densidad máxima (g/cm³): 1,86

Humedad óptima (%): 14,2



Molde	1	2	3
Densidad (g/cm ³)	1,56	1,69	1,86
Humedad (%)	14,2	14,2	14,2
Absorción (%)	11,21	8,49	3,68
Hinchamiento (%)	2,69	2,52	2,15
Índice C.B.R.	1,4	3,1	6,8

% Compactación	95	98	100
Índice C.B.R.	4,3	5,6	6,8

Observaciones:

TRABAJO: **P2016002-008**

MUESTRA: **VLS.30848**

CLAVE: **738503**

Hoja 8 de 8

Peticionario: INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y LEÓN-ITACYL-
Dirección: Ctra. Burgos, Km 119- Finca Zamadueñas 47071 VALLADOLID (VALLADOLID)
Obra: Estudio Geológico-Geotécnico para Modernización del Regadío del Sector I del Canal de San José (Zamora-Villaralbo)
Muestra: Tomada por el laboratorio
Lugar de toma: Acopio Calicata C-5
Procedencia: Calicata C-5 (1,2 m)

**DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS RESISTENTES AL ESFUERZO CORTANTE DE UNA MUESTRA DE SUELO
EN LA CAJA DE CORTE DIRECTO (UNE 103 401:1998)**

Fecha inicio ensayo: 13-02-2020 **Fecha finalización ensayo:** 20-02-2020

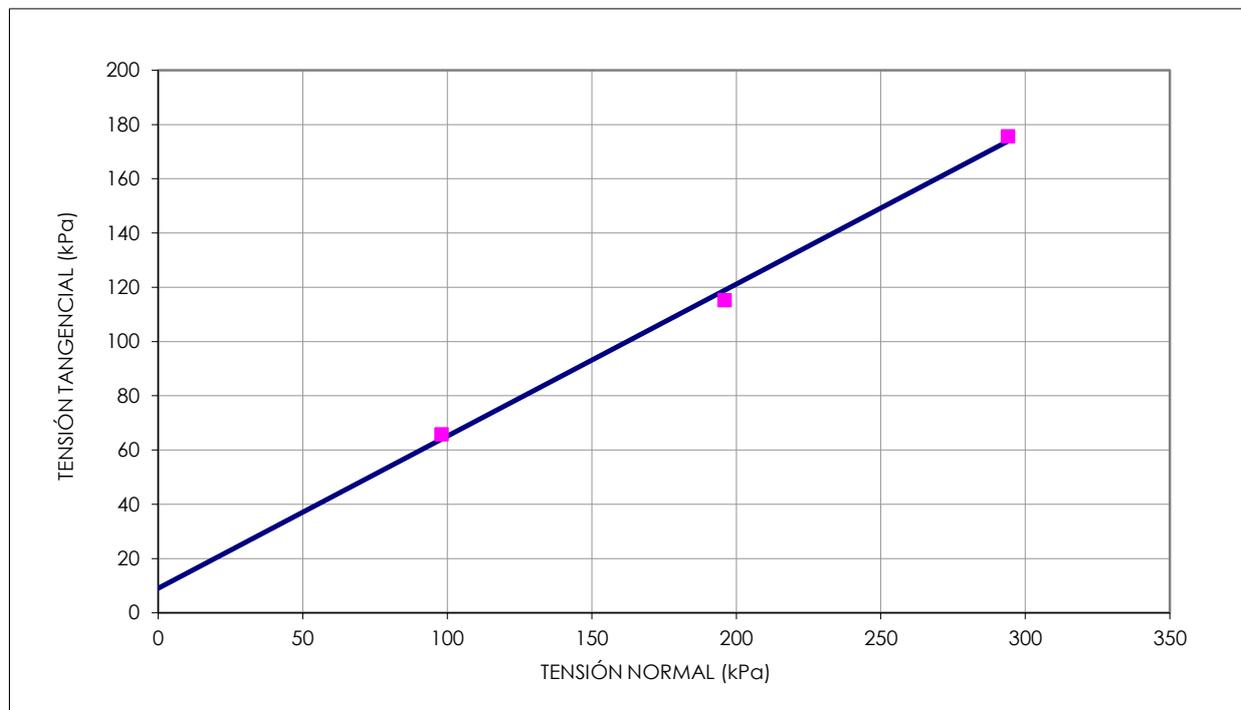
Tipo: C.D. **Resistencia:** Pico **Velocidad (mm/min):** 0,0208 **Área de la probeta (mm²):** 1.963,50

Tipo de muestra : Inalterada

Puntos	Tensión normal (kPa)	Tensión tangencial (kPa)	Humedad %		Densidad (g/cm ³)		P. e. partic. (g/cm ³)	Índice de huecos %		Grado de saturación %
			inicial	final	seca	aparente		inicial	final	
1	98,00	65,80	24,47	27,29	1,43	1,78	2,70	0,89	0,77	74,63
2	196,00	115,20	23,59	24,27	1,46	1,80	2,70	0,85	0,66	75,01
3	294,00	175,65	16,74	22,29	1,58	1,84	2,70	0,71	0,51	63,28

C = 9,03 kPa

Φ = 29 °



Observaciones:

TRABAJO: **P2016002-008**

MUESTRA: **VLS.30849**

CLAVE: **161600**

Hoja 1 de 7

Peticionario: INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y LEÓN-ITACYL-

Dirección: Ctra. Burgos, Km 119- Finca Zamadueñas 47071 VALLADOLID (VALLADOLID)

Obra: Estudio Geológico-Geotécnico para Modernización del Regadío del Sector I del Canal de San José (Zamora-Villaralbo)

Material: Arcillas ligeramente arenosas de baja plasticidad y color marrón

Muestra: Tomada por el laboratorio **Fecha de toma:** 11-02-2020

Lugar de toma: Acopio Calicata C-7

Procedencia: Calicata C-7 (1,3 m)

Uso al que se destina: Caracterización del subsuelo

ENSAYOS SOLICITADOS

Análisis granulométrico.
Límites de Atterberg. Límite líquido.
Límites de Atterberg. Límite plástico.
Contenido de yeso.
Sales solubles.
Materia orgánica.
Próctor normal.
Próctor modificado.
Índice CBR.
Hinchamiento libre.
Índice de colapso.

Observaciones:

Valladolid, a 03/03/2020



V.B.: Almudena AGUADO MORI

Director de laboratorio



Fdo.: Jose Pedro Díez MEDIÁVILLA

Jefe de laboratorio

TRABAJO: **P2016002-008**

MUESTRA: **VLS.30849**

CLAVE: **161600**

Hoja 2 de 7

Peticionario: INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y LEÓN-ITACYL-

Dirección: Ctra. Burgos, Km 119- Finca Zamadueñas 47071 VALLADOLID (VALLADOLID)

Obra: Estudio Geológico-Geotécnico para Modernización del Regadío del Sector I del Canal de San José (Zamora-Villalarbo)

Material: Arcillas ligeramente arenosas de baja plasticidad y color marrón

Muestra: Tomada por el laboratorio **Fecha de toma:** 11-02-2020

Lugar de toma: Acopio Calicata C-7

Procedencia: Calicata C-7 (1,3 m)

Uso al que se destina: Caracterización del subsuelo

RESUMEN DE RESULTADOS

ENSAYO	NORMA	RESULTADO		
Clasificación Casagrande		CL - Clasificación PG-3: Suelo TOLERABLE		
Clasificación AASHTO		A-6 (9)		
Límites de Atterberg				
Límite líquido	UNE 103103: 1994	28,8		
Límite plástico	UNE 103104: 1993	16,6		
Índice de plasticidad		12,2		
Ensayo Próctor ⁽¹⁾		D.máx. (g/cm ³)	W. óptima (%)	
Próctor normal	UNE 103500: 1994	1,70	13,3	
Próctor modificado	UNE 103501: 1994	1,88	10,5	
C.B.R. ⁽¹⁾				
% Compactación		95	98	100
Índice CBR	UNE 103502: 1995	6,1	8	10
Materia orgánica (%) (Muestra total)	UNE 103 204:1993 y Err:93	0,27		
Sales solubles	NLT-114/99	mg/l (ppm)	%	
		136	0,14	
Contenido en yeso (%)	UNE 103 206: 2006	0,000		
Colapso (en edómetro)				
Índice de colapso (%)	NLT 254/99	0,48	W inicial	W final
Potencial porcentual colapso (%)		0,46	(%)	(%)
Presión vert. de colapso (MPa)		0,2	13,3	14,8
				Dseca (g/cm ³)
				1,70

(1) Ver Gráficos de ensayo en las siguientes hojas del informe

TRABAJO: **P2016002-008**

MUESTRA: **VLS.30849**

CLAVE: **161600**

Hoja 3 de 7

Peticionario: INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y LEÓN-ITACYL-

Dirección: Ctra. Burgos, Km 119- Finca Zamadueñas 47071 VALLADOLID (VALLADOLID)

Obra: Estudio Geológico-Geotécnico para Modernización del Regadío del Sector I del Canal de San José (Zamora-Villaralbo)

Material: Arcillas ligeramente arenosas de baja plasticidad y color marrón

Muestra: Tomada por el laboratorio

Fecha de toma: 11-02-2020

Lugar de toma: Acopio Calicata C-7

Procedencia: Calicata C-7 (1,3 m)

Uso al que se destina: Caracterización del subsuelo

RESUMEN DE RESULTADOS

ENSAYO	NORMA	RESULTADO			
Hinchamiento libre en edómetro Prepar. probeta: Por remoldeo	UNE 103601: 1996	Dseca (g/cm ³) 1,70	Hinch. (%) 0,0	Winicial (%) 13,6	Wfinal (%) 18,9
Análisis granulométrico ⁽¹⁾	UNE 103101: 1995	Ver los resultados de este ensayo en las siguientes páginas del informe.			

TRABAJO: **P2016002-008**

MUESTRA: **VLS.30849**

CLAVE: **161600**

Hoja 4 de 7

Peticionario: INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y LEÓN-ITACYL-

Dirección: Ctra. Burgos, Km 119- Finca Zamadueñas 47071 VALLADOLID (VALLADOLID)

Obra: Estudio Geológico-Geotécnico para Modernización del Regadío del Sector I del Canal de San José (Zamora-Villaralbo)

Material: Arcillas ligeramente arenosas de baja plasticidad y color marrón

Muestra: Tomada por el laboratorio **Fecha de toma:** 11-02-2020

Lugar de toma: Acopio Calicata C-7

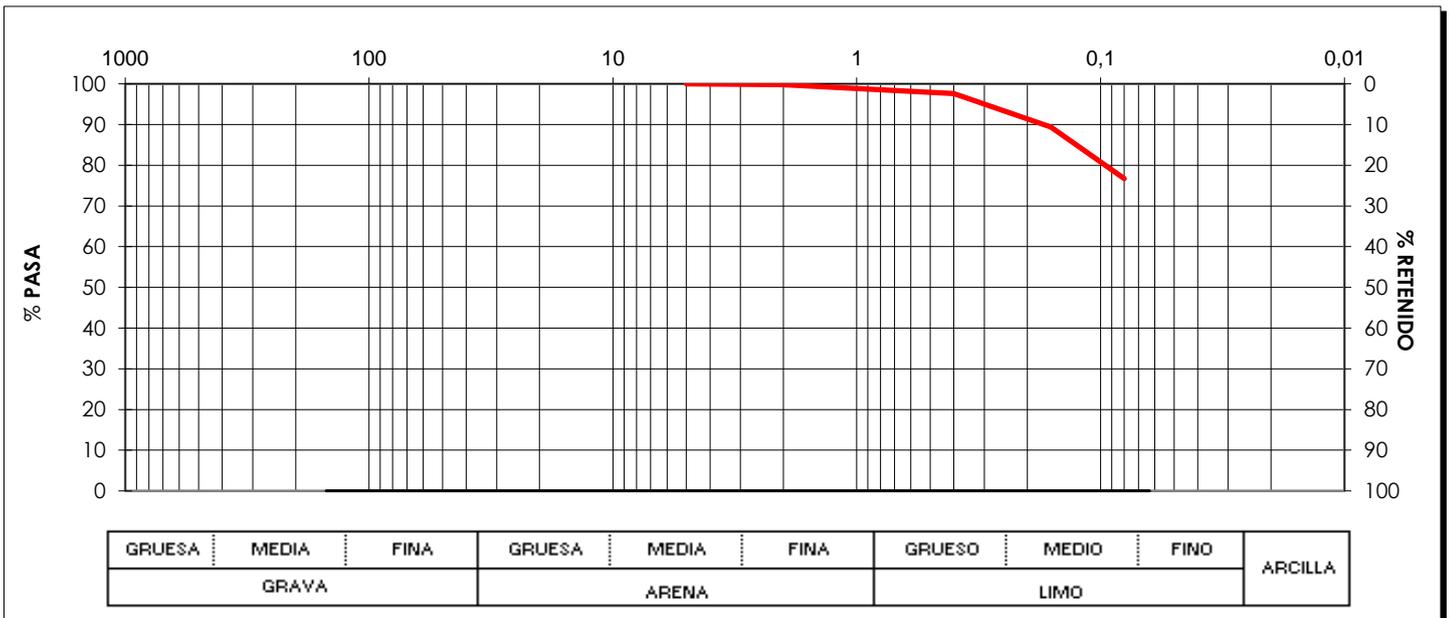
Procedencia: Calicata C-7 (1,3 m)

Uso al que se destina: Caracterización del subsuelo

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO. (UNE 103 101:1995)

Fecha Inicio ensayo: 19-02-2020

Fecha finalización ensayo: 20-02-2020



Tamices UNE	150	125	100	90	80	63	50	40	25	20	12,5	10	8	6,3	5	4	2,5	2	1,25	0,5	0,4	0,25	0,16	0,125	0,08	0,063
% que pasa															100,0			99,7	99,7		97,6		89,4		76,7	

Observaciones:

TRABAJO: **P2016002-008**

MUESTRA: **VLS.30849**

CLAVE: **161600**

Hoja 5 de 7

Peticionario: INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y LEÓN-ITACYL-

Dirección: Ctra. Burgos, Km 119- Finca Zamadueñas 47071 VALLADOLID (VALLADOLID)

Obra: Estudio Geológico-Geotécnico para Modernización del Regadío del Sector I del Canal de San José (Zamora-Villalarbo)

Material: Arcillas ligeramente arenosas de l

Muestra: Tomada por el laboratorio **Fecha de toma:** 11-02-2020

Lugar de toma: Acopio Calicata C-7

Procedencia: Calicata C-7 (1,3 m)

Uso al que se destina: Caracterización del subsuelo

ENSAYO DE COMPACTACIÓN. PROCTOR NORMAL (UNE 103 500:1994)

Fecha inicio ensayo: 13-02-2020

Fecha finalización ensayo: 14-02-2020

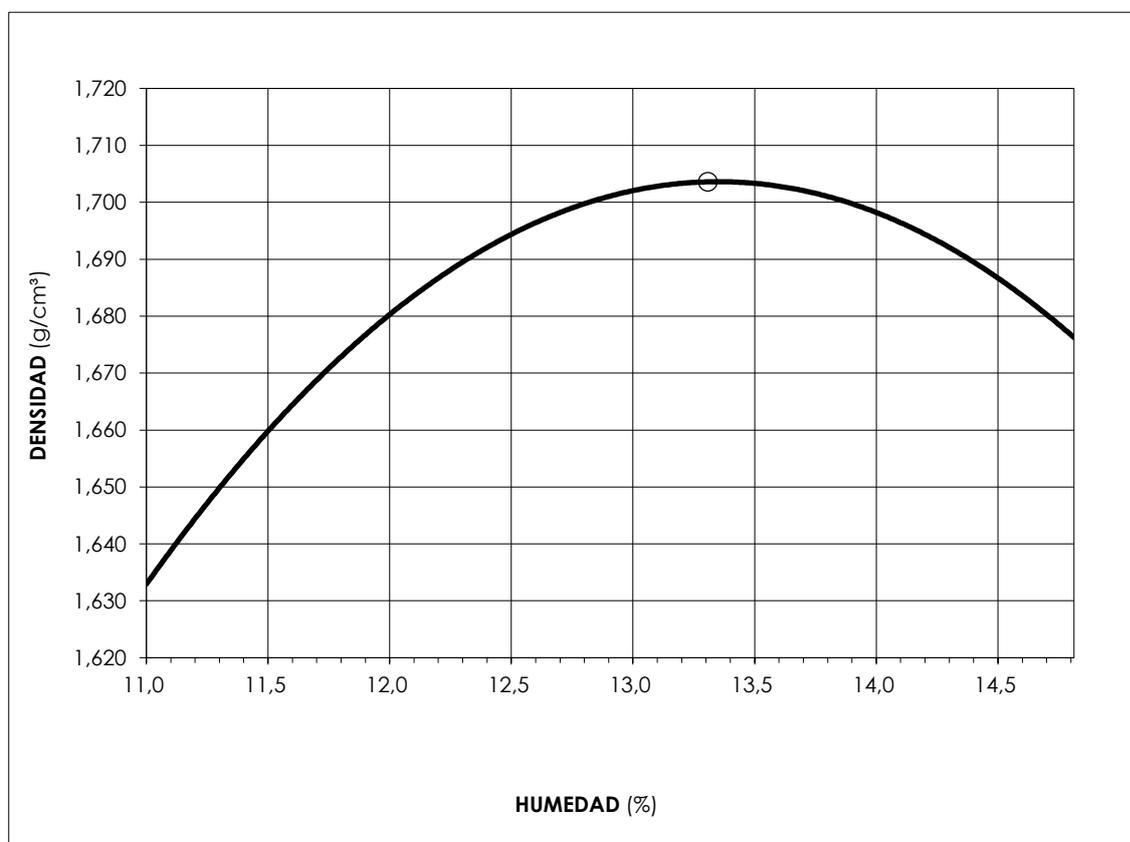
Material superior a 50 mm UNE (%):

Material superior a 20 mm UNE (%):

Sustitución de material: no

Densidad máxima (g/cm³): 1,70

Humedad óptima (%): 13,3



Observaciones:

TRABAJO: **P2016002-008**

MUESTRA: **VLS.30849**

CLAVE: **161600**

Hoja 6 de 7

Peticionario: INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y LEÓN-ITACYL-
Dirección: Ctra. Burgos, Km 119- Finca Zamadueñas 47071 VALLADOLID (VALLADOLID)
Obra: Estudio Geológico-Geotécnico para Modernización del Regadío del Sector I del Canal de San José (Zamora-Villalarbo)
Material: Arcillas ligeramente arenosas de baja plasticidad y color marrón
Muestra: Tomada por el laboratorio **Fecha de toma:** 11-02-2020
Lugar de toma: Acopio Calicata C-7
Procedencia: Calicata C-7 (1,3 m)
Uso al que se destina: Caracterización del subsuelo

ENSAYO DE COMPACTACIÓN. PROCTOR MODIFICADO (UNE 103 501:1994)

Fecha inicio ensayo: 13-02-2020

Fecha finalización ensayo: 14-02-2020

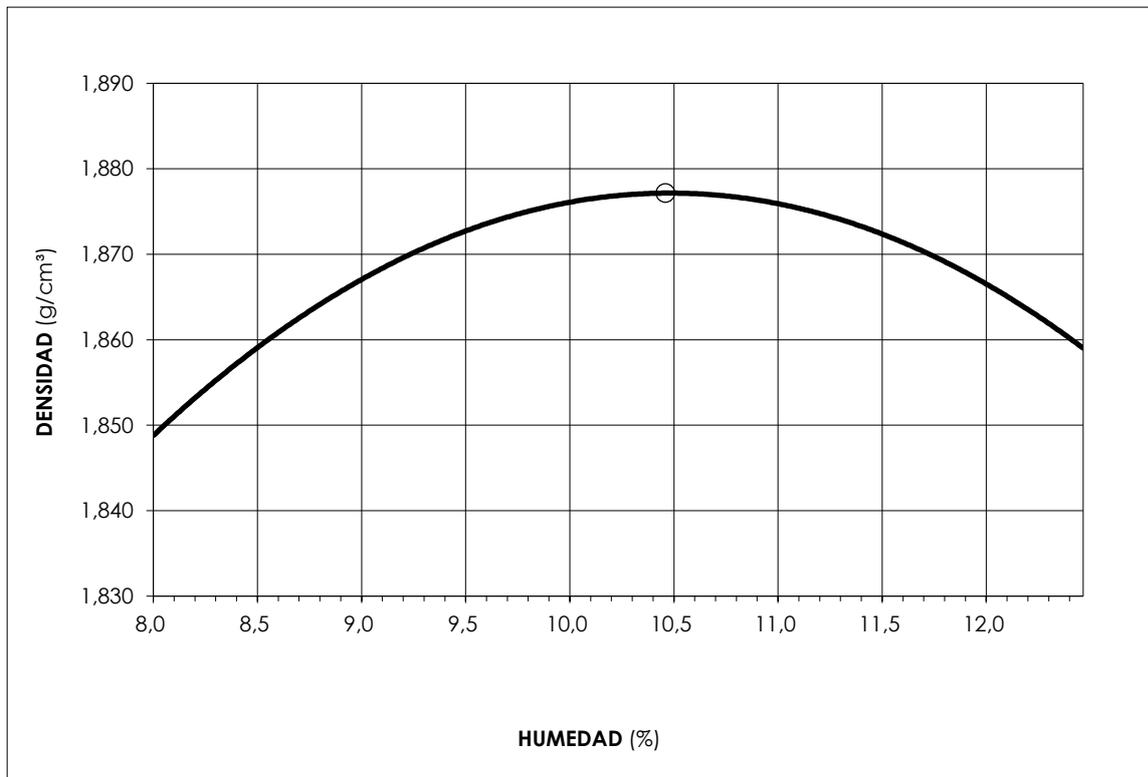
Material superior a 50 mm UNE (%):

Material superior a 20 mm UNE (%):

Sustitución de material: no

Densidad máxima (g/cm³): 1,88

Humedad óptima (%): 10,5



Observaciones:

TRABAJO: **P2016002-008**

MUESTRA: **VLS.30849**

CLAVE: **161600**

Hoja 7 de 7

Peticionario: INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y LEÓN-ITACYL-

Dirección: Ctra. Burgos, Km 119- Finca Zamadueñas 47071 VALLADOLID (VALLADOLID)

Obra: Estudio Geológico-Geotécnico para Modernización del Regadío del Sector I del Canal de San José (Zamora-Villaralbo)

Material: Arcillas ligeramente arenosas de baja plasticidad y color marrón

Muestra: Tomada por el laboratorio **Fecha de toma:** 11-02-2020

Lugar de toma: Acopio Calicata C-7

Procedencia: Calicata C-7 (1,3 m)

Uso al que se destina: Caracterización del subsuelo

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EN EL LABORATORIO EL INDICE CBR (UNE 103 502:1995)

Fecha inicio ensayo: 14/02/2020

Fecha finalización ensayo: 18/02/2020

Material superior a 50 mm UNE (%):

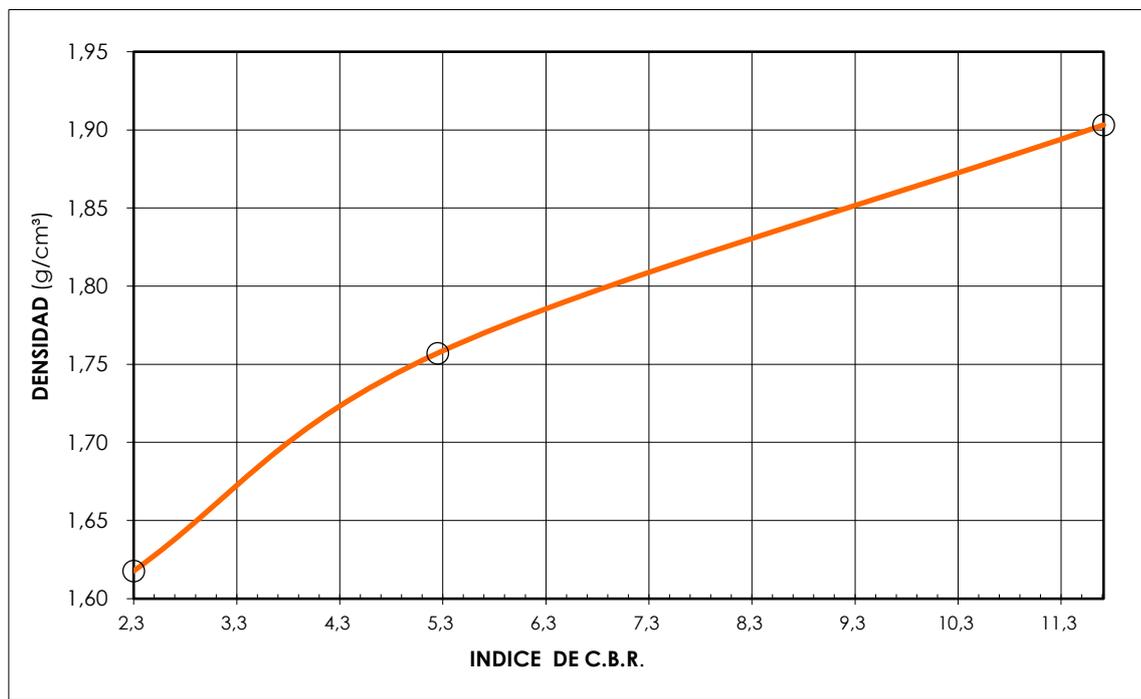
Material superior a 20 mm UNE (%):

Sustitución de material: no

Proctor: MODIFICADO

Densidad máxima (g/cm³): 1,88

Humedad óptima (%): 10,5



Molde	1	2	3
Densidad (g/cm ³)	1,62	1,76	1,90
Humedad (%)	10,5	10,5	10,5
Absorción (%)	12,53	7,49	4,99
Hinchamiento (%)	1,41	1,37	1,31
Índice C.B.R.	2,3	5,2	12

% Compactación	95	98	100
Índice C.B.R.	6,1	8,3	10

Observaciones:

TRABAJO: **P2016002-008**

MUESTRA: **VLS.30851**

CLAVE: **161599**

Hoja 1 de 7

Peticionario: INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y LEÓN-ITACYL-

Dirección: Ctra. Burgos, Km 119- Finca Zamadueñas 47071 VALLADOLID (VALLADOLID)

Obra: Estudio Geológico-Geotécnico para Modernización del Regadío del Sector I del Canal de San José (Zamora-Villaralbo)

Material: Gravas silíceas redondeadas en matriz arenosa no plásticas de color marrón claro

Muestra: Tomada por el laboratorio **Fecha de toma:** 10-02-2020

Lugar de toma: Acopio Calicata C-10

Procedencia: Calicata C-10 (1,9 m)

Uso al que se destina: Caracterización del subsuelo

ENSAYOS SOLICITADOS

Análisis granulométrico.
Análisis granulométrico.
Límites de Atterberg. Límite líquido.
Límites de Atterberg. Límite plástico.
Contenido de yeso.
Sales solubles.
Materia orgánica.
Equivalente de arena.
Desgaste "Los Angeles".
Caras fracturadas.
Índice de lajas.
Próctor modificado.
Índice CBR.
Determinación del contenido ión sulfato.

Observaciones:

Valladolid, a 03/03/2020



V.B.: Almudena AGUADO MORI

Director de laboratorio



Fdo.: Jose Pedro Díez MEDIAVILLA

Jefe de laboratorio

TRABAJO: **P2016002-008**

MUESTRA: **VLS.30851**

CLAVE: **161599**

Hoja 2 de 7

Peticionario: INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y LEÓN-ITACYL-

Dirección: Ctra. Burgos, Km 119- Finca Zamadueñas 47071 VALLADOLID (VALLADOLID)

Obra: Estudio Geológico-Geotécnico para Modernización del Regadío del Sector I del Canal de San José (Zamora-Villalarbo)

Material: Gravas silíceas redondeadas en matriz arenosa no plásticas de color marrón claro

Muestra: Tomada por el laboratorio **Fecha de toma:** 10-02-2020

Lugar de toma: Acopio Calicata C-10

Procedencia: Calicata C-10 (1,9 m)

Uso al que se destina: Caracterización del subsuelo

RESUMEN DE RESULTADOS

ENSAYO	NORMA	RESULTADO				
Clasificación Casagrande Clasificación AASHTO	GW-GM	Clasificación PG-3: Suelo SELECCIONADO A-1-a (0)				
Límites de Atterberg						
Límite líquido	UNE 103103: 1994	No				
Límite plástico	UNE 103104: 1993	No				
Índice de plasticidad		No plástico				
Ensayo Próctor ⁽¹⁾		D.máx. (g/cm ³)	W. óptima (%)			
Próctor modificado	UNE 103501: 1994	2,22	5,8			
C.B.R. ⁽¹⁾						
% Compactación	UNE 103502: 1995	95	98	100		
Índice CBR		23	25	27		
Materia orgánica (%) (Muestra total)	UNE 103 204:1993 y Err:93	0,06				
Sales solubles	NLT-114/99	mg/l (ppm)	%			
		113	0,11			
Contenido en yeso (%)	UNE 103 206: 2006	0,000				
Caras de fractura (%)	UNE EN 933-5 :1999	2 ó más Cf (%)	Ctc (%)	Cc (%)	Cr (%)	Ctr (%)
		0	0	100	100	
		Fracciones granulométricas di/Di (mm)				
		32/63	16/32	8/16	4/8	

(1) Ver Gráficos de ensayo en las siguientes hojas del informe

TRABAJO: **P2016002-008**

MUESTRA: **VLS.30851**

CLAVE: **161599**

Hoja 3 de 7

Peticionario: INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y LEÓN-ITACYL-

Dirección: Ctra. Burgos, Km 119- Finca Zamadueñas 47071 VALLADOLID (VALLADOLID)

Obra: Estudio Geológico-Geotécnico para Modernización del Regadío del Sector I del Canal de San José (Zamora-Villaralbo)

Material: Gravas silíceas redondeadas en matriz arenosa no plásticas de color marrón claro

Muestra: Tomada por el laboratorio **Fecha de toma:** 10-02-2020

Lugar de toma: Acopio Calicata C-10

Procedencia: Calicata C-10 (1,9 m)

Uso al que se destina: Caracterización del subsuelo

RESUMEN DE RESULTADOS

ENSAYO	NORMA	RESULTADO	
Ión sulfato SO_4^{2-} (mg/kg) (Muestra total)	UNE 83963: 2008	0	
Análisis granulométrico ⁽¹⁾	UNE 103101: 1995	Ver los resultados de este ensayo en las siguientes páginas del informe.	
Análisis granulométrico ⁽¹⁾	UNE EN 933-1: 2012	Ver los resultados de este ensayo en las siguientes páginas del informe.	
Índice de lajas	UNE EN 933-3: 2012	Masa (g) 4154	Índice lajas (%) 7
Ensayo de los ángeles (%)	UNE EN 1097-2: 2010	L.A. (%) 28	Fracción granulométrica di/Di (mm) 10/14.
Equivalente de arena 0/4 mm	UNE EN 933-8:2012	55	

TRABAJO: **P2016002-008**

MUESTRA: **VLS.30851**

CLAVE: **161599**

Hoja 4 de 7

Peticionario: INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y LEÓN-ITACYL-

Dirección: Ctra. Burgos, Km 119- Finca Zamadueñas 47071 VALLADOLID (VALLADOLID)

Obra: Estudio Geológico-Geotécnico para Modernización del Regadío del Sector I del Canal de San José (Zamora-Villalaralbo)

Material: Gravas silíceas redondeadas en matriz arenosa no plásticas de color marrón claro

Muestra: Tomada por el laboratorio **Fecha de toma:** 10-02-2020

Lugar de toma: Acopio Calicata C-10

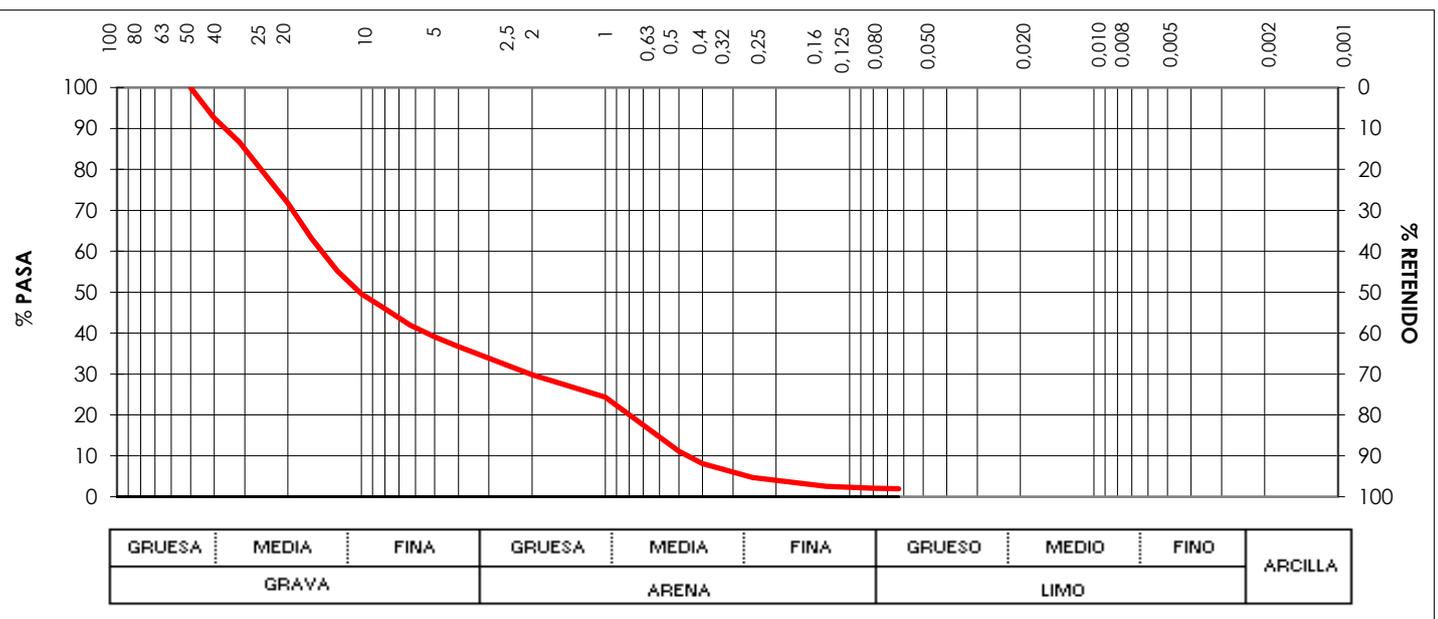
Procedencia: Calicata C-10 (1,9 m)

Uso al que se destina: Caracterización del subsuelo

DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DE LAS PARTÍCULAS. MÉT. DEL TAMIZADO. (UNE EN 933-1:2012)

Fecha Inicio ensayo: 19-02-2020

Fecha finalización ensayo: 19-02-2020



Tamices UNE	150	125	100	90	80	63	50	45	40	32	31,5	25	22,4	22	20	16	14	12,5	11,2	10	8	6,3	5,6	5	4	3,15	
% que pasa							100,0		92,6		86,6	79,1			71,8	63,2		55,1		49,6	46,0	41,9		39,1	36,7		
Huso	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Tamices UNE	2,5	2	1,25	1	0,63	0,5	0,4	0,32	0,25	0,16	0,125	0,1	0,08	0,063
% que pasa		29,8		24,3		11,1	8,1		4,7		2,5		2,1	2,0
Huso	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Observaciones:

TRABAJO: **P2016002-008**

MUESTRA: **VLS.30851**

CLAVE: **161599**

Hoja 5 de 7

Peticionario: INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y LEÓN-ITACYL-

Dirección: Ctra. Burgos, Km 119- Finca Zamadueñas 47071 VALLADOLID (VALLADOLID)

Obra: Estudio Geológico-Geotécnico para Modernización del Regadío del Sector I del Canal de San José (Zamora-Villalarbo)

Material: Gravas silíceas redondeadas en matriz arenosa no plásticas de color marrón claro

Muestra: Tomada por el laboratorio **Fecha de toma:** 10-02-2020

Lugar de toma: Acopio Calicata C-10

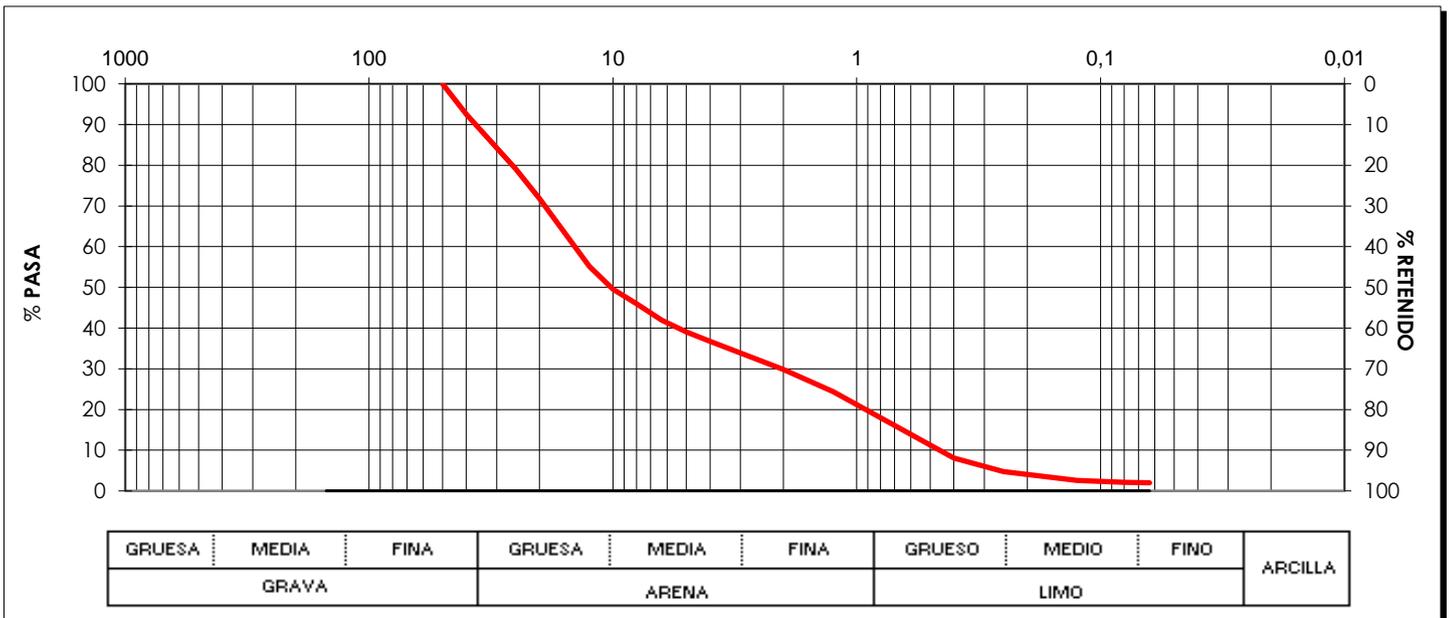
Procedencia: Calicata C-10 (1,9 m)

Uso al que se destina: Caracterización del subsuelo

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO. (UNE 103 101:1995)

Fecha Inicio ensayo: 19-02-2020

Fecha finalización ensayo: 19-02-2020



Tamices UNE	150	125	100	90	80	63	50	40	25	20	12,5	10	8	6,3	5	4	2,5	2	1,25	0,5	0,4	0,25	0,16	0,125	0,08	0,063
% que pasa							100,0	92,6	79,1	71,8	55,1	49,6	46,0	41,9	39,1	36,7		29,8	24,4		8,1	4,7		2,6	2,1	2,0

Observaciones:

TRABAJO: **P2016002-008**

MUESTRA: **VLS.30851**

CLAVE: **161599**

Hoja 6 de 7

Peticionario: INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y LEÓN-ITACYL-

Dirección: Ctra. Burgos, Km 119- Finca Zamadueñas 47071 VALLADOLID (VALLADOLID)

Obra: Estudio Geológico-Geotécnico para Modernización del Regadío del Sector I del Canal de San José (Zamora-Villalarbo)

Material: Gravas silíceas redondeadas en matriz arenosa no plásticas de color marrón claro

Muestra: Tomada por el laboratorio **Fecha de toma:** 10-02-2020

Lugar de toma: Acopio Calicata C-10

Procedencia: Calicata C-10 (1,9 m)

Uso al que se destina: Caracterización del subsuelo

ENSAYO DE COMPACTACIÓN. PROCTOR MODIFICADO (UNE 103 501:1994)

Fecha inicio ensayo: 14-02-2020

Fecha finalización ensayo: 17-02-2020

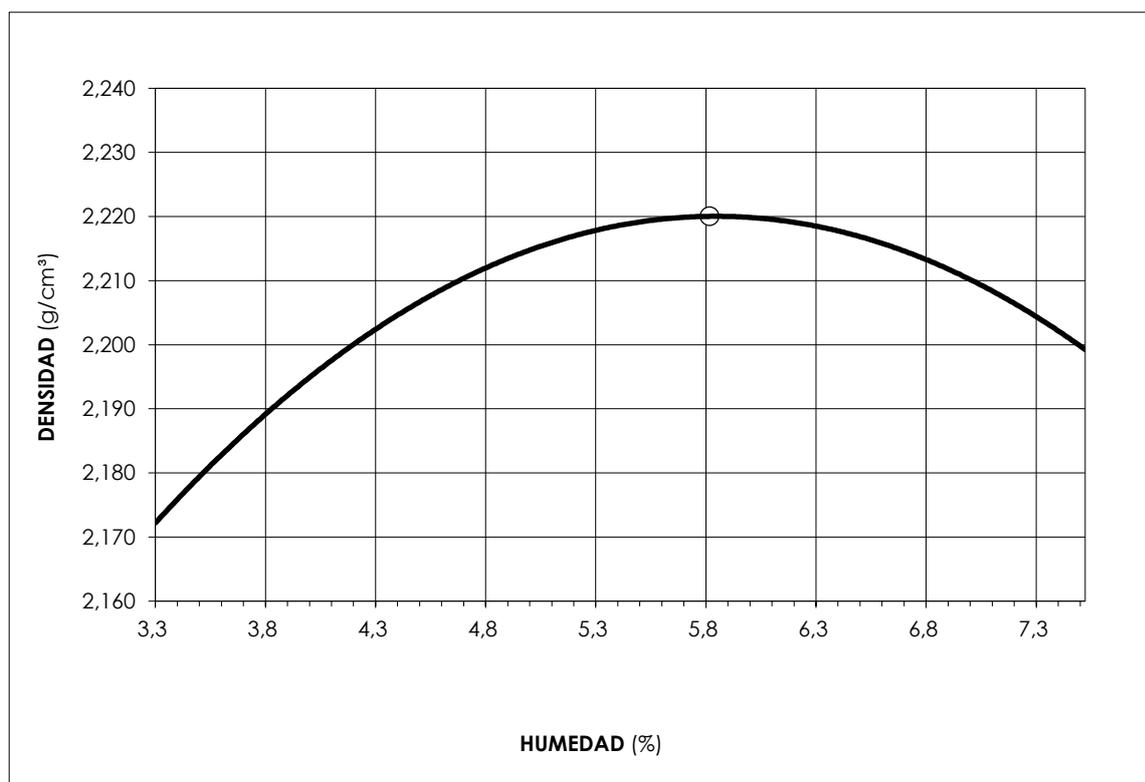
Material superior a 50 mm UNE (%):

Material superior a 20 mm UNE (%): 28,20

Sustitución de material: sí

Densidad máxima (g/cm³): 2,22

Humedad óptima (%): 5,8



Observaciones:

TRABAJO: **P2016002-008**

MUESTRA: **VLS.30851**

CLAVE: **161599**

Hoja 7 de 7

Peticionario: INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y LEÓN-ITACYL-
Dirección: Ctra. Burgos, Km 119- Finca Zamadueñas 47071 VALLADOLID (VALLADOLID)
Obra: Estudio Geológico-Geotécnico para Modernización del Regadío del Sector I del Canal de San José (Zamora-Villaralbo)
Material: Gravas silíceas redondeadas en matriz arenosa no plásticas de color marrón claro
Muestra: Tomada por el laboratorio **Fecha de toma:** 10-02-2020
Lugar de toma: Acopio Calicata C-10
Procedencia: Calicata C-10 (1,9 m)
Uso al que se destina: Caracterización del subsuelo

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EN EL LABORATORIO EL INDICE CBR (UNE 103 502:1995)

Fecha inicio ensayo: 17/02/2020

Fecha finalización ensayo: 21/02/2020

Material superior a 50 mm UNE (%):

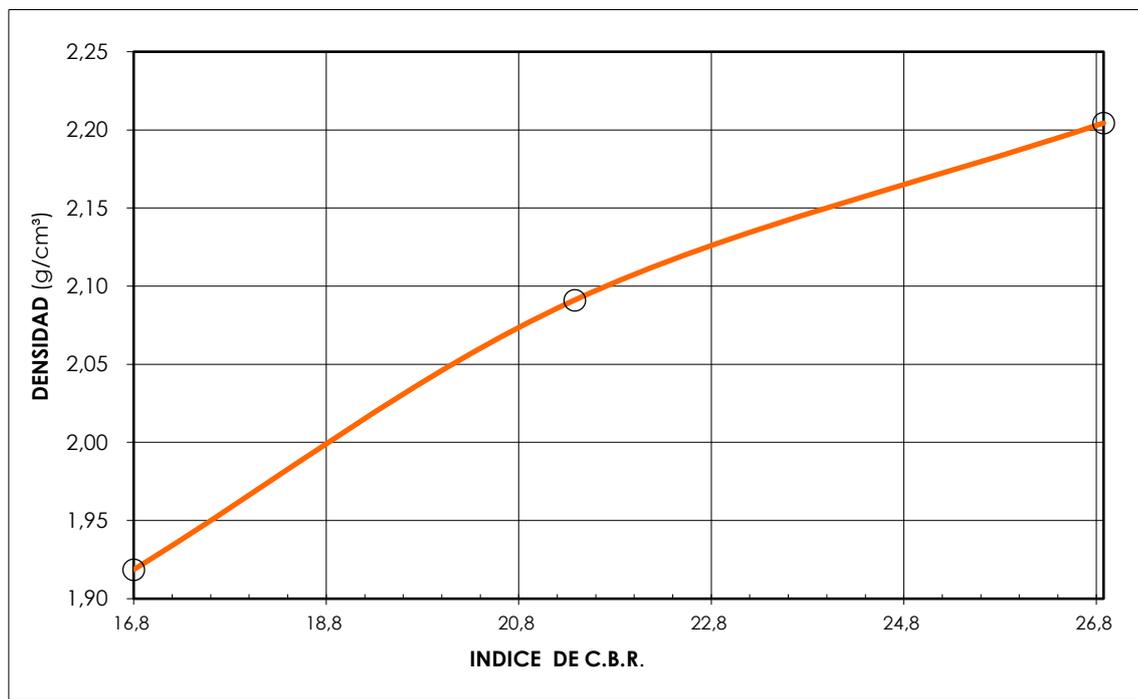
Material superior a 20 mm UNE (%): 28,20

Sustitución de material: si

Proctor: MODIFICADO

Densidad máxima (g/cm³): 2,22

Humedad óptima (%): 5,8



Molde	1	2	3
Densidad (g/cm ³)	1,92	2,09	2,20
Humedad (%)	5,8	5,8	5,8
Absorción (%)	4,34	3,67	3,07
Hinchamiento (%)	0,00	0,00	0,00
Índice C.B.R.	17	21	27

% Compactación	95	98	100
Índice C.B.R.	23	25	27

Observaciones:

TRABAJO: **P2016002-008**

MUESTRA: **VLS.30852**

CLAVE: **161597**

Hoja 1 de 7

Peticionario: INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y LEÓN-ITACYL-

Dirección: Ctra. Burgos, Km 119- Finca Zamadueñas 47071 VALLADOLID (VALLADOLID)

Obra: Estudio Geológico-Geotécnico para Modernización del Regadío del Sector I del Canal de San José (Zamora-Villaralbo)

Material: Arenas ligeramente limosas no plásticas con abundantes gravas silíceas redondeadas y color marrón

Muestra: Tomada por el laboratorio **Fecha de toma:** 10-02-2020

Lugar de toma: Acopio Calicata C-11

Procedencia: Calicata C-11 (1,8 m)

Uso al que se destina: Caracterización del subsuelo

ENSAYOS SOLICITADOS

Análisis granulométrico.
Análisis granulométrico.
Límites de Atterberg. Límite líquido.
Límites de Atterberg. Límite plástico.
Contenido de yeso.
Sales solubles.
Materia orgánica.
Equivalente de arena.
Caras fracturadas.
Índice de lajas.
Próctor modificado.
Índice CBR.

Observaciones:

Valladolid, a 03/03/2020



V.B.: Almudena AGUADO MORI
Director de laboratorio



Fdo.: Jose Pedro Díez MEDIAVILLA
Jefe de laboratorio

TRABAJO: **P2016002-008**

MUESTRA: **VLS.30852**

CLAVE: **161597**

Hoja 2 de 7

Peticionario: INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y LEÓN-ITACYL-

Dirección: Ctra. Burgos, Km 119- Finca Zamadueñas 47071 VALLADOLID (VALLADOLID)

Obra: Estudio Geológico-Geotécnico para Modernización del Regadío del Sector I del Canal de San José (Zamora-Villalarbo)

Material: Arenas ligeramente limosas no plásticas con abundantes gravas silíceas redondeadas y color marrón

Muestra: Tomada por el laboratorio **Fecha de toma:** 10-02-2020

Lugar de toma: Acopio Calicata C-11

Procedencia: Calicata C-11 (1,8 m)

Uso al que se destina: Caracterización del subsuelo

RESUMEN DE RESULTADOS

ENSAYO	NORMA	RESULTADO				
Clasificación Casagrande		SM - Clasificación PG-3: Suelo SELECCIONADO				
Clasificación AASHTO		A-1-b (0)				
Límites de Atterberg						
Límite líquido	UNE 103103: 1994					No
Límite plástico	UNE 103104: 1993					No
Índice de plasticidad						No plástico
Ensayo Próctor ⁽¹⁾		D.máx. (g/cm ³)	W. óptima (%)			
Próctor modificado	UNE 103501: 1994	2,20	6,1			
C.B.R. ⁽¹⁾						
% Compactación		95	98	100		
Índice CBR	UNE 103502: 1995	16	29	43		
Materia orgánica (%) (Muestra total)	UNE 103 204:1993 y Err:93	0,19				
Sales solubles	NLT-114/99	mg/l (ppm)	%			
		97	0,10			
Contenido en yeso (%)	NLT-115/99	0,000				
Caras de fractura (%)	UNE EN 933-5 :1999	2 ó más Cf (%)	Ctc (%)	Cc (%)	Cr (%)	Ctr (%)
			0	0	100	100
		Fracciones granulométricas di/Di (mm)				
			32/63	16/32	8/16	4/8

(1) Ver Gráficos de ensayo en las siguientes hojas del informe

TRABAJO: **P2016002-008**

MUESTRA: **VLS.30852**

CLAVE: **161597**

Hoja 3 de 7

Peticionario: INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y LEÓN-ITACYL-

Dirección: Ctra. Burgos, Km 119- Finca Zamadueñas 47071 VALLADOLID (VALLADOLID)

Obra: Estudio Geológico-Geotécnico para Modernización del Regadío del Sector I del Canal de San José (Zamora-Villaralbo)

Material: Arenas ligeramente limosas no plásticas con abundantes gravas silíceas redondeadas y color marrón

Muestra: Tomada por el laboratorio **Fecha de toma:** 10-02-2020

Lugar de toma: Acopio Calicata C-11

Procedencia: Calicata C-11 (1,8 m)

Uso al que se destina: Caracterización del subsuelo

RESUMEN DE RESULTADOS

ENSAYO	NORMA	RESULTADO	
Análisis granulométrico ⁽¹⁾	UNE 103101: 1995	Ver los resultados de este ensayo en las siguientes páginas del informe.	
Análisis granulométrico ⁽¹⁾	UNE EN 933-1: 2012	Ver los resultados de este ensayo en las siguientes páginas del informe.	
Índice de lajas	UNE EN 933-3: 2012	Masa (g) 3134	Índice lajas (%) 7
Equivalente de arena 0/4 mm	UNE EN 933-8:2012	20	

TRABAJO: **P2016002-008**

MUESTRA: **VLS.30852**

CLAVE: **161597**

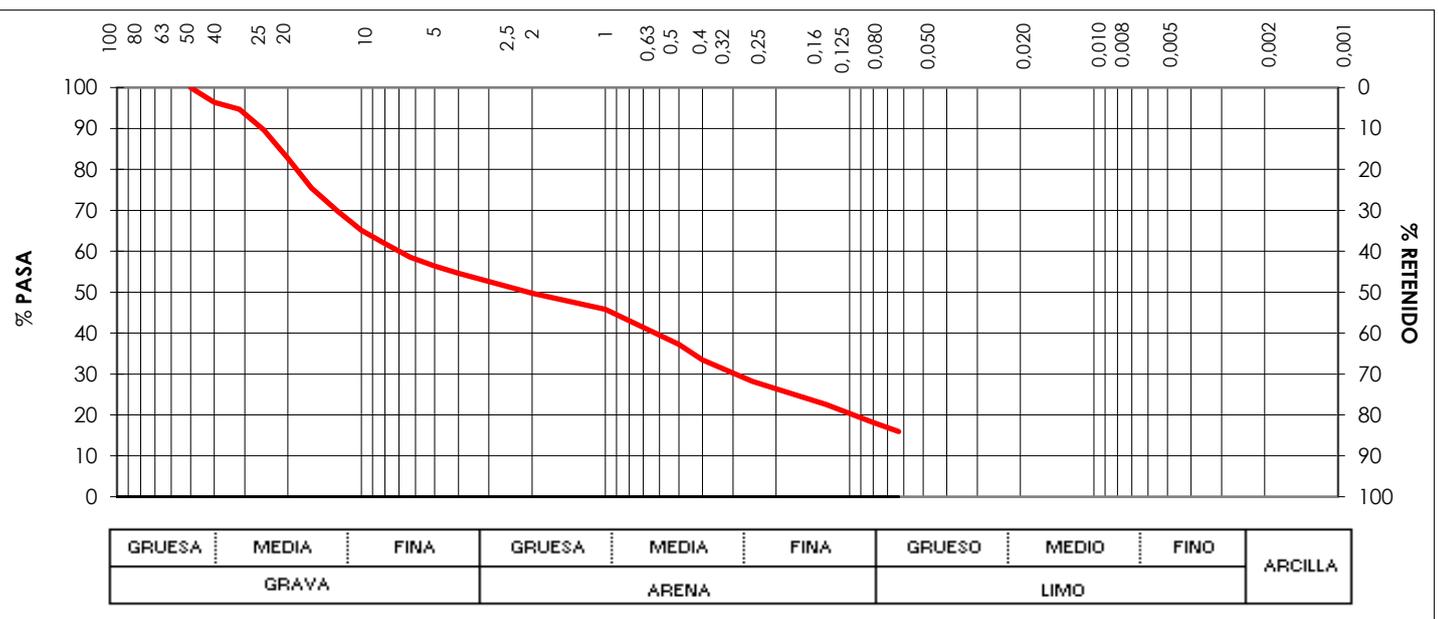
Hoja 4 de 7

Peticionario: INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y LEÓN-ITACYL-
Dirección: Ctra. Burgos, Km 119- Finca Zamadueñas 47071 VALLADOLID (VALLADOLID)
Obra: Estudio Geológico-Geotécnico para Modernización del Regadío del Sector I del Canal de San José (Zamora-Villaralbo)
Material: Arenas ligeramente limosas no plásticas con abundantes gravas silíceas redondeadas y color marrón
Muestra: Tomada por el laboratorio **Fecha de toma:** 10-02-2020
Lugar de toma: Acopio Calicata C-11
Procedencia: Calicata C-11 (1,8 m)
Uso al que se destina: Caracterización del subsuelo

DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DE LAS PARTÍCULAS. MÉT. DEL TAMIZADO. (UNE EN 933-1:2012)

Fecha Inicio ensayo: 19-02-2020

Fecha finalización ensayo: 19-02-2020



Tamices UNE	150	125	100	90	80	63	50	45	40	32	31,5	25	22,4	22	20	16	14	12,5	11,2	10	8	6,3	5,6	5	4	3,15	
% que pasa							100,0		96,4		94,7	89,6			82,8	75,4		69,8		65,1	61,9	58,5		56,3	54,6		
Huso	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Tamices UNE	2,5	2	1,25	1	0,63	0,5	0,4	0,32	0,25	0,16	0,125	0,1	0,08	0,063
% que pasa		49,7		45,8		37,2	33,5		28,2		22,5		18,2	15,9
Huso	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Observaciones:

TRABAJO: **P2016002-008**

MUESTRA: **VLS.30852**

CLAVE: **161597**

Hoja 5 de 7

Peticionario: INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y LEÓN-ITACYL-

Dirección: Ctra. Burgos, Km 119- Finca Zamadueñas 47071 VALLADOLID (VALLADOLID)

Obra: Estudio Geológico-Geotécnico para Modernización del Regadío del Sector I del Canal de San José (Zamora-Villalarbo)

Material: Arenas ligeramente limosas no plásticas con abundantes gravas silíceas redondeadas y color marrón

Muestra: Tomada por el laboratorio **Fecha de toma:** 10-02-2020

Lugar de toma: Acopio Calicata C-11

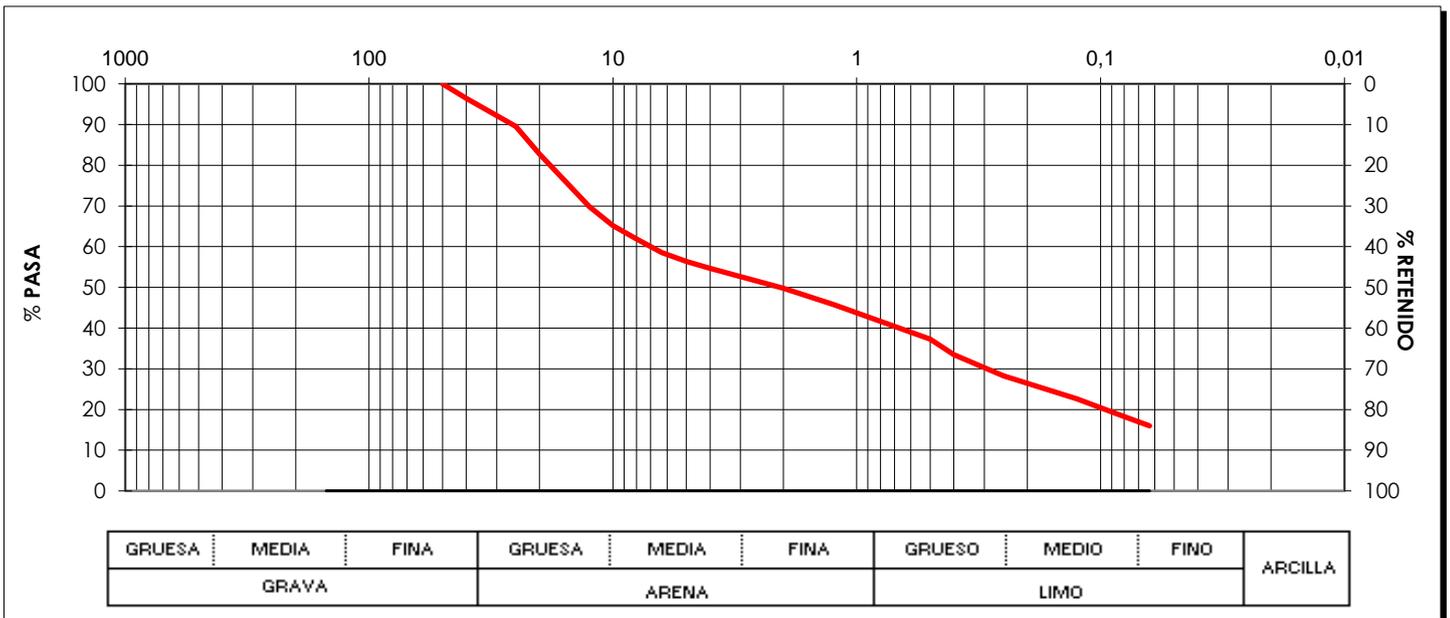
Procedencia: Calicata C-11 (1,8 m)

Uso al que se destina: Caracterización del subsuelo

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO. (UNE 103 101:1995)

Fecha Inicio ensayo: 19-02-2020

Fecha finalización ensayo: 19-02-2020



Tamices UNE	150	125	100	90	80	63	50	40	25	20	12,5	10	8	6,3	5	4	2,5	2	1,25	0,5	0,4	0,25	0,16	0,125	0,08	0,063
% que pasa							100,0	96,4	89,6	82,8	69,8	65,1	61,9	58,6	56,4	54,6		49,8	45,8	37,3	33,5	28,3		22,6	18,2	16,0

Observaciones:

TRABAJO: **P2016002-008**

MUESTRA: **VLS.30852**

CLAVE: **161597**

Hoja 6 de 7

Peticionario: INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y LEÓN-ITACYL-

Dirección: Ctra. Burgos, Km 119- Finca Zamadueñas 47071 VALLADOLID (VALLADOLID)

Obra: Estudio Geológico-Geotécnico para Modernización del Regadío del Sector I del Canal de San José (Zamora-Villalarbo)

Material: Arenas ligeramente limosas no plásticas con abundantes gravas silíceas redondeadas y color marrón

Muestra: Tomada por el laboratorio **Fecha de toma:** 10-02-2020

Lugar de toma: Acopio Calicata C-11

Procedencia: Calicata C-11 (1,8 m)

Uso al que se destina: Caracterización del subsuelo

ENSAYO DE COMPACTACIÓN. PROCTOR MODIFICADO (UNE 103 501:1994)

Fecha inicio ensayo: 13-02-2020

Fecha finalización ensayo: 14-02-2020

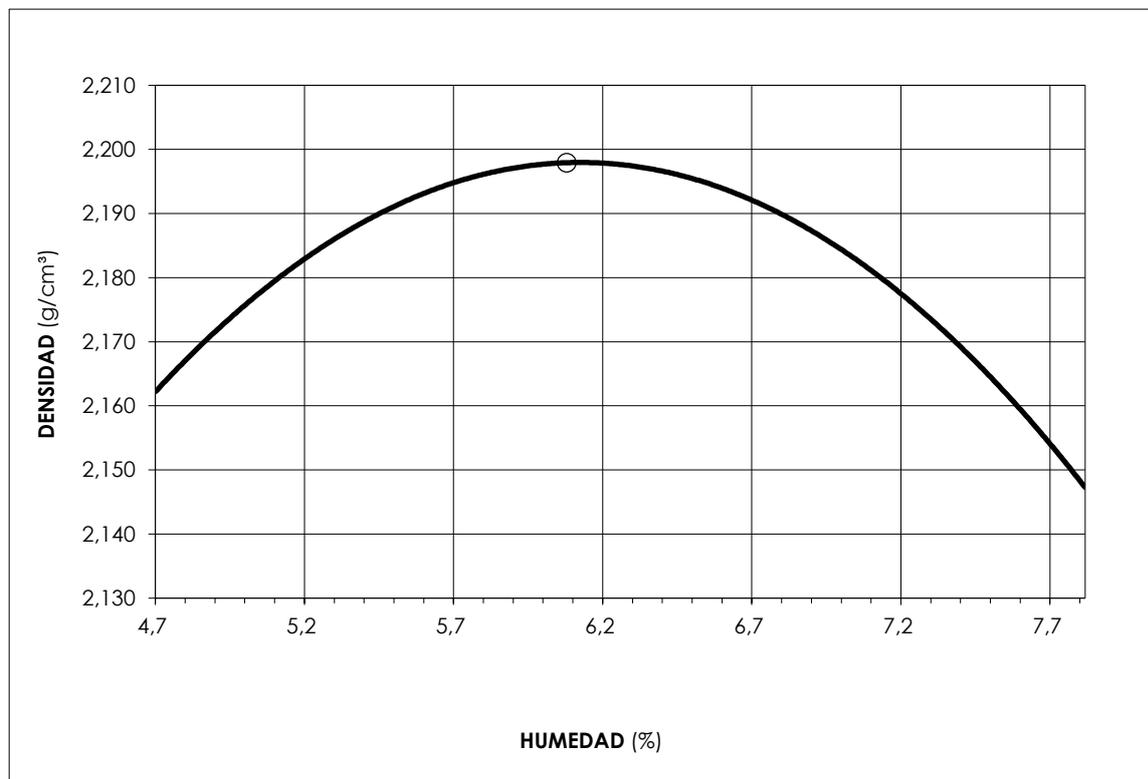
Material superior a 50 mm UNE (%):

Material superior a 20 mm UNE (%):

Sustitución de material: no

Densidad máxima (g/cm³): 2,20

Humedad óptima (%): 6,1



Observaciones:

TRABAJO: **P2016002-008**

MUESTRA: **VLS.30852**

CLAVE: **161597**

Hoja 7 de 7

Peticionario: INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y LEÓN-ITACYL-

Dirección: Ctra. Burgos, Km 119- Finca Zamadueñas 47071 VALLADOLID (VALLADOLID)

Obra: Estudio Geológico-Geotécnico para Modernización del Regadío del Sector I del Canal de San José (Zamora-Villalarbo)

Material: Arenas ligeramente limosas no plásticas con abundantes gravas silíceas redondeadas y color marrón

Muestra: Tomada por el laboratorio **Fecha de toma:** 10-02-2020

Lugar de toma: Acopio Calicata C-11

Procedencia: Calicata C-11 (1,8 m)

Uso al que se destina: Caracterización del subsuelo

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EN EL LABORATORIO EL INDICE CBR (UNE 103 502:1995)

Fecha inicio ensayo: 14/02/2020

Fecha finalización ensayo: 18/02/2020

Material superior a 50 mm UNE (%):

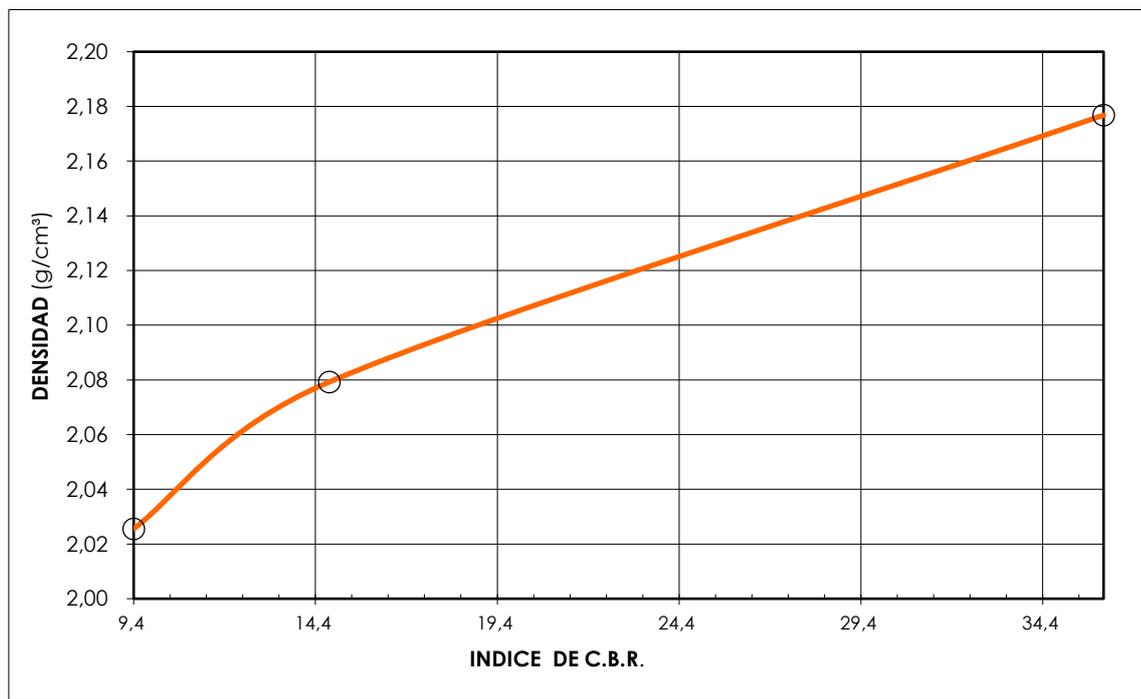
Material superior a 20 mm UNE (%):

Sustitución de material: no

Proctor: MODIFICADO

Densidad máxima (g/cm³): 2,20

Humedad óptima (%): 6,1



Molde	1	2	3
Densidad (g/cm ³)	2,03	2,08	2,18
Humedad (%)	6,1	6,1	6,1
Absorción (%)	4,47	3,20	1,05
Hinchamiento (%)	0,06	0,05	0,05
Índice C.B.R.	9,4	15	36

% Compactación	95	98	100
Índice C.B.R.	16	29	43

Observaciones:

TRABAJO: **P2016002-008**

MUESTRA: **VLS.30850**

CLAVE: **16598**

Hoja 1 de 7

Peticionario: INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y LEÓN-ITACYL-

Dirección: Ctra. Burgos, Km 119- Finca Zamadueñas 47071 VALLADOLID (VALLADOLID)

Obra: Estudio Geológico-Geotécnico para Modernización del Regadío del Sector I del Canal de San José (Zamora-Villaralbo)

Material: Arcillas ligeramente arenosas de baja plasticidad y color marrón claro

Muestra: Tomada por el laboratorio **Fecha de toma:** 10-02-2020

Lugar de toma: Acopio Calicata C-12

Procedencia: Calicata C-12 (1,4 m)

Uso al que se destina: Caracterización del subsuelo

ENSAYOS SOLICITADOS

Análisis granulométrico.
Límites de Atterberg. Límite líquido.
Límites de Atterberg. Límite plástico.
Contenido de yeso.
Sales solubles.
Materia orgánica.
Próctor normal.
Próctor modificado.
Índice CBR.
Hinchamiento libre.
Índice de colapso.

Observaciones:

Valladolid, a 03/03/2020



V.B.: Almudena AGUADO MORI

Director de laboratorio



Fdo.: Jose Pedro Díez MEDIAVILLA

Jefe de laboratorio

TRABAJO: **P2016002-008**

MUESTRA: **VLS.30850**

CLAVE: **16598**

Hoja 2 de 7

Peticionario: INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y LEÓN-ITACYL-

Dirección: Ctra. Burgos, Km 119- Finca Zamadueñas 47071 VALLADOLID (VALLADOLID)

Obra: Estudio Geológico-Geotécnico para Modernización del Regadío del Sector I del Canal de San José (Zamora-Villalarbo)

Material: Arcillas ligeramente arenosas de baja plasticidad y color marrón claro

Muestra: Tomada por el laboratorio

Fecha de toma: 10-02-2020

Lugar de toma: Acopio Calicata C-12

Procedencia: Calicata C-12 (1,4 m)

Uso al que se destina: Caracterización del subsuelo

RESUMEN DE RESULTADOS

ENSAYO	NORMA	RESULTADO
Clasificación Casagrande		CL - Clasificación PG-3: Suelo TOLERABLE
Clasificación AASHTO		A-6 (8)

Límites de Atterberg

	NORMA	RESULTADO
Límite líquido	UNE 103103: 1994	28,0
Límite plástico	UNE 103104: 1993	16,4
Índice de plasticidad		11,6

Ensayo Próctor ⁽¹⁾

	NORMA	D.máx. (g/cm³)	W. óptima (%)
Próctor normal	UNE 103500: 1994	1,80	14,3
Próctor modificado	UNE 103501: 1994	1,96	11,2

C.B.R. ⁽¹⁾

	NORMA	95	98	100
% Compactación	UNE 103502: 1995			
Índice CBR		11	17	22

Materia orgánica (%)

	NORMA	RESULTADO
(Muestra total)	UNE 103 204:1993 y Err:93	0,21

Sales solubles

	NORMA	mg/l (ppm)	%
	NLT-114/99	90	0,09

Contenido en yeso (%)

	NORMA	RESULTADO
	UNE 103 206: 2006	0,000

Colapso (en edómetro)

	NORMA	0,10	W inicial (%)	W final (%)	Dseca (g/cm³)
Índice de colapso (%)	NLT 254/99	0,10			
Potencial porcentual colapso (%)		0,10			
Presión vert. de colapso (MPa)		0,2	14,2	14,9	1,80

(1) Ver Gráficos de ensayo en las siguientes hojas del informe

TRABAJO: **P2016002-008**

MUESTRA: **VLS.30850**

CLAVE: **16598**

Hoja 3 de 7

Peticionario: INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y LEÓN-ITACYL-

Dirección: Ctra. Burgos, Km 119- Finca Zamadueñas 47071 VALLADOLID (VALLADOLID)

Obra: Estudio Geológico-Geotécnico para Modernización del Regadío del Sector I del Canal de San José (Zamora-Villaralbo)

Material: Arcillas ligeramente arenosas de baja plasticidad y color marrón claro

Muestra: Tomada por el laboratorio

Fecha de toma: 10-02-2020

Lugar de toma: Acopio Calicata C-12

Procedencia: Calicata C-12 (1,4 m)

Uso al que se destina: Caracterización del subsuelo

RESUMEN DE RESULTADOS

ENSAYO	NORMA	RESULTADO			
Hinchamiento libre en edómetro Prepar. probeta: Por remoldeo	UNE 103601: 1996	Dseca (g/cm ³) 1,79	Hinch. (%) 0,0	Winicial (%) 14,8	Wfinal (%) 15,7
Análisis granulométrico ⁽¹⁾	UNE 103101: 1995	Ver los resultados de este ensayo en las siguientes páginas del informe.			

TRABAJO: **P2016002-008**

MUESTRA: **VLS.30850**

CLAVE: **16598**

Hoja 4 de 7

Peticionario: INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y LEÓN-ITACYL-

Dirección: Ctra. Burgos, Km 119- Finca Zamadueñas 47071 VALLADOLID (VALLADOLID)

Obra: Estudio Geológico-Geotécnico para Modernización del Regadío del Sector I del Canal de San José (Zamora-Villaralbo)

Material: Arcillas ligeramente arenosas de baja plasticidad y color marrón claro

Muestra: Tomada por el laboratorio **Fecha de toma:** 10-02-2020

Lugar de toma: Acopio Calicata C-12

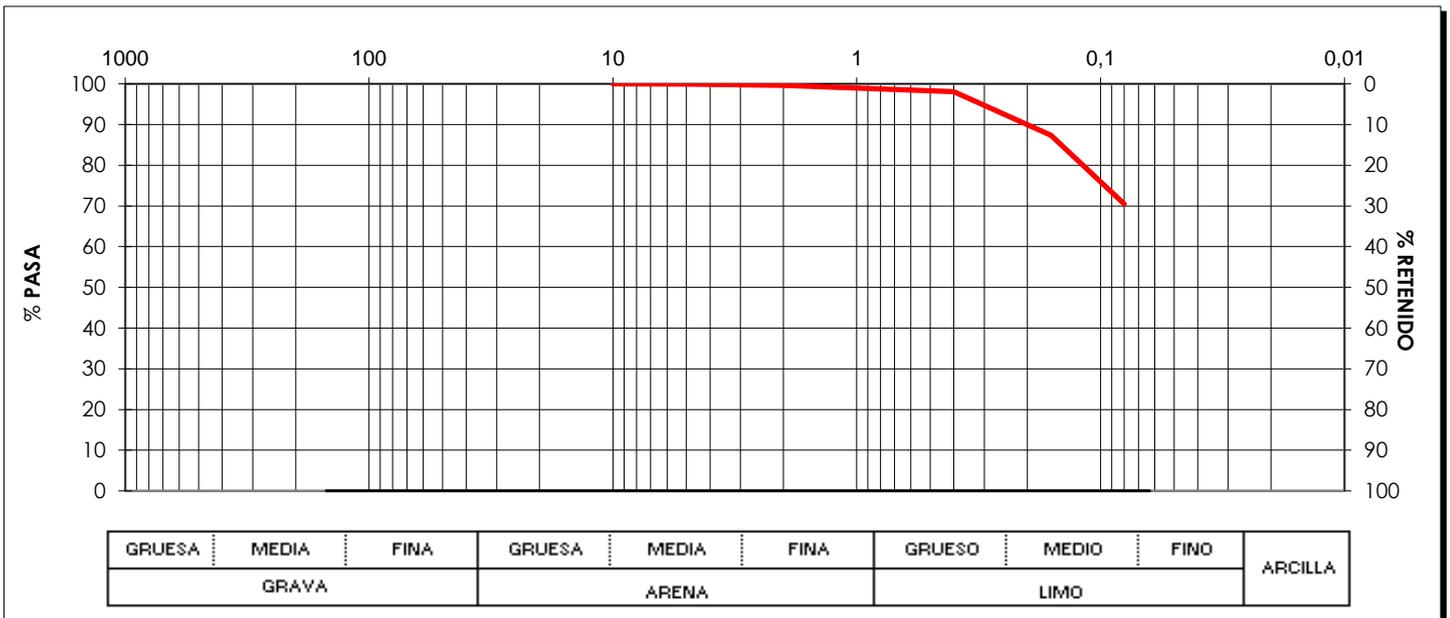
Procedencia: Calicata C-12 (1,4 m)

Uso al que se destina: Caracterización del subsuelo

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO. (UNE 103 101:1995)

Fecha Inicio ensayo: 19-02-2020

Fecha finalización ensayo: 20-02-2020



Tamices UNE	150	125	100	90	80	63	50	40	25	20	12,5	10	8	6,3	5	4	2,5	2	1,25	0,5	0,4	0,25	0,16	0,125	0,08	0,063
% que pasa												100,0			99,9			99,6	99,6		98,1		87,3		70,5	

Observaciones:

TRABAJO: **P2016002-008**

MUESTRA: **VLS.30850**

CLAVE: **16598**

Hoja 5 de 7

Peticionario: INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y LEÓN-ITACYL-
Dirección: Ctra. Burgos, Km 119- Finca Zamadueñas 47071 VALLADOLID (VALLADOLID)
Obra: Estudio Geológico-Geotécnico para Modernización del Regadío del Sector I del Canal de San José (Zamora-Villalarbo)
Material: Arcillas ligeramente arenosas de l
Muestra: Tomada por el laboratorio **Fecha de toma:** 10-02-2020
Lugar de toma: Acopio Calicata C-12
Procedencia: Calicata C-12 (1,4 m)
Uso al que se destina: Caracterización del subsuelo

ENSAYO DE COMPACTACIÓN. PROCTOR NORMAL (UNE 103 500:1994)

Fecha inicio ensayo: 13-02-2020

Fecha finalización ensayo: 14-02-2020

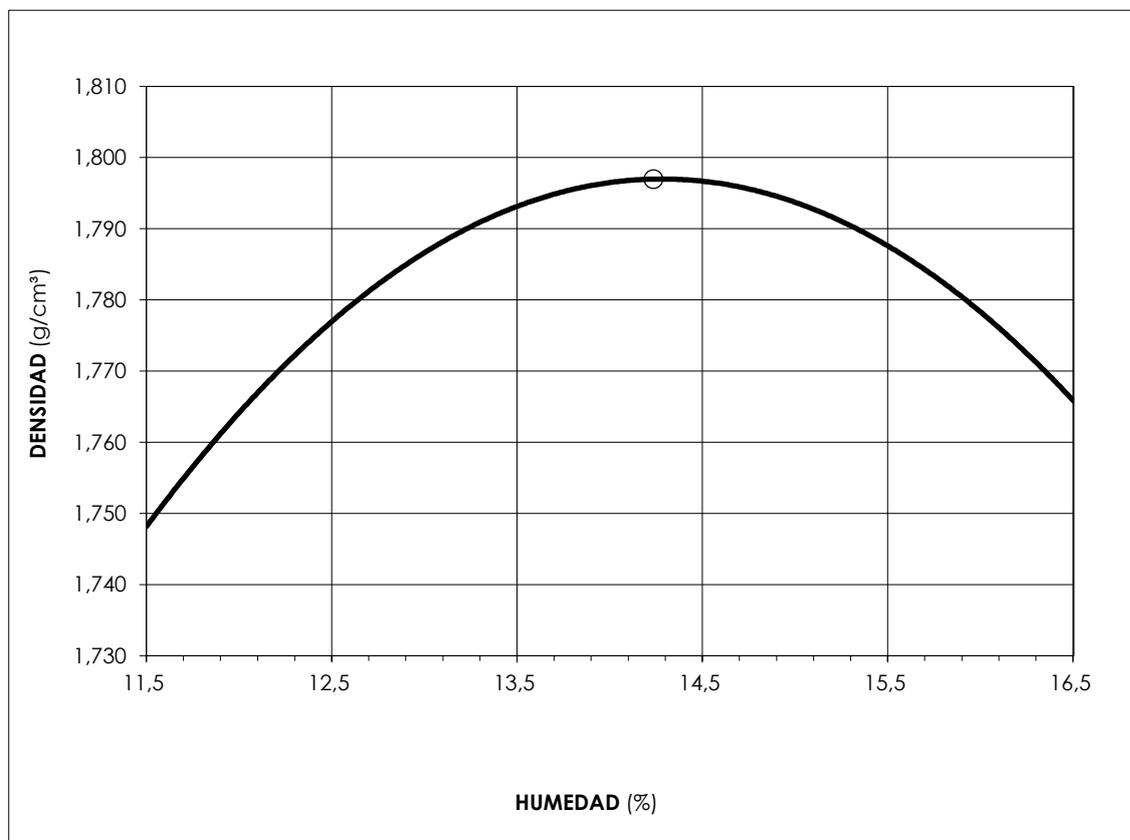
Material superior a 50 mm UNE (%):

Material superior a 20 mm UNE (%):

Sustitución de material: no

Densidad máxima (g/cm³): 1,80

Humedad óptima (%): 14,3



Observaciones:

TRABAJO: **P2016002-008**

MUESTRA: **VLS.30850**

CLAVE: **16598**

Hoja 6 de 7

Peticionario: INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y LEÓN-ITACYL-
Dirección: Ctra. Burgos, Km 119- Finca Zamadueñas 47071 VALLADOLID (VALLADOLID)
Obra: Estudio Geológico-Geotécnico para Modernización del Regadío del Sector I del Canal de San José (Zamora-Villaralbo)
Material: Arcillas ligeramente arenosas de baja plasticidad y color marrón claro
Muestra: Tomada por el laboratorio **Fecha de toma:** 10-02-2020
Lugar de toma: Acopio Calicata C-12
Procedencia: Calicata C-12 (1,4 m)
Uso al que se destina: Caracterización del subsuelo

ENSAYO DE COMPACTACIÓN. PROCTOR MODIFICADO (UNE 103 501:1994)

Fecha inicio ensayo: 13-02-2020

Fecha finalización ensayo: 14-02-2020

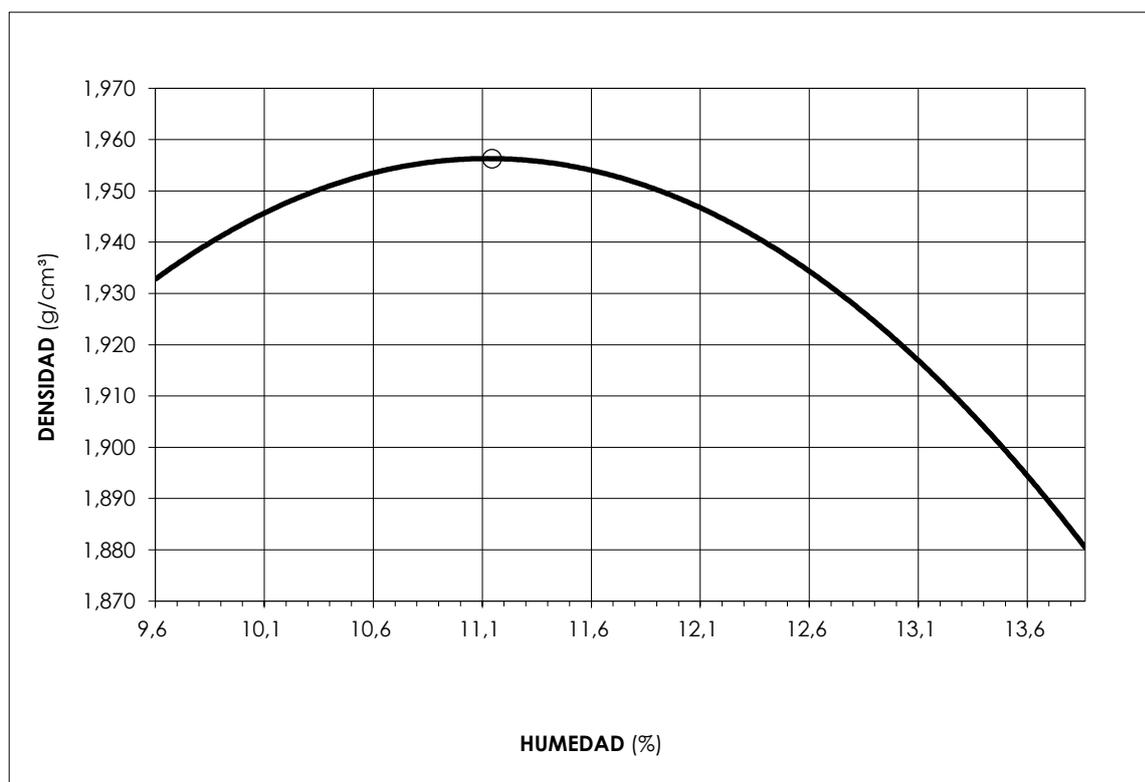
Material superior a 50 mm UNE (%):

Material superior a 20 mm UNE (%):

Sustitución de material: no

Densidad máxima (g/cm³): 1,96

Humedad óptima (%): 11,2



Observaciones:

TRABAJO: **P2016002-008**

MUESTRA: **VLS.30850**

CLAVE: **16598**

Hoja 7 de 7

Peticionario: INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y LEÓN-ITACYL-

Dirección: Ctra. Burgos, Km 119- Finca Zamadueñas 47071 VALLADOLID (VALLADOLID)

Obra: Estudio Geológico-Geotécnico para Modernización del Regadío del Sector I del Canal de San José (Zamora-Villaralbo)

Material: Arcillas ligeramente arenosas de baja plasticidad y color marrón claro

Muestra: Tomada por el laboratorio **Fecha de toma:** 10-02-2020

Lugar de toma: Acopio Calicata C-12

Procedencia: Calicata C-12 (1,4 m)

Uso al que se destina: Caracterización del subsuelo

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EN EL LABORATORIO EL INDICE CBR (UNE 103 502:1995)

Fecha inicio ensayo: 14/02/2020

Fecha finalización ensayo: 18/02/2020

Material superior a 50 mm UNE (%):

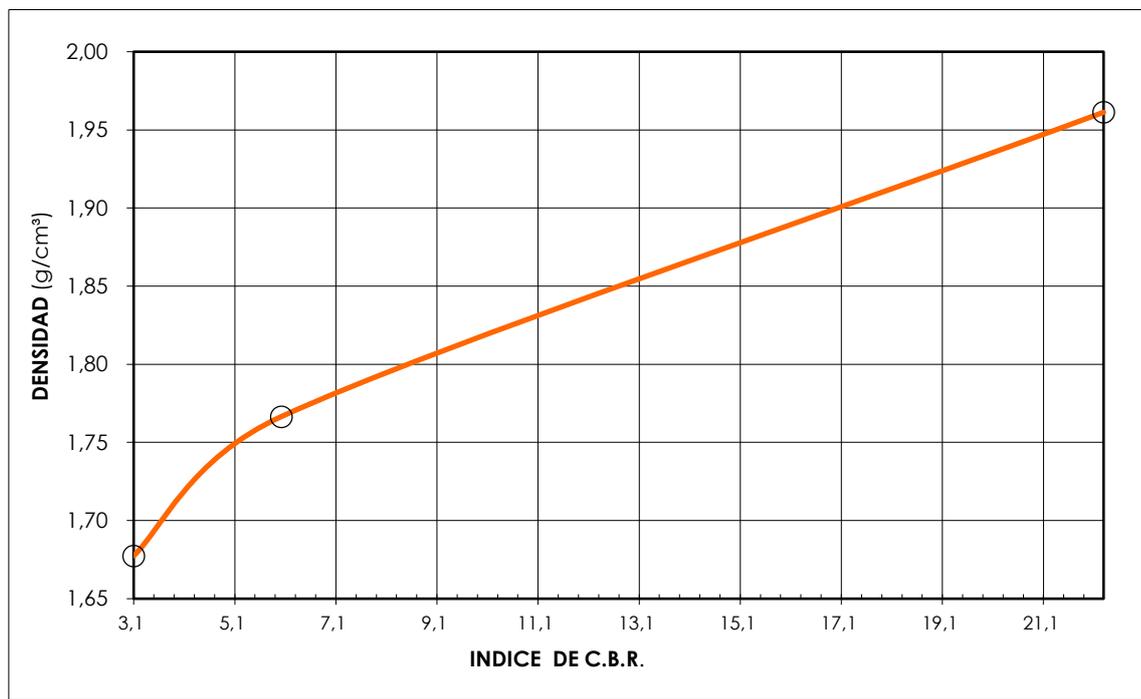
Material superior a 20 mm UNE (%):

Sustitución de material: no

Proctor: MODIFICADO

Densidad máxima (g/cm³): 1,96

Humedad óptima (%): 11,2



Molde	1	2	3
Densidad (g/cm ³)	1,68	1,77	1,96
Humedad (%)	11,0	11,0	11,0
Absorción (%)	9,39	6,45	2,97
Hinchamiento (%)	1,26	0,73	0,65
Índice C.B.R.	3,1	6	22

% Compactación	95	98	100
Índice C.B.R.	11	17	22

Observaciones:

ANEJO 7

DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA



Vista general A de la parcela de la estación de bombeo



Emplazamiento de la máquina en el sondeo S-1



Sondeo S-1 (de 0.00 a 5.70 m)



Sondeo S-1 (de 5.70 a 11.60 m)



Sondeo S-1 (de 11.60 a 12.20 m)



Emplazamiento de la máquina en el sondeo S-2



Sondeo S-2 (de 0.00 a 5.70 m)



Sondeo S-2 (de 5.70 a 12.20 m)



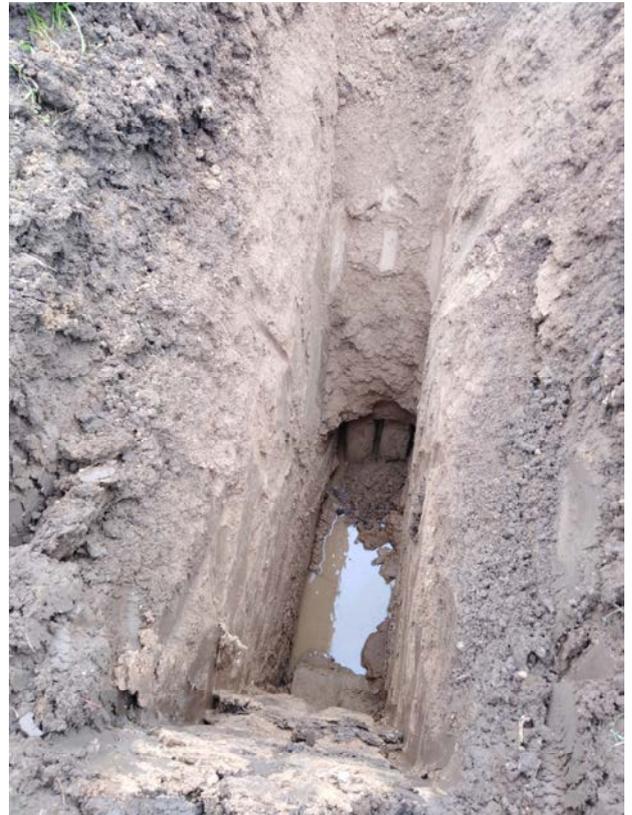
Calicata C-1



Calicata C-1 acopio



Calicata C-2



Calicata C-2 detalle



Calicata C-2 acopio



Calicata C-3



Calicata C-3 acopio



Calicata C-4



Calicata C-4 acopio



Calicata C-5



Calicata C-5 detalle



Calicata C-5 acopio



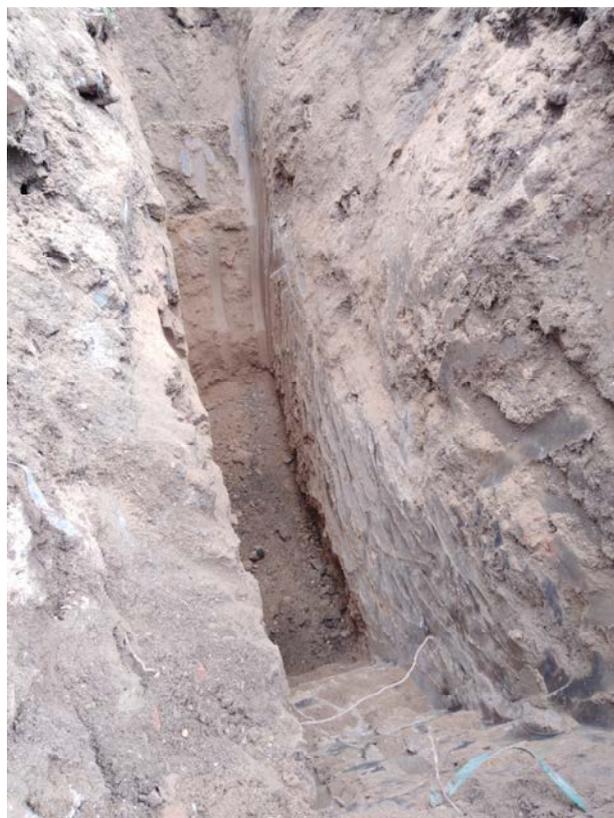
Calicata C-6



Calicata C-6 acopio



Calicata C-7



Calicata C-7 detalle



Calicata C-7 acopio



Calicata C-8



Calicata C-8 detalle



Calicata C-8 acopio



Calicata C-9



Calicata C-9 acopio



Calicata C-10



Calicata C-10 acopio



Calicata C-11



Calicata C-11 acopio



Calicata C-12



Calicata C-12 acopio



Calicata C-13



Calicata C-13 detalle



Calicata C-13 acopio



Calicata C-14



Calicata C-14 acopio



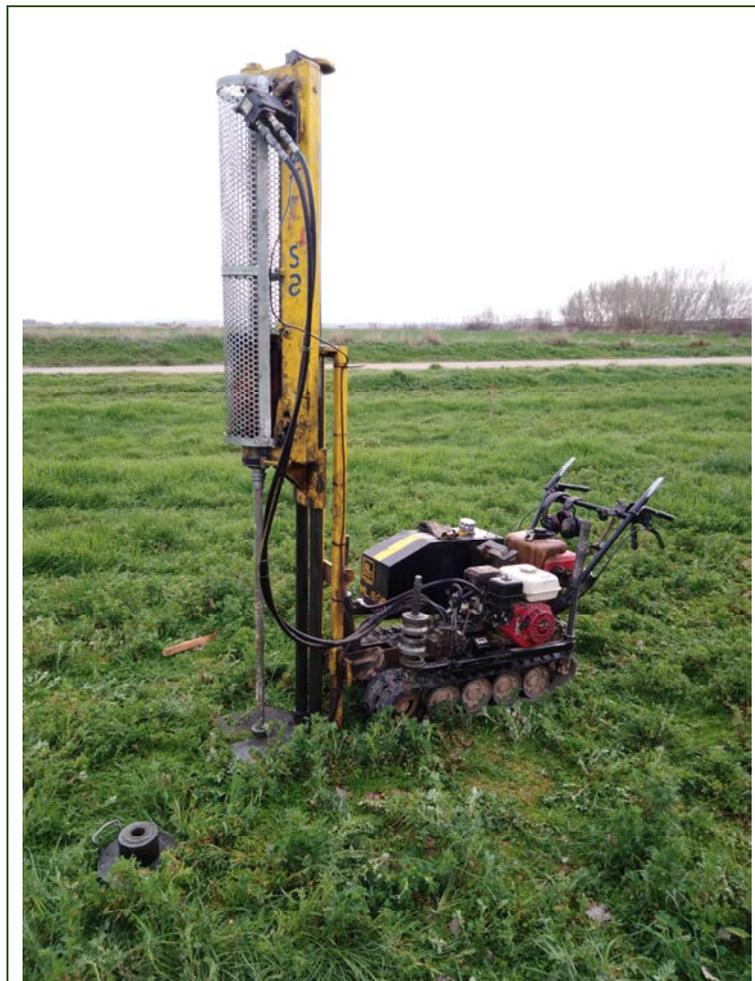
Calicata C-15



Calicata C-15 detalle



Calicata C-15 acopio



Penetrómetro P-1

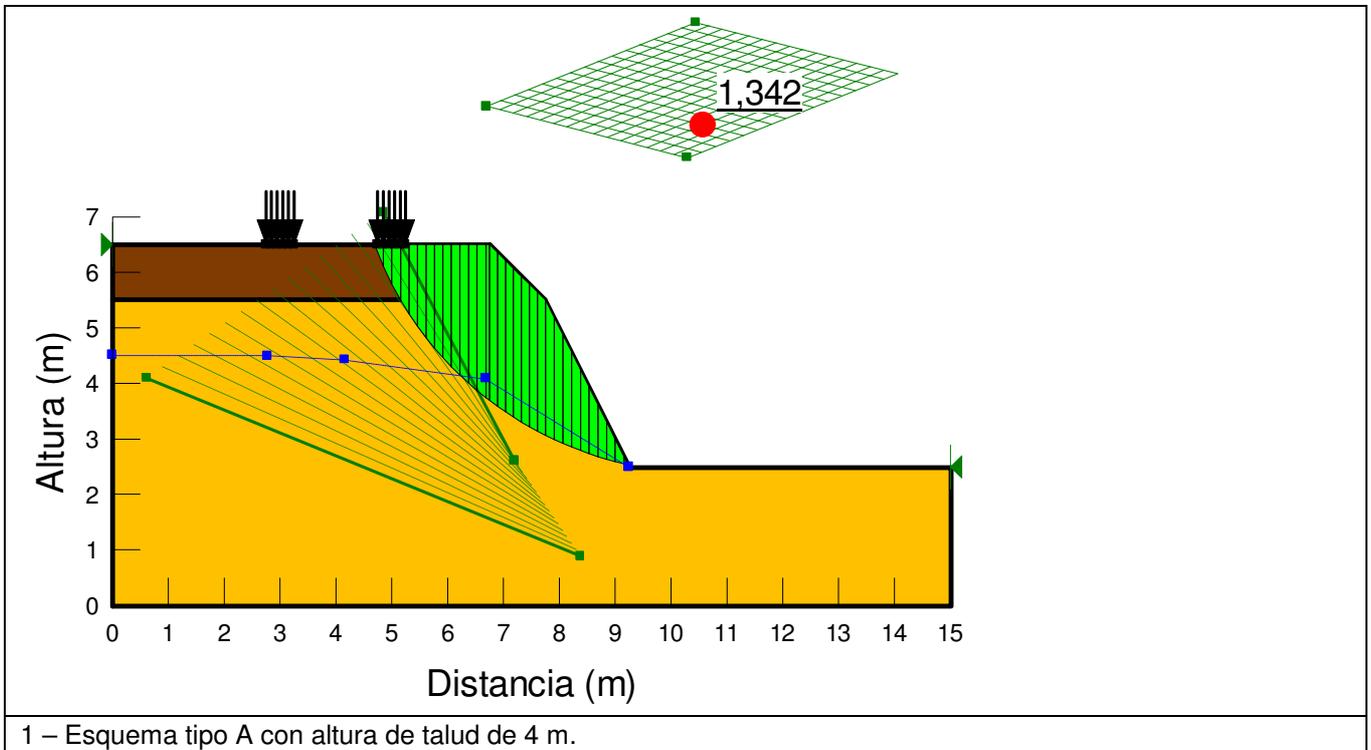


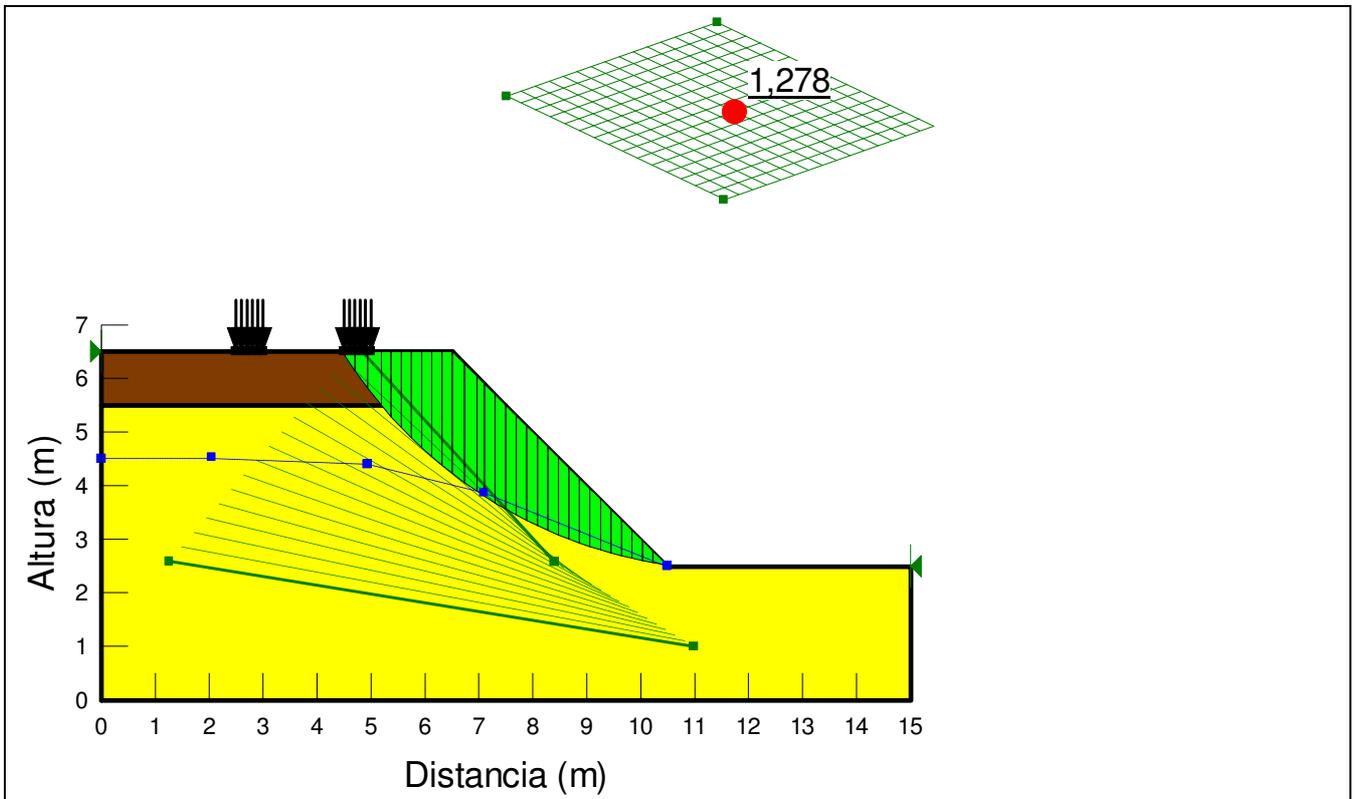
Penetrómetro P-2



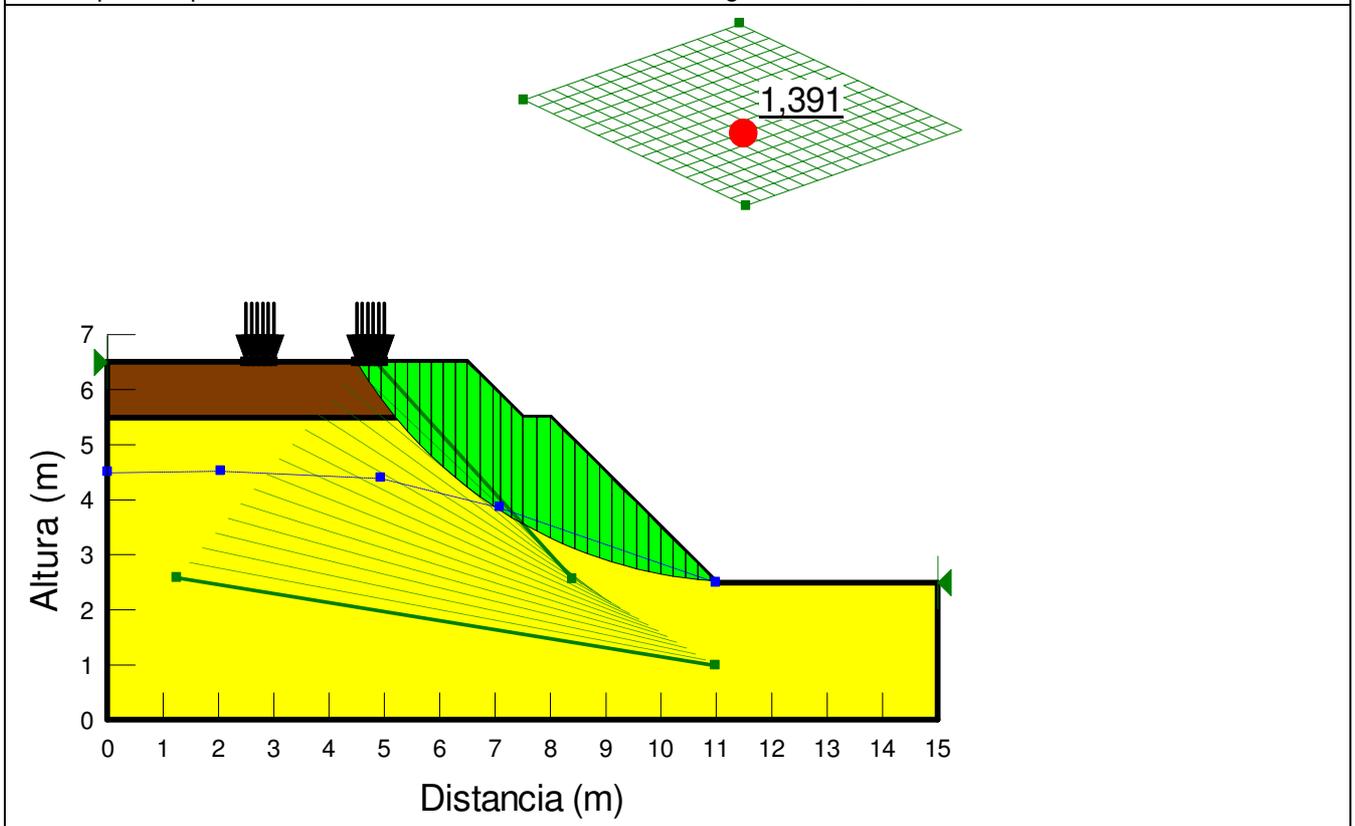
Penetrómetro P-3

SALIDAS GRÁFICAS PARA TALUDES DE 4 M DE ALTURA MÁXIMA

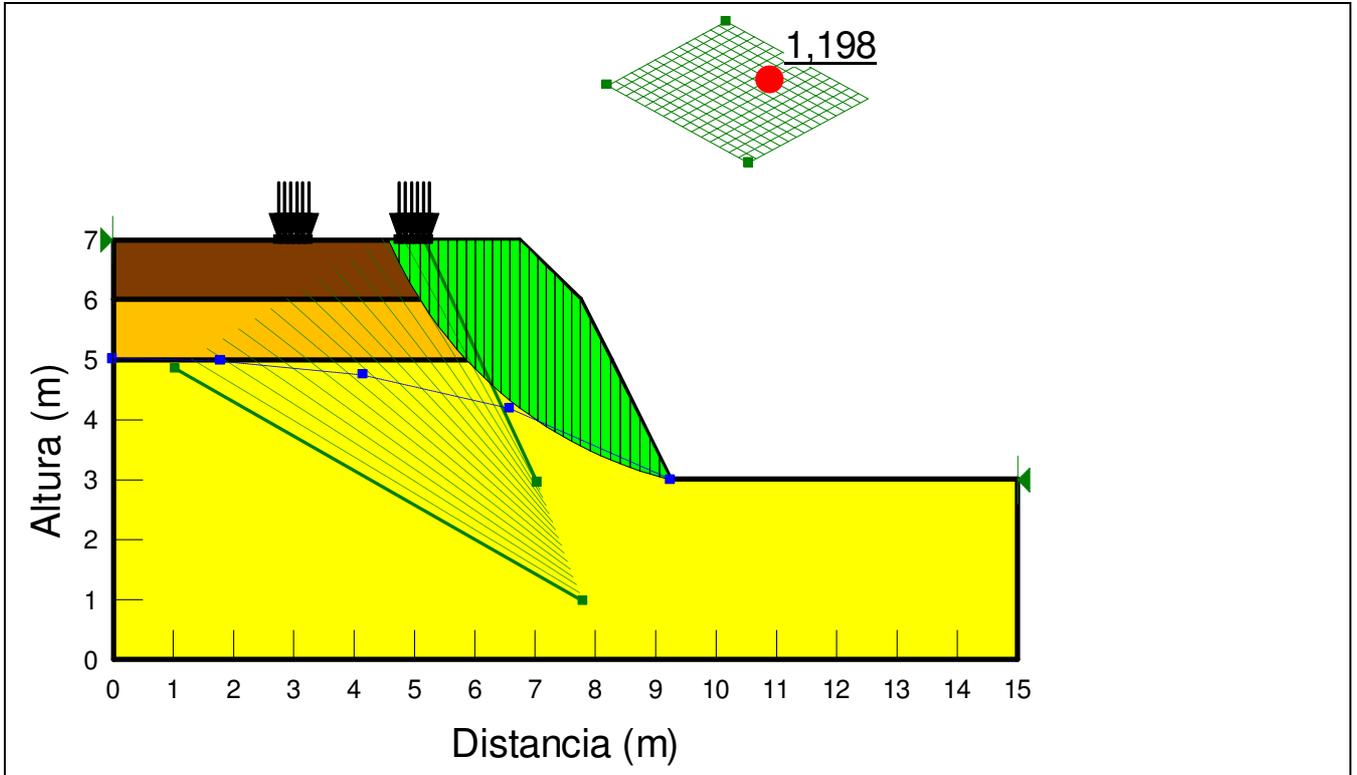




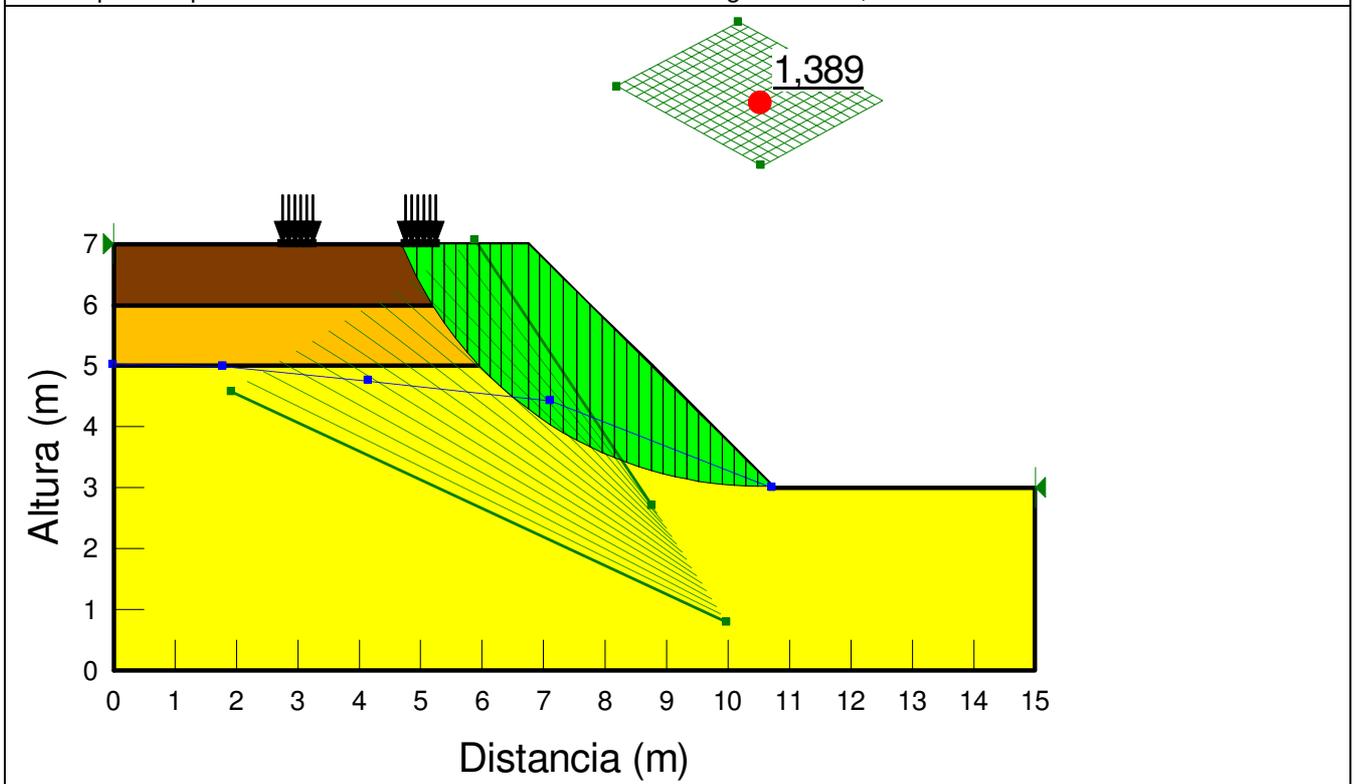
2 – Esquema tipo B con altura de talud de 4 m. Factor de seguridad $< 1,3$.



3 – Esquema tipo B con altura de talud de 4 m u berma intermedia. Factor de seguridad $> 1,3$.



4 – Esquema tipo C con altura de talud de 4 m. Factor de seguridad < 1,3.



5 – Esquema tipo C con altura de talud de 4 m y talud 1H/1V. Factor de seguridad > 1,3.